

ISO 17025، ضرورتی اجتناب ناپذیر برای بهبود مستمر فرایند کاری

مراکز آزمایشگاهی

دکتر آرش یزدانی

جانشین مدیر کیفیت مجموعه مشاوران آزمایش نفت ایرانیان

چکیده:

امروزه، استانداردسازی یکی از مهم ترین فاکتورها در زمینه ایجاد، نگهداری و ارتقاء کیفیت سیستم ها، در سطح قابل قبول جهانی می باشد. بنابراین، سازمان ها و مراکز تحقیقاتی نیز مانند سایر سازمان ها دستیابی به استاندارد را از محورهای اساسی فعالیت های خود می دانند. پیاده سازی سیستم استاندارد می تواند گام مؤثری در جهت نیل به خود کفائی و حضور مؤثر و دراز مدت در عرصه بازار جهانی کسب و کار و دانش باشد. در بین استانداردهای موجود، ISO/IEC 17025 استاندارد مهمی است که در آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون کاربرد دارد. این استاندارد جایگزین استانداردهای ISO/IEC GUIDE 25 و استاندارد اروپایی EN 4500 شده است. آخرین ویرایش از این استاندارد در سال ۲۰۱۷ توزیع شده و همانند سایر ویرایش های قبلی شامل دو بخش مدیریتی (کیفی) و فنی است که در آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون پیاده سازی می شود. با اینکه موضوع سیستم مدیریت کیفیت و دریافت اعتبارنامه برای آزمایشگاهها براساس استاندارد ISO/IEC 17025 کار ساده ای نیست به ویژه برای آزمایشگاههایی که در موسسات آموزشی و پژوهشی قرار دارند ولی اجرای این استاندارد دارای مزایای زیادی بوده که از جمله این مزایا می توان به: ارتقاء سطح آزمایشگاه های عضو و کسب اعتبار بین المللی، استاندارد سازی روش های اجرایی و مدیریتی آزمایشگاه ها، افزایش اطمینان از صحت نتایج ارائه شده توسط آزمایشگاه ها، اطمینان از طراحی صحیح محل انجام آزمایش، افزایش اعتماد مشتریان، امکان ارائه خدمات در سطح بین المللی و پذیرش آزمایشگاه دارای گواهینامه به عنوان یک آزمایشگاه مرجع از طرف مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی اشاره کرد.

واژگان کلیدی: استاندارد، آزمایشگاه، موسسات آموزشی و پژوهشی، سیستم مدیریت کیفیت، ISO/IEC 17025.



در دهه اخیر، گسترش روز افزون فعالیت های پژوهشی نیاز به استفاده از آزمایشگاه های تحقیقاتی و ... را دو چندان کرده است. مراکز آزمایشگاهی، بخش مهم و بزرگی از فعالیتهای سازمانهای تحقیقاتی، تولیدی و کالیبراسیون را در بر می گیرد. از آنجایی که عملکرد آزمایشگاه ها نقش حیاتی در کیفیت و کارایی فعالیتهای پژوهشی دارند، از دیر باز ارائه راهکارهایی برای ارزیابی و بهبود عملکرد آنها مورد توجه جوامع علمی و تخصصی دنیا بوده است. سنجش عملکرد در مراکز آزمایشگاهی برای مدیران و مسوولان نیز اهمیت بسیاری دارد، آنها بدین وسیله میتوانند ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف خود، زمینه های بهبود و افزایش بهره وری را در سازمان فراهم آورند. قصد و منظور هر برنامه ارزیابی عملکرد، افزایش کارایی و بهبود اثربخشی است. این هدف از طریق کمک به مراکز آزمایشگاهی برای انجام هرچه بهتر کارها، با توسعه مهارتها و دانش آنان برای دستیابی به نیازهای آتی واحدهای کاری، تحقق می یابد. انجام درست کارها در مراکز آزمایشگاهی از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا این امر ارتقاء کیفیت نتایج آزمون، افزایش اثربخشی خدمات و دستاوردهای تحقیقاتی را در پی دارد، همچنین اثربخش بودن دستاوردهای تحقیقاتی و تجاری سازی آنها، منجر به رشد و خودکفایی سازمانهای تحقیقاتی نیز خواهد شد. بنابراین مدیران و مسوولان مراکز آزمایشگاهی باید در نظامهای ارزیابی عملکرد خود، علاوه بر کارایی (کمیت) خدمات ارائه شده به جنبه های دیگر موثر بر عملکرد به ویژه کیفیت خدمات توجه نمایند. در این زمینه، یکی از مهم ترین چالش های پیش روی هر آزمایشگاه، صحت نتایج داده ها است. کما اینکه بارها مشاهده شده است، نتایج آنالیز یک نمونه در دو

آزمایشگاه متفاوت، یکسان نبوده و رضایت مشتری تأمین نمی شود. در این زمینه، استاندارد ایزو ۱۷۰۲۵ که توسط سازمان بین المللی استاندارد^۱ یا در اختصار ایزو که مقر آن در ژنو بوده و بیش از ۱۵۷ عضو داشته و سازمان ملی استاندارد ایران^۲ از جمله اعضای اصلی آن است، معرفی شده است. هدف این سازمان، یکپارچه کردن تدوین استاندارد در سراسر جهان، ایجاد تسهیلات در تجارت بین المللی، حمایت از تولیدکننده و مصرف کننده و توسعه همکاری های علمی تکنولوژیکی اقتصادی و ... است. ISO/IEC 17025 استاندارد مهمی است که برای آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون بکار می رود. این استاندارد در ادامه تجربیات و سبب استقرار استاندارد های ISO/IEC Guide 25 و استاندارد اروپایی EN 45001، توسط سازمان بین المللی استاندارد تهیه و جایگزین استاندارد های مذکور گردید که آخرین ویرایش آن در سال ۲۰۱۷ بوده است [1]. این استاندارد بین المللی ویژگی های خاص توانایی انجام آزمون و یا کالیبراسیون را مشخص می کند. درک ISO/IEC 17025 آسان و ساده است و سیستم مدیریت کیفی آزمایشگاه را به همه روش های آزمایشگاهی دیگر مرتبط می کند. ISO/IEC 17025 یا سیستم مدیریت کیفیت آزمایشگاهی در آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون، تأکید زیادی بر روش صحیح آزمون ها و استفاده صحیح از استاندارد ها، تمرکز زیادی بر دقت، تعیین نتایج آزمون ها و تعیین خطای محاسبات و نتایج دارد [1,2]. سیستم کیفیت آزمایشگاه ISO/IEC 17025، باهدف ایجاد یک سیستم مدیریتی مستقل و مبتنی بر کیفیت، طراحی و مستقر می گردد تا با بهره گیری از این استاندارد، آزمایشگاه بتواند خدمات خود را با بهترین کیفیت به مشتریان خود ارائه نماید و هم چنین کلیه فعالیت های مدیریتی، فنی و تخصصی خود را به بهترین نحو اداره نموده و با اخذ

² Institute of Standards & Industrial Research of Iran

¹ International Organization for Standardization

گواهینامه ها و اعتبار نامه های ملی یا بین المللی، صلاحیت و شایستگی خود را به گیرندگان خدمات و گروه های ذینفع اثبات نماید. سیستم مدیریت کیفیت آزمایشگاه، دربرگیرنده کلیه فعالیت های مدیریتی و فنی آزمایشگاه و فرآیندهای آن بوده و از سوی دیگر، تمام خدمات آزمایشگاهی را دربر می گیرد. از دیدگاه دیگر، سیستم مدیریت کیفیت آزمایشگاه هم چنین در برگیرنده کلیه خدماتی است که آزمایشگاه به کلیه مشتریان درون سازمانی و برون سازمانی خود ارائه می نماید. این استاندارد با توجه به نوع فعالیت، دامنه خدمات و ماهیت آزمون و کالیبراسیون های قابل انجام و بر اساس ISO/IEC 17025:2017 عنوان الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون طراحی و مستقر گردیده است. در دهه های اخیر پس از باز شدن مرزهای ملی به روی تجارت بین المللی، تبادلات جهانی محصولات و خدمات، به شدت افزایش یافته است. امضای موافقت نامه های تجاری چندجانبه نشان می دهد که تعریف استانداردهای کیفیت بین المللی امری پذیرفته شده است که موجب دستیابی به این مضمون است: "یک بار بررسی شده است، همه جا مورد تایید است" [1,3]

گواهینامه های ایزو ISO 17025 توسط مراجع صدور گواهینامه^۳ یا در اختصار CB به صورت non accredited امکان صدور دارند و آزمایشگاه ها با پیاده سازی و ممیزی توسط یک نهاد ارزیاب خارجی امکان ممیزی و دریافت گواهینامه مذکور را خواهند داشت. اما توصیه شده که این استاندارد توسط سازمانهای اعتبار بخشی^۴ یا در اختصار AB ممیزی و صادر گردد. لذا با توجه به این مورد، سازمان اعتبار بخش حاضر در ایران (AB)، مرکز تایید صلاحیت موسسه استاندارد ایران^۵ در

اختصار NACI، قادر به ممیزی و صدور گواهینامه ISO 17025 می باشد.

هدف از نگارش این مقاله مراحل برای برای پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت براساس استاندارد ISO 17025 در آزمایشگاه است که اهداف سیستم مدیریت کیفیت را به فرآیندهای متناظر مرتبط می سازد و شاخص هایی را برای پایش کارایی و اثربخشی سیستم تعیین می کند. هر مرحله پیشنهاد شده، در متن توضیح داده شده است. مجموعه ای از فرآیندها شامل نیازمندی های یک آزمایشگاه و علاوه بر آن انجام آزمون، فعالیت های مرتبط با این فرآیندها و بندهای مرتبط با آن ها در استاندارد ISO/IEC 17025 نمونه هایی از شاخص های پایش پیوستگی اهداف کیفی نیز ارائه شده اس

۲- روش های پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت در آزمایشگاه ها

در منابع و مقالات موجود، مشکلات، محدودیت ها و همینطور فواید ایجاد سیستم مدیریت کیفیت در موسسات آموزشی و پژوهشی و آزمایشگاه های انجام آزمون به طور گسترده ذکر شده اند [1,4,5]. برخی از این محدودیت ها عبارتند از:

۱- تدارک وسایل لازم برای آزمون از اولویت های اصلی نیست.

۲- آزمایشگاه ها بایستی بطور تناوب تجهیزات خود را با مواد مرجع تایید شده^۶ یا دراختصار CRM کالیبره نمایند. اکثر این مواد در اختیار شرکت هایی مثل Paragon Scientific Limited، NBS می باشد که با شرایط کنونی واردات آن زمان بر و هزینه هنگفتی را بر آزمایشگاه متحمل می کند.

⁵ National Accreditation Center of Iran

⁶ Certificate Reference Materials

³ Certification Body

⁴ Accreditation Body

۸- تبادل اطلاعات و تجارب بین آزمایشگاه های همکار

۹- هماهنگ کردن استانداردها و روش های اجرایی

۱۰- افزایش رضایت و اعتماد مشتریان یا به عبارتی ارتقاء سطح مشتری مداریان آزمایشگاه

۱۱- افزایش قابلیت اطمینان از نتایج و صلاحیت کارکنان یا به عبارتی اثبات پیاده سازی سیستم کیفیت و صلاحیت فنی (نتایج فنی معتبر)

۱۲- افزایش قدرت بازاریابی و مزیت رقابتی نسبت به آزمایشگاه هایی که در کلاس جهانی نظام مدیریت کیفیت وارد نشده اند

۱۳- افزایش تعداد آزمایش ها و درآمد

۱۴ تسهیل در پذیرش نتایج آزمون

۱۵- ارتقاء کیفی تجهیزات، پرسنل، فضا و سیستم و کاهش آسیب و یا نقص تجهیزات

۱۶- به روز کردن استانداردها و روشهای آزمون در سطح آزمایشگاه ها

۱۷- دست یابی به اعتبار بین المللی به عنوان آزمایشگاه آکرودیتته جهانی در ایران

۱۸- افزایش درآمد از طریق ارائه خدمات به صادرکنندگان محصول

۱۹- عدم نیاز ارسال نمونه به مراکز آزمایشگاهی تائید شده

۲۰- شرکت در آزمون های مقایسه ای و آزمون مهارت^۷ که از سوی مراکز اعتبار سنجی در سطح آزمایشگاه های آکرودیتته برگزار میشود

۳- بسیاری از کارکنان موقتی هستند (پرسنل استخدام رسمی نیستند).

۴- آزمایشگاه ها در آن واحد مربوط به فعالیت های آموزشی و پژوهشی سازمان هستند. (هم زمان علاوه بر بخش پژوهشی در بخش آموزشی نیز کار می کنند).

۵- عملکرد کارکنان و مسئولیت آنها متنوع و پراکنده است.

۶- عملکرد کارکنان بیشتر براساس فعالیت های آموزشی و مقالات منتشر شده توسط آنها سنجیده می شود.

۷- آزمایشگاه ها بایستی برای کالیبراسیون جدیدترین نسخه نرم افزار کالیبراسیون را روی کامپیوتر برای تحلیل نتایج آزمایش نصب نمایند، اما بخاطر برخی از تحریم ها این امکان وجود ندارد.

فواید اصلی نیز شامل موارد زیر است:

۱- برخورد سیستماتیک با مشکلات، نقائص و اشتباهات خواسته یا ناخواسته

۲- انجام خود ارزیابی توسط آزمایشگاه

۳- یافتن و محدود سازی منابع خطاهای اندازه گیری و کنترل خطاها

۴- محاسبه خطاهای غیر قابل کنترل

۵- تعیین تکلیف روش های ابداعی اندازه گیری

۶- کنترل و تضمین کیفیت نتایج اندازه گیری

۷- تسهیل همکاری میان آزمایشگاه ها و سایر سازمان ها

⁷ Proficiency Test

۲۱- امکان پذیرش آزمایشگاه بعنوان آزمایشگاه

مرجع از طرف سازمان ملی استاندارد

همانطور که مشخص است مزایای پیاده سازی استاندارد ISO 17025 به گونه ای می باشد که بتوان از محدودیت ها بعضاً عبور کرده و به پیاده سازی آن روی آورد. در طول استقرار سیستم مدیریت کیفیت در یک آزمایشگاه انجام آزمون، برطبق استاندارد EN 45001 به عنوان پیش نیاز ISO/IEC 17025 مراحل به این شرح باید انجام گردد: طراحی، مسئولیت مدیریت، آموزش کیفیت، آماده سازی، مدارک، اعتباربخشی روش های تحلیلی، اجرای سیستم کنترل کیفی تحلیلی و ممیزی داخلی [1,5,6].

برای استقرار سیستم مدیریت کیفیت براساس ISO 9001 می توان مراحل زیر را انجام داد:

۱- انتخاب یک استاندارد و یک نماینده رسمی برای صدور گواهی نامه

۲- شناسایی استانداردهای دولتی و دستورالعمل های تاثیرگذار بر سیستم

۳- تعریف مشخص دفاتر نمایندگی و دامنه کاری

۴- ارزیابی و بومی سازی روش هایی که در آزمایشگاه به کار گرفته می شوند

۵- پیاده سازی سیستم

۶- هدایت و اجرای پیش ممیزی و ممیزی نهایی.

از آنجاییکه در تمامی ویرایش های صورت پذیرفته دو بخش کیفیت و فنی از یکدیگر جدا شده اند، می توان مراحل فوق را بر اساس این دو بخش کیفی و فنی با جزئیاتی بیشتر نیز تقسیم بندی نمود:

الزامات بخش مدیریتی (کیفیت):

۱- کنترل مدارک

۲- بازنگری درخواست ها، پیشنهادهای و قراردادهای.

۳- واگذاری آزمون و کالیبراسیون به پیمانکاران

فرعی

۴- خرید خدمات و ملزومات

۵- ارائه خدمات به مشتریان

۶- اقدامات پیشگیرانه

۷- کنترل سوابق

۸- ممیزی های داخلی

۹- بازنگری های مدیریتی

۱۰- شکایات و نظرسنجی

هر یک از موارد فوق، دارای روش های عملیاتی و اجرایی، چک لیست ها و دستورالعمل های خاصی می باشد که توسط پرسنل آزمایشگاه با همکاری شرکت مشاور اجرای استاندارد تهیه شده و آزمایشگاه ملزم به رعایت آن در چارچوب های تعریف شده می باشد [7].

به عنوان مثال، هر آزمایشگاه باید دارای چارت سازمانی باشد که در آن جایگاه افراد و مسئولیت ها مشخص باشد. نظامنامه کیفیت هرآزمایشگاه باید تدوین شود. ممیزی داخلی در زمان مقرر، مثلاً هر ۶ ماه انجام شود تا از تداوم استقرار ISO/IEC 17025 اطمینان حاصل شود. بازنگری های دوره ای انجام شود. روش مدون برای رسیدگی به شکایت مشتریان تدوین شود. تمام موارد فوق در نظامنامه کیفیت تدوین گردیده و به آن عمل شود.

الزامات بخش فنی:

۱- کارکنان

۲- جایگاه و شرایط محیطی کار

۳- روش های آزمون و کالیبراسیون و صحت گذاری

بر روش ها

۴- تجهیزات و امکانات

های راهبردی سازمان باشد. در تصمیم گیری برای استقرار سیستم مدیریت کیفیت، موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

۵- نمونه برداری

۶- جابجایی اقلام مورد آزمون و کالیبراسیون

۱- فرهنگ حاکم بر سازمان

۷- تضمین کیفیت نتایج آزمون و کالیبراسیون

۲- نیاز واقعی برای دریافت اعتبارنامه

۸- گزارش دهی نتایج

۳- زمان و منابع موجود

۴- دانش کارکنان و تجربیات قبلی آنها در زمینه

کیفیت

۵- شرایط جاری آزمایشگاه با توجه به مطابقت با

استاندارد.

صرف نظر از این مسائل، مدیریت ارشد باید متعهد

باشد و قبل از آغاز فرآیند، اهمیت و دلایل استقرار

مدیریت کیفیت را برای تمام کارمندان توجیه و روشن

نماید. سیستم مدیریت کیفیت باید از درون سازمان و با

ارج نهادن به آزمایشگاه ها و پرسنل آن توسعه یابد. حتی

اگر این کار با کمک گرفتن از مشاوران خارجی باشد.

زمان مورد نیاز برای نتیجه گرفتن از استقرار سیستم

ISO/IEC 17025 می تواند متفاوت باشد و بستگی به

فاکتورهای ذکر شده دارد. مدیریت کیفیت بر طبق

برخی از آزمایشگاه های انجام آزمون موسسات تحقیقاتی

و آموزشی، زمان مورد نیاز را این گونه گزارش کرده اند:

یک سال پس از تصمیم توسط مدیریت ارشد و یا رئیس

دانشگاه، هیجده ماه بدون احتساب تجربیات قبلی، در

حدود سه سال بسته به فعالیت های دیگری مانند فعالیت

های آموزشی و پژوهشی [9,10,11].

چهار مرحله اول شامل موارد زیر است:

۱- تعیین آزمون ها و پرسنل تحت پوشش سیستم

مدیریت کیفیت

۲- کنترل وضعیت جاری

در این خصوص، روش های اجرایی و عملیاتی جهت برقراری الزامات وجود دارد. به عنوان مثال، هر آزمایشگاه باید دارای کادر کیفی و فنی باشد که دارای اختیارات و منابع لازم برای انجام وظایف خود باشد و وقوع هر انحرافی را از سیستم کیفیت یا از روش های اجرایی مربوط به انجام آزمون ها و یا کالیبراسیون شناسایی کنند و اقداماتی برای پیشگیری یا به حداقل رساندن این انحرافات انجام دهند. کادر پرسنلی آزمایشگاه باید آموزش های لازم را گذرانده باشند. در بخش جایگاه و شرایط محیطی کار، هر آزمایشگاه باید دارای فضای مناسب از نظر فیزیکی و سرانه فضای کار مناسب باشد. از نظر تجهیزات و امکانات، آزمایشگاه باید تجهیزات و امکانات مناسب را تهیه و از کالیبره بودن آن ها اطمینان حاصل کند. آزمایشگاه باید خط مشی ها و روش های اجرایی داشته باشد که بر اساس آن بتواند از حفاظت اطلاعات محرمانه و حقوق مالکیت معنوی مشتریانش اطمینان داشته باشد. هم چنین، آزمایشگاه باید خط مشی های مناسب و روش های اجرایی داشته باشد که بر اساس آن بتواند از دخالت در هر نوع کاری که باعث کاهش اعتماد به صلاحیت، بی طرفی، درستی قضاوت یا درستی عمل آن گردد جلوگیری نماید [8].

۳- مراحل عمومی برای استقرار سیستم

مدیریت کیفیت

استقرار سیستم مدیریت کیفیت در هر سازمانی

می تواند نتیجه نیاز داخلی، فشار خارجی و یا حتی طرح

۳- محاسبه هزینه ها برای پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت

۴- ترسیم برنامه زمانی و مسئولیت ها براساس طرح استقرار و اهمیت کار

رویکرد فرآیندی در مرحله ۵ شامل طراحی و آنالیز همه فرآیندهای درگیر در انجام آزمون در آزمایشگاه و آسان سازی است که عمدتاً در آزمایشگاه های موسسات آموزشی و ISO/IEC 17025 انطباق های مورد نیاز برای تطابق با الزامات استاندارد پژوهشی وجود دارد. مرحله ۶ نیز متناظر با فاز استقرار سیستم مدیریت کیفیت مرتبط با ایجاد الزامات فنی و مدیریتی است و مرحله ۷ به ارزیابی داخلی سیستم مدیریت کیفیت و انطباق آن با الزامات ISO/IEC 17025 ارتباط دارد و در نهایت در مرحله ۸ نحوه به ارزیابی داخلی سیستم مدیریت کیفیت و انطباق آن با الزامات ISO/IEC 17025 درخواست برای گواهی ارائه می شود.

۵- نتیجه گیری

موضوع سیستم مدیریت کیفیت و دریافت اعتبارنامه برای آزمایشگاه ها براساس استاندارد ISO/IEC 17025 به ویژه برای آزمایشگاه هایی که در موسسات آموزشی و پژوهشی قرار دارند کار ساده ای نیست. هدف از نگارش این مقاله، پیشنهاد برخی از مراحل عمومی برای پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت براساس استاندارد ISO/IEC 17025، برای آماده سازی آزمایشگاه ها به منظور کسب اعتبارنامه رسمی است. در ابتدا، مروری بر تحقیقات، برای شناسایی پیشنهادهایی که برای نظام مند کردن سیستم مدیریت کیفیت و همچنین استفاده از آن برای نزدیک شدن به فرآیند مفید بوده، انجام شد. با توجه به یافته ها و تجربیات محققان با پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت ISO/IEC 17025 در این مقاله ارائه شده است.

این مراحل نسبتاً انعطاف پذیر هستند تا با تفاوت های بین نهادها، آزمایشگاه ها و کارکنان مختلف، سازگار شوند.

سپاسگزاری

از مدیرعامل محترم شرکت مشاوران آزمای نفت ایرانیان، جناب آقای وحید ابراهیمی جهت ارائه نظرهای ساختاری و حمایت های بی شائبه شان کمال تشکر و قدردانی می شود.

منابع

- [1] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Committee, Geneva, 2017.
- [2] V. Agostini, Evolution of laboratory procedures for water quality analysis, A. Gilardoni (Ed.), The Italian water industry Springer International Publishing AG, Berlin, 2018.
- [3] U. Ricci, Establishment of an ISO 17025:2005 accredited forensic genetics laboratory in Italy, Accred. Qual. Assur. 19 (2014) 289-299.
- [4] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Committee, Geneva, 2005.
- [5] C. N. Murphy, J. Yates, The International Organization for Standardization (ISO), Global governance through voluntary consensus, T. G. Weiss, R. Wilkinson (Eds.), Routledge Global Institutions, Taylor & Francis, New York, 2009.
- [6] S. Wong, Risk-based thinking for chemical testing, Accred. Qual. Assur. 22 (2017) 103-108.
- [7] K. C. Tsimillis, Measurement uncertainty: requirements set in the accreditation standards, Accred. Qual. Assur. 23 (2018) 109-114.

[8] T. Venelinov, Uncertainty estimation of the determination of chemical sum parameters in water, *Accred. Qual. Assur.* 22 (2017) 347-351.

[9] K. C. Tsimillis, Training needs to understand quality assurance, *Accred. Qual. Assur.* 20 (2015) 53-59.

[10] K. Middlebrook, Do accredited laboratories perform better in\ proficiency testing than non-accredited laboratories?, *Accred. Qual. Assur.* 22 (2017) 111-117.

[11] N. Hots, Investigation of temperature measurement uncertainty components for infrared radiation thermometry, R. Szewczyk, M. Kaliczyńska (Eds.), *Recent advances in systems, control and information technology, Advances in intelligent systems and computing* 543, Springer International Publishing AG, Berlin, 2017.