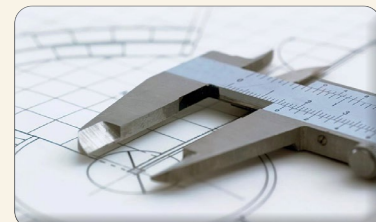


کاربرد میکروسکوپ الکترونی عبوری در زمینه توسعه، تحلیل و تشخیص نقایص دستگاه‌ها و قطعات صنعت نیمه‌هادی

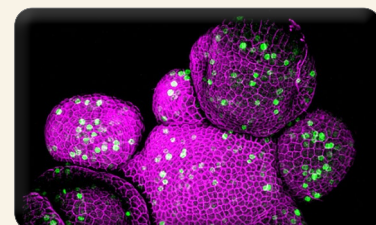
توسعه شبکه‌سازی آزمایشگاه‌ها



تعیین خلوص مواد با استفاده از دستگاه گرماسنج روبشی تفاضلی (DSC)



تعیین و ارزیابی منابع عدم قطعیت در آزمون ضربه شارپی



انواع نشانگرها در میکروسکوپ روبشی لیزری هم‌کانون (بخش دوم)



عدم قطعیت در فرآیند نمونه‌برداری



اعتباربخشی به نتایج در آزمایشگاه تشخیص و آنالیز مواد مخدر؛ شناسایی کانابینوئیدها به روش کروماتوگرافی لایه نازک

نویسنده

فهیمه نوری کوهانی^{۱*}

۱. دکتری فیزیک، گروه فیزیک دانشگاه قم

*aanarooie7792@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

تعیین و ارزیابی منابع عدم قطعیت در آزمون ضربه شارپی

واژه‌های کلیدی

عدم قطعیت، آزمون ضربه، شارپی، تکرارپذیری، عدم قطعیت نوع A و B.

چکیده

همیشه در اندازه‌گیری یک کمیت، خطاها و عدم قطعیت‌هایی در گزارش اندازه نهایی وجود دارد به خصوص اگر این اندازه‌گیری با تجهیزات آزمایشگاهی انجام شود. به این منظور، بررسی و ارزیابی عوامل ایجاد عدم قطعیت در مقدار نهایی، همیشه می‌تواند به مقدار دقیق‌تری منجر شوند. از این رو، در این مقاله پژوهشی-میدانی به بررسی عوامل ایجاد کننده خطا و عدم قطعیت در مقدار نهایی، در آزمون ضربه شارپی که آزمونی پرکاربرد در اندازه‌گیری انرژی جذب‌شده توسط مواد مختلف به‌عنوان مثال: فولاد در ساخت لوله‌های فولادی به‌منظور استفاده در انتقال آب، گاز و نفت است، پرداخته شده‌است. عدم قطعیت دستگاه به همراه عدم قطعیت حاصل از تکرارپذیری، محاسبه و در نهایت، برای یک دستگاه آزمون شارپی نتایج عددی به مقدار انرژی جذب‌شده ۲/۱۸۵ ژول، با عدم قطعیت بسط‌یافته ۴/۰۷۸ و با ضریب اطمینان ۹۵ درصد، با در نظر گرفتن درجه آزادی آزمون محاسبه شد. با توجه به محاسبات انجام شده، سهم عدم قطعیت تکرارپذیری نسبت به دیگر عوامل عدم قطعیت بیشتر است.

مقدمه

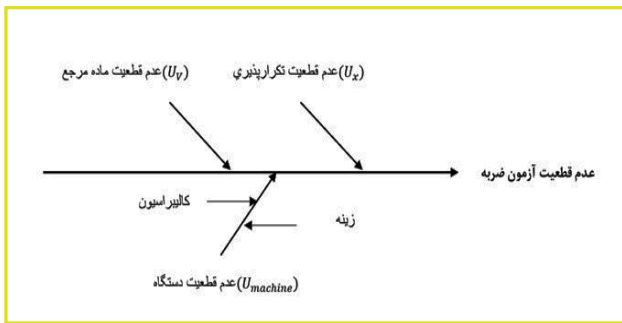
به‌طور معمول، چند دستگاه آزمایشگر مهم در صنایع فولاد وجود دارد. از جمله این آزمون‌ها می‌توان به آزمون ضربه، کشش و خمش اشاره کرد. رویکرد این مقاله، بررسی علت‌های مختلف بروز عدم قطعیت در آزمون ضربه است. آزمون ضربه به بررسی چقرمگی^۱ یا همان قابلیت جذب انرژی ضربه در نمونه لوله فلزی یا نمونه لوله جوش کاری شده می‌پردازد [۱]. این مقاله به پژوهشگران و مهندسی‌ن در آزمایشگاه کمک خواهد کرد تا بتوانند در انجام آزمون ضربه شارپی، عوامل ایجاد خطا و عدم قطعیت را بهتر ردیابی و شناسایی کرده و گزارش‌های دقیق‌تری تهیه کنند.

هستند. در آزمون ضربه شارپی، نمونه به‌صورت یک تیر با تکیه‌گاه ساده تعبیه شده و ضربه در میانه دهانه تیر، درست پشت محل شیار وارد می‌شود. نمونه‌های آزمون شارپی را می‌توان با شیار (V) شکل و یا (U) شکل تهیه کرد. آزمون ضربه شارپی برای ارزیابی خواص ضربه‌ای در دماهایی غیر از دمای محیط نیز مناسب است؛ زیرا لازم نیست نمونه آزمایش در گیره بسته شود [۲].

موارد دیگری که از آزمون ضربه شارپی می‌توان به‌دست

اصول کلی و روش اجرایی آزمون

آزمون ضربه روشی برای به‌دست آوردن انرژی جذب‌شده مواد در اثر تنش دینامیکی است. اطلاعاتی که از این آزمون به‌دست می‌آید، در درک چگونگی رفتار ماده در موقعیت‌های کاربردی واقعی بسیار کمک کننده است. مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های آزمون ضربه، دو روش آیزود^۲ و شارپی^۳



شکل (۱): نمودار استخوان ماهی عدم قطعیت آزمون ضربه شاری براساس تحلیل عوامل ایجاد عدم قطعیت در این آزمون.

مقدار متوسط انرژی جذب شده (KV) با رابطه (۱) تعریف می‌شود که اندیس (V) نشانگر ناچ یا شکاف (V) شکل روی نمونه، قبل از آزمون و در مرحله آماده‌سازی ضربه است [۷]:

رابطه (۱)

$$KV = \bar{x} - B_V - T$$

که در آن:

(\bar{x}): متوسط انرژی جذب شده (n) نمونه آزمایش، (B_V): گرایش ماشین براساس تأیید غیرمستقیم و (T): گرایش دما است که در این مقاله به دلیل اینکه مقدار گرایش دما مربوط به آماده‌سازی نمونه است و رویکرد این مقاله، بررسی عدم قطعیت‌های خود آزمون شاری است، به آن پرداخته نمی‌شود [۳].

تکرارپذیری

به‌طور معمول، عمده‌ترین عامل عدم قطعیت، تکرارپذیری است که از طریق انحراف استاندارد و تکرارپذیری نتایج یک سری اندازه‌گیری مشخص می‌شود؛ در نتیجه، عدم قطعیت تکرارپذیری ماشین ($U(\bar{x})$) با استفاده از رابطه (۲) تعیین می‌گردد:

رابطه (۲)

$$U(\bar{x}) = \frac{S_X}{\sqrt{n}}$$

که در آن:

(n): تعداد نمونه‌های آزمایش شده در تکرار و (S_X): انحراف استاندارد است که با استفاده از رابطه (۳) به‌دست می‌آید:

رابطه (۳)

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

که در آن:

(x_i): مقدار انرژی جذب شده نمونه آزمایش شده و (\bar{x}):

آورد، سطح شکست و شکل‌پذیری است. در سطح شکست، نوع شکست به‌صورت رشته‌ای (شکست برشی)، دانه‌ای (شکست رخ برگری) و یا مخلوطی از هر دو تعیین می‌شود و در شکل‌پذیری، درصد انقباض نمونه در محل شیار نشان داده می‌شود [۳]. در این مقاله، آزمون ضربه و عواملی که در این آزمون موجب ایجاد عدم قطعیت می‌شوند مورد ارزیابی قرار گرفته است.

ارزیابی عدم قطعیت

عدم قطعیت در اندازه‌گیری، از عوامل و مولفه‌های زیادی ناشی می‌شود. در بیشتر موارد، این مولفه‌ها را می‌توان از توزیع آماری یا تکرارپذیری نتایج یک سری اندازه‌گیری، تخمین و از طریق انحراف استاندارد مشخص کرد ولی از روش‌های دیگر به غیر از توزیع آماری مانند توزیع‌های فرضی احتمال بر پایه تجربه یا دیگر اطلاعات نیز تخمین زده می‌شوند که روش اول نوع A و روش دوم نوع B محاسبه عدم قطعیت هستند [۴].

منابع عدم قطعیت

عدم قطعیت در یک آزمون، از منابع احتمالی زیادی ناشی می‌شود به‌عنوان مثال، خطاهای کاربر، اندازه‌گیری اندازه‌ده، شرایط اندازه‌گیری، تجهیزات حجم‌سنجی و جرم‌سنجی، تخمین‌ها و فرض‌های به‌کار گرفته شده همگی باعث ایجاد عدم قطعیت در گزارش مقدار اندازه‌ده می‌شوند. آزمون شاری به دلیل در نظر گرفتن مقدار انرژی جذب نمونه در اثر ضربه، مقدار عدم قطعیت متفاوتی نسبت به آزمون‌های مورد استفاده در آزمایشگاه دارد. عدم قطعیت در اندازه‌گیری انرژی جذب به‌صورت مستقیم با ضربه زدن یا در اصطلاح شکاندن نمونه‌های مورد نظر به‌عنوان تکرارپذیری و غیرمستقیم با نمونه‌های مرجع و گواهی کالیبراسیون محاسبه می‌شود.

استانداردهای مربوط به این آزمون را براساس مقدار انرژی جذب‌شده به دسته‌های متفاوت تقسیم‌بندی می‌کنند. در استاندارد ISO148-1 مقداری بیشتر از ۴۰ ژول و کمتر از ۴۰ ژول و در استاندارد ASTM A370 درجه‌بندی به‌صورت کمتر از (۱۳-۲۰ ژول)، بیشتر از (۸۸-۱۳۶) و فوق‌العاده بالا (۱۷۶-۲۴۰) تقسیم‌بندی شده‌است. بر این اساس، عوامل موثری که در عدم قطعیت اندازه‌گیری بایاس و قدرت تفکیک ماشین به‌دست آمده از تأیید غیر مستقیم و همگن مواد مرجع آزمایش و تکرارپذیری ماشین است. همان‌گونه که در نمودار استخوان ماهی شکل (۱) مشاهده می‌شود، عوامل عمده در عدم قطعیت آزمون ضربه شاری، از عدم قطعیت نمونه مرجع دارای گواهی‌نامه کالیبراسیون^۴، ماشین آزمون شاری که دارای گواهی کالیبراسیون است و در نهایت، تکرارپذیری، ناشی می‌شود [۵ و ۶].

مقدار عدم قطعیت قدرت تفکیک و کالیبراسیون بر عدد (k) که ضریب اطمینان نام دارد تقسیم می‌شود. به‌طور معمول، به دلیل اینکه در گواهی کالیبراسیون مقدار عدم قطعیت بسط یافته با ضریب اطمینان (k) گزارش می‌شود، در نتیجه این ضریب در محاسبات در نظر گرفته می‌شود. همچنین توزیع عدم قطعیت کالیبراسیون نرمال بوده و توزیع عدم قطعیت قدرت تفکیک مستطیلی است [۵].

عدم قطعیت ترکیبی و گسترش یافته

به‌منظور محاسبه مقدار عدم قطعیت ترکیبی اندازه‌گیری آزمون ضربه شارپی $U_{combined}(KV)$ ، عوامل مؤثر در عدم قطعیت آزمون باید با رابطه (۸) ترکیب شوند:

رابطه (۸)

$$U_{combined}(KV) = \sqrt{u^2(\bar{x}) + u_V^2 + u^2(r)}$$

در نهایت، مقدار عدم قطعیت گسترش یافته $U_{combined}(KV)$ ، اندازه‌گیری آزمون ضربه شارپی با استفاده از رابطه (۹) محاسبه می‌شود:

رابطه (۹)

$$U_{expanded}(KV) = k U_{combined}(KV) \\ = t_{95}(v_{KV}) U_{combined}(KV)$$

عبارت $t_{95}(v_{KV})$ مقدار کسری با سطح اطمینان حدود ۹۵ درصد مربوط به درجه آزادی آزمون شارپی است. درجه اندازه‌گیری مقدار آزادی (KV_V) باید با استفاده از رابطه (۱۰) محاسبه شود:

رابطه (۱۰)

$$v_{KV} = \frac{u^4(KV)}{\frac{u^4(\bar{x})}{v_{\bar{x}}} + \frac{u_V^4}{v_V}}$$

که در آن:

(V_V) : درجات آزادی مربوط به $u_V(u_V)$ و $u_{\bar{x}}$: درجه آزادی مربوط به $u(\bar{x})$ است [۵ و ۱۰].

سپس مقدار کسری مربوط به درجات آزادی محاسبه شده با رابطه (۱۰) و دارای سطح اطمینان ۹۵ درصد تعیین می‌شود. در جدول (۱) مقادیر کسر $t_{p(v)}$ مربوط به درجات اندازه‌گیری آزادی ذکر شده است [۵].

میانگین مقدار انرژی جذب شده (n) نمونه است [۸].

عدم قطعیت غیرمستقیم ماشین

مقدار بایاس ماشین که به‌طور غیرمستقیم از دستگاه به‌دست می‌آید، از عوامل موثری است که به ایجاد عدم قطعیت در اندازه‌گیری کمک می‌کند و این عدم قطعیت در آزمون ضربه شارپی، با تأیید غیرمستقیم تعیین می‌شود. بایاس غیرمستقیم ماشین براساس استاندارد ISO 148-2 و مطابق با رابطه (۴) تعریف شده است [۹]:

رابطه (۴)

$$B_V = KV_V - KV_R$$

که در آن:

(KV_V) : مقدار میانگین نمونه‌های آزمایش مرجع شکسته شده در طی تأیید غیرمستقیم و (KV_R) : مقدار تأیید شده از ماده مرجع است. مقدار عدم قطعیت گرایش دستگاه با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

رابطه (۵)

$$U(B_V) = \sqrt{U_V^2(x) + U_{CRM}^2}$$

که در آن:

$(U_V(\bar{X}))$: عدم قطعیت استاندارد نتایج تأیید غیرمستقیم و (U_{CRM}) : عدم قطعیت گواهی کالیبراسیون ماده مرجع است که به کمک رابطه (۶) بدست می‌آید:

رابطه (۶)

$$U_V = \sqrt{U^2(B_V) + B_V^2}$$

که در آن:

(B_V) : گرایش ماشین براساس تأیید غیرمستقیم و (U_V) : عدم قطعیت استاندارد نتایج تأیید غیرمستقیم است [۵].

عدم قطعیت مستقیم ماشین

تأثیر عدم قطعیت مستقیم ماشین در بیشتر موارد در مقایسه با سایر مشارکت‌های عدم قطعیت ناچیز است. در این حالت، سهم عدم قطعیت مربوط به ماشین $u(r)$ با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود:

رابطه (۷)

$$u(r) = \sqrt{\left(\frac{U_r}{k\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{cal}}{k}\right)^2}$$

که در آن:

$u(r)$: قدرت تفکیک و (U_{cal}) : عدم قطعیت کالیبراسیون ماشین ذکر شده در گواهی کالیبراسیون است.

ارزیابی فولاد مورد استفاده در زمینه تولید لوله‌های انتقال آب، نفت و گاز از آزمون ضربه شاری استفاده می‌شود. طبق استاندارد AWWA C200، فولاد مورد استفاده در آزمون شاری باید دارای ضخامت و ابعادی مشخص برابر با $10 \times 5 \times 5$ mm باشد و به‌طور معمول در این کارخانه، از نمونه‌هایی با فولادهایی براساس استاندارد ASTM A570 با گرید ۴۵ و ۵۰ با ابعادی مطابق با استاندارد استفاده می‌شود [۱۱].

تکرارپذیری

تکرارپذیری شامل عدم قطعیت آماری نوع A است. در شرایط یکسان به تعداد ۱۰ بار، نمونه‌های آماده شده مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج به‌دست آمده از انرژی جذب‌شده در جدول (۲) آورده شده‌است. با تجزیه و تحلیل نتایج بعد از انجام محاسبات مربوط به انحراف استاندارد نتایج، عدم قطعیت تکرارپذیری را محاسبه و داده‌های مورد نظر در این جدول ثبت شده‌است.

جدول (۲): نتایج تکرارپذیری آزمون ضربه شاری براساس آزمون‌هایی که با استفاده از دستگاه آزمون انجام شده‌است.

آزمون	نتیجه آزمون (J, kV)	میانگین	انحراف استاندارد	عدم قطعیت آماري / نوع A
۱	۱۸۰/۱			
۲	۱۸۸/۲			
۳	۱۸۹			
۴	۱۸۵/۳			
۵	۱۸۴/۸	۱۸۵/۲۸	۳/۳۵	۱/۶۹
۶	۱۸۰/۱			
۷	۱۸۹			
۸	۱۸۵/۳			
۹	۱۸۸/۲			
۱۰	۱۸۴/۸			

عدم قطعیت غیرمستقیم ماشین

به‌منظور محاسبه مقدار عدم قطعیت ماشین به‌صورت غیرمستقیم از تکرارپذیری و گواهی کالیبراسیون ماده مرجع استفاده می‌شود. برای محاسبه تکرارپذیری ماده مرجع، ۵ ماده مرجع را به‌عنوان نمونه در معرض ضربه قرار داده و می‌شکنند و انرژی جذب شده آنها یادداشت می‌شود که نتایج آن در جدول (۳) آورده شده‌است.

جدول (۱): تعیین مقدار $t_p(V)$ با توجه به درجه آزادی [۵].

درجه آزادی، v	$t_p(V)$ برای ۹۵ درصد P=
۱	۱۲/۷۱
۲	۴/۳۰
۳	۳/۱۸
۴	۲/۷۸
۵	۲/۵۷
۶	۲/۴۵
۷	۲/۳۷
۸	۲/۳۱
۹	۲/۲۶
۱۰	۲/۲۳
۱۱	۲/۲۰
۱۲	۲/۱۸
۱۳	۲/۱۶
۱۴	۲/۱۴
۱۵	۲/۱۳
۱۶	۲/۱۲
۱۷	۲/۱۱
۱۸	۲/۱۰
۱۹	۲/۰۹
۲۰	۲/۰۹
۲۵	۲/۰۶
۳۰	۲/۰۴
۳۵	۲/۰۳
۴۰	۲/۰۹۲
۴۵	۲/۰۱
۵۰	۲/۰۱
۱۰۰	۱/۰۹۸
∞	۱/۰۹۶

نتایج و بحث

داده‌ها و نتایج استفاده شده در این مقاله براساس نتایج آزمون یک دستگاه ضربه شاری به‌دست آمده است. به‌منظور

جدول (۳): نتایج به دست آمده از عدم قطعیت غیرمستقیم ماشین که اندازه گیری شده است.

منابع ایجاد عدم قطعیت غیرمستقیم	مقادیر استخراج شده	میانگین	نوع توزیع	انحراف از استاندارد	عدم قطعیت	بی بعدسازی
گواهی کالیبراسیون ماده مرجع، مقدار ۱۴۸ ژول	۵	-	۲نرمال	-	۲/۵	$\frac{148}{2/5} = 0.17$
-	۱۴۸/۵	-	-	-	-	-
-	۱۴۹	-	-	-	-	-
تکرارپذیری ماده مرجع	۱۵۰/۱	۱۵۰/۲۳	نرمال ($U_{Repet-CRM} = \frac{s}{n}$)	۱/۸۱	۰/۸۱	-
-	۱۵۳/۱	-	-	-	-	-
-	۱۵۰/۹	-	-	-	-	-

رابطه (۱۴)

$$u(r) = \sqrt{\left(\frac{U_r}{k\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{cal}}{k}\right)^2}$$

$$= \sqrt{0.0288^2 + 0.05^2} = 0.06$$

تمامی اعداد در این مقاله براساس استاندارد ASTM E29 گرد شده اند. به منظور محاسبه مقدار عدم قطعیت ترکیبی اندازه گیری آزمون ضربه شارپی $U_{combined}(KV)$ ، عوامل مؤثر در عدم قطعیت آزمون با استفاده از رابطه (۱۵) به دست می آید:

رابطه (۱۵)

$$U_{combined}(K_V) = \sqrt{u^2(\bar{x}) + u_V^2 + u^2(r)}$$

$$= \sqrt{1.69^2 + 0.8^2 + 0.06^2} = 1.871$$

درجه اندازه گیری مقدار آزادی K_V با استفاده از رابطه (۱۶) محاسبه می شود که در آن $V(\bar{x}) = 9$ درجه آزادی تکرارپذیری و $V_V = 3$ براساس گواهی کالیبراسیون است:

رابطه (۱۶)

$$V_{\bar{K}_V} = \frac{u^4(\bar{K}_V)}{\frac{u^4(\bar{x})}{V_{\bar{x}}} + \frac{u_V^4}{V_V}} = 11.75$$

براساس جدول (۱) مقادیر کسر $t_{p(V)}$ مربوط به درجات آزادی اندازه گیری شده برابر با $2/18$ است؛ بنابراین، مقدار عدم قطعیت گسترش یافته $U_{combined}(K_V)$ ، اندازه گیری آزمون ضربه شارپی با استفاده از رابطه (۱۷) محاسبه می شود:

رابطه (۱۷)

$$U_{expended}(K_V) = t_{95}(V_{\bar{K}_V})U_{combined}(K_V) = 4.078$$

با توجه به اطلاعات جدول (۳)، عدم قطعیت گرایش ماشین با استفاده از رابطه (۱۱) که برای جمع دو مقدار عدم قطعیت از دو منبع متفاوت است، به دست می آید:

رابطه (۱۱)

$$U_{B_V} = \sqrt{U_{CRM}^2 + U_{Repe-CRM}^2} = 0.016$$

و برای محاسبه گرایش ماشین براساس تایید غیرمستقیم با تفاضل مقدار انرژی جذب ماده مرجع در گواهی کالیبراسیون و میانگین انرژی جذب از طریق تکرارپذیری می توان از رابطه (۱۲) استفاده نمود:

رابطه (۱۲)

$$B_V = 2.32 J$$

همچنین با بی بعدسازی آن در نهایت، مقدار عدم قطعیت غیرمستقیم ماشین به کمک رابطه (۱۳) به این صورت به دست می آید:

رابطه (۱۳)

$$U_V = \sqrt{U^2(B_V) + B_V^2} = 0.8$$

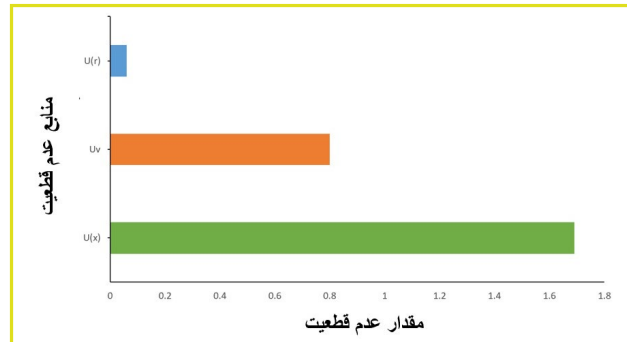
عدم قطعیت مستقیم ماشین

آخرین منبع ایجاد عدم قطعیت در این آزمون که به آن پرداخته می شود، عدم قطعیت مستقیم ماشین از روی گواهی کالیبراسیون است. براساس گواهی کالیبراسیون مقدار قدرت تفکیک ماشین 0.1 ژول با توزیع مستطیلی و مقدار عدم قطعیت کالیبراسیون آن 0.1 با توزیع نرمال با ضریب اطمینان $k = 2$ گزارش شده است که با استفاده از رابطه (۱۴)، به این صورت به دست می آید:

نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی منابع عدم قطعیت آزمون ضربه شاریپی که آزمونی پرکاربرد در کارخانه‌هایی همچون کارخانه‌های لوله‌سازی به‌منظور انتقال آب و فاضلاب که با صنعت فولاد در ارتباط هستند، پرداخته شد و به‌طور دقیق به معرفی عوامل ایجاد عدم قطعیت در این آزمون خاص که عدم قطعیت ماشین آن از دو روش مستقیم و غیرمستقیم به‌دست می‌آید، بررسی شد و در نهایت، برای آزمون انجام شده نتایج عددی به مقدار انرژی جذب‌شده $۱۸۵/۲$ ، با عدم قطعیت بسط یافته $۴/۰۷۸$ و با ضریب اطمینان ۹۵ درصد گزارش شد. همچنین با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، سهم عدم قطعیت تکرارپذیری نسبت به دیگر عوامل عدم قطعیت بیشتر است.

در انتها پس از بررسی عوامل عدم قطعیت، مقدار عدم قطعیت انرژی جذب‌شده آزمون ضربه شاریپی با مقدار میانگین $۱۸۵/۲$ ژول با ضریب اطمینان ۹۵ درصد، $۴/۰۷۸$ به‌دست آمده است. در شکل (۲) به کمک نمودار، سهم عوامل ایجاد عدم قطعیت بررسی شده‌است و همان‌گونه که انتظار می‌رفت، سهم عدم قطعیت تکرارپذیری نسبت به بقیه بیشتر است.



شکل (۲): نمودار سهم عوامل ایجاد عدم قطعیت در آزمون ضربه شاریپی براساس نتایج محاسبه شده در این مقاله.

پی‌نوشت

1. Toughness
2. Izod
3. Charpy
4. Certificate reference materials (CRM)

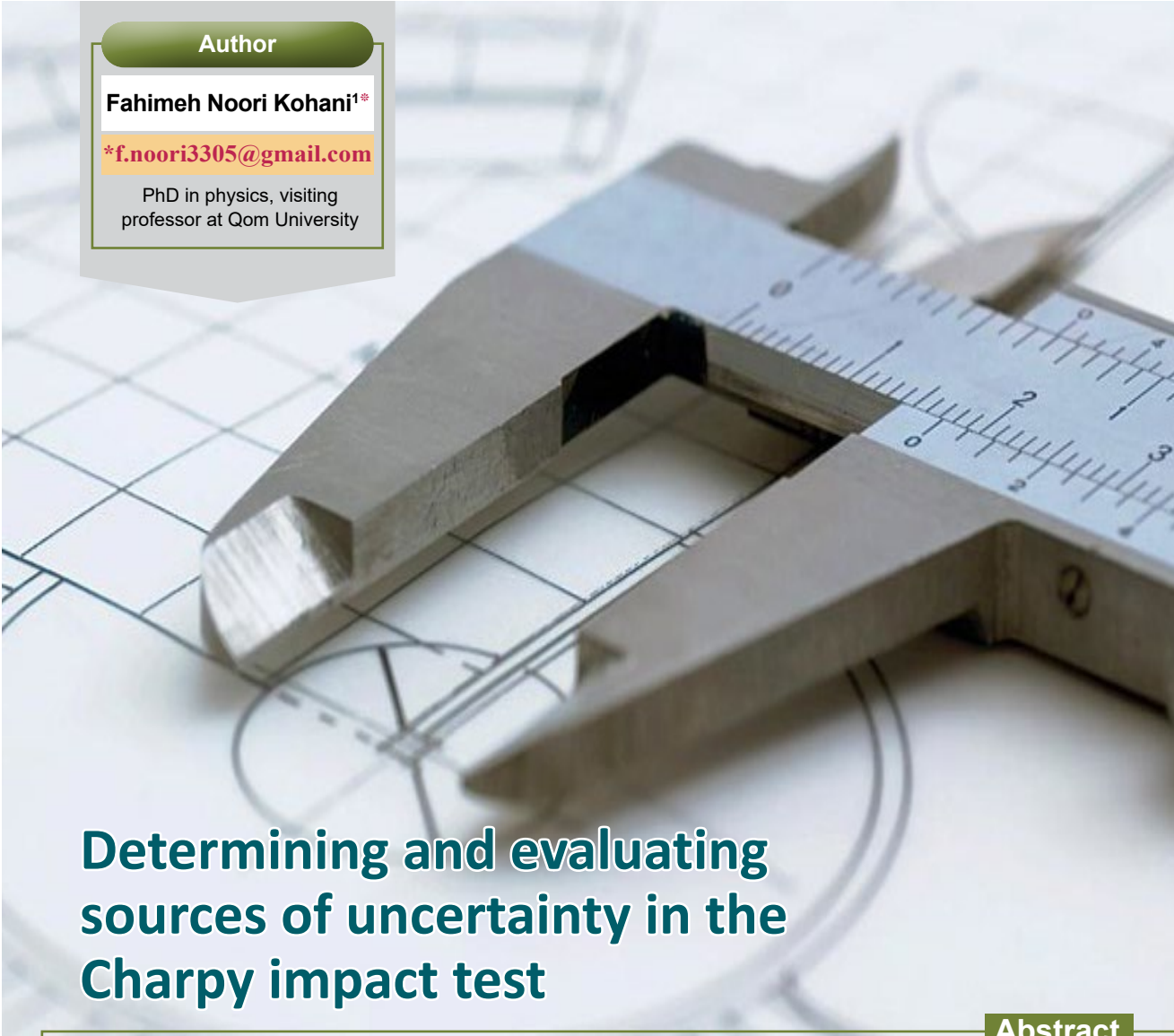
مراجع

- [1] Yasa E, Deckers J, Kruth JP, Rombouts M, Luyten J. Charpy impact testing of metallic selective laser melting parts. Virtual and physical prototyping. 2010 Jun 1;5 (2):89-98.
- [2] Abidin NM, Sultan MT, Shah AU, Safri SN. Charpy and Izod impact properties of natural fibre composites. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019 Nov 1 (Vol. 670, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- [3] John V. Testing of materials. Macmillan; 1992.
- [4] ASTM International. Standard practice for using significant digits in test data to determine conformance with specifications. ASTM International; 2013.
- [5] ISO 148-1: 2016. Metallic Materials—Charpy Pendulum Impact Test—Part 1: Test Method. BSI Standards Limited, UK. 2016.
- [6] American Society for Testing and Materials. Committee A-01 on Steel, Stainless Steel and Related Alloys. Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products. ASTM International; 2017.
- [7] STANDARD S. Metallic Materials—Charpy Pendulum Impact Test—Part 3: Preparation and Characterization of Charpy V-Notch Test Pieces for Indirect Verification of Pendulum Impact Machines (SS-EN ISO 148-3: 2008).
- [8] Ellison SL, Williams A. Quantifying uncertainty in analytical measurement.
- [9] Varma RK, Loveday MS. The validation of the draft standard for instrumented impact testing (IIT) of metallic materials version 10: 1994. In European Structural Integrity Society 2002 Jan 1 (Vol. 30, pp. 181-188). Elsevier, 148-2
- [10] Aydemir B. Uncertainty Analysis in the Notch Impact Test, for Materials with Different Energy Levels. Acta Polytechnica Hungarica. 2021 Jan 1;18 (7).
- [11] Bambei, Jr JH, Keil B. Revision of the AWWA C200 Steel Water Pipe Manufacturing Standard: Consensus-Based Changes Mark Significant Improvements. In Pipelines 2013: Pipelines and Trenchless Construction and Renewals—A Global Perspective (pp. 398-410).

Author

Fahimeh Noori Kohani^{1*}

*f.noori3305@gmail.com

PhD in physics, visiting
professor at Qom University

Determining and evaluating sources of uncertainty in the Charpy impact test

Abstract

There are always some precision and uncertainties in the measurement of the final report, especially if this measurement is done with laboratory equipment. For this purpose, investigating and evaluating the factors that create uncertainty in the final value can always lead to a more accurate value. Therefore, in this research article, the factors and parameters that cause error and uncertainty in the final value in the Charpy impact test, which is a widely used test in measuring the energy absorbed by various materials such as steel in the construction of steel pipes for use in water transmission, gas, and oil are investigated. The uncertainty of the device was calculated along with the uncertainty resulting from the reproducibility. Finally, for a Charpy test device, the numerical results were calculated to the amount energy absorbed 185.2 J with an expanded uncertainty of 4.078 with a confidence factor of 95%, taking into account the degree of freedom of the test. Also, according to the calculations, the share of repeatability uncertainty is more than other uncertainty factors.

Keywords

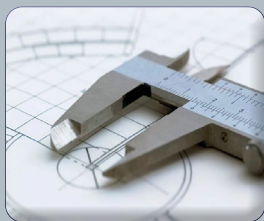
Uncertainty, Impact test, Charpy, Repeatability, Type A and B uncertainty.



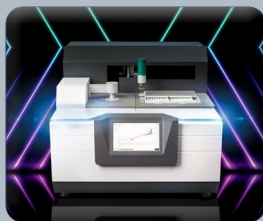
Utilization of Transmission Electron Microscopy for development, analysis, and failure detection in semiconductor industry



Uncertainty in the sampling process



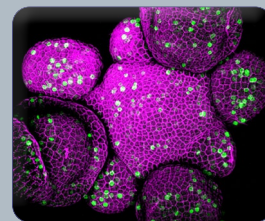
Determining and evaluating sources of uncertainty in the Charpy impact test



Determining the purity of materials using a differential calorimetry device



Determination of modulus of elasticity based on plate load test (PLT) results – case study



Fluorophores for Confocal Microscopy (part 2)