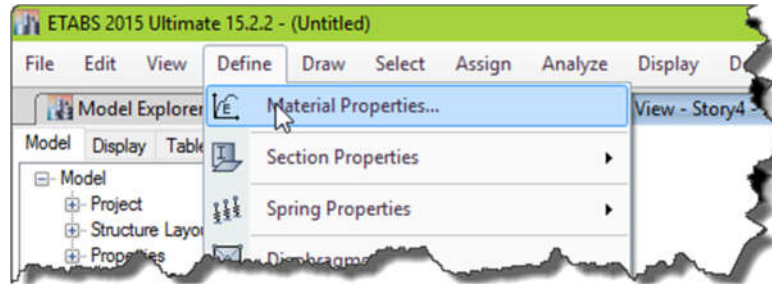


# تعریف مصالح در نرم افزار ETABS

## الف – ورود به بخش تعریف مصالح:

۱- از منوی Define گزینه ی Material Properties... را انتخاب کنید(شکل ۱) و یا از طریق جعبه ی ابزار Define شکلک مربوطه را مطابق شکل ۲ کلیک (یک بار تقه زدن بر دکمه سمت چپ ماوس) کنید. اگر این جعبه ابزار در نرم افزار شما فعال نیست می توانید از منوی Options>Customize Toolbars آن را ظاهر کنید.

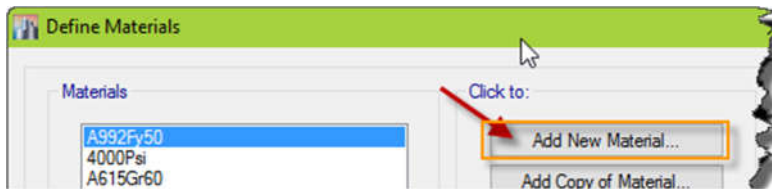


شکل ۱: منوی Define تعریف مصالح



شکل ۲: جعبه ابزار Define شکلک تعریف خصوصیات مصالح

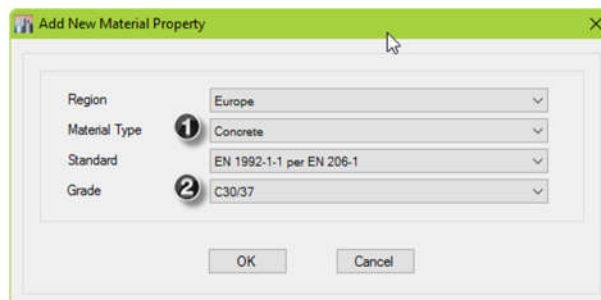
۲- برای تعریف مصالح جدید در پنجره ظاهر شده به نام Define Materials مطابق شکل ۳ بر روی کلید Add New Material... کلیک کنید.



شکل ۳: تعریف مصالح جدید

## ب- تعریف مصالح بتن

۱- برای تعریف مصالح بتن در پنجره ی ظاهر شده (شکل ۴) استاندارد اروپا را انتخاب کرده و در بخش (1) Material Type مطابق شکل زیر گزینه ی Concrete را انتخاب نموده و در بخش (2) Grade رده ی بتن را مطابق مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ایران انتخاب نمایید. عدد قبل از / مقاومت مشخصه ی بتن و عدد پس از / مقاومت نمونه ی مکعبی خواهد بود (البته این اعداد را در پنجره های بعدی مطابق نظر خود می توانیم تغییر دهیم).



شکل ۴: اضافه کردن مصالح بتن

۲- با کلیک بر روی کلید OK پنجره‌ی داده‌های خواص مصالح، ظاهر می‌شود. برای این مصالح نام دلخواه (بخش (1) در شکل ۸) تعیین کنید. رنگ آن را تنظیم نمایید و اگر لازم می‌دانید توضیحی درج کنید. جرم مخصوص مصالح در مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان تعیین شده است، مطابق شماره (2) در شکل ۸ آن را وارد نمایید. جدول زیر از مبحث ۶ استخراج شده است.

۲۴۰۰	۳- بتن‌ها
۲۵۰۰	بتن با شن و ماسه معمولی
۱۷۵۰	بتن آرمه و بتن پیش تنیده با شن و ماسه معمولی
۶۰۰	بتن با سرباره کوره آهن گدازی
۱۸۰۰ تا ۱۰۰۰ (بسته به نوع)	بتن‌های سبک هوادار و گازی
۹۰۰ تا ۵۰۰ (بسته به نوع)	بتن با سنگ دانه سبک
۱۷۰۰	بتن اسفنجی
۱۳۰۰	بتن با خرده آجر
۱۸۰۰ تا ۱۰۰۰ (بسته به نوع)	بتن با پوکه معدنی و سیمان
	بتن با پوکه صنعتی و سیمان
۱۲۶	

شکل ۵: جرم مخصوص بتن مطابق مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان ایران

برای تعیین خواص مکانیکی بتن در شکل ۸ شامل مدول الاستیسیته (3)، ضریب انبساط حرارتی و ضریب پواسن (4) به مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان رجوع کنید. شکل ۶ و ۷ از این مبحث استخراج شده است.

**۷-۱۳-۹ مشخصات مصالح**

۷-۱۳-۹-۱ مقادیر مدول الاستیسیته بتن با جرم مخصوص ( $\gamma_c$ ) بین ۱۵ تا  $25 \text{ kN/m}^2$ ، از رابطه (۷-۱۳-۹) تعیین می‌گردد:

$$E_c = (3300 \cdot \sqrt{f_c} + 6900) \left( \frac{\gamma_c}{23} \right)^{1.5} \quad (7-13-9)$$

شکل ۶: مدول الاستیسیته بتن مطابق مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ایران

۷-۱۳-۹-۳ ضریب انبساط حرارتی بتن معادل  $(1/^\circ\text{C}) \cdot 10^{-5}$  در نظر گرفته می‌شود.

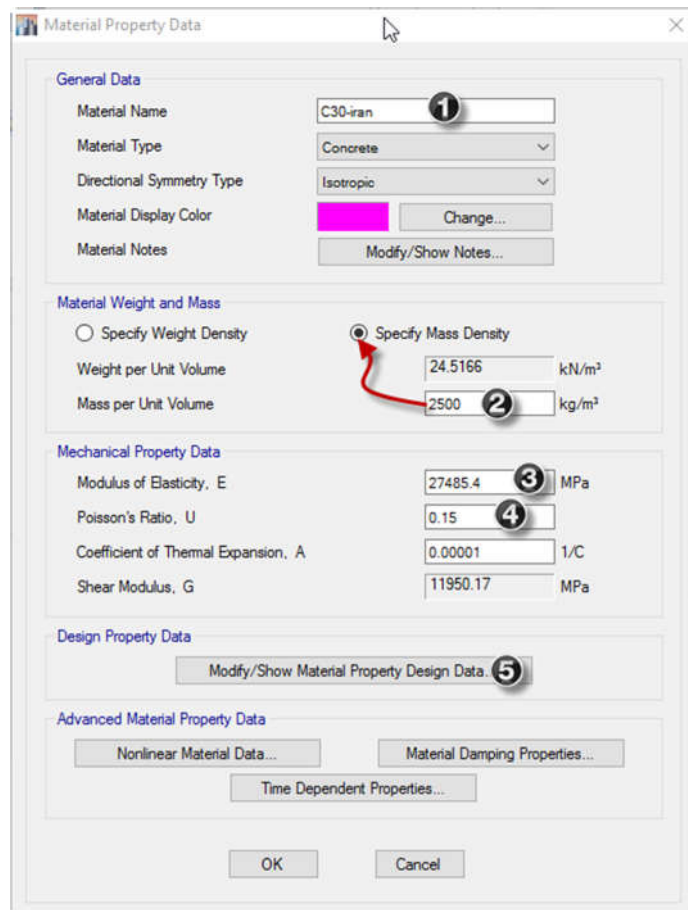
۷-۱۳-۹-۴ ضریب پواسن به ترتیب برابر با  $0/15$  برای بتن معمولی و  $0/2$  برای بتن با مقاومت بالا و  $0/3$  برای فولاد است.

۷-۱۳-۹-۵ برای ساختمان‌های بتن‌آرمه، بتن رده  $C20$  و بالاتر و برای ساختمان‌های بتن پیش تنیده، بتن رده  $C30$  و بالاتر به عنوان مبنای طراحی در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۷: ضریب انبساط حرارتی و ضریب پواسن بتن مطابق مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ایران

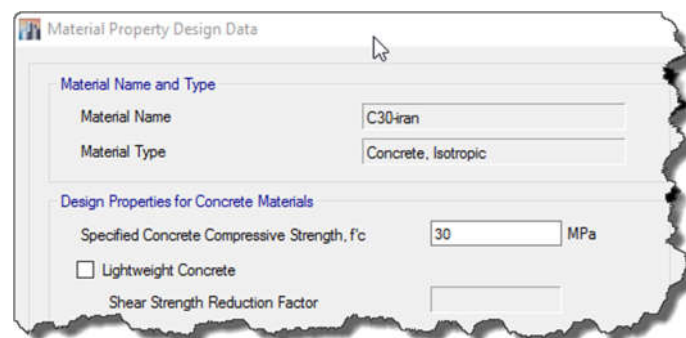
$$\rho_c = 2500 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow \gamma_c = g \times \rho_c = 24516.6 \text{ N/m}^3$$

$$E_c = (3300\sqrt{30} + 6900) \left( \frac{24.5166}{23} \right)^{1.5} = 27485.4 \text{ MPa}$$



شکل ۸: تعیین داده‌های خاصیت مصالح بتن

دکمه (5) را کلیک کنید. در پنجره ظاهر شده مطابق شکل ۹ مقاومت مشخصه بتن جهت طراحی را وارد کنید. چنانچه با طراحی و ضوابط ساختمانهای با بتن سبک سازه‌ای آشنا هستید و قصد استفاده از آن را دارید ضریب کاهش مقاومت برشی ( $\lambda$ ) را مطابق مبحث ۹ استخراج کرده و در قسمت مربوطه وارد کنید.



شکل ۹: خواص طراحی مصالح بتنی

۳- به نکات زیر توجه داشته باشید.

- تعداد مصالح محدودیتی ندارد و می‌توانید جنس بتن مصرفی در تیر، ستون، دیوار و سقف را متفاوت تعریف کنید لیکن از نظر اجرایی توصیه نمی‌شود. مگر اینکه ساختمان اصولی و تحت نظر مهندس مجری ذیصلاح آنهم با طراحی و نقشه‌های کامل و دقیقی که شما ارائه خواهید کرد اجرا شود.
- بعضی از مهندسين برای **سبک‌سازی!** اقدام به کاهش وزن بتن در تیرها و ستون‌ها با توجیه ناحیه مشترک این اعضا می‌نمایند. عدم کنترل دقیق اجرا باعث وجود خطاهایی می‌گردد که محاسب قادر به ارزیابی و اعمال آن در طرح خود نیست به همین دلیل کارهای اینچینی توصیه نمی‌گردد. درج جزئیات دقیق اجرایی در نقشه‌ها و همچنین تسهیل در اجرا با طراحی دقته، و مدولار و

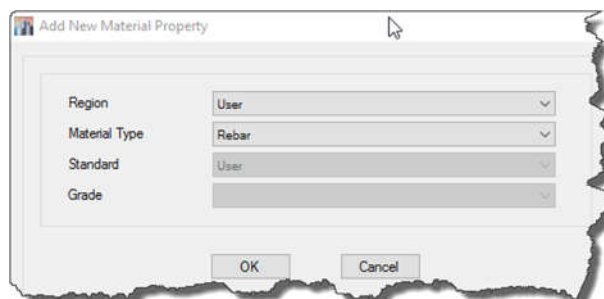
تیب می‌تواند جلوی دوباره‌کاریها را گرفته و سرعت اجرا را بالاتر ببرد؛ که این خود باعث صرفه‌جویی اقتصادی می‌شود پس لطفاً با این توجیحات زندگی مردم و امنیت آنها را فدای سبک‌سازی و جلب نظر بساز و بفروش‌ها نکنید.

- در هنگام بارگذاری به خصوص در سقف، دو رویکرد وجود دارد. در رویکرد اول، بار کل سقف چه بخش سازه‌ای (مثلاً وزن بتن بال و بتن تیرچه‌ها در سقف تیرچه بلوک) و چه بخش غیر سازه‌ای (شامل کف‌سازی، تأسیسات، سقف کاذب و...) محاسبه شده و به سازه اعمال می‌گردد. نرم‌افزار ETABS به صورت خودکار وزن سقف را اعمال می‌کند لذا در این حالت وزن سازه‌ای سقف دوبار محاسبه خواهد شد. برای رفع این مشکل، می‌توان نوع بتن سقف را به صورت مجزا تعریف کرده و در خصوصیات آن جرم مخصوص (و به تبع آن وزن مخصوص) را صفر در نظر بگیریم. نام این بتن را برای تشخیص مثلاً C30-W=0 تعریف می‌کنیم تا اشتباها به تیر و ستون و دیوار تخصیص ندهیم. در رویکرد دوم، وزن سقف را بدون احتساب سازه محاسبه کرده و به ETABS اجازه می‌دهیم خودش وزن سازه را حساب کرده و اعمال کند. در این حالت دیگر نیازی به تعریف بتن با وزن صفر نداریم. تصور می‌کنید این دو حالت چه مقدار تفاوت دارند؟ کدامیک دقیق‌تر است؟ امتحان آن ساده است. انجام دهید و خودتان مشاهده و قضاوت نمایید.

- در هنگام تعیین مشخصات فنی مصالح، نحوه‌ی اجرا، و مسائل جانبی را در نظر بگیرید. در جایی که بتن به صورت غیر اصولی، بدون طرح اختلاط و دستی ساخته می‌شود؛ با وسایل بدوی و به روش‌های انسان‌های نخستین مانند بیل و استانبولی حمل شده و به داخل قالب پرتاب می‌گردد، ویرنه نمی‌شود، نگهداری نمی‌گردد و در نهایت بدون حضور مهندس مجری اجرا شده و نتیجه‌ی آن با آزمایش مشخص نمی‌گردد، استفاده از بتن با مقاومت بالا چیزی جز بازی با زندگی افراد نیست، پس دنیا و عاقبت خود را به رضایت یک انسان نخستین به نام بساز و بنداز از طریق سبک‌سازی!!! نفروشید. البته نهادهای تدوین قوانین (شورای شهر و مجلس)، نهادهای دولتی و کنترلی (وزارت مسکن و شهرسازی، شهرداری و سازمان استاندارد و...)، نهادهای مدنی و سازمان‌های مردم‌نهاد (مانند نظام مهندسی، انجمن‌های صنفی و کانون‌های مهندسی)، مردم ساده و ظاهربین که تفاوت تله‌ی مرگ و مسکن (محل سکونت، امنیت و آسایش) را نمی‌دانند و به خصوص شخص من و شما نیز این وسط مقصر هستیم.

### پ- تعریف مصالح میلگردهای فولادی (آرماتور)

۱- برای تعریف مصالح میلگردهای مسلح کننده‌ی بتن در پنجره‌ی ظاهر شده (شکل ۱۰) در بخش Region ناحیه استاندارد گزینه کاربر User را انتخاب کرده و در بخش Material Type(1) مطابق شکل زیر گزینه‌ی Rebar را انتخاب کنید و کلید OK را کلیک کنید.



شکل ۱۰: اضافه کردن مصالح میلگردهای بتن مسلح

۲- در پنجره‌ی ظاهر شده مشخصات مصالح جهت تحلیل مطابق مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان وارد می‌شود. ابتدا نام مناسبی برای مصالح انتخاب کرده و جرم مخصوص آن را مطابق مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان تنظیم می‌کنیم. سپس مدول الاستیسیته و ضریب انبساط حرارتی را وارد می‌کنیم. بخش‌هایی از مبحث ۶ و ۹ را که در این خصوص لازم است بدانیم استخراج و قید شده‌اند.

۹-۷-۲ در تحلیل خطی مقدار  $E_s = 2 \times 10^5$  مگاپاسکال منظور می‌شود.

شکل ۱۱: مدول الاستیسیته آرماتورها مطابق مبحث ۹



Bsc. Msc. Ceng.

Chartered Structural & Geotechnical engineer

پیوست شماره ۶-۱

جدول شماره پ ۱-۱-۶ جرم مخصوص مواد

جرم مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)	شرح
۲۷۰۰	۱- فلزات
۷۲۰۰	آلومینیم
۷۷۰۰	آهن خام خاکستری
۷۲۰۰	آهن خام سفید
۷۲۰۰	چدن
۷۸۵۰	فولاد نرم

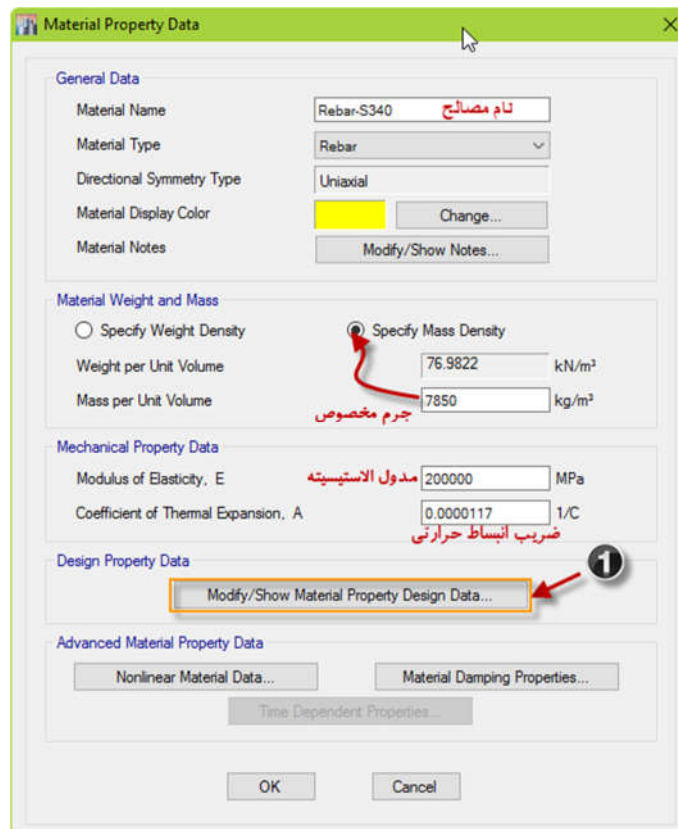
شکل ۱۲: جرم مخصوص فولاد مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران

جدول ۴-۹-۴ ضریب انبساط حرارتی میلگردهای کامپوزیتی

CTE <sup>*</sup> × ۱۰ <sup>-۶</sup> / °C				جهت
میلگرد کامپوزیتی	میلگرد کامپوزیتی	میلگرد کامپوزیتی	فولاد	
الیاف آرامید	الیاف کربن	الیاف شیشه		طولی (α <sub>L</sub> )
۶- تا -۲	۹- تا ۰	۶ تا ۱۰	۱۱/۷	عرضی (α <sub>T</sub> )
۶۰ تا ۸۰	۷۴ تا ۱۰۴	۲۱ تا ۲۳	۱۱/۷	

\* ضریب انبساط حرارتی Coefficient of Thermal Expansion

شکل ۱۳: ضریب انبساط حرارتی آرماتورهای فولادی و کامپوزیتی



شکل ۱۴: نحوه‌ی ورود مشخصات مکانیکی- تحلیلی آرماتورهای فولادی

۳- برای ورود مشخصات مکانیکی بخش طراحی بر روی کلید شماره ۱ مطابق شکل ۱۴ کلیک کنید. در پنجره‌ی ظاهر شده مقادیر مقاومت حد تسلیم و مقاومت نهایی آرماتورهای فولادی را مطابق مبحث ۹ وارد نمایید. تنش تسلیم و تنش نهایی مورد انتظار آرماتورهای فولادی مطابق آیین‌نامه‌های بین‌المللی و از جمله FEMA 356 ۱/۱ برابر مقادیر وارد شده هستند.

رده	علامت مشخصه در استانداردهای ملی ایران	$f_{su}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	طبقه بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر سختی
S۲۴۰	س ۲۴۰	۳۶۰	۲۴۰	ساده	نرم
S۳۴۰	آج ۳۴۰	۵۰۰	۳۴۰	آجدار مارپیچ	نیم سخت
S۴۰۰	آج ۴۰۰	۶۰۰	۴۰۰	آجدار جناقی	نیم سخت
S۵۰۰	آج ۵۰۰	۶۵۰	۵۰۰	آجدار مرکب	سخت

شکل ۱۵: مشخصات مکانیکی- طراحی آرماتورهای فولادی مطابق مبحث ۹

شکل ۱۶: نحوه ی وارد کردن اطلاعات طراحی- مکانیکی آرماتورهای فولادی رده ی S340

### ت- تعریف مصالح سازه های فولادی (نورد شده، مرکب، ساخته شده از ورق)

برای تعریف مصالح فولادی در پنجره ی ظاهر شده (شکل ۱۷) استاندارد اروپا را انتخاب کرده و در بخش (1) Material Type مطابق شکل زیر گزینه ی Steel را انتخاب نموده و در بخش (2) Grade فولاد را مطابق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان ایران انتخاب نمایید.

شکل ۱۷: پنجره ی تعریف مصالح جدید فولادی

۲- مطابق شکل ۱۸ مشخصات تحلیلی- مکانیکی فولاد را که شامل جرم مخصوص، مدول الاستیسیته و... است وارد کرده و وارد بخش طراحی شوید. دقت کنید که باید مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان را خوب مطالعه کرده باشید.

مدول الاستیسیته مصالح فولادی (مدول ارتجاعی) بر اساس بند ۱۰-۱-۴-۲ مبحث دهم  $E = 2 \times 10^5$  مگاپاسکال در نظر گرفته می‌شود. ضریب پواسن مصالح فولادی ( $\nu$ ) بر اساس بند ۱۰-۱-۴-۳ مساوی 0.3 در نظر گرفته می‌شود. بر اساس روابط بند ۱۰-۲-۴-۵ مبحث دهم مدول الاستیسیته برشی از رابطه  $G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{E}{2.6}$  تعیین می‌گردد. ضریب انبساط و انقباض حرارتی فولاد بر اساس بند ۱۰-۲-۶ به ازای هر درجه سانتیگراد مساوی  $12 \times 10^{-6}$  در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱۸: پنجره ورود مشخصات تحلیلی- مکانیکی فولاد

۳- در بخش داده‌های طراحی، مشخصات مکانیکی فولاد مطابق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان ایران مطابق شکل ۱۹ وارد می‌گردد. در بند ۱۰-۳-۳-۱ عنوان شده است که باید رابطه زیر بین مقاومت کششی نهایی و حد تسلیم فولاد مصرفی برقرار باشد:

$$F_u \geq 1.2F_y \quad (1-3-3-10)$$

بر اساس بند ۱۰-۳-۳-۱ ضریب  $R_y$  که نسبت مقاومت مورد انتظار به حداقل مقاومت تعیین شده؛ می‌باشد و به نوع فولاد، افزودنی‌های به کار رفته در طی روند تولید فولاد در کارخانجات و شکل مقطع بستگی دارد باید مطابق جدول ۱۰-۲-۳-۱ باشد. این ضریب به منظور در نظر گرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز در محاسبات استفاده می‌شود.

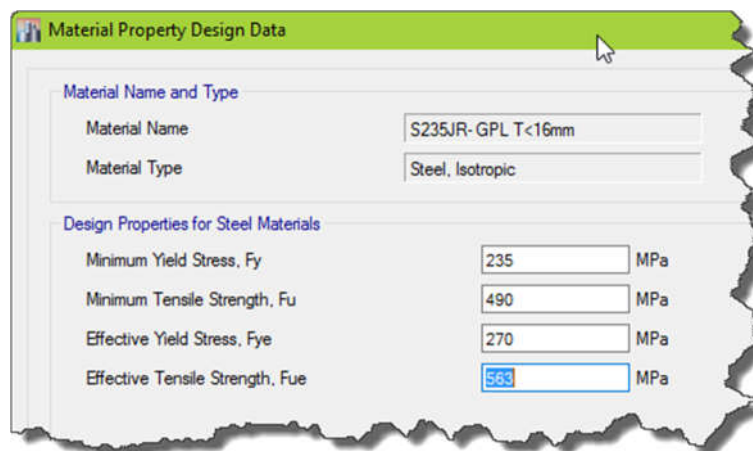
حدافل تنش تسلیم برای ضخامت قطعه به mm					مقاومت کششی برای ضخامت (mm)			نوع فولاد
>۸۰	>۶۳	>۴۰	>۱۶	≤۱۶	>۱۰۰	≥۳	<۳	
≤۱۰۰	≤۸۰	≤۶۳	≤۴۰		≤۱۵۰	≤۱۰۰		
N/mm					N/mm			
۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۲۵	۲۳۵	۳۵۰-۵۰۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	S۲۳۵JR
۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۲۵	۲۳۵	۳۵۰-۵۰۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	S۲۳۵J۰
۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۲۵	۲۳۵	۳۵۰-۵۰۰	۳۶۰-۵۱۰	۳۶۰-۵۱۰	S۲۳۵J۲
۲۳۵	۲۴۵	۲۵۵	۲۶۵	۲۷۵	۴۰۰-۵۴۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۳۰-۵۸۰	S۲۷۵JR
۲۳۵	۲۴۵	۲۵۵	۲۶۵	۲۷۵	۴۰۰-۵۴۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۳۰-۵۸۰	S۲۷۵J۰
۲۳۵	۲۴۵	۲۵۵	۲۶۵	۲۷۵	۴۰۰-۵۴۰	۴۱۰-۵۶۰	۴۳۰-۵۸۰	S۲۷۵J۲
۳۱۵	۳۲۵	۳۳۵	۳۴۵	۳۵۵	۴۵۰-۶۰۰	۴۷۰-۶۳۰	۵۱۰-۶۸۰	S۳۵۵JR
۳۱۵	۳۲۵	۳۳۵	۳۴۵	۳۵۵	۴۵۰-۶۰۰	۴۷۰-۶۳۰	۵۱۰-۶۸۰	S۳۵۵J۰
۳۱۵	۳۲۵	۳۳۵	۳۴۵	۳۵۵	۴۵۰-۶۰۰	۴۷۰-۶۳۰	۵۱۰-۶۸۰	S۳۵۵J۲
۳۱۵	۳۲۵	۳۳۵	۳۴۵	۳۵۵	۴۵۰-۶۰۰	۴۷۰-۶۳۰	۵۱۰-۶۸۰	S۳۵۵K۲

شکل ۱۹: مشخصات مکانیکی - طراحی فولاد مطابق مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان

$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y}$	جدول ۱-۲-۳-۱۰ مقادیر $R_y$ برای انواع تولیدات فولاد
$R_y$	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نوردشده
۱/۲۰	سایر مقاطع نوردشده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	مقاطع ساخته‌شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها

شکل ۲۰: نسبت مقاومت مورد انتظار به حدافل مقاومت تأمین شده مطابق مبحث ۱۰

نکته: همانطور که مشاهده می‌شود، تنش تسلیم فولاد وابسته به ضخامت است (آیا دلیل آن را می‌دانید؟) و به ناچار باید مصالح مختلفی بر حسب ضخامت معرفی کنیم. علاوه بر آن به دلیل تفاوت در  $R_y$  فولاد مقاطع نورد شده با فولاد مقاطع ساخته شده با ورق و مقاطع لوله‌ای و توخالی نورد شده باید متفاوت تعریف شود. ضخامت بخشهای تشکیل دهنده مقاطع نورد شده به خصوص پروفیل‌های متداول در ایران کمتر از ۱۶ میلیمتر است (می‌توانید آن را در جدول اشتال بررسی کنید) پس یک مصالح کفایت آن را می‌کند لیکن برای پروفیل‌های ساخته شده با ورق باید دقت نمود.



شکل ۲۱: اطلاعات مکانیکی طراحی مقاطع ساخته شده با ورق، با ضخامت کمتر از ۱۶ میلیمتر

موفق باشید

