



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش وضعیت منگنز در ایران و جهان

مجری طرح:

امید اردبیلی

تهیه کننده:

محبوبه نوری، ملیحه سادات فاضلی

آمارهای منتشر شده حاکی از این است که تولیدات صنعتی جهانی در کشورهای در حال توسعه و نوظهور همچنان با سرعت بیشتری نسبت به کشورهای توسعه یافته صنعتی در حال افزایش است. این موضوع به همراه تقاضا برای فلزات و مواد معدنی در آینده‌ای کم‌کربن جهان، جایگاه رو به رشدی برای تقاضای مواد معدنی ترسیم می‌نماید که بر این اساس، آلومینیوم، مس، سرب، لیتیوم، منگنز، نیکل، نقره، فولاد، روی و عناصر نادر خاکی مانند ایندیوم، مولیبدن و نئودیمیم انواع مواد معدنی و فلزاتی هستند که با رشد انرژی‌های پاک، کاربرد بیشتری پیدا خواهند کرد. در این راستا، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور طی سال ۱۳۹۸، ۲۴ عنصر استراتژیک و مهم را مورد مطالعه و بررسی قرار داده که گزارش حاضر به بررسی عنصر منگنز می‌پردازد.

اردیبهشت ماه ۱۳۹۸

TR016

فهرست

پیشگفتار.....	۳
۱- مقدمه.....	۴
۲- زمین شناسی.....	۴
۱-۲- کانی های مهم.....	۴
۳- تولید.....	۱۰
۱-۳- استخراج و فرآوری.....	۱۱
۴- موارد استفاده.....	۱۲
۵- تجارت.....	۱۷
۱-۵- صادرات منگنز.....	۱۷
۲-۵- واردات منگنز.....	۱۹
۶- وضعیت اقتصادی منگنز در ایران.....	۲۰
۱-۶- ارزش تولیدات منگنز.....	۲۰
۲-۶- هزینه های تمام شده.....	۲۱
۳-۶- ارزش افزوده.....	۲۱
۴-۶- اشتغال معادن.....	۲۲
۵-۶- بهره وری.....	۲۳
۷- نقشه پراکندگی منگنز در ایران.....	۲۴
منابع.....	۲۴

پیشگفتار

آمارهای منتشر شده حاکی از این است که تولیدات صنعتی جهانی در فصل نخست سال ۲۰۱۷ در مقایسه با مدت مشابه سال ۲۰۱۶ رشد ۳.۷ درصدی داشته و مقایسه روند رشد تولید در فصول سال ۲۰۱۶ و فصل چهارم سال ۲۰۱۵ نیز نشان می‌دهد، تولید کشورهای در حال توسعه و نوظهور همچنان با سرعت بیشتری نسبت به کشورهای توسعه یافته صنعتی در حال افزایش است. این موضوع به همراه تقاضا برای فلزات و مواد معدنی در آینده‌ای کم‌کربن جهان، جایگاه رو به رشدی برای تقاضای مواد معدنی ترسیم می‌نماید که بر این اساس، آلومینیوم، مس، سرب، لیتیوم، منگنز، نیکل، نقره، فولاد، روی و عناصر نادر خاکی مانند ایندیوم، مولیبدن و نئودیمیم انواع مواد معدنی و فلزاتی هستند که با رشد انرژی‌های پاک کاربرد بیشتری پیدا خواهند کرد. گرایش جهان به چین سمت و سویی می‌تواند منتج به شکل‌گیری فرصت‌های چشمگیر توسعه اقتصادی برای کشورهای باشد که غنی از مواد معدنی هستند و تعریف چین فرصتی، نشانگر نیاز به پیش‌بینی راهکارهای بلندمدتی است که به آنها این توانایی را بدهد که تصمیمات هوشمندانه‌ای برای سرمایه‌گذاری در این بخش بگیرند و هم راستای آن سیاست‌های مناسب و شایسته‌ای را برای پیامدهای فعالیت‌های معدنی از جمله حفاظت‌های لازم از محیط‌زیست در نظر داشته باشند. با توجه به جایگاه کشور عزیزمان ایران در منابع معدنی دنیا به نظر می‌رسد باید بتوان با نگرشی جامع و سیستمی، رفتاری علمی و منطقی و نهایتاً با بیان ریاضی و گویا، اقدام به بهره‌برداری از این منابع خدادادی نمود. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور پیش‌بینی می‌نماید، با توجه به توسعه فناوری، نقش بازیگران مختلف در طول و عرض زنجیره تامین مواد معدنی از رویکرد سنتی ساختار محور به رویکرد نوین مبتنی بر مدیریت اطلاعات و ارتباط محور تغییر پیدا خواهد کرد و سیاست‌گذاران، مدیران، سرمایه‌گذاران و بازرگانان تنها با اتکای بر منابع اطلاعاتی خواهند توانست خود را در برابر فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در زنجیره تامین و زنجیره ارزش مواد معدنی کشور بیمه نمایند. این اطلاعات قابل به روزرسانی و متکی بر داده بوده و در سطح اطلاعات جهانی و کشوری گردآوری و ارائه می‌گردند.

۱- مقدمه

منگنز از کلمه لاتین Magnes (Magnet) گرفته شده است که به خواص مغناطیسی پیرولوزیت (کانه اصلی منگنز) اشاره می‌کند. نماد این عنصر Mn بوده و با عدد اتمی ۲۵ می‌باشد. منگنز از نظر فراوانی، دوازدهمین عنصر پوسته زمین است. کلارک منگنز در طبیعت ۰/۱٪ و در سنگ‌های مافیک و اولترامافیک تا ۱/۵٪ می‌رسد. عنصر منگنز در سال ۱۷۷۴ توسط شول، دانشمند سوئدی شناسایی و معرفی شد. در سال ۱۸۵۶ کاربرد آن در صنایع فولاد شناخته شد و در سال ۱۸۸۲ رابرت هادفیلد فولادهای منگنزی را کشف کرد. عدد اتمی این عنصر ۲۵ است و مانند آهن و مس از فلزات انتقالی محسوب می‌شود. منگنز در صنعت تهیه آلیاژهای آهن و ساخت باتری‌های خشک و شیمیایی به کار می‌رود. هم‌چنین برای زندگی گیاهان و حیوانات ضرورت دارد. در بیشتر شرایط، منگنز فلزی، ماده‌ای شکننده، ترد و خمش‌ناپذیر است و برای تولید فولاد و چدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سازنده‌ی مهمی در ترکیب آلیاژهای غیرآهنی به ویژه آلیاژ آلومینیوم است. آلیاژهای مسی با افزوده شدن مقدار ناچیزی منگنز، پایدارتر می‌شوند (برنزهای منگنز)، از اشکال متفاوت منگنز برای ساخت پوشش‌های میله‌ی جوشکاری استفاده می‌شود. تاکنون بیش از ۱۵۰ کانی دارای منگنز شناخته شده است که از آن میان، کانیه‌های دارای ارزش اقتصادی عبارت‌اند از: پیرولوسیت، براونیت، هوسمانیت، منگانیت، ورنادیت، پسیلوملان، رودوکروزیت و منگانوسیدریت.

۲- زمین‌شناسی

ذخیره اکسیدی و یا هیدروکسیدی به عنوان کانسارهای اصلی و سنگ‌های کربناته و سیلیکاته منگنز دار به عنوان سنگ مادر کانسارهای دیگر مورد توجه می‌باشند. اکثر کانسارهای با ارزش منگنز، از غنی‌سازی ثانویه توسط آبهای زیرزمینی و لیچینگ سنگ‌های رسوبی منگنزدار تشکیل می‌شوند. ندول‌های منگنز دار پوسته کف اقیانوسها ذخایر عظیمی از منگنز را تشکیل می‌دهند ولی به علت مشکلات تکنیکی زیادی در استخراج آنها وجود دارد.

۲-۱- کانی‌های مهم

مهمترین کانی‌های منگنز دارای ارزش اقتصادی عبارتند از:

پیرولوزیت، پسیلوملان، براونیت، منگانیت و رودوکروزیت اکثراً در کانسارهای رسوبی یا تجزیه‌ای یافت می‌شوند.

پیرولوزیت (Pyroluzite) :

این کانی اساساً از دی اکسید منگنز MnO_2 تشکیل شده و در حالت خالص دارای $۶۳/۲\%$ منگنز می باشد. این کانی مهمترین کانی منگنز است که از نظر ترمودینامیکی پایدارترین فاز در بین کانی های اکسید منگنز می باشد. این کانی در سیستم تتراگونال متبلور شده است و رنگ خاکستری تیره و کدر ، جلای فلزی تا نیمه فلزی، سختی نوع ترد آن ۲ و سختی نوع متبلور آن ۵-۶ است.

چگالی پیرولوزیت ۴/۷-۵ بوده و مقدار منگنز در آن $۶۳/۲\%$ است.

معمولاً به اشکال توده ای، قلوه ای و بعضاً با ساخت شعاعی و رشته ای یافت می شوند.

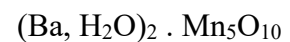
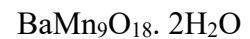
کانی مذکور به ندرت در حالت خالص یافت می شود و معمولاً حاوی درصد کمی سیلیس، آهن، کلسیم و باریم می باشد. این کانی در اثر حرارت در دمای $۶۸۰-۶۵۰$ درجه سانتی گراد به Mn_2O_3 و در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و به Mn_3O_4 تبدیل می شود.

کریپتوملان:

از اکسیدهای منگنز با ترکیب شیمیایی $KNa_8 MnO_{16} \cdot 2 H_2O$ که عمدتاً با پیرولوزیت یافت می شود. این کانی دارای سختی ۵-۷ است. معمولاً شامل مقادیر متفاوتی از اکسیدهای باریم، پتاسیم، سدیم و آب می باشد. Mn محتوی آن از $۴۵-۶۰\%$ می باشد.

پسیلوملان (Pesylomelan):

کانی اکسید هیدراته منگنز با مقادیر متفاوتی اکسید باریم و پتاسیم است و فرمول های متفاوتی برای آن ذکر شده است. که از آن جمله:



پسیلوملان در سیستم اورتورمبیک متبلور می شود و رنگ آن سیاه آهنی تا خاکستری تیره و رنگ خاکی آن قهوه ای مایل به سیاه و براق است.

جلای آن نیمه فلزی، سختی آن ۵-۶ و چگالی آن $۴/۸ - ۳/۷$ می باشد.

این کانی به صورت توده ای استلاکتیتی تشکیل می شود.

نمونه های دانه ریز و خاکی آن به رنگ قهوه ای تیره بوده و تحت تاثیر هوا به رنگ قهوه ای در می آیند که به آن واد می گویند. میزان Mn موجود در این کانی متغیر است و در برخی حالات دارای ۶۳/۲٪ منگنز می باشد .
این کانی در کانسارهای ثانویه وجود دارد.

براونیت:

کانی براونیت یک سیلیکات منگنز با فرمول شیمیایی $3\text{Mn}_2\text{O}_3, \text{MnSiO}_3$ می باشد که کانی عمومی کانسارهای دگرگونی منگنز است.

این کانی به طور عمده در کانسار وناچ قم وجود دارد.

براونیت طبیعی حاوی بیش از ۱۰٪ سیلیس، بیش از ۸۰٪ MnO_2 ، $\text{Al}_2\text{O}_3 = ۰/۱\%$ و حدود ۸٪ Fe_2O_3 می باشد.

همچنین براونیت معمولی ترین کانی با منشأ گرمایی نیز می باشد و ممکن است از یک ژل پسیلوملان یا از کانی های دیگر Mn تشکیل شود.

براونیت معمولاً در صورت بلورهای ریز و توده ای رشد می کند، دارای سختی ۶-۶/۵ و وزن مخصوص ۴/۸ می باشد. این کانی نیمه اپک بوده و رنگ خاکه سیاه دارد و در صورتی که به خوبی پودر شود، رنگ متمایل به قهوه ای دارد. بلورهای خوب این کانی کمیاب هستند و میزان Mn در این کانی متغیر است که بسته به میزان سیلیس و آهن در ترکیب آن، مقدار منگنز ممکن است از ۶۰-۵۰٪ تغییر کند.

رودوکروزیت (Rodokrozite) :

کانی رودکروزیت کربنات منگنز با فرمول MnCO_3 است که اغلب همراه با مقادیر متغیری از کربناتهای آهن و منیزیم می باشد.

این کانی به رنگ صورتی، دارای محتوای Mn ، ۴۷٪، وزن مخصوص ۳/۶-۳/۴ و سختی ۴/۵-۳/۵ می باشد.

استخراج این کانی به عنوان کانی اقتصادی Mn در فرانسه، افریقا و امریکا گزارش شده است.

منگانیت (Manganite) :

کانی منگانیت با فرمول $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ است که اغلب حاوی ۶۲/۴۶٪ منگنز می باشد.

هاسمانیت (Hausmanite) :

کانی هاسمانیت با فرمول Mn_3O_4 است که اغلب حاوی ۷۲٪ منگنز می باشد.

۲-۲- ژنز منگنز :

تقسیم بندی کانسارهای منگنز (پارک و مک دیارمید ۱۹۷۵):

الف - کانسارهای همراه با توف ها و رسوبات آواری مرتبط با مواد آتشفشانی (نوع آتش فشانی - رسوبی):
این گروه از نظر اقتصادی ارزش بیشتری دارند به عنوان مثال می توان کانسارهای پونوپو در کوبا ، دره رودخانه الکی در شیلی و کانسار منگنز و نارچ قم نام برد.

ب- کانسارهای مستقل از فعالیت های آتش فشانی:

مانند کانسار نیکوپول در اکراین.

ج- کانسارهای همراه با کانسارهای آهن لایه ای

در ذخایر منگنز، منگنز به دو صورت Mn^{+4} و Mn^{2+} واکنش می دهد. چنانچه منگنزهای موجود در منطقه هیپوژن اغلب دو ظرفیتی بوده و به صورت انواع کانی های کربناته و سیلیکاته ظاهر می شوند.
منگنز دو ظرفیتی نسبتاً محلول و به شدت متحرک است.

در منطقه سوپرژن، منگنزهای منتقل شده از منطقه هیپوژن به صورت اکسیدهای چهار ظرفیتی که در منطقه سوپرژن پایدارترند، رسوب می کنند .

بیشتر تمرکزهای اولیه منگنز که تشکیل کانسارهای مهم و اقتصادی منگنز را می دهند و یا انواع دیگر که حاصل فرآیندهای ثانویه هستند، همگی منشأ رسوبی دارند و در این ارتباط اکثر طبقه بندی ها مبتنی بر شرایط منطقه رسوبگذاری و نحوه تمرکز منگنز می باشد.

رایج ترین طبقه بندی ها کانسارهای منگنز را به گروه های رسوبی، گرمابی، رگرگونی و سوپرژن تقسیم بندی می کنند:

۲-۳- کانسارهای منگنز در ایران:

پی جویی آثار و نشانه‌هایی از منگنز و شناسایی ذخایر و منابع منگنز در ایران به ۶۰ - ۵۰ سال پیش برمی‌گردد. به عنوان مثال عملیات اکتشافی در کانسار منگنز رباط کریم که از قدیمی‌ترین کانسارهای شناخته شده منگنز در ایران است، از حدود سالهای ۱۳۲۰ آغاز شد.

کانسار آهن منگنز دار شمس آباد اراک به عنوان تأمین کننده خوراک اولین کارخانه ذوب آهن بود که بدین منظور مورد شناسایی و اکتشاف قرار گرفت.

در آغاز بهره برداری از کانسارهای منگنز در ایران به منظور صدور به کشورهای اروپایی و ژاپن انجام می شد ولیکن با ایجاد و گسترش کارخانه ذوب آهن اصفهان این کارخانه عمده ترین مصرف کننده منگنز استخراجی در داخل کشور گردید. مصرف اصلی سنگ منگنز در کشور مربوط بر صنایع فولاد و بزرگترین مصرف کننده آن کارخانه ذوب آهن اصفهان می باشد. این کارخانه برای تولید ۲ میلیون تن فولاد، نیاز به ۱۰۰۰۰۰ تن سنگ منگنز با عیار ۲۵٪ دارد.

۲-۳-۱- کانسارهای منگنز با منشاء گرمایی:

این کانسارها پراکندگی زیادی در ایران دارند ولیکن بیشتر تمرکز آنها در مرکز و شمال ایران است. این کانسارها به طور کلی در مناطقی که تشکیلات ائوسن رخنمون دارند و همچنین در تشکیلات آندزیتی - داریستی و در نواحی ماگماهای گرانیتی بعد از ائوسن یافت می شوند.

این کانسارها عمدتاً به دلیل ذخیره کم، پراکندگی منگنز در کل کانسار و مشکلات استخراج آنها از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار نیستند. عیار منگنز در کانسارهای گرمایی ایران بین ۴۵ - ۲۵٪ گزارش شده است.

قدیمی ترین و بزرگترین این کانسارها، کانسار رباط کریم است که بهره برداری از آن در سالهای ۱۳۱۸ تا ۱۳۴۹ جریان داشته و هم اکنون هم استخراج انتخابی به طور محدود توسط شرکت تأمین سنگ منگنز صنعت فولاد کشور انجام می گردد.

کانی های اصلی منگنز در این نوع کانسارها پیرولوویت و کانی های فرعی آن براونیت، پسیلوملان و هوسمانیت می باشند. عیار سیلیس این نوع کانسارها نسبتاً بالا بوده ولی مقدار آهن و منیزیم کمی دارند.

در ترکیب سنگ های با این منشا آرسنیک و گاهی مس نیز یافت می شوند.

از دیگر کانسارهای با منشاء منگنز ایران می توان:

آرات کوه، آغچه مزار، برداسکن، چاه سفید، غزلچه، چاه گبری، کوه داربید، میناب را نام برد.

۲-۳-۲- کانسارهای منگنز با منشاء دگرسانی - گرمابی:

کانسارهای منگنز ایران با این منشأ اولین بار در سالهای ۵۶ - ۱۳۵۵ توسط گروهی از زمین شناسان شرکت ملی ذوب آهن ایران مرکزی مورد مطالعه قرار گرفت.

کانسنگ های منگنز در سنگ های دگرسان شده کربناته و سیلیکاته دیده می شوند.

دگرسانی به مقدار بیشتر در کربناتها و به ندرت در سنگ های سیلیکاته تحت تأثیر این پدیده ها واقع شده اند. کانی های موسکویت و بیوتیت به فلوگوپیت و بروسیت تبدیل شده اند و بلورهای هورنبلند، اکتینولیت، کلریت و اپیدوت به فراوانی دیده می شوند. ضخامت رگه های منگنزدار به ۲ تا ۵ متر می رسد و طول آنها از چندین متر تا چندین صدمتر و عمق آنها بین ۲۵۰ - ۴۰ متر متغیر است.

عیار منگنز در این نوع کانسارها ۸-۳٪ و عیار آهن ۵۰-۲۰٪ می باشد.

وجود عناصری مانند روی، مس، فسفر، تیتان و وانادیم از مشخصات این نوع کانسار است. سن تشکیل این نوع کانسار را کامبرین زیرین - کرتاسه بالایی تخمین زده اند. کانی های اصلی آنها شامل پیرولولزیت و پسیلوملان به همراه گوتیت، هماتیت و سیدریت و همچنین کانی های فلزی باریتم، سرب و مس می باشند.

از جمله ذخایر شناخته شده این نوع منشأ در ایران کانسار شمس آباد در اراک، گنشک، ملایر، نارینگان، چاه باشه، مورچه خورت، حسن رباط، چاه پلنگ، خالوحیدر، موته، سورمق و ترکمنی می باشند.

از این میان، معدن وناچ قم با توجه به شرایط نسبتاً مناسب آن از نظر سابقه بهره برداری و وجود اطلاعات اکتشافی، وضعیت مناسبی دارد و یکی از مهمترین تأمین کننده های منگنز ایران می باشد.

ذخیره کانسارهای منگنز در ایران در حدود ۱۷ میلیون تن برآورد شده است (به جز ذخایر منگنز آهن دار).

میزان ذخایر کانسارهای آهن منگنز دار نیز در حدود ۱۰۰ میلیون تن می باشد. تولید کانسنگ منگنز ایران، سالانه در حدود ۱۳۵ هزار تن است.

ایران در مقایسه با دیگر کشورهای جهانی، از نظر تولید کانسنگ منگنز در مکان پانزدهم قرار دارد.

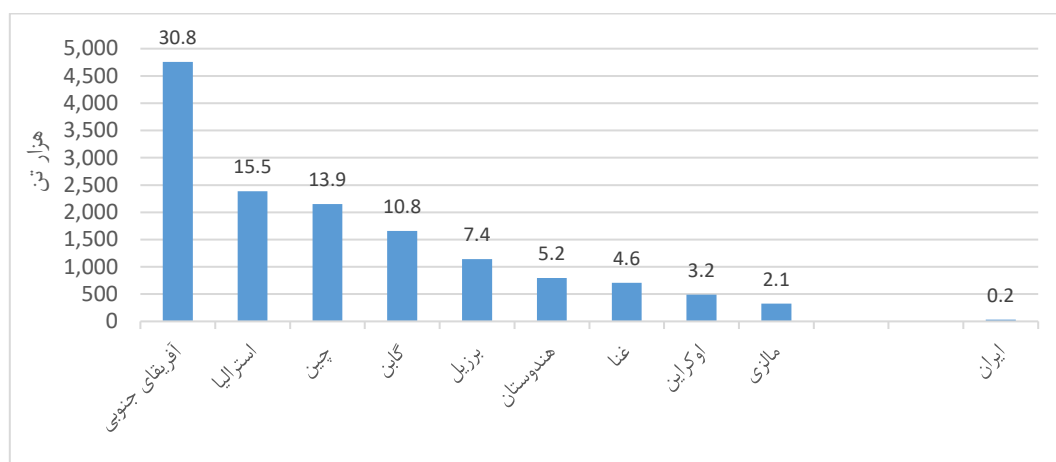
۲-۳-۳- کانسارهای منگنز با منشاء رسوبی - آتشفشانی:

از بزرگترین کانسارهای منگنز شناخته شده در ایران در حال حاضر کانسنگ وناچ قم (به عنوان بزرگترین معدن منگنز در خاور میانه) که دارای منشأ رسوبی - آتشفشانی می باشد.

۳- تولید

تقاضای جهانی برای منگنز مستقیماً به نیاز برای فولاد بستگی دارد. امروزه انواع مختلفی از فولادها تولید میشود که هر کدام به مقدار معینی از منگنز نیاز دارند. منابع تامین منگنز در فرآیند تولید فولاد متنوع بوده و شامل منگنز در آهن خام و سنگ منگنز نیز میشود. با این حال این دو منبع فقط سهم کوچکی از منگنز مورد نیاز را تامین میکنند و بیشتر منگنز مورد نیاز به شکل فرو آلیاژهای منگنز دار در مرحله ذوب و شکل گیری فولاد به آن افزوده میشود. در حال حاضر سالانه حدود ۱۵ میلیون تن منگنز در جهان تولید می شود. مهمترین کشورهای تولید کننده منگنز در جهان شآفریقای جنوبی، استرالیا و چین هستند. آفریقای جنوبی به تنهایی سالانه حدود ۳۱ درصد از تولیدات جهانی (بیش از ۴.۸ میلیون تن) را در اختیار دارد و استرالیا با تولید ۲.۴ میلیون تن (معادل ۱۵.۵ درصد از مجموع تولید جهان) در جایگاه بعدی قرار دارد. در سال ۲۰۱۶ کشور ایران با تولید ۳۳ هزار تن و سهم ۰.۲ درصدی بعد از مراکش در رتبه شانزدهم تولید منگنز در جهان قرار گرفته است.

نمودار ۱- میزان و سهم از تولیدات منگنز جهان

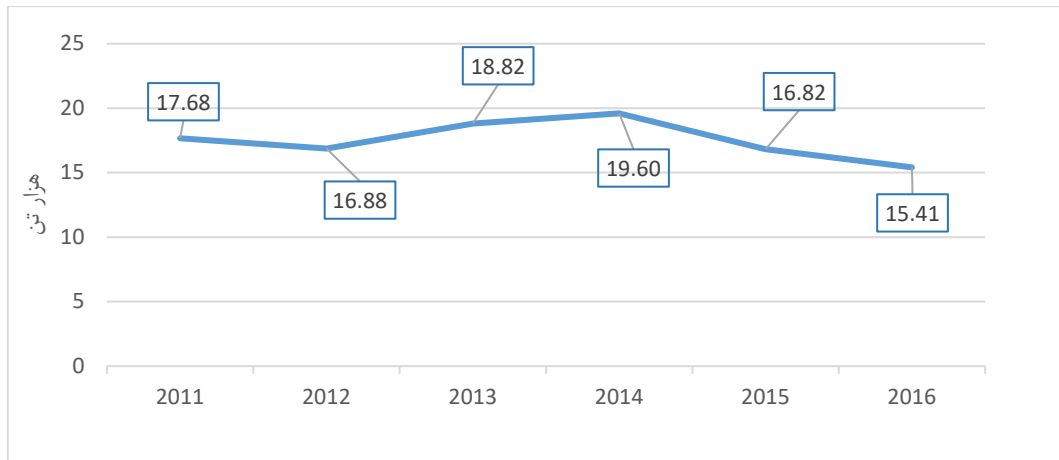


(WMD, 2018)

تولیدات جهانی منگنز در سالهای اخیر روند کاهشی داشته در همین راستا تولیدات منگنز ایران هم در سالهای اخیر کاهش یافته است بطوریکه از ۷۷ هزار تن در سال ۲۰۱۱ با نرخ رشد ۱۶- درصد به ۳۳ هزار تن در سال ۲۰۱۶ رسیده است.

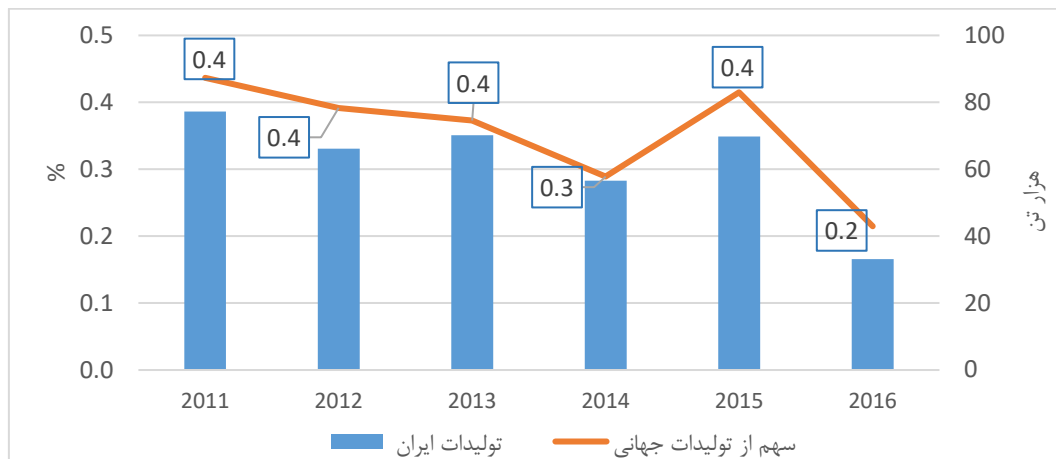
بر خلاف میزان تولیدات سهم ایران از تولیدات منگنز در جهان افزایشی بوده و از ۰.۲ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۰.۴ درصد در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است.

نمودار ۲- روند تولید منگنز در جهان در بازه زمانی ۱۵ ساله



(WMD, 2018)

نمودار ۳- میزان و سهم تولیدات منگنز ایران از جهان در بازه زمانی ۱۵ ساله



(WMD, 2018)

۳-۱- استخراج و فرآوری

روش‌های استخراج:

. به منظور پر عیار سازی منگنز به دلیل تنوع کانسارهای منگنز و گستردگی ترکیبات و کانی‌های شناسایی شده در این کانسارها هیچ یکی از روشهای کانه آرای به تنهایی و حتی به همراه مجموعه‌ای از سایر روشها، در همه کانسارهای منگنز کاربرد ندارد.

روش‌های فرآوری:

از سویی دیگر تفاوت در خواص فیزیکی- شیمیایی کانه های منگنزدار و باطله ها باعث شده است که اکثراً روشهای رایج در کانه آرایبی و فرآوری سنگ های معدنی، اعم از سنگ جوری، شستشو، خردایش انواع روشهای پرعیار سازی ثقلی، روشهای جدایش مغناطیسی، فلوتاسیون، روشهای حرارتی، روشهای آرایش شیمیایی (هیدرومتالورژی) و حتی بیوشیمیایی در پرعیار سازی سنگ های منگنز کاربرد داشته باشد. با توجه به شکل عمومی ناخالصی های همراه با کانی های منگنز و نیز نوع کانی های منگنز موجود باید روش مناسب برای کاهش یا تنظیم هر یک از این موارد در مرحله فرآوری اتخاذ گردد.

۴- موارد استفاده

به منظور پرعیار سازی منگنز به دلیل تنوع کانسارهای منگنز و گستردگی ترکیبات و کانی های شناسایی شده در این کانسارها هیچ یکی از روشهای کانه آرایبی به تنهایی و حتی به همراه مجموعه ای از سایر روشها، در همه کانسارهای منگنز کاربرد ندارد.

از سویی دیگر تفاوت در خواص فیزیکی- شیمیایی کانه های منگنزدار و باطله ها باعث شده است که اکثراً روشهای رایج در کانه آرایبی و فرآوری سنگ های معدنی، اعم از سنگ جوری، شستشو، خردایش انواع روشهای پرعیار سازی ثقلی، روشهای جدایش مغناطیسی، فلوتاسیون، روشهای حرارتی، روشهای آرایش شیمیایی (هیدرومتالورژی) و حتی بیوشیمیایی در پرعیار سازی سنگ های منگنز کاربرد داشته باشد. با توجه به شکل عمومی ناخالصی های همراه با کانی های منگنز و نیز نوع کانی های منگنز موجود باید روش مناسب برای کاهش یا تنظیم هر یک از این موارد در مرحله فرآوری اتخاذ گردد.

منگنز به دلایل اقتصادی و داشتن خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاص به عنوان یکی از فلزات استراتژیک مورد استفاده در صنایع فولاد و ذوب آهن، تولید فروآلیاژ، باتری سازی و ... مطرح شده است.

آلیاژ:

مهمترین کاربرد منگنز در صنعت، تهیه آلیاژهای آهن و به عنوان ماده اساسی برای تولید چدن و فولاد می باشد. منگنز بیشترین کاربرد را در تولید فولاد دارد. در حدود ۹۵ - ۹۰٪ از تولید جهانی ماده معدنی منگنز در صنایع

متالوژیکی تولید فولادی معمولی، ریخته گری ها و ساخت فرو آلیاژهای مختلف به کار می رود و عرضه و تقاضای این فلز نیز به عرضه و تقاضای فولاد و فروآلیاژ بستگی زیادی دارد.

اگر چه منگنز ارزان ترین فلز مورد استفاده در ساخت فروآلیاژها ماسیوسولفید می باشد، دلایل مهمتری نیز در کاربردهای وسیع آن در صنایع وابسته به آهن و فولاد وجود دارد. در سال ۱۸۵۶ میلادی توسعه فرآیند فولاد سازی بسمر سبب رونق اقتصادی منگنز گردید، بعدها رابرت هادفیلد موفق به کشف مزایای فولادهای با محتوای منگیزی بالا شد و امروزه نوعی فولاد با محتوای منگنز بالا فولاد هادفیلد شهرت دارد.

مقدار منگنز در فولاد به طور میانگین ۰/۷٪ (و در بسیاری از انواع فولادها ۰/۵٪) می باشد ولیکن انواع فولاد منگیزی که در حدود ۱۴ - ۱۰٪ منگنز دارند، به فولادهای هادفیلد **Hadfield steels** معروفند. این گونه فولاد ها به مقدار ناچیزی تولید می شوند.

امروزه منگنز به صورت کانسنگ و یا به صورت فروآلیاژهای مختلف در فولاد سازی به کار می رود که در این زمینه نقش های عمده منگنز عبارت خواهد بود از:

- ۱- احیا کننده و تمیز کننده در فولاد مذاب
 - ۲- ترکیب شدن با گوگرد و بهبود خواص فولاد مورد نظر (گوگرد زدایی) . در واقع گوگرد و عناصر مزاحم را به خود جذب نموده و آنها را وارد سرباره می کند .
 - ۳- ایفای نقش به عنوان یکی از اجزای آلیاژی برای بهبود مقاومت، سختی و رفتار حرارتی فولادها.
- فروآلیاژهای منگنز برای جدا کردن گوگرد و اکسیژن زائد در کوره فولاد سازی به کار می روند زیرا غلظت زیاد گوگرد در فولاد، همگنی آن را کاهش داده، باعث سهولت شکست آن می گردد. لذا منگنز با گوگرد ترکیب می شود تا سولفید منگنز موجود در سرباره را تشکیل دهد.

در صنعت فولاد، منگنز در اشکال مختلف کانسنگ و فروآلیاژهای فرو منگنز، اسپیکل ایزن-سیلیکو منگنز و سیلیکو اسپیکل- ایزن استفاده می شود.

کانسنگ های منگنز مورد استفاده دارای عیار منگنز ۵۵-۳۸٪ می باشند، گرچه در مواردی سنگ های با عیار ۳۰٪ نیز به کار می روند. از آنجا که عیار منگنز ۴۸٪ برای تولید فرومنگنز مورد نیاز می باشند. این عیار به عنوان مبنای قیمت گذاری کانسنگ های منگنز فرض شده است.

این کانسنگ دارای ترکیب شیمیایی زیر می باشد و به کانسنگ متالوژیکی منگنز معروفند.

، $3 + \text{SiO}_2 < 11\%$ ، $\text{Al}_2\text{O}_3 < 18\%$ ، $\text{p} < 0/19\%$ ، $\text{Cu} + \text{pb} + 2\text{n} < 0/3\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 < 7\%$ ، $\text{Fe} < 4\%$

منگنز اساساً برای کنترل ناخالصی های اکسیژن و سولفور در تولید فولاد به کار می رود و باعث افزایش پایداری، سختی و استحکام فولاد می شود.

منگنز در پوشش های مقاوم مانند ریل های راه آهن و تجهیزات معدنی استفاده می شود. این فلز یک سازنده مهم در ترکیب آلیاژهای غیر آهنی به ویژه آلیاژ آلومینیوم می باشد.

آلیاژهای مسی با افزوده شدن مقدار ناچیزی Mn پایداری می شوند که در این صورت برنزه های منگنز نام دارند و همچنین در آلیاژهای مس برای اکسیدزایی نیز از منگنز استفاده می شود.

آلیاژهای مس، منگنز و نیکل به عنوان آلیاژهای مقاوم الکتریکی به کار می روند و ۱۰٪ منگنز دارند و برخی آلیاژها با منگنز بیشتر، دارای ضریب انبساط گرمایی بالایی هستند که در ساختمان ترموستات به کار می روند. انواع مختلف منگنز برای ساخت پوشش های میله جوشکاری مصرف می شوند.

فرومنگنز:

عیار منگنز در سنگ معدن مورد نیاز برای تولید فرومنگنز کمتر از عیار مورد نیاز در صنایع شیمیایی می باشد.

جدول ۱- مشخصات کانسنگ منگنز برای ساخت فرومنگنز

ترکیب	MN	Fe	P	SiO ₂	AL ₂ O ₃	Zn
عیار درصد	>۴۸	<۷	<۰/۱۵	<۸	<۶	<۱

مقادیر مس، باریوم و سرب در این کانسنگ پائین باشند. نسبت منگنز به آهن Mn/Fe بین ۶-۷ باشد. فرومنگنز محصولی است که در هر دوره کوره قوس الکتریکی و کوره ذوب قابل تولید است و از نظر عیار محتوی منگنز به دو گروه تقسیم می شوند.

۱- نوعی از فرومنگنز با عیار منگنز ۹۵-۹۰٪ برای مقاصد خاصی بکار می رود.

۲- نوعی دیگر از فرومنگنز با عیار ۹۰-۷۵٪ می باشد و کاربردهای متداولتری دارد. مقدار کربن محتوای منگنز بسته به نیاز از ۰/۰۷- ۰/۷٪ می باشد. فرومنگنز معمولاً بهترین محصول برای افزودن منگنز به فولاد در کنورتورهای اکسیژنی و برای تولید فولادهای با محتوای منگنز بالا می باشد. هر چه مصرف عمده منگنز در تولید فولادهای معمولی است، مقادیری نیز در ساخت فولادهای مخصوص با درصد منگنز بالا که دارای ۱۵-۱۱٪ منگنز هستند، مصرف می شود. این

فولادها را فولاد هادفیلد می نامند که تا ۱/۵٪ کربن داشته و دارای سختی و مقاومت بالایی در برابر سایش و خوردگی هستند. این فولادها در مواردی که نیاز به مقاومت بالا در مقابل سایش باشند (نظیر سنگ شکن ها و خطوط راه آهن) مورد استفاده قرار می گیرند.

اسپیکل-ایزن:

فروآلیاژی به عنوان اکسید کننده و تمیز کننده در حین مرحله پالایش فولاد سازی به کار می رود و عیارهای مختلف معرفی شده برای این محصول از سوی A.S.T.M به ترتیب ۱۹-۱۶٪، ۲۱-۱۹٪، ۲۸-۲۵٪ منگنز می باشد و در همه موارد مذکور حداکثر مقادیر کربن ۶/۵٪، فسفر ۰/۲۵٪ و گوگرد ۰/۰۵٪ و مقدار سیلیس ۱٪، ۲-۱٪ و یا ۴-۳/۵٪ می باشد.

سیلیکو منگنز و سیلیکو اسپیکل - ایزن:

این مواد در مقایسه با فرومنگنز اسپیکل اهمیت کمتری دارند و برای وارد کردن منگنز به فولاد به کار می روند و همچنین از خاصیت تمیز کنندگی آنان استفاده می شود. عیارهای رایج سیلیکو منگنز عبارتند از : ۷۵-۵۰٪ منگنز، ۲۵-۱۴٪ سیلیس، ۰/۵-۰/۳٪ کربن و سیلیکو-اسپیکل- ایزن مصرفی نیز عمدتاً ۳۰-۲۵٪ منگنز و ۱۰-۷٪ سیلیس می باشد.

منگنز در تولید آلیاژهای غیرآهنی به ویژه آلیاژهای آلومینیوم نیز کاربرد دارد و باعث افزایش مقاومت آلومینیوم در برابر خوردگی می شود. امروزه آلیاژهای آلومینیوم با بیش از یک درصد منگنز به طور وسیعی در ساخت قوطی های نوشابه و وسایل و ظروف نگهداری غذا بکار می روند.

برنزهای منگنزار (ترکیبات مس) که حاوی تا ۴/۵٪ منگنز هستند نسبت به برنرها مقاومت بیشتری دارند.

منگنز در ساخت پروانه زیر دریایی و تولید یاتاقان، دنده ها و چرخ دنده های وسایل نقلیه نیز به کار می روند.

غیر متالورژیکی :

۱۰ - ۵٪ باقی مانده کاربردهای غیر متالورژیکی متنوعی هستند که از جمله آنها ساخت باتریهای خشک و شیمیایی، سولفورزدایی و اکسید زدایی می باشد.

باتری اساساً برای ذخیره سازی انرژی و آزاد سازی آن در مواقع لزوم است و در انواع مصارف خانگی (راديو، ماشین حساب، چراغ قوه و ...) کاربرد دارد. دی اکسید منگنز به عنوان ماده دی پلاریزر در باتریها به کار میرود و به صورت کانه طبیعی منگنز، دی اکسید منگنز شیمیایی و دی اکسید منگنز الکترولیتی در ساخت باتریها استفاده می شود.

کانه منگنز مورد استفاده در این مورد باید دارای درصد دی اکسید منگنز بالا و مقدار آهن خیلی کم باشد. کانی مورد استفاده باید دارای سختی متوسط و درجه مشخص از تخلخل باشد کانه مورد نظر در این مورد معمولاً تا ابعاد ۲۰-۱۰ مش خرد می شود. از آنجا که فلز روی به عنوان آند این باتریها عمل می کند نکته مهم در مورد کیفیت کانه مورد نیاز این است کانسار که ترکیبات الکترونکاتیوتر از روی نظیر ترکیبات مس، نیکل، کبالت، آرسنیک، سرب و آنتیموان نباید در کانه موجود باشند. دی اکسید منگنز الکترولیتی یک پودر سیاه رنگ است و به طور عمده شامل ۹۱٪ وزنی MnO_2 ، ۵-۳٪ وزنی رطوبت و حداکثر ۱/۳٪ سولفات و کمتر از ۰/۰۲٪ آهن می باشد.

منگنز در صنایع باتری سازی به ۳ صورت کانسنگ طبیعی فعال، در اکسید منگنز شیمیایی و دی اکسید منگنز الکترونیکی در باتری سازی استفاده می شود.

صنایع شیمیایی :

دیگر کاربرد عمده منگنز در صنایع شیمیایی (انواع مواد شیمیایی ، تهیه کودهای شیمیایی ، رنگ سازی و تهیه پرمنگنات سدیم و پتاسیم که به عنوان ضد عفونی کننده به کار می روند) می باشد .

ترکیبات شیمیایی مختلف حاوی Mn در انواع کودها، مواد خاکی، صنایع شیشه، انواع رنگ، لعاب، رنگ جلا، آجرهای رنگی، سرامیک و اهداف شیمیایی و طبی بکار می روند.

درصد مناسبی از MnO_2 در سنگ معدن برای استفاده در متالورژی بیش از ۳۵٪ (معمولاً ۵۰ - ۴۰٪) و میزان فسفر آن از ۰/۲ - ۰/۱۵ می باشد.

کانی های منگنز مورد استفاده در صنایع شیمیایی باید درجه خلوص بالاتری داشته باشند و حاوی MnO_2 ۸۵ - ۸۰٪ باشند.

کاربرد های دیگر :

استفاده از منگنز در رنگ آمیزی آجر، لباس ، سرامیک ، شیشه و سفال، ساخت کودهای شیمیایی، تأمین خوراک دام و طیور، ساخت الکترودهای جوشکاری، ساخت عوامل خشک کننده، رنگها، تصفیه آب و فاضلاب، افزودنی های سوختن و ساخت اکسید کننده های مورد نیاز در فرآیندهای شیمیایی از کاربردهای شیمیایی منگنز محسوب می شوند.

اکسید منگنز (پیرولوسیت) به عنوان یک دپلايزر در سلولهای خشک ، به عنوان بی رنگ کننده شیشه ، خشک کننده در رنگ و در چرم سازی استفاده می شود که وجود ناخالصی آهن به آن رنگ سبز می دهد. اکسید Mn در تهیه اکسیژن و کلریت و در رنگ های تیره و خشک استفاده می شود.

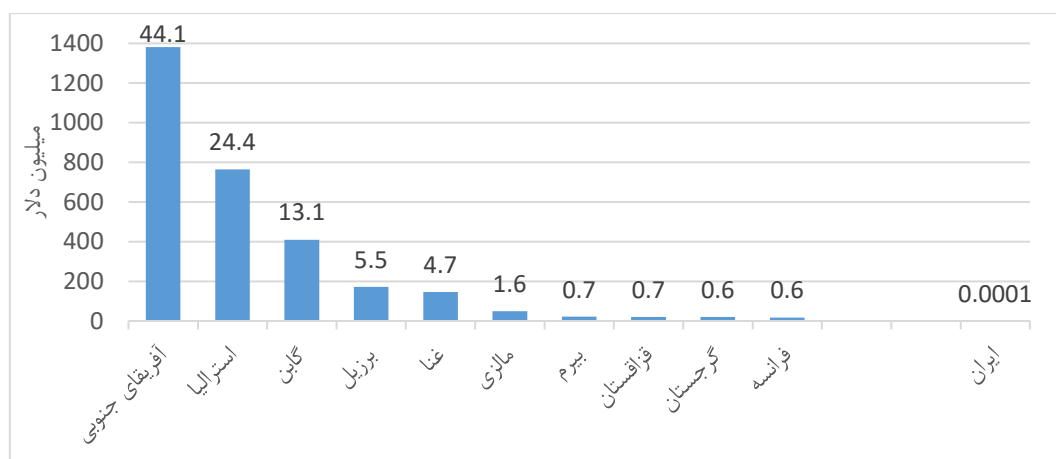
پرمنگنات یک عامل معرف اکسیدی قوی است و در تجزیه های کمی و پزشکی استفاده می شود. زیرا یافته ها و خواص اکسیدی آن در تشکیل یک داروی معمولی برای بیماریها استفاده می گردد.

۵- تجارت

۵-۱- صادرات منگنز

منگنز به دلایل اقتصادی و داشتن خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاص به عنوان یکی از فلزات استراتژیک مورد استفاده در صنایع فولاد و ذوب آهن، تولید فروآلیاژ، باتری سازی و... مطرح شده است. در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد از تولید جهانی ماده معدنی منگنز در صنایع متالورژیکی تولید فولادی معمولی، ریخته گری ها و ساخت فرو آلیاژهای مختلف به کار می رود و عرضه و تقاضای این فلز نیز به عرضه و تقاضای فولاد و فروآلیاژ بستگی زیادی دارد. در سال ۲۰۱۶ کشور آفریقای جنوبی با دارا بودن سهم ۴۴ درصدی از ارزش صادرات منگنز جهان، بزرگترین صادر کننده این ماده معدنی در بین کشورها بوده است و پس از آن استرالیا و گابن در مقام های دوم و سوم جای داشته اند. سهم ایران از ارزش صادرات جهانی منگنز در این سال، تنها حدود ۰.۰۰۰۱ درصد معادل ۳ هزار دلار بوده است.

نمودار ۵- میزان و سهم ارزش صادرات منگنز در جهان، ۲۰۱۶

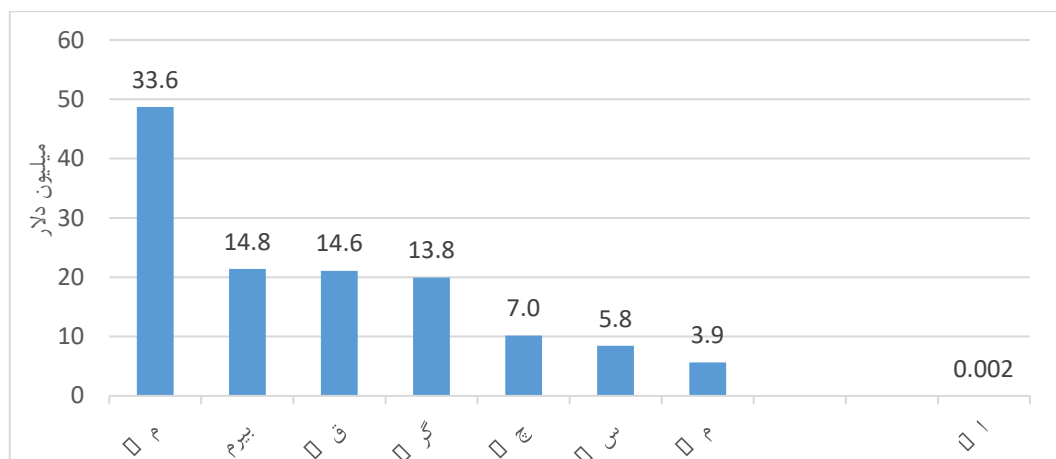


(atlas.media.mit.edu)

در سال ۲۰۱۶، کشور مالزی با صادراتی بالغ بر ۵۰ میلیون دلار، بزرگترین صادر کننده منگنز در منطقه آسیا بوده و سهمی حدود ۳۴ درصد از کل ارزش صادرات منگنز در منطقه را به خود اختصاص داده است. همچنین کشور بئروم با

صادراتی معادل ۲۱ میلیون دلار (سهم ۱۵ درصدی) درمقام دوم منطقه جای گرفته است. سهم ایران از ارزش صادرات جهانی منگنز در این سال، تنها حدود ۰.۰۰۲ درصد بوده است.

نمودار ۶- ارزش و سهم کشورها از ارزش صادرات منگنز در قاره آسیا، ۲۰۱۶

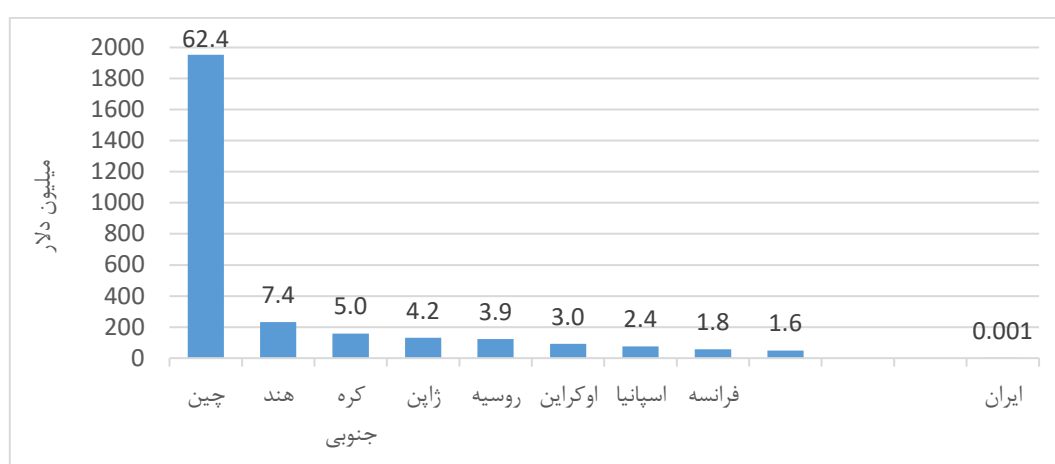


(atlas.media.mit.edu)

۵-۲- واردات منگنز

در سال ۲۰۱۶ کشور چین با دارا بودن سهم ۶۲ درصدی از ارزش واردات منگنز جهان، بزرگترین وارد کننده منگنز در بین کشورها بوده است و پس از آن با فاصله بسیار زیاد کشورهای هند و کره جنوبی در مقام های دوم و سوم جای داشته اند. سهم ایران از ارزش واردات جهانی منگنز در این سال، تنها حدود ۴۳ هزار دلار (معادل ۰.۰۰۱ درصد) بوده است.

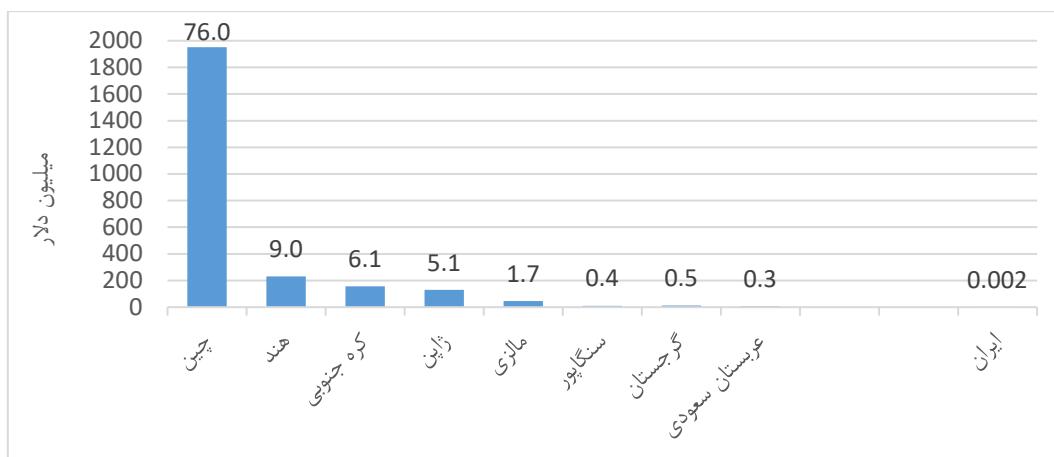
نمودار ۷- میزان و سهم ارزش واردات منگنز در جهان، ۲۰۱۶



(atlas.media.mit.edu)

در منطقه آسیا هم در سال ۲۰۱۶، کشور چین با وارداتی بالغ بر ۲ میلیارد دلار، بزرگترین وارد کننده منگنز در منطقه بوده و سهمی حدود ۷۶ درصد از کل ارزش واردات منگنز در منطقه را به خود اختصاص داده است. هند، کره جنوبی و ژاپن به ترتیب با ۲۳۱، ۱۵۷ و ۱۳۰ هزار دلار در رتبه های بعدی قرار گرفته اند. سهم ایران از ارزش واردات منگنز در منطقه، تنها ۰.۰۰۲ درصد بوده است.

نمودار ۸- ارزش و سهم کشورها از واردات و صادرات منگنز در منطقه آسیا (۲۰۱۶)



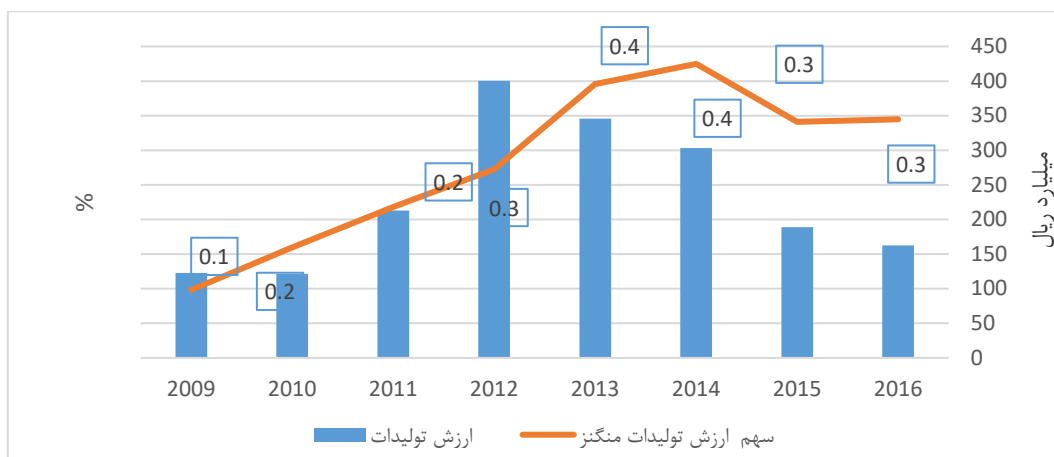
(atlas.media.mit.edu)

۶- وضعیت اقتصادی منگنز در ایران

۶-۱- ارزش تولیدات منگنز

ارزش تولیدات منگنز در ایران از ۱۲۳ میلیارد ریال در سال ۲۰۰۹ به مبلغی بالغ بر ۱۶۳ میلیارد ریال در سال ۲۰۱۶ با متوسط نرخ رشد ۴٪ رسیده است. سهم منگنز از مجموع ارزش تولیدات معدنی در کشور نوسانات زیادی داشته است. این سهم از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ با شیب نسبتاً تندی رو به کاهش بوده و از ۰.۳ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۰.۱ درصد در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است.

نمودار ۹- ارزش تولید و سهم منگنز از مجموع ارزش تولیدات معدنی در کشور در بازه زمانی ۲۰ ساله

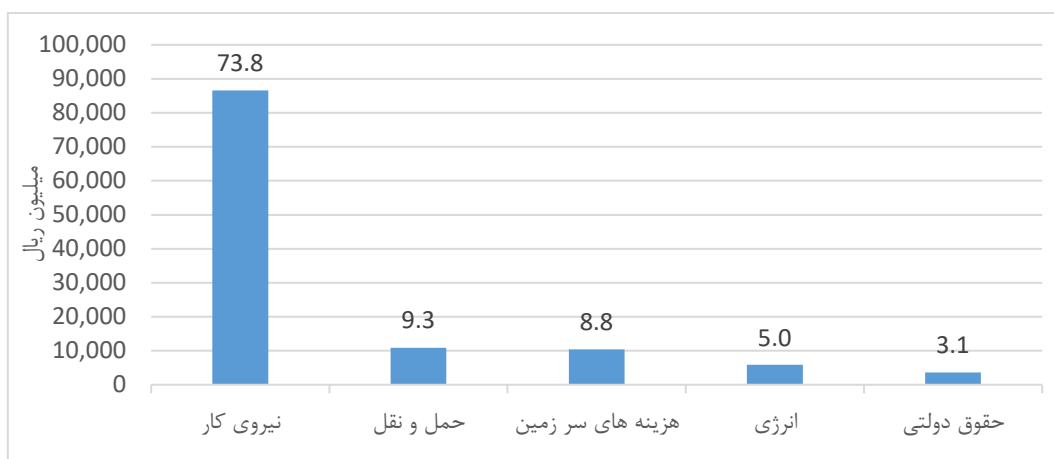


(مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶)

۶-۲- هزینه های تمام شده

در بررسی انواع متغیرهای موجود، بخش اعظم هزینه های معادن منگنز (در حدود ۷۴ درصد) در ایران را هزینه های مربوط به نیروی کار تشکیل می دهد. هزینه های انرژی تنها ۵ درصد بوده است. پایین بودن هزینه های انرژی یکی از مزیت های معدنکاری در ایران است.

نمودار ۱۰- هزینه معادن منگنز در ایران به تفکیک بخش های مختلف (۲۰۱۵)

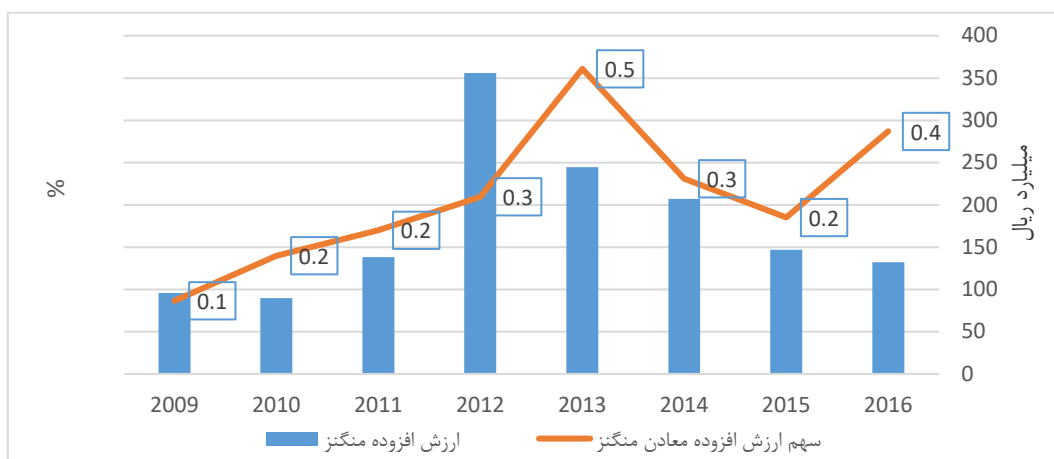


(مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶)

۶-۳- ارزش افزوده

میزان ارزش افزوده معادن منگنز از ۹۶ میلیارد ریال در سال ۲۰۰۹ به رقمی بالغ بر ۱۳۲ میلیارد ریال در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است (نرخ رشد ۵ درصد). سهم ارزش افزوده معادن منگنز از کل ارزش افزوده معادن کشور نوسانات زیادی را در این سالها داشته بطوریکه روند افزایشی را تا سال ۲۰۱۴ طی کرده اما بعد از آن با شیب نسبتاً تندی رو به کاهش بوده است و از ۰.۵ درصد در سال ۲۰۱۲ به ۰.۱ درصد در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است.

نمودار ۱۱- ارزش افزوده معادن منگنز در ایران و سهم از ارزش افزوده معادن کل کشور در سالهای اخیر

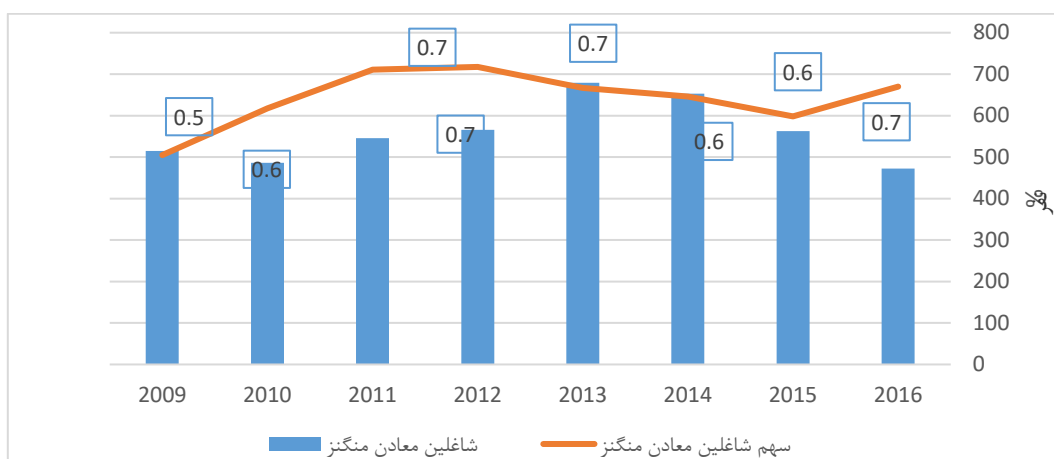


(مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶)

۶-۴- اشتغال معادن

در دوره زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ میزان اشتغال معادن منگنز تا سال ۲۰۱۳ (به غیر از سال ۲۰۱۰) رو به افزایش بوده و از ۵۱۵ نفر در سال ۲۰۰۹ به ۶۷۹ نفر در سال ۲۰۱۳ افزایش یافته است (نرخ رشد ۷ درصد). اما بعد از آن روند شاغلین معادن منگنز نزولی بوده و به ۴۷۲ نفر در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است. سهم شاغلین معادن منگنز در کشور از ۰.۷ درصد در سال ۲۰۰۹ به حدود ۰.۵ درصد در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته است. ۹۰ همچنین ۶۴ درصد شاغلین معادن کشور در استان قم و ۲۳ درصد از آن در استان کرمان و ۷ درصد در استان سمنان مشغول به کار هستند.

نمودار ۱۳- میزان و سهم اشتغال معادن منگنز در کشور در سالهای اخیر

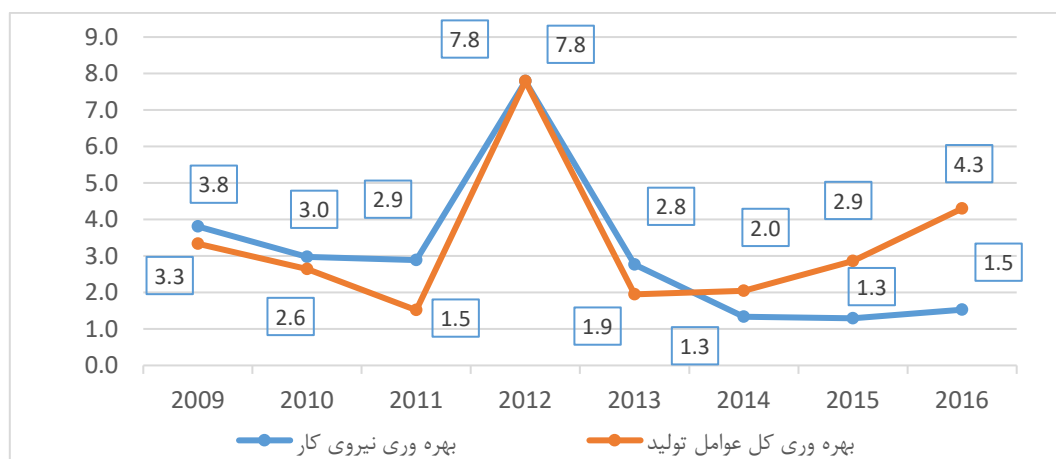


(مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶)

۶-۵- بهره‌وری

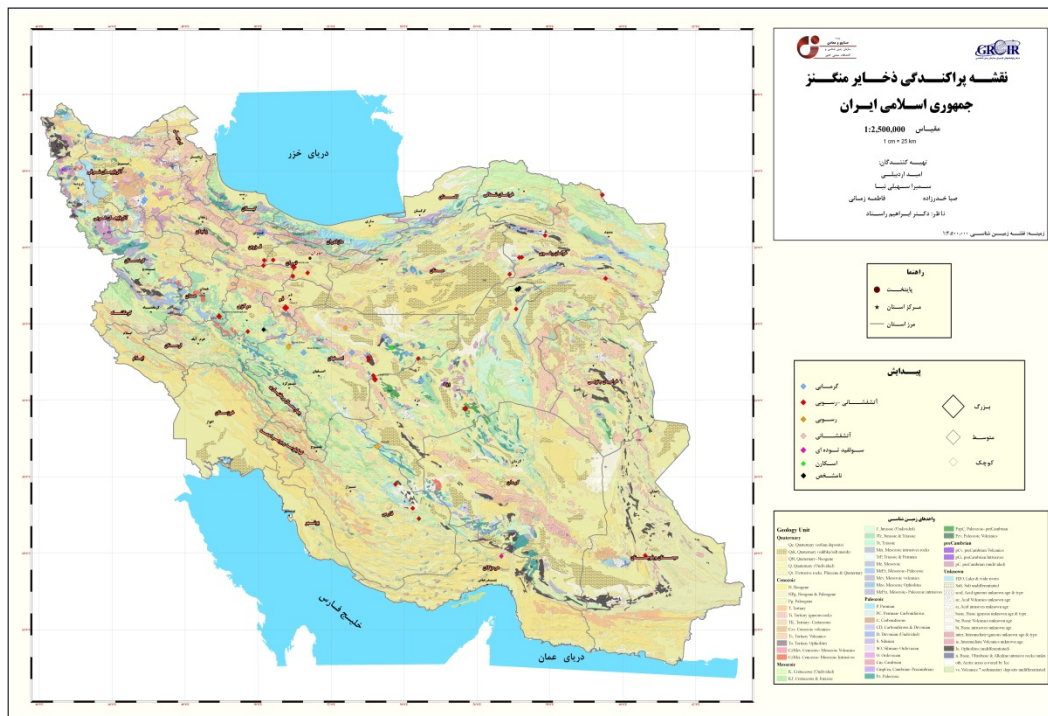
متوسط بهره‌وری کل عوامل تولید (نسبت ارزش افزوده به کل هزینه‌ها) و متوسط بهره‌وری نیروی کار (نسبت ارزش افزوده به جبران خدمات)، در بازه زمانی ۸ ساله در معادن کشور به ترتیب ۳.۳ و ۳.۰ محاسبه شده، این در حالی است که این اعداد برای کشور به ترتیب ۲.۸ و ۶.۵ می‌باشد.

نمودار ۱۴- روند بهره‌وری کل عوامل تولید و نیروی کار در معادن منگنز کشور در چند سال اخیر



(مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶)

۷- نقشه پراکندهی ذخایر منگنز در ایران



منابع :

- عباسی، ل.، گزارش مواد معدنی (منگنز)، پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور
- نتایج آمارگیری از معادن درحال بهره برداری کشور، مرکز آمار ایران
- Reichl, C., Schatz, M., Zsak, G., 2018, Mineral Production, WORLD MINING DATA,V.,32
- The Observatory of Economic Complexity (<https://atlas.media.mit.edu>)