



دگرگونی مصالح ساختمانی

# حکایتی از قامت افراشته بناهای قدیمی

مهديه سالارکيا

## اشاره

فکر می‌کنید از میان بناهای قدیمی شناخته‌شده کدامیک عمر بیشتری دارد؟ دیوار برلین - که به نماد جنگ سرد معروف شد - تنها به مدت ۲۸ سال پابرجا بود. دیوار چین چطور؟ قدمت زیاد این یکی، قدری معقول‌تر است چون عمر آن به ۲۳۰۰ سال پیش می‌رسد. آیا عمر مواد ساختمانی به کار رفته در بناهای قدیمی در همین حد است؟ واقعیت از این قرار است: عمر قدیمی‌ترین آجرهای پیداشده، به هشت‌هزار سال پیش از میلاد می‌رسد!

**کلیدواژه‌ها:** ساختمان‌سازی، آجر، ساروج، بتون، مصالح ساختمانی

## مقدمه

بسیاری از افراد تصور می‌کنند آجر، ماده‌ای جدید است و ساختمان‌ها در گذشته‌های دور، از سنگ یا چوب ساخته می‌شدند. این درست است: بسیاری از بناهای اولیه کاهگلی بوده‌اند اما آجر هم به‌عنوان ماده‌ای ساختمانی در دسترس تمدن‌های کهن بوده است. چنان‌که شهری به نام یقیخو<sup>۱</sup> واقع در فلسطین و نزدیک به رود اردن، یکی از قدیمی‌ترین محل‌های سکونت تمدن‌های قدیمی شناخته شده، که از حدود ۸ هزار سال پیش از میلاد نشانه‌هایی را در خود جای داده است، شکل ۴. اهالی این شهر با روش تهیه آجرهای ساده آشنایی داشته‌اند و با قرار دادن گل رس زیر آفتاب و خشک کردن آن، آجر می‌ساختند. به این ترتیب عمر نخستین آجر ساخت بشر در حدود هشت‌هزار سال پیش از میلاد برآورد می‌شود.

مردم ساکن در بین‌النهرین، دریافته بودند که اگر مخلوط گل و پوشال را در کوره بپزند، آجرهای محکم‌تری خواهند داشت که مقاومت بیشتری در برابر آب از خود نشان می‌دهند. دیوارهای



شکل ۱ دیوارهای قدیمی بابل، در بین‌النهرین از آجرهایی ساخته شده‌اند که آن‌ها را در کوره می‌پختند.

شکل ۲ دیوار چین در قرن سوم پیش از میلاد، در دوران امپراطوری شی هوانگ<sup>۱</sup> ساخته شد.



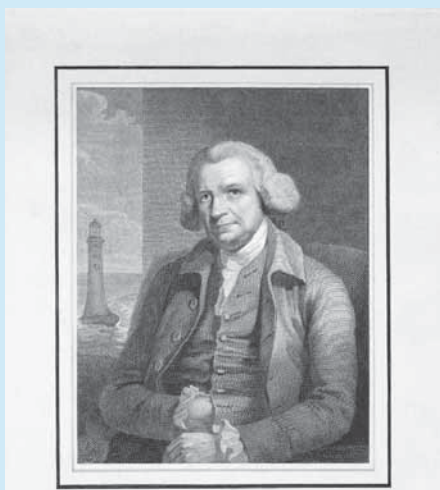
آجری باقی مانده در سرزمین بابل از چنین آجرهایی ساخته شده‌اند.

با وجود نقش کلیدی آجر در ساخت بناها، نباید از ضرورت و نقش موادی برای پیوند دادن و یکپارچه کردن آجرها غافل شد. بشر به اهمیت دوام این مواد در سازه‌ها آشنایی داشته است و از این روست که همگام با پیشرفت در ساختمان سازی و پهلوی به پهلوی آن، به تولید با دوام تر چنین موادی که امروزه از آن‌ها، به بتون یاد می‌شود - توجه شد و در گذر زمان، ساروج - مخلوطی شامل رس، گل و قیر - به شکل بتون‌های امروزی تغییر یافت.

کاربرد آن در ساختمان سازی، دوام بیشتری به کار می‌بخشد. نمونه‌ای از کاربرد این بتون را می‌توان در ساختار دیوارهای شهر کوزا<sup>۲</sup>، در ایتالیا مشاهده کرد که در سال ۲۷۵ میلادی کامل شد. به طور معمول، ساروج ماده‌ای قابل اعتماد برای دوام بخشیدن به سازه‌هاست اما در حضور فشارهای خاصی از نوع ارتعاشی، مانند آنچه در زمین لرزه‌ها شاهد هستیم، ممکن است در هم بشکند و ساختمان فرو ریزد. آگاهی بشر از این کاستی، نیاز به جست‌وجو برای یافتن فرمولی کارا تر برای ساروج را یادآور شد و در گذر زمان به معرفی سیمان و انواع آن انجامید.

### مصریان باستان؛ پیشگامان تولید بتون

پیش از آنکه آجر به عنوان ماده ساختمانی سبک، ارزان و قابل حمل به طور گسترده کاربرد یابد، سنگ ماده‌ای متداول در ساختمان سازی بود چنان‌که هنر بنایی و سنگ کاری نمای ساختمان‌ها در ۲۵۰۰ سال پیش از میلاد رواج داشته و از زمان مصریان باستان منشأ گرفته است. مصریان در برش دادن و شکل دهی به سنگ‌ها پیش قدم بودند و همین فناوری، ساخت معبدهای باشکوه و هرم‌های عظیمی را به دست آنان فراهم کرد که امروزه سبب شهرت آنان شده است. مصریان باستان نخستین سازندگان بتون<sup>۳</sup> اولیه یا ساروج<sup>۳</sup> شناخته می‌شوند. ترکیب اولیه این ماده - که برای پیوند دادن و چسباندن آجر، سنگ و مواد ساختمانی دیگر ضروری بود و به کار دوام می‌بخشید - خاک رس با گل یا قیر بود. مصریان در ساخت ساروج از سنگ گچ<sup>۴</sup> استفاده کردند. بعدها رومیان از مخلوط آن با آهک، آب و ماسه، ساخت بتون را گسترش و دوام بیشتر دادند. به این ترتیب کاربرد آجر و ساروج مقدمه کشف چگونگی ساخت بتون بود. رومیان آهک، سنگ ریزه و خاک کوزه‌گری را با نسبت‌های گوناگون با هم آمیختند و به فرمول مناسبی برای بتون دست یافتند. آنان دریافته‌اند که این ماده می‌تواند قالب‌گیری و شکل داده شود و



شکل ۳ جان اسمیتون، بهترین فرمول برای سیمان را پیدا و معرفی کرد.



رومیان آهک، سنگ ریزه و خاک کوزه‌گری را با نسبت‌های گوناگون با هم آمیختند و به فرمول مناسبی برای بتون دست یافتند



شکل ۵ ژیبس یا سنگ گچ،  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ؛ نخستین ماده‌ای که به‌عنوان ساروج کاربرد یافت.

سال ۱۸۲۴ به نام خود ثبت کرد. از آنجا که ظاهر و رنگ این سیمان شباهت فراوانی به سنگ‌های جزیره پورتلند در انگلیس داشت، اسپدین این نام را برای سیمان خود برگزید.

### انواع سیمان و بتون

امروزه، گذشته از سنگ آهک و خاک رس به‌عنوان اجزای ثابت و سازنده سیمان، مواد شیمیایی دیگری این اجزا را همراهی می‌کند که آهن‌اکسید، منیزیم‌اکسید، آلومینیم سیلیکات و کلسیم سیلیکات از آن جمله‌اند. تغییر درصد این اجزاء، تولید و معرفی سیمان‌های مختلف را دربر دارد که برای هر یک، با توجه به خواص ویژه آن‌ها، کاربرد خاصی در نظر گرفته شده است. برای نمونه، انواعی از سیمان که حاوی سیلیکات‌های قلیایی کمتری هستند با بسترهایی که از یون‌های سولفات برخوردارند، برهم‌کنش کمتر نشان می‌دهند و برای چنین محل‌هایی مناسب‌ترند. وجود منیزیم‌اکسید و آهن‌اکسید باعث سیاه شدن رنگ سیمان می‌شود و این، مبنای معرفی دو نوع سیمان سفید و سیاه بوده است.

### مفهوم امروزی سیمان و بتون

نام سیمان، ریشه در واژه‌های رومی<sup>۱</sup> دارد و مهم‌ترین جزء سازنده بتون‌های مختلف به‌شمار می‌رود. در واقع، بتون از سه جزء آب، سنگ‌دانه (شامل سنگ ریزه، شن و خاک رس) و سیمان تشکیل می‌شود. هنگامی که آب و سیمان با هم مخلوط می‌شوند خمیری تشکیل می‌دهند که اجزای سنگ دانه را به‌طور یکپارچه، کنار هم نگه می‌دارد. این مخلوط پس از سرد شدن، به ماده‌ای سخت و بادوام تبدیل می‌شود.

در سال ۱۷۵۶، جان اسمیتون<sup>۲</sup>، دانشمند انگلیسی - که به بررسی خواص مواد سیمانی و پدیده سخت شدن آن‌ها علاقه‌مند بود - بهترین فرمول برای سیمان را به‌صورت مخلوطی از سنگ آهک حاوی مقداری خاک رس معرفی کرد اما افتخار این کشف نصیب معماری انگلیسی به نام ژوزف اسپدین<sup>۳</sup> شد. وی ماده سیمانی خود را سیمان پورتلند<sup>۴</sup> نامید و امتیاز کشف آن را در



شکل ۴ بقایای قصری در شهر یقیخو که از آجرهای گلی و سنگ ساخته شده است.



شکل ۶ مدل بله‌پله‌ای شهر پمپی، رومیان باستان آهک را به مخلوط ساروج افزودند و در ساخت این شهر از آجر همراه با این ساروج استفاده کردند.



شکل ۷ چارلز اسپدین، بزرگ‌ترین نوۀ ژوزف اسپدین، در حال ریختن نخستین نمونه بتون برای آزمایش.

تحسین برانگیز و باورنکردنی است: روزگاری مشتی خاک، سنگ و خاکستر تنها مصالح برای برپا کردن سازه‌ها بودند و اکنون همان مواد، صنایع بزرگی همچون تولید انواع بتون را پایه‌گذاری کرده‌اند.

#### \* پی‌نوشت‌ها

1. Jericho
2. Concrete
3. mortar
4. gypsum
5. Cosa
6. cementum
7. Smeaton, J.
8. Aspdin, J.
9. Portland
10. Shih Huang

#### \* منابع

1. Mortar| building material| Britanica.com  
www.britanica.com/technology/mortar-building
2. What is motar? Sakrete  
www.sakrete.com/blog/what-is-mortar

تغییر درصد اجزا در بتون نیز، انواع مختلفی از بتون‌ها را معرفی می‌کند. واکنش آبدار شدن اجزا که با وجود آب در مخلوط بتون انجام می‌گیرد، واکنشی گرماده است و هر چه مقدار گرمای تولید شده کمتر باشد نفوذپذیری بتون حاصل کمتر می‌شود و در نتیجه، از مقاومت بیشتری برخوردار خواهد بود.

مقدار آب در مخلوط آن با سیمان، نسبت آب به سیمان خوانده می‌شود. هر چه این نسبت کوچک‌تر باشد، یعنی بتون شامل آب کمتری باشد نفوذپذیری آن بیشتر است و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. چنین بتون‌هایی به سرعت سرد و سخت می‌شوند و از این‌رو، در محل‌هایی که دمای هوا پایین است، بیشتر کاربرد دارند.

#### کلام پایانی

روحیه شکست‌ناپذیر و پیکارجویی که در نهاد آدمی جای دارد، گذشته از نمایش جنبه‌های هنری معماری، جایگاهی مهم در صنعت نیز به آن بخشیده است.

آجر همراه با ساروج عامل توسعه فرهنگ بشری و معماری شهری بوده است. استادان معماری در آغاز مسیری نه‌هزار ساله تنها با تکیه به این دو ماده ساختمانی، الگوهای پیچیده‌ای در قالب ساختمان‌ها، طاق و سقف‌های گنبدی، پل و ... آفریدند و توسعه هنر معماری را نشانه گرفتند. اکنون این مسیر رو به آینده، با معرفی انواع مصالح ساختمانی به کمک فناوری‌های رو به رشد تولید آن‌ها ادامه دارد.