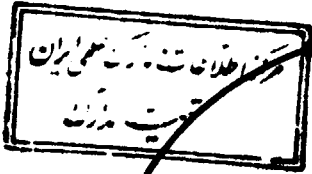


۲۷۹۹۲



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی معدن

۱۳۷۸ / ۱۰ / ۲۵

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی استخراج معدن

کانه آرایبی کارنت منطقه فشارک اصفهان

استاد راهنما:

دکتر منوچهر اولیاءزاده

اساتید مشاور:

دکتر کاظم سید امامی

مهندس جمشید روح شهباز

نگارش:

محمد مهدی محمدیان شهربابکی

اسفند ۷۷

۴۸۱۳

۲۷۶۹۲



﴿ تقدیم به او که ﴾

با دلی آرام، قلبی مطمئن، روحی شاد و ضمیری امیدوار سفر کرد

و تقدیم به

سبکبالانی که قفس تن مرا دریدند

و شوریده حال، سفر

کردند.

تشکر و قدردانی:

پس از حمد و ثنای حضرت احدیت جلی و علی و سپاس از الطاف بیکران او در تدوین این اثر، آنچه که اکنون در پیش روی خوانندگان گرانمایه است بدون تردید مرهون زحمات و راهنماییهای خالصانه جناب آقای دکتر منوچهر اولیازاده و همچنین جناب آقای مهندس جمشید روح شهباز است که از ایشان کمال تشکر و قدردانی میکنم.

برخود لازم میدانم از زحمات آقایان دکتر میرمحمدعلی میرمحمدی ، دکتر سیدکاظم سیدامامی و دکتر محمد نوع پرست که در تدوین این پایان نامه از نظرهای ایشان استفاده کرده‌ام ، کمال تشکر و قدردانی را ابراز میدارم.

همچنین از مسئولین اداره کل معادن و فلزات استان اصفهان آقایان مهندس تأخیری ، مهندس فروغی ، مهندس هدایت و سایر همکاران ایشان که امکان کار روی این پروژه را برای اینجانب فراهم کردند متشکر و سپاسگزارم.

در پایان از تمامی اساتید و کارکنان گروه مهندسی معدن بخصوص آقای مهندس علی قربای که در طول مراحل تهیه این پایان نامه اینجانب را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده پایان نامه:

گرونا نام عمومی برای گروهی از ترکیبات سلیکاته با خواص، شکل بلورین و فرمول شیمیایی یکسان هستند. از معروفترین انواع گرونا میتوان به پیروپ، آلماندین، اسپسارتیت، گروسولاریت، آندرادیت و اوراوویت نام برد. عمده مصرف گروناها در صنایع سندبلاست، ساینده، برش با جت آب و تصفیه آب است.

ناحیه مورد مطالعه به وسعت حدود ۱۹ کیلومتر مربع در غرب شمال غرب روستای فشارک در دامنه جنوبی ارتفاعات مارشینان و در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال شرق اصفهان قرار دارد. توده اسکارن وژه در دو کیلومتری شمال مزرعه وژه و در ۷ کیلومتری شمال غرب روستای فشارک قرار دارد.

به منظور دستیابی به ترکیبات کانی شناختی، نوع گارنت، خواص شیمیایی و حد بهینه خرد کردن که از عوامل مؤثر در طراحی فلوشیت کارخانه فرآوری گرونا می‌باشند. نمونه‌های منطقه مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج زیر حاصل شد: گرونای منطقه از نوع گروسولار با وزن مخصوص ۳/۴۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و عیار متوسط ۲۵ درصد شناسائی شد. ذرات آن از شکل گوشه دار بوده لذا از دیدگاه کاربرد در صنایع ساینده و تصفیه آب از اهمیت خاصی برخوردار است.

عمده ناخالصی‌های همراه گارنت عبارت از کلسیت، ولاستونیت، دولومیت، کوارتز و بمقدار کمتر شامل ایدوکراز، اپیدوت، دیوپسید و کانیهای فلزی که بصورت هم‌رشدی یا جدا از بلورهای گارنت در سنگ دیده شدند، هستند. درجه آزادی قابل قبول برای این نمونه سنگ در دانه‌بندی کوچکتر از ۸۵۰ میکرون بدست می‌آید. ولی با توجه به نوع بازار مصرف محصول این کانی که ابعاد محصول نقش عمده‌ای در پیدا کردن بازار مصرف ایفا میکند در طراحی فلوشیت کارخانه فرآوری حد خرد کردن ۱۰۰۰ میکرون در نظر گرفته شد. با توجه به مسائل عنوان شده پیش بینی گردید که بتوان گارنت را به روشهای فرآوری ثقلی، مغناطیسی و فلوتاسیون از ناخالصی‌های همراه جدا کرد. بر همین اساس مطالعات و آزمایشهای فرآوری توسط مایع سنگین، جیگ، میز لرزان، مولتی‌گراویتی، جداکننده‌های مغناطیسی خشک و تر و فلوتاسیون در بخشهای مختلف ابعادی انجام شد.

ابتدا آزمایشهای فرآوری ثقلی در بخشهای ابعادی بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون توسط مایع سنگین، جیگ و میز لرزان انجام شد. بغیر از مایع سنگین که بازیابی قابل قبولی ارائه داد در سایر آزمایشها ثقلی درگیر بودن گارنت و باطله نتایج ضعیفی بدست آمد. بنا براین در مرحله دوم آزمایشهای فرآوری در بخشهای ابعادی کوچکتر از ۱۰۰۰ میکرون توسط مایع سنگین، جیگ، میز لرزان، مولتی‌گراویتی، جدایش

مغناطیسی خشک و تر انجام شد. نتایج بدست آمده از آزمایشها در این مرحله بدین شرح است: در آزمایشهای مایع سنگین و در جدایش مواد توسط جداکننده مغناطیسی خشک بازیابی قابل قبول ولی عیار پایین بدست آمد، در جدایش مواد توسط جیگ نتایج ضعیف است، در میز لرزان عیار متوسط تا خوبی و بازیابی متوسط بدست آمد. نتایج بدست آمده در جدایش مواد توسط مولتی گراویتی و جداکننده مغناطیسی تر با شدت بالا ضعیف است. دلایل پایین بودن نتایج فرآوری مواد در این مرحله اولاً درگیر بودن ذرات گارنت و باطله و ثانیاً اختلاف کم وزن مخصوص گارنت و سبکترین کانی است (حداکثر اختلاف ۰/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب است). و در ادامه آزمایشهای فرآوری برای بدست آوردن نتایج بهتر از روش فرآوری فلوتاسیون استفاده شد. آزمایشهای فلوتاسیون در چند مرحله و در شرایط مختلف انجام شد. بهترین نتایج از نظر بازیابی و عیار گارنت در بخش ابعادی کوچکتر از ۴۲۵ میکرون انجام شد که با یک مرحله شستشو میتوان عیار خیلی خوبی و بازیابی قابل قبول بدست آورد.

دو مرحله عملیات حرارتی نیز بر روی نمونه‌های سنگ گرونا برای بررسی تأثیر این آزمایش در خورد کردن سنگ گرونا و درجه آزادی قطعات گارنت، انجام شد یکی در ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد بمدت یک ساعت و دوم در ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد در دو زمان ۲/۵ و ۴ ساعت حرارت داده شدند. نتایج بدست آمده از عملیات حرارتی تأثیر خوبی بر روی ابعاد سنگ گرونا داشته و باعث آزادی قطعات گارنت در اندازه درشت شده است.

نتایج حاصله از آزمایشهای فرآوری مختلف مشخص نمود که با تلفیق میز لرزان در چند مرحله در بخش ابعادی ۱۰۰۰-۴۰۰ میکرون و میز لرزان و فلوتاسیون در بخش ابعادی کوچکتر از ۴۰۰ میکرون کنسانتره‌ای با عیار و بازیابی مناسب بدست می‌آید.

با توجه به مشخصات محصول بدست آمده از عملیات فرآوری، استفاده از این محصول را در صنایع سندبلاست، سنگهای سنباده، تصفیه آب، پوشش‌ها و واکسهای سنباده توصیه میگردد.

فهرست

صفحه

عنوان

فصل اول:

۱	۱- گرونا مشخصات و کاربرد
۱	۱-۱- مشخصات زمین شناسی و کانی شناسی گروناها
۱	۱-۱-۱- مشخصات ظاهری گروناها
۴	۱-۱-۲- مشخصات میکروسکوپی گروناها
۶	۲-۱- موارد کاربرد گرونا و بررسی بازار مصرف
۶	۱-۲-۱- کلیات
۱۰	۲-۲-۱- بررسی وضعیت گارنت و سایر ساینده‌ها
۱۲	۳-۲-۱- کاربرد در سندبلاست
۱۴	۴-۲-۱- برش درجت آب
۱۵	۵-۲-۱- استفاده در تصفیه آب
۱۶	۶-۲-۱- کاغذ و پارچه‌های ساینده
۱۷	۷-۲-۱- پودرهای ساینده
۱۷	۸-۲-۱- صنعت سنگ‌های قیمتی
۱۸	۳-۱- ذخایر و تولید جهانی گرونا
۲۲	۴-۱- قیمت گرونا
۲۳	۵-۱- فرآوری

فصل دوم

۲۷	۲- ذخایر و منابع گارنت و بررسی بازار ساینده‌ها در ایران
۲۷	۱-۲- گروناي منطقه فشارک اصفهان
۲۸	۱-۱-۲- موقعیت جغرافیایی
۲۹	۲-۱-۲- زمین شناسی و سنگ شناسی منطقه
۳۲	۳-۱-۲- توده اسکارن فشارک
۳۲	۴-۱-۲- توده اسکارن وزه
۳۳	۵-۱-۲- مقایسه گارنت‌های فشارک و وزه

۲۳	۲-۲-۲ ذخایر و منابع کرونا در ایران
۲۳	۱-۲-۲-۱ کانسار گرونای ناحیه جنوب بافت
۲۴	۲-۲-۲-۲ گرونای زمان آباد (ازندریان)
۲۵	۳-۲-۲-۲ گرونای منطقه بکتر
۲۶	۴-۲-۲-۲ گرونای منطقه کوگبری رفسنجان
۲۸	۵-۲-۲-۲ گرونای منطقه کوه صاحب‌الزمان
۲۸	۶-۲-۲-۲ گرونای منطقه کوه ریگی رفسنجان
۲۸	۷-۲-۲-۲ گرونای منطقه سیرجان
۲۸	۸-۲-۲-۲ گرونای استان خراسان
۴۰	۲-۲-۲ بازار مصرف ساینده ها در ایران
	فصل سوم :
۲۲	۲- مطالعات مقدماتی بر روی نمونه‌های گرونای فشارک
۲۲	۱-۳-۱ نمونه برداری
۲۳	۲-۳-۲ آماده سازی نمونه‌ها و تهیه نمونه معرف
۲۳	۳-۳-۲ مطالعات تینه‌های نازک و مقاطع صیقلی
۵۰	۴-۳-۲ ترکیب شیمیایی و تعیین هویت کانی
۵۰	۱-۳-۳-۱ آزمایش نوترون اکتیویشن
۵۱	۲-۳-۳-۲ آزمایش اشعه ایکس (XRD)
۵۵	۵-۳-۲ نحوه عیار سنجی
۵۷	۶-۳-۲ مطالعات تجزیه سرد و تعیین درجه آزادی
۵۸	۷-۳-۲ تعیین اندیس کار
	فصل چهارم :
۶۱	۴- فرآوری کرونا
۶۲	۱-۳-۱ انتخاب روشهای فرآوری
۶۲	۲-۳-۲ روشهای تقلی فرآوری کرونا
۶۲	۱-۲-۳-۱ کلیات
۶۵	۲-۲-۳-۲ آماده سازی نمونه‌ها
۶۷	۳-۲-۳-۲ آزمایشهای مایع سنگین
۶۹	۴-۲-۳-۲ نتایج آزمایشهای تقلی
۷۶	۳-۳-۲ جدایش مغناطیسی

۸۰	۲-۲- فلوتاسیون
۸۰	۱-۴-۴- مقدمه
۸۰	۲-۴-۴- مطالعات و آماده سازی نمونه ها
۸۱	۳-۴-۴- نتایج آزمایشهای فلوتاسیون
۱۲۱	۵-۲- فرآوری حرارتی نمونه سنگ گرونا
۱۲۱	۱-۵-۲- تئوری پخت سنگ
۱۲۲	۲-۵-۲- عملیات حرارتی بخشهای ابعادی کوچکتر از ۲۵ میلیمتر
۱۲۶	۲-۵-۲- عملیات حرارتی بر روی قطعات بزرگ گرونا

۱۲۳	نتیجه گیری نهایی
۱۲۳	منابع
۱۲۶	ضمائم

هوا بقوت تو کوه بردارد
چنگه قوت بیجاد بر ندارد گاه (توری)

فصل اول

گرونا مشخصات، کاربرد و فرآوری

گارنت، در فارسی قدیم به آن بیجاد می گفتند. در لغت نامه دهخدا در شرح کلمه بیجاد چنین آمده است، مخفف بیجاده، یاقوت، و بعضی گویند سنگ ریزه ایست سرخ مانند یاقوت اما بسیار کم بها و او نیز گاه را جذب می کند. جوهری است سرخ که مانند کهریا جذب گاه کند. [۱]

۱-۱-۱- مشخصات زمین شناسی و کانی شناسی گروناها:

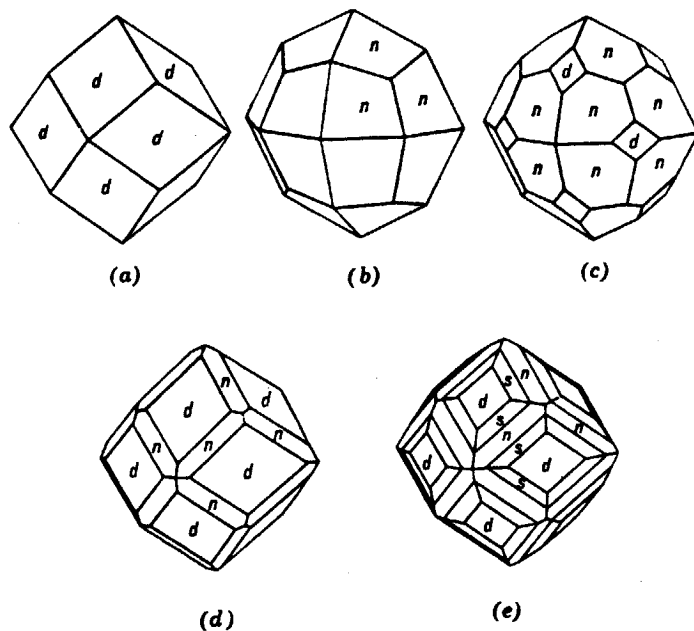
۱-۱-۱-۱- مشخصات ظاهری گروناها:

گرونا نامی عمومی برای گروهی از ترکیبات سیلیکاته با خواص، شکل بلورین و فرمول شیمیایی مشابه می باشند. این کانی در سیستم مکعبی متبلور شده و شامل یک سری فرمهای بلورین دوازده وجهی لوزی شکل تا چهل و هشت وجهی دوزنقه ای شکل می باشد. اشکال مختلف بلورین گرونا در شکل (۱-۱) آمده است. [۲]

نام گرونا (گارنت) از زبان لاتین و از لغت گروناتوس (Granatus) به معنای دانه اناری مشتق شده است. در فارسی قدیم به آن بیجاد می گفتند. فرمول شیمیایی این کانی به صورت $A_3B_2(SiO_4)_3$

می‌باشد که در آن عنصر سه ظرفیتی (A) می‌تواند هر یک از عناصر کلسیم، منیزیم، آهن یا منگنز باشد و بجای عنصر دو ظرفیتی (B) عناصری همچون آلومینیوم، آهن، کروم یا تیتانیم می‌تواند جایگزین شود. [۲]
 تراکم و نظم ساختمانی کاتیونها و چهار وجهی‌های SiO_4 بیشتر در صفحات (۱۱۰)، (۲۱۱)، (۱۰۰) و (۱۱۱) صورت می‌گیرد، بطوریکه جایگزینی کاتیونها بیشتر در صفحات مذکور به وقوع می‌پیوندد و به همین دلیل مهمترین و عادی‌ترین اشکال بلورین گروناها در طبیعت به صورت دوازده وجهی لوزی شکل، شکل (g-1-1) دیده می‌شود. و ترکیبی از اشکال بلورین لوزی و دوزنقه‌ای شکل نیز به صورت اشکال (d-1-1) و (c-1-1) وجود دارد که در طبیعت کمتر دیده می‌شوند ولی نوع چهل‌وهشت وجهی شکل (e-1-1) بندرت در طبیعت یافت شده است. [۲]

تا کنون بیش از سی نوع مختلف گرونا مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفته است. در جدول (1-1) نام و فرمول شیمیایی تعدادی از آنها آورده شده است. ولی مهمترین آنها که در صنایع ساینده، تصفیه آب و غیره کاربرد دارند شش نوع بسیار معروف هستند که مشخصات کامل آنها در جدول (1-2) درج گردیده است. قابل ذکر است که در مطالعات کانی شناسی گروناها را به دو گروه اصلی از نوع پیرال اسپیت‌ها (Pyralspite) و اوگرانیت‌ها (Ugrandite) تقسیم بندی می‌کنند. [۲،۳]



شکل ۱-۱: اشکال متداول بلورین گرونا [۴]

جدول (۱-۱) : نام و فرمول شیمیایی تعدادی از انواع گرونا [۵،۴،۲]

تعدادی از انواع گروناهای کمیاب که بیشتر مصرف آنها در جواهر سازی و کانی شناسی است		فراوان ترین انواع گرونا که بیشتر مصرف آنها در صنایع ساینده ، تصفیه آب و ... است	
فرمول شیمیایی	نام	فرمول شیمیایی	نام
$Ca_3Al_2(SiO_4)_{3-x}(OH)_4$	Hydrogrossular هیدروگروسولار	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	Pyrope پیروپ
$Ca_3(Mn,Al)(SiO_4)_2(OH)_4$	Henritermierite هنریترمیریت	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	Almandine آلماندین
$Ca_3V_2(SiO_4)_3$	Goldmanite گلدمانیت	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	Spessartite اسپسارتیت
$Ca_3(Zr,Ti)_2(Al,Si)_2O_4$	Kimzeyite کیمزیت	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	Grossularite گروسولاریت
$Mg_3Cr_2(SiO_4)_3$	Knorringite کنورینگیت	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	Andradite آندرادیت
$Mg_3(Fe,Al,Si)_2(SiO_4)_3$	Majorit ماژوریت	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	vanovite لواروویت
$Ca_3(Fe,Ti)_2((Si,Ti)O_4)_3$	Schorlomite شورلومیت		
$Mn_3V_2(SiO_4)_3$	Yamatoite یاماتوئیت		
از دو قسمت پیروپ و یک قسمت آلماندین تشکیل شده است	Rodolite رودولیت		
نوعی آندرادیت	Topazolite توپازولیت		
نوعی آندرادیت	Demantoid دمانتوئید		
نوعی آندرادیت تیتان دار است	Melanite ملانیت		

بر اساس عناصر تشکیل دهنده فرمول $A_3B_2(SiO_4)_3$ گروناها را می توان به سه دسته عمده تقسیم کرد [۴،۲]

الف (گروناهای آلومینیوم دار (Aluminium Garnet) :

- گروسولاریت (Grossularite) یا اسیونیت (Essonite) به فرمول $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$: نام این کانی از خوشه

انگور بمعنی سبز روشن گرفته شده است.

- پیروپ (Pyrope) به فرمول $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$: نام این کانی از زبان یونانی بمعنی آتشین (Firelike) یا مثل آتش

گرفته شده است . رودولیت (Rodolite) نام کانی از گروه گرونا است که برنگ صورتی کم رنگ تا لرغوانی

می باشد و ترکیب آن در طبیعت از دو قسمت پیروپ و یک قسمت آلماندین تشکیل شده است.

- آلماندین (Almandine) به فرمول $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$: نام این کانی از آلاباندا (Alabaanda) نام محلی که

در زمانهای قدیم در آنجا گروناها را شفاف می کردند گرفته شده است .

- اسپسارتیت (Spessartite) به فرمول $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$:

ب (گروناهای آهن دار (Iron Garnet) :

- آندرادیت (Andradite) به فرمول $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$: نام این کانی از نام یک کانی شناس پرتغالی به نام

آندرادا (Andrada) اقتباس شده است . از انواع قیمتی آن، توپازولیت (Topazolite) که برنگ

زرد متمایل به سبز و قهوه‌ای، دمانتوئید (Dematoid) برنگ سبز و ملانیت (Mellanite) برنگ سیاه در طبیعت دیده می‌شود.

ج) گرونای کروم دار (Chromium Garnet) :

- اواروویت (Uvarovite) به فرمول $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$: نام این گرونا از نام یکی از رؤسای سابق لنینگراد به نام اوارووی (Uvarovy) گرفته شده است.

۱-۱-۲- مشخصات میکروسکوپی گروناها:

رنگ : در مقاطع نازک این کانیها بیرنگ تا متمایل به قرمز کم‌رنگ، قهوه‌ای کم‌رنگ تا تیره و خاکستری سبزفام دیده می‌شوند.

شکل : بلورهای شکل دار دوازده وجهی با مقاطع شش ضلعی و بلورهای دوزنقه‌ای با مقاطع هشت ضلعی خیلی معمول است. گروناها به صورت دانه‌های چند ضلعی شکل دار تا بی‌شکل که توده‌ای شکل هستند نیز یافت می‌شوند.

رخ : این کانیها فاقد رخ بوده ولی ممکن است سطح جدایشی بموازات صفحه (۱۱۰) داشته باشند. قابل ذکر است بعضی از انواع آلمانین دارای یک ساختمان متورق است که ناشی از صفحات ضعیف بوده و در طول آنها جدایش صورت می‌گیرد. بایستی توجه داشت که این جدایش ارتباطی به شکل بلورین کانی نداشته و یک کلیواژ واقعی نیست.







برجستگی : گروناها دارای برجستگی نسبتاً زیادی هستند و ضریب انکسار آنها بیشتر از کانادابالزام (چسبی که در تهیه تیغه نازک از آن استفاده می‌شود) است.

بیرفرزئانس : اغلب انواع آن بین نیکول‌های عمود بر هم ایزوترپ و تیره رنگ می‌باشند اما بعضی از آنها بطور غیر عادی دارای بیرفرزئانس ضعیف هستند.

ماکل : در این کانیها ماکل ممکن است بصورت ساده یا پلی‌ستتیک ظاهر شود صفحه ماکل بیشتر (۰۰۱) است. خاموشی : انواع بدون ماکل اکثراً ایزوترپ هستند ولی ماکزیمم زاویه خاموشی با اثر صفحه ماکل زاویه‌ای بین ۲۴ تا ۳۱ درجه می‌سازد.

ساخت منطقه‌ای : در انواع دگرگونی مجاورتی بعلت نفوذ و تراوش دوره‌ای محلولها و مواد، بافت و ساخت منطقه‌ای دیده می‌شود. [۲۴]

جدول ۱-۲: انواع مهم و فراوان گرونها و مشخصات فیزیکی آنها [۸۷، ۶۵، ۳، ۲]

درصد ترکیب شیمیایی			تشکیل	منشاء و محیط	قابلیت کمک شاملو مشخصات فوب	ضریب انکسار	شکل بلور	سختی و وزن مخصوص	رنگ	انواع گرونا	گروه گرونا
نام ترکیب %	نام ترکیب %	نام ترکیب %									
۳۳/۸	۲۸/۸	۳۳/۸	در سنگهای آذرین و دگرگونی عمیق (در سنگهای اکلوئیت)	در سنگهای آذرین و دگرگونی با درجه پایین تا بالا	مشکل گلوله کوره خاصیت منطپس ندارد	۱۷۳۰ - ۱۷۶۶		۶/۵ - ۷/۵ ۲/۵ - ۲/۸	قرمز خونی سبزه سایل به صورتی یا نارنجی، قرمز	پروپ $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	گروه پیرالاسپیت Pyralispite Series
۳۳/۳	۲۰/۵	۲۶/۲	در سنگهای دگرگونی با درجه پایین تا بالا	در سنگهای دگرگونی با درجه پایین تا بالا	تقریباً آسان گلوله سیاه خاصیت منطپس دارد	۱۷۵ - ۱۸۳		۷ - ۷/۵ ندرتاً ۸ - ۹ ۲۸ - ۳۲	قرمز، قرمز سایل به قهوه‌ای یا بنفش، بنفش تیره، قهوه‌ای سایل به سیاه	الماندین $Fe_2Al_2(SiO_4)_3$	گروه پیرالاسپیت Pyralispite Series
۳۳/۰	۲۰/۶	۲۶/۲	در سنگهای دگرگونی و گاهی در سنگهای آذرین	در سنگهای دگرگونی و گاهی در سنگهای آذرین	تقریباً آسان گلوله سیاه خاصیت منطپس ندارد	۱۷۹ - ۱۸۱		۶/۰ - ۷/۵ ۲/۸ - ۳/۲	قرمز، صورتی، نارنجی یا قهوه‌ای سایل به زرد، نارنجی، قهوه‌ای پر رنگ تا سیاه	اسپسار تیت $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	گروه پیرالاسپیت Pyralispite Series
۳۳/۳	۲۲/۸	۲۰/۰	در سنگهای دگرگونی مجاورتی با منشاء آهکی ماری	در سنگهای دگرگونی مجاورتی با منشاء آهکی ماری	تقریباً آسان گلوله سیاه خاصیت منطپس ندارد	۱۷۲ - ۱۸۱		۶/۵ - ۷/۵ ۲/۲ - ۲/۸	سفید، سبز کم رنگ، سبز، صورتی خاکستری، زرد سبز سایل به زرد قهوه‌ای	گروسولاریت $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	گروه اوگراندیت Ugrandite Series
۳۳/۰	۲۱/۵	۲۸/۵	در سنگهای دگرگونی مجاورتی با منشاء آهکی ماری	در سنگهای دگرگونی مجاورتی با منشاء آهکی ماری	آسان گلوله سیاه خاصیت منطپس شدید دارد	۱۸۸ - ۱۷۴		۶/۵ - ۷/۵ ۲/۸ - ۲/۸	زرد کم رنگ تا قهوه‌ای سیاه، صورتی سایل به زرد، سبز سایل به زرد یا قهوه‌ای	آندرادیت $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	گروه اوگراندیت Ugrandite Series
۳۳/۶	۲۰/۵	۲۵/۹	در سربالایش‌های مجاورت رگه‌ها و عصب‌های کرومیت	در سربالایش‌های مجاورت رگه‌ها و عصب‌های کرومیت	تقریباً غیر قابل ذوب گلوله سبز رنگ دارد	۱۷۳ - ۱۸۷		۶/۵ - ۷/۵ ۲/۲ - ۲/۸	سبز زردی، سبز سایل به زرد	نوواریت $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	گروه اوگراندیت Ugrandite Series

۱-۲- موارد کاربرد گرونا و بررسی بازار مصرف :

۱-۲-۱- کلیات:

گارنت (انار سنگ) نام کلی گروهی از کانیها است که رنگ جوش وارگی و نحوه شکست متفاوتی دارند و برای پوشش ساینده کاغذ و پارچه ، پاشنه‌های یاتاقان ساعت‌ها ، جهت پرداخت لوازم الکترونیک ، بتن‌های ضد سایش و از نمونه‌های مرغوب بعنوان سنگ نیمه قیمتی در صنایع جواهر سازی استفاده می‌شود. گارنت در ابعاد دانه‌ای برای تولید سنگهای سنباده ، کاربردهای افزایش اصطکاک و سندبلاست و تولید وسایل فیلتری بکار برده می‌شود. [۶،۳]

از جمله عوامل کنترل کننده مصرف گارنت در صنایع مختلف عیار ، میزان سختی ، وزن مخصوص ، دانه‌بندی ، شکل ذرات ، تیزی ، وجود مواد درون‌گیر (ادخال) و چگونگی شکست را می‌توان نام برد. [۹]

برای کاربرد گرونا در صنایع ساینده (که بطور کلی بزرگترین بازار مصرف گارنت را تشکیل می‌دهند) این کانی بایستی دارای گوشه‌های تیز بوده و از سختی بالایی برخوردار باشد ، فاقد ادخال بوده و پس از شکستن و خرد شدن مجدداً تولید ذرات گوشه دار و تیز نماید. قابل ذکر است که هیچ روش مشخصی تاکنون جهت تعیین کیفیت ساینده‌گی گرونا ارائه نشده است. مهمترین کاربردهای انواع فراوان گرونا در صنایع مختلف در جدول (۱-۳) جمع آوری شده است. [۹۵]

موارد مصرف گارنت را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم کرد:

الف (سندبلاست) (Sand blast)

ب (برش با جت آب) (Water jet cutting)

ج (تصفیه آب) (Water filtration)

د (تولید ساینده‌های پوششی) (Coated abrasives) شامل: کاغذهای سنباده ، پارچه‌های سنباده ، سنگ‌های ساینده ، چرخ‌ها و غلطک‌های ساینده که از انواع مرغوب گرونا در تهیه این نوع ساینده‌ها استفاده می‌شود.

ه (پودر و گریس سمباده) (Polishing/lapping)

و (کاربردهای زینتی) (Gem industry)

ز (بتن‌های ضد لغزش) [۹،۷۶]