

بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

ارائه روش‌های مناسب در استفاده از مصالح بوم‌آورد

خلاصه گزارش پژوهشی

معاونت امور بازسازی و مسکن روستایی

دفتر مطالعات و تحقیقات

<http://www.bonyadmaskan.com>

<http://www.rhsrd.com>

۱۳۹۰

عنوان و نام پدیدآور: **ارایه روش های مناسب در استفاده از مصالح بوم آورد / گروه مولفان [سهراب ویسه و دیگران...]** [به سفارش] معاونت امور بازسازی و مسکن روستایی، دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی.

مشخصات نشر: تهران: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: ۲۹۸ص: جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۷۲-۳۰-۷

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: تألیف سهراب ویسه، حمیدرضا حکاکای فرد، ناهید خداپنده لو، فرهنگ طهماسبی و طارق مهدی.

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: معماری بومی -- ایران

موضوع: مصالح ساختمانی -- ایران

شناسه افزوده: ویسه، سهراب، ۱۳۳۹ - مجری پژوهش

شناسه افزوده: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی. دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی.

رده بندی کنگره: NA۷۱۴۸۰ الف ۴ ۱۳۹۰

رده بندی دبویی: ۷۲۰/۹۵۵

شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۹۴۸۹۵

ارایه روش های مناسب در استفاده از مصالح بوم آورد

تألیف: سهراب ویسه، حمیدرضا حکاکای فرد، ناهید خداپنده لو، فرهنگ طهماسبی و طارق مهدی.

ناشر: بنیاد مسکن انقلاب اسلامی

چاپ و صحافی: پلیکان

نوبت انتشار: اول

سال انتشار: ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شماره شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۷۲-۳۰-۷

بها: ۸۰۰۰۰ ریال

تمامی حقوق مربوط به این کتاب محفوظ و متعلق به بنیاد مسکن انقلاب اسلامی می باشد.

تهران - خ دکتر فاطمی - شماره ۲۷۱ - صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۹۱۳

تلفن: ۸۸۹۸۴۴۷۷

دورنگار: ۸۸۹۸۴۵۳۷

نشانی سایت: www.bonyadmaskan.ir

پیش گفتار

بدون تردید تقابل رایج میان سنت و مدرنیته، همواره دست‌اندرکاران امر ساختمان سازی را در چرایی و چگونگی استفاده از مصالح بوم‌آورد، با چالش‌هایی گوناگون مواجه می‌سازد، لیکن آنچه را نباید از یاد برد، بهره‌گیری صحیح از شاخصه‌های ممتاز مصالح بومی خاص هر زیست‌بوم است. همانگونه که معماران هنرمند و خوش‌قریحه سنتی، با همین مصالح، آثار معماری ارزشمند و جاودانی را خلق نموده‌اند که مایه فخر و مباهات ایرانیان گردیده است.

در بررسی‌های کارشناسی مشخص گردیده است که هزینه تهیه، تولید و حمل مصالح، درصدی قابل توجه از هزینه‌های ساخت مسکن روستایی را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین تولید و بکارگیری مصالح بر پایه مواد اولیه بومی و نیز شناسایی و ترویج فن‌آوریهای متناسب، نقش به‌سزایی در کاهش هزینه ساخت مسکن خواهد داشت. مصالح بومی شاید از نظر استحکام، کیفیت، سرعت و سهولت اجرا، تمامی ویژگی‌های مصالح مدرن را نداشته باشند، لیکن با استفاده صحیح و مناسب از این گونه مواد در ساختمان‌سازی و نیز رعایت اصول فنی در اجرای آنها، می‌توان ساختمان‌هایی را بنا نمود که نه تنها به لحاظ انطباق و سازگاری با شرایط محیطی و اقلیمی، بلکه به جهت کاهش هزینه‌های تهیه مواد اولیه و حمل و نقل، قابل رقابت با مصالح مدرن باشند. در همین راستا، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی بمنظور ساخت مسکن مقاوم روستایی، با دقت و حساسیت لازم و با در نظر گرفتن ابعاد مختلف طراحی و ساخت مسکن در روستاهای کشور، علاوه بر تدوین دستنامه‌های کاربردی همچون "ضوابط ساختمانهای سنگی با کلاف" که اخیراً به چاپ رسیده است، مطالعه نوع و کیفیت مواد و مصالح ساختمانی را با آگاهی از کیفیت پائین مصالح ساختمانی موجود در روستاهای کشور، مد نظر قرار داده و با هدف ارائه طریق در بهره‌برداری صحیح از مصالح بومی، پژوهشی علمی و کاربردی را از چند سال پیش آغاز نموده است.

طرح پژوهشی "ارائه روش‌های مناسب در استفاده از مصالح بوم‌آورد" در بنیاد مسکن از سال ۱۳۸۶ به اهتمام گروهی از پژوهشگران آغاز گردیده و کتاب حاضر به ارائه بخشی از مطالعات و دستاوردهای این طرح می‌پردازد. این گزارش پژوهشی، مشتمل بر مباحث انواع مصالح بوم‌آورد، مبانی نظری، وضع موجود و نیز ضوابط و احکام در طراحی و شیوه اجرای این مصالح است. بعلاوه در این پژوهش، عوامل مؤثر در آسیب‌های وارده بر بناهای روستایی در اثر بروز حوادث طبیعی مطالعه شده است. نتایج این مطالعه با تحلیل اثر کیفیت مصالح در اقلیم و خطر پذیری از سوانح، منجر به ارائه راهکارهای کمی و کیفی مناسب‌سازی مصالح بومی، شیوه اجرا و ضوابط مربوطه در انتهای این گزارش گردیده است. گزارش کامل طرح پژوهشی مذکور در آرشیو دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی برای استفاده علاقمندان در دسترس می‌باشد.

در پایان ضمن ارج نهادن به حمایت‌های جناب آقای مهندس مهدیان معاونت محترم امور بازسازی و مسکن روستایی و اهتمام همکاران دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی، دفتر فنی و نظارت و ارزیابی بازسازی، دفتر مسکن روستائی و اداره کل روابط عمومی بنیاد، از آقای دکتر سهراب ویسه مجری این طرح پژوهشی و همکارانشان تشکر و قدر دانی می‌گردد. امید است نتایج این طرح پژوهشی در ارتقا کمی و کیفی ساخت مسکن روستایی بطور بهینه موثر واقع گردد.

محمد علی وجدانی

مدیر کل مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی

خواننده گرامی

دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی، با استفاده از نظر مشاوران و کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه‌ی این گزارش پژوهشی کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده‌ی هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر اعلام فرمایید:

- ۱- شماره‌ی بند و صفحه‌ی موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
- ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
- ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
- ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان دکتر فاطمی، روبروی هتل لاله، خیابان باباطاهر، کوچه رامین، پلاک ۱۱، ساختمان شماره ۲ بنیاد مسکن، طبقه پنجم، دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی

Email: saro@bonyadmaskan.com

[http:// www.bonyadmaskan.com](http://www.bonyadmaskan.com)

<http://www.rhsrd.com>

ترکیب اعضای تهیه‌کننده، کمیته‌ها و ناظران تخصصی

مجری طرح پژوهشی

آقای دکتر سهراب ویسه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن دکترای مهندسی معدن

این گزارش پژوهشی توسط افراد زیر (به ترتیب حروف الفبا) تهیه شده است.

آقای حمید رضا حکاکی فرد	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	لیسانس عمران
خانم ناهید خداپنده	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	لیسانس شیمی
آقای فرهنگ طهماسبی	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	فوق لیسانس معماری
آقای دکتر طارق مهدی	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	دکترای سازه
آقای دکتر سهراب ویسه	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن	دکترای مهندسی معدن

گروه نظارت که مسؤولیت نظارت تخصصی بر تدوین این گزارش پژوهشی را برعهده داشته‌اند عبارتند از:

آقای دکتر محسن سرتیپی پور - مشاور عالی حوزه معاونت امور بازسازی و مسکن روستایی بنیاد مسکن	دکترای معماری
آقای مهندس سید محسن رشتیان - مدیرکل دفتر نظارت و ارزیابی امور بازسازی بنیاد مسکن	لیسانس عمران
آقای دکتر ایرج رسولان - مشاور دفتر نظارت و ارزیابی امور بازسازی بنیاد مسکن	دکترای عمران
خانم منصوره روحی جهرمی - کارشناس دفتر مسکن روستایی بنیاد مسکن	لیسانس علوم اجتماعی
آقای مهندس رضا بنکدار - دفتر مسکن روستایی بنیاد مسکن	لیسانس کامپیوتر

اعضای دفتر مطالعات و تحقیقات مسکن روستایی که بررسی کارشناسی گزارش پژوهشی حاضر را به عهده داشته‌اند عبارتند از:

آقای مهندس محمد علی وجدانی - مدیرکل	فوق لیسانی معماری
آقای مهندس محسن فخری - رئیس گروه سازه و مصالح	فوق لیسانس زلزله
خانم مهندس زهره خداپنده لو - رئیس گروه معماری و اجتماعی	فوق لیسانس معماری

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: بررسی انواع مصالح بوم آورد	
۱-۱ مصالح بوم آورد	۵
۱-۲ خشت و خشت تثبیت شده	۱۱
۱-۳ آجر	۵۶
۱-۴ سنگ ساختمانی	۷۳
۱-۵ شن و ماسه	۸۸
۱-۶ بلوک‌های سیمانی یا بتنی	۱۰۰
۱-۷ چوب	۱۰۹
۱-۸ سنگ آهک و آهک ساختمانی	۱۲۴
۱-۹ سنگ گچ و گچ ساختمانی	۱۳۲
۱-۱۰ سیمان پرتلند	۱۳۶
۱-۱۱ ملات‌های مورد استفاده در بنایی	۱۴۳
۱-۱۲ گچ	۱۵۶
۱-۱۳ سایر مصالح	۱۶۱
فصل دوم: مبانی نظری	
۲-۱ بررسی مطالعات انجام شده در مورد مصالح و مواد اولیه	۱۸۳
۲-۲ شناسایی عوامل موثر بر آسیب‌های وارد بر بناهای روستایی	۱۹۱
۲-۳ مزایا و معایب استفاده از مصالح بومی و شیوه اجرای سنتی	۲۰۰
۲-۴ بررسی و تعیین معیارهای سنجش مصالح بومی	۲۰۱
فصل سوم: وضع موجود	
۳-۱ بررسی کمی تولید و استفاده از مصالح بومی	۲۱۳
۳-۲ پهنه‌بندی براساس نوع مصالح بومی به کار گرفته‌شده در بنا	۲۱۳
۳-۳ ارزیابی شیوه‌های اجرا و مزیت و معایب استفاده از مصالح بومی	۲۲۴
۳-۴ تعیین اولویت مصالح مصرفی براساس معیار	۲۴۲
فصل چهارم: ضوابط و احکام در طراحی و شیوه اجرا	
۴-۱ مقدمه	۲۵۷
۴-۲ ضوابط و احکام کلی در طراحی و شیوه اجرای ساختمان‌های بنایی با مصالح بوم‌آورد	۲۵۷
منابع	۲۷۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- الف) ساختمان خشتی ساخته شده در باجا، مکزیکو.....	۱۰
شکل ۲-۱- الف) مسکن خشتی با جهت‌گیری خورشیدی چند ترازی.....	۱۰
شکل ۳-۱- الف) در آلبوکرک نیومکزیکو، دو نفر خشت ساز.....	۲۸
شکل ۴-۱- الف) مسجد خشتی در حال ساخت دارالاسلام در آبیکی نیومکزیکو در ۱۹۸۱.....	۲۹
شکل ۵-۱- الف) تولید بلوک‌های خاک تثبیت شده در مناطق کم درآمد نزدیک نایروبی، کنیا.....	۳۰
شکل ۶-۱- الف) اجرای ساختمان یک مدرسه با بلوک‌های خاکی متراکم شده در حین دوره آموزشی.....	۳۲
شکل ۷-۱- الف) دیوار ساخته شده با خشت‌های تثبیت شده با قیر.....	۳۳
شکل ۸-۱- الف) خانه‌های چینه‌ای دستی با سقف شیبدار ساخته شده از نی و شاخه نازک درختان.....	۳۶
شکل ۹-۱- الف) دیوارهای با خطوط مستقیم خانه چینه‌ای در نیوزیلند.....	۳۶
شکل ۱۰-۱- الف) خانه چینه‌ای ساخته شده توسط بریژیت ماینر.....	۳۶
شکل ۱۱-۱- الف) یک تراکتور برای بار کردن یک دستگاه مخلوط کن، کوبه دستی، و یک کمپرسور.....	۳۷
شکل ۱۲-۱- الف) ساختمان مسکونی خاک کوبیده در توکسون آریزونا.....	۳۸
شکل ۱۳-۱- الف) کوبه‌های دستی برای اجرای دیوار گل فشرده. ب) قالب‌های اجرای دیوار گل فشرده.....	۳۹
شکل ۱۴-۱- الف) دیوارهای مستحکم‌شده به وسیله شکل. ب) نسبت‌های پیشنهادی برای دیوارهای گل فشرده.....	۴۰
شکل ۱۵-۱- الف) تقویت کنج دیوارها و نحوه کنار هم قرار گرفتن قطعات.....	۴۰
شکل ۱۶-۱- الف) دیوار گل فشرده با تقویت درونی.....	۴۱
شکل ۱۷-۱- الف) پلان ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله با دیوار گل فشرده، شیلی.....	۴۲
شکل ۱۸-۱- الف) مقطع دیوار ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله با دیوار گل فشرده، شیلی.....	۴۲
شکل ۱۹-۱- الف) تغییرات عمده‌ای در قالب خاک کوبیده در طی دو دهه پیش ایجاد شده است.....	۴۳
شکل ۲۰-۱- الف) برزیل سیستم قالب بندی توسط بنایان فرانسوی خاک کوبیده.....	۴۳
شکل ۲۱-۱- الف) سیستم قالب بندی که اخیراً در سرتاسر استرالیا استفاده می‌شود.....	۴۴
شکل ۲۲-۱- الف) در طی یک دوره کارآموزی در مؤسسه کال-ارث کالیفرنیا.....	۴۵
شکل ۲۳-۱- الف) استفاده از کیسه‌های خاکی طویل در ساخت دیوارهای نگهدارنده.....	۴۵
شکل ۲۴-۱- الف) کوبیدن کیسه‌های بصورت قوسی چیده شده بر روی یک قوس مصری ۱/۵ متری در باهاما.....	۴۶
شکل ۲۵-۱- الف) خارج کردن صفحه لغزنده پس از آن که کیسه در جای خود قرار گرفت.....	۴۶
شکل ۲۶-۱- الف) نمای داخلی قالب پنجره قوسی.....	۴۷
شکل ۲۷-۱- الف) قسمت داخلی گنبد سوپر خشت ماریجی در حال ساخت.....	۴۷
شکل ۲۸-۱- الف) اطاق زیر شیروانی ساخته شده با چوب بست برای ادامه ساختمان گنبدی.....	۴۷

ادامه فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴۹	شکل ۱-۲۹- الف) گاه، با شنکش باد داده می‌شود تا با دوغاب رس مخلوط شود.
۴۹	شکل ۱-۳۰- الف) دو ردیف از قالب سوار شده برای ساخت رس- سبک سبک
۵۰	شکل ۱-۳۱- الف) اجرای دیوار رس- سبک سبک
۵۰	شکل ۱-۳۲- الف) خانه تکمیل شده با قاب چوبی و رس- سبک توسعه یافته سبک
۵۳	شکل ۱-۳۳- استفاده از کلاف‌های گوشه برای تأمین اتصال مناسب بین دیوارهای متقاطع متقاطع
۵۹	شکل ۱-۳۴- خط تولید آجر ماسه آهکی آجر ماسه آهکی
۸۳	شکل ۱-۳۵- نحوه اجرای گوشه‌های ساختمان توسط سنگ‌های منظم سنگ‌های منظم
۸۴	شکل ۱-۳۶- جزئیات دیوار سنگی در مناطق زلزله خیز زلزله خیز
۹۶	شکل ۱-۳۷- الف) نمودار محدوده استاندارد ماسه شکسته و طبیعی برای ملات سیمانی ملات سیمانی
۱۱۷	شکل ۱-۳۸- نمونه‌هایی از نحوه اتصال مطلوب سقف چوبی به کلاف کلاف
۱۱۸	شکل ۱-۳۹- تقویت تیرها به وسیله تخته‌هایی چوبی تخته‌هایی چوبی
۱۱۹	شکل ۱-۴۰- سقف شیبدار از نوع چوبی و جزئیات اتصال اعضای آن اعضای آن
۱۵۷	شکل ۱-۴۱- الف) استفاده از نی بافته در سقف ب) استفاده از نی بافته در دیوار و سقف قوس‌دار قوس‌دار
۱۵۸	شکل ۱-۴۲- الف و ب: دیوارهای ساخته شده با ساقه بامبو ساقه بامبو
۱۵۹	شکل ۱-۴۳- الف و ب: دیوارهای ساخته شده با ساقه بامبو ساقه بامبو
۱۶۲	شکل ۱-۴۴- الف- دیوارها و بام این خانه بسته کاه باربر در گوادالوپ مکزیکو در یک روز کاری اجرا شد اجرا شد
۱۶۳	شکل ۱-۴۵- الف- مسکن یک اتاق خوابه با یک حمام حمام
۱۶۴	شکل ۱-۴۶- تولید پوشش بام میکروبتنی میکروبتنی
۱۶۵	شکل ۱-۴۷- الف- دستگاه MCR ب- آزمایش ظرفیت باربری MCR MCR
۱۶۶	شکل ۱-۴۸- الف- ورق واسط پلی‌اتیلن قرار داده می‌شود پلی‌اتیلن قرار داده می‌شود
۱۶۷	شکل ۱-۴۹- الف- بام بتنی با دوام بام بتنی با دوام
۱۶۸	شکل ۱-۵۰- یک نمونه جزئیات اجرایی قابل قبول برای اجرای آندود زیر بلوک سقفی پلی‌استایرن پلی‌استایرن
۱۷۱	شکل ۱-۵۱- اجرای عایق قیر اصلاح شده با APP با مشعل، به وسیله مورد استفاده توجه کنید مشعل
۱۷۳	شکل ۱-۵۲- وسایل نصب عایق رطوبتی رطوبتی
۱۷۴	شکل ۱-۵۳- اجرای پرایمر پرایمر
۱۷۴	شکل ۱-۵۴- گوشه‌های دارای زاویه ۹۰ درجه (سمت چپ) مقطع ماهیچه کشی شده (سمت راست) سمت راست
۱۷۵	شکل ۱-۵۵- الف- شیب‌بندی بامی که آبرو در وسط آن قرار دارد ب- شیب‌بندی بامی که آبروها در چهار گوشه آن قرار دارند آبروها در چهار گوشه آن قرار دارند
۱۷۶	شکل ۱-۵۶- الف- حرارت دادن رول جهت نصب عایق رطوبتی رطوبتی

ادامه فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۵۷-۱- اجرای عایق رطوبتی در محل آبروها، قبل از نصب عایق اصلی عملیات بعد از نصب عایق اصلی.....	۱۷۶
شکل ۵۸-۱- تکمیل آبرو، بعد از نصب عایق اصلی.....	۱۷۷
شکل ۵۹-۱- اجرای عایق رطوبتی دور لوله‌های روی سقف.....	۱۷۷
شکل ۶۰-۱- عایق بندی زوایای ۹۰ درجه.....	۱۷۸
شکل ۱-۲- تأثیر جرم و مقاومت جدارها و میزان و روند ورود انرژی به فضاهای داخلی ساختمان.....	۲۰۷
شکل ۱-۳- نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران، تهیه‌شده توسط مهندس مرتضی کسمایی.....	۲۱۷
شکل ۲-۳- نمودارها تعداد واحدهای مسکونی (با توجه به نوع مصالح) برحسب سال اتمام بنا (مأخذ: مرکز آمار ایران).....	۲۱۸
شکل ۳-۳- نمودارهای پیش‌بینی کمیت مصالح ساختمانی.....	۲۲۰
شکل ۴-۳- نمودارهای پیش‌بینی کمیت مصالح ساختمانی عمده مصرف شده در ساختمان.....	۲۲۱
شکل ۵-۳- ساختمانی مسکونی در روستای دولت آباد به فاصله بیست کیلومتری از شهر بم.....	۲۲۴
شکل ۶-۳- روستای محمود آباد طالقانی.....	۲۲۶
شکل ۷-۳- نمونه‌هایی از خرابی‌های حاصل در ساختمان‌های خشت و گلی-آبدره.....	۲۲۷
شکل ۸-۳- جزئیات اجرایی برخی از پی‌های سنگی.....	۲۲۹
شکل ۹-۳- تخریب قسمت پایینی دیوارهای باربر خشتی.....	۲۲۹
شکل ۱۰-۳- کرسی چینی سنگی، راست.....	۲۳۰
شکل ۱۱-۳- دیوار زگمه‌ای.....	۲۳۰
شکل ۱۲-۳- دیوار زگالی.....	۲۳۱
شکل ۱۳-۳- نمونه‌ای از سیستم بنایی محصور در کلاف.....	۲۳۱
شکل ۱۴-۳- دیوارهای چینه‌ای در روستای مجمیر- استان اردبیل.....	۲۳۲
شکل ۱۵-۳- نمونه‌هایی از بنایی با سنگ لاشه با استفاده از سنگ‌های نامنظم.....	۲۳۳
شکل ۱۶-۳- جلوگیری از سقوط سقف با استفاده از : الف- تیرهای طره‌ای چوبی ب- محصور کردن الوار چوبی بین سنگ‌ها.....	۲۳۴
شکل ۱۷-۳- الف- یک سرستون چوبی ب- اتصال ستون‌های دو شاخه‌ای به تیرهای سقف.....	۲۳۵
شکل ۱۸-۳- اتصال تیر فلزی طاق ضربی با کلاف بتنی.....	۲۳۶
شکل ۱۹-۳- عملکرد سقف‌های طاق ضربی در زمین‌لرزه‌های گذشته.....	۲۳۶
شکل ۲۰-۳- سقوط قسمتی از دیوار به علت وجود بازشوهای بزرگ.....	۲۳۷
شکل ۲۱-۳- ساختمان‌های بنایی مقاوم در برابر زمین‌لرزه در کشورهای مختلف.....	۲۴۰
شکل ۲۲-۳- نحوه اعمال تیر پیوند معادل در قسمت بالای بازشوها.....	۲۴۱
شکل ۲۳-۳- کلاف‌های افقی، تیرهای پیوند و میلگردهای قائم در ساختمان‌های بنایی.....	۲۴۱

ادامه فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۴- استفاده از نعل درگاه‌ها قوسی برای انتقال نیرو به دیوارهای اطراف در سقف‌های گنبدی.....	۲۶۳
شکل ۲-۴- جزئیات تقویت قسمت مثلی شکل دیوار.....	۲۶۴
شکل ۳-۴- جذب نیروی رانش افقی توسط پشت‌بند یا با استفاده از عضو افقی (کش).....	۲۶۷
شکل ۴-۴- الف- جزئیات مهار تیغه‌های سنگین که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند با کلاف بتنی.....	۲۶۸
شکل ۴-۵- نحوه اتصال دودکش‌ها با کلاف.....	۲۶۹
شکل ۴-۶- الف: مهار دودکش با وسیله عناصر قائم فولادی ب: مهار دودکش با کلاف زیر سقف.....	۲۶۹

www.ketab.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- گرمای ویژه، وزن مخصوص و ضریب هدایت حرارتی تعدادی از مواد و مصالح.....	۹
جدول ۲-۱- زمان تأخیر برخی مصالح ساختمانی.....	۱۰
جدول ۳-۱- ویژگی‌های خشت تثبیت شده.....	۲۲
جدول ۴-۱- ویژگی‌های مقاومت فشاری و جذب آب آجر رسی.....	۶۳
جدول ۵-۱- ویژگی‌های املاح محلول آجر مهندسی مرغوب درجه یک.....	۶۴
جدول ۶-۱- طبقه‌بندی آجرهای سیلیکات کلسیم.....	۶۶
جدول ۷-۱- ویژگی‌های مقاومت فشاری و جذب آب آجر ماسه آهکی.....	۶۷
جدول ۸-۱- ویژگی‌های جذب آب و مقاومت فشاری انواع آجر.....	۶۸
جدول ۹-۱- درصد مجاز مواد محلول در آجر مهندسی.....	۶۹
جدول ۱۰-۱- عنوان و شماره استانداردهای ملی ایران در مورد آجرهای رسی سبک.....	۶۹
جدول ۱۱-۱- سنگ‌های مناسب برای مصارف گوناگون.....	۷۷
جدول ۱۲-۱- ویژگی‌های سنگ ساختمانی برای استفاده در نما، کف و تزئینات.....	۷۹
جدول ۱۳-۱- گنج بلوک‌ها.....	۸۰
جدول ۱۴-۱- آزمایش‌های سنگ مورد استفاده در ساختمان.....	۸۱
جدول ۱۵-۱- الزامات دانه‌بندی برای سنگ‌دانه درشت.....	۹۵
جدول ۱۶-۱- محدوده دانه‌بندی ماسه برای ملات سیمانی.....	۹۵
جدول ۱۷-۱- محدوده الزامات اجباری دانه‌بندی سنگ‌دانه ریز برای بتن.....	۹۶
جدول ۱۸-۱- ویژگی افت وزنی ماسه در آزمایش مقاومت در برابر عوامل جوی.....	۹۸
جدول ۱۹-۱- الزامات اجباری مواد زیان آور در سنگ‌دانه ریز برای بتن.....	۹۸
جدول ۲۰-۱- الزامات مواد زیان آور و خواص فیزیکی در سنگ‌دانه درشت برای بتن.....	۹۹
جدول ۲۱-۱- الزامات اجباری مواد زیان آور در سنگ‌دانه ریز برای بتن.....	۱۰۰
جدول ۲۲-۱- ابعاد انواع بلوک‌های دیواری متداول.....	۱۰۴
جدول ۲۳-۱- رواداری ابعاد بلوک.....	۱۰۴
جدول ۲۴-۱- تاب فشاری و جذب آب بلوک.....	۱۰۵
جدول ۲۵-۱- وزن مخصوص انبوهی بلوک‌ها.....	۱۰۵
جدول ۲۶-۱- حداقل قطر تیرهای اصلی به سانتیمتر.....	۱۱۷
جدول ۲۷-۱- حداقل قطر تیرچه‌های روی خراب‌ها به سانتیمتر.....	۱۱۸
جدول ۲۸-۱- آمار مقاومت ساختمانی‌های چوبی در هنگام زمین لرزه.....	۱۲۳

مقدمه

خودپسندگی، به مفهوم حداکثر استفاده از امکانات در دسترس و مصالح «بوم آورد»، روشی قدیمی برای ساخت مسکن بوده است. چنانچه بتوان این روش را با الزامات فنی و مهندسی امروز و کشور وفق داد می‌توان یکی از اقدامات اساسی برای تأمین مسکن برای اقشار کم درآمد را می‌توان به انجام رساند.

حل مشکل مسکن روستایی در کشور در قدم اول به ساخت مسکن ارزان قیمت در مقیاس بزرگ بستگی دارد. مهمترین جزء هزینه‌های ساخت، هزینه مصالح ساختمانی است؛ بنابراین تلاش خاصی برای معرفی مصالح ساختمانی بومی ارزان‌تر ضروریست. استفاده از فن‌آوری محلی و مصرف مواد خام محلی در تولید مصالح ساختمانی، کمک بزرگی به کاهش هزینه‌های مسکن و افزایش تولید مسکن است.

در روستاهای کشور از زمان‌های باستان از چوب و حصیر برای ساخت بام و خاک مسلح با کاه برای ساخت خشت، اندود دیوار و پوشش بام استفاده شده است. دیوارهای ساختمان‌های مسکونی سنتی، با استفاده از سنگ یا خشت‌های خشک‌شده در آفتاب، (بسته به دسترسی به مصالح)، ساخته شده‌اند. اگر کوه نزدیک باشد بدون پرداخت هزینه حمل، از سنگ برای دیوار استفاده می‌شود. پی دیوار از سنگ یا شفته آهکی (خاک رسی مخلوط شده با آهک) یا مخلوط آنها ساخته می‌شود.

متأسفانه در مناطق روستایی کشور ما روش‌های سنتی ساختمان‌سازی سربناهی امن و بادوام فراهم نمی‌سازند، به تعمیر مکرر نیاز دارند و هنگام بارندگی متحمل آسیب قابل ملاحظه‌ای می‌شوند و در برابر زلزله بسیار ضعیف عمل می‌کنند. از طرف دیگر، ساختمان‌سازی با مصالح جدید معمولاً بدون هیچ گونه طراحی درست انجام می‌شود که نتیجه آن بناهای معیوب و غیراستاندارد خواهد بود. بنا بر این، به نظر می‌رسد به عنوان اولین قدم به سمت ساخت مسکن بهتر در روستاهای کشور، باید کوشش‌هایی به عمل آید تا روش‌های ساخت و مصالح سنتی ساختمان‌سازی بهبود یابد.

استفاده موفقیت‌آمیز از مصالح ساختمانی مناسب و بادوام در روستاها به موارد زیر مربوط است:

- کوشش‌های تحقیقاتی جدی و طولانی، تجربیات کارگاهی، و فعالیتهای ترویجی؛
- تحقیقات کاربردی که در آن تجربیات آزمایشگاهی با کاربردهای کارگاهی ارتباط داشته باشد.
- تحقیقات عملی و اقدامات ترویجی که بر موارد زیر متمرکز باشد:

- کیفیت و دوام؛
- مزایای اقتصادی مصالح (توجه به جنبه مهم اقتصاد کلان مصرف انرژی)؛
- فعال نمودن بخش خصوصی.

- شرایط اجتماعی-اقتصادی شامل:

- وجود دانش فنی محلی در حد قابل قبول؛
- قدرت خرید کافی در میان گروه‌های مختلف کاربران.

ادامه فهرست جدول‌ها

عنوان

صفحه

جدول ۲۹-۱- ویژگی‌های شیمیائی آهک هیدراته برای مصارف بنائی.....	۱۲۹
جدول ۳۰-۱- ویژگی‌های فیزیکی آهک هیدراته برای مصارف بنائی.....	۱۲۹
جدول ۳۱-۱- ویژگی‌های شیمیائی آهک زنده برای مصارف ساختمانی (بر اساس مواد غیر فرار).....	۱۲۹
جدول ۳۲-۱- زمان شکستن آهک زنده.....	۱۳۰
جدول ۳۳-۱- ویژگی‌های شیمیائی آهک هیدرولیک هیدراته (بر اساس مواد غیر فرار).....	۱۳۰
جدول ۳۴-۱- ویژگی‌های فیزیکی آهک هیدرولیک هیدراته برای مصارف ساختمانی.....	۱۳۰
جدول ۳۵-۱- ویژگی‌های شیمیائی آهک زنده و آهک هیدراته برای تثبیت خاک.....	۱۳۱
جدول ۳۶-۱- دانه‌بندی آهک زنده و آهک هیدراته برای تثبیت خاک.....	۱۳۱
جدول ۳۷-۱- فهرست عناوین استانداردهای آهک.....	۱۳۱
جدول ۳۸-۱- ویژگی‌های شیمیائی گچ‌های پلاستر ساختمانی.....	۱۳۵
جدول ۳۹-۱- ویژگی‌های فیزیکی گچ‌های پلاستر ساختمانی.....	۱۳۵
جدول ۴۰-۱- عنوان و شماره استانداردهای ملی ایران در مورد گچ ساختمانی.....	۱۳۶
جدول ۴۱-۱- ویژگی‌های الزامی شیمیائی انواع سیمان پرتلند.....	۱۴۲
جدول ۴۲-۱- ویژگی‌های اختیاری شیمیائی انواع سیمان پرتلند.....	۱۴۲
جدول ۴۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی الزامی انواع سیمان پرتلند.....	۱۴۲
جدول ۴۴-۱- عناوین استانداردهای ملی ایران در مورد سیمان.....	۱۴۳
جدول ۴۵-۱- سرعت افزایش مقاومت فشاری ملات سیمانی و باتارد.....	۱۵۲
جدول ۱-۲- بزرگی زمین لرزه در مقیاس ریشتر و اثرات آن.....	۱۹۳
جدول ۲-۲- ضرایب هدایت حرارتی تعدادی از مصالح ساختمانی.....	۲۰۶
جدول ۳-۲- ضخامت‌های معادل مصالح مختلف برای برابری با مقاومت حرارتی دیوار سفالی ۱۰۰ سانتی‌متری.....	۲۰۶
جدول ۴-۲- ضریب جذب انرژی حرارتی خورشید در رنگ‌های مختلف.....	۲۰۸
جدول ۱-۳- محدوده خواص مصالح اصلی مورد استفاده در دیوار.....	۲۴۸
جدول ۲-۳- مزایا و معایب مصالح متداول مورد استفاده در دیوار خارجی ساختمان.....	۲۴۹
جدول ۳-۳- مقایسه مشخصات مصالح ساختمانی دیوار خارجی.....	۲۵۱
جدول ۱-۴- حداقل ضخامت و حداکثر عمق مدفون دیوارهای زیرزمین.....	۲۵۹
جدول ۲-۴- حد اقل دیوار نسبی در هر امتداد ساختمان.....	۲۵۹
جدول ۳-۴- حداکثر فاصله بین دیوارهای سازه‌ای (متر).....	۲۶۰

ادامه فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۶۴	جدول ۴-۴- مقدار میلگرد طولی در کلاف های افقی
۲۶۵	جدول ۵-۴- مقدار میلگرد طولی در کلاف های قائم