

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۱- مقدمه :

با توجه به ابلاغ رسمی پیوست شش طراحی لرزه ای و اجرای اجزای غیر سازه ای معماری، مهندسان محاسب سازه بر آن شدند اجزاء و اتصالات مهار دیوارها را بر اساس مقررات ملی ساختمان و استانداردهای موجود طراحی نمایند. از این رو به دلیل وجود برخی ابهامات در خصوص طراحی اعضاء و اتصالات مهار دیوارها، دفتر فنی شرکت رفیع سازه با هدف ارتقاء دانش مهندسی کشور تصمیم به تهیه دفترچه محاسبات کامل و کاربردی مطابق با پیوست شش آیین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله با استفاده از آخرین ویرایش مقررات ملی ساختمان، استاندارد ۲۸۰۰، نشریات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و سایر استانداردهای بین المللی مرتبط با این موضوع گرفت. در همین راستا با تعریف یک پروژه کاربردی و ذکر نکات آن به طراحی این اجزاء پرداخته می شود.

۲- معرفی پروژه :

برای طراحی مهار اجزاء غیر سازه ای معماری، پروژه ای با مشخصات جدول ۱ در نظر گرفته شده است. محل ساختمان شهر اراک و در داخل شهر در نظر گرفته شده است. پلان و برش ساختمان در شکل ۱ آمده است. ارتفاع کلیه طبقات برابر و تعداد طبقات ۵ طبقه روی پیلوت فرض شده است.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده : مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

جدول ۱- مشخصات پروژه

بلوک سفالی	نوع بلوک مورد استفاده دیوارهای خارجی	اراک و ناحیه داخل شهر (پر تراکم)	شهر قرار گیری پروژه و ناحیه استقرار
۱۵۰ میلیمتر	ضخامت دیوار	مسکونی	کاربری
ماسه و سیمان (نوع N)	نوع ملات مصرفی	۱۰*۲۰	ابعاد ساختمان در پلان
مبحث ششم-ویرایش ۹۸	آیین نامه بارگذاری بار باد	۳,۵ متر	ارتفاع تپ طبقات ساختمان
استاندارد ۲۸۰۰-ویرایش چهارم	آیین نامه بارگذاری بار زلزله	۵ طبقه و پیلوت	تعداد طبقات
مبحث نه و ده	آیین نامه طراحی	III	تپ خاک

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

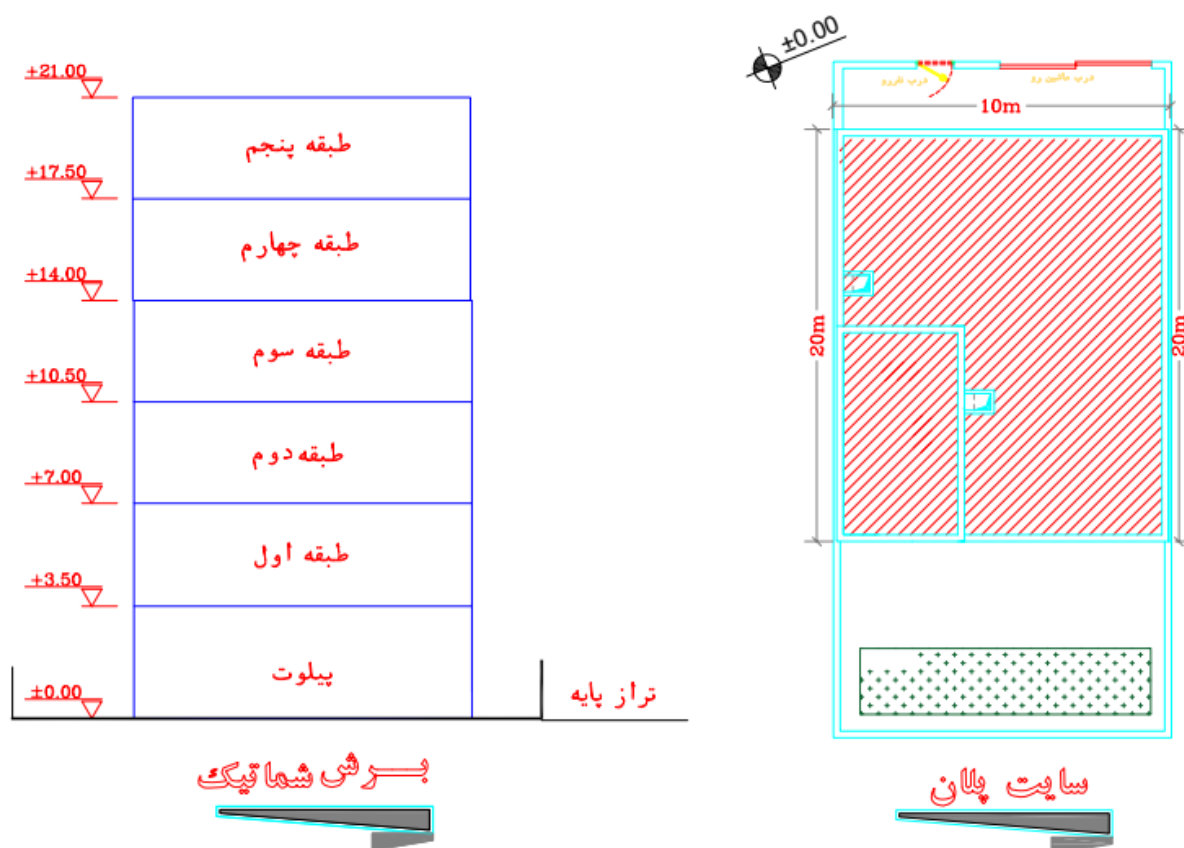
طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>



شکل ۱ - پلان و برش پروژه

۳- بارگذاری:

بارگذاری سازه برای طراحی اجزاء غیر سازه ای معماری بر اساس مقررات ملی ساختمان و آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله باید صورت پذیرد. هرچند در برخی از منابع دیگر نظیر ضابطه شماره ۷۲۹ سازمان

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲ و ۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

مدیریت و برنامه ریزی کشور روش ها و فرمول هایی برای محاسبات ارائه شده است. به هر حال در این پروژه آموزشی به فرمول های دیگر جهت آشنایی اشاره می شود ولی از آنجایی ملاک مقررات ملی ساختمان می باشد، محاسبات بر اساس آن انجام می شود.

۱-۳ بارگذاری زلزله:

برای محاسبه بار زلزله از فصل چهارم استاندارد ۲۸۰۰ یا فصل چهارم نشریه ۷۲۹ استفاده می شود.

نیروی ناشی از زلزله بر دیوارهای غیرسازه‌ای به صورت زیر می‌باشد.

$$w_{eq} = 0.48AI(1+S)w$$

(۱-۴)

w_{eq} = نیروی لرزه‌ای عمود بر دیوار در واحد سطح (N/m^2).

A = نسبت شتاب مبنای طرح (g)

I = ضریب اهمیت دیوار

S = پارامتر مربوط به خطرپذیری لرزه‌ای

شکل ۲- محاسبه نیروی زلزله مطابق ضابطه شماره ۷۲۹

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) \quad (1-4)$$

در این رابطه:

V_{pu} = نیروی جانبی زلزله در حد مقاومت. برای تعیین این نیرو در حد تنش‌های مجاز باید این مقدار به ۱/۴ تقسیم شود.

A = شتاب پایه، طبق بند ۲-۲

$1+S$ = ضریب شتاب طیفی طبق بند (۲-۳-۱)

a_p = ضریب بزرگنمایی جزء طبق جدول (۱-۴) یا (۲-۴)

I_p = ضریب اهمیت جزء طبق بند (۳-۱-۴)

W_p = وزن جزء سازه‌ای همراه با محتویات آن در زمان بهره‌برداری

R_{pu} = ضریب رفتار جزء طبق جدول (۱-۴) یا (۲-۴).

Z = ارتفاع مرکز جرم جزء از تراز پایه، مقدار Z لازم نیست بیشتر از H در نظر گرفته شود.

H = ارتفاع متوسط بام ساختمان از تراز پایه

مقدار V_{pu} در هیچ حالت نباید کمتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\min) = 0.3A(1+S)I_p W_p \quad (2-4)$$

همچنین مقدار V_{pu} لزومی ندارد بیشتر از مقدار زیر در نظر گرفته شود.

$$V_{pu}(\max) = 1.6A(1+S)I_p W_p \quad (3-4)$$

شکل ۳- محاسبه نیروی زلزله مطابق فصل چهار استاندارد ۲۸۰۰

$$V_{pu} = \frac{0.4a_p A(1+S)W_p I_p}{R_{pu}} \left(1 + 2\frac{Z}{H}\right) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$W_{eq} = 0.48AI(1+S)W \quad \text{رابطه ۲}$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

با توجه به تعاریف بالا پارامترهای محاسبه ضریب زلزله به شرح زیر می باشد:

$$A = 0.25$$

$$a_p = 1$$

$$I_p = 1$$

$$R_{pu} = 2.5$$

تیپ خاک	III
T_s	0.7
T_0	0.15
S	1.75
S_0	1.1

با توجه به مفروضات بالا خواهیم داشت:

$$V_{pu} = \frac{0.4 * 1 * 0.25 * (1 + 1.75)}{2.5} * \left(1 + 2 * \frac{19.25}{21}\right) = 0.3117W_p$$

$$W_{eq} = 0.48 * 0.25 * 1 * (1 + 1.75) * W = 0.33W_p$$

محاسبات بار زلزله مربوط به دیوار طبقه آخر (مرکز جرم دیوار طبقه آخر) می باشد. همان طور که ملاحظه می شود اختلاف زیادی بین محاسبات با استاندارد ۲۸۰۰ و نشریه ۷۲۹ نمی باشد. هرچند ملاک استاندارد ۲۸۰۰ است.

$$V_{pu_{min}} = 0.206W_p$$

$$V_{pu_{max}} = 1.1W_p$$

$$V_{pu,design} = \text{MAX} \{0.31W_p, 0.33W_p\} = 0.33W_p$$

۲-۳ بارگذاری باد:

برای محاسبه بار باد از فصل دهم مبحث شش مقررات ملی ساختمان یا فصل چهارم نشریه ۷۲۹ استفاده می شود.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۱-۴-۱۰-۶ فشار یا مکش خارجی
فشار یا مکش خارجی تحت اثر باد روی سیستم اصلی برابر یا روی جزئی از سطح خارجی ساختمان از رابطه (۱-۴-۱۰-۶ الف) به دست می آید.

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d \quad (۱-۴-۱۰-۶ \text{ الف})$$

در این رابطه:

P: فشار یا مکش خارجی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت رو به سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می کند.

I_w: ضریب اهمیت بار باد، طبق جدول (۱-۴-۲)

q: فشار مبنای باد بر اساس بند ۱-۴-۱۰-۶ و رابطه ۱-۴-۲

C_e: ضریب اثر تغییر سرعت طبق بند ۱-۴-۶

C_t: ضریب پستی و بلندی زمین طبق بند ۱-۴-۷

C_g: ضریب اثر تند باد طبق بند ۱-۴-۸ یا ۱-۴-۹

C_p: ضریب فشار طبق بند ۱-۴-۸ یا ۱-۴-۹

C_d: ضریب هم راستایی باد طبق بند ۱-۴-۱۲

۲-۴-۱۰-۶ فشار یا مکش داخلی
فشار یا مکش داخلی ساختمان تحت اثر باد از رابطه (۱-۴-۱۰-۶ ب) به دست می آید.

$$P_i = I_w q C_e C_t C_{gi} C_{pi} C_d \quad (۱-۴-۱۰-۶ \text{ ب})$$

در این رابطه:

P_i: فشار یا مکش داخلی استاتیکی در جهت عمود بر سطح است که در حالت فشار به سمت رو به سطح و در حالت مکش به سمت خارج از سطح عمل می کند.

C_{gi}: ضریب اثر تند باد طبق بند ۱-۴-۸

C_{pi}: ضریب اثر باز شو طبق بند ۱-۴-۱۱

۵-۱۰-۶ نیروی باد
بار خالص باد، F_t، برای کل ساختمان یا اجزاء پوششی ساختمان (اجزاء نما - پوشش بام) از جمع جبری حاصل ضرب فشارها یا مکش های داخلی و خارجی وارد بر سطوح ساختمان (یا اجزاء) در مساحت سطوح ساختمان (یا اجزاء) به دست می آید.

$$F_t = \sum P_j A_j + \sum P_{ij} A_j \quad (۴-۱۰-۶)$$

شکل ۴- محاسبه بار باد مطابق فصل ده مبحث شش مقررات ملی ساختمان

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir <https://telegram.me/AminiCE65>

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d$$

$$C_g = 2.5 \quad \& \quad Z = 21 \text{ m}$$

$$C_e = \left(\frac{Z}{10}\right)^{0.2} \geq 0.9 \quad \text{برای مناطق باز}$$

$$C_e = 0.7 \left(\frac{Z}{12}\right)^{0.3} \geq 0.7 \quad \text{برای مناطق پر تراکم}$$

$$C_t = 1 \quad \text{برای شرایط معمولی}$$

$$V = 100 \text{ km/hr} \quad \& \quad q = 0.47 \text{ KN/m}^2$$

$$F_t = (P_i + P) * \text{مساحت سطوح ساختمان} \quad \text{بار باد خالص}$$

$$P = I_w q C_e C_t C_g C_p C_d \quad \text{فشار یا مکش خارجی}$$

$$P_i = I_w q C_e C_t C_{gi} C_{pi} C_d \quad \text{فشار یا مکش داخلی}$$

$$I_w = 1 \quad \text{ضریب اهمیت ساختمان}$$

با توجه به روابط ذکر شده ضرایب مربوط به محاسبه بار باد محاسبه می شود.

$$C_e = \begin{cases} 0.7 * \left(\frac{7}{12}\right)^{0.3} = 0.594 < 0.7 \rightarrow \text{select: } 0.7 & z = 7 \text{ m} \text{ پیلوت و اول} \\ 0.7 * \left(\frac{14}{12}\right)^{0.3} = 0.733 & z = 14 \text{ m} \text{ دوم و سوم} \\ 0.7 * \left(\frac{21}{12}\right)^{0.3} = 0.828 & z = 21 \text{ m} \text{ چهارم و پنجم} \end{cases}$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$C_t = 1$$

$$C_g = 2.5$$

$$C_{gi} = 2$$

$$C_p = 0.8$$

$$C_p^* = 0.9$$

$$C_d = 0.85$$

برای ساختمان های گروه ۲ که بازشوهای آنها در هنگام طوفان شکسته یا باز نمی شوند و در ساختمان های با پنجره معمولی قابل بازشو:

$$C_{pi} = 0.45$$

با توجه به فرضیات بالا فشار داخلی و خارجی برای تقسیم بندی های دو طبقه بر اساس ارتفاع آنها به شرح زیر محاسبه می شود:

$$P_i = 1 * 0.47 * 1 * 2 * 0.45 * 0.85 * \begin{cases} 0.7 & \begin{cases} 0.25 \text{ kN/m}^2 & z = 7\text{m} \\ 0.26 \text{ kN/m}^2 & z = 14\text{m} \\ 0.3 \text{ kN/m}^2 & z = 21\text{m} \end{cases} \\ 0.733 \\ 0.828 \end{cases}$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$P = 1 * 0.47 * 1 * 2.5 * 0.8 * 0.85 * \begin{cases} 0.7 \\ 0.733 \\ 0.828 \end{cases} = \begin{cases} 0.56 \text{ kN/m}^2 & z = 7m \\ 0.58 \text{ kN/m}^2 & z = 14m \\ 0.66 \text{ kN/m}^2 & z = 21m \end{cases}$$
$$P_t = \begin{cases} 0.81 \text{ kN/m}^2 & z = 7m \\ 0.84 \text{ kN/m}^2 & z = 14m \\ 0.96 \text{ kN/m}^2 & z = 21m \end{cases}$$

با توجه به این موضوع که هدف طراحی و مهار دیوارهای خارجی می باشد، لذا با توجه به محاسبات ذکر شده نیروی باد حاکم بر طراحی می باشد. در صورتی که قرار باشد دیوارهای داخلی ساختمان های مسکونی متعارف که در برابر نیروی باد محفوظ هستند طراحی گردد، باید تنها اثر بار زلزله لحاظ شود.

در ساختمان های متعارف مسکونی وزن هر متر مربع دیوار مقداری زیر ۲ کیلونیوتن بر متر مربع است. با این حال در این پروژه وزن هر متر مربع دیوار برابر ۲,۲ کیلونیوتن بر متر مربع جهت طراحی در نظر گرفته می شود. ترکیب بار مطابق ویرایش ۱۳۹۸ مبحث شش مقررات ملی ساختمان به صورت شکل ۵ است. با توجه به روابط شکل ۵ ضریب بار باد ۱,۶ و بار زلزله ۱ می باشد. بنابراین با اعمال ترکیب بار مقدار بار وارد بر دیوار و اجزاء غیر سازه ای معماری به صورت زیر محاسبه می شود.

$$P_u = 1.6P_t = \begin{cases} 1.296 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & z = 7m \\ 1.344 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & z = 14m \\ 1.536 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & z = 21m \end{cases}$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

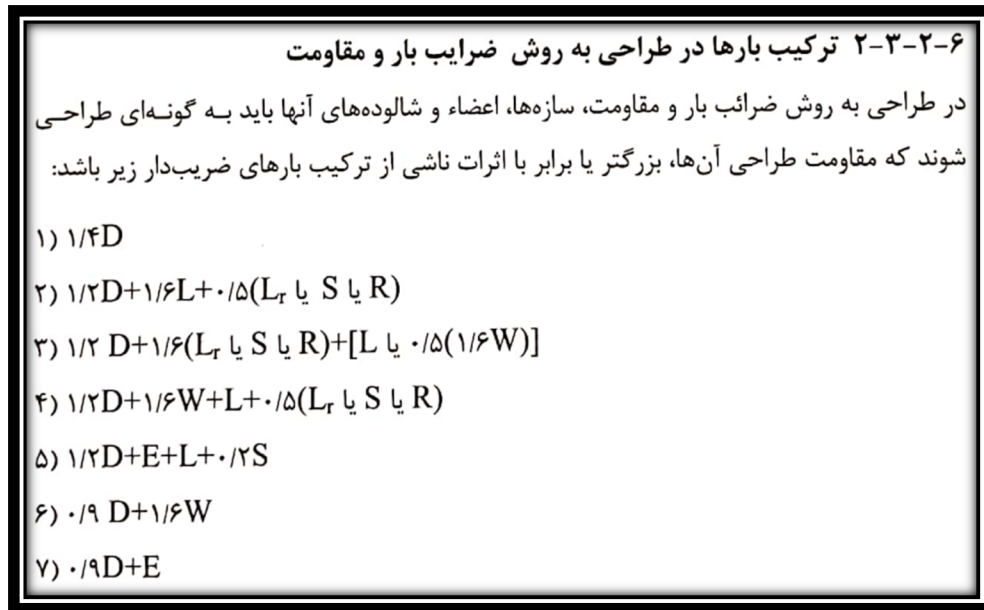
طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>



شکل ۵- ترکیب بار طراحی مطابق فصل ده مبحث شش مقررات ملی ساختمان

۴- طراحی دیوار برای خمش افقی و خمش قائم

هنگام اعمال بار جانبی به دیوارها دو خمش یکی افقی و دیگری قائم به صفحه دیوار وارد می‌شود. خمش افقی توسط میلگردهای بستر و خمش قائم توسط وادار یا مصالح دیوار (با توجه به نوع مصالح دیوار و ضخامت آن) تحمل می‌گردد. بنابراین طراحی دیوار باید برای هر دوی این تلاش‌ها و به صورت مجزا صورت می‌پذیرد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

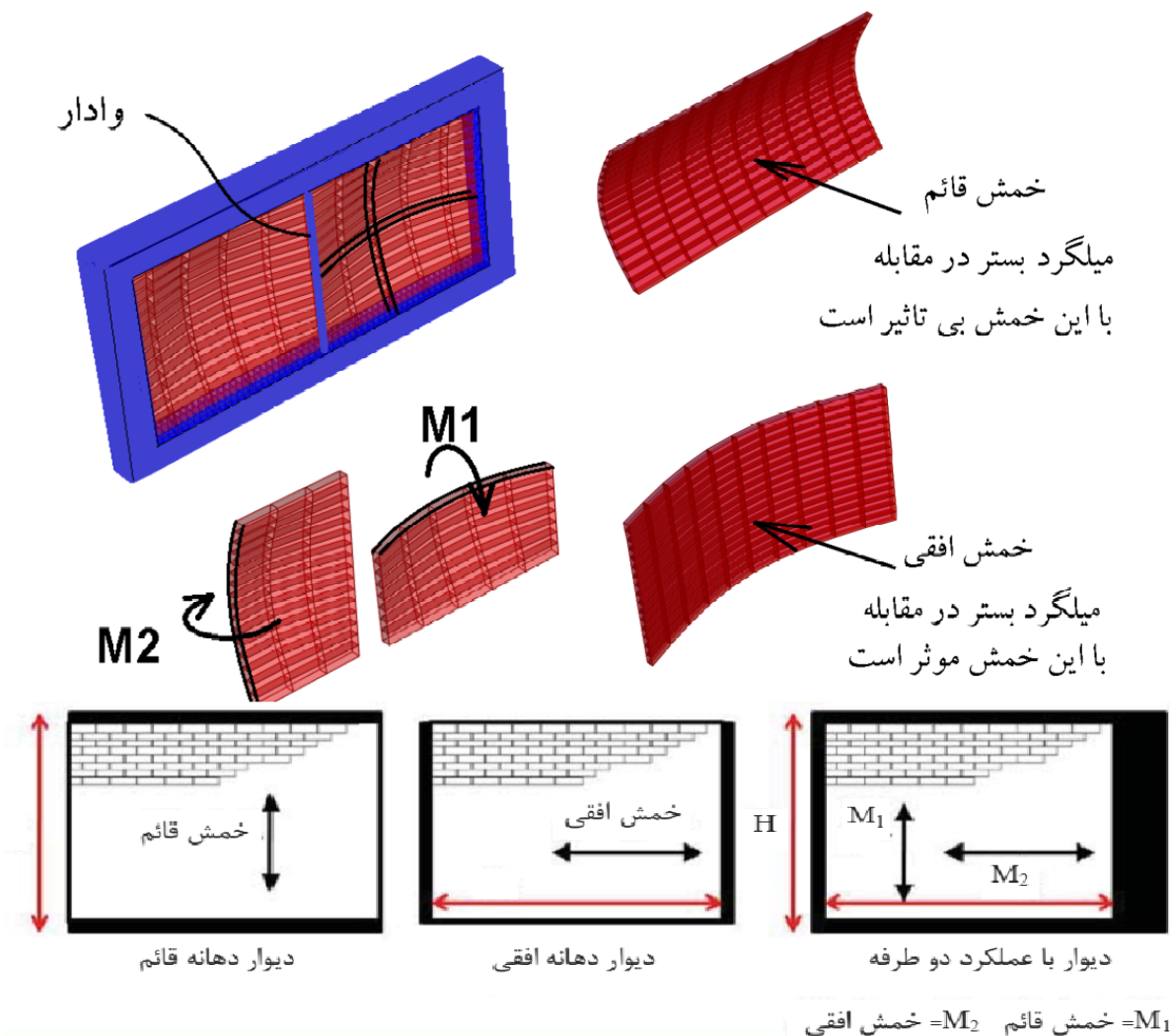
طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>



شکل ۶- نمایش خمش افقی و خمش قائم وارد بر دیوار

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

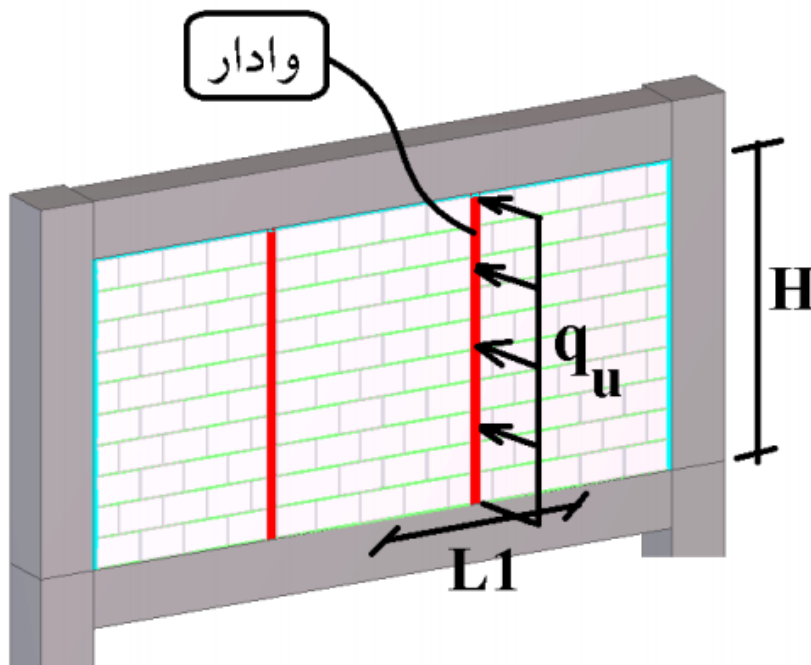
نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۴-۱ طراحی وادار (وال پست قائم):

همان طور که ذکر شد وادارها باید برای خمش قائم M_1 طراحی شوند. مطابق بند پ ۶-۱-۴-۱-۱-۱ پیوست ۶ استاندارد ۲۸۰۰ طول آزاد دیوار خارجی نباید از ۴ متر بیشتر باشد. بنابراین حداکثر سهم بارگیر (باد گیر) یک وادار به ۴ متر محدود می شود.



شکل ۲- نمایش عرض بارگیر وادار برای محاسبه وادارها

اگر L_1 سهم بارگیر وادار از بار باد تعریف شود، برای دهانه های بیش از ۴ متر می توان حداکثر سهم بارگیر را در بازه های زیر تقسیم بندی نمود.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

الف- طول آزاد دیوار خارجی بین ۴ تا ۵ متر: $L_1=2.5m$

ب- طول آزاد دیوار خارجی بین ۵ تا ۶ متر: $L_1=3m$

ج- طول آزاد دیوار خارجی بین ۶ تا ۷ متر: $L_1=3.5m$

د- طول آزاد دیوار خارجی بین ۷ تا ۸ متر: $L_1=4m$

وادارها به صورت دو سر مفصل طراحی و اجرا می گردد. لذا حداکثر لنگر خمشی وارد بر وادار $\frac{q_u L^2}{8}$ می باشد. اگر ارتفاع سقف سازه ای ۴۰۰ میلیمتر فرض شود، طول وادارها برابر $L=3.1m$ می باشد. مقطع وادارها از فولاد ST37 با $F_y = 240Mpa$ لحاظ می گردد.

$$q_u = L_1 * \begin{cases} 1.296 \frac{kN}{m} & z = 7m \\ 1.344 \frac{kN}{m} & z = 14m \\ 1.536 \frac{kN}{m} & z = 21m \end{cases}$$

$$M_u \leq \phi M_n = \phi Z F_y, \quad \phi = 0.9$$

برای مثال اساس مقطع مورد نیاز برای طبقه آخر $z=21m$ و $L_1 = 4m$ محاسبه می شود و برای سایر موارد در جدول ۲ خلاصه می شود.

$$q_u = 4 * 1.536 = 6.144 \frac{kN}{m}$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$M_u = \frac{6.144 * 3.1^2}{8} = 7.38kN - m$$

$$Z_{req} \geq \frac{7.38 * 10^6}{0.9 * 240} = 34169mm^3$$

بنابراین برای مقطع وادار به ۳۴۱۶۹ میلیمتر مکعب اساس مقطع نیاز است. حال بسته به نوع مقطع و شرایط آنها باید اساس مقطع الاستیک و پلاستیک مقطع مقدار فوق را اقلان نمایند. به عنوان مثال مقطع قوطی شرایط پیوسته و فشرده بودن را دارا می باشد و می توان از اساس مقطع پلاستیک (Z) استفاده کرد ولی در مقطع دویل یا چهارتایی نبشی که پیوسته نمی باشند حداکثر مقدار Z می تواند برابر اساس مقطع الاستیک (S) فرض شود.

جدول شماره ۲ - اساس مقطع مورد نیاز وادارها برای طبقات مختلف بر مبنای عرض بارگیر

اساس مقطع مورد نیاز برای وادار بر اساس عرض بارگیر $Z_{req}: mm^3$				حداکثر کد	طبقه
$L_1 = 4m$	$L_1 = 3.5m$	$L_1 = 3m$	$L_1 = 2.5m$	ارتفاعی (متر)	
۲۸۸۳۰	۲۵۲۲۶	۲۱۶۲۳	۱۸۰۱۹	۷	پیلوت و اول
۲۹۸۹۸	۲۶۱۶۱	۲۲۴۲۳	۱۸۶۸۶	۱۴	دوم و سوم
۳۴۱۶۹	۲۹۸۹۸	۲۵۶۲۷	۲۱۳۵۶	۲۱	چهارم و پنجم

قابل توجه است اگر این ساختمان در یک منطقه با درختان یا موانع دیگر به صورت پراکنده با تراکم و پوشش گیاهی محدود واقع شده باشد اساس مقطع مورد نیاز در برخی موارد تا حدود ۷۵ درصد افزایش می یابد. کنترل این موضوع به خواننده واگذار می شود. در اجرای وادارهای فولادی تمایل بیشتر به استفاده از مقاطع تشکیل شده

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

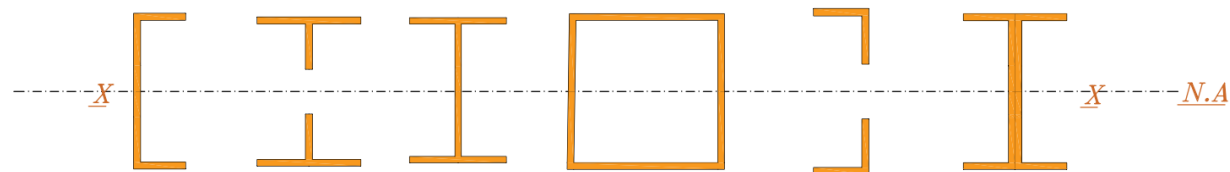
کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

از نبشی، سپری، ناوادانی، قوطی، I شکل و تیر ورق بیشتر از سایر مقاطع می باشد. لذا برخی از مقاطع پر کاربرد برای وادار در شکل ۸ نمایش داده شده است.



شکل ۸- انواع مقاطع وادار برای کنترل خمشی قائم

جدول ۱۰ اساس مقطع برخی از مقاطع پر کاربرد به عنوان مقطع وادار را بیان کرده است. لازم به توضیح فاصله پشت به پشت دو نبشی در این جدول بر اساس سفال شرکتی که دارای گواهی استاندارد است و در بازار مصرف قابل توجهی دارد در نظر گرفته شده است تا محاسبات با واقعیت سازگاری داشته باشد.

جدول شماره ۳- اساس مقطع الاستیک و پلاستیک مقطع حول محور قوی (تحت خمش) در وادار- (d فاصله پشت به پشت دو نبشی از هم)

Z(mm ³)	S(mm ³)	مقطع	Zmm ³	S(mm ³)	مقطع
41994	37664	4L30*3(d=140mm)	20997	18832	2L30*3(d=140mm)
54414	47824	4L40*3(d=140mm)	27207	23912	2L40*3(d=140mm)
71168	62136	4L40*4(d=140mm)	35584	31068	2L40*4(d=140mm)
93728	81198	4L50*4(d=140mm)	46864	40599	2L50*4(d=140mm)
115250	99212	4L50*5(d=140mm)	57625	49606	2L50*5(d=140mm)

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

Z(mm ³)	S(mm ³)	مقطع	Z(mm ³)	S(mm ³)	مقطع
39400	34200	IPE100	14634	12380	□60*60*3
60700	53000	IPE120	20214	17221	□70*70*3
88300	77300	IPE140	26694	22861	□80*80*3
124000	109000	IPE160	34074	29302	□90*90*3
166000	146000	IPE180	42354	36542	□100*100*3

توضیحات: بلوک افقی با عایق حرارتی پلی استایرن 6 سانت

کاربرد: بلوک دیوار خارجی و داخلی

طول: 375 (mm)
عرض: 133 (mm)
ارتفاع: 187 (mm)
متوسط وزن هر عدد: 6.300 (kg)
مقاومت حرارتی محاسباتی: 1.54 (m²K/W)
بار خمشی: = 4657 (N)



توضیحات: بلوک رسی

کاربرد: بلوک دیوار خارجی و داخلی

طول: 190 (mm)
عرض: 135 (mm)
ارتفاع: 189 (mm)
متوسط وزن هر عدد: 2.950 (kg)



شکل ۹- ابعاد استاندارد بلوک های سفالی موجود در بازار و دلیل انتخاب d=140mm

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

با توجه به جدول ۳ در صورتی که برای این پروژه از مقطع نبشی استفاده شود، خلاصه مقاطع کاربردی برای وادارها به صورت جدول ۴ خواهد بود. توجه شود به دلیل استفاده از نبشی و عدم فشردگی و پیوستگی آن باید از اساس مقطع الاستیک مقطع استفاده کرد و استفاده از اساس مقطع پلاستیک جایز نمی باشد.

جدول ۴: مقطع وادار برای پروژه با مشخصات جدول ۱ واقع در منطقه پرتراکم شهری اراک

مقطع وادارها از دو بل نبشی				حداکثر کد	طبقه
$L_1 = 4m$	$L_1 = 3.5m$	$L_1 = 3m$	$L_1 = 2.5m$	ارتفاعی (متر)	
2L40*4	2L40*4	2L40*3	2L30*3	۷	پیلوت و اول
2L40*4	240*4	2L40*3	2L30*3	۱۴	دوم و سوم
2L50*4	2L40*4	2L40*4	2L40*3	۲۱	چهارم و پنجم

۴-۲ طراحی میلگرد بستر (تسلیح کننده دیوار):

خمش افقی توسط مهار و میلگردهای افقی تحمل می گردد. این المان ها معمولاً از میلگردهای فولادی با قطر حداقل ۴ میلیمتر تشکیل شده اند، به طوری که در بند بستر دیوار و داخل ملات قرار گیرند و عرض آن ها حداقل ۳۰ میلیمتر از ضخامت دیوار کمتر در نظر گرفته می شود. نوع ملات مورد استفاده در دیوار و اجزاء غیر سازه ای مهم می باشد. با توجه به جدول ۱ نوع دیوار، بلوک سفالی در نظر گرفته شده است. لذا در ادامه اطلاعات مورد نیاز برای این بلوک مطابق نشریه ۷۲۹ ارائه می شود.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir <https://telegram.me/AminiCE65>

ملات ها معمولا به چهار نوع N، O، S و M تقسیم بندی می شود. ملات نوع N معمولا در دیوارهای بیرونی و با درجه حرارت بالا و در معرض شرایط شدید آب و هوایی توصیه و استفاده می شود و دارای مقاومت فشاری متوسط است. ملات نوع O با مقاومت کم فشاری حدود 350psi، در دیوارهای داخلی و یا غیر باربر استفاده می شود. ملات نوع S ملات قوی و با دوام بالایی است که برای استفاده در سنگ تراشی یا سوراخ چاله ها، دیوارهای نگهدارنده، فاضلاب، و آجرهای سرامیکی و پیاده روها استفاده می شود و مقاومت فشاری آن بیش از 1800psi است. این ملات دارای مقاومت خوبی در برابر فشار خورشید، باد و بارهای لرزه ای می باشد. ملات نوع M دارای بالاترین مقدار سیمان پرتلند است و برای بارهای سنگین، سنگ تراشی زیر پایه، پایه، دیوارهای نگهدارنده و راه های ورودی توصیه می شود. ملات نوع M ملات با مقاومت فشاری حداقل 2500psi به دلیل مقاومت بالا و انعطاف پذیری و چسبندگی کم، تنها برای اتصال قطعات سبکی توصیه می گردد.

جدول ۵: مقاومت فشاری انواع ملات ها مطابق ASTM C270

مقاومت فشاری		نوع ملات
MPa	PSI	
2.5	350	O
5	750	N
12.5	1800	S
17.5	2500	M

در دیوارهای غیر سازه ای مطابق با استانداردهای ایرانی معمولا از یکی از دو نوع ملات N یا S استفاده می شود.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۲-۲- انواع ملات‌ها

لازم است، مطابق جدول (۱-۲) در دیوارهای غیرسازه‌ای از یکی از ملات‌های نوع N و یا S استفاده شود (براساس دسته‌بندی ASTM C270).

جدول ۱-۲- طرح اختلاط حجمی ملات‌های نوع N و S

نوع ملات	سیمان پورتلند	آهک	سیمان بنایی- ۵ مگاپاسگال	سیمان بنایی- ۱۲/۵ مگاپاسگال	ماسه	حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه
N	۱	۱	-	-	۶	۶ مگاپاسگال
S	۱	۰/۵	-	-	۴/۵	۱۴ مگاپاسگال
N	-	-	۱	-	۳	۶ مگاپاسگال
S	-	-	-	۱	۳	۱۴ مگاپاسگال

*مقدار دقیق آب بنا به تجربه بنا، میزان کارایی لازم و شرایط محیطی می‌تواند قدری با مقدار پیشنهادی فوق متفاوت باشد.

شکل ۱۰- طرح اختلاط و حداقل مقاومت فشاری ملات نوع S و N

در صورتی که هر سه شرط ذیل برقرار باشد، می‌توان مقاومت فشاری دیوارهای ساخته با واحدهای رسی (خشتی

یا سفالی) را بر اساس جدول ۲-۲ نشریه ۷۲۹ محاسبه نمود. (شکل ۱۱)

۱- از بلوک‌های استاندارد مطابق مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان استفاده شده باشد.

۲- ضخامت ملات بستر از ۱۶ میلیمتر تجاوز نکند.

۳- در صورت استفاده از دوغاب، مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن کمتر از مقاومت فشاری دیوار نباشد و مقاومت

فشاری دوغاب تحت هیچ شرایطی کمتر از ۱۴ مگاپاسگال نباشد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸

تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۲-۳-۱- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای رسی

در صورتی که هر سه شرط زیر برقرار باشد، مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای رسی (خشتی یا سفالی) را می توان بر اساس جدول (۲-۲) به دست آورد.

- از بلوک های استاندارد مطابق الزامات مبحث پنجم استفاده شده باشد.
- ضخامت ملات بستر از ۱۶ میلی متر تجاوز نکند.
- در صورت استفاده از دوغاب، مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن کمتر از مقاومت فشاری دیوار نباشد. همچنین مقاومت فشاری ۲۸ روزه دوغاب نباید تحت هیچ شرایطی از ۱۴ مگاپاسگال کمتر باشد.

جدول ۲-۲- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با استفاده از واحدهای رسی (خشتی یا سفالی)

مقاومت فشاری دیوار بر اساس سطح مقطع		مقاومت فشاری بلوک رسی بر اساس سطح مقطع خالص (MPa)
موثر - f_m (MPa)		ملات نوع N
		ملات نوع S
۷	۱۴	۱۲
۱۰	۲۹	۲۳
۱۴	۴۳	۳۴
۱۷	۵۷	۴۵
۲۱	۷۱	۵۷
۲۴	-	۶۸
۲۸	-	۷۹

شکل ۱۱- مقاومت فشاری دیوارهای ساخته شده با واحدهای رسی (مانند بلوک های سفالی)

مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده از واحدهای رسی مطابق شکل ۱۲ می باشد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۳۳۶۸۰۱۸۹ و ۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

جدول ۲-۵- مدول گسیختگی دیوارهای بنایی (بر حسب MPa یا N/mm^2)					
ملات ساخته شده با سیمان بنایی		ملات ساخته شده با ترکیب سیمان پرتلند و آهک			
ملات نوع S	ملات نوع N	ملات نوع S	ملات نوع N		
۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۶۹	۰/۵۲	واحد توپر	در امتداد عمود بر بند بستر
۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۳۳	واحد توخالی فاقد دوغاب	
۱/۰۵	۱	۱/۱۲	۱/۰۹	واحد توخالی پر شده با دوغاب	در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند ممتد
۰/۸۳	۰/۵۲	۱/۳۸	۱/۰۳	واحد توپر	
۰/۵۲	۰/۳۳	۰/۸۶	۰/۶۶	واحد توخالی فاقد دوغاب	در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند ممتد
۰/۸۳	۰/۵۲	۱/۳۸	۱/۰۳	واحد توخالی پر شده با دوغاب*	
۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	مقطع پر شده با دوغاب در امتداد بند بستر**	در امتداد موازی بند بستر در دیوارهای با پیوند غیرممتد
صفر	صفر	صفر	صفر	سایر موارد	

* در صورتی که تنها بخشی از حفره‌ها با دوغاب پر شده باشد، می‌توان بر اساس درصد حفره‌های پر شده با دوغاب مدول گسیختگی را از درون‌یابی بین حالت فاقد دوغاب و پر شده با دوغاب به دست آورد.

** تنها بخشی از دیوار که با دوغاب در امتداد موازی بند بستر به طور پیوسته پر شده است در تحمل خمش موثر است.

شکل ۱۲- مدول گسیختگی دیوارهای ساخته شده با واحدهای رسی

در ادامه نکاتی در خصوص مقطع خاص و مقطع موثر نمایش داده می‌شود.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

۲-۱- مشخصات مقطع خالص و مقطع موثر

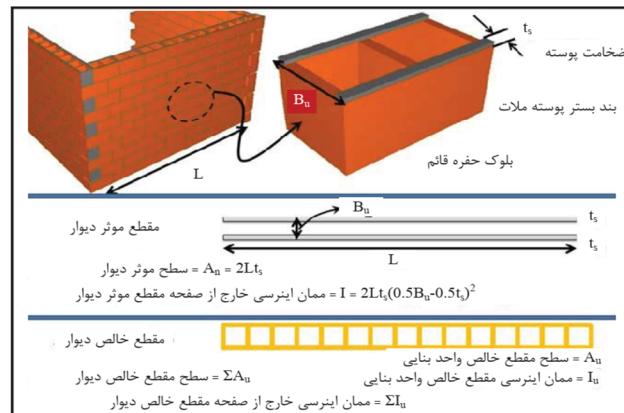
در محاسبات مربوط به تنش و مقاومت اسمی دیوار لازم است از مشخصات مقطع موثر دیوار استفاده شود. ممکن است سطح مقطع موثر دیوار در امتداد های افقی و قائم با هم برابر نباشند. در این صورت می توان از سطح مقطع موثر افقی دیوار در هر دو امتداد استفاده نمود.

برای بلوک های توخالی مقطع موثر را می توان برابر مقطع دو پوسته خارجی بلوک در نظر گرفت.

در مقطعی که شامل دو نوع مصالح با تفاوت فاحش در مدول الاستیک می باشند (همانند بلوک AAC پر شده با دوغاب)، برای محاسبه تنش ها می توان مقطع معادل را در نظر گرفت.

برای محاسبه سختی یا لاغری دیوار می توان از مقطع خالص واحدهای بنایی دیوار استفاده نمود. برای دیوارهای غیرسازه ای در جهت اطمینان می توان مقطع خالص دیوار را برابر مقطع موثر آن در نظر گرفت. این تقریب منجر به کاهش سختی دیوار می شود لذا برای دیوارهای سازه ای مناسب نمی باشد.

شکل (۱-۲) نشان دهنده تفاوت مابین مقطع موثر و مقطع خالص یک دیوار ساخته شده با بلوک های حفره قائم و بند بستر پوسته ملات می باشد. شایان ذکر است که از مقطع موثر به منظور محاسبه مقاومت دیوار و از مقطع خالص برای محاسبه سختی دیوار استفاده می شود. در صورتی که بند بستر از نوع تمام ملات باشد و جان انتهایی واحد بالایی دقیقاً بر روی جان میانی واحد تحتانی قرار گیرد، تفاوتی مابین مقطع موثر و مقطع خالص وجود نخواهد داشت. با توجه به اینکه این شرایط معمولاً در عمل ایجاد نمی گردد، لذا توصیه می شود در جهت اطمینان، سطح مقطع موثر دیوار بر اساس سطح مقطع پوسته واحدها و سطح مقطع خالص دیوار بر اساس سطح مقطع خالص واحدها به دست آیند (مطابق شکل (۱-۲)).



شکل ۲-۱- مقطع موثر و خالص دیوار ساخته شده با بلوک های توخالی حفره قائم و بند بستر پوسته ملات

شکل ۱۳- مقطع موثر و خالص در دیوارهای با بلوک توخالی (بند بستر پوسته، مقطعی و ناکامل ملات)

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

در شکل (۲-۲) مقطع موثر و خالص یک دیوار ساخته شده با بلوک‌های حفره افقی و بند بستر تمام ملات نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، در این حالت خاص مقطع موثر و مقطع خالص دیوار مشابه یکدیگر می‌باشند.

شکل ۲-۲- مقطع موثر و خالص دیوار ساخته شده با بلوک‌های توخالی حفره افقی و بند بستر تمام ملات

در صورت عدم وجود اطلاعات دقیق و قابل اطمینان در خصوص ضخامت پوسته‌ها و جان‌های واحدهای بنایی، می‌توان از مقادیر زیر استفاده نمود:

- برای واحدهای رسی: ضخامت پوسته برابر ۱۵ میلی‌متر و ضخامت جان برابر ۱۰ میلی‌متر
- برای واحدهای سیمانی: ضخامت پوسته برابر ۲۰ میلی‌متر و ضخامت جان برابر ۱۵ میلی‌متر

در مورد واحدهای بنایی توخالی، سطح مقطع موثر و خالص ممکن است در دو جهت (خمش قائم و خمشی افقی) با یکدیگر برابر نباشند. در این صورت می‌توان در جهت اطمینان سطح مقطع موثر را بر اساس سطح مقطع پوسته واحدها در نظر گرفته و از اثر جان واحدها صرف‌نظر نمود.

شکل ۱۴- مقطع موثر و خالص در دیوارهای با بلوک توخالی (بند بستر تمام ملات)

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

لازم به توضیح است مشخصات ذکر شده برای محاسبه مقطع موثر و خالص در دیوارهای با بلوک توخالی با بند بستر تمام ملات مطابق شکل ۱۴ به درستی محاسبه نشده است و مقادیر صحیح به شرح زیر می باشد.

$$A_n = 2LB_u \quad \text{رابطه ۳}$$

$$I = \frac{1}{12}LB_u^3 \quad \text{رابطه ۴}$$

در اکثر مواقع دیوارهای سفالی مطابق حالت ذکر شده در شکل ۱۴ چیده و اجرا می شوند. لذا از آنجایی که معمولاً بندهای قائم با ملات قائم (ملات کله) پر نمی شود و عملکرد دیوار در راستای افقی و قائم مشابه نمی باشد، بهتر است در جهت اطمینان حالت ذکر شده در شکل ۱۳ در نظر گرفته شود. همچنین در اجرا همواره سعی گردد بندهای قائم دیوار با ملات کله (یا به اصلاح کارگاهی هرزه ملات) پر شوند.



شکل ۱۵- سمت راست: نحوه رایج چیدمان و اجرای دیوارهای سفالی

شکل سمت چپ: نمونه ای از پر کردن درزهای قائم بین دیوار با ملات کله (هرزه ملات)

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

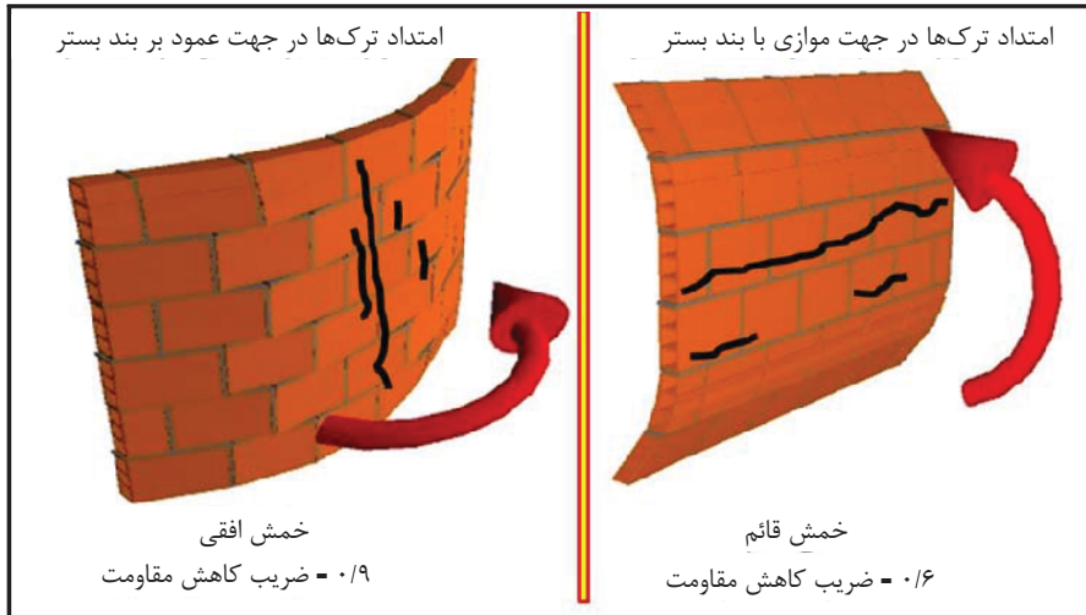
کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

با توجه به ضخامت کم دیوارهای غیر سازه ای (معمولا کمتر از ۲۵۰ میلیمتر) معمولا بحث رفتار خارج از صفحه و مقاومت خمشی آنها حاکم بر طراحی می باشد. مقاومت مورد نیاز دیوارهای غیرسازه ای برای خمش افقی و قائم با در نظر گرفتن اثر میلگرد بستر در تحمل خمش افقی مطابق شکل ۱۶ است.



شکل ۱۶- خمش افقی و قائم به همراه ضرایب کاهش مقاومت خمشی در دیوارهای بنایی دارای میلگرد بستر منظور از خمش افقی خمشی است که در آن امتداد ترک ها عمود بر بند بستر بوده و منظور از خمشی قائم خمشی است که در آن امتداد ترک ها موازی بند بستر باشد. به منظور ارائه محاسبات لنگر خمشی قائم با M_1 و لنگر خمشی افقی با M_2 نمایش داده می شود. محاسبات مربوط به مقاومت خمشی دیوار در جهت اطمینان برای حالت بلوک های توخالی و صرف نظر کردن تیغه داخلی (جان) لحاظ می گردد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

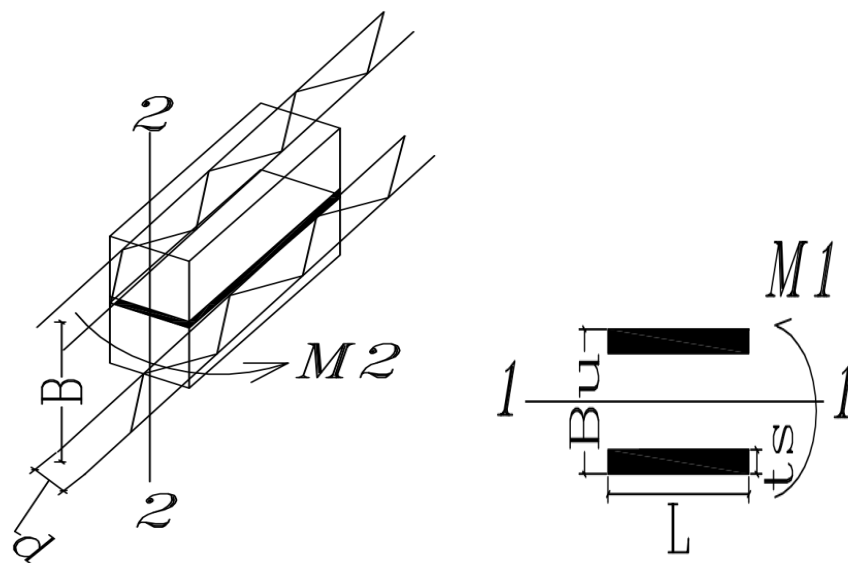
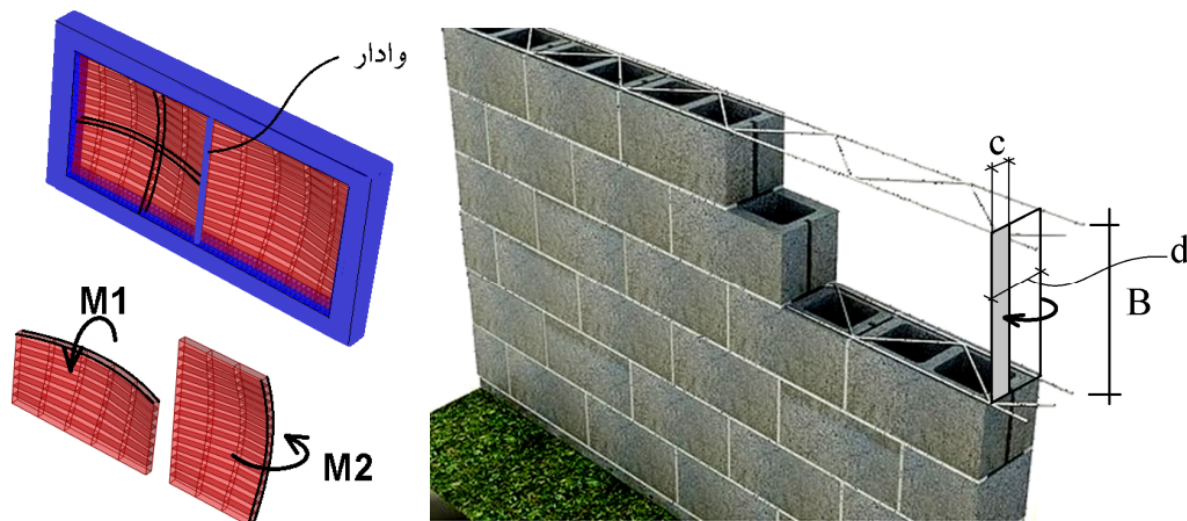
طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>



شکل ۱۷- نمایش خمش افقی و قائم بر روی المان (خمش قائم توسط مدول گسیختگی بلوک و خمشی افقی توسط میلگرد بستر تحمل می شود).

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

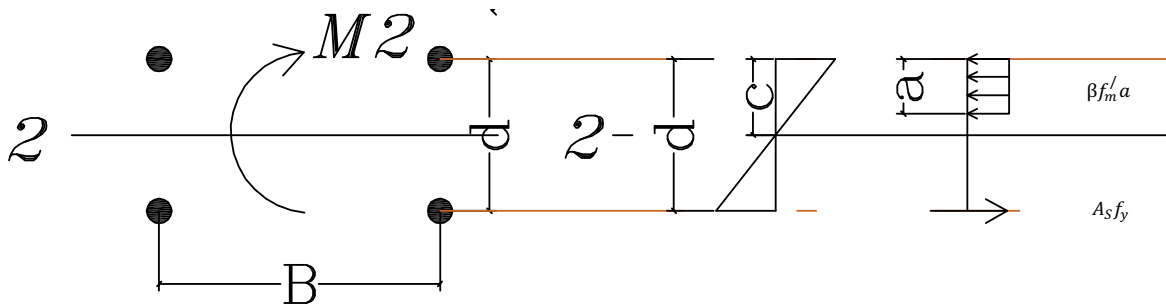
www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

مقاومت خمشی قائم دیوار برای یک متر طول دیوار به صورت زیر محاسبه می شود.

$$M_{n_1} = \frac{f_r I}{y} = \frac{f_r \times (L t_s \times (\frac{B u - t_s}{2})^2)}{\frac{B u}{2}} = \frac{1000 f_r t_s (B u - t_s)^2}{B u} \quad \text{رابطه ۳}$$

مقاومت خمشی افقی دیوار برای یک متر طول دیوار با توجه به توزیع تنش به شکل زیر محاسبه می شود.



شکل ۱۸- توزیع تنش و کرنش تحت تاثیر خمشی افقی

$$A_{s_t} = \frac{1000}{B} \times A_s$$

$$\sum f_x = 0 \rightarrow A_{s_t} f_y = \beta f'_m a B \rightarrow a = \frac{A_{s_t} f_y}{\beta f'_m B}$$

$$M_{n_2} = A_{s_t} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = \frac{1000 A_s f_y}{B} \left(d - \frac{A_s f_y}{2 \beta f'_m B} \right) \quad \text{رابطه ۴}$$

روابط بالا در ضابطه شماره ۷۲۹ به صورت زیر بازنویسی شده است.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$C = \frac{A_s f_y}{\beta f'_m a B} \quad (5-5)$$

که در آن

A_s = سطح مقطع فولاد تحت کشش (در خصوص میلگرد بستر سطح مقطع یکی از مفتول‌های طولی)

B = فاصله تسلیحات از یکدیگر (در خصوص میلگرد بستر برابر فاصله میلگردهای بستر در امتداد ارتفاع دیوار می‌باشد)

تقریباً در تمام موارد، تار خنثی در داخل ضخامت پوسته قرار گرفته و مقاومت اسمی خمشی مقطع دیوار در واحد طول را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود.

$$M_n = \frac{1000 A_s f_y}{B} \left(d - \frac{ac}{2} \right) = \frac{1000 A_s f_y}{B} \left(d - \frac{A_s f_y}{2 \beta f'_m B} \right) \left(N \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right) \quad (6-5)$$

توجه داشته باشید که مقاومت اسمی به دست آمده از رابطه (۶-۵) مقاومت خمشی اسمی دیوار در واحد طول (یک متر از ارتفاع دیوار) می‌باشد.

۵-۳-۳- مقاومت خمشی طراحی

با ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت، مقاومت طراحی مطابق رابطه (۷-۵) به دست خواهد آمد.

$$M_d = \phi M_n \quad (7-5)$$

مقاومت خمشی طراحی با M_d و ضریب کاهش مقاومت با ϕ نشان داده شده است که مقدار آن برای دیوارهای بنایی غیرسازه‌ای مسلح برابر ۰/۹ می‌باشد.

شکل ۱۸- مقاومت خمشی افقی دیوار مطابق ضابطه ۲۲۹

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹-۰۸۶ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

برای دیواری ساخته شده از بلوک‌های توخالی و فاقد دوغاب، می‌توان مقاومت خمشی اسمی در واحد طول (۱ متر) دیوار را به صورت زیر تقریب زد.

$$M_n = \frac{1000f_r t_s (h - t_s)^2}{h} \left(n \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right) \quad (3-5)$$

h = ضخامت دیوار (mm)

t_s = ضخامت پوسته واحدهای بنایی

در رابطه (۳-۵) از اثر جان واحدهای بنایی در مدول مقطع موثر دیوار صرف نظر شده است. برای واحدهای بنایی متعارف خطای تقریب فوق کم‌تر از ۵٪ می‌باشد.

۵-۲-۳- مقاومت خمشی طراحی

با ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت، مقاومت طراحی مطابق رابطه (۴-۵) به دست خواهد آمد.

$$M_d = \phi M_n \quad (4-5)$$

مقاومت خمشی طراحی با M_d و ضریب کاهش مقاومت با ϕ نشان داده شده است که مقدار آن برای دیوارهای بنایی غیرمسلح برابر ۰/۶ می‌باشد.

شکل ۱۹- مقاومت خمشی قائم دیوار مطابق ضابطه ۲۲۹

در این پروژه ملات را ترکیب سیمان پرتلند و آهک از نوع N ، حداقل مقاومت فشاری را ۶ مگاپاسکال، مقاومت فشاری دیوار رسی را ۷ مگاپاسکال، مقاومت کششی (مدول گسیختگی) دیوار را عمود بر بند بستر برابر ۰,۳۳ مگاپاسکال و در امتداد موازی با بند بستر ۰,۶۶ مگاپاسکال لحاظ می‌شود. همچنین عرض بلوک ۱۵۰ میلیمتر، ضخامت پوسته را ۱۵ میلیمتر و ضخامت جان را ۱۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود. با توجه به فرضیات ذکر شده مقاومت خمشی محاسبه می‌شود. (اگر ملات از سیمان بنایی انتخاب شود، خمش قائم دیوار مشکل ساز می‌شود).

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸

تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir <https://telegram.me/AminiCE65>

$$M_{n_1} = \frac{1000 \times 0.33 \times 15 \times (150 - 15)^2}{150} = 601425N - mm = 0.601KN - m$$

برای دیوار بنایی غیر مسلح ضریب کاهش مقاومت برابر ۰٫۶ لحاظ می شود. بنابراین با ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت، مقاومت خمشی قائم دیوار محاسبه می شود. به این نکته باید توجه نمود که مقاومت خمشی قائم دیوار تابع ضخامت دیوار می باشد. هر چه ضخامت دیوار بیشتر باشد مقاومت دیوار در تحمل خمش قائم بیشتر و هر چه ضخامت دیوار کمتر باشد، مقاومت خمشی قائم دیوار کمتر خواهد بود.

$$M_{d_1} = \phi M_{n_1} = 0.6 \times 0.601 = 0.361KN - m$$

برای محاسبه مقاومت خمشی افقی دیوار تابع سطح مقطع، عرض و فواصل میلگرد بستر می باشد. لذا باید فواصل میلگرد های بستر از یکدیگر در ارتفاع دیوار مشخص گردد. به عبارت دیگر بسته به اینکه هر رج یا یک رج در میان یا دو رج در میان از میلگرد بستر استفاده شود، مقدار مقاومت خمشی افقی متفاوت خواهد بود. بلوک های سفالی معمولاً دارای ارتفاع ۱۹۰ میلیمتر می باشد. لذا با احتساب ملات بستر می توان ارتفاع بلوک ها ۲۰۰ میلیمتر در نظر گرفت. میلگردهای بستر موجود در بازار معمولاً با قطر ۴ میلیمتر و عرض های ۵۵ میلیمتر، ۱۱۰ میلیمتر و ۱۵۰ میلیمتر تولید انبوه می شود. جوش این میلگردها باید الزاماً "جوش مقاومتی باشد و استفاده از جوشکاری با روش گاز محافظ یا قوس الکتریکی مطابق استاندارد ASTM-A951 ممنوع می باشد. از ویژگی های دیگر میلگرد بستر این است که مفتول آن باید از نوع فوق کشش با قابلیت شکل پذیری و جوش پذیری بالا باشد. لذا استفاده از مفتول های معمولی با شکل پذیری کم که در بازار به نیمه کشش یا فولاد 3SP معروف است، مجاز نمی باشد. لذا یکی از مهمترین کنترل هایی که باید ناظرین و مجریان کنترل نمایند، تهیه این محصول از شرکت های دارای استاندارد است. با توجه به اینکه در کشور ما ایران هنوز استاندارد برای این محصول تدوین نشده

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir <https://telegram.me/AminiCE65>

است، لذا این محصول باید دارای گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی داشته باشد. مطابق استاندارد ASTM-A951 ماده اولیه محصول میلگرد بستر باید شرایط زیر را دارا باشد.

جدول ۶: ویژگی های مکانیکی مفتول میلگرد بستر مطابق استاندارد ASTM-A951

TABLE 1 Tension Test Requirements

Tensile strength, min, ksi (MPa)	80 (550)
Yield strength, min, ksi (MPa)	70 (485)
Reduction of area, min, %	30

با توجه به توضیحات بالا و در نظر گرفتن این نکته که عرض میلگرد بستر باید حداقل ۳۰ میلیمتر کمتر از ضخامت دیوار باشد، لذا عرض میلگرد بستر برای بلوک با ضخامت ۱۵۰ میلیمتری برابر ۱۱۰ میلیمتر در نظر گرفته می شود. لازم به توضیح می باشد بهتر است در جهت اطمینان ارتفاع موثر برابر عرض میلگرد بستر در نظر گرفته شود. مساحت عضو کششی میلگرد بستر برابر ۱۲،۵۶ میلیمتر مربع است. مقاومت خمشی افقی از رابطه ۴ محاسبه می شود بنابراین:

$$B = 200mm \rightarrow M_{n_2} = \frac{1000 \times 12.56 \times 485}{200} \left(110 - \frac{12.56 \times 485}{2 \times 0.8 \times 200} \right) \\ = 2.77 \times 10^6 N - mm = 2.77 kN - m$$

$$B = 400mm \rightarrow M_{n_2} = \frac{1000 \times 12.56 \times 485}{400} \left(110 - \frac{12.56 \times 485}{2 \times 0.8 \times 400} \right) \\ = 1.53 \times 10^6 N - mm = 1.53 kN - m$$

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$B = 600\text{mm} \rightarrow M_{n_2} = \frac{1000 \times 12.56 \times 485}{600} \left(110 - \frac{12.56 \times 485}{2 \times 0.8 \times 600} \right) \\ = 1.05 \times 10^6 \text{N} - \text{mm} = 1.05 \text{kN} - \text{m}$$

مقاومت خمشی افقی با لحاظ ضریب کاهش مقاومت برابر ۰٫۹، به صورت جدول ۷ خلاصه می شود.

جدول ۷: مقاومت خمشی افقی بر اساس فواصل میلگردهای بستر از یکدیگر در ارتفاع دیوار

مقاومت خمشی طراحی $M_{d_2} (\text{kN} - \text{m})$	مقاومت خمشی اسمی $M_{n_2} (\text{kN} - \text{m})$	فواصل میلگرد بستر از هم در ارتفاع (میلیمتر)	شرایط استفاده میلگرد بستر
2.5	2.77	200	تمام رج ها
1.38	1.53	400	یک رج در میان
0.95	1.05	600	دو رج در میان

لنگرهای خمشی افقی و قائم وارد بر دیوار باید با توجه به شرایط مرزی لبه دیوار تعیین گردد. دیوارها به صورت کلی به سه صورت لبه آزاد، لبه مفصلی و لبه گیردار تعریف می شوند. همچنین دیوار ممکن است به صورت یکطرفه یا دو طرفه عمل نماید. برای محاسبه تقاضاهای وارده بر دیوارهای بنایی غیر سازه ای باید ابتدا این شرایط بررسی و سپس نسبت به محاسبه لنگرهای خمشی وارد بر دیوار اقدام شود. شکل ۲۰ دسته بندی انواع دیوارها را نمایش می دهد. در دیوارهای با عملکرد دو طرفه تقاضای خمشی نهایی در واحد طول در هر جهت به صورت فرمول های زیر محاسبه می شود.

$$M_{u_2} = \alpha_2 W_u L^2$$

رابطه ۵

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

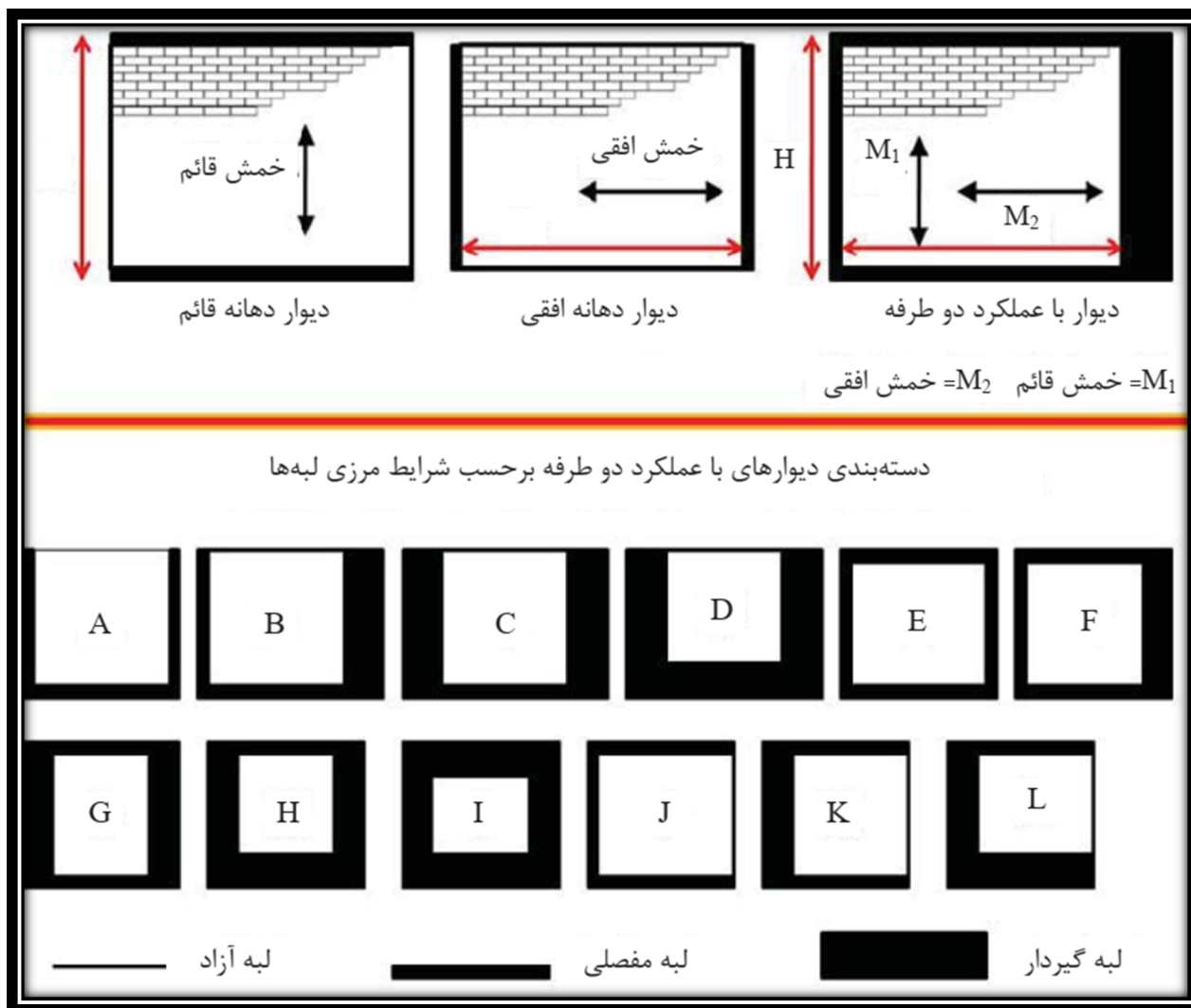
نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

$$M_{u_1} = \mu M_{u_2}$$

رابطه ۶



شکل ۲۰ - انواع شرایط مرزی دیوار با عملکرد یک و دو طرفه

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
 تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

در روابط فوق α_2 ضریب خمشی که برای دیوارهای ساخته شده با بلوک توخالی همواره کمتر از ۰,۵ در نظر گرفته می شود و $\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}}$ نسبت اورتوگنال نامیده می شود که در ضابطه ۷۲۹ آمده است. در اینجا شرایط مرزی دیوار را حالت E (از چهار لبه مفصل) در نظر گرفته می شود.

جدول ۸: ضریب خمشی افقی α_2 برای دیوار با شرایط مرزی نوع E

شرایط مرزی دیوار	μ	H/L							
		۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۵۰	۱/۷۵	۲/۰۰
E	۰/۵۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۷	۰/۰۶۶	۰/۰۷۴	۰/۰۸۰	۰/۰۸۵
	۰/۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۸۴	۰/۰۸۸
	۰/۳۵	۰/۰۱۸	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۴	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۹۰
	۰/۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳
	۰/۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۲	۰/۰۵۹	۰/۰۷۱	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷	۰/۰۹۱	۰/۰۹۶
	۰/۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۶۴	۰/۰۷۶	۰/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹۹
	۰/۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۳	۰/۰۷۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۳
	۰/۱۰	۰/۰۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۹۵	۰/۱۰۰	۰/۱۰۳	۰/۱۰۶

با توجه به نکات فوق ضریب خمشی افقی برای نسبت های مختلف اورتوگنال به صورت جدول ۸ می باشد.

جدول ۸: ضریب خمشی افقی و نسبت اورتوگنال برای دیوار با طول L=4m و ارتفاع H=3.1m

α_2	$\mu = \frac{M_{n1}}{M_{n2}}$	فواصل میلگرد بستر از هم در ارتفاع (میلیمتر)	شرایط استفاده میلگرد بستر
0.063	0.217	200	تمام رج ها
0.049	0.393	400	یک رج در میان
0.044	0.572*	600	دو رج در میان

*از آنجایی که دیوار با بلوک توخالی در نظر گرفته شده است حداکثر نسبت اورتوگنال ۰,۵۰ می باشد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

به عنوان نمونه برای دو طبقه انتهایی ساختمان (ارتفاع بین ۱۴ تا ۲۱ متر) که در آن مقدار $P_u = 1.536 \frac{kN}{m^2}$ می باشد و طول دیوار ۴ متر و میلگرد بستر با فواصل ۲۰۰ میلیمتر از هم اجرا شده است، تقاضای خمشی به صورت زیر محاسبه می شود.

$$M_{u_2} = \alpha_2 W_u L^2 = 0.063 \times 1.536 \times 4^2 = 1.55 \frac{kN-m}{m} < M_{d_2} = 2.5 \frac{kN-m}{m} \\ \rightarrow OK$$

$$M_{u_1} = \mu M_{u_2} = 0.217 \times 1.55 = 0.336 \frac{kN-m}{m} < M_{d_1} = 0.361 \frac{kN-m}{m} \rightarrow OK$$

با توجه به محاسبات ذکر شده، برای مهار دیواری که طول آن ۴ متر بدون وادار یا ۸ متر با یک وادار میانی باشد، باید تمام رج های دیوار به میلگرد بستر مسلح گردد. در ادامه جداولی متناسب با طول دیوار و فواصل میلگرد بستر در ارتفاع دیوار برای پروژه تعریف شده پیشنهاد می گردد. در آنها طول و ارتفاع دیوار بر حسب متر می باشد. دیواری به لحاظ مقاومت خمشی مناسب است که هم خمشی افقی (تحمل شونده توسط میلگرد بستر) و هم خمشی قائم (تحمل شونده عملکرد دیوار، ضخامت و بلوک و ملات و مصالح آن) آن جوابگوی بارهای وارده باشد. این جدول برای ساختمان های با دیوارهای سفالی ضخامت ۱۵۰ میلیمتر و واقع در نواحی با تراکم شهری زیاد (داخل شهر) و سرعت باد حداکثر ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و ارتفاع از تراز پایه برابر ۲۱ متر قابل استفاده می باشد. لازم به توضیح است در ساختمان هایی که در مجاورت یک ساختمان دیگر احداث می شوند و ساختمان های اطراف مانع از تاثیر نیروی باد بر روی برخی دیوارهای سازه می شوند، می توان متناسب با شرایط آنها، برای بار زلزله طراحی شوند اما این کار به دلیل عدم قطعیت وجود همیشگی مانع به هیچ وجه توصیه نمی گردد.

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد(هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۸۶-۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹-۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

جدول ۹: خلاصه نتایج طراحی خمشی دیوار سفالی توخالی برای استفاده از میلگرد بستر با فواصل ۶۰۰ میلیمتر (دورج در میان) با شرایط مفصلی در چهار لبه

نتیجه بررسی		$M_{d1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{d2} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u2} \frac{kN-m}{m}$	ارتفاع دیوار	طول دیوار	طبقات
خمش قائم	خمش افقی							
OK	OK	0.361	0.267	0.95	0.53	3.1	<2.5	پیلوت و طبقه اول (ارتفاع حداکثر ۷ متر)
OK	OK	0.361	0.332	0.95	0.66	3.1	3	
NOT OK	OK	0.361	0.405	0.95	0.81	3.1	3.5	
NOT OK	OK	0.361	0.467	0.95	0.93	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.277	0.95	0.55	3.1	<2.5	طبقه دوم و سوم (ارتفاع حداکثر ۱۴ متر)
OK	OK	0.361	0.345	0.95	0.69	3.1	3	
NOT OK	OK	0.361	0.420	0.95	0.84	3.1	3.5	
NOT OK	OK	0.361	0.484	0.95	0.97	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.317	0.95	0.63	3.1	<2.5	طبقه چهارم و پنجم (ارتفاع حداکثر ۲۱ متر)
NOT OK	OK	0.361	0.394	0.95	0.79	3.1	3	
NOT OK	OK	0.361	0.480	0.95	0.96	3.1	3.5	
NOT OK	NOT OK	0.361	0.553	0.95	1.11	3.1	4	

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هپکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

جدول ۱۰: خلاصه نتایج طراحی خمشی دیوار سفالی توخالی برای استفاده از میلگرد بستر با فواصل ۴۰۰ میلیمتر (یک رج در میان) با شرایط مفصلی در چهار لبه

نتیجه بررسی		$M_{d1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{d2} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u2} \frac{kN-m}{m}$	ارتفاع دیوار	طول دیوار	طبقات
خمش قائم	خمش افقی							
OK	OK	0.361	0.226	1.38	0.58	3.1	<2.5	پیلوت و طبقه اول (ارتفاع حداکثر ۷ متر)
OK	OK	0.361	0.284	1.38	0.72	3.1	3	
OK	OK	0.361	0.343	1.38	0.87	3.1	3.5	
NOT OK	OK	0.361	0.399	1.38	1.02	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.234	1.38	0.60	3.1	<2.5	طبقه دوم و سوم (ارتفاع حداکثر ۱۴ متر)
OK	OK	0.361	0.295	1.38	0.75	3.1	3	
OK	OK	0.361	0.356	1.38	0.91	3.1	3.5	
NOT OK	OK	0.361	0.414	1.38	1.05	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.268	1.38	0.68	3.1	<2.5	پنجم (ارتفاع حداکثر ۲۱ متر) طبقه چهارم و
OK	OK	0.361	0.337	1.38	0.86	3.1	3	
NOT OK	OK	0.361	0.407	1.38	1.03	3.1	3.5	
NOT OK	OK	0.361	0.473	1.38	1.20	3.1	4	

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده: مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

جدول ۱۱: خلاصه نتایج طراحی خمشی دیوار سفالی توخالی برای استفاده از میلگرد بستر با فواصل ۲۰۰ میلیمتر (تمام رج ها) با شرایط مفصلی در چهار لبه

نتیجه بررسی		$M_{d1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u1} \frac{kN-m}{m}$	$M_{d2} \frac{kN-m}{m}$	$M_{u2} \frac{kN-m}{m}$	ارتفاع دیوار	طول دیوار	طبقات
خمش قائم	خمش افقی							
OK	OK	0.361	0.146	2.5	0.67	3.1	<2.5	پیلوت و طبقه اول (ارتفاع حداکثر ۷ متر)
OK	OK	0.361	0.190	2.5	0.87	3.1	3	
OK	OK	0.361	0.241	2.5	1.11	3.1	3.5	
OK	OK	0.361	0.283	2.5	1.31	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.151	2.5	0.70	3.1	<2.5	طبقه دوم و سوم (ارتفاع حداکثر ۱۴ متر)
OK	OK	0.361	0.197	2.5	0.91	3.1	3	
OK	OK	0.361	0.250	2.5	1.15	3.1	3.5	
OK	OK	0.361	0.294	2.5	1.35	3.1	4	
OK	OK	0.361	0.173	2.5	0.80	3.1	<2.5	پنجم (ارتفاع حداکثر ۲۱ متر) طبقه چهارم و
OK	OK	0.361	0.225	2.5	1.04	3.1	3	
OK	OK	0.361	0.286	2.5	1.32	3.1	3.5	
OK	OK	0.361	0.336	2.5	1.55	3.1	4	

آدرس دفتر مرکزی: اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس: ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه: ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت: WWW.RAFISAZE.IR ایمیل: RAFISAZE@CHMAIL.IR

طراحی اجزاء غیر سازه ای (دیوار) مطابق پیوست شش استاندارد ۲۸۰۰

کاری از شرکت رفیع سازه تولید کننده مقاطع و اتصالات مهار اجزاء غیر سازه ای (میلگرد بستر، گیره، قلاب، بست رادیکالی، بست تخت، انواع وادارهای فولادی سیاه و گالوانیزه، بست تخت و کلیه اتصالات مهار دیوارهای با ملات آبی و چسب)

نگارنده : مهندس امین امینی

www.rafisaze.ir

<https://telegram.me/AminiCE65>

آدرس دفتر مرکزی : اراک خیابان جهاد (هیکو) روبروی دادگستری کل ساختمان آپادانا طبقه ۴ واحد ۸
تماس و فکس : ۰۸۶-۳۳۶۸۴۸۵۵ و ۰۸۶-۳۳۶۸۰۱۸۹ همراه : ۰۹۱۸۸۶۰۱۶۱۰-۰۹۱۸۸۴۹۶۲۰۹ و ۰۹۱۲۸۶۰۹۰۸۲

سایت : WWW.RAFISAZE.IR ایمیل : RAFISAZE@CHMAIL.IR