



پرسش ۱-۱) ضریب اهمیت بار برف برای مساجد و برای درمانگاهها می‌باشد. (خرداد ۱۳۹۳ محاسبات «۲۴»)

الف) ۱/۲۵ و ۱/۱۵ (ب) ۱/۲ و ۱/۴ (ج) ۱/۲۵ و ۱/۲۵ (د) ۱/۱ و ۱/۲

پاسخ) با توجه به جدول آیین‌نامه ۱-۶-۱، مسجدها و درمانگاهها جزو گروه با خطرپذیری ۲ و ۱ هستند. طبق جدول آیین‌نامه ۱-۶-۲، ضریب اهمیت بار برف برای پروه‌های ۲ و ۱ به ترتیب ۱/۱ و ۱/۲ است، بنابراین، گزینه د صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش‌های فرداد ۱۴۰۴ اجرا «۱۹»، مهر ۱۳۹۹ اجرا «۱۷» و مرداد ۱۳۹۴ اجرا «۲۴» است.

۲-۱ ترکیب بارها (آیین‌نامه ۲-۶)

در طراحی ساختمان‌ها و دیگر سازه‌ها، احتمال همزمانی تأثیر بارها باید به شرحی که در این فصل ارائه شده و براساس روش طراحی مورد استفاده، در نظر گرفته شود. ترکیب بارها برای طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی در آیین‌نامه ۲-۶-۳، برای حوادث غیرعادی در آیین‌نامه ۲-۶-۴ و ملاحظات بهره‌برداری در آیین‌نامه ۲-۶-۵ ارائه شده است (آیین‌نامه ۲-۶-۱).

۱-۲-۱ علائم اختصاری (آیین‌نامه ۲-۶-۲)

علائم به کار رفته در این بخش به شرح جدول زیر هستند:

جدول (۱-۳): علائم اختصاری بارها

ردیف	علامت اختصاری	نام بار	ردیف	علامت اختصاری	نام بار	ردیف	علامت اختصاری	نام بار
۱	A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیرعادی	۷	F_a	بار سیل	۱۳	S	بار برف
۲	D	بار مرده	۸	H	بار ناشی از فشار جانبی خاک و فشار آب زیرزمینی یا فشار مواد انباشته	۱۴	T	بار خودکرنشی از قبیل اثرات تغییرات دما، نشست پایه‌ها و وارفتگی
۳	D_i	وزن یخ	۹	L	بار زنده طبقات به جز بام	۱۵	W	بار باد
۴	E	بار زلزله طرح	۱۰	L_o	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت	۱۶	W_i	بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
۵	E_{ser}	بار زلزله سطح بهره‌برداری	۱۱	L_r	بار زنده بام	۱۷	W_{ser}	بار باد سطح بهره‌برداری
۶	F	بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص	۱۲	R	بار باران			

۲-۲-۱ ترکیب بارها در طراحی در برابر بارهای ثقلی و محیطی (آیین‌نامه ۲-۶-۳)

در طراحی ساختمان‌های موضوع این مبحث، متناسب با روش طراحی تجویز شده در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان یا آیین‌نامه‌های طراحی، باید از ترکیب بارهای ارائه شده در آیین‌نامه‌های ۲-۶-۳-۲ یا ۳-۶-۳-۳ استفاده نمود (آیین‌نامه ۲-۶-۳-۱). به طور کلی روش‌های طراحی ارائه شده در سایر مباحث مقررات ملی ساختمان شامل روش ضرایب بار و مقاومت و روش تنش مجاز یا مقاومت مجاز است.



۶-۱ بار برف (آیین نامه ۶-۷)

۱-۶-۱ کلیات (آیین نامه ۶-۷-۱)

ساختمان‌ها و سایر سازه‌های موضوع این مبحث باید برای بار برف طراحی شوند. برای این منظور پس از محاسبه‌ی بار برف بام، لازم است حالت‌های مختلف بارگذاری شامل بار برف متوازن و نامتوازن، برف بخشی، انباشتگی برق و برف لغزنده طبق الزامات این فصل در نظر گرفته شود.

۲-۶-۱ بار برف بام (آیین نامه ۶-۷-۲)

بار برف بر روی بام، P_r ، با توجه به بار برف مینا، شیب و دمای بام، برف‌گیری و اهمیت سازه برای هر مترمربع تصویر افقی سطح آن، از رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود:

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

رابطه (۳-۱) (آیین نامه ۶-۷-۱)

که در آن:

P_s = بار برف مینا طبق آیین نامه ۶-۷-۳، I_s = ضریب اهمیت بار برف طبق جدول آیین نامه ۶-۷-۲، C_n = ضریب برف‌گیری طبق آیین نامه ۶-۷-۴، C_h = ضریب شرایط دمایی طبق آیین نامه ۶-۷-۵ و C_s = ضریب شیب طبق آیین نامه ۶-۷-۶ است.

۳-۶-۱ بار برف مینا (آیین نامه ۶-۷-۳)

بار برف مینا، P_s ، باری است که براساس آمار موجود در منطقه، احتمال فراگذشت از آن در سال دو درصد باشد (دوره بازگشت ۵۰ سال). بار برف مینا در مناطق مختلف کشور را باید با توجه به تقسیم‌بندی مشخص شده در جدول آیین نامه ۶-۷-۱ حداقل برابر با مقادیر شکل «حداقل بار برف مینا برای مناطق مختلف» در نظر گرفت.

این بار را می‌توان با انجام مطالعات دقیق‌تر آماری برای منطقه مورد نظر نیز تعیین نمود، ولی مقدار آن نباید کمتر از ۰/۸ مقدار بار منطقه مربوطه در نظر نظر گرفته شود.

پرسش ۱-۳۹) در غیاب مطالعات دقیق آماری، حداقل بار برف زمین برای شهر مریوان بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع را چه مقدار باید در نظر گرفت؟ (آبان ۱۳۹۳ اجرا «۹»)

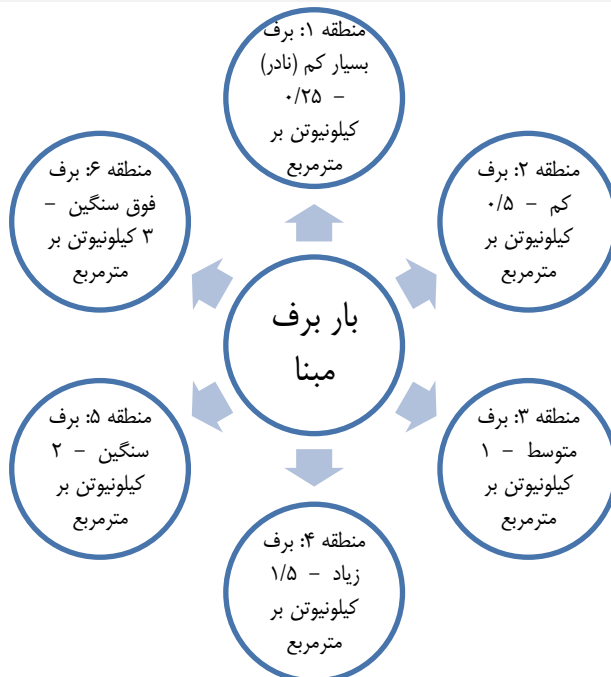
الف) ۱

ب) ۳

ج) ۱/۵

د) ۲

پاسخ) با توجه به جدول آیین نامه ۶-۷-۱، شهر مریوان در منطقه‌ی ۵ بار برف قرار دارد و مطابق شکل «حداقل بار برف مینا برای مناطق مختلف»، مقدار بار برف مینای آن برابر ۲ کیلونیوتن بر مترمربع است. بنابراین، گزینه د صحیح است.



شکل (۲-۱): حداقل بار برف مینا برای مناطق مختلف

جدول (۶-۱): تقسیم‌بندی شهرهای کشور از نظر بار برف (آیین نامه ۶-۷-۱)



ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه	ردیف	شهر	منطقه
۱	آستارا	۵	۴۳	چابهار	۱	۸۵	قراخیل	۴
۲	اراک	۴	۴۴	خاش	۱	۸۶	قروه	۴
۳	اردبیل	۵	۴۵	خدابنده	۴	۸۷	قزوین	۴
۴	اردستان	۲	۴۶	خرم آباد	۴	۸۸	قم	۳
۵	ارومیه	۴	۴۷	خرم دره	۴	۸۹	قوجان	۴
۶	اسلام آباد غرب	۴	۴۸	خلخال	۵	۹۰	کاشان	۳
۷	اصفهان	۳	۴۹	خور بیابانک	۱	۹۱	کاشمر	۲
۸	الیگودرز	۵	۵۰	خور بیرجند	۲	۹۲	کرج	۴
۹	امیدیه	۱	۵۱	خوی	۴	۹۳	کرمان	۳
۱۰	انار	۲	۵۲	داران	۵	۹۴	کرمانشاه	۴
۱۱	اهر	۴	۵۳	درود	۵	۹۵	کنگاور	۴
۱۲	اهواز	۲	۵۴	دزفول	۳	۹۶	کهنوج	۱
۱۳	ایرانشهر	۱	۵۵	دهلران	۳	۹۷	کوههرنگ	۶
۱۴	ایلام	۴	۵۶	دوگنبدان	۲	۹۸	گرگان	۳
۱۵	ایوان غرب	۳	۵۷	رامسر	۴	۹۹	گرمسار	۳
۱۶	آبادان	۲	۵۸	رامهرمز	۲	۱۰۰	گلپایگان	۵
۱۷	آباده	۳	۵۹	رباط پشت بام	۲	۱۰۱	گلمکان	۴
۱۸	آبعلی	۵	۶۰	رشت	۵	۱۰۲	گناباد	۲
۱۹	آستانه اشرفیه	۵	۶۱	رفسنجان	۳	۱۰۳	لار	۱
۲۰	انزلی	۴	۶۲	روانسر	۴	۱۰۴	ماکو	۴
۲۱	بافت	۳	۶۳	زابل	۲	۱۰۵	مراغه	۴
۲۲	بافق	۲	۶۴	زرینه اویاتو	۵	۱۰۶	مریوان	۵
۲۳	بانه	۵	۶۵	زنجان	۴	۱۰۷	مسجد سلیمان	۳
۲۴	بجنورد	۴	۶۶	سبزوار	۳	۱۰۸	مشهد	۴
۲۵	بروجرد	۴	۶۷	سراب	۴	۱۰۹	ملایر	۴
۲۶	بستان	۲	۶۸	سراوان	۱	۱۱۰	مهاباد	۴
۲۷	بشرویه	۲	۶۹	سرپل ذهاب	۳	۱۱۱	میانه	۴
۲۸	بم	۲	۷۰	سرخس	۳	۱۱۲	نابین	۲
۲۹	بندرعباس	۱	۷۱	سردشت	۶	۱۱۳	نهماوند	۴
۳۰	بندر لنگه	۱	۷۲	سقز	۵	۱۱۴	نهبندان	۲
۳۱	بوشهر	۱	۷۳	سمنان	۳	۱۱۵	نیشابور	۴
۳۲	بیجار	۴	۷۴	سنندج	۴	۱۱۶	همدان	۴
۳۳	بیرجند	۲	۷۵	سیرجان	۴	۱۱۷	یاسوج	۴
۳۴	پیرانشهر	۵	۷۶	شاهرود	۳	۱۱۸	یزد	۲
۳۵	تبریز	۴	۷۷	شهر بابک	۳			
۳۶	تربت جام	۴	۷۸	شهرکرد	۴			
۳۷	تربت حیدریه	۳	۷۹	شیراز	۳			
۳۸	تکاب	۴	۸۰	طیس	۲			
۳۹	تهران	۴	۸۱	فردوس	۲			
۴۰	جاسک	۱	۸۲	فسا	۳			
۴۱	جلفا	۴	۸۳	فیروزکوه	۴			
۴۲	جیرفت	۲	۸۴	قائن	۲			



۱-۲ تعاریف (آیین نامه ۷-۱-۳)

به طور کلی، به مجموعه‌ای بخش‌هایی از سازه و زمین در تماس با آن، پی اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین مناسب از طریق آن صورت می‌گیرد و عمدتاً به سه گروه اصلی پی‌های سطحی، پی‌های عمیق یا شمع‌ها و پی‌های نیمه‌عمیق تقسیم می‌شوند (آیین نامه ۷-۱-۳-۱).

الف- پی‌های سطحی: به پی‌هایی گفته می‌شود که در عمق کم و نزدیک سطح زمین با نسبت $\frac{D}{B} \leq 3$ (D، عمق پی و B، عرض پی) ساخته می‌شوند. این پی‌ها شامل پی‌های منفرد، نواری، شبکه‌ای و گسترده هستند و ممکن است از جنس مصالح بنایی، بتنی و یا بتن‌آرمه ساخته شده باشند.

نکته ۱-۲): پی‌های سطحی شامل پی‌های بتنی، فولادی، چوبی و مصالح بنایی است (آیین نامه ۷-۱-۴-۱).

ب- پی‌های عمیق یا شمع‌ها: به پی‌هایی گفته می‌شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچک‌ترین بعد افقی آن‌ها از ۱۰ تجاوز کند ($\frac{D}{B} \geq 10$). این پی‌ها شامل انواع شمع‌ها، دیوارک‌ها و دیوارهای جداکننده هستند. به سازه‌ی میانی که بارهای سازه‌ی اصلی را به شمع‌های عمیق و سپس به زمین منتقل می‌کند، کلاهک یا سرشمع می‌گویند.

نکته ۲-۲): شمع‌ها یا پی‌های عمیق شامل پی‌های بتنی، فولادی، چوبی و یا ترکیبی از آن‌ها است (آیین نامه ۷-۱-۶-۱).

پ- پی‌های نیمه‌عمیق: به پی‌هایی گفته می‌شود که در حد فاصل بین پی‌های سطحی و عمیق قرار می‌گیرد. پی‌های صندوقه‌ای معمولاً در این دسته قرار می‌گیرند.

پرسش ۱-۲) کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟ (آبان ۱۴۰۳ نظارت «۸»)

الف) پی‌های سطحی ممکن است از جنس مصالح بنایی، بتنی یا بتن‌آرمه باشند.

ب) پی به بخش از سازه در تماس با زمین اطلاق می‌شود که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آن صورت می‌پذیرد.

ج) پی‌های عمیق در ساختمان‌ها معمولاً به وسیله‌ی سرشمع بارهای سازه را به زمین منتقل می‌نمایند.

د) پی‌های صندوقه‌ای در گروه پی‌های نیمه عمیق قرار می‌گیرند.

پاسخ) با توجه به مطالب بالا، گزینه ب صحیح نیست و جواب این مساله است.

۲-۲ روش‌های طراحی (آیین نامه ۷-۱-۴)

استفاده از روش‌های طراحی تنش مجاز، روش ضرایب بار و مقاومت و روش عملکردی در این مقررات مجاز می‌باشد و طراح می‌تواند هر از این روش‌ها را انتخاب کند.

۱-۲-۲ روش تنش مجاز (آیین نامه ۷-۱-۴-۱)

در این روش بارهایی که در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان آورده شده است با ضریب عمدتاً یک در محاسبات نیرو لحاظ می‌شوند و بار وارده بر خاک محاسبه می‌گردد. سپس با اعمال ضریب اطمینان مناسب تنش مجاز خاک محاسبه و طراحی انجام می‌شود. برای محاسبه‌ی نشست، بارهای وارده عمدتاً با ضریب یک در نظر گرفته می‌شود و نشست محاسبه شده باید از نشست مجاز کمتر باشد (آیین نامه ۷-۱-۴-۱).

۲-۲-۲ روش ضرایب بار و مقاومت (LRFD) (آیین نامه ۷-۱-۴-۲)

در این روش دو ضریب ایمنی برای بار و مقاومت به طور جداگانه در محاسبات حالات حدی مقاومت و بهره‌برداری استفاده می‌شود.

الف: حالت حدی مقاومت: اولین مجموعه‌ی ضرایب ایمنی در این روش، اعمال ضرایب افزایش بار است و مقدار آن بستگی به میزان عدم اطمینان در برآورد مقدار بار دارد. ضرایب فوق با استفاده از مبحث ششم مقررات ملی ساختمان تعیین می‌شوند. دومین مجموعه، ضرایب کاهش برای تقلیل مقاومت مصالح است و مقدار آن بستگی به عدم اطمینان موجود در کیفیت مصالح، نحوه‌ی اجرا و دقت دارد (آیین نامه ۷-۱-۴-۲-۱).

ب: حالت حدی بهره‌برداری: طراحی در حالت بهره‌برداری اغلب جهت کنترل نشست و تغییرشکل‌ها به کار می‌رود و در آن‌ها هر دو ضریب کاهش مقاومت و افزایش بار متناسباً برای بهره‌برداری در نظر گرفته می‌شود (آیین نامه ۷-۱-۴-۲-۲).



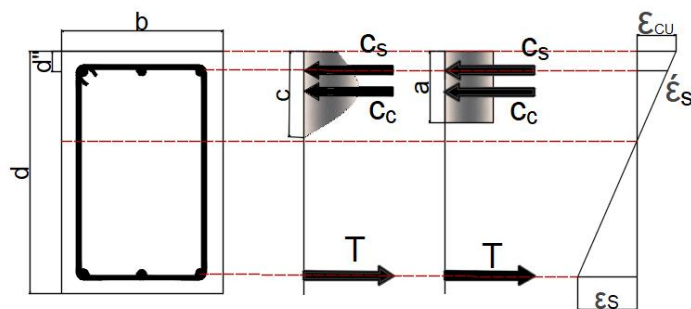
۳-۳ ارزیابی مقاومت مقطع در خمش، بار محوری، برش، پیچش و برش-اصطکاک (آیین‌نامه ۹-۸)

روش طراحی اعضای بتن آرمه، روش «طرح مقاومت» است و مقاومت طراحی یک مقطع با حاصل ضرب مقاومت اسمی، S_n ، در ضریب کاهش مقاومت ϕ ، می‌باشد. طراحی مقاطع در روش «طرح مقاومت» بر مبنای تامین رابطه‌ی $\phi S_n \geq U$ صورت می‌گیرد (آیین‌نامه ۹-۸-۱-۲). در این رابطه، U ، مقاومت مورد نیاز مقطع (ناشی از تحلیل الاستیک سازه تحت بارهای ضریب‌دار) است.

۳-۳-۱ مقاومت خمشی (آیین‌نامه ۹-۸-۲)

۳-۳-۱-۱ فرضیات طراحی (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲)

مقاومت خمشی یک عضو بتن آرمه براساس نکاتی که در ادامه آورده شده است و با استفاده از شکل زیر تعیین می‌شود.



شکل (۳-۲): پارامترهای موثر در تعیین ظرفیت خمشی عضو بتن آرمه

یک مقطع بتن آرمه به طور کلی مطابق شکل بالا از بتن و آرماتورهای کششی و فشاری تشکیل شده است. در سمت راست مقطع بتن آرمه سه نمودار مشاهده می‌شود که به ترتیب نمودار تنش-کرنش واقعی مقطع، نمودار تنش-کرنش ساده شده مقطع و نمودار کرنش مقطع هستند. در هر مقطع لازم است تعادل بین نیروهای موثر برقرار گردد (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۱) بنابراین،

$$T = C_c + C_s \quad \text{رابطه (۳-۵)}$$

در این رابطه، T ، نیروی کششی ناشی از آرماتورهای کششی، C_c ، نیروی فشاری ناشی از مقطع بتنی و C_s ، نیروی فشاری ناشی از آرماتورهای فشاری است.

کرنش در تارهای مقطع بتنی و نیز در فولادها به صورت خطی متناسب با فاصله‌ی آن تار یا فولاد از محور خنثی تعیین می‌شود (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۲). کرنش حداکثر در دورترین تار فشاری بتن برابر با 0.003 در نظر گرفته می‌شود ($\epsilon_{cu} = 0.003$) (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۳).

از مقاومت کششی بتن در مقطع صرف‌نظر می‌گردد (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۴). همانطور که در شکل بالا نیز مشاهده می‌شود، نمودار تنش-کرنش واقعی بتن تا محل تار خنثی ترسیم شده است و بتن در ناحیه‌ی کششی تنش را تحمل نمی‌کند.

همانطور که از نمودار تنش-کرنش واقعی مقطع مشاهده می‌شود، تنش بتن رابطه‌ی غیرخطی دارد. برای محاسبه‌ی سطح زیر این نمودار به منظور محاسبه‌ی نیروی فشاری ناشی از بتن، می‌بایست معادله‌ی این منحنی در اختیار باشد. به منظور ساده‌سازی نمودار مورد نظر با نموداری که بتوان مساحت زیر آن را به راحتی محاسبه نمود، استفاده از شکل‌های مختلف براساس آیین‌نامه مجاز است. در تقریب نمودار ساده شده با نمودار اصلی ذکر دو نکته حائز اهمیت است. سطح زیر نمودار منحنی ساده شده با سطح زیر نمودار اصلی باید یکسان باشد تا تغییری در مقدار نیرو ایجاد نشود. همچنین، مرکز سطح شکل ساده شده با مرکز سطح نمودار اصلی نیز باید در یک مقطع قرار گیرد تا اثر لنگر یکسانی را ایجاد نمایند.

رابطه‌ی بین تنش و کرنش فشاری بتن را می‌توان به صورت مستطیلی، دوزنقه‌ای، سهمی و یا هر شکل و منحنی دیگری در نظر گرفت؛ به شرط آن‌که با نتایج آزمایشات جامع مرتبط تطابق داشته باشد. در این ارتباط می‌توان از توزیع تنش مستطیلی معادل مطابق مشخصات آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۶ استفاده نمود (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۵).

تنش فشاری بتن برابر با $\alpha_c f'_c$ و با توزیع یکنواخت در ناحیه‌ی فشاری معادل که به وجوه جانبی مقطع و یک خط موازی با تار خنثی و با فاصله‌ی a از دورترین تار فشاری مقطع محدود می‌گردد، فرض می‌شود. عمق بلوک فشاری بتن، a ، برابر $\beta_1 c$ است که در آن c ، مطابق شکل بالا عمق تار خنثی (فاصله‌ی موقعیت تار بتنی با حداکثر کرنش فشاری تا تار خنثی در راستای عمود بر تار خنثی) است. مقدار ضرایب مربوط به مقاومت فشاری بتن و عمق تار خنثی از روابط زیر محاسبه می‌شود (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۶).

رابطه (۳-۶)

با داشتن نمودارهای ارائه شده در شکل بالا و برقراری تعادل نیرویی مطابق آیین نامه ۹-۸-۲-۲-۱، می‌توان مجهولات مساله را تعیین و با نوشتن معادلات لنگر حول هر نقطه‌ی دلخواه از ارتفاع مقطع (عموماً نسبت به محل اثر نیروی میلگردهای کششی)، لنگر مقاوم مقطع را محاسبه کرد. بنابراین،

رابطه (۷-۳)

$$\mu = \frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\epsilon_s}{d - c} \quad \text{می‌توان آن را تعیین کرد:}$$

پرسش ۳-۲۲) برای افزایش شکل‌پذیری تیر بتن‌آرمه، انتخاب کدام‌یک از گزینه‌های زیر، مناسب‌تر است؟ (شهریور ۱۳۹۱)

پاسخ) با توجه به نکته‌ی بالا، هر پارامتری که باعث کاهش عمق فشاری بتن شود، شکل‌پذیری مقطع را افزایش می‌دهد. به طور کلی، با توجه به تعادل نیرویی مطابق آیین‌نامه ۹-۸-۲-۲-۱، هرگونه افزایش در سهم آرماتورهای فشاری منجر به کاهش سهم بتن می‌شود و به تبع آن، عمق بلوک فشاری کاهش می‌یابد. همچنین، در تامین نیروی فشاری بتن، افزایش مقاومت فشاری بتن می‌تواند باعث کاهش عمق بلوک فشاری بتن و افزایش شکل‌پذیری عضو شود. بنابراین، افزایش فولاد فشاری و افزایش مقاومت فشاری منجر به افزایش شکل‌پذیری عضو می‌شود. علاوه بر نکات بیان شده، کاهش نیروی کششی ناشی از آرماتورهای کششی نیز باعث کاهش نیاز به نیروی فشاری در مقطع و به تبع آن کاهش عمق بلوک فشاری و افزایش شکل‌پذیری عضو می‌شود. بنابراین، گزینه الف صحیح است.

مقاومت خمشی اسمی مقاطع در اعضای بتنی مرکب را که در محل به طور مجزا ساخته و یا ریخته شده و به صورتی به هم متصل گردیده‌اند که به طور واحد در مقابل بارها مقاومت می‌کنند، می‌توان مشابه اعضای بتنی یکپارچه و با استفاده از مشخصات تمام مقطع مرکب تعیین نمود (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۳-۱). در محاسبه‌ی M_n در تیرها و دال‌های بتنی مرکب، نباید تفاوتی بین اعضای شمع‌بندی شده و بدون شمع در نظر گرفت (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۳-۲). در محاسبه‌ی M_n در اعضای بتنی مرکب، اگر مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن در اجزای مختلف متفاوت باشد، باید از مشخصات هر یک از اجزا برای همان جز استفاده کرد. همچنین می‌توان از f'_c مربوط به جزئی که بحرانی‌ترین مقدار M_n را به دست می‌دهد، استفاده نمود (آیین‌نامه ۹-۸-۲-۳-۳).



جدول (۴-۵): امتیاز بخش طراحی (آیین‌نامه ۱-۲-۱۱ و ۱-۳-۱۱)

امتیاز		شاخص
ساختمان‌های غیرانبوه متوسط	ساختمان‌های غیرانبوه کوچک	
۶	۶	انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش*
۳	۲	کاربرد جداسازهای لرزه‌ای / میراگرها
-	۶	نمای خارجی صنعتی**
-	۳	نصب نما بدون نیاز به برش‌کاری در محل
۴	-	استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سطح سه‌بعدی همراه با تداخل‌یابی
۱۳	۱۷	جمع
* انتخاب حداقل‌های ابعادی مطلوبیت و آسایش برای فضاهای مسکونی، باید طبق نشریه ض-۵۶۶ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و برای سایر فضاها، طبق مقررات و آیین‌نامه‌های معتبر باشد.		
** شیشه‌های نما باید از مصالحی انتخاب و به گونه‌ای طراحی شوند که مشکل ایمنی ایجاد نشود.		

۴-۲-۵ الزامات بخش دیوار کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای پروژه‌های غیرانبوه کوچک و متوسط

امتیاز بخش دیوار (C) کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط برحسب نوع دیوار و طول آن مطابق رابطه‌ی آیین‌نامه ۳-۲-۱۱ برای ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و مطابق رابطه‌ی آیین‌نامه ۳-۳-۱۱ برای ساختمان‌های غیرانبوه متوسط با استفاده از امتیازات جدول «امتیاز انواع دیوار» تعیین می‌شود.

$$C = 0.2 \times \sum_{i=1}^N \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times C_i \quad \text{رابطه (۴-۲) (آیین‌نامه ۳-۲-۱۱)}$$

$$C = \sum_{i=1}^N \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times C_i \quad \text{رابطه (۴-۳) (آیین‌نامه ۳-۳-۱۱)}$$

در رابطه‌ی بالا، C، امتیاز بخش دیوار، N، تعداد انواع دیوارهای به کار رفته در ساختمان، Q_{wi} ، طول ساخته شده با هر یک از دیوارها، Q_{wt} ، طول کل دیوارها و C_i ، امتیاز انواع دیوار براساس جدول «امتیاز انواع دیوار» است.

جدول (۴-۶): امتیاز انواع دیوار (آیین‌نامه ۳-۲-۱۱ و ۳-۳-۱۱)

امتیاز		انواع دیوارها
ساختمان‌های غیرانبوه متوسط	ساختمان‌های غیرانبوه کوچک	
-	۱۰۰	دیوار خشک
۲۵	-	دیوار خشک پیش‌ساخته
۲۵	۱۰۰	دیوار ساندویچ پنل
۲۵	۱۰۰	دیوار فلزی پیش‌ساخته
۲۳	۹۵	دیوار چوبی پیش‌ساخته
۲۲	۹۰	دیوار شیشه‌ای با قاب پیش‌ساخته
۲۰	۸۵	دیوار فلزی غیر پیش‌ساخته
۲۰	۸۵	دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته
۱۸	۷۵	دیوار بتنی درجا با قالب‌های صنعتی
۱۶	۷۰	دیوار بتنی با قالب ماندگار
۱۲	۵۵	دیوار گچی با قطعات پیش‌ساخته
۱۰	۵۰	دیوار بتن پاششی سه‌بعدی (۳D پنل)
۱۰	۴۵	دیوار بلوک سیمانی سبک (عایق)
-	۲۵	دیوار بلوک سیمانی معمولی / سفالی
-	۱۵	دیوار آجری
-	۱۵	دیوار بتنی درجا با قالب‌های سنتی



با خم ماشینی آرماتور در دیوارهای بتنی درجا، آجری و بلوک سیمانی مسلح، سه واحد به امتیاز دیوار مورد نظر در جدول «امتیاز انواع دیوار» اضافه می‌شود (آیین‌نامه ۲-۴-۵-۱۱ و ۲-۴-۵-۳-۱۱). در صورت استفاده از هسته‌ی پلی‌استایرنی در ساندویچ پنل‌ها، این ماده باید از نوع کندسوز مطابق استاندارد ASTM و با تایید مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشد؛ در غیر این صورت، امتیاز صفر برای آن منظور می‌شود (آیین‌نامه ۲-۴-۵-۱۱ و ۳-۴-۵-۳-۱۱).

پرسش ۴-۱۲) در کسب امتیاز بخش دیوار، برای شاخص صنعتی‌سازی ساختمان‌ها، از چهار گزینه‌ی زیر کدام یک کمترین امتیاز را برای یک متر طول دیوار دارد؟ (مرداد ۱۴۰۳ نظارت «۴۵»)

- (الف) دیوار بتنی با قالب ماندگار
(ب) دیوار بتنی سبک پیش‌ساخته
(ج) دیوار بتنی درجا با قالب‌های صنعتی
(د) دیوار بتنی پاششی سه‌بعدی
- پاسخ)** با توجه به جدول «امتیاز انواع دیوار»، گزینه د صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش شهریور ۱۴۰۱ اجرا «۴۷» است.

پرسش ۴-۱۳) در یک پروژه‌ی ساختمانی غیرانبوه متوسط نسبت طول دیوارهای فلزی غیر پیش‌ساخته به طول کل دیوارها ۰/۲ و مابقی به صورت دیوار فلزی پیش‌ساخته است. امتیاز بخش دیوار جهت تعیین شاخص صنعتی‌سازی کدام یک از مقادیر زیر است؟ (دی ۱۴۰۱ نظارت «۵۵»)

- (الف) ۲۰ (ب) ۲۴ (ج) ۲۵ (د) ۲۸

پاسخ) با توجه جدول «امتیاز انواع دیوار»، امتیاز هر یک از دیوارهای فلزی غیر پیش‌ساخته و پیش‌ساخته برای پروژه‌ی غیرانبوه متوسط به ترتیب برابر ۲۰ و ۲۵ است. با توجه به سهم هر یک از دیوارها و با استفاده از رابطه‌ی آیین‌نامه ۳-۳-۱۱.

$$C = \sum_{i=1}^N \frac{Q_{wi}}{Q_{wt}} \times C_i = 0/2 \times 20 + 0/8 \times 25 = 24$$

گزینه ب صحیح است.

۴-۲-۳ الزامات بخش سازه کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی برای پروژه‌های غیرانبوه کوچک و متوسط

امتیاز بخش سازه (b) کسب شاخص تکمیلی صنعتی‌سازی ساختمان‌های غیرانبوه کوچک و متوسط برحسب نوع سازه، روش اجرایی و مساحت آن مطابق رابطه‌ی آیین‌نامه ۲-۲-۱۱ و امتیازات جدول آیین‌نامه ۲-۲-۱۱ برای پروژه‌های کوچک و مطابق رابطه‌ی آیین‌نامه ۲-۳-۱۱ و امتیازات جدول آیین‌نامه ۲-۳-۱۱ برای پروژه‌های متوسط تعیین می‌شود.

$$b = 0/35 \times \sum_{i=1}^N \frac{Q_{si}}{Q_{st}} \times b_i \quad \text{رابطه (۴-۴) (آیین‌نامه ۲-۲-۱۱)}$$

$$b = \sum_{i=1}^N \frac{Q_{si}}{Q_{st}} \times b_i \quad \text{رابطه (۵-۴) (آیین‌نامه ۲-۳-۱۱)}$$

در رابطه‌های بالا، b، امتیاز بخش سازه، N، تعداد انواع سازه‌های به کار رفته در ساختمان، Q_{si} ، مساحت ساخته شده با هر یک از سازه‌ها، Q_{st} ، مساحت کل زیربنا و b_i ، امتیاز انواع سازه براساس جدول‌های آیین‌نامه ۲-۲-۱۱ و آیین‌نامه ۲-۳-۱۱ است.