ISIRI
8585
1st . Edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۸۵۸۵
چاپ اول

نساجی – روش استاندارد برای مقایسه روش‌های آزمون

Textile - Standard practice for comparing test methods

« بسمه تعالی»

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون ، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین ، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می باشد .

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه ، صاحبنظران مراکز و مؤسسات علمی ، پژوهشی ، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی ، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی ، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل : تولیدکنندگان ، مصرف کنندگان ، بازرگانان ، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد . پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می‌شود .

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد . بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره « ۵ « تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل می‌گردد به تصویب رسیده باشد .

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد می‌باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن تـوجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور ، از آخرین پیشرفتهای علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی استفاده می‌نماید .

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور 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 استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید . مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید .

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و گواهی کنندکان سیستم‌های مدیریت کیفیت ومدیریت زیست محیطی ، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش ، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می‌نماید . ترویج سیستم بین‌المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد .

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج ـ شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵

دفتر مرکزی : تهران ـ ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵

تلفن مؤسسه در کرج : ۸-۲۸۰۶۰۳۱-۰۲۶۱

تلفن مؤسسه در تهران : ۵-۸۸۷۹۴۶۱-۰۲۱

دورنگار : کرج ۲۸۰۸۱۱۴-۰۲۶۱ ـ تهران ۸۸۸۷۱۰۳ - ۸۸۸۷۰۸۰ – ۰۲۱

بخش فروش ـ تلفن : ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱ دورنگار: ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱

پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir

بهاء : ۳۶۲۵ ریال

	Headquarters :	**Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran**
	P.O.Box :	**31585-163 Karaj – IRAN**
	Tel :	**0098 261 2806031-8**
	Fax :	**0098 261 2808114**
	Central Office :	**Southern corner of Vanak square, Tehran**
	P.O.Box :	**14155-6139 Tehran-IRAN**
	Tel :	**0098 21 8879461-5**
	Fax :	**0098 21 8887080, 8887103**
	Email :	**Standard @ isiri.or.ir**
	Price :	**3625 RLS**

کمیسیون استاندارد « نساجی - روش استاندارد برای مقایسه روش‌های آزمون»

رئیس جلسه	سمت یا نمایندگی
شیروانی جوزدانی ، کیوان (لیسانس مهندسی صنایع)	شرکت سهامی خاص خط رمز
اعضـــاء	
اطلسی ، شهلا (لیسانس فیزیک)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
عباسی محقق ، اعظم (لیسانس مهندسی نساجی)	شرکت سهامی خاص مشاورین نیک تکس
محمدی ، احد (فوق لیسانس فیزیک)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
مقسم ، عبدالرسول (فوق لیسانس مهندسی نساجی)	دانشگاه آزاد اسلامی - قائمشهر
نازی ، ملیحه (فوق لیسانس مهندسی نساجی)	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
هاشمی ، محمدرضا (لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران

یزدانی‌فر ، خدیجه (فوق لیسانس مهندسی نساجی)	وزارت‌صنایع‌ومعادن – اداره‌کل‌صنایع‌نساجی‌وپوشاک
یوسفی ، لیلا (لیسانس مهندسی نساجی)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران

دبیـــر

نازپرور ، کتایون (لیسانس مهندسی نساجی)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران

اعضای یکصد و هفتاد و نهمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد

نساجی - روش استاندارد برای مقایسه روش‌های آزمون

رئیس	سمت یا نمایندگی
یحیی‌زاده، سودابه (لیسانس مهندسی نساجی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
اعضاء	
آزادیان، فرشید (فوق‌لیسانس مهندسی نساجی)	انجمن صنایع نساجی ایران
آفاقی، جمیله (فوق‌لیسانس مدیریت صنایع – لیسانس نساجی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
اطلسی، شهلا (لیسانس فیزیک)	موسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
بهلولی زنجانی، صمد (لیسانس مهندسی نساجی)	وزارت صنایع‌ومعادن–اداره‌کل‌صنایع‌نساجی‌وپوشاک
درخشان فر، مصطفی (لیسانس بازرگانی)	شرکت سهامی خاص فرش ستاره کویر

سیاوشی، مریم (فوق‌لیسانس مهندسی نساجی)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان اصفهان
شیروانی جوزدانی، کیوان (لیسانس مهندسی صنایع)	شرکت سهامی خاص خط رمز
صفویان، سید عیسی (لیسانس مدیریت)	سازمان توسعه تجارت ایران
عطائیان، آرش (فوق‌لیسانس مهندسی نساجی)	دانشگاه صنعتی اصفهان
قاسمی، الهام (فوق‌لیسانس زیست‌شناسی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
محمدی، احد (فوق‌لیسانس فیزیک)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
میرکمالی، منیرالسادات (دیپلم تجربی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
نازپرور، کتایون (لیسانس مهندسی نساجی)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی مازندران

نظیری مقدم، علیرضا (لیسانس مهندسی نساجی)	شرکت سهامی خاص فرش ساوین
نوروزی، سعید (دکترا)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
هاشمی، محمدرضا (لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان مازندران
یزدانی‌فر، خدیجه (فوق‌لیسانس مهندسی نساجی)	وزارت صنایع‌ومعادن- اداره‌کل صنایع‌نساجی‌وپوشاک

دبیر

نازی، ملیحه (فوق‌لیسانس مهندسی نساجی)	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فهرست مندرجات

صفحه

پیش گفتار ..... ب

۱ هدف ۱

۲ دامنه کاربرد ۱

۳ مراجع الزامی ۲

٤ اصطلاحات و تعاریف ٤

٥ الزامات برای مواد ۷

٦ ارزیابی روش‌های آزمون ۸

۷ معیار حساسیت ۹

۸ طرح آماری پایه ۱۰

۹ روش تجربی ۱٤

۱۰ روش مقایسه دقت ۱٦

۱۱ ارزیابی اریبی روش‌های آزمون ۲۱

۱۲ روش مقایسه حساسیت‌ها ۲۳

پیوست الف ۲٥

پیوست ب ۲۸

پیش گفتار

استاندارد «نساجی – روش استاندارد برای مقایسه روش‌های آزمون» که توسط کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در یکصدو هفتادو نهمین جلسه کمیته ملی استاندارد پوشاک و فرآورده های نساجی و الیاف مورخ ۱۳۸۵/۳/۱۷ تصویب شد، اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی باتحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر بعدی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

درتهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد بین المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

1 – ASTM D 4855 – 97 (2002): Standard Practice for comparing test methods.

نساجی- روش استاندارد برای مقایسه روش های آزمون

۱ هدف

هـدف از تدویـن ایـن استاندارد تعیین روش ارزیابی و مقایسه روش‌های آزمون در شرایط کنترل شده‌ای است که از مواد[1] یکسانی که در فواصل زمانی یکسان آزمون می‌شوند، استفاده می‌کند. ایـــن اسـتانـدارد چگونگی بدست آوردن و مقایسه بـرآوردهای دقت، حساسیت و اریبی را شرح می‌دهد.

۲ دامنه کاربرد

۱-۲ ایـن اسـتاندارد در مـورد گروهـی از مواد به کار می‌رود که به دفعات یک روش آزمـون در مورد آن‌ها انجام شده و دو یا چند روش دیگر که باید با هم مقایسه شوند، نیز در مورد آن‌ها پیدا شده است.

معمولاً سه حالت به صورت زیر وجود دارد:

۱-۱-۲ پیشنهاد دو یا چند روش آزمون جدید برای اندازه گیری خاصیتی که هیچ روشی برای آن وجود ندارد.

۲-۱-۲ پیشنهاد یک روش آزمون جدید برای جایگزینی روش آزمون موجود.

۳-۱-۲ انـتخاب یـک روش آزمـون از مـیان چـند روش آزمـون موجـود وقتی که دامنه کاربردشان هم‌پوشانی دارد.

---

1 - Material

۲-۲ انـتخاب و ترجیح یک روش آزمون نسبت به روش‌های دیگر صرفاً یک انتخاب آماری نیست. بسیاری از جنبه های دیگر از دو روش آزمون وجود دارند که بایستی مورد ملاحظه قـرار بگیرند که ممکن است تأثیری (در قضاوت مهندسی در مورد یک گروه کاری) معادل و حتی بیشتر نسبت به شواهد آماری داشته باشند. برخی از این مشخصات در بند ٦ شرح داده شده است.

۳ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدیـن ترتیـب آن مقـررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چـاپ و/ یـا تجدیدنظـر، اصـلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذا بهـتر اسـت کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامـی زیـر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و/ یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

3-1 ASTM D 123:2002, Terminology relating to textiles

3-2 ASTM D 2905:1997, Practice for statements on number of specimens for textiles

3-3 ASTM D 2906:1997, Practice for statements on precision and bias for textiles

3-4 ASTM E 456:1996, Terminology relating to quality and statistics

۴ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و/ یا واژه‌ها با تعاریف زیر به کار می‌رود:

۴-۱ آزمون سختی(دوام)[1]

آزمایشی که در آن شرایط محیطی یا شرایط آزمون عمداً تغییر داده می‌شود تا اثرات این گونه تغییرات مورد ارزیابی قرار گیرد.

۴-۲ آزمون F

آزمون معنادار آماری که با استفاده از توزیع F و برای مقایسه واریانس‌های دو نمونه یا واریانس یک نمونه و یک مقدار فرضی استفاده می‌شود.

۴-۳ آزمون t

آزمون معنادار آماری که برای مقایسه میانگین‌های دو نمونه یا میانگین یک نمونه و یک مقدار فرضی استفاده می‌شود.

۴-۴ آماره[2]

کمیتی است که از طریق محاسبات انجام شده بر روی مشاهدات بدست آمده، پارامتری را بر اساس نمونه و مربوط به جامعه برآورد می‌کند.

۴-۵ اریبی[3]

خطای سیستماتیک یا خطای ثابت در نتایج آزمون است.

یادآوری- اریبی می‌تواند بین مقدار مرجع قابل قبول و نتیجه آزمونی باشد که از یک روش بدست آمده، می‌تواند بین نتایج آزمون حاصل از دو روش یا بین دو نتیجه آزمون بدست آمده از یک روش باشد، به عنوان مثال بین کاربران یا بین آزمایشگاه‌ها.

---

1 - Ruggedness test
2 - Statistic
3 - Bias

۴-۶ پارامتر

متغیری که یک ویژگی از جامعه یا مدل ریاضی را توصیف می کند.

۴-۷ بازه‌ی اطمینان[1]

برآورد بازه ای از یک پارامتر جامعه است و چنان محاسبه می شود که عبارت "پارامتر جامعه در این بازه قرار دارد" بطور متوسط برای یک نسبت مشخص از ضرایب اعلام شده درست باشد.

۴-۸ حدود اطمینان[2]

دو آماره‌ای که دو انتهای یک بازه‌ی اطمینان را تعیین می‌کند.

۴-۹ حساسیت (حساسیت مطلق)[3]

نتیجه‌ای که برای یک روش آزمون منفرد از تقسیم کردن مقادیر اندازه‌گیری شده یک خاصیت موردنظر در سطوح متفاوت بر انحراف معیار هر اندازه‌گیری، بدست می‌آید.

یادآوری- حساسیت یک روش آزمون را فقط با موادی که اندازه یک خاصیت موردنظر آنها شناخته شده، می‌توان تعیین کرد.

۴-۱۰ خطای نوع اول ، α

رد یک فرضیه آماری وقتی که درست است.

۴-۱۱ خطای نوع دوم ، β

قبول یک فرضیه آماری وقتی که نادرست است.

---

1 - Confidence interval
2 -Confidence limits
3 - Absolute Sensitivity

۴-۱۲ درجات آزادی یک مجموعه

مقادیری که به طور اختیاری می‌توان به مؤلفه‌های مجموعه نسبت داد و نتیجه یکسانی برای یک یا چند آماره که از مجموعه داده‌ها محاسبه شده، بدست آورد.

یادآوری- برای مثال، اگر فقط یک میانگین برای یک مجموعه مشاهدات پنج‌تایی مشخص شده باشد، چهار درجه آزادی وجود خواهد داشت زیرا می‌توان مقادیر دلخواهی برای هر یک از چهار مقدار در نظر گرفت و توسط مقدار پنجم جمع کل و میانگین مجموعه را ثابت نگاه داشت. اگر هم میانگین و هم انحراف معیار مشخص شده باشند، فقط سه درجه آزادی باقی خواهد ماند.

۴-۱۳ درستی[1] یک روش آزمون

میزان نزدیکی بین مقدار واقعی یا مقدار استاندارد پذیرفته شده یک خاصیت تحت آزمون و میانگین نتایج حاصل از تعداد زیادی اندازه‌گیری بر اساس یک روش آزمون که ترجیحاً توسط آزمون کننده‌های مختلف انجام شده است.

یادآوری- کاهش اریبی نسبت به مقدار واقعی با افزایش درستی همراه است. دو روش با اریبی برابر نسبت‌به مقدار واقعی، دارای درستی برابر می‌باشند، حتی اگر یک روش دقیقتر از دیگری باشد. مقدار واقعی، مقدار دقیق خاصیت تحت آزمون مربوط به کل جامعه آماری است که از آن نمونه‌گیری می‌شود.

در صورت معلوم نبودن مقدار واقعی یا عدم امکان تعیین آن و عدم دسترسی به یک مقدار استاندارد قابل قبول، درستی نمی‌تواند تعیین شود. با یک بار مشاهده نمی‌توان در مورد درستی یک روش نتیجه‌گیری معتبری انجام داد.

۴-۱۴ دقت[2]

میزان نزدیکی بین یک دسته از مشاهدات یا نتایج آزمون بدست آمده از یک روش است.

---

1 -Accuracy
2-Precision

۱۵-۴ سطح اطمینان[1]

نسبت دفعاتی که انتظار می‌رود بازه‌ی اطمینان، پارامترجامعه را شامل گردد.

یادآوری- اکثر کارشناسان آمار معتقد هستند که اگر شرایط خاصی وجود نداشته باشد، سطح اطمینان ۰/۹۵ یا ۹۵ درصد واقع گرایانه است. اگر نتیجه برآورد نادرست از بازه‌ی اطمینان، مهم باشد پس می‌توان سطح اطمینان بزرگتری را در نظر گرفت.

اگر نتیجه برآورد نادرست از بازه‌ی اطمینان کوچکتر از حد معمول باشد، پس می‌توان سطح اطمینان کوچکتری را در نظر گرفت.

۱۶-۴ عوامل مداخله گر (تأثیرگذار)[2] در آزمون

تأثیر ناشی از وجود یک جزء یا ویژگی در هنگام اندازه‌گیری جزء یا ویژگی دیگرمی باشد.

۱۷-۴ کمترین اختلاف با اهمیت کاربردی[3] ، δ

کمترین اختلاف بر پایه تحلیل‌های مهندسی که با در نظر گرفتن اختلاف با معنایی که بین دو آماره یا یک آماره و مقدار فرضی وجود دارد، به عنوان اهمیت کاربردی تلقی می‌شود.

۱۸-۴ نسبت حساسیت[4] ، SR

در مقایسه دو روش آزمون، نسبت حساسیت روش‌های آزمون به یکدیگر، به طوری که حساسیت بزرگتر در صورت قرار گیرد. به واژه نسبت حساسیت، حساسیت نسبی[5] هم می‌گویند.

یادآوری- امکان تعیین حساسیت نسبی روش‌های آزمونی که در آن ها از مواد مشابه، بدون معلوم بودن مقدار خاصیت موردنظر آن مواد، استفاده شود وجود دارد.

---

1 - Confidence level
2 - Interference
3 - Least difference of practical importance
4 - Sensitivity ratio
5 - Relative sensitivity

۵ الزامات برای مواد

۵-۱ تعداد و نوع موادی که در یک مقایسه باید مطالعه شود، به‌موارد زیر بستگی دارد:

۵-۱-۱ گستره مقادیر خاصیت تحت آزمون در مواد و چگونگی تغییرات دقت در کل این گستره،

۵-۱-۲ تعداد مواد مختلفی که روش آزمون برای آن‌ها به کار می‌رود،

۵-۱-۳ مشکلات و هزینه ناشی از تهیه، آماده سازی و توزیع نمونه‌ها،

۵-۱-۴ مشکلات ناشی از طول مدت زمان مورد نیاز و هزینه انجام آزمون‌ها، و

۵-۱-۵ عدم قطعیت اطلاعات اولیه در هر یک از موارد بالا. برای مثال، در صورتی که بدانیم دقت نسبتاً ثابت است یا با سطح میانگین کل گستره مقادیر مورد نظر متناسب است، به تعداد کمتری مواد نسبت به حالتی که دقت به طور نامنظم در سطوح مختلف تغییر می‌کند، نیاز خواهد بود.

وجود برنامه تجسمی یا آزمایشی مقدماتی[1] می تواند در پاسخگویی به برخی از این سئوالات کمک کرده و موجب صرفه جویی در کل مدت زمان در نظر گرفته شده برای مطالعات مقایسه و هزینه آن باشد.

۵-۲ به طور کلی توصیه می شود حداقل سه ماده در نظر گرفته شود و برای تدوین بیانیه های دقیق و فراگیر بهتر است مطالعه شامل شش ماده یا بیشتر باشد.

۵-۳ بهتر است ماده ارائه شده در هر سطح برای مطالعه مقایسه تا حد امکان قبل از تقسیم شدن به قسمت ها یا آزمونه هایی که برای آزمون های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند، همگن باشند.

---

1 - Preliminary pilot or screening program

۴-۵ برای هر سطح از ماده بهتر است مقدار کافی از ماده همگن مناسب (نمونه)جهت تقسیم کردن برای هر روش آزمون در دسترس باشد. این قضیه ماده را که بهتر است شامل بیش از ۵۰ درصد اندوخته برای مطالعه مقایسه به منظور امکان استفاده بعدی در وارسی نتایج یا آزمون مجدد روش های آزمون در یک یا چند آزمایشگاه باشد، پشتیبانی می‌کند.

۶ ارزیابی روش‌های آزمون

۱-۶ پیشنهاد یک روش آزمون جدید

به هنگام ارزیابی یک یا چند روش آزمون، طرح کلی زیر را که در یک روش آزمون پیشنهادی مطلوب است، در نظر داشته باشید:

۱-۱-۶ ارتباط بین نتایج آزمون و خاصیت مورد نظر به روشنی مشخص باشد.

۲-۱-۶ وجود یا عدم وجود یک اریبی کوچک در کل گستره‌ی نتایج آزمون.

۳-۱-۶ روش آزمون به منظور برآورده شدن الزامات در کاربرد به اندازه‌ی کافی دقیق باشد.

۴-۱-۶ روش آزمون از حساسیت و سختی قابل قبول برخوردار باشد.

۵-۱-۶ عوامل تأثیرگذار باید شناسایی شده و به منظور جایز شمردن به اندازه کافی کوچک باشد.

۶-۱-۶ هزینه انجام یک مشاهده با زمان‌های کوتاه جهت آموزش برای انجام آزمون، آمادگی برای آزمون و پاکسازی پس از آزمون کم باشد.

۷-۱-۶ روش آزمون ممکن‌است دارای صفات ویژه‌ای باشد که سبب انتخاب آن به‌عنوان روش برتر گردد.

۸-۱-۶ وجود داده هایی که دلالت بر پشتیبانی روش آزمون ازموارد بالا بکند.

۶-۲ پیشنهاد دو یا چند روش آزمون جدید

به‌هنگام ارزیابی دویاچند روش‌آزمون جدید، بهتراست گروه کاری امکان زیر را هم در نظر بگیرد:

۶-۲-۱ یک روش آزمون ممکن است برای یک گستره از مقادیر مناسب باشد و روش آزمون دیگر برای گستره مقادیر بعدی مناسب‌تر باشد.

۶-۲-۲ یک روش آزمون ممکن است بیشتر به عنوان یک روش مرجع مناسب باشد در حالی که دیگری برای انجام آزمون‌های روزمره مناسب باشد.

۶-۳ پیشنهاد یک روش آزمون جدید به جای روش آزمون موجود

به هنگام جستجو برای یک روش آزمون جدید، گروه‌کاری باید خواستار بهبودی در دقت، حساسیت و کوتاهتر شدن مدت زمان گذاری[1] برای رسیدن به نتایج آزمون یا کاهش هزینه ها بدون تأثیر نامناسب در دیگر مشخصات روش آزمون باشند.

۷ معیار حساسیت

۷-۱ در برخی مواقع روش آزمونی که دقیق‌تر است قدرت تشخیص کمتری از لحاظ آشکارسازی تغییرات ایجاد شده در سطح خاصیت مورد نظر دارد. معیار حساسیت، اندازه کمّی از ارزش نسبی دو روش آزمون است که در آن‌ها :

۷-۱-۱ دقت هر روش آزمون با قابلیت آن روش برای اندازه‌گیری اختلاف‌ها در خاصیت موردنظر توأم شده است.

---

1 -Elapse

۲-۱-۷ مقایسه روش‌های آزمونی که نتایج آزمون با یکاهای مختلف اندازه‌گیری گزارش شده است را فراهم می‌کند. به همین دلیل مقایسه حساسیت دو روش ممکن است اهمیت بیشتری نسبت به مقایسه دقت آن‌ها داشته باشد.

۲-۷ بـه هـنگام مقایسه روش‌های آزمون براساس داده‌های جمع‌آوری شده وجود یک طـرح تنظیم شده و ارزیابی شده برای تجزیه وتحلیل داده ها به منظور تصمیم‌گیری صحیح قبل از انجـام آزمـون حائـز اهمیـت اسـت.آزمـون‌های معنادار آماری، به عنوان روش‌هایی برای کمک به تصمیم‌گیری به دلایل زیر پیشنهاد داده می‌شوند:

- آن‌ها عینی[1] هستند.
- نیاز به گزارش واضحی از مسئله دارند.
- استفاده کارآمدتری از داده‌های مشاهده شده، در مقایسه با فنون نظری[2]، می‌سازند. و
- آن‌ها اجازه کنترل احتمال این که دو روش‌آزمون مشابه است در حالی که متفاوت در نظر گرفته شده و احتمال این‌که دو روش‌آزمون متفاوت‌است در حالی‌که مشابه در نظر گرفته‌شده را می‌دهند.

۸ طرح آماری پایه

۱-۸ در خصـوص دقت، حساسیت، درستی، یا اریبی دو روش آزمون که مقایسه می-شوند تصمیم‌گیری کنید.

۲-۸ مقادیـر احـتمال خطـای نوع اول، α، احتمال خطای نوع دوم، β، و کوچکترین اختلاف با اهمیت کاربردی، δ، مورد استفاده برای تعیین تعدادمشاهدات موردنیاز برای هر سطحو روش را مشخص کنید (جدول۱ را ببینید).

---

1 - Objective
2 - Subjective techniques

جدول ۱- شمایی از روش تصمیم گیری

		نتیجه تصمیم گیری	
		روش‌ها معادل هستند	روش‌ها متفاوت هستند
وضعیت واقعی	روش‌ها معادل هستند	تصمیم‌گیری صحیح‌است	α
	روش‌هابرحسب‌واحدهای δ متفاوت هستند	β	تصمیم‌گیری صحیح است

۳-۸ معمولاً α=۰/۰۵ و β=۰/۱۰ اختیار می‌شود. استفاده از خطای α =۰/۰۵ توافق می‌شود بین دو حالت، وقتی که α کوچکتر از ۰/۰۵ است و هزینه آزمایش افزایش می‌یابد و وقتی کـه α بزرگـتر از۰/۰۵ اسـت و ریسـک بیشتری برای بیان این اشتباه که دو روش معادل، مختلف هستند، وجود دارد.

خطـای β=۰/۱۰ ریسـک اشـتباه در کشـف مقـدار واقعـی اخـتلاف دو روش آزمون را زمانی که اختلاف واقعی از مقدار δ بیشتر باشد بسیار کوچک خواهد کرد. چنانچه آزمایشگر معتقد باشد که ریسک‌ها به‌دلیل عواقب ناشی‌از خطا بزرگ‌بوده و بهتراست تجدیدنظر شوند و مقادیر α=۰/۰۵ و β=۰/۱۰منجر به‌هزینه‌های بالای‌ارزیابی می‌گردد، استفاده‌از مشاور آمار ذیصلاح پیشنهاد می‌شود.

۴-۸ آزمـون مناسـب آمـاره را که ممکن است آزمون t یا آزمون F باشد انتخاب کنید. در صورت تردید در انتخاب آزمون آماری درست، کمک آماری مناسب بگیرید.

۵-۸ بـا اسـتفاده از سـطوح از پـیش تعییـن شده برای α، β، δ به عنوان ورودی‌های جـداول ۱ و ۲ و برطـبق راهنمایی‌های انجام شده در بند ۹-۳ اندازه مورد نیاز آزمایش را برآورد نمایید.

۶-۸ آزمایشـی را کـه در آن روش‌هـا مقایسـه می‌شوند در گستره شرایطی که مطلوب هستند، طرح‌ریزی و اجرا نمایید.

۸-۷ داده‌هـا را تحلـیل کـرده و آمـاره آزمـون بـند ۸-٤ را محاسـبه کنید. آماره آزمون محاسـبه شـده را بـا یک مقدار بحرانی بدست آمده از جدول مقادیر t یا مقادیر F مقایسه نمایید. براساس این مقایسه در باره روش‌ها که اختلاف معناداری دارند تصمیم‌گیری کنید.

جدول۲-مقایسه روش ها از نظر دقت - آزمون دو طرفه[1]

اختلاف[2] (برحسب درصد)	S بزرگتر / S کوچکتر	تعداد مشاهدات در هر سلول، r			
		سطح۱ از مواد	سطح۲ از مواد	سطح۳ از مواد	سطح٤ از مواد
۳۰	۱/۳۰	۱۵۵	۷۸	۵۳	٤۰
٤۰	۱/٤۰	۹۵	٤۸	۳۳	۲۵
٦۰	۱/٦۰	۵۰	۲٦	۱۸	۱٤
۸۰	۱/۸۰	۳۳	۱۷	۱۲	۹
۱۰۰	۲/۰۰	۲٤	۱۳	۹	۷
۱۲۰	۲/۲۰	۱۹	۱۰	۷	٦
۱٤۰	۲/٤۰	۱٦	۹	٦	۵
۱٦۰	۲/٦۰	۱٤	۸	٦	۵
۱۸۰	۲/۸۰	۱۲	۷	۵	٤
۲۰۰	۳/۰۰	۱۱	٦	۵	٤
۲۲۵	۳/۲۵	۱۰	٦	٤	٤
۲۵۰	۳/۵۰	۹	۵	٤	۳
۲۷۵	۳/۷۵	۸	۵	٤	۳
۳۰۰	٤/۰۰	۸	۵	٤	۳

یادآوری- برای کسب آگاهی در خصوص داده های این جدول به پیوست الف مراجعه شود.

زیرنویس۱- α =۰/۰ ۵ ،β =۰/۱۰

زیـرنویس۲- بهـتر اسـت آزمایش کمینه شامل حداقل تعداد مشاهدات نشان داده شده برای اختلاف ۱۰۰٪ باشـد. اخـتلاف هـای ۱۲۰٪ یـا بیشـتر به تعداد اندکی از مشاهدات نیاز دارند و این امرباعث می گردد که بـرآوردهای داخلی دقت بسیار متغیر باشند. تعداد مشاهدات در هر سلول برای اختلافات ۱۲۰٪ یا بیشتر تنها بـرای توضیح این مطلب نشان داده می شوند که چنانچه تعداد دفعات آزمون از مقدار توصیه شده فوق کمتر درنظـر گرفـته شـود، اخـتلاف بزرگی وجود دارد که ممکن است از آن چشم پوشی گردد. برای مثال هنگام مقایسه چهار سطح از مواد ، آزمونی که احتمالاً یک اختلاف ۱۰۰٪ در اندازه واریانس های جامعه را آشکار می کند نیاز به تعداد۷ مشاهده برای هرماده با مقادیر تعیین شده α و β خواهد داشت.

جدول۳- مقایسه روش ها از نظر سطح میانگین – آزمون دو طرفه[1]

E[2]	تعداد مشاهدات درهرسلول، r
۰/۵	۸٦
۰/٦	٦۰
۰/۷	٤٤
۰/۸	۳٤
۰/۹	۲۷
۱/۰	۲۳
۱/۱	۱۹
۱/۲	۱٦
۱/۳	۱٤
۱/٤	۱۲
۱/۵	۱۱
۱/٦	۱۰
۱/۷	۹
۱/۸	۸
۱/۹	۷
۲/۰	۷

یادآوری- برای کسب آگاهی در خصوص داده های این جدول به پیوست ب مراجعه شود.

زیرنویس ۱- ۰/۰ ۵ α=، ۰/۱۰ β=

زیرنویس ۲- E با استفاده از معادله۱ محاسبه می گردد.

۹ روش تجربی

۹-۱ روش تجربی پایه به گونه‌ای طراحی می‌شود که انعطاف‌پذیری کافی جهت مقایسه روش‌ها بر اساس دقت، حساسیت، درستی و اریبی را دارا باشد.

۹-۲ طرح اولیه روش پایه چنان که در جدول٤ نشان داده شده است نیاز به تعداد مشاهدات آزمون r حاصل از هر روش در دو سطح از ماده دارد.

۹-۲-۱ این روش تجربی به سری‌هایی از آزمونه‌ها برای سطح پایین خاصیت و سری-هایی از آزمونه ها برای سطح بالای خاصیت نیاز دارد به‌طوری که در صورت امکان تمامی گستره مورد توجه برای خاصیت مورد نظر را شامل گردد.[1]

جدول۴-طرح اولیه برای روش تجربی پایه

	روش ۱	روش ۲
سطح ۱	$X_{111}, X_{112}, \ldots, X_{11r}$	$X_{121}, X_{122}, \ldots, X_{12r}$
سطح ۲	$X_{211}, X_{212}, \ldots, X_{21r}$	$X_{221}, X_{222}, \ldots, X_{22r}$
یادآوری- X_{ijr} **نشان دهنده نتیجه آزمون** r**ام در سطح** i **با استفاده از روش** j **می باشد.**		

۹-۲-۲ آزمونه‌ها را در طول یک دوره زمانی سه تا چهار هفته‌ای و یا تا زمانی که تعداد مشاهده آزمون r برای هر سطح حاصل گردد مورد آزمون قرار دهید.

۹-۳ اندازه روش پایه را با توجه به موارد زیر تعیین کنید

۹-۳-۱: انتخاب کوچکترین اختلاف در تغییرپذیری که از نقطه نظر اهمیت کاربردی قابل تشخیص است.

۱- تا تهیه و تدوین استاندارد ملی ایران مربوط، باید جهت کسب آگاهی های لازم در باره تعداد آزمونه های لازم در نساجی به استاندارد ASTM :D 2905 مراجعه شود.

۹-۳-۲ بیان این اختلاف به صورت افزایش درصدی در میزان تغییرپذیری روش با تغییرپذیری بیشتر نسبت به روش با تغییرپذیری کمتر. برای مثال، انتخاب کمینه اختلاف کاربردی ٦٠ درصد به این مفهوم است که فقط علاقمند به شناسایی یک میزان تغییرپذیری در روشی که اندازه تغییرپذیریش نسبت به روش دیگر٦٠ درصد یا بیشتر است، هستیم.

۹-۳-۳ انتخاب کوچکترین اختلاف در میانگین خاصیت تحت آزمون که از نقطه نظر اهمیت کاربردی قابل شناسایی است.

۹-۳-۳-۱ این اختلاف را با معادله۱ بیان کنید.

$$E = \frac{\delta}{S_P} \qquad (۱)$$

که در آن:

δ = کوچکترین اختلاف با اهمیت کاربردی که برحسب واحدهای اندازه‌گیری بیان می شود،

S_P = بهترین برآورد قابل دسترس انحراف معیار میانگین در مشاهدات منفرد مربوط به هر یک از دو روش آزمون، و

E = کوچکترین اختلاف با اهمیت کاربردی که به عنوان ضریبی از انحراف معیار، است.

۹-۳-۴ برآورد، r، تعداد مشاهدات مورد نیاز برای هر ترکیب از روش‌ها و سطوح با استفاده از جداول۲ و ۳.

۹-۳-۵ استفاده از بزرگترین مقدار برآورد r بدست آمده در بند۹-۳-٤، به عنوان تعداد مشاهدات برای هر ترکیب از روش‌ها و سطوح برای مواد.

۱۰ روش مقایسه دقت

۱-۱۰ بـه هـنگام مقایسه دقت دو روش آزمون[1]، روش تجربی را با توجه به توضیحات بند ۹ طرح‌ریزی کنید.

۲-۱۰ بـا اسـتفـاده از معـادلات ۲ و ۳، میانگیـن، $\overline{X}_{ij}$، و انحراف معیـار، S_{ij}، را برای هرسطح و هر روش آزمون شده محاسبه کنید.

$$\overline{X}_{ij} = \frac{\sum X_{ij}}{r_{ij}} \qquad (۲)$$

$$S_{ij} = \sqrt{\frac{r_{ij}\left(\sum {X_{ij}}^2\right) - \left(\sum X_{ij}\right)^2}{r_{ij}\left(r_{ij}-1\right)}} \qquad (۳)$$

که در آن‌ها:

X_{ij} = نتایج حاصل در سطح iام با استفاده از روش jام،

r_{ij} = تعداد نتایج آزمون برای هر سطح، روش سلول،

$\overline{X}_{ij}$ = میانگین نتایج حاصل در سطح iام با استفاده از روش jام، و

S_{ij} = انحراف معیار نتایج حاصل در سطح iام با استفاده از روش jام، است.

۳-۱۰ داده‌های حاصل را بر طبق قالب جدول ۵ مرتب کنید.

جدول ۵- نحوه چیدمان جدولی برای تحلیل داده‌ها

	روش۱			روش۲		
	d_f	S_P	$\overline{X}$	d_f	S_P	$\overline{X}$
سطح ۱	$r-1$	S_{P11}	$\overline{X}_{11}$	$r-1$	S_{P11}	$\overline{X}_{11}$
سطح ۲	$r-1$	S_{P21}	$\overline{X}_{21}$	$r-1$	S_{P21}	$\overline{X}_{21}$

یادآوری- $\overline{X}_{ij}$ نشان‌دهنده میانگین برای سطح iام با استفاده از روش j، S_{ij} نشان دهنده انحراف معیار برای سطح iام با استفاده از روش j و $(r-1)$ نشان‌دهنده درجات‌آزادی اختصاص داده‌شده به‌انحراف معیاراست.

۱- تا تهیه و تدوین استاندارد ملی ایران مربوط، باید جهت کسب آگاهی های لازم در باره دقت و اریبی در نساجی به استاندارد ASTM :D 2906 مراجعه شود.

۱۰-۴ انحـراف معـیار یـا درصـد ضـریب تغییرات را با میزان مناسبی از دقت به منظور مقایسه آن‌ها برای هر روش تعیین کنید.

۱۰-۴-۱ بـا اسـتفاده از معادلـه ٤ آماره F را به عنوان نسبت واریانس‌ها برای هر سطح در هر روش آزمون، محاسبه کنید.

$$F=\frac{\left(S_{Aj}\right)^2}{\left(S_{Bj}\right)^2} \qquad (٤)$$

که در آن:

$\left(S_{Aj}\right)^2$ = بزرگترین مقدار واریانس از دو واریانس موجود در روش j ام،

$\left(S_{Bj}\right)^2$ = کوچکترین مقدار واریانس از دو واریانس موجود در روش j ام، و

F_j = آماره ی F محاسبه شده برای روش j ام، است.

۱۰-۴-۲ معنادار بودن هر یک از آماره‌های F محاسبه شده را از طریق مقایسه آن‌ها با یک مقـدار بحرانـی انتخابـی از جـدول توزیـع F بـا توجه به مقدار اختصاص داده شده به α و تعداد درجـات آزادی مناسـب، تعییـن کنـید. درجات آزادی، تعداد نتایج آزمون استفاده شده در محاسبه واریانس منهای یک است. $\left(\left|r_{Aj}-1\right| \text{و} \left|r_{Bj}-1\right|\right)$

۱۰-۴-۳ اگـر آمـاره F برای هیچ آزمونی بزرگتر از مقدار بحرانی متناظر حاصل از جدول نباشـد، آنگـاه بـا توجـه به توضیحات بند ۱۰-۵ برای هر روش آزمون می‌توان از واریانس ادغام شده برای مقایسه دقت آن‌ها استفاده کرد.

۱۰-۴-۴ چـنانچه یـک یا هر دو آماره ی F محاسبه شده در بند ۱۰-٤-۱ بزرگتر از مقدار بحرانـی متـناظر آن‌ها در جدول باشد، آنگاه تعیین ضریب تغییرات به عنوان معیار قابل قبول برای مقایسـه روش‌هـای آزمـون ضـروری است. نخست ضریب تغییرات برای هر سطح و هر روش با استفاده از معادله ۵ محاسبه و تعیین می‌شود.

$$CV_{ij} = 100\frac{S_{ij}}{\overline{X}_{ij}} \qquad (۵)$$

که در آن:

CV_{ij} = ضریب تغییرات بدست آمده برای سطح iام با استفاده از روش j ام،

S_{ij} = انحراف معیار نتایج بدست آمده برای سطح iام با استفاده از روش j ام،

$\overline{X}_{ij}$ = میانگین نتایج آزمون برای سطح iام با استفاده از روش j ام، است.

هیچ آماره دقیقی برای مقایسه ضریب تغییرات در دسترس نیست ولی آزمونی بر اساس نسبت F، با توجه به اعتبار تقریبی آن، مفید است. نسبت F طبق معادله ٦ محاسبه می‌شود:

$$F_j = \frac{\left(CV_{Aj}\right)^2}{\left(CV_{Bj}\right)^2} \qquad (٦)$$

که در آن:

CV_{Aj} = بزرگترین مقدار از دو ضریب تغییرات موجود برای روش j ام، و

CV_{Bj} = کوچکترین مقدار از دو ضریب تغییرات موجود برای روش j ام، است.

اکـنون آماره‌های F محاسبه شده با مقادیر بحرانی مورد بحث در بند ۱۰-٤-۲ مقایسه می‌شوند و اگـر هـیچ یک از مقادیر محاسبه شده بزرگتر از مقادیر بحرانی متناظرشان نباشند، آنگاه می توان از ضریب تغییرات ادغام شده به منظور مقایسه دقت آن‌ها، با توجه به توضیحات بند ۱۰-۵ ، استفاده نمود.

۱۰-۴-۵ اگر هیچ کدام از دو مورد، انحراف معیار و یا ضریب تغییرات، قادر به ارائه دقت روش های آزمون به طور معتبر نباشند آنگاه باید از یک کارشناس آمار کمک بگیرید.

۱۰-۵ از طریق مقایسه نسبت F محاسبه شده با یک مقدار بحرانی مندرج در جدول، طبق بند ۱۰-٤-۲ ، تعیین کنید که آیا دقت دو روش آزمون اختلاف معناداری دارند یا خیر؟

۱۰-۵-۱ وقتی که اندازه‌ی معتبری از دقت به عنوان انحراف معیار تعیین شده باشد، نسبت F را با استفاده از معادله‌ی ۷ محاسبه کنید.

$$F = \frac{(S_{PA})^2}{(S_{PB})^2} \qquad (۷)$$

که در آن:

$(S_{PA})^2$= بزرگترین مقدار از واریانس‌های ادغام شده، و

$(S_{PB})^2$= کوچکترین مقدار از واریانس‌های ادغام شده، است.

۱۰-۵-۱-۱ واریانس‌های ادغام شده با استفاده از معادله ۸ محاسبه می‌شوند:

$$(S_{Pj})^2 = \frac{(r_{1j})^2(S_{1j})^2 + (r_{2j})^2(S_{2j})^2}{r_{1j} + r_{2j}} \qquad (۸)$$

که در آن:

r_{1j}= تعداد نتایج آزمون در سطح ۱ برای روش jام،

r_{2j}= تعداد نتایج آزمون در سطح۲ برای روش jام،

S_{1j}= انحراف معیار نتایج آزمون در سطح۱ برای روش jام، و

S_{2j}= انحراف معیار نتایج آزمون در سطح۲ برای روش jام، است.

۱۰-۵-۲ وقتی که اندازه ی معتبری از دقت به عنوان ضریب تغییرات تعیین شده باشد، نسبت Fرا با استفاده از معادله ۹ محاسبه کنید.

$$F = \frac{(CV_{PA})^2}{(CV_{PB})^2} \qquad (۹)$$

که در آن:

CV_{PA} = بزرگترین مقدار از ضرایب تغییرات ادغام شده، و

CV_{PB} = کوچکترین مقدار از ضرایب تغییرات ادغام شده، است.

۱۰-۵-۲-۱ ضرایب تغییرات ادغام شده با استفاده از معادله ۱۰ محاسبه می‌شود:

$$CV_{Pj} = \left(\frac{r_{1j}(CV_{1j})^2 + r_{2j}(CV_{2j})^2}{r_{1j} + r_{2j}} \right)^{1/2} \qquad (۱۰)$$

که در آن:

r_{1j} = تعداد نتایج آزمون در سطح۱ برای روش jام،

r_{2j} = تعداد نتایج آزمون در سطح۲ برای روش jام،

CV_{1j} = ضرایب تغییرات در سطح۱ برای روش jام، و

CV_{2j} = ضرایب تغییرات در سطح۲ برای روش jام، است.

۱۰-۵-۳ اگر نسبت F برای اندازه معتبر دقت بزرگتر از مقدار بحرانی باشد، نتیجه‌گیری کنید که دقت‌های دو روش اختلاف معناداری دارند.

۱۰-۶ ماده (مواد) مورد آزمون و شرایط آزمون مربوط را بیان کنید.

۱۰-۶-۱ یک برآورد دقت فقط برای ماده (مواد) و شرایط خاص بررسی شده آن کاربرد دارد.

۱۱ ارزیابی اریبی روش‌های آزمون

۱-۱۱ اریبـی یـک روش آزمون را نمی‌توان به تنهایی مورد ارزیابی قرار داد مگر آن که مواد با مقادیر معلوم از خاصیت موردنظر در دسترس باشند. به‌هنگام مقایسه‌اریبی دو روش‌آزمون، روش تجربی را با توجه به توضیحات بند ۸ طراحی و موارد زیر را اجرا کنید:

۲-۱۱ میانگین و انحراف معیار هر سطح از هر روش آزمون را با استفاده از معادلات۲و ۳ محاسبه کنید.

۳-۱۱ از آزمون توزیع t به‌منظور تعیین اریبی دو روش نسبت‌به هم در (صورت وجود) در هر یک از دو سطح استفاده کنید. مقدار t را با استفاده از معادلات ۱۲و۱۳ محاسبه کنید.

$$t_i = \frac{\left|\overline{X}_{i1} - \overline{X}_{i2}\right|}{S_{diff}} \qquad (۱۱)$$

$$S^2{}_{diff} = \frac{\left[(K_{i1}-1)S^2{}_{i1} + (K_{i2}-1)S^2{}_{i2}\right]}{K_{i1}+K_{i2}-2} \cdot \frac{K_{i1}+K_{i2}}{K_{i1}K_{i2}} \qquad (۱۲)$$

که درآن ها:

t_i = آزمون t برای سطح iام با $(K_{i1}+K_{i2}-2)$ درجه آزادی،

$\overline{X}_{i1}$ = میانگین سطح iام در روش آزمون ۱،

$\overline{X}_{i2}$ = میانگین سطح iام در روش آزمون ۲،

K_{i1} = تعداد تعیین شده در سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون ۱،

K_{i2} = تعداد تعیین شده در سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون ۲،

$S^2{}_{i1}$ = واریانس برای سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون۱،

$S^2{}_{i2}$ = واریانس برای سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون۲، و

$S^2{}_{diff}$ = خطای استاندارد برای اختلاف دو میانگین، است.

۱-۳-۱۱ در صورتی که $K = K_{i1} = K_{i2}$ باشد معادله ۱۲ به صورت زیر ساده خواهد شد.

$$S^2{}_{diff} = \frac{\left(S^2{}_{i1} + S^2{}_{i2}\right)}{K} \qquad (۱۳)$$

۴-۱۱ معناداری اریبی را از طریق مقایسه مقادیر t_i محاسبه شده، با مقادیر بحرانی بدست آمده از جدول توزیع t برای آزمون های دو طرفه با درجه آزادی $\left(K_{i1} + K_{i2} - 2\right)$ و سطح احتمال مورد نظر تعیین کنید. اگر شواهدی مبنی بر اختلاف بامعنا بین واریانس ها وجود داشته باشد، از یک مقدار بحرانی t با نصف درجه آزادی حالت قبل استفاده کنید.

۵-۱۱ اگر در هر یک از دو روش شواهدی مبنی بر اریبی معنادار در یک سطح یا بیشتر وجود داشته باشد، با استفاده از معادلات ۱٤و۱۵ تعیین کنید که آیا اریبی در سطح پایین تر، اختلاف معناداری نسبت به اریبی در سطح بالاتر دارد یا خیر؟

$$t = \frac{\left|\left(\overline{X}_{11} - \overline{X}_{12}\right) - \left(\overline{X}_{21} - \overline{X}_{22}\right)\right|}{S_{diff}} \qquad (۱٤)$$

$$S^2{}_{diff} = \frac{\left[(K_{11}-1)S^2{}_{11} + (K_{12}-1)S^2{}_{12}\right]}{(K_{11}+K_{12}-2)} \cdot \frac{K_{11}+K_{12}}{K_{11}+K_{12}} + \frac{\left[(K_{21}-1)S^2{}_{21} + (K_{22}-1)S^2{}_{22}\right]}{K_{21}+K_{22}-2} \cdot \frac{K_{21}+K_{22}}{K_{21}K_{22}} \qquad (۱۵)$$

که در آن ها:

t = آزمون t با درجه های آزادی $\left(K_{11} + K_{12} + K_{21} = K_{22} - 4\right)$،

$\overline{X}_{ij}$ = میانگین سطح iام در روش آزمون jام،

K_{ij} = مقدار تعیین شده در سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون jام،

$S^2{}_{11}$ = واریانس برای سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون۱،

$S^2{}_{12}$ = واریانس برای سطح iام به هنگام استفاده از روش آزمون۲، و

S_{diff} = خطای استاندارد برای اختلاف بین دو مورد اختلاف، بین میانگین‌ها در سطوح ۱ و ۲ به‌هنگام استفاده از روش آزمون اول، و اختلاف بین میانگین‌ها در سطوح ۱و۲ به هنگام استفاده از روش آزمون دوم، است.

۱۱-۵-۱ در صورتی که $K = K_{11} = K_{12} = K_{21} = K_{22}$ باشد فرمول ۱۵ به صورت زیر ساده خواهد شد.

$$S^2{}_{diff} = \frac{\left(S^2{}_{11} + S^2{}_{12} + S^2{}_{21} + S^2{}_{22}\right)}{K} \qquad (۱۶)$$

۱۱-۶ معنادار بودن اختلاف مشاهده شده بین اریبی روش‌های آزمون در سطح ۱ و اریبی میان آن‌ها در سطح۲ را از طریق مقایسه مقدار محاسبه شده‌ی t با مقدار بحرانی حاصل از جدول توزیع t برای آزمون‌های دوطرفه با درجات آزادی $K_{11} + K_{12} + K_{21} + K_{22} - 4$ و سطح احتمال مورد نظر تعیین کنید. اگر شواهدی مبنی بر اختلاف بامعنا بین واریانس‌ها وجود داشته باشد، از یک مقدار بحرانی t با نصف درجه آزادی حالت قبل استفاده کنید.

۱۱-۶-۱ اگر مقدار محاسبه شده t معنادار باشد، می توان نتیجه گرفت که دو روش آزمون نسبت به یکدیگر دارای اریبی می‌باشند اما مقدار اریبی بستگی به سطح خاصیت موردنظر دارد و بنابراین نیاز به بررسی بیشتر خواهد داشت.

۱۲ روش مقایسه حساسیت‌ها

۱۲-۱ به هنگام مقایسه حساسیت دو روش آزمون، روش تجربی با توجه به توضیحات بند ۹ طراحی کنید.

۱۲-۲ حساسیت هر روش را با استفاده از معادلات ۱۷و۱۸ محاسبه کنید.

$$S_1 = \frac{\overline{X}_{21} - \overline{X}_{11}}{(S_{11} + S_{21})/2} \qquad (۱۷)$$

$$S_2 = \frac{\overline{X}_{22} - \overline{X}_{12}}{(S_{12} + S_{22})/2} \qquad (۱۸)$$

که در آن ها:

S_1 = حساسیت روش۱،و

S_2 = حساسیت روش۲، است.

۱۲-۳ نسبت حساسیت، *SR*، را با استفاده از معادله۱۹ محاسبه کنید.

$$\text{SR} = \frac{\text{حساسیت بزرگتر}}{\text{حساسیت کوچکتر}} \qquad (۱۹)$$

۱۲-۳-۱ نسبت حساسیت به دقت هر روش و قابلیت آن روش به منظور تمایز بین تغییرات خاصیت مورد نظر، بستگی دارد.

۱۲-۴ با استفاده از معادله۲۰ تعیین کنید که آیا نسبت حساسیت، *SR*، به طور معناداری بزرگتر از یک است یا خیر؟

$$\frac{SR}{\sqrt{F}} \rangle 1 \qquad (۲۰)$$

که در آن:

F = مقدار بحرانی(با علامت‌اختصاری .*C.V*) مندرج در جدول برای‌آزمون دو طرفه و $\alpha = ۰/۰۵$ درجات آزادی $m(r-1)$ و $m(r-1)$، که m شماره سطوح است. اگر مقادیر F مندرج در جدول فقط برای آزمون یک طرفه ارائه شده باشد، آنگاه از مقدار$\alpha = ۰/۱۰$ از جدول و درجات آزادی مناسب استفاده کنید.

۱۲-۴-۱ اگر نسبت حساسیت، *SR*، بزرگتر از ۱ باشد، آنگاه روش‌ها از نظر حساسیت اختلاف با معنایی دارند.

۱۳ گزارش

بهتر است در گزارش خواص زیر را که مورد آزمون قرار گرفته‌اند گزارش شود:

۱۳-۱ دقت هر روش و اختلاف معنادار بین آن‌ها.

۱۳-۲ میانگین ها و انحراف معیارهای هر سطح برای هر روش.

۱۳-۳ نسبت حساسیت و معنادار بودن یا معنادار نبودن آن.

۱۳-۴ اریبی هر روش و اختلاف معنادار بین آن‌ها.

۱۳-۵ ثابت بودن یا نسبی بودن اریبی در دو سطح.

پیوست الف

اساس جدول ۲

(اطلاعاتی)

الف. ۱ داده‌های جدول۲ بر اساس رابطه نشان داده شده در معادله ۲۱ می‌باشد.

$$\Phi(\alpha/2, \beta ff) = F_{\alpha/2}(ff) \times F_{\beta}(ff) \qquad (۲۱)$$

که در آن:

F = مقادیر بحرانی توزیع F برای نسبت واریانس در سطح با اهمیت اشاره‌شده و درجات آزادی،

$\alpha/2$= احتمال خطای نوع اول به هنگام اجرای یک آزمون دوطرفه،

β = احتمال خطای نوع دوم، و

f = درجات آزادی برای هر یک از دو واریانس با $f = f_1 = f_2$، است.

یادآوری- جدول ۲ برای استفاده از آزمون‌های آماری دوطرفه در نظر گرفته شده است، یعنی آزمون‌هایی که در آن انتخاب واریانس بزرگتر، بعد از دسترسی به داده‌ها صورت می‌گیرد، به این دلیل از $\alpha/2$ در معادله ۲۱ استفاده شده است. در صورتی که این جدول برای یک آزمون یک طرفه در نظر گرفته شود، α به‌جای $\alpha/2$ در معادله ۲۱ می‌تواند جایگزین گردد. در آزمون‌های آماری یک طرفه برای نسبت واریانس، تصمیم‌گیری برای انتخاب مجموعه‌ای از داده‌ها که واریانس بزرگتری دارند باید قبل از دسترسی به داده‌ها صورت پذیرد.

الف.۲ بـه دلـیل وجـود درجات آزادی، معادله ۲۱ مستقیماً نمی‌تواند حل شود. داده‌های ورودی جـدول ۲ بـا استفاده از یک برنامه کامپیوتری به زبان پایه[1]، محاسبه می‌شوند که به ترتیب زیر عمل می‌کند.

الف.۲.۱ مقدار بحرانی برای نسبت واریانس

مقدار بحرانی نسبت واریانس با استفاده از معادله ۲۲ محاسبه می‌شود.

$$CR = \left[1 + \left(P/100\right)\right]^2 \qquad (۲۲)$$

که در آن:

CR = مقدار بحرانی نسبت واریانس، و

P = درصد اختلاف مشخص شده در اندازه دو انحراف معیار، است.

الف.۲.۲ برآوردهای داخلی

جدولـــی مشـــابه جـــدول H[2] بـــا اســـتفاده از معادـــله ۲۱ و درجـــات آزادی ۲،۳،٤، ۱٦۰،۱٤۰،۱۲۰،۱۰۰،۸۰،٦۰،٤۰،۳۰،۲٤،۲۰،۱۵،۱۲،۱۰،۹،۸،۷،٦،۵ و مقادیـر اختصاصـی ϕ تشـکیل مـی‌شـود. منحنـی‌ها محاسبه شده و برای برآورد درجات آزادی، در آغاز با یک مقدار ϕ مشخص وارد بـرنامه مـی‌شـوند. بـا اسـتفاده از ایـن منحنـی‌ها، برآوردی از درجات آزادی وابسته به مقدار بحرانی نسبت واریانس، CR، محاسبه می‌شود.

---

1 - Basic

2 - Davies, O.L, The Design and Analysis of Industrial Experiments, Hafner publishing Company, 1954, Table H, p 614 and pp. 609-610.

الف.۳.۲ محاسبات پایانی

در آغـاز مقـدار ϕ بـا استفاده از درجـات آزادی برآورد شده و معادله ۲۱ محاسبه می‌شود و برای تعـداد درجـات آزادی بزرگـتر بعـدی تـا مقـدار ϕ بدست آمده معادل یا کمتر از نسبت واریانس بحرانـی، CR، شـود، محاسـبه ادامه می‌یابد. تعداد مشاهدات در هر سلول برای یک سطح از ماده یکی بیشتر از تعداد درجات آزادی است که در آن ϕ برابر یا کمتر از CR است.

الف.۴.۲ مشاهدات در هر سلول

مشـاهدات در هـر سـلول (جـدول۲ را ببینید) برای ۲ سطح از ماده یا بیشتر بر اساس این حقیقت اسـت که اگر دو یا تعداد بیشتری از ماده با هر روش آزمون به منظور ایجاد یک برآورد ادغام شده از تغیـیرپذیری بـرای هـر روش آزمون، آزمون شوند، یک درجه آزادی برای هر سطح از ماده کم شده بعد از آن به اولی اضافه می‌شود. در معادله ۲۳ این نتیجه آمده است.

$$r = (nj + j - 1)/j \qquad (۲۳)$$

که در آن:

r = تعداد مشاهدات در هر سطح (به سمت عدد درست بزرگتر گرد می‌شود)،

nj = تعداد مشاهدات لازم برای یک سطح منفرد، و

j = تعداد سطوح، است.

بـرای مـثال، اگـر به هنگام استفاده از ۱ سطح از ماده، ۹۵ مشاهده برای هر روش آزمون مورد نیاز باشد، آنگاه تعداد مشاهدات لازم برای ۳ سطح از ماده بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r = (95 + 3 - 1)/3 = 97/3 = 32.3333 \cong 33$$

پیوست ب

اساس جدول ۳

(اطلاعاتی)

ب.۱ جدول ۳ از جدول $E-1$ [1] استخراج شده است.

ب.۲ این جدول را می‌توان با استفاده از معادله ۲٤ تخمین زد.

$$r = 2\left[\left(z_{\alpha/2} + z_{\beta/2}\right)/D\right]^2 \qquad (۲٤)$$

که در آن:

r = تعداد مشاهدات در هر یک از میانگین‌های نمونه،

$z_{\alpha/2}$ = انحراف معیار نرمال برای $\alpha/2$ ، وقتی که α احتمال خطای نوع اول به هنگام اجرای یک آزمون دوطرفه است،

z_{β} = انحراف معیار نرمال برای β، احتمال خطای نوع دوم،

D یا δ/σ = کوچکترین اختلاف با اهمیت برای کشف کردن (δ) تقسیم بر انحراف معیار جمعیت (σ)، و

عدد 2 = ثابتی که مشخص می‌کند بین دو مقدار میانگین که هر کدام برآورد شده‌اند، اختلافی محاسبه شده است.

1-Davies, O.L, The Design and Analysis of Industrial Experiments, Hafner publishing Company, 1954, Table H, p 614 and pp. 609-610.

ب۱,۲ معادلـه ۲٤ براسـاس مقادیر $\alpha = 0.05$ ، $\beta = 0.10$، $z_{\alpha/2} = z_{0.025} = 1.960$ و $z_{\beta} = z_{0.10} = 1.282$ به صورت زیر ساده می‌شود.

$$r = 2(3.605/D)^2 \qquad (۲۵)$$

ب۲,۲. بـا اسـتفاده از معادله ۲۵، مقادیر r کمی کوچکتر از مقادیر ارائه شده درجدول ۳ بدست می آید (جدول٦ را ببینید).

جدول ۶ – مقایسه مقدار r بدست آمده از معادله ۲۵ و جدول ۳

D	مقدار r حاصل ازمعادله ۲۵	مقدار r در جدول ۳
۰/۵	۸۵	۸٦
۱/۰	۲۲	۲۳
۱/۵	۱۰	۱۱
۲/۰	٦	۷

ICS:59.080.01