



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۱۵۷۱۶-۲  
چاپ اول  
۱۳۹۹

INSO  
15716-2  
1st Edition  
2020

Identical with  
BS EN 14399-2:  
2015

مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با  
قابلیت پیش‌تنیدگی -  
قسمت ۲: مناسب برای پیش‌تنیدگی

**High-strength structural bolting assemblies  
for preloading  
Part 2: Suitability for preloading**

ICS: 21.060.01

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۵۷۱۶ (چاپ اول): سال ۱۳۹۹

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج-ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4-Contact point

5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی -

قسمت ۲: مناسب برای پیش‌تنیدگی»

رئیس: سمت و/ یا محل اشتغال

سازمان ملی استاندارد ایران

رئیس:

زمانی نژاد، امیر  
(کارشناسی ارشد متالورژی)

دبیر:

سازمان ملی استاندارد ایران

معدن‌دار، ولی اله  
(کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح  
شهرداری تهران

اکبری، عباس  
(کارشناسی مهندسی متالورژی)

شرکت ایران پیچکار

پورشهراب، فاطمه  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت ایران پیچ

توکلی، رضا  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

عضو مستقل

طالبی، محمد حسین  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری)

بنیاد علوم کاربردی رازی

خالقی فر، فرزانه  
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

انجمن علمی ریخته‌گران ایران

خزائی، آتوسا  
(کارشناسی مهندسی متالورژی)

شرکت بهینه سازان صنعت تاسیسات

ریاحی، میثم  
(دکترای مهندسی متالورژی)

جامعه پیچ و مهره سازان

شریف، محمدرضا  
(کارشناسی مهندسی برق)

مرکز پژوهش متالورژی رازی

شکری، حامد  
(کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)

**اعضا:**

فریدونی، مهدی  
(کارشناسی مهندسی عمران)

قزلباش، پریچهر  
(کارشناسی فیزیک)

یارایی، المیرا  
(کارشناسی مهندسی برق)

**ویراستار:**

قزلباش، پریچهر  
(کارشناسی فیزیک)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

شرکت ایران توحید

سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان نظام مهندسی ساختمان کشور

سازمان ملی استاندارد ایران

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ نمادها و کوتاه نوشتها
۴	۵ الزامات فنی برای مجموعه پیچکاری سازه‌ای
۸	۶ آزمون مناسب بودن
۱۶	پیوست الف (آگاهی دهنده) شرایط و روش‌های اجرایی خاص آزمون
۱۷	کتابنامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «مجموعه پیچ‌کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۲: مناسب برای پیش‌تنیدگی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یک‌هزار و هشتصدمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۱۳۹۹/۰۴/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد 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 می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی/منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

BS EN 14399-2:2015 High-strength structural bolting assemblies for preloading Part 2: Suitability for preloading

## مقدمه

این استاندارد در مورد پیچ کاری سازه‌ای است و وضعیت موجود که شامل دو راه حل فنی برای دستیابی به حد لازم چکش‌خواری مجموعه پیچ مهره‌خور/مهره/واشر می‌شود را نشان می‌دهد. این راه‌حل‌ها شامل دو سیستم مختلف (HR و HV) از مجموعه‌های پیچ مهره‌خور/مهره /واشر است (به جدول ۱ مراجعه شود). هر دو سیستم به خوبی اثبات شده‌اند و مسئولیت استفاده از این سیستم یا سیستم دیگر بر عهده متخصصان است.

با این وجود، برای عملکرد مناسب مجموعه، اجتناب از ترکیب کردن مولفه‌های دو سیستم مذکور مهم است. بنابراین پیچ مهره‌خور و مهره برای هر دو سیستم در یک قسمت واحد از این استاندارد، استاندارد سازی شده است و علامت گذاری اجزای سیستم مشابه، یکسان است.

مجموعه‌های پیچ کاری پیش‌تنیده نسبت به تفاوت در ساخت و روانکاری بسیار حساس هستند. بنابراین، این موضوع که مجموعه پیچ کاری توسط تولید کننده‌ای تأمین شود که همواره مسئولیت عملکرد مجموعه پیچ-کاری را بر عهده داشته باشد، مهم است.

به همین دلیل، حائز اهمیت است که عملیات پوشش دهی مجموعه پیچ کاری تحت کنترل یک تولیدکننده باشد.

در کنار خواص مکانیکی اجزا، عملکرد مجموعه پیچ کاری مستلزم این است که اگر آن‌ها به روش مناسب با هم محکم شوند، پیش‌تنیدگی تعیین شده قابل دستیابی باشد. برای این منظور، یک روش آزمایشی برای مناسب بودن مجموعه پیچ کاری برای پیش‌تنیدگی ایجاد شده است و نشان می‌دهد که آیا عملکرد مجموعه پیچ کاری محقق شده است یا خیر.

لازم به ذکر است که در مقایسه با ISO 272 عرض آچارخور کلگی (سری‌های بلند) برای M12 و M20 به ترتیب به ۲۲ mm و ۳۲ mm تغییر یافته است. علت این تغییرات به دلایل زیر است.

تحت شرایط خاص در پیچ کاری سازه‌ای، تنش‌های فشاری در زیر کلگی پیچ مهره‌خور یا مهره برای اندازه‌های M12 با عرض آچارخور کلگی ۲۱ mm ممکن است خیلی بزرگ شود، به خصوص اگر واشر به طور نامناسب (دارای خروج از مرکز) در محور پیچ تعبیه شده باشد.

تولید اندازه M20 با عرض آچارخور کلگی ۳۴ mm بسیار دشوار است. تغییر به ۳۲ mm عمدتاً از نظر اقتصادی به صرفه است اما باید توجه داشت که عرض آچارخور کلگی ۳۲ mm بیشتر متداول بوده است.

این استاندارد، یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۵۷۱۶ است.

سایر قسمت‌ها عبارتند از:

مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی -

- قسمت ۱: الزامات عمومی؛



- قسمت ۳: سیستم HR - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش گوش و مهره؛
- قسمت ۴: سیستم HV - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش گوش و مهره؛
- قسمت ۵: واشر تخت؛
- قسمت ۶: واشرهای تخت پخ‌دار؛
- قسمت ۷: سیستم HR - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور سرخزینه‌ای و مهره؛
- قسمت ۸: سیستم HV - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش گوش جفت‌شونده و مهره؛
- Part 9: System HR or HV — Direct tension indicators for bolt and nut assemblies
- قسمت ۱۰: سیستم HRC - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور و مهره با پیش‌تنیدگی تنظیم‌شده.

## مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی -

### قسمت ۲: مناسب برای پیش‌تنیدگی

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات فنی برای مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا به منظور اطمینان از مناسب بودن برای پیش‌تنیدگی اتصالات مهره‌خوری در سازه‌های فلزی می‌باشد.

آزمون مناسبی برای کنترل رفتار مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا به منظور اطمینان از پیش‌تنیدگی لازم تعیین شده است که توسط روش‌های سفت کردن مطابق استاندارد EN 1090-2 با مشخصات کافی درمقابل بیش از حد سفت کردن و ایجاد نقص می‌توان به آن استناد کرد.

#### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1** EN 1090-2, Execution of steel structures and aluminum structures -Part 2: Technical requirements for steel structures

**2-2** EN 14399-1: 2015, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 1: General requirements

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱-۱۵۷۱۶ سال ۱۳۹۷، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۱: الزامات عمومی، با استفاده از استاندارد EN 14399-1 تدوین شده است.

**2-3** EN 14399-3, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 3: System HR - Hexagon bolt and nut assemblies

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۳-۱۵۷۱۶ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۳: سیستم HR - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش گوش و مهره، با استفاده از استاندارد EN 14399-3 تدوین شده است.

**2-4** EN 14399-4, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۴ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۴: سیستم HV - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش‌گوش و مهره، با استفاده از استاندارد EN 14399-4 تدوین شده است.

**2-5 EN 14399-5, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 5: Plain washers**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۵ سال ۱۳۹۷، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۵: واشرهای تخت، با استفاده از استاندارد EN 14399-5 تدوین شده است.

**2-6 EN 14399-6, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 6: Plain chamfered washers**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۶ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۶: واشرهای تخت پخ‌خورده، با استفاده از استاندارد EN 14399-6 تدوین شده است.

**2-7 EN 14399-7, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 7: System HR - Countersunk head bolt and nut assemblies**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۷ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۷: سیستم HR - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور سرخزینه‌ای و مهره، با استفاده از استاندارد EN 14399-7 تدوین شده است.

**2-8 EN 14399-8, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 8: System HV - Hexagon fit bolt and nut assemblies**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۸ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۸: سیستم HV - مجموعه‌های پیچ مهره‌خور شش‌گوش جفت‌شونده و مهره، با استفاده از استاندارد EN 14399-8 تدوین شده است.

**2-9 EN 14399-9, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 9: System HR or HV - Direct tension indicators for bolt and nut assemblies**

**2-10 EN 14399-10, High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 10: System HRC - Bolt and nut assemblies with calibrated preload**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۱۰ سال ۱۳۹۸، مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا با قابلیت پیش‌تنیدگی - قسمت ۱۰: سیستم HRC - مجموعه‌های پیچ‌های مهره‌خور و مهره با پیش‌تنیدگی تنظیم‌شده، با استفاده از استاندارد EN 14399-10 تدوین شده است.

**2-11 EN ISO 898-1, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-1)**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران ۲۸۷۴-۱ سال ۱۳۹۸، خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی - قسمت ۱: پیچ‌های مهره‌خور، پیچ‌ها و میله‌های دو سر روزه با رده‌های خواص مشخص - روزه درشت و روزه ریز، با استفاده از استاندارد EN ISO 898-1 تدوین شده است.

**2-12 EN ISO 898-2, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 2: Nuts with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-2)**

یادآوری - استاندارد ملی ایران ۲-۲۸۷۴ سال ۱۳۹۸، خواص مکانیکی اتصالات از جنس فولاد کربنی و فولاد آلیاژی - قسمت ۲: مهره ها با رده های خواص مشخص - رزوه درشت و رزوه ریز، با استفاده از استاندارد EN ISO 898-2 تدوین شده است.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ۱-۱۵۷۱۶ به کار می رود.

### ۴ نمادها و کوتاه نوشتها

ازدیاد طول (mm)،	$A$
سطح تنش اسمی در پیچ مهره خور، ( $\text{mm}^2$ ) (به استاندارد 1-898 مراجعه شود).	$A_s$
قطر اسمی رزوه، (mm)	$d$
نیروی پیچ مهره خور در طول آزمون، (kN)	$F_b$
مقدار تکی نیروی پیچ مهره خور مربوط به چرخاندن مهره، گشتاور یا ازدیاد طول پیچ مهره خور، (kN)	$F_{bi}$
مقدار متوسط مقادیر $F_{bi}$ ، (kN)	$F_{bm}$
مقدار تکی حداکثر نیروی پیچ مهره خور به دست آمده در طول آزمون، (kN)	$F_{bi, mx}$
پیش تنیدگی مورد نیاز $0,7 f_{ub} A_s$ ، (kN)	$F_{p, c}$
استحکام کششی اسمی ( $R_{m, nom}$ )، (MPa)	$f_{ub}$
فاکتور-k	$k$
مقدار تکی فاکتور-k	$k_i$
مقدار متوسط فاکتور-k	$k_m$
طول پیچ مهره خور پیش تنیده موثر داده شده به عنوان طول گیرش $\Sigma t$ بعلاوه نصف ارتفاع اسمی مهره، (mm)	$l_{b, eff}$
گشتاور به کار رفته در طول آزمون، (Nm)	$M$
مقدار تکی گشتاور به کار رفته در طول آزمون، (Nm)	$M_i$
مقدار تکی گشتاوری که نیروی پیچ مهره خور وقتی به اولین مقدار $F_{p, c}$ می رسد دارد، (Nm)	$M_{pi}$
مقدار معین گشتاور به کار رفته به مجموعه های پیچ کاری، (Nm)	$M_{spec}$
تعداد نتایج آزمون	$n$
انحراف معیار استاندارد تخمین زده شده مقادیر $F_{bi}$ برای یک گشتاور بستن $M_{spec}$	$s_F$
انحراف معیار استاندارد تخمین زده شده مقادیر فاکتور-k برای پیش تنیدگی $F_{p, c}$	$s_k$
ضریب تغییرات فاکتور-k برای پیش تنیدگی $F_{p, c}$	$V_k$
زاویه چرخش مهره نسبت به پیچ مهره خور، ( $^\circ$ )	$\theta$

$\theta_{pi}$	زاویه مستقل $\theta$ وقتی که نیروی پیچ مهره خور اولین بار به مقدار $F_{p,c}$ رسیده است (°)
$\theta_{li}$	زاویه مستقل $\theta$ وقتی که نیروی پیچ مهره خور حداکثر به مقدار $F_{bi,max}$ رسیده است (°)
$\theta_{2i}$	مقدار تکی زاویه $\theta$ ، (°)
$\Delta \theta_{li}$	اختلاف تکی زاویه $(\theta_{li} - \theta_{pi})$ ، (°)
$\Delta \theta_{2i}$	اختلاف تکی زاویه $(\theta_{2i} - \theta_{pi})$ ، (°)
$\Delta \theta_{2min}$	حداقل مقدار مورد نیاز اختلاف زاویه $\Delta \theta_{2i}$ همان طور که در استاندارد محصول تعیین شده است (°)
$\Sigma t$	طول گیرش داده شده به عنوان ضخامت کل قسمت‌های گیردار بین سطح تحمل کننده مهره و سطح تحمل کننده کلگی پیچ مهره خور (mm)

## ۵ الزامات فنی برای مجموعه پیچ کاری سازه‌ای

### ۵-۱ ترکیب مجموعه پیچ کاری

عملکرد مجموعه پیچ کاری سازه‌ای استحکام بالا، همان طور که در جدول ۱ تعیین شده است بستگی به خواص اجزای مشخص آنها دارد. بنابراین ویژگی‌های لازم فهرست شده در قسمت اول این مجموعه استاندارد در زمان تصدیق خواص اجزا و/یا مجموعه‌های پیچ کاری، در صورت کاربرد، ارزیابی می‌شوند. جنبه‌های دیگر مربوط به شرایط نشانه گذاری و تحویل در حین بازرسی اجزای درگیر و/یا مجموعه پیچ کاری، در صورت کاربرد، ارزیابی می‌شوند.

به منظور کمک به کاهش خطرات ناشی از تردی یا شکنندگی هیدروژنی و سایر عیوب، شعاع زیرکلگی پیچ مهره خور تعیین شده در قسمت‌های ۳، ۴، ۸ یا ۱۰ این مجموعه استاندارد را برای هر پیچ‌های مهره خوری که رده خواص آنها 10.9 می‌باشد، باید مورد استفاده قرار گیرند.

پیچ‌های مهره خور سیستم HR (به قسمت‌های ۳ یا ۷ این مجموعه استاندارد مراجعه شود) و پیچ‌های مهره خور سیستم HRC (به قسمت ۱۰ این مجموعه استاندارد مراجعه شود) که دارای رزوه‌های خیلی کوتاه که الزامات حداقل چهار گام رزوه زیر مهره در مجموعه پیچ کاری مطابق استاندارد EN 1090-2 را برآورده می‌کنند باید به طور کامل رزوه شده باشند.

جدول ۱- تلفیق مجموعه پیچ کاری سازه‌های استحکام بالا و نشانه‌گذاری اجزای آن‌ها

سیستم HRC		سیستم HV		سیستم HR				نوع مجموعه پیچ مهره‌خور	
EN 14399-1								الزامات عمومی	
EN 14399-2 و در صورت وجود آزمون اضافی تعیین شده در استاندارد محصول								مناسب برای پیش‌تنیدگی	
EN 14399-10		EN 14399-8	EN 14399-4	EN 14399-7		EN 14399-3		مهره و پیچ مهره‌خور	
HRC10.9		HVP10.9	HV10.9	HR10.9	HR8.8	HR10.9	HR8.8	پیچ مهره‌خور	نشانه گذاری
HRD10	HR10	HV10	HV10	HR10	HR8 یا HR10	HR10	HR8 یا HR10	مهره	
EN 14399-5 <sup>a</sup> یا EN 14399-6	EN 14399-6		EN 14399-5 <sup>a</sup> یا EN 14399-6				واشر(ها)		
HD <sup>c</sup> یا HR <sup>b</sup> یا H	HR <sup>b</sup> یا H	HV <sup>b</sup> یا H		HR <sup>b</sup> یا H				نشانه گذاری	
کاربرد ندارد	EN 14399-9						نمایانگر تنش مستقیم و مهره واشر سرخود یا در صورت وجود، پیچ مهره‌خور واشر سرخود		
	H10		H10	H8	H10	H8	نمایانگر تنش مستقیم		
	HN		HN				مهره واشر سرخود		
	HB		کاربرد ندارد		HB		پیچ مهره‌خور واشر سرخود		
<sup>a</sup> واشرهای قسمت ۵ این مجموعه استاندارد تنها می‌تواند برای زیر مهره مورد استفاده قرار گیرد. (مجاز به استفاده در زیر کلگی پیچ نمی‌باشد) <sup>b</sup> با انتخاب سازنده <sup>c</sup> نشانه‌گذاری الزامی برای واشرها با قطر بیرونی بزرگتر شده تنها براساس قسمت ۵ این مجموعه استاندارد.									

## ۵-۲ الزامات تولید

پوشش و پرداخت نهایی باید مطابق قسمت مربوط در این مجموعه استاندارد باشد. پوشش‌های همه اجزای مجموعه مهره‌خوری باید با یکدیگر سازگار بوده و مقاومت به خوردگی یکسان داشته باشند. پوشش هر جزء باید تحت کنترل سازنده باشد.

فرایند ساخت رده خواص 10.9 پیچ‌های مهره‌خور باید به گونه‌ای باشد که خطرات تردی شکنندگی هیدروژنی را به‌ویژه در حین فرایند پوشش‌دهی کاهش دهد. هنگامی که تردی شکنندگی هیدروژنی اجتناب ناپذیر است فرایندهای مناسب باید مدنظر قرار گیرد.

- پیچ‌های مهره‌خور با رده خواص 10.9 باید به صورت مالشی رزوه شوند.

- مهره‌هایی که به روش غوطه‌وری گرم گالوانیزه شده‌اند باید قبل از رزوه شدن گالوانیزه شوند. مهره‌ها نباید دو بار رزوه شوند.

## ۵-۳ نشانه‌گذاری اجزای مجموعه‌های پیچ‌کاری

تمامی اجزای به کار رفته در مجموعه برای مجموعه پیچ‌کاری سازه‌ای استحکام بالا، که برای پیش‌تنیدگی مناسبند در حین فرآیند ساخت با حداقل رعایت موارد زیر باید نشانه‌گذاری شوند:

الف- نشان شناسایی سازنده مجموعه‌های پیچ‌کاری،

و برطبق جدول ۱:

ب- با حرف H، و

۱- برای پیچ‌های مهره‌خور و مهره‌ها، با حرف (ها) اضافی که سیستم را تعریف می‌کند و نماد رده خواص برطبق EN ISO 898-1 و EN ISO 898-2، یا

۲- برای نمایانگر تنش مستقیم، با نماد ۸ یا ۱۰ متناظر با رده خواص پیچ‌مهره‌خور، یا

۳- برای پیچ‌های مهره‌خور و مهره‌های واکس سرخود یا مهره‌های واکس سرخود، به ترتیب با نماد B یا N

نشانه‌گذاری هر نوع از اجزا باید با بازرسی چشمی ارزیابی شود. نشانه‌گذاری باید با مقررات این زیربند تایید شود.

## ۵-۴ شرایط تحویل مجموعه‌های پیچ‌کاری

همه قطعات باید یا به صورت بسته‌بندی اصلی، به صورت بسته تکی به خریدار عرضه شود، یا پیچ‌های مهره‌خور، مهره‌ها، واکسرها و نمایانگرهای تنش مستقیم، در صورت وجود، متناوباً در بسته‌های یک‌شکل سازنده مجموعه‌های پیچ‌کاری و به طور جداگانه به خریدار عرضه شوند.

مجموعه‌های پیچ‌کاری باید به یکی از موارد زیر عرضه شوند:

الف- بهر مجموعه پیچ کاری تکی: پیچ‌های مهره‌خور، مهره‌ها، واشرها و در صورت وجود نمایانگرهای تنش مستقیم و پیچ‌های مهره‌خور واشر سرخود یا مهره‌های واشر سرخود باید به صورت یک مجموعه از یک سازنده عرضه شوند. اجزای مجموعه‌های پیچ کاری باید با هم در بسته‌ای که با یک شماره بهر و علامت تجاری سازنده آن مجموعه تکی، برچسب‌گذاری شوند. آزمون مناسب باید بر روی هر بهر مجموعه پیچ کاری تکی با استفاده از نمونه آزمون انتخاب شده مطابق قسمت اول این مجموعه استاندارد انجام شود. در حین تحویل، اجزای مجموعه‌های پیچ کاری با سایر بهرهای مجموعه پیچ کاری تکی قابل تعویض نمی‌باشند.

ب- بهر مجموعه مهره‌خور گسترده: پیچ‌های مهره‌خور، مهره‌ها، واشرها و در صورت وجود، نمایانگرهای تنش مستقیم و پیچ‌های مهره‌خور واشر سرخود یا مهره‌های واشر سرخود باید به صورت یک مجموعه از یک سازنده عرضه شوند. اجزای مجموعه‌های پیچ کاری باید با هم در بسته‌ای که با یک شماره بهر و علامت تجاری سازنده آن مجموعه تکی، برچسب‌گذاری شوند. در حین تحویل، اجزای مجموعه‌های پیچ کاری با بهرهای مجموعه پیچ کاری گسترده مشابه قابل تعویض می‌باشند. هر بهر مجموعه پیچ کاری گسترده براساس بهر تولید تکی مهره‌ها یا بهر تولید تکی نمایانگرهای تنش مستقیم که با روش مستندسازی انتخاب شده‌اند، باید تعریف شوند. آزمون مناسب باید بر روی هر بهر مجموعه پیچ کاری گسترده با استفاده از نمونه آزمون انتخاب شده مطابق قسمت اول این مجموعه استاندارد انجام شود.

مجموعه‌های پیچ کاری باید مطابق یکی از کلاس‌های  $k$  تعیین شده در جدول ۲ تحویل داده شود. مجموعه‌های پیچ کاری مطابق کلاس  $k$  -  $K2$  فقط مطابق بند الف این زیربند یعنی بهر مجموعه پیچ کاری تکی باید عرضه شوند.

شرایط تحویل مجموعه‌های پیچ کاری از طریق روش مستند شده مطابق کلاس  $k$  اظهار شده توسط سازنده باید کنترل شود.

ترکیب مجموعه‌های پیچ کاری، برچسب‌گذاری و بسته‌بندی با بازرسی چشمی باید کنترل شده و باید با مقررات زیربندهای ۱-۵ و ۲-۵ و این زیربند تایید شوند.

## ۵-۵ اطلاعات برای عرضه

سازنده مجموعه‌های پیچ کاری باید روش‌های مناسب برای سفت شدن مطابق EN 1090-2 مربوط به کلاس  $k$  اظهار شده را تعیین نماید. اطلاعات لازم برای حداقل یک روش مناسب سفت شدن که در جدول ۲ مشخص شده است باید روی برچسب یا بسته‌بندی درج شود.



جدول ۲- اطلاعات مربوط به روش‌های سفت‌شدن برای پیش‌تنیدگی مورد نیاز  $F_{p,c} = 0,7F_{ub}A_s$

کلاس-k	حداقل اطلاعات برای عرضه	روش سفت کردن مطابق EN 1090-2
K2	$k_m = \dots$ اولین قدم: گشتاور = $\dots Nm$ دومین قدم: گشتاور = $\dots Nm$	روش گشتاور
K1 <sup>a</sup>	اولین قدم: گشتاور = $\dots Nm$ دومین قدم: چرخش اضافی = $\dots Nm$	روش ترکیبی
K0 برای مهره‌های HRD K2 برای مهره‌های HR	-	روش HRC
K0 <sup>b</sup>	-	روش نمایانگر تنش مستقیم
<sup>a</sup> همچنین K2 می‌تواند استفاده شود. <sup>b</sup> در صورت اظهار شده به صورت K0، همچنین K1 یا K2 می‌توانستند استفاده شوند.		

## ۶ آزمون مناسب بودن

### ۱-۶ اصول آزمون

مناسب بودن مجموعه‌های پیچ‌کاری پیش‌تنیده باید با آزمون مناسب بودن مطابق این استاندارد و هر آزمون دیگری که در استاندارد محصول مربوط تعیین شده است، ثابت شود.

آزمون استاندارد برای بستن مجموعه‌های پیچ‌کاری با چرخاندن مهره و اندازه‌گرفتن در حین سفت شدن با استفاده از پارامترهای زیر است:

- نیروی پیچ مهره‌خور؛
- چرخش نسبی بین پیچ مهره‌خور و مهره؛
- گشتاور برای هر دو کلاس - k K1 و K2؛
- ازدیاد طول پیچ مهره‌خور، در صورت نیاز.

برای شرایط آزمون خاص و روش‌های اجرایی خاص آزمون به پیوست الف مراجعه شود.

### ۲-۶ دستگاه آزمون

دستگاه آزمون باید از جنس فولاد باشد.

بلوک که روی مجموعه نصب شده است باید به قدر کافی صلب باشد.

یادآوری- وسایل هیدرولیکی اندازه‌گیری معمولاً این الزامات را برآورده نمی‌کنند.

توصیه می‌شود که نصب دستگاه آزمون تا حد امکان به اندازه کافی و زیاد محکم باشد. طول پیچ مهره‌خور بین کلگی و مهره باید با استفاده از درزگیرها که در جدول ۳ مشخص شده است تنظیم شود. تعداد درزگیرها نباید از چهار تا بیشتر باشد.

### جدول ۳- مشخصات درزگیرها

ابعاد بر حسب میلی‌متر

تقارن	سختی درزگیر بیرونی	ضخامت	قطر بیرونی	قطر سوراخ	قطر اسمی پیچ مهره‌خور
$\leq 1\%$	$\geq 45 \text{ HRC}$ حین سخت کاری	$\geq 2$	کمتر از قطر واشر مجموعه نبوده و کافی برای توزیع به اندازه کافی بار به وسیله باشد	$d + 1$	$d \leq M14$
				$d + 2$	$M14 < d \leq M24$
				$d + 3$	$d > M24$

نیروی پیچ مهره‌خور باید با وسیله کالیبره شده (مانند دینامومتر) با عدم قطعیت  $\pm 2\%$  مقدار واقعی و خطای تکرارپذیری  $\pm 1\%$  اندازه‌گیری شود.

چرخش باید با عدم قطعیت  $\pm 1^\circ$  اندازه‌گیری شود.

گشتاور باید با وسیله اندازه‌گیری گشتاور کالیبره شده با عدم قطعیت و خطای تکرارپذیری  $\pm 1\%$  اندازه‌گیری شود.

ازدیاد طول پیچ مهره‌خور باید با عدم قطعیت  $\pm 1/100 \text{ mm}$  اندازه‌گیری شود. پیچ مهره‌خور باید به‌طور مناسبی در دو انتها به منظور تسهیل اندازه‌گیری‌ها آماده‌سازی شود.

### ۳-۶ مجموعه‌های آزمون

آزمون باید روی مجموعه به گونه‌ای انجام شود که حداقل یک واشر زیر مهره قرار داشته باشد.

مجموعه‌های آزمون براساس جدول ۱ از بهر مجموعه تکی یا بهر مجموعه گسترده برداشته شود (طبق زیربند ۴-۵).

هر جزء مجموعه آزمون فقط یک بار آزمون شود.

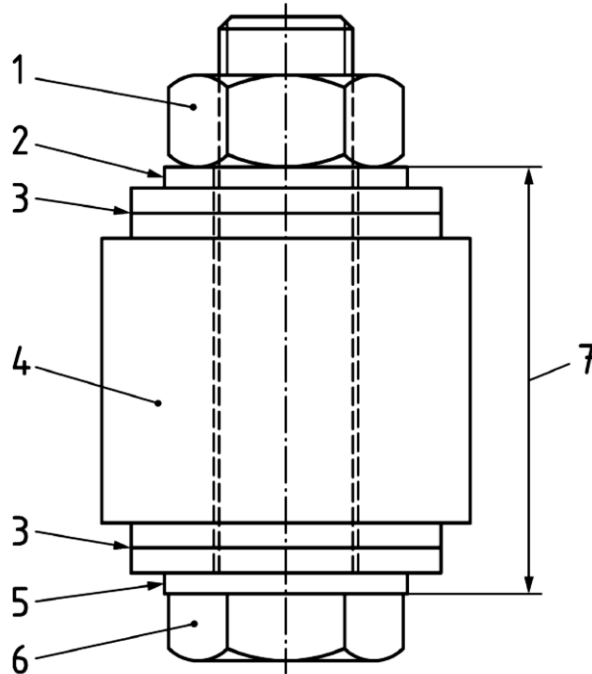
در صورت توافق بین خریدار و تامین‌کننده (به پیوست الف مراجعه شود) در شرایط تحویل بدون تغییرات بر روی روغن کاری اجزاء آزمون‌ها باید بر روی مجموعه‌ها انجام شود.

### ۴-۶ تنظیمات

ترتیب آزمون (به شکل ۱ مراجعه شود) می‌تواند شامل درزگیرها (به جدول ۳ مراجعه شود) برای تنظیم کردن طول گیرش پیچ مهره‌خور مورد آزمون باشد.

مجموعه‌های آزمون و درزگیرها باید به گونه‌ای قرار داده شوند که:

- واشر مجموعه زیر مهره قرار داشته باشد؛
- واشر پخ خورده مجموعه یا درزگیر پخ خورده زیر کنگی پیچ مهره خور قرار داشته باشد؛
- طول گیرش شامل درزگیرها و واشر(ها) حداقل تعیین شده در استاندارد محصول مربوط می باشد.



راهنما:

- 1 مهره: در طول سفت شدن چرخیده
- 2 واشر مجموعه: ممانعت از چرخش
- 3 درزگیر(ها)
- 4 وسیله اندازه گیری کالیبره نیروی پیچ مهره خور
- 5 واشر پخ خورده مجموعه یا درزگیر پخ خورده
- 6 کنگی پیچ مهره خور: ممانعت از چرخش
- 7 طول گیرش  $\sum t$

شکل ۱- تنظیمات آزمون

## ۵-۶ روش اجرایی آزمون

آزمون باید در دمای محیط در محدوده  $10^{\circ}\text{C}$  تا حداکثر  $35^{\circ}\text{C}$  انجام شود.

سفت کردن باید با چرخش مداوم مهره انجام شده و اندازه گیری ها باید در حین آزمون ثبت شوند.

سرعت چرخش در آزمون باید از  $1 \text{ min}^{-1}$  تا حداکثر  $10 \text{ min}^{-1}$  باشد.

در طول آزمون نه پیچ مهره خور نه واشر زیر مهره نباید آزاد باشند (نچرخند). اگر هر دو در حین سفت کردن بچرخند آزمون مجدد باید انجام و جایگزین آزمون قبلی شود.

اگر هر یک از شرایط زیر در ابتدا رضایت بخش به دست آید آزمون باید متوقف شود:

- زاویه چرخش مهره از  $(\theta_{pi} + \Delta\theta_{2min})$  بیشتر شود؛
- نیروی پیچ مهره خور به  $F_{p,C}$  تقلیل یابد؛
- نقص در پیچ مهره خور بر اثر خداد شکست.

برای هر مجموعه‌های آزمون منحنی‌های زیر باید تعیین شوند:

- نسبت نیرو/ چرخش پیچ مهره خور؛
- نسبت نیرو/ گشتاور پیچ مهره خور، برای هر دو کلاس  $k=K1$  و  $K2$ ؛
- نسبت نیرو/ ازدیاد طول پیچ مهره خور، در صورت نیاز.

داده‌های این نسبت‌ها آنچنان باید باشند که نتایج صحیح به دست آید و همواره همراه با صحت دستگاه‌های آزمون باشد. (مثال‌هایی از منحنی در شکل ۲ تا ۵ مشاهده می‌شود).

## ۶-۶ ارزیابی نتایج آزمون

### ۱-۶-۶ منحنی نیرو/ چرخش پیچ مهره خور

موارد زیر باید به دست آید و هر منحنی مطابق شکل ۲ باید مورد توجه قرار گیرد:

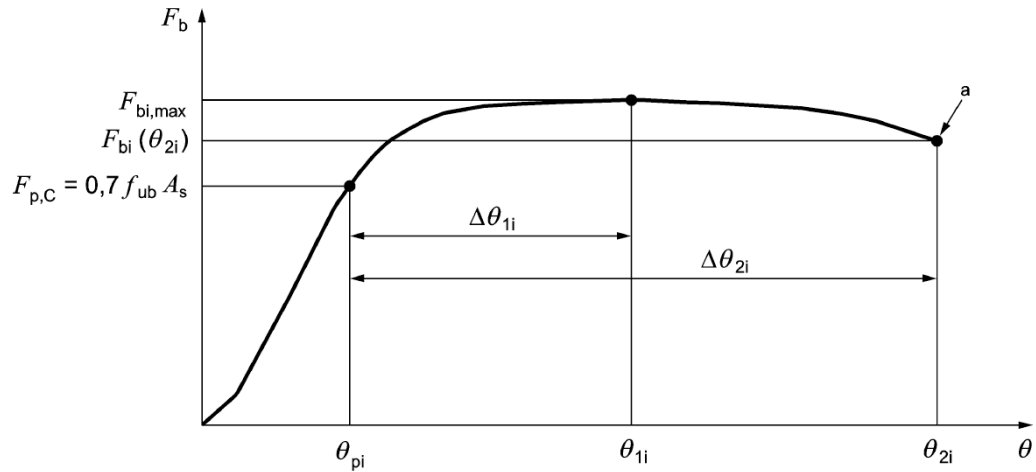
- $\theta_{pi}$  زاویه‌ای است که نیروی پیچ مهره خور ابتدا به مقدار  $F_{p,C}$  می‌رسد؛
- $\theta_{1i}$  زاویه‌ای است که نیروی پیچ مهره خور حداکثر به مقدار  $F_{bi,max}$  می‌رسد؛
- $\theta_{2i}$  زاویه‌ای است که آزمون متوقف می‌شود و مقدار متناظر نیروی پیچ مهره خور  $F_{bi}(\theta_{2i})$  می‌باشد.

اگر از داده‌های اندازه‌گیری  $\theta_{1i}$  کاملاً مشخص نشد، آن زاویه باید از مقدار متوسط دو زاویه متناظر با دو فاصله منحنی با خط افقی زیر 1% حداکثر مقدار نیروی پیچ مهره خور  $F_{bi,max}$  که به آن در طول آزمون اشاره شده است، محاسبه شود.

گرچه منظور از اندازه‌گیری  $\theta_{2i}$  برای به دست آمدن نشانه‌ای از چرخش مهره‌ای که نیروی پیچ مهره خور را به مقدار  $F_{p,C}$  تقلیل می‌دهد، آزمون را می‌توان وقتی که اختلاف  $\Delta\theta_2$  از مقدار حداقل مورد نیاز تعیین شده  $\Delta\theta_{2min}$  طبق استاندارد محصول مربوط بیشتر شود، متوقف کرد (به زیربند ۶-۵ مراجعه شود).

از اندازه‌گیری‌های فوق مقادیر زیر تعیین می‌شود:

- $\Delta\theta_{1i}$  اختلاف زاویه که به صورت  $(\theta_{1i} - \theta_{pi})$  تعیین شده است و متناظر به نقاطی است که حداکثر مقدار نیروی پیچ مهره خور که به  $F_{bi,max}$  که قبلاً رسیده است، می‌باشد.
- $\Delta\theta_{2i}$  اختلاف زاویه که به صورت  $(\theta_{2i} - \theta_{pi})$  تعیین شده است و متناظر به نقاطی است که در آنها آزمون متوقف می‌شود.



راهنما:

a انتهای آزمون

شکل ۲- منحنی نیرو/چرخش پیچ مهره خور

#### ۲-۶-۶ منحنی نیرو/ گشتاور پیچ مهره خور برای گشتاور در طراحی پیش تنیدگی

مقدار تکی  $k$  ( $k_i$ ) از هر منحنی مطابق شکل ۳ برای گشتاور  $(M_{pi})$  متناظر با نیروی پیچ مهره خور  $(F_{p,C})$  باید به دست آید. مقدار  $k_i$  از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$k_i = \frac{M_{pi}}{d F_{p,C}}$$

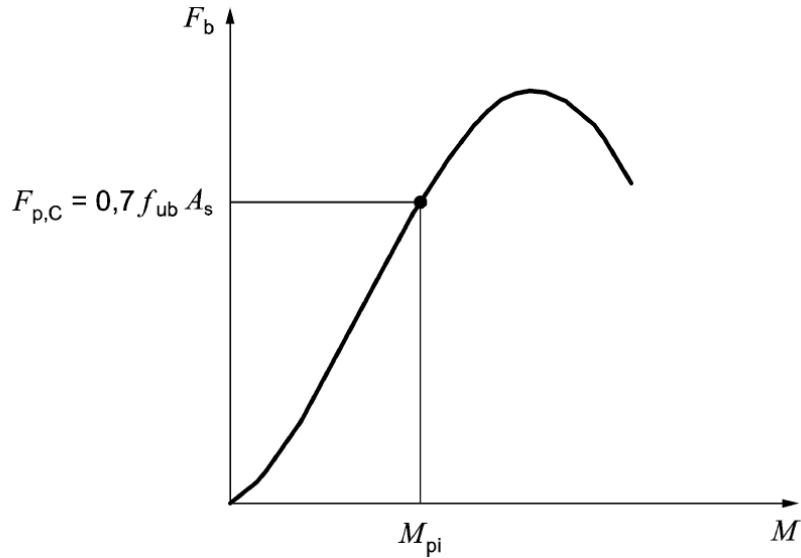
ضریب تغییرات ( $V_k$ ) که از مقادیر  $k_i$  به دست آمده است از تقسیم انحراف معیار استاندارد تخمین زده شده ( $s_k$ ) بر مقدار متوسط آنها ( $k_m$ ) حاصل شده است.

مقدار متوسط ( $k_m$ )، انحراف معیار استاندارد تخمین زده شده ( $s_k$ ) و ضریب تغییرات ( $V_k$ ) از فرمول های زیر به دست می آیند.

$$k_m = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n}$$

$$s_k = \sqrt{\frac{\sum (k_i - k_m)^2}{n - 1}}$$

$$V_k = \frac{s_k}{k_m}$$

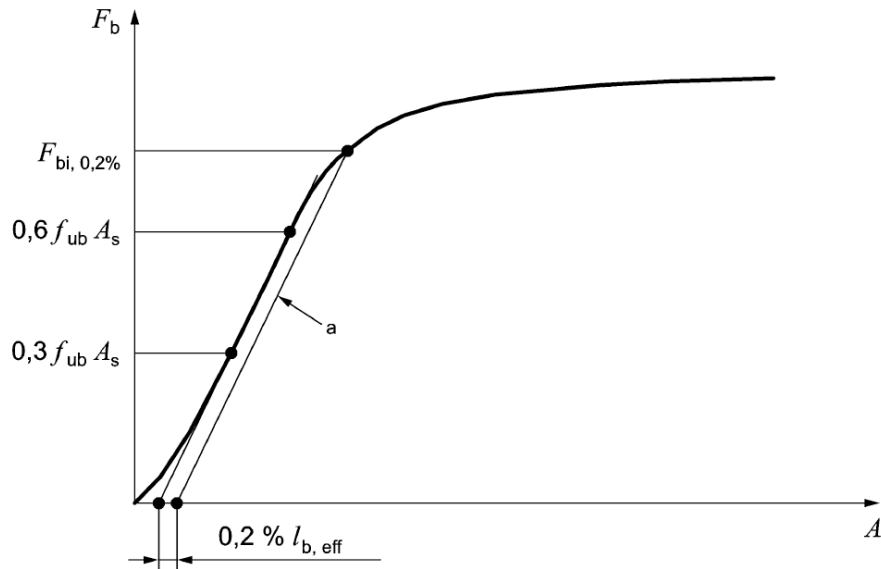


شکل ۳- منحنی نیرو/ گشتاور پیچ مهره خور

۳-۶-۶ منحنی نیرو/ ازدیاد طول پیچ مهره خور

مقدار تکی نیروی پیچ مهره خور  $F_{bi,0,2\%}$  متناظر با ازدیاد طول دائمی پیچ مهره خور به میزان  $0,2\% l_{b,eff}$ ، جایی که این مقدار  $l_{b,eff}$  طول موثر پیچ مهره خور پیش تنیده است که باید از منحنی مطابق شکل ۴ به دست آید.

خط  $0,2\%$  ازدیاد طول دائمی به موازات خط مستقیم بین دو نقطه روی منحنی که مقادیر نیروی پیچ مهره خور به ترتیب به مقدار  $0,3 f_{ub} A_s$  و  $0,6 f_{ub} A_s$  است ترسیم شده است.



راهنما:

a خط  $0,2\%$  ازدیاد طول دائمی

شکل ۴- منحنی نیرو/ ازدیاد طول پیچ مهره خور

۴-۶-۶ منحنی نیرو/ گشتاور پیچ مهره خور برای مقادیر تکی نیروی پیچ مهره خور در مقدار مشخص گشتاور به کار رفته

وقتی که مقدار مشخص گشتاور مورد نیاز باشد:

- مقدار تکی نیروی پیچ مهره خور  $F_{bi}$  در یک مقدار مشخص گشتاور  $M_{spec}$  باید از هر منحنی مطابق شکل ۵ به دست آید:

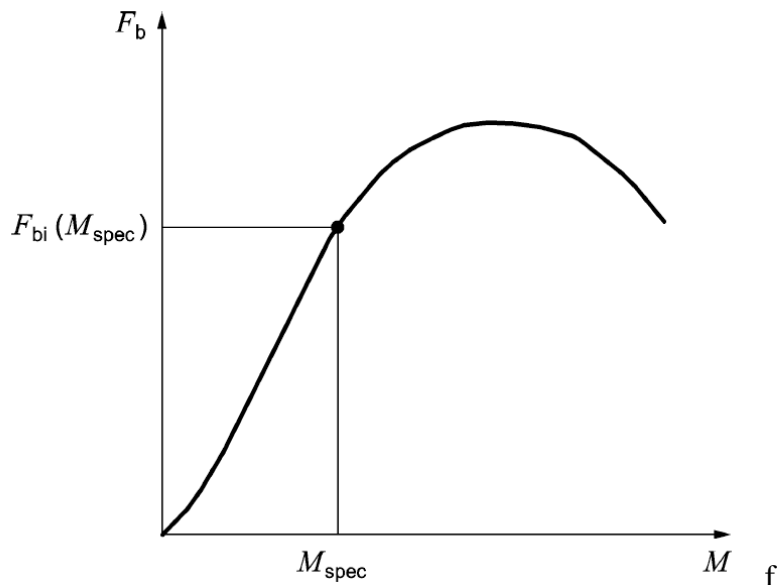
$$F_{bi} = F_{bi}(M_{spec})$$

- انحراف معیار استاندارد تخمین زده شده ( $S_F$ ) و مقدار متوسط ( $F_{bm}$ ) از فرمول‌های زیر به دست می‌آیند:

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum (F_{bi} - F_{bm})^2}{n - 1}}$$

با

$$F_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{bi}}{n}$$



شکل ۵- منحنی نیرو/ گشتاور پیچ مهره خور

۷-۶ گزارش آزمون

وقتی که مجموعه پیچ کاری سازنده مورد آزمون قرار می‌گیرند، حداقل اطلاعات زیر باید در مستندات آزمون گنجانده شود:

- زمان آزمون؛

- جزئیات دستگاه آزمون؛
  - شماره بهر مجموعه تکی، یا شماره بهر مجموعه گسترده؛
  - تعداد مجموعه‌های پیچ‌کاری آزمون شده؛
  - شناسه مجموعه‌های پیچ‌کاری در صورت ارتباط مطابق قسمت‌های ۳ تا ۱۰ این مجموعه استاندارد؛
  - طول گیرش آزمون؛
  - سرعت سفت شدن؛
  - نکات مربوط به انجام آزمون‌ها (از جمله اگر هر کدام از آنها در شرایط و روش‌های اجرایی خاص آزمون می‌شوند، به پیوست الف مراجعه شود)؛
  - نتایج آزمون‌ها مطابق این استاندارد؛
  - نتیجه‌گیری.
- وقتی که آزمون‌ها با مجموعه پیچ‌کاری سازنده مورد آزمون قرار نمی‌گیرند، اطلاعات اضافی به شرح زیر باید داده شود:
- شناسایی آزمایشگاه؛
  - شناسایی ارگان درخواست‌کننده آزمون؛
  - تاریخ دریافت مجموعه نمونه‌ها؛
  - جزئیات ترتیب آزمون شامل صلبیت و تعداد درزگیرها؛
  - شرایط سفت کردن / بستن.



## پیوست الف

### (آگاهی دهنده)

#### شرایط و روش‌های اجرایی خاص آزمون

با توافق بین خریدار و تامین‌کننده، شرایط خاص به شرح زیر می‌تواند به کار رود. هرچند، نتایج آزمون با شرایط آزمون استاندارد قابل مقایسه نباشد:

الف- پیچ‌های مهره‌خور بلند:

برای ارزیابی پیچ‌های مهره‌خور با طول بزرگتر 10d، روش اجرایی زیربند ۶-۶-۲ برای به دست آوردن مقادیر k معتبر است اما مولفه‌های خاص برآورد چرخش، ازدیاد طول یا تغییر شکل رزوه باید مورد توافق قرار گیرد.

ب- پیچ‌های مهره‌خور کوتاه

وقتی که پیچ‌های مهره‌خور خیلی کوتاه می‌باشند، برآوردن شرایط آزمون زیربند ۶-۶-۴ با یکی از احتمالات به شرح زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

- پیچ‌های مهره‌خور به شرطی می‌توانند آزمون شوند که یک طول رزوه بعد از سفت‌شدن قابل دیدن بوده و سطح مهره و پیچ با یکدیگر مماس نباشند.

- پیچ‌های مهره‌خور بلندتر از سایر بهره‌های مشابه می‌توانند با استفاده از شرایط آزمون استاندارد آزمون شوند. تفاوت در طول باید بسیار کم باشد. این شرایط صرفاً برای بهره‌های مجموعه پیچ‌کاری گسترده صدق می‌کند.

پ- روغنکاری

روغنکاری در زمان تحویل می‌تواند متغیر باشد.

ت- سفت کردن/ بستن

۱- سرعت چرخش می‌تواند متغیر باشد.

۲- سفت کردن با چرخاندن کلگی پیچ‌مهره‌خور می‌تواند انجام شود.

در این مورد، واشر مجموعه برای قرار دادن زیر کلگی پیچ‌مهره‌خور و قرار دادن هر دو مهره و واشر زیر کلگی پیچ‌مهره‌خور برای اجتناب از چرخش مورد نیاز است. اگر هرکدام از آنها در هنگام آزمون بچرخند، آزمون مجدد باید انجام و جایگزین آزمون قبلی شود.

۳- سفت کردن غیر دائمی نیز می‌تواند انجام شود.

### کتابنامه

[1] ISO 272, Fasteners - Hexagon products - Widths across flats

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۷: سال ۱۳۸۸، اتصالات - محصولات شش گوش - عرض آچارخور (فواصل ضلع به ضلع) با استفاده از استاندارد ISO 272 تدوین شده است.