

## چکیده

تکنولوژی تولید سنگ مصنوعی از سال ۱۹۶۰ در ایتالیا پدید آمد و در همان دهه اولین کارخانه تولید سنگ مصنوعی در این کشور شروع به فعالیت کرد. ایده پدید آمدن سنگ مصنوعی از آنجا شکل گرفت که طراحان و آرشیتکت‌ها به منظور هر چه زیباتر کردن و چشم‌نوازتر کردن فضاها اعم از فضاهای درونی و بیرونی ساختمان‌ها و کف‌پوش‌ها و محوطه‌سازی‌های بیرونی نیاز به سنگ‌هایی با فاکتورهای مورد نظر خویش را احساس می‌کردند به علاوه پیشرفت صنعت ساختمان و سلیقه‌های مختلف این نیاز را بیان می‌کرد که سنگ‌هایی با طرح‌های مختلف و فاکتورهای فیزیکی و مکانیکی، کیفیت بالا و قیمت مناسب باید در دسترس باشد. بدین ترتیب با رشد جمعیت جهان و متفاوت شدن سلیقه‌ها سنگ‌های طبیعی پاسخگوی این نیاز انسانی و سلیقه‌ای نبودند. لذا ترکیبات مواد برای ساخت سیمای جدید با زیبایی خاص و نمای یکدست و بدون تغییر در رنگ و طرح به کار گرفته شد. گرچه مواد اولیه تولید سنگ‌های مصنوعی از اجزای سنگ‌های طبیعی تهیه می‌شود ولی امکان تعیین رنگ و طرح مورد نظر با افزودن رنگدانه‌ها و به کار بردن جنس‌های مختلف در سنگ‌های مصنوعی وجود دارد. امکان به کارگیری اجزای مختلف از جمله قطعات فلزی، دانه‌های فسیلی، قطعات سنگ‌های قیمتی در ساختار سنگ مصنوعی سبب هر چه زیباتر شدن و منحصر به فرد شدن طرح‌ها و مدل‌های سنگ مصنوعی است. همچنین سطوح مختلفی برای سنگ‌های مصنوعی می‌توان ایجاد کرد.

## (۱) سنگ مصنوعی چیست؟

سنگ‌های مصنوعی از ترکیب مجدد سنگ‌های طبیعی با مواد افزاینده دیگر به دست می‌آیند که به آنها وزن کمتری داده و در نتیجه نصب آنها سریع‌تر می‌شود. برای آنکه بدانیم سنگ‌های مصنوعی از چه چیز ساخته شده‌اند به اختصار می‌توان گفت که این سنگ‌ها از ترکیب سیمان، رس‌ها، آگرگات‌های سنگ‌های ضایعاتی و خاک‌های سبک وزن ساخته می‌شوند. مواد به کار رفته در این سنگ‌ها تماماً کیفیتی مبتنی بر ملاحظات محیطی و انسانی دارند. رنگ‌دانه‌های اکسید آهن رنگ مورد نظر را به این سنگ‌ها می‌دهد. ترکیبی که از این راه به دست می‌آید در قالب‌هایی ریخته می‌شود که دارای نقش و نگارهای سنگ‌های طبیعی هستند و به این سنگ‌ها سیمایی کاملاً طبیعی می‌دهد. از نظر قیمت، سنگ‌های مصنوعی به مراتب قیمتی کمتر از سنگ‌های طبیعی دارند، چرا که کارهای دشواری که روی سنگ طبیعی برای رساندن آن به بازار و قابل استفاده کردن آن انجام می‌شود در مورد سنگ‌های مصنوعی غیرضروری می‌نماید و دارای وزنی کمتر و ضخامتی کوچکتر هستند که به ما این اجازه را می‌دهد که سه برابر سنگ‌های طبیعی بتوانیم آنها را به کار گیریم. علاوه بر این‌ها مقاومت ساختاری آنها در فنداسیون‌های خاص توانایی تحمل بارهای زیاد را به آنها می‌دهد. سنگ‌های مصنوعی در واحد مترمربعی برای قطعات تخت به فروش می‌رسند و بسته‌بندی آنها در جعبه‌های چوبی دستی انجام می‌شود.

وزن سنگ‌های مصنوعی بسته به مدل آنها مختلف است و در رنج ۱۵ کیلوگرم بر مترمربع در قطعات کوچک تا ۳۷ کیلوگرم بر مترمربع در مدل‌های بزرگ قرار می‌گیرد. رنگ سنگ‌های مصنوعی در گذر زمان از بین نمی‌رود چرا که رنگ این سنگ‌ها بخشی از ساختار سنگ شده و در زمانی که سنگ در حال قالب‌گیری بوده، ثابت شده است. تجربیات کاری نشان داده است که تغییر قابل مشاهده‌ای در رنگ این سنگ‌ها حتی پس از گذر زمان‌های طولانی و تحت شرایط آب و هوایی مختلف مثل تغییرات فصلی و بدی آب و هوا ایجاد نشده است. به‌منظور ایجاد تکرار در شکل‌های سنگ مصنوعی، هر مدل به تنهایی با استفاده از صدها مدل متفاوت ساخته شده است. به‌علاوه به‌منظور تقویت تفاوت‌ها (که هیچ قطعه‌ای شبیه قطعه دیگر درنیاید) توجه ویژه‌ای به رنگ‌آمیزی شده است. سایه‌ها و ضدسایه‌ها به‌طور خاصی ترکیب شده‌اند که بر این اساس پس از کاربری سنگ مصنوعی تفاوتی با سنگ طبیعی که از آن ساخته شده نخواهد داشت، چون سنگ مصنوعی یک محصول سیمانی است، دارای عمر مفیدی است که دیگر محصولات ساخته شده از سیمان هم دارند و برای کارهای خارجی ساختمان مناسب است. معمولاً سازنده‌ها این عمر مفید را تأمین می‌کنند.

سنگ‌های مصنوعی به‌علت داشتن قابلیت تحمل گرمایی می‌توانند در ساخت فضای خارجی شومینه‌ها نیز مورد استفاده قرار گیرند. از آنجایی که مواد سازنده این سنگ‌ها دارای درصدی رس است، آنها را در مواجهه با گرما مناسب ساخته است. به‌طور طبیعی این سنگ‌ها باید با ملات‌ها یا چسب‌ها به‌کار گرفته شوند.

## ۲) تکنولوژی ساخت سنگ مصنوعی

موادی که برای خط تولید سنگ‌های مصنوعی به کار می‌روند طوری انتخاب می‌شوند که برای کارهای داخلی و خارجی ساختمان چه در کف و چه در نما ایده‌آل باشد. تکنولوژی ترکیبی ویبره – پرس و نیز به کار بردن مواد طبیعی سنگ در ترکیب آن از جمله مرمرها، سنگ‌های کلسیتی، گرانیت‌ها، و سنگ‌های سیلیسی به همراه سیمان و مقدار کمی آب خواصی به سنگ می‌دهد که ۷۵ درصد کیفیت خواص سنگ طبیعی را دارا باشد. محصولات استاندارد آنهایی هستند که پس از تولید آماده نصب بوده و پارامترهای آنها تکمیل و ضخامت آنها کالیبره شده باشد و لبه‌هایش نیز ابزار خورده باشد. سنگ‌های طبیعی امروزه در مقابل فشار، نور، اشعه ماورای بنفش و ناملايمات جوی به صورت بسیار کاملی مقاوم هستند، به علاوه محصولاتی هستند با نیاز به نگهداری کم و می‌توانند پس از نصب بارها ساب خورده و صددرصد مانند سنگ طبیعی رفتار کنند. از دیگر خصوصیات این سنگ‌ها می‌توان به تک لایه بودن آنها اشاره کرد که در محیط خلأ فشرده و ویبره می‌شوند و ترکیب آنها شامل درصد بالایی از دانه‌های بهم پیوسته از ترکیب آگرگات‌های سنگ طبیعی است مانند مرمر، گرانیت، کوارتز، پروفیری، دیوریت، که با سیمان پرتلند ۵/۲۵ کلاس یک به هم می‌چسبند. میزان آب – سیمان در حدود ۵ و ۳۰ است. پانل‌ها درجه‌بندی شده، تخت و در قسمت‌های لبه همان‌گونه که ما خواهیم پخ خورده و طبق تلورانس‌های دیمانسیون‌ی بوده و از لحاظ عکس‌العمل در برابر آتش در کلاس ۵ هستند – رنگ آنها چه در برابر نور طبیعی و چه در مقابل نور ماورای بنفش تغییر نکرده و مات نمی‌شود.

تکنولوژی تولید سنگ مصنوعی با به کارگیری حداکثر مواد طبیعی و ترکیب افزودنی‌های مدرن شیمیایی این اجازه را به ما می‌دهد تا محصولات را طبق سفارش و خصوصیت مورد نظر مصرف‌کننده تولید کنیم. به همین ترتیب قدرت دکورسازی هر مکان داخلی یا خارجی ساختمان را با حداقل زمان و کمترین هزینه می‌توانیم به انجام برسانیم، با این مزیت که زیبایی طبیعی مواد را حفظ کرده‌ایم. ساختارها، رنگ‌ها و الگوهای بسیار متنوع و طبیعی این محصولات از نظر طراحان و ساختمان‌سازان جالب و مورد توجه است. طبیعی بودن مواد به کار رفته هرگونه نیاز به افزودنی‌های خارجی جهت نگهداری از آنها را مرتفع ساخته است. همچنین آسانی در نصب و استفاده نیز از دیگر ویژگی‌های این سنگ‌ها است. تکنولوژی تولید این محصولات با ترکیب سیمان‌های کیفیت بالا، عمر مفید استفاده از محصولات را تا ۳۰ سال تضمین می‌کند. همچنین مزایایی از قبیل ضدیخ بودن، ضدصدا بودن، ضدآتش و جاذب انرژی بودن از دیگر خصوصیات سنگ‌های مصنوعی است.

از دیگر اطلاعات تکنولوژیک می‌توان به ضخامت این سنگ‌ها اشاره کرد. این سنگ‌ها از رنج سه چهارم تا ۲/۵ اینچ تولید می‌شوند و میانگین ضخامت آنها معمولاً ۱/۵ اینچ است. بنابراین محدودیت برش در این سنگ‌ها وجود ندارد و به هر ضخامت مورد نظری می‌توانند قالب‌گیری شوند. به همین ترتیب وزن این محصولات بین ۸ تا ۱۰ پوند در هر فوت مربع متغیر است. رنگ سنگ‌های طبیعی از رنگدانه‌های اکسید آهن تامین می‌شود. تکنولوژی رنگ کردن شامل دوپروسه است. رنگ زمینه به هر سنگ افزوده می‌شود از طریق پاشیدن ترکیب مخصوص حاوی رنگ‌های اکسید آهن قبل از اینکه سنگ قالب‌گیری شود و سپس رنگ نمای سنگ روی آن پاشیده می‌شود. بدین ترتیب تغییر رنگی در سنگ در طول سالیان و در مواجهه با آب و هوای مختلف ایجاد نخواهد شد.

از نظر دوام سنگ‌های مصنوعی می‌توان به مقاومت فشاری آنها تا ۴۰۰۰ psi اشاره کرد. تست‌های آزمایشگاهی مخصوص نشان داده که هیچ‌گونه تخریب یا تغییری در ساختار سنگ پس از ۳۰ روز شرایط تحت انجماد بین ۰ تا ۵ درجه فارنهایت و سپس چرخه‌ای بین ۷۰ تا ۷۵ درجه فارنهایت رخ نداده است.

## ۳) تعاریف سنگ مصنوعی

سنگ‌های مصنوعی یا ترکیبات سنگی دارای، چگالی بالایی هستند که تحت خلأ فابریک شده و ترکیبی از مواد سنگی طبیعی مختلف با یکدیگر به وسیله چسب‌های ساختاری هستند. وزن ترکیبات سنگ بین ۹۱ تا ۹۶ درصد وزن کل سنگ را تشکیل می‌دهد. وزن مخصوص آگرگات‌ها ۲۷۰۰ است.

بسته به طبیعت مواد به کار رفته در سنگ در هر ترکیب، سنگ‌های مصنوعی می‌توانند به طریق زیر تعریف شوند:

– سنگ‌های مرمریتی: که حاوی سنگ مرمر و دیگر سنگ‌های آهکی است.

– سنگ‌های گرانیتی: که ترکیبی از کوارتز، کوارتزیت، سیلیکا، گرانیت، پروفیری و دیگر سنگ‌های سیلیکاته هستند.

دیگر مواد سنگی مانند اسلیت، دولومیت، سرپانتین و غیره نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. انتخاب مواد سنگی بستگی به سیمای نهایی محصول تولید شده دارد.

## ۳-۱) تکنولوژی سنگ مصنوعی

سیستم تولید سنگ مصنوعی دارای تکنولوژی انحصاری است که فشرده‌سازی تحت شرایط خلأ و ایجاد فشار و لرزش است که این امکان را می‌دهد تا با ترکیبات خشک مواد مخلوط شده شکل گرفته و به سنگ ترکیبی با کیفیت بسیار بالایی تبدیل شود. سنگ مصنوعی می‌تواند مستقیماً به اسلب‌هایی با ابعاد و ضخامت‌های متفاوت تبدیل شود و یا به بلوک‌هایی با مکعب‌هایی مختلف که بعداً بریده شده و به ضخامت‌های متفاوت درآید.

مشخصات عمده در پروسه تولید سنگ مصنوعی عبارتند از:

– امکان استفاده از مقدار صحیح ترکیبات در مخلوط برای فشرده‌سازی.

– عدم وجود هوا در ترکیبات فشرده شده در خلال فاز فشرده‌سازی.

– عملیات ترکیبی فشرده‌سازی و ویبره مواد تحت شرایط خلأ.

### ۲-۳) سیستم و ترکیبات مخلوط

مخلوط حاوی آگرگات‌های سنگ است که توسط مواد چسبنده به هم می‌چسبند. ترکیبات مواد چسبنده باید به مقدار مناسب به کار گرفته شود. به همین ترتیب مقدار بهینه‌ای بین مواد چسبنده و آگرگات‌ها وجود خواهد داشت. در چسباننده‌های رزینی، مقدار بهینه توسط مقادیر رزین مورد نیاز برای اتصال دادن مقادیر اجزای موجود در مخلوط تعیین می‌شود. مواد رزینی این امکان را می‌یابند که با دانه‌های پودر مینرال با نرخ حجمی ۴۳/۵۷ ترکیب شوند.

در ترکیب، مواد و آگرگات‌های دارای وزن مخصوص به خود هستند. مواد رزینی دارای وزن کمتری بوده و در تعامل با آگرگات‌ها این اجازه را می‌دهد تا در نقطه بهینه منحنی دانه‌بندی قرار گیرند. برای مثال سنگ‌هایی که با آگرگات‌های یک درصد تا ۴ میلی‌متر ساخته می‌شوند، نرخ مواد سنگ آنها می‌تواند ۰/۱۶ باشد.

به‌عنوان یک قانون، مخلوط‌هایی که با این نرخ ترکیبی ساخته می‌شوند باید خشک، غیرسیال و بی‌مرز باشند که این دشواری استفاده از ماشین‌آلات معمولی را به همراه خواهد داشت.

فشرده‌سازی کامل این مخلوط خشک بهترین کیفیت را برای محصول نهایی ما ایجاد خواهد کرد.

### ۳-۳) کیفیت محصول سنگ مصنوعی

عملیات مخلوط‌سازی تحت خلاء همراه با فشار و ویبره، برای آگرگات‌ها این امکان را می‌دهد که بسیار نزدیک به هم قرار گرفته و بهترین آرایش مواد جامد مخلوط را داشته باشند. بنابراین مقدار مواد چسباننده که آگرگات‌ها را دربرمی‌گیرد بسیار کاهش می‌یابد و این عاملی است که مشخصات تکنیکی سنگ را بهبود می‌بخشد. فرآیند فشرده‌سازی تحت خلاء هرگونه فضای ماکروسکوپی در مخلوط را به فضای میکروسکوپی که توسط چسباننده‌ها پر خواهد شد تبدیل می‌کند و جذب آب را به ۲ درصد وزنی کاهش می‌دهد. مقادیر و اندازه‌های درستی که در ترکیب مواد رعایت می‌شود از هرگونه جدایش و ترک‌های ریز احتمالی موجود در سنگ جلوگیری می‌کند. سیستم تولید سنگ‌های مصنوعی این امکان را می‌دهد تا سنگ‌های آذرین همگن ایزوتروپ ثابتی از لحاظ فیزیکی و سیماهای مکانیکی داشته باشند. این سنگ‌ها می‌توانند مقاومت ساختاری بیش از ۶۰ را داشته باشند.

#### ۳-۴) مواد خام موجود در ترکیب سنگ‌ها

مواد خام اصلی که در ترکیب سنگ مصنوعی به کار می‌رود عبارتند از:

آگرگات‌ها، مینرال‌های پرکننده، چسباننده‌ها، رنگدانه‌ها، افزودنی‌ها.

#### ۳-۴-۱) آگرگات‌ها:

مواد سنگی هستند که با عوامل چسبنده مخلوط شده و مخلوطی را می‌سازند که کاملاً فشرده می‌شود.

آگرگات‌ها ممکن است آهکی باشند مانند مرمریت، دولومیت، و دیگر سنگ‌های آهکی یا سیلیکاته باشند مانند گرانیت، پرفیری، کوارتز، بازالت، ماسه‌های سیلیکاتی، کوارتزیت و غیره. آگرگات‌ها معمولاً به شکل دانه‌های ماسه در اندازه‌های مختلف به کار برده می‌شوند. آگرگات‌ها ممکن است از خردایش قطعات بزرگتر سنگی و یا از روسوبات ماسه‌ای به‌طور مستقیم به‌دست آیند. انتخاب طبیعت، اندازه و دانه‌بندی آنها بستگی به سیمای سنگ و مشخصات فیزیکی و مکانیکی محصول دارد.



## منابع و مآخذ

۱. فرهادیان، محمدباقر - ۱۳۷۲ - سنگ‌های تزیینی و نما - انتشارات وزارت صنایع و معادن.
۲. یعقوب‌پور - عبدالمجید - آشنایی مقدماتی با سنگ‌های تزیینی و نما - انتشارات سازمان صنایع و معادن.
۳. برادران - محمود - سنگ تزیینی و نما - معاونت انتشارات معدنی.
۴. کریم‌پور - محمدحسن - کانی و سنگ صنعتی - انتشارات جاوید.
۵. مطیعی - همایون - زمین‌شناسی ایران - سازمان زمین‌شناسی کشور.
۶. صنایع سنگ پامیر - تولیدکننده سنگ مصنوعی.