



بنام خدا

دوره: ۸۱۴

روش های ساخت، فناوری های نوین اجرایی ساختمان

و جزئیات اجرایی

مدرس: حسین زنوزی

مکان: دانشگاه تبریز، دانشکده عمران

# جدالکنده های دیوارهای غیرباربر



## وزن مخصوص جدا کننده های ستی

انواع دیوارها	وزن مخصوص (kg/m <sup>3</sup> )	وزن دیوار ۱۰ سانتی با یک سانت اندود (kg/m <sup>2</sup> )	وزن دیوار ۲۰ سانتی یا یک سانت اندود (kg/m <sup>2</sup> )
دیوار بتی	۲۴۰۰	۲۵۳	۴۹۳
دیوار بلوک سیمانی	۱۸۰۰	۱۹۳	۳۷۳
دیوار آجر فشاری	۱۸۵۰	۱۹۸	۳۸۳
دیوار آجر ماسه آهکی	۱۶۰۰	۱۷۳	۳۳۳
دیوار بلوک سفالی سبک سوراخدار	۸۵۰	۹۸	۱۸۳
دیوار بلوک بتی سبک سوراخدار	۸۰۰	۹۳	۱۷۳

Adv. Tech. in Building Industry

5

## طبقه بندی دیوارها مطابق آیین نامه

پارتیشن سبک دارای وزن یک متر مربع کمتر از ۴۰ دکانیوتن می باشد

پارتیشن معمولی دارای وزن یک متر مربع بیشتر از ۴۰ دکانیوتن و کمتر از ۱۵۰ دکانیوتن می باشد

پارتیشن نیمه سنگین دارای وزن یک متر مربع بیشتر از ۱۵۰ دکانیوتن و کمتر از ۲۷۵ دکانیوتن می باشد

پارتیشن سنگین دارای وزن یک متر مربع بیشتر از ۲۷۵ دکانیوتن می باشد

فقط بار پارتیشن های غیرسنگین می تواند بصورت بارگسترده معادل به سقف وارد شود



## دیوارهای داخلی

- پانل های الیاف بتن
- گچ برگ
- بلوک گچی سوراخ دار
- ورق ام دی اف
- ورق پی وی سی
- تخته های چوبی (OSB: Oriented Strand Board)
- دیوارهای غیرباربر ERCOLITH، QPANEL
- پانلهای ساخته شده از رزین و ساقه گندم و برنج
- پانلهای ساخته شده از کاغذ و مقوای ضایعاتی فشرده شده
- پانلهای دیواری ساخته شده از بتن سبک با دانه های لیکا



OSB density : 600-650 kg/m<sup>3</sup>



Four grades of OSB are defined in EN 300

- OSB/1 - General purpose boards and boards for interior fitments for use in dry conditions.
- OSB/2 - Load-bearing boards for use in dry conditions.
- OSB/3 - Load-bearing boards for use in humid conditions
- OSB/4 - Heavy-duty load-bearing boards for use in humid conditions

## دیوارهای خارجی

❖ تخته سیمانی Cement Board

❖ تخته سیمانی الیاف دار Fiber Cement Board

❖ ساندویچ پانل

❖ Wall Board

❖ بتن سبک گازی اتوکلاو شده AAC

❖ پانل های ساندویچی سبک سه بعدی



ورق PVC

PolyVinyl Chloride



Adv. Tech. in Building Industry

۱۷



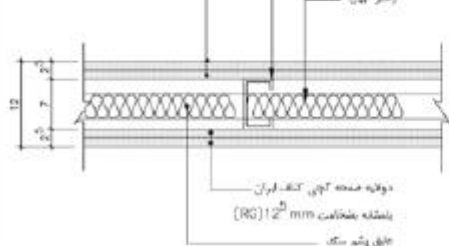
گچ بری



دولایه سنده گچی کتاف ایران  
پاشانه ضخامت (RG) 12<sup>mm</sup>

شماره CW

شماره UW



پانل های گچی کتاف

Adv. Tech. in Building Industry

۱۸



Cement Bord **تخته سیمانی**



۱۸



Medium-density fibreboard **ورق MDF**

MDF density : 600-800 kg/m<sup>3</sup>



Moisture resistant is typically green  
Fire retardant MDF is typically red or blue

## دیوارهای غیرباربر QPanel



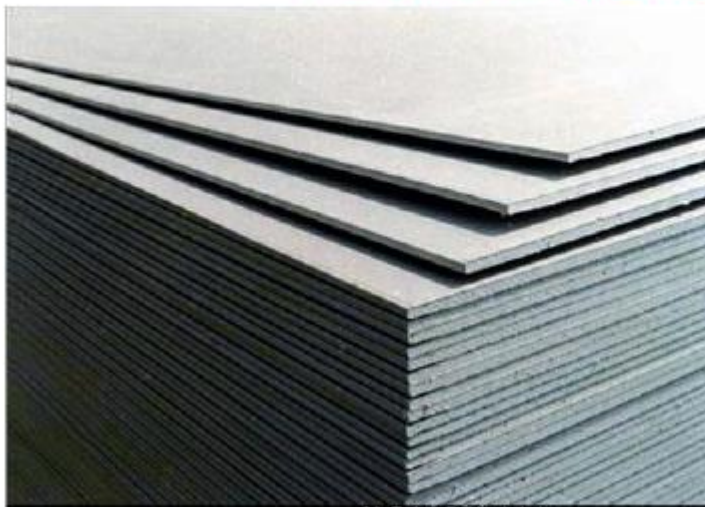
دیوارهای غیرباربر Q Panel متشکل از یک لایه بتن سبک فومی میانی و دو لایه روکش سیمان الیافی در طرفین می باشد که صرفاً به عنوان دیوارهای جداکننده داخلی ساختمان قابل استفاده می باشد. این دیوارها به کمک **runner** و **track** های در نظر گرفته شده به کف و سقف سازه متصل می شوند. ابعاد این پانل ها ۳ متر ارتفاع و ۶/۰ متر عرض می باشد و در ضخامت های مختلف تولید می شوند. وزن هر مترمربع این پانلها تقریباً بین ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم بر مترمربع است. اتصال پانل های کناری به یکدیگر به کمک کام و زبانه های تعبیه شده در لبه طولی انجام میشود.

این پانلها به عنوان دیوارهای غیرباربر و جداکننده داخلی در زمینه های حریم، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

Building Industry

۲۲

## تخته سیمانی الیاف دار Fiber Cement Bord



Building Industry

۱۹





دیوارهای غیربار  
QPanel

NAME OF TEST	STANDARD ACHIEVED	RESULT
Combustibility	AS1530, PART 1	Non-combustible
Fire Properties (50mm)		
1. Ignitability	BS476, PART 5	"P"
2. Fire Propagation Index	BS476, PART 6	0
3. Surface Spread of Flame	BS476, PART 7	Class - 1
Fire Resistance (50mm)	AS1530, PART 4, BS476, PART 20 & 21	60 MINUTES
Fire Resistance (75mm)	AS1530, PART 4, BS476, PART 20 & 22	120 MINUTES
Ignition Index	AS1530, PART 3	0
Heat Evolved Index	AS1530, PART 3	0
Flame Spread Index	AS1530, PART 3	0
Smoke Developed Index	AS1530, PART 3	D-1
Smoke Emission & Toxic Gas Distillation	CSIRO (NBTC) SYDNEY	None recorded
Sound Insulation (50mm)	ISO140-3, ISO 140-4	STC - 37
Sound Insulation (75mm)	ISO140-3, ISO 140-4	STC - 39
Acoustic Evaluation (50mm)	AS1191, BS2750, PART 3, BS5821, PART 1	STC - 33
Acoustic Evaluation (56mm)	AS1191, BS2750, PART 3, BS5821, PART 1	STC - 38
50mm with air cavity & 13mm plasterboard	CURTIN UNIVERSITY WEST AUSTRALIA.	STC - 45
Additional Qpanel acoustic results with cavities & cladding available on request.		
Thermal Conductivity (50mm)	BS874, PART 2	0.23 Wm <sup>2</sup> K
Thermal Conductivity (75mm)	BS874, PART 2	0.33 Wm <sup>2</sup> K
Flexural - 4 Point Bend Test (50mm)	COLLEGE OF ENGINEERING (LNTU)	23.5 kg/cm <sup>2</sup>
Flexural - 4 Point Bend Test (75mm)	COLLEGE OF ENGINEERING (LNTU)	15.5 kg/cm <sup>2</sup>
Average Flexural Strength (75mm)	INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MADRAS)	3.00 MPa
Lightweight Construction	BUILDING CODE OF AUSTRALIA C1.8	Exceeds Requirements
Axial Compression (50mm)	COLLEGE OF ENGINEERING (LNTU)	
- Breaking Load		9,573.3 Kgs
- Allowable Axial Load/m		127.6 KNm
Axial Compression (75mm)	COLLEGE OF ENGINEERING (LNTU)	
- Breaking Load		13,233.3 Kgs
- Allowable Axial Load/m		176.4 KNm
Anchor Tests (Pullout Test)	BS5096, BS8179, AS/NZS 4360	4.36kN



ساندویچ پانل





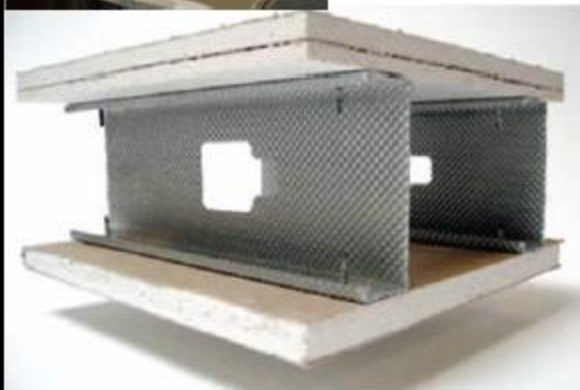
دیوارهای غیرباربر

QPanel

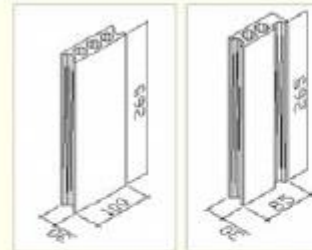
Anchor Tests (Pullout Test)	BS5090, PART 1 & 2	4.36kN
Anchor Tests (Shear Test)	BS5090, PART 1 & 2	7.40kN
Resistance to Air & Water (50mm) – A	BS4315, PART 2	No Dampness
Resistance to Air & Water (50mm) – B	BS4315, PART 2	8.80%
Resistance to Air & Water (50mm) – C	BS4315, PART 2	No Leakage
Water Absorption (50mm)	IS2380 – 16	3.95%
Moisture Content (50mm)	IS2380 – 3	9.1%
Swelling in Water (50mm)	IS2380 – 17	NIL
Water Absorption (75mm)	IS2380 – 16	1.65%
Moisture Content (75mm)	IS2380 – 3	8.7%
Swelling in Water (75mm)	IS2380 – 17	NIL
Water Penetration	UNIVERSITY OF WESTERN AUSTRALIA	NIL
Water Penetration	INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MADRAS)	NIL
Water Resistance (50mm)	BS4315, PART 2	No Penetration
Water Resistance (75mm)	BS4315, PART 2	No Penetration
Permeability Test (Panel and Joint)	CURTIN UNIVERSITY WEST AUSTRALIA	No Ingress of Water
Modulus of Rupture (50mm) Dry	IS2380 – 4	5.39 N/mm <sup>2</sup>
Modulus of Rupture (50mm) Wet	IS2380 – 4	3.85 N/mm <sup>2</sup>
Modulus of Rupture (75mm) Dry	IS2380 – 4	3.81 N/mm <sup>2</sup>
Modulus of Rupture (75mm) Wet	IS2380 – 4	2.94 N/mm <sup>2</sup>
Modulus of Elasticity (50mm)	IS2380 – 4	9216 N/mm <sup>2</sup>
Modulus of Elasticity (75mm)	IS2380 – 4	3972 N/mm <sup>2</sup>
Strength and Robustness Tests		
- Partition Stiffness	BS5234, PART 2	No Weakness
- Small Hard Body Impact (50Nm)	BS5234, PART 2	No Weakness
- Small Hard Body Impact (150Nm)	BS5234, PART 2	No Damage
- Large Soft Body Impact (40 & 120Nm)	BS5234, PART 2	No Visible Cracks
- Door Slamming	BS5234, PART 2	No Damage
- Crowd Pressure (2kN/m <sup>2</sup> )	BS5234, PART 2	No Damage
- Lightweight Anchorage:		
i. Pullout (100N)	BS5234, PART 2	Retained
ii. Pulldown (250N)	BS5234, PART 2	Retained
- Heavyweight Anchorage:		
i. Pullout (3kN)	BS5234, PART 2	Retained
Tensile Strength (50mm) Dry	Adv. Tech. in Building Industry IS2380 – 8	11.48 N/mm <sup>2</sup>



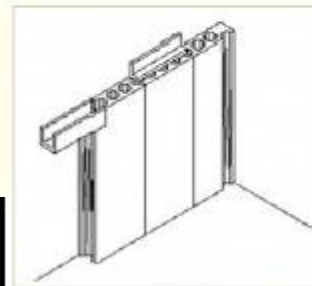
Wall Board



## دیوارهای غیرباربر ERCOLITH



the EPS light-weight gas concrete with good structural characteristics a gross density of less than 450 kg/m<sup>3</sup>



Adv. Tech. in Building Industry

## دیوارهای غیرباربر

### ERCOLITH

characteristic value	unit	ercolith®	alternative light-weight concrete
Gross density	kg/ dm <sup>3</sup>	0.4	0.4
Pressure resistance	N/ mm <sup>2</sup>	2.2	2.6
Bending tension strength	N/ mm <sup>2</sup>	1.35	1.15
Dyn. E-modulus	N/ mm <sup>2</sup>	1.17	1.85
Thermal conductivity	W/ m.k	0.117	0.110
Coefficient of Thermal conductivity α	10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /h	6.5	5.2
Steam diffusion resistance	-	23	7.5
S <sub>f</sub> -value	m	6.9	2.3
Coefficient of water absorption	kg/ m <sup>2</sup> h <sup>0.5</sup>	0.52	5.1
Capillary water absorption (after 8 h/24 h)	kg/ m <sup>2</sup>	0.80/ 1.14	10.15/ 12.07
Water penetration according to Karsten (after 10 min/ 60 min/ *60 min)	mm	0.08/ 0.23/ 0.53	2.95/ 8.89/ 20.40
Saturation	-	0.77	-

پانل های دیواری Ercolith، در عرض ۸۵ تا ۱۰۰ سانتی متر و در ضخامت های متنوع از جنس بتن سبک با وزن مخصوص ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تولید می شوند. در این پانل ها به منظور به حداقل رساندن بار مرده، حفراتی در طول دیوار تعبیه شده است. با توجه به وجود حفرات طولی در لبه پانل ها لازم است، تمهیداتی برای پایدارسازی پانل ها در زمان اجرا به کار بسته شود. بتن سبک به کار رفته در این پانل ها از نوع فوم بتن می باشد و در مقایسه با سایر انواع بتن سبک متعارف از ضریب جذب رطوبت پایین تری برخوردار می باشد. این پانل ها به دلیل ابعاد بزرگتر می توانند در افزایش سرعت اجرای دیوارهای غیرباربر و جداکننده های داخلی نقش به سزایی داشته باشند. این پانل ها به عنوان دیوارهای غیرباربر و جداکننده های داخلی در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از آن در محدوده الزامات ارائه شده مجاز است.

## بتن سبک و انواع آن

- بتن سبک بتنی است که وزن آن در مقیاس حجمی از بتن معمولی کمتر است (به طور معمول کمتر از  $1750 \text{ Kg/m}^3$ )
- استفاده از آن در ساخت و ساز موجب کاهش وزن بار مرده و بالا رفتن مقاومت حرارتی و صوتی سازه می گردد .
- **بتن دانه سبک**
  - دانه های سبک معدنی
  - دانه های سبک حاصل از ضایعات کوره صنایع
  - دانه های سبک مصنوعی
- **بتن بدون ریزدانه**
- **بتن همراه با مواد شیمیایی هوازا**
  - بتن کفی
  - بتن گازی



Adv. Tech. in Building Industry

۲۸

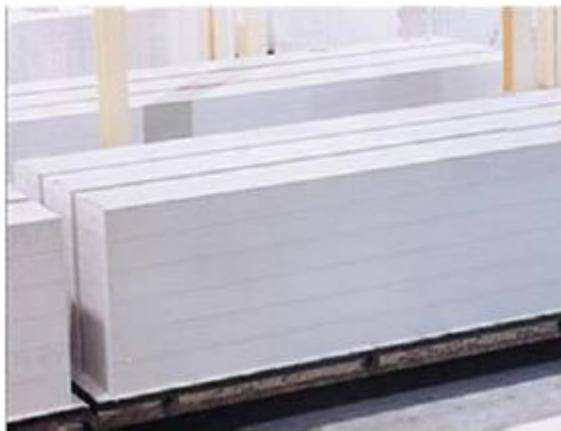
## بتن سبک گازی AAC

### مواد اولیه AAC

- ❖ سیلیس
- ❖ آهک
- ❖ سیمان
- ❖ آب
- ❖ پودر آلومینیوم

### نام های تجاری ثبت شده بتن گازی

- ❖ Ytong
- ❖ Hebelex
- ❖ Siporex
- ❖ Durox
- ❖ H + H
- ❖ Unipol



Adv. Tech. in Building Industry

۲۹

## بتن سبک گازی AAC

مشخصات فنی AAC

### چگالی

چگالی AAC به طور معمول بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. اگرچه بیرون از این دامنه نیز امکان تولید AAC وجود دارد. معمول ترین جرم حجمی AAC حدود ۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

### وزن

یک مترمکعب بلوک AAC حدود ۵۵۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم وزن دارد که حدود یک سوم متر مکعب آجر فشاری وزن دارد.

• سبکی آن به دلیل بافت متخلخل ناشی از واکنش شیمیایی پودر آلومینوم با مواد اولیه بتن است.  
• عمل آوری، تحت فشار و حرارت (عمدتاً ۱۲ آتمسفر و ۱۹۰ درجه سانتیگراد) و در اتوکلاو انجام می پذیرد.



## پانل های 3D

کاربرد پانل های سه بعدی می تواند به عنوان:  
دیوار جدا کننده  
دیوار پیرامونی  
سیستم سقف  
سازه ساختمان



## بتن سبک گازی AAC

## تنوع در معماری



## بتن سبک گازی AAC

برخلاف مصالح معمولی مثل آجر و سفال، AAC را می توان به راحتی سوراخ نمود، میخ زد، برید و یا شیار داد.

از ابزار معمولی نجاری نیز می توان برای برش استفاده نمود ولی اره های مخصوص و ابزار تراش ویژه ای نیز برای این کار وجود دارد.



## بتن سبک گازی AAC

## تنوع در معماری



## بتن سبک گازی AAC

برخلاف مصالح معمولی مثل آجر و سفال، AAC را می توان به راحتی سوراخ نمود، میخ زد، برید و یا شیار داد.

از ابزار معمولی نجاری نیز می توان برای برش استفاده نمود ولی اره های مخصوص و ابزار تراش ویژه ای نیز برای این کار وجود دارد.



### ۳-۳-۳- دیوارهای غیر باربر متال فوم

است. رانرها و استادهای با مقطع ناودانی و از جنس فولاد گالوانیزه می باشند. امروزه استفاده از پانل های جداکننده داخلی، می تواند ضمن کاهش باربر مرده باعث افزایش سرعت ساخت می شود. در این راستا این پانل ها، به عنوان دیوارهای غیر باربر و جداکننده داخلی در زمینه های حریق، آکوستیک و سازه در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات ارائه شده، مجاز است.

دیوارهای غیر باربر متال فوم متشکل از یک لایه میانی پلی استایرن و دو لایه مش فولادی در طرفین تشکیل شده است. مطابق جزئیات ارائه شده، حداقل ضخامت لایه پلی استایرن ۵ سانتی متر، قطر میلگردهای مش فولادی ۳ میلیمتر فواصل مش ها ۸ سانتی متر می باشد. به طور کلی، جزئیات مقطع دیوار و پوشش های آن مشابه دیوارهای ساندویچی سه بعدی می باشد، با این تفاوت که در دیوارهای متال فوم با اجرای رانرها و استادهای پیرامونی امکان اتصال دیوار به سازه اصلی و شاقول کردن راحتتر دیوارها فراهم شده





### ۳-۲- دیوار غیربرابر ساخته شده از بتن CLC

است که یک عامل ایجاد حباب هوا وارد عمل شده و در حین فرآیند تولید، تخلخل در بافت بتن به وجود می آید. تخلخل بتن می تواند به صورت فیزیکی و با میکسرها یا با دور بالا یا با استفاده از مواد شیمیایی از قبیل پودر آلومینیم به وجود آید. عمل آوری آنها در محیط معمولی یا حداکثر در گرمخانه انجام می شود.

خواص فیزیکی این محصول بتی سبک به گونه ای است که عایق در برابر انتقال حرارت و صوت بوده و دارای مقاومت مناسب و کیفیت مطلوبی است. این بتن سبک دارای وزن مخصوصی بین ۳۰۰ تا ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد.



در بتن سبک CLC یکی از انواع بتن سبک بوده که به وسیله ایجاد حباب های هوا با اندازه های مختلف در درون بتن ایجاد می شود. روش تولید این نوع بتن یک روش بدون اتوکلاو است. ایجاد حباب هوا در این نوع بتن با یکی از دو روش مختلف فیزیکی یا استفاده از مواد افزودنی شیمیایی صورت می گیرد. به عنوان مثال، این محصول می تواند از ترکیب سیمان، ماسه بادی، آب و ماده شیمیایی تولید کننده کف تشکیل شود. این نوع بتن دارای مصارف مختلفی در صنعت ساختمان است مانند جداکنده های داخلی و خارجی ساختمان و ...



این گروه از بتن های سبک دارای طرح اختلاط متفاوت با بتن های معمولی بوده و نیازمند افزودنی های خاصی در طرح اختلاط است. سیمان در این نوع بتن، نقش سیمان در بتن های معمولی را داشته و به عنوان ماده چسباننده به کار می رود. برای تولید این بتن، از مواد اولیه سبک استفاده نمی شود و تمام مواد اولیه دارای وزن معمولی هستند. ولی فرآیند تولید به گونه ای

### ۳-۶- پانلهای الیافی

#### ۳-۶-۱- پانل دیواری الیاف بتن

این پانلها براحتی توسط اره های دستی یا برقی قابل برش کاری و شکل دهی است و براحتی می توان برای اتصال قطعات مختلف به این پانلها، از پیچ و مهره و یا میخ استفاده کرد. همچنین این پانلها سازگاری کامل با انواع نازک کاری، گچ، ملات سیمان، سنگ، سرامیک و رنگ را دارد. تعبیه قطعات و تجهیزات مربوط به تاسیسات نیز براحتی در دیوارهای حاصل از این پانلها، امکان پذیر است.

سبکی و وزن کم این پانلها، ویژگی های پانل در برآوردن ضوابط مقررات ملی ایران در زمینه های انرژی، حریق و آکوستیک نسبت به محصولات مشابه، سهولت حمل و نقل و نصب و نیز اثر استفاده از این پانلها در کاهش مقدار هزینه تمام شده یک ساختمان در مقایسه با سایر مصالح مشابه، از سایر مزایای این پانلها محسوب می شود. این پانلها در زمینه های مختلف انرژی، حریق، آکوستیک و سازه و زلزله در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته است و استفاده از آنها در حیطه الزامات مربوط به این فناوری مجاز می باشد.



فناوری پانل های الیاف بتن در زمره اجزاء ساختمانی غیرباربر و غیر سازه ای قرار می گیرند و با توجه به مواد تشکیل دهنده، دارای وزن کم و سازگاری زیاد با محیط زیست می باشند. این پانلها از مجموعه فرآورده های پشم چوب کارخانه ای محسوب می شود و مواد اصلی تشکیل دهنده آنها، سیمان و چوب می باشد که در طول فرآیند تولید، برخی مواد افزودنی به آنها اضافه می شود و نشاسته چوب، که به عنوان منبع حمله موزی محسوب می شود، از آن حذف می شود.



با توجه به مواد تشکیل دهنده و فرآیند تولید، قالب بندی برای تولید این پانلها به سهولت انجام می شود و امکان دستیابی به طرح های متنوع برای قالب بندی وجود دارد.

ابعاد متداول این پانلها به میلی متر، ۲۵×۶۰۰×۲۰۰، ۵۰×۶۰۰×۲۰۰، ۷۵×۶۰۰×۲۰۰ می باشد. بیشترین استفاده از این پانلها در دیوارهای غیرباربر در جداکنده های داخلی و یا دیوارهای بین واحدهای مسکونی مجاور هم و نمای ساختمان می باشد.

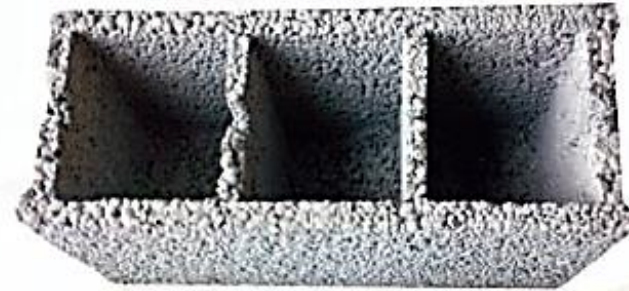
### ۳-۵- پانل های دیواری ساخته شده از بتن سبک با دانه های لیکا

مقطع عرضی قرار داده شده اند، مقاومت مطلوبی در برابر ضربه خواهد داشت. استفاده از الیاف پلی پروپیلن در مخلوط بتن نیز، کمک زیادی به جلوگیری از بروز shrinkage می کند که بسیار حائز اهمیت است. در اتصال پانل ها به یکدیگر و به سازه از جزئیات آیین نامه ACI استفاده می شود و تمهیدات لازم به منظور تامین پایداری دیوار حاصل و هم چنین عدم مشارکت آن در تغییر مکان جانبی سازه به خوبی در نظر گرفته می شود.

برای تامین ضوابط مندرج در مقررات ملی ساختمان در زمینه آکوستیک، لازم است، با توجه به نوع کاربری پانل در جدارهای داخلی یا خارجی، ضخامت پانل ها به نحوی انتخاب شود که به کمک اندود و نمای روی کار، پاسخگوی الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ایران باشد. هم چنین نمای پلاسترهای گچی، پلاسترهای سیمانی، صفحات گچی و صفحات سیمانی برای اجرا روی این پانل ها توصیه می شود.

این زیر سیستم در زمینه های مختلف سازه و زلزله، انرژی، حریق و آکوستیک در این مرکز مورد بررسی قرار گرفته و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مجاز می باشد.

پانل های سبک ساخته شده از بتن سبک لیکا، به عنوان جداکننده های داخلی و دیوارهای غیرباربر خارجی مورد استفاده قرار می گیرند. در طرح اختلاط ارائه شده برای بتن مصرفی در ساخت این پانل ها، از سیمان پرتلند معمولی، ماسه، آب و سبکدانه لیکا استفاده شده است. به این ترتیب وزن مخصوص بتن حاصل، در حدود  $1100 \text{ kg/m}^3$  محاسبه شده است، که تاثیر به سزائی در کاهش وزن پانل های تولیدی دارد. مقطع عرضی یک مدول از پانل های مذکور، دارای مقطعی مستطیلی با ضخامت متغیر و عرض ۶۰۰ میلی متر است که تعداد ۶ حفره با قطر ۶۲ میلی متر، در فواصل ۳۲ میلی متری از هم، در آن تعبیه شده است. به این ترتیب وزن یک متر مربع از پانل به طور تقریبی در حدود ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم خواهد بود.



با توجه به وزن مخصوص محاسبه شده، این پانل ها در زمره جداکننده های سبک قرار می گیرند، به همین دلیل نقش به سزائی در کاهش وزن کلی ساختمان و نهایتاً کاهش نیروی زلزله و بهینه شدن مقاطع مورد نیاز در اسکلت سازه خواهند داشت. هم چنین این پانل ها در مقایسه با برخی از پرکننده ها، بدلیل استفاده از بتن سبک و تسلیح بوسیله ۲ تا ۶ مفتول گالوانیزه با قطر ۳ میلی متر، که به فرم سینوسی شکل داده و در داخل سطح

### ۳-۸- سنگدانه های سبک پرلیتی

#### ۳-۸-۱- استفاده از پرلیت در مصارف ساختمانی به منظور سبک سازی یا عایق کاری



دارند و به عنوان عایقهای خوب حرارتی و صوتی بکار می روند. صفحات جذب صدا، از مخلوط پرلیت و آزیست پرس شده تهیه می گردند.

تخته پرلیتی، عایق حرارتی صلبی است که از پرلیت منبسط، الیاف مسلح کننده و مواد چسباننده ساخته می شود. آن را می توان به صورت یک تخته یا به صورت تخته های دوتایی یا چندتایی چسبانده شده به یکدیگر با یک چسب مناسب عرضه کرد. تخته ها ممکن است همچنین دارای لبه شکل داده شده باشند.

با توجه به وجود ذخایر بزرگی از پرلیت در شرق جاده میانه - تبریز در ناحیه سفید خانه (۴۶ کیلومتری شمال شرقی میانه)، اطراف آبادی طارم (در غرب میانه) اطراف بیرجند، فردوس و طبس و دیگر نقاط ایران و از جمله در استان سیستان و بلوچستان و شهرهای ناین و کاشان به نظر می رسد بهره گیری از این مصالح در تامین نیاز به سبک سازی قطعات ساختمانی و بهره وری انرژی مفید فایده باشد. به همین دلیل طرح استفاده از پرلیت در مصارف سبک سازی و عایقکاری ساختمان در این مرکز بررسی گردید و با رعایت الزامات مربوطه مورد تائید قرار گرفت.

پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی با ترکیب اسیدی تا حد واسط است که در محیط آب و یا مرطوب تشکیل می شود. پرلیت دارای بافت شیشه ای است و به سبب همراه داشتن آب، اشکال کروی در آن ایجاد شده است. میزان آب همراه با پرلیت در حدود ۲ تا ۵ درصد است.

پرلیت خام در صنایعی همچون سرامیک، سائیرها، ساخت الکترو، تهیه سیمان، مواد منفجره، متالوژی، تولید زیولیت مصنوعی، فیلتر و صافی و ساخت فیلر شیشه ای کاربرد دارد.

علاوه بر حالت خام، پرلیت به صورت منبسط نیز مصرف می شود. پرلیت منبسط ماده (عایق) دانه ای سبک است که معمولاً از سنگ طبیعی آتشفشانی منبسط شده بر اثر حرارت ساخته می شود تا تشکیل ساختاری سلولی دهد. در این روند ابتدا سنگ پرلیت را خرد و سپس دانه بندی می نمایند. پرلیت دانه بندی شده ابتدا به بخش پیش گرم و از آنجا به داخل کوره هدایت می گردد. دمای داخل کوره میان ۷۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد و بر پایه ترکیب شیمیایی و میزان آب موجود در پرلیت تنظیم می شود. پرلیت در داخل کوره منبسط و به کمک جریان هوا به طرف بالا رسانده می شود. مواد زائد به طرف پایین کوره سقوط می کنند.

مصارف مهم پرلیت منبسط شده عبارت است از تهیه بتن سبک وزن، پرکنندگی، عایق حرارتی و صوتی، کشاورزی و به عنوان صافی و ساینده است. پرلیت را می توان به نسبت های مختلف با سیمان مخلوط کرد و از آن قطعه های سبک وزن تهیه کرد. ملات پرلیت از ملات سیمان سبک، هدایت گرمایی آن کم جذب صدای آن بیشتر است.

در رنگ سازی، پلاستیک، لاستیک و عایق بندی فضای خالی دیوارهای دو جداره بکار می رود. صفحات پرلیتی را به کمک پرلیت و یک ماده چسباننده نظیر گچ می توان تهیه نمود. این صفحات وزن کم

## مقایسه دیوارها

### معیارهای مقایسه دیوارها

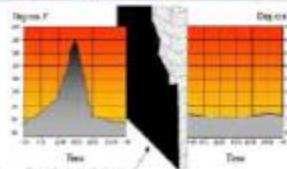
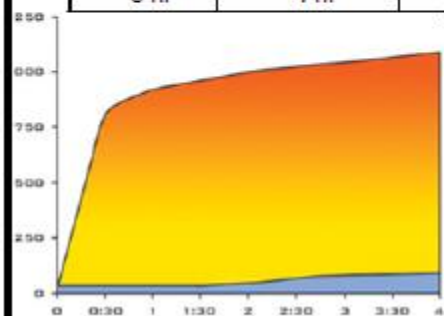
- وزن دیوارها
- استحکام
- عایق حرارتی
- عایق صوتی
- عایق رطوبتی
- مقاومت در برابر حریق
- سهولت استفاده
- قیمت دیوارها

## بتن سبک گازی AAC مقاومت در برابر آتش

❖ AAC غیر آتشگیر است. هدایت حرارتی کم و وجود رطوبت تبادلی، آن را برای معافیت دیگر سازه ها از اثرات آتش مناسب ساخته است.

❖ ضمن اینکه استفاده از این مصالح منجر به عدم انتشار شعله تیز می شود.

15 cm	10 cm	7.5 cm	کمترین ضخامت دیوار
5 hr	4 hr	3 hr	زمان مقاومت در آتش



### مقایسه وزنی

انواع دیوارها	وزن مخصوص (kg/m <sup>3</sup> )	وزن دیوار ۱۰ سانتی با یک سانت اندود (kg/m <sup>2</sup> )	وزن دیوار ۲۰ سانتی یا یک سانت اندود (kg/m <sup>2</sup> )
دیوار بتنی	۲۴۰۰	۲۵۳	۴۹۳
دیوار بتن حباب دار	۷۰۰	۷۱	۱۴۳
دیوار بلوک سیمانی	۱۸۰۰		۳۷۰
دیوار بلوک سفالی سبک سوراخدار	۸۵۰	۹۸	۱۸۳
دیوار بلوک بتنی سبک سوراخدار	۸۰۰	۹۳	۱۷۳
دیوار آجر ماسه آهکی	۱۶۰۰	۱۷۳	۳۳۳
دیوار آجر فشاری	۱۸۵۰	۱۹۸	۳۸۳
3D پانل		۱۴۷	۱۴۸
پانلهای الیاف بتن	۷۸۰	۵۲	۹۱
دیوار بتن گازی توکلتو شده	۵۰۰	۶۳	۱۱۳

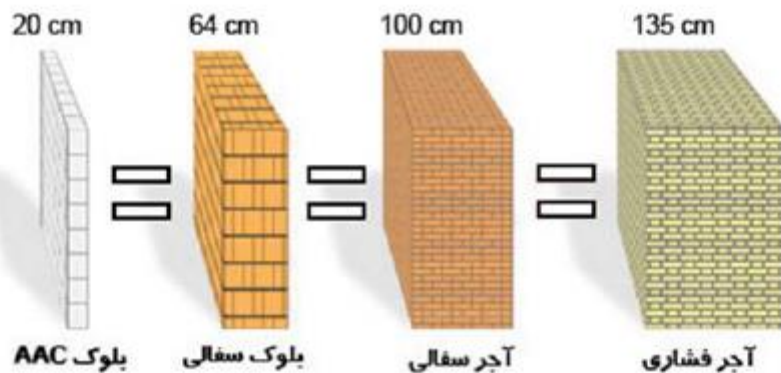
Adv. Tech. in Building Industry

36

کاهش هزینه های سرمایش و گرمایش و صرفه جویی در مصرف انرژی

### مقاومت در برابر حرارت

بتن AAC به علت پایین بودن وزن مخصوص اش یک عایق مؤثر در برابر گرما، سرما و صدا است که با توجه به عدم نیاز به عایق کاری اضافی ساختمان این امر سبب کاهش هزینه ساخت و جلوگیری از اتلاف سرمایه های ملی و شخصی می شود.



Adv. Tech. in Building Industry

۳۳

## عایق صوتی ✓

جداتل شاخص کاهش صدای وزن یافته ی مورد نیاز برای جدا کننده ها در ساختمان های مسکونی

ردیف	عنوان	جداتل شاخص کاهش صدای وزن یافته (RW)
۱	جداکننده اتاق خواب از فضای بیرونی ساختمان	۴۵
۲	جداکننده اتاق نشیمن از فضای بیرونی ساختمان	۴۰
۳	جداکننده آشپزخانه از فضای بیرونی ساختمان	۳۵
۴	جداکننده اتاق خواب و اتاق تلویزیون در یک واحد مسکونی	۴۰
۵	جداکننده اتاق خواب و سایر فضاها به غیر از اتاق تلویزیون	۳۰
۶	جداکننده دو واحد مجاور و مستقل	۵۰

## عایق حرارتی ✓

ردیف	ضریب هدایت حرارتی ماده	$\lambda$ W/m.°K
۱	ملات ماسه سیمان	۱/۷۵
۲	بتن سبک گازی AAC (هبلکس)	۰/۱۷
۳	بتن سبک CLC	۰/۲
۴	لیکا	۰/۲۰۸
۵	سیتم JK	۰/۲۳
۶	پشم شیشه	۰/۰۵۴
۷	پلی یورتان	۰/۰۳۰
۸	پشم سنگ	۰/۰۴۷
۹	صفحه مسلح سیمانی کتاف	۰/۳۲
۱۰	عایق XPS	۰/۰۳۷
۱۱	اندود سیمان	۱/۵
۱۲	اندود گچ	۰/۳۵
۱۳	پلی استایرن با جرم حجمی ۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب	۰/۰۴۱

مقاومت حرارتی: نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

## ✓ مقاومت در برابر حریق

طبقه بندی ساختار و اجزای ساختمانی در برابر حریق بر اساس زمان مقاومت آنها در مقابل حریق و نوع مصالح تشکیل دهنده آنها مطابق آزمایش حریق انجام می شود.

در آزمایش، حریق تحت شرایط استاندارد بر ساختار اعمال می شود؛ در هنگامی که عملکرد ساختار در برابر حریق دچار نقصان می شود (نقصان مقاومت اجزاء، افزایش دما در سمت ایمن، نفوذ دود یا شعله در سمت ایمن یا ناپایداری یا فروریزش سیستم)، آزمایش متوقف شده و زمان ثبت می شود.

مقاومت سیستم و اجزای ساختمانی در برابر حریق بر حسب دقیقه با هم مقایسه می شوند

## ✓ عایق صوتی

شدت صوت ( $I$ ) : مقدار انرژی ( $E$ ) که در واحد زمان ( $t$ ) به واحد سطح ( $A$ ) که عمود بر راستای انتشار است، می رسد. واحد آن وات بر مترمربع ( $W/m^2$ ) است

هر چقدر انرژی صوت بیشتر باشد، گوش انسان انرژی بیشتری دریافت می کند و صدا بلندتر شنیده می شود. اما بلندی صوت با شدت آن با یک رابطه لگاریتمی بیان می شود. «تراز شدت صوت» درک انسان را از بلندی صوت بیان می کند.

$$\beta = \log \frac{I}{I_0}$$

$\beta$  تراز شدت صوت بر حسب بل می باشد.

$I$  شدت صوت

$I_0$  شدت صوت مبنا است که برابر با آستانه شنوایی گوش سالم در بسامد ۱۰۰۰ هرتز ( $10^{-12}$  وات بر متر مربع) می باشد.



## مقایسه عملکرد حرارتی

مقایسه مقاومت حرارتی پانل دیوار در سیستم های مختلف.

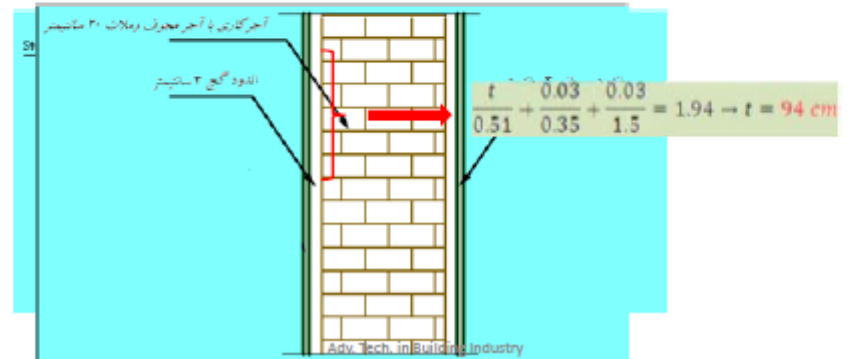
$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{\text{ضخامت لایه}}{\text{ضریب هدایت حرارتی}} \quad (m^2 \cdot k/w)$$

$$\frac{0.2}{0.51} + \frac{0.03}{0.35} + \frac{0.03}{1.5} = 0.498 \frac{15}{85} = 1.94$$

رابطه‌ی مربوط به محاسبه‌ی مقاومت حرارتی دیوارها

محاسبه‌ی مقاومت حرارتی یک دیوار LSF

محاسبه‌ی مقاومت حرارتی یک دیوار بتایی

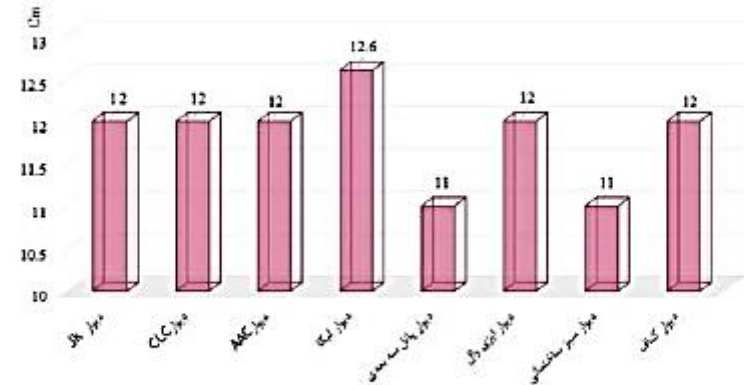


## عایق صوتی

شرح	طبقه بندی عایق صوتی	میزان جذب صوت dB
گفتگوی عادی از پشت دیوار به آسانی و به وضوح شنیده می شود.	ضعیف	۲۰-۲۰
گفتگوی بلند شنیده می شود. گفتگوی عادی قابل شنیدن است اما مفهوم نیست.	نسبتاً خوب	۲۰-۲۵
گفتگوی با صدای بلند شنیده می شود اما مفهوم نیست. گفتگوی معمولی شنیده نمی شود.	خوب	۳۵-۴۰
گفتگو با صدای بلند، صدای رادیو و تلوزیون با صدای متوسط، تنها بطور خفیف قابل شنیدن است.	بسیار خوب	۴۰-۴۵
صدای بلند و با کیفیت بالا خفیف و یا غیر قابل شنیدن است.	عالی	۵۰ و بیش تر

صداهای آزار دهنده‌ی معمولی (صدای ترافیک در یک خیابان شلوغ)، در محدوده‌ی ۷۰-۶۰ دسی بل قرار دارند. بنابراین کاهش تراز شدت صوت به میزان ۵۰ دسی بل، صداها را در محدوده‌ی ۲۰-۱۰ دسی بل قرار می دهد ( به اندازه‌ی تقس کشیدن انسان یا حرکت برگ درختان در نسیم) که اندازه مطلوبی است

### مقایسه دیوارهای مختلف



ضخامت استفاده شده در مقایسه وزن و مقاومت حرارتی تیغه های مورد بررسی

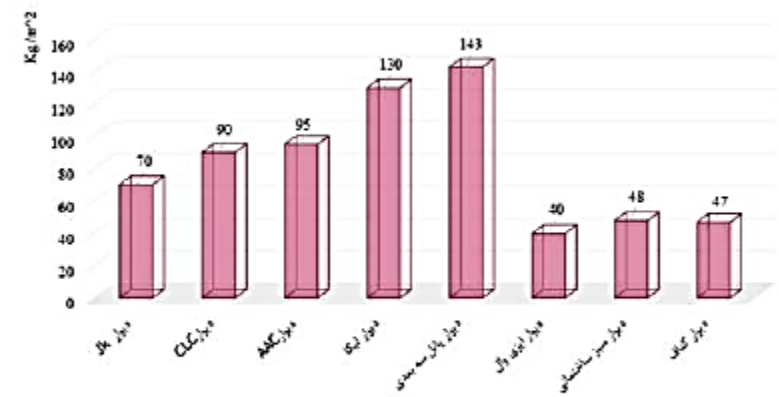
### عایق صوت

20 cm	15 cm	10 cm	ضخامت
50 dB	44 dB	30 dB	میزان جذب صوت
عالی	بسیار خوب	مرز خوب و بسیار خوب	نوع عایق صوتی

پیشنهاد سازمان بهداشت جهانی درباره میزان صدای مطمئن

- ۸۵ دسی بل، میزان صدایی که در یک خودرو می شنوید - ۸ ساعت
- ۹۰ دسی بل - صدای ماشین چمن زنی، ۳۰ دقیقه
- ۹۵ دسی بل - صدای یک موتورسیکلت معمولی - ۴۷ دقیقه
- ۱۰۰ دسی بل - صدای بوق خودرو یا قطار در مترو - ۱۵ دقیقه
- ۱۰۵ دسی بل - بالاترین صدای دستگاه پخش موسیقی - چهار دقیقه
- ۱۱۵ دسی بل - صدای بلند در کنسرت موسیقی راک - ۲۸ ثانیه
- ۱۲۰ دسی بل - صدای بوق های استاد بومی ۹ ثانیه

### مقایسه دیوارهای مختلف ✓



مقایسه وزن تیغه های مورد بررسی (آماده نقاشی)

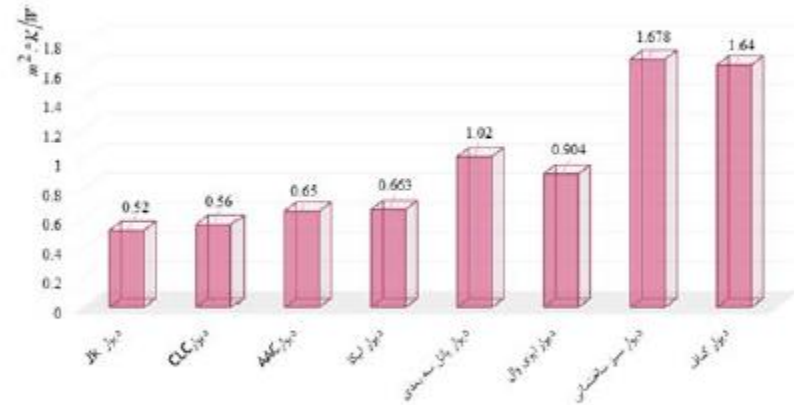
### مقایسه عملکرد صوتی ✓

عملکرد صوتی و حرارتی مطلوب و سازگاری با محیط زیست  
مقایسه درجه تراکسیل صدا در پانل دیوار، در سیستم های مختلف.

صدا بندی هوابرد تعدادی از دیوارهای متداول در ساختمان سازی و دیوار دوجداره

شماره	نوع جدا کننده	ضخامت به سانتیمتر	چگالی سطحی به کیلوگرم بر متر مربع	درجه تراکسیل صدا به دسی بل (STC)
۲	دیوار آجری معمولی در طرف اندود شده	۲۵	۴۸۸	۵۲
۸	دیوار با ساخت و ساز خشک (dry wall) با پشم شیشه به ضخامت ۶ سانتیمتر هر طرف دو لایه صفحه گچی هر کدام به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر	۱۲	۴۹	۵۱
۸	دیوار با ساخت و ساز خشک (dry wall) با پشم شیشه به ضخامت ۶ سانتیمتر هر طرف دو لایه صفحه گچی هر کدام به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر	۱۲	۴۹	۵۱

### مقایسه دیوارهای مختلف ✓



### مقایسه مقاومت حرارتی تیغه های مورد بررسی

Adv. Tech. in Building Industry

EA

### مقایسه اجرا ✓

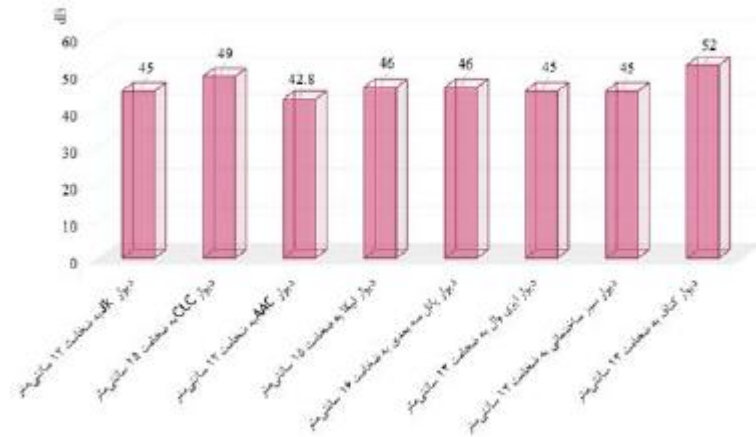
عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و سهولت اجرا ✓

مقایسه درجه تراکم صدا در پانل دیوار، در سیستم های مختلف.

مقایسه زمان ساخت سیستم LSF با سیستم های سنتی برای ۱۰۰ مترمربع ساختمان

زمان اجرای مورد نیاز		ساعت کار مورد نیاز برای هر متر مربع	روش ساخت
نازک کاری (ماه)	سفت کاری (ماه)		
۳	۲	۳۳	سیستم سنتی
۱	۱	۱۱/۵	سیستم LSF

### مقایسه دیوارهای مختلف



مقایسه شاخص کاهش صدای وزن یافته (بر حسب دسی بل)

Adv. Tech. in Building Industry

### مقایسه دیوارهای مختلف



مقایسه مقاومت در برابر آتش سوزی تیغه های مورد بررسی (بر حسب min)

Adv. Tech. in Building Industry

# با تشکر از توجه شما