

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تأسیسات تولید مصالح سنگی  
در گارگاه‌های عمرانی و معدنی  
(سنگ‌شکن)

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

تألیف  
دکتر مهدی روانشادینیا



نشر نوآور

سرشناسه	: روانشادنی، مهدی، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: تاسیسات تولید مصالح سنگی در کارگاه‌های عمرانی و معدنی (سنگ‌شکن) // تالیف مهدی روانشادنی.
مشخصات نشر	: تهران: نوآور، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۸ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۲۵-۷
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه‌نامه.
موضوع	: سنگدانه‌ها
موضوع	: مصالح ساختمانی -- آزمایش
موضوع	: کارگاه‌های ساختمانی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ت۲ ۴۴۱/۹ TA
رده بندی دیویی	: ۱۹۱/۶۲۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۱۰۹۶۸۶

## تاسیسات تولید مصالح سنگی در کارگاه‌های عمرانی و معدنی (سنگ‌شکن)

دکتر مهدی روانشادنی

نوآور

نسخه ۱۰۰۰

واحد رایانه نوآور

محمدرضا نصیرنیا

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۱۲۵-۷

تألیف:

ناشر:

شمارگان:

حروف‌نگاری:

مدیر تولید:

نوبت چاپ:

شابک:



نشر نوآور

### نمایشگاه دائمی و مرکز فروش:

نوآور: تهران - خ انقلاب، خ فخر رازی، خ شهدای ژاندارمری نرسیده به خ دانشگاه ساختمان ایرانیان،

پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۱۸۹ - ۰۹۱۲۶۰۶۲۳۸۳

فروشگاه ۲: تهران خ انقلاب، نبش خ ۱۲ فروردین پلاک ۱۳۱۰، کتابفروشی الیاس تلفن: ۶۶۴۰۵۰۸۴ - ۶۶۹۵۵۸۷۸

فروشگاه ۱: تهران خ انقلاب، بین خ ۱۲ فروردین و اردیبهشت، پلاک ۱۳۱۲، کتابفروشی صانعی تلفن: ۶۶۴۰۵۳۸۵ - ۶۶۴۰۹۹۲۴

فروشگاه ۳: تهران خ انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، جنب بانک ملت، پلاک ۱۲۱۲، کتابفروشی گوتنبرگ تلفن: ۶۶۴۰۲۵۷۹ - ۶۶۴۱۳۹۹۸

حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.



- ۲-۴-۲-۴- انواع سنگ شکن
- ۲-۴-۲-۱- سنگ شکنی مدار باز و بسته
- ۲-۴-۲-۲- انواع سنگ شکن بر حسب نحوه عملکرد
- ۲-۴-۲-۳- طبقه بندی سنگ شکن در این کتاب
- ۲-۵-۲- برخی اصطلاحات فنی مورد استفاده در فرایند سنگ شکنی
- ۲-۵-۱- نسبت خرد کردن (ضریب خردکنندگی)
- ۲-۵-۲- ظرفیت
- ۲-۵-۳- انرژی مصرفی
- فصل سوم / مرحله اول تولید مصالح سنگی**
- ۳-۱-۳- سنگ شکن فکی
- ۳-۱-۱-۱- تاریخچه
- ۳-۱-۲- معرفی
- ۳-۱-۳- مشخصات عمومی
- ۳-۱-۳- سنگ شکن های فکی
- ۳-۱-۳-۴- ساختمان سنگ شکن های فکی
- ۳-۱-۳-۵- انواع سنگ شکن های فکی
- ۳-۱-۳-۶- مقایسه انواع سنگ شکن های فکی
- ۳-۱-۳-۷- تعمیر و نگهداری دستگاه های سنگ شکن فکی
- ۳-۲-۳- سنگ شکن زیراتوری
- ۳-۲-۳-۱- تاریخچه
- ۳-۲-۳-۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۱۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۱۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۱۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۱۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۲۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۲۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۲۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۲۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۲۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۳۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۳۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۳۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۳۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۳۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۴۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۴۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۴۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۴۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۴۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۵۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۵۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۵۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۵۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۵۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۶۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۶۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۶۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۶۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۶۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۷۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۷۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۷۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۷۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۷۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۸۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۸۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۸۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۸۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۸۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۱- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۲- معرفی
- ۳-۲-۳-۹۳- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۹۴- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۵- ساختمان سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۶- تعمیر و نگهداری سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۹۷- معرفی
- ۳-۲-۳-۹۸- مشخصات عمومی
- ۳-۲-۳-۹۹- سنگ شکن های مخروطی
- ۳-۲-۳-۱۰۰- ساختمان سنگ شکن های مخروطی

- ۴-۳-۵- انواع سنگ‌شکن‌های مخروطی
- ۴-۳-۶- تفاوت بین سنگ‌شکن مخروطی و سنگ‌شکن ژیراتوری
- ۴-۳-۷- تعمیر و نگهداری سنگ‌شکن مخروطی
- ۴-۴- سنگ‌شکن استوانه‌ای (غلتکی)
- ۴-۴-۱- تاریخچه
- ۴-۴-۲- معرفی
- ۴-۴-۳- مشخصات عمومی سنگ‌شکن‌ها غلتکی
- ۴-۴-۴- ساختمان سنگ‌شکن‌های غلتکی
- ۴-۴-۵- انواع سنگ‌شکن‌های غلتکی
- فصل پنجم / اجزای تکمیلی تأسیسات تولید مصالح**
- ۵-۱- مجموعه تأسیسات تولید مصالح
- ۵-۲- سرند
- ۵-۲-۱- سرند شیب‌دار ساکن
- ۵-۲-۲- سرندهای نوسانی
- ۵-۲-۳- سرند دورانی
- ۵-۲-۴- سرند گریزی
- ۵-۲-۵- سرند گردان
- ۵-۳- فیدر (تغذیه کننده)
- ۵-۴- نوار نقاله
- ۵-۵- دیزل ژنراتور
- ۵-۶- ماسه ساز
- ۵-۶-۱- ماسه ساز خرگوشی
- ۵-۶-۲- ماسه ساز پاکتی
- ۵-۷- سیستم شستشوی مصالح
- ۵-۷-۱- ماسه شوی
- ۵-۷-۱-۱- ماسه شوی حلزونی
- ۵-۷-۱-۲- ماسه شوی دورانی (پاکتی یا قاشقی)
- ۵-۷-۲- استخرهای آب و پساب
- فصل ششم / طراحی فرایند سنگ‌شکنی**
- ۶-۱- عوامل مؤثر در طراحی فرآیند سنگ‌شکنی
- ۶-۲- محاسبه قدرت لازم برای سنگ‌شکن‌ها (قانون باند)
- ۶-۳- بکارگیری سنگ‌شکن در مسیر باز و مسیر بسته
- ۶-۴- محاسبه ظرفیت حقیقی یک سنگ‌شکن در مسیر بسته سنگ‌شکنی
- ۶-۵- انتخاب سنگ‌شکن
- ۶-۶- تعیین اندازه دهانه ورودی سنگ‌شکن‌ها
- ۶-۷- علائم تجهیزات سنگ‌شکنی برای رسم فلوشیت
- ۶-۸- مثالی از یک مسئله سنگ‌شکنی
- ۶-۹- انتخاب محل کارگاه سنگ‌شکن
- ۶-۱۰- بهینه‌سازی فرایند سنگ‌شکنی
- ۶-۱۱- سنگ‌شکن‌های متحرک
- ۶-۱۲- ایمنی کارگاه‌های سنگ‌شکن
- واژه‌نامه
- مراجع

## مقدمه

تولید مصالح سنگی مناسب، پیش نیاز اجرای با کیفیت بسیاری از پروژه‌های عمرانی است. عموماً، این مصالح به دو دسته ریزدانه، یا ماسه و درشت‌دانه، یا شن، گروه‌بندی می‌شوند. مخلوط‌های شن و ماسه، قسمت اصلی یک سازه بتنی، زیرسازی و روسازی راه، بالاست راه آهن و... را تشکیل می‌دهند و امروزه حتی در ساخت برخی انواع لوله، از ماسه‌های با دانه‌بندی و مشخصات مورد نظر استفاده می‌شود.

بطور کلی در کارگاه‌ها تولید شن و ماسه طبیعی، مستقیماً از سرند کردن و شستن و دانه‌بندی مخلوط به دست می‌آید و شن و ماسه شکسته از خرد کردن قطعات بزرگ سنگ درون سنگ‌شکن و شستشوی آن به دست می‌آید.

سنگ‌شکنها، عملیات خرد کردن سنگ‌ها و کاهش ابعاد اولیه آنها تا به دست آوردن ابعاد مناسب و مطلوب به منظور استفاده در کارهای عمرانی و یا خرد کردن سنگ‌های معدنی مختلف به منظور آماده کردن آنها برای عملیات تغلیظ در صنعت معدن و عملیات مشابه را انجام می‌دهند.

آمار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۹، ارزش صنعت تولید شن و ماسه در امریکا بیش از ۶ میلیارد دلار بوده که بیش از ۴۰۰۰ شرکت مرتبط، سالانه ۷۰۰ میلیون تن مصالح سنگی تولید کرده‌اند. در ایران نیز، کارگاه‌های متعدد سنگ‌شکن در سطح کشور فعال بوده که برای تولید مصالح یک پروژه مشخص و یا به صورت منطقه‌ای فعالیت می‌کنند. برای مثال، تنها در استان تهران و البرز بیش از ۱۲۰ تولیدکننده عمده، عضو انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه استان هستند. بیشترین تولیدکنندگان شن و ماسه کشور در استانهای تهران، مرکزی و خوزستان متمرکز هستند. این آمار، انبوه سنگ‌شکنهای فعال در کارگاه‌های عمرانی که فقط برای خود پروژه مصالح تولید می‌کنند را در برنمی‌گیرد، که با احتساب آنها چندین برابر بیشتر خواهند شد.

علاوه بر این تعداد قابل توجهی از تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات سنگ‌شکنی در

کشور مشغول فعالیت هستند. با این وجود، تعداد کارهای تحقیقاتی، پایان نامه‌ها، مقالات و کتب در این زمینه بسیار محدود است. تجارب اجرایی نیز نشان می‌دهد عمده کارگاههای سنگ‌شکنی کشور از مسائلی چون استفاده از سیستم‌های منسوخ با مصرف بالای آب و انرژی، اتلاف منابع، تبعات زیست محیطی بالا و کیفیت پایین مصالح تولیدی (به ویژه ریزدانه‌ها) رنج می‌برند. و متأسفانه فقر منابع علمی، عاملی برای اشتباهات، دوباره کاریها و هزینه‌های اضافی در کارهای عمرانی است.

کتاب حاضر، سعی دارد تا ارائه‌دهنده تلاشی در جهت بسط رویکرد علمی در امور اجرایی کشور باشد. در تهیه کتاب از مراجع معتبر بین‌المللی و داخلی استفاده شده و از مشاوره و یاری تعدادی از مهندسان حرفه‌ای در زمینه تولید تجهیزات و بهره برداران تأسیسات بهره جسته‌ام. بایسته است، به ویژه از زحمات جناب آقای مهندس مهدی نوری نیارکی سپاسگزاری کنم.

خوشحال خواهم شد اگر نکات اصلاحی و راهنمایی‌های خود را از طریق وبسایت شخصی بنده به آدرس [www.ravanshadnia.com](http://www.ravanshadnia.com) و ایمیل انتشارات نوآور به آدرس [noavar33@yahoo.com](mailto:noavar33@yahoo.com) منعکس فرمایید. امیدوارم، این تلاش مورد استقبال فعالان صنعتی و پژوهشگران دانشگاهی قرار گیرد.

مهدی روانشادنیا

نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

# فصل اول

## مصالح سنگی

### ۱-۱- مصارف مصالح سنگی

سنگدانه‌ها، مصالحی طبیعی یا مصنوعی هستند که در ساخت ملات، بتن، بتن آسفالتی و زیرسازی و روسازی راهها و راه آهن به مصرف می‌رسند.

مصالح سنگی باید از نظر ویژگیهای شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی، اندازه و شکل، دانه‌بندی، آزمایش سنگ‌نگاری<sup>۱</sup>، مقدار کل رطوبت محتوی، رطوبت سطحی، مشخصه‌های ظاهری و رنگ (بتن نما) با مشخصات نوع استفاده و محل کاربرد منطبق باشد. نمونه‌های شن و ماسه مصرفی باید قبل از مصرف آزمایش شده و با ذکر محل معدن به تصویب دستگاه نظارت برسد. چنانچه در حین اجرای عملیات اجرایی بنا به دلایلی محل معدن مصالح سنگی تغییر پیدا کند، نمونه‌های مواد سنگی معدن جدید باید مجدداً مورد آزمایش قرار گرفته و به تأیید دستگاه نظارت برسد.

وجود گرد و غبار، عدم شستشو، دانه‌بندی ناصحیح و استفاده از شن و ماسه رودخانه‌ای به جای شن و ماسه می‌تواند از عوامل کیفیت پایین مصالح با پایه شن و ماسه است. شن و ماسه باید ویژگی‌های ذیل را داشته باشند:

(۱) عاری از هر گونه آلودگی باشند.

(۲) باید در مقابل سایش مقاوم باشند.

(۳) باید در مقابل اعمال تنش مقاوم باشند.

(۴) باید در مقابل یخبندان مقاوم باشند.



(۵) دانه‌ها باید در مقابل هوازگی مقاوم باشند.

### ۱-۱-۱- کاربرد سنگدانه‌ها در کارهای بتنی

مصالح سنگی بتن یا سنگدانه‌ها معمولاً بین ۷۰ تا ۸۰ درصد از حجم بتن را تشکیل می‌دهند و بسیاری از ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی بتن به سنگدانه‌ها ارتباط دارد. از این رو نقش سنگدانه‌ها در بتن از نقطه نظر ویژگیها، طرح اختلاط و مسائل اقتصادی حائز اهمیت می باشد. سنگدانه‌ها ممکن است از منابع طبیعی به صورت رودخانه‌ای (گرد گوشه) یا خرد شده (تیز گوشه) یا مخلوطی از این دو نوع باشند.

بسته به نوع بتن حداکثر درشتی دانه‌ها ممکن است ۹،۵، ۱۲،۷، ۱۹،۰۵، ۳۸،۱، ۵۰،۸ میلیمتر و بیشتر باشد و در سازه‌های بزرگ مانند سدها ممکن است درشتی دانه‌ها تا ۲۵۴ میلیمتر نیز برسد. به ویژه، در سدهای بتن غلتکی، این دانه‌بندیها متفاوت می باشد.

### ۱-۱-۲- کاربرد سنگدانه‌ها در کارهای راهسازی

زمین طبیعی بستر راه، هر قدر که محکم باشد باز هم در مقابل تاثیر عوامل جوی بخصوص هجوم آب و تغییرات دما و همچنین نیروهای وارده از چرخ خودروها، مقاومت نمی کند و دیروز یا زود خراب می شوند. از اینرو است که معمولاً به روی بستر طبیعی راه، استخوان‌بندی چند لایه و معمولاً مقاوم و با دوامی ساخته می شود، به نحوی که بتواند در مقابل تاثیر عوامل جوی و فشار حاصله از وسایل نقلیه مقاومت نماید. آنچه را که امروزه به نام راهسازی مدرن می شناسیم تکمیل یافته روشی است که در قرن ۱۹ توسط فردی به نام مک آدام<sup>۱</sup> ارائه گردید.

این شخص راه را از چند لایه خرد شده سنگی، متشکل از ذرات دارای قطر کمتر از ۶۸ میلیمتر (ریزتر از قلوه سنگ و لاشه سنگ) می ساخت و روی آن را با لایه نازکی از مصالحی که می توانستند ذرات سنگی را به هم پیوند دهند، می پوشانید. به نظر می رسد که مک آدام در ابتدا از سنگ های شکسته ریز به عنوان مصالح پیوند دهنده سود می جست و بعدها به جای آن لایه ای از آسفالت یا بتن را بکار گرفته است. این نوع جاده سازی امروزه به نام ماکادامی کرون نامیده می شود. مجموعه مورد بحث قادر است بار حاصل از ترافیک را به نحوی به روی خاک پخش نماید که راه بر اثر مرور زمان تغییر شکل نیابد.

۱. McAdam

امروزه اغلب راهها از دو قسمت زیرسازی و روسازی درست شده است. بخش زیرسازی راه که بر روی بستر راه قرار دارد، متشکل از دو لایه «زیراساس» در زیر و «اساس راه» در روی آن است. روسازی راه نیز از دو لایه آستر و رویه ساخته شده است. هر یک از چهار لایه فوق عملکرد خاصی را در راه به عهده دارند. از اینرو هر یک از آنها از نقطه نظر کمیت و کیفیت مصالح دانه‌ای و لزوم یا عدم لزوم مواد پیوند دهنده از مشخصات خاصی برخوردارند. جسم یا بدنه راه عمدتاً از شن و ماسه ساخته می‌شود. البته در برخی از لایه‌های راه، خرده سنگ‌ها به توسط یک ماده چسباننده (قیر یا سیمان) به هم متصل می‌شوند.

### ۱-۳- سایر مصارف

مصالح سنگی می‌توانند بنا به نوع، مشخصات در انواع کاربردها مورد استفاده قرار گیرند. همانگونه که اشاره شد، شن و ماسه در تولید بتنهای متداول، نقش قابل توجهی دارد. از طرف دیگر، مصالح خرده سنگی دارای مشخصات و عملکرد خاص در قشرهای زیر و لایه‌های فوقانی راه به کار گرفته می‌شوند. سایر مصارف شامل موارد زیر می‌شود:

- **بالاست:** باید بتواند علاوه بر نگهداری ریلها و توزیع بار چرخها، زهکشی زیر سازی راه آهن را نیز انجام دهد. بدین جهت از مصالح با دانه‌بندی مشخص استفاده می‌شود.
- **مصالح نفوذپذیر:** به عنوان فیلتر و زهکش در سازه‌های مختلف از جمله در سدهای خاکی به مصرف می‌رسد.
- **مصالح نفوذناپذیر:** جهت آب بندی دیواره مخازن و کانالها، هسته‌های نفوذ ناپذیر در سدهای خاکی و مانند آن به کار گرفته می‌شود.
- **لایه‌های مقاوم در برابر فرسایش:** در بستر رودها، کانالها، سطح خارجی سدهای خاکی و سنگ ریزه‌ای، حوضچه آرامش سدها و موج شکنها به کار گرفته می‌شود و سازه را در مقابل هوازگی و عمل فرسایش آب باران، خشک و مرطوب شدن، یخ زدن و ذوب مکرر و اثر امواج محافظت می‌نماید.
- **خاکریز:** مصالح خرده سنگی در بدنه سدهای خاکی، به عنوان پرکننده پشت کار در معادن و پشت دیواره‌های حایل در راه سازی و مانند آن مصارف زیادی دارد.
- **مصارف صنعتی:** انواع شن و ماسه سیلیسی خالص در شیشه‌سازی، ریخته‌گری، ساخت لوله‌های جی آر پی، تصفیه آب و غیره نیز مصرف می‌شود.

- آجرسازی: از ماسه در تهیهی آجرهای ماسه-آهکی استفاده می‌شود.
- جدول زیر، نمونه دیگری از طبقه بندی مصارف سنگ ها به صورت سنگ ساختمانی یکپارچه و شن و ماسه را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- سنگ‌های مناسب برای مصارف گوناگون

ردیف	محل مصرف	نوع سنگ مناسب
۱	ابنیه فنی راه و کارهای آبی	سنگ‌های آهنکی متراکم، ماسه سنگ‌ها، توفها، گرانیت، دیوریت، کابرو، بازالت و دیگر سنگ‌های سخت و بادوام
۲	دیوارها	هر نوع سنگی که با ضوابط پروژه مطابقت داشته باشد.
۳	نمای خارجی ساختمان‌ها	سنگ‌های آهکی متراکم، ماسه‌سنگ‌ها، مرمرهای رنگی گوناگون، توفهای آتشفشانی، گرانیت، زینیت، دیوریت، لابرادوریت، گابرو، بازالت و دیگر سنگ‌های منطبق با ضوابط پروژه
۴	دیوارها	سنگ‌های آهکی، دولومیت، ماسه‌سنگ‌ها، سنگ‌های گچی، توفهای آتشفشانی و سنگ‌های گوناگونی که برای تهیه سنگ شکسته مناسبند.
۵	پوشش سطوح داخلی دیوارها	سنگ‌های آهکی مرمریت (شبه مرمر)، مرمرها، سنگ‌های گچی، توفها، کنگلومراهای کربناتی و سنگ‌های مشابه
۶	سنگ‌های سفت‌کاری، نما و پوشش‌های ویژه	الف) ضدآتش سنگ صابونی (تالکوم)، توف، اندزیت، بازالت و دیاباز ب) ضد اسید گرانیت، دیوریت، کواتزیت، ماسه سنگ‌های سیلیسی، اندزیت، تراکیت، بازالت و دیاباز ج) ضدقلیا سنگ‌های آهکی متراکم، دولومیت، منیزیت، ماسه سنگ‌های آهکی
۷	پله‌ها، کف‌ها و دست‌اندازهای خارجی	ماسه سنگ‌ها، گرانیت، دیوریت، زینیت، گابرو و بازالت
۸	پله‌ها، کف‌ها و دست‌اندازهای خارجی	مرمر، گرانیت و لابرادوریت

\* مصرف سنگ منحصرأ در کارهای غیرباربر است.

## ۲-۱- خواص فیزیکی و مکانیکی سنگ و خاک

### ۱-۲-۱- انواع طبقه‌بندی‌های مصالح سنگی

مصالح سنگی به دو دسته ریزدانه، یا ماسه و درشت‌دانه، یا شن، گروه‌بندی می‌شوند. اندازه ریزدانه‌ها از صفر تا ۴/۷۶ میلیمتر و اندازه درشت‌دانه‌ها از ۴/۷۶ میلیمتر شروع شده است. از منظر وزن نیز، وزن ویژه شن و ماسه بسته به نوع سنگ متغیر بوده و بر حسب توده ویژه به سه دسته سبک، معمولی و سنگین تقسیم‌بندی می‌شود. از طرف دیگر، سنگدانه‌ها بسته به ماهیت جنس سنگ مادر و روش شکسته شدن می‌توانند شکلی گردگوشه، تیزگوشه و یا نامنظم داشته باشند.

رسوبات آبرفتی جوان، مهم‌ترین منابع تأمین شن و ماسه ساختمانی‌اند. این رسوبات از یک طرف به دلیل رخنمون وسیعشان در سطح و از طرفی به دلیل ناچیز بودن پیوند ذراتشان به یکدیگر به سادگی قابل بهره‌برداری‌اند. حدود نیمی از سطح کشور ما را رسوبات جوان متعلق به کواترنر با سنی کمتر از ۲ میلیون سال پوشانده است. منشأ این رسوبات متفاوت است و تنها گروه‌های بخصوصی از آنها می‌توانند منبع تأمین شن و ماسه ساختمانی باشند. برپایه نحوه پیدایش، سنگ‌ها به سه نوع اصلی، آذرین<sup>۱</sup>، رسوبی<sup>۲</sup> و دگرگونی<sup>۳</sup> تقسیم‌بندی می‌شوند. شکل ۱-۱ نمودار فرآیند شکل‌گیری انواع مختلف سنگ را نشان می‌دهد. این نمودار چرخه سنگ نامیده می‌شود. در ادامه، بحث مختصری در مورد چرخه هر یک از انواع سنگ ارائه می‌گردد.

# نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

۱. igneous  
۲. sedimentary  
۳. metamorphic