INSO
16348
1st. Edition
May.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۶۳۴۸
چاپ اول
اردیبهشت ۱۳۹۲

تیرآهن گرم نوردیده نیمه سبک بال‌نیم‌پهن موازی (I-۷)- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

Hot-Rolled Semi Light Weight, Medium Flange I-7 Beam – Specification and Test Methods

ICS:77.140.70

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« تیرآهن گرم نوردیده نیمه سبک بال‌نیم‌پهن موازی (I-۷)- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
صبوری ،سعید (دکتری مهندسی سازه)	عضو هیأت علمی واستاد دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دبیر:	
درایتی، حسین (لیسانس متالورژی)	سرپرست گروه پژوهشی مکانیک وفلزشناسی پژوهشگاه استاندارد
اعضاء(به ترتیب حروف الفبا) :	
آزاد، احمد (لیسانس متالورژی)	رئیس پژوهش و توسعه گروه ملی صنعتی فولاد ایران
اقبالی،فریده (فوق لیسانس متالورژی)	کارشناس مسئول اداره کل استانداردوتحقیقات صنعتی استان هرمزگان
امامیان رستمی، عبدالکریم (لیسانس متالورژی)	رئیس بهره‌برداری خط ۶۳۰ گروه ملی صنعتی فولاد ایران
باقوت، بهنام (فوق لیسانس متالورژی)	کارشناس رسمی استاندارد
بهادرانی،رضا (فوق لیسانس متالورژی)	کارشناس کیفیت گروه ملی صنعتی فولاد ایران
بیرگانی،صولت (لیسانس متالورژی)	مدیر کیفیت گروه ملی صنعتی فولاد ایران
پولادگر ، عبدالعلی (لیسانس مکانیک)	رئیس آزمایشگاههای گروهملی صنعتی فولاد ایران
تقی پور، حسن (لیسانس متالورژی)	رئیس بهره‌برداری خط ۶۵۰ گروه ملی صنعتی فولاد ایران
داودی، علی (فوق لیسانس متالورژی)	کارشناس مسئول اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان خوزستان

دهواریان، فریده (لیسانس متالورژی)	کارشناس ارشد برنامه ریزی تولید تیرآهن گروه ملی صنعتی فولاد ایران
زمانی نژاد، امیر (فوق لیسانس متالورژی)	کارشناس مسئول اداره کل نظارت سازمان ملی استاندارد ایران
شالبافی، علیرضا (لیسانس متالورژی)	مدیر امور مهندسی گروه ملی صنعتی فولاد ایران
شاه محمودی، بهزاد (لیسانس فیزیک)	سرپرست پژوهشکده برق،مکانیک وساختمان پژوهشگاه استاندارد ایران
عبادی، پرویز (دکتری مهندسی سازه)	عضو هیأت علمی واستادیار موسسه آموزش عالی صدرالمتالهین (صدرا)
کاظمی، البرز (فوق لیسانس مکانیک)	مدیر تولید تیرآهن گروه ملی صنعتی فولاد ایران
کامجو، هادی (لیسانس متالورژی)	کارشناس گروه پژوهشی مکانیک وفلزشناسی پژوهشگاه استاندارد ایران
کامیاری، محمدرضا (لیسانس متالورژی)	سرپرست کنترل کیفی بخش تیرآهن گروه ملی صنعتی فولاد ایران
گپل پور، محمدرضا (فوق لیسانس متالورژی)	رئیس کنترل کیفیت شرکت فولاد کاویان
محقق زاده،رضا (لیسانس متالورژی)	رئیس کنترل کیفیت فولاد ناب تبریز
مرادی، سعید (لیسانس معدن)	رئیس کنترل کیفیت گروه ملی صنعتی فولاد ایران
وطن دوست فر،حمید (لیسانس متالورژی)	مدیرکنترل کیفیت آریان فولاد
ولاشجردی فراهانی،ساسان (فوق لیسانس متالورژی)	سرپرست بخش علمی مرکزپژوهش متالورژی رازی

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی باسازمان ملی استاندارد	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش گفتار	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ شناسه	۳
۵ ویژگی‌ها	۳
۶ روش های آزمون	۱۱
۷ کیفیت ظاهری	۱۲
۸ نمونه برداری	۱۲
۹ بازرسی	۱۲
۱۰ بازرسی و آزمون مجدد	۱۳
۱۱ نشانه گذاری	۱۳
۱۲ گواهینامه فنی	۱۴
پیوست الف (اطلاعاتی) روابط ریاضی مورد نیاز در کنترل ابعاد تیرآهن	۱۵
پیوست ب (اطلاعاتی) کنترل مقادیر ایستائی	۱۶

پیش گفتار

استاندارد" تیرآهن گرم نوردیده نیمه سبک بال‌نیم‌پهن موازی (I-۷)- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون " که پیش نویس آن درکمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در هفتصد و هفتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۱/۷/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و الزامات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱ تحقیقات انجام گرفته توسط سعید صبوری و پرویز عبادی، بررسی رفتار الاستیک و پلاستیک پروفیلهای فولادی نیمه سبکIPEگروه ملی صنعتی فولاد ایران، گزارش پژوهشگاه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تیر ماه ۱۳۹۱.

۲ استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۷۹۱: تیرآهن گرم نوردیدهٔ بال نیم پهن موازی – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.

۳ آئین نامهٔ فولاد ایران (مبحث۱۰ از مجموعه مقررات ملی ساختمان ایران).

تیرآهن گرم نوردیده نیمه سبک بال‌نیم‌پهن موازی (I-۷)- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات فنی، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون تیرآهن گرم نوردیدهٔ بال نیم پهن موازی نیمه سبک می‌باشد

این استاندارد برای تولید و مصرف تیرآهن با نمرهٔ ۱۲ الی ۲۰ سانتی‌متر کاربرد دارد.

این استاندارد انواع تیرآهن های گرم نوردیده زیررا شامل نمی گردد:

- بال باریک شیب‌دار با نشانه اختصاری I-۱
- بال نیم پهن موازی با نشانه اختصاری I-۲
- بال پهن شیب‌دار با نشانه اختصاری I-۳
- بال پهن موازی سبک با نشانه اختصاری I-۴
- بال پهن موازی متوسط با نشانه اختصاری I-۵
- بال پهن موازی سنگین با نشانه اختصاری I-۶

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی به آن‌ها ارجاع داده شده است.

درصورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

۲-۱ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۷۹: فولاد های کربنی و کم آلیاژ- اندازه گیری عناصر توسط طیف سنجی نشر نوری تحت خلاء- روش آزمون.

۲-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۹۳۷۶: فولاد و چدن- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها برای اندازه گیری ترکیبات شیمیایی.

۲-۳ استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۱: فولاد و محصولات فولادی– محل و آماده سازی نمونه ها و آزمونه ها برای آزمون های مکانیکی.

۲-۴ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۷۲: مواد فلزی – آزمون کشش در دمای محیط.

۲-۵ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۶: آزمون خمش فولاد.

۲- ۶ استاندارد ملی شماره ۳-۹۷۰۲ :الزامات تحویل برای شرایط سطحی صفحات ، محصولات تخت عریض ومقاطع گرم نوردیده فولادی -قسمت سوم-مقاطع

۲-۷ استاندارد ملی شماره۱-۷۹۶: مواد فلزی -آزمون ضربهی آونگی شارپی- قسمت ۱- روش آزمون

2-8 BS EN10034:Structural steel I and H section-Tolerances on shape and dimensions,1993

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌روند:

۱-۳

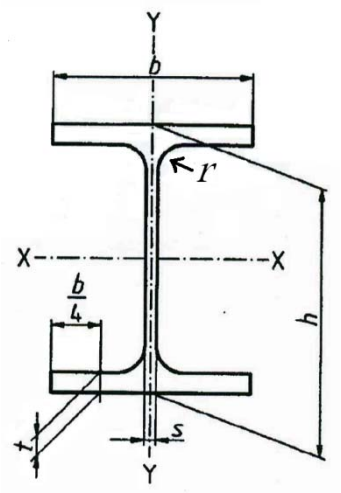
نشانه اختصاری

نشانه اختصاری از حرف I که نشان‌دهنده شکل مقطع تیرآهن است و یک شماره یک رقمی که نشان‌دهنده نـوع مقطع مربوطه می‌باشد، تشکیل می‌شود(برای مثال I-۷).

۲-۳

تیرآهن نیمه سبک بال نیم پهن موازی

محصولی فولادی تولید شده با روش نورد گرم با سطح مقطع معین که از قسمت میانی به‌نام جان و دو لبهٔ موازی به‌نام بال مطابق شکل (۱) تشکیل شده است. در این شکل ضخامت بال در فاصله یک چهارم عرض بال مقطع اندازه گیری شده است.



راهنما

h: ارتفاع

b:عرض بال

t: ضخامت بال

s:ضخامت جان

r: شعاع گوشه‌ها

شکل ۱- تصویر مقطع یک تیرآهن نیمه سبک بال نیم پهن موازی

۳-۳

ارتفاع تیرآهن (*h*)

فاصلهٔ خارجی بین دو بال در امتداد محور عرضی جان.

۴-۳

نمرهٔ تیرآهن

عددی که نشان دهندهٔ ارتفاع اسمی تیرآهن برحسب سانتی‌متر می‌باشد.

۵-۳

بسته[1]

مجموعه‌ای از شاخه‌های تیرآهن مطابق بند ۵ که به‌شکل مناسبی با حداقل دو تسمه یا مفتول به‌صورت یک مجموعه واحد ارایه می‌گردد.

۶-۳

محموله[2]

محموله عبارت ازمجموعه یک یا چند بسته تیرآهن دارای نمره یکسان یا متفاوت است.

۴ شناسه

شناسه محصول باید به‌صورت زیر نمایش داده شود:

الف- نشانه اختصاری محصول (I-۷)؛

ب- نمره تیرآهن؛

ج- حداقل استحکام تسلیم فولاد مربوطه برحسب نیوتن بر میلی‌مترمربع.

مثال- تیرآهنی از نوع I-۷ با نمره ۱۶ را که حداقل استحکام تسلیم فولاد آن ۲۷۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع است، به صورت زیر نمایش می‌دهند:

I-۷-۱۶-۲۷۵

۵ ویژگی‌ها

۵-۱ مشخصات فیزیکی

۵-۱-۱ ابعاد، اندازه‌ها و مقادیر ایستایی

ابعاد اسمی، اندازه‌های اسمی و مقادیر ایستائی اسمی در جدول ۱ درج شده‌اند.

سطح مقطع، وزن، مساحت سطح خارجی و مقادیر ایستائی مطابق روابط ریاضی مندرج در پیوست الف می‌باشند.

۵-۱-۲ رواداری‌ها

۵-۱-۲-۱ ارتفاع (h)

ارتفاع مقطع تیرآهن برروی خط مرکزی ضخامت جان اندازه‌گیری و رواداری آن باید مطابق جدول۲ باشد.

---

[1]- Bundle

[2] Consignment

۵-۱-۲-۲ عرض بال (b)

رواداری عرض بال باید مطابق جدول ۲ باشد.

۵-۱-۲-۳ ضخامت جان (s)

ضخامت جان در نقطه مرکزی بعد h اندازه‌گیری و رواداری آن باید مطابق جدول ۲ باشد.

۵-۱-۲-۴ ضخامت بال (t)

ضخامت بال در یک چهارم عرض بال از لبه اندازه‌گیری می شود و رواداری آن باید مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۱ – ابعاد، وزن و مقادیر ایستائی برای مقاطع I (سری ۷–I)

نمره تیرآهن	ابعاد(mm)					سطح مقطع	وزن واحد طول	مساحت سطح خارجی	مقادیر ایستائی						ممان درجه ۱ نیم مقطع	فاصله بین مرکزثقل کشش
									محورx-x			محورy-y				
	ارتفاع h	عرض بال b	ضخامت جان s	ضخامت بال t	شعاع گوشه r	F Cm^2	G Kg/m	Au m^2/m	ممان درجه ۲ سطح I_x Cm^4	مدول مقطع W_x Cm^3	شعاع ژیراسیون r_x Cm	ممان درجه ۲ سطح I_y Cm^4	مدول مقطع W_y Cm^3	شعاع ژیراسیون r_y Cm	S_x Cm^3	Spx (Cm)
۱۲	۱۲۰	۶۳	۴	۵٫۴	۷	۱۱٫۶	۹/۱	۰/۴۵۰	۲۷۹	۴۶/۴۷	۴٫۹۰	۲۲/۶۲	۷٫۱۸	۱٫۴۰	۲۶٫۵۷	۱۰/۴۹
۱۴	۱۴۰	۷۲	۴٫۱	۶٫۲	۷	۱۴٫۶	۱۱٫۴	۰/۵۲۶	۴۸۷	۶۹/۵۹	۵/۷۸	۳۸/۷۰	۱۰٫۷۵	۱/۶۳	۳۹٫۵۲	۱۲/۳۳
۱۶	۱۶۰	۸۱	۴٫۷	۶٫۶	۹	۱۸٫۳	۱۴٫۴	۰/۵۹۱	۷۸۹	۹۸/۵۹	۶/۵۷	۵۸/۷۴	۱۴٫۵۰	۱٫۷۹	۵۶٫۱۵	۱۴/۰۵
۱۸	۱۸۰	۹۰	۵٫۳	۷٫۲	۹	۲۲/۴	۱۷٫۶	۰/۶۶۶	۱۲۱۴	۱۳۴/۸۹	۷/۳۶	۸۷/۸۶	۱۹٫۵۲	۱/۹۸	۷۶٫۹۶	۱۵/۷۷
۲۰	۲۰۰	۹۹	۵٫۷	۷٫۳	۱۲	۲۶٫۳	۲۰٫۶	۰/۷۲۶	۱۷۴۵	۱۷۴/۵۴	۸/۱۵	۱۱۸/۷۸	۲۴/۰۰	۲/۱۳	۹۹٫۶۹	۱۷/۵۱

جدول ۲–رواداری‌های ابعاد برای مقاطع I (سری I–۷)

نمره تیرآهن	رواداری ابعاد(mm)			
	ارتفاع h	عرض بال b	ضخامت جان s	ضخامت بال t
۱۲	+۳ −۲	+۴ −۱	±۰/۷	+۱/۵ −۰/۵
۱۴	+۳ −۲	+۴ −۱	±۰/۷	+۱/۵ −۰/۵
۱۶	+۳ −۲	+۴ −۱	±۰/۷	+۲ −۱
۱۸	+۳ −۲	+۴ −۱	±۰/۷	+۲ −۱
۲۰	+۴ −۲	+۴ −۱	±۰/۷	+۲ −۱

۵-۱-۲-۵ رواداری وزن

میزانرواداری وزن هرشاخه تیرآهن باید حداکثر ٪۴±وزن اسمی آن باشد.

انحراف وزن عبارت از اختلاف بین وزن واقعی بسته یا قطعه و وزن محاسباتی می‌باشد.

وزن مشخص شده در جدول شماره ۱ براساس جرم حجمی فولاد یعنی ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است.

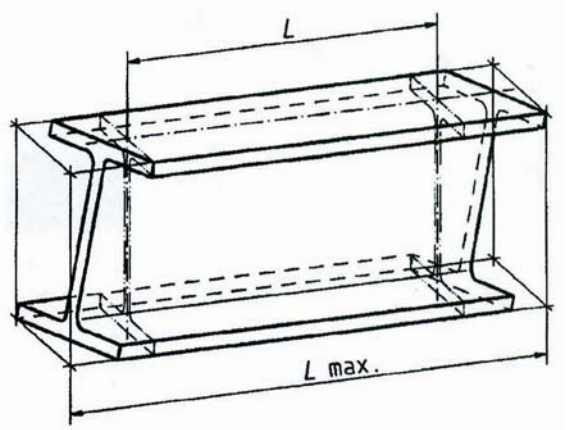
۵-۱-۲-۶ رواداری طول

مقاطع باید در طول‌های مورد سفارش با یکی از رواداری‌های مندرج در جدول ۳ بریده شوند. طول مفید تیرآهن (L) عبارت است از فاصله بین دو برش عمود بر محور طولی تیرآهن.

یادآوری-Lبیان‌گر بلندترین طول مقطع می‌باشد، با این فرض که دو انتهای مقطع گونیا بریده شوند

جدول ۳- رواداری طول(L)

نوع تولیدات		طول mm	رواداری mm
تولیدات عادی	با طول ثابت	تا ۱۲۰۰۰	±۵۰
	با طول‌های مختلف	۴۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰	--
تولیدات سفارشی[الف]	با طول معین	تا ۱۵۰۰۰	±۵ یا ±۱۰ یا ±۲۵
	با طول معین و دقیق	تا ۱۵۰۰۰	براساس توافق بین سازنده و خریدار
الفمنظور، سفارش براساس توافق بین سازنده و خریدار است و این مقادیر برای توزیع عمومی کاربرد ندارند.			



راهنما

L طول

L_{max} بیشینه طول

شکل ۲- اندازه گیری طول L

۵-۱-۲-۷ قائم بودن برش عرضی (e)

سطح برش عرضی باید بر محور طولی عمود باشد. انحراف از قائم بودن (کجی) برش عرضی بر اساس شکل ۳ نسبت به ارتفاع یا بال (بسته به نوع کجی برش) سنجیده می‌شود و انحراف مجاز آن طبق جدول ۴ می‌باشد.

شکل ۳- انحراف از قائم بودن برش عرضی

جدول ۴- انحراف مجاز از قائم بودن برش عرضی

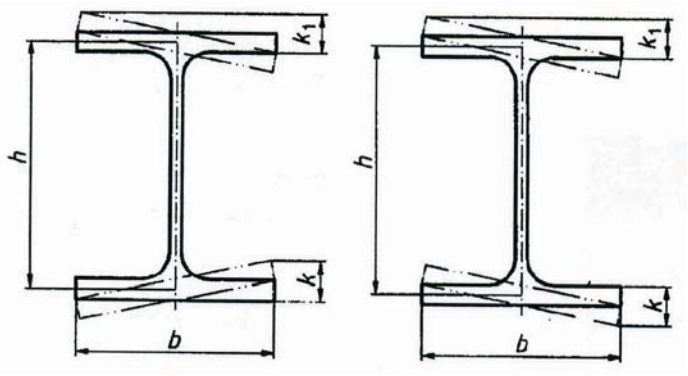
نوع کجی برش	حداکثر انحراف مجاز کجی برش (e)
نسبت به ارتفاع	۱٫۶ درصد ارتفاع
نسبت به بال	۱٫۰ درصد عرض بال

۵-۱-۲-۸ انحراف بال $(k+k_1)$

بال‌ها باید بر جان تیرآهن عمود باشند. انحراف بال مقطع نباید از مقادیر مندرج در جدول ۵ تجاوز کند.اندازه‌گیری انحراف هربال از وضعیت عمود نسبت به جان تیرآهن باید مطابق شکل ۴ صورت گیرد.

جدول ۵- انحراف مجاز بال ها نسبت به جان($k+k_1$)

عرض بال	حداکثر انحراف mm
$b \leq ۱۱۰$	۱/۵



شکل ۴- انحراف بال در تیرآهن

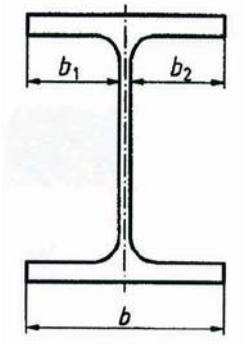
۵-۱-۲-۹ تقارن بال‌ها نسبت به جان (m)

بال‌ها باید نسبت به جان متقارن باشند (شکل ۵ را ببینید). در غیراین‌صورت مقدار عدم تقارن بال-ها نسبت به محور عبورکننده ازمرکزجان تیرآهن نباید از مقادیر مندرج در جدول ۶ بیش‌تر باشد.اندازه گیری و محاسبه این مقدار با توجه به شکل ۵ و رابطه زیرصورت می گیرد:

$$m = \frac{|b_1 - b_2|}{2}$$

جدول ۶- عدم تقارن مجاز

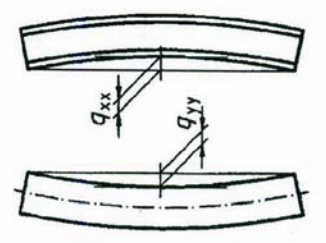
نشانهٔ اختصاری تیرآهن	حداکثر عدم تقارن mm
$I_7$۱۲۰-$I_7$۲۰۰	۲/۵



شکل ۵- عدم تقارن در تیرآهن

۵-۱-۲-۱۰ راست بودن (q_{xx} یا q_{yy})

راست بودن باید مطابق الزامات مندرج در جدول ۷ باشد.اندازه‌گیری راست بودن به‌کمک یک لبه راست مرجع انجام می‌شود(به شکل ۶ مراجعه گردد). استفاده از یک سیم یا ریسمان کشیده شده صاف به‌عنوان یک لبه راست برای اندازه‌گیری انحرافات در صفحه افقی قابل قبول است.



شکل ۶- اندازه‌گیری راست بودن تیرآهن

اندازه‌گیری راست بودن به‌صورت‌های زیر انجام می‌شود:

الف- برای محور q_{xx}

تیرآهن را در موقعیت H مطابق شکل ۶ قرار داده و بااستفاده از یک ریسمان یا سطح صاف انحراف از راست بودن را بین دو انتهای محدودنشده اندازه‌گیری کنید.

ب- برای‌محور q_{yy}

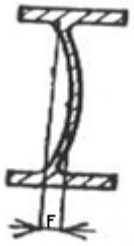
تیرآهن را در موقعیت I مطابق شکل ۶ قرار داده و با استفاده از یک ریسمان یا سطح صاف انحراف از راست بودن را بین دو انتهای محدود نشده اندازه‌گیری کنید.

جدول ۷- رواداری ناراستی

ارتفاع مقطع h mm	رواداری ناراستی نسبت به محورهای q_{xx} و q_{yy} mm
۱۲۰< h ≤۱۸۰	۰٫۰۰۳۰ L
h=۲۰۰	۰٫۰۰۱۵ L

۵-۱-۲-۱۱ خمیدگی جان (f)

میزان خمیدگی جان تیرآهن که با f نشان داده می‌شود، نباید از مقادیر مندرج در جدول ۸ بیش‌تر باشد. اندازه گیری خمیدگی تیرآهن مطابق شکل۷ انجام می‌شود.



شکل ۷- اندازه‌گیری خمیدگی تیرآهن

جدول ۸- مقادیر مجاز خمیدگی جان(f)

نمره تیرآهن	حداکثر خمیدگی(f) mm
۱۲	۱/۰
از ۱۴ تا و شامل ۲۰	۱/۵

۵-۲ ترکیب شیمیایی

۵-۲-۱ عناصر متشکله مذاب

برای تعیین درصد عناصر اصلی باید از هر ذوب حداقل یک نمونه گرفته شود. درصد وزنی عناصر تعیین شده باید مطابق با جدول ۹ باشد.

جدول ۹- ترکیب شیمیایی مذاب

نوع فولاد	حداکثردرصد وزنی عناصر							
	کربن	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد	نیتروژن	مس	کربن معادل[الف]
فولاد ۲۷۵	۰/۱۸	-	۱/۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۱۲	۰/۵۵	۰/۴۰
فولاد ۲۹۵	۰/۲۰	۰/۵۰	۱/۵۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۲	۰/۵۵	۰/۴۵

الف مقدار کربن معادل از رابطه $C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V+Mo)}{5} + \frac{(Cu+Ni)}{15}$ محاسبه می‌شود.

۵-۲-۲ عناصر متشکله محصول

درصد وزنی عناصر نمونه آزمون انتخاب شده از تیرآهن باید با ترکیب شیمیایی مذاب و با توجه به رواداری‌های جدول ۱۰ مطابقت نماید.

یادآوری ـ با توجه به درصد عناصر متشکله و رواداری‌های داده شده، تیرآهن‌های تولیدی از جوش پذیری خوبی برخوردار خواهند بود.

جدول ۱۰- رواداری عناصر متشکله محصول نسبت به مذاب

نام عنصر	میزان رواداری برحسب درصد وزنی
کربن	+ ۰/۰۳
سیلیسیم	+ ۰/۰۵
منگنز	+ ۰/۱۰
فسفر	+ ۰/۰۱۰
گوگرد	+ ۰/۰۱۰
نیتروژن	+ ۰/۰۰۲
مس	+ ۰/۰۵

۵-۳ خواص مکانیکی

تنش تسلیم،استحکام کششی و درصد ازدیاد طول نسبی تیرآهن باید با مندرجات جدول ۱۱ مطابقت نماید. لازم به ذکر است که بر روی سطح خارجی نمونه‌ای که برطبق شرایط مندرج در جدول ۱۱ تحت آزمون خمش قرار می‌گیرد، پس از آزمون نباید هیچ گونه ترک، شکستگی و سایر عیوب مشاهده شود.

جدول ۱۱– خواص مکانیکی

نوع فولاد	آزمون کشش			شرایط آزمون خمش ۱۸۰ درجه نسبت قطر فک خمش به ضخامت نمونه(حداکثر)
	حداقل تنش تسلیم N/mm^2	استحکام کششی N/mm^2	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی[الف]	
فولاد۲۷۵	۲۷۵	۴۳۰ – ۵۸۰	۲۲	۲/۵ برابر ضخامت جان
فولاد۲۹۵	۲۹۵	۴۳۰ – ۶۳۰	۲۲	۲/۵ برابرضخامت جان

الف ازدیاد طول نسبی باتوجه به طول سنجه و براساس معادله $5.65\sqrt{S_0}L_0$=به‌دست می‌آید.

۵-۳-۱آزمون ضربه

درصورت توافق خریدار و مشتری آزمون ضربه مطابق استاندارد ملی ۱-۷۹۶ انجام می گیرد.

روش‌های آزمون

۶-۱ تعیین درصد عناصر متشکله

۶-۱-۱ روش تعیین درصد عناصر باید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۷۹،انجام شود.

۶-۱-۲نمونه برداری جهت انجام این آزمون در صورت استفاده از روش شیمیایی باید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۹۳۷۶ انجام شود.

در صورت استفاده از روش شیمی تر توصیه می‌شود نمونه برداری مطابق دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی مربوطه انجام گیرد.

۶-۲ آزمون کشش و خمش

۶-۲-۱ تعداد نمونه‌های آزمون کشش و خمش

از هر بسته یا بَهر به مقدار لازم مطابق جدول ۱۲ جهت آزمون کشش و خمش نمونه برداری کنید.

۶-۲-۲ محل و موقعیت نمونه‌های آزمون

محل و موقعیت نمونه‌های آزمون در استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۱ مشخص شده است.

۶-۲-۳ آزمون کشش باید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۷۲ و آزمون خمش نیز بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۶ انجام گیرد.

۶-۳ سنجش ابعاد و وزن

نمونه مورد ارزیابی (آزمونه) که بر اساس روش مندرج در بند ۸ انتخاب گردیده، ابتدا از نظر ابعاد و اندازه‌های مورد نظر توسط وسایل سنجش دقیق اندازه‌گیری شده و با مقادیر ابعاد و رواداری‌های مربوطه مندرج در جداول ۱ تا ۸ ارزیابی می‌گردد.

سپس نمونه با ترازو توزین و براساس طول دقیق اندازه‌گیری شده آن، مقدار اختلاف یا انحراف از اندازه اسمی طبق رابطه زیر جهت ارزیابی و تصمیم‌گیری به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد انحراف وزن} = \frac{W_1 - (WL_1)}{W_1} \times 100$$

که در آن :

الف - برای تک شاخه

W_1 وزن نمونه مورد ارزیابی(آزمونه) برحسب کیلوگرم؛

W وزن یک متر مطابق جدول شماره ۱؛

L_1 طول نمونه مورد ارزیابی (آزمونه) بر حسب متر (حداقل ۳۰۰ میلی‌متر).

ب- برای بسته یا مجموعه

W_1 وزن بسته یا مجموعه بر حسب کیلوگرم؛

Wوزن یک متر مطابق جدول شماره ۱؛

L_1 مجموع طول شاخه‌ها در بسته یا مجموعه بر حسب متر.

درصد انحراف وزن به دست آمده باید در حد مقادیر رواداری وزن مندرج در بند ۵-۱-۲-۵ باشد.

۷ کیفیت ظاهری

تیرآهن‌های تولیدی باید دارای سطح صاف و به‌گونه‌ای باشند که کیفیت آن‌ها با روش نورد تیرآهن مطابقت داشته و عاری از عیوب مضر از جمله ترک، دوپوستگی، پارگی، ناخالصی‌های غیرفلزی و تا خوردگی روی سطح بوده و در انتهای شاخه‌ها نباید تورق (لایه لایه شدن) وجود داشته باشد. در صورتی‌که روی سطوح تیرآهن عیوب جزیی مشاهده شود، می‌توان آن‌ها را به‌روش سنگ‌زنی یا روش‌های دیگر از بین برد و این به‌شرطی است که ضخامت قسمت‌های سنگ خورده از حد رواداری‌های مربوطه کم‌تر نشود. همچنین قسمت‌های اصلاح شده باید کاملاً پرداخت شوند و مرز بین قسمت اصلاحی و سطح نورد شده صاف و هموار باشد. جهت اطلاع از جزییات کیفیت ظاهری و ترمیم عیوب سطحی به استاندارد ملی شماره ۳-۹۰۷۲ مراجعه کنید.

۸ نمونه‌برداری

ملاک ارزیابی محصولات عرضه شده چه براساس سفارش و چه غیر آن مبتنی بر نتایج حاصل از آزمون نمونه برداشتی طبق جدول ۱۲ می‌باشد.به‌هرحال تولیدکننده باید سیستم کنترل کیفیت و بازرسی‌های خود را به‌گونه‌ای اعمال نماید که ضمن تضمین مشخصات مندرج در گواهینامه صادره، حصول نتایج مورد قبول نمونه‌های برداشتی براساس جدول ذیل را نیز تضمین کند.

جدول۱۲- تعداد نمونه برداری

نوع آزمون	برای ذوب واحد	برای ذوب‌های مخلوط	حداقل طول نمونه برداشتی
کشش، خمش، آنالیز شیمیایی	به‌ازای هر ۵۰ تن و کسر آن حداقل یک نمونه	به‌ازای هر ۲۰تن یا کسری از آن، حداقل یک نمونه	۶۰۰ میلیمتر
اندازه‌گیری ابعاد و وزن واحدطول	به‌ازای هر بسته یک نمونه		۳۰۰ میلیمتر

۹ بازرسی

مشخصات فیزیکی (ابعاد، اندازه‌ها، وزن و شکل ظاهری)، عناصر متشکله، خواص مکانیکی (تنش تسلیم،استحکام کششی، ازدیاد طول نسبی و خمش)، جوش‌پذیری و کیفیت ظاهری باید با توجه به رواداری‌های مربوطه مطابق با مندرجات بندهای ۵ و ۷ باشند.

در صورت عدم تطابق هر یک از موارد فوق، باید به‌صورت زیر تصمیم‌گیری و اقدام شود:

۹-۱ مشخصات فیزیکی

۹-۱-۱ عدم تطابق ابعاد و اندازه‌ها و پارامترهای موثر بر مقاومت ایستائی محصول، محصول را خارج از حد استاندارد می‌نماید.

۹-۱-۲ درصورتی‌که نتایج وزن نمونه مورد آزمون با مندرجات جدول ۱ مطابقت نداشته باشد، بازرسی مجدد براساس بند ۱۰-۲ انجام می‌گیرد.

۹-۱-۳ عدم تطابق شکل ظاهری، محصول را به‌طورکلی غیرقابل عرضه برای مصرف می‌سازد.

۹-۲خواص مکانیکی

درصورتی‌که نتایج آزمون مکانیکی تیرآهن با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت کامل نداشته باشد، آزمون مجدد براساس بند۱۰-۱ انجام می‌گیرد.

۱۰ بازرسی و آزمون مجدد

۱۰- ۱ بازرسی و آزمون مجدد خواص مکانیکی

درصورتی‌که نتایج آزمون مکانیکی با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت نداشته باشند، باید نمونه‌های مجدد به تعداد دو برابر مورد نیاز آزمون مربوطه از محصول برداشته و آزمایشات لازم را تکرار کرد. چنانچه نتایج آزمون اخیر با شرایط این استاندارد مطابقت داشته باشد، نتایج آزمون اولیه مدنظر قرار نمی‌گیرد و در غیراین‌صورت محصول خارج از استاندارد می‌باشد.

یادآوری –به‌جز موارد یاد شده، در موارد زیر نیز آزمون تکرار می‌شود:

- احتمال وجود خطا در مراحل انجام آزمایش
- وجود عیوب ظاهری در سطح نمونه
- چنانچه فاصله بین محل گسیختگی و نزدیک‌ترین علامت طول مؤثر (سنجه) کم‌تر از یک‌سوم طول مؤثر اولیه بوده و ازدیاد طول نسبی در حد استاندارد نباشد.

۱۰-۲ اندازه‌گیری مجدد وزن

درصورتی‌که نتایج وزن آزمونه با مندرجات جدول ۱و با درنظر گرفتن رواداری بند ۵-۱-۲-۵ مطابقت نداشته باشد، باید دو آزمونه از شاخه‌های دیگر برداشته و توزین گردد. نتایج این دو آزمونه ملاک ارزیابی بوده و نتیجه توزین اولیه مدنظر قرار نمی‌گیرد.

۱۱نشانه‌گذاری

۱۱-۱ نشانه گذاری روی بسته

بسته‌های تیرآهن باید دارای حداقل یک پلاک مشخصات باشند و نشانه‌های زیر به‌طور مشخص روی آن‌ها حک یا نوشته شوند:

۱۱-۱-۱ شماره بسته

۱۱-۱-۲نشانه شناسایی(شناسه)

۱۱-۱-۳وزن بسته برحسب کیلوگرم

۱۱-۱-۴شماره ذوب/بهر

۱۱-۱-۵نام یا نشان تجارتی تولید کننده

۱۱-۱-۶نشان استاندارد (درصورتی‌که مشمول مقررات استاندارد اجباریباشد،منوط به اخذ پروانه کاربرد علامت استاندارد ازسازمان ملی استاندارد میباشد)

۱۱-۲ نشانه گذاری روی شاخه

۱۱-۲-۱ نشانه گذاری روی هرشاخه تیرآهن حداقل درفواصل دومتر ، باید بصورت برجسته یا حک شدن انجام گردد.

۱۱-۲-۲نام یا نشان تجارتی تولید کننده

مثال: نام یاعلامت تجاری سازنده+ شناسه + نیمه سبک I_7

۱۲ گواهینامه فنی

برای هر محموله تیرآهن قابل عرضه به بازار، باید گواهینامه فنی که حداقل حاوی مشخصات زیر باشد، صادر گردد:

۱۲-۱ تاریخ صدور

۱۲-۲ شماره گواهینامه

۱۲-۳ نشانه شناسایی(شناسه) تیرآهن

۱۲-۴ شماره بسته

۱۲-۵ شماره ذوب/بهر

۱۲-۶ درصد عناصر متشکله

۱۲-۷ مشخصات مکانیکی

۱۲-۸ طول شاخه

۱۲-۹ تعداد بسته

۱۲-۱۰ وزن بسته‌ها و وزن محموله

پیوست الف

(اطلاعاتی)

روابط ریاضی مورد نیاز در کنترل ابعاد تیرآهن

$$h_w = h - t_1 - t_2 \qquad \text{(الف-۱)}$$

$$Area = b_1 t_1 + b_2 t_2 + h_w s + r^2(4-\pi) \qquad \text{(الف-۲)}$$

(الف-۳)

$$I_x = \left\{ \frac{1}{12}\left(s.h_w^3 + b_1 t_1^3 + b_2 t_2^3\right) + \frac{b_1 t_1}{4}(h-t_1)^2 + \frac{b_2 t_2}{4}(h-t_2)^2 + 0.0731 r^4 + 0.2146 r^2 h_w^2 - 0.1918 r^3 h_w \right\} / 10000$$

$$I_y = \left\{ \frac{1}{12}\left(h_w s^3 + t_1 b_1^3 + t_2 b_2^3\right) + 0.0731 r^4 + 0.2146 r^2 s^2 + 0.1918 r^3 s \right\} / 10000 \qquad \text{(الف-۴)}$$

$$W_{1m} = \frac{Area}{1.274} \qquad W_{12m} = W_{1m} \times 12 \qquad \text{(الف-۵)}$$

$$W_x = \frac{20 I_x}{h} \qquad W_y = \frac{40 I_y}{b_1 + b_2} \qquad \text{(الف-۶)}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{Area}} \qquad r_y = \sqrt{\frac{I_y}{Area}} \qquad \text{(الف-۷)}$$

$$S_{px} = \frac{I_x}{S_x} \qquad \text{(الف-۸)}$$

$$A_u = \{2(b_1 + b_2 + h_w + t_1 + t_2 - s) + r(\pi - 8)\} / 1000 \qquad \text{(الف-۹)}$$

$$S_x = \frac{b_1 t_1}{2}(h - t_1) + \frac{S}{2}\left(\frac{h}{2} - t_1\right)^2 + 0.4292\, r^2\left(\frac{h}{2} - t_1 - 0.2234\, r\right) \qquad \text{(الف-۱۰)}$$

که در آن‌ها:

t_1 : ضخامت بال ۱ برحسب میلی‌متر

t_2: ضخامت بال۲ برحسب میلی‌متر

b_1: عرض بال ۱ برحسب میلی‌متر

b_2: عرض بال ۲ برحسب میلی‌متر

s : ضخامت جان برحسب میلی‌متر

h : ارتفاع تیرآهن برحسب میلی‌متر

r : شعاع گوشه برحسب میلی‌متر

hw: تقریبا برابر عرض کالیبر برحسب میلی‌متر

Area: مساحت سطح مقطع تیرآهن برحسبcm^2

I_X: ممان اینرسی تیرآهن حول محور X برحسب cm^4

Iy: ممان اینرسی تیرآهن حول محور Y برحسب cm^4

W1m: وزن محاسباتی یک متر تیرآهن برحسب Kg

W12m: وزن محاسباتی یک شاخه تیرآهن ۱۲ متری برحسب Kg

Wy: مدول مقطع حول محور Y برحسب cm^3

r_x: شعاع ژیراسیون حول محور X برحسب cm

r_y: شعاع ژیراسیون حول محور Y برحسب cm

Spx: فاصله بین مرکز ثقل کشش و فشار حول محور X برحسب cm

A_U: مساحت سطح خارجی برحسب m^2/m

Sx : ممان استاتیک (لنگر اول سطح) نیم مقطع نسبت به محور x بر حسب cm^3

Wx: مدول مقطع حول محور X برحسب cm^3

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کنترل مقادیر ایستائی

به منظور اطمینان از حفظ شرایط پایداری تیرآهن، توصیه می گردد مقادیر ایستائی به شرح ذیل در خط تولید کنترل گردند:

ب-۱ نسبت عرض به ضخامت بال فشاری(b/t)

در بال فشاری نسبت عرض بال(b) به ضخامت بال(t) اندازه‌گیری گردیده و رواداری آن مطابق جدول ب-۱ میباشد.

ب-۲ نسبت ارتفاع به ضخامت جان(h/s)

در جان نسبت ارتفاع تیرآهن(h) به ضخامت جان(s) اندازه‌گیری گردیده و رواداری آن مطابق جدول ب-۱ میباشد.

یادآوری – مقادیر جدول ب-۱ می تواند بر اساس آخرین ضوابط طراحی سازه های فولادی به روز شوند.

ب-۳ ممان درجه ۲ سطح حول محورهای X و Y (I_x و I_y)

ممان درجه ۲ سطح حول محورهای X و Yبا استفاده از فرمولهای(الف-۳ و ۴) مندرج در پیوست الف اندازه گیری و رواداری آن مطابق جدول ب-۲ می باشد.

یادآوری- جهت ارزیابی مقادیر ایستایی، استفاده از کامپیوتر و یا دستگاه‌های قابل برنامه‌ریزی توصیه می گردد.

جدول ب-۱ نسبت عرض به ضخامت‌بال فشاری(*b/t*) و نسبت ارتفاع به ضخامت‌جان(*h/s*)

حداکثر عرض به ضخامت بال فشاری		حداکثر ارتفاع به ضخامت جان	
فولاد۲۷۵	فولاد۲۹۵	فولاد۲۷۵	فولاد۲۹۵
۱۶٫۱۸	۱۵٫۶۲	۴۰/۱۸	۳۸/۷۹

جدول ب-۲حداقل ممان درجه ۲سطح

نمره تیرآهن	حداقل ممان درجه ۲ سطح I_x Cm^4	حداقل ممان درجه ۲ سطح I_y Cm^4
۱۲	۲۷۹	۲۲/۶۲
۱۴	۴۸۷	۳۸/۷۰
۱۶	۷۸۹	۵۸/۷۴
۱۸	۱۲۱۴	۸۷/۸۶
۲۰	۱۷۴۵	۱۱۸/۷۸