

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



امکان سنجی تولید منیزیم در ایران، چالش‌ها و راهکارهای موجود

غلامرضا خیاطی^۱، ابوالقاسم عطائی^۲، سعید حشمتی منش^۳، سعید شیبانی^۳

چکیده

با توجه به مطالعات سیستماتیک و جامع صورت گرفته مبتنی بر استفاده از منابع غنی داخل جهت بومی‌سازی تکنولوژی تولید منیزیم به روش احیای سیلیکوترمی تحت خلا، در این مقاله به ارزیابی پتانسیل‌ها و چالش‌های موجود بر سر راه تولید اقتصادی این فلز ذیقیمت در کشور پرداخته شده است. در همین راستا به موضوعاتی همچون شناسایی منابع و مواد اولیه موجود، تعیین کانون‌های مصرف منیزیم و بررسی مقدار واردات صورت گرفته به کشور پرداخته شده است. در ادامه پتانسیل‌های تولید و صادرات منیزیم در کشور ارزیابی و چالش‌های موجود در راستای تولید اقتصادی منیزیم مشخص گردیده و راهکارهایی جهت آن ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: امکان سنجی تولید منیزیم در ایران، چالش‌ها و راهکارهای موجود، احیای سیلیکوترمی تحت خلا

۱- دانشجوی دکترای دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه شیراز rezakhayyati@yahoo.com

۲- دانشیار دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه تهران

۳- دانشجوی دکترای دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه تهران

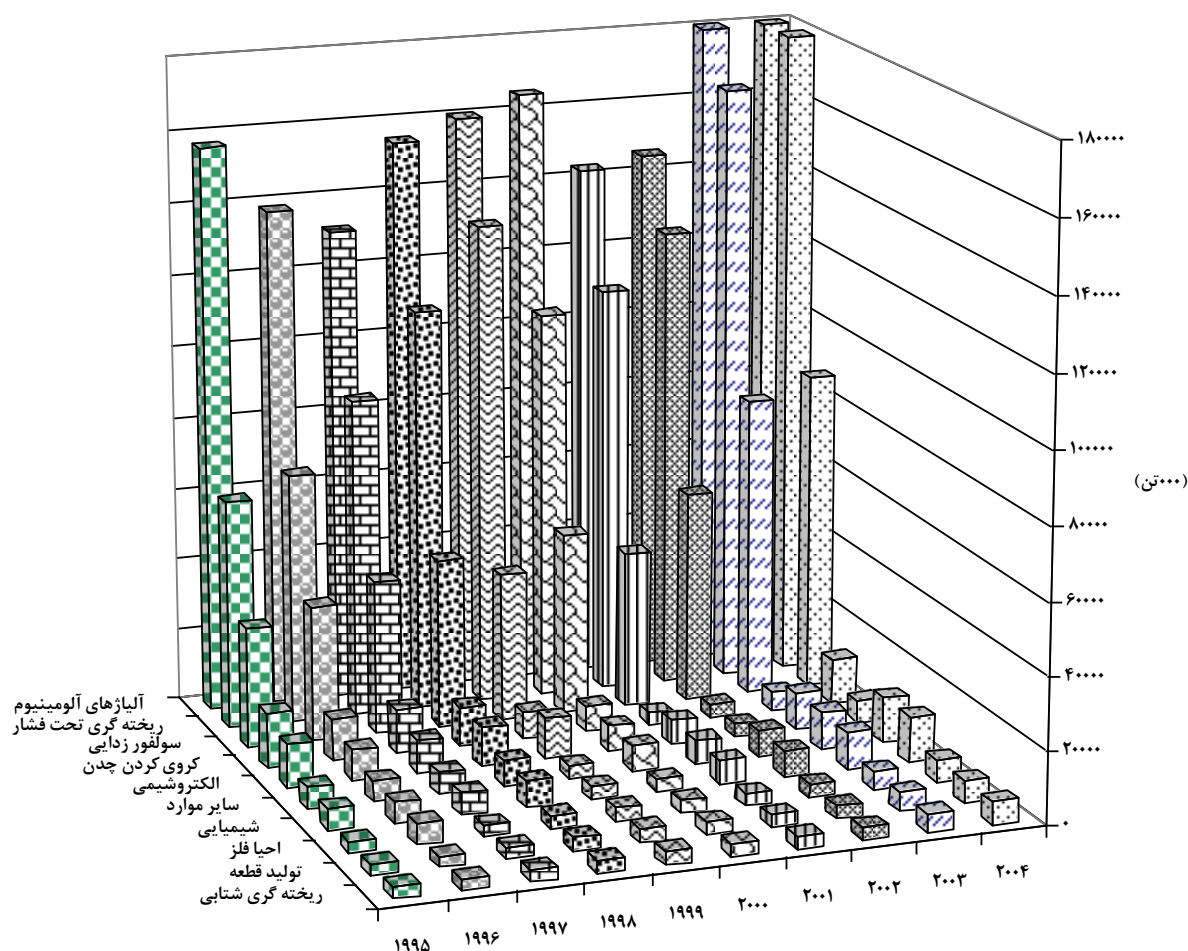
۱- مقدمه

توليد تجاری منیزیم به دو روش الکترولیز کلرید منیزیم تهیه شده از مواد اولیه‌ای مانند کارنالیت^۱، دولومیت^۲ و احیای سیلیکوترمی دولومیت کلسینه شده تحت خلا (فرآیند پیجن^۳) انجام می‌شود [۱]. طبق پیش‌بینی‌های صورت گرفته، بیشترین منیزیم جهان در سال‌های آینده با این فرآیند تولید خواهد شد [۲]. بر این اساس و با توجه به مطالعات جامع صورت گرفته مبتنی بر استفاده از منابع غنی داخل جهت بهینه سازی و بومی‌سازی تکنولوژی تولید منیزیم به روش احیای سیلیکوترمی تحت خلا که به تفسیر در منابع [۳، ۴] آورده شده است اقدام به ارزیابی پتانسیل‌ها و چالش‌های موجود بر سر راه تولید اقتصادی این فلز ذیقیمت در کشور پرداخته شده است.

۲- کانون‌های مصرف منیزیم در دنیا

از جمله مهم‌ترین کانون‌های مصرف منیزیم در صنایع می‌توان به آلیاژسازی آلومینیوم، ریخته‌گری تحت فشار به منظور تولید قطعات پیچیده صنعتی نظیر موتور اتومبیل، عامل احیا کننده در تولید فلزاتی مانند تیتانیوم و اورانیوم، کاربردهای شیمیایی و داروسازی، عامل سولفورزدا در تهیه فولادهای مرغوب، آند فدا شونده به منظور محافظت از خوردگی زیرساخت‌های صنعتی، عاملی مهم و موثر جهت کروی کردن چدن و تهیه آلیاژ مورد استفاده در ریخته‌گری شتابی اشاره نمود. به منظور بررسی سیر تحولات صورت گرفته در مصرف منیزیم به بررسی کانون‌های مصرف از سال ۱۹۹۵ تا سال ۲۰۰۴ پرداخته می‌شود [۵]. در شکل ۱ دیاگرام مربوط به کانون‌های مصرف، تناژ مصرفی و سال مربوطه آورده شده است. مشاهده می‌شود که مصرف منیزیم در بخش آلیاژسازی آلومینیوم بیشترین مقدار را داشته و میزان نوسانات در این بخش بسیار ناچیز بوده است. مصرف منیزیم و آلیاژهای آن در بخش ریخته‌گری تحت فشار در مرتبه دوم قرار دارد که به شدت تابع قیمت جهانی منیزیم و مسائل زیست محیطی است. میزان مصرف منیزیم در بخش گوگردزدایی تابعی از میزان تولید فولاد در کشورهای صنعتی به ویژه آمریکا بوده است. مقدار مصرف در سایر بخش‌ها نسبتاً ثابت بوده و در بازه زمانی مورد بررسی از لحاظ درصد منیزیم بکار رفته در هر بخش تغییری چندانی نکرده است.

1- Carnallite
2- Dolomite
3- Pidgeon Process



شکل ۱- کانون های مصرف منیزیم در صنایع از سال ۱۹۹۵ تا سال ۲۰۰۴ در دنیا [۵، ۶].

۳- کشورهای تولید کننده منیزیم در دنیا [۵، ۶]

در شکل ۲، دیاگرام مربوط به کشورهای تولید کننده منیزیم، تناژ تولیدی و سال تولید نشان داده شده است. آمارهای اعلام شده حاکی از تبدیل شدن چین به عنوان بزرگترین تولید کننده منیزیم در دنیا است. توانایی چین در تولید محصولات ارزان قیمت و با کیفیت بالا به حدی بوده است که تقریباً تمامی رقبای غربی تولید کننده منیزیم را با مشکل مواجه کرده است. کارشناسان ذیربط دلیل موفقیت تولید کنندگان چین را به صورت زیر طبقه بندی کرده اند

الف- تفاوت های موجود بین روش الکترولیز و روش پیجن

در کشورهایی که انرژی الکتریکی ارزان بوده و بازار مصرف پایداری وجود دارد، تولید منیزیم با روش الکترولیز مناسب است. اهمیت این موضوع در صورت تامین کلرید منیزیم مورد نیاز برای تولید از منبعی مطمئن و بی پایان نظیر آب دریا بیشتر خواهد بود. البته باید توجه داشت که هزینه های نگهداری واحدهایی که با این روش تولید می کنند به علت طبیعت خورنده کلرید منیزیم بسیار بالا بوده و در

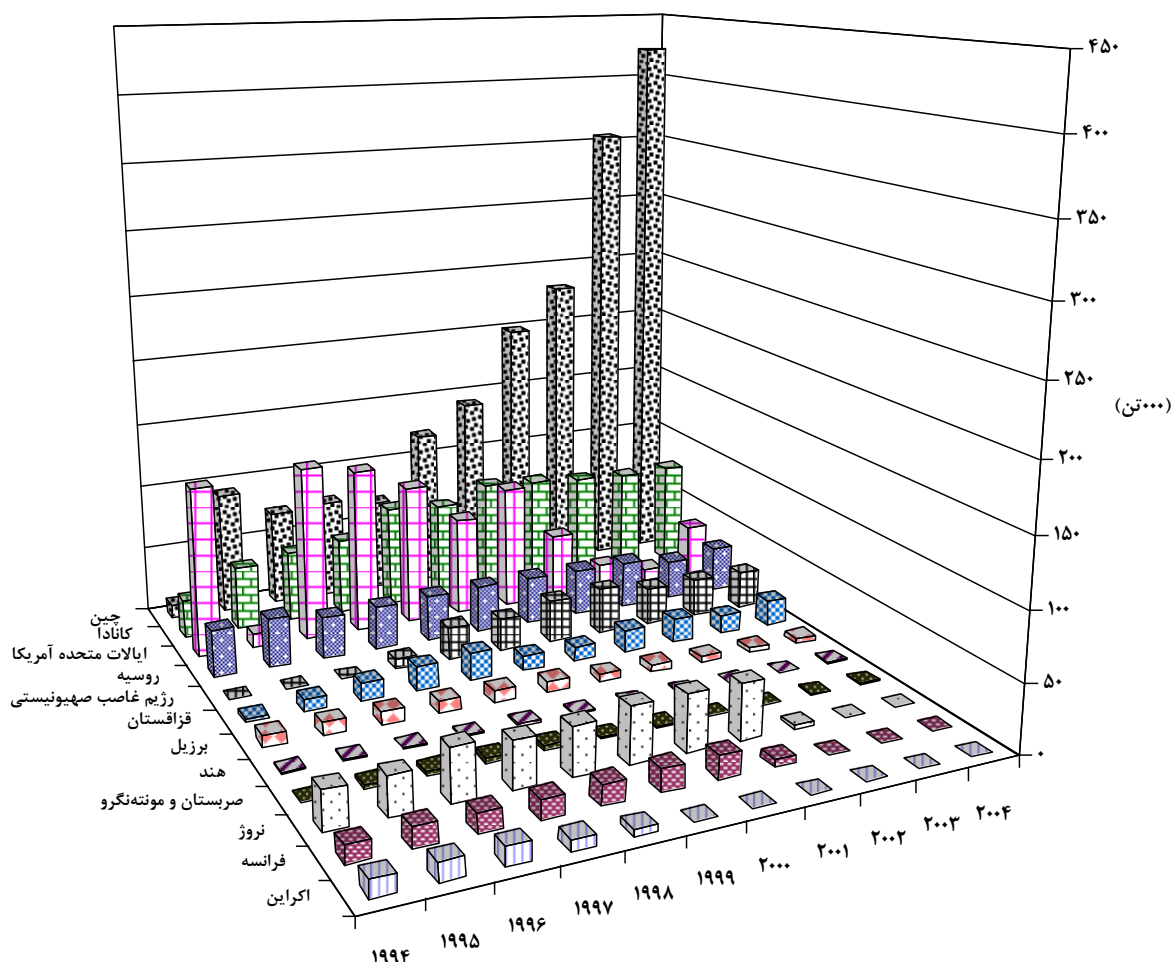
صورت توقف فرآيند توليد هزينه‌های نگهداری به صورت تصاعدي افزايش می‌یابد. بنابراین شرط اساسی در اقتصادی بودن این روش توليد پیوسته در ظرفیت‌های بالا است. با این اوصاف خارج کردن هریک از واحدهای توليدي (که با روش الکترولیز توليد می‌کنند) در مواقع کاهش قیمت جهانی منیزیم هزينه‌های نگهداری بسیاری را بر واحد توليدي تحمیل کرده و طرح را از حالت اقتصادی خارج می‌کند. این ویژگی باعث آسیب‌پذیر بودن واحدهای مذکور نسبت به نوسانات قیمت در بازار جهانی منیزیم شده است.

برخلاف روش الکترولیز، فرآيند پیچن نسبتاً ساده بوده و هزينه‌های نگهداری این واحدها بسیار پایین است. ظرفیت این واحدها تابعی از تعداد ریتورت مورد استفاده بوده که بر حسب نیاز قابل کنترل هستند. بالغ بر ۹۵ درصد واحدهای توليد منیزیم چین (بزرگترین توليد کننده منیزیم در دنیا) در سال ۲۰۰۴ از روش پیچن برای توليد استفاده می‌کردند. تکنولوژی مورد استفاده در این روش ساده بوده و متوقف کردن طرح در مواقع کاهش قیمت جهانی منیزیم، هزينه‌ای مرتبط با نگهداری تجهیزات در بر ندارد. سیاست واحدهای توليد کننده منیزیم چین در تمام این سال‌ها بستن واحدهای توليدي همزمان با کاهش قیمت جهانی منیزیم بوده است. البته کلیه واحدها همزمان با افزایش قیمت جهانی منیزیم دوباره بازگشایی می‌شدند.

ب- مواد اولیه مورد استفاده در فرآيند پیچن دولومیت کلسینه شده و فروسیلیس هستند. واحدهای توليدي چین امکان بهره‌مندی از مواد اولیه ارزان قیمت را دارند. البته ارزان بودن نیروی کار در چین تاثیر زیادی بر کاهش هزينه‌های توليدي در چین دارد تا جایی که فشار وارد شده بواسطه تولیدات مرغوب و ارزان قیمت چین، تجارت جهانی و انجام تحقیقات جهت توسعه و کشف روش‌های جدید توليد را با چالش‌های جدی روبرو کرده است.

پس از چین کانادا بزرگترین توليد کننده منیزیم در دنیا است. مهمترین دلیل موفقیت واحدهای توليد منیزیم در کانادا، امکان استفاده آن‌ها از بازار مصرف بزرگ و دائمی آمریکا اعلام شده است. محصولات توليدي کانادا بدون برخورداری از تعرفه‌های وارداتی وارد بازار مصرف آمریکا می‌شود. این درحالی بود که تعرفه‌های اعمال شده از طرف دولت آمریکا بر واردات منیزیم از چین در برخی موارد به بیش از ۳۰۰ درصد می‌رسید.

سیاست‌های اعمال شده از طرف کشورهای پیشرفته در برابر چین روندي از توليد منیزیم حائز اهمیت است به طوری که از یک طرف به علت عدم توانایی رقابت با محصولات چین و از طرف دیگر افزایش حجم قراضه‌های منیزیم در کشورهای صنعتی باعث تمایل کشورهای نظیر آمریکا، کانادا، آلمان، ژاپن، انگلیس، هلند و... جهت احداث و توسعه واحدهای بازیابی منیزیم از قراضه‌ها شده و از آن به عنوان ابزاری جهت مقابله با تولیدات ارزان قیمت چین استفاده کرده‌اند. این موضوع توسعه روش‌های بازیابی منیزیم از قراضه‌ها را در کشورهای مذکور به دنبال داشته است.



شکل ۲- کشورهای تولید کننده منیزیم در دنیا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۴ [۵، ۶].

۴- وضعیت منیزیم در ایران

در این قسمت به ارزیابی وضعیت منیزیم در ایران پرداخته شده است. این بررسی مواردی نظیر تعیین ظرفیت بهره‌برداری در کشور، برآورد ظرفیت‌های بالقوه، بررسی واردات و تهیه آمارهای کلی، ارزیابی کلی امکان صادرات، بررسی میزان تقاضا و برآورد آن برای سال‌های آتی را در بر دارد.

۴-۱- بررسی ظرفیت بهره‌برداری منیزیم در کشور

در حال حاضر در کشور ما واحد تولید منیزیم فعال وجود ندارد. بنابراین برای بررسی ظرفیت بهره‌برداری در کشور با فرض احداث واحدی که با فرآیند پیجن کار می‌کند به ارزیابی ظرفیت‌های داخلی جهت تامین مواد اولیه شامل دولومیت کلسینه شده و فروسیلیس پرداخته شده است. البته در این روش از افزودنی فلورید کلسیم نیز استفاده می‌شود که مقدار آن بسیار ناچیز است.

۴-۲- دولوميت [۷، ۸]

در فرآیند پیچ دولومیت بیشترین مقدار مصرف را دارد که می‌بایست حاوی حداقل ۱۹ تا ۲۱ درصد اکسید منیزیم باشد. بررسی ترکیبات کانسارهای دولومیت کشور نشان می‌دهد که تقریباً کلیه معادن فعال و غیر فعال دولومیت شناخته شده در کشور دارای عیار مناسب برای تولید منیزیم هستند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته میزان تولید معادن فعال ایران حدود ۲۳۷۷۰۰ تن بر سال، مقدار ذخایر قطعی معادن دولومیت ۷۵۴۶۱۱۴۴ تن و میزان ذخایر تخمینی دولومیت در ایران حدود ۹۸۵۷۰۰۰۰ تن است. بنابراین با این حجم تولید هیچ محدودیتی از لحاظ تامین ماده اولیه دولومیت وجود ندارد.

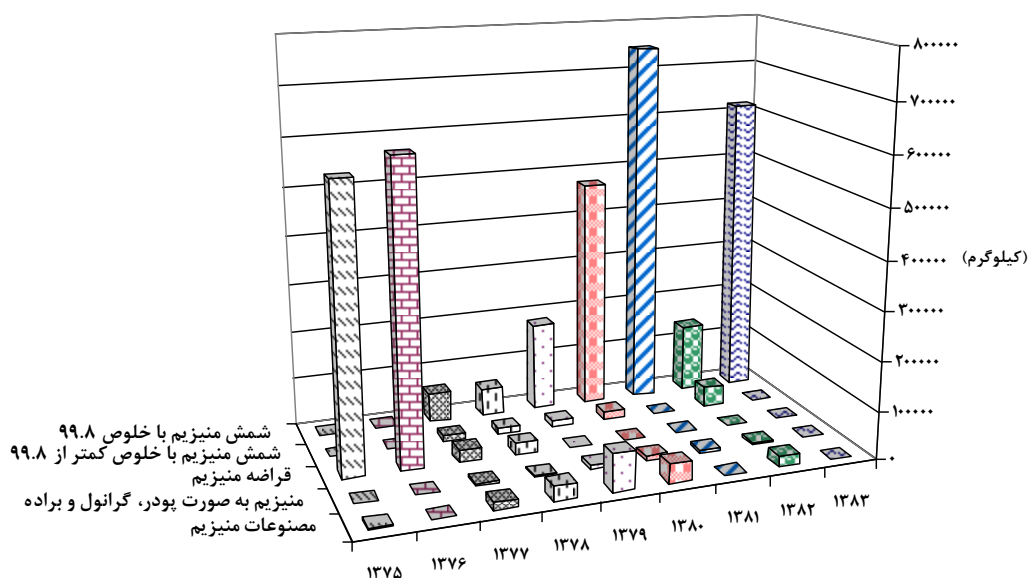
۴-۳- فروسیلیس [۹]

در ایران دو واحد عمده تولید کننده فروسیلیسیم وجود دارند. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته شرکت فروسیلیس ایران و شرکت فروآلیاژ ایران به طور متوسط از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۵ به ترتیب حدود ۲۰۶۷۷ تن در سال و ۲۱۳۶۰ تن در سال تولید داشته‌اند که بیانگر عدم محدودیت در تامین فروسیلیس مورد نیاز برای واحدی با ظرفیت ۱۰۰۰۰ تن در سال است.

۵- بررسی میزان واردات و تهیه آمارهای کلی [۱۰]

در شکل ۳ دیاگرام مربوط به میزان واردات منیزیم و مشتقات آن از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ و تناژ ورودی هر یک آورده شده است. با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که مقدار مصرف منیزیم در ایران نیز همگام با سایر کشورهای دنیا در حال افزایش است و می‌توان نتیجه گرفت که تقریباً در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ واردات شمش منیزیم با خلوص ۹۹/۸ درصد در صدر محصولات وارداتی مشتق شده از منیزیم قرار دارد. واردات قراضه منیزیم، مصنوعات ساخته شده از منیزیم، منیزیم به صورت پودر، گرانول و براده، شمش منیزیم با خلوص کمتر از ۹۹/۸ به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. البته در سال‌های اخیر واردات قراضه منیزیم به شدت کاهش یافته است و انتظار می‌رود در سال‌های آتی واردات منیزیم به صورت شمش با خلوص ۹۹/۸ افزایش یابد.

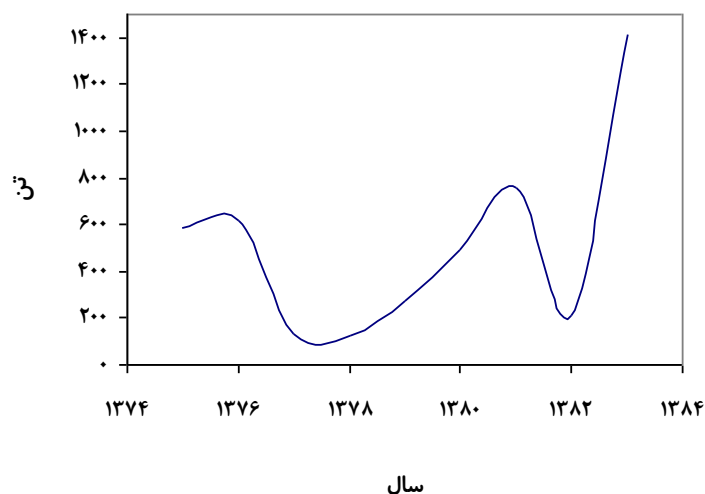
نکته قابل توجه در این بررسی امکان استفاده تولیدکنندگان منیزیم دنیا از بازار مصرف ایران بدون برخورداری از تعرفه‌های قابل توجه وارداتی به دلیل عدم تولید این فلز ذیقیمت در داخل است.



شکل ۳- مقدار واردات منیزیم و مشتقات آن به ایران از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ [۱۰].

۶- بررسی میزان تقاضا و برآورد کلی آن برای سال‌های آتی [۱۰]

در شکل ۴ تغییرات تناژ وارداتی منیزیم از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- تغییرات میزان واردات منیزیم و مشتقات آن به ایران از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ [۱۰].

نکته قابل توجه در این شکل سیر صعودی واردات منیزیم به ایران از سال ۱۳۸۲ به بعد است. به طوری که این مقدار در سال ۱۳۸۴ به حدود ۱۴۰۰ تن رسیده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده کاربرد روزافزون منیزیم و مشتقات آن در صنایع مختلف جهان امری اجتناب ناپذیر است. ایران نیز به عنوان کشوری که در این مجموعه قرار دارد از این امر مستثنی نبوده و روند رو به رشد نشان داده شده در شکل فوق تاییدی بر این مطلب است. برونمایی تغییرات نشان داده شده در شکل بالا در سال‌های ۱۳۸۴ به بعد

بیانگر افزایش قابل توجه میزان مصرف منیزیم در صنایع داخل نظیر آلیاژسازی آلومینیوم، ریخته گری تحت فشار، تولید قطعات منیزیمی، کاربردهای شیمیایی و داروسازی، عامل سولفورزدا در تهیه فولادهای مرغوب، آند فداشونده به منظور محافظت از خوردگی زیرساخت های صنعتی، عاملی مهم و موثر جهت کروی کردن چدن و تهیه آلیاژ مورد استفاده در ریخته گری شتابی به بیش از ۲۰۰۰ تن است. علاوه بر این استفاده از منیزیم به عنوان عامل احیا کننده جهت تولید فلزات استراتژیک نظیر تیتانیوم و اورانیوم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

۷- بررسی کلی امکان صادرات [۷]

به منظور بررسی امکان صادرات می بایست بازارهای مصرف شناخته شوند. بنابراین در این قسمت به بررسی کانون های مصرف منیزیم از لحاظ موقعیت جغرافیایی در بازه زمانی بین سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ پرداخته شده است. در این بررسی براساس میزان مصرف، جهان به پنج منطقه شامل آمریکا و کانادا، آمریکای لاتین، آسیا و اقیانوسیه، اروپای غربی تقسیم شده است. بررسی ها نشان می دهد که آمریکا در صدر مصرف کنندگان منیزیم و آلیاژهای آن قرار دارد و به ترتیب اروپای غربی، آسیا و اقیانوسیه، آمریکای لاتین، آفریقا و خاور میانه از لحاظ مقدار مصرف در رده های بعدی قرار دارند. نرخ صعودی مصرف در بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ به توسعه ۲۲ درصدی در بخش های ریخته گری تحت فشار، ۱/۹ درصدی در آلیاژسازی آلومینیوم و ۴/۸ درصدی در بخش گاوگردزدائی نسبت داده شده است. این در حالی است که با فراهم شدن تکنولوژی های تولید آلیاژهای با کیفیت از قراضه های موجود در کشورهای صنعتی نرخ مصرف بعد از سال ۱۹۹۹ روند کاهشی داشته است. البته در آمریکای لاتین، آفریقا و خاورمیانه نرخ مصرف منیزیم و آلیاژهای آن به طور آهسته و پیوسته روند صعودی داشته است. براساس پیش بینی های صورت گرفته انتظار می رود این رشد فزاینده مصرف در سال های آتی از شدت بیشتری برخوردار باشد. نکته قابل توجه در این بررسی وجود بازار مصرف دائم و مطمئن در خاورمیانه و آفریقا علی رغم وجود هیچ گونه واحد تولید کننده منیزیم در این مناطق است. بر این اساس خاورمیانه و آفریقا را می توان به عنوان بازارهای هدف تعیین نمود. این مناطق از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ به طور متوسط سالانه حدود ۸۰۰۰ تن منیزیم مصرف کرده اند که با توجه به خلوص بالای منیزیم تولید شده در روش پیجن و کیفیت بالای آن در صورت برنامه ریزی صحیح جهت بازاریابی، امکان دستیابی به این بازار مصرف امری سهل الوصول خواهد بود. توسعه صادرات به کشورهای غربی و ژاپن می تواند در مراحل بعدی کار قرار گیرند.

۸- چالش های موجود در مقابل تولید صنعتی منیزیم در کشور

بررسی ها نشان می دهد که مشکل اصلی کلیه واحدهای تولیدی دنیا در سالهای اخیر عدم توانمندی مقابله آنها با حجم وسیع و ارزان قیمت کالاهای چینی دارای کیفیت نسبتا خوب می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده مهمترین بخش این فرآیند از لحاظ هزینه مربوط به تهیه و مصرف ریتورت (محفظه ای از فولاد نسوز با ۳۵ درصد نیکل و ۱۵ درصد کروم یا ۱۲ درصد نیکل و ۲۸ درصد کروم می باشد که عملیات احیا

و کندانس منیزیم در آن صورت می‌گیرد) است، با توجه به عدم تولید فلزات نیکل و کروم در کشور و مصرف نسبتاً زیاد آنها حین فرآیند تولید بار مالی نسبتاً شدیدی بر واحد تولیدی اعمال خواهد بود. شدت این مورد به حدی است که می‌تواند باعث خروج طرح تولید از حالت اقتصادی شود.

۹- راهکارهای موجود

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته می‌توان از موارد زیر به عنوان نقاط قوت احداث واحد تولیدی در کشور نام برد.

الف- نظر به وفور وجود مواد اولیه مورد نیاز شامل دولومیت و فروسیلس در کشور و قیمت تمام شده نسبتاً پایین آنها از این حیث بار مالی بر واحدهای تولیدی اعمال نخواهد شد.

ب- پایین بودن هزینه انرژی و نیروی کار در کشور می‌تواند عاملی موثر در جهت اقتصادی بودن این پروسه تولیدی باشد.

ج- بررسی‌ها نشان می‌دهد [۴] دو راهکار الف و ب نمی‌تواند هزینه‌های اعمالی ناشی از تولید و مصرف ریتورت را جبران کند. مطالعات صورت گرفته حاکی از این واقعیت است که بهترین راه ممکن برای مقابله با تولیدات ارزان قیمت چین استفاده از خاکستر خروجی این فرآیند که تناژ بسیار بالایی نیز دارد، به عنوان ماده اولیه کارخانجات سیمانسازی است. بایستی توجه داشت که آنالیزهای صورت گرفته حاکی از قرابت ترکیب خاکستر خروجی از این فرآیند با مواد اولیه کلینکر سیمانسازی است.

مراجع

- 1- Stanley R. W., Berube M., Celik C., Oosaka Y., Percy J., Avedesian M., The Magnola process for magnesium production, Proceedings of the International Magnesium Association 54: Magnesium Trends, Toronto Canada, 1997, 58-65.
- 2- Alfred Yu., Henry Hu., Naiyi Li., 2002, Mathematical modeling of magnesium reduction in a novel vertical Pidgeon process, Modeling and Simulation in Materials Science and Engineering Materials Science Engineering, Vol.10, 413-423.
- ۳- خیاطی، غلامرضا؛ عطائی، ابوالقاسم؛ حشمتی منش، سعید؛ شبانی، "بررسی تاثیر پارامترهای مهم بر فرآیند تولید منیزیم از دولومیت کلسینه شده با روش احیا سیلیکوترمی تحت خلاء" دهمین کنگره‌ی سالانه‌ی انجمن متالورژی ایران، سال ۱۳۸۵.
- ۴- عطائی، ابوالقاسم؛ "بررسی امکان تولید منیزیم از دولومیت به روش Pidgeon در مقیاس پیلوت نیمه صنعتی" سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران، آذرماه ۱۳۸۵.
- 5- P. Chevalier, Canadian Minerals Yearbook, 1995-2004.
- 6- U.S. Climate Change Technology Program – Technology Options for the Near and Long Term, November, 2004, pp. 185
- 7- Emley E.F, Principles of Magnesium Technology. 1st ed. Pergamon Press Ltd, Oxford, 1966 pp. 27-44.
- ۸- اطلاعات مرکز CIS، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۹
- ۹- گزارش وزارت صنایع و معادن، انجمن صنفی کارفرمایان صنایع فروآلیاژ تاریخ ۸۴/۵/۹

دومین همایش مشترک انجمن مهندسين متالورژی ايران و جامعه ريخته گران ايران

۱۰- آمار صادرات و واردات جمهوری اسلامی ایران سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳. کدهای اقتصادی ۸۱۰۴/۱۱
۸۱۰۴/۱۹ ۸۱۰۴/۳۰ ۸۱۰۴/۹۰

Probability of Magnesium Production In Iran, Gates and Challenges

G. R. Khayati¹, A. Ataie², S. Heshmati-Manesh³ and S. Sheibani⁴

1- rezakhayati@engmaile.ut.ac.ir, 2- aataie@ut.ac.ir, 3- sheshmat@ut.ac.ir , 4- Sheibani_s@engmail.ut.ac.ir.

Keywords: Probability of magnesium production, challenges, Vacuum Silicothermic Reduction.

Abstract

Since the complete and systematic research in order to production of magnesium from Iranian mineral sources via vacuum silicothermic reduction process, In this paper the potential and challenges are existed on economical production of magnesium were assessed. In this study subjects such as identification of row materials, the most important industrial consumption of magnesium in the world, determination the magnesium import from 1375 -1383, gates and challenges of magnesium production in iran was investigated using a statistical approach.

1- M.Sc. Student.
2- Associate Professor.
3- Associate Professor
4- M. Sc. Student.