



معرفی و بررسی آجرهای هوشمند

عباس دارابی

کارشناسی ارشد سازه، بخش راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

E-mail: mdhmdarabi@gmail.com

سید حسین افزلی

استادیار بخش راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

E-mail: afzali@shirazu.ac.ir

سعید طیبی

دانشجوی کارشناسی، بخش راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

E-mail: tayebi1996@yahoo.com

محمد رضا طالب نژاد

دانشجوی کارشناسی، بخش راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

E-mail: ehsantalebnejad888@gmail.com

چکیده

آجر به عنوان یکی از مصالح اساسی در ساخت و ساز ساختمان نقش اساسی دارد. از دیرباز ملت‌ها برای ساخت سازه‌های خویش ابتدا از خشت و گل و سپس از آجر استفاده می‌کردند. آشنایی با ساختار آجر و انواع آن سهم بسزایی در استفاده درست و به جا از این مصالح پرکاربرد دارد. با پیشرفت‌های انجام شده در دهه‌های اخیر، توجه به مصالح نوین که دارای وزن کم، کاهش اتلاف انرژی، کاهش هزینه‌ها و منابع و سهولت در اجرا باشند، از اهمیت به خصوصی برخوردار می‌باشد. یکی از این مصالح نوین آجرهای هوشمند می‌باشد. در این مقاله به معرفی آجرهای هوشمند و بررسی ویژگی‌های مختلف آن از جمله مقاومت بسیار زیاد، کنترل حرارتی بالا (کاهش مصرف انرژی)، عبور کامل کابل، لوله و موارد تاسیساتی از میان آن، سهولت ساخت و ساز، روش خاص و مدرن اجرا و ... پرداخته می‌شود. این نوع آجر بر خلاف آجرهای دیگر، از بتن با مقاومت بالا ساخته شده است. الگوی ساخت آجرهای هوشمند از Lego (خانه سازی به صورت اسباب بازی) گرفته شده است که در خانه سازی کودکان با اسباب بازی دیده می‌شود. باتوجه به بررسی‌های انجام شده استفاده از این نوع آجرها در ساختمان سازی توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: آجرهای هوشمند، ساختمان سازی، Lego، بتن با مقاومت بالا.



مقدمه

آجر به عنوان یکی از مصالح اساسی در ساخت و ساز ساختمان نقش اساسی دارد. آجر یکی از مصالح ساختمانی است که با طبع و خوی بشر سازگار بوده و در هر دورانی از تاریخ به نوعی مورد استفاده او واقع شده است. از ابتدا که بشر زندگی غارنشینی را پشت سر گذاشته است و فکر تهیه سرپناهی در مغز او ایجاد شده تا خود را از گزند عوامل جوی مانند باد و باران و سرما و گرما و هجوم جانوران درنده و گزنده نگاه دارد به فکر تهیه مصالحی افتاد که اولاً از لحاظ وزنی سبک باشد که بتواند آن را حمل نماید و همچنین از لحاظ شکل پذیری طوری باشد که شکل مورد نظر خود را به آن بدهد. ساده ترین تعریفی برای آجر آن است که آجر سنگی است مصنوعی که از پختن خاک رس با استخوان بندی اصلی سنگ بدست می‌آید و ابعاد و تعداد آن مطابق احتیاج ما قابل تغییر می‌باشد. مصرف آجر در ایران سابقه باستانی دارد و از زمان ساسانیان بناهایی بجا مانده که در آنها آجر مصرف شده است مانند طاق کسری در بیستون و یا کف دالان مسجد جامع اصفهان که برای فرش آن از آجرهایی استفاده شده است که در آتشکده های ساخته شده در زمان ساسانیان بکار رفته بود. ساختمان برج بابل (۵۰۰۰ سال پیش)، چغازنبیل در جنوب شرقی دزفول مربوط به تمدن ایلامی و گنبد سلطانیه (بزرگترین گنبد آجری جهان) با ۲۶ متر قطر دهانه گنبد و ۵۱ متر ارتفاع از راس آن تا سطح زمین و گنبد قابوس با ۵۳ متر ارتفاع، مرتفع ترین بنای آجری جهان همه شاهکار های معماری هستند که از آجر یا ترکیب خشت و آجر به وجود آمده اند (دانشیان و همکاران، ۱۳۹۴؛ سرتیپی پور، ۱۳۹۲). با شروع قرن ۲۰ میلادی نگرانی ها در مورد استفاده از آجر در ساختمان افزایش یافت. دلیل این نگرانی ها را می توان وزن زیاد ساختمان های آجری و خطر زیاد آنها در مواقع بروز زلزله دانست؛ به گونه ای که فعالان و پژوهشگران صنعت ساختمان به فکر تغییر در مصالح مورد استفاده در ساختمان می باشند. استفاده از شیشه و چوب و ترکیبات گچی در ساخت یک سازه را می توان تلاش هایی در راستای رفع این نگرانی ها دانست اما مقاوم نبودن موارد ذکر شده در برابر نیروهای جانبی موجب از بین رفتن استفاده از آجر در ساخت سازه های عمرانی و محدود شدن استفاده از آنها در مواردی نظیر نما و پوشش های داخلی و خارجی گشته است. با این حال استفاده از بتن با توجه به مقاومت زیاد آن اما وزن زیاد آن، باعث گردیده که در تمام قسمت های سازه از بتن و عضوهای بتنی استفاده نگردد و بیشتر در قسمت های که نیروی جانبی و بار اصلی ساختمان را تحمل می کنند استفاده گردد. متخصصان و پژوهشگران در راستای آجر تحقیقاتی را در سال های اخیر انجام داده اند که چند نمونه آن ها در ادامه آورده شده است: تابش پور (تابش پور، ۱۳۸۸) به بررسی تطبیقی آیین نامه های مختلف دنیا از جمله آیین نامه ۲۸۰۰ در مورد اثر دیوار پر کننده آجری پرداخت. هوشمند زاده (هوشمند زاده، ۱۳۹۰) به تحلیل و طراحی قاب های با دیوار آجری پر کننده پرداخت. او در این تحقیق بر اساس استانداردهای موجود در کشورهای دیگر، مطالب کاربردی ارائه نمود. رستگاری و همکارانش (رستگاری و همکاران، ۱۳۹۴) به بررسی تزیینات آجر کاری در مساجد ایران پرداختند. ابتدا مفاهیم زیبایی شناسی نقوش آجر کاری مورد بررسی قرار گرفته است و سپس به وجه نمادین نقوش هندسی اشاره شده است. در نهایت به این نتیجه رسیدند که تزیینات آجر کاری در مساجد اسلامی - ایرانی، می تواند بستر مناسبی را برای ادراک مخاطب و تبلیغ اندیشه معنوی ایجاد کند.

در راستای دستیابی به ساختمانی ایمن تر و سبک تر پژوهشگران زیادی در حال ساخت گونه های مختلفی از آجر و انجام تست های مختلف بر روی آن ها می باشند. یکی از این مصالح نوین که در این مقاله معرفی و بررسی خواهد شد آجر های هوشمند^۱ می باشد که توسط کمپانی kite bricks معرفی شده است. این آجرها که شباهت زیادی به تکه های لگو خانه سازی دارند ممکن است در صورت سربلندی در آزمایشات، در آینده ای نه چندان دور جایگزین آجر های امروزی و حتی مصالح دیگر در صنعت ساختمان شوند و بخش قابل توجهی از بازار داخلی و خارجی را تحت تاثیر قرار دهند.

معرفی آجرهای هوشمند

¹Smart bricks

ماده اصلی تشکیل دهنده‌ی این آجرها که هم اکنون در مرحله‌ی ساخت و انجام آزمایشات بر روی آن توسط کمپانی kite bricks می باشند، بتن با مقاومت بالا می باشد. الگوی ساخت آجرهای هوشمند از Lego (خانه سازی به صورت اسباب بازی) گرفته شده است که در خانه سازی کودکان با اسباب بازی دیده می شود. در نتیجه ظاهر این آجرها شبیه تکه های خانه سازی به صورت اسباب بازی (Lego) می باشد، بدین منظور که با اتصال مناسب این آجرها به یکدیگر بتوان ساختمان یکپارچه ای را ساخت. هندسه آجرها جهت کم شدن وزن آن و همچنین اتصال مناسب آجرها به یکدیگر می باشد. استفاده از این آجرها کاملاً سازگار با محیط زیست می باشد چرا که موجب صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی الکتریکی با تغییرات دما در فصل های گرم و خنک می شود. آجرهای هوشمند امکان ساخت دقیق تر، ارزانه تر، سریعتر و مقاوم تر سازه ها نسبت به سازه های سنتی را فراهم می آورد (<http://kitebricks.com>).

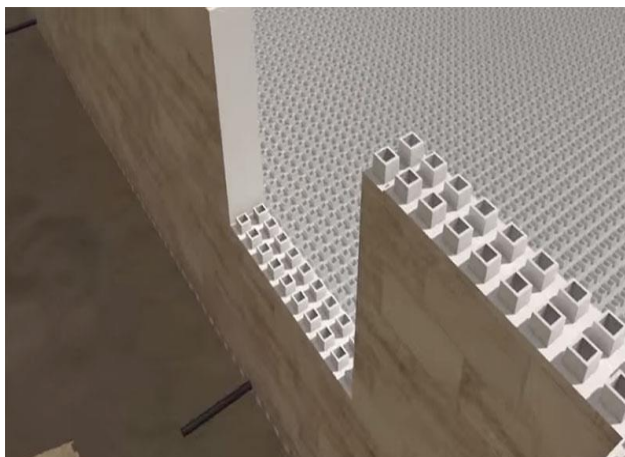
این آجرها به گونه ای طراحی شده اند که به راحتی به یکدیگر متصل می شوند. همچنین امکان عبور تاسیسات و زیرساخت های ساختمان از میان آنها و نیز دسترسی آسان به این تاسیسات در آنها فراهم است. دیوارها، کفها و قسمت های مختلف توسط نوع مناسبی از این آجر پیش بینی و ساخته می شوند و به همین دلیل سهولت در اجرا و روند خشک ساخت و ساز موجب کاهش قابل توجه هزینه ی ساخت و ساز خواهد شد. در شکل ۱ آجر هوشمند مشاهده می شود.



شکل ۱. آجرهای هوشمند (<http://kitebricks.com>)

همانطور که در شکل ۱ قابل مشاهده می باشد این آجرها امکان عبور تاسیسات (لوله کشی و سیم کشی) را به راحتی فراهم می آورند. همچنین پنل هایی که روی این آجرها متصل میشوند قابل جدا شدن بوده و دسترسی به تاسیسات بسیار آسان خواهد بود. دقت شود که این پنلها برعکس پنل های گچی مورد استفاده در ساختمان به جای اینکه پیچ شوند، در آجرها قفل می شوند و همین ویژگی سبب می شود که یکبار مصرف نبوده و در صورت نیاز به انجام تعمیرات بتوان آن را به راحتی جدا و سپس متصل نمود. با توجه به پیش بینی کمپانی مربوط، حدود ۳۰٪ در مصرف انرژی صرفه جویی خواهد کرد (<http://www.wired.co.uk>).

آجرهای هوشمند به گونه ای طراحی شده اند که مقاوم سازی در آنها به وسیله ی میلگرد صورت گیرد. فضاهای خالی تعبیه شده در ساختار این آجرها امکان عبور میلگرد از آنها را فراهم می سازد. این محصول در شکلها و اندازه های مختلف تولید خواهد شد و نیاز به شکل دهی جهت ساخت درها، پنجره ها و ... نمی باشد.



شکل ۲. آجرهای هوشمند در دیوار و کف ساختمان (<http://kitebricks.com>)

علاوه بر کاهش هزینه های ساخت و ساز، آجرهای هوشمند ساخت و سازی تمیز و آرام بدون نیاز به اتصال داربست و جرثقیل را فراهم می آورد. همچنین با استفاده از این نوع آجر دیگر نیازی به تراز کردن دیوار، کف و ... وجود ندارد. شکل ۲ آجرهای هوشمند را در کف و دیوار ساختمان نشان می دهد.

ویژگی های آجرهای هوشمند

ویژگی این آجرها را می توان از دو نظر بررسی نمود:

الف. از نظر تکنولوژی

آجرهای مختلفی در بازار امروز مورد استفاده قرار می گیرد. از آجرهای سنتی گرفته که استفاده ای طولانی دارند تا آجرهایی که عایق هستند. آجرهای هوشمند را می توان نسلی جدید در تکنولوژی ساخت ساختمان دانست؛ این آجرها امکان کنترل حرارت، عبور کامل تاسیسات، سیم ها و کابل ها، کار در جداره های داخلی و خارجی، مقاومت کششی بالا، ساخت و ساز آسان، ذخیره منابع و اجرای کامل ساختمان در دیوارها، کف و ... را فراهم می آورد.

ب. از نظر معماری

معماران با یافتن شیوه ای جدید در ساخت و ساز ساختمان فرصت ها و قابلیت های بسیاری برای تزئین و شکل دهی فضاها خواهند یافت. قابلیت سفارش شکل ها و اندازه های مختلف، پیش بینی فضاهایی جهت عبور سیم و تاسیسات و قابلیت رنگ آمیزی در رنگ های مختلف را می توان از مزیت های معماری ساخت بنا به وسیله ی آجرهای هوشمند دانست. همچنین دیگر ویژگی های مهم این آجرها شامل موارد زیر می باشند:

- کاهش هزینه ها

پیش بینی و محاسبات به عمل آمده توسط کمپانی آجرهای هوشمند نشان می دهد که به طور متوسط در یک ساختمان ۸ طبقه تا ۵۰٪ هزینه های ساخت کاهش یابد.

- صرفه جویی در مصرف انرژی

ویژگی های به خصوص آجرهای هوشمند موجب صرفه جویی قابل توجهی در مصرف انرژی های سرمایشی و گرمایشی می شود. طبق بررسی های انجام شده حدود ۶۰٪ از انرژی های مصرف شده در ساختمان مربوط به سرد و یا گرم کردن (شامل

گرم کردن به وسیله آب) می باشد. آجرهای هوشمند با داشتن فضای خالی درون خود که با هوا پر می شود، به خوبی موجب کاهش مصرف انرژی به وسیله مقابله با جذب گرما در تابستان و خروج گرما در زمستان می شوند.

- ذخیره منابع

آجر های هوشمند قابلیت اجرای پاکیزه ای دارند و کار با آنها بسیار آسان و آرام خواهد بود ؛ همچنین این محصول سفارشی تولید می شود و دور ریز آن به حداقل می رسد . این محصول استفاده از منابع طبیعی نظیر خاک ، فلز و آب را کاهش خواهد داد.

- مقاومت بالا

آجرهای هوشمند محصولی مقاوم در برابر زلزله و تغییرات جوی می باشد (<http://kitebricks.com>).

کاربردها و اجرا

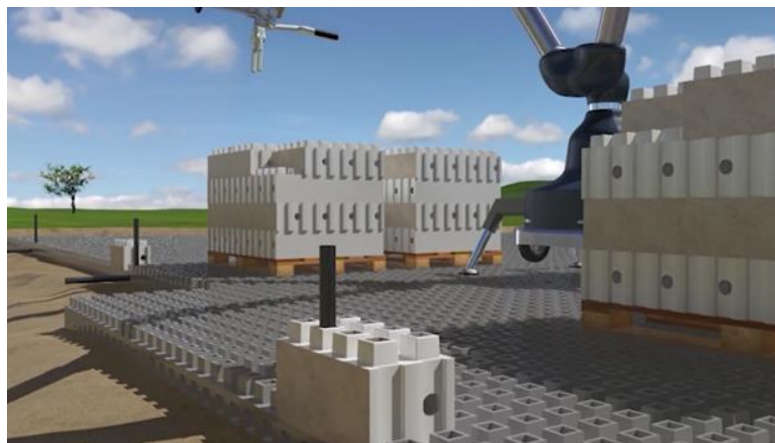
آجر هوشمند نوعی آجر می باشد که مناسب جهت ساخت پل ها، ساختمان ها حتی تا ۸ طبقه و ... می باشد. این آجر های هوشمند بر خلاف آجر های دیگر، می تواند در دیوار، پی، سقف و ... به کار گرفته شود و دیگر احتیاجی به تیر یا ستون در ساختمان های ساخته شده با این تکنولوژی نمی باشد. در اصل این آجر های بصورت قطعات خانه سازی در تمام قسمت های ساختمان به یکدیگر وصل شده و ساختار یکپارچه ای را به وجود می آورد. باید توجه داشت جهت اتصال مناسب آجرهای هوشمند به یکدیگر، هندسه آن با توجه به کاربرد آن در پی، دیوار، سقف و ... متفاوت می باشد.

خلاصه ای کلی از مراحل اجرای ساختمانی چند طبقه با استفاده از آجر های هوشمند به صورت زیر می باشد:

در ابتدا طبق نقشه‌ی از قبل طراحی شده پی ساختمان با آجرهای هوشمند اجرا می شود (شکل ۳). سپس تاسیسات مخصوص طبق نقشه تاسیسات در فواصل مختلف از داخل آجرها به صورت افقی و عمودی عبور داده شده (شکل ۴) و دیوار های طبقه اول به وسیله آجرهای هوشمند اجرا می گردند (شکل ۵). سپس عبور تاسیسات از داخل آجر های دیوار تا زیر طبقه دوم انجام می گیرد (شکل ۶). در مرحله بعد نماکاری دیوار ها بوسیله نمای خشک اجرا می گردد (شکل ۷). در مرحله بعد سقف طبقه اول به وسیله آجر های هوشمند به صورتی که در شکل ۸ مشاهده می شود اجرا می گردد. در نهایت پنل هایی بر روی پی ساختمان و سقف طبقه نصب می گردد (شکل ۹). طبقات دیگر نیز به همین ترتیب قابل اجرا می باشد و ساختمان به وسیله آجر های هوشمند ساخته می شود (شکل ۱۰).



شکل ۳. اجرای پی ساختمان با آجرهای هوشمند (<http://kitebricks.com>)



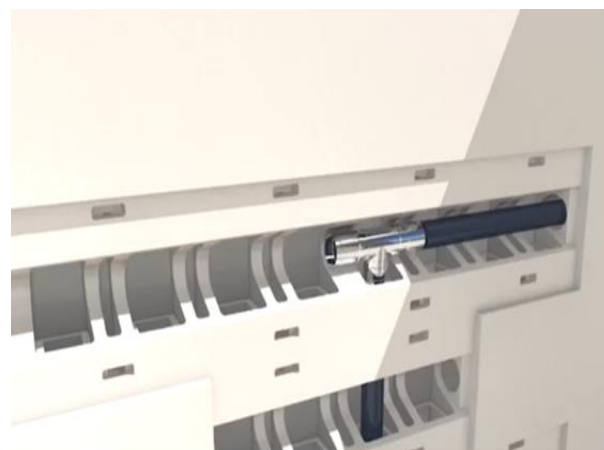
شکل ۴. عبور لوله های تاسیساتی به صورت افقی و عمودی از پی ساختمان (<http://kitebricks.com>)



شکل ۵. اجرای دیوار ساختمان با آجر های هوشمند (<http://kitebricks.com>)



شکل ۷. دیوار نماکاری شده (<http://kitebricks.com>)



شکل ۶. عبور تاسیسات از داخل دیوار
(<http://kitebricks.com>)



شکل ۸. اجرای سقف با آجرهای هوشمند (<http://kitebricks.com>)

چشم انداز به آینده

در حال حاضر با تماس هایی که با کمپانی مربوطه صورت گرفته شده این آجرها در مرحله ی ساخت و آزمایش می باشند و کمپانی Kite Bricks در نظر دارد که طی یک سال آینده این محصول را روانه ی بازار کند. محصولی که توجه بسیاری را فقط در مرحله معرفی معطوف خود ساخته است، در صورت موفقیت در ساخت یک سازه و اثبات ویژگی های ذکر شده، می تواند نسل جدیدی از ساختمان سازی را آغاز نماید. به هر حال آشنایی جامعه علمی و صنعتی با چنین مصالحی علاوه بر شناخت آن، می تواند باعث تصمیم گیری در استفاده یا عدم استفاده از این مصالح در زمان شروع به تولید واقعی نماید.



شکل ۱۰. ساختمان ساخته شده با آجرهای هوشمند
(<http://kitebricks.com>)



شکل ۹. نصب پنل ها بر روی کف ها (<http://kitebricks.com>)

بحث و نتیجه گیری

با پیشرفت های انجام شده در دهه های اخیر، توجه به مصالح نوین که دارای وزن کم، کاهش اتلاف انرژی، کاهش هزینه ها و منابع و سهولت در اجرا باشند، از اهمیت به خصوصی برخوردار می باشد. یکی از این مصالح نوین آجرهای هوشمند می باشد که در این تحقیق به آن پرداخته شد. ماده اصلی تشکیل دهنده ی این آجرها که هم اکنون در مرحله ی ساخت و انجام آزمایشات بر روی آن توسط کمپانی kite bricks می باشند، بتن با مقاومت بالا می باشد. ظاهر این آجرها شبیه تکه های



خانه سازی به صورت اسباب بازی (Lego) می باشد بدین منظور که با اتصال مناسب این آجرها به یکدیگر بتوان ساختمان یکپارچه ای را ساخت. ویژگی های این آجر شامل مقاومت بسیار زیاد، ذخیره منابع، صرفه جویی در مصرف انرژی، امکان رنگ آمیزی، عبور کامل کابل، لوله و موارد تاسیساتی از میان آن، سهولت ساخت و ساز، اجرای کامل ساختمان در دیوارها، کف و ... می باشد. این آجر مناسب جهت ساخت پل ها، ساختمان ها حتی تا ۸ طبقه و ... می باشد. این آجر های هوشمند بر خلاف آجر های دیگر، می تواند در دیوار، پی، سقف و ... به کار گرفته شود. طراحی جالب و البته آشنای این محصول به زودی می تواند توجه تمامی بازارهای ساختمانی را به خود جلب نماید. کاهش هزینه ساخت و افزایش کیفیت و دوام سازه ها قطعاً خبر خوبی برای سرمایه داران و حتی ساکنین این سازه ها خواهد بود. پیشنهاد می گردد با شناخت بهتر این محصول، در صورت تولید این محصول در آینده ای نزدیک، بتوان به صورت صحیح و مناسب در صنعت ساخت و ساز مورد استفاده قرار گیرد.

۷- قدردانی

از کمپانی kite Bricks که اطلاعات علمی مفیدی در اختیار نویسندگان این مقاله قرار دادند، صمیمانه تشکر می شود.

منابع

تابش پور، محمدرضا، بررسی تطبیق آیین نامه های مختلف دنیا در مورد اثر دیوار پر کننده ی آجری، چهارمین همایش نگرشی بر آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۸.

دانشیان، داود، نوبهاری، افسانه، مرادخانی، مهسا، ۱۳۹۴، مصالح ساختمانی، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

رستگاری، اعظم، فقیه الاسلام جهرمی، مرضیه، معتمد، مهشید، بررسی تئزینات آجرکاری در مساجد ایران، همایش ملی معماری و شهرسازی ایرانی اسلامی، دانشگاه پیام نور استان گیلان، ۱۳۹۴.

سرتیپی پور، محسن، ۱۳۹۲، شناخت مواد و مصالح، تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

هوشمند زاده، محمد، تحلیل و طراحی قاب های با دیوار آجری پر کننده، نخستین همایش مدیریت بحران در صنعت ساختمان، شریان های حیاتی و سازه های زیرزمینی، ۱۳۹۰.

<http://kitebricks.com>.

<http://www.wired.co.uk/article/kite-bricks>.