

معرفی کامل و دانلود کیفیت بالای ویرایش پنجم مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان  
و (طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه)

لازم به ذکر است اسکن فوق العاده با کیفیت مبحث نهم ویرایش پنجم که توسط  
گروه مهندسی تاوات انجام شده است، برای دانلود در اختیارتان قرار گرفته است.

مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان با عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه" یکی از مهم‌ترین  
و پرستفاده‌ترین مباحث مقررات ملی ساختمان در ایران است. این مبحث نقش کلیدی در طراحی،  
اجرا و کنترل کیفیت ساختمان‌های بتن آرمه ایفا می‌کند. تدوین دقیق ضوابط مربوط به مصالح،  
طراحی، اجرا و کنترل کیفیت موجب شده تا مبحث ۹ مرجع اصلی بسیاری از مهندسان عمران،  
ناظران، طراحان و مجریان ساختمانی باشد. در این مقاله، به بررسی جامع و فصل‌به‌فصل این  
مبحث می‌پردازیم تا اهمیت هر بخش و کاربرد آن در پروژه‌های اجرایی روشن شود.



## فصل اول - کلیات

این فصل به تشریح هدف‌ها، دامنه کاربرد، تعاریف و کلیات مربوط به طراحی و اجرای ساختمان‌های بتن‌آرمه می‌پردازد. هدف اصلی این مبحث، فراهم کردن ضوابط لازم برای طراحی و اجرای ایمن، پایا، و قابل بهره‌برداری سازه‌های بتن‌آرمه است. دامنه کاربرد این مقررات محدود به ساختمان‌هایی است که از بتن مسلح با میلگرد فولادی ساخته شده‌اند. در این فصل همچنین نحوه استفاده از ضوابط طرح بر اساس عملکرد، معرفی سیستم طراحی حالت حدی، تعریف واژگان تخصصی و تمایز بین مسئولیت‌های طراح، مجری و ناظر توضیح داده شده است.

## فصل دوم - علائم و تعاریف

در این فصل، مجموعه‌ای از نمادها، علائم اختصاری و تعاریف واژه‌های فنی مرتبط با طراحی و اجرای سازه‌های بتن‌آرمه ارائه شده است. این تعاریف شامل مفاهیم اساسی مانند مقاومت مشخصه، کرنش، وصله، پوشش بتن، تنش تسلیم، و سایر واژگان کلیدی مورد استفاده در سراسر مبحث هستند.



## فصل سوم - مشخصات مکانیکی بتن

در این فصل، ویژگی‌های مکانیکی بتن شامل مقاومت مشخصه فشاری، مدول الاستیسیته، مقاومت کششی، کرنش نهایی، و رفتار تنش-کرنش بتن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین تأثیر عواملی مانند نوع بارگذاری، زمان بارگذاری، و شرایط عمل‌آوری بر مشخصات بتن شرح داده شده‌اند. روابط مورد استفاده برای تعیین پارامترهای طراحی بتن از جمله مقاومت طراحی، ضریب اطمینان، و نحوه تبدیل نتایج آزمایش‌های استوانه‌ای به مکعبی نیز ارائه شده‌اند. هدف این فصل، ایجاد مبنای دقیق برای تحلیل و طراحی اعضای سازه‌ای بتنی است.

## فصل چهارم - مشخصات آرماتورها

این فصل به معرفی خواص مکانیکی و الزامات مربوط به میلگردهای مورد استفاده در بتن مسلح می‌پردازد. انواع فولادهای مصرفی، شامل فولاد نرم، نیم‌سخت و سخت با طبقات مختلف مقاومت، به همراه ویژگی‌هایی نظیر تنش تسلیم، مقاومت کششی نهایی، درصد ازدیاد طول و مدول الاستیسیته شرح داده شده‌اند. ضوابط مربوط به پذیرش میلگردها، استانداردهای تولید، شناسایی، خمش سرد، زنگ‌زدگی، و استفاده مجدد از آرماتورها نیز در این فصل آمده است. هدف این فصل، اطمینان از استفاده از فولاد مناسب با عملکرد مکانیکی مطلوب در سازه‌های بتن‌آرمه است.



## فصل پنجم - الزامات سیستم‌های سازه‌ای

در این فصل، الزامات عمومی طراحی سیستم‌های سازه‌ای در ساختمان‌های بتن‌آرمه ارائه شده است. انواع سیستم‌های باربر ثقیلی و جانبی شامل قاب‌های خمشی، دیوارهای برشی، و سیستم‌های ترکیبی معرفی شده‌اند و معیارهای انتخاب هر سیستم با توجه به عملکرد، ارتفاع ساختمان، و شرایط بهره‌برداری توضیح داده شده است. همچنین این فصل به محدودیت‌ها و ضوابط مربوط به جانمایی اجزا، پیوستگی سیستم باربر، مسیر انتقال نیروها، و نحوه تأمین پایداری سازه در برابر نیروهای وارده می‌پردازد.

## فصل ششم - تحلیل سیستم‌ها

این فصل به تشریح اصول و روش‌های تحلیل سازه‌ای اعضا و سیستم‌های بتن‌آرمه اختصاص دارد. در آن، مفروضات پایه تحلیل از جمله رفتار خطی یا غیرخطی مصالح، مدل‌سازی اجزا، شرایط تکیه‌گاهی، و ترکیب بارها بررسی شده‌اند. روش‌های مختلف تحلیل از قبیل تحلیل خطی الاستیک، تحلیل غیرخطی، تحلیل پلاستیک و تحلیل وابسته به زمان (مانند خزش و جمع‌شدگی) مطرح شده‌اند. همچنین نکاتی درباره پایداری، تعیین نیروها و تغییر شکل‌ها، و کنترل تغییر مکان‌ها ارائه گردیده است. این فصل مبنای ریاضی و منطقی طراحی اجزای سازه‌ای را فراهم می‌سازد.



## فصل هفتم - ضریب‌های بار و ترکیب‌های بارگذاری - ضریب‌های کاهش مقاومت

این فصل به تعیین ضریب‌های بارگذاری، ترکیب‌های بار و ضریب‌های کاهش مقاومت در طراحی سازه‌های بتن‌آرمه اختصاص دارد. ابتدا گستره‌ی کاربرد فصل بیان شده و سپس ترکیب‌های بار مجاز شامل بارهای مرده، زنده، باد، زلزله، بارهای موقت و ویژه همراه با ضرایب مربوطه ارائه گردیده است. همچنین در بخش دیگری از فصل، ضریب‌های کاهش مقاومت ( $\varphi$ ) برای انواع حالات شکست مانند خمشی، برشی، پیچشی و فشاری تشریح شده‌اند که نقشی کلیدی در تعیین ظرفیت طراحی اعضا دارند. این فصل بنیان‌گذار طراحی بر مبنای «حالت حدی» است که در سراسر مبحث دنبال می‌شود.

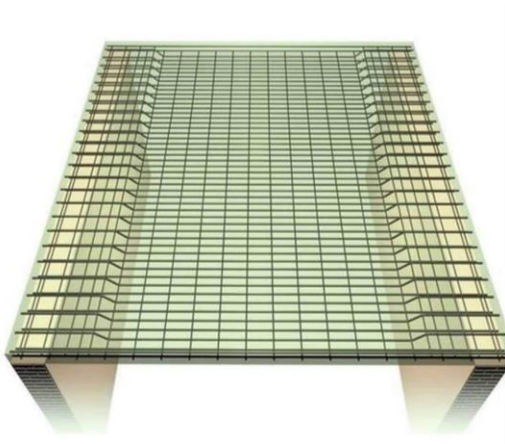


## فصل هشتم - ارزیابی مقاومت مقطع در خمش، بار محوری، برش، پیچش و برش اصطکاک

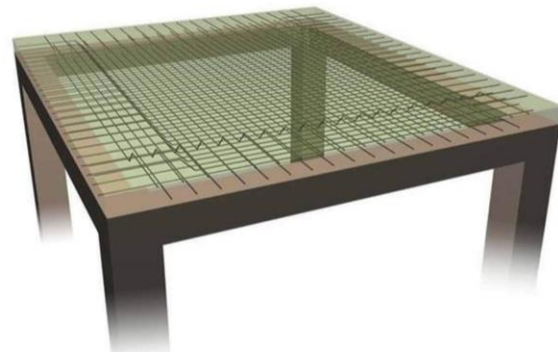
این فصل به روش‌های تعیین مقاومت طراحی اعضای بتن‌آرمه تحت انواع نیروها می‌پردازد. در ابتدا مقاومت خمشی اعضا شامل مقاطع با و بدون آرماتور فشاری بررسی شده و سپس مقاومت تحت بار محوری خالص و ترکیبی (خمشی-محوری) ارائه گردیده است. در ادامه، ضوابط طراحی برای مقاومت برشی، پیچشی و همچنین برش اصطکاکی (در محل‌های اتصال سرد نظیر درزهای اجرایی) بیان شده‌اند. در تمام موارد، روابط تحلیلی بر پایه مفروضات رفتار مصالح، توزیع تنش و کرنش، و ضریب‌های کاهش مقاومت ارائه شده تا ظرفیت باربری مقطع با دقت ارزیابی گردد.

## فصل نهم - دال های یک طرفه

در این فصل، ضوابط طراحی و اجرای دال های بتن آرمه یک طرفه، که بار را عمدتاً در یک جهت انتقال می دهند، ارائه شده است. مواردی چون حداقل ضخامت دال ها برای کنترل خیز، الزامات آرماتورهای اصلی و توزیعی، فواصل مجاز، پوشش بتن، و نحوه مهار آرماتورها در نواحی تکیه گاهی و وسط دهانه تشریح شده اند. همچنین ضوابط مربوط به برش پانچ، کنترل ترک خوردگی، و محدودیت های اجرایی نیز بررسی گردیده است. این فصل با هدف تأمین ایمنی، دوام و عملکرد مناسب دال های یک طرفه در شرایط بهره برداری مختلف تدوین شده است.



One Way Slab



Two Way Slab

## فصل دهم - دال های دوطرفه

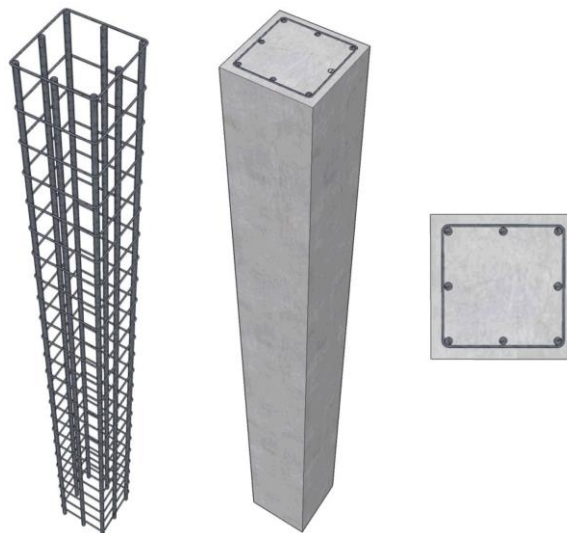
این فصل به طراحی و الزامات اجرایی دال های دوطرفه می پردازد؛ دال هایی که بار را به دو جهت عمود بر هم منتقل می کنند. ضوابط طراحی بر اساس روش های تحلیل نواری (نوارهای طولی و عرضی)، کنترل خیز و ترک، و الزامات آرماتورگذاری در نواحی میانی و کناری دهانه ها ارائه شده اند. همچنین، معیارهایی برای حداقل ضخامت، کنترل برش پانچ در اطراف ستون ها، و نحوه مهار آرماتورها در لبه ها و گوشه ها تعیین شده است. در این فصل به استفاده از جداول طراحی دال دوطرفه نیز اشاره شده که می تواند فرآیند طراحی را تسهیل کند.

## فصل یازدهم – تیرها

در این فصل، ضوابط طراحی و اجرای تیرهای بتن آرمه شامل انواع تیرهای ساده، ممتد، تودرتو و لبه‌ای مطرح شده است. مواردی چون نحوه توزیع و مهار آرماتورهای خمشی، آرماتورهای برشی (خاموت‌ها)، آرماتورهای جمع‌شدگی، طول مهاری، وصله‌ها، و ضوابط ناحیه بحرانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین محدودیت‌های ابعادی، حداقل و حداکثر مقدار آرماتور، نحوه مقابله با ترک‌خوردگی و کنترل خیز تیرها به‌صورت دقیق تعیین شده‌اند. هدف این فصل، اطمینان از عملکرد مناسب تیرها در برابر بارهای خمشی و برشی و افزایش دوام آن‌ها در طول بهره‌برداری است.

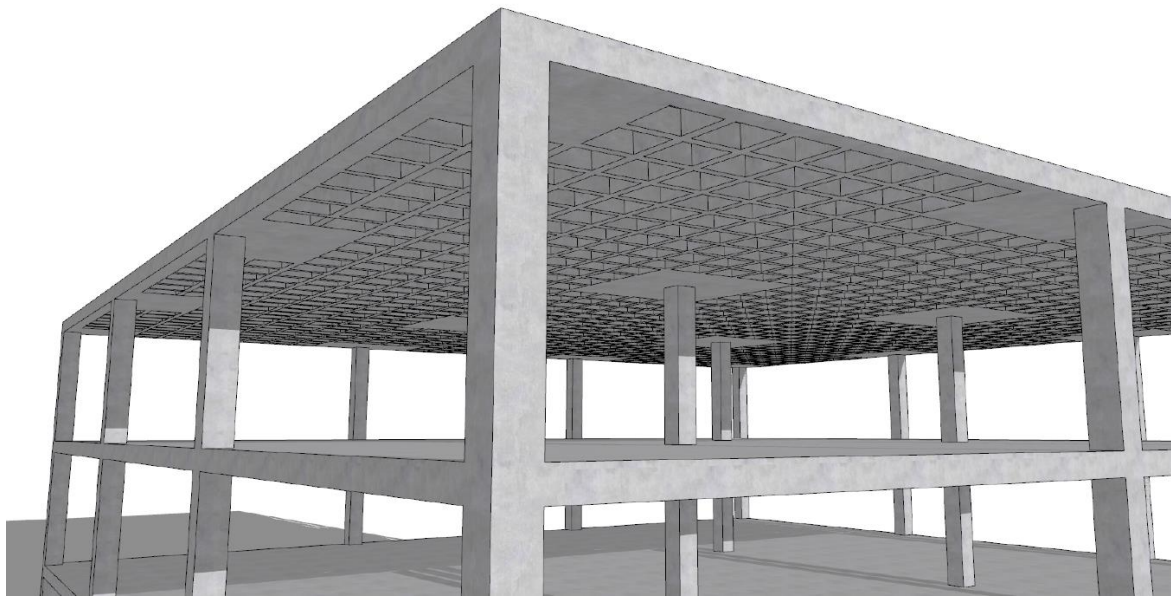
## فصل دوازدهم – ستون‌ها

این فصل به بررسی ضوابط طراحی ستون‌های بتن آرمه تحت بار محوری، خمشی و ترکیب آن‌ها اختصاص دارد. انواع ستون‌ها شامل کوتاه، بلند، مستطیلی، دایره‌ای و ستون‌های با مقطع خاص معرفی شده‌اند. ضوابط مربوط به حداقل و حداکثر درصد آرماتور طولی، نحوه آرایش خاموت‌ها، فاصله مجاز بین تنگ‌ها، طول مهاری، و شرایط ناحیه بحرانی ستون‌ها به‌صورت کامل بیان شده است. همچنین، ضوابط مرتبط با ظرفیت فشاری طراحی، کنترل کمانش، و شرایط استفاده از مقاطع فشرده یا غیرفشرده ارائه شده‌اند. هدف این فصل، تأمین پایداری و مقاومت مناسب ستون‌ها در برابر بارهای ثقلی و جانبی است.



## فصل سیزدهم - دیوارها

این فصل به طراحی و اجرای دیوارهای بتن آرمه باربر و غیر باربر می‌پردازد. ضوابط مربوط به ضخامت حداقل، آرایش آرماتورها در جهت افقی و عمودی، نسبت حداقل و حداکثر میلگرد، فاصله مجاز میلگردها، و نحوه مهار آنها در لبه‌ها و اطراف بازشوها به تفصیل بیان شده‌اند. همچنین، ضوابط طراحی دیوار تحت بار محوری، خمشی و ترکیبی، شامل کنترل کمانش و ترک خوردگی، ارائه شده است. این فصل عملکرد ایمن و مؤثر دیوارها را به عنوان اعضای باربر یا جداکننده تضمین می‌کند.

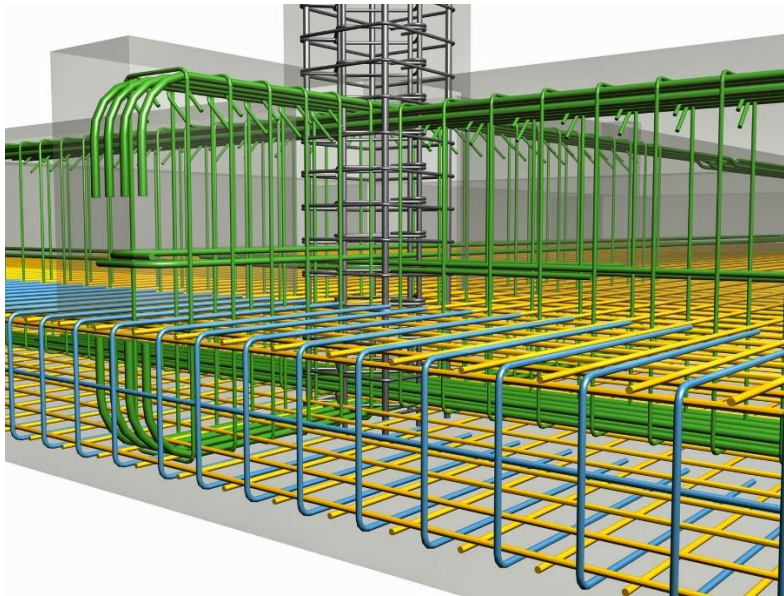


## فصل چهاردهم - دیافراگم‌ها

این فصل به نقش و الزامات طراحی دیافراگم‌ها در سازه‌های بتن آرمه می‌پردازد. دیافراگم‌ها به عنوان اعضای افقی نظیر دال‌ها یا سقف‌ها، نیروهای جانبی ناشی از زلزله یا باد را بین اجزای قائم مانند دیوارها یا قاب‌ها توزیع می‌کنند. ضوابط مربوط به سختی، مقاومت، یکپارچگی، ترک‌پذیری و انتقال نیروهای برشی در دیافراگم‌ها بررسی شده‌اند. همچنین شرایط مرزی برای رفتار صلب، نیمه‌صلب یا انعطاف‌پذیر دیافراگم، و الزامات مهار اجزای متصل به آنها نیز بیان شده است. این فصل تضمین‌کننده توزیع صحیح نیروهای جانبی و عملکرد هماهنگ اجزای سازه‌ای است.

## فصل پانزدهم – شالوده‌های بتن آرمه

این فصل به بررسی الزامات طراحی و اجرای انواع شالوده‌ها (فونداسیون‌ها) در سازه‌های بتن آرمه می‌پردازد. شالوده‌های منفرد، نواری، گسترده و مرکب مورد توجه قرار گرفته و ضوابط مربوط به ابعاد، نحوه توزیع آرماتورها، کنترل برش پانچ، برش یک‌طرفه و خمش بیان شده‌اند. همچنین، الزامات مربوط به حداقل ضخامت، پوشش بتن، مهار میلگردها، و شرایط انتقال نیرو از ستون به شالوده بررسی شده است. این فصل طراحی اصولی و ایمن شالوده‌ها برای انتقال بار به زمین و تأمین پایداری سازه را هدف قرار می‌دهد.



## فصل شانزدهم – ناحیه اتصال تیر به ستون و دال به ستون

این فصل به بررسی رفتار، طراحی و الزامات اجرایی نواحی بحرانی اتصال در محل برخورد تیر یا دال با ستون می‌پردازد. در این فصل، انتقال نیروهای برشی و خمشی بین اجزا، ظرفیت برش پانچ، شکل‌پذیری ناحیه اتصال، نحوه توزیع آرماتورها، و الزامات مهار مناسب میلگردها در این نواحی به‌طور ویژه بررسی شده است. همچنین شرایط خاص طراحی در سازه‌های با عملکرد لرزه‌ای، از جمله تأمین پیوستگی و کنترل ترک در ناحیه اتصال، مورد توجه قرار گرفته است. هدف این فصل، تضمین عملکرد مطمئن و مقاوم ناحیه اتصال در برابر بارهای وارده است.

## فصل هفدهم - اتصالات اعضای سازه‌ای به یکدیگر

این فصل به ضوابط طراحی و اجرای اتصال میان اجزای مختلف بتن آرمه مانند تیر به تیر، ستون به ستون، تیر به دیوار، و ستون به فونداسیون می‌پردازد. جزئیات مهمی مانند نحوه وصله‌کردن آرماتورها به روش پوششی، جوشی یا مکانیکی، محل مناسب وصله‌ها، طول مهاری لازم، و شرایط وصله در ناحیه‌های بحرانی به‌طور کامل بررسی شده‌اند. همچنین اصول اتصال قطعات پیش‌ساخته و روش‌های انتقال مناسب نیرو بین اعضا مطرح شده است. این فصل برای تضمین یکپارچگی و انتقال ایمن نیروها بین اجزای سازه‌ای حیاتی است.

### فصل هجدهم - مهار به بتن

این فصل به بررسی ضوابط طراحی و اجرای مهار انواع میل‌مهاریا (انکرها) در بتن اختصاص دارد. روش‌های مهار مستقیم، مهار با چسب‌های شیمیایی و مهار مکانیکی مطرح شده و پارامترهایی مانند عمق مهار، فاصله از لبه بتن، فاصله بین انکرها، نوع شکست (بتنی، کششی یا برشی)، و ظرفیت باربری بر اساس آزمایش‌ها یا محاسبات ارائه شده‌اند. همچنین شرایط خاص لرزه‌ای، ترک‌دار بودن بتن، و ضوابط نصب و کنترل کیفیت مهارها بیان شده است. این فصل برای اتصال ایمن تجهیزات، صفحات فولادی، سازه‌های الحاقی و جزئیات سازه‌ای به بتن طراحی شده است.

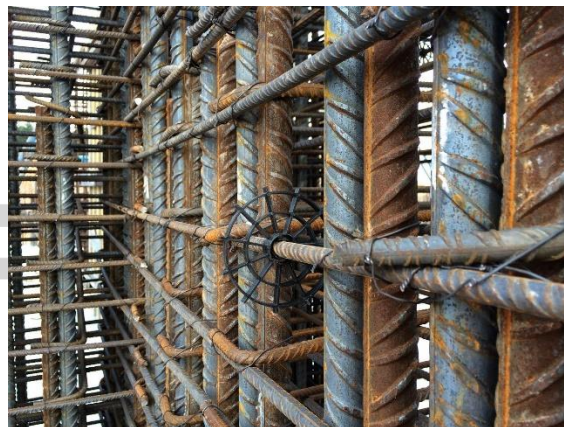


## فصل نوزدهم – الزامات بهره‌برداری

این فصل به بیان ضوابط و محدودیت‌هایی می‌پردازد که عملکرد صحیح و ایمن سازه را در طول دوره بهره‌برداری تضمین می‌کنند. مواردی مانند کنترل تغییر مکان‌ها و خیز مجاز، محدودیت در ترک خوردگی، ارتعاشات، دوام اجزا، و حفظ کیفیت سطح بتن مطرح شده‌اند. همچنین معیارهای بهره‌برداری بر اساس نوع کاربری ساختمان، شرایط محیطی و الزامات بهره‌بردار مشخص شده‌اند. این فصل تأکید دارد که طراحی سازه تنها به مقاومت ختم نمی‌شود، بلکه رعایت الزامات بهره‌برداری برای آسایش، دوام و عملکرد بلندمدت نیز ضروری است.

## فصل بیستم – ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله

این فصل به ضوابط اختصاصی طراحی سازه‌های بتن‌آرمه برای مقاومت در برابر زلزله اختصاص دارد و مکمل آیین‌نامه طراحی لرزه‌ای (مانند استاندارد ۲۸۰۰) است. در این فصل، مفاهیم شکل‌پذیری، ناحیه بحرانی، جزئیات آرماتورگذاری ویژه، محدودیت‌های مقاومت بیش از حد، و الزامات اتصال و مهار اجزا برای تأمین رفتار مناسب سازه در هنگام زلزله بیان شده‌اند. ضوابط مربوط به تیر، ستون، اتصال تیر به ستون، دیوار برشی، و جزئیات آرماتور در سازه‌های با سطح شکل‌پذیری متوسط و زیاد با تأکید بر دوام و ایمنی سازه در برابر زلزله تشریح شده‌اند.



## فصل بیست‌ویکم – جزئیات آرماتورگذاری

این فصل به ضوابط دقیق و اجرایی در خصوص نحوه آرماتورگذاری اجزای مختلف سازه‌ای می‌پردازد. مواردی چون حداقل و حداکثر فواصل بین میلگردها، الزامات پوشش بتن، قطر خم، طول مهاری، محل‌های مجاز وصله، آرایش میلگردها در ناحیه‌های فشاری و کششی، و الزامات ویژه در ناحیه بحرانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین جزئیات اجرایی برای تیرها، ستون‌ها، دیوارها، دال‌ها و فونداسیون‌ها به‌منظور تأمین ایمنی، دوام، و تسهیل اجرا در کارگاه با تأکید بر جلوگیری از خطاهای رایج ارائه شده‌اند.

### فصل بیست و دوم – مدارک طرح، الزامات ساخت و نظارت

این فصل به بیان الزامات تهیه مدارک فنی طرح، کنترل حین اجرا و وظایف ناظر و مجری در پروژه‌های بتن‌آرمه می‌پردازد. مدارک مورد نیاز شامل نقشه‌های اجرایی، دفترچه محاسبات، مشخصات فنی، و جزئیات آرماتورگذاری هستند. همچنین نحوه کنترل تطابق اجرا با نقشه‌ها، ضوابط ثبت تغییرات حین اجرا، مستندسازی، و مسئولیت‌های نظارتی در مراحل مختلف ساخت بررسی شده‌اند. این فصل نقش کلیدی در تضمین کیفیت، ایمنی و انطباق کامل بین طراحی و اجرای واقعی پروژه ایفا می‌کند.



### فصل بیست و سوم – ارزیابی مقاومت سازه‌های موجود

این فصل به ضوابط و روش‌های ارزیابی وضعیت سازه‌های بتن‌آرمه موجود اختصاص دارد. اهداف اصلی این ارزیابی شامل بررسی ایمنی، دوام، قابلیت بهره‌برداری، و تصمیم‌گیری برای ادامه

بهره‌برداری، تقویت یا تخریب سازه است. روش‌های جمع‌آوری اطلاعات شامل بررسی اسناد، بازدید میدانی، آزمایش‌های غیرمخرب و مغزه‌گیری بیان شده‌اند. همچنین معیارهایی برای تطبیق ظرفیت سازه با نیازهای بهره‌برداری جدید، تغییر کاربری یا شرایط لرزه‌ای جدید ارائه شده است. این فصل ابزار مهمی برای تصمیم‌گیری مهندسی در پروژه‌های مقاوم‌سازی و ارزیابی ایمنی سازه‌هاست.

## پیوست‌ها

در انتهای مبحث نهم ویرایش پنجم، شش پیوست تخصصی ارائه شده‌اند که هر یک به موضوعی مکمل در طراحی و اجرای سازه‌های بتن‌آرمه می‌پردازند. این پیوست‌ها شامل: پیوست ۹-۱: دوام بتن و آرماتور، پیوست ۹-۲: طراحی در برابر آتش‌سوزی، پیوست ۹-۳: روش خرابایی (روش بست و بند)، پیوست ۹-۴: جمع‌شدگی و خزش بتن، پیوست ۹-۵: روش ضرایب لنگر خمشی در دال‌ها و پیوست ۹-۶: روش طراحی ساده ساختمان‌های بتنی هستند. این بخش‌ها به درک بهتر جزئیات طراحی و ارتقای ایمنی و دوام سازه‌ها در شرایط خاص کمک شایانی می‌کنند.

## جمع‌بندی

مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان، ستون فقرات طراحی و اجرای سازه‌های بتن‌آرمه در ایران است. تسلط بر مفاد تمام فصل‌های این مبحث، برای مهندسين عمران در تمامی گرایش‌ها ضروری است؛ چرا که این مبحث هم در طراحی و هم در اجرا، مرجع اصلی تصمیم‌گیری فنی است. از کنترل مصالح و کیفیت اجرا گرفته تا طراحی لرزه‌ای و مقاوم‌سازی، تمام اجزای یک سازه بتنی در این مبحث پوشش داده شده‌اند. برای مهندسی که قصد دارد حرفه‌ای عمل کند، شناخت عمیق از مبحث ۹ نه فقط توصیه بلکه الزام است.