www.Telegram.me/Commodities

بررسی جامع تولید سوپرآلیاژها در کشور

قرارداد پژوهشی شماره ۷۰۰۴

مجری قرارداد

دکتر سیروس عسگری

۱۳۹۴

DRAFT

www.Telegram.me/Commodities

فهرست مطالب

۶-۱-۱- معرفی سوپرآلیاژها و خواص آنها ۲

۶-۱-۱-۱- تاریخچه سوپرآلیاژها ۳

۶-۱-۱-۲- استحکام در دمای بالا و دمای کاری سوپرآلیاژها ۹

۶-۱-۱-۳- تقسیم بندی کلی سوپرآلیاژها ۱۳

۶-۱-۱-۳-۱- دسته بندی کلی سوپرآلیاژها از نظر فرایند تولید ۱۳

۶-۱-۱-۳-۲- دسته بندی سوپرالیاژها از نظر ترکیب شیمیایی ۱۸

۶-۱-۱-۴- خواص سوپرآلیاژها ۵۵

۶-۱-۲- کاربرد سوپرآلیاژها در صنایع مختلف ۶۱

۶-۱-۲-۱- موتورهای توربین گازی ۶۲

۶-۱-۲-۱-۱- توربین های گازی هوایی ۶۳

۶-۱-۲-۱-۲- توربین های صنعتی در صنایع نیروگاهی و نفت ۷۰

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۲- سایر کاربردهای سوپرآلیاژها ۷۴
۶-۱-۲-۲-۱- استخراج نفت و گاز ۷۴
۶-۱-۲-۲-۲- پتروشیمی ۷۴
۶-۱-۲-۲-۳- سوپرآلیاژها در تجهیزات کوره ها ۷۴
۶-۱-۲-۲-۴- صنایع خودرو ۷۶
۶-۱-۲-۲-۵- صنایع شیمیایی و فرایند ۷۷
۶-۱-۲-۲-۶- صنایع الکتریکی ۷۷
۶-۱-۲-۲-۷- تجهیزات مقاوم به خوردگی ۷۸
۶-۱-۲-۲-۸- صنعت حفاری ۷۸
۶-۱-۳- ضرورت تولید سوپرآلیاژها ۸۰
۶-۲-۱- مروری بر تاریخچه تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها ۸۷
۶-۲-۲- بررسی و مقایسه روش‌های متداول تولید سوپر آلیاژها ۹۱

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۲-۱- سوپر آلیاژهای ریختگی ۹۱
۶-۲-۲-۲ سوپر آلیاژهای کارپذیر ۹۱
۶-۲-۲-۳- سوپرآلیاژهای متالورژی پودر ۹۲
۶-۲-۴ دورنمای استفاده از تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها در کشور ۹۳
۶-۲-۳- جایگاه و نقش تکنولوژی، تحقیقات و توسعه در صنعت تولید سوپر آلیاژ ۹۳
۶-۲-۵ بررسی تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها در مراحل مختلف تولید ۹۵
۶-۲-۵-۱-۱ نیکل ۹۶
۶-۲-۵-۱- ۲- کبالت ۹۸
۶-۲-۵-۱-۳- کروم ۱۰۱
۶-۲-۵-۱-۴-آهن ۱۰۴
۶-۲-۵-۱-۵- تنگستن ۱۰۶

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۶- تیتانیوم ۱۰۸
۶-۲-۵-۱-۷- نیوبیوم و تانتالوم ۱۱۱
۶-۲-۵-۱-۸- زیرکونیم و هافنیوم ۱۱۶
۶-۲-۵-۱-۹- رنیوم ۱۱۸
۶-۲-۵-۱-۱۰- مولیبدن ۱۲۱
۶-۲-۵-۱-۱۱- وانادیوم ۱۲۳
۶-۲-۵-۱-۱۲- آلومینیوم ۱۲۵
۶-۲-۵-۲- فرآیندها و تکنولوژیهای تولید شمش سوپر آلیاژ ۱۲۷
۶-۲-۵-۲-۱- ذوب اولیه ۱۲۸
۶-۲-۵-۲-۱-۱ کوره قوس الکتریکی (EAF) / کربن‌زدایی با اکسیژن و آرگون (AOD) ۱۲۹
۶-۲-۵-۲-۱-۲- ذوب القایی تحت خلاء (VIM) ۱۴۰

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲-۲- ذوب مجدد ۱۵۴

۶-۲-۵-۲-۲-۱ تشریح فرآیند ذوب مجدد در خلاء با قوس الکتریکی (VAR) ۱۵۴

۶-۲-۵-۲-۲-۲- تشریح فرآیند ذوب مجدد با سرباره الکتریکی (ESR) ۱۶۵

۶-۲-۵-۲-۳-ذوب سه مرحله‌ای ۱۷۶

۶-۲-۶- فرصت‌ها و نیازهای تحقیق و توسعه در زمینه فرآیندهای تولید سوپرآلیاژها در کشور..... ۱۷۷

۶-۲-۷- تکنولوژی‌های نوین در ساخت سوپر آلیاژها ۱۷۸

۶-۲-۷-۱- اتمیزه کردن در گاز خنثی ۱۸۲

۶-۲-۷-۲- فرایند اتمیزه کردن تحت خلأ ۱۸۵

۶-۲-۷-۳- اتمیزه کردن توسط نیروی گریز از مرکز..... ۱۸۸

۶-۲-۷-۴- استفاده از الکترود چرخان (REP) ۱۸۸

۶-۲-۷-۵- فرایند چرخشی بیم الکترونی (EBRP) ۱۸۹

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۷-۶- روش‌های رایج نوین ساخت پودر سوپر آلیاژ ۱۹۱

۶-۲-۷-۶-۱- ذوب القایی خلأ و اتمیزه کردن تحت گاز بی‌اثر ۱۹۱

۶-۲-۷-۶-۲- ذوب القایی الکترود و اتمیزه کردن توسط گاز ۱۹۲

۶-۲-۷-۶-۳- ذوب القایی پلاسما و اتمیزه کردن توسط گاز ۱۹۳

۶-۲-۷-۷- تکنولوژی اسپری فورمینگ ۱۹۳

۶-۲-۸- امکان بکارگیری تکنولوژیهای نو در تولید سوپرآلیاژها در کشور ۱۹۵

۶-۲-۹ تقسیم‌بندی انواع محصولات سوپر آلیاژی برحسب تکنولوژی تولید ۱۹۵

۶-۲-۹-۱- شمشهای ریختگی ۱۹۶

۶-۲-۹-۲- شمشهای کارپذیر ۱۹۶

۶-۲-۹-۳- محصولات پودری ۱۹۶

۶-۲-۱۰- نرمهای مصرف مواد اولیه، نیروی انسانی، سرمایه و قیمت تمامشده در تولید سوپرآلیاژها..... ۱۹۷

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۱۱- روش‌های بازیافت سوپر آلیاژها ۱۹۹

۶-۲-۱۱-۱- فرایند پیرو متالورژی ۲۰۰

۶-۲-۱۱-۲- روش هیدرو متالورژی ۲۰۲

۶-۲-۱۱-۳- روش پیرو-هیدرومتالورژی ۲۰۴

۶-۲-۱۲- بررسی توان داخلی به لحاظ دانش فنی تولید و طراحی و ساخت تجهیزات در داخل ۲۰۶

۶-۲-۱۳- بررسی مناسب‌ترین تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها با توجه به شرایط کشور ۲۰۷

۶-۲-۱۴ منابع مالی لازم جهت توسعه و بکارگیری فنآوری تولید سوپرآلیاژها در کشور ۲۰۸

۶-۲-۱۵ انتخاب ظرفیت در مقیاس صرفه ۲۰۸

www.Telegram.me/Commodities

فهرست مطالب

۶ -۳- بررسی وضعیت اقتصادی و جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در اقتصاد ایران ۸

۶-۳-۱ بررسی وضعیت اقتصاد ایران (طی بازه ۱۵ ساله) ۹

۶-۳-۱-۱ اقتصاد ایران ۹

۶-۳-۱-۲ نرخ تورم ۱۰

۶-۳-۱-۳ نرخ بیکاری ۱۲

۶-۳-۱-۴ رشد اقتصادی، درآمد و تولید ناخالص داخلی ۱۴

۶-۳-۱-۵ تشکیل سرمایه‌های ثابت ناخالص ۱۷

۶-۳-۱-۶ ترکیب ارزش‌افزوده فعالیتهای اقتصادی ۱۸

۶-۳-۱-۷ تولید ۱۹

۶-۳-۱-۸ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ۲۶

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۱-۹ سیاستهای بلندمدت اقتصادی ایران ۲۸

۶-۳-۲ تاریخچه و جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در کشور ۵۱

۶-۳-۳ جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در اقتصاد جهانی ۵۲

۶-۳-۳-۱ رشد اقتصاد جهانی (طی بازه ۱۵ ساله) ۵۶

۶-۳-۳-۲ رتبه‌بندی صنعت سوپرآلیاژ ازنظر ارزش‌افزوده در جهان ۶۸

۶-۳-۳-۳ رتبه‌بندی صنعت سوپرآلیاژ ازنظر ارزش‌افزوده در کشورهای درحال‌توسعه ۷۰

۶-۳-۳-۴ تولید کل سوپرآلیاژها در جهان (طی بازه ۱۵ ساله) ۷۱

۶-۳-۳-۵ سهم تولید، مصرف ظاهری، واردات و صادرات سوپرآلیاژها به تفکیک کشورهای منتخب (طی بازه ۱۵ ساله) و جایگاه این صنعت در اقتصاد این کشورها ۷۶

۶-۴- بررسی عرضه و تقاضا و روند قیمت جهانی و داخلی سوپرآلیاژها ۱۱۵

۶-۴-۱ بررسی آخرین وضعیت و پیشبینی تولید سوپرآلیاژها در جهان ۱۱۶

۶-۴-۲ ظرفیت فعلی سوپرآلیاژها و روند افزایش ظرفیت در ایران ۱۱۶

www.Telegram.me/Commodities

۶-۴-۳ بررسی وضعیت طرح‌های در حال اجرا در زمینه تولید سوپرآلیاژها در کشور ۱۱۷

۶-۴-۴ پیشبینی ظرفیت و تولید سوپرآلیاژها در ایران در آینده ۱۱۷

۶-۴-۵ سناریوهای تولید جهانی سوپرآلیاژها تا چشم انداز کشور ۱۱۸

۶-۴-۶ واحدهای عمده تولیدکننده سوپرآلیاژها در ایران ۱۱۹

۶-۴-۷ بررسی واردات انواع سوپرآلیاژ به و ارزش واردات و اثرات آن در کل واردات کشور ۱۱۹

۶-۴-۸ عمده کشورهایی که سوپرآلیاژهای وارداتی از آن‌ها تأمین می‌شود ۱۲۰

۶-۴-۹ بررسی قیمت فروش سوپرآلیاژها شامل بررسی قیمت داخلی، مقایسه قیمت داخلی و بین‌المللی و پیشبینی قیمت فروش سوپرآلیاژها بر اساس سناریوهای مختلف ۱۲۰

www.Telegram.me/Commodities

۶-۴-۱۰ صادرات جهانی سوپرآلیاژها، ارزش و سهم صادرات سوپرآلیاژها از کل صادرات ایران، عمده بازارهای صادراتی به تفکیک محصولات سوپرآلیاژی، بررسی امکان صادرات سوپرآلیاژها، پیشبینی تجارت جهانی سوپرآلیاژها تا افق چشم‌انداز، مشتریان عمده خارجی ۱۲۳

۶-۴-۱۱ بررسی مصرف سوپرآلیاژها شامل مصرف جهانی سوپرآلیاژها، آخرین وضعیت جهانی و پیشبینی مصرف سوپرآلیاژها، مصرف سرانه کشورهای منطقه، مصرف ظاهری کشورهای منطقه و کشورهای رقیب، مصرف سرانه سوپرآلیاژها در ایران، مصرف ظاهری سوپرآلیاژها در ایران، رابطه مصرف سوپرآلیاژها و رشد اقتصادی ، بررسی تغییر الگوی مصرف سوپرآلیاژهای موردنظر در ایران و جهان ۱۲۴

۶-۴-۱۲ بررسی عرضه و تقاضای سوپرآلیاژها در ایران شامل کاربردها و مصارف سوپرآلیاژها، بررسی تولید سوپرآلیاژها در ایران، مقایسه مصرف و تولید سوپرآلیاژها، پیشبینی تقاضای سوپرآلیاژها در سناریوهای مختلف تا سال ۱۴۰۴، عوامل مؤثر برافزایش تقاضای سوپرآلیاژها.....۱۲۶

www.Telegram.me/Commodities

۶-۵- بررسی وضعیت مالی صنعت سوپرآلیاژ در کشور ۱۲۹

۶-۵-۱ سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در داخل کشور ۱۳۰

۶-۵-۲ قیمت تمام‌شده سوپرآلیاژها ۱۳۰

۶-۶- بررسی وضعیت نیروی انسانی ۱۳۴

۶-۶-۲ میزان اشتغال مستقیم و غیرمستقیم ۱۴۸

۶-۶-۳ بررسی جمعیت و وضعیت نیروی انسانی موردنیاز ۱۵۰

۶-۶-۴ نرم‌های نیروی انسانی صنعت سوپرآلیاژ در ایران و مقایسه با نرم‌های جهانی ۱۶۰

۶-۷- بررسی انواع انرژی مورد نیاز صنعت سوپرآلیاژ ۱۶۱

۶-۷-۱ گاز طبیعی ۱۷۹

۶-۷-۲ برق ۱۸۴

www.Telegram.me/Commodities

۶-۷-۳ آب ۱۹۲

۶-۸- ملاحظات محیط زیستی و سلامت شغلی درصنعت سوپرآلیاژ ۲۰۰

۶-۸-۱ قوانین، مقررات و استانداردهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی مرتبط با HSE صنعت سوپرآلیاژ ۲۰۱

۶-۸-۲ روشها و فناوری‌های موجود برای به حداقل رساندن پیامدهای HSE ۲۰۳

۶-۸-۳ جنبه‌های زیست محیطی شامل بررسی مسایل زیست محیطی صنعت سوپرآلیاژ و فرآیندهای مختلف تولید، جنبه‌های ایمنی و سلامت، روشها و راه حلهای مدیریتی، فنی-مهندسی و آموزشی، کنترل عوامل زیان-آور و خطرات محیط کار ۲۰۵

۶-۹- تعیین موقعیتهای مطلوب جغرافیایی توسعه صنعت سوپرآلیاژ در کشور ۲۱۷

۶-۹-۱ عوامل و شاخصهای عمده مکانیابی..... ۲۱۸

www.Telegram.me/Commodities

۶-۹-۲ بررسی شرایط اقلیمی کشور شامل منابع آب، برق و گاز ۲۲۷

۶-۹-۳ بررسی وضعیت مواد اولیه اصلی مورد نیاز صنعت سوپرآلیاژ در استانهای مختلف کشور ۲۴۴

۶-۹-۴ بررسی وضعیت مصرف سوپرآلیاژها در مناطق مختلف کشور ... ۲۴۷

۶-۹-۵ بررسی نقاط مختلف کشور از نظر تراکم صنعتی ۲۴۷

۶-۹-۶ بررسی وضعیت صادرات محصول..... ۲۵۰

مراجع..... ۲۵۳

www.Telegram.me/Commodities

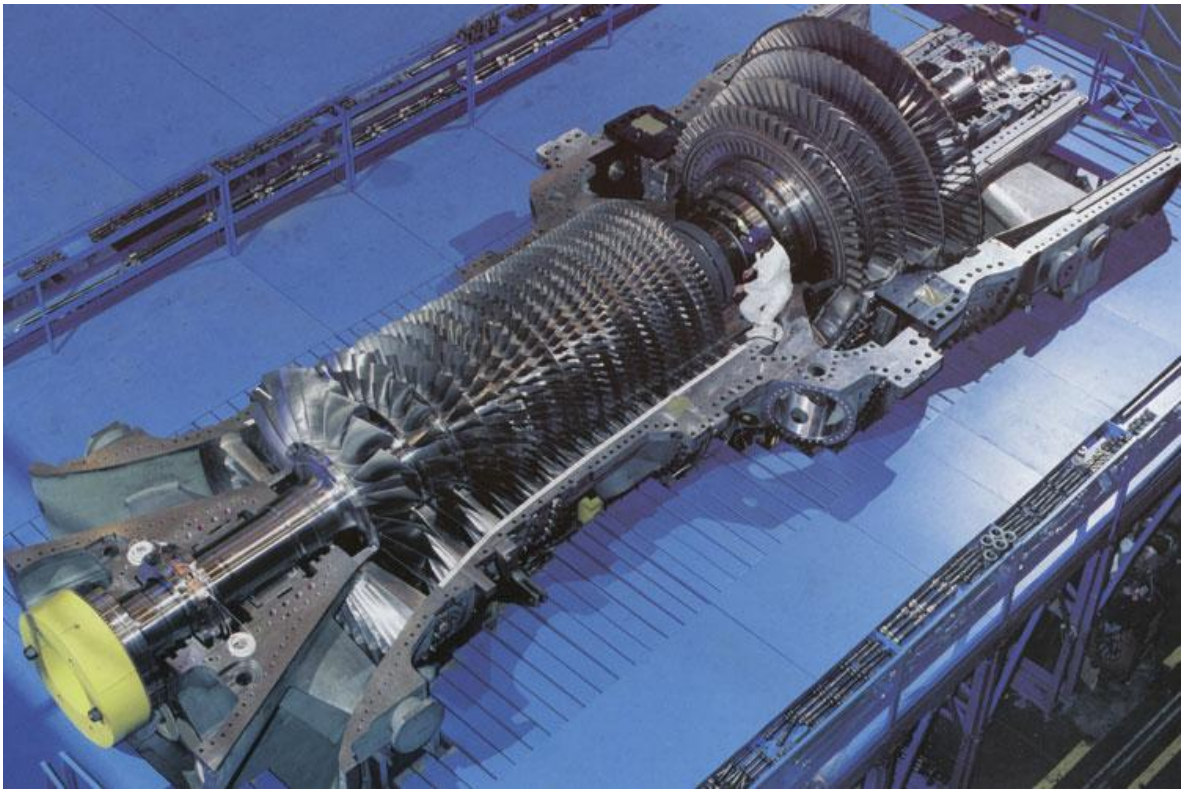
فصل اول

بند ۶-۱- مقدمه‌ای بر سوپر آلیاژها

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۱- معرفی سوپرآلیاژها و خواص آنها

سوپرآلیاژها پیچیده ترین گروه از آلیاژهای فلزی هستند و با توجه به ویژگی های منحصر به فردی که دارند، در کاربردهای خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهمترین کاربرد سوپرآلیاژها در صنایع استراتژیک نظیر صنایع هوایی، نیروگاهی، نفت و پتروشیمی است. سوپرآلیاژها در نسبت بالاتری از دمای ذوبشان در مقایسه با سایر آلیاژهای فلزی بکار برده می‌شوند و در واقع پیشرفت تکنولوژی دمای بالا را ممکن ساخته‌اند. امروزه بیشترین استفاده از سوپرآلیاژها در صنایع توربین گاز صنعتی و هوایی، صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و صنایع دریایی می‌باشد. در شکل ۱-۱ یک توربین گاز صنعتی و برخی از قطعات اصلی آن شامل پره های متحرک، دیسک و شفت نشان داده شده است.



شکل۱-۱: نمای کلی از یک توربین گاز صنعتی ساخت شرکت جنرال الکتریک (GE) [۱].

www.Telegram.me/Commodities

به عنوان یک تعریف عمومی برای سوپرآلیاژ، این مواد آلیاژهایی بر پایه عناصر گروه VIIIA از جدول تناوبی هستند که معمولاً برای کارکرد در دمای بالا و محیط‌های اکسیدکننده یا خورنده استفاده می‌شوند. به جهت کارکرد در دمای بالا، سوپرآلیاژها با تنش های مکانیکی بالایی مواجه بوده و نیازمند پایداری سطحی زیادی هستند. بر مبنای عنصر غالب در ترکیب شیمیایی، سوپرآلیاژها به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند:

- سوپرآلیاژهای پایه نیکل
- سوپرآلیاژهای پایه کبالت
- سوپرآلیاژهای پایه آهن

همچنین یک زیرگروه مهم از سوپرآلیاژها که دارای مشخصات متالورژیکی مشابهی با سوپرآلیاژهای پایه نیکل است اما محتوای آهن بیشتری دارد، سوپرآلیاژهای پایه نیکل- آهن نامیده می‌شود. در بیشتر منابع این گروه از سوپرآلیاژها بجای سوپرآلیاژهای پایه آهن، به عنوان گروه سوم سوپرآلیاژها شناخته شده‌اند[۲].

در بخش های بعدی تاریخچه و ویژگی‌های سوپرآلیاژها از جنبه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

۶-۱-۱-۱- تاریخچه سوپرآلیاژها

سوپرآلیاژها به عنوان یک گروه آلیاژی پس از جنگ جهانی دوم و با هدف بهبود عملکرد موتورهای جت مورد استفاده در هواپیماهای نظامی و سپس هواپیماهای مورد استفاده در حمل مسافر و کالا توسعه یافتند. همچنین با گسترش کاربرد توربین های گازی صنعتی جهت تامین برق و سایر کاربردهای دمای بالا، سوپرآلیاژها به عنوان یک گروه منحصر به فرد برای استفاده در صنعت توربین گاز جایگاه ویژه ای یافته اند. با توجه به تاثیر تعیین کننده افزایش دمای کاری بر بهبود عملکرد یک توربین گازی، توسعه سوپرآلیاژهایی با قابلیت تحمل دماهای بالاتر پیشنیاز توسعه صنعت توربین گاز بوده است.

www.Telegram.me/Commodities

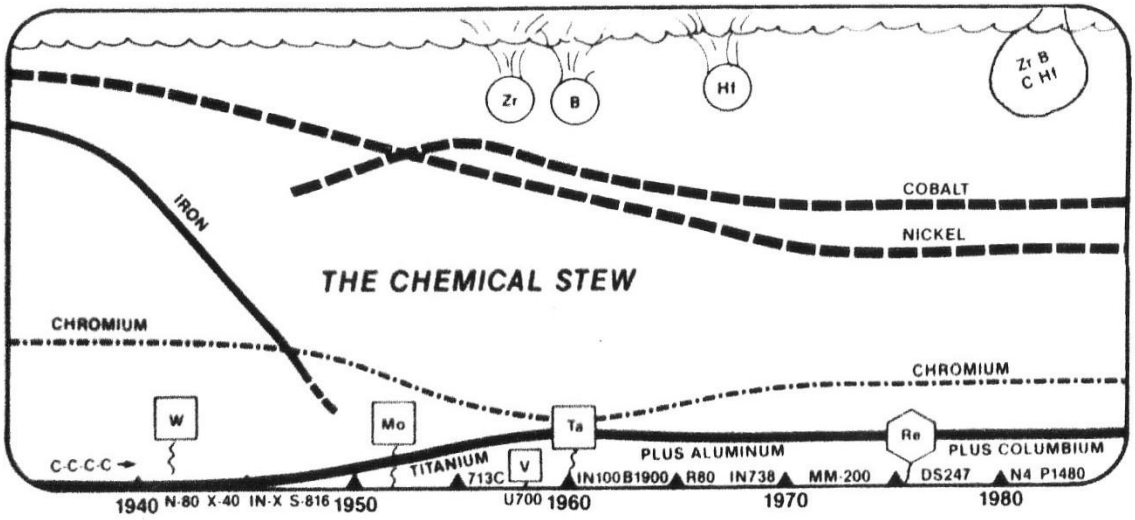
ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژهای اولیه از فولادهای آلیاژی گرفته شده است. در سالهای ۱۹۱۵-۱۹۱۰ فولاد زنگ نزن آستنیتی ابداع شد و کاربردهای آن در صنایع مختلف توسعه یافت. قبل از دهه ۱۹۳۰، آلیاژها تنها بر پایه آهن یا نیکل با مقادیر کافی از عنصر کروم برای دستیابی به مقاومت به اکسیداسیون تولید می‌شدند. در سال ۱۹۲۹ با افزودن مقادیر کمی آلومینیم و تیتانیوم به آلیاژ ۲۰ :۸۰ نیکل - کروم استحکام خزشی قابل توجهی حاصل شد.

از ابتدای دهه ۱۹۳۰، در انگلستان، ایالات متحده و آلمان آلیاژهای مستحکمی بر پایه محلول جامد آستنیتی پایه نیکل حاوی کروم (فاز γ)، کاربیدها و فاز رسوبی γ' ابداع گردید. این آلیاژها مهمترین گروه سوپرآلیاژها راتشکیل می‌دهند و در سخت ترین شرایط کاری در توربین های گازی به عنوان پره های گردنده تحت تنش و دمای بالا به کار گرفته می‌شوند.

با توجه به ریخته گری راحت‌تر اشکال پیچیده با آلیاژهای پایه کبالت و امکان ریخته گری در هوا، آلیاژهای پایه کبالت آستنیتی سخت شونده با ذرات کاربیدی نیز در همین دوره زمانی در رقابت با آلیاژهای پایه نیکل توسعه یافتند. این گروه از سوپرآلیاژها امروزه جهت ساخت قطعات ثابت توربین گاز که در دمای بالا قرار دارند استفاده گسترده ای یافته اند[۳].

www.Telegram.me/Commodities

شکل (۱-۲) به صورت شماتیک روند تغییرات در ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژها را با زمان نشان می‌هد.



شکل ۱-۲- تغییرات ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژها با زمان[۳].

ملاحظه می‌شود که در سالهای ۱۹۳۰، آهن به تدریج جایگاه خود را به عنوان عنصر پایه از دست داده و نیکل و کبالت بدلیل ایجاد قطعات با استحکام بیشتر جایگزین آن شدند. در سالهای ۱۹۶۰ مشخص شد که عنصر کروم که همواره به عنوان مهم‌ترین عنصر آلیاژی ایجاد کننده مقاومت به اکسیداسیون به سیستم ها اضافه می‌گردید، باعث کاهش استحکام می‌شود بنابراین مقدار آن در آلیاژهایی نظیر lnconel713C کاهش یافت. همچنین ملاحظه گردید که این دسته از آلیاژها دارای مشکلاتی در مقاومت به خوردگی داغ هستند بنابراین مقدار کروم در آلیاژهای بعدی نظیر 1N-738 با دقت بیشتری تعیین گردید تا مجموعه‌ای از خواص مطلوب حاصل گردد. افزودن عناصری نظیر آلومینیوم، تیتانیوم و کلمبیوم (نایوبیوم Nb) با هدف تشکیل فاز γ' ، نباید از حد مشخصی تجاوز کند چرا که افزودن بیش از حد این عناصر منجر به مشکلات ساختاری و افت

www.Telegram.me/Commodities

خواص آلیاژ می‌گردد. نقش آلومینیوم به عنوان عنصر اولیه تشکیل دهنده فاز γ' و همچنین به عنوان عنصر تشکیل دهنده لایه اکسید محافظ، وجود این عنصر را در ترکیب اغلب سوپرآلیاژها ضروری کرده است.

در اواخر دهه ۱۹۴۰، مشخص شد که افزودن مولیبدن باعث افزایش چشمگیر استحکام، هم از طریق افزایش استحکام محلول جامد و هم از طریق تشکیل کاربیدها می‌گردد. بزودی سایر عناصر دیرگداز نظیر تنگستن، تانتالوم[1] و رنیم[2] هم در ترکیب سوپرآلیاژها بکار گرفته شدند. همچنین از هافنیوم[3] به عنوان استحکام بخش در مرزدانه ها و عامل بهبود عملکرد سوپرآلیاژهای پلی کریستال در دمای بالا استفاده شد. کربن به میزان کم همیشه در ترکیب سوپرآلیاژها وجود داشته است. وجود کاربیدها به عنوان مناطق مستحکم کننده زمینه و مرزدانه‌ها در ساختار سوپرآلیاژها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در طی سالهای ۱۹۷۰-۱۹۵۰ تعداد زیادی از عناصر آلیاژی به منظور بهبود خواص مکانیکی و شیمیایی به ترکیب سوپرآلیاژها افزوده شدند. در دهه ۱۹۸۰ با پیشرفت فرآیندهای تولید سوپرآلیاژها برخی از عناصر آلیاژی از ترکیب سوپرآلیاژها حذف گردیدند. در جدول (۱-۱) ترکیب آلیاژهای اختراع شده در سالهای ۱۹۳۵ و ۱۹۸۵ برای مقایسه آورده شده است. همچنین شکل ۱-۳ روند تغییر دمای کارکرد سوپرآلیاژهای مهم که در سال های ۱۹۴۲ تا ۱۹۹۰ توسعه یافته اند را نشان می‌دهد[۳].

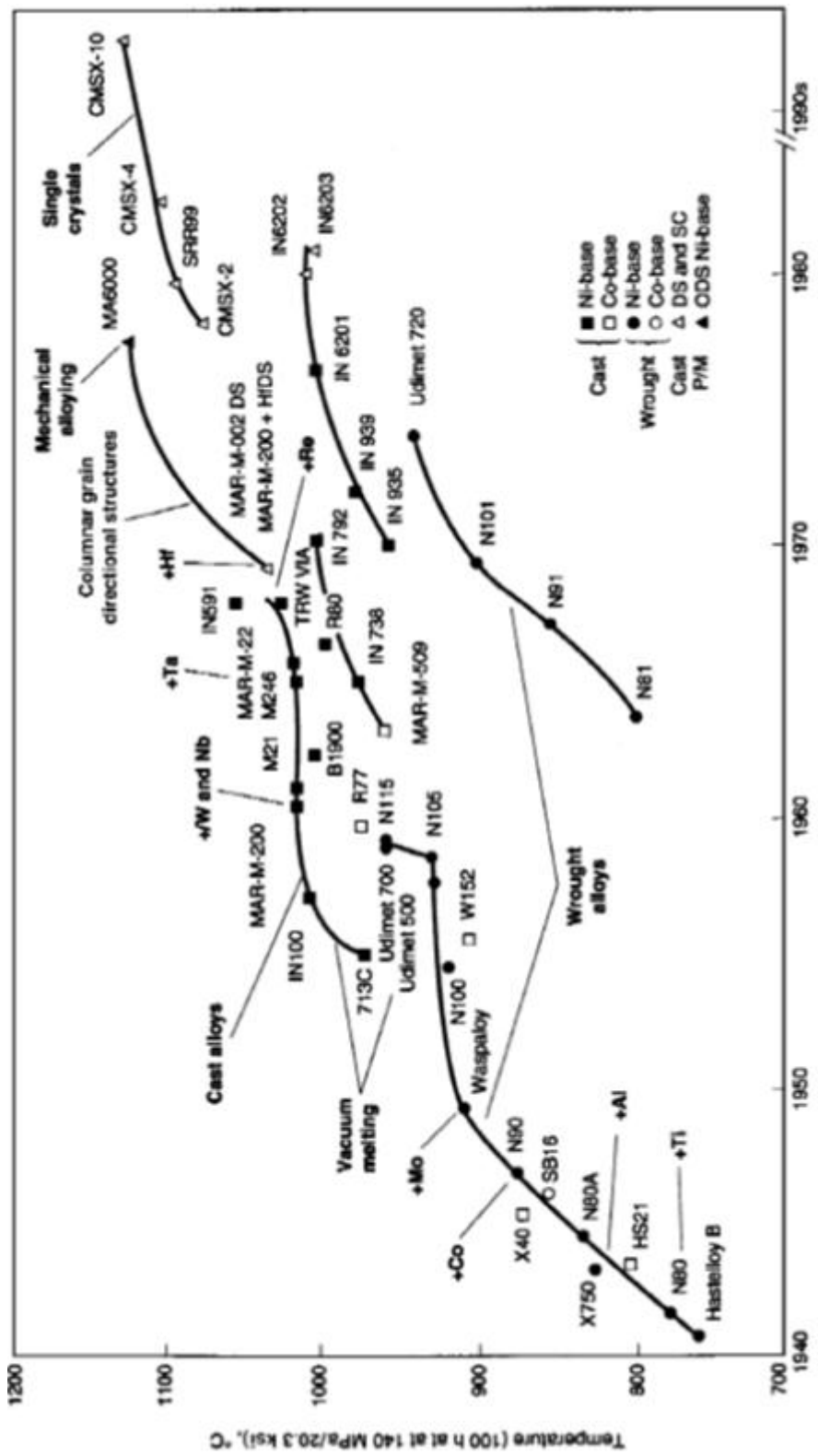
[1] - Tantalum
[2] - Rhenium
[3] - Hafnium

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱-۱- ترکیب آلیاژهای اختراع شده در سالهای ۱۹۳۵ و ۱۹۸۵[۳].

		Fe	Ni	Co	Cr	Al	Ti	Ta	Mo	W	Hf	Zr	C	Other
1935	Rex-78 Wrought Fe-base bucket alloy	60.0	18	—	14	—	0.6	—	4.0	—	—	—	0.01	0.015 B, 4Cu
	K 42 B Wrought Ni–Co–Fe base blade alloy	13.0	43	22.0	18	0.2	2.1	—	—	—	—	—	0.05	
1985	FSX-414 Cast Co-base vane alloy	—	10	52.5	29	—	—	—	—	7.5	—	—	0.25	
	CM SX-2 Cast Ni-base single-crystal alloy	—	66.5	4.6	8.0	5.6	0.9	5.8	0.6	7.9	0.1	0.01	0.005	10 ppm S, N, O
	MA 6000E Wrought Ni-base ODS blade alloy	—	70	—	15	4.5	2.5	2.0	2.0	4.0	—	0.15	0.05	0.01 B 1.1 Y_2O_3
	IN-718 Forged Ni-Fe-base wheel alloy	18.5	52.5	—	19	0.5	0.9	—	3.0	—	—	—	0.04	5 Cb, 0.005 B

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۳- افزایش عملکرد دمایی سوپرآلیاژها در فاصله زمانی ۱۹۴۲ تا ۱۹۹۰

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۱-۲- استحکام در دمای بالا و دمای کاری سوپرآلیاژها

استحکام اکثر فلزات در دماهای معمولی به صورت خواص مکانیکی کوتاه مدت مانند استحکام تسلیم یا استحکام نهایی اندازه‌گیری و گزارش می‌شود. با افزایش دما به ویژه در دماهای بالاتر از ۵۰ درصد دمای نقطه ذوب (بر حسب دمای مطلق) استحکام باید بر حسب زمان انجام اندازه‌گیری بیان شود. اگر در دماهای بالا تنشی به فلز اعمال شود که به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از تنش تسلیم در دمای اتاق باشد، فلز به تدریج با گذشت زمان ازدیاد طول پیدا می‌کند. پدیده ازدیاد طول وابسته به زمان خزش نامیده می‌شود و اگر به اندازه کافی ادامه یابد به شکست (گسیختگی) قطعه منجر خواهد شد. استحکام خزشی[۴] یا گسیختگی تنش[۵] یکی از مولفه‌های مورد نیاز برای تحلیل رفتار مکانیکی ماده است. در مقایسه با سایر سیستم های آلیاژی، سوپرآلیاژها (با ترکیب شیمیایی مناسب) بهترین عملکرد را از نظر استحکام خزشی داشته و این امر عامل تعیین کننده ای در برتری این آلیاژها در کاربردهای طولانی مدت در دمای بالا نظیر توربین های گازی صنعتی بوده است[۴].

برای اغلب کاربردها، سوپرآلیاژها برای کار در دماهای بالاتر از ^{o}C ۵۴۰ و کمتر از نقطه ذوب که معمولاً بالاتر از ^{o}C ۱۲۰۰ است، مناسب هستند. آلیاژهای پایه نیکل و پایه آهن- نیکل کارپذیر دارای حد دمایی ^{o}C ۸۱۶ هستند. در دماهای بالاتر، از آلیاژهای ریختگی استفاده می‌شود. آلیاژهای ریختگی به خاطر مقاومت به خزش بالاتر در دماهای بالا استفاده می‌شوند. به عنوان مثال سعی می‌شود عمدتاً از پره‌های تک بلور ریختگی و یا نهایتاً چندبلور جهت‌دار ریختگی در محل‌های داغ توربین گاز استفاده شود، چرا که این پره‌ها در دمای بالا مقاومت به خزش بسیار بالاتری دارند.

استحکام اکثر سوپرآلیاژها توسط رسوب فاز ثانویه افزایش پیدا می‌کند، و حد بالائی محدوده دمائی استفاده از آلیاژ تحت تاثیر نوع پایه آلیاژ (پایه نیکل یا پایه آهن- نیکل) مقدار و نوع رسوب و شکل آلیاژ (ریختگی یا کار

[4] - Creep Strength
[5] - Stress Rupture

www.Telegram.me/Commodities

شده) است. اکثر سوپرآلیاژهای پایه نیکل و پایه آهن- نیکل کار شده، در محدوده دمایی ۶۵۰-۷۵۰°C مورد استفاده قرار می‌گیرند. سوپرآلیاژهای کار شده اغلب به عنوان دیسک یا پره در توربین‌های گازی استفاده می‌شوند. در شکل ۱-۴ نمونه‌ای از یک دیسک سوپرآلیاژی قبل و بعد از نصب بر روی شفت آورده ارائه شده است. پره های نصب شده بر روی یکی از دیسک های مجاور نیز در شکل دیده می‌شوند[۵].

www.Telegram.me/Commodities

شکل ۱-۴: دیسک های سوپرآلیاژی به کار رفته در یک توربین گاز (الف) قبل از نصب بر روی شفت (ب) بعد از نصب بر روی شفت [۱].

www.Telegram.me/Commodities

ادامه شکل ۱-۴.

آلیاژهای ریختگی در دماهای بالاتر می‌توانند کار کنند و از آنها در ساخت پره های داغ متحرک در موتورهای توربین گازی استفاده می‌شود. با اعمال پوشش محافظ حرارتی مناسب و طراحی مدرن برای ایجاد مسیرهای عبور هوای خنک کننده در قطعه، امروزه از این آلیاژها حتی در دماهای بالاتر از نقطه ذوب نیز استفاده می شود[۴].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۱-۳- تقسیم بندی کلی سوپرآلیاژها

سوپرآلیاژها را می توان از دو دیدگاه متفاوت تقسیم بندی کرد. تقسیم بندی اول بر مبنای فرایند تولید انجام می شود. از این دیدگاه سوپرآلیاژها به دو گروه ریختگی[۶] و کارپذیر[۷] دسته بندی می شوند. تقسیم بندی دوم بر مبنای ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژها می باشد. در این حالت عنصر غالب مبنای دسته بندی قرار می گیرد. ازین دیدگاه سوپرآلیاژها به سه گروه عمده پایه نیکل، آهن و کبالت تقسیم می‌شوند. در بخش های بعدی به توضیح این دو گروه ریختگی و کارپذیر پرداخته می شود[۶].

۶-۱-۱-۳-۱- دسته بندی کلی سوپرآلیاژها از نظر فرایند تولید

سوپرآلیاژها از نظر فرآیند تولید به دو گروه عمده ریختگی و یا کار پذیر تقسیم بندی می شوند. سوپرآلیاژهای ریختگی ابتدا به صورت شمش و عمدتاً طی فرآیند ذوب القایی تحت خلاء[۸] (VIM) تولید می-شوند. سپس در کوره های مخصوص، شمش اولیه ذوب مجدد شده و بصورت قطعه ریخته گیری می‌شوند. برای تولید سوپرآلیاژهای کارپذیر، شمش ریختگی ابتدا طی فرآیندهای ESR[۹] و VAR[۱۰] مجددا ذوب شده و بصورت شمش نهایی تبدیل می‌شود. با استفاده از عملیات ترمومکانیکی نظیر فورجینگ و یا کشش گرم و سرد، محصول نیمه تمام و یا محصول نهایی ساخته می‌شود. در جدول ۱-۳ و ۱-۴ تعدادی از سوپرآلیاژهای ریختگی و کارپذیر به همراه ترکیب شیمیایی آن ها آورده شده است[۴].

---

[6] - Cast
[7] - Wrought
[8] - Vaccum Induction Melting
[9] - Electro Slag Remelting
[10] - Vaccum Arc Remelting

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱-۳: ترکیب شیمیایی تعدادی از سوپرآلیاژهای ریختگی[۴].

alloy	Ni	Cr	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	Fe	Mn	Si	C	B	Zr	Other
Nickel-Based Alloys																
IN-738LC	61	16	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4				0.11	0.01	0.05	
IN-792	61	12.4	9	1.9	3.8	3.9		3.1	4.5				0.12	0.02	0.1	
Alloy 713LC	75	12		4.5			2	5.9	0.6				0.05	0.01	0.1	
IN-939	48	22.5	19		2	1.4	1	1.9	3.7				0.15	0.009	0.09	
Udimet 500	52	18	19	4.2				3	3				0.07	0.007	0.05	
B1900	64	8	10	6		4		6	1				0.1	0.015	0.1	
GTD 111	Bal	14	9.5	1.6	3.8	2.8		3	4.9				0.1	0.012	0.02	
GTD 222	Bal	22.5	19		2	1	0.8	1.2	2.3				0.1	0.005	0.012	
Rene 80	60	14	9.5	4	4			3	5				0.17	0.015		
Cobalt-Based Alloys																
FSX-414	10	29	52		7.5					1			0.25	0.01		
MAR-M 302		21.5	58		10	9							0.85	0.005	0.2	
MAR-M 509	10	23.5	55		7	3.5			0.2				0.6		0.5	
WI-52		21	63		11		2			2	0.3	0.3	0.45			

جدول ۱-۴: ترکیب شیمیایی تعدادی از سوپرآلیاژهای کارپذیر[۴].

alloy	Ni	Cr	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	Fe	Mn	Si	C	B	Zr	Other
Nickel-Based Alloys																
Inconel 600	76	15								8	0.5	0.2	0.08			
Inconel 625	61	21.5		9			3.6	0.2	0.2	2.5	0.2	0.2	0.05			
Inconel 718	52	19		3			5.1	0.5	0.9	18.5	0.2	0.2	0.04			
Hastelloy X	47	22	1.5	9	0.6					18.5	0.5	0.5	0.1			
Hastelloy 230	57	22		2	14			0.3			0.5	0.4	0.1			0.02La
Nimonic 75	76	19.5							0.4	3	0.3	0.3	0.1			
Udimet 700	55	15	17	5				4	3.5				0.06	0.03		
Waspaloy	58	19.5	13.5	4.3				1.3	3				0.8	0.006		
Cobalt-Based Alloys																
Haynes 188	22	22	39.2		14					3			0.1			
L-605	10	20	52.9		15								0.5			
MAR-M 918	20	20	52.5			7.5							0.05			
MP35N	35	20	35	10												
Iron-Based Alloys																
A-286	26	15		1.3				0.2	2	54	1.3	0.5	0.5	0.015		
Incoloy 903	38		15				3	0.7	1.4	41						
Incoloy 909	38		13				4.7		1.5	42		0.4	0.01	0.001		

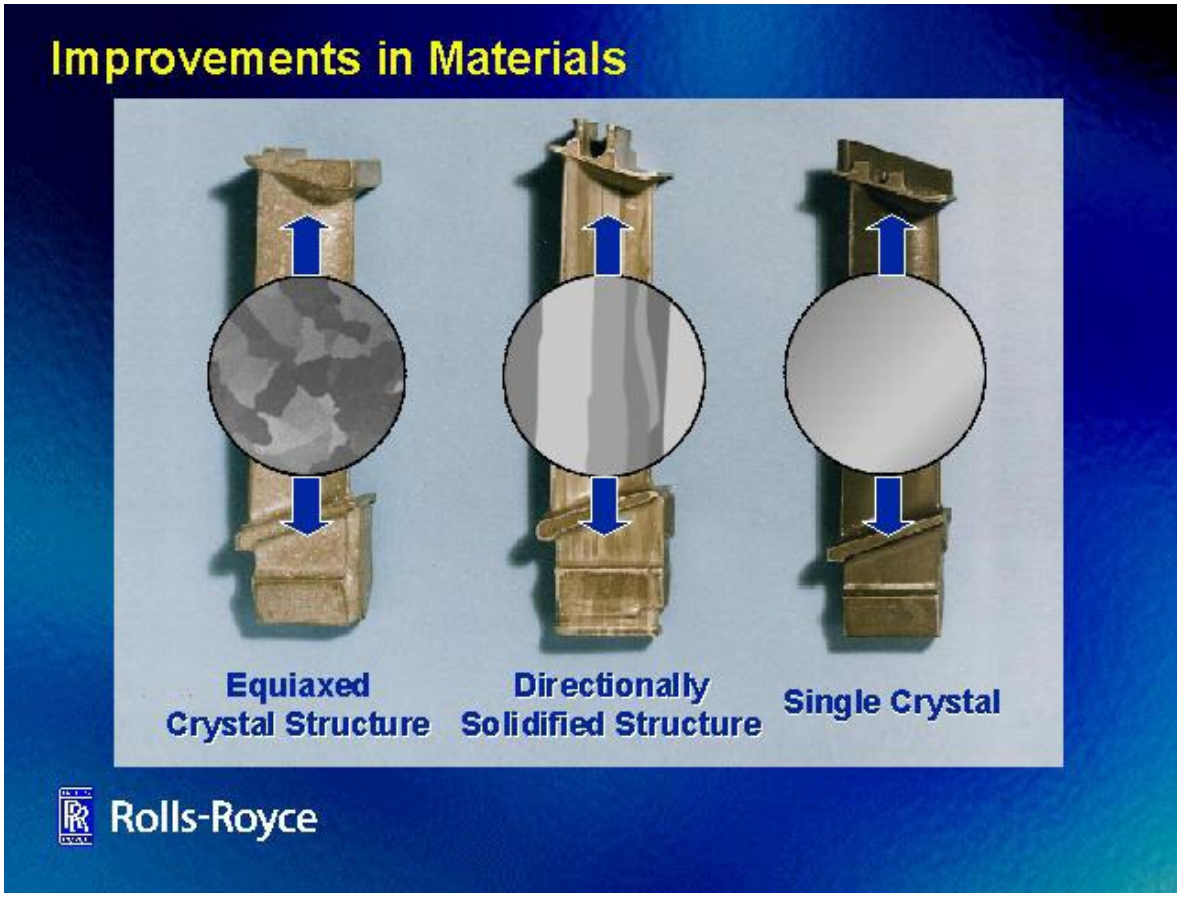
www.Telegram.me/Commodities

مقایسه سوپرآلیاژهای ریختگی و کار پذیر

از سوپرآلیاژهای ریختگی در ناحیه داغ توربین‌های گاز، به ویژه در قطعاتی نظیر پره‌های ثابت و متحرک در مراحل اولیه توربین استفاده می‌شود. مواد اولیه این سوپرآلیاژها عمدتاً بصورت شمش است که در کورهای القایی تحت خلا تولید می‌شوند. با ذوب مجدد شمش های ریختگی در کوره های مناسب و با استفاده از تکنولوژی ریخته گری دقیق[11] ، قطعات پیچیده مورد استفاده در صنایع مختلف تولید می شود. با توجه به پیچیدگی شکل نهایی قطعات ریختگی بویژه پره های متحرک، هدف از فرآیند ریخته گری دقیق، ساخت قطعات با شکل نهایی است بگونه ای که نیاز به عملیات ماشینکاری بویژه در مقاطع حساس به حداقل برسد. شکل اکثر قطعات ریختگی از نوع پلی کریستال[12](PC) با دانه‌های هم محور اند اما امروزه با توجه به پیشرفت تکنولوژی در توربین های هوایی و صنعتی، از قطعات ریختگی توسط انجماد جهت‌دار[13] (DS) و یا تک کریستال بصورت روز افزون استفاده می‌شود. در شکل ۱-۵ سه نوع پره پلی کریستال ، پلی کریستال جهت دار و تک کریستال از نظر دانه بندی مقایسه شده اند[۷].

[11] - Investment Casting
[12] - Poly Crystalline
[13] - Directional Solidification

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۵: توسعه تکنولوژی ریخته گری پره‌های توربین هوایی [۲].

قطعات ریختگی پلی کریستال دارای دانه‌هایی هستند که اندازه آنها از یک قطعه به قطعه دیگر تغییر می‌کند. دانه‌های یک قطعه ریختگی انجماد جهت‌دار، با یکدیگر موازی هستند (عمدتاً به موازات محور طولی پره) و تحت عنوان قطعات انجماد جهت‌دار دانه ستونی[۱۴] (CGDS) شناخته می‌شوند. مزیت این قطعات بر قطعات پلی کریستال حذف مرزدانه های عمود بر محور تنش و افزایش استحکام دمای بالا در این قطعات است. در قطعات تک کریستال مرزدانه ها بطور کلی حذف می‌شوند و عملکرد قطعه در دمای بالا افزایش چشمگیری

[14] - Columnar Grain Directionally Solidified

www.Telegram.me/Commodities

می‌یابد. در جدول ۱-۵ ترکیب شیمیایی تعدادی از آلیاژهای ریختگی تک کریستال و جهت دار مشاهده می شود[۴].

جدول۱-۵: ترکیب شیمیایی تعدادی از آلیاژهای تک کریستال و جهت دار[۴].

alloy	Ni	Cr	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	Fe	C	B	Zr	Other
Nickel-Based Directionally-Solidified Alloys														
MAR-M 002	Bal	9	10		12		1	5	2		0.14	0.015		0.8-1.9 Hf
MAR-M 200 +Hf	Bal	9	10		10	2.5		5.5	1.5		0.15	0.015	0.05	1.5 Hf
Rene 142	Bal	6.8	12	2	5	6		6.2		3	0.12	0.015	0.02	1.5 Hf
Nickel-Based Single Crystal Alloys														
CMSX-2	Bal	8	5	0.6	8	6		5.6	1					
CMSX-4	Bal	8	5	0.6	8	6		5.6	1					0.1 Hf
SRR 99	Bal	8	5		10	3		5.5	2.2		0.05			

یک آلیاژ کار شده معمولاً از شمش‌های ریختگی به دست می‌آید اما در این حالت شمش ریختگی یک یا دوبار دیگر توسط فرآیندهایی نظیر ESR و VAR ذوب مجدد می شود. هدف از این عملیات حذف ناخالصی ها و کاهش عیوب ساختاری ناشی از فرآیند انجماد نظیر حفره های انقباضی است. این عیوب می توانند مشکلات عمده ای را در فرآیندهای شکل دهی مکانیکی نظیر آهنگری ایجاد کنند. آلیاژهای کار شده انعطاف‌پذیرتر از آلیاژهای ریختگی هستند و امکان تولید محصولات با شکل های مختلف از قبیل ورق (نورد) ، میله (کشش سرد و گرم) و دیسک و شفت (آهنگری) را فراهم می‌کنند. هر یک از این محصولات کاربردهای عمده ای در تولید قطعات حساس برای توربین‌های گازی دارند. همه آلیاژها را نمی‌توان به شکل کار شده در آورد زیرا قابلیت کارپذیری آلیاژ مستقیماً با ترکیب شیمیایی آن مرتبط است. لذا در اغلب موارد ترکیب شیمیایی آلیاژهای ریختگی و کارپذیر تفاوت عمده ای دارند. با مقایسه جداول ۱-۳ و ۱-۴ مشاهده می شود آلیاژهای کارپذیر معمولاً ترکیب شیمیایی ساده تری دارند که به آن ها اجازه تغییر فرم در عملیات ترمومکانیکی را می دهد. همچنین در شکل ۱-۳ ترتیب زمانی ابداع آلیاژهای کارپذیر آورده شده است. معمولاً ترکیب شیمیایی آلیاژهای

www.Telegram.me/Commodities

ریختگی پیچیده تر از آلیاژهای کارپذیر است و حاوی عناصری است که از طریق رسوب گذاری استحکام مورد نیاز را برای این گروه از آلیاژها بدون استحکام بخشی از طریق کار مکانیکی فراهم می کنند[۶].

۶-۱-۱-۳-۲- دسته بندی سوپرآلیاژها از نظر ترکیب شیمیایی

سوپرآلیاژها از نظر ترکیب شیمیایی به ۳ گروه عمده پایه پایه نیکل، آهن- نیکل و پایه کبالت تقسیم بندی می شوند. تعدادی از آلیاژهای مهم هر یک از این ۳ گروه در جدول های اورده شده اند. ترکیب شیمیایی متفاوت در این آلیاژها منجر به تفاوت عمده در ریزساختار و در نتیجه خواص آن‌ها می گردد. در خانواده سوپرآلیاژها، سوپرآلیاژهای پایه نیکل از پیچیدگی های ساختاری بیشتری برخوردار هستند. محدوده دمایی کاربرد این آلیاژها در حدود ۱۱۰۰-۶۵۰ درجه سانتیگراد است و بدلیل ویژگیهای منحصر بفرد آلیاژهای پایه نیکل، حساس ترین قطعات از قبیل پره های داغ متحرک توربین‌های گازی عموما از این جنس طراحی و ساخته می‌شوند. به دلیل کاربرد بسیار وسیع این دسته از سوپرآلیاژها، خواص این گروه از سوپرآلیاژها با جزئیات بیشتری مورد بحث قرار خواهد گرفت.

دسته دوم سوپرآلیاژها سوپرآلیاژهای پایه کبالت می‌باشند. سوپرآلیاژهای پایه کبالت در اواخر سال ۱۹۳۰ میلادی گسترش یافته و طی دهه ۱۹۴۰ میلادی به عنوان مواد اصلی توربوشارژرها و توربینهای گازی بکار رفتند. معمولا تقسیم بندی آلیاژهای پایه کبالت براساس ترکیب شیمیایی و کاربرد آنها می‌باشد. به طور کلی آلیاژهای پایه کبالت به سه دسته تقسیم می‌شوند: آلیاژهای مقاوم در برابر سایش، آلیاژهای مقاوم در دمای بالا و آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی. آلیاژهای پایه کبالت بیشتر تحت عنوان آلیاژهای مقاوم به اکسیداسیون و خوردگی در دمای بالا مطرح و طراحی می‌شوند. یکی از ابتدایی‌ترین سوپرآلیاژهای بکاررفته در توربین گازی سوپرآلیاژ پایه کبالت X-40 است که توسط R.H.Thielemann در سال ۱۹۴۳ اختراع شد. در ابتدا کاربرد

www.Telegram.me/Commodities

سوپرآلیاژهای پایه کبالت بسیار وسیع بود، ولی با ظهور سوپرآلیاژهای پایه نیکل در طی سالهای ۱۹۵۰ کاربرد سوپرآلیاژهای پایه کبالت محدودتر گردید.

دسته سوم که در واقع مبنای توسعه سوپرآلیاژها به حساب می‌آیند سوپرآلیاژهای پایه آهن می‌باشند. سوپرآلیاژهای پایه آهن در حقیقت از فولادهای زنگ نزن آستنیتی منشعب شده اند. سوپرآلیاژهای پایه آهن دارای ساختار فشرده FCC بوده و اغلب از طریق استحکام بخشی محلول جامد و از طریق تشکیل رسوبات مستحکم می شوند. مهمترین سوپرآلیاژهای پایه آهن، سوپرآلیاژهایی هستند که دارای زمینه آستنیتی بوده و با ذرات γ' مستحکم می شوند[۷].

با توجه به اهمیت سوپرآلیاژهای پایه نیکل و کبالت و همچنین گستردگی کاربرد آن ها در ابتدا این دو نوع سوپرآلیاژ با یکدیگر مقایسه می‌شوند[۴, ۷].

مزایای سوپرآلیاژهای پایه کبالت در مقایسه با پایه نیکل

۱. در بسیاری از قطعات توربینی علاوه برنیازهای کششی، پارگی و اکسیداسیون، مقاومت به خوردگی داغ بسیار حائز اهمیت است. در اینگونه موارد آلیاژهای کبالت مزیت پیدا می‌کنند.

۲. در توربینهای هواپیماها که نیاز به قطعاتی با طول عمرهای طولانی‌تر است تمایل به استفاده از آلیاژهای پایه کبالت که دارای منحنیهای تنش - گسیختگی مسطح تر هستند، بیشتر است.

۳. در دماهای بالای ۹۰۰°C خواص مکانیکی آلیاژهای پایه کبالت نسبت به خواص مکانیکی آلیاژهای پایه نیکل برتری پیدا می‌کنند علت این امر حل شدن فاز استحکام بخش γ' در دماهای بالا می‌باشد.

۴. مقاومت به خوردگی داغ آلیاژهای پایه کبالت بیشتر از آلیاژهای پایه نیکل می‌باشد، این امر احتمالاً به دلیل محتوای کروم بیشتر این دسته از سوپرآلیاژهاست.

www.Telegram.me/Commodities

۵. آلیاژهای پایه کبالت دارای خواصی نظیر جوش پذیری مناسبتر، مقاومت بهتر در برابر شوک حرارتی، هدایت حرارتی بالاتر و ضریب انبساط حرارتی پایین تر نسبت به آلیاژهای پایه نیکل هستند.

۶. آلیاژهای پایه کبالت قابلیت ذوب در هوا یا گاز آرگون را دارند در حالیکه آلیاژهای پایه نیکل یا پایه نیکل - آهن به دلیل داشتن عناصر فعالی نظیر آلومینیوم و تیتانیوم باید در خلا ذوب شوند.

محدودیتهای آلیاژهای پایه کبالت در مقایسه با آلیاژهای پایه نیکل

۱. آلیاژهای پایه کبالت استحکام تسلیم پایینتری نسبت به سوپرآلیاژهای پایه نیکل دارند.

۲. مقاومت به اکسیداسیون این دسته از آلیاژها در دماهای بالای $۹۸۰^{\circ}C$ محدود می باشد.

۳. محدودیت دیگر این دسته از سوپرآلیاژها، عدم پایداری ساختاری به جهت استحاله فازی کبالت است که با کاهش داکتیلیته در حین سرویس دهی نمایان می‌شود.

۴. از دیگر محدودیت‌های سوپرآلیاژهای پایه کبالت بالاتربودن دانسیته (به میزان ٪۱۰)در این دسته از آلیاژها نسبت به آلیاژهای پایه نیکل است.

۵. برخلاف آلیاژهای پایه نیکل که قابلیت آلیاژسازی زیادی در حالت محلول جامد دارند، در آلیاژهای پایه کبالت با افزایش میزان عناصر محلول احتمال تشکیل فازهای مضر نظیر σ و لاوه بیشتر است.

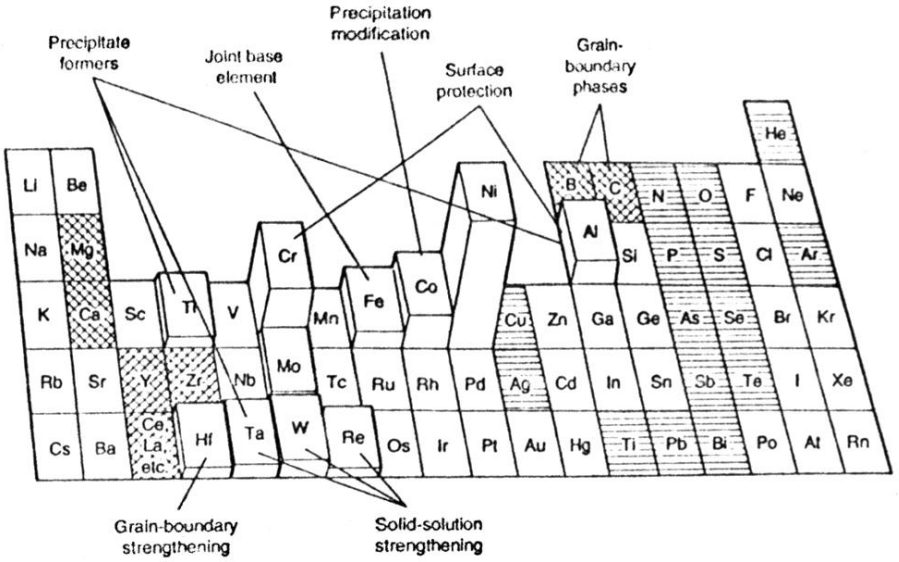
با توجه به مجموعه عوامل فوق، در صنعت توربین گاز از آلیاژهای پایه کبالت در ساخت قطعات ساکن که در دمای بالا عمل می‌کنند و تنش های مکانیکی زیادی را متحمل نمی‌شوند استفاده می‌شود. سوپرآلیاژهای پایه کبالت پیچیدگی شیمیایی کمتری نسبت به آلیاژهای پایه نیکل دارند که در ادامه به تفصیل بحث خواهد شد.

www.Telegram.me/Commodities

با توجه به اهمیت ریز ساختار و تاثیر تعیین‌کننده آن در رفتار سوپرآلیاژها، در این بخش اجـزای اصـلی ریز ساختار و عوامل موثر بر آن ازجمله ترکیب شیمیایی در هر یک از گروه های سه گانه فوق مورد بررسی قـرار می گیرند.

۶-۱-۱-۳-۲-۱- ترکیب شیمیایی و ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه نیکل

در ترکیب شیمیایی اغلب سوپرآلیاژهای پایه نیکل تا ۱۲ عنصر آلیاژی وجود دارد که همگی به دقـت در حین ساخت کنترل می‌شوند. علاوه براین عناصری نظیر اکسیژن، نیتروژن، فسفر، سیلیسیم و سایر عناصر جزئـی مضر[۱۵] بدلیل اثرات نامطلوب و نیز عناصر جزئی مفید[۱۶] نظیـر زیرکـونیم، منیـزیم و بـر بـدلیل دارا بـودن اثـرات مطلوب روی ویژگیهای ساختاری و مکانیکی، با دقت بالایی (درحد ppm) کنترل می شوند.



شکل ۱-۶- عناصر آلیاژی بکار رفته در ترکیب سوپرآلیاژهای پایه نیکل. عناصر آلیاژی مفید با خطوط متقاطع و عناصر آلیاژی مضر با خطوط افقی نشان داده شده اند[۴].

[15] - Tramp Elements
[16] - Trace Elements

www.Telegram.me/Commodities

شکل (۱-۶) عناصر آلیاژی بکار رفته در ترکیب سوپرآلیاژهای پایه نیکل و نقش آنها و همچنین عناصر جزئی مفید و مضر در این دسته از سوپرآلیاژها را نشان می‌دهد. برخی از عناصر موجود در ترکیب شیمیایی سوپرآلیاژهای پایه نیکل در داخل فاز زمینه حل می‌شوند و باعث افزایش استحکام این فاز از طریق ایجاد محلول جامد می‌شوند. نمونه هایی از این عناصر، عناصر مولیبدن و تنگستن هستند. تاثیر عمده عنصر کروم افزایش مقاومت به اکسیداسیون و همچنین تشکیل کاربیدهای از نوع $M_{23}C_6$ و M_7C_3 است[۸].

عناصر دیگر نظیر آلومینیوم و تیتانیوم به منظور ایجاد فاز بین فلزی و منظم γ' با ساختار FCC و ترکیب $Ni_3(Al,Ti)$ به سوپرآلیاژهای پایه نیکل اضافه می‌شوند. عنصر تیتانیوم در این دسته از سوپرآلیاژها در تشکیل کاربیدهای از نوع MC (M معرف یک عنصر فلزی نظیر تنگستن است) نیز نقش دارد. افزودن عنصر کبالت باعث کاهش حلالیت عناصر تشکیل دهنده رسوبات γ' و افزایش دمای انحلالی این رسوبات می‌شود. عناصر کروم و کبالت می‌توانند در داخل فاز γ' حل شوند. لازم به ذکر است که عدم تطابق بین ساختارهای γ' و زمینه γ با در نظر گرفتن پایداری زیاد این فاز در دماهای بالا، بسیار کم است.

نقش اساسی عنصر کربن، تشکیل کاربیدهای مختلف مانند MC ، M_6C ، $M_{23}C_6$ و M_7C_3 می‌باشد. کاربیدها از فازهای مهم تشکیل‌دهنده ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه نیکل هستند، چرا که حضور آنها روی مرز دانه ها به منظور تامین استحکام و داکتیلیته مناسب ضروری است. همچنین کاربیدها باعث کنترل اندازه دانه در آلیاژهای کار شده می‌شوند.

علاوه بر کاربیدها حضور بور و زیرکونیم در مقادیر کم، باعث افزایش عمر آلیاژهای پایه نیکل می‌شود. در این زمینه تاثیر بور بیشتر است اما استحکام ماکزیمم با ترکیب مناسب از هر دو عنصر حاصل می‌گردد. تاثیر دیگر عنصر بور، تشکیل بورایدها می‌باشد. تشکیل بورایدها زمانی اتفاق می‌افتد که عنصر بور در مقادیر به اندازه کافی زیاد اضافه شود. افزودن عنصر هافنیوم باعث تشکیل رسوبات سخت‌کننده Ni_2Cb و کاربیدهای از نوع

www.Telegram.me/Commodities

MC می‌گردد. اضافه کردن عنصر تانتالیوم به ترکیب سوپرآلیاژهای پایه نیکل به منظور ایجاد استحکام محلـول جامد و تشکیل کاربیدهای از نوع MC ، می‌باشد[۴, ۸].

جدول (۱-۶) نقش عناصر آلیاژی بکار رفته در ترکیب سوپرآلیاژهای پایه نیکل را به طور خلاصـه نشـان می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities

فازهای اصلی موجود درسوپرآلیاژهای پایه نیکل

باتوسعه ترکیب شیمیایی، فازهای گوناگونی در ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه نیکل ایجاد شدکه مهمترین آنها درسوپرآلیاژهای پایه نیکل امروزی فاززمینه γ ، رسوبات γ' ، کاربیدها ، فازهای TCP و بورایدها هستند.

جدول۱-۶- نقش عناصر آلیاژی بکار رفته در ترکیب سوپرآلیاژهای پایه نیکل[۴].

Solid-solution strengtheners	Co, Cr, Fe, Mo, W, Ta, Re
Carbides form: MC M_7C_3 $M_{23}C_6$ M_6C	 W, Ta, Ti, Mo, Nb, Hf Cr Cr, Mo, W Mo, W, Nb
Carbonitrides:M(CN)	C, N
Forms γ'	Al, Ti
Rases solvus temperature of γ'	Co
Hardening precipitates and/or intermetallics	Al, Ti, Nb
Oxidation resistance	Al, Cr, Y, La, Ce
Improves hot crrosion resistance	La, Th
Sulfidation resistance	Cr, Co, Si
Improves creep properties	B, Ta
Increases rupture strength	B(If present in large amounts)
Grain- boundary refiners	B, C, Zr, Hf

www.Telegram.me/Commodities

فاز γ

زمینه آستنیتی آلیاژهای پایه نیکل فاز γ نامیده شده است که شامل درصد بالایی ازعناصرآلیاژی نظیر Mo,W وCo می‌باشد. امروزه نیکل به دلیل داشتن خواصی نظیر مدول الاستیسیته بالا، امکان آلیاژسازی بدون تغییرفاز، تمایل به ترکیب با Cr و تشکیل Cr_2O_3 (به منظورجلوگیری از نفوذ عناصر فلزی به خارج و نفوذ اکسیژن، نیتروژن ،گوگرد و بقیه عناصر فعال درون اتمسفر به داخل)، تمایل به ترکیب با آلومینیوم وتشکیلAl_2O_3 دردماهای بالا (به منظور جلوگیری ازاکسیداسیون) کاربرد وسیعی را درساخت توربین‌های گازی یافته است.

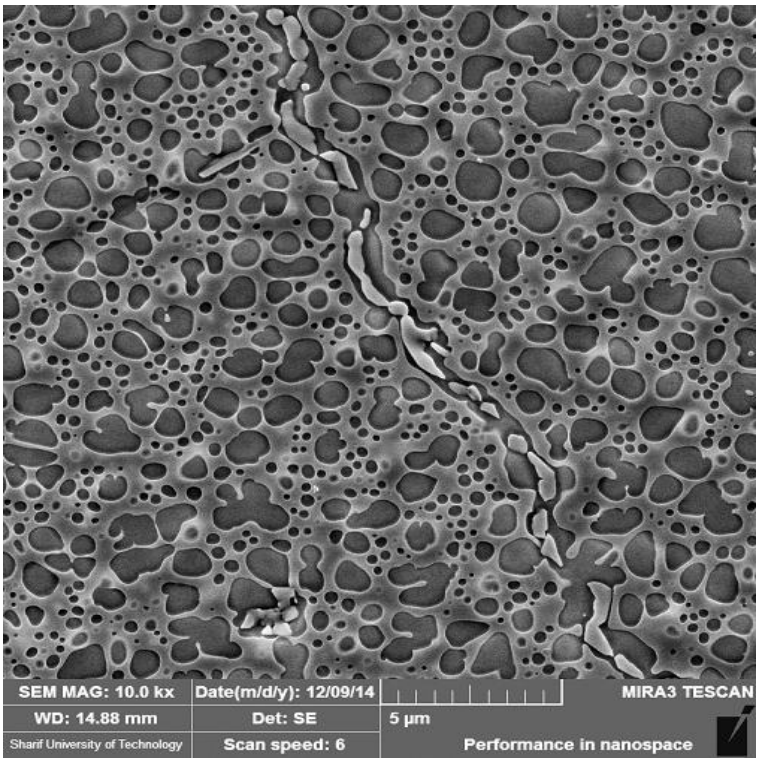
استحکام فاز γ ازطریق استحکام‌دهی محلول جامد[۱۷] تامین می‌شود. استحکام دهی محلول جامد به دلیل عدم تطابق اندازه[۱۸] بین اتم‌های حلال وحل‌شونده و ایجاد کرنش‌های داخلی بوجود می‌آید.

فاز γ′

فاز γ’ با ترکیب $Ni_3(Al,Ti)$ مهمترین فاز رسوبی در بسیاری ازآلیاژهای پایه نیکل و پایه آهن- نیکل است. این فاز با ساختمان کریستالی $L1_2$ بصورت مکعبی یا کروی شکل تشکیل می‌شود و تاثیر بسیار قابل توجهی بر استحکام و بویژه مقاومت خزشی آلیاژ می‌گذارد. در شکل ۱-۷ مورفولوژی های مختلف فاز γ’ به همراه یک فاز مرزدانه ای دریک سوپرآلیاژ پایه نیکل مشاهده می‌شود. یکی از ویژگیهای این فاز، تغییرات غیر عادی استحکام مکانیکی آن با دما است. بر خلاف اغلب آلیاژهای فلزی، استحکام تسلیم این ترکیب بین فلزی با

[17] - Solid-Solution Strengthening
[18] - Size Misfit

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۷: ریزساختار یک سوپرآلیاژ ریختگی پایه نیکل حاوی رسوبات γ' و فاز مرزدانه‌ای [۹].

افزایش دما در محدوده ۳۰۰ تا ۸۵۰ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد. به همین دلیل تشکیل این فاز در سوپرآلیاژهای پایه نیکل یکی از عوامل استحکام بخشی این آلیاژها در دمای بالا محسوب می‌شود. ویژگی بسیار مهم دیگر این فاز تطابق شبکه ای بسیار خوب با زمینه استنیتی است. این پدیده عاملی تعیین کننده در بهبود مقاومت خزشی آلیازهای پایه نیکل محسوب می‌شود.

بدست آوردن شرایط بهینه برای تشکیل فاز γ' نیازمند کنترل دقیق ترکیب شیمیایی آلیاز با توجه به محدوده دمایی در کاربرد مورد نظر است. بر این اساس تعداد قابل توجهی از آلیاژهای پایه نیکل حاوی فاز γ' توسعه یافته اند. با توجه به اینکه خواص مکانیکی این دسته مهم ازسوپرآلیاژها وابسته به خواص مکانیکی

www.Telegram.me/Commodities

رسوبات γ' است، مکانیزمهای تغییرفرم فازγ' بصورت گسترده مطالعه شده است. برخی از نتایج این تحقیقات در زمینه دستیابی به استحکام مناسب ازطریق رسوبگذاری یک فاز بین فلزی(نظیر γ') را می‌توان بصورت زیر خلاصه کرد:

۱- برای دسترسی به خواص مکانیکی مناسب کسرحجمی فاز بین فلزی باید حداقل ۳۰ درصد باشد.

۲- برای بهبود استحکام آلیاژ، فاصله بین ذرات فاز دوم استحکام بخش باید درحدود ۵۰۰ Å باشد.

۳- تطابق شبکه ای خوب فاز بین فلزی با زمینه برای ایجاد پایداری رسوب در دماهای بالا ضروری است.

۴- داکتیلیته کافی فاز دوم برای جلوگیری از ایجاد یک مسیر شکست آسان در آلیاژ ضروری است.

میزان تاثیر هر یک از این فاکتورها برای همه آلیاژها یکسان نیست و بستگی به ترکیب شیمیایی و ریزساختار آلیاژ مورد نظر دارد[۴].

کاربیدها

کاربیدها در حضور برخی اتم‌ها مانند Ta، Ti و Hf بوجود می‌آیند که حضور آن‌ها تاثیر زیادی بر روی خواص مکانیکی دارد و به طور کلی در پروسه‌های ساخت، عملیات حرارتی و یا کار می‌توانند بوجود بیایند. در ادامه بحث کاربیدها و شرایط تشکیل آن‌ها به تفصیل آورده شده است.

کربن اضافه شده به میزان ۰/۲- ۰/۰۵ درصد با عناصری نظیر Ta, Ti و Hf واکنش کرده و تولید کاربیدهای MC می کند که درحین عملیات حرارتی یا سرویس دهی تجزیه شده وکاربیدهای درجه پایینترنظیر $M_{23}C_6$ و M_6C را تولید می کند.

کاربید $M_{23}C_6$ در بیشترآلیاژها روی مرزدانه ها رسوبگذاری می کند. اگر رسوبگذاری $M_{23}C_6$ روی مرزدانه ها به صورت یک فیلم پیوسته باشد خواص به شدت افت می کند. علت این امر این است که وجودیک

www.Telegram.me/Commodities

فیلم پیوسته درواقع یک مسیرشکست آسان را تامین می‌کند. ازطرف دیگر، عدم وجودکاربیدها در مرزدانه‌ها منجر به برش بیش از اندازه مرزدانه‌ها و شکست زودرس می‌گردد. توزیع مناسب کاربیدها بگونه‌ای است که وجود آنها یک مسیرشکست پیوسته را بوجود نیاورد و درعین حال از برش بیش از اندازه مرزدانه‌ها جلوگیری کند و تنش‌ها بتوانند با تعداد محدودی برش آزاد شوند. با پیرسازی دردماهای بالاتر شکل کاربیدها به صورت گلبولی (رسوبات مجزا بر روی مرزدانه‌ها) درمی‌آید و این مشکل برطرف می‌شود. به عبارت دیگر شرایطی که درآن کاربیدها نسبتا یکنواخت وکوچک هستند، بهترین خصوصیات حاصل می‌شود. تاثیردیگرکاربیدهای مرزدانه‌ای $M_{23}C_6$ ، ایجاد مناطق عاری از رسوب γ' در دو طرف مرز می‌باشد. بوجود آمدن این مناطق ظاهرا به دلیل کاهش میزان کروم می‌باشد. کاهش میزان کروم باعث حلالیت کامل Al و Ti و بنابراین عدم رسوبگذاری γ' می‌شود. علاوه براین، رسوب‌گذاری کاربیدهای مرزدانه‌ای باعث تهی‌شدن منطقه از Mo,W و یا Nb می‌گردد که نتیجه آن ایجاد مناطق باریکی است که تا حدودی ضعیفتر اما داکتیل تر از زمینه می‌باشند. عقیده بر این است که این مناطق باعث آزادشدن تنش‌های تمرکز یافته درحین خزش می‌شوند. بنابراین وجود این مناطق باعث افزایش عمر قطعه می‌شود. از طرف دیگر اگر این مناطق خیلی عریض و یا خیلی ضعیفتر از زمینه باشند، تغییرشکل درآنها متمرکزشده و همین امر باعث شکست زود هنگام قطعه می‌شود. کاربید $M_{23}C_6$ می‌تواند تحت شرایط خاصی به صورت سلولی هم رسوب کند. سلول‌های $M_{23}C_6$ به صورت میله‌ای و یا صفحه ای درجهت خلاف جهت دانه‌ای که در آن رشد می‌کنند، درداخل زمینه قرار می‌گیرند. رسوبگذاری سلولی کاربید $M_{23}C_6$ باعث شکنندگی آلیاژ می‌شود. برای رسوبگذاری سلولی کاربیدها نیاز به مقداری فوق اشباع در زمینه می‌باشد، بنابراین عملیات حرارتی دردمای بالا به منظوررسوب‌گذاری کاربیدها باعث کمترشدن میزان فوق اشباع و در نتیجه کمترشدن ایجاد $M_{23}C_6$ سلولی دردماهای پایین ترمی‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

نوع دیگر کاربیدها، کاربیدهای M_6C هستند. رسوب‌گذاری ویدمن اشتاتن کاربید M_6C درمرزدانه‌ها و مرز دو قلویی‌ها باعث کم‌شدن داکتیلیته سوپرآلیاژها می‌شود. می‌توان با انجام عملیات حرارتی مناسب مانع از ایجاد این کاربید ویدمن اشتاتن می‌شود. البته اینکه آیا این مورفولوژی ازکاربید مضراست یاخیر به عواملی نظیر ترکیب آلیاژ و شرایط آزمایش وابسته است.

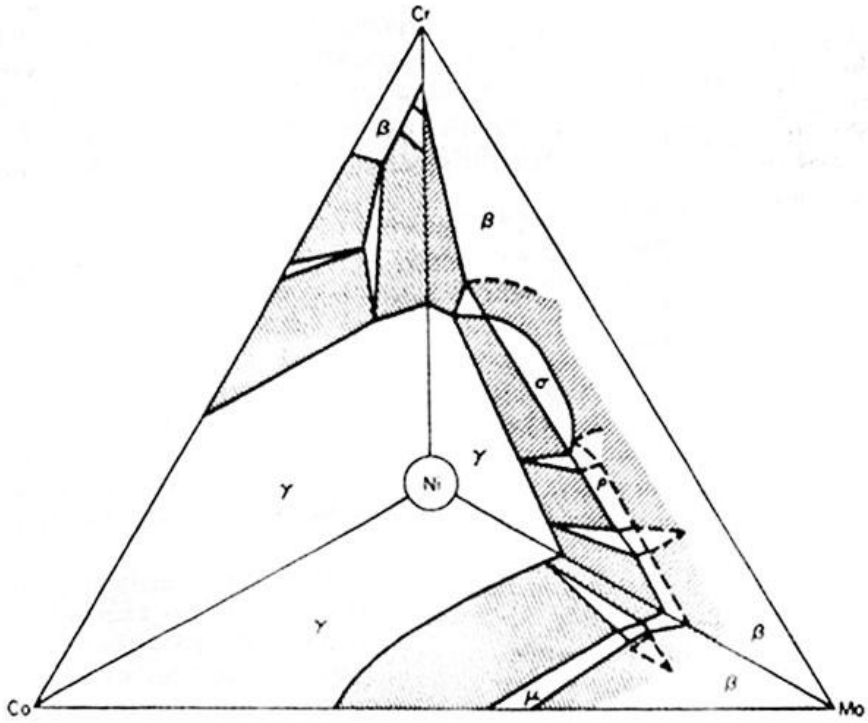
نوع کاربیدهای حجیم[۱۹] MC که درتمام سوپرآلیاژهای پایه نیکل وجود دارند، منبع اصلی شکست هستند; ترک می‌تواند ازاین کاربیدها شروع شود[۸].

فازهای TCP

تحت شرایط خاصی از عملیات حرارتی، وجود برخی از عناصر آلیاژی مانند آهن، مولیبدن و کروم، رسوب فازهای بین فلزی نظیر فاز سیگما را تقویت می‌کند. اغلب آلیاژهای تجاری پایه نیکل در سیستم چهارگانه Ni-Co-Cr-Mo قرار دارند. دیاگرام فازی چهارتایی این عناصر در دمای $^{\circ}C$ ۱۲۰۰ در شکل (۱-۸) نشان داده شده است. دراین سیستم چهارتایی باندی از ترکیبات بین فلزی وجود دارد که چهار وجهی دیاگرام را به دو قسمت با ساختارهای BCC و FCC تقسیم می‌کند.

[19] - Massive

www.Telegram.me/Commodities



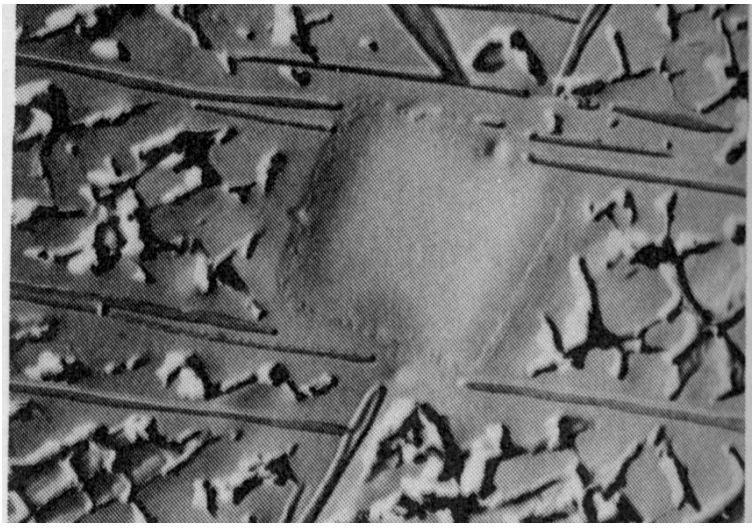
شکل ۱-۸- دیاگرام فازی نیکل- کرم- مولیبدن- کبالت در دمای حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد[۸].

وجود این باند بین فلزی ویژگی سیستم‌های با زمینه γ و دارای دو عنصر از گروه VIII جدول تناوبی می‌باشد. فازهای بین فلزی که در این سیستمها تشکیل می‌شوند شامل فازهای σ, μ, χ, π و فازهای لاوه هستند، که به آنها فازهای TCP[۲۰] گفته می‌شود. اثرمخرب این فازهای بین‌فلزی می‌تواند به دو دلیل باشد، اول اینکه این فازها ترد و سخت هستند و معمولا به صورت صفحات بزرگ شکل می‌گیرند(شکل۱-۹). این فازها با داشتن مورفولوژی صفحه‌ای، پیشروی ترک ازمیان زمینه را تسهیل می‌کنند. دوم اینکه، این فازها عناصر

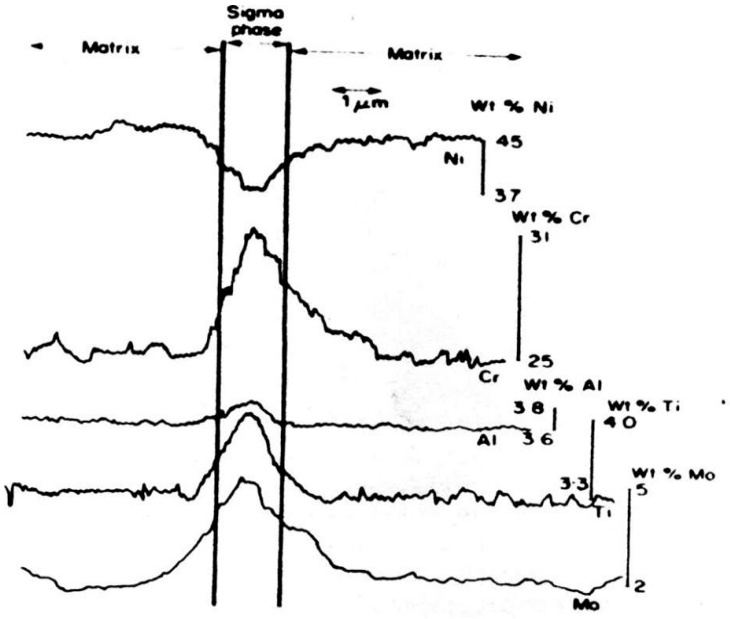
[20] - Topologically Closed Packed

www.Telegram.me/Commodities

استحکام دهنده مفید را از زمینه می‌گیرند و به این وسیله آلیاژ را ضعیف می‌کنند. شکل (۱-۱۰) توزیع عناصر آلیاژی مختلف را در زمینه و فاز سیگما نشان می‌دهد.



شکل ۱-۹- تصویر از مقاطع طولی و عرضی صفحات سیگمای تشکیل شده در آلیاژ IN-700 [8].



شکل ۱-۱۰- توزیع عناصر آلیاژی بین فاز سیگما و فاز زمینه[۸].

www.Telegram.me/Commodities

فازهای TCP دارای این ویژگی هستند که به صورت لایه‌های فشرده از اتم‌ها هستند که در جهت صفحات اکتاهدرال زمینه FCC قرار می‌گیرند. این فازهای عموما مضر، ممکن است به صورت صفحات خطی نازک هم ظاهر شوند، فازهای TCP غالبا روی کاربیدهای مرزدانه ای جوانه می‌زنند. معمولا در آلیاژهای پایه نیکل، فازهای σ وμ مشاهده می‌شوند. فازهای TCP اغلب از فاز زمینه بوجود می‌آیند و تشکیل آنها باعث کاهش استحکام و داکتیلیته می‌شود.

فاز σ دارای فرمول $(Cr,Mo)_x(Ni,Co)_y$ می‌باشد که درآن y و x از ۱ تا ۷ متغیر هستند. این فاز تاثیرخاص و مخربی روی خواص آلیاژها دارد. سختی و مورفولوژی صفحه ای (شکل (۱-۱۰)) فاز σ باعث تبدیل شدن آن به یک منبع عالی برای شروع ترک و شکست ترد آلیاژ در دمای پایین می‌باشد. همچنین شکست گسیختگی در دمای بالا می‌تواند در طول صفحات σ بیشتر از شکست داخل دانه‌ای معمولی به وقوع بپیوندد که باعث افت شدید عمر گسیختگی آلیاژ می‌گردد. احتمال تشکیل صفحات μ نیز وجود دارد، ولی اثر مخرب آنها کمتر است. تاثیر مخرب دیگر فاز سیگما این است که این فاز محتوی مقدار زیادی فلز دیر گداز می‌باشد که از زمینه γ سوپر آلیاژ گرفته شده است همین امر باعث کاهش استحکام‌دهی محلول جامد می‌گردد. فاز μ نیز در ترکیبی مشابه با فاز سیگما به وجود می‌آید، اما در این فاز Mo, Co عناصر غالب هستند و همچنین وجود آهن نیز باعث پایدار شدن فاز μ می‌شود[۵].

فاز σ از عناصری با اندازه اتمی تقریبا برابر شکل می‌گیرد ولی μ از عناصری با اختلافات اندازه اتمی بزرگتر به وجود می‌آید. فازهای لاوه داری فرمول شیمیایی A_2B، مانند Co_2Mo یا Co_2Ta هستند. ساختار شبکه تمام فازهای TCP پیچیده است و به دلیل عدم وجود سیستمهای لغزش چند گانه، غیر قابل تغییر فرم هستند. به عنوان مثال σ حاوی ۳۰ اتم در یک سلول واحد bct با $c/a \approx 0.52$ و μ محتوی ۱۳ اتم در یک سلول واحد رومبوهدرال می‌باشد. فازهای لاوه دارای ساختار Zr_2Mg هستند . ویژگی ساختاری فازهای σ و μ و

www.Telegram.me/Commodities

Laves در کنار هم قرار گرفتن لایه های فشرده اتمی با فواصل نسبتا بزرگ می‌باشد. به همین دلیل به این فازها، فازهای TCP گفته می‌شود، در حالیکه ترکیبات γ' از نوع A_3B، در همه جهات فشرده هستند که به آنها فازهای GCP[۲۱] می‌گویند.

تمایل به تشکیل فازهای μ و σ به تعداد متوسط جاهای خالی الکترون در آلیاژ بستگی دارد. تعداد جاهای خالی الکترون (N_v) برای عناصر جانشین نیکل در جدول (۱-۷) نشان داده شده است[۷].

جدول۱-۷- تعداد جاهای خالی الکترونی برای عناصر جانشین نیکل[۷].

Cr,Mo	Mn	Fe	Co	Ni
۴/۶۶	۳/۶۶	۲/۶۶	۱/۷۱	۰/۶۶

در یک آلیاژ تک فاز، تعداد متوسط جاهای خالی الکترون N_v به وسیله مجموع جزء اتمی هر عنصر ضربدر تعداد جای خالی الکترون آن عنصر بدست می آید. اگر مقدار متوسط Nv از یک مقدار بحرانی فراتر رود، فاز σ پس از چرخه عملیات حرارتی معینی می تواند شکل بگیرد. عامل پیچیده مهم در پیش بینی تشکیل فاز σ در سوپرآلیاژها این است که سوپرآلیاژها تک فاز نیستند. بنابراین قبل از اینکه بتوان N_v متوسط را در کل ترکیب محاسبه کرد، باید مقداری از هر عنصر که در تشکیل رسوبها مشارکت دارد در نظر گرفته شود. وقتی که این کار انجام شد تمایل زمینه باقیمانده جهت تشکیل فاز σ را می‌توان محاسبه کرد.

جدول (۱-۸) ترکیبات مختلف و مقادیر N_v محاسبه شده برای این ترکیبات را به همراه ذکر این نکته که آیا فاز سیگما تشکیل شده است یا خیر نشان می‌دهد.

[21] - Geometrically Close Packed

www.Telegram.me/Commodities

همانطور که در جدول (۱-۸) ملاحظه می شود، در آلیاژهای با N_v >2.5 فاز مضر سیگما تشکیل می‌شود در حالیکه در آلیاژهای با مقادیر کمتر N_v این فاز تشکیل نمی‌شود.

پیچیدگی دیگری که وجود دارد این است که در حین سرویس‌دهی آلیاژ، جزء حجمی γ' موجود در آلیاژ ممکن است افزایش یابد. این امر مقداری از Ni را از زمینه حذف خواهد کرد که باعث می‌شود ترکیب زمینه به سمت منطقه ایجاد σ منتقل شود[۷].

جدول۱-۸- ترکیبات مختلف و مقادیر Nv محاسبه شده آنها[۷].

	Composition (wt. %)										
Heat	C	Al	Ti	Cr	Mo	Co	Fe	B	Zr	Ni	$\bar{N}_v$
1	0.05	4.70	3.60	14.45	5.00	19.00	0.00	0.020	0.00	53.17	2.67[a]
2	0.13	4.43	3.49	15.30	5.00	18.60	0.13	0.015	0.02	52.92	2.62[a]
3	0.06	4.49	3.44	15.10	4.95	18.70	0.15	0.014	0.05	53.05	2.62[a]
4	0.06	4.45	3.45	15.20	4.95	18.70	0.00	0.031	0.00	53.16	2.61[a]
5	0.07	4.40	3.43	14.60	5.10	18.00	0.30	0.030	0.05	54.00	2.56[a]
6	0.05	4.30	3.31	15.20	5.00	18.40	0.10	0.030	0.05	53.60	2.55[a]
7	0.06	4.37	3.40	14.60	4.45	17.60	0.00	0.028	0.00	55.49	2.48
8	0.08	4.50	3.47	15.28	4.28	19.17	0.00	0.030	0.00	57.47	2.45
9	0.07	4.20	3.23	14.70	4.70	18.00	0.00	0.030	0.00	55.07	2.44
10	0.05	4.20	3.19	14.50	4.50	17.50	0.10	0.030	0.05	55.90	2.41
11	0.05	4.20	3.19	14.50	4.50	17.50	0.00	0.028	0.00	56.03	2.40
12	0.05	3.91	2.98	14.80	4.45	17.50	0.00	0.030	0.00	56.27	2.32

[a] Sigma-prone heats.

بورایدها

بور(B) معمولا درحد ۵۰۰-۵۰۰ppm در سوپرآلیاژها وجود دارد. بوربه مرزدانه ها می‌رود و از شروع گیسختگی مرزدانه تحت بارگذاری گسیختگی خزشی جلوگیری می‌کند. به عنوان مثال در U-700، بیش از ppm ۱۲۰۰ بور جهت تشکیل دو نوع بوراید M_3B_2 واکنش می‌دهد. بورایدها ذرات دیرگذار سختی هستند که درمرزدانه‌ها به اشکال مختلف مشاهده می‌شوند[۸].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۱-۳-۲-۲- ترکیب شیمیایی و ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه کبالت

سوپرآلیاژهای پایه کبالت حاوی عناصر آلیاژی نظیر : کروم، کربن، عناصر دیرگداز، آلومینیوم، تیتانیوم و بور هستند. در این بخش نقش این عناصر آلیاژی روی خواص این دسته از سوپرآلیاژها مورد بحث قرار می‌گیرد.

کروم بعنوان یک عنصر آلیاژی در محدوده ۳۰-۲۰٪ وزنی برای ایجاد مقاومت در برابر اکسیداسیون و خوردگی داغ و همچنین برای استحکام دهی از طریق تشکیل محلول جامد به آلیاژهای پایه کبالت اضافه می‌گردد. همچنین کروم نقش بسزائی را در تشکیل یکسری از کاربیدهای Cr-C ایفا می‌کند. از جمله این کاربیدها، کاربیدهای $M_{23}C_6$ و M_7C_3 می‌باشند. اگر میزان کروم از یک مقدار بحرانی بیشتر شود باعث تشکیل فاز σ و در نتیجه کاهش انعطاف پذیری آلیاژ و شکنندگی و تردی آن می‌گردد.

کربن در آلیاژهای پایه کبالت ریختگی به منظور استحکام دهی آلیاژها از طریق رسوب ذرات کاربیدی اضافه می‌گردد. حضور ذرات کاربیدی برای افزایش استحکام خزش-گسیختگی در آلیاژهای پایه کبالت بسیار حائز اهمیت است.

کنترل میزان کربن برای دستیابی به استحکام کششی و استحکام گسیختگی بالا و داکتیلیته، حیاتی و ضروری است. معمولاً با افزایش میزان کربن از حدود ۰/۶-۰/۳ درصد وزنی، داکتیلیته کاهش می‌یابد. این امر بعلت رسوب کاربیدهای ثانویه در حین سرویس در محدوده دمایی از ۶۵۰°C تا تقریباً ۹۲۷°C اتفاق می‌افتد. وجود کاربیدها در آلیاژهای کارشده مشابه، با کربن کمتر از ۰/۱۵٪ وزنی به منظور کنترل اندازه دانه‌ها در طول فرآیندهای عملیات حرارتی و سرویس دهی بسیار با اهمیت است[۱۰].

عناصر دیرگداز نظیر تنگستن، مولیبدن و زیرکونیم به منظور افزایش استحکام از طریق ایجاد محلول جامد، در سوپرآلیاژهای پایه کبالت ریختگی و کارشده بکار برده می‌شوند. از طرفی قابلیت حل شدن پائین عناصری از قبیل زیرکونیم، هافنیم، تانتالیم و کولمبیم در شکل گیری کاربیدها بسیار موثر می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

عنصر آلومینیوم به آلیاژهای پایه کبالت ریختگی و کارشده به منظور ایجاد مقاومت در برابر اکسیداسیون و خوردگی داغ اضافه می‌گردد. همچنین افزودن آلومینیم باعث می‌شود که در این آلیاژها رسوب غیرکوهیرنت CoAl بوجود بیاید و خواصی همانند آلیاژهایی که توسط کاربید مستحکم می‌شوند، ایجاد گردد.

در اثر اضافه کردن عنصر تیتانیم در آلیاژهای کارشده پایه کبالت نظیر CM-7 و Jet alloy 1650 رسوب همگن $(Co,Ni)_3Ti$ با ساختار FCC متناظر با رسوب γ' در آلیاژهای پایه نیکل ایجاد می‌شود و باعث افزایش استحکام کششی در دمای بالا می‌گردد. افزودن مقادیر بالاتر از ۵٪ وزنی از عنصر تیتانیم فازهای پایدار و مضری مانند فازهای لاوه (Co_3Ti و Co_2Ni با ساختار HCP) را بوجود می‌آورد.

بور برای بالابردن استحکام گسیختگی (شکست) و همچنین داکتیلیته به سوپرآلیاژهای پایه کبالت ریختگی اضافه می‌شود. در آلیاژهای پایه نیکل، بور در مرزدانه‌ها به صورت بوراید مانند بوراید غنی از مولیبدن، رسوب می‌کند. حداکثر مقدار بور مورد استفاده در آلیاژهای پایه کبالت در حدود ۰/۰۱۵ درصد وزنی می‌باشد.

توصیه شده است که بور در محدوده ۰/۰۱۵-۰/۰۰۵ درصد وزنی به آلیاژهای پایه کبالت اضافه شود. اضافه کردن بور در مقادیر کمتر از ۰/۰۰۳٪ وزنی اثر قابل توجهی روی بهبود خواص مکانیکی نخواهد داشت ولی قابلیت جوشکاری و جوش پذیری را کاهش می‌دهد.

اضافه کردن سیلیسیم و منگنز موجب افزایش قابلیت ریخته‌گری، سیالیت، کنترل سولفور و جلوگیری از اکسید شدن مذاب می‌شود.

عناصر نیکل و آهن به منظور افزایش پایداری زمینه کبالت به ترکیب سوپرآلیاژهای پایه کبالت اضافه می‌شوند. در واقع نقش این عناصر جلوگیری از تغییر ساختار زمینه از ساختار FCC به ساختار HCP در دماهای پائین می‌باشد. وجود این عناصر در آلیاژهای کارشده مقاومت در برابر تغییر شکل را کاهش می‌دهد و به کار

www.Telegram.me/Commodities

پذیری آلیاژها کمک می‌کند. افزودن این عناصر در مقادیر بیشتر از حدود ۱۰٪ وزنی باعث کاهش استحکام گسیختگی سوپر آلیاژ می‌شود.

جدول (۱-۹) به طور خلاصه نقش عناصر آلیاژی اصلی را در سوپرآلیاژهای پایه کبالت نشان می‌دهد.

بالا بودن درصد عناصر کروم، تنگستن و نیکل در سوپرآلیاژهای پایه کبالت فازهای مضر TCP را که باعث کاهش خواص مکانیکی هستند، ایجاد می‌کنند، بطوریکه عملکرد اصلی عناصر فوق که به ترتیب پایدارسازی سطح و تشکیل کاربید، استحکام‌دهی از طریق تشکیل محلول جامد و پایدارسازی زمینه آستینتی می‌باشند را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

وجود عنصر کربن برای ایجاد کاربید ضروری است ولی افزایش بیش از حد آن داکتیلیته را کاهش می‌دهد. عناصر دیرگداز نیز تشکیل کاربید می‌دهند ولی مقاومت در برابر اکسیداسیون را کم می کنند[۱۱].

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱-۹- نقش عناصر آلیاژی در سوپرآلیاژهای پایه کبالت[۱۱].

Solid-solution strengtheners	Nb, Cr, Mo, Ni, W, Ta
Carbides form: MC M_7C_3 $M_{23}C_6$ M_6C	 W, Ta, Ti, Mo, Nb, Hf Cr Cr, Mo, W Mo, W, Nb
Carbonitrides:M(CN)	C, N
Fcc matrix stabilizers	Ni
Hardening precipitates and/or intermetallics	Al, Mo, Ti, W, Ta
Oxidation resistance	Al, Cr
Improves hot crrosion resistance	La, Th, Y
Sulfidation resistance	Cr
Increases rupture strength	B, Zr

ساختار سوپرآلیاژهای پایه کبالت

ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه کبالت با فرآیند تولید، تاریخچه عملیات حرارتی و ترکیب شیمیایی تعیین می‌گردد. از طرفی مشخصات ریز ساختاری تعیین کننده خواص مکانیکی و پایداربودن خواص آلیاژها در شـرایط سرویس (عملکرد) می‌باشد. عوامل ذیل تعیین کننده خواص این دسته از آلیاژها هستند:

www.Telegram.me/Commodities

۱. مورفولوژی، چگونگی توزیع و کسر حجمی رسوبات کاربیدی و فازهای ثانویه

۲. نوع و درصد اتمی عناصر محلول در زمینه آستنیتی

۳. اندازه و جهت‌گیری دانه‌ها

فازهای اصلی در ساختار اکثر سوپرآلیاژهای پایه کبالت عبارتند از:

۱. زمینه با ساختار FCC که به نام آستنیت یا γ نامیده می‌شود.

۲. یک یا چند نوع فازکاربیدی

۳. رسوبات بین فلزی TCP مانند σ,π و یا لاوه که تحت شرایط خاصی در داخل زمینه آستنیتی رسوب می‌کنند.

۴. فازهای HCP یا ε که در موارد نادری در داخل ریزساختار مشاهده می‌شوند.

۵. فاز منظم و کوهیرنت Co_3Ti که با افزودن عنصر تیتانیوم به ترکیب آلیاژ رسوب می‌کند، این فاز برخلاف فاز کوهیرنت Ni_3Al در سوپرآلیاژهای پایه نیکل در دماهای بالای ۷۰۰ $^\circ$C پایدار نیست[۱۰].

زمینه آستنیتی

آلیاژهای پایه کبالت چه ریختگی و چه کارشده مانند سوپرآلیاژهای پایه نیکل و فولادهای زنگ نزن آستنیتی دارای زمینه‌ای با ساختار FCC هستند. فاز زمینه اکثر سوپرآلیاژهای پایه کبالت حاوی حدود ۵۰٪ کبالت و درصد بالایی کروم و مقدار قابل توجهی نیکل و احتمالا عناصر فلزی دیرگداز نظیر تنگستن، تانتالیوم و یا مولیبدن است.

کبالت در دماهای زیر ۴۱۷$^\circ$C با ساختار HCP متبلور می‌شود و در درجه حرارتهای بالاتر ساختار آن به ساختار FCC تبدیل می‌شود. برای جلوگیری از انجام این استحاله در حین سرویس، همه آلیاژهای پایه کبالت با

www.Telegram.me/Commodities

عنصر آلیاژی نیکل آلیاژسازی می‌شوند. حضور عنصر نیکل در ترکیب باعث پایدارشدن ساختار FCC از دمای محیط تا دمای ذوب آلیاژ می‌گردد.

استحاله آلوتروپیک کبالت را می‌توان براساس واکنش (۱-۱) در نظر گرفت.

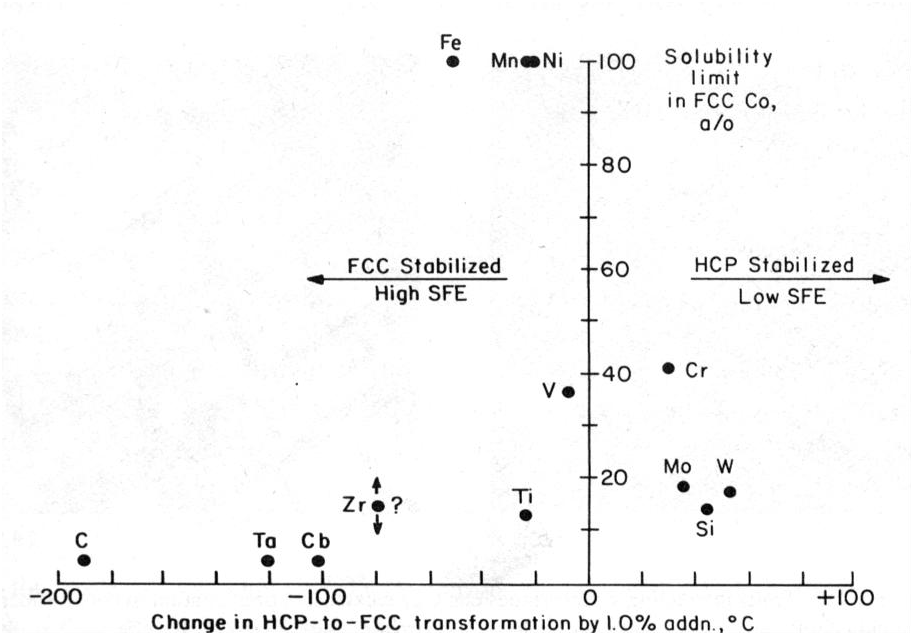
$$\gamma_{(FCC)} \xrightarrow{417^{\circ}C} \varepsilon_{(HCP)} \qquad (۱-۱)$$

واکنش (۱-۱) برگشت پذیر بوده و از نوع واکنش‌های غیرحرارتی است. اصطلاح واکنش‌های غیرحرارتی در مقابل واکنش‌های حرارتی که وابسته به نفوذ هستند، بکار می‌رود.

درصد فاز هگزاگونال (HCP) قابل تشکیل به ناخالصیهای فراوان موجود در آلیاژ و اندازه دانه ماده اولیه بستگی دارد. بطور کلی می‌توان گفت که وجود ناخالصی‌های زیاد و اندازه دانه ریز موانعی در مقابل تغییر حالت آلوتروپی آستنیت به ε می‌باشند. عناصر آلیاژی نظیر کروم و عناصر دیرگداز، پایدارکننده ساختار HCP هستند، در حالیکه عناصر Mn, Ni, Fe پایدارکننده ساختار FCC می‌باشند.

شکل ۱-۱۱ تاثیر عناصر آلیاژی مختلف روی استحاله HCP به FCC کبالت را بر حسب حلالیت عناصر در کبالت، نشان می دهد[۱۰].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۱۱: تاثیر عناصر آلیاژی بر استحاله HCP به FCC بر حسب حلالیت عناصر در کبالت[۱۰].

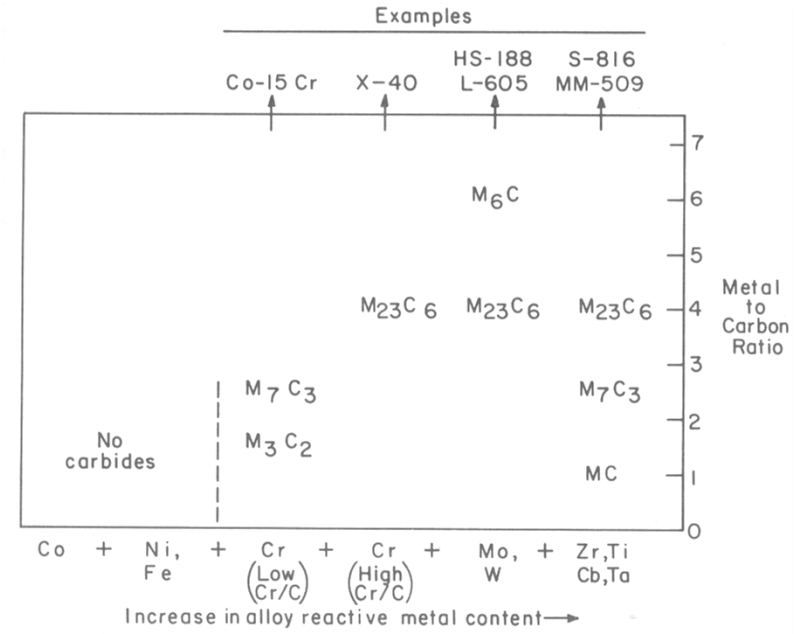
انجام استحاله آلوتروپیک کبالت با حرکت نابجائیهای جزئی در طول صفحات فشرده صورت می‌گیرد. اطلاعات کمی در مورد اثر استحاله آلوتروپی ذکر شده روی خواص مکانیکی آلیاژهای پایه کبالت پیچیده وجود دارد.

کاربیدها

در آلیاژهای پایه کبالت کاربیدهای مختلفی بسته به ترکیب شیمیایی آلیاژ، قابل تشکیل می‌باشند. ترکیب آلیاژ به گونه ای انتخاب می شود که توزیع و پایداری کاربیدها در حد مطلوبی برای دستیابی به خواص بهینه و

www.Telegram.me/Commodities

مخصوصاً خواص خزشی بهینه در دمای بالا، باشد. شکل ۱-۱۲ تاثیر ترکیب شیمیایی را روی نوع کاربید نشان می‌دهد[۱۱].



شکل ۱-۱۲: تاثیر ترکیب شیمیایی بر نوع کاربید[۱۱].

بدلیل زیاد بودن میزان کروم در آلیاژهای پایه کبالت (میزان کروم دراین آلیاژ ها بیشتر از ۲۰٪ است)، کاربیدهای نوع M_7C_3 و M_3C_2 به ندرت در ساختار بوجود می‌آیند و یا اگر ایجاد شوند در حین پیر سازی تجزیه می‌شوند. از طرفی وجود کروم ایجاد کاربیدهایی از نوع $M_{23}C_6$ را مطلوب می‌سازد و به همین علت است که این نوع از کاربیدها شایع ترین نوع کاربیدها در آلیاژهای پایه کبالت هستند. با توجه به شکل(۱-۸) مشخص می‌شود که افزودن Zr , Ti , Cb , Ta ایجاد کاربیدهای از نوع M_7C_3 و MC (مانند TiC) را مطلوب می‌سازد. افزودن W,Mo هم باعث ایجاد کاربیدهای نوع M_6C می‌گردد[۱۱].

عنصرCo هیچ نوع کاربیدی را بوجود نمی‌آورد ولی در سیستم سه تایی Co-Cr-C کاربید نوع $M_{23}C_6$، کاربید پایدار است. از نظر نحوه توزیع و مورفولوژی کاربیدها ، توزیعی از کاربیدها مناسب است که به اندازه کافی

www.Telegram.me/Commodities

ریز باشد تا باعث افزایش استحکام گردد و در عین حال داکتیلیته با جلوگیری از ایجاد کاربیدها به صورت فیلم-های پیوسته و همچنین ممانعت از ایجاد کاربیدها در تعداد زیاد، در حد قابل قبولی باقی بماند. جلوگیری از ایجاد کاربیدها در تعداد زیاد عموماً با محدود کردن میزان کربن در ترکیب شیمیایی صورت می‌گیرد. حصول یک توزیع مناسب از کاربیدها برای یک آلیاژ خاص تنها از طریق انجام عملیات حرارتی‌های متفاوت و آزمایش نتایج حاصله امکان‌پذیر است و هیچ روش تئوری برای انجام این کار وجود ندارد.

سه نوع کاربید MC ، $M_{23}C_6$ و M_6C کاربیدهای غالب تشکیل شونده در سوپرآلیاژهای پایه کبالت مدرن می‌باشند.

ساده‌ترین آلیاژ متداول پایه کبالت X-40 است که به دلیل ترکیب شیمیایی آن، تنها کاربیدی که در آن ایجاد می‌شود، کاربید $M_{23}C_6$ می‌باشد. در شرایط ریختگیکاربید با آهسته سرد کردن تشکیل شده، و روی مرزدانه ها و مناطق بین دندریتی جوانه‌زنی می‌کند. کاربید $M_{23}C_6$ اولیه تقریبا درشت و با گوشه‌های گرد است. این کاربید به صورت یوتکتیک با زمینه γ بوجود می‌آید. عملیات حرارتی یا شرایط سرویس باعث حل شدن این کاربید و رسوب مجدد آن به صورت ذرات بسیار ریز می‌شود که کاربیدهای اولیه را احاطه می‌کنند. هر دو نوع مورفولوژی این کاربید روی استحکام بخشی آلیاژ تاثیر مثبت دارند. کاربیدهای اولیه از حرکت مرزدانه ها جلوگیری می‌کنند و کاربیدهای ریز بیشتر روی حرکت نابجایی‌ها تاثیر می‌گذارند.

آلیاژ MM-509 نسبت به آلیاژ X-40 میزان کروم کمتری داشته و دارای عناصر آلیاژی نظیر تانتالیوم، زیرکونیم و تیتانیوم می‌باشد. این امر سبب می‌گردد که در این آلیاژ هر دو نوع کاربید MC و $M_{23}C_6$ ایجاد شوند. کاربید MC با مورفولوژی معروف به Chinese- script در حین انجماد ایجاد می‌شود. گروههای کاربید $M_{23}C_6$ ایجاد شده در این آلیاژ همانند آلیاژ X-40 به صورت یوتکتیک با فاز γ می‌باشند[۱۱].

www.Telegram.me/Commodities

آلیاژ SM-302 دارای عناصر آلیاژی بسیار زیاد و محتوای کربن بیشتر است. به همین دلیل هر سه نوع کاربید در آن ایجاد می‌شوند. کاربید $M_{23}C_6$ در این آلیاژ به صورت ذرات درشت و یا به صورت مناطق پرلیتی از کاربیدهای $M_{23}C_6$ و M_6C مشاهده می‌شود. کاربید MC با دو مورفولوژی Chinese- script و بلوکهای گوشه دار رسوب می‌کند[۵].

با توجه به نقش مهم کاربیدها در استحکام بخشی سوپرآلیاژهای پایه کبالت در قسمتهای بعدی این رسوبات با جزئیات کامل‌تری مورد بحث قرار می‌گیرند.

کاربید M_3C_2

ایجاد این نوع کاربید در آلیاژهای متداول نسبتاً غیر معمول است.

کاربید M_3C_2 در نسبت‌های پائین Cr به C بوجود می‌آید. M در کاربیدهای M_3C_2 معمولاً عنصر Cr می‌باشد ولی این نوع از کاربیدها مقداری کبالت را هم در خود حل می‌کنند . کاربید M_3C_2 در اثر واکنش پری-تکتیک با کروم شکل می‌گیرد و دارای ساختمان ارتورمبیک می‌باشد. زمانی‌که نسبت Cr به C افزایش می‌یابد انواع دیگر کاربیدها جایگزین کاربید M_3C_2 می‌شوند[۵].

کاربید M_7C_3

این کاربید در نسبت های کم Cr به C تشکیل می‌شود و نیمه‌پایدار بوده و طی عملیات پیرسازی به کاربید $M_{23}C_6$ تبدیل می‌شود. کاربید M_7C_3 دارای ساختمان تریگونال می‌باشد. این کاربید به صورت مناطق روشنی در آلیاژ MM509 زمانیکه به آرامی سرد شده باشد، مشاهده شده است. با انجام عملیات حرارتی محلول‌سازی کاربید M_7C_3 کاملا حل شده و ناپدید می‌گردد[۸].

www.Telegram.me/Commodities

کاربید $M_{23}C_6$

کاربید $M_{23}C_6$ معمول ترین نوع کاربید در آلیاژهای پایه کبالت می‌باشد. این کاربید در آلیاژهای دارای بیش از ٪۵ کروم یافت می‌گردد. کاربید $M_{23}C_6$ ممکن است در آلیاژ ریختگی به شکل رسوبات اولیه در حین انجماد تشکیل شود. در آلیاژهای تجاری این کاربید بصورت یک رسوب بین دندریتی در بین بازوهای دندریت ثانویه تشکیل شده و آخرین فازی است که منجمد می‌گردد.

کاربید $M_{23}C_6$ می‌تواند مستقیماً از آلیاژ زمینه و در حین انجماد ، پیرسازی و یا سرویس رسوب کند. منبع دیگر ایجاد کاربید های $M_{23}C_6$ در آلیاژهای پایه نیکل و پایه کبالت تجزیه کاربیدهای نوع MC و تشکیل این نوع از کاربیدها می‌باشد.

این کاربیدها دارای ساختمان مکعبی و فرمول ثابت شده $M_{23}C_6$ می‌باشند. از آنجاییکه $M_{23}C_6$ دارای ساختاری شبیه به فاز σ است ممکن است منجر به تشکیل این فاز شود. این امر زمانی اتفاق می‌افتد که ترکیب شیمیایی آلیاژ برای ایجاد فاز σ مناسب باشد.

کاربیدهای $M_{23}C_6$ می‌توانند بصورت ذرات به شدت ریز و کوچک رسوب نمایند. در این صورت تاثیر عمیق و سودمندی روی استحکام برجای خواهند گذاشت. ولی اگر تشکیل آنها به صورت کنترل نشده‌ای انجام گردد ممکن است تاثیر مخربی خصوصاً روی داکتیلیته آلیاژ داشته باشند. این امر خصوصاً به دنبال سرویس‌دهی طولانی مدت در محدوده دمایی رسوب گذاری اتفاق می‌افتد[۸].

کاربید M_6C

در سوپر آلیاژ های پایه نیکل هنگامی‌که مقدار مولیبدن و تنگستن تقریباً به اندازه ۸-۶ در صد اتمی افزایش می‌یابد، حضور عناصر دیر گداز باعث پایداری کاربید M_6C بجای کاربید $M_{23}C_6$ می‌گردد. این کاربید در آلیاژ های با نسبت کروم به کربن زیاد که انتظار تشکیل کاربید $M_{23}C_6$ می‌رود ، یافت می‌گردد. در آلیاژ پایه کبالت

www.Telegram.me/Commodities

L-605 با محتوای تقریباً ۱۵ درصد وزنی تنگستن کاربید M_6C تشکیل می‌گردد. بنابراین وقتی تمرکز عناصر فلزی دیر گداز بالا باشد نقش M_6C در سوپرآلیاژهای پایه کبالت نمایان تر می‌شود.

کاربیدهای M_6C از کاربیدهای $M_{23}C_6$ پایدارتر هستند لذا عقیده براین است که ایجاد شرایط مناسب برای تشکیل این نوع از کاربیدها در داخل زمینه آستنیتی برای داشتن رسوبات مرزدانه ای پایدارتر بسیار سودمند خواهد بود. از آنجاییکه عناصر دیرگداز باعث تشکیل و ایجاد کاربیدهای M_6C می‌شوند ، نقش آنها در این زمینه واضح و حیاتی است.

در آلیاژهای L-605 , Haynes 188 ، کاربید M_6C اولیه در دماهای میانی شکل می‌گیرد. ولی بعد به کاربید $M_{23}C_6$ تغییر می‌یابد. این امر در اثر عملیات پیرسازی بعد از تقریبا" ۳۰۰۰ ساعت در دمای ۹۲۵°C- ۸۱۵°C اتفاق می‌افتد[۸].

کاربید MC

کاربیدMC یکی از عوامل اصلی استحکام‌بخش در آلیاژهای پایه کبالت ریختگی می‌باشد.

مهمترین عناصر تشکیل دهنده کاربید MC عناصر Ti,Cb.Ta.Zr.Hf می‌باشند.

با اینکه واکنش های تجزیه‌ای منجر به ایجاد کاربید های با درجات پایین تر از کاربیدهای MC می‌شوند، این کاربیدهای MC هستند که نقش مستقیم و تعیین‌کننده‌ای روی استحکام این دسته از آلیاژها دارند. مورفولوژی کاربیدهای MC وابسته به ترکیب شیمیایی و پارامترهای ریخته‌گری است[۸].

www.Telegram.me/Commodities

فازهای GCP

فازهای GCP معمولاً دارای فرمول A_3B هستند که B اتم کوچکتر می‌باشد. در سوپرآلیاژهای پایه نیکل فاز GCP معمولا" رسوب γ' با ساختار FCC است که به طور کوهیرنت با زمینه آستنیت تشکیل می‌شود. این فاز کوهیرنت و منظم عامل اصلی استحکام‌دهی سوپرآلیاژهای پایه نیکل می‌باشد. ایجاد فازهای GCP در آلیاژهای پایه کبالت نسبت به آلیاژهای پایه نیکل مشکل‌تر می باشد، چرا که پایداری شیمیایی و کریستالوگرافی این فازها تحت تاثیر میزان عدم تطابق شبکه بین رسوب و زمینه است و به ندرت این فاکتور در مورد آلیاژهای پایه کبالت کمتر از ۱٪ می‌باشد. حال آنکه لازمه پایداری فازهای کوهیرنت GCP وجود عدم تطابق بسیار کم (کمتر از ۱٪) است. البته آلیاژهایی که دارای فازهای کوهیرنتی نظیر Co_3Ti و یا $\alpha - Co_3Ti$ می‌باشند تهیه و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، اما هیچکدام از آنها بصورت تجاری در نیامده‌اند چرا که غالب این رسوبات به اندازه کافی پایدار نیستند و دمای پایداری آنها ۷۰۰°F-۸۰۰°F می‌باشد که برای کارهای عملی بسیار پایین است[۱۲].

فازهای TCP

در آلیاژهای پایه کبالت و پایه نیکل فازهای TCP گروه مهمی از ترکیبات بین‌فلزی هستند که در داخل زمینه آستنیتی بوجود می‌آیند. علت اهمیت این فازها اثر مخربی است که بر روی خواص مکانیکی دارند. این ترکیبات، ترکیبات الکترونی بوده و در آلیاژهای پایه کبالت عمدتا شامل فازهای σ و μ می‌باشند. هنگامی‌که نسبت مجموع عناصر دیرگداز و کروم به مجموع عناصر کبالت و نیکل در زمینه آلیاژ از یک مقدار مشخص (برای تعیین این مقدار مشخص از سیستم های فازی استفاده می‌شود) تجاوز کند، این فازهای بین فلزی تشکیل می‌شوند.

www.Telegram.me/Commodities

در آلیاژهای پایه کبالت اتم‌هایی از عنصر کروم و یا عناصر دیرگداز کـه در تشـکیل کاربیـدها و برایـدها مشارکت نداشته‌اند در داخل زمینه باقی می‌مانند. تا زمانی که مقدار اتم باقیمانده زیر حد حلالیت این عناصـر در زمینه باشد مشکل آفرین نمی‌باشد، در غیر این صورت واکنشی مشابه واکنش (۱-۲) اتفـاق مـی افتـد (از σ در این واکنش به عنوان مثال استفاده شده است).

$$\gamma \rightarrow \sigma \qquad (۱-۲)$$

$$(Co, Ni, Cr, Mo, W) \rightarrow (Co, Ni)_x (Cr, Mo, W)_y \qquad (۱-۳)$$

در این رابطه X=1-7 و Y=1-7 می باشند

ایجاد فاز σ و بقیه ترکیبات الکترونی در آلیاژهای پایه کبالت مشکلی است کـه نبایـد آنـرا از نظـر دور-داشت. برای مثال رسوب فاز لاوه Co_2W در آلیاژ L-605 باعث کاهش چشـمگیر داکتیلیتـه در دمـای سـرویس می‌شود. همچنین در آلیاژ X-40 با افزایش مقادیر کروم و تنگستن و تشکیل فازهای σ یـا R اسـتحکام پـارگی بشدت کاهش می‌یابد[۴, ۱۲].

۶-۱-۱-۳-۲-۳- ترکیب شیمیایی و ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه آهن

حضور عناصری نظیر Al، Ti و Ni در سوپرآلیاژهای پایه آهن منجر به رسوب فاز γ' با ترکیب شـیمیایی Ni_3Al می‌گردد.

www.Telegram.me/Commodities

نقش عناصری که روی مرز دانه ها جدایش می‌کنند، نظیر بور و زیرکونیم، در سوپرآلیاژهای پایه آهن نظیر نقش آنها در سوپرآلیاژهای پایه نیکل می‌باشد. این عناصر مانع شکست مرزدانه ها تحت خزش شده و از این‌رو عمر خزشی قطعات را افزایش می‌دهند.

عناصری نظیر کربن، تنگستن و نیکل به منظور پایدار سازی ساختار FCC زمینه به ترکیب سوپرآلیاژهای پایه آهن اضافه می‌شوند.

نقش دیگر عنصر کربن ایجاد کاربیدهایی از نوع M_6C، $M_{23}C_6$ و MC می‌باشد. کاربیدهای MC عمدتاً از ترکیب کربن با عنصر Ti یعنی به صورت TiC بوجود می‌آیند ، در حالیکه عمده کاربیدهای $M_{23}C_6$ از عنصر کروم تشکیل شده و دارای فرمول $Cr_{23}C_6$ هستند و کاربیدهای M_6C بصورت Mo_6C می‌باشند. تاثیر دیگر کربن در سوپرآلیاژهای پایه آهن ، ترکیب با نیتروژن و تشکیل کربونیترید (CN) می‌باشد. نقش دیگر عنصرکروم علاوه بر اینکه مانند عناصر دیگر نظیر مولیبدن باعث افزایش استحکام محلول جامد زمینه می‌شود ، ایجاد مقاومت به اکسیداسیون و سولفیداسیون است. جدول(۱-۱۰) نقش عناصر آلیاژی مختلف در سوپرآلیاژهای پایه آهن را به طور خلاصه نشان می‌دهد[۱۲].

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱-۱۰- نقش عناصر آلیاژی مختلف در سوپرآلیاژهای پایه آهن[۱۲].

Solid-solution strengtheners	Cr, Mo
FCC matrix stabilizers	C, W, Ni
Carbides form: MC $M_{23}C_6$ M_6C	 Ti Cr Mo
Carbonitrides:M(CN)	C, N
Promotes general precipitation of carbides	P
Forms γ'	Al, Ti, Ni
Retards formation of hexagonal $\eta(Ni_3Ti)$	Ai, Zr
Hardening precipitates and/or intermetallics	Al, Ti, Nb
Oxidation resistance	Cr
Improves hot crrosion resistance	La, Y
Sulfidation resistance	Cr
Improves creep properties	B
Increases rupture strength	B

آلیاژهای پایه آهن در گروههای مختلفی بسته به ترکیب شیمیایی و مکانیزم‌های استحکام‌دهی طبقه-بندی شده‌اند.

آلیاژهایی که با فاز منظم γ' مستحکم می‌شوند ، مانند V-57 و A-286 و دارای ۲۵-۳۵ درصد وزنی نیکل هستند، گروه اول را تشکیل می‌دهند. فاز γ' در این گروه غنی از تیتانیوم است و باید توجه شود که نسبت تیتانیوم به آلومینیم از یک حدی بیشتر نشود، چراکه افزایش بیش از حد این نسبت منجر به تشکیل فاز η (Ni_3Ti) با ساختار HCP می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

گروه دیگر سوپرآلیاژهای پایه آهن که مثالهایی از آنها Pyromet 860 و Incoloy 901 می باشند، حاوی حداقل ۴۰٪ نیکل و مقادیر بیشتری از عناصر ایجاد کننده استحکام محلول جامد و تشکیل دهنده رسوبات هستند.

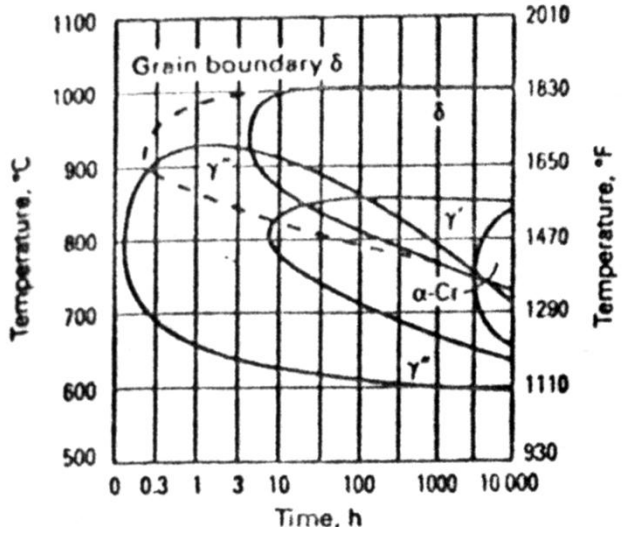
گروه سوم آلیاژهای پایه آهن که آلیاژهای N-155(Multimet) و Haynes556 هم جزء آنها هستند، آلیاژهای آهن، نیکل، کروم، کبالت هستند. در این گروه از آلیاژهای پایه آهن رسوبات استحکام دهنده یا بوجود نمی‌آیند یا اینکه با کسر حجمی ناچیز ایجاد می‌شوند. این گروه از آلیاژها دارای مقاومت عالی در محیطهای خورنده دما بالا می‌باشند.

گروه دیگر سوپرآلیاژهای پایه آهن که بر پایه آهن-نیکل-کبالت هستند با رسوب گذاری فاز γ' ساختار FCC مستحکم می‌شوند. این آلیاژها دارای ضرایب انبساط حرارتی پایین و استحکام نسبتا" زیاد تا دمای ۶۵۰ $^{\circ}C$ هستند. نمونه های از این آلیاژ ها عبارتند از Incoloy 903,907,909 و Pyromet CTX-1 و Pyromet CTX-3 . میزان بسیار کم ضریب انبساط حرارتی در این دسته از آلیاژها بدلیل کم بودن عناصر پایدارکننده فریت در ترکیب این دسته از آلیاژها می‌باشد. در هر کدام از این آلیاژها مقدار کمی تیتانیوم اضافه می‌گردد. افزودن عنصر تیتانیوم به منظور فراهم آوردن امکان ایجاد فاز γ' در داخل زمینه آستینیتی در حین پیرسازی می‌باشد. بر خلاف سایر آلیاژها میزان کروم در این گروه به جهت پایین نگه‌داشتن ضریب انبساط حرارتی کم است. فاز دیگری که ممکن است بعد از پیرسازی طولانی مدت در آلیاژهای نظیر Pyromet ایجاد شود فاز η (Ni_3Ti) است. این فاز یک فاز پایدار با ساختارHCP و با مورفولوژی بشقابی است که نسبت به فاز γ' دارای تاثیر کمتری روی استحکام بخشی آلیاژ است.

آلیاژهای حاوی نیکل زیاد گروه بعدی آلیاژهای آهن-نیکل هستند که دارای محتوای نیکل بیشتری نسبت به آهن هستند. مثالهایی از این گروه عبارتند از Inconel 706 و Inconel 718 ، هر دوی این سوپرآلیاژها

www.Telegram.me/Commodities

با فاز کوهیرنت (Ni_3Nb) γ'' با ساختار bct مستحکم می‌شوند. این آلیاژها اصولا"حاوی به ترتیب ۳و۵ درصد وزنی Nb هستند. در این آلیاژها آهن بعنوان کاتالیزور برای تشکیل فاز γ'' که شبه پایدار است، عمل می‌کند. همچنین این آلیاژها حاوی مقادیر کمی آلومینیم و تیتانیوم هستند که منجر به تشکیل فاز $(Ni_3(Al,Ti))$ γ' می‌گردند. عملیات حرارتی نامناسب در این آلیاژها منجر به تشکیل فاز پایدار δ با ساختار ارتورمبیک و ترکیب Ni_3Nb می‌گردد. به جهت اینکه اعمال عملیات حرارتی مناسب بر روی این آلیاژها بسیار حساس است از نمودارهای زمان-درجه حرارت-تغییر فاز[۲۲] برای انجام عملیات حرارتی مناسب روی این آلیاژ استفاده می‌شود. شکل ۱-۱۳ نمونه ای از نمودارهای زمان- درجه حرارت- تغییر فاز را برای آلیاژ Inconel 718 نشان می‌دهد[۵].



شکل ۱-۱۳: نقش عناصر آلیاژی مختلف در سوپرآلیاژهای پایه آهن[۵].

[22] - Time-Temperature-Transformation

www.Telegram.me/Commodities

ماکزیمم دمایی که می توان آلیاژ Inconel 718 را در آن بکار برد دمای ۶۵۰°C می‌باشد. پایین بودن این دما بدلیل عدم پایداری رسوبات γ'' است. مشکل دیگری که این آلیاژ در محدوده دمایی ۵۲۵° C-۷۵۰° C دارد، بوجود آوردن حساسیت به شکاف[۲۳] در این محدوده دمایی و در اتمسفر آزاد هوا است. این امر به جهت شرایط تولید نامناسب اتفاق می‌افتد. همچنین سرعت رشد ترک در این آلیاژ در هوا به میزان چشمگیری بیشتر از سرعت رشد آن در خلاء می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که کاهش میزان کربن خواص بهتری را در آلیاژ Inconel 718بوجود می‌آورد. همچنین نشان داده شده است که افزایش مقادیر آلومینیم و نایوبیوم و افزایش نسبت آلومینیم به تیتانیوم در Inconel 718 باعث بهبود خواص مکانیکی می‌شود. این امر در نتیجه ایجاد مقدار بیشتر فاز γ' و مقدار کمتر فاز نامناسب δ به وقوع می‌پیوندد.

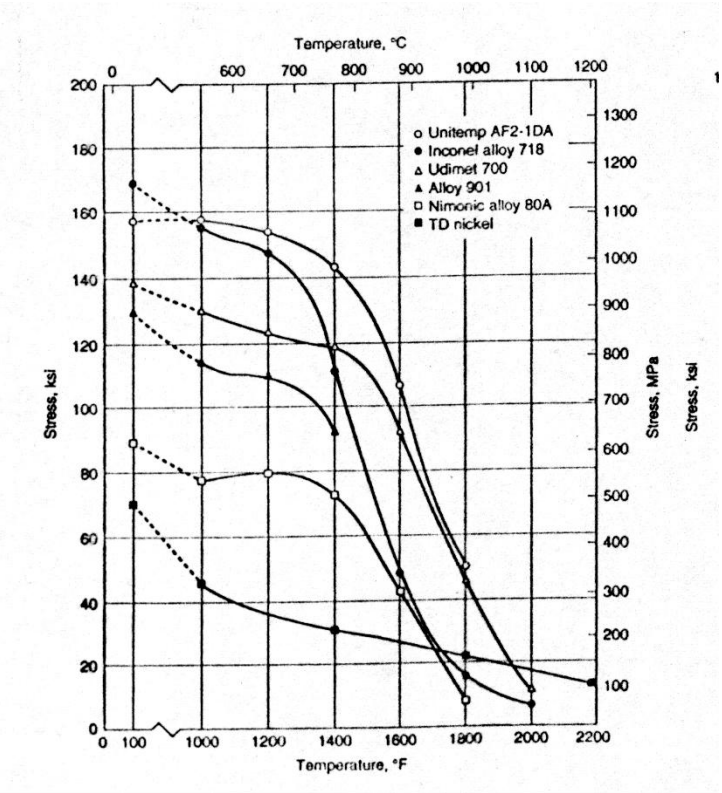
افزودن عنصر بور در مقادیر ۰/۰۳-۰/۰۰۳ درصد وزنی و در مواردی، اضافه کردن مقادیر کمی زیرکونیم باعث بهبود تنش گسیختگی و کارپذیری دما بالا می‌گردد. زیرکونیم باعث ایجاد کاربید از نوع MC با فرمول ZrC می‌شود. در آلیاژهایی نظیر Inconel 718 و Inconel 706 که حاوی نایوبیم هستند، کاربید دیگری با فرمول NbC هم بوجود می‌آید. تاثیر عنصر وانادیم هم که در مقادیر کم به آلیاژهای آهن- نیکل اضافه می‌شود، بهبود حساسیت به شکاف در دماهای سرویس‌دهی و کارپذیری دما بالا می‌باشد.

آلیاژ IN718 یکی از مستحکم ترین و پرکاربرد ترین سوپرآلیاژها در دماهای پایین است. این آلیاژ بسرعت استحکام خود را در محدوده دمایی ۶۵۰° C-۸۱۵ °C از دست می‌دهد و لذا عمدتاً در ساخت دیسک ها از این آلیاژ استفاده می‌شود. شکل ۱-۱۴ تاثیر دما را روی استحکام تسلیم Inconel 718 ، A-286 و تعداد

[23] - Notch Sensitivity

www.Telegram.me/Commodities

دیگری از سوپرآلیاژهای حاوی نیکل زیاد نشان می‌دهد. کاهش سریع استحکام Inconel 718 در دمای بالا احتمالا" بدلیل عدم تطابق ساختاری زیاد ناشی از رسوبگذاری فاز γ'' در زمینه آستینیتی است[۱۳].



شکل ۱-۱۴: تاثیر دما روی استحکام تسلیم Inconel 718، A-286 و تعداد دیگری از سوپرآلیاژهای حاوی نیکل زیاد[۱۳].

ریزساختار سوپرآلیاژهای پایه آهن

یکی از فازهای موجود در سوپرآلیاژهای پایه آهن فازهای TCP می باشد. آلیاژهای Inconel 718, 901 در برابر تشکیل این فازها بسیار حساس می باشند. که حضور این فازها باعث تضعیف خواص مکانیکی می شود. یکی دیگر از فازهای موجود در این دسته از سوپرآلیاژها کاربید ها می باشند.

www.Telegram.me/Commodities

در همه ی سوپرآلیاژهای پایه نیکل آهن تجاری کاربید MC و یا کربونیترید در حین انجماد بوجود مـی آیـد. این کاربید ها در طول عملیات حرارتی، تغییر فرم و یا در حـین سـرویس تغییـر نمـی کننـد. در آلیاژهـایی کـه نایوبیوم به عنوان عنصر استحکام بخش عمل می کند، کاربید NbC تشکیل می شود در حالی که برای آلیاژهایی که تیتانیوم به عنوان عنصر استحکام بخش عمل می کند، کاربید TiC تشکیل می شود. عناصر دیگر ماننـد Mo، V و Ta ممکن است به صورت کاربید MC ظاهر شوند.

کاربید های MC ممکن است در طول مرز دانه های سوپرآلیاژ نیکل آهن رسوب کنند. که ایـن کـار در طـول فرایند عملیات حرارتی و یا کار مکانیکی اتفاق می افتد. در حین سرویس یا فرایند باید از تشـکیل کاربیـد هـای MC که شکل صفحه ای دارند، اجتناب شود، چراکه حضور این فاز با ظاهر ذکر شده منجر به تردی می شـود. در برخی از سوپرآلیاژهای پایه آهن در طول فرایند انجماد و یا عملیات حرارتی کاربید M_6C شکل می گیرد.

تعداد بسیار اندکی از سوپرآلیاژهای پایه آهن دارای اندازه کافی از عنصـر مولیبـدن بـرای تشـکیل M_6C مـی باشند. اگرچه این کاربید در مرز دانه های سـوپرآلیاژ Inconel 718 یافـت شـده اسـت. کاربیـدی کـه بیشـترین اهمیت را در این دسته از سوپرآلیاژها دارد $M_{23}C_6$ می باشد. به منظور تهییج تشکیل کاربید هـای بلـوکی شـکل $M_{23}C_6$ به جای شکل صفحه ای مانند این کاربیدها عملیات حرارتی اغلب بر روی آن ها انجام می شود[۱۴].

۶-۱-۱-۴- خواص سوپرآلیاژها

با توجه به اینکه عمده کاربرد سوپرآلیاژها به خاطر استحکام بالای آن‌هـا در دمـای بـالا و همچنـین حفـظ ایـن استحکام در دمای بالا می‌باشد، بحث بررسی خواص سوپرآلیاژها بیشتر بر روی خواص مکانیکی متمرکـز خواهـد شد. استحکام یک عبارت نسبی است و توسط نوع آن تعریف می‌شود. بعضی از کاربردهـا بـه اسـتحکام تسـلیم و بعضی به استحکام نهایی نیاز دارند (خواص کوتاه مدت). در بعضی دیگر از کاربردها استحکام گسیختگی خزشـی

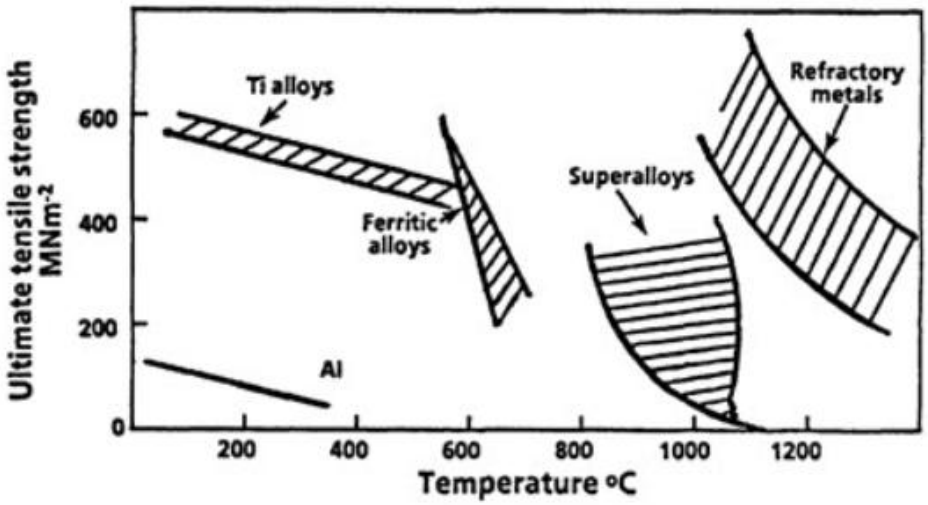
www.Telegram.me/Commodities

اهمیت دارد (خواص بلند مدت). در جدول ۱-۱۱ داده‌هایی درباره خواص کششی و تنش گسیختگی برخی از سوپرآلیاژها آورده شده است. با مراجعه به شکل ۱-۱۵ می‌توان تنش گسیختگی سوپرآلیاژها در دماهای مختلف را مقایسه نمود. ریز ساختار تنها عامل مهم در تعریف و تعیین خواص مکانیکی سوپرآلیاژهاست. تغییر ریز ساختار به معنی تغییر خواص و نتایج آزمون است. بدون توجه به ریز ساختار و شرایط آزمون نتایج بدست آمده، از آزمایش ترکیب شیمیایی از نوع آماری خواهند بود. دنبال کردن و نتیجه گیری از داده‌ها در هر آلیاژی کاری دشوار است[۱۵].

جدول۱-۱۱: خواص مکانیکی برخی سوپرآلیاژها[۱۵].

	Ultimate Tensile Strength (MPa)				Yield Strength (MPa)			
Alloy	21°C	650°C	760°C	870°C	21°C	650°C	760°C	870°C
Alloy 713LC	895	1080	955	750	750	785	760	580
B-1900	975	1015	955	795	830	925	810	695
In-731	835	895	915	750	725	745	775	610
FSX 414	740	485	400	310	440	215	195	165
Inconnel 718	1435	1228	950	340	1185	1020	740	660
Waspaloy	1275	1115	650	275	795	690	675	520
Haynes 188	960	710	635	420	485	305	290	260
Udimet 720	1570	1455	1455	1150	1195	1130	1050	

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۱۵: تنش گسیختگی سوپرآلیاژها در دماهای مختلف[۱۵].

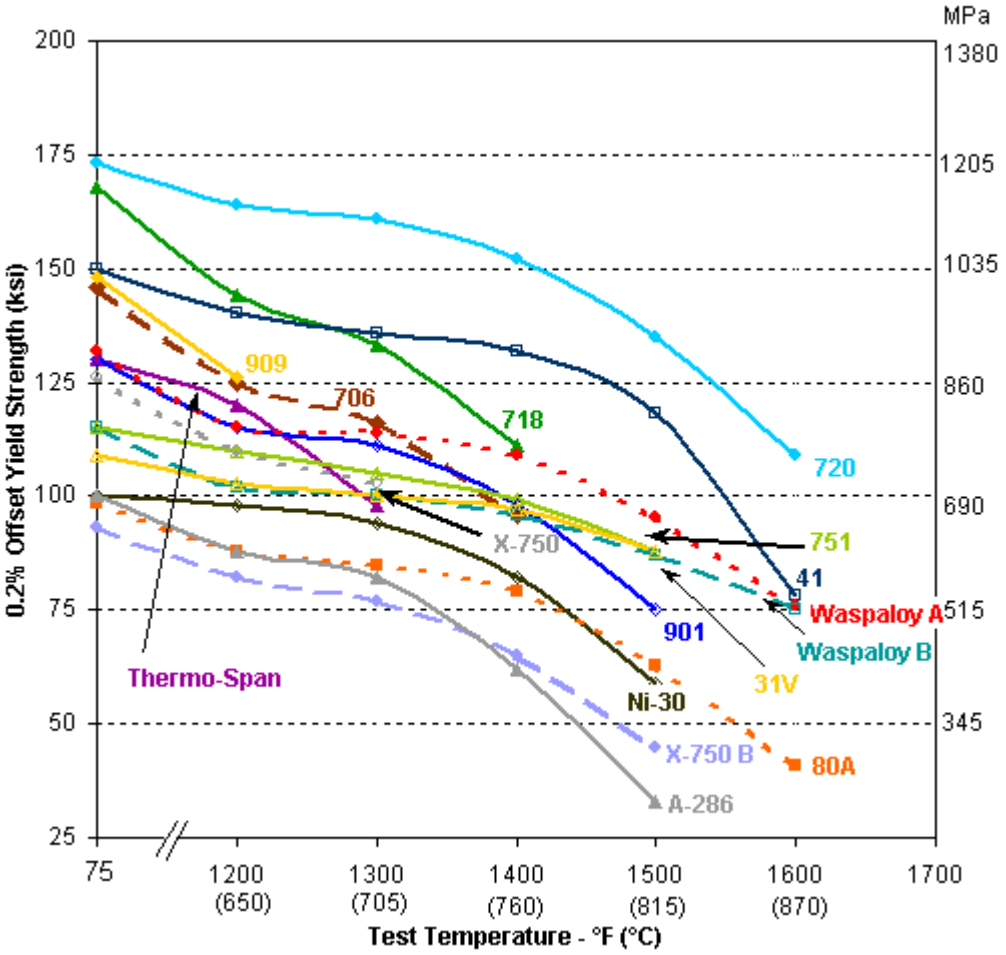
خواص مکانیکی

استحکام تابعی از زمان است و مدت زمان قرارگیری قطعه در سرویس و دمای آن از عوامل موثر بر انتخاب یک سوپرآلیاژ ویژه هستند. نرخ افت خواص مکانیکی بعضی از آلیاژها در مقایسه با آلیاژهای دیگر کمتر است. به عنوان مثال اگر چه خواص مکانیکی و کاربرد سوپرآلیاژهای پایه نیکل استحکام یافته با فاز اکسید توزیع شده (ODS) [۲۴] دارای استحکامی پایین‌تر از سوپرآلیاژهای پایه نیکل رسوب‌سخت‌شده هستند، ولی نرخ کاهش استحکام گسیختگی خزش کمتری نسبت به انواع مشابه رسوب سخت شده دارند. در نتیجه وقتی نرخ کاهش استحکام بهتر در اولویت اول، قرار داشته و استحکام اولیه نیز قابل قبول باشد، یک آلیاژ ODS به مدت طولانی‌تری می‌تواند کار کند[۱۶, ۱۷].

[24] - Oxide- Disdersion- Strengthened

www.Telegram.me/Commodities

با رسم اطلاعات داده شده در جدول ۱-۱۱ مـی‌تـوان تصـویری از رفتـار کششـی آلیاژهـای مختلـف و رفتـار گسیختگی تعدادی از آلیاژها مانند شکل ۱-۱۶ بدست آورد. این شکل تغییرات استحکام تسلیم نسبت بـه دمـا را در بعضی از آلیاژهای پایه نیکل و پایه کبالت نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۶: تغییرات استحکام تسلیم نسبت به دما را در بعضی از آلیاژهای پایه نیکل و کبالت[۱۷].

یادآوری می‌شود که اطلاعات مربوط به استحکام کششی و گسیختگی طیـف وسـیعی از سـوپرآلیاژها موجـود می‌باشد، اما اطلاعات گسترده‌ای در مورد استحکام گسـیختگی خـزش سـوپرآلیاژها موجـود نیسـت. تعـدادی از

www.Telegram.me/Commodities

طراحی‌ها بر مبنای رفتار خزش ماده، بعضی بر اساس سرعت خزش، و تعدادی دیگر بر پایه درصد خزش ثابت صورت می‌گیرد. آلیاژی که عمر گسیختگی طولانی‌تری دارد، برای تولید قطعاتی که دمای کاری آنها در داخل محدوده خزش قرار دارد، ترجیح داده می‌شود. یک آلیاژ انجماد جهت‌دار یافته دانه ستونی، در شرایط خزش با کرنش پایین دارای استحکام کمتری نسبت به آلیاژ چندبلوری است.

سوپرآلیاژها انعطاف‌پذیر هستند، ولی عموما انعطاف‌پذیری سوپرآلیاژهای پایه کبالت نسبت به سوپرآلیاژهای پایه آهن- نیکل و پایه نیکل کمتر است. سوپرآلیاژهای پایه نیکل و پایه آهن- نیکل در شرایط اکسترود شده، آهنگری‌شده و یا نورد شده وجود دارند اما آلیاژهای پر استحکام‌تر فقط در شرایط ریختگی یافت می‌شوند.

تغییر شکل گرم در فرآیند شکل دادن ارجح می‌باشد و شکل دادن سرد به تولید مقاطع نازک (ورق) محدود است. از نورد سرد می‌توان برای افزایش خواص استحکام کوتاه مدت در دماهایی پایین‌تر از ۵۴۰^{o}C می‌توان استفاده کرد.

سوپرآلیاژها دارای ضریب کشسانی در حدود ۲۰۷ GPa هستند. ولی ضریب کشسانی آلیاژهای ویژه بسته به نوع آلیاژ در دمای اتاق از ۱۷۲ GPa تا ۲۴۱GPa تغییر می‌کند. تغییر ساختار آلیاژ از پلی کریستالبه دانه‌های ستونی بسته به جهت دانه‌ها و جهت آزمایش ضریب کشسانی را در محدوده ۱۲۴GPa تا ۳۱۰GPa قرار می‌دهد. حداقل ضریب کشسانی در آلیاژهای انجماد جهت‌دار یافته دیده می‌شود[۱۷].

خواص فیزیکی

سوپرآلیاژها نسبت به سیستم‌های فلزی دیگر دارای خواص فیزیکی، هدایت الکتریکی، گرمای ویژه، هدایت حرارتی و انبساط حرارتی پایین‌تری هستند. این خواص به فلز پایه و درصد فلزات دیرگداز اضافه شده بستگی دارد. چگالی سوپرآلیاژهای پایه آهن- نیکل در محدوده ۷/۹-۸/۳ gr/cm^3، سوپرآلیاژهای پایه کبالت در محدوده

www.Telegram.me/Commodities

gr/cm^3 ۸/۳-۹/۴ و سوپرآلیاژها پایه نیکل در محدوده gr/cm^3 ۷/۸-۸/۹ قرار دارند. در توربین‌های گاز با توجه به اینکه افزایش چگالی باعث افزایش تنش روی اجزا و قطعات می‌شود، در نظر رفتن چگالی اهمیت دارد. با افزایش چگالی قابلیت‌های آلیاژ کاهش می‌یابد. در سوپرآلیاژهای نیکل ریختگی سعی می‌شود چگالی در حد بالایی محدوده چگالی قرارگیرد[۱۸].

پایداری سطحی

یکی از مهمترین ویژگی‌های سوپرآلیاژها پایداری سطحی آنها در دمای بالا و محیط‌های خورنده است. عامل اصلی در تخریب سطح قطعات سوپرآلیاژی در دمای بالا اکسیداسیون است. این موضوع به ویژه در مورد قطعات داغ توربین‌های هوایی که در دمای بالا عمل می‌کنند بسیار حائز اهمیت است. در توربین‌های صنعتی که در دمای پایین‌تر کار می‌کنند عامل اصلی تخریب سطح فرآیند خوردگی به ویژه خوردگی داغ[۲۵] است. با توجه به نوع سوخت مصرفی در توربین این پدیده می تواند تشدید شده و عامل اصلی از کارافتادگی قطعات داغ توربین بویژه پره های متحرک گردد. با توجه به افزایش مداوم دمای ورودی توربین ها، عملاً فلز پایه نمی‌تواند پایداری سطحی لازم را در تماس مستقیم با محیط های اکسید کننده ویا خورنده در توربین‌های امروزی داشته باشد. به همین دلیل استفاده از پوشش های محافظ با قابلیت های برتر بصورت فزاینده در قطعات توربینی متداول شده است[۱۹].

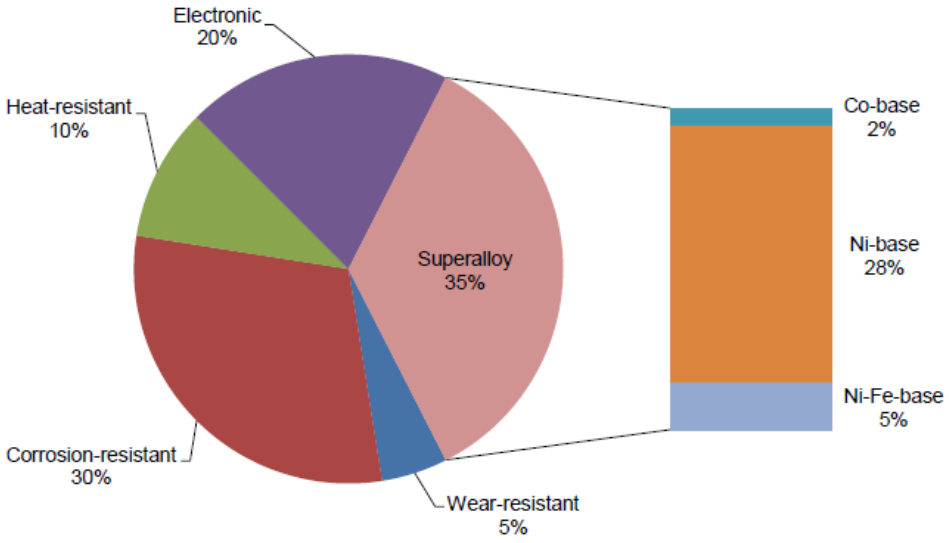
[25] - Hot Corrosion

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲- کاربرد سوپرآلیاژها در صنایع مختلف

کاربرد عمده سوپرآلیاژها در صنایع فناورانه می‌باشد و به همین دلیل معمولا سوپرآلیاژها را جزء مواد با کارایی بالا در نظر می‌گیرند. کاربرد این مواد در صنایع بسیار استراتژیک از جمله دفاعی، نیروگاهی و هوایی می‌باشد.

در سال های گذشته میزان مصرف سوپرآلیاژ در صنایع مختلف به صورت روزافزون افزایش یافته است. در شکل ۱-۱۷ میزان تولید مواد با کارایی بالا اعم از سوپرآلیاژها، مقاوم به سایش، مقاوم به خوردگی و... را نشان می دهد. همانگونه مشاهده می شود بالاترین درصد تولید جهانی مواد با کارایی بالا را سوپرآلیاژها با ۳۵٪ به خود اختصاص داده اند، که در این میان ۵٪ مربوط به آلیاژهای پایه آهن-نیکل و ۲٪ مربوط به آلیاژهای پایه کرم می باشند. این درصد بالا نشان دهنده میزان کاربرد سوپرآلیاژها در صنایع مختلف می باشد [۲۰].

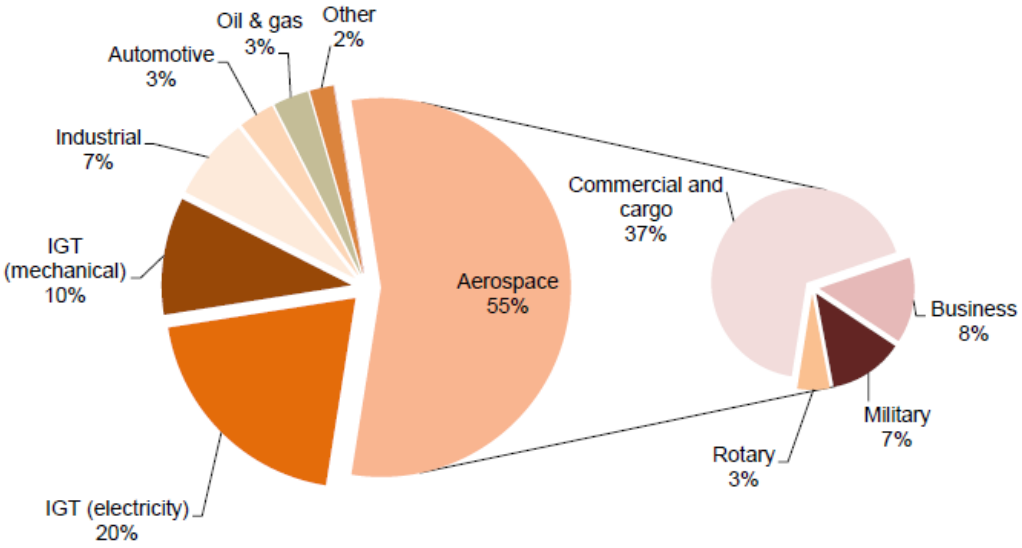


شکل ۱-۱۷: درصد تولید مواد با کارایی بالا در سال ۲۰۱۲ [۲۰].

سوپرآلیاژها با توجه به نوع و خواص آن ها در صنایع استراتژیکی از قبیل صنایع هوایی، نیروگاهی، نفت و پتروشیمی و همچنین صنایع متعدد دیگری از قبیل صنعت خودرو، صنعت ساخت کوره استفاده می‌شوند.

www.Telegram.me/Commodities

بیشترین کاربرد این مواد در سال های گذشته در صنایع هوایی و ژنراتورها بوده‌است. در شکل ۱-۱۸ میزان مصرف سوپرآلیاژها در صنایع مختلف را در سال ۲۰۱۲ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۸- مصرف سوپرآلیاژها در صنایع مختلف [۲۰].

۱-۲-۱-۶- موتورهای توربین گازی

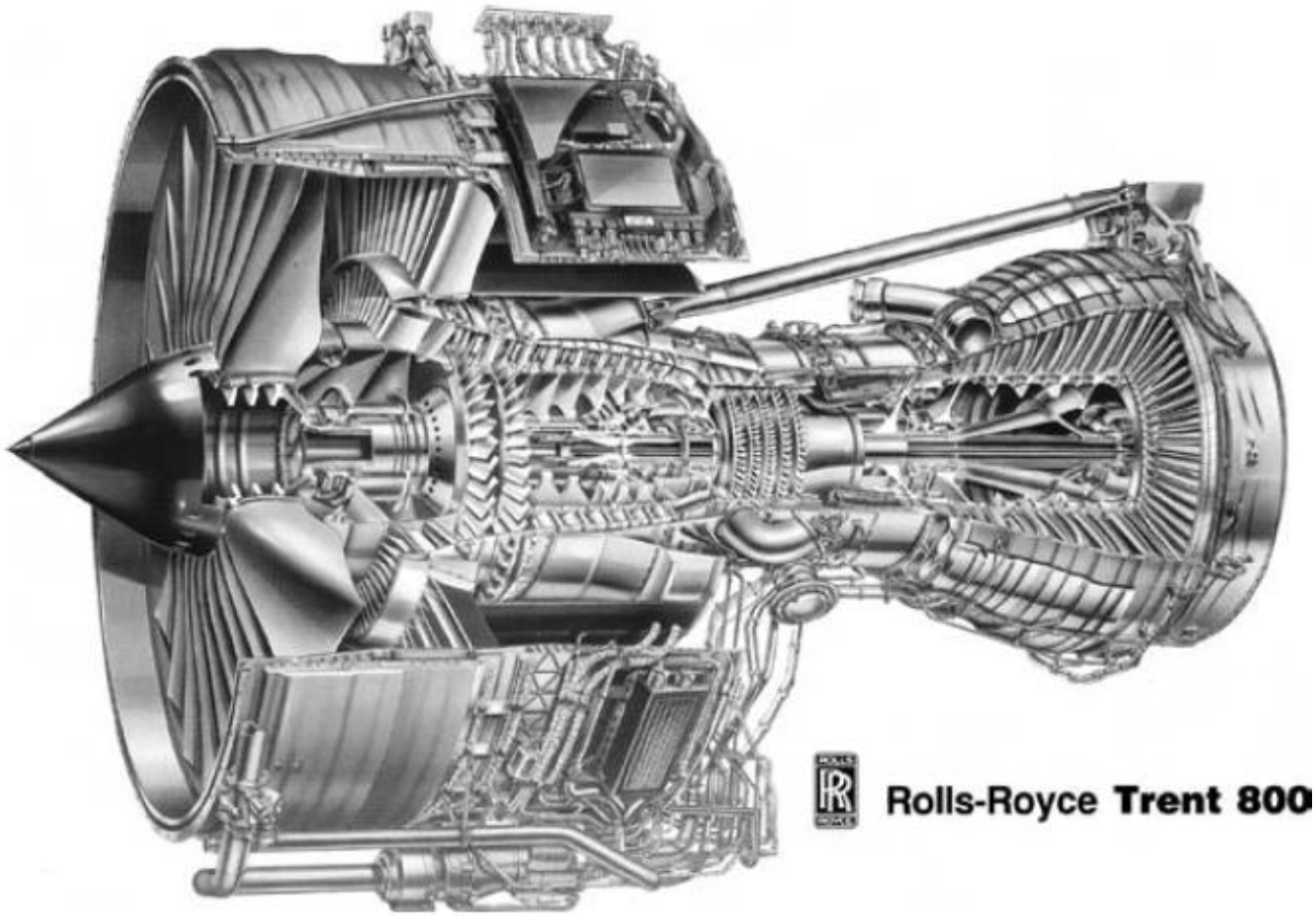
اولین کاربرد سوپرآلیاژها برای ساخت قطعات توربوسوپرشارژرهای موتورهای پیستونی هواپیماها بوده است. با ابداع موتور توربین‌های گازی که در دماهای بالاتر کار می‌کردند، تولید سوپرآلیاژها به میزان قابل توجهی گسترش‌یافت به گونه‌ای که امروزه مهمترین کاربرد سوپرآلیاژ ها در توربین های گازی هوایی (موتور هواپیماهای جت) و توربین های گازی صنعتی (نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی) صورت گرفته است [۲۱].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۱-۱- توربین های گازی هوایی

یکی از کاربرد های استراتژیک سوپرآلیاژها درساخت توربین های جت مورد استفاده در هواپیماهای نظامی، مسافربری و باربری می باشد. همانگونه که در شکل ۱-۱۸ مشاهده می شود صنایع هوایی مهمترین بازار مصرف سوپرآلیاژها می باشد. بیش از ۸۰ درصد وزن موتور جت از سوپرآلیاژها تشکیل می شود. با توجه به دمای کاری بسیار بالای موتورهای هوایی به ویژه موتورهای نظامی، معمولاً با کیفیت ترین سوپرآلیاژها برای ساخت قطعات اینگونه موتورها بکار می روند. اما باید توجه داشت که بیشترین مصرف سوپرآلیاژها در صنایع هوایی در هواپیماهای تجاری و باربری می باشد (شکل ۱-۱۸). به عنوان مثال در شکل ۱-۱۹ یکی از موتور های معروف شرکت رولز رویس بکار رفته در هواپیمای بوئینگ ۷۷۷، به صورت شماتیک ارائه شده است. قابل ذکر است که بجز قسمت ورودی هوا به توربین (فن موجود در سمت چپ شکل ۱-۱۹) که از آلیاژ تیتانیوم ساخته می شود، سایر قطعات این موتور عمدتا از سوپرآلیاژها استفاده می شوند [۲۱].

www.Telegram.me/Commodities

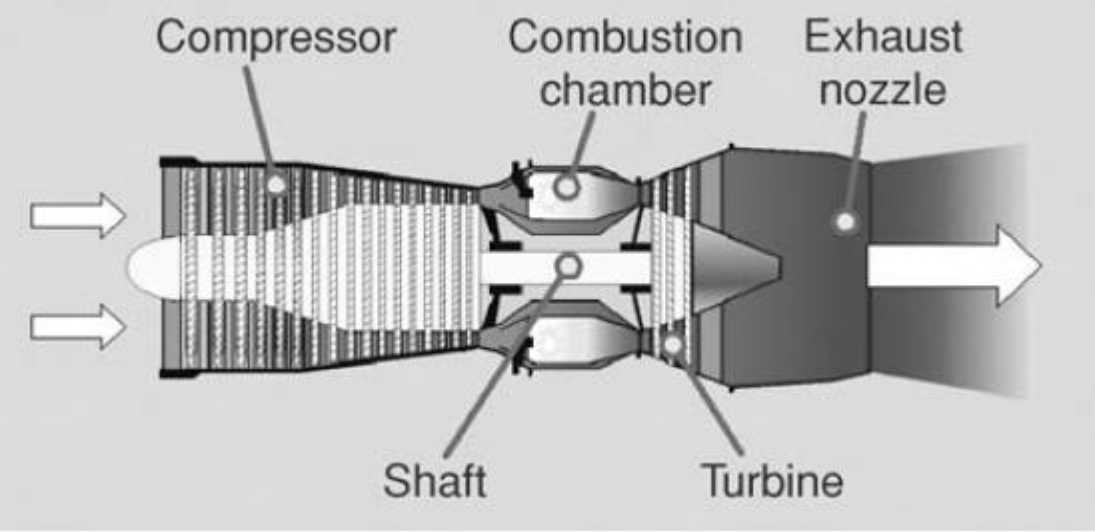


شکل ۱-۱: موتور Rolls-Royce Trent 800 که در بوئینگ 777 بکارگرفته شده است [۲۱].

توسعه تکنولوژی سوپرآلیاژها به موتورهای توربین گازی کاملاً وابسته بوده است و لذا مروری بر عملکرد اجزای مختلف توربین حائز اهمیت می‌باشد. در شکل ۱-۲۰ ساختمان یک موتور توربو جت بطور شماتیک ارایه شده است. نقش کمپرسور شامل پره ها و دیسک‌ها، فشردن هوای ورودی بنابراین افزایش فشار می‌باشد. هوای فشرده وارد محفظه احتراق شده و با سوخت مخلوط و محترق می‌شود. گازهای داغ حاصل از احتراق منبسط

www.Telegram.me/Commodities

شده و نیروی محرکه مکانیکی مهیا می‌شود. انتقال نیروی گشتاوری توسط پره ها و دیسک های نصب شده بر روی شفت انجام می‌شود. در محفظه‌های احتراق و توربین سوپرآلیاژهای پایه نیکل معمولاً استفاده شده‌اند. همچنین در مرحله نهایی کمپرسور نیز سوپرآلیاژها کاربرد دارند [۲۱].



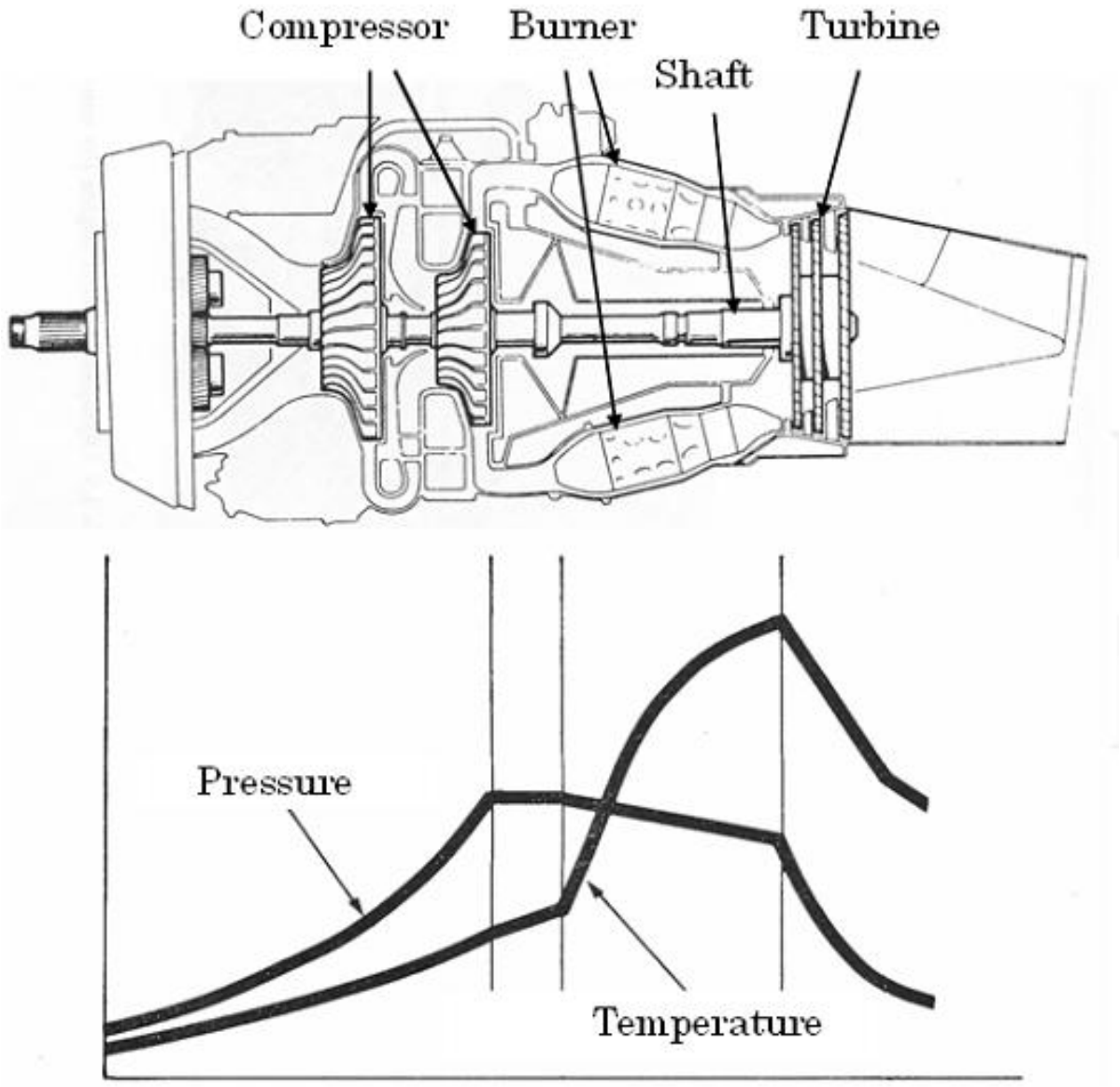
شکل ۱-۲۰: دیاگرام نشان دهنده اجزای اصلی یک موتور توربین گازی [۲۱].

دمای ورودی به بخش داغ توربین (TET) از مهمترین پارامترهای طراحی یک توربین گاز است. گازهای داغ حاصل از احتراق از طریق پره های ثابت به پره های متحرک هدایت شده و باعث چرخش این پره ها و دوران شفت می‌شوند. در مناطق داغ کلیه توربین های گازی شامل محفظه احتراق، پره های ثابت و پره های متحرک تنها سوپرآلیاژها هستند که توانایی تحمل شرایط دشوار کاری را دارند. دیسک ها عمدتا از سوپرآلیاژهای کارپذیر و شفت ها که در دمای پایین قرار دارند عمدتا از فولادهای آلیاژی با چقرمگی و مقاومت به خستگی بالا دارای ساخته می‌شوند [۲۲]. با پیشرفت توربین‌های گازی دمای TET افزایش یافته و به تناسب آن

www.Telegram.me/Commodities

سوپرآلیاژهای مقاوم‌تری بکار گرفته شده‌اند (شکل۱-۲۲). در حقیقت با ابداع هر آلیاژ جدید، صنعت توربین گازی یک قدم به جلو برداشته است. قابل توجه است که طراحی کلی توربین های گازی از زمان اختراع تا کنون تغییر چندانی نداشته و پارامتر اصلی در ارتقاء راندمان و عملکرد توربین های گازی دمای ورودی به توربین بوده است. شکل ۱-۲۱ نمودار تغییرات دما و فشار در یک موتور توربینی گازی را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود محفظه احتراق و ردیف اول توربین داغ ترین قسمت های موتور هستند. عامل محدود کننده‌ی افزایش دمای توربین های گازی از ابتدا تا کنون، وجود موادی با قابلیت تحمل شرایط کاری در دمای مورد نظر بوده است. به همین دلیل تحقیق و توسعه در صنعت توربین گازی عمدتاً بر محور ابداع مواد جدید متمرکز بوده است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۲۱: نمودار تغییرات دما و فشار در اجزای مختلف یک موتور توربین گازی [۲۲].

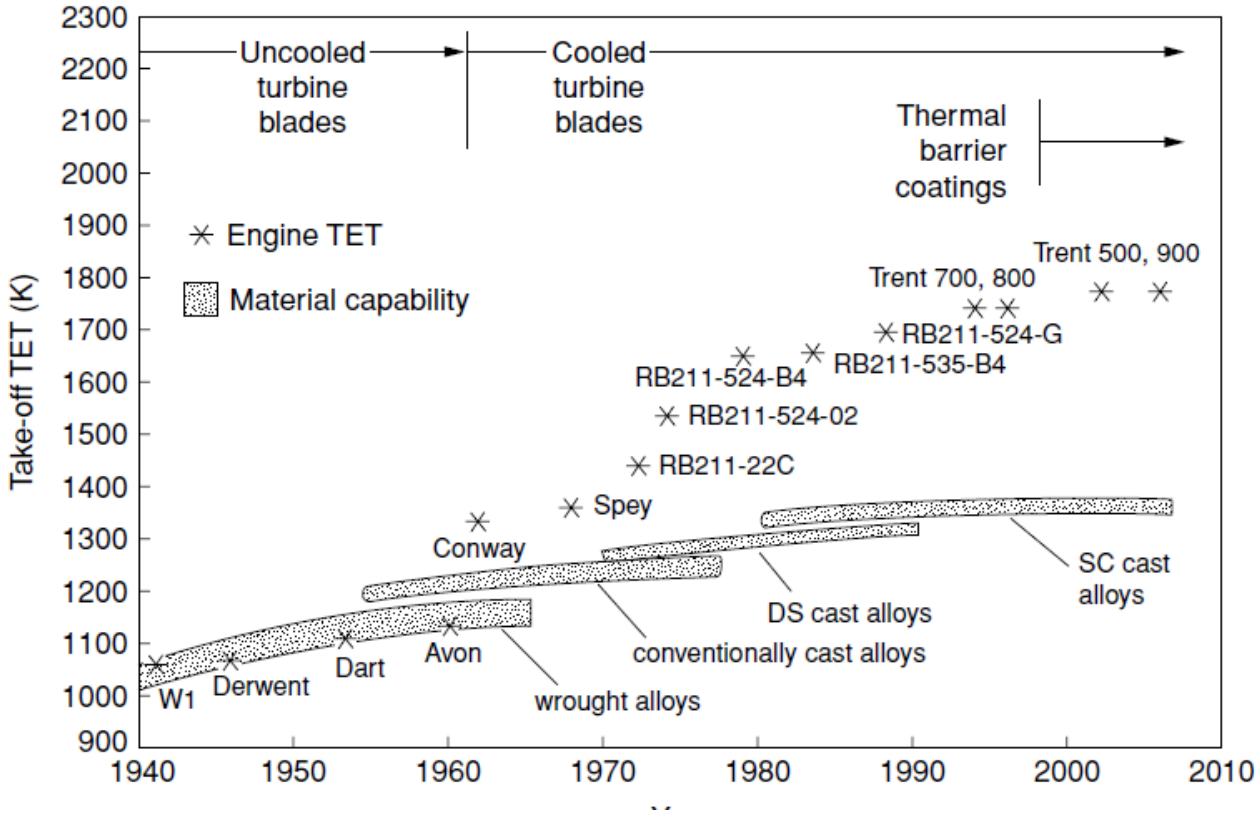
به طور کلی اجزای مختلف توربین ها به دو دسته طبقه بندی می شوند:

قسمت های ثابت: شامل محفظه های احتراق، نازل ها، پوشش ها

قسمت های چرخنده: شامل دیسک ها، شفت ها، پره های متحرک، جداکننده ها

www.Telegram.me/Commodities

محفظه احتراق بیشترین دما را در موتور تحمل می کند و مقاومت خزشی و اکسیداسیون بالایی را نیازمند می باشد. اما نگرانی دیگری نیز که در انتخاب ماده وجود دارد، پیچیدگی طراحی و شکل این محفظه بوده که نیازمند تعداد عملیات شکل دهی و اتصال دهی زیادی می باشد. سوپرآلیاژهایی مثل Nimonic 75، Hastelloy X، Inconel 600 و Haynes 188 به دلیل شکل پذیری و جوش پذیری خوب، مواد مناسبی برای این کاربرد می باشند.



شکل ۱-۲۲: روند تحول در دمای ورودی توربین در موتورهای هواپیما شرکت Rolls-Royce [۲۲].

www.Telegram.me/Commodities

جزء اصلی دیگر موتورها پره های ثابت توربین است که در معرض دمای نسبتا کمتری نسبت به محفظه احتراق قرار دارد اما مقاومت به اکسیداسیون نکته حائز اهمیتی در آن می باشد. همچنین تفاوت در فشار سطحی باعث نتش شده که مقاومت به خزش بالایی را ایجاب می کند. کمانش در این قطعات یکی از پدیده های اصلی می باشد. انتخاب های عمومی برای این قطعه Waspaloy، X-40، alloy 713، MAR-M 302، B-1900 و Columnar-grained MAR-M 200 می باشند [۲۲].

پره های متحرک توربین در معرض جریان هوای داغ و همانند محفظه احتراق پره ها تحت اکسیداسیون و خوردگی می باشند. همچنین این پره ها بار زیادی را تحمل می کنند که توسط تنش های حرارتی و نیروی گریز از مرکز ایجاد می شوند. علاوه بر این به منظور افزایش راندمان و طول عمر باید لقی بسیار کم و دقت ابعادی بسیار بالایی داشته باشد که به معنای مقاومت خزشی بسیار بالا برای پره های ثابت می باشد. مسئله مهم دیگر مقاومت خوردگی داغ در اثر رسوب نمک (واکنش سولفور به عنوان ناخالصی سوختی با نمک های دریایی در محیط های مختلف) سولفات سدیم می باشد. انتخاب های متداول در این قسمت ها Udimet 500، Inconel 100، Udimet 700، Inconel 738، Rene (41, 77, 80)، columnar-grained MAR-M 200، MAR-M 200+Hf، PWA 1484 و CMSX 2 می باشند.

دیسک های توربین ها تحت دماهای بالا نظیر پره های ثابت قرار نمی گیرند به همین دلیل این قطعه را سال‌ها از فولاد آستنیتی پرآلیاژ A286 تولید می کردند. با پیشرفت توربین ها و نیاز به قابلیت بالاتر، سوپرآلیاژ IN718 طراحی شد و بصورت گسترده در توربین ها استفاده شد. با استفاده از تکنولوژی متالورژی پودر بسیاری سوپرآلیاژها به خصوص پایه نیکل، برای ساخت قطعات کوچکتر ابداع شدند که از این گروه می توان به سوپرآلیاژهای MEREL 76، Rene 95، IN100 و Rene 88 اشاره کرد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱-۱۲- سوپرآلیاژهای مورد استفاده در قسمت های مختلف توربین های هوایی [۲۲].

سوپرآلیاژهای مورد استفاده	کاربرد
Nimonic 75، Hastelloy X، Inconel 600 ، **Haynes 188**	محفظه احتراق
ÍN713، X-40 ،Waspaloy, B-1900 **MAR-M 302،** **Columnar-grained MAR-M 20**	پره های ثابت
Udimet 700 ،Inconel 100 ، **Inconel 738،** **MAR-M columnar-grained MAR-M 200 ،** **PWA 1484 ،200+Hf،** **CMSX 2**	پره های متحرک
Astroloy ،Waspaloy ،Incoloy 901	دیسک ها

۶-۱-۲-۱-۲- توربین های صنعتی در صنایع نیروگاهی و نفت

همزمان با پیشرفت توربین های هوایی، توربین های صنعتی مورد استفاده در صنایع نفت و پتروشیمی و تولید برق نیز پیشرفت کردند. و با گذشت زمان از آلیاژهای پیشرفته تری در تولید این توربین ها استفاده شد.

از مهمترین سوپرآلیاژهای مورد استفاده در ساخت محفظه احتراق در این توربین ها Hastelloy x و Nimonic 263 می باشند.

در پره های متحرک صنعتی از سوپرآلیاژهایی مثل Inconel 738, 939 و GTD 111 استفاده شده و در پره های ثابت FSX 414، X40 و GTD222 استفاده می شوند.

www.Telegram.me/Commodities

برای تولید دیسک های توربین های صنعتی نیز از سوپرآلیاژهایی نظیر 706، 718، Udimet 720 و Udimet 720LI استفاده می شود. جدول ۱-۱۳، تعدادی از سوپرآلیاژهای به کار رفته در توربین‌های گازی را با توجه به محل بکارگیری آنها لیست کرده است. در شکل۱-۲۳ تعدادی از قطعات سوپرآلیاژی مورد استفاده در توربین های گازی نشان داده شده است. قطعات نشان داده شده در این شکل عمدتاً به روش ریخته گری دقیق برای توربین های هوایی و صنعتی ساخته شده اند. قطعات توربین های صنعتی عمدتاً بزرگتر از قطعات مشابه در توربین های هوایی هستند.. در شکل ۱- ۲۴ نمونه هایی از پره ثابت و متحرک مورد استفاده در توربین های صنعتی دیده می‌شود [۲۲].

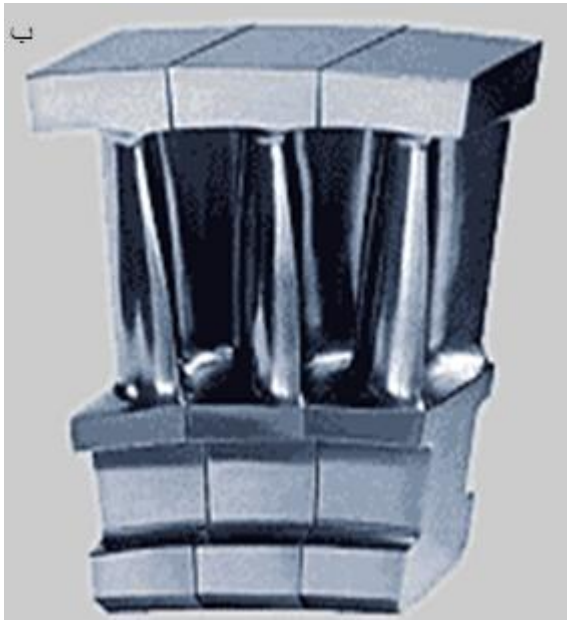
جدول ۱-۱۳- سوپرآلیاژهای مورد استفاده در قسمت های مختلف توربین های صنعتی [۲۲].

سوپرآلیاژهای مورد استفاده	کاربرد
Nimonic 75 , Hastelloy X	محفظه احتراق
IN-939 , IN-738 , GTD 111	پره های متحرک(شکل ۱-۲۲ الف)
FSX 414 , X40 , GTD 222	پره های ثابت(شکل ۱-۲۲ ب)
IN 706 , IN 718 **Udimet 720 , Udimet 720LI**	دیسک ها

www.Telegram.me/Commodities

شکل ۱-۲۳: تعدادی از قطعات سوپرآلیاژی ریختگی مورد استفاده در توربین های گازی [۲۳].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۲۴: نمونه ای از پره متحرک (الف) و ثابت (ب) در توربین گاز صنعتی [۲۳].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۲- سایر کاربردهای سوپرآلیاژها

۶-۱-۲-۲-۱- استخراج نفت و گاز

آلیاژهای MONEL و INCONEL با خواص پایداری خوردگی و دمایی در استخراج‌های واقع در ساحل و درون دریا مناسب هستند. آلیاژهای پایه نیکل در این محدوده آلیاژهای به صرفه‌ای در تجهیزات کنترل فرایند، شیرها و پمپ‌ها می‌باشند. MONEL 400 در زمینه‌های مختلفی مثل شیرها، پمپ‌ها، شفته‌ای پروانه، مخازن گاز و دستگاه‌های تقطیر نفت خام بکار می‌رود.

سوپر آلیاژ INCOLOY 825 در فرایندهای شیمیایی، بازیابی نفت و گاز و برای جداسازی مایع‌های استخراج شده استفاده می‌شود [۲۴].

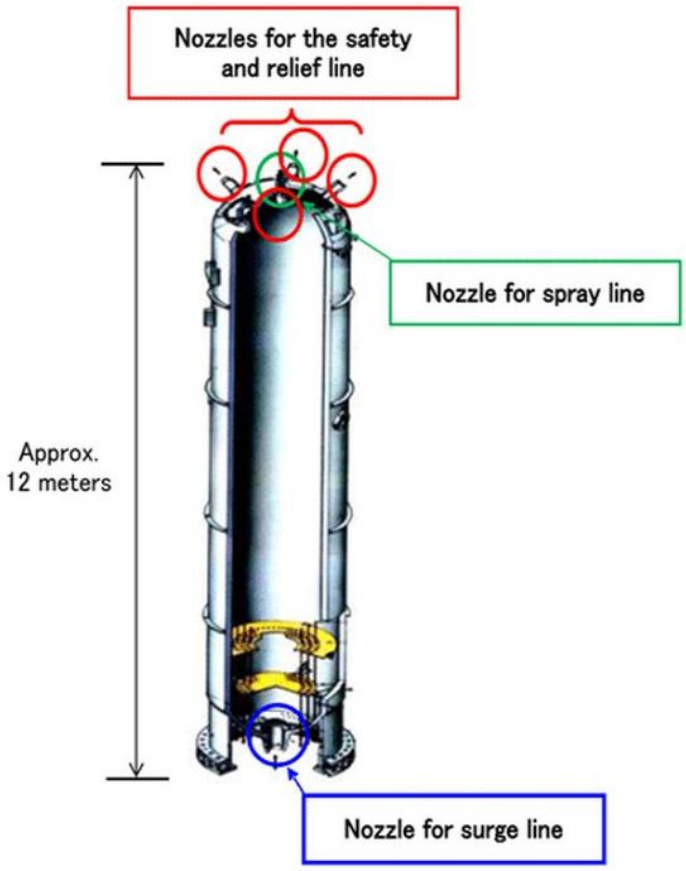
۶-۱-۲-۲-۲- پتروشیمی

محصولات پتروشیمی نیازمند موادی هستند که مقاوم سنتز در رآکتورهای Fischer-Tropsch و تجهیزات وابسته باشد. بنابراین آلیاژهای INCONEL در این تکنولوژی که زغال، گاز و توده زیستی به سوخت تبدیل می‌شوند، حائز اهمیت می‌باشند.

۶-۱-۲-۲-۳- سوپرآلیاژها در تجهیزات کوره ها

سوپرآلیاژها کاربردهای متعددی در فرایندهای دما بالا دارند. این مواد دارای استحکام و پایداری دمایی و خوردگی بالایی هستند. کاربردهایی مختلفی شامل اجزای کوره‌ها از قبیل تسمه‌ها، بوته، مافل ها، تیوب‌های تابشی، retort ها و وسایل و حامل‌های مورد استفاده در فرایندهای عملیات حرارتی دارند.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۲۵- راکتور و نازل‌های آن از جنس سوپرآلیاژ.

در کوره‌های غلطکی سرامیکی با دمای 1250ºC از سوپر آلیاژ INCONEL 600 استفاده می‌شود. این آلیاژ ماده‌ای استاندارد برای رآکتورهای هسته‌ای نیز می‌باشد.

سوپر آلیاژ INCONEL 601 مقاوم به اکسیداسیون در دماهای بالای 1250ºC، حتی تحت شرایط کاری سخت (مثل سیکل‌های گرمایشی و سرمایشی) می‌باشد.این آلیاژ دارای یک لایه اکسیدی سطحی بوده و مقاوم کربوراسیون و کربونیتراسیون می‌باشد. معمولاً در رآکتورهای حرارتی در سیستم اگزوز موتورهای بنزین بکار می‌روند [۲۵].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۲-۴- صنایع خودرو

قوانین مربوط به محیط زیست و طول عمر خودروها، سازنده‌های اتومبیل‌ها و طراحان سیستم‌های اگزوز را به استفاده از آلیاژهای با عملکرد بالا در دستگاه های مدرن سوق داده است. همچنین افزایش تقاضا برای موتورهای با بازدهی سوختی بهتر و کنترل آلودگی بالاتر کاربردهای متنوعی را برای سوپرآلیاژهای پایه نیکل فراهم کرده است. سر سوپاپ‌های اگزوز ساخته شده از جنس NIMONIC 80A توسط اکثر سازنده‌های سوپاپ موتور بنزین و دیزل پذیرفته شده، در حالیکه آلیاژ MIMONIC 90 و INCONEL 751 برای بعضی موتورهای خاص استفاده می‌شوند (شکل ۱-۲۶). دستگاههای با کیفیت و ماشین‌های با موتور تقویت شده از آلیاژ INCONEL 625 و دستگاه‌های با قدرت کمتر از INCOLOY 864 در تیوب‌های مهار گاز داغ استفاده می‌کنند. همچنین سوپرآلیاژهای پایه نیکل در سیستم‌های احتراق، سنسورها، ادوات ایمنی و ... استفاده می‌شوند [۲۶].

شکل ۱-۲۶: سوپاپ های ساخته شده از سوپرآلیاژها در اتومبیل [۲۶].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۲-۵- صنایع شیمیایی و فرایند

آلیاژهای مورد نیاز این صنعت باید توانایی تحمل محیط‌های شیمیایی قوی و فرایندهای اصطکاکی را داشته باشد. آلیاژهای نیکل دارای مقاومت خوردگی و خزشی در دمای بالا می‌باشد. سوپرآلیاژهای INCONEL 601, 600, 400 دارای ویژگی مقاوم در برابر خوردگی و مناسب برای کاربردهایی مثل مبدل‌های حرارتی، کوره‌ها، لوله‌ها، پمپ‌ها و دریچه‌ها می‌باشد [۲۶].

۶-۱-۲-۲-۶- صنایع الکتریکی

سوپرآلیاژهای INCONEL 600, 601 و INCOLOY 800 در کاربردهای مقاوم الکتریسیته بکار می‌روند. این آلیاژها دارای طول عمر بالایی تحت شرایط نوسان دمایی بوده و قدرت تحمل دمایی تا 1150°C را دارند. همچنین دارای خواص مقاوم در برابر خوردگی و اکسید شدن هستند و مناسب برای سرویس دهی در محیط‌های با دما و فشار بالا می‌باشند.

نیکل 270 به صورت تجاری نیکل خالصی می‌باشد و هدایت الکتریکی و حرارتی بالا داشته که مناسب برای کاربردهای الکترونیکی می‌باشد. آلیاژ NILO 36 به دلیل ضریب انبساط حرارتی پایین در سیستم‌های نوری و الکترونیکی مثل تلسکوپ و لیزر بکار گرفته می‌شود. NILOMAG 77 نیز در سیستم‌های کنترل فشار و سنسورهای هواپیماها استفاده می‌شود. و دارای مغناطیس نرمی بوده که توانایی گرفتن انتشارات میدان مغناطیسی از آنتن‌ها و تجهیزات کامپیوتری را دارا می‌باشد [۲۶].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۲-۲-۷- تجهیزات مقاوم به خوردگی

سوپرآلیاژها مقاوم به خوردگی در سکوهای ساحلی و دستگاه‌های با سیستم خنک کننده آب دریا مورد استفاده قرار می‌گیرند. آلیاژهای INCONEL معمولاً با محیط‌های حساسی بکار گرفته می‌شوند. این سوپرآلیاژها مقاوم به خوردگی و اکسیداسیون بوده و مناسب برای محیط‌های خورنده می‌باشند. آلیاژ INCONEL 725 مقاومت خیلی بالایی در برابر خوردگی، تردی هیدروژنی و ترک‌های خوردگی تنشی داشته که آن را مناسب برای استفاده در زیر دریایی‌ها کرده است.

آلیاژ INCONEL 625 به دلیل استحکام خستگی-خوردگی بالا، مقاومت کششی بالا و مقاومت در برابر ترک‌های خوردگی تنشی یون کلرید، انتخاب مناسبی برای بکار گرفته شدن در آب دریا می‌باشد. استفاده‌های زیادی در طناب‌های فلزی، تیغه‌های پروانه، موتور نیرو محرکه و پوشش کابل‌های ارتباطی زیر آب دارد. آلیاژ MONEL 400 در پایه‌های سکوها و سازه‌های روی دریا استفاده می‌شود [۲۶].

۶-۱-۲-۲-۸- صنعت حفاری

آلیاژهای INCONEL با توانایی مقاومت به ساییدگی، اکسید شدن و خوردگی، در شرایط تحت فشار و دما مناسب برای تجهیزات حفاری مثل دریل‌ها می‌باشند. آلیاژهای INCONEL 617, 693 در این کاربردها مورد استفاده‌های متعدد قرار گرفته‌اند.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱-۱۴: سوپرآلیاژهای مورد استفاده در صنایع مختلف [۲۶].

سوپرآلیاژهای مورد استفاده	کاربرد
INCOLOY 825 ،MONEL 400	استخراج نفت و گاز
آلیاژهای INCONEL	پتروشیمی
INCONEL MIMONIC 90 ،NIMONIC 80A INCONEL 625 ،751 INCOLOY 864	اتومبیل
INCONEL 600, 601, 400	صنایع شیمیایی
INCOLOY 800،INCONEL 600, 601 NILOMAG 77 ،NILO 36	الکتریکی
INCONEL 725, 625 MONEL 400	مقاوم به خوردگی
INCONEL 617, 693	صنعت حفاری

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱-۳- ضرورت تولید سوپرآلیاژها

در حال حاضر بخش عمده‌ای از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور در مقیاس صنعتی از دو طریق حرارتی (نیروگاه های بخار، گازی و سیکل ترکیبی) و یا برقابی (نیروگاه های نصب شده در سدها) تامین می‌شود. سهم انرژی برقابی در حال حاضر کمتر از ۱۰ درصد کل تولید انرژی الکتریکی در کشور است. با توجه به اقلیم کشور که طبق پیش بینی های موجود در سالهای آتی بصورت فزاینده خشک تر می‌شود به نظر نمی رسد که حداقل در آینده نزدیک، سهم انرژی برقابی در کل انرژی تولیدی در کشور افزایش یابد. از طرف دیگر، سایر انواع انرژی، از قبیل انرژی های بادی و خورشیدی با توجه به ملاحظات اقتصادی نمی توانند در آینده نزدیک سهم تعیین کننده ای در تولید انرژی در کشور ایفا کنند. بر مبنای این ملاحظات و با توجه به وجود منابع عظیم گاز در کشور، از ابتدای دهه ۱۳۷۰، با تاسیس گروه مپنا برنامه ریزی گسترده ای در وزارت نیرو با هدف بومی سازی صنعت توربین گازی به عنوان محور تولید انرژی الکتریکی آغاز شد و با تاسیس شرکت های توگا و پرتو و انتقال دانش فنی از شرکت زیمنس (از طریق شرکت آنسالدو انرجیا، ایتالیا)، از اوایل دهه ۱۳۸۰، ساخت توربین صنعتی سنگین V94.2 با توان ۱۵۰ مگاوات شروع شد و تا کنون بیش از صد توربین از این مدل ساخته و تحویل شده است. علاوه بر این فعالیت های گسترده ای در زمینه ساخت سایر توربین های گازی شرقی و غربی با توان های متفاوت مورد نیاز صنعت و یا قطعات حساس مورد نیاز توربین های موجود در جریان است. برآوردهای اولیه نشان می‌دهند که تا کنون بیش از ۳ میلیارد دلار در صنعت ساخت توربین گاز صنعتی در وزارت نیرو سرمایه گذاری شده است

www.Telegram.me/Commodities

توربین های گازی علاوه بر وزارت نیرو در وزارت نفت نیز کاربرد گسترده ای دارند. در حال حاضر نزدیک به ۱۰۰۰ توربین گاز با توان ۲۵ مگاوات و پایین تر در مجموعه شرکت های وابسته به نفت، گاز و پتروشیمی به کار گرفته شده اند و با توجه به سیاست گذاری‌های انجام شده این تعداد بصورت فزاینده رو به افزایش است. در یک دهه اخیر، فعالیت های مرتبط با ساخت توربین گاز و قطعات حساس در شرکت های زیرمجموعه وزارت نفت توسعه قابل توجهی یافته اند و شرکت های متعددی در این زمینه فعالیت می‌کنند.

بطور متوسط، ۳۰ درصد از وزن یک توربین گازی صنعتی از سوپرآلیاژها تشکیل شده است در حالیکه از نظر ارزش، قطعات سوپرآلیاژی در حدود ۶۰ درصد قیمت یک توربین گاز را به خود اختصاص می‌دهند. این سهم در مورد توربین های هوایی که بیش از ۷۰ درصد وزن آنها از سوپرآلیاژها تشکیل شده است بمراتب بیشتر است. علاوه بر صنعت توربین گاز، صنایع دریایی، پتروشیمی، نظامی و صنایع مرتبط با ساخت تجهیزات دمای بالا (نظیر ساخت انواع کوره ها) و نیز صنایع مرتبط با ساخت قطعات پزشکی و بیولوژیکی به میزان قابل توجهی به سوپرآلیاژها به عنوان مواد اولیه تکیه دارند.

تنها با در نظر گرفتن توسعه فعالیت های مرتبط با ساخت توربین های گازی صنعتی در کشوردر یک دهه اخیر، نیاز به تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در داخل کشور به عنوان یک ضرورت توجیه خواهد شد. در حال حاضر بیش از ۱۵۰۰ توربین با توان های مختلف مشغول به کار هستند و این تعداد با سرعت فزاینده ای در حال افزایش است. تا قبل از آغاز صنعت ساخت توربین و قطعات توربینی در داخل کشور، کلیه قطعات لازم برای تعمیر و نگهداری این توربین ها بصورت قطعات تمام شده و آماده نصب از خارج از کشور خریداری می-شدند و لذا نیازی به تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در داخل کشور وجود نداشت. با توسعه صنعت ساخت توربین های گازی در کشور نیاز به مواد اولیه بصورت فزاینده افزایش یافته است.

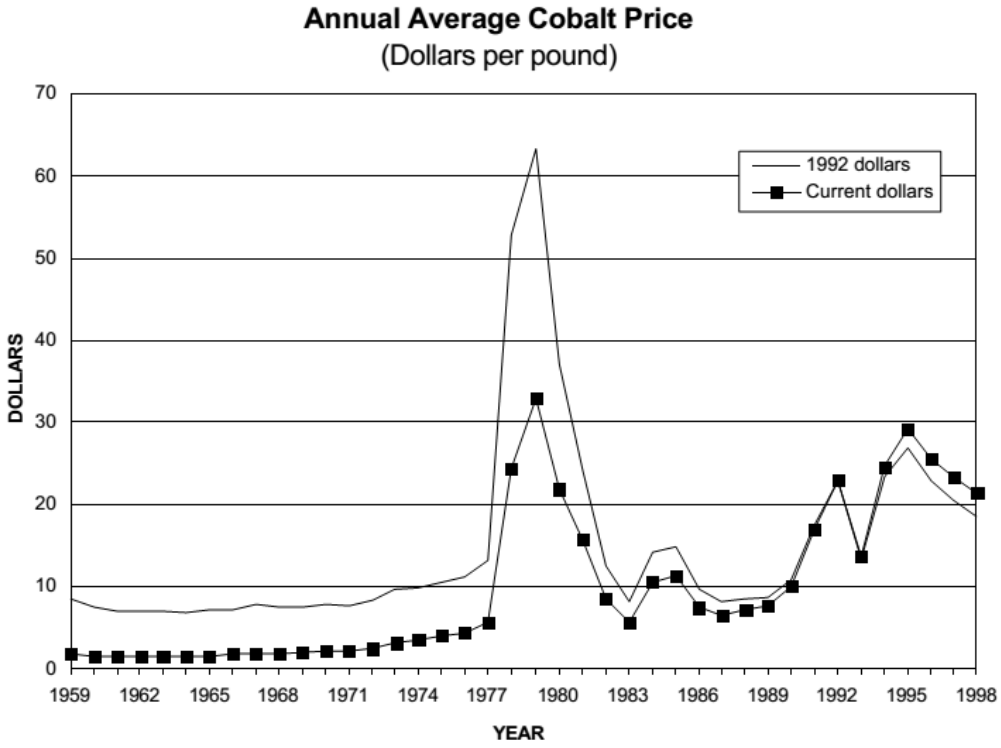
www.Telegram.me/Commodities

در حال حاضر مواد اولیه سوپرآلیاژی عمدتاً از کشورهای غربی تامین می‌شود که با توجه به شر ایط ویژه ناشی از محدودیت های موجود، تامین این مواد بعضاً با دشواری مواجه شده و علاوه بر ایجاد مشکلاتی در تهیه به موقع مواد مورد نیاز، هزینه های اضافی قابل توجهی را به صنعت تحمیل می‌نماید. از سوی دیگر، بدلیل تنوع عناصر آلیاژی بکار رفته در سوپرآلیاژها، بازار جهانی این مواد استراتژیک هر از چند گاه دستخوش نوسانات قابل توجه و بعضاً بحران های مقطعی ناشی از عوامل سیاسی و حوادث طبیعی و بر هم خوردن تعادل عرضه و تقاضا می‌شود. پیامد این نوسانات دوره ای، افزایش شدید در قیمت بعضی از سوپرآلیاژها از یکسو و، مهمتر از آن، افزایش چشمگیر در زمان تحویل دهی این آلیاژها به صنایع مصرف کننده است. به عنوان مثال می توان از بحران کبالت در سالهای ۱۹۷۸ تا ۱۹۸۲ میلادی بدلیل شرایط سیاسی در زئیر سابق (جمهوری دمکراتیک کنگو فعلی) که بیش از نیمی از کبالت دنیا را تولید می‌کند و تکرار آن در سالهای ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵ میلادی نام برد که باعث افزایش قیمت کبالت تا ۱۰ برابر قیمت پایه گردید (شکل ۱-۲۷). همچنین بحران نیکل در سالهای ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ میلادی باعث ۵ برابر شدن قیمت این عنصر کلیدی شد (شکل ۱-۲۸) و بحران تانتالم در سال های ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۰ (بدلیل افزایش تقاضا در صنایع میکروالکترونیک) قیمت این عنصر را در مدت یکسال تا ۶ برابر افزایش داد (شکل۱-۲۹) [۲۷]. این قبیل نوسانات با دامنه های متفاوت همواره وجود داشته و خواهند داشت و می توانند اثرات مخربی بر صنایع وابسته داشته باشند. لذا در صورت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در داخل کشور و تکمیل چرخه تولید، از سرمایه گذاری های انجام شده در صنایع پایین دستی در داخل کشور حفاظت خواهد شد. همچنین، قطعات سوپرآلیاژی در سایر صنایع بویژه نفت، گاز و پتروشیمی کاربرد گسترده ای دارند. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و تمرکز کشورهای نفت خیز در منطقه، تولید سوپرآلیاژها در کشور می تواند از این بازار منطقه ای بهره مند شود.

www.Telegram.me/Commodities

از مزایای جانبی تولید سوپرآلیاژها در کشور، ارتقای تکنولوژی تولید مواد اولیه فلزی در کشور است. در حال حاضر بخش عمده از مواد اولیه فلزی طی عملیات ذوب در هوای محیط تولید می‌شوند. با توجه به وابستگی تولید سوپرآلیاژ به تکنولوژی ذوب تحت خلا در مقیاس صنعتی، تولید سوپرآلیاژها باعث ارتقای تکنولوژی کشور در زمینه متالورژی تحت خلا خواهد شد. این امر به نوبه خود تاثیر مثبتی بر تولید سایر مواد اولیه استراتژیک در کشور خواهد داشت.

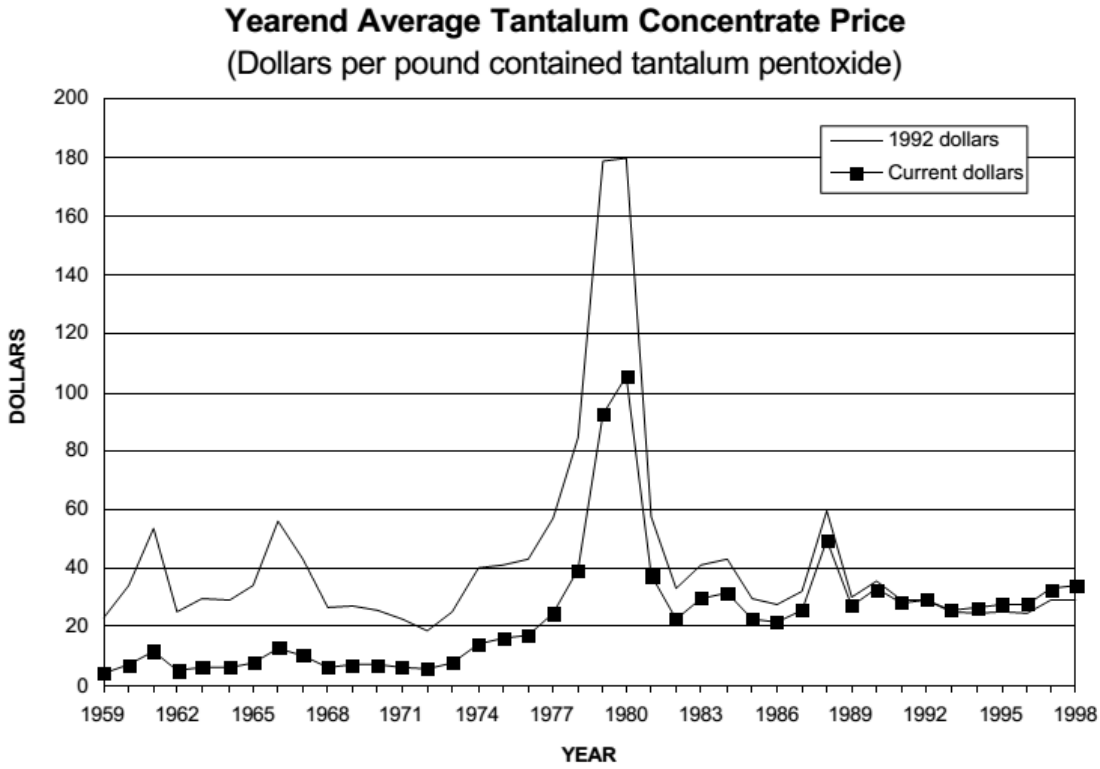
www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۲۷: تغییرات قیمت کبالت (دلار بر پوند وزنی) بین سال‌های ۱۹۵۹ تا ۱۹۹۸ [۲۷].

شکل ۱-۲۸: تغییرات قیمت نیکل (دلار بر تن) از سال ۲۰۰۳ تا اواسط سال ۲۰۱۳ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۱-۲۹: تغییرات قیمت تانتالم (دلار بر پوند وزنی) از سال ۱۹۵۹ تا سال ۱۹۹۸ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

فصل دوم

بند ۶-۲- تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها از نظر فنی و اقتصادی

www.Telegram.me/Commodities

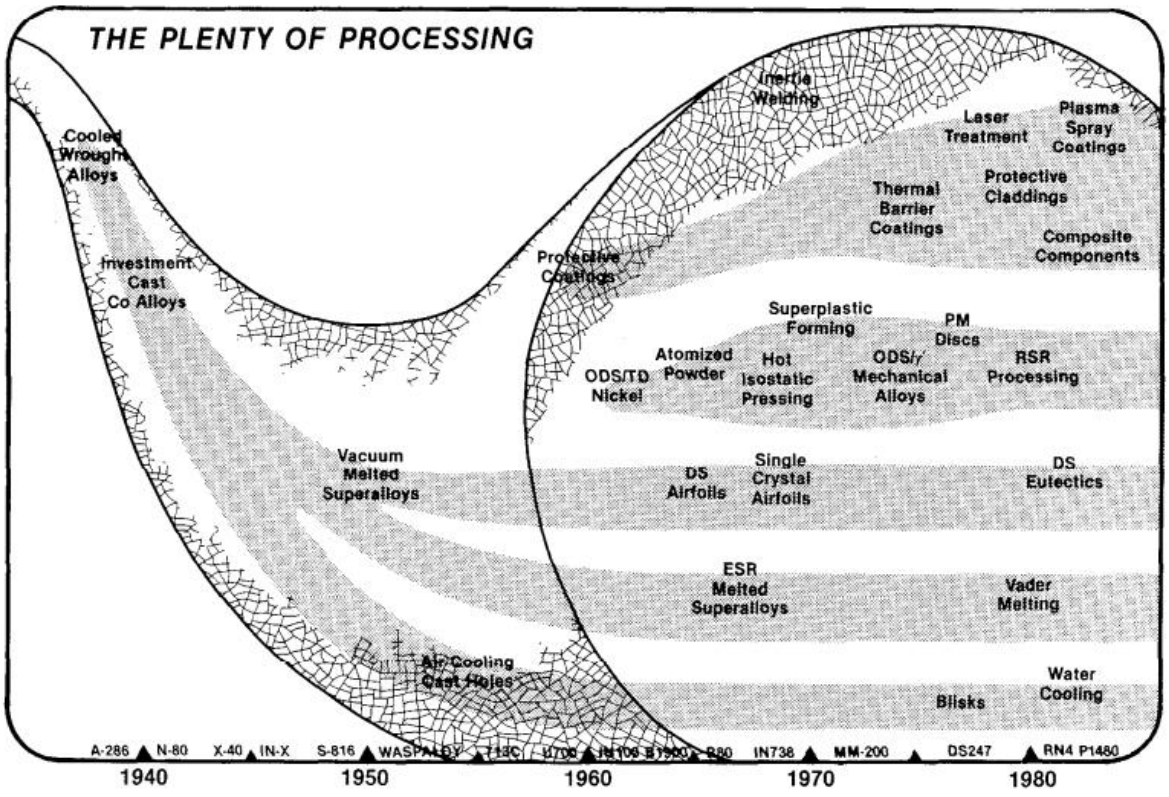
۶-۲-۱- مروری بر تاریخچه تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها

در طول ۷۰ سال گذشته، تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها بدلیل نیاز روزافزون به آلیاژهایی با ترکیب شیمیایی پیچیده تر، تمیزتر و از نظر ساختاری همگن تر دستخوش تحولات مهمی شده است. از میان فرآیندهای مورد استفاده در تولید شمش های سوپرآلیاژی، فرآیند ذوب (و ذوب مجدد) مهمترین مرحله در تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی است. فرآیند ذوب بصورت بنیادی خواص قطعات سوپرآلیاژی از قبیل محفظه احتراق، پره های ثابت و متحرک، دیسک ها و شفت ها را کنترل می‌کند. در صورت وجود هر گونه عیب در تولید شمش ریختگی اولیه، قطعاتی که در مراحل بعدی از این شمش ساخته می‌شوند قطعاً نامرغوب بوده و امکان تصحیح خواص قطعه با کنترل پارامترهای فورجینگ یا عملیات حرارتی بعدی وجود نخواهد داشت. بنابراین بخش قابل توجهی از نوآوری ها در تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها متمرکز بر کنترل بهتر فرآیندهای ذوب بوده اند.

در دهه‌های ۳۰ و ۴۰ میلادی، سوپرآلیاژهای اولیه با اعمال تغییراتی در ترکیب شیمیایی فولادهای زنگ‌نزن استنیتی توسعه یافتند و فرآیند ذوب این سوپرآلیاژها عمدتاً در کوره های قوس الکتریکی (EAF) انجام می‌شد. با کشف تاثیر شگرف عناصر فعالی نظیر تیتانیم و آلومینیوم بر خواص سوپرآلیاژها، لزوم ریخته گری تحت خلا مشخص شد. مهمترین نقش در توسعه صنعتی کوره های القایی ذوب تحت خلا (VIM) را شرکت های جنرال الکتریک (GE) ، فلزات خاص (Special Metals) و Inco Alloys در دهه ۵۰ میلادی ایفا کردند. این تکنولوژی امروزه نیز به عنوان تکنولوژی اصلی در تولید شمش های ریختگی و الکترودهای مورد استفاده در فرآیندهای ذوب مجدد بکار گرفته می‌شود. نیروی محرکه برای این تلاش ها و سرمایه گذاری های کلان در دهه ۵۰ ، با توجه به جنگ جهانی دوم و مسابقه قدرت پس از آن، کسب برتری در نبردهای هوایی توسط هواپیماهای جنگی از طریق بهبود عملکرد موتور از طریق افزایش دما بوده است. دو صنعت توربین جت برای مصارف نظامی و غیر

www.Telegram.me/Commodities

نظامی و توربین صنعتی برای تولید برق در حال حاضر نیز مهمترین بازارهای مصرف سوپرآلیازها هستند. با توسعه سوپرآلیاژها و کاربرد گسترده آنها در صنایع مختلف، تعداد قابل توجهی از تکنولوژی های جدید جهت بهبود عملکرد قطعات سوپرآلیاژی بویژه در دهه ۷۰ میلادی ابداع شدند و این دوره به عنوان "دهه فرآیند" در صنعت سوپرآلیاژ شناخته می‌شود. بخش عمده ای از این فرایندها به عنوان فرآیندها تکمیلی پس از ذوب ابداع شدند اما تعدادی نیز بر روی نحوه تولید دسته‌های مختلف از این مواد استراتژیک متمرکز شدند. به‌عنوان مثال می‌توان به متالورژی پودر و آلیاژسازی مکانیکی با توزیع ذرات اکسیدی (ODS) اشاره کرد. در شکل ۲-۱ روند تغییرات در فرآیندهای مرتبط با سوپرآلیاژها بصورت شماتیک نشان داده شده است[۳].



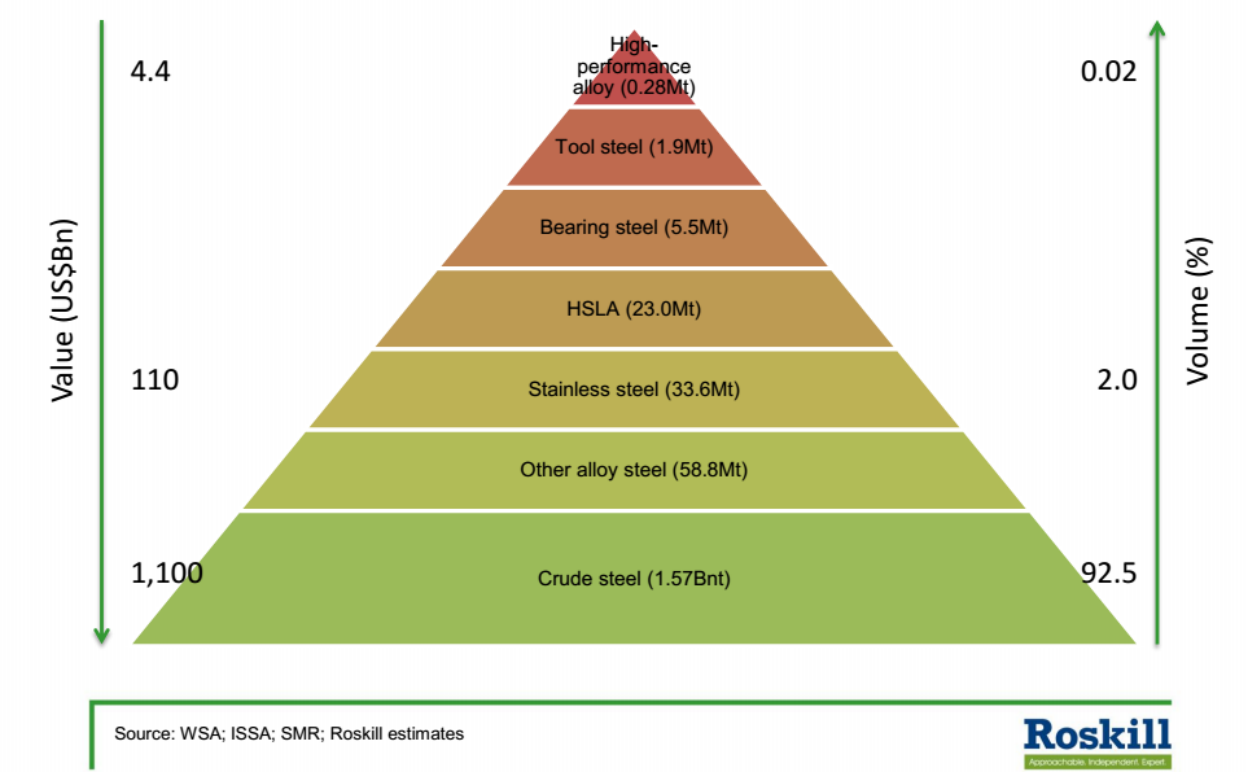
شکل ۲-۱- سیر معرفی انواع پروسه‌های ساخت محصولات سوپر آلیاژی[۳].

www.Telegram.me/Commodities

از دهه ۸۰ میلادی به بعد تحقیقات عمدتاً بر روی افزودن عناصر آلیاژی تحت فرایند خلأ و دستیابی به انواع ترکیبات سوپر آلیاژی به منظور کاربرد در زمینه‌های خاص متمرکز شد و پیشرفت چشمگیری ازلحاظ تکنولوژی ذوب اولیه رخ نداده است. هنوز بخش اعظم مواد اولیه سوپرآلیاژی از طریق فرآیند ذوب اولیه و یا ترکیب فرآیند ذوب و عملیات ترمومکانیکی بعدی تولید می‌شوند که تا دهه ۸۰ میلادی توسعه یافته بودند. البته در این فاصله پیشرفت‌های مهمی در کنترل پارامترهای فرآیندهای تولید حاصل شده است و کوره های ذوب اولیه و ذوب مجدد امروزی امکان کنترل بهتری بر فرآیند را فراهم نموده‌اند. این امر به نوبه خود میزان ضایعات را کاهش داده و بازدهی فرآیند را افزایش می‌دهد. بخش قابل توجهی از تکنولوژی‌های توسعه یافته در سه دهه‌ی اخیر مرتبط با ساخت قطعات سوپرآلیاژی پیچیده تر از مواد اولیه و بویژه فرآیندهای تکمیلی از قبیل پوشش دهی قطعات سوپرآلیاژی متمرکز بوده است.

تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها نسبت به تولید فولاد ساختمانی و آلیاژی بسیار پیچیده تر بوده و با توجه به قیمت بالاتر سوپرآلیاژها، مصرف آنها محدود به کاربردهای خاص و استراتژیک شده است. در شکل ۲-۲ مقایسه ای از میزان تولید سوپرآلیاژها در مقایسه با گروه های فولادی مختلف در سال ۲۰۱۳ آورده شده است. ملاحظه می‌شود که حتی در مقایسه با فولادهای ابزار، تولید سوپرآلیاژها بسیار محدودتر است. از نظر تکنولوژی تولید و ارزش اقتصادی به ازای واحد وزن، سوپرآلیاژها در راس هرم آلیاژهای صنعتی قرار دارند [۲۸].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۲: تولید سوپرآلیاژها در مقایسه با فولادها در سال ۲۰۱۳ میلادی [۲۸].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۲- بررسی و مقایسه روش‌های متداول تولید سوپر آلیاژها

مواد اولیه سوپرآلیاژی عمدتاً به سه روش (الف) ذوب اولیه، (ب) ذوب اولیه+ذوب مجدد+عملیات ترمومکانیکی و (ج) متالورژی پودر تولید می‌شوند. آلیاژهای حاصل از هر یک از این روشها ویژگی های متفاوتی از نظر ترکیب شیمیایی و خواص دارند که در بخش های زیر بررسی می‌شوند. جزئیات فرآیند های تولید در بخش های بعدی به تفصیل تشریح خواهند شد.

۶-۲-۲-۱- سوپر آلیاژهای ریختگی

سوپرآلیاژهایی که پس از فرآیند ذوب اولیه بصورت شمش ریختگی برای ساخت قطعات نهایی استفاده می‌شوند سوپرآلیاژهای ریختگی نامیده می‌شوند. از آنجا که این آلیاژها توسط عملیات استحکام بخشی نمی‌شوند، ترکیب شیمیایی آنها بگونه‌ای است که استحکام لازم را در شرایط سرویس فراهم آورد. معمولاً این آلیاژها از نظر ترکیب شیمیایی پیچیده‌تر بوده و کنترل فرآیند دقیق‌تری را لازم دارند[۲۹].

۶-۲-۲-۲ سوپر آلیاژهای کارپذیر

این گروه از سوپر آلیاژها از طریق ترکیبی از فرآیندهای ذوب اولیه، ذوب ثانویه و عملیات ترمومکانیکی تولید می‌شوند. شمش ریخته گری شده در ذوب اولیه به عنوان الکترود در یک یا دو مرحله فرآیند های ذوب ثانویه (ESR , VAR) تصفیه شده و از نظر ریزساختاری برای عملیات ترمومکانیکی بعدی آماده می‌شود. ترکیب

www.Telegram.me/Commodities

شیمیایی آلیاژهای کارپذیر بدلیل نیاز به تغییرفرم پلاستیک معمولاً ساده‌تر از آلیاژهای ریختگی است. بسته به نوع محصول مورد نیاز، عملیات ترمومکانیکی متفاوتی بر روی شمش‌های حاصل از ذوب مجدد اعمال می‌شود. به عنوان مثال از عملیات فورجینگ برای ساخت قطعاتی نظیر دیسک‌ها و شفت‌ها استفاده می‌شود، در حالیکه ورق‌های سوپرآلیاژی از طریق فرآیند نورد بدست می‌آیند[۱۸].

۶-۲-۲-۳- سوپرآلیاژهای متالورژی پودر

پودر سوپرآلیاژها را می‌توان از طریق اتمیزه کردن مذاب بدست آورد. با استفاده از ترکیب مناسب این پودرها و اعمال فرآیندهایی نظیر اکستروژن، پرس گرم[۲۶] ویا پرس گرم ایزو استاتیک[۲۷] (HIP) قطعات سوپرآلیایی با کیفیت های خاص قابل تولید هستند. از فرآیند متالورژی پودر برای ساخت قطعاتی با نقطه ذوب بالا و یکنواختی ترکیب شیمیایی استفاده می‌شود. در بعضی از آلیاژها بدلیل اختلاف قابل توجه در نقطه ذوب و دانسیته‌ی عناصر تشکیل دهنده و دشواری فرآیندهای تکمیلی نظیر ماشینکاری، استفاده ار فرآیندهای ذوب و ریخته گری ممکن نیست. در این شرایط تولید قطعات با شکل نهایی توسط متالورژی پودر یکی از گزینه‌های متداول است[۳۰].

[26] Hot Press
[27] Hot Isostatic Press

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۴ دورنمای استفاده از تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها در کشور

به منظور بررسی دقیق دورنمای استفاده از این تکنولوژی در کشور، در ابتدا باید به اهمیت این تکنولوژی در سایر صنایع اشاره کرد. فرایند تولید بسیاری از مواد غیر سوپرآلیاژی بر اساس تکنولوژی خلا می‌باشد که در زیر آمده است:

- آلیاژهای Ti
- آلیاژهای پلاتین
- پودر آلیاژهای نقره
- پودر آلیاژهای طلا
- آلیاژهای پالادیوم

همانطور که مشاهده می‌شود با ورود این دانش به کشور نه تنها تولید سوپرآلیاژها ممکن می‌شود، بلکه تولید سایر آلیاژهای اشاره شده نیز ممکن خواهد بود. از طرفی با ورود این تکنولوژی به کشور، با حمایت‌های مالی مناسب می‌توان سطح دانش محققان داخلی در زمینه کوره‌های صنعتی که به دلایل مختلف در سطح چندان بالایی قرار ندارد را افزایش داد.

۶-۲-۳- جایگاه و نقش تکنولوژی، تحقیقات و توسعه در صنعت تولید سوپر آلیاژ

سوپرآلیاژها پیچیده ترین آلیاژها از نظر ترکیب شیمیایی در میان تمامی گروه های آلیاژی هستند. علاوه بر پیچیدگی ترکیب شیمیایی و تعدد عناصر سازنده، نیاز به کنترل عناصر مضر حتی در مقادیر ناچیز نظیر یک قسمت وزنی در میلیون (ppm) و نیز عیوب ناشی از فرآیند تولید نظیر حفره‌های انقباضی و ناهمگنی‌های موضعی، فرآیند تولید سوپرآلیاژها را به یکی از دشوارترین فرآیندهای تولید از نظر فنی تبدیل نموده است.

www.Telegram.me/Commodities

تکنولوژی ذوب تحت خلا پیچیدگی‌های بیشتری نسبت به فرایندهای ذوب در هوا دارد. لزوم کنترل دقیق مواد اولیه، انتخاب رژیم خلا مناسب برای تولید هر یک از آلیاژها و جلوگیری از آلودگی های متفاوت، از پیشنیازهای مهم در تولید موفق سوپرآلیاژها هستند. با توجه به قیمت بسیار بالای سوپرآلیاژها در مقایسه با سایر گروه‌های آلیاژی از قبیل فولادها، وجود نرخ ضایعات بالا عملا اقتصادی بودن فرآیند تولید را غیرممکن می‌سازد. لذا کنترل دقیق پارامترهای تولید اجباری است و این بدون انجام تحقیقات در مقیاس کوچک قبل از تولید انبوه امکان‌پذیر نیست. از سوی دیگر، کنترل کیفی محصولات تولیدی نیاز به تکنیک های پیشرفته‌تری نسبت به سایر آلیاژها دارد. به عنوان مثال تعیین انالیز شیمیایی در سوپرآلیاژها بسیار پیچیده‌تر از فولادها بوده و نیاز به تجهیزات پیشرفته تری دارد. همچنین تست های لازم برای کنترل خواص مکانیکی سوپرآلیاژها بویژه در دمای بالا نیازمند تجهیزات مناسب است. علاوه بر این مطالعات ریزساختاری در سوپرآلیازها بسیار دقیق تر بوده و با توجه به اجزای ریزساختاری متعدد در این آلیاژها نیازمند تجربه بالایی است.

صنعت سوپرآلیاژ بدون انجام تحقیقات گسترده در تمامی حوزه ها از قبیل کنترل پارامترهای تولید، آزمایشات کنترل کیفی و فرآیند های تکمیلی نظیر عملیات حرارتی نمی‌تواند رشد لازم را داشته باشد. توسعه صنعت سوپرآلیاژ در چند دهه‌ی اخیر مرهون تحقیقات پیوسته با هدف ابداع آلیاژهای جدید و ارتقای کیفی آلیاژهای موجود بوده است. تاریخچه سوپرآلیازها نشان می‌دهد که بدلیل نقش گلوگاهی سوپرآلیاژها در صنایع پیشرفته، هرگاه توفیقی در ارتقای کیفی این آلیاژها بدست آمده است نتایج حاصله بلافاصله در ارتقای کیفیت محصولات مورد استفاده قرار گرفته اند. این حقیقت را می‌توان با توجه به همزمانی ابداع آلیاژهای جدید و ارایه توربین های با کیفیت بهتر تحقیق نمود. بنابراین، توسعه بازار مصرف سوپرآلیاژها تابع انجام تحقیقات و توسعه ی آلیاژهای جدید با قابلیت های مورد نیاز صنایع مصرف کننده بوده است.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۴ دورنمای استفاده از تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها در کشور

همانگونه که در فصل اول این گزارش به تفصیل بحث شد، با توجه به گسترش روز افزون صنعت توربین گازی در دو حوزه استراتژیک انرژی و نفت در کشور و نیاز به تامین مواد اولیه مورد نیاز این صنعت، تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور یک ضرورت است. تا کنون مواد اولیه سوپرآلیاژی از طریق شرکت های خارجی و با مشکلات فراوان و قیمت های بالاتر از نرم جهانی تهیه می‌شوند. این روش تهیه مواد اولیه قطعاً پایدار و اقتصادی نیست و ممکن است تحت شرایط خاص، بویژه در بحران های متداول در عناصر آلیاژی (به فصل اول مراجعه شود)، خسارت های جدی به صنعت توربین گاز کشور وارد شود. متاسفانه تا کنون توجه چندانی به این نیاز حیاتی در صنایع بالادستی کشور نشده است. علاوه بر صنعت توربین گاز، سوپرآلیاژها کاربردهای عمده ای در سایر صنایع بویژه نفت، گاز و پتروشیمی دارند که همگی صنایع در حال توسعه کشور هستند. از طرف دیگر بازار بزرگی در منطقه خاورمیانه برای سوپرآلیاژها وجود دارد که عمدتاً توسط شرکت های غربی از آن بهره-برداری می‌شود. با توجه مزایای چند جانبه که ایجاد صنعت تولید سوپرآلیاژها در ارتقای تکنولوژی تولید مواد استراتژیک در کشور و صیانت از سرمایه گذاری های انجام شده در صنایع پایین دستی خواهد داشت امید است در آینده نزدیک با برنامه ریزی مناسب، تکنولوژی تولید سوپرآلیاژها در کشور بومی شده و مواد اولیه استراتژیک مورد نیاز کشور بصورت پایدار تامین گردد.

۶-۲-۵ بررسی تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها در مراحل مختلف تولید

مواد اولیه یکی از مهمترین حلقه ها در زنجیره‌ی تولید است. با توجه به اهمیت عناصر تشکیل دهنده برای تولید شمش های سوپرآلیاژی، در این بخش ابتدا عناصر مهم مورد نیاز برای ساخت یک شمش سوپرآلیاژی بررسی و سپس فرایندها و تکنولوژی‌های تولید تشریح شده‌اند.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱- عناصرمهم در تولید سوپرآلیازها

عناصر متعددی از جدول تناوبی تاثیر مثبت یا منفی بر خواص سوپرآلیاژها دارند و در فرآیند تولید به عنوان عناصر سازنده و یا مزاحم کنترل می‌شوند. از این میان نیکل، کبالت، کروم، آهن، تنگستن و مولیبدن عمدتا به عنوان عناصر اصلی[۲۸] و آلومینیوم، تیتانیم، تانتالم، نایوبیم، منگنز، سیلیسیم و کربن به عنوان عناصر جزیی[۲۹] در مقادیر مناسب به ترکیب آلیاژ افزوده می‌شوند. عناصر مزاحم نظیر سرب، آنتیموان، قلع، روی، جیوه، بیسموت و گالیم می‌توانند در صورت عدم کنترل دقیق مواد اولیه به صورت ناخالصی به همراه عناصر اصلی و مفید وارد ترکیب آلیاژ شوند. این عناصر عمدتاً زود ذوب بوده و حتی مقادیر بسیار جزیی آنها (بیش از چند ppm) استحکام آلیاژ در دمای بالا را تهدید می‌کند. در این بخش عناصر مفید و مورد نیاز صنعت تولید سوپرآلیاژ و میزان فراوانی آنها به اختصار بررسی شده اند.

۶-۲-۵-۱-۱ نیکل

نیکل یکی از فلزات اصلی و رایج در صنایع مختلف فلزی، فولادها (در فولادهای زنگ نزن تا ۳۵٪) و آلیاژهای غیر آهنی می‌باشد. نیکل دارای هدایت حرارتی و الکتریکی پایین و خاصیت مغناطیسی می‌باشد. خواص مهم در کاربردهای صنعتی این عنصر شامل مقاومت به اکسیداسیون و خوردگی، استحکام دمای بالا و قابلیت آلیاژسازی با فلزات مختلف می‌باشد. در پوسته زمین فراوانی این عنصر 80ppm بوده که غلظت آن در هسته زمین مقادیر بسیار بالاتری می‌باشد و درمجموع پنجمین عنصر رایج در کره زمین می‌باشد [۲۷].

[28] Major Element
[29] Minor Element

www.Telegram.me/Commodities

ذخایر نیکل

تاکنون کانی‌های زیادی از نیکل شناخته‌شده، اما نسبتاً تعداد محدودی از آن‌ها به مقدار کافی برای بهره‌برداری موجود می‌باشند. کانی‌های اصلی به دو دسته سولفیدی و لاتریتی[۳۰] طبقه‌بندی می‌شوند. پنتلاندیت[۳۱] یکی از مهم‌ترین کانی‌های سولفیدی و garnierite و nickeliferous limonite مهم‌ترین کانی‌های لاتریتی می‌باشند. حدود ۴۰ درصد از منابع نیکل در کانی‌های سولفیدی و ۶۰ درصد نیز لاتریتی می‌باشند [۲۷].

جدول ۲- ۱- منابع مختلف کانی‌های نیکل در دنیا [۲۷].

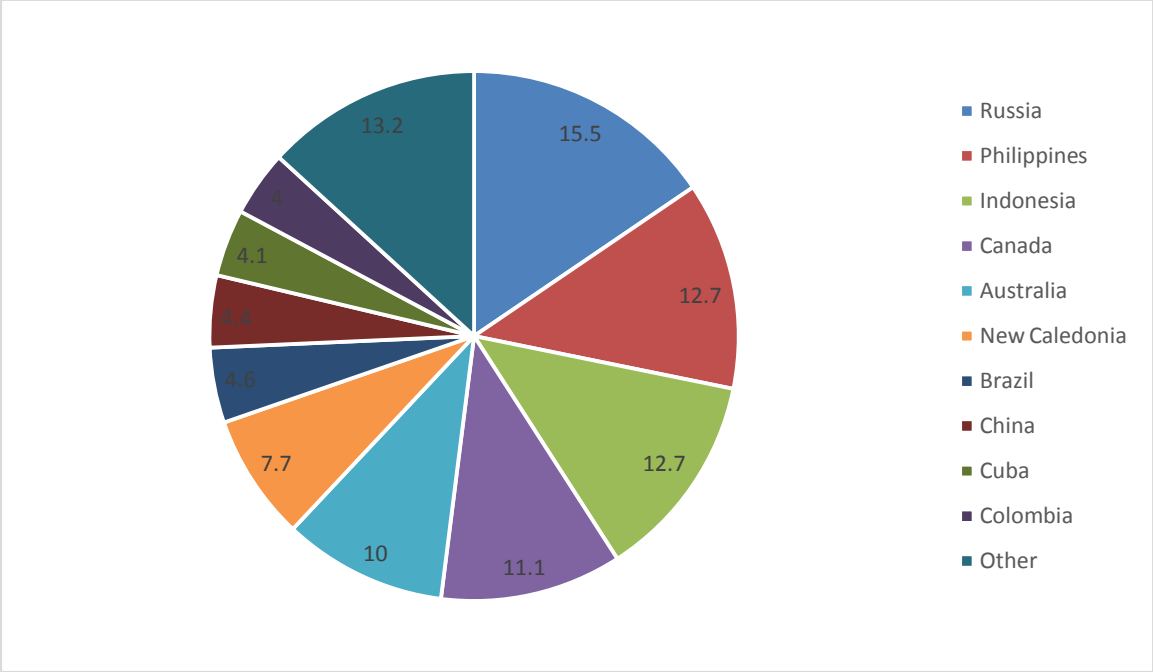
Country/region	Resource (Mt) magmatic sulphides	% of world total magmatic sulphides	Resource (Mt) laterites	% of world total laterites	Total Ni resources	% of world total
New Caledonia			37	22.9	37	14.1
Australia	13	12.8	21	13.1	34	13.0
Africa	19	18.3	13	8.1	32	12.0
Canada	28	28.1			28	10.8
Philippines			28	17.4	28	10.7
Russia	28	27.2			28	10.5
Indonesia			25	15.8	25	9.5
Central & South America			17	10.6	17	6.5
Caribbean			11	6.9	11	4.2
USA	8	7.9			8	3.1
China	6	5.4			6	2.3
Asia & Europe	0	0.2	5	3.3	5	2.0
Other Australasia			3	2.0	3	1.1
Total	101	100.0	161	100.0	262	100

[30] - Laterite
[31] Pentlandite

www.Telegram.me/Commodities

تولید نیکل در دنیا

روسیه با تولید بیش از ۳۵۰۰۰۰ تن نیکل بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی نیکل در دنیا می‌باشد. بعد از روسیه کشورهای کانادا، اندونزی، استرالیا و... بیشترین تولید را در سال‌های گذشته داشته اند. در شکل زیر درصد تولید این کشورها در سال ۲۰۰۷ آورده شده است [۲۷].



شکل ۲-۲- تولید نیکل در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

۶-۲-۵-۱- ۲- کبالت

کبالت معمولاً به عنوان فلز در مصارف مغناطیسی، مقاوم به اصطکاک و استحکام بالا استفاده می‌شود. این عنصر مقاومت و استحکام خود را تا دماهای بالا حفظ کرده و دارای هدایت حرارتی و الکتریکی پایین می‌باشد. همچنین از قابلیت‌های دیگر این عنصر، ساختن آلیاژهای مختلف در کنار فلزات دیگر به‌منظور افزایش استحکام

www.Telegram.me/Commodities

و حفظ خواص مغناطیسی در دماهای بالا می‌باشد. کبالت به‌صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود بلکه به شکل ترکیب در پوسته زمین گسترده شده که غلظت متوسط آن 25ppm می‌باشد.

ذخایر کبالت

کانی‌های زیادی حاوی کبالت بوده که بعضی از آن‌ها کم‌یاب و یا مختص به مکان‌های خاص می‌باشند. اصلی‌ترین گروه کانی‌های دارای غلظت کافی از کبالت، کانی‌های سولفیدی، نمک‌های سولفیدی ارسنیدی و اکسیدی می‌باشند [۲۷].

جدول ۲-۲- کانی‌های رایج حاوی کبالت [۲۷].

Name	Group	Formula	Example deposits
Erythrite	Arsenate	$Co_3(AsO_4)_2.8H_2O$	Daniel Mine, Germany; Bou Azzer, Morroco.
Skutterudite	Arsenide	$(Co,Ni)As_3$	Skutterud Mines, Norway; Bou Azzer, Morroco.
Cobaltite	Sulphosalt	CoAsS	Sudbury, Canada; Broken Hill, New South Wales, Australia.
Carrollite	Sulphide	$Cu(Co,Ni)_2S_4$	Chambishi, Copperbelt, Zambia; Carroll County, Maryland, USA.
Linnaeite	Sulphide	$Co^{2+}Co_2^{3+}S_4$	Bou Azzer, Morroco; Nor'ilsk, Russia
Asbolite (Asbolane)	Oxide	$(Ni,Co)_{2-x}Mn^{4+}(O,OH)_4.nH_2O$	Koniambo Massif, New Caledonia.

در حال حاضر منابع کبالت حدود ۷ میلیون تن تخمین زده‌شده‌اند، که حدود نیمی از آن در کنگو می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

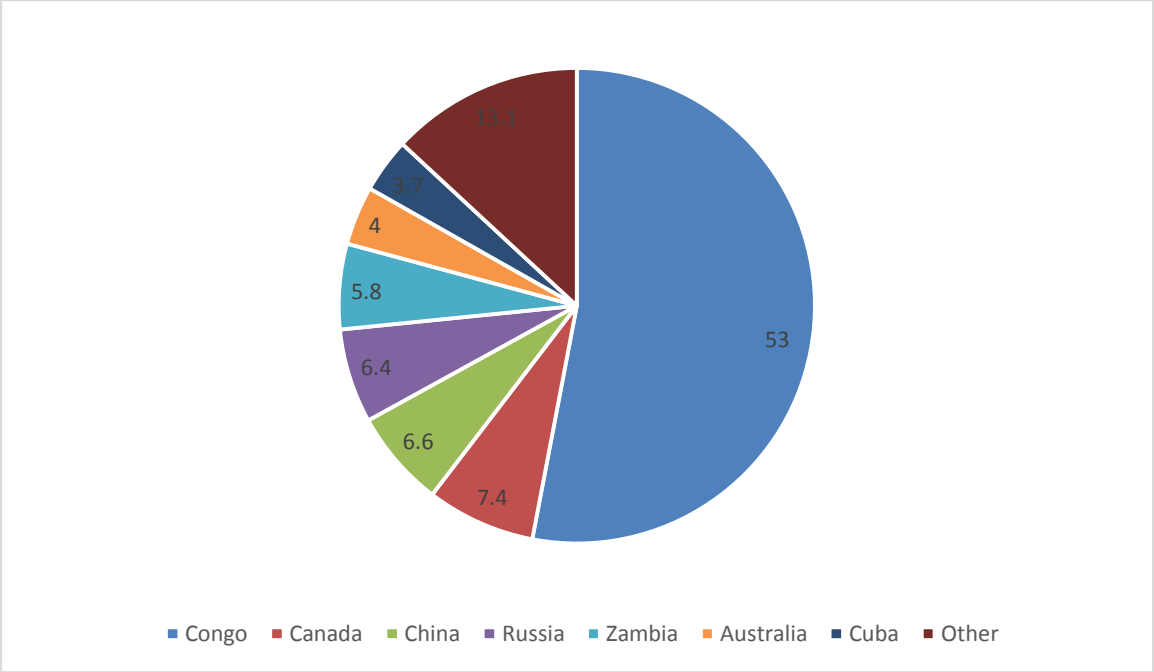
جدول ۲-۳- منابع موجود از کبالت در دنیا [۲۷].

Country	Reserves ('000 tonnes)	Percent share
Congo, D.R.	3400	47.9
Australia	1500	21.1
Cuba	1000	14.1
Zambia	270	3.8
Russia	250	3.5
New Caledonia	230	3.2
Canada	120	1.7
China	72	1.0
United States	33	0.5
Brazil	29	0.4
Morocco	20	0.3
Rest of the world	180	2.5

تولید کبالت

کبالت توسط ۱۴ کشور استخراج می‌شود که معمولاً در کنار استخراج مس و نیکل این عمل صورت گرفته است. حدود ۴۰ درصد از تولید این فلز توسط کنگو صورت گرفته است و کشورهایی مثل کانادا، استرالیا و روسیه در رتبه‌های بعدی قرارگرفته‌اند که در این میان تولید سالیانه روسیه رو به کاهش می‌باشد. شکل ۲-۴ تولید کبالت در سال ۲۰۱۱ میلادی را نشان می‌دهد [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲- ۳- تولید کبالت در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

۶-۲-۵-۱-۳- کروم

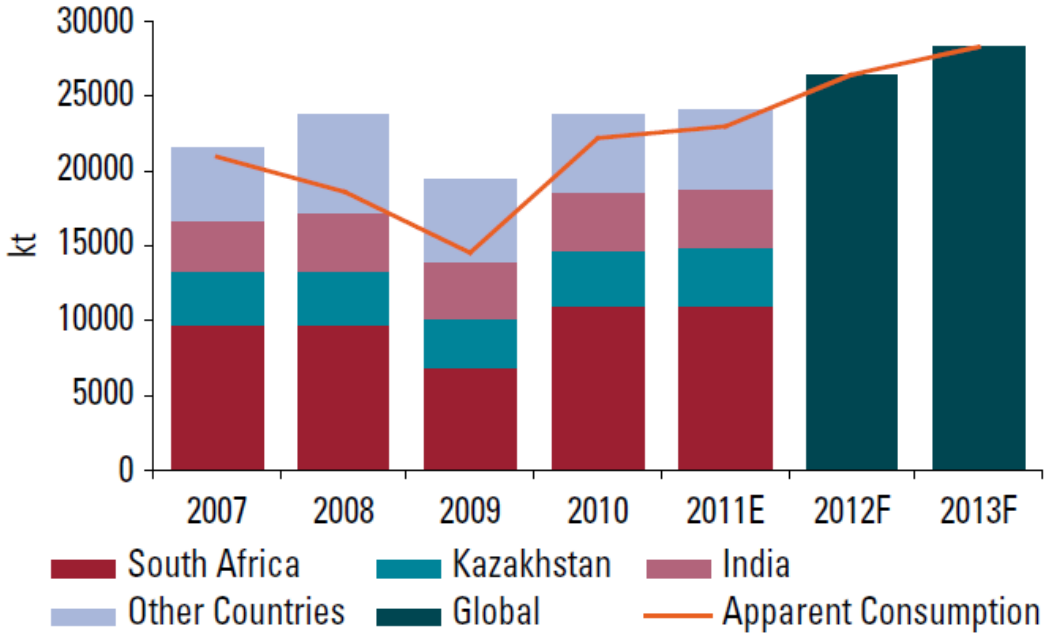
کروم یکی از فلزات پرکاربرد در صنایع متالورژی از قبیل فولادسازی و سوپر آلیاژها می‌باشد. این عنصر دارای مقاومت خوردگی بالا بوده همچنین با ایجاد کاربید های پایدار در مرز دانه ها باعث افزایش استحکام فولادها می‌شود. مهم‌ترین کانی حاوی کروم، کرومیت[۳۲] می‌باشد که اصلی‌ترین فراورده‌های آن فرو کروم و کروم می‌باشد.

[32] - Chromite

www.Telegram.me/Commodities

ذخایر کرومیت

اصلی ترین تولید کننده‌های کرومیت در دنیا، آفریقا، قزاقستان و هند می‌باشند. که بیشترین سهم در این میان مربوط به آفریقا می‌باشد. کشورهای دیگری نظیر فنلاند، ماداگاسکار، ترکیه، برزیل... نیز در مقادیر کوچک‌تری تولید کننده کرومیت هستند. امریکا نیز دارای تولید مقادیر بالایی کرومیت بوده در همین حین یکی از بزرگ‌ترین وارد کننده‌های کرومیت نیز محسوب می‌شود (شکل ۲-۵) [۲۷].



شکل ۲-۴- مقایسه تولید و مصرف کرومیت در دنیا [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

تولید فلز کروم

کشورهای عمده تولید کنندهٔ فلز کروم عبارتند از : فرانسه،انگلیس، روسیه، چین و قزاقستان. کشور آمریکا نیز با این حال که خودش جزو تولیدکنندگان مطرح فلز کروم می‌باشد ولی عمده ترین وارد کننده آن از کشورهای فوق محسوب می‌شود .

بزرگ‌ترین تولید کنندهٔ فلز کروم در فرانسه، شرکت Delachaux SA است و فلز کروم تولیدی در این کشور از نوع آلومینوترمیک بوده و ظرفیت تولید آن از ۷۰۰۰ - ۶۰۰۰ تن در سال به حدود ۸۰۰۰ تن در سال در اواسط سال ۱۹۹۸ افزایش یافته است.

انگلیس دومین تولید کنندهٔ فلز کروم می‌باشد که شرکت متالورژیکی لندن و اسکاندیناوی در روترهام به تولید فلز کروم از نوع آلومینوترمیک می‌پردازد. ظرفیت اولیه کارخانه این شرکت ۵۰۰۰ تن در سال بود ولی یک کارخانه جدیدی در دسامبر ۱۹۹۷ احداث گردید که باعث افزایش ظرفیت تولید تا ۷۰۰۰ تن در سال گردیده است. ولی میزان تولید در سالهای قبل از ۱۹۹۸ بالغبر ۴۰۰۰ تن در سال بوده است .

در حال حاضر از نظر تولید فلز کروم، کشور روسیه در رتبه سوم قرار دارد. در این کشور کارخانه فرو آلیاژ کلایچفسکی، فلز کروم از نوع آلومینوترمیک و شرکت پولما از نوع الکترولیتیک تولید می‌کند و میزان تولید هر یک از آن‌ها در سال ۱۹۹۸ به ترتیب ۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ تن بوده است. مجموع تولید شرکت پولما طی سالهای ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۸، ۱۳۰۰ تن بوده که قبلاً به بازار سوپر آلیاژها فروخته می‌شد ولی در حال حاضر به دلیل کاهش تقاضا عمدتاً صادر می‌گردد. چین از دیگر کشورهای پیشرو در تولید فلز کروم بوده و دارای ظرفیت تولید ۵۰۰۰ تن در سال می‌باشد [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

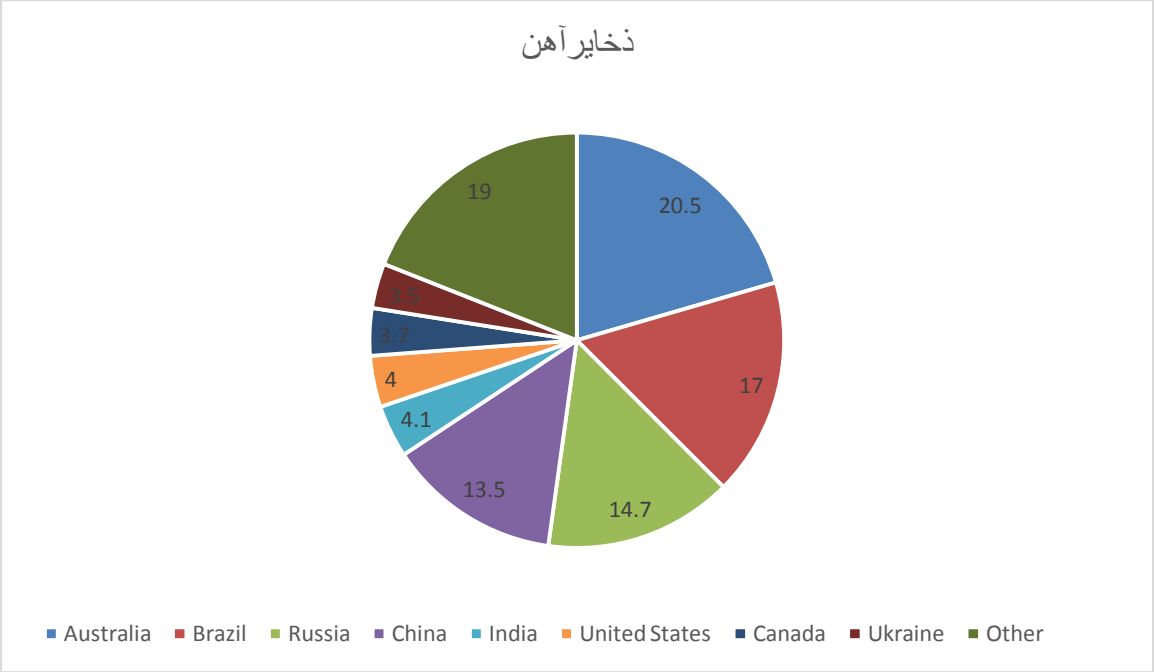
۶-۲-۵-۱-۴-آهن

حدود ۵ درصد از پوسته زمین را آهن تشکیل داده و از نظر فراوانی چهارمین عنصر پوسته زمین می باشد. این عنصر پر استفاده ترین فلز در حال حاضر بوده و ۹۵ درصد تولید فلز را در دنیا به خود اختصاص داده است. این عنصر قابلیت آلیاژسازی با بسیاری از عناصر را داشته و می تواند محصولات سخت تر و مستحکم تری را در کاربرد های گوناگون صنعتی داشته باشد. امروزه حدود ۹۸٪ سنگ آهن استخراج شده صرف تولید فولاد می شود [۲۷].

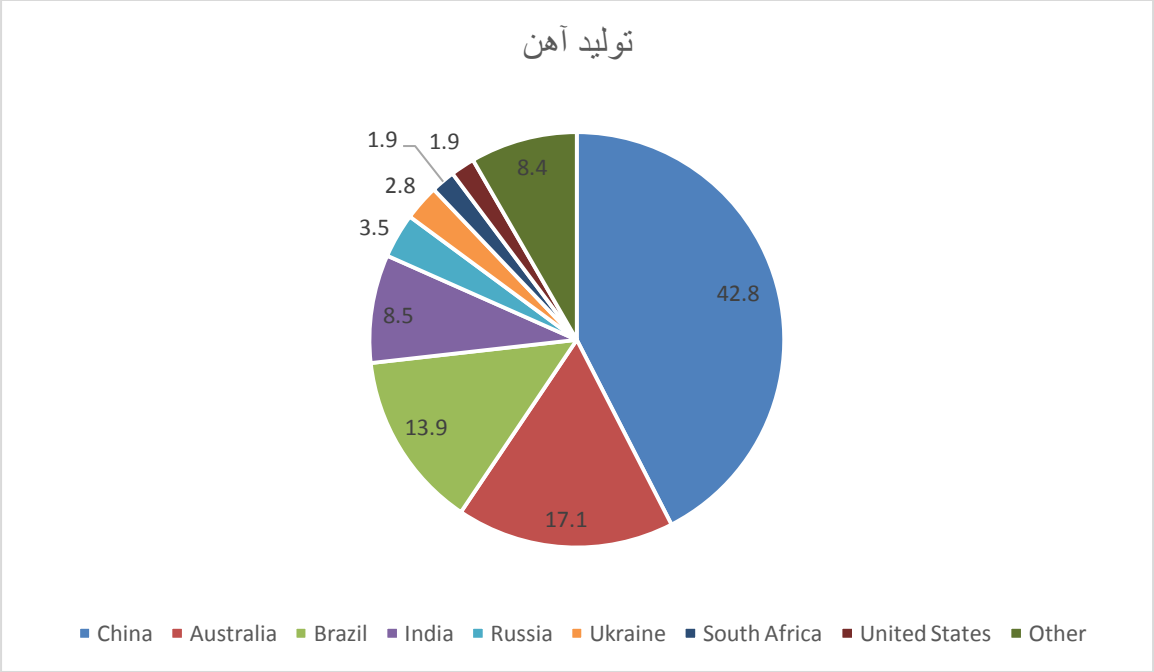
ذخایر آهن

سنگ معدن آهن معمولاً غنی از اکسید آهن بوده و رنگ آن از خاکستری تیره، زرد، بنفش تا قرمز تغییر می کند. مهمترین سنگ های آهن هماتیت و مگنتیت می باشند. بیشترین ذخایر این سنگ در کشورهای استرالیا، برزیل روسیه و چین می باشد. در شکل های زیر میزان ذخایر و تولید سنگ معدن در دنیا را می‌توان مشاهده کرد [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۶: ذخایر آهن در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].



شکل ۲-۷: تولید آهن در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۵- تنگستن

تنگستن به دلیل خواص فوق‌العاده دارای کاربردهای زیادی در صنایع مختلف از قبیل صنایع الکتریکی، جوشکاری، فولادسازی، نظامی می‌باشد. این عنصر دارای بالاترین نقطه ذوب در میان فلزات خالص، بالاترین استحکام فلزات خالص در دمای بالای ۱۶۵۰ درجه سانتی‌گراد و ضریب انبساط حرارتی فوق‌العاده پایین و هدایت حرارتی و الکتریکی بالا می‌باشد. متوسط فراوانی این عنصر در پوسته زمین حدود 1.25-1.5 ppm تخمین زده شده است. متوسط غلظت اکسید تنگستن در کانی‌های مورد استفاده 0.1 تا 1 درصد می‌باشد [۲۷].

ذخایر تنگستن

تنگستن به عنوان فلز آزاد در طبیعت وجود ندارد. مهم‌ترین کانی‌های تنگستنی monotungstate، wolframite و manganous tungstate می‌باشند [۲۷].

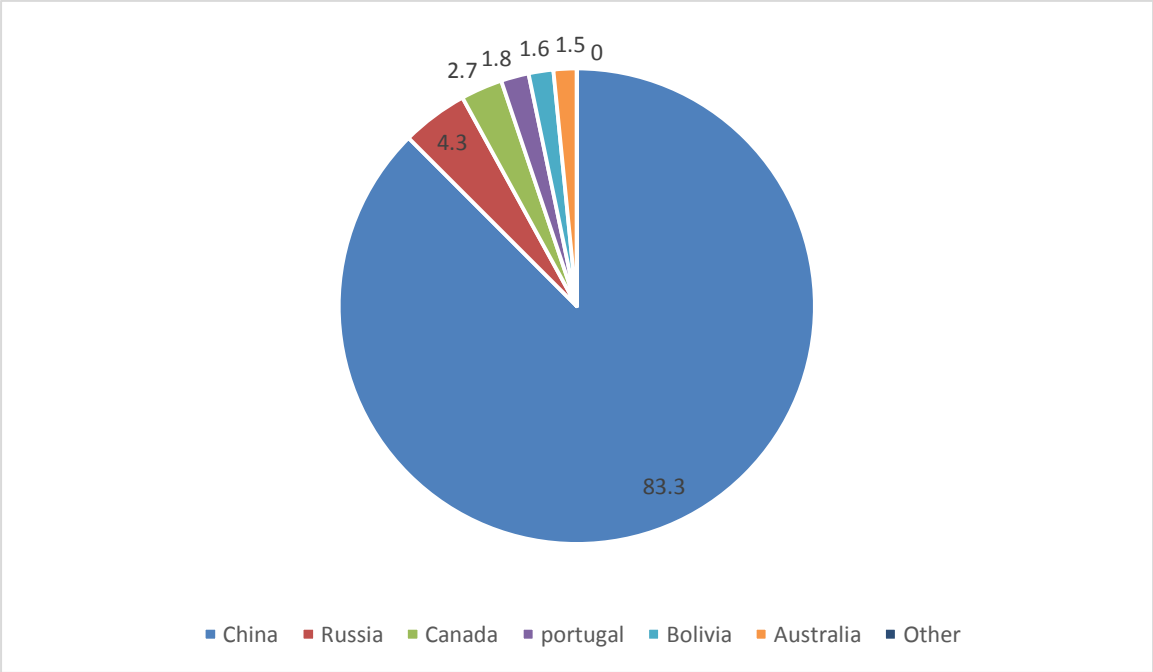
جدول ۲-۴- کانی‌های تنگستن [۲۷].

Name	Formula	Tungsten content (WO_3 %)	Specific gravity (g/cm^3)	Appearance (colour and lustre)
Ferberite	$FeWO_4$	76.3	7.5	Black, sub-metallic to metallic
Wolframite	$(Fe,Mn)WO_4$	76.5	7.1-7.5	Dark grey to black, sub-metallic to metallic
Hübnerite	$MnWO_4$	76.6	7.2-7.3	Red-brown to black, sub-metallic to adamantine
Scheelite	$CaWO_4$	80.6	5.4-6.1	Pale yellow to orange, green to dark brown, pinkish-tan, dark blue to black, white or colourless, vitreous or resinous
Stolzite	$PbWO_4$	50.9	8.28	Reddish-brown to yellow-green, sub-adamantine to resinous

www.Telegram.me/Commodities

تولید تنگستن

در سال ۲۰۰۹، تولید جهانی این فلز ۶۲۰۰۰ تن بوده است. این عنصر در حال حاضر در ۲۰ کشور دنیا تولید می‌شود. چین بزرگ‌ترین تولیدکننده با بیش از ۸۰ درصد می‌باشد. تولیدکنندگان دیگر این فلز روسیه، ایالت متحده امریکا، کانادا، بولیوی و ... می‌باشند. شکل ۲-۸ سهم تولیدکنندگان عمده تنگستن را نشان می‌دهد [۲۷].



شکل ۲-۸: سهم کشورهای تولیدکننده تنگستن ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۶- تیتانیوم

تیتانیوم با دارا بودن مقاومت خوردگی خوب و نسبت استحکام به چگالی فوق‌العاده بالا کاربردهای زیادی در صنایع مختلف هوافضا، نظامی، اتومبیل، پزشکی... پیداکرده است. به شکل ترکیب با دیگر عناصر در طبیعت یافت می‌شود و نهمین عنصر فراوان در پوسته زمین می‌باشد [۲۷].

ذخایر تیتانیوم

تیتانیوم به‌صورت گسترده‌ای توزیع‌شده است اما بصورت عمده درون کانی‌های اناتاز[۳۳]، بروکیت[۳۴]، ایلمنیت[۳۵]، روتیل[۳۶]، تیتانید[۳۷] و... بافت می‌شود. از میان این کانی‌ها روتیل و ایلمنیت دارای صرفه اقتصادی بوده و حتی پیدا کردن سنگ‌های با غلظت بالا از این نوع نیز سخت می‌باشد. ایلمنیت ۹۰ درصد از تیتانیوم مورد استفاده را فراهم می‌کند. میزان ذخایر ایلمنیت در دنیا حدود یک میلیارد تن اکسید تیتانیوم تخمین زده می‌شود. معادن و تولیدکنندگان اصلی ایلمنیت کشورهای استرالیا، کانادا، چین، هند، موزامبیک و... می‌باشند [۲۷].

[33] - Anatase
[34] - Brookite
[35] - Illmenite
[36] - Rutile
[37] - Titanide

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۲-۵- ذخایر و تولید ایلمنیت در دنیا [۲۷].

ذخایر (تن)	تولید در سال ۲۰۱۱ (تن)	تولید در سال ۲۰۱۰ (تن)	ایلمنیت
۶۳۰۰۰	۱۰۳۰	۹۵۲	افریقای جنوبی
۱۰۰۰۰۰	۹۰۰	۹۹۱	استرالیا
۳۱۰۰۰	۷۰۰	۷۵۴	کانادا
۲۰۰۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	چین
۸۵۰۰۰	۵۵۰	۵۴۰	هند
۱۶۰۰۰	۵۱۰	۴۰۷	موزامبیک
۱۶۰۰	۴۹۰	۴۸۵	ویتنام

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۲-۶- ذخایر و تولید روتیل در دنیا [۲۷].

ذخایر (تن)	تولید در سال ۲۰۱۱ (تن)	تولید در سال ۲۰۱۰ (تن)	روتیل
۸۳۰۰	۱۳۱	۱۴۵	افریقای جنوبی
۱۸۰۰۰	۴۰۰	۳۶۱	استرالیا
۲۵۰۰	۵۷	۵۷	اوکراین
۷۴۰۰	۲۴	۲۴	هند
۴۸۰	۶	۴	موزامبیک

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۷- نیوبیوم و تانتالوم

نیوبیوم و تانتالوم فلزات واسطه‌ای با خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه می‌باشند به همین دلیل باهم دسته‌بندی می‌شوند. فراوانی این عناصر در پوسته‌ی قاره‌ها نسبتا کم، نیوبیوم دارای فراوانی حدود 8ppm و تانتالوم حدود 0.7ppm می‌باشند [۲۷].

منابع نیوبیوم و تانتالوم

این عناصر به‌صورت طبیعی به شکل فلزی یافت نمی‌شوند اما یکی از عناصر ضروری در بعضی از گونه‌های معدنی می‌باشند. اکثر این کانی‌ها اکسیدی بوده، سیلیکاتی‌ها نیز حاوی این عناصر می‌باشند اما این کانی‌ها کم یاب هستند. علاوه بر این نیوبیوم و تانتالوم جایگزین یون‌ها در بسیاری از کانی‌ها می‌باشند. کانی columbite-tantalite از اصلی‌ترین منابع تانتالوم و نیوبیوم است. یکی دیگر از کانی‌های مهم برای عنصر تانتالوم، Wodginite می‌باشد. گروه Pyrochlore نیز ازنظر اقتصادی برای نیوبیوم مهم می‌باشد. همچنین در گروه‌هایی مثل روتیل و ایلمنیت جایگزین یون‌های اصلی شده که ازنظر اقتصادی نیز به‌صرفه می‌باشند [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۲- ۷- کانی‌های نیوبیوم و تانتالوم [۲۷].

Mineral name	Mineral group	Formula	Nb_2O_5 (%)	Ta_2O_5 (%)
Columbite	Columbite-tantalite	$(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$	78.72	n.a.
Tantalite	Columbite-tantalite	$(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$	n.a.	86.17
Pyrochlore	Pyrochlore	$(Na,Ca)_2Nb_2O_6(O,OH,F)$	75.12	n.a.
Microlite	Pyrochlore	$(Na,Ca)_2Ta_2O_6(O,OH,F)$	n.a.	83.53
Tapiolite	Tapiolite	$(Fe,Mn)\ (Ta,Nb)_2O_6$	1.33	83.96
Ixiolite	Ixiolite	$(Ta,Nb,Sn,Mn,Fe)_4O_8$	8.30	68.96
Wodginite	Wodginite	$(Ta,Nb,Sn,Mn,Fe)O_2$	8.37	69.58
Loparite	Perovskite	$(Ce,La,Na,Ca,Sr)(Ti,Nb)O_3$	16.15	n.a.
Lueshite	Perovskite	$NaNbO_3$	81.09	n.a.
Euxenite	Euxenite	$(Y, Ca, Ce, U, Th)(Nb, Ti, Ta)_2O_6$	47.43	22.53
Struverite	Rutile	$(Ti,Ta,Fe)O_2$	11.32	37.65
Ilmenorutile	Rutile	$Fe_x(Nb,Ta)_{2x}4Ti_{1-x}O_2$	27.9	n.a.

ذخایر نیوبیوم به‌طور اختصاصی در برزیل و کانادا قرارگرفته است. این مقادیر حدود ۴۸۵ میلیون تن بوده که ۹۳ درصد در برزیل و ۷ درصد در کانادا قرارگرفته است. ذخایر تانتالوم در کشورهای بیشتری قرار دارد و میزان آن حدود ۳۱۷ هزار تن تخمین زده‌شده است. برزیل دارای بیشترین سهم بوده و حدود ۴۰ درصد را به خود اختصاص داده است. ۶۰ درصد باقیمانده در استرالیا، آسیا، روسیه، خاورمیانه، افریقا امریکای شمالی و اروپا می‌باشند [۲۷].

جدول ۲-۸- ذخایر نیوبیوم در دنیا [۲۷].

Source	Proved and probable reserves (tonnes)	Contained Nb_2O_5 (tonnes)	Inferred resources (tonnes)	Contained Nb_2O_5 (tonnes)
Brazil	452 200 000	11 142 740	11 900 000	214 200**
Canada	32 086 000	179 682	37 912 000	219 889
United States	150 000*	----	----	----
Total	**484 436 000**	**11 322 422**	**n.a.**	**n.a.**

www.Telegram.me/Commodities

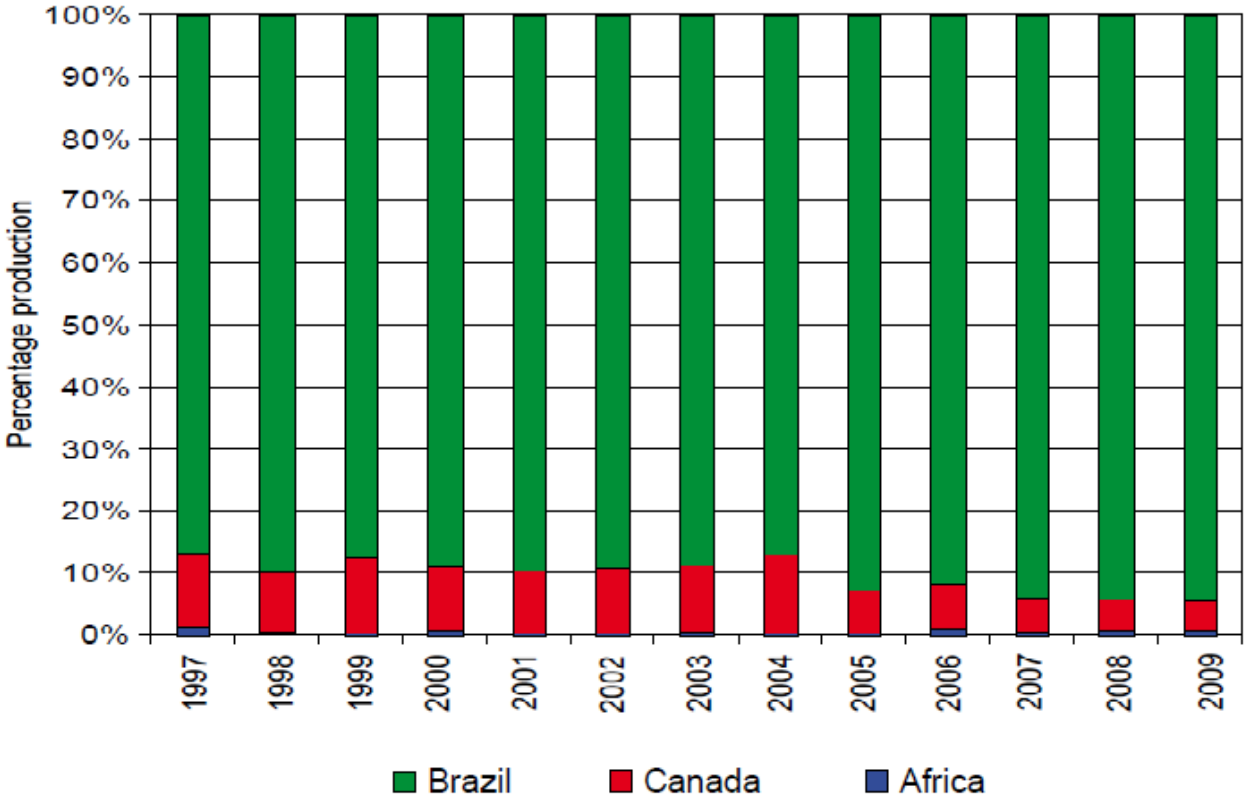
جدول ۲-۹- ذخایر تانتالوم در دنیا [۲۷].

Source	Most likely resource base[88] (tonnes Ta_2O_5)	Percentage of resources	Reserves (tonnes Ta)
Brazil	129 274	40	87 360
Australia	65 771	21	40 560
China and Southeast Asia	33 112	10	7 800
Russia and Middle East	31 298	10	----
Central Africa	28 576	9	3 120
Other Africa	21 318	7	12 480
North America	5443	2	1 500*
Europe	2268	1	----
Total	**317 060**	**100**	**152 820**

تولید نیوبیوم

تولید نیوبیوم در دهه‌ی اخیر به‌صورت چشم‌گیری افزایش‌یافته است که دلیل اصلی آن را می‌توان به افزایش مصرف فولادهای با مقامت بالا و کم آلیاژ، استفاده در موبایل‌ها، لنزهای دوربین و سوپر آلیاژها نسبت داد. تولیدکنندگان نیوبیوم برزیل و کانادا می‌باشند (شکل ۲-۹) [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

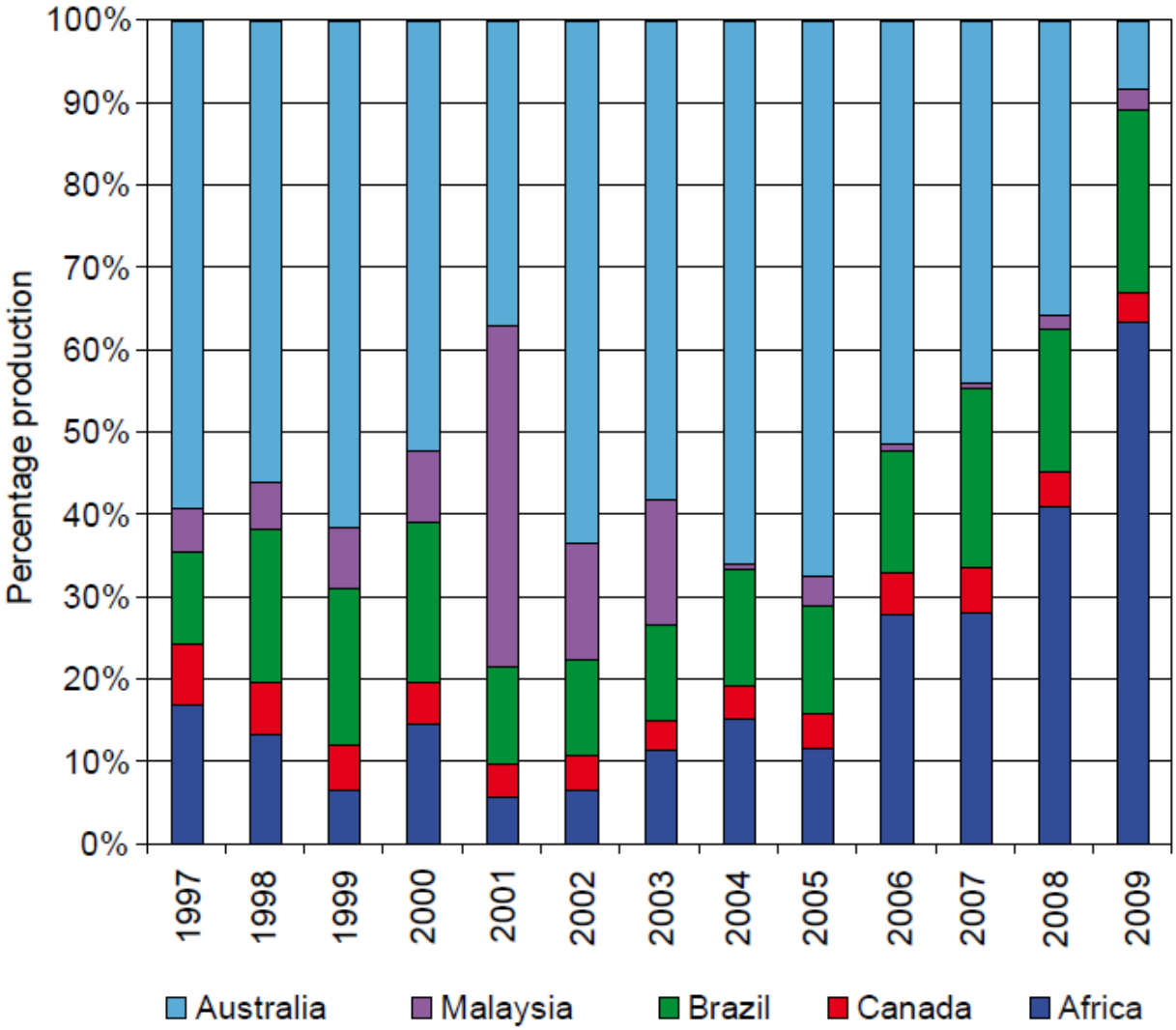


شکل ۲-۹: تولید نیوبیوم در دنیا بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۹ [۲۷].

تولید تانتالوم

برخلاف نیوبیوم، تانتالوم به دلیل گستردگی بیشتر معادن، در کشورهای متعددی تولید می‌گردد. افریقا حدود ۶۰ درصد از تولید تانتالوم را در اختیار دارد و بعد از آن کشورهایی مثل استرالیا، برزیل، مالزی و کانادا دیگر تولیدکنندگان این فلز می‌باشند (شکل ۲-۱۰) [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۱۰: تولید تانتالوم در دنیا بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۹ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۸- زیرکونیم و هافنیوم

زیرکونیم ، فلزی به رنگ سفید-طوسی و درخشان است که به‌طور استثنایی در برابر زنگ‌زدگی مقاوم است. زیرکونیم سبک‌تر از فولاد بوده و سختی آن شبیه به مس است. این عنصر وقتی به ذرات ریز تقسیم شود، به سرعت در هوا مشتعل می‌شود. زیرکونیم در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی‌شود و غلظت آن در پوسته زمین حدود 130 mg/kg می‌باشد. اصلی ترین منبع زیر کونیم ماده معدنی سیلیکاتی به نام زیرکون نام دارد.

هافنیوم فلزی براق نقره ای-خاکستری با کاربردهای فراوان در علوم هسته‌ای و آلیاژها و فراوانی 5.8 ppm در پوسته زمین، قطعا یکی از عناصر کمیاب به‌حساب نمی‌آید. فراوانی این فلز در پوسته زمین از فلزاتی همچون طلا، نقره و فلزات گروه پلاتین، برخی از عناصر کمیاب و فلزاتی از جمله ژرمانیوم، تانتالوم و مولیبدن بیشتر است. البته تولید هافنیوم به عنوان یک فلز از لحاظ کمی فعلا در سطح پایینی است (کمتر از ۷۰ تن در سال). این تولید پایین دو دلیل عمده دارد: اولا هافنیوم که معمولا در کاربردهای هسته‌ای به خصوص نیروگاه‌های هسته‌ای کاربرد دارد یکی از محصولات جانبی تصفیه زیرکونیوم به‌حساب می‌آید و ثانیا جداسازی هافنیوم از زیرکونیم بسیار مشکل است، ضمن آنکه این دو فلز اغلب به صورت مرکب در طبیعت یافت می‌شوند.

هافنیوم در فرم فلزی خود، فلزی براق و رساناست که دانسیته آن دو برابر زیرکونیوم است. البته هیچ گاه نمی‌توان هافنیوم را به صورت یک عنصر خالص در طبیعت یافت؛ جهت دستیابی به فرم خالص این فلز به یک پروسه طولانی و پیچیده تصفیه نیاز است. هافنیوم در طبیعت در سنگ های معدن که حاوی زیرکونیم هستند همچون زیرکون و بدلیایت[۳۸] و به صورت ترکیب‌شده با زیرکونیم با نسبت ۱ به ۵۰ یافت می‌شود. البته سنگ معدن‌های دیگری مانند آلویت[۳۹] و هافنون[۴۰] نیز حاوی هافنیوم هستند، اما چندان مورد توجه نیستند. هافنیوم

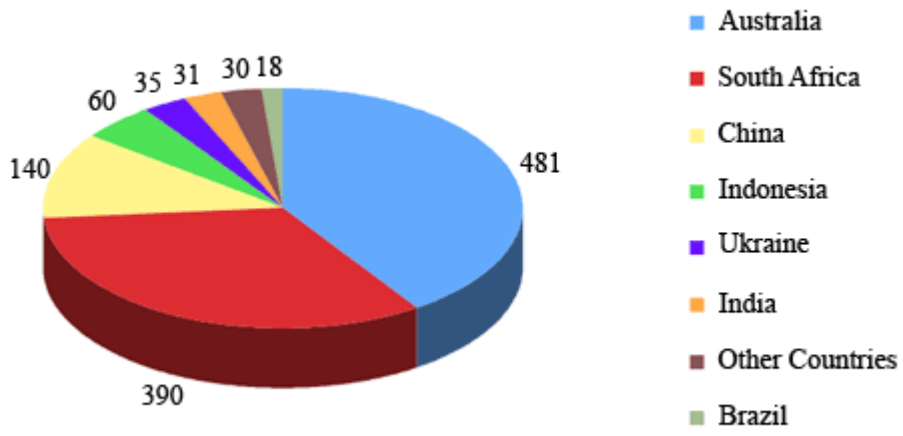
[38] - Baddeleyite
[39] - Alvite

www.Telegram.me/Commodities

به طور عمده در زیرکون یافت می‌شود و زیرکون نیز به نوبه خود از فرآوری ماسه های حاوی مواد معدنی سنگین و ایلمنیت زیرکونیم دار به دست می آید. ایلمنیت زیرکونیم دار به دو ترکیب اکسید تیتانیوم و ماسه زیرکون (ZrSio4) تجزیه می‌شود که دومی همانطور که مشاهده می‌شود حاوی زیرکونیم است [۲۷].

ذخایر زیرکون

زیرکون نتیجه فراوری ماسه های معدنی سنگین حاوی زیرکونیم می‌باشد. اصلی ترین تولیدکنندگان زیرکون در دنیا استرالیا، افریقای جنوبی، چین و... مس باشند که در نمودار شکل ۲-۱۱ نشان داده‌شده‌اند.



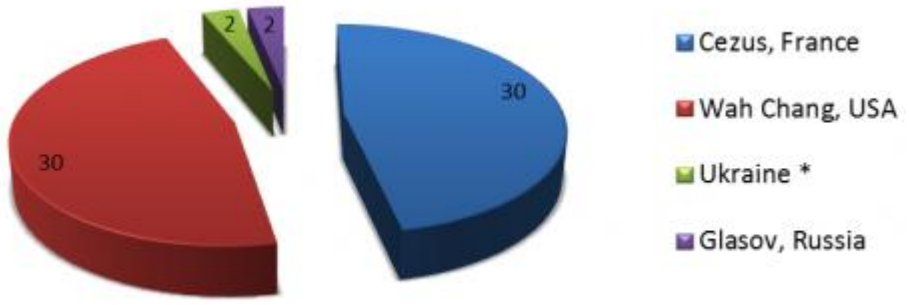
شکل ۲-۱۱: کشورهای تولید کننده زیرکون در دنیا [۲۷].

[40] - Hafnon

www.Telegram.me/Commodities

تولیدکنندگان هافنیوم

تولیدکنندگان این فلز محدود به چهار کشور امریکا، فرانسه، روسیه و اوکراین می‌باشد. شرکت ATI Wah Chang در امریکا و AREVA در فرانسه تولیدکنندگان اصلی بوده و کشورهای روسیه و اوکراین در سطوح پایین‌تری هافنیوم را تولید می کنند (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲: تولیدکنندگان هافنیوم در دنیا [۲۷].

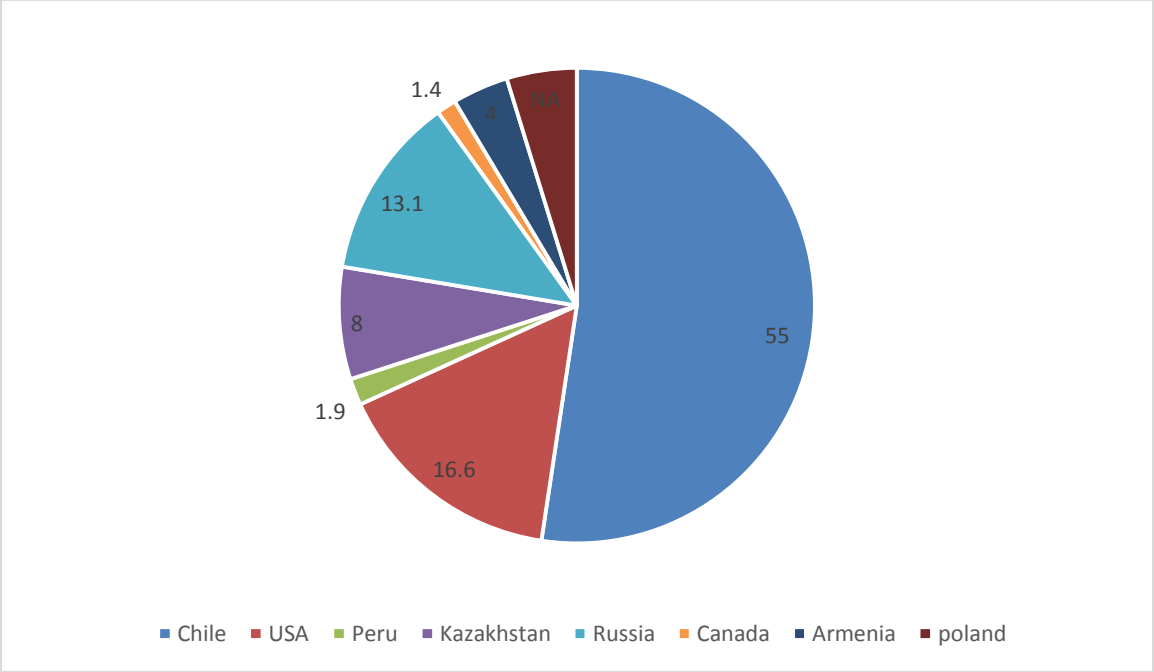
۶-۲-۵-۱-۹- رنیوم

رنیوم با غلظت 1ppm یکی از کمیاب ترین عناصر در پوسته کره زمین می‌باشد. دارای دمای ذوب بسیار بالا (سومین دمای ذوب بالا در میان عناصر) می‌باشد. اصلی ترین کاربرد این عنصر در سوپر آلیاژها می‌باشد و بدلیل مقدار تولید کم آن نسبت به تقاضا قیمت بسیار بالایی دارد. از دیگر کاربردهای این فلز در صنایع کاتالیستی می‌باشد [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

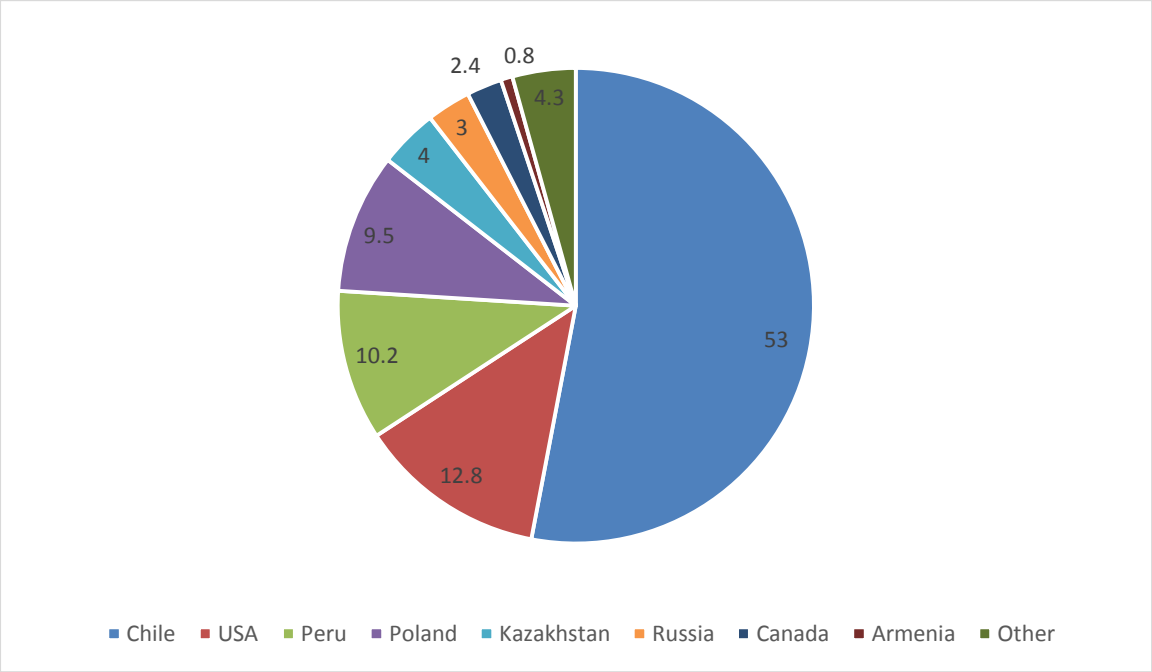
ذخایر و تولیدکنندگان رنیوم

رنیوم به عنوان یک محصول جانبی از استخراج سنگ معدن مولیبدن و مس به دست می آید. به صورت آزاد یافت نشده و در مولیبدنیت به عنوان سنگ معدن اصلی حاوی این فلز، در حدود 0.2% یافت می‌شود. شیلی بیشترین ذخایر رنیوم را دارا بوده (شکل ۲-۱۳) واصلی ترین تولید کننده این عنصر از کانی های مسی محسوب می‌شود. تولیدکنندگان اصلی این فلز در دنیا کشورهایی نظیر شیلی، ایالت متحده آمریکا، پرو، لهستان، قزاقستان، روسیه، کانادا و... می‌باشند (شکل ۲-۱۴) [۲۷].



شکل ۲-۱۳: ذخایر رنیوم در دنیا [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۱۴: تولید رنیوم در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۱-۱۰- مولیبدن

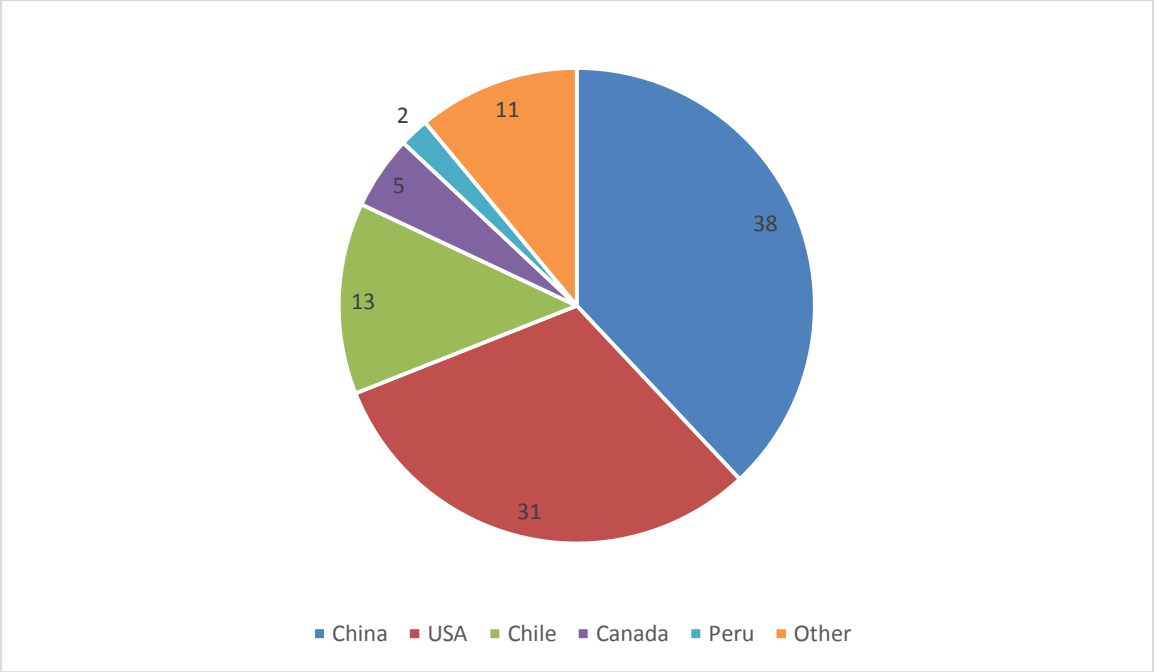
مولیبدن به شکل آزاد در طبیعت یافت نشده و در سنگ های معدنی به حالت اکسیدی می‌باشند. فلز خالص آن دارای دمای ذوب بالا (ششمین عنصر با دمای ذوب بالا) بوده و در آلیاژهای مختلف به‌سادگی تشکیل کاربیدهای پایدار می‌دهد. به همین دلیل بیشترین کاربرد این فلز در ساخت آلیاژهای فولادی مقاومت بالا و سوپر آلیاژها می‌باشد. از نظر فراروانی در پوسته زمین مولیبدن پنجاه و چهارمین عنصر با غلظت 10ppm می‌باشد.

ذخایر مولیبدن

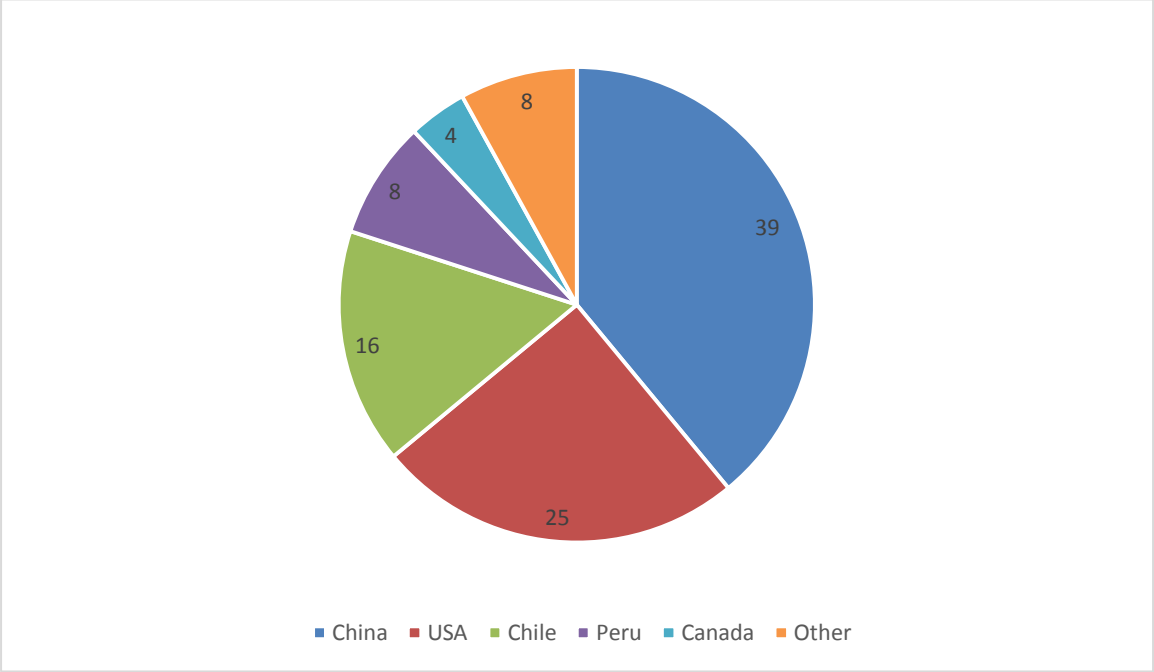
اصلی ترین کانی های حاوی مولیبدن، مولیبدنیت[۴۱] و وولفنیت[۴۲] می‌باشند. که مولیبدنیت بیشترین سهم تولید مولیبدن را به خود اختصاص داده است. کشورهای چین، ایالت متحده آمریکا، شیلی، کانادا، پرو و... به ترتیب اصلی ترین ذخایر مولیبدن در جهان را دارا می‌باشند(شکل ۲-۱۶). بیشترین تولید جهانی نیز به ترتیب مربوط به کشورهای چین، ایالت متحده آمریکا، شیلی، پرو، کانادا و... می‌باشد (شکل ۲-۱۷).

[41] - Molybdenite
[42] - Wulfenite

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲- ۱۶: ذخایر مولیبدن در دنیا [۲۷].



شکل ۲-۱۷: تولید مولیبدن در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

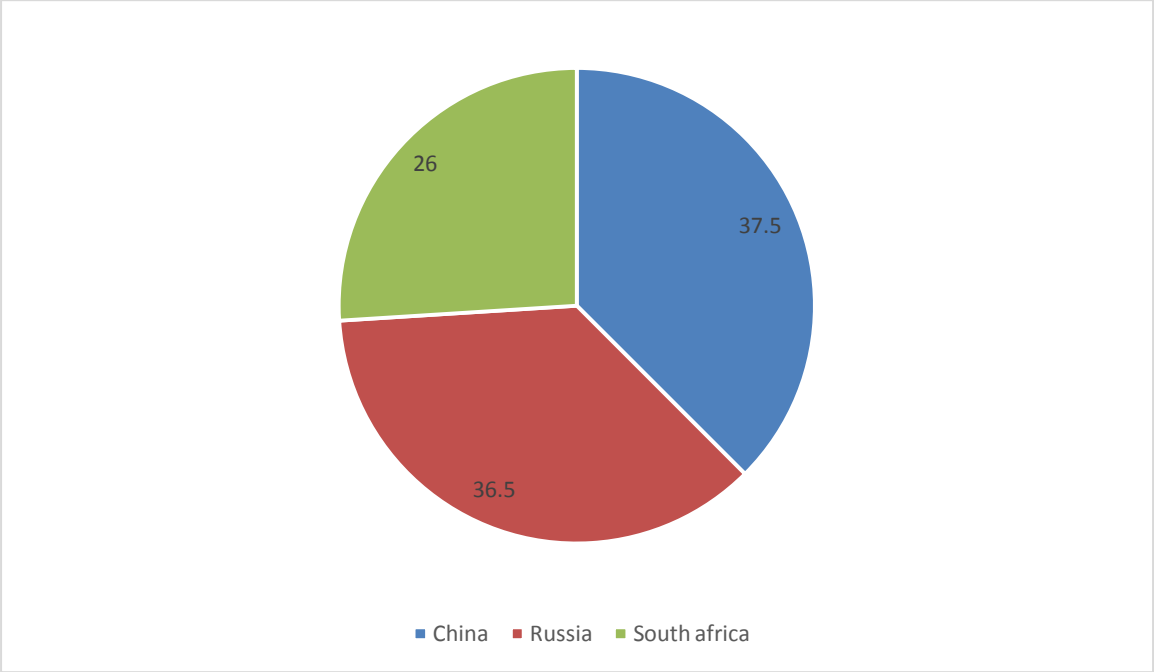
۶-۲-۵-۱-۱۱- وانادیوم

وانادیوم در حالت خالص فلزی نرم و انعطاف‌پذیر می‌باشد اما به همراه دیگر عناصر مثل آهن، باعث افزایش استحکام و سختی به صورت قابل توجه می‌شود. در نتیجه به صورت وسیعی در آلیاژها (بخصوص فولاد) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیبات دیگری از این فلز در صنایع مختلف کاربرد دارند از جمله اکسید وانادیوم برای ساخت شیشه و سرامیک و استفاده به عنوان کاتالیست. وانادیوم از نظر فراوانی بیستمین عنصر در پوسته زمین می‌باشد و ذخایر آن حدود ۶۳ میلیون تن تخمین زده می‌شود [۲۷].

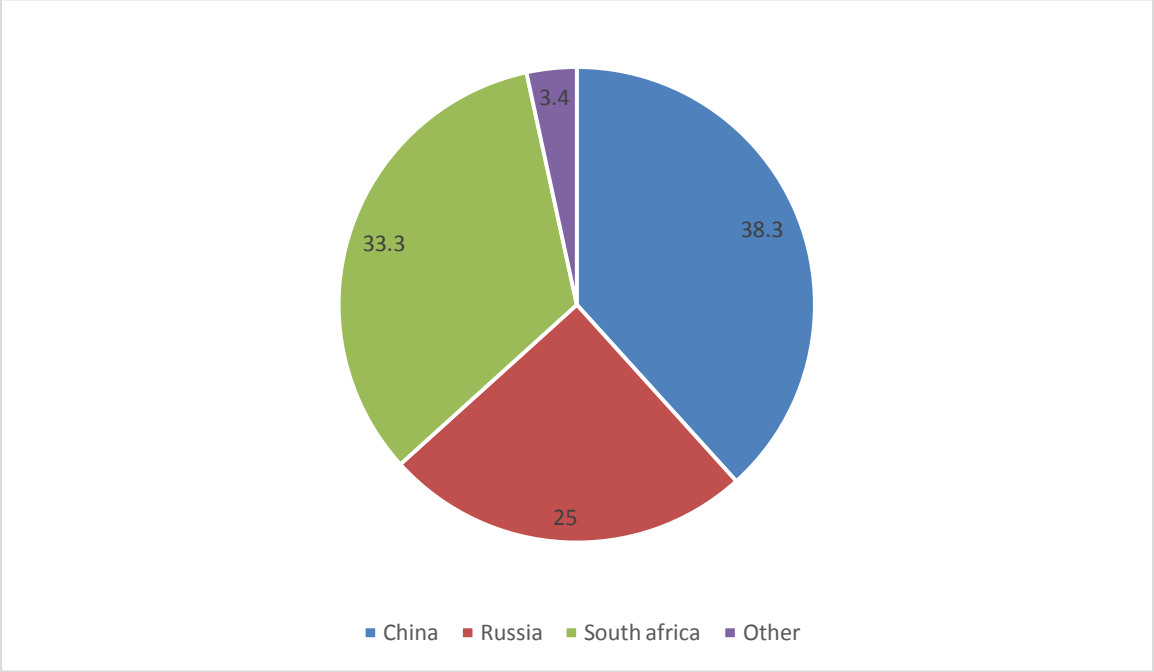
ذخایر وانادیوم

وانادیوم در رسوبات سنگ فسفات، مگنتیت تیتانیوم و uraniferous رخ می‌دهد. همچنین در رسوبات حاوی کربن نیز مثل زغال سنگ، نفت خام و... یافت می‌شود. چین، روسیه و افریقای جنوبی تولیدکنندگان اصلی این فلز می‌باشند.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۱۸: ذخایر وانادیوم در دنیا [۲۷].



شکل ۲-۱۹: تولید وانادیوم در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

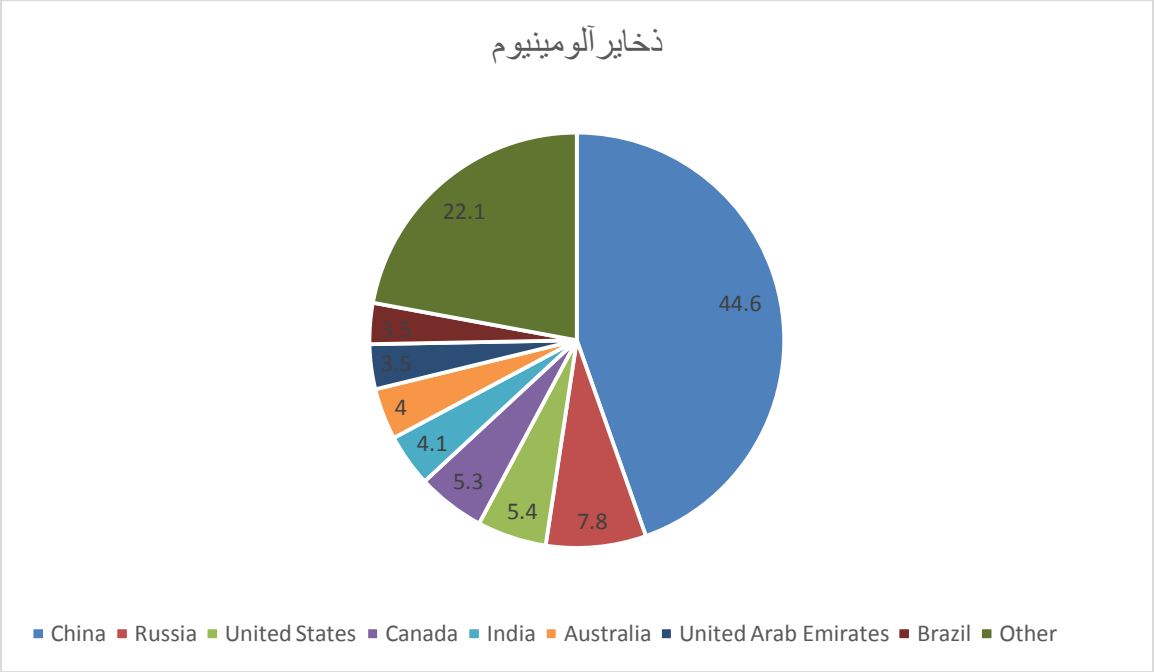
۶-۲-۵-۱-۱۲- آلومینیوم

آلومینیوم دومین عنصر فراوان در کره زمین بوده و حدود ۸ درصد از وزن پوسته را تشکیل داده است. وزن آن یک سوم فولاد است. از مهمترین خصوصیات آن عبارتند از: شکل پذیری بالا، قابلیت ماشین کاری و ریختگی، مقاومت به خوردگی خوب. با توجه به این خصوصیات این فلز توانسته در کاربرد های مختلف صنعتی از قبیل صنایع حمل و نقل، ساختمان سازی، صنایع الکتریکی، تجهیزات خانگی، جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص دهد [۲۷].

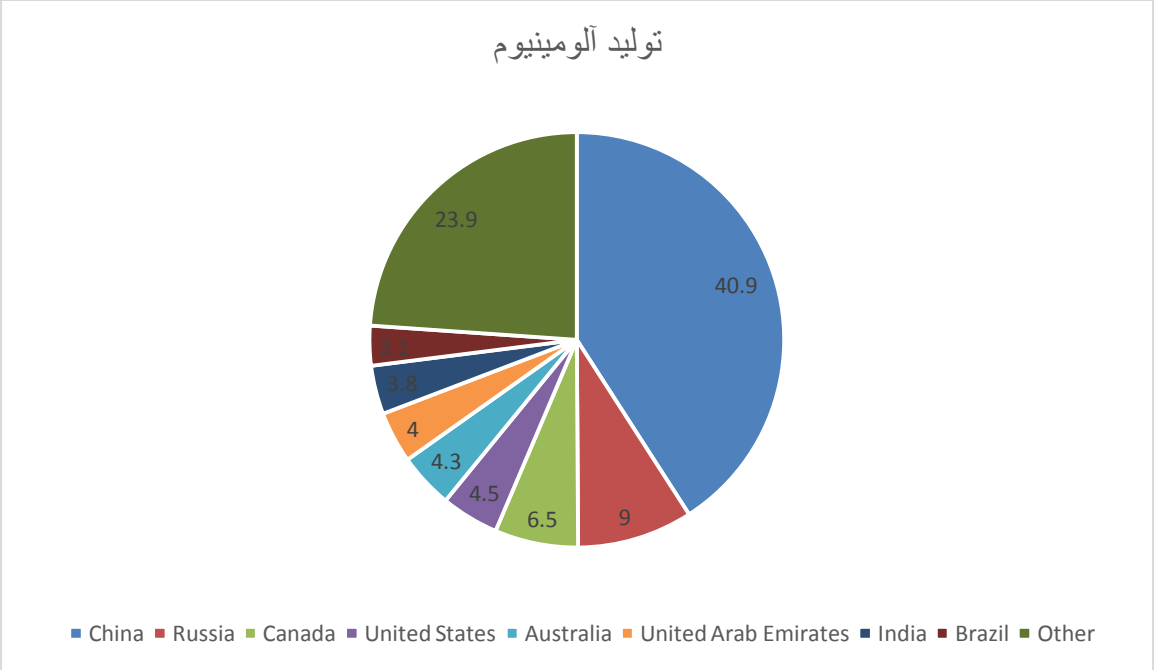
ذخایر آلومینیوم

آلومینیوم از نظر شیمیایی بسیار فعال بوده و معمولاً بصورت خالص یافت نمی شود. به همین دلیل دارای کانی های فراوانی می باشد. مهمترین کانی حاوی آلومینیوم بوکسیت می باشد. بیشترین ذخایر این سنگ معدن در کشورهای چین، روسیه، ایالات متحده آمریکا و کانادا می باشد. در شکل های زیر میزان ذخایر و تولید این سنگ معدنی در دنیا را میتوان مشاهده کرد [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۲۰: ذخایر آلومینیوم در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].



شکل ۲-۲۱: تولید آلومینیوم در دنیا در سال ۲۰۱۱ [۲۷].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲- فرآیندها و تکنولوژی‌های تولید شمش سوپر آلیاژ

طی ۷۰ سال گذشته، روشهای متعددی برای تولید انواع مواد اولیه سوپرآلیاژی برای کاربردهای گوناگون توسعه یافته اند. در شکل ۲-۲۲ مهمترین این فرآیندها بصورت شماتیک نمایش داده شده اند. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌شود، نقطه آغازین کلیه فرآیندهای تولید سوپرآلیاژ، ذوب اولیه است که، بسته به نوع آلیاژ، توسط تکنولوژی های متفاوتی (عمدتاً توسط VIM) انجام می‌شود. پس از این مرحله، شمش حاصل یکی از دو مسیر عمده را می پیماید. در مورد آلیاژهای ریختگی، شمش مستقیماً به کارخانه های ریخته گری دقیق[۴۳] رفته و پس از ذوب در کوره های مخصوص، در قالب های عمدتاً سرامیکی بصورت قطعاتی نظیر پره های ثابت و متحرک ریخته گری می‌شوند. مسیر دوم مربوط به آلیاژهای کارپذیر است. در این مورد شمش ریختگی حاصل از فرآیند ذوب اولیه، بصورت الکترود در فرآیندهای ESR یا VAR ذوب مجدد می‌شود. هدف از این فرآیندهای ثانویه، حذف ناخالصی ها و همگن سازی ترکیب شیمیایی و ریزساختار شمش نهایی برای اعمال فرآیندهای ترمومکانیکی بعدی است. با اعمال فرآیندهایی از قبیل فورجینگ، چکش کاری، نورد و کشش، قطعات متنوعی از قبیل دیسک، شفت، ورق و مفتول های سوپرآلیاژی ساخته می‌شوند. علاوه بر این دو مسیر اصلی، شمش ریختگی اولیه می‌تواند پس از ذوب مجدد تحت عملیاتی نظیر اتمیزه شدن به پودر تبدیل شده و برای ساخت قطعاتی از طریق فرآیندهای متالورژی پودر مورد استفاده قرار گیرد. این فرآیندها در مقایسه با دو مسیر فوق الذکر گستردگی چندانی ندارند و در صنعت سوپرآلیاژ در موارد خاص به عنوان فرآیندهای جایگزین بکار می-روند. در بخش های زیر، فرآیندهای ذوب اولیه و ذوب مجدد به تفصیل بررسی شده اند. فرآیندهای تولید پودرهای سوپرآلیاژی در بخش های بعدی این گزارش تشریح شده اند.

---

[43] - Investment Casting

www.Telegram.me/Commodities

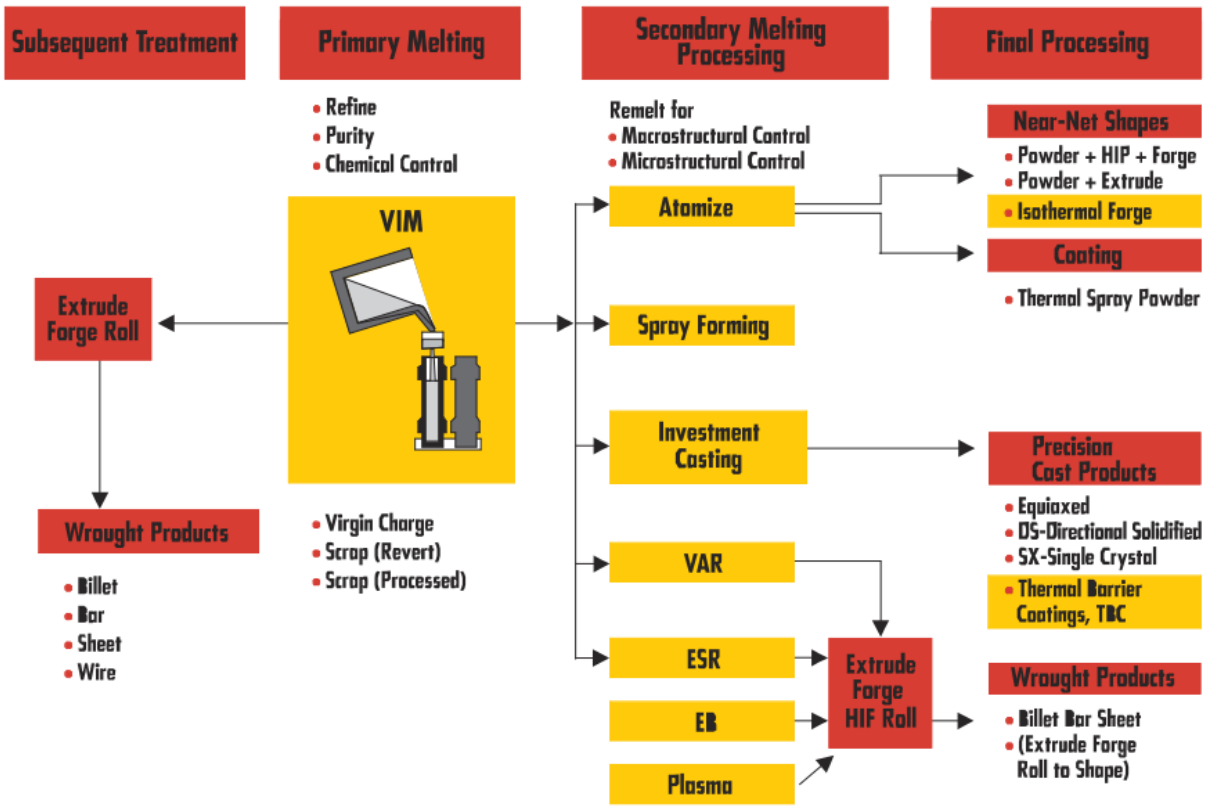
۶-۲-۵-۲-۱- ذوب اولیه

مهمترین فرایندهایی که برای ذوب اولیه سوپرآلیاژها به کار می‌روند دو دسته زیر می‌باشند:

۱- ذوب در کوره قوس الکتریکی به همراه کربن‌زدایی با اکسیژن و آرگون

۲- فرایند ذوب القایی در خلأ

در هرکدام از این روش‌ها می‌توان از ماده خالص اولیه یا قراضه‌های سوپر آلیاژ استفاده کرد[۳۱].



شکل ۲-۲۲ نمایش شماتیک فرآیندهای تولید سوپر آلیاژها [۳۲].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲-۱-۱ کوره قوس الکتریکی (EAF) [۴۴]/ کربن‌زدایی با اکسیژن و آرگون (AOD) [۴۵]

مقدمه

فرآیند EAF/AOD از سال ۱۹۶۰ برای ذوب آلیاژهای آهن پر کروم زنگ نزن (دارای ۱۱/۵ درصد کروم یا بیشتر) استفاده‌شده است. بعضی از سوپر آلیاژها از نظر خواص همانند فولادهای زنگ نزن مخصوص هستند. سوپر آلیاژهای پایه نیکل پر کروم را می‌توان به طریق مشابه با فولادهای زنگ نزن ذوب کرد. همانند اکثر فرآیندهای ذوب ترکیب شارژر مواد اولیه ذوب، اقتصادی‌ترین بخش فرآیند را تشکیل می‌دهد. فرآیند EAF/AOD این مزیت ویژه را دارد که در آن می‌توان ارزانترین مواد خام را نسبت به فرآیندهای ذوب دیگر به کار برد. در این روش مستقیماً از قراضه استفاده می‌شود، بدون آنکه نیازی به ذوب اولیه آن باشد. هم‌چنین در شرایط محدودشده به‌جای استفاده از مواد خام باارزش مانند Mo و Nb می‌توان از اکسیدهای آن‌ها که ارزان‌تر هستند. استفاده کرد. در مجموع روش ذوب EAF/AOD کم هزینه‌ترین فرایند ذوب سوپر آلیاژهاست[۳۳].

تشریح فرآیند EAF/AOD

همان گونه که از نام فرآیند برمی‌آید این روش شامل دو نوع تجهیزات است: یک کوره قوس الکتریکی (EAF) و یک تانک کربن‌زدایی با آرگون و اکسیژن بار که در کوره EAF قرار داده می‌شود.

توان الکتریکی کوره قوس الکتریکی از طریق الکترودهای بزرگ گرافیتی که در سقف کوره قرار دارد، به بار منتقل می‌شود. در شروع عملیات ذوب، الکترود به داخل بار فرو می‌رود، تا جریان الکتریکی از بار عبور کرده و به

[44]- Electric Arc Furnace (EAF)
[45]- Argon Oxygen Decarburization (AOD)

www.Telegram.me/Commodities

کف کوره برسد. سپس الکترودها به تدریج بیرون کشیده می‌شوند تا یک قوس پایدار بین بار و الکترود برقرار شود. این قوس توان لازم برای ذوب بار را تامین می‌کند.

پس از ذوب شدن بار آهک (CaO) اضافه می‌شود، تا با ایجاد سرباره، گوگرد مذاب را کاهش دهد. علاوه بر این اکسیژن با لوله‌های مخصوص با فشار در زیر سطح مذاب دمیده می‌شود. واکنش اکسیژن با کربن، سیلسیم و آلومینیوم، این عناصر را اکسید کرده و به سرباره منتقل می‌کند و گرمای ایجاد شده از این واکنش‌های گرمازا دمای مذاب را در حد مطلوب نگه می‌دارد. حذف عناصر ناخواسته از مذاب مرحله احیاء مذاب نامیده می‌شود. ذکر این نکته در مورد فرآیند EAF ضروری است که پس از ایجاد مذاب حرارت لازم برای ادامه فرآیند توسط واکنش‌های گرمازا تامین می‌شود، نه توسط انرژی‌های خارجی. چنانچه لازم باشد، با افزودن قراضه به ذوب دمای آن را کاهش می‌دهند.

در این فرآیند مقدار زیادی سرباره در مراحل اکسیداسیون و گوگردزدایی ایجاد می‌شود. سرباره به طور دستی از مذاب جداشده و از طریق دریچه سرباره که بر روی کوره قرار دارد، به بیرون منتقل می‌شود. پس از سرباره گیری از ذوب، ترکیب شیمیایی نمونه‌گیری می‌شود. تنظیم آنالیز شیمیایی ذوب، بر مبنای آنالیز به دست آمده از این نمونه صورت می‌گیرد. برای نگه‌داشتن دما در سطح مطلوب در طی مدت نمونه‌گیری و تنظیم ترکیب شیمیایی می‌توان به ذوب آلومینیوم اضافه کرد و سپس با دمش اکسیژن آن را حذف نمود.

وقتی‌که ترکیب شیمیایی مورد نظر به دست آمد، بار ذوب‌شده از طریق دریچه بار ریز جلو کوره به داخل پاتیل انتقال ذوب ریخته می‌شود. پاتیل انتقال ذوب به بخش دوم فرآیند یعنی تانک AOD منتقل می‌شود. تانک AOD دارای واحد تامین انرژی مستقلی نیست. در داخل این تانک مخلوطی از گازهای آرگون در مخلوط گازی افزایش داده می‌شود، تا درصد اکسیداسیون کاهش پیدا کند (به دلیل کاهش فشار جزئی اکسیژن). عمل دمش تا وقتی‌که اکسید کروم موجود در سرباره احیاء شده و کروم فلزی به مذاب منتقل شود، ادامه پیدا

www.Telegram.me/Commodities

می‌کند، زیرا از نظر ترمودینامیکی کروم فلزی از اکسید کروم پایدارتر است. مشابه کوره قوس برای ثابت نگه‌داشتن دمای مذاب می‌توان از افزودن آلومینیوم و حذف آن با اکسیداسیون استفاده کرد.

وقتی‌که فرآیند بازیابی کروم به پایان خود نزدیک شد. اصلاحات لازم بر روی ترکیب شیمیایی نمونه انجام می‌شود. مذاب سرباره گیری شده و به پاتیل ریخته‌گری منتقل می‌شود. این پاتیل در کف خود دارای یک توپی است که با باز شدن آن مذاب به داخل قالب ریخته می‌شود. قالب می‌تواند به دو روش پر شود. در روش اول مذاب از سر قالب مستقیماً به درون آن ریخته می‌شود. در روش دوم مذاب در یک لوله بار ریز میانی ریخته می‌شود و از طریق این لوله مذاب از کف تعدادی از قالب‌ها به درون آن‌ها وارد می‌شود. قالب الکترودهای گرد و تختال‌های چهارگوش به طور گسترده‌ای در تولید سوپرآلیاژها استفاده می‌شوند. پس از ریخته‌گری شمش از قالب خارج‌شده و می‌تواند مستقیماً مورد استفاده قرار گیرد و یا بسته به ویژگی‌های انجماد برای به دست آوردن ساختاری با جدایش کمتر با فرآیندهای دیگری ذوب مجدد شود[۳۳].

عملیات کوره قوس الکتریکی/ کربن‌زدایی با اکسیژن و آرگن (EAF/AOD)

ترکیب شیمیایی آلیاژ و آماده کردن شارژ

چند ویژگی مهم در فرآیندEAF/AOD تعیین‌کننده نوع سوپر آلیاژ تولیدشده با این روش هستند. اول اینکه اگر محصول در شرایط AOD و ریخته استفاده می‌شود، ترکیب شیمیایی سوپر آلیاژ و ویژگی‌های انجماد آن تعیین‌کننده نوع آلیاژ است. این روش ریخته‌گری عموماً به طریق استاتیکی انجام می‌شود. در نتیجه ساختار جدایش یافته حاصل باید در محصول نهایی قابل قبول باشد. بدین معنی که مقدار عنصر محصول سوپر آلیاژها باید کم باشد تا جدایش شدیدی به وجود نیاید. هم‌چنین سوپرآلیاژهایی را که جدایش متوسط دارند، ولی وجود آن در کاربرد نهایی سوپر آلیاژ زیان‌آور نیست، می‌توان به این روش تولید کرد[۱۱, ۳۳].

www.Telegram.me/Commodities

دوم اینکه اگر محصول به مقدار گاز محلول بسیار کم یا کنترل ترکیب شیمیایی دقیق که در فرآیندهای تحت خلاء وجود دارد، نیاز نداشته باشد، سوپر آلیاژ را می‌توان با فرآیند EAF/AOD ذوب نموده و به صورت الکترود، ریخته‌گری کرد. بیشترین دلیل استفاده از فرآیند EAF/AOD به‌جای فرآیندهای تحت خلاء، پایین بودن قیمت مواد اولیه شارژ و کوتاه بودن زمان ذوب است. چنانچه گفته شد، سوپر آلیاژها نوعی فولادهای زنگ نزن مخصوص هستند. فلز کروم افزودنی اصلی در اکثر سوپر آلیاژهاست. به دست آوردن کروم خالص دشوار و حذف آهن و کربن آن بسیار پرهزینه است.

توانایی فرآیند EAF/AOD در کاهش سطح کربن و بازیافت قسمت اعظمی از کروم، این فرآیند را قادر ساخته که از فرو کروم پر کربن به‌جای فرو کروم کم کربن یا کروم خالص استفاده کند (قیمت‌های سال ۲۰۰۰ این مواد به ترتیب ۰/۸۹، ۱/۳۳ و ۸/۸۹ دلار بر کیلوگرم بوده است.) در طی فرآیند EAF کربن به عنوان سوخت مصرف می‌شود و به همین لحاظ لازم نیست قراضه مورد استفاده، گریس زدایی و یا با روش‌های ویژه‌ای آماده‌سازی شده باشد، زیرا آلودگی‌های کربنی در جریان فرآیند حذف می‌شوند. حذف هزینه‌های آماده‌سازی قراضه نیز به کاهش هزینه فرآیند می‌انجامد.

بازیافت قراضه از مسائل مهم صنعت سوپر آلیاژهاست. قراضه تولید شده در مرحله نورد محصول ممکن است بین ۲۵ تا ۵۰ درصد باشد. ماشین‌کاری سوپر آلیاژها برای رسیدن به شکل نهایی نیز یکی دیگر از عوامل افزایش قراضه به صورت ماشین‌کاری می‌باشد. توانایی فرآیند EAF/AOD در استفاده از این براده‌ها و حذف آلودگی‌ها بسیار ثمربخش است. در فرآیند EAF/AOD عناصری که انرژی آزاد اکسیداسیون بالایی دارند، حذف می‌شوند و به همین خاطر قراضه‌های آلیاژهای مشابه و نه دقیقا یکسان نیز در این فرآیند قابل استفاده هستند. از طرف دیگر تولید و کنترل ترکیب شیمیایی سوپر آلیاژهایی که دارای عناصری باانرژی آزاد اکسیداسیون بالا و نیز آلیاژهایی که دارای ترکیب شیمیایی بسیار محدود و یا عاری از ناخالصی هستند، با این روش دشوار است.

www.Telegram.me/Commodities

درست به همان ترتیبی که می‌توان مواد پر کربن را در روش EAF/AOD استفاده کرد، بعضی از مواد پر گوگرد را نیز می‌توان در این فرآیند به کار برد. حذف گوگرد از سنگ معدن هزینه بالایی دارد. مواد اولیه گوگرددار نسبت به انواع بدون گوگرد قیمت پایین‌تری دارند. در فرآیند EAF/AOD با افزودن مواد گوگردزا (مانند آهک) به مذاب از انتقال گوگرد به سرباره اطمینان حاصل می‌شود[۱۱].

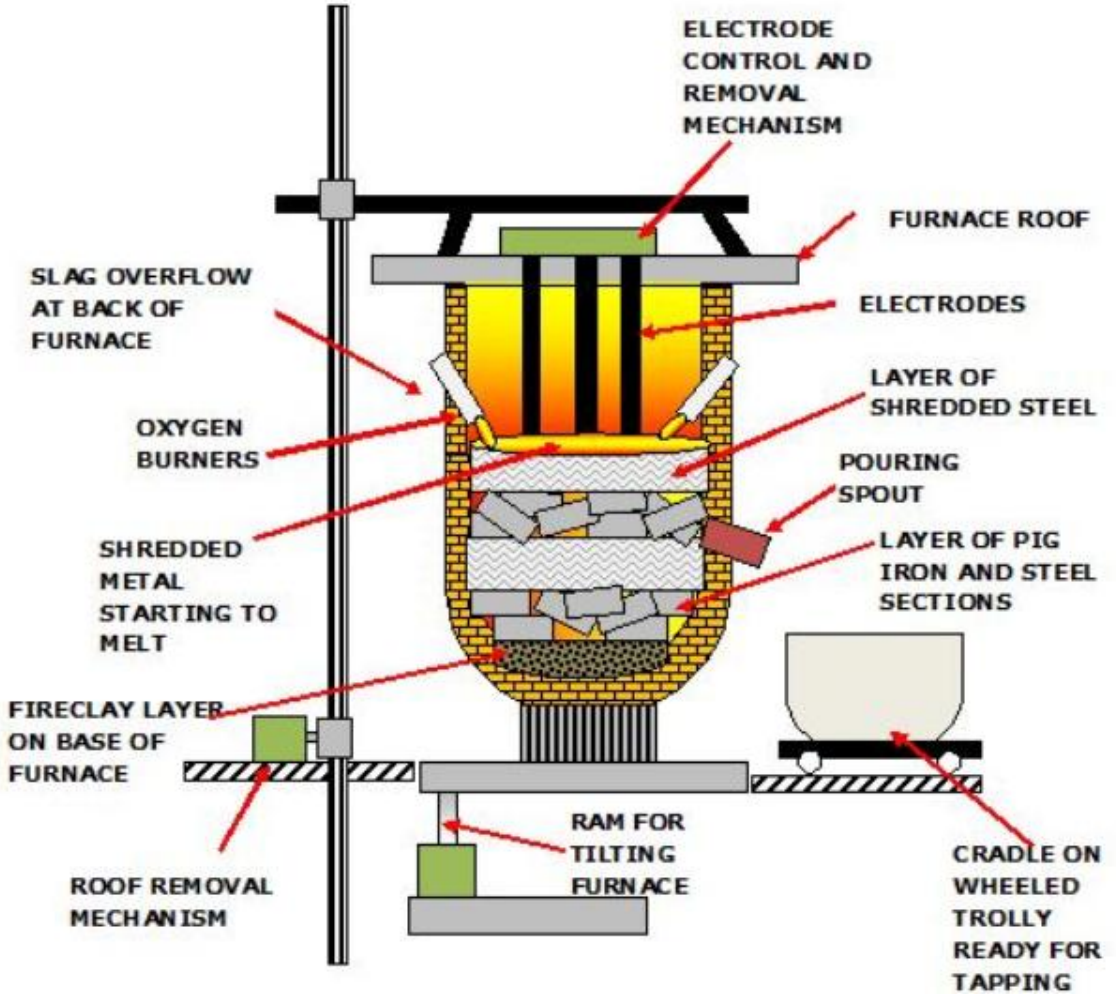
بارگذاری EAF

عموماً از برنامه‌های رایانه‌ای برای انتخاب ترکیب بار مواد اولیه استفاده می‌شود. شکل مواد اولیه و کوره قوس تعیین‌کننده ترکیب موادی هستند، که در آن بارگذاری خواهند شد. بار داخل ظرف کف ریز ریخته می‌شود. ظرف به بالای کوره منتقل و کف آن باز شده و محتویات آن به داخل کوره ریخته می‌شود. برخورد قطعات درشت قراضه با نسوز کف کوره می‌تواند خسارات شدیدی به آن وارد کرده و عمر لایه نسوز کوره را کاهش دهد. بنابراین ابتدا قطعات ریز قراضه مانند براده‌های ماشین‌کاری و سپس قطعات درشت در کوره بار می‌شوند. آخرین لایه موادی که به بار کوره اضافه می‌شوند، قراضه‌های سبک می‌باشند، تا هنگامی که الکترود پایین آورده می‌شود، بتواند در داخل آن‌ها فرورفته و قوس بین الکترود و بار کوره ایجاد شود و از ایجاد قوس بین الکترود و دیواره جلوگیری گردد. نتیجه این کار حفاظت بیشتر از نسوز کوره است[۳۴].

www.Telegram.me/Commodities

کوره قوس الکتریک

یک طرح عمومی از کوره EAF در شکل ۲-۲۳ نشان داده‌شده است. ظرفیت کوره EAF باید با ظرفیت تانک AOD یکسان باشد. عملیات EAF/AOD سوپر آلیاژها با ظرفیت ۹۰۰۰ Kg می‌تواند انجام گیرد، اما اکثراً ظرفیت تولید این روش در حدود ۳۶۰۰۰kg انتخاب می‌شود.



شکل ۲-۲۳: شمای کلی از کوره EAF [35].

www.Telegram.me/Commodities

دیواره کوره فولادی مدور با سیستم آبگرد و لایه نسوز آجری است. انتخاب آجرهای نسوز به نوع آلیاژ و طراحی کوره بستگی دارد. هزینه نسوز کاری یک کوره متوسط ۱۸ تنی تقریباً ۱۸ هزار دلار است. قسمت پایین کوره ثابت و سقف آن متحرک است. سقف کوره می‌تواند در یک صفحه افقی حرکت کرده و کاملاً از کوره دور شود تا بار به درون آن ریخته شود. سقف کوره دارای سه الکترود گرافیتی است، که در داخل کوره قرار می‌گیرند. در قسمت جلو دیواره کوره مجرای خروج مذاب و در قسمت عقب آن دریچه سرباره گیری قرار دارد. کوره قوس تقریباً در داخل یک چاله قرار دارد، به نحوی که مجرای خروج مذاب و دریچه سرباره گیری تقریباً در کف کارگاه قرار می‌گیرند. وجود چاله اجازه می‌دهد، که پاتیل حمل مذاب و پاتیل سرباره می‌توانند تا نزدیکی کوره آورده شوند. سطح این پاتیل‌ها پایین‌تر از سطح مجراها قرار می‌گیرند. کوره قابلیت چرخش تا ۹۰ درجه به طرف جلو را دارد، تا فلز مذاب کاملاً به درون پاتیل ریخته شود. زاویه چرخش کوره به طرف عقب به منظور سرباره گیری حداکثر ۲۰ درجه است.

به دلیل پایین بودن چگالی مواد اولیه نمی‌توان همه آن را یکباره به کوره بار کرد. ابتدا بخشی از بار به کوره اضافه می‌شود و سقف کوره مجددا در جای خود قرار می‌گیرد. الکترودها به طرف شارژ حرکت می‌کنند و قوس الکتریکی بین بار و الکترود ایجاد می‌شود. ابتدا قوس کم ولتاژ ایجاد می‌شود. با شروع به ذوب شدن بار الکترودها پایین‌تر می‌روند و ولتاژ جریان افزایش می‌یابد. تا قوسی با طول بیشتر ایجاد گردد و در نتیجه بازدهی ذوب افزایش یابد. عملیات مزبور تا ذوب شدن همه بار ادامه پیدا می‌کند. سقف کوره کنار می‌رود و باقی‌مانده بار به کوره ریخته می‌شود (بارگذاری مجدد)، پس از بارگذاری مجدد، سقف کوره به محل قبلی خود برگشته و تا زمانی که کل بار ذوب شود، قوس بر قرار می‌شود. پس‌ازآن گرم کردن ذوب با دمش اکسیژن و آرگون می‌تواند انجام شود.

www.Telegram.me/Commodities

اکسیدهایی که در این مرحله به وجود می‌آیند، ممکن است بسیار خورنده باشند و به لایه نسوز کوره آسیب وارد کنند. ساییدگی نسوزها در همه ذوب‌ها اتفاق می‌افتد، ولی برای جلوگیری از آسیب‌های موضعی شدید نسوز دیواره، معمولا آهک به بار کوره اضافه می‌کنند. آهک نقش سرباره ساز دارد و سرباره ایجادشده در کوره به صورت دستی از آن گرفته می‌شود. برای سرباره‌گیری کوره به سمت عقب چرخیده و سرباره جمع‌آوری شده، از دریچه سرباره گیری خارج می‌شود. این عمل در صورت نیاز و بسته به نوع بار قابل تکرار است.

پس‌ازآنکه بخش عمده‌ای از سرباره تشکیل‌شده تخلیه گردید، یک نمونه آنالیز شیمیایی از ذوب تهیه می‌شود. بر مبنای ترکیب شیمیایی به دست آمده از این نمونه ممکن است دمش گاز ادامه یابد یا تعدادی از عناصر آلیاژی برای تنظیم ترکیب شیمیایی قبل از انتقال به واحد AOD به آن افزوده شود. زمان تقریبی مرحله EAF فرآیند EAF/AOD تقریباً ۱ تا ۳ ساعت است. پس از آماده شدن ذوب آن را به درون پاتیل انتقال مذاب می‌ریزند. پاتیل انتقال (یک ظرف نسوز کاری شده با مجرای خروج مذاب) در مقابل کوره قوس قرار داده می‌شود. کوره می‌چرخد و محتویات خود را به درون پاتیل می‌ریزد. ممکن است پاتیل با MgO نسوز کاری شده باشد، تا با سرباره آهک مطابقت داشته باشد. امکان دارد موقع سرباره گیری ذرات سرباره بر روی مذاب شناور باقی به ماند. قبل از ریختن مذاب برای جلوگیری از افت دمای مذاب در پاتیل، آن را پیش گرم می‌کنند. پاتیل انتقال مذاب به تانک AOD برده می‌شود و مذاب به درون تانک ریخته می‌شود[۳۱].

تانک AOD

در شکل۲-۲۴ تانک AOD نشان داده شده است. دیواره تانک فولادی و نسوز کاری شده است. نمای بیرونی تانک شبیه به مخلوط‌کن‌های بتن با تنه مدور و سر مخروطی است که در محل قرارگیری خود می‌تواند بر روی

www.Telegram.me/Commodities

یک صفحه عمودی چرخش نماید. ظرفیت تانک متناسب با ظرفیت کوره EAF و معمولاً کمتر از ۳۶ تن است[۳۶].

شکل ۲-۲۴: تانک AOD [۳۷].

یکی از مشخصات ویژه تانک AOD این است که در کف آن تعدادی لوله برای دمش مخلوط اکسیژن و آرگون وجود دارد. این لوله تعدادی لوله هم مرکز هستند که از لوله مرکزی مخلوط آرگون و اکسیژن و از لوله بیرونی فقط گاز خنثی (معمولاً آرگون) برای خنک کردن انتهای لوله مرکزی دمیده می‌شود.

لایه نسوز تانک AOD شبیه نسوز کوره EAF است و در طی فرایند فرسوده می‌شود. کنترل درجه قلیایی سرباره یک عامل کلیدی برای اطمینان از آسیب ندیدن لایه نسوز از طرف سرباره می‌باشد. اولین مرحله در تانک AOD کربن‌زدایی مذاب است. اگر درون مذاب اکسیژن خالصی دمیده شود، نتیجه کار نه تنها کربن‌زدایی مذاب

www.Telegram.me/Commodities

نخواهد شد بلکه کروم بیشتری به اکسید کروم تبدیل خواهد شد. برای اقتصادی کردن واکنش کربن‌زدایی، فشار جزئی اکسیژن دمیده شده به مذاب با اضافه کردن آرگون به آن کاهش داده می‌شود تا از مقدار کرومی که به اکسید کروم تبدیل می‌شود، کاسته شود. وقتی‌که مقدار کربن مذاب بالا باشد، نسبت آرگون به اکسیژن در مخلوط گازی ۳ به ۱ در نظر گرفته می‌شود. با کاهش مقدار کربن مقدار آرگون باید افزایش یابد. با نزدیک شدن به مرحله کربن‌زدایی کامل نسبت آرگون به اکسیژن تقریبا ۶ به ۱ در نظر گرفته می‌شود.

حرارتی که در اثر واکنش کربن‌زدایی به وجود می‌آید، مقداری از کروم را اکسید می‌کند. در اثر دمش گاز، سیلسیم نیز اکسید می‌شود، ولی حرارت ناشی از اکسیداسیون آن ناچیز است و اثر کمی در گرم کردن مذاب دارد. یادآوری این موضوع اهمیت دارد که تانک AOD فاقد منبع انرژی حرارتی خارجی است و دمای آن در اثر واکنش‌های گرمازا افزایش پیدا می‌کند. چنانچه لازم باشد دمای مذاب پایین آورده شود، از قراضه جامد استفاده می‌شود. یکنواخت نگه‌داشتن دمای مذاب از لحاظ اقتصادی اهمیت دارد، زیرا تبدیل عناصر آلیاژی باارزش (به‌ویژه کروم و نیوبیوم) به سرباره تحت تاثیر دما انجام می‌گیرد. از فوق گداز شدن مذاب باید جلوگیری کرد، زیرا خنک کردن و گرم کردن مجدد آن زمان‌بر بوده و بازیابی کامل عناصر آلیاژی موجود در سرباره را دشوار می‌سازد.

در طی فرآیند کربن‌زدایی به مذاب آهک اضافه می‌شود. آهک اضافه‌شده در مرحله دمش گاز کاملاً با مذاب مخلوط شده و درجه بالایی از گوگردزدایی مذاب به دست می‌آید. CaS حاصل از گوگردزدایی به صورت سرباره درمی‌آید. چنانچه پس از نمونه‌گیری از ترکیب شیمیایی، کربن‌زدایی تا سطح مورد نظر انجام‌شده باشد، مرحله بازیابی عملیات AOD شروع می‌شود.

در این مرحله سرباره با عناصر ارزان قیمت (عموماً Si و Al مخلوط شده با آهک) واکنش داده می‌شود. این عناصر نسبت به عناصری نظیر Cr و Nb تمایل بیشتری برای تشکیل اکسید دارند و به همین دلیل اکسیدهای

www.Telegram.me/Commodities

عناصر گران قیمت موجود در سرباره احیاء شده و عناصر فلزی به مذاب برمی‌گردند. درباره استفاده از ترکیب شیمیایی نمونه گرفته‌شده از پاتیل انتقال و مقدار اکسیژن دمیده شده به مذاب برای پیش‌بینی مقدار کروم و نیوبیوم اکسیدشده‌ای که باید احیاء شود، نظریه‌های گوناگونی ارائه‌شده است.

پس از اتمام مرحله بازیابی (توسط ترکیب شیمیایی نمونه گرفته‌شده از مذاب) سرباره گیری انجام می‌شود. به هنگام سرباره‌گیری تانک چرخیده و سرباره جمع‌آوری‌شده از سطح مذاب از دریچه خارج می‌شود. پس‌ازآن عملیات نهایی تنظیم ترکیب شیمیایی انجام می‌شود. سپس تانک بیشتر چرخیده و مذاب به درون پاتیل ریخته‌گری منتقل می‌شود[۳۷].

پاتیل ریخته‌گری

پاتیل ریخته‌گری و بار مذاب درون آن به محل ایستگاه ریخته‌گری منتقل می‌شوند. با کنار رفتن توپی کف پاتیل، مذاب به بیرون جریان پیدا می‌کند. با وارد شدن مذاب به لوله بارریز مرکزی یا شیپوری می‌توان از یک جریان گاز آرگون برای جلوگیری از تماس مذاب با اکسیژن و نیتروژن اتمسفر استفاده کرد. لوله بارریز تعدادی راهگاه را که به صورت شعاعی در پیرامون آن قرارگرفته‌اند، پر می‌کند. از طریق این راهگاه‌ها فلز مذاب از کف قالب به درون آن ریخته‌گری می‌شود. برای جلوگیری از واکنش بین جداره داخلی قالب و فلز مذاب پودرهای ویژه‌ای به سطح داخلی قالب‌زده می‌شود. اثر دیگر این پودرها بهبود کیفیت سطح شمش ریخته و نیز عایق حرارتی بودن است. در پایان ریخته‌گری ترکیب‌های گرمازایی به سطح قالب اضافه می‌شوند تا به عنوان عایق حرارتی سر الکترودهای در حال انجماد را گرم نگه‌دارند. لذا این قسمت می‌تواند به عنوان تغذیه عمل نماید و انقباض‌های ناشی از انجماد قسمت‌های مرکزی شمش را جبران کند. قالب الکترودهای کربن‌زدایی شده با آرگون و اکسیژن را می‌توان از سر قالب ریخته‌گری کرد اما به دلیل مشکلاتی مانند دشوار بودن این روش،

www.Telegram.me/Commodities

مسائل ایمنی و طولانی بودن زمان ریخته‌گری، عموماً از روش ریخته‌گری قالب پر شونده از کف استفاده می‌شود[۳۸].

۶-۲-۵-۲-۱-۲- ذوب القایی تحت خلاء (VIM)

مقدمه

در فرآیند ذوب القایی تحت خلاء در مقایسه با فرآیندهای ذوب در هوا، مقدار اکسیژن و نیتروژن مذاب به مقدار قالب توجهی کاهش می‌یابد. در نتیجه سوپر آلیاژهای تولیدشده با VIM اکسیدها و نیتریدهای کمتری داشته و نسبت به سوپر آلیاژهای تولیدشده به روش EAF/AOD تمیزتر هستند. بعلاوه عناصر دارای فشار بخار بالا (به‌ویژه سرب و بیسموت) که ممکن است از طریق قراضه وارد شده باشند، در طی فرآیند ذوب به این روش حذف می‌شوند. مجموع این عوامل باعث بهبود خواص خستگی و گسیختگی خزش سوپر آلیاژهای تولیدشده با VIM در مقایسه با روش EAF/AOD می‌شوند.

کنترل عناصر آلیاژی در این روش خیلی دقیق‌تر از روش EAF/AOD است و تولید به روش VIM پرهزینه‌تر از روش EAF/AOD است. در فرآیند EAF/AOD اصلاح ترکیب شیمیایی (کاهش عناصری مانند Al,Si,S,Ti,C و ...) صورت می‌گیرد ولی در فرآیند VIM ترکیب شیمیایی نهایی به ترکیب بار واردشده به کوره بسیار نزدیک است. ممکن است در مقدار کربن کاهش جزئی صورت گیرد. در فرآیندهای VIM جدید مرحله گوگردزدایی نیز وجود دارد. در این روش ترکیب شیمیایی مذاب توسط ترکیب بار واردشده به کوره تعیین می‌شود؛ به همین دلیل قیمت مواد اولیه فرآیند VIM در مقایسه با مواد اولیه استفاده شده در فرآیند EAF/AOD گران‌تر است[۳۹].

www.Telegram.me/Commodities

تشریح فرآیند VIM

بار کوره عموماً دارای سه بخش است: بخش مواد خام که قبلاً در خلاء ذوب نشده‌اند، بخش دیرگداز که شامل عناصر خالصی است که اکسیدهای پایدار تشکیل می‌دهند و تمایل دارند قابلیت انحلال اکسیدها و نیتریدهای موجود در مواد خام را افزایش دهند. بخش آخر بار شامل قراضه‌های داخلی و خارجی است که قبلا در خلاء ذوب شده‌اند. به خاطر اینکه امکان دارد قراضه‌ها در طی تولید آلودگی پیدا کرده باشند، لازم است دقت کافی در جدایش و آماده‌سازی آن‌ها قبل از وارد شدن به فرآیند VIM انجام گیرد. ابتدا بخش مواد خام بار درون کوره VIM قرار داده می‌شود. این عمل ممکن است با باز شدن سقف کوره و یا بارگذاری توسط یک محفظه تحت خلاء نصب شده در بالای سر کوره انجام گیرد. کوره قابلیت ایجاد سریع خلاء کمتر از ۱۰۰ μm (و اغلب کمتر از ۱۰ μm) را دارد. با ایجاد جریان القایی توسط سیم‌پیچ‌های مستقر در محیط بوته نسوز. مواد خام ذوب می‌شوند. پس از ذوب کامل، مواد گاززدائی می‌شوند. در اینجا ممکن است مقدار دیگری از مواد به بار ذوب‌شده اضافه شود تا وزن آن به مقدار برنامه‌ریزی‌شده برسد.

پس از کامل شدن ذوب یک نمونه ترکیب شیمیایی از آن گرفته می‌شود. بر اساس ترکیب شیمیایی نمونه، افزودنی‌های لازم به ذوب اضافه می‌شود، تا ترکیب شیمیایی آن به حد مورد نظر برسد. با توجه به اینکه در این فرآیند تغییرات قابل توجهی در ترکیب شیمیایی صورت نمی‌گیرد، لذا باید در تنظیم ترکیب شیمیایی ذوب به دست آمده دقت کرد تا در صورت نیاز بتوان مجدداً آن را تکرار نمود. پس از به پایان رسیدن مرحله اضافه کردن مواد افزودنی، دمای مذاب به دمای مناسب برده شده و به درون قالب‌ها ریخته‌گری می‌شود.

مذاب باوجود اینکه در خلاء تولیدشده ولی مقدار قابل توجهی سرباره ایجادشده از اکسیژن زدایی، گوگردزدایی و ذرات نسوز کوره دارد. در حین ریخته‌گری مذاب تا حد ممکن سعی می‌شود که ذرات سرباره به داخل قالب راه پیدا نکنند. عموماً از سیستم ریخته‌گری برای هدایت فلز مذاب به قالب که دارای تعدادی تله

www.Telegram.me/Commodities

برای به دام انداختن ذرات سرباره است، استفاده می‌شود. سیستم ریخته‌گری در نهایت به بار ریز ختم می‌شود. در بار ریز همواره مقداری مذاب وجود دارد، تا ذرات سرباره راه یافته به آن شناور شده و از جریان مذاب ریخته‌گری حذف شوند. جریان مذاب از کف بارریز خارج می‌شود. زمان ریخته‌گری توسط قطر افشانک بارریز و دمای ریخته‌گری تعیین می‌شود.

سوپر آلیاژهای تولیدشده به روش VIM به ندرت در شرایط ریخته استفاده می‌شوند و به‌کارگیری آن‌ها در شرایط کارشده مناسب‌تر است. یکی از برتری‌های این روش استفاده از شمش‌های آن در عملیات ذوب مجدد برای بهبود ساختار آلیاژ و افزایش درجه تمیزی آن است. قالب‌های VIM می‌توانند برای ذوب مجدد به روش‌های VAR [۴۶] و ESR [۴۷] استوانه‌ای باشند یا برای ذوب مجدد به روش ESR تختال در نظر گرفته شوند. در اصطلاح فنی به محصولات ریخته تولیدشده به این روش شمش گفته نمی‌شود، بلکه با عنوان الکترود شناخته می‌شوند، و این نام نشانگر آن است که مواد نیمه تمام بوده و از آن‌ها در فرآیند ذوب بعدی استفاده خواهد شد[۴۰].

[46]- Vacuum Arc Remelting (VAR)
[47]- Electro Slag Remelting (ESR)

www.Telegram.me/Commodities

بار در فرایند VIM

بار VIM بر حسب ترکیب شیمیایی هدف محاسبه می‌شود. محاسبه انجام‌شده بر مبنای استفاده از سه نوع مختلف مواد به علاوه یک فاکتور تصحیح است. نوع اول مواد که با عنوان مواد خام یا تازه توضیح داده شدند، دارای عناصر خالص هستند. این مواد ممکن است دارای اکسیژن و نیتروژن حل‌شده باشند. اکسیژن در طی عملیات ذوب کاهش خواهد یافت. کاهش نیتروژن در فرآیند VIM با سرعت پایینی صورت می‌گیرد و باید در انتخاب مواد اولیه از مواد کم نیتروژن استفاده کرد. تفاوت اصلی بین مواد خام و بقیه مواد در این است که سطح گاز محلول آن‌ها با عملیات ذوب در خلا قبلی کاهش نیافته است.

بر پایه این تعریف مواد خام از نظر اقتصادی نوع مهمی از تولیدات فرآیند EAF/AOD هستند. این مواد از بازیافت سوپر آلیاژهای برگشتی از خط تولید، فلز باقی‌مانده به دیواره کوره و براده‌های ماشین‌کاری و پوسته کنی با اندازه کوچک هستند، که می‌توان مستقیماً در کوره VIM از آن‌ها استفاده کرد. بعضی از مواد با فرآیند EAF/AOD تولید می‌شوند که دارای کربن و عناصر فعال کمی هستند. این مواد حتی اگر با VIM هم تولید شوند اکسیژن زیادی خواهند داشت و باید بدون توجه به روش تولید و اینکه قراضه فرآیند VIM هستند از آن‌ها به عنوان مواد خام استفاده کرد.

دسته دوم تحت عنوان مواد فعال شناخته می‌شوند. مواد فعال عموماً مواد خالص هستند. این مواد عمدتا Ti و Al اکسیدها و نیتریدهای پایداری تشکیل می‌دهند و قابلیت انحلال گازها را در بار کوره افزایش می‌دهند. این مواد باید توزین شده و جداگانه نگهداری شوند و فقط پس از گاز زدایی کامل مذاب به آن افزوده شوند.

دسته سوم مواد برگشتی هستند. در طی فرآیندهای تولید سوپرآلیاژها مقدار زیادی قراضه تولید می‌شود. بازیافت این قراضه، هم قراضه داخلی (مانند قراضه ذوب) و هم قراضه خارجی (مانند قراضه مراحل ساخت و نصب قطعات) یک کار اقتصادی بسیار مهم در صنعت سوپر آلیاژهاست. قطعات بزرگ قراضه در طی فرآیند ذوب

www.Telegram.me/Commodities

و مرحله شکل دادن سوپرآلیاژ تولید می‌شوند. این قطعات ممکن است مستقیماً به کوره VIM ریخته شوند. البته باید امکاناتی برای تشخیص ترکیب شیمیایی آن‌ها وجود داشته باشد. یک منبع بزرگ دیگر قراضه‌های برگشتی براده‌های فرآیند ماشین‌کاری است.

براده‌ها باید جداگانه نگهداری شوند و به شکل فشرده باشند، تا بهتر به کوره بار شوند. هم‌چنین محلول آب و صابون و روغن به‌جای مانده از ماشین‌کاری آن‌ها باید زدوده شود. قیدوبندهایی که برای نگهداشتن قطعات در ماشین‌کاری استفاده می‌شوند، ممکن است دارای سرب و بیسموت باشند. چنانچه براده‌های ماشین‌کاری به این فلزات آلوده شده باشند، وجود سرب و بیسموت در سوپر آلیاژ تولیدشده اثرات بسیار مخربی بر جای خواهد گذاشت. برای جلوگیری از این شرایط لازم است از هر توده براده نمونه کوچکی تهیه نموده و آن را ذوب کرد و سپس آنالیز شیمیایی آن را به دست آورد. با توجه به اینکه ممکن است آلودگی در توده براده‌ها یکنواخت توزیع نشده باشد. لذا نتایج آنالیز نمونه ممکن است. در پیش‌بینی مقدار آلودگی سرب و بیسموت گمراه‌کننده باشد. خوشبختانه چنانچه سطح این آلودگی‌ها در بار کوره پایین باشد، در طی فرآیند VIM مقدار خیلی زیادی از آن‌ها حذف می‌شود، ولی اگر سطح آلودگی بالا باشد پس از ذوب در خلاء کاملاً حذف نمی‌شوند، مگر اینکه تشخیص داده شوند که در این صورت باید زمان فرآیند بیشتر از حد معمول در نظر گرفته شود و این حالت از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست.

قراضه برگشتی حتماً نباید ترکیب شیمیایی بار را داشته باشد. با محاسبه وزن مواد خام و اختلاف ترکیب شیمیایی آن‌ها به راحتی می‌توان از قراضه‌های مختلف استفاده کرد.

عامل باقی‌مانده در محاسبه بار کوره VIM پیش‌بینی مقدار ماده‌ای است که قرار است از فرآیند ذوب گرفته شود. وقتی‌که مذاب VIM تخلیه می‌شود مقداری از فلز مذاب به دیواره بوته می‌چسبد. در فرآیند ذوب بعدی فلز باقی‌مانده مجدداً ذوب می‌گردد. به همین خاطر ترکیب‌های شیمیایی ذوب‌های متوالی در فرآیند VIM باید

www.Telegram.me/Commodities

با یکدیگر مطابقت داشته باشند. به هنگام محاسبه بار یک عامل تصحیح به خاطر تغییر ترکیب شیمیایی به وجود آمده از مواد برجای‌مانده از ذوب قبلی باید در نظر گرفته شود. این عامل تصحیح بر مقدار و نوع مواد خام اثر خواهد گذاشت. تحت بعضی شرایط قبل از شروع عملیات ذوب، بوته را با یک پاک کننده مواد باقی‌مانده برای ذوب ترکیب جدید آماده می‌کنند. ذوب‌های آماده‌ساز عموماً غیر آلیاژی بوده و اجزاء اصلی ذوب بعدی را تشکیل می‌دهند[۴۰].

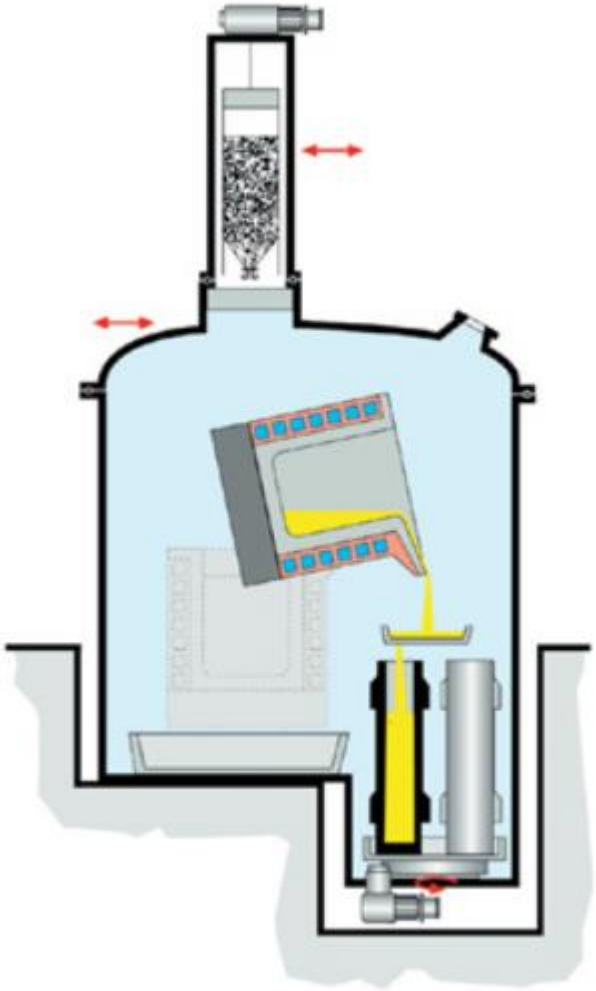
کوره القائی تحت خلاء

کوره دارای یک پوسته فولادی متصل به سیستم ایجاد خلاء سریع است. کوره‌ها از سقف یا بدنه باز می‌شوند و از این نظر طرح‌های مختلف کوره‌های VIM تفاوت کمی با یکدیگر دارند. بوته در مرکز کوره قرار دارد. ظرفیت بوته ۴۵۰۰ تا ۲۲۷۵۰ کیلوگرم است. نسوز دیواره بوته یکپارچه نیست و در آن از آجرهای نسوز (دو لایه آجرنسوز، یک لایه پشتیبان که از سیم پیچ القایی حفاظت می‌کند و یک لایه بیرونی که در تماس با فلز مذاب است) استفاده می‌شود. پس از مدتی ضخامت این لایه نسوز کاهش می‌یابد و آن را تعویض می‌کنند. یک عامل اصلی در کاهش عمر نسوز دیواره بوته انبساط و انقباض نسوز در طی چند ذوب متوالی است. آجرهای نسوز تجاری اکثراً به طور کامل تف جوشی نشده و در حین کار منبسط می‌شوند و ظرفیت کوره را پایین می‌آورند. در انتخاب آجرهای نسوز باید به مقاومت سایشی و انبساط کنترل کننده عمر لایه نسوز و مدت زمان عملیات VIM توجه نمود.

بعد از لایه نسوز، سیم‌پیچ‌های القایی هستند که از جنس لوله‌های مسی آبگرد می‌باشند. با عبور جریان القایی بار جامد ذوب می‌شود. پس از ذوب شدن کامل بار جریان القایی باعث تلاطم ذوب می‌شود. فرکانس بهینه در سیم پیچ القایی برای حرارت دادن بار با شکل، اندازه و حالت بار (جامد یا مذاب) تغییر می‌کند. در

www.Telegram.me/Commodities

تجهیزات قدیمی از یک فرکانس استفاده می‌شد اما تجهیزات جدید با فرکانس‌های مختلفی کارکرده و ذوب را سریعتر آماده می‌کنند. در بعضی از کوره‌های VIM سیم‌پیچ‌هایی در مقاطع مختلف کوره نصب‌شده‌اند. پس از آماده شدن ذوب از این سیم‌پیچ‌ها می‌توان برای به هم زدن مذاب استفاده کرد بدون اینکه انرژی اضافی برای این کار مصرف شود. در شکل ۲-۲۵ ساختمان یک بوته ذوب القایی در خلاء نشان داده‌شده است[۳۶].



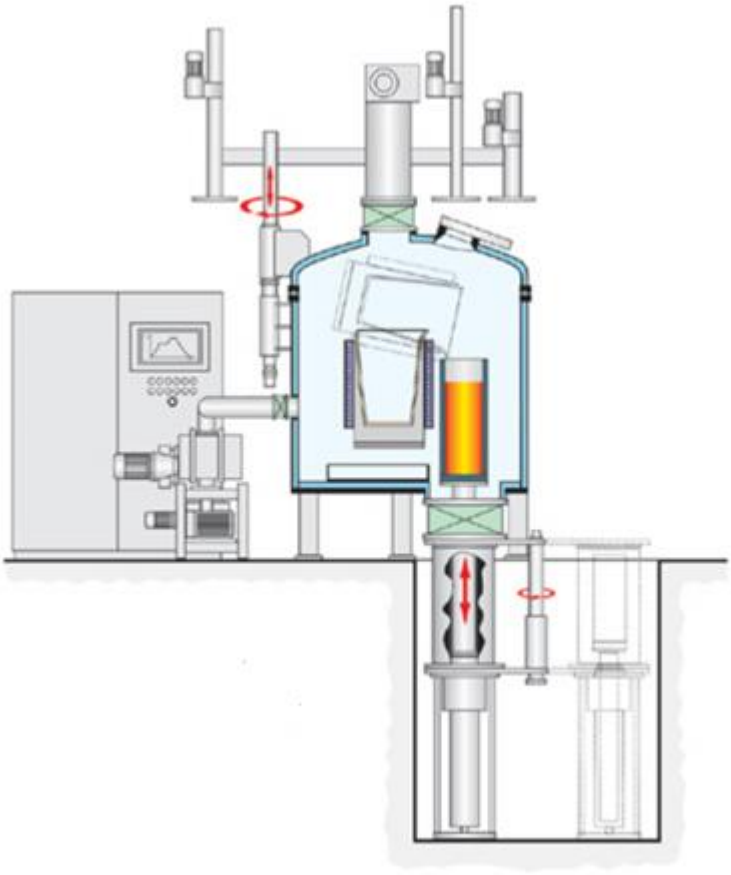
شکل ۲-۲۵: شمای کلی از ساختمان کوره ذوب القایی در خلاء (VIM)[۴۱].

www.Telegram.me/Commodities

در اکثر کوره‌های ذوب القایی در خلاء یک محفظه بارگذاری تحت خلاء در بالای بوته نصب‌شده است. موادی که بعداً به ذوب اضافه می‌شوند از طریق این محفظه به درون بوته ریخته می‌شوند. نحوه کار بدین شکل است که مواد اضافه شونده درون یک طرف کف ریز قرار داده می‌شوند و سپس ظرف کف ریز و محتویات آن در داخل محفظه قرار می‌گیرند. درب محفظه بسته و در آن خلاء ایجاد می‌شود. دریچه‌هایی که محفظه بارگذاری تحت خلاء را از کوره ذوب در خلا جدا می‌کنند، باز می‌شود. ظرف کف ریز تا نزدیکی سطح مذاب پایین می‌رود و کف آن باز می‌شود، تا مواد به داخل بوته ریخته شوند.

کوره‌های قدیمی ذوب القایی در خلاء با یک محفظه ساخته می‌شدند. در این نوع کوره‌ها قالب ریخته‌گری در داخل کوره ذوب القایی قرار می‌گرفت. یکی از معایب کوره‌های قدیمی این بود که پس از هر بار پر شدن قالب باید کوره باز می‌شد تا قالب پرشده را خارج کنند و قالب جدید کار گذاشته شود. در کوره‌های جدید یک محفظه تحت خلاء جداگانه برای قالب‌ها وجود دارد (کوره‌های دو محفظه‌ای). در هر نوع کوره قالب‌های آماده‌شده باید پس از آماده شدن ذوب به قسمت ریخته‌گری منتقل شوند. در شکل۲-۲۶ طرح کوره VIM دو محفظه‌ای نشان داده‌شده است[۴۱].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۲۶: کوره ذوب القایی تحت خلاء دو محفظه[۴۲].

سیستم‌های ریخته‌گری

سیستم‌هایی که فلز مذاب را انتقال می‌دهند ناودانک نام دارند. ناودانک‌ها لوله‌های فولادی نسوزکاری شده‌ای هستند که در کوره‌های VIM دو محفظه‌ای از آن‌ها استفاده می‌شود. اگر اندازه ناودانک بزرگ باشد، از آجرهای نسوز در آن استفاده می‌شود، ولی در ناودانک‌های کوچک از نسوزهای کوبیدنی یا تف جوشی شده استفاده می‌شود. در ناودانک‌ها موانع و تله‌هایی در مسیر جریان فلز مذاب به قالب ایجاد می‌کنند، تا از ورود سرباره به داخل قالب جلوگیری شود.

www.Telegram.me/Commodities

حذف نهایی سرباره توسط بارریز صورت می‌گیرد. مذاب پس از خروج از ناودانک در داخل بارریز ریخته می‌شود (در بعضی از سیستم‌های ریخته‌گری مذاب راهی شده مستقیماً از بوته به بارریز ریخته می‌شود). در بارریز ارتفاع فلز مذاب را به نحوی انتخاب می‌کنند که در ته آن یک جریان آرام برقرار شود. در ته بارریز افشانک قرار دارد و فلز مذاب توسط آن وارد قالب می‌شود. ممکن است در بارریز هم موانعی برای جذب ذرات سرباره وجود داشته باشد.

یکی از مهم‌ترین عوامل موجود در بارریز زمان قرارگیری مذاب در داخل آن است. این مدت زمان کنترل کننده مقدار سرباره شناور شده است. با تنظیم سرعت ورودی مذاب از ناودانک به بارریز ارتفاع فلز مذاب در بارریز ثابت نگه‌داشته می‌شود. با ثابت ماندن دمای فلز مذاب و ارتفاع آن در بارریز سرعت خروج مذاب از افشانک بارریز ثابت باقی می‌ماند.

قالب‌های ریخته‌گری عموماً از مواد فلزی (معمولاً چدن) هستند، ولی استفاده از فولاد آهنگری شده نیز افزایش یافته است. عمر قالب و قیمت تمام شده آن تعیین‌کننده نوع قالب ریخته‌گری هستند. خستگی حرارتی مهم‌ترین عامل ازکارافتادگی قالب‌ها است. مقاومت شکست فولادهای آهنگری شده بیشتر از چدن است، عوامل دیگری نیز در فرسوده شدن قالب‌ها مؤثر هستند، ازجمله برخورد مستقیم جریان مذاب به دیواره قالب که در این حالت قالب‌های ارزان چدنی مناسب‌تر هستند. دیواره قالب‌ها برای کمک به خارج شدن الکترود جامد از درون قالب شیب کمی دارد. انقباض الکترود منجمد شده آن را از دیواره قالب جدا می‌کند، به نحوی که به نیروی زیادی برای جدا کردن الکترود از قالب نیاز نیست[۳۸].

www.Telegram.me/Commodities

عملیات ذوب القایی در خلأ

مراحل ذیل نحوه تولید مذاب در کوره VIM دو محفظه‌ای را نشان می‌دهد. اکثر مراحل عملیات VIM از این روش پیروی می‌کنند ولی جزئیات بعضی از عملیات ویژه مانند اندازه‌گیری‌های تحت خلأ متفاوت هستند.

پس از کامل شدن عملیات ذوب قبلی محفظه ذوب از محفظه قالب جدا می‌شود. مقدار خلأ محفظه ذوب یادداشت می‌شود. تمام دریچه‌های خلأ بسته می‌شوند و پس از مدتی در حدود ۳ دقیقه افت خلأ محفظه ثبت می‌شود. افت خلأ به خاطر وجود نشت در کوره به وجود می‌آید. پمپ‌های بزرگ استفاده شده در کوره‌های VIM می‌توانند خلأ زیادی ایجاد کنند، که افت خلأ ناشی از نشست را جبران می‌کند. بلافاصله پس از اطمینان از اینکه خلأ لازم در کوره ایجاد شده است، افزودن بخش مواد خام از محفظه بارگذاری شروع می‌شود. در شروع ذوب توان کامل ذوب به کار گرفته می‌شود وقتی‌که کل بار ذوب شد، دمای آن کنترل می‌گردد و برای عملیات گاز زدایی تنظیم می‌شود. سرعت تخلیه محفظه افزایش پیدا می‌کند، زیرا گازهای خارج شده از بار ذوب شده باید به بیرون کوره منتقل شوند. با کاهش فشار جزئی گاز در محفظه گاز بیشتری از ذوب خارج می‌شود به‌طور مثال کربن موجود در بار با اکسیژن ترکیب شده و به‌صورت CO آزاد می‌شود. پیشرفت گاز زدایی با اندازه‌گیری سرعت تخلیه در زمان‌های مختلف پیگیری می‌شود. وقتی‌که سرعت تخلیه ثابتی برقرار شد بدین معنی است که گاز زدایی مذاب خاتمه یافته است.

کنترل دما در طی فرآیند با دماسنج‌های نوری انجام می‌شود. ممکن است گفته شود که استفاده از دماسنج‌های نوری نتایج خیلی دقیقی به همراه ندارد. باید خاطرنشان ساخت که استفاده از دماسنج نوری وقتی‌که سطح مذاب شروع به سرد شدن می‌کند، با دقت زیادی دمای مذاب را اندازه‌گیری می‌کند و کنترل‌های بعدی دما نیز برای اندازه‌گیری فوق گداز موردنیاز انجام می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

پس از گاز زدایی کامل ذوب، افزودن بخش قراضه‌های برگشتی بار شروع می‌شود. عناصر نسوز یا قسمتی از آن ممکن است به همراه این بخش افزوده شود. مقداری آلومینیوم برای اکسیژن زدایی و کلسیم نیز برای گوگردزدایی ذوب به آن افزوده می‌شود. برای افزودن کلسیم عموماً از افزودنی‌های نیکل - کلسیم، آهک یا ترکیبی از این دو استفاده می‌شود. CaS تشکیل شده به سرباره تبدیل می‌شود و بخشی جزئی از آن به دیواره بوته می‌چسبد. برای اطمینان از عدم برگشت CaS چسبیده به دیواره باید مقداری آلومینیوم در مذاب وجود داشته باشد.

باید خاطرنشان ساخت که استفاده اولیه از VIM در سوپر آلیاژها بدون استفاده از مواد سرباره ساز بوده است. با شناخت اثرات مخرب گوگرد بر خواص سوپر آلیاژهای دمابالا، نیاز به کاهش مقدار گوگرد و اصلاح ترکیب شیمیایی مذاب برای بهبود خواص مکانیکی پیدا شد. هم‌اکنون همه ذوب‌های VIM دارای ترکیبات سرباره ساز و نیز ترکیبات اکسیدی شناور بر روی سطح مذاب هستند. برای جلوگیری از ورود این مواد به داخل الکترودهای ریخته باید دقت کافی به عمل آید.

وقتی‌که ذوب قراضه‌های برگشتی، کنترل گوگرد و افزودن مواد نسوز به انجام رسید و ذوب آماده شد، یک نمونه ترکیب شیمیایی از آن تهیه می‌شود. بر مبنای آنالیز به دست آمده از روی این نمونه، مقدار وزنی افزودنی‌های آلیاژی برای رساندن آنالیز به دامنه ترکیب شیمیایی موردنیاز محاسبه می‌شود. افزودنی‌های موردنیاز به مذاب اضافه می‌شوند. درصورتی‌که مقدار مواد افزودنی زیاد باشد، نمونه دوم آنالیز شیمیایی برای اطمینان از درستی ترکیب شیمیایی برداشته می‌شود. پس از آماده شدن ذوب ناودانک از میان دریچه بین دو محفظه عبور کرده و بر روی بارریز قرار می‌گیرد. بارریز قبلاً پیش گرم شده است.

قبل از ریخته‌گری، دمای ذوب با دماسنج نوری کنترل می‌شود و صحت آن توسط اندازه‌گیری دما با ترموکوپل کنترل می‌شود. کنترل دمای ریخته‌گری به دلیل اینکه سیال بودن مذاب و سرعت ریخته‌گری از

www.Telegram.me/Commodities

افشانک بارریز را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اهمیت دارد. دمای ریخته‌گری باید به حد کافی بالا باشد، تا مذاب به دیواره افشانک نچسبد و آن‌قدر بالا نباشد، که TiN تشکیل‌شده بتواند در مذاب حل شود. اغلب برای اطمینان از گوگردزدایی کامل، منیزیم به‌صورت نیکل - منیزیم به مذاب اضافه می‌شود. در این صورت گوگرد موجود در سوپر آلیاژ کارپذیر نهایی به صورت MgS درخواهد آمد. MgS به صورت ذرات کروی تشکیل می‌شود (برخلاف سایر سولفیدها که به صورت لایه‌های نازک مرزدانه‌ای ظاهر می‌شوند). MgS تشکیل شده به نحو قابل ملاحظه‌ای انعطاف‌پذیری آلیاژ را افزایش می‌دهد. عنصر منیزیم دارای فشار بخار بالایی است و تحت خلأ جزئی یا کامل نمی‌تواند در مذاب باقی بماند و تبخیر می‌شود. به همین دلیل آرگون به محفظه خلأ وارد می‌کنند، تا فشار محیط افزایش یافته و تبخیر منیزیم کنترل شود. به رسوب گرد و غبار منیزیم بر روی دیواره‌های کوره از نظر ایمنی باید توجه کرد، زیرا آتش‌زا است و غبار منیزیم نیز ممکن است در اثر جرقه منفجر شود.

قبل از ریخته‌گری، نمونه نهایی از ترکیب شیمیایی گرفته می‌شود. با خم شدن بوته، فلز مذاب زیر سرباره به‌آرامی در ناودانک جریان پیدا می‌کند. در ابتدا به منظور پر کردن سریع بارریز، سرعت جریان ریزش مذاب از بوته و ناودانک زیاد است. وقتی‌که بارریز تا سطح مطلوب پر شد، زاویه چرخش بوته کاهش می‌یابد، تا سطح مذاب در بارریز در ارتفاع ثابتی نگه‌داشته شود. شروع ریخته‌گری با بارریز قرار گرفته در بالای سر قالب انجام می‌گیرد، به همین لحاظ اندکی قبل از رسیدن بارریز به ظرفیت کامل ریخته‌گری شروع می‌شود. با پر شدن هر یک از قالب‌های الکترود قالب بعدی در زیر جریان مذاب قرار داده می‌شود (جریان مذاب معمولاً پیوسته است). آخرین مذاب موجود در بوته در یک قالب جداگانه ریخته می‌شود. احتمال وجود ذرات سرباره در آخرین قالب وجود دارد. به همین دلیل از آن به عنوان الکترود استفاده نمی‌شود.

با شروع عملیات ذوب بعدی الکترودهای ریخته نیز در محلی نگه داشته می‌شوند، تا زمانی که انجماد آن‌ها کامل شود. سپس از قالب‌ها بیرون کشیده می‌شوند. در بسیاری از آلیاژها الکترودهای ریخته قبل از ذوب مجدد

www.Telegram.me/Commodities

تابکاری می‌شوند و ممکن است الکترودها مستقیماً به کوره تابکاری منتقل شوند. محصولات ریخته‌گری استاتیکی شده دارای جدایش مثبت بالایی هستند و ذوب مجدد آن‌ها برای به دست آوردن ساختار ریخته‌گری مطلوب باید کنترل شده باشد. انجماد الکترودها از دیواره قالب شروع شده و به‌طرف مرکز پیشروی می‌کند و به همین دلیل مک‌های انقباضی در خط مرکزی الکترود متمرکز می‌شوند. به این عیوب «مک‌های ثانویه» گفته می‌شود. مک‌های اولیه نیز در اثر تغییر حجم ناشی از انجماد در محل سه الکترود، به وجود می‌آیند. انقباض اولیه با بکار بردن پوشش گرمازا روی سطح فوقانی الکترود حذف می‌شود. پوشش گرمازا ماده‌ای است که سطح فوقانی الکترود را نسبت به سطوح پایین‌تر آن برای مدت زمان طولانی‌تری در حالت مذاب نگه می‌دارد. در این صورت مذاب باقی مانده در داخل حفره‌های انقباضی نفوذ کرده و آن‌ها را تغذیه می‌کند. قسمت فوقانی الکترود بعداً بریده شده و حفره‌های انقباضی اولیه حذف می‌شوند. مقدار ماده هدررفته در این ناحیه ناچیز است. دانستن این موضوع اهمیت دارد که با افزایش نسبت طول به قطر حفره‌های انقباضی، پوشش گرم سر الکترود نمی‌تواند همه حفره‌های انقباضی را حذف کند. این نسبت در یک الکترود به قطر ۴۳ cm و طول ۳۸۰ cm تقریباً ۹ بر ۱ است.

حال پس از اینکه فرایند تولید الکترود پایان یافت به منظور همگن کردن ترکیب شیمیایی و یا تنظیم ترکیب شیمیایی و با توجه به کاربرد مد نظر فرایند ذوب مجدد برای تهیه شمش سوپر آلیاژ در نظر گرفته می‌شود که به شرح زیر می‌باشد[۴۳].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲-۲- ذوب مجدد

معرفی

ریخته‌گری استاتیکی فرآیندی است که برای ریخته‌گری حجم زیادی از فلز مذاب به درون قالب انجام می‌شود. کنترل انجماد توسط طراحی قالب و تغذیه فلز برای حذف مک صورت می‌گیرد. در قطعات بزرگ ریخته سرعت انجماد پایین است و عیب جدایش مثبت شکل می‌گیرد. به همین خاطر تولید سوپر آلیاژها به روش‌های EAF/AOD یا VIM معمولاً با ریخته‌گری استاتیکی آلیاژ در الکترودها برای استفاده در عملیات ذوب بعدی تحت شرایط کنترل شده انجام می‌شود.

دو فرآیند عمده برای ذوب مجدد وجود دارد که عبارتند از فرآیندهای VAR و ESR. در هر دو فرآیند الکترود در یک بوته آبگرد قرار داده می‌شود. سطح الکترود تا درجه حرارت ذوب گرم می‌شود. قطرات فلز مذاب چکیده از الکترود در بوته جمع شده و به سرعت منجمد می‌شوند. با مصرف شدن الکترود، سطح ذوب شونده به بوته نزدیکتر می‌شود تا فاصله یکنواختی بین سطح ذوب شونده و محل انجماد فلز مذاب برقرار شود. با وجود این وجوه اشتراک عمومی، روش‌های بسیار متفاوتی برای ذوب سطح الکترود وجود دارد. متفاوت بودن این روشها، به تفاوت سرعت انجماد و طبیعت عیوب بوجود آمده در ذوب مجدد اشاره دارد[۳۱].

۶-۲-۵-۲-۱ تشریح فرآیند ذوب مجدد در خلاء با قوس الکتریکی[۴۸] (VAR)

در روش VAR الکترود در محفظه خلاء که در آن بوته آبگرد قرار دارد، ذوب مجدد می‌شود. یک جریان برق مستقیم از میان الکترود و پایه بوته عبور می‌کند. با بیرون کشیده شدن الکترود قوسی بین پایه بوته و نوک

[۴۸]- Vacuum Arc Remelting

www.Telegram.me/Commodities

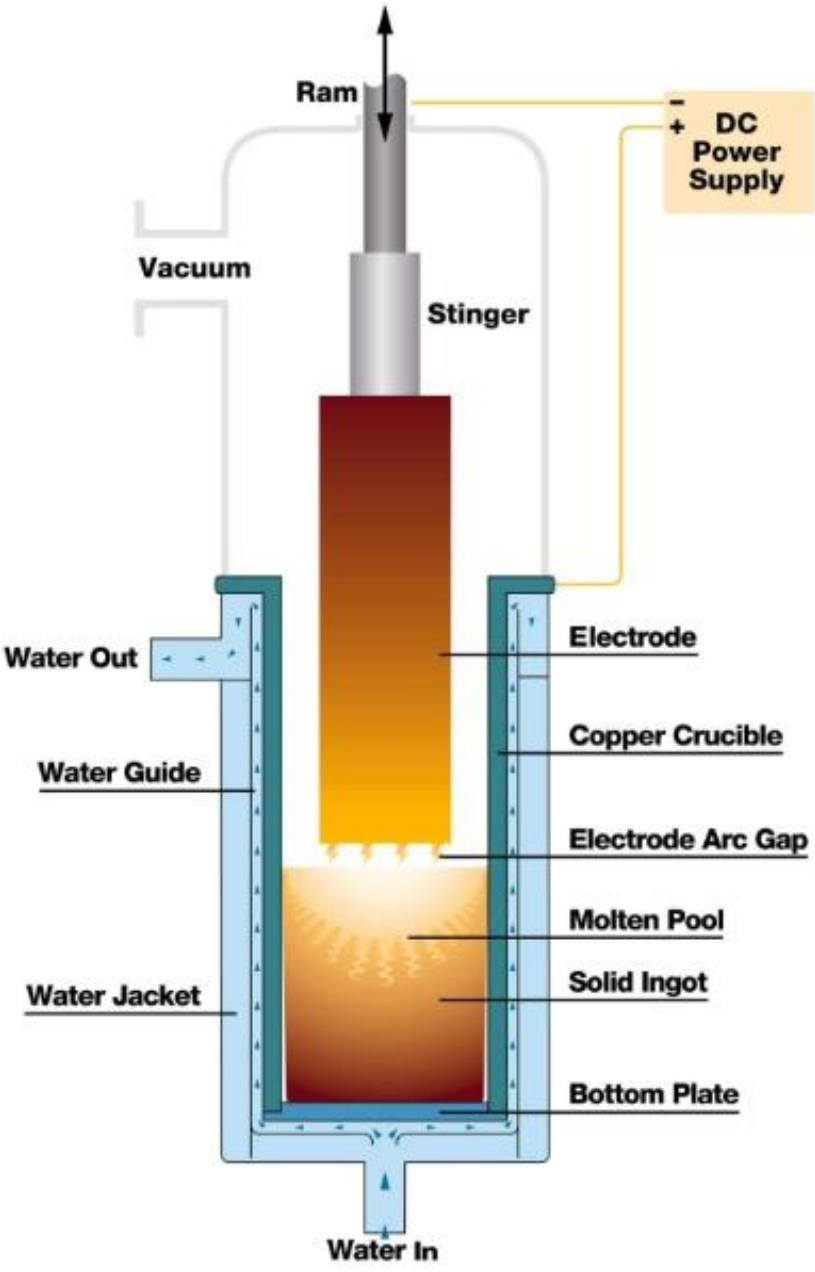
الکترود ایجاد می‌شود. حرارت ایجاد شده توسط قوس سطح انتهایی الکترود را ذوب می‌کند و قطرات فلز مذاب بر روی پایه مسی ریخته و منجمد می‌شوند. با افزایش حجم فلز روی پایه مسی (شمش) یک حالت تعادل بین شمش جامد، ناحیه خمیری و ناحیه مذاب ایجاد می‌شود. به خاطر اینکه در شرایط تعادلی انتقال حرارت از طریق دیواره‌های جانبی سریع‌تر از انتقال حرارت توسط شمش و پایه مسی است، نواحی خمیری و مذاب در نزدیکی دیواره‌ها نسبت به مرکز شمش نازک‌تر هستند. می‌دانیم که ضخامت ناحیه خمیری و زاویه رشد عوامل تعیین کننده پیدایش عیب جدایش مثبت ناشی از ترکیب شیمیایی مایع بین دندریتی هستند.

ضخامت ناحیه خمیری در مرکز شمش VAR، به وسیله میزان انتقال حرارت، قطر بوته و سرعت ذوب شدن سطح الکترود کنترل می‌شود. سرعت ذوب الکترود به وسیله مقدار جریان عبوری از میان الکترود تعیین می‌شود. عوامل کنترل کننده دیگری که در ساختار انجماد نقش مثبت دارند، فاصله بین سطح ذوب شونده و سطح حوضچه مذاب و فاصله الکترود از بوته هستند.

زمانی که سطح الکترود ذوب می‌شود، قطرات مذاب فورا تحت تاثیر وزن خود سقوط می‌کنند و به همین دلیل VAR فرآیندی است که در آن فوق گداز وجود ندارد. همچنین قابلیت انتقال حرارت بالا روش VAR را به روش تجاری برای تولید شمش‌هایی با قطر بالا از آلیاژهایی که تمایل به جدایش دارند، تبدیل کرده است. به علاوه وجود قطرات ریز مذاب در محیط خلاء، امکان حذف عناصر دارای فشار بخار بالا مانند سرب و بیسموت که در روش VIM امکان حذف کامل آنها نبود را فراهم ساخته است. متاسفانه عناصر مفید دارای فشار بخار بالا مانند منیزیم نیز به این طریق حذف می‌شوند. بی عیب بودن شمش‌های تولید شده با VAR قابل تضمین نیست. قوس الکتریکی منشاء تعدادی از عیوب موجود در شمش است. یکی از این عیوب عبارت است از جدایش منفی که اثرات آن به اندازه جدایش مثبت بر روی خواص آلیاژ مخرب نیست. این عیوب به صورت منفصل و

www.Telegram.me/Commodities

ناپیوسته دیده می‌شوند و ممکن است وجود آنها در طراحی قطعات در نظر گرفته شود. در شکل زیر نمای کلی از روش VAR را مشاهده می‌کنید[۳۱].



شکل ۲-۲۷: نمای کلی از روش VAR [۳۲].

www.Telegram.me/Commodities

کوره VAR

در شکل۲-۲۷ ساختمان کوره VAR نشان داده شده است. بوته VAR در یک تانک آب سرد شناور است. برای محدود کردن ضخامت جریان آبی که در سطح بیرونی بوته جریان دارد، اغلب از یک لوله که بوته را احاطه می‌کند، استفاده می‌شود. این عمل باعث افزایش سرعت جریان آب و افزایش انتقال حرارت از سطح بوته می‌شود. این لوله‌ها هادی آب نامیده می‌شوند. در پایه بوته مجراهایی برای ورود گاز خنثی (معمولا هلیوم) پیش‌بینی شده است. وقتی که شمش در بوته منجمد می‌شود، به تدریج با سرد شدن شمش از دیواره بوته جدا می‌شود. در نتیجه انتقال حرارت از طریق دیواره بوته کاهش می‌یابد. برای اینکه انتقال حرارت در شمش منجمد شده به حداکثر رسانده شود گازی با ظرفیت حرارتی بالا مانند هلیوم به داخل شکاف ایجاد شده بین شمش و دیواره دمیده می‌شود.

در بالای بوته، درپوش کوره VAR، لوله‌های خلاء و نگه دارنده الکترود قرار دارند. وظیفه نگهدارنده الکترود هدایت آن به سمت بوته با ادامه مصرف الکترود است. منبع توان الکتریکی از نوع DC است. اکثر کوره‌های VAR دارای دو ایستگاه (محل قرارگیری بوته) هستند. در یکی از این ایستگاه‌ها الکترود در حال ذوب شدن است و ایستگاه بعدی برای شروع عملیات ذوب بعدی آماده می‌شود. وقتی که عملیات ذوب تمام شد، درپوش VAR در صفحه افقی چرخیده و بالای سر الکترود و بوته دوم قرار می‌گیرد. الکترود از طریق یک رابط که بر روی الکترود جوشکای شده است، به نگهدارنده متصل می‌شود. در طراحی‌های جدید، نگهدارنده الکترود توانایی حرکت در صفحات افقی و عمودی را دارد. در این صورت امکان تنظیم صحیح الکترود در مرکز بوته فراهم می‌شود. همچنین در صورتی که رابط جوشکاری شده بر روی الکترود کاملاً در امتداد آن نباشد، در این صورت نگهدارنده می‌تواند به نحوی حرکت کند، که دیواره الکترود با دیواره بوته کاملاً موازی شود[۴۲].

www.Telegram.me/Commodities

عملیات ذوب مجدد در خلاء با قوس الکتریکی

آماده‌سازی الکترود تاثیر مهمی در کیفیت عملیات VAR دارد. وجود اکسیدها در الکترود VAR نامطلوب است، زیرا ذرات اکسید را وارد سیستم می‌کند. بعضی از اکسیدها در دماهای بالا پایدار نیستند. ترکیبات اکسیدی تبخیر شونده یونیزه می‌شوند و قوس الکتریکی را ناپایدار می‌کنند. در نتیجه پیوستگی فرآیند از کنترل خارج می‌شود. به همین خاطر اکسیدهای سطحی الکترودها را با سنگ زنی حذف می‌کنند. هوای کوره با پمپ خارج شده و سطح خلاء اندازه‌گیری می‌شود. سطح خلاء ایجاد شده متغیر است و در محدوده ۰/۱-۱۰ μm قرار دارد. تنها اثر شناخته شده خلاء بالا، بهبود مقاومت قوس در برابر ناپایداری است.

قوس الکتریکی بین الکترود و پایه مسی ایجاد می‌شود. برای برقراری قوس پایدار توان ذوب (شدت جریان الکتریکی) افزایش می‌یابد. اغلب برای گسترش سریع حوضچه مذاب در شروع، از قوس با آمپراژ بالا استفاده می‌شود. در ابتدا شکل حوضچه مذاب به نحو قابل ملاحظه‌ای با بقیه نواحی شمش متفاوت است، زیرا در شروع فرآیند انتقال حرارت زیادی از طریق پایه مسی صورت می‌گیرد[۴۲].

کنترل ذوب مجدد در خلاء با قوس الکتریکی

سه عامل اصلی موثر در فرآیند ذوب عبارتند از:

- قطر شمش و الکترود
- طول قوس الکتریکی
- سرعت ذوب

قطر شمش و الکترود فاصله بین بوته و الکترود را تعیین می‌کند. اگر فاصله بین این دو به خاطر انتخاب نادرست فاصله یا خارج از مرکز بودن الکترود کافی نباشد، بخشی از جریان الکتریکی از الکترود به دیواره بوته

www.Telegram.me/Commodities

منتقل خواهد شد. انتخاب قطر شمش میزان انتقال حرارت و در نتیجه سرعت ذوب را کنترل می‌کند. در نتیجه برای ممانعت از جدایش مثبت در شمش، در انتخاب قطر شمش باید دقت کرد. البته این انتخاب‌ها بلند مدت هستند و نمی‌توان آنها را روزانه کنترل کرد، زیرا نوع قالب‌ها و بوته‌های خریداری شده را تعیین می‌کنند. طول قوس فاصله بین سطح ذوب شونده الکترود و سطح فوقانی شمش منجمد شده می‌باشد. طول قوس مورد استفاده، ۲/۵-۱۲/۵mm است. قطر سطح ذوب شده الکترود نیز، ۱۸/۸-۲۵/۴mm است.

ذوب مجدد در خلاء یک مدار با جریان مستقیم است. طول قوس را می‌توان به عنوان مقاومت این مدار فرض کرد. وقتی که شدت جریان ثابت باشد، افزایش یا کاهش مقاومت مدار (تغییرات طول قوس) ولتاژ را تغییر خواهد داد. در نتیجه با ثابت نگه‌داشتن ولتاژ می‌توان طول قوس ثابتی را بر روی حوضچه مذاب برقرار کرد. در سیستم‌های مدرن کنترل قوس، برای این منظور از اندازه‌گیری فرکانس ریزش قطرات مذاب در کوتاه مدت (DSF) [۴۹] استفاده می‌شود. مشخص شده است که فرکانس ریزش قطرات (معمولاً بر حسب دقیقه/ قطره) با پهنای قوس ارتباط دارد. این ارتباط خطی نیست، اما می‌توان از آن به عنوان وسیله مفیدی در اندازه‌گیری و کنترل قوس استفاده کرد. با افزایش DSF طول قوس کاهش می‌یابد و در نتیجه فرکانس ریزش قطرات مذاب افزایش پیدا می‌کند. با تغییرات جریان الکتریکی، ارتباط بین قوس و DSF تغییر می‌کند. با افزایش جریان (افزایش سرعت ذوب) قطرات بزرگتری با فرکانس کم بوجود می‌آیند.

سرعت ذوب شدن الکترود عامل مهم دیگری است که باید کنترل شود. سرعت ذوب شدن به شدت جریان الکتریکی بستگی دارد. بعضی از تولید کنندگان از یک شدت جریان ثابت در طول فرآیند ذوب استفاده می‌کنند. بعضی دیگر نیز در داخل کوره VAR از ابزار اندازه‌گیری وزن الکترود و تغییرات آن برای محاسبه سرعت ذوب شدن استفاده می‌کنند. اندازه‌گیری‌های سرعت ذوب نیز مانند اندازه‌گیری‌های DSF تفاوت‌های زیادی با یکدیگر

---

[49]- Drip Short Frequency

www.Telegram.me/Commodities

دارند. طراحی و نصب بارنماها از عوامل مهم در کنترل سرعت ذوب آلیاژ هستند. فرآیند با آمپراژ بالا شروع می‌شود و پس از آن ذوب شدن الکترود بر حسب سرعت ذوب مورد نظر تنظیم می‌شود. به خاطر داشته باشید که تغییرات ولتاژ و DSF مستقل از یکدیگر نمی‌باشند. در پایان مرحله ذوب اگر الکترود کاملاً مصرف شود، جریان به طور ناگهانی قطع شده و حوضچه مذاب منجمد خواهد شد. در اثر انجماد ناگهانی حوضچه حفره‌های انقباضی در مرکز شمش تشکیل خواهد شد. این حفره‌ها و مک‌ها باید با عملیات برشکاری سر شمش حذف شوند. برای اینکه مقدار دور ریز برشکاری به حداقل برسد، بهتر است در پایان عملیات ذوب قبل از اینکه الکترود کاملاً مصرف شود (هنگامی که حدود ۲۵/۴ mm از الکترود باقی مانده است)، جریان الکتریکی را کاهش داده و به حوضچه مذاب اجازه داده شود که حرارت خود را به آرامی به لایه‌های پایین‌تر انتقال دهد، تا اینکه حوضچه کاملاً منجمد شود. در این صورت مک‌های انقباضی در سطح بیرونی شمش منجمد شده باقی مانده و نمی‌توانند به درون آن نفوذ کنند. این اقدام یک عمل اقتصادی است نه یک کار کیفی زیرا ناحیه مک‌دار بعداً برشکاری می‌شود[۱۱].

کنترل موارد غیر عادی در فرآیند VAR

تغییرات جزئی در عوامل VAR ممکن است به تغییرات شرایط ذوب منجر شود. تغییرات شرایط ذوب نیز اثرات مخربی بر روی کیفیت ساختار منجمد شده دارد. دو مورد از مسائل موجود عبارتند از: قطع قوس و MRE[۵۰].

وقتی که الکترود به داخل حوضچه مذاب فرو رود قوس قطع می‌شود و جریان الکتریکی مستقیماً به شمش منتقل می‌شود. قطع قوس تغییرات بسیار عمده‌ای در خصوصیات منطقه حوضچه مذاب به وجود می‌آورد. دلیل

[50]- Melt Rate Excursions

www.Telegram.me/Commodities

دیگر قطع قوس وجود حجم زیادی از اکسیدها و نیتریدها در الکترود VAR است. اگر اکسیدها و نیتریدها در سطح حوضچه مذاب جمع شوند، جاروب کردن و جمع‌آوری آنها به کناره‌های حوضچه مذاب خارج از توانایی فرآیند خواهد بود و در نتیجه توانایی حفظ قوس الکتریکی کاهش خواهد یافت. بلافاصله سرعت ذوب الکترود کاهش می‌یابد و نگه دارنده الکترود نخواهد توانست در برابر تغییر ناگهانی قوس واکنش دهد و الکترود را به داخل حوضچه مذاب فرو خواهد برد و در نتیجه قوس قطع خواهد شد. این اتفاق ممکن است چندین بار تکرار شود.

ترک‌های افقی در الکترود باعثMRE می‌شود. ممکن است ترک‌های داخلی و افقی الکترودها در اثر تنش‌های حرارتی گسترش یابد. این اتفاق در حین سرد شدن الکترود می‌تواند روی دهد. وقتی که جبهه ذوب الکترود VAR رو به بالا حرکت می‌کند، به هنگام رسیدن به یک ترک افقی، انتقال حرارت از میان آن کاهش می‌یابد. در نتیجه ماده قبل از ترک داغ‌تر می‌شود و سرعت ذوب افزایش پیدا می‌کند. نگه‌دارنده الکترود که مسئول کاهش DSF است، الکترود را به بالا می‌کشد و طول قوس را افزایش می‌دهد. در نتیجه بلافاصله سرعت ذوب کاهش می‌یابد.

وقتی که جبهه ذوب از ترک عبور کرد، فرآیند معکوسی صورت می‌گیرد. فلز پشت ترک سردتر است و سرعت ذوب کاهش می‌یابد، لذا طول قوس کوتاه‌تر می‌شود. این ناحیه در MRE عموماً بزرگتر از ناحیه‌ای است که در آن سرعت ذوب افزایش پیدا کرده است و ساختار بوجود امده شبیه مواردی است که در اثر توقف کامل ذوب به وجود می‌آیند[۱۱].

www.Telegram.me/Commodities

عیوب ناشی از ذوب در VAR

نقاط سفید منفرد

در شرایط ایده آل قوس یکنواختی روی سطح حوضچه مذاب پخش می‌شود (قوس نفوذی)، ولی ورود ذرات یونی رسانا به داخل مذاب یا افزایش مقاومت سیستم (طول قوس) باعث متمرکز شدن موضعی قوس می‌شود (قوس فشرده). قوس فشرده در یک محل از سطح حوضچه مذاب می‌اندازد. پوسته کنده شده در اثر چگالی خود در حوضچه ته‌نشین می‌شود. این پوسته‌ها به خاطر دمای ذوب بالایی که دارند نمی‌توانند به سرعت ذوب شوند و در نهایت به صورت حل نشده در داخل شمش به صورت نواحی فقیر از عنصر محلول و دارای آلیاژ کسید و نیترید زیاد باقی می‌مانند. به این نقاط در اصطلاح نقاط سفید آلوده گفته می‌شود. ولی بهتر است به آنها نقاط سفید منفرد گفته شود، زیرا از نظر ظاهری دارای ساختار منفک از ساختار شمش هستند. چنانچه ناحیه کناره شمش فاقد اکسید و نیترید باشد، در صورت کنده شدن ذراتی از آن و وارد شدن به حوضچه مذاب، به عیب بوجود آمده، نقاط سفید آلوده گفته نمی‌شود

به خاطر کم بودن عنصر آلیاژی، اندازه دانه در نقاط سفید آلوده بزرگتر از بقیه زمینه است. این نقاط به عنوان نقاط تمرکز تنش عمل می‌کنند. به همین دلیل اثرات مخربی بر خواص سوپرآلیاژها دارند، به ویژه زمانی که اندازه‌شان بزرگ باشد. اگرچه با بکارگیری روش‌های عملیاتی بهتر در الکترود و ذوب VAR می‌توان از تعداد این نقاط کاست، ولی هیچ تضمینی برای حذف کامل آنها وجود ندارد و احتمال پیدایش این عیب در قطعه نهایی باید در طراحی قطعه در نظر گرفته شود.

به خاطر اینکه نمی‌توان نقاط آلوده سفید را از محصولات VAR حذف کرد، منطقی است که قطعات بحرانی از نظر حضور این عیب مورد بازرسی قرار گیرند. در حال حاضر هیچ روشی برای کشف عیوب زیر سطحی به استثناء ترک‌هایی که در اثر آهنگری بوجود آمده باشند و توسط بازرسی امواج فراصوت قابل کشف هستند،

www.Telegram.me/Commodities

وجود ندارد. اچ ماکروسکوپی سطح قطعات بحرانی یک روش متداول برای بازرسی نقاط آلوده سفید و سایر ساختارهای مرتبط با فرآیند ذوب است. با ملاحظه نتایج اچ ماکروسکوپی روشی که بهتر بتواند نقاط سفید و زمینه را از هم تفکیک دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در آلیاژ IN-718 تفکیک بین دو ناحیه به واسطه اختلاف نیوبیوم آن دو نیست، بلکه اکثر محلولهای ماکرو اچ به فاز رسوب کرده δ حمله می‌کنند . به همین خاطر، تفکیک در آلیاژ IN-718 به خاطر اختلاف حجم فاز رسوب کرده در دو ناحیه صورت می‌گیرد. وقتی که آهنگری در شرایطی است که مقدار فاز δ حداقل است (آهنگری دانه درشت)، قطعه ماکرواچ تفکیک کمتری را بین ناحیه غنی و فقیر از نیوبیوم نشان خواهد داد. برعکس یک نمونه آلیاژ IN-718 عملیات حرارتی شده برای افزایش فاز δ تشکیل شده، علیرغم وجود شیب غلظتی نیوبیوم می‌تواند به صورت یکنواخت مورد حمله قرار گیرد.

یک مشکل در ماکرو اچ قطعات سوپرآلیاژ برای بررسی ذرات مضر این است که شمش‌های سوپرآلیاژ کاملاً همگن نیستند.

در شرایط اول رسوب δ زیاد است و محلول اچ ناحیه زیادی را تحت تاثیر گذاشته است و تفکیک واضحی وجود ندارد. زمانی که عملیات حرارتی در دمای ^{o}C ۹۶۶ که نزدیک دمای انحلال فاز δ است انجام گیرد، حجم زیادی از فاز δ در نواحی فقیر از نیوبیوم حل شده و تفکیک واضحی را نشان می‌دهد. این حلقه‌های متحدالمرکز ساختار انجماد یافته شمش VAR هستند. خوشبختانه تولید اکثر قطعات IN-718 در دماهایی نزدیک دمای انحلال فازی صورت می‌گیرد و نقاط عیب را به راحتی می‌توان با حکاکی (اچ) مشاهده کرد.

یک مسئله همیشگی در بازرسی ماکرواچ این است که بعضی از خصوصیات مشاهده شده با طبیعت انجماد حلقه‌ها در ساختار شمش‌های VAR مرتبط است. این نواحی ممکن است قدری بزرگتر از یک نقطه در ساختار

www.Telegram.me/Commodities

حلقه باشند، یا ممکن است واکنش به حوادثی مانند فوق تبرید موضعی ناشی از ذوب شدن لکه BBS باشد. ناپیوستگی‌های رینگ و واکنش با لکه BBS وقتی که حوضچه مذاب کم عمق‌تر شود، واضح‌تر می‌گردد.

بنابراین در نواحی شروع شمش‌های VAR، در جایی که عمق تعادلی حوضچه هنوز ایجاد نشده و قدرت خنک کنندگی پایه هنوز زیاد است، امکان پیدایش این نقاط سفید انجماد (LEF) [۵۱] وجود دارد.

متاسفانه روش بازرسی عیوب سطح قطعات بحرانی با اچ باعث حذف قطعه‌ای از خط تولید خواهد شد. بعضی از تولید کنندگان استانداردهای تعریف کرده و معیارهای پذیرش را رد عیوب نقطه‌ای را مشخص کرده‌اند. بنابراین به دلیل وجود نقاط مردود نمی‌شوند و در کنار اینها تلاش‌هایی صورت می‌گیرد که تشکیل آخال‌ها را در محصولات VAR به حداقل برسانند، تا هزینه‌های بازرسی را کاهش دهند. بعضی از این اقدامات عبارتند از:

- برش کف شمش برای اطمینان از عدم داخل شدن نقاط سفید به قطعات
- استفاده از سرعت ذوب بالا در ناحیه شروع که اندازه این ناحیه را کاهش می‌دهد.
- افزایش سرعت ذوب
- افزایش عمق حوضچه مذاب
- کاهش سرعت ذوب موضعی در ساختار حلقه‌ای.

عوامل دیگر مربوط به کنترل VAR مانند annulus دیده شده است که بر فرکانس تشکیل نقاط سفید انجماد اثر می‌گذارند[۱۱].

[51]- Light ething Feature

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲-۲- تشریح فرآیند ذوب مجدد با سرباره الکتریکی[۵۲] (ESR)

ذوب مجدد با سرباره الکتریکی در خلاء انجام نمی‌گیرد. منبع حرارتی که سطح الکترود را ذوب می‌کند، سرباره مذاب متشکل از CaF_2 و افزودنی‌های اکسیدی دیگر است. در این روش از جریان برق متناوب استفاده می‌شود. جریان الکتریکی از میان الکترود، پوشش سرباره، شمش در حال انجماد و پایه مسی عبور می‌کند. در روش VAR قطرات فلز مذاب از میان خلاء می‌گذرند ولی در روش ESR از میان سرباره مذاب عبور می‌کنند. تماس فلز با سرباره در طی زمان عبور آن از میان سرباره اجازه می‌دهد که واکنش‌هایی بین این دو صورت گیرد. در اثر واکنش فلز مذاب با CaF_2 به مقدار بسیار زیادی گوگردزدایی انجام می‌شود. کاهش مقدار عناصر سودمند دارای فشار بخار بالا نیز به اندازه روش VAR نیست. در ESR شمش تمیزتر و کم گوگردتر از روش VAR تولید می‌شود.

عمق غوطه‌وری الکترود در سرباره نقش مشابه طول قوس در روش VAR دارد. در اینجا نیز قطر الکترود و قطر بوته تعیین کننده عمق غوطه‌وری است. سرعت ذوب شدن مشابه روش VAR توسط توان ورودی تعیین می‌شود و با کنترل جریان می‌توان سرعت ذوب را کنترل کرد. فرآیند VARبرخلاف روش EAR، حجم زیادی سرباره دارد و به همین دلیل فرآیند ESR حساسیت شدیدی به تغییرات توان ورودی ندارد.

به خاطر وجود سرباره به عنوان منبع حرارتی در ESR روابط بین ضخامت ناحیه خمیری و فاصله از دیواره بوته آبگرد تغییر یافته است. در اولین تقریب می توان گفت که در یک سرعت ذوب ثابت و قطر بوته یکسان، عمق حوضچه مذاب ESR نسبت به VAR بیشتر است یعنی ESR در مقایسه با VAR نسبت به تشکیل جدایش مثبت حساس‌تر است، به بیان دیگر حداکثر قطر شمش قابل دسترس با ESR نسبت به VAR کمتر است. یک مزیت دیگر ESR توانایی آن برای تولید اشکال ساده است. حجم زیادی از سوپرآلیاژهای ورقه‌ای یا

[52] - Electro Slag Remelting

www.Telegram.me/Commodities

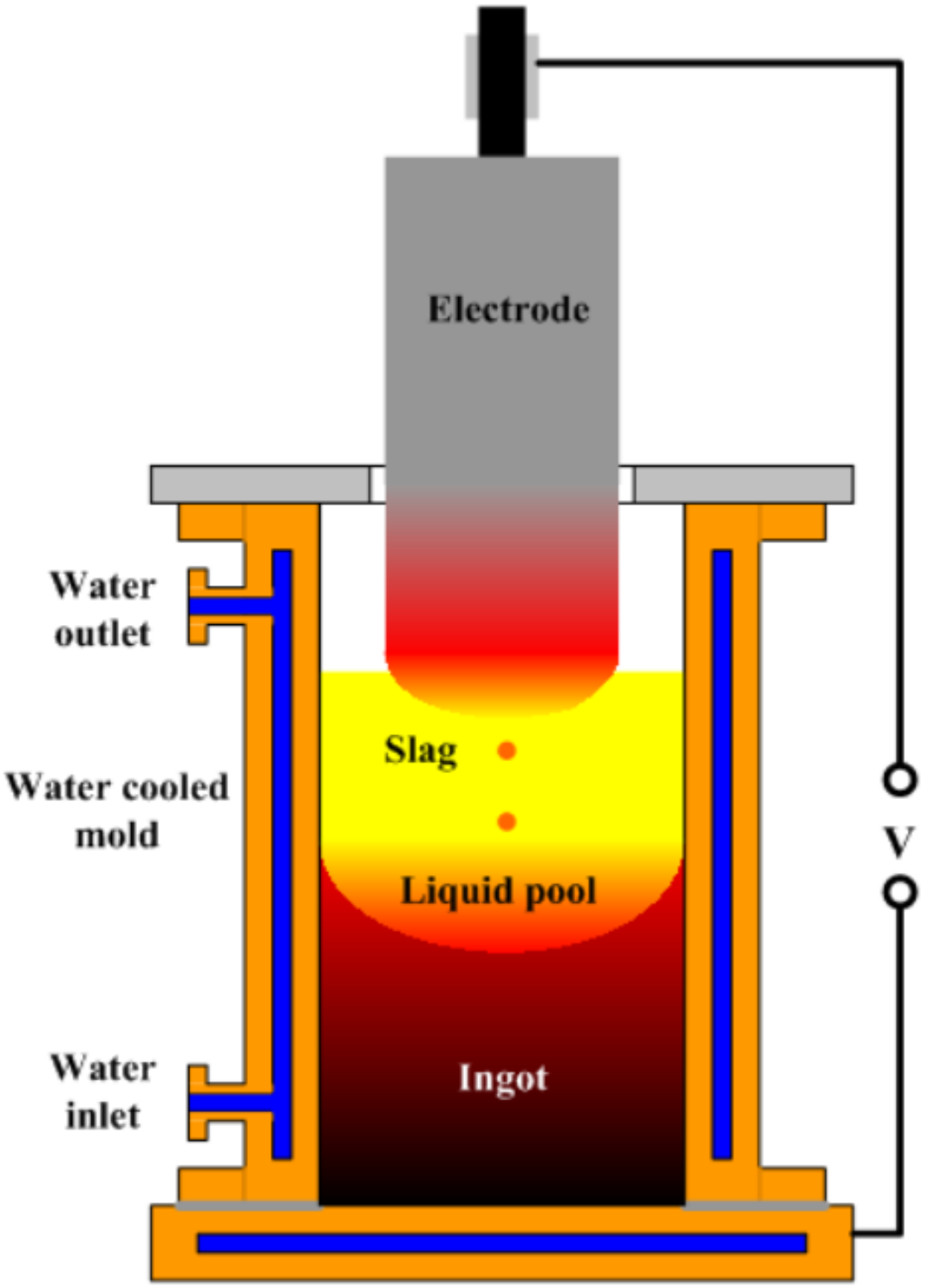
صفحه‌ای شکل را می‌توان به صورت الکترودهای تختال ریخته‌گری کرد و سپس آنها را در داخل قالبهای ESR به صورت شمش‌های تختال بزرگتری درآورد. روش VAR معمولا برای تولید شمش‌های گرد استفاده می‌شود [۱۱].

کوره ESR

برخلاف بوته VAR که در داخل و خارج دیواره آن سیستم خنک کننده آبگرد به کار برده شده است، یک پایه آبگرد بر دیواره نصب شده تا کف بوته را تشکیل دهد. صفحه مطلع بین کف (پایه) و دیواره بوته قرار داده می‌شود. در بوته‌هایی که از سرباره مذاب برای شروع فرآیند استفاده می‌کنند، ممکن است کف بوته دارای سوراخی باشد که سرباره مذاب از آن به درون بوته تزریق شود. برخلاف کوره VAR سقف بوته بسته نیست، بلکه در معرض هوا کار می‌کند.

در سقف کوره ESR نگه دارنده الکترود و سلول‌های بار قرار دارند. این قسمت به صورت الکتریکی توسط ۴ میله عمودی که در اطراف بوته و زاویه ۹۰ درجه با یکدیگر نصب شده‌اند، به پایه بوته وصل شده است. سقف کوره می‌تواند قبل از شروع عملیات ذوب، برای تنظیم و استقرار الکترود در مرکز بوته، در صفحه افقی X-Y حرکت کند. توان ورودی کوره از نوع AC است. اکثر کوره‌های ESR دو ایستگاه ذوب دارند. وقتی که الکترود در کوره‌ای در حال ذوب شدن است، ایستگاه دیگر برای عملیات ذوب آماده می‌شود. وقتی که یک ذوب تمام می‌شود، سقف کوره ESR بصورت افقی حرکت کرده و در ایستگاه دوم قرار می‌گیرد. (الکترود از طریق میله رابط که به آن جوش داده شده است به نگه دارنده وصل می‌شود). در زیر تصویر کوره ESR آورده شده است [۴۲].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۲۸: تصویر شماتیک از کوره ESR [42].

www.Telegram.me/Commodities

عملیات کوره ذوب مجدد با سرباره الکتریکی

برخلاف کوره VAR آماده‌سازی الکترودهای ESR از نظر کیفیت فرآیند و عملیات خیلی حساس نیست، زیرا اکسیدهای سطح الکترود به سرباره منتقل می‌شوند. به همین خاطر سطح الکترودهای ESR سنگ‌زنی نمی‌شوند، به استثناء مواردی که در آن استفاده کننده نهایی طبق مشخصات خود و برای اطمینان از عدم وارد شدن آلودگی آهن ناشی از قالبهای ریخته‌گری الکترود، درخواست سنگ‌زنی سطح الکترودها را کرده باشد. همچنین مک‌های سر شمش مشکلی به بار نمی‌آورند و می‌توان شمش را از طرف سر آن ذوب نمود. بنابراین الکترودهای ESR همواره با فرآیند VIM تولید نمی‌شوند و نیاز به برش ابتدای آنها نیست. میله رابط در بیرون کوره به الکترود جوشکاری می‌شود. میله رابط اغلب به شکل لوله است. الکترود در داخل بوته قرار می‌گیرد، و به سقف کوره متصل می‌شود. از حرکت در صفحه X-Y برای استقرار الکترود در مرکز بوته استفاده می‌شود.

در اینجا دو روش برای شروع عملیات ذوب وجود دارد:

- شروع سرد
- شروع گرم

در شروع سرد، سرباره و ذرات ریزی از آلیاژ (معمولاً براده‌های ماشین‌کاری) در روی صفحه شروع قرار داده می‌شود. الکترود به داخل مخلوط سرباره و فلز رانده شده و سپس عقب کشیده می شود، تا یک قوس ایجاد شود. توان بالایی برای ذوب در مرحله شروع به کار گرفته می‌شود. قوس ایجاد شده مخلوط سرباره و براده‌های آلیاژ را ذوب می‌کند. در این موقع سر الکترود پایین آورده شده و در داخل سرباره غوطه‌ور می‌شود. از این به بعد ذوب الکترود توسط سرباره صورت می‌گیرد. همچنین توان الکتریکی شروع ذوب باید بالا باشد تا از جوش خوردن (ذوب شدن و چسبیدن) صفحه شروع کننده به شمش جوانه زده اطمینان حاصل شود.

www.Telegram.me/Commodities

این موضوع از این نظر اهمیت دارد که انتقال جریان الکتریکی از الکترود به سرباره و سپس به شمش و پس از آن به صفحه آغازین و در نهایت به پایین صورت می‌گیرد.

در شروع گرم، سرباره در بیرون کوره توسط قوس در بوته گرافیتی ذوب می‌شود. سپس سرباره از طریق یک سوراخ در کف بوته به آن وارد می‌شود. الکترود پایین آورده می‌شود و در سرباره مذاب غوطه‌ور می‌شود و ذوب شدن آغاز می‌گردد. اگر چه توان الکتریکی بالایی برای ذوب شدن مورد نیاز نیست، ولی در آغاز برای اطمینان از ذوب شدن شمش جوانه زده و صفحه آغازین و انتقال الکتریکی کامل، از توان بالا استفاده می‌شود.

همانند فرآیند VAR، استفاده از توان بالا در شروع عملیات ذوب از نظر برقراری تعادل در انتقال حرارت توسط پایه و ایجاد شرایط پایدار ذوب در لحظات شروع فرآیند ذوب، مفید است [۱۱].

کنترل ذوب مجدد با سرباره الکتریکی

سه متغیر اصلی تعریف کننده یک فرآیند ذوب عبارتند از:

- قطر شمش و الکترود (مانند فرآیند VAR)
- عمق غوطه‌وری الکترود در سرباره
- سرعت ذوب (نرخ ذوب)

انتخاب قطر شمش و الکترود مقدار فاصله بین بوته و الکترود را تعریف می‌کند. در فرآیند شروع با سرباره سرد که در آن ممکن است مخلوط سرباره- براده به هوا برخاسته و در فاصله لقی آویزان شوند، به لقی ناکافی عموماً به عنوان یک مشکل نگاه می‌شود. ولی یک فاصله بسته ممکن است نتیجه‌اش توزیع حرارتی یکنواخت‌تر در سطح مذاب باشد. در این مورد اطلاعات منتشر شده‌ای برای اثبات این ادعا وجود ندارد، از این رو مقدار فاصله بیشتر از VAR است.

www.Telegram.me/Commodities

عموماً فکر می‌شود غوطه‌وری الکترود، عمق نفوذ الکترود در داخل سرباره است. روش تعریف شده‌ای برای اندازه‌گیری مقدار غوطه‌وری وجود ندارد، ولی طبق مشاهدات تجربی پیشنهاد شده است که این مقدار بیش از ۶۰۴ میلی‌متر نباشد. درجه غوطه‌وری بر کیفیت شمش تولید شده تاثیر دارد. فرایند ESR یک فرآیند با جریان AC است و غوطه‌وری الکترود به علاوه ضخامت پوشش سرباره را می‌توان به عنوان مقاومت این جریان در نظر گرفت (امپدانس). تغییر وزن سرباره در سیستم یا تغییر ترکیب شیمیایی آن، امپدانس مدار و نیز آمپراژ و ولتاژ مورد نیاز برای برقراری توان ورودی داده شده (در یک ساعت ذوب ثابت) را تغییر می‌دهد. ضخامت پوشش سرباره تعیین کننده اصلی است و میزان غوطه‌وری الکترود ۱۰ تا ۲۰ درصد آمپدانس را تشکیل می‌دهد. اندازه‌گیری تغییرات این مقاومت یا تغییرات ولتاژ مربوط به آن می‌تواند برای کنترل غوطه‌وری الکترود در سرباره مذاب مورد استفاده قرار گیرد. سرعت ذوب الکترود متغیر مهم دیگری است که کنترل می‌شود. سرعت ذوب به جریان الکتریکی ذوب بستگی دارد ولی بعضی از فرآیندهای VAR در جریان ثابت انجام می‌گیرند، تا سرعت ذوب بهتر کنترل شود. متغیر بعدی در ESR که کیفیت ذوب را کنترل می‌کند، انتخاب نوع و حجم سرباره مورد استفاده است. مقاومت پوشش سرباره مذاب به مقاومت سرباره و ضخامت پوشش سرباره که جریان الکتریکی از میان آن باید عبور کند، وابسته است. مقاومت سرباره با واکنشهایی که سرباره با فلز مذاب می‌دهد نیز تغییر می‌کند. یادآوری می‌گردد که تغییرات ولتاژ در اثر تغییرات آمپراژ است. مانند فرآیند VAR اگر در انتهای ذوب شدن، الکترود کاملاً مصرف شده باشد، یا توان به یکباره قطع شده باشد، مک‌های انقباضی ایجاد شده که گاه طول آن به چندین سانتی‌متر می‌رسد، منجمد خواهد شد. این مک‌ها باید در مرحله بعدی عملیات تولید حذف شوند. برای کم کردن مقدار ماده‌ای که باید بریده و دور انداخته شود، بهتر است در انتهای مرحله ذوب قبل از اینکه الکترود تمام شود، جریان الکتریکی به تدریج کاهش داده شود، تا اینکه جریان کاملاً قطع

www.Telegram.me/Commodities

گردد، در این صورت مک‌های انقباضی تشکیل نمی‌شوند. در این روش حدود ۲۵ میلی‌متر از الکترود ذوب نمی‌شود [۱۱].

انتخاب سرباره

همه سرباره‌های ESR دارای CaF2 هستند. اکسیدها ممکن است برای افزایش مقاومت الکتریکی (ایجاد سهولت در ذوب فلز) و یا برای اصلاح ترکیب شیمیایی ذوب به واسطه واکنشهایی که بین آنها می‌تواند صورت گیرد، به سرباره اضافه شوند. روش نامگذاری ترکیب سرباره به این صورت است، که درصد اجزاء تشکیل دهنده آن را به صورت متوالی کنار هم می‌نویسند مانند: CaF2/MgF2/CuO/MgO/Al2O3. یک سرباره با ترکیب پایه Al2O3 20% و CuO20% و CaF2 60% را به صورت ۶۰٪ / ۲۰٪ / ۲۰٪ نیز می‌توان نوشت. متاسفانه این سیستم به ندرت در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و نامگذاری فوق به صورت ۶۰/۲۰/۲۰، به کار می‌رود. Zr و Ti عناصر آلیاژی هستند که اغلب در طی فرآیند ESR با سرباره واکنش می‌دهندو به سرباره منتقل می‌شوند. برای ممانعت از تلف شدن این عناصر در سرباره در طی ذوب، به این سرباره‌ها افزودنی TiO2 و ZrO2 اضافه می‌شود. تلف شدن به واسطه اکسید شدن عنصر فلزی و منتقل شدن به سرباره صورت می‌گیرد. مشکل عمومی سوپرآلیاژهای دارای تیتانیوم این است که سرباره ساز CaF2 تجاری است و حاوی SiO2 است. در طی فرآیند ESR, SiO2 به Si احیاء می‌شود و به مذاب منتقل می‌شود. Ti نیز اکسید شده و به TiO2 تبدیل شده و به سرباره می‌رود. در نتیجه مقدار Ti مذاب کاهش می‌یابد. این پدیده یک شیب غلظتی Ti در شمش به وجود می‌آورد، زیرا SiO2 در همان اول کار مصرف می‌شود. وقتی که از سرباره ESR مجدداً در فرآیند ذوب استفاده می‌شود، به خاطر اینکه قبلاً SiO2 آن به مصرف رسیده، واکنش فوق اتفاق نمی‌افتد. سرباره همواره سعی دارد با فلزات مذاب در دمای سرباره به تعادل شیمیایی برسد. لذا در صورت استفاده مکرر از یک سرباره برای یک

www.Telegram.me/Commodities

ترکیب شیمیایی ثابت، سرباره‌هایی ایجاد می‌شوند که نسبت به افت عناصر ذوب به صورت خنثی در می‌آیند و در افت عناصر تاثیر نمی‌گذارد. متاسفانه افت سرباره (به صورت پوسته‌ای از سرباره بر روی الکترود در طی فرآیند) عموماً مانع بازیابی ۱۰۰٪ سرباره می‌شود و به همین لحاظ همیشه مقداری سرباره تازه برای فرآیند ESR مورد نیاز است [۱۱].

عیوب ناشی از ذوب در ESR

نقاط سفید: طبیعت عایق مانند سرباره ذوب شرایطی ایجاد می‌کند که لبه شمش عاری از لایه معیوب باشد. بنابراین در غیاب ناپایداری قوس و لایه معیوب، تشکیل نقاط سفید در محصول ESR فقط به وسیله عوامل غیر قابل پیش‌بینی شده‌ای مانند، افتادن تکه‌ای از الکترود صورت می‌گیرد.

جدایش مثبت : در آلیاژهایی که دارای مایع بین دندریتی با چگالی بالا هستند، مایع دارای چگالی بالا تمایل دارد، به طرف مرکز شمش جریان یابد. در صورتی که کانال‌ها تشکیل نشده باشند، حوضچه مذاب غنی از عنصر محلول تشکیل خواهد شد. این نواحی ممکن است در سطح گسترده‌ای از شمش تشکیل شده باشند و توسط آلیاژ نرمال از یکدیگر جدا شوند. به دلیل عوامل زیادی که در انجماد ESR موثر هستند، دلایل هر جدایش روشن نشده است. طبیعت و اثرات این نواحی بر روی خواص سوپرآلیاژ تا کنون گزارش نشده است [۱۱].

www.Telegram.me/Commodities

کیفیت الکترود

ترکیب شیمیایی : یک عامل عمومی تاثیرگذار بر کیفیت ذوب مجدد در فرآیندهای ESR و VAR کیفیت الکترود است. کیفیت الکترود با ترکیب شیمیایی، تمیزی (مقدار اکسید و نیترید) و بی‌عیبی (عاری بودن از مک و ترک) مشخص می‌شود، ولی مهمترین عامل ترکیب شیمیایی الکترود است. در فرآیند VAR به استثنای کاهش عناصر تبخیر شونده تغییری در ترکیب شیمیایی الکترود به وجود نمی‌آید (در الکترودهای نیتروژن‌دار مقداری کاهش نیتروژن به خاطر تشکیل نیتریدها بوجود می‌آید). در فرآیند ESR مقدار گوگرد کاهش پیدا می‌کند و ممکن است تغییرات جزئی در ترکیب شیمیایی به خاطر واکنش عناصر Zr,Al, Ti و Si با اجزای سرباره صورت گیرد.

تمیزی : تمیزی الکترود ریخته اهمیت زیادی دارد، به ویژه در فرآیند VAR که در نظر گرفتن اکسیدها و نیتریدهای وارد شده به داخل حوضچه مذاب اهمیت دارد، زیرا ممکن است باعث کاهش اثر قوس الکتریکی ذوب کننده و نیز آشفته کردن قوس شوند. این مساله در الکترودهای ESR وجود ندارد.

مک : مک (حفره‌های انقباضی ثانویه) در روش VAR باید مورد مطالعه قرار گیرد. الکترودهایی با مک‌های مرکزی به هنگام ذوب مجدد در خلاء ترجیحاً از محل مک ذوب می‌شوند. در نتیجه سطح ذوب شونده کاملاً تخت باقی نمی‌ماند. مشکل دوم امکان جدا شدن دندریتهای مجزا از هم در ناحیه مک‌دار و افتادن آن در داخل حوضچه مذاب است. در این صورت دندریت بدون آنکه ذوب مجدد شده باشد، در ساختار حضور می‌یابد. ترکیب شیمیایی چنین ناحیه‌ای ترکیب دندریت اولیه و فقیر از عنصر آلیاژی خواهد بود. این مسائل در فرآیند ESR نیز وجود دارد، ولی عبور مواد ذوب شده یا ذوب نشده از میان سرباره باعث شده که محصولات ESR حساسیت کمتری نسبت به مک‌های الکترود داشته باشند.

www.Telegram.me/Commodities

ترک: آخرین ویژگی تاثیرگذار الکترود بر کیفیت ذوب مجدد، وجود ترک‌های افقی است. در سوپرآلیاژهای پر آلیاژ تنشهای حرارتی ناشی از سرد کردن یا گرم شدن الکترودها در فرآیند ذوب مجدد، ممکن است ترک‌های افقی بوجود آورد. در فرآیندهای VAR یا ESR زمانی که جبهه ذوب به یک ترک می‌رسد، به خاطر وجود ترک انتقال حرارت در محل ترک کاهش می‌یابد، در نتیجه دمای مواد قبل از ترک افزایش یافته و این ناحیه سریعتر ذوب می‌شود. پس از عبور جبهه ذوب از ترک با ماده سردتر مواجه می‌شود، و در نتیجه سرعت ذوب کاهش می‌یابد. در هر دو فرآیند VAR و ESR باید تغییراتی در توان الکتریکی بوجود آورد تا سرعت ذوب ثابت بماند. به این طریق می‌توان از ناپیوستگی انجماد جلوگیری کرد. تنها راه جلوگیری از سرعت ذوب تولید الکترودهای بدون ترک است. در آینده کنترل‌های هوشمندانه‌ای برای اندازه‌گیری تغییرات سرعت ذوب به کار گرفته خواهند شد [۱۱].

www.Telegram.me/Commodities

مقایسه دو فرایند VAR و ESR به طور خلاصه در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۲-۱۰- مقایسه دو روش ذوب ثانویه VAR و ESR [۱۱].

ESR	VAR
کاهش مقدار عناصر سودمند دارای فشار بخار بالا نه به اندازه روش VAR	حذف عناصر مفید دارای فشار بخار بالا مانند منیزیم
شمش تمیزتر و کم گوگردتر	شمش پرگوگردتر
حجم کم سرباره	حجم زیاد سرباره
حساسیت کم نسبت به تغییرات توان ورودی	حساسیت شدید نسبت به تغییرات توان ورودی
حساس‌تر نسبت به تشکیل جدایش مثبت	حساسیت کمتر نسبت به تشکیل جدایش مثبت
حداکثر قطر شمش قابل دسترس کمتر	حداکثر قطر شمش قابل دسترس بیشتر
توانایی آن برای تولید اشکال ساده	معمولا برای تولید شمش‌های گرد
تغییرات جزئی در ترکیب شیمیایی به خاطر واکنش عناصر Zr,Al, Ti و Si با اجزای سرباره	عدم تغییر در ترکیب شیمیایی الکترود به استثنای کاهش عناصر تبخیر شونده
حساسیت کمتر محصولات ESR نسبت به مک‌های الکترود به علت عبور مواد ذوب شده یا ذوب نشده از میان سرباره	حساسیت بیشتر نسبت به مک‌های الکترود

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۵-۲-۳-ذوب سه مرحله‌ای

مقدمه

تعدادی از تولید کنندگان قطعات چرخنده بحرانی در صنعت توربین گاز، استفاده از یک فرآیند ذوب دو مرحله‌ای را پذیرفته‌اند ذوب اولیه با فرآیند VIM که با الکترود کم اکسیژن و ترکیب شیمیایی دقیق و به دنبال آن ذوب مجدد یا فرآیند ESR انجام می‌شود. الکترود ESR تمیز و سالم بوده و ساختار عاری از جدایش نهایی با استفاده از فرآیند ذوب سوم و با ذوب شمش ESR به روش VAR به دست می‌آید [۱۱].

فرآیند ذوب سه مرحله‌ای شمش

شمش ESR شمشی است که در ذوب مجدد به عنوان الکترود به کار می‌رود که گاهی به آن Ingode گفته می‌شود (ترکیبی از Ingot و Electrode). می تواند به یکی از دو روش زیر ذوب شود. مستقیم‌ترین فرآیند، یک فرآیند ذوب سه مرحله‌ای است. این فرآیند (ذوب- ذوب- ذوب) نیازمند افزایش اندازه الکترود از VIM به ESR و سپس به VAR است. به همین خاطر قطر VAR طوری انتخاب می‌شود که ساختار عاری از جدایش مثبت به دست آید. به عنوان نمونه برای آلیاژ IN-718 اندازه‌های متوالی قطر شمش فرآیندهای VAR-ESR-VIM به ترتیب می‌تواند ۳۵/۶-۴۳/۲-۵۰/۸ سانتی‌متر باشد. وزن یک الکترود فرآیند نهایی VAR می‌تواند ۲۹۵۰ کیلوگرم باشد.

اگر یک الکترود با قطر بزرگتر (با وزن ۴۹۵۰ کیلوگرم) استفاده شود، شمش‌های ESR بزرگتری باید به دست آید. برای به دست آوردن قطر مورد نظر شمش برای فرآیند VAR شمش ESR با قطر بزرگتر آهنگری شده و اندازه مورد نظر به دست می‌آید، سپس سنگ زنی شده، پوسته‌های اکسیدی و آهنگری آن زدوده شده و انتهای آن برشکاری می‌شود. این فرآیند که ذوب- ذوب- آهنگری- ذوب نامیده می‌شود، دارای قطرهای پس از

www.Telegram.me/Commodities

ESR, VIM آهنگری و VAR یعنی ۴۳/۲، ۵۰/۸، ۴۳/۲، ۵۰/۸ سانتی‌متر است. انجام فرآیند ذوب - ذوب - آهنگری- ذوب نیازمند زمان است. اما می‌توان با استفاده از شمش‌های بزرگتر، راندمان تولید بالاتری به دست آورد. همچنین قطعات خیلی بزرگ که نیازمند مواد اولیه ورودی زیادی هستند، تنها با فرآیند ذوب - ذوب- آهنگری- ذوب قابل دستیابی هستند. شمش- الکترود سالم و تمیز (به دست آمده از فرآیند قبلی) به وسیله VAR ذوب مجدد می‌شود.

تمیزی و بی‌عیبی بهبود یافته الکترود، کنترل فرآیند VAR را آسان می‌سازد. محصولات ذوب سه مرحله‌ای نسبت به محصولات ذوب‌های دو مرحله‌ای VIM+VAR دارای نقاط آلوده سفید کمتری هستند. همچنین سالم بودن الکترود در قطرهای بزرگتر، کنترل عدم تشکیل جدایش مثبت را تسهیل می‌سازد. ولی حتی در ذوب‌های سه مرحله‌ای نیز نقاط سفید آلوده دیده می‌شوند و وجود آنها باید در طراحی قطعه در نظر گرفته شود [۱۱].

۶-۲-۶- فرصت‌ها و نیازهای تحقیق و توسعه در زمینه فرآیندهای تولید سوپرآلیاژها در کشور

صنعت تولید سوپرآلیاژ ها یکی از صنایع بالادستی بسیار پیشرفته است. در مقایسه با تولید فولاد ها، حتی فولاد های آلیاژی، این صنعت پیچیدگی های تکنولوژیک بسیار بیشتری دارد و لذا صنعت تولید سوپرآلیاژها برای توسعه خود به شدت وابسته به تحقیق بوده است. با توجه به نوپا بودن این صنعت و عدم وجود زیر ساخت های مورد نیاز در کشور، زمینه های تحقیق و توسعه در ابعاد گوناگون در تولید سوپرآلیاژها در کشور وجود دارند. برخی از مهمترین این موارد از قرار زیر هستند:

(الف) تکنولوژی ذوب تحت خلا در مقیاس صنعتی و نحوه کنترل پارامترهای تولید در تکنولوژی های VIM ، VAR و ESR (Process Know-How)

www.Telegram.me/Commodities

(ب) دانش فنی تولید یک گروه آلیاژی خاص (Alloy Know-How)

(پ) روشهای کنترل کیفی مواد اولیه مصرفی و سوپرآلیاژهای تولیدی

(ت) روشهای بهینه برای بازیابی قراضه های سوپرآلیاژی مختلف

(ث) کنترل پارامترهای تولید در روشهای جدید از قبیل متالورژی پودر

با توجه به وجود نیروی انسانی متخصص در رشته های مختلف مرتبط با صنعت تولید سوپرآلیاژها، فرصت های تحقیقاتی ذکر شده می‌توانند زمینه های مناسبی برای بکارگیری این نیروها در توسعه صنعت تولید سوپرآلیاژها در کشور باشند [۱۱].

۶-۲-۷- تکنولوژی‌های نوین در ساخت سوپر آلیاژها

هرچند فرآیندهای VIM ، ESR و VAR مهمترین فرآیندهای تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی بوده و هستند، در بعضی کاربردهای خاص، بدلیل محدودیت های موجود، تولید آلیاژ مناسب از طریق فرآیند های ذوب اولیه و ثانویه امکانپذیر نیست. یکی از این موارد، تولید آلیاژهای حاوی عناصر اصلی با چگالی های بسیار متفاوت است که در فرآیند ذوب امکان همگن سازی ترکیب شیمیایی وجود ندارد. همچنین با افزایش درصد فاز γ' در سوپرآلیاژهای پایه نیکل، جدایش عناصر آلیاژی در فرآیند ذوب و ریخته گری مشکلاتی را در قطعات ریختگی ایجاد می‌کند. در این گونه موارد، متالورژی پودر روشی مناسب برای برای ساخت قطعات بویژه قطعات با ابعاد کوچک می‌باشد. تکنولوژی متالورژی پودر در صنعت سوپرآلیاژ از اوایل دهه ۷۰ میلادی بصورت تحقیقاتی آغاز

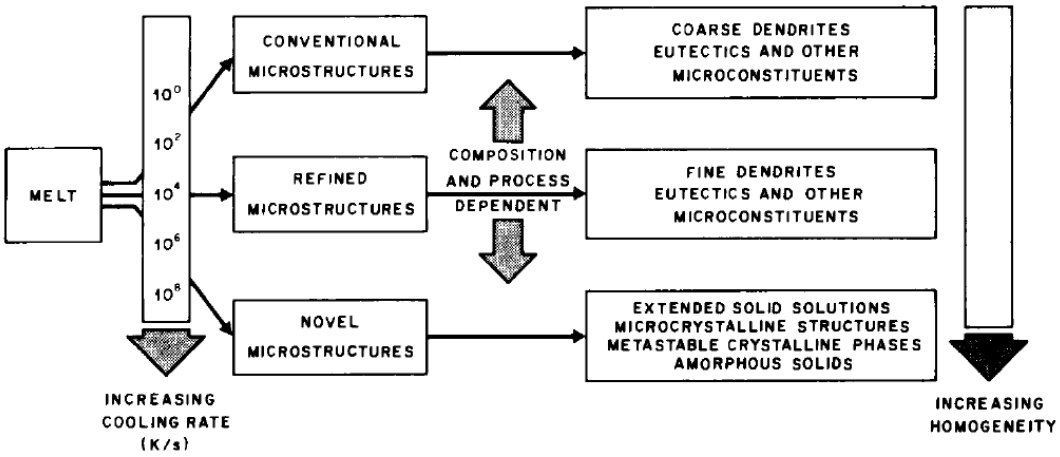
www.Telegram.me/Commodities

شد و امروزه به عنوان یکی از روشهای جایگزین در مواردی که فرآیندهای اصلی ذوب اولیه و ذوب مجدد کارایی لازم را ندارند بکار گرفته می‌شوند [۴۴].

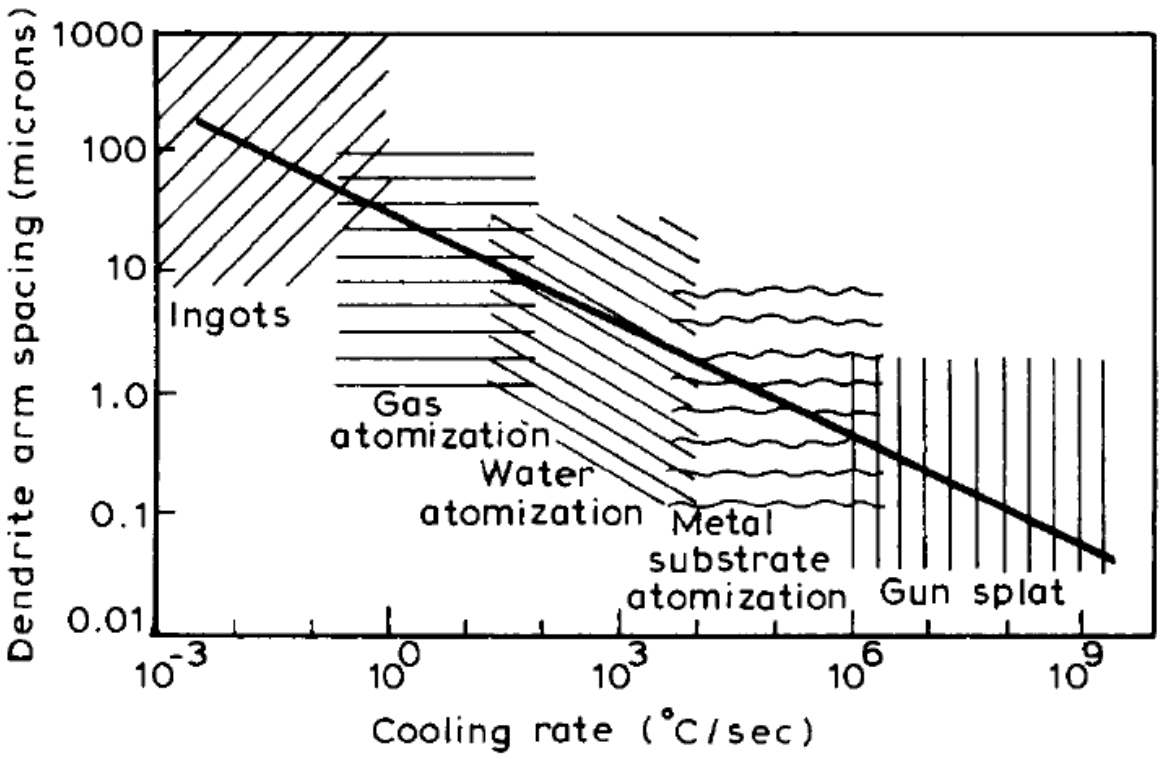
بکارگیری متالورژی پودر در صنعت سوپرآلیاژ، با توسعه تکنولوژی گاز خنثی در عملیات تولید امکانپذیر شد. با توجه به وجود عناصر فعال در ترکیب شیمیایی اغلب سوپرآلیاژها، استفاده از گاز محافظ در تولید پودرهای سوپرآلیاژی اجباری است. اولین تلاش موفقیت‌آمیز توسط اتمسفر گاز آرگون نشان داد ذرات تولید شده حاوی کمتر از 100 p.p.m اکسیژن می‌باشند که این نکته شکل‌پذیری و استحکام قابل قبولی را به ماده می‌بخشد. نتایج ریزساختار و شکل‌دهی نشان‌دهنده برطرف شدن جدایش‌ها بودند. این کار پایه و اساس تولید سوپر آلیاژهای پیشرفته از طریق متالورژی پودر قرار گرفت. لازمه‌ی تولید پودرهای پیش‌آلیاژی با خلوص بالاتر، توسعه صنعت تولید پودر توسط فرایندهای اتمیزه کردن بوده است. اتمیزه کردن به‌خودی‌خود یکی از قدیمی‌ترین تکنیک‌های تولید پودر بوده و در دهه ۱۹۳۰ برای تولید پودرهای آهن استفاده می‌شده است.

مهمترین پارامتر در کلیه فرآیندهای تولید پودر به روش اتمیزه کردن، سرعت سرد شدن است. در شکل ۲-۲۹ تأثیر نرخ‌های سرد شدن روی ریزساختار آلیاژها نشان داده شده است. نرخ سرد شدن متناسب با ابعاد مذابی که حرارت را باید از دست بدهد و هدایت حرارتی آن محاسبه می‌شود. با تغییر این نرخ از سرعت‌های سرد شدن پایین که در فرآیندهای ریخته‌گری‌های متداول وجود دارد (کمتر از 10^2 Ks^{-1})، به سرعت‌های بالاتر از 10^2 Ks^{-1}، ویژگی‌های ریزساختاری مثل جدایش‌ها یا بازوهای دندریتی کاهش پیدا می‌کنند (شکل ۲-۳۰). دلیل این پالایش ریزساختاری در تفاوت فرایند رشد و مرحله جوانه‌زنی است.

www.Telegram.me/Commodities



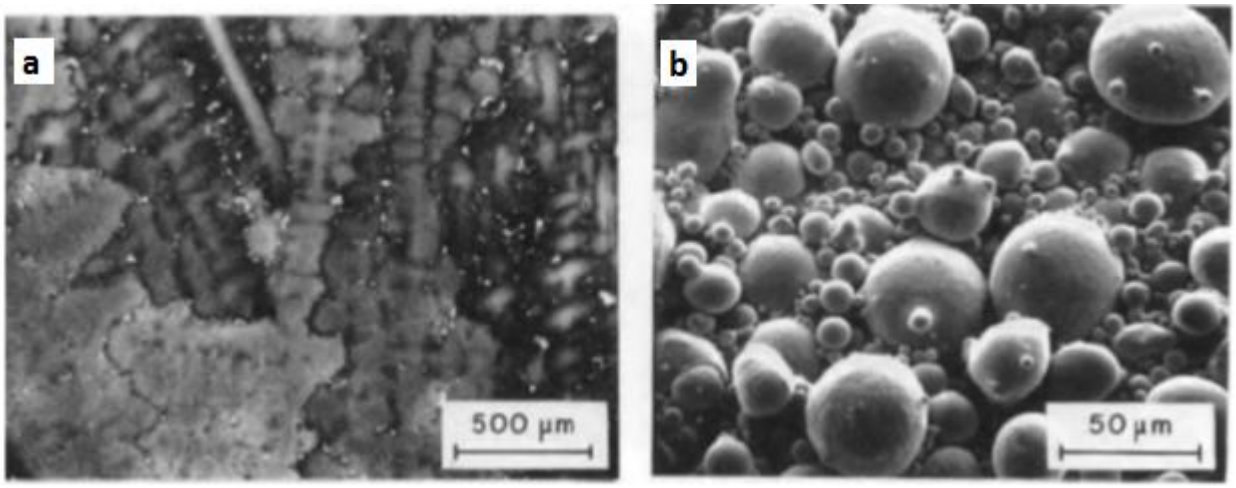
شکل ۲-۲۹: تأثیر نرخ سرد شدن در ریزساختار پودر [۴۴].



شکل ۲- ۳۰: تأثیر نرخ سرد کردن در اندازه بازوهای دندریتی آلیاژهای آلومینیوم [۴۴].

www.Telegram.me/Commodities

نرخ سرد شدن در تکنیک‌های اتمیزه کردن، در حدود 10^4 Ks^{-1} می‌باشد که باعث ساختار کریستالی ریز و دندریت‌های کوچک می‌شود. این تفاوت در شکل ۲-۳۱ مشاهده می‌شود که از دو نمونه آلیاژ پایه نیکل IN 738 (a) ریخته‌گری شده و (b) پودرهای خاصل از اتمیزاسیون گرفته شده است.



شکل ۲-۳۱: ریز ساختار آلیاژ پایه نیکل IN 738 (a) ریخته‌گری شده و (b) پودر حاصل ازاتمیزاسیون [۴۴].

تکنولوژی اتمیزه کردن سوپرآلیاژها شامل دو مرحله ذوب و پاشیدن مذاب می‌باشد. روش ذوب کردن مشابه فرایند ذوب اولیه با استفاده از ذوب القایی تحت خلأ (VIM) می‌باشد. نیاز به ذوب تحت خلأ، از تأثیر بسیارمنفی اکسیژن و نیتروژن بر خواص مکانیکی در مقادیر بالای چند صد ppm ناشی می‌شود و این اثر مخرب در حضور عناصر آلیاژی نظیر کروم، آلومینیوم و تیتانیوم تشدید می‌شود. سه روش عمده برای پاشیدن مذاب و تولید پودر عبارت‌اند از:

- انرژی جنبشی جریان گاز
- انتقال به خلأ
- نیروی گریز از مرکز

در بخش های بعدی، تکنولوژی های مختلف تولید پودرهای سوپرآلیاژی بررسی شده اند

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۷-۱- اتمیزه کردن در گاز خنثی[۵۳]

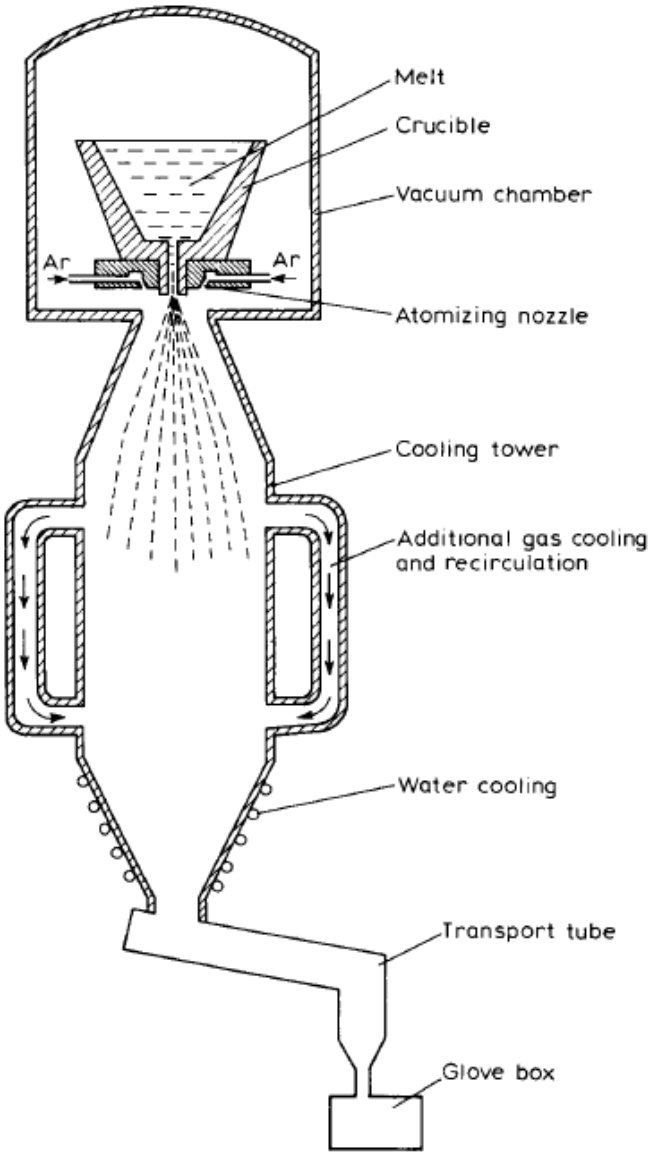
این روش رایج‌ترین تکنیک تولید پودرهای سوپرآلیاژی است. واحدهای متعدد تولید پودر به این روش در حجم‌هایی بالای چند صد تن در سال در دنیا موجود می‌باشد. در آمریکا به‌تنهایی ظرفیت کلی تولید پودر تا ۵۰۰۰ تن در سال تخمین زده می‌شود. در این روش، مذاب مواد اولیه از طریق یک نازل نسوز و فشار گاز بالا بصورت ذرات خشنی اتمیزه می‌شوند. ذوب القایی تحت خلأ یک روش رایج عملیات ذوب کردن است. گاز خنثی که معمولاً آرگون یا هلیوم می‌باشند، برای اتمیزه کردن آلیاژهای پایه نیکل استفاده می‌شود. بخاری که باعث اکسید شدن مذاب می‌شود، به‌عنوان متغیر محیط اتمیزه کردن برای تولید پودرهای پایه کبالت گزارش می‌شود. قطرات مذاب در یک محیط گاز خنثی منجمد می‌شوند و می‌توانند در آب یا روغن و یک عملیات تمیز سازی نیز خنک شوند.

شکل ۲-۳۲ یک واحد اتمیزه کننده گاز خنثی را نشان می‌دهد. تمام واحد تحت فشار $2*10^{-4}$ Torr در حین مذاب گیری قرار می‌گیرد. این واحد دارای برج خنک‌کننده با یک نازل در قسمت بالا است که در آن فلز مذاب با فشار بالای گاز آرگون اتمیزه می‌شود. به منظور کاهش تغییرات فشار که با انبساط حرارتی آرگون اتفاق می‌افتد و می‌تواند باعث مسدود شدن نازل شود، مقداری جریان اضافی گاز در برج خنک‌کننده و محفظه مذاب به گردش درآمده و خنک می‌شود. این آرایش، تبدیل مقدار زیادی از مذاب به پودر را ممکن می‌سازد. در حین اتمیزه شدن، تفاوت فشار ۰٫۲ اتمسفر بین محفظه مذاب و برج خنک‌کننده نگه‌داشته می‌شود. ذرات منجمد شده توسط صفحه‌ای در زیر واحد خنک‌تر شده و به یک سری گلاو باکس منتقل شده تا طبقه‌بندی ابعاد صورت گیرد. میزان اکسیژن در فرایند تولید توسط گاز خنثی معمولاً بین ۴۰ تا ۲۰۰ ppm است [۴۵].

---

[53] - Inert gas atomization

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۳۲: شماتیک روش اتمیزه کردن گاز خنثی [۴۵].

ارتفاع برج خنک‌کننده توسط سینتیک خنک شدن و منجمد شدن پودرها محاسبه می‌شود. در طول پرتاب شدن، حرارت قطره مذاب توسط تابش و هدایت از سطح منتقل می‌شود. میزان حرارت خارج‌شده (ΔQ_{off})، باعث خنک شدن و منجمد شدن قطرات می‌شود. و ΔQ_{in} مجموع حرارت مورد نیاز برای بالا بردن دمای ذرات از T_1 به T_2 است. طول پرتاب L می‌تواند از معادله‌ی تعادل دو حرارت به دست آید:

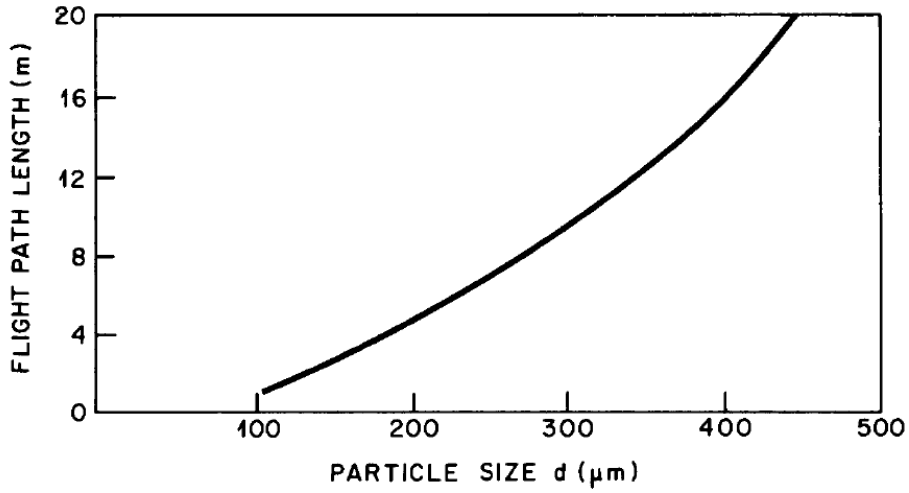
www.Telegram.me/Commodities

$$L = v \frac{\Delta Q_{in}}{\Delta Q_{off}}$$

در این معادله υ سرعت ذرات است. در اتمیزه کردن گاز خنثی فلز مذاب از بوته‌ی بالای نازل به سمت نازل اتمیزه کننده هدایت داده می‌شود. به‌طور همزمان گاز اتمیزه کننده، در محیط نازل با سرعتی در حدود سرعت صوت دمیده می‌شود. اگرچه شرایط دقیق جریان بعد از انبساط مشخص نیست، ثابت سرعت توسط معادله‌ی زیر قابل‌اندازه‌گیری است:

$$v = \left(\frac{4\ \rho_{Ni}}{3\ \rho_G} gd \right)^{1/2}$$

در این معادله ρ_{Ni} و ρ_G به ترتیب چگالی نیکل و گاز و g شتاب جاذبه و d قطر ذرات می‌باشند. شکل ۲-۳۳ نشان‌دهنده تأثیر قطر ذرات روی ارتفاع است. که مشاهده می‌شود، در برای رسیدن به قطرات بزرگ نیاز به تجهیزات بسیار بزرگی می‌باشد. برای ابعاد کوچک با تجهیزات بسیار کوچک‌تر این عملیات ممکن می‌شود [۴۵].



شکل ۲-۳۳: تأثیر قطر قطرات آلیاژ پایه نیکل در ارتفاع برج خنک‌کننده موردنیاز [۴۵].

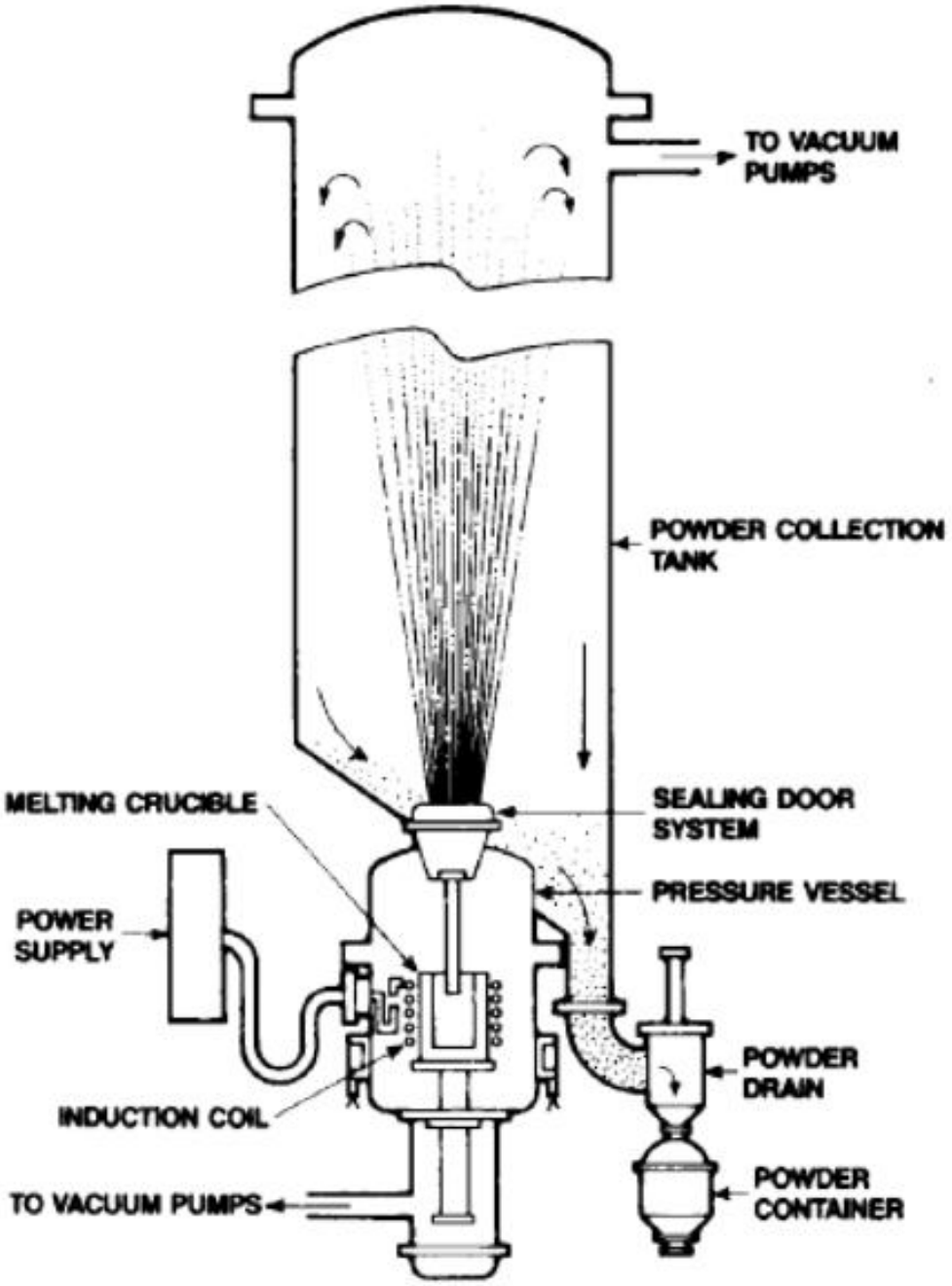
www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۷-۲- فرایند اتمیزه کردن تحت خلأ[۵۴]

این فرایند تولید بر پایه‌ی قواعد انبساط سریع گازهای حل‌شده در محفظه‌ی فشار پایین است. دستگاهی که در شکل ۲-۳۴ نشان داده‌شده است شامل محفظه مذاب پایینی که فشار یا خلأ را حفظ می‌کند و محفظه انبساط بالایی که تحت خلأ پایین‌تر از 10 Torr قرار دارد، می‌باشد. درون محفظه پایین آلیاژها تحت خلأ ذوب‌شده و قبل از ورود فشار گاز (معمولاً هیدروژن) کمی بالاتر از حد گرم می‌شوند. سپس مذاب اشباع شده از گاز به محفظه بالایی به منظور انبساط سریع از طریق یک تیوب سرامیکی منتقل می‌شوند. مذاب از طریق یک روزنه کوچک اسپری می‌شود. پودرهای خنک شده در تانک انبساط تحت خلأ خشک می‌شوند. با ورود هیدروژن در محلول، باندهای مولکولی شکسته می‌شود. میزان گاز حل‌شده در مذاب متناسب با ریشه دوم فشار گاز روی محلول است. در طول اتمیزه شدن در خلأ خالص حرارت ذرات تنها از طریق تابش کاهش می‌یابد، این عامل طول پرش را تا ۵۰ متر بالا می‌برد. اما در واقعیت این طول به دلیل حضور گازهای حل شده کاهش می‌یابد. شکل ۲-۳۵ نشان‌دهنده دستگاه تولید پودر از این روش است. که دارای ۴ متر قطر و ۲۰ متر عرض و توانایی اتمیزه کردن ۱۰۰۰ کیلوگرم سوپر آلیاژ در هر بار دارد [۴۵].

[54] - Vaccum atomization

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۳۴: شماتیک اتمیزه کردن تحت خلأ [۴۵].

پودرهای تولیدشده از این روش دارای شکل کروی و چگالی در حدود ۶۷٪ تئوریک می‌باشد. با تغییر پارامترهای فرایند این پودرها را می‌توان ریز و درشت تولید کرد. درمجموع توزیع ابعاد ذرات انحنایی نداشته و

www.Telegram.me/Commodities

توزیع یکنواختی از خود نشان می‌دهد. در مقایسه با استفاده از گاز خنثی پودرها کروی‌تر و ریزتر هستند. تعداد زیادی از سوپر آلیاژها ازجمله IN 100، MERL 76 و LC Astoloy توسط این روش با موفقیت تولیدشده‌اند.

شکل ۲-۳۵: تولید پودر از طریق اتمیزه تحت خلأ [۴۵].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۷-۳- اتمیزه کردن توسط نیروی گریز از مرکز

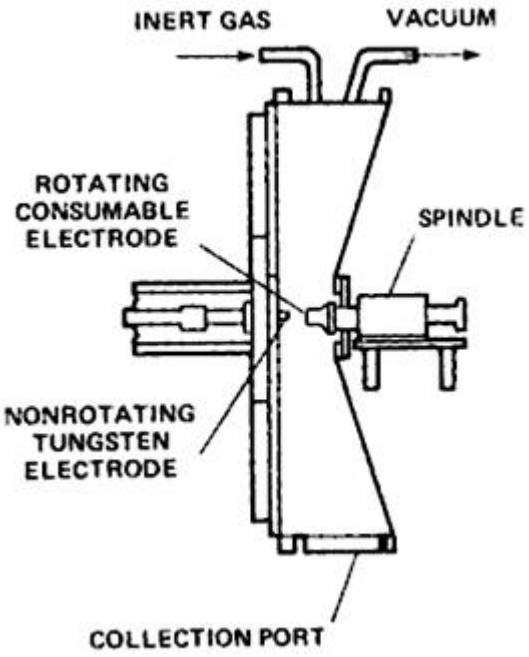
در این روش از نیروی گریز از مرکز و چرخش برای پاشیدن مذاب استفاده می‌شود. تعداد زیادی متغیر در این روش دخالت دارد. مهم‌ترین عامل در طراحی انتخاب خلأ و اتمسفر محافظ است. انتخاب خلأ روش را به استفاده از اشعه الکترونی برای ذوب کردن محدود کرده و طول پرش را به‌منظور انجماد همان‌طور که در قبل توضیح داده شد، افزایش خواهد داد [۴۵].

۶-۲-۷-۴- استفاده از الکترود چرخان[55] (REP)

نمایش شماتیک این روش در شکل ۲-۳۶ ارایه شده است. یک میله از ترکیب آلیاژ با قطر بین ۱۵ تا ۷۵ میلی‌متر با سرعت‌بالا به چرخش درمی‌آید (۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه). با چرخش الکترود، نیروی گریز از مرکز باعث پرتاب مذاب به اطراف به شکل کروی شده که در طول حرکت در فضا خنک شده و کف محفظه فرود می‌آیند. برخلاف اتمیزه شدن گازی آلودگی برطرف می‌شود. داخل محفظه تخلیه شده و با گاز هلیوم یا آرگون از قبل پر شده است. یک عیب اصلی این روش غیر پیوسته بودن روش است زیرا نیاز به الکترود پیش‌ساخته شده است. برای حل این مشکل از میله‌های بلندی استفاده می‌کنند که فرایند را نیمه‌پیوسته می‌کند.

[55] - Rotating Electrode Process

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۳۶: شماتیک روش REP [۴۵].

اگرچه حضور سرامیک در این روش غیرممکن است، آلودگی توسط تنگستن به دلیل الکترود تنگستنی مهم‌ترین نگرانی بخصوص در آلیاژهای تیتانیومی است. علاوه بر این دستگاه‌هایی با مشعل پلاسمایی نیز توسعه یافته است. که با استفاده از این روش از آلودگی محصول با تنگستن جلوگیری می‌شود [۴۵].

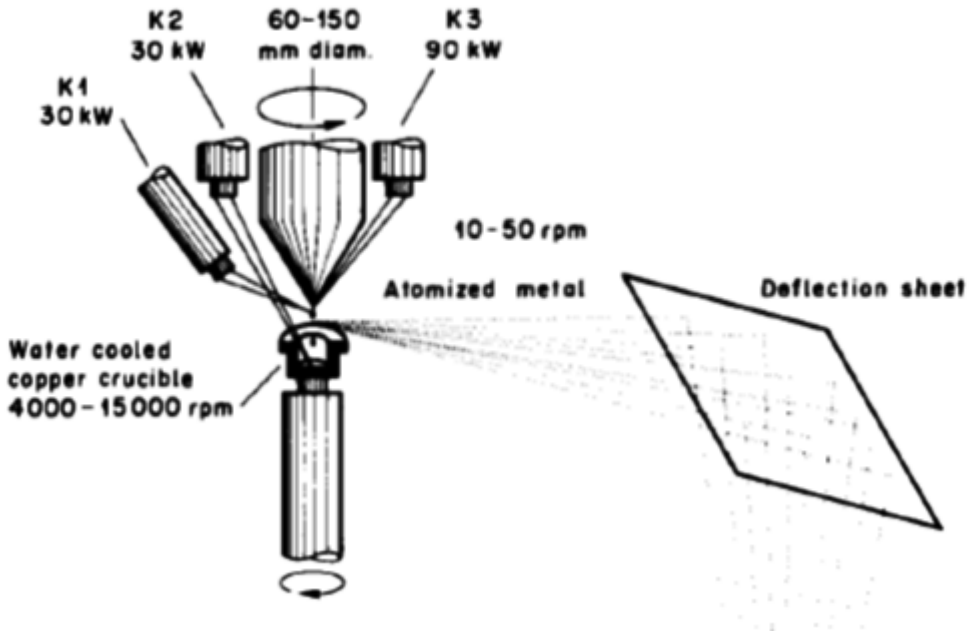
۶-۲-۷-۵- فرایند چرخشی بیم الکترونی[۵۶] (EBRP)

این فرایند یک روش اتمیزه کردن با نیروی گریز از مرکز است. شکل ۲-۳۷ شماتیک این فرایند را نشان می‌دهد. یک الکترود با قطر بین ۶۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر به دور محور خود می‌چرخد. نوک الکترود به‌صورت مماسی

[56] - Electron-beam rotating process

www.Telegram.me/Commodities

توسط تفنگ الکترونی به دمایی که مذاب چکه کند، حرارت داده می‌شود. به علت آنکه الکترود به شکل نوک مداد است، تمام الکترود درون بوته‌ای زیر آن فرومی‌ریزد. یک تفنگ الکترونی دیگر نیز به سمت بوته‌ی در حال چرخان برخورد کرده تا در آنجا یک‌لایه‌ی مذاب در دیواره شکل گیرد. به‌صورت کنترلی لایه مذاب در راستای ضخامت رشد کرده تا جایی که به حاشیه بوته برسد. تفنگ سوم دمای مذاب را در حاشیه بوته کنترل می‌کند. مکان، ابعاد و شدت جریان بیم فرودی به لبه‌ی بوته به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که تنها اتمیزه شدن در یک‌جهت انجام گیرد. به‌منظور کوچک شدن تجهیزات، مواد اتمیزه شده توسط یک صفحه منحرف کننده متصل به جمع کننده پودرها، انحراف می‌یابند. قطرات در مسیر خود از بوته تا پایین و در صفحه انحراف دهنده آبگرد خنک می‌شوند. پاشیده شدن ثانویه نیز در این صفحه امکان اتفاق افتادن دارد [۴۵].



شکل ۲-۳۷: شماتیک روش EBRP [۴۵].

www.Telegram.me/Commodities

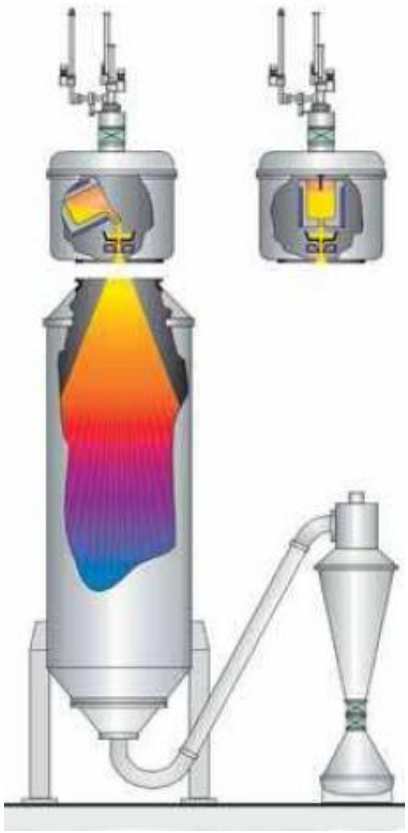
همزمان با رشد و توسعه تولید پودر، آمیختن و شکل‌دهی سوپر آلیاژها نیز توسط اکستروژن و شکل‌دهی سوپر پلاستیک (Gatorizing) نیز توسعه یافتند. توسط این تکنیک اولین دیسک‌های توربین و کمپرسور از طریق متالورژی پودر در موتور جت ساخته شد. امروزه در صنایع هوایی قطعات زیادی از این روش استفاده می‌کنند و شکل‌دهی این آلیاژهای مستحکم را ساده می‌کنند.

۶-۲-۷-۶- روش‌های رایج نوین ساخت پودر سوپر آلیاژ

۶-۲-۷-۶-۱- ذوب القایی خلأ و اتمیزه کردن تحت گاز بی‌اثر

توسط کوره ذوب القایی تحت خلأ، مذاب تشکیل، تصفیه و گاز زدایی می‌شود. مذاب تصفیه شده از طریق یک سیستم پیش گرم شده به یک نازل گاز هدایت داده شده که انرژی جنبشی گازخنثی با فشار بالا، مذاب را از هم می‌پاشاند. پودرهای تولید در یک مانع که در زیر نازل قرار گرفته، منجمد می‌شوند. مخلوط گاز و پودر توسط یک تیوب به سیکلون (جایی که ذرات ریز و درشت مجزا می‌شوند) منتقل می‌شوند. پودرها از قسمتی که زیر سیکلون تعبیه شده جمع‌آوری می‌شوند [۴۲].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۵: ذوب القایی خلأ و اتمیزه کردن تحت گاز بی‌اثر [۳۰].

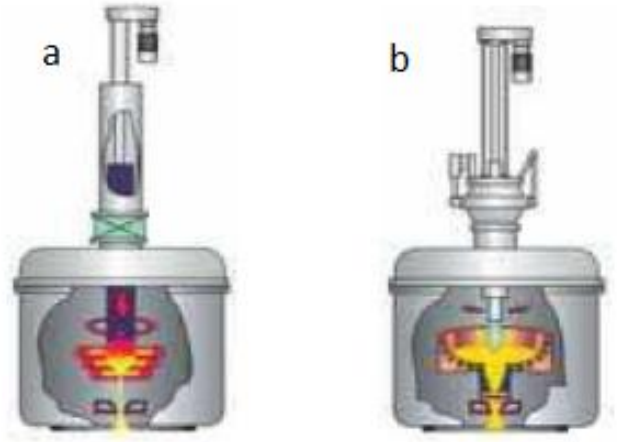
۶-۲-۷-۶-۲- ذوب القایی الکترود و اتمیزه کردن توسط گاز

در این فرایند، میله‌های پیش‌آلیاژ به عنوان الکترود به صورت القایی بدون بوته ذوب و اتمیزه می‌شوند. عملیات ذوب الکترود باکم کردن تدریجی چرخش فلز الکترود درون کویل های القایی حلقوی شکل انجام می‌شود. جریان مذاب به نازل گاز اتمیزه کننده فروریخته می‌شوند و با گاز خنثی اتمیزه می‌شوند. این فرایند مناسب برای آلیاژهای فعال مثل تیتانیوم یا آلیاژهای با دمای ذوب بالا است.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۷-۶-۳- ذوب القایی پلاسما و اتمیزه کردن توسط گاز

یکی دیگر از روش‌های مناسب برای آلیاژهای دما بالا و واکنش‌دهنده، استفاده از جت پلاسما درون بوته‌ی مسی آبگرد است. در شکل ۲-۳۹ شماتیک دستگاه‌های EIGA[۵۷] و PIGA[۵۸] را می‌توان مشاهده کرد [۳۰].



شکل ۲-۳۹: شماتیک دستگاه‌های a) EIGA و b) PIGA [۳۰].

۶-۲-۷-۷- تکنولوژی اسپری فورمینگ[۵۹]

در کنار روش‌های سنتی تولید پودر، این روش در دهه‌ی اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این روش منحصر به فرد قابلیت ساخت محصول نیمه تمام را دارد. تعداد مراحل فرایند وابسته به میزان متراکم کردن قابل تغییر بوده و حضور اکسیژن و آلودگی نسبت به روش‌هایی مثل پرس ایزو استاتیک گرم کاهش می‌یابد.

طریقه کار تکنولوژی اسپری فورمینگ، اتمیزه کردن مذاب به قطرات و منجمد کردن سریع آن روی جمع کننده می‌باشد. با حرکت این جمع کننده ساخت قطعه نیمه تمام ممکن می‌شود. به دلیل نرخ بالای خنک

[57] - Electrode induction melting gas atomization
[58] - Plasma-melting induction-guiding gas atomization
[59] - Spray forming

www.Telegram.me/Commodities

شدن، ریزساختار ریزی بدون جدایش‌های بزرگ به دست می‌آید. وابسته به طراحی اتمیزه کننده، حرکت نازل اسپری و جمع کننده شکل‌های مختلفی مثل شمش، حلقه، تیوب و میله قابل تولید می‌باشد.

محصولات نیمه تمام در معرض فرایندهای ثانویه مثل عملیات حرارتی، نورد، آهنگری، اکستروژن یا پرس گرم قرار می‌گیرند. این فرایند به‌طور وسیع برای ساخت شمش‌های مختلفی از جنس آلومینیوم، فولادهای خاص، آلیاژهای مس و سوپر آلیاژ بکار می‌رود [۴۶].

شکل ۲-۴۰: نمایی از یک عملیات اسپری فورمینگ با دو اتمیزه کننده [۴۶].

۶-۲-۸- امکان بکارگیری تکنولوژی های نو در تولید سوپرآلیاژها در کشور

تکنولوژی پایه در کلیه‌ی فرآیندهای تولید سوپرآلیاژ، تکنولوژی ذوب تحت خلا است. دوب القایی تحت خلا در مقیاس صنعتی سابقه چندانی در کشور ندارد ولی تولید پودرهای غیر سوپرآلیاژی در مقیاس نیمه صنعتی سابقه چند ده ساله در کشور دارد. در صورت توسعه فرآیند VIM در مقیاس صنعتی در کشور، امکان تولید پودرهای سوپرآلیاژی و سایر روش های تولید در کشور طی یک دوره تحقیق و توسعه امکانپذیر است.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۸- امکان بکارگیری تکنولوژی‌های نو در تولید سوپرآلیاژها در کشور

با توجه به روش‌های ارائه شده در بخش قبل برای تولید سوپرآلیاژها بر اساس تکنولوژی‌های نو، مشاهده می‌شود که امکانات مورد نیاز در قیاس با سطح امکانات موجود در داخل کشور، پیچیده‌تر می‌باشند، چرا که تمامی امکانات موجود در داخل کشور در این زمینه در مقیاس آزمایشگاهی می‌باشند. بنابراین برای تولید سوپرآلیاژ بر اساس تکنولوژی نو نیز همانند روش‌های کوره خلاء که در بخش (۶-۲-۵) ذکر شد نیاز به خرید کامل تکنولوژی از شرکت‌های معتبر خارجی می‌باشد. اما با توجه به اینکه به طور کلی تولید سوپرآلیاژ مشکلات زیست‌محیطی بسیار اندکی تولید می‌کند مانعی از این لحاظ در برابر تولید این آلیاژها وجود نخواهد داشت.

برای تولید بر اساس تکنولوژی‌های نو نیاز به مواد خالص می‌باشد که همانطور که در بخش (۶-۲-۵) مشاهده می‌شود محل تامین مواد اولیه عمدتا خارج از ایران می‌باشد که این نیز مسئله‌ای دیگر می‌باشد. اما با توجه سطح دانش فنی موجود در داخل کشور و همچنین منابع عظیم معدنی موجود، امکان دستیابی به تولید مواد خالص مورد استفاده با استفاده از حمایت‌های مالی و معنوی مناسب وجود خواهد داشت. همچنین با توجه به این‌که تکنولوژی نو برای تولید سوپرآلیاژها متالورژی پودر می‌باشد و از آنجا که متخصصان زیادی در این زمینه در داخل کشور وجود دارند، لذا برای تولید این مواد به لحاظ دانش فنی نیز پشتیبانی کامل وجود دارد و فقط برای راه‌اندازی خطوط تولید نیاز به متخصصان خارجی می‌باشد.

۶-۲-۹ تقسیم‌بندی انواع محصولات سوپر آلیاژی برحسب تکنولوژی تولید

با توجه به تکنولوژی تولید محصولات سوپر آلیاژی به سه دسته عمده به‌صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۹-۱- شمش‌های ریختگی

شمش‌های ریختگی مهمترین و گسترده ترین محصولات سوپرآلیاژی هستند زیرا این مواد پایه کلیه فرآیندهای تولید سوپرآلیاژی هستند. بخشی از شمش های ریحتگی مستقیماً در ساخت قطعاتی نظیر پره های ثابت ومتحرک از طریق تکنولوژی ریخته گری دقیق استفاده می‌شوند. بخش دیگر گی فرآیندهای ذوب مجدد تصفیه و همگن سازی شده و در فرآیندهای ترمومکانیکی به قطعاتی نظیر شفت، دیسک و ورق تبدیل می‌شوند. مواد اولیه سایر فرآیندهای جدیدتر نظیر تولید پودرهای سوپرآلیاژی عمدتاً از شمش های ریختگی سوپرآلیاژی تامین می‌شوند [۱۰].

۶-۲-۹-۲- شمش‌های کارپذیر

شمش های کارپذیر از طریق ذوب مجدد شمش های ریختگی به دو روش ESR و VAR تولید می‌شوند. بسته به میزان حساسیت کاربرد مورد نظر، فرآیند ESR یا VAR یا هردو (ESR+VAR) بر روی شمش های ریختگی به روش VIM اعمال می‌شود. مواد اولیه مورد استفاده در ساخت قطعات هوایی حساس نظیر دیسک و شفت معمولاً در سه مرحله (VIM+ESR+VAR) ذوب وتصفیه می‌شوند [۱۰].

۶-۲-۹-۳- محصولات پودری

پودر سوپرآلیاژها به روشهایی که در بخش های قبل تشریح شد تولید می‌شوند و برای ساخت قطعات از طریق متالورژی پودر بکار می‌روند. پودر های تولیدی با استفاده از روش‌هایی نظیر پرسکاری گرم هیدرو استاتیک (HIP) و اکستروژن به قطعات نهایی تبدیل می‌گردند [۱۰].

www.Telegram.me/Commodities

۶-۲-۱۰- نرمهای مصرف مواد اولیه، نیروی انسانی، سرمایه و قیمت تمام شده در تولید سوپرآلیاژها

میزان تولید سوپرآلیاژها در مقایسه با تولید فولادها و سایر فلزات و آلیاژهای مهندسی بسیار محدود تر است و از طرفی دیگر قیمت به ازای واحد وزن سوپرآلیاژها از سایر آلیاژهای صنعتی بالاتر است. علت این امر پیچیدگی تکنولوژی تولید (فرآیند ذوب تحت خلا) و قیمت بالاتر مواد اولیه بدلیل نوع عناصر و بویژه میزان خلوص بالای مواد اولیه قابل استفاده در این صنعت است. با توجه به نوع کاربرد یک سوپرآلیاژ، ماده ورودی به کوره سوپرآلیاژ می‌توانند استانداردهای متفاوتی داشته باشند. به عنوان مثال برای تولید یک قطعه سوپرآلیاژی برای کاربردهای هوایی حساس، کلیه مواد مورد استفاده باید بصورت خالص باشند و استفاده از قراضه مجاز نیست. اما در مورد اغلب آلیاژهای مورد استفاده در توربین های زمینی (مثلاً برای تولید برق)، استفاده از ۵۰ درصد از قراضه‌های سوپرآلیاژی معمولاً مجاز است.

عناصر اصلی مورد استفاده در تولید سوپرآلیاژها عمدتاً بصورت خالص و بعضاً بصورت ترکیب به بار کوره اضافه می‌شوند. به عنوان مثال، نیکل بصورت خالص کاتدی، آهن بصورت خالص (آرمکو)، تیتانیم بصوررت خالص اسفنجی، کروم، مولیبدن و آلومینیوم بصورت خالص فلزی و نیوبیم و تانتالم بصورت ترکیب فرو نیوبیم یا نیکل نیونیم و نیکل تانتالم به بار افزوده می‌شوند. در جدول زیر دو نمونه از مواد اولیه مصرفی مورد استفاده در تولید یک تن سوپرآلیاژ IN738 (ریختگی) و IN718 (کارپذیر) آورده شده است. علاوه بر مواد اصلی ارایه شده در جدول۲-۱۱، مقادیر جزیی از مواد اولیه نیز در طول فرآیند ذوب جهت کنترل ترکیب شیمیایی در رژیم های مختلف خلا به مذاب افزوده می‌شود. با توجه به تکنولوژی بسیار تمیز و دقیق ذوب تحت خلا، دقت در کنترل

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۲-۱۱: دو نمونه از مواد اولیه مورد استفاده در تولید یک تن سوپرآلیاژ.

Raw Material	IN738 (per ton) (kg)	Analysis Wt %		IN 625	Analysis Wt %
Nickel Cathode	704	70.7		593	59.4
Armco Pure Iron	74	8.2		18	4.4
Pure Chrome	161	16.2		222	22.2
Ferro Niobium	20	1.2		65	3.9
Pure Molybdenum	-	-		91	9.1
Titanium Sponge	28	2.8		5	0.5
Aluminum	9	0.9		5	0.5
Total	**996**			**999**	

ترکیب شیمیایی در تولید سوپرآلیاژها بسیار بالا است و از این جهت برتری قابل ملاحظه ای نسبت به فولادها دارد.

ترکیب نیروی انسانی مورد استفاده در صنعت سوپرآلیاژ بسیار تخصصی تر از صنایع مشابه است. هرچند تعداد، ابعاد و ظرفیت های واحدهای موجود تولید سوپرآلیاژ در جهان در در مقایسه با سایر واحدهای مشابه بسیار کمتر و کوچکتر است، کیفیت نیروی کار بالاتر و استانداردهای محیط کار سختگیرانه تر هستند. نقش تحقیق و توسعه در این صنعت کلیدی است و با توجه به پیچیدگی های تکنولوژیکی تولید سوپرآلیاژها، این واحد یکی از مهمترین وظایف را بر عهده دارد. با توجه به قیمت بالای مواد اولیه مورد استفاده، کاهش ضایعات فرآیند تولید از ظریق کنترل مواد اولیه و بهینه سازی فرآیندهای ذوب اولیه و ثانویه، عامل تعیین کننده در

www.Telegram.me/Commodities

اقتصادی شدن تولید سوپرآلیاژها است. با توجه به تنوع آلیاژهای تولیدی و دانش فنی مورد نیاز، تحقیق و توسعه در یک واحد صنعتی تولید سوپرآلیاژی الزامی است.

بخش عمده سرمایه‌گزاری در تولید سوپرآلیاژها، مربوط به خرید تجهیزات ذوب اولیه و ذوب ثانویه است. به عنوان مثال برای یک واحد تولیدی دارای یک کوره ذوب تحت خلا (VIM) ، یک کوره VAR و یک کوره ESR هر یک با ظرفیت ۶ تن، میزان سرمایه گذاری مورد نیاز در محدوده‌ی ۱۸ تا ۲۰ میلیون یورو تخمین زده می‌شود. با در نظر گرفتن هزینه تجهیزات جانبی و تاسیسات مورد نیاز، سرمایه گذاری لازم برای ایجاد چنین واحدی در حدود ۲۵ تا ۳۰ میلیون یورو خواهد بود. چنین واحدی در صورت کنترل ضایعات می تواند در سال در حدود ۲۵۰۰ تن محصول سوپرآلیاژی تولید کند. با در نظر گرفتن قیمت میانگین ۵۰ یورو به ازای هر کیلوگرم سوپرآلیاژ (میانگین گریدهای ریختگی و کارپذیر) و قیمت تمام شده ۳۵ یورو، درصورت اعمال مدیریت صحیح، می‌توان به آسانی به سود خالصی در حدود ۳۰ درصد در این صنعت دست یافت [۲۷].

۶-۲-۱۱- روش‌های بازیافت سوپر آلیاژها

تولید مواد اولیه (شمش) سوپرآلیاژی صنعتی با ضایعات بسیار پایین است. علت این امر استفاده از مواد اولیه با کیفیت و فرآیندهای مدرن در این صنعت است. اما ضایعات در صنایع پایین دستی قابل توجه است بگونه ای که در مواردی وزن قطعه نهایی کمتر از ۲۰ درصد از وزن مواد اولیه بکار رفته است. در طول عملیات مختلف از قبیل فورجینگ، ماشین‌کاری، ریخته‌گری و... به منظور ساخت قطعات مختلف موتورها این ضایعات شکل می‌گیرند. به‌طور میانگین یک هفتم از مواد اولیه منجر به تولید قطعه نهایی اجزای توربین می‌شوند. میزان قراضه‌های تولیدی از جنس سوپر آلیاژ در سال ۱۹۷۶ نزدیک به ۱۳۳,۷ کیلوتن اعلام گردید. در سال ۱۹۷۸

www.Telegram.me/Commodities

US Burea of mines تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام داد که به دلایل متعددی از جمله اطلاعات آماری پراکنده و غیرقابل قبول، بسیاری از این تلاش‌ها بیهوده بود و آمار قابل استنادی ارایه نشد [۴۷].

بازیافت سوپر آلیاژها به دلیل تنوع آن‌ها و عناصر آلیاژی زیاد (بیش از ۲۰ عنصر) پیچیده می‌باشد. طراحی یک فرایند واحد برای بازیابی تمامی عناصر مفید بسیار دشوار می‌باشد. چندین روش برای بازیافت قراضه‌های سوپر آلیاژ وجود دارد. بعضی از روش‌های خاص در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه در مورد این روش‌ها جزئیات زیادی وجود نداشته و انتخاب فرایند مناسب وابسته به اجزای تشکیل‌دهنده سوپر آلیاژ می‌باشد. اما به‌طورکلی بر اساس عملکرد کلی فرایندهای بازیافت به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱) پیرو متالورژی
۲) هیدرو متالورژی
۳) ترکیب هیدرو و پیرو متالورژی

این فرایندها شامل ذوب مستقیم قراضه‌ها، انحلال در اسیدهای معدنی، پختن، تشکیل مات، اکسیداسیون مذاب، کلیسنه کردن، انحلال و حل سازی الکتریکی می‌باشد. یکی از رایج‌ترین عملیات مورد استفاده، ذوب مجدد قراضه‌ها به همراه مواد جدید می‌باشد.

۶-۲-۱۱-۱- فرایند پیرو متالورژی

فرایند بازیافت قراضه‌ها توسط ذوب مجدد بسیار رایج می‌باشد . به‌طورکلی فرایند ذوب مجدد قراضه‌ها بعد از عملیات تمیز سازی با شارژ مجدد مواد تازه صورت گرفته که صرفاً این عمل توسط شرکت سازنده اولیه صورت نمی‌گیرد. گاهی مواد قراضه تولیدی توسط یک شرکت به دلیل کیفیت محصولات تولیدی قابلیت بازیابی نداشته درحالی‌که این قراضه‌ها برای شرکت دیگری که تولیدکننده محصولات دیگری بوده، قابل استفاده می‌باشد.

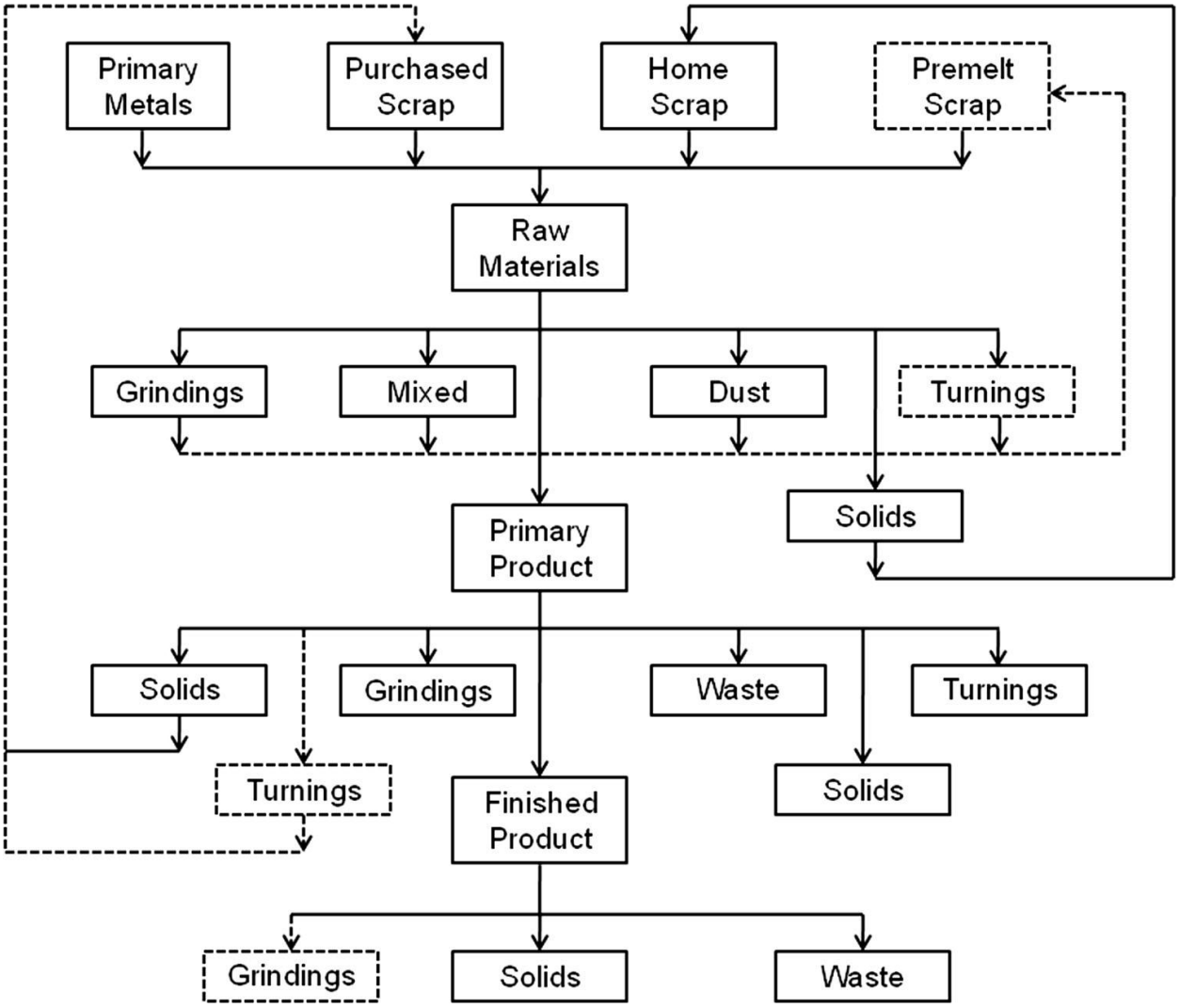
www.Telegram.me/Commodities

صنایع دیگری که از این قراضه‌ها می‌توانند استفاده کنند می‌تواند شامل تولیدکنندگان فولادهای آلیاژی و تولیدکنندگان فلزات اولیه باشند [۴۷]. تولید از طریق پیرو متالورژی به دلایلی مثل تلفات اکسیداسیون تا ۲۰٪ عناصر آلیاژی، با مشکلاتی مواجه می‌باشد. بنابراین تحقیقات زیادی روی روش‌های مختلف ذوب مجدد صورت گرفته است. در ادامه بعضی از این تحقیقات و روش‌های بکار گرفته شده ارائه می‌گردد.

به‌منظور بازیافت یک موتور نوع PWA 1455 ساخته شده از سوپر آلیاژ، ذوب در کوره قوس الکتریکی صورت گرفته و با یک پالایش تحت خلأ همراه شده است. به این منظور، ۸۵۰۰ پوند قراضه درون یک کوره قوس الکتریکی شارژ شد. به‌منظور کاهش تلفات ولتاژی، آهک و فلوریت استفاده شده و در دمای ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد گداخته شدند. در حین ذوب، اکسیژن نیز به‌منظور اکسید سازی عناصری مثل آلومینیوم، تیتانیوم، زیرکونیوم و هافنیوم درون مذاب دمیده شد. این عمل باعث غنی شدن مذاب از کروم و کبالت می‌شود. توسط این روش به محصول ۹۳ درصدی از فلزات غیر اکسیدی به‌صورت شمش دست پیدا کردند. این شمش سپس با شارژ شدن درون یک کوره القایی تحت خلأ تصفیه سازی شد.

استفاده از روش ESR با الکترود مسی آبگرد با نوک مولیبدنی توسط Prasad و همکارانش روش دیگری برای بازیابی می‌باشد، که با بهینه‌سازی فرایند به محصولاتی با مقاومت مکانیکی بالادست پیدا کردند. در این فرایند مذاب 30% Al_2O_3 + 70% CaF و قراضه بین جدار قالب و الکترود نیاز می‌باشد. Innola و همکارانش نیز روی موتور یک هواپیما کارکردند و از تکنولوژی ذوب مجدد توسط ترکیب ذوب القایی تحت خلأ و ذوب توسط پرتو الکترونی (VIM+EBM) استفاده کردند. و در بررسی‌های مکانیکی و فیزیکی روی محصولات به نتایج مناسبی دست پیدا کردند. از طریق پیرو متالورژی می‌توان محصولات کارشده و ریخته شده را می‌توان بازیافت کرد. در تصویر ۲-۴۱ می‌توان فلوشیت کلی چرخه بازیافت را مشاهده کرد [۴۸].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۴۱: فلوشیت بازیافت سوپر آلیاژهای کارپذیر و ریخته شده توسط روش پیرو متالورژی [۴۸].

۶-۲-۱۱-۲- روش هیدرو متالورژی

هیدرو متالورژی شاخه‌ای از متالورژی استخراجی برای بازیابی فلزات با ارزش از طریق یک روش اقتصادی و مؤثر با استفاده از حل کردن در محیط آبی می‌باشد. این روش می‌تواند انتخابی باشد و فلزات را با خلوص بسیار بالا می‌توان تولید کرد. برخلاف فرایند پیرو متالورژی اتلاف انرژی و سرباره موارد نگرانی نمی‌باشند. در سال ۱۹۵۵ Hall فرایندی را برای حل کردن قراضه‌ها درون محلول حاوی اسیدسولفوریک ارائه کرد. مس به‌عنوان

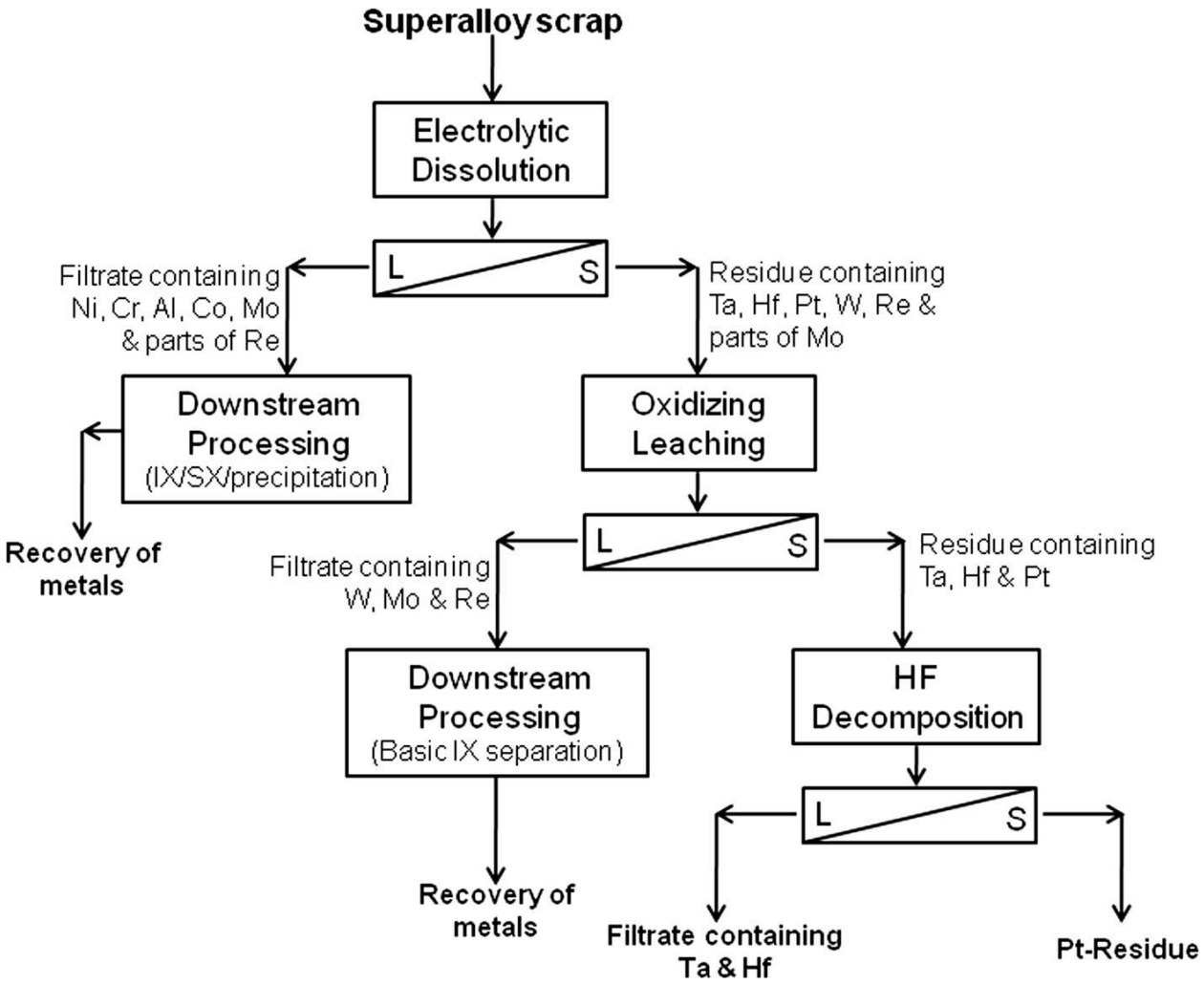
www.Telegram.me/Commodities

سولفید مس از طریق پخش کردن دی‌اکسید سولفور درون حمام اسیدسولفوریک جداسازی می‌شود. نمک‌های سولفاتی نیکل و مس نیز در محلول به دست می‌آیند. همچنین هیدروکسیدهای کروم و آهن نیز توسط می‌توانند رسوب کنند [۴۹].

Brooks فرایندی را پیشنهاد داد که در آن سوپرآلیاژها درون محلول اسید هیدرو کلریدی حل می‌شدند. محلول کلریدی حاوی عناصر نیکل، آهن، کروم و کبالت تحت فرایندهای مختلفی به‌منظور افزایش خلوص مواد قرار گرفت. در ابتدا، آهن به‌صورت انتخابی با اضافه کردن آمین جداسازی شد. سپس کبالت با اضافه کردن گروه‌های فسفری جداسازی شد. کروم نیز به شکل سولفات کروم رسوب کرد. درنهایت با افزایش pH محیط رسوب کرد.

امروزه توجه زیادی به هیدرو متالورژی از طریق تجزیه‌ی الکتریکی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. گزارش‌هایی نیز از این روش برای سوپر آلیاژها منتشرشده است. فلوشیت نشان داده شده در شکل ۲-۴۲ مربوط به روش هیدرو متالورژی می‌باشد که توسط این روش می‌توان حتی عناصری مثل رنیوم و تانتالوم را نیز بازیافت کرد. در این روش سوپر آلیاژ می‌تواند به‌عنوان الکترود کاتد یا آند استفاده شود. الکترولیت مورد استفاده اسید کلرید ۲۵-۱۵ درصد وزنی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با جریان ۵۰ آمپر که منجر به ولتاژ ۴-۳ ولت شده، استفاده می‌گردد. در این روش ۲۰٪ از سوپر آلیاژ بعد از ۲۵ ساعت حل می‌شود. محلول به دست آمده فیلتر شده و هیدروکسیدهای فلزی نیکل، کرم، کبالت و آلومینیوم رسوب می‌کنند. قسمت حل نشده نیز دارای اکسیدهای فلزات تانتالوم، رنیوم، تنگستن و مولیبدن می‌باشد. برای رنیوم فرایند بازیابی به‌صورت تعویض یونی و برای تانتالوم حل کردن در اسید هیدروفلوریک پیشنهاد شد [۵۰].

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۴۲: فلوشیت چرخه بازیافت سوپر آلیاژ توسط روش هیدرو متالورژی [۵۰].

۶-۲-۱۱-۳- روش پیرو-هیدرومتالورژی

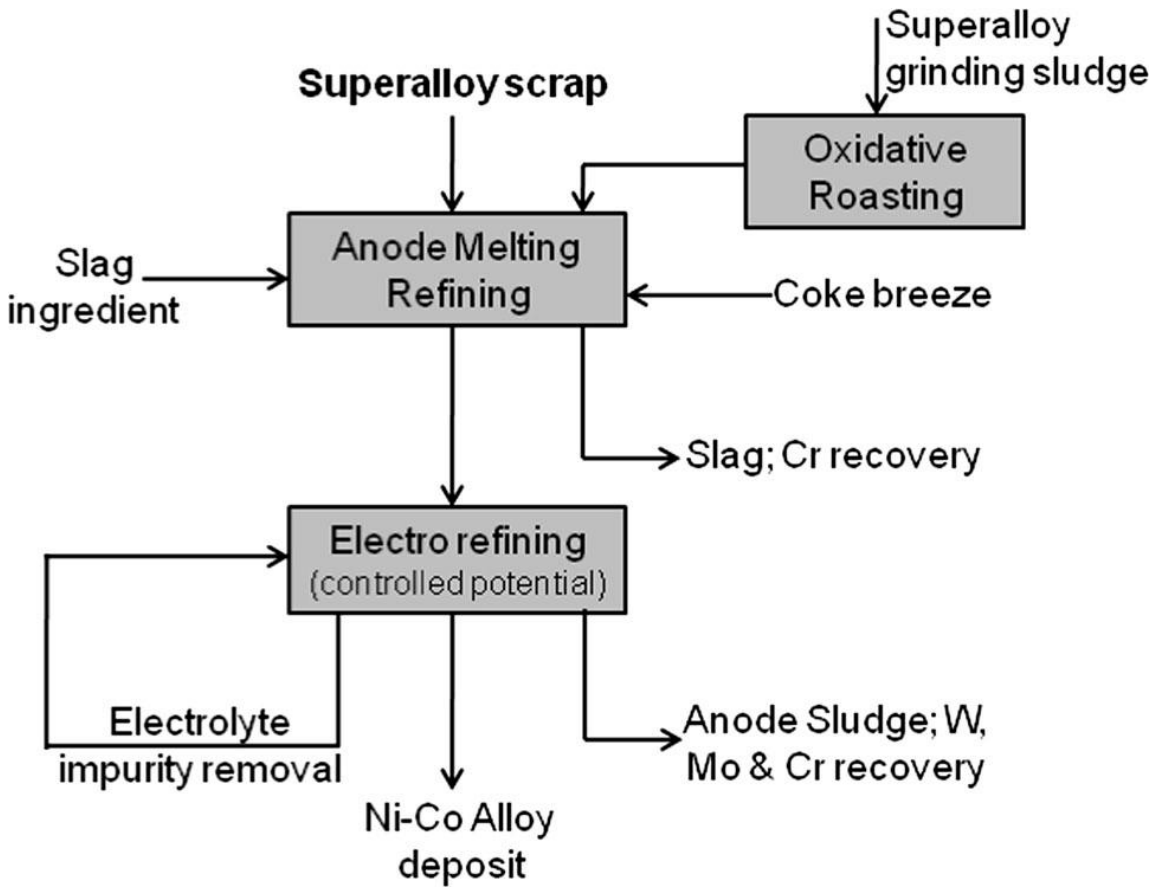
مشکلات موجود درروش هیدرو متالورژی برای بازیابی عناصر فلزی موجود در سوپر آلیاژها، نگرش ترکیب روش هیدرو و پیرو متالورژی شد. هدف اصلی این پیشنهاد متمایل ساختن بیشتر عناصر آلیاژی تشکیل‌دهنده سوپر آلیاژها به عملیات لیچینگ با تبدیلات شیمیایی و یا افزایش سطح می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

در سال ۱۹۷۹ Rosof فرایندی را معرفی کرد که در ان با استفاده از یک کوره القایی با دمش هوا فلزاتی که تمایل به اکسید شدن دارند را جدا کند. سپس کربن‌دهی صورت گرفت تا کاربیدهای فلزات مختلف جداسازی شوند. در نهایت ماده جامد باقیمانده در اسید سولفوریک حل شده و نیکل و کبالت تا درصد بالایی بازیابی شدند. در فرایند پیرو-هیدرو، سلفیدی کردن سوپر آلیاژ به‌منظور ساخت مات و انجام لیچینگ انتخابی در حضور کلر امکان پذیر می‌شود. این روش شامل ساخت مات، گرانول سازی در آب، قرار دادن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، نگه‌داشتن پتانسیل اکسیداسیون و احیا در ۴۰۰ میلی ولت توسط عبور کلر، حل کردن عناصر آلیاژی به‌غیراز کروم (در حالت سولفیدی غیرقابل حل است) در محلول می‌باشد. با افزایش پتانسیل تا ۷۰۰ میلی ولت، ۵۰٪ از کروم نیز حل می‌شود. درنهایت بعد از جداسازی جامد و مایع، جامد با اکسیژن سوخته و به همراه آلومینیوم به‌منظور تولید کروم فلزی، ذوب می‌شود. توسط این روش ۹۸ درصد از نیکل بازیابی می‌شود.

رسوب‌دهی الکترولیتی آلیاژ نیکل-کبالت نیز بعد از تولید آندهای پالایش شده از سوپر آلیاژها مطالعه گردید. در این روش توانستند با کربوریزه کردن مذاب و اکسیداسیون بالای ۹۰ درصد نیکل و کبالت را بازیابی کنند. حلالیت الکترولیتی کروم، مولیبدن و تنگستن با کنترل کربوریزه کردن صورت گرفت. در شکل ۲-۴۳ می‌توان دیاگرام کلی این روش را مشاهده کرد.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۲-۴۳: فلوشیت بازیابی سوپر آلیاژ توسط روش پیرو-هیدرومتالورژی [۵۱].

۶-۲-۱۲- بررسی توان داخلی به لحاظ دانش فنی تولید و طراحی و ساخت تجهیزات در داخل

مهم‌ترین تجهیزات مورد نیاز برای راه‌اندازی یک واحد تولیدی سوپر آلیاژ، کوره‌های صنعتی ذوب اولیه تحت خلأ VIM و تجهیزات ذوب مجدد ESR و VAR با ظرفیت چندین تن می‌باشد. در حال حاضر تلاش هایی برای ساخت کوره‌های تحت خلأ کوچک در مقیاس آزمایشگاهی با ظرفیت چند ده کیلوگرم در جریان است و نمونه هایی از این کوره ها ساخته شده اند. این کوره های کوچک در صورت استاندارد شدن، برای انجام تحقیقات و دستیابی به دانش فنی تولید سوپرآلیاژها در مقیاس آزمایشگاهی بسیار مناسب می‌باشند. در شرایط

www.Telegram.me/Commodities

موجود و با توجه به دشواری های ساخت کوره های صنعتی ذوب تحت خلا و نیز تجهیزات ذوب مجدد ESR و VAR در مقیاس صنعتی، تحقق این مهم در اینده نزدیک محتمل به نظر نمی‌رسد. در زمینه کنترل و اتوماسیون توانمندی های قابل توجهی در کشور وجود دارد که جهت افزایش بهره وری می‌تواند به کار گرفته شود.

در زمینه ساخت تجهیزات تکمیلی نظیر جوشکاری و عملیات حرارتی توانایی های قابل توجهی در کشور وجود دارد که می‌توانند مورد بهره برداری قرارگیرند اما در زمینه تجهیزات کنترل کیفی، نظیر تجهیزات آنالیز شیمیایی و خواص مکانیکی، توانمندی های موجود در کشور پاسخگوی نیاز صنعت نمی‌باشد.

در زمینه دانش فنی و نیروی انسانی متخصص مرتبط با فرآیند تولید (Process Know-How) امکانات محدودی در کشور وجود دارد که با آموزش مناسب و کسب تجربه بسرعت توسعه خواهد یافت. در زمینه دانش فنی مرتبط با انواع سوپر آلیاژها (Alloy Know-How) نیروی انسانی و توانمتدی های بسیار قابل توجهی در دانشگاه های کشور وجود دارد که در صورت راه اندازی خط تولید می توان از آن بهره برد.

۶-۲-۱۳- بررسی مناسب‌ترین تکنولوژی تولید سوپر آلیاژها با توجه به شرایط کشور

در حال حاضر، کاربرد عمده سوپرآلیاژها در کشور در صنایع مرتبط با توربین گاز است که فعلاً در دو وزارتخانه نیرو و نفت متمرکز شده است، کلیه مواد اولیه سوپرآلیاژی مورد نیاز این صنایع از طریق فرآیندهای VIM ، VAR و ESR قابل تولید هستند. همچنین، با توجه به اینکه پس از مواد اولیه، انرژی الکتریکی مهمترین سهم در هزینه های تولید سوپرآلیاژها را به خود اختصاص می‌دهد، تولید سوپرآلیاژها در کشور با منابع انرژی فراوان موجود، در حقیقت حق طبیعی ایران است که متاسفانه تا کنون از آن بهره برداری نشده

www.Telegram.me/Commodities

است. با در نظر گرفتن نیاز فعلی کشور، افزایش سریع تقاضا با گسترش صنایع مصرف کننده و امکان صادرات مواد اولیه سوپرآلیاژی به بازارهای جهانی، ایجاد واحدی با ظرفیت ۳۰۰۰ تن ذوب اولیه به روش VIM و ذوب ثانویه به روشهای ESR و VAR توصیه می‌شود.

۶-۲-۱۴ منابع مالی لازم جهت توسعه و بکارگیری فن‌آوری تولید سوپرآلیاژها در کشور

در مقایسه با سایر صنایع بالادستی، با توجه به ظرفیت های پایین و سرمایه گذاری اندک مورد نیاز در صنعت سوپرآلیاژ ، تامین منابع مالی حتی در شرایط فعلی و محدودیت های ارزی موجود، نباید عاملی بازدارنده باشد. برای ایجاد یک واحد تولید سوپرآلیاژ با ظرفیت تولید سالانه ۳۰۰۰ تن در کشور، در حدود ۳۵ تا ۴۰ میلیون دلار سرمایه گذاری مورد نیاز است. با توجه به مزایای استراتژیک و اقتصادی این طرح، منابع مالی مورد نیاز می تواند از طریق بودجه های دولتی، سرمایه گذاری بخش خصوصی و تسهیلات بانکی تامین شود.

۶-۲-۱۵ انتخاب ظرفیت در مقیاس صرفه

با توجه به اطلاعات ارایه شده در بخش های بعدی، تولید جهانی سوپرالیاژها در سال ۲۰۱۳ میلادی در حدود ۳۰۰ هزار تن بوده است و ایران سهمی در این تولید نداشته است. با توجه به وجود منابع غنی انرژی و زیرساخت های مهندسی مورد نیاز در کشور از یکسو و وجود بازارهای مصرف داخلی ، منطقه ای و بین المللی برای مواد اولیه سوپرآلیاژی از سوی دیگر، حداقل ۵ درصد از سهم تولید جهانی مواد اولیه سوپرآلیاژی (معادل ۱۵۰۰۰ تن در سال) می تواند به طور طبیعی به ایران اختصاص داشته باشد.. با توجه به نیاز داخلی به مواد

www.Telegram.me/Commodities

اولیه سوپرآلیاژی، ایجاد ظرفیت اولیه تولید معادل ۳۰۰۰ تن در سال منطقی به نظر می‌رسد. استفاده از یک کوره VIM در ظرفیت های متفاوت (با استفاده از بوته ها با حجم های مختلف) ، انعطاف پذیری مناسبی را با توجه به تقاضای بازار ایجاد خواهد کرد.

www.Telegram.me/Commodities

مراجع

[۱]www.ge-energy.com.

[۲]M.T. Jovanović, B. Lukić, Z. Mišković, I. Bobić, I. Cvijović, B. Dimčić, Processing and some applications of nickel, cobalt and titanium-based alloys, Metalurgija, ۱۳(۲۰۰۷) .۱۰۶-۹۱

[۳]C.T. Sims, A history of superalloy metallurgy for superalloy metallurgists, Superalloys ۱۹۸۴, (۱۹۸۴) .۴۱۹-۳۹۹

[۴]C.T. Sims, N.S. Stoloff, W.C. Hagel, superalloys II, (۱۹۸۷)

[۵]R.C. Reed, The superalloys: fundamentals and applications, Cambridge university press, .۲۰۰۶

[۶]M.J. Donachie, S.J. Donachie, Superalloys: a technical guide, ASM international, .۲۰۰۲

[۷]M.J. Donachie, Superalloys- Source book, Metals Park, OH, American Society for Metals, ۱۹۸۴, ۴۲۴p, (۱۹۸۴)

[۸]M. Durand-Charre, The microstructure of superalloys, CRC press, .۱۹۹۸

[۹]www.sharif.ir.

[۱۰]C.T. Sims, W.C. Hagel, The Superalloys-vital high temperature gas turbine materials for aerospace and industrial power, John Wiley & Sons, .۱۹۷۲

[۱۱]C. SIMS, W. HAGEL, The superalloys(Book- The superalloys.), New York, Wiley-Interscience, ۱۹۷۲. ۶۱۷p, (۱۹۷۲)

[۱۲]A. Rowe, J. Wells, G. West, R.C. Thomson, Microstructural Evolution of Single Crystal and Directionally Solidified Rejuvenated Nickel Superalloys, Superalloys ۲۰۱۲, (۲۰۱۲) .۲۵۴-۲۴۵

[۱۳]K. Flores, C. Yablinsky, M. Mills, J .Williams, Nickel-based superalloys for advanced turbine engines.

[۱۴]Y. Yamabe-Mitarai, Y. Ro, H. Harada, T. Maruko, Ir-base refractory superalloys for ultra-high temperatures, Metallurgical and Materials Transactions A, ۲۹(۱۹۹۸) .۵۴۹-۵۳۷

[۱۵]M.J. Donachie Jr, Relationship of Properties to Microstructure in Superalloys, American Society for Metals, Superalloys--Source Book, (۱۹۸۴) .۱۱۱-۱۰۲

[۱۶]J.S. Benjamin, Dispersion strengthened superalloys by mechanical alloying, Metallurgical transactions,۲۹۵۱-۲۹۴۳ (۱۹۷۰)

[۱۷]S. Zhao, X. Xie, G.D. Smith, S.J. Patel, Microstructural stability and mechanical properties of a new nickel-based superalloy, Materials Science and Engineering: A, ۳۵۵(۲۰۰۳) .۱۰۵-۹۶

www.Telegram.me/Commodities

[۱۸]T.M. Pollock, S. Tin, Nickel-based superalloys for advanced turbine engines: chemistry, microstructure and properties, Journal of propulsion and power, ۲۲ (۲۰۰۶) .۳۷۴-۳۶۱
[۱۹]Y. Murata, R. Hashizume, A. Yoshinari, N. Aoki, M. Morinaga, Y. Fukui, Alloying effects on surface stability and creep strength of nickel based single crystal superalloys containing ۱۲mass% Cr, in: Ninth International Symposium on Superalloys, ۲۰۰۰, pp. .۲۹۴-۲۸۵
[۲۰]J. Bedder, R. Baylis, the superalloy market and its impact on minor metals, Roskill Information Services Ltd۲۸ .th February .۲۰۱۳
[۲۱]R. Schafrik and R. Sprague, The saga of gas turbine materials, Advanced Materials and Processes, ۱۶۲(۲۰۰۴), ۳:۳۳–۳۶, ۴:۲۷–۳۰, ۵:۲۹–۳۳, ۶:۴۱–.۴۶
[۲۲]B. Geddes, H. Leon and X. Huang, Superalloys: Alloying and Performanc, ASM International, .۲۰۱۰
[۲۳]Muktinutalapati, Nageswara Rao. Materials for Gas Turbines-An Overview. INTECH Open Access Publisher, ۲۰۱۱., in.
[۲۴]Jianting, G. U. O. "The current situation of application and development of superalloys in the fields of energy industry." Acta Metall Sin ۴۶,۵(۲۰۱۰): -۵۱۳ .۵۲۷
[۲۵]http://www.corrotherm.co.uk/applications/oil-gas-extraction, in.
[۲۶]Pettit, F. S., et al. "Oxidation and hot corrosion of superalloys." Superalloys ۸۵(۱۹۸۴): ۶۵, in.
[۲۷]www.usgs.gov.
[۲۸]www.roskill.com.
[۲۹]G. Sjöberg, Casting superalloys for structural applications, Superalloy ۷۱۸ and Derivatives, (۲۰۱۰) .۱۳۰-۱۱۶
[۳۰]G. GESSINGER, Powder metallurgy of superalloys(Book), London, Butterworths, ۱۹۸۴, ۳۵۹p, (۱۹۸۴)
[۳۱]A. Choudhury, State of the Art of Superalloy Production for Aerospace and Other Application Using VIM/VAR or VIM/ESR, ISIJ international, ۳۲(۱۹۹۲) .۵۷۴-۵۶۳
[۳۲]http://www.ald-vt.com/cms/en./
[۳۳]C.H. Sump, Method for the production of alloys, in, Google Patents, .۱۹۶۷
[۳۴]N .Raoul, Electric arc furnace, in, Google Patents, .۱۹۴۵
[۳۵]P. SUPPLIERS, FURNACES & ACCESSORIES SUPPLIERS, (۱۹۹۹)
[۳۶]J.F. O'Hanlon, A user's guide to vacuum technology, John Wiley & Sons, .۲۰۰۵
[۳۷]A. Roth, Vacuum technology, Elsevier, .۲۰۱۲

www.Telegram.me/Commodities

[۳۸]R.L .Boxman, D.M. Sanders, P.J. Martin, Handbook of vacuum arc science & technology: fundamentals and applications, William Andrew, .۱۹۹۶
[۳۹]A. Mitchell, Recent developments in superalloy melting technology, Key Engineering Materials, ۷۷(۱۹۹۲) .۱۸۶-۱۷۷
[۴۰]S. Semiatin, Elements of induction heating: design, control, and applications, ASM International, .۱۹۸۸
[۴۱]M.H. Hablanian, High-vacuum technology: a practical guide, CRC Press, .۱۹۹۷
[۴۲]http://www.ald-vt.com/cms/en/.
[۴۳]W. Espe, Materials of high vacuum technology, (۱۹۶۸)
[۴۴]J. Benjamin, J. Larson, Powder metallurgy techniques applied to superalloys, Journal of Aircraft, ۱۴(۱۹۷۷) .۶۲۳-۶۱۳
[۴۵]G.H. Gessinger, Powder Metallurgy of Superalloys: Butterworths Monographs in Materials, Elsevier, .۲۰۱۳
[۴۶]P. Grant, Spray forming, Progress in Materials Science, ۳۹(۱۹۹۵) .۵۴۵-۴۹۷
[۴۷]J. DeBarbadillo, Nickel-base superalloys; physical metallurgy of recycling, Metallurgical Transactions A, ۱۴(۱۹۸۳) .۳۴۱-۳۲۹
[۴۸]M.J. Woulds, Recycling of engine serviced superalloys, Superalloys, ۱۹۸۰ (۱۹۸۰) .۴۱-۳۱
[۴۹]D. Pearson, Recovery of cobalt from metallurgical wastes, in: International Conference on cobalt: metallurgy and Uses. Benelux Metallurgie, Brussels, Belgium, ۱۹۸۱, pp. .۱۴۸-۱۳۹
[۵۰]P.T. Brooks, G.M. Potter, D. Martin, Chemical reclaiming of superalloy scrap, (۱۹۶۹)
[۵۱]V. Stoller, A. Olbrich, J. Meese-Marktscheffel, W. Mathy, M. Erb, G. Nietfeld, G. Gille, Process for electrochemical decomposition of superalloys, in, Google Patents, .۲۰۰۲

www.Telegram.me/Commodities

فصل سوم

بند ۶-۳- بررسی وضعیت اقتصادی و جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در اقتصاد ایران

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۱ بررسی وضعیت اقتصاد ایران (طی بازه ۱۵ ساله)

در این بخش وضعیت اقتصاد ایران شامل رشد اقتصادی، درآمد و تولید ناخالص ملی، تشکیل سرمایه‌های ثابت ناخالص، ترکیب ارزش‌افزوده فعالیت‌های اقتصادی و سیاست‌های اقتصادی بلندمدت کشور موردبررسی قرار می‌گیرد.

۶-۳-۱-۱ اقتصاد ایران

اقتصاد ایران یک اقتصاد مختلط و درحال‌توسعه با یک بخش عمومی بزرگ است. حدود ۵۰٪ از آن را اقتصاد دستوری شامل می‌شود [۱][۲]. بخش عمده‌ای از اقتصاد در ایران بر پایه‌ی صادرات نفت و گاز است؛ بااین‌وجود بیش از ۴۰ صنعت به‌طور مستقیم در بورس تهران، یکی از پربازده‌ترین بورس‌های دنیا در ۱۰ سال اخیر، حضور دارند. ایران با داشتن ۱۰٪ از ذخایر نفت و ۱۵٪ از ذخایر گاز کشف‌شده در دنیا، یک ابرقدرت انرژی محسوب می‌شود.

ایران ازلحاظ برابری قدرت خرید[۱] (PPP) رتبه هفدهم دنیا و ازنظر تولید ناخالص داخلی رتبه بیست و یکم را در اختیار دارد و به دلیل پتانسیل بالای توسعه در گروه کشورهای گروه یازده[۲] جای گرفته است. نکته‌ی منحصربه‌فرد در مورد اقتصاد ایران سهم بنیادهای فرهنگی از بودجه دولت مرکزی است که ۳۰٪ بودجه را شامل می‌شود[۲][۳][۴].

[1] Purchasing power parity

[2] Next Eleven

www.Telegram.me/Commodities

اقتصاد ایران یکی از معدود اقتصادهای بزرگ است که در جریان بحران مالی ۲۰۰۷-۲۰۰۹ به‌طور مستقیم لطمه ندید[۵][۶].

مشکلات اقتصادی که نتیجه ترکیبی از کنترل قیمت‌ها و یارانه‌ها به‌ویژه در بخش مواد غذایی و انرژی است باعث ادامه کندی اقتصاد شده است[۷][۸]. همچنین قاچاق، کنترل اداری و فساد گسترده و دیگر موانع باعث تضعیف پتانسیل رشد بخش خصوصی در ایران شده است[۹][۱۰][۱۱][۱۲]. طرح هدفمندی یارانه‌ها در سال ۱۳۸۸ به تصویب رسید. هدفمندسازی یارانه‌ها یکی از مهم‌ترین و نمایان‌ترین بخش‌های طرح تحول اقتصادی است که به تغییر فرایند پرداخت یارانه‌ها می‌انجامد. در این فرایند با حذف تدریجی یارانه‌ها از مواد سوختی، مواد خوراکی، آب، برق و سایر اقلام نوع پرداخت یارانه تغییر می‌کند که بخشی از این یارانه‌های حذف‌شده (۶۰ درصد در سال ۱۳۹۰) به‌صورت نقدی به مردم پرداخت می‌شود و سایر درآمد این کار صرف کارهای عمرانی و فرهنگی می‌شود. این طرح در اواخر دهه‌ی ۱۳۸۰ به اجرا گذاشته شد و بخش عمده‌ی آن در دهه‌ی ۱۳۹۰انجام خواهد شد. از هدفمندسازی یارانه‌ها به‌عنوان بزرگ‌ترین طرح تاریخ اقتصادی ایران نام برده می‌شود. نحوه اجرا این طرح و تأثیر آن بر اقتصاد ایران یکی از موضوعات چالش‌برانگیز در بین صاحب‌نظران و مدیران کشور بوده است.

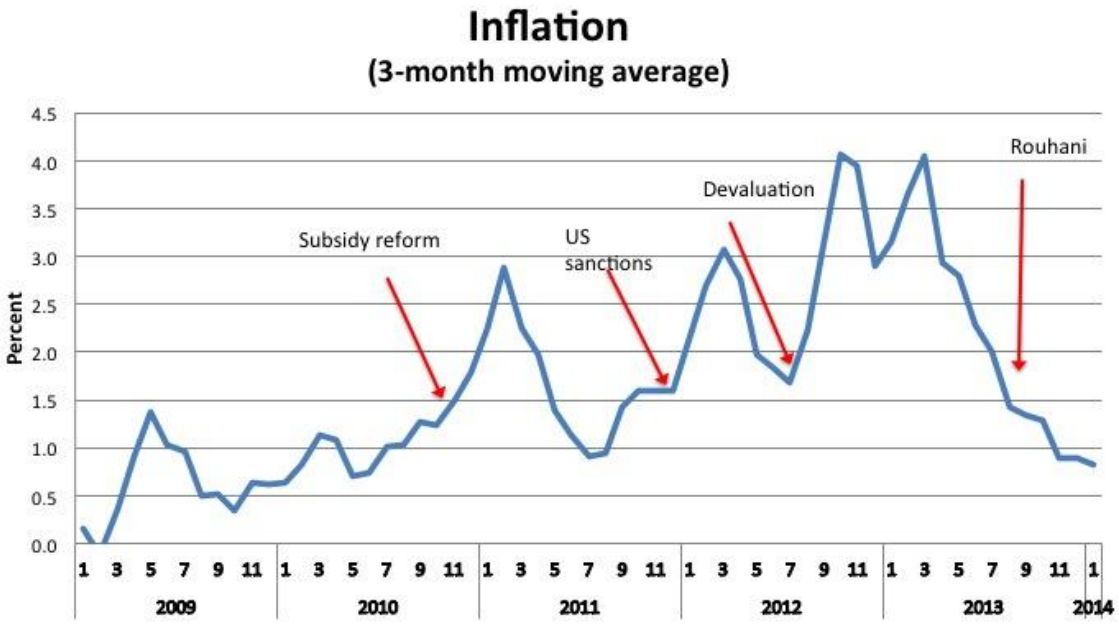
۶-۳-۱-۲ نرخ تورم

تورم [۳] : ازنظر علم اقتصاد اشاره به افزایش سطح عمومی تولید پول، در آمدهای پولی و یا قیمت است. تورم عموماً به معنی افزایش غیرمتناسب سطح عمومی قیمت‌ها در نظر گرفته می‌شود. تورم، روند فزاینده و نامنظم افزایش قیمت‌ها دراقتصاد است. هرچند بر پایه نظریه‌های گوناگون، تعریف‌های متفاوتی از تورم ارائه می‌شود، اما،

[3] Inflation

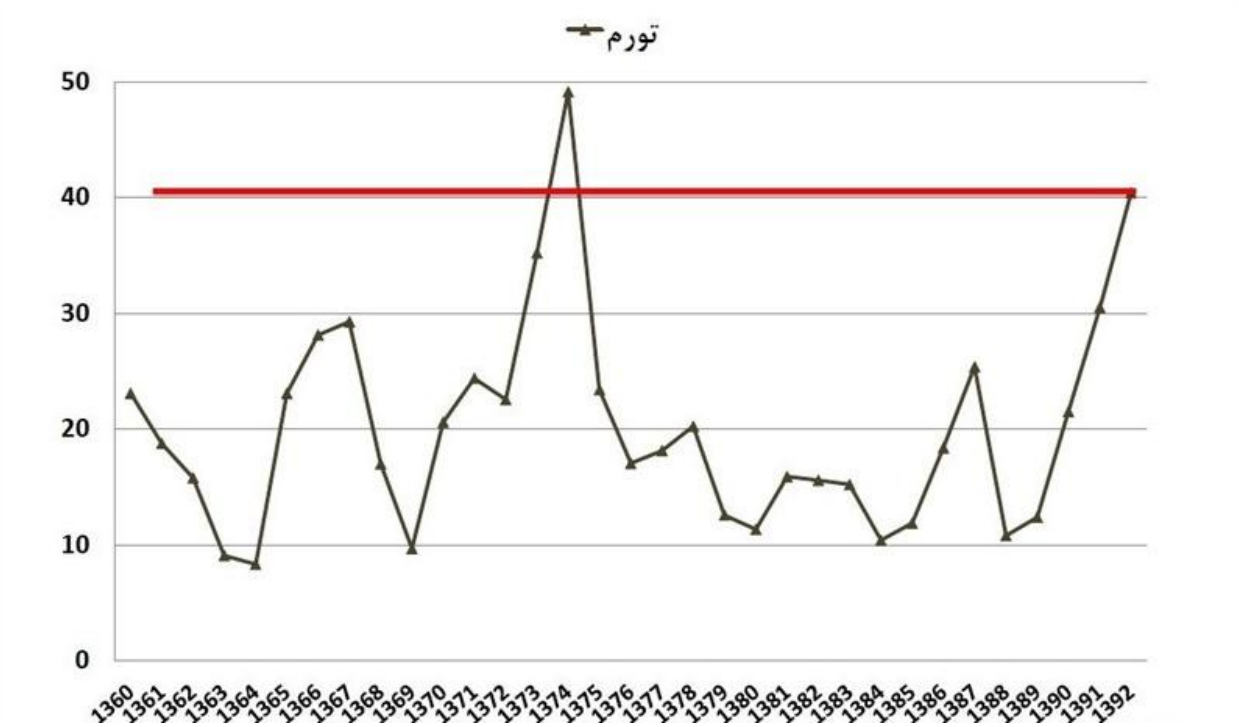
www.Telegram.me/Commodities

تمامی آن‌ها به روند فزاینده و نامنظم افزایش در قیمت‌ها اشاره دارند. نرخ تورم ۱۲ ماهه منتهی به اسفندماه ۹۲ نسبت به ۱۲ ماهه منتهی به اسفند سال ۹۱ معادل ۳۴/۷ درصد اعلام شده است که نشان از کاهش ۵/۷ درصدی نرخ تورم در فاصله مهرماه تا اسفندماه سال ۹۲ دارد[۱۳]. برای سال ۹۳ نیز تورم ۲۵ درصدی برنامه‌ریزی شده است و مقادیر کمتر از آن توسط کارشناسان پیش‌بینی می‌شود[۱۴]. بانک مرکزی ایران گزارش داده که نرخ تورم در دی‌ماه ۹۳ به ۱۶/۳درصد کاهش پیداکرده است که در مقایسه با تورم دی‌ماه سال گذشته بیش از ۲۲ درصد کاهش نشان می‌دهد. منتقدان سیاست اقتصادی دولت کاهش نرخ تورم را به وجود رکود عمیق نسبت داده‌اند[۱۷].



شکل۳-۱- نرخ تورم برای بازه‌های ۳ ماهه در سال‌های اخیر [۱۵]

www.Telegram.me/Commodities

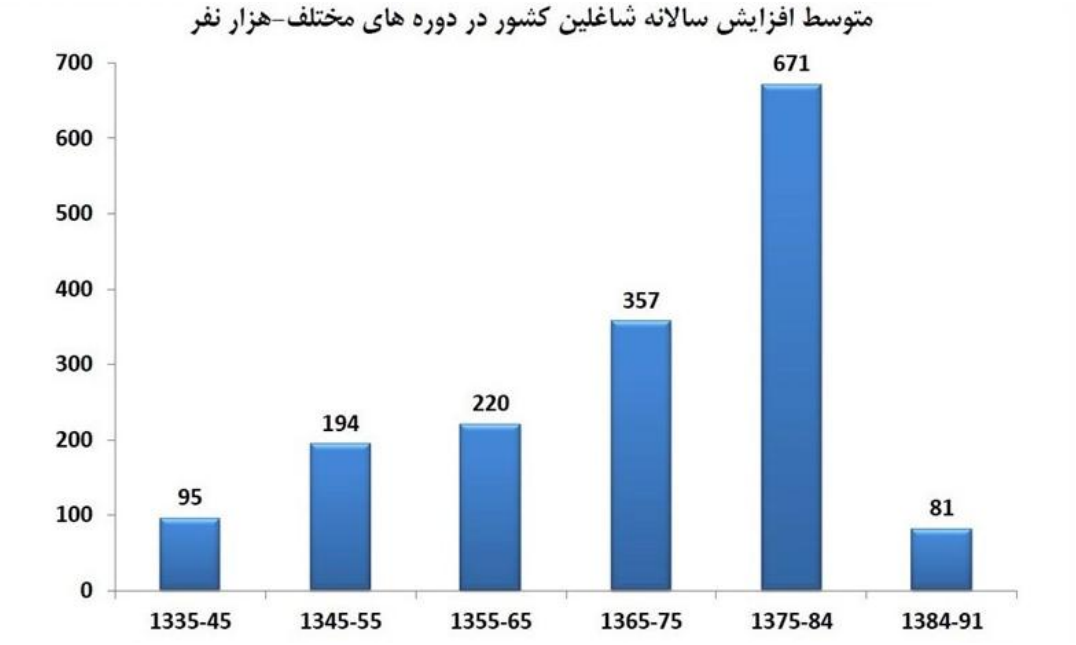


شکل۳-۲- نمودار نرخ تورم سالانه جمهوری اسلامی ایران [۱۶]

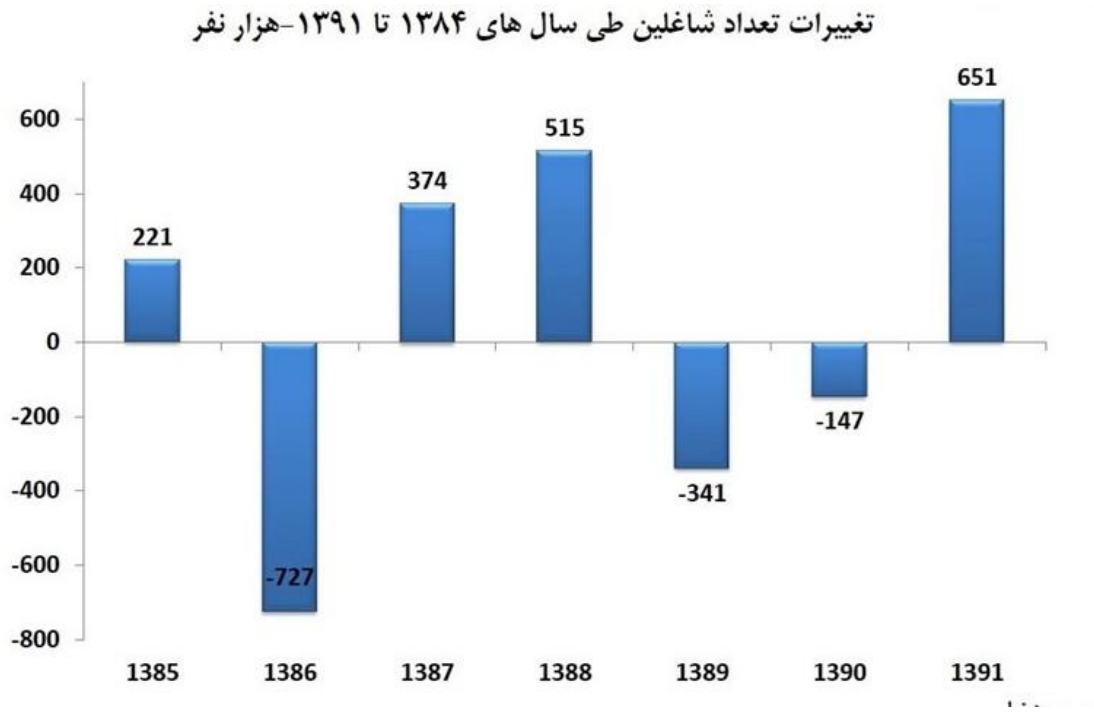
۳-۱-۳-۶ نرخ بیکاری

نرخ بیکاری به نسبت جمعیت بی‌کار به کل جمعیت فعال گفته می‌شود. مرکز آمار ایران میانگین نرخ بیکاری سال ۱۳۹۲ را ۱۰/۴ درصد اعلام کرد که این نرخ برای مردان ۸/۶ و برای زنان ۱۹/۸درصد است. بررسی اشتغال در بخش‌های عمده اقتصادی نشان می‌دهد بخش خدمات با ۴۷/۴ درصد بیشترین سهم اشتغال را به خود اختصاص داده است. همچنین بخش‌های صنعت با ۳۴/۳ درصد و کشاورزی با ۱۸/۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند [۱۸].به گفته مرکز آمار ایران نرخ بیکاری در فصل پاییز سال ۱۳۹۳ مقدار ۱۰/۵ درصد بوده است که نسبت به تابستان افزایش ۱ درصدی نشان می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳- نمودار افزایش تعداد شاغلین در کشور [۱۶]



شکل۳-۴- نمودار تغییرات تعداد شاغلین در دولت نهم و دهم [۱۶]

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۱-۴ رشد اقتصادی، درآمد و تولید ناخالص داخلی

تولید ناخالص ملی[۴] (GNP) ارزش مجموع کالاهای تولیدی و خدمات نهایی، که توسط یک نظام اقتصادی در سراسر دنیا و در یک سال معین تولید شده است را بیان می‌کند. تولید ناخالص داخلی[۵] (GDP) دربرگیرنده ارزش مجموع کالاها و خدماتی است که طی یک دوران معین، معمولاً یک سال، در داخل یک کشور تولید می‌شود. درآمد ناخالص ملی[۶] (GNI) به معنای کل درآمد حاصل از کار افراد یک ملیت چه در خارج و داخل است که همان GDP بعلاوه درآمد افراد آن کشور در خارج منهای درآمد افراد غیر ساکن در داخل آن کشور است که در پیش‌بینی‌ها و آمار کاربرد کمتری در مقایسه با GDP وGNP دارد.

رشد اقتصادی به تعبیر ساده عبارت است از افزایش تولید یک کشور در یک سال خاص در مقایسه با مقدار آن در سال پایه. در سطح کلان، افزایش تولید ناخالص ملی (GNP) یا تولید ناخالص داخلی (GDP) در سال موردبحث به نسبت مقدار آن در یک سال پایه، رشد اقتصادی محسوب می‌شود. علت این‌که برای محاسبه رشد اقتصادی، از قیمت‌های سال پایه استفاده می‌شود آن است که افزایش محاسبه‌شده در تولید ناخالص ملی، ناشی از افزایش میزان تولیدات باشد و تأثیر افزایش قیمت‌ها (تورم) حذف گردد.

بانک مرکزی گزارشی مقدماتی از وضعیت رشد اقتصادی در نیمه نخست سال ۹۲ ارائه داد که نشان می‌دهد نرخ رشد اقتصادی در این ۶ ماه با احتساب بخش نفت به منفی۳/۱درصد رسیده است. آمارهای بانک مرکزی نشان می‌دهد که نرخ رشد اقتصادی در سال۹۱ به کمترین میزان پس از جنگ تحمیلی رسید و رقم منفی ۵/۸ درصد را به ثبت رساند. با روی کار آمدن دولت یازدهم اما پیش‌بینی‌ها از بهبود اوضاع اقتصادی و بازگشت رونق

[4] Gross National Production

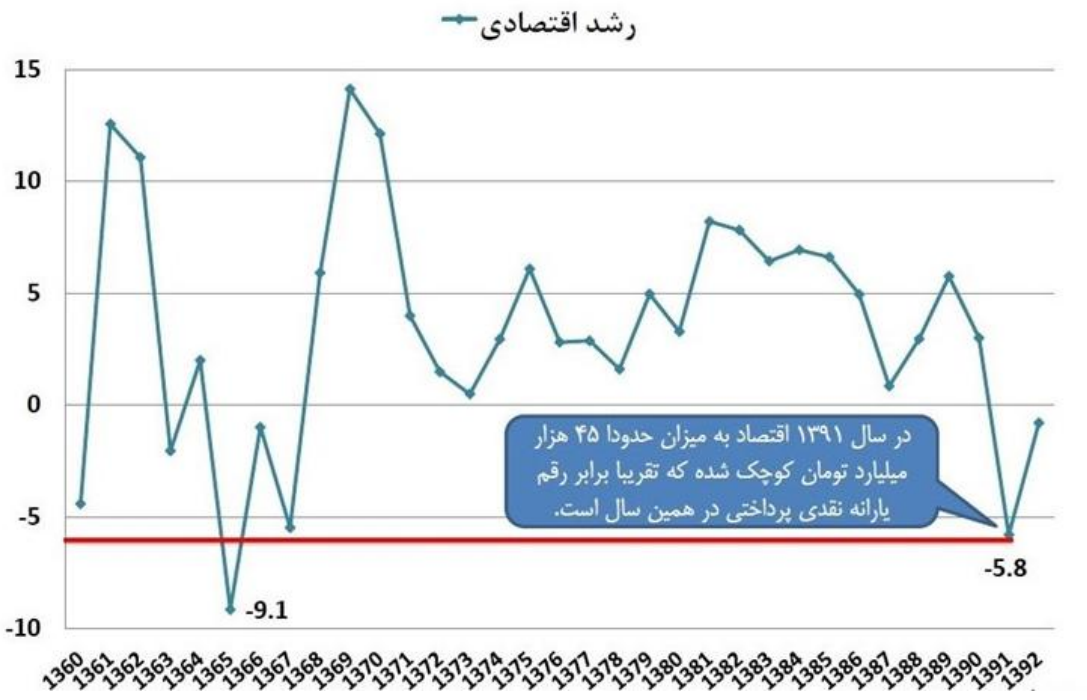
[5] Gross Domestic Production

[6] Gross National Income

www.Telegram.me/Commodities

به اقتصاد در سال۹۳ حکایت دارد. آمارهای بانک مرکزی از ارزش‌افزوده بخش‌های مختلف اقتصاد در نیمه نخست سال۹۲ نشان می‌دهد که تنها در بخش کشاورزی رشد مثبت حاصل‌شده است. نرخ رشد اقتصادی در بخش‌های نفت، صنایع و معادن و خدمات به‌مانند سال۹۱ منفی بوده است.

نتایج اولیه نشان‌دهنده آن است که در نیمه نخست سال۱۳۹۲ تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه و به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ به دویست و چهل‌ونه هزار و نه‌صد و هفت میلیارد ریال کاهش‌یافته است. از سوی دیگر در سمت تقاضای اقتصاد، به‌رغم رشد مثبت ۳/۷ درصدی مخارج مصرف نهایی بخش خصوصی، کاهش مخارج مصرف نهایی بخش دولتی و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص(به ترتیب با نرخ رشد منفی۷/۳ و منفی ۱۴/۳ درصد نسبت به دوره مشابه سال ۹۱) نقش قابل‌توجهی در کاهش رشد اقتصادی نیمه نخست سال۱۳۹۲ ایفا کرده‌اند.



شکل۳-۵- نمودار نرخ رشد اقتصادی ایران در از سال ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۲[۱۶]

www.Telegram.me/Commodities

بااین‌حال دولت وعده داده است که در سال ۱۳۹۳ نرخ رشد اقتصادی ایران به ۳ درصد برسد.

صندوق بین‌المللی پول در جدیدترین گزارش دورنمای اقتصادی جهان که در آوریل ۲۰۱۴ منتشر کرد، رشد تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۱۴ میلادی را ۱/۵درصد پیش‌بینی کرد.

بانک جهانی برآورد کرده است تولید ناخالص داخلی ایران ۱/۷ درصد در سال ۲۰۱۳ کوچک شده است، رشد ۲/۳ درصد در سال ۲۰۱۵ و ۲/۴ درصد در سال ۲۰۱۹ را پیش‌بینی کرد. همچنین رشد قیمت‌های مصرف‌کننده ایران ۲۳ درصد در سال جاری میلادی، ۲۲ درصد در سال ۲۰۱۵ و ۲۰ درصد در سال ۲۰۱۹ پیش‌بینی شده که در مقایسه با نرخ ۳۵/۲ درصد در سال ۲۰۱۳ بهبود چشمگیری نشان می‌دهد. در برآوردهای دیگری که صندوق از اقتصاد ایران منتشر کرده است، پیش‌بینی شده است تراز حساب‌جاری ایران از ۸/۱ درصد تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۱۳ به ۵/۲ درصد در سال ۲۰۱۴ میلادی، ۲/۸ درصد در سال ۲۰۱۵ و ۰/۴ درصد در سال ۲۰۱۹ می‌رسد.

صندوق بین‌المللی پول پس از بررسی سالانه سلامت اقتصاد ایران که نخستین بررسی در دو سال و نیم گذشته بوده است، به‌تازگی گزارشی از ایران در وب‌سایت خود منتشر کرد که از پیشرفت کشور به سمت تثبیت اقتصاد در ماه‌های اخیر حکایت دارد. اقتصاددانان این سازمان اظهار کرده‌اند احیای اقتصاد ایران از بهبودهای صورت گرفته در فضای خارجی و نشانه‌های اولیه از احیای اندک رشد تقاضای داخلی، سود خواهد برد.

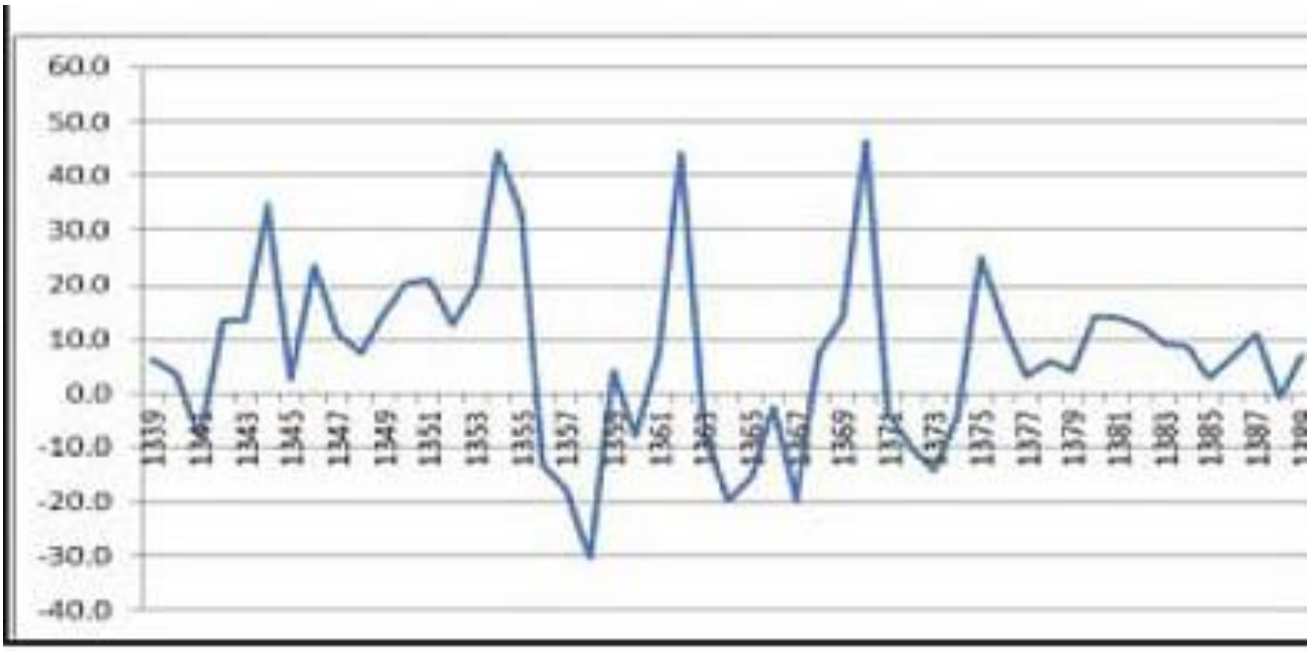
بر اساس پیش‌بینی وب‌سایت tradingeconomics.com نرخ رشد ایران در سال ۲۰۲۰ میلادی ۲/۷۵ خواهد بود و همین مقدار تا سال ۲۰۳۰ نیز حفظ می‌شود. این پیش‌بینی بر پایه شرایط کنونی بوده است و قطعاً تغییر معادلات سیاسی می‌تواند روی آن تأثیرگذار باشد. بر این اساس تولید ناخالص داخلی که بر اساس آخرین گزارش در سال ۲۰۱۲ مقدار ۵۴۸/۸۹ میلیارد دلار است در سال ۲۰۱۵ به ۷۰۴ میلیارد دلار و به ترتیب در

www.Telegram.me/Commodities

سال‌های ۲۰۲۰ مقدار ۹۶۷ میلیارد دلار و در سال ۲۰۳۰ میلادی به ۲۰۵۴ میلیارد دلار یعنی چیزی نزدیک به ۴ برابر مقدار کنونی خواهد رسید.

۶-۳-۱-۵ تشکیل سرمایه‌های ثابت ناخالص

تشکیل سرمایه‌ی ثابت ناخالص عبارت است از ارزش کل تحصیل دارایی‌های ثابت توسط تولیدکنندگان منهای فروش یا انتقال رایگان دارایی‌های ثابت در طول یک دوره‌ی حسابداری معین، به‌اضافه‌ی ارزش آنچه توسط واحدهای نهادی به ارزش دارایی‌های ثابت تولید نشده، اضافه‌شده است. دارایی‌های ثابت، دارایی‌های ملموس و غیرملموسی هستند که از یک جریان تولید به‌عنوان ستانده به‌دست‌آمده و به‌طور مستمر و مداوم در فرایند تولیدات دیگر برای دوره‌ی زمانی بیشتر از یک سال به‌کارگرفته می‌شوند (مرکز آمار ایران).



شکل۳-۶- نمودار رشد تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (درصد) – منبع: بانک مرکزی

www.Telegram.me/Commodities

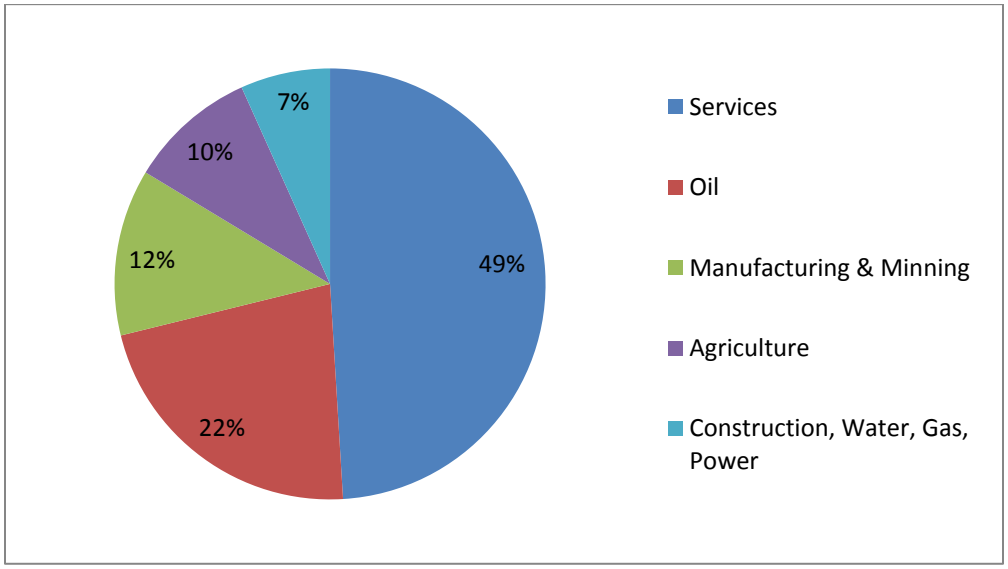
طبق گزارش وب‌سایت Tradingeconomics.com این مقدار که در سال ۲۰۱۲ حدود ۵۲۷۱۸۹ میلیارد ریال و بیشترین مقدار خود از آغاز بوده است در سال‌های بعد هم ثابت می‌ماند و در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ نیز در حوالی ۵۳۰۰۰۰ میلیارد ریال نوسان خواهد کرد.

۶-۳-۱-۶ ترکیب ارزش‌افزوده فعالیت‌های اقتصادی

ارزش جدیدی که در فرایند تولید ایجاد می‌گردد را ارزش‌افزوده می‌نامند. ارزش‌افزوده را می‌توان از طریق کسر نمودن مصرف واسطه از ارزش ستانده به دست آورد. ارزش‌افزوده را می‌توان معیار سنجش مشارکت تولیدکنندگان منفرد، صنعت یا بخش در تولید ناخالص داخلی محسوب نمود.

به گزارش وب‌سایت tradingeconomics.com، بزرگ‌ترین بخش اقتصاد ایران را خدمات تشکیل می‌دهند که ٪۵۱ از اقتصاد را به خود اختصاص داده‌اند. در این بخش خدمات بازار مسکن و خدمات ویژه و حرفه‌ای ٪۱۴، رستوران‌ها و هتل‌ها ٪۱۲ و خدمات عمومی ٪۱۰ را به خود اختصاص داده‌اند. تولید نفت ٪۲۳ از اقتصاد را به خود اختصاص داده. صنایع تولیدی و معادن ٪۱۳ و کشاورزی ٪۱۰ را به خود اختصاص داده‌اند. بخش نهایی بزرگ تولید ناخالص داخلی شامل بخش‌های عمرانی، برق، توزیع آب و گاز هستند که ٪۷ از اقتصاد را شامل می‌شوند.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۷- ترکیب نهایی تولید ناخالص داخلی ایران

۷-۱-۳-۶ تولید

تولید صنعتی در ایران از دهه ۲۰ میلادی شروع شد. در طول جنگ ایران و عراق بسیاری از پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها مورد بمباران و آسیب‌دیدگی قرار گرفتند. در طول جنگ بسیاری از کارخانه‌های کوچک اقدام به تولید مهمات و کالاهای موردنیاز ارتش نمودند. تولیدات اصلی ایران مواد پتروشیمی، فولاد و مس است. دیگر تولیدات مهم شامل خودرو، لوازم‌خانگی، تجهیزات مخابراتی، تجهیزات صنعتی و تجهیزات مربوط به سیمان هستند. ایران دارای بیشترین روبات‌های صنعتی در غرب آسیا است. محصولات دیگر مانند محصولات چرمی، کاغذ، لاستیک، مواد قضایی پروسس شده و دارو نیز توسط ایران تولید می‌شوند.

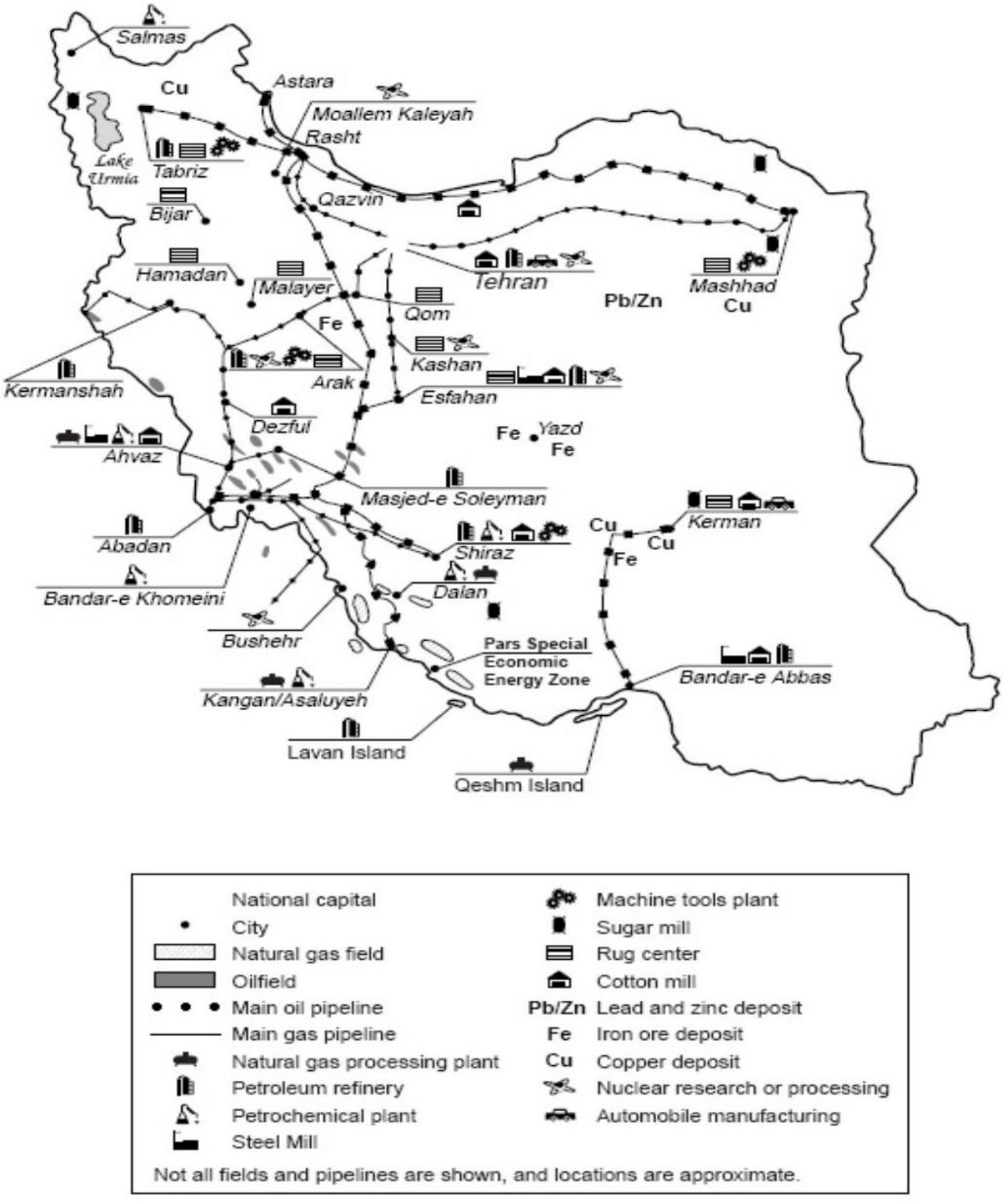
معادن و فلزات

تولید مواد معدنی ۰/۶ درصد از تولید ناخالص داخلی را در سال ۲۰۱۱ شامل شده است. این عدد با اضافه کردن صنایع مرتبط با مواد معدنی به ۴ درصد افزایش می‌یابد. این حوزه ۳٪ از صادرات ایران را به خود

www.Telegram.me/Commodities

اختصاص داده است. عوامل گلوگاهی در این بخش شامل زیرساخت‌های ضعیف، موانع قانونی، سختی اکتشاف و کنترل شدید دولت بر منابع است. ایران در بین ۱۵ کشور اصلی غنی از مواد معدنی قرار دارد. ایران تولیدکننده زغال‌سنگ، سنگ‌آهن، مس، سرب، روی، کروم، باریت، نمک، گچ، مولیبدن، استرانتیوم، سیلیکا، اورانیوم و طلا است. معدن مس سرچشمه در کرمان دومین ذخیره بزرگ مس در جهان به شمار می‌رود. ذخایر عظیم آهن در مناطق مرکزی ایران نزدیک بافق، یزد و کرمان قرار دارند. صنایع اصلی فولاد ایران در اصفهان و خوزستان قرار دارند و کشور در سال ۲۰۰۹ در صنعت فولاد به خودکفایی رسیده است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۳-۸- نقشه صنعتی ایران

www.Telegram.me/Commodities

انرژی

همان‌طور که اشاره شد ایران ٪۱۰ از منابع نفت و ٪۱۵ از منابع گاز کشف‌شده دنیا را در اختیار دارد. نفت و گاز داخلی به همراه نیروی هیدروالکتریک برق موردنیاز ایران را تأمین می‌کند. سالانه حدود ۶ تا ۷ میلیارد دلار انرژی در ایران به هدر می‌رود که بسیار بیشتر از نرم جهانی است. ایران تنها ٪۲۸ از نفت و گاز مصرفی خود را بازیافت می‌کند درحالی‌که بعضی کشورها این مقدار را به ٪۶۰ رسانده‌اند. ایران پس از آمریکا و روسیه سومین مصرف‌کننده گاز طبیعی در جهان است. در سال ۲۰۱۰ ایران اولین نیروگاه هسته‌ای خود در بوشهر را با همکاری روسیه تکمیل کرد. ایران از سال ۱۹۱۳ از صادرکنندگان اصلی نفت بوده است. میدان‌های اصلی نفت ایران در مناطق مرکزی و جنوب غربی رشته‌کوه‌های زاگرس قرار دارند. همچنین نفت در شمال ایران و خلیج‌فارس نیز یافت می‌شود. پیش‌بینی می‌شود که درآمد سالانه ایران از صادرات نفت و گاز با تکمیل پروژه-های در حال اجرا تا سال ۲۰۱۵ میلادی می‌تواند به ۲۵۰ میلیارد دلار برسد. ایران تا سال ۲۰۲۵ مبلغ ۵۰۰ میلیارد دلار در بخش نفت و گاز سرمایه‌گذاری خواهد کرد.

جدول۳-۱- درآمدهای نفتی ایران در سال‌های اخیر

درآمد حاصل از صادرات نفت خام		
سال	قیمت نفت ایران (بشکه/دلار)	درآمد حاصل از صادرات نفت خام (میلیارد دلار)
۱۳۸٤	٥١.٩٤	٥٣.٨٢
۱۳۸٥	٥٨.٥٧	٦٢.٠١
۱۳۸٦	٧٦.٤٨	٨١.٦
۱۳۸۷	٧٩.٨٢	٨١.٩
۱۳۸۸	٦٩.٠١	٦٢
۱۳۸۹	٨٣.٣٣	٧٤
نیمه اول سال ۹۰	١١٤	٥٦
جمع:		٤٧١.٣٣

منبع: بانک مرکزی/ وزارت نفت

www.Telegram.me/Commodities

تجارت خارجی و روابط اقتصادی

ایران یکی از بنیان گذران اوپک و همچنین سازمان کشورهای صادرکننده گاز است. ٪۸۰ از صادرات ایران را صادرات مواد سوختی تشکیل می‌دهد. یکی از اهداف کلان اقتصادی کشور طی برنامه‌های پنج‌ساله توسعه، جهت‌گیری این برنامه‌ها به سمت توسعه صادرات غیرنفتی و هدفمند کردن واردات بوده است. در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ به‌منظور دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه، بر رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی همراه با تعامل فعال اقتصاد ملی با اقتصاد بین‌المللی از طریق توسعه صادرات غیرنفتی و هم‌افزایی و گسترش فعالیت‌های اقتصادی دارای مزیت نسبی تأکید شده است. گسترش صنایع، نیروی آموزش‌دیده و باانگیزه و همچنین موقعیت جغرافیایی مناسب یک بازار ۳۰۰ میلیون نفری را در منطقه کاسپین، خلیج‌فارس و کشورهای اکو در دسترس صادرکنندگان ایرانی قرار داده است. بر اساس اطلاعات منتشره مرکز آمار ایران، سهم صادرات غیرنفتی از GDP در سال ۱۳۸۰ حدود ۱٪ بوده که این سهم در سال ۱۳۸۱ به ۳/۸٪ ، در سال ۱۳۸۷ به ۴/۸٪ و در سال ۱۳۸۸ به بالاترین رشد یعنی حدود ۷/۲٪ رسیده است. البته این شاخص در سال ۱۳۸۹ با کاهش معنی‌داری به ۵/۶ ٪ تنزل یافته است. درحال‌حاضر سهم صنعت از تولید ناخالص داخلی حدود ۱۸ ٪ است که برای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی و کاهش اتکا به درآمدهای نفتی نیازمند رسیدن به رقم ۳۰٪ سهم صنعت از GDP هستیم. با توجه به اهداف کمی صادرات غیرنفتی در سال ۱۳۹۳ که حدود ۷۰ میلیارد دلار است، بخش صنعت که محصولات با ارزش‌افزوده مناسبی تولید می‌نماید قادر است با بهره‌گیری از ظرفیت نیروی انسانی متخصص و توان تولید با حداکثر ظرفیت، اهداف بالاتر از ۳۰ میلیارد دلار را محقق کند [۱۹].

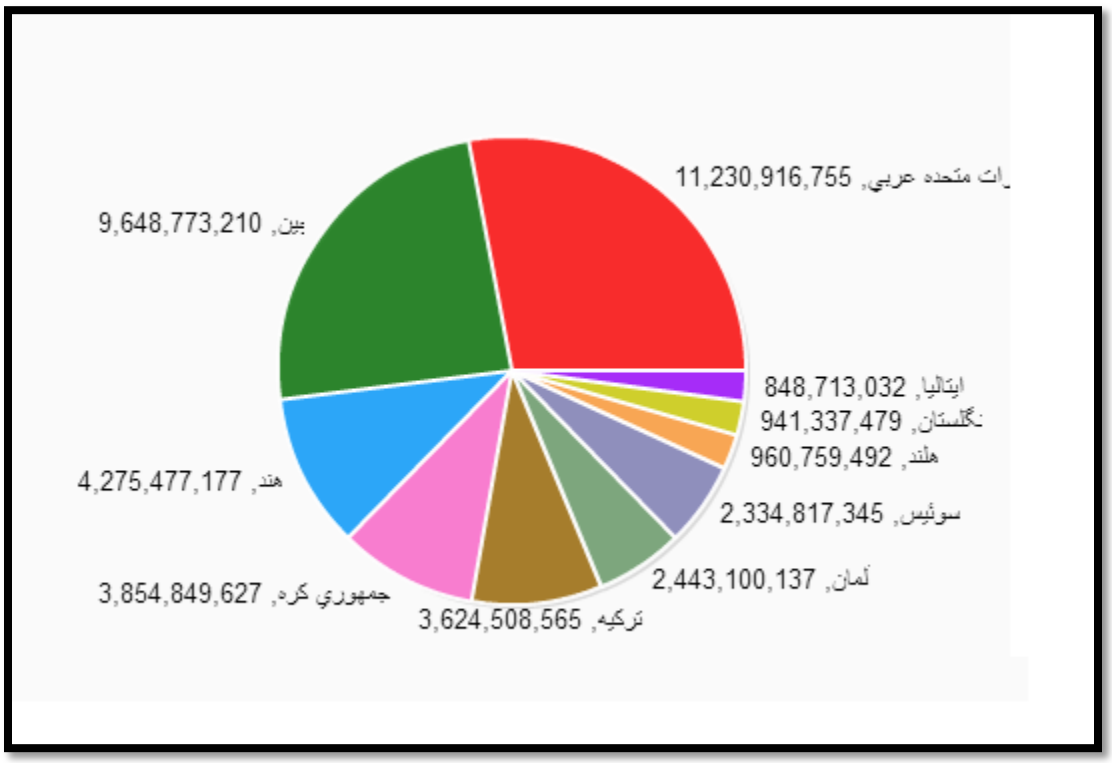
www.Telegram.me/Commodities

حدود ۲۹ میلیارد دلار نیز از صادرات نفت خام حاصل خواهد شد. پسته، پروپان مایع، متانول، فرش دستبافت و اتومبیل صادرات اصلی غیرنفتی ایران هستند. همچنین مس، سیمان، چرم، منسوجات، زعفران و خاویار نیز جزو صادرات ایران به شمار می‌روند.

شرکای اصلی تجاری ایران چین، هند، آلمان، کره جنوبی، ژاپن، فرانسه، روسیه و ایتالیا هستند. از دهه ۷۰ شمسی ایران روابط خود را با سایر کشورهای درحال‌توسعه شامل سوریه، هند، چین ،آفریقای جنوبی، کوبا و ونزوئلا افزایش داده است. همچنین ایران در حال گسترش تجارت با ترکیه و پاکستان است و با شرکای خود هدف مشترک ایجاد یک بازار مشترک در آسیای غربی و میانه به‌عنوان اکو را دنبال می‌کند.

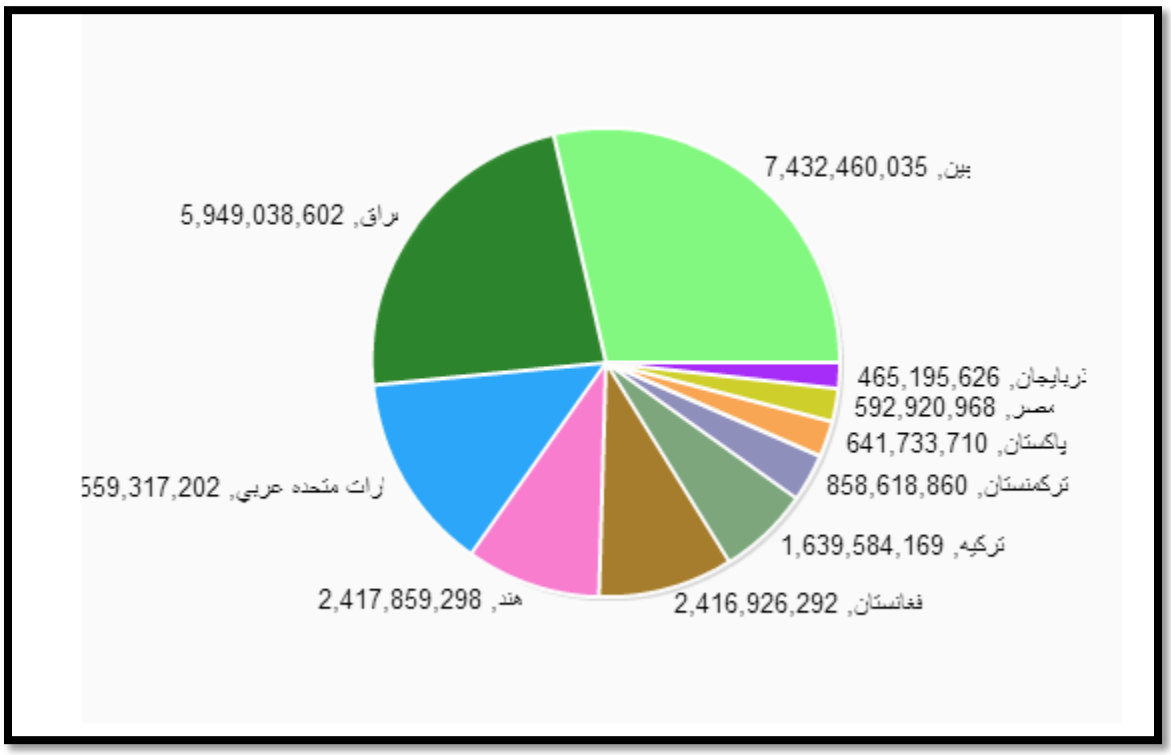
از سال ۲۰۰۳ میلادی ایران سرمایه‌گذاری در کشورهای همسایه مانند افغانستان و عراق را افزایش داده است. در دوبی (امارات) نیز در سال‌های ۲۰۰۵و ۲۰۰۶ میلادی تخمین زده شده است که ایرانیان بیش از ٪۲۰ اقتصاد داخلی را در دست دارند و همچنین به همین میزان از جمعیت هم ایرانی هستند.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۳-۹- نمودار واردات ایران (۱۰ کشور اول - دلار) [۲۰]

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۱۰- نمودار صادرات ایران (۱۰ کشور اول - دلار) [۲۰]

۶-۳-۱-۸ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

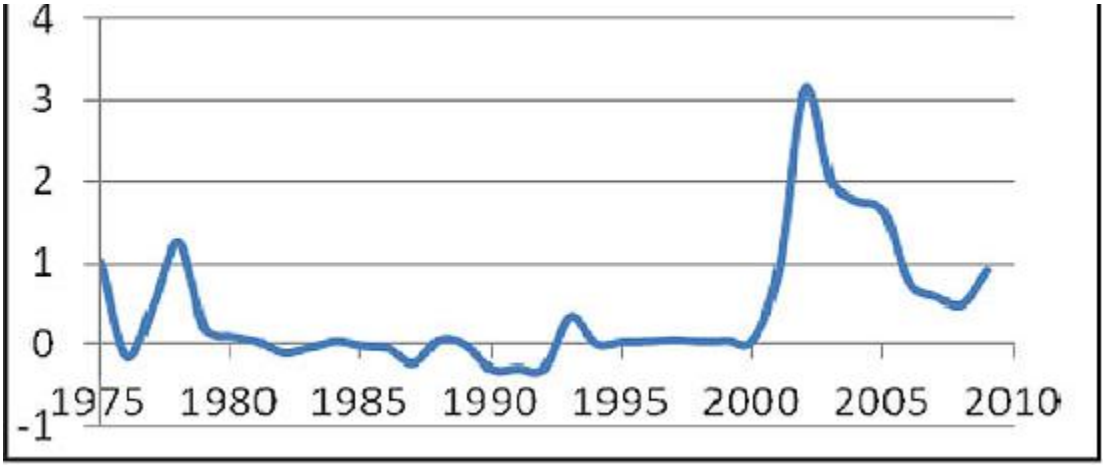
در دهه ۹۰ و اوایل هزاره جدید موافقت‌های غیرمستقیم برای گسترش میادین نفتی با شرکت‌های خارجی، شامل قراردادهای بای‌بک[۷] در حوزه نفت گسترش یافت، بدین شکل که شرکت طرف قرارداد منابع مالی لازم برای طرح را فراهم می‌آورد و در مقابل تا مدتی حق تولید را در اختیار دارد و پس از چند سال عملیات به شرکت ملی نفت ایران منتقل می‌گردد.

[7] Buyback

www.Telegram.me/Commodities

مقررات پیچیده داخلی و تحریم‌های خارجی موجب جلوگیری از ورود سرمایه کافی به داخل ایران شده است. ایران بین سال‌های ۷۲ تا ۸۶ شمسی ۲۴/۳ میلیارد دلار سرمایه خارجی را به کشور جذب کرده است. در سال-های اخیر تحریم‌های شدید از سوی کشورهای خارجی به‌شدت روی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر گذشته است. بااین‌وجود، در سال ۹۲ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی رشد ۸۰ تا ۱۰۰ درصدی را تجربه کرده است. به گفته علیشیری رئیس سازمان سرمایه‌گذاری در بخش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ۴/۵ میلیارد دلار جذب‌شده است و کل منابع مالی و سرمایه خارجی تجهیز شده در سال گذشته بالغبر ۲۰ میلیارد دلار است. از این میزان سرمایه‌گذاری ۷۳ درصد متعلق به بخش معدن شامل نفت، گاز، پتروشیمی و سایر منابع، ۲۱ درصد مربوط به صنعت و معدن و مابقی مربوط به سایر بخش‌ها است. در سال ۹۲ درمجموع منابع آماری گشایش بعلاوه سرمایه‌گذاری خارجی به ۱۶ میلیارد دلار رسید، درحالی‌که این رقم در سال ۹۱ مقدار ۷/۵ میلیارد دلار بود که این نشان‌دهنده رشد ۸۰ تا ۱۰۰ درصدی در این بخش است [۲۱]. در صورت حصول توافق نهایی با ۵+۱ قطعاً شاهد ورود سرمایه بیشتری به کشور خواهیم بود. بر اساس اعلام دولت، ایران تا سال ۲۰۱۵ میلادی نیاز به جذب ۳۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی داشت تا به اهداف برنامه پنجم توسعه و رشد ۸ درصد اقتصادی برسد. بر اساس چشم‌انداز ۱۴۰۴ ایران باید ۳/۷ تریلیون دلار سرمایه را در طول دو دهه از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۵ جذب کند که از این مقدار ۱/۳ تریلیون دلار باید سرمایه‌گذاری خارجی باشد.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۱۱- جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ایران (درصد از GDP)

۶-۳-۱-۹ سیاست‌های بلندمدت اقتصادی ایران

طبق بررسی‌های انجام شد مهم‌ترین سیاست‌های بلندمدت اقتصادی در قالب برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور، سند افق ۱۴۰۴ و سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی خلاصه می‌شوند. دراین‌بین طرح تحول اقتصادی نیز که خود زیرمجموعه‌ای از همین اسناد است بزرگ‌ترین طرح اقتصادی ایران به شمار می‌رود.

- **طرح تحول اقتصادی [۲۲]:**

نام طرح کلان اقتصادی است که در ۷ حوزه اقتصاد ایران ازجمله هدفمندکردن یارانه‌ها از سوی دولت نهم مطرح گردید.

در چارچوب کلی طرح تحول اقتصادی، اصلاح هفت «نظام کلیدی» به‌منزله محورهای اصلی طرح به شرح زیر معرفی‌شده است:

۱- اصلاح نظام یارانه‌ها

www.Telegram.me/Commodities

۲- اصلاح نظام مالیاتی

۳- اصلاح نظام گمرکی

۴- اصلاح نظام بانکی

۵- اصلاح نظام توزیع کالا و خدمات

۶- اصلاح نظام ارزش‌گذاری پول ملی

۷- اصلاح نظام بهره‌وری

هدف این طرح برطرف کردن مشکلات اساسی اقتصادی شامل عدم رشد باثبات اقتصادی، بیکاری، تورم، اتلاف منابع و فقدان عدالت اجتماعی در کشور است.

۱- هدفمندسازی یارانه:

یکی از وظایف مهم اقتصادی دولت‌ها توزیع درآمد در جامعه است و یارانه ابزاری است که می‌تواند دولت را در توزیع درآمد و برابری آن بین گروه‌های پایین و بالای درآمد یاری کند. شیوه پرداخت یارانه انرژی باید تغییر یابد، این تغییر در جهت هدفمند کردن یارانه‌ها خواهد بود.

۲- اصلاح نظام مالیاتی:

یکی از محورهای هفتگانه طرح تحول اقتصادی دولت، اصلاح ساختاری نظام مالیاتی و استفاده از ظرفیت مالیاتی است. مالیات در کشور ما حدود هشت درصد ارزش تولید ناخالص کشور است که در کشورهای دیگر این شاخص بیش از بیست درصد است.

www.Telegram.me/Commodities

۳- اصلاح نظام بانکی:

نظام بانکی باید در خصوص تأمین مالی کارآفرینان و سنت پاک قرض‌الحسنه جهت‌گیری کند. نظام بانکداری در تولید آمارهای اقتصادی و ایجاد پایگاه آماری دچار ضعف است که باید این مشکل مرتفع شود.

۴-اصلاح نظام ارزش‌گذاری پول ملی:

نظام ارزی کشور در ماده ۴ قانون چهارم توسعه به‌صورت شناور مدیریت‌شده مشخص‌شده است که باید تحقق یابد. با توجه به نوسانات ارزی برنامه‌های اقتصادی کشور نیز با اتکا به ارز نفتی، پر نوسان است لذا باید تناقض‌های قانونی در خصوص ارزش‌گذاری پول ملی مرتفع شود، و نرخ ارز بهینه که همزمان تورم وارداتی و صادرات را مدنظر داشته باشد بررسی شود.

۵-اصلاح نظام گمرکی:

گمرک‌های کشور بسیار پراکنده و متعدد هستند که کارایی آن‌ها را کاهش داده است. مقررات پیچیده و فراوان و ناهماهنگی در وظایف آن‌ها با سازمان‌های دیگر وجود دارد و باید تحولی در این خصوص انجام‌شده و مجرای واحد و یکسان برای جلوگیری از تداخل وظایف در دستور کار قرار گیرد.

۶- اصلاح نظام بهره‌وری:

بااینکه نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص داخلی در کشورهای صنعتی و کشورهای موفق جنوب شرقی آسیا حدود ۲۹ درصد در سال‌های ۲۰۰۰ ـ ۱۹۷۴ و در همین دوره در ایران حدود ۲۸درصد بوده است که با کشور ما

www.Telegram.me/Commodities

تفاوتی ندارد اما رشد بهره‌وری سرمایه نسبت به آن کشورها تفاوت معناداری دارد. هنوز در کشور یک نظام منسجم سنجش و اندازه‌گیری بهره‌وری وجود ندارد که باید این موضوع به‌سرعت تحقق یابد.

۷-اصلاح نظام توزیع کالا و خدمات:

نظام توزیع کالا و خدمات در کشور بسیار سنتی و ناکارا است. لذا نوسازی شبکه توزیع، یکی از ضرورت‌ها است و باید برنامه‌های تقویت شبکه توزیع، منطقی کردن تعداد و فعالیت توزیع‌کنندگان و کوتاه کردن فاصله تولید تا مصرف، نظارت و کنترل صحیح جریان توزیع کالا ، استفاده از سیاست‌های صرفه‌جویی در توزیع و رفاه مصرف‌کنندگان، تحقق یابد.

اقتصاد مقاومتی

◆ فرصت ساز، جهادی، انعطاف پذیر، متکی به دانش و فناوری

عدالت بنیان، درون‌زا، پیـشرو و برون‌گـــرا ◆

سند چشم انداز بیست ساله نظام

سند سیاست های کلی نظام

سند خط مشی و برنامه دولت تدبیر و امید

برنامه پنجم توسعه کشور

مأموریت

تعالی آفرینی در مدیریت کارآمد اقتصادی کشور با مشارکت فعال در تنظیم سیاست های اقتصادی و مالی کشور، مدیریت نهادهای زیرساختی منتخب، مدیریت عملیات مالی دولت و نظارت مالی موثر.

هفت اولویت راهبردی

- تامین مالی پایدار دولت و کاهش اتکا به درآمدهای نفتی
- ایجاد و یکپارچه سازی سامانه های اطلاعات مدیریتی و عملیاتی
- افزایش مشارکت موثر در سیاست گذاری و قانون گذاری
- توسعه هدفمند سرمایه انسانی و سازمانی
- افزایش هم افزایی درون سازمانی و همکاری فراسازمانی
- افزایش شفافیت، سلامت و انضباط مالی و اداری

افزایش توان ثروت آفرینی کشور

سازمان امور مالیاتی کشور
- پیشبرد و پیاده سازی کامل طرح جامع مالیاتی
- افزایش سهم مالیات از درآمدهای جاری دولت
- افزایش آگاهی و رضایتمندی مودیان مالیاتی
- گسترش مالیات الکترونیک، افزایش خدمات و تعاملات الکترونیکی و غیر حضوری
- گسترش محدوده مالیات بر ارزش افزوده و شناسایی مودیان بالقوه مالیاتی

سازمان بورس و اوراق بهادار
- افزایش ضریب نفوذ بازار سرمایه
- افزایش سهم بازار سرمایه در تأمین مالی دولت و بنگاه ها
- ارتقاء زیرساخت‌های الکترونیک بازار سرمایه
- ارتقاء کیفیت و تنوع نهادها، ابزارهای مالی و خدمات عرضه ای در بازار سرمایه
- توسعه فعالیت‌های بین‌المللی بازار سرمایه

بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران
- افزایش ضریب نفوذ بیمه
- افزایش عق بیمه سرانه
- ارتقای سهم بیمه در جبران خسارت وارده به سرمایه های ملی
- پیشرفت پروژه سامانه نظارت و هدایت الکترونیکی بیمه ای (سپهر)
- افزایش سهم بیمه های اشخاری و زندگی

سازمان جمع آوری و فروش اموال تملیکی
- افزایش تعداد فروش الکترونیک
- افزایش میزان تحقق فروش پیش بینی شده اموال منقول
- افزایش میزان تحقق فروش پیش بینی شده اموال غیرمنقول
- افزایش تعداد پرونده های اموال منقول تعیین تکلیف شده
- افزایش ارزش معاملات شناسایی شده به کل معاملات

سازمان حسابرسی
- توسعه و تدوین مفاهیم نظری و استانداردهای حسابداری بخش عمومی
- ارایه گزارش های حسابرسی مالیات های متفاوت، ارزش افزوده و تکلیفی
- فراگیرسازی سیستم حسابرسی رایانه ای
- گسترش پوشش سازمان استانداردهای بین المللی گزارش مالی
- گسترش حوزه حسابرسی

سازمان خصوصی سازی
- افزایش سهم بخش خصوصی واگذاری از بنگاهداری ها
- ارتقاء شفافیت فرایند خصوصی سازی
- مشارکت در توسعه توانمندی های بخش خصوصی و تعاونی
- افزایش جذب سرمایه‌های بخش و عرضه سهام در بازارهای مالی بین المللی
- افزایش بهره وری بنگاه های واگذار شده

شرکت سرمایه گذاری های خارجی ایران
- افزایش بازده حقوق صاحبان سهام (درصد)
- افزایش بازده مجموع دارایی ها
- افزایش سرمایه‌گذاری‌های جدید
- افزایش نسبت PPI
- خروج از سرمایه گذاری های کم بازده

سازمان سرمایه گذاری و کمکهای اقتصادی و فنی
- افزایش جذب سرمایه گذاری خارجی با تاکید بر بخش های غیر از بالادستی نفت و گاز
- طراحی ابزارها و مکانیزم های هدفمند سرمایه گذاری خارجی
- تجهیز منابع مالی از بانکهای توسعه ای بین المللی برای تامین اعتبار طرحهای زیربنایی
- تجهیز منابع مالی بخش خصوصی (خطوط اعتباری بانکهای تجاری خارجی و توسعه ای)
- توسعه روابط اقتصادی خارجی با کشورهای هدف

گمرک جمهوری اسلامی ایران
- استقرار سیستم یکپارچه گمرک الکترونیکی
- توسعه شاخص های تجارت فرامرزی از طریق تاکید بر زمان، هزینه و اسناد ترخیص کالا
- افزایش شفافیت و کارآمدی قوانین و مقررات گمرکی
- افزایش تعامل با کشورهای همسایه، سازمانهای همجوار و سازمان های بین المللی
- استانداردسازی فرایندها گمرکی براساس استانداردهای بین المللی

معاونت امور اقتصادی
- توسعه فضای کسب و کار
- تعادل سازی با شاخگان و نهادگان اقتصادی
- مشارکت در تدوین و بازنگری سیاست های اقتصادی و قوانین مادر
- تدوین طرح اصلاحات اقتصادی ساختاری، نهادی
- تهیه داشبورد الکترونی اطلاعات اقتصادی کلان

معاونت امور بانکی و بیمه و نظارت بر ...
- افزایش توان تسهیلات‌دهی بانکها (پیگیری افزایش سرمایه و فروش اموال مازاد بانکها)
- پیگیری اجرای پروژه بانکداری یکپارچه (Core Banking)
- پیگیری اجرای پروژه بیمه یکپارچه (Core Insurance)
- توسعه اعمال طریق مالکانه دولت
- تکمیل و بکارگیری سامانه جامع بنگاه ها و مجامع

معاونت امور حقوقی و مجلس
- استقرار سامانه پیام رسانه ای ارتباط با نمایندگان مجلس
- ایجاد سامانه ثبت دعاوی و پیگیری پرونده ها
- تدوین و تنقیح قوانین و مقررات موثر بر اقتصاد کشور
- تدوین طرح الزامات و رفع موانع قانونی توسعه محیط کسب و کار
- توسعه طرح الزامات و رفع موانع قانونی اقتصاد بدون نفت

معاونت توسعه مدیریت و منابع
- توسعه، تکمیل و یکپارچه سازی سامانه‌های اطلاعاتی مورد نیاز وزارت امور اقتصادی و دارایی
- استقرار سامانه های مدیریت پروژه و مدیریت دانش
- ارتقاء سطوح توانمندی، انگیزه و مشارکت نیروی انسانی
- یاری سازی قانون ارتقاء سلامت اداری
- توسعه نظام برنامه ریزی و بودجه بندی

معاونت نظارت مالی و خزانه داری کل
- استقرار سیستم یکپارچه خزانه داری الکترونیکی
- افزایش سهم ارزش ابزار بهادار الکترونیکی به کل ابزار
- ایجاد نظام جامع پایش و پاسخگویی روابط مالی دولت و بخش
- تهیه بر خط میزان حساب، عملکرد و بودجه کل کشور
- افزایش اشراف اطلاعاتی در مورد حساب ها، معاملات ارزی و املاک دولتی

پیشران در حکمرانی مطلوب اقتصادی

پیشرو در ایجاد اصلاحات نهادی-ساختاری

پایدار در ایجاد فعالیت و انضباط مالی

محورهای چشم انداز وزارت امور اقتصادی و دارایی

برای تماس اهداف، مقادیر مشخص کمی تا سال ۱۳۹۶ وجود دارد و به صورت منظم تحقق آن ها اندازه گیری می شود.

اولویت ها و اهداف کمی راهبردی وزارت خانه در طول زمان تکامل پذیر و تطبیق پذیر هستند.

اهداف ذکر شده، منتخبی از مجموعه وسیع و متنوع اهداف هستند.

سما در جستجوی نظرات انتقادی و ایده های پیشنهادی است.
SAMA.mefa.ir

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران
www.Telegram.me/Commodities

www.Telegram.me/Commodities

- **چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی [۲۳]:**

مهم‌ترین سند برنامه‌ریزی مکتوب موجود در ایران سند افق ۱۴۰۴ می‌باشد. بر طبق این سند جامعه‌ی ایرانی در افق این چشم‌انداز ازنظر اقتصادی چنین ویژگی‌هایی خواهد داشت:

"دست‌یافته به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه‌ی آسیای جنوب غربی (شامل آسیای میانه، قفقاز، خاورمیانه و کشورهای همسایه) با تأکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم، رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقاء نسبی درآمد سرانه و رسیدن به اشتغال کامل."

همچنین در این سند به‌عنوان ملاحظه ذکرشده:

در تدوین و تصویب برنامه‌های توسعه و بودجه‌های سالیانه، این نکته موردتوجه قرار گیرد که شاخص‌های کمی کلان آن‌ها از قبیل: نرخ سرمایه‌گذاری، درآمد سرانه، تولید ناخالص ملی، نرخ اشتغال و تورم، کاهش فاصله درآمد میان دهک‌های بالا و پایین جامعه، رشد فرهنگ و آموزش و پژوهش و توانایی‌های دفاعی و امنیتی، باید متناسب با سیاست‌های توسعه و اهداف و الزامات چشم‌انداز، تنظیم و تعیین گردد و این سیاست‌ها و هدف‌ها به‌صورت کامل مراعات شود.

www.Telegram.me/Commodities

- **برنامه پنجم توسعه [۲۴]:**

این برنامه که برنامه‌ای کاملاً مفصل است برنامه پنج‌ساله توسعه کشور در بخش‌های مختلف را در برمی‌گیرد. در زیر بخش اقتصادی به‌صورت خلاصه و منتخب آورده شده است. (به‌منظور قابلیت ارجاع ترتیب و شماره بندها تغییر داده نشده است.)

بر این اساس سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه اقتصادی جمهوری اسلامی ایران به شرح زیر می‌باشد:

الف)رشد مناسب اقتصادی با تأکید بر:

۲۱- تحقق رشد مستمر و پرشتاب اقتصادی به میزان حداقل(۸٪) نرخ رشد سالیانه تولید ناخالص داخلی با:

۲۱-۱- توسعه سرمایه‌گذاری از طریق کاهش شکاف پس‌انداز ، سرمایه‌گذاری با حفظ نسبت پس‌انداز به تولید ناخالص داخلی حداقل در سطح (۴۰٪) و جذب منابع و سرمایه‌های خارجی.

۲۱-۲- ارتقاء سهم بهره‌وری در رشد اقتصادی به یک‌سوم در پایان برنامه.

۲۱-۳- بهبود فضای کسب‌وکار کشور با تأکید بر ثبات محیط اقتصاد کلان، فراهم آوردن زیرساخت‌های ارتباطی، اطلاعاتی، حقوقی، علمی و فناوری موردنیاز، کاهش خطرپذیری‌های کلان اقتصادی، ارائه مستمر آمار و اطلاعات به‌صورت شفاف و منظم به جامعه.

۲۱-۴- تقویت و توسعه نظام استاندارد ملی.

۲۲- تغییر نگاه به نفت و گاز و درآمدهای حاصل از آن، از منبع تأمین بودجه عمومی به‌عنوان منابع و سرمایه‌های زاینده اقتصادی و ایجاد صندوق توسعه ملی با تصویب اساسنامه آن در مجلس شورای اسلامی در سال اول برنامه

www.Telegram.me/Commodities

پنجم و برنامه‌ریزی برای استفاده از مزیت نسبی نفت و گاز در زنجیره صنعتی و خدماتی و پایین‌دستی وابسته به آن با رعایت:

۲۲-۱- واریز سالانه حداقل (٪۲۰) از منابع حاصل از صادرات نفت و گاز و فرآورده‌های نفتی به صندوق توسعه ملی.

۲۲-۲- ارائه تسهیلات از منابع صندوق توسعه ملی به بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی غیردولتی باهدف تولید و توسعه سرمایه‌گذاری در داخل و خارج کشور با در نظر گرفتن شرایط رقابتی و بازدهی مناسب اقتصادی.

۲۲-۳- قطع وابستگی هزینه‌های جاری دولت به درآمدهای نفت و گاز تا پایان برنامه.

۲۳- اصلاح ساختار نظام بانکی با اجرای کامل و روزآمد قانون بانکداری بدون ربا و نهادینه کردن نظام‌های قرض‌الحسنه، تأمین اعتبارات خرد و اعتبارات لازم برای سرمایه‌گذاری‌های بزرگ.

۲۴- ارتقاء کمی و کیفی بازارهای مالی (سرمایه، پول و بیمه) با تأکید بر کارایی، شفافیت و سلامت.

۲۵- تحقق سیاست‌های کلی اصل (۴۴) قانون اساسی و الزامات مربوط به هر یک از بندها با تأکید بر:

۲۵-۱- حمایت از شکل‌گیری بازارهای رقابتی.

۲۵-۲- ایجاد ساختارهای مناسب برای ایفای وظایف حاکمیتی(سیاست‌گذاری، هدایت و نظارت).

۲۵-۳- تنظیم سیاست‌های تشویقی در جهت تبدیل فعالیت‌های غیر متشکل(نهاد خانوار) به فعالیت‌های واحدهای حقوقی.

www.Telegram.me/Commodities

۲۵-۴- ایجاد بازار رقابتی برای ارائه خدمات بیمه درمانی.

۲۶- توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست‌محیطی آب با تسریع در استحصال، عرضه، نگهداری و مصرف آن و مهار آب‌هایی که از کشور خارج می‌شود با اولویت استفاده از منابع آب‌های مشترک.

۲۷- سرمایه‌گذاری در استحصال و استخراج گاز و نفت و معادن مشترک با کشورهای همسایه با رعایت سیاست‌های کلی اصل (۴۴) قانون اساسی.

۲۸- حفظ ذخایر راهبردی ارزی به مقداری که اطمینان از تأمین نیازهای اساسی کشور در مدت معین (بر اساس مصوبه شورای عالی امنیت ملی) حاصل گردد.

۲۹- تأکید بر راهبرد توسعه صادرات به‌ویژه در بخش خدمات با فناوری بالا به‌نحوی‌که کسری تراز بازرگانی بدون نفت کاهش یافته و توازن در تجارت خدمات ایجاد گردد.

۳۰- گسترش همه‌جانبه همکاری با کشورهای منطقه جنوب غربی آسیا در تجارت، سرمایه‌گذاری و فناوری.

۳۱- ارتقاء و هماهنگی میان اهداف توسعه‌ای :آموزش، بهداشت و اشتغال به‌طوری‌که در پایان برنامه پنجم، شاخص توسعه انسانی به سطح کشورهای با توسعه انسانی بالا برسد.

۳۲- تبدیل نظام بودجه‌ریزی کشور به بودجه‌ریزی عملیاتی.

۳۳- برقراری ارتباط کمی و کیفی میان برنامه پنج‌ساله و بودجه‌های سالیانه با سند چشم‌انداز با رعایت شفافیت و قابلیت نظارت.

www.Telegram.me/Commodities

ب) گسترش عدالت اجتماعی با:

۳۴- تنظیم همه فعالیت‌های مربوط به رشد و توسعه اقتصادی بر پایه عدالت اجتماعی و کاهش فاصله میان درآمدهای طبقات و رفع محرومیت از قشرهای کم‌درآمد با تأکید بر موارد زیر:

۳۴-۱- جبران نابرابری‌های غیرموجه درآمدی از طریق سیاست‌های مالیاتی، اعطای یارانه‌های هدفمند و سازوکارهای بیمه‌ای.

۳۴-۲- تکمیل بانک اطلاعات مربوط به اقشار دو دهک پایین درآمدی و به هنگام کردن مداوم آن.

۳۴-۳-هدفمند کردن یارانه‌های آشکار و اجرای تدریجی هدفمند کردن یارانه‌های غیر آشکار.

۳۴-۴- تأمین برخورداری آحاد جامعه از اطلاعات اقتصادی.

۳۵- اقدامات لازم برای جبران عقب‌ماندگی‌های حاصل از دوران‌های تاریخی گذشته با تأکید بر:

۳۵-۱- ارتقاء سطح درآمد و زندگی روستاییان و کشاورزان با تهیه طرح‌های توسعه روستایی، گسترش کشاورزی صنعتی، صنایع روستایی و خدمات نوین و اصلاح نظام قیمت‌گذاری محصولات کشاورزی.

۳۵-۲- گسترش فعالیت‌های اقتصادی در مناطق مرزی و سواحل جنوبی و جزایر با استفاده از ظرفیت‌های بازرگانی خارجی کشور.

۳۵-۳- کاهش فاصله دو دهک بالا و پایین درآمدی جامعه به‌طوری‌که ضریب جینی به حداکثر(۰.۳۵) پایان برنامه برسد.

۳۵-۴- انجام اقدامات ضروری برای رساندن نرخ بیکاری در کشور به ۷٪.

www.Telegram.me/Commodities

۳۵-۵- تأمین بیمه فراگیر و کارآمد و گسترش کمی و کیفی نظام تأمین اجتماعی و خدمات بیمه درمانی.

۳۵-۶- توسعه نظام‌های پیشگیری از آسیب‌های فردی و اجتماعی.

۳۵-۷- حمایت از اقشار محروم و زنان سرپرست خانوار.

۳۵-۸- توسعه بخش تعاون باهدف توانمندسازی اقشار متوسط و کم‌درآمد جامعه به‌نحوی‌که تا پایان برنامه پنجم سهم تعاون به (۲۵٪) برسد.

همچنین در بخش صنعت و معدن مواد زیر قابل‌توجه است:

ماده ۱۵۰

وزارت صنایع و معادن موظف است به‌منظور تحقق اهداف سند چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران در قالب تدوین راهبرد (استراتژی) توسعه صنعتی و معدنی با هماهنگی معاونت در زیربخشهای برگزیده صنعت و معدن، در جهت تحقق هدف رشد تولید صنعتی و معدنی با رعایت محورهای راهبردی ذیل به‌گونه‌ای اقدام کند که نرخ رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت و معدن افزایش یابد:

الف- ارتقاء سطح رقابتمندی صنایع کشور با تأکید بر توسعه قابلیت‌های فناوری و انتقال نقطه اتکا مزیت‌های نسبی از مواد اولیه و خام به توانایی‌های فناورانه (تکنولوژیک) و خلق مزیت‌های رقابتی.

ب- متنوع سازی پایه صادرات صنعتی و افزایش سهم محصولات دارای پردازش بیشتر (صنایع نهایی) در صادرات.

www.Telegram.me/Commodities

ج- توسعه پیوند مناسب صنایع کوچک، متوسط و بزرگ و شکل‌گیری خوشه‌های صنعتی و نشان تجاری (برند) و تمهید ادغام و شکل‌گیری بنگاه‌های بزرگ رقابت‌پذیر.

د- توسعه زنجیره ارزش پایین‌دستی صنایع واسطه‌ای (پتروشیمی، فلزات اساسی، محصولات معدنی غیرفلزی) از طریق ترغیب گسترش سرمایه‌گذاری بخش‌های غیردولتی با تأکید بر ایجاد شهرک‌های صنعتی تخصصی غیردولتی.

ه- افزایش توانمندی‌ها و قابلیت‌های طراحی، تدارک، ساخت، گسترش همکاری صنعت و دانشگاه، ساخت تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی، تعمیق تعامل صنایع با شهرک‌های فناوری و پارک‌های علم و فناوری و افزایش مستمر سهم صنایع مبتنی بر فناوری‌های برتر (صنایع نوین) در ترکیب تولید صنعتی، نوسازی و ارتقاء بهره‌وری صنایع و معادن.

و- تقویت سازوکارهای تمهیدی و نظارتی اجرای صنعتی و اجرایی کشور در اجرای پروژه‌ها و ایجاد تسهیلات به‌منظور صدور خدمات مصوب ۱۳۷۵/۱۲/۱۲.

تبصره

کلیه فعالیت‌ها و اقدامات غیر حاکمیتی مذکور در این ماده توسط بخش‌های غیردولتی انجام می‌پذیرد.

ماده ۱۵۱

الف- به‌منظور حمایت از سرمایه‌گذاری خطرپذیر در صنایع نوین به دولت اجازه داده می‌شود بخشی از سرجمع کل تسهیلات اعطائی سالانه به بخش‌های خصوصی و تعاونی که در قالب اعتبارات وجوه اداره شده برای صنایع نوین در بودجه‌های سالانه منظور می‌شود شامل سود و کارمزد تسهیلات اعطائی را مورد بخشودگی قرار دهد.

www.Telegram.me/Commodities

آیین‌نامه اجرایی این بند مشتمل بر تعریف دامنه شمول صنایع نوین و دستورالعمل بخشودگی به پیشنهاد مشترک وزارت صنایع و معادن، معاونت، اتاق بازرگانی و صنایع و معادن ایران و اتاق تعاون ظرف شش ماه پس از ابلاغ این قانون به تصویب هیئت‌وزیران می‌رسد.

ب- عنوان صندوق حمایت از تحقیقات و توسعه صنایع الکترونیک به صندوق حمایت از صنایع نوین تغییر می‌یابد .اساسنامه صندوق مزبور به تصویب مجلس شورای اسلامی می‌رسد.

ماده ۱۵۷

در جهت توسعه فعالیت‌های معدنی و ارتقاء نقش معدن در اقتصاد ملی دولت موظف است در سقف بودجه سنواتی:

الف- نقشه‌های پایه زمین‌شناسی، شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی کلیه ظرفیت‌های (پتانسیل‌های) معدنی کشور را تهیه و پس از بلوک‌بندی محدوده‌ها، ادامه عملیات را به بخش غیردولتی واگذار نماید.

ب- به‌منظور ساماندهی امر اکتشاف در کشور، پایگاه جامع علوم زمین را با استفاده از اطلاعات کلیه دستگاه‌های ذی‌ربط تا سال دوم برنامه راه‌اندازی کند.

ج-نسبت به تکمیل زیرساخت‌های لازم برای معادن بزرگ و مناطق معدنی و صنایع انرژی بر معدنی کمک نماید.

www.Telegram.me/Commodities

ماده ۱۵۸

در راستای حمایت از استقرار صنایع در شهرک‌ها و نواحی صنعتی و رقابت‌پذیری تولیدات صنعتی و معدنی:

الف- به دولت اجازه داده می‌شود در قالب بودجه‌های سنواتی کمک‌های لازم به شهرک‌ها و نواحی صنعتی دولتی و غیردولتی به‌ویژه در امور تأمین راه، آب، برق، گاز و تلفن تا ورودی واحدهای مستقر در این شهرک‌ها را در مناطق انجام دهد .دستورالعمل این بند با پیشنهاد وزارت صنایع و معادن به تأیید معاونت می‌رسد.

ب- صدور پروانه بهره‌برداری برای واحدهای صنعتی احداث‌شده با رعایت ضوابط مربوط بلامانع است.

ماده ۱۵۹

به‌منظور تسهیل و تشویق سرمایه‌گذاری صنعتی و معدنی در کشور اقدامات زیر انجام می‌شود:

الف- معافیت موضوع ماده (۱۳۸)قانون مالیات‌های مستقیم و اصلاحات بعدی در طول برنامه به میزان پانزده واحد درصد (۱۵٪) افزایش می‌یابد.

ب- میزان معافیت مالیاتی واحدهای صنعتی و معدنی مناطق کمتر توسعه‌یافته تا سقف معافیت‌های منظور شده در مناطق آزاد تجاری - صنعتی افزایش می‌یابد.

www.Telegram.me/Commodities

- **ابلاغ سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی [۲۵]:**

آیت‌الله خامنه‌ای رهبر جمهوری اسلامی ایران سیاست‌های کلی «اقتصاد مقاومتی» را که پس از مشورت با مجمع تشخیص مصلحت نظام و بر اساس بند یک اصل ۱۱۰ قانون اساسی تعیین‌شده است را ابلاغ نمودند:

سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی

با هدف تأمین رشد پویا و بهبود شاخص‌های مقاومت اقتصادی و دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز بیست‌ساله، سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی با رویکردی جهادی، انعطاف‌پذیر، فرصت ساز، مولد، درون‌زا، پیشرو و برون‌گرا ابلاغ می‌گردد:

۱- تأمین شرایط و فعال‌سازی کلیه امکانات و منابع مالی و سرمایه‌های انسانی و علمی کشور به‌منظور توسعه کارآفرینی و به حداکثر رساندن مشارکت آحاد جامعه در فعالیت‌های اقتصادی با تسهیل و تشویق همکاری‌های جمعی و تأکید بر ارتقاء درآمد و نقش طبقات کم‌درآمد و متوسط.

۲ - پیشتازی اقتصاد دانش بنیان، پیاده‌سازی و اجرای نقشه جامع علمی کشور و ساماندهی نظام ملی نوآوری به‌منظور ارتقاء جایگاه جهانی کشور و افزایش سهم تولید و صادرات محصولات و خدمات دانش‌بنیان و دستیابی به رتبه اول اقتصاد دانش‌بنیان در منطقه.

۳- محور قرار دادن رشد بهره‌وری در اقتصاد با تقویت عوامل تولید، توانمندسازی نیروی کار، تقویتِ رقابت‌پذیری اقتصاد، ایجاد بستر رقابت بین مناطق و استان‌ها و به‌کارگیری ظرفیت و قابلیت‌های متنوع در جغرافیای مزیت‌های مناطق کشور.

۴ - استفاده از ظرفیت اجرای هدفمندسازی یارانه‌ها در جهت افزایش تولید، اشتغال و بهره‌وری، کاهش شدت انرژی و ارتقاء شاخص‌های عدالت اجتماعی.

www.Telegram.me/Commodities

۵- سهم‌بری عادلانه عوامل در زنجیره تولید تا مصرف متناسب با نقش آن‌ها در ایجاد ارزش، به‌ویژه با افزایش سهم سرمایه انسانی از طریق ارتقاء آموزش، مهارت، خلاقیت، کارآفرینی و تجربه.

۶- افزایش تولید داخلی نهاده‌ها و کالاهای اساسی(به‌ویژه در اقلام وارداتی)، و اولویت دادن به تولید محصولات و خدمات راهبردی و ایجاد تنوع در مبادی تأمین کالاهای وارداتی با هدف کاهش وابستگی به کشورهای محدود و خاص.

۷- تأمین امنیت غذا و درمان و ایجاد ذخایر راهبردی با تأکید برافزایش کمی و کیفی تولید (مواد اولیه و کالا).

۸- مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه‌ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت‌پذیری در تولید.

۹- اصلاح و تقویت همه‌جانبه نظام مالی کشور با هدف پاسخگویی به نیازهای اقتصاد ملی، ایجاد ثبات در اقتصاد ملی و پیشگامی در تقویت بخش واقعی.

۱۰- حمایت همه‌جانبه هدفمند از صادرات کالاها و خدمات به‌تناسب ارزش‌افزوده و با خالص ارزآوری مثبت از طریق:

- تسهیل مقررات و گسترش مشوق‌های لازم.
- گسترش خدمات تجارت خارجی و ترانزیت و زیرساخت‌های موردنیاز.
- تشویق سرمایه‌گذاری خارجی برای صادرات.
- برنامه‌ریزی تولید ملی متناسب با نیازهای صادراتی، شکل‌دهی بازارهای جدید، و تنوع‌بخشی پیوندهای اقتصادی با کشورها به‌ویژه با کشورهای منطقه.
- استفاده از سازوکار مبادلات تهاتری برای تسهیل مبادلات در صورت نیاز.

www.Telegram.me/Commodities

- ایجاد ثبات رویه و مقررات در مورد صادرات باهدف گسترش پایدار سهم ایران در بازارهای هدف.

۱۱- توسعه حوزه عمل مناطق آزاد و ویژه اقتصادی کشور به‌منظور انتقال فناوری‌های پیشرفته، گسترش و تسهیل تولید، صادرات کالا و خدمات و تأمین نیازهای ضروری و منابع مالی از خارج.

۱۲- افزایش قدرت مقاومت و کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد کشور از طریق:

- توسعه پیوندهای راهبردی و گسترش همکاری و مشارکت با کشورهای منطقه و جهان به‌ویژه همسایگان.
- استفاده از دیپلماسی در جهت حمایت از هدف‌های اقتصادی.
- استفاده از ظرفیت‌های سازمان‌های بین‌المللی و منطقه‌ای.

۱۳- مقابله با ضربه‌پذیری درآمد حاصل از صادرات نفت و گاز از طریق:

- انتخاب مشتریان راهبردی.
- ایجاد تنوع در روش‌های فروش.
- مشارکت دادن بخش خصوصی در فروش.
- افزایش صادرات گاز.
- افزایش صادرات برق.
- افزایش صادرات پتروشیمی.
- افزایش صادرات فرآورده‌های نفتی.

www.Telegram.me/Commodities

۱۴- افزایش ذخایر راهبردی نفت و گاز کشور به‌منظور اثرگذاری در بازار جهانی نفت و گاز و تأکید بر حفظ و توسعه ظرفیت‌های تولید نفت و گاز، به‌ویژه در میادین مشترک.

۱۵- افزایش ارزش‌افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه تولید کالاهای دارای بازدهی بهینه(بر اساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی با تأکید بر برداشت صیانتی از منابع.

۱۶- صرفه‌جویی در هزینه‌های عمومی کشور با تأکید بر تحول اساسی در ساختارها، منطقی سازی اندازه دولت و حذف دستگاه‌های موازی و غیرضروری و هزینه‌های زائد.

۱۷- اصلاح نظام درآمدی دولت با افزایش سهم درآمدهای مالیاتی.

۱۸- افزایش سالانه سهم صندوق توسعه ملی از منابع حاصل از صادرات نفت و گاز تا قطع وابستگی بودجه به نفت.

۱۹- شفاف‌سازی اقتصاد و سالم‌سازی آن و جلوگیری از اقدامات، فعالیت‌ها و زمینه‌های فسادزا در حوزه‌های پولی، تجاری، ارزی و ... .

۲۰- تقویت فرهنگ جهادی در ایجاد ارزش‌افزوده، تولید ثروت، بهره‌وری، کارآفرینی، سرمایه‌گذاری و اشتغال مولد و اعطای نشان اقتصاد مقاومتی به اشخاص دارای خدمات برجسته در این زمینه.

۲۱-تبیین ابعاد اقتصاد مقاومتی و گفتمان سازی آن به‌ویژه در محیط‌های علمی، آموزشی و رسانه‌ای و تبدیل آن به گفتمان فراگیر و رایج ملی.

۲۲-دولت مکلف است برای تحقق سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی با هماهنگ‌سازی و بسیج پویای همه امکانات کشور، اقدامات زیر را معمول دارد:

www.Telegram.me/Commodities

- شناسایی و به‌کارگیری ظرفیت‌های علمی، فنی و اقتصادی برای دسترسی به توان آفندی و اقدامات مناسب.
- رصد برنامه‌های تحریم و افزایش هزینه برای دشمن.
- مدیریت مخاطرات اقتصادی از طریق تهیه طرح‌های واکنش هوشمند، فعال، سریع و به هنگام در برابر مخاطرات و اختلال‌های داخلی و خارجی.

۲۳- شفاف و روان‌سازی نظام توزیع و قیمت‌گذاری و روزآمدسازی شیوه‌های نظارت بر بازار.

۲۴- افزایش پوشش استاندارد برای کلیه محصولات داخلی و ترویج آن.

الزامات اقتصاد مقاومتی

از نگاه رهبر انقلاب اسلامی

بلندمدت

مربوط به اصلاح نظام اقتصادی کشور

۱ تکیه بر مردم

۹۱/۶/۲

اقتصاد مقاومتی شرائط و ارکانی دارد؛ یکی از بخشهایش همین تکیه‌ی به مردم است؛ باید فکری بکنید برای اینکه به بخش خصوصی توانبخشی بشود؛ حالا از طریق بانکهاست، از طریق قوانین لازم و مقرراتِ لازم است؛ از هر طریقی که لازم است، کاری کنید که بخش خصوصی، بخش مردمی، فعال شود

۲ مقاوم بودن اقتصاد

۹۲/۱/۱

وظیفه‌ی همه‌ی ما این است که سعی کنیم کشور را مستحکم، غیر قابل نفوذ، غیر قابل تأثیر از سوی دشمن، حفظ کنیم و نگه داریم؛ این یکی از اقتضائات اقتصاد مقاومتی است که ما مطرح کردیم. در اقتصاد مقاومتی، یك رکن اساسی و مهم، مقاوم بودن اقتصاد است. اقتصاد باید مقاوم باشد؛ باید بتواند در مقابل آنچه که ممکن است در معرض توطئه‌ی دشمن قرار بگیرد، مقاومت کند.

۳ اقتصاد دانش‌بنیان

۹۱/۵/۸

به نظر من یکی از بخشهای مهمی که میتواند این اقتصاد مقاومتی را پایدار کند، همین شرکتهای دانش‌بنیان است؛ این یکی از بهترین مظاهر و یکی از مؤثرترین مؤلفه‌های اقتصاد مقاومتی است.

۴ کاهش وابستگی به نفت

۹۱/۵/۳

کاهش وابستگی به نفت یکی دیگر از الزامات اقتصاد مقاومتی است. این وابستگی، میراث شوم صد ساله‌ی ماست. ما اگر بتوانیم از همین فرصت که امروز وجود دارد، استفاده کنیم و تلاش کنیم نفت را با فعالیتهای اقتصادی درآمدزای دیگری جایگزین کنیم، بزرگترین حرکت مهم را در زمینه‌ی اقتصاد انجام داده‌ایم. امروز صنایع دانش‌بنیان از جمله‌ی کارهائی است که میتواند این خلأ را تا میزان زیادی پر کند.

۵ تبیین دانشگاهی و آکادمیک اقتصاد مقاومتی

۹۱/۵/۱۶

آنچه که به نظر ما رسیده، اقتصاد مقاومتی بوده، این یك فکر است، یك مطالبه‌ی عمومی است. شما دانشجو هستید، استاد هستید، اقتصاددان هستید؛ بسیار خوب، با زبان دانشگاهی، همین ایده‌ی اقتصاد مقاومتی را تبیین کنید؛ حدودش را مشخص کنید.

اقتصاد مقاومتی یعنی حفظ روندرو به رشد اقتصاد به همراه کاهش آسیب‌پذیری. ۹۱/۶/۲ ۹۱/۶/۳

کوتاه مدت

مربوط به برنامه‌ها و امور اجرائی کشور

۱ حمایت از تولید ملی

۹۱/۶/۲

یك رکن دیگر اقتصاد مقاومتی، حمایت از تولید ملی است؛ صنعت و کشاورزی (...) واحدهای کوچك و متوسط را فعال کنید. البته خوشبختانه واحدهای بزرگ ما فعالند و سوددهی‌شان خوب است، لذا محصول سیمان و فولادمان خوب است لیکن باید به فکر واحدهای متوسط و کوچك باشید؛ اینها خیلی مهم است، اینها در زندگی مردم تأثیرات مستقیم دارد.

۲ مدیریت منابع ارزی

۹۱/۶/۲

باید منابع ارزی را درست مدیریت کرد. اشاره شد به ارز پایه؛ در این زمینه هم حرفهای گوناگونی از دولت صادر شد. یعنی در روزنامه‌ها از قول یك مسئول، یك جور گفته شد؛ فردا یا دو روز بعد، یك جور دیگر گفته شد. نگذارید این اتفاق بیفتد. واقعاً یك تصمیم قاطع گرفته شود، روی آن تصمیم پافشاری شود و مسئله را دنبال کنید. به هر حال منابع ارزی باید مدیریت دقیق بشود.

۳ مدیریت مصرف

۹۱/۵/۳

مسئله‌ی مدیریت مصرف، یکی از ارکان اقتصاد مقاومتی است؛ یعنی مصرف متعادل و پرهیز از اسراف و تبذیر. هم دستگاه‌های دولتی، هم آحاد مردم و خانواده‌ها باید به این مسئله توجه کنند که امروز پرهیز از اسراف و ملاحظه‌ی تعادل در مصرف، بلاشك در مقابل دشمن یك حرکت جهادی است؛ انسان میتواند ادعا کند که این اجر جهاد فی سبیل الله را دارد.

۴ استفاده‌ی حداکثری از زمان و منابع و امکانات

۹۱/۵/۳

از زمان باید حداکثر استفاده بشود. طرحهائی که سالهای متمادی طول میکشید، امروز خوشبختانه با فاصله‌ی کمتری انسان می‌بیند که فلان کارخانه در ظرف دو سال، در ظرف هجده ماه به بهره‌برداری رسید. باید این را در کشور تقویت کرد.

۵ حرکت بر اساس برنامه

۹۱/۵/۸

حرکت بر اساس برنامه، یکی از کارهای اساسی است. تصمیمهای خلق‌الساعه و تغییر مقررات، جزو ضربه‌هائی است که به «اقتصاد مقاومتی» وارد میشود و به مقاومت ملت ضربه میزند. این را، هم دولت محترم، هم مجلس محترم باید توجه داشته باشند؛ نگذارند سیاستهای اقتصادی کشور در هر زمانی دچار تذبذب و تغییرهای بی‌مورد شود.

KHAMENEI.IR

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

www.Telegram.me/Commodities

www.Telegram.me/Commodities

- **بسته پیشنهادی دولت برای خروج از رکود[۲۶]:**

این بسته به چهار بخش عمده تقسیم‌شده است که مهم‌ترین بخش این گزارش، راهکارهای پیش روی دولت برای حل مشکلات است.

شاید مهم‌ترین نکته در سیاست‌های پیش روی دولت این است که به‌طور پیش‌فرض تحریم‌ها را تا پایان سال ۹۳ به همین صورت فعلی در نظر گرفته و به لغو تحریم‌ها دل‌خوش نکرده است، بنابراین می‌توان امید داشت که فارغ از تصمیمات خارجی برای کشور این سیاست‌ها قابل‌اجرا باشد. یکی دیگر از مسائلی که دولت به‌عنوان پیش‌فرض برنامه‌ها بر آن تأکید دارد، عدم اتکا به منابع بانک مرکزی برای خروج از رکود است، چراکه در غیر این صورت همین موضوع می‌تواند زمینه‌ساز افزایش تورم باشد.

دامن نزدن به «بیماری هلندی» یا به‌عبارت‌دیگر عدم هزینه دلارهای حاصل از فروش نفت خام باهدف ایجاد توسعه و عدم استفاده از نرخ ارز برای کنترل تورم نیز در دستور کار دولت قرارگرفته است. همچنین دولت بر آن شده است که برای خروج از رکود به اشتغال‌زایی توجه کند، بنابراین مؤثرترین راهکار را در این زمینه حمایت از بنگاه‌های کوچک و متوسط اقتصادی ارزیابی کرده است. دولت همچنین بر این عقیده است که تحریک طرف تقاضا به‌واسطه افزایش حجم پول درنهایت نمی‌تواند سبب افزایش درآمد خانوار برای رشد اقتصادی شود؛ به‌عبارت‌دیگر افزایش نقدینگی بیش از آن‌که باعث افزایش قدرت خرید مردم شود، آثار تورمی به همراه خواهد داشت، بنابراین این پنج هدف به‌عنوان پیش‌فرض‌های اجرای برنامه خروج از رکود مدنظر دولت است.

بر اساس برنامه دولت برای خروج از رکود، توجه دولت در مرحله اول به عواملی است که می‌تواند ضربه اولیه را برای خروج از رکود فراهم سازد که با توجه به شرایط تحریم و کاهش تقاضای مؤثر یعنی تقاضا از سوی

www.Telegram.me/Commodities

مصرف‌کننده و عدم تأمین مالی تولید، تجهیز منابع مالی می‌تواند نقطه شروعی بر ایجاد سازوکارهای خروج از رکود باشد.

بر همین اساس مواردی برای تأمین منابع مالی در نظر گرفته‌شده است که ازجمله آن می‌توان به تحرک بخش‌های نفت، گاز و پتروشیمی و صنایع معدنی اشاره کرد. هرچند که به نظر می‌رسد اگر منظور از بخش‌های نفت و گاز صرف استفاده از درآمد فروش آن‌ها باشد، خود مجدداً می‌تواند زمینه‌ساز افزایش تورم باشد. همچنین توجه به گردشگری و امکان آزادسازی منابع بلوکه‌شده نیز به‌عنوان دیگر راهکارهای ایجاد منابع مالی در نظر گرفته‌شده است. در کنار آن بخش مسکن و فعالیت‌های صرفه‌جویی می‌تواند به‌عنوان دیگر منابع جذب سرمایه به سمت خود شناخته شود.

بر اساس بسته پیشنهادی دولت، اقتصاد کشور پس از گذر از مرحله اول یعنی خروج اولیه از رکود نیاز دارد که این رونق را به بخش‌های دیگر نیز منتقل سازد. از منظر دولت بازار سرمایه (بورس)، بازار پولی (بانک‌ها)، بودجه دولت و صنایعی که در دنباله صنایع پیشرو هستند، می‌توانند نقش مؤثری در انتقال این رونق به سایر بخش‌های کشور داشته باشند. به این صورت که بازار سرمایه و بانک‌ها می‌توانند از طریق انتقال منابع ایجادشده توسط بخش‌های پیشرو به سمت سایر بخش‌ها باعث انتقال رونق شوند.

بنابراین به‌طورکلی دولت در این بخش قصد دارد تا با تخصیص درست بودجه‌های عمرانی، تقویت بازار سرمایه، بهبود وضعیت بانک‌ها ازنظر مطالبات معوق و بالا بردن قدرت اعطای تسهیلات آن‌ها، توسعه صنایع پایین‌دستی انرژی و جهت‌گیری بانک‌ها به سمت قراردادهای یک‌ساله با هدف تأمین سرمایه در گردش رونق ابتدایی ایجادشده در بخش‌های نفت و گاز را به سایر بخش‌های اقتصاد ازجمله خدمات و صنعت انتقال دهد.

www.Telegram.me/Commodities

پس‌ازآنکه رونق اقتصادی به دیگر بخش‌های کشور نیز تسری پیدا کرد، زمان آن است که شدت این رونق‌ها افزایش یابد. این کار به‌وسیله عوامل زمینه‌ساز انجام می‌شود. اما مواردی که دولت در بسته پیشنهادی خود برای تحقق این امر به آن اشاره‌کرده است استفاده از سازوکارهای بودجه، بهبود آرام مبادلات خارجی برای در جهت جذب سرمایه و تکنولوژی، کاهش قابل‌توجه تورم، ثبات نسبی بازار ارز، بهبود نسبی محیط کسب‌وکار و احتراز از سرکوب مالی است که البته دولت کاهش نرخ تورم را از قبل آغاز کرده و تاکنون نیز موفق بوده است.

اما گام آخر برای تثبیت رونق اقتصادی و خروج رکود از کشور عوامل انتقال‌دهنده رشد در طول زمان است؛ مشابه همان عواملی که در سال‌های گذشته پس از ایجاد تورم باعث شد که رکود شدید اقتصادی در کشور ایجاد شود، به همین دلیل این مرحله یکی از مهم‌ترین مراحل خروج از رکود به شمار می‌رود، چراکه می‌تواند رونقی باثبات را در کشور به اجرا درآورد.

دولت برای تثبیت رونق اقتصادی در طول زمان تسهیل و تشویق صادرات، کاهش مالیات و افزایش مخارج عمرانی دولت را به‌عنوان برنامه‌های خود در نظر گرفته است.

نتیجه‌گیری:

آنچه در تمام اسناد بلندمدت اقتصادی کشور مشهود است لزوم توسعه سریع صنایع بالادستی نفت، گاز و پتروشیمی و صنایع معدنی به‌منظور خروج از رکود، اشتغال‌زایی و درنهایت شکوفایی تمام بخش‌های اقتصادی کشور است که خود نیاز به سرمایه‌گذاری و انتقال تکنولوژی دارد. در این میان لزوم توسعه صنعت سوپر آلیاژ به‌عنوان یک صنعت کلیدی در تمام این صنایع بالادستی مشخص است، و با توجه به سیاست‌های کلی کشور قطعاً پشتیبانی خوبی توسط دولت و بانک‌ها نیز از آن خواهد شد.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۲ تاریخچه و جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در کشور

اولین واحد صنعتی مرتبط با سوپرآلیاژها در کشور، در دهه‌ی هفتاد میلادی جهت تعمیر و نگهداری هواپیماهای نظامی و مسافربری تأسیس شد. این واحد که به نام صنایع هواپیمایی ایران (IACI) یا "صها" نامیده می‌شود، هم‌اکنون نیز فعال بوده و عمدتاً از کارگاه‌های تعمیر قطعات و انجام فرآیندهای تکمیلی از قبیل پوشش دهی، عملیات حرارتی، جوشکاری و تراشکاری تشکیل‌شده است. واحد تقریباً مشابهی (توربین شهریار) این‌گونه تعمیرات را بر روی قطعات توربین‌های صنعتی انجام می‌دهد. تا قبل از دهه‌ی ۱۳۷۰ شمسی، ایران عمدتاً مصرف‌کننده‌ی قطعات سوپرآلیاژی جهت تعمیر و نگهداری توربین‌های هوایی و توربین‌های صنعتی بود. به دنبال قرارداد ساخت توربین‌های صنعتی Siemens مدل V94.2 در اوایل دهه‌ی ۷۰ شمسی، مصرف مواد اولیه سوپرآلیاژی برای ساخت قطعات توربین‌های صنعتی به‌صورت روزافزون افزایش‌یافته است.

از اوایل دهه ۱۳۸۰ تلاش‌هایی در جهت ایجاد یک واحد تولید مواداولیه سوپرآلیاژی در مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان آغاز گردید. با توجه به وابسته بودن این مجتمع به وزارت دفاع، اطلاعات دقیقی در مورد وضعیت موجود و توانمندی‌های این مجموعه در زمینه تولید سوپرآلیاژ موجود نمی‌باشد. اما بر مبنای اطلاعات به دست آمده این مجتمع توانایی ذوب تحت خلأ و انجام فرایند ذوب مجدد را به صورت محدود دارا است. طبق بررسی‌های انجام شده علیرغم وجود تعدادی کوره ذوب القایی تحت خلأ در مقیاس آزمایشگاهی، امکانات دیگری در مقیاس صنعتی برای تولید سوپرآلیاژها در کشور وجود ندارد.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۳ جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در اقتصاد جهانی

اطلاعات آورده شده در این بخش بر مبنای گزارش شرکت Vision gain درباره بازار آلیاژهای با عملکرد بالا[8] می‌باشد. این شرکت یک شرکت خصوصی در انگلستان است که در زمینه‌های تخصصی مختلف تحقیقات بازار جامع و به‌روزی را ارائه می‌دهد.

بازار جهانی برای آلیاژهای با عملکرد بالا هم‌اکنون شاهد یک رشد سریع به دلیل استفاده گسترده از آن در صنایع هوافضا است که در حال حاضر به دلیل تقاضای فراوان برای هواپیماهای دوربرد از بوئینگ و ایرباس در حال رونق است. این رونق به‌زودی آرام می‌شود و به مرحله بعدی از رشد خود با تمرکز بر جت‌های منطقه‌ای[9] و تجاری[10] وارد می‌گردد. در طول بازه مورد تحلیل پیش‌بینی می‌شود که بازار جهانی آلیاژهای با عملکرد بالا ۴۰۰ کیلوتن از این آلیاژها را مصرف کند. همچنین پیش‌بینی می‌شود که این بازار اندکی از تولید جهانی بالاتر رود و این به خاطر حضور صنایعی حیاتی مانند تولید انرژی و پزشکی است که به‌صورت مستقیم تأثیری بر تولید جهانی آلیاژهای با عملکرد بالا ندارند. بااین‌وجود رشد، تنها اندکی بالاتر از تولید جهانی است زیرا صنایع پیشتازی که از آلیاژهای با عملکرد بالا استفاده می‌کنند به‌شدت با تولیدکنندگان جهانی همکاری و ارتباط دارند.

آلیاژهای با عملکرد بالا را می‌توان به روش‌های گوناگونی تعریف کرد به شکلی که گروه‌های مختلفی از آلیاژ-ها با ترکیبات گوناگون را شامل شوند. بازار اصلی آلیاژهای با عملکرد بالا به‌وسیله تناژ مصرفی آلیاژهای خاص تیتانیوم، نیکل و کبالت تعریف می‌شود. آلیاژهای پایه کبالت و نیکل ستون اصلی این تعریف را تشکیل می‌دهند

[8] High Performance Alloys

[9] Regional

[10] Business Jets

www.Telegram.me/Commodities

و عنوان سوپرآلیاژ بیشتر برای این گروه مورداستفاده قرار می‌گیرد. مقدار عمده تولید و مصرف این سوپر آلیاژها نزدیک به ۲۷۵ کیلوتن در سال ۲۰۱۳ میلادی بوده است. تیتانیوم که در تعریف آمده است دارای بازار جداگانه خود می‌باشد. باوجوداینکه آلیاژهای تیتانیوم جایگزینی برای سوپر آلیاژها نیستند ولی در صنایع مختلف در کنار یکدیگر و به میزان فراوانی مورداستفاده قرار می‌گیرند. تولید و مصرف عمده آلیاژهای تیتانیوم نزدیک به ۱۵۰ کیلوتن در سال ۲۰۱۳ میلادی بوده است. بدین ترتیب بازار کلی آلیاژهای با عملکرد بالا در سال ۲۰۱۳ میلادی ۴۲۵ کیلوتن می‌باشد. این آمار تنها تولید دسته اول آلیاژها را شامل می‌شود و تولید و استفاده از آلیاژهای قراضه و دسته دوم را شامل نمی‌گردد.

تقاضا کلی برای آلیاژهای با عملکرد بالا با عرضه آن به‌خوبی برابری می‌کند و بازار در حالت تعادل قرار دارد. نیرومحرکه‌های این بازار صنایعی هستند که بازار آن‌ها را تأمین می‌کند و دارای تقاضای کم‌کشش[11] نسبت به این آلیاژها هستند.

شکل۳-۱۲– ساختار جهانی زیر بازارهای آلیاژهای با عملکرد بالا

[11] Inelastic Demand

www.Telegram.me/Commodities

صنعت هوافضا بزرگ‌ترین مصرف‌کننده و پیشرانه بازار آلیاژهای با عملکرد بالا است و اگر عرضه این آلیاژها به‌یک‌باره متوقف شود بلافاصله تولید هواپیماهای مسافربری و نظامی متوقف می‌شود. نیاز به این آلیاژها در صنعت هوافضا به حدی مهم است که معمولاً فعالان این صنعت با تولیدکنندگان محدود این آلیاژها قراردادهای طولانی‌مدت امضا می‌کنند تا از عرضه مطمئن باشند. بسیاری از تولیدکنندگان بزرگ موتور هواپیما شامل شرکت هوانوردی جنرال الکتریک[۱۲]، زنجیره تأمین خود را با خریداری تولیدکنندگان و ادغام عمودی آن‌ها به‌صورت جهانی تضمین کرده‌اند. دلیل استیلای این آلیاژها بر بازار این است که هیچ ماده دیگری توان کارکرد در شرایط مشابه و در مدت‌زمان مشابه را ندارد. صنعت هوافضا به تیتانیوم و آلیاژهای پایه نیکل و کبالت به دلیل نسبت وزن به استحکام کم و همچنین به دلیل قابلیت آن‌ها در کارکرد در دماهای بسیار بالا وابسته است. این یک موضوع بحرانی در موتور جت است زیرا حرارت بسیار زیادی در اثر اصطکاک قطعات بر روی‌هم و احتراق به وجود می‌آید.

صنایع دیگر و صنایع تولید انرژی نیز از دیگر پیشرانه‌های این بازار هستند زیرا به قابلیت این آلیاژها در برابر خوردگی احتیاج دارند. به این دلیل این آلیاژها کاربرد وسیعی در صنایع شیمیایی و دریایی دارند. برای مثال این آلیاژها در توربین‌های آبی و حفاری نفتی و گازی در عمق زیاد دریا، محصولات پزشکی و درمانی و لوازم معدن کاربرد دارند. باوجوداینکه برخی مواد دیگر قابلیت پشت سر گذاشتن این آلیاژها را درزمینه‌ی خوردگی دارند هیچ ماده دیگری توان رقابت هم‌زمان با استحکام بالا و مقاومت به خوردگی بالا آنها را در زمان‌های طولانی را ندارد.

دلیل اصلی که این مواد در بدن انسان مورداستفاده قرار می‌گیرند این است که بدن آن‌ها را پس نمی‌زند و نسبت به آن‌ها واکنش نشان نمی‌دهد. استفاده از مواد دیگر می‌تواند برای بدن خطرناک باشد زیرا بدن می‌تواند

[12] General Electric Aviation

www.Telegram.me/Commodities

به‌صورت فعال آن‌ها را دچار خوردگی کند و مواد معدنی و عناصر آن‌ها را جذب کند ولی این در مورد تیتانیوم، نیکل و کبالت صحت ندارد چون آن‌ها کاملاً زیست سازگار هستند. نسبت استحکام به وزن نیز برای افراد ضعیف‌تر از فاکتورهای مهم در این حوزه به شمار می‌رود که از این مواد برای تقویت و یا جایگزینی استخوان‌ها بهره می‌برند.

بزرگ‌ترین عامل بازدارنده در استفاده از این آلیاژها قیمت بالای تولید آن‌ها است. عناصر لازم برای تولید آن‌ها کمیاب نیستند، تیتانیوم نهمین عنصر فراوان در پوسته زمین است ولی بااین‌وجود پیدا کردن آن در مقیاس بزرگ و اقتصادی مشکل است. قیمت در هنگام اجرای فرآیند روی این عناصر بالا می‌رود. فقط هفت کشور توانایی تولید اسفنج تیتانیوم را دارا می‌باشند.

دیگر فاکتور محدودکننده که از فاکتور قبلی نشأت می‌گیرد این است که عرضه این آلیاژها متمرکز است و طبیعت فرآیند تولید اجازه افزایش ظرفیت را به‌راحتی نمی‌دهد. در سریع‌ترین حالت چهار سال زمان لازم است تا یک معدن لوازم و تجهیزات موردنیاز را نصب کند تا بتواند ظرفیت تولید را به مقدار قابل‌توجهی افزایش دهد. این هزینه گزاف تنها امکان استخراج سنگ معدن بیشتر را فراهم می‌کند. فرآیند کردن این مواد به حالت موردنظر به زمان و صرف هزینه بیشتری نیازمند است.

محدودیت‌های بیشتر برای صنعت از ابداع مواد جدید سنتزی که به‌صورت عمدی برای جایگزینی آلیاژهای با عملکرد بالا ساخته‌شده‌اند ناشی می‌شود. برای مثال استفاده از کامپوزیت‌ها در هواپیماها نمونه‌ای از این مورد است که البته راهی طولانی تا جایگزینی کاملاً آلیاژهای با عملکرد بالا در صنایع هوافضا در پیش دارد.

www.Telegram.me/Commodities

تکنولوژی لازم برای فرآیند و شکل‌دهی شمش‌های تیتانیوم و سوپر آلیاژها جدید نیست و حتی در جهان فناوری‌محور و در حال پیشرفت امروز قدیمی نیز محسوب می‌گردد. به این دلیل مقدار زیادی از فلزات دسته اول در ماشین‌کاری به هدر می‌روند و یا مجدداً ذوب‌شده و قالب‌گیری می‌شوند تا به قطعات نهایی تبدیل شوند. تکنولوژی جدیدی که هم‌اکنون درحال‌توسعه و پدیدار شدن است می‌تواند با کم کردن مقدار هدر رفت در هنگام تولید به‌عنوان پیشرانه صنعت عمل کند. بااین‌وجود هزینه این تکنولوژی بسیار بیشتر از هزینه هدر رفت شمش‌ها می‌باشد. بنابراین تکنولوژی جدید با نام مهندسی سه‌بعدی همزمان هم به نفع و هم به ضرر صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا عمل می‌کند.

۶-۳-۳-۱ رشد اقتصاد جهانی (طی بازه ۱۵ ساله)

اقتصاد جهانی به مجموع اقتصادهای ملی کشورهای جهان گفته می‌شود.

در سال ۲۰۱۱ بزرگ‌ترین اقتصادها در جهان با بیش از ۲ تریلیون دلار GDP اسمی به ترتیب ایالات‌متحده آمریکا، چین، ژاپن، آلمان، فرانسه، انگلستان، برزیل، روسیه و ایتالیا بوده‌اند. بزرگ‌ترین اقتصادهای جهان با بیش از ۲ تریلیون دلار ازنظر GDP(PPP) ایالات‌متحده، چین، هند، ژاپن، آلمان، روسیه، انگلستان، برزیل و فرانسه بوده‌اند.

بر اساس پیش‌بینی صندوق بین‌المللی پول اقتصاد جهانی ۳۶/۸ تریلیون دلار از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ انبساط خواهد داشت. دراین‌بین چین بیشترین رشد اقتصادی را دارد و ایالات‌متحده و اتحادیه اروپا پشت سرش قرار می‌گیرند.

جدول ۳- ۲ اقتصادهای بزرگ دنیا را تا سال ۲۰۱۹ بر اساس پیش‌بینی صندوق بین‌المللی پول نشان می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۳-۲- پیش‌بینی اقتصادی جهان تا سال ۲۰۱۹

Rank	Country	Incremental GDP (billions of US$)	Share of Global Incremental GDP
—	*World*	**46,165.405**	**100.0%**
1	China	12,366.135	26.79%
2	United States	7,131.694	15.45%
—	*European Union*	5,035.164	10.91%
3	India	4,090.399	8.86%
4	Japan	1,229.797	2.66%
5	Brazil	1,050.137	2.27%
6	Russia	1,047.633	2.27%
7	Germany	1,009.575	2.19%
8	Indonesia	1,007.972	2.18%
9	Mexico	941.013	2.04%
10	United Kingdom	892.649	1.93%
11	South Korea	870.542	1.89%
12	France	695.627	1.51%
13	Turkey	624.117	1.35%
14	Saudi Arabia	595.145	1.29%
15	Canada	584.486	1.27%
16	Taiwan	503.606	1.09%
17	Australia	452.550	0.98%
18	Nigeria	423.497	0.92%
19	Poland	400.286	0.87%
20	Thailand	376.196	0.81%
21	Philippines	366.810	0.79%
22	Italy	363.060	0.79%

www.Telegram.me/Commodities

Rank	Country	Incremental GDP (billions of US$)	Share of Global Incremental GDP
23	Malaysia	359.558	0.78%
24	Pakistan	337.508	0.73%
25	Colombia	335.760	0.73%
26	Argentina	311.966	0.68%
27	Spain	301.682	0.65%
28	Bangladesh	278.187	0.60%
29	Egypt	276.420	0.60%
30	Vietnam	275.260	0.60%
31	South Africa	266.861	0.58%
32	Peru	264.254	0.57%
33	Iraq	263.876	0.57%
34	Iran	261.454	0.57%
35	Chile	206.357	0.45%
36	Hong Kong	206.149	0.45%
37	Netherlands	192.127	0.42%
38	Singapore	189.142	0.41%
39	Kazakhstan	187.447	0.41%
40	Qatar	181.405	0.39%
41	Algeria	161.614	0.35%
42	United Arab Emirates	159.694	0.35%
43	Sweden	157.830	0.34%
44	Israel	141.170	0.31%
45	Switzerland	131.047	0.28%
46	Romania	126.046	0.27%
47	Morocco	118.915	0.26%
48	Venezuela	118.840	0.26%
49	Sri Lanka	118.266	0.26%
50	Ethiopia	117.635	0.25%
—	*Remaining Countries*	3,096.009	6.71%

www.Telegram.me/Commodities

روندهای جهانی [۲۸] [۲۹]

به گزارش موسسه مطالعات امنیتی اتحادیه اروپا که در بهار سال ۲۰۱۲ میلادی منتشرشده است ۳ روند جهانی وجود دارند که وضعیت جهان را تا سال ۲۰۳۰ دگرگون می‌کنند:

۱. افزایش قدرت انسان‌ها (به‌صورت منفرد)

تا سال ۲۰۳۰ جمعیت دنیا به ۸/۳ میلیارد نفر خواهد رسید. دسترسی تقریباً کامل جهانی به آموزش، آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات، و تکامل نقش زنان در بیشتر کشورها به افزایش قدرت انفرادی افراد و اختیار بیشتر آن‌ها در برابر دولت‌ها کمک خواهد کرد. تقاضا و نگرانی‌های مردم در سراسر دنیا بیشتر به هم نزدیک خواهد شد و تنها بر اساس توانایی دولتشان در پاسخ به آن‌ها متمایز می‌گردد.

۲- پیشرفت بیشتر انسان ولی بااین‌وجود نابرابری، تغییرات اقلیمی و کمیابی

جوامعی غنی با طبقه متوسط شکوفا به‌صورت جهانی ظهور می‌کنند، ولی فقر و محرومیت اجتماعی بخش قابل‌توجهی را آزار خواهد داد. سیستم آموزشی ضعیف و شیوع بیماری‌ها مانع اصلی پیشرفت انسان خواهد بود. بحران اقتصادی می‌تواند تأثیری ماندگار بر استانداردهای زندگی در اروپا و آمریکا گذاشته، و گروهی جدید به نام "فقرای جدید" را به وجود آورد. تغییرات اقلیمی نیز پیامدهایی جدی بر استانداردهای زندگی و امنیت عمومی ازجمله کمبود فزاینده آب و غذا به وجود خواهد آورد. رقابت بر سر منابع می‌تواند موجب ایجاد تنش و ایجاد نزاع میان کشورها شود.

www.Telegram.me/Commodities

۳. دنیای چندقطبی

دنیا در سال ۲۰۳۰ بسیار چندقطبی و چندمرکزی خواهد بود و هیچ قدرتی تسلط جهانی نخواهد داشت. تأثیر کشورها بسیار وابسته به قدرت اقتصادی، سیاسی و پیشرفت اجتماعی آن‌ها است. سیستم بین‌المللی آینده مخلوطی از قدرت سیاسی و همکاری‌های چندجانبه خواهد بود که در آن کشورها اتحادهای مورد به مورد خواهند داشت و بازیگران غیردولتی نقشی مهم را بر عهده خواهند گرفت. باوجوداینکه آگاهی بیشتر از نگرانی-های اصلی بشریت موجب تقاضای بیشتر برای راه‌حل‌های مشترک خواهد شد ولی بعید است این نیاز با عرضه مناسب روبه‌رو شود.

- انتقال قدرت به آسیا

نظم جهانی در دهه‌های پیش رو بسیار با آنچه تا ۲۰ سال قبل شاهد آن بوده‌ایم متفاوت خواهد بود. قدرت از گروه یوروآتلانتیک[۱۳] منتقل خواهد شد و بازیگران فراوانی بدون هیچ قدرت مرکزی مشخصی شکل خواهند گرفت. ایالات‌متحده بزرگ‌ترین قدرت نظامی در جهان باقی خواهد ماند و همچنین مهم‌ترین بازیگر جهانی، ولی ظرفیت آن برای مواجهه با مشکلات بزرگ به توانایی این کشور در همکاری با سایر کشورها برمی‌گردد.

در سال ۲۰۳۰ دنیا چندقطبی خواهد بود. قدرت بیش‌ازپیش بین قدرت‌های بزرگ و میانی تقسیم خواهد شد. تسلط ایالات‌متحده به‌احتمال‌زیاد پایان خواهد یافت و هیچ قدرت دیگری هم جایگزین آن نخواهد شد. پایان عصر ابرقدرت‌ها به‌تمامی کشورها قدرت مانور بیشتری در عرصه بین‌الملل خواهد داد. این موضوع موجب ایجاد فرصت‌های جدیدی برای قدرت‌های میانی می‌شود تا نقش پررنگ‌تری در سطح بین‌المللی و منطقه‌ای بازی کنند.

[13] Euro-Atlantic

www.Telegram.me/Commodities

انتقال قدرت از منطقه آتلانتیک به منطقه آسیا-اقیانوس آرام به‌احتمال‌زیاد رخ خواهد داد. به روایت عوامل جمعیتی و اقتصادی، چین و هند به‌عنوان دو کشور اصلی با ۳۵ درصد جمعیت و ۲۵ درصد GDP دنیا نقش-آفرینی خواهند کرد. در صورت همکاری مشترک هند و چین که بعید می‌باشد، قرن ۲۱ام می‌تواند "قرن آسیا" لقب بگیرد. به هر شکل، روابط بین این دو غول آسیایی به دلیل اندازه بسیار بزرگ آن‌ها روزبه‌روز برای صلح و پیشرفت اقتصادی آینده اهمیت بیشتری می‌یابد. اگر این دو کشور همکاری نکنند تنش منطقه‌ای ایجاد می‌شود که ایالات‌متحده را به یک بازیگر اصلی در تعادل قدرت آسیا تبدیل خواهد کرد. کشورهای شرق آسیا مانند ژاپن و هند همچنان آمریکا را به‌عنوان رقیب چین هم‌پیمان خود خواهند دانست.

بسیاری از کشورها تا سال ۲۰۳۰ قدرت بیشتری به دست خواهند آورد و بسیاری هم قدرت خود را از دست می‌دهند. با افزایش درجه تعدد قدرت و وابستگی در بین قدرت‌های نوظهور نتایج فعالیت‌های قدرت‌های میانی نقش بسیار مهمی در مناسبات جهانی خواهد داشت.

- دنیایی با قدرت پراکنده

اهمیت نسبی وجوه مختلف قدرت تغییر خواهد کرد، به‌طوری‌که وابستگی بیشتر خواهد شد. قدرت نظامی در مقایسه با بازدهی و رشد پایدار اقتصادی، کارایی کمتری در تحقق اهداف سیاسی خواهد داشت. ثروت هر کشور نقش تعیین‌کننده‌ای در تعیین اثربخشی سیاسی آن کشور در روابط جهانی دارد. سؤال مهم این است که رشد اقتصادی چگونه به ثروت تبدیل می‌شود. ثروت یک کشور تابعی از توانایی آن کشور در گذر از توسعه و متغیر-های تعیین‌کننده‌ای مثل سرمایه تولیدشده، منابع طبیعی و توانایی نیروی انسانی یا همان سرمایه اجتماعی آن کشور است. مقایسه شاخص‌هایی همچون GDP، برابری قدرت خرید و غیره تصویر ناقصی از ثروت و تأثیر جهانی نسبی آن کشور ارائه می‌دهد. سرمایه اجتماعی، که با آموزش و مهارت آغاز می‌شود کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. اگر آگاهی و نه‌فقط اطلاعات موردبررسی قرار گیرند، تفاوت‌های عمیق‌تری بین مناطق، دولت‌ها و

www.Telegram.me/Commodities

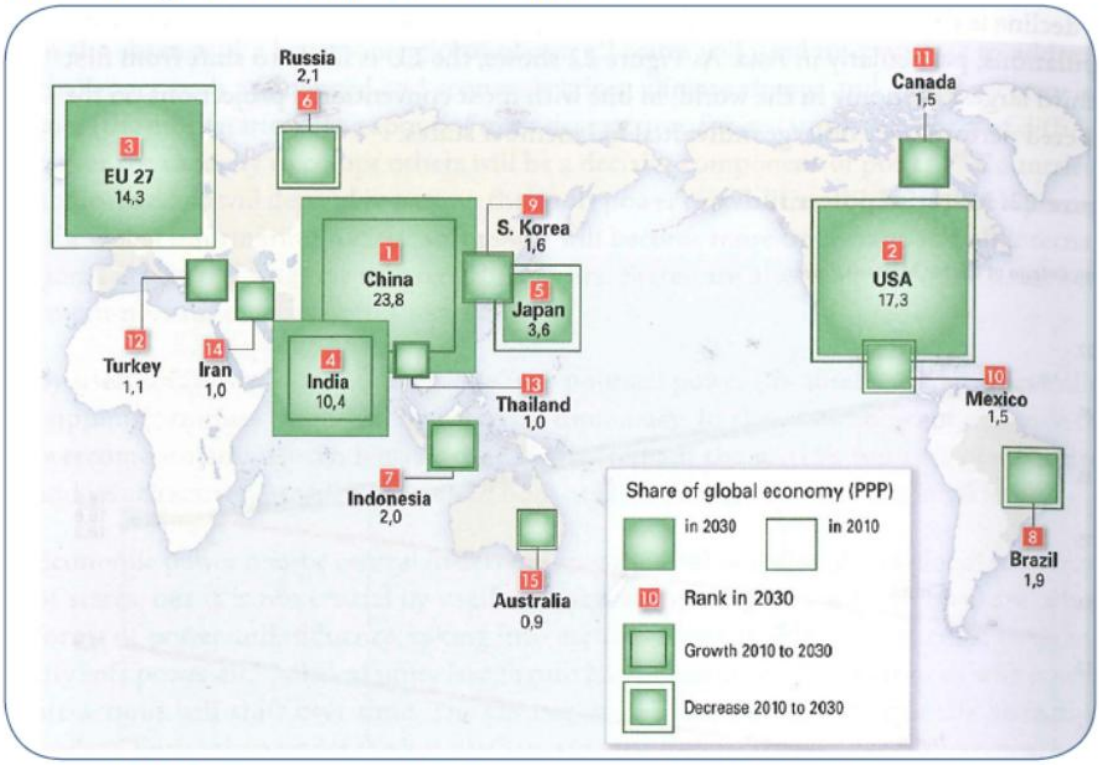
کسب‌وکارهایی که آگاهی راهبردی را تولید و کنترل می‌کنند به وجود می‌آید. درنهایت، چگونگی تقسیم زنجیره تولید بین اقتصادهای بزرگ توزیع قدرت رقابتی را مشخص می‌کند. اثربخشی سیاسی به‌تنهایی به‌واسطه رشد اقتصادی و یا ثروت و اندازه بزرگ افزایش نمی‌یابد.

علاوه بر ثروت مادی و قدرت نظامی، دو عامل قدرت نرم (قدرت برقراری ارتباط مؤثر با سایر کشورها) و توانایی همگرا کردن نظرات داخلی به سمت یک سیاست خارجی همگون جایگاه سیاسی بین‌المللی را تعیین خواهند کرد.

پیش‌بینی می‌شود که توزیع ثروت به سمت پرجمعیت‌ترین کشورهای جهان، به‌ویژه در آسیا، خیزش قدرت-های اقتصادی جدید را رقم خواهد زد.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد این چین است که تا سال ۲۰۳۰ گوی سبقت را از آمریکا خواهد ربود و به بزرگ‌ترین اقتصاد جهان تبدیل خواهد شود و هند نیز به مکان سوم خواهد رسید. شکل ۳-۱۳ تغییرات قدرت مادی را تا سال ۲۰۳۰ نمایش می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities



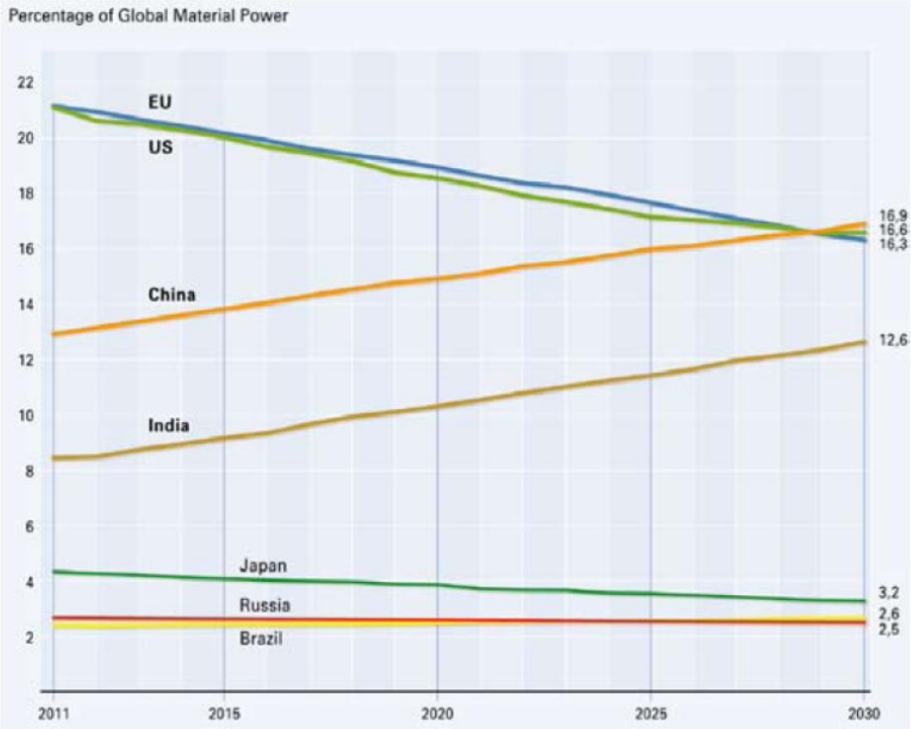
Source: IMF World Economic Outlook database (estimates for 2010). For 2030 projections see Maddison (2007:12).

شکل۳-۱۳- قدرت‌های بزرگ اقتصادی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۳۰

قدرت‌های میانی که طبق پیش‌بینی تا سال ۲۰۳۰ نقش مؤثرتری را بازی خواهند کرد اندونزی، آفریقای جنوبی و ترکیه هستند که به‌صورت جدی در حال افزایش دموکراسی و مدرنیزه کردن سیستم اقتصادی و اجتماعی خود هستند.

قدرت‌های میانی سنتی مانند کانادا و استرالیا قدرت سیاسی خود را حفظ خواهند کرد، و مکزیک هم در صورت غلبه بر برخی مشکلات دولتی چنین وضعی خواهد داشت.

www.Telegram.me/Commodities



Sources: International Futures Forecasts with the Strategic Foresight Project of the Atlantic Council and the US National Intelligence Council. Data from Frederick S. Pardee Centre for International Futures.

شکل۳-۱۴- روند تغییرات قدرت در اقتصاد جهان

برخی نشانه‌ها حاکی از آن است که نیجریه، پاکستان، مصر و ایران ممکن است طی دو دهه آینده به قدرت-های میانی تبدیل شوند. هرچند این کشورها به‌جز ایران از مشکل تأمین کالاهای عمومی برای جمعیت فراوان خود رنج می‌برند. ایران که تا سال ۲۰۳۰ به جمعیت ۸۴ میلیون نفر خواهد رسید با توجه به قرار گرفتن در محل اتصال مهم‌ترین مناطق دنیا، جمعیت بزرگ جوان و آموزش‌دیده و مهاجران آن در سراسر جهان که ارتباط تنگاتنگی با سرزمین مادری خود دارند، می‌تواند در صورت انجام اصلاحات لازم سیاسی و اقتصادی نقش مهمی در عرصه جهانی بر عهده بگیرد. ایران دسترسی خوبی به سوخت‌های فسیلی دارد و جمعیت جوان و تشنه موفقیت آن به دنبال مشاغل بهتر و آزادی بیشتر هستند تا به تمام آنچه پتانسیل آن را دارند برسند. بااین‌وجود

www.Telegram.me/Commodities

اگر نرخ رشد جمعیت کنونی باقی بماند به‌زودی ایران با جمعیتی پا به سن گذاشته و نیروی کار انقباض یافته مواجه می‌شود. آینده اقتصادی کشور وابسته به حل مشکلات با غرب، اصلاحات داخلی و نوسازی زیرساخت‌های کهنه صنعت نفت و سایر صنایع کشور می‌باشد. تا زمانی که تحریم‌ها برقرار باشد ایران مجبور است از تکنولوژی درجه‌دو برای رفع نیازهایش استفاده کند. اگر ایران به‌خوبی عمل نماید طبق پیش‌بینی می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ در رده چهاردهم دنیا ازنظر اقتصادی قرار گیرد.

- همکاری‌های منطقه‌ای

ظرفیت ساختن گروه‌های همکاری منطقه‌ای برای ترویج صلح و پیشرفت اجتماعی در تعیین اثرگذاری کشورها بسیار تعیین‌کننده خواهد بود. برزیل یک قدرت بزرگ در بهترین جایگاه برای تشکیل یک گروه همکاری منطقه‌ای در منطقه آمریکای جنوبی است که البته به همکاری بسیار نزدیک همه کشورهای منطقه احتیاج دارد. ژاپن به همکاری با همسایگان خود ادامه خواهد داد ولی به‌صورت کامل به هیچ گروه منطقه‌ای نخواهد پیوست. روابط این کشور با چین آثار مهمی بر محیط‌زیست دارد و همچنین تعیین‌کننده این است که گروه‌های منطقه‌ای باهم رقابت کنند یا همکاری. چین و هند هر دو برای پیوستن به یک گروه منطقه‌ای با اهداف فراتر از قدرت معمول بسیار بزرگ هستند و برای یک همکاری دوجانبه وسیع نیز نسبت به یکدیگر بسیار بدبین می‌باشند.

قدرت‌های میانی مانند مصر، نیجریه، آفریقای جنوبی و اندونزی با پتانسیل بسیار خوب برای همکاری‌های منطقه‌ای به‌عنوان بازیگران بین‌المللی برمی‌خیزند و درنتیجه اثرگذاری خود را چندین برابر خواهند کرد. اندونزی با داشتن جایگاه مناسب و کلیدی در ASEAN[۱۴] ممکن است دموکراسی را به تک مسئله مهم در ASEAN تبدیل کند و در برابر چین مقاومت نماید. مصر دموکراتیک به‌احتمال‌زیاد یک قدرت منطقه‌ای اصلی در

[14] Association of Southeast Asian Nations

www.Telegram.me/Commodities

خاورمیانه جدید خواهد بود که می‌تواند دنیای عرب را بر ضد اسرائیل متحد کند. اثرگذاری مصر بر دنیای عرب موجب افزایش قدرت این کشور در مواجهه با ایالات‌متحده، اتحادیه اروپا و دیگر کشورهای آسیایی می‌شود.

ترکیه از یک محیط مناسب منطقه‌ای برای مطرح کردن خود به‌عنوان یک قدرت جهانی بهره خواهد برد. ممکن است یک مرکز قدرت میانی با همکاری ترکیه، مصر، ایران و عراق تشکیل شود. این گروه‌ها ممکن است برای رسیدن به اهداف ملی تبدیل به گروه‌های فرا منطقه‌ای شوند. کلمبیا، اندونزی، ویتنام، مصر، ترکیه و آفریقای جنوبی با ایجاد CIVETS این روند را آغاز کرده‌اند. کشورهای CIVETS به دلیل ثبات نسبی سیاسی، اقتصاد پویا و جمعیت جوان آموزش‌دیده در حال جذب سرمایه گذران خارجی هستند. آن‌ها در حال انتشار موج جدیدی از توسعه مشترک می‌باشند.

قدرت‌های کوچک مجبور هستند برای رسیدن به اهداف مشترکشان وارد گروه‌های همکاری منطقه‌ای و حتی فرا منطقه‌ای شوند. گروه 3G که توسط سنگاپور با گردآوردن ۲۸ کشور غیر G20 تشکیل‌شده است تا بر تصمیمات G20 اثر بگذارد از این دسته از گروه‌ها است.

دراین‌بین خطر نزاع بین گروه‌های مختلف در دنیای چندقطبی بسیار زیاد است. این موضوع بیشتر در آسیا اهمیت می‌یابد که هم‌اکنون نیز اولین نشانه‌هایش به چشم می‌خورد: ژاپن با افزایش همکاری خود با آمریکا سعی در تعدیل قدرت روزافزون چین دارد. هند نیز ممکن است به‌صورت مشابه عمل نماید چون اتحاد چین و پاکستان را خطرناک می‌پندارد. آفریقا نیز شاهد خیزش قدرت‌های منطقه‌ای که به دنبال اثرگذاری در کل قاره به‌منظور مقابله با کمبود منابع هستند خواهد بود.

www.Telegram.me/Commodities

هیچ کشور ثروتمندی یا گروهی از کشورهای ثروتمند نیستند که بر دنیا تسلط کامل داشته باشند: نتیجه یک سیستم بین‌المللی تکه‌تکه با بازیگران فراوان خواهد بود. قدرت‌های بزرگ به دنبال مخلوطی از تعادل قدرت با همکاری‌های چندجانبه حتی سیاست‌های خاص یک‌جانبه منطقه‌ای و جهانی خواهند بود.

نکات کلیدی اقتصادی [۳۰]:

آخرین پیش‌بینی Cerb نشان می‌دهد که چین در سال ۲۰۲۸ از ایالات‌متحده پیشی گرفته و به بزرگ‌ترین اقتصاد دنیا تبدیل می‌شود. همچنین هندوستان نیز در سال ۲۰۲۸ با پیشی گرفتن از ژاپن به سومین اقتصاد بزرگ دنیا تبدیل خواهد شد، ولی تنها یک‌پنجم اقتصاد دوم، بزرگی خواهد داشت. در سال ۲۰۱۱ برزیل برای مدت کوتاهی از انگلستان پیشی گرفت و به ششمین اقتصاد دنیا تبدیل شد ولی مجدداً عقب افتاد و به مکان خود بازگشت. بار دیگر در سال ۲۰۲۳ برزیل با درنوردیدن انگلستان و آلمان به اقتصاد پنجم دنیا تبدیل خواهد شد. انگلستان دومین اقتصاد پربازده غرب است. درواقع تنها اقتصاد غربی است که صعود خواهد کرد و در سال ۲۰۱۸ با پیشی گرفتن از فرانسه به پنجمین اقتصاد دنیا تبدیل خواهد شد. پس‌ازآن در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۸ با رشد فزاینده هند، برزیل مجدداً به رتبه هفتم نزول خواهد کرد. در سال ۲۰۲۸ اقتصاد انگلستان تنها ٪۳ از اقتصاد آلمان کوچک‌تر است و به‌احتمال‌زیاد با پیشی گرفتن از آلمان در سال ۲۰۳۰ به بزرگ‌ترین اقتصاد اروپای غربی تبدیل خواهد شد. با فرض باقی ماندن اتحادیه اروپا، ضعیف شدن پول و برای برخی کشورها تغییرات عوامل جمعیتی نامساعد به اقتصاد ضربه خواهد ضد. در صورت فروپاشی اتحادیه اروپا وضع آلمان به‌مراتب بهتر و سایر کشورهای اروپایی بدتر خواهد بود. با فرض حفظ یورو آلمان از مکان چهارم در سال ۲۰۱۳ به مکان ششم در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۲۳ سقوط خواهد کرد. برای فرانسه سقوط شدیدتر خواهد بود به شکلی

www.Telegram.me/Commodities

که از مکان پنجم در سال ۲۰۱۳ به مکان هشتم در سال ۲۰۱۸ و دهم در سال ۲۰۲۳ و مکان سیزدهم در سال ۲۰۲۸ سقوط خواهد کرد. همچنین ایتالیا از مکان هشتم در سال ۲۰۱۳ به مکان پانزدهم در سال ۲۰۲۸ و اسپانیا نیز از مکان سیزدهم به مکان هجدهم نزول خواهند کرد. تا سال ۲۰۱۸ اقتصادهای نوظهور به پیشرفت ادامه می‌دهند. روسیه به مکان ششم، هند نهم، مکزیک دوازدهم،کره سیزدهم و ترکیه هفدهم دست خواهند یافت. تایلند نیز با ورود به ۳۰ اقتصاد برتر به مکان بیست و هفتم می‌رسد. در سال ۲۰۲۳ هند و برزیل با پیشرفت فراوانی به ترتیب به مکان‌های چهارم و پنجم خواهند رسید. در سال ۲۰۲۸ نظم جدیدی را شاهد خواهیم بود. چین به مکان اول رسیده، هند سوم است و مکزیک نیز به جمع ده اقتصاد برتر راه یافته است. کره و ترکیه نیز به ترتیب یازدهم و دوازدهم هستند و از فرانسه پیشی گرفته‌اند.

۶-۳-۳-۲ رتبه‌بندی صنعت سوپرآلیاژ ازنظر ارزش‌افزوده در جهان

با توجه به آنچه گفته شد صنعت سوپر آلیاژ با فرض اندازه بازار ۳۰۰ کیلوتن و میانگین قیمت ۷۵ دلار برای هر کیلوگرم از آلیاژها (ریختگی و کارشده) یک صنعت ۲۲/۵ میلیارد دلاری به شمار می‌رود. این یعنی چیزی در حدود ۰/۰۲۹ درصد از کل اقتصاد جهانی در سال ۲۰۱۴ میلادی که حدود ۷۷۳۵۰ هزار میلیارد دلار برآورد شده است.

رتبه بندی صنایع بر اساس ارزش افزوده نه تنها در ایران بلکه در جهان نیز انجام نمی‌گیرد که دلیل آن تفاوت بسیار ارزش افزوده برای کارخانه‌های مختلف است که موجب انحراف معیار شدید عدد فرضی گزارش شده خواهد شد و عملا آن را بی ارزش می‌سازد.

www.Telegram.me/Commodities

با این وجود، با در نظر گرفتن مقادیر ۵۰ و ۱۲۰ دلار بر کیلوگرم به ترتیب به عنوان قیمت‌های میانگین آلیاژهای ریختگی و کار شده و ۱۲ دلار بر کیلوگرم برای نیکل مقدار میانگین ارزش افزوده در صنعت سوپر آلیاژ برای آلیاژهای ریختگی در حدود ٪۵۰۰ و برای آلیاژهای کارشده حدود ٪۱۰۰۰ بدست می‌آید. این در حالی است که صنعت فولاد در بهترین شرایط ٪۲۵۰ ارزش افزوده ایجاد می‌کند. لازم به ذکر است که در تعریف ارزش افزوده با توجه به اینکه تغییرات قیمت در نظر گرفته می‌شود تمام هزینه‌های واحد تولید کننده نیز وارد شده است.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۳-۳ رتبه‌بندی صنعت سوپرآلیاژ ازنظر ارزش‌افزوده در کشورهای درحال‌توسعه

کشور درحال‌توسعه یا کشور رو به رشد کشوری است با استانداردهای نسبتاً پایین زندگی، پایه صنعتی توسعه‌نیافته، و شاخص پایین توسعه انسانی[۱۵](HDI) . این اصطلاح با عبارات قبلی ساخته‌شده در این مورد تفاوت دارد، ازجمله با اصطلاح جنگ سرد که جهان سوم را تعریف نموده و معنای ثانویه‌ای را به ذهن می‌آورد که منفی است. مترادف دیگر اصطلاح کشور درحال‌توسعه عبارت است از کشور کمتر توسعه‌یافته[۱۶] (LDC) یا کشور کمتر توسعه‌یافته ازلحاظ اقتصادی[۱۷](LEDC) . کشور کمتر توسعه‌یافته ازلحاظ اقتصادی اصطلاحی است که از طرف جغرافیدانان جدید برای توصیف کشورهایی استفاده می‌شود که به‌طور دقیق‌تر به‌عنوان کشورهای درحال‌توسعه طبقه‌بندی‌شده‌اند با این خصوصیت که آن‌ها ازلحاظ اقتصادی کمتر توسعه‌یافته‌اند، و معمولاً بیشترین همبستگی را با عوامل دیگری همچون توسعه پایین انسانی دارند.

دراین‌بین کشورهای روسیه، چین، هند و برزیل که جزو کشورهای درحال‌توسعه به شمار می‌روند از کشور-های پیشرو در بازار آلیاژهای با عملکرد بالا به شمار می‌روند. نکته جالب اینجاست که این چهار کشور بیشترین نرخ رشد را در مصرف این آلیاژها در ۱۰ سال آینده خواهند داشت. پیش‌بینی می‌شود نرخ رشد مرکب برای تمامی آن‌ها در این بازه زمانی بیش از ٪۷ باشد.

[15] Human Development Index

[16] less developed countries

[17] less economically developed country

www.Telegram.me/Commodities

جدول۳-۳– خلاصه پیش بینی بازارهای منتخب کشورهای درحال‌توسعه در آلیاژهای با عملکرد بالا تا سال ۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR[۱۸])

Sales (kt)	2013	2018	2023	CAGR %
China	21.3	31.1	45.5	7.9%
Russia	21.3	30.3	43.4	7.4%
Brazil	17.0	23.4	33.8	7.1%
India	12.8	18.0	25.8	7.3%
ROW	17.0	19.2	22.6	2.9%
Global	425.0	523.9	657.5	4.5%

بدین ترتیب این صنعت ۱/۶ میلیارد دلار برای هر یک از کشورهای چین و روسیه ، ۱/۳ میلیارد دلار از اقتصاد کشور برزیل و ۱ میلیارد دلار از اقتصاد کشور هند را شامل می‌شود. سایر کشورها درمجموع دارای بازاری ۱/۳ میلیارد دلاری از این صنعت می‌باشند که برابر با این مقدار برای کشور برزیل است.

بدین ترتیب این کشورها درمجموع یک بازار ۶/۸ میلیارد دلاری را شامل می‌شوند.

۶-۳-۳-۴ تولید کل سوپرآلیاژها در جهان (طی بازه ۱۵ ساله)

جدول ۳-۴– خلاصه پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا تا سال ۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط مرکب)

Sales (kt)	2013	2018	2023	CAGR %
Global	425.0	524.0	657.7	4.5%

[18] Compound Annual Growth Rate

www.Telegram.me/Commodities

بازار جهانی آلیاژهای با عملکرد بالا در سال ۲۰۱۳ مقدار ۴۲۵ کیلوتن بوده است و در پایان دوره پیش‌بینی‌شده با ۲۳۲/۷ کیلوتن افزایش به ۶۵۷/۷ کیلوتن خواهد رسید. اگر با همین روند رشد صنعت سوپر آلیاژ در سال‌های بعد نیز ادامه یابد این مقدار به حوالی ۸۹۰ تا ۹۰۰ کیلوتن خواهد رسید که البته امکان معرفی مواد جدید بر این مقدار اثر خواهد گذاشت. در این مدت نرخ رشد مرکب متوسط ۴/۵ ٪ در نظر گرفته‌شده است که به معنای یک رشد مطمئن در صنعتی است که به مقدار زیادی وابسته به بودجه مصرف‌کنندگانش می‌باشد.

رشد حاصل برای یک محصول فلزی بسیار ملایم و محدود است که تا حدودی از ظرفیت تولیدکنندگانی که عرضه این آلیاژها را به عهده‌دارند نشأت می‌گیرد. صنعت معدن وارد یک دوره‌ی ایستا از ریسک‌پذیری و ایجاد پروژه‌های جدید شده است. احتمالاً در ۶ تا ۷ سال آینده شاهد پایان این دوره خواهیم بود. تمام شرکت‌های معدنی هم‌اکنون دوران دشواری را سپری می‌کنند که دلیل آن ورود به پروژه‌های جاه‌طلبانه قبل از دوره رکود جهانی بوده است. این به معنی محدودتر شدن عرضه آلیاژهای با عملکرد بالا است زیرا شرکت‌های معدنی از عملیات غیرضروری مانند جمع‌آوری سنگ معدن تیتانیوم، نیکل و کبالت به‌عنوان محصول جانبی آن کنار می-روند. این محدودیت در عرضه یک پویایی جالب بین صنایع وابسته ایجاد می‌کند.

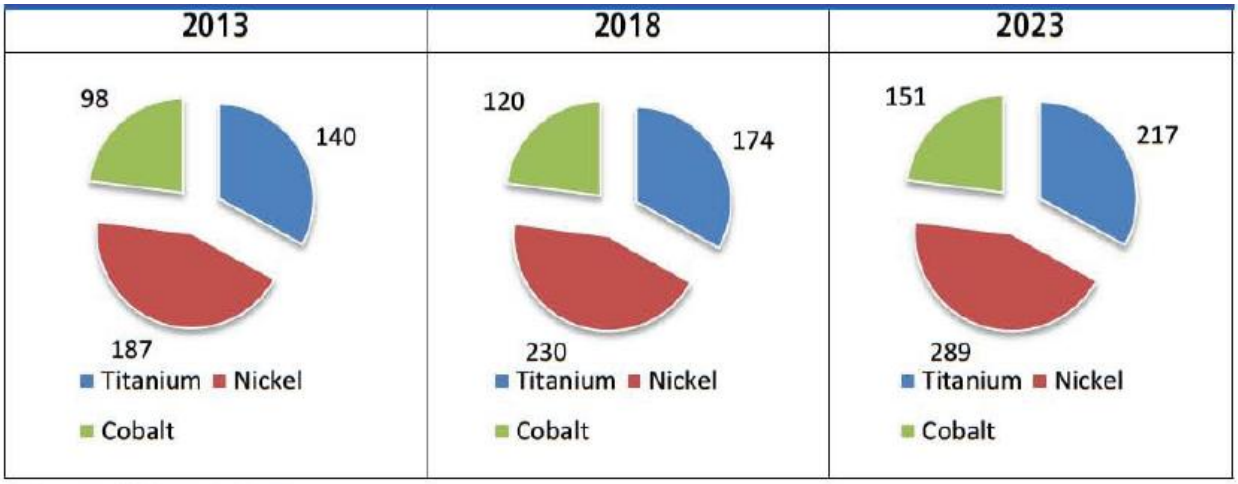
به‌طورکلی نشانه‌های کاملاً مشخصی از رشد صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا به چشم می‌خورد که بیشتر این رشد در کشورهای درحال‌توسعه اتفاق می‌افتد ولی عمده مصرف همچنان در اقتصادهای غربی رخ می‌دهد که به دلیل تجربه آن‌ها، قابلیت تولید با فناوری بالا و نیروی کار متخصص است. این پویایی اندکی تغییر می‌کند و بازارهای اروپایی همگی کوچک خواهند شد ولی بازار آمریکای شمالی ازنظر سهم از بازار ثابت خواهد ماند.

www.Telegram.me/Commodities

پیش‌بینی ترکیب فلزات در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا

جدول ۳-۵– خلاصه پیش‌بینی ترکیب آلیاژهای با عملکرد بالا تا سال ۲۰۲۳

Sales (kt)	2013	2018	2023
Titanium	**140.3**	**173.7**	**217.1**
Nickel	**187.0**	**230.2**	**289.3**
Cobalt	**97.8**	**120.1**	**151.3**
Global	**425.1**	**524.0**	**657.7**



شکل۳-۱۵– خلاصه پیش‌بینی ترکیب آلیاژهای با عملکرد بالا تا سال ۲۰۲۳

طبق پیش‌بینی در بازه ۱۰ ساله موردبررسی ترکیب فلزات موردنظر، یعنی تیتانیوم، نیکل و کبالت بسیار اندک تغییر می‌کند. این نسبت تقریباً ثابت و برابر با: ٪۳۳ تیتانیوم، ٪۴۴ نیکل و ٪۲۳ کبالت می‌باشد. نسبت نیکل و کبالت به‌شدت وابسته به یکدیگرند زیرا کبالت محصول جانبی حفاری معدن نیکل است، در کنار این نسبتی از این فلزات که برای سوپر آلیاژها نیز به کار می‌رود مقدار ثابتی است. بیشتر سوپر آلیاژها مخلوطی از

www.Telegram.me/Commodities

نیکل و کبالت هستند که از نیکل به‌عنوان عنصر بالانس کننده استفاده می‌گردد. آلیاژهای تیتانیوم هم به همین شکل هستند و در آن‌ها نیکل و کبالت وجود دارد. این ارتباط تنگاتنگ بین عناصر موجب می‌شود که نسبت به‌کاررفته از آن‌ها در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا مقدار ثابتی باقی بماند. بنابراین در طول یک دهه و حتی پس‌ازآن تا سال ۲۰۳۰ نسبت به‌کاررفته از این مواد ثابت باقی خواهد ماند.

پیش‌بینی زیربازارها در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا

جدول ۳-۶- خلاصه پیش‌بینی زیربازارهای صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا (کیلوتن، نرخ رشد متوسط ترکیبی)

Sales (kt)	2013	2018	2023	CAGR %
Aerospace	212.5	266.6	309.1	3.8%
Industrial	138.1	159.8	210.5	4.3%
Energy	38.3	49.8	72.3	6.6%
Medical	21.3	29.7	46.0	8.0%
Other	14.9	18.1	19.7	2.9%
Global	425.0	524.0	657.7	4.5%

در دهه آینده بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آلیاژهای با عملکرد بالا صنعت هوافضا خواهد بود و پشت سر آن بخش صنعتی قرار می‌گیرد. این دو زیرگروه از بازار رهبران بازار هستند و باهم بر سر منابع محدود آلیاژهای با عملکرد بالا رقابت خواهند کرد. یک افزایش قابل‌توجه تقاضا در یکی از آن دو موجب انقباض دیگری می‌گردد و این روندی است که برای دهه پیش رو پیش‌بینی می‌شود. باوجوداینکه این دو زیرگروه بزرگ‌ترین سهم از بازار را در اختیار دارند ولی کمترین رشد را به خود اختصاص داده‌اند. بخش پزشکی بیشترین نرخ رشد ترکیبی را با

www.Telegram.me/Commodities

مقدار ۸٪ در اختیار دارد و تناژ مورداستفاده در این بازار تا ۱۰ سال دیگر دو برابر خواهد شد. صنایع تولید انرژی در پشت بخش پزشکی قرار می‌گیرند که مصرف اصلی آن در توربین‌های تولید الکتریسیته با استفاده از بارگذاری گاز یا انرژی هسته‌ای می‌باشد. این دو صنعت بیشترین نرخ رشد را دارند زیرا به‌جای وابستگی به میزان تولید جهانی سوپرآلیاژ به تغییرات جمعیت شناختی وابسته هستند. جمعیت جهان به‌صورت پیوسته بیشتر و پیرتر می‌شود. افزایش سن تقاضای زیادی را در بخش خدمات پزشکی به‌خصوص بخش پزشکی استخوان ایجاد می‌کند که در آن آلیاژهای با عملکرد بالا جایگزین استخوان می‌گردند. همچنین افزایش جمعیت نیاز به انرژی را بیشتر می‌کند که پاسخ به آن در استفاده از توربین‌های هسته‌ای و گازی می‌باشد که با توجه به بالا رفتن قیمت‌ها و پدیده گرمایش جهانی توجه را از زغال‌سنگ به خود معطوف کرده‌اند.

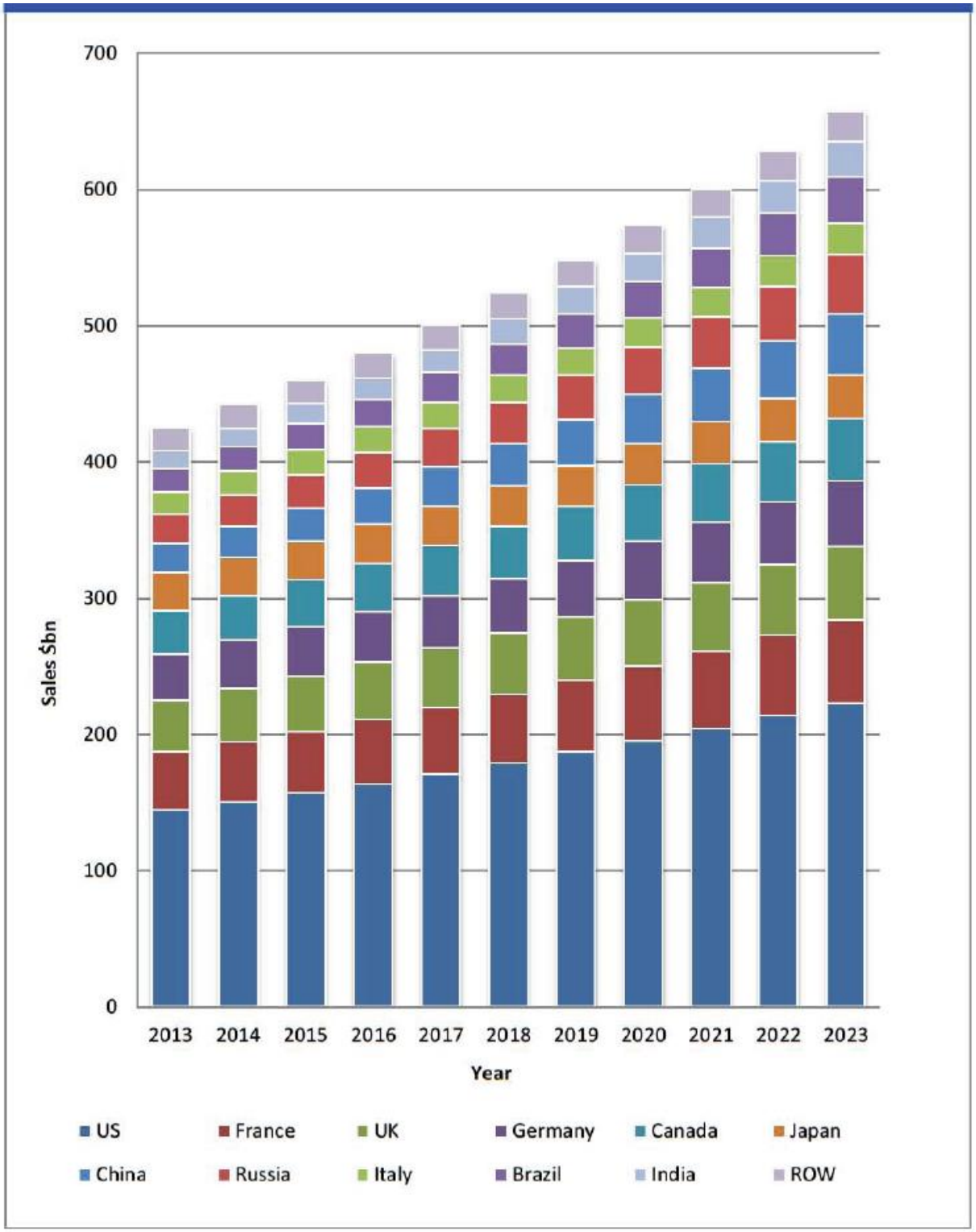
www.Telegram.me/Commodities

۶-۳-۳-۵ سهم تولید، مصرف ظاهری، واردات و صادرات سوپرآلیاژها به تفکیک کشورهای منتخب (طی بازه ۱۵ ساله) و جایگاه این صنعت در اقتصاد این کشورها

جدول ۳-۷– پیش‌بینی بازارهای پیشرو در آلیاژهای با عملکرد بالا (کیلوتن، نرخ رشد متوسط)

Sales kt	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
US	**144.5**	**150.6**	**157.0**	**163.9**	**171.2**	**179.0**	**187.0**	**195.5**	**204.3**	**213.4**	**222.9**
AGR (%)	4.0%	4.2%	4.3%	4.4%	4.5%	4.6%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%	4.5%
France	**42.5**	**43.9**	**45.3**	**46.9**	**48.6**	**50.5**	**52.5**	**54.7**	**56.9**	**59.1**	**61.4**
AGR (%)	3.3%	3.2%	3.4%	3.4%	3.6%	3.9%	4.1%	4.2%	4.0%	3.9%	3.8%
UK	**38.3**	**39.4**	**40.7**	**42.0**	**43.5**	**45.0**	**46.6**	**48.3**	**50.1**	**51.8**	**53.7**
AGR (%)	3.2%	3.1%	3.2%	3.3%	3.4%	3.5%	3.6%	3.7%	3.7%	3.5%	3.6%
Germany	**34.0**	**35.1**	**36.2**	**37.4**	**38.6**	**39.9**	**41.3**	**42.7**	**44.3**	**45.8**	**47.5**
AGR (%)	3.2%	3.2%	3.2%	3.3%	3.2%	3.4%	3.5%	3.6%	3.6%	3.6%	3.6%
Canada	**31.9**	**33.0**	**34.1**	**35.3**	**36.7**	**38.3**	**40.0**	**41.6**	**43.2**	**44.8**	**46.4**
AGR (%)	3.4%	3.4%	3.4%	3.6%	4.0%	4.4%	4.2%	4.0%	3.9%	3.7%	3.6%
Japan	**27.6**	**28.0**	**28.3**	**28.7**	**29.1**	**29.5**	**29.9**	**30.3**	**30.7**	**31.1**	**31.6**
AGR (%)	1.2%	1.3%	1.3%	1.3%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%
China	**21.3**	**22.9**	**24.7**	**26.6**	**28.7**	**31.1**	**33.6**	**36.3**	**39.1**	**42.2**	**45.5**
AGR (%)	7.5%	7.7%	7.8%	7.9%	8.0%	8.2%	8.1%	8.0%	7.9%	7.9%	7.8%
Russia	**21.3**	**22.8**	**24.4**	**26.3**	**28.2**	**30.3**	**32.6**	**35.0**	**37.7**	**40.4**	**43.4**
AGR (%)	6.9%	7.2%	7.3%	7.4%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	7.4%	7.4%
Italy	**17.0**	**17.5**	**18.1**	**18.6**	**19.2**	**19.8**	**20.4**	**21.0**	**21.6**	**22.3**	**23.0**
AGR (%)	3.2%	3.1%	3.1%	3.0%	3.1%	3.2%	3.1%	3.0%	3.0%	3.1%	3.1%
Brazil	**17.0**	**18.1**	**19.2**	**20.5**	**21.9**	**23.4**	**25.1**	**27.0**	**29.1**	**31.4**	**33.8**
AGR (%)	6.0%	6.3%	6.5%	6.6%	6.8%	7.0%	7.3%	7.5%	7.8%	7.8%	7.8%
India	**12.8**	**13.6**	**14.6**	**15.6**	**16.7**	**18.0**	**19.3**	**20.8**	**22.3**	**24.0**	**25.8**
AGR (%)	6.8%	6.9%	7.0%	7.0%	7.2%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	7.4%
RoW	**17.0**	**17.4**	**17.8**	**18.2**	**18.7**	**19.2**	**19.8**	**20.4**	**21.1**	**21.9**	**22.6**
AGR (%)	2.0%	2.3%	2.4%	2.5%	2.6%	2.6%	3.0%	3.2%	3.5%	3.5%	3.5%
Global	**425.0**	**442.1**	**460.4**	**480.0**	**501.0**	**523.9**	**548.0**	**573.6**	**600.4**	**628.2**	**657.5**
AGR (%)	3.9%	4.0%	4.1%	4.3%	4.4%	4.6%	4.6%	4.7%	4.7%	4.6%	4.7%

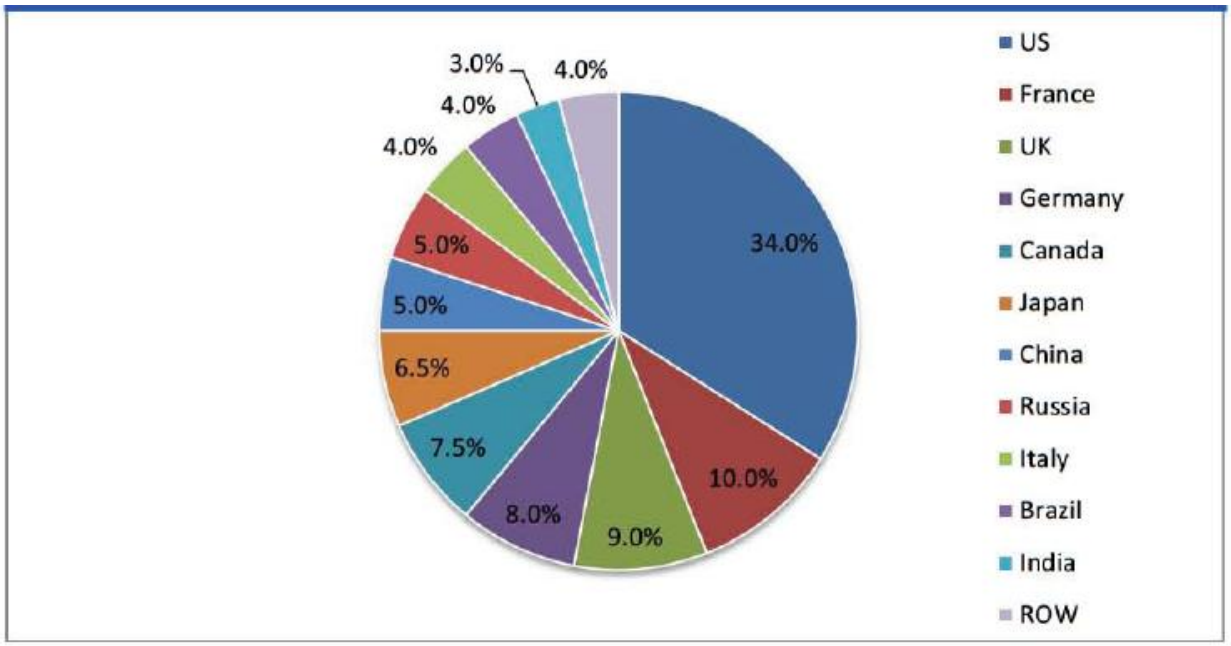
www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۱۶– پیش‌بینی بازارهای پیشرو در آلیاژهای با عملکرد بالا(کیلوتن)

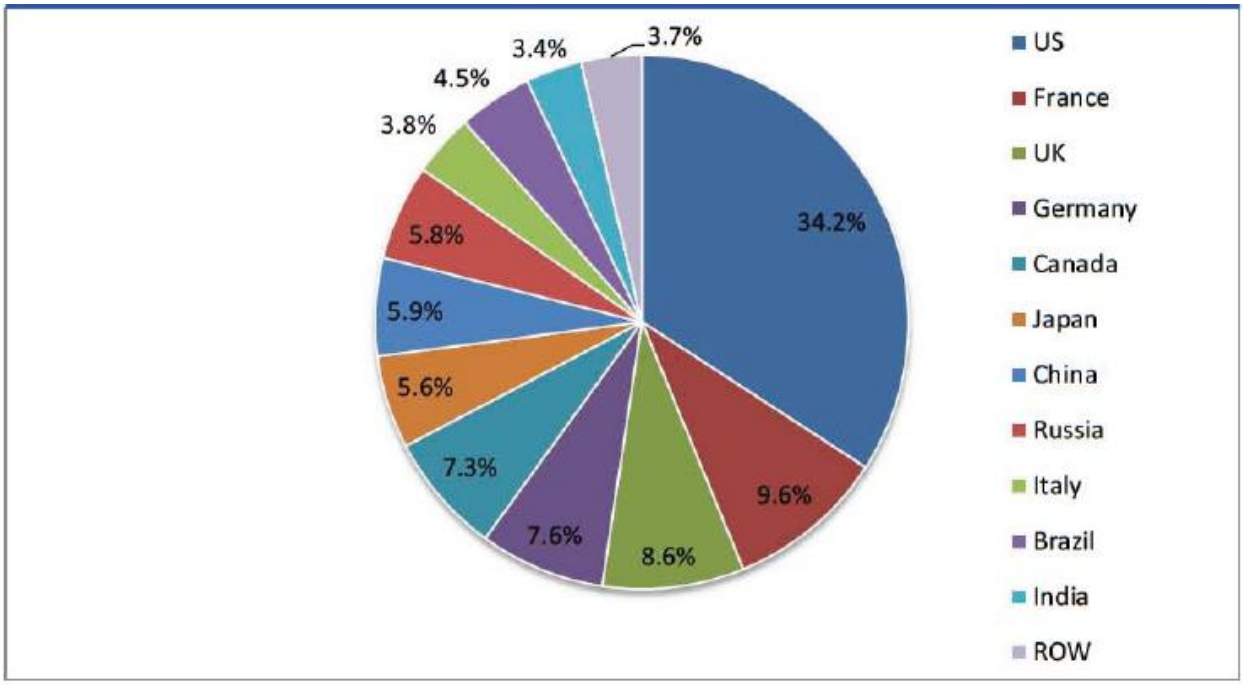
www.Telegram.me/Commodities

پیش‌بینی سهم بازار کشورهای پیشرو در صنعت آلیاژهای پربازده:

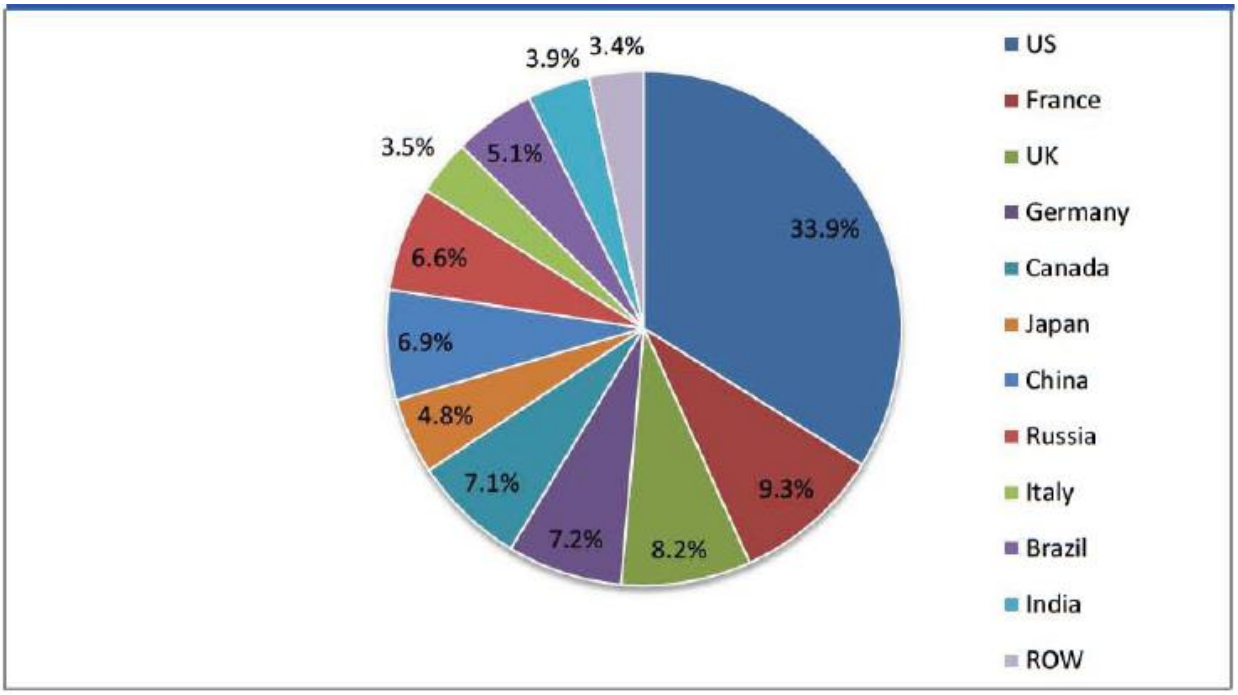


شکل۳-۱۷- سهم بازار کشورهای پیشرو در آلیاژهای با عملکرد بالا در سال ۲۰۱۳ (٪)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۱۸– پیش‌بینی سهم بازار کشورهای پیشرو در آلیاژهای با عملکرد بالا در سال ۲۰۱۸ (٪)



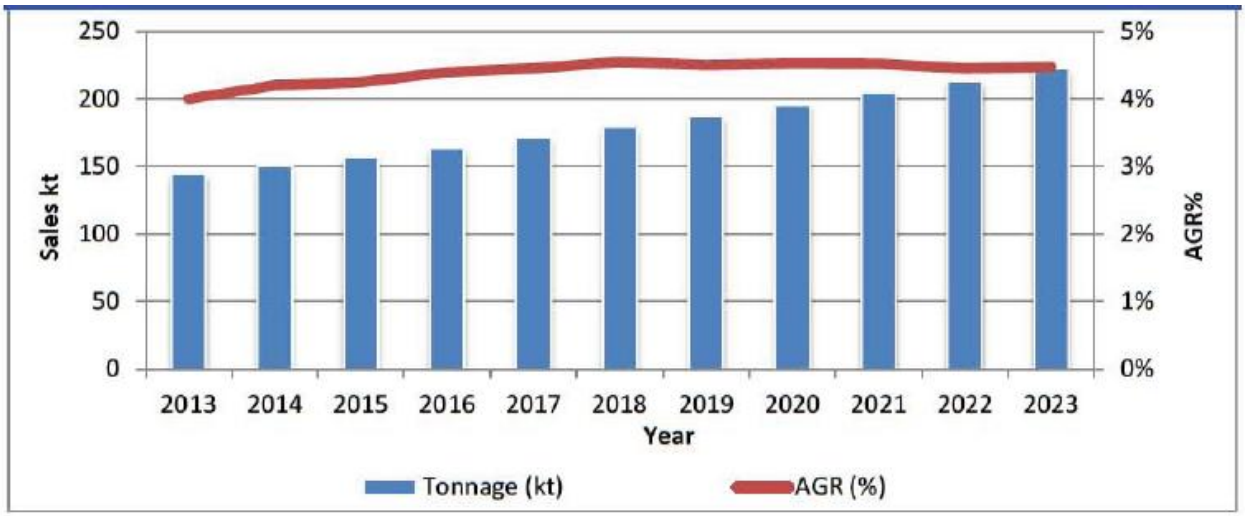
شکل۳-۱۹– پیش‌بینی سهم بازار کشورهای پیشرو در آلیاژهای با عملکرد بالا در سال ۲۰۲۳ (٪)

www.Telegram.me/Commodities

- **ایالات‌متحده**

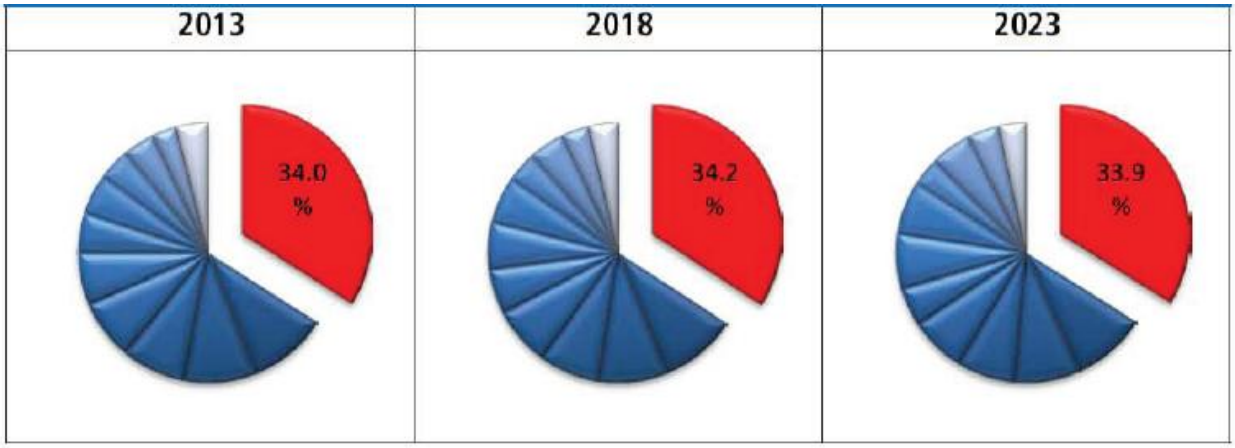
جدول۳-۸– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ایالات‌متحده ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**144.5**	**150.6**	**157.0**	**163.9**	**171.2**	**179.0**	**187.0**	**195.5**	**204.3**	**213.4**	**222.9**	**1989.2**
AGR (%)	**4.0%**	**4.2%**	**4.3%**	**4.4%**	**4.5%**	**4.6%**	**4.5%**	**4.5%**	**4.5%**	**4.5%**	**4.5%**	
CAGR (%) 2013-18			**4.4%**			2018-23			**4.5%**			
CAGR (%) 2013-23						**4.4%**						



شکل۳-۲۰– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ایالات‌متحده ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۲۱– پیش‌بینی سهم ایالات‌متحده در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در ایالات‌متحده:

بازار ایالات‌متحده هم‌اکنون بزرگ‌ترین بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ازنظر تناژ مورداستفاده و سهم بازار جهانی است. برای بازه پیش‌بینی‌شده شاهد حفظ سلطه ایالات‌متحده بر بازار ازنظر سهم بازار هستیم به‌طوری‌که هیچ‌گاه به زیر ٪۳۴ از سهم نمی‌رود ولی از آن بالاتر نیز قدم نمی‌گذارد. باوجوداینکه ایالات‌متحده ازنظر سهم بازار رشدی نمی‌کند ولی میزان تناژ مصرفی خود از آلیاژهای تیتانیوم، نیکل و کبالت را ٪۵۴ افزایش خواهد داد. میزان افزایش تناژ در طول این دهه ۷۸/۴ کیلوتن خواهد بود که به‌خودی‌خود از میزان مصرف دومین مصرف‌کننده سوپرآلیاژها در جهان یعنی فرانسه که طبق پیش‌بینی ۶۱/۴ کیلوتن مصرف خواهد داشت، بیشتر است. بااین‌وجود این میزان زیاد در افزایش مصرف تبدیل به یک نرخ رشد بزرگ در طول سال‌های پی‌درپی نمی‌شود. نرخ رشد متوسط مرکب (CAGR%) میزان ۴/۵ ٪ و یک رشد ملایم را در صنعت سوپر آلیاژ ایالات‌متحده نشان می‌دهد. این میزان حدود ٪۱ از CAGR کشورهای اروپایی به‌صورت مستقل بهتر است ولی ۳ تا ۴ ٪ کمتر از قدرت‌های نوظهور یعنی برزیل، روسیه، چین و هند می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

در دوره ۴ ساله ابتدای بازه صنعت هوافضا مجدداً توسط بخش هواپیماهای کوتاه برد داخلی و بخش جت‌های تجاری(شخصی) که قبلاً بسیار محتاط عمل می‌کردند شکوفا می‌گردد. همچنین بهبود شرایط اقتصاد کلان موجب افزایش تقاضا در کالاهای مصرفی شده و به‌موجب آن کارخانه‌ها، تولید بیشتر و وارد چرخه کردن بخش-های غیرفعال تولید را از سر می‌گیرند که البته در دوره ۴ ساله میانی رخ خواهد داد. در این دوره بخش انرژی نرخ رشد استفاده از آلیاژهای با عملکرد بالا را افزایش می‌دهد زیرا همزمان گاز شیل به‌وفور با تکنولوژی‌های نوین تولید می‌شود که موجب زیادشدن تعداد نیروگاه‌های گازی در ایالات‌متحده می‌گردد.

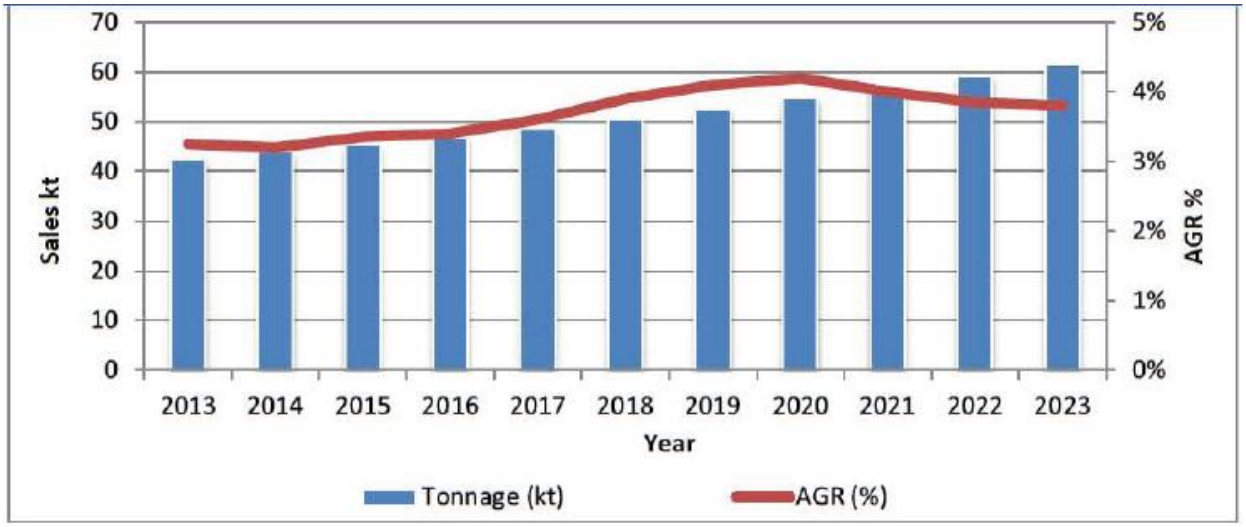
در دوره بلندمدت ایالات‌متحده با سرعت بیشتری به رشد خود ادامه می‌دهد ولی CAGR اندکی کاهش می-یابد که دلیل آن تغییرات پویا در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا می‌باشد. بخش هوافضا پس از نوسازی ناوگان شرکت‌های هوایی در دوره میان‌مدت بیشتر بر نگهداری تمرکز خواهد کرد که تقاضا از سوی این بخش را کاهش خواهد داد و درنتیجه CAGR اندکی کاهش می‌یابد. بیشتر نرخ رشد ازدست‌رفته در بخش هوافضا توسط بخش صنعتی ایالات‌متحده جبران می‌شود. بخش صنعتی در پایان دوره توسط بخش انرژی همراهی می‌شود که خودش از دوره شکوفایی گازی به دوره شکوفایی هسته‌ای وارد می‌گردد زیرا اولین راکتورهای ماژولار تضمین‌شده توسط دپارتمان انرژی ایالات‌متحده طبق برنامه در پایان این دوره وارد شبکه می‌شوند. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰ با حفظ این روند رشد، مصرف این آلیاژها در آمریکا به ۳۰۳/۳ کیلوتن در سال برسد.

www.Telegram.me/Commodities

- **فرانسه**

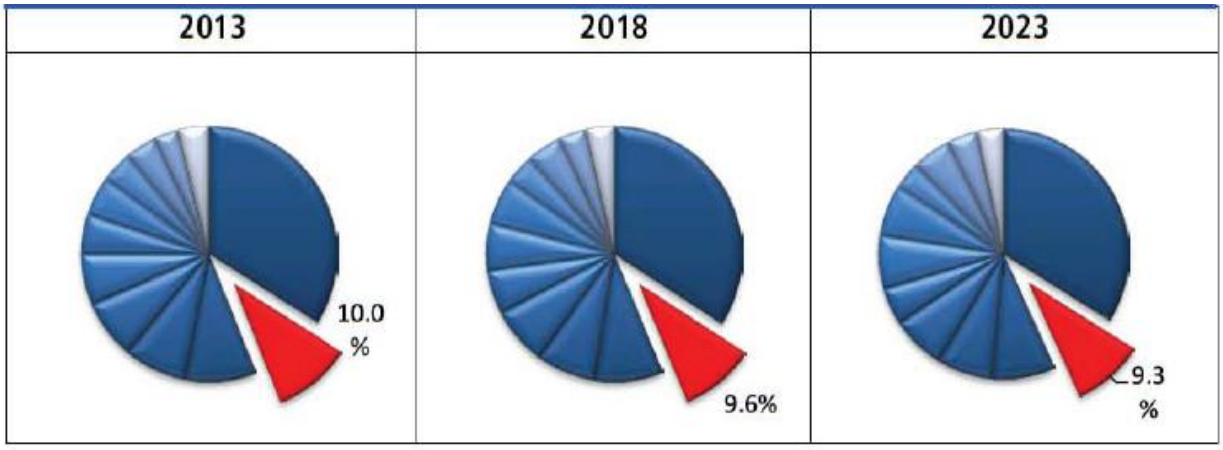
جدول ۳-۹– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا **فرانسه** ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**42.5**	**43.9**	**45.3**	**46.9**	**48.6**	**50.5**	**52.5**	**54.7**	**56.9**	**59.1**	**61.4**	**562.2**
AGR (%)	**3.3%**	**3.2%**	**3.4%**	**3.4%**	**3.6%**	**3.9%**	**4.1%**	**4.2%**	**4.0%**	**3.9%**	**3.8%**	
CAGR (%) 2013-18			**3.5%**			2018-23			**4.0%**			
CAGR (%) 2013-23						**3.7%**						



شکل۳-۲۲– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا فرانسه ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۲۳– پیش‌بینی سهم بازار فرانسه در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در فرانسه:

بازار فرانسه برای آلیاژهای با عملکرد بالا هم‌اکنون بزرگ‌ترین بازار اروپا با در نظر گرفتن روسیه ازنظر سهم بازار و تناژ مصرف است. در طول بازه ده‌ساله موردبررسی شاهد آن هستیم که فرانسه نقش خود را به‌عنوان پیشرو کشورهای اروپایی ازنظر سهم بازار حفظ خواهد کرد؛ ولی میزان آن از ٪۱۰ در ابتدای دوره به ٪ ۹/۳ کاهش می‌یابد. فرانسه همچنین بیشترین نرخ رشد متوسط مرکب را بدون در نظر گرفتن روسیه به میزان ٪ ۳/۷ در این دوره نمایش می‌دهد که بین ۰/۲ تا ۰/۳ ٪ بیشتر از سایر پیشروهای اروپایی است. در طول دوره ده‌ساله فرانسه میزان مصرفش را ٪۴۴ بیشتر خواهد کرد یعنی از ۴۲/۵ کیلوتن در ابتدا به ۶۱/۴ کیلوتن در انتها خواهد رسید. بااین‌وجود در سال ۲۰۲۳ ایالات‌متحده ۲/۵ برابر بیشتر از فرانسه از این آلیاژها مصرف خواهد کرد. فرانسه عضوی از صنعت اروپایی به شمار می‌رود که سعی دارد در مورد صنایع اصلی خود مانند هوافضا به‌صورت متحد عمل کند. وقتی فرانسه با سایر همتایان اروپایی خود به‌جز روسیه ترکیب می‌شود سهم آن‌ها به ٪۳۱ از بازار جهانی در سال ۲۰۲۳ می‌رسد و به‌عنوان یک رقیب جدی برای ایالات‌متحده عمل می‌کنند.

www.Telegram.me/Commodities

در دوره کوتاه‌مدت فرانسه به دلیل سایه وضعیت بد اقتصاد کلان در اروپا کمترین میزان CAGR خود را تجربه می‌کند. بااین‌وجود به دلیل تقاضا در بخش هوافضا مانند ایالات‌متحده نرخ رشد ترکیبی حتی در این دوره نیز بالاتر از میزان متوسط ملی است. ایالات‌متحده برای رشد خود وابسته به بوئینگ است و فرانسه وابسته به ایرباس. یکی از صنایع پیشگام دیگر در فرانسه صنعت هسته‌ای است. باوجوداینکه گاز و زغال‌سنگ منابع اصلی تأمین الکتریسیته در دنیا هستند فرانسه ٪۸۰ از الکتریسیته خود را از انرژی هسته‌ای تأمین می‌کند. بااین‌وجود ترکیب این دو صنعت هم نمی‌تواند به فرانسه در افزایش نرخ رشد ترکیبی کمک کند زیرا بخش صنعتی به دلیل شرایط بد اقتصادی دچار رکود است. همچنین امکان فسخ قرارداد ۱۵ میلیارد دلاری بین شرکت Dassault فرانسه و هندوستان هم وجود دارد که اوضاع را وخیم‌تر خواهد کرد.

فرانسه بیشترین نرخ رشد ترکیبی را در دوره میان‌مدت تجربه خواهد کرد که میزان آن ۳/۹ ٪ خواهد بود. این رشد ناشی از بخش انرژی و هوافضا است. باوجوداینکه فرانسه از پیشگامان انرژی هسته‌ای است ولی به دلیل نگرانی‌های محیطی سعی دارد وابستگی خود را به آن کم کند و همچنین یک‌سوم از راکتورهای فرانسه نیز به زمان تعطیلی خود نزدیک می‌شوند.

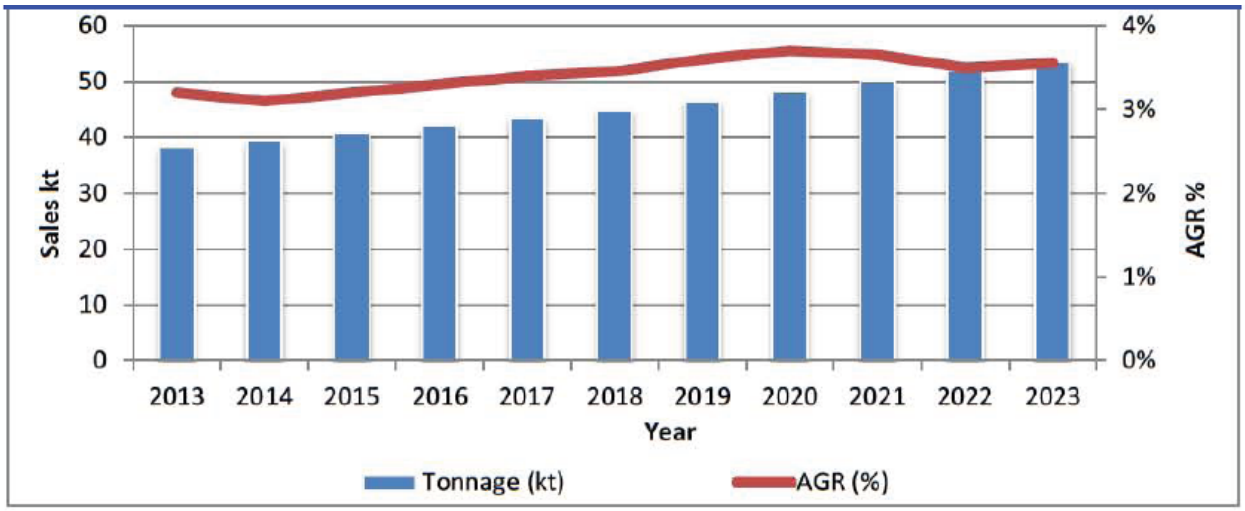
در دوره بلندمدت به دلیل مشکلات شرکت‌های اروپایی هوافضایی برای ادغام، آن‌ها نمی‌توانند با غول‌های آمریکایی رقابت کنند و درنتیجه نرخ رشد متوسط ترکیبی پایین می‌آید. البته صادرات تکنولوژی هسته‌ای فرانسه به خاورمیانه تا حدی این موضوع را جبران می‌کند ولی نه به‌صورت کامل. برخلاف امریکا که از ذخایر شیل استفاده خواهد کرد فرانسه به دلیل قابلیت واردات گاز ارزان از همسایگانش از این منبع استفاده نخواهد کرد و درنتیجه این منبع نو نقشی در رشد مصرف آلیاژهای با عملکرد بالا در این کشور نخواهد داشت. با حفظ همین روند رشد میزان مصرف تا سال ۲۰۳۰ برای فرانسه به ۷۹/۲ کیلوتن در سال خواهد رسید.

www.Telegram.me/Commodities

- انگلستان

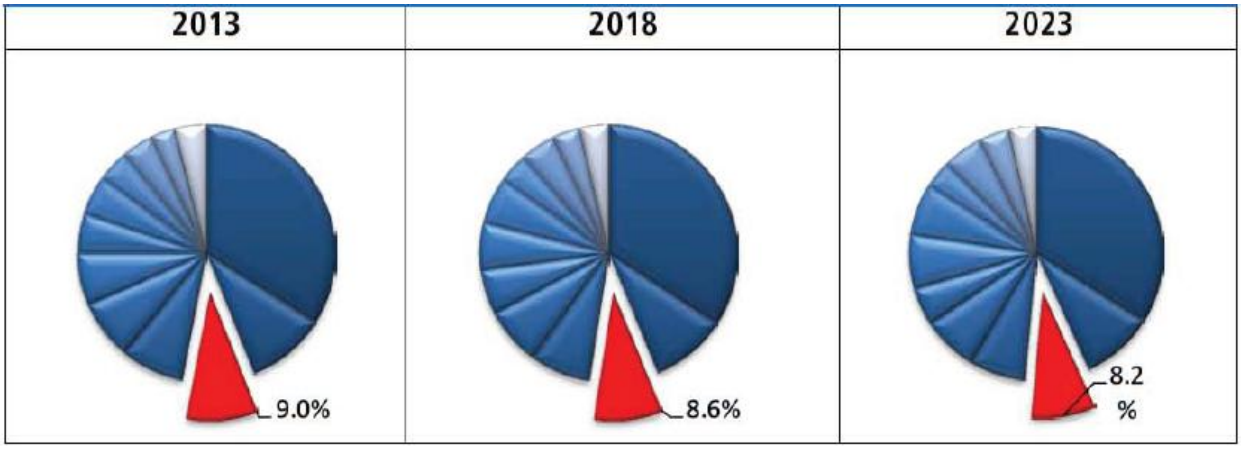
جدول ۳-۱۰– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا انگلستان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**38.3**	**39.4**	**40.7**	**42.0**	**43.5**	**45.0**	**46.6**	**48.3**	**50.1**	**51.8**	**53.7**	**499.3**
AGR (%)	**3.2%**	**3.1%**	**3.2%**	**3.3%**	**3.4%**	**3.5%**	**3.6%**	**3.7%**	**3.7%**	**3.5%**	**3.6%**	
CAGR (%) 2013-18			**3.3%**			2018-23			**3.6%**			
CAGR (%) 2013-23						**3.4%**						



شکل۳-۲۴– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا انگلستان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۲۵– پیش‌بینی سهم بازار انگلستان در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در انگلستان:

بازار آلیاژهای پرمصرف در انگلستان دومین بازار بزرگ ازنظر سهم بازار و میزان تناژ مصرفی در اروپای غربی است. در طول ده‌ساله پیش رو انگلستان نقش خود را به‌عنوان دومین بازار پیشرو در اروپا اندکی پشت سر فرانسه حفظ می‌کند. در طول این ۱۰ سال فرانسه ٪۱۴ یعنی ۷/۷ کیلوتن بیشتر از انگلستان از این آلیاژها استفاده خواهد کرد. وضعیت انگلستان بسیار شبیه به فرانسه خواهد بود. در طول این دوره انگلستان نرخ رشد متوسط مرکب ٪ ۳/۴ را نشان می‌دهد که ۰/۳ درصد کمتر از این مقدار برای فرانسه است.

در دوره کوتاه‌مدت رشد اصلی مدیون صنایع هوافضا خواهد بود. همچنین به دلیل پیشتاز بودن انگلستان در توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های نوین در حوزه ساخت و تولید مانند تولید سه‌بعدی و استفاده بیشتر از آلیاژهای با عملکرد بالا در روش‌های متالورژی پودر میزان رشد در دوره کوتاه‌مدت مقداری بالاتر از رشد ملی این کشور قرار می‌گیرد. البته همان‌طور که اشاره شد استفاده از متالورژی پودر در کنار کاهش دورریز و میزان مصرف، هزینه بیشتری را تحمیل می‌کند. همچنین به دلیل برگزاری بازی‌های المپیک لندن در سال ۲۰۱۲ در

www.Telegram.me/Commodities

۵ سال پس‌ازآن افزایش تقاضا برای لوازم پزشکی ورزشی که از آلیاژهای با عملکرد بالا استفاده می‌کنند بیشتر می‌شود که نرخ رشد را افزایش می‌دهد.

در دوره کوتاه‌مدت انگلستان به بیشترین نرخ رشد خود یعنی ۳/۶ ٪ می‌رسد که دلیل اصلی آن رونق گرفتن استفاده از توربین‌های گازی برای تولید الکتریسیته به دلیل دسترسی به گاز ارزان‌قیمت شیل و همچنین شرایط خوب اقتصاد کلان انگلستان خواهد بود.

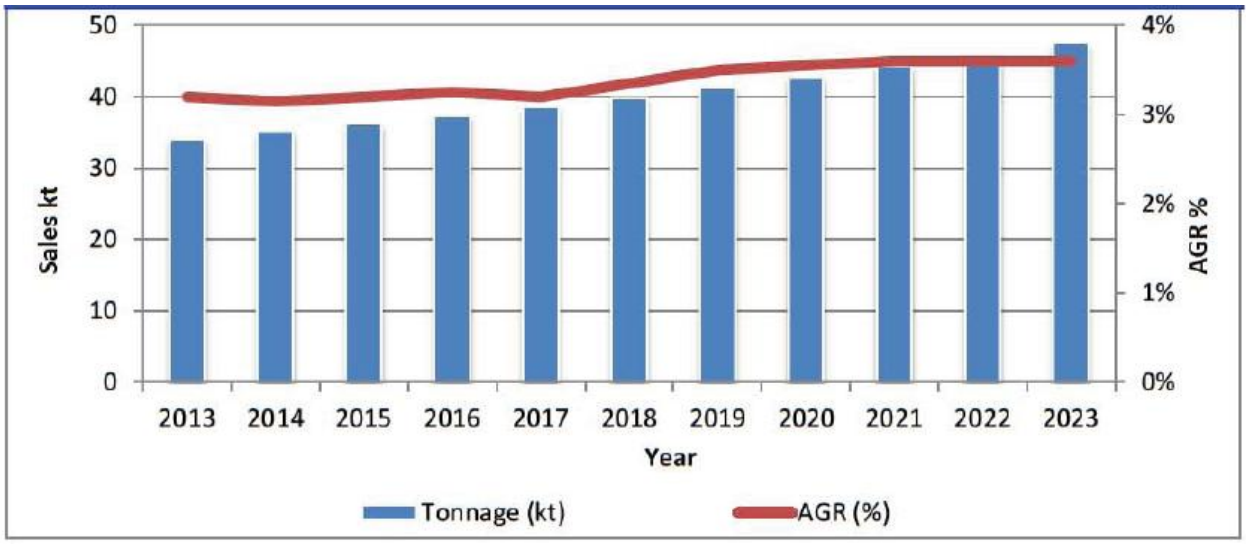
در بلندمدت به دلیل تضعیف صنعت هوافضا در انگلستان که با از دست دادن قرارداد A380 ها توسط رولس رویس آغاز شده است میزان رشد اندکی کمتر می‌شود. همچنین پیش‌بینی می‌شود که شاهد فرار مغزها به سمت کشورهای درحال‌توسعه مانند هند و برزیل که نیاز بیشتری به نیروی کار باکیفیت در حوزه هوافضا دارند باشیم. البته تقاضای بیشتر در بخش دندان‌پزشکی برای ایمپلنت‌ها به دلیل افزایش متوسط سن در طول این دهه مقداری از این کاهش رشد را جبران می‌کند. با حفظ همین روند رشد، مصرف سالانه انگلستان از این آلیاژ-ها به ۶۷/۹ کیلوتن در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید.

www.Telegram.me/Commodities

- آلمان

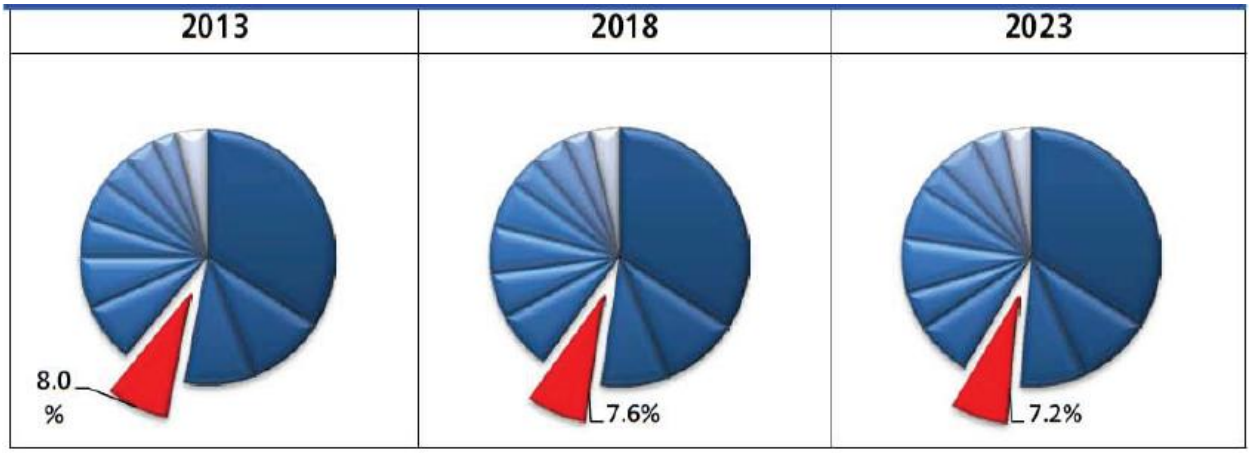
جدول۳-۱۱– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا آلمان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**34.0**	**35.1**	**36.2**	**37.4**	**38.6**	**39.9**	**41.3**	**42.7**	**44.3**	**45.8**	**47.5**	**442.6**
AGR (%)	**3.2%**	**3.2%**	**3.2%**	**3.3%**	**3.2%**	**3.4%**	**3.5%**	**3.6%**	**3.6%**	**3.6%**	**3.6%**	
CAGR (%) 2013-18			**3.2%**			2018-23			**3.6%**			
CAGR (%) 2013-23						**3.4%**						



شکل۳-۲۶– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا آلمان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۲۷– پیش‌بینی سهم بازار آلمان در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در آلمان:

بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در آلمان سومین بازار اروپای غربی ازنظر سهم بازار و میزان مصرف است. دینامیک بازار این آلیاژها برای آلمان که قدرت اقتصادی اول اروپا محسوب می‌شود با سایر رقبای اروپایی خود تفاوت دارد ولی روند و نرخ رشد برای این کشور نیز مانند سایرین است. این کشور در دوره ده‌ساله نرخ رشد متوسط مرکب ۳/۴ ٪ را تجربه خواهد کرد. این مقدار همانند همین میزان برای انگلستان است ولی شیوه تغییرات آن متفاوت می‌باشد و دیرتر به فلات می‌رسد.

در دوره کوتاه‌مدت بازار آلمان شاهد کمترین نرخ رشد متوسط مرکب خود به میزان ۳/۲ ٪ خواهد بود. در این دوره در هرسال آلمان ۴کیلوتن کمتر از انگلستان از این آلیاژها استفاده خواهد کرد. برخلاف فرانسه و انگلستان آلمان تأکید بیشتری به استفاده از این آلیاژها در بخش صنعتی دارد تا بخش هوافضا. بااین‌وجود آلمان سومین صنعت هوافضا در اروپا را دارد که البته بیشتر در بخش دستگاه‌های یکپارچه پروازی فعالیت می‌کنند و

www.Telegram.me/Commodities

نسبت به سازندگان موتور به میزان کمتری از این آلیاژها احتیاج دارند. آلمان سهام زیادی از MTU که درحال‌توسعه موتورهای جدید برای هواپیماهای مسافربری است را دارد و همچنین Aerotech که یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان سازه‌های هوانوردی در اروپا است در این کشور قرار دارد. دلیل برتری بخش صنایع نسبت به بخش هوافضا در آلمان توان صادراتی بیشتر این کشور درزمینه‌ی صنعتی و ادوات مهندسی‌شده با دقت بالا است که از همتایان اروپایی خود بیشتر است. مطالعات نشان می‌دهد که بخش صنعت و تولید انرژی در آلمان در حال ورود به دوره شکوفایی است و این موضوع به‌ویژه برای زیمنس که قراردادی ۱/۳۵ میلیارد دلاری برای ساختن ۳۵ توربین باد در سواحل انگلستان بسته است مشخص می‌باشد.

در دوره میان‌مدت نرخ رشد متوسط مرکب به ۳/۵ ٪ خواهد رسید که دلیل آن بهبود شرایط اقتصاد کلان اروپا به‌ویژه انگلستان و فرانسه است که آلمان صادرات زیادی را به آن‌ها انجام می‌دهد. همچنین با افزایش میزان استفاده از توربین‌های گازی و هسته‌ای، کشور آلمان از تولیدکنندگان پیشتاز خود درزمینه‌ی توربین مانند زیمنس که ۱۰٪ از کل بازار جهان را در اختیار دارد به‌شدت سود خواهد برد و این موضوع نرخ رشد را بالا می-برد. چیزی که جلوی افزایش بیشتر نرخ رشد را می‌گیرد عدم تقاضا در خود آلمان است که به دلیل عدم استفاده از انرژی هسته‌ای پس از حادثه فوکوشیما رخداده است. همچنین فروش اخیر بخش VDM شرکت ThyssenKrupp به شرکت Outokumpu فنلاند نیز به بازار آلیاژهای پرمصرف آلمان ضربه خواهد زد.

در دوره بلندمدت CAGR برای آلمان ۳/۶ ٪ خواهد بود که بیشتر از انگلستان و کمتر از فرانسه در دوره مشابه است. قوانین جدید محدودکننده اتحادیه اروپا بر روی صنایع سنگین آلمان تأثیر نمی‌گذارند و آن‌ها می-توانند به تولیدات سنگین خود و مصرف انرژی زیاد ادامه دهند. همچنین گاز شیل ارزان‌قیمت دیگر دلیل افزایش رشد است. باوجوداینکه در دوره میان‌مدت عدم علاقه به استفاده داخلی از انرژی هسته‌ای جلوی رشد بازار آلیاژهای با عملکرد بالا را می‌گیرد ولی این کاهش تولید الکتریسیته در بلندمدت باید توسط توربین‌های

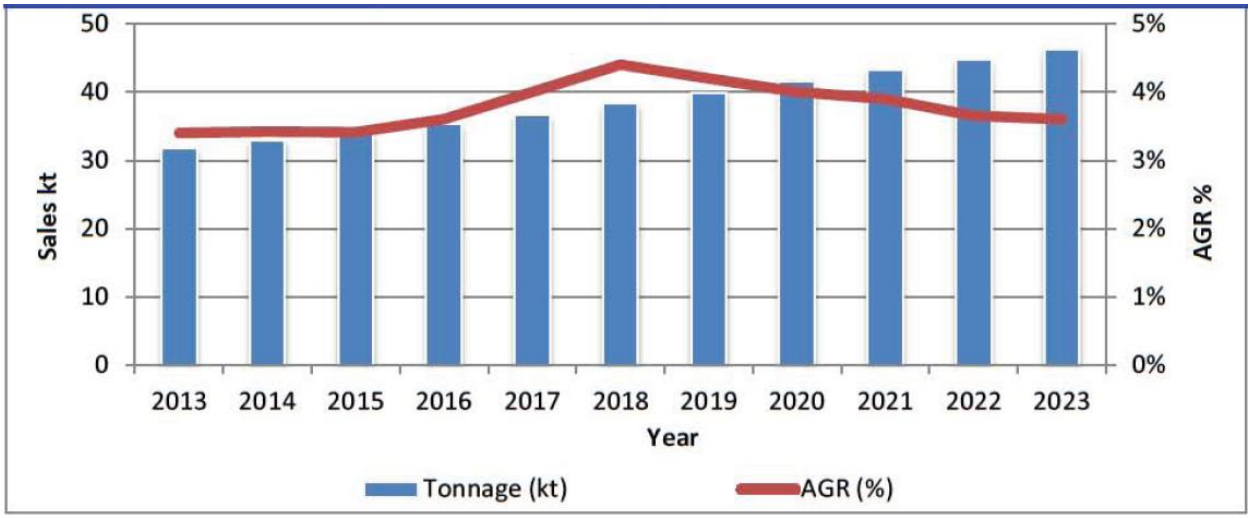
www.Telegram.me/Commodities

گازی جبران شود که موجب رونق بازار آلیاژهای با عملکرد بالا می‌گردد. همچنین در طول دوره موردبررسی آلمان گاز را از سایر کشورها وارد می‌کند و از ذخایر شیل خود استفاده نمی‌کند. با حفظ همین روند رشد تا سال ۲۰۳۰، مصرف سالانه آلمان ۶۰ کیلوتن خواهد بود.

- **کانادا**

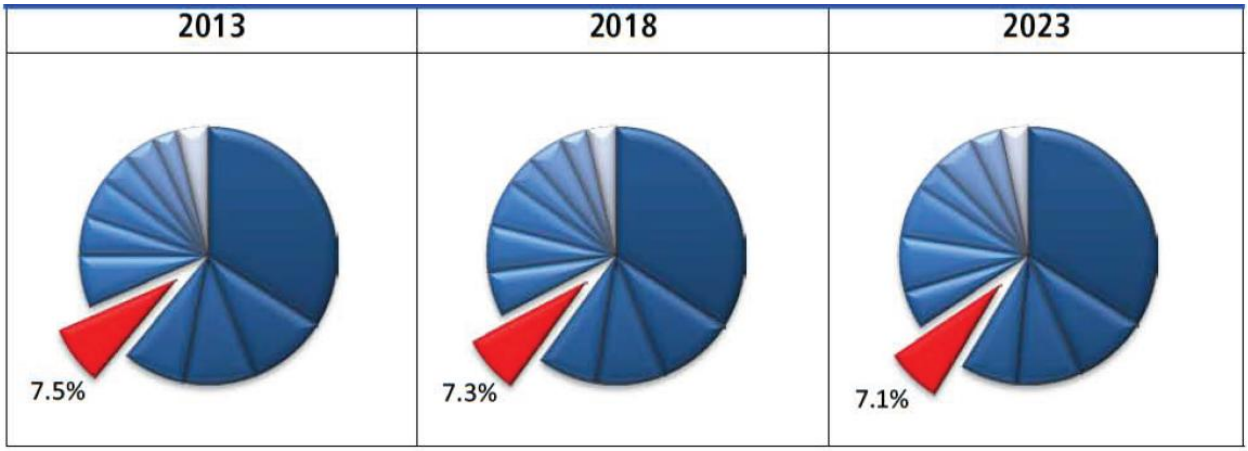
جدول۳-۱۲– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا کانادا ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**31.9**	**33.0**	**34.1**	**35.3**	**36.7**	**38.3**	**40.0**	**41.6**	**43.2**	**44.8**	**46.4**	**425.1**
AGR (%)	**3.4%**	**3.4%**	**3.4%**	**3.6%**	**4.0%**	**4.4%**	**4.2%**	**4.0%**	**3.9%**	**3.7%**	**3.6%**	
CAGR (%) 2013-18			**3.8%**			2018-23			**3.9%**			
CAGR (%) 2013-23						**3.8%**						



شکل۳-۲۸– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا کانادا ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۲۹– پیش‌بینی سهم بازار کانادا در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در کانادا:

بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در کانادا دومین بازار در آمریکای‌شمالی پس از ایالات‌متحده و دارای ٪۲۱ اندازه بازار ایالات‌متحده ازنظر تناژ مصرفی می‌باشد. در طول دوره ده‌ساله موردبررسی نرخ رشد متوسط برای کانادا ٪ ۳/۸ یعنی ٪ ۰/۵ کمتر از ایالات‌متحده است. سهم کانادا در پایان این دهه از ٪ ۷/۵ به ٪ ۷/۱ کاهش می‌یابد.

در دوره کوتاه‌مدت کانادا نرخ رشد ٪ ۳/۴ را تجربه می‌کند. کانادا ۵امین بازار بزرگ هوافضا در دنیا را در اختیار دارد و شرکت‌هایی همچون Pratt & Whitney در این کشور قرار دارند. کانادا به‌تنهایی قادر با رقابت با کشورهای اروپایی می‌باشد ولی به دلیل اینکه صنایع هوافضا در اروپا به‌صورت مشترک فعالیت می‌کنند که نمونه آن را در توسعه Eurofighter Typhoon که با همکاری کشورهای فرانسه، انگلستان، ایتالیا و آلمان ساخته‌شده است می‌بینیم، صنایع هوافضای کانادا باوجود همکاری در برنامه‌های مشترک در مقایسه با کشورهای اروپایی بسیار تنهاتر هستند. بازار داخلی کوچک‌تر از دیگر دلایل برای کوچک‌تر بودن اندازه صنعت

www.Telegram.me/Commodities

هوافضای کانادا است. چیزی که این کوچکی بازار هوافضا را جبران می‌کند بخش عظیم صنعتی کانادا است که به دلیل ذخایر عظیم معدنی این کشور به وجود آمده است. در طول این دوره کانادا یک رشد پایدار با نرخی ثابت را تجربه می‌کند که دلیل آن تحرکات اخیر در صنعت هوافضا و همچنین راحت‌تر شدن سرمایه‌گذاری در صنایع معدنی و فرایندی این کشور است.

در دوره میان‌مدت نرخ رشد کانادا از ۳/۴ ٪ به ۴/۲ ٪ جهش می‌کند. دلیل این افزایش در نرخ رشد فاز دوم تقاضا در صنعت هوافضا برای جت‌های کوچک شخصی و منطقه‌ای است که شرکت Bombardier کانادا ۲۰٪ از سهم بازار آن را در اختیار دارد. همچنین با رونق گرفتن مجدد بخش صنایع معدنی و افزایش ریسک‌پذیری آن‌ها برای اکتشافات جدید و انجام پروژه‌های بزرگ و نیاز شدید این صنعت به ابزار و ادوات پیشرفته، نیاز به آلیاژهای با عملکرد بالا بسیار بیشتر می‌شود.

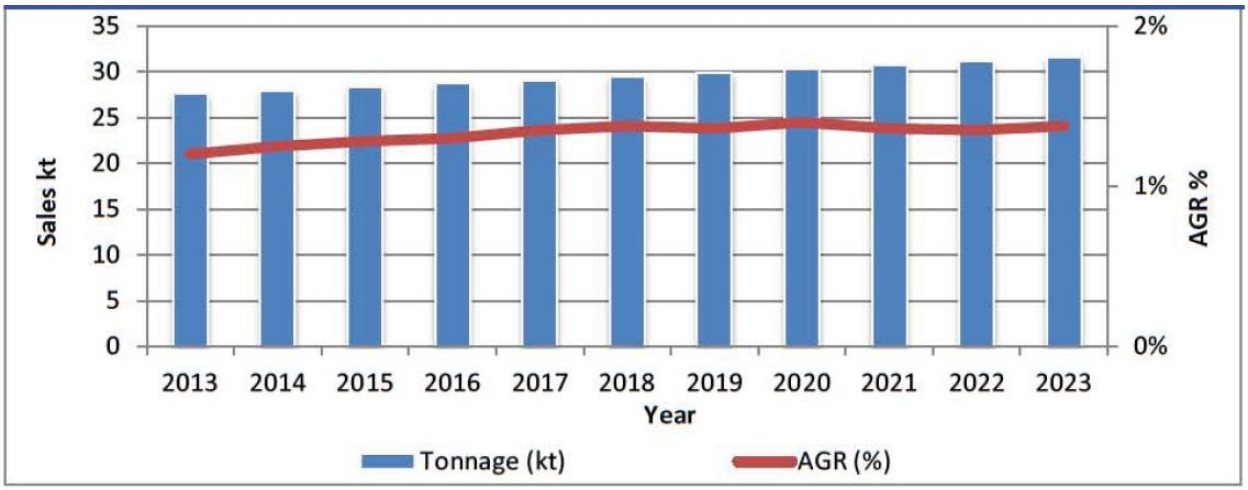
در دوره بلندمدت CAGR از ۴/۲ ٪ به ۳/۷ ٪ نزول پیدا می‌کند. دلیل اصلی این کاهش نرخ رشد کاهش تقاضا از سوی صنعت هوافضا به دلیل وارد شدن به بخش نگهداری از جت‌های تازه فروخته‌شده است و طراحی نسل بعدی از هواپیماها است. همچنین به دلیل حساسیت شرکت‌های بزرگ معدنی به ریسک و واگذار کردن تحمل آن به شرکت‌های کوچک‌تر افزایشی در تقاضای این بخش برای آلیاژهای با عملکرد بالا وجود نخواهد داشت. همچنین به دلیل مشکلات زیست‌محیطی و حساس شدن افکار عمومی نسبت به استفاده از انرژی هسته‌ای صنعت هسته‌ای در این کشور در بلندمدت به سمت رکود پیش می‌رود و این به معنی تقاضای کمتر این صنعت برای آلیاژهای با عملکرد بالا است. بدین ترتیب کانادا در سال ۲۰۳۰ مقدار ۶۰/۲ کیلوتن از این آلیاژها مصرف خواهد کرد و از آلمان نیز پیشی می‌گیرد.

www.Telegram.me/Commodities

- ژاپن

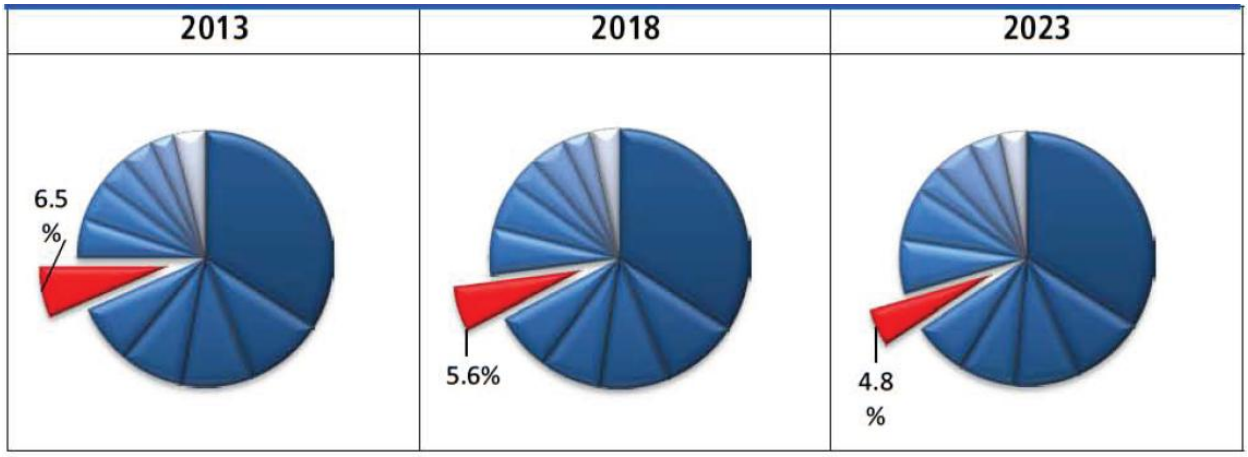
جدول۳-۱۳– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ژاپن ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**27.6**	**28.0**	**28.3**	**28.7**	**29.1**	**29.5**	**29.9**	**30.3**	**30.7**	**31.1**	**31.6**	**324.8**
AGR (%)	**1.2%**	**1.3%**	**1.3%**	**1.3%**	**1.4%**	**1.4%**	**1.4%**	**1.4%**	**1.4%**	**1.4%**	**1.4%**	
CAGR (%) 2013-18			**1.3%**			2018-23			**1.4%**			
CAGR (%) 2013-23						**1.3%**						



شکل۳-۳۰– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ژاپن ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳۱– پیش‌بینی سهم بازار ژاپن در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در ژاپن:

بازار آلیاژهای با عملکرد بالای ژاپن دهه موردبررسی را به‌عنوان بزرگ‌ترین بازار آسیا و از محدود کشورهایی که توانایی تولید اسفنج تیتانیوم را داراست آغاز می‌کند. بااین‌وجود در طول این دهه ژاپن CAGR به میزان اندک ۱/۳ ٪ را از خود نمایش می‌دهد. کمترین نرخ رشد در بین کشورهای پیشتاز موجب یک رشد اندک ۳/۹ کیلوتنی در طول این دهه می‌گردد. این افزایش اندک در طول این دوره در یک سال توسط ایالات‌متحده و ظرف دو تا سه سال توسط پیشتازان اروپایی انجام می‌گیرد. این موضوع موجب کاهش سهم بازار ۲ درصدی ژاپن از ۶/۵ ٪ به ۴/۸ ٪ می‌گردد.

در دوره کوتاه‌مدت نرخ رشد مرکب همان ۱/۳ ٪ است که دلیل آن حضور شرکت‌های عظیمی مانند میتسوبیشی، کاوازاکی و هیتاچی می‌باشد. همچنین سیاست‌های دولت جدید سعی در بازگرداندن اقتصاد به حالت تورم و رشد دارد. این سیاست موجب کاهش قدرت ین در برابر دلار و یورو می‌گردد و درنتیجه به صادرات

www.Telegram.me/Commodities

ژاپن از سوپرآلیاژها و قطعات ساخته‌شده از آن‌ها مانند پره‌های توربین‌های گازی کمک خواهد کرد. بازسازی و کار سنگین در اطراف فوکوشیما نیز به افزایش تقاضا برای آلیاژهای با عملکرد بالا در دوره کوتاه‌مدت به میزان اندکی کمک می‌کند.

در دوره میان‌مدت ژاپن باوجود نمایش نرخ رشد ۱/۴ ٪ جای خود را به چین و روسیه می‌دهد. افزایش نرخ رشد به دلیل ترکیب شدن صنایع سنگین میتسوبیشی و هیتاچی است که یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های تولید انرژی گرمایی را به وجود می‌آورند که سهم بازار ۱۱/۸ میلیارد دلاری را به خود اختصاص می‌دهد. این میزان برای زیمنس و جنرال الکتریک به ترتیب ۳۱ و ۲۶ میلیارد دلار می‌باشد. همچنین افزایش سن در ژاپن تقاضا برای محصولات پزشکی و دندانپزشکی وابسته به آلیاژهای با عملکرد بالا را به‌شدت افزایش می‌دهد.

در دوره بلندمدت ژاپن نرخ رشد ۱/۴ ٪ خود را حفظ خواهد کرد و سهم بازار آن به‌آرامی از بازار جهانی کم می‌شود. در این دوره برزیل از ژاپن پیشی می‌گیرد و ژاپن اندکی بالاتر از هند و ایتالیا قرار می‌گیرد. در پایان دوره چین که در ابتدا عقب‌تر از ژاپن قرار داشت بازاری ٪۴۴ بزرگ‌تر از بازار ژاپن خواهد داشت. چیزی که به زنده نگاه‌داشتن بازار ژاپن کمک می‌کند و اجازه نمی‌دهد به‌صورت کامل تحت سلطه چین قرار گیرد صادرات آلیاژهای باکیفیت به بازارهای درحال‌توسعه و بازارهای غربی است که خود توان پاسخ به تقاضا خود را ندارند. عدم وجود رشد پایدار در میزان مصرف به دلیل علاقه ژاپنی‌ها به استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند متالورژی مایع و مهندسی افزوده [۱۹] است که با خرید واحدهای تولید مذاب با اشعه الکترونی از Arcam سوئد توسط شرکت Metal Technologies ژاپن قابل‌پیگیری است. بدین ترتیب ژاپن تا سال ۲۰۳۰ به مصرف ۳۴/۶ کیلوتن در سال خواهد رسید.

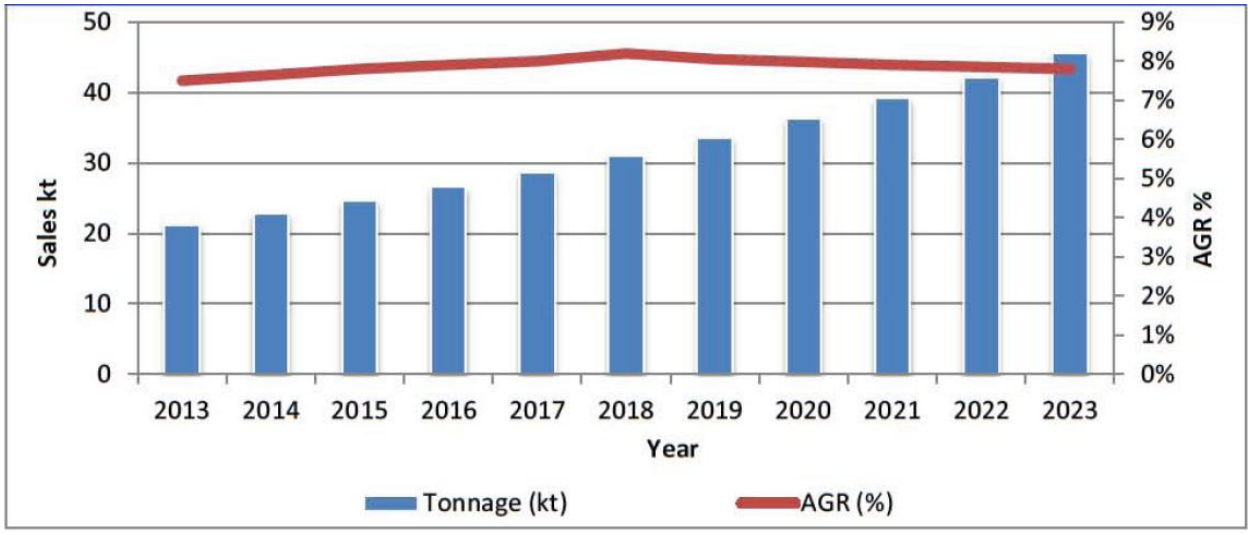
[۱۹] Additive engineering

www.Telegram.me/Commodities

- چین

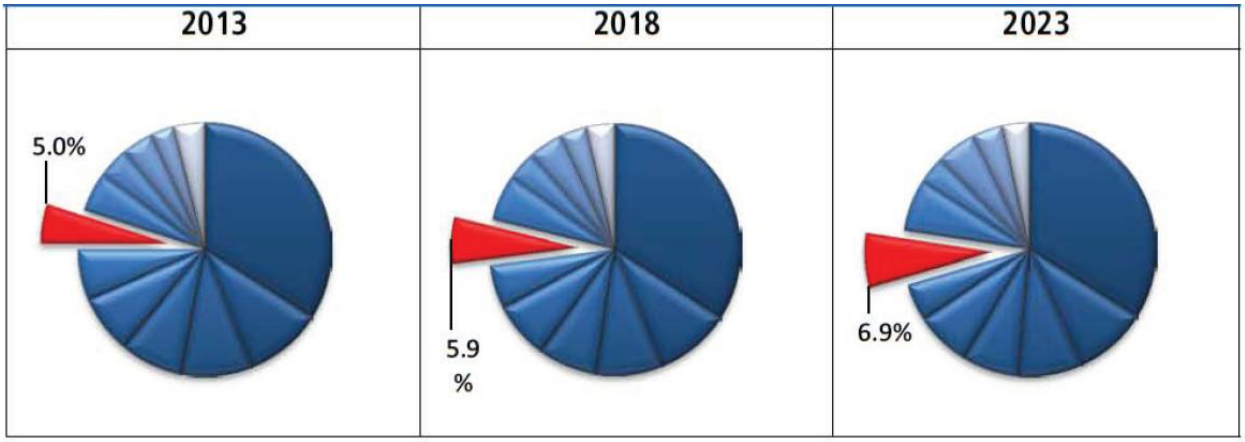
جدول۳-۱۴– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا چین ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**21.3**	**22.9**	**24.7**	**26.6**	**28.7**	**31.1**	**33.6**	**36.3**	**39.1**	**42.2**	**45.5**	**352.0**
AGR (%)	**7.5%**	**7.7%**	**7.8%**	**7.9%**	**8.0%**	**8.2%**	**8.1%**	**8.0%**	**7.9%**	**7.9%**	**7.8%**	
CAGR (%) 2013-18			**7.9%**			2018-23			**7.9%**			
CAGR (%) 2013-23						**7.9%**						



شکل۳-۳۲– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا چین ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳۳– پیش‌بینی سهم بازار چین در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در چین:

چین هم‌اکنون ٪۴۰ از فلزات صنعتی دنیا را مصرف می‌کند و این میزان بیشتر نیز خواهد رشد. این موضوع در مورد آلیاژهای با عملکرد بالا نیز صادق است. در طول دوره موردبررسی چین بیشترین CAGR به میزان ۷/۹ ٪ را به نمایش می‌گذارد که تقریباً دو برابر کشورهای پیشتاز اروپایی است. سهم چین در طول این دوره از ۵٪ به ۶/۹ ٪ افزایش می‌یابد. میزان مصرف به‌صورت پایدار از ۲۱/۳ کیلوتن به ۴۵/۵کیلوتن می‌رسد که یک افزایش ۲۴/۳ کیلوتنی را تجربه می‌کند اما این افزایش به میزانی نیست که به کشورهای پیشتاز غربی برسد ولی از رقبای آسیایی جلو زده و با فاصله کمی از کانادا و آلمان قرار می‌گیرد. روند رشد بازار چین بسیار شبیه آمریکا است البته با نرخ رشد بالاتر.

در دوره کوتاه‌مدت CAGR چین ۷/۷ ٪ خواهد بود که کمترین میزان آن در طول دهه موردبررسی است و چین در مکان دوم در آسیا باقی می‌ماند. پیشرانه این رشد تقاضای اقتصاد صنعت محور چین است. میزان مصرف بخش صنعتی در چین بیشتر از صنعت هوافضای جوان این کشور است. با افزایش مداوم جمعیت و

www.Telegram.me/Commodities

ثروت، چین کشوری با حرکت روبه‌جلو است. تغییر مداوم به سمت یک زندگی شهری و ثروتمندتر موجب افزایش تقاضا عمومی می‌گردد که درنهایت موجب افزایش تقاضا برای آلیاژهای با عملکرد بالا می‌شود.

در دوره میان‌مدت چین بیشترین CAGR خود و دنیا با میزان ۸/۱ ٪ را نشان می‌دهد. در این مدت چین از ژاپن پیشی می‌گیرد و به بزرگ‌ترین بازار آسیایی آلیاژهای با عملکرد بالا تبدیل می‌شود. سهم بازار چین نیز ۱٪ افزایش می‌یابد. ادامه رشد و افزایش نرخ آن به دلیل حضور پررنگ‌تر صنایع هوافضا چین و ورود آن به بازارهای خارجی است. شرکت Comac که تولیدکننده هواپیماهای منطقه‌ای (کوتاه برد) و هواپیماهای مخصوص تجاری (شخصی) است پیشتاز این رشد می‌باشد که در کنار شرکت Embraer برزیل در کنار سایر رقبا مانند Hawker Beechcraft و Bombardier رقابت می‌کنند. این موفقیت صنعت هوافضا تنها مکملی برای بخش صنعتی چین است و قسمت عمده رشد همچنان از این بخش نشأت می‌گیرد. چیزی که جلوی افزایش بیشتر نرخ رشد را در چین می‌گیرد پافشاری این کشور در استفاده از زغال‌سنگ برای تأمین الکتریسیته و عدم توسعه استفاده از انرژی هسته‌ای و گاز برای تولید برق است زیرا نیروگاه‌های زغال‌سنگی به‌اندازه نیروگاه‌های گازی و هسته‌ای به آلیاژهای با عملکرد بالا وابسته نیستند.

در دوره بلندمدت نرخ رشد اندکی زیر ۷/۹ ٪ می‌رود. دلیل این کاهش تقاضا در بخش هوافضا است که موجب افزایش رشد در میان‌مدت شده بود. البته دلیل اصلی افزایش هزینه کارگر و سیاست‌های چین است. بازگردانی برخی مراکز تولیدکننده بزرگ مانند Apple و General Electric به زادگاهشان از دیگر دلایل این کاهش است که خود موجب افزایش هزینه کارگر و بالا رفتن ریسک سرمایه‌گذاری در چین و ادغام با شرکت‌های چینی می‌شود. همچنین وجهه چین به‌عنوان تولیدکننده انبوه فلزات باکیفیت پایین‌تر به دلیل استفاده از سنگ معدن کم کیفیت‌تر در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا که کیفیت و خلوص حرف اول را میزند

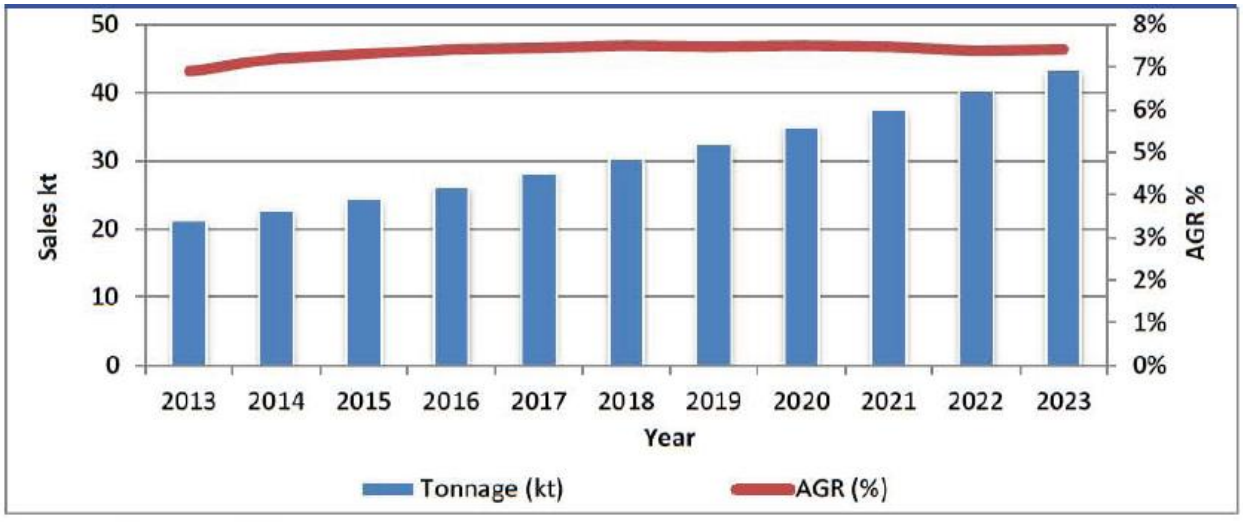
www.Telegram.me/Commodities

به ضرر این کشور است. اگر چین روند رشد متوسط خود را حفظ کند تا سال ۲۰۳۰ به میزان مصرف ۷۷/۵ کیلوتن در سال خواهد رسید و پشت سر فرانسه در مقام سوم قرار می‌گیرد.

- **روسیه**

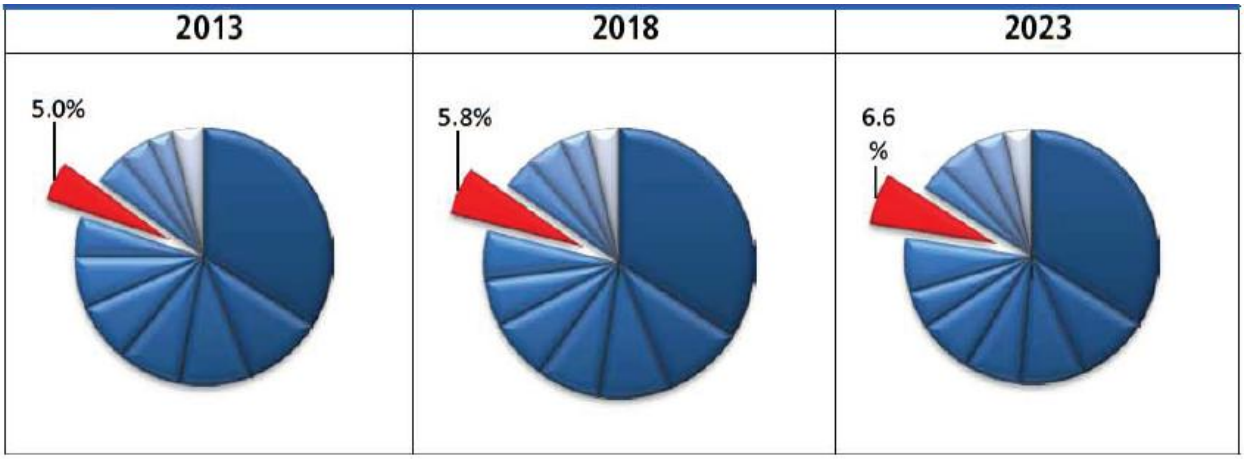
جدول۳-۱۵– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا روسیه ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**21.3**	**22.8**	**24.4**	**26.3**	**28.2**	**30.3**	**32.6**	**35.0**	**37.7**	**40.4**	**43.4**	**342.5**
AGR (%)	**6.9%**	**7.2%**	**7.3%**	**7.4%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.4%**	**7.4%**	
CAGR (%) 2013-18			**7.4%**			2018-23			**7.5%**			
CAGR (%) 2013-23						**7.4%**						



شکل۳-۳۴– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا روسیه ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳۵– پیش‌بینی سهم بازار روسیه در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در روسیه:

روسیه بزرگ‌ترین بازار آلیاژهای با عملکرد بالا را در اروپای شرقی دارد و بزرگ‌ترین زیربازار روسیه در این حوزه صنعت هوافضای آن است. برخلاف سایر کشورهای پیشرو بخش تولید انرژی روسیه نقش بسیار مهم‌تری را به بهای کاهش سهم بخش صنعتی بازی می‌کند. در طول دوره موردبررسی روسیه نیز مانند چین یک رشد پایدار و زیاد را تجربه می‌کند. در این بازه روسیه CAGR به میزان ۷/۴ ٪ را از خود نشان می‌دهد که ۰/۵ ٪ کمتر از چین است. روسیه نیز سهم خود از بازار جهانی را ۱/۵ ٪ افزایش خواهد داد. درنهایت روسیه با یک رشد ۲۲/۲ کیلوتنی جلوتر از ژاپن قرار خواهد گرفت.

در دوره کوتاه‌مدت میزان CAGR برابر با ۷/۳ ٪ است. در این دوره پیشرانه رشد صنعت هسته‌ای روسیه است که برخلاف سایر رقبا که در پایان دوره از صنعت هسته‌ای برای رشد بهره برده‌اند در دوره کوتاه‌مدت و با توجه به اینکه اولین راکتورهای ماژولار شناور خود را وارد شبکه کرده است از آن بهره خواهد برد. این راکتورهای

www.Telegram.me/Commodities

شناور که تعداد آن‌ها به هشت خواهد رسید برق موردنیاز شرکت Gazprom را برای اکتشاف نفت و گاز در نقاط دورافتاده روسیه را تأمین خواهند کرد. اگر این طرح موفق باشد احتمال استفاده سرتاسری از آن در روسیه و همچنین صادرات آن در دوره بلندمدت و پس‌ازآن وجود دارد.

در دوره میان‌مدت رشد برای روسیه به بالاترین میزان خود یعنی ۷/۵ ٪ می‌رسد که یک سقف برای روسیه به شمار می‌رود و نمی‌تواند از آن عبور کند و دلیل آن کوچک‌تر بودن بخش صنعتی روسیه در مقایسه با چین و همچنین نبودن نیروی کار ارزان و باانگیزه در این کشور است. بااین‌وجود صنعت هسته‌ای و صادرات هواپیماهای نظامی و مسافربری رشد را تضمین می‌کنند. در سال ۲۰۱۲ روسیه ۱۴ میلیارد دلار تجهیزات نظامی صادر کرده است که هند ٪۲۵ از این مقدار را به خود اختصاص داده است. باوجوداینکه کشورهای غربی مانند فرانسه به‌شدت به دنبال مشتری برای تجهیزات نظامی خود هستند و حتی به‌عنوان تبلیغ وارد جنگ می‌شوند، مثل فرانسه که مستعمرات قبلی را برای تبلیغ هواپیماهای رافائل شرکت داسو مورد هجوم قرار می‌دهد، روسیه نیازی به استفاده از چنین تاکتیک‌هایی ندارد و مشتریان پروپاقرصی در حوزه کشورهای CIS[۲۰] برای تجهیزات نظامی خود دارد که موتور محرکه صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا این کشور به شمار می‌رود. در دوره بلندمدت میزان نرخ رشد اندکی پایین می‌آید و به ۷/۴ ٪ می‌رسد. در ابتدا دوره بلندمدت روسیه مجدداً سعی می‌کند از سقف ۷/۵ ٪ عبور کند که پیشرانه آن اکتشافات Gazprom در حوزه نفت و گاز است. درحالی‌که بیشتر کشورها سعی می‌کنند از ذخایر شیل خود استفاده کنند روسیه به اکتشاف در منابع گاز و نفت در بخش‌های عمیق قطبی ادامه می‌دهد. حفاری در مناطق عمیق و در آب دریا به استحکام و مقاومت به خوردگی این آلیاژها وابسته است. کاهش نرخ رشد به دلیل کاهش تقاضا برای هواپیماهای مسافربری رخ می‌دهد ولی بازار هواپیماهای

[20] Commonwealth of Independent States

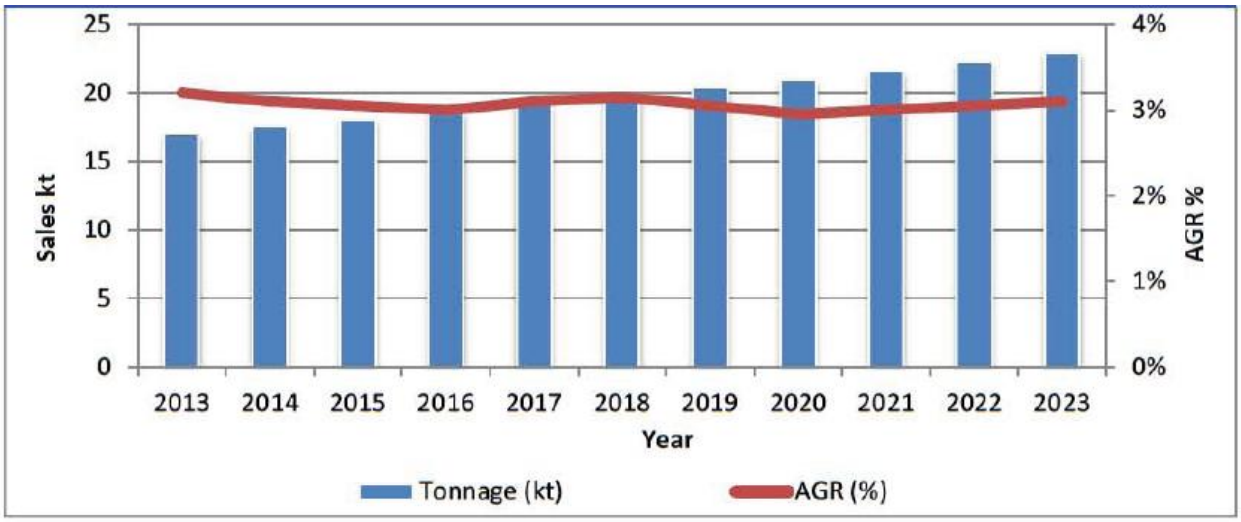
www.Telegram.me/Commodities

جنگی رشد خود را ادامه می‌دهد. با حفظ همین روند رشد، میزان مصرف سالیانه روسیه از این آلیاژها در سال ۲۰۳۰ مقدار ۷۱/۵ کیلوتن خواهد بود.

- **ایتالیا**

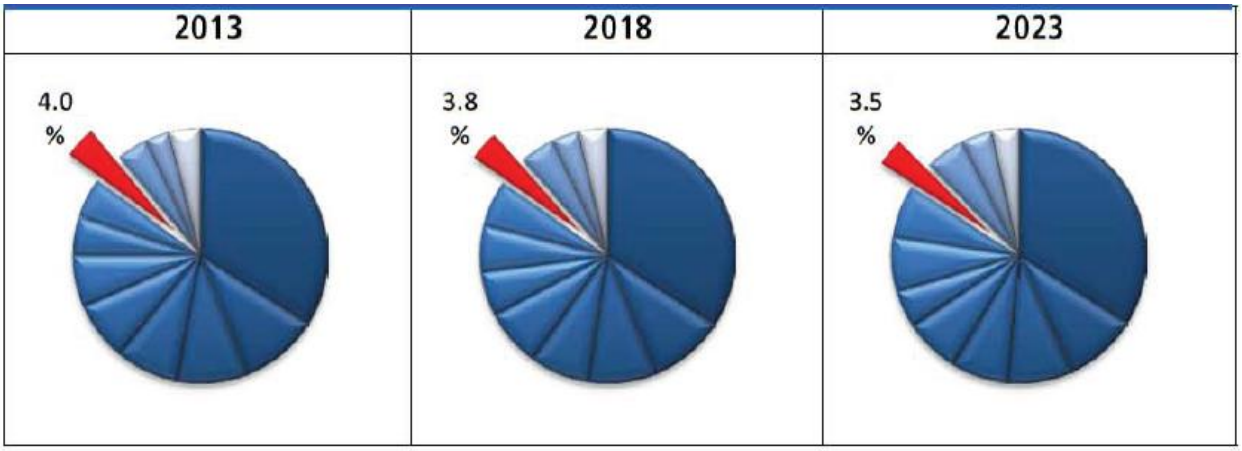
جدول۳-۱۶– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ایتالیا ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**17.0**	**17.5**	**18.1**	**18.6**	**19.2**	**19.8**	**20.4**	**21.0**	**21.6**	**22.3**	**23.0**	**218.4**
AGR (%)	**3.2%**	**3.1%**	**3.1%**	**3.0%**	**3.1%**	**3.2%**	**3.1%**	**3.0%**	**3.0%**	**3.1%**	**3.1%**	
CAGR (%) 2013-18			**3.1%**			2018-23			**3.0%**			
CAGR (%) 2013-23						**3.1%**						



شکل۳-۳۶– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا ایتالیا ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳۷– پیش‌بینی سهم بازار ایتالیا در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در ایتالیا:

بازار ایتالیا کوچک‌ترین بازار در بین کشورهای پیشتاز اروپایی در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا است که ۴٪ از کل بازار جهان را در اختیار دارد. ایتالیا نیز روند سایر کشورهای بزرگ اروپایی را طی می‌کند. زیربازار پیشتاز در ایتالیا در این حوزه هوافضا است. با توجه به ادغام صنایع هوافضا در اروپا اتفاقی که برای یک کشور اروپایی می‌افتد برای دیگران نیز مشابه است و ایتالیا نیز از این قاعده جدا نیست. ایتالیا در طول این دهه با CAGR به میزان ۳/۱ ٪ کمترین نرخ رشد را تنها پس از ژاپن به نمایش می‌گذارد.

در دوره کوتاه‌مدت نرخ رشد این صنعت در ایتالیا اندکی کمتر از ۳/۱ ٪ خواهد بود و کاهش نیز می‌یابد. دلیل این کاهش کوچک شدن بخش هوافضا در این کشور است که به دلیل خریده شدن شرکت Avio توسط General Electric و اتفاقات معمول پس از ادغام یعنی اقدامات صرفه جویانه، تعدیل نیرو و کاهش ظرفیت احتمالی رخ خواهد داد.

www.Telegram.me/Commodities

در دوره میان‌مدت نرخ رشد مجدداً به ۳/۱ ٪ نزدیک می‌شود و ایتالیا به از دست دادن سهم بازار جهانی خود ادامه خواهد داد. دلیل این افزایش مجدد از داخل نشأت نمی‌گیرد بلکه این سایر کشورهای اروپایی هستند که موجب رشد ایتالیا می‌شوند.

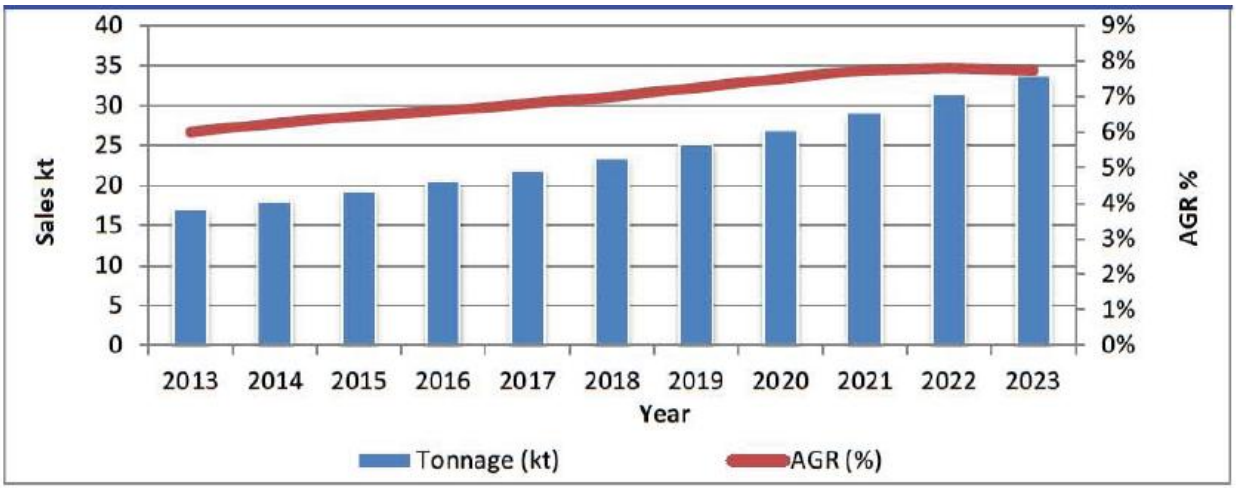
در دوره بلندمدت با کاهش تقاضای جهانی برای جت‌های شخصی و منطقه‌ای نرخ رشد صنعت در ایتالیا مجدد کاهش می‌یابد و سهم بازار این کشور نیز به ۳/۵ ٪ می‌رسد و ایتالیا به کوچک‌ترین بازار در بین کشورهای پیشتاز در این صنعت تبدیل می‌گردد. بااین‌وجود بازار این کشور در حال رشد است. این نتیجه عجیب ناشی از بخش‌های دیگر به‌ویژه بخش تولید انرژی است. با مشکلات و عقب‌گرد صنایع هوافضا این کشور متخصصان آن به صنایع دیگر مانند خودروهای اسپرت، لوازم ورزشی و نفت و گاز وارد می‌شوند. چنین اتفاقی پس از جنگ جهانی دوم و به دلیل کاهش تقاضا برای هواپیما در انگلستان افتاد و به‌موجب آن این کشور به یک قدرت در زمینه‌ی خودروهای اسپرت تبدیل شد و بیشتر تیم‌ها نیز در این کشور دفتر دارند. اتفاق مشابهی ممکن است برای ایتالیا نیز رخ دهد. در سال ۲۰۳۰ با حفظ این روند مصرف ایتالیا به ۲۸/۵ کیلوتن در سال خواهد رسید.

www.Telegram.me/Commodities

- **برزیل**

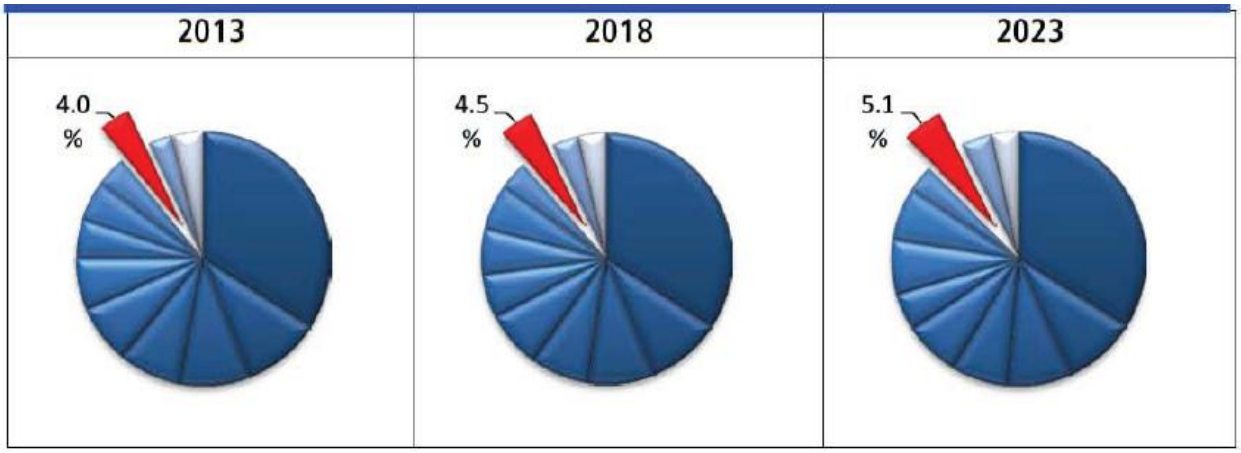
جدول۳-۱۷– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا برزیل ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**17.0**	**18.1**	**19.2**	**20.5**	**21.9**	**23.4**	**25.1**	**27.0**	**29.1**	**31.4**	**33.8**	**266.5**
AGR (%)	**6.0%**	**6.3%**	**6.5%**	**6.6%**	**6.8%**	**7.0%**	**7.3%**	**7.5%**	**7.8%**	**7.8%**	**7.8%**	
CAGR (%) 2013-18			**6.6%**			2018-23			**7.6%**			
CAGR (%) 2013-23						**7.1%**						



شکل۳-۳۸– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا برزیل ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۳۹– پیش‌بینی سهم بازار برزیل در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در برزیل:

برزیل تنها کشوری در آمریکای جنوبی است که در گروه کشورهای پیشرو در مصرف آلیاژهای با عملکرد بالا قرارگرفته است. به‌عنوان یک اقتصاد نوظهور این کشور نرخ رشدی شبیه به چین و روسیه دارد و مانند چین بیشتر این رشد از بخش صنعتی این کشور نشأت می‌گیرد. برزیل همچنین از این منظر شبیه به روسیه است که بخش تأمین انرژی در این کشور نقش پررنگ‌تری از معمول دارد. در طول این دهه برزیل با نرخ رشد متوسط مرکب ۷/۱ ٪ کمترین رشد را در بین کشورهای BRIC[۲۱] دارد که البته دو برابر کشورهای توسعه‌یافته است. در این دوره برزیل سهم بازار خود ر از ۴٪ به ۵/۱ ٪ افزایش می‌دهد و مصرف خود را نیز تقریباً دو برابر و از ۱۷ کیلوتن به ۳۳/۸ کیلوتن افزایش خواهد داد. رشد برزیل حالت شتابداری را در طول این دهه حفظ می‌کند و فقط در اواخر آن به فلات می‌رسد.

[21] Brazil-Russia-India-China

www.Telegram.me/Commodities

در دوره کوتاه‌مدت برزیل کمترین نرخ رشد خود یعنی ۶/۴ ٪ را تجربه می‌کند. در این دوره ادامه برزیل به استفاده از ذخایر نفت خود در دریا پیشرانه اصلی این رشد است. همچنین بزرگ شدن جمعیت طبقه متوسط در این کشور و افزایش قدرت خرید آن‌ها به معنای تقاضای بیشتر برای انواع کالاها است که خود نیازمند کارخانه-های بیشتر و درنتیجه افزایش میزان مصرف آلیاژهای با عملکرد بالا است.

در دوره میان‌مدت برزیل نرخ رشد مرکب ٪۷ را از خود نمایش می‌دهد. در این دوره عوامل قبلی تأثیر خود را بر روی رشد حفظ می‌کنند ولی عاملی که موجب بالا رفتن نرخ رشد می‌گردد صنعت جوان هوافضا در برزیل است. Embraer با کم شدن سهم بازار بوئینگ و ایرباس در حوزه حمل نقل بین‌المللی منطقه‌ای و همچنین جت‌های تجاری (شخصی) پیشتاز می‌شود. همچنین نفوذ بیشتر برزیل در سیاست بین‌المللی و امکان گرفتن کرسی دائم در شورای امنیت سازمان ملل به معنای نیاز این کشور به ارتشی بزرگ‌تر است که نیاز به آلیاژهای با عملکرد بالا برای صنایع هوایی را بیشتر می‌کند. همچنین میزبانی مسابقاتی جام جهانی و المپیک نیاز به کالاهای ورزشی را به‌شدت بالا می‌برد که خود تا حدی به آلیاژهای با عملکرد بالا وابسته هستند و موجب اندکی رشد در این حوزه می‌گردند.

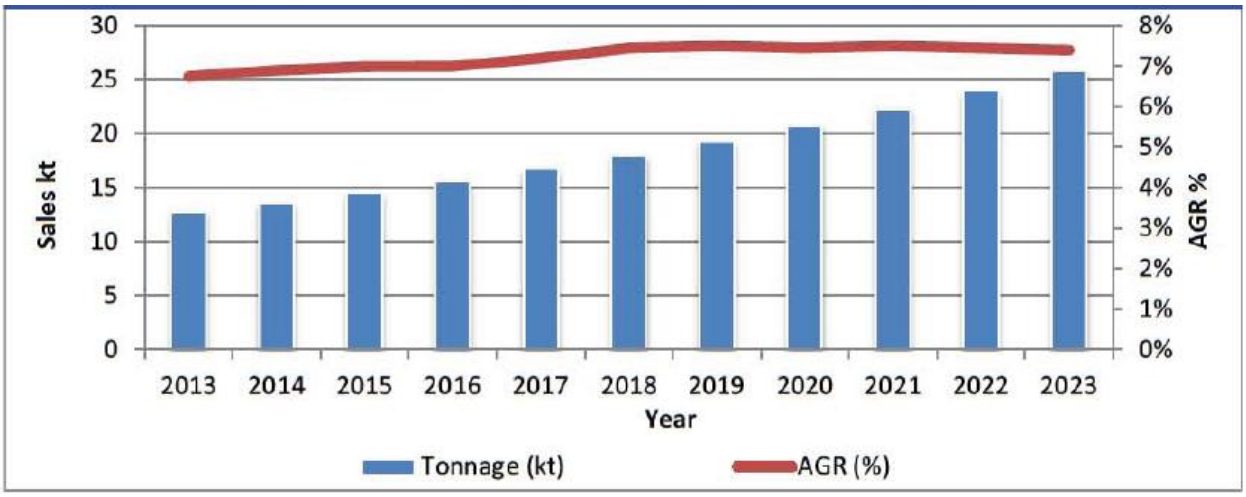
در دوره بلندمدت برزیل به بیشترین میزان رشد خود برابر با ۷/۸ ٪ می‌رسد. این نرخ رشد تنها از چین کمتر است. این رشد فزاینده موجب می‌شود که برزیل در پایان دوره موردبررسی ژاپن و ایتالیا را پشت سر بگذارد. در بلندمدت این حضور مجدد بخش صنایع معدنی برزیل هستند که موجب ادامه رشد و عدم توقف افزایش نرخ آن می‌گردند. تا این زمان دولت برزیل با برداشتن موانع مالیاتی از سر راه شرکت‌های داخلی و خارجی امکان فعالیت هر چه بیشتر آن‌ها را فراهم کرده است. مصرف سالانه برزیل با حفظ همین روند رشد در سال ۲۰۳۰ به میزان ۵۴/۶۳ کیلوتن خواهد رسید.

www.Telegram.me/Commodities

- **هند**

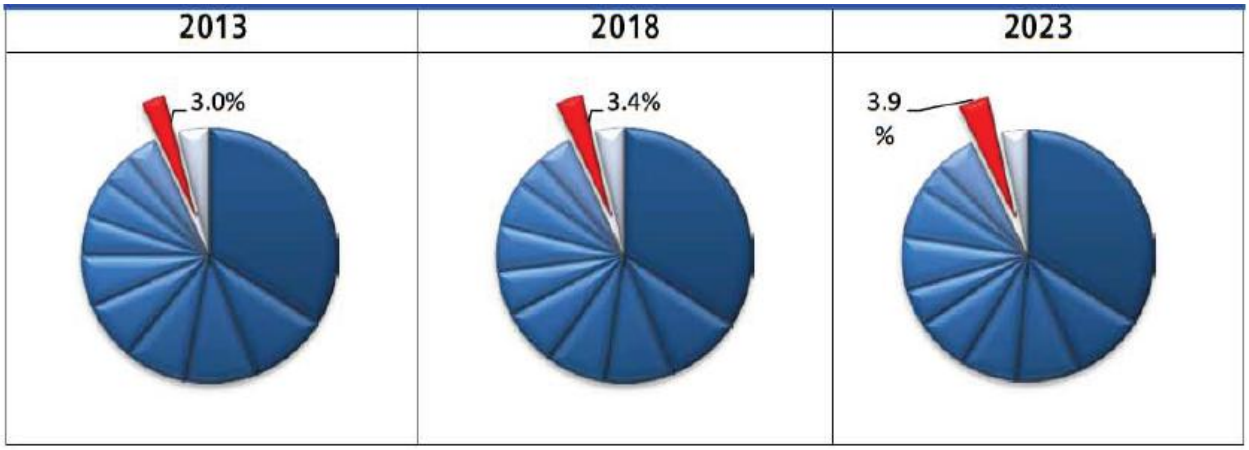
جدول۳-۱۸– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا هند ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**12.8**	**13.6**	**14.6**	**15.6**	**16.7**	**18.0**	**19.3**	**20.8**	**22.3**	**24.0**	**25.8**	**203.4**
AGR (%)	**6.8%**	**6.9%**	**7.0%**	**7.0%**	**7.2%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.5%**	**7.4%**	
CAGR (%) 2013-18			**7.1%**			2018-23			**7.5%**			
CAGR (%) 2013-23						**7.3%**						



شکل۳-۴۰– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا هند ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

www.Telegram.me/Commodities



شکل۳-۴۱– پیش‌بینی سهم بازار هند در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

مروری بر بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در هند:

بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در هند در ابتدای دوره موردبررسی کوچک‌ترین بازار در بین کشورهای پیشرو در این حوزه است. ولی باتجربه CAGR به میزان ۷/۳ ٪ در طول این دهه در پایان هند دیگر کوچک‌ترین بازار نخواهد بود. بازار هند تنها بازاری است که استفاده خود را از این آلیاژها در طول بازه موردبررسی را دو برابر می-کند و از ۱۲/۸ کیلوتن به ۲۵/۸ کیلوتن می‌رساند. بازار هند با این رشد سهم بازار خود را ۱٪ افزایش می‌دهد و از ایتالیا پیشی می‌گیرد.

در دوره کوتاه‌مدت هند کمترین میزان رشد یعنی ۶/۹ ٪ را دارد. پیشرانه رشد به دلیل جمعیت فزاینده هند و تقاضا بیشتر عمومی است که موجب رونق بخش صنعتی و استفاده بیشتر از آلیاژهای با عملکرد بالا می‌گردد.

در دوره میان‌مدت CAGR به ۷/۴ ٪ می‌رسد و بخش صنعتی همچنین نقش اصلی را در این رشد دارد. در کنار این موضوع بخش‌های تولید انرژی و هوافضا نیز نقش خود را پررنگ‌تر می‌کنند. در این دوره هند به

www.Telegram.me/Commodities

تکنولوژی تولید اسفنج تیتانیوم دست می‌یابد و تا حدی قابلیت کنترل بر تقاضای این آلیاژ را در داخل به دست می‌گیرد. این مقدار اندک تولیدشده به‌صورت کامل توسط صنایع دفاع این کشور مصرف می‌گردد که مشغول واردات غیرقابل‌باور نظامی از کشورهای خارجی هستند. احتمالاً این نیاز به آلیاژهای با عملکرد بالا هند را به سمت تولید انبوه آن‌ها خواهد برد. تمامی این فاکتورها موجب افزایش تقاضا و مصرف و واردات آلیاژهای با عملکرد بالا توسط هند می‌گردد. بازدارنده رشد در این دوره رابطه عجیب دولت هند با شرکت‌های هوایی خارجی و داخلی است. دولت به خارجی‌ها اجازه ورود به بازار داخلی را نمی‌دهد؛ همچنین اجازه رشد را نیز به شرکت‌های داخلی به دلیل بدهکاری به دولت نمی‌دهد.

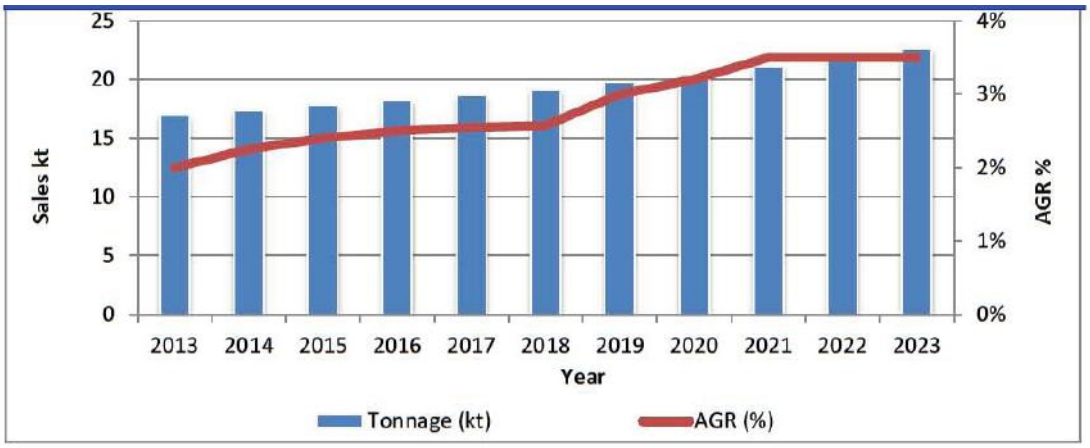
در دوره بلندمدت بازار آلیاژهای با عملکرد بالا رشد خود را با نرخ متوسط مرکب ۷/۵ ٪ ادامه می‌دهد. هند نیز مانند روسیه در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۱ سعی می‌کند سقف ۷/۵ ٪ را بشکند ولی به دلیل وابستگی به زغال‌سنگ و بی‌میلی به تغییر آن به‌عنوان منبع اصلی تولید الکتریسیته بازمی‌ماند. البته هند تلاش‌هایی برای استفاده از انرژی هسته‌ای برای تأمین برق خودکرده است ولی میزان آن به حدی نبوده است که تغییر چشمگیری در بازار سوپرآلیاژ این کشور به وجود آورد. مصرف سالانه هند با حفظ همین روند در سال ۲۰۳۰ به ۴۲/۲ کیلوتن خواهد رسید.

www.Telegram.me/Commodities

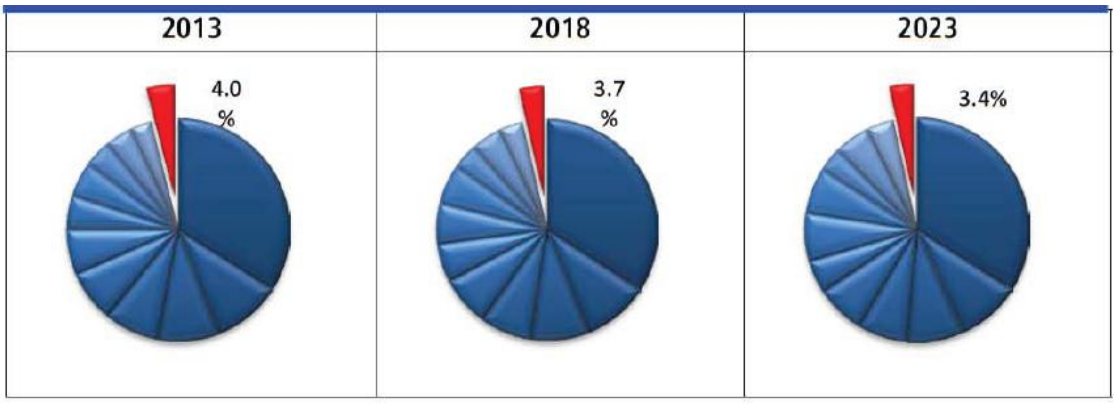
- **سایر کشورهای جهان**

جدول۳-۱۹– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا سایر کشورهای جهان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR، نرخ رشد متوسط مرکب CAGR)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2013-23
Sales kt	**17.0**	**17.4**	**17.8**	**18.2**	**18.7**	**19.2**	**19.8**	**20.4**	**21.1**	**21.9**	**22.6**	**214.1**
AGR (%)	**2.0%**	**2.3%**	**2.4%**	**2.5%**	**2.6%**	**2.6%**	**3.0%**	**3.2%**	**3.5%**	**3.5%**	**3.5%**	
CAGR (%) 2013-18			**2.5%**			2018-23			**3.3%**			
CAGR (%) 2013-23						**2.9%**						



شکل۳-۴۲– پیش‌بینی بازار آلیاژهای با عملکرد بالا سایر کشورهای جهان ۲۰۱۳-۲۰۲۳ (کیلوتن، نرخ رشد متوسط AGR)

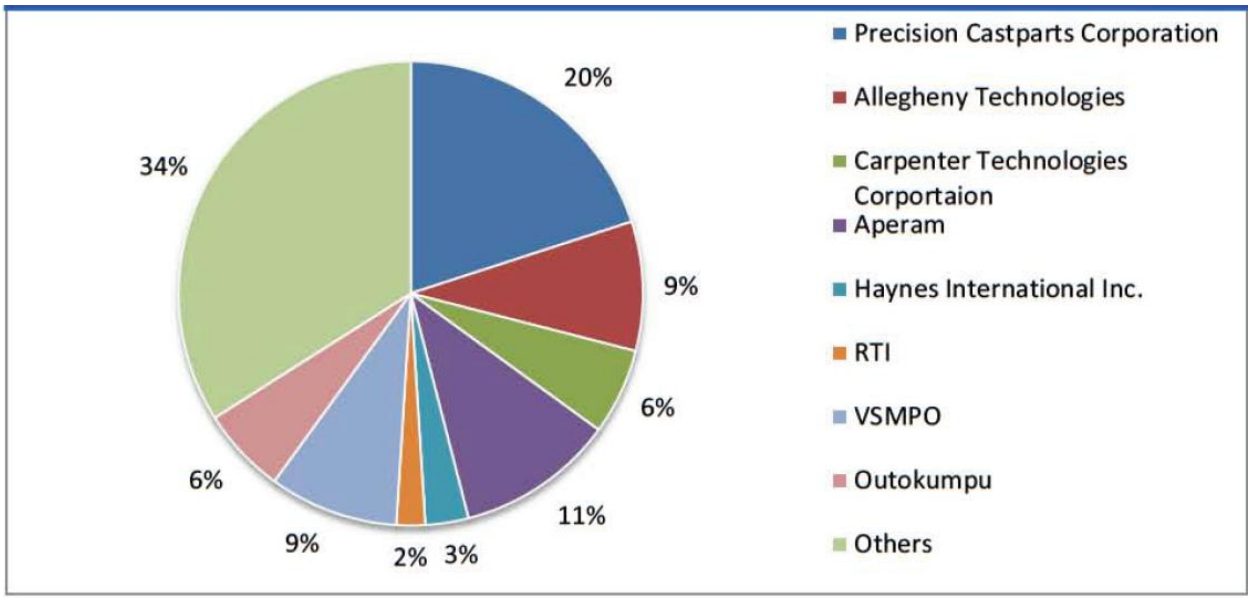


شکل۳-۴۳– پیش‌بینی سهم بازار سایر کشورها در صنعت آلیاژهای با عملکرد بالا ۲۰۱۳،۲۰۱۸ و۲۰۲۳ (٪ سهم)

www.Telegram.me/Commodities

تولید کنندگان آلیاژهای با عملکرد بالا:

عمده تولیدکنندگان آلیاژهای با عملکرد بالا در جهان به همراه سهم بازارشان در شکل۳-۴۴ نمایش داده‌شده‌اند. نکته مهم در مورد تولیدکنندگان این آلیاژها این موضوع است که معمولاً دارای کارخانه‌های مختلفی در نقاط مختلف دنیا هستند که طبقه‌بندی تولیدکنندگان بر اساس کشور را بسیار دشوار می‌سازد. البته در این میان شرکت‌های ایالات‌متحده بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل۳-۴۴- تولید کننده‌گان پیشرو آلیاژهای با عملکرد بالا و سهم بازار هر یک (تناژ)

www.Telegram.me/Commodities

فصل چهارم

بند ۶-۴- بررسی عرضه و تقاضا و روند قیمت جهانی و داخلی سوپرآلیاژها

www.Telegram.me/Commodities

۶-۴-۱ بررسی آخرین وضعیت و پیش‌بینی تولید سوپرآلیاژها در جهان

همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد ظرفیت کنونی بازار آلیاژهای با کاربرد بالا در جهان در سال ۲۰۱۵ میلادی در حدود ۴۴۲/۱ کیلوتن خواهد بود که از این مقدار ۲۸۶ کیلوتن را سوپر آلیاژها شامل می‌شوند. این مقدار تا سال ۲۰۳۰ با در نظر گرفتن نرخ رشد مرکب متوسط ۴/۵ ٪ به حدود ۹۰۰ کیلوتن برای آلیاژهای با کاربرد بالا و ۵۷۶ کیلوتن برای سوپرآلیاژها می‌رسد که نشان‌دهنده یک رشد پایدار در این صنعت است. با توجه به محدود بودن تولید در این صنعت همواره رقابت برای به دست آوردن سهم بازار در بین کشورها و صنایع مختلف وجود دارد تا بتوانند چرخه‌ی تولید خود را تأمین نمایند. لازم به ذکر است که این ارقام مربوط به مصرف آلیاژهای دست‌اول است و آلیاژهای دسته دو و قراضه را شامل نمی‌گردد.

۶-۴-۲ ظرفیت فعلی سوپرآلیاژها و روند افزایش ظرفیت در ایران

تنها واحد صنعتی که قابلیت تولید برخی از انواع سوپرآلیاژها در ایران را دارد فولاد آلیاژی اصفهان است. این واحد صنعتی زیرمجموعه وزارت دفاع است و اطلاعات دقیقی در مورد کیفیت تجهیزات و سطح دانش فنی موجود در این شرکت در دسترس نمی‌باشد. گفته‌شده است که ظرفیت ذوب تحت خلأ در این شرکت در حدود ۱۲۰۰ تن در سال است ولی تجهیزات موردنیاز برای ذوب مجدد و تولید سوپرآلیاژهای کارپذیر در این شرکت کامل نیست و در حال حاضر تولید این آلیاژها امکان‌پذیر نمی‌باشد. به نظر می‌رسد که این ظرفیت تولید هم‌اکنون فعال نیست و از فرآیند ذوب تحت خلأ برای تولید برخی از فولادهای آلیاژی استفاده می‌شود. با توجه به شرایط کنونی، افزایشی در ظرفیت تولید سوپرآلیاژها در این شرکت در آینده پیش‌بینی نمی‌شود و به نظر می-

www.Telegram.me/Commodities

رسد برنامه منسجمی هم در این زمینه وجود ندارد. سایر ارگان‌های کشور به ویژه وزارتخانه‌های نفت و نیرو که مصرف کنندگان اصلی سوپر آلیاژها هستند نیز برنامه‌ای برای تولید تولید مواد اولیه سوپر آلیاژی ندارند.

۶-۴-۳ بررسی وضعیت طرح‌های در حال اجرا در زمینه تولید سوپرآلیاژها در کشور

طبق اطلاعات بدست آمده از وزارت خانه‌های نیرو و نفت و سازمان‌های ایدرو و ایمیدرو، در حال حاضر در زمینه تولید سوپرآلیاژها در کشور فعالیت جدیدی انجام نشده است و تنها پتانسیل موجود در کشور در مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان (وابسته به وزارت دفاع) قرار دارد.

۶-۴-۴ پیش‌بینی ظرفیت و تولید سوپرآلیاژها در ایران در آینده

با توجه به آنچه در خصوص طرح‌های در حال اجرا و روند افزایش ظرفیت تولید سوپرآلیاژها گفته شد، در شرایط کنونی و بدون اجرای طرح توسعه جدید، ظرفیت اسمی تولید درزمینه ذوب اولیه (VIM) در حدود ۱۲۰۰ تن در سال تخمین زده می‌شود. این ظرفیت به شرطی محقق خواهد شد که امکانات موجود در مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان تکمیل شده و صرفاً در جهت تولید سوپرآلیاژها به کار گرفته شوند. علاوه بر وجود امکانات، دانش فنی فرایند تولید و نیز دانش فنی تولید انواع به خصوص سوپرآلیاژها پیش‌نیاز موفقیت در تولید این آلیاژ-ها در کشور می‌باشد. بر مبنای اطلاعات محدود موجود، نمی‌توان ارزیابی دقیقی از توانایی واقعی مجتمع فولاد آلیاژی اصفهان برای تولید سوپرآلیاژها در آینده نزدیک ارائه نمود. با توجه به نیاز روزافزون کشور به قطعات

www.Telegram.me/Commodities

سوپرآلیاژی مورد استفاده در صنایع مختلف، به نظر می‌رسد ظرفیت اسمی موجود در وزارت دفاع تضمین کننده‌ی تأمین این نیازها در آینده نمی‌باشد.

۶-۴-۵ سناریوهای تولید جهانی سوپرآلیاژها تا چشم‌انداز کشور

همان‌طور که گفته شد یک تعادل بین عرضه و تقاضای جهانی سوپر آلیاژها وجود دارد و عرضه این آلیاژها متمرکز است و طبیعت فرآیند تولید اجازه افزایش ظرفیت را به‌راحتی نمی‌دهد. در سریع‌ترین حالت چهار سال زمان لازم است تا یک معدن لوازم و تجهیزات موردنیاز را نصب کند تا بتواند ظرفیت تولید را به مقدار قابل‌توجهی افزایش دهد. این هزینه گزاف تنها امکان استخراج سنگ معدن بیشتر را فراهم می‌کند. فرآیند کردن این مواد به حالت موردنظر به زمان و صرف هزینه بیشتری نیازمند است. بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود که تولید سوپرآلیاژها نیز کاملاً متناسب با مصرف آن‌ها در سطح جهانی افزایش پیدا کند. نکته‌ای که سرمایه-گذاری کشور در این حوزه را جذاب می‌کند وجود مزیت رقابتی در مورد انرژی لازم برای تولید این آلیاژها و بازار بزرگ در منطقه برای این آلیاژها در کنار نیاز کشور به آن‌ها برای گسترش صنایع خود است. هرگونه افزایش ظرفیتی در این بازار به تقاضا تبدیل می‌گردد و این موضوع برای سرمایه‌گذاران جذاب می‌باشد زیرا برگشت سرمایه آن‌ها را تضمین می‌نماید.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۴-۶ واحدهای عمده تولیدکننده سوپرآلیاژها در ایران

طبق اطلاعات موجود، به غیر از امکانات موجود در وزارت دفاع که در بخش‌های قبلی بررسی شد، واحد صنعتی دیگری در زمینه تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور فعال نمی‌باشد.

۶-۴-۷ بررسی واردات انواع سوپرآلیاژ به و ارزش واردات و اثرات آن در کل واردات کشور

مصرف سوپر آلیاژها در کشور شامل دو بخش است. بخش اول شامل صنایعی می‌شود که از مواد اولیه سوپر آلیاژی استفاده می‌کنند و آن را به قطعات نهایی تبدیل می‌کنند. شرکت‌های پرتو و موادکاران که تولیدکننده قطعات توربینی هستند از این گروه می‌باشند. بخش دوم شامل صنایعی است که سوپرآلیاژها را به‌صورت قطعات تمام‌شده خریداری می‌کنند و به کار می‌برند. صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، صنایع دفاعی و صنایع دریایی از این جمله می‌باشند.

تخمین زده می‌شود که دو وزارتخانه نیرو و نفت سالانه ۱۰۰ تن از این آلیاژها را به‌صورت ماده اولیه برای تولید توربین‌ها وارد کرده و مورداستفاده قرار می‌دهند. با توجه به اینکه اغلب این آلیاژها به‌صورت ریختگی می‌باشند با در نظر گرفتن قیمت میانگین ۵۰ دلار برای هر کیلوگرم از آن‌ها ارزش این واردات به ۵ میلیون دلار می‌رسد.

متأسفانه آمار دقیقی از میزان مصرف قطعات تمام‌شده سوپرآلیاژی که مستقیم از خارج از کشور خریداری‌شده و در صنایع مختلف بکار گرفته می‌شوند وجود ندارد. اما بر طبق آمارهای تأیید نشده، سالانه ۸۱

www.Telegram.me/Commodities

میلیون دلار از این نوع قطعات در سه وزارت خانه نیرو، نفت و دفاع مورداستفاده قرار می‌گیرند. در صورت تولید شمش سوپرآلیاژ در کشور، بخش قابل‌توجهی از این بازار قابل‌استفاده برای تولیدکنندگان داخلی خواهد بود. نکته مهم دیگر در حوزه سوپر آلیاژ استراتژیک بودن این صنعت باوجود کوچک بودن بازار آن ازنظر تناژ مصرفی و سهم کلی از اقتصاد و واردات کشور (۰/۰۱۶ ٪ کل واردات) است. تمامی صنایع کلیدی و راهبردی کشور به نحوی به این آلیاژها وابسته‌اند و تولید این آلیاژها در داخل کشور رشد پایدار صنایع استراتژیک را تضمین خواهد کرد.

۶-۴-۸ عمده کشورهایی که سوپرآلیاژهای وارداتی از آن‌ها تأمین می‌شود

درگذشته و قبل از اعمال تحریم‌ها بر ضد کشور، عمده تأمین‌کنندگان سوپرآلیاژهای گرید غربی ایران، کشورهای انگلستان و آلمان بودند. پس از تحریم‌ها اطلاعات دقیقی از تأمین‌کنندگان و نحوه واردات این آلیاژها به کشور موجود نمی‌باشد. در مورد آلیاژهای شرقی تنها منبع تهیه مواد اولیه کشور روسیه است.

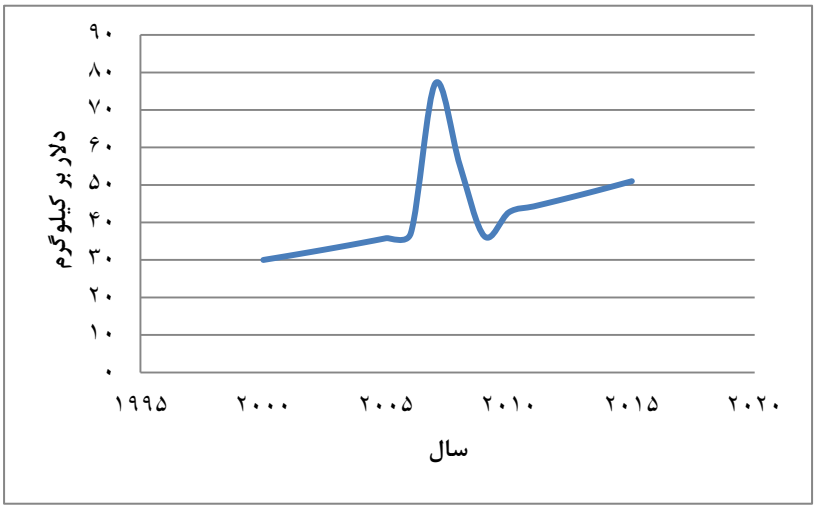
۶-۴-۹ بررسی قیمت فروش سوپرآلیاژها شامل بررسی قیمت داخلی، مقایسه قیمت داخلی و بین‌المللی و پیش‌بینی قیمت فروش سوپرآلیاژها بر اساس سناریوهای مختلف

با توجه به عدم وجود عرضه داخلی سوپرآلیاژها اطلاعاتی راجع به قیمت داخلی برای آن‌ها وجود ندارد. قیمت جهانی سوپرآلیاژها نیز بر اساس نوع آن‌ها متفاوت است. قیمت آلیاژهای ریختگی از ۵۰ دلار بر کیلوگرم آغاز می‌گردد و قیمت آلیاژهای کارشده مانند فنر، ورق، سیم و دیسک‌های فرج شده به حوالی ۱۰۰ تا ۱۲۰ دلار بر کیلوگرم هم می‌رسد که این قیمت در مقایسه با قیمت سایر آلیاژها و فلزات بسیار بیشتر می‌باشد و

www.Telegram.me/Commodities

ارزش‌افزوده فراوانی را نیز به همراه دارد. این قیمت‌ها مربوط به آلیاژهای پایه است و افزایش عنصر آلیاژی مانند رنیوم قیمت آلیاژهای ریختگی را تا ۱۲۰ دلار بر کیلوگرم و آلیاژهای کارشده را نیز به همین نسبت افزایش می‌دهد. روند تغییرات قیمت برای آلیاژ ریختگی پایه در شکل ۴-۱ آورده شده. روند تغییرات برای سایر آلیاژها نیز مشابه است.

پیش‌بینی می‌شود همین قیمت‌ها به‌صورت متوسط در سال‌های آینده نیز حکم‌فرما باشند. البته بحران‌های عنصری مانند آنچه درگذشته چندین بار در مورد عناصری نظیر کبالت، نیکل و تانتالم رخ داده است و همچنین ایجاد تقاضای زیاد در یک بخش خاص می‌تواند قیمت‌ها را به‌صورت تصاعدی افزایش دهد و مهم‌تر از آن زمان تحویل مواد اولیه را بسیار طولانی کند. این موضوع لزوم تأمین کلیه حلقه‌های زنجیره تولید را بیش‌ازپیش روشن می‌کند. از طرف دیگر در صورت معرفی مواد جدید که قابلیت جایگزینی این آلیاژها را داشته باشند امکان افت تقاضا و قیمت برای آن‌ها وجود دارد که با توجه به ویژگی‌های خاص این آلیاژها و تلاش‌های نافرجام گذشته چنین پیشرفتی در آینده نزدیک دور از انتظار است.



شکل۴-۱- روند قیمت آلیاژ ریختگی پایه (Inconel 738)

www.Telegram.me/Commodities

شکل ۴-۱، تغییرات قیمت سوپر آلیاژ Inconel 738 را در پانزده سال اخیر نمایش می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، قیمت آلیاژ در سال های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ میلادی شاهد یک افزایش شدید و سپس بازگشت به روند اولیه بوده است. علت این امر، افزایش شدید قیمت نیکل در این بازه زمانی است که ناشی از پدیده افزایش قیمت کالاهای مصرفی عمومی (شامل نفت، فلزات، مواد شیمیایی، غذا و سوخت) در دهه اول هزاره سوم (2000s Commodities Boom) به دلیل افزایش شدید تقاضا در قدرت‌های نوظهور اقتصادی BRIC (برزیل، روسیه، هند، چین) و کشورهای یوگوسلاوی سابق و همچنین نگرانی‌ها از عدم عرضه پایدار کالاها در طولانی مدت بوده است. قیمت نیکل در ماه می سال ۲۰۰۷ میلادی به اوج خود یعنی ۵۱۰۰۰ دلار بر متریک تن رسید و در ژانویه ۲۰۰۹ به ۱۱۵۵۰ دلار بر متریک تن سقوط کرد و حدود ۱ سال بعد به مقادیر معمول خود بازگشت. تغییرات قیمت نیکل به صورت مستقیم بر روی قیمت سوپر آلیاژهای پایه نیکل یا آلیاژهای حاوی مقادیر قابل توجه از این عنصر تاثیر می‌گذارد و به همین دلیل افزایش شدید قیمت این آلیاژها در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ رخ داده است. در سال‌های بعد از وقوع بحران، روند صعودی قیمت با نرخی طبیعی تا به امروز ادامه یافته است.

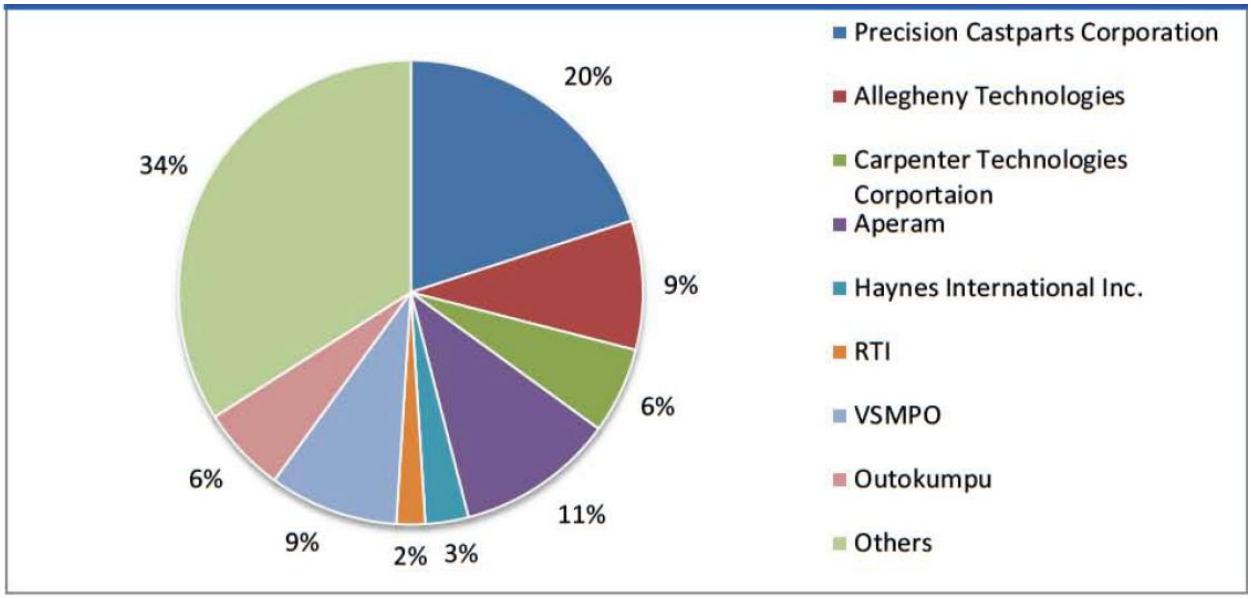
www.Telegram.me/Commodities

۶-۴-۱۰ صادرات جهانی سوپرآلیاژها، ارزش و سهم صادرات سوپرآلیاژها از کل صادرات ایران، عمده بازارهای صادراتی به تفکیک محصولات سوپرآلیاژی، بررسی امکان صادرات سوپرآلیاژها، پیش‌بینی تجارت جهانی سوپرآلیاژها تا افق چشم‌انداز، مشتریان عمده خارجی

ساختار و شبکه توزیع شرکت‌های تولیدکننده سوپرآلیاژها بسیار پیچیده است و معمولاً یک شرکت در کشورهای مختلف کارخانه‌های جداگانه‌ای دارد. در این میان ایالات‌متحده بیشترین تعداد تولیدکننده مطرح را دارا می‌باشد و سایر کشورها مانند انگلستان، آلمان، روسیه، ژاپن و چین پشت سر آن قرار می‌گیرند. همان‌طور که در شکل۴-۱ مشخص است ۶۶ ٪ از کل بازار این صنعت در اختیار ۸ تولید کننده عمده است و ۳۴ ٪ باقی‌مانده در بین سایر تولیدکنندگان تقسیم‌شده است.

ایران درحال حاضر صادراتی در زمینه‌ی مواد اولیه و قطعات تمام شده سوپرآلیاژی ندارد. با توجه به‌قرار گرفتن کشور در منطقه‌ی استراتژیک خاورمیانه و تمرکز صنایع عظیم نفت و گاز و پتروشیمی در این منطقه از یک سو و وجود بازار بزرگ و در حال رشد هندوستان از سوی دیگر، پتانسیل بسیار قابل توجهی برای صادرات این آلیاژها و قطعات سوپرآلیاژی وجود دارد. کاهش هزینه‌های مربوط به حمل‌ونقل و همچنین قیمت تمام شده مناسب به دلیل مزیت انرژی در ایران امکان رقابت صنایع داخلی با تولید کنندگان خارجی را فراهم خواهد ساخت. بنابراین بازار خاورمیانه و شبه‌جزیره هند می‌توانند بازارهای هدف اصلی صادرات سوپرآلیاژ برای ایران باشند. تا افق چشم‌انداز کشور نیز به‌صورت پیوسته کشورهای حوزه خلیج‌فارس در حال گسترش صنایع وابسته به نفت خود و هندوستان نیز در حال گسترش توان نظامی خود به‌ویژه در بخش هوافضا می‌باشند که حاکی از رشد این بازار است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۴-۲- تولید کننده‌گان پیشرو آلیاژهای با عملکرد بالا و سهم بازار هر یک (تناژ)

۶-۴-۱۱ بررسی مصرف سوپرآلیاژها شامل مصرف جهانی سوپرآلیاژها، آخرین وضعیت جهانی و پیش‌بینی مصرف سوپرآلیاژها، مصرف سرانه کشورهای منطقه، مصرف ظاهری کشورهای منطقه و کشورهای رقیب، مصرف سرانه سوپرآلیاژها در ایران، مصرف ظاهری سوپرآلیاژها در ایران، رابطه مصرف سوپرآلیاژها و رشد اقتصادی ، بررسی تغییر الگوی مصرف سوپرآلیاژهای موردنظر در ایران و جهان

جدول ۴-۱ به صورت خلاصه آمار مربوط به مصرف کنونی سوپرآلیاژها و پیشبینی مصرف تا سال ۲۰۳۰ را ارائه می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۴-۱- میزان مصرف کنونی و پیش‌بینی مصرف سوپرآلیاژها

	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰
فروش (کیلوتن)	۳۰۰/۳	۳۷۴/۲	۴۶۶/۴	۵۸۱/۲

با توجه به وجود ذخایر عظیم نفت و گاز در حوزه خلیج‌فارس و منطقه خاورمیانه و نیاز شدید صنایع مربوط به سوپرآلیاژها بر اساس اطلاعات موجود در گزارش Vison gain تخمین‌زده می‌شود که در حال حاضر حداقل ۵ کیلوتن از این آلیاژها در این منطقه مصرف می‌گردد و روند مصرف سوپر آلیاژها در این منطقه به دلیل گسترش فعالیت صنایع مرتبط رو به رشد است.

همان‌طور که اشاره شد، ایران سالانه در حدود ۱۰۰ تن آلیاژ به‌صورت مواد اولیه و مقدار نامعلومی را به‌صورت قطعات آماده مصرف می‌کند. بنابراین محاسبه مصرف سرانه این آلیاژها بااطلاعت کنونی امکان‌پذیر نیست. این موضوع در مورد مصرف سرانه کشورهای منطقه نیز صادق است.

میزان مصرف سوپرآلیاژها در یک کشور تابع وضعیت اقتصادی حاکم بر آن و برنامه‌های توسعه صنایع استراتژیک است. همچنین ایجاد تقاضا در بخش‌های مختلف مانند هوافضا و بخش انرژی نیز نیروی محرکه‌ای برای افزایش تقاضا برای سوپرآلیاژها می‌باشد. با توجه به حرکت به سمت تولید توربین‌های گازی صنعتی به‌منظور تولید الکتریسیته در دنیا و ایران که از افزایش جمعیت و نیاز به انرژی ریشه گرفته است، این بخش می‌تواند بیشترین تأثیر را پس از بخش صنعتی بر روی تقاضا برای سوپر آلیاژها داشته باشد. لازم به ذکر است که با ایجاد امکان تولید مواد خام سوپر آلیاژی دست تولیدکنندگان داخلی برای تولید قطعات مختلف در این حوزه بازمی‌گردد که طبق سیاست‌های بلندمدت اقتصادی کشور و تمرکز آن‌ها بر رونق تولید می‌تواند به عنوان یک محرک عمل نموده و جزء صنایع پیشرو در ایجاد رونق اقتصادی در کشور باشد.

www.Telegram.me/Commodities

تغییر الگویی که در سال‌های آتی در جهان و ایران درزمینه سوپرآلیاژها شاهد آن خواهیم بود استفاده بیشتر از این آلیاژها در حوزه تولید انرژی به‌ویژه توربین‌های گازی و نیروگاه‌های هسته‌ای ماژولار می‌باشد. در کنار این دو بخش، بخش صنعتی نیز برای گسترش خود نیاز فراوانی به این آلیاژها دارد. این نیاز به‌ویژه در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی که در حوزه‌های مختلف آن از حفاری تا پالایش خواص ممتاز این آلیاژها قابل‌جایگزینی با هیچ ماده دیگری نیست نمود بیشتری خواهد داشت.

به عنوان نتیجه‌گیری، مصرف سوپرآلیاژها در جهان تابع شرایط اقتصادی است. در شرایط کنونی ایران با توجه به گسترش روز افزون بخش تولید انرژی و صنایع مرتبط با سوپرآلیاژها، ایجاد یک واحد تولید سوپرآلیاژ در کشور می‌تواند علاوه بر پاسخگویی به این نیاز به‌عنوان یکی از عوامل رونق زا عمل کند.

۶-۴-۱۲ بررسی عرضه و تقاضای سوپرآلیاژها در ایران شامل کاربردها و مصارف سوپرآلیاژها، بررسی تولید سوپرآلیاژها در ایران، مقایسه مصرف و تولید سوپرآلیاژها، پیش‌بینی تقاضای سوپرآلیاژها در سناریوهای مختلف تا سال ۱۴۰۴، عوامل مؤثر برافزایش تقاضای سوپرآلیاژها

طبق توضیحات ارائه شده در بخشهای قبلی در حال حاضر سوپرآلیاژها در داخل کشور تولید و عرضه نمی-شوند. تقاضا برای این آلیاژها در دو بخش متمرکز است. بخش اول مواد اولیه سوپر آلیاژی برای تولید قطعات توربین‌های گازی صنعتی است که طبق برآوردهای انجام شده این نیاز در حال حاضر در حدود ۱۰۰ تن در سال تخمین زده می‌شود. بخش دوم شامل قطعات نیمه‌تمام و تمام‌شده سوپرآلیاژی هستند که باقیمت‌های بسیار بالایی از خارج از کشور تأمین می‌گردند. بخش عمده‌ای از این قطعات در صنایع نیروگاهی، نفت، گاز و

www.Telegram.me/Commodities

پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سه وزارت خانه نفت، نیرو و دفاع عمده مشتریان این آلیاژها هستند که طبق آمارهای غیر رسمی در مجموع حدود ۸۰ میلیون دلار را شامل می‌شود.

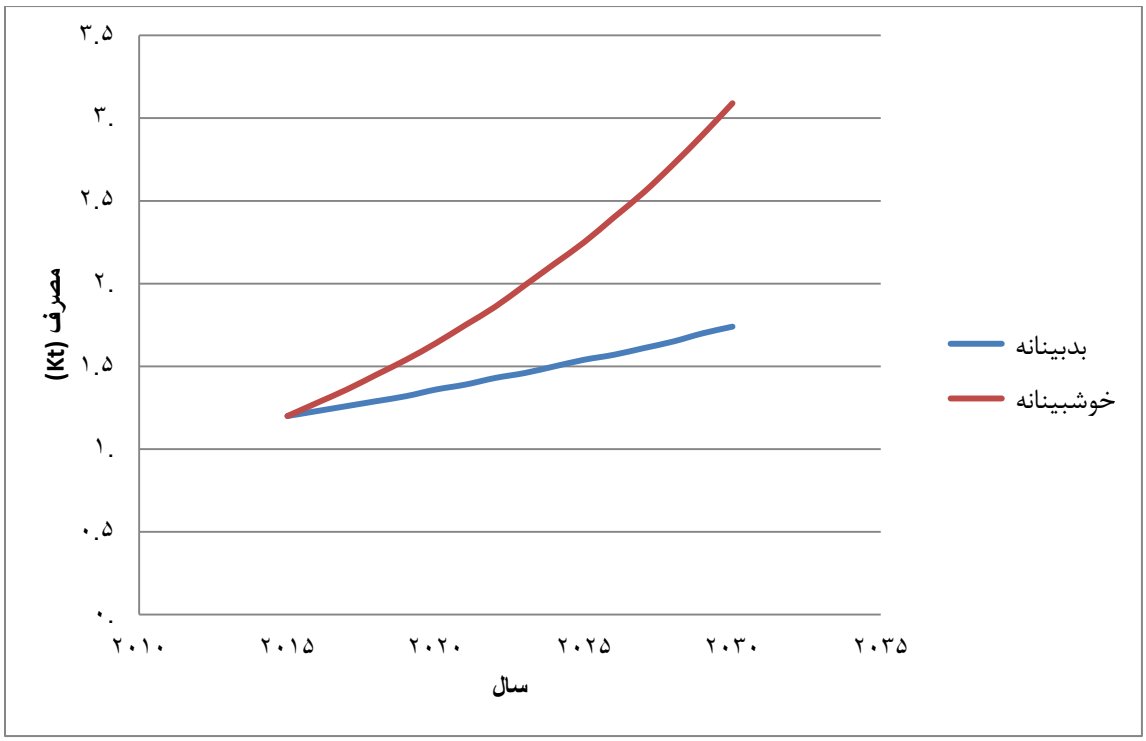
در سناریو خوش‌بینانه که ایران را اقتصاد چهاردهم دنیا در سال ۲۰۳۰ قلمداد می‌کند نیاز ایران به سوپر-آلیاژها به‌شدت افزایش خواهد یافت تا بخش صنعتی خود چه در حوزه کالاهای مصرفی و چه در حوزه نفت، گاز و پتروشیمی را گسترش دهد. همچنین نیاز این صنایع و جمعیت درحال افزایش ایران، به الکتریسیته به معنای نیاز به تولید توربین‌های گازی بیشتر است که خود نیازمند سوپرآلیاژها می‌باشد و تقاضا را افزایش می‌دهد. همچنین گسترش نیروگاه‌های هسته‌ای نیز به‌خودی‌خود می‌توانند تقاضا را افزایش دهند. بنابراین در چنین سناریوی در مقایسه با نرخ رشد کشورهای پیشرو در حوزه آلیاژهای باکاربرد بالا نرخ رشد متوسط مرکبی بین ۵ تا ۷ ٪ برای مصرف این آلیاژها در ایران پیش‌بینی می‌گردد که به ۳/۱۷ کیلوتن در سال می‌رسد. در این شرایط بخش تولید توربین گازی که وابسته به مواد اولیه است رشد قابل توجهی نشان می‌دهد و به ۱ کیلوتن در سال می‌رسد. مصرف حدود۲/۲ کیلوتن قطعات سوپر آلیاژی نیز در دو وزارتخانه دفاع و نفت پیشبینی می‌گردد که سهم وزارتخانه نفت غالب بوده و در حدود ٪۹۰ از این مقدار را شامل خواهد شد.

در سناریو بدبینانه که اقتصاد ایران را در حالت رکود فرض می‌کند و خبر از خروج ایران از ۲۰ کشور اول در دنیا می‌دهد به نظر می‌رسد مصرف این آلیاژها افزایش چشم‌گیری نداشته باشد و در همان سطح همیشگی باقی بماند و تنها در دوره‌هایی کوتاه‌مدت شاهد رشد مقطعی به دلیل افزایش تقاضا از بخش نفت، گاز و پتروشیمی باشیم که بدین ترتیب نرخ رشد متوسط مرکبی بین ۲/۵ تا ۳ ٪ برای مصرف این آلیاژها در ایران پیش‌بینی می‌گردد که به ۱/۷۲ کیلوتن در سال می‌رسد. تحت این شرایط نسبت مصرف بین وزارتخانه‌های مختلف

www.Telegram.me/Commodities

حفظ می‌گردد. مصرف مواد اولیه برای ساخت توربین‌های گازی به حدود ۱۷۰ تن در سال خواهد رسید و وزارت نفت و دفاع نیز در حدود ۱/۵۵ کیلوتن قطعه سوپر آلیاژی خریداری خواهند کرد که در حدود ۹۰ درصد این مقدار در مجموعه صنایع وابسته به وزارت نفت مصرف خواهد شد.

نکته مهم در مورد عرضه و تقاضای این آلیاژها وابستگی تقاضا به عرضه است بدین معنا که افزایش عرضه سوپرآلیاژها به دنبال خود مصرف را نیز بیشتر می‌کند زیرا امکان ساخت قطعاتی که در حال حاضر به‌صورت آماده و نیمه آماده از خارج از کشور خریداری می‌شوند فراهم خواهد شد.



شکل۴-۳- پیش‌بینی این تحقیق از بازار آلیاژهای با عملکرد بالا در ایران تا سال ۲۰۳۰ (کیلوتن)

www.Telegram.me/Commodities

فصل پنجم

بند ۶-۵- بررسی وضعیت مالی صنعت سوپرآلیاژ در کشور

www.Telegram.me/Commodities

۶-۵-۱ سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در داخل کشور

همان‌طور که اشاره شد، در حال حاضر تنها سرمایه‌گذاری انجام شده در کشور در زمینه تولید سوپرآلیاژها در وزارت دفاع بوده است. طبق آمار تایید نشده برای راه اندازی خط تولید این مجموعه در حدود ۱۵ میلیون یورو سرمایه‌گذاری انجام‌شده که از این مقدار ۱۳ میلیون یورو سهم تجهیزات و مابقی به تأسیسات و غیره اختصاص داشته است.

۶-۵-۲ قیمت تمام‌شده سوپرآلیاژها

قیمت آلیاژهای مختلف به روش‌های گوناگونی قابل‌محاسبه است. برای مثال شرکت Outokompu که از پیشتازان صنعت سوپرآلیاژ است برای محاسبه قیمت محصولات فولاد زنگ نزن خود از یک سیستم نوین بهره می‌برد که شامل ۳ بخش قیمت پایه، قیمت خدمات اضافی و قیمت سربار آلیاژها می‌باشد. بدین ترتیب قیمت محصولات به‌صورت روزانه با تغییر قیمت سربار آلیاژها قابل‌محاسبه است که یک شرایط برد-برد را برای مشتری و شرکت به وجود می‌آورد که در سیستم‌های قبلی قیمت‌گذاری بر مبنای میانگین قیمت عناصر آلیاژی در ماه‌های گذشته مقدور نبود.

همان‌طور که اشاره شد مزیت رقابتی ایران برای تولید سوپر آلیاژها قیمت پایین انرژی در کشور است که اجازه تولید این آلیاژها به قیمت مناسب را امکان‌پذیر می‌سازد. قیمت باید به مبنای قیمت عناصر آلیاژی محاسبه شود که تخمین زده می‌شود با شرایط کنونی هر کیلوگرم از این آلیاژها با در نظر گرفتن هزینه‌های

www.Telegram.me/Commodities

سربار چیزی در حدود ۲۰ تا ۳۰ دلار برای آلیاژهای ریختگی هزینه داشته باشد. بدین ترتیب یک حاشیه سود ۳۰ تا ۴۰ درصدی تضمین می‌گردد.

نکته بسیار مهم این است که هرچقدر به سمت آلیاژهای کارشده حرکت کنیم مزیت نسبی به نفع کشور تغییر می‌کند. علت این امر سهم انرژی در تولید این‌گونه محصولات است. از سوی دیگر، کارخانه‌های توانمند در عملیات ترمومکانیکی در کشور نظیر فولاد آلیاژی یزد و فولاد اسفراین متأسفانه در حال حاضر ظرفیت خالی بسیار زیادی دارند. تولید سوپرآلیاژهای کارپذیر می‌تواند بخش قابل‌توجهی از این ظرفیت‌ها را پر کند و ازنظر اقتصادی تولید داخلی این سوپرآلیاژها بسیار به‌صرفه نماید.

۶-۵-۳ شاخص‌های بهره‌وری

در متون اقتصادی، تعاریف متفاوتی برای بهره‌وری ارائه‌شده است که همه‌ی آن‌ها به‌گونه‌ای به استفاده‌ی صحیح و کارآمد از منابع در راه تحقق اهداف تعیین‌شده اشاره دارند .درواقع ، بهره‌وری معیار و وسیله‌ای سنجشی برای اندازه‌گیری کارایی فعالیت‌های اقتصادی در جامعه است. واژه‌ی بهره‌وری در لغت به معنای قدرت تولید، بارور و مولد بودن است. ساده‌ترین تعریف بهره‌وری نسبت بین مقدار معینی محصول و مقدار معینی از یک یا چند عامل تولید است. تعاریف کلی تدوین‌شده توسط هر یک از سازمان‌های بین‌المللی، ازنظر مفهوم، تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند.

مرکز بهره‌وری ایران شاخص‌هایی را برای بخش صنعت و معدن ایران پیشنهاد کرده است که در جدول ۵-۱ آورده شده‌اند.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۵-۱- شاخص‌های بهره‌وری بخش صنعت و معدن ایران

ردیف	عنوان شاخص	ردیف	عنوان شاخص
	شاخص‌های منابع انسانی		**شاخص‌های بهره‌وری سرمایه**
۱	بهره‌وری نیروی کار(رقابت‌پذیری هزینه نیروی کار)- به روش درآمد	۱	بهره‌وری دارایی ثابت- به روش درآمد
۲	بهره‌وری نیروی کار(رقابت‌پذیری هزینه نیروی کار)	۲	بهره‌وری سرمایه
۳	درصد سهم جبران خدمات در ارزش‌افزوده- به روش درآمد	۳	بهره‌وری سرمایه- به روش درآمد
۴	سرانه ارزش‌افزوده- به روش درآمد	۴	درصد سهم هزینه سرمایه در ارزش‌افزوده- به روش درآمد
۵	ارزش ستانده بر جبران خدمات کارکنان	۵	ارزش ستانده بر دارایی‌های ثابت
۶	ارزش ستانده کل برتعداد نیروی کار	۶	بهره‌وری دارایی ثابت
۷	سرانه ارزش‌افزوده	۷	گردش مجموع دارایی‌ها
۸	درصد هزینه نیروی کار در ورودی کل	۸	بهره‌وری کل دارایی‌ها- به روش درآمد
۹	درصد سهم جبران خدمات در ارزش‌افزوده	۹	نسبت ارزش‌افزوده به دارایی‌های جاری- به روش درآمد
۱۰	فروش سرانه		**شاخص‌های مواد و فرایند**
	شاخص‌های انرژی	۱	بهره‌وری مواد
۱	ارزش‌افزوده به مصرف انرژی- به روش درآمد	۲	بهره‌وری مواد- به روش درآمد
۲	بهره‌وری انرژی به روش درآمد	۳	کارایی فرآیند- به روش درآمد
۳	بهره‌وری انرژی	۴	کارایی فرآیند
۴	ارزش‌افزوده به مصرف انرژی		**شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل**
۵	ارزش ستانده به مصرف انرژی	۱	ارزش‌افزوده به ارزش کل داده‌ها- به روش درآمد
	شاخص‌های اقتصادی	۲	بهره‌وری کل عوامل به روش کندریک- به روش درآمد
۱	ارزش‌افزوده	۳	بهره‌وری کل عوامل روش کندریک
۲	مصارف واسطه (مواد ، خدمات و کالای خریداری‌شده)	۴	بهره‌وری کل عوامل روش کندریک بدون آلفا و بتا- به روش درآمد
۳	بازده مجموع دارایی‌ها		
۴	درصد سهم سود در ارزش‌افزوده		
۵	درصد سهم سود در ارزش‌افزوده- به روش درآمد		
۶	درصد حاشیه سود خالص		

www.Telegram.me/Commodities

صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی یکی از صنایع دانش‌بنیان است که شاخص‌های بهره‌وری بسیار بالایی دارد. به دلیل دانش فنی بالای موردنیاز، تعداد رقبا در این صنعت بسیار محدود بوده و حاشیه سود بسیار مناسب است. یکی از عوامل تعیین‌کننده در افزایش بهره‌وری در این صنعت، کاهش ضایعات است که با توجه به قیمت بالای مواد اولیه، تأثیر بسزایی در افزایش سود خالص خواهد داشت. این امر نیازمند کنترل دقیق کلیه اجزای زنجیره تولید از مواد اولیه گرفته تا پارامترهای فرآیند تولید و روش‌های کنترل کیفی است. دستیابی به این هدف نیازمند دانش فنی و تجربه‌ی بالای مدیران و رعایت استانداردهای سخت‌گیرانه محیط کار توسط تکنسین‌ها و پرسنل خط تولید است. عامل تعیین‌کننده‌ی دیگر سهم انرژی در قیمت تمام‌شده است. با توجه به مصرف بالای انرژی به‌ویژه در آلیاژهای کارپذیر که در فرآیند تولید نیاز به عملیات حرارتی و مکانیکی متعدد دارند، قیمت پایین انرژی نسبت به سایر رقبا می‌تواند مزیت قابل‌توجهی را برای یک تولیدکننده به همراه آورد. لذا این پارامتر نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش بهره‌وری خواهد داشت. با توجه به‌وفور منابع انرژی در کشور، در صورت مدیریت صحیح و تبدیل این منابع انرژی به محصولات انرژی بر، نظیر مواد اولیه سوپر آلیاژی، بهره‌وری کل صنعت کشور افزایش خواهد یافت. علاوه بر بعد اقتصادی، تولید سوپرآلیاژها در کشور منجر به یک جهش تکنولوژیک در تولید مواد اولیه پیشرفته از طریق متالورزی تحت خلأ خواهد شد. این ارتقای تکنولوژیک امکان تولید مواد اولیه پیشرفته متعددی را فراهم ساخته و منجر به توسعه سایر صنایع استراتژیک خواهد شد.

www.Telegram.me/Commodities

فصل ششم

بند ۶-۶- بررسی وضعیت نیروی انسانی

www.Telegram.me/Commodities

۶-۶-۱ وضعیت فعلی منابع انسانی

منابع انسانی گروهی از افراد هستند که نیروی کار یک سازمان، کسب‌وکار و یا اقتصاد را تشکیل می‌دهند. سرمایه انسانی نیز که به‌عنوان مترادف این مفهوم مورداستفاده قرار می‌گیرد بیشتر بر دانش افراد و توانایی آن در کمک به سازمان اشاره دارد.

کارکرد منظم و حرفه‌ای این مفهوم در یک کسب‌وکار به‌عنوان مدیریت منابع انسانی[۲۲] (HRM) شناخته می‌شود.

منابع انسانی در عمل

از دیدگاه اهداف سازمانی کارکنان به‌عنوان دارایی‌های سازمان فرض می‌شوند که ارزششان با یادگیری و پیشرفت، که از آن به‌عنوان توسعه نیروی انسانی یاد می‌شود افزایش می‌یابد. سازمان‌ها برای استفاده حداکثری از این دارایی فعالیت‌های گوناگونی را انجام می‌دهند.

در برنامه‌ریزی نیروی انسانی سه روند اصلی موردتوجه قرار می‌گیرند:

۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناسی [۳۱]:

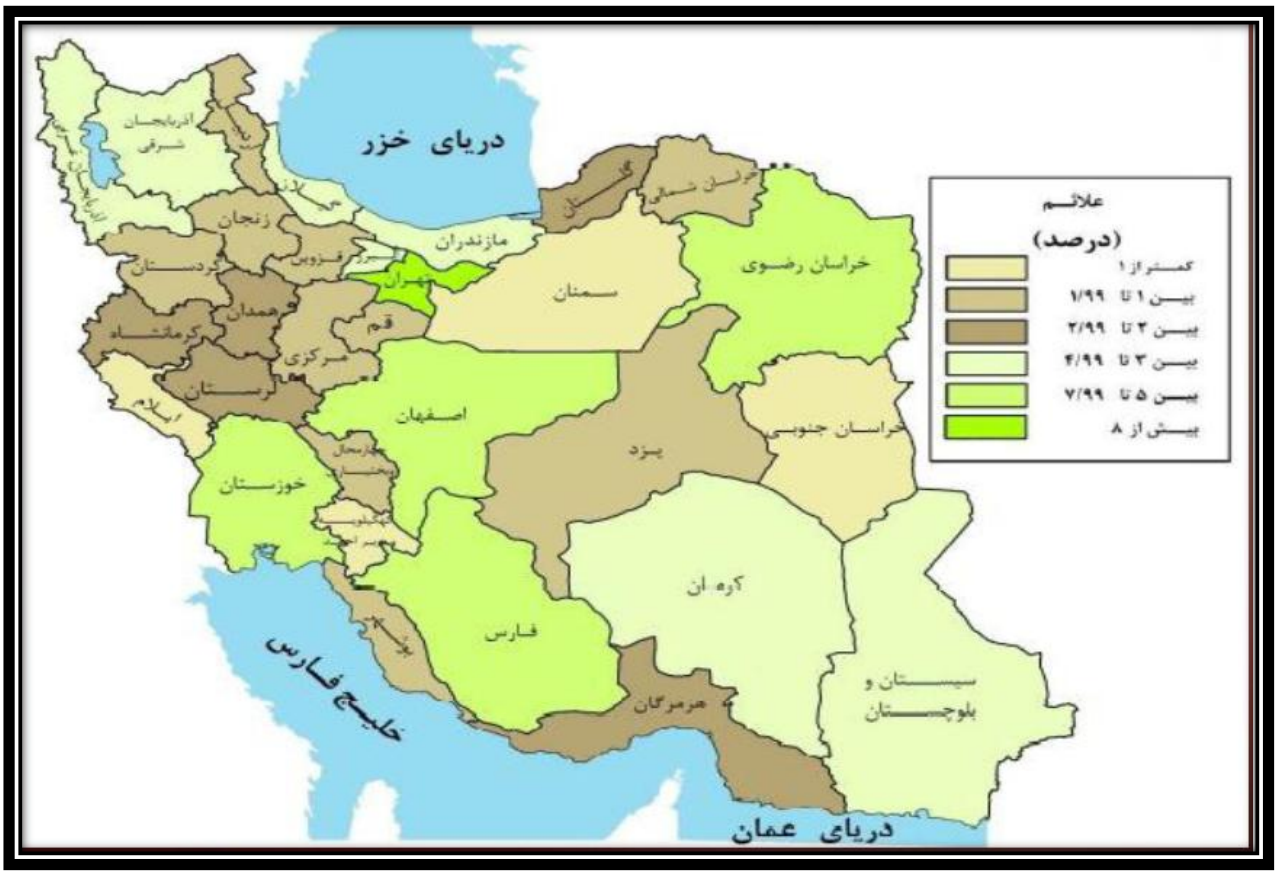
ویژگی‌هایی نظیر سن، جنسیت و طبقه اجتماعی از این دسته هستند. این دسته از فاکتورها روی مواردی همچون ارائه خوابگاه و یا بسته‌های بیمه ارائه‌شده به کارکنان تأثیر می‌گذارد.

[22] Human Resource Management

www.Telegram.me/Commodities

بر اساس نتایج طرح آمارگیری نیروی کار، جمعیت کشور ۷۴۳۸۷۵۷۰ نفر برآورد شده است، ۱۰۹۵۰۷۷۶ نفر از آن‌ها ۹ سال و کمتر و ۶۳۴۳۶۷۹۳ نفر ۱۰ سال و بیشتر سن داشته‌اند. به عبارتی ۸۵/۳ درصد از جمعیت کل کشور در سن کار (۱۰ سال و بیشتر) می‌باشند. لحاظ جنس ۵۰/۵ درصد مرد و ۴۹/۵ درصد زن بوده است که نسبت جنسی برابر ۱۰۲ به دست می‌آید. به‌عبارت‌دیگر در مقابل هر ۱۰۰ نفر زن ۱۰۲ نفر مرد وجود داشته است و همچنین ۷۲/۶ درصد آن‌ها در نقاط شهری و۲۷/۴ درصد در نقاط روستایی ساکن بوده‌اند .

توزیع جمعیت در کشور نیز بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ در شکل ۶-۱ قابل‌مشاهده است.



شکل۶-۱- توزیع نسبی جمعیت به تفکیک استان در سال ۱۳۹۰

www.Telegram.me/Commodities

- وضعیت تحصیلی

در سال ۱۳۹۰ ، در بین جمعیت ۶ ساله و بیشتر، ۵۸۷۹۴۷۴۸ نفر باسواد بوده‌اند. از این تعداد ۳۲/۱ درصد دارای تحصیلات ابتدایی، ۲۱/۸ درصد دارای تحصیلات راهنمایی، ۵/۸ درصد دارای تحصیلات متوسطه، ۲۰/۷ درصد دارای تحصیلات دیپلم و پیش‌دانشگاهی و ۴/۸ درصد دارای تحصیلات فوق‌دیپلم، ۱۰/۸ درصد دارای تحصیلات لیسانس و ۱/۴ درصد دارای تحصیلات فوق‌لیسانس و بالاتر بوده‌اند.

جدول ۶-۱- سطح تحصیلات

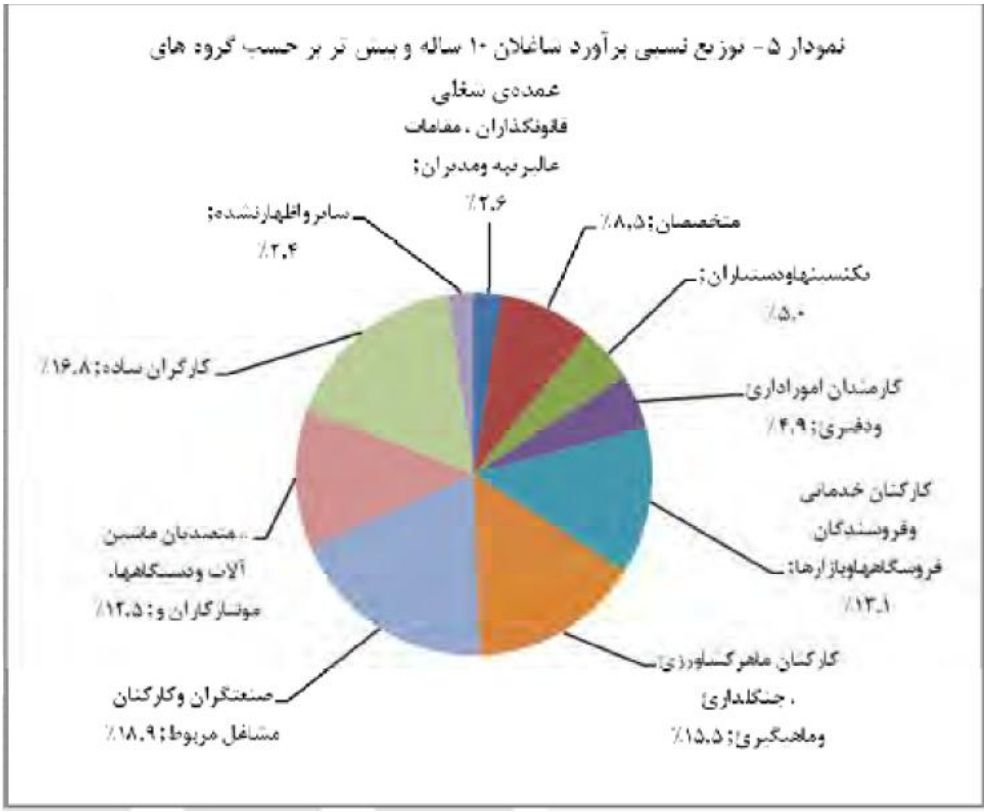
۵ ـ توزیع نسبی براورد جمعیت ۶ ساله و بیش‌تر باسواد برحسب سطح تحصیلات به تفکیک جنس، نقاط شهری و روستایی

سطح تحصیلات	مرد و زن	مرد	زن	نقاط شهری	نقاط روستایی
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ابتدایی	۳۲/۱	۳۱/۲	۳۳/۲	۲۷/۷	۴۶/۱
راهنمایی	۲۱/۸	۲۳/۸	۱۹/۵	۲۱/۱	۲۴/۰
متوسطه	۵/۸	۶/۰	۵/۶	۵/۶	۶/۳
دیپلم و پیش‌دانشگاهی	۲۰/۷	۲۰/۰	۲۱/۴	۲۳/۰	۱۳/۳
فوق دیپلم	۴/۸	۵/۴	۴/۱	۵/۷	۲/۰
لیسانس	۱۰/۸	۱۰/۳	۱۱/۳	۱۳/۰	۳/۹
فوق لیسانس و دکترای حرفه‌ای	۱/۳	۱/۵	۱/۱	۱/۷	۰/۲
دکترای تخصصی	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۰
سواد آموزی و غیر رسمی	۲/۶	۱/۶	۳/۷	۲/۱	۴/۳

www.Telegram.me/Commodities

- گروه‌های عمده شغلی

در سال ۱۳۹۰ ، از جمعیت شاغل ۱۰ ساله و بیش‌تر ۱۸/۷ درصد را صنعتگران و کارکنان مشاغل مربوط، ۱۶ درصد را کارکنان ماهر کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری و ۱۶/۴ درصد را کارگران ساده تشکیل می‌داده‌اند.



شکل۶-۲- توزیع نسبی شاغلان

- میزان اشتغال در سه بخش عمده فعالیت اقتصادی در استان‌ها

در سال ۱۳۹۰ ، از جمعیت شاغل ۱۰ ساله و بیشتر، ۱۸/۶ درصد در"بخش کشاورزی"، ۳۳/۴ درصد در "بخش صنعت " و ۴۸/۰ درصد در "بخش خدمات" به کار اشتغال داشته‌اند. این نسبت در نقاط شهری به ترتیب ۵/۰ درصد، ۳۵/۷ درصد و ۵۹/۴ درصد و در نقاط روستایی به ترتیب ۵۰/۴ درصد، ۲۸/۰ درصد و ۲۱/۶ درصد بوده است.

www.Telegram.me/Commodities

در بین استان‌های کشور بالاترین و پایین‌ترین میزان اشتغال به ترتیب در" بخش کشاورزی "مربوط به استان‌های اردبیل (۴۰/۰ درصد) و تهران (۱/۴ درصد) در" بخش صنعت "مربوط به استان‌های یزد (۴۳/۲ درصد) و اردبیل (۲۳/۶ درصد) و در بخش"خدمات "مربوط به استان‌های تهران (۶۲/۷ درصد) و زنجان (۳۳/۵ درصد) بوده است. در جدول زیر اطلاعات تمامی استان‌ها به تفکیک آمده است.

جدول ۶-۲- توزیع شاغلان بر حسب استان

۲۲- توزیع نسبی شاغلان ۱۰ ساله و بیش‌تر در بخش‌های عمده فعالیت برحسب استان به تفکیک نقاط شهری و روستایی

استان	کشاورزی			صنعت			خدمات		
	کل	نقاط شهری	نقاط روستایی	کل	نقاط شهری	نقاط روستایی	کل	نقاط شهری	نقاط روستایی
کل کشور	۱۸/۶	۵/۰	۵۰/۴	۳۳/۴	۳۵/۷	۲۸/۰	۴۸/۰	۵۹/۴	۲۱/۶
آذربایجان شرقی	۱۹/۰	۳/۹	۴۹/۰	۴۲/۶	۴۶/۳	۳۵/۴	۳۸/۴	۴۹/۸	۱۵/۶
آذربایجان غربی	۳۵/۸	۹/۰	۶۷/۲	۲۴/۰	۲۹/۳	۱۷/۸	۴۰/۳	۶۱/۷	۱۵/۱
اردبیل	۴۰/۰	۸/۱	۷۶/۲	۲۳/۶	۳۴/۷	۱۱/۱	۳۶/۳	۵۷/۲	۱۲/۷
اصفهان	۱۰/۷	۵/۷	۳۸/۰	۳۹/۹	۴۰/۲	۳۸/۳	۴۹/۴	۵۴/۱	۲۳/۷
البرز	۳/۰	۱/۹	۱۸/۴	۴۱/۱	۴۱/۲	۳۹/۴	۵۵/۹	۵۶/۹	۴۲/۲
ایلام	۲۵/۳	۳/۸	۵۷/۲	۳۰/۲	۳۲/۸	۲۶/۴	۴۴/۴	۶۳/۴	۱۶/۴
بوشهر	۱۷/۰	۷/۹	۳۸/۵	۲۵/۲	۲۵/۹	۲۳/۵	۵۷/۸	۶۶/۲	۳۸/۰
تهران	۱/۴	۰/۸	۱۰/۳	۳۵/۹	۳۵/۲	۴۶/۶	۶۲/۷	۶۴/۱	۴۳/۱
چهارمحال و بختیاری	۱۶/۶	۶/۹	۲۸/۴	۴۲/۱	۳۵/۰	۵۰/۸	۴۱/۳	۵۸/۱	۲۰/۸
خراسان جنوبی	۳۰/۲	۱۰/۵	۵۵/۹	۳۴/۲	۳۳/۴	۳۵/۲	۳۵/۷	۵۶/۱	۸/۹
خراسان رضوی	۲۴/۷	۵/۴	۶۲/۳	۲۹/۹	۳۳/۳	۲۳/۴	۴۵/۳	۶۱/۳	۱۴/۳
خراسان شمالی	۳۷/۲	۸/۹	۶۷/۳	۲۶/۶	۳۱/۳	۲۱/۵	۳۶/۳	۵۹/۸	۱۱/۲
خوزستان	۱۶/۷	۶/۵	۴۰/۱	۳۴/۸	۳۵/۲	۳۳/۹	۴۸/۵	۵۸/۳	۲۵/۹
زنجان	۳۳/۲	۵/۸	۶۵/۲	۳۳/۲	۴۲/۴	۲۲/۵	۳۳/۵	۵۱/۸	۱۲/۳
سمنان	۱۲/۷	۶/۱	۳۷/۲	۳۶/۰	۳۵/۰	۳۹/۹	۵۱/۳	۵۹/۰	۲۲/۹
سیستان و بلوچستان	۲۴/۰	۷/۲	۴۳/۹	۳۵/۱	۳۳/۲	۳۷/۲	۴۰/۹	۵۹/۶	۱۸/۹
فارس	۲۴/۲	۹/۴	۴۹/۱	۳۱/۰	۳۳/۶	۲۶/۷	۴۴/۸	۵۷/۰	۲۴/۲
قزوین	۲۲/۰	۶/۴	۵۹/۱	۳۷/۴	۴۳/۱	۲۳/۸	۴۰/۶	۵۰/۵	۱۷/۰
قم	۵/۳	۲/۹	۴۵/۹	۳۹/۳	۳۹/۹	۲۹/۷	۵۵/۴	۵۷/۲	۲۴/۴
کردستان	۲۹/۱	۴/۰	۶۵/۷	۲۷/۴	۳۳/۴	۱۸/۶	۴۳/۵	۶۲/۶	۱۵/۷
کرمان	۲۹/۱	۱۱/۸	۵۶/۸	۳۱/۳	۳۴/۷	۲۶/۰	۳۹/۶	۵۳/۵	۱۷/۲
کرمانشاه	۲۷/۵	۴/۴	۶۷/۳	۲۵/۴	۲۹/۶	۱۸/۱	۴۷/۱	۶۶/۰	۱۴/۶
کهگیلویه و بویراحمد	۱۹/۷	۳/۹	۳۷/۳	۳۲/۴	۳۱/۰	۳۳/۹	۴۷/۹	۶۵/۲	۲۸/۸
گلستان	۲۹/۳	۱۳/۰	۴۶/۲	۲۹/۲	۲۷/۸	۳۰/۶	۴۱/۵	۵۹/۲	۲۳/۲
گیلان	۲۵/۱	۵/۶	۵۰/۱	۲۵/۴	۲۸/۹	۲۱/۰	۴۹/۴	۶۵/۵	۲۸/۹
لرستان	۲۹/۶	۵/۴	۶۰/۵	۲۸/۲	۳۰/۳	۲۵/۶	۴۲/۱	۶۴/۳	۱۳/۹
مازندران	۱۹/۲	۵/۳	۳۶/۲	۳۱/۹	۳۴/۶	۲۸/۶	۴۹/۰	۶۰/۱	۳۵/۲
مرکزی	۲۰/۴	۵/۹	۵۶/۸	۳۹/۱	۴۳/۵	۲۸/۲	۴۰/۵	۵۰/۶	۱۵/۰
هرمزگان	۱۴/۹	۴/۵	۲۹/۸	۲۹/۳	۲۶/۸	۳۲/۹	۵۵/۸	۶۸/۶	۳۷/۳
همدان	۲۴/۸	۶/۹	۴۹/۶	۳۱/۴	۳۲/۶	۲۹/۷	۴۳/۸	۶۰/۶	۲۰/۷
یزد	۱۰/۹	۵/۴	۳۷/۲	۴۳/۲	۴۴/۶	۳۶/۶	۴۵/۸	۴۹/۹	۲۶/۲

www.Telegram.me/Commodities

بررسی نرخ مشارکت اقتصادی در بین استان‌های کشور نشان می‌دهد، نرخ مشارکت اقتصادی جمعیت ۱۵ ساله و بیشتر در استان‌های آذربایجان غربی و اردبیل ۴۶/۲ درصد بوده است که در مقایسه با استان‌های دیگر در جایگاه نخست قرار دارد و بعدازآن، استان زنجان با ۴۵/۷ درصد رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. در مقابل استان‌های سیستان و بلوچستان با ۳۱/۱ درصد و کهگیلویه و بویراحمد با ۳۳/۴ درصد پایین‌ترین نرخ مشارکت اقتصادی را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که نرخ مشارکت اقتصادی در کل کشور ۴۰/۵ درصد به‌دست‌آمده است.

مقایسه نسبت اشتغال در بین استان‌های کشور نشان می‌دهد، استان زنجان با ۴۱/۸ درصد و استان سیستان و بلوچستان با ۲۸ درصد به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین نسبت اشتغال را به خود اختصاص داده‌اند. نسبت اشتغال در کل کشور ۳۵/۵ درصد بوده است.

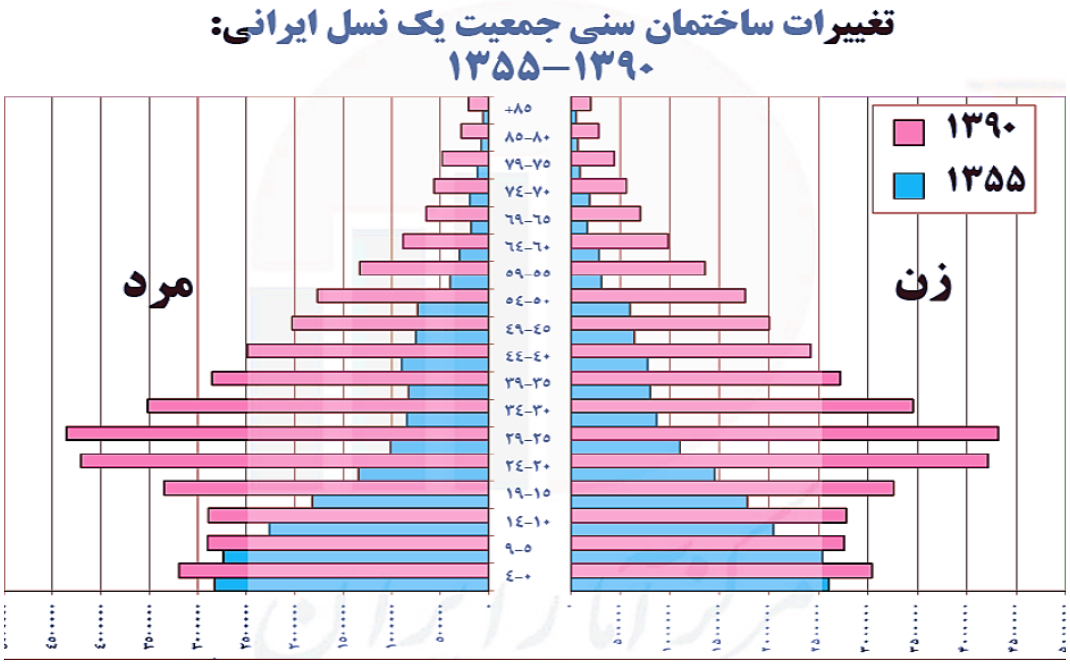
مقایسه سهم اشتغال ناقص در بین استان‌ها نشان می‌دهد، استان گلستان با ۱۹/۰ درصد بالاترین سهم اشتغال ناقص جمعیت ۱۵ ساله و بیشتر را به خود اختصاص داده است. این رقم در استان یزد با ۳/۶ درصد، کمتر از استان‌های دیگر است. این شاخص برای کل کشور ۹/۱ درصد بوده است.

۲. تنوع[۳۱]:

منظور گوناگونی نژادی و نسلی در نیروی کار است. تغییر در اجتماع امروز به این معنا است که قسمت بزرگی از جمعیت را "انفجار جمعیتی" یا کارکنان مسن‌تر نسبت به افراد ۳۰ ساله تشکیل دهند. طرفداران تنوع

www.Telegram.me/Commodities

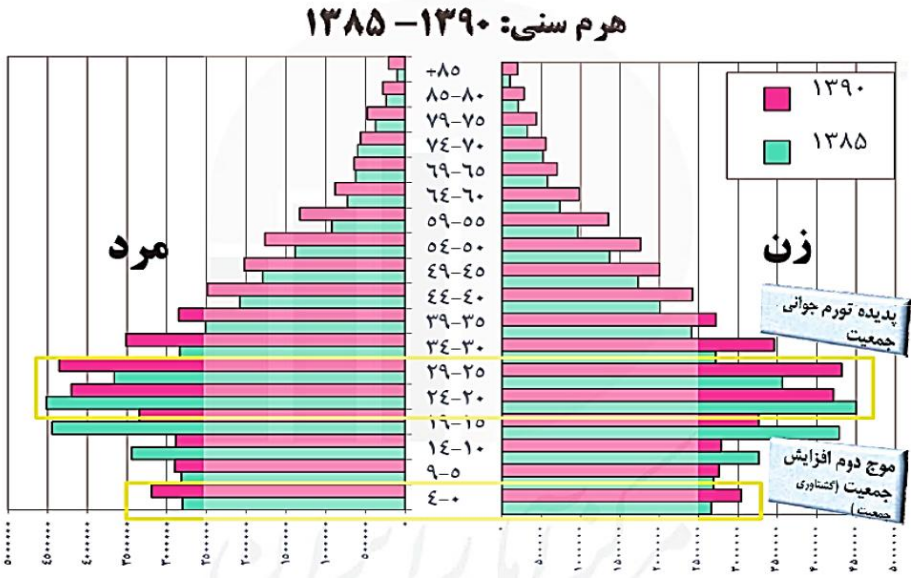
جمعیتی در محیط کار عقیده دارند ساختار کارکنان یک کسب‌وکار باید از ساختار جمعیتی همان جامعه پیروی کند.



شکل۶-۳- هرم سنی ایران ۱۳۵۵-۱۳۹۰

همان‌طور که مشاهده می‌شود جمعیت ایران اکنون به‌تازگی به میان‌سالی رسیده است و ویژگی آن وجود نیروی کار جوان و آموزش‌دیده است که خود یکی از مؤلفه‌های مهم توسعه اقتصادی است. همچنین موج دوم افزایش جمعیت نیز درراه است که نوید وجود نیروی کار کافی بالقوه در ۱۵ سال آینده را می‌دهد. نیروی کاری که در صورت ورود سرمایه و فنّاوری می‌تواند در مدت کوتاهی راه توسعه را پیموده و کشور را به توسعه کامل برساند.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۶-۴- هرم سنی ایران ۱۳۸۵-۱۳۹۰

۳. مهارت‌ها و قابلیت‌ها[۳۱]:

با حرکت صنایع به سمت شغل‌های مدیریتی نسبت به شغل‌های کارگری نیاز به فرهیختگان با مهارت‌های بالا افزایش یافته است. اگر در بازار کمبود عرضه نیروی کار شایسته وجود داشته باشد استخدام‌کنندگان باید با پیشنهاد حقوق بیشتر بر سر کارکنان رقابت کنند.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۶-۳- گروه‌های عمده تحصیلی

۱۱ - جمعیت فارغ‌التحصیل یا در حال تحصیل دوره‌های عالی برحسب جنس و گروه‌های عمده رشته تحصیلی به تفکیک وضع فعالیت اقتصادی

کل کشور

جنس و گروه‌های عمده رشته تحصیلی	جمع	فعال			غیر فعال
		جمع	شاغل	بیکار	
مرد و زن	۱۰۰۱۱۶۷۶	۴۶۴۳۶۱۸	۳۷۴۱۹۹۹	۹۰۱۶۱۹	۵۳۶۸۰۵۸
تربیت معلم و علوم تربیتی	۵۷۴۰۴۷	۳۳۰۰۱۱	۳۰۴۶۸۸	۲۵۳۲۳	۲۴۴۰۳۶
هنر	۱۹۷۱۳۵	۸۷۸۰۲	۶۴۵۸۲	۲۳۲۲۰	۱۰۹۳۳۲
علوم انسانی	۱۲۵۱۲۹۰	۵۸۲۸۵۶	۴۹۴۰۳۸	۸۸۸۱۸	۶۶۸۴۳۳
علوم رفتاری و اجتماعی	۵۹۲۲۶۵	۲۹۵۴۲۱	۲۳۵۰۲۷	۶۰۳۹۴	۲۹۶۸۴۳
روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی	۶۱۵۶۱	۳۶۹۶۷	۲۵۷۶۶	۱۱۲۰۰	۲۴۵۹۴
بازرگانی و امور اداری	۱۶۹۷۸۰۴	۷۹۵۶۹۳	۶۳۴۱۰۲	۱۶۱۵۹۰	۹۰۲۱۱۱
حقوق	۴۲۲۶۰۰	۱۸۴۶۵۰	۱۳۷۷۸۸	۴۶۸۶۲	۲۳۷۹۴۹
علوم حیاتی(زیستی)	۲۹۳۹۷۸	۱۰۶۳۸۳	۷۷۹۸۹	۲۸۲۹۴	۱۸۷۶۹۵
علوم فیزیکی(طبیعی)	۴۱۸۴۸۳	۱۷۷۸۱۳	۱۳۳۳۲۸	۴۴۴۸۵	۲۴۰۶۶۹
ریاضیات و آمار	۲۸۰۴۴۷	۱۲۴۶۷۰	۱۰۰۹۳۶	۲۳۷۳۳	۱۵۵۷۷۷
علوم کامپیوتر	۲۷۴۷۳	۱۱۱۲۹	۷۷۴۰	۳۳۸۸	۱۶۳۴۴
مهندسی و حرفه‌های مهندسی	۲۱۰۲۲۴۴	۸۹۴۷۴۰	۶۹۵۹۴۹	۱۹۸۷۹۰	۱۲۰۷۵۰۴
صنعت و فراوری	۸۸۶۳۵	۳۹۷۹۵	۲۳۲۲۳	۱۶۵۷۲	۴۸۸۳۹
معماری و ساختمان(سازی)	۸۰۱۴۲۷	۳۵۴۹۵۲	۲۷۲۹۹۵	۸۱۹۵۷	۴۴۶۴۷۴
کشاورزی، جنگلداری و شیلات	۳۱۶۱۶۴	۱۵۳۳۷۶	۱۱۵۳۳۵	۳۸۰۴۰	۱۶۲۷۸۸
دامپزشکی	۲۲۰۳۶	۱۶۷۶۳	۱۳۳۷۵	۳۳۸۸	۵۲۷۳
بهداشت	۵۶۴۱۰۸	۲۹۷۶۹۴	۲۷۳۸۵۱	۲۳۸۴۲	۲۶۶۴۱۴
خدمات بهداشتی	۴۵۳۲۴	۱۹۴۰۸	۱۵۵۷۴	۳۸۳۳	۲۵۹۱۶
خدمات شخصی	۱۱۵۸۱۸	۵۱۸۳۱	۴۱۴۸۷	۱۰۳۴۴	۶۳۹۸۷
خدمات حمل و نقل	۱۱۱۹۸	۸۰۶۸	۷۷۵۴	۳۱۳	۳۱۲۹
حفاظت محیط زیست	۱۱۸۸۸	۶۷۷۶	۵۴۵۸	۱۳۱۸	۵۱۱۲
خدمات امنیتی	۱۱۴۹۰۱	۶۶۴۸۳	۶۰۵۷۵	۵۹۰۸	۴۸۴۱۷
تامشخص و اظهار نشده	۸۴۰	۴۲۹	۴۲۹	۰	۴۱۱

همان‌طور که در جدول بالا مشخص است ایران وضعیت خوبی ازنظر نیروی کار تحصیل‌کرده به‌ویژه در بخش فنی و مهندسی دارد .

www.Telegram.me/Commodities

شکل۶-۵- تغییرات ترکیب شاغلان در ایران

همان‌طور که در نمودار بالا دیده می‌شود کشور در حال حرکت از اکثریت کشاورزی به سمت صنعت و خدمات است. دراین‌بین به نظر می‌رسد سهم صنعت در صورت سرمایه‌گذاری مناسب می‌توانسته ازآنچه اکنون هست بیشتر باشد. دوران جنگ رشد صنعت ایران را مختل کرده و پس‌ازآن هم هیچ‌گاه روند سودی با شتاب گذشته پیش گرفته نشده. همان‌طور که اشاره شد با توجه به فراهم بودن نیروی انسانی در کشور در صورت برنامه‌ریزی و جذب سرمایه و فنّاوری می‌توان به توسعه گسترده و سریع امیدوار بود.

در جدول زیر گروه‌های عمده فعالیت‌های اقتصادی و تفکیک وضعیت شغلی در هر یک آورده شده است. در مقایسه به نظر می‌رسد با توجه به پتانسیل موجود در بخش معادن و صنایع وابسته این بخش می‌تواند مشاغل بسیار بیشتری ازآنچه هم‌اکنون ارائه کرده به وجود آورد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۶-۴ گروه‌های عمده فعالیت‌های اقتصادی

۱۳- شاغلان ۱۰ ساله و بیش‌تر برحسب جنس و گروه‌های عمده فعالیت اقتصادی به تفکیک وضع شغلی — کل کشور

جنس و گروه‌های عمده فعالیت اقتصادی	کل	بخش خصوصی					
		جمع	کارفرما	کارکن مستقل	مزد و حقوق‌بگیر	کارکن فامیلی بدون مزد	مزد و حقوق‌بگیر بخش تعاونی
مرد و زن	۲۰۵۱۰۰۲۵	۱۶۹۴۶۲۰۳	۸۱۴۰۶۹	۶۷۶۶۱۷۶	۷۹۶۸۶۵۳	۱۳۷۶۹۶۱	۲۰۳۴۲
کشاورزی، شکار و جنگلداری	۳۷۳۵۸۶۱	۳۷۱۸۹۸۶	۱۶۵۹۳۶	۱۹۲۴۹۶۸	۵۷۲۰۶۸	۱۰۵۳۳۲۸	۲۶۸۵
شیلات	۷۴۰۷۱	۶۸۶۰۳	۱۳۷۹	۱۶۰۸۳	۴۷۳۰۱	۴۵۳	۳۳۸۵
استخراج معادن	۱۳۳۱۴۰	۵۴۳۴۵	۱۴۲۴	۱۴۶۰	۵۱۱۰۳	۱۴۷	۲۰۹
صنعت	۳۳۶۶۳۴۶	۳۱۲۶۲۷۲	۱۷۳۶۶۹	۷۸۱۰۴۶	۲۰۲۳۳۳۶	۱۴۷۵۲۹	۶۹۱
تأمین برق، گاز و آب	۲۰۱۲۲۸	۵۹۱۹۳	۱۳۱۲	۱۱۷۲	۵۶۳۹۱	۵۴	۲۶۳
ساختمان	۳۱۴۶۱۳۰	۳۱۱۷۶۵۸	۲۰۲۱۳۳	۵۷۵۵۳۷	۲۳۲۵۶۴۳	۱۲۷۲۶	۱۶۱۶
عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه موتوری، موتورسیکلت و کالاهای شخصی و خانگی	۳۱۱۹۲۴۱	۳۰۸۴۰۶۳	۱۵۹۷۸۲	۱۷۸۰۴۴۵	۱۰۰۵۸۲۱	۱۳۰۷۸۷	۷۲۲۷
هتل و رستوران	۲۳۳۹۴۶	۲۲۸۶۵۸	۱۹۵۷۸	۶۱۱۷۴	۱۴۲۶۰۸	۵۱۴۲	۱۵۵
حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	۲۰۷۸۶۳۴	۱۹۱۶۶۹۸	۲۶۸۱۹	۱۲۲۳۴۷۵	۶۴۹۳۳۷	۱۵۴۸۵	۱۵۸۰
واسطه‌گری‌های مالی	۲۳۱۸۱۸	۸۸۵۵۲	۵۴۶۸	۴۲۷۲	۷۷۴۱۸	۲۸۱	۱۱۱۳
مستغلات، اجاره و فعالیت‌های کسب و کار	۶۲۷۷۵۹	۵۷۸۱۳۹	۲۳۱۰۱	۱۶۸۸۹۵	۳۸۰۲۲۶	۵۸۰۷	۱۰۸
اداره امور عمومی، دفاع و تأمین اجتماعی اجباری	۱۳۰۰۱۸۷	۷۲۹۷۲	۹۹۶	۲۸۶۶	۶۸۳۲۱	۸۵	۷۰۳
آموزش	۱۲۲۱۴۵۲	۲۱۷۲۰۱	۱۰۵۳۵	۱۴۶۴۵	۱۹۰۶۴۳	۱۳۳۴	۴۳
بهداشت و مددکاری اجتماعی	۵۲۹۳۰۷	۱۷۲۴۸۴	۱۳۸۴۲	۱۸۷۴۶	۱۳۹۳۲۹	۴۱۴	۱۵۰
سایر فعالیت‌های خدمات عمومی، اجتماعی و شخصی	۴۷۹۳۰۶	۴۱۱۵۴۵	۸۰۹۱	۱۸۷۹۰۰	۲۱۱۸۱۷	۳۳۲۷	۴۰۹
فعالیت‌های خانوارهای معمولی دارای مستخدم و فعالیت‌های غیر قابل تفکیک خانوارها	۲۸۱۳۲	۲۸۱۳۲	۰	۳۳۵۰	۲۴۷۲۶	۵۵	۰
سازمان‌ها و هیئت‌های برون‌مرزی	۸۴۷	۶۱۲	۰	۰	۶۱۲	۰	۰
دفاتر مرکزی	۲۵۳۳	۲۰۸۲	۰	۱۳۵	۱۹۴۶	۰	۰
فعالیت‌های نامشخص و اظهارنشده	۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰

www.Telegram.me/Commodities

برای درک بازار کار یک جامعه فهمیدن مورد زیر نیز ضروری است:

- توزیع جغرافیایی:

شغل چقدر با فرد موردنظر فاصله دارد؟ این فاصله باید با دستمزد و حقوق فرد تناسب داشته باشد، همچنین زیرساخت‌ها و سیستم حمل‌ونقل منطقه نیز روی انتخاب افراد تأثیر می‌گذارد.

- ساختار شغلی:

نرم‌ها و ارزش‌های حرفه‌های مختلف در یک سازمان متفاوت است. ماهونی (۱۹۸۹) ۳ نوع مختلف از ساختار شغلی را معرفی کرده است:

  - وفاداری به شغل
  - مسیر پیشرفت شغلی
  - شغل‌های موقتی

- تفاوت‌های نسلی:

گروه‌های مختلف سنی از کارکنان ویژگی‌های متفاوت دارند. برای مثال نوع و نحوه رفتار و انتظارات آن‌ها از سازمان متفاوت است.

www.Telegram.me/Commodities

وضعیت کنونی منابع انسانی در صنعت فولاد

در ایران یکی از عوامل بسیار مهم در حوزه صنایع فلزی که مزیت آن بالاتر از انرژی است نیروی انسانی ماهر، مجرب و ارزان در حوزه بهره‌برداری است. متخصصان ایرانی مجرب و قابل‌اطمینان هستند. البته مشروط به به‌کارگیری منطقی و بر اساس نرم‌های جهانی؛ چراکه نیروی انسانی مازاد در اغلب قریب به‌اتفاق شرکت‌های دولتی یا شبه‌دولتی این فرصت را به تهدید تبدیل کرده است.

همچنین وجود استادان خبره در رشته‌های مهندسی شیمی ، متالورژی ، مکانیک ، برق و معدن باسابقه طولانی در دانشگاه‌ها و صنایع بزرگ کشور ضامن پشتیبانی فنی و علمی از طرح‌های صنایع فلزی کشور است.

پس همان‌طور که ذکر شد ازدحام بیش‌ازحد نیروی کار خود بزرگ‌ترین اتلاف منابع است.

برای مثال تولید فولاد کشور انگلیس در سال ۱۹۹۱ با تعداد کارکنان ۴۸۰۰۰ نفر، معادل ۲۰ میلیون تن فولاد (از سنگ‌آهن تا محصول تمام‌شده) بوده است که این عدد در سال ۲۰۰۷ به ۱۷ میلیون تن محصول در قبال ۱۸۶۰۰ نفر پرسنل رسید. یعنی بهره‌وری نیروی انسانی از ۴۱۶ تن محصول به ازای هر نفر به ۹۱۴ تن در سال ۲۰۰۷ و اخیراً به حدود ۱۰۰۰ تن محصول به ازای هر یک نفر پرسنل شاغل رسیده است. محاسبه این عدد برای صنایع فولاد بزرگ کشورمان با توجه به میزان تولید و تعداد پرسنل آن‌ها کار چندان سختی نیست و با یک محاسبه سرانگشتی عددی بین ۲۰۰ تا حداکثر ۳۰۰ کیلوگرم به ازای هر نفر استخراج می‌شود یعنی یک‌سوم تا یک‌پنجم استاندارد جهانی. [۳۲]

www.Telegram.me/Commodities

فرهنگ‌سازی کاری است که در حوزه نیروی انسانی باید انجام گردد، چراکه نرم نیروی انسانی در جهان به بسیار کمتر از ایران است. ارتقای بهره‌وری به‌خصوص در حوزه نیروی انسانی و انرژی می‌تواند به‌عنوان راهبردی اساسی برای کاهش هزینه‌ها در صنایع فلزی کشورمان تعریف شود.

۶-۶-۲ میزان اشتغال مستقیم و غیرمستقیم

برای شفاف شدن موضوع با توجه به محدود بودن آمارها در مورد بازار سوپر آلیاژها از صنعت فولاد استفاده می‌کنیم.

از سال ۱۹۷۴ تا ۱۹۹۹ صنعت فولاد به‌صورت گسترده تعداد کارکنان خود را ۱/۵ میلیون نفر کاهش داده است. فولاد دیگر یک صنعت متکی به نیروی کار بزرگ نیست و به‌شدت تغییر کرده است. یک کارخانه تولید فولاد جدید افراد بسیار محدودی را به کار می‌گمارد. در کره جنوبی شرکت Posco تنها با ۱۰۰۰۰ نفر ۲۸ میلیون تن فولاد تولید می‌کند. به‌عنوان یک قانون سرانگشتی پتانسیل اشتغال مستقیم برای هر میلیون تن فولاد ۱۰۰۰ نفر است که می‌تواند کمتر هم باشد. بااین‌وجود ازآنجایی‌که فولاد یک کالای اساسی است و صنایع مرتبط فراوانی را در ارتباط با خود به کار می‌اندازد و به‌طور تقریبی هر نفر-سال اشتغال در صنعت فولاد ۳/۵ نفر-سال اشتغال در صنایع دیگر به وجود می‌آورد. با در نظر گرفتن این موضوع کل اشتغال حاصل بسیار زیاد می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

انجمن جهانی فولاد[۲۳] (WSA) اعلام کرد که بیش از ۲ میلیون نفر در سراسر جهان به‌صورت مستقیم در صنعت فولادسازی کار می‌کنند. همچنین بیش از ۲ میلیون نفر نیز در بخش‌های پیمانکاری صنعت فولاد و ۴ میلیون نفر نیز در صنایع وابسته به فولادسازی کار می‌کنند. جایگاه فولاد به‌عنوان محصول کلیدی در صنایع مختلف مانند خودروسازی، ساختمان، حمل‌ونقل، برق و تجهیزات تثبیت شده است و درواقع صنعت فولادسازی منبع اشتغال بیش از ۵۰ میلیون نفر در صنایع وابسته به فولادسازی است. صنعت فولادسازی تأمین‌کننده اصلی ۲۵ صنعت مختلف محسوب می‌شود.

در صنعت سوپر آلیاژ یک کارخانه با ظرفیت تولید ۳ کیلوتن مواد در سال در حدود ۵۰ نفر اشتغال مستقیم ایجاد می‌کند که معادل ۱۷ نفر برای هر کیلوتن سوپرآلیاژ است.

با توجه به اینکه سوپر آلیاژها ماده اولیه برای صنایع مهم و عظیمی چون ایمپلنت‌ها، صنایع زیردریایی، هوافضا هستند و کاربرد عمده سوپرآلیاژها، در پره‌های توربین‌های گازی که در سه وزارتخانه‌ی دفاع، نفت و نیرو دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌باشند. انتظار می‌رود اشتغال غیرمستقیمی مانند فولاد و حتی بیشتر را ایجاد نمایند که البته به دلیل محدود بودن تناژ تولید از نظر گستردی و میزان اشتغال با صنعت فولاد قابل مقایسه نیست. [۳۳]

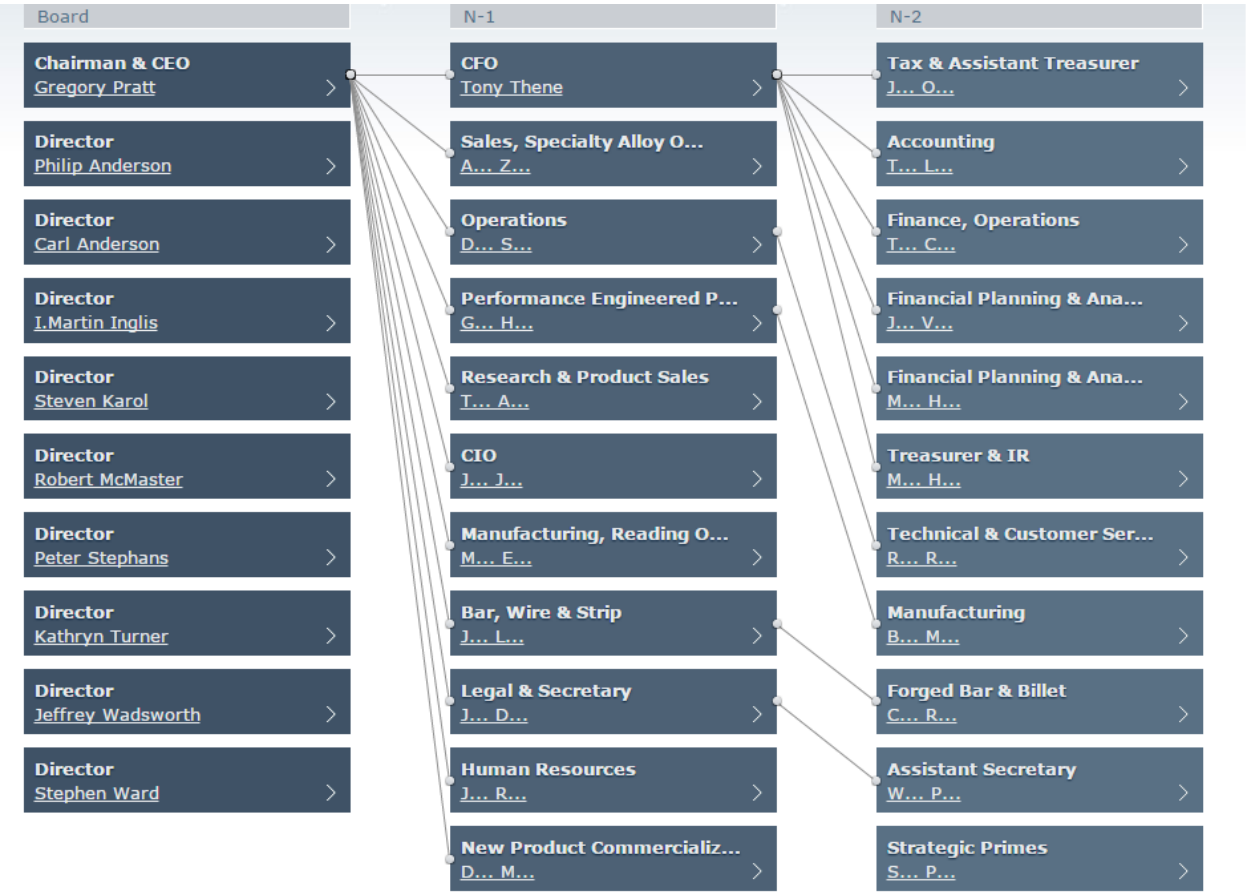
بدین ترتیب کارخانه ذکر شده در بالا حدود ۲۰۰ نفر اشتغال غیر مستقیم ایجاد خواهد کرد.

[23] World Steel Association

www.Telegram.me/Commodities

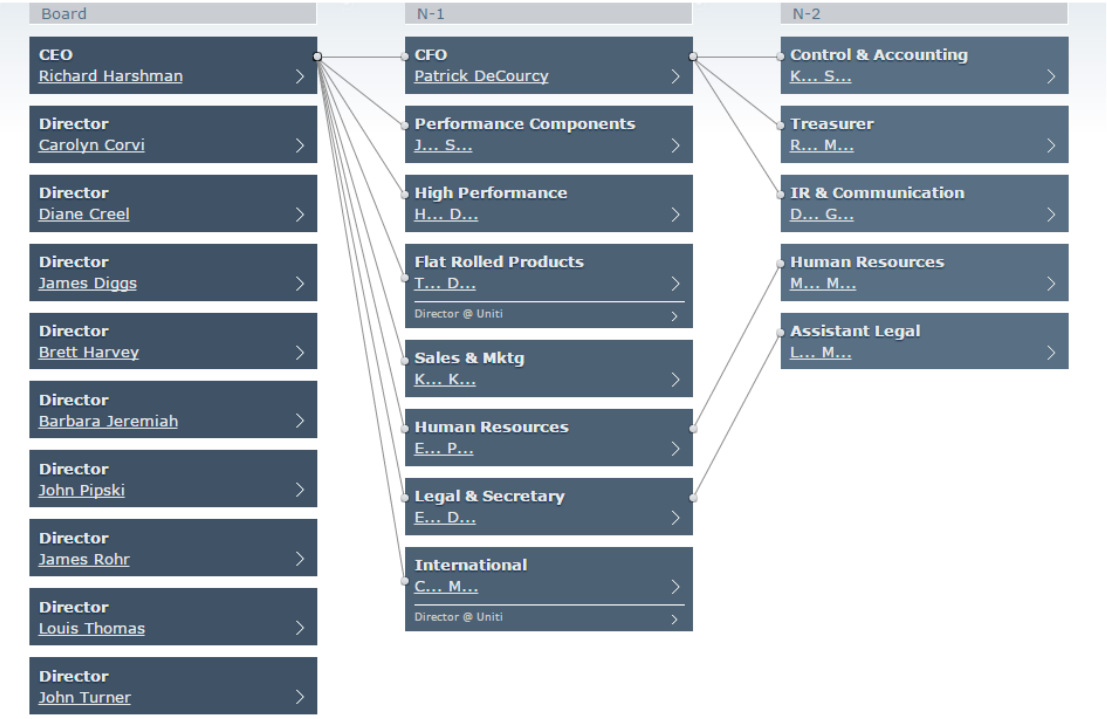
۶-۶-۳ بررسی جمعیت و وضعیت نیروی انسانی موردنیاز

بررسی شرکت‌های پیشرو درزمینه‌ی تولید و ریخته‌گری سوپر آلیاژها مانند PrecisionCasting، ATI، Carpenter، Hynes و غیره نمایی کلی از تخصص‌های موردنیاز را نشان می‌دهد که در ادامه تعدادی از آن‌ها شرح داده می‌شوند. چارت سازمانی کلان شرکت‌های مطرح در ادامه آمده است:



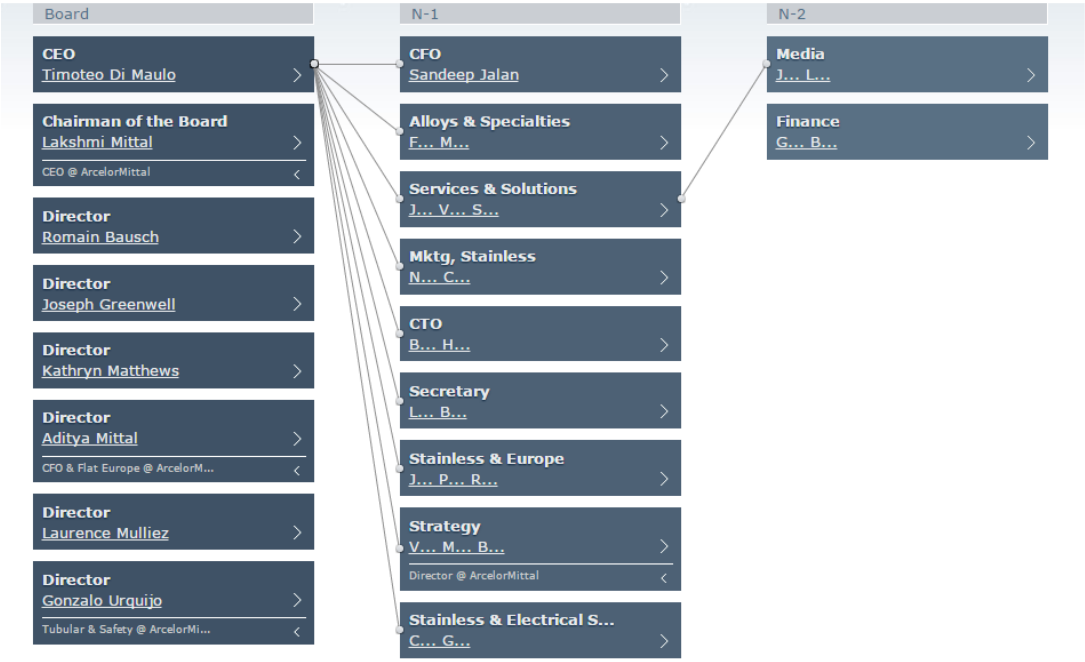
شکل۶-۶ – چارت سازمانی Carpenter Technology Incorporation

www.Telegram.me/Commodities



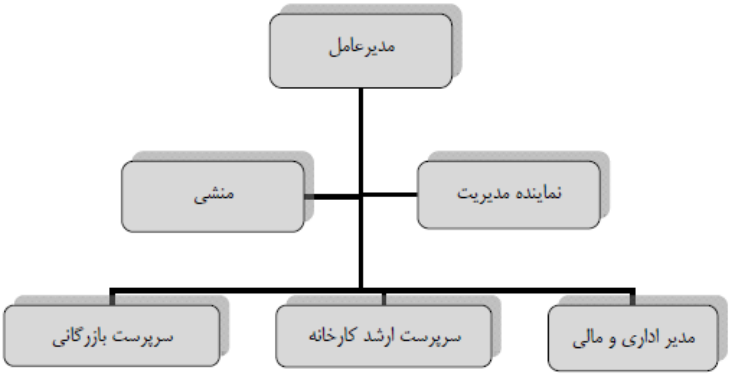
شکل۶-۷ – چارت سازمانی Allegheny Technologies Incorporation

www.Telegram.me/Commodities



شکل۶-۸ – چارت سازمانی Aperam

برای مقایسه چارت سازمانی شرکت فولاد آلیاژی ایران آورده شده که ازنظر محصول تولیدشده شباهت-های زیادی با یک کارخانه تولید سوپر آلیاژ دارد.



شکل ۶-۹- چارت سازمانی شرکت فولاد آلیاژی ایران

www.Telegram.me/Commodities

فهرست مشاغل در یک کارخانه تولید کننده سوپرآلیاژ:

در بخش‌های بعدی مشاغل متداول در صنعت سوپرآلیاژ به اختصار بررسی شده است. قابل ذکر است که در یک واحد تولید سوپر آلیاژ بسته به نوع خط تولید و تجهیزات موجود تمام یا بخشی از مشاغل نام برده شده در زیر مورد نیاز خواهند بود.

۱- بخش مهندسی:

- مدیریت مهندسی و نگهداری:

این فرد وظیفه کلی طراحی ، مونتاژ و نگهداری تجهیزات و همچنین امکانات لازم برای فعالیت فنی سازمان را بر عهده دارد. مدرک مهندسی و سابقه کار مدیریتی مورد انتظار است.

- مهندس پروژه:

وظیفه مدیریت کلی یکی از پروژه‌های فنی بزرگ را بر عهده دارد که شامل تعریف و طراحی پروژه، اجرا و بازبینی آن پس از تکمیل است. مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مهندسی و سابقه بالای ۷ سال کنترل پروژه مورد انتظار است.

www.Telegram.me/Commodities

- مهندس پیشرفت مداوم:

وظیفه این فرد مدیریت تغییر و اجرای فعالیت‌های پیشرفت مداوم مانند شش سیگما، تولید ناب و کنترل آماری فرایند است. درنتیجه این فعالیت‌ها انتظار می‌رود که سازمان پیشرفت دائمی را ازنظر بازدهی فرایندها و مسائل مالی شاهد باشد. مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مهندسی به‌ویژه صنایع و تسلط به نرم‌افزارهای کامپیوتری ازجمله SAP انتظار می‌رود.

- مهندس فرایند:

وظیفه این فرد طراحی و تصحیح فرایندهای ریخته‌گری با توجه به درخواست مشتری است. مدرک کارشناسی مهندسی متالورژی و یا مهندسی مواد و توانایی کار با نرم‌افزارهای مرتبط با ریخته‌گری لازم است.

- مهندس کنترل فرایند:

متصدی بررسی و تحقیق در مورد محصولات، فرایندهاست. طراحی روش‌هایی برای بهبود فرایند را بر عهده دارد. مدرک کارشناسی ارشد در یکی از رشته‌های مهندسی مرتبط مثل مواد و متالورژی، مکانیک یا شیمی و همچنین کار با نرم‌افزارهای مرتبط مورد انتظار است.

- تکنسین مهندسی:

وظیفه اصلی تکنیسین مهندسی حصول اطمینان از این موضوع است که قطعات خروجی تمام ویژگی‌هایی که در قرارداد ذکرشده را دارا می‌باشد. مدرک کاردانی فنی و سابقه کار مرتبط مورد انتظار است.

www.Telegram.me/Commodities

- مهندس صنایع:

برنامه‌ریزی بهره‌برداری از امکانات،تجهیزات،مواد، و کارکنان به‌منظور بهره‌وری بیشتر را وظیفه دارد. مدرک کارشناسی مهندسی صنایع و آشنایی با روش‌های افزایش بهره‌وری و تسلط بر نرم‌افزارهای مهندسی مورد انتظار است.

- بازرس فنی:

وظیفه بازرسی دقیق در مورد قطعات ریختگی، ماشین‌کاری و غیره را دارد. توانایی کار با دستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری و مدارک بازرسی مرتبط انتظار می‌رود.

- مهندس مکانیک:

این شخص مسئول نظرات بر کارکنان نگهداری و همچنین پیمانکاران خارجی به‌منظور حصول اطمینان از پایان پروژه‌ها می‌باشد.

- متالورژیست:

وظیفه پشتیبانی فنی از کارگاه تولید مذاب را بر عهده دارد. وظیفه مانیتورینگ و کنترل پروسه‌های ریخته-گری سوپرآلیاژها را بر عهده دارد. وظیفه رهبری، مدیریت و پشتیبانی مهندسان و کارکنان بخش تولید به‌منظور پیشرفت مداوم را بر عهده دارد. همچنین توسعه پروسه‌ها، آلیاژها و فناوری‌های نوین برای ارائه به بازار را نیز انجام می‌دهد. مدرک کارشناسی ارشد و یا دکترا مهندسی مواد مورد انتظار است.

www.Telegram.me/Commodities

- بازرس ارشد متالورژی:

وظیفه آزمودن مواد و امکان‌سنجی استفاده از آلیاژهای جدید را بر عهده دارد. همچنین وظیفه مدیریت آزمایشگاه متالورژی نیز بر عهده وی است. مدرک کارشانی و یا ترجیها کارشناسی ارشد متالورژی مورد انتظار است.

- مهندس تولید:

نظارت و رفع مشکل از خط تولید را بر عهده دارد. مدرک کارشناسی مهندسی صنایع یا ساخت و تولید و آشنایی با روش‌های افزایش بهره‌وری مورد انتظار است.

- مهندس جوش:

این فرد وظیفه توسعه و استفاده از فرایندهای جوشکاری دستی و ماشینی را بر عهده دارد. کارشناسی ارشد مهندسی جوش مورد انتظار است.

در بخش مهندسی چندین تخصص دیگر نیز وجود دارند که به‌اختصار در زیر از آن‌ها نام‌برده شده است. همچنین ممکن است بنا به ویژگی‌های خاص هر کارخانه تعدادی از این مشاغل حذف‌شده یا بر آن‌ها اضافه شود.

- مهندس کیفیت
- مهندس برق
- مدیر کیفیت

www.Telegram.me/Commodities

- مهندس متالورژی خلأ

۲- بخش ایمنی و محیطزیست:

- متخصص محیطزیست – مطلوبیت هوا
- متخصص ایمنی و بهداشت صنعتی
- مهندس محیطزیست
- مدیر سلامت، ایمنی و محیطزیست
- مدیر پروژه

۳- بخش نگهداری:

- تعمیرکار جرثقیل‌های صنعتی
- تعمیرکار تجهیزات الکترونیکی
- تکنسین الکترونیک
- مدیر نگهداری
- مکانیک نگهداری
- تعمیرکار سیستمهای خنک‌کننده
- تعمیرکار ماشین‌آلات
- جوشکار
- برق‌کار
- بازرس برق‌کاری
- مکانیک
- بازرس ماشین‌های فرج
- تکنیسین هیدرولیک

www.Telegram.me/Commodities

۴- بخش تضمین کیفیت:

- مهندس تضمین کیفیت
- بازرس کنترل کیفیت
- مدیر کنترل کیفیت
- مهندس کیفیت
- بازرس کیفیت
- ناظر کیفیت
- مدیر کیفیت
- متخصص داده‌های فنی
- تکنیسین متالورژی
- تکنیسین کالیبراسیون
- مدیر تضمین کیفیت
- بازرس
- مدیر آزمایشگاه تضمین کیفیت
- تکنیسین آزمایشگاه
- مهندس کیفیت مواد و فرایندها
- متالورژیست
- اپراتور NDE
- اپراتور NDT Penetrant
- مهندس کنترل فرایند
- بازرس کنترل کیفیت سطح ۲ NDT

۵-بخش مدیریت:

- مدیر خط تولید
- بازرس کارخانه
- ناظر تولید
- مدیر بخش (برای بخش‌های مختلف)
- مدیر کارخانه
- بازرس تولید
- مدیر کارخانه

www.Telegram.me/Commodities

۶-بخش مالی و حسابداری

- حسابدار
- تحلیلگر مالی
- مدیر حسابداری
- حسابدار قیمت تمام‌شده
- مدیر مالی

۷- بخش خرید و تهیه آماد:

- ناظر خرید
- ناظر ترابری
- مدیر آماد
- مسئول خرید مواد خام
- مدیر زنجیره تأمین
- مدیر لجستیک

۸- بخش فروش و خدمات مشتریان:

- مدیر بازرگانی
- مسئول خدمات مشتریان
- مهندس (خدمات فنی)
- مدیر فروش
- تحلیلگر تولید
- تیم فروش

www.Telegram.me/Commodities

۶-۶-۴ نرم‌های نیروی انسانی صنعت سوپرآلیاژ در ایران و مقایسه با نرم‌های جهانی

پتانسیل اشتغال مستقیم برای هر میلیون تن فولاد در حدود ۱۰۰۰ نفر است. طبق مطالعات انجام شده در صنعت تولید سوپر آلیاژ به برای تولید هر کیلوتن سوپر آلیاژ ۸ نفر نیرو احتیاج است. بدین ترتیب نسبت اشتغال در صنعت فولاد ۱ نفر برای هر کیلوتن و در صنعت سوپر آلیاژ ۸ نفر برای هر کیلوتن است.

بررسی شرکت فولاد مبارکه اصفهان که دارای ۱۹۰۰۰ پرسنل و ۷/۲ میلیون تن تولید در سال است نشان می‌دهد که نرم نیروی انسانی برای صنعت فولاد در کشور ایران ۲/۱ نفر برای هر تن است که بیش از ۲ برابر نرم جهانی این صنعت می‌باشد. در صورتی که چنین افزایشی را در نرم نیروی انسانی مربوط به صنعت سوپر آلیاژ نیز در نظر بگیریم، برای تأسیس کارخانه‌ای با ظرفیت تولید سالانه ۳ کیلوتن در ایران نیاز به ۵۰ نفر نیرو خواهد بود.

نکته مهم در صنعت سوپر آلیاژ تفاوت ترکیب نیروی انسانی مورد نیاز آن در مقایسه با صنعت فولاد است. با توجه به پیشرفته‌تر بودن فناوری حاکم بر خط تولید در این صنعت و همچنین نیاز به حصول اطمینان از کیفیت بالای محصولات تولیدی، نیروی کار مورد نیاز عمدتا شامل افراد متخصص خواهد بود و لذا سهم افراد با تخصص و تحصیلات پایین‌تر در مقایسه با صنعت فولاد کاهش خواهد یافت.

www.Telegram.me/Commodities

فصل هفتم

۶-۷- بررسی انواع انرژی مورد نیاز صنعت سوپرآلیاژ

www.Telegram.me/Commodities

در این بخش، ابتدا مروری بر وضعیت انرژی کشور ارایه شده و سپس وضعیت انرژی در بخش صنعت و انرژی مورد نیاز شامل گاز طبیعی و برق دردو صنعت تولید فولاد و تولید سوپرآلیاژ مقایسه خواهد شد. سپس وضعیت آب کشور مرور شده و مصرف آب در این دو صنعت مقایسه خواهد شد.

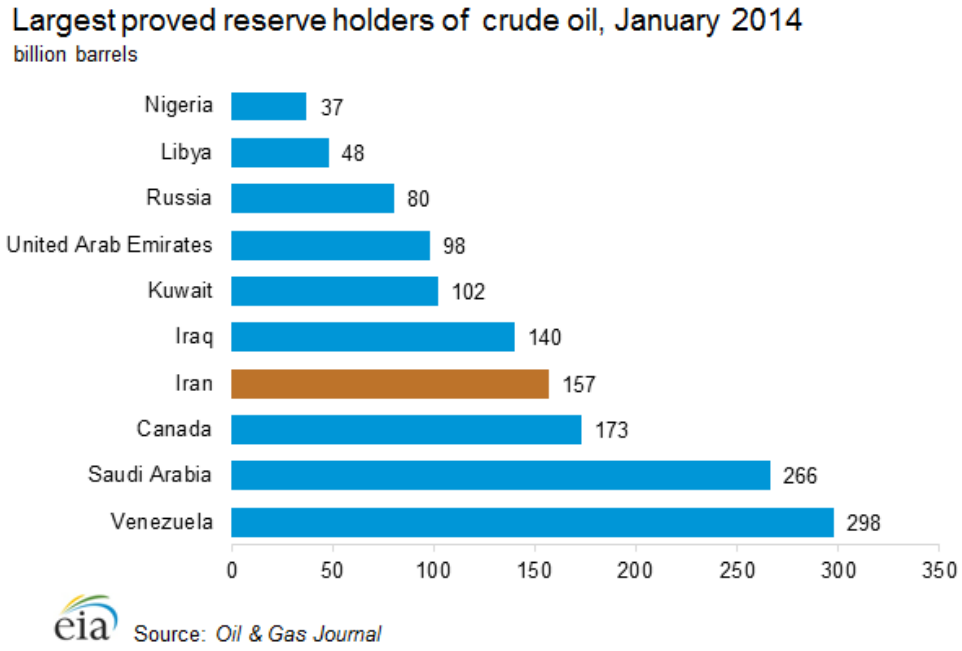
مروری اجمالی بر وضعیت انرژی در ایران

همگام با تحولات اقتصادی در قرون اخیر، کاربرد انواع انرژی نیز گسترش یافته است و رابطه متقابل انرژی و اقتصاد با یکدیگر در شرایط کنونی کاملاً اثبات شده است. ایران از جمله کشورهایی است که از منابع فراوان انرژی برخوردار است و همواره به عنوان یکی از صادر کننده‌های اصلی انرژی فسیلی محسوب می‌شده است. بخش انرژی در ایران، علاوه بر ایجاد ظرفیت های لازم جهت دست یابی به توسعه بخش های مختلف اقتصادی (خانگی، کشاورزی، صنعت و تجارت)، مسئولیت اصلی در ایجاد فرصت های اشتغال و تأمین ارز مورد نیاز کشور از طریق صادرات نفتی و مشتقات آن را بر عهده دارد. از این رو، نقش و جایگاه انرژی در کشور ایران کلیدی است.

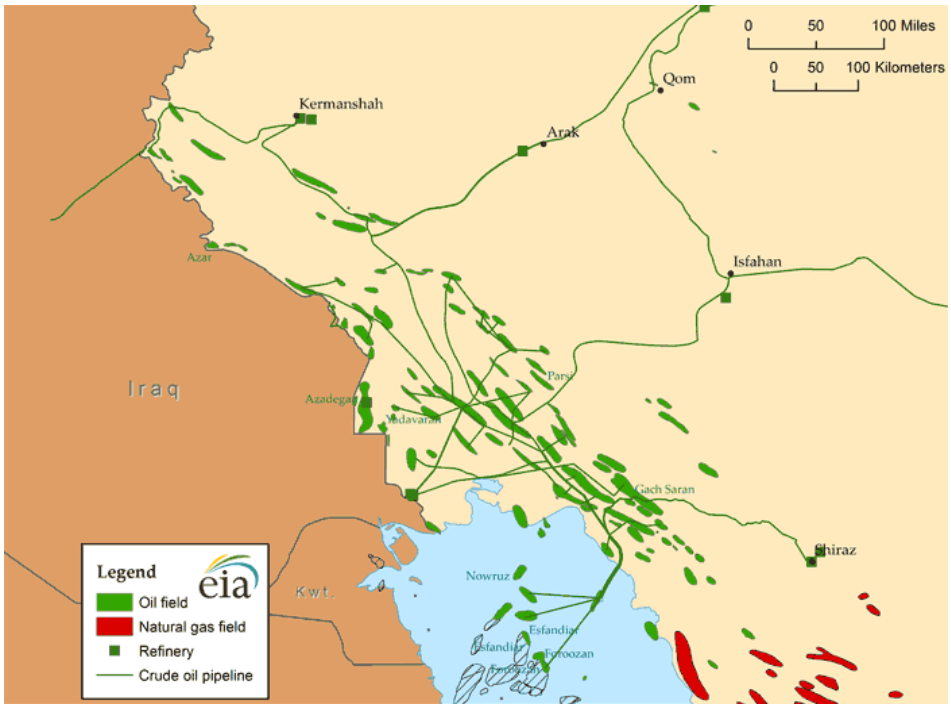
طبق آمار موجود[۳۴]، منابع ایران از قرار زیر است:

ذخایر نفت خام: ذخایر نفت خام اثبات شده ایران ۱۵۷ میلیارد بشکه است که ایران در رتبه چهارم دارندگان نفت جهان قرار می‌دهد. شکل ۷-۱ میزان ذخایر کشورهای عمده نفتی را نشان می‌دهد. به این ترتیب ایران ۱۰ درصد کل ذخایر نفت جهان و ۱۳ درصد ذخایر نفت کشورهای صادر کننده نفت، اوپک، را داراست. شکل ۷-۲ توزیع میدان های نفتی و زیرساخت انتقال نفت در ایران را نشان می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities



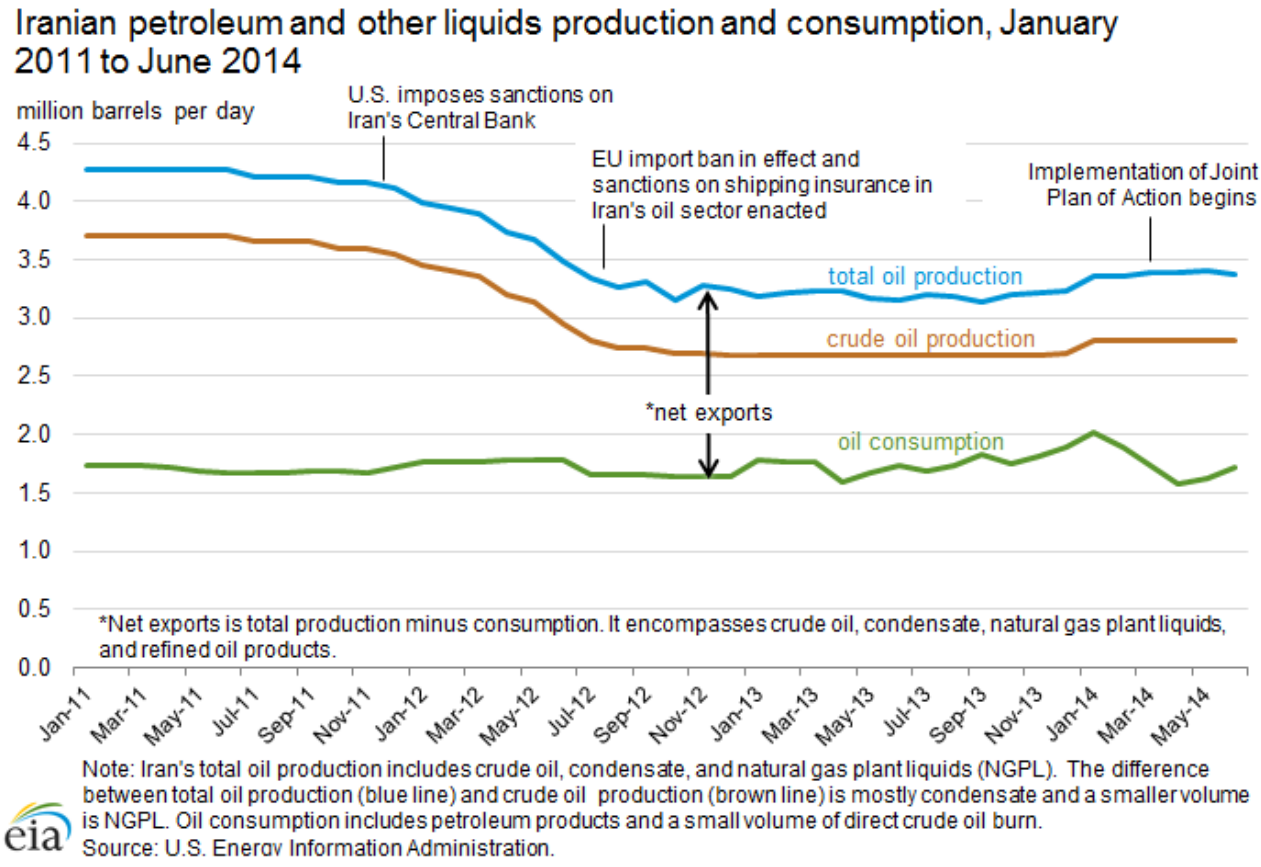
شکل۷-۱- کشورهای عمده دارنده ذخایر نفتی اثبات شده دنیا در سال ۲۰۱۴ میلادی [۳۴]



شکل ۷-۲- نقشه توزیع میادین نفتی و شبکه توزیع در ایران

www.Telegram.me/Commodities

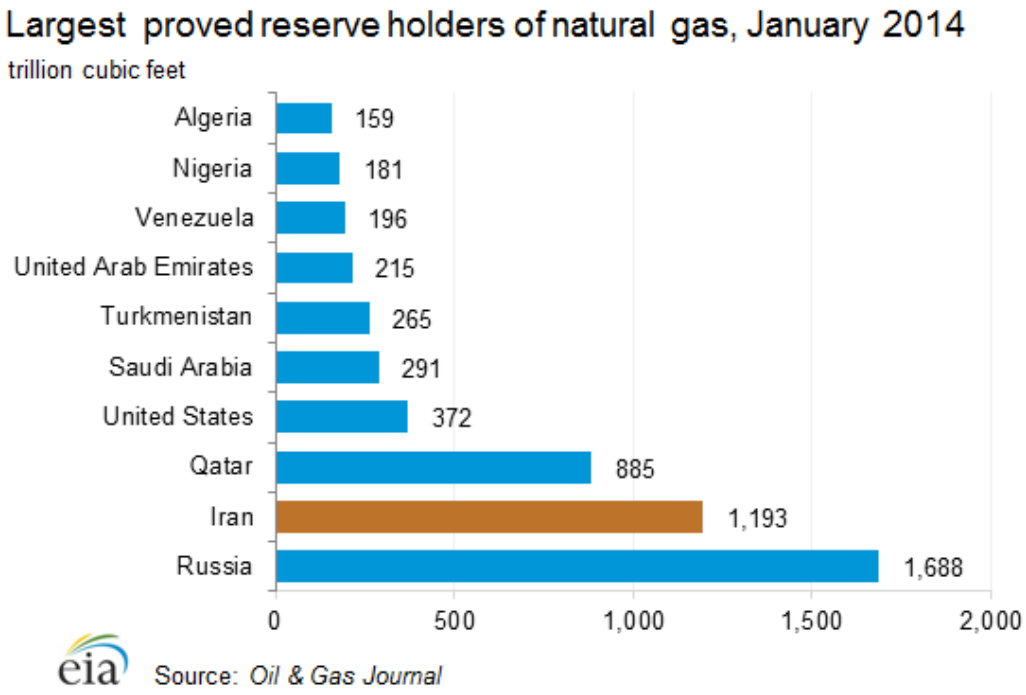
ایران در سال ۲۰۱۲ میلادی دومین صادر کننده نفت اوپک بود اما بدلیل تاثیر تحریم های اعمال شده در سال ۲۰۱۱ میلادی، به مقام چهارم در سال ۲۰۱۳ تنزل یافت. در نیمه اول سال ۲۰۱۴، با بهبودی نسبی وضعیت صنعت نفت و کاهش مصرف داخلی، ایران در مقام سوم کشورهای صادرکننده قرار گرفته است. شکل ۷-۳ تولید و مصرف نفت از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴ میلادی را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳- تولید، مصرف وصادرات نفت و میعانات گازی از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴ میلادی

www.Telegram.me/Commodities

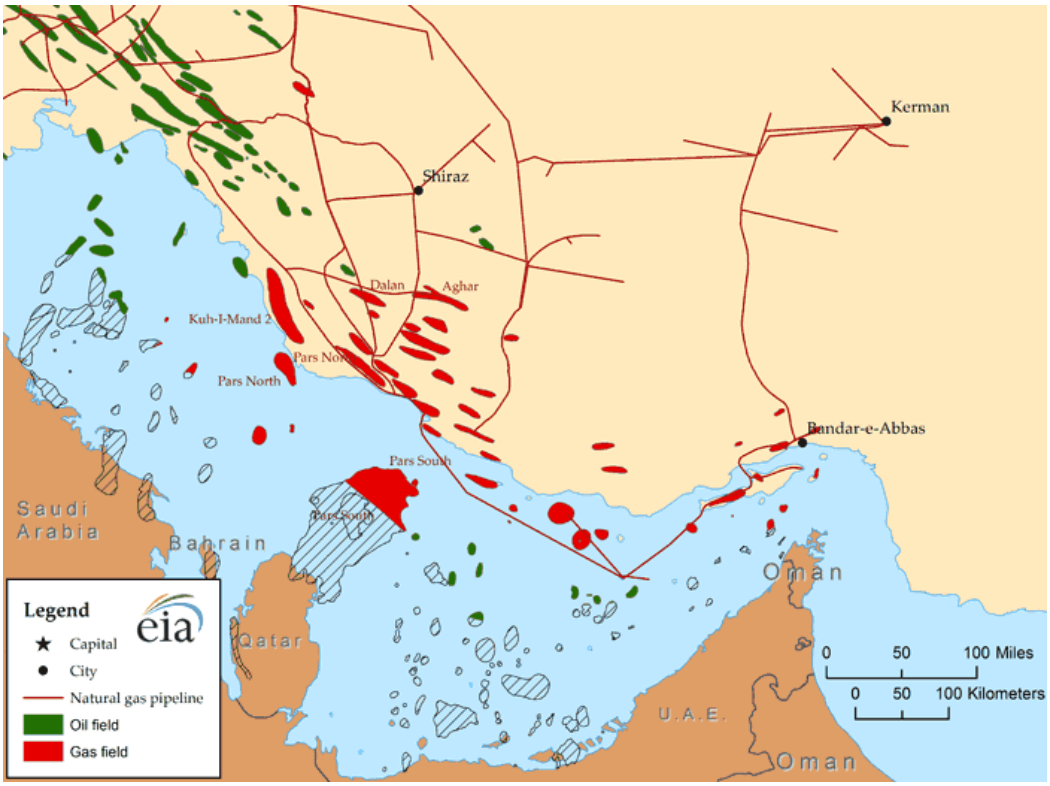
ذخایر گاز طبیعی: ایران دومین دارنده ذخایر گاز دنیا است (اخیراً طبق بررسی شرکت BP بدلیل کشف ذخایر جدید، از سال ۱۳۹۰ رتبه اول برای ایران در نظر گرفته شده است). طبق آمار ارایه در شکل ۷-۴ ، ایران بـا دارا بودن نزدیک به ۱۲۰۰ تریلیون فوت مکعب، ۱۷ درصد از کل ذخایر کل دنیا و یک سوم ذخایر اوپک را داراست.



شکل ۷-۴- کشورهای عمده دارای مخازن گاز دنیا [۳۵]

شکل ۷-۵ توزیع میدان های گازی و شبکه زیرسـاختار گـاز کشـور را نشـان مـی‌دهـد. پـارس جنـوبی بزرگترین میدان گازی ایران است که در داخل آبهای خلیج فارس بصورت مشترک با کشـور قطـر بهـره بـرداری می‌شود (این میدان در قطر بنام میدان شمالی نامیده شده است). میدان پارس جنوبی نزدیـک بـه ۴۰ درصـد از ذخایر گاز ایران را تشکیل می‌دهد. سایر میدان های گازی شامل پارس شمالی، تابناک، فروز و کنگان است.

www.Telegram.me/Commodities

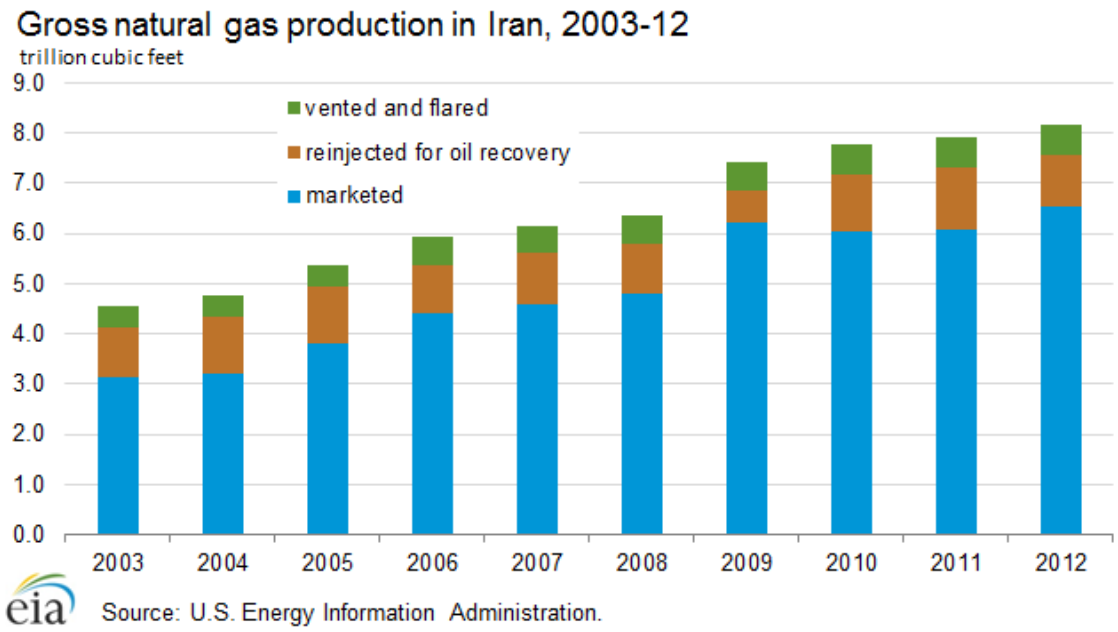


شکل ۷-۵- توزیع میدان های گازی و زیرساخت انتقال گاز در ایران [۳۴]

ایران با ۵ درصد سهم جهانی، سومین تولید کننده گاز طبیعی خشک پس از آمریکا و روسیه است. شکل ۷-۶ تولید گاز در ایران را از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ میلادی نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌شود، تحریم های اعمال شده در سال ۲۰۱۱ میلادی رشد صنعت تولید گاز در ایران را کند کرده است اما انتظار می رود این صنعت در سال های آینده با سرعت بیشتری رشد نماید. از حدود ۸/۲ تریلیون متر مکعب (tcf) گاز تولیدی در سال ۲۰۱۲، ببخش عمده آن مصرف شده و تنها ۱ تریلیون متر مکعب جهت احیا به چاه های نفت

www.Telegram.me/Commodities

تزریق شده است. مطالعات نشان می‌دهند که ایران در دهه پیش رو برای صیانت از میادین نفتی باید ۷ الی ۸ بیلیون متر مکعب در هر روز به این میادین تزریق کند.



شکل ۷-۶- تولید گاز طبیعی ایران از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ میلادی [۳۴]

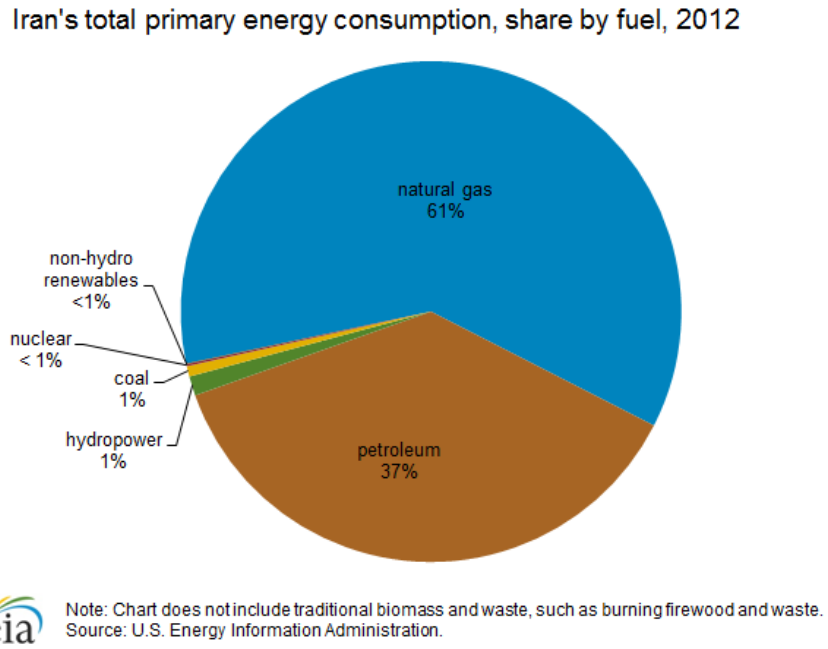
ذخایر زغال سنگ : ایران از نظر ذخایر قطعی زغال سنگ در رتبه ۲۷ و از نظر کل ذخایر زمین شناسی در رتبه ۱۲ دنیا قرار دارد. میزان ذخایر قطعی زغال سنگ ۱.۱ میلیارد تن و میزان کل ذخایر زمین شناسی ۱۱ تا ۱۴ میلیارد تن برآورد شده است. با توجه به فراوانی ذخایر گاز طبیعی، صنعت تولید زغال سنگ در سال های اخیر رشد چندانی نداشته و عمده زغال سنگ تولیدی کشور در واحد کک سازی کارخانه ذوب آهن اصفهان مصرف می‌شود.

علیرغم این پتانسیل های گسترده، بخش انرژی در کشور همچنان درگیر چالش ها و مسائل متفاوتی است. عدم تحقق برنامه های تزریق به مخازن نفتی، برداشت های نابرابر از میادین مشترک، هدر رفت بالای

www.Telegram.me/Commodities

گازهای همراه، عدم توسعه متناسب کیفی و کمی ظرفیت بخش پالایشی، بازدهی پایین و وابستگی سوخت نیروگاه های برق به گاز طبیعی و اتلاف بالای شبکه انتقال و توزیع برق در کشور از جمله مهمترین مشکلات انرژی در بخش تولید، انتقال و توزیع هستند.

کنترل مصرف انرژی در ایران یکی از چالش های عمده کشور است که متاسفانه تا کنون بگونه ای مناسب مدیریت نشده است. ایران در سال ۲۰۱۲ معادل ۹۶۰۰ تریلیون BTU انرژی مصرف کرده است. شکل ۷-۷ سهم سوخت های مختلف در مصرف انرژی در ایران را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که تقریباً تمامی (۹۸ درصد) از انرژی مصرفی در ایران از سوخت های فسیلی تامین می‌شود. مصرف انرژی در ایران طی ۱۰ سال

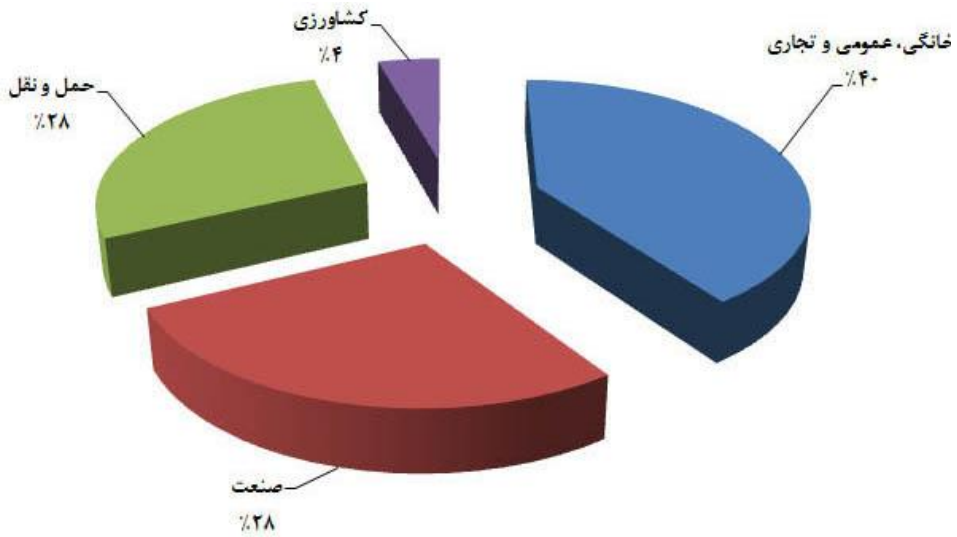


شکل ۷-۷- توزیع سهم مصرف انرژی در بخش های مختلف در ایران در سال ۲۰۱۲ میلادی

اخیر درحدود ۵۰ درصد افزایش یافته است و این در حالی است که میانگین مصرف جهانی انرژی در این دهه در حدود ۲۸ درصد افزایش یافته است. مصرف انرژی در بخش های مختلف کشور در شکل ۷-۸ نشان داده شده

www.Telegram.me/Commodities

است که نشان می‌دهد که مصرف در بخش خانگی در حدود ۴۰ درصد کل مصرف کشور را به خود اختصاص می‌دهد.

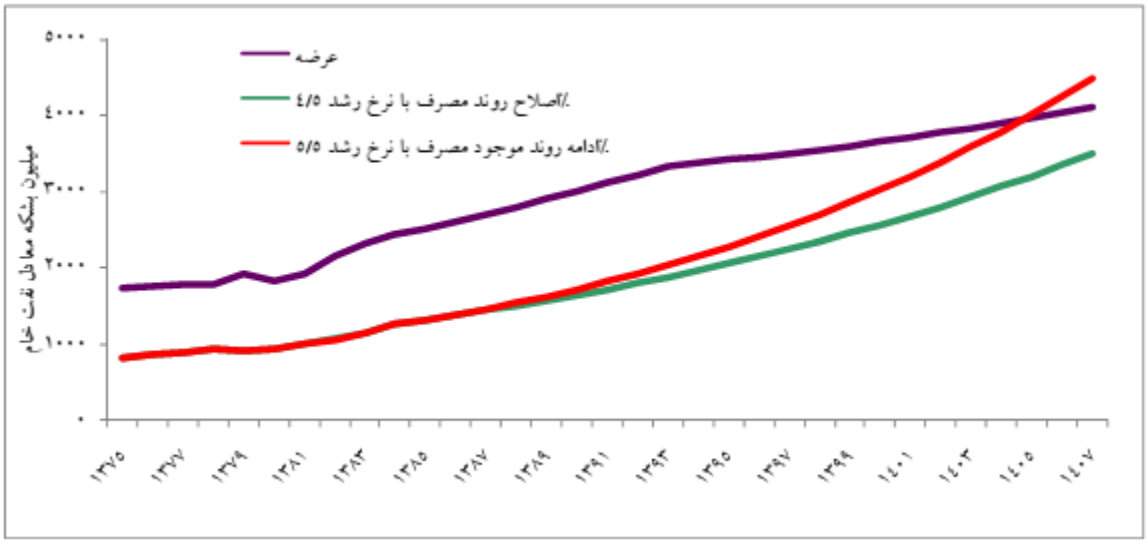


شکل ۷-۸- سهم بخش های مختلف در مصرف انرژی ایران در سال ۱۳۹۰ [۳۶]

بزرگترین عامل مصرف بالای انرژی ایران، اتلاف عظیم انرژی در کشور است که ۲۵ درصد کل مصرف را به خود اختصاص می دهد. به عنوان مثال، مصرف انرژی ایران در سال ۲۰۱۳، برابر با ۱۶۰۰ میلیون بشکه بوده که از این میزان، ۴۰۰ میلیون بشکه قبل از مصرف به هدر رفته است. به عبارت دیگر، سالانه معادل حدود ۰/۴ میلیارد بشکه نفت در ایران به هدر می‌رود. مصرف بی رویه و خارج از کنترل انرژی در ایران نه تنها برنامه‌های صادرات انرژی کشور را مختل می‌سازد، بلکه هزینه هنگفتی را به دولت تحمیل می‌نماید زیرا دولت ایران حامل-های انرژی را تحت پوشش یارانه ای خود قرار داده است. در حال حاضر بیش از ۹۰ میلیارد دلار سوخت مایع در ایران مصرف می شود در حالی که دولت ۸۰ میلیارد دلار بابت آن یارانه می‌پردازد. این هزینه تنها مربوط به سوخت مایع از جمله بنزین، گازوئیل، و غیره است.

www.Telegram.me/Commodities

با توجه به این شرایط، اگر اقدامات مناسبی در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی انجام نشود، کشور ایران در آینده نزدیک با بحران انرژی مواجه خواهد شد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که در صورت ادامه روند موجود با رشد مصرف سالانه در حدود ۵/۵ درصد، در سال ۱۴۰۵ مصرف و تولید انرژی در کشور برابر می‌شوند. در اینحالت صادرات انرژی عملا متوقف خواهد شد. شکل ۷-۹ تخمین های انجام شده در مورد عرضه و مصرف انرژی در کشور را تا سال ۱۴۰۷ ارایه کرده است. اهمیت صرفه جویی در مصرف انرژی از اطلاعات ارایه شده بخوبی مشخص است.



شکل ۷-۹- پیش بینی عرضه و مصرف انرژی در دو الگوی مصرف متفاوت

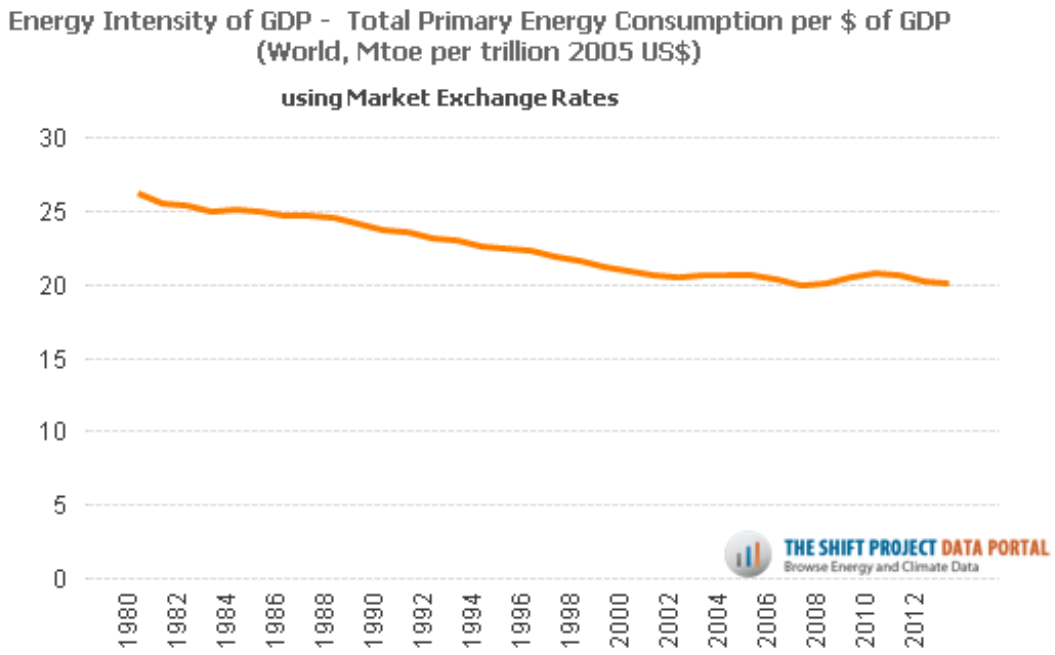
مصرف انرژی به تنهایی پارامتر تعیین کننده در میزان بهره وری انرژی در یک کشور نیست. یک کشور ممکن است چندین برابر کشور دیگر انرژی مصرف کند اما این انرژی صرف افزایش تولید ناخالص ملی گردد. برای چنین مطالعاتی از پارامتر شدت انرژی (Energy Intensity) استفاده می‌شود. این شاخص با تقسیم

www.Telegram.me/Commodities

واحدی از انرژی مصرفی بر واحدی از تولید ناخالص داخلی به دست می‌آید. از واحدهای مختلفی برای این اندازه‌گیری استفاده می‌شود. مثلاً انرژی مصرفی معادل یک بشکه نفت خام یا ۱۰۰۰ بی‌تی‌یو، یا کیلوژول برای تولید ناخالص داخلی به میزان یک هزار یا یک میلیون دلار شدت انرژی را نشان می‌دهد. بالا بودن شدت مصرف انرژی نشانگر عدم مصرف بهینه انرژی در یک کشور است. مثلاً اگر شدت مصرف انرژی در کشوری دو برابر کشور دیگر باشد یعنی کشور اول برای تولید میزان یکسانی کالا و خدمات، دو برابر کشور دوم انرژی مصرف کرده‌است. با توجه به روش‌های مختلفی که برای اندازه‌گیری شدت مصرف انرژی و همچنین تولید ناخالص داخلی وجود دارد، ارقام متفاوتی از شدت مصرف انرژی کشورها در منابع مختلف اعلام شده‌است. شکل ۷-۱۰ تغییرات میانگین شدت مصرف انرژی در جهان را در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۲ میلادی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که این تغییرات در ابتدا روند نزولی داشته و در سال های اخیر به حالت ثبات نسبی رسیده است.

ایران یکی از بالاترین شدت‌های مصرف انرژی را در دنیا دارد. بر اساس گزارش بانک مرکزی ایران در سال ۱۳۸۹ شدت مصرف انرژی دنیا در سال ۲۰۰۸ معادل ۱۰۴ بشکه نفت خام برای هر هزار دلار بوده در حالی که در ایران این رقم ۴۰۲ یعنی سه برابر بوده است. این درحالی‌است که بخش بزرگی از تولید ناخالص داخلی ایران فقط مربوط به صدور نفت خام می‌شود. در صورتی‌که صادرات نفت خام ایران از تولید ناخالص داخلی کسر

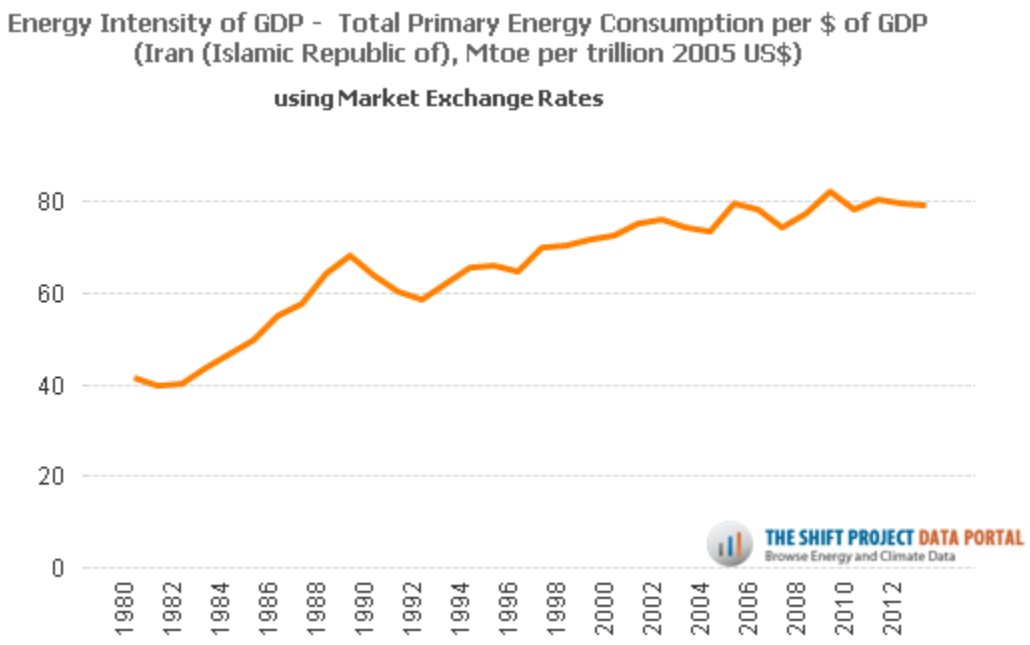
www.Telegram.me/Commodities



شکل ۷-۱۰- تغییرات شدت مصرف انرژی در جهان از سال ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۲ میلادی

شود این رقم به ۶٫۸ افزایش پیدا می‌کند. این رقم در اتحادیه اروپا ۰٫۷۷ در ژاپن ۰٫۸ و در ترکیه ۱ بوده‌است. طبق اظهارات وزیر نیرو در سال ۱۳۹۲، در سال ۱۳۹۰ شدت مصرف در کشور ۶۱۹.۵ تن معادل نفت خام در میلیون دلار بوده که این میزان ۹ برابر کشور ژاپن و نروژ است. این مقدار همچنین ۵ برابر کشور ترکیه، ۳ برابر عربستان و ۴ برابر متوسط دنیا است. شکل ۷-۱۱ تغییرات شدت مصرف انرژی در ایران را از ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ نشان می‌دهد که بخوبی گویای وضعیت نابسامان مصرف انرژی در کشور است. در حالیکه در این بازه زمانی روند جهانی شدت انرژی رو به کاهش و تثبیت دررچند سال گذشته بوده است، روند تغییرات شدت مصرف انرژی در ایران افزایشی بوده بگونه ای که در سال ۲۰۱۲ به حدود ۴ برابر متوسط جهانی رسیده است.

www.Telegram.me/Commodities



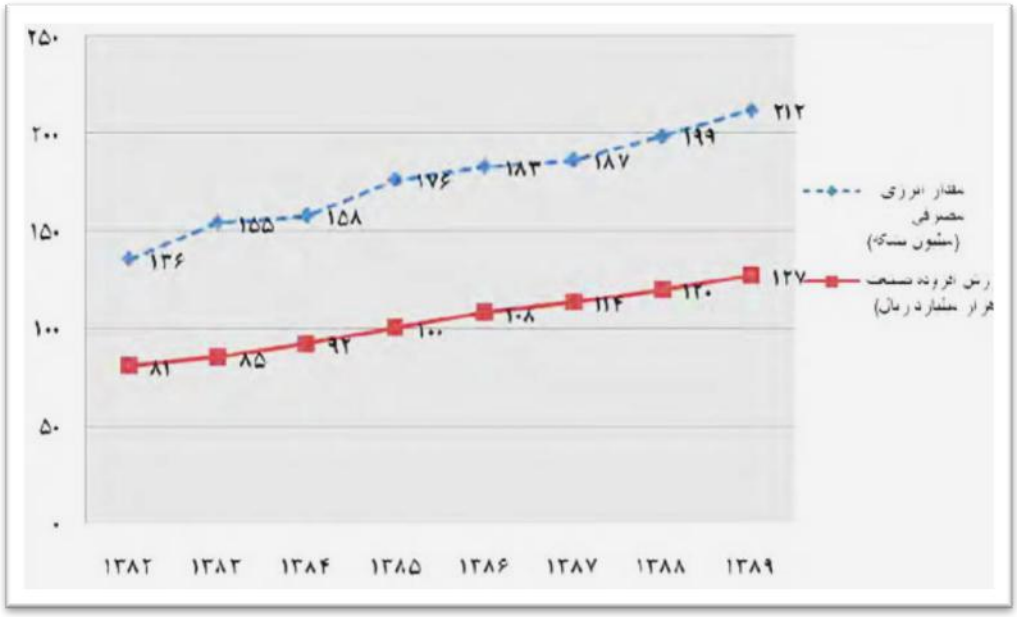
شکل ۷-۱۱- تغییرات شدت مصرف انرژی در ایران از سال ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۲ میلادی

عوامل بسیاری در تعیین شدت انرژی یک کشور مؤثر است. شدت انرژی می تواند متأثر از سطح استانداردهای زندگی، عوامل آب و هوایی یا ساختار اقتصادی و صنعتی یک کشور باشد. کشورهایی که دارای سطح بالاتری از استاندارد زندگی هستند مصرف بیشتری داشته و در نتیجه این امر بر شدت انرژی آنها تأثیر میگذارد. بهینه سازی ساختمانها و تجهیزات، ترکیب سوختهای مورد استفاده در بخش حمل و نقل و حتی مسافت بین مکانهای جغرافیایی، شیوه های حمل و نقل و تکنولوژی به کار رفته در خودروها و وسایل نقلیه، ظرفیت حمل و نقل عمومی، اقدامات صورت گرفته در امر بهینه سازی مصرف انرژی، حوادث طبیعی و قیمت ها یا یارانه های انرژی برخی دیگر از عوامل تأثیرگذار در شدت انرژی است. در هر حال وضعیت مصرف انرژی در ایران نیاز به بازبینی اساسی و اعمال مدیریت مناسب دارد. روند فعلی مصرف انرزی در کشور قطعاً منجر به بحران عمده ای در کشور در سال های نه چندان دور خواهد شد.

www.Telegram.me/Commodities

مصرف انرژی در بخش صنعت ایران

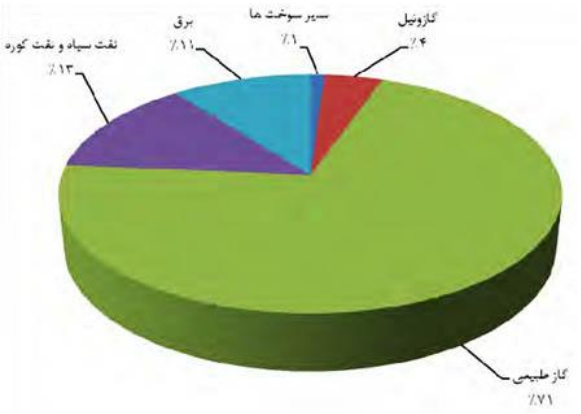
طبق بررسی های انجام شده توسط مرکز آمار ایران ، رشد مصرف انرژی در بخش صنعت کشور از سال ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۹ بیش از رشد ارزش افزوده صنعت در همین بازه زمانی بوده است. نمودار ارایه شده در شکل ۷-۱۲ این تغییرات را در مورد مصرف انرژی در کارگاه های صنعتی با بیش از ۱۰ نفر شاغل نشان می‌دهد. شکل ۷-۱۳ سهم حامل های انرژی در انرژی مصرفی بخش صنعت کشور را در سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۷-۱ تغییرات سهم انرژی مصرفی در صنعت کشور به تفکیک حامل های انرژی از سال ۱۳۸۲ تا



شکل ۷-۱۲- تغییرات انرژی مصرفی و سهم صنعت در ارزش افزوده ملی از ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۹ [۳۶]

www.Telegram.me/Commodities

سال ۱۳۸۹ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که گاز طبیعی سهم غالب را در انرژی مصرفی صنعت کشور داراست. این سهم که در سال ۱۳۸۲ در حدود ۵۰ در صد بوده است بصورت فزاینده افزایش یافته بگونه ای که در سال ۱۳۸۹ این سهم به حدود ۷۰ درصد رسیده است. با توجه به ذخایر عظیم گاز در کشور، این روند



شکل ۷-۱۳- سهم حامل های مختلف در مصرف انرژی در بخش صنعت ایران در سال ۱۳۸۹ [۳۶]

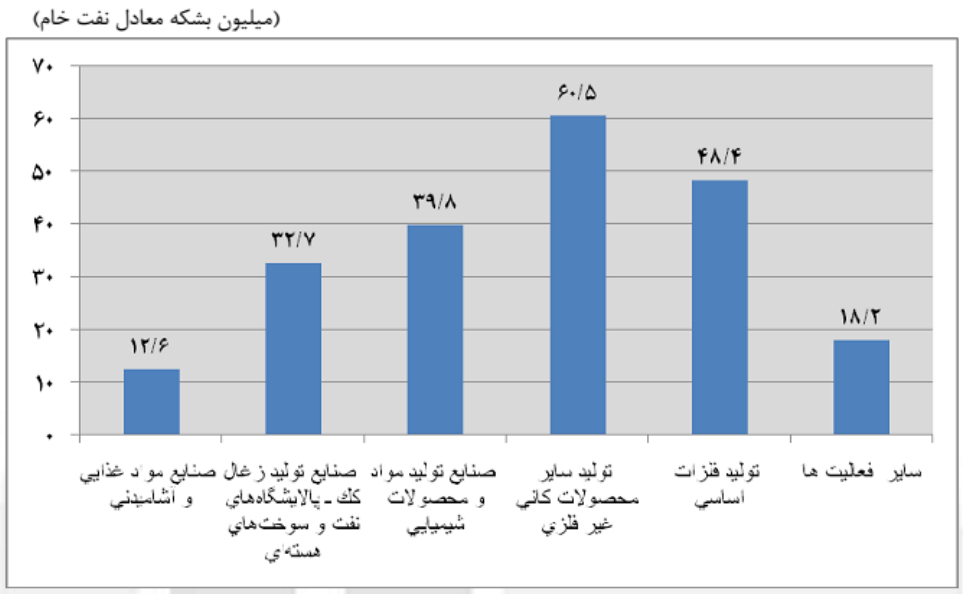
جدول ۷-۱- سهم حامل های انرژی در بخش صنعت از ۱۳۸۲ الی ۱۳۸۹ [۳۶]

درصد مصرف انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به تفکیک نوع حامل: ۱۳۸۹-۱۳۸۲

حامل انرژی	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
کل صنعت	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
نفت سفید	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱
گازوئیل	۷/۸	۷/۴	۶/۸	۶/۳	۶/۳	۶/۰	۴/۷	۴/۳
گاز مایع	۲/۷	۱/۸	۲/۳	۲/۲	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۵
گاز طبیعی	۵۰/۹	۵۶/۹	۵۹/۱	۵۹/۸	۶۱/۸	۶۶/۷	۶۷/۷	۷۱/۰
بنزین	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۴
نفت سیاه و نفت‌کوره	۲۷/۹	۲۳/۴	۲۱/۶	۲۱/۷	۲۰/۲	۱۵/۴	۱۶/۱	۱۳/۱
زغال سنگ و زغال چوب	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۰	۰/۱
برق	۹/۵	۹/۵	۹/۴	۹/۱	۹/۷	۱۰/۱	۹/۹	۱۰/۴

www.Telegram.me/Commodities

طبیعی به نظر می‌رسد اما مشکل اصلی در مصرف بی رویه و اتلاف انرژی در کشور است. شکل ۷-۱۴ توزیع مصرف انرژی در میان گروه های مختلف صنعتی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که صنعت تولید فلزات یکی از صنایع انرژی بر اصلی کشور است. جدول ۷-۲ روند افزایش مصرف گروه های صنعتی مختلف را از ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. جدول ۷-۳ توزیع مصرف انرژی در استان های مختلف را نشان می‌دهد. استان های اصفهان و خوزستان بیشترین مصرف و استان کهگیلویه و بویراحمد کمترین مصرف را داشته اند. سهم استان اصفهان از مصرف انرژی در کشور در سال ۱۳۸۹ در حدود ۲۵ درصد و سهم استان کهگیلویه و بویراحمد در همین سال در حدود ۰.۱ در صد بوده است.



شکل ۷-۱۴- سهم مصرف انرژی هر یک از گروه های صنعتی در سال ۱۳۸۹ [۳۶]

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۲- مصرف انرژی در بخش های مختلف صنعت ایران از ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ [۳۶]

مصرف کل انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به تفکیک فعالیت : ۱۳۸۹-۱۳۸۲ (هزاربشکه معادل نفت خام)

فعالیت	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
کل صنعت	۱۳۵۶۱۸	۱۵۴۵۷۱	۱۵۸۱۰۱	۱۷۶۳۷۵	۱۸۳۳۲۱	۱۸۶۸۱۹	۱۹۸۹۹۸	۲۱۲۴۰۰
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۴۸۴۷	۱۳۷۲۲	۱۴۹۹۷	۱۳۷۱۵	۱۵۵۴۶	۱۳۶۷۸	۱۲۹۳۸	۱۲۶۱۸
تولید محصولات از توتون و تنباکو	۸۷	۱۲۸	۱۲۰	۱۳۳	۱۲۴	۱۳۱	۱۳۰	۱۴۴
تولید منسوجات	۳۷۲۵	۳۶۳۱	۳۲۶۲	۳۴۵۹	۳۶۱۵	۳۷۰۸	۳۵۴۰	۳۲۵۴
تولید پوشاک ـ عمل‌آوردن و رنگ‌کردن و...	۷۳	۶۸	۵۴	۴۵	۶۹	۷۸	۷۰	۶۸
دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و..	۱۱۳	۱۱۳	۱۳۲	۱۴۷	۱۴۵	۱۶۴	۱۳۲	۱۴۵
تولید چوب و محصولات چوبی و ...	۳۴۸	۴۰۵	۳۳۴	۴۴۸	۴۵۹	۳۸۶	۳۸۷	۳۲۷
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۱۶۸۶	۱۷۹۰	۱۷۳۴	۲۱۰۷	۱۶۵۵	۱۹۲۲	۲۰۳۸	۲۳۶۱
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های	۱۳۸	۱۱۴	۱۱۶	۱۲۶	۱۵۸	۱۴۴	۱۳۳	۲۳۰
صنایع تولید زغال کک ـ پالایشگاه‌ها و	۱۸۰۴۵	۲۴۷۰۱	۲۶۷۰۰	۳۳۹۷۲	۳۵۴۷۹	۳۱۴۱۵	۳۰۱۹۴	۳۲۷۰۹
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۱۱۵۴۸	۲۰۱۷۳	۱۸۱۲۹	۲۰۸۲۴	۲۳۲۰۸	۳۰۴۰۲	۳۵۵۵۲	۳۹۸۴۱
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱۷۵۹	۱۸۴۵	۱۶۰۶	۱۸۸۷	۱۸۶۶	۲۱۰۵	۲۳۶۲	۲۲۷۵
تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۴۴۷۸۲	۴۴۴۸۰	۴۵۶۸۴	۵۱۱۶۱	۵۳۱۰۱	۵۴۷۷۶	۵۸۷۱۸	۶۰۵۳۹
تولید فلزات اساسی	۳۲۰۰۰	۳۶۵۶۷	۳۷۸۵۲	۴۰۸۴۱	۳۹۳۶۸	۳۹۷۹۵	۴۴۴۹۹	۴۸۴۱۱
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز	۱۳۹۵	۱۴۳۰	۱۵۱۰	۱۴۹۲	۱۷۰۰	۱۵۲۱	۱۵۹۷	۱۸۸۲
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی	۱۸۲۸	۱۷۶۷	۱۸۶۴	۱۸۴۲	۱۹۲۲	۱۵۳۳	۱۷۸۰	۲۱۳۵
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و	۱۳	۱۰	۱۴	۱۵	۱۹	۲۲	۲۶	۲۷
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و	۷۲۸	۷۷۰	۷۵۶	۷۳۹	۱۰۳۶	۹۹۴	۹۲۴	۱۳۴۵
تولید رادیو و تلویزیون و	۷۳	۸۲	۶۷	۷۶	۸۹	۷۷	۷۱	۷۳
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و	۱۶۲	۱۶۹	۱۶۵	۱۵۰	۱۷۴	۱۶۱	۱۶۳	۲۲۰
تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و	۱۷۳۴	۲۱۳۵	۲۴۲۰	۲۵۶۹	۳۰۷۰	۳۲۲۲	۳۱۷۸	۳۱۲۲
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۲۸۶	۲۳۵	۳۵۹	۳۱۲	۱۶۹	۲۳۷	۲۱۵	۱۹۵
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی	۲۴۵	۲۳۲	۲۲۳	۳۱۲	۳۴۵	۳۴۲	۳۴۵	۴۷۳
بازیافت ضایعات فلزی و غیر فلزی	۴	۳	۳	۴	۵	۶	۷	۶

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۳- چگونگی توزیع مصرف انرژی در میان استان های کشور [۳۶]

مصرف کل انرژی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به تفکیک استان : ۱۳۸۹-۱۳۸۲ (هزاربشکه معادل نفت خام)

استان	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
کل کشور	۱۳۵۶۱۸	۱۵۴۵۷۱	۱۵۸۱۰۱	۱۷۶۳۷۵	۱۸۳۳۲۱	۱۸۶۸۱۹	۱۹۸۹۹۸	۲۱۲۴۰۰
آذربایجان شرقی	۷۷۶۴	۹۹۹۵	۶۶۵۳	۷۲۷۹	۹۹۵۶	۱۰۲۸۴	۶۸۸۰	۶۷۷۴
آذربایجان غربی	۲۷۸۲	۲۹۸۵	۳۰۱۶	۳۳۸۶	۳۸۰۵	۳۲۹۸	۳۰۹۴	۳۰۷۹
اردبیل	۱۳۲۳	۱۱۷۰	۱۰۳۴	۸۷۰	۱۳۰۲	۱۴۵۱	۱۱۱۰	۱۰۸۳
اصفهان	۳۷۳۸۲	۳۴۱۶۳	۴۱۴۶۰	۴۳۷۷۲	۴۱۲۶۱	۴۵۰۴۷	۴۵۰۶۰	۵۰۰۰۹
البرز	-	-	-	-	-	-	-	۲۹۶۹
ایلام	۵۲۲	۱۸۶	۶۰۹	۵۷۰	۵۰۴	۶۳۴	۵۸۴	۷۴۱
بوشهر	۱۶۹	۷۸۷	۱۰۶۷	۱۳۶۲	۲۰۹۷	۴۹۳۹	۸۲۳۴	۹۰۹۷
تهران	۱۴۰۴۵	۱۸۰۱۵	۱۷۹۵۹	۱۹۳۳۹	۲۱۹۳۸	۲۰۰۹۳	۲۴۹۹۱	۲۰۷۳۲
چهار محال و بختیاری	۴۴۶	۴۰۸	۳۷۳	۳۲۳	۴۲۴	۹۶۶	۱۰۰۶	۹۷۸
خراسان جنوبی	۷۰۴	۷۶۶	۹۰۴	۹۴۶	۱۰۰۶	۱۲۷۵	۱۰۴۳	۱۱۹۴
خراسان رضوی	۶۳۰۸	۶۶۵۷	۶۹۷۶	۸۹۷۹	۷۵۲۹	۶۵۰۴	۶۹۲۲	۸۱۲۹
خراسان شمالی	۱۸۳۲	۳۷۳۴	۳۸۸۸	۳۴۴۹	۲۷۰۷	۳۴۵۲	۳۹۱۳	۴۳۴۳
خوزستان	۱۶۴۲۰	۲۳۵۵۰	۲۵۷۸۹	۲۷۰۴۷	۳۲۳۹۴	۲۸۸۷۴	۳۶۷۳۳	۳۸۰۱۵
زنجان	۱۱۲۸	۱۲۲۲	۱۱۸۹	۱۲۴۵	۱۶۶۷	۲۲۳۲	۲۲۳۶	۲۸۴۸
سمنان	۱۸۰۹	۱۳۱۰	۲۳۳۴	۲۲۵۱	۴۰۳۹	۳۱۳۱	۲۸۵۳	۳۰۰۲
سیستان و بلوچستان	۹۱۵	۱۱۱۰	۱۱۷۰	۹۴۰	۱۳۵۶	۱۱۳۸	۱۰۹۵	۲۰۲۲
فارس	۶۱۸۱	۱۰۱۸۲	۷۰۳۶	۵۷۶۹	۷۲۲۴	۶۸۰۰	۶۸۸۳	۵۶۲۶
قزوین	۴۳۸۰	۴۵۰۷	۳۷۷۱	۳۵۴۰	۳۷۲۸	۴۵۶۶	۵۱۶۰	۵۱۳۰
قم	۷۰۵	۸۱۹	۷۵۶	۸۲۰	۹۴۲	۷۸۳	۷۴۹	۶۲۰
کردستان	۱۰۰۶	۵۳۸	۶۶۹	۴۴۵	۱۰۱۰	۷۲۳	۵۰۸	۶۸۱
کرمان	۲۹۸۸	۳۶۸۶	۴۴۰۷	۴۴۰۷	۳۳۷۵	۴۷۵۹	۳۴۰۴	۴۵۹۵
کرمانشاه	۱۴۸۱	۱۸۰۱	۱۴۴۹	۲۰۵۳	۱۳۷۷	۴۱۸۲	۳۷۷۰	۳۳۱۹
کهگیلویه و بویر احمد	۵۲	۱۴۵	۶۲	۲۰۶	۹۳	۲۶۱	۳۸۳	۲۰۱
گلستان	۷۰۸	۹۶۰	۹۱۷	۸۸۳	۱۰۶۷	۱۱۲۷	۱۱۸۴	۱۳۰۵
گیلان	۲۲۸۳	۲۰۸۶	۱۸۸۳	۲۱۱۸	۱۶۷۵	۲۴۶۶	۱۴۹۰	۲۱۵۸
لرستان	۲۳۹۳	۲۰۲۳	۱۹۳۵	۱۷۲۳	۱۸۰۹	۱۴۷۸	۱۴۹۶	۱۸۳۲
مازندران	۲۳۳۱	۱۹۹۴	۲۳۱۵	۲۷۵۸	۲۶۵۸	۳۴۵۳	۳۷۵۰	۳۸۱۰
مرکزی	۸۲۸۴	۷۷۴۵	۶۳۷۸	۱۳۴۶۶	۱۱۹۰۹	۹۸۳۶	۱۱۰۷۱	۱۳۶۲۲
هرمزگان	۵۲۱۰	۷۲۴۸	۷۳۹۳	۱۰۵۶۳	۷۱۹۸	۵۹۳۲	۵۲۶۹	۶۵۰۶
همدان	۱۳۵۰	۱۷۴۴	۱۳۰۲	۱۵۷۵	۱۵۹۷	۲۴۱۷	۲۵۸۸	۲۱۶۱
یزد	۲۷۱۶	۳۰۳۶	۳۴۰۷	۴۲۹۰	۵۶۷۴	۴۷۱۷	۵۵۴۲	۵۸۱۸

www.Telegram.me/Commodities

۶-۷-۱ گاز طبیعی

ایران در حالی بزرگترین دارنده ذخایر گاز جهان بوده که سهم صنعت گاز کشور در بازار و تجارت جهانی گاز حتی به ۲ درصد هم نمی‌رسد، در شرایط فعلی ایران تنها به ترکیه گاز صادر می کند (معادل ۱۰ میلیارد مترمکعب در سال) و واردکننده گاز طبیعی از ترکمنستان (معادل ۴ تا ۷ میلیارد متر مکعب در سال) است، علاوه بر این قرارداد صادرات گاز ایران به پاکستان (۲۱.۵ میلیون مترمکعب در روز) هم در شرایط سردرگمی به سر می برد و صادرات گاز به عراق (۲۰ میلیون مترمکعب در روز) هم به دلیل تاخیر در احداث خط لوله در خاک دو کشور هنوز عملیاتی نشده است.

بخش عمده گاز ایران در حال حاضر صرف مصرف داخلی می‌شود. گازطبیعی در دو بخش مصارف نهایی و مصارف بخش انرژی مورد استفاده قرار میگیرد. مصارف نهایی گازطبیعی خود به دو بخش مصارف نهایی انرژی و غیر انرژی تقسیم می‌شود. در مصارف نهایی انرژی از گاز طبیعی برای تأمین انرژی مورد نیاز زیر بخشهای خانگی، تجاری و عمومی، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و سوخت پتروشیمی استفاده می‌گردد. مصرف گازطبیعی به عنوان خوراک پتروشیمی از جمله مصارف غیر انرژی است. به عبارت دیگر توزیع گازطبیعی به مصرف کنندگان برای فعالیتهایی غیر از تبدیل سوخت را مصرف نهایی می‌گویند. مصارف بخش انرژی گازطبیعی شامل سوخت پالایشگاههای نفت و گاز، ایستگاههای تقویت فشار، سوخت توربینها و دیزل ژنراتورهای موجود در مسیر خط لوله و گاز مصرفی در نیروگاهها می‌باشد. در واقع گازطبیعی در این بخش در مراکز تبدیل انرژی مصرف می‌گردد.جداول ۷-۴ و ۷-۵ بترتیب مصرف گاز در بخش های مختلف و مصرف گاز در بخش صنعت با تفکیک گروه های صنعتی را نشان می‌دهند.

در سال ۱۳۹۱ مصارف نهایی و مصرف بخش انرژی گازطبیعی ۷/۱۵۱ میلیارد متر مکعب بود که نسبت به سال قبل یک درصد کاهش داشت. در این سال سهم مصارف نهایی و مصارف بخش انرژی به ترتیب ۱/۶۶ و ۹/۳۳

www.Telegram.me/Commodities

درصد بود. در سال ۱۳۹۱ سهم مصارف نهایی نسبت به سال قبل ۷/۱ درصد کاهش و در مقابل سهم مصارف بخش انرژی افزایش داشت. این امر ناشی از کاهش مصرف نهایی بخشهای خانگی، تجاری و عمومی، سوخت و خوراک پتروشیمی‌ها بوده است. بیشترین کاهش مصرف گازطبیعی در این سال به بخش خانگی اختصاص داشته که این امر عمدتاً به دلیل کنترل عرضه و تقاضا، اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها و اصلاح الگوی مصرف سوخت بوده است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۴- توزیع مصرف گاز طبیعی در بخش های مختلف از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۹ [۳۷]

مصارف نهایی گاز طبیعی به تفکیک بخش های اقتصادی (میلیون متر مکعب)

سال	خانگی، تجاری و عمومی	حمل و نقل	کشاورزی	صنعت		مصارف غیر انرژی	جمع مصارف نهایی
				صنعت	سوخت پتروشیمی		
۱۳۶۷	۲۶۴۸/۷	–	–	۲۰۷۷/۳	۳۷۱/۰	۷۸۹/۰	۵۸۸۶/۰
۱۳۶۸	۲۶۷۳/۴	–	–	۱۸۷۳/۶	۵۹۶/۰	۲۰۰۵/۰	۷۱۴۸/۰
۱۳۶۹	۳۳۲۳/۴	–	–	۲۳۷۶/۶	۶۲۲/۰	۲۵۶۴/۰	۸۸۸۶/۰
۱۳۷۰	۴۸۰۵/۲	–	–	۳۳۲۰/۸	۸۳۳/۰	۲۷۶۱/۰	۱۱۷۲۰/۰
۱۳۷۱	۷۴۵۹/۳	–	–	۲۹۷۳/۶	۹۷۱/۰	۲۸۴۰/۰	۱۴۲۴۳/۹
۱۳۷۲	۸۸۰۳/۶	–	–	۳۰۲۰/۳	۹۹۸/۰	۲۹۴۰/۰	۱۵۷۶۱/۹
۱۳۷۳	۱۰۹۹۴/۰	–	–	۳۴۲۵/۱	۱۵۰۲/۴	۲۹۲۱/۰	۱۸۸۴۲/۵
۱۳۷۴	۱۲۶۰۸/۰	–	–	۴۶۲۳/۴	۲۰۰۶/۰	۳۱۲۳/۰	۲۲۳۶۰/۴
۱۳۷۵	۱۴۴۶۸/۰	–	–	۵۹۶۶/۴	۲۱۳۲/۷	۳۲۸۰/۰	۲۵۸۴۷/۱
۱۳۷۶	۱۶۳۸۲/۰	–	–	۵۷۳۴/۸	۲۴۸۹/۹	۳۳۲۰/۰	۲۷۹۲۶/۷
۱۳۷۷	۱۶۱۷۷/۰	–	–	۵۲۴۶/۶	۲۲۶۰/۳	۳۶۲۶/۰	۲۷۳۰۹/۹
۱۳۷۸	۱۹۱۴۰/۰	–	–	۷۱۱۱/۶	۲۶۰۱/۶	۳۴۵۴/۰	۳۲۳۰۷/۲
۱۳۷۹	۲۱۹۲۱/۰	۲/۱	–	۷۱۷۱/۰	۲۵۰۶/۱	۲۸۱۶/۰	۳۴۴۱۶/۱
۱۳۸۰	۲۳۰۱۱/۳	۴/۵	–	۶۷۴۶/۵	۲۴۷۹/۰	۳۴۱۰/۰	۳۵۶۵۱/۳
۱۳۸۱	۲۷۱۸۲/۰	۵/۲	–	۷۳۶۷/۴	۲۳۹۳/۰	۳۲۸۳/۰	۴۰۲۳۰/۵
۱۳۸۲	۲۹۱۵۲/۰	۷/۳	–	۸۴۲۱/۰	۳۰۲۵/۹	۳۴۴۹/۰	۴۴۰۵۵/۲
۱۳۸۳	۳۳۹۸۹/۰	۸۴/۰	–	۹۶۵۶/۱	۳۵۲۶/۴	۳۵۷۸/۰	۵۰۸۳۳/۴
۱۳۸۴	۳۵۷۹۴/۰	۳۰۴/۵	–	۱۱۳۳۰/۸	۳۵۳۱/۳	۳۶۵۰/۸	۵۴۶۱۱/۵
۱۳۸۵	۴۱۸۳۶/۴	۵۲۲/۲	۵۴/۰	۱۳۳۴۸/۰	۳۲۶۹/۸	۴۳۱۷/۰	۶۳۳۴۷/۵
۱۳۸۶	۴۵۸۶۹/۳	۱۰۴۰/۰	۱۷۶/۸	۱۴۸۴۶/۴	۷۴۱۹/۴	۵۴۰۵/۷	۷۴۷۵۷/۵
۱۳۸۷	۴۳۹۸۶/۰	۱۸۴۲/۴	۲۳۳/۹	۱۶۵۴۶/۵	۶۸۳۷/۵	۵۹۸۸/۲	۷۵۴۳۴/۴
۱۳۸۸	۴۷۰۷۲/۸	۳۴۴۳/۹	۴۰۲/۲	۱۷۵۲۷/۰	۷۷۰۶/۰	۶۳۳۷/۸	۸۲۴۸۹/۷
۱۳۸۹	۴۶۷۹۲/۶	۵۵۴۳/۳	۴۲۲/۶	۱۹۹۲۸/۴	۱۵۸۳۹		۸۸۵۲۵/۹

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۵- توزیع مصرف گاز در صنایع مختلف از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ [۳۶]

مصرف کل گاز طبیعی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به تفکیک فعالیت : ۱۳۸۹-۱۳۸۲ (بشکه معادل نفت خام)

فعالیت	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
کل صنعت	۶۹۰۸۴۶۴۱	۸۷۹۴۸۶۸۷	۹۳۳۹۴۳۰۱	۱۰۵۴۹۶۱۱۷	۱۱۳۳۴۴۹۵۷	۱۲۴۵۱۶۳۱۵	۱۳۴۶۴۶۰۳۶	۱۵۰۷۳۸۲۲۵
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۳۸۹۹۸۹۰	۴۴۷۷۸۲۰	۶۲۶۵۴۴۵	۵۸۱۱۱۳۸	۶۸۱۹۶۴۳	۶۳۱۸۵۱۷	۶۵۵۲۷۰۵	۸۱۵۳۹۹۲
تولید محصولات از توتون و تنباکو	۷۵۱۷۰	۱۱۳۲۷۰	۱۰۷۳۷۰	۱۱۸۱۰۷	۱۱۰۲۴۲	۱۱۷۰۴۰	۱۰۹۰۳۲	۱۱۹۷۷۸
تولید منسوجات	۸۲۲۲۳۵	۹۵۸۸۵۱	۹۶۴۷۶۲	۱۱۶۹۵۶۰	۱۴۵۳۹۳۹	۱۶۳۸۴۳۹	۱۶۷۲۹۷۵	۱۷۵۲۳۳۳
تولید پوشاک ـ عمل‌آوردن و رنگ‌کردن و...	۳۵۴۹۰	۲۱۸۱۶	۱۳۵۷۵	۱۷۵۱۲	۴۶۸۳۴	۵۱۰۲۹	۴۴۷۵۵	۴۴۸۵۵
دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و...	۱۵۴۴۷	۱۳۳۱۵	۲۵۰۵۰	۳۲۷۷۴	۳۰۷۷۸	۳۴۷۵۲	۵۹۲۴۲	۹۶۱۰۶
تولید چوب و محصولات چوبی و	۵۳۸۳۸	۱۳۸۰۸۴	۱۱۰۰۷۵	۱۹۸۳۶۹	۲۷۲۴۷۷	۱۶۳۷۵۹	۲۳۵۹۰۵	۲۰۵۵۰۷
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۹۳۵۴۸۰	۹۶۳۴۷۲	۸۴۹۸۴۵	۱۳۰۰۱۶۷	۸۴۹۰۸۱	۱۰۸۷۵۰۱	۱۳۱۶۶۶۴	۱۵۷۶۷۶۳
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های	۸۱۳۹۱	۴۷۲۸۱	۵۲۲۲۲	۵۶۷۹۹	۷۹۸۸۹	۸۱۹۶۴	۶۹۳۸۷	۱۷۰۹۳۱
صنایع تولید زغال کک ـ پالایشگاه‌ها و	۱۲۵۴۹۷۶۸	۱۹۶۲۲۵۳۰	۲۰۸۰۳۷۶۶	۲۳۱۰۲۸۴۲	۲۶۶۳۵۷۷۶	۲۵۶۰۲۰۲۶	۲۰۶۴۹۶۹۳	۲۲۲۳۷۶۱۲
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۹۴۶۵۸۱۴	۱۷۹۳۵۹۲۵	۱۶۰۷۰۸۰۷	۱۸۱۰۱۰۹۲	۱۹۴۸۳۴۰۳	۲۶۰۴۱۸۰۷	۳۱۹۰۹۲۷۸	۳۵۴۲۵۴۶۵
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸۲۷۴۹۲	۹۴۵۷۲۸	۷۱۶۸۹۴	۱۰۲۳۹۳۸	۹۱۳۶۴۰	۱۱۴۶۸۱۶	۱۴۲۸۳۹۶	۱۴۳۳۳۱۸
تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۱۲۹۷۷۱۳۱	۱۲۳۹۳۵۱۸	۱۵۴۳۷۰۳۴	۱۹۶۰۲۷۹۶	۲۳۶۵۴۷۱۸	۲۸۸۴۵۵۵۲	۳۲۴۱۷۰۵۱	۳۷۷۷۴۹۱۸
تولید فلزات اساسی	۲۴۵۳۰۳۰۰	۲۷۵۶۶۵۹۴	۲۸۵۹۴۱۳۴	۳۱۰۴۷۰۰۲	۲۸۶۲۱۷۶۷	۲۹۴۱۲۵۹۳	۳۳۷۵۷۷۵۷	۳۵۹۰۹۴۴۴
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز	۵۸۳۲۳۸	۵۹۸۸۸۸	۶۵۲۷۵۸	۷۰۲۸۰۲	۸۰۰۹۲۷	۶۸۶۴۶۸	۸۰۳۳۳۴	۱۰۳۶۹۱۱
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی...	۹۲۲۳۴۰	۸۷۴۰۷۹	۹۲۳۷۹۹	۱۱۷۷۰۴۴	۱۰۵۷۶۴۶	۷۲۵۶۷۵	۱۰۷۴۳۰۳	۱۴۰۰۶۷۴
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و	۴۰۷۸	۵۳۲۳	۸۵۲۹	۶۸۷۲	۶۸۰۴	۸۲۲۹	۱۶۴۷۶	۱۳۱۴۰
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و	۳۰۵۵۶۳	۳۱۲۰۱۵	۳۵۰۱۶۰	۳۴۱۱۳۰	۶۱۷۷۵۹	۵۱۲۴۸۸	۵۱۱۴۸۷	۸۸۴۰۸۶
تولید رادیو و تلویزیون و	۲۶۸۰۸	۴۰۶۶۵	۳۱۱۹۹	۴۱۰۴۳	۴۴۷۰۱	۴۶۰۸۱	۳۷۸۵۱	۴۳۶۱۵
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و	۴۷۸۵۸	۵۸۶۸۱	۴۸۰۵۱	۴۱۲۸۴	۸۷۷۵۵	۶۱۴۶۹	۵۷۹۸۶	۱۳۹۱۷۰
تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و	۷۹۷۵۸۰	۶۸۸۶۷۰	۱۰۶۳۰۵۶	۱۳۰۹۸۲۹	۱۵۴۸۱۹۵	۱۷۱۸۲۷۰	۱۷۰۳۵۹۰	۱۹۳۲۵۱۷
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۶۶۴۹۷	۱۰۵۳۵۸	۲۳۲۸۳۷	۱۶۱۲۶۷	۷۱۰۳۸	۸۵۲۲۳	۸۱۵۰۷	۹۳۵۰۸
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی	۵۹۳۳۱	۶۶۵۷۵	۷۲۶۳۶	۱۳۱۲۴۴	۱۳۶۷۴۷	۱۲۸۲۳۹	۱۳۲۹۱۷	۲۹۱۳۸۹
بازیافت ضایعات فلزی و غیر فلزی	۱۹۰۱	۲۳۰	۲۹۸	۱۵۰۶	۱۱۹۸	۲۳۸۰	۳۷۴۵	۲۱۹۵

www.Telegram.me/Commodities

مصرف گاز در صنعت فولاد کشور

تولید فولاد خام در ایران در سال ۹۲ به حدود ۱۵.۶ میلیون تن رسید که نزدیک به 80 درصد آن به روش احیای مستقیم و به طور عمده در شرکت های فولاد مبارکه، فولاد خوزستان، فولاد خراسان و فولاد هرمزگان تولید می شود. به همین دلیل گاز طبیعی در حدود ۹۶ درصد از سوخت مصرفی در صنعت فولاد را تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این گاز به عنوان عامل احیا کننده در فرآیند احیای مستقیم مصرف می‌شود. در حال حاضر میزان مصرف گاز کارخانه های فولاد نزدیک به ۸ میلیارد متر مکعب است که این رقم ۸ دهم درصد از کل مصرف گاز کشور را در بر می گیرد. در حال حاضر میزان مصرف سالانه گاز در کشور از ۱۰۰ میلیارد مترمکعب عبور کرده است. در طرح جامع فولاد پیش بینی شده برای دستیابی به هدف اصلی ۵۵ میلیون تن ظرفیت تولید فولاد خام، میزان مصرف گاز به ۱۸ میلیارد مترمکعب خواهد رسید که اندکی بیش از دو برابر میزان مصرف فعلی صنعت فولاد به شمار می آید. مصرف گاز طبیعی در تولید فولاد به روش احیاء مستقیم در ایران در حدود ۶۰۰ متر مکعب بر تن است

مصرف گاز در صنعت تولید سوپرآلیاژ

در مقایسه با تولید فولاد، مصرف گاز در تولید شمش های سوپرآلیاژی بسیار محدودتر است. علت این است که در فرآیند تولید سوپرآلیاژها، عملیات ذوب عمدتاً توسط جریانات القایی انجام می‌شود و لذا سهم مصرف گاز در انرژی مورد نیاز برای فرآیند تولید بسیار ناچیز است. برای واحدی با ظرفیت تولید ۳۰۰۰ تن سوپرآلیاژ در سال گاز مورد نیاز ۵۰ متر مکعب به ازای هرتن برآورد می‌شود که عمدتاً صرف سیستم های گرمایش و فرآیندهای تکمیلی خواهد شد.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۷-۲ برق

جداول ۷-۶ الف و ب بترتیب آمار و رتبه ایران را در زمینه های مختلف مرتبط با صنعت برق در مقایسه با سایر کشورهای منتخب نشان می‌دهند. ایران از نظر ظرفیت نصب شده رتبه ۱۴، از نظر تولید خالص رتبه ۱۹ و از نظر شاخص بهره برداری رتبه ۳۱ را در سال ۱۳۹۰ دارا بوده است. طبق برنامه ریزی های انجام شده در صنعت برق، هرساله باید به طور متوسط ۵هزار مگاوات ظرفیت تولید جدید به شبکه وارد شود و برای افزودن چنین ظرفیتی به شبکه، سالانه حدود ۳میلیارد یورو سرمایه گذاری ارزی لازم است. همچنین هزینه‌ای بالغ بر ۷۶هزار میلیارد ریال برای ایجاد ظرفیت‌های متناسب در شبکه انتقال و توزیع باید انجام شود.

جدول ۷-۶- شاخص های صنعت برق ایران در مقایسه با کشورهای منتخب [۳۸]

ردیف	نام کشور	جمعیت میلیون نفر	ظرفیت نصب شده	تولید خالص	مصرف	صادرات	واردات	ظرفیت سرانه	تولید سرانه	مصرف سرانه	شاخص بهره برداری
			هزار مگاوات	(میلیارد کیلوواتساعت)				(وات)	کیلوواتساعت		درصد
۱	ایالات متحده آمریکا	۳۱۲	۱۰۵۲/۹	۴۱۰۰	۳۸۸۳	۱۵	۵۲/۳	۳۳۷۹	۱۳۱۵۸	۱۲۴۶۰	۴۴/۴۵
۲	چین	۱۳۱۱	۱۱۰۰/۵	۴۴۹۱	۴۲۰۸	۱/۲	۶/۶	۸۴۰	۳۴۲۶	۳۲۱۱	۴۶/۵۸
۳	ژاپن	۱۲۸	۲۸۷/۴	۱۰۳۱	۹۸۳	۰	۰	۲۲۵۴	۸۰۸۸	۷۷۱۰	۴۰/۹۶
۴	روسیه	۱۴۳	۲۳۱/۶	۹۹۷	۸۶۹	۲۴/۱	۱/۵۶	۱۶۲۵	۶۹۹۵	۶۱۰۰	۴۹/۱۳
۵	هند	۱۱۸۹	۲۳۷/۹	۹۷۵	۷۵۸	۰/۱۳	۵/۶	۲۰۰	۸۲۰	۶۳۷	۴۶/۷۸
۶	آلمان	۸۲	۱۵۹/۵	۵۶۷	۵۳۸	۵۴/۸	۵۱	۱۹۵۷	۶۹۶۱	۶۶۰۰	۴۰/۶۰
۷	کانادا	۳۴	۱۳۸/۶	۶۲۳	۵۵۲	۵۱	۱۴/۴	۴۰۷۶	۱۸۳۲۴	۱۶۲۲۴	۵۱/۳۱
۸	فرانسه	۶۵	۱۳۰/۴	۵۳۳	۴۴۷	۶۵/۹	۹/۵	۱۹۹۷	۸۱۵۶	۶۸۴۷	۴۶/۶۳
۹	برزیل	۱۹۸	۱۱۹/۱	۵۳۰	۴۷۹	۲/۵	۳۸/۴	۶۰۳	۲۶۸۴	۲۴۲۳	۵۰/۸۴
۱۰	ایتالیا	۶۱	۱۱۸/۲	۲۸۶	۳۱۱	۱/۸	۴۷/۵	۱۹۳۸	۴۶۹۵	۵۱۰۲	۲۷/۶۶
۱۱	اسپانیا	۴۷	۱۰۱/۸	۲۷۷	۲۴۴	۱۴	۷/۹	۲۱۷۵	۵۹۱۵	۵۲۱۲	۳۱/۰۴
۱۲	انگلستان	۶۳	۹۳/۱۵	۳۴۳	۳۲۱	۲/۵	۸/۷	۱۴۸۶	۵۴۶۳	۵۱۱۶	۴۱/۹۷
۱۳	کره جنوبی	۴۹	۸۴/۹	۴۹۰	۴۷۲	۰	۰	۱۷۴۲	۱۰۰۴۳	۹۶۸۶	۶۵/۸۳
۱۴	ایران ۱۳۹۰	۷۵	۶۵/۲	۲۴۰	۱۸۴	۸/۷	۳/۷	۸۶۶	۳۱۸۷	۲۴۴۴	۴۲
۱۵	مکزیک	۱۱۴	۶۱/۵	۲۷۹	۲۳۲	۱/۲	۰/۶۵	۵۴۱	۲۴۴۹	۲۰۴۳	۵۱/۶۹
۱۶	استرالیا	۲۲	۶۱/۹	۲۴۰	۲۲۷	۰	۰	۲۸۴۵	۱۱۰۳۹	۱۰۴۲۷	۴۴/۳۰
۱۷	اوکراین	۴۵	۵۴/۹	۱۸۴	۱۵۸	۴/۳	۱/۲	۱۲۱۷	۴۰۸۰	۳۴۹۴	۳۸/۲۶
۱۸	ترکیه	۷۹	۵۳/۹	۲۱۹	۱۸۷	۳/۶	۴/۶	۶۸۳	۲۷۷۱	۲۳۷۱	۴۶/۳۰
۱۹	عربستان سعودی	۲۶	۵۱/۱	۲۳۵	۲۱۲	۰	۰	۱۹۵۸	۹۰۰۸	۸۱۰۷	۵۲/۵۲
۲۰	تایلند	۶۷	۴۸/۵	۱۴۱	۱۳۹	۱/۶	۱۰/۷	۷۲۷	۲۱۱۱	۲۰۸۴	۳۳/۱۴

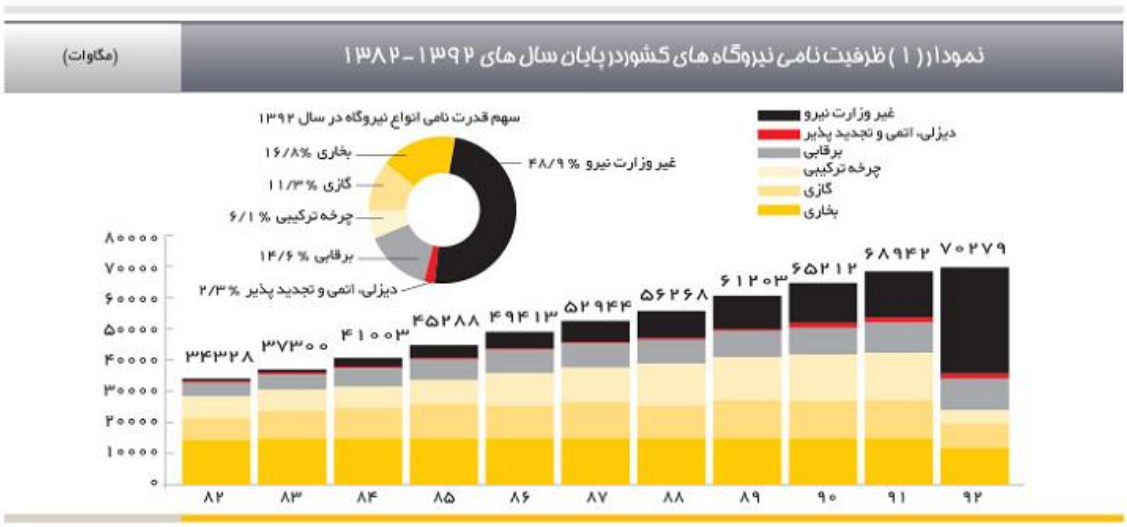
www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۷- رتبه شاخص های صنعت برق ایران در مقایسه با کشورهای منتخب

ردیف	نام کشور	جمعیت	ظرفیت نصب شده	تولید خالص	مصرف	صادرات	واردات	ظرفیت سرانه	تولید سرانه	مصرف سرانه	شاخص بهره برداری
۱	ایالات متحده آمریکا	۳	۲	۲	۲	۹	۱	۵	۵	۵	۲۴
۲	چین	۱	۱	۱	۱	۲۹	۲۱	۳۱	۲۹	۲۹	۱۹
۳	ژاپن	۸	۳	۳	۳	۳۸	۳۳	۹	۱۲	۱۲	۳۰
۴	روسیه	۷	۵	۴	۴	۶	۲۷	۲۱	۱۶	۱۷	۱۳
۵	هند	۲	۴	۵	۵	۳۲	۲۲	۳۸	۳۸	۳۸	۱۶
۶	آلمان	۱۱	۶	۷	۷	۲	۲	۱۶	۱۷	۱۶	۳۲
۷	کانادا	۲۴	۷	۶	۶	۳	۸	۳	۳	۲	۸
۸	فرانسه	۱۵	۸	۸	۱۰	۱	۱۶	۱۳	۱۰	۱۴	۱۸
۹	برزیل	۵	۹	۹	۸	۲۳	۴	۳۵	۳۴	۳۲	۱۰
۱۰	ایتالیا	۱۷	۱۰	۱۲	۱۲	۲۴	۳	۱۷	۲۳	۲۱	۴۰
۱۱	اسپانیا	۲۰	۱۱	۱۴	۱۳	۱۲	۱۸	۱۰	۱۹	۱۹	۳۷
۱۲	انگلستان	۱۶	۱۲	۱۱	۱۱	۲۲	۱۷	۲۲	۲۰	۲۰	۲۹
۱۳	کره جنوبی	۱۹	۱۳	۱۰	۹	۴۰	۳۴	۱۹	۸	۸	۱
۱۴	ایران	۱۳	۱۴	۱۹	۲۰	۱۶	۲۴	۳۰	۳۰	۳۱	۳۱
۱۵	مکزیک	۹	۱۶	۱۳	۱۴	۳۰	۲۹	۳۶	۳۵	۳۶	۷
۱۶	استرالیا	۳۰	۱۵	۱۶	۱۵	۳۴	۳۵	۶	۶	۶	۲۵
۱۷	اوکراین	۲۱	۱۷	۲۱	۲۱	۱۹	۲۸	۲۳	۲۷	۲۷	۳۳
۱۸	ترکیه	۱۲	۱۸	۲۰	۱۹	۲۱	۲۳	۳۴	۳۲	۳۳	۲۱
۱۹	عربستان سعودی	۲۷	۱۹	۱۷	۱۸	۳۹	۳۶	۱۵	۹	۹	۶
۲۰	تایلند	۱۴	۲۱	۲۶	۲۳	۲۷	۱۴	۳۳	۳۶	۳۵	۳۵

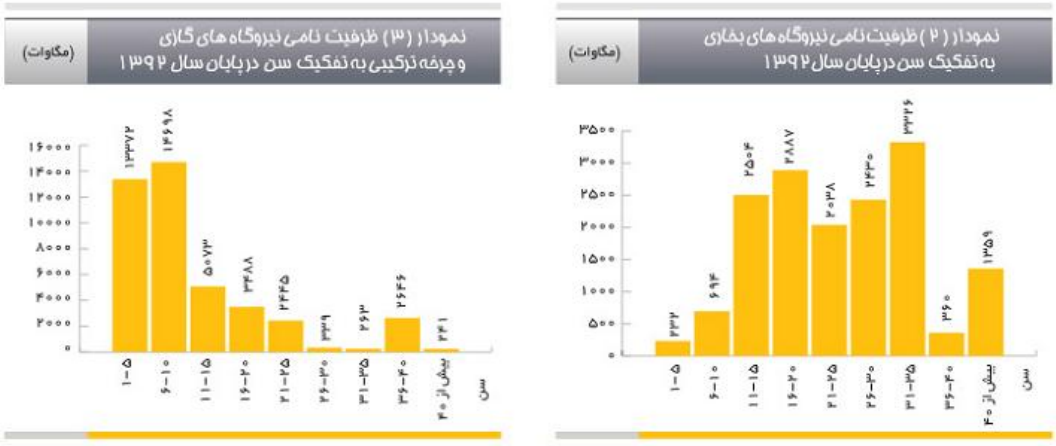
شکل ۷-۱۵ توسعه ظرفیت نامی نیروگاه های کشور تا سال ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه این است که تولید برق در سالهای اخیر در ایران عمدتاً از طریق توسعه نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی توسعه یافته است. علت این امر گسترش توانمندی های داخلی در زمینه ساخت توربین های گازی بوده است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۷-۱۵- توسعه ظرفیت اسمی نیروگاه های کشور از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ [۳۸]

در نمودارهای ارایه شده در شکل ۷-۱۶ ، این موضوع با وضوح بیشتری مشاهده می‌شود. همانگونه که در شکل ۷-۱۶ ملاحظه می‌شود، از حدود سال ۱۳۸۲ تا کنون رشد نیروگاه های گازی در مقایسه با نیروگاه های بخار بسیار قابل توجه است. مجموعه توان افزایش یافته در بخش نیروگاه های بخار در این ۱۰ سال کمتر از ۱۰۰۰ مگاوات بوده است در حالیکه در همین مدت بیش از ۲۸۰۰۰ مگاوات در بخش نیروگاه گازی افزایش توان حاصل شده است.



شکل ۷-۱۶- مقایسه روند توسعه نیروگاه های بخار و گازی در سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ [۳۸]

www.Telegram.me/Commodities

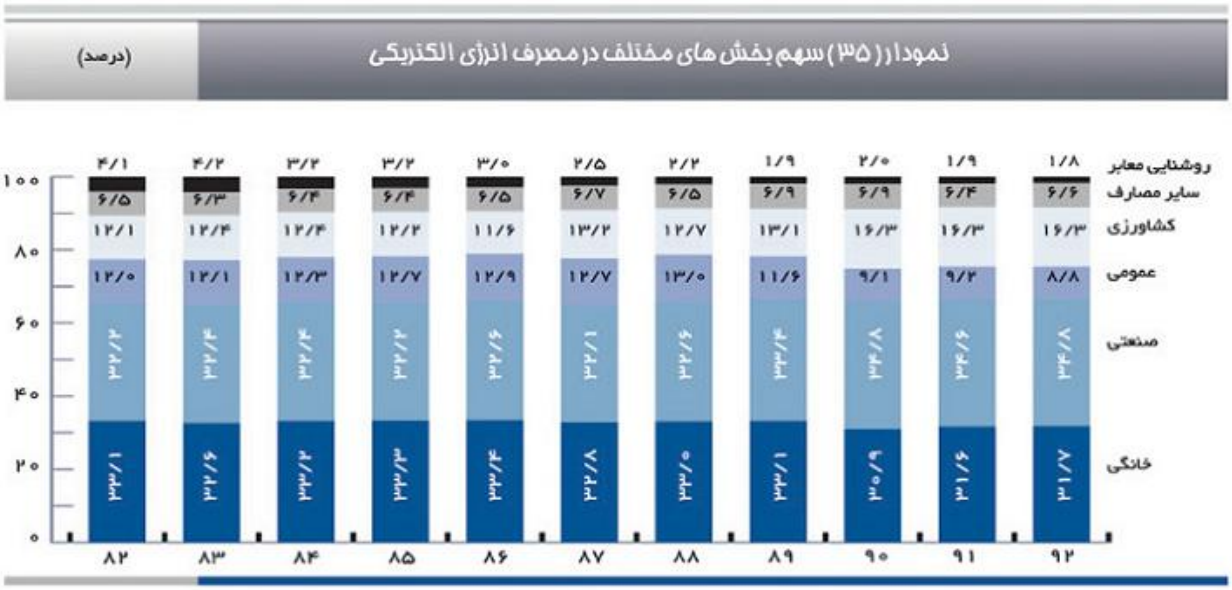
در بخش مصرف برق، دو سهم عمده به مصرف خانگی و مصرف صنعتی اختصاص دارد. جداول ۷-۸ و ۷-۹ بترتیب میزان مصرف و درصد مصرف برق در هر یک از بخش ها را نشان می‌دهد. دو بخش مصرف خانگی و مصرف صنعتی در سال ۱۳۸۲ در مجموع در حدود ۷۵۰۰۰ میلیون کیلو وات ساعت مصرف داشته اند که کمی بیش از ۶۵ درصد کل مصرف کشور را تشکیل می‌داده است. در سال ۱۳۹۲ نیز این دو بخش در مجموع در حدود ۱۳۵۰۰۰ میلیون کیلو وات ساعت مصرف داشته اند که در حدود ۶۶.۵ درصد کل مصرف کشور بوده است. جدول ۷-۱۰ سهم مصرف برق در بخش های مختلف صنعت را در سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ نشان می-دهد. مصرف برق در تولید فلزات اساسی بخش عمده ای (در حدود ۵۰ درصد) از مصرف صنایع را به خود اختصاص می‌دهد. بخش قابل توجهی از این بخش به تولید آلومینیوم و فولاد اختصاص دارد.

جدول ۷-۸- میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف کشور از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ [۳۸]

جدول (۴۸) روند مصرف انرژی الکتریکی در بخش های گوناگون در پایان سال های ۱۳۹۲ - ۱۳۸۲										میلیون کیلووات‌ساعت
بخش های مصرف	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲
خانگی	۶۴۳۷۹	۶۱۳۵۱	۵۶۷۷۴	۶۰۹۰۸	۵۵۶۳۰	۵۲۸۹۶	۵۰۷۷۷	۴۸۰۸۵	۴۴۱۰۸	۴۰۵۶۴	۳۷۹۶۷
عمومی	۱۷۸۳۱	۱۷۸۱۰	۱۶۷۵۱	۲۱۳۰۸	۲۱۸۲۷	۲۰۴۲۸	۱۹۶۴۸	۱۸۳۲۹	۱۶۳۵۰	۱۵۰۲۱	۱۳۷۱۴
کشاورزی	۳۳۱۰۳	۳۱۶۴۷	۳۰۰۲۰	۲۴۱۸۹	۲۱۴۰۵	۲۱۱۷۹	۱۷۶۷۰	۱۷۶۶۶	۱۶۴۶۹	۱۵۴۸۹	۱۳۸۵۹
صنعتی	۷۰۶۳۴	۶۷۱۰۷	۶۳۹۴۴	۶۱۴۸۶	۵۴۸۸۷	۵۲۱۱۰	۴۹۷۷۲	۴۶۵۹۰	۴۳۱۲۳	۴۰۳۴۳	۳۶۹۵۱
سایر مصارف	۱۳۳۷۷	۱۲۵۹۹	۱۲۶۶۴	۱۲۷۲۵	۱۱۰۱۵	۱۰۷۴۲	۹۹۵۳	۹۳۲۰	۸۵۴۲	۷۸۶۳	۷۴۶۱
روشنایی معابر	۳۷۶۵	۳۶۳۵	۳۷۵۲	۳۵۶۴	۳۶۷۴	۴۰۹۱	۴۵۱۰	۴۶۰۸	۴۳۰۵	۵۱۸۸	۴۶۷۲
جمع	۲۰۳۰۸۹	۱۹۴۱۴۸	۱۸۳۹۰۵	۱۸۴۱۸۰	۱۶۸۴۳۸	۱۶۱۴۴۶	۱۵۲۳۳۰	۱۴۴۵۹۸	۱۳۲۸۹۸	۱۲۴۴۶۸	۱۱۴۶۲۴

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۹- رتبه بخش های مختلف در مصرف انرژی کشور از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ [۳۸]



www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۱۰- مصرف برق در بخش های مختلف صنعت از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹

مصرف کل برق در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به تفکیک فعالیت : ۱۳۸۹-۱۳۸۲ (بشکه معادل نفت خام)

فعالیت	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
کل صنعت	۱۲۸۹۷۹۳۶	۱۴۶۱۶۸۲۷	۱۴۷۹۳۵۶۶	۱۶۰۹۸۸۰۳	۱۷۷۹۶۱۴۳	۱۸۹۵۹۳۰۵	۱۹۶۲۶۰۲۸	۲۲۱۴۴۴۹۷
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۸۲۱۹۳۸	۸۲۰۹۹۰	۹۷۹۸۱۴	۱۰۱۳۸۵۳	۱۰۰۲۲۱۰	۱۰۱۴۲۴۶	۱۱۵۵۳۴۶	۱۰۷۹۵۱۲
تولید محصولات از توتون و تنباکو	۹۵۵۷	۱۲۱۳۳	۱۰۹۲۵	۱۱۹۴۴	۱۱۲۸۴	۱۳۰۳۶	۲۰۴۴۷	۲۳۶۵۴
تولید منسوجات	۸۹۷۰۹۲	۸۹۸۰۶۸	۸۰۳۸۶۳	۸۷۹۱۷۹	۸۵۵۸۹۰	۹۰۷۱۵۳	۸۷۱۳۸۲	۸۴۸۷۸۹
تولید پوشاک ـ عمل‌آوردن و رنگ‌کردن و..	۱۰۲۸۶	۱۱۱۳۲	۱۰۱۳۵	۱۰۹۵۸	۱۱۹۴۶	۱۴۷۲۸	۱۴۴۹۲	۱۱۷۸۰
دباغی و عمل‌آوردن چرم و ساخت کیف و ..	۲۳۷۸۲	۱۸۹۳۶	۲۳۶۰۱	۲۳۷۱۸	۲۷۹۶۲	۳۵۵۲۰	۳۲۴۴۳	۲۸۷۲۱
تولید چوب و محصولات چوبی و ..	۵۹۸۵۰	۵۷۳۵۰	۵۸۱۲۷	۷۹۹۴۲	۷۵۵۶۸	۶۵۱۲۳	۶۷۲۳۸	۶۰۴۰۸
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۵۵۳۶۳	۲۹۱۱۱۳	۲۹۳۰۹۲	۳۰۴۱۸۶	۲۷۶۱۲۳	۳۲۳۲۴۰	۲۸۰۱۰۶	۳۶۲۶۰۸
انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های	۲۸۸۲۱	۲۵۶۵۳	۳۴۲۵۵	۳۴۰۱۵	۳۶۵۵۲	۳۱۱۰۲	۳۴۴۳۷	۴۱۶۱۱
صنایع تولید زغال کک ـ پالایشگاه‌ها و	۲۰۹۶۹۷	۳۵۱۳۵۸	۲۸۲۹۰۰	۳۱۴۰۷۶	۲۸۱۹۵۵	۴۵۸۶۱۱	۴۳۴۴۶۹	۳۹۶۳۸۵
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۵۹۰۵۹۹	۶۵۹۸۰۹	۷۵۴۹۸۹	۱۲۶۶۴۷۴	۱۸۷۲۲۱۶	۲۱۵۷۴۴۶	۲۱۷۸۵۰۰	۲۸۵۰۷۲۲
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳۸۴۶۳۶	۳۹۸۷۷۰	۳۸۱۹۸۹	۴۴۵۷۴۶	۴۸۲۸۲۲	۴۹۷۰۸۰	۵۱۲۲۹۳	۵۰۷۷۵۳
تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۵۲۸۴۸۴	۲۷۱۲۷۴۳	۲۸۶۰۶۴۷	۲۷۱۳۴۳۵	۳۲۴۸۶۸۷	۳۶۹۴۵۶۱	۳۶۹۸۵۸۹	۳۷۶۴۱۸۳
تولید فلزات اساسی	۵۸۴۲۴۶۵	۷۰۵۶۵۸۱	۶۷۱۲۱۲۱	۷۶۳۴۲۳۶	۸۱۷۱۱۴۶	۸۲۹۶۴۴۵	۸۸۳۴۷۰۴	۱۰۵۶۴۱۳۱
تولید محصولات فلزی فابریکی بجز	۲۲۵۲۲۲	۲۵۸۶۰۳	۲۵۸۵۹۰	۲۵۴۲۴۹	۲۷۲۴۵۲	۲۸۴۲۷۳	۲۷۵۷۷۰	۲۷۵۱۰۸
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی	۲۹۷۱۷۴	۳۰۳۷۴۷	۳۸۶۷۳۳	۲۲۳۱۶۶	۳۱۴۵۸۴	۲۴۲۴۵۳	۲۹۱۶۷۴	۳۳۲۵۲۶
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و	۱۶۹۹	۲۱۶۵	۲۳۲۴	۲۳۹۰	۴۱۶۱	۷۹۳۹	۵۷۴۱	۷۵۱۱
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و	۱۵۲۳۴۷	۱۹۷۵۲۸	۱۷۵۷۴۳	۱۷۳۰۲۰	۱۹۸۸۲۷	۲۲۰۳۰۴	۲۱۶۷۱۷	۲۷۵۳۶۵
تولید رادیو و تلویزیون و	۲۱۲۸۵	۲۱۱۲۱	۱۷۴۷۵	۱۹۴۶۰	۲۱۲۸۶	۱۶۴۷۴	۱۶۳۴۱	۱۵۷۹۰
تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و	۳۲۶۸۹	۳۴۵۲۹	۳۷۰۲۷	۲۵۴۵۴	۳۰۳۰۵	۳۱۶۶۳	۳۷۸۴۶	۳۵۹۲۳
تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و	۴۱۵۰۷۱	۳۹۶۶۳۱	۶۱۰۶۷۱	۵۷۶۲۶۶	۵۱۲۱۱۳	۵۴۷۴۲۲	۵۲۴۵۴۲	۵۶۱۹۰۱
تولید سایر وسایل حمل و نقل	۵۲۶۶۳	۵۶۴۸۳	۶۰۸۳۲	۵۳۱۲۴	۴۰۴۶۴	۵۴۷۵۲	۵۰۲۸۳	۴۵۱۷۹
تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی	۳۶۳۳۶	۳۰۳۴۳	۳۶۸۱۴	۳۹۰۴۷	۴۶۳۵۷	۴۳۹۷۱	۷۰۷۹۹	۵۳۵۰۲
بازیافت ضایعات فلزی و غیر فلزی	۸۸۱	۱۰۴۰	۸۹۹	۸۶۵	۱۲۳۵	۱۷۶۳	۱۸۶۸	۱۴۳۷

www.Telegram.me/Commodities

مصرف برق در صنعت فولاد کشور

جدول ۷-۱۱ میانگین مصرف برق و گاز را در صنایع فولاد کشور نشان می‌دهد. طبق اطلاعات ارایه شده در جدول، به ازای هر تن فولاد به روش احیاء مستقیم ۸۱۶ کیلووات ساعت برق مصرف می‌شود در حالیکه در روش کوره بلند مقدار انرژی الکتریکی مصرفی ۳۷۰ کیلووات ساعت است. باید توجه داشت که در فرآیند احیاء مستقیم، از گاز طبیعی بجای زغال سنگ به عنوان عامل احیا کننده استفاده می‌شود. بخش عمده گاز طبیعی را متان تشکیل می‌دهد، اما زغال‌سنگ از ترکیبات آروماتیک تشکیل شده که نسبت کربن به هیدروژن در آن از گاز طبیعی بالاتر است. از آنجایی که تقریبا تمام کربن و هیدروژن مورد استفاده در آهن و فولادسازی در نهایت به آب و دی اکسید کربن تبدیل می‌شود، گاز طبیعی دی اکسید کربن کمتری نسبت به زغال‌سنگ تولید می‌کند. میزان انتشار دی اکسید کربن بر واحد انرژی در گاز طبیعی حدود نصف زغال‌سنگ است که این مشخصه باعث شده تا گاز طبیعی منبع انرژی ایده‌آلی برای فولادسازی باشد، همچنین از گاز طبیعی می‌توان برای تولید برق مورد نیاز کوره قوس استفاده کرد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۷-۱۱- اطلاعات کلی در مورد صنعت فولاد ایران

	قیمت فروش	مصرف برق	مصرف گاز	سهم انرژی در ستانده	افزایش قیمت مستقیم	افزایش قیمت مستقیم
	هزار ریال بر تن	کیلو وات ساعت بر تن	متر مکعب بر تن	در صد	هزار ریال بر تن	درصد
کنسانتر ه سنگ آهن	۵۰۰	۶۰	۱۹۳	۷,۴۲	۲۳۹,۱۳	۴۷,۸۳
فروآلیاژ	۲۲۰۰۰	۱۰۵۹۰		۱۲,۳	۶۰۱۵,۱	۲۷,۳۴
شمش (احیاء مستقیم)	۶۲۵۶	۸۱۶	۶۰۱	۴,۷۸	۱۱۶۱,۲۵	۱۸,۵۶
شمش (کوره بلند)	۶۲۵۶	۲۷۰	۲۰۷	۲	۴۵۰,۴۹	۷,۲
میلگرد A3 14	۷۳۶۰	۲۰۰	۴۰۰	۱,۵۴	۵۷۸	۷,۸۵
تیر آهن ۱۴ تا ۱۸	۷۰۵۰	۲۶۳	۴۲۰	۱,۸۷	۶۳۷	۹,۰۴

توضیح:

۱. مصرف گاز برای تولید کنسانتره سنگ آهن، مربوط به گل گهر می باشد. این معدن متصل به شبکه گاز نبوده و از فراورده های نفتی استفاده می کند که رقم ۱۹۳ متر مکعب گاز، معادل حرارتی سوخت مصرفی می باشد.

۲. مصرف انرژی برای تولید شمش فولاد به روش احیاء مربوط به فولاد مبارکه است. میزان مصرف فولاد خوزستان که از روش احیاء استفاده می کند، ۱۲۲۵ کیلو وات ساعت بر تن و۵۱۶ متر مکعب گاز بر تن می باشد. در برخی محاسبات نیز برای این روش به طور متوسط مصرف ۴۲۰ متر مکعب گاز طبیعی و ۹۵۰ کیلووات ساعت برق به ازاء هر تن در نظر گرفته می شود.

بر اساس نتایج اولیه طرح جامع فولاد، برای تامین برق که شامل راه اندازی نیروگاه و همچنین احداث خط و پست انتقال برق است باید بیش از ۵.۶ هزار مگاوات ظرفیت جدید برای صنعت فولاد ایجاد شود. در حال حاضر میزان مصرف سالانه برق در صنایع فولاد به بیش از ۲۱هزار میلیون کیلووات ساعت می رسد که این رقم نزدیک به ۱۰درصد از کل برق مصرفی کشور خواهد بود.

مصرف برق در صنعت سوپرآلیاژ

انرژی الکتریکی مهمترین سهم انرزی مصرفی را در تولید شمش های سوپرآلیاژی به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به نیاز فرآیند ذوب القایی به انرژی الکتریکی قابل توجه و خلوص بالای مواد اولیه و عدم نیاز به فرآیندهایی نظیر احیا در تولید سوپرآلیاژها، انرژی الکتریکی نقش محوری در تولید سوپرآلیاژها دارد. بسته به ظرفیت کوره و نوع آلیاژ، انرژی الکتریکی مورد نیاز در تولید سوپرآلیاژهای ریختگی در محدوده ۳ تا ۵ مگاوات

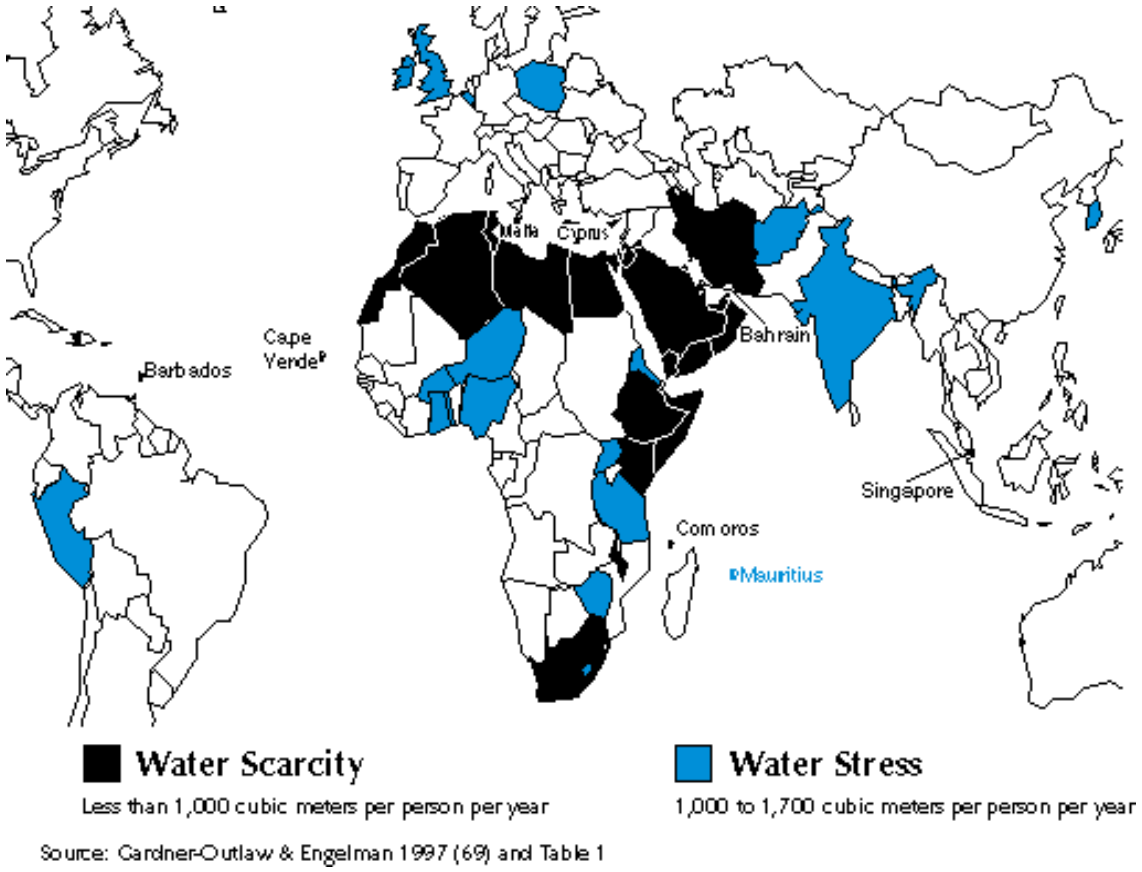
www.Telegram.me/Commodities

ساعت بر تن متغیر است. در مورد سوپرآلیاژهای کارپذیر، بسته به نوع و تعداد فرآیند های ذوب مجدد، این میزان می‌تواند تا ۱۰ مگاوات ساعت بر تن افزایش یابد.

۶-۷-۳ آب

ایران کشوری با اقلیم عمدتاً گرم و خشک است. شکل ۷-۱۷ کشورهای جهان را از نظر منابع آب نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که کشورهای واقع در منطقه خاورمیانه و آفریقای شمالی (MENA) از جمله ایران در شرایط کمبود آب قرار دارند. رشد سریع جمعیت مهمترین عامل کاهش سرانه آب تجدیدشونده کشور در قرن گذشته بوده است .جمعیت ایران در طی این هشت دهه، از حدود ۸ میلیون نفر در سال ۰۶-۱۳۰۰ به ۷۸ میلیون نفر تا پایان سال ۱۳۹۲ رسیده است. شکل ۷-۱۸ مقدار سرانه آب ایران را در مقایسه با میانگین جهانی و میانگین منطقه MENA نشان می‌دهد. میزان سرانه آب تجدیدپذیرسالانه کشور از میزان حدود ۶۰۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۴۰ به حدود ۱۴۰۰ متر مکعب در سال ۱۳۹۲ تقلیل یافته و این در حالی است که سرانه جهانی در این مدت از ۱۳۰۰۰ به ۸۰۰۰ مترمکعب کاهش یافته است. در صورت ادامه این روند، وضعیت در آینده در ایران به مراتب بحرانی تر خواهد شد. بخش عمده این بحران بدلیل افزایش جمعیت حدود ۸ برابری از سال ۱۹۲۰ تا ۲۰۱۲ میلادی در ایران است.

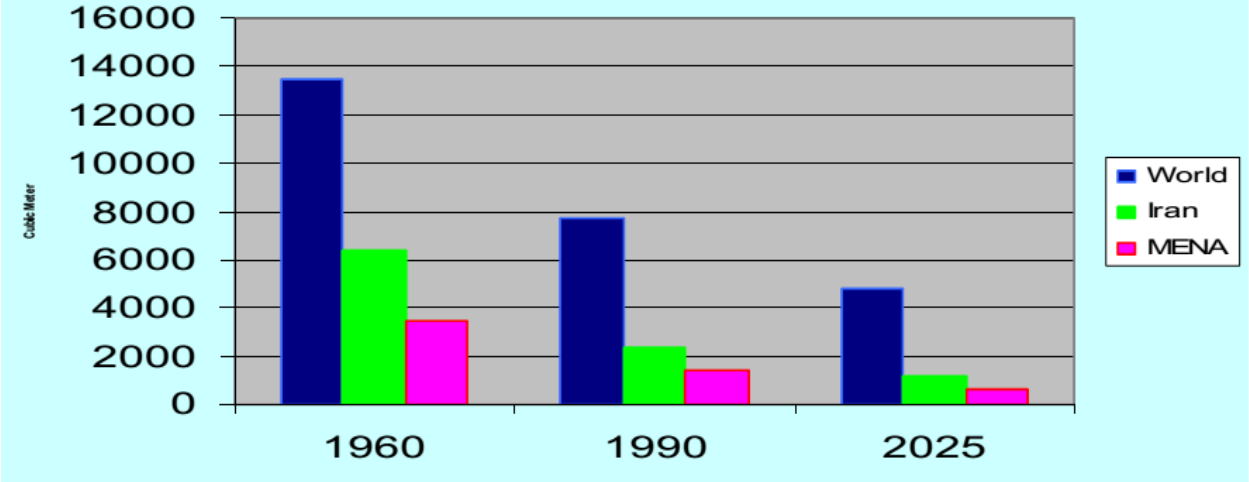
www.Telegram.me/Commodities



شکل ۷-۱۷- موقعیت کشورهای جهان از نظر منابع آب

با توجه به میزان منابع آب و سرانه مصرف، ایران از جمله کشورهایی است که در گروه کشورهای مواجه با کمبود فیزیکی آب قرار دارد. این گروه شامل کشورهایست که در سال ۲۰۲۵ با کمبود فیزیکی آب مواجه هستند. این بدان معناست که حتی با بالاترین راندمان و بهره‌وری ممکن در مصرف آب، برای تامین نیازهایشان آب کافی در اختیار نخواهند داشت. حدود ۲۵ درصد مردم جهان از جمله ایران مشمول این گروه می‌باشند.

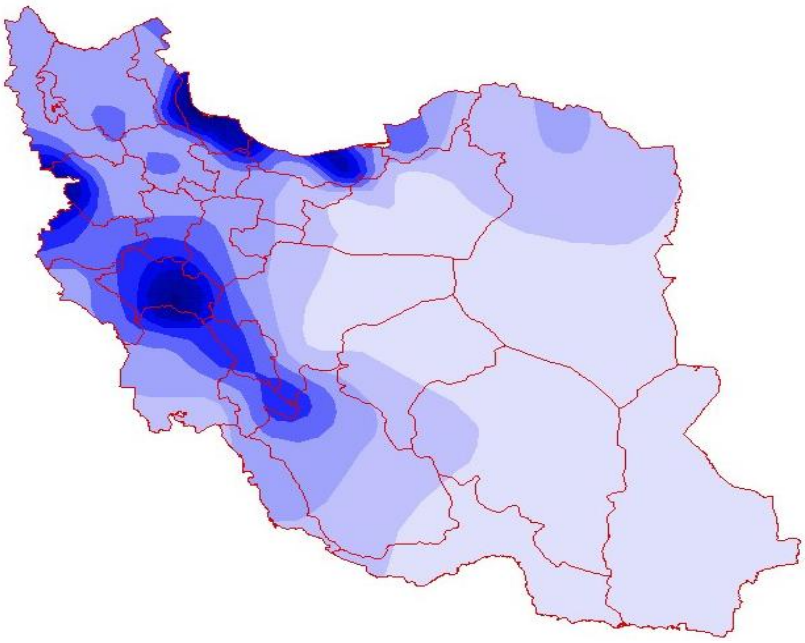
www.Telegram.me/Commodities



شکل ۷-۱۸- سرانه آب در ایران بر حسب متر مکعب از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۲۵ میلادی [۳۹]

منابع آب تجدید پذیر کل ایران به ۱۳۰ میلیارد متر مکعب بالغ می‌گردد. منبع اصلی منابع آب ایران از بارندگی تامین می‌شود. میانگین بارندگی سالانه در ایران ۲۵۰ میلیمتر است (دربعضی نواحی مرکزی ۵۰ میلیمتر ودر نواحی ساحلی تا ۶۰۰ میلیمتر اندازه گیری شده است) که در مقایسه با ۸۳۰ میلیمتر میانگین جهانی ناچیز است. شکل ۷-۱۹ توزیع بارندگی در کشور را نشان می‌دهد.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۷-۱۹- مقایسه توزیع نسبی بارندگی در مناطق مختلف کشور [۳۹]

ایران دارای ۶ حوضه آبریز اصلی با نام های حوضه دریای خزر ، حوضه خلیج فارس و دریای عمان ، حوضه دریاچه ارومیه ، حوضه مرکزی ، حوضه شرقی و حوضه سرخس می باشد. موقعیت این حوضه ها در نقشه کشور در شکل ۷-۲۰ نشان داده شده است.

www.Telegram.me/Commodities

شکل ۷-۲۰- شش حوضه اصلی آبریز ایران [۳۹]

چنانچه در شکل ملاحظه می گردد حوضه مرکزی بیشترین و حوضه سرخس کمترین مساحت را دارند. باید به این نکته دقت گردد که مرز این حوضه ها با توجه به مرزهای سیاسی کشور محدود گشته و مسلماً در دید واقعی (بدون در نظر گرفتن مرزهای سیاسی کشور) مساحت حوضه هایی همچون دریای خزر بسیار بیشتر می باشد. حدود ۷۳/۴ درصد مساحت کشور را حوضه های بسته یا درون ریز تشکیل می دهند. مطالعه این حوضه ها به سبب تأثیرپذیری محیط از عملیات بهره برداری از منابع آب، از اهمیت بیشتری برخوردار است.

مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۶ از کل منابع آب تجدیدشونده کشور حدود ۵/۸۹ میلیارد متر مکعب جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و خانگی برداشت می‌شده است که حدود ۸۳ میلیارد متر مکعب آن (۹۳ درصد) به بخش کشاورزی، ۵/۵ میلیارد متر مکعب (۶ درصد) به بخش خانگی و

www.Telegram.me/Commodities

مابقی به بخش صنعت و نیازهای متفرقه دیگر اختصاص داشته است. مصرف آب در بخش صنعت در حدود ۲ درصد از منابع تجدید پذیر کشور است. جدول ۷-۱۲ صنایع عمده مصرف کننده آب کشور در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ را به همراه درصد مصرف هر یک نشان می‌دهد.

مصرف آب در صنعت فولاد کشور

میزان مصرف آب در صنعت تولید فولاد بسیار متغیر است و بستگی زیادی به نوع فرآیند و تجهیزات خط تولید دارد. بخش عمده آب در صنعت فولاد برای خنک کردن محیط های داغ مصرف می‌شود. فرآیند کک سازی، خط نورد، ریخته گری و فرآیندهای تمیزکاری و عملیات شیمیایی از مصرف کنندگان اصلی آب در صنعت فولاد هستند. میانگین مصرف آب در تولید فولاد بسته به نوع خط تولید و موقعیت جغرافیایی از ۱ تا ۸ متر مکعب به ازای هر تن متغیر است. طبق آمار ارایه شده توسط مسئولین فولاد مبارکه، مصرف آب این شرکت در حال حاضر حدود ۵ متر مکعب است. علیرغم مصرف نسبتاً پایین آب در صنعت فولاد کشور در مقایسه با میانگین جهانی، با توجه به کم آبی کشور و حجم بالای آب مصرفی در این صنعت، مصرف آب در صنایع فولاد سازی کشور در دهه اخیر به عنوان موضوعی بحث انگیز در استان های کم آب کشور مطرح بوده است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۷-۱۲- سهم مصرف کنندگان عمده آب در بخش صنعت ایران ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ [۳۸]

سهم آب مصرفی در گروه‌های فعالیت ۲ رقمی isic از کل صنعت (درصد)								
		۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴
کد	کل صنعت	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۸/۰	۳۱/۷	۳۷/۴	۲۴/۶	۹/۳	۳۷/۴	۲۰/۴
۱۶	تولید محصولات از توتون و تنباکو- سیگار	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۱۷	تولید منسوجات	۱/۴	۰/۷	۰/۸	۱/۳	۱/۳	۱/۱	۱/۵
۱۸	تولید پوشاک- عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱
۱۹	دباغی و عمل کردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه- غیر از مبلمان- ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۰/۱	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۵/۴	۳/۱	۳/۷	۱/۲	۵/۴	۶/۶	۹/۰
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۰/۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۲۳	صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۵/۳	۱۳/۸	۱۹/۴	۳۴/۳	۳۰/۶	۲۶/۰	۳۲/۷
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۴۰/۰	۳۷/۶	۲۲/۰	۲۰/۷	۲۸/۵	۱۱/۹	۱۲/۲
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱/۵	۰/۶	۰/۶	۱/۱	۰/۹	۰/۷	۰/۷
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۶/۸	۳/۸	۶/۹	۶/۵	۷/۲	۳/۴	۴/۱
۲۷	تولید فلزات اساسی	۱۲/۸	۵/۹	۵/۲	۴/۷	۱۱/۰	۸/۸	۱۱/۷
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۱/۳	۰/۶	۰/۸	۱/۲	۱/۱	۰/۸	۱/۳
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۴/۰	۰/۷	۰/۹	۱/۲	۱/۶	۱/۰	۲/۰
۳۰	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۳۱	تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰/۶	۰/۳	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۸
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۱
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۱/۳	۰/۷	۰/۹	۱/۲	۱/۱	۰/۷	۱/۸
۳۵	تولید سایر وسایل حمل‌ونقل	۰/۳	۰/۱	۰/۴	۰/۶	۰/۳	۰/۳	۰/۶
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲
۳۷	بازیافت	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

www.Telegram.me/Commodities

مصرف آب در صنعت تولید سوپرآلیاژ

میانگین مصرف آب در صنعت تولید شمش های سوپرآلیاژی بسته به فرآیند تولید در محدوده ۵۰ تا ۱۰۰ مترمکعب به ازای هر تن است. هرچند این میانگین مصرف بسیار بیشتر از صنعت فولاد است، بدلیل ظرفیت های پایین واحدهای تولید کننده سوپرآلیاژ در مقایسه با واحدهای فولاد سازی، حجم مصرف آب در صنعت سوپرآلیاژ بسیار محدود است بگونه ای که کل حجم آب مصرفی سالانه صنعت سوپرآلیاژ دنیا (۳۰۰ هزار تن تولید سالانه) بسیار کمتر از مصرف آب صنعت فولاد کشور (در حدود ۱۶ میلیون تن تولید سالانه) است.

بطور خلاصه، تناژ واحدهای تولیدی مواد اولیه سوپرآلیاژی بسیار محدود تر از واحدهای تولید فولاد است بگونه ای که کل تولید جهانی سوپرآلیاژها در سال ۲۰۱۴ معادل ۲۸۰ هزار تن بوده است. این در حالی است که تولید جهانی فولاد خام در این سال در حدود ۱۶۶۰ میلیون تن و تولید فولاد ضد زنگ در حدود ۴۰ میلیون تن بوده است. صنعت تولید سوپرآلیاژها صنعتی وابسته به انرژی بویژه انرژی الکتریکی است اما در مقایسه با واحد های تولید فولاد، توان الکتریکی مورد نیاز صنعت سوپرآلیاژ بسیار محدودتر است. نیاز این صنعت به گاز طبیعی و آب نیز بسیار کمتر از صنعت فولاد است. حتی برای کشوری کم آب مانند ایران، تامین آب مصرفی یک واحد تولید کننده سوپرآلیاژ در مقیاس متوسط (۳۰۰۰ تن در سال) به سهولت امکانپذیر خواهد بود.

www.Telegram.me/Commodities

فصل هشتم

بند ۶-۸- ملاحظات محیط زیستی و سلامت شغلی درصنعت سوپرآلیاژ

www.Telegram.me/Commodities

از آن‌جایی که پیشگیری از وقوع حوادث - بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی- مقدم برعلاج آن‌ها پس از وقوع است، لذا مطابق این اصل می‌بایستی از ظرفیت‌های موجود و بسیج امکانات فکری، علمی، فنی و منابع قابل دسترسی برای شناسایی مخاطرات و راهکارهای پیشگیرانه در جهت حذف و یا کاهش آن‌ها استفاده کرد. به همین منظور صنایع برای یکپارچه کردن و رسیدن به دید منطقی و فراگیر در زمینه ایمنی، بهداشت و محیط زیست و مدیریت این بخش نیاز به نظام واحدی دارند. به عبارتی ساده تر استاندارد HSE[۲۴] روندی مدیریتی برای پوشش دادن نقاط ضعف ایمنی و بهداشتی یک مجموعه صنعتی خواهد بود. در این بخش براساس قوانین و مقررات ملی و بین‌المللی وضع شده توسط دولت، سازمان محیط زیست و صنایع فولاد دستورالعمل ملاحظات زیست محیطی برای صنعت سوپرآلیاژ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۶-۸-۱ قوانین، مقررات و استانداردهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی مرتبط با HSE صنعت سوپرآلیاژ

HSE به منظور پیشگیری از وقوع حوادث بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی در هر صنعت نوپایی، ضروری است و صنعت سوپرآلیاژها نیز از این امر مستثنی نیست. اگر چه درسطح اجرایی تفاوت های بارزی بین موضوعات ایمنی و زیست محیطی وجود دارد، ولی استانداردهای مدیریت ایمنی و محیط زیست در حال همگرایی وحرکت به سمت مدل ارائه شده برای استاندارد (ISO 9000) یا همان نظام مدیریت ایمنی می‌باشند. اقدامات مربوط به بهداشت، ایمنی و محیط زیست در سطح اجرایی همیشه از یک هماهنگی برخوردار نمی

[۲۴] HSE از سه کلمه بهداشت (Health) ، ایمنی (Safety) و محیط زیست (Environment) اقتباس شده است.

www.Telegram.me/Commodities

باشند. به هرحال با ملاحظه همزمان موضوعات بهداشت، ایمنی و محیط زیست یک چهارچوب فراهم خواهد شد تا ضمن برقراری تعادل فنی و اقتصادی بین این موضوعات، بتوان مشکلات مربوط به آنها را برطرف نمود. استقرار و توسعه نظام مدیریت HSE تنها در سایه حرکت نظام مند میسر است، این حرکت نیاز به تدوین خط مشی منطقی و عملیاتی و همچنین ابزار و سازکارهای گوناگونی دارد تا با بهره گیری به موقع و صحیح از آنها، امکان تحقق اهداف پیش‌بینی شده را فراهم نمود. لذا به طور جدی مواد ذیل جزء مهم‌ترین اولویت‌های استانداردهای ملی و بین‌المللی در این حوزه به‌شمار می‌آیند:

- ایجاد نظام اطلاعاتی یکپارچه و فراگیر حوادث با ارتقاء سیستم ثبت تجزیه و تحلیل به منظور استفاده از تجربیات بدست آمده و دسترسی سریع و به‌موقع به اطلاعات HSE،
- پدافند غیر عامل و مدیریت بحران در پروژه‌ها، ایجاد و استقرار نظام گزارش‌دهی و گزارش‌گیری حوادث HSE در تمام سطوح صنعت سوپرآلیاژها
- بررسی ساختار نظام HSE موجود با توجه به ماموریت جدید ابلاغی اضافه شده به وظایف اولیه نظام از جمله پدافند غیر عامل و مدیریت بحران و تجدید نظر در ساختار
- تامین منابع مورد نیاز اعم از منابع مالی و انسانی و تجهیزات لازم و اعمال ضوابط و مقررات جهت جذب نیروهای متخصص در واحدهای HSE بر اساس صلاحیت‌های احراز و شایسته سالاری
- ایجاد نظام آموزشی ویژه HSE برای آموزش مدیران، کارکنان رسمی و پیمانکاری با برنامه‌ریزی مشخص و تعیین هدف‌های آموزشی ضروی
- تاکید و پیگیری و تحکیم نقش HSE در فرآیند اجرای پروژه‌ها (از طراحی و مهندسی تا پایان) به عنوان عامل تضمین حصول اهداف HSE و دستیابی به توسعه پایدار با نظارت کامل ادارات HSE

www.Telegram.me/Commodities

- نظارت مداوم و مستمر بر فعالیت‌های اجرایی پیمانکاران و حصول اطمینان از استقرار سیستم مدیریت HSE پیمانکاران با لحاظ نمودن موضوع در هنگام جذب و بکارگیری پیمانکاران
- ایجاد تمهیدات لازم به منظور کنترل، نظارت و ممیزی مستمر بر سیستم مدیریت HSE شرکت‌های واگذار شده بر اساس اصل "۲۴" قانون اساسی.
- ارزیابی و بازنگری یکپارچه کلیه تجهیزات و امکانات موجود در تأسیسات و برنامه‌ریزی جهت تأمین کمبودها به منظور پیشگیری از حوادث احتمالی در شرایط بحرانی
- استفاده از ظرفیت‌های علمی کشور و هدایت و ساماندهی پژوهش‌های علمی در زمینه‌های بهداشت، ایمنی و محیط زیست و تلاش در بکارگیری فناوری‌های نوین و روزآمد.
- جلوگیری از فعالیت‌هایی که با الزامات HSE-MS انطباق ندارد
- بازدید و بازرسی‌های فنی دوره‌ای و منظم از تاسیسات و ارائه گزارشات مربوطه در راستای پیشگیری از بروز مخاطرات احتمالی

بدیهی است مسئولیت اجرا و پاسخگویی در موارد فوق الذکر در شرکت‌های اصلی، فرعی و تابعه صنعت سوپرآلیاژ به عهده کارگروه مربوطه‌ی تشکیل شده در این حوزه می‌باشد.

۶-۸-۲ روش‌ها و فن‌آوری‌های موجود برای به حداقل رساندن پیامدهای HSE

هدف اصلی نظام مدیریت HSE به حداقل رسانیدن و یا کاهش آسیب های وارده به نیروی انسانی، تجهیزات، محیط زیست وکسب و حفظ اعتبار سازمانی است، نتیجه حاصل ازاستقرار این نظام افزایش بهره‌وری و راندمان در سازمان بوده و در این راستا نیروی انسانی به عنوان محور توسعه، مورد توجه خاص قرار دارد.

www.Telegram.me/Commodities

شایان ذکر است آگاهی از شرایط موجود ، یکی از ابزارهای مهم در جهت ایجاد توسعه و برنامه ریزی برای رسیدن به اهداف می‌باشد. دراین رابطه کمیته‌ای متشکل از شرکتهای عملیاتی تشکیل و اقدام به ممیزی استقرار نظام مدیریت HSE شرکت‌های تابعه خواهد پرداخت. همکاری در کمیته پیشگیری از آسیب‌های اجتماعی و کمیته بحران و پدافند غیرعامل در شرکت ملی نفت ایران از جمله فعالیت‌هایی است که مدیریت HSE به آن توجهی خاص مبذول می‌دارد. با عنایت بدین مهم ، بدیهی است که اهداف پیش بینی شده زمانی کارساز و اجرایی خواهد بود که آحاد کارکنان صنعت، به ویژه مدیران ارشد، میانی و رؤسا و سرپرستان، ضمن تعهد و التزام به رشد و تعالی سازمان، با جدیت کامل در جهت اجرایی شدن مفاد و محورهای تعیین شده گام برداشته و کلیه پیمانکاران را نیز ملزم به تبعیت نمایند. بدیهی است با حرکت در راستای استقرار و توسعه نظام مدیریت HSE، می توان به وظیفه اخلاقی و قانونی خود در قبال ارکان اصلی سازمان و تحقق توسعه پایدار جامه عمل پوشاند.

اهمیت و نقش سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست HSE-MS برگرفته از سه عنصر سلامتی (Health) ، ایمنی (Safety) و محیط زیست (Environment) می‌باشد. امروزه با توجه به رشد صنایع تولیدی توجه به مسائل ایمنی و سلامت انسان‌ها و همچنین حفظ محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار است. عدم رعایت مسائل ایمنی در سازمان‌ها خسارت‌های مالی و جانی زیادی دربرداشته و اثرات کوتاه مدت یا بلندمدت متعددی را بر سلامت انسان‌ها داشته است. از این رو استقرار سیستمی با رویکرد مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست در سازمان‌ها امری ضروری است. در سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، آموزش نقش مهمی دارد چرا که یکی از دلایل مهم بروز حوادث در سازمان ها عدم آموزش و آگاهی پرسنل می باشد. از این رو در این سیستم الزاماتی درخصوص شناسایی نیازهای آموزشی کارکنان در زمینه ایمنی، بهداشت و محیط زیست تدوین شده است. آشنایی افراد با خطراتی که در کمین آن‌هاست و اهمیت توجه به این خطرات

www.Telegram.me/Commodities

از موارد اشاره شده در این استاندارد می باشد. برای به حداقل رساندن حوادث و بالا بردن ایمنی در سازمان‌ها باید برنامه‌ریزی برای آموزش مستمر پرسنل صورت گیرد.

سیستم ایمنی، بهداشت و محیط زیست در سه فاز پیش گیری، کنترل قبل از شروع فعالیت و حین فعالیت و اقدامات اظطراری بعد از بروز حادثه در جلوگیری از خطرات ایفای نقش می‌نماید. این سیستم از طریق بالا بردن ایمنی در سازمان و همچنین کاهش هزینه‌ها و ارتقای روحیه پرسنل نقش مهمی در بهبود خروجی سازمان خواهد داشت.

۶-۸-۳ جنبه‌های زیست محیطی شامل بررسی مسایل زیست محیطی صنعت سوپرآلیاژ و فرآیندهای مختلف تولید، جنبه‌های ایمنی و سلامت، روش‌ها و راه حل‌های مدیریتی، فنی-مهندسی و آموزشی، کنترل عوامل زیان‌آور و خطرات محیط کار

در استاندارد HSE-MS محیط زیست آنقدر مهم است که مدیر ارشد هر سازمانی در کنار تدوین خط مشی بهداشت و ایمنی می تواند به نوشتن خط مشی زیست محیطی به تنهایی بپردازد یعنی خط مشی سازمان در دو دسته جداگانه ایمنی، بهداشت و محیط زیست تقسیم‌بندی گردد. مدیر ارشد شرکت بایستی با رهبری فعالیت‌ها و ایجاد اعتقاد عملی و قوی در سازمان اطمینان حاصل نماید که این اعتقاد تبدیل به منابع مورد نیاز برای توسعه، عملکرد و حفظ نظام مدیریت HSE و دستیابی به اصول سیاست و اهداف استراتژیک آن خواهد شد.

از طرف دیگر مدیریت ارشد شرکت بایستی خط مشی ها و اهداف استراتژیک را تعیین و مستند نموده و اطمینان حاصل کند که آن‌ها با اهداف و خط مشی تعیین شده از سوی شرکت مادر سازگار می‌باشد، مرتبط با

www.Telegram.me/Commodities

فعالیت‌ها، محصولات و خدمات قابل ارائه توسط شرکت بوده و همچنین تأثیرات آن‌ها بر HSE نیز مد نظر قرار گرفته، با سایر خط مشی های جاری در شرکت سازگار می‌باشند و در دسترس عموم قرار گیرد.

اجرای موفقیت آمیز موضوعات HSE به عنوان یک مسئولیت در طول سازمان مطرح بوده و این موفقیت نیازمند مشارکت فعال تمامی سطوح سرپرستی و مدیریت می باشد که بایستی هنگام طرح ساختار سازمانی و چگونگی تخصیص منابع مد نظر قرار گیرد. صنعت بایستی نسبت به برقراری روش‌های اجرایی برای تعیین نظام‌دار عوامل بالقوه آسیب رسان و تأثیرات آن که ناشی از فعالیت هایش ومواد مصرفی‌اش می‌شود اقدام نماید. دامنه شمول این بررسی از آغاز تا انتهای فرایند یعنی تا مرحله دفع خروجی‌های آن می باشد. یکی دیگر از مراحل این است که صنعت بایستی در برنامه کلان کاری، برنامه‌ریزی‌های لازم برای دست‌یابی به اهداف و اقدامات مربوط به اجرا HSE را مد نظر قرار دهد که این برنامه‌ها بایستی در برگیرندۀ شرح روشنی از اهداف، تعیین منابع مورد نیاز، برنامه زمانبندی استقرار و برنامه‌هایی که برای ایجاد انگیزه و تشویق کارکنان در مسیر ایجاد فرهنگ مناسب HSE قرار است انجام گیرد، باشد.

در بخش فعالیت‌ها و وظایف، در سطح مدیریت ارشد، توسعه اهداف استراتژیک و طرح ریزی فعالیت‌های سطوح بالای سازمان با توجه خاص به خط مشی HSE مهم می‌باشد. در سطوح مدیریت و سرپرستی، تهیه دستورالعمل‌های مکتوب مربوط به فعالیت‌ها صورت می‌گیرد و در سطوح اجرایی، دستورالعمل‌های مکتوب در خصوص چگونگی انجام وظایف که به‌طور طبیعی شکل دستورالعمل‌های کاری به خود می‌گیرند، صادر خواهند شد.

علاوه بر موارد فوق، صنعت باید نسبت به برقراری روش‌های اجرایی ممیزی‌هایی که به‌عنوان بخشی از کنترل فعالیت‌ها معمول می باشد، اقدام نماید تا بدین ترتیب تعیین نماید که آیا عناصر و فعالیت‌ها بر طبق برنامه طرح

www.Telegram.me/Commodities

ریزی شده برای نظام مدیریت HSE پیش می‌روند و به‌طور مؤثر استقرار می‌یابند و یا فعالیت‌های مؤثر نظام مدیریت بر تأمین خط مشی، اهداف و معیار اجرایی HSE شرکت شامل چه مواردی هستند. همچنین شناسایی نواحی بهبود که می‌تواند منجر به پیشرفت نظام مدیریت HSE شود به‌درستی انجام می‌گیرد.

واحدهای مرتبط با صنعت سوپرآلیاژ بایستی خود را در حفظ و ارتقاء بهداشت، ایمنی، محیط زیست و رفاه کلیه کارکنان، بازدیدکنندگان و تمامی افرادی که از فعالیت‌های این واحدها تأثیر می‌پذیرند، متعهد بدانند. این واحدها از طریق استقرار و توسعه نظام مدیریت HSE تلاش می‌نماید تا بر اساس قوانین ، مقررات و استانداردهای ملی و بین المللی به اهداف ذیل نائل آیند:

- حفاظت از نیروی انسانی و پیشگیری و کاهش بیماری‌های ناشی از کار
- حفاظت از محیط زیست و پیشگیری و کاهش آسیب‌های زیست محیطی
- ایمن‌سازی تجهیزات و حفاظت از دارایی‌های صنعت
- صیانت از اعتبار صنعت

در جهت دستیابی به اهداف تعریف شده فوق، خطی مشی واحدهای مرتبط در صنعت سوپرآلیاژ عبارت است از:

۱- ایجاد و توسعه نگرش نظام‌مند به کلیه فعالیت ها از منظر HSE

۲- مسئول و پاسخگو بودن کلیه کارکنان در سطوح مختلف در قبال اجرای قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های HSE

۳- کاهش ریسک عوامل بالقوه آسیب رسان به پایین ترین حد ممکن و قابل قبول

۴- رعایت اصول پدافند غیرعامل در تمامی طرح ها، پروژه ها و تأسیسات موجود

www.Telegram.me/Commodities

۵- استمرار تولید و پایداری خدمات در شرایط بحرانی با رعایت ملاحضات HSE

۶- ایجاد فضای ارتباطی باز و سازنده درون و برون سازمانی و ارائه گزارش عملکرد شفاف

۷- انتخاب پیمانکاران بر اساس شاخص‌های HSE به عنوان یکی از معیارهای اصلی و الزام آنان به رعایت قوانین و دستورالعمل‌های HSE

۸- ارتقا دانش و فرهنگ HSE تمامی کارکنان از طریق آموزش های اثربخش و مشارکت فعال آن‌ها

۹- حمایت از کلیه کارکنان اعم از شرکتی یا پیمانکاری که تقاضای توقف کار مغایر با اصول HSE را داشته باشند

۱۰- لحاظ نمودن معیارهای HSE در ارزیابی عملکرد واحدها و افراد

۱۱- پایش اثر بخشی نظام مدیریت HSE از طریق بازرسی‌ها و ممیزی‌های دوره‌ای (به صورت پیشگیرانه) و تحلیل حوادث و شبه حوادث (به صورت واکنشی)

مخاطرات محیط کار در صنایع فلزی [۴۰]

رخداد حوادث در صنایع فلزی، بیشتر از صنایع دیگر مربوط به فرآیندهای آن است، مانند؛ بخش شدن، انفجارات گاز، بیرون ریختن و پرتاب فلز مذاب یا گدازه حرکت لوکوموتیوها، واگن‌های بزرگ، واگن دوچرخ، پرکننده‌های کوره، جرثقیل‌ها و ملاقه‌ها (پاتیل‌های حاوی فلز مذاب) و سایر بارهای سنگین که به آن‌ها آویخته

www.Telegram.me/Commodities

هستند، افتادن اجسام سنگین و انسداد کف کارگاه‌ها و مسیرهای عبور و مرور. اغلب خطرها چندگانه هستند، مثل، افتادن یک پاتیل فلز مذاب از جرثقیلی که در بالای یک مسیر شلوغ در حال حرکت است.

وقوع سوختگی در مکان‌های مختلف کارخانه شایع است؛ در جلوی کوره‌ها، در هنگام خالی کردن کوره، تماس با بخار فلز مذاب بر اثر کج شدن یا افتادن پاتیل‌ها، در هنگام خالی کردن شمش‌ها در چاله‌های مرطوب (انبار کردن)، سقوط در فلز مذاب به علت سهل‌انگاری، آسیب چشم‌ها و دیگر قسمت‌های بدن در اثر ترشحات و یا جرقه‌ها. انفجار در پاتیل‌های حاوی فلز مذاب یا گدازه به علت فرو بردن یک وسیله خیس در آن و در نتیجه پخش ذرات فلز داغ در یک محدوده وسیع. افزایش استفاده از اکسیژن در فولادسازی جدید، خطر انفجار را زیادتر کرده است، مثلاً در هنگام انتقال، ذخیره، توزیع و استفاده از آن.

حمل و نقل مکانیکی در صنایع فلزی الزامی است و استفاده از لکوموتیوها و خطوط آهن در صنایع بزرگ و کارهای سنگین بسیار زیاد است. در رفتن واگن‌ها به علت نقص فنی یا اشتباه در هدایت، به خصوص هنگام اتصال آن‌ها و گیرکردن بین واگن‌ها، خوب نبستن واگن‌ها به یکدیگر و واژگون شدن واگن‌های چهار چرخ یا دوچرخ، می‌توانند خسارات جانی شدیدی به وجود آورند. افراد ممکن است از بالای وسایل پرکننده کوره‌هایی که روی ریل حرکت می‌کنند به پایین سقوط نمایند، یا بین آن‌ها گیر کنند.

شکستن جرثقیل یا نقص فنی بعضی از قسمت‌های آن (زنجیر بالابر، قلاب‌ها و ...) ممکن است باعث کج شدن یا افتادن پاتیل‌ها، شمش‌ها و ... شود. قلاب کردن پاتیل‌ها یا عدم ارتباط بین رانندگان جرثقیل و کسانی که مسئول قلاب کردن هستند، ممکن است نتایج مشابهی در برداشته باشد. حوادث ممکن است در مسیر عبور جرثقیلی که در بالا حرکت می‌کند نیز پیش آید (نقص در نحوه رانندگی). رانندگان جرثقیل نیز ممکن است بر اثر عدم احتیاط هنگام ورود و خروج از اتاقک خود دچار حادثه شوند.

www.Telegram.me/Commodities

کف کارگاه‌ها و راه‌های عبور ممکن است به دلیل تجمع وسایل و ابزار بسته شوند. ابزارها خیلی زود فرسوده می‌شوند و استفاده از آن‌ها خطرناک می‌گردد. گرچه مکانیزه شدن، تا حد زیادی استفاده از وسایل دستی را کم کرده است ولی هنوز این حوادث زیاد اتفاق می‌افتند. نگهداری و تعمیر منظم دستگاه‌ها، دارای اهمیت خاصی در جلوگیری از بروز حوادث می‌باشد و هدف بالا بردن میزان کارایی وسایل و ابزار است، زیرا نقص آن‌ها می‌تواند حوادث جبران‌ناپذیری به وجود آورد. همچنین حفاظ دستگاه‌ها باید در شرایط خوب نگهداری و به خوبی عمل نمایند.

تولید بسیاری از فلزات و آلیاژها موجب تماس با حرارت زیاداست. لذا گرمازدگی یک موضوع عادی است، به خصوص در فصل گرم سال، انقباض‌های عضلانی به علت کم شدن نمک به دلیل تعریق زیاد بسیار شایع است.

کارگرانی که به فرش کردن کوره‌های انفجاری و کوره‌های فولادسازی یا آجرنسوز (حاوی ۸۰ درصد سیلیس) اشتغال دارند، در معرض خطر «سیلیکوزیس» هستند. پاتیل‌ها نیز با آجر نسوز پوشانده شده‌اند و غالباً باید آن‌ها را تعمیر کرد. البته باید به خاطر داشت که سیلیکای موجود در آجرهای مقاوم بیشتر از شکل سیلیکات است که باعث سلیکوزیس نمی‌شود ولی می‌تواند موجب «پنوموکونیوزیس» بشود. گاهی کارگران ممکن است در معرض دودهای غلیظ ابر مانند قرار گیرند.

پرتوهای ناشی از حرارت کوره‌ها ممکن است سبب آسیب چشم‌ها گردد، مگر این‌که از وسایل حفاظتی مناسب استفاده شود. دستگاه‌های دمنده، کارگاه‌های اکسیژن و دمنده‌های خالی‌کننده گازها صدای شدیدی تولید می‌کنند.

کوره‌های الکتریکی با ولتاژ بالا منبع قابل توجه ایجاد سروصدا هستند و ممکن است موجب کاهش شنوایی گردند. بنابراین، کارگران کوره‌ها را باید به وسیله عایق‌سازی منبع صدا و حفاظ‌های ضد صدا محافظت کرد و

www.Telegram.me/Commodities

زمان تماس با صدای شدید را کم نمود. از حفاظ‌های گوش(داخل گوشی یا روی گوشی) فقط در مواردی باید استفاده شود که سایر تدابیر غیر کافی باشند.

تدابیر ایمنی و بهداشتی[۴۰]

- **تشکیلات ایمنی**

امکانات ایمنی در صنایع فلزی از اهمیت اساسی برخوردار است، زیرا ایمنی به مقدار زیاد به واکنش کارگران نسبت به مخاطرات بالقوه محیط کار بستگی دارد. گرچه مسئولیت اولیه به عهده مدیریت برای ایجاد شرایط ایمن می‌باشد، ولی همکاری کلیه افراد شاغل در این صنعت به خصوص بسیار ضروری است. کمیته ایمنی، نمایندگان ایمنی کارگران، تشویق درباره پیشنهادهای ایمنی، رقابت، شعارها، هشدارها و پوسترها همگی می‌توانند نقش مهمی در این زمینه ایفا کنند. تهیه آمار از حوادث مناطق خطر آفرین را مشخص می‌کند و نیاز برای حفاظت فیزیکی و تأکید بیشتر بر نگهداری و تعمیر را در این مناطق روشن می‌سازد. ارزش لباس‌های محافظ گوناگون را می‌توان ارزیابی نمود و مزایای استفاده از آن‌ها را برای کارگران آشکار ساخت.

- **کارآموزی**

باید شامل روش‌های کار کردن ایمن، اجتناب از خطرها و استفاده از وسایل حفاظت فردی شود. هر گاه روش‌های جدیدی مورد استفاده قرار گیرد، ممکن است حتی افرادی که دارای تجربه زیاد کار با دستگاه‌های قدیمی هم هستند، نیاز به کارآموزی داشته باشند.

کارآموزی برای کلیه کارکنان در هر سطحی با ارزش است. باید سعی شود که کارکنان را با روش‌های ایمن کار، پرهیز از کارهای غیر ایمن، مقررات ایمنی و پیش‌بینی‌های قانونی درباره پیشگیری از حوادث، آشنا و دانش

www.Telegram.me/Commodities

آن‌ها را تازه کرد. کارآموزی باید به وسیله افراد متخصص انجام گیرد و از کلیه امکانات سمعی و بصری کمک گرفته شود.

- **تدابیر مهندسی**

تمام قسمت‌های خطرناک ماشین‌ها، مانند بالابرها، نقاله‌ها، میله‌های طویل انتقال دنده‌های جرثقیل‌های بالاسر، باید به‌طور مطمئنی حفاظ‌گذاری شوند. بازبینی، معاینه و نگهداری از کلیه قسمت‌های دستگاه‌ها و به خصوص جرثقیل‌ها، قرقره‌های بالابرها، زنجیرها، قلاب‌ها و غیره باید به طور منظم انجام شود. قسمت‌های خراب باید تعویض شوند. وزن ایمن بارها باید به خوبی مشخص و قسمت‌های خراب دستگاه‌ها در محلی به طور منظم نگهداری گردند. ورود به جرثقیل‌های بالای سر باید در صورت امکان به وسیله پلکان انجام گیرد. اگر استفاده از یک نردبان قائم ضروری باشد، باید هنگام استفاده آن را با قلاب به جرثقیل متصل کرد. باید حتی‌المقدور سعی کرد که از جرثقیل‌های بالاسر هنگامی که افراد در زیر آن مشغول به کار هستند، خودداری شود. همان‌طور که قانون در بعضی کشورها تصریح می‌کند، باید سوئیچ دنده مناسبی بر روی این گونه جرثقیل‌ها نصب گردد تا از برخورد آن‌ها با یکدیگر در صورتی که دو جرثقیل یا بیشتر همزمان مشغول کار باشند، جلوگیری شود.

لکوموتیوها، ریل‌ها، واگن‌های چهارچرخه و دوچرخه و اتصالات را باید به نحو مطلوب طراحی کرد و از آن‌ها خوب نگهداری نمود. نصب یک سیستم هشداردهنده و علامت دهنده بسیار ضروری است. حرکت در هنگام متصل کردن واگن‌ها و عبور از بین آن‌ها باید اکیداً ممنوع شود. هیچ کاری بر روی وسیله حمل یک پر کننده کوره در هنگام عملیات نباید انجام گیرد.

www.Telegram.me/Commodities

مراقبت زیادی باید برای انبار کردن اکسیژن به عمل آید، و توزیع آن به قسمت‌های مختلف بهتر است به وسیله لوله‌کشی انجام شود، لوله‌ها کاملاً مشخص باشند و از نزدیک کرد شعله به آن‌ها پرهیز گردد.

نظم و ترتیب باید دائماً رعایت شود، پراکنده شدن وسایل و ابزار کار در کف محل کار نه تنها باعث خراب شدن آن‌ها می‌شود، بلکه گاهی سبب افتادن افراد و تماس با مواد مذاب می‌گردد. کلیه وسایل و ابزار باید طبقه‌بندی و در جای مناسب قرار داده شوند. روشنایی قسمت‌ها و حفاظ دستگاه‌ها باید در حد کمال باشد.

- **بهداشت کار**

علاوه بر نظم و ترتیب و رعایت نظافت محل کار، تهویه عمومی مناسب و همچنین نصب تهویه موضعی در بعضی نواحی که احتمال پخش مواد، یا غبار یا گاز و دود وجود دارد الزامی است. کلیه وسایل گازی باید به طور مرتب برسی و در نهایت دقت نگهدار شود تا در صورت برزو کمترین نشت، فوراً به برطرف کردن نقص اقدام گردد. قبل از شروع کار در محلی که احتمال دارد گاز مونوکسیدکربن وجود داشته باشد، باید به وسیله دستگاه گازیاب آن را مشخص نمود و ایمنی را رعایت کرد. چنانچه کار در یک محل خطرناک ضروری باشد به کارگیری دستگاه تنفس مجهز به سیلندر اکسیژن و یا لوله هوا و نیز کمک فرد دیگری ضروری است تا در صورت وقوع پیشامد نامطلوب اقدام ایمنی لازم به عمل آید. استوانه‌های اکسیژن همیشه باید آماده برای استفاده باشند و طرز به کار بردن آن‌ها به خوبی آموزش داده شود. برای مطلوب کردن محیط کار، نصب تهویه‌های خودکار و دستگاه‌های دمنده هوای خنک برای راحتی افراد بسیار مفید است(به خصوص در محل‌های کار گرم). برای حفاظت کارگرانی که در معرض هوای گرم (جلوی کوره‌ها) هستند، می‌توان از شبکه‌های آبی، پرده‌ای از هوای خنک یا شبکه سیمی مقاوم در مقابل گرما استفاده نمود. لباس و ماسک محافظ در گرما، کلاه مخصوص تهیه شده از مواد مقاوم در مقابل گرما و مجهز به لوله هوا و دستگاه تنفس بهترین وسایل حفاظت از کارگرانی است

www.Telegram.me/Commodities

که در مقابل کوره‌ها کار می‌کنند. لباس‌ها را می‌توان به لوله هوای خنک مجهز نمود و زمانی را برای خنک شدن لباس‌ها قبل از شروع کار یا ورود به داخل کوره تعیین نمود. تعمیر کوره‌هایی که برای تهیه فولادهای مخصوص مورد استفاده قرار می‌گیرند، همراه با خطرهای اضافی است (مثلاً ناشی از وانادیوم) که باید مدنظر قرار گیرد.

تطابق حرارت و کار دستگاه‌های بدن با شرایط محیط کار موجب تعادل نمک بدن می‌گردد و از دفع زیاد آن و عواقب ناشی از آن جلوگیری می‌شود. چنانچه از شدت کار کاسته شود و زمان‌هایی برای استراحت (بین کار) به خصوص در یک محل خنک (مجهز به تهویه عمومی) در نظر گرفته شود، از آثار نامطلوب حرارت به مقدار زیاد کاسته خواهد شد. استفاده از محلول‌های نمکی، آب، چای و نوشابه‌های خنک دیگر بسیار سودمند است. همچنین باید تسهیلات لازم جهت صرف غذای سبک مهیا شود. مایعات آشامیدنی نباید زیاد خنک باشند و کارگران را باید متوجه ساخت که از نوشیدن مایعات سرد و به مقدار زیاد پرهیز نمایند. استفاده از غذاهای سبک در بین ساعات کار بهتر است. تغییر ناگهانی درجه حرارت بدن بر اثر رفتن از محل کار گرم به هوای سرد خارج از کارگاه، برای دستشویی، سالن غذاخوری و ... بسیار مضر است، بنابراین این نقاط باید در جنب کارگاه‌ها درست شود و دسترسی به آن‌ها آسان شود.

در صورت امکان باید منابع سروصدا را جدا کرد و دیوارها و سقف‌ها را از مواد جذب کننده صدا ساخت. کنترل دستگاه‌ها از راه دور، به مقدار زیاد از آثار سوء صداهای شدید می‌کاهد و چنانچه حضور در محل پرصدا ضروری باشد، باید از حفاظ گوش مناسب استفاده کرد.

وسایل شستشو باید شامل دوش(آب سرد و گرم)، حمام، اتاق تعویض لباس و قفسه برای نگهداری لباس‌های کار و خانه به طور مجزا باشد.

www.Telegram.me/Commodities

- **وسایل حفاظت کارکنان**

تمام نقاط بدن آسیب‌پذیر هستند، باید لباس و تجهیزات ایمنی با شرایط کار و خطرهای موجود تناسب داشته باشد. افرادی که در مقابل کوره‌های ذوب فلزات کار می‌کنند باید مجهز به لباس‌های مقاوم در مقابل گرما، کلاه‌خود، عینک، دستکش و کفش‌های ایمنی مخصوص باشند تا از آثار و خطرهای ناشی از گرما، تشعشعات، تراوش‌ها و نور زدگی چشم‌ها محافظت گردند. استفاده از این وسایل در بیشتر کارها اجباری است.

استفاده از بعضی مواد مصنوعی نیز مفید بوده است. نظارت دقیق و آگاه نمودن افراد به استفاده صحیح از وسایل ایمنی امری ضروری و الزامی است.

- **ارگونومی**

ارزیابی ارگونومیکی، یعنی بررسی رابطه «انسان، ماشین، محیط» در صنایع فلزی که نیاز به تطبیق بسیاری از شرایط کار با کارگر دارد، دارای اهمیت خاص می‌باشد. مطالعه شرایط مختلف کار از نظر ارگونومیکی و آثار محیط بر روی کارگر و طراحی ماشین‌آلات و کارگاه‌ها و نحوه عملکرد آن‌ها از ضروریات است.

- **نظارت پزشکی**

معاینات پزشکی قبل از استخدام، برای انتخاب افراد مناسب برای انجام کارهای دشوار در صنایع فلزی از اهمیت زیاد برخوردار است. کارگران استخدام شده باید دارای وضع جسمانی خوب باشند. فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی، چاقی و بیماری‌های مزمن گوارشی مانع از کارکردن در محیط گرم می‌شوند.

مراقبت خاصی برای انتخاب رانندگان جرثقیل، از نظر جسمانی و روانی باید به عمل آید. کسانی که مبتلا به سل هستند نباید با مواد نسوز سروکار داشته باشند. افرادی که در معرض گرما هستند، نیاز به نظارت پزشکی

www.Telegram.me/Commodities

خاص دارند، کسانی که با گردوغبار در تماس می‌باشند، باید به طور دوره‌ای مورد بررسی پرتونگاری قرار گیرند، سنجش افرادی که در معرض صدای شدید هستند بسیار ضروری است و رانندگان جرثقیل نیز باید برای اطمینان از سلامت آن‌ها مورد معاینات پزشکی دوره‌ای قرار گیرند.

امتحان صحت کار در کلیه دستگاه‌های هوش‌آوری الزامی است. آموزش کمک‌های اولیه به کارگران بسیار مفید و با اهمیت است.

یک مرکز کمک‌های اولیه مجهز به تمام وسایل مورد نیاز برای استفاده در موارد ضروری و فوری از ضروریات است و در صورت امکان در اختیار داشتن یک آمبولانس با راننده و پرستار وارد به کمک‌های اولیه برای انتقال افرادی که دچار ضایعات شدید و خطرناک شده‌اند، به نزدیک‌ترین بیمارستان دارای فواید بسیار است. در صنایع بزرگ، چند مرکز برای فوریت‌های پزشکی وجود دارد و جعبه‌های متعدد کمک‌های اولیه در نقاط مختلف کارخانه نصب شده و دسترسی به آن‌ها بسیار آسان و مشخص است.

لازم به ذکر است که صنعت تولید سوپرآلیاژ با توجه به کوچکتر بودن خط تولید و پیشرفته‌تر بودن تجهیزات در مقایسه با سایر صنایع فلزی بالادستی نظیر صنعت فولاد، ماهیتاً خطرات محیط کار محدودتری را شامل می‌شود. با این وجود، آموزش‌های ایمنی محیط کار در این صنعت معمولاً بسیار مشابه با آموزش‌های صنعت فولاد می‌باشد.

www.Telegram.me/Commodities

فصل نهم

بند ۶-۹- تعیین موقعیتهای مطلوب جغرافیایی توسعه صنعت سوپرآلیاژ در کشور

www.Telegram.me/Commodities

بهره بردن همزمان از موقعیت‌های مطلوب جغرافیایی و آب و هوای مناسب، ظرفیت لازم برای حمل و نقل پیشرفته، معادن غنی مواد اولیه، پراکندگی صنایع پایین دستی و ملاحظات زیست محیطی از جمله عواملی است که قبل از ایجاد یک صنعت جدید باید در نظر گرفته شوند. در این بخش، ابتدا پارامترهای مهم در انتخاب موقعیت مطلوب برای ایجاد یک صنعت بررسی شده و سپس موقعیت‌های مناسب برای ایجاد صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور ارزیابی می‌شوند.

۶-۹-۱ عوامل و شاخص‌های عمده مکان‌یابی

مکان یابی یک صنعت جدید یکی از مقولات حساس و بحث‌انگیز در روند صنعتی شدن یک منطقه بوده و معمولاً از ضوابط خاصی تبعیت می‌کند. در بخش زیر وصول کلی مکانیابی یک صنعت جدید بررسی شده است.

اصول و ضوابط کلی مکان‌یابی صنعتی (شاخص‌های مکان یابی)

با توجه به گزارشات سازمان اقلیم‌شناسی و جغرافیایی کشور، مطالعات مرسوم مکان یابی صنعتی به انتخاب مناسب‌ترین مکان برای استقرار یک پروژه صنعتی مشخص می پردازد. موضوع مطالعات قابلیت سنجی توسعه صنعتی، انتخاب مناسب‌ترین نوع صنایع برای استقرار در یک مکان مشخص است. در این رابطه کلیه امکانات و قابلیت‌های مناطق مختلف کشور شناسائی و مورد ارزیابی قرار گرفته و متناسب با این قابلیت‌ها صنایع امکان-پذیر جهت استقرار در شهرستان‌های استان پیشنهاد می‌شود.

در مکان یابی صنایع اولویت‌دار برای استقرار در کشور عوامل مهم عبارتند از:

www.Telegram.me/Commodities

الف- منابع طبیعی و مواد اولیه

- میزان عرضه آب مازاد بر مصرف کشاورزی و شرب اعم از سطح الارضی و تحت الارضی (به تفکیک تصفیه شده و تصفیه نشده)
- میزان ذخایر و استخراج منابع کافی اعم از فلزی و غیرفلزی
- مساحت زمین‌های غیرکشاورزی مناسب جهت استقرار صنایع بخصوص در اطراف شهرهای بزرگ
- میزان تولید کالاهای واسطه‌ای صنعتی

ب- نیروی انسانی

- عرضه نیروی انسانی بومی مازاد بر نیازهای اساسی منطقه به تفکیک ساده، نیمه ماهر، ماهر، تکنسین و متخصص
- جاذبه منطقه برای جلب نیروی انسانی متخصص غیر بومی
- تطابق خصوصیات بومی و فرهنگی مردم با الزامات فرهنگ صنعت مورد نظر
- میزان گسترش فرهنگ کارفرمایی و روحیه ریسک طلبی در جامعه

ج- سرمایه و منابع مالی

- توان مالی بخش خصوصی بومی
- جاذبه منطقه برای جلب سرمایه های غیر بومی
- توان بخش خدمات مالی و پولی محلی برای تأمین منابع مالی

www.Telegram.me/Commodities

د- امکانات زیربنایی

- کمیت و کیفیت امکانات در زمینه برق به‌عنوان اصلی‌ترین نیاز صنعت سوپرآلیاژ (شبکه خطوط انتقال برق فشار قوی، پست های تبدیل و توزیع برق و نیروگاه)
- کمیت و کیفیت امکانات درزمینه سوخت (شبکه خطوط لوله انتقال فرآورده های نفتی، شبکه خطوط لوله انتقال گاز، پالایشگاه گاز و پالایشگاه نفت)
- کمیت و کیفیت امکانات درزمینه راه (شبکه جاده های اسفالته، بزرگراه، اتوبان، راه آهن، فرودگاه داخلی و بین المللی)
- کمیت و کیفیت امکانات در زمینه مخابرات (شبکه تلفن داخل شهری، کانال‌های تلفن راه دور و کانال-های تلکس)
- کمیت و کیفیت امکانات در زمینه عمران شهری
- کمیت و کیفیت امکانات درزمینه مسکن

هـ- امکانات خدمات پشتیبانی تولید

- توان بخش خدمات محلی در زمینه ارایه خدمات فنی، تخصصی (نصب، تعمیر و نگهداری ماشین آلات، آموزش فنی و حرفه ای، تحقیق و توسعه، مشاوره های فنی و تکنولوژیک، خدمات پیمانکاری و ...)

www.Telegram.me/Commodities

- توان بخش خدمات محلی در زمینه ارایه خدمات بازرگانی (خرید بازاریابی و توزیع محصولات تولیدی، تأمین مواد اولیه و قطعات یدکی مورد نیاز داخلی و خارجی کشور و ...)
- کمیت و کیفیت خدمات اداری و عمومی قابل ارایه در منطقه
- امکانات ارایه خدمات اجتماعی و رفاهی برتر
- توان بخش خدمات محلی در زمینه خدمات درمانی تخصصی
- توان بخش خدمات محلی در زمینه آموزش عالی
- توان بخش خدمات محلی در زمینه خدمات فرهنگی، تفریحی (کتابخانه، شهرسازی، سالن ورزشی، سینما، تئاتر، موزه، ...)
- میزان تشکل یافتگی بازارهای خرده فروشی و عمده فروشی محلی

ز- موقعیت جغرافیایی

- فاصله تا مراکز تولید مواد اولیه و کالاهای واسطه ای مورد نیاز بخش صنعت اعم از کشاورزی، معدنی و صنعتی در استان و کشور
- فاصله تا مراکز عمده خدمات پشتیبانی تولید، خدمات بازرگانی و خدمات اداری و عمومی در کشور
- فاصله تا بازارهای عمده مصرف در کشور
- فاصله تا مبادی ورودی و خروجی کالا در کشور اعم از زمینی، دریایی و هوایی
- مراقبت ژئوپولتیک و نظامی منطقه در ارتباط با کشورهای همسایه و وضعیت انتظامی و امنیتی آن

www.Telegram.me/Commodities

ح- شرایط طبیعی

- چگونگی وضعیت اقلیمی (دما، رطوبت، بارندگی، ارتفاع و...)
- چگونگی وضعیت توپوگرافی
- شرایط زیست محیطی
- لرزه‌خیزی منطقه

گروه‌بندی صنایع براساس فاصله محل استقرار صنایع با بازارهای مختلف

هر گروه از صنایع دارای ویژگی ها براساس فاصله محلی استقرار صنایع با بازارهای مختلف جهت مکان‌یابی و نیازهای خاص خود است که در مکان‌یابی آن باید مورد توجه دقیق قرار گیرد. زیرا رابطه صنعت و مکان استقرار آن مانند رابطه گیاه و خاک محل کشت می‌باشد. به عبارت دیگر همان‌طور که جهت حصول به حداکثر رشد، گیاه باید در خاک متناسبی با نیاز آن کشت شود، حصول به حداکثر بازدهی اقتصادی نیز ایجاب می‌نماید که مکان استقرار هر صنعت متناسب با ویژگی ها و نیازهای آن انتخاب گردد. از این رو از تطابق نیازهای رشته‌های صنعتی با امکانات و قابلیت های مناطق مناسب‌ترین مکان برای استقرار هر صنعت انتخاب گردد. صنایع را بر حسب اصلی‌ترین عوامل موثر در مکان‌یابی آنها می توان در ۵ گروه به شرح زیر طبقه‌بندی کرد.

www.Telegram.me/Commodities

الف- صنایع مستقر در نزدیکی بازار مصرف

صنایعی که حایز یکی از شرایط زیر باشند، باید در جوار بازار مصرف استقرار یابند:

- حجم یا وزن هر واحد محصول از حجم یا وزن مواد اولیه و کالاهای واسطه‌ای استفاده شده در تولید آن بیشتر باشد، مانند مبلمان، مخازن فلزی، تیرچه و بلوک، و مواد غذایی بسته‌بندی شده
- محصول تولیدی در جریان حمل فسادپذیر و یا آسیب‌پذیر باشد، مانند شیر پاستوریزه، بتن آماده، و آجر سفالی
- قیمت واحد محصول تولیدی در مقایسه با هزینه حمل آن قابل ملاحظه نباشد، مانند آجر، موزائیک، و نوشابه‌های غیرالکلی

ب- صنایع مستقر در نزدیکی مراکز تأمین مواد اولیه

صنایعی که واجد یکی از شرایط زیر باشند، باید در جوار مراکز تأمین مواد اولیه و کالاهای واسطه ای مورد نیاز خود استقرار یابند:

- حجم یا وزن هر واحد محصول از حجم یا وزن مواد اولیه و کالاهای واسطه ای استفاده شده در تولید آن کمتر باشد و در فرآیند تولید از حجم یا وزن مواد اولیه به میزان زیادی کاسته گردد، مانند شکر، روغن خوراکی، کنسانتره میوه جات، کره، خمیر کاغذ، سیمان، و فولاد
- مواد اولیه در جریان حمل آسیب پذیر یا فساد پذیر باشد

www.Telegram.me/Commodities

ج- صنایع مستقر در نزدیکی مراکز تأمین انرژی و آب ارزان قیمت

صنایعی که به ازای تولید یک واحد محصول، مقادیر زیادی برق، سوخت یا آب مصرف می‌کنند و به اصطلاح انرژی بر هستند، باید در جوار مراکزی استقرار یابند که امکان تأمین انرژی مکفی و به قیمت ارزان وجود داشته باشد. به عنوان مثال بهترین مکان برای استقرار صنایعی مانند ذوب آلومینیوم، ذوب آهن و صنایع پتروشیمی مناطقی است که دارای نیروگاه برق، پالایشگاه گاز، لوله انتقال گاز و فرآورده های نفتی، سد و رودخانه بزرگ باشد.

د- صنایع مستقر در جوار شهرهای توسعه یافته

صنایعی که بدلیل بهره‌گیری از فناوری پیچیده در تولید، نیازمند استفاده از متخصصین رده بالا و ارتباط نزدیک با مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی می‌باشند، و تبادل مستمر اطلاعات و تجربیات با مراکز بین المللی فناوری را می‌طلبند، باید در جوار شهرهای توسعه یافته‌ای که دارای تسهیلات رفاهی لازم جهت سکونت و استقرار این-گونه متخصصین، مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی معتبر و ارتباطات سریع بین‌المللی هستند، استقرار یابند. مانند صنایع کامپیوتر، صنایع جنگ‌افزارهای پیشرفته، صنایع هواپیمایی، صنایع داروسازی، صنایع خودروسازی، صنایع ابزارهای دقیق و وسایل حرفه‌ای.

گروه بندی صنایع جهت مکان یابی براساس صنایع عمومی و صنایع تخصصی

فارغ از تقسیمات متعارف صنایع که هر کدام دارای کاربرد خاص خود می باشد و متداول ترین آن طبقه-بندی صنایع براساس طبقه‌بندی استاندارد کلیه فعالیت‌های اقتصادی (ISIC) می‌باشد، برحسب ویژگی‌های مکان‌یابی، می‌توان صنایع را در دو گروه صنایع عمومی و صنایع تخصصی تقسیم کرد.

www.Telegram.me/Commodities

- صنایع عمومی

صنایع عمومی عمدتاً حلقه های پایانی زنجیره های تولید را تشکیل می دهند و کالاهای مصرفی تولید می-نمایند. مشخصات این نوع صنایع که عمدتاً با مقیاس کوچک یا متوسط به تولید اشتغال دارند، به شرح زیر است:

- برای بازدهی اقتصادی مطلوب احتیاج به تولید انبوه ندارند.
- از تکنولوژی پیچیده ای در تولید استفاده نمی‌کنند.
- فاقد وابستگی مکانی به مراکز تأمین مواد اولیه خود هستند و یا این‌که مواد اولیه مورد نیاز آن‌ها در اغلب نقاط کشور وجود دارد.
- در جریان تولید غالباً حجم یا وزن مواد اولیه مورد استفاده این صنایع افزایش می‌یابد و نسبت هزینه کالاهای تولیدی به ارزش آن درصد قابل ملاحظه ای است. از این رو حمل و نقل مواد اولیه به مراکز تولید این صنایع نسبت به حمل و نقل کالاهای تولیدی آن‌ها به مراکز مصرف با صرفه‌تر است.

- صنایع تخصصی

صنایع تخصصی صنایعی هستند که حداقل دارای یکی از ویژگی های زیر می باشند:

- برای بازدهی اقتصادی مطلوب احتیاج به تولید انبوه دارند.
- از تکنولوژی نسبتاً پیچیده ای در تولید استفاده می‌کنند.

www.Telegram.me/Commodities

- به مراکز تأمین مواد اولیه مورد نیاز خود وابستگی مکانی دارند و این مواد فقط در برخی از مناطق کشور قابل تأمین است.

صنایع تخصصی بر خلاف صنایع عمومی که باید پراکنده باشند، صنایعی تمرکز طلب هستند و این الزام به تمرکز ناشی از عواملی زیر است:

- مقیاس اقتصادی تولید نسبت به حجم تقاضای بازار قابل توجه است.
- ایجاد مرکز تحقیق و توسعه جهت انتقال، بومی کردن و گسترش تکنولوژی صنعت و کاهش ضایعات و افزایش بازدهی و کیفیت تولید و نیز ایجاد «مرکز آموزش» جهت تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص مورد نیاز صنعت، احتیاج به سرمایه‌گذاری سنگین دارد که ایجاد روابط افقی و همکاری های گسترده میان واحدهای تولیدی را ایجاب می کنند.
- پیچیدگی‌های تکنولوژیکی صنعت مستلزم استفاده از نیروی انسانی با تخصص بالا و ارتباط تنگاتنگ با مراکز بین‌المللی تکنولوژی است، از این رو لازم است این صنایع در جوار شهرهای بزرگ توسعه یافته که دارای امکانات زیربنایی و خدماتی لازم جهت جذب نیروی انسانی متخصص و نیز برقراری ارتباطات مستمر بین المللی است، استقرار یابند.
- مواد اولیه مصرفی صنعت در فرایند تولید کاهش وزن یا حجم می یابد و یا آن‌که مواد اولیه فاسد شدنی بوده و در جریان حمل دچار ضایعات می‌گردد. به این دلیل حمل کالای تولیدی به مراکز مصرف، نسبت به حمل مواد اولیه مورد نیاز به مراکز تولید این صنایع، از نظر اقتصادی با صرفه‌تر است.
- نسبت هزینه حمل کالا به ارزش کالا، رقم کوچکی است.

www.Telegram.me/Commodities

هر رشته صنعتی که حداقل یکی از موارد پنجگانه فوق در مورد آن مصداق یابد، یک صنعت تخصصی است که باید به طور متمرکز در مراکز تولید مواد اولیه ذیربط یا در جوار شهرهای دارای امکانات خدماتی و زیربنایی لازم استقرار یابد. بنابراین صنعت سوپرآلیاژ به دلیل تکنولوژی بالای مورد نیاز، جز صنایع تخصصی به شمار می-رود. در بخش‌های بعد موارد مهم ذکر شده برای مکان‌یابی این صنعت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۶-۹-۲ بررسی شرایط اقلیمی کشور شامل منابع آب، برق و گاز

اهمیت تاثیر اقلیم بر توسعهٔ صنعت، انجام مطالعات و پژوهش‌های جامعی را در این زمینه ایجاب می‌کند. این مسئله در کشور ما که تنوع شرایط اقلیمی در آن کاملا مشهود است اهمیت بیش‌تری دارد و انجام تحقیقات گسترده در این زمینه امری اجتناب ناپذیر است. بطورکلی، در این بخش علاوه بر معرفی اقلیم‌های مختلف در کشور، به بررسی شرایط اقلیمی کشور از نظر منابع آب، برق و گاز و تاثیر آن‌ها بر صنایع نوپا پرداخته می‌شود.

از آن‌جا که آزمایش‌های عملی در چارچوب وظایف موسسات تحقیقاتی انجام می‌گیرد و این امر تنها با تخصیص بودجه وزمان کافی از سوی سازمان‌های مربوطه امکان‌پذیر است، همچنین به دلیل در دست نبودن آمار و اطلاعات آب و هوایی مناطق مختلف، پژوهش حاضر بیشتر در قالب تحقیقات و گزارشات سازمان‌هایی همچون جهاد کشاورزی، سازمان اقلیم شناسی و محیط زیست صورت گرفته است.

میزان متفاوت و ترکیب گوناگون عوامل اقلیمی که خود ناشی از تفاوت موقعیت جغرافیای مناطق مختلف است، حوزه‌های اقلیمی متفاوتی در جهان پدید آورده که هریک ویژگی‌های خاصی داشته و تاثیرات قابل توجهی بر صنایع مختلف دارد، به‌گونه‌ای که محیط زیست، شهرها و حتی مسیرهای ارتباطی مربوط به این حوزه‌های اقلیمی، ویژگی‌های خاصی متناسب با شرایط اقلیمی خود به‌دست آوردند. اصولا در بسیاری از مناطق جهان، اقلیم به‌وسیلهٔ عرض جغرافیایی و اتفاع از سطح دریا مشخص می‌شود. ایران با قرار گرفتن بین ۲۵ و ۴۰ درجه

www.Telegram.me/Commodities

عرض جغرافیایی شمالی، در منطقه گرم قرار دارد و از نظر ارتفاع نیز، فلات مرتفعی است که مجموع سطوحی از آن که ارتفاعشان از سطح دریا کمتر از ۴۷۵ متر است، درصد بسیار کمی از سطح کل کشور را تشکیل می‌دهند.

با وجود اینک ایران دارای دو حوزه بزرگ آب (دریای خزر و خلیج فارس) است، به‌دلیل وجود رشته کوه‌های البرز و زاگرس و نحوهٔ قرارگیری آن‌ها، اثرات این دو حوزه محدود به نواحی بسیار نزدیک به آن‌ها است و این حوزه‌ها، به ندرت اثری بر اقلیم و حتی صنایع قسمت‌های داخلی دارند.

بی تردید در کشوری کوهستانی مانند ایران، هیچ‌گاه دو نقطه از نظر اقلیمی مانند یکدیگر نیستند. بنابراین، مطالعه و بررسی عوامل اقلیمی درسال توسط سازمان اقلیم شناسی کشور، نشان می‌دهد که اقلیم ایران برگرفته شده از شش عامل گرما، ابر، بارش، باد و غبار، تابش و تندر است و درحالت کلی هفت اقلیم کشور را در بر می-گیرد که شامل

- نواحی دشتی وکویری

- ناحیه شرق دریای خزر

- ناحیه غرب دریای خزر

- ارتفاعات وکوهپایه ها

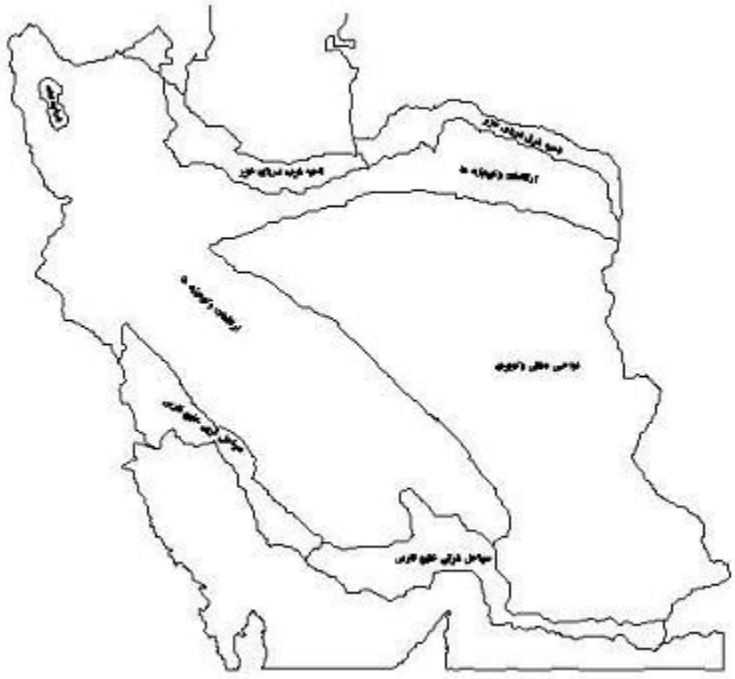
- سواحل غربی خلیج فارس

- سواحل شرقی خلیج فارس

- ناحیه دریاچه ارومیه

می‌شود (شکل ۹-۱).

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۹-۱- تقسیم‌بندی کشور براساس اقلیم‌های اصلی مرکز اقلیم شناسی

اما درمطالعات دقیق وجزئی تراقلیم ایران به پانزده ناحیه اقلیمی تقسیم می‌شود (شکل ۹-۲):

- ناحیهٔ کرانه‌ای جنوبی: عمدتا در سواحل دریای عمان و بخش‌هائی از سواحل خلیج فارس را در بر می‌گیرد. بارزترین ویژگی اقلیمی این ناحیه به ترتیب اهمیت گرما، تابش و رطوبت است. بنابراین می‌توان آن‌را اقلیم گرم، پر آفتاب و رطوبی نامید.

- ناحیه پسکرانه‌ای خزری: بخش نسبتا زیادی از سواحل خزر از آستارا تا بندر ترکمن روی دامنه‌های شمالی البرز را در بر می‌گیرد. اقلیم این ناحیه بارشی رطوبی است.

www.Telegram.me/Commodities

- ناحیه ایران مرکزی: پهناورترین ناحیه آب و هوائی ایران است که تمامی ایران مرکزی و بخش کوچکی از شمال‌شرق ایران را می‌پوشاند. تابش و گرما ویژگی این قلمرو است.

- ناحیه آذری: کمربندی شمال‌غربی- جنوب‌شرقی که بخش بزرگی از آن در قلمرو آذربایجان جا می‌گیرد و اقلیمی رطوبی تندری دارد.

- ناحیه خوزی: دشت خوزستان قلمرو این ناحیه است و اقلیمی گرمائی، بارشی، تندری و باد وغباری دارد.

- ناحیه مغانی: شامل دشت مغان که این ناحیه اقلیمی رطوبی و بادی دارد.

- ناحیه زاگرس غربی: کمربندی شمال‌غربی- جنوب‌شرقی که از کردستان آغاز و به پسکرانه‌های خلیج فارس پایان می‌پذیرد. چهرهٔ غالب اقلیم در این ناحیه بارش و تندر است و از منابع آب مناسبی برخوردار است.

- ناحیه زاگرس شرقی: این ناحیه در شرق زاگرس به موازات ناحیه زاگرس غربی کشیده شده و از آذربایجان آغاز می‌شود. اقلیم این ناحیه بارشی، بادی و تابشی است.

- ناحیه کرانه‌ای خزری: ناحیه کوچکی است که در دل ناحیه پسکرانه‌ای خزری جا گرفته است و از اقلیمی بارشی و رطوبی برخوردار است. منابع آبی در این اقلیم بسیار مناسب می‌باشد.

- ناحیه پسکرانه‌ای جنوبی: کمربندی غربی- شرقی در پسکرانه‌های خلیج فارس و دریای عمان و در پاره‌ای نقاط تا کرانه‌های خلیج فارس هم گسترش دارد. این ناحیه دارای اقلیمی گرمائی، تابشی و بادی غباری است.

- ناحیه سیستانی بزرگ: ناحیه‌ای با کشیدگی شمالی – جنوبی در مرزهای شرقی ایران که از جنوب خراسان تا شمال بلوچستان کشیده شده است. اقلیم غالب آن بادی غباری است. منابع کم آبی در این مناطق به عنوان یک نقطهٔ ضعف در این منطقه به شمار می‌رود.

www.Telegram.me/Commodities

- ناحیه بلوچی: در گوشه جنوب‌شرقی در بلوچستان گسترش یافته واز اقلیمی تندری برخوردار است.

- ناحیهٔ ماکوئی: در گوشه شمال‌غرب ایران ناحیه کوچکی جا گرفته است که اقلیمی تندری و رطوبی دارد.

- ناحیهٔ سیستانی کوچک: ناحیه‌ای کوچک در دل ناحیه سیستانی بزرگ با همان شرایط آب و هوائی اما قوی‌تر و منابع آبی کمتر که شرایط صنعتی در این مناطق را با مشکل روبرو خواهد نمود.

- ناحیهٔ زاگرس بلند: ناحیه‌ای کوچک که در برگیرنده زاگرس مرتفع است و اقلیمی بارشی و تابشی دارد.

شکل ۹-۲- اقلیم‌های مختلف کشور

حال با توجه به اقلیم‌های موجود در کشور و وضعیت آب در اقلیم‌های مذکور، وضعیت منابع انرژی نیز در اقلیم‌های مختلف کشور تفاوت می‌کند. برای مثال ذخایر نفت و گاز ایران در اوایل دههٔ ۸۰ معادل ۲۷۰ میلیارد

www.Telegram.me/Commodities

بشکه معادل نفت خام بوده که ۳۷ درصد آن به نفت خام و ۶۳ درصد آن به گاز طبیعی اختصاص یافته است. نکتهٔ قابل توجه در گزارشات وزارت نفت این است که ۴۸ درصد این منابع در اقلیم‌های خشک کشور می‌باشند، به عبارت دیگر منابع و ذخایر گاز طبیعی ایران عمدتا در مناطق جنوبی کشور و در نزدیکی آب‌های خلیج فارس قرار گرفته‌اند.

بر اساس گزارشات ستاد تحول صنایع و معادن در جدول ذیل سهم مصارف بخش‌ها به تفکیک حامل‌های انرژی اولیه در سال ۱۳۸۶نمایش داده شده است. اگرچه آمار منتشر شده چندان قابل استناد نمی‌باشد، ولیکن پیش‌بینی شده است که این میزان مصرف در دهه اخیر نیز با نسبتی تقریباً مشابه وجود دارد.

جدول۹-۱- مصرف حامل‌های انرژی به تفکیک بخش‌ها

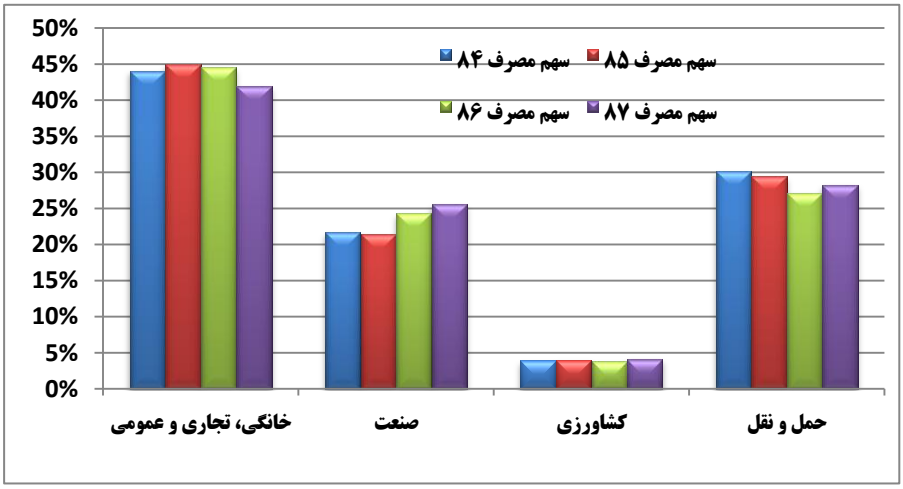
حامل‌ها/ بخش‌ها	صنعت	تبدیل	کشاورزی	حمل و نقل	خانگی	تجاری	عمومی	جمع
بنزین	۰.۲۳	۰	۰.۰۹	۹۹.۱۱	۰	۰	۰.۵۷	۱۰۰
نفت سفید	۱.۲۸	۰	۰.۵۳	۰.۲۶	۹۳.۶	۲.۱	۲.۲۲	۱۰۰
نفت گاز	۹.۴۹	۱۳.۹	۱۲.۶۷	۵۵.۲۸	۲.۳۵	۲.۲	۴.۰۶	۱۰۰
نفت کوره	۳۶.۱	۴۸.۶	۰	۵.۲۳	۰	۷.۲	۲.۸۷	۱۰۰
گازمایع	۱۰.۳	۰	۰	۸.۷۳	۸۰.۹۳			۱۰۰
برق	۳۴		۱۱.۶	۰.۱	۳۴	۷	۱۳.۵	۱۰۰
گازطبیعی	۲۲.۵	۳۹.۳	۰.۸۴	۰.۱۴	۳۷.۱۶			۱۰۰

www.Telegram.me/Commodities

البته در مورد مصارف گاز به نکات ذیل توجه شود:

- مصارف بخش صنعت : سوخت پتروشیمی : ۵.۹٪ - خوراک پتروشیمی : ۴.۴ ٪ - صنعت : ۱۲.۲٪
- مصارف بخش تبدیل انرژی : در نیروگاهها : ۳۰٪ - در پالایشگاههای نفت: ۵.۷٪ - در پالایشگاههای گاز و ایستگاههای تقویت فشار: ۳٪ - در خطوط لوله : ۰.۴٪

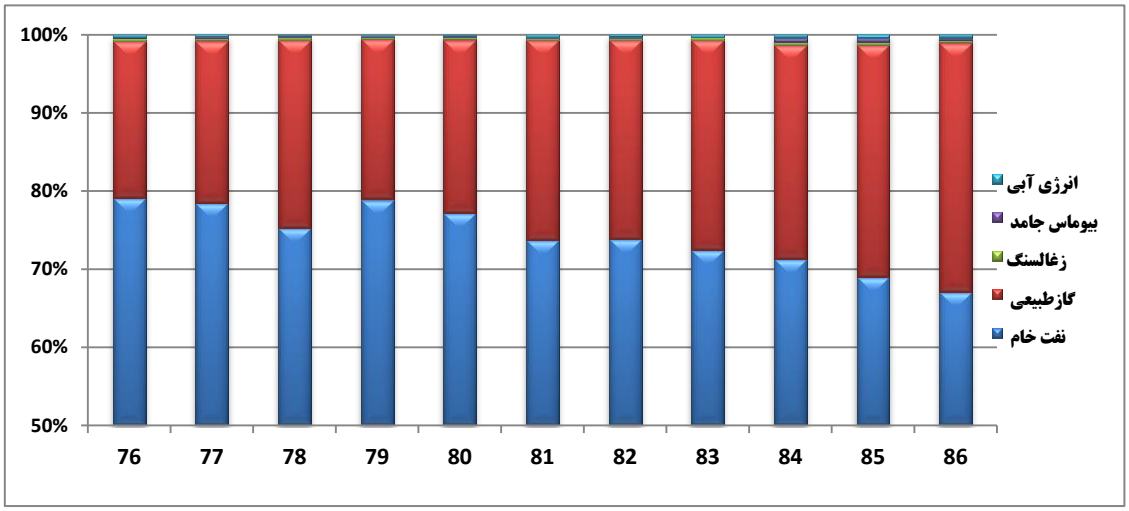
براساس گزارش مشابه این گروه، در سال ۱۳۸۷، ۲۵.۶٪ از کل مصارف انرژی نهائی و ۱۹٪ از یارانه‌های انرژی به بخش صنعت و معدن اختصاص یافته است. به عبارت دیگر بخش صنعت و معدن به نسبت کمتر از یارانه ها استفاده می‌کند. در نمودارهای ذیل نسبت یارانه و مصرف در بخش‌های مختلف نمایش داده شده است (مصرف بدون در نظر گرفتن بخش غیر انرژی).



شکل۹-۳- نسبت یارانه و مصرف در بخش‌های مختلف (ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۷)

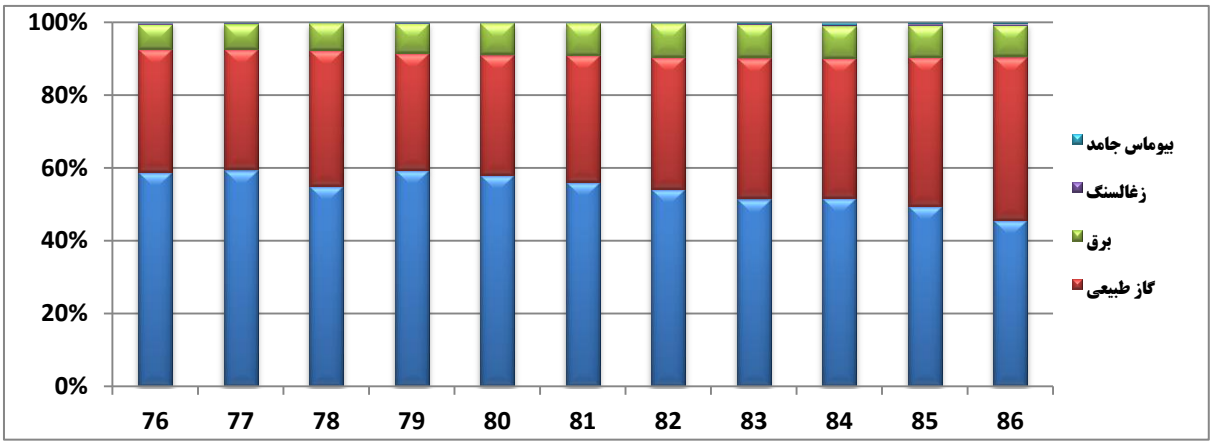
همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان مصرف انرژی در صنعت در حال رشد می‌باشد. در نمودار زیر عرضه انرژی اولیه در کشور طی سالهای ۷۶ تا ۸۶ نمایش داده شده است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۹-۴- عرضه انرژی اولیه در کشور طی سالهای ۷۶ تا ۸۶ (ماخذ: ترازنامه انرژی)

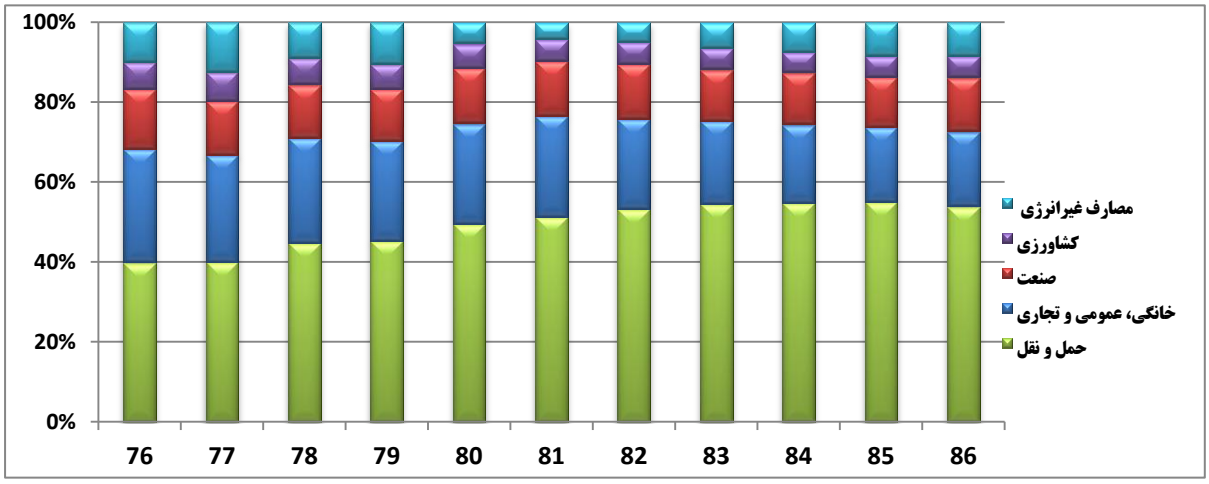
در نمودار زیر سهم حامل ها در کل مصرف نهایی بخش ها نمایش داده شده است.



شکل۹-۵- سهم حامل ها در کل مصرف نهایی بخش ها (ماخذ: ترازنامه انرژی)

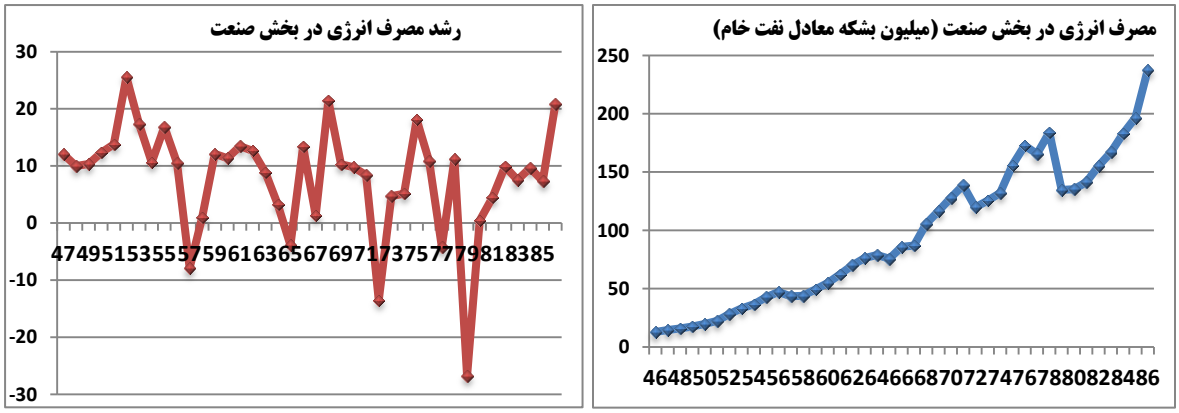
در نمودار زیر سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف فرآورده های نفتی نمایش داده شده است

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۹-۶- سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف فرآورده های نفتی(ماخذ: ترازنامه انرژی)

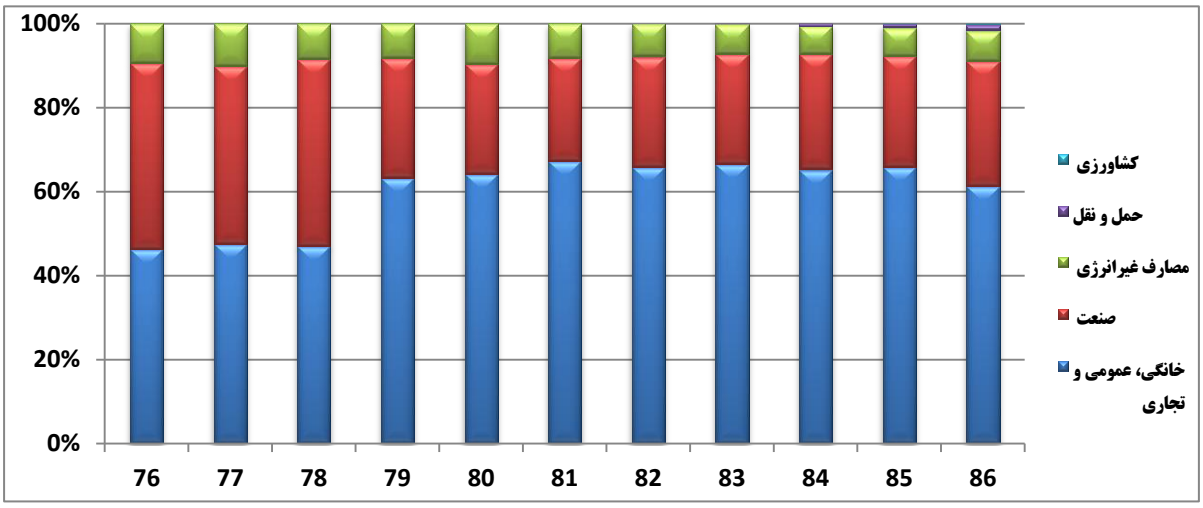
با جمع‌بندی موارد فوق و با توجه به نمودارهای زیر که روند مصرف انرژی در بخش صنعت نمایش داده شده است، می‌توان متوجه شد که مصرف انرژی در بخش صنعت روند رو به رشدی در دهه‌های اخیر داشته است که نکته مثبتی می‌باشد. همچنین شدت مصرف انرژی در بخش صنعت روند رو به کاهشی داشته است که این نیز نکته مثبتی است. البته شدت انرژی در ایران در مقایسه با سایر کشورها از وضعیت چندان مطلوبی برخوردار نیست.



شکل۹-۷- رشد مصرف انرژی در کشور (ماخذ: ترازنامه انرژی سال)

www.Telegram.me/Commodities

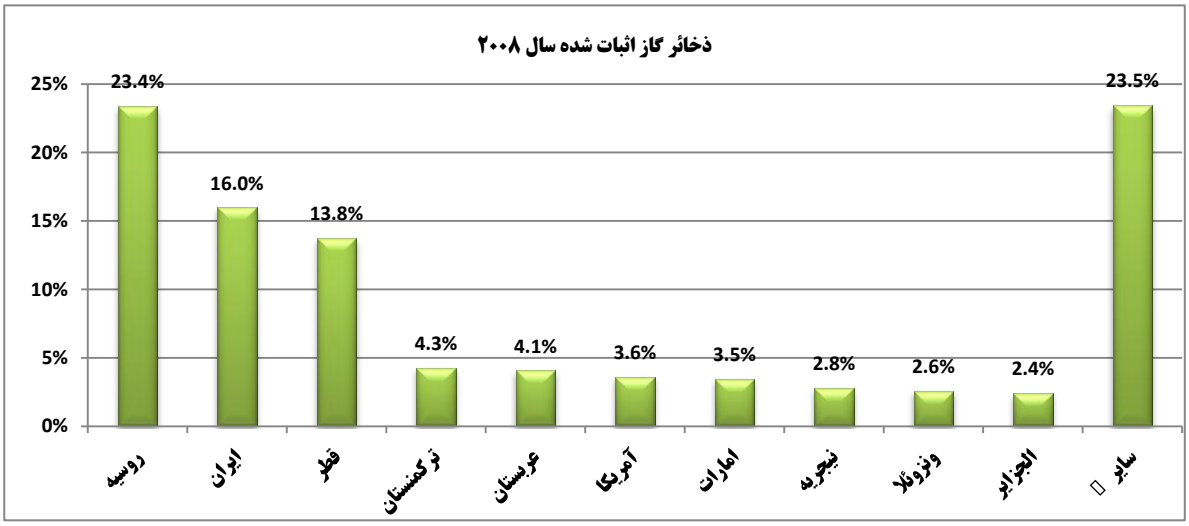
در نمودار زیر سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف گاز طبیعی نمایش داده شده است.



شکل۹-۷- سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف گاز طبیعی (ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶)

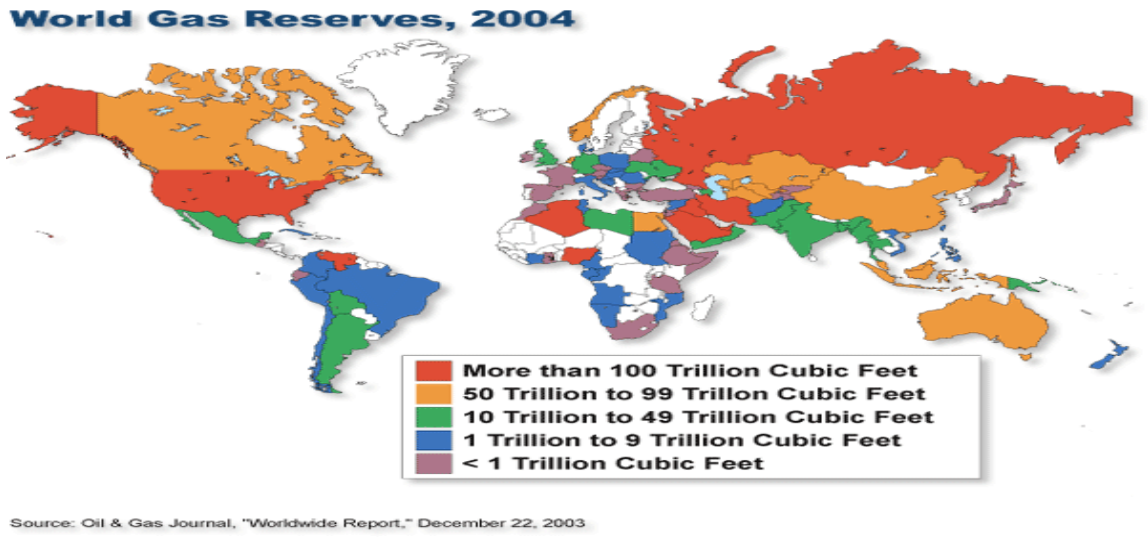
تولید گاز طبیعی در جهت پاسخگویی به تقاضای صنایع داخلی و یا صادراتی عمدتا از منابع گازی مستقل انجام می‌گیرد و گازهای همراه تولیدی از منابع مشترک نفت و گاز، عمدتا جهت تزریق به میادین نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بهره‌گیری از مزیت نسبی گاز طبیعی در جهت تامین انرژی صنایع داخل کشور و نیز گسترش برنامه‌های مبادلات بین المللی گاز طبیعی در راستای ارتقای جایگاه ایران در بازارهای بین المللی از اهداف مهم و استراتژیک صنعت گاز کشور به‌شمار می‌رود. بر اساس مطالعات ذکر شده ذخائر گاز طبیعی حدود ۱۸۵ تریلیون متر مکعب (معادل ۶۵۳۴ تریلیون فوت مکعب) برآورد گردیده که حدود ۲۳ درصد این ذخائر در روسیه و ۱۶ درصد آن در ایران قرار دارد.

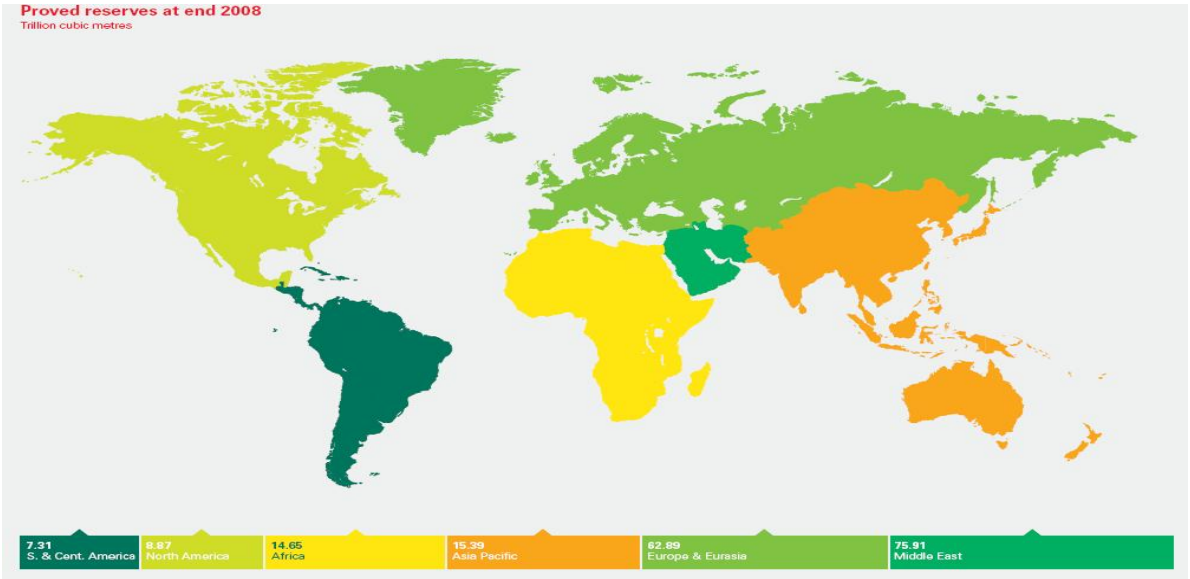
www.Telegram.me/Commodities



شکل ۹-۸- ذخائر گاز اثبات شده جهان تا سال ۲۰۰۸

www.Telegram.me/Commodities



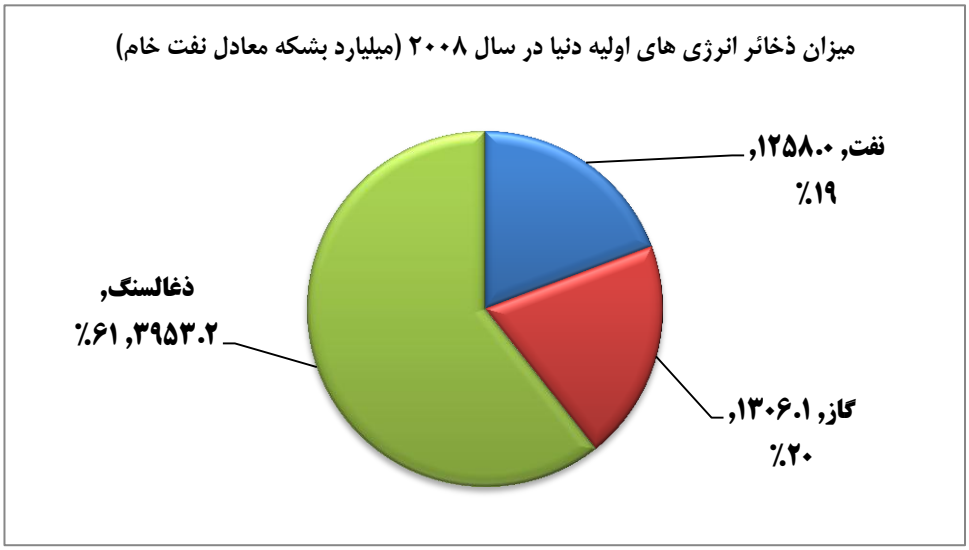


شکل۹-۹- میزان ذخایر گاز طبیعی در مناطق مختلف دنیا

با توجه به مطالب فوق در سال ۲۰۰۸ میزان ذخائر قطعی شده نفت خام ، گاز طبیعی و ذغال‌سنگ به ترتیب ۱۲۵۸ میلیارد بشکه، ۱۸۵ تریلیون متر مکعب و ۸۲۶۰۰۱ میلیون تن برآورد شده که درصورت معادل سازی به

www.Telegram.me/Commodities

نفت خام این ذخائر به میزان ۶۵۱۷.۳ میلیارد بشکه نفت خام می باشد که ایران سهم بسیار بالایی در این ذخائر دارد. در نمودار زیر سهم هر حامل در ذخائر انرژی دنیا نشان داده شده است.



شکل۹-۱۰- میزان ذخائر انرژی دنیا

در نمودار بالا گاز طبیعی به صورت غنی فرض شده است. اگر گاز طبیعی را گاز طبیعی سبک و پالایش شده فرض کنیم این ذخائر به ۱۱۲۶.۵ میلیارد بشکه معادل نفت خام (۱۸٪ ذخائر) تغییر پیدا می‌کند.

با توجه به روند مصرف گاز طبیعی در کشور، سهم گاز طبیعی در سبد انرژی مصرفی کشور از ۲۶ درصد در سال ۱۳۷۰ به ۴۶ درصد در سال ۸۰ افزایش یافته است. رشد مصرف گاز طبیعی در ایران در طی دهه اخیر همواره بیش از رشد مصرف جهانی گاز بوده است. مصرف گاز طبیعی در ایران در طی دهه ۹۰-۸۰ از متوسط رشد سالانه ای به میزان ۱۲ درصد برخوردار بوده است و این امر در حالی است که مصرف جهانی گاز در این دوره تنها دارای رشد سالانه ای به میان ۱.۸ درصد می‌باشد.

در راستای تحقق سیاست جایگزینی گاز با سایر حامل‌های انرژی تلاش‌های گسترده‌ای جهت توسعه هر چه بیشتر سیستم گازرسانی در صنایع کشور انجام گرفته است. ویژگی‌های سیستم گازرسانی در کشور متاثر از

www.Telegram.me/Commodities

ویژگی‌های خاص جغرافیایی میادین نفت و گاز است، و لذا با توجه به این امر در حال حاضر ایران از یک سیستم به‌هم پیوستهٔ گسترده گازرسانی برخوردار می‌باشد.

با توجه به گزارشات منتشر شده توسط وزارت نیرو، سیستم انتقال گاز کشور شامل خطوط انتقال فشار قوی و ایستگاه‌های تقویت فشار گاز نیز طی دهه‌های اخیر از افزایش قابل ملاحظه ای برخوردار بوده است. بطوری‌که خطوط انتقال گاز کشور طی دههٔ اخیر با متوسط رشد سالانه به میزان ۸.۲ درصد در پایان سال ۹۰ به ۱۵.۳ هزار کیلومتر رسیده است. ایران در حال حاضر دارای سه خط لوله اصلی فشار قوی سراسری می‌باشد و احداث خطوط چهارم و پنجم سراسری نیز در مراحل نهایی اجرا قرار دارد. ضمنا مطالعات مربوط به احداث خط ششم سراسری شروع شده است.

علاوه بر این در مناطق شمال شرق و شمال غرب کشور نیز دو خط لوله فشار قوی سرخس- نکا- رشت به قطر ۳۶″ و ۳۰″ و نیز خطوط انتقال گاز آذربایجان به اقطار ۴۸″ و ۳۰″ جهت انتقال گاز مورد نیاز مناطق یاد شده و صادرات احداث گردیده‌اند.

در برنامه سوم و چهارم توسعه کشور (۹۳-۷۹) احداث ۱۲۰۰۰ کیلومتر خط لوله فشار قوی جدید پیش‌بینی گردیده است و لذا با تحقق این برنامه مجموع کل خطوط انتقال گاز کشور به ۲۵۳۰۰ کیلومتر خواهد رسید.

برخی از پروژه های احداث خط انتقال در این برنامه‌ها عبارتند از:

- احداث خط انتقال ۵۶″ سوم سراسری بطول ۸۷۰ کیلومتر
- احداث خط انتقال ۵۶″ چهارم سراسری بطول ۸۱۵ کیلومتر
- احداث خط انتقال ۵۶″ پنجم بطول ۵۰۰ کیلومتر
- احداث خط انتقال ۴۸″دوم آذربایجان بطول ۴۴۰ کیلومتر
- احداث خط انتقال ۳۶″ سرخس - مشهد بطول ۱۴۵ کیلومتر

www.Telegram.me/Commodities

- طراحی ، خرید و احداث ۳۰ ایستگاه تقویت فشار گاز با قدرت ۲۴۰۰ هزار اسب بخار

ایران در حال حاضر دارای قراردادهای مبادلات گاز طبیعی با کشورهای همسایه مانند ترکمنستان و ترکیه می‌باشد. قرار داد واردات گاز از ترکمنستان با حجم سالانه به میزان حداکثر ۸ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۷۴ به امضا رسید و واردات گاز از سال ۷۶ آغاز گردیده است. واردات گاز ایران از ترکمنستان با حجمی به میزان ۰.۴ میلیارد متر مکعب در سال ۱۳۷۶ آغاز و در سال ۱۳۸۰ به ۴.۵ میلیارد متر مکعب رسیده است. در طی دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ مجموع کل واردات گاز از ترکمنستان ۱۲.۱ میلیارد متر مکعب بوده است در سال ۱۳۹۰ قریب ۶ درصد از کل مصرف گاز کشور از طریق واردات تامین گردیده است.

قرارداد صادرات گاز به ترکیه نیز از سال ۷۵ با شرکت بوتاش ترکیه به امضا رسید. حجم گاز تحویلی بر اساس این قرار داد از ۳ میلیارد متر مکعب در سال شروع و پس از سه سال به ۷ میلیارد متر مکعب در سال افزایش یافته و به حداکثر ۱۰ میلیارد متر مکعب در سال خواهد رسید. در راستای تحقق این طرح خط لوله‌ای بطول ۲۵۳ کیلومتر و قطر ۴۰ اینچ در مسیر تبریز به مرز بازرگان احداث گردیده است. صادرات گاز به ترکیه از دوم بهمن ماه ۱۳۸۰ با حضور وزیر نفت و وزیر انرژی و منابع طبیعی ترکیه رسماً آغاز گردید و بر اساس پیش-بینی‌های انجام شده و در چارچوب مفاد قرار داد صادرات گاز ایران در سال ۱۴۰۱ به ۲.۳ میلیارد متر مکعب افزایش خواهد یافت.

در کنار سیستم به‌هم پیوسته و گستردهٔ شبکه گازرسانی ایران در بخش خانگی و تجاری که بخش عمده‌ای از مجموع گاز طبیعی تولید و پالایش شده را مصرف می کند، بخش‌های دیگری شامل نیروگاه ها، صنایع عمده، صنایع پتروشیمی، نیز هستند که بخش اعظمی از گاز پالایش شده را به خود اختصاص می‌دهند کل مصرف مجموعه مورد نظر در حال حاضر سهم گاز در سبد مصرف انرژی فسیلی کشور را به ۶۲ درصد رسانده و پیش-بینی می شود این سهم در آینده ای نزدیک به رشد خود ادامه دهد.

www.Telegram.me/Commodities

طی سال گذشته ۱۴۱/۱ میلیارد متر مکعب گاز به مصرف کنندگان داخلی تحویل شده است که از این مقدار ۴۲ میلیارد و ۲۰۰ میلیون متر مکعب به بخش نیروگاهی و ۳۷ میلیارد و ۵۰۰ میلیون متر مکعب به بخش صنایع و ۵۷ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی نیز در بخش خانگی و تجاری هزینه شده است، ضمن آنکه ۵۵ نیروگاه نیز طی سال ۸۸ تحت پوشش گاز رسانی قرار داشتند. بر اساس آمارهای منتشر شده وزارت نیرو، حجم گاز مصرفی در بخش خانگی و تجاری طی سال ۸۹ به میزان ۳۸۵ میلیارد متر مکعب، سال ۹۰ به مقدار ۳۹۶ میلیارد متر مکعب، سال ۹۱ حدود ۴۰۷ میلیارد متر مکعب، سال ۹۲ به مقدار ۴۱۸ میلیارد متر مکعب و میزان مصرف گاز طبیعی در سال ۱۳۹۳ در بخش خانگی و تجاری حدود ۴۲۹ میلیارد متر مکعب رسیده است.

مقدار مصرف گاز در بخش صنایع طی سال ۸۹ حدود ۱۱۴ میلیارد متر مکعب، سال ۸۹ به میزان ۱۴۲ میلیارد، در سال ۹۰ حدود ۱۷۵ میلیارد متر مکعب، ۱۹۵ میلیارد متر مکعب برای سال ۹۱ به مقدار ۲۰۷ میلیارد متر مکعب برای سال ۹۲ و مقدار حجم گاز مصرفی در بخش صنایع در سال ۹۳ حدود ۲۱۸ میلیارد کتر مکعب برآورد شده است.

میزان گاز مصرفی در بخش صنایع پتروشیمی بر اساس پیش بینی‌های صورت گرفته در سال ۸۸ حدود ۴۲ میلیارد متر مکعب سال ۸۹ به میزان ۵۷ میلیارد متر مکعب، برای سال ۹۰ حدود ۹۱ میلیارد متر مکعب، سال ۹۱ به مقدار ۱۲۳ میلیارد متر مکعب، سال ۹۲ حدود ۱۴۵ میلیارد متر مکعب و برای سال ۱۳۹۳ به میزان ۱۵۷ میلیارد متر مکعب برآورد شده است. بر اساس پیش بینی‌های صورت گرفته حجم گاز مصرفی نیروگاه ها برای سال ۸۸ حدود ۱۵۰ میلیارد متر مکعب، سال ۸۹ به میزان ۱۸۲ میلیارد متر مکعب، سال ۹۰ به مقدار ۲۴۱ میلیارد متر مکعب، سال ۹۱ حدود ۲۴۰ میلیارد متر مکعب، سال ۹۲ به میزان ۵۲۵ میلیارد متر مکعب و برای سال ۱۳۹۳ به مقدار ۲۶۷ میلیارد متر مکعب برآورد شده است.

www.Telegram.me/Commodities

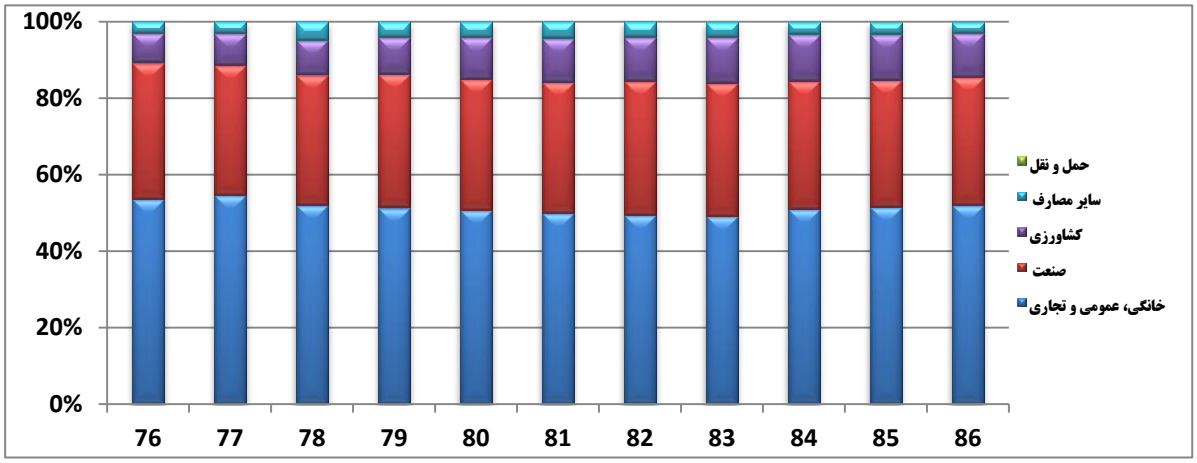
پیش‌بینی‌های مزبور حاکی از این مطلب دارند که به طور متوسط حدود ۳۴ میلیارد متر مکعب گاز نیز طی سال‌های مزبور ازطریق خطوط انتقالی به ترکیه و ارمنستان صادر خواهد شد. حجم مصرفی CNG در بخش حمل و نقل در سال ۸۸ حدود ۱۰ میلیارد متر مکعب و برای سال ۸۹ حدود ۱۴ میلیارد متر مکعب، سال ۹۰ به میزان ۱۷ میلیارد متر مکعب، سال ۹۱ به مقدار ۲۰ میلیارد متر مکعب، سال ۹۲ حدود ۲۴ میلیارد متر مکعب و برای سال ۱۳۹۳ به میزان ۲۸ میلیارد متر مکعب تخمین زده شده است.

انتقال گاز طبیعی از مبادی تولید و پالایشگاه‌ها تا مراکز مصرفی در بخش‌های مختلف از حساسیت و اهمیت بالایی برخوردار است. مجموع خطوط فشار قوی انتقال گاز در کشور هم اینک بالغ بر ۳۲ هزار کیلومتر است که توان انتقال آن روزانه بیش از ۵۰۰ میلیون متر مکعب برآورد می شود. بر اساس تأکیدات صورت گرفته در قالب سند چشم انداز ۲۰ ساله، طول خطوط انتقالی از ۳۰ هزار کیلومتر فعلی باید به حدود ۶۵ هزار کیلومتر افزایش یابد.

از همین رو شرکت انتقال گاز ایران به عنوان یکی از شرکت های تابعه شرکت ملی گاز ایران با بهره مندی از امکانات وسیع اجرایی و خدمات پشتیبانی و ماشین آلات متنوع تمام پروژه‌های عمومی در زمینه‌های مهندسی، طراحی بنیادی و طراحی تفصیلی به ویژه در ارتباط با طراحی و اجرای خطوط انتقال گاز، شبکه‌های تغذیه و توزیع، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز را در سراسر کشور منطبق با استانداردهای بین المللی به انجام می‌رساند.

یکی دیگر از منابع اولیه مورد نیاز در صنعت سوپرآلیاژ برق می‌باشد. در نمودار زیر سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف برق در سال‌های ۷۶-۸۶ نمایش داده شده است.

www.Telegram.me/Commodities



شکل ۹-۱۱- سهم مصرف کنندگان نهایی در کل مصرف برق در سال‌های ۷۶-۸۶(ماخذ: ترازنامه انرژی)

براساس گزارشات مبتنی بر اقلیم‌های معرفی شده، بخش میانی و غربی کشور از نظر انرژی برق از قابلیت‌های قابل قبولی برخوردار می‌باشد و سهم قابل قبولی از نیروگاه‌های برق کشور را به خود اختصاص داده‌اند. با جمع-بندی موارد فوق، انتظار مطالعات گسترده، دقیق، و جدیدی در این زمینه می‌رود که همکاری‌های نزدیکی را با وزارت نیرو و صنایع می‌طلبد.

۶-۹-۳ بررسی وضعیت مواد اولیه اصلی مورد نیاز صنعت سوپرآلیاژ در استان‌های مختلف کشور

با توجه به بخش ۶-۲-۵، مهم‌ترین مواد اولیه اصلی مورد نیاز در صنعت سوپرآلیاژ را می‌توان به عناصری همچون نیکل، کبالت، تنگستن، تیتانیوم، نیوبیوم، زیرکونیوم، رنیوم، کروم، مولیبدن، و وانادیوم محدود کرد. در

www.Telegram.me/Commodities

بخش مذکور وضعیت جهانی معادن و پراکندگی جهانی عناصر فوق به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش به بررسی وضعیت معادن این عناصر در داخل کشور مطالعه شده است و بر اساس آمارهای منتشر شده توسط سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS) معادن و ظرفیت‌های تولید آن‌ها بررسی شده است.

بر اساس آمار منتشر شده تا سال ۲۰۱۲، وضعیت معادن کشور از نظر تولید خالص (تن بر سال) در موارد ذکر شده در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول۹-۲- وضعیت معادن کشور از نظر تولید خالص (تن بر سال)

ماده اولیه	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	معادن فعال
نیکل	–	–	–	–	–	–
مولیبدن	۳۷۰۰	۲۵۰۰	۳۹۰۰	۲۴۰۰	۳۹۰۰	صنایع ملی مس ایرانیان مجتمع مس سنگون
تنگستن	–	–	–	–	–	–
تیتانیوم	–	–	–	–	–	–
نیوبیوم	–	–	–	–	–	–
زیرکونیوم	–	–	–	–	–	–
رنیوم	–	–	–	–	–	–

www.Telegram.me/Commodities

کروم*	۱۳۰۰۰۰	۱۱۰۰۰۰	۲۲۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	کرومیت فریاب اسفنداقه کرومیت مکی کرومیت خوی زرکوه کروم کرومیت سفید کرومیت راور کرومیت کلاته خوش کرومیت عدالت کرومیت باغ ذبیح کرومیت سفید نهر
کبالت	–	–	–	–	–	–
وانادیوم	–	–	–	–	–	–

همانطور که مشاهده می‌شود بیش‌تر منابع مورد نیاز در ایران وجود نداشته و از بین منابع موجود نیز بیش-ترین منابع در خراسان رضوی و آذربایجان شرقی قرار دارند.

www.Telegram.me/Commodities

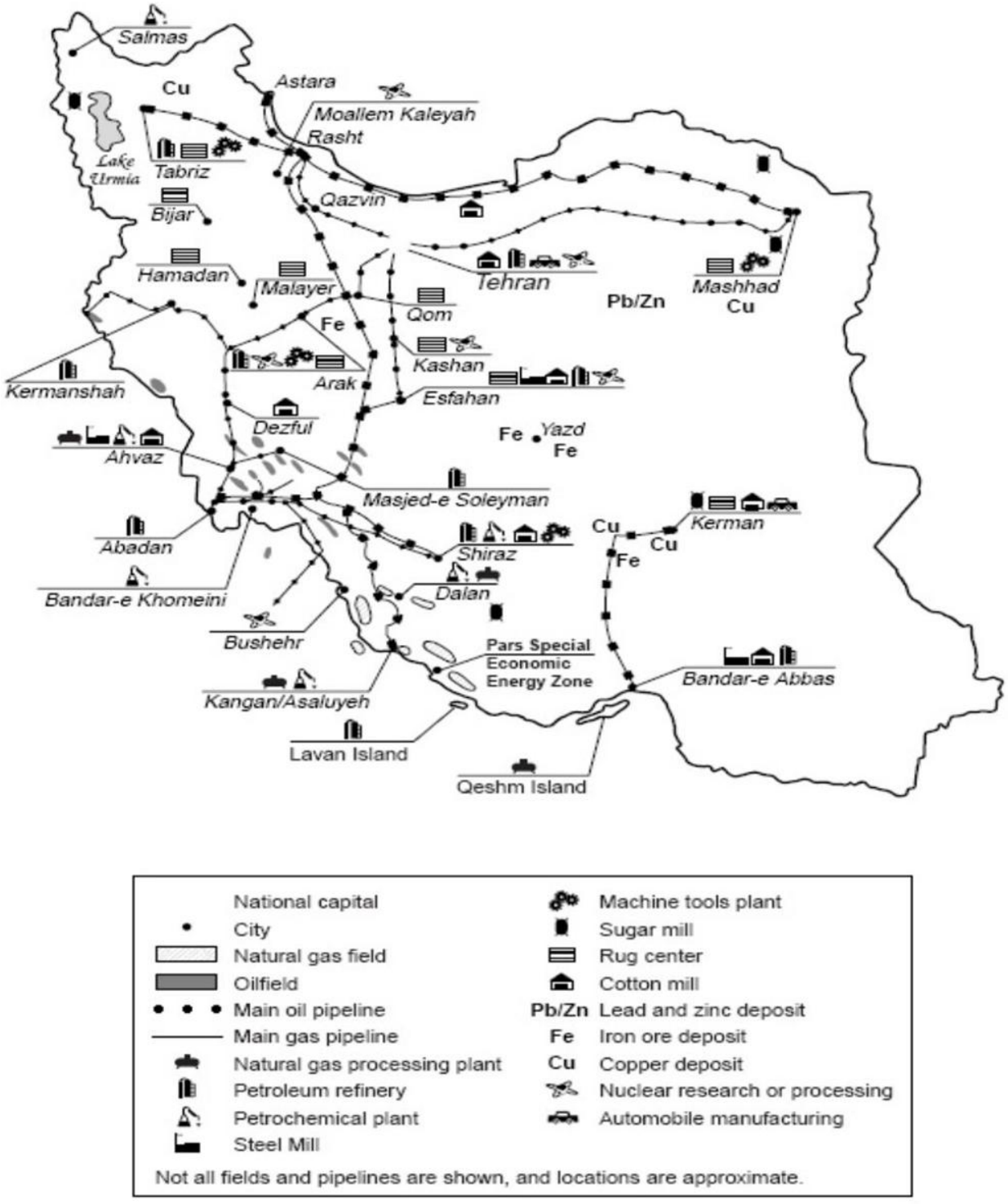
۶-۹-۴ بررسی وضعیت مصرف سوپرآلیاژها در مناطق مختلف کشور

درحال‌حاضر، اصلی‌ترین مصرف کنندگان سوپرآلیاژ در کشور صنعت توربین گازی و صنایع نفت، گاز و پتروشیمی می‌باشند. فعالیت‌های مرتبط با صنعت توربین گازی در دو استان البرز (شهر کرج) و تهران متمرکز است. از جمله شرکت‌های فعال در این زمینه می‌توان به شرکت‌های توگا، پرتو، موادکاران و شرکت‌هایی نظیر توربین خاورمیانه و توربوتک در حوزه نفت اشاره نمود که تماما در این دو استان متمرکز هستند.

۶-۹-۵ بررسی نقاط مختلف کشور از نظر تراکم صنعتی

یکی دیگر از موارد مهم در انتخاب و بررسی موقعیت‌های جغرافیایی مناسب برای راه‌اندازی صنعتی جدید مانند صنعت سوپرآلیاژ، بررسی وضعیت پراکندگی صنعت حال حاضر کشور می‌باشد. برا این اساس می‌توان به نقشه پراکندگی صنعت کشور رجوع نمود.

www.Telegram.me/Commodities



شکل۹-۱۲- نقشه صنعتی ایران

www.Telegram.me/Commodities

با توجه به نقشه صنعتی کشور و گزارشات کارگروه پژوهشی وزارت صنعت و معدن در هشت ماهۀ منتهی به سال ۹۳، می‌توان نتیجه گرفت که بخش‌های مرکزی و غربی کشور از بیش‌ترین پراکندگی و بخش‌های شرقی کشور از ضعیف‌ترین مناطق صنعتی کشور به شمار می‌روند. به عبارت دیگر نیمی از ۸۱ هزار واحد صنعتی کوچک در کشور در۷۳۳ شهرک صنعتی مرکزی کشور مانند تهران و اصفهان قرار گرفته‌اند. بر اساس این گزارش طرح‌های صنعتی با پیشرفت فیزیکی صفر تا ۲۰ درصد بیشترین سهم از وضعیت کنونی پراکندگی صنعت و اشتغال را به خود اختصاص داده است، اختصاص این سهم عظیم در حالی است که نهایی شدن طرح‌ها با پیشرفت فیزیکی صفر تا ۲۰ درصد زمان‌بر است و آنچه مسلم است تحقق پیش‌بینی دقیق وضعیت صنعتی کشور برای این گروه در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نخواهد بود.

استان‌های پیشتاز براساس داده‌های اعلام‌شده در طرح‌های با پیشرفت فیزیکی صفر تا ۲۰ درصد استان‌های مرکزی، آذربایجان شرقی، اصفهان، فارس و خراسان رضوی بیشترین سهم در صنعت و اشتغال را به خود اختصاص داده‌اند، سهم استان مرکزی در این بخش ۱۴۴ هزار و ۵۹۳ نفر اشتغال پیش‌بینی شده و برای آذربایجان شرقی نیز اشتغال ۱۳۸ هزار و ۱۰۸ نفری مد نظر قرار گرفته است. اصفهان نیز به‌عنوان سومین استان در پروژه‌های با پیشرفت فیزیکی صفر تا ۲۰ درصد سهمی ۱۳۰ هزار و ۸۰۹ نفری را دارد. طرح‌های صنعتی با ۲۰ تا ۴۰ درصد پیشرفت فیزیکی در هشت ماه منتهی به آبان ماه استان‌های اصفهان، خراسان رضوی، مازندران، یزد و خوزستان بیشترین سهم در وضعیت پراکندگی را به خود اختصاص داده‌اند. سهم استان اصفهان در این طرح‌ها بیش‌ترین میزان می‌باشد. استان خراسان رضوی و استان مازندران نیز به عنوان دومین و سومین استان در پیش‌بینی وضعیت صنعتی و اشتغال برخوردار می‌باشند. استان یزد و استان خوزستان نیز در رده‌های بعدی قرار دارند.

www.Telegram.me/Commodities

نکته قابل توجه در آمار اعلام شده بیانگر آن است که در مدت زمان مورد بررسی هیچ پیش‌بینی برای ایجاد اشتغال در طرح‌های صنعتی با پیشرفت فیزیکی ۲۰ تا ۴۰ درصد و ۴۰ تا ۶۰ درصد در مناطق آزاد انزلی، ماکو، کیش و اروند صورت نگرفته است و سهم صنعتی در پروژه‌های با پیشرفت فیزیکی ۶۰ تا ۸۰ درصد و ۸۰ تا ۱۰۰ درصد نیز در مناطق آزاد انزلی، کیش و اروند صفر بوده است.

موقعیت های مطلوب جغرافیایی برای توسعه صنعت سوپرآلیاژ

صنعت تولید سوپرآلیاژها صنعتی متکی بر دانش فنی است. مهمترین عوامل در موفقیت یک واحد تولید کننده سوپرآلیاژ، مدیریت تخصصی، نیروی کار ماهر وپیروی از استانداردهای سختگیرانه محیط کار است. با توجه به ظرفیت های محدود واحدهای تولید سوپرآلیاژ، مقدار نیاز این صنعت به گاز ، برق و آب در مقایسه با صنایع بالادستی تولید مواد اولیه فلزی نظیر فولاد یا آلومینیوم بسیار ناچیز است. با توجه به تعدد عناصر مورد استفاده در تولید سوپرآلیاژها، هیچ کشوری در دنیا از این نظر برتری مطلق ندارد و بخش قابل توجهی از مواد اولیه صنعت از طریق تامین کنندگان متعدد خارجی تامین می‌شود. از طرف دیگر با توجه به حجم پایین مواد اولیه و محصولات، دسترسی آسان به شبکه حمل و نقل جاده ای کافی است و تمهیدات ویژه ای در زمینه حمل ونقل مورد نیاز نیست. علاوه بر این، صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی صنعتی بسیار تمیز بوده و از جمله صنایع سبز محسوب می‌شود. علت این موضوع مواد اولیه بسیار خالص و فرایند تولید با آلایندگی بسیار ناچیز می‌باشد و لذا از نظر ملاحظات زیست محیطی ایجاد صنعت تولید مواد اولیه سوپر آلیاژی مشمول محدودیت جغرافیایی خاصی نخواهد بود.

www.Telegram.me/Commodities

مهمترین پارامتر برای تعیین موقعیت مطلوب یک واحد تولید سوپرآلیاژ در کشور، نزدیکی به محل استقرار صنایع پایین دستی است. معمولا بخش قابل توجهی از مواد اولیه سوپرآلیاژ بصورت قراضه از صنایع پایین دستی ارسال می‌شود و پس از فرآوری به این صنایع بازگردانده می‌شود. این رفت و برگشت قراضه و محصول بصورت مداوم وجود دارد و لذا فاصله نزدیک محل های تولید ومصرف مواد ، هزینه های انتقال را به میزان قابل توجه کاهش می‌دهد.

در حال حاضر، عمده فعالیت های تولید قطعات سوپرآلیاژی ریختگی در دو شرکت پرتو و موادکاران که هردو زیرمجموعه گروه مپنا هستند متمرکز است. با توجه به قرارداشتن این دو مجموعه در مشکین دشت کرج و نیز وجود سایر شرکت های مرتبط با توربین گاز صنعتی نظیر توربین شهریار در این محدوده، منطقه مشکین دشت کرج یکی از مناطق مناسب برای ایجاد یک واحد تولید سوپرآلیاژ می‌باشد. با توجه به نزدیکی نسبی این منطقه به پایتخت، جذب نیروی کار با سهولت بیشتری انجام خواهد شد. قابل ذکر است که با توجه به عدم وجود پارامترهای محدودکننده‌ی جغرافیایی، زیست محیطی و تأمین انرژی، گزینه‌های متعددی برای در تأسیس یک واحد تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور وجود دارد که اجازه انتخاب با توجه به سلایق سرمایه گذران را فراهم می‌سازد. اما انتخاب موقعیت‌های نزدیک به شرکت‌های مصرف‌کننده در مورد آلیاژهای ریختگی و قرار گرفتن در مجاورت شرکت‌های توانمند در انجام عملیات ترمومکانیکی از دیدگاه اقتصادی انتخاب بهینه خواهند بود.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۹-۶ بررسی وضعیت صادرات محصول

با توجه به توضیحات ارائه شده در بخش ۶-۴-۱۰، در حال حاضر برنامه منسجمی برای تولید سوپرآلیاژها در کشور وجود ندارد و در نتیجه چشم انداز روشنی برای صادرات این محصولات متصور نیست. همانطور که گفته شد قرارگیری کشور در حوضه نفت خیز خلیج فارس و نزدیکی به شبه جزیره هند و امکان صادرات پرسود به این مناطق می‌تواند پایه‌گذار تأسیس کارخانجات تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در ایران باشد.

www.Telegram.me/Commodities

مراجع:

1- PressTV:" Iran privatizes $63bn of state assets." Retrieved January 28, 2010.

2- *Economist*, Jan 18, 2003

3- http://www.globalsecurity.org/military/world/iran/mjf.htm

4- Abrahamian, *History of Modern Iran*, (2008), p.178

5- http://www.aljazeera.com/focus/2010/05/201052271814825709.html

6- http://blogs.forbes.com/danielfisher/2011/07/05/the-worlds-worst-economies

7- http://www.heraldextra.com/content/view/205986/3

8- http://web.archive.org/web/20080506122659/http:/www.iran-daily.com/1387/3111/html/economy.htm

9- http://payvand.com/blog/blog/2009/11/18/iran-falls-to-168-in-corruption-perception-index-2009/

10- http://www.freedomhouse.org/template.cfm?page=140&edition=8&ccrcountry=158&section=84&ccrpage=37

11- https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ir.html

12- "Iran: Country Brief". Development Progress. World Bank. June 2009. http://go.worldbank.org/KQD2RP3RX0. Retrieved 12-07-2009.

13- http://www.eghtesadonline.com/fa/content/42745/

14- http://www.khabaronline.ir/detail/369204/Economy/macroeconomics

15- http://djavadsalehi.com/2013/02/11/inflation-and-money-supply-in-iran-a-closer-look/

16- http://www.taraznews.com/content/58367

www.Telegram.me/Commodities

17- http://www.bbc.co.uk/persian/business/2015/01/150124_inflation_centralbank_iran

18- http://khim.ir/main/?p=9096

19- http://khabaronline.ir/print/345250/Economy/commerce?model=WebUI.Models.Details.DetailsPageViewModel

۲۰- اتاق بازرگانی تهران

21- http://www.farsnews.com/newstext.php?nn=13930130000554

22- http://www.tebyan.net/newindex.aspx?pid=72296

۲۳- سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴

۲۴- مجموعه برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران

25- http://farsi.khamenei.ir/news-content?id=25370

26- http://www.khabaronline.ir/detail/365688/Economy/macroeconomics

27- Global High Performance Alloys Market 2013-2023: Prospects for Titanium, Nickel & Cobalt

28- European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS): Global trends 2030 – Citizens in an interconnected and polycentric world

29- ESPAS: The world in 2030 highlights

30- Cebr’s World Economic League Table

۳۱- گزیده نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰

32- http://www.donya-e-eqtesad.com/news/793716/

33- International Iron and Steel Institute 2006 report

www.Telegram.me/Commodities

34- U.S. Energy Information Administration

35- Oil and Gas Journal

۳۶- مرکز آمار ایران

۳۷- مروری بر ۲۱ سال آمار انرژی کشور، وزارت نیرو، ۱۳۹۰

۳۸- گزارش صنعت برق، شرکت توانیر، ۱۳۹۰

۳۹- مروری بر مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو، ۱۳۹۰

40- http://alihse2.blogfa.com/post-69.aspx

www.Telegram.me/Commodities

فصل دهم

بند ۶-۱۰ :استانداردهای مرتبط با سوپرآلیاژها و مواد اولیه

www.Telegram.me/Commodities

استانداردها در صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی با توجه به کاربردهای حساسی که این مواد دارند نقش تعیین کننده ای دارند. با توجه به تنوع در مواد اولیه و نیز حساسیت های متفاوتی که مشتریان با توجه به کاربردهای مورد نظر دارند، از استانداردهای متفاوتی در این صنعت استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در مقایسه با سایر آلیاژهای غیر آهنی و فولادها، کنترل ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی مواد اولیه سوپرآلیاژی بسیار دقیقتر و با استفاده از تجهیزات پیشرفته تر انجام می‌شود. همچنین استاندارد های مورد استفاده در تولید قطعات توربین سوپرآلیاژی نظیر پره های ثابت و متحرک برای کاربردهای هوایی بسیار سختگیرانه تر از استانداردهای مورد استفاده در قطعات مشابه برای توربین های صنعتی زمینی است.

۶-۱۰-۱: استانداردهای مربوط به مواد اولیه سوپرآلیاژی در ایران و کشورهای رقیب

به طور کلی دو دسته استاندارد برای معرفی فرآیندهای تولیدی و تکمیلی سوپرآلیاژها وجود دارد:

۱. استانداردهای سازمانی
۲. استانداردهای شرکت های طراح آلیاژ

در ایران، با توجه به عدم وجود شرکت های طراح توربین و طراح آلیاژ از یکسو و عدم وجود تجهیزات و دانش فنی تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی از سوی دیگر، استانداردهای داخلی در این زمینه وجود ندارد و عمدتاً برای مواد اولیه و فرآیندهای ساخت سوپرآلیاژها از استانداردهای سازمانها و شرکت های معتبر غربی استفاده می‌شود. در این بخش، سه دسته از استانداردهای سازمانی معتبر و متداول شامل AMS ، MIL-STD و ASTM و نیز دو دسته مهم از استانداردهای شرکتی شامل GE و PWA که کاربردهای عمده ای در صنعت سوپرآلیاژ دارند تشریح شده اند.

www.Telegram.me/Commodities

- **استاندارد AMS[1]:**

این مجموعه استانداردهای سازمانی در رابطه با مواد مورد استفاده در صنایع هوافضا بوده و تحت نظارت SAE[2] یا "انجمن مهندسین حمل و نقل" قرار دارد. این انجمن در سال ۱۹۰۵ میلادی در آمریکا افتتاح شده و در زمینه‌های حمل و نقل، صنایع خودرو و صنایع هوافضا فعالیت دارد. چاپ مقالات و کتب، برگزاری کنفرانس‌ها و تدوین استانداردهای صنعتی از جمله فعالیت‌های اصلی این انجمن است [۱]. چند استاندارد اصلی AMS مربوط به سوپرآلیاژها به قرار زیر می‌باشند:

- AMS2769: این استاندارد مربوط به انجام فرآیندهای گرمایی بر روی قطعات فلزی (مثل سوپرآلیاژها) می‌باشد [۱].
- AS5491: این استاندارد روش محاسبهٔ تعداد جای‌خالی‌های الکترونی را در سوپرآلیاژها مشخص می‌کند که برای تولیدکنندگان مواد خام دارای اهمیت زیادی می‌باشد [۱].
- J467B: در این استاندارد بعضی از خواص سوپرآلیاژهای سنتی موجود است [۱].
- AMS4676: در این استاندارد خواص بعضی از آلیاژهای پایه نیکل بررسی شده است [۱].
- J470: این استاندارد به بررسی خواص بعضی از آلیاژهای پایه نیکل یا دارای این عنصر به عنوان عامل اصلی می‌پردازد. لازم به ذکر است که همهٔ آلیاژها کارشده هستند [۱].
- AMS2281: این استاندارد مشخص کنندهٔ حد بالایی مجاز برای عناصر جزئی و ناخواستهٔ موجود در آلیاژهای پایه نیکل، پایه کبالت و آهنی کارشدهٔ مورد استفاده در مصارف دما بالا و پرتنش است [۱].

- **استاندارد Mil-STD[3]:**

[1] Aerospace Material Specifications
[2] Society of Automotive Engineers
[3] United States Military Standards

www.Telegram.me/Commodities

این مجموعه استانداردهای سازمانی در رابطه با مواد، تجهیزات و سیستم‌های مورد استفاده در وزارت دفاع آمریکا بوده و بسیاری از آنها کارکرد غیر نظامی نیز دارند [۲]. چند استاندارد اصلی **Mil-STD** مربوط به سوپرآلیاژها به قرار زیر می‌باشند:

- MIL-C-24689: این استاندارد به بررسی پوشش بعضی از آلیاژهای کبالت می‌پردازد [۳] (پیوست ۱).
- MIL-N-8550: این استاندارد به بررسی آلیاژی مشابه Inconel X می‌پردازد [۳] (پیوست ۲).
- MIL-STD-1869: این استاندارد به بررسی پارامترهای لازم برای پذیرش پره‌های توربین ساخته شده از سوپرآلیاژها به صورت ریخته‌گری و یا ماشین‌کاری شده می‌پردازد [۳] (پیوست ۳).
- MIL-STD-1870: در این استاندارد اندازه دانهٔ قابل پذیرش برای پره‌های توربین ریخته‌گری شده بررسی می‌شود [۳] (پیوست ۴).

- **استانداردهای ASTM[۴]:**

این مجموعه استانداردهای سازمانی در رابطه با انواع مواد، تجهیزات و سیستم‌های صنعتی و غیر صنعتی فعال و روزآمد می‌باشد. ASTM یا همان "انجمن آمریکایی مواد و آزمون‌ها" در سال ۱۸۹۸ میلادی در آمریکا افتتاح شده و چاپ مقالات و کتب، برگزاری کنفرانس‌ها و تدوین استانداردهای مختلف از جمله فعالیت-های اصلی آن است [۴]. چند استاندارد اصلی ASTM مربوط به سوپرآلیاژها به قرار زیر می‌باشند:

- ASTM A297 / A297M: این استاندارد به بررسی مشخصات آلیاژهای ریخته‌گری شدهٔ آهن – کروم و آهن – کروم – نیکل دما بالا می‌پردازد [۴].

[4] American Society for Testing and Materials

www.Telegram.me/Commodities

- ASTM A608 / A608M: این استاندارد مربوط به بررسی آلیاژهای ریخته‌گری شدهٔ آهن – کروم – نیکل دما بالای مورد استفاده در قطعات تحت فشار می‌باشد [۴].
- ASTM A351 / A351M: این استاندارد به بررسی فلزات آستنیتی ریخته‌گری شدهٔ مورد استفاده در قطعات تحت فشار می‌پردازد [۴].
- ASTM A567 / A567M: این استاندارد در رابطه با آلیاژهای ریخته‌گری شدهٔ پایه نیکل، پایه کبالت و پایه آهن دما بالا، حاوی اطلاعات گسترده‌ای است [۴].

- **استانداردهای شرکت GE[5]:**

این مجموعه استانداردهای شرکتی در رابطه با مواد و فرآیندهای مورد استفاده در شرکت General Electric است. این شرکت در سال ۱۸۹۲ میلادی در آمریکا افتتاح شده و در زمینه‌های بسیار گسترده‌ای مثل تولید ژنراتورها و انواع موتورهای توربین گاز صنعتی و هوایی فعالیت دارد [۵]. چند نمونه از استاندارد و کتابچهٔ فنی مربوط به سوپرآلیاژها که توسط شرکت GE تهیه شده است به قرار زیر می‌باشند:

- D50A159: این استاندارد مشخصات اصلی مواد مورد استفاده در تولید قطعات مختلف (از جمله توربین‌ها) را تعیین می‌کند [۵] (پیوست ۵).
- GER-3569G: در این کتابچه مواد مورد استفاده در توربین‌های پیشرفتهٔ گازی بررسی شده است [۵] (پیوست ۶).
- GER-3808C: این کتابچه مشخصات فنی یک توربین گازی خاص را دربردارد [۵] (پیوست ۷).
- GER-3945A: در این کتابچه مشخصات فنی توربین‌های بخار بررسی شده است [۵] (پیوست ۸).

[5] General Electric

www.Telegram.me/Commodities

- GEA31097: این کتابچه مشخصات فنی یک توربین گازی خاص را دربردارد [۵] (پیوست ۹).

- **استانداردهای شرکت PWA[۶]:**

این مجموعه استانداردهای شرکتی در رابطه با تجهیزات تولیدی کارخانهٔ Pratt & Whitney است. این شرکت در سال ۱۹۲۵ میلادی در آمریکا افتتاح شده و در زمینهٔ تولید انواع موتورهای هواپیما فعالیت دارد [۶]. با توجه به کاربردهای عمدتاً نظامی محصولات، این شرکت اطلاعات مربوط به استانداردهای مورد استفاده را منتشر نکرده و فقط بعضی اطلاعات فنی و اقتصادی مربوط به قطعات تولیدی را اعلام می‌کند. در پیوست ۱۰ اطلاعات فنی مربوط به یکی از موتورهای تولیدی این شرکت که در هواپیماهای مسافربری کاربرد دارد ارایه شده است.

مشخصات فنی و استانداردهای تعدادی از سوپرآلیاژهای پر مصرف در ایران

فعالیت های مرتبط با ساخت قطعات سوپرآلیاژی در داخل کشور عمدتاً در صنعت توربین های گازی زمینی و نیز صنایع مرتبط با نفت و گاز و پتروشیمی متمرکز شده است. از مهمترین آلیاژهای مورد استفاده در داخل کشور می‌توان به آلیاژهای IN 713C، Inconel 738 ، Haynes 188, GTD111 ، Hastelloy X، FSX414، Inconel 600، Inconel 625، Inconel 625LCF، Inconel 718 و IN792 اشاره نمود. در جدول شمارهٔ ۱ ترکیب شیمیایی، نام تجاری و استانداردهای مورد استفاده در سوپرآلیاژهای مهم آورده شده است. همچنین در بخش ضمیمه، مشخصات فنی تعدادی از سوپرآلیاژها به عنوان نمونه آورده شده است.

[6] Pratt and Whitney Aircraft

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۰-۲: تدوین استانداردهای جدید در صنعت سوپرآلیاژ به منظور افزایش بهره وری و بهینه سازی

در حال حاضر، عملاً صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور وجود ندارد. توان فنی برای طراحی و ساخت آلیاژهای جدید در طول زمان و در تعامل با شرکت های طراح توربین و سازندگان اصلی تجهیزات[۷] (OEM) حاصل می‌شود که این توانمندیها در حال حاضر در داخل کشور وجود ندارد. در صورت ایجاد صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی و با افزایش سطح دانش فنی فرآیند ذوب تحت خلا در کشور نیاز به تدوین استانداردهای داخلی برای افزایش بهره وری و بهینه سازی فرآیند بصورت طبیعی ایجاد خواهد شد. هر شرکت تولید کننده مواد اولیه سوپرآلیاژی بر مبنای شرایط خود، از قبیل مواد معدنی مورد استفاده، کیفیت قراضه موجود، ویژگی های تجهیزات خط تولید و تقاضای مشتریان، استانداردهای لازم برای افزایش بهره وری و بهینه سازی خط تولید و کنترل کیفیت محصول را توسعه می‌دهد.

مرحله اول برای استاندارد سازی سوپرآلیاژها در کشور تولید آلیاژهای مشابه با آلیاژهای استاندارد موجود است. در این مرحله در مورد آلیاژهایی که دوره مالکیت معنوی آنها سپری شده است مشکلی وجود نخواهد داشت و می‌توان با انتقال دانش فنی از شرکت های مجرب در این زمینه تولید این قبیل آلیاژها را بومی نمود. اما در مورد آلیاژهایی که تحت لیسانس تولید می‌شوند باید با نامگذاری مشابه و تغییر جزیی در محدوده ترکیب شیمیایی فرآیند تولید را توسعه داد. به عنوان مثال، می‌توان آلیاژ GTD222 را که هنوز تحت لیسانس شرکت GE تولید می‌شود را با استانداردی نظیر IMD222 تولید نمود. در نهایت، با کسب تجربه کافی در زمینه تولید سوپرآلیاژها، می‌توان بر مبنای تقاضای مشتریان داخلی و خارجی، آلیاژهایی با استانداردهای جدید را توسعه داد.

۶-۱۰-۳: پیشنهاد استاندارد سوپرآلیاژهای تولیدی بر اساس نیاز بازار

در حال حاضر، صنایع عمده مصرف کننده مواد و قطعات سوپرآلیاژی در کشور در مرحله تهیه مواد و قطعات از خارج از کشور و نصب قطعه و یا، در بهترین شرایط، در مرحله مهندسی معکوس و ساخت قطعات بر مبنای استاندارد های OEM هستند. فعالیت هایی در مقیاس تحقیقاتی برای جایگزینی استانداردهای مواد اولیه در

www.Telegram.me/Commodities

جریان است اما هدف از این فعالیت ها عمدتاً جایگزینی مواد اولیه خارجی با یکدیگر بوده است. تدوین استاندارد بر اساس نیاز بازار نیازمند وجود شرکت های توانمند و صاحب دانش بومی در داخل کشور است. پس از انجام مراحل تحقیقاتی لازم و ارایه طراحی های جدید توسط این شرکت ها، استانداردهای جدید برای مواد اولیه و فرآیند تولید وارد بازار داخلی خواهند شد. در شرایط فعلی، توانمندی لازم حتی برای تولید اقتصادی مواد اولیه سوپر آلیاژی بر مبنای استانداردهای خارجی موجود در کشور وجود ندارد. در صورت ایجاد یک واحد تولید مواد اولیه در کشور و کسب تجربه در این زمینه، امکان تدوین استانداردهای جدید متناسب با منابع معدنی و شرایط اقلیمی کشور در آینده بوجود خواهد آمد.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱: مشخصات عمومی سوپرآلیاژهای اصلی تجاری و استانداردهای مورد استفاده [۷].

Material condition	Commercial designation	Hardness Brinell HB Ann.	Aged	Code	Nominal composition approximate content in % Ni	Cr	Co	Fe	Mo	C	Mn
Ni-based	Haynes 75	-	-		76.0[1]	20.0	-	5.0	-	0.11	1.0[2]
	Haynes 263	-	-		52.0[1]	20.0	20.0	0.7[2]	6.0	0.06	0.6[2]
	Haynes 625	-	-	20.2	62.0[1]	21.0	1.0[2]	5.0[2]	9.0	0.1	0.5[2]
	Haynes X-750	-	-		70.0[1]	16.0	1.0[2]	8.0	-	0.08	0.35[2]
	Haynes 718	-	-		52.0[1]	18.0	1.0[2]	19.0	3.0	0.05	0.35[2]
	Incoloy 864	-	-		30.0-38.0	20.0-25.0	-	Balance	4.0-4.8	0.08[2]	1.0[2]
	Nimocast PE10	-	-		56.4	20.0	-	-	6.0	-	-
	Nimocast PD16	-	-		43.8	16.5	-	34.0	-	0.06	-
	Nimocast PK24	-	-	20.2	61.1	9.5	15.0	-	9.0	0.17	-
	Nimocast 842	-	-		57.7	22.0	10.0	-	-	0.3	-
	Nimocast 713	-	-		72.6	13.4	-	-	-	0.12	-
	Refractaloy 26	-	-		36.1	17.21	18.51	Balance	2.62	0.03	0.55
	Rene 63	-	-		Balance	14.0	15.0	3.5	6.0	0.05	0.1
	Rene 77	-	-		Balance	15.0	15.0	0.4	4.2	0.07	0.1
	Rene 80	-	-		Balance	14.0	9.5	-	4.0	0.17	-
	Rene 95	500	300		64.5	14.0	8.0	-	3.5	0.15	-
	Rene 100	-	-	20.2	Balance	10.0	15.0	-	3.0	0.18	-
	Rene 125	-	-		Balance	8.9	10.0	-	2.0	0.1	-
	TRW 1800	-	-		70.0	13.0	-	-	-	0.1	-
	TRW VIA	-	-		Balance	6.0	7.5	-	2.0	0.13	-
	Hastelloy B*	140	-		67.0[1]	1.0[1]	2.5	5.0	28.0	0.05[2]	1.0[2]
Annealed or solution treated	Hastelloy S*	200	-		67.0[1]	16.0	2.0[2]	3.0[2]	15.0	0.02[2]	0.5
	Hastelloy W*	-	-		63.0[1]	5.0	2.5	6.0	24.0	0.12[2]	1.0[2]
	Hastelloy X*	160	-		47.0[1]	22.0	1.5	18.0	9.0	0.1	1.0[2]
	Haynes HR-120			20.21	37.0	25.0	3.0[2]	33[1]	2.5[2]	0.05	0.7
	Haynes HR-160	-	-		37.0[1]	28.0	29.0	2.0[2]	1.0[2]	0.05	0.5
	Haynes 214*	-	-		75.0[1]	16.0	-	3.0	-	0.05	0.5[2]
	Haynes 230	-	-		57.0[1]	22.0	5.0[2]	3.0[2]	2.0	0.1	0.5
	Haynes 242*				65.0[1]	8.0	2.5[2]	2.0[2]	25.0	0.03[2]	0.8[2]
	Incoloy 825*	180	-		38.0-46.0	19.5-23.5	-	min 22.0	2.5-3.5	0.05[2]	1.0[2]
	Incoloy 890	-	-		42.5	25.0	-	Balance	1.5	0.1	1.0[2]
	Incoloy 909	-	-		35.0-40.0	-	12-16.0	Balance	-	0.06[2]	-
	Incoloy 330	-	-	20.21	34.0-37.0	17-20.0	-	Balance	-	0.08[2]	2.0[2]
	Inconel 600*	170	-		72.0	14.0-17.0	-	6-10	-	0.15[2]	1.0[2]
	Inconel 601*	150	-		58.0-63.0	21.0-25.0	-	[3]	-	0.1[2]	1.0[2]
	Inconel 603 XL	-	-		Balance	15.0-23.0	-	-	4.0[2]	0.3[2]	0.3[2]
	Inconel 617*	-	-		min 44.5	20.0-24.0	10-15	3.0[2]	8-10	0.05-1.5	1.0[2]
	Inconel 625*	180	-		min 58.0	20.0-23.0	1.0[2]	5.0[2]	8-10	0.1[2]	0.5[2]
	Inconel 690	-	-		min 58.0	27.0-31.0	-	7.0-11.0	-	0.05[2]	0.5[2]
	Inconel 693	-	-		[4]	27.0-31.0	-	2.5-6.0	-	0.15[2]	1.0[2]
	Nimonic 75*	170	-	20.21	Balance	18.0-21.0	-	5.0[2]	-	0.08-0.15	1.0[2]
	Udimet 520	-	-		Balance	18.0-20.0	11.014.0	-	5.5-7.0	0.02-0.06	-
	Udimet 720	-	-		Balance	15.5-16.5	14.0-15.5	-	2.75-3.25	0.01-0.02	-
	Udimet D-979	-	-		42.0-48.0	14.0-16.0	-	Balance	3.0-4.5	0.08[2]	0.75[2]
	Udimet R-41	-	-		Balance	18.0-20.0	10.0-12.0	5.0[2]	9.0-10.5	0.12[2]	-
Aged or solution treated	Nimonic 86	-	-		Balance	25.0	-	-	10.0	0 05	0.015
	Astroloy*	-	370		Balance	15.0	17.0	-	5.0	0.04	-
	Hastelloy R-235*		310		61.0	15.0	2.5	10.0	5.5	0.15	0.25
	Haynes R-41	-	-		52.0[1]	19.0	11.0	5.0	10.0	0.09	0.1[2]
	Incoloy 901*	180	300	20.22	44.3	12.5	-	34.0	6.0	0.05	0.24
	Incoloy 903*	-	380		36.0-40.0	-	13.0-17.0	Balance	-	-	-
	Incoloy 907	-	-		35.0-40.0	-	12.0-16.0	Balance	-	-	-
	Incoloy 908	-	-		47.0-51.0	3.75-4.5	0.5[2]	Balance	-	0.03[2]	1.0[2]
	Inconel 706*	-	-		39.0-44.0	14.5-17.5	1.0[2]	Balance	-	0.06[2]	0.35[2]
	Inconel 718*	180	380		50.0-55.0	17.0-21.0	1.0[2]	Balance	2.8-3.3	0.08[2]	0.35[2]
	Inconel 722*	-	380		Balance	15.0	-	6.5	-	0.04	0.55
	Inconel X-750*	-	390	20.22	min 70.0	14.0-17.0	1.0[2]	5.0-9.0	-	0.06[2]	1.0[2]
	Inconel 751**	-	-		min 70.0	14.0-17.0	-	5.0-9.0	-	0.1[2]	0.5[2]
	Inconel 783*	-	-		26.0-30.0	2.5-3.5	[4]	24-27.0	-	0.03[2]	0.5[2]
Continued...	Inconel HX	-	-		Balance	20.5-23.0	0.5-2.5	17.0-20	8.0-10	0.05-1.15	1.0[2]

1) Balance
2) Maximum
3) Remainder
* These alloys can be hardened by an aging process.

www.Telegram.me/Commodities

ادامهٔ جدول ۱

Si	Al	Ti	Others	USA SAE	USA AMS	UK BS	France ANFOR	Germany Werkst. Nr	Germany DIN 1706	Others
1.0[2]	-	0.4	0.5[2]	-	-	-	-	-	-	-
0.4[2]	0.6[2]	2.4[2]	0.2[2]	-	5886	-	-	-	-	N07263
0.5[2]	0.4[2]	0.4[2]	3.7	-	5666	-	-	-	-	N06625
0.35[2]	0.8	2.5	1.5	-	5542	-	NC15TNbA	-	-	N07750
0.35[2]	0.5	0.9	5.109	-	5662/5664		-	-	-	N07718
0.6-1.0	-	0.4-1.0	-	-	-	-	-	-	-	S35135
-	-	-	9.0	-	-	HC202	NC20N13	-	-	-
-	1.2	1.2	-	-	5397	HC204	NK15CAT	LW2.4674	NiFe33Cr17Mo	-
-	5.5	4.7	1.0	-	-	3146	-	-	S-NiCr13Al16MoNb	-
-	-	-	-	5391A	-	HC203	NC13AD	2.4670	S-NiCr13Al16MoNb	SS071712
-	6.2	1.0	2.3	5931A	-	HC203	NC13AD	-	G-NiCr13A16MoNb	-
0.23	0.21	2.66	0.019	-	-	-	Z6NKCDT38	-	-	-
0.2	3.8	2.5	3.5	-	-	-	-	-	-	-
0.1	4.3	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3.0	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	2.5	3.5	-	-	-	NC14K8	-	-	-
-	5.5	4.7	-	-	-	-	-	-	NiCo15Cr10MoAlTi	-
-	4.7	2.5	4.05	-	-	-	-	-	-	-
-	6.0	0.06	10.5	-	-	-	-	-	-	-
-	5.4	1.0	6.3	-	-	-	-	-	NiTa9Co8W6CrAl	-
1.0[2]	-	-	0.35[2]	5396A	5396	-	ND37FeV	2.4800	S-NiMo30	N10001
0.4	0.25	-	1.035[2]	-	-	-	-	-	-	-
1.0[2]	-	-	0.6*	-	5755	-	-	-	-	N10004
1.0	-	-	0.6080[2]	5390A	5390	-	NC22FeD	2.4603	-	N06002
0.6	0.1	-	3.404	-	-	-	-	-	-	N08120
2.75	-	0.5	2.0[2]	-	-	-	-	-	-	N12160
0.2[2]	4.5	-	0.12[2]	-	-	-	-	-	DIN 177444 No 2.4646	N07214
0.4	0.3	-	14.035	-	5891	-	-	-	DIN 177444 No 2.4733	N06230
0.8[2]	0.5[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5[2]	0.2[2]	0.6-1.2	3.0	-	-	30072-76	NC21FeDU	2.4858	NiCr21Mo	N08825
1.8	0.1	1.0[2]	1.0	-	-	-	-	-	-	N08890
0.25-0.5	0.15[2]	1.3-1.8	5.0	-	-	-	-	-	-	N19909
0.75-1.5	-	-	0,06*	-	-	-	-	1.4886	-	N08330
0.5[2]	-	-	0.515[2]	5540	5580	3072-76	NC15Fe	2.4816	NiCr15Fe	N06600
0.5[2]	1-1.7	-	1.015[2]	-	5715	-	-	2.4851	NiCr23Fe	N06601
2.0[2]	0.5[2]	0.5[2]	0.1	-	-	-	-	-	-	-
1.0[2]	0.8-1.5	0.6[2]	1.0[3]	-	-	-	-	2.4663a	-	N06617
0.5[2]	0.4[2]	0.4[2]	4.0	-	5666	-	NC22FeDNB	2.4856	NiCr22Mo9Nd	N06625
0.5[2]	-	-	0.515[2]	-	-	-	-	2.4642	-	N06690
0.5[2]	2.4-4	1.0[2]	1.0	-	-	-	-	-	-	N06693
1.0[2]	-	0.2-0.6	0.5[3]	-	-	HR5, 203,-4	NC20T	2.4630	NiCr20Ti	N06075
-	1.8-2.3	2.9-3.25	1.0	-	-	-	-	-	-	-
-	2.25-2.75	4.75-5.25	1.5	-	-	-	-	-	-	-
0.75[2]	0.75-1.3	2.7-3.3	4.0	-	-	-	-	-	-	N09979
-	1.4-1.8	3.0-3.3	0.01[2]							N07041
-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-
-	4.0	3.5	0.025	-	-	-	-	-	-	N13017
0.6	3.0	2.0	-							AISI 686
0.5*	1.5	3.1	0.006	-	-	-	-	-	-	-
0.12	0.15	2.7	0.15	-	5660	-	ZSNCDT42	LW2.4662	NiFe33Cr14MoTi	N09901
-	0.3-1.15	1.0-1.85	3.0	-	-	-	-	-	-	N19903
0.07-0.35	0.2[2]	1.3-1.8	5.0	-	-	-	-	-	-	N19907
0.5[2]	0.75-1.25	1.2-1.8	3.5	-	-	-	-	-	-	N09908
0.35[2]	0.4[2]	1.5-2	3.4	-	-	-	-	-	-	N09706
0.35[2]	0.2-0.8	0.65-1.15	5.3	5383	5589	HR8	NC19FeNB	LW 2.4668	NiCr19Fe19NbMo	N07718
0.2	0.6	2.4	30.0	-	5541	-	NC16FeTi	-	NiCr16FeTi	N07722
0.5[2]	0.4-1.0	2.25-2.75	1.5	5542G	5582	-	NC16FeTNb	2.4669	NiCr16FeTi	N07750
0.9-1.5	2-2.6	1.0	-	-	-	-	-	-	-	N07751
0.5[2]	5.0-6.0	0.1-0.4	3.5	-	-	-	-	-	-	R30783
1.0[2]	-	-	1.0	-	-	-	-	2.4665	-	N06002

www.Telegram.me/Commodities

ادامهٔ جدول ۱

Material condition	Commercial designation	Hardness Brinell HB Ann.	Aged	Code	Nominal composition approximate content in % Ni	Cr	Co	Fe	Mo	C	Mn
Aged or solution treated	Jethete M-252*	-	320		55.3	19.0	10.0	2.5	-	0.15	-
	MAR-M 246*	-	270		59.5	9.0	10.0	-	2.5	0.15	-
	MAR-M 421*	-	-	20.22	62.3	15.5	10.0	-	1.7	0.15	-
	MAR-M 432*	-	-		52.3	15.5	20.0	-	-	0.15	-
	Nimocast 80*	-	-		69.9	20.0	2.0	5.0	-	0.1	-
	Nimocast 90*	-	-		52.9	20.0	16.5	5.0	-	0.1	-
	Nimonic 80A*	-	350		Balance	18.0-21.0	2.0[1)]	3.0[1)]	-	0.1	1.0[1)]
	Nimonic 81*	200	-		Balance	30.0	2.0	1.0	0.3	0.05	0.5
	Nimonic 90*	-	346	20.22	Balance	18.0-21.0	15.0-21.0	1.5[1)]	-	0.13[1)]	1.0[1)]
	Nimonic 91	-	-			27.0-30.0	19.0-21.0	1.0[1)]	-	0.1[1)]	1.0[1)]
	Nimonic 105*	-	320		Balance	14.0-15.7	18.0-22.0	1.0[1)]	4.5-5.5	0.12[1)]	1.0[1)]
	Nimonic 115*	-	350		Balance	14.0-16.0	13.0-15.5	1.0[1)]	3.0-5.0	0.12-0.2	1.0[1)]
	Nimonic 901*	-	350		42.5	12.5	1.0[1)]	Balance	5.75	0.1[1)]	0.5[1)]
	Nimonic 263*	-	275		Balance	19.0-21.0	19.0-21.0	0.7[1)]	5.6-6.1	0.04-0.08	0.6[1)]
	Nimonic PE16*	-	250		42.0-43.0	15.5-17.5	2.0[1)]	Balance	2.8-3.8	0.04-0.06	0.2[1)]
	Nimonic PK33*	-	350	20.22	Balance	16.0-20.0	12.0-16.0	1.0[1)]	5.0-9.0	0.07[1)]	0.5[1)]
	Rene 41	-	-		Balance	19.0	11.0	3.0	9.75	0.05	-
	Waspaloy	-	-		Balance	18.0-21.0	12.0-15.0	2.0[1)]	3.5-5.0	0.02-0.1[1)]	1.0[1)]
	Waspaloy*	-	-		58.0b	19.0	13.5	2.0[1)]	4.3	0.08	0.1[1)]
Cast or cast and aged	GMR 235*	-	310		63.3	15.5	-	10.0	5.2	0.15	0.25
	GMR 235D*	-	-		4.5	15.5	-	4.5	5.0	0.15	-
	IN-100*	-	350		61.6	12.5	18.5	-	3.2	0.07	1.2
	Jessop G39*	130	-	20.24	67.5	19.5	-	5.0	3.0	0.5	-
	Jessop G64*	220	-		60.7	11.0	-	2.0	3.0	0.15	-
	Jessop G81*	-	300		79.3	20.0	13.0	-	-	0.05	-
	MAR-M 200*	-	-		69.4	9.0	10.0	-	-	0.15	-
Co-based	Air Resist 13	-	-		-	21.0	Balance	-	-	0.45	-
	Air Resist 213	-	-		-	19.0	Balance	-	-	0.18	-
	Altemp S 816	-	-	20.3	20.0	20.0	47.6	-	4.0	4.0	-
	FSX 414	-	-		10.0	29.0	Balance	-	-	0.25	-
	HS 25	-	-		10.0	20.0	Balance	-	-	0.10	-
	HS 30	-	-		16.0	24.0	51.4	1.0	6.0	-	0.6
	HS31	-	-		10.0	25.0	Balance	1.5	-	0.50	-
	HS36	-	-		10.0	18.0	53.1	2.0	-	15.0	1.5
	Jessop 832	-	-	20.3	12.0	19.0	44.0	17.0	2.0	-	0.8
	Jessop 834	-	-		12.0	19.0	42.0	20.0	2.0	-	-
	Jessop 875	-	-		-	21.0	66.0	-	-	11.0	-
	Jetalloy 209	-	-		10.0	20.0	52.0	1.0	-	15.0	-
	L-251	-	-		10.0	19.0	Balance	1.0	-	-	-
	M 203	-	-		24.5	19.5	Balance	1.0	-	2.15	0.8
	M 204	-	-		24.5	18.5	Balance	1.6	-	-	-
	M 205	-	-		24.5	18.5	Balance	1.6	-	2.75	-
	MAR-M 302	-	-		-	21.5	Balance	-	-	0.85	-
	MAR-M 322	-	-		-	21.5	Balance	0.75	-	-	0.1
	MAR-M 509	-	-		10.0	23.5	Balance	-	-	-	0.1
	MAR-M 905	-	-	20.3	20.0	20.0	Balance	-	-	-	-
	MAR-M 918	-	-		20.0	20.0	Balance	-	-	0.05	-
	Refreactaloy 70	-	-		20.0	21.0	46.0	0.5	8.0	4.0	-
	V-36	-	-		20.0	25.0	43.2	2.4	4.0	2.0	0.6
	WI-52	-	-		0.5	21.0	62.6	2.0	-	11.0	0.25
	Jessop X-40	-	-		10.0	25.0	Balance	1.5	-	0.50	0.5
	Jessop X-45	-	-	20.3	10.5	25.5	Balance	2.0	-	0.25	-
	Jessop X-50	-	-		20.5	25.5	40.3	4.0	-	12.0	-
	Jessop X-63	-	-		10.0	25.0	57.6	1.0	6.0	-	-

Continued...

1) Maximum

* These alloys can be hardened by an aging process.

www.Telegram.me/Commodities

ادامهٔ جدول ۱

Si	Al	Ti	Others	USA SAE	USA AMS	UK BS	France ANFOR	Germany Werkst. Nr	Germany DIN 1706	Others
-	1.0	2.5	-	-	5551	-	-	2.4916	G-NiCr19Co	N07252
-	5.5	1.5	1.5	-	-	-	-	2.4675	NiCo10W10Cr9AlTi	-
-	4.25	1.75	1.75	-	-	-	-	-	NiCr16Co10WAlTi	-
-	2.5	4.3	2.0	-	-	-	-	-	NiCo20Cr16WAlTi	-
-	1.2	2.5	-	-	-	3146	NC 20 TA	2.4631	NiCr20TiAl	-
-	1.3	2.4	-	-	-	-	NC 20 K17 TA	2.4632	NiCr20Co18Ti	-
1.0[1]	1.0-1.8	1.8-2.7	0.17	-	-	Hr 410,601	NC20TA	2.4631	NiCr20TiAk	N07080
0.5	0.9	1.8	0.26	-	-	-	-	-	-	-
1.0[1]	1.0-2.0	2.0-3.0	0.39[1]	-	-	Hr 2, 202	Nc20ATV	2.4632	NiCr20Co18Ti	N07090
1.0[1]	0.9-1.5	1.9-2.7	1.6	-	-	-	-	-	-	-
1.0[1]	4.5-4.9	0.9-1.5	0.4[1]	-	-	HR 3	NCKD20ATV	2.4634	NiCo20C15MoAlTi	-
1.0[1]	4.5-5.5	3.5-4.5	0.4[1]	-	-	HR4	NCK15ATD	2.4636	NiCo15Cr15MoAlTi	-
0.4[1]	0.35[1]	2.9	0.6[1]	5660C	5661A	-	ZSNCDT42	2.4662	NiCr15MoTi	N09901
0.4[1]	0.6[1]	1.9-2.4	0.3[1]	-	-	HR10	NCK20D	2.4650	NiCr15Co19MoTi	N07263
0.5[1]	1.1-1.3	1.1-1.3	0.6[1]	-	-	HR207	NW11AC	-	NiFe33Cr17Mo	-
0.5[1]	1.7-2.5	1.5-3.0	0.27[1]	-	-	-	NC19DUV	-	NiCr20Co16MoTi	-
-	1.6	3.5	0.007	-	5399	-	NC19KDT	2.4973	NiCr19Co11MoTi	N07041
0.75[1]	1.2-1.6	2.75-3.25	0.6	-	-	-	-	2.4654	-	N07001
0.15[1]	1.5	3.0	0.16[1]	-	5544	-	NC20K14	LW 2.4668	NiCr19Fe19NbMo	
0.6	3.0	2.0	0.06	-	-	-	-	-	-	AISI: 686
-	3.5	2.5	0.05	-	-	-	-	-	NiCr16MoAl	-
0.5	5.0	4.75	-	-	5397	HC204	NK15CAT	LW 2.4674	NiCo15Cr10MoAlTi	N13100
-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	NiCr20MoW	-
-	6.0	-	4.0	-	-	-	-	-	NiCr11AlWNb	-
-	1.3	2.3	-	-	-	-	-	-	NiCr20Co18Ti	-
-	5.0	2.0	1.0	-	-	-	NKW10CATaHf	-	NiW13Co10Cr9AlTi	-
-	3.5	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-
-	3.5	-	0.1	-	5537C	-	KC20WN	-	CoCr20W15Ni	-
-	-	-	0.4	-	-5534	-	-	LW 2.4989	CoCr20Ni20W	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	5537C	5759	-	KC20WN	LW 2.4964	CoCr20W15Ni	AISI:670
0.6	-	-	0.4	5380	-	-	-	-	CoCr26Ni14Mo	R30030
-	-	-	0.5	5382	ASTM A567	3146	KC25NW	LW 2.4670	CoCr25NiW	R30031
-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	CoCr19W14NiB	-
0.3	-	-	3.5	-	-	-	-	-	CoCr19Fe16NiMoVNb	-
-	-	-	6.5	-	-	-	-	-	CoCr19Fe20NiMoVNb	-
-	-	-	2.45	-	-	-	-	-	CoCr21W11Nb	-
-	-	2.0	0.02	-	5772	-	KC22WN	-	CoCr22W14Ni	-
-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0	24.5	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	0.07	1.67	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	9.0						CoCrW10TaZrB	
0.1	0.75	1.0	6.75						CoCr22W9TaZrNb	
0.1	0.2	0.6	4.0			3146-3			CoCr24Ni10WtaZrB	
-	0.5	0.05	7.6							
-	-	-	-						CoCr20Ni20Ta	
-	-	-	0.08							
0.5	-	-	2.29						CoCr25Ni20MoWNb	
0.25	-	-	2.45	-	-	-	-	-	CoCr21Mo11W	-
0.5	-	-	0.5	-	5382	3156-2	-	LW 2.4670	CoCr25NiW	ASTM: A567
-	-	-	8.6	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-

www.Telegram.me/Commodities

ادامهٔ جدول ۱

Material condition	Commercial designation	Hardness Brinell HB Ann.	Aged	Code	Nominal composition approximate content in % Ni	Cr	Co	Fe	Mo	C	Mn
Annealed or solution treated	J1650	-	-	MC S3.0.Z.AG CMC 20.3	27.0	20.0	Balance	-	-	0.2	-
	Haynes 25*	-	-		10.0	20.0	51.0[1]	3.0[2]	-	0.1	1.5
	Haynes 188*	-	-		22.0	22.0	39.0[1]	3.0[2]	-	0.1	1.25[2]
	Undimet 188*	-	-		20.0-24.0	20.0-24.0	Balance	3.0[2]	-	0.05-0.15	1.25[2]
	Undimet L-605*	-	-		9.0-11.0	19.0-21.0	Balance	3.0[2]	-	0.05-0.15	1.0-2.0
In aged condition	HS6*	-	-	MC S3.0.Z.AG CMC 20.32	2.5	28.0	60.5	3.0	-	5.0	-
	HS21*	-	-		3.0	27.0	Balance	1.0	5.0	-	0.6
	J1570*	-	350		28.0	20.0	43.0	2.0	-	7.0	-
Fe-based quenched and tempered martensitic > 0.12%C	Greek Ascoloy	-	300	MC SN.N.N.NN CMC 05.3	2.0	12.0	-	Balance	-	0.19	-
	Jethete M 152**	-	300		2.5	12.0	-	Balance	1.7	0.15	-
Fe-based precipitation hardened steels	Crucible A286*	-	250	MC M1.0.Z.PH CMC 05.4	25.0	14.0	-	Balance	1.3	0.05	1.3
	Discaloy 24*	-	280		26.0	13.5	-	Balance	2.7	0.04	0.9
	Discaloy 16-25-6*	-	290		25.0	16.0	-	Balance	6.0	0.12	1.35
	Unitemp 212*	-	280		25.0	16.0	-	Balance	-	0.08	0.05
	Incoloy A-286	-	280		25.5	15.0	-	Balance	1.25	-	-
	665B*	-	280		26.0	13.5	-	Balance	1.5	0.08	-
	19-9-DL*	-	250		9.0	18.5	-	Balance	1.4	0.3	1.5
	17-4-PH*	-	250	MC P5.0.Z.PH CMC 05.4	4.0	16.5	-	Balance	-	0.7	1.0
	Udimar 250*	-	-	MC P3.3.Z.AN CMC 05.4	17.0-19.0	-	7.0-8.5	Balance	4.6-5.1	0.03[2]	0.1[2]
	Udimar 300*	-	-		18.0-19.0	-	8.0-9.5	Balance	4.6-5.2	0.03[2]	0.1[2]
Annealed or solution treated	Incoloy 800**	184	-	MC S1.0.U.AN CMC 20.11	30-35.0	19-23.0	-	min 39.5	-	0.1[2]	-
	Incoloy 803	-	-		32-37.0	25-29.0	-	Balance	-	0.06-0.1	1.5[2]
	Incoloy DS**	180	-		34.5-41	17-19.0		Balance	-	0.01	0.8-1.5
	Sanicro 30**	150	-		34.0	22.0	-	Balance	-	0.03	0.55
	Nilo 36	-	-		36.0	0.25	-	Balance	-	0.05	0.50
	Nilo 42	-	-		42.0	0.25	1.0	Balance	-	0.005	0.8
Aged or solution treated and aged	Haynes 556*	-	260	MC S1.0.U.AG CMC 20.12	20.0	22.0	18.0	31.0[1]	3.0	0.1	1.0
	Multimet 155*	-	260		20.0	21.0	20.0	30.0[1]	3.0	0.12	1.5
	N155*	-	260		20.0	21.0	20.0	Balance	3.0	0.15	1.5
	N156*	-	260		33.0	17.0	24.0	Balance	3.0	0.33	-
	S 590*	-	270		20.0	21.0	20.0	Balance	4.0	0.43	-

1) Balance
2) Maximum
* These alloys can be hardened by an aging process.
** These alloys cannot be hardened by an aging process.

www.Telegram.me/Commodities

ادامهٔ جدول ۱

Si	Al	Ti	Others	USA SAE	USA AMS	UK BS	France ANFOR	Germany Werkst. Nr	Germany DIN 1706	Others
-	-	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-
0.4[2)]	-	-	15.0	5537C	5759	-	KC20WN	LW 2.4964	CoCr20W15Ni	R30605
0.35	-	-	14.03	-	5772	-	KC22WN	-	CoCr22W14Ni	R30188
0.2-0.5	-	-	15.0	-	-	-	-	-	-	R30188
0.4[2)]	-	-	16.0	-	-	-	-	-	-	R30605
-	-	-	1.0	-	5373	-	-	-	-	R30006
0.6	-	0.25	-	-	5385	3531	-	-	CoCr28Mo	R30021
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	3.15	-	5508	-	-	-	-	S41880
-	-	-	0.3	-	5718	-	Z12 CND12	LW 1.4939	-	-
0.5	0.2	2.1	-	J467	5525	HR5152	Z06 NCT25	LW 1.4980	-	ASTM: 368
0.8	0.1	1.7	-	(J467)	5733	-	Z3 NCT25	LW 1.4943	-	S66220
0.7	-	0.3	0.4	-	5725	-	Z3 NCT25	-	-	-
0.15	0.15	4.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-
-	-	2.1	-	5525	5726	HR 51-2	Z 3 NCT 25	1.4980	X5NiCrTi2615	S66286
-	-	2.85	-	J467	5543	-	-	1.4943	-	S66545
0.6	-	0.25	1.75	-	5526	-	-	LW 1.4984	-	S63198
1.0	-	-	3.57	J467	5604	-	-	1.4542	XCrNiCuNb174	S17400
0.1[2)]	0.05-0.15	0.3-0.5	0.02[2)]	-	-	-	-	-	-	K92890
0.1[2)]	0.05-0.15	0.55-0.8	0.02[2)]	-	-	-	-	-	-	K93120
-	0.15-0.6	0.15-0.6	-	-	-	-	-	1.4876	X10NiCrAlTi3220	N08800
1.0[2)]	0.15-0.6	0.15-0.6	-	-	-	-	-	-	-	S35045
1.9-2.6	-	0.2	0.5	-	-	-	-	1.4864	X12NiCrSi3616	-
0.55	0.3	0.5	0.1	-	-	-	-	1.4558	X2NiCrAlTi3220	-
0.25	0.10	0.10	0.14	-	-	-	-	1.3912	-	K93600
0.03	0.15	-	-	-	-	-	A54-301	1.3917		K94100
0.4	0.2	-	3.34	-	5877	-	-	-	-	R30556
1.0[2)]	-	-	3.65	-	5769	-	-	1.4971	X12CrCoNi2120	R30155
0.5	-	-	1.0	-	5768	-	-	1.4971	X12CrCoNi2120	R30155
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	5770	-	-	1.4977	X40CoCrNi2020	R30590

www.Telegram.me/Commodities

منابع و مراجع:

1. Superalloys, A Technical Guide (2nd Edition), M. Donachie, Jr., S. Donachie., ASM International, 2002
2. ASM Specialty Handbook: Heat-Resistant Materials, Ed. J. R. Davis, 1997
3. Gas Turbine Blade Superalloy Material Property Handbook, EPRI, 2001
4. http://www.sae.org/
5. http://www.defense.gov/
6. http://www.assistdocs.com/
7. http://www.astm.org/
8. http:// powergen.gepower.com/
9. http://www.pw.utc.com/
10. http:// www.sandvik.coromant.com/
11. 10. Selection of Superalloys for Design, Myer Kutz Matthew J. Donachie and Stephen J. Donachie, 2007
12. Handbook of superalloys, Marshall J. Wahll, D. J. Maykuth, H. J. Hucek, Metals and Ceramics Information Center (U.S.), Battelle Press, 1979
13. Introduction to the SAE AMS Designation System, Total Materia, 2011

www.Telegram.me/Commodities

فصل یازدهم

بند ۶-۱۱ : بررسی وضعیت حمل و نقل و زیرساختهای اطلاعاتی مورد نیاز

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۱-۱ : بررسی زیر بناهای جاده ای ، ریلی و دریایی مورد نیاز تا افق چشم انداز

۶-۱۱-۱-۱: مروری بر صنعت حمل و نقل داخلی و ترانزیت در ایران

صنعت حمل و نقل و خدمات جانبی آن در شمار بخش‌هایی از اقتصاد ایران قرار می‌گیرند که سهم قابل توجهی در تولید و اشتغال دارند. حدود ۶ درصد از جمعیت شاغل و ۷/۸۶ درصد از تولید کل کشور در این بخش قرار دارد. این سهم مستقیم این صنعت در اقتصاد کشور است، علاوه بر این محاسبه اثرات القایی غیرمستقیم آن نشان می‌دهد که اهمیت اقتصادی این صنعت در مقایسه با بسیاری از بخش‌ها و صنایع کشور قابل توجه است ایران به لحاظ استقرار در محل اتصال قاره ای و نیز پهناوری سرزمینی و تکثر کشورهای اطراف که عموماً به عنوان کشورهای صادر کننده مواد خام و دریافت کننده کالاهای مصرفی و نیز کالاهای سرمایه ای می توانند به عنوان نقاط جاذب سفر تلقی شوند، مزایای گسترده ای را در متن اقتصاد حمل و نقل خود جای داده است. شکل ۱۱-۱ شبکه راه های جاده ای و ریلی ایران را نشان می‌دهد. بهره مندی از شبکه جاده ای و ریلی در کنار بنادر اقیانوسی و بنادر در کنار این ویژه گی، دارا بودن منابع انرژی و سوخت ارزان نیز از دیگر نقاط قوت حمل و نقل ایران در کلیه عرصه ها ارزیابی می شود. در کنار این مزایای آشکار و نهان و علیرغم نقاط مثبت منحصر بفرد، حمل و نقل در ایران متناسب با توانایی های بالقوه خود توسعه نیافته و از نا کارامدی در رنج است و در این کنار اندک اندک از سایر بخش های اقتصاد ایران نیز مزیت زدایی می کند . در این بخش با بهره گیری از آمارهای سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای ،راه آهن جمهوری اسلامی ایران ،سازمان بنادر و دریانوردی و سازمان هواپیمایی کشوری اطلاعات حمل و نقل کشور و با استفاده از آمار اداره آمار و اطلاعات شورای همکاری خلیج فارس، صندوق توسعه ملل متحد، بانک جهانی و اکو وضعیت حمل و نقل کشورهای ترکیه و امارات عربی متحده به تصویر کشیده شده است. بدلیل ایجاد یکنواختی در آمار، اخرین سالی که آمار آن در دسترس بوده یعنی ۲۰۰۹ و یا ۱۳۸۸ ملاک بررسی قرار گرفته است.

حوزه حمل و نقل داخلی : جدول ۱۱-۱ عملکرد انواع مد های حمل و نقل به چهار روش جاده ای، ریلی، هوایی و آبی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بخش غالب (در حدود ۸۵ درصد) حمل و نقل در ایران از طریق جاده انجام می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

شکل ۱۱-۱: نقشه راه های جاده ای و ریلی ایران

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۱:مقایسه عملکرد کلی انواع مد های حمل در حوزه تجارت داخلی در سال ۱۳۸۷

شاخص	واحد	جاده ای	ریلی	هوایی	آبی	جمع
تناژ بار حمل شده داخلی	هزارتن	516000	32817	86	0	548903
مسافت بار جابجا شده	هزارتن کیلومتر	159814000	20247000	1694203	-	181755203
کرایه جابجایی بار	ریال بر تن کیلومتر	319	229			
ارزش افزوده ۱۳۸۷	میلیارد ریال	40459	855	2862	1175	45351
ارزش تولید ۱۳۸۷	میلیارد ریال	62362	2256	6288	3468	74374

حوزه ترانزیت :

عملکرد مد های چهارگانه در حوزه ترانزیت در جدول ۱۱-۲ ارایه شده است. در این حوزه نیز حمل و نقل جاده ای نقش عمده ای دارد که بالغ بر ۸۰ درصد کل می‌باشد.

جدول ۱۱-۲:مقایسه عملکرد انواع مدهای حمل و نقل در حوزه تجارت بین المللی (غیر نفتی) در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	جاده ای	ریلی	آبی	هوایی	جمع
میزان صادرات	هزارتن	4064	6587	32	35976	35976
میزان واردات	هزارتن	2450	4106	62	52398	59016
میزان ترانزیت	هزارتن	5755	1487	0	0	7242

این در حالی است که حمل و نقل ریلی یکی از مقرون به صرفه ترین انواع حمل ونقل در بخش جابجایی کالا و نیز مسافر می باشد. این روش برای حمل ونقل مواد ارزان قیمت و فله ای مانند ذغال سنگ و مواد شیمیایی مناسب و نیز کالاهایی که در احجام بزرگ و بصورت درب به درب حمل می گردند می باشد. هزینه ثابت احداث و بهره برداری از راه اهن بالا می باشد که شامل هزینه ریل گذاری،لوکوموتیو وواگن ها می شود. چون هزینه های ثابت این روش خیلی بالاست و هزینه های متغیر ان نسبتاً پایین می باشد،این روش برای

www.Telegram.me/Commodities

حمل محموله های بزرگ در فواصل طولانی مناسب است . جداول ۱۱-۳ تا ۱۱-۶ شاخص های حمل ونقل ریلی در حوزه ترانزیت را ارایه می‌نمایند.

جدول۱۱-۳: وضعیت زیر ساختهای حمل ونقل ریلی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
طول خطوط اصلی	کیلومتر	9482
طول خطوط فرعی	کیلومتر	2737
طول زیرسازی انجام شده خطوط ریلی	کیلومتر	300
طول روسازی انجام شده خطوط	کیلومتر	350
تعداد تونل ها	تونل	349
طول کل تونل ها	کیلومتر	138
طول پل ها	کیلومتر	266

جدول۱۱-۴: وضعیت ناوگان حمل ونقل ریلی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تعداد کل واگن های باری در گردش	دستگاه	21816
تعداد کل واگن های مسافری در گردش	دستگاه	1363
تعداد کل لوکوموتیوهای در سرویس	دستگاه	395

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۵: وضعیت بهره برداری تجارت داخلی از زیرساختهای حمل ونقل ریلی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تناژ بار بارگیری شده	هزار تن	32817
تعداد واگن بارگیری شده	تعداد	527235
تن کیلومتر بار حمل شده	میلیون تن کیلومتر	20247
جابجایی کلی قطار	هزار قطار کیلومتر	57387
جابجایی قطارهای باری	هزار قطار کیلومتر	18899
سوخت مصرفی گازوئیل	هزار لیتر	326252
ظرفیت کل باری	هزار تن	1284.2
درآمد حمل بار(به مأخذ سیستم بارنامه داخلی و بین المللی)	میلیون ریال	4740967
درآمد حمل بار داخلی	میلیون ریال	3693353
هزینه های جاری	میلیون ریال	6077400

جدول ۱۱-۶: وضعیت بهره برداری تجارت بین المللی از حمل ونقل ریلی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تناژ بار وارده	هزار تن	4106
تناژ بار صادره	هزار تن	6587
تناژ بار ترانزیت	هزار تن	1487
تن کیلومتر بار ترانزیت	میلیون تن کیلومتر	2082
درآمد حمل بار صادره و وارده	میلیون ریال	391539
درآمد حمل بار ترانزیت	میلیون ریال	656076

www.Telegram.me/Commodities

حمل و نقل و جابجایی هوایی در فرآیند تجارت طی سالیان اخیر نقش روزا فزونی یافته است. بزرگترین مزیت استفاده از این نوع حمل، سرعت بالای آن در مقایسه با سایر انواع حمل و نقل می باشد. از نقطه نظر تجارت، حمل ونقل هوایی برای حمل و جابجایی کالاهای لوکس و گران قیمت (معمولاً کالاهایی که ارزش وزنی کمتری دارند ولی ارزش پولی آنها بسیار زیاد است و همچنین کالاهایی مانند دارو که جنبه اضطراری دارند) مورد استفاده قرار می گیرد.این روش حمل و نقل در چند دهه اخیر بیشترین رشد را در میزان وزنی بار جابجا شده به خود اختصاص داده است.دلیل این امر نیز توسعه هواپیما برای حمل بارهای سنگین در فواصل طولانی است.البته ،باید توجه داشت که سهم بسیار کمی از میزان جابجایی کالاها به حمل و نقل هوایی اختصاص دارد. جداول ۱۱-۷ الی ۱۱-۱۰ شاخص های مهم حمل و نقل هوایی در کشور را ارایه می‌کنند.

جدول ۱۱-۷: آمار فرودگاه های کشور

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تعداد کل فرودگاههای کشور	فرودگاه	89
تعداد فرودگاههای غیر نظامی	فرودگاه	72
فرودگاهها بین المللی	فرودگاه	8
فرودگاههای مرز هوایی	فرودگاه	24
فرودگاههای داخلی	فرودگاه	23
فرودگاههای اختصاصی	فرودگاه	18
تعداد فرودگاههای نظامی	فرودگاه	17

طبق آمار موجود، در سال ۱۳۸۸ تعداد ۶۰ فرودگاه در کشور فعال (دارای پرواز) بوده اند که در جدول ذیل آمار مربوطه به تفکیک نوع فرودگاه آورده شده است. بدین ترتیب حدود ۸۳٪فرودگاه های موجود در کشور فعال بوده اند. البته موضوع اقتصادی بودن فرودگاه های کشور مبحث دیگری است که در جای خود باید بررسی شود. در جداول ۱۱-۹ و ۱۱-۱۰ شاخص های بهره برداری داخلی و ترانزیت از فرودگاه های کشور آورده شده است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول۱۱-۸: فرودگاه های فعال کشور در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تعداد کل فرودگاه های غیر نظامی فعال کشور	فرودگاه	60
فرودگاه های بین المللی	فرودگاه	8
فرودگاه های مرز هوایی	فرودگاه	23
فرودگاه های داخلی	فرودگاه	16
فرودگاه های اختصاصی	فرودگاه	13

جدول۱۱-۹: وضعیت بهره برداری تجارت داخلی از حمل ونقل هوایی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تعداد کل مسافر جابجا شده	نفر	14440255
میزان تناژ بار جابجا شده (بجز پست)	تن	37688
میزان کل پست جابجا شده	تن	5211
تعداد کل پروازهای انجام شده	-	136214

جدول ۱۱-۱۰: وضعیت بهره برداری بین المللی از حمل ونقل هوایی ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	واحد	مقدار شاخص
تعداد کل مسافر جابجا شده	4558050	4558050
تناژ بار جابجا شده	تن	51807
میزان کل پست جابجا شده	8812	8812
تعداد کل پروازهای انجام شده	-	34789

www.Telegram.me/Commodities

حمل و نقل دریایی را می توان مقرون به صرفه ترین نوع حمل و نقل در نظر گرفت.کسر بزرگی از کالاهای تجاری توسط کشتی های غول پیکر بین کشورهای مختلف جابجا می شوند. البته باید گفت که سرعت حمل کالا در این سیستم پایین بوده و برای حمل بارهای سنگین و ارزان قیمت مناسب می باشد.در تجارت بین المللی از این روش استفاده زیادی می شود زیرا انواع محصولات مانند خودرو، مواد خوراکی، پوشاک و سایر کالاها را می توان در حجم های بالا با این روش و با هزینه پایین حمل کرد.کشور ایران با داشتن حدود ۳۰۰۰ کیلومتر خط ساحلی موقعیت ویژه ای در منطقه و نیز به لحاظ ارتباط با آبهای آزاد جهان از اهمیت فوق العاده ای در بخش حمل و نقل دریایی برخوردار است. با توجه به اینکه حمل و نقل دریایی مقرون به صرفه ترین حمل ونقل در تجارت بین المللی می باشد، بهره گیری از این نوع حمل و نقل در جابجایی کالاها برای هر کشور حائز اهمیت است. در حال حاضر بیش از ۹۵٪ حمل و نقل کالاها در تجارت بین المللی از طریق دریا صورت می گیرد. بنابراین بنادر اهمیت زیادی در اقتصاد کشورها داشته و توسعه زیرساختهای بندری و افزایش تعداد بنادر تجهیز شده و دارای امکانات جابجایی مواد و فضاهای مناسب ذخیره سازی جهت افزایش حجم و بهره گیری از حمل و نقل ارزان بسیار مهم و حیاتی می باشد.ایران دارای ۱۳ بندر تجاری با وسعت ۴۲۰۰ هکتار و ظرفیت ۱۰۰ میلیون تن برای تخلیه و بارگیری کالا می باشد. بنادر شهید رجایی، امام خمینی، چابهار و بوشهر در جنوب و بنادر انزلی، نوشهر و امیرآباد در شمال از جمله بنادر مهم کشور می باشند. هم اکنون حدود ۸۰ درصد صادرات و واردات کشور از طریق دریا و خلیج فارس صورت می گیرد که نشانگر اهمیت توسعه صنعت دریایی کشور است. جداول ۱۱-۱۱ الی ۱۱-۱۳ شاخص های حمل ونقل دریایی در ایران را نشان می‌دهد.

جدول۱۱-۱۱: وضعیت زیرساخت های حمل ونقل دریایی ایران در سال ۱۳۸۸

زیرساخت	واحد	مقدار
تعداد بنادر تجاری	بندر	13
ظرفیت اسمی بنادر تجاری میلیون تن	تن	150
ظرفیت کانتینری بنادر	هزارTEU	4400
ظرفیت ترانزیتی بنادر	میلیون تن	20
ظرفیت جابجایی مسافری بنادر	هزار نفر	6800

www.Telegram.me/Commodities

تعداد کشتی های ایرانی	فروند	100
ظرفیت ناوگان نفتی کشور	میلیون تن	10.7
ظرفیت ناوگان تجاری کشور	میلیون تن	5.4
میانگین سن ناوگان تجاری دریایی	سال	13.7

جدول ۱۱-۱۲: عملکرد بنادر تجاری ایران در سال ۱۳۸۸

شاخص	مقدار شاخص	مقدار شاخص
میزان جابجایی کانتینری	هزارTEU	2708
(تعداد مسافرهای جابجا شده (ورودی-خروجی	هزار نفر	8827
تعداد شناورهای وارده بالای هزار تن	فروند	10234

جدول ۱۱-۱۳:عملکرد حمل و نقل دریایی ایران در حوزه تجارت بین المللی در سال ۱۳۸۸

(واحد: هزار تن)

شاخص	کالای غیر نفتی	کالای نفتی	کل
صادرات	25016	10960	35976
واردات	46383	60109	106492
ترانزیت	1168	5800	6968
کابوتاژ	6654	22001	28655
ترانشیپ	4755	0	4755
سایر رویه ها	2162	0	2162
مجموع	86138	98870	185008

www.Telegram.me/Commodities

تحلیل وضعیت زیر ساخت های حمل و نقل و جابجایی در ایران :

در این بخش وضعیت زیرساخت های حمل و نقل و جابجایی در ایران مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.این تحلیل ها شامل تحلیل کلان بخش حمل و نقل کشور و تحلیل هر یک از زیربخش های حمل و نقل به تفکیک است.پس از ارائه تحلیل ها، برای هر یک از زیر بخش ها فهرستی از نقاط ضعف و فرصت ها و تهدیدات در قالب جدول SWOT ارائه شده است .

- تحلیل زیر بخش حمل ونقل جاده ای :

حمل و نقل جاده ای بیشترین نقش را در تجارت داخلی (حدود ۸۵٪) و نیز ترانزیت (۸۱٪) در بین سایر روشهای حمل و نقل دارد. اصولاً به دلیل طبیعت شبکه خطوط جاده ای، این سیستم حمل و نقل بهترین میزان دسترسی را به نقاط عرضه و تقاضا داراست. حمل ونقل جاده ای بهترین گزینه برای حمل های در مسافت های کوتاه و متوسط است .

ایران با برخورداری از مزیت های بالقوه استراتژیک در بسیاری از طرح های اقتصادی، به عنوان کوتاهترین مسیر ارتباطی غرب به شرق خاورمیانه مطرح است.اما به دلیل عقب ماندگی صنعت حمل و نقل و عدم توجه دولت به این مزیت، رفته رفته با انتخاب مسیرهای جایگزین، مسیر ایران جایگاه خود را از دست داده است .

متأسفانه حمل ونقل جاده ای کشور دارای یک برنامه بلند مدت و استراتژیک جهت توسعه زیر ساخت ها و ناوگان نیست، بر خلاف حمل ونقل ریلی که دارای چشم انداز تعریف شده در افق سال ۱۴۰۴ است، سند چشم انداز برای این بخش وجود ندارد .

از نقطه نظر ناوگان، هر چهار زیر بخش حمل ونقل دچار مشکل عمر بالا و فرسودگی وسایل حمل و نقل هستند. به عنوان مثال عمر متوسط ناوگان باری جاده ای در سال ۱۳۸۹ برابر ۱۶,۹ سال بوده است.عمر متوسط ناوگان هوایی کشور در حال حاضر۲۴ سال است که باید تا پایان برنامه پنجم به ۱۵ سال برسد. در جدول ۱۱-۱۴ مقایسه ای از نقاط استحکام و ضعف شبکه حمل و نقل جاده ای ایران ارایه شده است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۱۴: ماتریس SWOT حمل و نقل جاده ای ایران

نقاط قوت(S)	نقاط ضعف(W)
سازماندهی و مدیریت: -دارا بودن توان مهندسی کافی جهت ساخت زیربنا -وجود نیروهای متخصص و با تجربه در بخش اجرایی و عملیاتی زیر بخش حمل و نقل جاده ای -فعالیت های انجام شده از سوی و.زارت راه و ترابری جهت جذب مشارکت های بخش غیر دولتی و سرمایه گذاران خارجی ناوگان : -این امکان وجود دارد که به وسایل نقلیه تجاری امکان استفاده بیشتر از مسیرهای آزادراهی داده شود . -اعطای تسهیلات دولتی جهت توسعه، تجهیز و نوسازی ناوگان جاده ای باری -وجود ظرفیت مناسب در تولید انواع خودروهای تجاری در کشور امایشی : -اتصال مراکز باری مهم به شبکه جاده ای (برخی بنادر مهم،معادن) -دسترسی مناسب به شبکه حمل و نقل جاده ای در مناطق مرکزی و شمالی کشور دولتی : -مجاز شدن شرکت های حمل ونقل به واردات کامیون استاندارد و با عمر کمتر از سه سال جهت تأمین ناوگان **فرصت ها (O)** اقتصادی و اجتماعی : -ارزان بودن حمل ونقل جاده ای کالا در ایران -تقاضای بالای باری و مسافری در محورهای موجود -توان مهندسی کافی جهت ساخت زیربنا و امکان ظرفیت سازی لازم	سازماندهی و مدیریت : -عدم وجود اهداف کلان کمی برای این بخش در برنامه پنجم توسعه -فقدان استراتژی مناسب جهت توسعه و نوسازی ناوگان جاد ه ای باری و مسافری -فقدان يك برنامه بلند مدت و استراتژيك برای توسعه زیربناهای حمل و نقل جاد ه ای کشور -کمبود منابع مالی تخصیص یافته در بودجه های سنواتی جهت ساخت و توسعه آزاد راه ها،بزرگراه ها،راه های اصلی،راه های فرعی -وابستگی به منابع دولتی جهت ساخت و توسعه خطوط جاده ای -دولتی بودن امر تصمیم گیری و اجرای طرح های نوسازی ناوگان و ایجاد محدودیت برای شرکت های حمل ونقل ناوگان : -فرسودگی و عمر بالای ناوگان حمل جاده ای (عمر متوسط ۲۰ سال) -خود مالکی در ناوگان حمل و نقل جاده ای کشور -ناکافی بودن تعداد کامیون جهت تردد در مسیرهای بین المللی -فاقد استاندارد بودن برخی کامیون ها و محدودیت ورود آنها به کشورهای عضو اتحادیه اروپا -عدم بهره برداری اقتصادی از ناوگان و پایین بودن بازدهی سرمایه -عوارض بیشتر زیست محیطی و انتشار بیشتر آلودگی ها به ویژه آلودگی هوا(نسبت به سایر شقوق حمل ونقل) زیر ساخت ها،تأسیسات وتجهیزات : -غیر استاندارد بودن بسیاری از جاده ها -نبود تنوع در بارگیر برای حمل انواع مختلف بار -نامتناسب بودن کانتینرهای یخچالی موجود برای انواع مختلف بار -اشغال بیشتر زمین برای احداث نسبت به حمل و نقل ریلی آمایشی : -عدم وجود زیر ساخت های جاد ه ای کافی در محور شرق به غرب کشور به منظور ایجاد امکان ترانزیت کالا از کریدور شرق-به غرب کشور -تمرکز شدید خطوط جاده ای و بالتبع حمل و نقل جاده ای از طریق استان تهران -وجود عدم تعادل در برخورداری از دسترسی بهشبکه حمل و نقل جاده ای،بطوریکه مناطق وسیعی از نیمه شرقی و جنوبی کشور دسترسی ضعیفی به شبکه جاده ای داشته و مناطق حاشیه ای

www.Telegram.me/Commodities

مشاورین و پیمانکاران داخلی ساخت و توسعه راه ها،بزرگراه ها -وجود صنایع خودروسازی داخل کشور برای تولید انواع خودروهای باری -خصوصی بودن بخش عمده ناوگان باری -ارزان بودن حمل ونقل کالا در ایران؛در حالی که متوسط کرایه تن-کیلومتر کالای حمل شده در ایران تقریباً ۳۲۰ ریال است.این متوسط در اروپا حدود ۳۵۰۰ ریال و در آسیا حدود ۱۸۰۰ ریال است . دولتی : -انجام مطالعات طرح جامع حمل و نقل کشور -مصوبات استانی و مجمع تشخیص مصلحت در خصوص توسعه حمل ونقل جاده ای محیطی،سیاسی و جغرافیایی : -دسترسی به بازارهای خوب عراق و افغانستان -دسترسی ایران به آسیای میانه و روسیه -موقعیت جغرافیایی و قرارگرفتن در مسیر تعداد زیادی از کریدورهای ترانزیتی.	آنها در بن بست قرار دارند . -عدم اتصال همه مراکز استان ها به شبکه بزرگراهی و مراکز شهرستان ها به راههای اصلی . -وجود عدم تعادل در برخورداری استان ها از شبکه بزرگراهی (نسبت طول بزرگراه ها به مساحت)،بطوریکه استانهای تهران،قم،قزوین،گیلان،همدان و اصفهان از شبکه بزرگراهی مناسبی برخوردار بوده و سایر استان ها از وجود بزرگراه ها بطور کامل و یا تا حد زیادی محروم هستند . -وجود عدم تعادل در توزیع شرکت های حمل ونقل کالا،بطوریکه در برخی استانها تعداد شرکت ها نسبت به حجم کالای جابجا شده اندك (مانند هرمزگان) و در برخی دیگر تعداد شرکت های فعال نسبت به میزان کالای حمل شده پایین است(مانند کرمان یا آذربایجان .) **تهدیدات (T)** اقتصادی و اجتماعی : -عدم استقبال سرمایه گذاران داخلی و خارجی به سرمایه گذاری در طرح های جاده ای . -عدم تناسب بازده سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل و بالتبع آن عدم حضور پررنگ بخش خصوصی در این حوزه . -عدم سرمایه گذاری شرکت های حمل ونقل بازرگانی بین المللی جهت خرید کامیون های جدید -عدم وجود ثبات در نرخ حمل و نقل به دلیل الزام توافق بین صاحبان کالا و رانندگان کامیون ها -معضل حمل و نقل مضاعف بار در کشور -بالا بودن قیمت کامیون های تولید داخل فناوری : -فقدان فن آوری جدید ساخت و تولید خودروهای باری در کشور دولتی : -روند کند قانونگذاری در کشور و ایجاد تأخیر در تغییرات و یا بدتر شدن مشکلات . -تأخیر و عدم تخصیص به موقع بودجه محیطی،سیاسی و جغرافیایی : -وجود رقبای قدرتمند در منطقه(ترکیه،آذربایجان،بلغارستان و (... -مشکل اخذ ویزا و برگ تردد برای رانندگان در نتیجه وجود محدودیت حداکثر ۵ سفر خارجی در سال برای هر راننده -طولانی بودن زمان اخذ ویزای ایران -اعمال تحریم های بین المللی که بطور مستقیم زیر بخش جاده ای را تحت تأثیر قرار می دهد

www.Telegram.me/Commodities

- تحلیل زیر بخش حمل و نقل ریلی :

در طی برنامه اول توسعه ۸۵۰ کیلومتر خط آهن (سالانه ۱۷۰ کیلومتر) ساخته شد،در برنامه دوم توسعه ۱۲۸۰ کیلومتر خط آهن (سالانه ۲۵۶ کیلومتر) و در طی برنامه سوم توسعه ۲۰۰۰ کیلومتر خط آهن (سالانه ۴۰۰ کیلومتر) ساخته شده است، برای تحقق هدف چشم انداز (یعنی ساخت ۱۶۰۰۰ کیلومتر خط آهن) باید حداقل سالانه ۱۰۰۰ کیلومتر خط آهن ساخته شود .

براساس آمارهای راه آهن جمهوری اسلامی ایران، پرداخت های طرح های عمرانی در سال ۱۳۸۸ برابر ۲۷۶۰ میلیارد ریال بوده است،در حالیکه بیشترین سرمایه گذاری عمرانی دولت در زیربخش حمل و نقل ریلی مربوط به سالهای ۸۵،۸۶،۸۷ بوده است که به ترتیب ۴۶۴۶،۴۶۵۳،۴۲۶۳ میلیارد ریال سرمایه گذاری کرده است .

جدول ۱۱-۱۵: ماتریس SWOT حمل و نقل ریلی ایران

نقاط قوت (S)	نقاط ضعف (W)
مدیریت و سازماندهی : -تدوین سند چشم انداز صنعت حمل ونقل ریلی در افق ۱۴۰۴ و طرح جامع راه آهن -تنظیم برنامه های توسعه کوتاه مدت و بلند مدت راه آهن زمینه حمل بار و مسافر زیرساخت ها،تاسیسات و تجهیزات -برخورداری راه آهن از ظرفیت های مناسب برای ترانزیت کالا و ایجاد مزیت صادراتی برای بسیاری از تولیدات داخلی در صورت گسترش کیفی و کمی حمل و نقل ریلی -مزیت در حمل انبوه و حجیم بار در مسیرهای طولانی -سهولت افزایش ظرفیت سیستم ریلی نسبت به سایر شیوه ها و نظم پذیرتر بودن سیستم -اشغال کمتر زمین برای احداث خطوط فناوری : -مصرف سوخت کمتر قطار در مقایسه با سایر وسایل حمل و نقل -آلودگی کمتر محیط زیست -ایمنی بالاتر حمل و نقل ریلی نسبت به سایر روشها حمل -استهلاک پایین خطوط و ناوگان -امکان استفاده خطوط برقی به عنوان جایگزین سوخت های فسیلی هزینه ای و سرمایه ای : -کاهش قیمت تمام شده محصول بعلت کاهش هزینه حمل و نقل آمایشی :	مدیریت و سازماندهی : -عدم وجود اهداف کلان کمی برای این بخش در برنامه پنجم توسعه -نداشتن رویکرد مدیریت نکپارچه در خصوص برنامه ریزی توسعه خطوط،ناوگان و تسهیلات جانبی -پائین بودن میزان رشد حمل و نقل ریلی در حوزه ترانزیت نسبت به حمل و نقل جاده ای ناوگان : -ناکافی بودن تعداد لکوموتیوها نسبت به خطوط راه آهن و نسبت به واگن های موجود -ناکافی بودن تعداد واگن ها نسبت به خطوط راه آهن موجود -فرسوده بودن واگن ها زیر ساخت ها،تاسیسات و تجهیزات : -پائین بودن ظرفیت خطوط ریلی برای جوابگویی به تقاضا و قرار گرفتن حمل های مسافری نسبت به حمل های باری -کمبود امکانات تخصصی جهت

www.Telegram.me/Commodities

-اتصال تعدادی از مراکز باری مهم (بنادر مهم،معادن و....) به شبکه ریلی	جابجایی کالاها -عدم یکپارچگی و تناسب سیستم های تخلیه و بارگیری -عدم ارائه خدمات چند وجهی و حمل ترکیبی بار -کمبود باسکول خطی جهت بارگیری و توزین همزمان در ایستگاه ها -نبود امکانات تعمیر واگن ،تعمیر دیزل و تعویض بوژی در ایستگاه ها به ویژه مرز سرخس آمایشی : -نبود خط آهن در مراکز صنعتی و ضرورت استفاده از ترپلی -پایین بودن تراکم شبکه ریلی کشور نسبت به سایر کشورهای توسعه یافته -عدم وجود خطوط ریلی منتهی به بنادر بازرگانی مهم کشور در جنوب همجون چابهار، عسلویه و بندر بوشهر -عدم برخورداری از دسترسی به شبکه حمل و نقل ریلی در مناطق جنوب غرب شرق و برخی مناطق مرکزی غرب کشور -عدم دسترسی ایلام و یاسوج به عنوان مراکز استان به شبکه سراسری ریلی کشور
فرصت ها (O) اقتصادی واجتماعی : -وجود تقاضای کافی در حمل مسافر و بار جهت توسعه حمل و نقل ریلی و امکان حصول سهم مطلوب بار و مسافر در راه اهن محیطی،سیاسی و جغرافیایی : -جایگاه ویژه راه آهن ایران بعنوان یکی از کریدورهای مهم جهانی برای دسترسی به بازارهای جدید صادراتی در خاورمیانه،آسیای مرکزی،کشوهای قفقاز،آسیا،روسیه،اروپا و سایر نقاط جهان در امر مبادلات کالا از اهمیت خاص برخوردار است -وجود استان های مجاور با استان تهران با امکان جایگزین نمودنآنها درراستای کاهش تمرکز گرایی شدید در این استان (از جمله استانهای سمنان،قزوین و قم)	**تهدیدات (T)** اقتصادی و اجتماعی : -عدم تمایل مشارکت بخش خصوصی در این صنعت -محدودیت ظرفیت تولید داخلی در تامین ناوگان ریلی وعدم واگذاری به موقع واگن از سوی شرکت های خصوصی -کمبود مشاورین وی در این صنعت محیطی ،سیاسی و جغرافیایی : -وجود تحریم های خارجی و عدم دسترسی به تسهیلات فاینانس خارجی و داخلی

www.Telegram.me/Commodities

دولتی : -انجام مطالعات طرح جامع حمل و نقل کشور و اولویت آن بر توسعه ریلی -فقدان حمل و نقل سریع السیر و مجهز نبودن شبکه به سیستم های برقی عملکردی : -پایین بودن سرعت سیر بازرگانی در حمل بار هزینه ای و سرمایه ای : -پایین بودن نرخ بازگشت سرمایه برای جلب مشارکت بخش عیر دولتی در سرمایه گذاری روی زیر ساخت ها -هزینه بالای احداث،بهره برداری و تعمیر و نگهداری	دولتی : -نظام تعرفه گذاری حمل و نقل ریلی توسط دولت -عدم تخصیص به موقع و کافی بودجه فناوری : -متنوع بودن تکنولوژی حمل و نقل ریلی به دلیل خرید از سازندگان و کشورهای مختلف -وابستگی بالا به خریدهای خارجی و ارزبری بالای خریدی ریل،ناوگان ،و امکانات وابسته -تفاوت عرض خطوط ریلی ایران با کشوهای همسایه شمالی (بویژه ترکمنستان(

- تحلیل زیر بخش حمل و نقل و جابجایی هوایی :

حمل و نقل هوایی با توجه به بالا بودن هزینه آن و سایر مسائل موجود در این زمینه سهم ناچیزی را از تجارت داخلی کالا یعنی حدود٪۰,۰۱۲ را به خود اختصاص است. در حوزه تجارت بین الملل،سهم ناچیز ۰,۱٪ حمل و نقل هوایی از صادرات و واردات کالا می باشد .

در عرصه بین المللی،موقعیت ممتاز جغراقیایی ایران موجب شده کریدور هوایی ایران به عنوان کوتاه ترین و به صرفه ترین مسیر بین قاره ای آسیا- اروپا مطرح می باشد که بالقوه ،توانایی ارائه خدمات ترانزیت پروازهای عبوری و مهمتر از آن تبدیل شدن به هاب منطقه ای را خواهدداشت .

فرودگاه های کشور از ظرفیت ها و امکانات نسبتاً مناسبی برخوردار هستند ولی عدم تعادل ها و مشکلات مدیریتی در صنعت هوایی منجر به بلا استفاده ماندن و حتی غیر اقتصادی بودن بسیاری از فرودگاه های موجود در کشور شده است،بطوریکه از بین ۵۴ فرودگاه فعال کشور به غیر از سه فرودگاه امام خمینی (ره)،مهرآباد و شهید هاشمی نژاد مشهد مابقی ۵۱ فرودگاه کشور غیر اقتصادی هستند .

بررسی های آمایشی شبکه حمل و نقل هوایی کشور نمایانگر تمرکز شدید فعالیت های حمل و نقل در فرودگاه های استان تهران (با سهم بیش از ۹۰٪) و عدم بهره برداری از پتانسیل های دیگر فرودگاه های استانی با عملکرد بین المللی است . کلیه استان های کشور به غیر از استان قم دارای فرودگاه هستند .

www.Telegram.me/Commodities

در برنامه پنجم توسعه، دولت مکلف شده است که فضای کشور را به منظور کوتاه سازی و اقتصادی نمودن دالان های هوایی داخلی و بین المللی و افزایش پروازهای عبوری ساماندهی کند .

جدول ۱۱-۱۶ : ماتریسSWOT حمل و نقل جابجایی هوایی ایران

نقاط قوت (S) زیر ساخت ها،تاسیسات و تجهیزات : -برخورداری از تسهیلات و تجهیزات مناسب فرودگاهی در کشور -امکان تبدیل شدن فرودگاه های محلی استان ها به هاب های هوایی -امکان ارتقاء فرودگاه های بین المللی جنوب کشور به مراکز هاب تجاری منطقه ای در مقابل فرودگاه های حاشیه جنوبی خلیج فارس -امکان تبدیل شدن برخی فرودگاه های کشور به مراکز خدمات پروازهای عبوری از خاک ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور و کریدروهای هوایی عبوری از آن -تعیین تعدادی از فرودگاه های داخلی کشور به عنوان مرز هوایی به منظور برقراری پروازهای بین المللی هر چند محدود در استان های کشور	نقاط ضعف (W) مدیریت و سازماندهی : -عدم وجود اهداف کلان کمی برای این بخش در برنامه پنجم توسعه -عدم وجود مرجع و برنامه کلان صنعت بعنوان حلقه اتصال و ارتباط دهنده صنعت حمل و نقل هوایی کشور با راهبردها و سیاست های کلان کشور -ناهماهنگی و عدم انسجام در زیربخش های مختلف صنعت در هدفگذاری و برنامه ریزی های داخلی -عدم وجود سیاست آسمان باز در کشور جهت ایجاد شرایط رقابتی و در شرکت های هواپیمایی -بهره وری پایین صنعت حمل و نقل هوایی به دلیل ضعف مدیریتی -فرسوده بودن ناوگان و ازدست دادن سهم قابل توجهی از جابجایی کالا (و مسافر) وخسارت های اقتصادی حاصله -پایین بودن ظرفیت ناوگان حمل هوایی کشور و زیاندهی شرکت های هواپیمایی غیر دولتی زیر ساخت ها تاسیسات و تجهیزات : -بدون استفاده ماندن و غیر اقتصادی بودن بخش بزرگی از فرودگاه های کشور به دلیل عدم مدیریت صحیح و همچنین عدم تناسب ظرفیت ناوگان -احداث برخی فرودگاه ها بدوندر نظر گرفتن توجیه فنی اقتصادی -کیفیت نه جندان بالای خدمات فرودگاهی و ناوبری در کشور فناوری : -پایین بودن ضریب ایمنی پروازها طی سال های اخیر (به علت عمر بالای هواپیماها) -عدم توسعه یافتگی سیستم های ماهواره ای عملکردی : -نبود پروازهای منظم به مقاصد صادراتی -بالا بودن ذاتی هزینه حمل هوایی کالا در مقایسه با

www.Telegram.me/Commodities

- تحلیل زیر بخش حمل و نقل و جابجایی دریایی :

به دلیل شرایط جغرافیایی کشور و عدم برخورداری از آبراهه های داخل سرزمینی)بجز کارون) حمل و نقل دریایی کشور نقش جندانی در تجارت داخلی ندارد،اما بیش از ۸۶٪ صادرات و بیش ۹۲٪ واردات کشور از طریق حمل و نقل دریایی صورت می گیرد .

موقعیت استراتژیک ایران از نظر دسترسی به آبهای آزاد و دسترسی به کشوهای آسیای میانه و شمالی از طریق دریای خزر،مزیت ویژه ای را برای حمل و نقل دریایی ایجاد کرده است .

در حال حاضر تعداد ۱۳ بندر تجاری در کشور به فعالیت مشغولند که از این تعداد ۴ بندر در سواحل دریایی خزر و ۹ بندر دیگر در سواحل خلیج فارس و دریای عمان واقع شده اند،حدود ۹۴٪ مساحت کل بنادر کشور متعلق به سه بندر شهید رجایی و امام خمینی،بندر آبادان هستند،کلیه استان های با مرز آبی کشور به غیر از استان گلستان داری بندر تجاری هستند،بندر شهید رجایی به دلیل ظرفیت ها و توانمندی های بالقوه قابلیت تبدیل شدن به یک هاب تجاری دریایی مهم در منطقه را داراست،این بندر سال ۲۰۱۰ با شش پله صعود به رتبه ۴۴ بنادر جهان از نظر عملیات کانتینری ارتقاء یافت .

خوشبختانه بخش حمل و نقل دریایی کشور دارای برنامه هایی جهت توسعه زیر ساخت ها و ناوگان است،برنامه جامع توسعه بنادر بازرگانی کشور که برای افق سال۱۴۰۴ تدوین شده که چگونگی توسعه بنادر موجود را درقالب سناریوی چند قطبی و با انجام سطح بندی برای بنادر و عملکردی آنها مشخص می کند .

جدول ۱۱-۱۷: ماتریس SWOT حمل و نقل و جابجایی دریایی ایران

نقاط قوت (S)	نقاط ضعف (W)
مدیریت و سازماندهی : -تدوین شدن برنامه جامع توسعه بنادر بازرگانی کشور -برنامه ریزی انجام شده جهت توسعه ناوگان -اصلاح نظام تعرفه ای جعت افزایش قابلیت رقابت با بنادر منطقه ناوگان : -دسترسی به بنادر معتبر در اقصی نقاط دنیا از طریق مسیرهای خطوط کشتیرانی -برنامه ریزی برای افزایش ناوگان تجاری در دریای خزر -رتبه اول ایران در منطقه از لحاظ ناوگان تجاری	مدیریت و سازماندهی : -عدم وجود اهداف کلان کمی برای این بخش در برنامه پنجم توسعه -عدم وجود سفرهای منظم برای تعدادی از مقاصد -مدیریت ضعیف فصل مشترک حمل و نقل دریایی و سایر صور حمل و نقل در بنادر تجاری قوانین و مقررات : -عدم انعطاف پذیری قوانین و مقررات حاکم بر بخش جهت رقابت با بنادر منطقه -عدم هماهنگی قوانین و مقررات داخلی و بین المللی ناوگان : -بالا بودن عمر ناوگان حمل و نقل دریایی

www.Telegram.me/Commodities

و نفتی زیر ساخت ها،تاسیسات و تجهیزات : -وجود ۱۰ میلیون تن ظرفیت خالی برای انجام عملیات ترانزیتی در بنادر ایران -ظرفیت و قابلیت های بنادر شمالی ایران نسبت به سایر بنادر کشورهای حاشیه دریای خزر -وجود امکاناتحمل و نقل چند وجهی در برخی بنادر کشور همچون بندر امیرآباد در حاشیه دریای خزر -امکان توسعه بنادر کشور در راستای ارائه خدمات جانبی در بنادر -انجام بیش از ۸۰درصد صادرات و واردات از طریق حمل و نقل دریایی -توانایی تسریع در مهیا کردن بنادر تجاری کشور در سواحل جنوبی برای پذیرش کشتی های نسل جدید آمایشی : -امکان ارتقاء عملکرد بنادر جنوبی کشور (بندرعباس،بندر قشم و بندر چابهار) و تبدیل آنها به یک هاب های تجاری در منطقه -امکان تبدیل شدن بنادر ایران به قطب های تجاری بالقوه	زیرساخت ها،تاسیسات و تجهیزات : -راکد ماندن تعدادی از بنادر و هدر رفتن سرمایه های ملی -ضعف و ناهماهنگی شبکه های پسکرانه ای و فاصله بین بنادر اصلی و مراکز صنعتی مهم -مشکلات و نارسایی ها در زنجیره پشتیبانی بندری -ناکافی بودن کانتینرهای استاندارد جهت حمل کالاهای خاص -ارائه سرویس های نه چندان مناسب در بنادر -انتظار طولانی کشتی ها در هنگام بارگیری وتخلیه و همچنین در لنگر گاه فناوری : -عدم انطباق با دستاوردهای تکنولوژیک روز
فرصت ها (O) اقتصادی،اجتماعی : -سرمایه گذاری قابل توجه بخش خصوصی در بنادر -توافقی بودن نرخ های حمل و نقل آبی و تنظیم آن با توجه به نرخ های جهانی و منطقه ای -سودآور بودن فعالیت های کشتیرانی ایران با توجه به وجود نرخ های توافقی و حضور آن در عرصه تجارت خارجی کالا محیطی،سیاسی و جغرافیایی : -نقش تعیین کننده بنادر در سازمان دهی به فضای ملی -موقعیت جغرافیایی کشور در جهت افزایش میزان ترانزیت کالا از طریق صور حمل و نقل دریایی،جاده ای،ریلی و همکاری های منطقه ای و بین المللی -پتانسیل جذب بازار ترانزیتی کریدور شمال – جنوب -پتانسیل های موجود در حجم تجارت دریایی	**تهدیدات (T)** اقتصادی،اجتماعی : -عدم وجود بستر مناسب سیاسی اقتصادی امنیتی جهت سرمایه گذاری داخلی و خارجی در این بخش -خطر بالای سرمایه گذاری در بنادر ایران در مقایسه با بنادر رقیب -اقتصادی نبودن مقیاس محموله های صادراتی محیطی،سیاسی و جغرافیایی : -عدم وجود دسترسی مناسب بنادر به خطوط ریلی،به گونه ایکه از بنادر شمال کشور تنها بندر امیرآباد و از بنادر جنوبی تنها سه بندر خرمشهر شهید رجایی و امام خمینی به شبکه راه آهن دسترسی دارند -ایجاد و توسعه بنادر بازرگانی بزرگ در کشورهای حاشیه خلیج فارس(مانند کشور امارات) که به سرعت در حال تبدیل شدن به هاب های تجاری منطقه هستند -عدم امکان قابلیت رقابت بنادر کشور با بنادر بزرگ جهان به جهت کم بودن عمق آبخور (۱۳,۵ تا ۱٤ متر در مقابل ۲۵ متر) -ایجاد محدودیت توسط کشورهای حوزه خلیج فارس برای پهلوگیری لنج های ایرانی

www.Telegram.me/Commodities

از طریق دریای خزر و فرصت ایران برای افزایش سهم این حجم تجارت -امکان دسترسی آسان و سریع کشورهای آسیای میانه به آب های آزاد از طریق مسیر ایران -آبی بودن سه هزار کیلومتر از مرزهای کشور -پتانسیل های تجارت دریایی ایران در بازارهای آسیای میانه و قفقاز،کالاهای حمل شده در دالان جنوب،افغانستان و عراق -وضعیت طبیعی مطلوب بنادر ایران به لحاظ عمق و شرایط ناوبری در مقایسه با رقبای منطقه ای -وجود ظرفیت کالای ترانشیپی کهدر حال حاضر به دلیل عدم جذب به بنادر ایران از طریق امارات به ایران ترانشیپ می شود	-برخوردهای نامناسب شرکت های کشتیرانی سایر کشورها جهت حمل بار به ایران و برعکس -تحریم های اعمال شده علیه خطوط کشتیرانی ایران

- مقایسه انواع روش های حمل و نقل

به منظور مقایسه روشهای چهارگانه حمل و نقل تجاری در جدول ۱۱-۱۸ مزیتهای هریک از روشهای حمل و نقل نسبت به روشهای دیگر مشخص شده است .

جدول ۱۱-۱۸: مزیت های انواع روش های حمل و نقل نسبت به یکدیگر

حمل و نقل دریایی	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل جاده ای	مود مقایسه ای
تنوع بیشتر وسایل - حمل و نقل سرعت جابجایی - بالاتر قابلیت دسترسی بهتر - به نقاط عرضه و تقاضا انعطاف پذیری بیشتر - مسیرها و زمان های حمل هزینه سرمایه گذاری - اولیه کمتر مناسب برای جابجایی - در مسافت های کوتاه	تنوع بیشتر وسایل - حمل و نقل قابلیت دسترسی بهتر - به نقاط عرضه و تقاضا هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر قابلیت بیشتر جابجایی - بین مدی انعطاف پذیری بیشتر - مسیرها و زمان های حمل هزینه سرمایه گذاری - اولیه کمتر مناسب برای جابجایی - در مسافت های کوتاه	سرعت جابجایی - بالاتر قابلیت دسترسی بهتر - به نقاط عرضه و تقاضا تنوع بیشتر وسایل - حمل و نقل انعطاف پذیری بیشتر - مسیرها و زمان های حمل هزینه سرمایه گذاری - اولیه کمتر مناسب برای جابجایی - در مسافت های کوتاه		حمل و نقل جاده ای
آلودگی کمتر محیط - زیست سرعت جابجایی - بالاتر قابلیت دسترسی بهتر -	آلودگی کمتر محیط - زیست قابلیت دسترسی بهتر - به نقاط عرضه و تقاضا		مصرف سوخت کمتر- ایمنی حمل بالاتر- هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر	حمل و نقل ریلی

www.Telegram.me/Commodities

به نقاط عرضه و تقاضا قابلیت اطمینان بالاتر- وابستگی کمتر به - شرایط آب و هوایی	هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر قابلیت بیشتر جابجایی - بین مدی قابلیت اطمینان بالاتر- مصرف سوخت کمتر- وابستگی کمتر به - شرایط آب و هوایی		آلودگی کمتر هوا- اشغال کمتر زمین - برای احداث خطوط سهولت افزایش - ظرفیت سیستم قابلیت اطمینان بالاتر- وابستگی کمتر به - شرایط آب و هوایی	
سرعت جابجایی - بالاتر		سرعت جابجایی - بالاتر عدم نیاز به احداث - شبکه خطوط فیزیکی مسافت های جابجایی - طولانی تر	سرعت جابجایی - بالا عدم نیاز به احداث - شبکه خطوط فیزیکی مسافت های - جابجایی طولانی تر	حمل و نقل هوایی
	تنوع بیشتر وسایل - حمل ونقل قابلیت دسترسی بهتر - به نقاط عرضه و تقاضا هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر قابلیت بیشتر جابجایی - بین مدی مسافت های جابجایی - طولانی تر نیاز به سرمایه گذاری - کمتر مصرف سوخت کمتر- هزینه نگهداری پائین-	عدم نیاز به احداث - شبکه خطوط فیزیکی هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر مسافت های جابجایی - طولانی تر سرمایه بری کمتر- آلودگی کمتر محیط - زیست هزینه نگهداری پائین-	عدم نیاز به احداث - شبکه خطوط فیزیکی هزینه جابجایی کمتر- ظرفیت جابجایی - بیشتر مسافت های - جابجایی طولانی تر سرمایه بری کمتر- آلودگی کمتر هوا- مصرف سوخت کمتر- ایمنی حمل بالاتر- هزینه نگهداری پائین-	حمل و نقل دریایی

مقایسه وضعیت زیرساختهای حمل ونقل و جابجایی بین ایران وکشورهای منتخب :

دراین قسمت، به تفکیک انواع روش های حمل و نقل ،مقایسه ایران با کشورهای ترکیه و امارات پرداخته شده و این سه کشور با شاخص های مختلف با یکدیگر مقایسه شده اند. در جداول ۱۱-۱۹ الی ۱۱-۲۲ وضعیت سه کشور ایران امارات و ترکیه از نظر مزایای جغرافیایی و زیر ساختاری در چهار مود حمل و نقل جاده ای ، ریلی ، هوایی و دریایی با یکدیگر مقایسه شده است. با توجه به این اطلاعات ضرورت گسترش هرچه سریعتر ظرفیت های حمل و نقل کشور بویژه در حوزه ریلی و دریایی برای ایجاد مزایای رقابتی احساس می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۱۹: ماتریس مزیت های سه کشور نسبت به یکدیگر از نظر حمل و نقل جاده ای

کشور مورد مقایسه	ایران	ترکیه	امارات
ایران		-مرز زمینی با تعداد بیشتری از کشورها	-مرز زمینی با تعداد بیشتری از کشورها -شبکه جاده ای گسترده تر -طول آزادراه های بیشتر -چگالی شبکه جاده ای بیشتر
ترکیه	شبکه جاده ای گسترده تر -نسبت بیشتر طول بزرگراه ها به جاده ها -ناوگان تجاری با متوسط عمر کمتر -قرار گرفتن در مسیر تعدادکریدورهای ترانزیتی بیشتر -ناوگان تجاری بیشتر (نزدیک به ۳ برابر) -چگالی شبکه جاده ای بیشتر		-مرز زمینی باتعداد بیشتری از کشورها -شبکه جاده ای گسترده تر -طول آزاد راه های بیشتر -نسبت بیشتر طول بزرگراه ها به جاده ها
امارات	-نسبت بیشتر طول بزرگراه ها به جاده ها	-	-

جدول ۱۱-۲۰: ماتریس مزیت های سه کشور نسبت به یکدیگر از نظر حمل و نقل ریلی

	ایران	ترکیه	امارات
ایران		-مرز زمینی با تعداد بیشتری از کشور ها -مرز زمینی طولانی تر -نقش پررنگ تر حمل و نقل ریلی در تجارت خارجی -ناوگان بزرگتر	-شبکه ریلی گسترده تر -مرز زمینی با تعداد بیشتری از کشورها -مرز زمینی طولانی تر -ناوگان بزرگتر -قرار گرفته در مسیر تعداد کریدورهای ترانزیتی بیشتر -نقش پررنگ تر حمل و نقل ریلی در تجارت خارجی -ناوگان بزرگتر
ترکیه	-شبکه ریلی گسترده تر -قرار گرفته در مسیر تعداد کریدورهای ترانزیتی بیشتر		-شبکه ریلی گسترده تر -مرز زمینی با تعداد بیشتری از کشورها -مرز زمینی طولانی تر -ناوگان بزرگتر -قرار گرفته در مسیر تعداد کریدورهای ترانزیتی بیشتر -نقش پررنگ تر حمل و نقل ریلی در تجارت خارجی -ناوگان بزرگتر
امارات		-	-

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۲۱: ماتریس مزیت های سه کشور نسبت به یکدیگر از نظر حمل و نقل و جابجایی هوایی

	ایران	ترکیه	امارات
ایران	-	-طول باید بیشتر در فرودگاهها -تعداد فرودگاه های بیشتر -نسبت فرودگاه به جمعیت بیشتر	-دسترسی بهتر و کم هزینه تر
ترکیه	-ناوگان بزرگتر -ناوگان با متوسط عمرکمتر -نسبت ناوگان به جمعیت بیشتر -فرودگاه های مجهزتر -خطوط هوایی بیشتر -فرودگاه های بین المللی بیشتر -فرودگاه های با ظرفیت جابجایی بار بیشتر -نسبت فرودگاه به مساحت بیشتر	-	- دسترسی بهتر و کم هزینه تر -فرودگاه های بیشتر -خطوط هوایی بیشتر -ناوگان بزرکتر -فرودگاه های بین المللی بیشتر
امارات	امارات -ناوگان بزرکتر -ناوگان با متوسط عمرکمتر -نسبت فرودگاه به جمعیت بیشتر -نسبت فرودگاه به مساحت بیشتر -نسبت ناوگان به جمعیت بیشتر -فرودگاه های بین المللی بیشتر -فرودگاه های باظرفیت جابجایی بار بیشتر	-ناوگان با متوسط عمرکمتر -نسبت فرودگاه به جمعیت بیشتر -نسبت فرودگاه به مساحت بیشتر -طول باند بیشتر در فرودگاه ها	-

جدول ۱۱-۲۲: ماتریس مزیت های سه کشور نسبت به یکدیگر از نظر حمل ونقل دریایی

	ایران	ترکیه	امارات
ایران		-دسترسی به اقیانوس آرام و هند -ناوگان با متوسط عمر کمتر -ناوگان نفتی بزرگتر	-قرار گرفتن در مسیر کریدورهای ترانزیتی مهم -تعداد بنادر بیشتر -طول خط ساحلی بیشتر -ناوگان بزرگتر و با ظرفیت بیشتر -قرار گرفتن در مسیر کریدورهای ترانزیتی مهم -تعداد بنادر بیشتر طول خط ساحلی بیشتر
ترکیه	-تعداد بیشتر بنادر نسبت به طول خط ساحلی -متوسط طول اسکله بیشتر در بنادر -ظرفیت کانتینری بیشتر در بنادر ناوگان ملی بزرگتر و باظرفیت بیشتر		- -طول خط ساحلی بیشتر -دارای مرز آبی با تعداد کشورهای بیشتر -قرار گرفتن در مسیر کریدورهای ترانزیتی مهم -دسترسی به اقیانوس اطلس -تعداد بنادر بیشتر و مجهزتر -عمق آبخور بیشتر -ناوگان بزرگتر و با ظرفیت بیشتر
امارات	-سهم بیشتر از ناوگان دنیا از نظر پرچم -تعداد بیشتر بنادر نسبت به طول خط ساحلی -ظرفیت کانتینری بیشتر در بنادر -متوسط طول اسکله بیشتر در بنادر -عمق آبخور بیشتر -متوسط مساحت بیشتر در بنادر	-دسترسی بهتر به آبهای آزاد(اقیانوس آرام و هند) -نقش ترانزیتی بنادر امارات بین قارهای آسیا،اروپا و آفریقا -ظرفیت کانتینری بیشتر در بنادر -متوسط مساحت بیشتر در بنادر -متوسط طول اسکله بیشتر در بنادر	

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۱-۱-۲: زیر بناهای مورد نیاز صنعت حمل و نقل تا افق چشم انداز

- حمل و نقل جاده ای:

اهمیت حمل و نقل جاده‌ای به دلیل سهم حدود ۹۵ درصد در جابجایی کالا و مسافر کشور، انعطاف‌پذیری، ارزانی و پوشش سراسری و گسترهٔ وسیع فعالیت در کشور و تأثیرگذاری آن بر رشد و توسعهٔ سایر بخش‌های اقتصادی کشور؛ ایجاب می‌کند که در مسیر حرکت به چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران نقش شایستهٔ خود را ایفا نماید. بر همین اساس زیربخش حمل و نقل جاده‌ای، دستیابی به حمل و نقل روان، اقتصادی، راحت، ایمن و سازگار با محیط‌زیست را به عنوان چشم‌انداز بلندمدت خود تعیین نموده است. در ادامهٔ برنامهٔ چهارم توسعه - که اولین برنامهٔ پنجسالهٔ کشور در قالب سند چشم‌انداز محسوب می‌شود - ارتقاء ایمنی عبور و مرور، ارتقاء سطح خدمات، توسعه، بهبود و نگهداری شبکهٔ جاده‌ای کشور، افزایش سهم کشور در عرصهٔ حمل و نقل بین‌المللی و ترانزیت، توسعه و بکارگیری فناوری اطلاعات، ارتقاء سطح فرهنگ عمومی و گسترش آموزش‌های تخصصی و اصلاح نقش، جایگاه و ارتباط عوامل مؤثر در حمل و نقل جاده‌ای به عنوان اهداف راهبردی و کلان زیربخش حمل و نقل جاده‌ای در برنامهٔ پنجم توسعه تعقیب خواهند شد.

ظرفیت‌سازی و استفاده از توان بخش غیردولتی، رونق بازارهای حمل و نقل با ایجاد محیط‌های رقابتی، مدیریت تقاضای حمل و نقل با رویکرد گسترش حمل و نقل عمومی، بکارگیری دانش و فناوری‌های نوین، نهادینه نمودن تفکر برنامه ریزی، تعامل و هماهنگی با سایر دستگاههای ذیربط، تمرکززدایی در اجرا و تمرکزگرایی در سیاست‌گذاری از جمله سیاست‌های حاکم بر حمل و نقل جاده‌ای در برنامهٔ پنجم توسعه می‌باشند.

انتظار می‌رود با به کارگیری راهکارهای اجرایی متناسب با چشم‌انداز، سیاست‌ها و اهداف راهبردی تعیین شده؛ زیربخش حمل و نقل جاده‌ای به اهداف کمّی زیر در برنامهٔ پنجم توسعه دست یابد:

- کاهش سالانهٔ عمر متوسط ناوگان حمل و نقل جاده‌ای (کامیون ۶/۱ درصد، اتوبوس ۵/۲ درصد، مینی‌بوس ۱۴/۵ درصد).
- رشد متوسط سالانه ۱/۵ درصد جابجایی مسافر.
- رشد متوسط سالانه ۵/۷ درصد جابجایی کالا.
- رشد متوسط سالانه ۴/۷ درصد ترانزیت کالا.
- حذف و اصلاح ۴۲۰۰ نقطه و مقطع پُرحادثه در شبکهٔ جاده‌ای کشور.
- احداث مجتمع‌های خدماتی - رفاهی بین‌راهی توسط بخش غیردولتی با رشد متوسط سالیانهٔ ۲۲ درصد.
- تجهیز سالانهٔ ۲۰۰۰ کیلومتر از راههای شریانی کشور (۱۰/۰۰۰ کیلومتر در طول برنامه) به سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS).

www.Telegram.me/Commodities

- رشد متوسط طول آزادراههای ۸/۴ درصد، رشد طول بزرگراههای کشور ۷/۹ درصد و رشد متوسط طول راههای اصلی ۳/۶ درصد.
- رشد متوسط سالانه بهسازی و نگهداری آزادراهها و بزرگراههای کشور ۱۴/۴ درصد و راههای اصلی ۱۷/۹ درصد.

- حمل و نقل ریلی:

اهداف کلان صنعت حمل و نقل ریلی طبق سند چشم انداز را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

استراتژی کلان	برنامه ها و پروژه ها	اهداف کمی تا ۱۴۰۴
توسعه شبکه ریلی دسترسی حد اکثری منابع بار و مسافر	اتصال مراکز عمده بار و مسافر بر اساس اولویت	۲۵۰۰۰کیلومترخط یا ۱۷۰۰۰کیلومتر شبکه ۶۰۰۰کیلومتر خطوط دو خطه
	افزایش سهم حمل بار و مسافر ریلی در افق چشم انداز	۱۶۰میلیون مسافر ۲۰۲ میلیون تن بار
	احداث خطوط اختصاصی مسافری سریع السیر	۳۰۰۰کیلومتر
	احداث خطوط حومه ای در اطراف کلانشهر ها	۲۰۰۰کیلومتر
	احداث خطوط فرعی جهت اتصال مراکز عمده بار و مسافر به شبکه موجود	۳۰۰۰کیلومتر

www.Telegram.me/Commodities

توسعه ناوگان ریلی متناسب با شبکه ریلی به منظور رسیدن به سهم پیش بینی شده از حمل بار و مسافر	تامین لکوموتیو اصلی (۱۶۱۵دستگاه) و مانوری (۵۴۱دستگاه) متناسب با توسعه شبکه و تقاضا	مجموعا ۲۱۵۶دستگاه
	تامین واگن باری	۵۰۳۹۳دستگاه
	تامین واگن مسافری و خدماتی	۵۶۰۷دستگاه مسافری و ۹۶۲دستگاه خدماتی
	تامین ریل باس و ترنست	۶۷ست سه تایی
	تامین لکوموتیوهای برقی و ناوگان سریع السیر	۴۰درصدناوگان
	تامین اعتبارات مورد نیاز ناوگان	۱۳/۵میلیارددلار

با توجه به عملکرد ضعیف سال های گذشته، دستیابی به این اهداف با روند فعلی عملاً غیر ممکن است. به عنوان مثال قرار بود سهم ریلی از حمل بار تا پایان سال ۱۳۹۰ به ۳۰ درصد معادل ۲۰۰ میلیون تن برسد در حالیکه عملکرد سال ۱۳۸۸ عملاً ۳۳ میلیون تن بوده است. در بخش مسافر قرار بود سهم ریلی از جابجایی ۱۸ درصد معادل ۱۶۰ میلیون نفر در پایان ۱۳۹۰ باشد که در پایان سال ۱۳۸۸ این رقم در حدود ۲۷ میلیون نفر بوده است. به همین دلیل و با توجه به ناکامی دولت های نهم و دهم، در برنامه توسعه ششم تاکید خاص بر روی توسعه حمل و نقل ریلی شده است بگونه ای که دو مورد از سیاست های این برنامه به صورت زیر بر بخش ریلی تاکید کرده اند:

۲۴-اولویتِ بخشِ ریلی در توسعه حمل و نقل و ایجاد مزیت رقابتی برای آن.

۲۵ -توسعه حمل و نقل ریلی باری با اولویت تجهیز شبکه و پایانه‌های باری و اتصال شبکه به مراکز بزرگ اقتصادی، تجاری و صنعتی و مبادی ورودی و خروجی مهم کشور و شبکه‌های ریلی منطقه‌ای و جهانی بویژه کریدور شمال – جنوب با هدف توسعه صادرات و ترانزیت بار.

با توجه به حجم قابل توجه سرمایه گذاری مورد نیاز، بدون جذب سرمایه گذار خارجی دستیابی به این اهداف بسیار دشوار به نظر می‌رسد.

www.Telegram.me/Commodities

- حمل و نقل دریایی:

بر اساس آمارهای سال ۱۳۸۸ کتاب حمل ونقل و انرژی، بیش از ۸۵ درصد مصرف انرژی بخش حمل و نقل کشور مربوط به زیربخش جاده‌ای بوده است. بخش دریایی حدود ۱۰ درصد انرژی مورد نیاز بخش حمل و نقل کشور را مصروف نموده و حال آنکه بخش هوایی حدود ۳ درصد و بخش ریلی کمتر از یک درصد انرژی مصرف نموده است. رشد مصرف انرژی در بخش دریایی نیز جای بسی تامل دارد. حمل و نقل دریایی طی ۱۰ سال اخیر سالیانه ۱۸,۲ درصد رشد داشته و اوج رشد مربوط به بازه زمانی سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۶ و نیز ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ بوده به نحوی که طی این سالها مصرف انرژی بخش دریایی بترتیب ۲,۶ و ۲,۸ برابر شده است و این درحالی است که چنین رشدی را در تعداد ناوگان دریایی (با وجود افزایش نسبی تعداد ناوگان) طی این دوره‌ها، شاهد نبوده‌ایم. اگر سوخت از مجاری غیرقانونی قاچاق نشده باشد، این رشد قابل بسختی قابل توجیه است.

بررسی عملکرد حوزه دریایی نشان می دهد که سهم بخش دریایی در حمل بار داخلی در ۸ سال گذشته در مجموع تغییر چندانی نکرده و در حد ۵ درصد ثابت مانده است. در نهایت به نظر میرسد که با روند فعلی تا سال ۱۳۹۶ نیز کماکان این سهم برای بخش دریایی ثابت بماند. در انتقال مسافر نیز تغییرات چندانی در سال های اخیر رخ نداده است. این وضعیت با نگاهی اجمالی به آمار ناوگان دریایی ایران و عملکرد آن در سال های اخیر قابل درک است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۲۲: آمار ناوگان دریایی ایران (وزن بار،سوخت،خدمه،آب،مسافران و کلیه‌ی اقلام غیر ثابت ومصرفی شناور وزن مرده نامیده می‌شود)

سال	تعداد ناوگان	کل ناوگان	وزن مرده کشتي‌ها		درصد	درصد
	ایران	جهان	ایران	جهان	ناوگان	وزن مرده
2011	142	38847	12652820	1251649458	0.4	1.0
2010	165	38412	13692815	1165720163	0.4	1.2
2009	211	37836	14560632	1104959028	0.6	1.3
2008	179	36313	10256883	1038296589	0.5	1.0
2007	184	34822	9994000	978557000	0.5	1.0
2006	179	32814	9830000	906753000	0.5	1.1
2005	172	31097	9478000	839633000	0.6	1.1
2004	156	29791	8738122	776731181	0.5	1.1
2003	153	30228	7094090	767592380	0.5	0.9
2002	163	30465	6301644	759298765	0.5	0.8
2001	168	30508	7160988	749599346	0.6	1.0
2000	154	30344	6113405	732535086	0.5	0.8
1999	150	29693	5752329	725381780	0.5	0.8
1998	151	29119	6284545	702385069	0.5	0.9
1997	153	28754	6340192	680044448	0.5	0.9

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱- ۲۳: مقایسه عملکرد ناوگان دریایی ایران در سال های ۹۰ و ۹۱

(واحد : تن)

فعالیت		۹۱	۹۰	تغییر	درصد تغییر
نفتی و غیرنفتی	تخلیه و بارگیری	۱۰۲،۴۳۶،۲۳۷	۱۰۰،۷۳۱،۰۰۴	۱۷۰۵۲۳۳	۱،۶۹
غیرنفتی	تخلیه و بارگیری	۷۳،۶۰۴،۳۰۱	۶۸،۴۵۴،۹۳۶	۵۱۴۹۳۶۵	۷،۵۲
	تخلیه	۳۹،۴۰۶،۶۹۰	۳۷،۴۶۸،۸۹۱	۱۹۳۷۷۹۹	۵،۱۷
	بارگیری	۳۴،۱۹۷،۶۱۱	۳۰،۹۸۶،۰۴۵	۳۲۱۱۵۶۶	۱۰،۳۶
	واردات	۳۴،۴۳۷،۱۵۳	۳۲،۳۷۵،۵۰۰	۲۰۶۱۶۵۳	۶،۳۷
	صادرات	۲۷،۳۶۷،۵۱۲	۲۴،۲۴۹،۱۰۷	۳۱۱۸۴۰۵	۱۲،۸۶
	ترانزیت	۹۳۹،۶۸۷	۷۴۲،۰۱۷	۱۹۷۶۷۰	۲۶،۶۴
	کابوتاژ	۶،۸۳۰،۸۵۸	۶،۱۹۳،۸۱۵	۶۳۷۰۴۳	۱۰،۲۹
	ترانشیپ	۲،۳۸۳،۰۰۷	۲،۶۳۳،۳۹۹	-۲۵۰۳۹۲	-۹،۵۱
	سایر رویه ها	۱،۶۴۶،۰۸۴	۲،۲۶۱،۰۹۸	-۶۱۵۰۱۴	-۲۷،۲۰
نفتی	تخلیه و بارگیری	۲۸،۸۳۱،۹۳۶	۳۲،۲۷۶،۰۶۸	-۳۴۴۴۱۳۲	-۱۰،۶۷
	تخلیه	۱۶،۰۲۶،۲۸۱	۱۵،۷۸۱،۲۹۱	۲۴۴۹۹۰	۱،۵۵
	بارگیری	۱۲،۸۰۵،۶۵۵	۱۶،۴۹۴،۷۷۷	-۳۶۸۹۱۲۲	-۲۲،۳۷
	واردات	۶۴۹،۱۹۸	۸۴۱،۴۴۲	-۱۹۲۲۴۴	-۲۲،۸۵
	صادرات	۴،۳۳۷،۵۹۳	۹،۶۵۲،۰۱۹	-۵۳۱۴۴۲۶	-۵۵،۰۶
	ترانزیت	۳،۱۳۷،۵۳۱	۱،۹۷۷،۴۷۰	۱۱۶۰۰۶۱	۵۸،۶۶
	کابوتاژ	۲۰،۶۹۸،۷۸۰	۱۹،۷۶۶،۷۰۳	۹۳۲۰۷۷	۴،۷۲
	ترانشیپ	–	–	۰	۰،۰۰
	سایر رویه ها	۸،۸۳۴	۳۸،۴۳۴	-۲۹۶۰۰	-۷۷،۰۲
تخلیه و بارگیری کانتینر (TEU)		۲،۰۲۵،۴۱۱	۲،۴۳۶،۷۷۱	-۴۱۱۳۶۰	-۱۶،۸۸
تعداد شناورهای بالای هزارتن (فروند)		۶،۷۲۹	۶،۹۶۲	-۲۳۳	-۳،۳۵
جابجایی مسافر (نفر)		۷،۶۹۷،۷۷۶	۷،۷۵۵،۲۱۲	-۵۷۴۳۶	-۰،۷۴

آمار بنادر شهید بهشتی و شهید کلانتری از ماه مرداد ۱۳۸۹ با نام بندر چابهار ارائه می گردد.

منظور از نه ماهه، ابتدای فروردین ماه تا انتهای آذر ماه می باشد.

علت اصلی این عقب ماندگی از سند چشم انداز، عدم سرمایه گذاری کافی در حمل و نقل دریایی بوده است. به عنوان مثال جدول ۱۱-۲۴ ، ملزومات مورد نیاز برای تحقق اهداف چشم انداز را برای بندر امام خمینی ارایه می‌کند. تاثیر تحریم ها و نیز سوءمدیریت های بنادر و دریانوردی از مهم ترین علل ایجاد چنین وضعیتی هستند که نیازمند کاردانی مسئولان در عرصه دیپلماتیک و نیز متولیان این امر به ویژه سازمان بنادر و دریانوردی است. علیرغم اینکه ۹۰ درصد ورودی و خروجی کالاها و تجارت جهانی از طریق دریا و بنادر صورت می گیرد و کشور ایران از حدود ۵۸۰۰ کیلومتر مرز دریایی، ۱۱ بندر عمده تجاری در کنار بنادر شیلات، بازرگانی و مسافری با ظرفیت تخلیه و بارگیری ۱۸۸ میلیون تن کالا و ۱۴ میلیون نفر جابجایی مسافر بهره می گیرد لیکن سهم ایران در حمل و نقل و ترانزیت کالا و اقتصاد دریا با توجه به امکانات موجود بسیار ناچیز می نماید.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۲۴: ملزومات مورد نیاز بندر امام خمینی بر مبنای اهداف سند چشم انداز

بندر امام خمینی	سطح	نرخ بازدهی تخلیه و بارگیری: نرخ ، سال تن /روز/کشتی	سال مبنا ۱۳۸۹	تعداد اسکله های مورد نیاز و تجهیزاتی که باید اضافه شوند: 1389	1394	1399	1404	1409
کل تقاضای بندر (میلیون تن)				24.35	33.7	40.93	44.18	48.06
فله خشک	0	4896 (84)	11	9	12	14	15	17
	1	8000			9	10	11	12
اسکله های کالای عمومی (فولاد)	0	2765 (85)	12	8	12	15	16	17
	1	3500			9	11	12	12
انبار سیمان (واحد: هزار متر مربع)			9		4		4	
محوطه روباز (واحد هزار متر مربع) (فولاد)			524		300			
محوطه کانتینری (واحد هزار متر مربع)			155			60		
افزایش نرخ بازدهی عملیات تخلیه و بارگیری کالای فله (تن در روز به ازای کشتی)	1	4896 (84)			8000			
افزایش نرخ بازدهی عملیات تخلیه و بارگیری کالای عمومی (تن در روز به ازای کشتی)	1	2765 (85)			3500			

سطح بازدهی عملیات تخلیه و بارگیری : 0 = سطح موجود و 1= افزایش نرخ بازدهی

در جدول ۱۱-۲۵ آمار حمل و نقل کشور تا پایان سال ۱۳۹۲ ارایه شده است. با توجه به این آمار واضح است که در کلیه بخش های حمل و نقل، دستیابی به اهداف سند چشم انداز با روند فعلی بسیار دور از انتظار است. نیاز به سرمایه گذاری در این بخش بسیار محسوس بوده و این امر نیازمند تغییر شرایط ایران در جامعه جهانی و باز شده گره های ناشی از تحریم های اعمال شده بویژه در چند سال اخیر است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۱-۲۵: آمار حوزه حمل و نقل تا پایان سال ۱۳۹۲

آمار حوزه حمل‌ونقل کشور تا پایان سال ۱۳۹۲	
آزادراه	۲۲۰۳ کیلومتر
بزرگراه	۱۴۱۵۵ کیلومتر
راه اصلی	۲۱۶۲۸ کیلومتر
کل خطوط ریلی کشور	۱۳۲۴۱ کیلومتر
تعداد کل واگن‌های باری	۲۲۵۶۲ دستگاه
واگن‌های مسافری	۱۸۲۸ دستگاه
تعداد کل لکوموتیو	۸۲۰ دستگاه
میانگین عمر واگن‌های مسافری	حدود ۲۹ سال
تعداد مسافران جابه‌جا شده در بخش ریلی	۲۵۵۳۳ هزار نفر
میزان تناژ بار بارگیری شده توسط راه آهن	۳۲۶۹۳ هزار تن
تناژ بار ترانزیت شده توسط راه آهن	۵۳۰ هزار تن
تعداد فرودگاه داخلی	۲۲ فرودگاه
تعداد فرودگاه بین المللی	۸ فرودگاه
تعداد فرودگاه دارای مرز هوایی	۲۴ فرودگاه
فرودگاه در حال ساخت	۶ فرودگاه
تعداد صندلی‌های ثبت شده در حمل و نقل هوایی	۴۰۶۶۶ صندلی
تعداد هواپیماهای ثبت شده در ناوگان هوایی	۲۵۴ فروند
تعداد کل مسافر جابه‌جا شده از طریق حمل ونقل	هوایی ۲۵.۷ میلیون نفر
تعداد پروازهای انجام شده در سراسر کشور	۲۱۴۹۵۷ پرواز
میزان جابه‌جایی کالا توسط بخش هوایی	۶۲.۹ هزار تن
بنادر ارائه دهنده خدمات بندری	۱۴ بندر
ظرفیت اسمی بنادر کشور	۱۹۰ میلیون تن
میزان تخلیه و بارگیری نفتی در بنادر کشور	۴۳۹۷۰ هزار تن
ظرفیت کانتینری بنادر کشور	۵.۳ میلیون TEU

www.Telegram.me/Commodities

ظرفیت مسافری بنادر	۱۶ میلیون نفر
تعداد شناورهای ثبت شده در کشور	۲۹۷۴۴ فروند
میزان تخلیه و بارگیری غیرنفتی در بنادر کشور	۹۴۹۶۸ هزار تن
میزان صادرات کالاهای غیر نفتی و نفتی	۵۳۰۲۱ هزار تن
میزان واردات کالاهای غیر نفتی و نفتی	۳۶۸۰۱ هزار تن
تعداد مسافر جابه‌جا شده (ورودی و خروجی)	۱۵۵۹۳ هزار نفر
متوسط عمر ناوگان عمومی باری جاده‌ای	۱۷.۴ سال
متوسط عمر ناوگان عمومی مسافری	۱۶.۲ سال
میزان کالای حمل شده در سطح کشور با بارنامه	۳۸۰ میلیون تن
واردات بار توسط کامیون به کشور	۱۳۸۰هزار تن
میزان کل صادرات از کشور از طریق جاده، ریل و دریا	۶۱۳۱۴ هزار تن
میزان ترانزیت کالا از کشور از طریق جاده	۱۱۵۹۰ هزار تن
جابه‌جایی مسافر در سطح کشور با صورت وضعیت	۶۵۴۲۶ میلیون نفر- کیلومتر

۶-۱۱-۲: بررسی وضعیت زیرساخت های اطلاعاتی و ارتباطی موجود و مورد نیاز

شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات یا ICT Development Index یا به اختصار (IDI) عبارت است از شاخص منتشر شده توسط اتحادیه بین‌المللی مخابرات سازمان ملل بر مبنای معیارهای مورد توافق بین‌المللی در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات. این شاخص ابزار با ارزشی برای محک زدن مهمترین معیارهای اندازه گیری جامعه اطلاعاتی می باشد IDI .استانداردی است که دولتها، متصدیانICT ، آژانس های توسعه، محققین و دیگر بازیگران این حوزه می توانند برای اندازه گیری شکاف دیجیتالی و مقایسه عملکرد ICT در کشورهای مختلف به کار برند. شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مبنای یازده معیار ICT بنا شده است و در سه شاخه دسترسی، مصرف و مهارت ها گروه بندی شده اند.

www.Telegram.me/Commodities

زیر شاخص دسترسی، سطح آمادگی زیرساختی ICT را اندازه گیری می کند، و شامل پنج معیار و زیر ساخت دسترسی می باشد:

- تلفن ثابت
- تلفن همراه
- پهنای باند بین‌المللی
- خانوارهای دارای رایانه
- خانوارهای دارای اینترنت

زیر شاخص مصرف، میزان به کار گیری ICT را اندازه گیری می کند و شامل سه معیار مصرف می باشد:

- کاربران اینترنت
- پهن باند ثابت (از طریق کابل)
- پهن باند موبایل

زیرشاخص مهارتها ، توانمندی ها و شاخص های ورودی پیش نیاز و ضروری را اندازه گیری می کند. این شاخص شامل سه معیار می شود:

- میزان بزرگسالان باسواد
- میزان ثبت نام در مقطع دوم تحصیلی (مثلاً مقطع راهنمایی تحصیلی یا دبیرستان)
- میزان ثبت نام در مقطع سوم تحصیلی (مثلاً مقطع دبیرستان یا دانشگاه)

در مقایسه با دو شاخص دیگر، زیرشاخص مهارتها وزن کمتری در اندازه گیری IDI دارا می باشد.

www.Telegram.me/Commodities

سازمان فناوری اطلاعات ایران رتبه بندی جهانی در سال ۲۰۱۴ را براساس شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و براساس اعلام اتحادیه جهانی مخابرات منتشر کرد؛ این اطلاعات در سمپوزیوم بین المللی نشانگرهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با حضور دبیرکل جدید (WTIS2014) اتحادیه جهانی مخابرات و سانو رئیس ITU-D و مجری پروژه نظام پایش شاخص های ICT کشور به نمایندگی از وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات کشورمان و نمایندگان ۱۶۶ کشور جهان اعلام شد. در این گزارش از کشور دانمارک به عنوان رتبه اول توسعه ICT و از کشور کره جنوبی به عنوان کشوری که در چندین دوره متوالی رتبه ممتاز را کسب کرده بود، تقدیر شده است.

دانمارک، کشور نخست در توسعه ICT

در بخش ارزیابی کشور ها از منظر معیار ارزیابی توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات IDI از بین ۱۶۶ کشور ۳ رتبه اول توسعه یافته ترین کشورها به ترتیب به دانمارک، کره جنوبی و سوئد با امتیاز ۸،۸۷ و ۸،۸۶ و ۸،۶۷ از سقف ۱۰ امتیاز تعلق دارد . ۳۰ کشور اول در این رتبه بندی، کشورهایی از اروپا و کشورهایی با درآمد بالا مانند استرالیا، بحرین، کانادا، ژاپن، چین، نیوزلند، سنگاپور و ایالات متحده هستند.

ایران جایگاه ۹۴ در جهان و ۱۵ در منطقه

ایران نیز در این ارزیابی با سه پله صعود در رتبه ۹۴ با امتیاز ۴،۲۹ قرار گرفت که نسبت به امتیاز سال گذشته در مجموع ۰،۲۷ افزایش امتیاز داشته و رتبه ۱۵ را در میان ۲۹ کشور منطقه آسیا و اقیانوسیه و در رقابت با کشور هایی مثل کره جنوبی، ژاپن، استرالیا و چین به خود اختصاص داده است.

- ضریب نفوذ ۳۸ درصدی تلفن و ۸۴ درصدی موبایل برای ایران

وضعیت ایران در بخش نشانگرهای دسترسی به شبکه دارای تعداد مشترکین تلفن ثابت ۳۸،۳ نفر و تعداد مشترکین تلفن همراه ۸۴،۲ نفر به ازای هر ۱۰۰ نفر از جمعیت کشور است. همچنین سرانه پهنای باند اینترنت بین الملل به ازای هر کاربر اینترنت در کشورمان حدود ۴،۶ کیلوبیت بر ثانیه است که نسبت به سال گذشته با رشد ۳۱،۳ درصدی مواجه بوده است.

- ضریب نفوذ اینترنت خانوار در ایران ۳۵ درصد

www.Telegram.me/Commodities

اتحادیه بین المللی مخابرات، درصد خانوار های دارای رایانه در ایران را حدود ۴۴،۶ درصد و خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت را حدود ۳۵،۸ درصد اعلام کرده است.

- ضریب نفوذ ۳۱ درصدی اینترنت و عقب افتادگی ایران در توسعه پهن باند

در بخش نشانگرهای استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، ضریب نفوذ کاربران اینترنت در ایران ۳۱،۴ درصد است. ضریب نفوذ مشترکان پهن باند ثابت در کشور ۵،۶ درصد و ضریب نفوذ پهن باند سیار در کشور ۲،۵ درصد درج شده است. این گزارش حاکی است، به اعتقاد صاحبنظران، بیشترین عقب افتادگی کشور ایران در زمینه توسعه پهن باند ثابت و سیار بوده است که این عدم توسعه منجر به کاهش رتبه بندی کل کشور شده است. با اعطای مجوز ارائه خدمات نسل سوم تلفن همراه به دو اپراتور تلفن همراه در کشور که دارای تعداد مناسبی از مشترک هستند، شاید این دو اپراتور به همراه اپراتور سوم تلفن همراه بتوانند تعداد مشترکان پهن باند سیار را در کشور به شکل مناسبی افزایش دهند تا در سال آینده رتبه ایران در این رده بندی بهبود یابد.

- بیش از ۸۴ درصد ایرانی ها سواد فاوا دارند

در بخش نشانگرهای استفاده مهارتی از فاوا، ایران دارای نرخ رشد ۸۶،۳ درصدی ثبت نام در مقاطع تحصیلی مدارس و ۵۵،۲ درصد در مقطع تحصیلات دانشگاهی و ضریب با سوادی ۸۴،۳ درصد در کل کشور است.

- جایگاه ۳۷ ایران در قیمت اینترنت پرسرعت

همچنین اتحادیه بین المللی مخابرات، در حوزه متوسط قیمت دسترسی کاربران به اینترنت پهن باند، جایگاه ۳۷ جهان را به ایران اختصاص داده است.

- جایگاه ۸۷ ایران در نرخ اینترنت موبایل

در بخش اینترنت پهن باند سیار که منظور دسترسی به اینترنت با موبایل با استاندارد G۳ است متوسط قیمت دسترسی کاربران ایران با شارژ پیش پرداخت در بسته ۵۰۰ مگابایت ۱۱،۴ دلار اعلام شده است که در این بخش کشور ما در جایگاه ۸۷ جهان قرار گرفته است .

در کنار پارامتر قیمت، شاخص درصد به GNI (درآمد خالص ملی) نیز آمده که بر اساس مصوبه سال ۲۰۱۱ کمیته پهن باند ITU هدف گذاری، نیل به عدد کمتر از ۵٪ در سال ۲۰۱۵ است که عدد ایران در سال جاری

www.Telegram.me/Commodities

۲،۳۷ ٪ اعلام شده است لیکن باید توجه داشت به علت رقابت در توسعه پهن باند سیار در جهان در حال حاضر ۱۰۹ کشور از ۱۶۶ کشور در سال ۲۰۱۳ زیر عدد ۵٪ است.

بر اساس اعلام اتحادیه جهانی مخابرات، تعداد کاربران اینترنت در کشورهای درحال توسعه در طی پنج سال گذشته دو برابر شده و دو سوم مردم آنلاین به اینترنت در جهان در کشورهای در حال توسعه زندگی می کنند.

همچنین، از ۴،۳ میلیارد نفری که هنوز از اینترنت استفاده نمی کنند، ۹۰ درصد آنها در کشورهای درحال توسعه زندگی می کنند.

در بخش تلفن همراه ، گزارش تخمین می زند که تا انتهای سال ۲۰۱۴، هفت میلیارد مشترک تلفن همراه در جهان وجود خواهد داشت که این میزان تقریبا معادل جمعیت جهان است.

این گزارش تاکید می کند که هم اکنون، در حدود ۴۵۰ میلیون نفر از مردم جهان در مکان هایی زندگی می کنند که پوشش شبکه تلفن همراه در آنها وجود ندارد.

پهنای باند اینترنت بین الملل به میزان زیادی توسعه یافته و سهم کشورهای درحال توسعه از ۹ درصد در سال ۲۰۰۴ به ۳۰ درصد در حال حاضر رسیده است. اما پایین بودن پهنای باند اینترنت بین الملل در کشورهایی با حداقل اتصال، یکی از موانع مهم در استفاده از فاوا در این کشورها است.

- نیمی از جمعیت جهان G۳ دارند

بر اساس این گزارش، حدود ۹۶ درصد جمعیت جهان از تلفن همراه استفاده می‌کنند و حدود نیمی از جمعیت جهان به شبکه های پرسرعت نسل ۳ تلفن همراه دسترسی دارند.همچنین، به طور متوسط ۴۳،۶ درصد خانوارهای جهان به شبکه اینترنت دسترسی دارند که ۸۷ خانوار ها در کشور های توسعه یافته و ۳۱ درصد در کشور های در حال توسعه هستند.

نرخ رشد مشترکین پهن باند سیار بعنوان موثرترین و کارآمدترین روش دسترسی کاربران به اینترنت از ۲ درصد در سال ۲۰۰۷ میلادی، به عدد متوسط ۳۲ درصد رسیده که سهم کشور های توسعه یافته ۸۳،۷ درصد و در حال توسعه ۲۱،۱ درصد و کمتر توسعه یافته ۶،۳ درصد است.

- بالاترین نرخ استفاده از اینترنت مربوط به شبکه های اجتماعی

www.Telegram.me/Commodities

نرخ رشد استفاده از شبکه اینترنت به شدت افزایش یافته به نحوی که ارسال و دریافت محتوا در شبکه های اجتماعی بالاترین نرخ را دارد. به طور مثال، بیش از ۶ میلیارد ساعت ویدئو در هر ماه توسط کاربران مشاهده می شود. همچنین سرویس ویکی پدیا (دانشنامه علمی) به عنوان پر مخاطب ترین سرویس بوده و بیش از ۳۰ میلیون موضوع تا انتهای سال ۲۰۱۳ در قالب ۲۸۷ زبان بروز رسانی شده است

به غیر از ضریب نفوذ تلفن ثابت، در بقیه زیرشاخص های توسعه ارتباطات مانند ضریب نفوذ تلفن همراه ، ضریب نفوذ اینترنت، اینترنت پهن باند و سرانه پهن باند اینترنت، کشورمان فاصله بسیاری با جایگاه اول منطقه طبق سند چشم انداز دارد. لازمه تحقق این هدف با توجه به وضعیت کنونی کشور در زمینه شاخص های فناوری اطلاعات و ارتباطات، عزم و همت بسیار جدی برای رسیدن به اهداف برنامه پنجم ، برنامه ریزی عملیاتی دقیق، تخصیص اعتبارات مناسب و نظارت کافی بر اجرای موثر برنامه های فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بخش های فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور است.

۶-۱۱-۳: میزان حمل و نقل سوپرآلیاژها و هزینه های آن

در مقایسه با صنعت تولید فولاد، حجم و وزن محصولات سوپرآلیاژی تولیدی در جهان بسیار محدود است. در سال ۲۰۱۳ میلادی در حدود ۱۶۶۰ میلیون تن فولاد خام در جهان تولید شده است در حالیکه در همین سال تولید جهانی سوپرآلیاژها در حدود ۴۲۵ هزار تن بوده است. به عبارت دیگر در مقابل هر ۱۰ تن فولاد، تنها ۲,۵ کیلوگرم سوپرآلیاژ تولید شده است. بنابراین در مقایسه با صنعت فولاد، تولید سوپرآلیاژ ها صنعتی بسیار کوچک مقیاس است. به همین نسبت، حجم حمل و نقل در صنعت سوپرآلیاژ بسیار کوچک بوده و در مقایسه با صنعت فولاد، عملاً قابل صرفنظر است. برای یک واحد تولیدی سوپرآلیاژ با یک کوره ذوب تحت خلاء با مقیاس صنعتی تولید سالانه در حدود ۲۰۰۰ تن خواهد بود که از نظر حجم حمل ونقل کالا بسیار ناچیز است. هزینه حمل بار با تریلر در ایران بسته به موقعیت مبدا و مقصد متفاوت است. به عنوان مثال تعرفه حمل بار از ذوب آهن اصفهان به تعدادی از شهرها که از سایت این شرکت برداشت شده است در جدول ۱۱-۲۶ لیست شده است. ملاحظه می‌شود که با استفاده از تریلر ۲۵ تنی به عنوان حامل اصلی بار جاده ای، هزینه حمل بار در محدوده ۱۰۰۰۰ تا

www.Telegram.me/Commodities

۱۵۰۰۰ ریال به ازای هر کیلومتر (۴۰۰ الی ۶۰۰ ریال به ازای تن-کیلومتر) خواهد بود که با توجه به تناژ محدود سوپرآلیاژهای تولیدی، سهم هزینه حمل و نقل در کل پروژه عملاً قابل صرفنظر است.

جدول ۱۱-۲۶: تعرفه حمل کالا از ذوب آهن اصفهان با تریلر ۲۵ تنی

مقصد	هزینه به ریال	مقصد	هزینه به ریال
اراک	۶۱۱۰۰۰۰	عسلویه	۱۲۲۲۰۰۰۰
ارومیه	۱۳۵۷۰۰۰۰	شیراز	۷۶۰۰۰۰۰
زنجان	۸۵۱۰۰۰۰	کرج	۷۸۴۰۰۰۰
ساری	۱۲۲۲۰۰۰۰	کرمانشاه	۸۹۶۰۰۰۰
زابل	۱۵۷۷۰۰۰۰	گرمسار	۸۲۹۰۰۰۰
بندرعباس	۸۲۹۰۰۰۰	رشت	۸۸۸۰۰۰۰
بندر انزلی	۹۶۵۰۰۰۰	چالوس	۱۲۲۲۰۰۰۰
تهران	۷۴۹۰۰۰۰	مریوان	۱۲۹۶۰۰۰۰
مشهد	۱۵۰۷۰۰۰۰	محمودآباد	۱۲۲۲۰۰۰۰
بوشهر	۹۱۹۰۰۰۰	نیشابور	۱۴۰۵۰۰۰۰
تبریز	۱۲۰۱۰۰۰۰	یزد	۶۱۱۰۰۰۰

www.Telegram.me/Commodities

منابع و مراجع:

۱- سند چشم انداز ۲۰ ساله جمهوری اسلامی ایران

۲- پایگاه خبری وزارت راه وشهر سازی

۳- سیاست های کلی برنامه ششم توسعه

۴- سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای، خلاصه گزارش کالاهای عبوری از کشور در سال ۱۳۹۳

۵- سند چشم انداز حمل و نقل ریلی در افق ۱۴۰۴ ، مرکز تحقیقات راه آهن، ۱۳۸۸

۶- گزارش چشم‌انداز حمل‌ونقل جاده‌ای در پایان برنامه پنجم، دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام

کمیسیون امور زیربنایی و تولیدی کمیته حمل و نقل، ۱۳۸۸

۷- حمل ونقل ریلی، بررسی عملکرد و نگاهی به آینده، مرکز تحقیقات استراتژیک، ۱۳۹۱

۸- سند راهبردی حمل و نقل بخش دریایی ، مهرداد نجفی ، یونس افتخاری ، ۱۳۹۲

۹- گزارش بررسی حمل و نقل دریایی آنکتاد ۱۹۹۷ – ۲۰۱۱

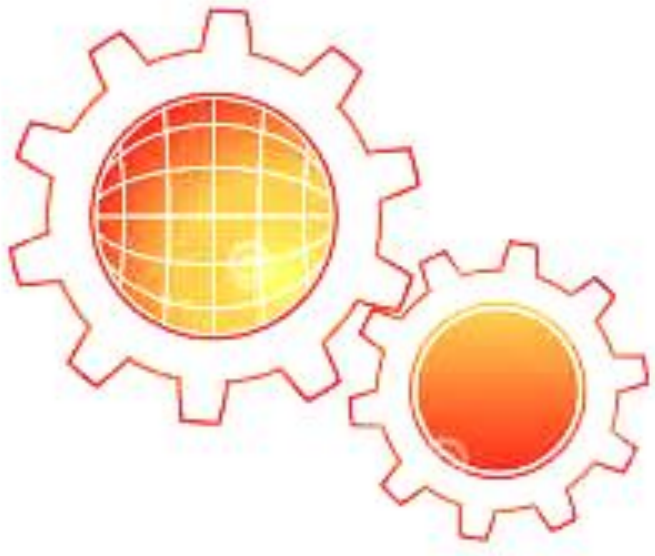
۱۰- گزارش نظام پایش شاخص های فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ۱۳۹۲

۱۱- گزارش نظام پایش شاخص های فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۴

www.Telegram.me/Commodities

فصل دوازدهم

بند ۶-۱۲ : جایگاه صنعت تولید سوپرآلیاژها در توسعه اقتصادی و صنعت آتی کشور



www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۲-۱: نگرشی بر توسعه صنعتی و اقتصادی کشور

در طول چند دهه اخیر, کشورهای مختلف جهان ,متناسب با شرایط, فرصت‌ها, ساختار حکومتی و فرهنگ اجتماعی خود استراتژی‌های توسعه اقتصادی مختلفی را در پیش گرفتند. این استراتژی‌ها بطور کامل قابل تفکیک نیستند بلکه طیفی را تشکیل می‌دهند که استراتژی‌های ذیل در آن قرار می‌گیرند. از جمله استراتژی‌های توسعه اقتصادی بکارگرفته‌شده توسط کشورهای درحال‌توسعه (از دهه ۱۹۶۰ تا پایان دهه ۱۹۸۰) می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **استراتژی پولی**

این استراتژی, بر ارتقای علایم بازار, به عنوان راهنمایی برای بهبود تخصیص منابع متمرکز است. در عمل, این استراتژی اغلب در طول دوره‌ای بحرانی بکار گرفته می‌شود که تثبیت و تعدیل اقتصادی ناپایداریهای از اولویت بالایی برخوردارند و نتیجتاً معیارهای کنترل نرخ افزایش سطح عمومی قیمت‌ها بصورت جدی اعمال می‌شوند. این استراتژی دارای جهت‌گیری اقتصاد خرد است, اما اهداف اقتصاد کلان را دنبال می‌کند. وجه اصلی این استراتژی, اعطای فضای گسترده‌ای به بخش خصوصی است تا در آن به فعالیت بپردازد .

این استراتژی در آن دسته از کشورهای جهان سوم بکار می‌آید که از لحاظ اقتصادی پیشرفته‌تر هستند و اتکای خود را بر صنایع خصوصی قرار می‌دهند و در عین حال کشاورزی نیز به همان اندازه آزاد است تا رشد کند. نکته مهم آن است که بخش خصوصی به عنوان محور توسعه در نظر گرفته می‌شود و نقش "بخش پویا" را در اقتصاد به خود می‌گیرد و مسؤول ایجاد ارتباط بین بخش‌های عقب‌مانده و پیشرفته اقتصاد با دیگر بخش‌های اقتصاد می‌شود . نقش دولت به حداقل کاهش می‌یابد, و در شرایط آرمانی, محدود به فراهم‌آوردن محیط اقتصادی با ثباتی می‌شود که در آن بخش خصوصی بتواند رشد کند. دولت با استفاده از سیاست تثبیت می‌کوشد نوسانات اقتصادی را تا آنجا که مقدور است کاهش دهد, و بدین وسیله, بخش خصوصی را در انجام پیش‌بینی‌های قابل‌اتکا و اجرای برنامه‌ریزی‌های دقیق یاری رساند. اساساً روح این استراتژی غیرمداخله‌گرانه است و بر نوآوری و کارآفرینی استوار است . از جمله کشورهایی که چنین استراتژی را در این دوره در پیش گرفتند می‌توان به شیلی و آرژانتین اشاره کرد .

www.Telegram.me/Commodities

- **استراتژی اقتصاد باز**

این استراتژی نگاه به خارج دارد و در بعضی از وجوه همچون استراتژی پولی است. این استراتژی نیز برای تخصیص منابع, متکی به نیروهای بازار و بخش خصوصی است اما با تاکید بر سیاست‌هایی که مستقیماً بخش تجارت خارجی را تحت تاثیر قرار می‌دهند مثل سیاست‌های نرخ مبادله ارز, مقررات تعرفه‌ای, سهمیه‌ها و موانع غیرتعرفه‌ای بر تجارت, و سیاست‌هایی که سرمایه‌گذاری خارجی و بازگشت سود این سرمایه‌گذاری‌ها به خارج را تنظیم می‌کنند که در این زمینه‌ها متفاوت با استراتژی پولی است .

تجارت خارجی که اغلب با سرمایه‌گذاری مستقیم بخش خصوصی خارجی تکمیل می‌شود, به عنوان بخش پیشتاز یا موتور رشد در نظر گرفته می‌شود .استراتژی‌هایی که دارای جهت‌گیری صادراتی‌اند به دنبال استفاده از مزیت نسبی بین‌المللی کشور هستند و در همین راستا به استفاده کارا و اثربخش منابع روی می‌آورند. فشار رقابت بین‌المللی امری حیاتی برای اقتصاد تلقی می‌شود چون انگیزه‌ای قوی در تولیدکنندگان ایجاد می‌کند (کاهش هزینه‌ها ,افزایش بهره‌وری, نوآوری, بهبود استانداردهای کیفیت). استراتژی توسعه با سمت‌گیری خارجی, باید نه تنها سطح درآمد را ارتقا دهد بلکه سطح پس‌اندازها و احتمالاً میزان پس‌اندازها را نیز افزایش دهد. این امر به نوبه خود, نرخ سریع‌تر انباشت سرمایه و در نتیجه رشد سریع‌تر را امکان‌پذیر می‌نماید .

اقتصاد باز نه تنها بر روی تجارت خارجی باز است بلکه بر روی حرکت‌ها و جابجایی‌های عوامل تولید (یعنی سرمایه و کار) نیز باز است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی, وام‌های تجاری توسط بانک‌های خارجی و کمک‌های خارجی همگی دارای نقش تعیین‌کننده‌ای هستند. نه صرفاً انتقال بین‌المللی سرمایه, بلکه انتقال دانش, فناوری و مهارت‌های مدیریتی به کشورهای جهان سوم نیز به عنوان افزایش بهره‌وری تلقی می‌شود, چون از این طریق می‌توان به افزایش سطح تولید و رشد سریع‌تر درآمدها دست یافت .مهاجرت نیروی کار غیرماهر به عنوان کمکی درجهت کاهش بیکاری (نه مهاجرت نیروی کار متخصص و ماهر, یعنی فرار مغزها) دارای تاثیر مثبت در افزایش درآمد نیروهای موجود است .

نباید "عدم وجود تبعیض درمقابل صادرات" را از "عدم وجود تبعیض در مقابل ورود سرمایه‌گذاری خارجی" جدا دانست, چون یک محیط حفاظت‌شده در مقابل واردات, باعث جذب سرمایه‌های خارجی در بخش‌های نامناسب و کاهش مقدار آن در بلندمدت می‌شود. همچنین وجود یک نرخ مبادله ارز متعادل یا به طور کلی‌تر نبود سیاست‌های حمایتی در مقابل صادرات، باعث تضمین هرچه بیشتر جذب وام‌های خارجی به

www.Telegram.me/Commodities

بخش‌های مولد و بارور خواهد شد. برخلاف استراتژی پولی, یک استراتژی توسعه با سمت‌گیری خارجی نیازمند نقش فعال دولت است. از دولت انتظار می‌رود که علاقمند به دستیابی به قیمت‌های صحیح (واقعی), بخصوص قیمت‌های کلیدی نرخ مبادله ارز, نرخ‌های بهره, و نرخ دستمزد باشد (وجه مشترک با استراتژی پولی). در اقتصادی که نیروی کار فراوان دارد, استراتژی دارای سمت‌گیری صادرات متکی بر نیروی کار خواهد بود و نتیجتاً تاثیری مثبت بر کاهش فقر و نابرابری خواهد گذاشت. اگر ارتباطات مابین بخش تجارت خارجی و دیگر بخش‌های اقتصادی کشور قوی باشد, صادرات رو به گسترش موجب ایجاد فعالیت در سراسر اقتصاد خواهد بود در غیر اینصورت تنها بصورت یک بخش تحت سلطه خارجی در خواهد آمد.

- **استراتژی صنعتی شدن**

در این استراتژی نیز همچون استراتژی قبلی, تاکید بر رشد است اما ابزار دستیابی به رشد, گسترش سریع بخش صنعت است. برخلاف استراتژی پولی، توجه معطوف به کارآیی کوتاه‌مدت در تخصیص منابع نیست بلکه شتاب نرخ کلی رشد تولید ناخالص داخلی موردتوجه است. این امر از سه طریق حاصل می‌شود: (۱) تولید کالاهای مصرفی صنعتی عمدتاً برای بازارهای داخلی (پشت دیوارهای بلند تعرفه‌ای), (۲) تاکید بر توسعه صنایع تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای (معمولاًتحت اداره و هدایت دولت) و (۳) سمت‌گیری سنجیده بخش صنعت به سمت صادرات از طریق ترکیبی از برنامه‌ریزی ارشادی و کمک‌های مستقیم و غیرمستقیم دولتی.

استراتژی‌های صنعتی‌کردن در عمل مایل به بالابردن سطح تشکیل سرمایه ,دستیابی به فناوری‌های نوین (که اغلب سرمایه‌بر هم هستند), و به دنبال آن ,ترغیب رشد چند منطقه شهری بزرگ هستند. گسترش شهرنشینی و درپیش‌گرفتن استراتژی صنعتی‌شدن به همراه هم روی می‌دهند. دخالت‌های دولت در تعقیب اهداف, غالباً زیاد است اما شکل آن وابسته به انتخاب یکی از سه طریق فوق است. در واقع از دخالت دولت در این استراتژی حمایت می‌شود با این توجیه که موجب رشد سریعتر شده و سطح تولید را بالا می‌برد و نه بخاطر افزایش کارآیی، تخصیص منابع یا تغییر توزیع درآمد و ثروت به نفع گروه‌های کم‌درآمد . فرضیه اساسی این است که میزان پس‌انداز تابعی صعودی از سطح درآمد خانوار است و از این رو هرچه درجه نابرابری بیشتر باشد, سطح پس‌اندازهای کل بیشتر خواهد بود, یعنی تحت این استراتژی, به توزیع درآمد به عنوان ابزاری نگریسته می‌شود که هدف آن انتقال توزیع درآمد به سوی گروه‌های متمایل به پس‌انداز بالا است. اعتقاد نیز بر این است که این روش سرمایه‌گذاری ,آسان‌تر تامین مالی می‌شود و رشد شتاب خواهد گرفت و درنهایت فقرا از این فرآیند منتفع

www.Telegram.me/Commodities

خواهند شد.

- **استراتژی انقلاب سبز**

کانون توجه این استراتژی رشد کشاورزی است. یکی از اهداف این استراتژی, افزایش عرضه غذا (بویژه غلات و حبوبات) به عنوان مهمترین کالاهای دستمزدی است. عرضه فراوان این محصولات, قیمت نسبی غذا را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش هزینه‌های پایه کار خواهد شد. هزینه‌های پایین‌تر هر واحد کار, باعث افزایش سطح عمومی سود در فعالیت‌های غیرکشاورزی شده و این امر باعث افزایش پس‌اندازها, سرمایه‌گذاری و نرخ بالاتر رشد همه‌جانبه خواهد شد .

دومین هدف این استراتژی, کمک مستقیم به صنعت است (بویژه صنایعی که در مناطق روستایی قرار دارند) که از طریق برانگیزاندن تقاضا برای نهاده‌های کشاورزی, کالاهای سرمایه‌ای واسطه‌ای (کود, تلمبه آبیاری, مواد ساختمانی) و بوسیله ایجاد یک بازار بزرگتر برای کالاهای مصرفی ساده که در حومه شهرها مورداستفاده قرار می‌گیرند (دوچرخه, رادیو و ...) صورت می‌گیرد. بسیاری از این صنایع, "کار-بر"تر از صنایعی هستند که در استراتژی صنعتی‌شدن ترغیب و توصیه می‌شوند و به همین خاطر, فرصت‌های اشتغال بیشتری را هم در مناطق روستایی و هم شهری ایجاد می‌کنند .

عامل کلیدی شتاب‌دهنده به رشد کشاورزی در مناطق روستایی, رشد فنی است. تاکیدات بالنسبه کمتری روی تغییرات نهادی, اصلاحات حق‌الاجاره‌ها, توزیع مجدد زمین یا مشارکت مستقیم و بسیج جمعیت روستایی می‌شود .در عوض, تاکیدات بیشتری روی تنوع محصولات اصلاح‌شده, استفاده بیشتر از کود شیمیایی و دیگر نهاده‌های جدید, سرمایه‌گذاری در سیستم‌های آبیاری ,تحقیقات کشاورزی بیشتر, و ارایه خدمات ترویجی و اعتباری بهتر است. بنابراین این روش دارای سمت‌گیری فن‌سالارانه است .

هدف عمده این استراتژی, کاهش فقر توده مردم از طرق مختلف است: اول اینکه تصور آن است فقرا مستقیماً از فراوانی بیشتر غذا منتفع می‌شوند. دوم اینکه به‌خاطر افزایش تولیدات کشاورزی, اشتغال بیشتری در کشاورزی بوجود خواهد آمد. سوم اینکه به‌خاطر کشش درآمدی, تقاضای بیشتری برای اقلام مصرفی غیرغذایی ایجاد می‌شود که باعث ایجاد مشاغل بیشتری در زمینه‌های غیرکشاورزی و صنایع شهری خواهد شد. چهارم اینکه بخاطر "کار-بر"بودن این استراتژی, دستمزدهای واقعی هم در شهرها و هم در مناطق غیرشهری افزایش می‌یابد که این امر نهایتاً منجز به توزیع برابرتر درآمد خواهد شد .

www.Telegram.me/Commodities

- **استراتژی توزیع مجدد**

می‌توان گفت این استراتژی از جایی آغاز می‌شد که استراتژی انقلاب سبز خاتمه می‌یابد. هدف مستقیم بهبود توزیع مجدد درآمد و ثروت .این استراتژی با اولویت‌دهی به ضوابطی که مستقیماً گروه‌های کم‌درآمد را منتفع می‌سازد, برای برخورد رودرو با مساله فقر طراحی شده است. سه رویکرد در این استراتژی وجود دارد: نخست, تاکید بر ایجاد اشتغال بیشتر یا اشتغالزایی تولیدی بیشتر برای طبقات فقیر و زحمتکش؛ دوم, توزیع مجدد بخشی از درآمد اضافی حاصل از رشد کشور بین فقرا؛ و سوم اولویت‌دهی به تامین نیازهای اساسی (غذا, لباس, مسکن و برنامه‌های بهداشتی و آموزش و پرورش ابتدایی و متوسطه توسط دولت) که به طور ضمنی قدرت سیاسی و اقتصادی بیشتری را دراختیار فقرا قرار می‌دهد. تصور غالب اینست که این استراتژی نیازمند توزیع مجدد دارایی‌های مولد بویژه اصلاحات ارضی است. بعلاوه بایستی مشارکت فقرا در اداره جامعه را افزایش داده و آنان را در قالب گروه‌های اجتماعی و سیاسی (فشار) سازماندهی کرد .

این استراتژی در واکنش نسبت به شکست استراتژی‌های رشدمحور در کاهش تعداد فقرا یا ارتقای سطح زندگی آنان ظهور نموده است. هدف اصلی این استراتژی بهبود توزیع درآمد و ثروت از طریق مداخله مستقیم دولت است :اولویت‌دهی به نیاز فقرا و ایجاد جامعه‌ای عادلانه‌تر. این استراتژی شامل پنج عنصر اصلی است :

- توزیع مجدد دارایی‌های اولیه
- ایجاد نهادهای محلی برای جلب مشارکت مردم در فرآیند توسعه
- سرمایه‌گذاری فراوان و سنگین در سرمایه انسانی کشور
- یک الگوی اشتغالزای توسعه
- رشد سریع و پایدار درآمد سرانه کشور

بعلاوه باید گفت که برخلاف استراتژی پولی و صنعتی‌کردن, فرض طرفداران استراتژی توزیع مجدد اینست که لزوماً تضاد یا ارتباطی مابین سیاست‌های توزیع عادلانه‌تر درآمد و ثروت در جامعه, و سیاست‌های شتاب‌بخشی به رشد وجود ندارد .

www.Telegram.me/Commodities

- **استراتژی سوسیالیستی توسعه**

وجه تمایز این استراتژی با دیگر استراتژی‌ها در کمرنگ‌بودن نقش مالکیت خصوصی تولید است. تقریباً تمامی شرکت‌های بزرگ, دولتی هستند و شرکت‌های کوچک و متوسط می‌توانند براساس اصول تعاونی‌ها سازماندهی گردند و به فعالیت بپردازند. مالکیت خصوصی تنها در کسب‌وکارهای کوچک (خدماتی یا فروشگاهی) وجود دارد. در کشاورزی نیز, مزارع دولتی, اشتراکی, تعاونی و جمعی وجود دارند, هرچند در بعضی کشورها همچون چین, زمینی که مالکیت جمعی دارد منفرداً توسط خانوارهای روستایی مورد کشت قرار می‌گیرد .

مالکیت دولتی و اشتراکی دارایی‌های مولد معمولاً با برنامه‌ریزی متمرکز اغلب فعالیت‌های اقتصادی همراه است. از بعد تاریخی, اکثر برنامه‌ریزی‌ها برحسب کالاها و اجناس انجام می‌شود (سهمیه‌ها و کنترل‌های مقداری, ابزار سیاستی اصلی هستند), اما برخی تجربیات جدید نیز وجود داشته است که در آنها به جای هدف‌های مقداری, از قیمت‌ها برای هدایت اقتصاد استفاده شده است .

کشورهای سوسیالیستی با یکدیگر تفاوت دارند بطوریکه می‌توان چهار روش مختلف توسعه اقتصادی را که از سوی حکومت‌های سوسیالیستی در زمان‌های مختلف پذیرفته شده است, شناسایی نمود. این چهار روش عبارتند از :

الف- الگوی کلاسیک شوروی که در آن به منظور تامین مالی گسترش سریع صنایع مربوط به کالاهای واسطه‌ای-سرمایه‌ای و کشاورزی تقویت می‌گردد .

ب- الگوی خودگردانی یوگسلاوی, که درجه بالایی از عدم تمرکز با خود دارد .

پ- الگوی چینی (مائوئیست), که تاکید عمده آن بر توسعه روستایی در قالب مزارع اشتراکی است .

ت- الگوی کره شمالی, که مبتنی بر خودکفایی (اتکا به خود) است .

علی‌رغم تنوع موجود, تمامی این استراتژی‌های توسعه را می‌توان با نرخ‌های بالای سرمایه‌گذاری شناخت. غیرمعمول نیست که شاهد سرمایه‌گذاری در 30درصد یا حتی درصد بالاتری از تولید داخلی در این کشورها باشیم. البته بعضی اوقات, کارآیی سرمایه‌گذاری‌ها پایین است. اما به‌هرحال, نرخ‌های رشد بسیار سریع هستند. نرخ بالای سرمایه‌گذاری, نشانگر نسبت پایین مصرف به درآمد ملی است که نتیجه آن به نفع مصارف عمومی

www.Telegram.me/Commodities

(همچون بهداشت, آموزش, حمل و نقل عمومی) و به‌بهای کاهش مصرف بخش خصوصی, هزینه خواهد شد. نتیجه این امر, کمیابی خدمات شخصی, توزیع نسبتاً یکنواخت کالاهای مصرفی میان خانوارها, و توزیع نسبتاً عادلانه مناقع حاصل از رشد کشور است.

با توجه به برنامه های توسعه تدوین شده در جمهوری اسلامی ایران در سال های گذشته، مشخص است که استراتژی صنعتی شدن محور برنامه های کلان اقتصادی کشور بوده است. در بخش بعد اهداف کلان اقتصادی و توسعه صنعتی مرور می‌شوند.

۶-۱۲-۲: اهداف کلان اقتصادی و صنعتی در توسعه آتی کشور

مطالعات راهبرد توسعه صنعتی کشور از بهمن ماه ۱۳۷۹ آغاز، در خرداد سال ۱۳۸۲ خلاصه و در سال ۱۳۸۴ گزارش‌های تفصیلی آن منتشر شد. «خلاصه مطالعات طرح راهبرد توسعه صنعتی» (منتشر شده در سال ۱۳۸۲) نسخه سطح کلان محسوب شده و در چهار بخش تنظیم شده است. بخش دوم کتاب، با عنوان «چشم‌انداز توسعه مطلوب صنعتی ایران»، به ترسیم چشم‌انداز مطلوب توسعه صنعتی کشور پرداخته و شامل سه فصل است .راهبردهای این مطالعات به دو بخش عمومی و رشته فعالیت‌ها تفکیک شده‌اند .بخش سوم کتاب، با عنوان «استراتژی عمومی توسعه صنعتی با محوریت رقابت‌پذیری» با جمع بندی ارائه شده در بخش دوم، به‌عنوان تصویر آرمانی اقتصاد و صنعت در آینده و محوریت اصل رقابت‌پذیری در توسعه صنعتی، به تبیین راهبرد عمومی توسعه صنعتی می‌پردازد. محتوای این بخش در ۱۱ فصل ارائه شده است. که هر یک از فصل‌ها به یکی از محورهای راهبردهای عمومی می‌پردازد. بخش چهارم کتاب با عنوان «استراتژی توسعه حوزه‌های صنعتی» به تبیین مشخصه‌های اصلی اقتصادی و راهبرد توسعه صنعتی در حوزه‌های مختلف صنعتی پرداخته، چگونگی برخورد با هر یک از حوزه‌های صنعتی را برای تحقق تصویر مطلوب، پیش‌بینی کرده است، محتوای این بخش در چهار فصل تنظیم شده است. در ادامه، بخشهایی از اهداف و راهبردهای ارایه شده در این مطالعات بصورت خلاصه ارایه شده اند.

www.Telegram.me/Commodities

اهداف؛ چشم‌انداز توسعه مطلوب صنعتی ایران

هدف کلی برنامه در راستای هدف افزایش رفاه اجتماعی، آن است که در چارچوب تحولات اقتصاد جهانی، رشد پایین اقتصاد ایران، تبدیل به یک رشد شتابان اقتصادی شود. بر این اساس باید درآمد سرانه در یک افق ۲۰ساله سه برابر شود و به ۲۰ هزار دلار بر اساس برابری قدرت خرید در سال ۱۴۰۰ برسد تا معادل رفاه شهروندان کره جنوبی در زمان فعلی شود .برای تحقق این مقدار رشد درآمد سرانه، رشد تولید ناخالص داخلی در دو دهه ۸۰ و ۹۰ باید به ۷,۹ و ۷,۱ درصد برسد. برای این منظور با فرض روند طبیعی رشد بخش‌های دیگر اقتصاد و مفروضات قیمت نفت، رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت در دو دهه ۸۰ و ۹۰ باید به ترتیب ۱۰ و ۹,۸ درصد باشد. همچنین سهم صنعت از کل اقتصاد از ۱۶ درصد در سال ۸۰ باید به ۲۵ درصد در سال ۱۴۰۰ افزایش یابد.

توسعه صنعتی در جهان امروز از طریق مشارکت در «فرایند جهانی شدن اقتصاد» ممکن می‌شود. در این مسیر، یگانه عامل تعیین کننده، نیل به »رقابت‌پذیری در عرصه بین‌المللی» است.

سه گزینه پیش روی صنعت کشور است که عبارتند از:

۱. خودکفایی در بعد بیرونی و مبارزه با انباشت سرمایه در بعد داخلی، که گزینه صنعت زدایی است.

۲. جایگزینی واردات یا حمایت از تولیدکننده داخلی در برابر خارجی و تأکید بر اشتغال، که گزینه شکل‌گیری بازار فروشنده به جای خریدار و عدم تشکیل مقیاس اقتصادی، توزیع نابرابر درآمد و تورم‌های سنگین است.

۳. کسب موقعیتی تعریف شده در اقتصاد جهانی از طریق همسازی با نظام اقتصاد جهانی و اتصال به شبکه جهانی تولید از یک سو و بازار مصرف جهانی از سوی دیگر، که گزینه رشد مستمر درآمد سرانه است.

از بین این سه گزینه، گزینه سوم انتخاب می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

راهبردهای عمومی؛ راهبرد عمومی توسعه صنعتی با محوریت رقابت‌پذیری

- **نقش دولت در توسعه صنعتی آینده ایران**

مجموعه‌ای از اصول راهبردی به منظور چگونگی دخالت دولت در فرایند توسعه صنعتی به این شرح توصیه می‌شود: ثبات اقتصاد کلان؛ توسعه بخش خصوصی؛ توسعه زیرساخت‌های فیزیکی، نهادهای حقوقی و قانونی؛ آزادسازی تجاری، توسعه رقابت جهانی و همکاری‌های صنعتی؛ سازماندهی فعالیت‌های صنعتی و توسعه صنایع کوچک و متوسط؛ جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی؛ توسعه بازارهای مالی؛ توسعه مهارت‌ها و فناوری.

- **محیط سیاسی توسعه صنعتی**

وجود اراده سیاسی از سه منظر سیاست خارجی، داخلی و جهت‌گیری‌های عمده اجتماعی برای نیل به توسعه صنعتی، شرط لازم، پایه و اولیه محسوب می‌شود.

۱. سیاست خارجی: با توجه به واقعیت‌های جهانی همچون: فروپاشی بلوک شرق، همگرایی جهانی در پیروی از سازوکار بازار و فاصله زیاد بین کشورها در فناوری از یک سو و پایین بودن سرانه درآمد کشور، دارا بودن منابع معدنی و طبیعی فراوان و موقعیت جغرافیایی بسیار ارزشمند کشور از سوی دیگر، این گونه ایجاب می‌کند که برای بهبود رفاه بلندمدت جامعه و و افزایش استاندارد زندگی، از بین دو گزینه در سیاست خارجی شامل (آ) ظلم ستیزی و مبارزه با تبعیض در عرصه جهانی و (ب) بهبود سطح رفاه جامعه و افزایش بهره‌مندی مردم از قابلیت‌های کشور، گزینه دوم انتخاب شود. در این چارچوب، هدف‌های انتزاعی، سوای از منافع ملی قابل تفسیر و تعریف نیست.

۲. سیاست داخلی: حکومت‌ها دو گونه اند: الف - فاقد منابع طبیعی؛ که درآمد آن‌ها متکی بر درآمدهای مالیاتی است و حقوق شهروندی، مقدم بر حقوق دولت‌ها است؛ مردمسالاری مبتنی بر حقوق فردی تعریف می‌شود. ب - دارای منابع طبیعی که درآمد انها مبتنی بر فروش منابع است؛ حقوق فردی مفهومی غیر کارکردی دارد و مردمسالاری پدیده‌ای روشنفکرگرایانه تلقی می‌شود. در کشورهای صادرکننده نفت، ضعف و نبود استحکام حقوق مالکیت فردی باعث شکست سیاست‌ها می‌شود. لذا باید در جهت حذف رانت‌های حاصل از درآمد صادرات نفت خام، رقابتی کردن عملیات این بخش و تدوین قانون جامع حقوق مالکیت تلاش کرد. ۳. جهت‌گیری‌های عمده اجتماعی: سیاست‌های اقتصادی

www.Telegram.me/Commodities

دولت‌ها، حمایت از محرومان با استفاده از ابزارهای اداری، دخالت در بنیان‌های مالکیت فردی، اتکا به درآمدهای نفتی و اتخاذ سیاست‌های توزیعی است، که از دو جهت، باعث محدودیت توسعه بخش صنعت می‌شود: الف) اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری بدون تناسب با واقعیت‌های اقتصادی؛ ب) اعمال سیاست‌های توزیعی از طریق واردات با ارز ارزان. نتیجه نشان می‌دهد با اعمال این سیاست‌ها، پدیده فقر در حال تداوم است و این ابزارها از کارایی لازم برخوردار نیستند. با اعمال سیاست‌های صنعتی توسط دولت، اشتغال ایجاد شده و درآمد محقق می‌شود و دولت می‌تواند از این منابع در جهت آموزش، مهارت و هدفمند کردن حمایت‌ها استفاده کند.

- **محیط اقتصادی توسعه صنعتی**

با توجه به اینکه برای توسعه صنعتی راهی جز تعامل با نهادها و سازمان‌های بین‌المللی و هماهنگ شدن با قواعد و مقررات حاکم بر بازارهای جهانی نیست، لذا تبیین مشخصه‌های محیط اقتصادی، متناسب با این شرایط ضروری است. الزامات سیاست‌گذاری اقتصاد کلان به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. ثبات اقتصاد کلان؛

۲. سیاست‌های پولی و تورم: بازنگری رابطه دولت و بانک مرکزی؛ کنترل سطح قیمت‌ها به‌عنوان مهمترین هدف نهایی اجرای سیاست‌های پولی در نظر گرفته شود؛ یکی از متغیرهای پولی مانند حجم نقدینگی، حجم پول، پایه پولی یا اعتبارات به‌عنوان هدف میانی انتخاب و از طریق متغیرهای ابزاری غیرمستقیم کنترل شود؛ تورم پایین منجر به رشد می‌شود.

۳. سیاست‌های اعتباری: کاهش سهم تسهیلات تکلیفی؛ تأمین مالی بنگاه‌های بزرگ از بازار سرمایه؛ هدایت منابع بانکی به سمت بنگاه‌های کوچک

۴. سیاست‌های ارزی و ثبات تراز پرداخت‌ها: کنترل کسری تراز پرداخت‌ها به وسیله سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی؛ سیاست یکسان‌سازی نرخ ارز در چارچوب مدیریت نرخ ارز انعطاف پذیر و با هدف ایجاد ثبات در نرخ ارز واقعی و تبدیل‌پذیری پول ملّی؛ انعطاف‌پذیری نرخ ارز بت هدف ثابت‌سازی نرخ ارز واقعی.

۵. توسعه صادرات صنعتی به همراه توسعه آموزش و تحقیق و به کارگیری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی.

www.Telegram.me/Commodities

۶. سیاست‌های مالی دولت: افزایش سهم درآمدهای مالیاتی از درآمدهای دولت از هفت درصد درسال ۱۳۸۰ به ۱۰,۵ درصد در سال ۱۴۰۰.

۷. جبران آثار منفی وفور منابع طبیعی (نفت) از طریق افزایش درجه بازبودن اقتصاد و کاهش سطح تعرفه‌ها، انعطاف‌پذیری بیشتر نرخ ارز و بالا نبودن پرمیوم بازار آزاد ارز، کاهش نوسان‌های نرخ ارز واقعی و جلوگیری از تقویت آن در دوره‌های رونق درآمدهای حاصل از منابع طبیعی؛ ایجاد ثبات مالی در بودجه دولت؛ توسعه فضای رقابتی، ایجاد زمینه برای توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و خصوصی سازی؛ افزایش کارایی تخصیص منابع؛ تجدید ساختار بودجه دولت به منظور متمرکز کردن هزینه‌های دولت در تدارک کالاهای عمومی؛ ایجاد صندوق ثبات‌سازی نفت.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باید توسعه یابد. الزامات جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی [2]عبارتند از:

۱. اندازه بازار، توسعه اقتصادی و سرمایه انسانی؛

۲. آزادسازی اقتصادی؛

۳. امنیت اقتصادی و تأمین ریسک سرمایه‌گذاری؛

۴. اصلاح قوانین کشور میزبان؛

۵. توسعه بازارهای مالی؛

۶. تجارت، نرخ ارزو نظام‌های ارزی؛

۷. سیاست‌های مالیاتی.

گسترش تجارت، پذیرش قواعد تجاری و پیوند با بازار جهانی از روش‌های زیر باید پیگری شود:

۱. جهانی شدن و پیوستن به سازمان تجارت جهانی؛

۲. منطقه گرایی و پیوستن به شورای همکاری خلیج فارس.

www.Telegram.me/Commodities

- **محیط حقوقی توسعه صنعتی**

در این بخش، مهمترین قوانین موثر بر بخش صنعت، شامل مالیات، کار، تأمین اجتماعی و برخی قوانین دیگر مانند تعزیرات، صادرات و واردات و نیز قوانین خارجی تاثیرگذار بر بخش، بررسی و پس از شناسایی نقاط ضعف، پیشنهادهای اصلاحی ارائه شده است.

راهکارهای بهبود نظام مالیات:

۱. تفکیک شرکت‌ها در قانون تجارت بر اساس برخورد مالیاتی؛
۲. حمایت مالیاتی از کارآفرینان؛
۳. توجه به ریسک در اخذ مالیات؛
۴. حمایت مالیاتی از بنگاه در ورطه ورشکستگی؛
۵. تعیین حداقل مالیات جایگزین؛
۶. حمایت مالیاتی از شرکت‌های نوآور کوچک؛
۷. حمایت‌های مالیاتی گروهی؛
۸. حمایت‌های سرمایه‌گذاری؛
۹. حفظ پایه مالیاتی؛
۱۰. توجه به تورم در نصاب‌ها؛
۱۱. وضع مالیات بر افزایش سرمایه.

بازنگری قانون کار با ویژگی‌های ذیل:

۱. کاهش نقش مداخله گرایانه دولت در روابط کار، در عین حفظ نقش نظارتی؛
۲. تقویت تشکل‌های صنفی کارگری و کارفرمایی؛

www.Telegram.me/Commodities

۳. رعایت امنیت مالکیت؛

۴. هم جهت کردن منافع نیروی کار با منافع سرمایه گذار.

بازنگری قانون تأمین اجتماعی با ویژگی‌های ذیل:

۱. تفکیک وظایف بیمه‌ای و تأمین اجتماعی؛

۲. زمینه‌سازی مناسب برای ورود بخش خصوصی به این عرصه؛

۳. اجتناب از بنگاه داری و سرمایه‌گذاری مستقیم به‌عنوان یک جهت‌گیری بلند مدت؛

۴. واگذاری برخی فعالیت‌ها مانند خدمات درمانی به نهادهای ذی‌ربط؛

۵. انتزاع اختیارات خاص سازمان از قبیل برداشت از حساب کارفرما، توقیف اموال و .. به منظور رفع نگرانی بالقوه کارفرما؛

۶. الزام برای صدور سریع تسویه حساب.

- **ارتقای توان مدیریتی و سیاست‌گذاری بخش صنعت**

نظام سیاستگذاری صنعتی کشور باید از این قابلیت برخوردار باشد که سیاست‌های صنعتی کشور را مطرح و به‌طور مستمر به‌هنگام کند. در این راستا پیشنهادهای زیر مطرح شده است:

۱. سازماندهی مجدد نظام اداری و اجرایی صنعت و تجارت کشور. کلیه مقولات مربوط به این حوزه‌ها که نوعاً یکپارچه و در ارتباط متقابل با یکدیگرند، در یک وزارتخانه مانند صنعت و تجارت جمع شوند.

۲. تبیین جایگاه ستادی نظام سیاست‌گذاری بر مبنای سازماندهی مجدد معاونت برنامه‌ریزی، توسعه و فناوری وزارت صنایع و تغییر نام به معاونت سیاست‌های صنعتی.

۳. لزوم تشکیل کمیته‌های تخصصی پیرامون محورهای سیاست‌های صنعتی برای سیاست‌های فرا رشته‌ای، هماهنگ‌سازی سیاست‌های رشته‌ای و اصلاح ساختار.

www.Telegram.me/Commodities

- **تأمین منابع مالی بخش صنعت**

بازارهای مالی جزء بسیار مهمی از نهادهای یک اقتصاد مولد و کارامد را تشکیل می‌دهند و کارایی آن‌ها سبب دستیابی به موقع بنگاه‌ها به منابع اعتباری در شرایط رقابتی و با قیمت مناسب می‌شود. پیشنهادهای مربوط به تأمین منابع مالی عبارتند از:

۱. تأمین مالی بر پایه واسطه‌گری بانک‌ها و مؤسسات مشابه: استقلال نظام بانکی از نظام بودجه‌ای کشور؛ یکدست کردن نرخ تسهیلات؛ استقلال بانک‌ها در تعیین نرخ تسهیلات.

۲. تأمین مالی بر پایه انتشار اوراق سهام: افزایش تعداد کارگزاران و رقابتی کردن فعالیت آن‌ها؛ افزایش نهادهای بازرسی؛ الزام بنگاه‌ها در افشای اطلاعات و اطلاع‌رسانی؛ به نحوی که امکان انعکاس فعالیت بنگاه‌ها به صورت شفاف به خریداران جزء مقدور شود؛ ایجاد شرکت‌های مستقل ارزیاب؛ ایجاد و راه اندازی بورس‌های منطقه‌ای در داخل کشور؛ توسعه فناوری‌های نوین در بازار بورس، به ویژه فراهم کردن امکان خرید و فروش الکترونیکی سهام؛ قاعده مند کردن و کمک به رشد و توسعه بورس‌های فرعی به منظور تأمین منابع مالی بنگاه‌های اقتصادی، به ویژه بنگاه‌های با اندازه کوچک و متوسط.

۳. تأمین مالی بر پایه انتشار اوراق قرضه: ایجاد مؤسسات مستقل رتبه‌بندی و ارزیابی خطرپذیر و نمره دهی به اوراق قرضه؛ تدوین و تصویب قوانین لازم در مورد انتشار اوراق قرضه توسط شرکت‌های بخش خصوصی.

۴. تأمین مالی بر اساس ترتیب‌های داوطلبانه: قبول چک مدت دار به‌عنوان ابزار ایجاد اعتبار موقتی و قاعده مند کردن آن؛ قاعده مند کردن ترتیب‌های مبتنی بر صندوق‌های قرض الحسنه و ترتیب‌های داوطلبانه مشابه؛ محدود کردن روش پیش فروش، که بیشتر توسط بنگاه‌های دولتی برخوردار از درجات مختلف قدرت انحصاری، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین تدوین مقررات لازم برای تأمین منافع خریدار، به ویژه در شرایطی که بنگاه‌ها عمل به تعهدات خود را به تاخیر می‌اندازند.

۵. نهاد واسطه‌گری خاص و ابزار جدید مالی: تدوین و تصویب قوانین مورد نیاز و سازوکار اجرایی به منظور معرفی ابزارهای نوین مالی، مانند اوراق قرضه شرکتی، سهام ممتاز، اختیار معامله و قراردادهای آتی؛ ایجاد شرکت‌های سرمایه‌گذاری تخصصی.

www.Telegram.me/Commodities

- **خصوصی‌سازی و سازماندهی بنگاه‌های دولتی**

مرور تجربه‌های موفق توسعه صنعتی در جهان، این نکته مهم را یادآوری می‌کند که رشد و توسعه صنعت رقابت‌پذیر، توسط بنگاه‌های دولتی امکان‌پذیر نیست. در کشورهای مختلف در حال توسعه، سهم شرکت‌های دولتی به تولید ناخالص داخلی از ۱۰ درصد فراتر نمی‌رود. لذا سیر کاهنده سهم ارزش‌افزوده بنگاه‌های صنعتی بخش عمومی به تولید ناخالص داخلی، در عین رشد سریع صنعتی، به‌عنوان شاخصی از میزان عزم و اراده برای صنعتی شدن، مورد توجه ویژه خواهد بود. این مطلب بیانگر آن است که توسعه بخش خصوصی و خصوصی‌سازی از مولفه‌های مهم راهبرد توسعه صنعتی ایران به‌شمار می‌رود.

- **تقویت نقش تشکل‌ها**

تشکل‌ها از یک سو نماینده صنایع خصوصی‌اند و لذا می‌بایست نقطه نظرات و پیشنهادهای آنان را جمع‌آوری و جمع بندی کرده، در چارچوب نظام سیاستگذاری صنعتی در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهند و از سوی دیگر، لازم است خدماتی را به زیرمجموعه‌های خود ارائه کنند.

هم اکنون به‌دلیل آنکه از یک سو احزاب چه از نظر نحوه تشکیل و چه ازنظر نحوه فعالیت، تفاوت‌های بسیار اساسی با کشورهایی که در آن‌ها نظام‌های حزبی، شکل دهنده ساختار سیاسی تصمیم‌گیری اند،دارند و از سوی دیگر، تشکل‌ها نیز از نقشی حاشیه‌ای برخوردارند، رابطه تعریف شده‌ای بین این دو گروه برقرار نیست. حتی در وضع موجود فعالیتی به‌عنوان تبادل اطلاعات بین صنعتگران و تصمیم‌گیران سیاسی، به منظور آگاهی تصمیم‌گیرندگان از پیامدهای اقتصادی تصمیمات سیاسی شکل نگرفته است.

با توجه به نکات پیش گفته،موارد زیر پیشنهاد می‌شود: (الف) برقراری ارتباط فعال بین تشکل‌ها و احزاب و سیاستمداران و تبیین دیدگاه‌ها برای سیاستمداران؛ (ب) حضور فعال تشکل‌ها در انتخابات مختلف در قالب پیگیری تحقق سیاسی دیدگاه‌های تشکل‌ها؛ (پ) گسترش نقش تشکل‌ها در قالب ایجاد احزاب با دیدگاه‌های اقتصادی مشخص.

- **نقش صنایع کوچک و متوسط در توسعه صنعتی**

در این فصل، به تغییراتی در شرایط اقتصاد جهانی اشاره شده است که نقش این دسته از صنایع را پررنگ‌تر می‌کند. این شرایط شامل افزایش رقابت، نا اطمینانی، تغییر سلیقه عمومی، توسعه فناوری تولید و تعامل صنایع

www.Telegram.me/Commodities

کوچک و بزرگ می‌شود. همچنین با مرور نقش صنایع کوچک و متوسط در سایر کشورها و راهبردهای آن‌ها در این خصوص و نیز بررسی وضعیت این صنایع در ایران، اهداف و راهبردهای زیر برای صنایع کوچک و متوسط در ایران توصیه شده است.

۱. بررسی‌ها نشان می‌دهند صنایع کوچک در ایران نمی‌توانند رشد کنند و به صنایع متوسط یا بزرگ تبدیل شوند. لذا یکی از هدف‌های عمده راهبرد توسعه صنعتی، رفع موانع موجود در راه رشد بنگاه‌های کوچک و تسهیل فرایند رشد آن‌ها در ایران است.

۲. از مهمترین قدم‌های لازم برای افزایش ارزش‌افزوده صنایع کوچک و متوسط در ایران، کمک به افزایش بهره‌وری آن‌ها است. در این راستا، هدایت صنایع کوچک و متوسط غیر رسمی به مجاری رسمی، باعث کاهش هزینه مبادلاتی و افزایش اثربخشی حمایت‌ها می‌شود.

۳. از دیگر اهدافی که به‌عنوان چشم‌انداز صنایع کوچک و متوسط در نظر گرفته شده، افزایش صادرات این صنایع به بازارهای بیرونی ست.

۴. اتصال صنایع کوچک و متوسط به صنایع بزرگتر داخلی و خارجی، به‌عنوان هدف بعدی انتخاب شده است.

۵. فعالیت مؤسسات به صورت خوشه‌ای، صورت دیگری از ارتباط صنایع کوچک و متوسط با یکدیگر است. بنابراین، حمایت‌های انجام شده از صنایع کوچک و متوسط باید به گونه‌ای باشد که بنگاه‌هایی که در یک رشته فعالیت می‌کنند، با یکدیگر ارتباط بیشتر و هدایت شده‌تری داشته باشند.

۶. کمک به ایجاد صنایع کوچک و متوسط دانش بر برای استفاده از توان جوانان دانش آموخته دانشگاهی.

به‌طور کلی برای دستیابی به اهداف پیش گفته، وظایف دولت در محورهای زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. کمک به ایجاد سازمان‌های غیردولتی پشتیبان صنایع کوچک و متوسط؛

۲. ارائه مشوق‌های مالیاتی در زمینه‌های پیشنهادی به صنایع کوچک و متوسط؛

۳. تنظیم قوانین جدیدی که برای فعالیت صنایع کوچک و متوسط ضروری است (مانند قوانین پیمانکاری)

www.Telegram.me/Commodities

- **جهت‌گیری‌های فناوری**

بر اساس نظریه اقتصاد، رشد اقتصادی در بلند مدت، توسط رشد فناوری تبیین می‌شود. لذا کشورها در جهت رشد و ارتقای توانمندی فناوری تلاش خود را متمرکز کرده‌اند. سیاست‌های توسعه فناوری به شرح زیر پیشنهاد شده است:

سیاست‌های محیطی مربوط به فضای کلان اقتصاد:

۱. پذیرش سازوکار بازار به‌عنوان هسته مرکزی فعالیت‌های اقتصادی. در این راستا، قوانین و مقررات شفاف و حداقلی، ایجاد انعطاف در قوانین واردات و صادرات، کاهش تعرفه‌ها، حذف موانع و مراحل اداری فعالیت اقتصادی و حذف کنترل اداری بر قیمت‌ها لازم است.

۲. ایجاد شرایط باثبات در در سطح اقتصاد کلان؛

۳. ایجاد زیرساخت‌های حقوقی و قانونی ناظر بر فعالیت‌های اقتصادی، از جمله: حق مالکیت معنوی و تضمین قوی قراردادهای بین بنگاه‌ها؛

۴. ایجاد زیرساخت‌های فیزیکی در زمینه‌های حمل‌ونقل، مخابرات و نیرو؛

۵. فراهم آوری زمینه آموزش نیروی انسانی، از جمله: سرمایه‌گذاری در آموزش فنی و حرفه‌ای و آموزش عالی؛

۶. ایجاد نظام‌های اداری کوچک و کارامد

سیاست‌های خاص توسعه فناوری: این سیاست‌ها را می‌توان به دو دسته سیاست تحقیق و توسعه (ناظر به خلق ایده‌های جدید و اقتصادی کردن نتایج) و سیاست‌های ناظر به انتقال فناوری تقسیم کرد. این سیاست‌ها به طور عمده در محورهای زیر طراحی می‌شوند:

۱. دستیابی به فناوری؛

۲. ایجاد سرمایه انسانی؛

۳. تقویت فعالیت‌های مرتبط با تحقیق و توسعه؛

www.Telegram.me/Commodities

۴. تأمین منابع مالی سرمایه‌گذاری در فناوری؛

۵. زیرساخت‌های فناوری و حمایت از بنگاه‌های کوچک و متوسط؛

۶. تشویق صادرات.

- **بهبود مدیریت بنگاه‌های صنعتی**

عملکرد مطلوب صنعت، در گرو موفقیت عملکرد بنگاه‌های صنعتی است و عملکرد بنگاه‌ها نیز تحت تاثیر دو گروه عوامل بیرونی و درونی است. سند راهبرد توسعه صنعتی کشور، حول محور رقابت‌پذیری، تدوین و راهبردی که برای تحقق رقابت‌پذیری بنگاه‌ها می‌تواند موثر باشد به صورت زیر ارائه شده است:

۱. آموزش‌ها و ترویج‌ها در راستای شناساندن استانداردهای ایزو ۹۰۰۰ به بنگاه‌ها

۲. به رسمیت شناختن یک الگوی سرآمدی عملکرد در سطح ملّی که از آن می‌توان برای جایزه ملی کیفیت و انجام خودارزیابی در شرکت‌ها استفاده کرد.

۳. انتخاب الگوی تعالی سازمانی به عنوان مبنا برای الگوی ملی با تغییرات اندک و حفظ ساختار.

۴. تعیین مفاهیم اساسی الگوی تعالی سازمانی به‌عنوان ارزش‌ها و مفاهیم محوری در صنعت ایران؛

۵. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به‌عنوان سیاست گذار در سطح ملّی، جایزه ملّی کیفیت را ترویج کند.

۶. در بخش صنعت و معدن ابتدا موضوع خود ارزیابی ترویج، و سپس نظام نامه و ساختار اجرایی جایزه کیفیت تدوین شود.

۷. توجه به جایگاه ویژه جایزه ملّی کیفیت و حفظ اعتبار آن؛

۸. تصویب نظام نامه جایزه ملّی کیفیت در مراجع ذی‌ربط؛

۹. تعریف سطوح مختلف برای سرآمدی و اعطا جوایز در سطوح مختلف؛

۱۰. فراهم کردن فضایی برای مبادله تجارب ارزشمند بنگاه‌ها با یکدیگر.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۲-۳: نقش و جایگاه صنعت سوپرآلیاژ در کشور در اسناد بالا دستی

مهمترین نقش صنعت سوپرآلیاژ در صنعت کشور ارتقای سطح تکنولوژی بویژه در حوزه آلیاژها و مواد پیشرفته است. از این زاویه، صنعت سوپرآلیاژ هرچند در اقتصاد کلان کشور نقش چندانی ایفا نخواهد کرد اما از بعد ارتقای تکنولوژی، تاثیرات مثبت زیادی بر صنایع حساسی از قبیل توربین گاز صنعتی و هوایی ، نفت و پتروشیمی ، دریایی و زیر دریایی و هوا- فضا خواهد داشت. با توجه به نقش تعیین کننده مواد پیشرفته در توسعه فناوری های استرتژیک و با توجه به اهداف کلان کشور در قالب سند چشم انداز برای تفوق در حوزه فناوری در منطقه، نقش صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور بسیار قابل توجه است. اهمیت این موضوع با توجه به سیاست های کلان ارایه شده در برنامه ششم توسعه که در ۸۰ بند در تیرماه ۱۳۹۴ ابلاغ شده است آشکار می‌شود. یکی از محورهای کلان این برنامه پیشتازی در عرصه علم و فناوری است. در بندهای متعدد مرتبط با این محور از قبیل بندهای ۱۱، ۱۶، ۱۷، ۵۲ و ۶۲ ، تاکید بر تکمیل زنجیره ارزش صنایع کشور از یکسو و استفاده از دانش و فناوری برای ارتقای توان صنعتی کشور به چشم می‌خورد. همچنین در بندهای ۲۶ الی ۲۹ سیاست های کلان برنامه ششم توسعه که در زیر آمده است، تاکید ویژه ای بر افزایش نرخ رشد ارزش افزوده صنعت کشور، دانش بنیان نمودن شیوه تولید و محصولات صنعتی، اولویت دادن به حوزه های راهبردی صنعتی از قبیل مواد پیشرفته و اولویت دادن به تولید مواد مورد نیاز صنایع داخلی شده است:

۲۶- افزایش نرخ رشد ارزش افزوده بخش‌های صنعت، معدن و صنایع معدنی و افزایش صادرات محصولات آن با اجرای سیاست‌های کلی صنعت و معدن.

۲۷- دانش‌بنیان نمودن شیوه تولید و محصولات صنعتی و خدمات وابسته به آن، نشان‌سازی تجاری و تقویت حضور در بازارهای منطقه و جهان.

۲۸- اولویت دادن به حوزه‌های راهبردی صنعتی (از قبیل صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، حمل ونقل، مواد پیشرفته، ساختمان، فناوری اطلاعات و ارتباطات، هوافضا، دریا، آب و کشاورزی) و افزایش ضریب نفوذ فناوری‌های پیشرفته در آنها.

۲۹- اولویت دادن به تأمین مواد مورد نیاز صنایع داخلی کشور با تأکید بر تکمیل ظرفیت زنجیره ارزش افزوده مواد معدنی و اجرای بند ۳ سیاست‌های کلی معدن.

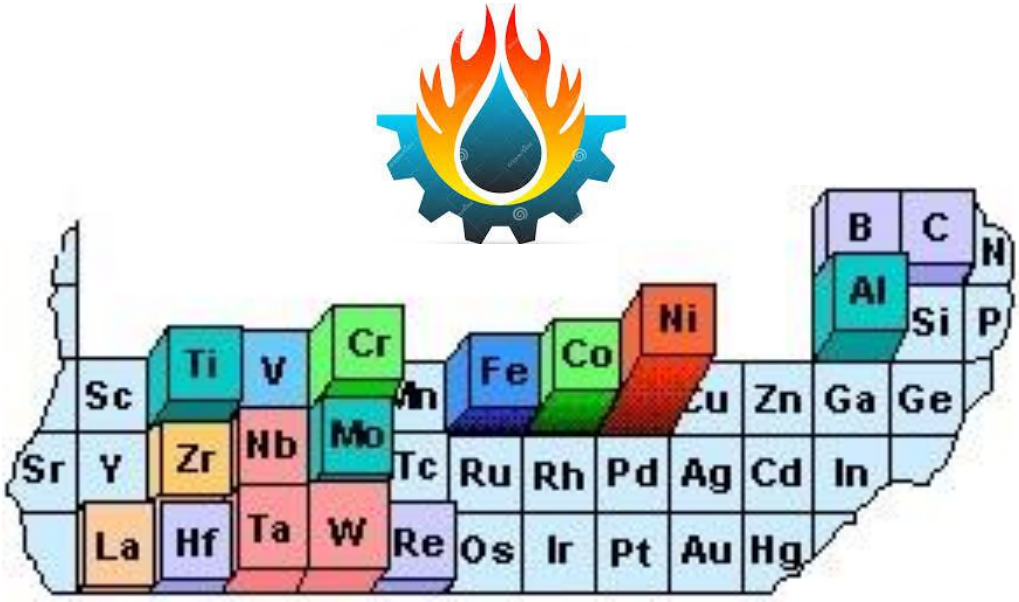
www.Telegram.me/Commodities

با توجه به این موارد و نقش کلیدی صنعت سوپرآلیاژ در تولید مواد استراتژیک مورد نیاز صنایع کشور از قبیل صنایع مرتبط با تولید برق، صنایع نفت و پتروشیمی ، صنایع دریایی و صنایع دفاعی، این صنعت جایگاه ویژه ای طبق اسناد بالا دستی در حوزه ارتقای توان تکنولوژیک کشور خواهد داشت.

www.Telegram.me/Commodities

فصل سیزدهم

بند ۶-۱۳ : اهداف و استراتژی های توسعه صنعت سوپرآلیاژ در کشور



www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۳-۱ : نقاط قوت و ضعف، فرصت ها و تهدید ها

صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور سابقه چندانی ندارد و از نظر تکنولوژی به دلیل پیچیدگی‌های فراوانی که در حوزه مواد اولیه، فرآوری و کنترل محصول دارد یک صنعت پیشرفته (High-Tech) محسوب می‌شود. در حوزه ی مواد اولیه، عناصر اصلی نظیر نیکل و کبالت در داخل کشور تولید نمی‌شوند. اما عناصر بسیار مهمی از قبیل رنیوم قابلیت استحصال از معادن موجود در کشور را دارند. قابل ذکر است که اغلب تولید کننده های مواد اولیه ی سوپرآلیاژی در جهان، از نظر در اختیار داشتن منابع معدنی مورد نیاز در وضعیتی مشابه یا بدتر از ایران به سر می‌برند. از نظر فرایند تولید، تجربه ی متالورژی تخته خلع در مقیاس آزمایشگاهی در داخل کشور وجود دارد. همچنین در چند سال گذشته، در شرکت فولاد آلیاژی اصفهان، تجهیزات ذوب و تصفیه ی تخته خلع نصب و راه اندازی شده است و تجربیات محدودی در این زمینه کسب شده است. در حوزه ی کنترل کیفی محصول، نیاز به تکمیل امکانات موجود در کشور به ویژه در حوزه ی آنالیز شیمیایی وجود دارد. یکی دیگر از مشکلات پیش رو، بازاریابی محصول در بازارهای جهانی خواهد بود. با توجه به مزیت نسبی در بخش انرژی در داخل کشور، امکان تولید رقابتی سوپرآلیاژها در داخل ایران کاملا مهیا ست. یکی از چالش های جدی در صنعت تولید مواد اولیه ی سوپرآلیاژی، بحران های ناشی از تامین عناصر مورد نیاز می باشد. همان-گونه که در بخش های قبلی گزارش به آن اشاره شد، با توجه به تعدد عناصر آلیاژی مورد استفاده در این صنعت، احتمال بروز بحران در تهیه ی این عناصر قابل توجه است و لذا به عنوان یکی از چالش های این صنعت باید مورد توجه قرار بگیرد. تامین پایدار مواد اولیه ی مورد نیاز یکی از پارامتر های موثر در موفقیت یک واحد تولیدی خواهد بود. از چالش های دیگر در تولید سوپرآلیاژ ها کنترل میزان ضایعات است. با توجه به هزینه ی بالای مواد اولیه ی مصرفی، ضعف در تکنولوژی تولید و درصد بالای ضایعات، می‌تواند تولید سوپرآلیاژها را علیرغم سایر مزیت ها غیراقتصادی کند. لذا، تقویت دانش فنی تولید سوپرآلیاژ ها عاملی کلیدی است. با توجه به نیروی متخصص موجود در کشور، به نظر می رسد در صورت برنامه ریزی صحیح و استفاده از تجربیات شرکت های خارجی بتوان با سرعت قابل قبولی دانش فنی مورد نیاز را کسب نمود. با توجه به گسترش روزافزون صنایع کلیدی از قبیل توربین های گاز صنعتی، صنایع پتروشیمی و نفت، صنایع دریایی و نیز هوافضا، بازار داخلی بسیار خوبی برای مواد اولیه ی سوپرآلیاژی در کشور وجود دارد که این خود می تواند موجب توسعه پایدار این صنعت در کشور شود. در جدول ۱۳-۱، ماتریس SWOT برای جمع بندی نقاط استحکام و ضعف و نیز فرصت ها و تهدیدهای مرتبط با صنعت تولید مواد اولیه ی سوپرآلیاژی در کشور ارایه شده است.

www.Telegram.me/Commodities

جدول ۱۳-۱: ماتریس SWOT برای صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی

استحکام (S)	ضعف (W)
- وجود نیروی انسانی متخصص در کشور - وجود تجربیات اولیه در حوزه متالورژی تحت خلاء - وجود برخی از مواد معدنی حساس در داخل کشور - انرژی ارزان در مقایسه با رقبا - وجود ظرفیت خالی برای عملیات ترمومکانیکی در کشور - سرمایه گذاری اولیه محدود	- عدم وجود تجهیزات خط تولید مناسب در کشور - ضعف دانش فنی در تولید و کنترل کیفی - محدودیت معادن کشور در عناصر مورد نیاز - توان بازاریابی محدود
فرصت ها (O)	**تهدید ها (T)**
- وجود بازار داخلی بسیار گسترده در صنایع نفت و پتروشیمی، توربین گاز و صنایع دریایی - وجود بازار گسترده در منطقه بویژه کشورهای نفت خیز و هند - ارتقای توان تکنولوژیک کشور در حوزه مواد پیشرفته - فعال کردن ظرفیت بلا استفاده در بخش شکل دهی ترمومکانیکی در کشور - فعال کردن صنایع معدنی مرتبط	- وابستگی به مواد اولیه استراتژیک

۶-۱۳-۲: چشم انداز، ماموریت و اهداف توسعه

با توجه به سند چشم انداز بیست ساله، ایران در افق ۱۴۰۴کشوری است توسعه یافته که جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. ایجاد صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور در راستای تحقق این چشم انداز بوده و اقدامی زیر بنایی در ایجاد زیرساخت های لازم برای تفوق ایران در حوزه فناوری در منطقه خواهد بود. در حقیقت صنعت تولید سوپرآلیاژ، قله تکنولوژیکی در تولید آلیاژهای پیشرفته است که در حال حاضر توسط سایر کشورهای منطقه فتح نشده است. ماموریت صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی، بومی سازی دانش فنی متالورژی تحت خلاء برای تولید این آلیاژها و سایر انواع آلیاژهای

www.Telegram.me/Commodities

استراتژیک در کشور خواهد بود. هدف اصلی توسعه صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور پاسخ به نیازهای روز افزون داخلی در حوزه آلیاژهای پیشرفته مورد استفاده در صنایع نفت و پتروشیمی، توربین های صنعتی مولد انرژی ، صنایع دریایی و هوا-فضا است. علاوه بر این، با توجه به مزیت های نسبی در حوزه انرژی و بویژه نیروی انسانی، تولید اقتصادی با هدف صادرات به منطقه و کشورهای اروپایی می تواند از محورهای توسعه این صنعت در نظر گرفته شود.

۶-۱۳-۳: سناریو سازی بر اساس فرضیات طرح (بدبینانه ، خوش بینانه و محتمل)

عوامل کلیدی در تاسیس یک واحد تولیدی مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور نیروی انسانی، مواد اولیه، تجهیزات و دانش فنی می‌باشند. در مورد نیروی انسانی مشکل عمده تربیت تکنسین در حوزه تجهیزات صنعتی ذوب تحت خلاء و بویژه تعمیر و نگهداری این تجهیزات است. تامین مواد اولیه مورد استفاده در صنعت سوپرآلیاژ بدلیل حساسیت های بالای این آلیاژها به ترکیب شیمیایی اهمیت ویژه ای دارد و آشنایی با بازار مربوطه و شناسایی و تثبیت شرکت های تامین کننده زمان بر خواهد بود. خرید تجهیزات ذوب تحت خلاء از شرکت های عمده با توجه به محدودیت های اعمال شده با دشواری هایی همراه است. بدست آوردن دانش فنی به صورت مستقیم از شرکت های معتبر سازنده آلیاژ نیز نیازمند حل مشکلات سیاسی موجود است. از طرف دیگر، بازاریابی محصول که عاملی تعیین کننده در بازدهی اقتصادی طرح است می‌تواند تحت تاثیر شرایط سیاسی قرار گیرد.

سناریوی بد بینانه:

- خرید تجهیزات از شرکت های معتبر غربی بصورت مستقیم امکانپذیر نیست. در اینحالت میتوان تجهیزات را از طریق شرکت های دست دوم و یا شرکت های چینی یا روسی تهیه کرد.
- تهیه دانش فنی بصورت مستقیم از شرکت های غربی معتبر امکانپذیر نیست. در اینحالت با تدوین دانش فنی در داخل کشور با استفاده از افراد حقیقی دارای تجربه میتوان بتدریج این مشکل را برطرف نمود. زمان یادگیری و تسلط بر تکنولوژی در اینحالت افزایش یافته و هزینه های مربوطه تحمیل خواهند شد.

www.Telegram.me/Commodities

- در زمینه بازاریابی محصول در خارج از کشور بویژه در چند سال اول مشکلاتی وجود خواهد داشت. این شرایط بویژه با تداوم تحریم ها تشدید خواهد شد و بازدهی اقتصادی طرح را با مشکل مواجه خواهد ساخت.
- تحت این شرایط زمان لازم برای اجرای طرح ۳ سال و زمان لازم برای بهره برداری اقتصادی از طرح ۲ سال پس از نصب (۵ سال پس از آغاز عملیات اجرایی) تخمین زده می‌شود.
- سرمایه گذاری لازم برای احداث یک واحد تولیدی سوپرآلیاژ در این شرایط می‌تواند تا دو برابر نسبت به حالت خوش بینانه افزایش یابد

سناریوی خوشبینانه (و با فرض حذف سریع تحریم ها) :

- در این سناریو منطقی ترین مسیر انتقال دانش فنی از طریق خرید لیسانس از یک شرکت معتبر و نیز استفاده از تجربیات این شرکت ها در امر بازاریابی است. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران، تولید و فروش سوپرآلیاژها تحت لیسانس شرکت های معتبر فرصت بسیار مناسبی را برای صادرات فراهم خواهد کرد.
- خرید تجهیزات به روز و ایجاد آزمایشگاه های معتبر در داخل کشور تحت لیسانس آزمایشگاه های دارای اعتبار و جواز بین المللی از مزایای مهم دیگر در این سناریو است.
- زمان لازم برای نصب و راه اندازی تجهیزات و بهره برداری اقتصادی از طرح در این سناریو ۲ سال تخمین زده می‌شود.

سناریوی محتمل

- با توجه به شرایط موجود، به نظر می‌رسد که امکان خرید تجهیزات اصلی مورد نیاز طرح از طریق شرکت های غربی فراهم است اما انتقال تکنولوژی با توجه به ملاحظات موجود، همزمان با خرید تجهیزات میسر نیست. تحت این شرایط، سرعت یادگیری کندتر و موفقیت در بازاریابی محصول نیازمند زمان های طولانی تری است.
- زمان لازم برای بهره برداری از طرح در این سناریو ۳ سال تخمین زده می‌شود.

www.Telegram.me/Commodities

فصل چهاردهم

۶-۱۴: بررسی آثار تحریم بر اجرای طرح

وجود تحریم ها تاثیرات منفی بر این طرح خواهد داشت و از نظر اقتصادی هزینه های اضافی را بر طرح تحمیل خواهد کرد. همچنین، زمانبندی اجرای طرح و نیز دستیابی به دانش فنی طولانی تر خواهد شد. تاثیر منفی عمده تحریم ها در حوزه خرید تجهیزات خط تولید شامل کوره های ذوب تحت خلاء است که با توجه به کاربردهای استراتژیک، در حال حاضر جزو اقلام تحریم شده قرار دارند. همانند سایر کالاها و تجهیزات تحریم شده، می‌توان از روش های غیر متعارف اقدام به تهیه این اقلام نمود اما این خود هزینه های سنگینی را تحمیل نموده و در حوزه تعمیر و نگهداری تجهیزات دشواری های فراوانی را ایجاد خواهد کرد. در حوزه دانش فنی فرایند تولید می‌توان با بهره برداری از دانش و تجربه افراد حقیقی موجود در سایر کشورها مشکل را بتدریج حل کرد اما این روش نسبت به انتقال مستقیم دانش فنی از شرکت های معتبر و یا خرید لیسانس از این شرکت ها بسیار زمان بر خواهد بود. همچنین در حوزه بازاریابی نیز تحریم ها تاثیرات منفی بدنبال خواهند داشت. به طور خلاصه، در صورت تداوم تحریم ها امکان اجرای طرح وجود خواهد داشت اما تاثیر منفی تحریم ها قابل توجه خواهد بود.

www.Telegram.me/Commodities

فصل پانزدهم

۶- ۱۵: الزامات عملیاتی نمودن طرح پیشنهادی

۶-۱۵-۱: سازماندهی اجرایی و تعیین مسوولیت ها و الزامات اجرایی طرح

صنعت سوپرآلیاژ هم از بعد ارتقاء تکنولوژی تولید مواد اولیه و هم از دیدگاه استراتژیک اهمیت دارد و لذا در سازماندهی این طرح حضور مستقیم یا غیر مستقیم دو وزارت خانه صنعت، معدن و تجارت و دفاع می‌تواند اجرای طرح را با سهولت بیشتری ممکن سازد. پیشنهاد می‌شود که شرکتی با ماهیت خصوصی و با مشارکت ایمیدرو و شرکت سرمایه گذاری غدیر تشکیل شده و اجرای طرح را عهده دار شود. با تجمیع امکانات مرتبط با این طرح موجود در شرکت های تابع دو وزارتخانه و نیز برنامه ریزی برای استحصال مواد معدنی مورد استفاده در این طرح که در حال حاضر بلا استفاده مانده و یا بصورت خام فروخته می‌شوند می‌توان میزان سرمایه گذاری لازم و مزیت نسبی طرح را نسبت به سایر رقبا به میزان چشمگیری افزایش داد. با توجه به وجود ظرفیت های خالی بویژه در حوزه عملیات ترمومکانیکی در شرکت های تابعه دو وزارتخانه، اجرای این طرح می‌تواند به بهره وری این شرکت ها نیز کمک کند.

۶-۱۵-۲: تعیین منابع مالی

در صورت مشارکت دو وزارتخانه در اجرای طرح و با توجه به حجم محدود سرمایه گذاری مورد نیاز در مقایسه با سایر طرح های کشور، تامین منابع مالی بسهولت امکانپذیر است. برای تاسیس یک واحد تولید صنعتی مواد اولیه سوپرآلیاژی با ظرفیت ۲۰۰۰ تن در سال (انواع ریختگی و کارپذیر)، سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز در حدود ۵۰ میلیون یورو تخمین زده می‌شود که در صورت مشارکت دو وزارتخانه و استفاده از تجهیزات موجود این مبلغ به میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۵-۳: شرط دریافت مجوز احداث و پروانه بهره برداری، اولویت ها

با توجه به تمیز بودن مواد اولیه و فرآیندهای تولید، صنعت تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی هیچگونه آلایندگی زیست محیطی ایجاد نکرده و صنعتی سبز محسوب می‌شود و لذا از نظر زیست محیطی کاملاً مورد تایید خواهد بود. از طرفی، با توجه به مصرف بسیار جزیی آب در این صنعت، احداث آن در مناطق صنعتی موجود مشکل ساز نخواهد بود. انرژی مصرفی عمده در این صنعت برق است که با توجه به توانمندی های کشور در این زمینه قابل تامین می‌باشد.

۶-۱۵-۴: بررسی و تعیین محدودیت های استقرار طرح جامع

محدودیت اصلی برای تعیین موقعیت مطلوب یک واحد تولید سوپرآلیاژ در کشور، نزدیکی به محل استقرار صنایع پایین دستی است. معمولا بخش قابل توجهی از مواد اولیه سوپرآلیاژ بصورت قراضه از صنایع پایین دستی ارسال می‌شود و پس از فرآوری به این صنایع بازگردانده می‌شود. این رفت و برگشت قراضه و محصول بصورت مداوم وجود دارد و لذا فاصله نزدیک محل های تولید ومصرف مواد ، هزینه های انتقال را به میزان قابل توجه کاهش می‌دهد. با توجه به استقرار واحد های فعال در تولید قطعات سوپرآلیاژی در مشکین دشت کرج و نیز وجود شرکت هایی نظیر توربین شهریار در این محدوده، منطقه مشکین دشت کرج یکی از مناطق مناسب برای ایجاد یک واحد تولید سوپرآلیاژ می‌باشد. با توجه به عدم وجود پارامترهای محدودکننده‌ی جغرافیایی، زیست محیطی و تأمین انرژی، گزینه‌های متعددی برای تأسیس یک واحد تولید مواد اولیه سوپرآلیاژی در کشور وجود دارد که اجازه انتخاب با توجه به سلایق سرمایه گذران را فراهم می‌سازد. اما انتخاب موقعیت‌های نزدیک به شرکت‌های مصرف‌کننده در مورد آلیاژهای ریختگی و قرار گرفتن در مجاورت شرکت‌های توانمند در انجام عملیات ترمومکانیکی از دیدگاه اقتصادی انتخاب بهینه خواهند بود. از این دید شهرهای یزد و اصفهان می‌توانند گزینه های دیگری برای اجرای طرح باشند.

www.Telegram.me/Commodities

۶-۱۵-۵: سازوکار تامین منابع مالی از طریق بخش خصوصی

با توجه به حجم محدود سرمایه گذاری و نقش استراتژیک سوپرآلیاژها، پیشنهاد می‌شود که در انجام این طرح شرکت های خصوصی تحت مدیریت دولتی (نظیر شرکت سرمایه گذاری غدیر) تامین منابع مالی مورد نیاز را برعهده بگیرند.

۶-۱۵-۶: بررسی و تعیین نیازهای تحقیقاتی

تولید سوپرآلیاژها صنعتی پیشرفته است و لذا نقش تحقیقات در آن کلیدی است. با توجه به هزینه های بالای مواد اولیه، معمولا فرآیند تولید ابتدا درمقیاس کوچک بررسی شده و پس از انجام آزمایشات و اعمال اصلاحات لازم در مقیاس بزرگ اجرا می‌شود. برای هر آلیاژ جدید این مرحله باید انجام شود و لدا وجود تجهیزات در مقیاس آزمایشگاهی در کنار واحد تولیدی ضروری است. از طرف دیگر، آزمایشات کنترل کیفی متعددی باید بر روی نمونه های تولیدی از هر آلیاژ جدید انجام شود که عمدتاً شامل انواع آزمایشات آنالیز شیمیایی، خواص مکانیکی در دمای بالا و دمای محیط و در مواردی تست های الکتروشیمیایی می‌شود. با توجه به این ملاحظات، ایجاد یک واحد تحقیقاتی در کنار واحد تولیدی اکیداً توصیه می‌شود. وجود تجهیزات زیر در این واحد آزمایشگاهی توصیه می‌شود:

- کوره ذوب تحت خلاء با ظرفیت حداکثر ۱۰۰ کیلوگرم مذاب
- کوره عملیات حرارتی تحت خلاء با اتمسفر محافظ
- تجهیزات آنالیز شیمیایی شامل XRF ، کوانتومتر (OES) ، طیف سنجی توسط دستگاه ICP (Inductively Coupled Plasma Spectroscopy) ، طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
- دستگاه های تست مکانیکی شامل تست کشش و فشار سرد و گرم، تست خزش و تنش گسیختگی ، سختی سنجی و تست خستگی
- تجهیزات آماده سازی نمونه
- تجهیزات لازم برای انجام تست های الکتروشیمیایی

www.Telegram.me/Commodities

واژه نامه

AAS: Atomic absorption spectroscopy

AOD: Argon Oxygen Decarburization

BRIC: Brazil-Russia-India-China

CAGR: Compound Annual Growth Rate

CGDS: Columnar Grain Directionally Solidified

DSF: Drip Short Frequency

EBRP: Electron-beam rotating process

EIGA: Electrode induction melting gas atomization

ERF: Electric Arc Furnace

ESR: Electrro-slag refining

FCC: Face Centered Cubic

GCP: Geometrically Close Packed

GDP: Gross Domestic Production

GNI: Gross National Income

GNP: Gross National Production

HIP: Hot isostatic prsessing

www.Telegram.me/Commodities

HPA: High Performance Alloys

HRM: Human Resource Management

ICP: Inductively coupled plasma

IGA: Inert gas atomization

IGT: Industrial gas turbine

OES: Optical emission spectroscopy

PIGA: Plasma-melting induction-guiding gas atomization

PPP: Purchasing power parity

REP: Rotating Electrode Process

TCP: Tetragonally Close Packed

VA: Vaccum atomization

VAR: Vacuum arc remelting

VIM: Vacuum induction melting

XRF: X-ray fluorescence