

# از کانی تا نما

کلید جزئیات اجرایی سنگ‌نما به روش چسبانده  
مطابق آخرین ویرایش آیین‌نامه‌ها و شرایط کارگاه‌های ساختمان ایران

مؤلف: مهندس محمدرضا آذرنیا

پژوهشگر و مخترع در صنعت ساختمان

با ویراست علمی: مهندس یاسر عمادی، مهندس امیرطه نوروزی



پردیس علم

از کانی تا نما (کلید جزئیات اجرایی  
سنگ نما به روش چسباندن؛ مطابق  
آخرین ویرایش آیین‌نامه‌ها و شرایط  
کارگاه‌های ایران)

مؤلف: محمدرضا آذرنیا

ویراست علمی: مهندس یاسر عمادی،

مهندس امیرطه نوروزی

صفحه‌آرا: ملیحه کربلایی

نوبت چاپ: اول ۱۴۰۰

تیراژ: ۱۰۰۰

قیمت: ۶۸۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۳۶۶-۷۸-۲

خرید اینترنتی آسان و با تخفیف از:

[www.pardis-elm.ir](http://www.pardis-elm.ir)

دفتر و نشر و نمایشگاه دائمی: تهران - میدان

رسالت - خیابان هنگام پلاک ۱۴۰

تلفن: ۰۲۱-۷۷۲۴۲۱۶۳

حقوق چاپ و نشر دائم این اثر محفوظ و  
مخصوص انتشارات «پردیس علم» می‌باشد.

سرشناسه: آذرنیا، محمدرضا، ۱۳۶۶

عنوان و نام پدیدآور: از کانی تا نما: کلید جزئیات

اجرایی سنگ‌نما به روش چسباندن، مطابق آخرین

ویرایش آیین‌نامه‌ها و شرایط کارگاه‌های ساختمان

ایران / مولف محمدرضا آذرنیا؛ با ویراست علمی یاسر

عمادی، امیرطه نوروزی.

مشخصات نشر: تهران: پردیس علم، ۱۴۰۰.

مشخصات ظاهری: ۱۱۸ ص: مصور (رنگی)، جدول؛

۱۴/۵ × ۲۱/۵ س.م.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۳۶۶-۷۸-۲

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۸.

عنوان دیگر: کلید جزئیات اجرایی سنگ‌نما به روش

چسباندن، مطابق آخرین ویرایش آیین‌نامه‌ها و شرایط

کارگاه‌های ساختمان ایران.

موضوع: سنگ‌های ساختمانی Building stones

شناسه افزوده: عمادی، یاسر، ۱۳۶۷ -، ویراستار

شناسه افزوده: نوروزی، امیرطه، ۱۳۶۷ -، ویراستار

رده‌بندی کنگره: TA۴۲۶

رده‌بندی دیویی: ۶۹۱/۲

شماره کتابشناسی ملی: ۸۶۶۶۵۷۴

تقدیم به همسر من به پاس همراهی بی دریغش و اینکه  
موقعیت نگارش این اثر را برای بنده فراهم کرد و تقدیم به  
فرزندان دلبندم، مهران و ماهان

در تالیف و تدوین مجموعه کتاب‌های کلید (در حوزه ساخت  
و ساز شهری) سعی شده است تا شما دوست و مهندس عزیز  
در چکیده ترین حالت ممکن به مطالبی بسیار کاربردی با زبانی  
ساده دسترسی پیدا کنید.

برای تألیف این مجموعه ارزشمند از نویسندگانی بهره برده شده  
است که خود مهندسانی هستند که با عشق قلم برداشته‌اند و  
تجربیات سال‌ها مدیریت و حضور در کارگاه‌های ساختمانی و  
شرکت‌های مهندسی را که با خون دل فرا گرفته‌اند در کتاب‌ای  
کلید به زبانی ساده به نگارش در آورند.

باشد که این مجموعه قدمی مؤثر و مفید در رشد جامعه  
مهندسی داشته باشد.

یاسر عمادی

مدیر تألیف و صاحب برند آموزشی کتاب‌های کلید (در حوزه  
ساخت و ساز شهری)

نوشتن هم عشق می‌خواهد و هم شوق، ذوق و انگیزه. وجود این موارد است که باعث می‌شود تا نگارنده بهترین لحظات از زندگی خود را فدای خلق اثری هر چند کوچک نماید، به این امید که شاید بتواند ابهامی را شفاف‌سازی و دغدغه‌ای را از بین برده و روزنه‌ای به سوی روشنایی بگشاید. همان‌طور که میدانیم در سال‌های اخیر اقبال زیادی به سمت ناماسازی از جنس سنگ در صنعت ساخت‌وساز پدید آمد. متریالی طبیعی و مستحکم که جدا از زیبایی طبیعی و ایجاد حس شکوه و عظمت به بنا، می‌توانیم آن را جز معدود مصالحی بدانیم که بشر کمترین دست‌کاری را از استخراج تا تولید آن انجام می‌دهد. متریالی که در فرایند استخراج، فرآوری و تولید آن با کمترین میزان تولید کربن و نیاز به استفاده از سوخت‌های فسیلی همراه هستیم. این متریال در صورت انتخاب صحیح متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه و اجرای اصولی و صحیح آن می‌تواند جدا از افزایش عمر مفید ساختمان باعث افزایش استحکام بنا شده و نقش زیادی را در حفاظت از محیط‌زیست ایفا نماید که این موضوع خودبه‌خود باعث حفظ سرمایه‌ی ملی می‌شود.

مع‌الوصف طی بررسی‌های به عمل آمده در پروژه‌های ساختمانی و علی‌رغم مزایای فراوان سنگ در صنعت ساخت‌وساز، ولی متأسفانه شاهد یک هرج‌ومرج و بی‌نظمی در به‌کارگیری صحیح و متناسب این متریال از نحوه‌ی انتخاب سنگ بدون توجه به خصوصیات فنی و مهندسی آن و تناسب آن با شرایط اقلیمی منطقه گرفته تا بعضاً اجرای غیراصولی و سلیقه‌ای آن در کارگاه‌ها بدون توجه به ضوابط و آئین‌نامه‌های مرتبط با آن هستیم.

به‌طوری که بیشتر اوقات در انتخاب سنگ‌نما صرفاً به زیبایی ظاهری آن توجه می‌شود و در اجرای آن در بهترین حالت صرفاً به اجرای اسکوپ و برخی موارد کلی توجه می‌شود. این در حالی است که هم در انتخاب و هم در اجرای سنگ باید پارامترهای زیادی مدنظر قرار گرفته و اجرا شود.

این بی توجهی‌ها در انتخاب و اجرای سنگ‌نما که ناشی از عدم اطلاع و آگاهی عوامل دست‌اندرکار در پروژه‌ها می‌باشد تا بدان‌جا پیش رفت که در سال‌های اخیر در برخی کارگاه‌ها شاهد بروز حوادث متعدد بودیم که برخی منجر به فوت و مرگ افراد ناشی از سقوط سنگ‌نما انجامید.

بروز این حوادث و بالطبع مشکلات و پیامدهای آن برای مهندسین، باعث ایجاد دغدغه و نگرانی عوامل پروژه‌ها شده به طوری که مشاهده می‌شد برخی از این افراد به جای جست‌وجو و به‌کارگیری راه‌حل‌های صحیح به مخالفان استفاده از سنگ در نماسازی بدل شدند تا به نحوی از اجرای سنگ در نماسازی ممانعت به عمل آورده و مجوز ممنوعیت آن را از نهادهای مرتبط اخذ نمایند.

علی‌ایحال وجود مزایای فراوان این متریال طبیعی و معادن متعدد سنگ در اقصی نقاط کشور متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه و نقش آن در اقتصاد مملکت به‌عنوان سرمایه‌ی ملی از یک طرف و عدم توجه به خصوصیات فنی و جزئیات اجرایی آن در برخی کارگاه‌های ساختمانی و بروز حوادث متعدد و تحمیل هزینه‌های سنگین به پروژه‌ها و ایجاد دغدغه و نگرانی مهندسین انگیزه‌ای شد تا اینجانب نگارش و تألیف کتاب جزئیات اجرایی سنگ‌نما را آغاز نمایم.

کتاب فوق دارای ۹ فصل است که فصل اول به بیان شناخت سنگ و خصوصیات فنی و مهندسی سنگ‌های مختلف و پارامترهای مؤثر و تأثیرگذار در خرید سنگ و راه‌های افزایش استحکام و نگهداری آن می‌پردازد که اطلاعات مندرج در این فصل در پایان به جدولی ختم می‌شود که سنگ‌های پرکاربرد در صنعت نماسازی با مشخصات ضروری آن در هنگام خرید ذکر گردیده است.

لازم به ذکر است فصل اول حاصل مطالعه و چکیده‌ی بیش از ۱۲۰۰ صفحه مطلب علمی برگرفته از کتب مختلف از جمله کتاب سنگ‌های ساختمانی با تألیف دکتر امین جمشیدی، انتشارات دانشگاه لرستان و کتاب سنگ‌های ساختمانی با تألیف دکتر عبدالله چراغی، انتشارات نوآور و نشریه ۳۱۳ با تألیف آقای بخشعلی بختیاری و همکاران، انتشارات مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان و کتاب مصالح ساختمانی برای معماران تألیف آقای امیری انتشارات نظام‌الملک می‌باشد و به نحوی تنظیم گردیده است که خواننده بعد از مطالعه‌ی فصل اول به اطلاعات کامل و جامعی در زمینه‌ی انتخاب سنگ و خرید آن دست می‌یابد.

در فصل‌های بعدی به‌صورت ریز به جزئیات اجرایی سنگ‌کاری نما و بررسی پارامترهای مختلف طبق آیین‌نامه و شیوه‌نامه‌های مرتبط داخلی و خارجی پرداخته می‌شود به‌طوری که در پاورقی‌ها منابع مورد استناد به‌صورت دقیق ذکر گردیده و به نحوی نگارش شده که هر فصل کاملاً مستقل بوده به نحوی که خواننده در صورت هرگونه سؤال و ابهام نیازی به مطالعه‌ی فصل‌های قبل نداشته و مستقیماً می‌تواند به فصل مدنظر رجوع نموده و ابهام پیش آمده را رفع نماید.

مع‌الوصف با تمام تلاش‌های صورت گرفته جهت تکمیل موضوعات، کتاب فوق خالی از ایراد نبوده و قطعاً در برخی موارد دارای نواقصی خواهد بود؛ لذا از همه‌ی اساتید و صاحب‌نظران دعوت می‌گردد تا با ارائه‌ی پیشنهادات سازنده ما را در تکمیل این اثر یاری نمایند. امید است با مطالعه‌ی کتاب حاضر بخشی از دغدغه‌ی مهندسین و افراد دست‌اندرکار صنعت ساختمان در حوزه نماسازی با سنگ رفع گردیده و شاهد استفاده صحیح و اصولی از سنگ در نماسازی باشیم.

- فصل اول: شناخت سنگ و پارامترهای مؤثر در انتخاب و خرید آن..... ۹
- فصل دوم: پیچ و رول پلاک سنگ‌نما (مهارهای سطحی برای نماهای موجود فاقد معمار)\*..... ۲۹
- فصل سوم: جزئیات نماکاری بر روی اجزای سازه‌ای و سطوح خاص..... ۳۹
- فصل چهارم: مهار موقت سنگ و معرفی برخی چسب‌های پر کاربرد در سنگ‌کاری نما..... ۵۳
- فصل پنجم: انواع روش‌های مهار سنگ‌نما با جزئیات اجرایی آن..... ۶۱
- فصل ششم: اهمیت توجه به کیفیت دوغاب در پایداری سنگ‌نما به روش چسبانده..... ۸۳
- فصل هفتم: فارسی برکردن سنگ‌نما..... ۹۷
- فصل هشتم: نحوه‌ی نصب و اجرای نرده‌های صراحی..... ۱۰۱
- فصل نهم: نحوه‌ی سبک‌سازی و اجرا طرح‌های تزئینی و پیچیده در سنگ‌کاری نمای ساختمان با استفاده از شابلن‌های کلی و جزئی..... ۱۱۱
- منابع و ماخذ..... ۱۱۷





## فصل اول

# شناخت سنگ و پارامترهای مؤثر در انتخاب و خرید آن





## مقدمه

یکی از مهم‌ترین پارامترها در اجرای سنگ‌نمای ساختمان، انتخاب سنگ می‌باشد. عدم توجه به جزئیات سنگ انتخابی و ویژگی‌های فنی و مهندسی آن و عدم توجه به تناسب سنگ با شرایط اقلیمی و آب و هوایی آن منطقه می‌تواند به مرور زمان خسارات فراوانی را به آن ساختمان وارد آورد.

سنگ باید مهندسی، به‌جا و درست استفاده شود. هر سنگی برای هر فضایی با هر شرایط آب و هوایی مناسب نیست. دانش سنگ را باید آموخت و آن را طوری به کار برد که در جای خود و عادلانه قرار گیرد.

نظر به اینکه در این فصل از کتاب به بررسی پارامترهای مؤثر در شناخت سنگ‌های مورد استفاده در نماسازی می‌پردازیم؛ لذا سعی می‌شود در سه بخش مجزا به زوایای مختلف و مؤثر سنگ پرداخته و نکات مهم و کاربردی در هنگام خرید سنگ ارائه گردد. سپس و در انتهای فصل بر اساس اطلاعات مندرج ارائه شده در این سه بخش، خلاصه‌ای از مهم‌ترین خصوصیات سنگ‌های متداول در نماسازی در ایران ارائه می‌گردد تا مخاطب با اطلاعات ارائه شده بتواند ضمن آشنایی با سنگ‌های مختلف به‌راحتی سنگ مدنظر خود را انتخاب نماید.

## بخش اول: پارامترهای اولیه در انتخاب سنگ نما

### ۱- تناسب سنگ انتخابی با شرایط آب و هوایی، اقلیمی و زیستی منطقه

طبق این آیتم ابتدا باید بررسی گردد آیا سنگ‌های انتخابی توانایی مقاومت در برابر عوامل محیطی محل را دارند یا خیر؟! لذا از آنجا که سطوح بیرونی سازه‌ها به‌طور مستقیم در معرض عوامل جوی مانند باران، انجماد و آب شدن، تبلور نمک، اشعه آفتاب، باد، تغییرات حرارتی و غیره قرار دارند، سنگ‌های مورد مصرف در این شرایط، باید دوام و استحکام مناسبی در مقابل عوامل مذکور داشته باشند. به‌ویژه به اثر باران‌های اسیدی و آلاینده‌های جوی موجود در هوا و قطرات باران، باید توجه خاصی شده و تا جایی که امکان دارد از مصرف سنگ‌هایی که در مقابل این عوامل ضعیف‌اند، خودداری گردد. به‌طور مثال در مناطق بادخیز (به‌ویژه بادهای همراه با ماسه) مقاومت سایشی سنگ مهم‌ترین آیتمی هست که باید مدنظر قرار گیرد؛ زیرا طوفان‌های شن به‌مرور باعث از بین رفتن سطح رویه‌ی سنگ شده و مقاومت آن را در برابر عوامل محیطی به‌شدت کاهش می‌دهد.<sup>۱</sup> در این قبیل موارد استفاده از سنگی مانند تراورتن طیس به‌هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود و باید از سنگ‌های مقاوم در برابر سایش استفاده شود.<sup>۲</sup>

### ۲- بررسی میزان تراکم، چگالی و تخلخل سنگ

از آنجا که میزان تراکم، چگالی و تخلخل سنگ رابطه‌ی مستقیمی با مقاومت سنگ در برابر عوامل مختلف دارد؛ لذا به بررسی تخلخل و اهمیت توجه به آن در انتخاب سنگ و معرفی انواع روش‌های ترمیم آن (انواع رزین) می‌پردازیم.

اهمیت تراکم، چگالی و تخلخل در سنگ: با توجه به اینکه هر چه سنگ دارای چگالی<sup>۳</sup> بالاتری باشد کیفیت جلاپذیری و ساب آن هم بالاتر خواهد رفت؛ که این موضوع نه‌تنها نقش مهمی در تعیین میزان محبوبیت، قیمت و میزان فروش سنگ

۱. سنگ‌های ساختمانی دکتر امین جمشیدی- انتشارات دانشگاه لرستان- ۱۳۹۷

۲. در انتهای این فصل کلیه‌ی اطلاعات مرتبط با سنگ‌های متداول مورد استفاده در نماسازی ذکر گردیده است.

۳. چگالی عبارت است از وزن واقعی سنگ تقسیم بر /وزن واقعی- وزن جسم درون آب (روش ارشمیدس)



دارد، بلکه نقش مهمی در کاهش جذب آب و کاهش تأثیر عوامل مخرب بر سنگ دارد؛ زیرا هر چقدر کیفیت جلاپذیری و ساب سنگ بالاتر باشد مقاومت آن در برابر عوامل مخرب هم افزایش می‌یابد.

با توجه به رابطه‌ی مستقیم میزان تخلخل با چگالی و تراکم سنگ‌ها و تأثیر آن بر کیفیت سنگ، لذا به معرفی آن می‌پردازیم.

تخلخل: یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی که توسط خریدار و مصرف‌کننده حتماً باید مورد توجه قرار گیرد، میزان تخلخل در سنگ است. تخلخل از عوامل اصلی در شکسته شدن و جدا شدن سنگ از سطح بنا است. این مسئله معمولاً به علت نفوذ آب در خلل و فرج موجود در سنگ و یا نفوذ آب به قسمت بین سنگ و دیوار یا کف و اثر سرمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد است؛ که در ابتدا باعث ایجاد درزه و شکاف‌های جزئی و در نهایت باعث شکسته شدن و جدا شدن یک یا چند پلاک از سطح بنا می‌شود؛ که این موضوع می‌تواند مشکلات فراوانی را در پی داشته باشد. از طرفی تخلخل رابطه‌ی مستقیم با نفوذپذیری و جذب آب در سنگ دارد. به عبارت دیگر هرچه تخلخل سنگ بیشتر باشد، نفوذپذیری و جذب آب در سنگ بیشتر می‌شود. به طوری که اگر تخلخل سنگ زیاد باشد، عوامل مختلف مخرب سنگ مانند انجماد و آب شدن، تبلور نمک و غیره با شدت بیشتری عمل می‌کنند. این عوامل مخرب بر دوام سنگ تأثیر می‌گذارند.



نمونه‌ای از نمایش تخلخل در سنگ (تراورتن)

رابطه‌ی تخلخل با انواع خصوصیات مکانیکی، یک رابطه‌ی معکوس است. با افزایش تخلخل، خصوصیات مکانیکی سنگ کاهش پیدا می‌کند.

**نکته:** امروزه در هنگام تولید سنگ با رزین کاری<sup>۱</sup> که در پاورقی به‌طور کامل تشریح گردیده است، تخلخل و روزنه‌ها در سطح رویه‌ی سنگ‌ها به‌طور دقیق پر و از بین می‌رود که توجه به کیفیت آن بسیار حائز اهمیت است. (هرچه میزان رزین کاری

۱. رزین کاری: رزین ترکیبی شیمیایی و یا طبیعی است که بسیار چسبناک بوده، با شرایط خاص سخت می‌شود. به‌منظور افزایش استحکام سنگ و ایجاد سطحی با ظاهری یکدست، در حین فرایند تولید سنگ از رزین استفاده می‌شود.

رزین کاری سنگ نیز بیشتر قبل از مرحله‌ی ساب و برای افزایش استحکام و اطمینان از خرد نشدن سنگ در حین ساب انجام می‌شود. بیشترین مصرف رزین برای سنگ‌های تراورتن است، چرا که سنگ تراورتن از بین سنگ‌های مختلف دارای بیشترین تخلخل بوده، تنها حفره‌هایی از آن را می‌توان با - رزین پر کرد که راه نفوذ از سطح دارند. به همین علت امکان پر کردن حفره‌های پشت سنگ وجود ندارد. حفره‌های پشت سنگ در هنگام نصب سنگ با ملات پر می‌شوند؛ که این کار مزیتی برای اتصال بهتر سنگ در حین نصب است. یکی از مؤلفه‌های مهم در سنجش کیفیت رزین، ضریب انبساط طولی و حجمی آن است که در صورت وجود اختلاف بین ضریب انبساط سنگ و رزین پس از انجام عملیات رزین کاری، حجم رزین خشک شده کاهش یافته، باعث نشست آن در سطح سنگ و ایجاد سطحی ناهموار می‌شود؛ یا به‌مرور زمان با قرار گرفتن در فضای سرد و گرم، تکه‌های خشک شده رزین، از سطح سنگ جدا و کنده می‌شود. یکی از مشکلات متداول در رزین کاری نشست رزین پس از خشک شدن کامل است. برای حل این مشکل می‌بایست سوراخ‌های درشت را به‌جای رزین کاری با وصله کردن پوشاننده، حد امکان ویسکوزیته رزین را کاهش داد تا امکان نفوذ به خلل و فرج موجود در عمق، وجود داشته باشد.

**رزین‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: رزین پلی‌استر، رزین اپوکسی و رزین‌های UV**

رزین پلی‌استر: رزین پلی‌استر در حالت‌های مایع، نیمه جامد و جامد وجود دارد. قیمت آن از رزین اپوکسی کمتر ولی کیفیت آن موردقبول است. کار با آن آسان و به دو صورت شفاف و رنگی وجود دارد. رزین پلی‌استر در مقایسه با رزین اپوکسی دارای ویسکوزیته بیشتری بوده که پس از ترکیب با سخت‌کننده‌ی زمان‌گیرش کوتاه‌تری دارد که باعث می‌شود میزان عمق نفوذ کمتری به داخل خلل و فرج داشته باشد. **رزین اپوکسی:** رزین اپوکسی به دلیل قیمت بالاتر نسبت به رزین پلی‌استر کمتر متداول بوده ولی استفاده از آن در بازارهای جهانی بسیار متداول است. در ایران در مصارف خاص و سنگ‌های گران‌قیمت از آن استفاده می‌شود. از مزیت‌های رزین اپوکسی به میزان نفوذ زیاد در خلل و فرج و ثبات رنگ آن در برابر نور خورشید و جنس محکم آن می‌توان اشاره کرد. به‌طوری که حد تحمل رزین پلی‌استر تنها ۱۳ و ۱۴ مگاپاسکال ولی حد تحمل رزین اپوکسی ۶۰-۵۰ مگاپاسکال است.

**رزین UV:** رزین UV یکی از بروزترین روش‌های رزین کاری است و تفاوت آن با پلی‌استر و اپوکسی نوع هاردنر سخت‌کننده‌ی آن‌هاست که پرتو اشعه‌ی UV به‌جای هر ماده شیمیایی دیگری این کار را انجام می‌دهد. در رزین UV از هیچ ماده‌ی شیمیایی و هاردنر استفاده نمی‌شود؛ لذا بر روی سنگ سخت نمی‌شود که به این دلیل عمق نفوذپذیری بیشتری به مفر سنگ دارند و رزین اضافه به‌راحتی از سطح کار جمع می‌شود و دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای خشک‌کردن این‌گونه رزین‌ها از کوره‌های مخصوص تابش اشعه UV استفاده می‌شود.



سنگ افزایش یابد از شفافیت آن کاسته و به مات بودن سنگ افزوده می‌شود، که این مهم منجر به کاهش مقاومت سنگ و با طبع کاهش قیمت سنگ می‌شود؛ لذا در هنگام خرید سنگ این نکته باید مدنظر قرار گیرد).

### ۳- ترکیب کانی شناسی

یکی از خصوصیات سنگ ساختمانی باید به آن توجه ویژه‌ای شود، ترکیب کانی‌شناسی سنگ است. کانی‌های تشکیل دهنده‌ی سنگ نقش مهمی در مقاومت آن در برابر هوازگی و فرسودگی دارند. بعضی از سنگ‌ها به دلیل داشتن کانی‌های مضر و ناپایدار بعد از مدتی با توجه به شرایط محیطی که سنگ در آن به کار برده می‌شود، تجزیه و هوازده می‌شوند. در نتیجه موجب تغییر رنگ در سطح آن به شکل نامطلوبی می‌شوند. فلینت یا چرت، میکا، پیریت و ترمولیت از مهم‌ترین کانی‌های مضر هستند<sup>۱</sup>.

### ۴- خصوصیات فنی

در انتخاب سنگ ساختمانی باید توجه ویژه‌ای به خصوصیات فنی آن شود. خصوصیات فنی روی دوام سنگ تأثیر زیادی دارند و سنگ‌هایی که از لحاظ خصوصیات فنی حداقل‌ها را رعایت نکنند در مقابل عوامل محیطی دچار هوازگی و فرسودگی می‌شوند و در درازمدت دوام و زیبایی خود را از دست می‌دهند. خصوصیات فنی مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی هستند. یک سنگ ساختمانی برای کاربرد در ساختمان باید حداقل مقادیر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی را دارا باشد<sup>۲</sup>.

۱. بخشعلی بختیاری و همکاران- راهنمای انتخاب سنگ ساختمانی- نشریه‌ی شماره گ ۳۱۴ مرکز

تحقیقات ساختمان و مسکن- چاپ اول

۲. سنگ‌های ساختمانی- دکتر امین جمشیدی- انتشارات دانشگاه لرستان



در جدول ۱-۱ حداقل مقادیر ممکن برای برخی سنگ‌های پر کاربرد در ساختمان ارائه شده است.

حداقل مقاومت خمشی (مگاپاسکال)	حداقل ضریب گسیختگی (مگاپاسکال)	حداقل مقاومت فشاری $\frac{kg}{m^3}$	حداقل چگالی $\frac{kg}{m^3}$	حداکثر جذب آب (درصد)	استاندارد	نوع سنگ
۸/۲۷	۱۰/۳۴	۱۳۱	۲۵۶۰	۰/۴	AstM C615	گرانیت
۷	۷	۵۲	۲۵۹۵	۰/۲	AstM C503	مرمر
۷	۷	۵۲	۲۸۰۰	۰/۲		
۶/۹	۶/۹	۵۲	۲۳۰۵	۲/۵	AstM C1527	تراورتن
-	۲/۹	۱۲	۱۷۶۰	۱۲		سنگ آهگ
-	۳/۴	۲۸	۲۱۶۰	۷/۵	AstM C568	
-	۶/۹	۵۵	۲۵۶۰	۳		

جدول ۱-۱ حدود پذیرش و الزامات خصوصیات فنی سنگ‌های ساختمانی

مختلف

## ۵- انواع هوازدگی و اهمیت آن در انتخاب سنگ

عموماً فرض می‌شود که سنگ در مقایسه با تعدادی از مصالح ساختمانی دیگر مانند گچ و چوب به‌عنوان یکی از بادوام‌ترین مصالح ساختمانی معرفی می‌شود، اما سنگ به دلیل عوامل زوال محیطی دچار هوازدگی می‌شود. خصوصیات ذاتی سنگ مانند خصوصیات سنگ‌شناسی، فیزیکی و مکانیکی در مقاومت سنگ در مقابل عوامل زوال، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند.

هوازدگی سنگ یک فرایند پیچیده است که به‌موجب آن، تغییراتی در ظاهر، ترکیب کانی‌شناسی، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ رخ می‌دهد که به‌موجب این تغییرات، دوام سنگ کاهش می‌یابد.