

کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی

(جلد اول)

www.ketab.ir

دکتر علی اکبر رحمانی

عضوهیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

سرشناسه : رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ -
 عنوان و نام پدیدآور : کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی [کتاب] / علی اکبر رحمانی.
 مشخصات نشر : قزوین: الای اندیشه، ۱۳۹۳ -
 مشخصات ظاهری : ج.: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۸۶۰۰۰۰ ریال : ۱-۶-۹۴۸۲۰-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰ ج. ۱؛ ۸۶۰۰۰۰
 ریال: ۱-۱-۹۴۸۷۳-۰۰-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰ ج. ۲؛ ۸۶۰۰۰۰ ریال
 ۱-۸-۹۴۸۷۳-۶۰۰-۹۷۸-۶۰۰ ج. ۳

وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : ج. ۱ (چاپ دوم: ۱۴۰۳) (فیا).
 یادداشت : کتابخانه نمایه
 موضوع : سنگ معدن صنعتی
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ ک ۷۹۹۷۵ TN
 رده بندی دیویی : ۵۵۳/۶
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۶۲۵۲۷۹

کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی
 مرلف: علی اکبر رحمانی
 ویراستار: شهره کریمی
 ناشر: آلاى اندیشه
 طراح جلد: مهندسی کمیل رحمانی
 چاپ دوم: ۱۴۰۳
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: افق بی‌پایان
 تیراژ: ۱۰۰ دوره
 قیمت دوره: ۸۸۵۰۰۰ تومان
 مرکز پخش ۱: قزوین، شهرک ملاصدرا، اندیشه ۴، پلاک ۲۰. همراه: ۰۹۱۲-۴۸۱۷۲۹۸
 مرکز پخش ۲: تهران، میدان انقلاب، نبش وحید نظری، پلاک ۱۴۲. تلفن ۶۶۴۰۰۱۴۴

تعریف عامیانه، کانی را به صورت جسمی در نظر می‌گیرد که به طور طبیعی در دمای اطاق جامد و پایدار است، با فرمول شیمیایی نشان داده می‌شود، معمولاً نازبست‌زاد و دارای ساختار منظم می‌باشد. وجه تمایز کانی و سنگ این است که سنگ، انبوهه‌ای از کانیها یا ناکانیهای می‌باشد که ترکیب شیمیایی یا ساختار بلوری مشخصی ندارد. با این که کانی نازبست‌زاد و دارای ساختار اتمی منظمی می‌باشد ولی تعاریف گوناگونی از آن، با توجه به نوع کاربرد و نگرش، ارائه شده که به بعضی از آنها به اختصار پرداخته می‌شود.

(۱) تعریف مربوط به علوم زمین (زمین‌شناسی) از کانی: "عنصر یا ترکیب معدنی که به طور طبیعی به وقوع می‌پیوندد و دارای ساختار درونی منظم و ترکیب شیمیایی، شکل بلوری و خواص فیزیکی ویژه‌ای می‌باشد." (۲) تعریف رسمی: هرگونه جسم خنثای باارزشی یا بدون حیات که در موقعیت فعلی خود فقط از طریق عوامل طبیعی، نهشته یا تشکیل شده و در درون یا بالای خاک زمین یا در سنگهای زیر خاک به دست می‌آیند. آب نیز ممکن است در این تعریف شامل شود. (۳) تعریف دولت فدرال آمریکا از کانی: تمام کانیها و سوخته‌های معدنی، شامل بعضی از اجسام از قبیل نفت و گاز طبیعی. البته چون در تعریف مربوط به علوم زمین، نفت و گاز طبیعی به عنوان کانی در نظر گرفته نمی‌شوند، این تعریف ممکن است با مشکل مواجه گردد. (۴) تعریف اقتصادی از کانی: وقتی اقتصاددانان، مهندسان و دانشمندان از کلمه‌ی "کانی" در مفهوم اقتصادی استفاده می‌کنند، عموماً اصطلاحاً "کانیهای صنعتی" یا "منابع معدنی" را به کار می‌برند. "منابع معدنی" به وقوع هر کالای معدنی اطلاق می‌گردد که می‌تواند از زمین استخراج شود و تحت سه عنوان کانیهای سوختی، فلزی و صنعتی یا ساختمانی، قرار داده می‌شوند. اصطلاح "کانیهای سوختی" به گاز طبیعی و نفت اطلاق می‌گردد، در نتیجه، در تعریف دولت فدرال گنجانده می‌شود ولی در زمره‌ی تعریف علوم مربوط به زمین قرار نمی‌گیرد. عبارت "کانیهای فلزی" (برای مثال، کانه آهن، مس)، تقریباً همیشه به کانیهایی اطلاق می‌گردد که به طور زمین‌شناختی تعریف می‌شوند. اصطلاح "کانیهای صنعتی" ممکن است شامل کانیهایی شود که به طور زمین‌شناختی تعریف می‌گردند ولی اغلب، شامل سنگها (برای مثال، سنگ آهک) و رسوبات (برای مثال، ماسه و رسها) می‌باشد که به طور زمین‌شناختی تعریف می‌شوند. (۵) تعریف زیست‌شناختی - پزشکی از کانی: در این مفهوم، کلمه‌ی "کانی" برای توضیح مواد غذایی که به طور طبیعی رخ می‌دهند، به کار می‌رود و عناصر و ترکیب‌های معدنی، از قبیل آهن، پتاسیم و کلسیم را دربرمی‌گیرد. مواد غذایی شامل سنگها یا سوخته‌های سنگو ای نمی‌شوند، اگرچه کانیهایی که در ویتامین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، ممکن است از سنگها و سوخته‌های سنگواره‌ای به دست آیند. تعریف سلامت از علوم مربوط به زمین، چون عناصر آزاد، از قبیل کلسیم، را شامل می‌نماید، هنوز تفاوت

قبیل مسکوویت، فلدسپارها، اسپودومن، تورمالین و بریل و همچنین خود سنگهای آذرین می‌شوند. مورد آخر، شامل گرانیث، دیوریت و گابرو می‌شود که به علت دوام و زیبایی، ارزشمند می‌باشند.

کانیهای صنعتی که در نتیجه‌ی دگرگونی تشکیل می‌شوند، شامل سنگهای لوح و مرمر و همچنین کانیهای آربست، ولاستونیت، گارنت و تالک، می‌باشند.

کانیهای صنعتی، در سنگهای رسوبی دریایی (سنگ آهک، دولومیت، نمک، ژئپس) و غیردریایی (ماسه و شن در نهشته‌های رودخانه‌ای) نیز به وقوع می‌پیوندند.

کانیهای صنعتی به دو دسته تقسیم می‌شوند: (۱) کودها و کانیهای شیمیایی که برای رشد مواد غذایی (عموماً پتاسیم، نیتروژن، فسفر) و در بسیاری از کاربردهای شیمیایی (برای مثال، نمک، گوگرد، بور، خاکستر قلیا)، اساسی می‌باشند. (۲) کانیهای ساختمان‌سازی و تولید: کانیها و سنگهایی هستند که در زیر ساختار، عمدتاً در جاده‌ها و ساختمانها، به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برخلاف بسیاری از فلزات، که می‌توانند به طور سودمندی بازیافت شوند، مقدار اندکی از کانیهای صنعتی، به جز شیشه که از ماسه‌ی سیلیسی تشکیل می‌شود. قابل بازیافت هستند. بعضی از مواد ساخته شده از کانیهای صنعتی مانند بتن، که در آن ماسه، شن، سنگ آهک یا گچ، مارل و ژئپس، اجزای اصلی می‌باشند، می‌توانند بازیافت شوند و برای اهداف دیگر مورد استفاده قرار گیرد. ساختمانهای بتنی تخریب شده به طور رایج به عنوان پرکننده، در پروژه‌های ساختمان‌سازی دیگر، مجدداً قابل استفاده هستند. در مواردی الماس صنعتی از مته‌های حفاری و ابزار برش بازیافت می‌شود ولی تحقیقات پیوسته‌ای برای جایگزینی ذخایر به اتمام رسیده‌ی کانیهای صنعتی در حال وقوع، است. تولیدکنندگان کانیهای صنعتی با دو مشکل مواجه هستند: (۱) تناژ بالا توسط مصرف‌کنندگان (۲) قیمت پایین در هر واحد کالای تولید شده.

کتاب پیش‌رو، حاوی ۱۰۰ فصل و در دو بخش تنظیم شده است. بخش اول به معرفی کانیها تخصیص یافته است. در این بخش تلاش شده توضیحات لازم درباره‌ی کانیهای مهم در دسترس علاقمندان قرار داده شود. بخش دوم، کاربرد کانیها را در ساختن کالاهای گوناگون توضیح می‌دهد.

از تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این کتاب مرا یاری نمودند، به ویژه همسر واقعاً فداکارم که ویراستاری ادبی بخشهای عمده‌ی کتاب را عهده‌دار شدند، سرکار خانم، زینب ابراهیمی، که بعضی از فصول را با ذکاوت خاصی ویراستاری فرمودند، سرکار خانم نسرين مجابی و سرکار خانم اکرم شالی که تایپ و صفحه‌آرایی کتاب را قبول زحمت فرمودند، کمال تشکر را دارم.

بدون شک، کمبودهایی هنوز وجود دارند. از خوانندگان عزیز درخواست می‌کنم کمبودها را متذکر شوند تا در چاپهای بعدی مرتفع گردد.

این کتاب با حمایت معنوی و مالی سازمان بسیج اساتید به چاپ رسیده است، که جای بسی تشکر دارد

بخش ۱. مقدمه و مرور مختصر

فصل ۱. ویژگی‌های بخش کانی‌های صنعتی

۱-۱. مقدمه	۲
۱-۲. تعریف کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی	۲
۱-۳. تاریخچه	۳
۱-۴. دامنه	۳
۱-۵. محصولات و مشخصات آن‌ها	۵
۱-۶. اقتصاد	۶
۱-۷. مواد مصنوعی و جایگزین	۶
۱-۸. چالش‌های زیست‌محیطی	۷
۱-۹. روندهای آتی	۸
۱-۱۰. منابع	۸

فصل ۲. طبقه‌بندی کانی‌ها و سنگ‌های صنعتی

۱-۱. مقدمه	۹
۲-۲. روش‌های طبقه‌بندی	۹
۲-۲-۱. طبقه‌بندی برزلی	۹
۲-۲-۲. مدل‌های تکتونیکی	۱۰
۲-۲-۳. خواص مهم	۱۱
۲-۲-۴. طبقه‌بندی براساس کاربرد نهایی	۱۱
۲-۳. محدودیت‌های این روش‌ها	۱۲
۲-۴. منابع	۱۲

فصل ۳. توزیع جهانی ذخایر کانی‌های صنعتی

۱-۱. مقدمه	۱۳
۲-۳. توزیع طبیعی	۱۳
۳-۳. الگوهای تولید	۱۵
۴-۳. کانی‌های نفوذی آذرین	۱۶
۵-۳. ذخایری که به طور سطحی دگرگون شده‌اند	۱۹
۶-۳. نفوذی آتش‌فشانی	۲۰
۶-۳. ذخایر رسوبی	۲۰
۷-۳. زیست‌زاد	۲۱
۸-۳. کانی‌های شیمیایی (تبخیری سنگ)	۲۲
منابع	۲۷

۲۳۹	۱۳-۳-۳. روش‌های تجزیه‌ای برای بروم و برومیدها
۲۴۰	۱۳-۴. خواص بروم
۲۴۰	۱۳-۴-۱. خواص فیزیکی
۲۴۱	۱۳-۴-۲. خواص شیمیایی
۲۴۱	۱۳-۴-۱-۱. واکنش با هیدروژن و فلزات
۲۴۲	۱۳-۴-۲-۲. واکنش‌ها در آب
۲۴۲	۲۰-۴-۳. واکنش‌ها با ترکیبات آلی
۲۴۲	۱۳-۵. فناوری
۲۴۲	۱۳-۵-۱. روش‌های فرایندکردن
۲۴۳	۱۳-۵-۱-۱. فرایند بخاردهی
۲۴۳	۱۳-۵-۱-۲. فرایند دمیدن هوا
۲۴۴	۱۳-۵-۲. تولید بروم از باطله
۲۴۴	۱۳-۵-۳. ویژگی‌های محصول
۲۴۵	۱۳-۵-۴. کاربردهای بروم
۲۴۵	۱۳-۵-۱-۱. کندکننده‌ی شعله
۲۴۶	۱۳-۵-۲-۲. سیالات حقاری
۲۴۶	۱۳-۵-۳-۳. مواد شیمیایی کشاورزی برم‌دار
۲۴۷	۱۳-۵-۴-۴. زیست‌کش‌ها- تصفیه‌ی آب
۲۴۷	۱۳-۵-۴-۵. مواد واسط بروم‌دار
۲۴۸	۱۳-۵-۴-۶. کاربردهای دیگر
۲۴۸	۱۳-۵-۵. بسته‌بندی
۲۴۹	۱۳-۵-۶. مواد ساختمانی
۲۴۹	۱۳-۵-۷. ذخیره‌سازی
۲۵۰	۳-۶. عوامل سلامت و ایمنی
۲۵۰	۱۳-۶-۱. اثرات قرارگرفتن در معرض بروم
۲۵۱	۱۳-۶-۲. تجهیزات حفاظتی برای حمل بروم
۲۵۱	۱۳-۶-۳-۳. نکات ایمنی در برخورد با آتش
۲۵۲	۱۳-۷. مقررات و ملاحظات زیست‌محیطی
۲۵۲	۱۳-۷-۱. متیل پرومید
۲۵۲	۱۳-۷-۲. کندکننده‌های شعله
۲۵۲	۱۳-۸. چشم‌انداز و روندهای آتی
۲۵۳	۱۳-۹. منابع

فصل ۱۴. مواد شیمیایی

۲۵۴	۱-۱۴. مقدمه
۲۵۴	۲-۱۴. خواص بازار
۲۶۱	۳-۱۴. عناصر با اهمیت عمده
۲۶۱	۱-۳-۱۴. بور
۲۶۴	۲-۳-۱۴. بروم
۲۶۴	۳-۳-۱۴. کلر
۲۶۶	۴-۳-۱۴. فلوئور
۲۶۷	۵-۳-۱۴. سدیم
۲۶۸	۶-۳-۱۴. گوگرد

فصل ۱۵. کرومیت

۲۷۴	۱-۱۴. مقدمه
۲۷۴	۲-۱۵. کروم در قرن بیستم
۲۷۴	۳-۱۵. زمین شناسی
۲۷۴	۱-۳-۱۵. کانی شناسی
۲۷۶	۲-۳-۱۵. منشأ
۲۷۸	۳-۳-۱۵. وفور
۲۷۸	۴-۳-۱۵. توزیع ذخایر عمده
۲۸۰	۴-۱۵. فناوری
۲۸۰	۱-۴-۱۵. روش های اکتشاف
۲۸۰	۲-۴-۱۵. منابع و ذخایر
۲۸۱	۳-۴-۱۵. استخراج، پریارسازی و فرایند کردن
۲۸۳	۴-۴-۱۵. ویژگی ها
۲۸۳	۵-۴-۱۵. محصولات جانبی و محصولات مشترک
۲۸۴	۵-۱۵. کاربردها
۲۸۵	۱-۵-۱۵. کاربردهای کرومیت
۲۸۵	۲-۵-۱۵. صنعت شیمیایی
۲۸۶	۳-۵-۱۵. صنعت مواد دیرگداز
۲۸۸	۴-۵-۲۲. ماسه ی ریخته گری
۲۸۹	۶-۱۵. عوامل مربوط به سلامت
۲۹۱	۷-۱۵. مقررات زیست محیطی
۲۹۱	۱-۷-۱۵. جریان های خروجی
۲۹۱	۲-۷-۱۵. باطله های جامد
۲۹۲	۸-۱۵. منابع

۴۳۸.....	۱-۳-۲۷. ترکیب و خواص.....
۴۳۹.....	۲-۳-۲۷. نحوه‌های وقوع.....
۴۴۰.....	۱-۲-۳-۲۷. رگه‌های شکافه‌ای.....
۴۴۰.....	۲-۲-۳-۲۷. ذخایر چینه‌سان.....
۴۴۱.....	۳-۲-۳-۲۷. ذخایر جانشینی.....
۴۴۱.....	۴-۲-۳-۲۷. کانی‌سازهای رگچه‌ای سه‌بعدی (استوک‌ورک).....
۴۴۱.....	۵-۲-۳-۲۷. کمپلکس‌های کربوناتیت و سنگ قلیایی.....
۴۴۲.....	۶-۲-۳-۲۷. ذخایر بازماندی.....
۴۴۲.....	۷-۲-۳-۲۷. کانی باطله (گانگ).....
۴۴۲.....	۸-۲-۳-۲۷. لوله‌های برشی.....
۴۴۲.....	۹-۲-۳-۲۷. به عنوان پرکننده‌ها در فضاها باز.....
۴۴۲.....	۱۰-۲-۳-۲۷. پگماتیت‌ها.....
۴۴۳.....	۱۱-۲-۳-۲۷. رسوبات دریاچه‌ای.....
۴۴۳.....	۴-۲۷. توزیع ذخایر فلوریت.....
۴۴۳.....	۵-۲۷. روش‌های اکتشاف و استخراج.....
۴۴۴.....	۱-۵-۲۷. روش‌های استخراج.....
۴۴۵.....	۲-۵-۲۷. روش‌های پرعیارسازی.....
۴۴۷.....	۶-۲۷. مشخصات محصول.....
۴۴۸.....	۷-۲۷. کاربردهای فلوریت.....
۴۵۰.....	۸-۲۷. عوامل زیست‌محیطی.....
۴۵۱.....	۹-۲۷. منابع.....

فصل ۲۸. گارنت

۴۵۲.....	۱-۲۸. زمین‌شناسی.....
۴۵۲.....	۱-۱-۲۸. کانی‌شناسی.....
۴۵۳.....	۲-۱-۲۸. نحوه‌های ته‌نشینی و وقوع.....
۴۵۳.....	۲-۲۸. اکتشاف و توسعه.....
۴۵۴.....	۳-۲۸. استخراج و فرایندکردن.....
۴۵۵.....	۴-۲۸. بازارهای گارنت و ملاحظات فنی.....
۴۵۵.....	۱-۴-۲۸. کاربردهای فنی.....
۴۵۶.....	۲-۴-۲۸. کاربردهای گارنت به صورت دانه‌های مجزأ.....
۴۵۶.....	۱-۲-۴-۲۸. واسطه‌های شن‌زنی ساینده.....
۴۵۷.....	۲-۲-۴-۲۸. دانه‌های ساینده برای برش با فواره‌ی آب.....
۴۵۷.....	۳-۲-۴-۲۸. واسطه‌ی با چگالی بالا در تصفیه‌ی آب.....

۴۵۸	 ۵-۴-۲۸. استانداردها برای کاربردهای گارنت
۴۵۹	 ۵-۲۸. مواد و کانی‌های جایگزین
۴۶۰	 ۶-۲۸. منابع

فصل ۲۹- گیلسونیت

۴۶۱	 ۱-۲۹. مقدمه
۴۶۱	 ۱-۱-۲۹. تعاریف
۴۶۱	 ۲-۱-۲۹. خواص
۴۶۳	 ۳-۱-۲۹. طبقه‌بندی هیدروکربنی
۴۶۳	 ۲-۲۹. اکتشافات و استخراج
۴۶۳	 ۱-۲-۲۹. روش‌های اکتشاف و ارزیابی ذخیره
۴۶۴	 ۳-۲۹. کاربردهای گیلسونیت
۴۶۴	 ۱-۳-۲۹. افزودنی به گل حفاری چاه نفت
۴۶۵	 ۲-۳-۲۹. سیمان‌کاری چاه نفت
۴۶۵	 ۳-۳-۲۹. اصلاح‌کننده‌ی چسب آسفالت پیاده‌رو
۴۶۵	 ۴-۳-۲۹. پوشش‌دهنده‌ی آسفالت و سایل نقلیه
۴۶۵	 ۵-۳-۲۹. جزء سازنده‌ی آسفالت سقف
۴۶۵	 ۶-۳-۲۹. افزاینده‌ی ماسه‌ی ریخته‌گری
۴۶۶	 ۷-۳-۲۹. جزء سازنده‌ی رنگ
۴۶۶	 ۸-۳-۲۹. جزء تشکیل‌دهنده‌ی جوهر
۴۶۶	 ۹-۳-۲۹. کاربردهای مختلف
۴۶۶	 ۴-۲۹. سلامت و ایمنی
۴۶۷	 ۵-۲۹. منابع

فصل ۳۰- گلوکونیت

۴۶۹	 ۱-۳۰. زمین‌شناسی
۴۷۰	 ۲-۳۰. کانی‌شناسی
۴۷۳	 ۳-۳۰. نحوه‌ی وقوع و منشأ
۴۷۵	 ۴-۳۰. خواص
۴۷۵	 ۱-۴-۳۰. حساسیت مغناطیسی
۴۷۵	 ۲-۴-۳۰. گرانی ویژه
۴۷۶	 ۳-۴-۳۰. ویژگی‌های گرمایی
۴۷۶	 ۵-۳۰. فناوری
۴۷۶	 ۱-۵-۳۰. اکتشاف
۴۷۶	 ۲-۵-۳۰. ارزیابی ذخایر

۵۸۰	۷-۳۵. مقررات وملاحظات زیست محیطی
۵۸۰	۱-۷-۳۵. سلامت وایمنی
۵۸۱	۸-۳۵. منابع

فصل ۳۶. سنگ آهک و دولومیت

۵۸۲	۱-۳۶. زمین شناسی
۵۸۲	۱-۱-۳۶. کانی شناسی
۵۸۶	۲-۱-۳۶. منشأ
۵۸۷	۳-۱-۳۶. طبقه بندی
۵۸۸	۴-۱-۳۶. توزیع ذخایر
۵۸۹	۵-۱-۳۶. اکتشاف
۵۹۱	۶-۱-۳۶. مغزه گیری
۵۹۲	۷-۱-۳۶. مته کاری سنگ
۵۹۲	۸-۱-۳۶. نمونه برداری سطحی
۵۹۳	۲-۳۶. ارزیابی و آزمایش
۵۹۳	۱-۲-۳۶. خواص فیزیکی
۵۹۵	۲-۲-۳۶. خواص شیمیایی
۵۹۶	۳-۲-۳۶. ویژگی ها
۵۹۹	۳-۳۶. کاربردها
۵۹۹	۴-۳۶. استخراج
۵۹۹	۱-۴-۳۶. استخراج روباز
۶۰۰	۲-۴-۳۶. استخراج زیرزمینی
۶۰۱	۳-۴-۳۶. فرایند کردن
۶۰۳	۵-۳۶. منابع

فصل ۳۷. منابع لیتیم

۶۰۶	۱-۷. مقدمه
۶۰۷	۲-۳۷. زمین شیمی لیتیم
۶۰۹	۳-۳۷. کانی های لیتیم
۶۰۹	۱-۳-۳۷. اسپودومن
۶۰۹	۲-۳-۳۷. لپیدولیت
۶۱۰	۳-۳-۳۷. پتالیت
۶۱۰	۴-۳-۳۷. یوکرپتیت
۶۱۰	۵-۳-۳۷. آمبلیگونیت
۶۱۱	۶-۳-۳۷. هکتوریت

۶۱۱.....	۴-۳۷. شوراب‌های قاره‌ای.....
۶۱۳.....	۵-۳۷. کاربردها.....
۶۱۵.....	۶-۳۷. منابع.....

فصل ۳۸. کانی‌ها و ترکیبات منیزیم

۶۱۸.....	۱-۳۸. مقدمه.....
۶۱۹.....	۲-۳۸. زمین‌شناسی.....
۶۲۲.....	۳-۳۸. اکسید منیزیم مصنوعی.....
۶۲۲.....	۴-۳۸. فناوری.....
۶۲۲.....	۱-۴-۳۸. اکتشاف.....
۶۲۳.....	۲-۴-۳۸. استخراج.....
۶۲۳.....	۳-۴-۳۸. فرایند کردن.....
۶۲۳.....	۱-۳-۴-۳۸. اکسید منیزیم پخته و تشویه شده با سوزآور.....
۶۲۴.....	۲-۳-۴-۳۸. هیدروکسید منیزیم.....
۶۲۵.....	۳-۳-۴-۳۸. کلرید منیزیم.....
۶۲۶.....	۴-۳-۴-۳۸. سولفات منیزیم.....
۶۲۷.....	۵-۳۸. کاربردها.....
۶۲۷.....	۱-۵-۳۸. اکسید منیزیم سیاه سوخته.....
۶۲۷.....	۲-۵-۳۸. اکسید منیزیم تشویه شده با سوزآور.....
۶۲۸.....	۳-۵-۳۸. هیدروکسید منیزیم.....
۶۳۰.....	۴-۵-۳۸. کلرید منیزیم.....
۶۳۱.....	۵-۵-۳۸. سولفات منیزیم.....
۶۳۱.....	۶-۳۸. عبارها و ویژگی‌ها.....
۶۳۳.....	۷-۳۸. محصولات جانبی و محصولات مشترک.....
۶۳۳.....	۸-۳۸. جایگزین‌ها.....
۶۳۳.....	۹-۳۸. مقررات و ملاحظات زیست محیطی.....
۶۳۴.....	۱۰-۳۸. منابع.....

فصل ۳۹. منگنز

۶۳۵.....	۱-۳۹. مقدمه.....
۶۳۶.....	۳-۳۹. زمین‌شناسی.....
۶۳۶.....	۱-۳-۳۹. زمین‌شیمی.....
۶۳۶.....	۲-۳-۳۹. ذخایر.....
۶۳۸.....	۴-۳۹. فناوری.....
۶۳۸.....	۱-۴-۳۹. اکتشاف.....