

جمهوری اسلامی ایران

## آیین‌نامه طرح و محاسبه

### سازه‌های بتنی پیش ساخته

نشریه شماره ۳۸۸

(بخش الحقیقی به آیین‌نامه بتن ایران "آبا")

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و

کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله



(Φ)

بسمه تعالیٰ

ریاست جمهوری

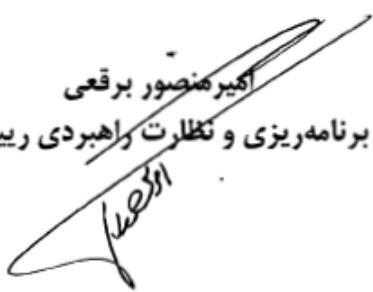
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

شماره:	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۸۵/۶/۱۲
موضوع:	آیین‌نامه طرح و محاسبه سازه‌های بتُنی پیش‌ساخته

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷-۱۳۸۵/۴/۲۰ مورخ هیات محترم وزیران به پیوست نشریه شماره ۳۸۸ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، با عنوان «آیین‌نامه طرح و محاسبه سازه‌های بتُنی پیش‌ساخته» به عنوان یکی از بخش‌های الحقیقی آیین‌نامه بتُن ایران از نوع گروه اول (لازم‌الاجرا)، ابلاغ می‌شود تا از تاریخ ۱۳۸۶/۹/۱ به اجرا درآید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی، الزامی است. ولی در یک دوره گذر یکساله تا ۱۳۸۷/۹/۱، استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر مجاز خواهد بود.

امیرمنصور برگعی  
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور





## اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این اثر نموده و آن را برای استفاده جامعه مهندسی کشور در اختیار قرار داده است. این دفتر معتقد است که با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، این دفتر صمیمانه از شما خواننده گرامی تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید :

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
- ۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.
- ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
- ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام لازم را معمول خواهند داشت. پیشایش از همکاری و دقت نظر شما همکار ارجمند قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه :

تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی، کوچه لادن، شماره ۲۴، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله، صندوق پستی ۱۹۹۱۷۴۵۴۸۱

Web: <http://tec.mporg.ir>  
E-mail: [tsb.dta@mporg.ir](mailto:tsb.dta@mporg.ir)



آیین نامه بتن ایران

(آب)

مبحث دوم – سازه‌های خاص



## پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امكان سنجی)، مطالعه، طراحی و اجرای طرح‌های تملک دارایی سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها و ارتقای کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) از اهمیت ویژه برخوردار است. از این رو نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) به کار گیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح را مورد تأکید قرار داده است. بنابر مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی می‌باشد.

از این رو تدوین آیین نامه سازه‌های بتی پیش‌ساخته بر اساس نیاز جامعه مهندسی و تایید کمیته تدوین آیین نامه بتن ایران در دستور کار دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله قرار گرفت. استفاده از سازه‌های بتی پیش‌ساخته به دلیل مزایای گوناگون این روش طراحی و اجرا در صنعت ساختمان در حال توسعه می‌باشد. از جمله این مزایا می‌توان به کاهش نسبی هزینه‌های کار نیروی انسانی، پر مصالح و ماشین‌آلات مورد نیاز، کاهش زمان اجرا، کنترل کیفیت بهتر، وابستگی کمتر به شرایط جوی و صرفه‌جویی در تجهیزات نصب، اشاره نمود.

آیین نامه سازه‌های بتی پیش‌ساخته از بخش‌های الحقی به آیین نامه بتن ایران می‌باشد. همان‌گونه که در آیین نامه بتن ایران آمده است ضوابط ویژه سازه‌ها یا اینیه خاص، موضوع بخش‌های بعدی آیین نامه بتن ایران خواهد بود.

هدف از تهیه این آیین نامه ارایه حداقل ضوابط و مقررات ویژه مربوط به سازه‌های بتی پیش‌ساخته است که طراحی و اجرای آن‌ها نیازمند تدبیر خاص بوده و با رعایت آن‌ها میزان مناسبی از اینمی، قابلیت بهره‌برداری و پایایی این سازه‌ها تامین می‌شود. در مورد این آیین نامه به نکات زیر اشاره می‌شود:

- در تدوین آیین نامه رعایت جدیدترین روش‌های طراحی و اجرایی با ملاحظه شرایط اقلیمی و اجرایی کشور مورد نظر بوده است.
- در نگارش آیین نامه علائم متحده شکل مورد تأیید سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) به کار گرفته شده است.
- در استفاده از واژه‌های تخصصی سعی شده است که تا حد امکان از «واژه نامه بتن» که از ضمایم آما محسوب می‌شود، استفاده به عمل آید.

- کلیات، گستره و مفاهیم اصلی سازه‌های بتی پیش‌ساخته در بندهای اولیه آیین نامه درج شده اند.
- مراجع و منابع مورد استفاده در تهیه آیین نامه در فهرست مراجع درج شده‌اند.
- تفسیر آیین نامه که دربردارنده توضیحات تکمیلی و رفع ابهامات احتمالی و روشن‌تر شدن نکات فنی بوده، پیوست آیین نامه می‌باشد.
- در تفسیر آیین نامه برخی از بندها دارای تفسیر نمی‌باشند.
- تعدادی از نمونه‌های متدالول قطعات بتی پیش‌ساخته و اتصالات بین آن‌ها در ضمیمه آیین نامه ارایه شده‌اند.

دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله به منظور تدوین آیین نامه، از توانمندی و تخصص آقایان مهندس رحیم واعظی (سرپرست گروه)، مهندس رضا همدان‌خواه و مهندس مجید کساپیان در قالب یک کارگروه تخصصی با همکاری مهندسان مشاور سکنا استفاده نموده است. نماینده آن دفتر آقای مهندس حمید رضا خاشی بعنوان کارشناس پژوهه فعالیت داشته و مدیریت و

هدایت و راهبری کلی پروژه زیر نظر آقای مهندس علی تبار، معاون آن دفتر صورت پذیرفته است. مطالب تهیه شده از طرف کارگروه به منظور بررسی و اظهار نظر برای اعضای کمیته تدوین آیین نامه بتن ایران و نیز برخی شرکتها و موسسات ارسال گردید. نظریات ارسال شده مورد بررسی مجدد قرار گرفته و متن نهایی به تصویب گروه بررسی کننده به شرح زیر رسید.

کارگروه تدوین:

مجید کساپیان

رضا همدان خواه

رحیم واعظی (سرپرست کارگروه)

گروه بررسی و تصویب کننده:

اسماعیل اسماعیل پور

امانوئل اوهانجانیان

علی تبار

حمید جاسمی زرگانی

حسن حاجی کاظمی

حمدیرضا خاشعی

علی رضا خالو

محمد شکرچیزاده

شاپور طاحونی

شادروان مهدی قاليبايفيان

محمد نيلی

سيد اکبر هاشمی

بر خود لازم می داند از اعضای کارگروه تخصصی تدوین کننده، مهندسان مشاور سکنا، کارشناسانی که در مراحل بررسی و انجام اصلاحات همکاری داشته اند و همکاران دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله سرکار خانم مهندس بهنام پورسید، مدیرکل و آقایان مهندس علی تبار و مهندس حمیدرضا خاشعی معاون و کارشناس آن دفتر تشکر نماید. توفیق روزافزون این بزرگواران را از بارگاه خداوند سبحان خواستارم.

حبيب امين فر  
معاون امور فني  
پايز ۱۳۸۶

# سازه‌های بتنی پیش ساخته



## فهرست

آیین نامه سازه‌های بتون پیش‌ساخته	۱۷
۱- کلیات	۱۷
۱-۱- عالیم اختصاری	۱۷
۲- گستره	۱۷
۳- مبانی طراحی	۱۸
۴- بارگذاری	۲۰
۴-۱- بارها و سربارهای استثنایی	۲۰
۴-۲- سایر عامل‌ها	۲۰
۵- پایداری ساختمان‌های پیش‌ساخته	۲۲
۵-۱- انتخاب سیستم سازه‌ای	۲۲
۵-۲- کلاف بندی	۲۳
۵-۳- گسیختگی زنجیره‌ای	۲۴
۶- مقررات کلی تهییه نقشه‌ها، مدارک و مشخصات فنی	۲۵
۷- رواداری‌ها	۲۶
۸- قطعات پیش‌ساخته	۲۷
۸-۱- کلیات	۲۷
۸-۲- قطعات مرکب	۲۷
۸-۳- قطعات دانه تسبیحی	۲۷
۸-۴- نشیمن‌گاهها و نواحی تکیه گاهی	۲۸
۸-۵- اقلام مدفون در بتون قبل از بتون ریزی	۲۸
۸-۶- اجزای تعبیه شده در بتون پس از بتون ریزی	۲۸
۸-۷- مقاومت قطعات در مراحل مختلف جابجایی و نصب	۲۹
۸-۸- قلاب‌های حمل	۲۹
۸-۹- مهار قطعات پیش‌ساخته در حین نصب	۲۹
۹- انواع قطعات پیش‌ساخته و ضوابط طراحی آنها	۲۹
۹-۱- قطعات شالوده پیش‌ساخته	۲۹

۳۰	۲-۹- ستونهای پیش ساخته
۳۰	۳-۹- تیرهای پیش ساخته
۳۱	۴-۹- قطعات سقف پیش ساخته
۳۶	۵-۹- دیوارهای پیش ساخته
۴۰	۶-۹- اتصالات
۴۵	۷-۹- نشیمن گاهها
۴۶	<b>۱۰- سیستم های متعارف سازه ای پیش ساخته</b>
۴۶	۱-۱۰- سیستم های دیواری
۴۷	۲-۱۰- سیستم های خطی (تیر و ستون)
۴۸	<b>۱۱- تولید قطعات پیش ساخته در شرایط کارخانه ای و کنترل کیفی</b>
۴۸	۱-۱۱- کلیات
۵۲	<b>۱۲- حمل و نقل و نصب قطعات و کنترل کیفی</b>
۵۲	۱-۱۲- مقررات عمومی مربوط به حمل قطعات پیش ساخته
۵۲	۲-۱۲- برنامه ریزی نصب قطعات در کارگاه
۵۲	۳-۱۲- کنترل کیفی هنگام نصب
۵۲	۴-۱۲- ضوابط ایمنی هنگام نصب

## تفسیر

۵۷	ت-۱- علایم اختصاری
۵۷	ت-۲-۳
۵۸	ت-۳-۳
۵۸	ت-۴-۳
۵۸	ت-۵-۳
۵۹	ت-۱-۴- بارها و سربارهای استثنایی
۶۰	ت-۱-۲-۴- بارهای هنگام جابجایی و نصب قطعات
۶۲	ت-۱-۵- انتخاب سیستم سازه ای
۶۲	ت-۱-۲-۵- انواع کلافها
۶۲	ت-۳-۵- گسیختگی زنجیرهای
۶۸	ت-۶- مقررات کلی تهیه نقشه ها، مدارک و مشخصات فنی
۶۸	ت-۷- رواداری ها
۸۲	ت-۸-۵- اقلام مدفون در بتون قبل از بتون ریزی
۸۳	ت-۷-۸- مقاومت قطعات در مراحل مختلف جابجایی و نصب
۸۴	ت-۸-۸- قلاب های حمل

۸۴	ت ۹-۸- مهار قطعات پیش ساخته در حین نصب
۸۸	ت ۹- قطعات شالوده پیش ساخته
۹۰	ت ۹-۲- ستون های پیش ساخته
۹۱	ت ۹-۳- تیرهای پیش ساخته
۹۱	ت ۹-۴- اصول کلی طرح دیوارها
۹۱	ت ۹-۵-۳- بررسی مقاومت فشاری دیوارهای پیش ساخته
۱۰۰	ت ۹-۶-۱- اتصالات
۱۰۱	ت ۹-۶-۲- درزهای برشی
۱۰۵	ت ۹-۶-۳- مقاومت برشی نهایی درزهای برشی
۱۰۶	ت ۹-۶-۴- سختی درزهای برشی
۱۰۷	ت ۹-۶-۵- درزهای فشاری
۱۰۷	ت ۹-۶-۶- مقاومت فشاری نهایی درزهای فشاری
۱۰۹	ت ۹-۶-۷- درزهای خمی - کششی
۱۱۰	ت ۹-۷-۹
۱۱۱	ت ۱۱-۷- نشان گذاری و شناسایی
۱۱۳	ضمیمه
۱۳۷	مراجع
۱۳۹	نمایه
	فهرست نشریات
	خلاصه انگلیسی

## آیین نامه

### سازه‌های بتنی پیش‌ساخته

#### □ ۱- کلیات

این مجموعه بعنوان یکی از بخش‌های الحاقی آیین نامه بتن ایران، برای طرح و محاسبه سازه‌های بتنی پیش‌ساخته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تنظیم مطالب این بخش سعی شده است مجموعه نکات ضروری برای طراحی سازه‌های بتن پیش‌ساخته مطرح شود. بخش‌هایی از آیین نامه بتن ایران "آبا" که در این مجموعه تکرار نشده بعنوان نکات تکمیلی مورد استفاده می‌باشند.

#### ۱-۱- علایم اختصاری

$$\begin{aligned}
 C_j &= \text{سختی برشی درز، مگاپاسکال بر متر} \\
 f_c &= \text{ مقاومت فشاری مشخصه بتن، مگاپاسکال} \\
 f_{cT} &= \text{ مقاومت فشاری بتن در زمان } T, \text{ مگاپاسکال} \\
 f_r &= \text{ مدول گسیختگی بتن، مگاپاسکال} \\
 \phi_m &= \text{ ضریب جزیی ایمنی مقاومت مصالح} \\
 \phi_n &= \text{ ضریب اصلاح مقاومت} \\
 \phi_c &= \text{ ضریب جزیی ایمنی مقاومت بتن} \\
 \phi_s &= \text{ ضریب جزیی ایمنی مقاومت فولاد} \\
 \gamma_f &= \text{ ضریب تشدید بارها}
 \end{aligned}$$

#### □ ۲- گستره

ضوابط این بخش باید در طراحی قطعات بتنی پیش‌ساخته، قطعات پیش‌ساخته مرکب و سازه‌های پیش‌ساخته رعایت شوند. قطعه پیش‌ساخته بتنی به هر عضو سازه‌ای بتنی گفته می‌شود که در شرایط

کارخانه ای و یا در شرایط کارگاهی، در محلی غیر از محل استقرار نهایی مفروض عضو، ساخته می شود. قطعه بتنی پیش ساخته در صورتی که با بتن ریزی درجا کامل شود قطعه پیش ساخته مرکب نامیده می شود. مقررات کلی ایمنی، قابلیت بهره برداری و پایایی مربوط به قطعات و سازه های بتنی درجا، مندرج در آیین نامه بتون ایران و بخش های الحاقی آن در مورد قطعات و سازه های پیش ساخته نیز کاربرد دارند مگر اینکه در این بخش تغییر نموده و یا مطالبی به آنها اضافه شده باشند.

### □ ۳- مبانی طراحی

در طراحی سازه های پیش ساخته، هدف طراحی شامل تامین ایمنی، عملکرد مطلوب و پایایی و نیز روش طراحی شامل حالات حدی نهایی و بهره برداری و همچنین ضرایب ایمنی جزیی شامل ضرایب تشیدی بارها، تقلیل مقاومت ها و ضرایب ایمنی اصلاحی، باید مطابق آیین نامه بتون ایران (آبا) و بخش های الحاقی آن، با تغییرات و اضافات زیر رعایت شوند.

**۳-۱-** پایایی سازه ها را باید با رعایت مشخصات فنی و اجرایی در مراحل تولید، حمل و نصب از قبیل کیفیت مصالح تشكیل دهنده بتون آرمه، شرایط بتون ریزی، متراکم کردن، عمل آوردن، کنترل هنگام جابجایی، انبار و حمل و نصب قطعات، شرایط و نحوه انجام اتصالات، تامین کرد (به بند های ۱۱ و ۱۲ مراجعه شود).

**۳-۲-** در طراحی سازه های پیش ساخته بتنی متشکل از صفحات بزرگ، علاوه بر حالات حدی نهایی و بهره برداری، گروه سوم حالات حدی با عنوان "سایر حالات حدی" نیز باید مدنظر قرار گیرند. در طرح این سازه ها، بررسی ایستایی سازه با فرض گسیختگی یک عضو باربر در اثر انفجار، ضربه یا نظایر آنها ضروری است. بدین منظور باید در طراحی، "حالات حدی دیگری" بعنوان حالت حدی بعد از گسیختگی موضعی "کنترل شود (به بند ۳-۵ مراجعه شود). در صورتی که برای کنترل حالت حدی فوق از روش مندرج در بند ۳-۵-ب استفاده شود، باید ترکیب بار زیر برای تعیین تلاش های ناشی از بارهای مرده و زنده در نظر گرفته شود:

$$S_u = S(0.85D + L)$$

۳-۳- به منظور ملاحظه داشتن ناهمانگی‌های احتمالی که در موقع انجام اتصالات در کارگاه بوجود می‌آیند و همچنین به دلیل خصلت "ترد" بعضی از گسیختگی‌ها (صفحات، درزهای افقی، قائم ...) و خطرهای بزرگی که از این جهت متوجه سازه‌های پیش‌ساخته می‌شود، باید ضریب ایمنی بیشتری در این قسمت‌ها، نسبت به ضریب ایمنی متعارف در سازه‌هایی که فاقد چنین اجزایی می‌باشند در نظر گرفته شود.

بدین لحاظ باید علاوه بر منظور نمودن ضرایب تشدید بارها،  $\gamma_f$  ، و ضرایب تقلیل مقاومت‌ها،  $\phi_m$  ، ضرایب جزیی ایمنی اصلاحی،  $\phi_n$  ، بشرح زیر در مقاومت‌ها ضرب شوند:

$$\phi_n = 0.75 : \text{برای مقاومت برشی درزهای دندانهای باز یا قطعات مرکب}$$

$$\phi_n = 0.65 : \text{برای مقاومت برشی درزهای دندانهای بسته}$$

$$\phi_n = 0.60 : \text{برای مقاومت برشی کلیه درزهای ساده}$$

$$\phi_n = 0.50 : \text{برای طراحی قلاب‌های حمل}$$

مقادیر  $\phi_n$  برای مقاومت فشاری درزها در متن آیین‌نامه مندرج می‌باشند.

۴-۳- در صورتی که شرایط تولید قطعات در کارخانه، مطلوب و تحت کنترل مستمر باشند، ضریب جزیی ایمنی مقاومت بتون را می‌توان ده درصد افزایش داد.

۵-۳- در طراحی ساختمان‌های پیش‌ساخته باید از استانداردهای بین‌المللی "انتظام مدولی" متابعت شود تا امکان استفاده هر چه بیشتر از قطعات و تجهیزاتی که طبق استانداردهای بین‌المللی تولید می‌شوند فراهم آید.

## □ ۴- بارگذاری

ضوابط بارگذاری سازه های پیش ساخته مطابق ضوابط مندرج در آیین نامه بتن ایران و بخش های الحقیقی آن و سربارها و عامل های اضافی زیر می باشند:

الف - بارها و سربارهای استثنایی

ب- سایر عامل های موثر بر قطعات یا سازه های پیش ساخته که در مراحل قالب برداری، بلند کردن، انبار کردن، حمل، نصب و استقرار قطعات به آنها اثر می کنند.

## ۴-۱- بارها و سربارهای استثنایی

این بارها و سربارها در اثر نیروهای حاصل از انفجار یا ضربه وسائط نقلیه و مشابه آنها اعمال می شوند . در طرح ساختمان های پیش ساخته بتی مت Shank از صفحات بزرگ، در نظر گرفتن احتمال از بین رفتن یک عضو باربر و فرو ریختن زنجیرهای تمام قسمت های متصل به آن الزامی است. این پدیده به نام گسیختگی زنجیرهای طبقه بندی می شود.

بطور کلی باید نشان داده شود که سازه پیش ساخته بد لیل آسیب ها و یا گسیختگی های موضعی دچار گسیختگی زنجیرهای نخواهد گردید ( به بند ۳-۵ مراجعه شود).

## ۴-۲- سایر عامل ها

### ۴-۱- بارهای هنگام جابجایی و نصب قطعات

مقاومت اعضای پیش ساخته بتن آرمه و پایداری شکل آنها باید در برابر نیروهایی که ممکن است در طول عملیات جابجا کردن ( قالب برداری، بلند کردن، انبار کردن، حمل و نصب) وارد شوند، برای هر وضعی که قطعه بتواند نسبت به نقاط اتکا یا نقاط تعلیق خود احراز نماید، تامین شود. همچنین مقاومت قطعات، مقطع و موقعیت میلگردهای جابجایی، شعاع انحنای، نحوه و طول مهاری آنها باید با در نظر گرفتن نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارد بر آنها و مشخصات بتن در سنی که عملیات انجام می شوند کنترل گردد. این عامل ها در مراحل مختلف با توجه به موارد زیر تعیین می شوند.

#### ۴-۱-۲-۱- قالب برداری و بلند کردن

- وضعیت اجرا شده مانند وضعیت افقی، عمودی و یا زاویه‌دار
- اثر مکش و ضربه در موقع خارج کردن قطعه از قالب
- تعداد و محل قلاب‌ها و نوع تجهیزات (ضربه جراثمال)
- وزن عضو و هر قطعه الحاقی به آن که در حین قالب برداری جابجا می‌شوند.

#### ۴-۱-۲-۲- جابجایی در انبار محصول

- جهت عضو قبل از جابجایی (افقی ، عمودی و یا زاویه‌دار)
- تعداد و محل قلاب‌های تعییه شده در عضو برای جابجایی
- محل قرارگرفتن عضو نسبت به اعضای دیگر در انبار (قطعات روی هم انبار شونده)
- قرار گرفتن عضو در محل انبار نسبت به تابش خورشید و تغییر شکل‌های ناشی از آن

#### ۴-۱-۲-۳- انتقال به محل نصب

- جهت عضو قبل از جابجایی (افقی ، عمودی و یا زاویه‌دار)
- طریقه حمل از نظر حالت عمودی و یا افقی و تکیه‌گاه‌های عضو بر روی کامیون
- نوع کامیون حمل کننده و نوع جاده و محل کارگاه
- نیروهای استاتیکی و دینامیکی حاصل از جابجایی

#### ۴-۱-۲-۴- نصب

- تعداد و محل قلاب‌های جابجایی
- جهت و نحوه چرخاندن عضو
- تعداد و محل ادوات موقت تعییه شده در عضو برای نصب
- نیروهای موضعی واردہ به عضو در حین نصب

بطور کلی اینمی هنگام نصب از طریق کنترل سازه تحت اثر ترکیبی از بارهای مرده و بارهای زنده احتمالی با توجه به برون محوری آنان، حاصل می شود.

#### **۴-۲-۲-۲- غیر مستوی بودن قطعات و اثر برون محوری بارها**

تنظیم ناصحیح قطعات یا تابیدگی آنها در هنگام تولید و برون محوری های حاصل در هنگام تولید و نصب حتی در حد رواداری های مجاز ، ممکن است به ایجاد تنש های زیاد در اجزای ساختمان منجر شود و باید در بررسی مقاومت یک عضو پیش ساخته، علاوه بر تعیین مقدار بار وارد، برون محوری اولیه بار مذبور و طول کمانش اعضا در نظر گرفته شوند .

برون محوری ها شامل برون محوری های سازه ای ( ناشی از انکای برون محور کف ها روی دیوار یا ستون)، برون محوری های اتفاقی ( ناشی از عدم انطباق محورها به دلایل اتفاقی و خطاهای نصب) و برون محوری های ناشی از بارها ( باد و یا زلزله) می باشد( به بند ۳-۱-۵-۹ مراجعه شود).

#### **□ ۵- پایداری ساختمان های پیش ساخته بتی**

طراحی سازه های بتی پیش ساخته باید به گونه ای انجام پذیرد که از رفتار منسجم و پایدار سازه اطمینان حاصل شود. پایداری این گونه سازه ها در برابر بارهای قائم و نیروهای جانبی بشرح زیر قابل تامین است.

#### **۱-۱- انتخاب سیستم سازه ای**

سیستم های سازه ای می توانند با عملکردهای زیر اختیار شوند:

الف - عملکرد قاب ساده با اتصالات مفصلی با مهاربندی مناسب در سازه های خطی

ب - عملکرد قاب خمی با اتصالات صلب

پ - عملکرد دیوارهای بر شگیر مشکل از دیوارها و سقف های بهم پیوسته و یکپارچه به همراه اتصالات مناسب. این عملکرد توسط تعدادی دیوار که روی یکدیگر نصب شده و بصورت یک طره قائم که طره ساده نامیده می شود و در پای خود بطور کامل و ارتجاعی گیردار بوده و قادر به تحمل نیروهای افقی در صفحه طره می باشد، قابل تامین است. تعداد زیادی طره ساده را که با پیوندهای ارتجاعی از

انواع مختلف به یکدیگر متصل شده‌اند، می‌توان بصورت یک طرہ مرکب، که مقاومت آن از مجموع مقاومت‌های طرہ‌های ساده بیشتر است، در محاسبات منظور نمود. طرہ‌هایی که به این روش به یکدیگر متصل شوند، ممکن است در یک صفحه قرار نداشته، و به شکل‌های U ، L ، T وغیره کنار هم قرار گرفته باشند.

### ۳-۵ - کلاف بندی

کلاف‌ها میلگردی هستند که بصورت متمرکز یا پخش شده در امتداد محور قطعات پیش‌ساخته یا عمود بر آنها از ابتدا تا انتهای آن قطعه ادامه یافته و در انتهای آن قطعات مجاور مهار می‌شوند. این میلگردها ممکن است در داخل قطعه یا بصورت میلگردی در درز بین دو قطعه مجاور بعد از نصب قطعات و قبل از بتن ریزی و یا ملات ریزی در کارگاه یا حالتی بین این دو اجرا گردد.

کلاف بندی در ساختمان‌های پیش‌ساخته باید به منظور تأمین موارد زیر انجام شود:

الف - جلوگیری از گسیختگی زنجیره‌ای از طریق مشارکت در تعادل جدید پس از گسیختگی موضعی یک عضو باربر.

ب - متصل نمودن قطعات منفرد قائم و افقی به یکدیگر و تبدیل آنها به دیافراگم‌های صلب در رفتار فضایی سازه برای انتقال بارهای جانبی.

پ - جلوگیری از ایجاد ترک‌های بزرگ ناشی از تکیدگی بتن و آثار مربوط به تغییرات دما، رطوبت و بارگذاری‌های نامتعادل از طریق یکنواخت کردن تغییر شکل‌ها.

ت - جذب نیروهای ناشی از خطاها احتمالی هنگام نصب و اختلاف سطح بین تکیه‌گاهها.

### ۱-۲-۵ - انواع کلاف‌ها

کلاف‌ها در سازه‌های بتی پیش‌ساخته به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱ - کلاف‌های داخلی در تراز هر طبقه

۲ - کلاف‌های محیطی در تراز هر طبقه

۳ - کلاف‌های قائم در ارتفاع کل ساختمان

کلافهای داخلی در تراز هر طبقه، در دو جهت عمود بر هم بدون قطع شدگی امتداد دارند و در انتهای به کلافهای محیطی که در پیرامون آن طبقه امتداد دارند مهار می‌شوند.

کلافهای محیطی در تراز هر طبقه، بطور پیوسته و در اطراف کل ساختمان ایجاد می‌شوند.

کلافهای قائم در ارتفاع کل ساختمان، بطور پیوسته از شالوده تا آخرین طبقه ادامه دارند و در هر طبقه در کلافهای افقی و محیطی آن طبقه مهار می‌شوند.

در طرح سازه‌های بتی پیش‌ساخته ممکن است پیش‌بینی یک یا چند نوع از کلافهای گفته شده مورد پیدا نکند.

### ۳-۵ - گسیختگی زنجیره‌ای

منظور از گسیختگی زنجیره‌ای فرو ریختن پشت سرهم قطعات پس از گسیختگی موضعی یک عضو برابر می‌باشد. در ساختمان‌های متشكل از صفحات بزرگ، در صورتی که اتصالات ویژه بین صفحات دیوار و کف وجود نداشته باشند، احتمال پدیدار شدن گسیختگی زنجیره‌ای در اثر گسیختگی موضعی بسیار است. گسیختگی موضعی ممکن است بدلاً لیل زیر اتفاق بیافتد:

- از بین رفتن اتصال صفحات و در رفتن یک دیوار برابر خارجی ساختمان از زیر بار.
- از بین رفتن اتصال یا گسیختگی برخی از دیوارهای برابر داخلی.
- از بین رفتن اتصال صفحات کف یا سقف تحت اثر بارهای قائم پیش‌بینی نشده.

برای جلوگیری از گسیختگی زنجیره‌ای در این سازه‌ها باید روشی مبتنی بر منطق مهندسی برای کنترل و محدود نمودن دامنه خسارات در سازه‌های صفحه‌ای اتخاذ شود. این روش می‌تواند به یکی از دو صورت زیر باشد:

الف – ترتیبی اتخاذ شود که در هر مقطع افقی دلخواه سازه (از جمله مقطعی که از درز اتصال صفحات دیوار به همدیگر و به صفحات کف می‌گذرد)، قطعات برابر قادر به تحمل حداقل نیروی کششی ضریبدار به میزان ۳۸ کیلو نیوتون در متر طول باشند.

برای این منظور باید اتصال صفحات دیوار و کف، با اتصال مکانیکی میلگرد هایی که از صفحات بیرون آمده‌اند تامین شود. معمولاً بنابر محدودیت‌های فضای اتصال، تامین اتصال به کمک پیوستگی متعارف میان بتُن و میلگردها، قابل اجرا نیست.

ب - سازه چنان طراحی شود که در هم شکستگی موضعی برخی از دیوارهای باربر، سبب فروریختن بقیه سازه نشود.

برای این منظور باید سازه در یک حالت حدی ویژه که «حالت حدی بعد از گسینختگی موضعی» نامیده می‌شود مورد کنترل قرار گیرد.

این حالت حدی وقتی اتفاق می‌افتد که یا یک دیوار باربر داخلی و یا دو دیوار عمود بر هم که در گوشه یک فضا (یک اطاق) به هم متصلند، در هم بشکنند. در حالت اخیر، اگر صفحات کف یا سقف یک طرفه کارکنند، یکی از دیوارها باربر و دیگری غیر باربر خواهد بود و اگر صفحات سقفی دو طرفه کارکنند، هر دو دیوار در هم شکسته، باربر خواهند بود.

در این حالت حدی، پس از در هم شکستن دیوار زیرین، دیوار فوقانی باید نظیر طره و یا از طریق «پل زدن» نظیر تیرتیغه کار کند و صفحات کف باید پس از فقدان تکیه گاه میانی یا کناری، بارها را با "رفتار گهواره‌ای" و یا "آویز از دیوار فوقانی" انتقال دهنند.

یک راه حل عملی تامین این نقطه نظر، آویختن صفحات کف از دیوارهای فوقانی به کمک تنگ‌ها یا پیچ و مهره و تامین یکسرگی صفحات کف در روی تکیه گاه است.

در حالتی که صفحات کف، تکیه گاه دیواری زیرین خود را از دست بدھند و شرایط فوق تامین نباشد و یا مانند حالتی که صفحات بام در گوشه های سازه قرار گرفته‌اند، امکان تامین شرایط فوق فراهم نباشد، باید این صفحات چنان طراحی، ساخته و نصب شده باشند که علیرغم از دست دادن تکیه گاه، فرو نریزند.

## □ ۶- مقررات کلی تهیه نقشه‌ها، مدارک و مشخصات فنی

علاوه بر آنچه که در آیین نامه بتُن ایران مندرج می‌باشد، موارد زیر نیز باید در تهیه نقشه‌ها و مدارک مورد نیاز برای سازه‌های پیش‌ساخته بتُنی رعایت شوند:

- نقشه های کلی ساختمان باید شامل پلان، سیستم ایستایی، سیستم بادبندی و کلاف بندی باشند.
- کلیه نقشه های مورد نیاز قبل از تولید قطعات باید به تصویب مهندسین مسؤول طرح رسیده باشند.
- تیپ و تعداد قطعات گوناگون و جزئیات متصل نمودن هریک باید به صورت مجزا در نقشه های مربوط نشان داده شوند.
- مشخصات بتن و میلگرد، نحوه تولید، جابجایی، حمل و نصب برای هر عضو پیش ساخته باید تعیین شود.
- محل عبور لوله های تأسیسات برق و دیگر سوراخ ها و کانال های مورد نیاز و مشخصات اقلام مدفون در بتن و نحوه تقویت نمودن اطراف سوراخ ها (در صورت نیاز) باید مشخص شوند.
- محل تعییه قلاب های لازم برای حمل و نصب و جزئیات هریک باید روی قطعات مشخص شوند.
- مقاومت لازم برای بتن در سنین یا مراحل تصریح شده در اجرا باید برای هر قطعه مشخص شود.
- رواداری های منظور شده در طراحی، خاصه در مواردی که مقادیر آنها در رفتار سازه موثرند باید برای مراحل ساخت و نصب در مدارک ذکر شوند.
- نوع شرایط محیطی مورد نظر و قابل قبول که در طراحی در نظر گرفته شده است باید در نقشه های قطعات ذکر شود.
- در صورت نامشخص بودن شرایط محیطی محل نصب سازه، تغییراتی که لازمند در نقشه ها و مشخصات فنی بعمل آیند باید مشخص شوند.

## □ ۷- رواداری ها

رواداری های مجاز باید در هنگام تولید و نصب قطعات پیش ساخته با توجه به بسی دقتی های احتمالی اجرایی تعیین شود. این خطاهای با تحلیل آماری از خطاهای اندازه گیری شده یا پیش بینی شده بیان

می‌گردند. ابعاد قطعات پیش‌ساخته، براساس سازگاری رواداری های منظور شده توسط طراح، که در تناسب با دامنه دقت در تولید و نصب قطعات اختیار شده اند، تعیین می‌شوند. در طرح قطعات و سازه‌های پیش‌ساخته باید آثار رواداری ها ملاحظه شوند.

## □-۸- قطعات پیش‌ساخته

### ۱-۸- کلیات

طرح قطعات پیش‌ساخته بتُنی باید بر اساس روش‌های طرح اعضای بتُن آرمه، مطابق آیین نامه بتُن ایران و بخش‌های الحاقی آن انجام شود. اینمی و قابلیت بهره برداری قطعات نیز با توجه به مسائل خاصی که در تولید، جابجایی و نصب اینگونه قطعات وجود دارد، بررسی می‌گردد.

### ۲-۸- قطعات مرکب

قطعات مرکب عبارتند از اعضای بتُن آرمه‌ای که از یک عضو بتُن آرمه پیش‌ساخته به اضافه بتُنی که درجا ریخته می‌شود، تشکیل می‌گردند. این قطعات را در صورتی که نیروی مماسی بین دو سطح تماس آنها از طریق اصطکاک یا ادوات برشی منتقل گردد، می‌توان بعنوان یک قطعه بتُن آرمه همگون تلقی کرد. طرح اینگونه قطعات بصورت پیش‌ساخته یا درجا علاوه بر ضوابط بند ۱-۸، با توجه به ویژگی‌های مصالح مورد استفاده مانند مقاومت، تکیدگی، وارفتگی و تغییر شکل پذیری، انجام می‌شود.

### ۳-۸- قطعات دانه تسیبیحی

قطعات دانه تسیبیحی عبارتند از اعضا یا قطعات بتُن آرمه پیش‌ساخته‌ای که به روش پس‌کشیدگی به‌همدیگر متصل می‌شوند. طراحی این قطعات پیش‌ساخته بر اساس ضوابط مربوط به قطعات بتُنی پیش‌تنبیه صورت می‌گیرد.

#### **۴-۸- نشیمن گاهها و نواحی تکیه گاهی**

رفتار نواحی تکیه گاهی باید با فرضیات طرح و رفتار مورد انتظار اتصالات مطابقت داشته باشد. یکپارچگی تکیه گاه با عضو پیش ساخته باید به وسیله آرماتوربندی و محدود نمودن تنש های موجود در این ناحیه با کارگذاری صفحات زیرسربی و مشابه آن انجام شود. برای مقابله با نیروهای احتمالی افقی یا خمی که در ناحیه تکیه گاه بر اثر تغییرات دما، وارفتگی یا تکیدگی بتن یا برون محوری های پیش بینی نشده و غیره پدید می آیند، باید تمهیدات لازم از قبیل قابلیت لغزش یا چرخش یا آرماتوربندی مناسب در این ناحیه پیش بینی گردد.

#### **۵-۸- اجزای مدفعون در بتن قبل از بتن ریزی**

در طرح این اجزا باید امکان انتقال مناسب نیروهای بین آنها و قسمت بتی قطعه پیش ساخته، مقادیر رواداری ها و نیز آسیب های محتمل در حین حمل و نصب برای اجزایی که از قطعه پیش ساخته بیرون آمده اند، مانند تغییر شکل و یا کنده شدن از قطعه، مدنظر قرار گیرند.

#### **۶-۸- اجزای قابل کارگذاری در بتن پس از بتن ریزی**

در صورت وجود محدودیت های اجرایی با تصویب مهندس مسؤول، می توان اجزای کم اهمیتی که از بتن بیرون می زند یا برای بازرسی بصورت نمایان باقی می مانند را در حالی که بتن هنوز در حالت خمیری است در بتن کارگذاشت، مشروط بر اینکه :

الف - اجزای کارگذاری شده به قلاب شدن یا بسته شدن به آرماتور داخل بتن نیازی نداشته باشند.

ب - تا زمانی که بتن در حالت خمیری است، اجزای کارگذاری شده در موقعیت صحیح خود نگه داشته شوند.

پ - در اطراف اجزای کارگذاری شده ، بتن کاملا متراکم شود.

## ۷-۸- مقاومت قطعات در مراحل مختلف جابجایی و نصب

مقاومت قطعات پیش‌ساخته باید با منظور نمودن مقاومت فشاری مشخصه بتون در زمانی که عملیات مربوط در مراحل مختلف صورت می‌گیرند،  $f_{cT}$ ، بررسی شود. حداکثر این مقاومت به مقاومت فشاری مشخصه بتون،  $f_c$ ، مورد نظر در طراحی قطعه یا سازه محدود می‌شود.

## ۸-۸- قلاب‌های حمل

قلاب‌های حمل قطعات پیش‌ساخته باید با منظور نمودن ضریب اصلاحی مندرج در بند ۴-۳ و بازای نیروها و تغییر شکل‌هایی که در طی مراحل بلند کردن، حمل و نصب به آنها وارد می‌شوند، با استفاده از مصالح شکل پذیر طراحی شوند.

## ۹-۸- مهار قطعات پیش‌ساخته در حین نصب

سازه‌ها و قطعات پیش‌ساخته باید در حین نصب، بطور مناسب نگهداری و مهار شوند بگونه‌ای که تا زمان تکمیل اتصالات دائمی، امتداد صحیح و یکپارچگی سازه‌ای اعضا تضمین شود.

## □ ۹- انواع قطعات پیش‌ساخته و ضوابط طراحی آنها

### ۹-۱- قطعات شالوده پیش‌ساخته

شالوده‌های پیش‌ساخته بتونی باید قادر به انتقال بارهای قائم، لنگرهای و برش‌های افقی از ستون‌ها به خاک زیرین خود باشند. در اتصال بین ستون و شالوده، چنانچه از طریق گلدانی‌های ایجاد شده در شالوده انجام شود، فضای گلدان باید به مقدار کافی بزرگ باشد تا بتوان بتون یا مواد پرکننده را در اطراف و زیر ستون براحتی ریخت و متراکم نمود. در این شالوده‌ها فرض می‌شود که انتقال بارهای قائم از ستون به شالوده، توسط سطح زیرین ستون صورت می‌گیرد مگر در حالتی که سطح تماس جانبی ستون و دیواره گلدان به نحوی مناسب زبر شده یا کلیدهای برشی در آنها تعییه شده باشند. تلاش‌های ناشی از لنگرهای خمی و نیروهای برشی را می‌توان از طریق دیواره‌های این شالوده‌ها جذب نمود.

### ۲-۹ - ستون های پیش ساخته

ضوابط طرح و محاسبه ستون های بتی پیش ساخته از نظر کلی باید مطابق با ضوابط مشروح در آیین نامه بتی ایران در مورد قطعات فشاری و ستون ها باشد. علاوه بر موارد مذکور توجه و رعایت موارد زیر در مورد ستون های پیش ساخته الزامی است :

الف - ستون های بتی پیش ساخته در صورتی که بطور افقی تولید و جابجا شوند، باید با توجه به نیروها و لنگرهای اضافی مربوط با احتساب ضریب ضربه مناسب طراحی گردد.

ب - جزئیات خاص آرماتوربندی در دو سر ستون ها با توجه به احتمال شکاف برداشتن آن ضرورت دارد.

پ - کف ستون های فلزی باید با توجه به بارهای هنگام برپایی و بارهای بهره برداری طراحی شوند. این کف ستون ها باید به میلگرد های اصلی ستون مهار شوند. مهاری لازم باید با در نظر گرفتن بارهای وارد به کف ستون ها طرح گردد.

ت - درزهای اتصال افقی ستون های پیش ساخته باید بازی یک نیروی کششی نهایی (ضریبدار) معادل  $1.2A_g$  (که بر حسب نیوتون بیان می شود) محاسبه شوند. برای ستون های دارای سطح مقطعی بزرگتر از مقدار لازم بر اساس ملاحظات بارگذاری، می توان از یک سطح مؤثر کاهش یافته  $A_g$  مبتنی بر سطح مقطع لازم ولی حداقل برابر با یک دوم مساحت کل، بهره گرفت.

### ۳-۹ - تیرهای پیش ساخته

تیرهای بتی پیش ساخته معمولاً بصورت ساده روی دو تکیه گاه طرح می شوند و باید در برابر بارهای افقی ناشی از باد، بارگذاری های نامتعادل، خطاهای احتمالی هنگام نصب یا ضربه، با اعمال تمهیدات کافی در نواحی تکیه گاهی مقاوم شوند.

ضخامت هیچیک از اجزای تیر نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد.

ناحیه تکیه گاهی در هردو سوی تیر و ستون یا لبه دیوار باید علاوه بر بارهای محاسباتی در برابر تلاش های اضافی و اتفاقی زیر مقاوم باشند:

$$T_u = \frac{V_u \ell_n}{300}$$

- لنگر پیچشی اتفاقی به مقدار

- نیروی افقی فشاری یا کششی نهایی به مقدار

$$N_u = 0.20V_u \geq 30 \quad (\text{KN})$$

$V_u$ ، نیروی برشی نهایی در تکیه‌گاه‌ها می‌باشد.

در طراحی تیرهای پیش‌ساخته باید فرض شود که یک خمیدگی در صفحه افق بشکل دایره، با فاصله

$$\frac{\ell_n}{500} \text{ از محور فرضی قطعه در وسط آن، در مراحل قبل و پس از نصب قطعه، در آن بوجود آمده باشد.}$$

#### ۱-۳-۹ - اتصال تیرهای پیش‌ساخته به اعضای سازه‌ای دیگر

استفاده از اتصالات تیرهای پیش‌ساخته به اعضای سازه‌ای دیگر که منحصراً متکی به اصطکاک حاصل از بارهای تقلیل می‌باشد مجاز نمی‌باشد.

#### ۴-۹ - قطعات سقف پیش‌ساخته

قطعات پیش‌ساخته سقف با مقاطع مختلف از جمله مقاطع مستطیلی توپر، سوراخدار، U شکل، T شکل، و T مضاعف ساخته می‌شوند.

این مقاطع با توجه به مقاومت، پایایی، تغییر شکل‌های دراز مدت و مقاومت در برابر آتش سوزی انتخاب می‌شوند. خصامت کلی یا بال مقاطع بتن آرمه باید با توجه به مقاومت در برابر سوراخ شدگی، توزیع عرضی بارها و حداکثر افتادگی مجاز تعیین شود.

در صورتی که سقف‌ها، مرکب از قطعات پیش‌ساخته موازی و مجاور هم‌دیگر باشند باید از اختلاف افتادگی قطعات مجاور در اثر بارهای وارد، از طریق تامین پیوستگی بین قطعات جلوگیری شود. تمهیمات لازم برای تامین پیوستگی و انسجام بین قطعات سقفی تشکیل دهنده سیستم سقف در بند ۱-۴-۹ ذکر شده‌اند.

#### ۱-۴-۹ - سیستم‌های سقف‌های پیش‌ساخته

هدف از ایجاد سیستم سقف در ساختمان‌های پیش‌ساخته تامین موارد زیر است:

- تحمل بار دهانه‌ها
- توزیع عرضی بارها
- توزیع بارهای جانبی بین عناصر مقاوم با عملکرد دیافراگم افقی
- مقاومت در برابر بارهای تصادفی که احتمال دارد بر سقف یا تکیه‌گاهها اثر کنند.

طراحی هریک از سقف‌های پیش‌ساخته مرکب از دال پیش‌ساخته کف با بتون رویه درجا، سقف‌های توپر از نوع بتون آرمه با بتون سبک، سقف‌های سوراخدار بتی با بتون رویه یا بدون آن، سقف‌های تیرچه بلوک، سقف‌های U شکل، T شکل و یا به‌شکل TT پیش‌ساخته، با بتون در جا یا بدون آن، باید با توجه به موارد مذکور در بندهای ۱-۴-۹ تا ۱-۴-۸ صورت گیرد.

#### **۱-۱-۴-۹ - سازمان دادن تکیه‌گاه**

قطعات پیش‌ساخته سقف بصورت ساده یا یکسره روی تکیه‌گاه طرح می‌گردند. اتصالات تکیه‌گاهی باید با توجه به فرض فوق طراحی شوند. در طرح تکیه‌گاه‌های ساده، باید اثر بارهای پیش‌بینی نشده را از نظر دور داشت.

برای ایجاد یکسرگی و جلوگیری از ترک خوردگی بر اثر لنگر منفی روی تکیه‌گاه‌ها، قطعات باید با آرماتور فوقانی با طول مهاری کافی در داخل قطعه و بیرون زده روی تکیه‌گاه طرح شوند. با این عمل می‌توان فرض کرد که بازای بارهای بهره‌برداری و قسمتی از بارهای دائم که پس از بتون ریزی درز و گرفتن و سخت شدن آن وارد آمده‌اند، یکسرگی در تکیه‌گاه وجود دارد.

حداقل عرض نشیمنگاهی روی دیوارها ۵۰ میلیمتر است و این در صورتی است که قطعه دارای آرماتور تحتانی بیرون زده از بتون باشد. برای قطعاتی که هنگام تولید، نخست بصورت قطعات طویل، بتون ریزی شده‌اند و سپس با اره یا وسیله مشابه آن در اندازه‌های مشخص قطع می‌شوند، باید حداقل عرض تکیه‌گاه، با توجه به اثر نحوه برش در دو انتهای قطعه، مشخص شود.

**۴-۱-۲-۶- درزهای طولی بین قطعات مجاور**

درزهای طولی بین قطعات پیش‌ساخته سقف باید چنان سازمان داده شوند که با تحمل برش‌های قائم و طولی در صفحه خود، از بی نظمی های ناشی از تغییر شکل‌های نامساوی حاصل از اختلاف سریار و غیره جلوگیری کنند. برش بین دو قطعه را می‌توان با درزهای سازمان یافته دندانه‌ای یا تعییه آرماتور دوخت با مهار کافی یا یک دال بتُنی رویه درجا با پیوندهای مکانیکی منتقل کرد.

**۴-۱-۳- توزیع عرضی بار**

توزیع عرضی بار بین دو قطعه مجاور تحت بارهای بهره برداری، باید با ایجاد درزهای طولی که دارای قابلیت تحمل برش باشند یا با ایجاد کلافهای بتن ریزی شده درجا، در جهت عمود بر جهت دهانه‌ها، تامین شود.

**۴-۱-۴- عملکرد دیافراگم**

سقف‌های پیش‌ساخته یا نیمه پیش‌ساخته باید به نحوی طراحی گردد که مانند یک دیافراگم صلب نیروهای افقی را با عملکرد قوسی یا خرپائی به مهاری های قائم انتقال دهند. این صلیبیت از طریق پیوستگی و یکپارچگی قطعات، درزها و کلافها با توجه به شکل پذیری آنها انجام می‌شود.

**۴-۱-۵- انسجام سازه‌ای**

سیستم سقف باید با کلافهای داخلی و محیطی که روی تکیه‌گاهها متصل شده‌اند، بصورت یک دال یکپارچه عمل کند و با مرتبه ساختن خود به عناصر برابر دیگر موجب انسجام کلی سازه، بخصوص در حالت انتقال بار از مسیر ثانوی شود. در این موارد باید بندهای "الف" تا "ج" بشرح زیر رعایت شوند:

الف - درموردی که اجزای پیش‌ساخته تشکیل دیافراگم‌های کف یا بام را می‌دهند، اتصالات بین دیافراگم و آن اعضائی که قرار است بطور جانی نگهداری شوند، باید برای یک نیروی کششی نهایی ( ضربیدار ) معادل  $\frac{3}{8}$  کیلو نیوتون بر متر طول طراحی شوند.

ب - در سیستم های کف یا بام باید کلاف های طولی و عرضی که برای یک نیروی کششی نهایی (ضریبدار) معادل ۲۰ کیلو نیوتن بر متر طول یا عرض طراحی می شوند، تدارک دیده شود. کلاف ها

باید روی دیوارهای تکیه گاهی داخلی و بین اعضا و دیوارهای خارجی تامین شده و در یا داخل

فاصله ۶۰ سانتیمتری از صفحه سیستم کف یا سقف قرار گیرند.

پ - فاصله مرکز به مرکز کلاف های طولی موازی با دهانه های دال کف یا بام باید از ۳ متر بیشتر گردد. برای انتقال نیروها در اطراف بازشوها باید تمهداتی صورت پذیرد.

ت - فاصله کلاف های عرضی عمود بر دهانه های دال کف یا بام باید از فاصله گذاری دیوارهای باربر بیشتر گردد.

ث - کلاف های اطراف محیط هر کف یا بام ، در داخل فاصله ۱/۲ متر از لبه، باید برای یک نیروی کششی نهایی (ضریبدار ) معادل ۶۳ کیلو نیوتن طراحی شوند.

ج- در دال های یک طرفه کف و بام پیش ساخته که عرض تراز ۴ متر نباشد، و در مورد اعضايی که

بطور مکانیکی بگونه ای اتصال نیافته اند که سبب گیرداری در جهت عرضی گردند، می توان در

جهت عمود بر میلگرد های خمی از ضوابط آرماتور جمع شدگی و حرارت مندرج در بند ۷-۸

آیین نامه بتن ایران صرف نظر نمود. این چشم پوشی نباید در مورد اعضايی که برای تحمل تنש

های خمی عرضی به آرماتور نیاز دارند، بکار برده شود.

#### ۱-۴-۶- سیستم سقف متسلسل از قطعات سوراخدار

قطع عرضی این سقفها دارای سوراخ هایی به شکل دایره یا بیضی یا مشابه آن می باشد. سطح

تکیه گاهی این قطعات روی دیوار باید یکنواخت و در طول لبه همسطح باشد. حداقل عرض نشیمنگاه

نباید کمتر از ۵۵ میلیمتر باشد. چنانچه در اتصال سقف به دیوارهای داخلی، نیروی برشی محاسباتی کمتر

یا مساوی ۵۰٪ ظرفیت برشی قطعه سقف باشد و تنش حاصل از تماس دو قطعه در تکیه گاه کمتر از

۰.۲۵f<sub>c</sub> باشد، می توان عرض نشیمنگاه را کمتر از مقدار فوق ( حداقل ۴۰ میلیمتر) اختیار نمود. از ترک

خوردگی در قسمت فوقانی ناحیه تکیه گاهی نیز باید جلوگیری گردد. طراحی قطعاتی که قادر میلگرد

برشی در ناحیه تکیه گاه می باشند باید با توجه به حالات گسیختگی زیر انجام شود:

- گسیختگی برشی - فشاری
  - گسیختگی برشی - کششی
  - گسیختگی مهاری میلگرددهای اصلی
- توزیع عرضی بار در این سیستم سقف ، تحت شرایط زیر ممکن می باشد:
- درزهای طولی بین قطعات قادر به انتقال نیروهای برشی قائم باشند.
  - یک سیستم کلاف بندی، از جابجایی‌های جانبی نسبی قطعات مجاور جلوگیری نماید.
- در حالات حدی بهره برداری، تنش کششی ناشی از خمش عرضی ( عمود بر جهت دهانه )، در قسمت تحتانی قطعه، باید به دو سوم مدول گسیختگی بتن،  $f_c$  ، محدود شود.

#### ۷-۱-۴-۹ - سقف‌های مرکب با نیم دال پیش‌ساخته

این نوع سقف مشکل یک دال بتن آرمه تحتانی، آرماتوربندی دوخت بین دال تحتانی و بتن رویه درجا و احتمالا مواد غیر سازه‌ای که برای ایجاد سوراخ داخل سقف به کار برده می‌شوند، می‌باشد.  
این سقف‌ها تحت شرایط زیر همگن فرض می‌شوند:

- هنگام پیش ساختن صفحات تحتانی، سطح تماس آتی آن با بتن رویه عمدتاً زبر گردد.
- در صورتی که تنش برشی بین دو لایه پیش‌ساخته و بتن رویه بیشتر از  $0.03f_c$  باشد و در صورت وجود بارهای دینامیکی و ضربه‌ای، آرماتوربندی دوخت با مهاری کافی بین دو لایه تعییه شود.
- اتصال عرضی، جهت توزیع عرضی بارها در ناحیه درز بین صفحات پیش‌ساخته ایجاد گردد.  
این اتصال را می‌توان با تعییه آرماتورهایی که به همین منظور در بتن رویه قرار می‌گیرند ، به وجود آورد. ظرفیت باربری و خیز نیم دال پیش‌ساخته، قبل از سخت شدن بتن رویه و در مراحل اجرایی، باید با محاسبه یا آزمایش، با توجه به پایه‌های اطمینان موقت، تعیین و کنترل شود.

### ۴-۹-۱-۸- اتصال سقف ها به اعضاء سازه ای دیگر

استفاده از اتصالات سقف به اعضای دیگر سازه ای که منحصراً متکی به اصطکاک حاصل از بارهای ثقلی می باشد مجاز نمی باشد.

### ۵-۹- دیوارهای پیش ساخته

دیوارهای پیش ساخته باربر ممکن است به صورت یک لایه باربر و یا بصورت چند لایه (ساندویچی) ساخته شوند. در لایه باربر دیوارهای پیش ساخته باید حداقل از میلگرد هایی موضعی در گوشه ها و شبکه آرماتور در سطح خارجی برای کنترل آثار ناشی از تکیدگی و تغییرات دما استفاده شود. دیوارهای پیش ساخته باربر چند لایه از یک لایه داخلی باربر و یک لایه عایق حرارتی و یک لایه بتنی خارجی تشکیل می شود.

لایه خارجی باید بطور مستقل قابلیت تغییر شکل داشته باشد در غیر این صورت آثار تغییر شکل های ناشی از تغییرات دما و تکیدگی باید در نظر گرفته شوند.

چنانچه دیوارهای چند لایه بصورت مرکب در نظر گرفته شوند، این فرض باید با آزمایش یا تحلیل ثابت گردد. متصل کننده های لایه های داخل و خارج نیز باید از فلز مقاوم در برابر خوردگی انتخاب شوند. طرح دیوارهای چند لایه باید با در نظر داشتن احتمال حملات مختلف فیزیکی و شیمیایی و همچنین خستگی ناشی از حرکات مداوم لایه ها انجام گیرد. توجه به استقرار دقیق شبکه آرماتور و کیفیت بتن در لایه خارجی موجب افزایش پایایی دیوار خواهد بود.

### ۹-۵-۱- اصول کلی طرح دیوارها

طراحی دیوارهای پیش ساخته بتنی باید بر مبنای ضوابط مندرج در آیین نامه بتن ایران و بخش های الحاقی آن، با ضوابط تکمیلی زیر صورت گیرد.

### ۱-۵-۹ - ضوابط میلگرد گذاری

الف - در دیوارهای پیش‌ساخته غیر پیش تنیده می‌توان مساحت هریک از میلگردهای افقی و قائم را به مقدار ۰/۰۰۱ مساحت مقطع دیوار اختیار کرد.

ب - در دیوارهای پیش‌ساخته پیش تنیده یک طرفه که عریض تر از ۴ متر نباشند می‌توان در جهت عمود بر میلگردهای خمی از ضوابط آرماتور جمع شدگی و حرارت مندرج در بند ۷-۸ بخش اول آیین نامه بتون ایران صرفنظر نمود . این چشم پوشی نباید در مورد قطعاتی که برای تحمل تنش های خمی عرضی به میلگرد نیاز دارند، بکار برد شود.

پ - کلافهای کششی قائم باید برای دیوارهای پیش‌ساخته، بجز لایه غیر باربر با شرایط زیر بکار برد شوند:

پ-۱- دیوارهای پیش‌ساخته باربر باید دارای کلافهای قائم یکسره در ارتفاع ساختمان بوده و برای یک نیروی کششی نهایی (ضربیدار) معادل ۳۸ کیلو نیوتن بر هر متر طول افقی دیوار طراحی شوند. برای هر دیوار پیش‌ساخته باید حداقل دو کلاف تدارک دیده شود که هر کدام برای یک نیروی کششی نهایی (ضربیدار) معادل حداقل ۴۰ کیلو نیوتن طراحی می‌شود.

پ-۲- هنگامی که نیروهای طرح هیچگونه کششی در قاعده دیوار ایجاد نمی‌کنند، می‌توان میلگردهای کششی لازم را در داخل یک دال کف مناسب از بتون مسلح بر روی زمین، مهار نمود.

### ۱-۵-۱۰ - اتصال دیوارها به اعضای سازه‌ای دیگر

استفاده از اتصالات دیوارها به اعضای سازه‌ای دیگر که منحصراً متکی به اصطکاک حاصل از بارهای ثقلی می‌باشند، مجاز نمی‌باشد.

### ۱-۵-۱۱ - بررسی مقاومت فشاری دیوارهای پیش‌ساخته

بررسی مقاومت یک دیوار تحت اثر بار قائم، علاوه بر تعیین مقدار بار وارد شامل تعیین طول کمانش صفحه دیوار و برون محوری اولیه بارهای مزبور بشرح بندهای الف و ب زیر می‌باشد. برون محوری اولیه عبارت از فاصله مرکز بار تا میان صفحه مکانیکی دیوار است.

### الف - طول کمانش صفحه دیوار

طول کمانش صفحه دیوار با توجه به شرایط گیرداری دیوار در بالا و پایین آن و نحوه انقیاد لبه‌های قائم آن بر اساس اصول مقاومت مصالح محاسبه می‌شود. در مناطق زلزله خیز می‌توان یک شمای مفصلی برای اتصالات افقی بالا و پایین دیوار در نظر گرفت.

### ب - برون محوری اولیه

برون محوری‌های جزیی مختلف که در محاسبه برون محوری اولیه دیوارهای پیش‌ساخته و تعیین مقاومت فشاری آنها منظور می‌شوند، در صورت فقدان اطلاعات آماری جامع، بشرح زیر می‌باشند:

ب-۱- برون محوری ناشی از انحراف میان‌صفحه مکانیکی واقعی و میان‌صفحه هندسی دیوار ( $e_1$ ).

مقدار این برون محوری، در صورتی که دیوار پیش‌ساخته بصورت افقی بتن ریزی شده باشد در جهت کف قالب برابر است با:

- صفر تا ۲ درصد ضخامت دیوار برای دیوارهای باربر یک لایه:

- صفر تا ۳ درصد ضخامت دیوار برای دیوارهای چند لایه:

برای دیوارهای پیش‌ساخته بتن ریزی شده بصورت قائم  $e_1$  برابر صفر منظور می‌شود.

در روابط فوق  $h$  ضخامت دیوار می‌باشد.

ب-۲- برون محوری ناشی از نقص غیر مستوی بودن ( $e_2$ ).

مقدار این برون محوری، در هر دو جهت، متناسب با درجه کنترل کیفیت اجرای کار برابر با ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۳ ارتفاع دیوار منظور می‌شود.

$$e_2 = (0.002 \text{ تا } 0.003)L$$

در این رابطه  $L$  ارتفاع دیوار می‌باشد.

ب-۳- برون محوری سازه‌ای ناشی از اتكای برون محور کف‌ها روی دیوارها ( $e_3$ ).

تنش اتكایی کف پیش‌ساخته روی دیوار پیش‌ساخته بصورت مثلثی فرض می‌شود که رأس آن در انتهای کف پیش‌ساخته و قاعده آن در وجه داخلی دیوار قرار دارد و مقدار برون محوری سازه‌ای بار کف روی دیوار، برابر با فاصله مرکز تنش اتكایی تا میان‌صفحه مکانیکی دیوار می‌باشد.

ب-۴- برون محوری سازه‌ای ناشی از عدم انطباق محور درز افقی و محور دیوار (e<sub>4</sub>).

می‌توان فرض کرد که مرکز بار منتقل شده از دیوار و عکس العمل درز، در مرکز سطح مشترک بین دیوار و درز افقی قراردارد و در صورت عدم انطباق محور درز و محور دیوار، برون محوری عکس‌العمل درز نسبت به محور دیوار با این فرض محاسبه می‌شود.

ب-۵- برون محوری سازه‌ای ناشی از عدم انطباق محور دو دیوار روی هم (e<sub>5</sub>).

می‌توان فرض کرد که مرکز بار منتقل شده از یک دیوار به دیوار تحتانی و عکس العمل آن، در مرکز سطح مشترک بین دو دیوار قراردارد و در صورت عدم انطباق محور دیوارها، برون محوری عکس‌العمل دیوار تحتانی نسبت به محور دیوار فوقانی با این فرض محاسبه می‌شود.

ب-۶- برون محوری اتفاقی ناشی از خطاهای نصب دیوارهای پیش‌ساخته (e<sub>6</sub>).

در ساختمان‌های پیش‌ساخته بیش از یک طبقه، مقدار برون محوری فوق در صورتی که موقع نصب دیوار فوقانی، دیوار تحتانی قابل رویت باشد برابر  $5 \pm$  میلیمتر و در غیراینصورت برابر  $10 \pm$  میلیمتر فرض می‌شود.

ب-۷- برون محوری‌های ناشی از بارهای جانبی (e<sub>7</sub>).

برون محوری‌های ناشی از بارهای جانبی نظیر باد یا زلزله را می‌توان بر اساس لنگرهای ایجاد شده تحت اثر این بارها در مقاطع مختلف دیوار محاسبه نمود. بسته به مورد، دیوارها مشابه دال‌های متکی به دو، سه یا چهار لبه در نظر گرفته شده و اتکای دیوار در لبه‌های بالا و پائین، مفصلی فرض می‌شود.

ب-۸- برون محوری اولیه بارها در مقاطع مختلف دیوارها (e).

برون محوری اولیه دیوارها، در مقاطع بالا، پائین و سایر مقاطع آنها، با توجه به برون محوری‌های جزیی مطابق بند‌های ب-۱ تا ب-۷ و با منظور نمودن جمع جبری برون محوری‌های جزیی به دست می‌آید. برای طرح دیوار بازی هر مقدار محتمل برون محوری، نیروی محوری نهایی متناظر با آن محاسبه شده و نامساعدترین حالت مدنظر قرار می‌گیرد.

٩-٦- اتصالات

۹-۶-۱ - کلیات

منظور از کلمه اتصال ناحیه‌ای است که قطعات در آن ناحیه به هم متصل می‌شوند. این ناحیه در برگیرنده فضای بین دو قطعه و همچنین قسمت‌هایی از قطعات است که در آن تمهیدات خاصی برای اتصال با قطعه مجاور انجام گرفته است. کلمه درز به سطح تماس و یا فضای بین دو قطعه متصل شده اطلاق می‌شود.

طرح درزها، بر اساس تلاش‌های بدست آمده از تحلیل مجموع سازه و اثر متقابل نیروهای دوقطعه همچوپان صورت می‌گیرد. سختی درز، تعیین کننده قابلیت تغییر شکل آن و بنابراین تعیین کننده نحوه انتقال بارها و پخش تلاش‌ها در داخل سازه است.

مقاومت و سختی، درزها را می‌توان، یا فرمول‌های تحلیلی، یا آزمایش‌های تجربی، به دست آورد.

د، طرح اتصالات مواد زیر باید، عایت شوند:

الف - مقاومت و تغییر شکل پذیری درز رفتار منسجم و پایدار سازه را تضمین نماید.

ب- سهولت و سرعت در هنگام احرا مدنظر باشد.

ب- ابعاد درز با توجه به الزمات احرایی و روابطی،ها و بازرسی، آسان، آنها طرح شود.

- شرایط نامناسب هنگام اجرا و احتمال شرایط معاییر با شرایط آزمایشگاهی و بی دقتی‌های هنگام نصب مدنظر باشد.

درزها، بسته به نوع رفتار اصلی و اولیه خود در ساختمان، به درزهای برشی، درزهای فشاری و درزهای خمی - کششی تقسیم بندی می‌شوند.

۹-۶-۲ - درزهای برثی

منظور از درزهای برشی، درز قائم بین قطعات دیواری در یک سیستم دیواری یا درز بین دیوارهای برشگیر و قطعات تیر و ستون در یک سیستم خطی، یا درز بین قطعات کف هنگام عملکرد دیافراگم افقی، یا درز بین قطعات پیش ساخته و بتن درجا در قطعات مرکب می باشد. این درزها ممکن است به صورت

ساده یا دندانه‌دار در لبه‌ها باشند. این درزها اصولاً تحت تأثیر نیروهای مماسی موازی محور درز که نیروهای برشی نامیده می‌شوند، قرار دارند.

تلاش‌های برشی در درزهای قائم ممکن است به صورت عکس‌العمل بارهای جانبی، اختلاف سربار در دو طرف درز و یا نشست شالوده‌ها ایجاد شوند. این برش ممکن است با یک نیروی زیاد فشاری یا کششی در حالت انتقال بار از مسیر ثانوی (بعداز گسیختگی موضعی عضو باربر) توأم گردد. عکس‌العمل مجموع این نیروها در داخل درز دارای یک مؤلفه در جهت محور درز و یک مؤلفه عمود بر آن است. مؤلفه عمود بر محور درز معمولاً با قلاب‌های بیرون زده از قطعه و مهار شده به میلگرددهای داخل درز کنترل می‌شود. مؤلفه در جهت محور درز یا نیروهای مماسی نیز با سازمان یافتنی لبه قائم قطعات که قادر به تحمل نیروهای برشی می‌باشد، جذب می‌گردد. این نوع سازمان یافتنی ممکن است از طریق تعییه میلگرددهای بیرون زده از لبه صاف یا لبه‌های کنگره‌ای یا دندانه دار قطعات صورت پذیرد.

### ۱-۲-۶-۹ - مقاومت برشی نهايی درزهای برشی

مقاومت برشی نهايی درزها در جهت محور درز با آزمایش‌های تجربی یا فرمول‌های تحلیلی با توجه به نوع سازمان یافتنی لبه‌ها، مقاومت بتُن و درصد آرماتور درز تعیین می‌شود. برای تعیین مقاومت حدی نهايی درزهای برشی، توزیع تنش در یک ناحیه محدود درز، بصورت یکنواخت فرض می‌گردد. در صورتی که در طرفین یک درز بطول  $\ell$ ، لبه قطعات مجاور درز دارای فرورفتگی‌هایی به شکل کلی یک ذوزنقه با تعاریف و مشخصات زیر باشد، مقاومت برشی نهايی درز را در جهت محور طولی درز می‌توان با استفاده از روابط ۱ و ۲ به دست آورد.

$h_k$  : طول قاعده بزرگ ذوزنقه در امتداد لبه قطعه و حداقل برابر ۵۰ میلیمتر

$\phi_k$  : زاویه اصلاح ذوزنقه با قاعده بزرگ، و حداقل برابر ۶۰ درجه

$t_k$  : ارتفاع ذوزنقه و حداقل برابر  $10 \frac{h_k}{8}$  میلیمتر و یا هر کدام بزرگتر باشد.

$b_j$  : ضخامت موثر ماده پرکننده درز و حداقل برابر با حداقل ضخامت قطعات مجاور درز، میلیمتر

$b_k$  : ضخامت فرورفتگی بر حسب میلیمتر و حداقل برابر  $b_j$

$n$  : تعداد فرورفتگی‌ها در طول درز

$\ell_j b_j = A_j$  : سطح مقطع کل درز در جهت برش

$h_k b_k = A_k$  : سطح موثر یک دندانه فرورفتگی (سطح موثر دندانه)

$A_s$  : سطح مقطع میلگردهای عرضی بیرون آمده از لبه (با توزیع تقریباً یکنواخت) که در داخل قطعه و درز مهار شده اند.

$\alpha$  : زاویه میلگردهای بیرون آمده از قطعه با لبه قطعه بین ۴۵ تا ۱۳۵ درجه که به نحو مناسبی مهار شده باشند.

d. فاصله لبه دو قطعه طرفین درز از هم دیگر

$$V_r \leq \mu \phi_n \left[ \phi_s A_s f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) + N_u \right] + 0.10 \phi_n \phi_c f_c A_k n \quad (1)$$

$$V_r \leq 0.30 A_j \phi_c f_c \quad (2)$$

این تعاریف بدون استفاده از شکل کمی مبهم است که مراجعه به تفسیر راهگشا می‌باشد. در این روابط:

-  $\mu$  : ضریب بیان کننده دخالت فولاد عرضی و نیروی محوری در ظرفیت برشی و بشرح زیر می‌باشد:

- برای لبه‌های دندانه دار:  $\mu = 0.90$

- برای لبه‌های صاف:  $\mu = 0.50$

-  $\phi_n$  : ضریب جزیی اینمی اصلاحی می‌باشد که مطابق بند ۴-۳ تعیین می‌شود. درزها، درصورتی که

مقدار d کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد «بسته» و در غیراینصورت «باز» فرض می‌شوند.

-  $N_u$  : نیروی فشاری است که روی سطح مقطع درز در بحرانی ترین حالت تعیین کننده، متناظر با

سایر نیروها اثر می‌کند. در رابطه (1) درصورتی که نیروی کششی روی سطح مقطع درز اثر نماید،  $N_u$  با

علامت منفی منظور می‌شود.

-  $f_c$  : مقاومت فشاری مشخصه بتن مربوط به پرکننده درز می‌باشد.

- مقدار  $A_k$  ، در صورت تحقق هر کدام از شرایط زیر برابر صفر فرض می‌شود:

- لبه قطعات ساده و بدون دندانه باشد.

- ضوابط هندسی ابعاد فرورفتگی‌ها رعایت نشده باشند.

$$\frac{nA_k}{Aj} \text{ کمتر از } 2/2 \text{ باشد.}$$

- حداقل مقدار  $A_s$  از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$A_s \geq 0.01Aj \frac{\phi_c f_c}{\phi_s f_y} \quad (3)$$

#### ۶-۲-۲- سختی درزهای برشی

سختی درزهای برشی تعیین کننده شکل پذیری، نحوه انتقال بارها و چگونگی یکپارچه عمل نمودن قطعات پیش‌ساخته است.

برای سهولت در تعیین آثار بارها، رفتار سازه‌ها الاستیک و درزها بصورت یکپارچه با قطعات هم‌جوار فرض می‌شوند. لیکن برای قسمت‌هایی از سازه بسته به مقدار بار وارد بر آن سختی معینی تعریف می‌گردد. در صورت فقدان مقادیر دقیق و اطلاعات مشخص در مورد سختی درزها، سختی برشی الاستیک  $C_j$  برای استفاده در تحلیل ارتتعای سازه‌های پیش‌ساخته برابر مقدار زیر فرض می‌شود:

$$C_j = 5 \times 10^3 \frac{V_r}{A_j} \quad (\text{MPa/m}) \quad (4)$$

چنانچه از شکل پذیری درزهای برشی قائم در تحلیل دیوارهای برشگیری که از صفحات پیش‌ساخته ترکیب یافته‌اند، در مواجهه با نیروهای جانبی صرف‌نظر گردد و کل دیوار یکپارچه فرض شود، مقدار تنش‌های محاسبه شده ابتدا و انتهای دیوار یکپارچه، باید برای درزهای ساده باندازه ۲۵ درصد و برای درزهای دندانه‌دار باندازه ۱۵ درصد افزوده شود و مقاومت برشی درزهای قائم بین دیوارها نیز براساس برش‌های محاسبه شده کنترل شود.

#### ۶-۳- درزهای فشاری

منظور از درزهای فشاری، درزهایی است که برای انتقال نیروهای محوری یا نیروهای محوری با بروز محوری بسیار کم، بین قطعات پیش‌ساخته مانند دیوارها، طرح می‌شود.

این درزها معمولاً بصورت افقی هستند و پس از آرماتوربندی و پرکردن آنها با ملات یا مواد پرکننده، بعد از نصب قطعات در کارگاه، تکمیل می‌شوند.

درزهای فشاری ممکن است تحت اثر یک یا چند مورد از نیروهای زیر قرار گیرند.

- بارهای قائم (شامل بارهای مرده و زنده و مؤلفه قائم نیروهای افقی در طبقه موردنظر)
- نیروهای برشی و خمشی در صفحه قطعات سقف (هنگام عملکرد دیافراگم)
- نیروهای کششی یا فشاری ناشی از عملکرد کلاف بندی
- خمش و برش حاصل از عملکرد بارگذاری سقف‌ها

در ساختمان‌های متشكل از قطعات دال و دیوار پیش‌ساخته، آرماتوربندی درزهای فشاری بین دیوارها، باید شامل قلاب‌های بیرون زده از سقف‌ها و دیوارهای تحتانی به اضافه میلگردهای طولی کلاف در داخل درز افقی باشد. به این ترتیب اتصالی تشکیل می‌شود که مخصوصاً در هنگام خرابی‌های موضعی مقاوم است. اتصال این قلاب‌ها به قطعه فوقانی دیوار موجب می‌شود که تابع گسیختگی زنجیرهای شوند. مقاومت ملات پرکننده درز نباید کمتر از ۷۰٪ مقاومت بتن قطعات پیش‌ساخته مجاور باشد، مگر در شرایطی که درز بر اساس مقاومت واقعی ملات طراحی گردد.

استفاده از درزهای خشک، (بدون ملات ریزی در کارگاه) تنها در شرایطی که دقت و نظارت و بازرگانی شدید هنگام تولید و نصب وجود داشته باشد مجاز است.

### ۱-۳-۶-۹ - مقاومت فشاری نهایی درزهای فشاری

ارزیابی مقاومت فشاری نهایی درزهای فشاری باید بر مبنای نتایج آزمایش‌های مختلف در مورد انواع شکل‌های متفاوت آنها صورت گیرد. لیکن در صورت فقدان چنین نتایجی می‌توان مقاومت فشاری نهایی آنها را با استفاده از رابطه زیر تعیین نمود.

$$N_r \leq A \phi_n \phi_c f_c \quad (5)$$

در این رابطه:

$A$  ، مساحت سطح تماس صفحه و درز،  $f_c$ ، مقاومت فشاری مشخصه بتن دیوار و  $\phi_n$  ضریب اصلاحی مربوط به کاهش مقاومت درز و به شرح زیر می‌باشد.

$\phi_n = 0.80$  در صورتی که A برابر سطح مقطع دیوار بوده و یا کف‌ها (شامل درز) در محل بتون ریزی شوند.

$\phi_n = 0.70$  در صورتی که یکسرگی مکانیکی بین صفحات کف از طریق میلگردها تأمین شود و نوع بتون درز تقریباً مشابه نوع بتون دیوار باشد.

$\phi_n = 0.50$  برای بقیه حالات

#### ۶-۶-۴- درزهای خمثی - کششی

درزهای خمثی - کششی به طور عمده به درزهای بین صفحات سقف و دیوار که با صلیبت خمثی خود ایجاد گیرداری خمثی می‌نمایند، اطلاق می‌شود. لنگر خمثی وارد بر درز، بستگی به سختی عضو و همچنین سختی درز دارد. در کنار بررسی مقاومت درز در برابر ممان خمثی و نیروهای محوری، مقاومت برشی درز نیز باید کنترل گردد.

پیوستگی و مهار آرماتورها در درزهای خمثی الزامی است. این پیوستگی باید از طریق وصله کافی، حدیده کردن، قلاب و دیگر روش‌هایی که با فرضیات هنگام تحلیل سازه هماهنگ باشد، انجام شود.

#### ۷-۹- نشیمن‌گاه‌ها

۷-۱- نشیمن‌گاه اعضا کف یا بام پیش‌ساخته بر روی تکیه‌گاه‌های ساده باید بندهای ۲-۷-۹ الی ۴-۷-۹ را برآورده سازد.

۷-۲- تنش اتکایی مجاز در سطح تماس بین اعضا متکی و تکیه‌گاهی و بین اجزای باربر میانی نباید از مقاومت اتکایی سطح و نیز جزء باربر بزرگتر گردد. مقاومت اتکایی بتون باید برابر با مقدار داده شده در قسمت ۱۰-۱۱ بخش دوم آیین نامه بتون ایران اختیار شود.

۷-۳- ضوابط (الف) و (ب) زیر باید برآورده شوند مگر اینکه آزمایش یا تحلیل نشان دهد که به رفتار سازه خدشهای وارد نخواهد شد.

الف- اندازه های طراحی هر عضو و سیستم تکیه گاهی آن باید به گونه ای برگزیده شوند که، پس از منظور نمودن رواداری ها، فاصله لبه تکیه گاه از انتهای عضو پیش ساخته در جهت دهانه، حداقل  $\frac{1}{180}$

طول آزاد دهانه  $n^{\ell}$  باشد، ولی از مقادیر زیر کمتر نگردد:

- برای دال های توپر یا توخالی ۵۰ میلیمتر

- برای تیرها یا اعضای دارای جان ۷۵ میلیمتر

ب- صفحات نشیمن در لبه های غیر مسلح باید حداقل به اندازه ۱۵ میلیمتر و در مورد لبه های پخ شده، حداقل به اندازه پخ، از لبه فاصله داشته باشند.

**۴-۷-۹** - در اعضای پیش ساخته معین استاتیکی، لزومی ندارد که ضوابط بند ۱-۲-۳-۱۸ آیین نامه بتن ایران برای آرماتور لنگر خمشی مثبت بکار برد شوند، ولی حداقل یک سوم آرماتور خمشی مثبت باید با توجه به رواداری های مجاز تا وسط طول نشیمن ادامه یابد.

## □ ۱۰- سیستم های متعارف سازه ای پیش ساخته

### ۱-۱۰- سیستم های دیواری

سیستم های دیواری از به هم پیوستن تعدادی دیوار که در تراز هر طبقه با سقف هایی که عملکرد دیافراگم افقی را انجام می دهند، تشکیل می شود. سقف ها ممکن است متكی بر دیوارها (سیستم دیوار باربر) یا تیر و ستون، باشند. در هردو حالت پایداری سازه در برابر بارهای جانبی، توسط سیستم دیوار تأمین می شود. اتصالات به صورت قائم و افقی مشکل از بتن یا ملات می باشند و در صورت نیاز در داخل آنها میلگرد قرار داده می شود. تحلیل سیستم برای بارهای قائم، جانبی و گسیختگی موضعی باید به صورت مجزا انجام شود و هنگام طرح، اینمی سازه در برابر آثار مجموع آنها بررسی گردد. مقاومت در برابر بارهای جانبی می تواند بوسیله دیوارهایی که روی یکدیگر قرار گرفته و در یک یا دو امتداد عمود بر هم استقرار یافته اند، تأمین شود.

تأمین انسجام کلی سازه باید از طریق ایجاد یک شبکه کلاف بندی قائم و افقی، بدون قطع شدگی، انجام گیرد.

ایمنی دیوار باید حداقل در دو ناحیه بحرانی بشرح زیر کنترل شود:

- در قسمت میانی دیوار : در این ناحیه کنترل مقاومت دیوار باید با احتساب بارهای قائم همراه با بروز محوری کل و با توجه به لاغری قطعه انجام شود. ظرفیت باربری دیوار در این ناحیه با توجه به ضوابط کلی در مورد اعضای بتُنی لاغر تعیین می‌شود.
- در محل درز : در این ناحیه دیوار باید با توجه به بارهای دیگر موجود در درز و همچنین مقاومت ملات تشکیل دهنده درز کنترل شود.

## ۱۰-۲- سیستم‌های خطی (تیر و ستون)

سازه ساختمان‌هایی که از قطعات خطی تشکیل شده‌اند، براساس یکی از سه مدل سازه‌ای زیر طرح می‌شود:

۱- قاب خمی

۲- ستون‌های پیوسته طره

۳- قاب ساده همراه با دیوارهای باربر

دیوارهای باربر را می‌توان با مدل‌های ۱ و ۲ ترکیب کرد. معمولاً در همه مدل‌ها، سقف‌ها به عنوان یک دیافراگم افقی در مقاومت همکاری می‌کنند.

در این سیستم، اتصالات، در تحلیل سازه باید با فرض مفصلی بودن در برابر بارهای جانبی و با قبول مدل واقعی سختی در عملکردهای دیگر سازه وارد محاسبه شوند.

اتصالاتی که صلب فرض شوند، باید درجا بتن ریزی شوند یا کاملاً با جزئیات اتصال قاب درجا بتن ریزی شده، مشابه باشند. در غیر اینصورت باید مقاومت خمی و سختی آنها در نامناسب‌ترین شرایط توسط آزمایش‌های دقیق ثابت شده باشند. در این آزمایش‌ها بخصوص باید اثر بارهای نوسانی و تغییرات داخلی سازه بر اثر جمع شدگی بتن و تغییرات دما تعیین گردد.

## □ ۱۱- تولید قطعات پیش ساخته در شرایط کارخانه ای و کنترل کیفی

### ۱۱-۱- کلیات

قطعات پیش ساخته بتنی در کارخانه یا در محل کارگاه در شرایط کارخانه ای تولید می شوند. مراحل تولید شامل آماده سازی مواد اولیه و قالب ها، استقرار آرماتور، قالب حمل و دیگر ملحقات لازم در داخل بتن، اختلاط و حمل بتن، بتن ریزی و مرتعش نمودن آن، حفظ و مراقبت و پروراندن بتن، قالب برداری و در نهایت انبار نمودن قطعات می باشد.

مراحل فوق باید چنان طراحی و سازماندهی شوند که روند مستمر تولید با هدایت و نظارت متخصصین ذیربیط ایجاد گردد. در این روند، مکانیزه کردن، سرعت بخشیدن، اقتصادی نمودن و کنترل کیفیت فرآورده ها، همچنین بهبود شرایط کار و به حداقل رسانیدن آثار جوی هنگام تولید مدنظر می باشند. این مراحل باید با فرضیاتی که هنگام طرح و محاسبه ساختمان ( از نظر مقاومت ها و بارگذاری های هنگام تولید ) منظور شده اند، هماهنگ باشند.

روند تولید قطعات پیش ساخته به مراحل زیر تقسیم می گردد.

### ۱۱-۱-۱- تهییه و انبار نمودن مواد اولیه

مواد اولیه اصلی در کارخانجات پیش ساخته، میلگرد، سیمان، سنگدانه های مختلف، آب و در صورت لزوم مواد افزودنی می باشند.

طریقه صحیح حمل و انبار کردن این مواد در کارخانه، باعث بهبود کیفیت تولیدات، کاهش ضایعات، افزایش سرعت تولید و در نتیجه اقتصادی تر شدن کالا می باشد.  
میلگردها باید بسته به نوع و قطر آنها دسته بندی و انبار شوند، سپس به صورت شبکه های مسطح یا قفسه های آرماتور آماده سازی شده ، بطور یکپارچه قبل از بتن ریزی داخل قالب قرار گیرند.

### ۱۱-۱-۲- ضوابط ساخت و بکار گرفتن قالب ها

قالب های مورد استفاده هنگام ساختن قطعات پیش ساخته، ممکن است از ورق فلزی، چوب، بتن، آلومینیم، پلاستیک یا ترکیبی از آنها باشند. در تهییه قالب توجه به طریقه بستن و باز نمودن آنها، مقاومت

و عدم تغییر شکل آنها هنگام ریختن و مرتعش نمودن بتون تازه، دقت در صاف و مسطح بودن قالب با توجه به رواداری‌های قطعه، همچنین آب بند بودن آنها و نداشتن درزهایی که باعث خروج دوغاب (شیره) بتون گردد، الزامی است.

### ۱-۱-۳-۳- اختلاط بتون و بتون ریزی

ساختن بتون باید با توجه به مشخصات و نوع بتون مورد نیاز قطعه انجام گیرد. برای این منظور باید از یک مرکز تهیه بتون که بتوان با آن نسبت ترکیب مواد متشکله بتون را به صورت وزنی یا حجمی اندازه‌گیری و سپس مخلوط نمود، استفاده شود. پس از ساختن بتون باید آن را بوسیله منتقل کننده‌های مکانیکی یا هر وسیله حمل مناسب دیگر به صورتی که لطمه‌ای بر مشخصات آن وارد نگردد، حمل کرد. بتون باید تا حدامکان در جایگاه نهایی خود ریخته شود. بتون ریخته شده در قالب باید با لرزاننده‌ها یا پرس‌های مکانیکی متراکم گردد.

### ۱-۱-۴ - عمل آوردن بتون

مجموعه تدابیری که تحت عنوان عمل آوردن بتون مطابق با ضوابط مندرج در آیین نامه بتون ایران شامل مراحل مختلف «مراقبت»، «محافظت» و «پروراندن» می‌باشد، باید در ساختن قطعات پیش‌ساخته نیز رعایت شوند. هنگام تولید قطعات بتونی پیش‌ساخته، پروراندن بتون به منظور تسريع در گرفتن و سخت شدن آن باید به کمک حرارت، رطوبت، فشار یا ترکیبی از آنها انجام شود. این عمل به منظور تسريع در باز کردن قالب‌ها و استفاده بهینه از آنها و سرعت بخشیدن به امر تولید می‌باشد.

حرارت دادن به بتون تازه باید به نحوی طراحی شود که حرارت به صورت تدریجی زیاد شده و سپس به طور یکنواخت و کافی به بتون داده شود، پس از آن بتون به صورت تدریجی خنک گردد و پس از اتمام مرحله پروراندن به دمایی نزدیک دمای محیط رسانیده شود.

این عمل باید در تمام حجم بتون بطور یکنواخت اعمال گردد تا مقاومت بتون بطور مطلوب در همه نقاط یکنواخت باشد. عدم یکنواختی مقاومت بتون باعث خواهد شد که در موقع بازکردن قالب‌ها، تلاش‌ها و

تنش های پیش بینی نشده ای در قسمت های مختلف قطعه به وجود آید و موجب ترک خوردگی سطح بتن، تقلیل حاشیه ایمنی و کاهش پایایی سازه گردد.

### ۱۱-۵- قالب برداری

زمان و نحوه باز کردن قالب ها باید چنان سازمان داده شوند که خمن به حداقل رسانیدن زمان و نیروی کار لازم، بتن بتواند تنش های مؤثر را تحمل کند و تغییر شکل آن از تغییر شکل های پیش بینی شده تجاوز نکند.

### ۱۱-۶- کنترل کیفی در هنگام ساخت و بعد از تولید قطعات بتنی

در تولید صنعتی، کنترل در کارخانه در مراحل قبل از ساختن، هنگام ساختن و پس از ساختن انجام می شود. در مرحله قبل از ساختن، مصالح سنگی از هر معدن تازه و هرنوع سیمان جدید و فولاد باید کنترل شوند. در مرحله ساختن، کنترل قالب ها، وسایل جابجایی و نحوه پروراندن بتن و حرارت دادن و پس از ساختن، بازرسی قطعات بلا فاصله پس از باز کردن قالب ها، نحوه انبار کردن، عملیات بارگیری و ارسال برای نصب ضروری است. علاوه بر این باید دو درصد قطعات تولید شده برای بررسی مقاومت تا حد گسیختگی بارگذاری شوند (در صورتی که قطعات آزمایش شده، به طور مرتباً جوابگوی مشخصات باشند، می توان تعداد قطعات مورد آزمایش را به نصف تقلیل داد).

ارزیابی مقاومت قطعات مرکب پیش ساخته، می تواند با رعایت ضوابط زیر، در مورد جزء پیش ساخته منفرد صورت گیرد:

الف - بار آزمایش باید آن باری باشد که هنگام وارد شدن به عضو پیش ساخته منفرد، همان نیروی کلی موجود در آرماتور کششی در زمان بارگذاری عضو مرکب با بار آزمایش خواسته شده در بند ۴-۱۹ آیین نامه بتن ایران را ایجاد کند.

ب - بارهای آزمایش باید تنها زمانی وارد شوند که محاسبات نشان دهنده جزء پیش ساخته منفرد در فشار یا کمانش بحرانی نخواهد بود.

پ - تأیید یا رد جزء منفرد پیش ساخته باید بر اساس ضوابط فصل ۱۹ آیین نامه بتن ایران پذیرد.

### ۱-۱-۷- نشان گذاری و شناسایی

هر قطعه پیش‌ساخته باید به منظور مشخص شدن محل و تعیین موقعیت آن در سازه و زمان ساخت نشان گذاری شود. نشانه‌های شناسایی باید با نقشه‌های جایگذاری مطابقت داشته باشند. این نشانه‌های شناسایی باید به برگه شناسایی قطعه که شامل اطلاعات حداقل زیر است، مرتبط باشند:

- نام قطعه با علامت مشابه در نقشه‌ها

- ابعاد قطعه

- وزن قطعه

- وزن میلگردھای قطعه

- تعداد قلاب‌های حمل و ادوات موقت برای نصب

- محل نصب قطعه در سازه

- دستورالعمل مربوط به مراحل تولید تا تثبیت قطعه در سازه

مشخصات مندرج در برگه شناسائی قطعه می‌توانند در نقشه‌های اجرایی منعکس شوند.

### ۱-۱-۸- جابجایی و انبار نمودن قطعات

بلند نمودن و جابجایی قطعات در کارخانه باید توسط ابزار مخصوص و بدون اعمال ضریبه به قلاب‌ها و میل مهارهایی که به این منظور در محل مناسب در داخل قطعه تعییه شده‌اند، انجام گیرد.

محل و نحوه انبار نمودن قطعات باید به نحوی سازماندهی شوند که قطعات بطور مستقل مستقر گردیده و از تغییر شکل دادن و تاییدگی آنها در این مرحله جلوگیری گردد.

## □ ۱۲- حمل و نقل و نصب قطعات و کنترل کیفی

### ۱-۱۲- مقررات عمومی مربوط به حمل قطعات پیش ساخته

حمل قطعات پیش ساخته از کارخانه تا محل نصب باید توسط وسایل نقلیه ویژه ای که برای این نوع قطعات ساخته شده اند، با رعایت قوانین ترافیکی و حمل و نقل منطقه انجام شود. ابعاد و وزن قطعات باید چنان انتخاب گردد تا انتقال آنها از کارخانه تا کارگاه، از نظر معابر و پل های سرراه بدون اشکال صورت پذیرد.

همچنین بسته بندی، بارگیری و حمل قطعات باید به نحوی سازماندهی گردد که از ضربه خوردن و واژگون شدن قطعات هنگام حمل اجتناب شود.

### ۲-۱۲- برنامه ریزی نصب قطعات در کارگاه

نصب قطعات پیش ساخته باید تحت سرپرستی و نظارت افراد مجبوب، یا تکنسین های متخصص که برای نصب این نوع سازه ها آموزش دیده اند، انجام گیرد. ماشین آلاتی که هنگام نصب استفاده خواهند شد، باید با توجه به ابعاد و وزن قطعات، محل استقرار ماشین و شعاع عملکرد آنها انتخاب شوند.

### ۳-۱۲- کنترل کیفی هنگام نصب

کنترل پس از نصب و قبل از اجرای اتصالات باید شامل بازرسی نحوه نصب، جلوگیری از تمرکز نامطلوب نیروها هنگام نصب، همچنین کنترل وسایل نگهداری صفحات پس از تنظیم باشد، به طوری که موقعیت آنها در طول عملیات اجرایی تغییر نکند. بازرسی دقیق درزها و نحوه آرماتوریندی کلافها قبل از بتن ریزی ضروری است.

### ۴-۱۲- ضوابط ایمنی هنگام نصب

هنگام نصب قطعات پیش ساخته باید کلیه موارد ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا که در مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمانی ایران مقرر گردیده اند، رعایت شوند.

توجه مخصوص به ناپایداری قطعات تا قبل از گرفتن و سخت شدن بتن اتصالات، بازرسی و کنترل مستمر اسکلت، لوازم مکانیکی و ابزار برقی جرثقیل‌ها و دیگر وسایل باربر، ضرورت دارد.

تفسیر  
آیین نامه  
سازه‌های بتنی پیش ساخته

## تفسیر

### ت ۱-۱ عالیم اختصاری

انتخاب عالیم اختصاری بر مبنای استاندارد بین‌المللی ISO و مطابق با عالیم به کار رفته در آیین نامه بتن ایران "آبا" صورت گرفته و واحدهای اندازه گیری ذکر شده در این بخش مطابق سیستم بین‌المللی واحدها، S.I. می‌باشند.

### ت ۲-۳

ترکیب بار اشاره شده در این بند، مربوط به سازه‌های پیش‌ساخته‌ای است که در آن کنترل حالت حدی ویژه بعد از گسیختگی موضعی در حالت‌های مختلف، مطابق بند ۵-۳-ب مورد نظر باشد. در تعیین مقاومت نهایی قطعات، در حالت‌های فوق، لازم است که ضرایب جزیی ایمنی مقاومتها،  $\phi_m$ ، مطابق آیین نامه بتن ایران و بسته بهمورد با استفاده از ضرایب ایمنی اصلاحی،  $\phi_n$ ، تعیین شده در این بخش در نظر گرفته شوند.

این ترکیب بار منحصر به تعیین تلاش‌های ناشی از بار مرده و زنده بوده و لزومی ندارد که عامل‌های دیگر از قبیل تلاش‌های ناشی از زلزله، باد و یا آثار تجمعی حرارت، جمع شدگی بتن، وارفتگی بتن و نشست تکیه گاه‌ها به همراه آن در نظر گرفته شوند.

### ت ۳-۳

ضرایب جزیی ایمنی اصلاحی مندرج در این بند به طور عمده در محاسبه مقاومت درزهای مختلف به کار می‌رond. در سازه‌های پیش‌ساخته، کنترل کیفیت درزها و اتصالات با بتون ریزی درجا، به دلیل فضای محدود آن‌ها و مشکلات جا دادن و لرزاندن بتون، در مقایسه با سازه‌های بتون درجا مشکلتر بوده و لازم است که برای جلوگیری از تقلیل میزان ایمنی حاصله، در طراحی برای تعیین مقاومت آن‌ها از ضرایب ایمنی بیشتری نسبت به سازه‌های متعارف استفاده شود. بدین ترتیب با ملاحظه نمودن ضرایب اصلاحی مختلف، فرض می‌شود که با توجه به شرایط اجرایی، میزان ایمنی به دست آمده مشابه سایر سازه‌های با بتون درجا خواهد بود.

در طراحی قلاوهای حمل نیز، که به طور معمول در معرض شرایط جوی و تغییرات دما قرار دارند و احتمال آسیب دیدن آن‌ها به دلیل زنگ زدگی، ترد شدن و یا تغییرات بارگذاری پیش‌بینی نشده خطرات جانی و مالی جدی ایجاد می‌نماید، از این ضرایب اصلاحی استفاده می‌شود.

### ت ۴-۳

در آیین نامه بتون ایران ضریب جزیی ایمنی مقاومت بتون،  $\phi_c$ ، بصورت آماری برای بتون درجا ریخته و شرایط کارگاهی تعیین گردیده و می‌توان در صورت تحقق شرایط گفته شده در این بند مقدار آن را افزایش داد. در این حالت می‌توان فرض نمود که ضریب جزیی ایمنی اصلاحی،  $\phi_n$ ، برابر  $1/10$  اختیار شده است.

### ت ۵-۳

هدف اصلی انتظام مدولی، کمک به صنعت ساختمان سازی و صنایع وابسته به آن از طریق استاندارد کردن قطعه‌ها است به گونه‌ای که با یکدیگر و با سایر قطعه‌ها و با کل مجموعه ساختمان در محل جفت شوند.

رعایت انتظام مدولی سبب حصول موارد زیر می‌شود.

- همکاری بین طراحان ساختمان، سازندگان، توزیع کنندگان، پیمانکاران و مسئولان را سهولت میبخشد.

- در مرحله طراحی، امكان اندازه‌گذاری ساختمان‌ها را تامین می‌نماید به‌گونه‌ای که بدون هیچ گونه محدودیتی از نظر آزادی طراحی، کاملاً قابل نصب با قطعه‌های استاندارد باشد.

- با انعطاف پذیری لازم، استفاده از تعداد محدودی قطعه‌های استاندارد ساختمانی برای ساخت انواع ساختمان‌های مختلف را امکان پذیر می‌سازد.

- تعداد اندازه‌های استاندارد قطعه‌های ساختمانی را بهینه می‌کند.

- امكان قابلیت جایگزینی قطعه‌ها با یکدیگر را علی رغم متفاوت بودن جنس، فرم و روش ساخت آنها در حد امکان به وجود می‌آورد.

- عملیات کارگاهی را با بهینه سازی پیاده کردن نقشه، استقرار و نصب قطعه‌های ساختمان سهولت می‌بخشد و هماهنگی ابعادی بین قطعه‌های نصب شده (تجهیزات، واحدهای انبار و مبلمان جاسازی شده و غیره) را با بقیه ساختمان تأمین می‌کند.

در استاندارد بین‌المللی ISO 1006، ساختمان سازی - هماهنگی مدولی - مدول مبنا، مقدار مدول مبنا برای استفاده در هماهنگی مدولی ساختمان‌ها وضع شده است. این استاندارد برای طرح و ساخت انواع ساختمان‌ها مطابق با اصول و مقررات هماهنگی مدولی ذکر شده در استاندارد بین‌المللی ISO 2848، (ساختمان سازی - هماهنگی مدولی - اصول و مقررات)، به کار می‌رود.

مدول مبنا با حرف M نمایش داده می‌شود و مقدار مدول مبنای استاندارد شده بین‌المللی برابر است با :  $1 M = 100 \text{ میلی متر}$

استاندارد بین‌المللی ISO 2848، اهداف هماهنگی مدولی را مشخص کرده، اصول و قواعد عمومی را که در نظر است برای تعیین ابعاد ساختمان‌ها، موقعیت و اندازه‌گذاری قطعه‌ها، تجهیزات و مجموعه‌ها به کار گرفته شوند، بیان می‌کند.

#### ت ۱-۴- بارها و سربارهای استثنایی

به تفسیر بند ۳-۵ مراجعه شود.

### ت ۴-۲-۱- بارهای هنگام جابجایی و نصب قطعات

در شکل ۴-۲-۱-الف نمونه هایی از حالت های مربوط به خارج کردن از قالب، انبار کردن، چرخاندن، انبار کردن برای نما سازی، حمل و نصب قطعات که نیروهای مختلفی را به آن ها وارد می کنند، نشان داده شده است. مقاومت قطعات پیش ساخته باید متناسب با برنامه پیش بینی شده برای شرایط مختلف بارگذاری با توجه به مقاومت بتن در سنی که عملیات انجام می شوند،  $f_{ct}$ ، تا مرحله نصب قطعات تامین شود.

خارج کردن از قالب		با ۲ قالب جابجایی با ۴ قالب جابجایی
انبار کردن و حمل		با ۲ تکیه گاه با ۴ تکیه گاه
چرخاندن از حالت افقی به قائم و برعکس		چرخاندن با ابزار با ۲ ردیف قالب جرثقال چرخاندن روی بستر ماسه ای
انبار کردن برای نمای کاری و آماده نمودن برای حمل		قاب به شکل A خرک انبار کردن
نصب	حالت قائم حالت افقی	

شکل ۴-۲-۱-الف

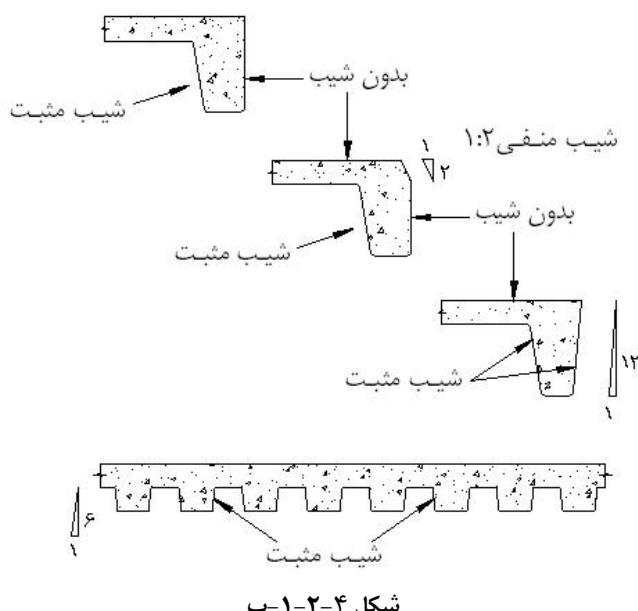
در طراحی قطعات پیش ساخته علاوه بر تامین مقاومت قطعات در مراحل مختلف باید به نکات زیر

توجه شود:

- رعایت محدودیت وزن و ابعاد قطعات با توجه به مشخصات تجهیزات موجود برای تولید، جابجایی، انبار کردن، حمل و نصب قطعات و نیز شرایط و محدودیت های فضاهای انبار و محل اجرا.
- انتخاب شکل هندسی مناسب قطعات برای ایجاد امکان سهولت آرماتوربندی و بتن ریزی قطعات.
- انتخاب شکل هندسی مناسب قطعات برای امکان پذیر بودن خارج کردن قطعه از قالب، بدون باز نمودن کلی و یا جزئی قسمت های مختلف قالب و جلوگیری از ایجاد حباب های هوا در بدنه قطعات.

بدین منظور لازم است که جداره قالبها به اندازه کافی دارای شیب مثبت باشند.

در شکل شماره ۱-۲-۴-ب نمونه هایی از شیب های مثبت و منفی جداره قالبها نشان داده شده اند.



شکل ۱-۲-۴-ب

### ت ۱-۵- انتخاب سیستم سازه ای

در طراحی سازه های پیش ساخته، برای محاسبه نیروهای ناشی از زلزله، باید متناسب با سیستم سازه ای انتخابی از آخرین ویرایش آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد شماره ۲۸۰۰ ایران، استفاده نمود و تفاوت های ساخت و ساز ساختمان های پیش ساخته با ساختمان های دیگر، مانع برای انطباق سیستم های سازه ای پیش ساخته با انواع سیستم های تعریف شده در آیین نامه مذکور نمی باشد. به عبارت دیگر فرض می شود با اعمال ضرایب جزئی این منی اصلاحی،  $\phi_n$ ، در طرح سازه های پیش ساخته، در موارد معین شده، عملکرد نهایی این سازه ها مشابه سازه های دیگر خواهد بود. بنویان مثال برای سازه های نوع ۱-۵-الف تا ۱-۵-ج، مقادیر ضریب رفتار ساختمان،  $R$ ، به ترتیب برابر با مقادیر ضریب رفتار ساختمان های با سیستم قاب ساختمان ساده، سیستم قاب خمی بتی (اویزه، متوسط و یا معمولی) و سیستم دیوارهای باربر و دیوارهای برشی بتی آرمه اختیار می شود.

### ت ۲-۵- انواع کلاف ها

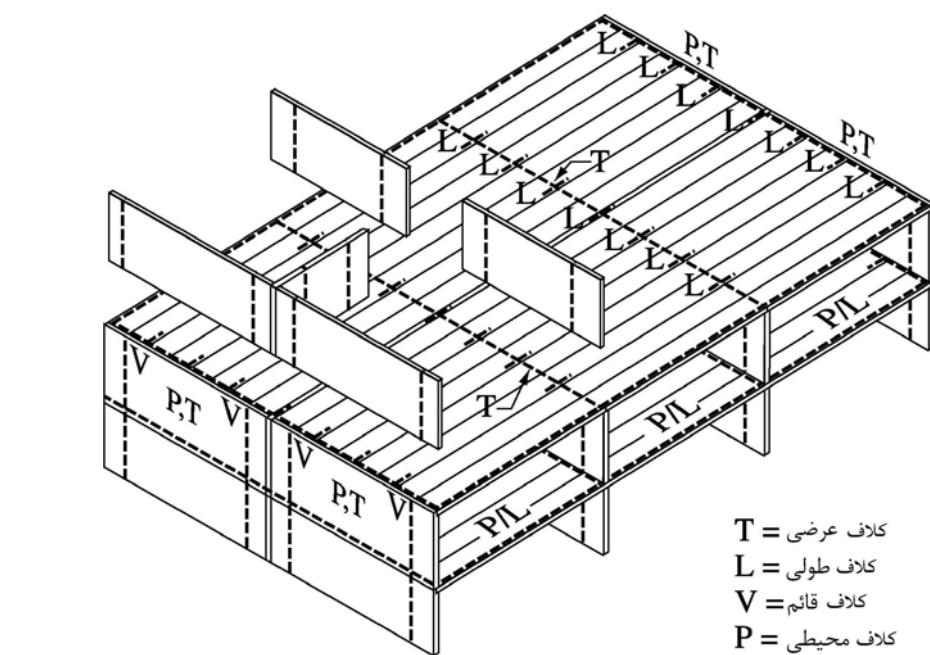
در شکل شماره ۱-۲-۵ انواع کلاف های داخلی، محیطی و قائم نشان داده شده اند.

### ت ۳-۵- گسیختگی زنجیره ای

شکل شماره ۳-۵-الف ساختمان پیش ساخته صفحه ای مرکب از دیوارهای باربر و غیر باربر با دال های یکطرفه را نشان می دهد.

در صورتی که دیوار خارجی باربر A بدلایلی از زیر بار خارج شود، لازم است که:

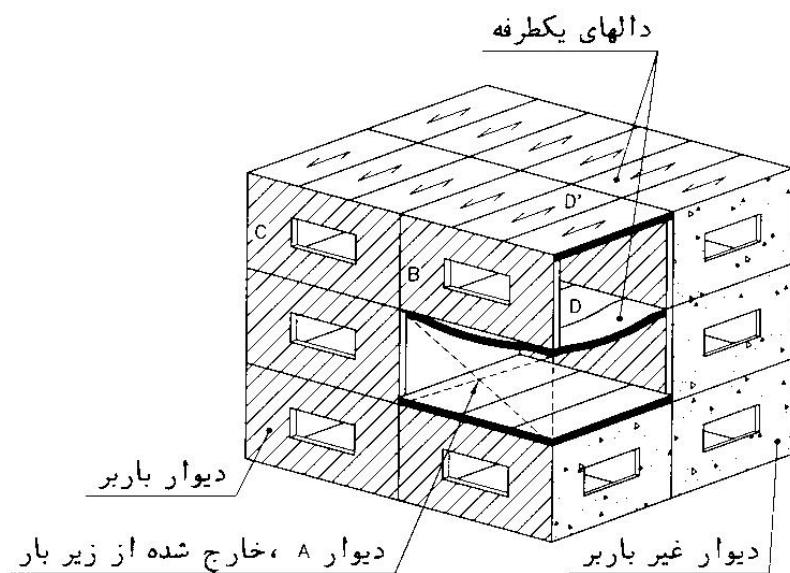
الف - دال های یکطرفه D با مهار شدن در کلاف محیطی و اویزان شدن از دیوار خارجی باربر B فرو نریزند و بار خود را به دیوار B منتقل نمایند.



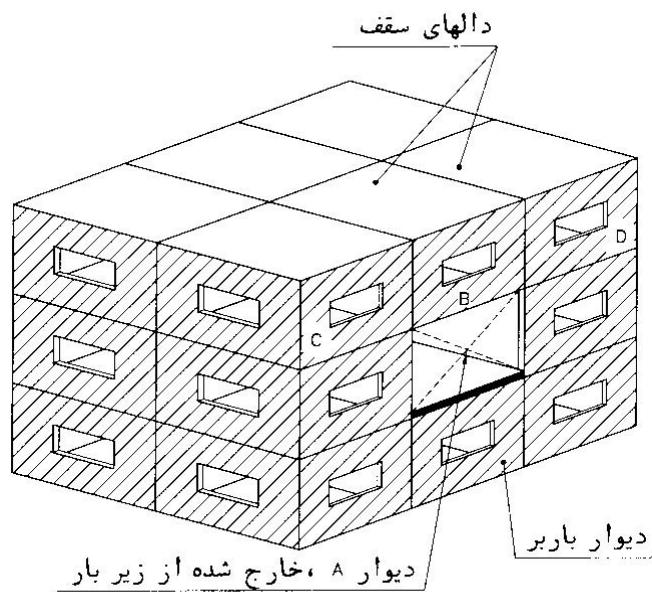
شکل ۱-۲-۵

ب- دیوار باربر B برای تحمل بارهای مرده و زنده دالهای D و D' و وزن خود بصورت یک تیر تیغه طرهای از طریق اتصال به دیوار باربر C عمل نماید. در این صورت باید کلافهای افقی بالا و پایین دیوارهای B و C بصورت کششی و فشاری و کلاف قائم بین دیوارهای B و C بصورت برشی برای جذب تلاش‌ها طراحی شوند.

در شکل شماره ۳-۵-ب نیز در صورتی که دیوار باربر A به دلایلی از زیر بار خارج شود لازم است دیوار باربر B برای انتقال بارهای کف آویزان شده از خود و سقف شکلی برآن بصورت تیرتیغه‌ای، با عملکرد "پل زدن" بین دو دیوار باربر C و D عمل نماید، در این حالت باید کلافهای بالا و پایین دیوارهای B و C و درزهای قائم بین دیوارها برای جذب تلاش‌ها طراحی شوند.



شکل ۵-۳-الف

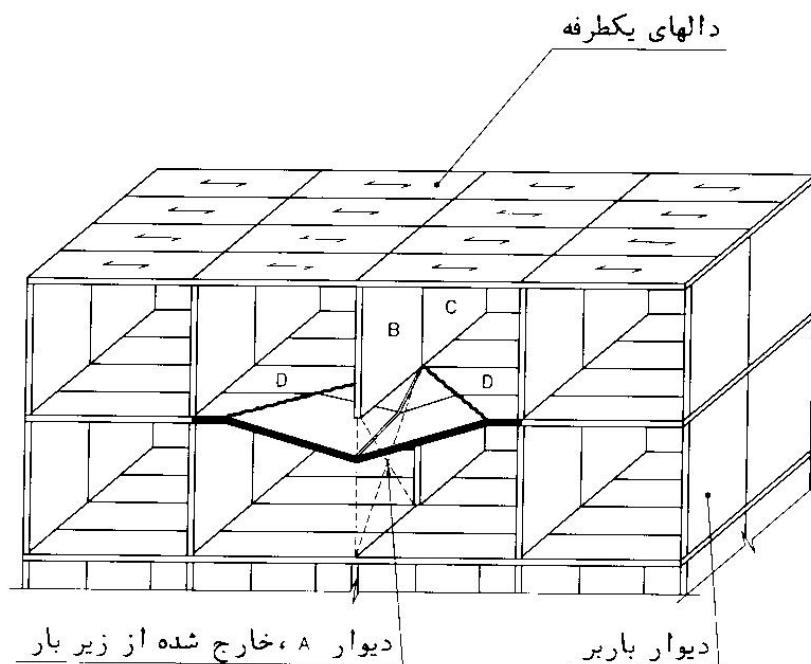


شکل ۵-۳-ب

شکل شماره ۳-۵-پ ساختمان پیش ساخته صفحه ای مرکب از دیوارهای باربر در یک جهت و دالهای یکطرفه متکی بر آنها نشان می‌دهد.

الف - دالهای یکطرفه D از طریق اتصال کششی به هم دیگر (عملکرد گهواره‌ای) فرو نریزند و دیوار باربر داخلی B نیز برای تحمل بار سقف و وزن خود بصورت تیر تیغه طره به دیوار C وصل شود.

ب - برای حالت فوق، دالهای یکطرفه D از طریق اتصال به کلاف زیر دیوار B و آویزان شدن از دیوار B فرو نریزند و دیوار B برای انتقال بارهای کف و سقف و وزن خود بصورت تیر تیغه طره به دیوار C اتصال یابد.

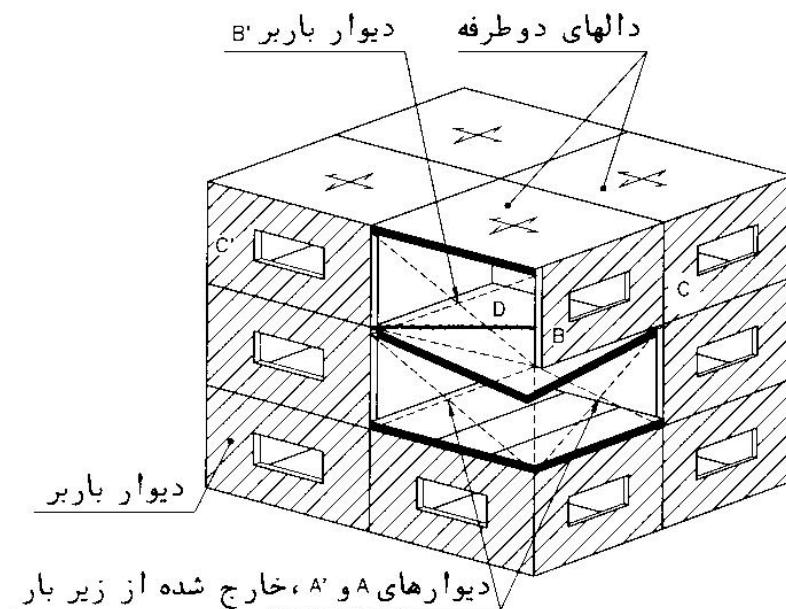


شکل ۳-۵-پ

شکل شماره ۵-۳-ت ساختمان پیش‌ساخته صفحه‌ای مرکب از دیوارهای باربر در دو جهت و دال‌های دو طرفه متکی بر آن‌ها را نشان می‌دهد. دیوار B در این شکل نشان داده نشده است. در صورتی که دیوارهای گوشه A و A' از زیر بار خارج شوند لازم است:

الف - دال دو طرفه D، پس از حذف تکیه گاه‌ها بتواند با استفاده از دو تکیه گاه دیگر خود ایستایی خود را حفظ نماید و دیوارهای B و B' با عملکرد طرهای بتوانند بار سقف و وزن خود را به دیوارهای C و C' منتقل نمایند.

ب - بجای حالت فوق، دال D با اتصال به کلاف افقی زیر دیوارهای B و B' و آویزان شدن از دیوارهای فوق ایستایی خود را حفظ نموده و دیوارهای B و B' برای تحمل بار کف و سقف وارد و وزن خود با عملکرد طرهای و اتصال به دیوارهای C و C' عمل نمایند.

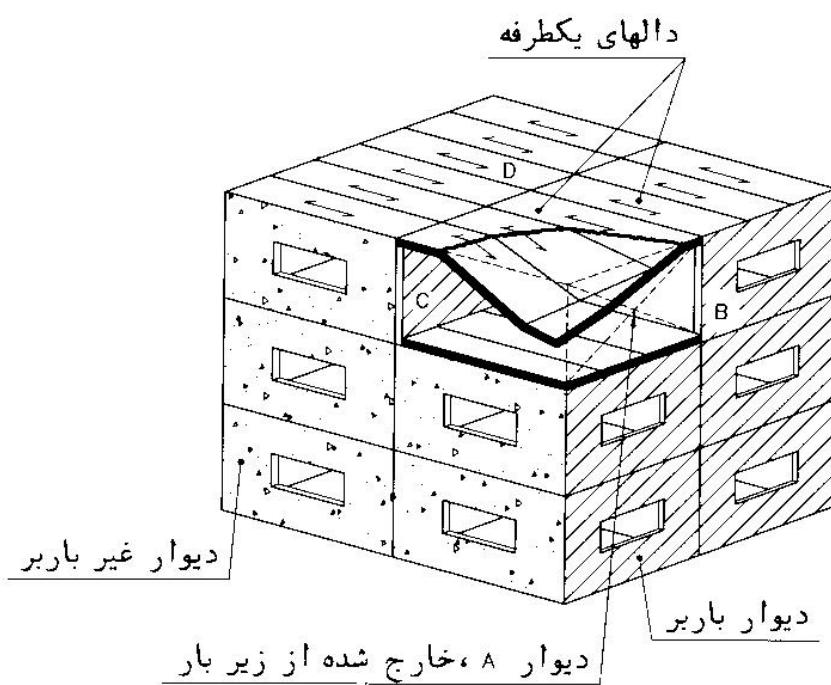


شکل ۵-۳-ت

شکل شماره ۳-۵-ث ساختمان پیش ساخته صفحه ای مرکب از دیوارهای باربر در یک جهت و دالهای یکطرفه متکی بر آنها را نشان می دهد.

در صورتی که دیوار باربر A از زیر بار خارج شود لازم است که دالهای یکطرفه D چنان طراحی شوند که با از دست دادن تکیه گاه دیواری A، با اتصال لبه های خود به هم دیگر و کلاف های عرضی و طولی محیطی مشابه یک دال دو طرفه طرہای، با اتكا به تکیه گاه های دیواری B و C عمل نموده و فرو نریزند.

حالت فوق یکی از بحرانی ترین حالت های کنترل سازه برای حالت حدی گسیختگی موضعی می باشد.



شکل ۳-۵-ث

## ت ۶- مقررات کلی تهیه نقشه ها، مدارک و مشخصات فنی

با توجه به اینکه ساختمان های پیش ساخته بصورت مجموعه هایی با محاسبات فنی و نقشه های اجرایی استاندارد، بصورت انبوه و در نقاط مختلف ساخته می شوند، لازم است برای پرهیز از هر نوع اشتباہ، اطلاعات مربوط به شرایط محیطی از نظر شدت عوامل موثر، مشخصات خاک، طراحی ساختمان در برابر زلزله، از قبیل مقدار شتاب مبنای طرح و نوع زمین، سرعت باد و بار برف منظور شده در طراحی سازه، در مدارک طرح و ترجیحا در نقشه های اجرایی ذکر شوند. علاوه بر آن طراح سازه باید اسامی آیین نامه های مورد استفاده در طراحی را با ذکر تاریخ آن ها در مدارک مربوط درج نماید تا اعتبار نقشه های اجرایی به تاریخ اعتبار هر کدام از آیین نامه ها نسبت داده شود.

طراحی سازه می تواند در مواردی، با رعایت ملاحظات اقتصادی و با پیشنهاد به کارفرما و کسب تایید او، تعیین کننده ترین شرایط را در طرح ملحوظ نماید.

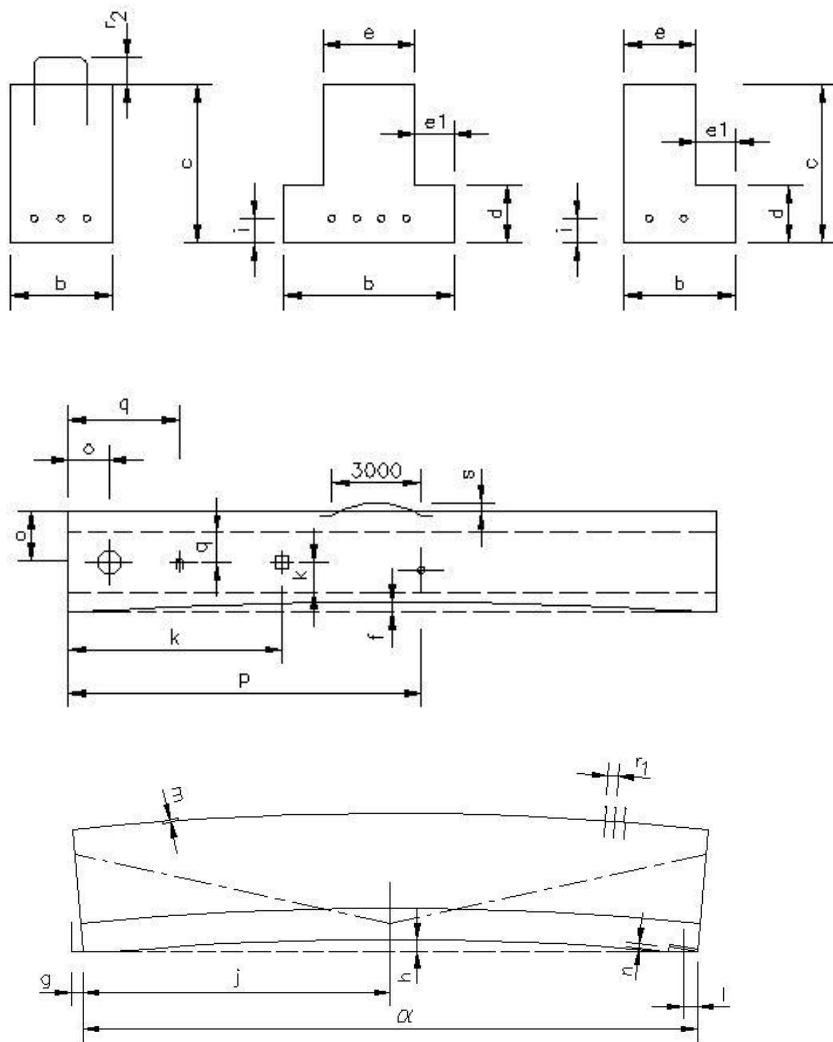
## ت ۷- رواداری ها

بطور کلی رواداری های ساختمان های پیش ساخته به دو رده رواداری تولید و رواداری نصب به شرح بند های الف و ب زیر تقسیم می شوند. طراح سازه باید انواع ترکیب های احتمالی تحقق هر کدام از آن ها را، به شرح بند ج، در طرح منظور نماید.

### الف - رواداری تولید

رواداری تولید که به اصطلاح رواداری ساخت نامیده می شود مربوط به تغییرات ابعاد هر قطعه پیش ساخته، بصورت منفرد، می باشد که باید توسط طراح، برای حصول به ضوابط سازه ای و معماری مشخص تعیین شود تا محدودیت های لازم را برای کنترل روند تولید قطعات ایجاد نماید. این رواداری ها تا آنجا که ممکن است باید متناسب با نوع قطعات، بیشتر اختیار شوند. اختیار رواداری های کم موجب صرف هزینه بیشتر در تولید قطعات می شود. شکل شماره ۷-الف و جدول شماره ۷-الف نمونه ای از رواداری های تیره ای پیش ساخته را نشان می دهد که عموما قابل پذیرش توسط سازندگان می باشند و

طراح سازه باید با توجه به تجربیات قبلی ساخت و هماهنگی با سازنده، در مورد قطعات مختلف جداول رواداری‌های مربوط را تنظیم و در مدارک طرح درج نماید.



شکل ۷-الف نمایش ابعاد تیرهای پیش‌ساخته برای تعیین رواداری‌های تولید

جدول ۷-الف مقادیر رواداری های ساخت تیزهای پیش ساخته

$\pm 19$ mm	طول	a
$\pm 6$ mm	عرض کل	b
$\pm 6$ mm	ارتفاع کل	c
$\pm 6$ mm	ارتفاع دستک	d
$\pm 6$ mm	عرض جان	e
$\pm 6$ mm	عرض دستک	e <sub>1</sub>
انحناء قطعه		
$\pm 6$ mm	برای طول قطعه تا ۱۲ متر	f
$\pm 13$ mm	برای طول قطعه از ۱۲ تا ۱۸ متر	
$\pm 16$ mm	برای طول قطعه بیشتر از ۱۸ متر	
$\pm 3$ mm برای هر ۳۰۰ میلیمتر ارتفاع و حداقل	جابجایی گوشه های انتهایی	g
$\pm 3$ mm برای هر ۳ متر طول و حداقل $\pm 19$ mm	تغییرات خیز نسبت به خیز منظور شده در طرح	h*
موقعیت میلگردها		
$\pm 6$ mm	برای میلگردهای تکی	i
$\pm 13$ mm	برای گروه میلگردها	
موقعیت طولی محل خم میلگرد یا سیم یا کابل		
$\pm 150$ mm	برای طول قطعه تا ۹ متر	j
$\pm 300$ mm	برای طول قطعه بیشتر از ۹ متر	
	موقعیت صفحات نصب در بتن	k
$\pm 25$ mm	موقعیت صفحات نشیمن	l

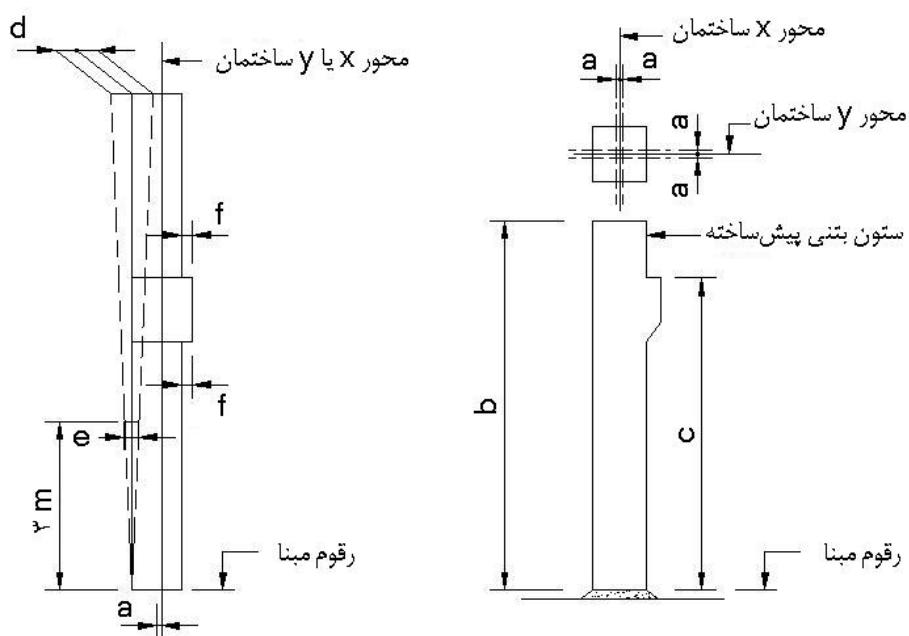
$\pm 6$ mm	هم سطحی و تراز بودن صفحات نصب در بتن	m
$\pm 3$ mm	هم سطحی و تراز بودن صفحات نشیمن	n
$\pm 25$ mm	موقعیت افقی و عمودی سوراخها و لوله‌های مدفون	o
$\pm 13$ mm	موقعیت میلگردهای انتظار برای اتصالات سازه‌ای	p
	موقعیت ادوات حمل	
$\pm 300$ mm	در جهت طول قطعه	q
$\pm 13$ mm	در جهت عمود بر طول قطعه	
	موقعیت خاموت‌ها	
$\pm 50$ mm	: در جهت طول قطعه R1	r
$\pm 6$ mm	: مقدار بروان آمده از قطعه r2	

\* در صورتی که تیرهای با نسبت طول به ارتفاع ۳۰ و بیشتر از آن، این رواداری کم است و لازم است مقدار و نحوه تامین رواداری خیز با سازنده قطعه هماهنگ شود.

### ب - رواداری نصب

رواداری نصب مربوط به جابجایی موقعیت واقعی قطعات نسبت به شبکه مختصات اولیه طراحی شده می‌باشد. در صورتی که مقادیر رواداری‌های نصب کم باشند هزینه نصب قطعات بیشتر خواهد بود. دقت در ساخت شالوددهای ساختمان‌های پیش‌ساخته که معمولاً بصورت بتن درجا اجرا می‌شوند، تاثیر مهمی در موفقیت نصب ساختمان‌های پیش‌ساخته دارد. شکل‌های شماره ۷-ب، ۷-پ، ۷-ت و ۷-ث و جداول شماره ۷-ب، ۷-پ، ۷-ت و ۷-ث نمونه‌هایی از رواداری‌های نصب قطعات را نشان می‌دهد و طراح

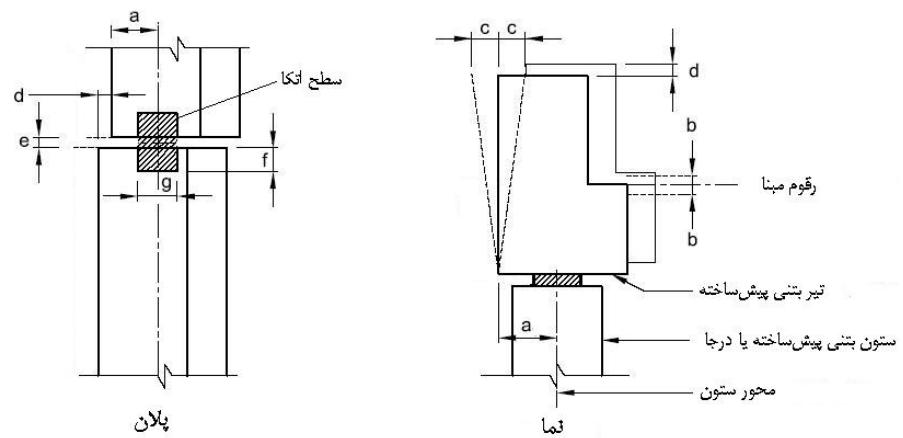
سازه باید با توجه به تجربیات قبلی نصب و هماهنگی با نصاب جداول رواداری های مربوط به قطعات مختلف را تنظیم و در مدارک طرح درج نماید.



شکل ۷-ب نمایش ابعاد ستون های بتون پیش ساخته برای تعیین رواداری های نصب

## جدول ۷-ب مقادیر رواداری‌های نصب ستون‌های پیش‌ساخته

موقعیت ستون نسبت به محور فرضی (در پلان)		
$\pm 13$ mm	سازه‌ای	a
$\pm 10$ mm	معماری	
رقوم بالای ستون نسبت به رقوم فرضی		b
$\pm 13$ mm	برای حالت متعارف	
$\pm 6$ mm	برای حالت حساس	
رقوم بالای دستک نسبت به رقوم فرضی		c
$\pm 13$ mm	برای حالت متعارف	
$\pm 6$ mm	برای حالت حساس	
$\pm 25$ mm	حداکثر ناشاقولی (برای سازه‌های تا ۳۰ متر ارتفاع)	d
$\pm 6$ mm	حداکثر ناشاقولی برای هر سه متر ارتفاع قطعه	e
حداکثر برجستگی یا فرو رفتگی در همسطح کردن سطوح		f
$\pm 6$ mm	سطوح نمایان در طرح معماری	
$\pm 13$ mm	سطوح کم اهمیت از نظر دید	



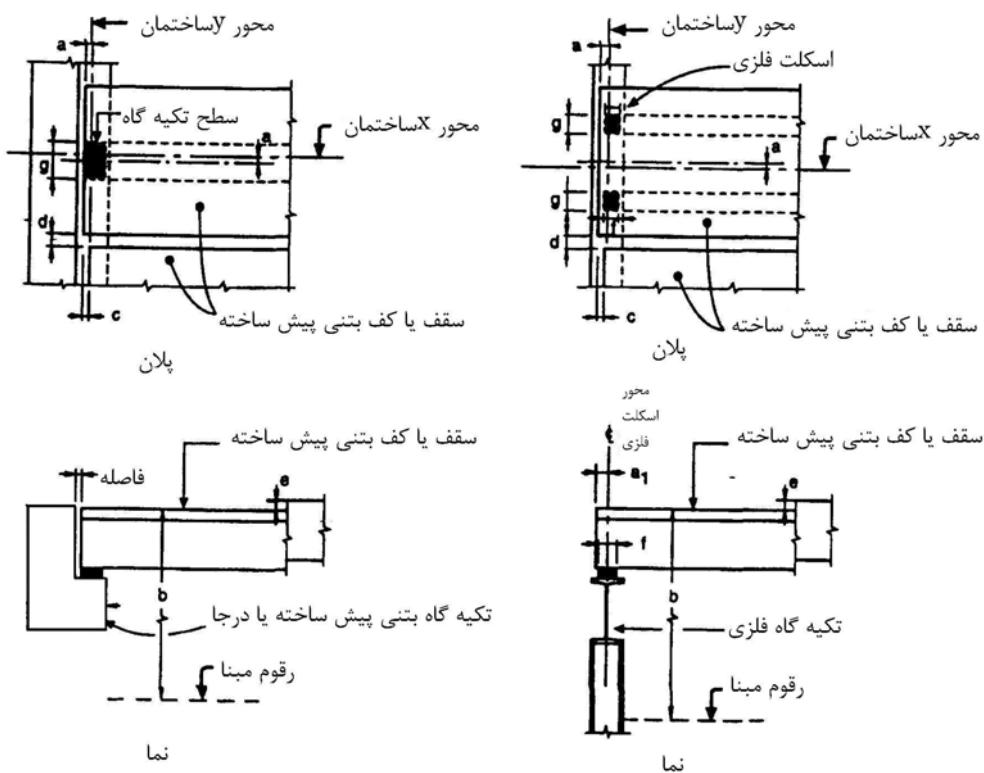
شکل ۷-پ نمایش ابعاد تیرهای پیش‌ساخته برای تعیین رواداری‌های نصب

جدول ۷-پ مقادیر رواداری‌های ساخت تیرهای پیش‌ساخته

$\pm 25$ mm	موقعیت تیر نسبت به محورهای فرضی (در پلان)	a
$\pm 25$ mm	موقعیت تیر نسبت به محورهای فرضی اسکلت فلزی	a1
اختلاف رقوم روی دستک نشیمن تیر نسبت به رقوم فرضی		
۱۳ mm	برای حالت متعارف	b
۶ mm	برای حالت حساس	
حداکثر ناشاقولی قطعه		
۳ mm	برای هر ۳۰۰ میلیمتر ارتفاع	c
۱۳ mm	حداکثر	
حداکثر اختلاف سطح دو قطعه طراحی شده بصورت هم سطح		
$\pm 6$ mm	سطح نمایان در طرح معماری	d
$\pm 13$ mm	سطح کم اهمیت از نظر دید	
ضخامت درز		
$\pm 6$ mm	درزهای نمایان در طرح معماری	e
$\pm 19$ mm	درزهای غیر قابل دید	
$\pm 13$ mm	درزهای سازه ای نمایان کم اهمیت از نظر دید	
$\pm 19$ mm	طول تکیه گاهی (در جهت دهانه تیر)	f*
$\pm 13$ mm	عرض تکیه گاهی	g*

\* این مقادیر صرفا در تناسب با امکانات متعارف نصب اختیار شده اند و ابعاد و رواداری های درزهای تکیه گاهی توسط

طرح سازه تعیین و در نقشه های نصب ذکر می شوند.

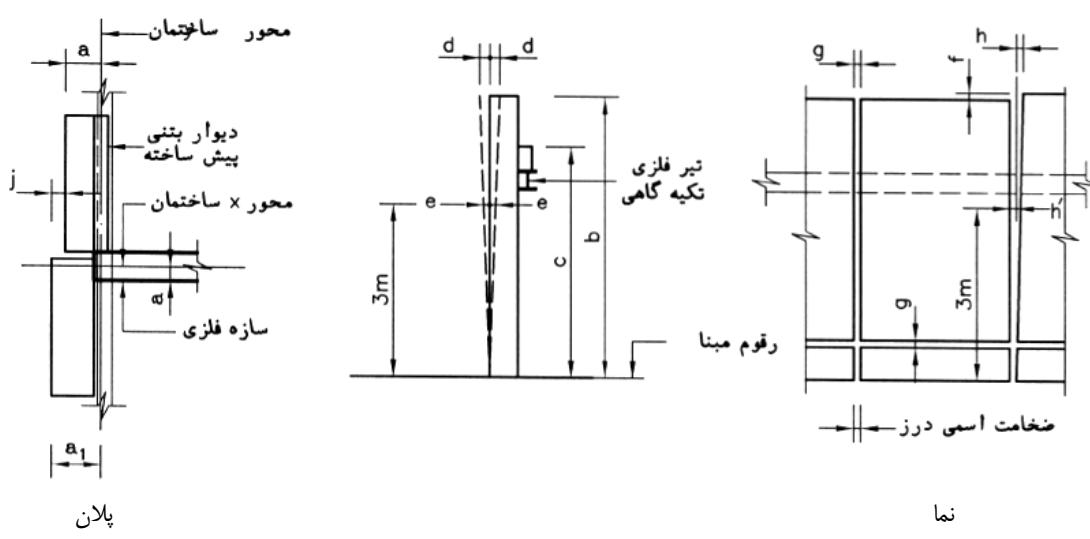
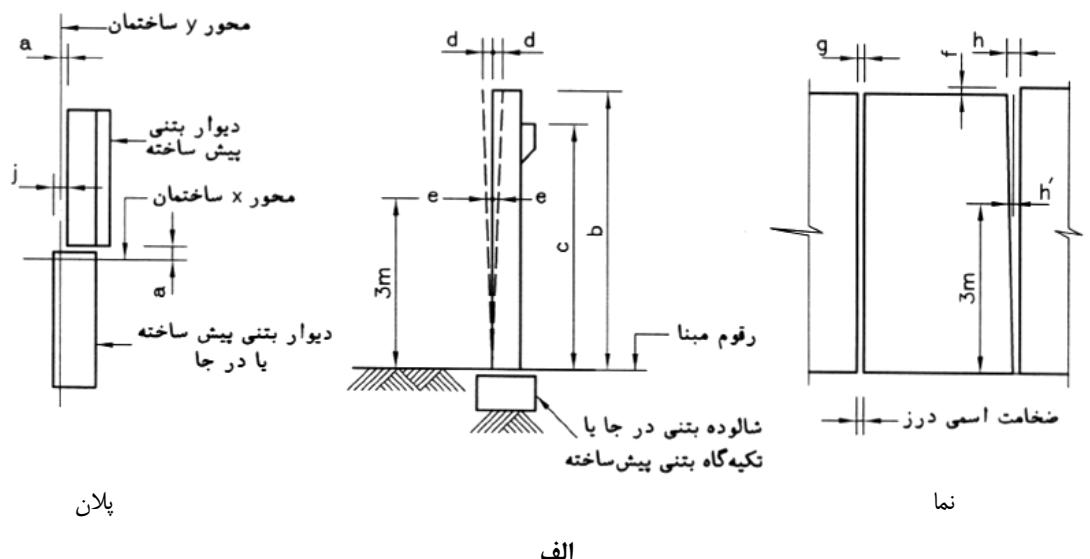


شکل ۷-ت نمایش ابعاد سقفها و کف های پیش ساخته برای تعیین روادری های نصب

جدول ۷-ت مقادیر رواداری های نصب کف های پیش ساخته

$\pm 25$ mm	موقعیت کف نسبت به محورهای فرضی (در پلان)	a
$\pm 25$ mm	موقعیت کف نسبت به محورهای فرضی اسکلت فلزی	a1
ارتفاع روی کف ها در انتهای قطعات از مبنای سنجش رقومها		
$\pm 19$ mm	در صورت وجود کفسازی	b
$\pm 6$ mm	بدون کفسازی	b
$\pm 19$ mm	کف با م بدون کف سازی بعدی	c
$\pm 25$ mm	حداکثر اختلاف سطح دو قطعه طراحی شده بصورت هم سطح	c
عرض درز		
$\pm 13$ mm	طول قطعه کف تا ۱۲ متر	d
$\pm 19$ mm	طول قطعه کف از ۱۲ تا ۱۸ متر	d
$\pm 25$ mm	طول قطعه کف بزرگتر از ۱۸ متر	d
اختلاف رقوم روی کف های نصب شده نسبت به همدیگر		
$\pm 19$ mm	در صورت وجود کفسازی	e
$\pm 6$ mm	بدون کفسازی	e
$\pm 19$ mm	کف با م بدون کفسازی	e
$\pm 19$ mm	طول تکیه گاهی (در جهت دهانه کف)	f*
$\pm 19$ mm	عرض تکیه گاهی	g*
اختلاف رقوم زیر دال های کف		
$\pm 6$ mm	در حالت نمایان	h*
$\pm 13$ mm	در صورت وجود نازک کاری در زیر	h*

این مقادیر صرفا در تناسب با امکانات متعارف نصب اختیار شده اند و ابعاد و رواداری های درزهای تکیه گاهی توسط طراح سازه تعیین و در نقشه های نصب درج می شوند.



شکل ۷-۳ نمایش ابعاد دیوارهای بتنی پیش ساخته برای تعیین رواداری‌های نصب :

الف : دیوارهای پیش ساخته به قطعات پیش ساخته یا درجا

ب : دیوارهای پیش ساخته به اسکلت فلزی

جدول ۷-ث مقادیر رواداری‌های نصب دیوارهای پیش ساخته

$\pm 25$ mm	موقعیت کف نسبت به محورهای فرضی (در پلان)	a*	
$\pm 25$ mm	موقعیت کف نسبت به محورهای فرضی اسکلت فلزی	a1	
ارتفاع بالای دیوارها از مبنای سنجش رقومها			
$\pm 13$ mm	برای دیوار تکی نمایان	b	
$\pm 19$ mm	برای دیوار تکی غیر نمایان		
$\pm 13$ mm	برای دیوار نمایان در جدار دیوار دیگر		
$\pm 19$ mm	برای دیوار غیر نمایان در جدار دیوار دیگر	c	
ارتفاع روی دستکها از مبنای سنجش رقومها			
$\pm 13$ mm	در حالت متعارف		
$\pm 6$ mm	در حالت حساس		
$\pm 25$ mm	حداکثر ناشاقولی در ارتفاع سازه و یا ۳۰ متر هر کدام کمتر است	d	
$\pm 6$ mm	حداکثر ناشاقولی در هر ۳ متر ارتفاع قطعه	e	
$\pm 13$ mm	حداکثر اختلاف سطح دو قطعه طراحی شده بصورت هم سطح(در ارتفاع )	f	
$\pm 10$ mm	عرض درز (شامل تغییرات عرض درز در ارتفاع )	g	
$\pm 13$ mm	اختلاف عرض درز در ارتفاع قطعه	h	
$\pm 10$ mm	اختلاف عرض درز در هر ۳ متر ارتفاع قطعه	h'	
حداکثر اختلاف سطح دو قطعه طراحی شده بصورت هم سطح(در پلان)			
$\pm 10$ mm	برای دیوارهای نمایان	i	
$\pm 19$ mm	برای دیوارهای غیرنمایان		
$\pm 13$ mm	حداکثر اختلاف انحنای قطعات نصب شده مشابه و مجاور هم		

\* برای ساختمان های با ارتفاع کل بیشتر از ۳۰ متر مقادیر رواداری های a و b می تواند به ازای هر طبقه ۳ میلیمتر افزایش داده شوند مشروط بر اینکه از ۵۰ میلیمتر تجاوز ننمایند. رواداری a باید در ارتباط با مقادیر مندرج در بند ۹-۱-۳ زیر بند ب-۶ هماهنگ شود.

پ- منظور نمودن رواداری های تولید و نصب در طراحی ( رواداری های ترکیبی )

طرح سازه پس از تعیین رواداری های ساخت و نصب که متناسب با شرایط تولید و نصب پیمانکار سازنده و پیمانکار نصاب اختیار شده اند، باید آثار مقادیر رواداری های فوق را در طراحی به نحو مناسبی ملاحظه نماید. به ازای اطلاعات مشخص از روند تولید و نصب، ملاحظه نمودن رواداری های ترکیبی نیاز به تجربه و مهارت مهندس طراح دارد. در صورتی که مهندس طراح، پس از تعیین انواع رواداری های مجاز طرح، بحرانی ترین حالت های محتمل تحقق هر کدام از رواداری های مجاز تعیین شده را در طراحی، بسته به مورد با حداکثر و حداقل آنها بصورت جبری ملاحظه نماید، ممکن است به حوزه ای از ابعاد سازه ای دست بیابد که در عمل، تولید کنندگان و نصابان ساختمان های پیش ساخته با مقادیر محدود تری موفق به اجرای ساختمان های پیش ساخته شده باشند. عنوان مثال در صورتی که قرار باشد کف پیش ساخته ای بر روی تیر پیش ساخته، که بعدا با بتن درجا تکمیل خواهد شد، مطابق شکل شماره ۷-ج تکیه نماید و طراح سازه رواداری ها را به شرح زیر تعیین کرده باشد.

$\pm 10$  mm

- رواداری موقعیت نقطه A:

$\pm 2/5$  mm

- رواداری عرض تیر:

$\pm 8$  mm

- رواداری موقعیت A در پلان:

$\pm 10$  mm

- رواداری طول کف:

۶۵ mm

- عرض طراحی شده برای سطح مشترک نشیمن:

در این صورت با فرض تحقق بحرانی ترین حالت، عرض نشیمن تیر در پشت خاموت ها برابر با  $100 = 65 + 10 + 8 + 2/5 + 10$  میلیمتر خواهد بود و در صورتی که طراح از رابطه احتمالی جذر مجموع مجذورات رواداری ها استفاده نماید، عرض فوق به شرح زیر محاسبه می شود.

رواداری موقعیت نقطه A :

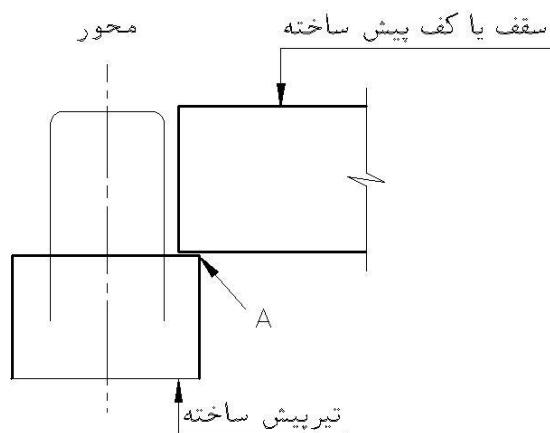
$$13\text{mm} = (10^2 + 2.5^2 + 8^2)^{0.5}$$

$$81.4\text{mm} = (13^2 + 10^2)^{0.5} + 65$$

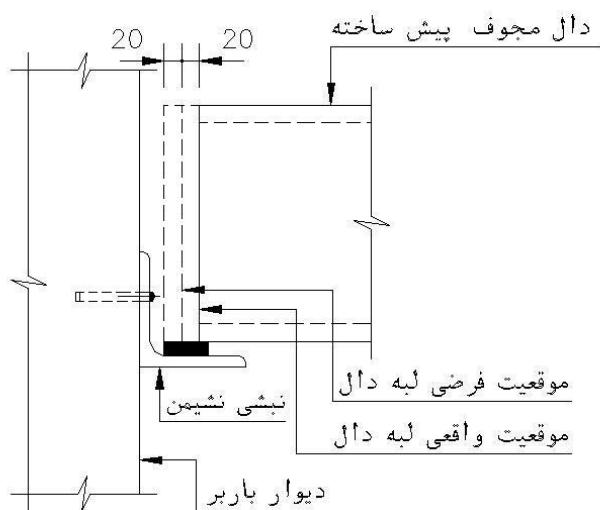
عرض حداکثر نشمین:

انتخاب عرض تکیه گاهی  $81/4$  میلیمتر، خارج از توانایی ساخت و نصب قطعات فوق توسط پیمانکاران نمی‌باشد.

توصیه می‌شود که طراح سازه، در مواردی که مقادیر رواداری‌ها، در رفتار کل سازه و یا قسمتی از سازه تاثیر عمده دارد از روش بحرانی‌ترین حالت بصورت جبری استفاده نماید. بعنوان مثال در صورتی که قرار باشد دال پیش‌ساخته‌ای بار خود را به دیواری مطابق شکل ۷-ج منتقل نماید، در این حالت تحقق رواداری مجاز به اندازه مثلا  $20$  میلیمتر، در موقعیت تکیه‌گاه کف پیش‌ساخته، موجب افزایش زیادی در تنش‌های ایجاد شده در نیشی اتصال و میل مهار اتصال خواهد شد و لازم است که رواداری‌های تعیین شده برای موقعیت دیوار و طول دال پیش‌ساخته، با حداکثر جبری خود، که بحرانی‌ترین حالت را برای طرح مشخصات نیشی و مهار آن ایجاد می‌نمایند در طراحی منظور شوند.



شکل ۷-ج



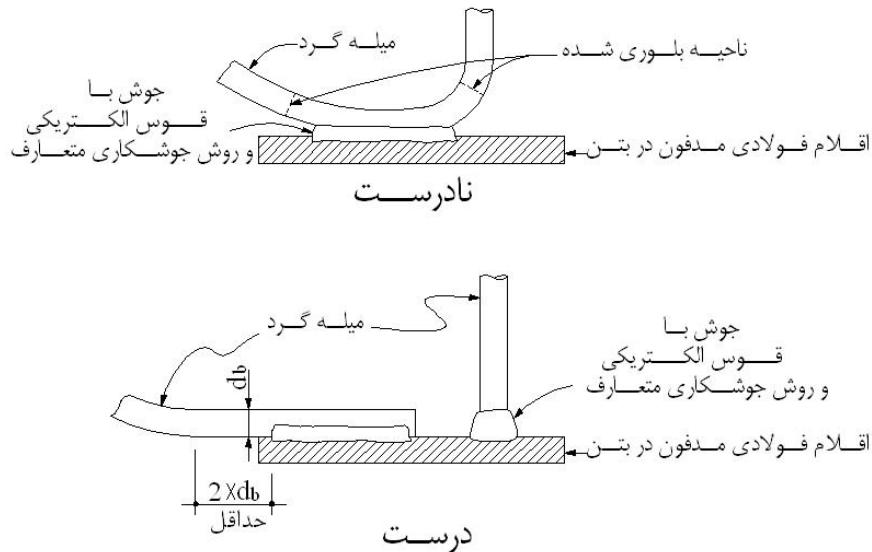
شکل ۷-ج

#### ت ۸-۵-اجزای مدفعون در بتن قبل از بتن ریزی

لازم است برای جوشکاری میلگرد مهاری مورد استفاده در اجزای مدفعون در بتن، قابلیت جوش پذیری میلگرد، به خصوص برای میلگردهای با رده S400 و بیشتر، مورد توجه قرار گیرد. جوشکاری در محدوده خم میلگرد که به صورت سرد خم شده نیز باعث به وجود آمدن ناحیه های بلوری در نزدیکی جوش در میلگرد میشود که این پدیده موجب گسیختگی ترد، ناگهانی و غیر قابل پیش بینی مهاری ها و جدا شدن اجزای مدفعون از قطعه بتنی خواهد شد. به شکل ۸-۵ مراجعه شود.

#### ت ۸-۶-اجزای قابل کارگذاری در بتن پس از بتن ریزی

این بند یک حالت استثنایی را نسبت به مفاد بند آیین نامه بیان می کند. بسیاری از تولیدات پیش ساخته به شیوه ای ساخته می شوند که قرار دادن آرماتوری که از بتن بیرون می زند پیش از بتن ریزی، حتی اگر غیرممکن نباشد، بسیار دشوار است. در صورت اتخاذ پیش بینی های مناسب، چنین اجزایی مانند تنگ های نظیر برش افقی را می توان در حالی که بتن هنوز در حالت خمیری است، در آن قرارداد. این استثنای برای آرماتور کاملاً مدفعون در بتن، یا اجزای تعییه شده ای که باید به آرماتور مدفعون، قالب یا بسته شوند کاربرد ندارد.



شکل ۵-۸- نحوه جوشکاری اقلام مدفون در بتن قبل از بتن ریزی

### ت ۷-۸- مقاومت قطعات در مراحل مختلف جابجایی و نصب

در طراحی و محاسبات مربوط به مقاومت و تغییر شکل قطعات در مراحل مختلف ساخت تا استقرار قطعه در موقعیت نهایی خود، لازم است مقاومت‌های فشاری بتن که مربوط به زمان‌های مختلف می‌باشند تعیین و مدنظر قرارداده شوند. این مقاومت‌ها باید در مدارک و مشخصات فنی طرح درج شوند. در حین جابجایی قطعات، ممکن است تنش‌های کششی ناشی از خمش و یا نیروی محوری موجب پدیدار شدن ترک‌های مویی و گسترش آن به داخل قطعه شوند. برای پرهیز از این حالت لازم است که این تنش‌های کششی با ضریب اطمینان حدود ۱/۵ به مدول گسیختگی بتن در سن جابه‌جایی قطعه محدود شوند. مدول گسیختگی بتن برابر با مقدار زیر فرض می‌شود.

$$f'_r = \frac{f_r}{1.5} = \frac{0.6\sqrt{f_c}}{1.5} = 0.4\sqrt{f_c}$$

اين مقدار برای بتن‌های سبک در ضریب ۷۵/۰ و برای بتن‌های سبک ماسه‌ای در ضریب ۸۵/۰ ضرب می‌شود.

## ت ۸-۸ - قلاب‌های حمل

برای حمل قطعات پیش‌ساخته توسط جرثقیل از قلاب‌هایی که در قطعه بتنی نصب شده‌اند استفاده می‌شود. این قلاب‌ها به منظور خارج کردن قطعه از قالب، بارگیری، نصب و گاهی برای چرخاندن قطعه کاربرد دارند و ممکن است یک ردیف قلاب، تمامی و یا تعدادی از خواسته‌های فوق را برآورده نماید. از میلگرد یا گل‌میخ، مهره مدفون در بتن، ورق‌های فلزی و یا وسایل دیگری می‌توان عنوان قلاب جرثقیل استفاده کرد. باید در نظر داشت که کمترین لنگر در محل اتصال قلاب به قطعه پیش‌ساخته وارد گردد، همچنین باید محل نصب قلاب‌ها طوری در نظر گرفته شود که تا حدامکان راستای نیروی وارد از جرثقیل از مرکز جرم قطعه عبور نماید.

نیروی کششی حاصل از وزن قطعه پیش‌ساخته و ضربه جرثقیل در موقع بلند کردن قطعه می‌تواند موجب گسیختگی بشی بتن شده و قلاب حمل را با بتن اطراف آن بصورت ترد و ناگهانی قلوه کن نماید، بنابراین لازم است که قلاب‌های حمل بصورتی طراحی شوند که گسیختگی احتمالی، در قطعات شکل‌پذیر فولادی بوجود آید.

## ت ۸-۹ - مهار قطعات پیش ساخته در حین نصب

نیروهایی که از مهارهای موقت به عضو پیش‌ساخته وارد می‌شود یا نیروهایی که آن قطعه عنوان عضو سازه‌ای تحمل می‌کند، مغایراند و باید مقاومت هر قطعه پیش‌ساخته در مقابل این گونه نیروها کنترل گردد.

محل اتصال مهارهای موقت و همچنین نوع مهارکننده‌ها باید در نقشه‌ها مشخص و چنانچه لازم است به این منظور قطعاتی بصورت مدفون در عضو تعییه شوند.

معمولا برای شالوده‌ها و صفحات سقف که نیاز به بتن ریزی سازه‌ای مجدد ندارند و روی تکیه‌گاه‌هایی مانند تیرها و دیوارهایی که قبلاً بصورت کامل نصب شده‌اند قرار می‌گیرند، از مهارهای بخصوصی استفاده نمی‌شود. مهارهای موقت اغلب برای صفحات دیواری، ستون‌ها و تیرها در نظر گرفته می‌شوند.

#### ● مهارهای موقت صفحات دیواری

این مهارهای موقت اغلب از دو لوله فولادی که در داخل یکدیگر قابلیت حرکت و تنظیم دارند تشکیل می‌شوند و لازم‌ست شرایط زیر را دارا باشند.

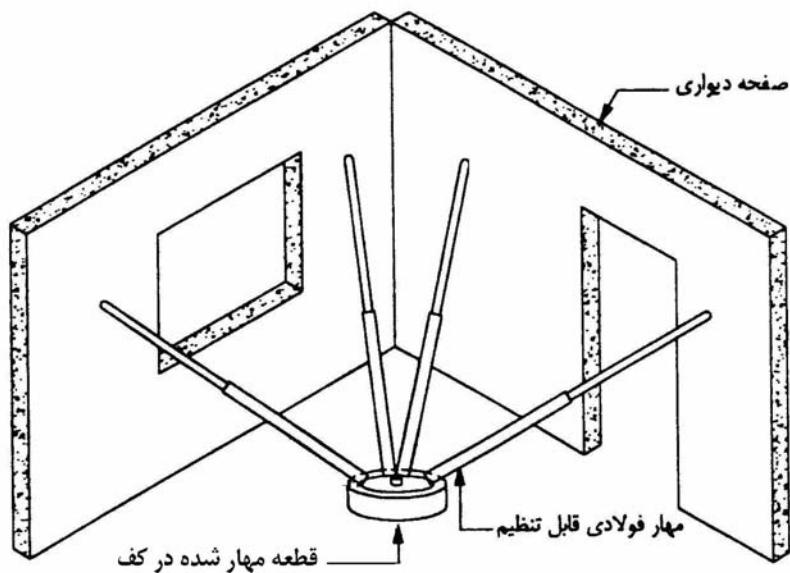
- مهارهای موقت، مقاومت کافی برای مهار صفحه دیوار بصورت فشاری و کششی در مقابل نیروهای واردۀ احتمالی را داشته باشند.

- اتصال مهاری‌ها به صفحه دیوار و کف به صورت لولایی عمل کند.

- زاویه بین مهار موقت و کف حداقل  $30^\circ$  و حداکثر  $60^\circ$  درجه باشد.

- برای هر صفحه دیواری به طول بیش از  $1/5$  متر حداقل دو عدد مهاری موقت در نظر گرفته شود.

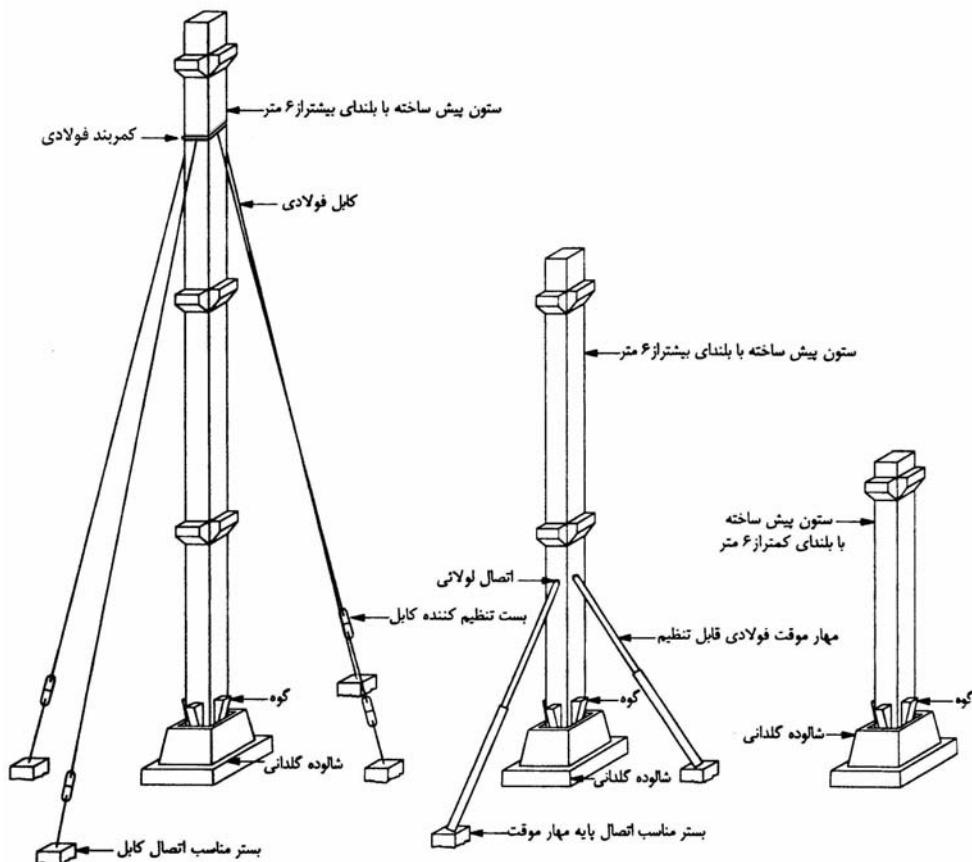
شكل عمومی مهار موقت صفحات دیواری در شکل شماره ۸-۹-الف نشان داده شده است.



شکل ۹-۸-الف مهار موقت صفحات دیواری

#### ● مهارهای موقت ستون‌ها

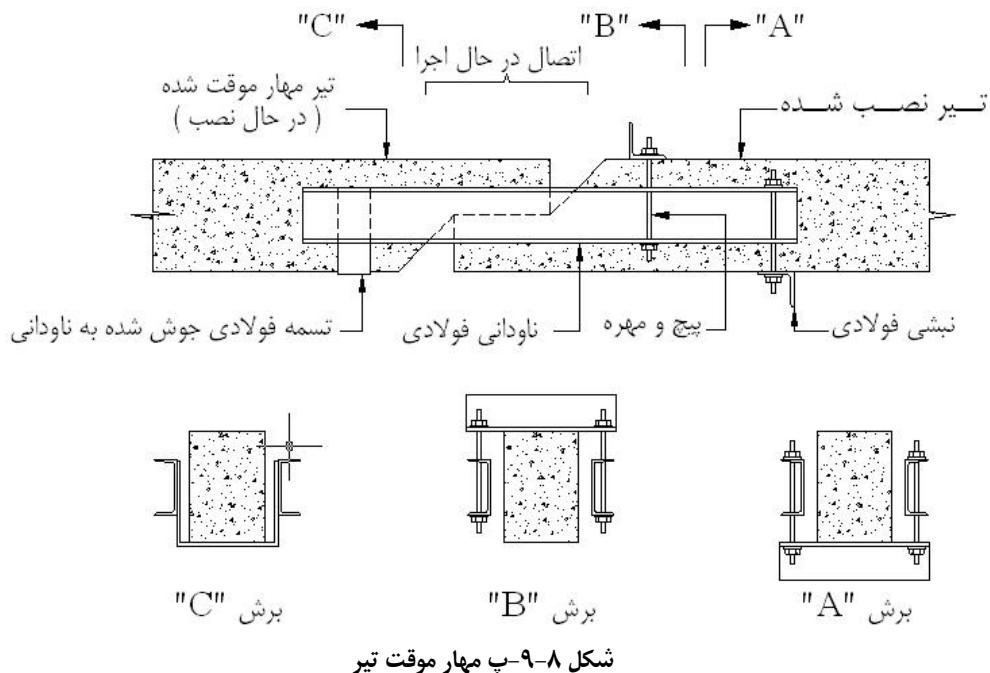
ستون‌ها معمولاً با گوشه‌های چوبی و یا فلزی در شالوده‌های گلدانی و یا با پیچ و مهره‌های نصب شده در روی شالوده تا زمان به دست آوردن مقاومت کافی بتن پرکننده و نصب تیرها و دیوارهای برشی و غیره مهار موقت می‌شوند. برای ستون‌های چند طبقه و یا با ارتفاع بیش از ۶ متر مهارهای جانبی کابلی و یا مهارهای فولادی مانند آنچه در مورد مهار موقت صفحات دیواری ذکر شده ضروری خواهد بود. به شکل شماره ۹-۸-ب مراجعه شود.



شکل ۹-۸-ب مهار موقت ستون‌ها

### ● مهارهای موقت تیرها

تیرهای پیش‌ساخته که روی پیش آمدگی‌های ستون و یا دیوارها نصب می‌شوند باید در مقابل نیروهای احتمالی، ضربه و سایر عوامل تا زمان تکمیل اتصالات مهار شوند. اغلب از مهارهای موقت مکانیکی استفاده می‌شود. جزئیات این گونه مهارهای موقت باید در نقشه‌ها ارایه شوند. در مورد تیرهایی که بر روی پیش آمدگی ستون و یا در امتداد تیر نصب شده دیگری نصب می‌شوند یک نمونه مهار موقت مطابق شکل ۹-۸-پ قابل اجرا می‌باشد.



شکل ۹-۸-پ مهار موقعت تیر

### ت ۱-۹ - قطعات شالوده پیش‌ساخته

شالوده‌های گلدانی می‌توانند با جدارهای صاف طراحی شوند. در این صورت می‌توان مدل ریاضی انتقال بارها از ستون به شالوده را مطابق شکل شماره ۱-۹-الف فرض نمود. در طراحی این نوع از شالوده‌ها باید به موارد زیر توجه نمود:

- آرماتوربندی مناسب شالوده برای جذب نیروی F1 در بالای شالوده

- انتقال نیروی F1 از طریق دیوارهای جانبی به طرف دیگر شالوده

- طول مهاری و سایر مشخصات مهاری آرماتور طولی ستون‌ها و دیوارهای گلدانی

- مقاومت برشی مقطع ستون

- مقاومت سوراخ شدگی دال کف شالوده گلدانی تحت اثر بار محوری ستون

در این شالوده‌ها ارتفاع ستون در داخل شالوده گلدانی باید حداقل  $1/2$  برابر بعد مقطع ستون و ضریب اصطکاک بین بتن پرکننده بتن ستون حداکثر برابر  $3/0$  اختیار شود.

در مواردی که شالوده‌های گلدانی برای دیوارها طراحی می‌شوند، دارای دو دیواره روبرو بوده و فاقد دیواره‌های جانبی می‌باشند و یا دیواره‌های جانبی آنها فاصله زیادی از همدیگر دارند. در این حالت برای جذب نیروهای  $F_1$  و  $F_2$  باید از عملکرد طرهای دیوارها بهره جست.

شالوده‌های گلدانی را می‌توان با دیواره‌های ناصاف و یا دارای کلیدهای برشی طراحی نمود. در این حالت فرض می‌شود که مجموعه ستون و شالوده یکپارچه می‌باشد. به شکل شماره ۱-۹-ب مراجعه شود.

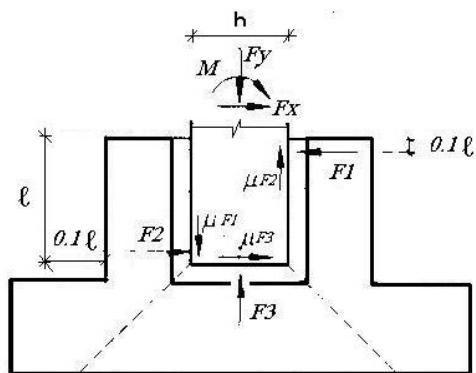
در طراحی این نوع از شالوده‌ها باید به موارد زیر توجه نمود:

- در صورتی که میلگردهای طولی ستون تحت کشش ناشی از لنگر خمی قرار گیرند لازم است که طول مهاری و سایر مشخصات مهاری آن‌ها در داخل ستون و نیز مهاری کامل میلگردهای داخل دیواره شالوده، پیش‌بینی شوند.

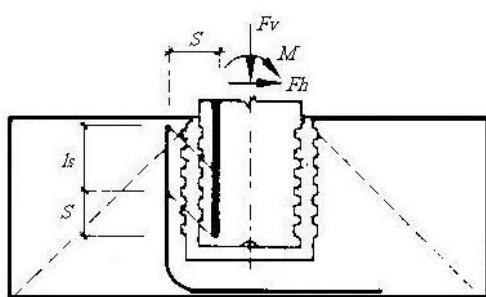
- با توجه به اینکه فرض می‌شود میلگردهای اشاره شده بصورت پوششی و در یک مقطع فرضی یکپارچه به همدیگر وصله می‌شوند و عملاً به فاصله  $S$  از همدیگر قرار دارند، لازم است که به طول وصله آنها مقدار  $S$  افزوده شود.

- کنترل برش سوراخ شدگی تحت اثر بار محوری ستون، با توجه به انتقال برش بین ستون و شالوده، مشابه شالوده‌های یکپارچه می‌باشد.

تحلیل مدل با فرضیات گفته شده معمولاً ایجاب می‌کند که طول  $\ell$  حداقل  $2$  برابر  $h$  اختیار شود.



شکل ۱-۹-الف اتصال ستون به شالوده گلدانی  
(وجوه ستون و دیوارهای شالوده صاف می‌باشند)



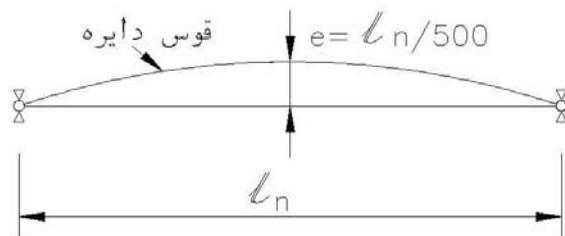
شکل ۱-۹-ب اتصال ستون به شالوده گلدانی  
(وجوه ستون و دیوارهای شالوده ناصاف و دندانه‌دار می‌باشند)

## ت ۲-۹-ستون‌های پیش‌ساخته

بارهای واردہ به ستون‌ها در حین برپایی سازه ممکن است در بعضی مقاطع از جمله زیر ستون‌ها، از بارهای نهایی واردہ تعیین کننده‌تر باشند، زیرا این بارها در حالتی وارد می‌شوند که معمولاً ملات ریزی زیر کف ستون‌های فلزی انجام نشده و بارها به میل مهارها و یا گوشه‌های تنظیم وارد می‌شوند و لازم است تنش‌های موضعی در طراحی مدنظر قرار بگیرند.

### ت ۳-۹- تیرهای پیش ساخته

شکل شماره ۳-۹ خمیدگی در صفحه افق یک تیر پیش ساخته بطول  $\ell_n$  را نشان میدهد.



شکل ۳-۹- خمیدگی در سطح افق در وسط دهانه تیر

### ت ۴-۱- اصول کلی طرح دیوارها

تقلیل حداقل سطح مقطع میلگردهای افقی و قائم در دیوارهای پیش ساخته غیر پیش تبیده، در مقایسه با حداقل سطح مقطع آن‌ها در دیوارهای بتونی درجا ریخته، بهدلیل کمی تقييد کناره‌های دیوارها در حين بتون‌ریزی و بعد از آن و حتی پس از مرحله نصب می‌باشد که موجب می‌شود انقباض بتون بهراحتی صورت گرفته و تنشهای ناشی از آن و بروز ترک‌های عرضی و طولی به حداقل کاهش پیدا کنند، لیکن برای هر بعد بزرگتر از ۴ متر، در جهت آن و نیز آن قسمت از قطعاتی که نیاز به میلگرد خمی دارند حداقل آرماتور جمع شدگی و حرارت باید مطابق دیوارهای بتون آرمه درجا اختیار شود.

### ت ۴-۳- بررسی مقاومت فشاری دیوارهای پیش ساخته

الف- در تعیین طول کمانش دیوارها، با حالت مفصلی در بالا و پایین دیوار، میتوان از روابط زیر استفاده نمود. در این روابط  $L$  ارتفاع کل دیوار،  $B$  طول دیوار و  $L_f$  طول کمانش دیوار می‌باشد.

$$L_f = KL$$

مقدار  $K$  در مورد دیوارهایی که در دولبه قائم خود مقید هستند:

$$K=1 \quad : \frac{L}{B} \leq \frac{1}{2} \quad -\text{برای}-$$

$$K = 1.50 - \frac{L}{B} : \frac{1}{2} \leq \frac{L}{B} \leq 1 - برای$$

$$K = \frac{1}{1 + \left( \frac{L}{B} \right)^2} : \frac{L}{B} \geq 1 - برای$$

مقدار K در مورد دیوارهایی که در یک لبه قائم مقید و در لبه قائم دیگر آزاد هستند:

$$K=1 : \frac{L}{B} \leq \frac{1}{2} - برای$$

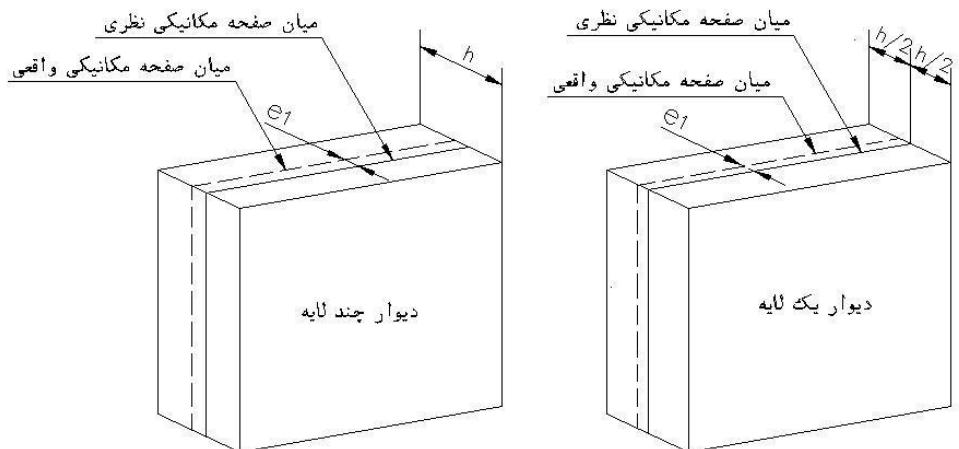
$$K = 1 - 0.422 \left( \frac{L}{B} - 1 \right) : \frac{1}{2} \leq \frac{L}{B} \leq 1 - برای$$

$$K = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{2} \left( \frac{L}{B} \right)^2}} : \frac{L}{B} \geq 1 - برای$$

مقدار K در مورد دیوارهایی که در هر دو لبه قائم آزاد هستند:

در تعیین طول کمانش دیوارها با حالت پیوستگی در بالا و پایین دیوار، مقدار K را میتوان از روش های ایستایی ارجاعی محاسبه نمود.

ب- ۱- برونو محوری  $e_1$  : این برونو محوری به دلیل اختلاف تراکم، وزن مخصوص و مقاومت فشاری بتن ریخته شده بصورت افقی، بین لایه های بالا و پایین مقطع و در نتیجه تغییر موقعیت مرکز ثقل مقطع مقاوم و میان صفحه مکانیکی، نسبت به میان صفحه هندسی (نظری) آن بوجود می آید.  
در شکل شماره ۹-۵-۱ (۱) این برونو محوری نشان داده شده است.



$$e_1 = 0.03h \text{ در صورت بتن ریزی افقی دیوار}$$

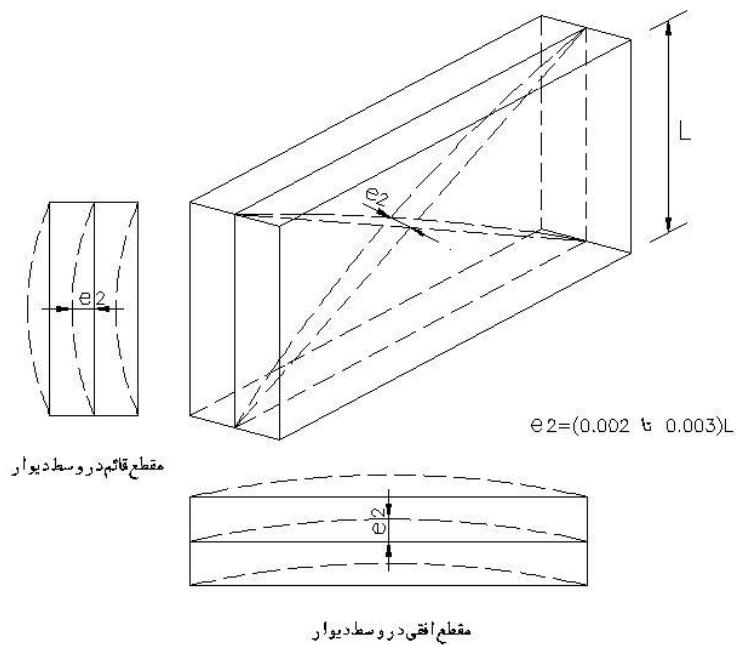
$$e_1 = 0.0 \text{ در صورت بتن ریزی قائم دیوار}$$

شکل ۹-۳-۱ (۱) برون محوری  $e_1$  برای دیوار باربر یک لایه و دیوار بالابر چند لایه

$$e_1 = 0.02h \text{ در صورت بتن ریزی افقی دیوار}$$

$$e_1 = 0.0 \text{ در صورت بتن ریزی قائم دیوار}$$

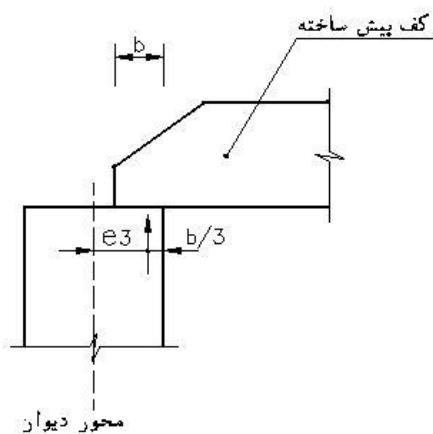
ب - ۲ - برون محوری  $e_2$  : این برون محوری بطور اساسی به کیفیت قالب‌ها ، خاصه سختی آن‌ها و دقیقی که برای ساخت دیوارها مبذول می‌شود، بستگی دارد. مقادیر داده شده مقادیر حداکثر محتمل در مرکز دیوار می‌باشد و برای قسمت‌های محیطی دیوار، مشروط به توجیه آن می‌توان مقادیر کمتر و یا صفر در نظر گرفت. در شکل شماره ۹-۳-۱ (۲) این برون محوری نشان داده شده است.



شکل ۹-۳-۱-۵-۹ (۲) برون محوری ناشی از غیر مستوی بودن

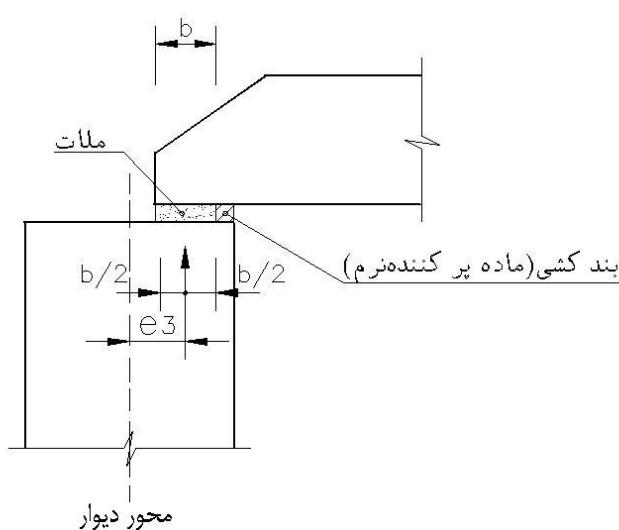
در شکل ۹-۳-۱-۵-۹ (۲) برون محوری  $e_2$  در کناره‌های دیوار برابر صفر منظور شده است.

ب - ۳- برون محوری  $e_3$ : موقعیت عکس العمل تکیه‌گاهی ایجاد شده وزن یک قطعه پیش ساخته کف که دو سر آن به صورت خشک یا با واسطه یک قشر ملات روی دیوار قرار داده می‌شوند به فاصله یک سوم عرض سطح اتکای قطعه روی دیوار از لبه دیوار فرض می‌شود و برون محوری  $e_3$  فاصله این نقطه تا محور دیوار می‌باشد. مفروضات فوق برای حالتی که دو قطعه پیش ساخته کف از دو طرف روی دیوار مستقر می‌شوند نیز قابل تعمیم می‌باشند. به شکل شماره ۹-۳-۱-۵-۹ (۳) مراجعه شود.



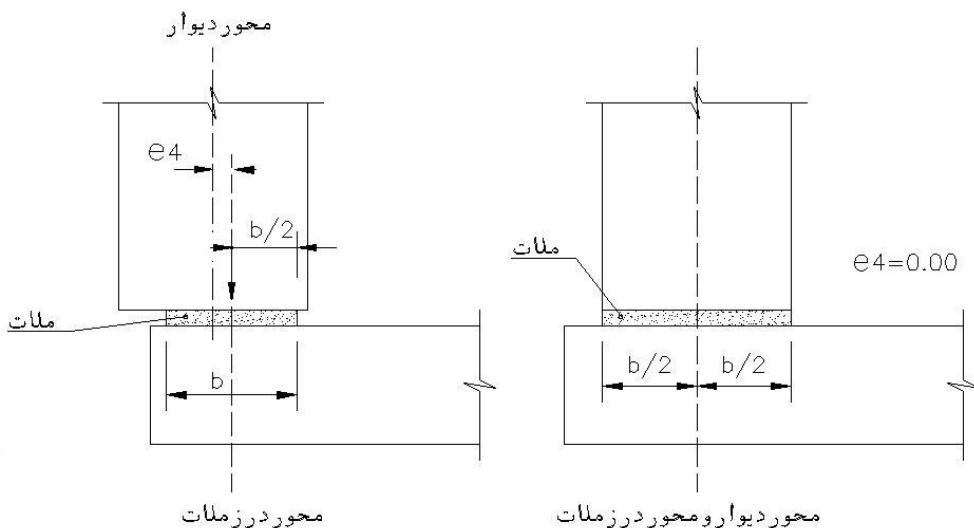
شکل ۹ (۱-۳) برونو محوری  $e_3$

در بعضی حالات در نظر گرفتن موقعیت مناسب‌تری برای عکس العمل تکیه‌گاهی، برای تقلیل مقدار میسر می‌باشد. به شکل شماره ۹ (۲-۳) مراجعه شود.



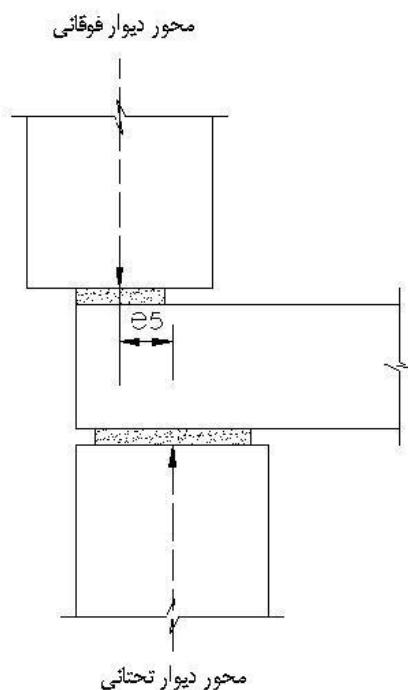
شکل ۹ (۲-۳) برونو محوری  $e_3$

ب-۴- برون محوری  $e_4$  : در مورد عکس العمل ایجاد شده در پایین دیوار، همواره چنین فرض می شود که درز زیر دیوار مانند یک مفصل پلاستیک عمل می نماید و نقطه عبور نیروی عمودی دیوار در محور درز ملاتی که برای نصب به کار رفته است قرار دارد و در صورتی که محور درز بر محور دیوار منطبق نباشد فاصله این دو محور برون محوری  $e_4$  را ایجاد می نماید.



شکل ۹-۱-۵-۳ (۴) برون محوری  $e_4$

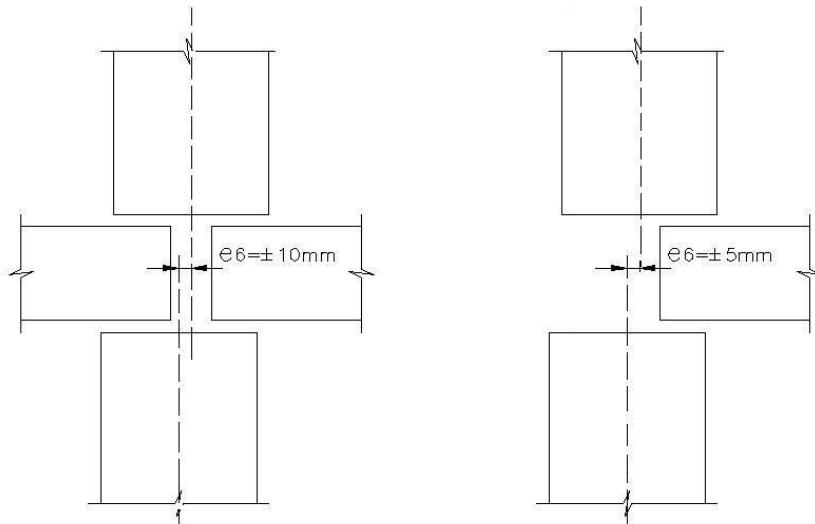
ب-۵- برون محوری  $e_5$  : عدم انطباقی که ممکن است بین میان صفحه های مکانیکی و یا نقطه عبور نیروی عمود دو دیوار که روی هم قرار داده شده اند موجود باشد، منشاء برون محوری  $e_5$  می باشد که باید در محاسبات منظور شود. به شکل شماره ۹-۱-۵-۳ (۵) مراجعه شود.



شکل ۳-۱-۵-۹ (۵) برون محوری  $e_5$

ب-۶- برون محوری  $e_6$ : این برون محوری که حالت اتفاقی برون محوری سازه ای  $e_5$  می‌باشد، در شکل شماره ۳-۱-۵-۹ (۶) نشان داده شده است.

مقادیر داده شده برای برون محوری  $e_6$  در صورتی که تمہیدات خاص ساختمانی از طریق برآمدگی‌ها، خارها و شیارها مقدار خطای روی هم قرار گرفتن دیوارها را محدود کرده باشند، ارایه شده‌اند و خطاهای ناشی از ناشاقولی نصب دیوارها را شامل نمی‌شوند. ناشاقولی دیوارها، هنگام نصب دیوار بالادست آن، انجام جابجایی را که به خطای روی هم قرار گرفتن منجر می‌شود ایجاد نماید. برای منظور نمودن این جابجایی لازم است که مقادیر داده شده برای برون محوری  $e_6$  به اندازه ۱۰ میلیمتر افزوده شوند.



شکل ۶-۱-۵-۹(۲) برون محوری  $e_6$

ب-۷- لنگرهای خمی ایجاد شده به وسیله باد یا زلزله و یا اثر حرارت را که حول محور افقی و موازی دیوار ایجاد می‌شوند، می‌توان به طور مستقیم در طراحی مقاطع مختلف دیوار به همراه لنگرهای ناشی از برون محوری‌های دیگر به کار برد و یا با تقسیم آن‌ها به نیروهای موجود در مقطع مورد نظر، به برون محوری‌های نظیر خود،  $e_7$  تبدیل نمود. این برون محوری‌ها به همراه سایر برون محوری‌ها در طرح مقاطع مورد استفاده قرار می‌گیرند. برون محوری  $e_7$  ناشی از حرارت در حالت متعارف شمای مفصلی دیوارها قابل صرفنظر کردن می‌باشد.

انحنای ناشی از اختلاف درجه حرارت بین سطوح داخلی و خارجی یک دیوار و یا زیر و روی یک سقف عایق نشده، با فرض عدم گیرداری در ابتدا و انتهای قطعه را می‌توان با روابط زیر محاسبه نمود.

$$\Delta = \alpha \frac{L^2}{8h}$$

$$\alpha = C(T_1 - T_2) \quad T_1 \rangle T_2$$

در این روابط:

$\Delta$  = مقدار انحنا (برون محوری) در وسط قطعه

$L$  = فاصله بین تکیه گاهها (ارتفاع دیوار یا طول دهانه سقف)

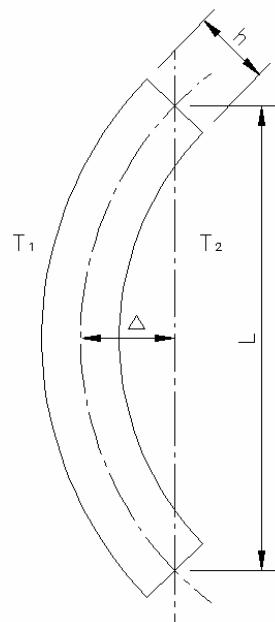
$h$  = ضخامت عضو

$C$  = ضریب انبساط حرارتی بتن

$T_1$  = درجه حرارت یک وجه عضو

$T_2$  = درجه حرارت وجه دیگر عضو

به شکل شماره ۳-۱-۵-۹ (۷) مراجعه شود.



شکل ۳-۱-۵-۹ (۷) انحنای ناشی از اختلاف درجه حرارت

ب-۸-برون محوری اولیه دیوارها در مقاطع مختلف آن، با بررسی انواع برون محوری‌های جزیی،  $e_7$  تا  $e_1$  که بر حسب مورد، در یک جهت معین و یا در هر دو جهت مثبت و منفی منظور می‌شوند، در نامناسب‌ترین حالت جمع جبری برون محوری‌ها به دست می‌آید. لازم است که آثار برون محوری‌های

محتمل مختلف به همراه نیروهای محوری متناظر با آن‌ها در طرح مقاطع مختلف، برای مشخص نمودن نامساعدترین حالت بارگذاری مدنظر قرار داده شوند.

### ت ۹-۱-۶-۱- اتصالات

در شکل شماره ۹-۱-۶ نیروهای واردہ به یک درز افقی بین دال‌ها و دیوارهای پیش‌ساخته به شرح زیر نشان داده شده‌اند.

a : بارهای قائم

b : برش افقی ناشی از بارهای افقی

c : برش افقی در صفحه دال‌های کف هنگام عملکرد بصورت دیافراگم

d : تنش‌های ناشی از خمش در صفحه دال‌های کف هنگام عملکرد بصورت دیافراگم

e : نیروهای کشش یا فشاری ناشی از عملکرد کلاف‌بندی

f : تنش عرضی حاصل از بارگذاری کف‌ها

g : برش حاصل از بارگذاری کف‌ها

درز نشان داده شده برای تحمل نیروهای b و c بعنوان درز برشی در جهت طولی، برای تحمل

نیروهای g بعنوان درز برشی در جهت عرضی، برای تحمل نیروهای a و d بعنوان درز فشاری، برای

تحمل لنگر f بعنوان درز خمشی و برای تحمل نیروی e بعنوان درز کششی عمل می‌نماید.

در طرح و محاسبه درزها و اتصالات که در آن‌ها به دلیل محدودیت فضا و شرایط اجرایی در ملات

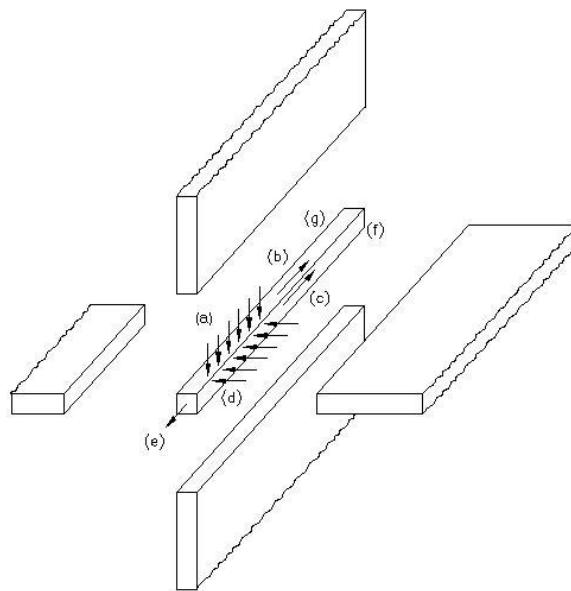
ماسه و سیمان و بتن نرم (بتن ریزدانه) استفاده می‌شود، می‌توان مشخصات و مقررات مربوط به بتن را

در موارد زیر به مصالح مخصوص درزها براساس مقادیر آن‌ها تعیین داد.

- مقاومت‌های مکانیکی

- مقاومت‌های مشخصه

- دیاگرام‌های تنش- تغییر شکل



شکل شماره ۱-۶-۹

### ت ۲-۶-۹- درزهای برشی

درزهایی که بین قطعات دیوارها و یا دال‌ها، بصورت فضاهای ساده پرشده با بتون ریزدانه و یا ملات قرار داشته و در آن‌ها پیش‌بینی خاصی به منظور تأمین انتقال مطمئن نیروهای مماسی بین قطعات، مانند دندانه‌دار کردن سطوح قطعات در تماس با درز و نیز تعییه میلگردی‌های بیرون زده از سطوح به عمل نیامده است، دارای مقاومت‌های برشی در حدود ۰/۰۶ تا ۰/۰۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع بوده و در یک اتصال ساختمانی بعنوان درز برشی قابل قبول نمی‌باشند. درزهایی که قادر به انتقال نیروهای مماسی بین قطعات می‌باشند معمولاً در گروههای زیر طبقه بندی می‌شوند.

#### ۱- درزهای ساده (یا صفحه‌ای)

این درزها درزهایی هستند که در آن‌ها هیچ‌گونه پیش‌بینی خاصی، نظیر کنگره‌دار کردن لبه‌های آن‌ها برای تأمین انتقال نیروهای مماسی از درز به عمل نیامده ولی برای آن‌ها میلگرد کافی طبق قاعده دوخت‌ها پیش‌بینی شده است.

مسلح نمودن درز ساده مقاومت درز را بیشتر نموده و میلگردهای بیرون آمده از قطعات نه تنها چسبندگی بیشتری بین بتن و قطعات و درز بوجود می‌آورند بلکه به همگنی بتن درز برای جلوگیری از ترک خوردگی کمک می‌نمایند. به شکل شماره ۲-۶-۹-الف مراجعه شود.

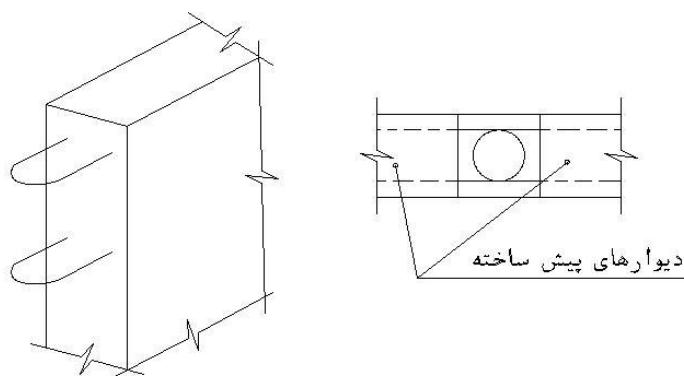
۱- درزهای سازمان یافته

در این درزها به منظور انتقال موثر نیروهای مماسی از یک صفحه به صفحه دیگر در تمام طول اتصال پیش‌بینی‌های خاصی به عمل آمده‌اند. این درزها معمولاً دو نوع و به شرح زیر می‌باشند.

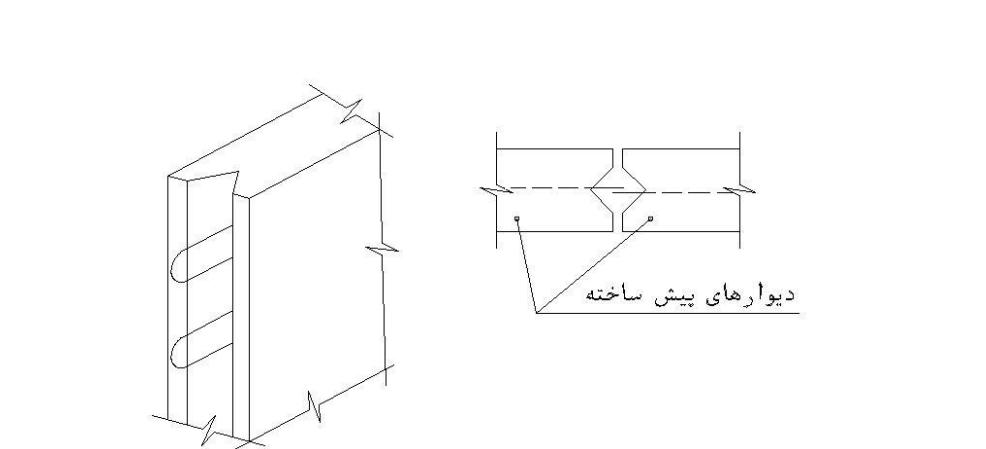
الف - درزهای پیخ‌دار یا شیاردار (شکل شماره ۲-۶-۹-الف-ب).

ب - درزهای کنگره‌ای (شکل شماره ۲-۶-۹-ب-پ).

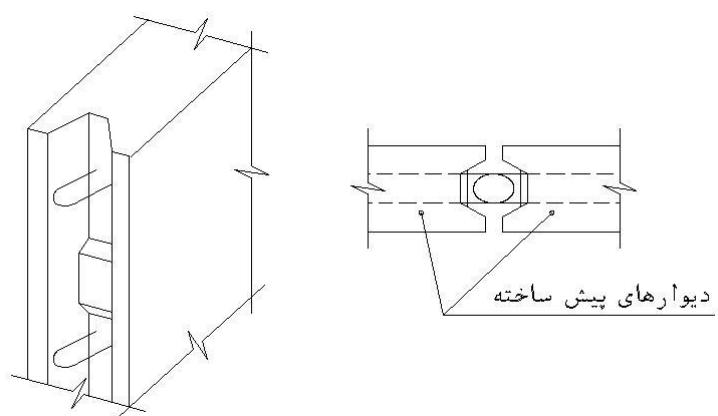
پ - درزهای اره‌ای (شکل شماره ۲-۶-۹-ت) که مشابه درزهای کنگره‌ای هستند.



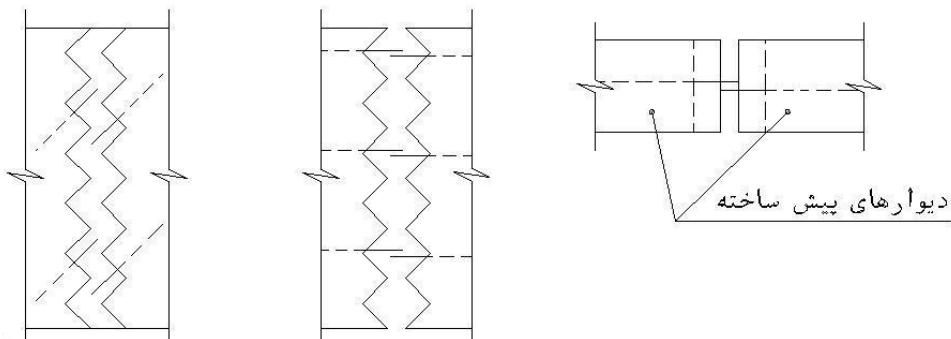
شکل ۹-۶-۲-الف درز ساده-درز صفحه‌ای



شکل ۹-۶-۲-ب درز پخ دار یا شیاردار

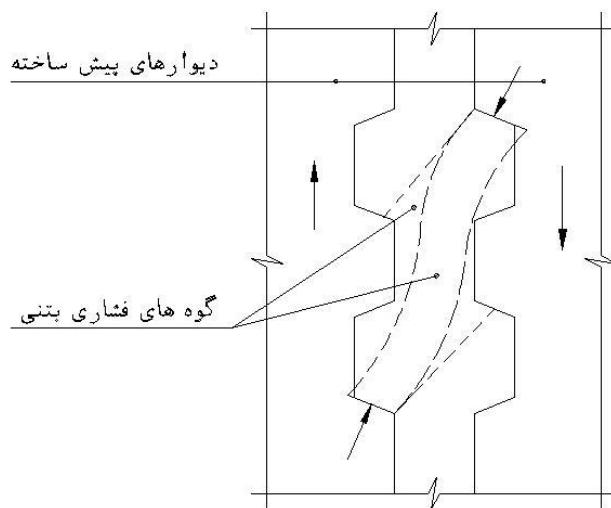


شکل ۹-۶-۲-پ درز کنگرهای



شکل ۲-۶-۹-ت درز ارها

درزهای نوع ب (کنگره‌ای) مطمئن‌ترین نوع اتصال می‌باشد و امکان ایجاد گره فشاری بتنی در بین سطوح قطعات، حتی در مواردی که از اصطکاک صرف‌نظر شده و ترک‌های قطری ایجاد شده باشند، این‌منه این اتصال را تامین می‌نمایند. به شکل شماره ۲-۶-۹-ث مراجعه شود.

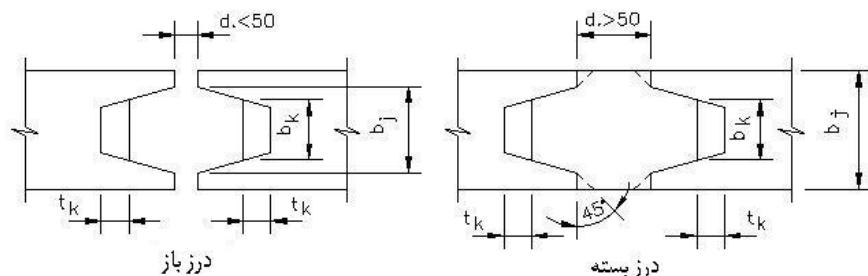
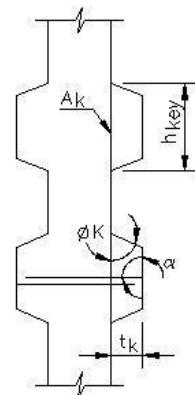


شکل ۲-۶-۹-ث گوشه های فشاری در درزهای کنگره ای

درزهای دارای سطوح صاف یا شیاردار بدون کنگره در صورتی که فاقد میلگرد باشند، به دلیل احتمال زیاد اثر انقباض بتن، تقلیل چسبندگی و اصطکاک ناکافی بین ماده پرکننده و سطوح صاف یا روغنی، فاقد مقاومت برشی مطمئن می‌باشند.

### ت ۶-۲-۱-۱- مقاومت برشی نهایی درزهای برشی

در شکل شماره ۶-۲-۱-۱ شمای هندسی درزهای کنگرهای نشان داده شده است. حداقل مقدار تعیین شده برای میلگردها برای ایجاد حداقل شکل‌پذیری در عملکرد درز می‌باشد.



شکل ۶-۲-۱-۱ شمای هندسی درزهای کنگره‌ای

$$A_j = b_j l_j$$

$l_j$  = طول درز ، معمولاً مساوی ارتفاع طبقه

$$A_k = b_k \cdot h_k \cdot n$$

$n$  = تعداد فرورفتگی‌ها در طول درز

$$h_k \geq 50 \text{ mm}$$

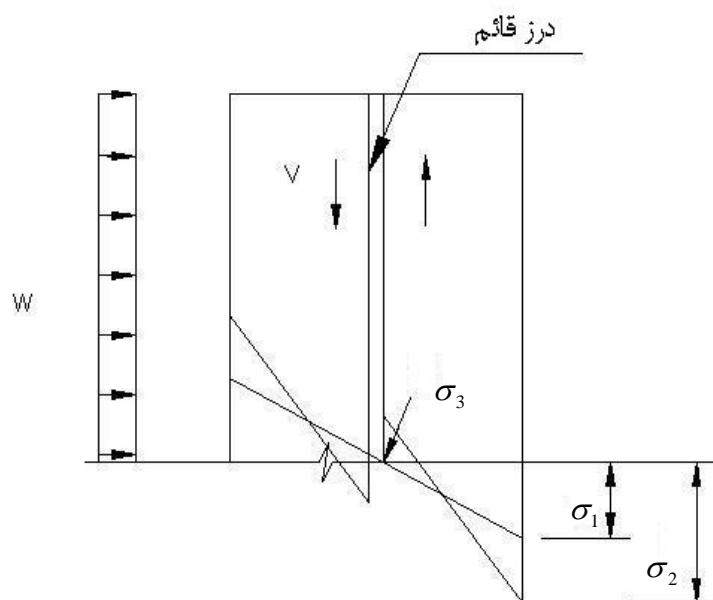
$$t_k \geq 10 \text{ mm.}$$

$$\frac{h_{key}}{t_{key}} \leq 8$$

$$135^\circ \geq \alpha \geq 45^\circ$$

### ت ۲-۶-۹- سختی درزهای برشی

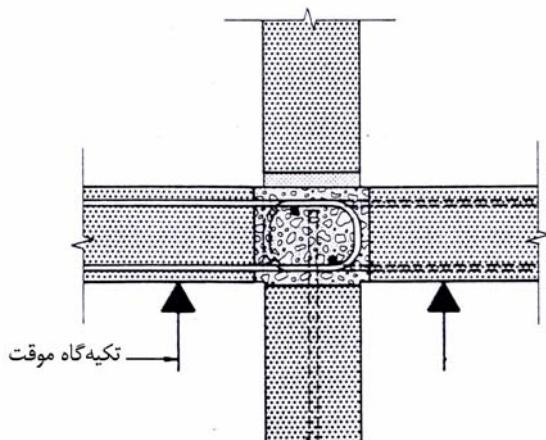
شکل شماره ۶-۹-۲-۲ اصلاح تنש‌های لبه‌های دو دیوار برشی را که توسط درز برشی قائم به هم متصل شده‌اند نشان می‌دهد.  $\sigma_1$  معرف تنش‌ها با فرض یکپارچگی کامل دو دیوار و  $\sigma_2$  معرف تنش اصلاح شده به دلیل عملکرد درز قائم و  $\sigma_3$  معرف تنش تغییر یافته برای ایجاد تعادل کلی می‌باشد.



شکل ۶-۹

### ت ۳-۶-۹- درزهای فشاری

شکل شماره ۳-۶-۹ یک نوع آرماتور بندی درز افقی بین دال‌ها و دیوارهای پیش‌ساخته را نشان می‌دهد که شامل قلاب‌های بیرون زده از دال‌ها و دیوار تحتانی و میلگردهای افقی کلاف می‌باشد. قلاب‌های بیرون زده از دیوار تحتانی، حداقل دو عدد، معمولاً بعنوان قلاب‌های حمل نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. قلاب‌های بیرون زده از دال‌های کف می‌توانند بعنوان میلگردهای یکسرگی بین دو دال و یا یک دال و درز برای تحمل لنگرهای ناشی از بار زنده کف‌ها طراحی شوند. میلگردهای طولی داخل درز بعنوان کلاف‌های افقی و نیز مهارهای مکانیکی برای میلگردهای بیرون زده از دال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۳-۶-۹

### ت ۳-۶-۱- مقاومت فشاری نهایی درزهای فشاری

مقاومت فشاری نهایی درزهای فشاری، متناسب با ابعاد، مقاومت بتن قطعات، مقاومت بتن یا ملات پرکننده درز، درجه محصورشدنگی و درجه امکان بازرگی متفاوت می‌باشد و رابطه ارایه شده، حالت کاملاً ساده شده آن را نشان می‌دهد.

در مورد درزهای فشاری که دارای شکل عمومی مشابه شکل شماره ۱-۳-۶-۹ باشند می توان از رابطه زیر استفاده نمود.

$$f_r = \phi_c f_c \left[ 0.60 \left( \frac{a}{0.50t} \right)^{1.5} + \frac{0.40 f_m}{f_c} \right]$$

$f_r$  = تنش محاسباتی درز

$f_m$  = مقاومت فشاری مشخصه ملات

$f_c$  = مقاومت فشاری مشخصه بتن دیوار تحتانی

$$0.5t > a > 0.2t$$

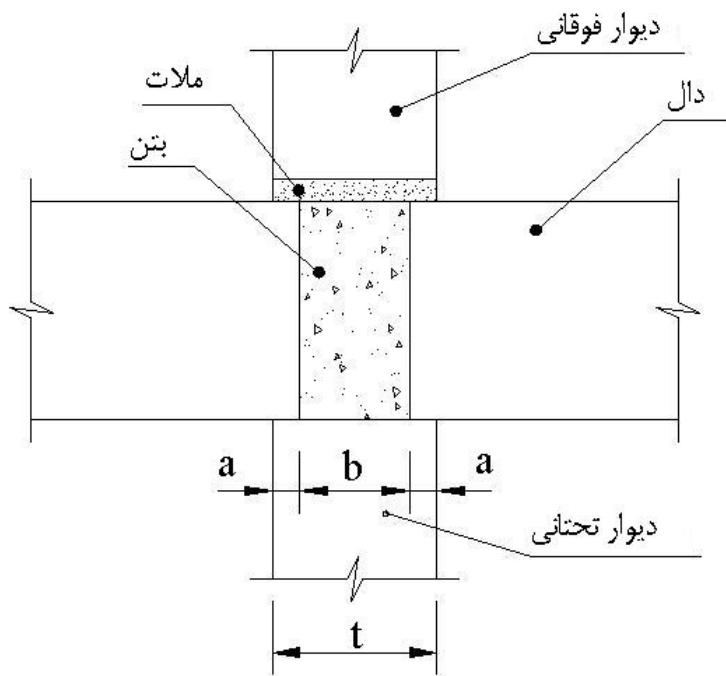
بعنوان مثال اگر  $t = 150$  mm و  $a = 50$  mm ،  $f_m = 25$  ،  $f_c = 30 Mpa$

برابر خواهد بود با :

$$f_r = 0.60 \times 30 \left[ 0.60 \times \frac{5}{0.50 \times 15} + \frac{0.40 \times 25}{30} \right] = 11.9 Mpa$$

$$N_r = 11.9 A \quad \text{نيوتن}$$

مقدار فوق در صورت استفاده از رابطه (۵) بر حسب مورد برابر  $A_9$  و یا  $12.6A$  خواهد بود.



شکل ۱-۳-۶-۹

#### ت ۴-۶-۹- درزهای خمسي - کششی

درزهای خمسي و یا خمسي کششی درزهایی هستند که انتقال لنگرهای خمسي بین دالهای کف و یا بین دالهای کف و دیوارها و یا بین تیر و ستون را تامين می‌کنند. در طرح اين درزها باید از مقاومت کششی بتن صرفنظر شود.

اين درزها معمولاً در معرض نیروهای فشاری یا کششی و برشی نیز قرار دارند که باید در طراحی آنها در نظر گرفته شوند. در اين درزها مسایل مربوط به اتصال میلگردها، مهار كامل آنها و امكان از بین رفتن پیوستگی بین میلگرد و بتن، خاصه در بارگذاري های ضربه اي و متناوب باید به دقت مورد بررسی قرار گيرند.

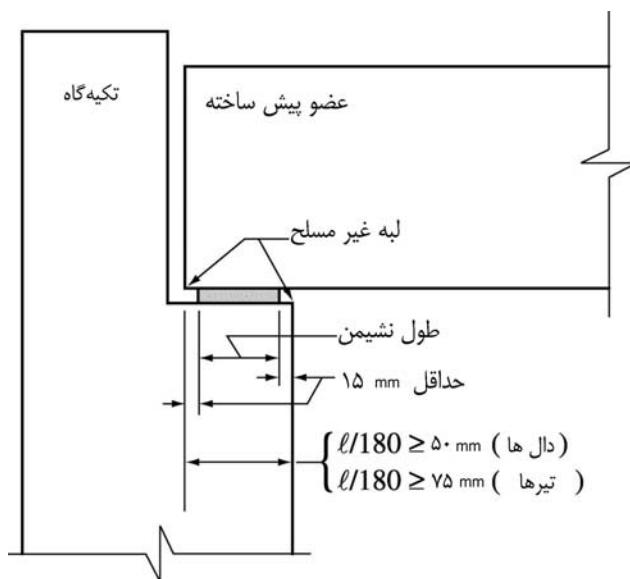
تامين يکسرگي می‌تواند با روش‌های زير صورت گيرد.

- وصله پوششی میلگردها
- جوش دادن میلگردها به هم‌دیگر
- استفاده از میلگردهای حلقوی و وصله‌های مکانیکی آن‌ها
- استفاده از اتصالات پیچی و وصله‌های مکانیکی
- استفاده از میلگردهای یکسره مدفون در ماده پرکننده درز
- هر نوع اتصال دیگری که با آزمایش‌های لازم کارایی آن تأیید شده باشد.

### ت ۳-۷-۹

این بند بین طول نشیمن و طول انتهای عضو پیش ساخته بر روی تکیه گاه تفاوت می‌گذارد.  
به شکل شماره ۳-۷-۹ مراجعه شود.

برای پرهیز از خردشگی سطوح نشیمن با بارگذاری سنگین، صفحات نشیمن نباید تا لبه تکیه‌گاه امتداد یابد، مگر اینکه لبه مسلح شود. لبه‌ها را می‌توان به کمک نبشی‌ها یا ورق‌های فولادی مهارشده مسلح نمود.



شکل ۳-۷-۹ طول نشیمن در مقایسه با طول عضو بر روی تکیه‌گاه

### ت ۱۱-۷- نشان گذاری و شناسایی

عنوان نمونه نشانه گذاری قطعات پیش ساخته به شرح زیر می تواند برای شناسایی آن ها به کار گرفته شود.

P-a-b-c-d-e-f

- P ، نام قطعه بر اساس نوع آن می باشد. مثلا حروف W برای دیوار، C برای ستون، B برای تیر، S برای دال قابل کاربرد می باشند.

- a ، نشان دهنده ضریب طول قطعه نسبت به مدول پایه می باشد. برای مدول پایه برابر ۱۰۰ میلیمتر، مقدار a برای دیوار به طول ۵۰۰۰ میلیمتر برابر ۵۰ و برای تیر به طول ۴۰۰۰ میلیمتر برابر ۴۰ خواهد بود. در صورت نیاز می توان عرض و ضخامت قطعه را نیز به ترتیب فوق نشان داد.

- b ، مشخصات بازشو های داخل قطعه را در صورت وجود معرفی می نماید و عبارت از شماره دستورالعمل ارایه شده برای مشخصات بازشو بوده و در صورت نبود بازشو برابر صفر اختیار می شود.

- c ، شماره دستورالعمل ارایه شده برای مشخصات میلگرد گذاری و سایر مشخصات سازه ای از قبیل مقاومت مشخصه بتن در زمان خارج کردن از قالب، حمل و نصب می باشد.

- d ، شماره دستورالعمل ارایه شده برای انواع نصب قطعات اتصال در قالب، میلگردها و ورق های مدفون در بتن و مشابه آن ها می باشد.

- e ، شماره دستورالعمل ارایه شده برای نصب تجهیزات مختلف از قبیل حفره کلید و پریزها، لوله های عبور کابل، غلاف ها و غیره در داخل قالب قطعه پیش ساخته می باشد.

- f ، شماره دستورالعمل ارایه شده برای نحوه بلند کردن، انبار کردن، حمل و نصب می باشد.

## ضمیمه

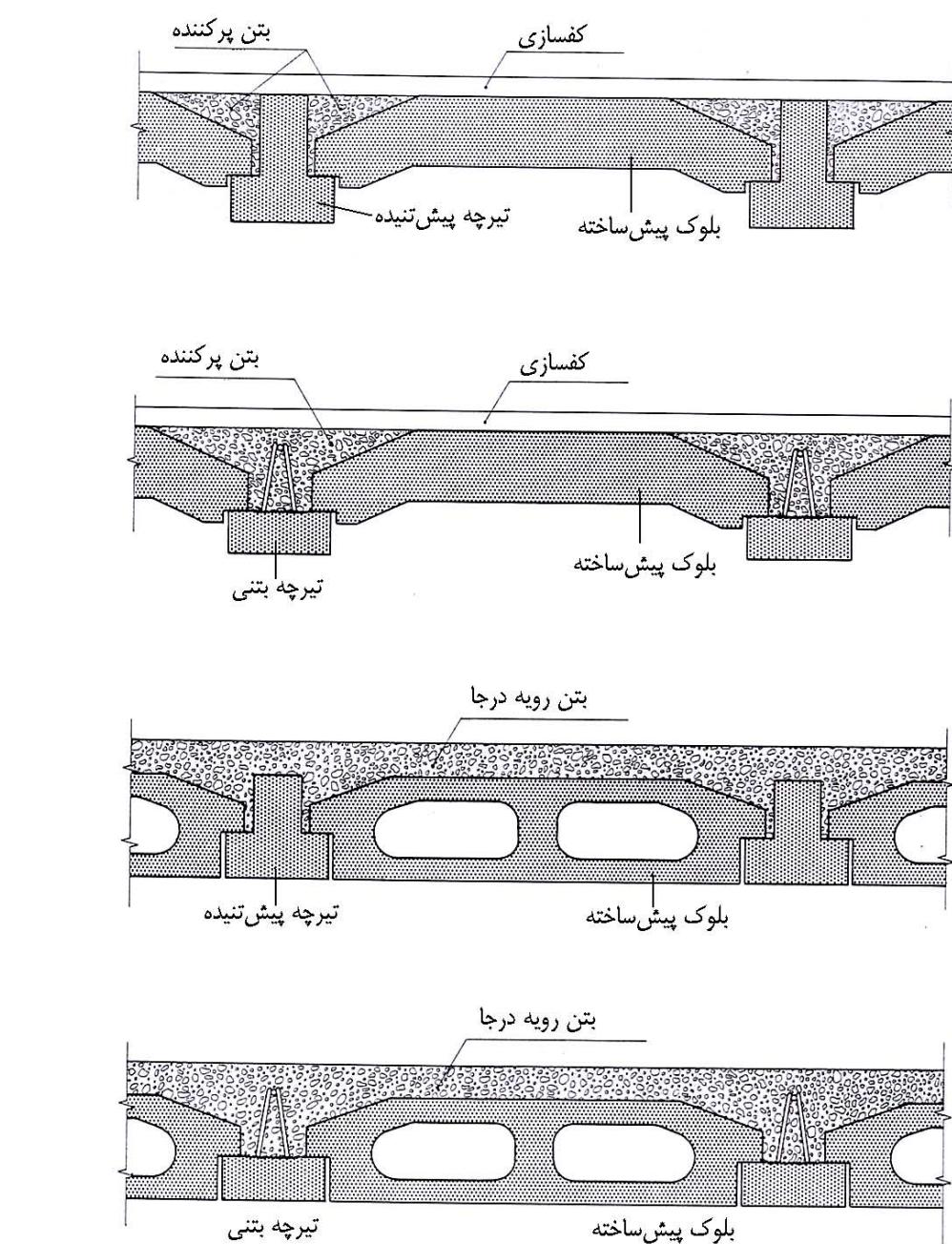
در این بخش ضمیمه، تعدادی از نمونه‌های متدالول قطعات یتی پیش ساخته و اتصالات بین آنها نشان داده شده است. این شکل‌ها که از مرجع زیر استخراج شده‌اند، قادر مقادیر عددی و محاسباتی بوده و صرفا نشان دهنده شکل عمومی آن‌ها می‌باشند. علاوه بر کار رفته در نمایش شکل‌ها نیز مطابق مرجع زیر بوده و در ادامه ارایه شده است.

مراجع:

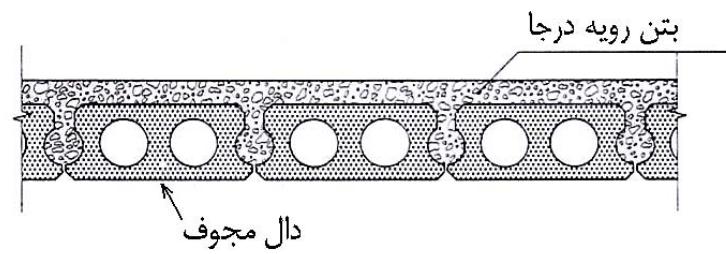
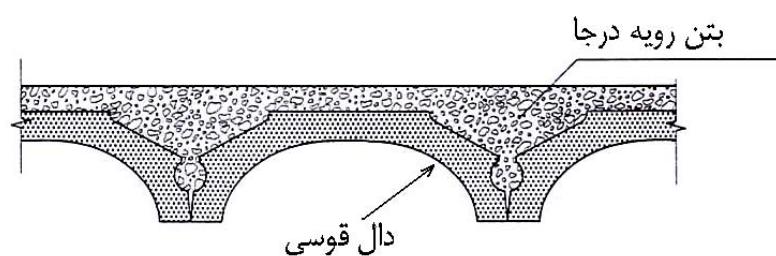
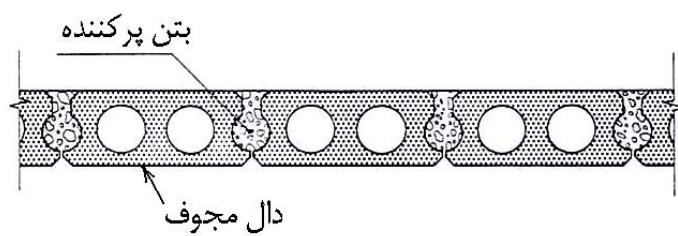
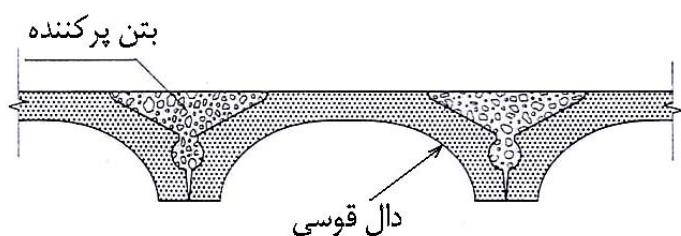
*Kraftschlussige Verbindungen im Fertigteilbau, Structural Design Manual, Precast Concrete Connection Details*, Stupré – Society for Studies on the use of Precast Concrete, Netherlands, Beton-Verlag GmbH, 1981

### تعاریف و علایم

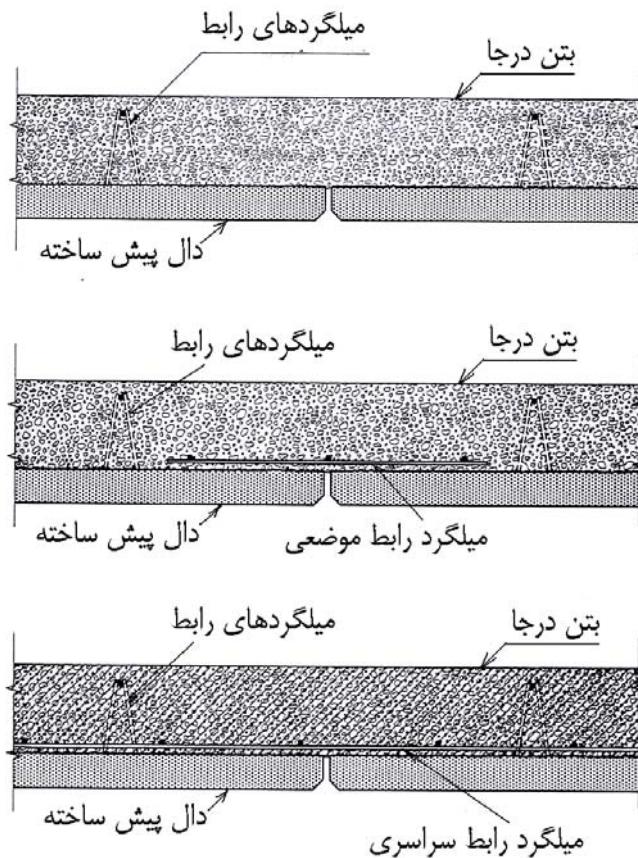
	نما	قطع
بتن پیش ساخته		
بتن آرمه		
بتن آرمه درجا		
بتن درجا		
ملات یا ماده خمیری		
فولاد		
قطعه باربر		
مواد پوشاننده		
در مقاطع افقی بتن درجا نشان داده نشده است وصله پوششی		
اتصال کام و زبانه		
جوش گوشه		
جوش با پشتband نیم استوانه		
میلگردی که بطور موضعی نشان داده نشده است		
نیرو		
تکیه گاه موقت		
تکیه گاه موقت (اختیاری)		



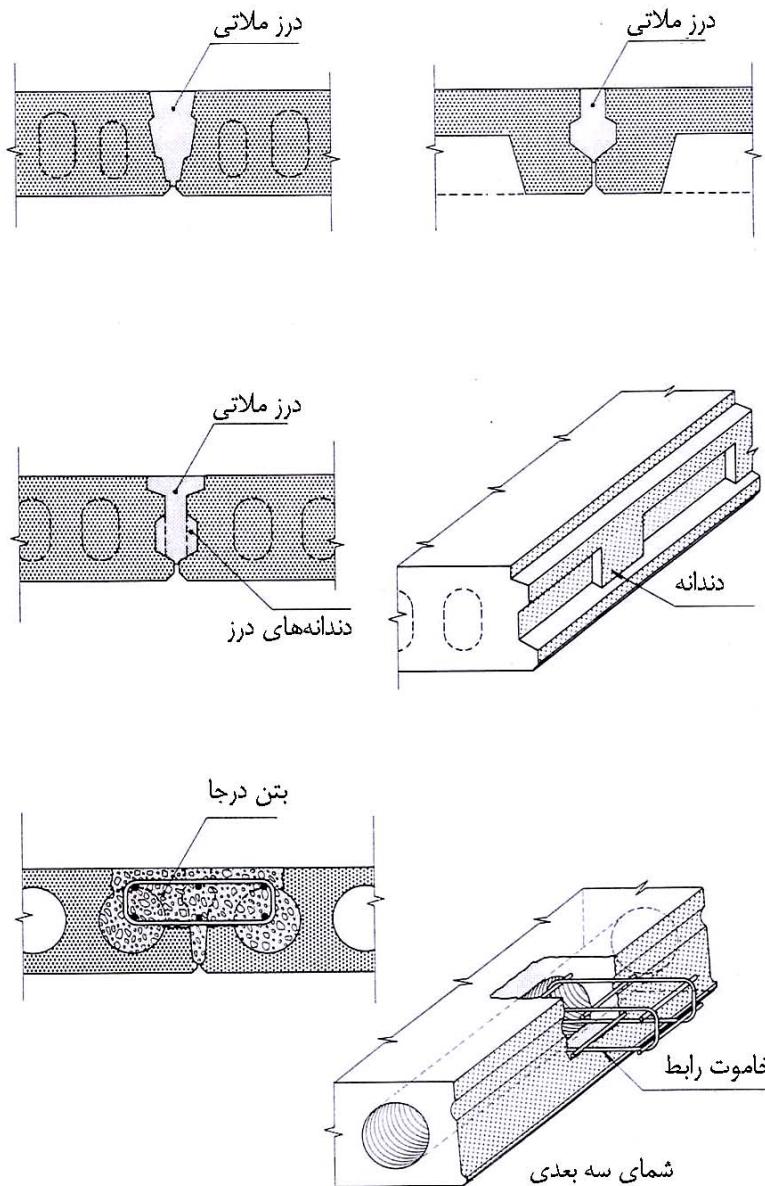
شکل ۱ - کف‌های پیش‌ساخته مركب از تيرچه و بلوك پیش‌ساخته، با بتن رویه درجا و يا بدون آن



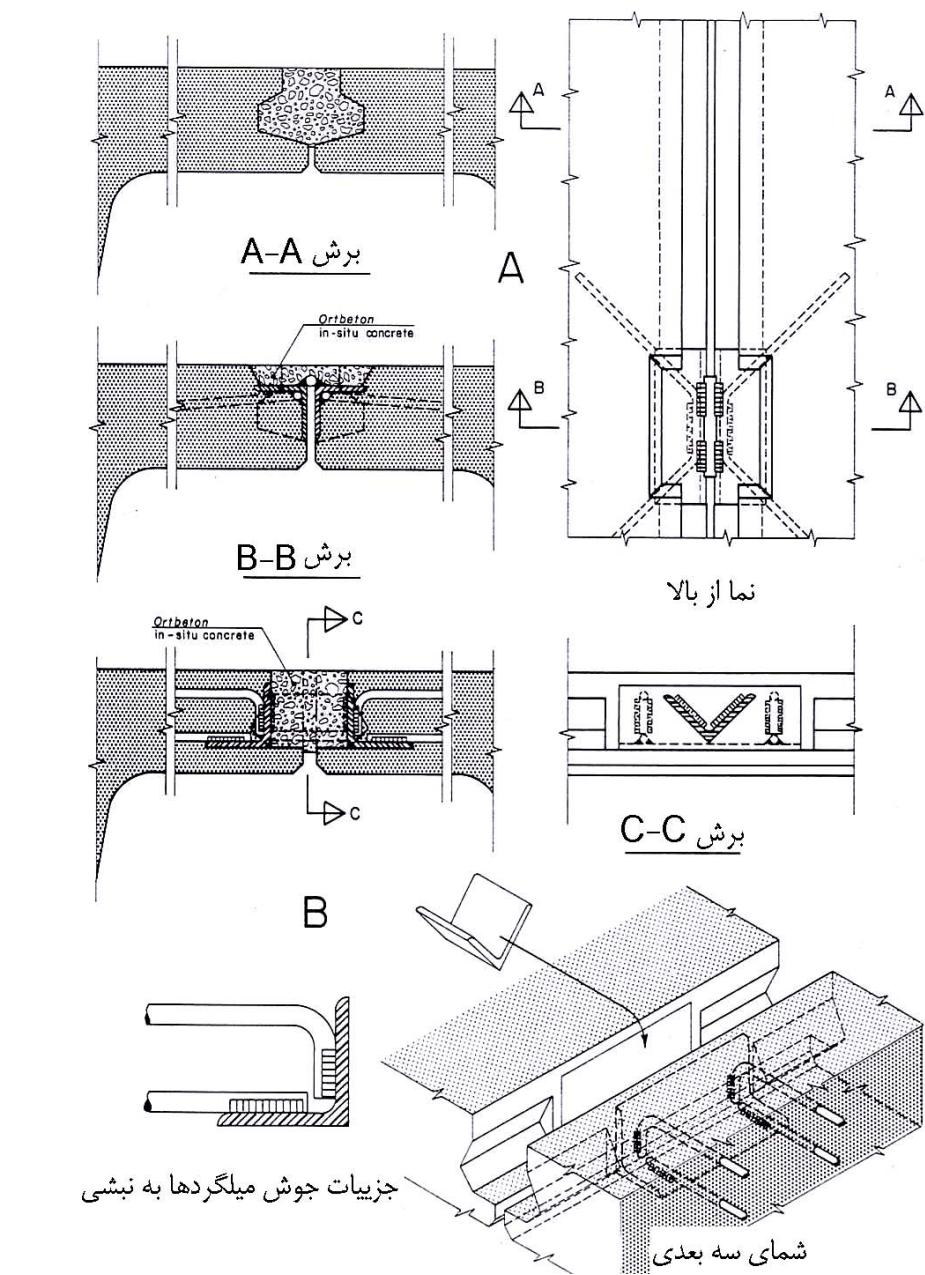
شکل ۲ - کف‌های پیش‌ساخته مرکب از دال‌های قوسی یا دال‌های مجوف با بتن رویه درجا و یا بدون آن



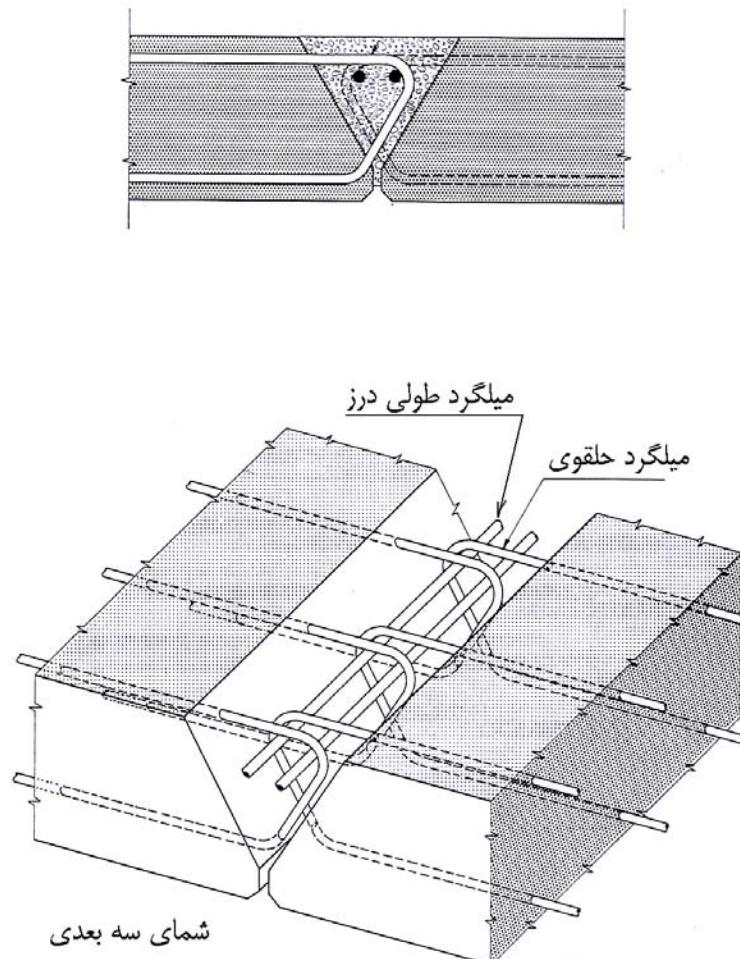
شکل ۳ - کف‌های پیش‌ساخته مرکب - شامل دال‌های پیش ساخته و بتن درجا



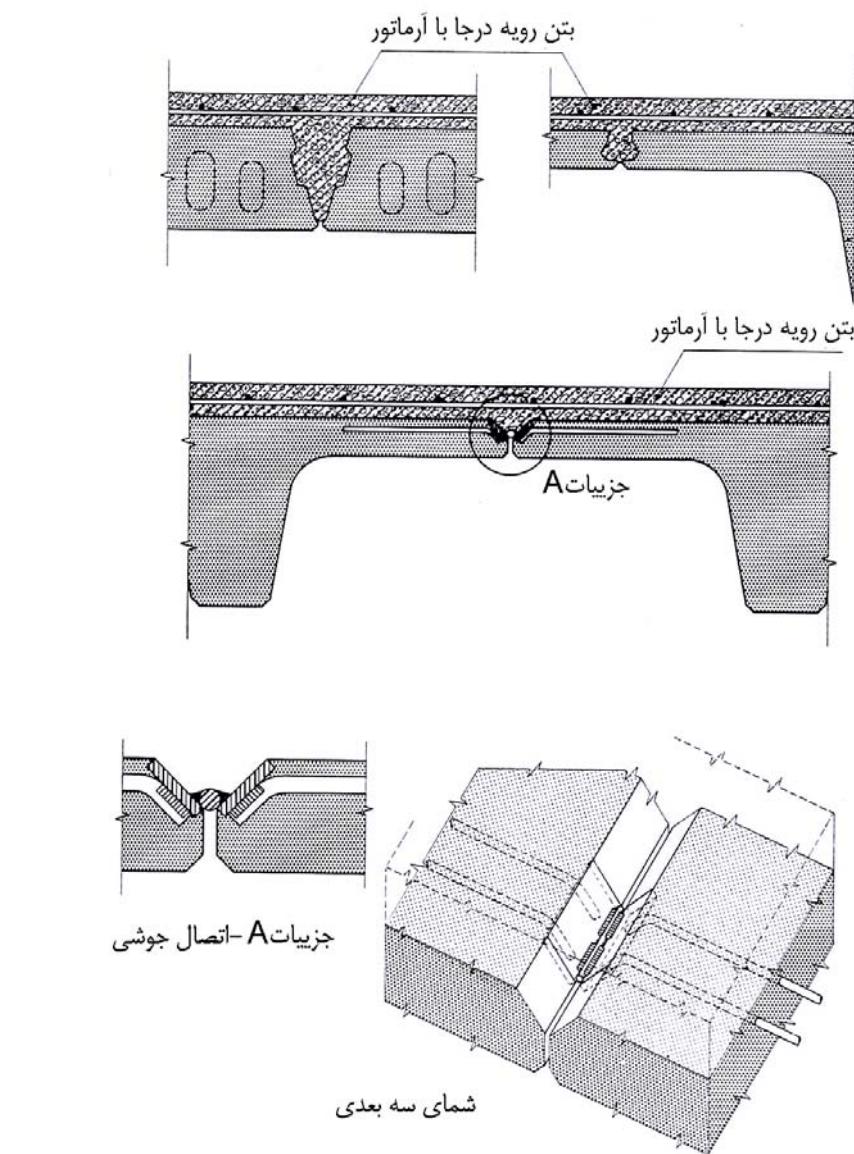
شکل ۴ - اتصال‌های دال‌های پیش‌ساخته به‌همدیگر در محل درزهای بین آن‌ها



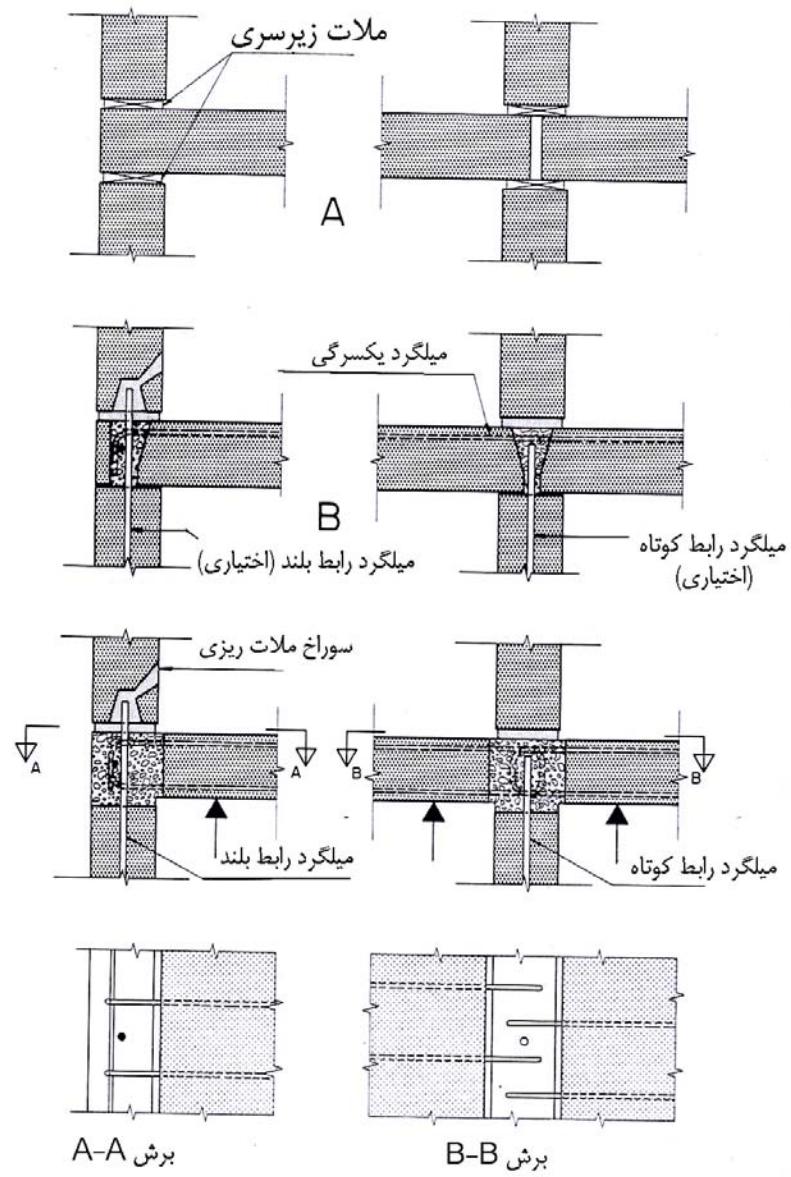
شکل ۵ - اتصال جوشی بین دال‌های پیش‌ساخته مجاور، بدون بتن رویه درجا



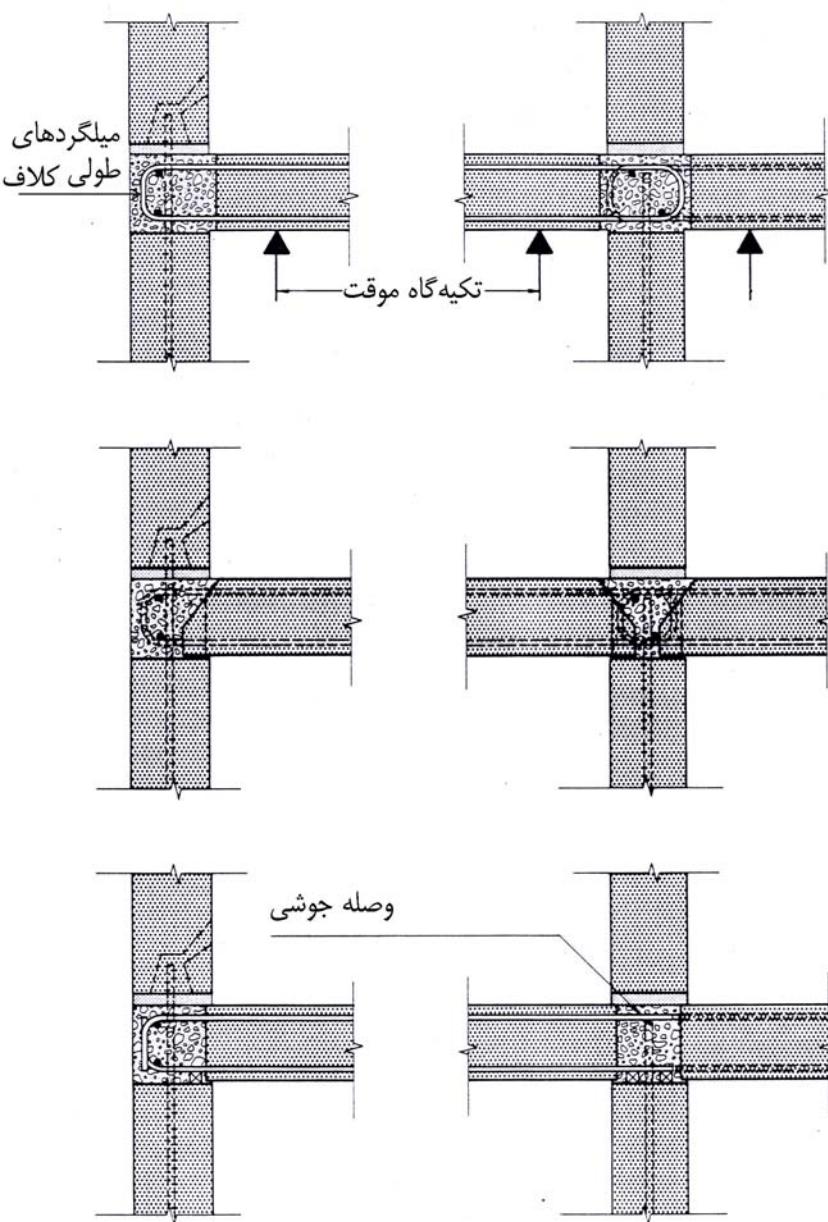
شکل ۶ - اتصال دال های پیش ساخته مجاور به هم دیگر با میلگردهای حلقوی



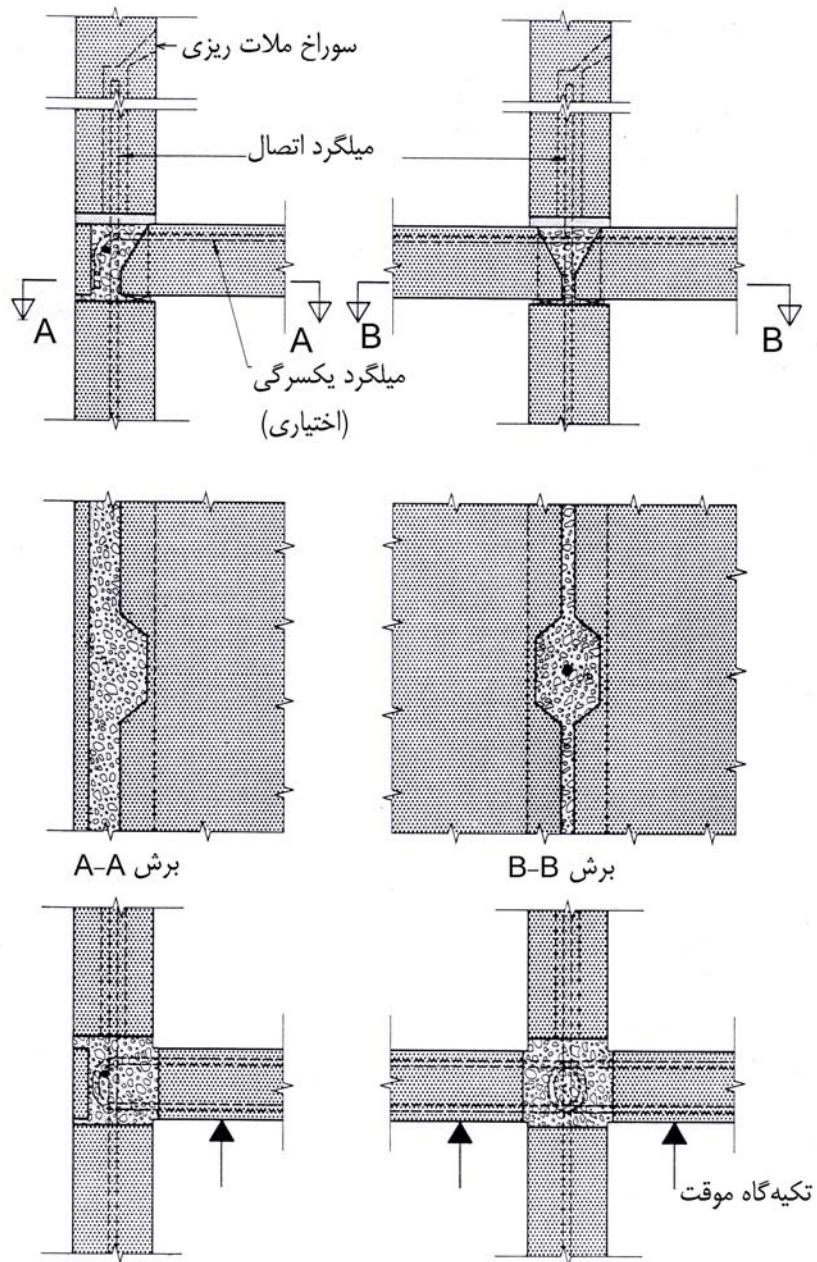
شکل ۷ - اتصال دالهای پیش ساخته مجاور به همدیگر با بتن رویه درجا بدون اتصال جوشی و یا به همراه آن



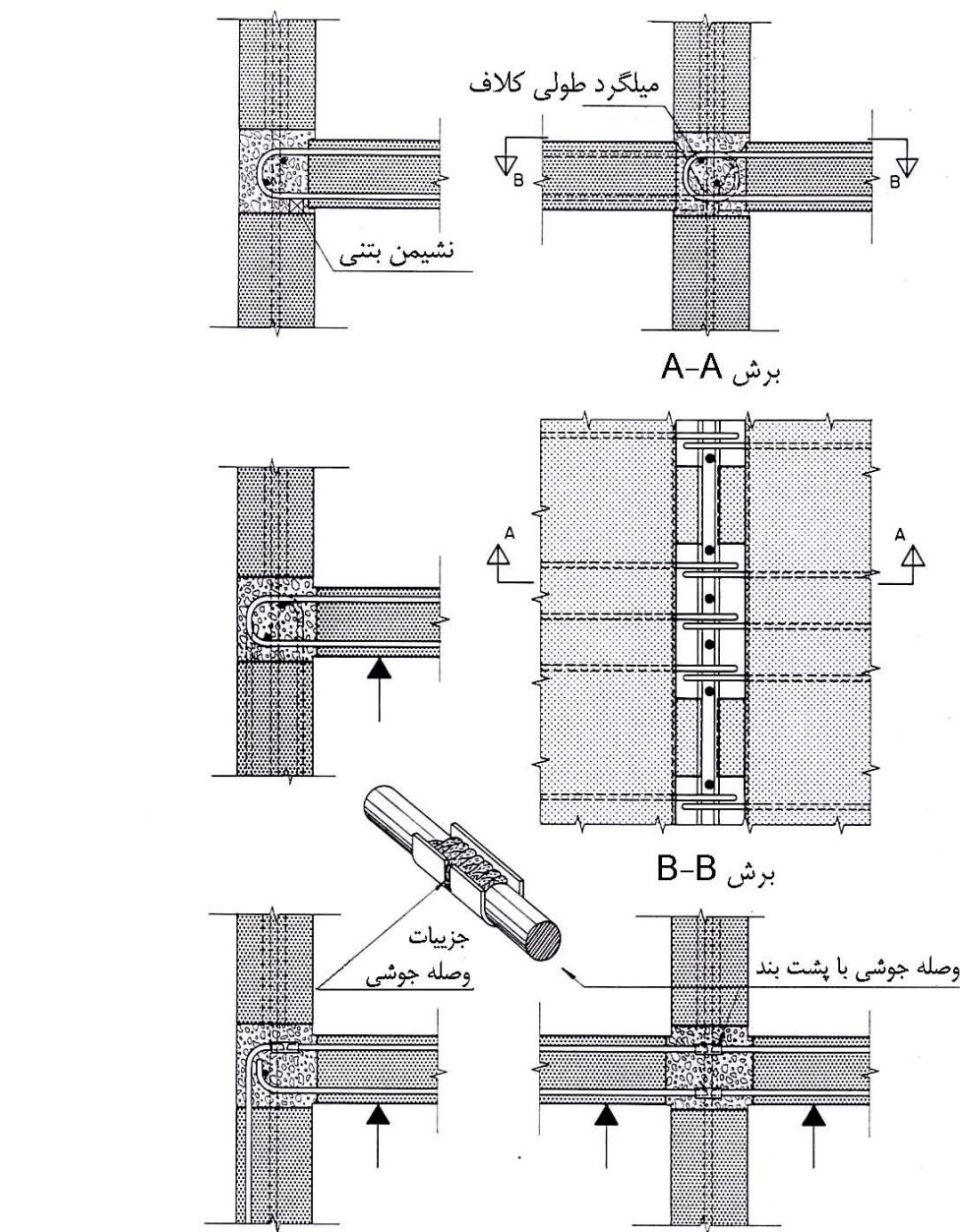
شکل ۸ - اتصال بین دیوارها و دالهای پیش ساخته بدون اتصالات کشش پذیری بین آنها و یا با کشش پذیری کم



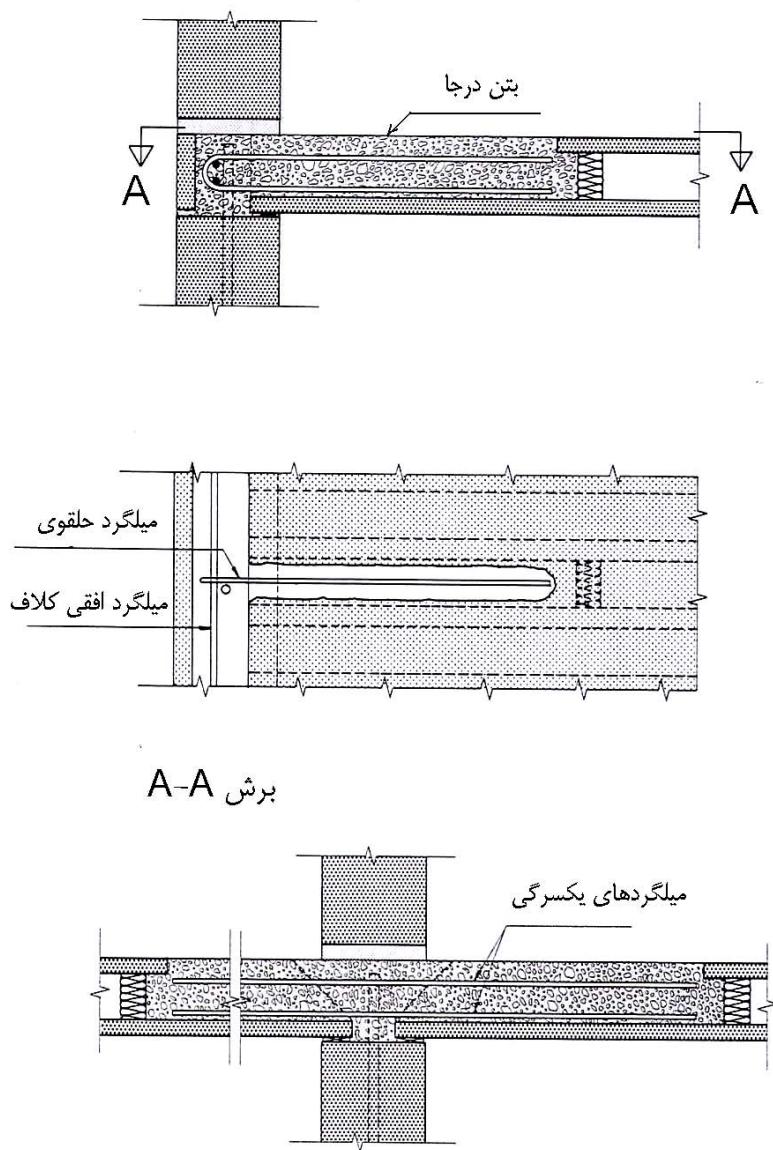
شکل ۹ - اتصال بین دیوارها و دالهای پیش ساخته - دیوارها قادر اتصال کشش پذیر و دال ها دارای اتصال کشش پذیر (خمشی) می باشند



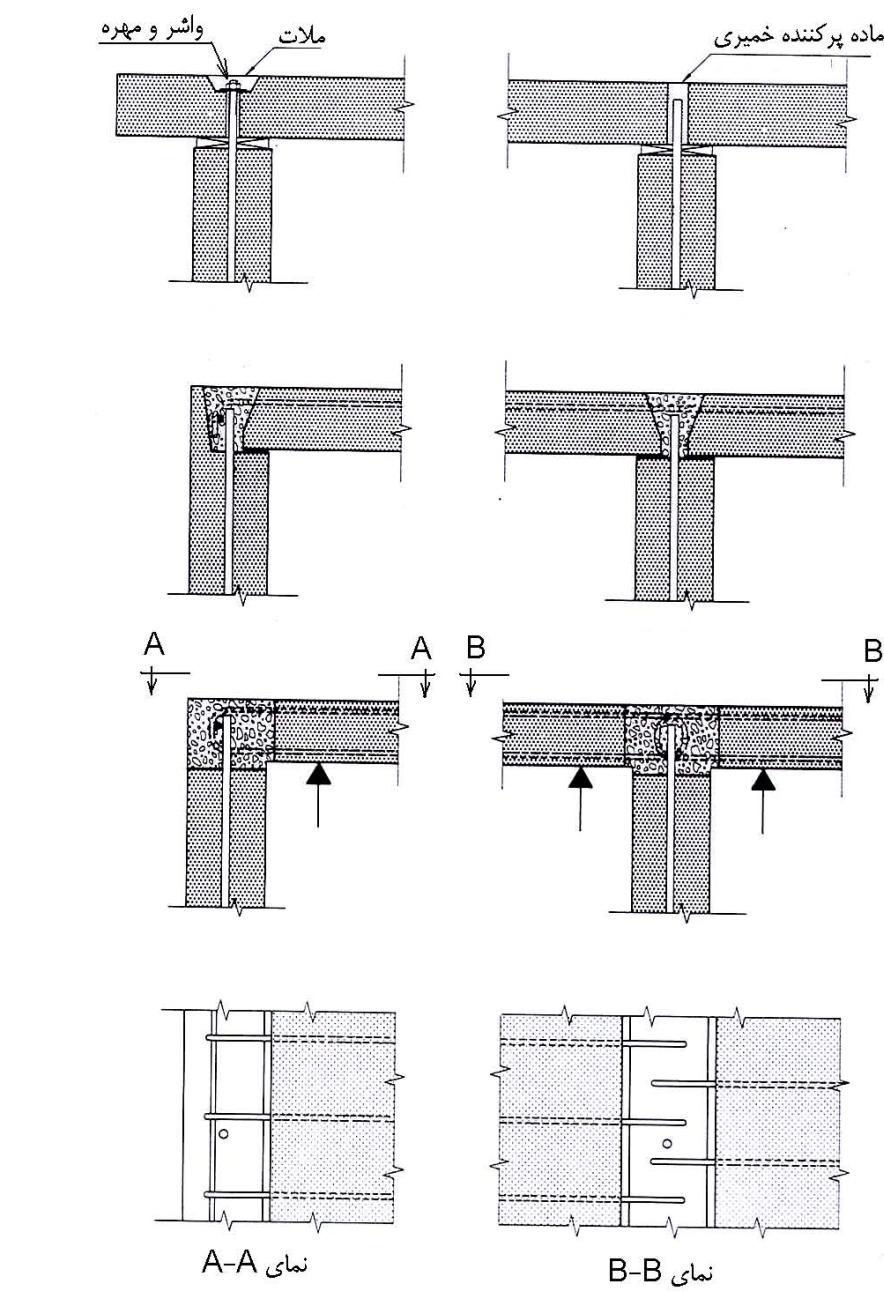
شکل ۱۰- اتصال بین دیوارها و دال‌های پیش‌ساخته - دیوارها دارای اتصال کشش پذیر و دال‌ها فاقد آن و یا با ظرفیت کم می‌باشند



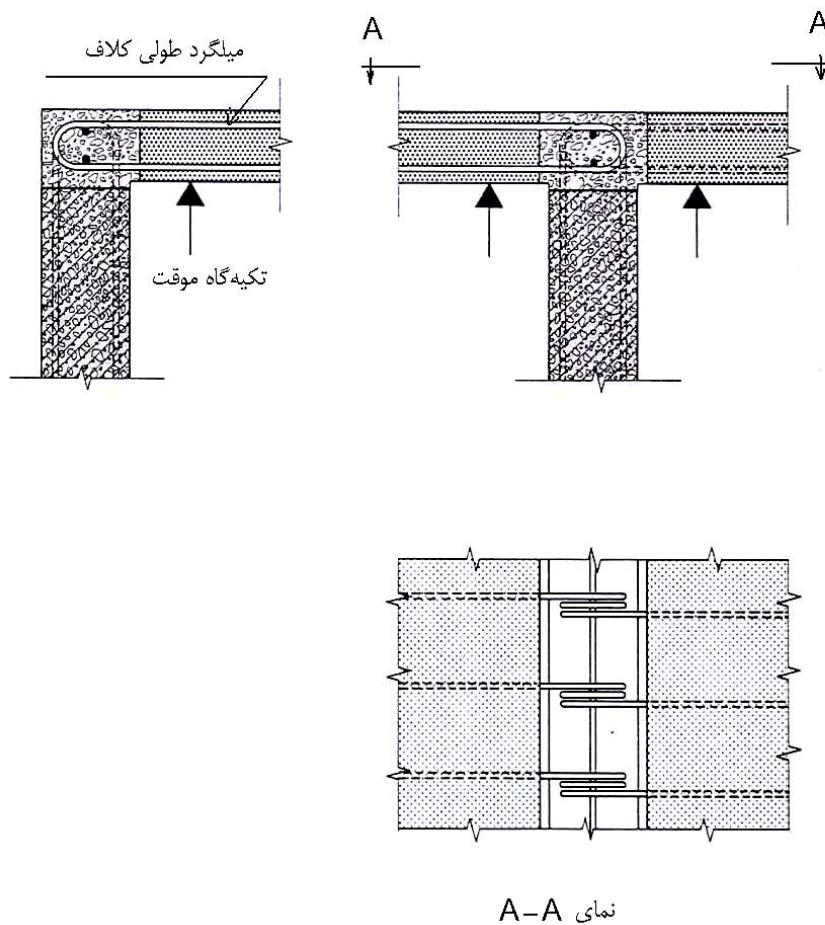
شکل ۱۱- اتصال بین دیوارها و دالهای پیش ساخته با اتصال کشش پذیر بین دیوارها و کشش پذیر (خمشی) بین دالها



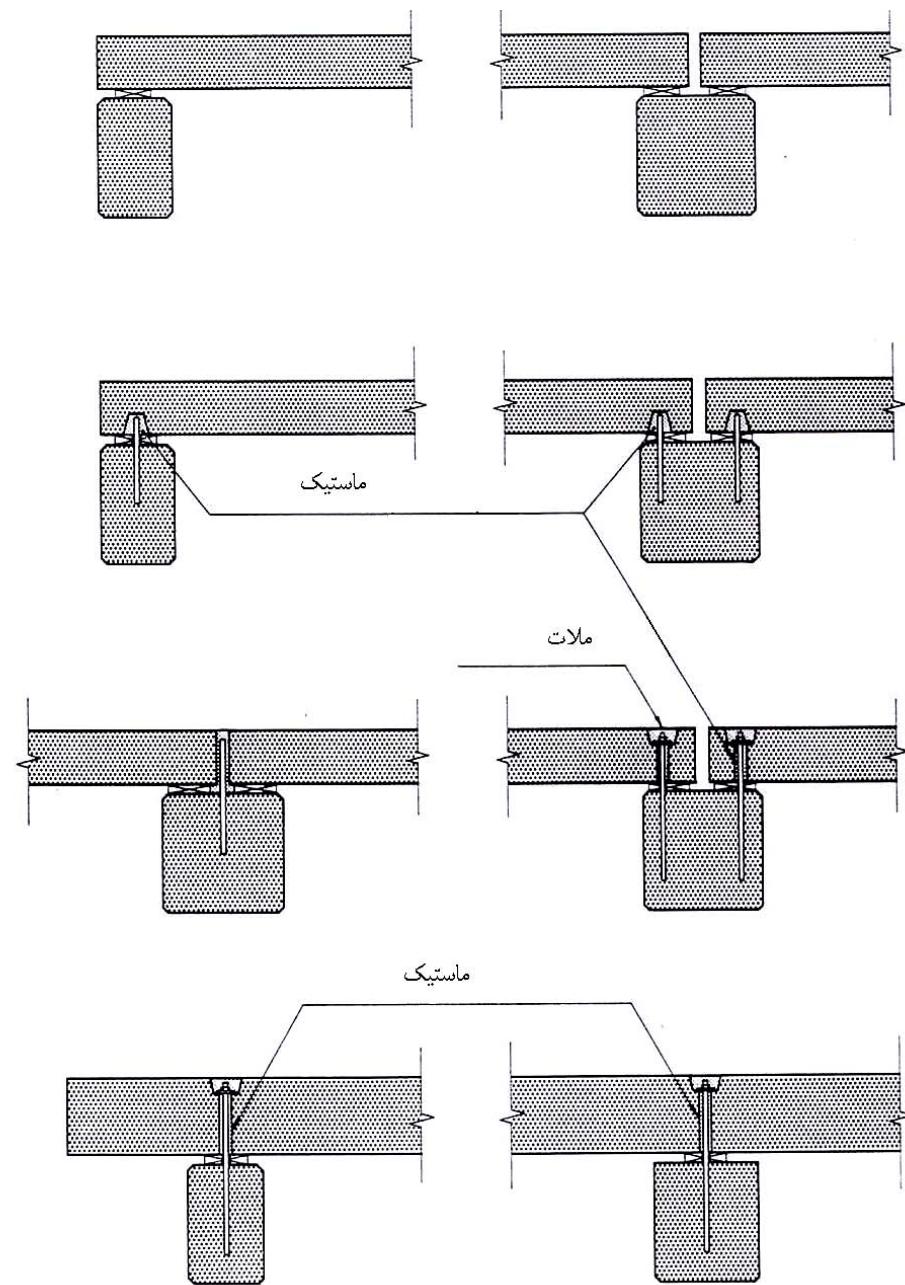
شکل ۱۲- اتصال بین دیوارها و دالهای مجوف پیش ساخته- دیوارها قادر اتصال کشش پذیر و  
دالهای دارای اتصال کشش پذیر (خمشی) می باشند



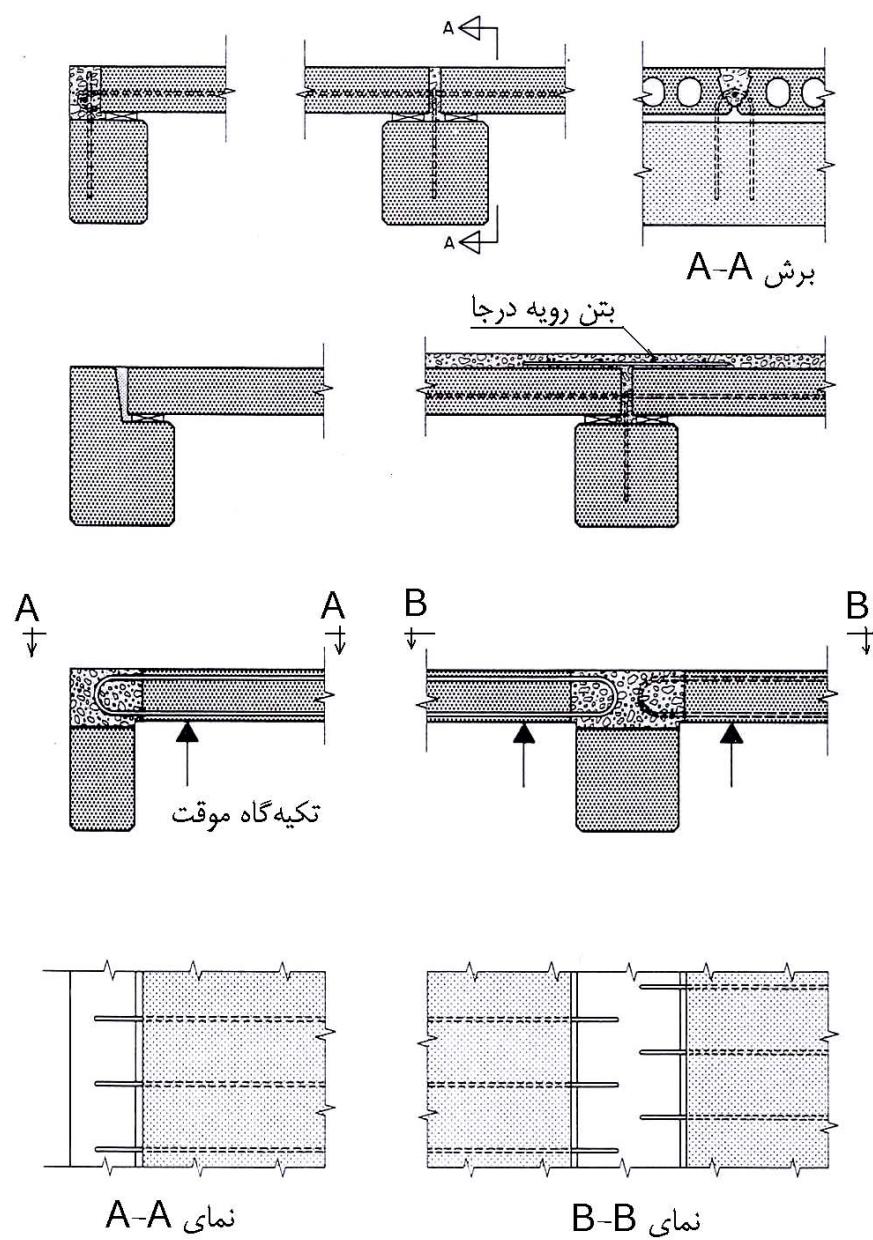
شکل ۱۳- اتصال بین دیوار و دالهای سقف بدون اتصال کشش پذیر (خمشی) بین آنها  
و یا با کشش پذیر کم



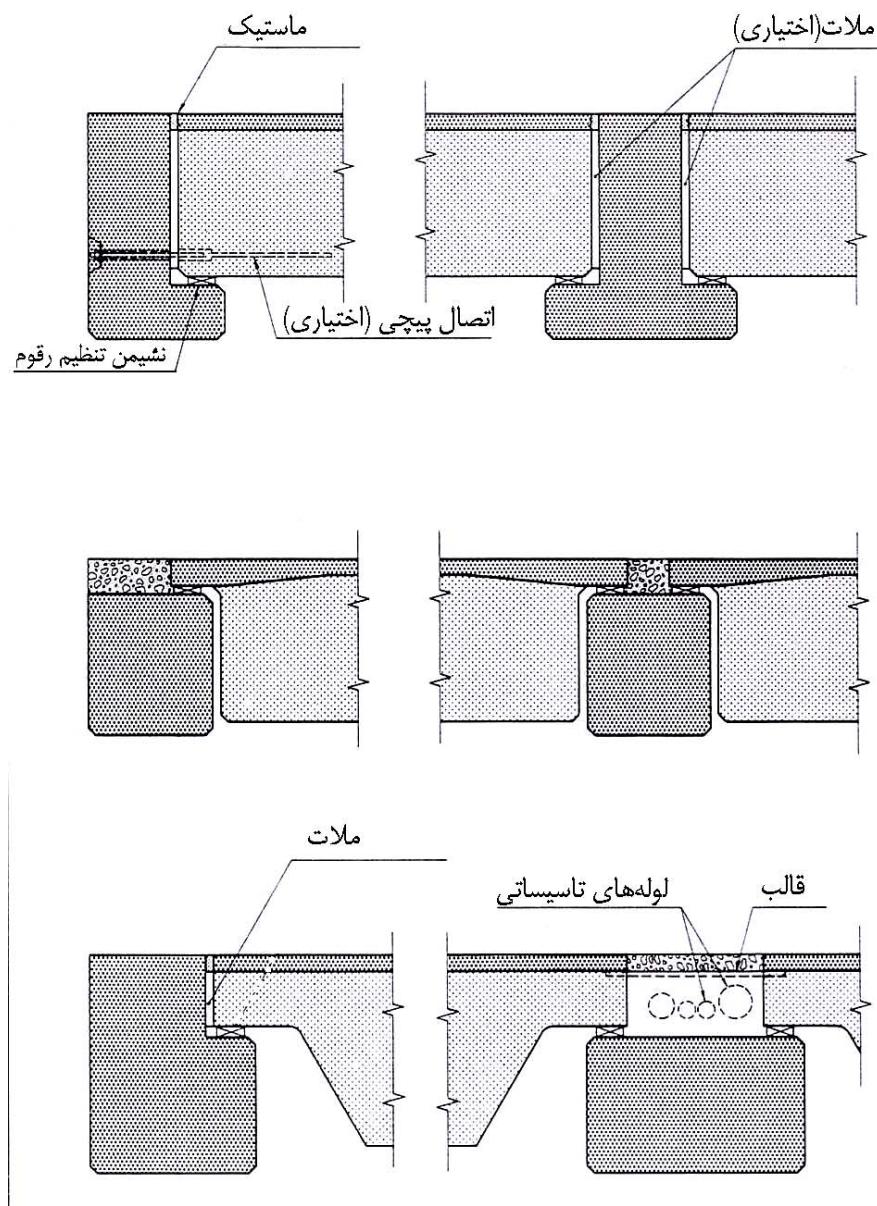
شکل ۱۴- اتصال بین دیوار و دالهای سقف با اتصال کشش پذیر (خمسی) بین آنها



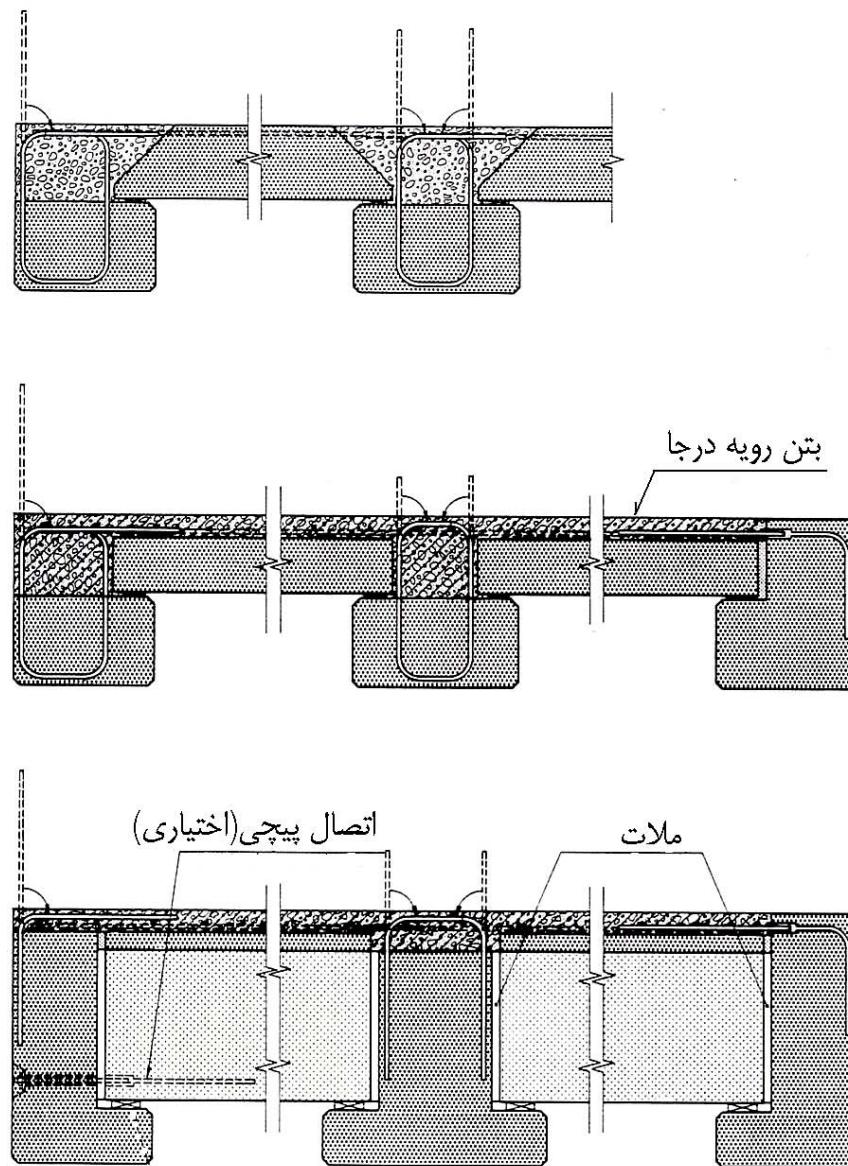
شکل ۱۵- اتصال ساده (مفصلی) دال‌های کف به تیرها



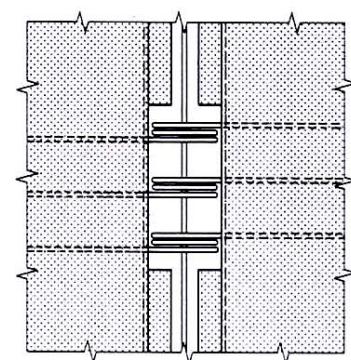
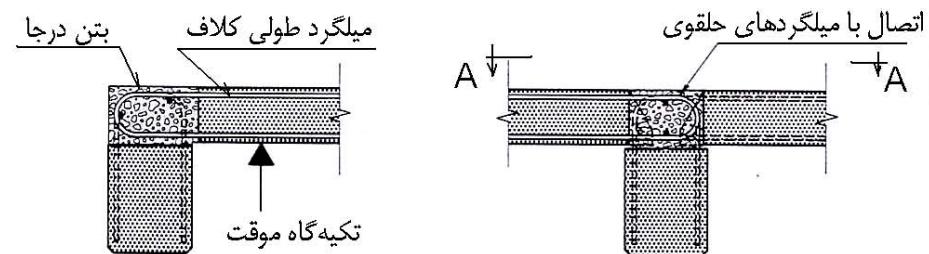
شکل ۱۶- اتصال ساده (مفصلی) دال‌های کف به تیرها



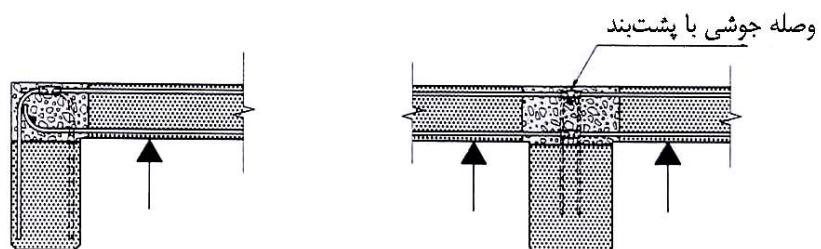
شکل ۱۷- اتصال ساده (مفصلی)، دال‌های به‌شکل T یا TT به‌تیرهای دارای دستک‌های نشیمن و یا فاقد آن



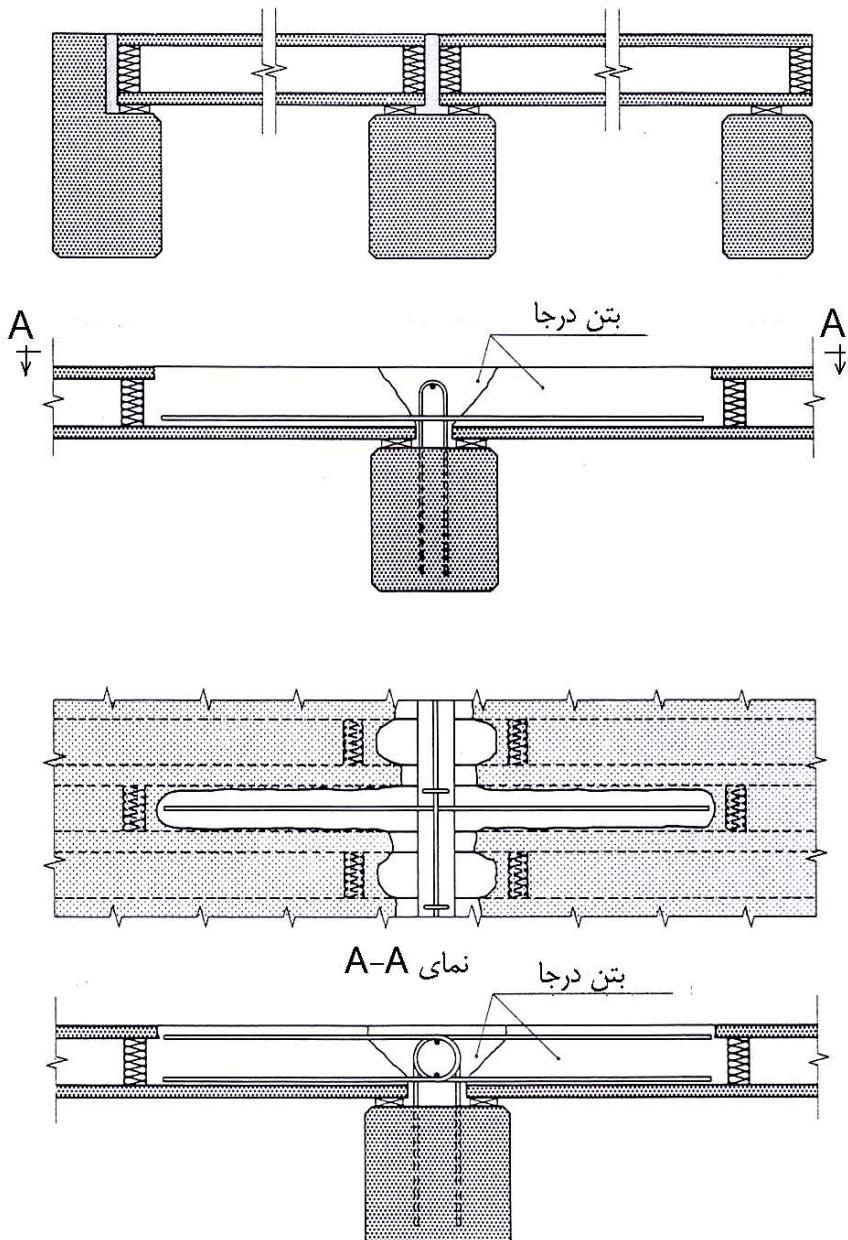
شکل ۱۸- اتصال دال‌های کف به تیرها با اتصال کششی در بالای دال‌ها



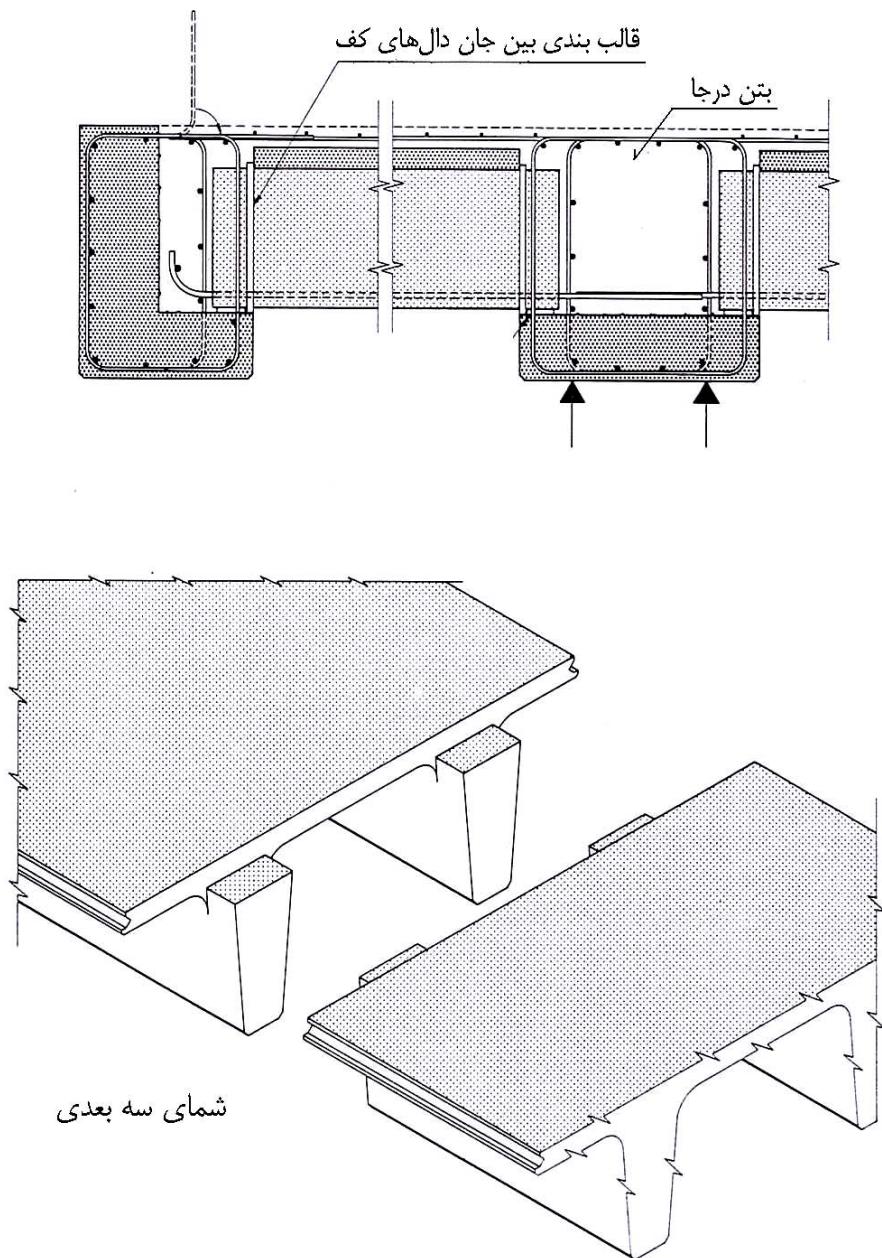
نمای A-A



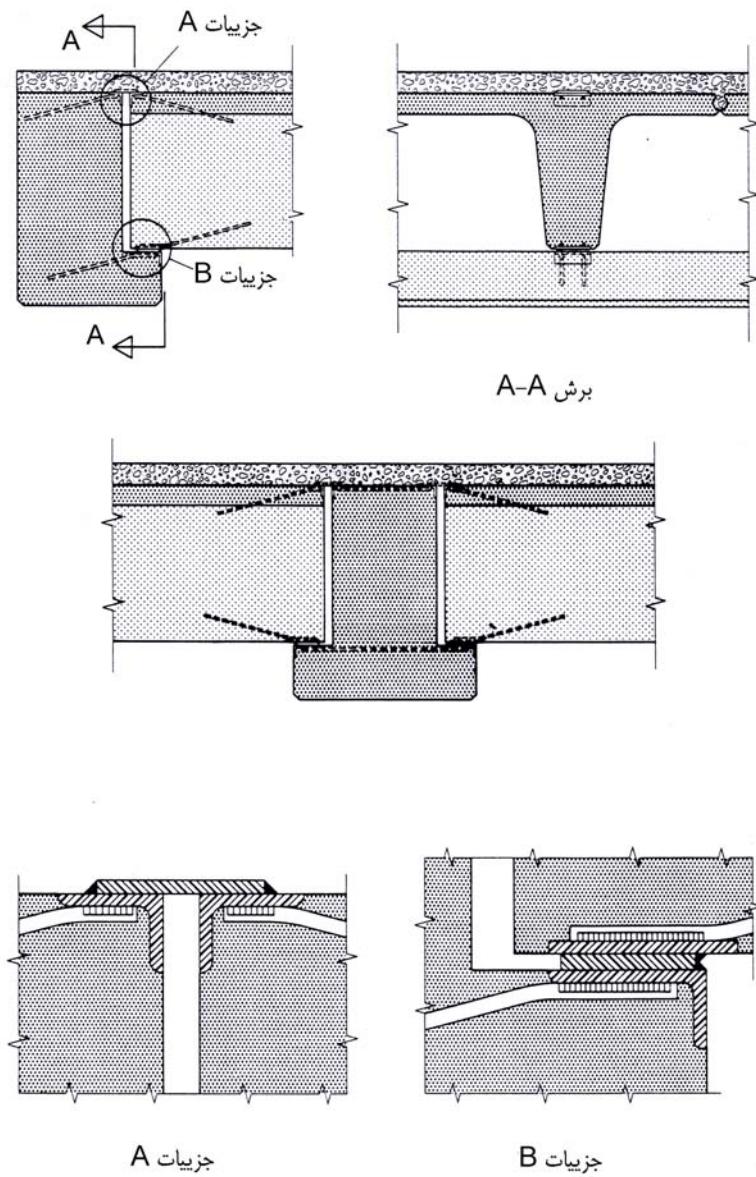
شکل ۱۹- اتصال دالهای کف به تیرها با اتصال کششی (خمشی) بین دال و تیر و یا بین دالها



شکل ۲۰- اتصال دالهای مجوف به تیرها به صورت ساده (مفصلی) و یا کشش پذیر (خمشی)



شکل ۲۱- اتصال دالهای کف به شکل TT یا T به تیرهای مرکب با اتصالات خمی بین آنها



شکل ۲۲- اتصال جوشی دالهای کف به شکل T یا TT به تیرهای مرکب با اتصالات کشش پذیر (خمشی) بین آنها

## فهرست مراجع

- 1- PCI design handbook, Precast and Prestressed Concrete Institute, fifth edition, 1999
- 2- PCI design handbook, Precast and Prestressed Concrete Institute, sixth edition, 2004
- 3- ACI Committee 318-05, "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary", (ACI 318-05), ACI Manual of Concrete Practice, Part1, 2005
- 4- Kraftschlussige Verbindungen im Fertigteilbau, Structural Design Manual, Precast Concrete Connection Details, Stupré – Society for Studies on the use of Precast Concrete, Netherlands, Beton-Verlag GmbH, 1981
- 5- Manual of Precast Concrete Construction, System Building with Large Panels, Volume 3, Dr.-Ing. Tihamer Koncz
- 6- Seismic design of precast concrete building structures, task group 7.3 fib, bulletin 27, 2003
- 7- ACI Committee 304, "Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete", (ACI 304R-00), ACI Manual of Concrete Practice, Part2, 2004
- 8- ACI Committee 308, "Guide to Curing Concrete", (ACI 308R-01), ACI Manual of Concrete Practice, Part2, 2004
- 9- ACI Committee 347, "Guide to Formwork for Concrete", (ACI 347R-01), ACI Manual of Concrete Practice, Part4, 2004
- 10- ASTM Standard, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM C33-03
- 11- ASTM Standard, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products, ASTM A370-06

- 12- ISO Standard, Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Test methods - Part 2: Welded fabric, ISO 15630-2:2002
- 13- PCI Committee on Precast Concrete Sandwich Wall Panels, 1997, State of the art of precast/prestressed sandwich wall panels. PCI Journal, 42(2): 92-133
- 14- Building with large prefabricates, Bohdan lewicki, Institute for Building Research – Warsaw, ELSEVIER publication company
- 15- PRECAST-CONCRETE CONSTRUCTION, Donald M.Macleay, Corbella Construction Co., New York

۱۶- آیین نامه بتن ایران- تجدید نظر اول، دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری  
ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۷۹

۱۷- آیین نامه بتن ایران- تفسیر بخش اول، دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری  
ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۳

۱۸- واژه نامه بتن، بخشی از آیین نامه بتن ایران، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت  
و برنامه ریزی کشور، ۱۳۷۷

۱۹- توصیه‌های بین‌المللی متحده‌شکل برای محاسبه و اجرای سازه‌های مت Shank از پانل‌های  
بزرگ بهم پیوسته، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، وزارت برنامه و بودجه، ۱۳۶۶

نمایه



## Preface

The current guideline, as one of the supplementary sections of Iran Concrete Code, provides design and calculation information regarding precast concrete structures.

Some sections of ICC are not reviewed here, therefore; they are utilized as complementary notes.

The criteria of this section shall be utilize in design of precast concrete structures, composite precast members and precast structures. Precast concrete members are cast and partly matured in a factory or on the site before being lifted into their final position on a structure.

Completion of precast concrete member in-situ, is called precast composite concrete member.

General safety rules and regulations, exploitability and durability of in-situ concrete members and structures are included in Iran Concrete Code, ICC, and supplemental sections do also cover precast members and structures unless they are revised or changed in this book.

In design of precast structures, the design goal include safety, desirable performance, durability and design method – ultimate limit state, exploitation, and also partial safety factors include load amplification, resistance reduction and partial modification factors- shall comply with ICC and its supplementary. Design of precast buildings shall comply with the international standards, "Modular Regulatory".

The Islamic Republic of Iran

# **The Code of Precast Concrete Structures**

Supplementary Section of Iran Concrete Code

**Publication No. 388**

Technical, Criteria Codification and  
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau

2007