

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شناسنامه کتاب

مقدمه

درس بارگذاری سازه‌ها، جزو منابعی هست که تعداد سوالات آن زیاد نبوده ولی پیش‌نیازی برای سایر دروس می‌باشد. از مهمترین و پرسوال‌ترین فصل‌های این منبع فصل بار باد و بار برف می‌باشد اما از فصل‌های بار زنده و ترکیب‌بارها به صورت ترکیبی با سایر دروس تست طرح می‌شود و لازم است تسلط کامل روی این مبحث مهم داشته باشید. در این فلوچارت بندهای مبهم آیین‌نامه به صورت مصور ارائه شده تا درک آن آسان باشد و همچنین قسمت‌های مبهم آیین‌نامه به صورت کاملاً ساده و روان همراه با شکل ارائه شده است.



فهرست

۵	بارهای وارد بر سازه و ترکیب بارها
۱۲	ملاحظات بهره برداری برای مقاومت اجزا
۱۴	سطح بارگیر دال‌های یک‌طرفه و دو طرفه
۱۵	محاسبه بار دیوارها
۲۳	نحوه اعمال بارهای تیغه بر کف
۲۵	بار خاک و فشار هیدرواستاتیک
۲۸	بار زنده
۳۸	کاهش بار زنده در طبقات
۴۰	کاهش بار زنده بام
۴۱	نیروی وارد بر سیستم نرده و نرده حفاظ
۴۲	نیروی وارد بر میله دستگیره
۴۳	نیروی وارد بر سیستم نردبان ثابت
۴۴	بارهای ضربه‌ای
۴۶	بار برف
۶۰	بار باد
۷۷	جدول سرعت مبنای باد و فشار مبنای باد
۸۴	بار باران
۸۵	بار یخ
۸۶	بار سیل
۸۸	گروه بندی خطر پذیری ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها در برابر بارهای زلزله، باد، یخ و برف

بارهای وارد بر سازه

نماد معرفی	عنوان بارها
D	بار مرده
H	بار خاک و فشار هیدرواستاتیکی
L	بار زنده
F_a	بار سیل
S	بار برف
R	بار باران
D_i	بار یخ
W	بار باد
E	بار زلزله

ترکیبات بار روش ضرایب بار و مقاومت در ساختمان‌های فولادی و بتنی

ترکیب بار شماره ۱ (D)	$1.4D$
ترکیب بار شماره ۲ (L)	$1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
ترکیب بار شماره ۳ (L_r, S, R)	$1.2D + 1.6 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } 0.5(1.6W)]$
ترکیب بار شماره ۴ (W)	$1.2D + 1.6W + L + 0.5 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
ترکیب بار شماره ۵ (E)	$1.2D + E + L + 0.2S$
ترکیب بار شماره ۶ (کنترل واژگونی)	$0.9D + 1.6W$
ترکیب بار شماره ۷ (کنترل ترک)	$0.9D + E$

جدول علائم اختصاری ترکیب بارها			
D	بار مرده	L_0	حداقل بار زنده گسترده یکنواخت
L	بار زنده	L_r	بار زنده بام
E	بار زلزله طرح	F_a	بار سیل
W	بار باد	F	بار ناشی از سیال با فشار و ارتفاع حداکثر مشخص
A_k	بار یا اثر ناشی از حادثه غیر عادی	W_i	بار باد وارد بر اعضا با وجود یخ
E_{ser}	بار زلزله سطح بهره برداری	W_{ser}	بار باد سطح بهره برداری
H	بار ناشی از فشار جانبی خاک یا آب زیر زمینی یا مواد انباشته	T	بار خودکرنشی از قبیل تغییرات دما، نشست پایه ها و وارفتگی
R	بار باران	S	بار برف
D_i	وزن یخ		

نکاتی در مورد ترکیب بارهای ارائه شده به روش ضرایب بار و مقاومت

۱- ضرایب بار مربوط به L در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری هایی که بار L_0 آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع است، به استثنای کف پارکینگ ها یا محل های اجتماع عمومی می توان برابر ۰/۵ منظور نمود مشروط بر آنکه کاهش بارهای زنده در محاسبه بار L منظور نشده باشد. این محدودیت در مبحث نهم وجود ندارد

$$L_0 < 5 \frac{kN}{m^2} + \text{کاهش سربار اتفاق نیافتاده باشد} + \text{کف پارکینگ با محل اجتماع نباشد}$$

ترکیب بار شماره ۳ (L_r, S, R)	$1.2D + 1.6 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [0.5L \text{ یا } 0.5(1.6W)]$
ترکیب بار شماره ۴ (W)	$1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5 (L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
ترکیب بار شماره ۵ (E)	$1.2D + E + 0.5L + 0.2S$

۲- در طراحی سازه های پیش تنیده، اثر پیش تنیدگی (P) باید با ضریب واحد یا ضریب بار مرده در ترکیب بارها وارد شود و هرکدام که اثر نامساعدتری دارند در طراحی لحاظ شود.

یعنی چه؟



$$1) 0.9D + 0.9P + E$$

هر کدام که سازه رو تحلیل کردی و دیدی بجرانی تره همونو انتخاب کن

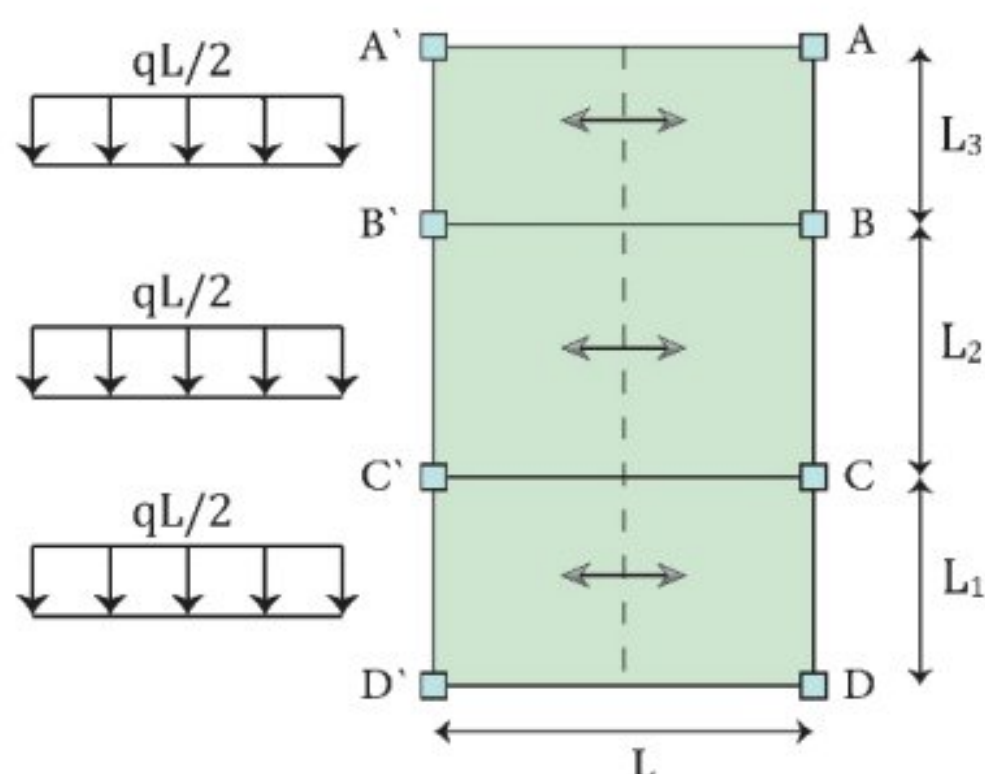
$$2) 0.9D + P + E$$

سطح بارگیر

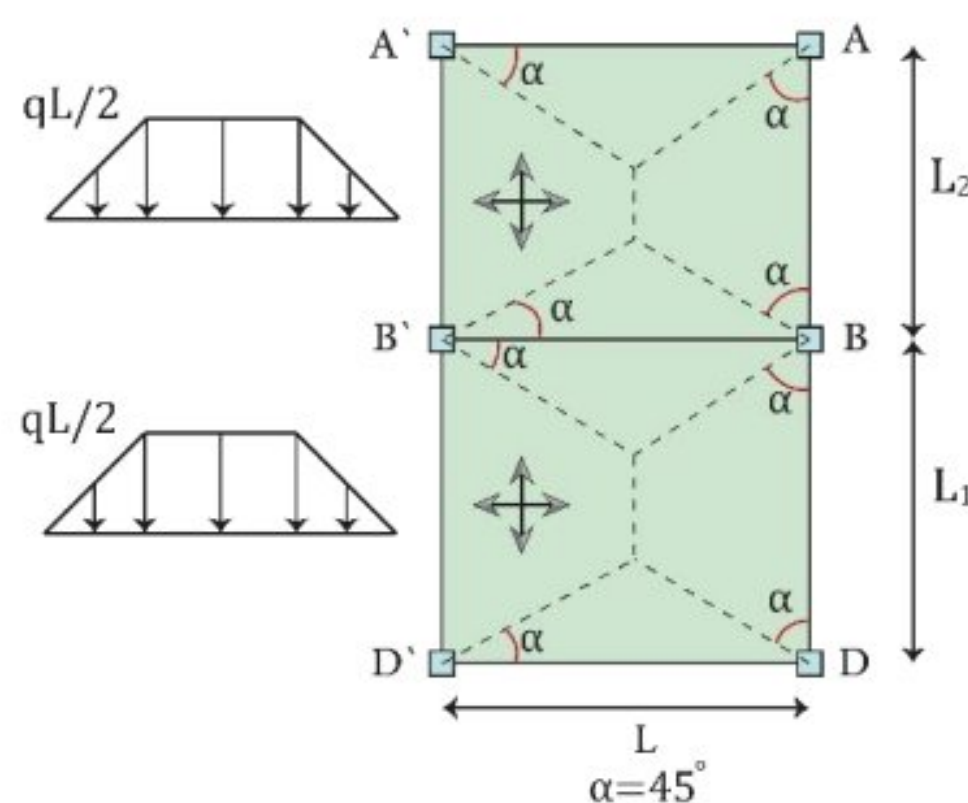
● سطح بارگیر تیرها:

جهت درک تعریف دال یکطرفه و دو طرفه به کتاب بتن ace فصل چهارم (طراحی دالها مراجعه کنید و جای خالی زیر را تکمیل نمایید.

چه دالی یکطرفه و چه دالی دو طرفه است؟

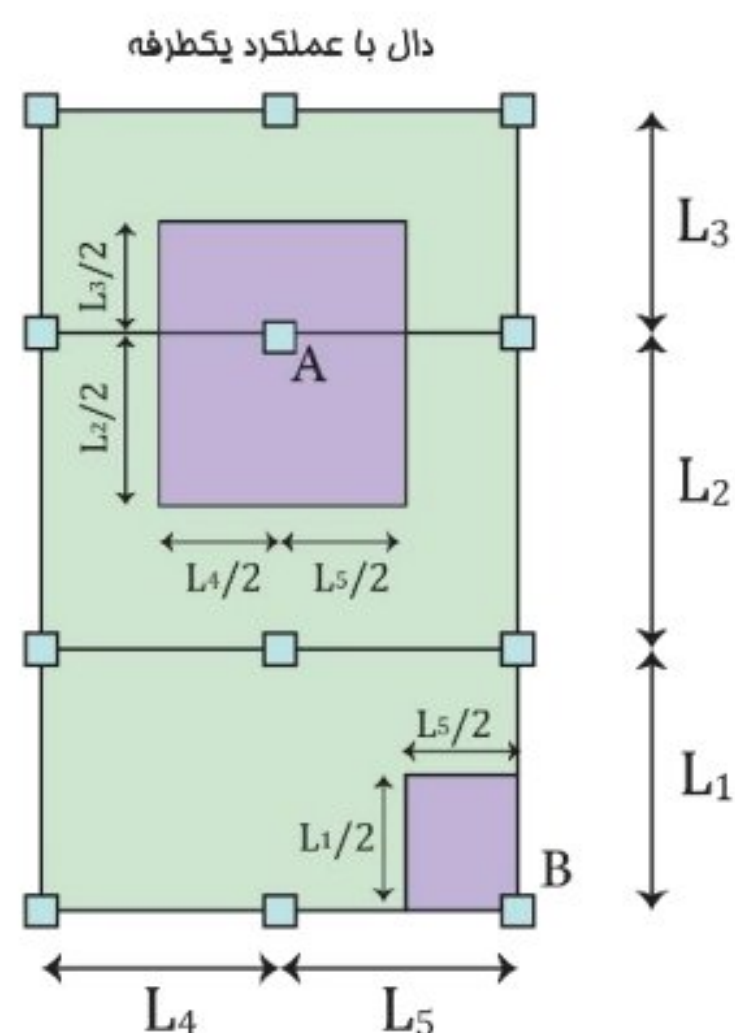


شکل ۲) سطح بارگیر تیرها در دال های یکطرفه



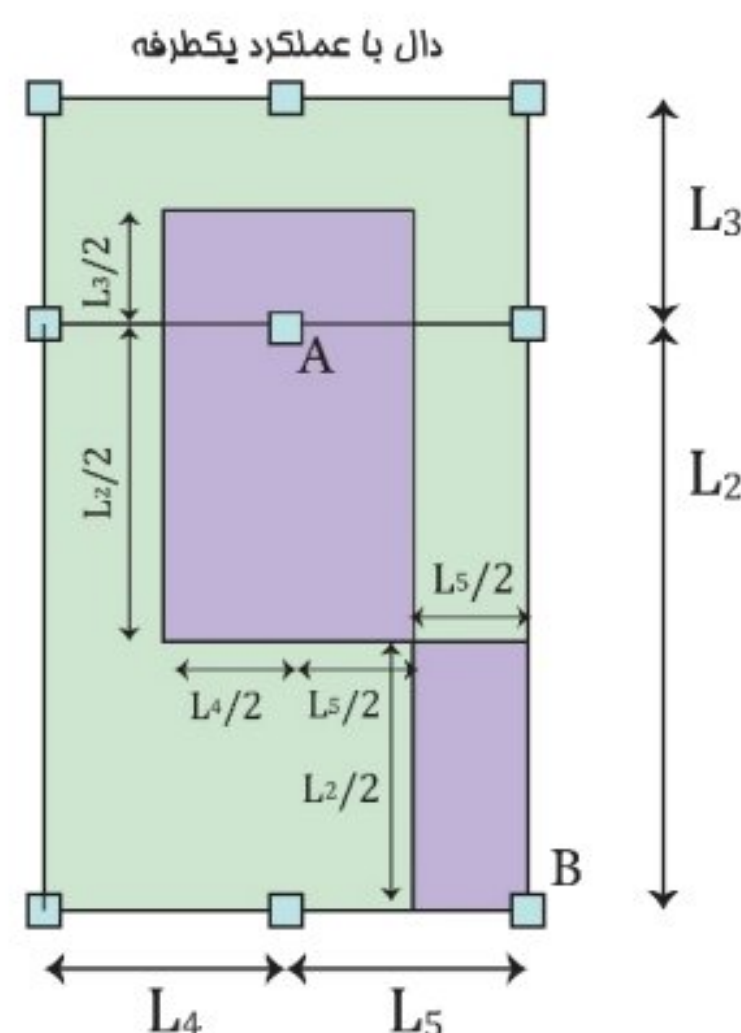
شکل ۱) سطح بارگیر تیرها در دال های دو طرفه
توزیع بار روی تیر AA' رو خودت رسم کن

● سطح بارگیر ستون ها: (* سطح بارگیر ستون ربطی به نوع دال نداره)



$$P_{uA} = q \left(\left(\frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{2} \right) \times \left(\frac{L_4}{2} + \frac{L_5}{2} \right) \right)$$

$$P_{uB} = q \left(\left(\frac{L_5}{2} \right) \times \left(\frac{L_1}{2} \right) \right)$$

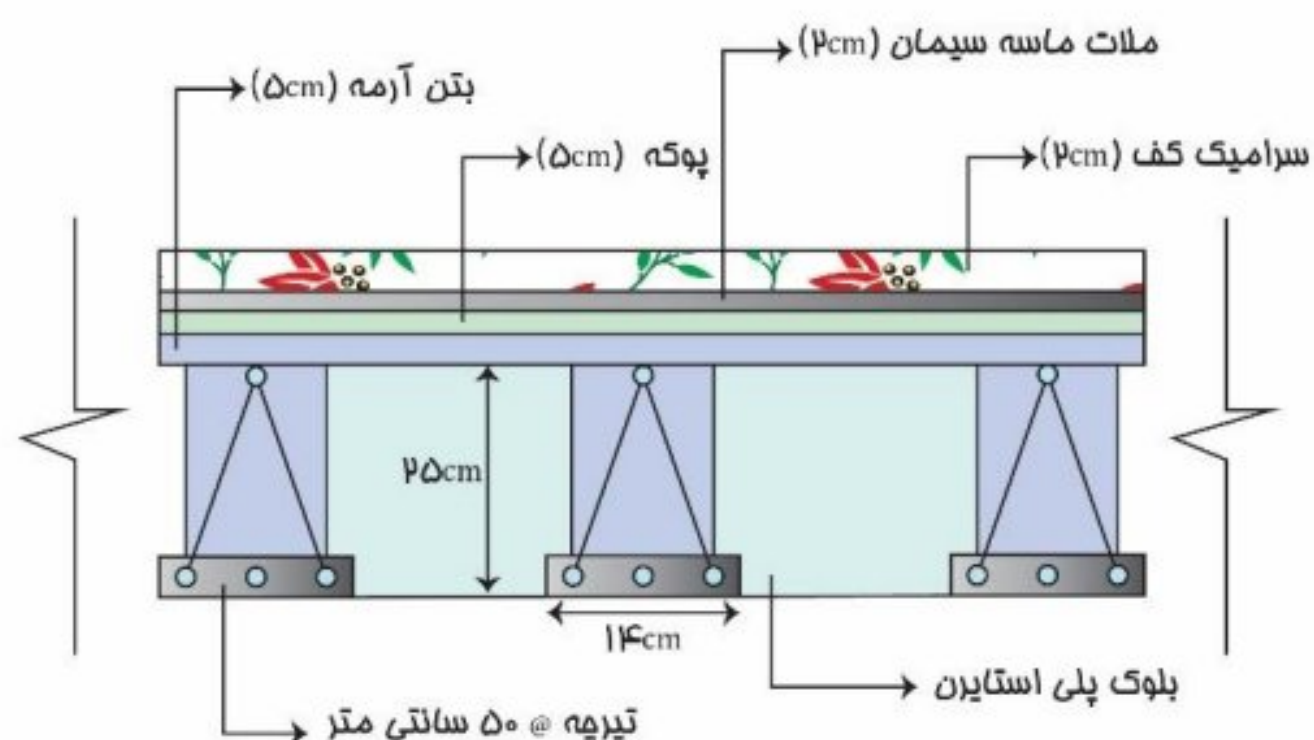


$$P_{uA} = q \left(\left(\frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{2} \right) \times \left(\frac{L_4}{2} + \frac{L_5}{2} \right) \right)$$

$$P_{uB} = q \left(\left(\frac{L_5}{2} \right) \times \left(\frac{L_1}{2} \right) \right)$$

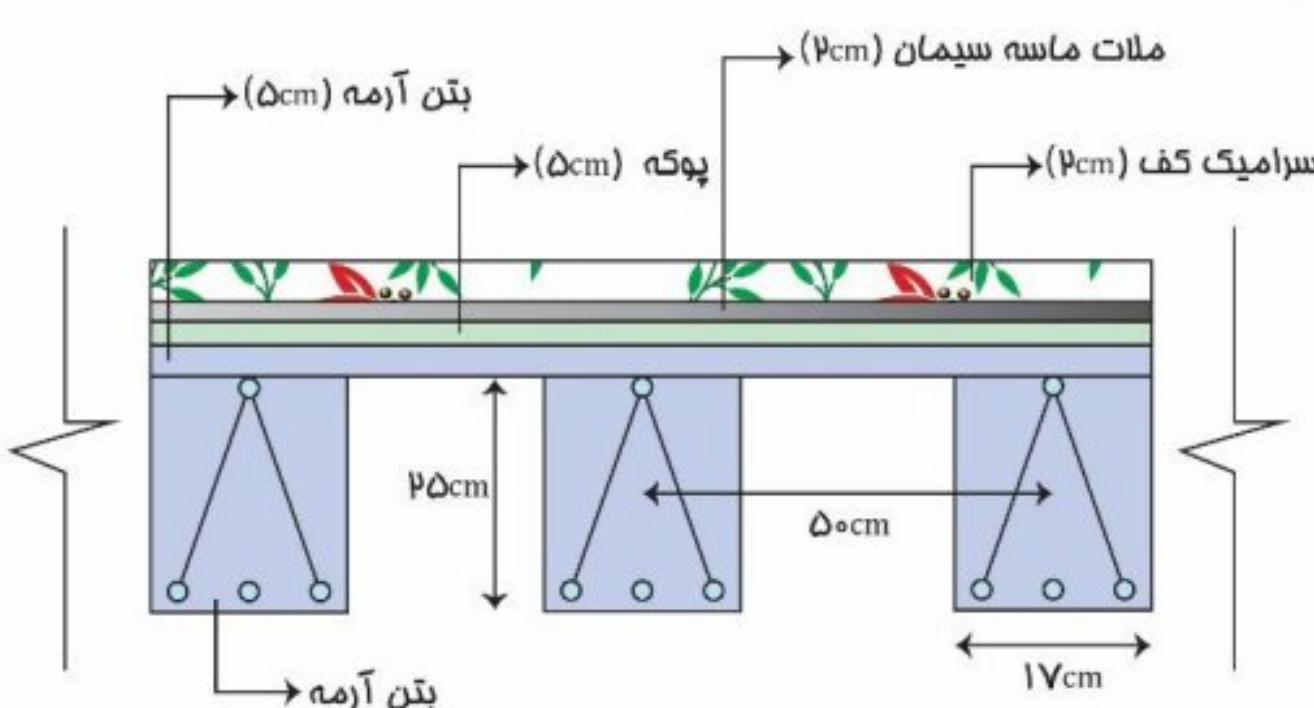
👉 وزن واحد سطح سقف تیرچه بلوک:

جرم واحد سطح (kg/m^2)	ضخامت (m)	جرم واحد حجم (kg/m^3)	مصالح
۱۳۰	۰/۰۲	۲۱۰۰	کاشی سرامیک کفی
۲۱	۰/۰۲	۲۱۰۰	ملات ماسه و سیمان
۳۴	۰/۰۵	۶۰۰	پوکه معدنی
۱۷۵	۲۵۰۰×۰/۱۴×۰/۲۵×۱×۲		وزن تیرچه
۲۴	۴×۶		وزن یونولیت
۳۸۴	وزن واحد سطح سقف (kg/m^2)		



👉 وزن واحد سطح سقف وافل:

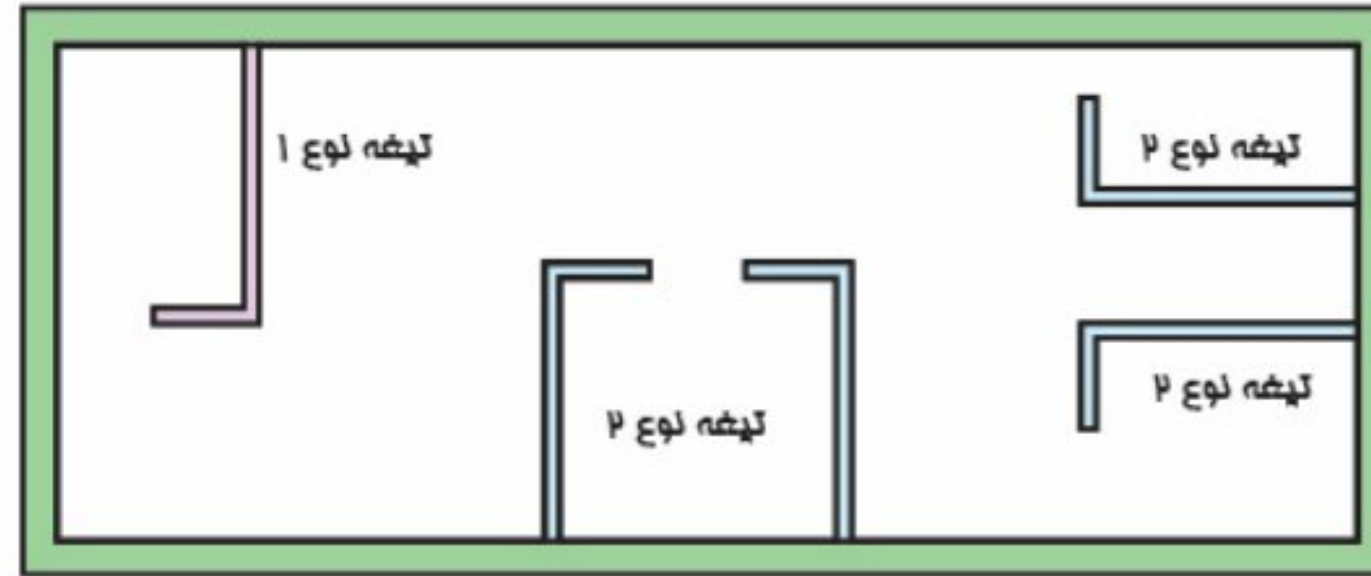
جرم واحد سطح (kg/m^2)	ضخامت (m)	جرم واحد حجم (kg/m^3)	مصالح
۱۳۰	۰/۰۲	۲۱۰۰	کاشی سرامیک کفی
۲۱	۰/۰۲	۲۱۰۰	ملات ماسه و سیمان
۳۴	۰/۰۵	۶۰۰	پوکه معدنی
۲۱۲٫۵	۲۵۰۰×۰/۱۷×۰/۲۵×۱×۲		وزن تیرچه درجا
۳۹۷٫۵	وزن واحد سطح سقف (kg/m^2)		



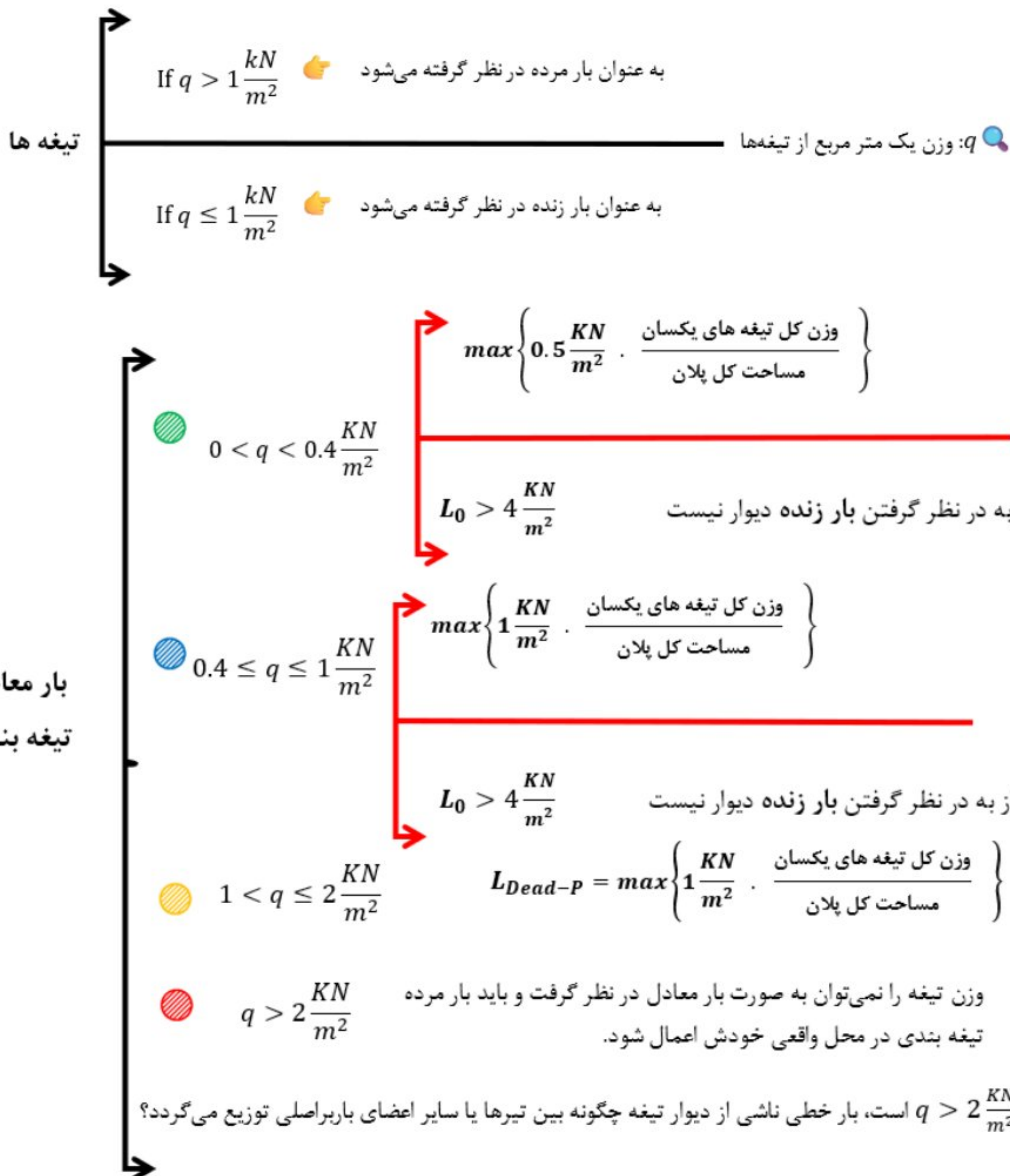
👉 در اجرای سقف وافل امکان اجرای دهانه‌های بلندتر نسبت به سقف تیرچه بلوک وجود دارد. همچنین به سبب اجرای تیرچه‌ها در محل پروژه امکان کنترل کیفیت بالاتری وجود دارد. در ضمن اتصال سرد بین پاشنه تیرچه و بتن گرم سقف در این سقف‌ها وجود ندارد.

👉 در ادامه جرم مخصوص تمامی مصالح و مواد مورد کاربرد در پروژه‌های عمرانی آورده شده تا در صورت نیاز بتوانید سریع پیداشون کنید.

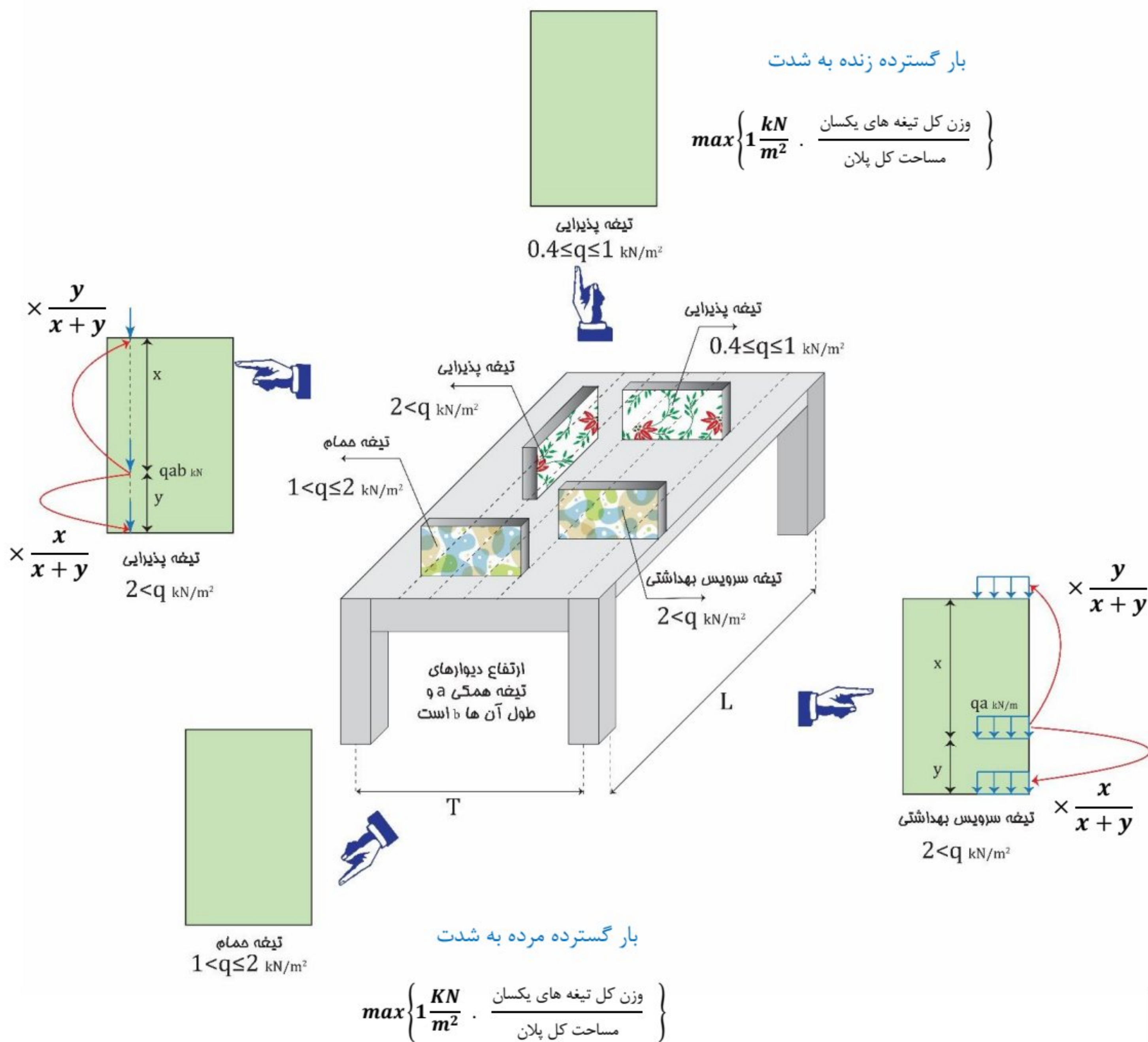
ضوابط بارگذاری دیوارهای تیغه



فرایند زیر برای هر نوع از تیغه‌ها باید جداگانه انجام شود.



وقتی $q > 2 \frac{kN}{m^2}$ است، بار خطی ناشی از دیوار تیغه چگونه بین تیرها یا سایر اعضای باربر اصلی توزیع می گردد؟



یادداشت:

کاهش بار زنده در بام



$$L_r = L_0 R_1 R_2$$

$$0.6 \frac{kN}{m^2} \leq L_r \leq 1.5 \frac{kN}{m^2}$$

L_0 : بار زنده طراحی کاهش نیافته در هر متر مربع (طبق جدول ارائه شده)

■ تعیین R_1 (ضریب سطح بارگیر):

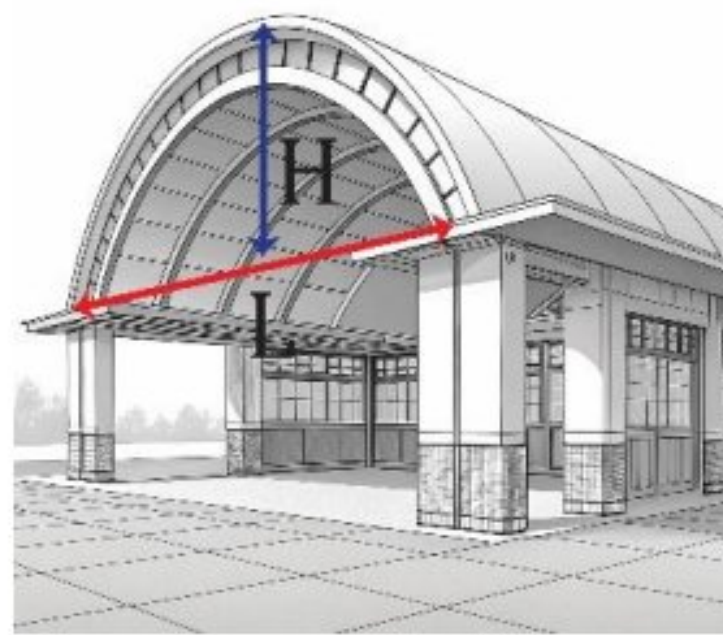
$$R_1 \begin{cases} A_T \leq 18m^2 & \text{☞ } R_1 = 1.0 \\ 18m^2 < A_T \leq 54m^2 & \text{☞ } R_1 = 1.2 - 0.0111A_T \\ A_T > 54m^2 & \text{☞ } R_1 = 0.6 \end{cases}$$

■ تعیین R_2 (ضریب تاثیر شیب):

$$R_2 \begin{cases} s \leq 33\% & \text{☞ } R_2 = 1.0 \\ 33\% < s < 100\% & \text{☞ } R_2 = 1.2 - 0.006S \\ s \geq 100\% & \text{☞ } R_2 = 0.6 \end{cases}$$



$$s = \frac{H}{L} \times 100$$

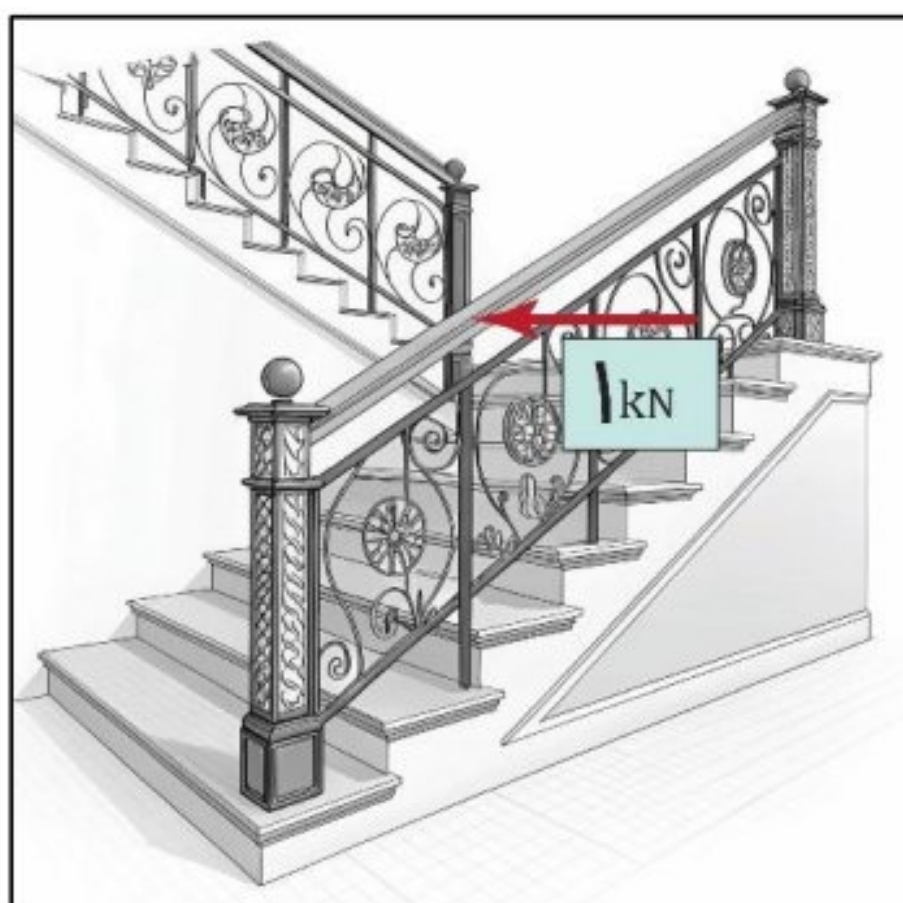


$$s = \frac{H}{L} \times 267$$

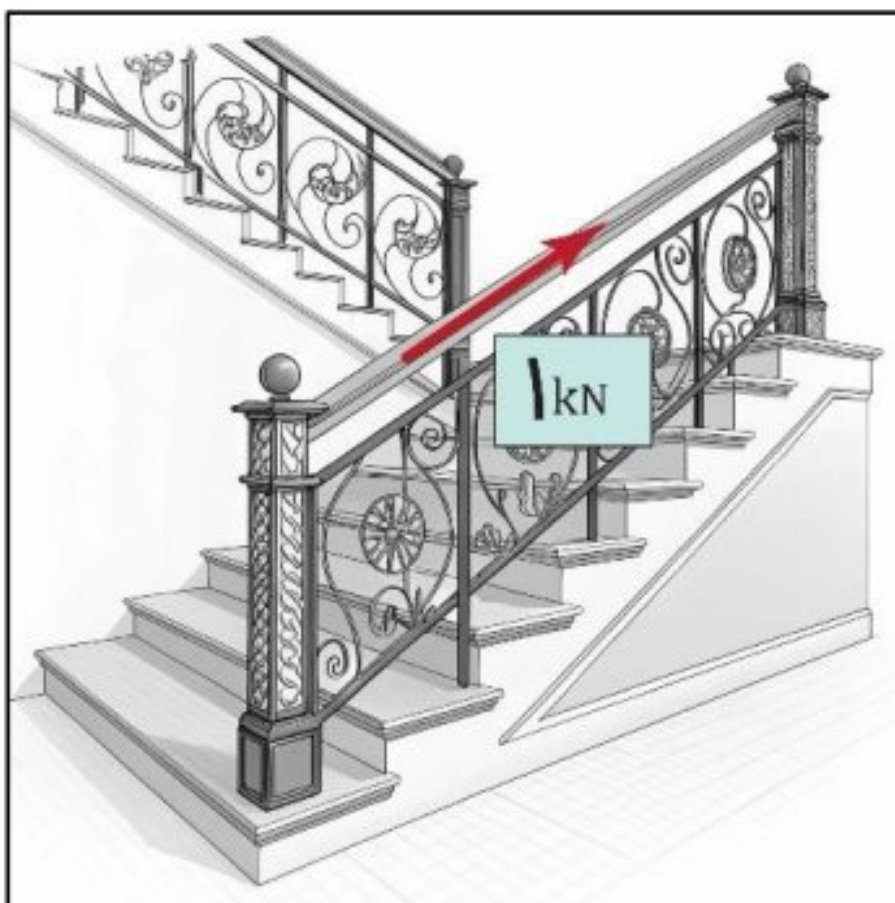
☞ برای بامهایی که محل اجتماع و ازدحام نبوده و دارای کاربری‌های خاصی چون باغ بام و غیره می‌باشند، می‌توان بارهای زنده یکنواخت اعضا در آن را براساس روش کاهش بار زنده برای اعضای غیر بام کاهش داد.

نیروی وارد بر سیستم نرده و نرده حفاظ

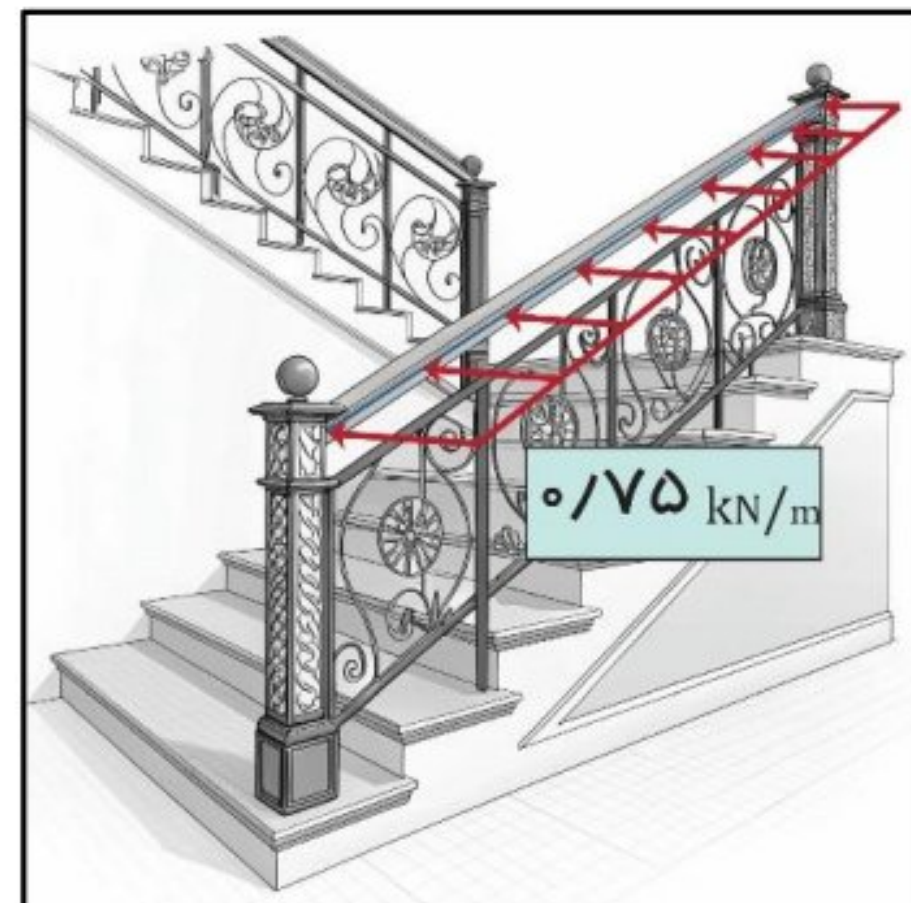
۱- بارگذاری اعضای اصلی (بارهای متمرکز و اصلی همزمان وارد نمی شوند)



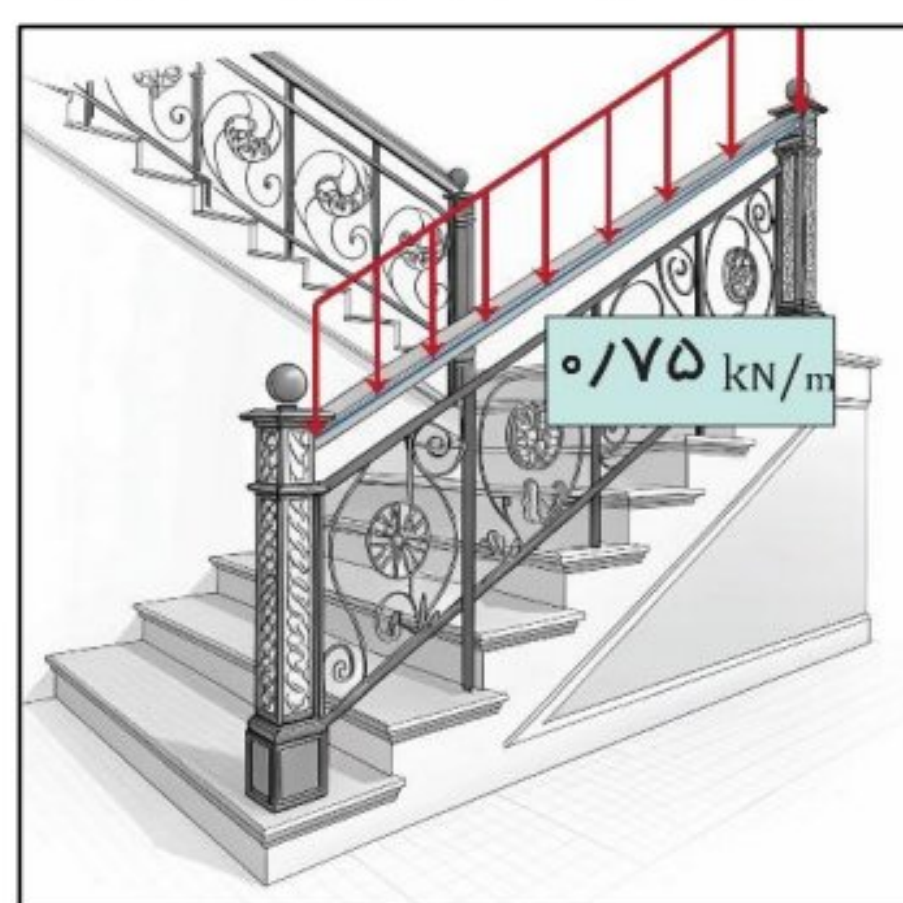
متمرکز - ازدحام و غیر ازدحام [۲]



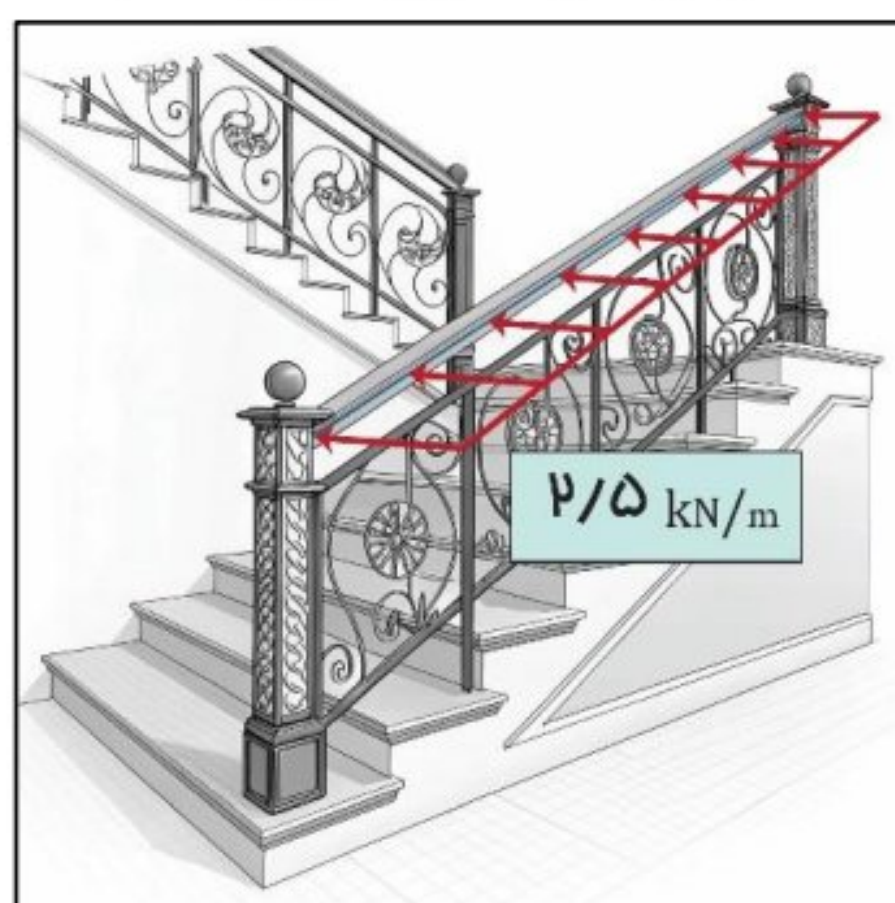
متمرکز - ازدحام و غیر ازدحام



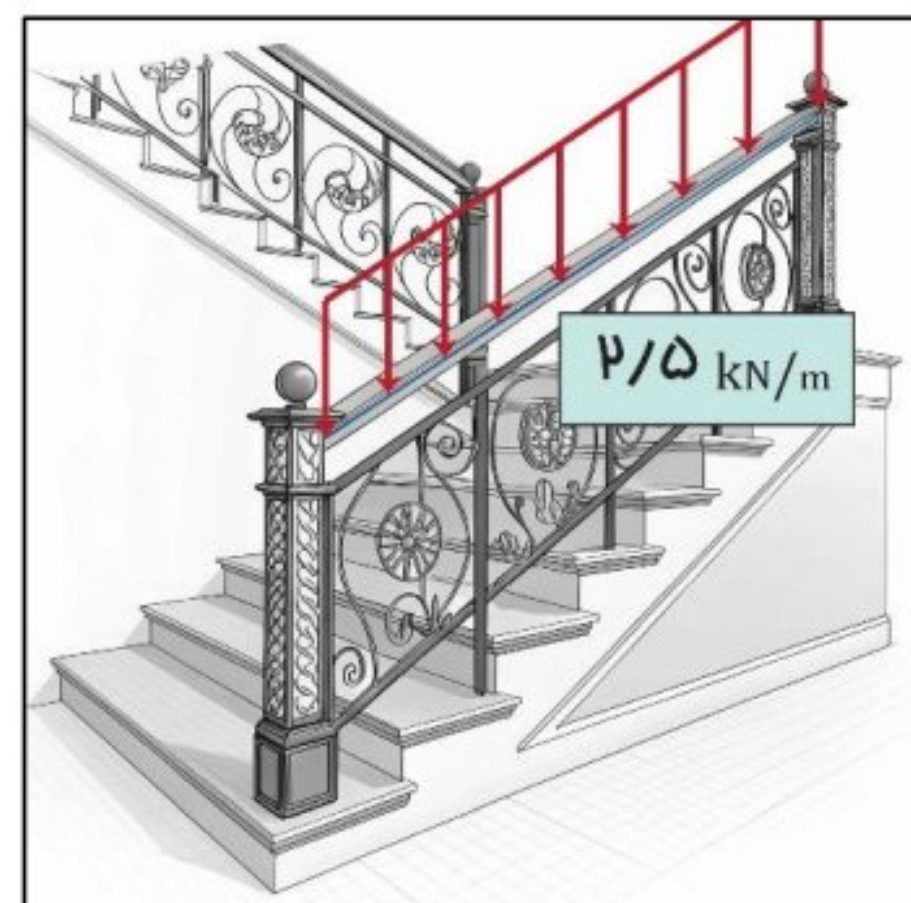
گسترده - غیر ازدحام [۲]



گسترده - غیر ازدحام

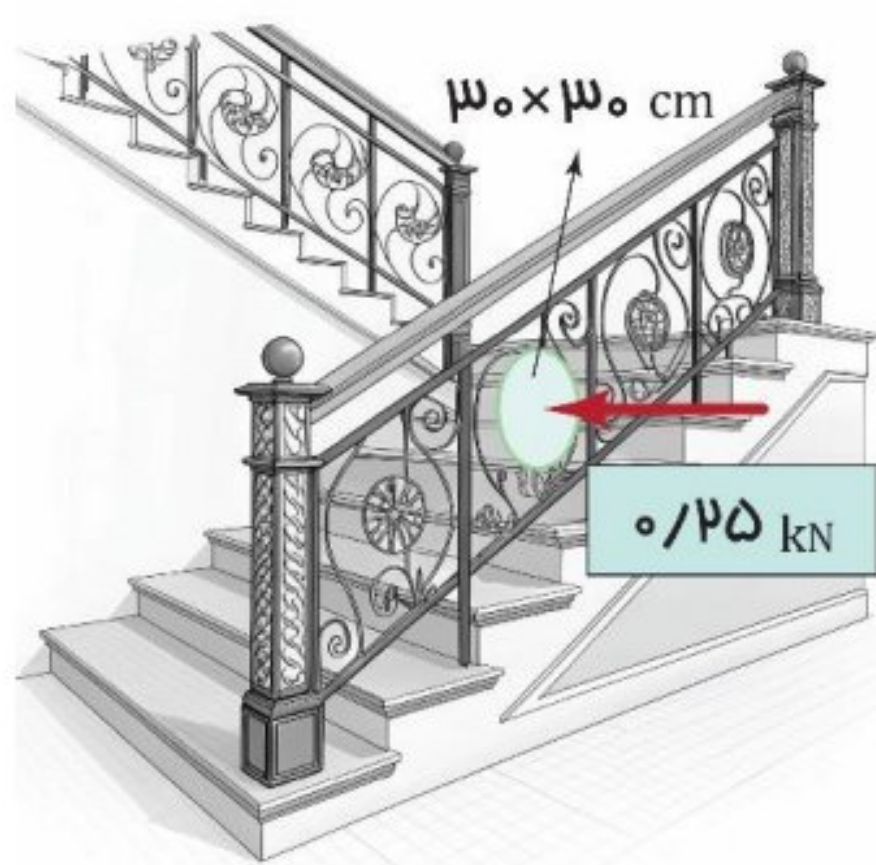


گسترده - ازدحام



گسترده - ازدحام

۲- بارگذاری اعضای غیر اصلی (پرکننده داخلی):



طراحی عضو پر کننده داخلی - بار متمرکز نشان داده شده به صورت عمود بر سطح است و غیر همزمان با بارهای اصلی طراحی نرده وارد می شود.

۲ یک حالت اعمال بار متمرکز هم شما حدس بزنید و به شکل های بالا اضافه کنید

بار برف

بار برف متوازن: 



 $p_r = I_s C_n C_h C_s p_s$

ضریب اهمیت بار برف

ضریب برف گیری

ضریب دمایی

ضریب شیب

بار مبنای برف $(\frac{kN}{m^2})$



I_s ■

C_n ■

C_h ■

C_s ■

p_s ■

ضریب اهمیت بار برف I_s	گروه خطرپذیری
۱٫۲	۱
۱٫۱	۲
۱٫۰	۳
۰٫۸	۴

 I_s ■

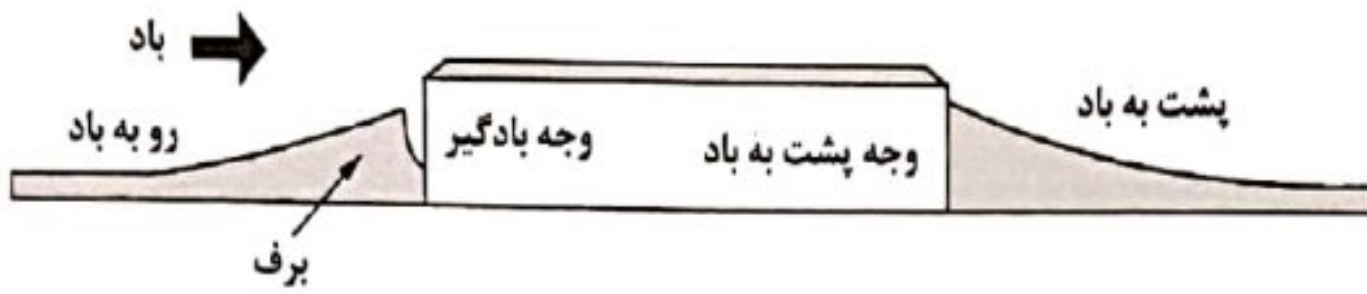
۱٫۰	تمام ساختمان‌ها بجز موارد زیر
۱٫۱	ساختمان‌هایی که همیشه در دمای کمی بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند.
۱٫۲	ساختمان‌های بدون گرمایش و ساختمان‌هایی که زیر بام آن‌ها باز است
۱٫۳	ساختمان‌هایی که همیشه دمای آن‌ها زیر صفر درجه نگهداری می‌شود.

 C_h ■

انباشت برف در بام پایین تر با بام پله‌ای

برای مناطق ۴، ۵ و ۶، (هم بام‌های پله‌ای هم بام‌های مجاور)

بام‌های پله‌ای



نیاز به در نظر گرفتن انباشتگی برف نیست $\frac{h_c}{h_b} < 0.2$

$$h_b = P_r / \gamma$$

$$\gamma = 0.43P_s + 2.2 \text{ kN/m}^3$$

حالت پشت به باد: در این حالت شدت بار برف انباشت برابر مقدار $P_d = \gamma h_d$ در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود.

$$h_{d2} = 0.12 \sqrt[3]{l_2^4 \sqrt{100P_s + 50}} - 0.5$$

حالت رو به باد: در این حالت شدت بار برف انباشت برابر مقدار $P_d = \gamma h_d$ در پای دیوار قسمت بلندتر خواهد بود.

$$h_{d1} = \frac{3}{4} (0.12 \sqrt[3]{l_1^4 \sqrt{100P_s + 50}} - 0.5)$$

طول بام بلندتر: l_2

طول بام پایین تر: l_1

نکته: بزرگترین مقدار به دست آمده از حالت رو به باد و پشت به باد برای طراحی سقف باید در نظر گرفته شود. یعنی:

$$h_d = \max\{h_{d1}, h_{d2}\}$$

$$\begin{cases} \text{if } h_d \leq h_c & \Rightarrow W = 4h_d \\ \text{if } h_d > h_c & \Rightarrow W = \min \left\{ \frac{4h_d^2}{h_c}, 8h_c \right\} \end{cases}$$

اگر W از طول بام مورد نظر، l_1 ، بیشتر باشد، مقدار ارتفاع برف در لبه انتهایی بام برابر $h_d(w - l_r)/w$ بوده و برف انباشت توزیع دوزنقه‌ای خواهد داشت.

انباشت برف در اطراف قسمت‌های بالا آمده و دست‌انداز بام

برای مناطق ۴، ۵ و ۶



نیاز به در نظر گرفتن انباشتگی برف نیست $\frac{h_c}{h_b} < 0.2$

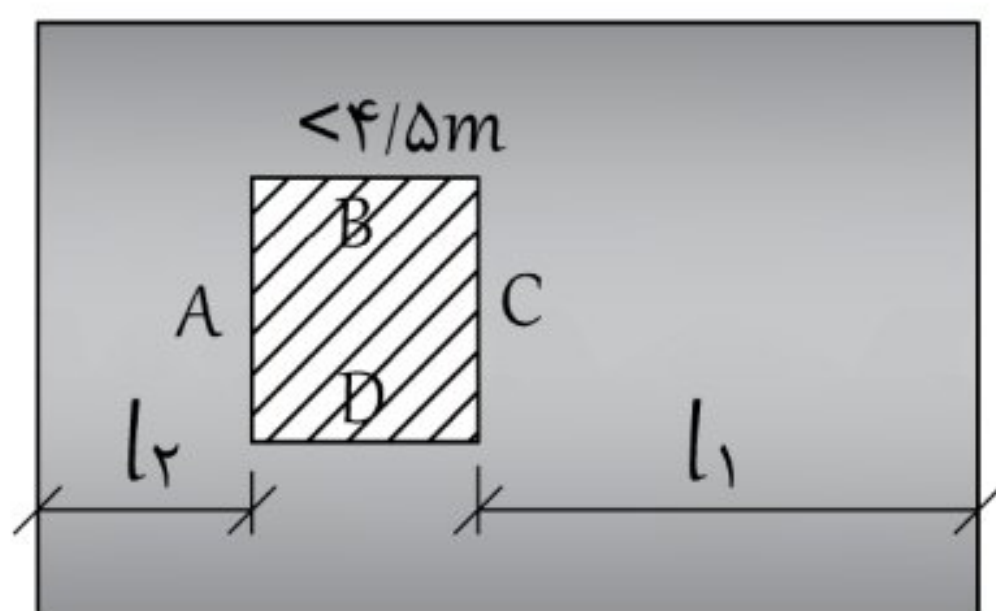
$$h_b = P_r / \gamma$$

$$\gamma = 0.43P_s + 2.2 \text{ kN/m}^3$$

$$h_d = \frac{3}{4} (0.12 \sqrt[3]{l_i^4 \sqrt{100P_s + 50}} - 0.5)$$

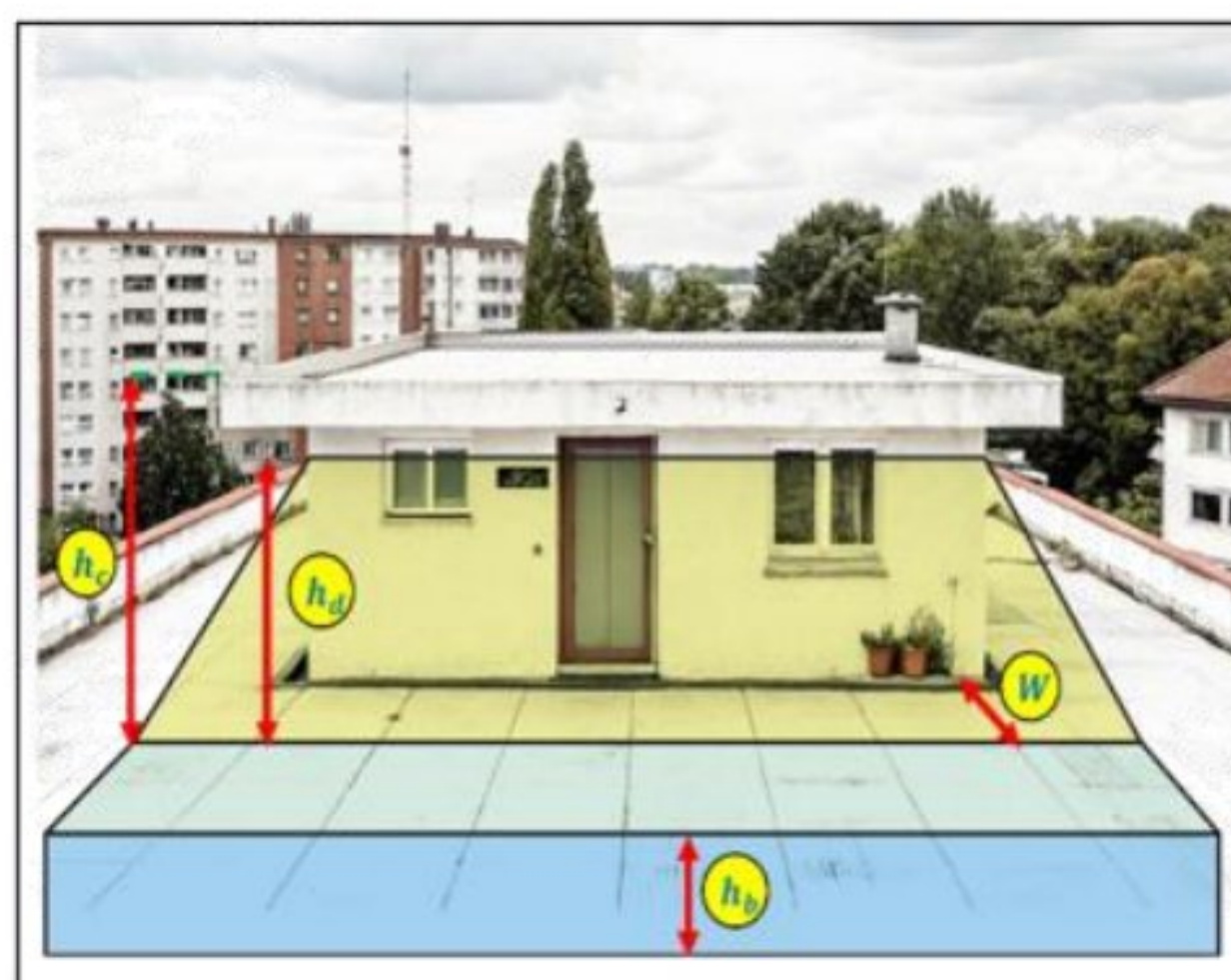
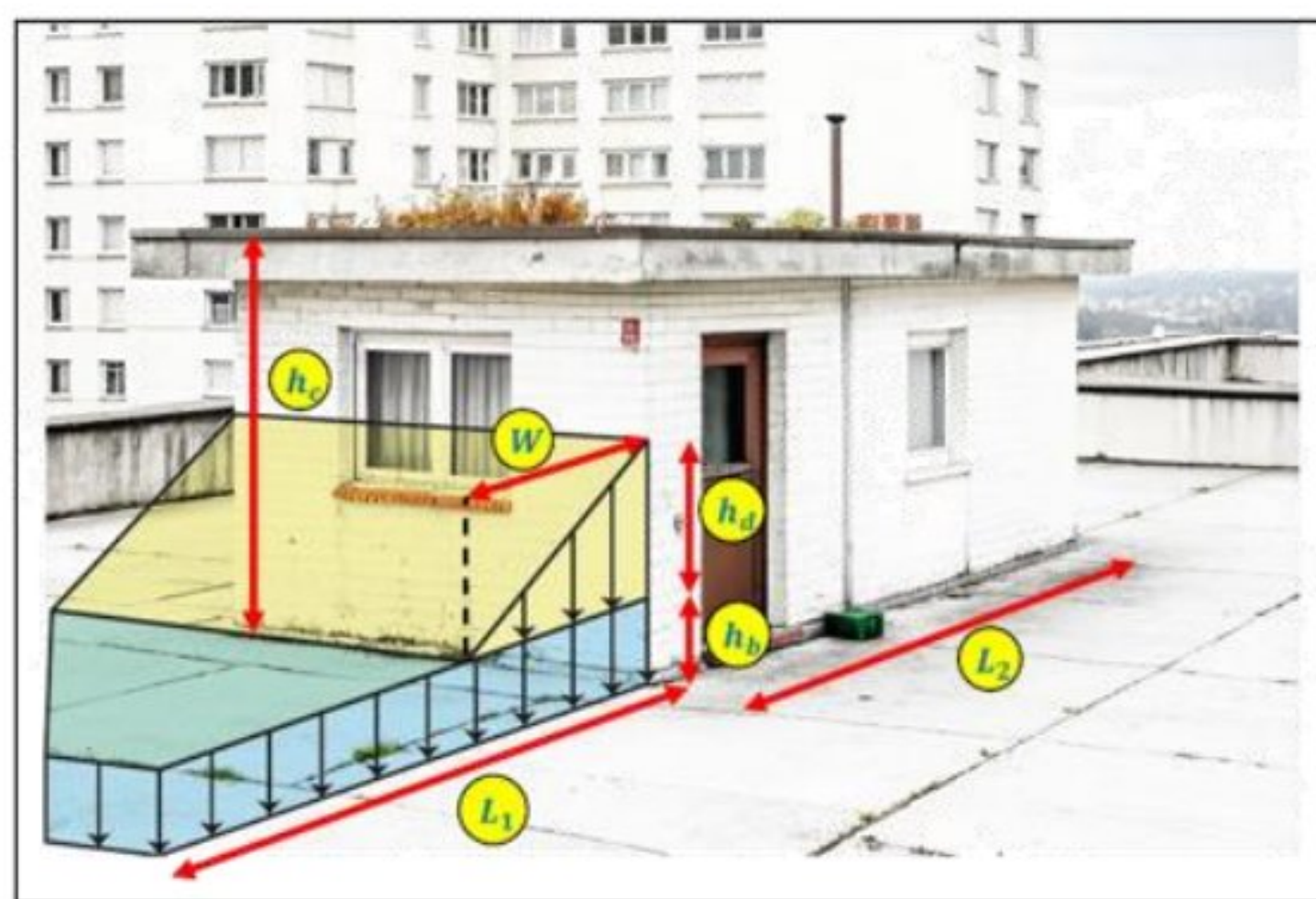
برای دست‌اندازها $l_i =$ طول بام در جهت عمود بر دست‌انداز

برای قسمت‌های بالا آمده $l_i =$ مقدار بزرگتر طول رو به باد و طول پشت به باد



نیاز نیست $D, B < 4/5 \text{ m} \rightarrow$

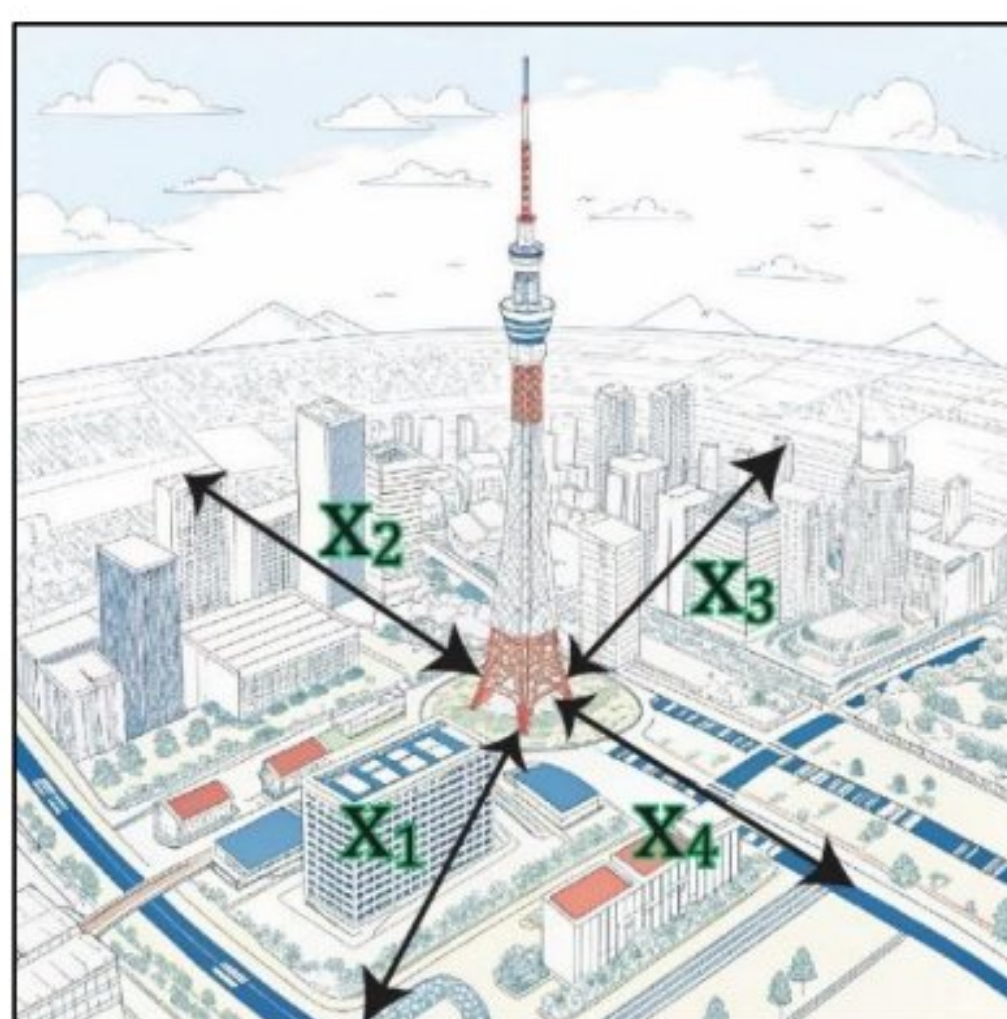
$$A, C > 4/5 \text{ m} \rightarrow l_i = \max\{l_1, l_2\}$$



$$\begin{cases} \text{if } h_d \leq h_c & \Rightarrow W = 4h_d \\ \text{if } h_d > h_c & \Rightarrow W = \min \left\{ \frac{4h_d^2}{h_c}, 8h_c \right\} \end{cases}$$

$q \left(\frac{KN}{m^2} \right) = 0.000613V^2 \quad \& \quad V \left(\frac{m}{s^2} \right)$		q : فشار مبنای باد
		C_e : ضریب اثر تغییر سرعت باد
		C_t : ضریب پستی بلندی زمین
		$C_g - C_{gi}$: ضریب اثر تند باد داخلی - ضریب اثر تند باد خارجی
		$C_p - C_{pi}$: ضریب اثر فشار داخلی (اثر بازشو) - ضریب اثر فشار خارجی
		C_d : ضریب اثر هم راستایی وجوه ساختمان با جهت باد
۱/۲	اهمیت خیلی زیاد	I_w : ضریب اهمیت بار باد
۱/۱	اهمیت زیاد	
۱	اهمیت متوسط	
۰/۸	اهمیت کم	

◆ نواحی باز و نواحی پر تراکم و نواحی نیمه باز و تعیین C_e



$$X = \min\{x_1, x_2, x_3, x_4, \dots\}$$

X : طول هر گونه موانع اطراف ساختمان اعم ساختمان‌های دیگر یا درخت یا هر چیز دیگر

$$X \leq 50 \text{ m} \Rightarrow C_e = \max \left\{ 0.7 \cdot 0.7 \left(\frac{Z}{12} \right)^{0.3} \right\}$$

ناحیه پر تراکم

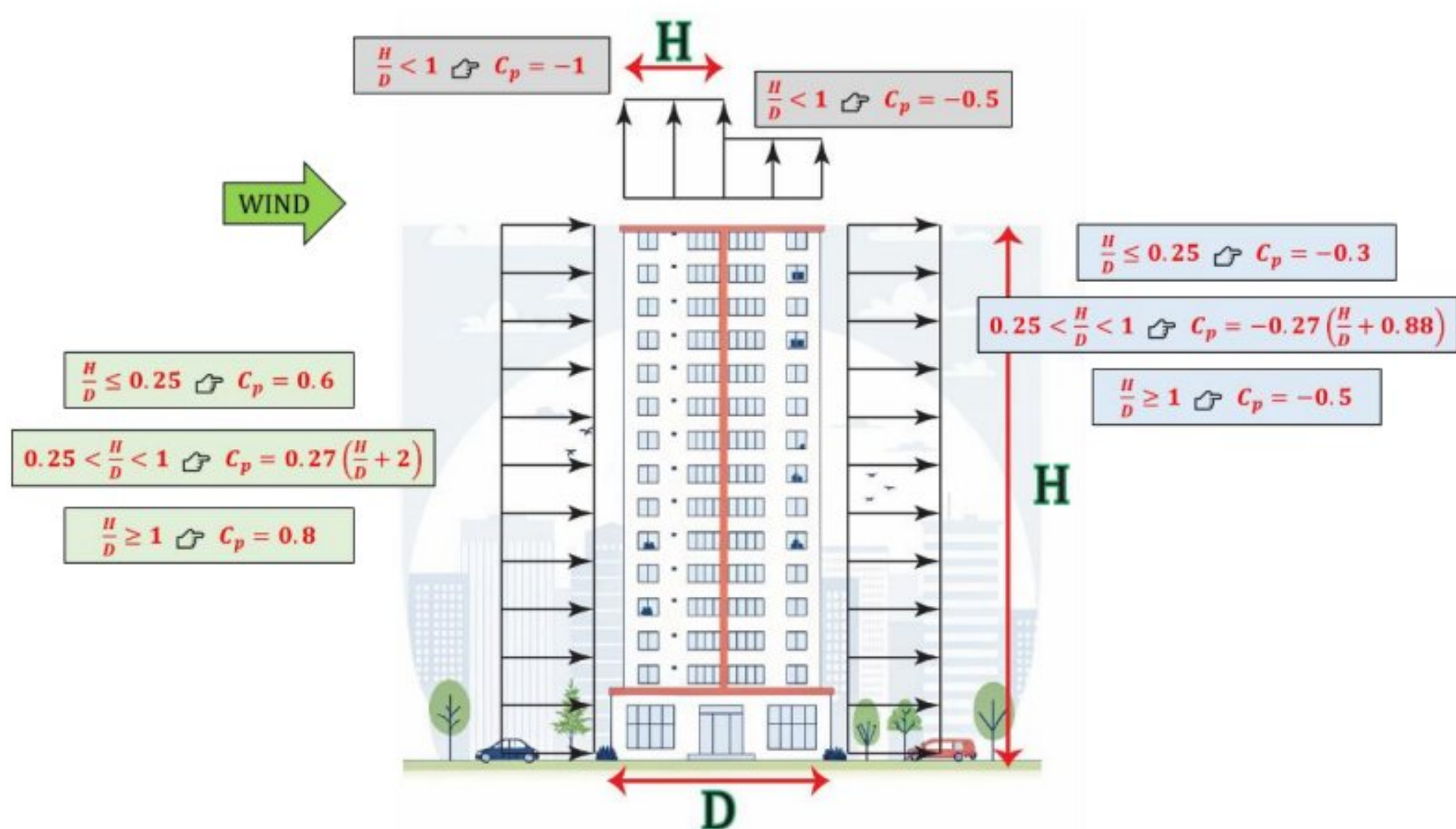
$$50 \text{ m} < X < \max\{1\text{km}, 20H\} \Rightarrow \text{درونیابی}$$

ناحیه بینابین محیطی

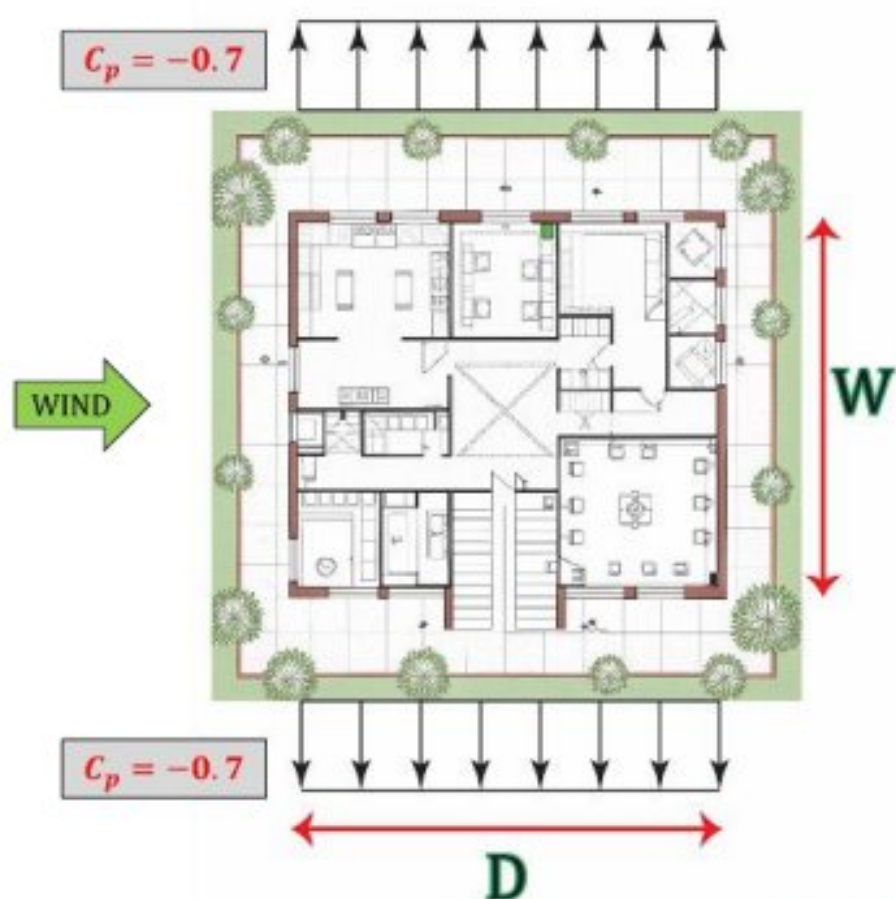
$$C_{e-\text{بینابین}} = C_{e-\text{پر تراکم}} + \frac{\Delta_{ce} \times \text{طول مانده تا ناحیه پر تراکم حساب شود}}{\max\{1000 \text{ m}, 20H\}}$$

$$\max\{1\text{km}, 20H\} \leq X \Rightarrow C_e = \max \left\{ 0.9 \cdot \left(\frac{Z}{10} \right)^{0.2} \right\}$$

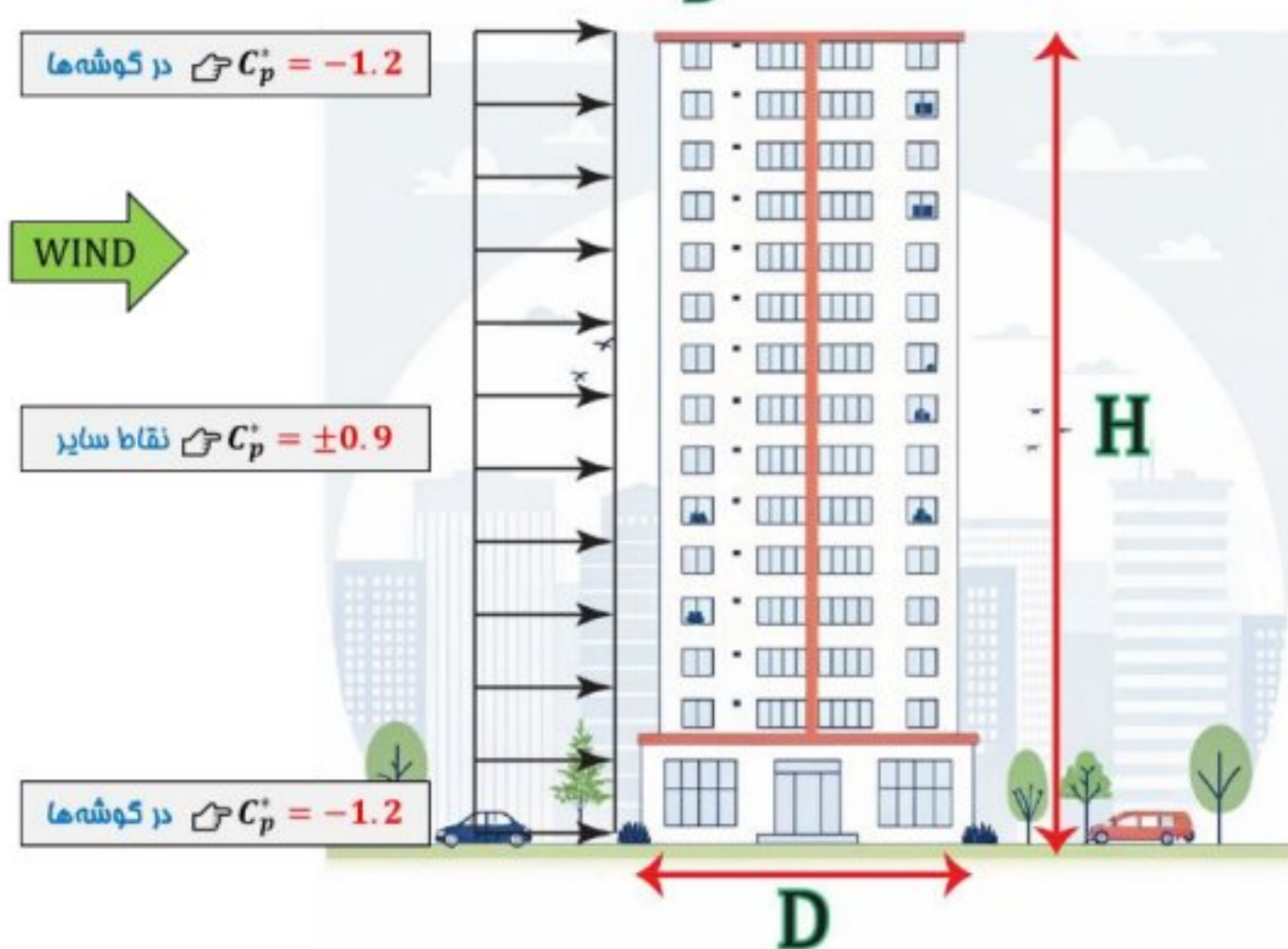
ناحیه باز



بارگذاری اسکلت
وجوه رو به باد و پشت به باد



بارگذاری اسکلت وجوه جانبی



بارگذاری نمای جانبی

سرعت مبنای باد و فشار مبنای باد

ردیف	نام ایستگاه	$q \left(\frac{kN}{m^2} \right)$	$V \left(\frac{km}{h} \right)$	ردیف	نام ایستگاه	$q \left(\frac{kN}{m^2} \right)$	$V \left(\frac{km}{h} \right)$
۲۴۱	گرگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۴	مهران	۱۳۰	۰/۸۰
۲۴۲	گرمسار	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۵	مهریز	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۳	گرمی	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۶	مورچه خورت	۹۰	۰/۳۸
۲۴۴	گل مکان	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۷	میان‌دوآب	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۵	گلپایگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۷۸	میانه	۱۰۰	۰/۴۷
۲۴۶	گلوگاه	۱۱۰	۰/۵۷	۲۷۹	میبد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۴۷	گناباد	۹۰	۰/۳۸	۲۸۰	میرجاوه	۸۰	۰/۳۰
۲۴۸	گنبد کاووس	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۱	میمه	۸۰	۰/۳۰
۲۴۹	گیلان غرب	۱۲۰	۰/۶۸	۲۸۲	میناب	۹۰	۰/۳۸
۲۵۰	لار	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۳	نائین	۹۰	۰/۳۸
۲۵۱	لاله زار (کرمان)	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۴	نجف آباد	۸۰	۰/۳۰
۲۵۲	لامرد	۹۰	۰/۳۸	۲۸۵	نطنز	۱۱۰	۰/۵۷
۲۵۳	لاهیجان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۶	نقده	۱۴۰	۰/۹۳
۲۵۴	لردگان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۷	نهایوند	۱۲۰	۰/۶۸
۲۵۵	لومار	۱۰۰	۰/۴۷	۲۸۸	نهبندان	۱۰۰	۰/۴۷
۲۵۶	ماسوله	۱۱۰	۰/۵۷	۲۸۹	نورآباد (لرستان)	۱۲۰	۰/۶۸
۲۵۷	ماکو	۱۱۰	۰/۵۷	۲۹۰	نورآباد (ممسنی)	۱۰۰	۰/۴۷
۲۵۸	مانع و سملقان (خراسان شمالی)	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۱	نوشهر	۱۱۰	۰/۵۷
۲۵۹	ماه نشان	۱۱۰	۰/۵۷	۲۹۲	نیر	۱۰۰	۰/۴۷
۲۶۰	محلات	۸۰	۰/۳۰	۲۹۳	نیریز	۸۰	۰/۳۰
۲۶۱	مراغه	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۴	نیشابور	۹۰	۰/۳۸
۲۶۲	مراوه تپه	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۵	نیکشهر	۱۰۰	۰/۴۷
۲۶۳	مرند	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۶	هرات (یزد)	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۴	مروست	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۷	هرسین	۹۰	۰/۳۸
۲۶۵	مریوان	۱۲۰	۰/۶۸	۲۹۸	هریس	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۶	مسجد سلیمان	۱۰۰	۰/۴۷	۲۹۹	هشتگرد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۷	مشکین شهر	۱۴۰	۰/۹۳	۳۰۰	همدان	۱۱۰	۰/۵۷
۲۶۸	مشهد	۹۰	۰/۳۸	۳۰۱	هندیجان	۸۰	۰/۳۰
۲۶۹	معلم کلایه	۱۲۰	۰/۶۸	۳۰۲	ورامین	۱۰۰	۰/۴۷
۲۷۰	ملایر	۱۲۰	۰/۶۸	۳۰۳	ورزنه	۱۰۰	۰/۴۷
۲۷۱	ملکان	۹۰	۰/۳۸	۳۰۴	یاسوج	۱۱۰	۰/۵۷
۲۷۲	منجیل	۱۴۰	۰/۹۳	۳۰۵	یزد	۱۱۰	۰/۵۷
۲۷۳	مهاباد	۱۰۰	۰/۴۷				

یادداشت مهندس:

