



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴۴۷۷-۲

چاپ اول

INSO

4477-2

1st. Edition

ناودانی فولادی گرم نوردیده - قسمت ۲:
ناودانی بال موازی -
ویژگی ها و روش های آزمون

Hot rolled Steel Channel - Part 2:
Channel with parallel flanges -
Specifications and Test methods

ICS:77.140.70

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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 و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، 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 می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته 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 در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت 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 شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 بین المللی بهره گیری می شود.

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 درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، 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، گواهینامه 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
« ناودانی فولادی گرم نوردیده - قسمت ۲: ناودانی بال موازی -
ویژگی ها و روش های آزمون »

رئیس:

قادی، یداله

(لیسانس مهندسی متالورژی)

دبیر:

باقوت، بهنام

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

باقرزاده، بهرام

(لیسانس مهندسی متالورژی)

بیات ، محمدرضا

(فوق لیسانس مهندسی زلزله)

بیرگانی، صولت

(لیسانس متالورژی)

حقیقی، کیان

(لیسانس مهندسی مکانیک)

خداپرستی ، کامران

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

زمانی نژاد، امیر

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

شرافت ، حسن

(لیسانس مهندسی مواد)

عباس زاده، عباس

(لیسانس مهندسی متالورژی)

سمت و / یا نمایندگی

معاون مدیر عامل شرکت فولاد اصفهان

گروه صنعتی ایران خودرو و کارشناس استاندارد

کارشناس شرکت فولاد مبارکه

کارشناس مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مدیر کیفیت فراگیر گروه ملی صنعتی فولاد ایران

مشاور سندیکای تولیدکنندگان لوله و پروفیل

کارشناس شرکت مشانیر

کارشناس مسئول موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

کارشناس شرکت فولاد مبارکه

مدیر کنترل کیفیت شرکت ذوب آهن اصفهان

کارشناس شرکت ذوب آهن اصفهان	عظیمی، سید حسین (لیسانس مهندسی مواد)
کارشناس مرکز پژوهش متالورژی رازی	فراهانی، ساسان (فوق لیسانس مهندسی مواد)
کارشناس شرکت فولاد مبارکه	کریمی، محسن (فوق لیسانس مهندسی مواد)
رئیس کنترل کیفیت شرکت فولاد کاویان	گپل پور، محمدرضا (فوق لیسانس مهندسی متالورژی)
معاون آزمایشگاه مرکزی شرکت ذوب آهن اصفهان	گودرزیان، جعفر (لیسانس مهندسی متالورژی)
سرپرست گروه فولاد شرکت ذوب آهن اصفهان	ملکی، عبدالعلی (لیسانس مهندسی متالورژی)
مدیر تولید شرکت صنایع فولاد کوهپایه	هدایتی، هادی (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)
مدیر کیفیت شرکت فولاد خراسان	هیئات، امیر رضا (لیسانس مهندسی متالورژی)
مدیر تحقیقات و تکنولوژی شرکت نورد و تولید قطعات فولادی	نجفی، حسین (لیسانس مهندسی متالورژی)

فهرست مندرجات

صفحه	عناوین
ب	آشنایی با مؤسسه استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ شناسه
۴	۵ سفارش دهی
۴	۶ ویژگی ها
۴	۱-۶ ویژگی های فیزیکی
۴	۱-۱-۶ ابعاد
۴	۲-۱-۶ وزن
۷	۳-۱-۶ رواداری ها
۷	۱-۳-۱-۶ رواداری طول
۷	۲-۳-۱-۶ رواداری ابعاد مقطع ناودانی
۹	۳-۳-۱-۶ رواداری انحراف بال ها از وضعیت قائم و انحنای جان ناودانی
۹	۴-۳-۱-۶ رواداری ناراستی (خمیدگی) طول ناودانی
۱۰	۵-۳-۱-۶ رواداری وزن
۱۰	۱-۵-۳-۱-۶ رواداری وزن ناودانی سنگین
۱۰	۲-۵-۳-۱-۶ رواداری وزن ناودانی سبک
۱۰	۲-۶ ویژگی های شیمیایی
۱۰	۱-۲-۶ عناصر متشکله مذاب
۱۱	۲-۲-۶ رواداری عناصر متشکله محصول نسبت به مذاب مربوطه
۱۱	۳-۶ ویژگی های مکانیکی
۱۲	۷ روش های آزمون
۱۲	۱-۷ تعیین درصد عناصر متشکله
۱۲	۲-۷ آزمون کشش و خمش
۱۲	۳-۷ سنجش ابعاد و وزن
۱۲	۸ کیفیت ظاهری
۱۳	۹ نمونه برداری
۱۳	۱۰ بازرسی
۱۴	۱۱ بازرسی مجدد
۱۴	۱-۱۱ بازرسی و آزمون مجدد ویژگی های مکانیکی
۱۴	۲-۱۱ بازرسی مجدد وزن

۱۴	بسته بندی	۱۲
۱۴	نشانه گذاری	۱۳
۱۵	گواهینامه فنی	۱۴
۱۵	مشخصات عمومی	۱-۱۴
۱۵	مشخصات فنی مرتبط با هر دسته یا بهر	۲-۱۴

پیش گفتار

استاندارد " ناودانی فولادی گرم نوردیده- قسمت ۲: ناودانی بال موازی- ویژگی ها و روش های آزمون " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط، توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در هفتصد و سی و سومین اجلاس هیئت کمیته ملی مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۰/۱۲/۱۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

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 مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

- 1- DIN EN 1026-2: 2002, Hot rolled Steel Channel with parallel flanges-Part 2: Dimensions, mass and static parameters.
- 2- DIN EN 10279: 2000, Hot-rolled steel channels Tolerances on shape, dimensions and mass.
- 3- GOST 8240: 1989, Hot Rolled Steel U-Channels .

ناودانی فولادی گرم نوردیده- قسمت ۲: ناودانی بال موازی- ویژگی ها و روش های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی ها، روش های آزمون، نمونه برداری و نشانه گذاری ناودانی های گرم نوردیده بال موازی است که دارای ارتفاع ۳۰ تا ۴۰۰ میلی متر می باشد و از فولاد های ارایه شده در بند ۶-۲ ساخته می شود. این استاندارد شامل ناودانی های سبک و سنگین، مطابق جداول ۱ و ۲ می شود. این استاندارد در برگیرنده ناودانی گرم نوردیده لبه گرد بال شیبدار^۱ و نیز ناودانی های تولید شده به روش شکل دهی سرد نمی باشد.

یادآوری- عبارت ناودانی در متن این استاندارد به مفهوم ناودانی گرم نوردیده بال موازی می باشد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مدرک مورد نظر این استاندارد نیست. درمورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۷۲: مواد فلزی - آزمون کشش در دمای محیط.
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۱: فولاد و محصولات فولادی- محل و آماده سازی نمونه ها و آزمون ها برای آزمون های مکانیکی.
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۹۳۷۶: فولاد و چدن - نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها برای اندازه گیری ترکیبات شیمیایی.
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۷۹: فولاد های کربنی و کم آلیاژ- اندازه گیری عناصر توسط طیف سنجی نشر نوری تحت خلاء- روش آزمون.
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۶: آزمون خمش فولاد.

2-6 DIN EN 10025-2, Hot rolled products of structural steels — Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.

2-7 DIN EN 10025-3, Hot rolled products of structural steels — Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels.

2-8 DIN EN 10025-4, Hot rolled products of structural steels — Part 4: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels.

۱ - مشخصات ناودانی های گرم نوردیده لبه گرد بال شیبدار در استاندارد ملی شماره ۴۴۷۷-۱ آورده شده است.

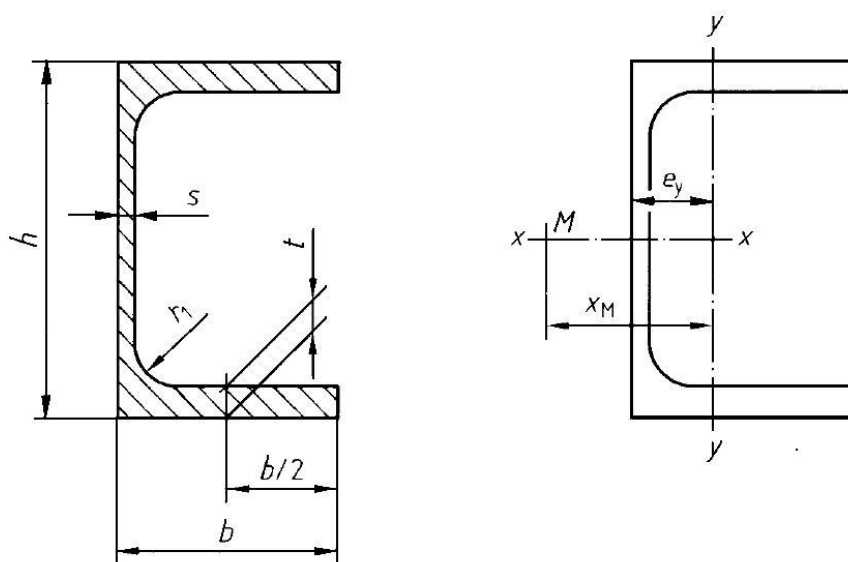
۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می رود.

۱-۳

ناودانی

ناودانی مورد نظر این استاندارد، محصولی است حاصل از نورد گرم فولاد، با مقطع عرضی به شکل U که دارای دو بال با سطوح خارجی و داخلی عمود بر جان می باشد (مانند شکل یک). در این استاندارد ناودانی ها بر اساس ویژگی های ابعادی و وزن به دو گروه تقسیم بندی می شوند. ناودانی سبک و ناودانی سنگین که مشخصات آنها در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.



شکل ۱- مقطع عرضی ناودانی

۲-۳

ارتفاع ناوانی (h)

عبارت است از فاصله خارجی بین دو بال بر روی محور عرضی جان (شکل ۱).

۳-۳

پهنای بال (b)

عبارت است از اندازه هر یک از بال های ناودانی که مساوی هم می باشند (شکل ۱).

۴-۳

نمره ناودانی

عبارت است از عددی که معرف ارتفاع ناودانی بر حسب سانتیمتر می باشد.

یادآوری ۱- در خصوص ناودانی هایی که برای یک اندازه ارتفاع، دو نوع پهنای بال وجود دارد، در نمره ناودانی تنها عدد پهنای بال کوچکتر بر حسب سانتی متر در کنار ارتفاع ناودانی ارایه می شود. به عنوان مثال در ناودانی با ارتفاع ۱۶۰ میلیمتر که دارای دو پهنای بال ۶/۴ میلیمتر و ۶/۸ میلیمتر می باشد، برای معرفی نمره ناودانی با پهنای کوچکتر از عبارت ۱۶× ۶/۴ استفاده می شود. اما نمره ناودانی با پهنای بزرگتر تنها ۱۶ می باشد.

یادآوری ۲- در خصوص محصولات صادراتی نحوه نمره بندی را می توان بر اساس استاندارد کشور مبدا انتخاب و بر روی پلاک شناسایی محصول درج نمود.

۵-۳

بسته^۱

بسته عبارت است از مجموعه شاخه های ناودانی دارای یک شناسه که مطابق با ویژگی های مربوط به آن شناسه بوده و به صورت یک مجموعه واحد ارایه می گردد.

۶-۳

محموله^۲

محموله عبارت است از مجموعه یک یا چند بسته یکسان یا متفاوت (از نظر نمره ناودانی).

۷-۳

نمونه^۳

عبارت است از قسمت برداشته شده از محصول.

۸-۳

آزمونه^۴

عبارت است از قسمتی از نمونه که پس از آماده سازی تحت آزمون قرار می گیرد.

۴ شناسه

شناسه از نشانه اختصاری **UPE** ، حروف **L** و **H** به ترتیب برای ناودانی سبک و سنگین و اعدادی که به ترتیب نشان دهنده نمره ناودانی، شماره استاندارد که فولاد ناودانی از آن انتخاب شده و گرید فولاد مربوطه، تشکیل می شود.

1-Bundle
2-Consignment
3-Specimen or Sample
4-Test Piece

مثال ۱) ناودانی بال موازی سبک با نمره ۸ و با فولاد گرید S235JR که از استاندارد EN 10025-2 انتخاب شده است به شرح زیر نمایش داده می شود:

UPE-L ۸ EN ۱۰۰۲۵-۲- S۲۳۵JR

مثال ۲) ناودانی سبک با نمره ۸ و با فولاد شماره 1.0038 که از استاندارد EN 10025-2 انتخاب شده است به شرح زیر نمایش داده می شود:

UPE-L ۸ EN ۱۰۰۲۵ - ۲- ۱/۰۰۳۸

۵ سفارش دهی

اطلاعات زیر باید در هنگام سفارش دهی توسط خریدار به فروشنده ارایه شود:

الف) مقدار محموله مورد نیاز (وزن یا تعداد شاخه)؛

ب) شکل محصول (ناودانی)؛

پ) شماره این استاندارد ملی (در صورت اخذ مجوز از سازمان ملی استاندارد ایران)؛

ت) شناسه ناودانی مطابق با جداول ۱ و ۲؛

ث) طول ناودانی بر حسب میلیمتر.

به عنوان مثال تعداد ۵۰ شاخه از ناودانی سبک گرم نوردیده بال موازی با شناسه:

UPE-L ۸ EN ۱۰۰۲۵ - ۲- ۱/۰۰۳۸

به طول ۶۰۰۰ میلیمتر به صورت زیر سفارش دهی می شود:

" ۵۰ شاخه ناودانی مطابق ISIRI و شناسه ۱/۰۰۳۸-۲- EN۱۰۰۲۵ UPE-L ۸ به طول ۶۰۰۰ "

۶ ویژگی ها

۱-۶ ویژگی های فیزیکی

۱-۱-۶ ابعاد

مفاهیم ابعاد و اندازه ها و محورهای ایستایی ناودانی گرم نوردیده بال موازی سبک و سنگین با عنایت به پارامترهای ارایه شده در شکل یک مشخص شده و مقادیر آنها در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

۲-۱-۶ وزن

مشخصات وزنی ناودانی ها در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۲- ابعاد، سطح مقطع، وزن بر واحد طول و مشخصه های مقطع ناودانی بال موازی سبک

$e^*)X_M$ cm	$(^*)S_x$ cm ³	مقادیر ایستایی نسبت به محورهای خمشی ^(۱)						وزن یک متر M Kg/m	مساحت سطح مقطع A cm ²	ابعاد					نمره ناودانی
		محور y-y			محور x-x										
		i_y cm	$W_{x_y}^3$ cm ³	J_y cm ⁴	i_x cm	w_x^3 cm ³	J_x cm ⁴								
۱/۲۱	۵/۶۱	۰/۹۸	۲/۹۹	۵/۹۵	۱/۹۲	۹/۱	۳۲/۸	۴/۸۴	۶/۱۶	۶/۱۰	۷/۱۰	۴/۴	۳۲	۵۰	۵
۱/۲۹	۹/۰۲	۱/۱۲	۴/۰۶	۹/۳۵	۲/۵۵	۱۵/۰	۴۸/۶	۵/۹۰	۷/۵۱	۶/۱۰	۷/۲	۴/۴	۳۶	۶۵	۶/۵
۱/۳۸	۱۳/۳۰	۱/۳۴	۳/۳۱	۱۳/۹۰	۳/۱۶	۳۲/۵	۸۹/۴	۷/۰۵	۸/۹۸	۶/۵	۷/۴	۴/۵	۴۰	۸۰	۸
۱/۵۳	۲۰/۵۰	۱/۴۴	۷/۳۷	۲۲/۶۰	۳/۹۹	۳۴/۹	۱۷۵/۰	۸/۵۹	۱۰/۹۰	۷/۱۰	۷/۶	۴/۵	۴۶	۱۰۰	۱۰
۱/۶۶	۲۹/۷۰	۱/۶۲	۹/۸۴	۳۴/۹۰	۴/۷۹	۵۰/۸	۳۰۵/۰	۴۰/۱۰	۱۳/۳۰	۷/۵	۷/۸	۴/۸	۵۲	۱۲۰	۱۲
۱/۸۲	۴۰/۹۰	۱/۸۱	۱۲/۹۰	۵۱/۵۰	۵/۶۱	۷۰/۴	۴۹۳/۰	۱۲/۳۰	۱۵/۶۰	۸/۰	۸/۱	۴/۹	۵۸	۱۴۰	۱۴
۱/۹۷	۵۴/۳۰	۲/۰۰	۱۶/۴۰	۷۲/۸۰	۶/۴۴	۹۳/۸	۷۵۰/۰	۱۴/۳۰	۱۸/۱۰	۸/۵	۸/۴	۵/۰	۶۴	۱۶۰	۱۶×۶/۴
۲/۱۹	۵۹/۵۰	۲/۱۵	۱۹/۶۰	۹۰/۵۰	۶/۵۱	۱۰۳/۰	۸۲۷/۰	۱۵/۳۰	۱۹/۵۰	۸/۵	۹/۰	۵/۰	۶۸	۱۶۰	۱۶
۲/۱۴	۷۰/۰۰	۲/۲۰	۲۰/۶۰	۱۰۰/۰۰	۷/۲۶	۱۲/۱۰	۱۰۹۰/۰	۱۶/۳۰	۲۰/۷۰	۹/۰	۸/۷	۵/۱	۷۰	۱۸۰	۱۸×۷
۲/۳۶	۷۶/۳۰	۲/۳۵	۲۴/۳۰	۱۳۳/۰۰	۷/۳۴	۱۳۳/۰	۱۲۰۰/۰	۱۷/۴۰	۲۲/۲۰	۹/۰	۹/۳	۵/۱	۷۴	۱۸۰	۱۸
۲/۳۰	۸۸/۰۰	۲/۳۹	۲۵/۳۰	۱۳۴/۰۰	۸/۰۸	۱۵۳/۰	۱۵۳۰/۰	۱۸/۴۰	۲۳/۴۰	۹/۵	۹/۰	۵/۲	۷۶	۲۰۰	۲۰
۲/۴۷	۱۱۱/۰۰	۲/۵۸	۳۱/۰۰	۱۷۸/۰۰	۸/۹۰	۱۹۳/۰	۲۱۲۰/۰	۲۱/۰۰	۲۶/۷۰	۱۰/۰	۹/۵	۵/۴	۸۲	۲۲۰	۲۲
۲/۷۲	۱۳۹/۰۰	۲/۸۵	۳۹/۵۰	۲۲۸/۰۰	۹/۷۵	۲۴۳/۰	۲۹۱۰/۰	۲۴/۰۰	۳۰/۶۰	۱۰/۵	۱۰/۵	۵/۶	۹۰	۲۴۰	۲۴
۲/۷۸	۱۷۸/۰۰	۲/۹۹	۴۶/۷۰	۳۱۴/۰۰	۱۰/۹۰	۳۱۰/۰	۴۱۸۰/۰	۲۷/۷۰	۳۵/۲۰	۱۱/۰	۱۰/۵	۶/۰	۹۵	۲۷۰	۲۷
۲/۸۳	۲۲۴/۰۰	۳/۱۲	۵۴/۸۰	۳۹۳/۰۰	۱۲/۰۰	۳۸۹/۰	۵۸۳۰/۰	۳۱/۸۰	۴۰/۵۰	۱۲/۰	۱۱/۰	۶/۵	۱۰۰	۳۰۰	۳۰
۲/۹۰	۲۸۱/۰۰	۳/۲۵	۶۴/۶۰	۴۹۱/۰۰	۱۳/۱۰	۴۸۶/۰	۸۰۱۰/۰	۳۶/۵۰	۴۶/۵۰	۱۳/۰	۱۱/۷	۷/۰	۱۰۵	۳۳۰	۳۳
۲/۹۹	۳۵۰/۰۰	۳/۳۸	۷۶/۳۰	۶۱۱/۰۰	۱۴/۳۰	۶۰۳/۰	۱۰۸۵۰/۰	۴۱/۹۰	۵۳/۴۰	۱۴/۰	۱۲/۶	۷/۵	۱۱۰	۳۶۰	۳۶
۳/۰۵	۴۴۵/۰۰	۳/۵۱	۸۹/۹۰	۷۶۰/۰۰	۱۵/۸۰	۷۶۳/۰	۱۵۲۶۰/۰	۴۸/۳۰	۶۱/۵۰	۱۵/۰	۱۳/۵	۸/۰	۱۱۵	۴۰۰	۴۰

یادآوری- مساحت سطح مقطع ، مساحت سطح خارجی و پارامترهای ایستایی بر اساس ابعاد آرایه شده در جدول محاسبه شده است.

(۱) $J =$ ممان انرسی ، $W =$ مدول مقطع ، $i =$ شعاع ژیراسیون هر کدام در ارتباط با محور خمش مرتبط (X یا Y)

(۲) $S_x =$ ممان ایستایی نیم مقطع در ارتباط با محور X

(۳) $X_{M1} =$ فاصله مرکز سطح برش از محور y-y

یادآوری- مساحت سطح مقطع، مساحت سطح خارجی و پارامترهای استاتیکی بر اساس ابعاد ارائه شده در جدول محاسبه شده است.

(۱) $r =$ صمان اینرسی، $W =$ مدول مقطع، $i =$ شعاع ژیراسیون هر کدام در ارتباط با محور X

(۲) $i_x^2 =$ صمان ایستایی نیم مقطع در ارتباط با محور X

(۳) $X_M =$ فاصله مرکز سطح برش M از محور y-y

۳-۱-۶ رواداری ها

۱-۳-۱-۶ رواداری طول

رواداری طول ناودانی باید مطابق مقادیر ارایه شده در جدول ۳ باشد.

جدول ۳- مقادیر رواداری طول ناودانی بر اساس نوع برش (برحسب میلیمتر)

رواداری (میلیمتر)	طول L (میلیمتر)	تولیدات عادی کارخانه و یا بر حسب سفارش
± 50	۶۰۰۰-۹۰۰۰-۱۲۰۰۰	با طول ثابت
-	۳۰۰۰ الی ۱۲۰۰۰	با طول های مختلف
± 50	تا ۱۵۰۰۰	با طول معین
± 5 یا ± 10 یا ± 25 بر حسب میزان دقت خواسته شده	تا ۱۵۰۰۰	با طول معین و دقیق

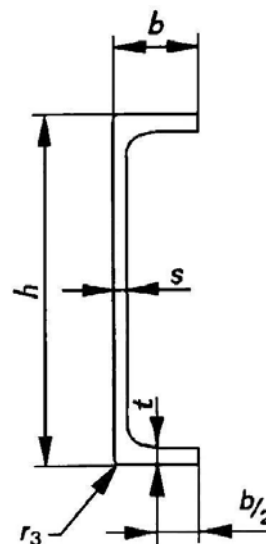
یادآوری- در صورت عدم ذکر رواداری در درخواست خرید، حق انتخاب یکی از رواداری ها با تولیدکننده است.

۲-۳-۱-۶ رواداری ابعاد مقطع ناودانی

رواداری ابعاد مقطع ناودانی سنگین و سبک باید مطابق ارقام ارایه شده در جداول ۴ و ۵ باشد.

جدول ۴- مقادیر رواداری ابعاد ناودانی سنگین (برحسب میلیمتر)

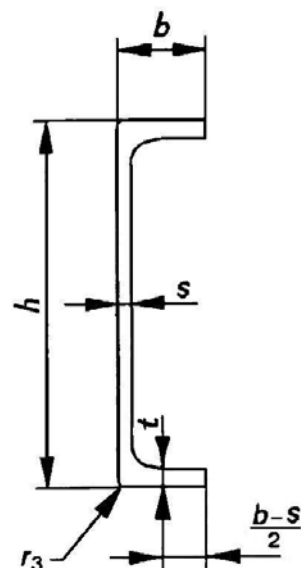
رواداری	محدوده	ویژگی
$\pm 1/5$ $\pm 2/0$ $\pm 3/0$	$\leq h65$ $65 < h \leq 200$ $200 < h \leq 400$	ارتفاع (h)
$\pm 1/5$ $\pm 2/0$ $\pm 2/5$	$\leq b50$ $50 < b \leq 100$ $100 < b \leq 115$	عرض بال (b)
$\pm 0/5$ $\pm 0/7$ $\pm 1/0$	$\leq s10$ $10 < s \leq 15$ $s > 15$	ضخامت جان (s)
^a $-0/5$ ^a $-1/0$ ^a $-1/5$	$\leq t10$ $10 < t \leq 15$ $t > 15$	ضخامت بال (t)
$\leq 0/3t$	تمامی ابعاد	شعاع گردی گوشه (r_3)



a رواداری مثبت ضخامت بال بوسیله پارامتر وزن محدود می شود.

جدول ۵- مقادیر رواداری ابعاد ناودانی سبک (بر حسب میلیمتر)

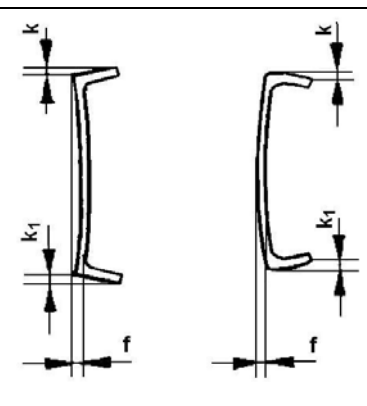
رواداری	محدوده	ویژگی
$\pm 1/5$ $\pm 2/0$ $\pm 2/5$ $\pm 3/0$ $\pm 3/5$	$\leq h 80$ $80 < h \leq 140$ $140 < h \leq 180$ $180 < h \leq 300$ $300 < h \leq 400$	ارتفاع (h)
$\pm 1/5$ $\pm 2/0$ $\pm 2/5$ ± 3 $\pm 3/5$	$\leq b 40$ $40 < b \leq 58$ $58 < b \leq 70$ $70 < b \leq 100$ $b > 100$	عرض بال (b)
$\pm 0/5$ $\pm 0/6$ $\pm 0/7$	$\leq s 10$ $10 < s \leq 15$ $s > 15$	ضخامت جان (s)
$^a -0/7$ $^a -0/7$ $^a -0/8$ $^a -0/8$ $^a -1/0$ $^a -1/0$	$\leq t 7/4$ $7/4 < t \leq 8/1$ $8/1 < t \leq 9/3$ $9/3 < t \leq 10/2$ $10/2 < t \leq 11/0$ $t > 11/0$	ضخامت بال (t)
$\leq 0/3 t$	تمامی ابعاد	شعاع گردی گوشه (r3)
a رواداری مثبت ضخامت بال بوسیله پارامتر وزن محدود می شود.		



۳-۳-۱-۶ رواداری انحراف^۱ بال ها از وضعیت قائم و انحنای^۲ جان ناودانی

میزان انحراف از وضعیت قائم بال ها و جان ناودانی های سنگین و سبک نباید از مقادیر ارایه شده در جدول ۶ بیشتر باشد.

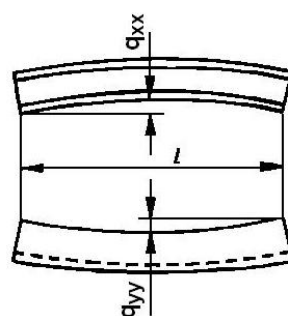
جدول ۶- مقادیر رواداری انحراف از وضعیت قائم بال ها و انحنای جان (بر حسب میلیمتر)

رواداری	محدوده	ویژگی		
۲/۰ ۲/۵ درصد از b	$\leq b100$ $b > 100$	رواداری انحراف از وضعیت قائم بال ها $k + k_1$		
$\pm 0/5$ $\pm 1/0$ $\pm 1/5$ $\pm 1/5$	$\leq h100$ $100 < \leq h200$ $200 < \leq h400$ $h > 400$	انحنای جان f	ناودانی سنگین	
$\pm 0/25S$	$\leq h400$		ناودانی سبک	

۴-۳-۱-۶ رواداری ناراستی^۱ (خمیدگی) طول ناودانی

ناودانی باید در امتداد طول، راست باشد، در غیر این صورت میزان ناراستی که با پارامتر q نشان داده می شود نباید از مقادیر مندرج در جدول ۷ بیشتر شود.

جدول ۷- مقادیر رواداری ناراستی (خمیدگی) طول ناودانی (بر حسب میلیمتر)

رواداری	محدوده	ویژگی		
$l \pm 0.3\%$ $l \pm 0.2\%$ $l \pm 0.15\%$	$\leq h150$ $150 < \leq h300$ $h > 300$	ناراستی در جهت X q_{xx}	ناودانی سنگین	
$l \pm 0.5\%$ $l \pm 0.3\%$ $l \pm 0.2\%$	$\leq h150$ $150 < \leq h300$ $h > 300$	ناراستی در جهت y q_{yy}		
$l \pm 0.2\%$	$\leq h400$	ناراستی در جهت X q_{xx} ناراستی در جهت y q_{yy}	ناودانی سبک	

۵-۳-۱-۶ رواداری وزن

۱-۵-۳-۱-۶ رواداری وزن ناودانی سنگین

میزان انحراف از وزن اسمی (محاسباتی) ناودانی های با ارتفاع کمتر و مساوی ۱۲۵ میلیمتر، نباید از ± 6 درصد و میزان انحراف از وزن اسمی ناودانی های با ارتفاع بیشتر از ۱۲۵ میلیمتر، نباید از ± 4 درصد بیشتر شود.

۲-۵-۳-۱-۶ رواداری وزن ناودانی سبک

رواداری وزن یک متر ناودانی سبک نباید از $+3$ درصد تا -5 درصد بیشتر شود. بر اساس توافق میان سازنده و خریدار رواداری وزن بدون کنترل ضخامت بال و جان ناودانی نباید از ± 3 درصد برای ناودانی های تا و شامل نمره ۱۶ و $\pm 2/5$ درصد، برای ناودانی های با نمره بالاتر از ۱۶ بیشتر شود.

یادآوری- انحراف از وزن اسمی اختلاف بین وزن واقعی و وزن محاسباتی است. وزن محاسباتی باید بر مبنای جرم حجمی $7/85$ کیلوگرم بر دسی متر مکعب محاسبه شود.

۲-۶ ویژگی های شیمیایی

۱-۲-۶ عناصر متشکله مذاب

ناودانی هایی که تحت پوشش این استاندارد می باشند باید با استفاده از یکی از گرید های فولاد مندرج در استانداردهای DIN EN 10025-2 تا DIN EN 10025-5 ساخته شوند. سه گرید از انواع گرید های مندرج در استانداردهای فوق جهت عرضه عمومی بوده که مشخصات آن در جدول ۸ آورده شده است، سایر گرید ها باید بر حسب سفارش تولید و عرضه گردد.

یادآوری- کربن معادل محصولات تولید شده بر اساس سفارش نباید بیشتر از $0/51$ شود. نحوه محاسبه براساس فرمول مندرج در یادآوری جدول ۸ می باشد.

برای تعیین درصد عناصر اصلی باید از هر ذوب حداقل یک نمونه گرفته شود. درصد وزنی عناصر تعیین شده برای محصولات مخصوص عرضه عمومی باید مطابق با جدول ۸ باشد.

جدول ۸- ترکیب شیمیایی مذاب فولاد بر حسب درصد وزنی

کربن معادل حداکثر	درصد وزنی عناصر						گرید فولاد ^۱
	نیتروژن حداکثر	گوگرد ^۲ حداکثر	فسفر ^۲ حداکثر	منگنز	سیلیسیم	کربن حداکثر	
۰/۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۲۵-۱/۴۰	۰/۱۲-۰/۳۰	۰/۱۷	فولاد S235JR
۰/۴۰	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	۰/۴۰-۱/۵۰	۰/۱۵-۰/۴۰	۰/۲۱	فولاد S275JR
۰/۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۰۳۵	$\leq 1/60$	$\leq 0/55$	۰/۲۴	فولاد S355JR

۱ فولاد S235JR معادل فولاد ۳۷، فولاد S275JR معادل فولاد ۴۴ و فولاد S355JR معادل فولاد ۵۲ در بازار ایران می باشد. همچنین این فولاد ها برگرفته از فولاد های ارایه شده در استاندارد DIN EN 10025-2 می باشد که محدوده برخی از عناصر آن برای محصول ناودانی به طور مشخص در این جدول ارایه شده است.

۲ مقادیر فسفر و گوگرد در ساخت ناودانی می تواند تا $0/45$ افزایش یابد.

یادآوری - مقدار کربن معادل از رابطه
$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cu + Ni)}{15} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5}$$
 بدست می آید.

۲-۲-۶ رواداری عناصر متشکله محصول نسبت به مذاب مربوطه^۱

درصد وزنی عناصر آزمون انتخاب شده از ناودانی باید با ترکیب شیمیایی مذاب و رواداری های مربوطه (براساس جدول ۹) مطابقت نماید.

جدول ۹ - رواداری عناصر متشکله محصول نسبت به مذاب مربوطه

ردیف	نام عنصر	میزان رواداری بر حسب درصد
۱	کربن	+ ۰/۰۲
۲	سیلیسیم	+ ۰/۰۵
۳	منگنز	+ ۰/۱
۴	فسفر	+ ۰/۰۰۵
۵	گوگرد	+ ۰/۰۰۵
۶	نیتروژن	+ ۰/۰۰۲

۳-۶ ویژگی های مکانیکی

تنش تسلیم، مقاومت کششی و درصد ازدیاد طول نسبی ناودانی ها باید با مندرجات جدول شماره ۱۰ مطابقت داشته باشد. لازم به ذکر است که بر روی سطح خارجی نمونه ای که برطبق شرایط مندرج در جدول شماره ۱۰ تحت آزمون خمش قرار می گیرد، پس از آزمون نباید هیچگونه ترک، شکستگی و یا سایر عیوبی که کارایی ناودانی را کاهش دهد، مشاهده شود.

یادآوری - ویژگی های مکانیکی ناودانی هایی که مطابق استاندارد DIN EN 10025-2 تا DIN EN 10025-5 تولید می شوند، بر اساس جداول مربوطه در هر استاندارد می باشد.

جدول ۱۰ - ویژگی های مکانیکی ناودانی

آزمون خمش با زاویه ۱۸۰ درجه	آزمون کشش			گرید فولاد ^۱
	حداقل درصد ازدیاد طول نسبی $L_0 = 5 / 65 \sqrt{S_0}$	مقاومت کششی (N/mm ²)	حداقل تنش تسلیم فوقانی (N/mm ²)	
قطر فک خمش بر حسب ضخامت نمونه (t)				
۱ t	۲۶	۳۶۰ - ۵۱۰	۲۳۵	فولاد S235JR
۲/۵ t	۲۳	۴۱۰ - ۵۶۰	۲۷۵	فولاد S275JR
۲/۵ t	۲۲	۴۷۰ - ۶۳۰	۳۵۵	فولاد S355JR
۱ فولاد S235JR معادل فولاد ۳۷، فولاد S275JR معادل فولاد ۴۴ و فولاد S355JR معادل فولاد ۵۲ در بازار ایران می باشد. L_0 = طول موثر اولیه بر حسب میلیمتر S_0 = سطح مقطع بر حسب میلیمتر				

۷ روش های آزمون

۷-۱ تعیین درصد عناصر متشکله

- ۷-۱-۱- روش تعیین درصد عناصر باید براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۷۹ انجام شود.
- ۷-۱-۲- نمونه برداری جهت انجام این آزمون در صورت استفاده از روش شیمیایی باید براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۹۳۷۶ انجام شود.

۷-۲ آزمون کشش و خمش

- ۷-۲-۱- آزمون کشش باید براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۷۲ و آزمون خمش نیز باید براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۶ انجام گیرد.
- ۷-۲-۲- تعداد نمونه های آزمون کشش و خمش: از هر دسته یا بهر به مقدار مورد لزوم مطابق جدول ۱۱ نمونه برداری جهت آزمون کشش و خمش بعمل می آید.
- ۷-۲-۳- محل و موقعیت نمونه های آزمون: محل و موقعیت نمونه های آزمون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۱ انتخاب می شود. نمونه برداری باید از قسمت هایی انتخاب شود که حداقل تغییر شکل در آن بخش اتفاق افتاده باشد.

۷-۳ سنجش ابعاد و وزن

- نمونه مورد ارزیابی (آزمونه) که براساس الزامات مندرج در بند ۹ انتخاب گردیده، ابتدا از نظر ابعاد و اندازه های مورد نظر، توسط وسایل سنجش دقیق اندازه گیری شده و با مقادیر ابعاد و رواداری های مربوطه مندرج در جدول یک ارزیابی می شود.
- سپس نمونه برای یک مقدار دقیق طول با وسیله دقیق توزین شده و مقدار اختلاف یا انحراف از اندازه اسمی طبق فرمول زیر جهت ارزیابی و تصمیم گیری بدست می آید:

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

که در فرمول فوق

الف: برای تک شاخه:

W_1 وزن آزمونه (نمونه مورد ارزیابی) بر حسب کیلوگرم

W وزن یک متر ناودانی مطابق جدول شماره یک

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

ب: برای بسته

W_1 وزن بسته بر حسب کیلوگرم

W وزن یک متر ناودانی بر حسب کیلوگرم مطابق جدول شماره یک

L_1 مجموع طول شاخه ها در بسته بر حسب متر

درصد انحراف وزن بدست آمده باید در حد مقادیر رواداری وزن مندرج در بند ۶-۱-۳-۵ باشد.

۸ کیفیت ظاهری

ناودانی های تولیدی باید دارای سطحی صاف باشد بنحوی که کیفیت آن با روش نورد ناودانی مطابقت داشته و عاری از عیوب مضر از جمله ترک، دو پوستگی، پارگی، ناخالصی های غیرفلزی، تا خوردگی روی سطح بوده و در انتهای شاخه ها نباید تورق (لایه لایه شدن) وجود داشته باشد. در صورتیکه روی سطوح ناودانی عیوب جزیی مشاهده شود، می توان آنها را به روش سنگ زنی یا روشهای دیگر از بین برد و این به شرطی است که ضخامت قسمت های سنگ زده از حد رواداری های مربوطه کمتر نشود. ضمناً قسمت های اصلاح شده باید کاملاً پرداخت شود و مرز بین قسمت اصلاحی و سطح نورد شده کاملاً صاف و هموار باشد.

۹ نمونه برداری

ملاک ارزیابی محصولات عرضه شده چه براساس سفارش و چه غیر آن مبتنی بر نتایج حاصل از آزمون نمونه طبق جدول ۱۱ می باشد.

به هر حال تولید کننده باید سیستم کنترل کیفیت و بازرسی های خود را به نحوی اعمال نماید که ضمن تضمین مشخصات مندرج در گواهی نامه صادره، تطابق نتایج نمونه های برداشته شده با هر روش دیگر را با نتایج مورد قبول نمونه های برداشته شده از محصول براساس جدول ۱۱ تضمین نماید.

جدول ۱۱ - نمونه برداری

شرح آزمون	برای یک ذوب	برای ذوب های چندگانه (بهر)	حداقل طول نمونه مورد نیاز برای آزمون
آزمون کشش و خمش	به ازاء هر ۸۰ تن و کسری از آن حداقل یک نمونه	به ازاء هر ۵۰ تن و کسری از آن حداقل یک نمونه	۶۰۰ میلیمتر
سنجش ابعاد و وزن	به ازاء هر ۲۰ تن و کسری از آن حداقل یک نمونه		۳۰۰ میلیمتر
یادآوری - با تغییر نمره ناودانی های تولیدی به ازاء هر ذوب نیز باید نمونه برداری جداگانه ای انجام شود			

۱۰ بازرسی

ویژگی های فیزیکی (ابعاد، اندازه ها، وزن و شکل ظاهری)، عناصر متشکله، خواص مکانیکی (تنش تسلیم، مقاومت کششی، ازدیاد طول نسبی و خمش)، جوش پذیری و کیفیت ظاهری و شکل ظاهری باید با توجه به رواداری های مربوطه مطابق با مندرجات بند های ۶، ۷ و ۸ باشد.

در صورت عدم تطابق هر یک از موارد فوق، باید به نحو زیر تصمیم گیری و یا اقدام نمود:

الف - ویژگی های فیزیکی

عدم تطبیق ابعاد و اندازه ها، محصول را خارج از حد استاندارد می سازد.

در صورتیکه نتایج وزن نمونه مورد آزمون با مندرجات جدول یک مطابقت نداشته باشد بازرسی مجدد براساس بند شماره ۱۱-۲ انجام می گیرد.

عدم تطبیق کیفیت ظاهری (با توجه به موارد مندرج در بند ۸) محصول را خارج از حد استاندارد می سازد.

ب - ویژگی های شیمیایی (عناصر متشکله)

عدم تطبیق عناصر متشکله محصول را خارج از حد استاندارد می سازد.

پ - ویژگی های مکانیکی

در صورتیکه نتایج آزمون مکانیکی ناودانی با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت نداشته باشد بازرسی مجدد براساس بند ۱۱-۱ انجام می گیرد.

۱۱ بازرسی مجدد

۱۱-۱ بازرسی و آزمون مجدد ویژگی های مکانیکی

در صورتی که نتایج آزمون مکانیکی با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت نداشته باشد باید نمونه های مجدد به تعداد دو برابر مورد نیاز آزمون مربوطه از محصول برداشته و آزمایش های لازم را تکرار نمود. چنانچه نتایج کلیه نمونه های آزمون اخیر با شرایط این استاندارد مطابقت داشته باشد نتایج آزمون اولیه مدنظر قرار نمی گیرد و در غیر این صورت محصول خارج از استاندارد می باشد.

یادآوری - به جز موارد یاد شده بالا در موارد زیر نیز آزمون تکرار میشود:

۱- احتمال وجود خطا در مراحل انجام آزمایش؛

۲- وجود عیوب ظاهری در سطح نمونه؛

۳- چنانچه فاصله بین محل گسیختگی و نزدیکترین علامت طول موثر کمتر از $\frac{1}{3}$ طول موثر اولیه بوده و ازدیاد طول نسبی در حد استاندارد نباشد.

۱۱-۲ بازرسی مجدد وزن

در صورتیکه نتایج وزن آزمون با مندرجات جدول یک مطابقت نداشته باشد باید دو آزمون از شاخه های دیگر برداشته و توزین گردد. چنانچه نتایج کلیه نمونه های آزمون اخیر با شرایط این استاندارد مطابقت داشته باشد نتایج آزمون اولیه مدنظر قرار نمی گیرد و در غیر این صورت محصول خارج از استاندارد می باشد.

۱۲ بسته بندی

هر یک از بسته های ناودانی آماده تحویل باید از یک نوع با نشانه شناسایی یکسان بوده و به صورت منظم توسط تسمه یا مفتول های مناسب به صورت محکم بسته بندی شوند.

۱۳ نشانه گذاری

بسته های شاخه باید دارای حداقل دو پلاک یا برچسب مشخصات بادوام باشند که نشانه های زیر بطور مشخص روی آنها درج شود:

الف) نام یا نشانه تجارتي تولید کننده؛

ب) شناسه؛

پ) شماره شناسایی (مانند شماره ذوب و ...)

ت) شماره بسته؛

ث) وزن بسته برحسب کیلوگرم؛

ج) شماره این استاندارد ملی (پس از اخذ مجوز کاربرد علامت استاندارد از سازمان ملی استاندارد ایران).

۱۴ گواهینامه فنی

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

۱-۱۴ مشخصات عمومی

مشخصات عمومی شامل موارد زیر می شود:

الف) تاریخ صدور؛

ب) شماره گواهینامه؛

پ) شناسه ناودانی؛

ت) شماره بسته؛

ث) طول شاخه؛

ج) تعداد بسته؛

چ) وزن بسته ها و وزن محموله.

۲-۱۴ مشخصات فنی مرتبط با هر دسته یا بهر

مشخصات فنی شامل موارد ذیل می شود:

الف) درصد عناصر متشکله؛

ب) مشخصات مکانیکی.