



پژوهشکده سیستم‌های مدیریت کیفیت و بازرسی  
مرکز آزمون مهارت استاندارد

گزارش تحلیلی نهایی (عمومی)  
آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش

کد سند R-PT-94-02/0

تاریخ اجرا: مرداد و شهریور ۱۳۹۴

مجری و برگزار کننده آزمون مهارت: مرکز آزمون مهارت استاندارد  
صادر کننده گزارش: مرکز آزمون مهارت استاندارد  
تاریخ صدور گزارش: آبان ماه ۱۳۹۴



## بسمه تعالی

### با سلام و احترام،

"مرکز آزمون مهارت استاندارد" به عنوان یک نهاد مستقل و ملی برگزارکننده آزمون های مهارت برای آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون فعالیت می کند. اینک با یاری خداوند و تلاش پیگیر همکاران و همراهی صمیمانه مشاوران و متخصصین، الگوی آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها- کشش برگزار شد و گزارش نهایی تحلیلی آن طی این مستند جهت استحضار ایفاد می گردد.

مستند حاضر گزارش اجرای نخستین الگوی آزمون مهارت در زمینه "خواص مکانیکی پلاستیک‌ها- کشش" و تحلیل نتایج آن است. در این گزارش با رعایت اصل رازداری و با به کارگیری کد انحصاری آزمایشگاه ها که برای شناسایی هر یک به صورت اختصاصی لحاظ شده است، سعی شده تا نقاط قوت و ضعف آزمایشگاه های شرکت کننده مشخص گردند.

آخرین نسخه این گزارش (R-PT-94-02/0)، نسخه الکترونیکی منتشر شده از طریق سایت رسمی مرکز آزمون مهارت استاندارد به آدرس [pt.standard.ac.ir](http://pt.standard.ac.ir) است.

در این فرصت، از کلیه کسانی که با رعایت اصل رازداری برای اجرای هرچه بهتر این الگوی آزمون مهارت با ما همراه شدند قدردانی می شود. به ویژه از زحمات بی دریغ آقای مهندس امیر جهانبانی (مشاور آماری مرکز آزمون مهارت)، آقای مهندس مصطفی دستمردی (مشاور آماری الگو)، آقای دکتر محمد عطایی (مشاور فنی الگو) و آقای مهندس محسن رحیمی (مشاور فنی الگو) که صمیمانه ما را در طراحی و اجرای این الگو همراهی نمودند، تشکر و قدردانی می شود.

اطلاعات اختصاصی هر مشارکت کننده کاملاً محرمانه تلقی شده و در اختیار غیر قرار نخواهد گرفت. تمام سیستم کیفیت و اجرای آزمون مهارت به گونه ای طراحی و اجرا شده است که اصل رازداری و محرمانگی مشارکت کنندگان حفظ گردد.

امید است با همکاری متخصصین و مشاورین زبده در کلیه رشته ها با طراحی و اجرای الگوهای متعدد آزمون مهارت، گام های موثری در جهت افزایش اعتماد بین تولید کنندگان و مصرف کنندگان، شکوفایی و توسعه صنعت و رشد اقتصادی کشور برداشته شود.

### انوشه رحمانی

رئیس پژوهشکده سیستم های مدیریت کیفیت و بازرسی

و مرکز آزمون مهارت استاندارد



رئیس مرکز آزمون مهارت:  
انوشه رحمانی

مدیر پروژه و مدیر کیفی:  
سیده فائزه موسوی

مدیر فنی:  
بهجت ابراهیم زاده

همکاران: (به ترتیب حروف الفبا)

روشنک رامین  
نرگس شهرودی  
الیکا عظیمی  
کلثوم نقره علیپور  
بنفشه مختاری  
الهام هاشمی شاد



### فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۱    | چکیده   |
| ۲    | اصطلاحات و تعاریف   |
| ۳    | فصل ۱- مقدمه: آشنایی با آزمون مهارت   |
|      | فصل ۲- آزمون مهارت "خواص مکانیکی پلاستیک‌ها-کشش"  |
| ۵    | ۱-۲ کلیات   |
| ۷    | ۲-۲ مشخصات اقلام آزمون مهارت و اندازه ده ها   |
| ۸    | ۳-۲ انتخاب نوع الگو   |
| ۸    | ۴-۲ آماده سازی اقلام PT   |
| ۹    | ۵-۲ نحوه توزیع  |
| ۹    | ۶-۲ روش آزمون   |
| ۹    | ۷-۲ فعالیتهای واگذار شده به پیمانکار فرعی   |
| ۹    | ۸-۲ مشارکت کنندگان در آزمون مهارت   |
|      | فصل ۳- تحلیل های آماری قلم آزمون مهارت  |
| ۱۲   | ۱-۳ آزمون همگنی   |
| ۱۴   | ۲-۳ آزمون پایداری   |
| ۱۴   | ۳-۳ مقادیر تخصیص یافته و برآورد عدم قطعیت آنها ( $AV \pm U$ )                                   |
|      | فصل ۴- تحلیل نتایج مشارکت کنندگان   |
| ۱۶   | ۱-۴ کلیات   |
| ۱۶   | ۲-۴ تعیین انحراف استاندارد آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها- کشش ( $\sigma_{pt}$ )           |
| ۱۷   | ۳-۴ محاسبه آماره های عملکردی  |
| ۱۹   | ۴-۴ تعیین رتبه مشارکت کنندگان   |
| ۲۹   | فصل ۵- نتیجه گیری   |
| ۳۱   | فصل ۶- پیشنهادها  |
| ۳۲   | فصل ۷- اطلاعات تماس با "مرکز آزمون مهارت استاندارد"   |
| ۳۳   | مراجع   |
| ۲۷   | پیوست ۱: فهرست مشارکت کنندگان در آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها-کشش (کد الگو: ۰۱-۹۴-PT-CH) |

### فهرست جدول ها

|    |  |
|----|--|
| ۷  | جدول ۱- اندازه ده های آزمون مهارت                                  |
| ۸  | جدول ۲- ابعاد نمونه آزمون های نوع 1A و 1B                          |
| ۱۰ | جدول ۳- تعداد آزمایشگاههای مشارکت کننده به تفکیک نوع گواهی         |
| ۱۰ | جدول ۴- تعداد آزمایشگاههای مشارکت کننده به تفکیک استان محل استقرار |
| ۱۱ | جدول ۵- تعداد آزمایشگاههای مشارکت کننده به تفکیک زمینه فعالیت      |
| ۱۳ | جدول ۶- داده ها و نتایج حاصل از آزمون همگنی                        |



- جدول ۷- مقادیر تخصیص یافته و عدم قطعیت آن در سه اندازه ده ۱۵
- جدول ۸- انحراف استاندارد آزمون مهارت برای سه اندازه ده ۱۶
- جدول ۹- تعیین آماره مناسب برای تفسیر نتایج با توجه به عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته ۱۹
- جدول ۱۰- ارزیابی و تفسیر داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z" و "اختلاف-D" برای اندازه ده استحکام کششی در پیک ۲۰
- جدول ۱۱- ارزیابی داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z'" برای اندازه ده درصد ازدیاد طولی در پیک ۲۱
- جدول ۱۲- ارزیابی داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z'" برای اندازه ده مدول الاستیک ۲۲
- جدول ۱۳- نمره های عملکرد آزمایشگاه در سه اندازه ده ۲۶
- جدول ۱۴- رده بندی آزمایشگاه ها ۲۸

### فهرست شکل ها

- شکل ۱- دستگاه کشش در حال آزمون نمونه دمبل شکل ۵
- شکل ۲- نمونه ای از منحنی های تنش- کرنش پلاستیک ها ۶
- شکل ۳- نمونه آزمون نوع 1A و 1B ۷
- شکل ۴- توزیع استانی آزمایشگاههای مشارکت کننده در آزمون مهارت کشش ۱۱

### فهرست نمودارها

- نمودار ۱- نمره Z مشارکت کنندگان در اندازه ده استحکام کششی ۲۳
- نمودار ۲- نمره Z' مشارکت کنندگان در اندازه ده درصد ازدیاد طولی در پیک ۲۴
- نمودار ۳- نمره Z' مشارکت کنندگان در اندازه ده مدول الاستیک ۲۵
- نمودار ۴- نمره عملکرد آزمایشگاه ها در سه اندازه ده ۲۷
- نمودار ۵- خلاصه نتایج مشارکت کنندگان بر اساس دریافت علامت های هشدار و عمل ۲۹



## چکیده

آزمون مهارت فرصتی برای ارزیابی نتایج آزمایشگاه‌ها در مقایسه با مقادیر مرجع (و یا دیگر معیارهای عملکردی) و مقایسه با عملکرد آزمایشگاه‌های مشابه است. نتایج حاصل از مشارکت در این آزمون، دریافت تایید و یا دریافت علامت هشدار یا عمل به دلیل مشکلات احتمالی موجود در آزمایشگاه‌ها می‌باشد که در بهبود عملکرد آتی آن‌ها نقش بسزایی ایفا می‌کند. اگر نتایج یک آزمایشگاه در یک الگوی آزمون مهارت، نشان دهد که داده‌های آن قابل مقایسه با مقادیر مرجع یا دیگر شاخص‌های عملکرد نیست، منجر به شروع فرآیند بررسی ریشه‌ای خطا و عملکرد غیرقابل قبول می‌شود. بدون مشارکت در الگوی آزمون مهارت، منابع خطا کشف نشده باقی می‌ماند و آزمایشگاه قادر به انجام اقدامات اصلاحی مناسب و به موقع نمی‌باشد. این امر می‌تواند منجر به ارائه نتایج نادرست به مشتریان و یا دیگر ذینفعان شود. در نهایت چنین خطاهایی می‌تواند منجر به از دست دادن حسن شهرت و حتی مجوز قانونی فعالیت آزمایشگاه شود. به همین دلیل مشارکت در آزمون‌های مهارت در استاندارد ملی ۱۷۰۲۵ به عنوان یکی از روش‌های تضمین کیفیت نتایج توصیه شده است. همچنین مشارکت در این آزمون‌ها الزام برخی نهادهای تایید صلاحیت می‌باشد. بنابراین مشارکت در آزمون مهارت می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریت ریسک و بهبود کیفیت آزمایشگاه‌ها در نظر گرفته شود.

برای پیشبرد این هدف، در مرکز آزمون مهارت استاندارد، آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها-کشش، جهت بررسی و ارزیابی عملکرد آزمایشگاه‌های دارای تاییدیه از مرکز ملی تایید صلاحیت و یا همکار ادارات کل استاندارد استان‌ها، طراحی گردید. روش آزمون مهارت به صورت "مشارکت همزمان" انتخاب شد. در این راستا ارقام آزمون شامل دمبل‌های پلاستیکی جهت اندازه‌گیری سه اندازه ده کشش، درصد ازدیاد طولی و مدول کششی تهیه و در اختیار آزمایشگاه‌ها قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده از آزمایشگاه‌های مشارکت‌کننده (جمعاً ۳۶ آزمایشگاه) زیر نظر مشاوران مورد تحلیل و بررسی دقیق قرار گرفت. ارزیابی حاصل از تحلیل داده‌های نتایج آزمایشگاه‌های مشارکت‌کننده در این آزمون نشان می‌دهد که درصد تقریبی قبولی مشارکت‌کنندگان (رتبه A و B) در اندازه ده‌های کشش، درصد ازدیاد طولی و مدول کششی به ترتیب عبارتند از: ۸۱٪، ۴۴٪ و ۵۲٪.

بدیهی است اطمینان از عملکرد آزمایشگاه‌ها و اظهار نظر در باره سطح کیفی آنها، مستلزم تکرار آزمون مهارت در فواصل زمانی معین می‌باشد و تحلیل‌های آرایه شده در این گزارش تنها بر اساس عملکرد آزمایشگاه در این آزمون می‌باشد.



## اصطلاحات و تعاریف

در این گزارش اصطلاحات و تعاریف زیر با توجه به استاندارد ملی ISO-IEC 17043 به کار می‌روند.

**آزمون مهارت:** ارزیابی عملکرد مشارکت کننده بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده به روش مقایسه‌های بین آزمایشگاهی

**الگوی آزمون مهارت:** آزمون مهارت طراحی و اجرا شده در یک یا چند دوره، مربوط به زمینه مشخص شده از آزمون، اندازه گیری، کالیبراسیون یا بازرسی

**الگوی همزمان:** هرگاه اقلام آزمون مهارت برای آزمون یا اندازه‌گیری هم زمان در یک بازه زمانی مشخص، به صورت همزمان برای آزمون یا اندازه‌گیری توزیع می‌شوند.

**مجری آزمون مهارت:** سازمانی که مسئولیت همه کارها در تدوین و اجرای الگوی آزمون مهارت را به عهده می‌گیرد.

**مرکز:** مرکز آزمون مهارت استاندارد

**هماهنگ کننده:** یک یا چند فرد، با مسئولیت سازماندهی و اداره همه فعالیت‌های مربوط به اجرای یک الگوی آزمون مهارت

**پیمانکار فرعی:** سازمان یا فرد به کار گرفته شده توسط مجری آزمون مهارت، به منظور انجام برخی فعالیت‌های مشخص شده در این استاندارد که بر کیفیت الگو آزمون تاثیر می‌گذارد.

**قلم آزمون مهارت:** نمونه، محصول، محصول دست ساز، مواد مرجع، بخشی از تجهیزات، استاندارد اندازه‌گیری، مجموعه داده‌ها یا سایر اطلاعات مورد استفاده در آزمون مهارت

**اندازه ده:** پارامتری که مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد.

**مقدار تخصیص یافته:** مقدار نسبت داده شده به یک خصوصیت مشخص در یک قلم آزمون مهارت

**قابلیت ردیابی اندازه شناختی:** خصوصیت یک نتیجه اندازه‌گیری که به وسیله آن بتوان از طریق زنجیره ناگسسته کالیبراسیون‌های مستند، که هر یک در عدم قطعیت اندازه‌گیری سهمیم اند، نتیجه اندازه‌گیری را به یک مرجع ارتباط داد.

**عدم قطعیت اندازه‌گیری:** پارامتری غیرمنفی که بر اساس اطلاعات مورد استفاده، پراکندگی مقادیر کمی نسبت داده شده به اندازه ده را مشخص می‌کند.

**انحراف استاندارد آزمون مهارت ( $\sigma_{p_i}$ ):** مقدار پراکندگی نتایج شرکت کنندگان نسبت به مقدار تخصیص یافته، که در ارزیابی نتایج آزمون مهارت به کار رفته

**داده پرت:** اطلاعات به دست آمده در یک مجموعه داده‌ها که با بقیه آن مجموعه نامخوان است.

**روش آماری استوار:** روش آماری که از انحرافات ناچیز حاصل از فرضیه‌های حاکم بر مدل اولیه، تأثیر نمی‌پذیرد.

**نمره Z:** مقایسه نتایج هر شرکت کننده با مقدار تخصیص یافته مرجع

**D اختلاف:** اختلاف میانگین نتایج شرکت کننده با مقدار تخصیص یافت



## فصل اول - مقدمه: آشنایی با آزمون مهارت (PT)

ارزیابی مستقل عملکرد فنی آزمایشگاه، به عنوان ابزاری مهم در راستای اطمینان از اندازه‌گیری‌ها و به عنوان بخشی از راهبرد کیفیت، همواره توسط مراجع معتبر بین‌المللی نظیر<sup>۱</sup> ILAC پیشنهاد شده است. یکی از رویکردهای علمی و تخصصی برای این نوع ارزیابی‌ها، به کارگیری الگوهای آزمون مهارت می‌باشد.

آزمون مهارت، سیستمی برای ارزیابی نتایج آزمایشگاه به وسیله سازمان‌های بی‌طرف، دارای صلاحیت و بیرونی است که به مقایسه منظم نتایج یک آزمایشگاه با دیگر آزمایشگاه‌های هر حوزه تخصصی، در بازه‌های زمانی معین می‌پردازد. به بیانی دیگر آزمون مهارت، شامل کاربرد مقایسه‌های بین‌آزمایشگاهی، برای تعیین عملکرد آزمایشگاه می‌باشد. مقایسه‌های بین‌آزمایشگاهی با اهداف متعددی به کار می‌روند. این اهداف شامل موارد زیر است:

- ✓ ارزیابی عملکرد آزمایشگاه‌ها برای انجام آزمون‌ها، یا اندازه‌گیری‌های خاص و پایش عملکرد مستمر آزمایشگاه‌ها
- ✓ شناسایی مشکلات آزمایشگاه‌ها و انجام اقداماتی برای بهبود که به‌عنوان مثال می‌تواند مربوط به روش‌های اجرایی نامناسب اندازه‌گیری، اثربخشی آموزش کارکنان، نظارت یا کالیبراسیون تجهیزات باشد.
- ✓ ایجاد اثربخشی و سازگاری روش‌های آزمون یا اندازه‌گیری
- ✓ اعتماد سازی بیشتر برای مشتریان آزمایشگاه
- ✓ شناسایی تفاوت‌های بین آزمایشگاهی
- ✓ آموزش آزمایشگاه‌های مشارکت‌کننده بر پایه نتایج چنین مقایسه‌هایی
- ✓ صحت‌گذاری ادعاهای عدم قطعیت
- ✓ ارزیابی مشخصه‌های عملکردی یک روش - اغلب به‌عنوان روش‌های مشترک تشریح شده
- ✓ تخصیص مقادیر به مواد مرجع و ارزیابی مناسب بودن آنها برای استفاده در روش‌های اجرایی آزمون یا اندازه‌گیری خاص
- ✓ پشتیبانی از بیانیه برابری اندازه‌گیری‌های موسسات ملی اندازه‌شناسی از طریق "مقایسه‌های کلیدی" و مقایسه‌های تکمیلی انجام شده از طرف دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها (BIPM)<sup>۲</sup> و سازمان‌های اندازه‌شناسی منطقه‌ای وابسته

در بهترین حالت، طراحی آزمون‌ها، برنامه ریزی، اجرا و تحلیل نتایج حاصل توسط سازمان متخصص و مستقل انجام می‌گیرد. از این رو سازمان جهانی استاندارد (ISO)<sup>۳</sup> و کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک<sup>۴</sup> (IEC) اقدام به تدوین یک استاندارد بین‌المللی برای تعیین الزامات و مراحل انجام این آزمون کرده‌اند. این استاندارد با شماره ISO/IEC 17043 در

1- International Laboratory Accreditation Cooperation  
2- International Bureau of Weights and Measurement (BIPM)  
3- International Organization for Standardization  
4- International Electrotechnical Commission





سال ۲۰۱۰ منتشر و توسط پژوهشکده سیستم های مدیریت کیفیت و بازرسی با همکاری متخصصین زبده در قالب استاندارد ملی INSO-ISO-IEC 17043 تدوین شد و در سال ۱۳۹۳ منتشر شد.

ملاحظات در طراحی الگو، برنامه ریزی، اجرا، تحلیل نتایج، روش ارتباط با مشتریان و اطلاعات منتشر شده به صورت عمومی یا اطلاعات محرمانه این الگو و این گزارش، از الزامات استاندارد INSO-ISO-IEC 17043 گرفته شده است.

مرکز آزمون مهارت قابلیت اجرای الگوهای مختلف در شاخه های انگ فلزات گرانبها، برق و الکترونیک، خودرو و نیرومحرکه، ساختمانی و معدنی، صنایع شیمی و پتروشیمی و پلیمر، صنایع غذایی-کشاورزی، اندازه شناسی و اوزان (کالیبراسیون)، مکانیک و فلز شناسی، مهندسی پزشکی، نساجی و چرم و سلولزی، بهداشتی و آرایشی را دارا می باشد.

این سند، گزارش نهایی اجرای آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها-کشش با کد الگوی PT-CH/94-01 است و مخاطب آن آزمایشگاه های آزمون های پایه مواد پلیمری، سازمان ملی استاندارد و سایر سازمانها و ارگان های ذینفع هستند. مجری و هماهنگ کننده آزمون، "مرکز آزمون مهارت استاندارد" می باشد. به منظور حفظ محرمانگی اطلاعات آزمایشگاه، به هر مشارکت کننده یک کد اختصاصی اختصاص یافت و در قسمت تحلیل نتایج و ارزیابی عملکرد مشارکت کنندگان صرفاً از این کد استفاده شده است و اطلاعات خاص هر آزمایشگاه نظیر پیشنهادات، تذکرات و فرصت های بهبود در گزارش اختصاصی آزمایشگاه آورده می شود. گزارش های اختصاصی هر آزمایشگاه نیز صرفاً از طریق سامانه برای فرد رابط معرفی شده همان آزمایشگاه ارسال می شود.

## فصل ۲- آزمون مهارت "خواص مکانیکی پلاستیک‌ها-کشش"

### ۲-۱- کلیات

آزمون کشش یکی از پراهمیت ترین و اساسی ترین آزمونهای مکانیکی است که می توان روی مواد انجام داد. این آزمون، روشی برای تعیین رفتار مواد به هنگام اعمال نیرو تحت کشش محوری می باشد. از نتایج حاصل از آزمون برای تعیین محدوده الاستیک و پلاستیک، ازدیاد طول، مدول الاستیک (یانگ)، استحکام کششی در پیک، نقطه تسلیم، استحکام در نقطه تسلیم و دیگر ویژگی های کششی استفاده می شود.

آزمون کشش یکی از آزمونهای مخرب و استاتیک علم مواد است که در آن یک نمونه تحت اثر کشش تک محوری توسط دستگاه کشش یونیورسال تا حد شکست مورد مطالعه قرار می گیرد. آزمون کشش تک محوری برای تعیین خواص مواد همسانگرد به کار می رود و برای مواد ناهمسانگرد مانند کامپوزیتها از آزمون دو محوری استفاده می شود.

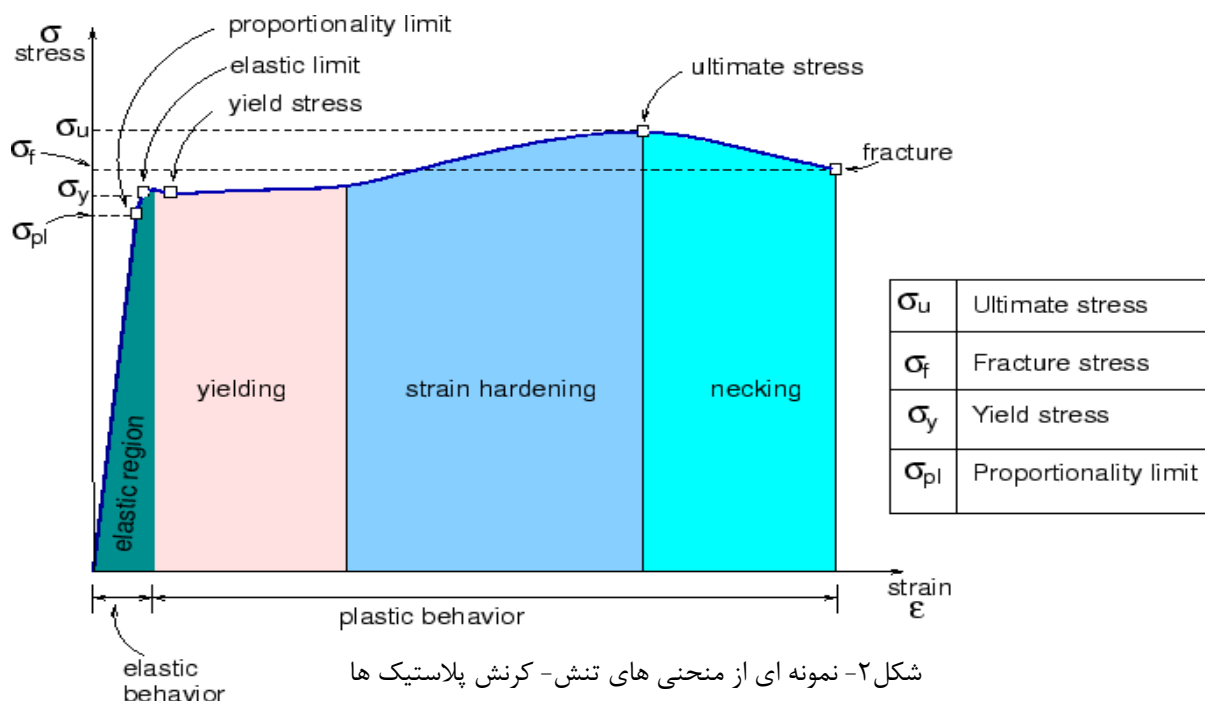
نمونه کششی، یک نمونه با سطح مقطع استاندارد است که دو بازو و یک گیج (مقطع) در میانه دارد (دمبل شکل). بازو ها بزرگ بوده تا بتوانند به راحتی و به صورت محکم توسط گیره ها گرفته شوند، در حالیکه که بخش گیج سطح مقطع کمتری دارد به طوریکه تغییر شکل و شکست در این ناحیه رخ می دهد.

در شکل زیر نمونه دستگاه کشش در حال آزمون نمونه دمبل شکل نشان داده شده است.



شکل ۱- دستگاه کشش در حال آزمون نمونه دمبل شکل

نمودار بدست آمده برای پلاستیک های مختلف می تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال شکل ۲ یک نمونه از منحنی های تنش - کرنش پلاستیک ها است.



$E$  شیب خط در ناحیه خطی ابتدای منحنی است و به آن مدول الاستیک یا مدول یانگ گفته می شود و در این ناحیه تنش ( $\sigma$ ) و کرنش ( $\epsilon$ ) با هم تناسب خطی دارند.

مدول الاستیک مقیاسی برای ارزیابی سفتی (Stiffness) ماده است و فقط در ناحیه خطی منحنی تنش - کرنش مفهوم پیدا می کند. اگر نیرویی به ماده در ناحیه خطی منحنی تنش - کرنش وارد شود و سپس اعمال نیرو قطع شود، ماده به همان ابعادی که قبل از اعمال نیرو داشت، باز میگردد. از نقطه ای از منحنی که دیگر خطی نیست و از خط مستقیم منحرف می شود، دیگر قانون هوک جاری نیست و برخی تغییرات ابعادی ماندگار و غیرقابل بازگشت برای ماده رخ می دهد. گاهی اوقات در بخش نخستین منحنی تنش - کرنش، خطی واضح مشاهده نمی شود، در نتیجه نمی توان مدول الاستیک را محاسبه کرد. در این مواقع، استاندارد ASTM E111 روش های جایگزین برای تعیین مدول مواد را معرفی کرده است. مدول "سکانت" و مدول "مماسی" دو مدول جایگزین هستند. در مدول سکانت، از هر نقطه بر روی منحنی تنش - کرنش خطی به مرکز رسم می کنیم. شیب خط برابر با مدول سکانت خواهد بود.

با توجه به توضیحات فوق و به دلایل زیر آزمون کشش به عنوان آزمون مهارت در زمینه مواد پلیمری - پلاستیک ها انتخاب گردید:

- اهمیت و اولویت آزمون کشش در آزمونهای پایه مواد پلیمری
- فراگیر بودن این آزمون در عموم آزمایشگاههای فعال در زمینه مواد پلیمری
- اهمیت دانش، مهارت و تسلط آزمونگر در نتایج آزمون

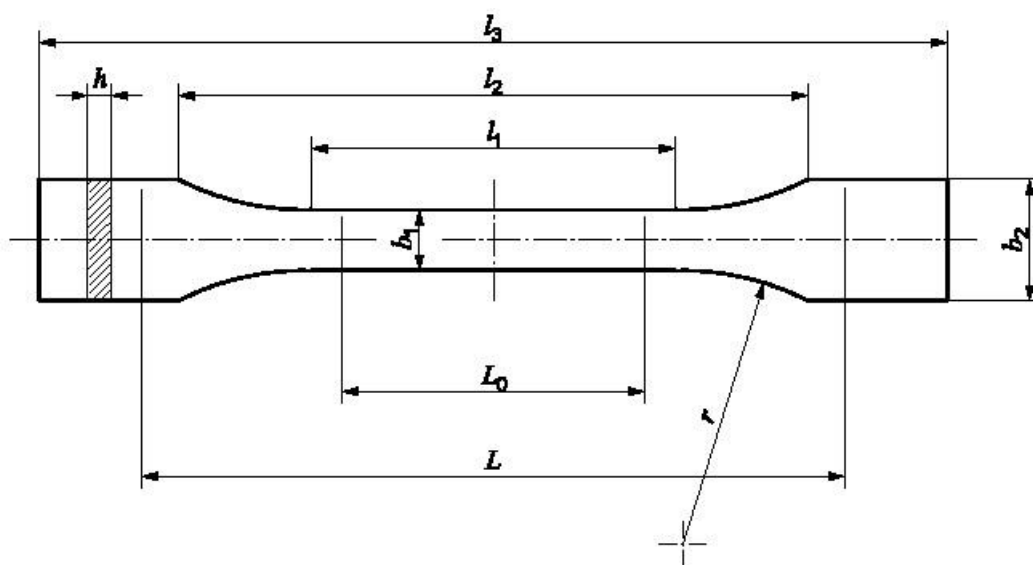
## ۲-۲- مشخصات اقلام آزمون مهارت و اندازه ده‌ها

در این آزمون مهارت از بین پارامترهای قابل اندازه گیری توسط دستگاه کشش، سه اندازه ده پراهمیت مطابق با جدول ۱ به عنوان اندازه ده های این آزمون انتخاب گردید.

جدول ۱- اندازه ده‌های آزمون مهارت

| ردیف | پارامتر (اندازه ده) | یکای اندازه گیری |
|------|---------------------|------------------|
| ۱    | استحکام کششی در پیک | MPa              |
| ۲    | درصد ازدیاد طولی    | --               |
| ۳    | مدول الاستیک        | MPa              |

برای آزمون کشش پلاستیک‌ها، استاندارد ملی ۶۶۲۲ و استاندارد بین المللی ISO 527-2 به عنوان استاندارد مبنای آزمون انتخاب گردید. در این استانداردها ویژگی نمونه های آزمون به شرح ذیل تعریف شده است:



شکل ۳- نمونه آزمون های نوع 1A و 1B



جدول ۲- ابعاد نمونه آزمون‌های نوع 1A و 1B

Dimensions in millimetres

|       | Specimen type   | 1A              | 1B             |
|-------|---|-----------------|----------------|
| $l_3$ | Overall length <sup>a</sup>   | 170             | $\geq 150$     |
| $l_1$ | Length of narrow parallel-sided portion                                     | $80 \pm 2$      | $60,0 \pm 0,5$ |
| $r$   | Radius  | $24 \pm 1$      | $60 \pm 0,5$   |
| $l_2$ | Distance between broad parallel-sided portions <sup>b</sup>                 | $109,3 \pm 3,2$ | $108 \pm 1,6$  |
| $b_2$ | Width at ends   | $20,0 \pm 0,2$  |                |
| $b_1$ | Width at narrow portion   | $10,0 \pm 0,2$  |                |
| $h$   | Preferred thickness   | $4,0 \pm 0,2$   |                |
| $L_0$ | Gauge length (preferred)  | $75,0 \pm 0,5$  | $50,0 \pm 0,5$ |
|       | Gauge length (acceptable if required for quality control or when specified) | $50,0 \pm 0,5$  |                |
| $L$   | Initial distance between grips  | $115 \pm 1$     | $115 \pm 1$    |

<sup>a</sup> The recommended overall length of 170 mm of the type 1A is consistent with ISO 294-1 and ISO 10724-1. For some materials, the length of the tabs may need to be extended (e.g.  $l_3 = 200$  mm) to prevent breakage or slippage in the jaws of the testing machine.

<sup>b</sup>  $l_2 = l_1 + [4r(b_2 - b_1) - (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$ , resulting from  $l_1$ ,  $r$ ,  $b_1$  and  $b_2$ , but within the indicated tolerances.

از میان دو نوع نمونه جدول ۲، نوع 1B انتخاب گردید.

برای تهیه اقلام آزمون با مشخصات فوق، طبق بررسی‌های به عمل آمده و نظرات کارشناسان، ماده اولیه ABS با گرید SD0150 پتروشیمی تبریز انتخاب گردید. دلیل انتخاب ABS پایداری محیطی آن در مقابل رطوبت بود.

طبق استاندارد ملی ۶۶۲۱ حداقل ۵ عدد دمبل برای آزمون کشش لازم است. به منظور امکان تکرار تست توسط آزمایشگاه در صورت لزوم و حذف نتایج غیر صحیح طبق استاندارد، تعداد ۷ عدد دمبل با مشخصات فوق در اختیار هر آزمایشگاه قرار گرفت.

قلم آزمون مهارت: ۷ عدد دمبل پلاستیکی که به روش تزریق نمونه مطابق نوع 1B جدول ۲ تهیه گردید.

## ۲-۳- انتخاب نوع الگو

با توجه به تخریبی بودن آزمون، نوع الگو "آزمون مهارت با مشارکت همزمان" انتخاب شد. لذا اقلام آزمون مشابه برای کل مشارکت‌کنندگان تهیه و برای مدت محدود انجام آزمون در اختیار آزمایشگاه‌ها قرار گرفت. الگوی "آزمون مهارت مشارکت همزمان"، معمولاً شامل زیر گروه‌های تصادفی انتخاب شده از یک منبع مواد است که به طور همزمان ارسال شده، پس از تکمیل آزمون، نتایج به مجری آزمون مهارت عودت داده می‌شود.

## ۲-۴- آماده سازی اقلام PT

یکی تولیدکنندگان صنعت پلاستیک که سابقه طولانی در تهیه نمونه‌های آزمون کشش داشته و مشخصات ابعادی قالب تزریق آن‌ها نیز مورد تایید قرار گرفته بود، برای تهیه اقلام PT، انتخاب شد. تعداد اقلام آزمون با توجه به تعداد شرکت‌کنندگان احتمالی، آزمونهای همگنی و اقلام ذخیره برآورد گردید. اقلام آزمون به تعداد کافی تولید و پس از کنترل و تایید اقلام در مرکز، تحویل و آماده توزیع بین مشارکت‌کنندگان شد.



طبق الگوی آزمون مهارت خواص کششی پلاستیک‌ها (PT-CH /94-01)، باید به هر آزمایشگاه ۷ عدد دمبل از بین اقلام آزمون تهیه شده اختصاص داده می‌شود. به منظور شناسایی و امکان بررسی بیشتر باقیمانده اقلام پس از آزمون، کلیه اقلام به صورت منحصر بفرد کدگذاری شد. سپس تعداد ۷ عدد دمبل به طور تصادفی برای هر شرکت کننده جدا شد، شماره‌ها در مرکز ثبت شد و بسته‌های ۷ تایی آماده تحویل گردید.

## ۲-۵- نحوه توزیع

مطابق الگوی آزمون مهارت خواص کششی پلاستیک‌ها (PT-CH /94-01)، به منظور حفظ اقلام آزمون از آسیب در مقابل ضربه‌های احتمالی وارده، از پاکت‌های حباب‌دار پستی استفاده گردید و به همراه اقلام آزمون، فرم رسید اقلام، دستورالعمل نحوه انجام آزمون، فرم گزارش آزمون و فرم نظرسنجی مرحله اول، توزیع گردید. برای مشارکت کنندگان خارج از استان تهران بسته‌ها از طریق پست سفارشی (به دلیل قابلیت پیگیری بسته از مبداء تا مقصد) ارسال گردید. مشارکت کنندگان استان تهران طی اطلاع‌رسانی قبلی و در زمان مقرر برای تحویل اقلام و مدارک پیوست به مرکز آزمون مهارت مراجعه نمودند.

## ۲-۶- روش آزمون

استاندارد ملی به شماره ۶۶۲۲ و استاندارد بین‌المللی مرجع آن به شماره ISO 527-2 برای روش انجام آزمون، مبنا قرار گرفت. به منظور شفاف‌تر شدن روش کار و یکنواختی روش آزمون بین همه مشارکت کنندگان (به ویژه مواردی که استاندارد امکان انتخاب‌های متفاوتی را می‌دهد) دستورالعملی به نام "دستورالعمل دریافت اقلام و نحوه انجام آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها- کشش" به شماره مدرک W-PT-02 تنظیم و کلیه مراحل کار از مرحله دریافت نمونه، آماده‌سازی، روش انجام آزمون و نحوه ارسال نتایج آزمون در آن به تفصیل آورده شد. به طوری که گفته شد، این سند نیز در اختیار همه مشارکت کنندگان قرار گرفت.

با توجه به وجود وب‌سایت رسمی مرکز (به آدرس [www.PT.Standard.ac.ir](http://www.PT.Standard.ac.ir)) همه مدارک مورد نیاز مشارکت کنندگان، از طریق سایت نیز در دسترس ایشان و سایر بازدید کنندگان سایت قرار گرفت.

## ۲-۷- فعالیتهای واگذار شده به پیمانکار فرعی

در این آزمون مهارت فعالیت‌های زیر به پیمانکار فرعی دارای صلاحیت، واگذار شده است:

- ساخت اقلام آزمون مهارت
- انجام آزمونهای همگنی

## ۲-۸- مشارکت کنندگان در آزمون مهارت

مشارکت کنندگان در این آزمون مهارت از آزمایشگاههای دارای گواهی تایید صلاحیت ایزو ۱۷۰۲۵ از مرکز ملی تایید صلاحیت ایران، آزمایشگاههای همکار سازمان ملی استاندارد که در زمینه آزمونهای پلاستیک فعالیت دارند، مراکز پتروشیمی و تهیه مواد اولیه پلیمری و نیز آزمایشگاههای مرتبط فعال در صنعت خودرو می‌باشند. اطلاع‌رسانی از طریق سایت مرکز آزمون استاندارد و نیز با مکاتبه مستقیم با آزمایشگاههای مرتبط شناسایی شده صورت پذیرفت. لذا، در مجموع به ۴۰



آزمایشگاه معتبر اطلاع رسانی گردید و از این بین ۳۹ آزمایشگاه برای شرکت در آزمون ثبت نام نمودند. یک آزمایشگاه پس از ثبت نام (به علت عدم مراجعه برای تحویل اقلام آزمون مهارت) انصراف داد و دو آزمایشگاه (به دلیل عدم ارسال نتایج آزمون) از فرآیند آزمون مهارت حذف گردیدند. در مجموع تعداد مشارکت کنندگان این آزمون مهارت ۳۶ آزمایشگاه است که همه این آزمایشگاه‌ها در آزمون اندازه ده های استحکام کششی در پیک و درصد ازدیاد طولی در پیک مشارکت کرده‌اند ولی در آزمون اندازه ده مدول الاستیک تنها ۲۷ آزمایشگاه مشارکت داشتند.

آمار آزمایشگاه‌های مشارکت کننده به تفکیک نوع گواهینامه و استان به شرح ذیل است:

جدول ۳- تعداد آزمایشگاه‌های مشارکت کننده به تفکیک نوع گواهینامه

|    |  |
|----|--|
| ۳۶ | تعداد کل آزمایشگاه‌ها  |
| ۲۴ | تعداد آزمایشگاه‌های دارای گواهینامه تایید صلاحیت ایزو ۱۷۰۲۵ و گواهینامه آزمایشگاه همکار سازمان ملی استاندارد ایران |
| ۸  | تعداد آزمایشگاه‌های دارای گواهینامه تایید صلاحیت ایزو ۱۷۰۲۵  |
| ۴  | سایر آزمایشگاه‌ها  |

جدول ۴- تعداد آزمایشگاه‌های مشارکت کننده به تفکیک استان محل استقرار

| تعداد | نام استان        |
|-------|------------------|
| ۲۰    | تهران            |
| ۲     | آذربایجان شرقی   |
| ۳     | البرز            |
| ۲     | بوشهر            |
| ۲     | کرمان            |
| ۲     | مرکزی            |
| ۱     | اصفهان           |
| ۱     | چهارمحال بختیاری |
| ۱     | خراسان جنوبی     |
| ۱     | خراسان رضوی      |
| ۱     | لرستان           |
| ۳۶    | جمع              |



شکل ۴- توزیع استانی آزمایشگاه‌های مشارکت کننده در آزمون مهارت کشش

جدول ۵- تعداد آزمایشگاه‌های مشارکت کننده به تفکیک زمینه فعالیت

| تعداد | زمینه فعالیت                            |
|-------|---|
| ۴     | صنعت پتروشیمی و تولید مواد اولیه پلیمری |
| ۷     | صنعت خودرو                              |
| ۵     | پژوهشگاهها                              |
| ۱۴    | صنعت تولید لوله و اتصالات پلیمری        |
| ۶     | مراکز آزمایشگاهی مستقل                  |
| ۳۶    | جمع                                     |

بدیهی است با توجه به تاکید استاندارد مرجع - INSO-ISO-IEC 17043 - بر حفظ اطلاعات مشارکت کنندگان، و التزام مرکز آزمون مهارت به رعایت الزامات این استاندارد، نتایج آزمون مشارکت کنندگان در کلیه آزمون‌های مهارت و این آزمون "محرمانه" تلقی شده و در اختیار افراد حقیقی و حقوقی قرار نخواهد گرفت.





## فصل ۳- تحلیل های آماری قلم آزمون مهارت

### ۳-۱- آزمون همگنی

بر اساس الزامات استاندارد ملی - INSO-ISO-IEC 17043 - باید اثبات شود که اقلام آزمون مهارت به اندازه کافی همگن می باشد. در صورت وجود ناهمگنی، باید تاثیر آن در ارزیابی عملکرد مشارکت کنندگان لحاظ گردد. با توجه به ماهیت نمونه مورد آزمون، روش ساخت آن و نوع الگو "مشارکت همزمان"، انجام آزمون همگنی در این طرح ضروری است.

از این رو آزمون همگنی و روش های آماری مطابق با پیوست ب استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۲۸۳ و پیش نویس استاندارد بین المللی ISO 13528:2015 طبق مراحل زیر انجام شد:

الف) مطابق با الزام استانداردهای مرجع، برای انجام آزمون های همگنی، یک آزمایشگاه با تجهیزات مناسب، پرسنل مجرب و سیستم اندازه گیری کنترل شده، انتخاب گردید.

ب) از آنجا که بسته بندی تأثیر قابل توجهی در نتایج ندارد، اثبات همگنی پیش از مرحله بسته بندی انجام شد.

پ) از بین اقلام تهیه شده، تعداد ۲۰ سری ۵ تایی دمبل به طور تصادفی جهت آزمون های همگنی انتخاب گردید.

ت) طی هماهنگی با آزمایشگاه پیمانکار، آزمون های همگنی با حضور کارشناس مرکز آزمون مهارت طی دو روز انجام و گزارشات ثبت گردید.

ث) نتایج حاصل از انجام آزمون همگنی توسط بخش فنی مرکز آزمون مهارت استاندارد، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

در این طرح به دلیل تخریبی بودن آزمون، امکان تکرار آزمون بر روی یک قلم وجود نداشت بنابراین انحراف معیار آزمون همگنی ( $S_s$ ) از انحراف معیار نتایج محاسبه گردید (مطابق با پیش نویس استاندارد ISO 13528:2015).

بررسی شرط همگنی اقلام در هر اندازه ده بر اساس رابطه ۱ صورت پذیرفت.

$$S_s \leq 0.3\sigma_{pt} \quad (1)$$

با توجه به نتایج، شرط همگنی برای هر سه اندازه ده استحکام کششی در پیک، درصد ازدیاد طولی در پیک و مدول الاستیک برآورده و اقلام آزمون همگن در نظر گرفته شد. نتایج همگنی در جدول ۶ نشان داده شده است.



## جدول ۶- داده ها و نتایج حاصل از آزمون همگنی

| داده های همگنی در ۳ اندازه ده |                          |                        |              |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| ردیف                          | استحکام کششی در پیک      | درصد ازدیاد طول در پیک | مدول الاستیک |
| 1                             | 42.77192                 | 2.68850                | 2023.38467   |
| 2                             | 42.75899                 | 2.64757                | 2029.26453   |
| 3                             | 42.74434                 | 2.72611                | 2012.10430   |
| 4                             | 43.29480                 | 2.69873                | 1993.42052   |
| 5                             | 43.09237                 | 2.54880                | 2053.05279   |
| 6                             | 42.90370                 | 2.60467                | 2038.71117   |
| 7                             | 42.90150                 | 2.70922                | 2017.50690   |
| 8                             | 42.34152                 | 2.61262                | 2009.23733   |
| 9                             | 42.31339                 | 2.75822                | 1984.41479   |
| 10                            | 42.28084                 | 2.71460                | 2007.97791   |
| 11                            | 42.08378                 | 2.60266                | 1999.10751   |
| 12                            | 41.60987                 | 2.60758                | 1931.04378   |
| 13                            | 41.79194                 | 2.41425                | 2046.69373   |
| 14                            | 42.51462                 | 2.74351                | 1912.33574   |
| 15                            | 42.37306                 | 2.66047                | 1958.96507   |
| 16                            | 42.30997                 | 2.66197                | 1957.57702   |
| 17                            | 42.69135                 | 2.57851                | 1981.93630   |
| 18                            | 42.60372                 | 2.54510                | 2075.81989   |
| 19                            | 42.74518                 | 2.52990                | 2009.09813   |
| 20                            | 42.12073                 | 2.62688                | 2024.81121   |
| مدول الاستیک                  | استحکام کششی در پیک      | درصد ازدیاد طول در پیک | مدول الاستیک |
| $s_s = 40.56294203$           | $s_s = 0.42196999$       | $s_s = 0.08500946$     |              |
| $\sigma_{pt} = 381.463685$    | $\sigma_{pt} = 1.547101$ | $\sigma_{pt} = 0.5348$ |              |

$s_s$ : انحراف معیار آزمون همگنی

$\sigma_{pt}$ : انحراف استاندارد آزمون مهارت



### ۳-۲- آزمون پایداری

با توجه به ماهیت اقلام آزمون (پلاستیک) که ماده اولیه آن از نوع ABS گرید SD0150 بود، مطابق با نظر کارشناسان فنی تیم طراحی الگو، می‌توان اقلام را در طی اجرای آزمون، پایدار در نظر گرفت و انجام آزمونهای پایداری ضرورتی ندارد.

### ۳-۳- مقادیر تخصیص یافته (AV) و برآورد عدم قطعیت آنها ( $\pm U$ )

در این آزمون، برای تعیین مقادیر تخصیص یافته در اندازه ده استحکام کششی در پیک، روش "اجماع مشارکت کنندگان" و در دو اندازه ده درصد ازدیاد طولی در پیک و مدول الاستیک (مدول یانگ)، روش "اجماع آزمایشگاه های متخصص" انتخاب گردید که مقدار آن از میانگین استوار شده نتایج گزارش شده (توسط همه مشارکت کنندگان / آزمایشگاه های متخصص) مطابق با الگوریتم الف، پیوست ب استاندارد ملی ۱۳۲۸۳ محاسبه شد.

دلیل انتخاب روش آزمایشگاه های متخصص برای تعیین مقدار تخصیص یافته، وجود خطاهای مشهود در اندازه ده های درصد ازدیاد طولی در پیک و مدول الاستیک در نتایج بعضی آزمایشگاه های مشارکت کننده بود.

در تعیین آزمایشگاه های متخصص معیارهای زیر مدنظر قرار گرفت:

- مطابقت اندازه ده گزارش شده با اندازه ده درخواستی
- تطابق داده های خام آزمون (منحنی دستگاه) با نتایج ارایه شده
- عدم وجود خطا در منحنی (خطاهایی نظیر Toe effect یا انقطاع و بریدگی در منحنی)
- عدم وجود خطا در محاسبات درصد ازدیاد طولی یا مدول
- کالیبره بودن تجهیزات مرتبط در پارامتر مورد نظر

براساس معیارهای فوق، برای اندازه ده های درصد ازدیاد طولی و مدول الاستیک، تعدادی از آزمایشگاه ها که دارای نتایج قابل اعتماد بودند به تفکیک هر اندازه ده به عنوان آزمایشگاه متخصص انتخاب و مقدار تخصیص یافته بر اساس داده های گزارش شده توسط آنها محاسبه گردید.

نکته: محاسبه مقدار تخصیص یافته برای اندازه ده استحکام کششی در پیک پس از حذف یک داده اشتباه یکی از مشارکت کنندگان صورت گرفت.

عدم قطعیت اندازه گیری مقدار تخصیص یافته (X) برای هر یک از اندازه ده ها از رابطه (۲) تخمین زده می شود:

$$u_x = \frac{1.25 S^*}{\sqrt{p}} \quad (2)$$

که در آن:

S\*: انحراف معیار استاندارد آزمون مهارت حاصل از روش آماری استوار

P: تعداد مشارکت کنندگان

مقادیر تخصیص یافته و عدم قطعیت آن ها برای سه اندازه ده در جدول ۷ نشان داده شده است.



جدول ۷- مقادیر تخصیص یافته و عدم قطعیت آن برای سه اندازه ده

| ردیف | اندازه ده                  | روش تعیین مقدار تخصیص یافته | مقدار تخصیص یافته<br>( $x^*$ ) | عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته<br>( $u_x$ ) |
|------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| 1    | استحکام کششی<br>در پیک     | اجماع شرکت کنندگان          | 42.23586                       | $\pm 0.32231$                            |
| 2    | درصد ازدیاد<br>طولی در پیک | اجماع آزمایشگاههای متخصص    | 3.032                          | $\pm 0.374$                              |
| 3    | مدول الاستیک               | اجماع آزمایشگاههای متخصص    | 2066.52626                     | $\pm 218.61429$                          |

## فصل ۴ - تحلیل نتایج مشارکت کنندگان

### ۴-۱- کلیات

در آزمون مهارت برای تفسیر و تحلیل نتایج، به ازای هر اندازه ده باید حداقل یک آماره‌ی عملکردی مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های آماری می‌توانند از موارد ساده تا تبدیل‌های آماری پیچیده متغیر باشند. آماره‌ها باید برای آزمون‌های مربوط مناسب و برای مشارکت کنندگان قابل درک باشند یا سابقه استفاده در یک زمینه خاص را دارا باشند. این موضوع در طراحی الگوی آزمون مهارت پیش بینی می‌شود، ولی همواره گزینه‌های جایگزین با توجه به وضعیت نتایج بدست آمده از مشارکت کنندگان و توزیع نتایج نیز پیش بینی می‌شود. در این آزمون نیز برای انتخاب روش آماری مناسب با توجه به الگو و نتایج ارایه شده توسط مشارکت کنندگان، ابتدا نوع توزیع داده‌های ایشان بررسی شد.

نتایج نشان می‌داد که داده‌های مشارکت کنندگان در اندازه ده استحکام کششی در پیک دارای توزیع شبه نرمال است ولی در اندازه ده‌های درصد ازدیاد طولی و مدول الاستیک دارای توزیع نرمال یا متقارن نیست. اما نتایج آزمایشگاه‌های متخصص در اندازه ده‌های درصد ازدیاد طولی و مدول الاستیک دارای توزیع نرمال است و مقدار تخصیص یافته از داده‌های آزمایشگاه‌های متخصص در این دو اندازه ده طبق توضیحات فصل ۲ محاسبه گردیده است. سپس از آماره‌های معمول (نمره  $Z$ ، نمره  $Z'$  و اختلاف- $D$ ) برای تفکیک، رتبه بندی و تحلیل نتایج مشارکت کنندگان، استفاده گردید. روش‌های آماری استفاده شده برای تحلیل نتایج برگرفته از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۲۸۳ است.

### ۴-۲- تعیین انحراف استاندارد آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش ( $\sigma_{pt}$ )

انحراف استاندارد آزمون مهارت در اندازه ده استحکام کششی در پیک، از داده‌های مشارکت کنندگان با استفاده از روش آماری استوار مطابق با الگوریتم الف، پیوست ب استاندارد ملی ۱۳۲۸۳ بدست آمده است.

کمیته فنی طراحی و تحلیل نتایج، با توجه به پراکندگی زیاد داده‌ها در اندازه ده‌های درصد ازدیاد طولی و مدول الاستیک، تعیین انحراف استاندارد آزمون مهارت از روش اجماع را مناسب تشخیص نداده و از این رو در این دو اندازه ده برای تعیین انحراف استاندارد آزمون مهارت از روش ادراک با در دسترس داشتن اطلاعات تکرارپذیری و تجدیدپذیری روش آزمون (ISO 527-2) و با تقریب به نتایج آزمایشگاه‌های متخصص، استفاده شد. مقادیر انحراف استاندارد برای سه اندازه ده مطابق با جدول ۸ است.

جدول ۸- انحراف استاندارد آزمون مهارت برای سه اندازه ده

| ردیف | اندازه ده               | روش محاسبه انحراف استاندارد | انحراف استاندارد نهایی آزمون مهارت ( $\sigma_{pt}$ ) |
|------|-------------------------|-----------------------------|--|
| ۱    | استحکام کششی در پیک     | اجماع مشارکت کنندگان        | $\sigma_{pt} = 1.547101$                             |
| ۲    | درصد ازدیاد طولی در پیک | روش ادراک                   | $\sigma_{pt} = 0.5348$                               |
| ۳    | مدول الاستیک            | روش ادراک                   | $\sigma_{pt} = 381.463685$                           |



#### ۴-۳- محاسبه آماره های عملکردی

نتایج آزمون مهارت به منظور کمک به تفسیر داده ها و امکان مقایسه با اهداف تعیین شده باید به آماره های عملکردی تبدیل گردد. هدف اصلی، تعیین میزان انحراف از مقدار تخصیص یافته می باشد به گونه ای که امکان مقایسه با معیارهای عملکردی وجود داشته باشد.

در این آزمون، بر اساس استاندارد ملی ۱۳۲۸۳، برای تحلیل نتایج مشارکت کنندگان و مقایسه نتایج آنها با یکدیگر از آماره های "نمره Z و Z'" و "اختلاف-D" استفاده شده است.

**الف ( نمره Z )**، با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می شود:

$$Z = \frac{x - X}{\sigma_{pt}} \quad (۳)$$

که در آن:

$x$  داده هر مشارکت کننده

$X$  مقدار تخصیص یافته

$\sigma_{pt}$  انحراف معیار آزمون مهارت

نمره Z مشارکت کنندگان مطابق با معیار های زیر تفسیر می شود:

- $|Z| \leq 2$  بیانگر عملکرد "رضایت بخش" است.
- $2 < |Z| < 3$  بیانگر عملکرد "مشکوک" است و منجر به دریافت علامت هشدار (Warning Signal) می شود.
- $|Z| \geq 3$  بیانگر عملکرد "نا مطلوب" است و منجر به دریافت علامت عمل (Action Signal) می شود.

**ب) نمره Z'** با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می شود:

$$z' = \frac{x - X_{pt}}{\sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})}} \quad (۴)$$

که در آن:

$u_X$ : عدم قطعیت استاندارد مقدار تخصیص یافته

نمره های Z' مشارکت کنندگان با معیارهای زیر تفسیر می شود:

- $|Z'| \leq 2$  بیانگر عملکرد "رضایت بخش" است.
- $2 < |Z'| < 3$  بیانگر عملکرد "مشکوک" است و منجر به دریافت علامت هشدار (Warning Signal) می شود.
- $|Z'| \geq 3$  بیانگر عملکرد "نا مطلوب" است و منجر به دریافت علامت عمل (Action Signal) می شود.



پ) اختلاف-D، با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$D = x - X \quad (۵)$$

که در آن:

$x$  نتیجه مشارکت کننده

$X$  مقدار تخصیص یافته

"اختلاف-D"، مشارکت کنندگان مطابق با معیارهای زیر تفسیر می‌شود:

- $|D| \leq 2\sigma_{pt}$  بیانگر عملکرد "رضایت بخش" است.
- $2\sigma_{pt} < |D| < 3\sigma_{pt}$  بیانگر عملکرد "مشکوک" است و منجر به دریافت علامت هشدار (Warning Signal) می‌شود.
- $|D| \geq 3\sigma_{pt}$  بیانگر عملکرد "نا مطلوب" است و منجر به دریافت علامت عمل (Action Signal) می‌شود.

**یادآوری:** سیگنال هشدار، نشان دهنده وجود اشکالاتی در سیستم آزمایشگاه است و باید با انجام اقدامات اصلاحی موثر نسبت به رفع آن اقدام شود. سیگنال عمل، نشان دهنده نتایج خارج از محدوده قابل قبول است. این دسته از مشارکت کنندگان دارای عدم انطباق‌های جدی در سیستم آزمایشگاه هستند و باید بلافاصله جهت شناسایی و رفع آنها اقدام کنند.

### ج) رده کیفی A، B، C و D

در این آزمون، رتبه‌های کیفی A، B، C و D تعریف شده که رده‌های توصیفی با توجه به "اختلاف-D" می‌باشند.

- $|D| \leq \sigma_{pt}$  رده کیفی A (بالاترین رده کیفی)
- $\sigma_{pt} < |D| < 2\sigma_{pt}$  رده کیفی B
- $2\sigma_{pt} < |D| < 3\sigma_{pt}$  رده کیفی C
- $|D| > 3\sigma_{pt}$  رده کیفی D (پایین‌ترین رده کیفی)

### د) بررسی عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته

مقدار تخصیص یافته  $X$ ، دارای عدم قطعیت استاندارد  $u_x$  است که مقدار عدم قطعیت مطابق با رابطه ۶ باید مورد بررسی قرار گیرد:

$$u_x = \frac{1.25 S^*}{\sqrt{p}} \leq 0.3\sigma_{pt} \quad (۶)$$



در صورتی که این معیار برآورده نشود، عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته قابل چشم پوشی نبوده و در تحلیل و تفسیر نتایج مشارکت کنندگان باید در نظر گرفته شود. در این حالت از نمره  $Z'$  به جای نمره  $Z$  برای تفسیر نتایج مشارکت کنندگان استفاده می شود که طبق رابطه ۴ سهم عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته در آن لحاظ شده است.

نتایج مربوط به عدم قطعیت در سه اندازه ده با مقادیر انحراف معیار استاندارد، مطابق با شرط رابطه (۶)، مقایسه شد. همانطور که در جدول ۹ مشاهده می شود، شرایط رابطه ۶ در اندازه ده های "درصد ازدیاد طول در پیک" و "مدول الاستیک" برآورده نمی شود. بنابراین برای تفسیر نتایج مشارکت کنندگان در این دو اندازه ده، از نمره  $Z'$  استفاده می شود.

جدول ۹- تعیین آماره مناسب برای تفسیر نتایج با توجه به عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته

| ردیف | اندازه ده               | روش تعیین مقدار تخصیص یافته | عدم قطعیت مقدار تخصیص یافته ( $u_x$ ) | $0.3\sigma_{P_t}$<br>(بررسی شرط<br>$(u_x \leq 0.3\sigma_{P_t})$ ) | آماره مناسب برای تفسیر نتایج |
|------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------|
| 1    | استحکام کششی در پیک     | اجماع مشارکت کنندگان        | $\pm 0.32231$                         | 0.46413   | نمره $Z$                     |
| 2    | درصد ازدیاد طولی در پیک | اجماع آزمایشگاه-های متخصص   | $\pm 0.374$                           | 0.16044   | نمره $Z'$                    |
| 3    | مدول الاستیک            | اجماع آزمایشگاه-های متخصص   | $\pm 218.61429$                       | 114.43910   | نمره $Z'$                    |

#### ۴-۴- تعیین رتبه مشارکت کنندگان

برای تعیین رتبه مشارکت کنندگان، بر اساس استاندارد ملی ۱۳۲۸۳، ابتدا نمره  $D$  یا  $Z'$  آن ها به صورت صعودی مرتب و اولین رتبه به مشارکت کننده ای که دارای کمترین فاصله از مقدار تخصیص یافته و کوچکترین نمره  $D$  یا  $Z'$  است، نسبت داده می شود. به همین ترتیب رتبه دهی ادامه می یابد تا این که آزمایشگاهی که دارای بالاترین نمره  $D$  یا  $Z'$  است، آخرین رتبه را دریافت می کند. بدیهی است که کسب رتبه با عدد کمتر نشان دهنده عملکرد بهتر است.

در صورتی که چند مشارکت کننده نمره  $D$  یا  $Z'$  برابر داشته باشند، به آنها رتبه میانگین و یکسان نسبت داده می شود. نتایج مشارکت کنندگان همراه با رتبه های آن ها در جدول های ۱۰ تا ۱۲ و نمودارهای ۱ تا ۳ نشان داده شده است. نتایج خارج از محدوده قابل قبول (داده پرت) در نمودارها مشخص شده است.

به منظور مقایسه عملکرد هر مشارکت کننده در سه اندازه ده، قدر مطلق مقادیر  $Z$  یا  $Z'$  برای سه اندازه ده استحکام کششی در پیک، درصد ازدیاد طولی در پیک و مدول الاستیک به تفکیک هر مشارکت کننده در جدول ۱۳ و نمودار ۴ آورده شد. خطوط مشخص شده با رنگ زرد و قرمز در نمودار ۴، مطابق با معیارهای تفسیر نمره های عملکرد  $Z$  و  $Z'$ ، محدوده هشدار (warning) و عمل (Act) را نشان می دهد. جدول ۱۴ خلاصه ای از وضعیت رده های کیفی آزمایشگاه های مشارکت کننده در سه اندازه ده را نشان می دهد.





جدول ۱۰- ارزیابی و تفسیر داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z" و "اختلاف-D" برای اندازه ده استحکام کششی در پیک

| رده کیفی | رتبه | وضعیت |       |      | اختلاف-D  | نمره Z | داده آزمایشگاه | کد انحصاری آزمایشگاه | ردیف |
|----------|------|-------|-------|------|-----------|--------|----------------|----------------------|------|
|          |      | عمل   | هشدار | قبول |           |        |                |                      |      |
| A        | 1    |       |       | √    | 0.02214   | 0.01   | 42.258         | CH-0008              | 1    |
| A        | 2    |       |       | √    | 0.06154   | 0.04   | 42.297         | CH-0004              | 2    |
| A        | 3    |       |       | √    | -0.06886  | -0.04  | 42.167         | CH-0031              | 3    |
| A        | 4    |       |       | √    | 0.06894   | 0.04   | 42.305         | CH-0030              | 4    |
| A        | 5    |       |       | √    | -0.13846  | -0.09  | 42.097         | CH-0016              | 5    |
| A        | 6    |       |       | √    | 0.15094   | 0.10   | 42.387         | CH-0019              | 6    |
| A        | 7    |       |       | √    | -0.19306  | -0.12  | 42.043         | CH-0029              | 7    |
| A        | 8    |       |       | √    | -0.23186  | -0.15  | 42.004         | CH-0018              | 8    |
| A        | 9    |       |       | √    | -0.26826  | -0.17  | 41.968         | CH-0002              | 9    |
| A        | 10   |       |       | √    | 0.27214   | 0.18   | 42.508         | CH-0024              | 10   |
| A        | 11   |       |       | √    | -0.28626  | -0.18  | 41.950         | CH-0011              | 11   |
| A        | 12   |       |       | √    | 0.32814   | 0.21   | 42.564         | CH-0038              | 12   |
| A        | 13   |       |       | √    | 0.45302   | 0.29   | 42.689         | CH-0010              | 13   |
| A        | 14   |       |       | √    | -0.60106  | -0.39  | 41.635         | CH-0034              | 14   |
| A        | 15   |       |       | √    | 0.78014   | 0.50   | 43.016         | CH-0026              | 15   |
| A        | 16   |       |       | √    | -0.87026  | -0.56  | 41.366         | CH-0015              | 16   |
| A        | 17   |       |       | √    | -0.98946  | -0.64  | 41.246         | CH-0021              | 17   |
| A        | 18   |       |       | √    | 1.08294   | 0.70   | 43.319         | CH-0012              | 18   |
| A        | 19   |       |       | √    | 1.09454   | 0.71   | 43.330         | CH-0032              | 19   |
| A        | 20   |       |       | √    | 1.10154   | 0.71   | 43.337         | CH-0022              | 20   |
| A        | 21   |       |       | √    | -1.13586  | -0.73  | 41.100         | CH-0023              | 21   |
| A        | 22   |       |       | √    | 1.20214   | 0.78   | 43.438         | CH-0014              | 22   |
| A        | 23   |       |       | √    | -1.23126  | -0.80  | 41.005         | CH-0007              | 23   |
| A        | 24   |       |       | √    | 1.25674   | 0.81   | 43.493         | CH-0017              | 24   |
| A        | 25   |       |       | √    | -1.32066  | -0.85  | 40.915         | CH-0035              | 25   |
| B        | 26   |       |       | √    | 1.79014   | 1.16   | 44.026         | CH-0006              | 26   |
| B        | 27   |       |       | √    | 1.97389   | 1.28   | 44.210         | CH-0001              | 27   |
| B        | 28   |       |       | √    | -1.98286  | -1.28  | 40.253         | CH-0005              | 28   |
| B        | 29   |       |       | √    | 2.27034   | 1.47   | 44.506         | CH-0003              | 29   |
| C        | 30   |       | √     |      | 3.18074   | 2.06   | 45.417         | CH-0033              | 30   |
| D        | 31   | √     |       |      | 8.50954   | 5.50   | 50.745         | CH-0037              | 31   |
| D        | 32   | √     |       |      | -8.77206  | -5.67  | 33.464         | CH-0013              | 32   |
| D        | 33   | √     |       |      | -9.22406  | -5.96  | 33.012         | CH-0025              | 33   |
| D        | 34   | √     |       |      | -9.46386  | -6.12  | 32.772         | CH-0020              | 34   |
| D        | 35   | √     |       |      | -18.27646 | -11.81 | 23.959         | CH-0027              | 35   |
| D        | 36   | √     |       |      | 20.98934  | 13.57  | 63.225         | CH-0036              | 36   |

$$X_{AV}=42.23586$$

$$\sigma_{pt} = 1.547101$$

\*رنگ زرد نشان دهنده علامت هشدار است.

\*رنگ قرمز نشان دهنده علامت عمل است.



جدول ۱۱- ارزیابی داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z" برای اندازه ده درصد ازدیاد طولی در پیک

| رده کیفی   | رتبه    | وضعیت |       |      | نمره Z' | داده آزمایشگاه | کد انحصاری آزمایشگاه | ردیف |
|--|---------|-------|-------|------|---------|----------------|----------------------|------|
|  |         | عمل   | هشدار | قبول |         |                |                      |      |
| A  | 1.5     |       |       | √    | -0.049  | 3.0            | CH-0024              | 1    |
| A  | 1.5     |       |       | √    | -0.049  | 3.0            | CH-0031              | 2    |
| A  | 3       |       |       | √    | 0.104   | 3.1            | CH-0016              | 3    |
| A  | 4.5     |       |       | √    | -0.202  | 2.9            | CH-0030              | 4    |
| A  | 4.5     |       |       | √    | -0.202  | 2.9            | CH-0029              | 5    |
| A  | 6       |       |       | √    | -0.356  | 2.8            | CH-0037              | 6    |
| A  | 7       |       |       | √    | 0.411   | 3.3            | CH-0022              | 7    |
| A  | 9       |       |       | √    | -0.509  | 2.7            | CH-0025              | 8    |
| A  | 9       |       |       | √    | -0.509  | 2.7            | CH-0010              | 9    |
| A  | 9       |       |       | √    | -0.509  | 2.7            | CH-0008              | 10   |
| A  | 11.5    |       |       | √    | -0.815  | 2.5            | CH-0001              | 11   |
| A  | 11.5    |       |       | √    | -0.815  | 2.5            | CH-0019              | 12   |
| B  | 13      |       |       | √    | 1.024   | 3.7            | CH-0017              | 13   |
| B  | 14      |       |       | √    | -1.275  | 2.2            | CH-0011              | 14   |
| B  | 15      |       |       | √    | 1.330   | 3.9            | CH-0034              | 15   |
| B  | 16      |       |       | √    | -1.428  | 2.1            | CH-0007              | 16   |
| C  | 17      |       | √     |      | 2.096   | 4.4            | CH-0006              | 17   |
| D  | 18      | √     |       |      | 3.016   | 5.0            | CH-0015              | 18   |
| D  | 19      | √     |       |      | 3.629   | 5.4            | CH-0004              | 19   |
| D  | 20      | √     |       |      | 4.088   | 5.7            | CH-0033              | 20   |
| D  | 21      | √     |       |      | 5.774   | 6.8            | CH-0021              | 21   |
| D  | 22      | √     |       |      | 6.540   | 7.3            | CH-0032              | 22   |
| D  | 23      | √     |       |      | 6.846   | 7.5            | CH-0018              | 23   |
| D  | 24      | √     |       |      | 7.153   | 7.7            | CH-0005              | 24   |
| D  | 25      | √     |       |      | 8.226   | 8.4            | CH-0002              | 25   |
| D  | 26      | √     |       |      | 10.218  | 9.7            | CH-0012              | 26   |
| D  | 27      | √     |       |      | 11.137  | 10.3           | CH-0036              | 27   |
| D  | 28      | √     |       |      | 11.597  | 10.6           | CH-0038              | 28   |
| آزمایشگاه‌های ردیف ۲۹ تا ۳۶، در اندازه ده درصد ازدیاد طولی در پیک "مرتکب خطای عمده شده اند و" درصد ازدیاد طولی در نقطه شکست" را گزارش کرده اند از این رو مقادیر آن ها در این اندازه ده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار نمی گیرد. |         |       |       |      |         | 29.7           | CH-0003              | 29   |
|  |         |       |       |      |         | 14.8           | CH-0013              | 30   |
|  |         |       |       |      |         | 12.5           | CH-0014              | 31   |
|  |         |       |       |      |         | 30.1           | CH-0020              | 32   |
|  |         |       |       |      |         | 20.7           | CH-0023              | 33   |
|  |         |       |       |      |         | 44.6           | CH-0026              | 34   |
|  |         |       |       |      |         | 25.1           | CH-0027              | 35   |
| 25.4   | CH-0035 | 36    |       |      |         |                |                      |      |
| $X_{AV}=3.032$   |         |       |       |      |         |                |                      |      |
| $\sigma_{pt} = 0.5348$   |         |       |       |      |         |                |                      |      |
| *رنگ زرد نشان دهنده علامت هشدار است.   |         |       |       |      |         |                |                      |      |
| *رنگ قرمز نشان دهنده علامت عمل است.  |         |       |       |      |         |                |                      |      |

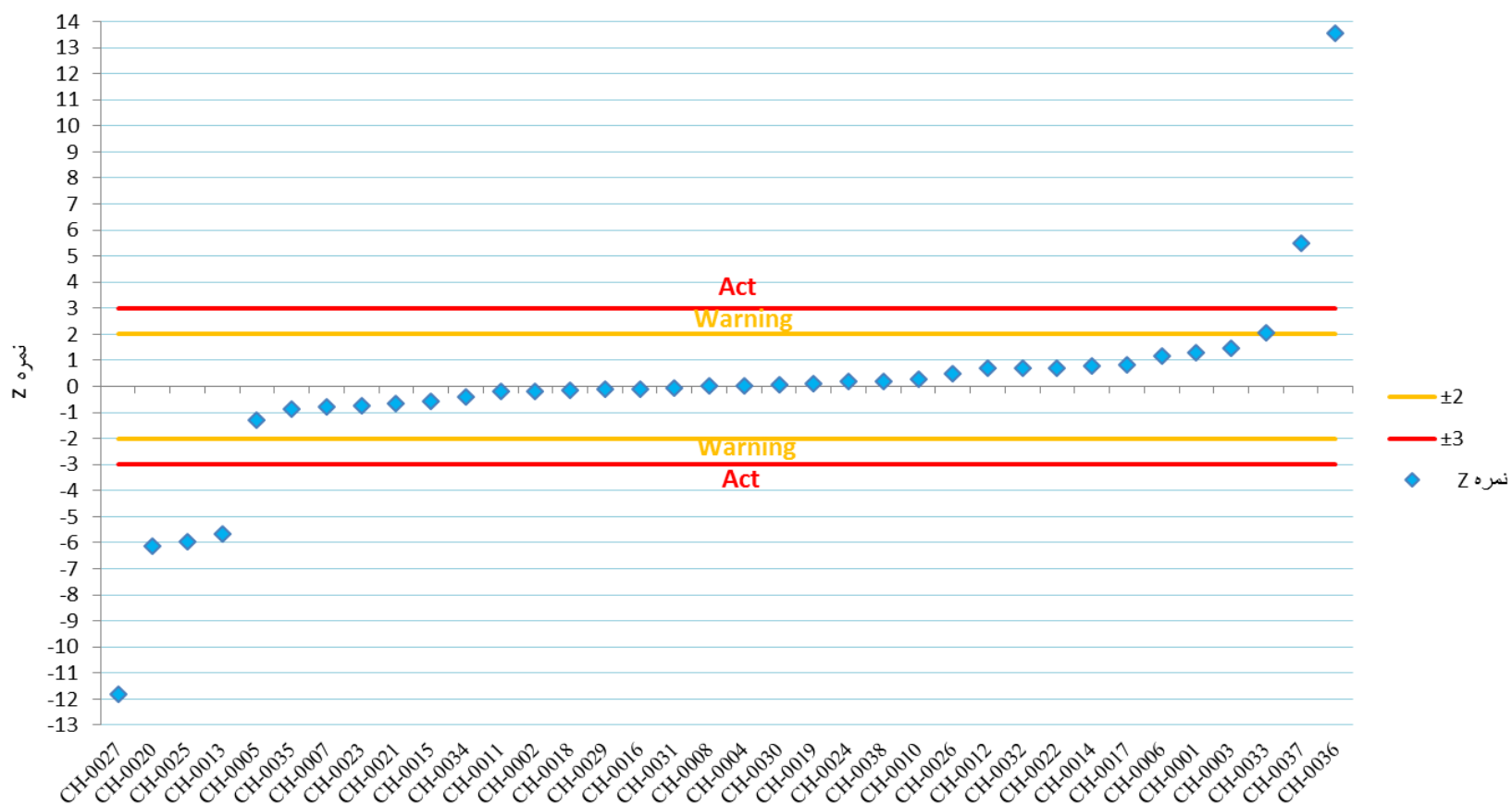


جدول ۱۲- ارزیابی داده های مشارکت کنندگان بر اساس "نمره Z'" برای اندازه ده مدول الاستیک

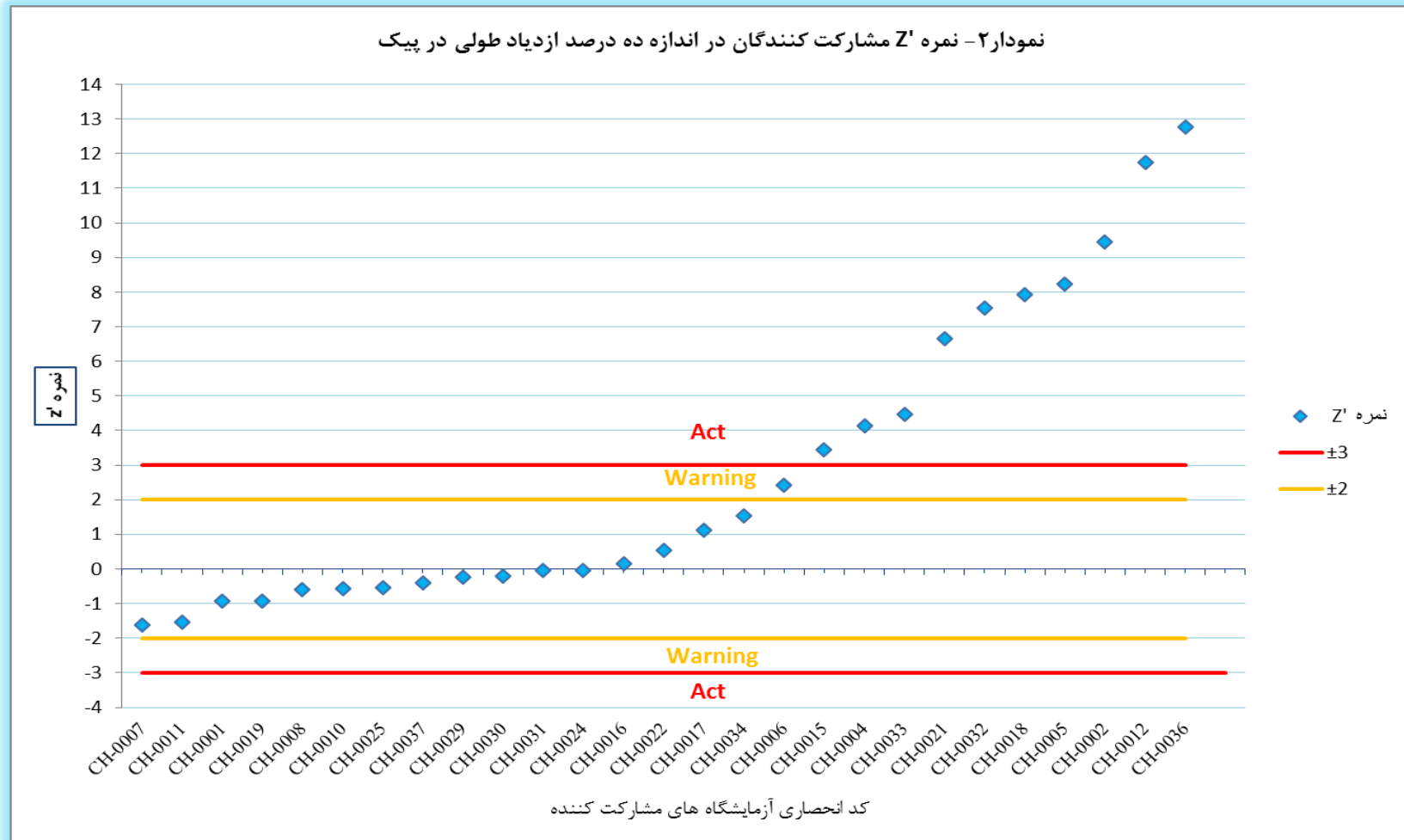
| رده کیفی                             | رتبه | وضعیت |       |      | نمره Z' | داده آزمایشگاه | کد انحصاری آزمایشگاه | ردیف |
|--------------------------------------|------|-------|-------|------|---------|----------------|----------------------|------|
|                                      |      | عمل   | هشدار | قبول |         |                |                      |      |
| A                                    | 1    |       |       | √    | -0.008  | 2062.881       | CH-0030              | 1    |
| A                                    | 2    |       |       | √    | -0.171  | 1991.406       | CH-0010              | 2    |
| A                                    | 3    |       |       | √    | 0.233   | 2169.129       | CH-0013              | 3    |
| A                                    | 4    |       |       | √    | 0.234   | 2169.572       | CH-0008              | 4    |
| A                                    | 5    |       |       | √    | -0.499  | 1847.000       | CH-0029              | 5    |
| A                                    | 6    |       |       | √    | -0.857  | 1689.877       | CH-0031              | 6    |
| B                                    | 7    |       |       | √    | -1.239  | 1521.769       | CH-0001              | 7    |
| B                                    | 8    |       |       | √    | -1.245  | 1519.146       | CH-0024              | 8    |
| B                                    | 9    |       |       | √    | -1.529  | 1394.106       | CH-0034              | 9    |
| B                                    | 10   |       |       | √    | 1.603   | 2771.205       | CH-0011              | 10   |
| B                                    | 11   |       |       | √    | 1.730   | 2827.220       | CH-0007              | 11   |
| B                                    | 12   |       |       | √    | -1.739  | 1302.000       | CH-0014              | 12   |
| B                                    | 13   |       |       | √    | -1.941  | 1213.029       | CH-0016              | 13   |
| B                                    | 14   |       |       | √    | -1.948  | 1209.865       | CH-0004              | 14   |
| C                                    | 15   |       | √     |      | -2.420  | 1002.326       | CH-0006              | 15   |
| C                                    | 16   |       | √     |      | -2.559  | 941.634        | CH-0015              | 16   |
| C                                    | 17   |       | √     |      | -2.757  | 854.350        | CH-0018              | 17   |
| C                                    | 18   |       | √     |      | -2.856  | 811.027        | CH-0033              | 18   |
| C                                    | 19   |       | √     |      | -2.901  | 790.986        | CH-0032              | 19   |
| D                                    | 20   | √     |       |      | -3.064  | 719.460        | CH-0005              | 20   |
| D                                    | 21   | √     |       |      | -3.429  | 559.028        | CH-0003              | 21   |
| D                                    | 22   | √     |       |      | -3.490  | 532.260        | CH-0027              | 22   |
| D                                    | 23   | √     |       |      | -3.880  | 360.701        | CH-0020              | 23   |
| D                                    | 24   | √     |       |      | -4.094  | 266.556        | CH-0035              | 24   |
| D                                    | 25   | √     |       |      | -4.230  | 206.518        | CH-0038              | 25   |
| D                                    | 26   | √     |       |      | -4.672  | 12.483         | CH-0025              | 26   |
| D                                    | 27   | √     |       |      | -4.683  | 7.554          | CH-0023              | 27   |
| $X_{AV}=2066.52626$                  |      |       |       |      |         |                |                      |      |
| $\sigma_{pt} = 381.463685$           |      |       |       |      |         |                |                      |      |
| *رنگ زرد نشان دهنده علامت هشدار است. |      |       |       |      |         |                |                      |      |
| *رنگ قرمز نشان دهنده علامت عمل است.  |      |       |       |      |         |                |                      |      |

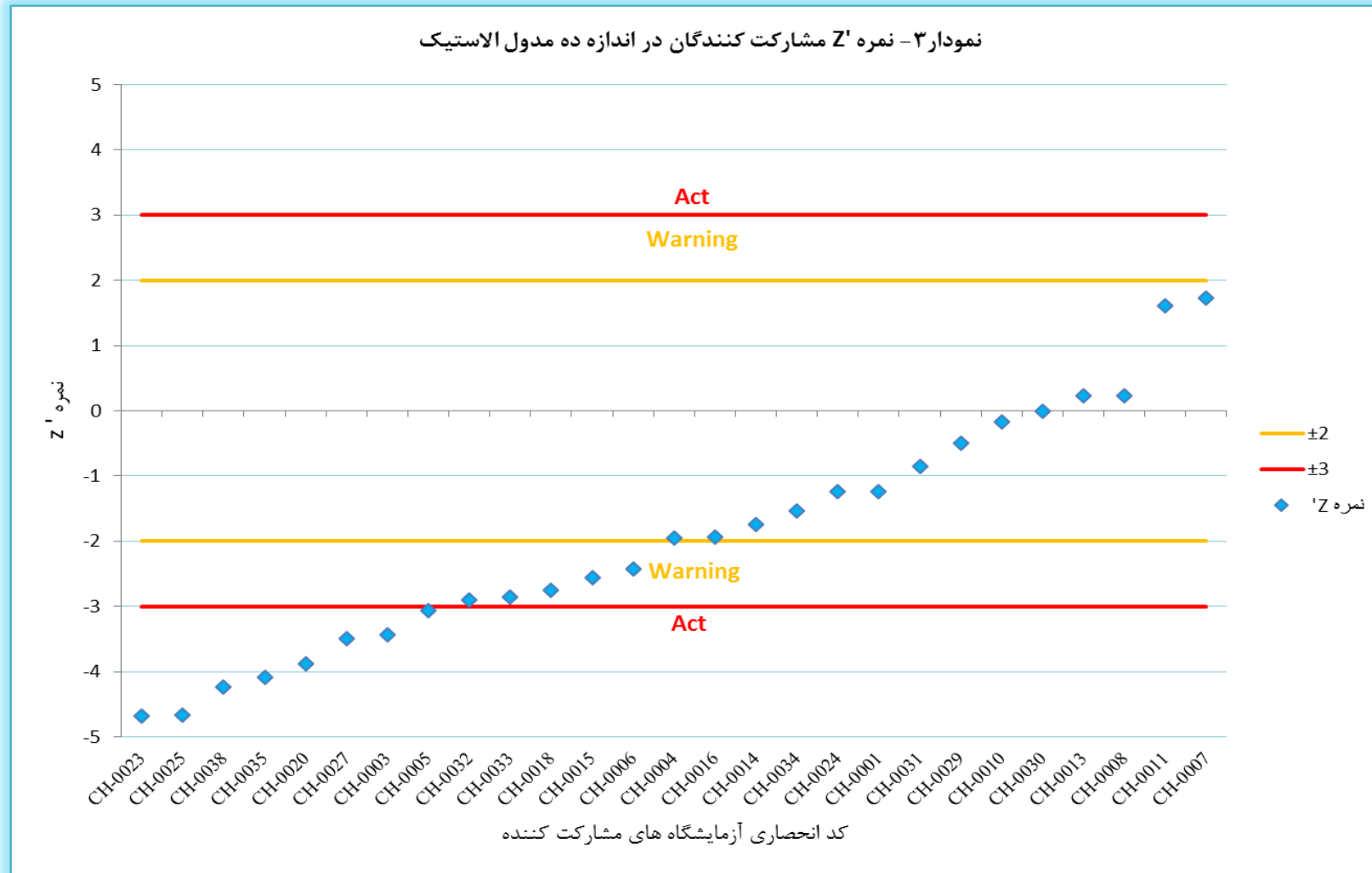


نمودار ۱ - نمره Z مشارکت کنندگان در اندازه ده استحکام کششی



کد انحصاری آزمایشگاه های مشارکت کننده

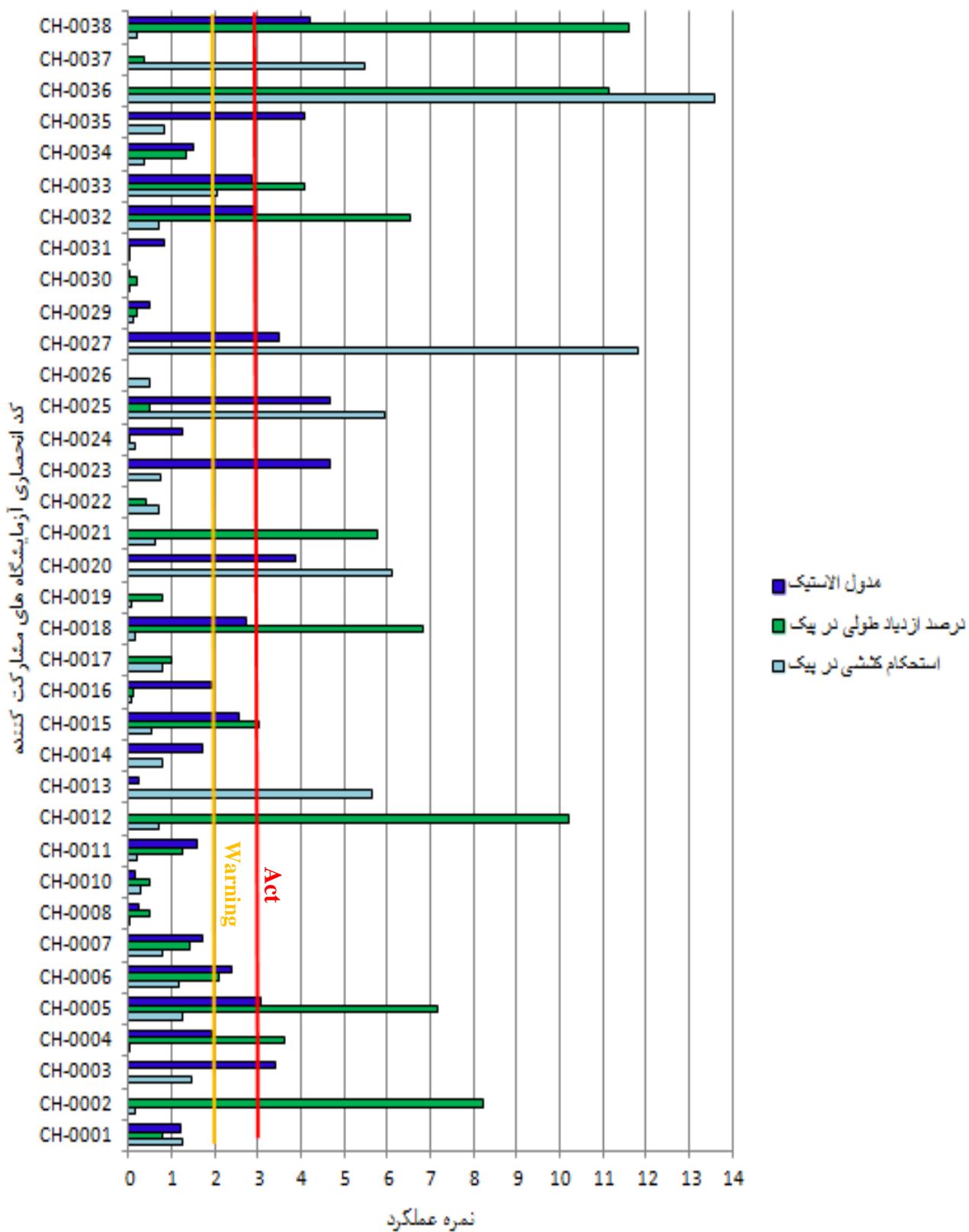




جدول ۱۳ - نمره های عملکرد آزمایشگاه در سه اندازه ده

| مدول الاستیک |                | درصد ازدیاد طولی در پیک |                | استحکاک کششی در پیک |                | کد انحصاری<br>آزمایشگاه | ردیف |
|--------------|----------------|-------------------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------------|------|
| نمره Z'      | داده آزمایشگاه | نمره Z'                 | داده آزمایشگاه | نمره Z              | داده آزمایشگاه |                         |      |
| -1.239       | 1521.769       | -0.815                  | 2.5            | 1.2759              | 44.210         | CH-0001                 | 1    |
| --           | --             | 8.226                   | 8.4            | -0.1734             | 41.968         | CH-0002                 | 2    |
| -3.429       | 559.028        | --                      | --             | 1.4675              | 44.506         | CH-0003                 | 3    |
| -1.948       | 1209.865       | 3.629                   | 5.4            | 0.0398              | 42.297         | CH-0004                 | 4    |
| -3.064       | 719.460        | 7.153                   | 7.7            | -1.2817             | 40.253         | CH-0005                 | 5    |
| -2.420       | 1002.326       | 2.096                   | 4.4            | 1.1571              | 44.026         | CH-0006                 | 6    |
| 1.730        | 2827.220       | -1.428                  | 2.1            | -0.7958             | 41.005         | CH-0007                 | 7    |
| 0.234        | 2169.572       | -0.509                  | 2.7            | 0.0143              | 42.258         | CH-0008                 | 8    |
| -0.171       | 1991.406       | -0.509                  | 2.7            | 0.2928              | 42.689         | CH-0010                 | 9    |
| 1.603        | 2771.205       | -1.275                  | 2.2            | -0.1850             | 41.950         | CH-0011                 | 10   |
| --           | --             | 10.218                  | 9.7            | 0.7000              | 43.319         | CH-0012                 | 11   |
| 0.233        | 2169.129       | --                      | --             | -5.6700             | 33.464         | CH-0013                 | 12   |
| -1.739       | 1302.000       | --                      | --             | 0.7770              | 43.438         | CH-0014                 | 13   |
| -2.559       | 941.634        | 3.016                   | 5              | -0.5625             | 41.366         | CH-0015                 | 14   |
| -1.941       | 1213.029       | 0.104                   | 3.1            | -0.0895             | 42.097         | CH-0016                 | 15   |
| --           | --             | 1.024                   | 3.7            | 0.8123              | 43.493         | CH-0017                 | 16   |
| -2.757       | 854.350        | 6.846                   | 7.5            | -0.1499             | 42.004         | CH-0018                 | 17   |
| --           | --             | -0.815                  | 2.5            | 0.0976              | 42.387         | CH-0019                 | 18   |
| -3.880       | 360.701        | --                      | --             | -6.1172             | 32.772         | CH-0020                 | 19   |
| --           | --             | 5.774                   | 6.8            | -0.6396             | 41.246         | CH-0021                 | 20   |
| --           | --             | 0.411                   | 3.3            | 0.7120              | 43.337         | CH-0022                 | 21   |
| -4.683       | 7.554          | --                      | --             | -0.7342             | 41.100         | CH-0023                 | 22   |
| -1.245       | 1519.146       | -0.049                  | 3              | 0.1759              | 42.508         | CH-0024                 | 23   |
| -4.672       | 12.483         | -0.509                  | 2.7            | -5.9622             | 33.012         | CH-0025                 | 24   |
| --           | --             | --                      | --             | 0.5043              | 43.016         | CH-0026                 | 25   |
| -3.490       | 532.260        | --                      | --             | -11.8134            | 23.959         | CH-0027                 | 26   |
| -0.499       | 1847.000       | -0.202                  | 2.9            | -0.1248             | 42.043         | CH-0029                 | 27   |
| -0.008       | 2062.881       | -0.202                  | 2.9            | 0.0446              | 42.305         | CH-0030                 | 28   |
| -0.857       | 1689.877       | -0.049                  | 3              | -0.0445             | 42.167         | CH-0031                 | 29   |
| -2.901       | 790.986        | 6.54                    | 7.3            | 0.7075              | 43.330         | CH-0032                 | 30   |
| -2.856       | 811.027        | 4.088                   | 5.7            | 2.0559              | 45.417         | CH-0033                 | 31   |
| -1.529       | 1394.106       | 1.33                    | 3.9            | -0.3885             | 41.635         | CH-0034                 | 32   |
| -4.094       | 266.556        | --                      | --             | -0.8536             | 40.915         | CH-0035                 | 33   |
| --           | --             | 11.137                  | 10.3           | 13.5669             | 63.225         | CH-0036                 | 34   |
| --           | --             | -0.356                  | 2.8            | 5.5003              | 50.745         | CH-0037                 | 35   |
| -4.230       | 206.518        | 11.597                  | 10.6           | 0.2121              | 42.564         | CH-0038                 | 36   |

نمودار ۴- نمره عملکرد آزمایشگاه‌ها در سه اندازه ده





جدول ۱۴- رده بندی آزمایشگاه‌ها

| مدول الاستیک   | درصد ازدیاد طولی در پیک  | استحکام کششی در پیک   | اندازه ده رده بندی |
|--|--|---|--------------------|
| CH-0008<br>CH-0010<br>CH-0013<br>CH-0029<br>CH-0030<br>CH-0031                       | CH-0001<br>CH-0008<br>CH-0010<br>CH-0016<br>CH-0019<br>CH-0022<br>CH-0024<br>CH-0025<br>CH-0029<br>CH-0030<br>CH-0031<br>CH-0037 | CH-0002<br>CH-0004<br>CH-0007<br>CH-0008<br>CH-0010<br>CH-0011<br>CH-0012<br>CH-0014<br>CH-0015<br>CH-0016<br>CH-0017<br>CH-0018<br>CH-0019<br>CH-0021<br>CH-0022<br>CH-0023<br>CH-0024<br>CH-0026<br>CH-0029<br>CH-0030<br>CH-0031<br>CH-0032<br>CH-0034<br>CH-0035<br>CH-0038 | <b>A</b>           |
| CH-0001<br>CH-0004<br>CH-0007<br>CH-0011<br>CH-0014<br>CH-0016<br>CH-0024<br>CH-0034 | CH-0007<br>CH-0011<br>CH-0017<br>CH-0034   | CH-0001<br>CH-0003<br>CH-0005<br>CH-0006  | <b>B</b>           |
| CH-0006<br>CH-0015<br>CH-0018<br>CH-0032<br>CH-0033                                  | CH-0006  | CH-0033   | <b>C</b>           |
| CH-0005<br>CH-0003<br>CH-0020<br>CH-0023<br>CH-0025<br>CH-0027<br>CH-0035<br>CH-0038 | CH-0015<br>CH-0004<br>CH-0033<br>CH-0021<br>CH-0032<br>CH-0018<br>CH-0005<br>CH-0002<br>CH-0012<br>CH-0036<br>CH-0038            | CH-0013<br>CH-0020<br>CH-0025<br>CH-0027<br>CH-0036<br>CH-0037  | <b>D</b>           |

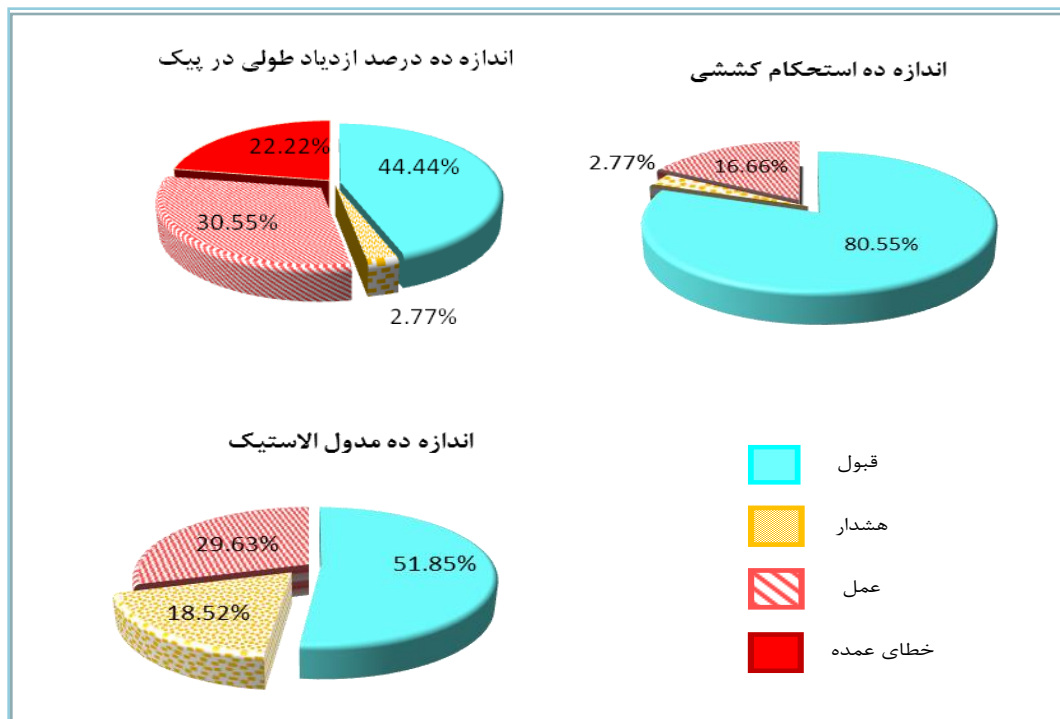
## فصل ۵ - نتیجه گیری

آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها- کشش با هدف ارزیابی عملکرد آزمایشگاه‌های فعال در زمینه آزمون های پایه مواد پلیمری اجرا گردید. در این آزمون سه اندازه ده "استحکام کششی در پیک"، "درصد ازدیاد طولی در پیک" و "مدول الاستیک" به دلیل اهمیت آن انتخاب گردید. خلاصه نتایج مشارکت کنندگان در جدول ۱۵ و نمودار ۵ آورده شده است.

جدول ۱۵ - خلاصه نتایج مشارکت کنندگان طبق آماره های عملکرد (نمره های  $Z$ ،  $Z'$  و اختلاف  $D$ )

| ردیف | ویژگی<br>اندازه ده  | X±U<br>(اجماع)        | تعداد<br>مشارکت کنندگان | آزمایشگاه‌های دارای نتیجه قابل قبول |        |
|------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|
|      |                     |                       |                         | تعداد                               | درصد   |
| ۱    | استحکام کششی در پیک | 42.23586 ±0.32231     | 36                      | 29                                  | 80.55% |
| ۲    | درصد ازدیاد طولی    | 3.032 ±0.3744         | 36                      | 16                                  | 44.44% |
| ۳    | مدول الاستیک        | 2066.52626 ±218.61429 | 27                      | 14                                  | 51.85% |

نمودار ۵ - خلاصه نتایج مشارکت کنندگان بر اساس دریافت علامت های هشدار و عمل



|              |   |  |
|--------------|---|--|
| R-PT-94-02/0 |  | گزارش تحلیلی آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش |
|--------------|---|--|

آزمایشگاه‌هایی که اندازه ده "درصد ازدیاد طولی" را به جای پیک در نقطه شکست گزارش کرده اند، مرتکب خطای عمده شده اند. از این رو مقادیر آن‌ها در این اندازه ده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار نگرفته است.

این جدول و نمودار آن نشان می‌دهد که آزمایشگاه‌های شرکت کننده در این آزمون در اندازه ده کشش از عملکرد مناسبی برخوردار بودند.

در اندازه ده درصد ازدیاد طولی و به ویژه مدول الاستیک نتایج آزمایشگاه‌ها دارای پراکندگی زیاد بود و مقایسه گزارش نتایج مشارکت کنندگان با داده خام و منحنی دستگاه کشش آنها نشان می‌دهد در عمده آزمایشگاه‌هایی که علامت هشدار یا عمل دریافت نموده اند برخی از خطاهای زیر در حین انجام و گزارش نتایج رخ داده است:

- مدول الاستیک باید در ناحیه خطی ابتدای منحنی محاسبه گردد ولی برخی آزمایشگاه‌ها این قاعده را رعایت نکرده بودند.
- اندازه ده درصد ازدیاد طولی در نقطه پیک درخواست شده بود ولی برخی آزمایشگاه‌ها در نقطه شکست گزارش کرده بودند.
- در محاسبه درصد ازدیاد طولی به ویژه در آزمایشگاه‌هایی که دستگاه کشش آنها فاقد اکستنسومتر بود، طول اولیه  $L_0$  مقدار صحیحی در نظر گرفته نشده بود.
- وجود Toe effect در منحنی دستگاه در نتیجه عدم اعمال Pre load
- برخی از پارامترهای دستگاه کشش کالیبره نشده بود. (از نظر کمیت‌های نیرو، سرعت، جابجایی و اکستنسومتر (در صورت وجود)).

موارد فوق اشکالات عمومی گزارشات آزمون بود و موارد خاص هر آزمایشگاه در گزارش اختصاصی هر شرکت کننده آورده شده است.

لذا به آزمایشگاه‌هایی که علامت عمل یا علامت هشدار دریافت کرده اند توصیه می‌شود فرآیند آزمون کشش خود را بازنگری نموده، اقدامات اصلاحی لازم را در راستای اصلاح موارد عدم انطباق و پیشگیری از بروز خطا در آینده انجام دهند.

بدیهی است رتبه‌های به دست آمده در این الگوی آزمون مهارت، تنها با توجه به نتایج ارایه شده توسط آزمایشگاه حاصل شده و صرفاً مختص همین آزمون بوده و نتیجه گیری در مورد عملکرد کلی آزمایشگاه مستلزم تکرار این الگو و الگوهای مشابه در آینده می‌باشد.

امید است گزارش حاضر در ارتقاء سطح کیفی عملکرد مشارکت کنندگان موثر بوده و در شناسایی فرصت‌های بهبود آزمایشگاه‌ها راهگشا باشد.

|              |   |   |
|--------------|---|---|
| R-PT-94-02/0 |  | گزارش تحلیلی آزمون مهارت خواص<br>مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش |
|--------------|---|---|

## فصل ۶- پیشنهادها

تحلیل نتایج بدست آمده از اجرای این الگو و ریشه یابی خطاها نشان می دهد که عمده اشکالات به دلیل عدم آشنایی کافی آزمونگر با روش صحیح انجام آزمون کشش و محاسبه اندازه ده های درخواستی رخ داده است و در مجموع به نظر می رسد انجام اقدامات توصیه ای زیر می تواند در بهبود عملکرد آزمایشگاهها بسیار موثر باشد:

- آموزش کافی به کارکنان آزمایشگاه به ویژه برای اندازه ده های مدول و درصد ازدیاد طولی
- بررسی کارکرد دستگاه و اطمینان از صحت عملکرد و کالیبره بودن پارامترهای مختلف آن
- بازنگری دستورالعملها و روشهای انجام آزمون به منظور اطمینان از صحت و مطابقت آنها با روش استاندارد آزمون مرتبط

مدیریت و کارکنان مرکز آزمون مهارت با همکاری بی شائبه مشاوران این مرکز، نهایت تلاش خود را در طراحی و انجام صحیح این الگو و مطابقت آن با الزامات استاندارد نمودند. امیدواریم که گزارش حاضر بتواند قدمی در راستای افزایش سطح کیفی خدمات آزمایشگاهها بردارد. از آنجا که این الگو برای نخستین بار در مرکز آزمون مهارت استاندارد طراحی و اجرا گردید، قطعاً ارائه پیشنهادات و انتقادات سازنده از سوی آزمایشگاههای شرکت کننده، مشتریان و سایر مراجع و افراد ذیصلاح می تواند در بهبود فرآیندها و اجرای موثرتر آزمونهای مهارت در آینده راهگشا باشد.

|              |   |   |
|--------------|---|---|
| R-PT-94-02/0 |  | گزارش تحلیلی آزمون مهارت خواص<br>مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش |
|--------------|---|---|

## فصل ۷- اطلاعات تماس با "مرکز آزمون مهارت استاندارد"

در صورت نیاز به اطلاعات تکمیلی یا ارائه انتقادات و پیشنهادات، به روش‌های زیر می‌توانید با مرکز ارتباط برقرار کنید:

تلفن: ۰۲۱-۴۴۶۲۲۰۲۵-۲۸

فکس: ۰۲۱-۴۴۶۲۲۰۲۶

پست الکترونیکی: pt@qmsi.ir و pt.info@standard.ac.ir

وب سایت مرکز آزمون مهارت استاندارد: pt.standard.ac.ir - بخش رسیدگی به نظرات/ طرح شکایات

سامانه (پورتال) مرکز آزمون مهارت استاندارد: (ویژه آزمایشگاه‌های مشارکت کننده) - بخش مکاتبات

آدرس: تهران- بزرگراه همت- خیابان سردار جنگل- بعد از تقاطع شهید مخبری (گلستان)- نبش کوچه شهید مرادی

(قدس شرقی)- پلاک ۶۸- طبقه ۴



## مراجع

در تهیه این گزارش از منابع و ماخذ زیر استفاده شده است:

- ۱- استاندارد ملی ISO-IEC 17043:1393، ارزیابی انطباق- الزامات عمومی آزمون مهارت
- ۲- استاندارد ملی ۱۳۲۸۳:۱۳۸۹، روش های آماری برای کاربرد در آزمون خبرگی با مقایسه بین آزمایشگاهی
- ۳- استاندارد ملی ۱-۶۶۲۱:۱۳۹۳، پلاستیک‌ها-تعیین خواص کششی- قسمت ۱- اصول کلی
- ۴- استاندارد ملی ۲-۶۶۲۱:۱۳۹۳، پلاستیک‌ها- تعیین خواص کششی- قسمت ۲- شرایط آزمون برای پلاستیک های قالب گیری و روزن رانی

5- ISO 13528:2015, "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison"

6- ASTM E691:2003 , "Standard Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method"

7- ISO 527-1: 2012, " Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles"

8- ISO 527-2: 2012 "Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics"



## پیوست ۱- فهرست آزمایشگاه‌های مشارکت کننده در آزمون مهارت خواص مکانیکی پلاستیک‌ها - کشش

(به ترتیب حروف الفبا)

| ردیف | نام آزمایشگاه              | استان                 | تلفن                            | آدرس  |
|------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|
| ۱    | اندیشه برتر میران          | تهران                 | ۰۲۱-۴۴۵۳۹۰۹۴-۵<br>۰۲۱-۴۴۵۶۵۳۰۵  | تهران-کیلومتر ۱۰ جاده مخصوص کرج- نبش کوچه<br>۲۵- پلاک ۱- موسسه اندیشه برتر میران                                      |
| ۲    | اورند پلاستیک              | تهران                 | ۰۲۱-۶۵۴۳۵۹۷۷-۸۱                 | شهریار- شهرک صنعتی صفادشت- بلوار فروردین-<br>خیابان سوم شرقی  |
| ۳    | ایتراک                     | تهران                 | ۰۲۱-۴۴۹۰۴۱۴۱                    | تهران-کیلومتر ۱۲ جاده مخصوص کرج- جنب<br>شرکت ساپکو- شرکت ایتراک   |
| ۴    | ایمن خودرو شرق             | خراسان<br>رضوی        | ۰۵۱-۳۵۴۲۴۰۰۷                    | مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان- پشت بیمارستان<br>طالقانی- انتهای فرعی داروسازی ثامن                                       |
| ۵    | آبدشت                      | چهارمحال و<br>بختیاری | ۰۳۸-۳۳۳۳۸۱۳۵                    | شهرکرد-شهرک صنعتی- بلوار کار آفرینان- خیابان<br>بهارستان سوم  |
| ۶    | آذین خودرو                 | البرز                 | ۰۲۶-۳۳۱۰۰۰۱-۷                   | کرج-حصارک- جاده قزلحصار- بعد از بی سیم<br>کمالشهر- شرکت آذین خودرو  |
| ۷    | آریانام                    | تهران                 | ۰۲۱-۶۶۹۱۱۰۵۶<br>۰۲۱-۶۶۹۱۰۴۲۴    | تهران-میدان توحید- خیابان نصرت غربی- پلاک ۸۴  |
| ۸    | آوند پلاست کرمان           | کرمان                 | ۰۳۴-۳۳۳۸۶۳۳۹-۴۰                 | کرمان-شهرک صنعتی خضراء- بلوار یاسمن- خیابان<br>ششم- شرکت آوند پلاستیک   |
| ۹    | بنیاد علوم کاربردی<br>رازی | تهران                 | ۰۲۱-۴۹۷۳۲                       | تهران-کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج - جنب نفت<br>پارس - ورودی سرخ حصار- بلوار شلهید اصغری-<br>خیابان فرنان- پلاک ۲۷       |
| ۱۰   | پتروشیمی تبریز             | آذربایجان<br>شرقی     | ۰۴۱-۳۴۲۸۲۵۱۵-۱۶<br>۰۴۱-۳۴۲۸۲۸۹۵ | تبریز-انتهای اتوبان شهید کسائی- کیلومتر ۳ آزاد<br>راه شهید باکری- جاده اختصاصی پتروشیمی تبریز-<br>شرکت پتروشیمی تبریز |
| ۱۱   | پتروشیمی جم                | بوشهر                 | ۰۷۷۳۷۳۲۳۲۲۱-۵                   | بوشهر- منطقه آزاد انرژی پارس جنوبی- شرکت<br>پتروشیمی جم- آزمایشگاه مرکزی  |
| ۱۲   | پتروشیمی لرستان            | لرستان                | ۰۶۶-۳۳۱۹۶۳۸۰                    | خرم آباد-کیلومتر ۱۲ جاده کوهدشت- شرکت<br>پتروشیمی لرستان  |
| ۱۳   | پژوهش و فناوری<br>پتروشیمی | تهران                 | ۰۲۱-۴۴۷۸۷۱۰۰<br>۰۲۱-۴۴۷۸۷۵۱۷    | تهران-انتهای اتوبان همت غرب- بلوار پژوهش-<br>پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی- شرکت پژوهش و<br>فناوری                        |
| ۱۴   | پژوهشگاه استاندارد         | البرز                 | ۰۲۶-۳۲۸۱۸۹۹۹                    | کرج-سازمان استاندارد- پژوهشکده شیمی و<br>پتروشیمی   |



| ردیف | نام آزمایشگاه   | استان          | تلفن                         | آدرس  |
|------|---|----------------|------------------------------|---|
| ۱۵   | پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران - آزمایشگاه خواص مکانیکی | تهران          | ۰۲۱-۴۸۶۶۲۲۴۹                 | تهران-انتهای بزرگراه همت غرب- شهرک پژوهش- پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران  |
| ۱۶   | پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران - آزمایشگاه سنتر IV      | تهران          | ۰۲۱-۴۸۶۶۲۱۰۶                 | تهران-انتهای بزرگراه همت غرب- شهرک پژوهش- پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران  |
| ۱۷   | پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران - آزمایشگاه کامپوزیت     | تهران          | ۰۲۱-۴۸۶۶۲۱۱۹                 | تهران-انتهای بزرگراه همت غرب- شهرک پژوهش- پژوهشگاه پلیمر و پترو شیمی ایران  |
| ۱۸   | پلی اتیلن ۶۱۳ کوثر  | آذربایجان شرقی | ۰۴۱-۴۲۴۹۳۴۰۱-۲               | بندر شرفخانه- سه راهی علی بیلگو   |
| ۱۹   | پلیمر آریا ساسول  | بوشهر          | ۰۷۷-۳۷۲۶۴۱۴۲<br>۰۲۱-۸۵۹۲۲۴۰۲ | بوشهر- عسلویه- منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس  |
| ۲۰   | پی- ای- اس  | مرکزی          | ۰۸۶-۴۲۳۴۵۱۲۷-۹               | ساوه- شهر صنعتی کاوه- خیابان نوزدهم- پلاک ۳۴  |
| ۲۱   | تکاب اتصال دماوند   | تهران          | ۰۲۱-۷۶۳۵۴۰۵۵-۶               | تهران- کیلومتر ۶۰ جاده تهران- فیروزکوه- شهرک صنعتی دماوند ( آیینه ورزان)- خیابان هفتم غربی- شماره ۱                 |
| ۲۲   | حافظ پلاستیک  | تهران          | ۰۲۱-۵۶۸۶۵۰۲۲                 | تهران- کیلومتر ۲۸ جاده ساوه- بعد از سه راهی آدران- جنب پنب بنزین نصر- خیابان قرمز (شهدای صنعت)- کوچه ششم- پلاک ۲۴   |
| ۲۳   | دانا پلاستیک  | تهران          | ۰۲۱-۴۴۷۸۷۱۲۷<br>۰۲۱-۴۴۷۸۷۱۳۶ | تهران- کیلومتر ۱۵ آزاد راه تهران- کرج، بلوار پژوهش- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران- مرکز فناوری- ساختمان ۱- واحد ۲ |
| ۲۴   | سازه گستر سایپا   | تهران          | ۰۲۱-۴۸۹۱۲۰۱۸                 | تهران- کیلومتر ۹ جاده مخصوص کرج- سازه گستر سایپا  |
| ۲۵   | صنایع پلاستیک پارس  | تهران          | ۰۲۱-۵۶۵۸۴۸۱۸                 | تهران- جاده قدیم ساوه- سه راه آدران- به سمت شهریار- مقابل پاسگاه ابوطالب- جنب نمایندگی ایران خودرو                  |
| ۲۶   | صنایع پلی اتیلن آبرسانان کرمان                            | کرمان          | ۰۳۴-۳۴۲۸۸۰۶۲                 | رفسنجان- شهرک صنعتی- خیابان ۳- خیابان ۴   |
| ۲۷   | فراز پلیمر فردوس  | خراسان جنوبی   | ۰۵۶-۳۲۷۵۲۱۸۰-۵               | فردوس- شهرک صنعتی شهید پارسا- فاز ۲   |
| ۲۸   | گاز لوله  | مرکزی          | ۰۸۶-۴۲۳۴۲۵۷۷                 | ساوه- شهرک صنعتی کاوه- بلوار آزادگان- خ چهارم   |
| ۲۹   | گسترش پلاستیک   | تهران          | ۰۲۱-۶۵۶۲۷۸۰۰-۴               | تهران- کیلومتر ۲۰ اتوبان تهران ساوه- جاده صبا شهر به نسیم شهر- جنب کارخانه قارچ- خیابان کشتارگاه وام پاد            |





| ردیف | نام آزمایشگاه                         | استان  | تلفن   | آدرس  |
|------|---------------------------------------|--------|--|---|
| ۳۰   | لوله گستر خادمی                       | تهران  | ۰۲۱-۵۶۴۵۴۵۲۰<br>۰۲۱-۵۶۴۵۴۵۳۲<br>۰۲۱-۵۶۸۶۲۸۸۹ | تهران-جاده قدیم ساوه- بعد از سه راهی آدران-<br>خیابان قرمز (شهدای صنعت)- کوچه ششم- سمت<br>چپ- پلاک ۱۵               |
| ۳۱   | مرکز پژوهش<br>متالورژی رازی           | تهران  | ۰۲۱-۶۳۰۷                                     | تهران-کیلومتر ۲۱ جاده مخصوص کرج- ورودی<br>سرخه حصار- نبش پالایشگاه نفت پارس- خیابان<br>فرنن- پلاک ۸                 |
| ۳۲   | موسسه تحقیقاتی<br>رنگ امیر کبیر- مترا | تهران  | ۰۲۱-۸۸۳۷۶۰۱۰                                 | تهران-شهرک غرب- خیابان حسن سیف- خیابان<br>۲۴- پلاک ۱۴   |
| ۳۳   | مهرکام پارس                           | تهران  | ۰۲۱-۴۸۸۶۲۲۵۶                                 | تهران-کیلومتر ۱۱ جاده مخصوص- جنب پارس<br>الکترونیک  |
| ۳۴   | ناردین پلیمر اسپادانا                 | اصفهان | ۰۳۱-۴۶۱۲۷۱۰-۲۰                               | اصفهان-شهرک صنعتی بزرگ شرق (سگزی)-<br>خیابان شیخ بهایی شرقی- جنب کارخانه بنیامین<br>بتن- شرکت ناردین پلیمر اسپادانا |
| ۳۵   | نور ایستا پلاستیک<br>(نیپکو)          | البرز  | ۰۲۶-۳۷۷۷۳۵۰۵                                 | اشتهارد-شهرک صنعتی اشتهارد- انتهای بلوار<br>ابوریحان- ملاصدراي غربی- گلشن سوم- شرکت نور<br>ایستاپلاستیک             |
| ۳۶   | والا پلیمر نوین                       | تهران  | ۰۲۱-۲۲۸۵۱۴۱۶                                 | تهران-خ شریعتی- بالاتر از میرداماد- خ منظر نژاد-<br>پلاک ۶۰ ط ۴   |