

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی

بخش مهندسی معدن

درس استخراج سنگ های ساختمانی


دکتر محسن طاهری مقدر

پاییز ۱۳۹۱

اهداف دوره

- **هدف کلی:** در پایان یک نیمسال از دانشجو انتظار می رود اطلاعات کافی در مورد سنگهای ساختمانی و روشهای استخراج آنها را بدست آورد.
- **اهداف جزئی:** دانشجو باید بتواند:
 - انواع سنگهای ساختمانی را تشخیص دهد.
 - روشهای مختلف و شرایط کاربرد هر کدام را شرح دهد.
 - ماشین آلات مورد استفاده برای کندن یا برش سنگ در معادن سنگ ساختمانی را انتخاب کند.
 - یک معدن سنگ ساختمانی را طراحی کند و محاسبات مربوط به محاسبه ذخیره و طراحی را انجام دهد.

 <p>سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران</p>	۱- مقدمه	درس استخراج سنگ های ساختمانی دکتر محسن طاهری مقدر
<h2 style="margin: 0;">منابع</h2>		
<ul style="list-style-type: none"> • استخراج سنگ های ساختمانی ، ۱۳۸۷، محمد عطایی، دانشگاه شهروود. • سنگهای تزئینی و نما ، ۱۳۷۱، نبیان؛ فرهادیان؛ برادران، حمیدی انارکی، وزارت معادن و فلزات. • اولین سمینار سنگهای ساختمانی، ۱۳۶۷ 		

 <p>سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران</p>	۱- مقدمه	درس استخراج سنگ های ساختمانی دکتر محسن طاهری مقدر
<h2 style="margin: 0;">تاریخچه سنگهای تزئینی</h2>		
<ul style="list-style-type: none"> • سنگ ساختمانی تاریخچه سنگ یکی از ابتدایی ترین مصالح ساختمانی است که انسان برای ساختن ابزار و پناهگاهها و رفع نیاز خود استفاده کرده است . دوره های کهن سنگی و پارینه سنگی نشان دهنده دوره هایی است که در آن کاربرد سنگ بر فلز و دیگر مصالح مقدم بوده است. آثار خانه های از سنگ چیده شده در شمال ایران متعلق به ۷۰۰۰ سال پیش موجود است . • در حال حاضر بیش از ۵۰۰۰ واحد تولید سنگ و سنگبری در ایران وجود دارد که ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ واحد آن در استان های تهران، قم و اصفهان قرار دارند. 		
4		

خواص عمومی سنگها

- مواردی مانند مقاومت در برابر کشش ، تحمل فشار ، نفوذپذیری ، انتشار امواج، پایداری و درنظرگرفتن امتداد لایه بندی و سطوح ضعیف می تواند از اهمیت زیادی در بررسی سنگها برخوردار باشد .
- در مجموع سنگ ساختمانی بدون شیار ، رگه ، ترک ، خلل و فرج، پوسیدگی و لایه سست باشد و حتی المقدور رنگی یکنواخت داشته باشد.

مشخصات مطلوب سنگ

- نداشتن آثار ناشی از پدیده ی دگرسانی
- نداشتن عوارض زمین شناسی(درزه و شکاف و...)
- نداشتن شیستوسیتة و لایه بندی
- داشتن قابلیت برش ، ساب و صیقل
- داشتن سختی قابل قبول
- داشتن طرح و رنگ زیبا
- نبود لایه های رسی در داخل سنگ
- کم بودن تخلخل و ضریب جذب آب
- داشتن مقاومت اصطکاکی، فشاری و کششی مناسب
- داشتن دوام مناسب (در مقابل هوازدگی، آتش سوزی، گرما و سرما)
- آسانی استخراج (از نظر توپو گرافی، راههای دسترسی....)
- وجود ذخیره کافی برای یک دوره بهره برداری

عوامل مؤثر در کیفیت سنگ

- عوامل غیر قابل کنترل:
 - نوع سنگ
 - رنگ سنگ
- عوامل قابل کنترل:
 - نحوه استخراج
 - نحوه برش و صیقل
 - دقت در انتخاب و نصب

7

سنگ های ساختمانی و انواع آن

- سنگ ساختمانی (Building stone, Dimension stone): سنگ هایی هستند که با یا بدون تغییر شکل فیزیکی در یکی از قسمت های ساختمان مانند پی، کف، دیواره، نما، سنگ فرش جاده، دیواره پل، ساختمان های زیرزمینی و ... به کار می روند. به دو دسته تقسیم می شوند:
 - سنگ های زیر بنایی: به صورت خرده سنگ، لاشه سنگ، لوح و... به کار می روند و کار زیادی روی آنها انجام نمی شود. در قسمت های اصلی فیزیکی و نگهدارنده ساختمان، راه، دیواره پل... به کار می روند.
 - سنگ های تزئینی و نما: سنگ های مستحکمی هستند که واجد مشخصات کیفی خاصی هستند. طوری که پس از برش در اندازه های مختلف و ساب و صیقل خوردن در قسمت هایی از ساختمان که در معرض دید هستند به کار می روند.

8



انواع شکل های سنگ ساختمانی

- ▶ به صورت سنگ قله، سنگ لاشه، سنگ قواره، سنگ بادبر، سنگ پلاک، سنگ درپوش، سنگ ستون و حتی به صورت ظروف و وسایل سنگی وجود دارد.
- ▶ قطعات بزرگ سنگی که از معدن به دست می آورند به نام «سنگ قله» معروف است. سنگ قله نباید در زیر تیغه برش خرد شود و حتی المقدور بزرگ و قابل حمل باشد سنگ قله را بوسیله دیلم، دست انفجار و یا برش از معدن جدا می کنند و بسته به نوع جنس و کاربرد آن در کارگاه بوسیله عملیات مکانیکی آماده کار می سازند.

9



انواع شکل های سنگ ساختمانی

- ▶ **بلوک**: قطعه سنگ بزرگی که بطور طبیعی یا با روشهای مختلف استخراج سنگهای ساختمانی از توده سنگ جدا می شود وقابل تقسیم به چند کوپ و قواره است.
- ▶ **کوپ**: قطعه ای از سنگ که برای تهیه پلاک در کارخانه های سنگ بری مورد استفاده قرار می گیرد. وزن کوپ به طور معمول بیش از چند تن است و تا ۲۰ تن هم می رسد. کمترین وزن بلوک به بازار و نوع سنگ بستگی دارد. در مورد سنگ مرمر به قطعات حدود ۰/۵ تن هم کوپ می گویند.
- ▶ **قواره**: قطعاتی از سنگ ساختمانی به شکل تقریبی مکعب مستطیل و و وزن معمولاً بیش از ۱۰ تن که برای تهیه پلاک به کارخانه های سنگ بری حمل می شود.
- ▶ کوپ و قواره معنی تقریباً یکسانی دارند.

10



انواع شکل های سنگ ساختمانی

- **سنگ پلاک** : صفحاتی از سنگ که در کارخانه سنگ بری از بلوک یا قواره تهیه می شود و پس از ساب و صیقل به قطعات مورد نظر تقسیم می شود. برای نما سازی در سطوح از سنگ پلاک استفاده میشود. سنگ پلاک را برای تزئینات داخل و خارج ساختمان استفاده می کنند.
- **سنگ لاشه**: سنگ های ساختمانی که ضمن استخراج به شکل قواره یا کوپ به دست نمی آید و معمولاً شکل هندسی منظمی ندارند و باطله محسوب می شوند. برای تهیه خرده سنگ، سنگ موزاییک، زیر سازی و ... استفاده می شود. عموم سنگ های ساختمانی که به صورت مالون یا اشکال نامنظم برای پی ساختمان، دیوار یا پایه پل استفاده می شوند در ردیف سنگ های لاشه قرار دارند.

11



انواع شکل های سنگ ساختمانی

- **سنگ بادبر (مالون)** : سنگی است که با تیشه کاری کاملاً شکل منظمی یافته و بویژه یک طرف آن شکل صاف به خود می گیرد. سنگ بادبر را در تونل سازی ، پل سازی ، جدول سازی ، دیوار های باربر و غیر باربر ، سنگ فرش و پله استفاده می کنند و یکی از عمده ترین کاربردهای مهندسی سنگ لاشه و مالون بویژه در نقاط کوهستانی اجرای قوسهای سنگی است که در پلها ، درگاه ها و طاق زیرین دالان های سنگی مورد مصرف قرار می گیرد.

12

انواع سنگهای ساختمانی ایران

- سنگ های تزئینی شامل سنگ های نرم و سنگ های سخت است.
- سنگ های نرم شامل تمام سنگ هایی است که ترکیب کربناتی دارند. مرمر، تراورتن، ماربل و سنگ های مرمریت، جزو سنگ های نرم محسوب می شوند.
- طرفداران سنگ های نرم در ایران و جهان بسیار زیاد هستند.
- سنگ های سخت را نیز سنگ های گرانیتی نام گذاری کرده اند. در تجارت سنگ این دو مقوله یعنی سنگ های نرم و سخت مدنظر قرار می گیرد.

13

انواع سنگهای ساختمانی ایران

- ▶ عمده ترین سنگهایی که در عملیات ساختمانی در ایران بکار می روند عبارتند از:
گرانیت ، سنگ سبز توف، کوارتزیت ، سنگ آهک، تراورتن ، مرمر ، سرپانتین ، ماسه سنگ ، شیست .
- ▶ **گرانیت** : از انواع سنگهای آذرین بوده و بسیار سخت و محکم ، بادوام ، زبر و بسیار جلا پذیر است . ساب زدن و ، جلا پذیری از ساب معمولی و نمای سنگی تا مرحله آینه ای امکان پذیر است . گرانیت خرد شده را برای تهیه بتن زیرسازی جاده و راه آهن و سنگ ساختمانی آن را برای بناهای یادبود، زیربنای تاسیسات ، تزئینات داخل و خارج ساختمان و کف سازی به کار می برند . از انواع گرانیت ساختمانی می توان گابرو ، دیاباز ، که اصطلاحاً به آن گرانیت سیاه هم می گویند نام برد.

14



انواع سنگهای ساختمانی ایران

- ▶ **ماسه سنگ** : این سنگها از نوع رسوبی هستند که از چسبیدن دانه های سیلیس به یکدیگر به وجود آمده اند . مواد این سنگ ممکن است ، سیلیس ، اکسید آهن و یا خاک رس باشد . سختی و دوام قطعات این سنگ بستگی به نوع چسب آن دارد . رنگ این سنگها معمولاً خاکستری ، قهوه ای ، سرخ و ارغوانی است . ماسه سنگ کاملاً سیمانی شده را ممکن است کاملاً خرد نموده و در زیر سازی راه آهن و جاده ها به کار برند . همچنین ماسه سنگ کوارتزی را به عنوان ماسه ریخته گری و ماده اولیه شیشه استفاده می کنند.
- ▶ **سنگ توف** : از انواع سنگهای خاکستر آتشفشان بوده که به علت چسبندگی کم ذرات آن در اثر هوازدگی پوسته پوسته می شود و به صورت دانه های ریز از آن جدا می شود . این سنگ را به علت رنگ سبز آن در کار دیوار سازی پارک سازی و دیوارهای حایل استفاده می کنند

15



انواع سنگهای ساختمانی ایران

- ▶ **سنگ آهک** : از انواع سنگهای رسوبی است و در سطح وسیعی از نظر اندازه ، قواره و شکل و رنگ وجود دارد . سنگ آهک را برای تزئینات داخل و خارج ساختمان ، دیوار ، تزئینات کف ، نماسازی .مجسمه سازی و ستون سازی به کار می برند .
- ▶ **تراورتن** : این سنگ حاصل رسوبات جریانات آب گرم زیرزمینی است. تراورتن به رنگهای سفید ، کرم و خاکستری وجود دارد ، این سنگ را برای نماسازی داخل و خارج ساختمان به کار می برند.
- ▶ **مرمر** : از انواع سنگ های دگرگون است که در رنگهای سفید ، خاکستری ، سیاه ، سبز ، قرمز ، زرد و ارغوانی می باشد. سنگ مرمر را برای تزئینات و نما سازی داخل ساختمان شامل ، کف ، دیوار و .کارهای هنری بکار می برند.
- ▶ **شیست** : سنگهای لایه لایه سیاه رنگ می باشند که از انواع سنگهای دگرگون هستند و به مصرف فرش کردن کف ، پیاده روها ، خیابانها ، باغها و پارکها میرسند .

16



انواع سنگهای ساختمانی ایران

- **کوارتزیت** : این نوع سنگ که اغلب با سنگ گرانیت نیز اشتباه می شود دارای ویژگیهای متفاوت است و از گرانیت سخت تر است این سنگ با ظاهر زبر و بلوری خود قابل شناسایی است . کوارتزیت را بخاطر ظاهر زبر آن بیشتر در ساختمانهای ارزان قیمت و روستایی به کار می برند . رنگ آن بیشتر قهوه ای سوخته ، سرخ .خاکستری و قهوه ای است.

17



تعاریف استاندارد واژه های سنگ تزئینی

- استاندارد کردن یا یکسان سازی تعاریف مربوط به سنگ های تزئینی بر اساس یک مرجع معتبر و قابل اعتماد بین المللی نیازی است مبرم که امر تبادل اطلاعات و تفهیم و تبادل اطلاعات و تفهیم و تفاهم متقابل را تسهیل می کند.
- اصطلاحات و تعاریف مربوط به سنگ تزئینی را انجمن آزمون و مواد آمریکا **ASTM** به صورت استاندارد در آورده است.

18



گروه گرانیت

- گرانیت: سنگی آذرین با دانه های مشخص معمولاً با رنگی از صورتی گرفته تا خاکستری روشن یا تیره و عمدتاً متشکل از کوارتز و فلدسپات همراه با یک یا چند کانی تیره هستند. این سنگها بسیار سخت و محکم، بادوام ، زبر و بسیار جلا پذیر هستند. ساب زدن و ،جلاپذیری از ساب معمولی و نمای سنگی تا مرحله آینه ای امکان پذیر است . بافت معمولاً همگن است اما ممکن است گنایسی یا پرفیری باشد. بعضی از سنگهای آذرین تیره با اینکه گرانیت به معنی خاص آن نیستند در این تعریف جای دارند. سنگهای آذرین تیره رنگ مانند بازالت، دیاباز، گابرو به عنوان گرانیت سیاه فروخته می شوند.

19



گروه سنگ سبز

- سنگ سبز **Greenstone**: سنگ دگرگونی نوعاً با دانه بندی ضعیف با رنگی از سبز متوسط تا سبز متوسط یا سبز متمایل به زرد تا سیاه

20

گروه سنگ آهک

- سنگ آهک Limestone: سنگی با منشأ رسوبی اساساً متشکل از کربنات کلسیم یا کربنات کلسیم و منیزیم.
- انواع سنگ آهک تجارتي
- کالکرنیت Calcarenite: سنگ آهکی عمدتاً متشکل از دانه های آواری هم اندازه ماسه از کلسیت یا ندرتاً آراگونیت. معمولاً به صورت فسیل های کوچک تکه های صدف یا آوارهای فسیلی دیگر.
- صدف سنگ (لوماشل): سنگ آهکی عمدتاً متشکل از صدف های دگرسان نشده یا تکه های صدف سست چسبیده با کلسیت
- دولومیت: سنگ رسوبی رسوبی عمدتاً یا تماماً متشکل از دولومیت.

21

گروه سنگ آهک

- سنگ آهک ریزبلورین Microcrystalline: سنگ آهکی متشکل بلور هایی چنان کوچک که فقط با بزرگنمایی قابل تشخیص اند.
- سنگ آهک انولیتی: سنگ آهکی متشکل از ذره های کروی یا نیمه کروی موسوم به انولیت.
- سنگ آهک تبلور مجدد
- تراورتن: نوعی سنگ آهک دارای منشأ شیمیایی است و از ته نشین شدن کربنات کلسیم نزدیک چشمه ها و غارها به وجود می آید. به رنگ های کرم، قرمز، قهوه ای یا زرد دیده می شود. بافت آن متخلخل است و به صورت لایه لایه نیز دیده می شود.

22

گروه مرمر

- **مرمریت (Marble)** از دگرگونی سنگ آهک یا دولومیت ایجاد می شوند. اغلب دارای بلورهای درشت هستند. کانی اصلی کلسیت است اما گاهی کانی هایی مانند کوارتز، گرافیت، هماتیت، پیریت و ... نیز هستند. برحسب شدت دگرگونی و ترکیب سنگ مادر به سه دسته تقسیم می شوند:
 1. **سنگ چینی:** بافت تمام بلورین، هم اندازه، تمام شکل دار و دانه ریز دارد. اغلب برحسب رنگ به سه دسته چینی سفید، کریستال و ابری تقسیم می شوند. در مناطق با دگرگونی کم تشکیل می شود.
 2. **کریستال:** به مرمریت های دانه درشت (قابل رؤیت با چشم) تمام بلورین، هم اندازه و شکل دار گفته می شود. در مناطق دگرگونی با شدت زیاد تا متوسط یافت می شود.
 3. **ابری:** دارای نوارهای غیر موازی از تمرکز کانی های تیره و روشن است. در مناطق با شدت دگرگونی متوسط فراوان تر است.

23

گروه مرمر

- **مرمر** عبارت از سنگ آهک دگرگون شده تبلور مجدد یافته است که در آن ذرات کلسیت کریستالی با اندازه مساوی متبلور شده است. در اثر حرارت و فشار زیاد خمیره ای ایجاد می شود که بسیار کند حرکت می کند. فشار زیاد باعث می شود که شکل چین خوردگی ایجاد شود.
- **مرمر اونیکس (سنگ سلیمانی):** کلسیت شفاف معمولاً لایه ای و نهان بلور با ته رنگهای زرد، قهوه ای و سبز
- **مرمر تراورتن:** کلسیت متخلخل یا سلولی لایه ای و تا حدی بلورین با منشأ شیمیایی
- **مرمر سرپانتین** سنگی عمدتاً متشکل از سرپانتین (سیلیکات آبدار منیزیم) به رنگ سبز تا سیاه مایل به سبز و معمولاً دارای رگه های کلسیت و دولومیت یا منیزیت یا هردو.

24



سنگ لوح

- سنگ دگرگونی دانه ریز است که از دگرگونی درجه پایین رسوبات بسیار دانه ریز شیلی به وجود آمده است. بلورهای این نوع سنگ با چشم غیر مسلح قابل تشخیص نیست. سنگ لوح به صورت لایه لایه دیده میشود.



اهمیت سالم درآوردن سنگ

- اصل اول در استخراج بلوک های سنگی تهیه پلاک در کارخانه های سنگبری است.
- همواره سعی می شود که پلاک خوب و بیشتری تولید شود.
- از طرف دیگر وجود حداقل ترک و شکاف در سنگ
- هر چه بلوک به مکعب مستطیل نزدیکتر باشد تهیه پلاک ضایعات کمتری دارد.



مشخصات موردنیاز جهت سنگهای ساختمانی

- سنگ باید فاقد آثار ناشی از پدیده آلتراسیون باشد. اگر پدیده آلتراسیون حتی با شدت کم هم وجود داشته باشد سنگ دیگر مناسب نخواهد بود.
- تکتونیزه و میکروتکتونیزه نباشد و فاقد لایه بندی ظریف باشد. درزه و شکافها باعث:
 1. کاهش پلاک دهی و افزایش ضایعات
 2. تأثیر منفی در رنگ سنگ
- قابلیت برش و صیقل.
- سختی قابل قبول
- رنگ سنگ. در موقع برش باید زیباترین مقطع را ایجاد کرد.
- شرایط معدنکاری روباز آسان و با حداقل باطله برداری ایده آل ترین شیب ۳۰ درجه با امکان دسترسی آسان به نقاط بالای بلوک است.

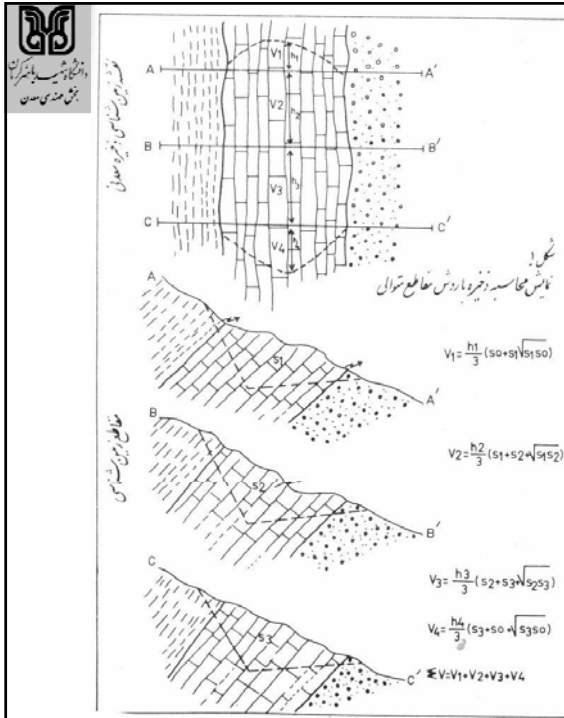
27



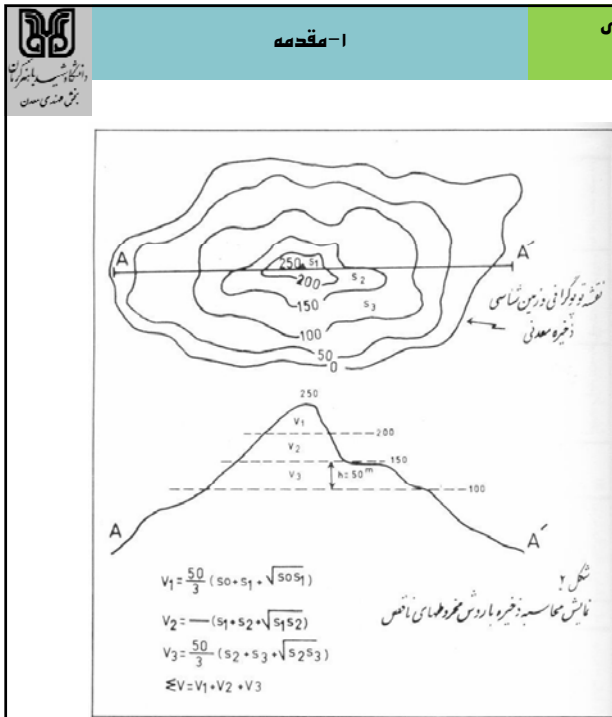
مراحل شناسایی و آماده سازی

- استفاده از نقشه های کوچک مقیاس زمین شناسی، اطلاعات زمین شناسی و عکس های هوایی
- تعیین محل احداث معدن در نقطه ای با توپوگرافی مناسب، حداقل روباره و داشتن راه دسترسی
- بررسی بلوکهای معدنی از نظر وجود درزه و شکاف و جهت درزه ها و امتداد لایه ها و بررسی امکان احداث سینه کارهای اولیه جهت استخراج بلوک
- نمونه برداری و انجام آزمایش برای تعیین خواص فیزیکی - مکانیکی سنگ در مقاطع مختلف از قبیل مقاومت تک محوری، قابلیت برش و صیقل.....
- استخراج چند کوپ آزمایشی جهت تهیه پلاک های آزمایشی و تجربی و بررسیهای مربوط به به رنگ و جلا قابلیت برش، زیبایی و بازاریابی.....
- تأیید نهایی توسط یک کارشناس خوب و زبده

28



- روش های محاسبه ذخیره سنگ های ساختمانی
- ۱- متد مقاطع متوالی



- روش های محاسبه ذخیره سنگ های ساختمانی
- ۲- متد مخروطهای ناقص