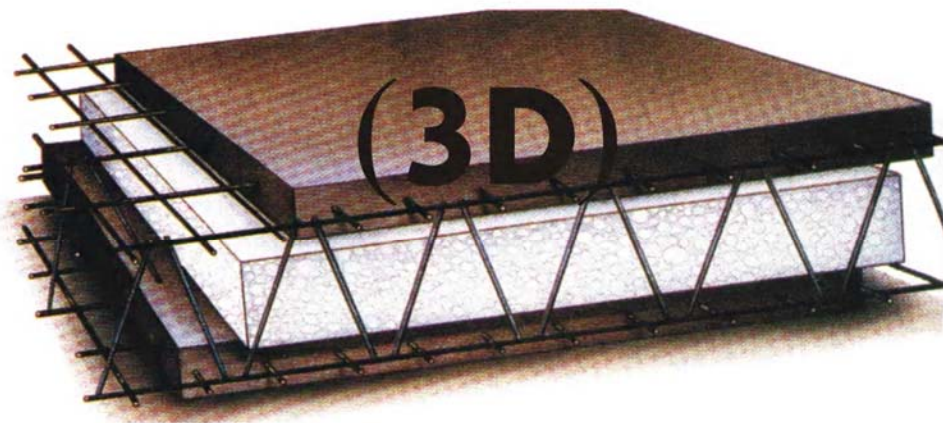




## مجموعه معیارهای فنی برای نظام صفحات ساندویچی



وزارت مسکن و شهر سازی

سازمان ملی زمین و مسکن

معاونت فنی و اجرایی

دفتر مهندسی - ۱۳۸۰

## پیش‌گفتار

با توجه به وسعت کشور ایران و شرایط اقلیمی متفاوت در نواحی مختلف این سرزمین لازم است روش‌های ساختمان سازی متناسب با ویژگی‌های خاص منطقه‌ای تدوین و به‌مورد اجرا گذاشته شود. نظر به اینکه این کشور روی یکی از کمربندهای فعال زمین‌لرزه در جهان قرار دارد، لذا ایجاد سازه‌های مقاوم و امن از اولویت خاصی برخوردار است. بررسی نیاز کشور به واحدهای مسکونی نشان می‌دهد که با توجه به جوان بودن بافت نیروی انسانی، هر ساله به حدود ۶۰۰،۰۰۰ واحد مسکونی جدید نیاز هست که روش‌های سنتی ساخت جوابگوی بخش محدودی از این نیاز می‌باشد. علاوه بر نیازهای جدید، کیفیت ضعیف ساخت باعث استهلاک سریع ساختمان‌های موجود شده که این امر باعث افزایش نیاز به ساختمان سازی جدید می‌شود. همچنین به مقوله مقاوم‌سازی سازه‌های موجود نیز باید توجه لازم مبذول گردد. با توجه به نیازهای وسیع ذکر شده و لزوم بهبود کیفیت تولید ساختمان همانطور که در غالب کشورهای بزرگ نیز متداول است باید روش‌های تولید صنعتی ساختمان بطور جدی مورد توجه قرار گیرد. یکی از فنون مطرح شده در دو دهه اخیر استفاده از صفحات ساندویچی متشکل از دو لایه بتن مسلح با شبکه جوش شده و یک لایه پلی استایرن است که در برخی طرح‌های ساخت مسکن در ایران به کار گرفته شده است. نظر به اینکه استفاده از هر روش ساخت باید مبتنی بر مدارک معتبر علمی و آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی یا بین‌المللی باشد، لذا با توجه به نقش وزارت مسکن و شهرسازی به‌عنوان سیاست‌گذار امر مسکن و سازمان ملی زمین و مسکن با همکاری جمعی از متخصصان دانشگاهی و حرفه‌ای تصمیم گرفت مجموعه معیارهایی برای نظام صفحات ساندویچی (3D) تهیه نماید که گزارش حاضر اولین نتیجه این تلاش است. این دفترچه بعنوان یک مجموعه معیارهای اولیه تلقی شده و در فرصت زمانی بعدی سازمان در نظر دارد بر اساس تجربیات علمی و مطالعات تحلیلی و آزمایشگاهی دستورالعمل جامع‌تری تهیه و انتشار دهد.

امید است جامعه دانشگاهی و متخصصان حرفه‌ای با ارزیابی این مجموعه نقطه نظرات خود را جهت بررسی و ملحوظ داشتن در دستورالعمل بعدی به سازمان ملی زمین و مسکن ارسال دارند.

اسامی کمیته تدوین کننده بشرح زیر است:

- ۱- مهندس حیدر باقری (رئیس کمیته و نماینده سازمان ملی زمین و مسکن)
- ۲- دکتر علیرضا رهائی (دبیر کمیته - دانشگاه صنعتی امیرکبیر)
- ۳- دکتر سیدشمس الدین مجابی (استاد دانشگاه)
- ۴- دکتر رضا عباس نیا (دانشگاه علم و صنعت ایران)
- ۵- دکتر شاهرخ مالک (دانشگاه تهران)
- ۶- دکتر محمدرضا کبیر (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)
- ۷- دکتر اصغر وطنی اسکوئی (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)
- ۸- مهندس بهروز سرابندی (عضو شورای فن آوری صنعت ساختمان)
- ۹- مهندس احمدی (دانشجوی دکترای سازه و مدرس دانشکده عمران دانشگاه زنجان)
- ۱۰- مهندس سامان حجازی (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)
- ۱۱- مهندس محمدعلی پوراختریه (کارشناس ارشد عمران)
- ۱۲- مهندس محمد معتمدی (کارشناس سازمان ملی زمین و مسکن)
- ۱۳- مهندس عبدالله خداداد (کارشناس سازمان ملی زمین و مسکن)

## کلیات

صفحات ساندویچی (3D) از یک لایه پلی استایرن به ضخامت حداقل ۴ سانتی متر و دو شبکه میلگرد جوش شده در دو طرف این لایه تشکیل شده که از دو طرف با دو لایه بتن پاشیدنی (از نوع تر) با ضخامت حداقل ۴ سانتی متر همراه شده است. این صفحات بعنوان دیوار باربر داخلی و خارجی بنا و عناصر غیرباربر و جداکننده نیز بکار گرفته می شوند. برای انتخاب عرض و ارتفاع پانلها استفاده از مدول ۳۰ سانتی متر توصیه می شود (عرض های ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ سانتی متر و ارتفاع ۲۷۰ و ۳۰۰ سانتی متر). وزن متوسط هر صفحه با اندازه  $۱۵۰ \times ۳۰۰$  سانتی متر و ارتفاع ۲۷۰ و ۳۰۰ سانتی متر. وزن متوسط هر صفحه با اندازه  $۱۵۰ \times ۳۰۰$  سانتی متر بدون بتن سبک بوده و بسادگی توسط یک کارگر قابل حمل و نصب می باشد و سرعت عمل در نصب نیز قابل ملاحظه است. مقاومت صفحات در برابر آتش سوزی مناسب بوده و در جهت بهبود آن بکارگیری لایه های مقاوم در برابر آتش سوزی توصیه می شود.

با توجه به وجود لایه عایق بین دو لایه بتن طرفین، بکارگیری این صفحات علاوه بر بهبود خاصیت عایق حرارتی و صوتی بودن دیوارها باعث سبک سازی بنا خواهد شد که جدا از کاهش حجم مصالح مصرفی، باعث کاهش جرم ساختمان نیز خواهد بود.

استفاده از این صفحات در پارکینگ ساختمانها ایجاد محدودیت نموده و لذا در شرایط لزوم تأمین پارکینگ در طبقات زیرین ساختمانها بکارگیری سیستم ترکیبی متشکل از اسکلت فلزی یا بتن آرمه و صفحات ساندویچی بعنوان عامل جداکننده مورد توجه می باشد.

با توجه به اطلاعات بدست آمده از کشورهای اروپایی غالب ساختمانهای اجرا شده با این روش در حد یک یا دو طبقه بوده است. لذا طرح و اجرای ساختمانهای با تعداد طبقات بیشتر نیاز به مطالعات ویژه داشته و در این صورت مطالعات مهندس طراح باید پاسخگوی شرایط آیین نامه های معتبر باشد.

یکی از مسائل مهم در ارتباط با مقاوم سازی ساختمانهای متشکل از صفحات ساندویچی ایجاد انسجام و تأمین یکپارچگی بنا است که این امر با اجرای اتصالات مناسب بین صفحات تأمین می شود. در اجرای مراحل متفاوت صفحات باید دقت کافی مبذول گردد. در صفحات دیواری مسئله عدم اعوجاج و انطباق محورهای صفحات روی هم مورد تأکید است. با توجه به ضخامت محدود دو لایه بتن طرفین، اعمال دقت کافی بر دانه بندی مصالح و تأمین روانی مناسب بدون کاهش مقاومت بتن و بتن پاشی یکنواخت و به صورت ماشینی و مداوم، با کمترین فضای خالی و ایجاد پوشش کافی برای شبکه میلگرد مصرفی باید مدنظر باشد. در مجموعه معیارهای فنی

حاضر، دو بخش مشتمل بر توصیه‌های طراحی و اجرایی ارائه شده است. در تنظیم این موارد ضمن توجه به ویژگیهای عملکرد صفحات، از ملاحظات موجود در آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی مانند آیین‌نامه بتن ایران و در موارد کمبود از دیگر استانداردهای معتبر استفاده شده است. بدیهی است به منظور کسب اطلاعات بیشتری، اجرای مطالعات تحلیلی و تجربیات آزمایشگاهی ضروری می‌باشد.

## گفتار اول

### ضوابط بارگذاری، تحلیل، طراحی و مصالح

- ۱-۱- گستره
- ۲-۱- مشخصات مصالح
  - ۱-۲-۱- شبکه جوش شده و مفتول‌های قطری
  - ۲-۲-۱- لایه عایق میانی
  - ۳-۲-۱- بتن پاشیدنی
- ۳-۱- بارگذاری و تحلیل
- ۴-۱- طراحی ساختاری (سازه‌ای)
  - ۱-۴-۱- مقدمه
  - ۲-۴-۱- مقاومت خمشی
  - ۳-۴-۱- مقاومت برشی
  - ۴-۴-۱- مقاومت در خمش و بار محوری همزمان
  - ۵-۴-۱- چگونگی فولادگذاری، قرارگیری مفتولها و پوشش بتن
  - ۶-۴-۱- بازشوها
  - ۷-۴-۱- معیارهای تحلیل و طراحی در برابر آثار زمین‌لرزه

## ۱-۱- گستره:

ضوابط این مجموعه معیارها، صفحات ساندویچی (3D) و سازه‌ای متشکل از این صفحات را در برمی‌گیرد.

صفحات ساندویچی پیش ساخته که از این به بعد صفحه نامیده می‌شود، از دو لایه شبکه فولادی جوش شده تشکیل شده است که در بین آنها یک لایه عایق از نوع پلی‌استایرن قرار گرفته و توسط اعضای قطری به یکدیگر متصل شده‌اند. مقاومت و انسجام این صفحات بوسیله مفتولهای قطری جوش شده به شبکه دو طرف تأمین می‌شود.

این صفحات پس از بتن پاشی با بتن‌ریزی به عنوان دیوارهای باربر داخلی و خارجی ساختمان و نیز صفحه‌های کف مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه متشکل از صفحات ساندویچی، به سازه‌ای اطلاق می‌شود که کلیه بارهای ثقلی و جانبی وارد بر آن توسط صفحات تحمل می‌شود. از این صفحات می‌توان به عنوان تیغه‌های غیر باربر الحاقی به سایر اجزای باربر نیز طبق ضوابط مربوط به دیوارهای جداکننده استفاده نمود.

## ۱-۲- مشخصات مصالح:

### ۱-۲-۱- شبکه جوش شده و مفتول‌های قطری

۱-۲-۱-۱- شبکه جوش شده (مش) با ماشین‌آلات تمام اتوماتیک ساخته شده و بایستی با الزامات استاندارد (ASTM A185) مطابقت داشته باشد.

۱-۲-۱-۲- مشخصات مفتول شبکه جوش شده و مفتولهای قطری باید مطابق الزامات ذکر شده در استاندارد (ASTM A82) باشد.

۱-۲-۱-۳- مشخصات جوش مفتولهای قطری باید مطابق با الزامات ذکر شده در استاندارد (ASTM A185) باشد.

۱-۲-۱-۴- در صورتیکه مقاومت جاری شده  $F_y$  مفتولهای بکار رفته در شبکه از  $400 \text{ Mpa}$  فراتر رود، باید نبش نظیر گرفتن  $3/5$  در هزار در نظر گرفته شود.

۱-۲-۱-۵- شکل‌پذیری مفتولهای به کار رفته باید مطابق با الزامات بند ۴-۶ آیین‌نامه بتن ایران باشد.

۱-۲-۱-۶- در مناطق با شرایط محیطی بسیار شدید و فوق‌العاده شدید (طبق بند ۸-۲-۹-۲ آبا) باید از مفتولهای قطری گالوانیزه استفاده کرد که مشخصات آن مطابق با استاندارد (ASTM A797) باشد. همچنین در صورت تشخیص مراجع ذیصلاح می‌توان از شبکه جوش شده گالوانیزه استفاده کرد.

۱-۲-۱-۷- قطر اسمی مفتولهای شبکه جوش شده از ۳ میلی متر تا ۶ میلی متر با گام ۰/۵ میلی متر می باشد.

۱-۲-۱-۸- قطر مفتولهای قطری حداقل ۳/۰ میلی متر می باشد.

۱-۲-۲-۲- لایه عایق میانی

۱-۲-۲-۱- لایه عایق از فوم پلی استایرن منبسط شده (E.P.S) تشکیل شده که دارای حداقل چگالی اسمی  $10^{-3} \text{ N/mm}^3 * 1/57$  (16/02  $\text{kg/m}^3$ ) طبق استاندارد (ASTM E78) باشد.

۱-۲-۲-۲- لایه عایق پلی استایرن تحت آزمایش استاندارد (ASTM E84) باید دارای حداکثر شاخص گسترش شعله ۲۵ و حداکثر شاخص گسترش دود ۴۵۰ باشد.

۱-۲-۲-۳- لایه عایق هنگامیکه مطابق استاندارد ASTM C236 آزمایش شود، باید دارای حداکثر پتانسیل گرمایی  $685 \text{U/m}^2$  باشد.

۱-۲-۳-۳- بتن پاشیدنی (شاتکریت)

۱-۳-۲-۱- اجزای بتن پاشیدنی

۱-۳-۲-۱- مشخصات کلی سنگدانه‌ها برای بتن پاشیدنی باید مطابق با مندرجات استانداردهای "دت ۲،۳ و دت ۲،۱" (دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور) باشد.

۱-۳-۲-۲- بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌ها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیشتر باشد:

الف- یک پنجم ضخامت بتن در هر لایه

ب- سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین شبکه جوش شده تا لایه عایق

تبصره- دانه بندی شماره ۲ جدول ۲-۱ آیین نامه (AC1506R-90) برای بتن پاشیدنی توصیه می شود.

در صورتیکه مهندس طراح پس از آزمایشهای گوناگون از یک نوع مصالح سنگی بتواند بتنی با مقاومت، کارآیی، پمپ پذیری، دوام و محصور شدن مناسب آرماتورها بسازد، می تواند از آن مصالح نیز استفاده نماید.



۱-۲-۳-۱-۳- استفاده از مصالح گرد گوشه با درصد دانه‌های سوزنی و پولکی به میزان حداکیر ۱۰٪ درشت دانه توصیه می‌شود.

۱-۲-۳-۱-۴- سیمان مصرفی در بتن پاشیدنی باید مطابق با شرایط بند ۳-۳-۳- آبا باشد.

۱-۲-۳-۱-۵- آب مصرفی در بتن پاشیدنی باید مطابق با شرایط بند ۳-۵- آبا باشد.

۱-۲-۳-۱-۶- مواد افزودنی به کار رفته در بتن پاشیدنی باید با مندرجات بند ۳-۶- آبا مطابقت داشته باشد.

#### ۱-۲-۳-۲- طرح اختلاط

۱-۲-۳-۲-۱- طرح اختلاط بتن پاشیدنی مشابه بتن‌های معمولی و مطابق با بند ۶-۲- آیین‌نامه بتن ایران صورت می‌پذیرد.

۱-۲-۳-۲-۲- مقدار نسبت آب به سیمان (W/C) بین ۰/۴ تا ۰/۵۵ می‌باشد.

۱-۲-۳-۲-۳- حداقل مقاومت مشخصه بتن پاشیدنی، مطابق بند ۶-۴-۲- آبا برای بتن مسلح مشخص می‌گردد.

۱-۲-۳-۲-۴- عیار سیمان در هر مترمکعب بتن پاشیدنی حداقل  $350 \text{ kg/m}^2$  بوده و حداکثر به  $500 \text{ kg/m}^2$  محدود می‌گردد.

۱-۲-۳-۲-۵- روش بتن پاشی در این نوع سازه‌ها از نوع بتن پاشیدنی تر می‌باشد.

۱-۲-۳-۲-۶- کارآیی بتن پاشیدنی بایستی به گونه‌ای باشد که پمپ پذیری آن تأمین گردد. محدوده مناسب نشست بتن (اسلامب) را می‌توان بین ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفت.

۱-۲-۳-۲-۷- چگونگی اختلاط بتن، عمل‌آوری و بتن پاشی در هوای سرد و گرم باید بر اساس مندرجات فصل هفتم آبا صورت پذیرد.

۱-۲-۳-۲-۸- زمان استفاده از بتن تازه به شرط تأمین کارآیی، حداکثر ۹۰ دقیقه پس از اختلاط می‌باشد.

۱-۲-۳-۲-۹- دمای محیط در زمان بتن پاشی حداکثر به  $35^\circ\text{C}$  و حداقل به  $5^\circ\text{C}$  محدود می‌گردد.

۱-۲-۳-۲-۱۰- استفاده از مواد افزودنی باید مطابق با آبا باشد.

#### ۱-۲-۳-۳- آزمایش‌های بتن پاشیدنی

۱-۲-۳-۳-۱- بهترین روش آزمایش بتن پاشیدنی، مغزه‌گیری می‌باشد.

به علت محدودیت ضخامت بتن در این نوع سازه‌ها، می‌باید از نمونه مکعبی شکل (چوبی یا فلزی) به ابعاد حداقل  $75 \times 460 \times 460$  میلی‌متر و یا نمونه  $150 \times 750 \times 750$  میلی‌متر استفاده نمود.

نمونه نوع اول جهت آزمایش مقاومت فشاری مغزه‌ها و نمونه نوع دوم جهت آزمایش مقاومت فشاری مغزه‌ها و آزمایشهای دیگر از قبل تخلخل، وزن حجمی و غیره می‌باشد. بدین منظور در نصف سطح نمونه دوم شبکه جوش شده مشابه صفحات اصلی قرار می‌گیرد.

۱-۲-۳-۲- وضعیت پوشش میلگرد در نمونه‌های بند فوق بایستی مشابه شرایط اجرا باشد.  
۱-۲-۳-۳- برای آزمایش مقاومت فشاری باید حداقل ۳ آزمایش که هر آزمایش شامل یک زوج نمونه مغزه‌گیری از قسمت بتن غیر مسلح و برای سایر آزمایش‌ها، حداقل ۶ مغزه از قسمت بتن مسلح گرفته شود.

۱-۲-۳-۴- آزمایش مغزه‌ها باید مطابق "د ت ۵ ۶" صورت پذیرد.

۱-۲-۳-۵- ارزیابی مقاومت نمونه‌های مغزه می‌باید مطابق بند ۶-۶-۵ آبا صورت پذیرد.  
۱-۲-۳-۶- به منظور ارزیابی کیفی بتن پاشیدنی می‌توان از آزمایش‌هایی نظیر آزمایش چکش اشمیت، بیرون کشیدن فولاد و نمونه‌گیری به شکل قالب‌های استاندارد مکعبی یا استوانه‌ای و غیره مطابق با استانداردهای مربوطه استفاده کرد و نتایج را با مقاومت مغزه‌ها کالیبره کرد.

### ۱-۳- بارگذاری و تحلیل

۱-۳-۱- کلیه بارهای وارد به سازه بجز بارهای ناشی از زلزله باید بر اساس ضوابط استاندارد ۵۱۹ ایران تحت عنوان "حداقل بار وارده به ساختمانها و ابنیه فنی" تعیین شوند.  
۱-۳-۲- بارهای ناشی از زلزله باید بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران تحت عنوان "آیین‌نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله" تعیین شود.

۱-۳-۳- در محاسبات زلزله، با رعایت کلیه ضوابط ذکر شده ضریب رفتار حداکثر معادل ۵ اختیار شود.

۱-۳-۴- اصول تحلیل سازه‌های صفحه‌ای و همچنین مشخصات مصالح، مشخصات هندسی و مدل‌سازی آنها باید مطابق ضوابط بخش ۱۰-۳ آبا باشد.

### ۱-۴- طراحی ساختاری (سازه‌ای)

#### ۱-۴-۱- کلیات

طراحی اعضای ساختاری (سازه‌ای) در سیستم صفحه‌ای، بر اساس مقررات آیین‌نامه بتن ایران (آبا) صورت گیرد. مگر در موارد کمبود که صریحاً آیین‌نامه دیگری ذکر شده باشد.

۱-۴-۲- مقاومت خمشی

۱-۴-۲-۱- عملکرد ساختاری صفحات کف، در صورت کفایت مفتولهای قطری به صورت ترکیبی کامل و به صورت دال یکطرفه خواهد بود.

۱-۴-۲-۲- در صورت عدم کفایت مفتولهای قطری، برای تأمین شرایط بند فوق بایستی عملکرد مقطع با بهره‌گیری از تحلیل و محاسبات دقیق مشخص گردد.

۱-۴-۲-۳- طراحی خمشی بر اساس ضوابط فصل ۱۱ آبا انجام می‌گیرد.

۱-۴-۲-۴- حداقل آرماتور مصرفی در صفحات سقف باید طبق بند ۱۵-۵-۱-۱ آبا تعیین شود.

۱-۴-۳- مقاومت برشی

۱-۴-۳-۱- مقاومت برشی صفحات دیواری باید طبق مقررات فصل ۱۲ آبا تعیین شود. در این حالت ضخامت کل دیوار حداکثر باید معادل مجموع ضخامت لایه‌های بتنی دو طرف در نظر گرفته شود.

۱-۴-۳-۲- مقاومت برشی صفحات سقفی با توجه به مشخصات هندسی، تعداد و نوع اعضای قطری در صفحات طبق مقررات فصل ۱۲ آبا محاسبه می‌گردد.

۱-۴-۴- مقاومت در خمش و بار محوری همزمان

۱-۴-۴-۱- مقاومت خمشی محوری صفحات دیواری بایستی طبق مقررات فصل ۱۶ آبا و با توجه به عملکرد ترکیبی، نیمه ترکیبی و یا غیر ترکیبی آنها محاسبه شود.

۱-۴-۴-۲- محدودیت میلگرد دیوارها طبق بند ۱۶-۴ آبا می‌باشد.

۱-۴-۵- چگونگی فولادگذاری، قرارگیری مفتولها و پوشش بتن

۱-۴-۵-۱- چگونگی قرارگیری مفتولها در شبکه جوش شده و میلگردهای تقویتی باید مطابق با مقررات فصل ۸ آبا صورت پذیرد.

۱-۴-۵-۲- مهار و وصله آرماتورها و شبکه جوش شده طبق مقررات فصل ۱۸ آبا می‌باشد.

۱-۴-۵-۳- پوشش بتنی روی شبکه جوش شده یا آرماتورها نباید کمتر از ۱۸ میلی‌متر باشد.

۱-۴-۶- بازشوها

- ۱-۴-۶-۱- در اطراف بازشوها باید فولاد تقویتی با سطحی معادل آرماتورهای قطع شده در هر جهت، به صورت فولاد متمرکز در همان جهت قرار داده شود.
- ۱-۴-۶-۲- در هر دیوار صفحه‌ای، سطح بازشوها نباید از یک سوم سطح کامل دیوار بیشتر باشد.
- ۱-۴-۶-۳- فاصله بازشو تا انتهای دیوار باید حداقل ۷۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. در غیر این صورت باید تحلیل دقیق صفحات با منظور نمودن بازشوها انجام شود.
- ۱-۴-۶-۴- در صورت بهره‌گیری از تحلیل، می‌توان مقادیر ذکر شده در بندهای ۱-۴-۶-۲ و ۱-۴-۶-۳ را تغییر داد.

۱-۴-۷- معیارهای طراحی در برابر آثار زمین لرزه

- ۱-۴-۷-۱- حداقل مقاومت مشخصه بتن (fc) نباید از ۲۰ Mpa کمتر باشد.
- ۱-۴-۷-۲- برای تأمین شکل‌پذیری لازم، باید در محل برخورد دیوارهای باربر اصلی از کلاف‌بندی قائم استفاده شود.
- ۱-۴-۷-۳- برای تأمین یکپارچگی و انسجام سقف باید کلاف‌بندی افقی در بالای دیوارهای باربر اصلی تعبیه شود.
- ۱-۴-۷-۴- کلاف‌بندی‌های قائم و افقی باید به نحوی طراحی و تعبیه گردند که یک شبکه کلاف پیوسته فضایی تشکیل گردد.
- ۱-۴-۷-۵- در محل اتصال صفحه سقف به دیوار، باید لایه عایق صفحات حذف و بتن‌ریزی انجام شود.
- ۱-۴-۷-۶- برای تأمین یکپارچگی و عملکرد جعبه‌ای (Box type) سازه صفحه‌ای، باید در محل اتصال صفحات دیواری به یکدیگر و صفحات دیواری به سقف، از میلگرد دوخت استفاده کرد. تعداد و آرایش این میلگردها باید بر اساس آنالیز یا آزمایشهای انجام یافته، محاسبه گردد.

## گفتار دوم

### مسائل اجرایی - کنترل کیفی

- ۱-۲- پیش‌گفتار
- ۲-۲- حمل و نقل و نگهداری پانل‌ها
- ۳-۲- اجرا و کنترل کیفی سیستم پانلی
- ۱-۳-۲- اجرای شالوده
- ۲-۳-۲- نصب پانل‌های دیوار و اتصالات
- ۳-۳-۲- نصب پانل‌های سقف و اتصالات
- ۴-۳-۲- بتن پاشی و بتن‌ریزی دیوارها و سقف‌ها

## ۲-۱- پیش‌گفتار

مطالب این فصل شامل نگهداری صفحات، ضرورت‌های اجرایی و کنترل کیفی مختص نظام صفحه‌ای می‌باشد. لازم به توضیح است که تمام دستورالعمل‌های اجرایی سازه‌های بتن آرمه، در این نوع سازه‌ها لازم‌الاجرا می‌باشد.

## ۲-۲- حمل و نقل و نگهداری صفحات

۲-۲-۱- صفحات باید در محیط‌های دور از تابش مستقیم اشعه خورشید و همچنین بارش باران و رطوبت یا تغییرات حرارتی شدید نگهداری شود.

۲-۲-۲- صفحات نباید در معرض مواد آتش‌زا یا حرارت که باعث احتراق پلی استایرن می‌گردد، نگهداری شوند.

۲-۲-۳- صفحات باید دور از مواد و شرایط محیطی خورنده فولاد و حلال پلی استایرن نگهداری و انبار شوند.

۲-۲-۴- نگهداری صفحات روی یکدیگر باید به گونه‌ای باشد که جوش شبکه و مفتول‌ها آسیب نبینند.

۲-۲-۵- از بارگذاری و راه رفتن روی ضخامت که باعث آسیب به شبکه جوش شده و مفتول‌های قطری گردد، باید جلوگیری شود.

## ۲-۳- اجرا و کنترل کیفی نظام صفحات ساندویچی

### ۲-۳-۱- شالوده

۲-۳-۱-۱- آرماتورهای انتظار شالوده‌ها باید در هر دو طرف داخل شبکه‌بندی قرار گرفته و به سمت شبکه جوش شده متمایل باشند.

۲-۳-۱-۲- برای تأمین پوشش داخلی آرماتورهای انتظار در پشت مسیر آنها باید بوسیله روش‌های مناسب از جمله دستگاه دمنده حرارتی (Heat Gun) لایه پلی استایرن در حدود ۱ سانتی‌متر ذوب شود تا حداقل پوشش ۲ سانتی‌متر تأمین گردد و پشت آرماتورها کاملاً با بتن پاشیدنی پر شود.

۲-۳-۱-۳- میلگرد انتظار دیوارها باید حتماً از نوع آجدار باشد.

۲-۳-۱-۴- میلگردها در شناژ قائم باید تا کف شالوده ادامه پیدا کنند.

### ۲-۳-۲- نصب صفحات دیوار و اتصالات

۲-۳-۲-۱- در محل اتصال دو دیوار عمود بر هم آرماتورهای اتصال U شکل باید به صورتی روی هم قرار گیرند تا تشکیل خاموت بسته بدهند.

۲-۳-۲-۲- میلگردهای اتصال U و L باید ترجیحاً بین شبکه جوش شده و لایه عایق قرار گرفته و به شبکه جوش شده بچسبند.

۲-۳-۲-۳- نحوه قرارگیری تار و پود شبکه اتصال (مش تقویت) دو صفحه باید بگونه‌ای باشد که حداکثر ضخامت بتن پوششی برای دیوار بدست آید.

۲-۳-۲-۴- در محل اتصال صفحات دیواری با شالوده باید ۵ سانتی‌متر از پلی استایرن حذف شده و جای آن با بتن پر شود.

۲-۳-۲-۵- در محل بازشوها (درب و پنجره) باید پوشش ۲ سانتی‌متر بتن اطراف میلگردهای تقویتی دور تا دور بازشوها کاملاً رعایت شود.

۲-۳-۲-۶- سیستم تأسیساتی مکانیکی در سازه‌های صفحه‌ای ترجیحاً روکار باشد.

۲-۳-۲-۷- در صورت نوکار بودن سیستم تأسیساتی، لوله‌های آب باید از جنس پلیمری مناسب باشد.

۲-۳-۲-۸- بهتر است مسیر عبور لوله‌های تأسیسات قبلاً توسط اسپری یا ماژیک بر روی پلی استایرن نشانه‌گذاری شود. سپس توسط روشهای مناسب از جمله دمنده حرارتی مقداری از پلی استایرن در این ناحیه ذوب شود و لوله از داخل شیار عبور کند و به هیچ وجه نباید لوله‌های تأسیساتی باعث کاهش ضخامت بتن پاشیدنی شود.

۲-۳-۲-۹- در تمامی لوله‌های آب گرم در سیستم تو کار باید پلی استایرن اطراف لوله به فاصله حدود ۲ سانتی‌متر برداشته شود بطوریکه لوله آب گرم با قشری از بتن دور تا دور خود احاطه گردد.

۲-۳-۲-۱۰- چوب بست برای پایداری دیوارها، در فاصله ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر از بالای دیوار به فاصله حداکثر ۳ متر از یکدیگر قرار می‌گیرد.

۲-۳-۲-۱۱- محل اتصال مهارهای افقی و پانل بایستی حداقل سطح مقطع را اشغال کند تا ناحیه بدون بتن به کمترین مقدار ممکن برسد (استفاده از مقطع دایره‌ای شکل توصیه می‌شود).

۲-۳-۲-۱۲- باید همزمان با کار نصب تأسیسات، نقشه اجرایی از تأسیسات برقی و مکانیکی تو کار تهیه شود تا در صورت بروز مشکلات احتمالی، محل و مسیر دقیق تأسیسات مشخص باشد تا در آینده تخریب اضافی صورت نگیرد.

- ۲-۳-۳-۱- نصب صفحات سقف ترجیحاً پیش از بتن پاشی دیوارها اجرا شود.
- ۲-۳-۳-۲- در قالب‌بندی سقفها باید فاصله ۲ سانتی‌متری بین تخته قالب‌بندی و شبکه میلگرد جوش شده رعایت شود و به هیچ عنوان نباید قالب به شبکه میلگرد جوش شده بچسبد.
- ۲-۳-۳-۲- در وسط دهانه تیرها اجرای خیر منفی به مقدار ۱/۲۰۰ طول دهانه توصیه می‌شود.
- ۲-۳-۳-۴- مجموعه داربست باید استحکام کافی جهت تحمل بارهای ثقلی سقف در حین اجرای بتن‌ریزی کلیه سطوح و همچنین نیروی باد را داشته باشد.

۲-۳-۴- بتن پاشی و بتن‌ریزی دیوارها و سقفها

- ۲-۳-۴-۱- در عملیات بتن‌پاشی به هیچ عنوان نباید به دلیل نصب قرنیز، ضخامت بتن پایین دیوار کم شود. استفاده از قرنیز چوبی و نصب آن بعد از اتمام نازک کاری توصیه می‌شود.
- ۲-۳-۴-۲- در ساختن بتن، پیمانانه کردن وزنی مصالح ارجح است.
- ۲-۳-۴-۳- ساخت بتن با توجه به طرح اختلاط الزاماً باید توسط همزن‌های خودکار صورت گیرد و استفاده از روشهای بتنی منع شده است.
- ۲-۳-۴-۴- مواد و مصالح برگشتی از عملیات بتن پاشی نباید مجدداً استفاده شود.
- ۲-۳-۴-۵- به علت ضخامت کم بتن در سازه‌های صفحه‌ای و تبادل حرارتی محیط با بتن، می‌بایست توجه ویژه‌ای به محافظت و عمل‌آوری بتن شود. عمل آوردن باید بلافاصله پس از پاشش آن آغاز شود.
- ۲-۳-۴-۶- در صورتیکه بتن از دستگاه بتن‌ساز تهیه می‌شود، حداکثر باید در طول مدت ۹۰ دقیقه مورد استفاده قرار گیرد. این زمان برای شرایط آب و هوایی گرم (دمای بالای ۳۵ درجه) ۴۵ دقیقه است. برای بتن‌های خاص با مواد افزودنی یا بوزولان، زمانهای فوق مطابق با نوع و میزان آن مواد تعیین می‌شود. اما در هیچ حالت این مدت از ۱۲۰ دقیقه پس از اختلاط نباید بیشتر شود.
- ۲-۳-۴-۷- عملیات بتن‌پاشی باید در شرایط آب و هوایی زیر متوقف شود:
- الف- وزش بادهای شدید به نحوی که از اجرای مناسب بتن‌پاشی ممانعت کند یا باعث جدایی دانه‌ها و در نتیجه کاهش مقاومت شود. طبعاً بتن‌پاشی در فضای درون ساختمان بدون اشکال خواهد بود.
- ب- درجه حرارت محیط شرایط بند (۱-۲-۳-۲-۹) را ارضاء نکند.
- ج- طول باعث شسته شدن یا پوسته شدن سطح بتن پاشی شود.



۲-۳-۴-۸- جدول زیر حداکثر مقدار اتلاف برگشت مصالح برای بتن پاشی را نشان می‌دهد.

سطح	درصد بازگشت مصالح
کف با	۵-۰
دیوارهای قائم یا شیب‌دار	۱۰-۵
کار بالای سر	۲۰-۱۰

۲-۳-۴-۹- در صورت امکان کل ضخامت دیوار در یک لایه پاشیده شود.

۲-۳-۴-۱۰- در جاهایی که یک لایه بتن توسط لایه دیگری پوشانده می‌شود، ابتدا باید اجازه داد لایه کمی سخت شده، سپس تمامی مصالح شل، ناهموار و زیادی و مصالح بازگشتی که به سطح کار چسبیده است توسط جاروب، خراشیدن یا دیگر وسایل برداشته شوند. سپس سطح مزبور با جریان سریع هوا، آب که از نازل خارج می‌شود تمیز گردد. در نهایت سطح کار باید بطور کامل توسط یک چکش نواخته شود تا

محل‌های سست که ناشی از حفره‌های تشکیل شده از مصالح بازگشتی یا عدم پیوستگی بتن پاشی هستند، مشخص شده و حذف گردند.

۲-۳-۴-۱۱- عدد اسلامپ کم باعث اتلاف بیش از حد مصالح شده و عدد اسلامپ بیشتر می‌تواند باعث روانی مصالح روی سطح یا ریزش مصالح گردد. لذا محدوده اسلامپ مطابق بند (۱-۲-۳-۲-۶) برای بتن پاشیدنی می‌باید رعایت شود.

۲-۳-۴-۱۲- به منظور توزیع یکنواخت بتن پاشیدنی و کاهش اثر گلوله شدن، نازل تقریباً عمود بر سطح دیوار (تا حدود ۱۵ درجه) قرار داده می‌شود و بطور محوری به صورت یکنواخت با یک رشته از حرکت‌های بیضوی یا دایره‌ای شکل کوچک گردانده شود.

۲-۳-۴-۱۳- حرکت نازل به صورت جلو به عقب، زاویه برخورد را عوض می‌کند و باعث اتلاف مصالح می‌شود.

۲-۳-۴-۱۴- نازل هرگز نباید بیش از ۴۵ درجه از سطح مورد نظر زاویه بگیرد. در صورتیکه نازل با زاویه بیشتر از زاویه عمود بر سطح قرار گیرد، بتن پاشیدنی چین می‌خورد و ایجاد سطوح ناهموار و بافت موجی می‌کند. این کار علاوه بر ضایع کردن مصالح، باعث تخلخل و غیریکنواختی بتن پاشیده شده نیز می‌شود.

۲-۳-۴-۱۵- بتن پاشی هرگز نباید به کنج ختم شود.

۲-۳-۴-۱۶- زاویه نازل نسبت به سطح دیوار باید حدود ۹۰ درجه باشد در غیر این صورت مصالح بازگشتی افزایش و تراکم و مقاومت بتن تا حد محسوسی کاهش می‌یابد. در داخل کنجها پاشش روی نیمساز انجام می‌شود تا اتلاف مصالح و تخلخل به حداقل برسد.

۲-۳-۴-۱۷- فاصله بهینه نازل تا سطح مورد پاشش بین ۵۰ تا ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد در صورتیکه فاصله از این مقدار بیشتر شود، باعث افزایش مصالح بازگشتی و کاهش مقاومت و تراکم خواهد شد. در صورتیکه فاصله از این حدود کمتر شود، باعث افزایش مصالح بازگشتی خواهد شد ولی کاهش تراکم و مقاومت را در پی نخواهد داشت باید توجه داشت که در اثر این کاهش فاصله، شخص بتن‌پاش در معرض اصابت ذرات بازگشتی می‌باشد.

۲-۳-۴-۱۸- به عنوان یکی ارزیابی چشمی اگر بتن پاشیدنی روی شبکه میلگرد جوش شده بچسبد، نشان دهنده دور بودن بیش از حد نازل و یا کم بودن سرعت آن است. جمع شدن تدریجی بتن در پشت شبکه نشانگر بتن پاشی صحیح می‌باشد.

۲-۳-۴-۱۹- بتن پاشی دیوار نباید از بالا به پایین صورت پذیرد. این عمل تا حدود ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متری از بالای دیوار ادامه یافته، سپس بقیه عمل بتن پاشی از کنج دیوار و سقف به پایین انجام گیرد.

۲-۳-۴-۲۰- یک لوله دمنده هوا در طول عمل پاشش بایستی مورد استفاده قرار گیرد تا از انباشتگی مصالح روی سطوح جلوگیری نماید. در صورتیکه امکانات استفاده از این سیستم وجود نداشته باشد، باید یک تخته چوبی یا یونولیت جلوتر از بتن پاشی حرکت کند تا مواد اضافی از بتن پاشی روی دیوار نچسبد.

۲-۳-۴-۲۱- مهارت فرد بتن پاشی در کیفیت و مقاومت و تخلخل و تراکم بتن پاشیدنی بسیار مؤثر می‌باشد. لذا باید قبل از شروع بتن پاشی به فرد پاشنده بتن، آموزش لازم داده شود و سپس مورد آزمایش

قرار گرفته و از نمونه‌های پاشیده شده توسط وی مغزه‌گیری و دیگر آزمایشها به عمل آید تا نحوه پاشیدن وی اصلاح گردد.

۲-۳-۴-۲۲- سنجش و بتن پاش

نمودارهای زیر می‌تواند مقیاس خوبی برای پاشش بتن در عمل باشد.

زیاد (بیشتر از ۱۵ بار)

کم (کمتر از ۱۰ بار) فاصله خروج مصالح در سر نازل



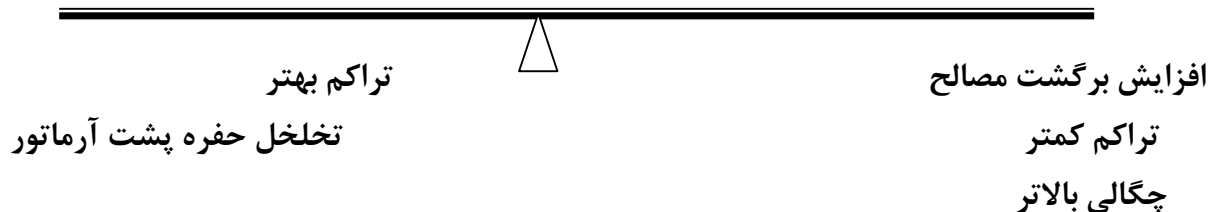
کاهش برگشت مصالح  
تراکم کمتر

افزایش برگشت مصالح  
تراکم بهتر

نزدیک (۵۰ سانتی متر)

فاصله نازل

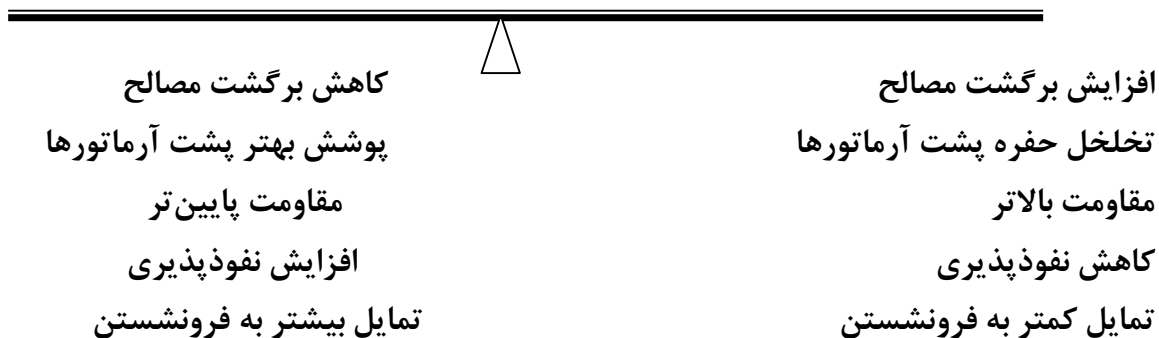
دور (۸۰ سانتی متر)



کم (۰/۴)

مقدار آب

زیاد (۰/۵۵)



## پیوست الف) جزئیات نصب و اتصالات صفحات:

- ۱- در این پیوست تعدادی از جزئیات اصلی سازه‌های سیستم صفحه‌ای آورده شده است.
- ۲- مدول پایه معماری برای جزئیات مذکور ۱۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. در صورتیکه ابعاد صفحه یا مدول معماری تغییر کند، آرایش آرماتورها ثابت بوده لیکن مقدار آن بایستی با توجه به محاسبات تعیین گردد.
- ۳- میلگردهای آجدار به کار رفته در اتصالات از نوع AIII می‌باشد.
- ۴- مشخصات شبکه جوش شده به شکل زیر تعریف شده است:

$$WWF \frac{\varphi 1 / \varphi 2 / S1 / S2}{L1 / L2}$$

که در آن:

WWF= Welded Wire Fabric

$\varphi 1$  = مفتول تار

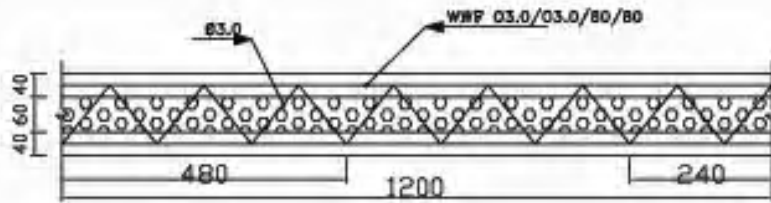
$\varphi 2$  = مفتول پود

L1 = طول شبکه (تار)

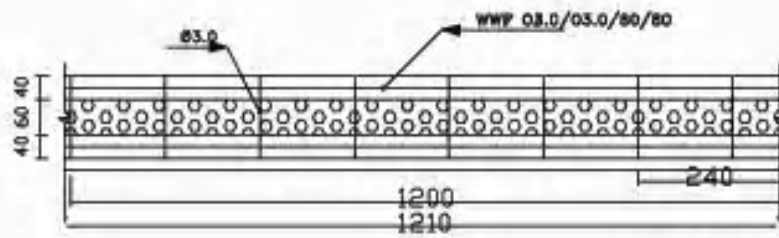
L2 = عرض شبکه (پود)

S1 = فاصله چشمه‌های تار

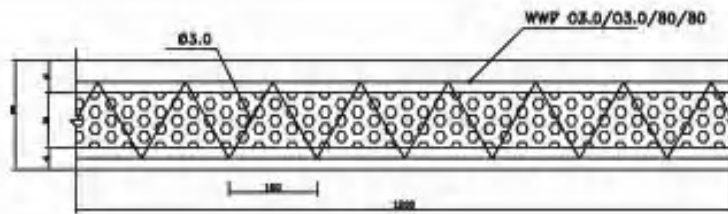
S2 = فاصله چشمه‌های پود



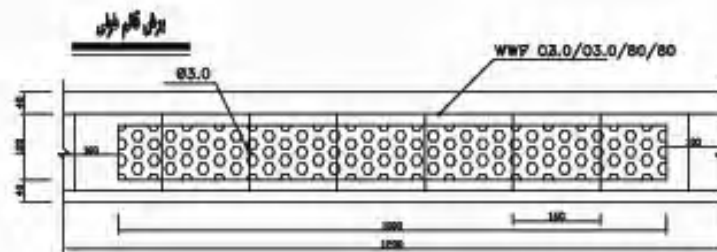
پوشش قائم طولی



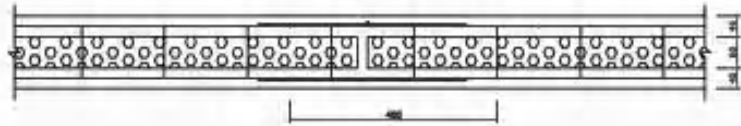
پوشش قائم عرضی



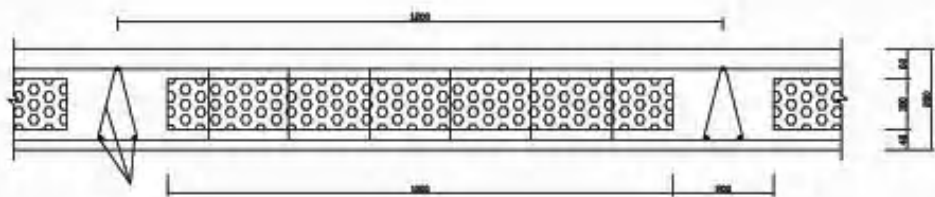
برقی کلم خونی



برقی کلم خونی

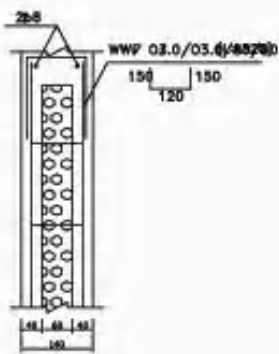


برق الكتل منصات دوارى

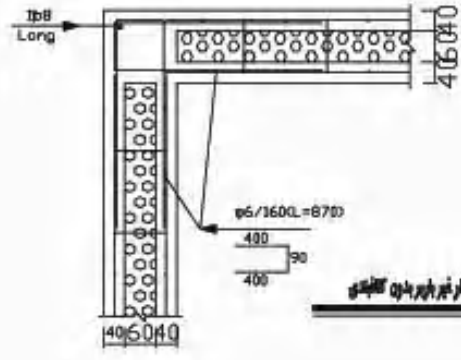


برای تمام پلان مشاهد کنی

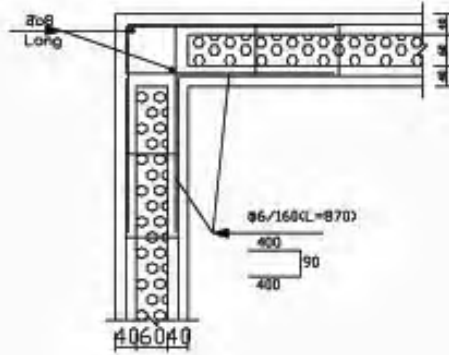




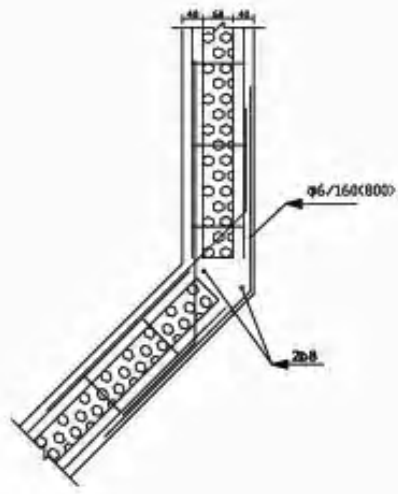
در این نقشه کلیه ابعاد بر اساس استاندارد است



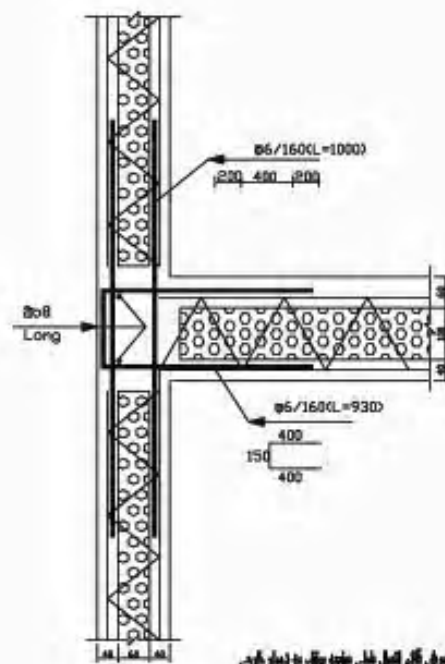
برای نقش اصلی گروه دیوار غیر باربر بدون کلافه

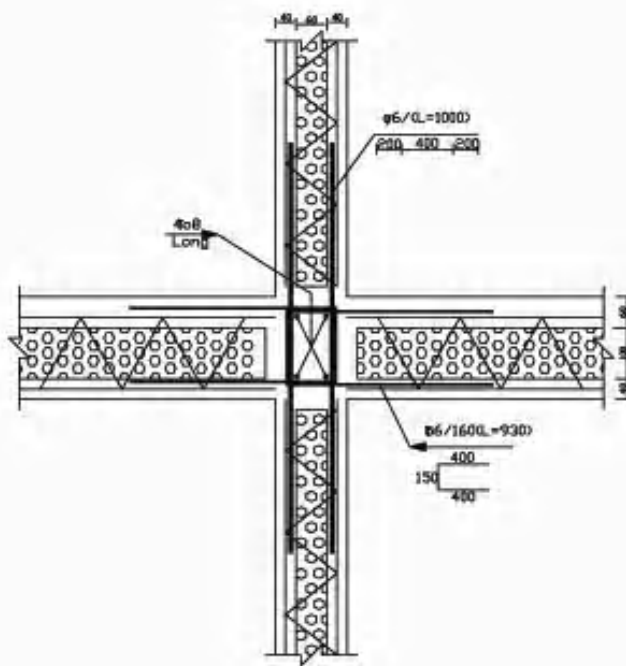


برش افقی تکیه گاه اندام دوم در کالبدی

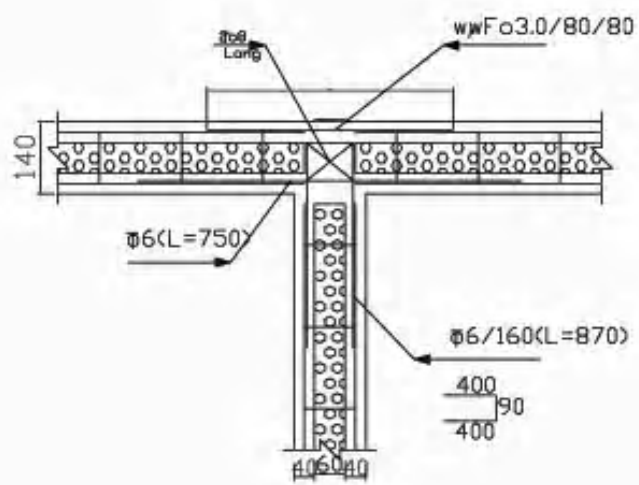


درجہ اولیٰ کے لئے لائنوں کی تفصیلی تصویر

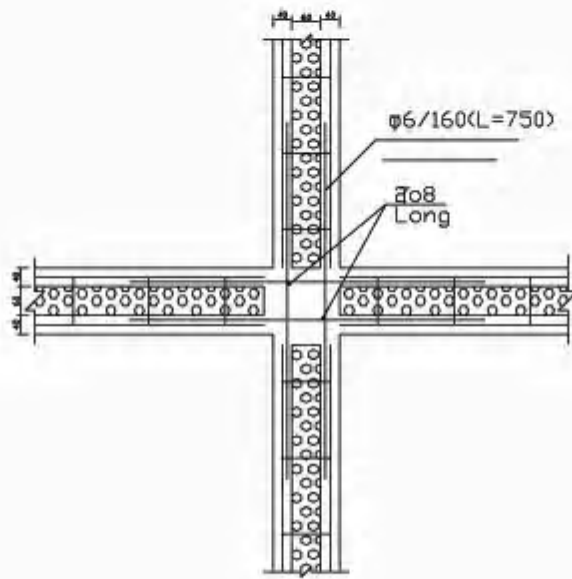




برقی کام انجیل دیوار داخلی و سفید مٹی کاربن

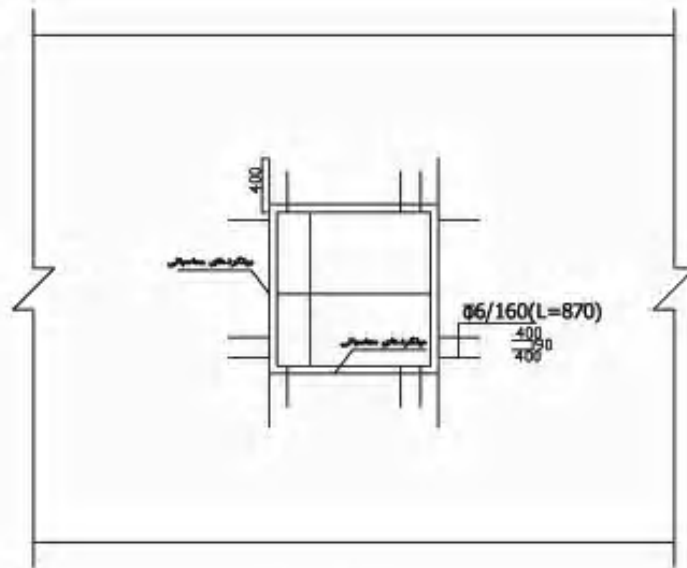


بروز افقی عمل سازه فکال به دیوار خارج

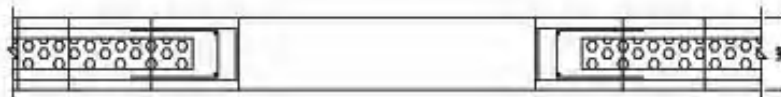


برش آتش نشانی به طول ۱۰۰





نقشه



پلان

بزرگنمایی تکیه افراطی بازه‌های مجاوره زیرین سطحه دیواره