

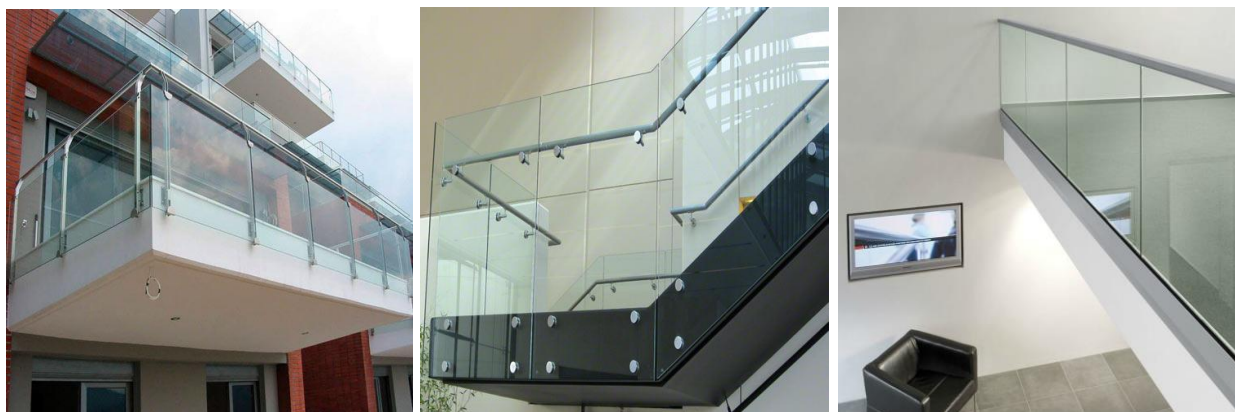
## نرده شیشه ای

شیشه قرنهایست که در ساخت محیط اطراف ما نقش دارد. شفافیت ذاتی شیشه الهام بخش معماران و مهندسين خصوصا در ده های اخیر بوده است. طی این سالها لایه های شفاف در ساخت بناها بکار برده شده ولی به نظر میرسد تا رسیدن به پتانسیل کامل مقاومت شیشه در کاربردهای مختلف تحقیق و توسعه بیشتری لازم است.

اولین کاربردهای شیشه بعنوان یک عنصر ساختاری به قرن نوزدهم میلادی بر میگردد. در سال ۱۹۵۹ ساخت شیشه به روش فلوت تحول بزرگی در استفاده از شیشه بوجود آورد ولی نقش کلیدی را در این راستا تکنیک سکوریت کردن شیشه به عهده دتشته است. با همین تکنیک بود که با مقاومت ۵ برابری شیشه نسبت به حالت خام برای اولین بار استفاده از شیشه را بدون نگهدارنده محیطی مقصور ساخت.

مقاومتهای مختلف انواع شیشه ها و رفتارهای ساختاری نا شناخته شیشه در حالتهاى مختلف باعث شده تا استفاده از شیشه با ضرایب ایمنی بالا صورت گیرد. طی سالیان اخیر، مهندسی مواد و روشهای جدیدتر مقاوم سازی شیشه باعث شده که استفاده از این متریبال حالت واقعی تری به خود بگیرد.

نرده های شیشه ای در حالتهاى مختلف ممکن است استفاده شوند که در این مقاله نرده های شیشه ای با پروفیل آلومینیوم به عنوان نگهدارنده پایین شیشه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

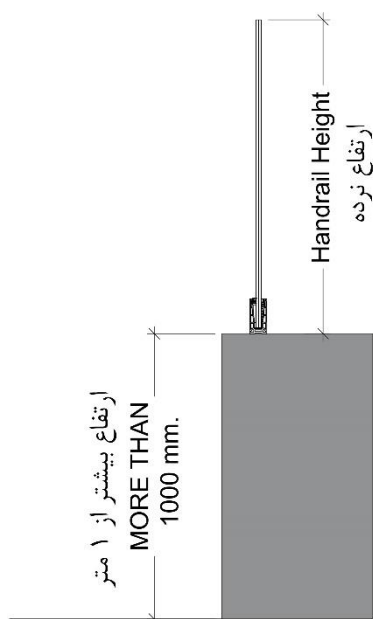


### ارتفاع نرده

در استانداردهای مختلف ارتفاع نرده از کف تمام شده بر اساس مقادیر زیر تعریف شده است

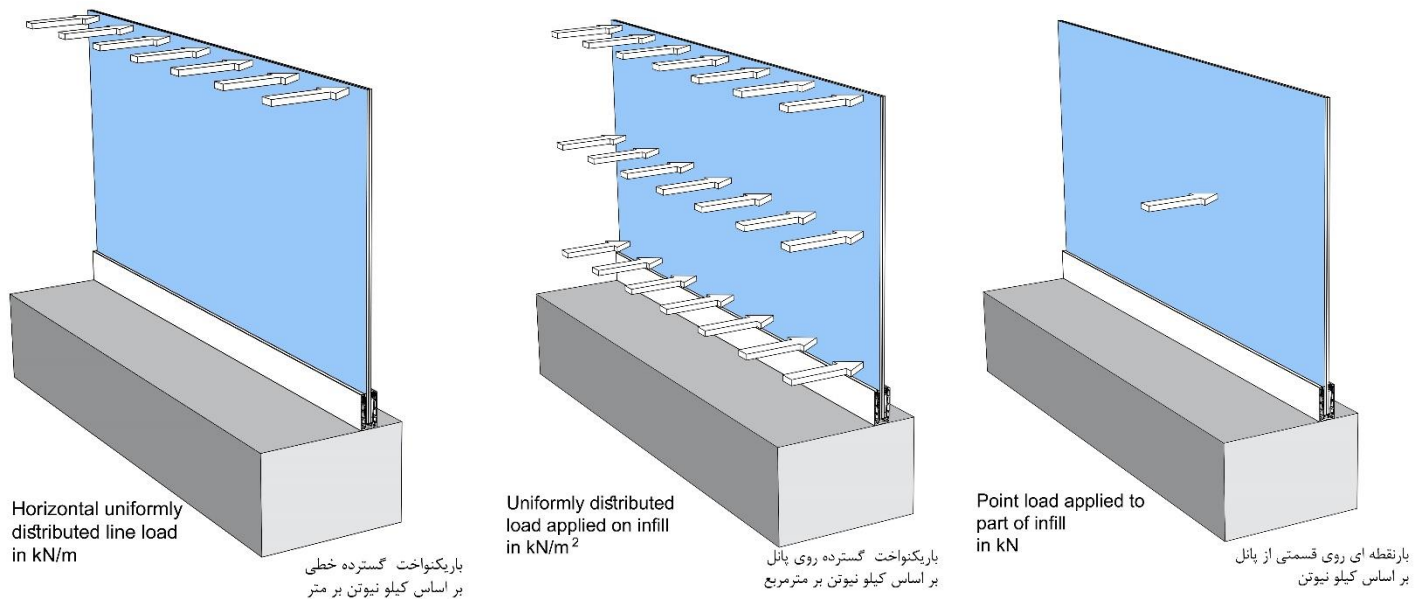
ارتفاع	محل نصب نرده
900 mm.	راه پله و رمپ
1000 mm.	راهروها و بالکن های داخل فضاهای مسکونی
1100 mm.	بالکن های بیرون ساختمان های مسکونی و فضاهای عمومی
1200 mm.	استخرها و فضاهای ورزشی

توجه : برای سطوح صاف ارتفاع از کف تمام شده و برای رمپ و راه پله ها از خط شیب محاسبه میشود.



محلهایی که نصب نرده الزامی است

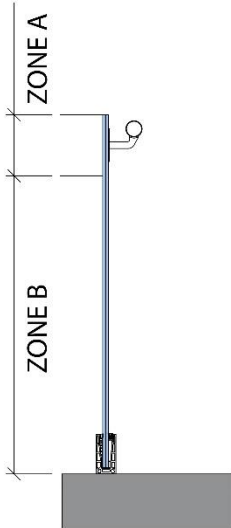
## حداقل بارهای وارد به نرده



کاربری ساختمان	نمونه کاربری	Horizontal uniformly Distributed Line Load in kN/m بار یکنواخت گسترده خطی (کیلو نیوتن بر متر)	uniformly Distributed Load apply to infill in kN/m <sup>2</sup> بار یکنواخت گسترده روی پانل (کیلو نیوتن بر متر مربع)	Point load applied to part of infill in kN/m بار نقطه ای وارده به پانل (کیلو نیوتن)
مسکونی	کلیه ساختمانهایی که بصورت خصوصی مورد استفاده قرار میگیرند مانند ویلا ، آپارتمان شامل نرده های راه پله ، بالکن های داخل ساختمان و راهروها به جز بالکنهای خارج ساختمان	0.36	0.50	0.25
مسکونی ، اداری ، تجاری و صنعتی	محللهای با تجمع کم در ساختمانهای اداری ، تجاری و صنعتی ، بالکنها بیرونی و لبه بام در ساختمانهای مسکونی ، راهروهای ارتباطی مجتمع های مسکونی و سایر محللهای مسکونی به جز ردیف فوق	0.74	1.00	0.50
محللهای عمومی	محل نشستن با صندلی ثابت به فاصله ۵۳۰ سانتیمتر از نرده ، رستوران و کافی شاپ ، بانکها ، راهروهای دسترسی در پارکینگها و گذر گاه های عمومی با عرض کمتر از سه متر	1.50	1.50	1.50
	سینما ، تئاتر، مراکز خرید ، محللهای همایش ، بار، سالنهای کنسرت و راهروهای دسترسی با عرض سه متر و بیشتر	3.00	1.50	1.50

## محاسبات نرده شیشه ای

بر اساس یورو کد EUROCODE 1-2011 ارتفاع هندریل به دو بخش تقسیم میشود :



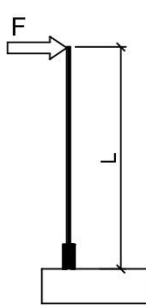
Zone A که منطقه هندریل تعریف میشود و برابر ارتفاع هند ریل استفاده شده در نرده می باشد. در صورتیکه هندریل وجود نداشته باشد این قسمت برابر ۱۰ سانتی متر منظور میگردد. بار یکنواخت خطی در این قسمت اثر گذار است.

Zone B که برابر ارتفاع نرده منتهای قسمت هند ریل بوده و بار نقطه ای در این قسمت وارد میشود. بار نقطه ای بر روی مربعی با ضلع ۲۰ سانتیمتر محاسبه می شود.

بار یکنواخت گسترده روی پانل ( بار باد ) در هر دو بخش یعنی Zone B و Zone A محاسبه می شود.

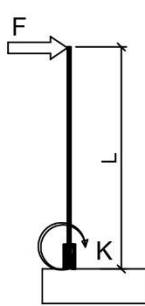
در مورد نحوه محاسبه بار خطی در Zone A اختلاف نظر وجود دارد و این به دلیل شماتیک مبنای محاسبه مکانیکی است. اما متداول ترین روش استفاده از شمای فیکس یک سر گیر دار Fix Insertion ( شکل سمت چپ تصویر پایین ) است.

FIX INSERTION



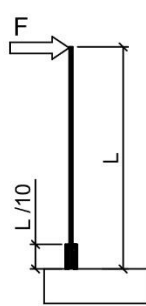
حالت فیکس یک سر گیر

ROTATIONAL SPRING



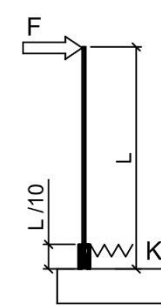
حالت فنری چرخشی

HORIZONTAL SUPPORT



دارای تکیه گاه افقی

TRANSLATIONAL SPRING



حالت فنری انتقالی

برای انجام محاسبات ابتدا می بایست ضخامت معادل شیشه لامینیت برای حالت بهره برداری Serviceability limit state و برای حالت حد نهایی Ultimate limit state را با استفاده از فرمول هایی که در این مقاله امکان پرداختن به آن وجود ندارد ، پیدا کرد .

ساختار شیشه	ضخامت معادل در حالت بهره برداری	ضخامت معادل در حد نهایی
Glass Configuration	Equivalent thickness in serviceability limit State	Equivalent thickness in ultimate limit State
6.6.4 : 6mm. Tempered glass + (4 x 0.38 PVB = 1.52) + 6mm. Tempered Glass	10.14	9.03
8.8.4 : 8mm. Tempered glass + (4 x 0.38 PVB = 1.52) + 8mm. Tempered Glass	13.25	11.88
10.10.4 : 10mm. Tempered glass + (4 x 0.38 PVB = 1.52) + 10mm. Tempered Glass	16.37	14.72

باید توجه داشت که در محاسبات بدلیل مدت زمان اعمال نیرو Load Duration که در استانداردهای مختلف متفاوت است ضرایب اطمینان متفاوتی در نظر گرفته شده که بر اساس استاندارد انگلستان به شماره BS6180-2011 تغییر شکل یا دفلکشن یا جابجایی هر نقطه از نرده در حالت اعمال نیرو نسبت به زمانی که نیرو وارد نشود نباید بیشتر از ۲۵ میلیمتر باشد. این عدد در استاندارد دین آلمان به شماره DIN 18008-2010 برابر ۲۰ میلیمتر میباشد.

$$\sigma = \frac{FL^3}{3EI}$$

فرمول محاسبه خمش شیشه در مقابل بار گسترده خطی

$$\sigma = \frac{FL^4}{8EI} \times 10^{-3}$$

فرمول محاسبه خمش شیشه در مقابل بار گسترده خطی روی پانل ( بار باد )

$$\sigma = \frac{F.b^2}{6EI} \times (3L - b)$$

فرمول محاسبه خمش قسمت بالای شیشه در مقابل بار نقطه ای

Legend

راهنما

Symbole	Description	Unit	Remarks
نشانه	شرح	واحد	توضیحات
$\sigma$	حداکثر تغییر مکان	mm.	
F	نیروی وارده	Newton	
L	ارتفاع قسمت آزاد شیشه	mm.	$\neq 1000$ mm.
E	مدول الاستیسیته	Mpa	
t	ضخامت شیشه	mm.	
W	عرض شیشه	mm.	
b	ارتفاع نقطه وارد کردن بار از پایین شیشه	mm.	$= \left(\frac{1}{2}\right) L$
I	اساس مقطع	mm <sup>4</sup>	$I = \frac{Wt^3}{12}$

باید توجه داشت که بر اساس مدت اعمال نیرو Load Duration که در حالات مختلف از ۱۰ ثانیه تا پنج دقیقه در استانداردهای مختلف متغیر است ، ضریب اطمینان به فشارهای وارده باید اضافه شود. برای نمونه فشارهای وارد بر نرده شیشه ای در یک ساختمان مسکونی و تغییر مکان نرده بر اثر این فشارها در جدول زیر محاسبه شده است. لازم به ذکر است ضریب اطمینان ۲۰٪ به نیروها اضافه شده است.

میزان تغییر مکان ( دفلکشن ) در نرده بالکن بیرون ساختمان مسکونی				
با شیشه ۸+۸ لامینیت با PVB به ضخامت ۱.۵۴ میلیمتر				
شرح	مقدار نیرو	مقدار نیروی محاسبه شده	واحد نیرو	تغییر مکان در قسمت آزاد شیشه برحسب میلیمتر
Zone A بار یکنواخت گسترده خطی	740	888	N/m	21.80 mm.
Zone A&B بار یکنواخت گسترده ( بار باد )	1000	1200	kN/m <sup>2</sup>	11.05 mm.
Zone B بار نقطه ای	500	600	N	4.6 mm.



تهیه شده در واحد تحقیق و توسعه گلوبالوم

لطفا در صورت نیاز با ما تماس بگیرید

۰۲۱-۸۸۲۵۴۹۳۱