



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۷۴۵

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19745

1st.Edition

2015

مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای  
سیم، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌ها برای  
جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ فولادهای  
با استحکام بالا - طبقه‌بندی

**Welding consumables- Wire electrodes,  
wires, rods and deposits for gas shielded  
arc welding of high strength steel-  
Classification**

ICS:25.160.20

## 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 پیشنهادها 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 استانداردهای 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) و سایل 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) و سایل 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  
« مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها رسوب‌ها برای جوشکاری قوسی  
تحت گاز محافظ فولادهای با استحکام بالا - طبقه‌بندی »

رئیس:

رنجبر، سید فرامرز  
(دکترای مهندسی مکانیک)

دبیر:

محمدی، رضا  
(لیسانس مهندسی مکانیک)

اعضاء:

ادب آوازه، عبدالوهاب  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

ترکمن، لیلا  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

حاج حیدری، حامد  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

خیام، افشین  
(کارشناس مهندسی صنایع)

محسنی، ابراهیم  
(کارشناس ارشد جوشکاری)

محمدی، صبا  
(لیسانس مهندسی برق)

موسوی، سیدجلیل  
(فوق لیسانس مهندسی مواد - جوشکاری)

سمت و / یا نمایندگی

دانشگاه تبریز

صنایع بنیان موتور

انجمن جوشکاری و آزمایش‌های  
غیرمخرب ایران

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

صنایع بنیان موتور

شرکت مهندسی مشاور ناظران یکتا

شرکت مهندسی مشاور ناظران یکتا

شرکت بازرسی پارس بینش

صنایع بنیان موتور

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد                               |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد                                  |
| ه    | پیش گفتار                                                    |
| و    | مقدمه                                                        |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                                         |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                                               |
| ۲    | ۳ طبقه بندی                                                  |
| ۳    | ۴ نمادها و الزامات                                           |
| ۳    | ۱-۴ نماد برای محصول یا فرآیند                                |
| ۳    | ۲-۴ نماد برای خواص استحکام و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش    |
| ۴    | ۳-۴ نماد برای خواص آزمایش ضربه فلز جوش                       |
| ۵    | ۴-۴ نماد برای گاز محافظ                                      |
| ۶    | ۵-۴ نماد برای ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی، سیمها و مفتولها |
| ۶    | ۶-۴ نماد برای شرایط عملیات حرارتی پس از جوش                  |
| ۱۰   | ۵ آزمایشهای مکانیکی                                          |
| ۱۰   | ۱-۵ دماهای پیش گرمایش و بین پاسی                             |
| ۱۱   | ۲-۵ شرایط جوشکاری و توالی پاس                                |
| ۱۲   | ۳-۵ شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری                        |
| ۱۲   | ۶ آنالیز شیمیایی                                             |
| ۱۳   | ۷ دستورالعمل گرد کردن                                        |
| ۱۳   | ۸ تکرار آزمایش                                               |
| ۱۳   | ۹ شرایط تحویل فنی                                            |
| ۱۴   | ۱۰ مثالهای مشخصه گذاری                                       |
| ۱۷   | پیوست الف (اطلاعاتی) کتابنامه                                |

## پیش گفتار

استاندارد "مواد مصرفی جوشکاری- الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌ها برای جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ فولادهای با استحکام بالا" که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در یک‌هزار و صد و هشتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۳/۱۲/۲۴ 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 16834 : 2012, Welding consumables- Wire electrodes, wires, rods and deposits for gas shielded arc welding of high strength steel- Classification

## مقدمه

در این استاندارد دو رویکرد متفاوت علامت‌گذاری جهانی برای طبقه‌بندی در سیم الکتروود، سیم، مفتول و حوضچه جوشکاری وجود دارد، که مجاز به استفاده از یک یا هر دو علامت‌گذاری متناسب با کاربری هستند. کاربرد هریک از مشخصه‌ها (یا هر دو آن‌ها هر جا که مناسب است) طبقه‌بندی محصول را براساس این استاندارد شناسایی می‌شود. طبقه‌بندی مطابق سیستم A برپایه استاندارد [8] EN 12534; 1991 استوار است. طبقه‌بندی مطابق سیستم B برپایه استاندارد فوق را اکثراً در حاشیه اقیانوس آرام استفاده می‌کنند. در ویرایش‌های آینده هدف، ترکیب دو سیستم به یک سیستم طبقه‌بندی می‌باشد.

این استاندارد طبقه‌بندی را برای مشخصه‌های الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و حوضچه‌های جوشکاری بر اساس ترکیبات شیمیایی و در مواقع نیاز بر اساس استحکام کششی تسلیم، استحکام کششی نهایی و ازدیاد طول فلز تمام جوش می‌دهد. معمولاً استحکام کششی تسلیم فلز جوش بالاتر از فلز پایه اولیه است. کاربر باید توجه داشته باشد که ادغام استحکام کششی تسلیم فلز جوش در استحکام کششی فلز پایه لزوماً مطمئن نیستند که آن‌ها با هم جفت و جور شوند، بنابراین در آنجایی که نیاز به آزمون جفت و جور شدن استحکام کششی آن‌ها است، قطعه‌ای مطابق مرجع ستون ۳ جدول ۱- الف و یا ۱- ب آماده‌سازی شوند.

## مواد مصرفی جوشکاری - الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها رسوب‌ها برای جوشکاری قوسی تحت گاز محافظ فولادهای با استحکام بالا - طبقه‌بندی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات برای طبقه‌بندی الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌های فلز تمام جوش در حالت معمولی جوش داده شده، عملیات حرارتی شده (PWHT)<sup>۱</sup> با جوشکاری قوسی فلزی محافظت شده، جوشکاری تنگستنی با گاز محافظ خنثی برای فولادهایی با کمینه استحکام تسلیم بالاتر از 500 MPa یا فولادهایی با کمینه استحکام کششی بالاتر از 570 MPa است. یک الکتروده سیمی را می‌توان با گازهای محافظ مختلف آزمایش و طبقه‌بندی کرد.

در این استاندارد براساس ترکیب دو مشخصه استحکام تنش تسلیم و انرژی ضربه‌ای میانگین 47 J فلز تمام جوش یا از مشخصه استحکام تنش کششی و انرژی ضربه‌ای میانگین 27 J فلز تمام جوش برای طبقه‌بندی استفاده شده است.

الف- در بندهای اصلی، فرعی و جداول این استاندارد که از پسوند حرف "A" برای الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌های جوش بکار رفته براساس مشخصه استحکام تنش تسلیم و انرژی میانگین ضربه 47J برای فلز تمام جوش است.

ب- در بندهای اصلی، فرعی و جداول این استاندارد که از پسوند حرف "B" برای الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌های جوش بکار رفته براساس مشخصه استحکام تنش کششی و انرژی میانگین ضربه 27J برای فلز تمام جوش است.

ج- در بندهای اصلی، فرعی و جداول این استاندارد که هر دو حرف پسوند "A" و "B" را ندارند، برای طبقه‌بندی تمام الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب‌های جوش بکار می‌رود.

### 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 استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، تنها انتشار نقل شده معتبر است. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین ویرایش چاپ و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۲: مواد مصرفی در جوشکاری - شرایط فنی تحویل مواد پرکننده در جوشکاری - نوع فرآورده، ابعاد و رواداری‌ها و نشانه‌گذاری

1-Post- weld heat- treated (PWHT)

- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳۴۴: مواد مصرفی جوشکاری- بدست آوردن پرکننده و مواد مذاب
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۱: کمیت‌ها و یکاها- قسمت ۱: اصول کلی
- ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۵: جوشکاری- راهنمای اندازه‌گیری دمای پیش‌گرمایش، دمای بین پاس و دمای نگه‌داری پیش‌گرمایش
- ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶: مواد مصرفی جوشکاری- گازها و مخلوط گازها برای جوشکاری ذوبی و فرآیندهای وابسته
- ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱- ۱۲۹۸۹: مواد مصرفی جوشکاری- روش‌های آزمایش- قسمت ۱: روش‌های آزمایش برای نمونه‌های آزمایش فلز تمام جوش در فولاد، نیکل و آلیاژهای نیکل

### ۳ طبقه‌بندی

طبقه‌بندی براساس دو مشخصه، استحکام کششی و خواص ضربه‌ای تمام جوش بدست آمده از الکتروود سیمی، سیم یا مفتول صورت گرفته است. دو مشخصه داده شده اضافی جهت سایر الزامات طبقه‌بندی است، که در بندهای زیر تعریف شده است. در بیشتر موارد، یک محصول تجاری می‌تواند با توجه به الزامات طبقه‌بندی در هر دو سیستم طبقه‌بندی قرارگیرد. یکی یا هر دو مشخصه‌های طبقه‌بندی را می‌توان برای محصول استفاده کرد.

الکتروودهای سیمی، سیم و یا مفتول باید ترکیب شیمیایی در جداول ۳- الف یا ۳- ب طبقه‌بندی شود. رسوب جوش با نمادهای اضافه‌تر براساس خواص مکانیکی فلز تمام جوش، گاز محافظ استفاده شده در یک گروه خاص طبقه‌بندی شود.

### ۳- الف- طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و با انرژی ضربه 47J

### ۳- ب- طبقه‌بندی با استحکام کششی و با انرژی ضربه 27J

- این طبقه‌بندی به شش قسمت تقسیم می‌شود: این طبقه‌بندی به پنج قسمت تقسیم می‌شود:
- ۱- قسمت اول نماد داده شده برای شناسایی محصول/فرآیند مورد نیاز است؛ ۱- قسمت اول نماد داده شده برای شناسایی محصول/فرآیند مورد نیاز است؛
- ۲- قسمت دوم نماد داده شده نشان‌دهنده استحکام کششی و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش است (به جدول ۱- الف رجوع شود)؛ ۲- قسمت دوم نماد داده شده نشان‌دهنده استحکام کششی و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش در دو شرایط جوشکاری شده یا عملیات حرارتی پس از جوش است (به جدول ۱- ب رجوع شود)؛
- ۳- قسمت سوم نماد داده شده نشان‌دهنده خواص ضربه‌ای فلز تمام جوش است (به جدول ۲ رجوع کنید)؛ ۳- قسمت سوم نماد داده شده نشان‌دهنده خواص ضربه‌ای فلز تمام جوش در شرایط یکسان مثل مشخصات استحکام کششی است (به جدول ۲ رجوع کنید)؛

کنید). حرف "U" بعد از این مشخصه نشان می‌دهد که حوضچه جوش الزامات اختیاری J 47 در دمای آزمایش ضربه شاری را دارد؛

۴- قسمت چهارم نماد نشان‌دهنده گاز محافظ استفاده شده است (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛ ۴- قسمت چهارم نماد نشان‌دهنده گاز محافظ استفاده شده است (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

۵- قسمت پنجم نماد نشان‌دهنده ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی، سیم و یا مفتول استفاده شده است (به جدول ۳- الف رجوع کنید)؛ ۵- قسمت پنجم نماد نشان‌دهنده ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی، سیم و یا مفتول استفاده شده است (به جدول ۳- ب رجوع کنید).

۶- قسمت ششم نماد نشان‌دهنده عملیات حرارتی پس از جوش بکار رفته است (به بند ۴-۶- الف رجوع کنید).

#### ۴ نمادها و الزامات

##### ۱-۴ نماد برای محصول یا فرآیند

نماد برای الکتروود سیمی، سیم یا مفتول استفاده شده در فرآیند جوشکاری قوسی باید حرف G (جوشکاری قوسی فلزی تحت گاز محافظ) یا حرف W (جوشکاری قوسی با الکتروود غیرمصرفی تنگستن) باشد.

##### ۲-۴ نماد برای خواص استحکام و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش

۲-۴- الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه J 47 ۲-۴- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 27

نماد داده شده در جدول ۱- الف استحکام تسلیم، استحکام کششی و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش در شرایط جوشکاری شده را مطابق بند ۵ مشخص می‌کند. نماد داده شده در جدول ۱- ب استحکام تسلیم، استحکام کششی و درصد ازدیاد طول فلز تمام جوش در شرایط جوشکاری شده یا در شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری شده را مطابق بند ۵ مشخص می‌کند.

### جدول ۱- الف- نماد برای خواص کششی فلز تمام جوش

(طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J)

| نماد | کمینه استحکام تسلیم <sup>a</sup><br>MPa | استحکام کششی<br>MPa | کمینه ازدیاد طول <sup>b</sup><br>% |
|------|-----------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| ۵۵   | ۵۵۰                                     | ۸۲۰ تا ۶۴۰          | ۱۸                                 |
| ۶۲   | ۶۲۰                                     | ۸۹۰ تا ۷۰۰          | ۱۸                                 |
| ۶۹   | ۶۹۰                                     | ۹۴۰ تا ۷۷۰          | ۱۷                                 |
| ۷۹   | ۷۹۰                                     | ۱۰۸۰ تا ۸۸۰         | ۱۶                                 |
| ۸۹   | ۸۹۰                                     | ۱۱۸۰ تا ۹۴۰         | ۱۵                                 |

a: برای استحکام تسلیم پایین‌تر از  $R_{eL}$ ، استفاده می‌شود، در غیر این صورت  $R_{p0.2}$ ، استحکام کششی، استفاده می‌شود.

b: طول سنجه اندازه‌گیری پنج برابر قطر نمونه آزمایش است.

### جدول ۱- ب- نماد برای خواص کششی فلز تمام جوش

(طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J)

| نماد <sup>a</sup> | کمینه استحکام کششی تسلیم <sup>b</sup><br>MPa | استحکام کششی<br>MPa | کمینه ازدیاد طول <sup>c</sup><br>% |
|-------------------|----------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 59X               | ۴۹۰                                          | ۷۹۰ تا ۵۹۰          | ۱۶                                 |
| 62X               | ۵۳۰                                          | ۸۲۰ تا ۶۲۰          | ۱۵                                 |
| 69X               | ۶۰۰                                          | ۸۹۰ تا ۶۹۰          | ۱۴                                 |
| 76X               | ۶۸۰                                          | ۹۶۰ تا ۷۶۰          | ۱۳                                 |
| 78X               | ۶۸۰                                          | ۹۸۰ تا ۷۸۰          | ۱۳                                 |
| 83X               | ۷۴۵                                          | ۱۰۳۰ تا ۸۳۰         | ۱۲                                 |

a: X معادل "A"، "P" یا "AP" است. به بند ۴-۶- ب رجوع کنید.

b: برای استحکام کششی پایین‌تر از  $R_{eL}$ ، استفاده می‌شود، در غیر این صورت  $R_{p0.2}$ ، استحکام کششی، استفاده می‌شود.

c: طول سنجه اندازه‌گیری تا پنج برابر قطر نمونه آزمون است.

یادآوری- عملیات حرارتی پس از جوش می‌تواند استحکام کششی مواد جوشکاری با شرایط انجام شده را تغییر بدهد.

### ۳-۴ نماد برای خواص آزمایش ضربه فلز جوش

#### ۳-۴ الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J

نماد داده شده در جدول ۲ نشان‌دهنده دمایی است که در آن انرژی ضربه 47 J مطابق شرایط بند ۵- الف اعمال شده است. در سه نمونه آزمایش، فقط مقدار یک نمونه مجاز به پایین‌تر از 47 J است، البته نباید کمتر از 32 J باشد.

#### ۳-۴ ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J

نماد داده شده در جدول ۲ نشان‌دهنده دمایی است که در آن انرژی ضربه 27 J برای حالت معمولی جوشکاری شده یا عملیات حرارتی پس از جوش مطابق شرایط بند ۵- ب اعمال شده است. در پنج نمونه آزمایش، پایین‌ترین و بالاترین مقادیر بدست آمده باید نادیده گرفته شود. در دو نمونه از سه نمونه باقی مانده مقادیر آن باید بیشتر از 27 J باشد، یک نمونه از سه نمونه ممکن است کمتر از 27 J باشد ولی از 20 J بالاتر باشد. مقدار میانگین سه نمونه باقی‌مانده دست‌کم 27 J باشد.

اضافه کردن نماد اختیاری U بعد از نماد شرایط

عملیات حرارتی، نشان می‌دهد که الزامات مکمل انرژی ضربه 47J، برای انرژی ضربه 27J در حالت دمای عادی رضایت‌بخش است. برای الزامات ضربه 47J، تعداد نمونه آزمایش و مقادیر بدست آمده باید مطابق بند ۴-۳-الف باشد.

وقتی فلز تمام جوش یا اتصال جوش داده شده برای یک دمای معین طبقه‌بندی شده باشد، بطور خودکار برای هر درجه بالاتر در جدول ۲ را پوشش دهد.

جدول ۲- نماد برای خواص ضربه‌ای فلز تمام جوش یا اتصال جوش داده شده

| نماد                         | دما برای کمینه میانگین انرژی ضربه‌ای $^{a,b}$ 47 J یا $^{b}$ 27 J<br>°C |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Z                            | الزامات ندارد                                                           |
| $A^a$ یا $Y^b$               | +۲۰                                                                     |
| ۰                            | ۰                                                                       |
| ۲                            | -۲۰                                                                     |
| ۳                            | -۳۰                                                                     |
| ۴                            | -۴۰                                                                     |
| ۵                            | -۵۰                                                                     |
| ۶                            | -۶۰                                                                     |
| a: به بند ۴-۳-الف رجوع کنید. |                                                                         |
| b: به بند ۴-۳-ب رجوع کنید.   |                                                                         |

#### ۴-۴ نماد برای گاز محافظ

- نماد برای گازهای محافظ باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶ باشد، برای مثال:
- نماد l1 باید زمانی استفاده شود که طبقه‌بندی برای عملکرد با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶-l1، آرگون ۱۰۰٪ باشد.
  - نماد M12، برای گازهای مخلوط باید زمانی استفاده شود که در طبقه‌بندی عملکرد با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶-M12، بدون گاز هلیوم باشد.
  - نماد M13 باید زمانی استفاده شود که طبقه‌بندی داده شده با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶-M13 باشد.
  - نماد M20، برای گازهای مخلوط باید زمانی استفاده شود که در طبقه‌بندی عملکرد با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۹۶۶-M20، بدون گاز هلیوم باشد.

- نماد M21، برای مخلوط گازها باید زمانی استفاده شود که در طبقه‌بندی عملکرد با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره M21-۱۱۹۶۶، بدون گاز هلیوم باشد.

- نماد C1 باید زمانی استفاده شود که طبقه‌بندی داده شده با گاز محافظ مطابق استاندارد ملی ایران شماره C1-۱۱۹۶۶، دی‌اکسیدکربن باشد.

- نماد Z برای گاز محافظ مشخص نشده استفاده شود.

#### ۴-۵ نماد برای ترکیب شیمیایی الکترودهای سیمی، سیم‌ها و مفتول‌ها

نمادهای داده شده در جدول ۳-الف و ۳-ب ترکیب‌های شیمیایی الکتروده سیمی، سیم و مفتول را نشان می‌دهد که مشخصه‌های عناصر آلیاژی آن‌ها است.

#### ۴-۶ نماد برای شرایط عملیات حرارتی جوش

|                                              |                                           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ۴-۶ - الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی | ۴-۶ - ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی |
| ضربه 47 J                                    | ضربه 27 J                                 |

|                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نماد T نشان‌دهنده استحکام تسلیم، درصد ازدیاد طول و خواص ضربه‌ای در این طبقه‌بندی برای فلز تمام جوش بعد از عملیات حرارتی جوش می‌باشد. شرایط عملیات حرارتی پس از جوش باید مطابق با مشخصات داده شده در بند ۵-۳-الف باشد. | نماد A باید به طبقه‌بندی رسوب‌های جوش برای شرایط جوشکاری اضافه می‌شود. نماد P باید نیز به طبقه‌بندی رسوب‌های جوش برای شرایط عملیات حرارتی بعد از جوش اضافه شود. نماد دوتایی AP باید به طبقه‌بندی رسوب‌های جوش برای هر دو شرایط فوق اضافه شود. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

جدول ۳- الف- نماد برای ترکیب شیمیایی  
(طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه J 47)

| نماد<br>INSO ..... -A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ترکیب شیمیایی<br>a,b) % (برحسب جرم) |              |              |       |       |              |              |              |              |              |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C                                   | Si           | Mn           | P     | S     | Ni           | Cr           | Mo           | Cu           | V            | تمامی عناصر<br>دیگر |
| Mn3NiCrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,14                                | 0,60 to 0,80 | 1,30 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 0,50 to 0,65 | 0,40 to 0,65 | 0,15 to 0,30 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn3Ni1CrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,12                                | 0,40 to 0,70 | 1,30 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 1,20 to 1,60 | 0,20 to 0,40 | 0,20 to 0,30 | 0,35         | 0,05 to 0,13 | 0,25                |
| Mn3Ni1Mo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                | 0,40 to 0,80 | 1,30 to 1,90 | 0,015 | 0,018 | 0,80 to 1,30 | 0,15         | 0,25 to 0,65 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn3Ni1,5Mo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,08                                | 0,20 to 0,60 | 1,30 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 1,40 to 2,10 | 0,15         | 0,25 to 0,55 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn3Ni1Cu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                | 0,20 to 0,60 | 1,20 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 0,80 to 1,25 | 0,15         | 0,20         | 0,30 to 0,65 | 0,03         | 0,25                |
| Mn3Ni1MoCu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,12                                | 0,20 to 0,60 | 1,20 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 0,80 to 1,25 | 0,15         | 0,20 to 0,55 | 0,30 to 0,65 | 0,03         | 0,25                |
| Mn3Ni2,5CrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,12                                | 0,40 to 0,70 | 1,30 to 1,80 | 0,015 | 0,018 | 2,30 to 2,80 | 0,20 to 0,60 | 0,30 to 0,65 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn4Ni1Mo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                | 0,50 to 0,80 | 1,60 to 2,10 | 0,015 | 0,018 | 0,80 to 1,25 | 0,15         | 0,20 to 0,55 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn4Ni2Mo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                | 0,25 to 0,60 | 1,60 to 2,10 | 0,015 | 0,018 | 2,00 to 2,60 | 0,15         | 0,30 to 0,65 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn4Ni1,5CrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,12                                | 0,50 to 0,80 | 1,60 to 2,10 | 0,015 | 0,018 | 1,30 to 1,90 | 0,15 to 0,40 | 0,30 to 0,65 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn4Ni2CrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,12                                | 0,60 to 0,90 | 1,60 to 2,10 | 0,015 | 0,018 | 1,80 to 2,30 | 0,20 to 0,45 | 0,45 to 0,70 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Mn4Ni2,5CrMo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,13                                | 0,50 to 0,80 | 1,60 to 2,10 | 0,015 | 0,018 | 2,30 to 2,80 | 0,20 to 0,60 | 0,30 to 0,65 | 0,30         | 0,03         | 0,25                |
| Z <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | هر ترکیب شیمیایی دیگر               |              |              |       |       |              |              |              |              |              |                     |
| a: اگر مشخص نباشد: (برحسب جرم) % 0,10 Ti≤، (برحسب جرم) % 0,10 Zr≤ و (برحسب جرم) % 0,12 Al≤. مس باقی‌مانده در فولاد با هر پوشش باید با مقدار آن منطبق باشد.<br>b: مقادیر تکی بیشینه مقدارهاست.<br>c: مواد مصرفی که برای ترکیب شیمیایی در جدول ذکر نشده است باید برای موارد مشابه از پسوند حرف Z استفاده شود، اگر گستره ترکیب شیمیایی مشخص نباشد ممکن است دو الکتروود با طبقه‌بندی Z یکسان قابل تعویض نباشند. |                                     |              |              |       |       |              |              |              |              |              |                     |

جدول ۳- ب- نماد برای ترکیب شیمیایی  
(طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 27)

| نماد<br>INSO .....-B | ترکیب شیمیایی<br>٪ (بر حسب جرمی) <sup>a,b</sup> |              |              |       |       |              |      |              |      |              |
|----------------------|-------------------------------------------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|------|--------------|------|--------------|
|                      | C                                               | Si           | Mn           | P     | S     | Ni           | Cr   | Mo           | Cu   | Ti           |
| 2M3                  | 0,12                                            | 0,30 to 0,70 | 0,60 to 1,40 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| 3M1                  | 0,05 to 0,15                                    | 0,40 to 1,00 | 1,40 to 2,10 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,10 to 0,45 | 0,50 | -            |
| 3M1T                 | 0,12                                            | 0,40 to 1,00 | 1,40 to 2,10 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,10 to 0,45 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| 3M3                  | 0,12                                            | 0,60 to 0,90 | 1,10 to 1,60 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| 3M31                 | 0,12                                            | 0,30 to 0,90 | 1,00 to 1,85 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| 3M3T                 | 0,12                                            | 0,40 to 1,00 | 1,00 to 1,80 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| 4M3                  | 0,12                                            | 0,30         | 1,50 to 2,00 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| 4M31                 | 0,07 to 0,12                                    | 0,50 to 0,80 | 1,60 to 2,10 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,60 | 0,50 | -            |
| 4M3T                 | 0,12                                            | 0,50 to 0,80 | 1,60 to 2,20 | 0,025 | 0,025 | -            | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N1M2T                | 0,12                                            | 0,60 to 1,00 | 1,70 to 2,30 | 0,025 | 0,025 | 0,40 to 0,80 | -    | 0,40 to 0,60 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N1M3                 | 0,12                                            | 0,20 to 0,80 | 1,00 to 1,80 | 0,025 | 0,025 | 0,30 to 0,90 | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| N2M1T                | 0,12                                            | 0,30 to 0,80 | 1,10 to 1,90 | 0,025 | 0,025 | 0,80 to 1,60 | -    | 0,10 to 0,45 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N2M2T                | 0,05 to 0,15                                    | 0,30 to 0,90 | 1,00 to 1,80 | 0,025 | 0,025 | 0,70 to 1,20 | -    | 0,20 to 0,60 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N2M3                 | 0,12                                            | 0,30         | 1,10 to 1,60 | 0,025 | 0,025 | 0,80 to 1,20 | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | -            |
| N2M3T                | 0,05 to 0,15                                    | 0,30 to 0,90 | 1,40 to 2,10 | 0,025 | 0,025 | 0,70 to 1,20 | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N2M4T                | 0,12                                            | 0,50 to 1,00 | 1,70 to 2,30 | 0,025 | 0,025 | 0,80 to 1,30 | -    | 0,55 to 0,85 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N3M2c                | 0,12                                            | 0,20 to 0,55 | 1,25 to 1,80 | 0,010 | 0,010 | 1,40 to 2,10 | 0,30 | 0,25 to 0,55 | 0,25 | 0,10         |
| N4M2d                | 0,12                                            | 0,20 to 0,55 | 1,40 to 1,80 | 0,010 | 0,010 | 1,90 to 2,60 | 0,50 | 0,25 to 0,55 | 0,25 | 0,10         |
| N4M3T                | 0,12                                            | 0,45 to 0,90 | 1,40 to 1,90 | 0,025 | 0,025 | 1,50 to 2,10 | -    | 0,40 to 0,65 | 0,50 | 0,01 to 0,30 |
| N4M4T                | 0,12                                            | 0,40 to 0,90 | 1,60 to 2,10 | 0,025 | 0,025 | 1,90 to 2,50 | -    | 0,40 to 0,90 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N5M3e                | 0,12                                            | 0,25 to 0,60 | 1,40 to 1,80 | 0,010 | 0,010 | 2,00 to 2,80 | 0,60 | 0,30 to 0,65 | 0,25 | 0,10         |
| N5M3T                | 0,12                                            | 0,40 to 0,90 | 1,40 to 2,00 | 0,025 | 0,025 | 2,40 to 3,10 | -    | 0,40 to 0,70 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N7M4T                | 0,12                                            | 0,30 to 0,70 | 1,30 to 1,70 | 0,025 | 0,025 | 3,20 to 3,80 | 0,30 | 0,60 to 0,90 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |

ادامه جدول ۳- ب

| نماد<br>INSO .....-B                                                                                                                                                                                       | ترکیب شیمیایی<br>٪ (بر حسب جرم) <sup>a,b</sup>                 |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                            | C                                                              | Si           | Mn           | P     | S     | Ni           | Cr           | Mo           | Cu   | Ti           |
| C1M1T                                                                                                                                                                                                      | 0,02 to 0,15                                                   | 0,50 to 0,90 | 1,10 to 1,60 | 0,025 | 0,025 | -            | 0,30 to 0,60 | 0,10 to 0,45 | 0,40 | 0,02 to 0,30 |
| N3C1M4T                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                                           | 0,35 to 0,75 | 1,25 to 1,70 | 0,025 | 0,025 | 1,30 to 1,80 | 0,30 to 0,60 | 0,50 to 0,75 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N4CM2T                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,20 to 0,60 | 1,30 to 1,80 | 0,025 | 0,025 | 1,50 to 2,10 | 0,20 to 0,50 | 0,30 to 0,60 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N4CM21T                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                                           | 0,20 to 0,70 | 1,10 to 1,70 | 0,025 | 0,025 | 1,80 to 2,30 | 0,05 to 0,35 | 0,25 to 0,60 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N4CM22T                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                                           | 0,65 to 0,95 | 1,90 to 2,40 | 0,025 | 0,025 | 2,00 to 2,30 | 0,10 to 0,30 | 0,35 to 0,55 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N5CM3T                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,20 to 0,70 | 1,10 to 1,70 | 0,025 | 0,025 | 2,40 to 2,90 | 0,05 to 0,35 | 0,35 to 0,70 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N5C1M3T                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                                           | 0,40 to 0,90 | 1,40 to 2,00 | 0,025 | 0,025 | 2,40 to 3,00 | 0,40 to 0,60 | 0,40 to 0,70 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N6CM2T                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,30 to 0,60 | 1,50 to 1,80 | 0,025 | 0,025 | 2,80 to 3,00 | 0,05 to 0,30 | 0,25 to 0,50 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N6C1M4                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,25         | 0,90 to 1,40 | 0,025 | 0,025 | 2,65 to 3,15 | 0,20 to 0,50 | 0,55 to 0,85 | 0,50 | -            |
| N6C2M2T                                                                                                                                                                                                    | 0,12                                                           | 0,20 to 0,50 | 1,50 to 1,90 | 0,025 | 0,025 | 2,50 to 3,10 | 0,70 to 1,00 | 0,30 to 0,60 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| N6C2M4                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,40 to 0,60 | 1,80 to 2,00 | 0,025 | 0,025 | 2,80 to 3,00 | 1,00 to 1,20 | 0,50 to 0,80 | 0,50 | 0,04         |
| N6CM3T                                                                                                                                                                                                     | 0,12                                                           | 0,30 to 0,70 | 1,20 to 1,50 | 0,025 | 0,025 | 2,70 to 3,30 | 0,10 to 0,35 | 0,40 to 0,65 | 0,50 | 0,02 to 0,30 |
| G <sup>f</sup>                                                                                                                                                                                             | هرگونه تجزیه توافق شده که در این استاندارد ملی مشخص نشده باشد. |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| a: فلز پرکننده باید برای عناصر مقادیر داده شده در این جدول تجزیه شود. اگر عناصر دیگر دیده شود مقادیر این عناصر باید مشخص گردد برای اطمینان تمامی آنها (به استثنای آهن) از ۰,۵٪ (بر حسب جرم) بیشتر نباشد.   |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| b: مقادیر تکی بیشینه مقدار است.                                                                                                                                                                            |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| c: (بر حسب جرم) 0,10 % Al، (بر حسب جرم) 0,10 % Zr، (بر حسب جرم) 0,05 % V.                                                                                                                                  |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| d: (بر حسب جرم) 0,10 % Al، (بر حسب جرم) 0,10 % Zr، (بر حسب جرم) 0,04 % V.                                                                                                                                  |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| e: (بر حسب جرم) 0,10 % Al، (بر حسب جرم) 0,10 % Zr، (بر حسب جرم) 0,03 % V.                                                                                                                                  |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |
| f: مواد مصرفی که برای ترکیب شیمیایی در جدول ذکر نشده است باید برای موارد مشابه از پسوند حرف G استفاده شود، اگر گستره ترکیب شیمیایی مشخص نباشد ممکن است دو الکتروود با طبقه‌بندی G یکسان قابل تعویض نباشند. |                                                                |              |              |       |       |              |              |              |      |              |

## ۵ آزمایش‌های مکانیکی

### ۵-الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J

آزمایش‌های کشش و ضربه باید در شرایط جوشکاری شده یا عملیات حرارتی پس از جوش با استفاده از نمونه آزمایش فلز تمام جوش از نوع ۳-۱ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۸۹-۱، جدول ۱، با استفاده از قطر ۱/۲ میلی‌متر برای الکترودهای با گاز محافظ انجام شود یا آزمایش از نوع ۱-۱ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۸۹-۱، و با استفاده از قطر ۲/۴ میلی‌متر مفتول‌ها یا سیم‌ها برای جوشکاری تنگستن با محافظ گاز خنثی، شرایط جوشکاری و شرایط PWHT براساس توضیحات بند ۵-۱-الف، ۵-۲-الف و ۵-۳-الف انجام شود.

### ۵-ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J

آزمایش‌های کشش و ضربه باید در شرایط جوشکاری شده یا عملیات حرارتی پس از جوش با استفاده از نمونه آزمایش فلز تمام جوش نوع ۳-۱ مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۸۹-۱، جدول ۱، با استفاده از قطر ۱/۲ میلی‌متر برای الکترودهای با گاز محافظ یا آزمایش نوع ۱-۱ مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۹۸۹-۱، و با استفاده از قطر ۲/۴ میلی‌متر مفتول‌ها یا سیم‌ها برای جوشکاری تنگستن با محافظ گاز خنثی، شرایط جوشکاری و شرایط PWHT مطابق توضیحات بند ۵-۱-ب، ۵-۲-ب و ۵-۳-ب انجام شود. اگر قطرهای ۱/۲ و ۲/۴ میلی‌متر تولید نشود، از نزدیکترین قطر اندازه پیشنهادی سازنده استفاده شود.

### ۵-۱ دماهای پیش گرمایش و بین پاسی

#### ۵-۱-الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J

جوشکاری فلز تمام جوش باید در گستره دمای  $120^{\circ}\text{C}$  تا  $180^{\circ}\text{C}$  انجام شود، برای لایه اول ممکن است جوشکاری بدون پیش گرمایش انجام شود. دمای بین پاسی باید با استفاده از گچ‌های حرارتی، دماسنج‌های سطحی یا ترموکوپل مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۵ اندازه‌گیری شود.

#### ۵-۱-ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J

دماهای پیش گرمایش و بین پاسی باید از فلز جوش نوع مناسب از جدول ۴-ب انتخاب شود. دمای بین پاسی باید با استفاده از گچ حرارتی، دماسنج سطحی و یا ترموکوپل مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۵ اندازه‌گیری شود.

جوشکاری باید تا رسیدن نمونه جوشکاری به بیشینه دمای بین پاسی داده شده در جدول ۴-ب ادامه داده شود. اگر بعد از هر پاس دمای بین پاسی زیادتر شود، نمونه آزمایش باید در هوای آزاد تا رسیدن به گستره داده شده سرد شود. اگر دمای بین پاسی کمتر از گستره دمایی باشد مجدداً تا دمای گستره

داده شده گرم شود.

#### جدول ۴-ب- دمای پیش گرمایش و بین پاسی

| نماد                      | دمای پیش گرمایش برای اولین پاس<br>°C | دمای پیش گرمایش و بین پاسی برای سایر پاس‌ها<br>°C |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| WG و GG                   | طبق توافق بین خریدار و تامین کننده   |                                                   |
| سایر نمادها به جز GG و WG | ۱۰۰ تا ۱۶۵                           | ۱۵۰ ± ۱۵                                          |

#### ۲-۵ شرایط جوشکاری و توالی پاس

##### ۲-۵-۲ ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J

شرایط جوشکاری باید طبق جدول ۵-ب و توالی پاس مطابق جدول ۶-ب داده شده باید باشد. جهت جوشکاری برای تکمیل یک لایه دو پاسی نباید تغییر کند، اما جهت جوشکاری لایه‌ها باید به صورت متناوب باشد.

##### ۲-۵-۲ الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J

شرایط جوشکاری طبق جدول ۵-الف و توالی پاس مطابق جدول ۶-الف داده شده باید باشد. جهت جوشکاری برای تکمیل یک لایه دو پاسی نباید تغییر کند، اما جهت جوشکاری لایه‌ها باید به صورت متناوب باشد.

#### جدول ۵-ب- شرایط جوشکاری

(طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه 27 J)

| فرآیند | قطر | شدت جریان جوشکاری<br>A | ولتاژ جوشکاری<br>V | فاصله لوله تماس<br>mm | سرعت حرکت<br>mm/min |
|--------|-----|------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| G      | ۱/۲ | ۲۹۰±۳۰                 | a                  | ۲۰±۳                  | ۳۳۰±۶۰              |
| W      | ۲/۴ | ۲۲۰±۳۰                 | b                  | -                     | ۱۰۰±۳۰              |

a: ولتاژ جوشکاری به انتخاب گاز محافظ بستگی دارد.  
b: تنظیم ولتاژ تجهیزات در روش TIG غیرممکن است.

#### جدول ۵-الف- شرایط جوشکاری

(طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه 47 J)

| فرآیند | قطر | شدت جریان جوشکاری<br>A | ولتاژ جوشکاری<br>V | فاصله لوله تماس<br>mm | سرعت حرکت<br>mm/min |
|--------|-----|------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| G      | ۱/۲ | ۲۸۰±۱۰                 | a                  | ۲۰±۳                  | ۴۵۰±۵۰              |
| W      | ۲/۴ | ۲۰۰±۲۰                 | b                  | -                     | ۱۵۰±۱۵              |

a: ولتاژ جوشکاری به انتخاب گاز محافظ بستگی دارد.  
b: تنظیم ولتاژ تجهیزات در روش جوشکاری تنگستن تحت گاز محافظ خنثی (TIG) غیرممکن است.

### جدول ۶- الف - توالی پاس

(طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه J 47)

| فرآیند                                               | قطر<br>mm | تعداد پاس<br>در هر لایه | تعداد لایه‌ها |
|------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| G                                                    | ۱,۲       | <sup>a</sup> ۲          | ۶ تا ۱۰       |
| W                                                    | ۲,۴       | <sup>b</sup> ۲          | ۸ تا ۱۱       |
| a: لایه بالایی باید با سه پاس تکمیل شود.             |           |                         |               |
| b: لایه بالایی می‌تواند با سه یا چهار پاس تکمیل شود. |           |                         |               |

### جدول ۶- ب - توالی پاس

(طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 27)

| فرآیند                                           | قطر<br>mm | تعداد پاس<br>در هر لایه | تعداد لایه‌ها |
|--------------------------------------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| G                                                | ۱,۲       | ۲ یا ۳                  | ۶ تا ۱۰       |
| W                                                | ۲,۴       | <sup>a</sup> ۲          | ۸ تا ۱۱       |
| a: لایه بالایی باید با سه یا چهار پاس تکمیل شود. |           |                         |               |

### ۳-۵ شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری

#### ۳-۵ الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی

ضربه J 47

نمونه‌های آزمایش ساخته شده با الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب طبقه‌بندی شده در شرایط PWHT، باید به مدت ۶۰ دقیقه در دمای  $560^{\circ}\text{C}$  تا  $600^{\circ}\text{C}$  عملیات حرارتی شود. نمونه‌های آزمایش باید تا سرد شدن به دمای  $300^{\circ}\text{C}$  در کوره باقی بماند.

#### ۳-۵ ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی

ضربه J 27

نمونه‌های آزمایش ساخته شده با الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب طبقه‌بندی شده در شرایط PWHT، باید در دمای  $610^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  برای مدت ۶۰ تا ۷۵ دقیقه عملیات حرارتی شود. زمانی که نمونه آزمایش در کوره قرار می‌گیرد نباید بیش از  $300^{\circ}\text{C}$  دما داشته باشد. نرخ گرم کردن کوره تا  $610^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$  (دمای نگهداری در کوره) نباید بیش از  $220^{\circ}\text{C/h}$  باشد. وقتی که زمان نگهداری برای نمونه آزمایش کامل شد، تا رسیدن به دمای زیر  $300^{\circ}\text{C}$  در کوره سرد شود و شدت سرد شدن نباید بیش از  $195^{\circ}\text{C/h}$  باشد. نمونه‌های آزمایش را در دمای کمتر از  $300^{\circ}\text{C}$  از کوره خارج شود و اجازه داده شود در هوا به درجه حرارت اتاق برسد.

### ۶ آنالیز شیمیایی

آنالیز شیمیایی باید برای نمونه‌های آزمایش الکترودهای سیمی، سیم و مفتول انجام شود. برای آنالیز ممکن است از روش‌های متفاوت استفاده شود، اما باید در موارد اختلاف به منابع قابل استناد رجوع شود.

**۶- الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی**      **۶- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی**  
**ضربه J 47**      **ضربه J 27**

نتایج آنالیز شیمیایی باید بطور کامل الزامات داده شده در جدول ۳- الف برای طبقه‌بندی نمونه آزمایش را برآورده سازد. نتایج آنالیز شیمیایی باید بطور کامل الزامات داده شده در جدول ۳- ب برای طبقه‌بندی نمونه آزمایش را برآورده سازد.

**۷ دستورالعمل گرد کردن**

به منظور تعیین انطباق الزامات این استاندارد، مقادیر واقعی بدست آمده از آزمایش باید از روش گرد کردن در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۸۱۹، پیوست ب و قانون الف رعایت شود. اگر مقادیر اندازه‌گیری شده با تجهیزات کالیبره شده در یکای غیر از این استاندارد باشد، مقادیر اندازه‌گیری شده باید به یکای این استاندارد قبل از گرد کردن تبدیل شوند. اگر مقدار میانگین با الزامات این استاندارد مقایسه شود، گرد کردن فقط باید بعد از محاسبه میانگین صورت پذیرد. در مواردی که در آن استاندارد آزمایش مشخص شده است و در منابع اطلاعاتی آن دستورالعمل گرد کردن وجود دارد، در صورت مغایرت با دستورالعمل این استاندارد، الزامات گرد کردن استاندارد آزمایش بکار رود. نتایج گرد کردن نهایی الزامات آزمایش در جدول مناسب برای طبقه‌بندی نوشته شود

**۸ تکرار آزمایش**

اگر آزمایشی الزامات داده شده را برآورد نکند، آزمایش باید دو بار تکرار شود. نتایج هر دو آزمایش تکراری باید نیازمندی الزامات را برآورد سازد. برای آزمایش مجدد ممکن است از نمونه‌های اصلی اولیه آزمایش یا از نمونه جدید استفاده شود. درآزمایش تکراری آنالیز شیمیایی، تنها مشخصات عناصر آنها برای برآورده کردن نتیجه آزمایش کافی است. اگر نتایج حاصله از یک یا دو آزمایش تکراری از الزامات به نتیجه نرسد، مواد اولیه مورد آزمایش مشخصات لازم را برای طبقه‌بندی در آن گروه ندارد.

در صورتی که در زمان آماده‌سازی یا بعد از انجام هرآزمایش، کاملاً مشخص شود که مجوز یا روش‌های مناسب درآماده‌سازی نمونه آزمایش جوش یا نمونه‌های آزمایش یا انجام آزمایش خوب دنبال نشده‌است، آزمایش باید نامعتبر در نظر گرفته شود، بدون توجه به اینکه آیا آزمایش تمام شده یا نتایج آن فراهم شده یا از معیارهای الزامات به نتیجه نرسیده است. دراین حالت آزمایش با رویه مناسب تعیین شده مجدداً تکرار شود. در این صورت دو برابر شدن تعداد نمونه نیاز نیست.

**۹ شرایط تحویل فنی**

شرایط تحویل فنی باید الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۶۲ و استاندارد ۱۴۳۴۴ را برآورد کند.

## ۱۰ مثال‌های مشخصه‌گذاری

### ۱۰- الف طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی

ضربه J 47

مشخصه‌های الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب باید از اصول ارائه شده در مثال‌های زیر پیروی کند.

مثال ۱- الف:

یک رسوب جوش ایجاد شده با جوشکاری قوسی فلزی گاز محافظ (G) دارای کمینه (62) 620 MPa استحکام تسلیم و کمینه میانگین انرژی ضربه J 47 در دمای (6) 60°C تحت گاز مخلوط (M21) و با استفاده از سیم جوش با جنس Mn4Ni1Mo با شرایط جوشکاری تعیین شده به شرح زیر است:

شماره این استاندارد: G 62 6 M21 Mn4Ni1Mo -A-.....

الکتروده سیمی مطابق با الزامات ترکیب شیمیایی Mn4Ni1Mo مشخص شده در جدول ۳- الف به شرح زیر است:

شماره این استاندارد: G Mn4Ni1Mo -A-.....

که در آنجا:

A- INSO..... شماره این استاندارد با طبقه‌بندی با استحکام تسلیم و انرژی ضربه J 47 می‌باشد؛

G مشخصه یک الکتروده سیمی و / یا رسوب، جوشکاری قوسی فلزی تحت گاز محافظ است (به بند ۴-۱ رجوع کنید)؛

62 استحکام کششی و ازدیاد طول در حالت شرایط جوشکاری شده است (به جدول ۱- الف رجوع کنید)؛

6 خواص ضربه‌ای در حالت شرایط جوشکاری شده است (جدول ۲ رجوع کنید)؛

M21 گاز محافظ می‌باشد (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

Mn4Ni1Mo ترکیب شیمیایی الکتروده سیمی است (به جدول ۳- الف رجوع کنید).

### ۱۰- ب طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی

ضربه J 27

مشخصه‌های الکترودهای سیمی، سیم‌ها، مفتول‌ها و رسوب باید از اصول ارائه شده در مثال‌های زیر پیروی کند.

مثال ۱- ب:

یک رسوب جوش ایجاد شده با جوشکاری قوسی فلزی گاز محافظ (G) دارای کمینه (69) 690 MPa استحکام کششی و کمینه میانگین انرژی ضربه J 27 در دمای (6) 60°C تحت گاز مخلوط (M21) و با استفاده از سیم جوش با جنس N2M3T با شرایط جوشکاری تعیین شده (A) به شرح زیر است:

شماره این استاندارد: G 69A 6 M21 N2M3T -B-.....

الکتروده سیمی مطابق با الزامات ترکیب شیمیایی N2M3T مشخص شده در جدول ۳- ب به شرح زیر است:

شماره این استاندارد: G N2M3T -B-.....

که در آنجا:

B- INSO..... شماره این استاندارد با طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 27 می‌باشد؛

G مشخصه یک الکتروده سیمی و / یا رسوب، جوشکاری قوسی فلزی تحت گاز محافظ است (به بند ۴-۱ رجوع کنید)؛

69A استحکام کششی و افزایش طول در حالت شرایط جوشکاری شده است (به جدول ۱- ب رجوع کنید)؛

6 خواص ضربه‌ای در حالت شرایط جوشکاری شده است (به جدول ۲ رجوع کنید)؛

M21 گاز محافظ می‌باشد (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

N2M3T ترکیب شیمیایی الکتروده سیمی است (به جدول ۳- ب رجوع کنید).

## مثال ۲- الف:

یک رسوب جوش با جوشکاری تنگستن با محافظ گاز خنثی (W) دارای کمینه استحکام تسلیم (55) 550 MPa و کمینه میانگین انرژی ضربه J 47 در دمای (6)  $60^{\circ}\text{C}$ ، تحت گاز محافظ آرگون (I1) با استفاده از سیم/ مفتول Mn4Ni1Mo با شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری (T) به شرح زیر مشخص می‌شود:

شماره این استاندارد..... W 55 6 I1 Mn4Ni1Mo T -A

سیم/ مفتول مطابق با الزامات شیمیایی Mn4Ni1Mo در جدول ۳- الف تعیین شده به شرح زیر است:

شماره این استاندارد..... W Mn4Ni1Mo -A

که در آنجا:

A - INSO..... شماره این استاندارد با طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 47 می‌باشد؛

W مشخصه سیم/ مفتول و یا رسوب، فرآیند جوشکاری تنگستن تحت گاز خنثی است (به بند ۴-۱ رجوع کنید)؛  
55 استحکام کششی و افزایش طول می‌باشد (به جدول ۱- الف رجوع کنید)؛

6 خواص ضربه‌ای در شرایط جوشکاره شده است (به جدول ۲ رجوع کنید)؛

I1 گاز محافظ است (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

Mn4Ni1Mo ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی است (به جدول ۳- الف رجوع کنید).

T شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری است (به بند ۴-۶ رجوع شود).

## مثال ۲- ب:

یک رسوب جوش با جوشکاری تنگستن با محافظ گاز خنثی (W) دارای کمینه استحکام کششی (62) 620 MPa و کمینه حداقل انرژی ضربه J 27 در دمای (6)  $60^{\circ}\text{C}$ ، تحت گاز محافظ آرگون (I1) با استفاده از سیم/ مفتول N2M3 در شرایط عملیات حرارتی پس از جوشکاری (P) به شرح زیر مشخص می‌شود:

شماره این استاندارد..... W 62P 6 I1 N2M3 -B

سیم/ مفتول مطابق با الزامات شیمیایی N2M3 در جدول ۳- ب تعیین شده به شرح زیر است:

شماره این استاندارد..... W N2M3 -B

که در آنجا:

B - INSO..... شماره این استاندارد با طبقه‌بندی با استحکام کششی و انرژی ضربه J 27 می‌باشد؛

W مشخصه سیم/ مفتول و یا رسوب، فرآیند جوشکاری تنگستن تحت گاز خنثی است (به بند ۴-۱ رجوع کنید)؛  
62P استحکام کششی و درصد ازدیاد طول در شرایط عملیات حرارتی جوش است (به جدول ۱- ب رجوع کنید)؛

6 خواص ضربه‌ای در شرایط جوشکاره شده است (به جدول ۲ رجوع کنید)؛

I1 گاز محافظ است (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

N2M3 ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی است (به جدول ۳- ب رجوع کنید).

## مثال ۳- ب:

یک رسوب جوش توسط جوشکاری تنگستن با محافظ گاز خنثی (W) با کمینه استحکام کششی (62) 620 MPa و کمینه میانگین انرژی ضربه J 47 در دمای (2)  $20^{\circ}\text{C}$ ، تحت گاز محافظ آرگون (I1) با استفاده از سیم/ مفتول 2M3 در شرایط جوشکاری شده (A) به شرح زیر مشخص می‌شود:

شماره این استاندارد..... W 62A 2U I1 2M3 -B

سیم/مفتول مطابق با الزامات شیمیایی 2M3 در جدول ۳-ب تعیین شده به شرح زیر است:

شماره این استاندارد W 2M3-B-.....

که در آنجا:

B-INSO..... شماره این استاندارد با طبقه‌بندی بوسیله استحکام کششی و انرژی ضربه J 27 می‌باشد؛

W مشخصه سیم/مفتول و یا حوضچه، فرآیند جوشکاری تنگستن تحت گاز خنثی است (به بند ۴-۱ رجوع کنید)؛

62A استحکام کششی و درصد ازدیاد طول در شرایط جوشکاری است (به جدول ۱-ب رجوع کنید)؛

2U خواص ضربه در حالت شرایط جوشکاری شده، همچنین انرژی J 47 نشان داده شده در دمای آزمایش است (به بند ۳، ۳-ب و جدول ۲ رجوع کنید)؛

11 گاز محافظ است (به بند ۴-۴ رجوع کنید)؛

2M3 ترکیب شیمیایی الکتروود سیمی است (به جدول ۳-ب رجوع کنید).

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتاب نامه

[1] EN 12534: 1999, Welding consumables- Wire electrodes, wires, rods and deposits for gas shielded metal arc welding of high strength steels- Classification