

# 3D PANEL

پانلهای سه بعدی



## پانلهای سه بعدی چیست؟

۱. هسته مرکزی که معمولا از عایق پلی استایرن یا پلی اورتان و یا عایق پشم سنگ و ضخامت های ۵ تا ۱۰ سانتیمتر میباشد .

۲. دو شبکه فولادی از مفتول ضخامت ۳ میلیمتر، چشمه های ۸×۸ سانتیمتر و فاصله ۱ تا ۲ سانتیمتر از هسته مرکزی قرار داشته و بوسیله تعداد زیادی مفتول قطری بهم جوش برقی شده اند .

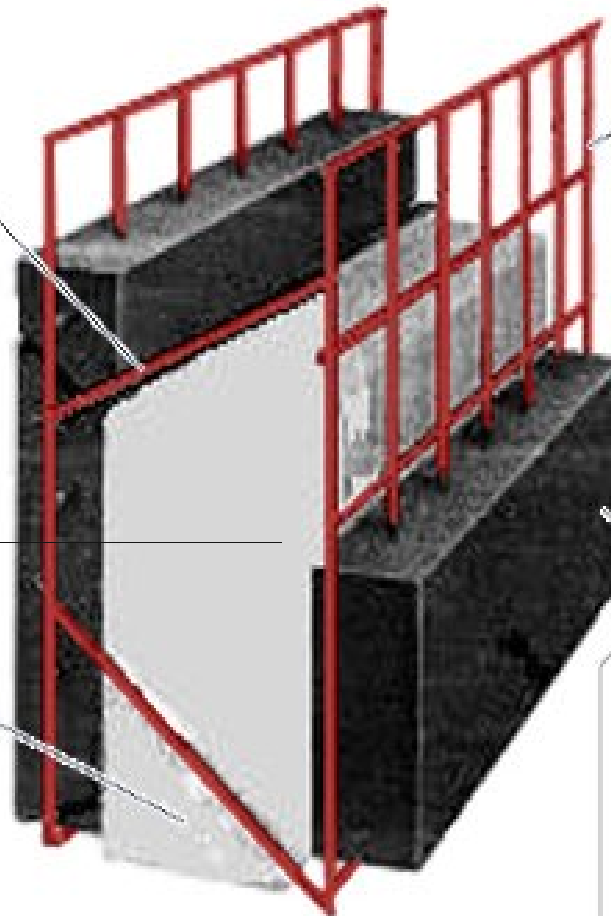
این پانلها در کارخانه به ابعاد مورد لزوم که نوع دیواری آن معمولا ۱×۳متری و نوع سقفی آن ۱×۳ و ۸۰/۰×۳ متری میباشد تولید و سپس به محل نصب حمل میگردد . پس از نصب از دو طرف در نوع دیواری، با بتن ریز دانه ویا بتن سبک به ضخامت ۲ الی ۴ سانتیمتر پوششش میگردد و در نوع سقفی پس از نصب، روی آن ضخامت ۵ الی ۷ سانتیمتر بتن ریزی میشود

### Diagonal "truss" wires

Individually welded internal truss wires or diagonals extend through the panel core between each surface. These galvanized truss wires are welded continuously in the required spacing so they form, with the welded wire fabric, into a triangulated truss system which greatly increases the panel strength.

### Insulation

When welded in place, these strut wires pierce through a modified expanded polystyrene core placed between the two layers of welded wire fabric, maintain the required distance apart and provide the shear transfer between the panel surfaces.



### Welded wire fabric

Each surface of the wire space frame has a 2 inch square welded mesh pattern of longitudinal and transverse wires of the same diameter (11gauge, class III galvanized).

### Field-applied "shotcrete"

The modified expanded polystyrene core (minimum density 0.9 pounds per cubic foot) is held  $\frac{1}{2}$ " or  $\frac{3}{4}$ " from each face of the wire frame to be embedded in an application of approximately 1" - 2" thick concrete mixture with 2,500 psi minimum.

## خواص پانلهای سه بعدی



- ۱- وزن کم مقاوم در برابر زلزله
- ۲- احتیاج به نیروی انسانی کم
- ۳- عایق حرارتی و صوتی مناسب
- ۴- اتصال خوب
- ۵- حمل و نقل آسان
- ۶- استحکام و یکپارچگی مطلوب
- ۷- انبار داری مناسب
- ۸- عدم نیاز به نعل درگاه
- ۹- سرعت در نصب
- ۱۰- اشغال فضای کم در زیربنای مفید ساختمان
- ۱۱- ایمنی
- ۱۲- شکل پذیری مناسب
- ۱۳- ایجاد تسهیلات در لوله کشی تاسیسات
- ۱۴- قیمت بسیار مناسب
- ۱۵- وزن یک متر مربع سقف با تیرچه و پانل حداقل ۱۰۰ کیلو گرم کمتر است از وزن سقف با تیرچه و سفال میباشد

## خواص پانلهای سه بعدی

- ۱۶ - وزن یک متر مربع دیوار با سفال ۲۰ سانتی با دو طرف ملات مایه سیمان ۳ سانتی حدود ۳۳۰ کیلو گرم است در حالیکه وزن دیوار پانلی با دو طرف ملات ماسه سیمان ۳ سانتی حدود ۱۴۰ کیلو گرم است.
- ۱۷ - فضای مفید قابل استفاده در بناهای با پانل سه بعدی بین ۵ تا ۱۰ درصد بیشتر از بناهای اجرا شده با سفال یا بلوک میباشد .
- ۱۸ . کاهش ضخامت دیوار از ۳۵ سانتی متر به ۱۰ سانتی متر و در نتیجه دستیابی به فضای بیشتر
- ۱۹ . خاصیت جذب انرژی و نیروی های ارتعاش
- ۲۰ . کاهش پرت حرارتی
- ۲۱ . عایق صوت
- ۲۲ . قابلیت اجرا برای دیوارهای بلند تا ۹ متر و ۶ متر دهانه
- ۲۳ . کمک به سازه ساختمان در تحمل بار جانبی
- ۲۴ . پایداری سیستم در مقابل طوفان، سیل و زلزله (بیش از ۹ ریشتر)
- ۲۵ . مقاوم در برابر آتش سوزی به دلیل وجود قشرهای بتنی طرفین پانل
- ۲۶ . نفوذ ناپذیری در برابر حشرات و .....

## خواص پانلهای سه بعدی

۲۷. آزادی عمل در اجرای طرحهای متنوع به دلیل انعطاف پذیری قطعات
۲۸. صرفه جوئی در هزینه تهویه مطبوع
۲۹. افزایش عمر مفید ساختمان و نیز تاسیسات
۳۰. بازگشت سرمایه در امور ساختمان سازی در کوتاهترین زمان ممکن
۳۱. عبور تاسیسات از زیر شبکه های مش و نصب چهارچوبها قبل از بتن پاشی و هزینه پایینتر اجرای تاسیسات
۳۲. بهره وری مناسب آهن آلات مصرفی
۳۳. مقاومت در برابر آتش سوزی تا ۲ ساعت
۳۴. تغییر در پلان معماری به هر شکل و سلیقه در مدت زمان کوتاه
۳۵. با استفاده از این نوع سازه هر نوع پله با اشکال مختلف به آسانی و با سرعت بالا قابل اجرا می باشد
۳۶. تضمین عدم ترك خوردگی در دیوار تا سالیان دراز (بالای ۲۰ سال)
- ۳۷- به دلیل ایجاد حدود ۳ سانتیمتر بتن ریز دانه در دوروی پانل ، آن را میتوان غیر قابل اشتعال در نظر گرفت و گسترش شعله در داخل و خارج پانل رخ نمیدهد . مضافا اینکه مقاومت حداقلی (در برابر آتش ) برابر با ۳۰ دقیقه برای سازه پانلی در نظر داشت.

## انواع پانلهای سه بعدی

### پانلهای سه بعدی دیواری

#### ۱- پانل سه بعدی دیواری باربر

پانلهای دیواری بار بر را در دیواره سوله ها ، ساختمانهای صنعتی ، دیوارهای محوطه، ساختمانهای بدون استفاده از سازه فلزی یا بتن آرمه(که معمولا یک یا دو طبقه و برای انبوه سازها میباشد) و . . استفاده مینمایند .

#### ۲- پانل سه بعدی دیواری غیر باربر

پانلهای دیواری غیر باربر را در دیوارهای خارجی و داخلی کلیه ساختمانهایی که دارای سازه فلزی یا بتنی هستند ، اجرا مینمایند و بدلیل سبک و عایق بودن و . . در برجها و سوله ها بسیار کار برد دارد .

## انواع پانلهای سه بعدی

### پانلهای سه بعدی سقفی

عرض پانلهای سقفی بین ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی متر است و ضخامت عایق پلی استایرن بکار رفته معمولا ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر میباشد. سقف ها بصورت تیرچه و پانل استفاده میشود و دیگر جزئیات طبق نقشه های اجرایی خواهد بود.





## موارد استفاده از پانلهای سه بعدی دیواری و سقفی

### ایجاد ساختمان با پانل سه بعدی و بدون استفاده از سازه فلزی و یا بتن آرمه جدا

سازه های ساخته شده با پانلهای مورد نظر مجموعه ای از پانلهای دیواری باربر و سقفی به همراه کلاف های افقی و عمودی ، تشکیل دهنده سیستم بار بر ثقلی و جانبی این نوع ساختمانها میباشد که بعد از بتن پاشی روی دیوارها و بتن ریزی روی سقف ، مجموعه پانلها بصورت جعبه در آمده بطوریکه این گروه ساختمانها را در گروه BOX TYPE معرفی مینمایند.

با توجه باینکه سیستم سه بعدی در واقع متشکل از دیوارها و سقفهای بتنی عمود بر یکدیگر میباشد ، لذاصلبیت جانبی آن در مقایسه با قاب های خمشی بسیار بالاتر میباشد. از مزایای ساختمانهای ساخته شده با **پانلهای سه بعدی 3D** در مقایسه با ساختمانهای با اسکلت فلزی یا بتن آرمه ، متصل بودن تمامی دیوارها و سقف به یکدیگر میباشد

## موارد استفاده از پانل‌های سه‌بعدی دیواری و سقفی

### ایجاد ساختمان با پانل سه‌بعدی و با استفاده از سازه فلزی و یا بتن آرمه

در این سیستم پس از اجرای اسکلت فلزی یا بتن آرمه ابتدا سقف‌ها بر اساس نقشه‌های اجرایی مربوطه اجرا میگردد. سپس جهت اجرای دیوارها با اتصال میلگرد نمره ۸ یا ۱۰ طبق جزئیات اجرایی، به دور تا دور قاب‌ها یا محل اتصال دیوار یا سازه ساختمان، پانل دیواری با سیم آرما تور بندی به میلگردهای اتصال، پس از تراز و شاقول کردن، محکم بسته میشوند و پس از اجرای لوله کشی‌های تاسیساتی با بتن ریز دانه به ضخامت حدود ۳ سانتیمتر بتن پاشی میگردد.

در این سیستم دیوارها غیر باربر میباشد.



### بتن پاشی روی پانلهای مشبک سه بعدی

هر چند که چسبندگی بتن ریز دانه با عایق پلی استایرن به اندازه آجر یا بلوک سیمانی نمیباشد، ولی به لحاظ اینکه فاصله صفحات مش دو طرف در پانلهای دیواری غیر برابر با عایق یک سانتیمتر میباشد، لذا بتن پاشی روی پانلهای به دلیل حائل شدن مفتولهای افقی از ریزش بتن ریز دانه براحتی انجام میگردد لازم است ابتدا کرم بندی و شمشه گذاری روی پانلهای دیواری ایجاد گردد و سپس از پایین به بالا بتن پاشی انجام گردد.

### روش کار گذاری لوله های برق، تلفن، کلید و پریز

لوله های برق قبل از بتن پاشی و از فاصله بین صفات فولادی مش و عایق پلی استایرن عبور داده میشود در پانلهای غیر باربر که فاصله مش با عایق پلی استایرن یک سانتیمتر میباشد لازم است سطح عایق در طول مسیر لوله ها و به اندازه قطر لوله و به عمق لازم گود شود. قوطی کلید و پریز ها نیز در داخل چشمه ها و یا با بریدن قسمتی از مفتولها کار گذاشته میشود.

### کارگذاری قاب پنجره و چهار چوب فلزی درها

بهتر است قبل از بتن پاشی قاب پنجره ها و چهار چوب فلزی درها در محل مورد نظر تراز شاقول و سپس محکم گردند و مطابق جزئیات مورد نظر بتن پاشی گردد.



### روش کارگذاری لوله های آب و فاضلاب

قبل از بتن پاشی روی پانلها لوله های آب و فاضلاب در دیوارها کار گذاشته میشود بنابراین ابتدا در محل مورد نظر به عرض و ارتفاع لازم مفتولهای مش یک طرفه پانل با قیچی بریده میشود و سپس با یک اره کچک یا با تیغه اره آهن بر غایق پلی استایرن آن محل برداشته شده و لوله های مورد نظر در داخل پانل کار گذاشته شده و سپس روی آنها ملات پاشیده میشود.

### گچ کاری در دیوارهای داخلی و زیر سقف

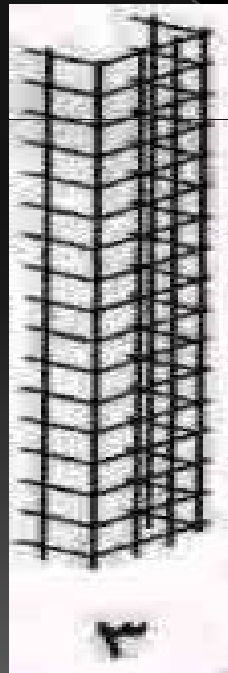
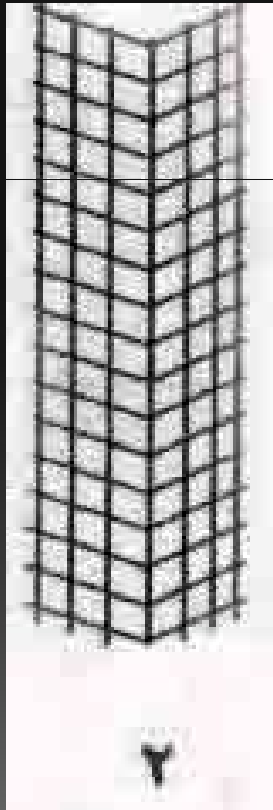
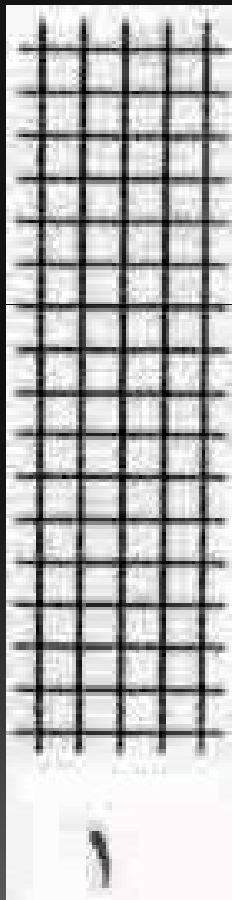
پس از کرم بندی و بتن پاشی روی دیوارهای داخلی و زیر سقف گچ کاری با ضخامت حدود ۰.۵ سانتیمتر انجام میگردد.

### نما سازی روی پانلهای مشبک

انواع نما سازها مانند سیمان شسته ، کنیتکس ، سنگ یا آجر روی پانلهای سه بعدی قابل اجرا میباشد.



## مصالح روی پانلهای مشبک



۱- شبکه نواری به عرض ۲۰ سانتیمتر

۲- شبکه نبشی به عرض حدود ۳۰ سانتیمتر

۳- شبکه لایه شکل به عرض حدود ۳۰ سانتیمتر



## 3D پانل های تولیدی دارای مصارف زیر می باشند

◎ مجتمعهای تجاری و ساختمانهای اداری

◎ مدارس، بیمارستانها، سردخانه ها و سالنهای ورزشی

◎ کانکس های ثابت و متحرکی

◎ سیلوها، انبار غلات، مرغداریه

◎ ویلا و ساختمانهای مسکون



## پارا مترهای معماری

انعطاف پذیری پانلهای 3D قبل از بتن پاشی سبب می شود بتوان طرحهای مختلف مورد نظر مهندسان معمار را فراهم نمود، همچنین ضخامت کم اشغال شده توسط دیوارهای پانلی سبب ایجاد فضای مفید بیشتری در ساختمان می گردد.

## صرفه جویی در مصرف انرژی

وجود لایه پلی استایرن در داخل پانل های سقفی و دیواری موجب انتقال کمتر حرارت و برودت از فضایی به فضای دیگر شده و از هدر رفتن انرژی جلوگیری می نماید که این مقوله در سیاست گذارهای کلان حائز اهمیت است. میزان این ایزولاسیون حرارتی و برودتی بسته به ضخامت لایه پلی استایرن و دانسیته آن و همچنین ضخامت لایه های بتنی ، قابل تغییر می باشد.

## کاهش جرم ساختمان

با توجه به نقش سازه ای پانل ها در ساختمان، جرم محاسباتی ساختمان نیز به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.

## عملکرد سازه ای

اتصال پانل ها به یکدیگر و یا سقف فونداسیون به نحوی پیش بینی شده است که پیوستگی کامل بین اعضای سازه ای به وجود می آید ، همچنین ایجاد اتصالات خطی در محل تلاقی پانل های سقفی و دیواری سبب توزیع یکنواخت نیروی اعمال شده در دیوارها در مقایسه با اتصالات گرهی می گردد، لذا مقاومت آن در برابر بارهای افقی ( باد و زلزله ) مطلوب می باشد

## تاسیسات ساختمانی

با استفاده از این پانل ها ، لوله های تاسیساتی قابل نصب در زیر شبکه مفتولی داخلی دیوارها بوده و همزمان با نصب پانل ها می توان بخش های تاسیساتی را نصب و آماده بهره برداری نمود.

## سرعت در اجرا

با توجه به سبک بودن پانل ها حمل آنها از کارخانه به محل کارگاه ساختمانی با سرعت و سهولت انجام شده و در کارگاه نیز نصب قطعات نیاز به جرثقیل و وسایل خاصی نداشته و از طریق کارگران ساختمانی به سادگی انجام می شود . سبک بودن و سهولت در جابجایی و نیز سادگی نصب قطعات و نیز بزرگ بودن ابعاد پانل ها زمان انجام کار و نیروی انسانی مورد نیاز را کاهش می دهد

## مقاومت در برابر آتش سوزی

به دلیل وجود لایه های بتن در دو طرف پانل ها ، مقاومت خوبی در برابر آتش سوزی دارند ، همچنین پلی استایرن مورد استفاده در تولید این پانل ها از نوع غیر قابل اشتعال می باشد و از انتشار آتش جلوگیری می نماید.

## صرفه جویی در مصرف مصالح ساختمانی

با استفاده از پانل های سبک مذکور برای ساخت دیوارها سقف ها و پله ها در ساختمان های کوتاه ۲ طبقه نیاز به استفاده از اسکلت فولادی و یا بتن آرمه نمی باشد ، بنابراین صرفه جویی قابل ملاحظه ای از نظر مصرف مصالح ساختمانی به خصوص فولاد در ساختمان ها می شود . ضمناً در صورت اجرای صحیح سقف ها و دیوارها ، پوشش های نازک کاری در اینگونه سیستم ها در مقایسه با روش های سنتی کمتر بوده و از این لحاظ نیز صرفه جویی در مصالح ساختمانی به عمل می آید.

## حوادث غیر مترقبه

ساخت سریع ساختمان های یک طبقه با این سیستم ، امکان اسکان آسیب دیدگان ناشی از حوادث غیرمترقبه مانند سیل و زلزله را در زمان کم فراهم می سازد.



## چند نمونه از استفاده سیستم نوین اجرای ساختمان با پانلهای سه بعدی

خانه های يك طبقه کورديد از ساندويچ پانلهای سیمی جوش خورده بجای قاب چوبی تشکیل شده است.

این پانلهای در شرکت Brunswick-Ga سیستمهای ساختمانی فولادی ساخته شده است که ادعا میکند از تکنیک پیشرفته ای که در چند سال اخیر در کشور اتریش به وجود آمده است ، استفاده می کند.

پانلهای سبک که کمترین زمان را جهت نصب احتیاج دارند، از دو ورق سیم مش موازی تشکیل شده است که با سیم های خریای اریب که به يك پوشش هسته پلی استایرن به ضخامت ۲۰ تا ۱۰۰ میلیمتر نفوذ کرده، وصل شده است.

پانلهای به يك فونداسیون بتنی وصل شده است و توسط يك بست ویژه بهم متصل شده اند.



## چند نمونه از استفاده سیستم نوین اجرای ساختمان با پانلهای سه بعدی

در ژانویه سال ۱۹۹۲، سیستم پانلهای فولادی 3D جهت استفاده در ساختار تمام دیوارهای حمال خارجی در ۷ ساختمان بنا شده در صحرای Mojare در کوههای گرانیتهی کالیفرنیا انتخاب شدند. این طرح بی نظیر جهت ساخت منطقه کویری دانشگاه کالیفرنیا طراحی شده است، تا به استفاده از 3D Panel بتواند در شرایط سخت حرارتی تا ۹۶٪ صرفه جویی انرژی داشته باشد. این پروژه، توسط انجمن ملی علوم، انجمن ادیسون کالیفرنیا و انجمن ادیسون کالیفرنیا، سرمایه گذاری شده است.

در ۲۸ ژوئن سال ۱۹۹۲، این منطقه از کالیفرنیا دو بار زلزله هایی به مقیاس ۵/۶ و ۹/۶ ریشتر قرار گرفت. (دومین زمین لرزه، شدیدترین زلزله در ۴۰ سال گذشته بوده است. (کانون این زمین لرزه فقط ۱۱۰ - ۸۰ کیلومتر از مرکز تحقیقات فاصله داشت.

با توجه به بیانات دکتر فلیپ کوهن که شخصاً در مرکز تحقیقات اقامت دارد، این مرکز به مدت يك دقیقه کامل در حال لرزش از نقطه ای به نقطه ای دیگر بود. به طرز باور نکردنی در این چهار ساختمان مرکز تحقیقات که بعضی دیوارهای آن به طول بیش از ۲/۷ متر است، علی رغم وجود قسمتهای شیشه ای هیچگونه نشانه ای از آسیب دیده نشد.

تمام آنالیزهای ساختاری بنا، بعنوان يك شاهد برجسته از قدرت و استحکام پانلهای 3D در مقاله ای که نوشته مهندسان معمار است منتشر شد.

در این مقاله، جمله ای با این مضمون وجود دارد: هیچ نشانه ای از آسیب و شکاف در فونداسیون ها و اسکلت دیده نشده است.

## چند نمونه از استفاده سیستم نوین اجرای ساختمان با پانلهای سه بعدی

در اکتبر سال ۱۹۹۶ سدی در نزدیکی کانتری کلاب و زمین گلف کابو ، در مکزیکو در اثر طوفان شدید در هم شکست و نیروی آب جاری شده بسیاری از تاسیسات پایین خود را از بین برد . مقاله زیر در یکی از روزنامه های محلی به چاپ رسید .

"سدی که بر روی آب دریاچه زده شده بود، از قسمت نزدیک حفره پانزدهم شکسته شد و توده عظیمی از آب جاری شد و این طغیان به سمت اقیانوس ادامه دارد ." این ساختمان با وجود اینکه از قسمت‌های پایه ای تقویت نشده بودند در ساختمان تغییری ایجاد نشد. تنها بتن کاری های مختصری که زیر ستون ها و تراشه ها انجام شده بود باعث شد ساختمان پارچا بماند .مالکان این خانه ها مطمئن هستند که در مقابل هر حادثه طبیعی در آینده، خانه های آنها محفوظ است .  
خانه ای ساخته شده با پانلهای 3D که بعضی به بناهای یکپارچه مربوط میشدند، بار دیگر ثابت کردند که نه تنها توانایی ایستایی در مقابل طوفان با سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ساعت را دارند، بلکه به همان خوبی در مقابل سیل شدید نیز مقاومت میکنند. در این حالت، ساختمانهای 3D Panel حتی در مقابل گردباد Faust نیز مقاومت میکند.

با توجه به اینکه در طبقه دوم کنسولی به طول ۳/۴ متر وجود دارد، ساختمان های 3D Panel در حین طوفان متحمل هیچ شکاف یا شیار داخلی و یا خارجی نمی شود.  
این طور به نظر می آید که ساختمانهای یکپارچه بسیار محکم هستند به طوری که سقف بنا فونداسیون را تقویت می کند.



## چند نمونه از استفاده سیستم نوین اجرای ساختمان با پانلهای سه بعدی

سدی که بر روی آب دریاچه زده شده بود، از قسمت نزدیک حفره پانزدهم شکسته شد و توده عظیمی از آب جاری شد و این طغیان به سمت اقیانوس ادامه دارد". این ساختمان با وجود اینکه از قسمت‌های پایه ای تقویت نشده بودند در ساختمان تغییری ایجاد نشد. تنها بتن کاری های مختصری که زیر ستون ها و تراشه ها انجام شده بود باعث شد ساختمان پارچا بماند. مالکان این خانه ها مطمئن هستند که در مقابل هر حادثه طبیعی در آینده، خانه های آنها محفوظ است. خانه ای ساخته شده با پانلهای ۳D که بعضی به بناهای یکپارچه مربوط میشدند، بار دیگر ثابت کردند که نه تنها توانایی ایستایی در مقابل طوفان با سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ساعت را دارند، بلکه به همان خوبی در مقابل سیل شدید نیز مقاومت میکنند. در این حالت، ساختمانهای ۳D Panel حتی در مقابل گردباد Faust نیز مقاومت میکند.

با توجه به اینکه در طبقه دوم کنسولی به طول ۳/۴ متر وجود دارد، ساختمان های ۳D Panel در حین طوفان متحمل هیچ شکاف یا شیار داخلی و یا خارجی نمی شود. این طور به نظر می آید که ساختمانهای یکپارچه بسیار محکم هستند به طوری که سقف بنا فونداسیون را تقویت می کند.

## چند نمونه از استفاده سیستم نوین اجرای ساختمان با پانلهای سه بعدی

جهت تضمین مقاومت در برابر زلزله آزمایشاتی در مرکز تحقیقات انجام شده است که یکی از آنها آزمایشی از مدل بنای ۳D در مقیاس ۱:۶ در دانشگاه تانجی در شانگهای چین است. این مدل از پانلهایی در متر ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ میلیمتر تشکیل شده است.

پوشش مش، قدرت تحمل ۲۱۰ نیوتن بر میلیمتر مربع را داراست. مکعب قدرت میکروبتنی ۱۰ نیوتن بر میلیمتر مربع اندازه گیری شده است. این مدل در معرض زلزله ال-سنتر و با شدت های متفاوت که از ۷ درجه در مقیاس ریشتر شروع شد، قرار گرفت.

با توجه به گزارش آزمایشات، این مدل در زلزله ای با شدت ۹ ریشتر سلامت سازه را از دست داد. بعد از این لرزه، دیگر قادر به تحمل فشارهای بعدی نبود ولی هرگز ساختمان فرو نریخت. در يك ساختمان واقعی، ساکنین هرگز در اثر ریزش دیوارها و صفحه های بتنی آسیب نخواهد دید.

- در هنگام زمین لرزه ۷ ریشتری هیچگونه شکافی در بنا به وجود نخواهد آمد و ساختمان به حالت الاستیکی عمل می کند.

- در هنگام زمین لرزه های ۸ ریشتری، شکاف های اندکی در بالای میله تیر سقف از طبقه اول ظاهر میشود.

در حین سایر زمین لرزه ها شیارها به تدریج ظاهر میشود، در نتیجه پیشرفت آنها بسیار فشرده می باشد. - در هنگام زمین لرزه های ۹ ریشتری، مدل، قدرت تحمل بارهای بعدی را نخواهد داشت. هر چند که ساختمان هرگز فرو نریزد.

## سقف هایی که با این سیستم ساخته شده، آیا برای انبارها، فروشگاه ها، برای تحمل بارهای زنده زیاد هم قابل استفاده است؟

محاسبه می شود، از نظر محاسبات این نوع سقف ها با بقیه نوع سقف ها از نظر محاسبات فرقی ندارد ، بار های زنده در محاسبات منظور می شود، آرماتورهای مربوطه را می گزاریم.

## آیا در ایران از این نوع سازه اجرا شده است؟

نسبت به ساختمان های سنتی خیلی کمتر اجرا شده ولی حدود ۷-۸ سال است که این سیستم در حال اجرا است. در اشل وسیع، در شهرک شهید محلاتی تهران به طور وسیع از این سیستم اجرا می شود. یک ساختمان ۲ طبقه در میدان رسالت تهران ساخته شده، ساختمان های ۱ و ۲ طبقه هم زیاد ساخته شده. در زلزله بم، از این ساختمان ها ساخته شد، به این صورت که پس از نصب پانل، قبل از بتن پاشی ، خود اهالی کاهگل بر روی پانل ها زدند، و استفاده کردند. استیای این نوع ساختمان ها به گونه ای است که بتوان به عنوان موقت از آنها استفاده کرد.

## آیا از نظر هزینه صرفه اقتصادی دارد؟

در مقایسه با یک دیوار آجری، قیمت این سیستم بسیار گرانتر است (چند برابر). اما، هنگامی که از این المان ها به عنوان المان باربر استفاده می شود، یعنی تیر و ستون را حذف می کنیم، و فندانسیون را سبک می کنیم، ادعا می شود که قیمت ساختمان با این سیستم حدود ۲۰ درصد ارزان تر از ساختمان های سنتی است.

### چند طبقه را می توان با این سیستم ساخت؟

ساختمان های تا ۷ طبقه را فعلا اجازه ساخت داده شده است. ۲ نوع از این پانل ها تولید می شود. نوع موجود single panel (پانل تک) نام دارد. نوع دیگر تولیدی که مشابه همین است، double panel گفته می شود، که در واقع پانل دوبله هستند. و یک لایه خالی در وسطشان وجود دارد که آرماتور بندی می شود( مثل دیوار برشی عمل می کند). در سیستم double panel ، ساختمانهای تا ۲۰ و ۲۵ طبقه نیز ساخته می شود.

### چه استانداردها و آیین نامه هایی هم اکنون راجع به این نوع سازه ها وجود دارد؟

موسسه ی تحقیقات برای این ۳ D panel ها استاندارد دارد. وزارت مسکن، سازمان ملی زمین و مسکن، پیش نویس یک آیین نامه اجرایی را برای اظهار نظر تهیه کرده است، که پس از آن آیین نامه اجرایی این نوع سازه ها تهیه خواهد شد.

### پلی استایلین، چگونه بدین شکل، مورد استفاده در این پانل ها تهیه می شود؟

ماده اصلی این پلی استایلین ها، نمک پلی استایلین است. موادی شبیه به شکر با دانه های درشت. این مواد اولیه پلی استایلین از کارخانه های شیمیایی خریداری می شود، در کارخانه های تولید این پانل ها در دستگاههایی تحت بخار قرار می گیرد. در اثر بخار این نمک های پلی استایلین حجمشان زیاد می شود. قطعات مکعبی بزرگی تولید می شود، داخل دستگاه با اره های نازکی(سیم اره)، لایه لایه و به ضخامت های دلخواه برش می زنیم.

## آیا نرم افزار برای تحلیل این نوع سازه ها وجود دارد؟

خیر، قیمت نرم افزار خارجی خیلی گران هست. امید است تا چند سال آینده نرم افزار این نوع سازه ها هم تهیه بشود.

## هزینه های مقاوم سازی با این نوع پانل ها چقدر می شود؟

بحث مقاوم سازی ساختمان ها به گونه ای نیست که بتوان به راحتی اعلام هزینه کرد، و بستگی به این دارد که این ساختمان چقدر غیر مقاوم است. گاهی نتیجه بررسی ساختمان برای مقاوم سازی این گونه است که ساخت مجدد ساختمان به صرفه تر است تا مقاوم کردن ساختمان موجود و باید به طور موردی بررسی بشود و نمی توان به طور کلی اعلام نتیجه کرد.

## چطور می توان ساختمان های مقاوم داشت، در عین حال که سرعت ودقت اجرا را بالا برد؟

دانش فنی را به کار بگیرید ، کسانی که با مسئولیت کار را انجام می دهند، با علاقه مندی کار را انجام می دهند، اگر افراد دقیق در امر ساختمان وظایفشان را درست انجام بدهند، طراح معمار که شکل اولیه را پایه ریزی می کند، طراح سازه، تاسیسات مکانیکی و برق، ارائه نقشه های درست، بررسی نقشه های فاز ۱ و ۲ بدون اشکال، کلی از اشکالات اجرایی رفع می شود.

برای ساخت این پانل ها باید یک سری مش کار بشود، که این مشها قطرشان کم است، هم اکنون در داخل کشور، آرماتورهای با سایز بالا را در دستگاه کشش قرار می دهند، با کشیدن فولاد قطرش را کم می کنند. اما کار سرد بر روی فولاد و کشیدن فولاد باعث می شود که مشخصات فولاد عوض بشود، و باید عملیات بازپخت بر روی فولاد انجام شود تا خواص فولاد برگردد، در غیر این صورت فولادی داریم با مقاومت بالا و ناحیه پلاستیک کم. پس از آماده شدن این مشها، در دستگاه قرار می گیرد و به صورت شبکه های جوش شده در می آید. کلیه جوشهای شبکه ها باید توسط ماشین انجام بشود، و کنترل شده باشند. در داخل کشور، بسیاری از کارگاه های تولید کننده این پانل ها، این جوش ها را با دست انجام می دهند، که مسلما به آن مشخصات لازم نخواهد رسید. بعد از آماده سازی این شبکه های مش، دو عدد شبکه در دو طرف قرار می گیرد، و در وسط پلی استایلین قرار می گیرد. بین دو شبکه ی مش، یکسری رابط های افقی که برش گیر گفته می شود، قرار می گیرد. این پانل های دیواری و سقفی در کارخانه به صورت کاملا سبک تهیه شد.

## چطور می توان ساختمان های مقاوم داشت، در عین حال که سرعت ودقت اجرا را بالا برد؟

این پانل ها به علت آنکه توان بالایی در بحث انرژی و نگه داشتن حرارت دارند، هم اکنون تمام دیوار های خارجی برج های بلند را با این پانل ها انجام می دهند. در مصرف انرژی در هنگام سر مایش و گرمایش، صرفه جویی قابل توجهی خواهد شد. در کاهش حجم موتور خانه و چیلر ها و ... استفاده از این نوع پانل ها موثر است.

در ساختمان های ساخته شده از این سیستم در ایتالیا، با سوال از اهالی به این نتیجه رسیدیم که، فقط ۲ ساعت روشن بودن سیستم گرمایش برای ۲۴ ساعت شبانه روز کافی است تا محیط کاملا مناسب زیست باشد. و گرما و سرما در ساختمان باقی می ماند و تلف نمی شود. در حال حاضر، اتریش به عنوان سازنده و متولی این نوع ساختمان ها مطرح شده است، و به این پانل ها D panel می گویند. کشور ایتالیا کارخانه تولید این پانل ها را دارد که به AWM معروف است. در کشور های دیگر این پانل ها نماینده گی دارند و این پانل ها را تولید می کنند. از سال ۱۳۷۵ در ایران ، شرکت هایی به سازمان مسکن و شهرسازی مراجعه کرده اند و خواستار تولید این محصولات شده اند. هم اکنون پانل های خوبی به صورت استاندارد موجود است و می توان از آنها استفاده کرد.

## چطور می توان ساختمان های مقاوم داشت، در عین حال که سرعت ودقت اجرا را بالا برد؟

در این پانل ها با حرارت مختصری، مسیر های مربوط به لوله ها و تاسیسات باز می شود، ضمنا این پلی استایلین ها نباید شعله ور بشوند. می سوزد ولی شعله ور نمی شود، هنگامی که آتش را دور می کنیم، باید پلی استایلین شعله ور نشده باشد. تولید کننده های غیر مجاز از این نوع پلی استایلین ها استفاده نمی کنند و از نوع شعله ور استفاده می کنند که صحیح نیست.

بتن المان سقف شاتکریت می شود، از بالا بتن ریخته می شود و از پایین شاتکریت می شود. این المان ها از نظر سبکی فقط در مرحله تولید، حمل و نصب سبک است و پس از بتن پاشی به سبکی قبل نیست. و وزنش از دیوار های معمولی مقداری کمتر است و مقاومت در برابر زلزله بسیار عالی دارد. خسارت های ناشی از زلزله بر اثر ریزش آوار است، در این نوع سازه ها، سیستم کاملا پیوسته است. و این سیستم پیوسته خرابی موضعی نخواهد داشت. البته به شرط اجرای صحیح. طرح اختلاط مورد استفاده در این المان ها، فقط محدودیت در سایز بزرگترین سنگدانه است، زیرا باید از نازلی خارج بشود. سایر مشخصات بتن، نظیر نسبت آب به سیمان و غیره مطابق با انواع دیگر بتن است.



## علت سبک سازی چیست؟

هرچه سازه سبک تر باشد، مصرف مصالح کمتر است. در هنگام زلزله نیروی کمتری به سازه وارد می شود.  $F = ma$ ، هر چه سازه سبکتر باشد، نیروی کمتری در اثر زلزله به آن وارد می شود. در هنگام تعمیرات، اگر قطعه سبک تر باشد، این کار راحت تر انجام می شود.

## چرا در کشور، در زمینه سبک سازی ناموفق بوده ایم؟

اول بحث فرهنگ سازی است. آموزش در زمینه سبک سازی نداریم. مهارت فنی در طرح بهینه سازه نداریم. مهندسين کار محاسباتی سازه را چند بار به منظور پیدا کردن بهترین آلمان انجام نمی دهند. در حین اجرا دانش فنی به کار گرفته نمی شود.

در بحث بهینه سازی ساختمان، توجه به فلسفه های جدید طرح لرزه ای ضروری است. در قدیم مصطلح بود که ساختمانی خوب است که مقاومتش در برابر زلزله خوب باشد، اگر یک ساختمان را می خواهیم مقاومتش کنیم، از مهاربند استفاده کنیم. این ایده در حال حاضر یک ایده غلط است. الان می گوئیم: هر سازه ای آنقدر نیروی زلزله به آن وارد می شود، که می تواند تحمل کند. اگر مقاومت یک سازه را زیاد کردیم، به همان میزان نیروی زلزله هم بیشتر وارد می شود. ایده های جدید در بحث لرزه ای از ساختمان با مقاومت بالا صحبت نمی کند. در بحث مطالعات فاز ۱، انتخاب صحیح نوع اسکلت، انتخاب سیستم مقاوم لرزه ای، انتخاب مناسب مصالح، اینها اگر درست در فاز یک طرح بشود، کلی از مشکلات طرح برطرف می شود. در فاز ۲، حوصله در طرح و بهینه کردن اجزای سازه ای، از مواردی است که باید انجام شود.

## در بحث طرح بهینه ساختمان، در رابطه با نوع اسکلت ساختمان، چه نکاتی را باید دقت کنیم؟ اسکلت بتن آرمه، اسکلت فلزی و یا حالت ترکیبی

عرف بودن ساختمان بتونی و یا رایج بودن ساختمان فلزی، کفایت امر نمی کند و باید بیشتر تامل بشود. که شامل بررسی های فنی است و شامل بررسی های اقتصادی است.

به لحاظ فنی، اگر می خواهیم ساختمانی برای تولید رنگ طراحی بکنیم، سراغ اسکلت فلزی برویم. این رنگ ماده اشتعال زا است و هر لحظه امکان آتش گرفتن دارد. پس سراغ ساختمان بتنی برویم، که مقاومت در برابر آتش سوزی بالایی دارد.

اگر سرعت اجرا مورد اهمیت است، سراغ اسکلت فلزی برویم، زیرا ساختمان بتنی را نمی توان سریع اجرا کرد و .....

این بحث ها باید مورد بررسی قرار بگیرد، هنگامی که می خواهیم راجع به نوع سقف تصمیم گیری کنیم، چقدر انواع سقف ها مورد بررسی قرار می گیرد؟

دال بتن آرمه، طاق ضربی، تیرچه بلوک، سقف کرمیت و یا سقف کامپوزیت یا .....

دیوار آجری در اجرا محدودیت دارد، در ارتفاع محدودیت دارد. یک دیوار ۲۰ سانتیمتری در طول ۸ متر و در ارتفاع بلند، قابل اجرا نیست. این دیوار ها باید کلاف بندی بشوند. شناژ قائم و افقی نیاز دارند، حتی هنگامی که به صورت غیر باربر هستند.

در رابطه با سیستم مقاوم لرزه ای، نوع و تعداد مورد اهمیت است. قاب صلب، دیوار برشی، مهار بند هم محور و مهار بند برون محور، صفحات فولادی برشی و .....

اگر رفتار سازه را بشناسیم، اگر توزیع نیروی زلزله را بشناسیم، تصمیم گیری های نادرست در رابطه با سیستم مقاوم لرزه ای و مکان نادرست مثلا بادبند ها، از بین می رود.

## فلسفه های زمین در طراحی لرزه ای

هم اکنون مقاوم کردن سازه ها مطرح نیست، دنبال شکل پذیر کردن ساختمان هستیم. سازه ضعیف است، اشکال ندارد، ولی طوری طراحی بشود که اگر جابجا شد، اجزایش از هم جدا نشود. بالا بردن مقاومت سازه، بدلیل عدم تکان خوردن مطرح نیست، این مسئله هزینه بر است و سازه را سنگین می کند.

در ژاپن زلزله رخ می دهد، طبقه بالای ساختمان یک متر هم جابجا می شود. هیچ اتفاقی هم نمی افتد. بعد از این مرحله به سمت طراحی سازه سبک می رویم.

## تاریخچه تری دی پانل

این سیستم 3D panel اولین بار در سال ۱۹۶۷ میلادی مورد استفاده قرار گرفت و در آمریکا به ثبت رسید. در این پانل ها یک عایق پلی استایلین داریم، شبکه مش در دو لایه داریم، یک وادار های برشی، شبکه اتصال، و بتن شاتکریت، اجزای این پانل است. استاندارد های ASTM A82 , A185 در خصوص این شبکه هاست. عملکرد این لایه پلی استایلین و شبکه مش باعث می شود که مجموعه این پانل، با یک مقطع وارد محاسبات بشود. اگر وادارهای برشی نباشند، عملکرد این پانل به صورت دو عضو مجزا است. به جای بتن، می توان از کاهگل در روی این پانل ها استفاده کرد. در مناطق لرزه خیز و در اسکان های موقت از این نوع استفاده میشود. سقف های گنبدی را نیز می توان با این پانل ها اجرا کرد. شکلهای خاص با این پانلها به راحتی اجرا می شود. شاتکریت بتن به دو روش تر و خشک امکان پذیر است. در روش خشک مصالح بتن به صورت خشک و با آب مخلوط نشده داخل لوله حرکت می کند، در هنگام پاشیدن هوا و آب به این مواد اضافه می شود. به این روش خشک می گویند. در روش تر، ملات بتن در مخزن ساخته می شود، در محل خروج با فشار هوا این ملات تر پاشیده می شود. در سیستم شاتکریت از روش تر استفاده می شود. به طور کلی وزن سازه فلزی از بتنی کمتر است و سازه ساخته شده با این پانل ها سبک تر از سازه فلزی است. مشکل اتصالات، خاصیت عایق بودن، سرعت اجرای بالا و آسانی نصب برای این سیستم مورد اهمیت است. از معایب این سیستم می توان از محدود کردن فضا برای پیلوت، پارکینگ و زیرزمین نام برد. برای رفع این مشکل می توان از ترکیب سازه و دیوار استفاده کرد.

تحقیقاتی که بر روی این نوع سیستم سازه ای انجام گرفته است، به چند دسته تقسیم می شود

۱. مفتول: که باید مقاومت کافی و شکل پذیری مناسب را داشته باشد.
۲. مقاومت فشاری بتن
۳. آزمایش برش مستقیم، آزمایش کمانش سازه ای، آزمایش چرخه ای سیکلی، اثرات بارشو در این پانلها، بحث شاتکریت و استفاده از بتن سبک
۴. آزمایش در اشلهای واقعی: سازه را بر روی کرنش سنج قرار داده اند، بر روی بام این سازه، بارگذاری با آب انجام می شود، تغییر شکل های زیر سقف اندازه گیری می شود.
۵. آزمایش تحت اثر ارتعاشات محیطی
۶. نمونه پر شدن انواع قاب های فلزی و بتنی با این پانل مورد بررسی قرار گرفته
۷. آزمایش میز لرزان: در دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مدل یک طبقه از این سازه ساخته شده، و مورد آزمایش قرار گرفته است. نتایج آزمایش بر مقاومت در هنگام زلزله دلالت دارد.
۸. نقاط خرابی و خرد شدگی مورد مطالعه قرار می گیرد: نقاط ضعف مشاهده شده با دیتیل های داده شده، برطرف می شود.
۹. آزمایش تحت اثر بارهای دینامیکی
۱۰. در طبقات بالاتر: ۴ طبقه، در دانشگاه شریف ساخته شده و بر روی میز لرزان قرار داده اند. و رفتار دینامیکی این نوع سازه ها مورد بررسی قرار میگیرد.
۱۱. بحث مقاوم سازی برای زلزله: مقاوم سازی به روش های مختلف صورت می گیرد. محدوده های امن و ناامن باید بررسی بشود. برای تقویت یک قاب، المان های مختلفی وجود دارد. پر کردن این قاب ها با این پانل ها، هم آزمایش شده و هم در تئوری مورد بررسی قرار گرفته. بار گذاری سیکلی انجام گرفته، قاب فلزی ساخته شده و داخل آن پانل قرار گرفته. در اثر بارگذاری سیکلی، رفتار سازه مورد بررسی قرار گرفته است.

# مراحل اجرا

