

۱۰-۹ دال‌های دوطرفه

ب- برای برش یک‌طرفه v_n در مقطع بحرانی باید در صفحه‌ای در عرض کل دال v_n طبق بند ۴-۸-۹ محاسبه شود.

پ- برای برش دوطرفه، v_n باید طبق بند ۵-۸-۹ محاسبه شود.

ت- برای دال‌های بتنی مرکب، مقاومت برشی افقی، V_{nh} ، باید طبق بند ۳-۱۷-۹ محاسبه شود.

۱۰-۹-۶-۶ کتیبه‌ی دال‌ها

۱۰-۹-۶-۶-۱ در مواردی که برای کاهش حداقل ضخامت مورد نیاز یا کاهش مقدار آرماتور منفی

روی ستون‌های دال‌های تخت یا قارچی، اقدام به ایجاد کتیبه دال در روی ستون می‌شود، ضوابط

بندهای ۱۰-۹-۶-۶-۲ تا ۱۰-۹-۶-۶-۴ باید رعایت شوند.

۱۰-۹-۶-۶-۲ بُعد کتیبه در هر سمت محور ستون نباید کمتر از یک‌ششم طول دهانه (مرکز تا

مرکز تکیه‌گاه‌ها) در امتداد آن دهانه در نظر گرفته شود.

۱۰-۹-۶-۶-۳ ضخامت کتیبه نباید کمتر از یک‌چهارم ضخامت دال باشد.

۱۰-۹-۶-۶-۴ در محاسبه‌ی مقدار آرماتورهای منفی در ناحیه‌ی کتیبه، نباید ضخامت کتیبه را

بیشتر از یک‌چهارم فاصله‌ی لبه‌ی کتیبه از بر ستون یا سرستون منظور کرد.

۱۰-۹-۶-۶-۵ در مواردی که برای افزایش سطح مقطع بحرانی برش از افزایش ضخامت دال

(کتیبه برشی) در اطراف ستون استفاده می‌شود، باید کتیبه در سطح زیرین دال اجرا شود؛ و

حداقل به‌اندازه‌ی عمق کتیبه از بر ستون بیرون‌زدگی داشته باشد.

۱۰-۹-۷ بازشوها در سیستم دال‌ها

۱۰-۹-۷-۱ در سیستم دال‌ها می‌توان بازشوهایی با هر اندازه پیش‌بینی کرد؛ مشروط بر آن که با

انجام تحلیل ویژه بتوان نشان داد که سیستم از مقاومت کافی برخوردار است و ضوابط مربوط به

حالات حدی بهره‌برداری به‌ویژه ضوابط مربوط به خیز را تأمین می‌کند.

۹-۱۰-۶-۷-۲ در مواردی که تحلیل ویژه‌ای انجام نشود، باید ضوابط بندهای ۹-۱۰-۶-۷-۳ تا ۹-۱۰-۶-۷-۶ را در تعیین محل و ابعاد بازشوهای دال‌های بدون تیر رعایت گردد. در تمامی موارد باید در اطراف بازشوها در هر امتداد، آرماتورهای اضافی معادل با آرماتورهای قطع شده قرار داده شود.

۹-۱۰-۶-۷-۳ در نواحی مشترک بین دو نوار میانی متقاطع دال، می‌توان هر بازشویی با هراندازه‌ای پیش‌بینی کرد.

۹-۱۰-۶-۷-۴ در نواحی مشترک بین دو نوار ستون متقاطع دال، فقط بازشوهایی با ابعاد کمتر از یک‌هشتم عرض نوار در هر جهت می‌توان پیش‌بینی کرد.

۹-۱۰-۶-۷-۵ در محل تلاقی یک نوار ستون و یک نوار میانی، فقط یک‌چهارم آرماتورهای هر نوار در هر جهت را می‌توان قطع کرد.

۹-۱۰-۶-۷-۶ اگر بازشو در فاصله‌ای کمتر از چهار برابر ضخامت دال از محیط ستون، بار متمرکز یا سطح عکس‌العمل قرار داشته باشد، بند ۹-۸-۵-۲-۴ برای دال‌های بدون کلاhek برشی، یا بند ۹-۸-۵-۵-۹ برای دال‌های با کلاhek برشی باید تأمین شود.

۹-۱۰-۶-۷-۷ در صورت ایجاد بازشو در سیستم دال، باید ضوابط طراحی برای برش مطابق بند ۹-۸-۵-۲-۴ رعایت شوند.

۹-۱۰-۶-۷-۸ در دال‌های با تیر، بازشوها نباید از محل تیرها عبور کنند؛ مگر آن‌که تحلیل قابل قبولی ارائه شود.

۹-۱۰-۷ آرماتور گذاری در دال‌ها

۹-۱۰-۷-۱ ضوابط کلی

۹-۱۰-۷-۱-۱- مقادیر آرماتورهای لازم در مقاطع مختلف دال در هر امتداد، بر مبنای لنگرهای خمشی ضریب دار وارد بر آن مقاطع محاسبه می‌شوند.

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۹-۱۰-۷-۲ حداقل آرماتور خمشی در دال‌های دوطرفه

الف- حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ ، برابر با $0.0018A_g$ بوده و یا مطابق آنچه در بند (ب) زیر تعریف شده است، محاسبه می‌شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت دهانه، و در عرض دال (b_{slab}) تعبیه شود.

ب- در مواردی که تنش برشی بر روی مقطع بحرانی برش دوطرفه در اطراف ستون، بار متمرکز یا سطح عکس‌العمل، $v_{uv} > \phi 0.17 \lambda_s \lambda \sqrt{f'_c}$ باشد، $A_{s,min}$ که در عرض دال، b_{slab} ، تعبیه می‌شود، باید رابطه‌ی (۹-۱۰-۳) را تأمین نماید.

$$A_{s,min} = \frac{5v_{uv} b_{slab} b_o}{\phi \alpha_s f_y} \quad (9-10-3)$$

۹-۱۰-۷-۳ جزئیات آرماتور گذاری

۹-۱۰-۷-۳-۱ کلیات

الف- پوشش بتن برای میلگردها باید مطابق بند ۹-۴-۹ باشد.

ب- طول گیرایی میلگردهای آجدار مطابق بند ۹-۲۱-۳ تعیین می‌شود.

پ- طول وصله‌ی میلگردهای آجدار مطابق بند ۹-۲۱-۴ تعیین می‌گردد.

ت- جزئیات گروه میلگردها باید مطابق بند ۹-۲۱-۵ تعیین شود.

۹-۱۰-۷-۲ فاصله آرماتورهای خمشی

الف- حداقل فاصله‌ی آرماتورهای خمشی S باید طبق بند ۹-۲۱-۲ باشد؛

ب- برای دال‌های توپر، حداکثر فاصله‌ی آرماتورهای طولی در مقاطع بحرانی کمترین مقدار از h و ۳۵۰ میلی‌متر، و در بقیه‌ی مقاطع کمترین مقدار از h و ۳۵۰ میلی‌متر باشد.

۹-۱۰-۷-۳ قطع آرماتورها

الف- در مواردی که دال بر تیرهای لبه، ستون‌ها یا دیوارها تکیه دارد، مهار آرماتورهای عمود بر لبه‌ی ناپیوسته باید موارد (۱) و (۲) زیر را تأمین نماید.

۱) آرماتورهای خمشی مثبت باید تا لبه‌ی دال ادامه یابند؛ و به‌صورت مستقیم یا با قلاب انتهایی، حداقل برابر ۱۵۰ میلی‌متر داخل تیرهای لبه، ستون‌ها یا دیوارها مهار شوند.

۲) آرماتورهای خمشی منفی باید با خم یا قلاب و یا به‌صورت دیگر در تیرهای لبه، ستون‌ها یا دیوارها مهار شوند به گونه‌ای که طول مهاری کافی از بر داخلی تیر لبه، ستون و یا دیوار تأمین گردد.

ب- در مواردی که دال در لبه‌ی ناپیوسته به تیر لبه یا دیوار منتهی نشود، و یا فراتر از تکیه‌گاه کنسول شود، مهار کردن آرماتورهای عمود بر این لبه می‌تواند داخل دال صورت گیرد.

۹-۱۰-۷-۳-۴ آرماتور گذاری در گوشه‌های خارجی دال‌ها

الف- در گوشه‌های خارجی دال‌هایی که به دیوارها و یا دال‌های دارای تیر لبه در یک یا چند ضلع، با مقدار α_f بزرگ‌تر از یک متکی هستند، باید آرماتورهای گوشه به شرح بندهای (ب) تا (ث) زیر در پایین و بالای دال پیش‌بینی گردند.

ب- آرماتورهای گوشه به طور جداگانه در پایین و بالای دال، در واحد عرض، باید قادر به تحمل حداکثر لنگر خمشی مثبت چشمه دال، در واحد عرض، باشند.

پ- لنگر ضربیدار به دلیل آثار گوشه، M_u ، باید حول محوری عمود بر قطر گذرنده از گوشه در بالای دال، و حول محوری موازی قطر گذرنده از گوشه در پایین دال فرض می‌شود.

ت- آرماتورهای گوشه را باید در راستای موازی با قطر در بالای دال، و در راستای عمود بر قطر در پایین دال و یا به صورت دو شبکه‌ی متعامد و به‌موازات اضلاع چشمه‌ها در گوشه‌ها، در بالا و پایین دال قرار داد.

ث- آرماتورهای گوشه باید در هر امتداد، از گوشه تا طولی برابر با حداقل یک‌پنجم دهانه‌ی بزرگ‌تر، قرار داده شوند.

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۹-۱۰-۷-۳-۵ آرماتور گذاری در دال‌های تخت

الف- در آرماتور گذاری دال‌های تخت و قارچی علاوه بر ضوابط بندهای ۹-۱۰-۷-۳-۳، باید ضوابط بندهای (ب) تا (ث) زیر نیز رعایت شوند.

نوار	موقعیت	حداقل درصد در منطقه	بدون کتیبه	با کتیبه
نوار ستونی	فوقانی	۵۰ درصد باقی مانده		
	تحتانی	۱۰۰ درصد		
نوار میانی	فوقانی	۱۰۰ درصد		
	تحتانی	۵۰ درصد باقی مانده		

شکل ۹-۱۰-۱ حداقل طول میلگردهای آجدار در دال‌های دوطرفه بدون تیر

ب- برای تعیین محل خم یا قطع کردن میلگردها باید حداقل طول‌های مندرج در شکل ۹-۱۰-۱ رعایت شوند.

پ- در مواردی که طول دهانه‌های مجاور هم برابر نباشند، طول آرماتورهای منفی فراتر از بر تکیه‌گاه مطابق آنچه در شکل ۹-۱۰-۱ نشان داده شده است، باید بر مبنای طول دهانه‌ی بزرگ‌تر محاسبه شود.

ت- خم کردن میلگردهای مثبت برای ادامه‌ی آن‌ها به‌عنوان آرماتور منفی به شرطی مجاز است که در تأمین طول‌های حداقل توصیه‌شده در شکل ۹-۱۰-۱، زاویه‌ی خم بزرگ‌تر از ۴۵ درجه در نظر گرفته نشود.

ث- طول میلگردها نباید کوچک‌تر از مقادیر توصیه‌شده در شکل ۹-۱۰-۱ در نظر گرفته شوند؛ و اگر دال‌ها به‌عنوان اعضای اصلی مقاوم در برابر بار جانبی عمل کنند، این طول باید حداقل برابر با آنچه از محاسبه به دست می‌آید، در نظر گرفته شود.

۹-۱۰-۷-۳-۶ آرماتورهای انسجام

الف- کلیه آرماتورهای زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید پیوسته باشند، و یا با وصله‌ی مکانیکی کامل، وصله‌ی جوش شده‌ی کامل یا وصله‌ی پوششی نوع B وصله شوند. وصله‌ها باید مطابق شکل ۹-۱۰-۱ قرار داده شوند.

ب- حداقل دو آرماتور زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید از ناحیه‌ی محدودشده به‌وسیله‌ی میلگردهای طولی ستون عبور نمایند، و در تکیه‌گاه‌های خارجی مهار شوند.

پ- در دال‌های با کلاhek برشی که عبور آرماتورهای زیرین دال مطابق بند (ب) فوق عملی نیست، حداقل دو آرماتور در هر جهت باید از زیر کلاhek، هر چه نزدیک‌تر به ستون، عبور داده‌شده و به‌صورت پیوسته یا وصله‌های مکانیکی، وصله‌های جوشی و یا وصله‌های پوششی نوع B درآورده شوند. این آرماتورها باید در تکیه‌گاه‌های خارجی مهار شوند.

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۹-۱۰-۷-۳ آرماتورهای برشی - خاموتها

الف - استفاده از خاموت‌های تک‌پایه، U ساده، U چندگانه و خاموت بسته به عنوان میلگرد برشی مجاز می‌باشد.

ب - مهار و شکل خاموتها باید مطابق با بند ۹-۲۱-۵ باشد.

پ - در صورت استفاده از خاموت، محل قرارگیری و فاصله‌گذاری آن‌ها باید مطابق با جدول ۹-۱۰-۴ باشد.

جدول ۹-۱۰-۴ موقعیت اولین خاموت و محدودیت‌های فاصله‌گذاری

جهت اندازه‌گیری	تعریف اندازه‌گیری	بیشترین فاصله
عمود بر وجه ستون	فاصله از بر ستون تا اولین خاموت	$\frac{d}{2}$
	فاصله‌ی بین خاموت‌ها	$\frac{d}{2}$
موازی با وجه ستون	فاصله‌ی بین ساق عمودی خاموتها	2d

۹-۱۰-۷-۳-۸ آرماتورهای برشی - گل‌میخ سر دار

الف - در صورتی استفاده از گل‌میخ برشی سر دار مجاز است که عمود بر صفحه‌ی دال قرار داده شود.

ب - ارتفاع کلی مجموعه‌ی گل‌میخ برشی باید حداقل برابر ضخامت دال منهای مجموع (۱) تا (۳) باشد:

(۱) پوشش بتن میلگردهای خمشی فوقانی

(۲) پوشش بتن روی ریل پایه‌ی گل‌میخ

(۳) نصف قطر میلگرد خمشی در کشش

پ - محل قرارگیری و فاصله‌گذاری گل‌میخ برشی سر دار باید طبق جدول ۹-۱۰-۵ باشد.

جدول ۹-۱۰-۵ موقعیت گل‌میخ برشی و محدودیت‌های فاصله‌گذاری

جهت اندازه‌گیری	شرح اندازه‌گیری	شرط لازم	حداکثر فاصله
عمود بر وجه ستون	فاصله‌ی وجه ستون تا اولین خط محیطی گل‌میخ‌ها	همه‌ی موارد	$\frac{d}{2}$
	فاصله‌ی ثابت بین خطوط محیطی گل‌میخ‌های برشی	اگر: $v_u \leq \phi 0.5 \sqrt{f'_c}$	$\frac{3d}{4}$
		اگر: $v_u > \phi 0.5 \sqrt{f'_c}$	$\frac{d}{2}$
موازی با وجه ستون	فاصله‌ی بین گل‌میخ‌های مجاور بر روی نزدیک‌ترین محیط به وجه ستون	همه‌ی موارد	2d

۹-۱۰-۸ سیستم‌های تیرچه‌ی دوطرفه

۹-۱۰-۸-۱ کلیات

۹-۱۰-۸-۱-۱ سیستم تیرچه‌ی دوطرفه شامل ترکیب یکپارچه‌ی تیرچه‌های با فواصل منظم و یک دال فوقانی می‌باشد، که برای عملکرد دوطرفه طراحی می‌شود.

۹-۱۰-۸-۱-۲ حداقل عرض تیرچه در کل ارتفاع مقطع، نباید کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر باشد.

۹-۱۰-۸-۱-۳ ارتفاع کل تیرچه نباید از $\frac{3}{5}$ برابر عرض حداقل آن بیشتر شود.

۹-۱۰-۸-۱-۴ فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌ها نباید از ۷۵۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

۹-۱۰-۸-۱-۵ مقدار V_c را می‌توان $\frac{1}{1}$ برابر مقدار محاسبه‌شده در بند ۹-۸-۵ اختیار کرد.

۹-۱۰-۸-۱-۶ برای انسجام سازه‌ای، حداقل یک میلگرد در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و در بر تکیه‌گاه برای تأمین تنش f_y مهار شود.

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۹-۱۰-۸-۱-۷ سطح مقطع میلگردهای عمود بر تیرچه‌ها باید با در نظر گرفتن تمرکز بارها، الزامات مقاومت خمشی دال را تأمین نماید؛ و باید حداقل برابر سطح میلگردهای جمع شدگی و حرارت مطابق بند ۹-۱۹-۴ باشد.

۹-۱۰-۸-۱-۸ سازه‌ی تیرچه‌ی دوطرفه‌ای که محدودیت‌های بندهای ۹-۱۰-۸-۱-۱ تا ۹-۱۰-۸-۱-۴ را تأمین نمی‌کند، باید به‌عنوان دال یا تیر طراحی شود.

۹-۱۰-۸-۲ سیستم‌های تیرچه با پرکننده‌های سازه‌ای

۹-۱۰-۸-۱-۲ اگر از پرکننده‌های بلوک بتنی یا بلوک سفالی دارای مقاومت فشاری حداقل برابر با f_c' در تیرچه‌ها استفاده شود، بندهای ۹-۱۰-۸-۲-۲ و ۹-۱۰-۸-۲-۳ باید اعمال شوند.

۹-۱۰-۸-۲-۲ ضخامت دال روی پرکننده‌ها باید حداقل برابر بزرگ‌ترین مقدار بین یک دوازدهم فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌ها و ۴۰ میلی‌متر باشد.

۹-۱۰-۸-۲-۳ برای محاسبه‌ی برش و مقاومت خمشی منفی، مجاز است که جداره‌های قائم پرکننده‌های در تماس با تیرچه‌ها به‌حساب آورده شوند. سایر بخشهای پرکننده نباید در محاسبات مقاومت داخل شوند.

۹-۱۰-۸-۳ سیستم‌های تیرچه با پرکننده‌های غیر سازه‌ای

۹-۱۰-۸-۱-۳ اگر پرکننده‌ها، در تطابق با بند ۹-۱۰-۸-۲-۱ نباشند یا از قالب‌های قابل‌برداشت استفاده شود، ضخامت دال روی پرکننده‌ها باید حداقل برابر با بزرگ‌ترین یکی از دو مقدار یک دوازدهم فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌ها یا ۵۰ میلی‌متر باشد.

۹-۱۰-۹ روش "طراحی مستقیم"

۹-۱۰-۹-۱ کلیات

۹-۱۰-۹-۱-۱ روش طراحی مستقیم را می‌توان برای سیستمهایی که در آنها دال‌ها، تیرهای بین تکیه‌گاه‌ها (در صورت وجود) و ستون‌ها تشکیل قاب‌های متعامد می‌دهند، تحت اثر بارهای قائم به کار برد.

۹-۱۰-۹-۱-۲ نتایج تحلیل بارهای قائم و تحلیل بارهای جانبی را می‌توان باهم ترکیب کرد و در طراحی به کاربرد. برای ترکیب نتایج تحلیل بارهای قائم و جانبی، می‌توان تلاش‌های ناشی از بارهای جانبی را فقط به تیرها و ستون‌ها، و در صورت عدم وجود تیر، به نوار ستون و ستون اعمال نمود.

۹-۱۰-۹-۱-۳ تغییرات در محدودیت‌های بندهای ۹-۱۰-۲ در صورتی مجاز است که بتوان با تحلیل نشان داد که تعادل و سازگاری هندسی تأمین می‌شود. مقاومت طراحی در هر مقطع حداقل برابر با مقاومت مورد نیاز است، و شرایط بهره‌برداری شامل محدودیت‌های خیز نیز رعایت می‌شود.

۹-۱۰-۹-۱-۴ تکیه‌گاه‌های دایره‌ای یا چندضلعی منظم را می‌توان به صورت تکیه‌گاه مربعی با همان مساحت در نظر گرفته می‌شوند.

۹-۱۰-۹-۲ محدودیت‌های روش طراحی مستقیم

۹-۱۰-۹-۲-۱ سیستم دال باید در هر امتداد حداقل سه دهانه‌ی پیوسته داشته باشد.

۹-۱۰-۹-۲-۲ دهانه‌های متوالی در هر امتداد که از مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌ها در هر جهت اندازه‌گیری می‌شوند، نباید بیشتر از یک سوم دهانه‌ی بزرگ‌تر با یکدیگر اختلاف طول داشته باشند.