# مهندسی ساختمان با خشت و گل در دره‌ی سیمرغ

**گزارش ویژه‌ی ماهنامه‌ی سازه‌ها و بناهای بومی**

دره‌ی سیمرغ، واقع در ارتفاعات جنوبی کوه‌های سیاه‌کمر، سال‌های طولانی به دلیل بارندگی اندک و زمین‌های سنگلاخ شناخته می‌شود. اما در سال ۱۴۰۱ ه.ش. گروهی از معماران و پژوهشگران تصمیم گرفتند ثابت کنند که حتی در این شرایط نیز می‌توان خانه‌هایی ساخت که هم با طبیعت سازگار باشد و هم ساکنان را از گرما و سرما محافظت کند. نتیجه‌ی این تلاش مجموعه‌ای از خانه‌های گلی است که امروز الگوی بسیاری از روستاهای منطقه شده‌اند.

این گزارش حاصل دو سال بررسی میدانی، مصاحبه با سازندگان محلی و آزمایش مصالح در آزمایشگاه دانشگاه سیمرغ است. در ادامه، ابتدا روش ساخت خشت و گل در منطقه را می‌خوانید و سپس با چند خانه‌ی نمونه آشنا می‌شوید که هزینه‌ی گرمایش آن‌ها تا ۶۰ درصد کمتر از خانه‌های معمولی است.

## خشت و گل چگونه ساخته می‌شود؟

خشت‌های مورد استفاده در دره‌ی سیمرغ ابعاد ۲۰ در ۳۰ سانتی‌متر دارند و با قالب‌های چوبی ساخته می‌شوند. مخلوط خاک رس، کاه و کمی آهک با آب مخلوط می‌شود و پس از ورز دادن به مدت ۲ روز، در قالب ریخته می‌شود. خشت‌ها سه هفته در هوای آزاد خشک می‌شوند و سپس روی هم چیده می‌شوند. ملات میان خشت‌ها همان مخلوط خاک است که با کاه مسلح می‌شود تا ترک نخورد.

دیوارها معمولاً ضخامت ۴۰ سانتی‌متر دارند و از بیرون با گچ آهکی پوشانده می‌شوند تا در برابر باران محافظت شوند. سقف‌ها با تیرهای چوبی و روی آن با خاک و کاه پوشیده می‌شود که عایق خوبی برای گرما و سرما است. پنجره‌ها کوچک‌اند و رو به جنوب قرار می‌گیرند تا نور زمستانی وارد خانه شود اما تابش تابستانی کمتر باشد.

## خانه‌ی نمونه: خانه‌ی هادی رحیمی

خانه‌ی هادی رحیمی در روستای تل‌گز ۱۲۰ مترمربع مساحت دارد و برای یک خانواده‌ی پنج نفره ساخته شده است. دیوارهای آن ۴۰ سانتی‌متر ضخامت دارد و پنجره‌ها رو به جنوب باز می‌شوند. در زمستان دمای داخل خانه حدود ۱۲ درجه بالاتر از هوای بیرون است و خانواده تنها با یک بخاری کوچک گرمایش را تأمین می‌کند. هزینه‌ی ساخت خانه حدود ۴۲۰ میلیون تومان بود که ۳۰ درصد آن صرف کارگر شد و بقیه برای خرید مصالح و آزمایش هزینه شد.

## چالش‌ها و راه‌حل‌ها

مشکل اصلی مردم منطقه رطوبت در فصل باران است. برای این کار دیوارهای پایین خانه با سنگ ساخته می‌شود و فاصله‌ی زمین تا کف خانه ۱۵ سانتی‌متر است. همچنین شیب سقف طوری طراحی شده که آب باران سریع بریزد. در آزمایش‌ها دیده شد که دیوار گلی در برابر باران شدید تا ۶ ساعت مقاومت می‌کند اگر گچ آهکی روی آن تازه نگه داشته شود.

## دستمزد و آموزش

ساخت خشت و گل به کارگر ماهر نیاز دارد. در دره‌ی سیمرغ دوره‌ی آموزشی ۶ ماهه برای جوانان برگزار شده است. هزینه‌ی آموزش هر نفر حدود ۱۲ میلیون تومان است و بسیاری از فارغ‌التحصیلان اکنون خود سازنده‌ی خانه‌های دیگر هستند. این روند باعث شده پول ساخت در منطقه بماند و به اقتصاد محلی کمک کند.

## جمع‌بندی

مهندسی ساختمان با خشت و گل نشان می‌دهد که گذشته و امروز می‌توانند با هم کار کنند. اگر طراحی درست باشد و مصالح محلی به درستی به کار گرفته شود، می‌توان خانه‌هایی ساخت که ارزان، سالم و سازگار با طبیعت باشند. دره‌ی سیمرغ نشان داد که این راه هم برای روستاهای دیگر قابل تکرار است و شاید آینده‌ی بسیاری از خانه‌های ایران بر همین اساس ساخته شود.

## دیدار با پیرمرد سنگ‌ساز

**گفت‌وگو: مهندس هادی رحیمی**

در دامنه‌ی شرقی کوه‌های سیاه‌کمر، روستای کهنه‌سنگ قرار دارد که هنوز بیش از ۴۰ خانه‌ی سنگی در آن پابرجاست. در این روستا، استاد حسن بنا، پیرمردی ۷۲ ساله، تنها کسی است که هنوز بلد است سنگ را بدون ملات و با دست خالی بچیند. با او درباره‌ی راز دوام این خانه‌ها و تفاوت آن‌ها با ساخت‌وسازهای امروز گفت‌وگو کردیم.

**مهندس رحیمی:** استاد حسن، چرا خانه‌های شما این‌قدر محکم‌اند؟

**استاد حسن:** سنگ را باید خواباند، نه ایستاد. اگر سنگ را ایستاده بچینی، باد و باران از میان درزها رد می‌شود و خانه را خراب می‌کند. ما سنگ را طوری می‌چینیم که شیب کوه را دنبال کند. آب از روی سنگ می‌لغزد و به پی نمی‌رسد.

**مهندس رحیمی:** ملات چه؟ سیمان؟

**استاد حسن:** سیمان را پسرم آورد. اما خانه‌ی من با گل و کاه است. گل رس را از ته دره می‌آوریم، کاه را از مزرعه. این مخلوط سال‌ها سفت می‌شود و مثل آهک عمل می‌کند. سیمان خوب است، اما سنگ را خفه می‌کند و نمی‌گذارد نفس بکشد.

**مهندس رحیمی:** چند درصد خانه‌های روستا هنوز سالم‌اند؟

**استاد حسن:** از ۴۰ خانه، ۲۷ تا هنوز سرپا هستند. سه تا را زلزله برد و بقیه را بی‌توجهی. وقتی کسی دیوار را برداشت و سیمان ریخت، خانه‌ی بغلی هم شروع به لرزیدن کرد. سنگ‌ها به هم تکیه می‌دهند، اگر یکی را بردارید، بقیه می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** جوان‌ها چرا دیگر بنا نمی‌شوند؟

**استاد حسن:** پول بیشتر در شهر است. اما وقتی خانه‌ات را خودت بچینی، می‌دانی هر سنگ کجا ایستاده است. من نوه‌ام را صدا زده‌ام تا کنارم بیاید. اگر کسی نیاید، این راز با من می‌میرد و خانه‌ها بدون مرمت می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** اگر بخواهید یک خانه‌ی نو بسازید، چه می‌گویید؟

**استاد حسن:** اول زمین را نگاه کن، نه نقشه را. اگر زمین شیب دارد، پی را پله‌پله بکن و سنگ را همان‌جا بچین. پنجره را کوچک بگذار تا آفتاب بیاید اما باد نیاید. و صبر کن تا ملات خشک شود. عجله دشمن خانه است.

**مهندس رحیمی:** ممنونم استاد. این گفت‌وگو را برای مجله‌ی ما می‌نویسم.

**استاد حسن:** بنویس که پیرمرد سنگ‌ساز گفت خانه‌ی کهنه را نکوبید، اگر خراب شد، دیگر کسی بلد نیست بسازد.

## نامه‌های خوانندگان

**پاسخ به نامه‌ی آقای رحیم‌زاده از شهر نارون**

آقای رحیم‌زاده نوشته‌اند که در زمستان ۱۴۰۰ ه.ش. دمای خانه‌ی ایشان به ۱۰ درجه رسیده و هزینه‌ی گرمایش ماهانه ۳ برابر شده است. ما با مهندس رحیمی گفت‌وگو کردیم و او پیشنهاد کرد پنجره‌ها را دو جداره کنند و درب ورودی را با پرده‌ی ضخیم بپوشانند. اگر این کار انجام شود، صرفه‌جویی قابل توجه است.

**نامه‌ی خانم فرشته‌ی کوهسار**

خانم فرشته از ما پرسیده که آیا می‌توان در آپارتمان هم از مصالح طبیعی استفاده کرد. پاسخ ما: بله، اما محدود. می‌توان کاه‌گل را روی دیوار داخلی کشید و از چوب برای قاب پنجره استفاده کرد. اما سقف و دیوار بیرونی باید در ساختمان مشترک با مدیریت ساختمان هماهنگ شود.

## دیدار با پیرمرد سنگ‌ساز

**مهندس هادی رحیمی از مجله‌ی ما، در دره‌ی سیمرغ، با استاد حسن بنا، پیرمرد سنگ‌ساز روستای کهنه‌سنگ، درباره‌ی خانه‌هایی که ۱۰۰ سال است بدون ملات ایستاده‌اند، گفت‌وگو کرد.**

**مهندس رحیمی:** استاد حسن، چرا خانه‌های شما این‌قدر محکم‌اند؟

**استاد حسن:** سنگ را باید خواباند، نه ایستاد. اگر سنگ را ایستاده بچینی، باد و باران از میان درزها رد می‌شود و خانه را خراب می‌کند. ما سنگ را طوری می‌چینیم که شیب کوه را دنبال کند. آب از روی سنگ می‌لغزد و به پی نمی‌رسد.

**مهندس رحیمی:** ملات چه؟ سیمان؟

**استاد حسن:** سیمان را پسرم آورد. اما خانه‌ی من با گل و کاه است. گل رس را از ته دره می‌آوریم، کاه را از مزرعه. این مخلوط سال‌ها سفت می‌شود و مثل آهک عمل می‌کند. سیمان خوب است، اما سنگ را خفه می‌کند و نمی‌گذارد نفس بکشد.

**مهندس رحیمی:** چند درصد خانه‌های روستا هنوز سالم‌اند؟

**استاد حسن:** از ۴۰ خانه، ۲۷ تا هنوز سرپا هستند. سه تا را زلزله برد و بقیه را بی‌توجهی. وقتی کسی دیوار را برداشت و سیمان ریخت، خانه‌ی بغلی هم شروع به لرزیدن کرد. سنگ‌ها به هم تکیه می‌دهند، اگر یکی را بردارید، بقیه می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** جوان‌ها چرا دیگر بنا نمی‌شوند؟

**استاد حسن:** پول بیشتر در شهر است. اما وقتی خانه‌ات را خودت بچینی، می‌دانی هر سنگ کجا ایستاده است. من نوه‌ام را صدا زده‌ام تا کنارم بیاید. اگر کسی نیاید، این راز با من می‌میرد و خانه‌ها بدون مرمت می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** اگر بخواهید یک خانه‌ی نو بسازید، چه می‌گویید؟

**استاد حسن:** اول زمین را نگاه کن، نه نقشه را. اگر زمین شیب دارد، پی را پله‌پله بکن و سنگ را همان‌جا بچین. پنجره را کوچک بگذار تا آفتاب بیاید اما باد نیاید. و صبر کن تا ملات خشک شود. عجله دشمن خانه است.

**مهندس رحیمی:** ممنونم استاد. این گفت‌وگو را برای مجله‌ی ما می‌نویسم.

**استاد حسن:** بنویس که پیرمرد سنگ‌ساز گفت خانه‌ی کهنه را نکوبید، اگر خراب شد، دیگر کسی بلد نیست بسازد.

## نامه‌های خوانندگان

**پاسخ به نامه‌ی آقای رحیم‌زاده از شهر نارون**

آقای رحیم‌زاده نوشته‌اند که در زمستان ۱۴۰۰ ه.ش. دمای خانه‌ی ایشان به ۱۰ درجه رسیده و هزینه‌ی گرمایش ماهانه ۳ برابر شده است. ما با مهندس رحیمی گفت‌وگو کردیم و او پیشنهاد کرد پنجره‌ها را دو جداره کنند و درب ورودی را با پرده‌ی ضخیم بپوشانند. اگر این کار انجام شود، صرفه‌جویی قابل توجه است.

**نامه‌ی خانم فرشته‌ی کوهسار**

خانم فرشته از ما پرسیده که آیا می‌توان در آپارتمان هم از مصالح طبیعی استفاده کرد. پاسخ ما: بله، اما محدود. می‌توان کاه‌گل را روی دیوار داخلی کشید و از چوب برای قاب پنجره استفاده کرد. اما سقف و دیوار بیرونی باید در ساختمان مشترک با مدیریت ساختمان هماهنگ شود.



## دیدار با پیرمرد سنگ‌ساز

دیدار با پیرمرد سنگ‌ساز و گفت‌وگو درباره‌ی خانه‌های سنگی بدون ملات

دره‌ی سیمرغ، واقع در ارتفاعات جنوبی کوه‌های سیاه‌کمر، سال‌های طولانی به دلیل بارندگی اندک و زمین‌های سنگلاخ شناخته می‌شود. اما در سال ۱۴۰۱ ه.ش. گروهی از معماران و پژوهشگران تصمیم گرفتند ثابت کنند که حتی در این شرایط نیز می‌توان خانه‌هایی ساخت که هم با طبیعت سازگار باشد و هم ساکنان را از گرما و سرما محافظت کند. نتیجه‌ی این تلاش مجموعه‌ای از خانه‌های سنگی است که امروز الگوی بسیاری از روستاهای منطقه شده‌اند.

این گزارش حاصل دو سال بررسی میدانی، مصاحبه با سازندگان محلی و آزمایش مصالح در آزمایشگاه دانشگاه سیمرغ است. در ادامه، ابتدا روش ساخت خشت و گل در منطقه را می‌خوانید و سپس با چند خانه‌ی نمونه آشنا می‌شوید که هزینه‌ی گرمایش آن‌ها تا ۶۰ درصد کمتر از خانه‌های معمولی است.

## خشت و گل چگونه ساخته می‌شود؟

خشت‌های مورد استفاده در دره‌ی سیمرغ ابعاد ۲۰ در ۳۰ سانتی‌متر دارند و با قالب‌های چوبی ساخته می‌شوند. مخلوط خاک رس، کاه و کمی آهک با آب مخلوط می‌شود و پس از ورز دادن به مدت ۲ روز، در قالب ریخته می‌شود. خشت‌ها سه هفته در هوای آزاد خشک می‌شوند و سپس روی هم چیده می‌شوند. ملات میان خشت‌ها همان مخلوط خاک است که با کاه مسلح می‌شود تا ترک نخورد.

دیوارها معمولاً ضخامت ۴۰ سانتی‌متر دارند و از بیرون با گچ آهکی پوشانده می‌شوند تا در برابر باران محافظت شوند. سقف‌ها با تیرهای چوبی و روی آن با خاک و کاه پوشیده می‌شود که عایق خوبی برای گرما و سرما است. پنجره‌ها کوچک‌اند و رو به جنوب قرار می‌گیرند تا نور زمستانی وارد خانه شود اما تابش تابستانی کمتر باشد.

## خانه‌ی نمونه: خانه‌ی هادی رحیمی

خانه‌ی هادی رحیمی در روستای تل‌گز ۱۲۰ مترمربع مساحت دارد و برای یک خانواده‌ی پنج نفره ساخته شده است. دیوارهای آن ۴۰ سانتی‌متر ضخامت دارد و پنجره‌ها رو به جنوب باز می‌شوند. در زمستان دمای داخل خانه حدود ۱۲ درجه بالاتر از هوای بیرون است و خانواده تنها با یک بخاری کوچک گرمایش را تأمین می‌کند. هزینه‌ی ساخت خانه حدود ۴۲۰ میلیون تومان بود که ۳۰ درصد آن صرف کارگر شد و بقیه برای خرید مصالح و آزمایش هزینه شد.

## چالش‌ها و راه‌حل‌ها

مشکل اصلی مردم منطقه رطوبت در فصل باران است. برای این کار دیوارهای پایین خانه با سنگ ساخته می‌شود و فاصله‌ی زمین تا کف خانه ۱۵ سانتی‌متر است. همچنین شیب سقف طوری طراحی شده که آب باران سریع بریزد. در آزمایش‌ها دیده شد که دیوار گلی در برابر باران شدید تا ۶ ساعت مقاومت می‌کند اگر گچ آهکی روی آن تازه نگه داشته شود.

## دستمزد و آموزش

ساخت خشت و گل به کارگر ماهر نیاز دارد. در دره‌ی سیمرغ دوره‌ی آموزشی ۶ ماهه برای جوانان برگزار شده است. هزینه‌ی آموزش هر نفر حدود ۱۲ میلیون تومان است و بسیاری از فارغ‌التحصیلان اکنون خود سازنده‌ی خانه‌های دیگر هستند. این روند باعث شده پول ساخت در منطقه بماند و به اقتصاد محلی کمک کند.

## جمع‌بندی

مهندسی ساختمان با خشت و گل نشان می‌دهد که گذشته و امروز می‌توانند با هم کار کنند. اگر طراحی درست باشد و مصالح محلی به درستی به کار گرفته شود، می‌توان خانه‌هایی ساخت که ارزان، سالم و سازگار با طبیعت باشند. دره‌ی سیمرغ نشان داد که این راه هم برای روستاهای دیگر قابل تکرار است و شاید آینده‌ی بسیاری از خانه‌های ایران بر همین اساس ساخته شود.

## دیدار با پیرمرد سنگ‌ساز

**گفت‌وگو: مهندس هادی رحیمی**

در دامنه‌ی شرقی کوه‌های سیاه‌کمر، روستای کهنه‌سنگ قرار دارد که هنوز بیش از ۴۰ خانه‌ی سنگی در آن پابرجاست. در این روستا، استاد حسن بنا، پیرمردی ۷۲ ساله، تنها کسی است که هنوز بلد است سنگ را بدون ملات و با دست خالی بچیند. با او درباره‌ی راز دوام این خانه‌ها و تفاوت آن‌ها با ساخت‌وسازهای امروز گفت‌وگو کردیم.

**مهندس رحیمی:** استاد حسن، چرا خانه‌های شما این‌قدر محکم‌اند؟

**استاد حسن:** سنگ را باید خواباند، نه ایستاد. اگر سنگ را ایستاده بچینی، باد و باران از میان درزها رد می‌شود و خانه را خراب می‌کند. ما سنگ را طوری می‌چینیم که شیب کوه را دنبال کند. آب از روی سنگ می‌لغزد و به پی نمی‌رسد.

**مهندس رحیمی:** ملات چه؟ سیمان؟

**استاد حسن:** سیمان را پسرم آورد. اما خانه‌ی من با گل و کاه است. گل رس را از ته دره می‌آوریم، کاه را از مزرعه. این مخلوط سال‌ها سفت می‌شود و مثل آهک عمل می‌کند. سیمان خوب است، اما سنگ را خفه می‌کند و نمی‌گذارد نفس بکشد.

**مهندس رحیمی:** چند درصد خانه‌های روستا هنوز سالم‌اند؟

**استاد حسن:** از ۴۰ خانه، ۲۷ تا هنوز سرپا هستند. سه تا را زلزله برد و بقیه را بی‌توجهی. وقتی کسی دیوار را برداشت و سیمان ریخت، خانه‌ی بغلی هم شروع به لرزیدن کرد. سنگ‌ها به هم تکیه می‌دهند، اگر یکی را بردارید، بقیه می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** جوان‌ها چرا دیگر بنا نمی‌شوند؟

**استاد حسن:** پول بیشتر در شهر است. اما وقتی خانه‌ات را خودت بچینی، می‌دانی هر سنگ کجا ایستاده است. من نوه‌ام را صدا زده‌ام تا کنارم بیاید. اگر کسی نیاید، این راز با من می‌میرد و خانه‌ها بدون مرمت می‌افتند.

**مهندس رحیمی:** اگر بخواهید یک خانه‌ی نو بسازید، چه می‌گویید؟

**استاد حسن:** اول زمین را نگاه کن، نه نقشه را. اگر زمین شیب دارد، پی را پله‌پله بکن و سنگ را همان‌جا بچین. پنجره را کوچک بگذار تا آفتاب بیاید اما باد نیاید. و صبر کن تا ملات خشک شود. عجله دشمن خانه است.

**مهندس رحیمی:** ممنونم استاد. این گفت‌وگو را برای مجله‌ی ما می‌نویسم.

**استاد حسن:** بنویس که پیرمرد سنگ‌ساز گفت خانه‌ی کهنه را نکوبید، اگر خراب شد، دیگر کسی بلد نیست بسازد.

## نامه‌های خوانندگان

**پاسخ به نامه‌ی آقای رحیم‌زاده از شهر نارون**

آقای رحیم‌زاده نوشته‌اند که در زمستان ۱۴۰۰ ه.ش. دمای خانه‌ی ایشان به ۱۰ درجه رسیده و هزینه‌ی گرمایش ماهانه ۳ برابر شده است. ما با مهندس رحیمی گفت‌وگو کردیم و او پیشنهاد کرد پنجره‌ها را دو جداره کنند و درب ورودی را با پرده‌ی ضخیم بپوشانند. اگر این کار انجام شود، صرفه‌جویی قابل توجه است.

**نامه‌ی خانم فرشته‌ی کوهسار**

خانم فرشته از ما پرسیده که آیا می‌توان در آپارتمان هم از مصالح طبیعی استفاده کرد. پاسخ ما: بله، اما محدود. می‌توان کاه‌گل را روی دیوار داخلی کشید و از چوب برای قاب پنجره استفاده کرد. اما سقف و دیوار بیرونی باید در ساختمان مشترک با مدیریت ساختمان هماهنگ شود.