



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲: سال ۱۴۰۳

تجدیدنظر سوم

INSO 3132:2025

3rd Revision

فولاد برای تسلیح بتن - میلگردهای گرم نوردیده ساده و آجدار -
ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

**Steel for the reinforcement of concrete — Hot-rolled plain and ribbed
round bars— Specifications and test methods**

ICS: 77.140.15; 91.080.40

استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲: سال ۱۴۰۳، فولاد برای تسلیح بتن – میلگردهای گرم نوردیده ساده و آج‌دار –
ویژگی‌ها و روش‌های آزمون – تجدیدنظر سوم

**INSO 3132:2025, Steel for the reinforcement of concrete — Hot-rolled plain and
ribbed round bars— Specifications and test methods— 3rd Revision**

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط ازجمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف ازجمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاها تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به‌موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به‌موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به‌عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس‌جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان‌بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛

۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به‌عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛

۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛

۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به‌منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به‌منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.

در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.

براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به‌منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به‌عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

مشارکت کنندگان

سمت و محل اشتغال

رئیس:

صدری، محمد
کارشناسی مهندسی مواد

شرکت ذوب آهن اصفهان

دبیر:

پولادگر، عبدالعلی
کارشناسی مهندسی مکانیک

کارشناس رسمی استاندارد و عضو کارگروه فنی فولاد
INSO/ISO/TC 17

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آقاجانی، محمدرضا
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

شرکت ذوب آهن اصفهان

ابراهیمی، محمدرضا
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

دفتر مکانیک و فلزشناسی معاونت نظارت بر اجرای استاندارد
صنایع فلزی سازمان ملی استاندارد ایران

احمدی، سودابه
کارشناسی ارشد شیمی

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

ادب آوازه، عبدالوهاب
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران

ادب آوازه، نازیلا
دکتری مهندسی صنایع

شرکت ناظران یکتا

ادیبی، احمد
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

شرکت ذوب آهن اصفهان

امیرخانی، محدثه
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

شرکت سینا آزمای بندر

ایمانیان نجف آبادی، رضا
کارشناسی ارشد مهندسی جوشکاری

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران - انجمن خوردگی
ایران

بابا، علی
کارشناسی مهندسی مواد

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

باغفر، امیر
کارشناسی مهندسی مواد

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

مشارکت‌کنندگان

سیمت و محل اشتغال

بوستانی، نجمه	اداره کل استاندارد استان خوزستان
کارشناسی ارشد مهندسی مواد	
بیرگانی‌نیا، صولت	کارشناس رسمی استاندارد و دبیر کارگروه فنی فولاد
کارشناسی مهندسی مواد	INSO/ISO/TC 17
پارسا، فریدون	سازمان نظام مهندسی ایران
کارشناسی ارشد مهندسی عمران	
پورکریمی، پیام	شرکت نفت و گاز پرشیا
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک	
تقی آبادی، رضا	مجتمع فولاد البرز غرب
دکتری مهندسی مواد	
جامی، امیر	شرکت نیک صدرای توس
کارشناسی مدیریت بازرگانی	
چعب، احمد	شرکت مهندسی و بازرسی سنجش انطباق پارس
کارشناسی مهندسی تکنولوژی طراحی	
حاجی نظری، حسین	شرکت ذوب آهن اصفهان
کارشناسی ارشد مهندسی مواد	
حیدری مقدم، علی	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دزفول
دکتری مهندسی مواد پیشرفته	
خیاط زاده، علیرضا	گروه تخصصی نظام مهندسی استان خوزستان
کارشناسی ارشد مهندسی عمران	
خیام، افشین	شرکت ناظران یکتا
کارشناسی مهندسی صنایع	
ذوالفقاری، آریا	مجتمع معدنی صنعت آهن و فولاد بافق
کارشناسی مهندسی صنایع	
رشیدی، سعید	اداره کل استاندارد استان مازندران
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک	
رشیدی، محسن	انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران
کارشناسی مهندسی مواد	

مشارکت‌کنندگان

سمت و محل اشتغال

رضایی، ندا کارشناسی ارشد شیمی	شرکت آزمون گستر بندر
رفیعی، امیرحسین کارشناسی ارشد مهندسی مواد	آزمایشگاه آزما صنعت قائم
ریاضی، امیرحسین کارشناسی ارشد مهندسی مواد	سازمان بورس کالا
رئیس قاسمی، امیرمازیار کارشناسی ارشد مهندسی عمران	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ایران - دبیرخانه آیین نامه بتن ایران
رئیزی، راحیل کارشناسی شیمی	شرکت سنجش سازان هرمز
زارعی، مهدی کارشناسی مهندسی مواد	شرکت فولاد آتیه خاورمیانه
زمانی، محمد کارشناسی مهندسی عمران	شرکت فولاد آذربایجان
زمانی نژاد، امیر کارشناسی ارشد مهندسی مواد	کارشناس رسمی استاندارد و بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران
سرحدی، مهرداد کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک	دفتر مکانیک و فلزشناسی معاونت نظارت بر اجرای استاندارد صنایع فلزی سازمان ملی استاندارد ایران
سعادت‌ی فرد، علی کارشناسی ارشد مهندسی برق	شرکت فولاد کاوه اروند
سلیبی، فریبا کارشناسی ارشد مهندسی مواد	صنایع پیش تنیده خوانسار
سیاوشی، سیدحامد کارشناسی مهندسی مواد	شرکت فولاد نگین اردکان
شاه کرمی، محمدکریم کارشناسی مهندسی مواد	شرکت تات فولاد تاکستان
شرافتی، محمدامیر دکتری مهندسی عمران	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شیراز

مشارکت‌کنندگان

سمت و محل اشتغال

شفیعی، معصومه	مجتمع فولاد گیلان
کارشناسی ارشد مهندسی مواد	
شکیباپور، علیرضا	دفتر مکانیک و فلزشناسی معاونت نظارت بر اجرای استاندارد
کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی	صنایع فلزی سازمان ملی استاندارد ایران
شیبانی، حامد	شرکت پالایش نفت بندرعباس
کارشناسی ارشد مهندسی مواد	
شیرین پرور، مرتضی	شرکت ذوب آهن اصفهان
کارشناسی ارشد مهندسی مواد	
ضرابی زاده، صادق	شرکت صنایع نور میلاد یزد
کارشناسی مهندسی مکانیک	
ضمیری زاده، علی	گروه ملی صنعتی فولاد ایران
کارشناسی ارشد شیمی	
عبداله زاده، مهدی	شرکت ذوب آهن اصفهان
کارشناسی مهندسی مواد	
عبدالهی، غلامحسین	شرکت صبا فولاد زاگرس
کارشناسی مهندسی مواد	
عبدالهی موسوی، احمد	شرکت فولاد روهینا جنوب
کارشناسی مهندسی مواد	
عشیری، روح اله	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتری مهندسی مواد	
عظیمی، مسعود	اداره کل استاندارد استان خوزستان
کارشناسی مهندسی مواد	
علوی، فاطمه السادات	صنایع پیش تنیده خوانسار
کارشناسی مهندسی مواد	
فرحبد، فرهنگ	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ایران
دکتری مهندسی عمران	
قادری، سعید	مجتمع فولاد خراسان
کارشناسی مهندسی مواد	

سیمت و محل اشتغال

پژوهشگاه استاندارد سازمان ملی استاندارد ایران

شرکت ذوب آهن آریان یوئین زهرا

شرکت ذوب آهن اصفهان

شرکت ذوب آهن اصفهان

کارشناس رسمی استاندارد و عضو کارگروه فنی فولاد
INSO/ISO/TC 17

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

شرکت خیام سپهر فولاد نیشابور

شرکت فولاد کاوه اروند

شرکت فولاد اطلس گلستان

گروه ملی صنعتی فولاد ایران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ایران

اداره کل استاندارد استان خوزستان

شرکت ذوب آهن اصفهان

شرکت صنعت تجارت پردیس آذربایجان

مشارکت کنندگان

کامجو، هادی
کارشناسی مهندسی مواد

کریمی، بهمن
کارشناسی مدیریت

کریمی، محمدرضا
کارشناسی مهندسی مواد

کیانی، روح اله
کارشناسی مهندسی مکانیک

گپل پور، محمدرضا
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

محسنی، رضا
کارشناسی مهندسی مواد

مرادی، حسن
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

مزرعه، حسن
کارشناسی مهندسی مکانیک

ملوندی، سعید
کارشناسی مهندسی مواد

مولایی، پویان
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

مهرپرور، بهنام
دکتری مهندسی عمران

مهرمولائی، فاطمه
کارشناسی ارشد شیمی

مهری، مهدی
کارشناسی مهندسی مواد

نایی، زکریا
کارشناسی ارشد مهندسی مواد

سِمَت و محل اشتغال

مشارکت‌کنندگان

اداره کل استاندارد استان خوزستان	نجفی، داود کارشناسی ارشد مهندسی مواد
اداره کل استاندارد استان قم	نجفی، محمدحسین دکتری مهندسی مکانیک
مجتمع فولاد خراسان	نصرآبادی، محمد کارشناسی مهندسی مواد
شرکت فولاد کاوه تیکمه داش	نقی زاده، علی کارشناسی مهندسی مواد
شرکت آریان فولاد	وطن دوست، حمید کارشناسی مهندسی صنایع
مجتمع فولاد هیربد زرنديه	وکیلی، سجاد کارشناسی ارشد مهندسی مواد
مجتمع معدنی صنعت آهن و فولاد بافق	هداوندی، مجید کارشناسی مهندسی کنترل و ابزار دقیق
گروه ملی صنعتی فولاد ایران	هرمزی، سیاوش کارشناسی مهندسی مواد
مجتمع فولاد خراسان	هیبهات، امیررضا کارشناسی مهندسی مواد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ک	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ نمادها
۸	۵ طبقه‌بندی
۹	۶ فرایند تولید
۹	۷ ویژگی‌ها
۹	۷-۱ اندازه‌ها
۱۱	۷-۲ ویژگی‌های آج‌ها
۱۶	۷-۳ ویژگی‌های ظاهری میلگرد
۱۷	۸ ترکیب شیمیایی
۱۹	۹ خواص مکانیکی
۱۹	۹-۱ خواص کششی
۱۹	۹-۲ خمش
۱۹	۹-۳ خمش مجدد پس از پیرسازی
۲۰	۹-۴ خواص خستگی
۲۰	۹-۵ جوش‌پذیری
۲۰	۱۰ نمونه‌برداری
۲۰	۱۰-۱ نمونه‌برداری برای بازرسی ظاهری
۲۰	۱۰-۲ نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری‌های ابعاد و وزن
۲۱	۱۰-۳ نمونه‌برداری برای آزمون‌های مکانیکی
۲۱	۱۰-۴ نمونه‌برداری برای آنالیز شیمیایی
۲۱	۱۱ روش‌های آزمون
۲۱	۱۱-۱ آزمون کشش
۲۱	۱۱-۲ آزمون خمش
۲۲	۱۱-۳ آزمون خمش مجدد
۲۲	۱۱-۴ آزمون خستگی
۲۲	۱۱-۵ آنالیز شیمیایی

صفحه	عنوان
۲۳	۱۱-۶ آزمون اندازه‌گیری ابعاد و وزن
۲۳	۱۲ بازرسی و آزمون مجدد و ارزیابی نتایج
۲۳	۱۲-۱ بازرسی و آزمون مجدد خواص مکانیکی
۲۳	۱۲-۲ آزمون مجدد وزن
۲۴	۱۳ بسته‌بندی
۲۴	۱۴ شناسه گذاری
۲۴	۱۵ نشانه گذاری
۲۴	۱۵-۱ نشانه‌گذاری روی شاخه میلگرد
۲۵	۱۵-۲ نشانه‌گذاری روی بسته
۲۵	۱۶ گواهی‌نامه فنی
۲۵	۱۶-۱ مشخصات عمومی
۲۵	۱۶-۲ مشخصات فنی
۲۶	۱۶-۳ مشخصات اختصاصی فرآیند تولید
۲۶	۱۷ ارزیابی انطباق
۲۶	۱۷-۱ کلیات
۲۶	۱۷-۲ ارزیابی انطباق در حین تولید
۲۷	۱۷-۳ آزمون پذیرش یک محموله خاص
۳۱	پیوست «الف» (الزامی) شرایط جوشکاری
۳۲	پیوست «ب» (الزامی) ضرایب تبدیل آزمون کشش
۳۳	پیوست «پ» (الزامی) نشانه‌گذاری بر روی انواع میلگردهای فولادی گرم نوردیده آج‌دار برای تسلیح بتن
۳۴	کتابنامه

پیشگفتار

این استاندارد به استناد قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۷، بند ۱، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۲۴۴ مورخ ۱۴۰۳/۱۲/۱۸ کارگروه ملی تصویب استانداردهای فلزشناسی مصوب شده است.

این استاندارد، استاندارد ملی زیر را باطل می‌کند و جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲: سال ۱۳۹۲، میل‌گردهای فولادی گرم نوردیده برای تسلیح بتن – ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

منابع مورد استفاده در تهیه و تدوین این استاندارد، به شرح زیر است:

- ISO 6935-1: 2007, *Steel for the reinforcement of concrete — Part 1: Plain bars*
- ISO 6935-2: 2019, *Steel for the reinforcement of concrete — Part 2: Ribbed bars*
- ASTM A615M: 2024, *Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement*
- ASTM A706/A706M-16, *Standard specification for deformed and plain low-alloy steel bars for concrete reinforcement*

فولاد برای تسلیح بتن - میلگردهای گرم‌نوردیده ساده و آج‌دار - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون میلگردهای فولادی گرم‌نوردیده ساده و آج‌دار را برای استفاده به‌عنوان تسلیح بتن تعیین می‌کند.

این استاندارد برای میلگردهای فولادی گرم‌نوردیده به‌صورت شاخه یا کلاف بدون عملیات بعدی و نیز با عملیات کوئنچ و برگشت تحت کنترل کاربرد دارد.

این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

الف) برای قلاب‌های مورد استفاده در بلندکردن و حمل و نقل محموله‌های مختلف نظیر قطعات بتنی سنگین؛

ب) میلگردهای مورد مصرف در بتن‌های پیش‌تنیده.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن‌ها به‌صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع‌داده‌شده، جزئی از الزامات^۱ این استاندارد محسوب می‌شود. درخصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. درخصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع (شامل هرگونه اصلاحیه/تصحیح‌نامه) کاربرد دارد.

- استاندارد ملی ایران ۸۱۰۳-۱: سال ۱۳۹۸، فولاد برای تسلیح و پیش‌تنیدن بتن - روش‌های آزمون - قسمت ۱: میله، مفتول و سیم‌های تسلیح‌کننده

- استاندارد ملی ایران ۹۳۷۶: سال ۱۴۰۲، فولاد و چدن - نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها برای تعیین ترکیب شیمیایی

- استاندارد ملی ایران ۱۰۹۷۹: سال ۱۳۹۹، فولادهای کربنی و کم‌آلیاژ - اندازه‌گیری عناصر به‌روش طیف‌سنجی نشر/تمی جرقه - روش آزمون

- استاندارد ملی ایران ۲۱۰۵۶-۱: سال ۱۳۹۳، جوشکاری - جوشکاری فولاد مسلح‌کننده - قسمت ۱: اتصالات جوش داده شده باریبر

- AWS D1.4M: 2018, *Structural Welding Code — Steel Reinforcing Bars*

- ISO 404, *Steel and steel products — General technical delivery requirements*

نکته: استاندارد ملی ایران ۱۸۶۸۱، فولاد و محصولات فولادی - الزامات فنی عمومی تحویل، براساس استاندارد ISO 404 تدوین شده است.

¹ requirements

- ISO/TR 9769:2018, *Steel and iron — Review of available methods of analysis*
- ISO 10144:2018, *Steels for the reinforcement and prestressing of concrete — Certification scheme for steel bars and wires*

نکته: استاندارد ملی ایران ۲۰۵۹۵، فولاد برای تسلیح و پیش تنیدن بتن- طرح گواهی کردن میلگردها و سیم‌های فولادی، براساس استاندارد ISO 10144 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

میلگرد گرم نوردیده

hot-rolled round bar

محصول فولادی گرم نوردیده به صورت ساده یا آج‌دار با مقطع گرد که به صورت شاخه‌ای (مستقیم با طول معین) یا کلاف (به صورت حلقوی پیوسته) یا کلاف باز شده و شاخه شده عرضه می‌شود.

۲-۳

قطر اسمی

nominal diameter

قطر اسمی میلگرد که معادل نمره میلگرد است.

۳-۳

مساحت سطح مقطع اسمی

nominal cross-sectional area

S_0

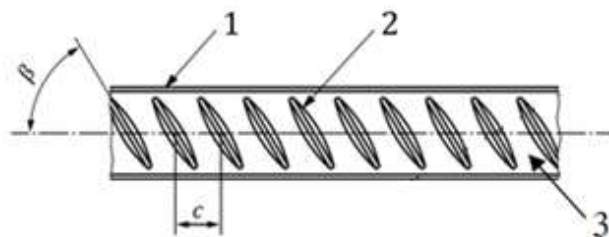
مساحت سطح مقطع معادل با مساحت یک میلگرد ساده دارای مقطع گرد با همان قطر اسمی است.

۴-۳

آج

rib

برجستگی‌هایی که به صورت طولی (موازی محور میلگرد) و یا عرضی (به هر صورتی غیر از طولی) روی سطح میلگرد هنگام نورد ایجاد می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود).



راهنما:

β زاویه آج عرضی
c گام آج میلگرد

1 آج طولی
2 آج عرضی
3 زمینه میلگرد

شکل ۱: میلگرد آج‌دار - تعاریف هندسه آج

۵-۳

آج عرضی

transverse rib

آج با یک زاویه مورب یا عمود نسبت به محور طولی میلگرد است (به شکل ۱ مراجعه شود).

۶-۳

آج طولی

longitudinal rib

آج یکنواخت پیوسته که با محور طولی میلگرد موازی است (به شکل ۱ مراجعه شود).

۷-۳

زمینه

core

قسمتی از سطح مقطع و سطح جانبی میلگرد که فاقد آج (طولی و عرضی) است (به شکل ۱ مراجعه شود).

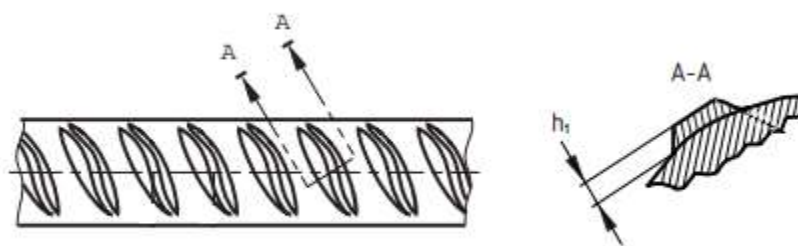
۸-۳

ارتفاع آج عرضی

transverse rib height

h_1

فاصله از بالاترین نقطه روی آج عرضی تا سطح زمینه میلگرد که عمود بر محور طولی آن اندازه‌گیری می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود).



شکل ۲: ارتفاع آج عرضی، h_1

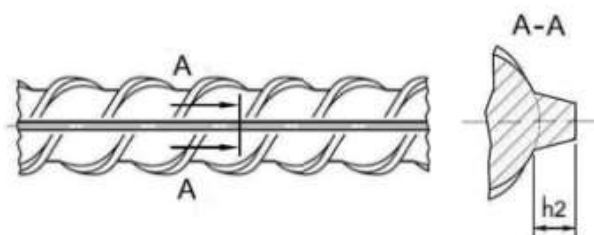
۹-۳

ارتفاع آج طولی

longitudinal rib height

h_2

فاصله یک نقطه روی آج طولی تا سطح زمینه میلگرد که عمود بر محور طولی آن اندازه گیری می شود (به شکل ۳ مراجعه شود).



شکل ۳: ارتفاع آج طولی

۱۰-۳

گام آج عرضی

transverse rib spacing

C

فاصله مرکزهای دو آج عرضی متوالی که موازی با محور طولی میلگرد اندازه گیری می شود (به شکل ۱ مراجعه شود).

۱۱-۳

زاویه آج عرضی

transverse rib inclination

β

زاویه بین آج عرضی و محور طولی میلگرد است (به شکل ۱ مراجعه شود).

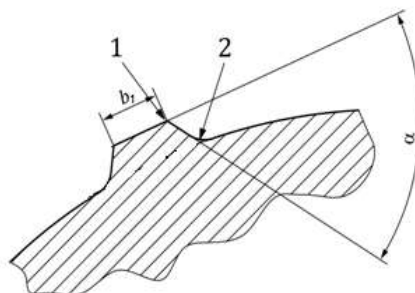
۱۲-۳

زاویه جانبی دیواره آج عرضی

transverse rib flank inclination

 α

زاویه بین دیواره آج عرضی و سطح زمینه میلگرد که عمود بر محور طولی آج عرضی اندازه‌گیری می‌شود (به شکل ۴ مراجعه شود).



راهنما:

1 آج عرضی

2 انحنای انتقالی

شکل ۴: زاویه جانبی دیواره آج عرضی، α ، و پهنای بالاترین نقطه آج عرضی در وسط آن، b_1 (برش مقطع A-A از شکل ۲)

۱۳-۳

بخش بدون آج محیط

part of the circumference without rib

 $\sum a_i$

مجموع فاصله‌های بین دو انتهای آج‌های عرضی مجاور در امتداد سطح زمینه که به صورت تصویر ایجاد شده بر روی یک سطح عمود بر محور میله اندازه‌گیری می‌شود.

۱۴-۳

پهنای آج عرضی

transverse rib width

 b

اندازه پهنای در بالاترین نقطه آج عرضی و در وسط آن است (به شکل ۲ مراجعه شود).

۱۵-۳

سطح نسبی آج

relative rib area

 f_R

مساحت تصویر آج عرضی میلگرد روی صفحه عمود بر محور طولی آن و نسبت به مساحت جانبی بین دو آج (گام) است.

نکته ۱ مدخل: برای نحوه محاسبه سطح نسبی آج، به بند ۱۱ استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ مراجعه شود.

۱۶-۳

بیضی بودن

ovality

اختلاف بین بیشینه و کمینه اندازه قطر در یک مقطع از میلگرد است.

۱۷-۳

آنالیز مذاب

heat analysis

آنالیز شیمیایی نمونه نماینده مذاب که توسط سازنده با نمونه برداری از تاندیش یا قالب ریخته‌گری تعیین می‌شود.

[منبع: استاندارد ملی ایران ۲۰۳۰۰: سال ۱۳۹۸]

۱۸-۳

آنالیز محصول

product analysis

آنالیز شیمیایی که بر روی محصول انجام می‌شود.

۱۹-۳

شناسه

designation

عبارتی برای شناسایی یک مجموعه میلگرد با مشخصه و قطر یکسان است.

۲۰-۳

بسته

bundle

دو یا چند کلاف یا مجموعه‌ای از شاخه‌های میلگرد هم قطر و هم شکل که دارای یک شناسه بوده و به شکل مناسبی به یکدیگر بسته شده باشند.

۲۱-۳

دسته

batch

تعدادی کلاف یا بسته شامل میلگردهای هم قطر که از یک فرآیند و از یک شارژ ذوب تولید شده باشند.

۲۲-۳

بهر

lot

تعدادی کلاف، بسته، دسته یا مقدار معینی میلگرد هم قطر و با شناسه یکسان که تحت شرایطی که یکنواخت فرض می‌شود، با ذوب‌های مختلف تولید شده‌اند.

۲۳-۳

محموله

consignment

تعدادی بسته که قطر اسمی میلگردها از بسته‌ای به بسته دیگر می‌تواند متفاوت باشد، ولی هر بسته باید دارای یک شناسه باشد.

۲۴-۳

طرح ارزیابی انطباق

conformity assessment scheme

سیستم ارزیابی انطباق مربوط به موضوعات خاص ارزیابی انطباق، که در آن همان الزامات مشخص شده، قوانین و رویه‌های خاص اعمال می‌شود.

نکته ۱ مدخل: طرح‌های ارزیابی انطباق در سطح بین‌المللی، ملی یا محلی اجرا می‌شوند.

نکته ۲ مدخل: صدور گواهینامه، یعنی گواهی شخص ثالث مربوط به محصولات، فرایندها، سیستم‌ها یا افراد، برای همه موضوعات ارزیابی انطباق به جز خود نهادهای ارزیابی انطباق، که اعتباربخشی برای آن‌ها قابل اعمال است، کاربرد دارد.

۴ نمادها

برای مقاصد این استاندارد، نمادهای فهرست شده در جدول ۱ به کار می‌روند.

جدول ۱: نمادها

نماد	یکا	شرح
A_5	%	درصد ازدیاد طول نسبی پس از شکست با طول مبنای ۵ برابر قطر اسمی
A_{10}	%	درصد ازدیاد طول نسبی پس از شکست با طول مبنای ۱۰ برابر قطر اسمی
A_{gt}	%	درصد افزایش طول کل در بیشینه نیرو
S_0	mm^2	مساحت سطح مقطع اسمی
b_1	mm	پهنای بالاترین نقطه آج عرضی در وسط آن
b_2	mm	پهنای آج طولی
c	mm	گام آج عرضی (فاصله بین مرکزهای دو آج متوالی)
d	mm	قطر اسمی میلگرد
d_1	mm	قطر زمینه میلگرد
d_2	mm	قطر خارجی میلگرد در ناحیه آج دار
Σ_{ei}	mm	بخش بدون آج روی محیط میلگرد
f_k	—	مقدار مشخصه مورد نیاز
f_R	—	سطح نسبی آج
h_1	mm	ارتفاع آج عرضی
h_2	mm	ارتفاع آج طولی
k, k'	—	اندیس
m_n	—	مقدار متوسط n مقدار تکی
n	—	تعداد مقادیر تکی
R_{eH}	MPa^a	استحکام تسلیم بالایی
R_m	MPa^a	استحکام کششی
$R_{p0.2}$	MPa^a	استحکام تسلیم قراردادی % ۰/۲، افزایش طول مومسان
s_n	—	انحراف استاندارد برای n مقدار تکی
x_i	—	مقدار تکی
α	°	زاویه جانبی دیواره آج عرضی
β	°	زاویه آج عرضی

1 MPa = 1 N/mm² a

۵ طبقه‌بندی

در این استاندارد طبقه‌بندی میلگردهای ساده و آج دار مطابق جدول ۲ است.

جدول ۲: طبقه‌بندی میلگردهای ساده و آج‌دار

علامت مشخصه	طبقه‌بندی
S۲۴۰	میلگرد ساده
S۳۴۰	میلگرد آج‌دار مارپیچ (یکنواخت یا دوکی)
S۴۰۰	میلگرد آج‌دار جناغی (یکنواخت یا دوکی)
S۴۲۰	
S۵۰۰	میلگرد آج‌دار مرکب (دوکی)
S۵۵۰	
S۶۹۰	

۶ فرایند تولید

در تولید میلگرد آج‌دار باید از فولاد کاملاً آرام^۱ یا آرام^۲ استفاده شود ولی برای تولید میلگرد ساده مشروط به تطبیق کلیه ویژگی‌های مندرج در این استاندارد می‌توان از فولاد نیمه آرام^۳ نیز استفاده کرد.

نکته: انواع فولاد از نظر اکسیژن‌زدایی در استاندارد ملی ایران ۱۴۲۶۲-۲ تعریف شده است.

تولید میلگردهای ساده و آج‌دار از مقاطع فولادی مانند تیرآهن، ریل راه‌آهن، ورق و ضایعات آن‌ها و به‌طور کلی هر نوع ماده اولیه بدون سوابق متالورژیکی مشخص مجاز نیست.

۷ ویژگی‌ها

۱-۷ اندازه‌ها

اندازه‌های قطر اسمی و جرم واحد طول میلگردهای ساده و آج‌دار و نیز رواداری‌های آن‌ها باید با مقادیر جدول‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ مطابقت داشته باشد.

^۱ fully killed

^۲ killed

^۳ semi killed

جدول ۳: ابعاد، جرم واحد طول و رواداری جرم میلگردهای ساده و آجدار

جرم واحد طول			سطح مقطع اسمی ^a S_0 mm^2	قطر اسمی d mm
میزان رواداری ^c %		مقادیر اسمی ^b kg/m		
میلگرد آج‌دار	میلگرد ساده			
±۸	±۸	۰٫۲۲۲	۲۸٫۳	۶
±۸	±۷	۰٫۳۹۵	۵۰٫۳	۸
±۶	±۵	۰٫۶۱۶	۷۸٫۵	۱۰
±۶	±۵	۰٫۸۸۸	۱۱۳٫۰	۱۲
±۵	±۵	۱٫۲۱۰	۱۵۴٫۰	۱۴
±۵	±۵	۱٫۵۸۰	۲۰۱٫۰	۱۶
±۵	±۵	۲٫۰۰۰	۲۵۴٫۰	۱۸
±۵	±۵	۲٫۴۷۰	۳۱۴٫۰	۲۰
±۵	±۵	۲٫۹۸۰	۳۸۰٫۰	۲۲
±۴	±۴	۳٫۸۵۰	۴۹۱٫۰	۲۵
±۴	±۴	۴٫۸۳۰	۶۱۶٫۰	۲۸
±۴	±۴	۶٫۳۱۰	۸۰۴٫۰	۳۲
±۴	±۴	۷٫۹۹۰	۱۰۱۸٫۰	۳۶
±۴	±۴	۹٫۸۷۰	۱۲۵۷٫۰	۴۰
±۴	±۴	۱۵٫۴۲۰	۱۹۶۴٫۰	۵۰
نکته: برای قطرهای اسمی بزرگتر از ۵۰ mm توصیه می‌شود بین سازنده و خریدار توافق شود. انحراف مجاز جرم این میلگردها باید ± ۴٪ باشد.				
^a سطح مقطع اسمی از فرمول $S_0 = 0.7854 \times d^2$ محاسبه می‌شود. ^b جرم واحد طول برابر است با $7.85 \times 10^{-3} \times S_0$ ^c میزان رواداری برای میلگرد به‌صورت تک شاخه				

جدول ۴: رواداری قطر اسمی میلگردهای ساده

بیضی بودن بیشینه	رواداری mm	قطر اسمی mm
٪ ۷۰ دامنه رواداری قطر اسمی	+۰٫۳ -۰٫۵	کمتر از ۲۲
	+۰٫۴ -۰٫۵	شامل ۲۲ تا کمتر از ۲۸
	+۰٫۴ -۰٫۷	شامل ۲۸ تا و شامل ۵۰

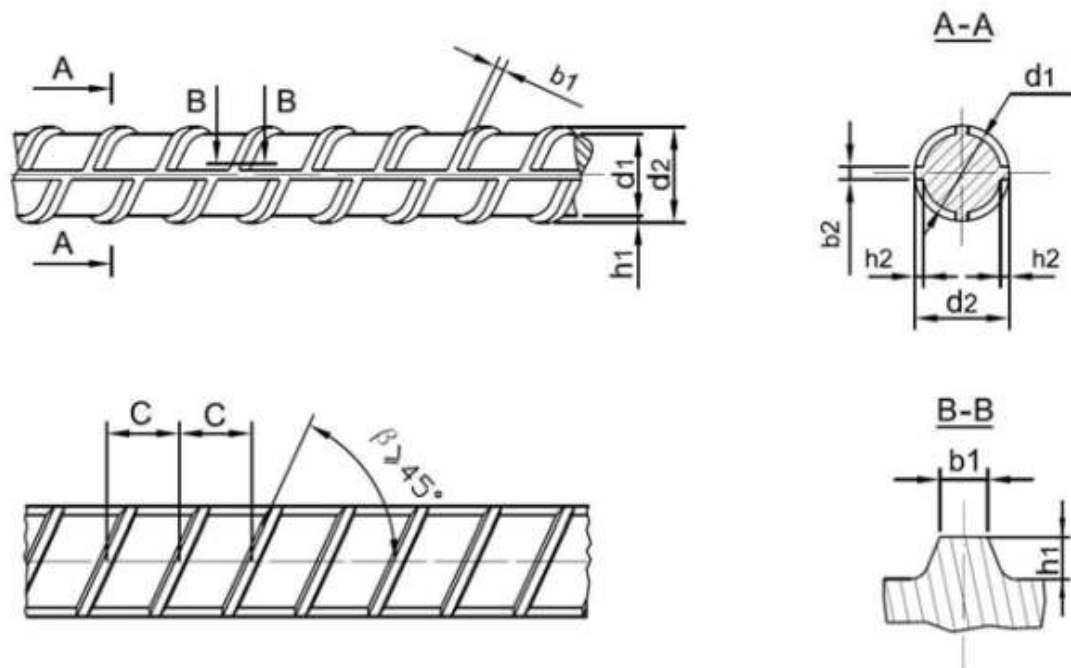
۲-۷ ویژگی‌های آج‌ها

میلگردهای آج‌دار باید دارای آج عرضی و طولی باشند. میلگردهای آج‌دار به‌جز در محل‌های نشانه‌گذاری محصول باید دست‌کم دارای دو ردیف آج عرضی با توزیع یکنواخت در دو طرف آج‌های طولی باشند. آج‌های عرضی هر ردیف باید به‌صورت یک شکل و منظم در تمام طول میلگرد توزیع شده باشند. ویژگی‌های هندسی آج‌ها باید با الزامات ارائه شده در زیربند ۱-۲-۷ انطباق کامل داشته باشند. اندازه‌گیری مشخصه‌های ابعادی آج‌ها باید براساس استاندارد ملی ایران ۸۱۰۳-۱ انجام گیرد.

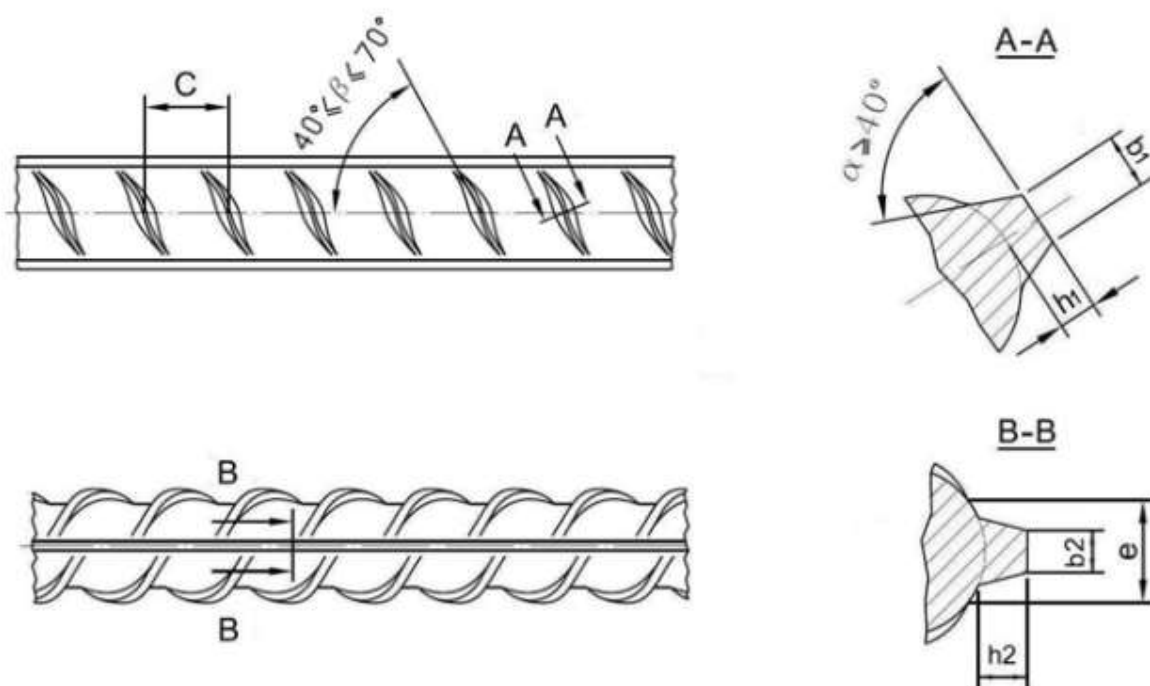
۱-۲-۷ ویژگی‌های هندسی آج‌ها

۱-۱-۲-۷ میلگردهای S۳۴۰

این میلگردها دارای آج‌های عرضی به‌صورت یکنواخت و مارپیچ در دو طرف آج طولی با زاویه کمینه 45° نسبت به محور طولی یا دوکی شکل و مارپیچ در دو طرف آج طولی با زاویه 40° تا و شامل 70° مطابق شکل‌های ۵ و ۶ هستند. ویژگی‌های هندسی این میلگردها باید مطابق جدول‌های ۶ و ۷ باشند.



شکل ۵: میلگردهای S۳۴۰ با شکل آج یکنواخت



شکل ۶: میلگردهای S۳۴۰ با شکل آج دوکی

جدول ۶: ویژگی‌های هندسی میلگردهای با آج یکنواخت

اعداد بر حسب میلی‌متر

قطر اسمی میلگرد d	قطر زمینه d_1		ارتفاع آج عرضی h_1		پهنای آج عرضی b_1	قطر خارجی d_2	گام C	ارتفاع آج طولی h_2	پهنای آج طولی b_2
	اسمی	رواداری	اسمی	رواداری					
۶	۵/۷۵	+۰/۳ -۰/۵	۰/۵۰	$\pm 0/25$	۰/۵۰	۶/۷۵	۵	۰/۵۰	۱/۰۰
۸	۷/۵۰		۰/۷۵		۰/۷۵	۹/۰۰	۵	۰/۷۵	۱/۲۵
۱۰	۹/۳۰		۱/۰۰	$\pm 0/5$	۱/۰۰	۱۱/۳۰	۷	۱/۰۰	۱/۵۰
۱۲	۱۱/۰۰		۱/۲۵		۱/۰۰	۱۳/۵۰	۷	۱/۲۵	۲/۰۰
۱۴	۱۳/۰۰		۱/۲۵		۱/۰۰	۱۵/۵۰	۷	۱/۲۵	۲/۰۰
۱۶	۱۵/۰۰		۱/۵۰		۱/۵۰	۱۸/۰۰	۸	۱/۵۰	۲/۰۰
۱۸	۱۷/۰۰		۱/۵۰		۱/۵۰	۲۰/۰۰	۸	۱/۵۰	۲/۰۰
۲۰	۱۹/۰۰		۱/۵۰		۱/۵۰	۲۲/۰۰	۸	۱/۵۰	۲/۰۰
۲۲	۲۱/۰۰	+۰/۴ -۰/۵	۱/۵۰		۱/۵۰	۲۴/۰۰	۸	۱/۵۰	۲/۰۰
۲۵	۲۴/۰۰		۱/۵۰		۱/۵۰	۲۷/۰۰	۸	۱/۵۰	۲/۰۰
۲۸	۲۶/۵۰	+۰/۴ -۰/۷	۲/۰۰	$\pm 0/7$	۱/۵۰	۳۰/۵۰	۹	۲/۰۰	۲/۵۰
۳۲	۳۰/۵۰		۲/۰۰		۲/۰۰	۳۴/۵۰	۱۰	۲/۰۰	۳/۰۰
۳۶	۳۴/۵۰		۲/۵۰		۲/۰۰	۳۹/۵۰	۱۲	۲/۵۰	۳/۰۰
۴۰	۳۸/۵۰		۲/۵۰		۲/۰۰	۴۳/۵۰	۱۲	۲/۵۰	۳/۰۰
۵۰	۴۸/۰۰		۳/۰۰		۲/۵۰	۵۴/۰۰	۱۵	۳/۰۰	۳/۵۰

نکته ۱: اعداد مربوط به ستون‌هایی که برای آن‌ها رواداری منظور نشده است، صرفاً برای استفاده در طراحی کالیبر غلتک نورد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته ۲: برای کاهش تمرکز تنش در محل اتصال آج عرضی و زمینه میلگرد توصیه می‌شود در این محل انحنای مناسب ایجاد شود (به شکل ۲ مراجعه شود).

نکته ۳: کمینه ارتفاع آج طولی باید به اندازه‌ای باشد که بتوان آن را با ناخن دست لمس کرد بیشینه آن نباید بیشتر از $d/15$ باشد.

جدول ۷: ویژگی‌های هندسی میلگردهای با آج دوکی

سطح نسبی آج ^c f_R	گام ^b C mm	پهنای آج عرضی ^a b_1 mm	ارتفاع آج عرضی h_1 mm		قطر اسمی میلگرد d mm
			در وسط	$1/4$ از وسط	
کمینه			کمینه	کمینه	
۰٫۰۳۹	۵٫۰	۰٫۶	۰٫۲۸	۰٫۳۹	۶
۰٫۰۴۵	۵٫۷	۰٫۸	۰٫۳۶	۰٫۵۲	۸
۰٫۰۵۲	۶٫۵	۱٫۰	۰٫۴۵	۰٫۶۵	۱۰
۰٫۰۵۶	۷٫۲	۱٫۲	۰٫۵۴	۰٫۷۸	۱۲
۰٫۰۵۶	۸٫۴	۱٫۴	۰٫۶۳	۰٫۹۱	۱۴
۰٫۰۵۶	۹٫۶	۱٫۶	۰٫۷۲	۱٫۰۴	۱۶
۰٫۰۵۶	۱۰٫۸	۱٫۸	۰٫۸۱	۱٫۱۷	۱۸
۰٫۰۵۶	۱۲٫۰	۲٫۰	۰٫۹۰	۱٫۳۰	۲۰
۰٫۰۵۶	۱۳٫۲	۲٫۲	۰٫۹۹	۱٫۴۳	۲۲
۰٫۰۵۶	۱۵٫۰	۲٫۵	۱٫۱۳	۱٫۶۳	۲۵
۰٫۰۵۶	۱۶٫۸	۲٫۸	۱٫۲۶	۱٫۸۲	۲۸
۰٫۰۵۶	۱۹٫۲	۳٫۲	۱٫۴۴	۲٫۰۸	۳۲
۰٫۰۵۶	۲۱٫۶	۳٫۶	۱٫۶۲	۲٫۳۴	۳۶
۰٫۰۵۶	۲۴٫۰	۴٫۰	۱٫۸۰	۲٫۶۰	۴۰
۰٫۰۵۶	۳۰٫۰	۵٫۰	۲٫۲۵	۳٫۲۵	۵۰

نکته ۱: اعداد مربوط به ستون‌هایی که برای آن‌ها رواداری منظور نشده است، صرفاً برای استفاده در طراحی کالیبر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته ۲: آج‌های عرضی باید در تمام طول خود به‌صورت دوکی باشند و نباید با آج‌های طولی برخورد داشته باشند.

نکته ۳: برای کاهش تمرکز تنش در محل اتصال آج عرضی و زمینه میلگرد توصیه می‌شود در این محل انحنای مناسب ایجاد شود (به شکل ۴ مراجعه شود).

نکته ۴: جمع فاصله‌های بین دو انتهای آج عرضی Σe_i نباید بیشتر از ۲۵٪ محیط اسمی (محاسبه شده بر اساس قطر اسمی) باشد.

نکته ۵: کمینه ارتفاع آج طولی باید به‌اندازه‌ای باشد که بتوان آن را با ناخن دست لمس کرد بیشینه آن نباید بیشتر از $d/15$ باشد.

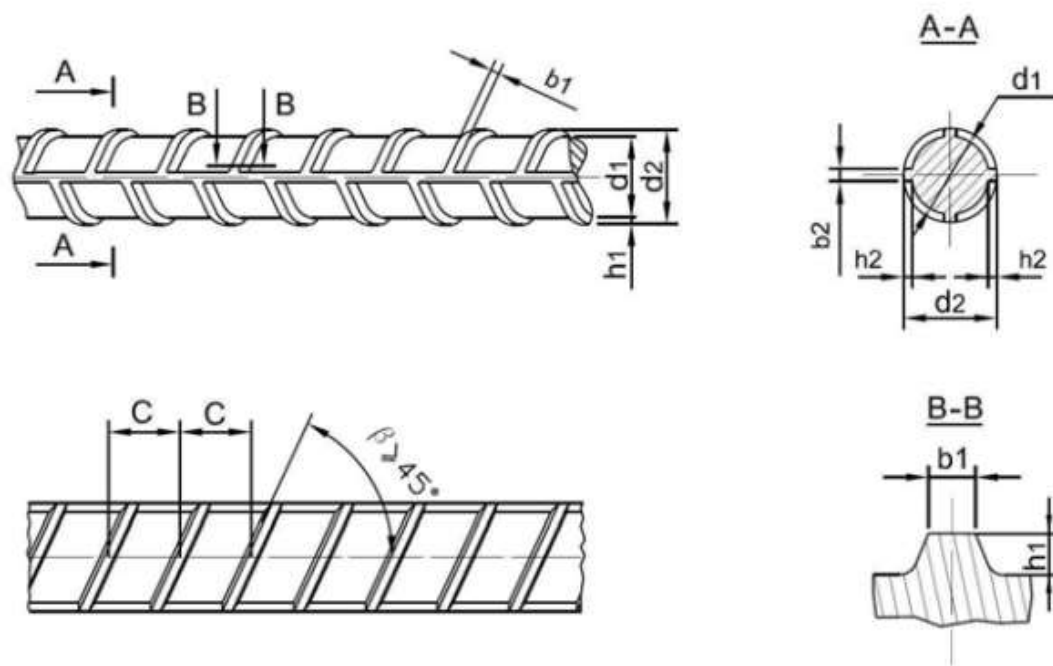
^a پهنای آج عرضی در وسط تا $d/2$ مجاز است (اندازه‌گیری باید به‌صورت عمود بر محور طولی آج عرضی انجام شود).

^b رواداری گام $\pm 15\%$ است.

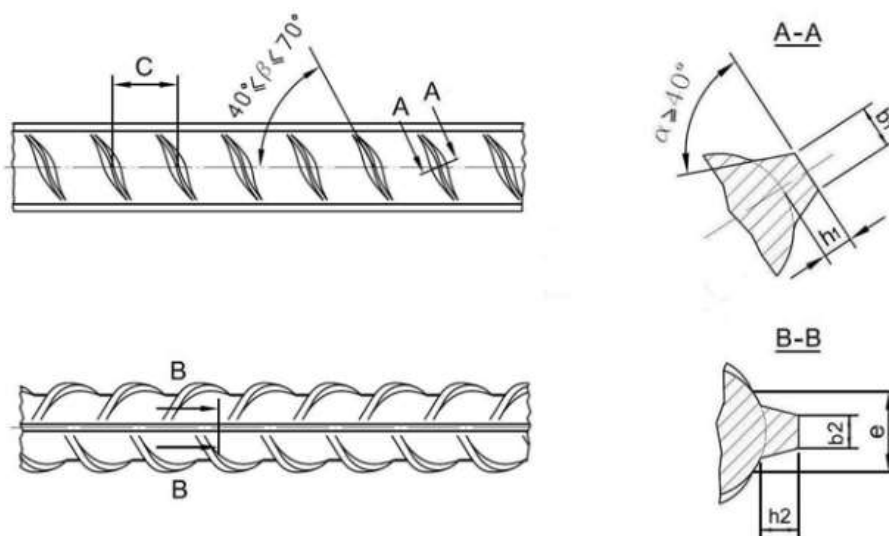
^c سازنده می‌تواند ارقام این جدول را از طریق محاسبه به مقادیر اجرایی بازرسی تبدیل نماید، مشروط بر این‌که کمینه سطح نسبی آج عرضی در میلگردهای تولیدی مطابق ارقام این جدول تأمین و تضمین شود. برای نحوه محاسبه سطح نسبی آج به بند ۱۵ استاندارد ملی ایران ۸۱۰۳-۱ مراجعه شود.

۲-۱-۲-۷ میلگردهای S۴۰۰ و S۴۲۰

این میلگردها دارای آج‌های عرضی به‌صورت یکنواخت با زاویه کمینه 45° نسبت به محور طولی یا دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به‌صورت دو نیم مارپیچ غیر هم جهت در دو نیمه طولی میلگرد با زاویه 40° تا 70° مطابق شکل‌های ۷ و ۸ هستند. ویژگی‌های هندسی این میلگردها باید مطابق جدول‌های ۶ و ۷ باشند.



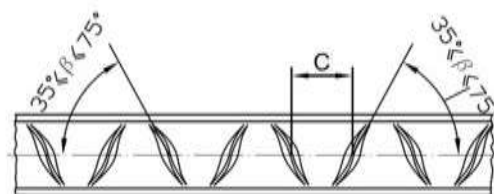
شکل ۷: میلگردهای S۴۰۰ و S۴۲۰ با شکل آج یکنواخت



شکل ۸: میلگردهای S۴۰۰ و S۴۲۰ با شکل آج دوکی

۳-۱-۲-۷ میلگردهای S۵۰۰، S۵۵۰ و S۶۹۰

این میلگردها دارای آج‌های عرضی دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به صورت چهار نیم مارپیچ به شکل هفت-هشت و با زاویه ۳۵° تا ۷۵° مطابق شکل ۹ هستند. ویژگی‌های هندسی این میلگردها باید مطابق جدول ۷ باشند.



شکل ۹: میلگردهای S۵۰۰، S۵۵۰ و S۶۹۰ با شکل آج مرکب

۳-۷ ویژگی‌های ظاهری میلگرد

۱-۳-۷ طول

طول میلگردهای ساده و آج‌دار با رواداری‌های مربوطه باید مطابق جدول ۸ باشد.

جدول ۸: طول و رواداری‌های آن

اعداد برحسب میلی‌متر

طول و رواداری آن در بسته‌های میلگرد													
۱۲۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰۰۰	۹۰۰۰	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۶۵۰۰	۶۰۰۰	۵۵۰۰	۵۰۰۰	۴۵۰۰	۴۰۰۰	۳۵۰۰	طول
-۰ / +۱۰۰			-۰ / +۷۰			-۰ / +۴۰						رواداری	
نکته ۱: عرضه سایر طول‌ها بین ۳۵۰۰ mm تا ۱۲۰۰۰ mm و رواداری‌هایی که خارج از مقادیر این جدول باشد، با توافق خریدار و سازنده مجاز است.													
نکته ۲: این جدول شامل بسته‌های کلاف نمی‌شود.													

۲-۳-۷ ناراستی شاخه میلگرد

ناراستی موضعی شاخه میلگرد نباید از ۶ mm در هر متر طول بیشتر شود و ناراستی کل یک شاخه نباید از حاصل ضرب طول شاخه در ناراستی موضعی بیشتر شود. همچنین موج‌دار بودن (ناراستی متناوب در طول میلگرد) در صورتی مجاز است که بیشینه ناراستی در هر موج ۶ mm باشد.

۳-۳-۷ کیفیت سطحی و شکل ظاهری

سطح میلگرد باید فاقد عیب تاخوردگی (روی هم افتادگی)^۱ باشد. همچنین وجود سایر عیوب مضر موضعی نظیر ترک، پوسته، برجستگی، فرورفتگی، حفره و ناخالصی غیرفلزی (آخال) که بر خواص مکانیکی (کشش و خمش) اثر منفی ایجاد کند، مجاز نیست.

برای میلگردهای آج‌دار، صدمات و نقص‌های موضعی منفرد روی آج‌ها یا زمینه به تعداد بیشینه ۳ نقص در هر متر طول، مجاز است، مشروط بر آن که طول هر نقص بیش از سه آج عرضی مجاور هم نباشد.

^۱ laps

سطح میلگرد نباید آغشته به مواد چرب باشد، همچنین سطح میلگرد نباید دارای زنگ زدگی شدید باشد، به طوری که از سطح مقطع آن کاسته شده و جرم واحد طول آن از محدوده مجاز تعیین شده در جدول ۳ خارج شود یا زنگ زدگی باعث ایجاد تخلخل، دوپوسته شدن یا کندگی روی سطح میلگرد شود.

۸ ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی فولاد که با آنالیز مذاب تعیین می شود، باید با جدول ۹ مطابقت داشته باشد. کربن معادل، CEV^1 ، را مطابق فرمول (۱) محاسبه کنید.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15} \quad (1)$$

که در آن C، Mn، Cr، V، Mo، Cu و Ni کسر جرمی عناصر شیمیایی متشکله فولاد هستند که به صورت درصد بیان می شوند.

در صورتی که آنالیز محصول مورد نیاز باشد، انحراف مجاز آنالیز محصول نسبت به آنالیز مذاب مشخص شده در جدول ۹، در جدول ۱۰ ارائه شده است.

¹ carbon equivalent value

جدول ۹: ترکیب شیمیایی براساس آنالیز مذاب - مقادیر بیشینه کسر جرمی بر حسب درصد

طبقه‌بندی	رده فولاد	C	Si	Mn	P	S	N ^a	CEV ^{b, c}
ساده	S۲۴۰	۰٫۲۲	۰٫۵۵	۰٫۷۵	۰٫۰۵۰	۰٫۰۵۰	-	-
آج‌دار ماریچ	S۳۴۰	۰٫۳۲	۰٫۶۰	۱٫۳۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	-	۰٫۵۰
آج‌دار جناغی	S۴۰۰	۰٫۳۷	۰٫۶۰	۱٫۶۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	-	-
	S۴۲۰	۰٫۳۳	۰٫۵۵	۱٫۵۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۱۲	۰٫۵۶
آج‌دار مرکب	S۵۰۰	۰٫۴۰	۰٫۶۰	۱٫۸۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	-	-
	S۵۵۰	۰٫۳۲	۰٫۵۵	۱٫۸۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۱۲	۰٫۶۱
	S۶۹۰	۰٫۳۰	۰٫۵۰	۱٫۵۰	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۵	-	-

نکته ۱: عناصر میکروآلیاژی نظیر: Ti, Nb, V, Mo, Zr را می‌توان بنا به صلاحدید سازنده برای رسیدن به خواص مکانیکی موردنیاز به ترکیب شیمیایی میلگرد اضافه کرد، مشروط بر آن که مقدار هر کدام به تنهایی از ۰٫۰۵٪ بیشتر نشود و مجموع آن‌ها از ۰٫۱۵٪ فراتر نرود.

نکته ۲: مقدار بیشینه مجاز برای عناصر آلیاژی Cr: ۰٫۳۰٪، Ni: ۰٫۳۰٪ و Cu: ۰٫۴۰٪ است.

نکته ۳: در میلگردهایی که استحکام لازم مطابق این استاندارد به روش کوئنچ و برگشت تحت کنترل (به عنوان مثال روش ترمکس) حاصل می‌شود، حرف T و برای میلگردهایی که به روشی غیر از کوئنچ و برگشت^۱ تحت کنترل تولید می‌شوند، حرف U و در میلگردهایی که با استفاده از عناصر میکروآلیاژی مندرج در نکته ۱ این جدول، استحکام لازم در آن‌ها به‌دست می‌آید، حرف A به انتهای علامت مشخصه میلگرد در گواهینامه فنی صادره و نیز در نشانه‌گذاری روی میلگرد درج می‌شود.

^a اگر آنالیز شیمیایی، کمینه مقدار کل آلومینیم ۰٫۰۱۵٪ را نشان دهد، بیشینه مقدار نیتروژن اعمال نمی‌شود یا چنانچه دست‌کم ۰٫۰۱۳٪ آلومینیم قابل حل در اسید وجود داشته باشد یا اگر مقدار کافی عناصر نیتريدزای دیگر وجود داشته باشد، در این حالت مقدار عناصر نیتريدزا نظیر: V, Nb, Ti و ... باید در گواهینامه فنی محصول مشخص شود.

^b شرایط جوش‌پذیری بر اساس میزان کربن معادل و نیز الزام پیوست الف انجام شود.

^c فرمول‌های دیگر برای تعیین کربن معادل ممکن است بر اساس توافق میان سازنده و خریدار مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۰: رواداری ترکیب شیمیایی محصول نهایی (میلگرد ساده و آج‌دار) بر حسب درصد کسر جرمی

عناصر	بیشینه مقادیر عناصر در ترکیب شیمیایی محصول بر اساس جدول ۹ ٪	میزان انحراف مجاز ترکیب شیمیایی محصول نسبت به ترکیب شیمیایی مذاب ٪
C	≤ ۰٫۲۵	+۰٫۰۲
	> ۰٫۲۵	+۰٫۰۳
Si	≤ ۰٫۶۰	+۰٫۰۵
Mn	≤ ۱٫۶۵	+۰٫۰۶
	> ۱٫۶۵	+۰٫۰۸
P	≤ ۰٫۰۵۰	+۰٫۰۰۵
S	≤ ۰٫۰۵۰	+۰٫۰۰۵
N	≤ ۰٫۰۱۲	+۰٫۰۰۲

^۱ temper

۹ خواص مکانیکی

۹-۱ خواص کششی

آزمون کشش میلگردها باید مطابق زیربند ۱۱-۱ انجام شود. خواص کششی میلگردهای تولیدی باید با مقادیر کششی یکی از رده‌های ارایه شده در جدول ۱۱ منطبق باشد.

جدول ۱۱: خواص کششی میلگردهای ساده و آج‌دار

ازدیاد طول نسبی ^a			نسبت استحکام کششی به استحکام تسلیم بالایی R_m / R_{eH}	استحکام کششی R_m MPa	استحکام تسلیم بالایی R_{eH} MPa		رده فولاد	طبقه‌بندی
A_{gt} کمینه	A_{10} کمینه	A_5 کمینه	کمینه	کمینه	بیشینه	کمینه		
–	۱۸	۲۵	۱/۲۵	۳۶۰	–	۲۴۰	S۲۴۰	ساده
–	۱۵	۱۸		۵۰۰	–	۳۴۰	S۳۴۰	آج‌دار مارپیچ
–	۱۲	۱۶		۵۵۰	۵۲۵	۴۰۰	S۴۰۰	آج‌دار جناغی
۸	–	^b ۱۶		۵۵۰	۵۴۵	۴۲۰	S۴۲۰	
–	۸	۱۰		۶۵۰	–	۵۰۰	S۵۰۰	آج‌دار مرکب
–	۸	^b ۱۰		۶۹۰	۶۷۵	۵۵۰	S۵۵۰	
	۶	۸	۱/۱۰	۷۹۰	–	۶۹۰	S۶۹۰ ^c	

^a انتخاب هر یک از طول میناهای آزمون A_5 ، A_{10} یا A_{gt} بنا به توافق میان سازنده و خریدار برای تعیین میزان ازدیاد طول نسبی کافی است. در شرایطی که توافقی در این مورد انجام نشده باشد، باید A_5 ملاک عمل قرار گیرد.

^b در مورد میلگردهایی که قطر اسمی آن‌ها ۳۲ mm یا بیشتر است، کمینه مقدار مشخصه تعریف شده برای A_5 ممکن است تا ۲٪ به‌ازای هر ۳ mm افزایش در قطر کاهش یابد. اگرچه در این حالت، میزان کاهش از کمینه مقدار مشخصه تعریف شده در این جدول نباید از ۴٪ بیشتر شود.

^c از این رده نباید برای مصارف عمومی استفاده شود، به‌کار بردن میلگرد با این رده باید با مجوز مراجع ذی‌صلاح مرتبط با طراحی و نظارت سازه‌های بتن مسلح باشد.

۹-۲ خمش

آزمون خمش باید مطابق زیربند ۱۱-۲ بر روی میلگردهای تولیدی انجام شود. پس از انجام آزمون نباید هیچگونه ترک یا شکست قابل رویتی در قطعه آزمون ایجاد شود. بررسی وضعیت سطحی محصول پس از انجام آزمون باید توسط یک شخص با قابلیت دید معمولی یا اصلاح شده انجام شود.

۹-۳ خمش مجدد پس از پیرسازی

آزمون خمش مجدد برای میلگردهای آج‌دار در صورت نیاز و بنابه توافق میان سازنده و خریدار مطابق زیربند ۱۱-۳ انجام می‌شود. پس از انجام آزمون نباید هیچگونه ترک یا شکست بر روی محصول ایجاد شود. بررسی وضعیت سطحی محصول پس از انجام آزمون باید توسط یک شخص با قابلیت دید طبیعی یا اصلاح شده انجام شود.

انجام یکی از دو آزمون خمش یا خمش مجدد از طرف سازنده الزامی است، اما هر دو مشخصه باید توسط سازنده تضمین شود.

نکته: آزمون خمش مجدد به منظور تصدیق ویژگی‌های پیرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۹ خواص خستگی

در صورت توافق انجام آزمون خستگی میان سازنده و خریدار، سازنده باید نشان دهد که ویژگی‌های خستگی میلگردهای تولیدی مطابق زیربند ۱۱-۴ تعیین می‌شود.

شرایط آزمون، عدد یا اعداد تعریف شده برای سیکل‌های تنشی (چرخه‌های بارگذاری)، دامنه یا دامنه‌های تنش اعمالی $2\sigma_a$ و بیشینه میزان تنش یا تنش‌های اعمالی σ_{max} باید در زمان استعلام و سفارش مورد توافق میان سازنده و خریدار قرار گیرد.

۵-۹ جوش‌پذیری

قابلیت جوش‌پذیری میلگردها براساس کربن معادل به دست آمده از آنالیز مذاب یا ترکیب شیمیایی مندرج در گواهینامه فنی که با استفاده از فرمول ارایه شده در بند ۸ تعیین می‌شود، مطابق پیوست «الف» خواهد بود.

۱۰ نمونه‌برداری

۱-۱۰ نمونه‌برداری برای بازرسی ظاهری

دست‌کم یک نمونه به طول ۱۰۰۰ mm یا بیشتر، از یک شاخه یا کلاف به صورت تصادفی از هر بهر برداشته شود.

۲-۱۰ نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری‌های ابعاد و وزن

۱-۲-۱۰ نمونه‌برداری از محصول شاخه‌ای

براساس نمونه‌برداری تصادفی باید از یک بهر، دست‌کم تعداد ۱۰ شاخه از ۱۰ بسته (با کمینه وزنی یک تن) انتخاب و سپس یک نمونه به طول کمینه ۵۰۰ mm از هر یک از شاخه‌ها برداشته شود.

۲-۲-۱۰ نمونه‌برداری از محصول کلاف

براساس نمونه‌برداری تصادفی باید از یک بهر، دست‌کم ۱۰ نمونه به طول کمینه ۵۰۰ mm از ۱۰ کلاف (با کمینه وزنی یک تن) انتخاب شود. انحنای نمونه‌های کلاف باید در دمای معمولی حذف شود.

سازنده می‌تواند براساس دستورالعمل‌های نمونه‌برداری موجود در کارخانه، نمونه‌برداری را انجام دهد، مشروط بر این که نتایج آزمون‌های مربوطه را در مطابقت با الزامات این استاندارد برای کل محصول تضمین کند.

۱۰-۳ نمونه برداری برای آزمون‌های مکانیکی

۱۰-۳-۱ نمونه‌های برداشته شده باید از یک ذوب یا از یک بهر انتخاب شوند. نمونه‌ها باید طولی برابر با کمینه ۶۰۰ mm یا ۲۰ برابر قطر اسمی (هرکدام که بزرگتر باشد) را دارا باشند.

۱۰-۳-۱-۱ برای ذوب‌ها یا بهرهای تا ۱۰۰ t و کمتر، دو نمونه برای آزمون کشش، یک نمونه برای آزمون خمش و یک نمونه برای آزمون خمش مجدد برداشته شود.

۱۰-۳-۱-۲ برای ذوب‌ها یا بهرهای بیش از ۱۰۰ t، علاوه بر تعداد نمونه‌های برداشتی مطابق زیربند ۱۰-۳-۱-۱، به‌ازای هر ۳۰ t اضافه وزن، یک نمونه برای آزمون کشش، یک نمونه برای آزمون خمش و یک نمونه برای آزمون خمش مجدد برداشته شود.

۱۰-۴ نمونه برداری برای آنالیز شیمیایی

از نمونه تهیه شده در زیربند ۱۰-۱ می‌توان یک نمونه مورد نیاز برای آنالیز شیمیایی تهیه کرد. در صورت ارایه ترکیب شیمیایی مذاب توسط سازنده، انجام آنالیز شیمیایی محصول الزامی نیست.

۱۱ روش‌های آزمون

۱۱-۱ آزمون کشش

آزمون کشش باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ انجام شود. برای تعیین میزان درصد ازدیاد طول بعد از شکست، A_5 طول مبنای اولیه باید ۵ برابر قطر اسمی و برای A_{10} طول مبنای اولیه باید ۱۰ برابر قطر اسمی انتخاب شود. همچنین برای تعیین میزان درصد ازدیاد طول کلی در بیشینه نیرو، A_{gt} باید علامت‌هایی با فواصل مساوی بر روی طول آزاد آزمون ایجاد شود. فاصله میان علامت‌ها باید ۵ mm، ۱۰ mm یا ۲۰ mm متناسب با قطر میلگرد انتخاب شود. برای تعیین خواص کششی، باید مقدار سطح مقطع اسمی میلگرد در محاسبات مورد استفاده قرار گیرد.

نمونه‌هایی که از محصول تولید شده نوردی با روش کوئنچ و برگشت تحت کنترل (نظیر روش ترمکس) برداشته می‌شوند، باید مستقیماً و بدون هیچگونه عملیات اضافی از جمله تراشکاری، مورد آزمون کشش قرار گیرند.

در مورد میلگردهای تولید شده به‌روش گرم‌نوردیده بدون کوئنچ و برگشت تحت کنترل، در صورتی که نمونه‌های آزمون کشش تراشکاری شوند، باید ضریب تبدیلی محاسباتی مربوط به نمونه نوردی تراشکاری شده را با توجه به پیوست «ب» در نتایج به‌دست آمده از آزمون اعمال کرد.

۱۱-۲ آزمون خمش

آزمون خمش باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ انجام شود. آزمون باید تا زاویه‌ای بین ۱۶۰° تا ۱۸۰° حول سنبه خمش با قطری متناسب با قطر میلگرد مطابق جدول ۱۲ خم شود.

جدول ۱۲: قطر سنبه خمش برای استفاده در آزمون خمش

قطر سنبه خمش ^a	قطر اسمی میلگرد d mm
$3d$	≤ 16
$6d$	$16 < d \leq 32$
$7d$	$32 < d \leq 50$
^a در میلگردهای با قطر اسمی بزرگتر از ۵۰ mm، قطر سنبه خمش براساس توافق میان سازنده و خریدار تعیین می‌شود.	

۳-۱۱ آزمون خمش مجدد

آزمون خمش مجدد باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ انجام شود. آزمون باید حول یک سنبه خمش با قطری مطابق جدول ۱۳ خم شود. زاویه خمش قبل از گرم کردن (پیرسازی) باید کمینه 90° باشد و زاویه خمش مجدد در جهت مخالف خم شدگی اولیه باید کمینه 20° انتخاب شود. هر دو زاویه باید قبل از حذف بارگذاری به دقت اندازه‌گیری شوند.

در صورت نیاز، برای پیرسازی پس از خمش، باید شرایط پیرسازی (دما و زمان) معین شود. در غیر این صورت پیرسازی باید به روش زیر انجام شود:

آزمون تا 100°C گرم شود، به مدت ۶۰ min الی ۷۵ min در این دما با رواداری $\pm 10^\circ\text{C}$ نگهداری و سپس تا دمای اتاق در هوا سرد شود. روش گرم کردن به صلاحدید سازنده است.

جدول ۱۳: قطر سنبه خمش برای استفاده در آزمون خمش مجدد

قطر سنبه خمش مجدد ^a	قطر اسمی میلگرد d mm
$5d$	≤ 16
$8d$	$16 < d \leq 25$
$10d$	$25 < d \leq 50$
^a در میلگردهای با قطر اسمی بزرگتر از ۵۰ mm، قطر سنبه خمش مجدد براساس توافق میان سازنده و خریدار تعیین می‌شود.	

۴-۱۱ آزمون خستگی

آزمون خستگی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۸۱۰۳ انجام شود.

۵-۱۱ آنالیز شیمیایی

آنالیز شیمیایی به طور معمول با روش طیف‌سنجی مطابق استاندارد ملی ایران ۱۰۹۷۹ انجام می‌شود. در صورت اختلاف در مورد روش آنالیز، ترکیب شیمیایی باید با یک روش دآوری مناسب مشخص شده در یکی از استانداردهای بین‌المللی فهرست شده در استاندارد ISO/TR 9769 تعیین شود.

۱۱-۶ آزمون اندازه‌گیری ابعاد و وزن

ابتدا آزمون از نظر ابعاد مورد نظر، اندازه‌گیری شده و با توجه به مقادیر ابعاد و رواداری‌های مندرج در جدول‌های ۶ و ۷ ارزیابی می‌شود.

سپس طول و وزن آزمون اندازه‌گیری می‌شود و مقدار اختلاف یا انحراف از اندازه اسمی طبق فرمول (۲) به‌دست می‌آید. طول آزمون نباید کمتر از ۳۰۰ mm باشد.

$$\text{درصد انحراف وزن} = \frac{W - \left(\frac{W_1}{L_1}\right)}{W} \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

W_1 وزن آزمون برحسب kg است؛

W وزن یک متر میلگرد مطابق جدول ۳ برحسب kg است؛

L_1 طول آزمون برحسب m است.

نکته: فرمول (۲) برای تک شاخه استفاده می‌شود.

۱۲ بازرسی و آزمون مجدد و ارزیابی نتایج

۱۲-۱ بازرسی و آزمون مجدد خواص مکانیکی

در صورتی که نتایج آزمون‌های مکانیکی میلگرد با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت نداشته باشد، باید نمونه‌های مجدد به تعداد ۲ برابر مورد نیاز آزمون از محصول برداشته (به بند ۱۰ مراجعه شود) و آزمون‌های لازم تکرار شود.

چنانچه نتایج آزمون‌های اخیر با شرایط این استاندارد مطابقت داشته باشد، نتایج آزمون اولیه مد نظر قرار نمی‌گیرد و درگیر این صورت محصول مردود می‌شود.

همچنین در موارد زیر آزمون تکرار می‌شود:

- احتمال وجود خطا در مراحل انجام آزمون؛
- وجود عیوب ظاهری در سطح آزمون؛
- وقوع گسیختگی در یک‌سوم ابتدا یا انتهای طول آزمون کشش، در صورت عدم مطابقت ازدیاد طول نسبی آزمون با جدول ۱۱ این استاندارد.

۱۲-۲ آزمون مجدد وزن

در صورتی که نتایج وزن آزمون با شرایط مندرج در این استاندارد مطابقت نداشته باشد، باید ۲ نمونه دیگر از شاخه برداشته شود و مورد آزمون مجدد قرار گیرد. نتایج آزمون این دو نمونه ملاک ارزیابی بوده و نتایج آزمون اولیه مد نظر قرار نمی‌گیرد.

۱۳ بسته‌بندی

کلیه میلگردهای ساده و آج‌دار به‌جز S۵۰۰، S۵۵۰ و S۶۹۰ تا قطر ۱۴ mm به‌صورت شاخه با طول‌های مساوی یا کلاف، و برای قطرهای بیشتر از ۱۴ mm فقط به‌صورت شاخه با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند. میلگردهای S۵۰۰، S۵۵۰ و S۶۹۰ در تمام قطرهای فقط به‌صورت شاخه با طول‌های مساوی بسته‌بندی می‌شوند. میلگردهای هر بسته باید با کمینه دو تسمه فلزی یا مفتول فولادی در دو انتهای بسته و در فاصله مناسب نسبت به یکدیگر به‌طور محکم بسته شوند.

۱۴ شناسه‌گذاری

شناسه‌گذاری میلگردهای ساده و آج‌دار مشمول این استاندارد باید شامل موارد زیر باشد:

الف) عبارت «میلگرد برای تسلیح بتن»؛

ب) درج شماره استاندارد؛

پ) قطر اسمی بر حسب mm، مطابق با جدول ۳؛

ت) علامت مشخصه میلگرد (مطابق جدول ۲)؛

ث) کد فرآیند تولید (مطابق نکته ۳ جدول ۹).

مثال :

میلگرد برای تسلیح بتن، استاندارد ملی ایران ۳۱۳۲، قطر ۲۰، S۳۴۰U

۱۵ نشانه‌گذاری

۱-۱۵ نشانه‌گذاری روی شاخه میلگرد

۱-۱-۱۵ میلگرد ساده

میلگردهای ساده مشمول این استاندارد، الزامی برای نشانه‌گذاری ندارند، مگر آن‌که در این مورد میان سازنده و خریدار توافق صورت پذیرد.

۲-۱-۱۵ میلگرد آج‌دار

بر روی تمامی شاخه‌های میلگرد آج‌دار مشمول این استاندارد باید در حین فرآیند نورد اطلاعات زیر حک شود:

الف) نام سازنده؛

ب) کد فرآیند تولید (مطابق نکته ۳ جدول ۹)؛

پ) کد علامت مشخصه میلگرد (طبق جدول پیوست «پ»);

ث) قطر اسمی برحسب mm، مطابق با جدول ۳.

نشانه‌گذاری بر روی شاخه میلگرد باید در فاصله‌های معین که مقدار آن کمتر از ۲ m باشد، تکرار شود.

۱۵-۲ نشانه‌گذاری روی بسته

اطلاعات زیر باید به‌طور خوانا و واضح روی بسته‌ها به‌صورت چاپی یا با استفاده از برچسب یا پلاک مقاوم در برابر شرایط محیطی به‌زبان فارسی درج شود، به‌صورتی که مندرجات آن در اثر گذشت زمان ماندگاری داشته و مخدوش نشوند. در کنار استفاده از زبان فارسی، از زبان‌های دیگر نیز بر اساس مقررات می‌توان استفاده نمود.

الف) نام سازنده؛

ب) علامت مشخصه میلگرد (طبق جدول ۲)؛

پ) قطر اسمی برحسب mm، (طبق جدول ۳)؛

ت) شماره ذوب/بهر یا شماره ردیابی مرتبط به گزارش آزمون بسته؛

ث) طول میلگرد مطابق جدول ۸؛

ج) وزن بسته بر حسب kg؛

چ) تاریخ تولید.

در پلاک نصب شده بر روی بسته‌های میلگرد تولید شده، باید روش تولید آن‌ها مطابق با نکته ۳ جدول ۹ مشخص شود.

۱۶ گواهینامه فنی

سازنده باید برای هر محموله از میلگردهای آماده عرضه به بازار یک گواهینامه فنی حاوی مشخصات زیر را به خریدار تحویل دهد.

به‌منظور دسترسی آسان به گواهینامه فنی، سازنده باید مشخصات بسته را به‌صورت یک کد QR بر روی پلاک بسته درج یا آدرس وبگاه خود را مشخص کند تا از طریق آن نسخه الکترونیکی گواهینامه فنی قابل مشاهده باشد.

۱-۱۶ مشخصات عمومی

شامل شماره گواهینامه، تاریخ صدور، نام سازنده، نوع میلگرد (علامت مشخصه مربوطه)، شماره ذوب یا بهر، قطر اسمی میلگرد، شماره بسته، طول اسمی شاخه‌ها و تعداد بسته‌ها.

۲-۱۶ مشخصات فنی

شامل درصد ترکیب شیمیایی، کربن معادل و خواص مکانیکی.

۱۶-۳ مشخصات اختصاصی فرآیند تولید

فرآیند تولید میلگردها مطابق با توضیحات ارائه شده در نکته ۳ جدول ۹.

۱۷ ارزیابی انطباق

۱۷-۱ کلیات

صدور گواهینامه و بازرسی میلگردهای فولادی برای تسلیح بتن می‌تواند به یکی از روش‌های زیر انجام شود:

الف) مطابق با صدور گواهینامه به‌دنبال یک طرح ارزیابی انطباق (به زیربند ۱۷-۲ مراجعه شود)؛ یا

ب) مطابق با آزمون یک محموله خاص (به زیربند ۱۷-۳ مراجعه شود).

۱۷-۲ ارزیابی انطباق درحین تولید

دراین زیربند، الزامات ارزیابی انطباق درحین تولید مشخص شده است.

نکته: به‌منظور بررسی انطباق با الزامات مشخص شده در استانداردهای محصول نظیر این استاندارد، استاندارد ISO 10144 الزامات طرح صدور گواهینامه برای تولید پیوسته میلگردهای فولادی برای تسلیح بتن را تعیین کرده است.

درمورد هریک از مشخصه‌های تعیین شده در این استاندارد به‌جز ترکیب شیمیایی، برای تمامی قطرهای اسمی به‌ازای هر $t \leq 40$ یک آزمون باید برداشته شود، با این توجه که به‌ازای هر ذوب ریختگی و قطر اسمی حداقل ۳ آزمون برداشته شده باشد.

ترکیب شیمیایی (آنالیز مذاب) فهرست شده در جدول ۹ نیز باید برای همه ذوب‌های ریختگی تعیین شود. دراین آنالیز، مقدار عناصر مشخص شده در این استاندارد باید تعیین شود.

هر مقدار x_i تکی باید شرط فرمول (۳) را برآورده کند:

$$x_i \geq 0,95f_k \quad (3)$$

که در آن f_k مقدار مشخصه الزام شده (R_{eH} یا ازدیاد طول نسبی) مطابق با جدول ۱۱ است.

مقدار متوسط واحد آزمون باید شرط فرمول (۴) را برآورده کند:

$$m \geq f_k + ks \quad (4)$$

که در آن:

k اندیس قابلیت پذیرش^۱ مطابق با جدول ۱۴ است؛

^۱ acceptability index

s انحراف استاندارد نتایج آزمون است.

مقادیر اثبات شده ks برای هر محصول و سازنده باید استفاده شوند.

اگر تمامی مقادیر تکی بالاتر از مقدار مشخصه الزام شده قرار گیرند، الزام مقدار متوسط در فرمول (۴) اعمال نمی‌شود.

کلیه ذوب‌های ریختگی باید با الزامات ترکیب شیمیایی شامل کربن معادل (CEV) مطابقت داشته باشند. تمامی الزامات دیگر باید برای هر آزمون تکی برآورده شود.

در صورتی که نتایج آزمون در مطابقت با این بند رضایت‌بخش نباشند، سازنده باید بلافاصله اقدامات احتیاطی لازم را اتخاذ کند. ذوب‌هایی که با الزامات مطابقت ندارند باید کنار گذاشته شوند.

جدول ۱۴: اندیس قابلیت پذیرش (k^*) به صورت تابعی از تعداد (n) نتایج آزمون

k	n	k	n
۲/۰۸	۳۰	۳/۴۰	۵
۲/۰۱	۴۰	۳/۰۹	۶
۱/۹۷	۵۰	۲/۸۹	۷
۱/۹۳	۶۰	۲/۷۵	۸
۱/۹۰	۷۰	۲/۶۵	۹
۱/۸۹	۸۰	۲/۵۷	۱۰
۱/۸۷	۹۰	۲/۵۰	۱۱
۱/۸۶	۱۰۰	۲/۴۵	۱۲
۱/۸۲	۱۵۰	۲/۴۰	۱۳
۱/۷۹	۲۰۰	۲/۳۶	۱۴
۱/۷۸	۲۵۰	۲/۳۳	۱۵
۱/۷۷	۳۰۰	۲/۳۰	۱۶
۱/۷۵	۴۰۰	۲/۲۷	۱۷
۱/۷۴	۵۰۰	۲/۲۵	۱۸
۱/۷۱	۱۰۰۰	۲/۲۳	۱۹
۱/۶۴	∞	۲/۲۱	۲۰

* برای k به زیربند ۱۷-۳-۲-۱ مراجعه شود.

۱۷-۳ آزمون پذیرش یک محموله خاص

۱۷-۳-۱ کلیات

مقررات مربوط به ماهیت، گستره و ارزیابی آزمون‌های پذیرش بر روی میلگردهای تسلیح کننده تحویلی که به دنبال یک طرح ارزیابی انطباق، مشمول صدور گواهی‌نامه نمی‌شوند، در زیربندهای ۱۷-۳-۲ و ۱۷-۳-۳ ارائه شده است.

آزمون پذیرش یک محموله خاص باید مطابق با زیربند ۱۷-۳-۲ انجام شود.
باتوافق بین سازنده و خریدار، به کار بردن زیربند ۱۷-۳-۳ مجاز است.

۱۷-۳-۲ ارزیابی مقادیر مشخصه

۱۷-۳-۲-۱ سازمان‌دهی

آزمون‌ها باید مطابق با توافق بین خریدار و سازنده، با درنظر گرفتن قوانین ملی کشور، سازمان‌دهی و انجام شوند.

۱۷-۳-۲-۲ گستره نمونه‌برداری و انجام آزمون

به‌منظور انجام آزمون، محموله باید به واحدهای آزمون با بیشینه جرم ۵۰ t یا کسری از آن، تقسیم شود. هر واحد آزمون باید شامل میلگردهایی با رده فولاد، قطر اسمی و ذوب یکسان باشد. سازنده باید در گزارش آزمون تایید کند که تمامی نمونه‌های واحد آزمون از یک ذوب گرفته شده‌اند. ترکیب شیمیایی (آنالیز مذاب) باید دراین گزارش آزمون ذکر شود.

قطعه آزمون‌ها باید از واحد آزمون به‌صورت زیر گرفته شوند:

الف) دو قطعه آزمون از دو میلگرد متفاوت برای آزمون ترکیب شیمیایی (آنالیز محلول)؛

ب) حداقل ۱۵ قطعه آزمون (درصورت لزوم، ۶۰ قطعه آزمون، به زیربند ۱۷-۳-۲-۳-۱ مراجعه شود) از میلگردهای متفاوت برای آزمون سایر خواص مشخص شده در این استاندارد.

۱۷-۳-۲-۳ ارزیابی نتایج

۱۷-۳-۲-۳-۱ بازرسی به‌وسیله متغیرها

برای خواصی که به‌عنوان مقادیر مشخصه تعیین شده‌اند، موارد زیر باید تعیین شوند:

الف) تمام مقادیر تکی، x_i از ۱۵ قطعه آزمون ($n = 15$)؛

ب) مقدار متوسط، m_{15} (برای $n = 15$)؛

پ) انحراف استاندارد، s_{15} (برای $n = 15$).

در صورتی که شرایط ذکر شده در فرمول‌های (۵) و (۶) برای همه خواص برآورده شود، واحد آزمون مطابق با الزامات است:

$$m_{15} - 2,33 \times s_{15} \geq f_k \quad (5)$$

که در آن:

f_k مقدار مشخصه الزام شده است؛

2,33 مقدار اندیس قابلیت پذیرش، k ، برای $n = 15$ و نرخ خرابی^۱ 5% ($p = 0.95$) با احتمال 90% ($1 - t = 0.90$) است.

$$s_{15} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - m_{15})^2}{14}} \quad (6)$$

اگر شرایط بیان شده در بالا برآورده نشوند، اندیس با استفاده از فرمول (۷) و از نتایج آزمون در دسترس تعیین می‌شود:

$$k' = \frac{m_{15} - f_k}{s_{15}} \quad (7)$$

اگر $k' \geq 2$ باشد، انجام آزمون می‌تواند ادامه یابد. در این حالت، باید ۴۵ قطعه آزمون اضافه از میلگردهای متفاوت در واحد آزمون برداشته و آزمون شوند، به‌طوری‌که در مجموع ۶۰ نتیجه آزمون در دسترس باشد ($n = 60$).

اگر شرایط بیان شده در فرمول (۸) برای تمامی خواص برآورده شود، باید واحد آزمون را مطابق با الزامات در نظر گرفت:

$$m_{60} - 1.93 \times s_{60} > f_k \quad (8)$$

که در آن ۱/۹۳ مقدار اندیس قابلیت پذیرش، k ، برای $n = 60$ و نرخ خرابی^۱ 5% ($p = 0.95$) با احتمال 90% ($1 - t = 0.90$) است.

۱۷-۳-۲-۳-۲ بازرسی به‌وسیله صفات داده‌ها^۲

هنگامی که خواص مورد آزمون به‌صورت مقادیر بیشینه یا کمینه مشخص شده‌اند، تمامی نتایج تعیین شده بر روی ۱۵ قطعه آزمون باید با الزامات این استاندارد مطابقت داشته باشند. در این حالت، باید واحد آزمون را مطابق با الزامات در نظر گرفت.

وقتی حداکثر ۲ نتیجه نامنتطبق با شرایط رخ دهد، آزمون‌ها را می‌توان ادامه داد. در این حالت، ۴۵ قطعه آزمون اضافه از میلگردهای متفاوت در واحد آزمون باید آزمون شوند، به‌طوری‌که در مجموع ۶۰ نتیجه آزمون در دسترس باشد. اگر حداکثر ۲ تا از ۶۰ نتیجه با شرایط منطبق نباشند، واحد آزمون با الزامات مطابقت خواهد داشت.

۱۷-۳-۲-۳-۳ ترکیب شیمیایی

هر دو قطعه آزمون باید با الزامات این استاندارد مطابقت داشته باشند.

¹ failure rate

² attributes

۱۷-۳-۳ ارزیابی مقادیر کمینه/بیشینه مشخص شده

آزمون‌ها باید طبق موارد زیر انجام شوند:

الف) میلگردهای یک ذوب باید یک گروه را تشکیل دهند. به ازای هر ۵۰ t یا کسری از آن برای هر قطر اسمی میلگرد، باید یک آزمون کشش و یک آزمون خمش/خمشداد انجام شود.

ب) هر نتیجه آزمون تکی باید مقادیر الزام شده در جدول ۱۱ و خواص الزامی خمش/خمشداد در زیربندهای ۲-۹ و ۳-۹ را برآورده کند. برای بررسی ترکیب شیمیایی باید یک آنالیز مذاب به ازای هر ذوب ریختگی انجام شود (به بند ۸ مراجعه شود). نمونه‌برداری باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۹۳۷۶ باشد.

پ) اگر هر کدام از نتایج آزمون الزامات را برآورده نکند، انجام آزمون‌های مجدد مطابق با استاندارد ISO 404 مجاز است.

ت) سازنده باید یک گزارش آزمون ارائه نماید که بیان کند میلگردهای تحویل داده شده دارای خواص شیمیایی و مکانیکی تعریف شده در بندهای ۸ و ۹ هستند و تایید کند که سایر الزامات این استاندارد برآورده شده‌اند.

۱۷-۳-۴ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف) شناسه میلگردهای تسلیح کننده مطابق با این استاندارد؛

ب) نشانه‌گذاری روی میلگردهای تسلیح کننده؛

پ) تاریخ انجام آزمون؛

ت) جرم واحد آزمون؛

ث) نتایج آزمون.

پیوست «الف»

(الزامی)

شرایط جوشکاری

شرایط جوشکاری میلگردهای مورد استفاده برای تسلیح بتن و کمینه دمای مورد نیاز پیش گرم و انجام عملیات جوشکاری باید بر طبق جدول الف-۱ و نیز الزامات سایر دستورالعمل‌ها و استانداردهای جوشکاری مرتبط مانند استاندارد ملی ایران ۲۱۰۵۶-۱ و AWS D1.4، بر مبنای مقدار درصد کربن معادل محاسبه شده از فرمول (۱) در بند ۸ تعیین شود.

جدول الف-۱: دمای پیش گرم میلگردها در فرایند جوشکاری

کربن معادل %	قطر اسمی میلگرد mm	دمای پیش گرم °C
تا ۰٫۴۰	$d < ۳۶$ $۳۶ \leq d \leq ۵۰$	نیاز ندارد ۱۰
از ۰٫۴۱ تا ۰٫۴۵	$d < ۳۶$ $۳۶ \leq d \leq ۵۰$	نیاز ندارد ۱۰
از ۰٫۴۶ تا ۰٫۵۵	$d < ۲۰$ $۲۰ \leq d < ۳۶$ $۳۶ \leq d \leq ۵۰$	نیاز ندارد ۱۰ ۹۰
از ۰٫۵۶ تا ۰٫۶۵	$d < ۲۰$ $۲۰ \leq d < ۳۶$ $۳۶ \leq d \leq ۵۰$	۴۰ ۹۰ ۱۵۰
از ۰٫۶۶ تا ۰٫۷۵	$d < ۲۰$ $۲۰ \leq d \leq ۵۰$	۱۵۰ ۲۰۰
بیشتر از ۰٫۷۵	$d < ۲۰$ $۲۰ \leq d \leq ۵۰$	۱۵۰ ۲۶۰

نکته ۱: عملیات جوشکاری نباید در دمای محیط مجاور جوشکاری °C ۲۰- و پایین‌تر انجام شود.

نکته ۲: بعد از پایان یافتن جوشکاری باید اجازه داد تا میلگرد به‌طور طبیعی سرد شود. شتاب دادن به فرآیند سرد شدن مجاز نیست.

نکته ۳: در صورتی که دمای میلگرد کمتر از °C ۰ باشد، فلز پایه باید تا دمای °C ۲۰ یا بیشتر پیش گرم شود و در طی جوشکاری در این دما نگهداری شود.

پیوست «ب»

(الزامی)

ضرایب تبدیل در آزمون کشش

ب-۱ اگر دستگاه آزمون کشش با ظرفیت مناسب در دسترس نباشد، می‌توان قطر میلگردهای آج‌دار را (به جز میلگردهای تولید شده به روش کوئنچ و برگشت تحت کنترل) تا ۲۰mm کاهش داد. در این گونه موارد برای هر نوع میلگرد و طرح آج باید از ضرایب تبدیل محاسبه شده استفاده کرد تا بتوان مقادیر نتایج آزمون نمونه را به مقادیر معادل برای میلگرد نورد شده بدون ماشینکاری تبدیل کرد.

ب-۲ برای انواع میلگرد و طرح‌های مختلف آج، باید یک‌بار ضرایب تبدیل را از قبل مشخص کرد. این کار به وسیله آزمون مقایسه‌ای ۲۵ جفت آزمون (هر جفت آزمون مرکب از یک نمونه میلگرد تراشکاری نشده و یک نمونه تراشکاری شده است که باید از یک شاخه انتخاب شوند) که دست کم از ۵ شاخه میلگرد بریده شده‌اند، تعیین می‌شود.

ب-۳ آزمون‌های کشش ۲۵ جفت آزمون با یک دستگاه کشش انجام می‌شود و ضرایب تبدیل محاسباتی نسبت میانگین نتایج به دست آمده از آزمون‌های نوردی به میانگین نتایج به دست آمده از آزمون‌های تراشکاری شده به شرح زیر تعیین می‌شوند:

$$r_y = \frac{\text{میانگین استحکام تسلیم آزمون‌های نوردی}}{\text{میانگین استحکام تسلیم آزمون‌های تراشکاری شده}}$$

$$r_u = \frac{\text{میانگین استحکام کششی آزمون‌های نوردی}}{\text{میانگین استحکام کششی آزمون‌های تراشکاری شده}}$$

$$r_e = \frac{\text{میانگین ازدیاد طول آزمون‌های نوردی}}{\text{میانگین ازدیاد طول آزمون‌های تراشکاری شده}}$$

پیوست «پ»

(الزامی)

نشانه‌گذاری بر روی انواع میلگردهای فولادی گرم نوردیده آج‌دار برای تسلیح بتن

پ-۱ کد نشانه گذاری

کد نشانه‌گذاری بر روی میلگردهای گرم نوردیده آج‌دار به دو بخش زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

پ-۱-۱ کد نشانه‌گذاری مشخصه میلگرد

کد نشانه‌گذاری مشخصه میلگردهای گرم نوردیده آج‌دار برای تسلیح بتن در جدول پ-۱-۱ ارائه شده است.

جدول پ-۱: جدول کد نشانه‌گذاری مشخصه میلگردهای گرم نوردیده آج‌دار

ردیف	طبقه‌بندی	علامت مشخصه	کد نشانه‌گذاری
۱	میلگرد آج‌دار مارپیچ (یکنواخت یا دوکی)	S۳۴۰	J
۲	میلگرد آج‌دار جناغی (یکنواخت یا دوکی)	S۴۰۰	C
۳		S۴۲۰	H
۴	میلگرد آج‌دار مرکب (دوکی)	S۵۰۰	S
۵		S۵۵۰	F
۶		S۶۹۰	D

پ-۱-۲ کد نشانه‌گذاری فرآیند تولید میلگرد آج‌دار

کد نشانه‌گذاری فرآیند تولید میلگردهای گرم نوردیده آج‌دار برای تسلیح بتن در نکته ۳ جدول ۹ آورده شده است.

پ-۲ ترتیب درج نشانه‌گذاری بر روی میلگرد آج‌دار

درج نشانه‌های الزامی ارائه شده در این استاندارد بر روی میلگردهای گرم نوردیده آج‌دار باید به صورت دائمی و خوانا بوده و ترتیب آن‌ها به گونه‌ای باشد که ابتدا از سمت چپ نام یا نشان تجاری سازنده، سپس کد مشخصه میلگرد و در نهایت کد فرآیند تولید درج شود.

مثال:

نشانه‌گذاری میلگرد با مشخصه S۴۲۰ که به روش ترمکس تولید شده، به شرح زیر است:

H T علامت یا نام تجاری شرکت سازنده

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران ۱۳۲۷۰: سال ۱۳۸۹، فولاد برای تقویت و پیش‌تنیدن بتن- واژه‌نامه (استاندارد ISO 16020:2005)
- [۲] استاندارد ملی ایران ۱۴۲۶۲-۲: سال ۱۴۰۰، محصولات فولادهای سازه‌ای گرم نوردیده- قسمت ۲: شرایط فنی فولادهای سازه‌ای غیرآلیاژی (استاندارد EN10025-2)
- [۳] استاندارد ملی ایران ۲۰۳۰۰: سال ۱۳۹۸، شمشه و شمشال تولید شده به‌روش ریخته‌گری پیوسته مورد مصرف در فولادهای سازه‌ای- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
- [4] BS 4449, *Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — Bar, coil and decoiled*
- [5] DIN 488-1, *Reinforcing steels — Part 1: Grades, properties, marking*
- [6] DIN 488-2, *Reinforcing steels — Part 2: Reinforcing steel bars*
- [7] DIN 488-3, *Reinforcing steels — Part 3: Reinforcing steel in coils, steel wire*
- [8] EN 10080:2005, *Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General*
- [9] GB 1499-2:2018, *Steel for the reinforcement of concrete — Part 2: Hot rolled ribbed bars*
- [10] GOST 5781, *Hot-rolled Steel for reinforcement of ferroconcrete structures — Specifications*
- [11] ISO 3534-1, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability*
- [12] ISO 15835-1, *Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars— Part 1: Requirements*
- نکته: استاندارد ملی ایران ۱۲۷۲۳-۱، فولادها جهت آرماتوربندی بتن- کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها- قسمت ۱: الزامات، براساس استاندارد ISO 15835-1 تدوین شده است.
- [13] ISO 15835-2, *Steels for the reinforcement of concrete — Reinforcement couplers for mechanical splices of bars— Part 2: Test methods*
- نکته: استاندارد ملی ایران ۱۲۷۲۳-۲، فولادها جهت آرماتوربندی بتن- کوپلرهای آرماتوربندی برای متصل کننده‌های مکانیکی میله‌ها- قسمت ۲: روش‌های آزمون، براساس استاندارد ISO 15835-2 تدوین شده است.
- [14] JIS G 3112:2004, *Steel bars for concrete reinforcement*
- [15] KS D 3504:2016, *Steel bars for concrete reinforcement*
- [۱۶] مقررات ملی ساختمان ایران - مبحث نهم - طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه
- [۱۷] آیین نامه بتن ایران- جلد اول: تحلیل و طراحی- ضابطه شماره ۱-۱۲۰
- [۱۸] آیین نامه بتن ایران- جلد دوم: مصالح و اجرا- ضابطه شماره ۲-۱۲۰