

پانل سه بعدی

مقدمه :

دهها سال است که صنعت ساختمان سازی در کشورهای پیشرفته از حالت سنتی خارج و روند صنعتی به خود گرفته است، از تبعات این تحول ویژگی‌هایی همچون سبکی، مقاومت، یکپارچگی، عایق بودن، سرعت در نصب، سهولت در اجرا و ... است که فرایند تولید استاندارد و ایمن را کامل می‌کند.

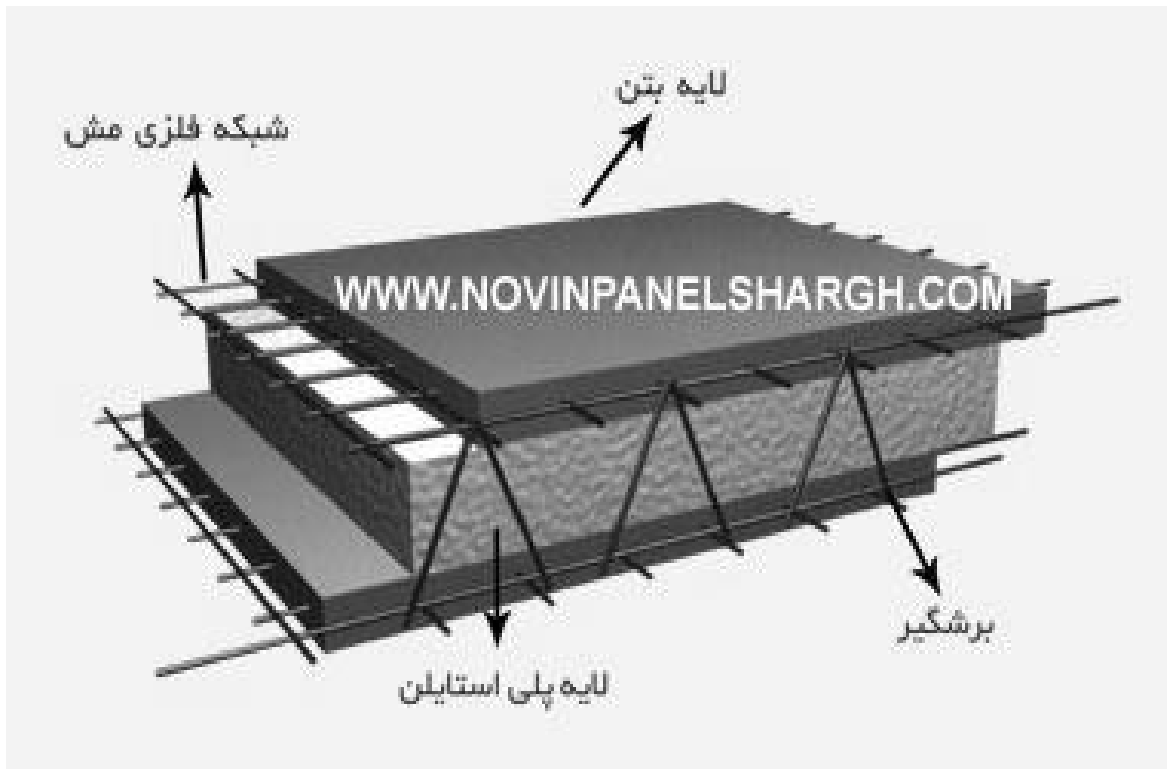
کشور پهناور ایران با دارا بودن شرایط اقلیمی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی خاص و بالاخص قرار داشتن اکثر نقاط آن در مسیر کمربند زلزله خیز جهانی و کمبود شدید مسکن، به واسطه رشد روزان افزون جمعیت کشور و جوان بودن بافت جمعیت ایران، نیازمند این تحول است تا از مصالح بهینه شده و از سیستم صنعتی تولید مسکن استفاده شود.

در دنباله مطلب به یکی از تولیدات ساختمانی مناسب برای ساخت و ساز صنعتی اشاره می‌شود.

بیش از 40 سال است که استفاده از پانل‌های سه بعدی در کشورهای صنعتی متداول گردیده است. استفاده از این گونه پانل‌ها در دهه 50 در ایران نیز مطرح گردید که به دلائلی تا اواسط دهه 70 پیشرفت زیادی نداشته است. اما اخیراً توجه زیادی به آن شده و سازمان محترم زمین و مسکن هم در سال‌های 80 و 1381 با انتشار دو جلد دفترچه راهنما و مشخصات فنی پانل‌های سه بعدی، در راه شناساندن آن سعی زیادی نموده است.

پانل سه بعدی چیست؟

پانل سه بعدی یک المان پیش ساخته متشکل از یک هسته عایق پلی استایون قرار گرفته بین دو شبکه ساخته شده از مفتول و اعضای خرپایی نظری که دو شبکه فلزی را به طور مناسبی به هم وصل می‌کند.



مشخصات فنی پانل:

شبکه استاندارد از مفتول شماره 2/5 تا 3/5 میلی متر تا حداکثر 8 میلی متر می باشد که با چشمه های 5×5 سانتیمتر ساخته می شود. پوش بتن از حداقل 3 سانتیمتر تا 5/5 سانتیمتر می باشد که با توجه به باربر بودن دیوارها متفاوت می باشد. ابعاد استاندارد پانل ها به عرض 1/200 متر و ارتفاع 2/70 به بالا ساخته می شود که بسته به مورد استفاده قابل تفسیر می باشد بتن پاشیده روی پانل ها به مقاومت حداقل 20mpa برای پانل هلی باربر و 15mpa برای دیوارهای غیر باربر استفاده می شود. مفتول مورد استفاده با مقاومت کششی 4000 kg/cm^2 برای پانل های باربر و 3000 kg/cm^2 برای پانل های غیر باربر می باشد عایق استفاده شده از نوع پلی استایون (پونولیت) منبسط شده با دانستیه تشکیل شده که حداکثر شاخص گسترش شعله 25 و حداکثر شاخص گسترش دود آن 450 می باشد.

دلایل استحکام دیوارهای سه بعدی:

استحکام دیوارهای سه بعدی ناشی از خرپای موربی است که از طریق جوش از هر دو طرف به مشی محکم گردیده و امکان انتقال نیروهای وارده را به صورت عملی به هر طرف میسر می سازد. ویژگی های منحصر به فرد دیوارهای سه بعدی، استحکام بی نظیر آن است که در نتیجه طراحی مناسب سیستم سه بعدی در تحمل وزن و عملکرد صحیح نقطه جوش ها در شبکه از طریق خرپاهای کشیده شده که کاملاً از هر نقطه به نقطه بعدی جوش شده و تعداد زیاد نقاط جوش بین هر دو خرپا و مش باعث تقویت شبکه گردیده است.

استحکام دیوارهای سه بعدی امکان عملیات نصب را آسان می نماید زیرا:

- 1- خم شدن و شکستن دیوارها رخ نمی دهد.
- 2- برای حفظ دیوارها در وضعیت مورد نظر نیروی زیادی لازم است.
- 3- نصب درب و پنجره ها آسان می باشد.
- 4- نصب وسایل مورد نیاز از تشکیل لوله های آب و برق و غیره ساده و سریع می باشد.

انواع پانل های سه بعدی دیواری:

- 1- پانل دیواری باربر
 - 2- پانل دیواری غیر باربر
- پانل های دیواری باربر را در دیواره سوله ها و ساختمان های صنعتی، دیوارهای محوطه، ساختمان های بدون استفاده از سازه فلزی یا بتن آرمه (که معمولاً یک یا دو طبقه و عمدتاً در انبوه سازی ها می باشد) و... استفاده می نمایند.
- پانل های دیواری غیر باربر را در دیوارهای خارجی و داخلی کلیه ساختمان هایی که دارای سازه (اسکلت) فلزی یا بتنی هستند، اجرا می نمایند و به دلیل سبک و عایق بودن و... در برج ها بسیار کاربرد دارد.

پانل های سه بعدی سقفی:

عرض پانل های سقفی بین 80 تا 100 سانتیمتر است و ضخامت عایق پلی استایرن بکار رفته 10 تا 15 سانتیمتر، سقف ها به صورت تیرچه و پانل اجرا می شود. ضخامت بتن روی پانل سقف، 5 تا 7 سانتیمتر می باشد و دیگر جزئیات طبق نقشه های محاسباتی مربوطه خواهد بود. خواص پانل های سه بعدی

پانل‌های سه بعدی با استفاده از نوع نسوز عایق پلی استایرن (یا کندسوز) خواص مفید بسیاری دارند که فهرست‌وار به تعدادی از آنها اشاره می‌شود؛

- 1- وزن کم
- 2- عایق حرارتی و صوتی مناسب (گرمایشی، سرمایشی بین 50 تا 80 درصد)
- 3- استحکام و یکپارچگی مطلوب
- 4- سرعت در نصب به میزان حدود 50%
- 5- شکل‌پذیری مناسب
- 6- مقاوم در برابر زلزله و فشار باد (تا 400 کیلومتر در ساعت)
- 7- اتصال خوب
- 8- انبار داری مناسب
- 9- اشغال فضای کم در زیربنای مفید ساختمان
- 10- حمل و نقل آسان
- 11- عدم نیاز به نعل درگاه و وال پست
- 12- استفاده از نیروی انسانی کمتر
- 13- ایمنی
- 14- قیمت بسیار مناسب
- 15- ایجاد تسهیلات در لوله‌کشی تأسیسات

وزن یک متر مربع سقف تیرچه و پانل حداقل 100 کیلوگرم کمتر از وزن سقف تیرچه و بلوک سفالی است.

وزن یک متر مربع دیوار سفال 20 سانتی با دو طرف ملات ماسه سیمان 3 سانتی حدود 320 کیلوگرم است در حالی که وزن دیوار پانلی با دو طرف بتن 3 سانتی حدود 140 کیلوگرم است.

فضای مفید قابل استفاده در بناهای پانل سه بعدی بین 5 تا 10 درصد بیشتر از بناهای اجرا شده با سفال یا بلوک می‌باشد.

به دلیل ایجاد حداقل 3 سانتیمتر بتن ریزدانه در دو روی پانل، آن را می‌توان غیر قابل اشتغال در نظر گرفت و گسترش شعله در داخل و خارج پانل رخ نمی‌دهد. مضافاً اینکه مقاومت حداقلی (در برابر آتش) برابر با 50 دقیقه برای سازه پانلی در نظر گرفت.

ضد حریق بودن پانل چه مقدار است؟

مقاومت پانل در برابر آتش به اندازه شبکه سیمی و ضخامت بتن بستگی دارد. مدل پانل بر اساس کد Astm- E84 مورد آزمایش قرار گرفت. نتیجه آزمایش بدین شرح بود که پانل به ضخامت 2/5 اینچ در هر طرف 1/5 اینچ در هر طرف 1/5 ساعت دوام داشت و پانل خارجی به ضخامت 2/5 و روکاری 2 اینچ در هر طرف دوام داشت. هر چقدر بتن در هر طرف بیشتر باشد مقاومت در برابر حریق نیز افزایش می‌یابد ولی هسته به هیچ عنوان نمی‌سوزد.

عوامل اندازه‌گیری عایق بودن پانل سه بعدی چیست؟

R-Value میزان مقاومت مواد در برابر جذب گرما است، هر چه مقدار پانل‌ها بیشتر باشد مقدار مقاومت در برابر گرما نیز بیشتر است. در هر شرایط جوی این میزان تغییرات بر اساس تراکم هسته پلی استایرن و ضخامت روکاری به کار رفته این مقدار تغییر می‌کند.

ضریب هدایت حرارتی	مصالح
0/35	اندود گچ
1/15	شات کریت
0/038	فوم پلی استایرن
3/5	سنگ نما (گرانیت)
9/1	هوای سطح داخلی دیوار
16/7	هوای سطح خارجی دیوار

انتقال صوت (STC) چیست؟

کاهش مقدار انتقال صوت انی پانل فوق العاده است که ضریب شاخص برابر است با:
48/4352 از STC = $C(0/1304 \times 38) + 43/48 (4/9552) + 43/48$ = هر طرف 3 سانتیمتر بتن
48/4352 از STC = $C(0/1304 \times 38) + 43/48 (4/9552) + 43/48$ = هر طرف 4 سانتیمتر بتن
محاسبه شده از PCI از پیش قالب‌ریزی شده.

دوام پانل سه بعدی در برابر لرزه و طوفان چطور است؟

این دیوارها در ساختمان‌هایی در سواحل شرقی کاریبان و خلیج مکزیک و آمریکا بسیار بکار رفته‌اند در مقابل طوفان‌های شدید استقامت خوبی از خود نشان داده‌اند.
در آزمایشگاه در برابر وزش 400 کیلومتر در ساعت دوام آورده‌اند. همچنین در مورد زلزله‌های وحشتناک کالیفرنیا نیز که به شدت 6/5 و 6/9 رخ داده است، این پانل‌ها دوام خود را ثابت نموده‌اند و تمامی این ساختمان‌ها بدون کوچکترین ترک بر جای مانده‌اند.

نحوه اجرا سیستم 3D:

الف) ساختمان‌های ویلایی و مسکونی تا دو طبقه

پی: در جاهایی که پانل‌های دیواری برابر می‌باشند دتایل پیوست شناژ افقی ریخته می‌شود و در محل تقاطع دیوارهای برابر استفاده از شناژ قائم طبق دتایل الزامیست (دستورالعمل سازمان ملی زمین و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی).
نصب دیوارها: بعد از اجرای پی پانل‌های دیوار با میلگردهای انتظار جاگذاری شده در پی متصل می‌گردند. پس از اتصال با مهار کردن دیوارها بوسیله پشت بند دیوارها شاقول و تراز می‌گردند.

جا گذاری درب و پنجره

پس از این مرحله مکان درب و پنجره‌ها علامت زده و با بریدین مش و پلی استایرن جای درب و پنجره مشخص می‌گردد البته می‌توان از قبل نیز هنگام نصب پانل پیش بینی درب و پنجره را نمود.

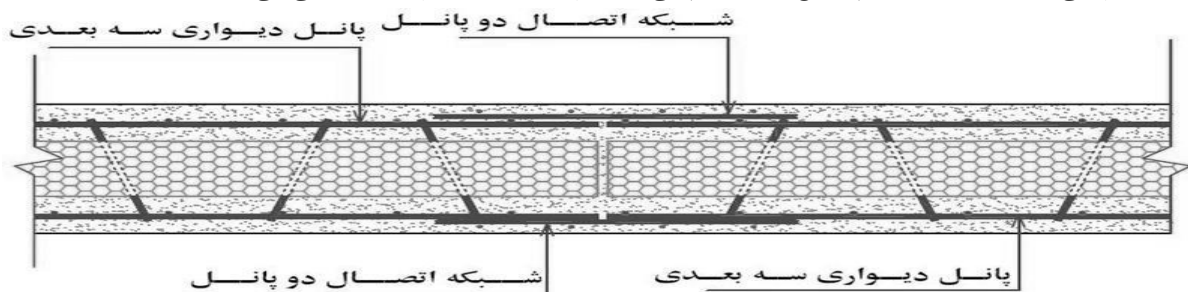
نصب لوله‌های تأسیساتی:

بعد از جاگذاری درب و پنجره‌ها لوله‌های برق و مکانیک توسط گروه تأسیساتی کار گذاشته می‌شود برای عبور لوله‌ها باید لوله‌ها از پشت شبکه مش عبور داده شود.

عملیات بتن پاشی (شاتکریت)

پس از اتمام عملیات لوله‌کشی با شیشه‌گیری دیوارها آماده بتن پاشی می‌باشد عملیات بتن پاشی باید به صورت تر انجام شود دستگاه‌های بتن می‌تواند بصورت نیمه اتومات و تمام اتومات استفاده شود.

مرحله بتن پاشی دیوارهای تا یک سوم ارتفاع دیوار انجام می‌شود. سپس آماده نصب پانل‌های سقفی می‌گردد.



پوشش کفها و بام

پس از این که بتن پاشی انجام شد (می‌توان پانل‌های سقفی را قبل از بتن پاشی دیوارها نیز انجام داد) نصب پانل‌های سقفی انجام می‌شود. پس از نصب پانل‌ها با شمع بندی سقف آماده بتن ریزی می‌گردد.

قسمت یک سوم بالایی دیوارها با قسمت زیر سقف با یکدیگر بتن پاشی می‌شود تا این مرحله حدود 80% سقف کاری انجام شد و می‌توان بلافاصله عملیات نازک کاری ساختمان را انجام داد.

میلگردهای انتظار

ابتدا میلگردهای انتظار به اندازه‌های لازم بریده می‌شود سپس در مکان‌های لازم در ساختمان‌های فلزی جوش شده و در ساختمان‌های بتنی در سوراخ‌هایی که قبلاً توسط مته‌های هیلتی ایجاد قرار داده می‌شود.

نصب پانل

بعد از نصب میلگردهای انتظار، پانل‌ها به میلگردها متصل شده و توسط سیم آرماتوربندی محکم می‌گردند.

برش مکان‌های درب و پنجره

پس از نصب پانل‌ها جای درب و پنجره مطابق نقشه‌های معماری علامت زده می‌شود و بعد از برش مفتول‌ها و پلی‌استایرن مش‌های تقویت لازم اضافه می‌شود.

عملیات تأسیساتی و شاتکریت نیز مطابق آنچه در ساختمان‌های ویلایی شرح داده شده انجام می‌گیرد.

لوله‌کشی سرد و گرم لوله‌های برق این پانل چقدر است؟

با آوردن هسته پلی‌استر مجرای ایجاد می‌شود که برای لوله‌کشی‌ها و برق‌کشی‌ها مکان مناسبی است. بعد از، جاگذاری لوله‌ها پوشیده از ملات سیمان می‌شوند که با این روش از خوردگی و پوسیدگی لوله‌ها نیز جلوگیری می‌شود.

درب و پنجره‌ها چگونه نصب می‌شود؟

اندازه درب و پنجره در داخل پانل بریده می‌شود و برای اینکه چارچوب در داخل هسته پلی‌استر محکم شود دور تا دور آن را بتن‌ریزی شده و با شاخکهای کارگذاری شده درگیر می‌شود. یا با کارگذارن چارچوب فلزی، پنجره‌ای بعداً روی آن نصب می‌گردد.

موارد استفاده از پانل‌های سه بعدی دیواری و سقفی

- ایجاد ساختمان بدون استفاده از سازه فلزی و یا بتن آرمه جدا
- ایجاد ساختمان با استفاده از سازه فلزی و یا بتن آرمه
- ایجاد ساختمان بدون استفاده از سازه فلزی و یا بتن آرمه جدا: سازه‌های ساخته شده با پانل‌های مورد نظر مجموعه‌ای از پانل‌های دیواری برابر و سقفی به همراه کلاف‌های افقی و عمودی، تشکیل دهنده سیستم باربر ثقلی و جانبی این نوع ساختمانها می‌باشد که بعد از بتن پاشی روی دیوارها و بتن‌ریزی روی سقف، مجموعه پانل‌ها به صورت جعبه درآمد بطوریکه این گونه ساختمان‌ها را در گروه TYPEBOX معرفی می‌نمایند.

با توجه به این که سیستم سه بعدی در واقع متشکل از دیوارها و سقف‌های بتنی عمود به یکدیگر می‌باشد لذا صلیب جانبی آن در مقایسه با قاب‌های 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.

- ایجاد ساختمان 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 8 یا 10 طبق جزئیات اجرایی به دور تا دور قاب‌ها یا محل اتصال دیوار با سازه ساختمان، پانل دیواری با سیم آرماتوربندی به میلگردهای اتصال، پس از ترازو و شاقولی کردن، محکم بسته می‌شوند و پس از ارجای لوله‌کشی‌های تأسیساتی با بتن ریزدانه به ضخامت حدود 3 سانتی‌متر بتن پاشی می‌گردد. در این سیستم دیوارها غیر باربر می‌باشد.

پانل سه بعدی با چه استانداردهایی مطابقت دارد؟

این پانل منطبق است با کدهای (CABO یک و دو) از خانواده کدهای Develing (گزارش شماره‌های 454-NER) مورخ 93/1/19 مطابق با مفاد ICBO, BOCA, SBCCI استانداردهای ساختمان سازی و HVD تحت کد CAB9-1120=SEB شورای شرکت‌های ساختمان سازی آمریکایی ICBO کنفرانس بین‌المللی شرکت‌های ساختمان سازی و SBCCI کنگره بین‌المللی کد ساختمان سازی جنوبی و HUD توسعه خانه سازی شهری و ASTM- E48, ASI- 310, معاونت فنی و اجرایی سازمان ملی زمین و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی سال 1380.

استانداردهای مورد استفاده در صنعت پیش ساخته سبک (3D PANELS)

- 1- آئین نامه ایران (آبا)
- 2- آئین نامه 2800 زلزله
- 3- آیین نامه‌های ASTM
- 4- آیین نامه‌های ACI
- 5- استانداردهای دت 201 و 203 سازمان مدیریت و برنامه ریزی برای سنگ دانه‌ها – دفتر امور فنی
- 6- دستورالعمل‌های اجرایی سازه‌های بتن آرمه
- 7- پتانسیل گرمای پلی استایرن NFPIA 256
- 8- آیین نامه اجرایی ارزیابی کیفیت Application Code
- 9- آیین نامه ساختمانی BOCA
- 10- آیین نامه استاندارد ساختمانی
- 11- آیین نامه ساختمانی UBS
- 12- آیین نامه اتحاد ارزیابی ملی آمریکا (January 1998) nes
- 13- نتایج تست‌های مقاومت در برابر زلزله (Nov 1997) Report of Earthquake Resistant Test of Model of (Evg- 3D peroject)
- 14- تست‌های فشاری و خمشی دانشگاه Graz Technical University مراجع 46/47/85 و 56 /343/85
- 15- هند بوک مهندسی سازه، آنالیز سازه‌ای پانل‌های دیواری، Insteel او تأیید شده توسط Lesine Martin در فوریه 1991.
- 16- State of The Art Of Precast / Prestressed Sbdewich Wall Panels (PCI Committee)

جدول مقایسه ای سیستم ساختمانی
پانل سه بعدی (3D Panel) نوین پانل با سایر محصولات

دیوار 22 cm آجر	دیوار 20cm سفالی	دیوار 10 cm نوین پانل	نوع محصول خصوصیات
497 g/m ²	200 kg/m ²	120 kg/m ²	
1/0 λ	1/1 λ	0/044 λ	ضریب انتقال حرارت
35 db	28 db	43 db	ضریب انتقال صوت
85 m ²	90 m ²	350 m ²	ظرفیت ماشین 6 پرخ
28 m ²	56 m ²	112 m ²	سرعت اجرا یک گروه 6 نفره در یک شیفت کاری
ندارد	ندارد	دارد	یازیری سازه ای
دارد	دارد	ندارد	نیاز به گچ و خاک
دارد	دارد	ندارد	نیاز به نعل درگاه
ندارد	ندارد	دارد	تحمل بار جانبی
دارد	دارد	ندارد	پرت مصالح
دارد	دارد	ندارد	نیاز به بادبند
دارد	دارد	دارد	درگیری یا قالب پورامون
دارد	دارد	ندارد	انباشت سفاله ناشی از تکرار کاری
دارد	دارد	دارد	پایداری در مقابل آتش

