

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



انواع نسوزها و دیرگذاها



کلیات

نسوزها یا مواد دیرگذاز (refractory) به کلیه موادی گفته می‌شود که در برابر حرارت مقاوم بوده و در درجات بالا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها تغییر نمی‌کند. این مواد، باید دارای ویژگی‌هایی دارند که این ویژگی‌ها بصورت پارامترهای کنترل کیفیت آنها محسوب می‌شوند. ویژگی‌هایی از جمله بافت، درجه حرارت، انتقال گرما، استحکام، رسانایی الکتریکی و پایداری و مقاومت در برابر خوردگی عواملی هستند که باعث انتخاب یک ماده معدنی بعنوان دیرگذاز می‌شود. این بدان معنی است که یک دیرگذاز در برابر بار تحمیل شده بر آن، سایش، فشار، شوک حرارتی و خوردگی، مقاوم است و در طی کل فرآیند ذوب، اثری بر ترکیب شیمیایی ثابت می‌ماند. کلیه این خصوصیات و ویژگی‌ها، ماده‌ی دیرگذاز را به عنوان یک محصول مهم و استراتژیک در صنعت مطرح می‌نماید. بطوریکه بدون داشتن همچنین موادی، رشد و توسعه امکان‌پذیر نخواهد بود. با توجه به وجود انواع نسوزها و کاربرد هر کدام در صنعت لازم است که دسته‌بندی و تقسیم‌بندی جامعی در مورد نسوزها صورت گیرد. به همین منظور مواد نسوز و دیرگذاها را با در نظر گرفتن چندین ویژگی و از دیدگاه‌های مختلف رده‌بندی می‌کنند:

- ساده‌ترین رده‌بندی در مورد مواد نسوز بر پایه ترکیب شیمیایی است. طبق این رده‌بندی مواد نسوز به سه دسته سیلیسی، قلیایی و خنثی تقسیم می‌شوند. فرآورده‌های حاوی سیلیس بالا، آلومینای بالا و شاموتی در رده سیلیسی و فرآورده‌های منیزیایی، کروم منیزیایی و همچنین MgO-CaO در شمار دیرگذاهای قلیایی و ترکیبات فورستریتی و کرومیتی نیز در رده خنثی دسته‌بندی می‌شوند.

- رده‌بندی دیگری از مواد نسوز بر مبنای چگونگی روش‌های تولید است. برخی از دیرگذاها به صورت آجر، قطعه یا بدنه شکل داده شده، تولید می‌شوند، و برخی دیگر به صورت مواد شکل داده نشده، که جدای از هم فرآوری می‌شوند و کاربر، خود به شکل دادن آنها می‌پردازد.

- رده‌بندی دیگری بر اساس معیارهای سازمانهای معتبر استاندارد جهانی انجام می‌گیرد. به عنوان مثال در جدول ۱ طبق استاندارد ISO ۱۱۰۹ مواد نسوز با تخلخل کلی کمتر از ۴۵ درصد رده‌بندی شده‌اند.

- رده‌بندی دیگر، کاربرد دیرگذاز بر حسب استانداردهای داخلی کشورهاست.

یک نوع رده‌بندی نیز وجود دارد که حالت کلی داشته و معیار خاصی برای رده‌بندی در آن وجود ندارد. به عنوان مثال جدول ۲ رده‌بندی عمومی دیرگذاها را نشان می‌دهد

انواع نسوزها و دیرگذاها

نسوزهای سیلیسی

یکی از انواع نسوزها مواد سیلیسی است که مهمترین کاربرد آن در تهیه آجرهای سیلیسی است. از لحاظ استاندارد، آجر سیلیسی دربرگیرنده همه آجرهای سیلیکاتی است که کمتر از ۱/۵ درصد آلومینا، کمتر از ۰/۲ درصد TiO_2 ، کمتر از ۲/۵ درصد FeO ، کمتر از ۴ درصد اکسید کلسیم و حدود ۳ Mpa ($\Psi 500$) مدول گسیختگی دارد.

انواع کانی‌های سیلیسی که در دیرگذاهای سیلیسی استفاده می‌شوند عبارت‌اند از کوارتز، تری‌دیمیت، کریستوبالیت.

ماده خام اولیه برای آجرهای نسوز سیلیسی، کوارتزیت است که خلوص شیمیایی و ویژگی نسوزندگی آن عامل اصلی جهت انتخاب به‌عنوان یک نسوز است. در جدول ۳ ترکیبی شیمیایی ماسه سیلیسی را که به‌عنوان نسوز بکار می‌رود می‌بینید.

وجود ناخالصی در کوارتزیت، باعث مشکلاتی در تهیه این ماده به‌عنوان نسوز می‌شود. در تولید آجر نسوز، برای زدودن رس و ناخالصی‌ها، ماده‌ی خام، خردایش و شسته می‌شود و پس از دانه‌بندی و دسته‌بندی در یک مخلوط‌کن با آب آهک ۳ درصد حرارت داده می‌شود. برای ساخت آجر از پرس سنگین و یا پرس سبک‌تر همراه با لرزش برای فشردن دانه‌ها استفاده می‌شود. آجر تهیه‌شده نخست خشک و سپس در دمای ۲۷۰۰ درجه فارنهایت حرارت داده می‌شود.

در ایران منابع سیلیسی‌ای وجود دارد که با توجه به آنالیزهای شیمیایی‌شان می‌توانند به‌عنوان نسوز مورد استفاده قرار گیرند که در زیر به‌طور مختصر به برخی از آنها پرداخته می‌شود.

منابع سیلیسی مناسب برای تولید آجرهای نسوز سیلیسی

طبق جدول ۳ ذخایری که ترکیب سیلیسی آن‌ها در حدود مواد نسوز باشد می‌توانند به‌عنوان پتانسیل نسوز مطرح باشند.

Ø کانسار کوارتزیت دربند شه‌میرزاد

این کانسار در ۲۸ کیلومتری شمال سمنان و در جنوب شرقی شه‌میرزاد واقع است. کانسنگ در این کانسار بصورت لایه‌ای و به دو صورت کوارتزیت دانه‌ریز شکری و کنگلومرا با بافت پیزولیتیک دانه درشت می‌باشد. نتیجه آنالیز ۲۰ نمونه از این کانسار به صورت زیر است:

SiO_2 : ۹۶.۹۲-۹۸.۴٪

O_2Fe : ۰.۸-۰.۱۲۵٪

O_2Al : ۱.۵۶-۱.۰۴٪

CaO : ۰-۰.۱٪

این اعداد و ارقام نشان می‌دهد که این کانسار مذکور قابلیت استفاده در زمینه دیرگدازها را دارد.

Ø کانسار سیلیس مبارک آباد- تپه فرج- مشا

کانسار مبارک آباد- تپه فرج- مشا در ۶۳ کیلومتری شرق تهران قرار دارد. نتیجه آنالیز شیمیایی مربوط به یک نمونه از این کانسار به صورت زیر است:

SiO : ۹۷.۴۸٪

O_2Fe : ۰.۱۴٪

O_2Al : ۱.۵٪

CaO : ۰.۰۸٪

در کانسنگ این کانسار مقادیر سیلیس و آلومینیم در حد مطلوب ولی مقادیر آهن و کلسیم کمتر از حد مطلوب است.

Ø کانسار سیلیس قارجه فید

این کانسار در ۹۰ کیلومتری جنوب غربی قزوین در کنار روستای قارجه فید تاکستان قرار دارد. کانسار بصورت رگه‌ای از کوارتزیت سفیدرنگ و خالص است. از این کانسار اطلاعات آنالیزی در دسترس نیست. ولی با توجه به خلوص سیلیس آن شاید بتوان از آن به عنوان نسوز استفاده کرد.

Ø کانسار قرمز آباد زنجان

کانسار قرمز آباد زنجان در ۱۸۱ کیلومتری جنوب شرقی زنجان قرار دارد. نوع کانسنگ کوارتزیت سفید رنگ تا خاکستری ابری و مایل به صورتی و در برخی جاها صورتی مایل به کرم است. در بخشهای پایینی این کانسار کوارتزیت خالص با رنگ سفید و درجه خلوص بالا مشاهده می‌شود. نتیجه متوسط آنالیز شیمیایی نمونه‌هایی از کانسنگ این کانسار به شرح زیر است:

SiO₂: ۹۷-۹۷.۱ %

O₂Fe: ۰.۸۷-۰.۰۷ %

O₂Al: ۱.۳۲-۱.۹ %

CaO: ۰-۰.۱۷ %

ذخیره قطعی کانسار حدود ۱۴۰ هزار تن و ذخیره احتمالی آن حدود ۳۰۰ هزار تن است.

کاربرد آجرهای سیلیسی



آجرهای سیلیسی به دلیل ارزانی و هدایت حرارتی مناسب در گذشته بسیار مورد توجه بوده‌اند اما امروزه بنا به دلایلی از استعمال آنها کاسته شده است. از معایب این نسوزها که باعث کاسته شدن تقریباً ۹۰ درصدی استفاده از آنها شده است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آجرهای سیلیسی در اثر تبدیلات پلی‌مورفی کانی‌ها در روند گرمایش و سرمایش دچار تغییر حجم می‌شوند که این عامل ممکن است ساختمان کوره را به هم بریزد.
- دیرگدازهای سیلیسی در محدوده دمایی ۴۵۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد از پایداری ناچیزی در برابر تنش‌های حرارتی برخوردارند.
- نقطه ذوب آجر سیلیسی حدود ۱۷۰۰°C است که این درجه حرارت امروزه در صنعت جایگاهی ندارد.

همانطور که گفته شد در گذشته آجرهای سیلیسی به عنوان دیرگداز، کاربردی گسترده در پوشش سقف کوره‌های گداز فولاد زیمنس - مارتین داشته‌اند اما امروزه تحول در فناوری ساخت فولاد، باعث کاهش کوره‌های ذوبی زیمنس - مارتین شده و در عوض کوره‌های الکتریکی زیمنس - مارتین گسترش یافته‌اند. دمای این کوره‌ها بسیار بالاتر از توانایی تحمل آجرهای سیلیسی است که همین امر باعث کاهش مصرف آجرهای سیلیسی در ذوب فولاد شده است.

سقف کوره‌های قوس‌الکتریکی امروزه توسط آجرهای پرآلومینا پوشیده می‌شود. همچنین در گذشته از آجر سیلیسی برای پوشش سقف کوره‌های ذوب مس نیز استفاده می‌شد که اینک با آجرهای قلیایی (منیزیا) جایگزین شده‌اند.

با این تفصیل امروزه از آجرهای سیلیسی به دلیل توانایی پایدار در برابر دماهای نزدیک به نقطه گداز، در کوره‌های کک‌سازی، کوره‌های سرامیک، کراون‌های مخزن شیشه و به‌عنوان یک کنترل‌کننده در بازیافت‌کننده‌های مخزن شیشه‌ای استفاده می‌کنند.

رسهای نسوز یا گل آتش‌خوار (Fire clays)

رس نسوز یا خاک رس دیرگداز از سیلیکات‌های آبدار آلومینیم و یا از سیلیکات‌های هیدراته آلومینیم و منیزیم با دانه‌های ریز تشکیل شده است که توانایی تحمل دماهای بالا بدون تغییر شکل را دارند. اینگونه رسها در اثر حرارت سفیدرنگ نمی‌شوند و دمای بالاتر از ۱۵ PCE را تاب می‌آورند بی‌آنکه در آنها رس شیشه‌ای پدید آید. منظور از PCE (مرتبه آذرسنجی): **Pyrometric Cone Equivalent** میزان تحمل دما توسط رس است. این عامل در رسها تعیین‌کننده کیفیت رسهاست که از ۱۹ شروع و تا ۳۷ می‌رسد. رسهای نسوز را به سه دسته با نسوزندگی پایین (PCE بین ۱۹ تا ۲۶)، نسوزندگی متوسط (PCE بین ۲۶ تا ۳۱/۵) و نسوزندگی عالی (PCE بین ۳۲ تا ۳۷) دسته‌بندی می‌شوند. از نظر ترکیب شیمیایی رسهای نسوز باید عاری از آهن، کلسیم و قلیایی‌ها و پس از پخت، ۳۵ درصد آلومینا داشته باشند. به همین دلیل کانیهای اصلی رسهای نسوز اعضاء خانواده کائولینیت، هالیوزیت، آلوپان، دیکیت، ناکریت و پیروفیلیت هستند.

ترکیب شیمیایی یک رس نسوز بسیار عالی در جدول ۴ آمده است.

به‌طور کلی در مورد نسوزهای رسی نمی‌توان کانی خاصی را برشمرد، بلکه می‌توان از یک سری کانیایی رس نسوز تهیه کرد. مهم‌ترین رس‌ها برای مواد خام دیرگداز رس‌های فلینتی یا نیمه‌فلینتی، رس‌های پلاستیک، نیمه پلاستیک و کائولن هستند.

رس‌های فلینتی (**Flint clay**) و نیمه فلینتی به عنوان سنگ نسوز معرفی می‌شوند و بهترین نوع رس‌های فلینتی، درجه PCE برابر با ۳۳ تا ۳۵ و کمترین اندازه ممکن اکسید آهن و قلیایی‌ها را دارند.

رس‌های پلاستیک (**Plastic clay**) و نیمه پلاستیک که همان خاک نسوز می‌باشند خاستگاه رسوبی دارند. درجه آذرسنجی رس‌های پلاستیک (۲۶ PCE) تا ۳۳ است و بطور معمول مقدار آهن و قلیایی آنها پایین است. از سنگ‌نسوز به طرف خاک نسوز سختی و درصد آلومین کم‌تر می‌شود و میزان پلاستیسیته افزایش می‌یابد.

کائولن، ماده اولیه همه انواع خاک‌های نسوز - فلینت، رس‌های فلینتی، نیمه پلاستیک و غیره است. کائولن سنگی است نرم، ریزدانه، خاکی، شکل‌پذیر و معمولاً سفید که از هوازدگی در جای سنگهای دارای کانیهای آلومینیم‌دار نظیر

فلدسپاتنها به همراه کانیهای دیگر نظیر کوارتز یا میکا بدست می آید. کائولنی که در صنعت دیرگداز بکار می رود دارای درجه دیرگدازی (۲۸ PCE) تا ۳۵ و پلاستیسیته متوسط است.

گروه بندی ASTM آجرهای خاک نسوز با آلومینای بالا را در پنج نوع بصورت زیر درجه بندی کرده است (Crookston et al, ۱۹۸۳):

۱- دیرگداز عالی (super duty)، با هم ارز مخروط پیرومتریک ۳۳

۲- دیرگداز بالا (high duty)، با هم ارز مخروط پیرومتریک ۳۱/۵

۳- نیمه سیلیسی (semisilica)

۴- دیرگداز متوسط (medium duty) با هم ارز مخروط پیرومتریک ۲۹

۵- دیرگداز پایین (low duty) با هم ارز مخروط پیرومتریک ۱۵

آجرهای نسوز در کوره های بلند، تجهیزات واسطه ای و حمل مواد گداخته، کوره های پخت الکتروود- کک بکار رفته در تولید آلومینیم- آجر آسیا، آجر تون، ساخت کوره سرامیک، کوره های پخت سرامیک، دیوار ژنراتور مخزن های شیشه و خطوط کوره های حرارتی کاربرد دارند.

کائولن و رسهای نسوز



از میان ۶۶ کانسار یا اندیس معدنی رسی و دیرگداز رسی گزارش شده در ایران، ۵۲ کانسار تعیین ذخیره شده است و رقمی برابر با ۷۷۶/۵ میلیون تن ذخیره رس نسوز و معمولی بدست آمده که بر روی هم به یک میلیارد تن کائولن می رسد. از این میان خاک نسوز دوپلان با ذخیره ۱/۵ میلیون تن، چپوی شاهین دژ با ذخیره ۵۴ هزار تن، نوروز آباد شاهین دژ با ذخیره ۲۵۰ هزار تن و سنگرود ۴۰۰ هزار تن، از نوع نسوزهای آلومینای بالا هستند. اگر کانسار جاجرم نتواند برای تهیه آلومینا کاربرد داشته باشد، ذخیره این کانسار را نیز باید در شمار نسوزهای آلومینا بالا به حساب آورد.

Ø رسهای کائولینی نسوز در منطقه آباد

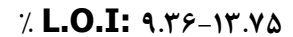
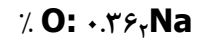
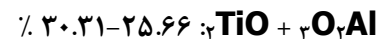
در منطقه آباده انباشته‌های کائولن نسوز وجود دارد که از نظر زمین‌شناسی در تشکیلات دونین تا تریاس جای دارند.

الف- مناطق نسوزدار دونین بالایی شامل کانسار کویر ۵ و استقلال

ب- مناطق نسوزدار کربونیفر و پرمین شامل معادن کویر

ج- مناطق نسوزدار تریاس بالایی که بنام سازند شورجستان معروف است

ترکیب شیمیایی رسهای نسوز آباده به شرح زیر است:



Plasticity coefficient: 20-6 Et

در ناحیه آباده ۱۸ منطقه نسوزدار کشف شده که مهمترین آنها عبارتند از: استقلال، کویر ۵، کویر ۱، کویر ۲، کویر ۴، کویر ۱۶ و کویر ۱۷.

رسهای نسوز آباده از بهترین نسوزهای ایران برای استفاده در کارخانه‌های فولادسازی است. آمیزه‌ای از نسوزهای کویر و دوپلان برای فرآورده‌های شاموتی و آجر نسوز بکار می‌رود.

Ø منطقه نسوزدار رباط‌خان طبس

در استان یزد در منطقه رباط‌خان طبس چند کانسار کائولن و رس نسوز وجود دارد که تحت اختیار شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور می‌باشد. مواد نسوز در این منطقه یک افق لاتریتی است که در مرز پرمین- تریاس واقع شده است.

Ø کانسار کائولن و نسوز سنگرود

این کانسار در ۲۵ کیلومتری شرق لوشان در کنار معدن زغال سنگ سنگرود واقع شده است. ماده معدنی بیشتر کائولینیت و آرژیلیت بوده که ترکیب شیمیایی نمونه تکلیس شده آن به شرح زیر است:

SiO: ۴۳.۳۸ %

O_۲Fe: ۰.۴۱ %

O_۲Al: ۳۸.۸۹ %

CaO: ۰.۲۱ %

TiO: ۳.۰۷ %

MgO: ۰.۲۹ %

L.O.I: ۱۳.۹۸ %

ذخیره احتمالی این کانسار حدود ۴۰۰ هزار تن برآورد شده است.

Ø کانسار پشته سمیرم

این کانسار در ۱۸۰ کیلومتری جنوب اصفهان و در ۱۱۰ کیلومتری جنوب غربی شهرضا و در ۲۹ کیلومتری جنوب باختری سمیرم واقع است. لایه خاک نسوز که متعلق به کرتاسه بالایی است دارای ترکیب کانی شناسی کائولن به رنگ سفید تا خاکستری روشن همراه با عدسیهای آرژیلیت قرمز مایل به قهوه‌ای و کلاً پیزولیتی می‌باشد و بطور میانگین ۵ متر ضخامت دارد. ماده معدنی این کانسار هم‌اکنون جهت تهیه آجر و ملات نسوز برای کوره‌های ذوب فلزات بهره‌برداری می‌شود. معدن پشته سمیرم دارای سه افق معدنی **a, b, c** می‌باشد که از نظر کیفی با هم تفاوت دارند. افق **C** لایه اصلی معدن می‌باشد که خود بر مبنای میزان آهن به سه بخش تقسیم می‌شود. بطور کلی از نظر کیفی خاک نسوز معدن به دو درجه ۱ و ۲ تقسیم می‌شود. میانگین ترکیب شیمیایی این دو نوع خاک در جدول ۵ آورده شده است.

از نظر ذخیره نوع درجه ۱ حدود ۲/۴ میلیون تن و نوع درجه ۲ حدود ۶/۵ میلیون تن برآورد شده است.

Ø کانسار خاک نسوز دوپلان

این کانسار در جنوب باختری اصفهان و جنوب شهرکرد واقع شده است. لایه نسوز در میان سنگهای پرمین - تریاس قرار دارد و ابعاد آن به صورت ۶۰۰ × ۱۶۰ × ۶ متر می‌باشد. ترکیب کانی شناسی کانسنگ معدن شامل دیاسپور،

کائولینیت، ایلیت، آناز، روتیل و به مقدار کم بوهمیت، همانیت، گوتیت و کلسیت است. تجزیه شیمیایی کانسنگ معدن به صورت زیر است:

Fe_2O_3 : ۲۰.۴٪

Al_2O_3 : ۶۰٪

SiO_2 : ۲۰٪

TiO_2 : ۲.۷٪

L.O.I: ۱۴٪

ذخیره معدن حدود ۱/۵ میلیون تن برآورد شده است.

دیرگدازهای آلومینیم بالا (سیلیکاتهای آلومینیم)

در این گونه دیرگدازها و نسوزها عیار آلومینیم بیش از ۵۰ درصد ترکیب کل است. ویژگی‌های دیرگداز آلومینیم بالا بر مبنای استاندارد **ASTM** در جدول ۶ نشان داده شده است.

مولیت ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$) یک دیرگداز با آلومینای بالا است که ماده فرآوری شده از مواد خام دیرگداز آلومینیم بالا است. این فرآورده به شرط بلورین بودن باید دارای ویژگیهای زیر باشد تا بعنوان نسوز مورد استفاده قرار گیرد:

- حداقل عیار برای آلومینا از ۵۶ تا ۷۹ درصد و بقیه اکسیدها ۵ درصد متغیر باشد.

در فشار (**۲۵ Psi**) **۱۷۲ KPa** و درجه حرارت ۱۵۹۳ درجه سانتیگراد در ۹۰ دقیقه تغییر شکل باید حداکثر ۵ درصد باشد.

مولیت $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$



مولیت کانی‌ای است با فرمول شیمیایی Al_2SiO_5 که برای نخستین بار در اذخالیها و میانبارهای آرژیلتی درون سنگ‌های خروجی ترسیر، در جزیره مول اسکاتلند دیده شده و به همان نام خوانده شده است. سیستم تبلور آن اورتورومبیک با کریستال‌های بلند منشوری است که در راستای $\{001\}$ درازشدگی دارند. رخ کامل در راستای $\{010\}$ و سختی ۶ تا ۷ دارد. اسیدها، حتی HF بر آن بی‌اثر است. در ترکیب شیمیایی مولیت ۷۱/۷۹ درصد Al_2O_3 و ۲۸/۲۱ درصد SiO_2 وجود دارد.

کانی مولیت به دلیل فراوانی بسیار ناچیز در طبیعت، چندان مورد توجه زمین‌شناسان نبوده است. از سوی دیگر بدلیل ویژگی‌های دیرگدازی آن، علم مواد همه تلاش خود را برای دست یافتن بدان کرده است.

این کانی که بعنوان دیرگداز آلومینیمی بکار می‌رود به روشهای زیر تهیه و فوادم می‌شود:

- آمیزه‌ای از بوکسیت $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ و کائولینیت $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، به نسبت ۱ (کائولینیت) به ۴ (بوکسیت)

- بکارگیری کانی‌هایی که در ترکیب خود حاوی عیارهایی از SiO_2 و Al_2O_3 نزدیک به فرمول مولیت باشند. کائولن طی دگرسانی تا حد ایجاد خانواده دیستن پیش می‌رود و به پیدایش مولیت می‌رسد.

- ترکیب سیلیس و آلومینا به نسبتی که بتواند ترکیب شیمیایی کانی مولیت را تحقق بخشد.

- کانی‌های گروه دیستن

چون آلومینا درجات حرارت بالای ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد را تحمل می‌نماید از این لحاظ مورد توجه صنایع دیرگداز قرار دارد. کانیهای آلومینیم‌دار که عیار آلومینیم آنها بیش از ۶۰ درصد می‌باشد می‌توانند ماده اولیه و خام مولیت باشند که در این میان سیلیکاتهای آلومینیم (سیلیمانیت، آندالوزیت و کیانیت) بدلیل داشتن بیشترین مقدار آلومینا، فراوانی و ارزانی قیمت، مناسب‌ترین کارها برای تهیه مولیت می‌باشند. برای اینکه بتوان از این کانیها مولیت تهیه نمود باید فرآوری شوند که این امر مستلزم تغییر در نسبت آلومینا با افزودن خالص آن به ترکیب کانیایی ماده نسوز، است. با توجه به جدول ۷ که ویژگی‌های کانیهای سیلیکات آلومینیم را مشخص می‌نماید کانیهای سیلیمانیت و آندالوزیت برای این موضوع مناسب تر می‌باشند.

مولیت حاصل شده از فرآوری سیلیکات‌های آلومینیم در برابر اسیدها، از جمله اسیدفلوئوریدریک و قلیاها مقاوم بوده و درجه حرارت‌های بسیار بالا را بدون تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی تحمل می‌کند. به همین خاطر در مواردی که در واکنشهایی که اسیدها نقش دارند این نوع دیرگداز به دیرگدازهای دیگری همچون کوارتز ترجیح داده می‌شود. از

مولیت همچنین در تولید عایق‌های ویژه، جرقه‌زن‌ها، بوت‌ها و پاتیل‌های فولاد، تیوب‌های پیرومتر و غیره استفاده می‌کنند.

از دیگر کاربردهای نسوزهای آلومینا استفاده در کوره‌های دوار پخت سیمان و تولید آهک، آجر سقف کوره‌های گداز الکتریکی فولاد، کوره‌های بلند، آجرهای کوره‌های بلند، آجر پاتیل و دیرگدازهای کنتاکت از آلومینیم به عنوان ملاقه جابجاکننده گداخته فلزی، می‌باشد. مهمترین کاربرد کانی‌های دارای ترکیب آلومینای بالا در تولید آجرهای عایق حرارتی است، زیرا آجرهای ساخته شده از این مواد به دلیل تخلخل زیاد و چگالی کم رسانایی گرمایی بسیار اندک دارند. مصرف آلومینا در سیمان سبب بالا رفتن درجه دیرگدازی آن می‌شود.

دیرگدازهای قلیایی

این گروه از نسوزها خود به چهار دسته نسوزهای دولومیتی، منیزیتی، فورستریتی و کوومیتی تقسیم بندی می‌شوند. سازنده اصلی این نسوزها، آهک (CaO)، منیزیا (MgO) و یا نسبتی از ترکیب هر دو می‌باشد. در حقیقت نسوزهای قلیایی کربناته‌های منیزیم‌دار و گاه منیزیتهای کلسیم‌دار هستند.

الف- نسوزهای دولومیتی

دولومیت در کنار کلسیت یک از کانی‌های فراوان طبیعت است که ترکیب شیمیایی آن حاوی ۳۰/۴ درصد CaO و ۲۱/۷ درصد MgO است. در این کانی بندرت ناخالصی‌های Fe، Mn، Zn و Ni یافت می‌شود. دولومیت نیز به عنوان یک دیرگداز، پایداری کافی در برابر اثرات شیمیایی سرباره‌های قلیایی در مبدل‌ها را دارد. تکلیس این ماده در دمای ۹۰۰ درجه به پیدایش دو اکسید CaO و MgO می‌انجامد. آجر دیرگداز حاصل از آن باید ۶۰ درصد CaO و ۴۰ درصد MgO داشته باشد.

آجرهای دولومیتی بر دو گونه‌اند، یکی با دولومیت مرده و دیگری دولومیت کمک‌ذوب که با مقدار کمتر اکسیدهایی غیر از CaO و MgO ساخته می‌شوند.

امروزه دیرگداز پاتیل‌های شاموتی، از نوع دولومیتی است. در کوره‌های دوار پخت سیمان از آجر دولومیتی زینتر شده اتصال قیری استفاده می‌شود. آجرهای نسوز کوره پخت آهک از جنس دولومیت است.

ب- نسوزهای کرومیتی

از کرومیت در صورتی می‌توان به عنوان دیرگداز استفاده نمود که مجموع دو اکسید Al_2O_3 و MgO بیشتر از ۶۰ درصد و همچنین عیار سیلیکا کمتر از ۶ درصد باشد.

ج- نسوزهای فورستریتی

فورستريت يك كاني از گروه اوليوين با فرمول شيميايي $(\text{Fe,Mg})_2(\text{SiO}_4)_2$ است كه با داشتن تركيب مناسب مي تواند به عنوان يك ديرگداز مورد استفاده قرار گيرد. هرگاه در اين كاني نسبت مولكولي **MgO** به **SiO₂** يك به دو باشد به عنوان ديرگداز مي توان از آن استفاده نمود، ولي در صورت وجود **Fe** در كاني، اين نسبت خواه ناخواه به هم مي ريزد و به هنگام برشته كردن، فورستريت با اكسيژن كوره تركيب مي شود و كاني منيتيت را پديد مي آورد. **SiO₂** اضافه مانده از تركيب فورستريت، پيروكسن غني از **SiO₂** را مي سازد كه درجه ديرگدازي پايين دارد و وجود آن باعث پايين آمدن درجه نسوزندگي فورستريت برشته شده مي شود. براي جلوگيري از اين كار با توجه به آناليز شيميايي فورستريت، آنقدر بدان **MgO** افزوده مي شود تا نسبت ۱:۲ در آن پايدار شود. فزون بر آن از آن رو كه ماده فورستريتي و برشته آن شكل پذير نيستند، با يك ماده شكل پذير آميخته و قالب زده مي شود.

فراواني كاني هاي فورستريتي و همراهي آن با توده هاي كروميتي از يك سو، فشارهاي مقرر زيست محيطي براي پاك سازي محيط از باطله هاي معدني از سوي ديگر و ديرگدازي فورستريت انگيزه اي براي تلاش در راه وارد كردن باطله هاي معدنكاري و كانه آرايي كانسارهاي فورستريتي به صنعت ديرگداز شده است.

اين ماده مي تواند به عنوان آجر قليايي كوره هاي پخت آهك و سيمان، يا در كوره هايي كه دماي بالای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد در آن نياز نباشد و يا آغشتگي بار به **Mg** و يا **Fe** موجود در فورستريت براي آن مسأله ساز نباشد، مصرف شود.

د- نسوزهاي منيزيتي

منيزيت يكي ديگر از كانيهاي ديرگداز است كه داراي تركيب كاني شناسي **MgCO₃** است. منيزيت خالص بندرت در طبيعت يافت مي شود. از منيزيت در صنعت نسوزها براي تهيه پريكلاز استفاده مي شود.

پريكلاز كاني ديرگداز منيزيم داري است كه از نظر كاني شناسي شكل دما بالای **MgO** (منيز يا) مي باشد. اين كاني در طبيعت نيز وجود دارد ولي مقدار آن بسيار كم است بدین سبب به روش مصنوعي جهت استفاده در صنعت نسوزها آن را به دو روش تهيه مي نمايند.

۱- تكلیس منيزيت طبيعي: تكلیس منيزيت در دماي ۱۴۵۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد به پيدایش **MgO** مي انجامد.

۲- تكلیس كاني بروسيت **Mg(OH)₂**، بروسيت يك منبع طبيعي است ولي بدليل كميايي آن نسبت به منيزيت نمي توان به عنوان يك منبع قابل اطمینان روی آن حساب كرد.

از آنجايكه براي تهيه پريكلاز احتياج به منيزيت مي باشد و از طرفي ممكن است دسترسي به اين منابع مقدور نباشد لذا در كشورهاي پيشرفته روش استحصال منيزيا را از آب دريا به صورت يك صنعت توليد ديرگداز جا افتاده است. در اين روش با كاربرد آهك مرده، دولوميت مرده و يا سود سوزآور يون هاي منيزيم محلول در آب دريا را به صورت هيدروكسيد وادار به ته نشيني مي كنند. نهشته بدست آمده پس از جداشدن از محلول در كوره هاي دوار (**shaft**) در دماي بسيار بالا تكلیس مي شود. دانه هاي منيزياي تكلیس شده چه از نوع طبيعي چه شيميايي، نسبت به رطوبت يا

گازکربنیک هوا بی‌اثرند، از این رو می‌توان آنها را مرده به شمار آورد. منیزیای بدست آمده از آب دریا فرآورده‌ای است یکدست و یکنواخت که خلوصی از ۹۸ درصد به بالا دارد.

بزرگترین کاربرد آجرهای قلیایی در صنایع فولاد در کوره‌های زیمنس- مارتین، کوره‌های الکتریکی، تشویه سیمان، کوره‌های فرآیندهای گداز صنایع مس و همچنین در بازسازی مخزن شیشه است.

نسوزها و دیگر دیرگدازهای کمیاب

گروه دیگری از دیرگدازها وجود دارد که با توجه به نبوده‌های فراوان آنها در طبیعت از اصطلاح دیرگدازهای کمیاب استفاده می‌شود. این دیرگدازها بطور فهرست‌وار شامل دیرگدازهای زیرکونی، دیرگدازهای کاربیدی، آلومینای خلوص بالا، اکسید کروم، کربن و گرافیت می‌باشند. بطور کلی این دیرگدازها گران می‌باشند و در موارد خاص از آنها استفاده می‌گردد.

منیزیت

بعد از توصیف مختصری در مورد انواع نسوزها در این قسمت به بحث در مورد یکی از انواع دیرگدازها که در ایران نسبت به دیگر دیرگدازها بیشتر تولید می‌شود، می‌پردازیم.

منیزیم از نظر فراوانی در پوسته زمین، هشتمین عنصر است و در بیش از ۶۰ کانی یافت می‌شود که مهمترین آنها، از نظر اقتصادی، عبارتند از: منیزیت (MgCO_3)، بروسیت (Mg(OH)_2)، دولومیت ($\text{CaMg}(\text{CO})_3$)، اپسومیت ($\text{O}_2\text{H}_{14}\text{MgSO}_4$) املاح کلرید و سولفات منیزیم در شورآبه‌های طبیعی (بخصوص کارنالیت ($\text{O}_2\text{H}_{14}\text{KMgCl}_6$))، اولیوین ($\text{SiO}_4(\text{Mg,Fe})_2$)، تالک ($\text{OH}(\text{OH})_2\text{O}_4\text{Si}_3\text{Mg}$) و سرپانتین ($\text{OH}(\text{OH})_2\text{O}_4\text{Si}_6\text{Mg}$).

این کانی‌ها به عنوان مواد اولیه برای تولید فلز منیزیم، انواع مختلف منیزیا (MgO) و دیگر ترکیبات منیزی می‌استفاده می‌شود که در ساخت نسوز، کمک ذوب، پرکننده، عایق، سیمان، رنگ‌بر، کود و مواد شیمیایی بکار می‌روند.

گروه منیزیت شامل کانی‌های منیزیت، هونتیت و هیدرومنیزیت است. منیزیت معروفترین و فراوان‌ترین کانی است که به منظور تهیه منیزیا بکار گرفته می‌شود. این کانی عضوی از گروه کربنات‌ها با سیستم تری‌گوناال است. هونتیت از دیگر کانیهای گروه منیزیت است که تشکیل آن تنها با منیزیت و تقریباً با لایه‌های تک‌کانی صورت می‌گیرد. هیدرومنیزیت نیز فراوانترین کانی کربنات منیزیم‌دار و لایه‌های آن همراه با سوزنهای آراگونیتی و رسوبهای دریاچه‌ای نهشته می‌شود.

در طبیعت، منیزیت بندرت به شکل متبلور درشت‌دانه یافت می‌شود. بطور معمول مقادیری از کربنات‌ها، اکسیدها و سیلیکات‌های آهن، کلسیم، منگنز و آلومینیم به عنوان کانیهای همراه حضور دارند.

شرایط تشکیل و ژنز منیزیت

منیزیت از نظر بلورشناسی به دو صورت درشت بلور و ریزبلور یافت می‌شود. منیزیت‌های درشت بلور از یک محلول اشباع از یون منیزیم با زمان و حرارت کافی بوجود آمده‌اند. در صورتیکه منیزیت‌های ریزبلور بسرعت نهشته شده‌اند.

همین اندازه بلورها بلوتابی از شرایط و محیط تشکیل منیزیت است. بر همین اساس انواع منیزیت را بر مبنای محیط تشکیل به شرح زیر دسته‌بندی می‌کنند:

الف) منیزیت‌های گرمابی

پیدایش این گونه ذخایر، نتیجه دگرسانی محلول‌های گرمابی حامل CO_2 بر روی سنگ‌های اولترابازی است.

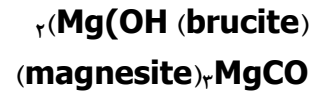
منیزیت‌های تشکیل شده در این فرآیندها، معمولاً به صورت توده‌ای و نهان بلورین هستند و اغلب دارای عیار خوب می‌باشند.

ب) منیزیت‌های تراوشی

در این نوع، CO_2 موجود در آب‌های جوی بر روی سنگ‌های سرپانتینی و اولترامافیکی اثر می‌کند و سبب واکنش‌های شیمیایی و تشکیل منیزیت می‌شود. سنگ‌های الترابازیک شامل دونیت‌ها، پریدوتیت‌ها و پیروکسنیت‌ها می‌باشند که در اثر فرسایش تحت شرایط خاص جوی و محیط اکسیداسیون به سرپانتین تبدیل می‌شوند. فرآیند سرپانتینیتی شدن به وسیله واکنش‌های زیر انجام می‌گیرد:



تحت شرایط ویژه حاکم در برخی از نواحی سطحی یا نیمه عمیق، منیزیت بعنوان یک فرآورده فرسایشی تشکیل می‌شود. تجزیه سرپانتینیت‌ها به تدریج در مراحل مختلف انجام می‌گیرد:



ذخایر منیزیتی از این نوع، اغلب کوچک و به صورت رگچه‌ای و دارای خلوص بالا و دانه‌بندی بسیار ریز (۱ تا ۱۰ میکرون) می‌باشند. همچنین میزان تخلخل این نوع کانسارها نیز بالا و متغیر است (۵ تا ۲۵ درصد). بیشتر ذخایر منیزیتی از این نوع در نزدیکی سطح زمین پدیدار می‌شوند و در نتیجه دارای عمق زیادی نیستند.

در ایران، در ناحیه افیولیت‌های نایب (سهیل پاکوه) و سبزوار این گونه‌ها دیده می‌شود.

(پ) منیزیت‌های جانیشینی گرمابی

این ذخایر از محلول‌های گرمابی که از ژرفای زمین سرچشمه می‌گیرند، تشکیل می‌شوند. این محلول‌ها در هنگام مهاجرت بر سطح و در برخورد با آهک‌ها، دولومیت‌ها، یا شیل‌ها بر اثر متاسوماتیسم جانیشینی، ذخایر منیزیتی متبلور را به وجود می‌آورند. منیزیت تشکیل شده بصورت درشت بلور و کریستالین می‌باشد.

منیزیت‌های بلورین بطور معمول طی دو مرحله تشکیل می‌شوند:

مرحله اول: حمله آب‌های غنی از دی‌اکسیدکربن با دمای کمتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد به سنگ‌های دولومیتی و شسته‌شدن یونهای کلسیم و منیزیم

مرحله دوم: بالارفتن دمای آب‌های حاوی یون‌های منیزیم و کلسیم که سرانجام باعث کاهش حلالیت کربنات کلسیم و نهشته شدن کلسیت و حمل منیزیت را در پی دارد. سپس در پایان، در شرایط مناسب حرارت و فشار، کانی منیزیت انباشته خواهد شد

این گونه ذخایر در ایران مورد توجه قرار نگرفته است، هر چند امید به تشکیل این ذخایر در خاور ایران، شمال باختری ایران (آذربایجان باختری) و نقاط دیگر می‌رود.

(ت) منیزیت‌های رسوبی

این گونه ذخایر در محیط‌های رسوبی نزدیک به سنگ‌های غنی از منیزیم و به صورت توده‌ای و نهان بلورین (یا به صورت تراورتن) تشکیل می‌شوند.

این گونه ذخایر در پاره‌ای موارد می‌توانند از لحاظ اقتصادی قابل بهره‌برداری باشند، اما اغلب کم عیار هستند.

پیدایش ذخایر توده‌ای منیزیت در محیط‌های آب شیرین، نیازمند فراهم بودن یون منیزیم است. یون‌های منیزیم حاصل از تخریب شیمیایی سنگ‌های غنی از منیزیم، به محیط‌های دریاچه‌ای یا آبیگرهای فصلی آورده شده و سرانجام ذخایر منیزیتی را پدید می‌آورند. در این مورد باید نسبت منیزیم به کلسیم حدود ۲۰ تا ۴۰ باشد تا کانسار منیزیت تشکیل گردد.

در بسیاری از نقاط ایران، همه شرایط یاد شده موجود است، ولی برای اکتشاف منیزیت‌های رسوبی تاکنون فکری نشده است. ذخایر منیزیت ایران از کراتاسه پسین تا کواترنر تشکیل شده‌اند. در این فاصله زمانی، با توجه به شرایط منیزیت، دوره به خصوصی را نمی‌توان برای تشکیل آن مشخص کرد.

(ث) منیزیت‌های تبخیری

این قبیل کانسارها در محیط‌های شور یا بسیار شور تشکیل می‌شوند. وجود یک محیط بسیار شور با نسبت بالای منیزیم به کلسیم در آب‌های آن، زمینه پیدایش انباشته‌های منیزیتی اعم از نوع اولیه یا دیاژنتیک (دگرنهادی کربنات‌های پیشین) را فراهم می‌کند.

کاربرد منیزیت

منیزیت کانی‌ای است که نقش اصلی را در صنایع دیرگداز و نسوز دارد. فرآورده‌های منیزیتی، به‌طور عمده شامل دیرگدازها می‌باشند که در بخش صنایع دیرگداز به فراوانی استفاده می‌شود. بخش دیگری از این فرآورده‌ها، در مصارف کشاورزی، داروسازی، شیمی و ... به کار برده می‌شود. امروزه فولادسازی مدرن و در حال توسعه، نیاز به افزایش تولید دیرگدازهای منیزیتی با کیفیت بالا دارد.

منیزیت کاملاً تکلیس شده، شامل بلورهای پریکلز در یک زمینه بلورین دانه‌ریز می‌باشد و نقطه ذوب آن، ۲۸۰۰ درجه سانتی‌گراد و وزن مخصوص آن ۳/۶ گرم بر سانتی‌گراد متر مکعب است. برای افزایش مقاومت گرمایی و پایداری فرآورده‌های منیزیتی، ۵ تا ۱۲ درصد آلومین افزوده می‌شود که این عمل منجر به تشکیل یک فاز اسپنیلی از **MgO** می‌گردد.

دو نوع مهم تجاری - صنعتی آن عبارتست از:

منیزیت سیاه سوز (**dead-burned magnesite**) یا منیزیت نسوز و منیزیت تکلیس شده (**caustic- calcined magnesite**).

منیزیت سیاه سوز محصولی زینتر شده و دانه‌ای شکل است که با حرارت دادن هیدروکسید منیزیم، منیزیت طبیعی یا موادی مشابه در دمای ۱۴۵۰ تا ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد به دست می‌آید. این مواد متراکم، نسبت به شرایط جوی پایداری بالایی نشان می‌دهد. بیش از ۷۵ درصد میزان تولید این نوع منیزیا به نوعی در صنعت فولادسازی مصرف می‌شود. آجرهای نسوز منیزیتی در جداره کوره‌های فولادسازی با روشهای **bessemer** و **basic open-hearth furnace** مصرف می‌شوند. در روشهای دیگر از قبیل **LD** با استفاده از اکسیژن برای فولادسازی، آجرهای دولومیت غنی از منیزیت بکار گرفته می‌شود. روند افزایش در استفاده از این نوع نسوز به دو دلیل است:

۱- در بین اکسیدهای نسوز با قیمت متوسط، **MgO** بالاترین نقطه ذوب را دارد. در حقیقت به استثنای اکسید زیرکینیم (**ZrO₂**)، منیزیا تنها ماده‌ای است که می‌تواند دماهای بیش از ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد را برای مدت طولانی تحمل کند.

۲- در کوره‌های گوناگون فولاد سازی (قوس الکتریکی، **BOF**) با استفاده از آجرهای منیزیتی، جدایش فسفر و گوگرد موجود در کانسنگ همراه با سرباره بازیک امکان پذیر است.

هرچند که هزینه اولیه آجرهای نسوز منیزیتی بالا است ولی به دلیل عمر طولانی در دراز مدت اقتصادی است. میزان مصرف منیزیای نسوز نزدیک به ۲ تا ۵ کیلوگرم در ازای هر تن فولاد تولید شده است.

فزون بر صنعت فولاد، نسوزهای منیزیتی در دیگر صنایع از جمله تولید آهک، شیشه، فلزات غیر آهنی و بویژه سیمان سازی کاربرد دارد.

منیزیت تکلیس شده که **light-burned magnesite** نیز نامیده می‌شود، با حرارت دادن کانسنگ منیزیت در دمای ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به دست می‌آید. این محصول دارای پرت حرارتی کمتر از ۱۰ درصد است و خاصیت جذب رطوبت دارد. کاربردهای مهم آن عبارتند از:

۱- در کشاورزی بویژه در دهه های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰، در بیشتر کودهای شیمیایی و انواع خوراک دام بکار گرفته شد. پودر منیزیت تکلیس شده با دانه بندی کمتر از ۲ میلیمتر و عیار حداقل ۸۵ درصد **MgO** به عنوان مواد تکمیلی در خوراک دام مصرف می‌شود.

۲- مخلوطی از منیزیت تکلیس شده در واکنش با محلولهای غنی از منیزیم و کمی فسفات سدیم، در برابر هوا سفت می‌شود و بدین سان یک نوع چسب یا بایندر محکمی را پدید می‌آورد که در ساختمان سازی با ارزش است. عیار منیزیای تکلیس شده برای این منظور ۷۵ تا ۸۷ درصد **MgO** با میزان کم آهن و دانه بندی ۴۰ تا ۴۵ درصد زیر ۱۰ میکرون است.

۳- در پالایش و تصفیه فاضلابها، خلوص منیزیت تکلیس شده مورد نیاز ۷۰ تا ۹۹ درصد **MgO** است. با کاربرد این ماده، زدودن فلزات سنگین و سیلیکاتها امکان پذیر می‌شود. همچنین با استفاده همزمان این نوع منیزیا همراه با

اسیدفسفریک، عمل آمونیم زدائی نیز انجام می‌گیرد. محصول به دست آمده ($O_2H_4 \cdot 6PO_4 \cdot Mg \cdot NH$) می‌تواند به عنوان یک کود شیمیایی مصرف شود.

۴- بعنوان مواد پرکننده در صنایع پلاستیک و لاستیک مصرف می‌شود و در کنترل ویسکوزیته و صلابت محصول سودمند است.

۵- منیزیت تکلیس شده خلوص بالا در تهیه ترکیبات شیمیایی منیزی می‌بکار می‌رود.

۶- در صنایع کاغذ و سلولزسازی (روش انحلال **bisulfite**) منیزیت تکلیس شده مصرف می‌شود.

۷- با دانه‌بندی کنترل شده بعنوان عامل پوشش دهنده کاربرد دارد.

۸- همراه با کربنات منیزیم و منیزیای خالص در تهیه لوازم آرایش به کار می‌رود.

۹- در صنعت داروسازی، منیزیت تکلیس شده با خلوص بالا (بیش از ۹۸ درصد **MgO**) به عنوان داروی ضد اسید و پایه پودر بهداشتی بکار می‌رود.

۱۰- در صنعت سرامیک، شیشه و رزین نیز از منیزیت استفاده می‌شود.

ذخایر و تولید منیزیت در جهان

ذخایر قطعی منیزیت جهان حدود ۲/۲ میلیارد تن و ذخایر پایه آن حدود ۳/۶ میلیارد تن تخمین زده شده است (جدول ۸) که کشورهای روسیه (۶۵۰ میلیون تن)، کره (۴۵۰ میلیون تن) و چین (۳۸۰ میلیون تن) بزرگترین دارندگان ذخایر قطعی منیزیت در جهان می‌باشند (USGS, ۲۰۰۵). کل منابع شناخته شده منیزیت جهان حدود ۱۲ میلیارد تن می‌باشد. منابع بروسیت جهان نیز چیزی حدود چند میلیون تن خواهد بود. اگر منابع دولومیت، فورستریت، کانیهای تبخیری منیزیم‌دار، شورابه‌های حاوی منیزیم و فرآوری منیزیم از آب دریا را نیز در نظر بگیریم، می‌توان گفت که منابع منیزیم جهان نامحدود می‌باشد.

در سال ۲۰۰۴ میزان تولید منیزیت جهان بجز ایالات متحده حدود ۳/۵ میلیون تن بوده است. بزرگترین تولیدکنندگان منیزیت جهان نیز در همان سال به ترتیب کشورهای چین، ترکیه، روسیه و کره شمالی بوده‌اند

وضعیت منیزیت در ایران

بیش از ۱۰۰ کانسار و نشانه معدنی منیزیت در ایران شناسایی شده که بیشتر این منابع، در استان خراسان و حوالی بیرجند قرار دارند. کل ذخایر قطعی که مورد اکتشاف سیستماتیک واقع شده، افزون بر ۱۰ میلیون تن است. اگر به

ذخایر کم‌عیار توجه شود و در جهت فرآوری و پرعیارشدن آنها برنامه‌ریزی گردد، آنگاه ذخایر منیزیت ایران چندین برابر افزایش خواهد یافت.

سهم جهانی منیزیت ایران از نظر ذخیره حدود ۰/۴۶ درصد و از نظر تولید ۰/۷۳ درصد می‌باشد (Mines & Mining in Iran, ۲۰۰۵). جدول ۱۰ وضعیت و جایگاه منیزیت در ایران و جهان را نشان می‌دهد.

تولید منیزیت و سایر دیرگدازها در ایران

هم‌اکنون در کشور حدود هشت شرکت اصلی در صنعت تولید دیرگدازها فعال هستند که صنعت دیرگدازها را در ایران در اختیار دارند. شرکتهای فرآورده‌های نسوز آذر، فرآورده‌های نسوز ایران، فرآورده‌های نسوز پارس، فرآورده‌های دیرگداز ایران، شرکت مهرگداز، شرکت نسوز تبریز، آذر شهاب تبریز و توکانسوز اصفهان از جمله مهمترین شرکتهای تولیدی فرآورده‌های نسوز در کشور هستند که شرکت فرآورده‌های نسوز آذر با بیشترین ظرفیت مشغول به کار است. شرکتهایی همچون شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور و شرکت تهیه و تولید مواد معدنی کشور نیز مواد خام و معدنی نسوز را تولید می‌کنند.

ظرفیت اسمی واحدهای تولیدکننده نسوز کشور سالیانه ۲۸۴ هزار تن است که از این میان ۲۰۰ هزار تن مربوط به تولید آجر نسوز و ۱۸۴ هزار تن مابقی مربوط به تولید جرم نسوز می‌باشد.

مصرف داخلی کشور در خصوص دیرگدازها سالیانه حدود ۳۰۰ هزار تن است که حدود ۲۶۰ هزار تن آن از تولید داخلی تأمین می‌گردد و ۴۰ هزار تن مانده از خارج وارد می‌شود.

شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور که متولی تولید مواد نسوز قلیایی و دولومیتی در کشور است عمدتاً به تولید منیزیت از معادن منیزیت شرق کشور می‌پردازد. اسامی این معادن در جدول ۱۰ آورده شده است.

میزان تولید مواد نسوز قلیایی که شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور متولی آن است سالیانه حدود ۱۰۰ هزار تن ماده خام منیزیت و ۲۷۰ هزار تن دولومیت می‌باشد.

بر اساس آمار ارائه شده از شرکت تهیه و تولید مواد نسوز کشور، تولید کل مواد خام نسوز کشور که شامل رسهای نسوز، سنگ‌نسوز، خاکهای چسبنده، منیزیت، کانیهای آلومینیم‌دار (آندالوزیت، سیلیمانیت و کیانیت) و دولومیت می‌باشند، ۴۴۵ هزار تن در سال ۸۵ بوده است (گفتگوی شفاهی با مهندس باقری). اما محصولات فرآوری شده به شرح زیر می‌باشد:

منیزیت فرآوری شده (منیزیای سینتره) ۴۰ هزار تن

شاموت ۶۰ هزار تن

دولومیت خام از معادن زفره نطنز، شهرضا، نهاوند و غیره برداشت می شود. همچنین رس نسوز از معدن پشتی سمیرم، سنگ نسوز از معادن رباط خان طبس و دیگر معادن اطراف طبس برداشت می گردد. از معدن آرژیلیت دوپلان نیز بعنوان خاک چسبنده نسوز استفاده می گردد.

نیازها و کاستی‌های در منابع نسوز در ایران

موضوع دیرگدازها بحثی است که رابطه مستقیم با تکنولوژی و پیشرفت و توسعه یک کشور دارد. مصرف این ماده در صنعت نشانه‌ای از صنعتی بودن آن کشور دارد. همانطور که در بحث کاربرد این مواد معدنی باارزش گفته شد این مواد در کوره‌های ذوب فولاد، مس، کوره‌های سیمان و در سطح تکنولوژی بالاتر و پیشرفته‌تر عایق موتوره‌های جت و موشک و راکتها مورد استفاده دارد.

خوشبختانه کشورمان در راه توسعه و گسترش صنایع فولاد و سیمان است که این امر لزوم استفاده از منابع دیرگداز داخلی را توجیه پذیرتر می نماید. طبق برنامه توسعه چهارم در پایان سال ۱۳۸۸ باید تولید فولاد کشور به ۲۸/۱ میلیون برسد که در این زمینه نیاز به ۴۷۸ هزار تن مواد نسوز می باشد. این عدد جدا از دیگر موارد استفاده دیرگدازها و مواد نسوز در کشور می باشد. با یک نگاه به تولید کشور می توان به سادگی دریافت که سرمایه‌ها و پول مردم ایران به جیب کشورهای دیگر خواهد رفت در صورتیکه منابع نسوز داخلی هنوز بدرستی شناخته نشده‌اند و سرمایه‌گذاری در این زمینه صورت نگرفته است.

همانطور که آمار و ارقام نشان می دهند بخشی از نیاز داخلی نسوزهای کشور از خارج تأمین می شود و این در حالی است که به خاطر داشتن صنعت فولاد کشور و افزایش تولید پاره‌ای از فلزات در کشور و پاره‌ای از صنایع وابسته به نسوز تقاضای داخلی به مواد نسوز رو به افزایش است. همچنین ذخایر منیزیت کشور که یکی از اصلی ترین منابع نسوز کشورند، مرتباً رو به کاهش هستند و ذخایر جدیدی در چند سال اخیر اکتشاف نشده است و با توجه به ویژگیهای زمین شناسی اکتشاف ذخایر پرعیار بزرگ دور از انتظار است. انواع مواد نسوز و دیرگداز کشور عبارت‌اند از: منیزیت، دولومیت، رسهای نسوز، بوکسیت، سیلیس، سیلیکاتهای آلومینیوم (آندالوزیت، دیستن، سیلیمانیت)، فورستریت و کرومیت. تمام این مواد معدنی یا در کشور در حال استخراج هستند و یا منابعی هستند که می توان روی آنها به عنوان منابع بالقوه فکر کرد.

منیزیت: همانطور که گفته شد با توجه به ویژگیهای زمین شناسی منیزیت و جایگاه آن در کشور پیدا کردن ذخایر بزرگ و پرعیار در کشور دور از انتظار است، در این راستا راهکارهای زیر جهت تأمین منیزیت مفید می تواند باشد.

- بهره‌گیری از ذخایر کم‌عیار و رفتن به سراغ فرآوری ذخایر کم‌عیار و توجه به اکتشاف ذخایر منیزیت هر چند کم‌عیار

- روی آوردن به منابع منیزیم دار نظیر استفاده از منیزیم شورابه‌ها و کفه‌های تبخیری منیزیم دار برای تولید منیزیت. مساحت کل دریاچه‌ها و شورابه‌های ایران بالغ بر ۸۷ هزار کیلومتر است که با محاسبه مقدار ۵ گرم در لیتر منیزیا در آنها و با محاسبه یک عمق میانگین ۶ متری، ذخیره‌ای در حدود ۲/۵ میلیارد تن منیزیای خالص برای آن می‌توان در نظر گرفت. دشواری کار استحصال منیزیا از آب دریا مقدار $۲O_2B$ همراه شده با محلول های منیزیایی است که باید در نظر داشت.

دولومیت: خوشبختانه ذخایر دولومیت کشور بسیار قابل توجه هستند. سوق دارد صنعت نسوز به سمت بهره‌گیری هرچه بیشتر از دولومیت آینده پایداری برای صنعت نسوز کشور در پی خواهد داشت. خوشبختانه ذخایر دولومیت پراکندگی قابل توجهی نیز در کشور دارند و به یک منطقه خاص محدود نمی‌شوند. در حال حاضر از معادن زفره نطنز، شهرضا و نهاوند برای دستیابی به دولومیت مناسب در صنعت نسوزها استفاده می‌شود.

رسهای نسوز: در کشور ما رسهای نسوز با آلومینیوم بالا (البته تیتان آنها نیز بالا است) فراوان می‌باشند. هرچند که عمده ذخایر آن در منطقه آباده هستند ولی این ذخایر در افق پرمو- تریاس کشور در ناحیه طبس، آباده، البرز و آذربایجان قابل پی‌گیری هستند.

سیلیکاتهای آلومینیوم: یکی از نسوزهای قابل توجه که اخیراً در کشور ما مطرح شده و صنعت آن نیز رو به گسترش است سیلیکاتهای آلومینیوم یعنی آندالوزیت، دیستن و سیلیمانیت می‌باشند. خوشبختانه در کشور ما اینگونه ذخایر در نواحی دگرگونی فراوان هستند، مانند ناحیه همدان، کوه گبری کرمان، ناحیه خلیج در مشهد و ... مواد یاد شده تاکنون در کشور ما مورد توجه نبوده‌اند.

فورستریت: هرچند تاکنون در مجموعه افیولیتی ایران سنگهای الترامافیک خاصی مانند فورستریت خالص گزارش نشده است، اما وجود چنین ذخایری البته در مجموعه افیولیتی و الترامافیک کشور دور از انتظار نیست و ممکن است با فرآوری آنها به عنوان ذخایر قابل توجه استفاده کرد. در کانسارهای کرومیت فورستریت بصورت باطله حجم انبوهی از فضای کاری را اشغال می‌نماید. چنانچه این باطله‌ها با ۱۰ درصد کرومیت موجود در آنها برای تهیه مواد دیرگداز استفاده شوند، دیرگدازی ارزان قیمت در دسترس فناوری گداز فلزات خواهد بود.

کرومیت: هرچند تاکنون به کارگیری کرومیت در کشور ما به عنوان نسوز مطرح نبوده است اما واقعیت این است که کرومیت‌های ناحیه بلوچستان در داخل کانسنگ کرومیت **Al** اغلب به مقدار قابل توجهی جانشین **Cr** شده و چنین کرومیت‌هایی هرچند به عنوان کرومیت نامرغوب هستند ولی به عنوان نسوز می‌توانند مفید واقع شوند.

گروه آزبستها: کانیهای گروه آزبست مانند اکتینولیت، ترمولیت، آنتی‌گوریت، کوبزوتیل در مجموعه‌های الترامافیک و دگرگونی ایران فراوان اما نه به طور متمرکز یافت می‌شوند که می‌توانند به عنوان یک منبع بالقوه نسوز مطرح باشند.