



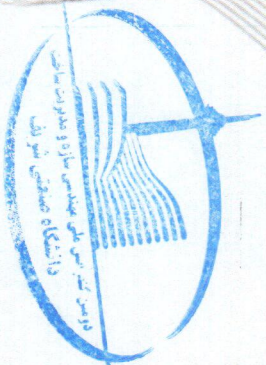
دومین کنفرانس ملی مهندسی عمران و مدیریت ساخت  
The 2nd National Conference on Engineering and Construction Management

# به نام خدا

شماره: ۲۳۰۰/۲۵۱۴

پژوهشگر گرامی

بدینوسیله کواچی می شود مقاله شما بعنوان " ارزیابی حرارتی و صوتی مصالح ساختمانی رایج به عنوان پوسته خارجی ساختمان " با نوسنگی " افراز قله نوی، منصور قله نوی، محمد مهدی رشیدیان، محمد رضا گلپایه و محمد رضا اخوان عبداللیمان " در دین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت توسط دانشگاه صنعتی شریف در نوزدهم و بیستم اسفند سال ۱۳۹۶ در این دانشگاه برگزار شد شرکت نموده از سوی کمیته داوران به صورت " ارائه شفاهی " مورد پذیرش نهایی قرار گرفت است. لازم به ذکر است مقاله مذکور در پایگاه مرجع دانش (Civilica) و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISCI) نمایه خواهد شد.



پژوهشگر محترم رضا خالو  
دومین کنفرانس ملی مهندسی عمران و مدیریت ساخت  
و دانشگاه صنعتی شریف  
ایلیا ست کنفرانس  
عالم خا





# دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - اسفند ۱۳۹۶



## ارزیابی حرارتی و صوتی مصالح ساختمانی رایج به عنوان پوسته خارجی ساختمان

افسانه قلعه نوی<sup>۱</sup>، منصور قلعه نوی<sup>۲</sup>، محمد مهدی رشیدیان<sup>۳</sup>، محمدرضا شکیبا<sup>۴</sup>، محمدرضا اخوان عبداللهیان<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری معماری، علوم و تحقیقات تهران، ایران. a.ghalehnovi@yahoo.com

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- کارشناس عمران و مسئول پژوهش اداره کل راه و شهرسازی، مشهد، ایران

۴- کارشناس عمران اداره کل راه و شهرسازی، مشهد، ایران

۵- دکتری برنامه ریزی شهری، مشهد، ایران

### خلاصه

انتخاب سیستم مناسب دیوار برای یک ساختمان یکی از تصمیم‌های مهم کارفرما محسوب می‌شود. چراکه دیوارهای خارجی بیشترین نقش را در تامین شرایط آسایش ساکنین را دارند. به عنوان مثال یکی از مهم‌ترین مواردی که باعث اتلاف انرژی حرارتی در ساختمان می‌شود جداره‌های ساختمان است. در صورتی که با استفاده بجا و صحیح از مصالح مناسب می‌توان مقاومت حرارتی آن‌ها را تا حد چشم‌گیری افزایش داده و در نتیجه از اتلاف انرژی به مقدار زیادی جلوگیری نمود. عامل دیگری که در رابطه با جداره‌های ساختمان اهمیت پیدا می‌کند کنترل انتقال صوت خارج از ساختمان به داخل آن می‌باشد. در واقع کاهش تراز شدت صوت آن‌ها باید به میزانی باشد که صداها را به محدوده مطلوب برساند.

در این مقاله ضمن معرفی سیستم‌های دیوار خارجی رایج در ساختمان سازی که از طریق پرسشنامه بدست آمده است، به بررسی عملکرد حرارتی، صوتی آنها توسط نرم افزارهایی چون THERM و ODEON می‌پردازیم و با بررسی آنها در چرخه زیست، کمکی به انتخاب مصالح مناسب تر جهت استفاده در جداره‌های ساختمان می‌کنیم. امید است نتایج آن در کاربرد‌های اجرایی مورد استفاده متخصصین و سایر دست‌اندرکاران این امر قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** پوسته خارجی ساختمان، عملکرد حرارتی مصالح، عملکرد صوتی مصالح، چرخه زیست

### ۱. مقدمه

یکی از بخش‌های مهمی که مستقیماً نقش اساسی در زندگی مردم دارد مساله مسکن می‌باشد. نیاز گسترده و روزافزون جامعه به ساختمان و مسکن و اهمیت آن در برنامه‌های توسعه کشور و از سویی دیگر اختصاص بیشترین سهم مصرف انرژی به این بخش، ضرورت استفاده از مصالح و راهکارهای مناسب را بیش از پیش مطرح ساخته است.



# دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - اسفند ۱۳۹۶



در این میان انتقال از طریق پوسته خارجی ساختمان بیشترین درصد اتلاف حرارت را بخود اختصاص داده است بنابراین هرچه میزان انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان بیشتر باشد، انرژی مورد نیاز برای تامین شرایط آسایش افزون تر بوده و لازم است برای جبران انرژی منتقل شده از پوسته خارجی، به صورت مداوم توانی برای گرمایش یا سرمایش مصرف شود. در صورتی که بتوانیم تمهیدات لازم را برای کاهش انتقال حرارت از پوسته خارجی ساختمان در نظر بگیریم، به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی صرفه جویی خواهیم نمود.

از طرفی دیگر آنچه ساکنین را از محیط خارجی جدا و حفظ می نماید نیز همین پوسته خارجی ساختمان می باشد لذا باید به گونه ای انتخاب شود که علاوه بر فراهم کردن آسایش حرارتی، سایر شرایط آسایش و آرامش ساکنین از جمله آسایش صوتی را نیز به خوبی فراهم کند. چراکه امروزه آلودگی صوتی به یکی از معضلات بخش مسکن تبدیل شده است. بنابراین با توجه به آنچه که گفته شد انتخاب پوسته خارجی اهمیت دو چندان می یابد چراکه امروزه مصالح متنوعی جهت استفاده در دیوارهای خارجی ساختمان تولید و عرضه می گردند لذا تصمیم گیری و انتخاب این مصالح باید بر اساس معیارهای متعددی صورت بگیرد. در این پژوهش ابتدا براساس پرسشنامه سیستم های مختلف دیوار خارجی که در شهر مشهد رایج هستند، بدست آمده و سپس مورد بررسی قرار گرفته اند.

## ۲. نوع تحقیق

### ۱.۱. تحقیق بنیادی یا کاربردی

به طور کلی تحقیق را می توان به دو دسته ی بنیادی و کاربردی تقسیم کرد. تحقیق بنیادی با تولید دانش برای درک بیشتر سر و کار دارد و در جستجوی کشف حقایق و شناخت پدیده هاست و تحقیق کاربردی با تولید دانش برای اقدام به عمل. تحقیق کاربردی با استفاده از زمینه ی فراهم شده از طریق تحقیقات بنیادی برای رفع نیازمندی های بشر و بهبود ابزار و روش ها در جهت توسعه، رفاه، آسایش و ارتقاء سطح زندگی انسان مورد استفاده قرار می گیرد. به عبارت دیگر، تحقیق بنیادی با مسائل نظری و تحقیق کاربردی با مسائل اجتماعی یا عملی در ارتباط است [۲۰].

طبق تعریف فوق با توجه هدف تحقیق حاضر، این پژوهش، تحقیقی کاربردی محسوب می شود، زیرا با بررسی شرایط حاکم بر فضای جامعه به دنبال تسهیل استفاده از مصالح ساختمانی جهت دستیابی به اهداف اقتصادی کشور، افزایش رفاه و راحتی مردم است.

### ۲.۲. روش شناسی تحقیق

این تحقیق به طور کلی در سه مرحله اجرا شده است.

در نخستین مرحله مطالعات کتابخانه ای کتب و مقالات داخلی و خارجی و همچنین مطالب و مصاحبه های موجود در جراید به طور گسترده صورت پذیرفت. در پایان این مرحله آشنایی با مبانی اولیه و همچنین شناخت و بررسی مصالح ساختمانی و ویژگی های آن صورت گرفت.

از مرحله دوم تحقیقات میدانی آغاز شد. در این مرحله بر مبنای مطالعات مرحله اول، پرسشنامه ای پیرامون مصالح ساختمانی مرسوم در بازار ساخت و ساز و مسکن تهیه شد. سپس این پرسشنامه توسط صاحب نظران مجرب و آگاه تکمیل و نتایج مطالعات میدانی مورد بررسی قرار گرفت.

بر مبنای مطالعات آماری مرحله دوم، در مرحله نهایی تحلیل و بررسی جامعی در نرم افزارهای مرتبط با همکاری صاحب‌نظران و متخصصان خبره صورت گرفت و با بررسی عوامل و ارزیابی آن‌ها جمع‌بندی نتایج انجام شد.

## ۲.۳. جامعه و نمونه آمارگیری

نمونه‌گیری، یعنی انتخاب تعدادی از افراد، حوادث و اشیاء از یک جامعه تعریف شده به عنوان نماینده‌ی آن جامعه. تعریف جامعه بنا بر نظر اغلب محققان عبارت است از همه اعضای واقعی یا فرضی که پژوهشگر علاقه‌مند است تا یافته‌های تحقیق خود را به آن‌ها تعمیم دهد؛ لیکن در اینجا بیش از آنکه به تعمیم‌پذیری تأکید شود، اصیل بودن یافته‌های پژوهش مورد توجه است [۱].

جامعه‌ی آماری این تحقیق را کلیه گروه‌های در ارتباط با مصالح ساختمانی و ساخت و ساز اعم از اساتید دانشگاه، مهندسين عمران، مجریان و پیمانکاران، کارفرمایان، مدیران، مشاوران و ... تشکیل می‌دهند. عدم امکان تعیین جمعیت این جامعه در حقیقت موجب نامعین بودن حجم جامعه و ایجاد شرایطی خاص در تعیین حجم نمونه آماری می‌شود. لذا به منظور تعیین حجم نمونه آماری برای توزیع پرسشنامه از فرمول کوکران برای حالت حجم جامعه نامعلوم استفاده می‌شود. این رابطه عبارتست از:

$$n = \frac{pqz^2}{d^2} \quad (1)$$

که در آن  $n$  حجم نمونه آماری؛  $d$  مقدار خطاست که عبارتست از مقدار خطائی که در اندازه متغیر مورد نظر برای ما قابل پذیرش است، این مقدار عموماً بین ۰/۰۵ و ۰/۱ انتخاب می‌شود که در این پژوهش میانگین این دو یعنی ۰/۰۷۵ انتخاب شده است؛  $Z$  اندازه استاندارد سطح قابل بررسی که در اینجا ۹۰٪ انتخاب شده و براساس جدول توزیع نرمال استاندارد مقدار  $Z$  برابر ۱/۲۸ می‌باشد و  $P$  و  $q$  نسبت یا شرایط مورد نظر که مجموع آن دو برابر یک بوده با توجه به عدم وجود نسبت قابل پیش‌بینی خاصی و به منظور افزایش حجم نمونه و ایجاد مشابهت با اغلب تحقیقات معمول هر دو برابر ۰/۵ انتخاب می‌شوند. با قرار دادن مقادیر ذکر شده در رابطه (۱) حاصل برابر ۷۲/۸ می‌شود. لازم به ذکر است در این پژوهش تعداد پاسخنامه‌های جمع‌آوری شده ۷۵ عدد بود.

## ۲.۴. پایایی پرسشنامه

پایایی ابزار که از آن به اعتبار، دقت و اعتمادپذیری نیز تعبیر می‌شود، عبارت است از اینکه اگر یک وسیله‌ی اندازه‌گیری که برای سنجش متغیر و صفتی ساخته شده، در شرایط مشابه در زمان یا مکان دیگر مورد استفاده قرار گیرد، نتایج مشابهی از آن حاصل شود [۱].

در حقیقت هدف از سنجش پایایی دستیابی به این نکته است که آیا تکرار مطالعه همان نتایج قبلی را دربرخواهد داشت یا خیر؟ روش‌های مختلفی برای تعیین میزان پایایی توسط محققین استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر، به منظور سنجش پایایی از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است. به این منظور رابطه مربوط به آلفای کرونباخ با کمک نرم‌افزار اکسل مورد استفاده قرار گرفت. این رابطه عبارت است از:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_{Yi}^2}{\sigma_X^2} \right) \quad (2)$$

که در آن  $K$  تعداد متغیرهای پرسشنامه یا آزمون؛  $\sigma_{Yi}^2$  واریانس متغیر  $i$  ام و  $\sigma_X^2$  واریانس کل آزمون می‌باشند. با ثبت داده‌های موجود مقدار آلفا ۸۷٪ شده است یعنی بزرگتر از ۷۰٪ که حداقل میزان آلفا برای قبول پایایی پرسشنامه است. بنابراین می‌توان مدعی شد که پرسشنامه مورد استفاده از پایایی قابل قبولی برخوردار است.

### ۲.۵. روایی پرسشنامه

منظور از روایی این است که مقیاس و محتوای ابزار یا سؤالات مندرج در ابزار دقیقاً متغیرها و موضوع مورد مطالعه را بسنجد؛ یعنی این که بخشی از داده‌های مورد نیاز، در رابطه با سنجش متغیرها در محتوای ابزار حذف نشده باشد یا به عبارت دیگر، عین واقعیت را نشان دهد [۱].

در این پژوهش برای افزایش روایی محتوایی پرسشنامه این روش‌ها به کار رفته است:

- مطالعه کتب، مقالات و نشریات مرتبط با موضوع
- مشورت با صاحب‌نظران و متخصصان با هدف بررسی سؤالات
- بررسی ادبیات پرسشنامه
- بررسی عدم وجود ابهام در سؤالات با استفاده از برگزاری پیش آزمون
- عدم گنجاندن دو موضوع در یک سؤال جهت جلوگیری از بروز ابهام
- استفاده از گزینه‌های یکسان جهت معطوف کردن تمرکز شرکت‌کنندگان بر روی اصل سؤالات
- طرح سؤال باز پایانی جهت معرفی سایر موانع توسط پاسخ‌دهندگان که در اکثر قریب به اتفاق موارد به بیان مجدد مطالب موجود در پرسش‌نامه می‌پرداختند.

### ۲.۶. نحوه نتیجه‌گیری از پرسشنامه

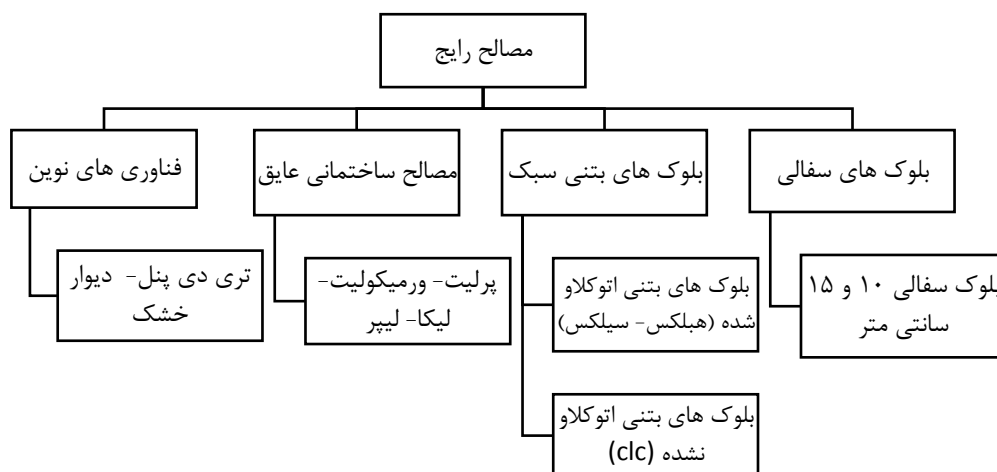
پس از گردآوری پرسشنامه‌ها و جمع بندی پاسخ‌ها، مصالح در مرحله اول تحقیق امتیازدهی شدند. برای هر سؤال ابتدا پاسخ‌های فاقد نظر کنار گذاشته شد؛ سپس به ترتیب امتیازات ۱ تا ۵ به گزینه‌های پنجگانه‌ی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد اختصاص داده شد و در تعداد پاسخ‌های همان گزینه ضرب و بر مجموع تعداد پاسخ‌های گزینه‌های پنجگانه تقسیم شد. بدین ترتیب بر حسب امتیاز بین یک تا پنج، حاصل از این روش، موانع رتبه‌بندی شدند به صورتی که هر چه امتیاز بیشتری به یک مانع تعلق می‌گرفت جدی‌تر و بحرانی‌تر به حساب می‌آمد.

### ۲.۷. نتایج حاصل از پرسشنامه

در این پژوهش مصالح رایجی که به عنوان دیوار خارجی در ساخت و ساز استفاده می‌شود را در چهار دسته تقسیم بندی کرده و رایج‌ترین‌های هر دسته را که از طریق پرسشنامه بدست آمده است، مورد مطالعه قرار گرفته است.



جدول ۱: دسته بندی مصالح رایج مطالعه شده



### ۳. معیارهای تصمیم گیری

به منظور مقایسه گزینه های پیش رو معیارها به گونه ای باید در نظر گرفته شوند که تا حد ممکن جامع بوده و در عین حال کمترین همپوشانی و وابستگی را داشته باشند. با توجه به این موضوع ابتدا معیارهای کلی که تقریباً مستقل از هم بوده تعریف شده اند و سپس مصالح در هر قسمت ارزیابی و با یکدیگر مقایسه شده اند.

#### ۳.۱. مقایسه از نظر عملکرد حرارتی

از آنجا که در طول سال های اخیر به ویژه پس از دهه هفتاد میلادی با بحران انرژی روبرو شدیم، لذا مقاومت حرارتی دیوار خارجی به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای دیوار مطرح شد. در این پژوهش جهت ارزیابی عملکرد حرارتی مصالح ساختمانی، مصالح مورد نظر در نرم افزار Therm مدل سازی شده اند و سپس مقدار ضریب انتقال حرارت سطحی آنها از طریق نرم افزار بدست آمده است.

جدول ۲: مشخصات حرارتی مصالح ساختمانی

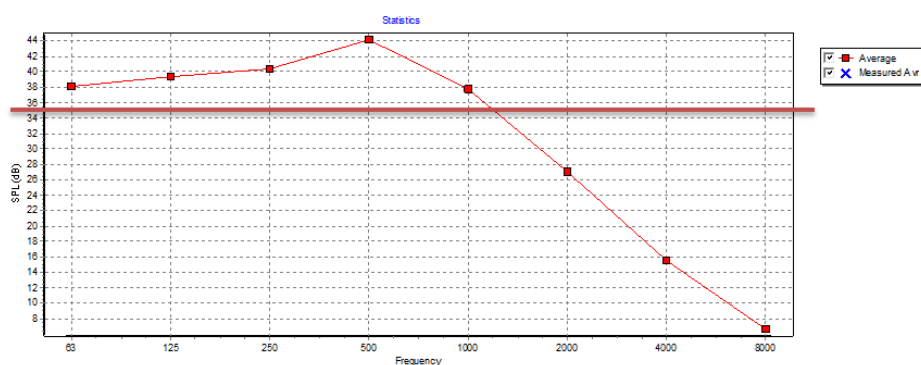
نوع دیوار	وزن مخصوص خشک ( $\text{kg/m}^3$ )	ضخامت (cm)	ضریب هدایت حرارت موثر ( $\text{w/m.k}$ )	مقاومت حرارتی ( $\text{m}^2.\text{k/w}$ )	ضریب انتقال حرارت سطحی ( $\text{w/m}^2.\text{k}$ )
بلوک سفالی	۲۱۰۰ تا ۲۲۰۰	۱۵	۰/۹۲	۰/۱۶	۱.۸۱
هبلکس	۷۰۰	۱۵	۰/۱۷	۰/۸۸	۰.۹۵
سیلکس	۶۰۰ تا ۷۰۰	۱۵	۰/۱۷	۰/۸۸	۰.۹۵
CLC	۴۵۰	۱۵	۰/۲۲	۰/۶۸	۱.۱۷
پرلیت	۴۰۰ تا ۶۰۰	۱۵	۰/۲۴	۰/۶۲	۱.۲۶
لیکا	۹۰۰	۱۵	۰/۲۰	۰/۷۵	۱.۰۸

تری دی پنل	-	۱۳	۰/۰۸	۱/۶۲	۰.۵۵
LSF	-	۱۳	۰/۰۷	۱/۸۵	۰.۵۰

### ۳.۲. مقایسه از نظر عملکرد صوتی

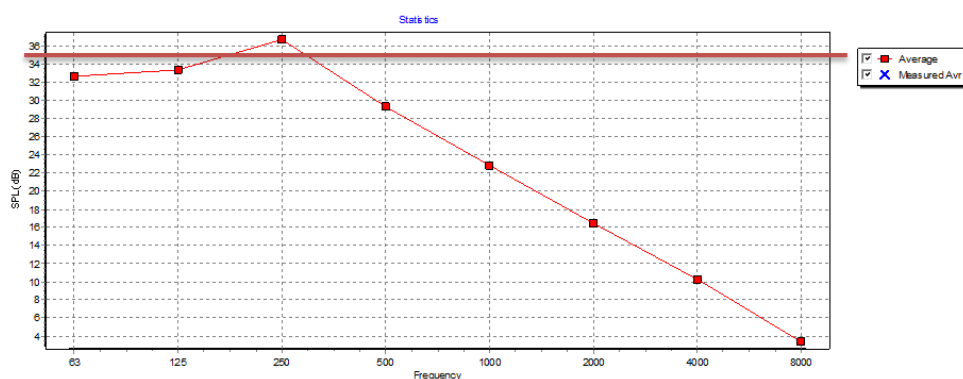
در این قسمت رفتار صوتی مصالح در باندهای ۱/۳ اکتاوی در نرم افزار ODEON مدل سازی و ارزیابی شده اند. قابل ذکر است که در این مدل سازی سه منبع صوتی با میانگین شدت صوتی ۸۵ دسی بل در اطراف مدل ساخته شده در نظر گرفته شده است.

در نمودار زیر تراز فشار صوتی (SPL) که در هر فرکانس داخل ساختمان دریافت می شود، نشان داده شده است. همانطور که می دانید تراز شدت صوت، معیاری برای سنجیدن درک انسان از بلندی صوت است. اگر تراز فشار صوت مجاز برای ساختمان مسکونی را بصورت ایده آل ۳۵ دسی بل در نظر بگیریم، در مورد بلوک سفال می توان گفت که این بلوک ها عملکرد نسبتاً ضعیفی در بازه فرکانسی ۶۳ تا ۱۰۰۰ هرتز و بخصوص ۵۰۰ هرتز دارند.



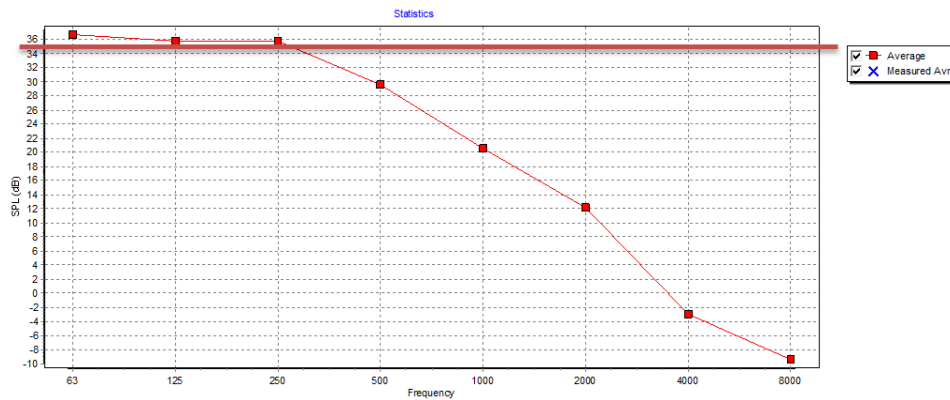
شکل ۱: نمودار تراز فشار صوت بلوک سفال

نمودار تراز فشار صوتی (SPL) برای بلوک هبلکس بصورت زیر است و تنها در فرکانس ۲۵۰ هرتز دچار ضعف هستند که این مقدار در مقایسه با بلوک های سفالی از نظر صوتی بسیار عملکرد خوبی می باشد.



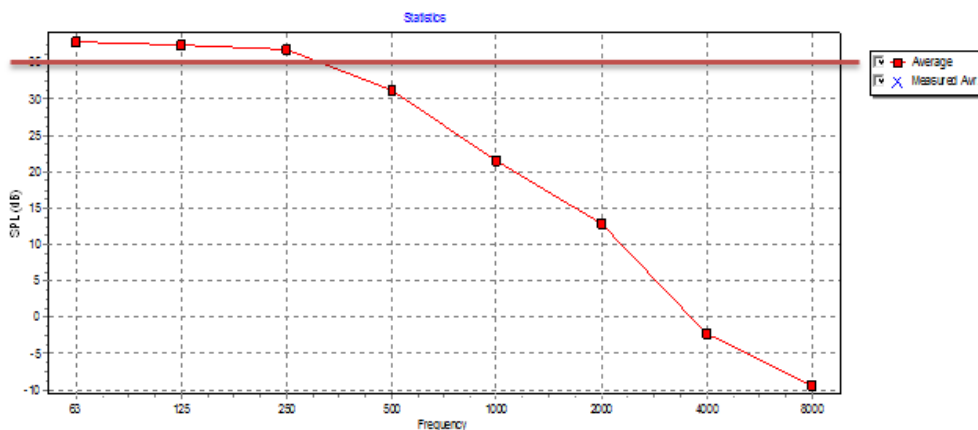
شکل ۲: نمودار تراز فشار صوت بلوک هبلکس

در نمودار زیر برای بلوک‌های پرلیتی بیشترین مقدار تراز فشار صوت در فرکانس‌های ۶۳ و ۱۲۵ هرتز می‌باشد اما این حداکثرها در فرکانس‌هایی است که نمودار توزیع انرژی‌های دریافتی از منابع دارای کمترین مقدار خود هستند لذا می‌توان این نتیجه را گرفت که عملکرد صوتی این بلوک‌ها بسیار خوب می‌باشد.



شکل ۳: نمودار تراز فشار صوت بلوک پرلیتی

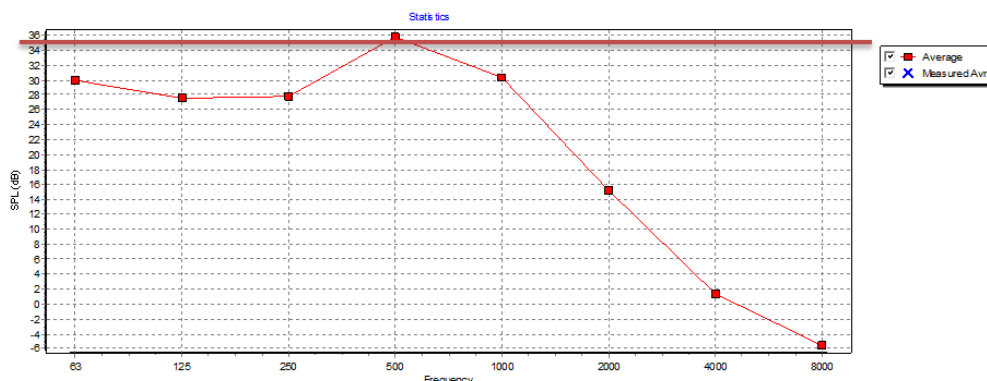
از نمودار تراز فشار صوت بلوک لیکا دریافت می‌شود که این بلوک‌ها در فرکانس‌های ۶۳ تا ۲۵۰ هرتز دچار ضعف هستند و از آنجایی که حداکثر نمودار توزیع انرژی‌های دریافتی از منابع در فرکانس ۲۵۰ هرتز می‌باشد لذا برای این فرکانس راه حلی باید ارائه گردد.



شکل ۴: نمودار تراز فشار صوت بلوک لیکا

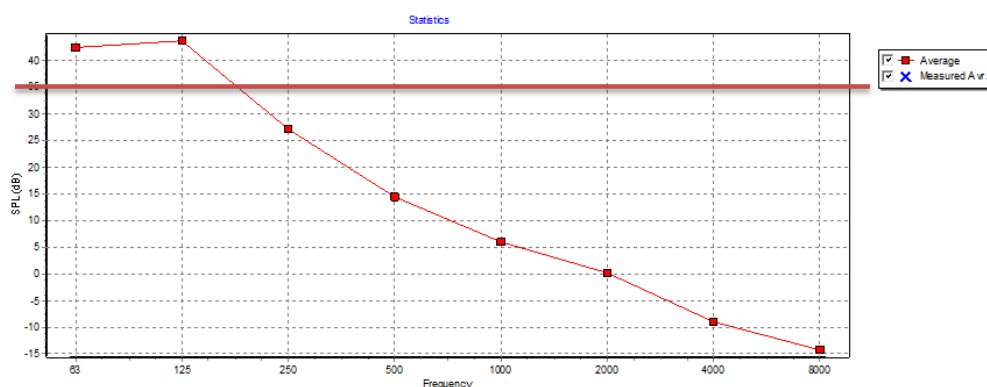
در نمودار تراز فشار صوت تری دی پانل، در فرکانس ۵۰۰ هرتز تراز فشار صوت ۳۵.۷ دسی بل می‌باشد که بر روی خط مرز قرار گرفته است و این فرکانس همان فرکانسی است که بیشترین انرژی‌های دریافتی نیز در آن روی می‌دهد.





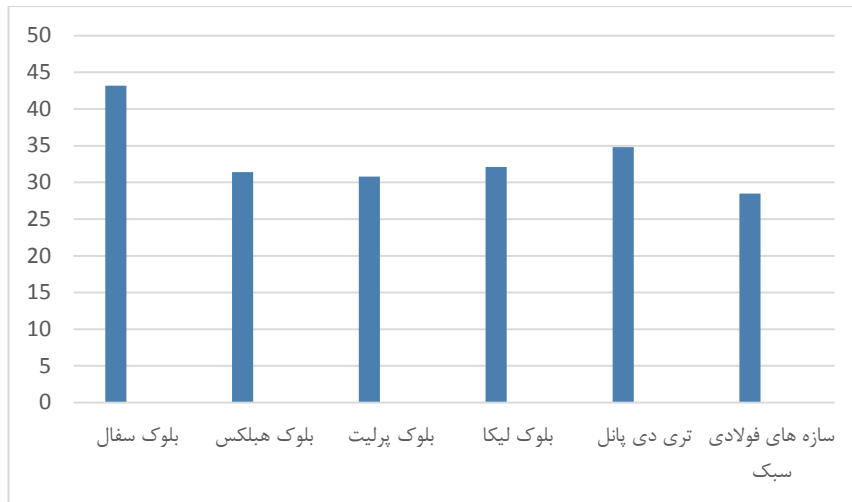
شکل ۵: نمودار تراز فشار صوت تری دی پانل

در نمودار تراز فشار صوت این دیوارها، همانطور که مشاهده می‌شود این دیوارها در فرکانس‌های بالا عملکرد بسیار خوبی دارند و تنها در فرکانس ۱۲۵ هرتز ضعف دارند.



شکل ۶: نمودار تراز فشار صوت سازه‌های فولادی سبک

در پایان می‌توان بطور خلاصه بیان کرد که در میان این مصالح سازه‌های فولادی سبک در این شبیه‌سازی به شرط برطرف کردن نقاط ضعفشان، بهترین عملکرد صوتی را دارند. بعد از آنها بلوک‌های پرلیتی عملکرد صوتی خوبی را از خود نشان می‌دهند که با توجه به جنبه اقتصادی استفاده از این بلوک‌ها نسبت به سازه‌های فولادی سبک، بسیار مناسب‌تر می‌باشد. در جدول زیر بطور خلاصه تراز فشار صوتی در شبکه وزنی A برای مصالح مدلسازی شده آورده شده است.



شکل ۷: مقایسه عملکرد صوتی مصالح مدلسازی شده

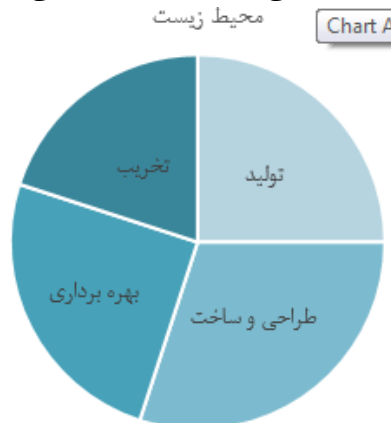
### ۳.۳. مقایسه زیست محیطی

انتخاب مصالح ساختمانی اغلب روندی قابل تامل می باشد چراکه این مصالح اثرات مهمی بر روی محیط زیست و همچنین ساکنین ساختمان ها می گذارد. لذا انتخاب مصالح ساختمانی زیست محیطی باعث بالا رفتن ارزش پروژه های ساختمانی و کاهش اثرات سوء بر محیط زیست می گردند. در این پژوهش مصالح از نظر زیست محیطی در چرخه زیست مورد بررسی قرار گرفته اند.

#### ۳.۳.۱. ارزیابی چرخه زیست

ارزیابی یا آنالیز چرخه زیست عبارت است از روشی که در آن کلیه اثرات زیست محیطی مرتبط با یک محصول در کل چرخه حیاتی آن از مرحله استخراج و یا جمع آوری مواد خام، تا مرحله مصرف و سپس بازیافت و یا امحاء ضایعات حاصل از آن ارزیابی می شود. [3]

مصالح را در این چرخه می توان در چهار دسته کلی بصورت زیر مورد بررسی قرار داد:



شکل ۸: مراحل چرخه زیست برای یک محصول

شروع این چرخه از محیط زیست بوده و سایر مراحل آن به ترتیب زیر است:

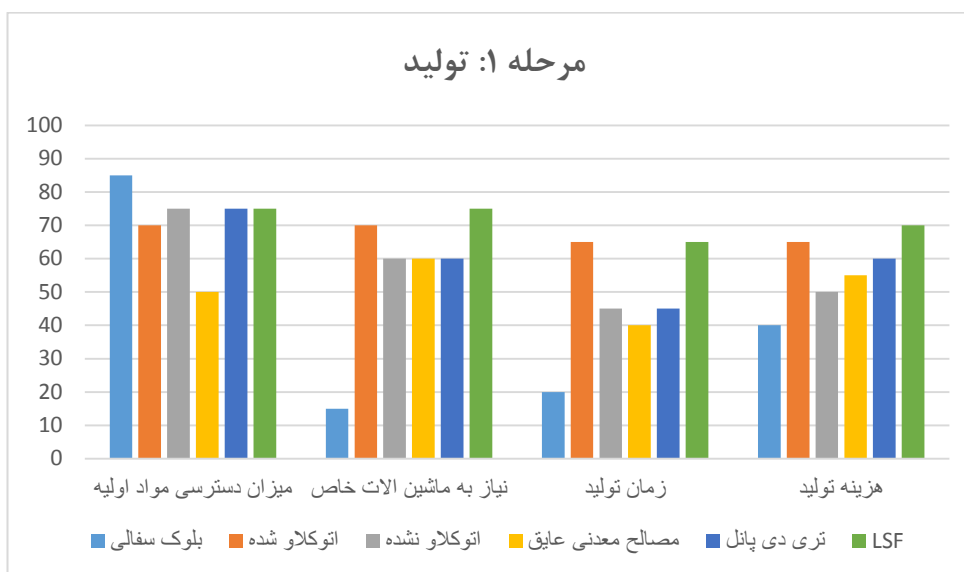
- تولید
- طراحی و ساخت
- بهره برداری
- تخریب

و در پایان نیز دوباره به محیط زیست باز می‌گردد.

برای آنکه یک طراحی موفق داشته باشیم باید در این چرخه را در مورد تک تک اجزاء بنا نیز در نظر گرفت. در این قسمت مصالح رایجی که به عنوان دیوار خارجی در ایران استفاده می‌شوند را در چرخه زیست بررسی و مقایسه می‌کنیم. قابل ذکر است برای ارزیابی مصالح امتیازدهی شده اند و نتایج آن در نمودارهای زیر آورده شده است.

### تولید

مرحله تولید اولین مرحله در چرخه زیست می‌باشد در واقع در این مرحله مواد از طبیعت دریافت شده و به صنعت تحویل داده می‌شود. اما قبل از انتخاب مواد اولیه باید موارد زیادی را مانند در دسترس بودن مواد، اقلیم منطقه و ... را در نظر داشته باشیم.

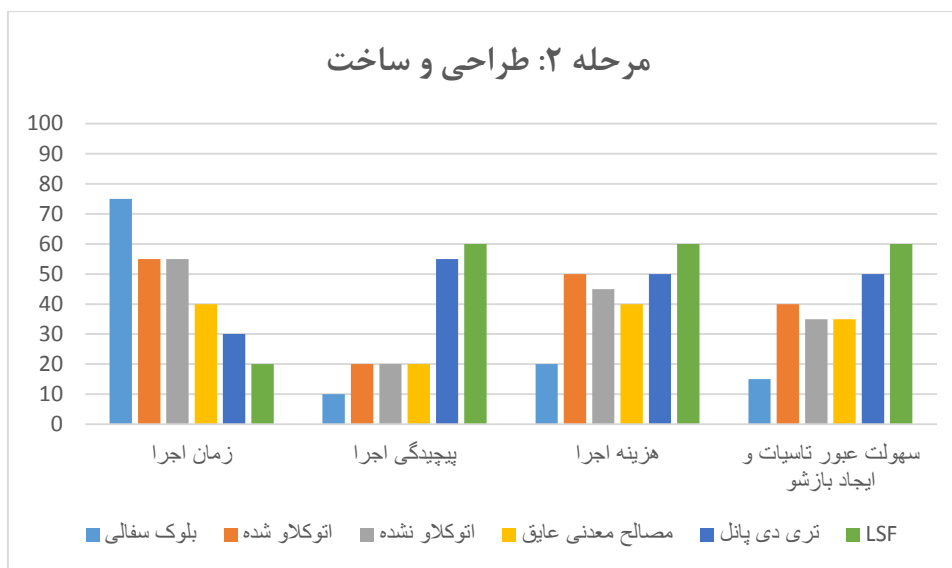


شکل ۹: مقایسه مصالح ساختمانی در مرحله تولید

### طراحی و ساخت

مرحله طراحی و ساخت باید با در نظر داشتن چهار عامل افزایش بهره‌وری (بهبود سازی)، کیفیت، رضایت مشتری و دوام صورت گیرد. یکی از نیازهای اساسی یک محصول دوستدار محیط زیست، صرفه جویی در مصرف انرژی مورد نیاز برای تولید می‌باشد.

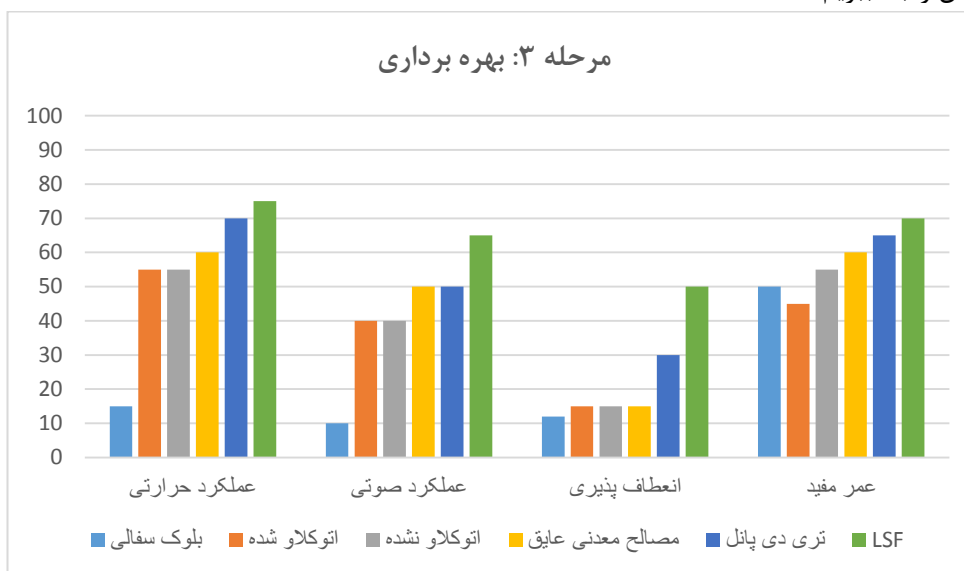




شکل ۱۰: مقایسه مصالح ساختمانی در مرحله طراحی و ساخت

## بهره برداری

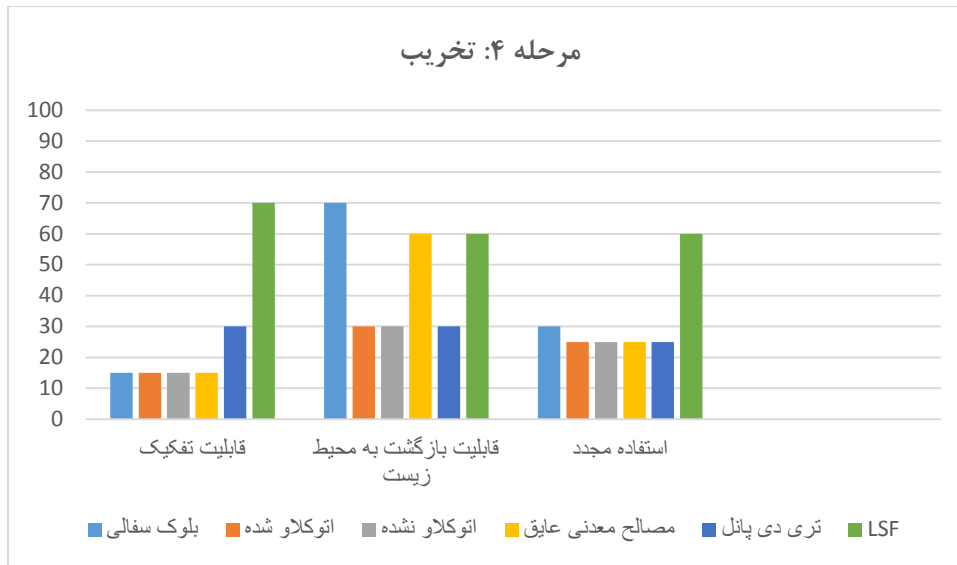
تلاش ما افزایش مدت استفاده ساختمان می باشد. ساختمان در طی استفاده ارزشش را از دست می دهد و ما باید تلاش کنیم ارزش آن را بالا ببریم.



شکل ۱۱: مقایسه مصالح ساختمانی در مرحله بهره برداری

## تخریب

در کشورهای در حال توسعه، نخاله های ساختمانی بخش بزرگی از زباله های شهری را به خود اختصاص می دهند که علاوه بر هزینه بسیار برای دفع آن، عواقب نامطلوبی بر محیط زیست نیز دارند. حجم نخاله های ساختمانی به حدی است که اکنون این مساله نه تنها در ایران بلکه در کشورهای پیشرفته نیز یک مشکل اجتماعی و زیست محیطی است. در جدول زیر به امتیاز دهی مصالح ساختمانی در این مرحله می پردازیم.



شکل ۱۲: مقایسه مصالح ساختمانی در مرحله تخریب

#### ۴. نتیجه گیری

پیش از آنکه به بررسی و تحلیل نتایج بدست آمده پرداخته شود، ذکر این نکته لازم است که با توجه به این که بخش وسیعی از اطلاعات به دست آمده حاصل از نظرات مصاحبه شوندگان می باشد، استناد متقنی بر روی داده ها و نتیجه نهایی نمی توان داشت. این موضوع یکی از چالش های همیشگی پیشروی تصمیم گیران بوده است. البته با اتخاذ راهکارهایی از قبیل بالا بردن جامعه آماری، انتخاب دقیق تر و مناسب تر مصاحبه شوندگان، ایجاد شرایط مساوی و ... می توان قابلیت اطمینان از نتایج را بیشتر نمود. علاوه بر این موارد، کارفرما حق دارد بنا به شرایط خود مانند شرایط اقتصادی، اقلیمی، سرعت و ... ، ضریب وزن معیارها را تغییر دهد که این موضوع تاثیر زیادی بر روی نتایج خواهد گذاشت. با توجه به بررسی های صورت گرفته، در میان سیستم های دیوار مورد بررسی، سیستم دیوار خارجی با بلوک های بتن گازی مناسب ترین سیستم محسوب می شود. همچنین دیوارهای با بلوک لیکا و لیپر در رده های بعدی قرار دارند.

#### مراجع

- [۱] حافظ نیا، م. ر. (۱۳۸۷)، "مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی"، انتشارات سمت.
- [۲] بلیکی، ن. (۱۳۸۴)، "طراحی پژوهش‌های اجتماعی"، انتشارات نشر نی.
- [۳] رفیعی، رضا، عبدالرسول سلمان ماهینی، نعمت اله خراسانی، (۱۳۸۸) "ارزیابی محیط زیستی چرخه حیات سامانه مدیریت پسماند شهری (مطالعه موردی: شهر مشهد)"، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، ویژه نامه ۲.
- [۴] این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان "ارائه جزئیات اجرایی عایقکاری صوتی و حرارتی (آکوترم) براساس معیارهای مبحث ۱۸ و ۱۹ مقررات ملی (منطبق بر شرایط اقلیمی خراسان رضوی)" است که در اسفند ماه ۹۵ با همکاری اداره کل مسکن و راه و شهرسازی و دانشگاه فردوسی مشهد به انجام رسیده است.