

Comparison of atomic force microscopy with some common methods in measuring surface roughness Abstract



Standardization, Quality tests, and Cleansing Methods to Reuse Face Masks Used in Coronavirus and Respiratory Diseases Outbreaks



Common diseases of farmed shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and laboratory diagnostic methods



Genetic studies in ancient excavations (geoarchaeology)



Prediction of UCs Sterength of Limestone Using Neural Network and ANFIS (Case Study)



Determination of the Uncertainty Sources of Vicat Softening Temperature for Thermoplastic Material

نویسنده

سید هلال حسینی قادری^{۱*}

*helalghaderi@yahoo.com



ارزیابی منابع عدم قطعیت در تعیین دمای نرمی ویکات پلاستیک‌های گرمانرم

چکیده

عدم قطعیت اندازه‌گیری به‌عنوان اعتبارسنجی روش اندازه‌گیری ضروری است. در تعیین دمای نرمی ویکات، منابع عدم قطعیت مختلفی حین انجام آزمون از جمله تجهیزات دستگاه اندازه‌گیری و مراحل انجام آزمون روی اعتبار نتایج آزمون اثرگذار هستند. عوامل بسیاری صحت و قابلیت اعتماد بودن آزمون‌ها و یا کالیبراسیون‌های انجام گرفته دستگاه را تعیین می‌کنند. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی درستی و اطمینان از اعتبار نتایج تعیین دمای نرمی ویکات، منابع عدم قطعیت آزمون و دستگاه مورد مطالعه قرار گرفت. دستگاه‌وری شامل تجهیزات گرمادهی، سوزن فرو رونده، وسیله اندازه‌گیری دما، وزنه‌ها و نیروی اعمالی و وسیله اندازه‌گیری نفوذ با تجهیزات مرجع مورد مطالعه دوره قرار گرفت و عدم قطعیت اجزاء به همراه عدم قطعیت حاصل از تکرارپذیری محاسبه شد. بیشترین میزان سهم عدم قطعیت مربوط به تکرارپذیری با مقدار ۹۸/۹۸۹ درصد و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به وزنه و گیج اندازه‌گیری نفوذ با مقدار ۰/۰۰۲۸ درصد، ۰/۰۰۶ درصد بدست آمد.

مقدار عدم قطعیت بسط یافته در سطح اطمینان ۹۵ درصد با ضریب پوشش $K=2$ ، مقدار ۰/۸۴۴ محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی عدم قطعیت، دمای نرمی ویکات، تکرارپذیری، تجهیزات گرمادهی، سوزن فرو رونده.

هدف از اندازه‌گیری، گماردن بزرگی به اندازه‌ده، تعیین کمی اندازه‌گیری بوده و گماردن بزرگی شامل بهترین تخمین از مقدار اندازه‌ده است. برای گزارش نتیجه اندازه‌گیری، یک مقدار مورد تایید وجود ندارد بلکه بی‌نهایت مقدار درون بازه‌ای پخش شده‌اند. اندازه‌گیری پارامتری به صورت مطلق بی‌معنی است، مگر در حالتی که به صورت گستره‌ای از اندازه‌گیری در بازه‌ای مشخص گزارش شود. به همین منظور در اندازه‌گیری‌ها نتایج به همراه عدم قطعیت گزارش می‌شود.

بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری کاملاً بامعنی بوده و همه فرآیند اندازه‌گیری که شامل منابع عدم قطعیت از جمله کالیبراسیون تجهیزات، مهارت اپراتور، ارزیابی نمونه و عوامل محیطی است را آشکار می‌سازد [۱]. در تعیین دمای نرمی ویکات، دمایی که در آن دما، سوزن فرو رونده با نوک تخت استاندارد به اندازه یک میلی‌متر در سطح آزمون پلاستیکی فرو می‌رود، تعیین می‌شود. طی انجام آزمون، هنگامی که نمونه با یک نرخ معین و یکنواخت گرم می‌شود، سوزن فرو رونده یک نیروی مشخص عمود بر آزمون را اعمال می‌کند. دمای نرمی ویکات آزمون برحسب درجه سلسیوس است که در نزدیک‌ترین جای ممکن به محل نفوذ یک میلی‌متری سوزن به داخل آزمون اندازه‌گیری می‌شود [۲ و ۳].

عدم قطعیت اندازه‌گیری به‌عنوان اعتبارسنجی روش اندازه‌گیری ضروری است. در تعیین دمای نرمی ویکات منابع عدم قطعیت مختلفی حین انجام آزمون از جمله تجهیزات دستگاه اندازه‌گیری و مراحل انجام آزمون روی اعتبار نتایج آزمون اثرگذار هستند.

عوامل بسیاری صحت و قابلیت اعتماد آزمون‌ها و یا کالیبراسیون‌های انجام گرفته دستگاه را تعیین می‌کنند. این عوامل شامل موارد زیر است [۴]:

- عوامل انسانی؛
- جایگاه و شرایط محیطی؛
- روش‌های آزمون و کالیبراسیون و صحت‌گذاری روش‌ها؛
- تجهیزات؛
- قابلیت ردیابی اندازه‌گیری؛
- نمونه‌برداری؛
- جابجایی اقلام مورد آزمون و کالیبراسیون.

عدم قطعیت اندازه‌گیری مولفه‌ای مربوط به نتیجه اندازه‌گیری که میزان پراکندگی مقادیر را نشان می‌دهد و می‌توان آن را به‌طور منطقی به اندازه‌ده نسبت داد. واژه عدم قطعیت اندازه‌گیری به معنای شک در مورد اعتبار یک نتیجه نیست، بلکه به معنای افزایش اطمینان در اعتبار نتایج و به نوعی صحت‌گذاری در اندازه‌گیری است [۵]. به‌طور کلی، عدم قطعیت اندازه‌گیری از مولفه‌های زیادی ناشی می‌شود. بعضی از این مولفه‌ها را می‌توان از توزیع آماری نتایج یک سری اندازه‌گیری تخمین و از طریق انحراف استاندارد‌ها مشخص کرد. مولفه‌های دیگری هم که می‌توانند از طریق انحراف استاندارد‌ها مشخص شوند، از طریق توزیع‌های احتمال فرضی بر پایه تجربه یا دیگر اطلاعات تخمین زده می‌شوند [۵].

◆ اصول کلی آزمون تعیین دمای نرمی ویکات

در تعیین دمای نرمی ویکات، دمایی که در آن دما، سوزن فرو رونده با نوک تخت استاندارد به اندازه یک میلی‌متر در سطح آزمون پلاستیکی فرو می‌رود، تعیین می‌شود. طی انجام آزمون، هنگامی که نمونه با یک نرخ معین و یکنواخت گرم می‌شود، سوزن فرو رونده یک نیروی مشخص عمود بر آزمون را اعمال می‌کند [۵]. دمای نرمی ویکات آزمون برحسب درجه سلسیوس است که در نزدیک‌ترین جای ممکن به محل نفوذ یک میلی‌متری سوزن به داخل آزمون اندازه‌گیری می‌شود.

◆ دستگاه‌وری و وسایل آزمون

در این مطالعه دستگاه آزمون تعیین دمای نرمی ویکات با ملزومات قید شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

◆ تجهیزات گرمادهی

تجهیزات گرمادهی شامل حمام گرمادهی پرشده با مایع، که حداقل دارای دو مجموعه قاب و وسیله سرمایش است. تجهیزات گرمادهی باید مجهز به یک کنترل‌کننده دما با قابلیت افزایش دما با نرخ یکنواخت (5 ± 0.5) درجه کلونین بر ساعت یا (12 ± 0.12) درجه کلونین بر ساعت باشد.

دمایی قابل قبول و دقت ± 0.5 درجه کلویین استفاده کنید. دماسنج‌ها باید در عمق نفوذ لازم کالیبره شوند. وسیله اندازه‌گیری دما باید تا حد ممکن به نوک سوزن فرو رونده و آزمون نزدیک باشد، اما از تماس مستقیم بین حسگر و آزمون باید اجتناب شود.

◆ روش اجرای آزمون

آزمون را به صورت افقی زیر سوزن فرو رونده متصل به میله بدون بار عمود بر نوک سوزن قرار دهید. سوزن فرو رونده نباید در فاصله‌ای کمتر از ۳ میلی‌متر از هر لبه هر آزمون قرار گیرد. سطحی از آزمون که در تماس با پایه نگهدارنده آن قرار دارد باید صاف باشد.

کل مجموعه میله و نگهدارنده آن را در حمام قرار دهید. بیشینه مقدار دمای دستگاه گرمادهی در شروع هر آزمون باید ۲۵ درجه سلسیوس باشد. زمانی که از یک حمام گرمادهی حاوی مایع یا بستر روان استفاده می‌شود، حباب دماسنج یا حسگر اندازه‌گیری دما باید هم سطح آزمون و تا حد ممکن نزدیک به آن قرار داده شود.

در حالی که سوزن در محل خود قرار گرفته است، وزنه مناسب را روی صفحه نگهدارنده قرار دهید به طوری که مجموع نیروی وارده به آزمون برای روش‌های A۱۲۰ و A۵۰ به اندازه (10 ± 0.2) نیوتن باشد. ۵ دقیقه پس از اعمال بار، عدد میکرومتر اندازه‌گیر را یادداشت کرده و یا دستگاه را روی صفر تنظیم کنید.

دما را با نرخ ثابت (5 ± 0.5) یا (10 ± 1.2) درجه کلویین بر ساعت افزایش دهید. باید محیط گرمادهی در طول آزمون به خوبی هم زده شود. دمای محیط گرمادهی که در آن سوزن فرورونده به اندازه (1 ± 0.1) میلی‌متر از موقعیت اولیه خود داخل آزمون فرورفته است را به عنوان دمای نرمی و ویکات آزمون ثبت کنید [۵].

◆ ارزیابی عدم قطعیت

به طور کلی، عدم قطعیت اندازه‌گیری از مولفه‌های زیادی ناشی می‌شود. بعضی از این مولفه‌ها را می‌توان از توزیع آماری نتایج یک سری اندازه‌گیری، تخمین و از طریق انحراف استاندارد مشخص کرد. مولفه‌های دیگری هم که می‌توانند از طریق انحراف استاندارد مشخص شوند، از طریق توزیع‌های احتمال فرضی بر پایه تجربه یا دیگر اطلاعات تخمین زده می‌شوند [۴].

◆ منابع عدم قطعیت

در عمل، عدم قطعیت یک نتیجه ممکن است ناشی از منابع احتمالی زیادی باشد؛ به عنوان مثال تعریف ناقص

نرخ گرمادهی باید با یکی از دو روش زیر تصدیق شود:

- با بررسی و ثبت خودکار دما در کل دامنه دمایی؛
 - با بررسی و ثبت دستی تغییرات دما در فواصل زمانی ۶ دقیقه در دامنه دمایی تصدیق شده.
- وسیله سرمایه‌گذاری یک وسیله اختیاری است که دمای بخش گرمادهی را کاهش می‌دهد. این وسیله می‌تواند فاصله زمانی بین آزمون‌ها را کاهش دهد.
- مجموعه قاب آزمون از بخش‌های میله و قاب تشکیل شده است.

میله به یک صفحه بارگذاری یا وسیله مناسب دیگری به منظور اعمال بار مجهز بوده که با یک قاب فلزی سخت نکه داشته شده است، به طوری که بتواند آزادانه در جهت عمودی حرکت کند. میله باید چنان طراحی شده باشد که بتواند وزنه‌هایی را که برای انجام آزمون روی آن اعمال می‌شود، تحمل کند. پایه قاب، آزمون را زیر نوک سوزن انتهای میله نگه می‌دارد. توصیه می‌شود که میله و قاب آزمون از مواد با ضریب انبساط گرمایی پایین ساخته شوند.

◆ سوزن فرو رونده

سوزن فرو رونده بیشتر از فولاد سخت به طول $1/5$ میلی‌متر تا ۳ میلی‌متر و با سطح مقطع دایره‌ای با مساحت (0.15 ± 0.001) میلی‌متر مربع (مطابق قطر سوزن 0.08 ± 0.128 میلی‌متر)، ساخته شده که به انتهای میله متصل است. سطح سوزن فرو رونده که در تماس با آزمون است، باید مسطح و عمود بر محور میله و فاقد هر گونه ناهمواری باشد.

◆ وزنه‌ها

وزنه‌ها از قسمت مرکزی خود به میله اعمال می‌شوند، به طوری که بار کلی که به آزمون وارد می‌شود برای روش‌های A۵۰ و A۱۲۰ برابر (10 ± 0.2) نیوتن و برای روش‌های B۵۰ و B۱۲۰ برابر (50 ± 1) نیوتن باشد.

در روش‌های A۵۰ و A۱۲۰ برای انجام آزمون از وزنه‌های (10 ± 0.2) نیوتن و نرخ افزایش دما به ترتیب (5 ± 0.5) کلویین و (10 ± 1.2) کلویین استفاده می‌شود، همچنین برای انجام آزمون مطابق روش‌های B۵۰ و B۱۲۰ از وزنه‌های (50 ± 1) نیوتن و نرخ افزایش دما به ترتیب (5 ± 0.5) کلویین و (10 ± 1.2) کلویین استفاده می‌شود.

◆ وسیله اندازه‌گیری نفوذ

وسیله اندازه‌گیری نفوذ، میکرومتری عقربه‌ای کالیبره شده، یا دستگاه اندازه‌گیر مناسب دیگر برای اندازه‌گیری مقدار نفوذ سوزن در داخل آزمون با دقت ± 0.1 میلی‌متر است.

◆ وسیله اندازه‌گیری دما

از یک وسیله اندازه‌گیری دمای مناسب با گستره

ارزیابی تکرارپذیری با توجه به شرایط آزمون و مطابق جدول (۱) مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۱): مواد و شرایط آزمون [۲].

نام تجاری ماده آزمون	آزمونه	روش	وزنه	نرخ گرمادهی	ضخامت آزمون
Phoeplast 2325- HD	پلی اتیلن	A۱۲۰	۱۰ نیوتن	۱۲۰ کلون بر دقیقه	۴ میلی‌متر

آزمون در شرایط یکسان به تعداد ۱۰ بار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، بعد از انجام محاسبات مربوط به انحراف استاندارد نتایج، عدم قطعیت تکرارپذیری را محاسبه و داده‌های مورد نظر در جدول (۲) به ثبت رسید.

◆ تجهیزات گرمادهی

الزامات نرخ گرمادهی به شرطی رضایت‌بخش خواهد بود که در فواصل زمانی ۶ دقیقه‌ای در طی آزمون، تغییرات دما به ترتیب $(\pm 0.5/5)$ درجه سلسیوس یا $(\pm 1/12)$ درجه سلسیوس باشد. برای تجهیزات گرمایی چند جایگاهی، نرخ گرمادهی باید در هر جایگاه تصدیق شود. تغییرات دما، در فواصل زمانی ۶ دقیقه در دامنه دمایی تصدیق شده با کرنومتر و دماسنج مرجع مورد مطالعه قرار گرفت، تفکیک‌پذیری، تکرارپذیری و

اندازه‌ده، نمونه‌برداری، اثرات ماتریکس و تداخل‌ها، شرایط اندازه‌گیری، عدم قطعیت‌های تجهیزات حجم‌سنجی و جرمی، مقادیر مرجع، تخمین‌ها و فرض‌های موجود در چگونگی و روش کار اندازه‌گیری و تغییر تصادفی، اثرات دستگاهی و اثرات محاسباتی از جمله منابع عدم قطعیت هستند. منابع عدم قطعیت آزمون تعیین دمای نرمی و یککات برای مواد گرمانرم مورد مطالعه قرار گرفت، اثرات کمی منابع عدم قطعیت شناسایی و شامل موارد زیر است:

- تکرارپذیری؛
- تجهیزات گرمادهی (ترمومتر)؛
- سوزن فرو رونده؛
- وزنه‌ها؛
- وسیله اندازه‌گیری نفوذ.

◆ تکرارپذیری

تکرارپذیری شامل عدم قطعیت آماری (نوع A) است. در این حالت به‌طور معمول براساس اندازه‌گیری‌های تکراری و با استفاده از تحلیل آماری و انحراف استاندارد اندازه‌گیری‌ها، عدم قطعیت اندازه‌گیری می‌شود [۶]. انحراف استاندارد اندازه‌گیری دمای نرمی و یککات در شرایط یکسان با تکرار اندازه‌گیری محاسبه و عدم قطعیت آماری از روی محاسبه انحراف استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت. مواد مورد آزمون به‌صورت آزمون‌هایی با ضخامت ۴ میلی‌متر تهیه شد و برای

جدول (۲): انحراف استاندارد و عدم قطعیت حاصل از تکرارپذیری آزمون

شماره آزمون	نتیجه آزمون (°C)	میانگین	$(X_i - \bar{X})^2$	انحراف استاندارد	عدم قطعیت آماری / نوع A
		$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i$		$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	$U_A = \frac{S}{\sqrt{n}}$
۱	۱۲۱	۱۲۰/۱	۰/۹	۱/۱۹۷	۰/۳۷۸
۲	۱۲۰		-۰/۱		
۳	۱۱۸		-۲/۱		
۴	۱۲۱		۰/۹		
۵	۱۲۲		۱/۹		
۶	۱۱۹		-۱/۱		
۷	۱۲۰		-۰/۱		
۸	۱۲۱		۰/۹		
۹	۱۲۰		-۰/۱		
۱۰	۱۱۹		- ۱/۱		

گواهینامه کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده به‌عنوان منابع عدم قطعیت محاسبه و به‌عنوان عدم قطعیت مرکب با هم ترکیب و در جدول (۳) ثبت شد.

◆ سوزن فرو رونده

برای اطمینان از مناسب بودن ابعاد سوزن فرو رونده مطابق با استاندارد آزمون، قطر و مساحت سرسوزن با استفاده از میکرومتر مورد بررسی قرار گرفت؛ منابع عدم قطعیت میکرومتر در گواهینامه دستگاه و گواهینامه کالیبراسیون سوزن فرو رونده و تکرارپذیری اندازه‌گیری ترکیب و به‌عنوان عدم قطعیت سوزن فرو رونده مورد ارزیابی قرار داده شد. عدم قطعیت‌های بدست آمده با هم ترکیب و به‌عنوان عدم قطعیت مرکب سوزن فرو رونده در جدول (۴) گزارش شد.

جدول (۳): محاسبه عدم قطعیت حاصل از بررسی تجهیزات گرمادهی

منابع استخراج شده از گواهینامه دستگاه و گواهینامه کالیبراسیون	تابع توزیع / عدد تابع	عدم قطعیت استاندارد = (عدم قطعیت استخراج شده از منابع تقسیم بر عدد تابع توزیع)	مقدار عدم قطعیت = (عدم قطعیت استاندارد تقسیم بر مقدار مولفه)
U1=تفکیک‌پذیری دماسنج در دمای $C^{\circ} 100 = 0.1$	مستطیلی / $\sqrt{3}$	0.28868	0.00289
U2=عدم قطعیت کالیبراسیون دماسنج در دمای $C^{\circ} 100 = 0.33$	نرمال / 2	0.165	0.00165
U3=تفکیک‌پذیری کورنومتر برای زمان 6 دقیقه=0.1	مستطیلی / $\sqrt{3}$	0.28887	0.00481
U4=عدم قطعیت کالیبراسیون کورنومتر در زمان 6 دقیقه=0.06	نرمال / 2	0.03	0.0005
$U_1 = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}$ = عدم قطعیت مرکب گرمادهی دستگاه = 0.01813107			

جدول (۴): ارزیابی عدم قطعیت حاصل از ابعاد سوزن فرو رونده

منابع استخراج شده از گواهینامه دستگاه و گواهینامه کالیبراسیون	تابع توزیع / عدد تابع	عدم قطعیت استاندارد = (عدم قطعیت استخراج شده از منابع تقسیم بر عدد تابع توزیع)	مقدار عدم قطعیت = (عدم قطعیت استاندارد تقسیم بر مقدار مولفه)
U1=تفکیک‌پذیری میکرومتر برای 1 mm = 0.01	مستطیلی / $\sqrt{3}$	0.00288675	8.33×10^{-8}
U2=عدم قطعیت کالیبراسیون میکرومتر در 1 mm = 0.04	نرمال / 2	0.02	0.00005
$U_2 = \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ عدم قطعیت سوزن فرورونده = 0.0220			

◆ وزنه‌ها و نیروی اعمالی

نیروی اعمالی وزنه‌ها از قسمت مرکزی خود به میله اعمال می‌شوند به طوری که بار کلی که به آزمون وارد می‌شود برای روش‌های A50 و A120، برابر (1 ± 0.2) نیوتن و برای روش‌های B50 و B120، برابر (1 ± 0.5) نیوتن باشد. در آزمون مورد نظر از روش A120 استفاده شد، وزنه از طریق اندازه‌گیری وزنه و متعلقات دستگاه با ترازو، اندازه‌گیری شد. عدم قطعیت ترازوی مورد استفاده (استخراج شده از گواهینامه ترازو و گواهینامه کالیبراسیون) و تکرارپذیری را به‌عنوان عدم قطعیت وزنه در نظر گرفته و

محاسبه شد، نتایج اندازه‌گیری با هم ترکیب و در جدول (۵) گزارش شد.

◆ وسیله اندازه‌گیری نفوذ (ایندیکی‌تور):

برای ارزیابی گنج نفوذ از گنج بلاک مرجع استفاده و با قرارگیری گنج بلاک زیر ایندیکی‌تور میزان آن بررسی شد. برای ارزیابی عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون گنج بلوک، تفکیک‌پذیری و همچنین تکرارپذیری اندازه‌گیری، مورد بررسی قرار گرفت؛ سهم هر یک از منابع محاسبه، با هم ترکیب و در جدول (۶) گزارش شد.

جدول (۵): ارزیابی عدم قطعیت وزنه‌ها و نیروی اعمالی

منابع استخراج شده از گواهی‌نامه دستگاه و گواهی‌نامه کالیبراسیون	تابع توزیع / عدد تابع	عدم قطعیت استاندارد = (عدم قطعیت استخراج شده از منابع تقسیم بر عدد تابع توزیع)	مقدار عدم قطعیت = (عدم قطعیت استاندارد تقسیم بر مقدار مولفه)
U1 = تفکیک‌پذیری ترازو برای ۱۰۰ گرم = ۰/۰۰۰۱	مستطیلی / $\sqrt{3}$	۲/۸۸۶۷۵ × ۱۰-۵	۲/۸۸۶۷۵ × ۱۰-۷
U2 = عدم قطعیت کالیبراسیون ترازو در ۱۰۰ گرم = ۰/۰۰۰۰۲	نرمال / ۲	۰/۰۰۰۰۱	۱/۰ × ۱۰-۷
U3 = درستی ترازو در ۱۰۰ گرم = ۰/۰۰۰۰۲	مستطیلی / $\sqrt{3}$	۵/۷۷۳۵ × ۱۰-۵	۵/۷۷۳۵ × ۱۰-۷
U4 = تکرارپذیری حاصل از ۱۰ بار اندازه‌گیری در ۱۰۰ گرم = ۰/۰۰۰۰۱	نرمال / ۱	۰/۰۰۰۰۱	۱/۰ × ۱۰-۶

$$U_3 = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}$$

$$U_3 = ۱/۱۹۴۴۳ \times ۱۰-۶$$

جدول (۶): سهم عدم قطعیت وسیله اندازه‌گیری نفوذ (ایندیکی‌تور)

منابع استخراج شده از گواهی‌نامه دستگاه و گواهی‌نامه کالیبراسیون	تابع توزیع / عدد تابع	عدم قطعیت استاندارد = (عدم قطعیت استخراج شده از منابع تقسیم بر عدد تابع توزیع)	مقدار عدم قطعیت = (عدم قطعیت استاندارد تقسیم بر مقدار مولفه)
U1 = تفکیک‌پذیری گنج بلوک برای ۱mm = ۰/۰۰۰۰۱	مستطیلی / $\sqrt{3}$	۵/۷۷۳۵ × ۱۰-۶	۵/۷۷۳۵ × ۱۰-۶
U2 = عدم قطعیت کالیبراسیون گنج بلوک در ۱mm = ۰/۰۰۰۰۳۰۳	نرمال / ۲	۰/۰۰۰۰۱۵۱۵	۰/۰۰۰۰۱۵۱۵
U3 = درستی گنج بلوک = ۰/۰۰۰۰۲	نرمال / ۱	۰/۰۰۰۰۲۰۲	۰/۰۰۰۰۲۰۲

$$U_4 = ۲/۵۷۴۶ \times ۵-۱۰$$

$$U_4 = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2}$$

در این مطالعه، منابع عدم قطعیت تعیین دمای نرمی ویکات محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت. سهم بودجه عدم قطعیت در جدول (۷) نشان داده شد و عدم قطعیت بسط یافته در سطح اطمینان ۹۵ درصد با ضریب پوشش ۲ محاسبه شد.

$$U_4 = \sqrt{U_A^2 + U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2} = 0.422009$$

سطح اطمینان ۹۵ درصد، $K=2$

$$U_{\text{بسط یافته}} = 0.422009 \times 2 = 0.844018$$

جدول (۷): سهم بودجه عدم قطعیت منابع مختلف در دستگاه آزمون تعیین دمای نرمی ویکات پلاستیک‌های گرمانرم

منابع	عدم قطعیت	سهم عدم قطعیت
UA عدم قطعیت آماری/ نوع A	۰/۴۲۲	۹۸/۹۸۹۱
U2 عدم قطعیت گرمادهی دستگاه	۰/۰۰۱۸۱۳۱۰۷	۰/۴۲۵۷
U3 عدم قطعیت سوزن فرورونده	۰/۰۰۲۰۲۰	۰/۴۷۴۳
U4 عدم قطعیت وزنه و نیروی اعمالی	$1/19443 \times 10^{-5}$	۰/۰۰۰۳
U5 عدم قطعیت ایندیکتور	$2/5746 \times 10^{-5}$	۰/۰۰۰۶

بررسی‌ها در شکل (۱) نشان می‌دهد که بیشترین میزان سهم بودجه عدم قطعیت دستگاه در آزمون تعیین دمای نرمی ویکات مربوط به تکرارپذیری آزمون با دستگاه است و بیشترین میزان دخالت را در نتیجه آزمون دارد. با توجه به نتایج حاصل شده، دقت در اندازه‌گیری منجر به کاهش عدم قطعیت بسط یافته خواهد شد.



شکل (۱): مقایسه سهم منابع مختلف در عدم قطعیت کل دستگاه اندازه‌گیری دمای نرمی ویکات

- [1] S. B. Jaju, N. S. Mahajan, N. K. Mandavgade, and S. B. Jaju, "Analysis of Uncertainty Measurement In Atomic Absorption Spectrophotometer," *Int. J. Eng. Sci. Technol. (IJEST)*, ISSN, vol. 4, no. 05, 2012, Pp. 975–5462,.
- [2] S. Provided, I. S. O. No, I. H. S. Licensee, and I. S. O. Standard, "306, 'Plastics—Thermoplastic materials—Determination of Vicat softening temperature (VST)," *Int. Organ. Stand.*, 2013.
- [3] M. Senila, A. Drolc, A. Pintar, L. Senila, and E. Levei, "Validation and measurement uncertainty evaluation of the ICP-OES method for the multi-elemental determination of essential and nonessential elements from medicinal plants and their aqueous extracts," no. August, Pp. 1–9, 2014.
- [4] ISO, "INTERNATIONAL STANDARD ISO / IEC competence of testing and calibration," *Int. Organ. Stand.*, vol. 2017, 2017, Pp. 1–38,.
- [5] S. Rasul, A. M. Kajal, A. Khan, S. L. R. Ellison, and A. Williams, "Quantifying uncertainty in analytical measurement," *J. Bangladesh Acad. Sci.*, vol. 41, 2012, no. 2, Pp. 145–163,.
- [6] A. Petrov, G. Gentscheva, I. Havezov, E. Ivanova, and P. Taylor, "Determination of the uncertainty of the flame atomic absorption spectrometer for copper, cobalt, cadmium, and nickel," *Anal. Lett.*, vol. 42, 2009, no. 16, Pp. 2509–2519,.



Author

Seyed Helal Hossieni Ghaderi*

*helalghaderi@yahoo.com

Chemistry expert Pars Lian Arvand
Engineering Technical Services Cooperative
Company

Determination of the Uncertainty Sources of Vicat Softening Temperature for Thermoplastic Material

Abstract

An estimation of the uncertainty of the determination is required as a part of method validation. The determination of the vicat softening temperature is affected by a large number of uncertainty sources originating from the different steps of the laboratory procedures applied and equipment of the measuring device. Many factors determine the accuracy and reliability of tests and / or calibrations performed on the device. In the present paper, for order to evaluate the validity and reliability of the results, the parameters of the test and machine uncertainties were studied. The apparatus consisting, heating equipment, indenting tip, weights, penetration-measuring device and temperature-measuring device were studied periodically with reference equipment. The Uncertainty of components was calculated with uncertainty from resulting reproducibility. The maximum contribution uncertainty was related to reproducibility with 98.989%, and the lowest value were related to weight and penetration measurement gauge with 0.00028% and 0.006%, respectively. The value of extended uncertainty at 95% confidence level with coverage coefficient $K = 2$ was as 0.84 calculated.

Keywords

evaluation of uncertainty, vicat softening temperature, repeatability, heating equipment, indentation

دانش آزمایشگاهی ایران

سال نهم ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۴۰۰ ■ شماره پیاپی ۳۶

ISSN 2538-3450



استانداردها، آزمون‌های ارزیابی کیفیت انواع ماسک مورد استفاده در شیوع ویروس کرونا و ...



بیماری‌های شایع میگوهای پرورشی و روش‌های تشخیص آزمایشگاهی



مطالعات ژنتیک در کاوش‌های باستانی (ژئوآرکئولوژی)



ارزیابی منابع عدم قطعیت در تعیین دمای نرمی ویکات پلاستیک‌های گرم‌انرم



پیش‌بینی مقاومت فشاری تک‌محوره سنگ‌های آهکی با استفاده از شبکه عصبی و سیستم انطباقی منطق فازی

مقایسه میکروسکوپ نیروی اتمی با برخی از روش‌های رایج در اندازه‌گیری زبری سطح

باشگاه مشتریان شبکه آزمایشگاهی و تسهیل توسعه پژوهش در کشور

باشگاه مشتریان شبکه آزمایشگاهی و تسهیل توسعه پژوهش در کشور