

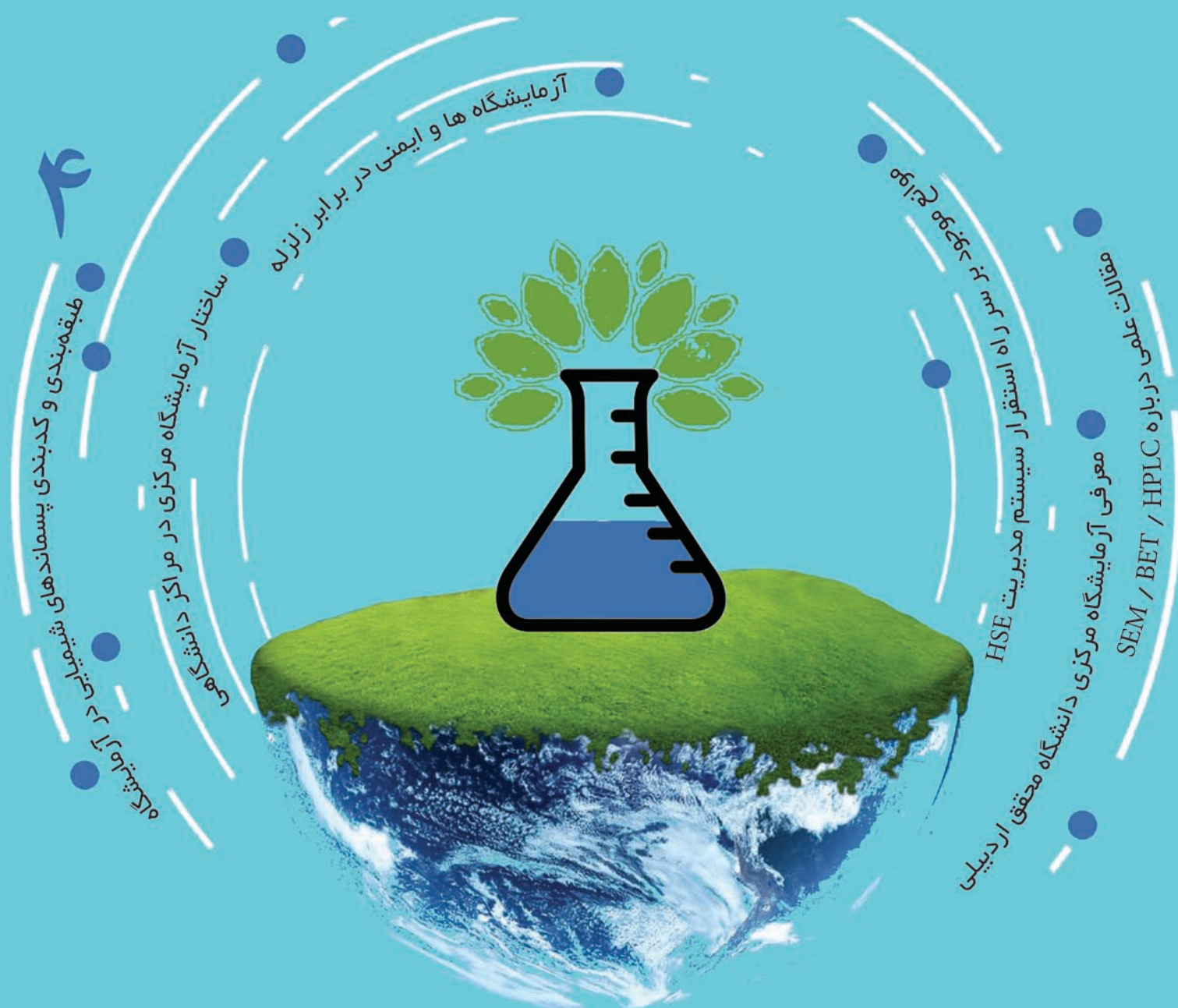


فصلنامه تخصصی شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران

سال اول . شماره چهارم . زمستان ۱۳۹۵

نشریه‌ی ستاد شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شاپای چاپی: ۴۹۱۰-۲۵۳۸





علاج دردها و مشکلات کشور در پیشرفت علمی است.
مقام معظم رهبری (مدظله العالی)



فصلنامه تخصصی
شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا)
نشریه مشترک معاونت پژوهش و فناوری
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و دانشگاه مراغه

صاحب امتیاز

معاونت پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مدیر مسئول

دکتر محمدصادق علیائی
مدیر شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا) و
معاون دفتر حمایت و پشتیبانی امور پژوهش و فناوری
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

سرمدیر

دکتر احمد آقایی
رئیس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه مراغه

مدیر داخلی

فرانک فلاحی

مدیر امور فنی

فریبا ولی‌زاده

مدیر هنری

بهداد شریفی

مدیر اجرایی

پروین نقی‌زاده

مسئول IT

مهندس سیدحسین هاشمی

هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر محمدجواد اشراقی
دکتر سیده مهری حمیدی
دکتر مهدی داوری
دکتر ریحانه صباغ‌زاده
مهندس احمد ظهیر میردامادی
دکتر حسین عبدالمحمدزاده
دکتر پریسا فتحی رضایی
دکتر مجید محمدی
دکتر غفور نوریان

ویراستار

فریده جهان‌دیده

نشانی دبیرخانه ستادی

تهران، شهرک قدس، میدان صنعت، خیابان خوردین،
خیابان هرمزان، نش خیابان پیروزان جنوبی،
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری،
حوزه معاونت پژوهش و فناوری،
دفتر حمایت و پشتیبانی امور پژوهش و فناوری،
دفتر فصلنامه تخصصی شاعا، کد پستی: ۱۴۶۶۶-۶۴۸۹۱
۰۲۱-۸۲۲۳۴۰۷۵

نشانی دبیرخانه اجرائی

استان آذربایجان شرقی، مراغه، میدان مادر، بلوار دانشگاه،
دانشگاه مراغه، آزمایشگاه مرکزی دانشگاه،
دفتر فصلنامه تخصصی شاعا، کد پستی: ۵۵۱۸۱-۸۳۱۱۱
۳۷۱-۳۷۲۷۶۰۶۸ داخلی

شرح طرح جلد

طرح روی جلد شماره حاضر نشریه، به اهمیت رعایت اصول
زیست محیطی در آزمایشگاه‌ها اشاره دارد.

فهرست

● یادداشت سردبیر (احمد آقایی)

● مقالات علمی

● ساختار آزمایشگاه مرکزی در مراکز دانشگاهی
(احمد ظهیر میردامادی)

● آزمایشگاه‌ها و ایمنی در برابر زلزله
(مجید محمدی و سهیل رستم‌کلایی)

● طبقه‌بندی و کدبندی پسماندهای شیمیایی در آزمایشگاه
(حسین عبدالمحمدزاده)

● چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه استقرار سیستم مدیریت HSE
با نگرش استاندارد بین‌المللی ISO 45001
(غفور نوریان)

● میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning Electron Microscope):
اصول عملکرد
(سیده مهری حمیدی، سعید جوادی و مهدی جهانفر)

● روش‌های دینامیکی اندازه‌گیری سطح ویژه BET
و کاربردهای آن در زمینه مواد ساختمانی
(محمدجواد اشراقی، سهیلا حمیدی دولت‌آباد و سید محمدرضا درخشنده)

● اصول عمومی روش تجزیه‌ای کروماتوگرافی HPLC
(ریحانه صباغ‌زاده)

● معرفی آزمایشگاه‌ها

● معرفی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی
(مهدی داوری)



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



معاونت پژوهش و فناوری
دفتر حمایت و پشتیبانی
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



طراح نشانه (لوگو)
بهداد شریفی

shaajournal@msrt.ir





مراکز علمی و کارشناسان آزمایشگاه‌ها رجوع نماییم. متأسفانه هنوز اطلاع دقیقی در دست نداریم که این نشریه مورد مطالعه چه کسانی قرار گرفته و همچنین نظرات عزیزان خواننده نیز به جز تعداد بسیار کم تاکنون به مسئولین نشریه ارسال نشده است. بنابراین از تمامی عزیزان و دست‌اندرکاران آزمایشگاه‌های علمی کشور خواهشمندم پس از مطالعه مطالب نشریه، نقدها و نظرات و پیشنهادات خود را از طریق ایمیل نشریه^۱ و یا از طریق تلگرام گروه شاعا که فعلاً بر روی شماره تلفن همراه اینجانب^۲ ایجاد شده است و یا به طور کلی از طریق تماس تلفنی یا ارسال پیامک با شماره مذکور، ارسال فرمایند. ارسال نظرات و جمع‌بندی آن‌ها نقش بسیار مهمی در روند تکاملی نشریه شاعا خواهد داشت، لذا در ارسال نظرات خود تردیدی نداشته باشید. چه بسا برخی از نظرات ارائه شده بتوانند مسیر جدیدی در آینده برای نشریه گشوده و راهکارهای ارائه شده بتواند در ستاد شاعا نیز مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به اینکه از ابتدای شروع به کار نشریه شاعا، قصد گرفتن درجه علمی-ترویجی برای آن داشتیم، لذا سعی کردیم تا هر شماره به این هدف نزدیک‌تر شویم. در شماره حاضر با تلاش همکاران گرامی قالب ارائه مقالات تقریباً به مجلات علمی-ترویجی کشور نزدیک شده است. از شماره پیاپی پنجم و اولین شماره سال ۱۳۹۶ قطعاً با رعایت تمامی جزئیات و قواعد موجود در آئین‌نامه نشریات علمی کشور، سعی خواهیم نمود تا در اولین زمان ممکن، درجه علمی-ترویجی نشریه شاعا را اخذ نمائیم. بنابراین از کلیه نویسندگان مقالات و گزارش‌ها خواهشمندیم، مطالب و نوشته‌های خود را کاملاً منطبق با الگوی نوشتن مقالات نشریه هماهنگ نمایند. لازم به توضیح است که تاکنون شابک نشریه اخذ شده و مراحل اداری اخذ مجوز انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی در مراحل پایانی خود می‌باشد. در حال حاضر همکاران محترم نشریه در حال ایجاد سایت اختصاصی نشریه ذیل پورتال وزارت

به لطف و یاری خداوند متعال، چهارمین شماره فصلنامه شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا) نیز منتشر شده و در اختیار شما فرهیختگان و فعالان جامعه آزمایشگاه‌های علمی کشور قرار می‌گیرد. همانگونه که استحضار دارید ایده انتشار نشریه‌ای مختص جامعه آزمایشگاه‌های علمی ایران در اواخر سال ۱۳۹۴ توسط اینجانب به عنوان مدیر آزمایشگاه مرکزی دانشگاه مراغه به ستاد شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا) ارائه شد. خوشبختانه مسئولان محترم ستاد شاعا به ویژه جناب آقای دکتر علیایی که در حال حاضر مدیر مسئول نشریه حاضر نیز هستند، با حمایت‌ها و تشویق‌های خود، شکل‌گیری و انتشار یکساله این فصلنامه را امکان‌پذیر نموده و در روند ایجاد و تکامل تدریجی آن نقش بسیار مهمی ایفاء نمودند. مدیر مسئول محترم نشریه با برگزاری جلسات متعدد در خصوص نشریه و نیز با پیگیری و رفع مشکلات موجود، نقش بسیار زیادی در امکان ادامه مسیر داشته‌اند که بدینوسیله مراتب تقدیر و تشکر از ایشان که فرد بسیار دلسوز و دارای افکار و برنامه‌های بزرگی هستند، به عمل می‌آید. همچنین سرکار خانم فرانک فلاحتی (مدیر داخلی نشریه)، سرکار خانم فریبا ولی‌زاده (مدیر امور فنی نشریه)، جناب آقای بهداد شریفی (مدیر هنری نشریه)، جناب آقای مهندس سیدحسین هاشمی (به عنوان مسئول بخش فناوری اطلاعات) و نیز سرکار خانم پروین نقی‌زاده (مدیر اجرایی نشریه) در امور اجرایی نشریه شاعا سهم بسزایی داشته‌اند که جا دارد از این همکاران و دوستان گرامی نیز تشکر و قدردانی نمایم. از تمامی نویسندگان مقالات، گزارش‌ها و اخبار درج شده در این چهار شماره نیز سپاسگزارم و امیدوارم همکاری این بزرگواران و سایر همکاران ارجمند با نشریه ادامه یابد.

اگر بخواهیم واقع‌بینانه به نقد و بررسی چهار شماره نشریه شاعا پرداخته و در ادامه مسیر از آن‌ها بهره بگیریم، شاید بهتر باشد به نظرات و دیدگاه‌های خوانندگان محترم آن به ویژه مدیران محترم آزمایشگاه‌های

^۱Email: shaaajournal@msrt.ir

^۲احمد آقایی، ۰۹۱۲۴۰۵۵۴۴۷

علوم، تحقیقات و فناوری هستند تا با توجه به اینکه اساس نشریه حاضر به صورت انتشار الکترونیکی است، تمامی مقالات و اطلاعات مربوط به نشریه در این سایت قابل دسترس باشد.

یکی از نظرات و دیدگاه‌های ارزشمندی که در ضمن فعالیت‌های نشریه شاعا و از طرف جناب آقای دکتر محمدصادق علیایی، مدیر مسئول محترم و مدیر شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا)، ارائه شد این بود که انجمن علمی آزمایشگاه‌های علمی ایران تأسیس شده و فعالیت‌های نشریه حاضر نیز ذیل این انجمن قرار گیرد. امید است این ایده بسیار جالب، با همکاری تمامی همکاران ارجمند سراسر کشور به انجام رسیده و شاهد تأسیس چنین انجمنی در کشور برای اولین بار باشیم. به طور کلی هدف اصلی از تأسیس انجمن علمی آزمایشگاه‌های علمی کشور و نیز نشریه شاعا، موفقیت در ایجاد ارتباط و شبکه‌سازی فعالیت‌ها و تمامی آزمایشگاه‌های علمی کشور می‌باشد. بدون تردید، زمانی می‌توان در شبکه کردن سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و نیز خدمات آزمایشگاهی موفق عمل نمود که بتوان ساختاری قوی و اصولی برای آن ایجاد کرد. یکی از این زیرساخت‌ها می‌تواند تأسیس این انجمن باشد تا با داشتن هیأت مدیره‌ای فعال متشکل از بدنه جامعه آزمایشگاهی کشور، بتواند در پیشبرد اهداف شبکه آزمایشگاهی

و نیز افزایش بهره‌وری آن سهم بسزایی داشته باشد. به نظر نگارنده، کارهای بسیار زیادی در ستاد شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران باقی است که همت تمامی مدیران آزمایشگاه‌ها و سایر دست‌اندرکاران آزمایشگاه‌ها را می‌طلبد. وجود یک نقشه راه اصولی و همه‌جانبه‌نگر یکی از ضرورت‌های شبکه آزمایشگاهی است. خوشبختانه تاکنون کارهای بسیار خوبی در ستاد شاعا و به طور کلی معاونت پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام گرفته و یا در حال انجام است. با این حال، هنوز راه زیادی باقی مانده که امید است با اعتقادی که هم اکنون در وزارت علوم وجود دارد و نیز با تلاش و پیگیری تمامی فعالان جامعه آزمایشگاهی کشور، بیش از پیش و با آهنگی سریع‌تر آن را پیموده و به اهداف مورد نظر دست یابیم. در پایان، ضمن تبریک سال جدید به تمامی همکاران و فعالان جامعه آزمایشگاهی کشور، خواهشمندم دیدگاه‌ها و نظرات ارزشمند خود را با هدف بهبود وضعیت نشریه شاعا و به طور کلی شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران از طریق راه‌های ارتباطی ذکر شده، ارائه فرمایید. مطمئناً عادت کردن به بیان دیدگاه‌ها از طریق نوشتاری و کتبی بسیار بهتر از روش شفاهی است. به امید موفقیت و سربلندی ایران عزیز.

احمد آقایی

مقالات علمی



ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 1 – 6

ISSN: 2538-4910

The structure of the central labs in universities

Ahmad Zahirmirdamadi*

BSc Industrial Engineer, Material and Energy Research Center

Abstract

Laboratory is the location of judgment and making decision. In our country, most of the laboratory centers are governmental and academic in this regard the literature pays more attention and consideration to the structure of this center.

Key Words

Laboratory,
Academic centers,
Quality management,
Human Capital,
ISO/IEC 17025

(*)To whom correspondence should be addressed.
E-mail: a.zmirdamadi@gmail.com



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحات ۱ - ۶، ۱۳۹۵

شاپای چاپی: ۴۹۱۰-۲۵۳۸

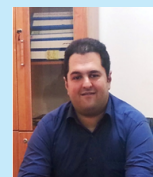
ساختار آزمایشگاه مرکزی در مراکز دانشگاهی

احمد ظهیر میردامادی*

مدیر کیفیت پژوهشگاه مواد و انرژی

آزمایشگاه محل قضاوت و تصمیم‌گیری است. در کشور ما عمده مراکز آزمایشگاهی وابسته به دولت و دانشگاهی هستند. در این راستا توجه و دقت بیش‌تر به ساختار این مراکز در چارچوب آزمایشگاه مرکزی مورد توجه این مقاله قرار دارد.

چکیده



احمد ظهیر میردامادی

واژگان کلیدی

آزمایشگاه،
مراکز دانشگاهی،
مدیریت کیفیت،
سرمایه انسانی،
ISO/IEC 17025

(*)مسئول مکاتبات.

ایمیل: a.zmirdamadi@gmail.com

است. در این راستا و در ادامه به باید و نبایدهای مدیریتی و ساختاری یک آزمایشگاه مرکزی می‌پردازیم.

شرح مطلب: پیش از این آنچه بیش از همه در آزمایشگاه‌های دانشگاهی اهمیت داشت تجهیزات بود و گران و فناورانه بودن آن‌ها افتخاری بزرگ برای هر دانشگاه به حساب می‌آمد. در چند سال اخیر مواردی مانند مشکلات اقتصادی و تحریم، هم‌چنین سرعت فراوان رشد تکنولوژی در جهان از سویی و مباحث مربوط به اقتصاد مقاومتی و تشکیل شرکت‌های دانش‌بنیان، تصویر آزمایشگاه‌ها را تغییر داد و احساس شد که آزمایشگاه‌ها باید تبدیل به سازمان‌هایی بر پایه دانش و فناوری شوند که خدمات خود را به مشتریان می‌فروشند. علاوه بر مبحث بازاریابی، توجه ویژه به کارشناسان آزمایشگاه با توجه به نقشی که به عنوان اپراتور تجهیزات دارند و نیز لزوم پاسخگویی به مشتریان و دریافت بازخورد از ایشان و ساماندهی سرمایه دانشی اساتید و اعضای هیأت علمی در جهت تبدیل علم به عمل، لزوم تشکیل آزمایشگاه مرکزی را بیش از پیش نشان داد.

در این راستا ابتدا و پیش از انجام هر کاری لازم است از طرف مدیر ارشد، این مسأله پذیرفته شود؛ که ساختاری به نام آزمایشگاه مرکزی ایجاد شود و مدیریت آزمایشگاه‌ها را بر عهده بگیرد. آزمایشگاه مرکزی باید زیر نظر بالاترین مقام دانشگاه تشکیل شود تا مشروعیت و قدرت لازم را داشته باشد.

۲ شورا/کمیته عالی آزمایشگاه مرکزی

کمیته و یا شورایی متشکل از مدیران ارشد سازمان است. از جمله وظایف این کمیته شامل موارد ذیل است:

- ایجاد چشم‌انداز و برنامه سالیانه و نظارت بر اجرای آن،
- مدیریت مالی و تخصیص بودجه و اعتبار آزمایشگاه مرکزی شامل تصویب بودجه سالیانه،
- همکاری و ارتباط مستمر با مدیر آزمایشگاه مرکزی برای اطمینان از تحقق اهداف آزمایشگاه مرکزی،
- پیشنهاد مدیر/رئیس آزمایشگاه مرکزی به مدیر ارشد.

آزمایشگاه شامل مجموعه‌ای از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، سرمایه انسانی متخصص و استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط است که در فضای فیزیکی مناسب و متناسب، برای انجام آزمون‌های علمی و تحقیقاتی ایجاد و سازماندهی شده‌اند.

آنچه آزمایشگاه را دارای اهمیت می‌کند، مسئولیت قضاوت آن است. آزمایشگاه‌ها قضاتی هستند که براساس نظراتشان تصمیمات مهمی اتخاذ می‌شود. در واقع هدف از فعالیت آزمایشگاه‌های غیرطبی ا ارائه پاسخ‌هایی دقیق و صحیح به مشتری به شرط قبول مسئولیت از طرف آزمایشگاه است. در این راستا ابزار رسیدن به چنین هدفی استقرار استاندارد ISO/IEC 17025 است. این استاندارد در کشور ما گسترش مناسبی یافته و اکثر آزمایشگاه‌ها با آن آشنا هستند. نگارنده معتقد است از این پس دغدغه اصلی، نه پیاده‌سازی و ترویج ISO/IEC 17025 که اطمینان از پایداری و اثربخشی آن است. در واقع پیاده‌سازی اولیه استاندارد ISO/IEC 17025 از آسان‌ترین بخش‌های آن است.

ولی سختی کار پس از اولین اعتباردهی خود را نشان می‌دهد. برای نگارنده فراوان پیش آمده که مخاطبین دوره‌های آموزشی، پیاده‌سازی استانداردهای مدیریت کیفیت را تجربه بسیار تلخی در گذشته دانسته‌اند. در این راستا مشکلات بعد از پیاده‌سازی می‌توانند ریشه در این مسایل داشته باشند:

- نبود ساختار مناسب در آزمایشگاه به عنوان بستری برای رشد و توسعه کاربرد استاندارد،
- عدم توجه به اهمیت بدنه کارشناسی آزمایشگاه در اثربخشی استانداردهای پیاده شده در آزمایشگاه،
- عدم انجام ممیزی (ارزیابی) مناسب توسط گواهی دهندگان (اعتباردهندگان).

در این بین یکی از اصلی‌ترین مشکلات نبود ساختاری مناسب در اداره آزمایشگاه است که عملاً موجب می‌شود بستر استمرار استانداردهای مدیریت کیفیت سست گردد و به ناچار آنچه حاصل می‌آید تجربه‌ای تلخ و هزینه‌ای تلف شده است. شاید به همین علت و علل مشابه است؛ که وزارت علوم آیین‌نامه آزمایشگاه مرکزی خود را به مراکز ابلاغ کرده



۳ کمیته مشاوران

اساتید و اعضای هیأت علمی دانشگاه‌ها سرمایه‌های انسانی یک کشور هستند که برای رشد و بالندگی ایشان زحمت فراوانی کشیده و هزینه زیادی صرف شده است از سوی دیگر بسیاری از مشتریان نه پاسخ آزمون که تفسیر و نظر کارشناسی برگرفته از نتایج آزمون‌ها را می‌خواهند در این راستا ارائه تفسیر، درآمد و ارزش افزوده مناسبی را علاوه بر حل مسأله مشتری برای آزمایشگاه به بار می‌آورد لذا می‌توان کمیته‌ای شامل مشاوران تخصصی در این زمینه پیش‌بینی کرد تا ایشان جدا از مسئولیت‌های اجرایی به امور تخصصی، با ارزش افزوده بالا بپردازند.

۴ رئیس/مدیر آزمایشگاه مرکزی

لازم است از نظر فنی تسلط قابل قبولی بر محدوده آزمون‌ها و کار تجهیزات آن داشته باشد. مدیر آزمایشگاه مرکزی مسئول حضور و غیاب و قرارداد با پرسنل، هم‌چنین تعمیر، تجهیز و به‌روزرسانی دستگاه‌ها، استقرار سیستم‌های مدیریت کیفیت و ایمنی، هم‌چنین پاسخگویی به مشتریان و مباحث مالی و اقتصادی آزمایشگاه است.

۵ مدیریت کیفیت و ایمنی

استانداردهای مدیریت کیفیت نقش بزرگی در کار آزمایشگاه دارند و مثلاً استاندارد ISO/IEC 17025 شاخصی برای اثبات صلاحیت هر آزمایشگاه است. در این راستا با توجه به نیاز به مشتری‌مداری استانداردهایی مانند ISO 9001 و سایر استانداردهای مدیریت کیفیت (مثلاً ISO 13485 برای تجهیزات پزشکی) نیز لزوم ایجاد ساختاری متمرکز در آزمایشگاه را اثبات می‌کند.

ذکر این نکته لازم است که مبحث ایمنی و کیفیت بی‌ارتباط به هم نیستند. در این رابطه مثلاً استانداردهایی مانند ISO 14001 (استاندارد مدیریت کیفیت زیست محیطی) نیز ابزار بسیار مناسبی برای کارکرد اثربخش یک آزمایشگاه است. بسته به نوع آزمایشگاه می‌توان بخش‌های مدیریت کیفیت و بخش ایمنی را تفکیک و یا جمع کرد.

۶ بخش بازاریابی و فروش خدمات

با توجه به اهمیت ارائه خدمات به مشتریان لازم است استراتژی کسب و کار و بازار هدف آزمایشگاه، در این زمینه مشخص شود. آزمایشگاه می‌تواند از تیم با صلاحیتی در این زمینه استفاده کرده به جذب مشتری بپردازد و ضمن دریافت بازخورد، گزارش عملکرد ارائه کند. در زمینه مشتری‌مداری خط قرمز تنها صحت و دقت نتایج براساس نمونه وارده می‌باشد. در صورت نیاز می‌توان این بخش را در بخش مدیریت کیفیت ادغام کرد.

۷ بخش پذیرش

وجود این بخش در آزمایشگاه الزامی نیست و به ابعاد آزمایشگاه و مشتریان آن بستگی دارد در این راستا بسته به نوع کار، می‌توان آن را در مدیریت کیفیت جمع کرد بخش پذیرش رابط بین مشتری و آزمایشگاه است و امروزه استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی این حوزه، کمک مؤثری به فعالیت آن با حداقل نیروی انسانی می‌کند (برای اطلاعات بیشتر درباره بخش پذیرش به مقاله "مشتری‌مداری در آزمایشگاه انجام آزمون با توجه به الزامات ISO/IEC 17025" فصلنامه تخصصی شبکه آزمایشگاهی علمی ایران سال اول شماره سوم مراجعه شود).

۸ بخش آموزش

امروزه نیروی انسانی سرمایه اصلی هر سازمان است. در واقع نیروی انسانی تنها یک منبع ساده نیست بخصوص در آزمایشگاه‌ها که هزینه زیادی برای تربیت ایشان صرف می‌شود در این راستا به‌روز رسانی ایشان الزامی غیرقابل اجتناب است و باید برای هر شغل، استاندارد آموزشی، نیازسنجی و هم‌چنین شناسنامه شغلی تهیه شود و با برنامه‌ای منظم، ضمن آموزش و آگاهی بخشی به پرسنل، از اثربخشی دوره‌ها اطمینان حاصل گردد. در این راستا می‌توان آموزش را در مدیریت کیفیت ادغام کرد.

۹ مدیر/مدیران فنی فنی

مدیر فنی پاسخگوی اصلی عملکرد تخصصی آزمایشگاه است و لازم است ضمن داشتن قدرت مدیریت پرسنل و سایر بخش‌های آزمایشگاه،

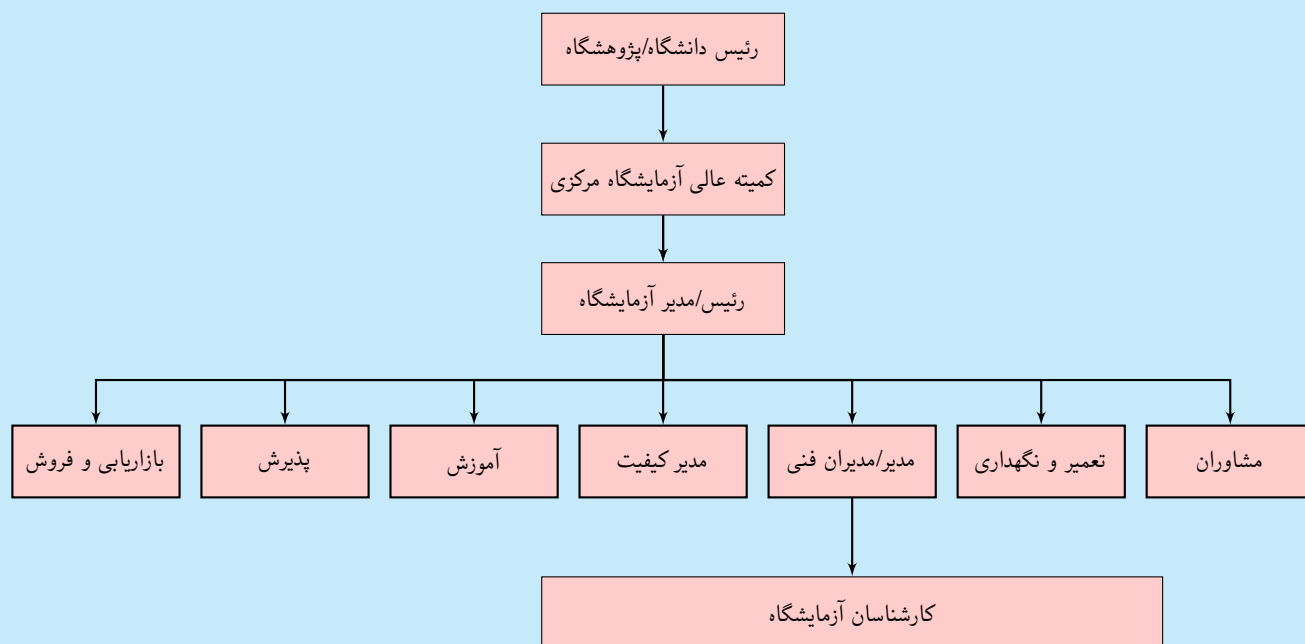
۱۱ تعمیر و نگهداری تجهیزات

تجهیزات نقش مهمی در آزمایشگاه دارند و مانند همه وسایل ساخت بشر خراب می‌شوند. برای کارکرد درست آن‌ها به برنامه‌ریزی نیاز است در این راستا باید برای هر تجهیز، ضمن مشخص کردن محدوده تخصصی و محیطی، الزامات تأمین این شرایط نیز فراهم گردد هم‌چنین پیش‌بینی لازم برای تعمیر و کالیبراسیون این تجهیزات بسته به داخلی و یا خارجی بودن آن‌ها و هزینه به‌روز رسانی هر دستگاه مشخص گردد. می‌توان این بخش را در وظایف مدیریت فنی ادغام کرد.

تأییدکننده نهایی پاسخ آزمون‌ها باشد. مدیر فنی بسته به تنوع کاری آزمایشگاه می‌تواند شامل تعدادی بیش از یک نفر باشد.

۱۰ کارشناسان آزمایشگاه

کارشناس (اپراتور) خط مقدم فعالیت آزمایشگاه است در واقع نیروی انسانی است که رضایت و تخصص وی می‌تواند اثر مستقیم بر رضایت مشتری داشته باشد.



۱۲ نتیجه

آزمایشگاه‌های دانشگاهی، تجهیزات آن و پرسنل متخصص مرتبط، بزرگ‌ترین سرمایه‌گذاری هستند که بر مبنای اقتصاد مقاومتی، به ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان و کسب درآمد براساس فناوری می‌پردازد. در این راستا بی‌شک بهبود ساختار و بازنگری روش‌های مدیریتی و استفاده از استانداردهای معتبر سیستمی در این زمینه مکمل بسیار خوبی برای سایر اقدامات فنی و تخصصی در جهت افزایش بهره‌وری به حساب می‌آید لذا لازم به نظر می‌رسد؛ توجه و بررسی بیشتری در زمینه آسیب‌شناسی هر اقدام جدید صورت پذیرد. به نظر می‌رسد در حوزه تشکیل آزمایشگاه‌ها مرکزی مراکز دانشگاهی بررسی و تحقیق بیش‌تری مورد نیاز است.

در پایان ذکر این نکته لازم به نظر می‌رسد که ایجاد انگیزه در پرسنل آزمایشگاه اهمیت فراوانی دارد و لازم به نظر می‌رسد پرداخت کارانه در آزمایشگاه سازماندهی و اجرایی گردد. کارانه باید توسط مدیر آزمایشگاه مرکزی براساس بهره‌وری حاصل شده، تعهد کاری، میزان و نحوه انجام خدمات و مانند آن و براساس قاعده‌ای مدون و منظم پرداخت شود. در این راستا بازخورد مشتریان، چگونگی پیاده‌سازی استانداردهای مدیریت کیفیت الزامی و نیز اجرای الزامات ایمنی، بهداشت و محیط زیست در آزمایشگاه علاوه بر میزان کارکرد و درآمد اپراتور، شاخص‌های مناسبی برای پرداخت کارانه به حساب می‌آیند. در این راستا هم‌چنین لازم به نظر می‌رسد هزینه‌های هر تجهیز و میزان استهلاک آن محاسبه شده و کارانه مربوطه در دوره‌های زمانی معلوم به صورت منظم و با بیان جزییات پرداخت گردد.



[۴] حمیدرضا آراسته، مقاله ارتباط دانشگاه و صنعت پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، شماره ۳۳ پاییز ۸۳.

[5] Khalid Saeed, Accred Qual Assur (2016) 21:305–308, Can single-operator laboratories comply with all of the requirements of ISO/IEC 17025:2005.

[۱] امیرمرتضی آقابیک، راهکارهای ایجاد امنیت شغلی از طریق توانمندسازی کارکنان، تدبیر سال ۲۳ شماره ۲۴۱ خرداد ۹۱.

[۲] شیوه‌نامه آزمایشگاه مرکزی پژوهشگاه مواد و انرژی.

[۳] شیوه‌نامه خدمات مشاوره پژوهشی و فناوری پژوهشگاه مواد و انرژی.





ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 7 – 12

ISSN: 2538-4910

Laboratory Safety in Earthquakes

Majid Mohammadi* and Soheil Rostamkalaee

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Iran

Abstract

Iran is located in a very high seismic zone. Behavior of buildings in recent earthquakes demonstrates that the majority of buildings, not designed based on new seismic codes, may be collapsed or highly damaged. Laboratories are samples of high risk buildings, specially those having expensive instruments or wildfire materials, have high or very high importance. Required planning is required for preparedness to mitigate casualties and damages before earthquake occurrences. A general program should be designed by the administration to be implemented to each lab particularly. Improving national cooperation for networking the activities in earthquake science and engineering in Iran, replacing scientific behavior with emotional reaction during a disaster and eventually risk management are necessary to cope with earthquake phenomenon. Before preparing the general program, it is necessary to assess the seismic vulnerability of the laboratory buildings for probable coming earthquakes. Furthermore, developing the labs without paying special attention to seismic effects of these buildings, results in threatening life safety and wasting national wealth as well as country's scientific achievements.

Key Words

Seismic Evaluation,
Seismic Rehabilitation,
Safety,
Laboratory,
Earthquake

(*)To whom correspondence should be addressed.

E-mail: m.mohammadigh@iiees.ac.ir



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحات ۷ - ۱۲، ۱۳۹۵

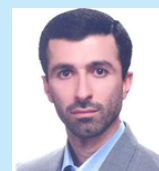
شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

آزمایشگاه‌ها و ایمنی در برابر زلزله

مجید محمدی*، و سهیل رستمکلائی

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

چکیده



مجید محمدی



سهیل رستمکلائی

ایران از دیدگاه خطر زلزله همواره به عنوان منطقه‌ای با خطر بالا شناخته شده است. افزایش اطلاعات درباره رفتار ساختمان‌ها در زلزله‌های اخیر باعث نگرانی در مورد وضعیت لرزه‌ای ساختمان‌ها موجود در ایران شده است که بدون توجه به ضوابط و آیین‌نامه‌های مرتبط با زلزله ساخته شده‌اند. در این میان آزمایشگاه‌ها که از منظرهای ارزش مالی و خطرزایی دارای اهمیت خیلی زیاد می‌باشند را می‌توان نمونه‌ای از پیرریسک‌ترین ساختمان‌ها دانست. برنامه‌ریزی‌های لازم برای ایجاد آمادگی جهت بالا بردن میزان ایمنی و کاهش تلفات و خسارات باید قبل از رخداد زلزله انجام شده و پیاده‌سازی گردد. این برنامه‌ریزی می‌تواند به صورت کلان توسط مرجع بالادستی آزمایشگاه‌ها انجام شده و به صورت خاص و متناسب برای هر آزمایشگاه اجرا گردد. توسعه همکاری‌های داخلی به منظور شبکه‌سازی فعالیت‌های علمی در زمینه علوم و مهندسی زلزله در ایران و جایگزین نمودن رفتار علمی به جای واکنش احساسی هنگام بروز سانحه، مدیریت اضطرار و سرانجام مدیریت ریسک سانحه از ضرورت‌های برخورد با پدیده زلزله است. به منظور مدیریت ریسک ناشی از خطر زلزله، شناخت و برآورد ریسک موجود ضروری است. پیش از تدوین یک برنامه کلی برای کاهش آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های کشور در برابر زلزله، ارزیابی وضع لرزه‌ای موجود این ساختمان‌ها از گام‌های ابتدایی مهم می‌باشد. ضمناً باید توجه داشت که به دلیل لرزه‌خیزی ایران، توسعه آزمایشگاه‌ها بدون توجه ویژه به پیامدهای لرزه‌ای خاص این ساختمان‌ها، عملاً می‌تواند به ایجاد تلفات انسانی و اتلاف سرمایه ملی و دستاوردهای علمی کشور منجر گردد.

واژگان کلیدی

ارزیابی لرزه‌ای،
بهسازی لرزه‌ای،
ایمنی،
زلزله آزمایشگاه،

(*)مسئول مکاتبات.

ایمیل: m.mohammadigh@iices.ac.ir



به طور کلی فرایند آمادگی در برابر زلزله شامل اقدامات پیش از رخداد زلزله، اقدامات حین رخداد زلزله و اقدامات پس از رخداد زلزله است که در این قسمت به برخی از آن‌ها با تمرکز روی اقدامات پیش از زلزله اشاره می‌گردد. چرا که این مرحله به عنوان اولین، جامع‌ترین و مؤثرترین گام، بیشترین سهم برنامه آمادگی و ایمنی در برابر زلزله را به خود اختصاص می‌دهد که در مورد آزمایشگاه‌ها باید از چند منظر مورد توجه قرار گیرد.

۳ سازه

منظور از سازه اعضا و سیستمی است که باید بارهای ثقلی و جانبی را به درستی تحمل کنند و انتقال دهند. بدیهی است در صورت آسیب‌پذیری سازه آزمایشگاه، ایمنی سایر قسمت‌ها نیز حاصل نمی‌گردد. با توجه به اینکه بسیاری از ساختمان‌ها بدون رعایت ضوابط لرزه‌ای جدید طراحی و ساخته شده‌اند و بسیاری نیز دارای ضعف‌های اجرایی می‌باشند، ارزیابی سازه و شناخت میزان آسیب‌پذیری و مودهای خرابی آن و در صورت لزوم اقدام به بهسازی لرزه‌ای اولین قدم دستیابی به ساختمانی امن خواهد بود. از سوی دیگر برای احداث آزمایشگاه‌های جدید، رعایت آیین‌نامه‌ها و ضوابط لرزه‌ای به‌روز و اجرای درست آن ضروری است.

ایران از دیدگاه خطر زلزله همواره به عنوان منطقه‌ای با خطر بالا شناخته شده و تاریخچه رخداد زلزله‌های تاریخی در این پهنه و همچنین اهمیت زلزله‌های اخیر رخ داده در پیرامون آن همگی نمایانگر ویژگی این ناحیه از نظر لرزه‌خیزی است. با توجه به رخداد زلزله‌های قبلی و قضاوت زلزله‌شناسان می‌توان گفت که تقریباً در هر دهه، ۲۰ رخداد زلزله با بزرگای ۶ تا ۶٫۸، ۲ رخداد زلزله با بزرگای ۷ تا ۷٫۹، و ۰٫۲ رخداد زلزله (تقریباً هر قرن حدود ۲ مورد) با بزرگای بیش از ۸ در مقیاس ریشتر را می‌توان در ایران انتظار داشت. افزایش اطلاعات درباره رفتار ساختمان‌ها در زلزله‌های اخیر باعث نگرانی در مورد وضعیت لرزه‌ای بخش وسیعی از ساختمان‌های موجود در ایران شده است که بدون توجه به ضوابط جدید ساخته شده‌اند. با پیشرفت مهندسی زلزله و فراگیرتر شدن آن در جوامع در معرض خطرات لرزه‌ای، نیاز به ضوابط خاص برای ساختمان‌های مختلف بیش از پیش نمایان شده است. در این میان آزمایشگاه‌ها که از منظرهای ارزش مالی و خطرزایی دارای اهمیت با درجه زیاد و خیلی زیاد می‌باشند را می‌توان نمونه‌ای از پرریسک‌ترین ساختمان‌ها دانست. نکته‌ای که نگرانی از آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌ها را دوجندان می‌سازد وجود همزمان سیستم‌های آبرسانی، برق، گاز، مواد اشتعال‌زا و مواد سمی در کنار تجهیزات گران‌قیمت و نیروی انسانی است. در این دسته از ساختمان‌ها علاوه بر حفظ امنیت جانی انسان‌ها، کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله به منظور به حداقل رساندن خسارت‌های مالی و جلوگیری از ایجاد اختلال در عملکرد سایر قسمت‌های یک مرکز آموزشی و پژوهشی حائز اهمیت است.

۲ آمادگی در برابر زلزله

زلزله پدیده‌ای است که بدون هشدار قبلی رخ می‌دهد. از این رو باید قبل از رخداد آن برنامه‌ریزی‌های لازم برای ایجاد آمادگی جهت بالا بردن میزان ایمنی و کاهش تلفات و خسارات انجام شده و پیاده‌سازی گردد. این برنامه‌ریزی می‌تواند به صورت کلان توسط مرجع بالاسری آزمایشگاه‌ها انجام شده و به صورت خاص و متناسب برای هر آزمایشگاه اجرا گردد.



۴ اعضای غیرسازه‌ای

کامپیوتری نمونه‌هایی از این موارد هستند. شکل ۲ شکستگی لوله متصل به دیگ بخار در یک بیمارستان حین زلزله ۲۰۱۰ شیلی با بزرگای ۸/۸ را نشان می‌دهد.



خرابی در اعضای غیرسازه‌ای در زلزله‌های گذشته از دو لحاظ منشأ جدی تلفات و خسارت بوده است. این اعضا باید به گونه‌ای طراحی و اجرا گردند که نه تنها ممانعتی برای عملکرد سازه در زلزله ایجاد نکنند بلکه روی انسان‌ها، تجهیزات و محتویات آزمایشگاه آوار نشوند. به عنوان مثال در پی زلزله ۱۹۹۴ کالیفرنیا، نورث‌ریج با بزرگای ۶/۷ بیش از ۱۷۰ مدرسه در لس‌آنجلس دچار آسیب‌های غیرسازه‌ای شدند. در شکل ۱ یک کلاس درس دبیرستان در این منطقه نشان داده شده است که پانل‌های سقفی مربعی با ابعاد حدود ۳۰ سانتی‌متر همراه با اتصالات فلزی و ادوات روشنایی آن فرو ریخته‌اند.



شکل ۱: گسیختگی و فروریزش پانل‌های سقفی و روشنایی، دبیرستان رزدا، زلزله ۱۹۹۴ نورث‌ریج، کالیفرنیا



شکل ۲: شکستگی لوله متصل به دیگ بخار، بیمارستان سن‌کارلوس، زلزله ۲۰۱۰ شیلی

۵ محتویات

در آزمایشگاه‌ها معمولا تجهیزات حساس و خطرناکی وجود دارند که آسیب‌دیدگی آن‌ها می‌تواند از منظر مالی، زیست‌محیطی، ارزش داده و غیره بسیار با اهمیت باشند. اینگونه وسایل باید به نحو مناسب و مورد به مورد مطابق جزئیات‌بندی‌های تأیید شده مهار شوند تا در اثر زلزله واژگون نگردند. مواد سمی، مواد آتش‌زا، مخازن سوخت و اکسیژن، واکنش‌گرها، کشت‌های شیمیایی و بیولوژیکی، حیوانات آزمایشگاهی، رادیوسکوپ‌ها و کلیه تجهیزات پرتوزا و اطلاعات مهم

۶ معماری لرزه‌ای

معماری لرزه‌ای شامل نحوه چیدمان وسایل، تقسیم فضاها، مسیرهای دسترسی و ارتباط فضاهای داخلی ساختمان آزمایشگاه، طرح‌بندی و جانمایی وسایل برای بهره‌برداری مناسب در شرایط عادی و پس از زلزله برای کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله می‌باشد؛ چیدمان وسایل باید به گونه‌ای باشد که مسیرهای فرار و خروج استفاده‌کنندگان از آزمایشگاه را نه تنها مسدود ننماید بلکه اجسام برنده و تیز (مانند شیشه یا وسایل آزمایشگاهی دیگر آسیب دیده) باعث جراحت افراد در حین خروج از آزمایشگاه نگردد. نکته قابل توجه در این بخش، بررسی اندرکنش سازه، اعضای غیرسازه‌ای و محتویات، و در نتیجه اثرات لرزه‌ای متقابل آن‌ها است که باید به دقت و با شناخت درست رفتار لرزه‌ای کلیه موارد انجام گیرد.

۷ جعبه کمک‌های اولیه

جعبه کمک‌های اولیه قسمت اساسی و ضروری هر جعبه شرایط اضطراری به ویژه در هنگام زلزله است که نیازمند پایش و بازسازی دوره‌ای است. این جعبه نقشی حیاتی و تعیین‌کننده در حفظ جان افراد حاضر در آزمایشگاه هنگام رخداد زلزله دارد و باید شامل این موارد باشد: تجهیزات اولیه پزشکی، مواد خوراکی و آب، ابزار اولیه نجات، اطلاعات ایمنی

۸ آموزش

چرخه مدیریت بحران زلزله، بدون آموزش افراد ناقص است. برگزاری کلاس‌های تخصصی دوره‌ای جهت آموزش پیامدهای زلزله، اهمیت و چگونگی آمادگی در برابر آن نقشی پررنگ به ویژه در آمادگی حین و پس از رخداد زلزله دارد. برگزاری مانورهای دوره‌ای برای تمرین شرایط اضطرار، تدابیر و دستورالعمل‌های حین زلزله شامل پناهگیری و محافظت از خود و دیگران، تمرین سیستم‌های ارتباطی و مخابراتی، هماهنگی با مراکز امدادرسانی، تدابیر تخلیه و خروج، تعیین مسئولیت افراد، محل اجتماع، شمارش افراد، عملیات تجسس و نجات، روش‌ها و فنون کمک‌های اولیه توسط کارکنان آزمایشگاه روشی کارآمد برای این منظور است.

۹ ضوابط لرزه‌ای موجود

از آنجا که مدارک فنی موجود جنبه عمومی داشته به گونه‌ای تهیه شده‌اند تا نیاز کلی ساختمان‌های متعارف را پاسخگو باشند. با وجود مسائل، شرایط و تجهیزات خاص، آزمایشگاه‌ها از بسیاری جهات در محدوده کاربرد ضوابط موجود نیستند و استفاده از ضوابط موجود لرزه‌ای به منظور بکارگیری در آزمایشگاه‌ها ممکن است به نتایج نادرست بیانجامد. با توجه به فقدان دستورالعملی مختص آزمایشگاه‌ها در ادبیات فنی لرزه‌ای ایران، شایسته است با بهره‌گیری از متخصصان بومی، نشریات داخلی و همچنین مستندات و آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی در حوزه‌های طراحی لرزه‌ای، ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، اقدام به تدوین، بومی‌سازی، به‌روزرسانی ضوابط موجود و ارتقای فنی مسائل طراحی و اجرایی لرزه‌ای با نگرشی متمرکز بر آزمایشگاه‌ها نمود.

۱۰ نتیجه‌گیری

توسعه همکاری‌های داخلی به منظور شبکه‌سازی فعالیت‌های علمی در زمینه علوم و مهندسی زلزله در ایران و جایگزین نمودن رفتار علمی به جای واکنش احساسی هنگام بروز سانحه، مدیریت اضطرار و سرانجام مدیریت ریسک سانحه از ضرورت‌های برخورد با پدیده زلزله است. مدیریت ریسک سانحه یعنی در مناطقی که احتمال سانحه بزرگ وجود دارد پیش از بروز آن، در هنگام و پس از رخداد نیز با روش‌های علمی، هماهنگی و هدایت درست اطلاعات و نیروها، از پیامدهای خسارت بارکاست. به منظور مدیریت ریسک ناشی از خطر زلزله، شناخت و برآورد ریسک موجود ضروری است. در واقع پیش از تدوین یک برنامه کلی برای کاهش آسیب‌پذیری آزمایشگاه‌های کشور در برابر زلزله، ارزیابی وضع لرزه‌ای موجود این ساختمان‌ها با گستره‌ای از میزان خطرهای لرزه‌ای، تنوع سیستم‌های باربر جانبی، معیار و میزان حساسیت تجهیزات و غیره نخستین گام می‌باشد. همچنین توسعه آزمایشگاه‌ها بدون توجه ویژه به پیامدهای لرزه‌ای خاص این ساختمان‌ها با توجه به لرزه‌خیزی ایران، موجب تهدید امنیت جانی انسان‌ها و اتلاف سرمایه ملی و دستاوردهای علمی کشور می‌گردد.



موجود (۱۳۹۲).

- [3] ASCE standard ASCE/SEI 41-13: American Society of Civil Engineers: Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. (2014).
- [4] FEMA E-74: Federal Emergency Management Agency: Reducing the risk of nonstructural earthquake damage. (2012).

- [۱] زارع، مهدی، جدول آماری زلزله‌های بالای ۴ ریشتر دنیا/ وقوع سالانه ۲۵۰ زلزله نسبتاً بزرگ در ایران، خبرگزاری مهر، شناسه: ۲۱۷۱۹۵۸ - ۱۹ آبان ۱۳۹۲.
- [۲] نشریه شماره ۳۶۰ (تجدید نظر اول): معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور: دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های



ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 13 – 22

ISSN: 2538-4910

Classification and Coding of Chemical Wastes in the Laboratory

Hossein Abdolmohammad-Zadeh*

Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Azarbaijan Shahid Madani University, 35 Km
Tabriz-Maragheh Road, P.O. Box 53714-161, Tabriz, Iran

Abstract

Waste management program involves the separation or isolation in the production place, classification and coding, transportation to the disinfecting place, disinfecting, packaging, temporary storage, transportation and final disposal, respectively. In order to fit any chemical waste management, the chemical structure, composition, characteristics and concentration and quantity of waste should be firstly determined. Each of the variables can alone effect on the various stages of waste management such as collection, storage, transportation and disposal. Therefore, to take appropriate way to manage the disposal of chemicals, classification and coding methods are presented first step. In this paper, different methods of classification and coding of chemical wastes have been introduced according to the US Environmental Protection Agency proposed method.

Key Words

Waste,
Classification of chemical
wastes,
Chemical wastes coding,
Hazardous chemical wastes,
Disposal of chemical materials

(*)To whom correspondence should be addressed.
E-mail: h_abdol@yahoo.com



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحات ۱۳ - ۲۲، ۱۳۹۵

شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

طبقه‌بندی و کدبندی پسماندهای شیمیایی در آزمایشگاه

حسین عبدالمحمدزاده*

گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، ۳۵ کیلومتری جاده تبریز-مراغه، تبریز، ایران

چکیده

برنامه مدیریت پسماند شامل مراحل تفکیک یا جداسازی در محل تولید، طبقه‌بندی و برچسب‌گذاری، حمل و نقل تا محل بی‌خطر سازی یا آمایش، مرحله بی‌خطر سازی، بسته‌بندی، ذخیره (انبارش) موقت، بارگیری و در نهایت مرحله دفع نهایی می‌باشد. به منظور مدیریت مناسب هر پسماند شیمیایی، در قدم اول بایستی ساختار شیمیایی، ترکیب، ویژگی‌ها و غلظت و مقدار تولید آن پسماند مشخص شود. هر یک از متغیرهای ذکر شده به تنهایی قادر است مراحل مختلف مدیریت آن پسماند از جمع‌آوری، ذخیره، حمل و نقل و امحاء پسماند را تحت تأثیر قرار دهد. لذا برای اتخاذ راهکار مناسب برای مدیریت امحاء مواد شیمیایی در گام اول روش‌های طبقه‌بندی و کدبندی آن‌ها ارائه می‌شود. در این مقاله، روش‌های مختلف طبقه‌بندی و کدبندی پسماندهای شیمیایی براساس شیوه پیشنهادی سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا معرفی شده است.



حسین عبدالمحمدزاده

واژگان کلیدی

پسماند،
طبقه‌بندی پسماندهای شیمیایی،
کدبندی پسماندهای شیمیایی،
پسماند شیمیایی خطرناک،
پسماند شیمیایی بی‌خطر،
امحاء پسماند شیمیایی

(*)مسئول مکاتبات.

ایمیل: h_abdol@yahoo.com

مقالات علمی

۱ مقدمه

بنابراین امحاء پسماندها آخرین راهکار در مدیریت پسماندهای تولیدی است و تولیدکنندگان پسماندها قبل از آن بایستی استفاده از روش‌های ذکر شده را امکان‌سنجی نمایند. امحاء پسماندها به دلیل هزینه‌های اقتصادی، مشکل بودن اجرای آن بدون ایجاد هرگونه اثرات سوء بهداشتی و زیست محیطی و مسائل دیگر دارای کم‌ترین مقبولیت و پذیرش از طرف تولیدکنندگان و حتی مراجع اجرائی و نظارتی می‌باشند. بنابراین برای اطمینان از موفقیت‌آمیز بودن برنامه امحاء هر پسماندی در قدم اول بایستی اثبات شود که امحاء، تنها راهکار مدیریتی امکان‌پذیر مدیریتی در شرایط موجود می‌باشد. به منظور مدیریت مناسب هر پسماند شیمیایی، در قدم اول بایستی ساختار شیمیایی، ترکیب، ویژگی‌ها و غلظت و مقدار تولید آن پسماند مشخص شود. هر یک از متغیرهای ذکر شده به تنهایی قادر است مراحل مختلف مدیریت آن پسماند از جمع‌آوری، ذخیره، حمل و نقل و امحاء پسماند را تحت تأثیر قرار دهد. لذا برای اتخاذ راهکار مناسب برای مدیریت امحاء مواد شیمیایی در گام اول روش‌های طبقه‌بندی و کدبندی آن‌ها ارائه می‌شود.

۲ اصطلاحات و تعاریف

پسماند^۱: هر ماده، کالا یا وسیله دور انداختنی، رد شده، رها شده، ناخواسته یا زائدی که برای فروش یا بازیابی، بازفرآوری، بازیافت یا تصفیه توسط عملیات مجزا از روش تولید اصلی آن می‌تواند در نظر گرفته شده یا نشده باشد. علاوه بر این هر ماده‌ای است که توسط قوانین و مقررات توسط مراجع ذیصلاح به عنوان پسماند اعلام شده باشد.



پسماند مایع^۲: شامل کلیه پسماندی است که در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد فارغ از آنکه در بسته یا مظروف باشند یا نباشند و صرف‌نظر از آنکه همراه با ظرف یا بسته‌بندی خود امحاء شده باشند یا نباشند،

پسماند به مواد جامد، مایع و گاز گفته می‌شود که به طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت انسان بوده و از نظر تولیدکننده زائد تلقی می‌شود. طبقه‌بندی پسماندها از دیدگاه‌های مختلف انجام می‌شود. از لحاظ ترکیب و ساختار مواد تشکیل دهنده، پسماندهای شیمیایی بخش عمده‌ای از ضایعات بخش‌های مختلف به خصوص صنایع را به خود اختصاص می‌دهند. طیف مواد شیمیایی مصرفی و تولیدی آنقدر گسترده و رو به افزایش است که امکان تدوین راهنما و دستورالعمل واحد برای کلیه مواد وجود ندارد. در مدیریت هر پسماند تولیدی، بخصوص اگر پسماند برای موجودات زنده یا محیط زیست مخاطره‌آمیز باشد، اولویت اول، حذف یا عدم تولید آن پسماند است. این راهکار مقبول‌ترین و در عین حال مطمئن‌ترین روش محسوب می‌شود. با توجه به محدودیت‌های فنی، اقتصادی و ... اتخاذ این راهکار کنترلی همیشه امکان‌پذیر نیست. در صورت عدم امکان حذف پسماند تولیدی، باید به راهکارهای دیگری همچون کاهش تولید، بازمصرف، بازیابی، بازیافت و تصفیه پسماند (به ترتیب اولویت) اندیشیده شود. چنانچه امکان اجرای هیچ یک از این روش‌ها میسر نباشد در آخرین مرحله، پسماند تولیدی امحاء می‌گردد (شکل ۱).



شکل ۱: سلسله مراحل تصمیم‌گیری در خصوص پسماندهای تولیدی

^۱Waste

^۲Liquid wastes

مقالات علمی

دارای حالت مایع است.

پسماند خنثی^۳: پسماند جامدی است که دارای هیچ‌گونه خواص فعال شیمیایی یا بیولوژیکی نمی‌باشد. این پسماند از لحاظ زیست محیطی تغییر شکل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی چندانی نمی‌کند و پتانسیل ناچیزی برای ایجاد اثرات مخرب زیست محیطی دارد.



فاضلاب^۱: پسماندهای مایع که میزان مواد معلق و مواد آلی آن‌ها هر یک کمتر از ۱ درصد باشد.

پسماند خطرناک^۴: پسماندی است که دارای حداقل یکی از ویژگی‌های تعریف شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA) باشد. به طور کلی پسماند خطرناک شامل هر ماده دورریز و ناخواسته (به استثناء مواد رادیواکتیو) هستند که به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی یا عفونت‌زایی می‌توانند در صورتی که به درستی تصفیه، ذخیره، حمل، امحاء یا مدیریت نشوند، مخاطرات جدی برای سلامت انسان‌ها یا موجودات زنده و محیط زیست ایجاد نمایند.



شیرابه^۲: مایعی که از داخل زباله تراوش می‌کند یا در اثر تجزیه آن تولید می‌شود. شیرابه شامل آبی که به داخل زباله نفوذ کرده و به طور بالقوه آلوده به مواد مغذی، فلزات، نمک‌ها و سایر ترکیبات قابل انحلال یا معلق و محصولات تجزیه آن شده نیز می‌باشد.



- ^۱ Wastewater
- ^۲ Leachate
- ^۳ Inert wastes
- ^۴ Hazardous wastes

- ذخیره بلند مدت، نامحدود یا دائمی پسماند

۳ طبقه‌بندی و کدبندی پسماندهای شیمیایی

در گام نخست مدیریت پسماند، وظیفه تولید کننده پسماند شیمیایی است که مشخص نماید که پسماند تولیدی‌اش متعلق به کدام گروه می‌باشد. برای طبقه‌بندی و کدبندی پسماندهای شیمیایی، رایج‌ترین روش براساس شیوه پیشنهادی سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا می‌باشد. با اقتباس از این شیوه پسماندهای شیمیایی به دو گروه پسماندهای خطرناک و پسماندهای بی‌خطر یا پسماندهای با خطر ناشناخته طبقه‌بندی می‌شوند.

۱.۳ پسماندهای شیمیایی خطرناک

پسماندهای شیمیایی خطرناک پسماندهای شیمیایی هستند که به دلیل مقدار، غلظت، ویژگی‌های فیزیکی یا شیمیایی قادرند:

الف) باعث ایجاد یا سهم (قابل توجه) در افزایش مرگ و میر یا بیماری‌های شدید غیر قابل درمان یا بیماری‌های برگشت‌پذیر ناتوان کننده در انسان‌ها شوند.

ب) اگر به طور مناسب ذخیره، حمل، تصفیه، امحاء یا هر اقدام مدیریتی دیگر نشوند، مخاطره بالقوه یا اساسی برای سلامت انسان یا محیط زیست ایجاد کنند.

مخاطرات، ویژگی‌ها و اثرات زیانبار پسماندهای شیمیایی خطرناک را می‌توان با یک کد تحت عنوان کد خطر نشان داد. با در نظر گرفتن ویژگی‌های مخاطره‌آمیز پسماندها و نوع اثرات سمی آن‌ها، هر پسماند شیمیایی خطرناک می‌تواند دارای یک یا چند ویژگی خطرناک باشد. این ویژگی‌ها را با کد خطر به شرح مندرج در جدول ۱ مشخص می‌نمایند.

پسماندهای فهرست شده^۵: ماده یا کالای حاوی یک یا چند ترکیب شیمیایی که مقدار آن‌ها از غلظت یا مقدار آستانه تدوین شده بیش‌تر است. این مواد عمدتاً عبارتند از:

- مواد با ماهیت آلی
- مقاوم در برابر تجزیه شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی
- سمی برای حیات انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و آبزیان
- دارای قابلیت تجمع زیستی در انسان‌ها، گیاهان و جانوران
- بازیافت^۱: فرآیندی که در طی آن انرژی یا مواد از جریان مواد پسماند استخراج می‌شود.
- بازیابی^۲: مجموعه‌ای از فرآیندها (شامل فرآیندهای زیستی) برای تبدیل مواد بازیافتی که به عنوان پسماند دفع شده‌اند به مواد و یا محصولات مفید. این مجموعه فرآیندها می‌تواند به یکی از دو شکل زیر باشد:

الف) چرخه بازیابی بسته: چرخه بازیابی پسماندها که در طی آن خروجی (محصول) اصلاح شده فرآیند به عنوان ورودی (ماده اولیه) همان سیستم تولیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب) چرخه بازیابی باز: فرآیند بازیابی پسماند که خروجی اصلاح شده به عنوان ورودی سیستم تولیدی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بازمصرف^۳: استفاده مجدد از یک پسماند تولیدی بدون فرآوری بیش‌تر برای اهداف مشابه یا متفاوت به عنوان مثال استفاده از جعبه‌های دست دوم برای بسته‌بندی کالا یا نگهداری وسایل خانگی.

امحاء^۴: آخرین مرحله مدیریت پسماند می‌باشد که شامل موارد زیر است:

- تصفیه پسماند قبل از امحاء
- سوزاندن پسماند با یا بدون بازیافت انرژی
- دفع پسماند در خاک یا آب

^۵Scheduled wastes

^۱Recovery

^۲Recycling

^۳Reuse

^۴Disposal



مقالات علمی

جدول ۱: کد خطر پسماندهای شیمیایی خطرناک

نوع پسماند	کد خطر
پسماند قابل اشتعال	I
پسماند خورنده	C
پسماند واکنش‌پذیر	R
پسماند با مشخصه سمیت	E
پسماند با مخاطره حاد	H

پسماندهای شیمیایی خطرناک به طور کلی در دو زیرگروه پسماندهای فهرست شده و پسماندهای دارای ویژگی‌های خطرناک، طبقه‌بندی می‌شوند. در برخی از مراجع دو زیرگروه دیگر شامل پسماندهای جهانی و پسماندهای مخلوط نیز به زیرگروه قبلی افزوده شده‌اند. پسماندهای جهانی، پسماندهایی هستند که توسط منابع مختلف (نه فقط صنعتی) و توسط بسیاری از کشورها تولید می‌شوند. پسماندهای مخلوط نیز پسماندهایی هستند که مرکب از مخلوطی از مواد رادیواکتیو و حداقل یکی از پسماندهای شیمیایی خطرناک می‌باشند. با تعریف انجام شده از این دو زیرگروه مشخص است که تفکیک کامل آن‌ها از دو زیرگروه پسماندهای فهرست شده و ویژه مشکل بوده و لذا در بسیاری از منابع از آن‌ها صرف‌نظر شده است.

۱.۱.۳ پسماندهای شیمیایی فهرست شده

پسماندهای فهرست شده شامل طیف گسترده‌ای از پسماندهای شیمیایی خطرناک تولیدی از فرآیندهای صنعتی، بخش‌های معینی از صنایع یا پسماندهای با فرمولاسیون‌های شیمیایی مشخص می‌باشند. این پسماندها به اندازه‌ای برای سلامت انسان‌ها و محیط زیست خطرناک هستند که نیازمند توجه و اعمال قوانین ویژه می‌باشند. سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا پسماندهای فهرست شده را در ۴ گروه طبقه‌بندی نموده است که عبارتند از:

۱.۱.۳.۱ فهرست F

پسماندهای خطرناک با منبع غیرمشخص^۱: شامل پسماندهای جامد (طبق تعریف دارای حالت فیزیکی جامد، نیمه جامد و مایع) خطرناک هستند که از F001 تا F039 کدبندی شده‌اند. با توجه به آنکه فرآیندهای تولید این مواد می‌توانند در بخش‌های مختلف صنعتی واقع شده باشند، تحت این عنوان یا با عنوان پسماندهای فرآیندهای

تولیدی نامگذاری شده‌اند. بسته به نوع عملیاتی که این پسماندهای را تولید می‌کند، آن‌ها را به ۷ زیرگروه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کنند:

الف) پسماندهای حلال‌های مصرف شده (F001 تا F005)

ب) پسماندهای حاصل از عملیات آبکاری یا سایر عملیات‌های پرداخت‌کاری (تکمیلی) فلزات (F006 تا F012 و F019)

ج) پسماندهای دارای دی‌اکسین (F020، F023 و F026 تا F028)

د) پسماندهای حاصل از فرآوری هیدروکربن‌های آلیفاتیک کلردار خاص (F024 و F025)

ه) پسماندهای حاصل از فرآیندهای محافظتی چوب (F032، F034 و F035)

و) لجن‌های حاصل از تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت (F037 و F038)

و) شیرابه حاصل از منابع مختلف (F039)

۲.۱.۱.۳ فهرست K

پسماندهای خطرناک با منبع مشخص^۲: پسماندهایی هستند که به طور مشخص در یک صنعت یا فرآیند مشخص تولید می‌شوند. پسماندهای این فهرست نیز همانند فهرست F، پسماندهای فرآیندهای تولیدی هستند. برای تعیین اینکه یک پسماند واجد شرایط فهرست K است، بایستی به دو سؤال پاسخ داده شود که عبارتند از اینکه: واحدی که پسماند را تولید می‌کند در یکی از زیرگروه‌های تولیدی یا صنعتی فهرست K قرار دارد؟ و اینکه پسماند تولیدی با یکی از ویژگی‌های توصیف شده پسماندهای فهرست K تصبیق دارد؟ به طور کلی ۱۳ صنعتی که پسماندهای این گروه را تولید می‌کنند عبارتند از:

۱. محافظت چوب

۲. تولید رنگدانه‌های غیرآلی

۳. تولید مواد شیمیایی آلی

^۱Wastes from nonspecific sources

^۲Wastes from specific sources

(الف) پسماند حاوی یکی از مواد شیمیایی فهرست U یا P باشد.

(ب) ماده شیمیایی موجود در پسماند مورد استفاده قرار نگرفته باشد.

(ج) ماده شیمیایی موجود در پسماند به شکل تجاری (با تعریف خاص خود) باشد.

توصیف عام پسماندهای فهرست U و P با دو فاکتور کلیدی درگیر است. فاکتور اول آن است که فهرست U یا P فقط زمانی بکار می‌رود که یکی از مواد شیمیایی این فهرست‌ها بدون آنکه استفاد فهرست شده باشد، دور انداخته شود. به عبارت دیگر این دو فهرست برای پسماندهای فرآیندهای تولیدی به شکلی که فهرست K و F بکار می‌رود، استفاده نمی‌شوند. فهرست U و P برای مواد شیمیایی که پسماند شده‌اند، استفاده می‌شود. مواد شیمیایی به دلایل مختلف به پسماند تبدیل می‌شوند. به عنوان نمونه برخی از مواد شیمیایی به صورت تصادفی ممکن است ریخته یا پاشیده شده باشند. مثال دیگر آن است که ممکن است یک ماده شیمیایی به طور عمدی به دلیل آنکه فاقد ویژگی‌های مورد نیاز بوده، دور ریخته شود. فاکتور کلیدی دوم آن است که مواد شیمیایی این دو فهرست به شکل محصول تجاری دور ریخته شوند. EPA از واژه محصول شیمیایی تجاری برای توصیف ماده شیمیایی استفاده می‌کند که به شکل خالص یا با درجه‌بندی تجاری^۱ یا به عنوان تنها جزء فعال در یک فرمولاسیون شیمیایی، باشد.

شکل خالص یک ماده شیمیایی آن است که فرمولاسیون ماده، ۱۰۰ درصد متشکل از آن ماده شیمیایی باشد. شکل تجاری یک ماده شیمیایی، فرمولاسیونی است که ماده شیمیایی تقریباً ۱۰۰ درصد خالص است اما حاوی مقادیر ناچیزی از ناخالصی‌ها است. ماده شیمیایی زمانی تنها جزء فعال یک فرمولاسیون محسوب می‌شود که آن ماده به تنهایی باعث عملکرد اصلی آن فرمولاسیون شود. به عنوان مثال آفت‌کشی که برای از بین بردن حشرات ساخته شده، ممکن است حاوی سمی مثل هپتاکلر به علاوه اجزاء حلال‌های مختلفی باشد که به عنوان یک حامل یا برای دادن ویژگی‌های مطلوب دیگر به آن سم باشند. اگرچه ممکن است همه این مواد قادر به از بین بردن حشرات باشند اما هپتاکلر بوده که به عنوان ماده اصلی حشره‌کش مورد استفاده قرار گرفته است. مواد دیگر همراه با هپتاکلر برای اهداف دیگر بکار رفته‌اند نه به دلیل آنکه آن‌ها سمی بوده‌اند. بنابراین هپتاکلر تنها جزء

۴. تولید مواد شیمیایی غیرآلی

۵. تولید آفت‌کش‌ها

۶. تولید مواد منفجره

۷. پالایشگاه نفت

۸. تولید آهن و فولاد

۹. تولید آلومینیم اولیه (خام)

۱۰. تولید سرب ثانویه

۱۱. داروسازی‌های دامپزشکی

۱۲. فرمولاسیون جوهر

۱۳. کک‌سازی (فرآوری ذغال سنگ برای تولید کک، ماده‌ای که در صنایع تولید آهن و فولاد بکار می‌رود).

بایستی به این نکته توجه شود که کلیه پسماندهای تولیدی ۱۳ صنعت مذکور خطرناک نیستند. نکته قابل توجه دیگر این است که برخی از پسماندهای شیمیایی در هر دو فهرست F و K به نحوی وجود دارند اما در فهرست K به طور خاص و کاربردی‌تر به آن‌ها پرداخته شده است. به عنوان مثال کدهای K051 و K048 مربوط به مواد باقیمانده از تصفیه فاضلاب‌های پالایشگاه نفت است. کد K051 لجن جداساز آب و روغن (API) پالایشگاه نفت و کد K048 مواد شناور حاصل از شناورسازی هوای محلول در پالایشگاه نفت می‌باشد. فهرست‌ها F037 و F038 به طور عام و گسترده‌تر این دو گروه پسماندی فهرست K را در بر دارند.

۳.۱.۱.۳ فهرست P

پسماندهای این گروه دارای اثرات حاد بر روی سلامتی انسان‌ها یا محیط زیست می‌باشند. پسماندهای این فهرست و فهرست U، مواد شیمیایی با فرمولاسیون‌های خالص یا تجاری خطرناکی هستند که دور انداخته یا کاندید دور انداخته شدن هستند. این پسماندها کاملاً با پسماندهای فهرست K و F متفاوت هستند. برای آنکه یک پسماند در فهرست U یا P قرارگیرد باید سه معیار زیر را دارا باشد:

^۱Commercial grade form



مقالات علمی

اصلی فعال موجود در این فرمولاسیون می‌باشد با وجود آنکه ممکن است غلظت آن کم باشد.

با توجه به مطالب مذکور، فهرست P و U فقط برای دسته محدودی از پسماندها قابل استفاده هستند. به عنوان مثال یک آفت‌کش استفاده نشده حاوی هپتاکلر خالص زمانی که دور انداخته شود تحت کد P059 فهرست می‌شود یا آفت‌کش استفاده نشده حاوی توکسافن خالص زمانی که دور انداخته شود تحت کد P123 فهرست می‌شود. یک آفت‌کش استفاده نشده ساخته شده از ۲۱ درصد هپتاکلر و ۲۱ درصد توکسافن به عنوان اجزاء فعال آن، زمانی که تاریخ مصرف یک یا هر دو جزء آن منسوخ و دور انداخته می‌شود در هیچ یک از دو کد مذکور در فهرست P قرار نمی‌گیرد. دلیل این امر آن است که هیچ یک از این دو ترکیب مطابق معیارهای مذکور برای فهرست‌های P و U دور انداخته نشده‌اند.

۴.۱.۱.۳ فهرست U

از لحاظ تعریف و ویژگی‌ها به طور کامل مشابه فهرست P هستند بجز آنکه پسماندهای این گروه بجای اثرات حاد دارای اثرات سمی بر روی انسان و محیط زیست می‌باشند.

۲.۱.۳ پسماندهای شیمیایی دارای ویژگی‌های خطرناک

در تعیین ویژگی‌های خطرناک پسماندها، تعیین فرآیند یا صنعت تولیدکننده پسماندها مطرح نبوده بلکه یک سؤال اساسی مطرح می‌شود بدین مضمون که کدام یک از خواص یا ویژگی‌ها یا فاکتورهای کیفی یک پسماند دارای خطر می‌باشد؟ استفاده از ویژگی‌ها برای تعریف پسماند خطرناک دارای مزایا و معایبی می‌باشد. کاربرد گسترده ویژگی‌های خطر و آزمایش‌های تعیین‌کننده آن‌ها یکی از آن مزایا می‌باشد. با استفاده از این ویژگی‌ها و آزمایش‌ها می‌توان خطرناک بودن هر نوع پسماندی را با هر ترکیب، حالت و فرمولاسیونی مورد سنجش قرار داد. EPA استفاده از آزمایش‌های تعیین ویژگی پسماند را به عنوان اولین اولویت تعیین مخاطره‌آمیز بودن یک پسماند تعیین کرده است. عیب اصلی این روش آن است که تعیین ویژگی‌های خطر یک پسماند مخصوصاً در مورد اثرات سمی آن‌ها در مواردی همچون تعیین اثرات جهش ژنی، ناقص‌الخلقه‌زائی، قابلیت تجمع زیستی، اثرات سمی روی گیاهان و ... مشکل بوده و برخی از آن‌ها نیازمند

گذشت زمان‌های طولانی دارد. به طور رایج، چهار ویژگی رایج برای پسماندهای خطرناک تعریف شده است که عبارتند از:

۱.۲.۱.۳ اشتعال‌پذیری^۱

اشتعال‌پذیری تحت ویژگی یا کد D001 معرفی می‌شود و کلیه پسماندهایی را شامل می‌شود که به راحتی مشتعل شده و سوخته شدن خود را به طور مداوم حفظ می‌کنند. عمده پسماندهای این گروه از لحاظ حالت فیزیکی مایع هستند. پسماندهای غیرمایع نیز چنانچه به سهولت تحت شرایط معمول، مشتعل شده و بسوزند شامل این ویژگی می‌گردند. بخشی از گازهای فشرده و مواد شیمیایی اکسیدکننده نیز قابل اشتعال می‌باشند. به طور خاص پسماندهای ذیل دارای ویژگی اشتعال‌پذیری می‌باشند:

الف) پسماند مایعی که دارای نقطه اشتعال کمتر از $F^{\circ} 140$ باشد.

ب) هر ماده غیرمایعی که تحت دما و فشار در اثر اصطکاک، جذب یا تغییرات لحظه‌ای شیمیایی دچار اشتعال شود.

ج) گازهای فشرده شده قابل اشتعال

د) اکسیدکننده‌ها

۲.۲.۱.۳ خوردندگی^۲

خوردندگی تحت ویژگی یا کد D002 معرفی می‌شود. اسیدها و بازهای قوی هستند که قادر به ایجاد خوردندگی یا حل کردن اجسام، فلزات یا مواد دیگر می‌باشند. پسماند اسید سولفوریک موجود در باتری اتومبیل‌ها نمونه‌ای از این نوع ویژگی پسماندها می‌باشد. برای تعیین دارا بودن ویژگی خطرناک خوردندگی یک پسماند دو معیار وجود دارد که عبارتند از:

الف) مایعات آبی با pH کمتر از ۲ یا بیش‌تر از ۱۲/۵

ب) مایعاتی که قادر به ایجاد خوردندگی معادل ۶/۳۵ میلی‌متر یا بیش‌تر در سال بر روی فولاد باشند.

^۱Ignitability

^۲Corrosivity



۲.۳ پسماندهای شیمیایی بی‌خطر یا دارای خطر ناشناخته

چنانچه پسماندی جزء هیچ یک از گروه‌های پسماند خطرناک نبوده و فاقد هیچ یک از ویژگی‌های تعریف شده پسماند خطرناک را باشد، و با دوز 500 mg/kg خوردن آن مشکل‌ساز نباشد، می‌توان آن را بی‌خطر در نظر گرفت. عمده پسماندهای شیمیایی بی‌خطر شامل غبار سیمان، گاز طبیعی و روغن‌های خام، مواد معدنی، سوخت‌های فسیلی و برخی از مواد شیمیایی می‌باشند.

۴ نتیجه‌گیری

پسماندهای خطرناک به دلیل دارا بودن خصوصیات نظیر سمیت، خوردگی، اشتعال‌پذیری و واکنش‌پذیری و یا دیگر مشخصات مشابه، اهمیت ویژه‌ای دارند. بسیاری از پسماندهای شیمیایی آزمایشگاهی حاوی مواد خطرناکی هستند که به دلیل داشتن توانایی بالقوه برای آلوده نمودن محیط زیست نیاز به مدیریت صحیح جمع‌آوری و انتقال و دفع دارند. مخاطرات، ویژگی‌ها و اثرات زیانبار پسماندهای شیمیایی خطرناک را می‌توان با یک کد تحت عنوان کد خطر نشان داد. با در نظر گرفتن ویژگی‌های مخاطره‌آمیز پسماندها و نوع اثرات سمی آن‌ها، هر پسماند شیمیایی خطرناک می‌تواند دارای یک یا چند ویژگی خطرناک باشد که می‌توان این ویژگی‌ها را با کد خطر مشخص نمود. لذا در مورد پسماندهای خطرناک، جهت اتخاذ راهکار مناسب برای مدیریت امحاء مواد شیمیایی، در گام اول طبقه‌بندی و کدگذاری آن‌ها ضروری می‌باشد.

مراجع

- [۱] بهرامی، عبدالرحمان، راهنمای نحوه صحیح امحاء مواد شیمیایی، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، پژوهشکده محیط زیست، مرکز سلامت محیط و کار.
- [2] US Environmental Protection Agency (EPA), 2005, Introduction to Hazardous Waste Identification (40 CFR Parts 261), Solid Waste and Emergency response (5305W) EPA530-K-05-012.
- [3] US Environmental Protection Agency (EPA), 2005, Introduction to land disposal units (40 CFR part 264/265, subparts K, L, M, N), Solid Waste and Emergency response (5305W) EPA530-K-05-014.

^۲ Reactivity^۱ Toxicity۳.۲.۱.۳ واکنش‌پذیری^۳

واکنش‌پذیری تحت ویژگی یا کد D003 معرفی می‌شود. موادی هستند که در شرایط معمول بی‌ثبات می‌باشند. آن‌ها در حالت گرم شدن، فشرده شدن و مخلوط شدن با آب باعث انفجار، تولید بخارهای سمی، گاز یا بخار می‌شوند. مثالی از پسماندهای واکنش‌پذیر، مواد منفجره و مهمات می‌باشند. معیارهای تعیین ویژگی واکنش‌پذیری عبارتند از:

الف) بی‌ثباتی و سهولت برای تغییرات شدید

ب) واکنش‌های شدید و تشکیل مخلوط‌های با قابلیت منفجر شدن در اثر اختلاط با آب، گرم شدن یا تحت شرایط کاری معمول

ج) تولید بخارهای سمی با مقادیر کافی جهت ایجاد مخاطره برای انسان یا محیط زیست در اثر اختلاط با آب یا تحت شرایط معمول

د) تولید گازهای سولفیدی یا سیانیدی در حد سمی در شرایط pH بین ۲ تا ۱۲/۵

ه) سهولت واکنش‌های انفجاری در اثر مواجهه با فشار یا گرما

و) سهولت تجزیه یا واکنش انفجاری در دما و فشار استاندارد

ز) کلیه مواد منفجره

۴.۲.۱.۳ سمیت^۱

مواد سمی موادی هستند که اگر جویده یا جذب بدن شوند، مضر یا کشنده می‌باشند. سمیت توسط یک فرآیند آزمایشگاهی که فرآیند آبشویی (لیچینگ) مشخصه سمیت نامگذاری شده تعریف می‌شود. در این فرآیند یک نمونه شیرابه از پسماند تولید شده و تراکم ۳۹ ماده شیمیایی در آن اندازه‌گیری و با حدود مجاز قانونی مقایسه می‌شود. کدهای D004 تا D043 متعلق به این ۳۹ ماده شیمیایی است. روغن‌های معدنی و روانساز مصرفی در دستگاه‌ها و ماشین‌آلات، نانومواد مهندسی شده مثل نانولوله‌ها، نانوسیم‌ها، نقاط کوانتومی و ...، مواد شیمیایی خطرناک یا ناشناس موجود در ظروف بدون برچسب یا با برچسب‌گذاری نامناسب نیز بایستی به عنوان پسماند خطرناک مدیریت شوند.



[5] US Environmental Protection Agency (EPA), 2000, Introduction to Hazardous Waste Incinerators (40 CFR Parts 264/265, Subpart O), Solid Waste and Emergency Response (5305W) EPA530-R-99-052 PB2000-101 892.

[4] US Environmental Protection Agency (EPA), 2005, Introduction to land disposal restrictions (40 CFR part 268), Solid Waste and Emergency response (5305W) EPA530-K-05-013.





ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 23 – 28

ISSN: 2538-4910

Challenges and obstacles on the way of establishing HSE Management System According to ISO45001

Ghafoor Nourian *

HSE Advisor of Persian Gulf University and HSE Manager polymer Industry group of bousher

Abstract

Establishment trend of Health and Safety system has been very recently keyed up in the Ministry of Science and Technology by the logistics, research and technology Dept. Although a lot of work has been done and thinking about safety instructions has been expanded in laboratories and workshops in universities and scientific centers through seminars and conferences, or some instructions, there are many challenges and obstacles to its exact establishment which has even led to complete stoppage some times. This includes mismatch of HSE measures in the laboratory with international standards or non-professional and inefficient training, disuse of HSE expertise or lack of monitoring and control systems in long-term when the measures' grounds expand and lack of systematic documentation could be of major problems for slowing of trend of this system's establishment.

Key Words

**HSE,
Challenge
Mismatch**

(*)To whom correspondence should be addressed.
E-mail: nourianhse@gmail.com



شاعا
فصلنامه علمی-تخصصی
سال اول، شماره ۴
صفحات ۲۳ - ۲۸، ۱۳۹۵
شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه استقرار سیستم مدیریت HSE با نگرش استاندارد بین‌المللی ISO45001

غفور نوریان*

مشاور HSE دانشگاه خلیج فارس و مدیر گروه صنعتی پلیمر بوشهر

چکیده

روند استقرار سیستم ایمنی بهداشت و محیط زیست مدت زمان کوتاهی است که در وزارت علوم از طریق معاونت پشتیبانی پژوهشی و فناوری کلید خورده است. با توجه به اینکه تلاش‌های زیادی در زمینه صورت گرفته و تفکر ایمنی در آزمایشگاه و کارگاه‌ها در بین دانشگاه و مراکز علمی از طریق برگزاری سمینارها و همایش‌ها و یا برخی دستورالعمل‌ها گسترش یافته است ولی چالش‌ها و موانع زیادی جهت استقرار دقیق آن پیش رو خواهد بود. که حتی مواقعی کار را تا توقف کامل پیش خواهد برد از جمله آن عدم تطابق فعالیت‌های HSE در آزمایشگاه با استانداردهای بین‌المللی و یا آموزش‌های غیر حرفه‌ای و بدون اثربخشی مناسب، عدم استفاده از متخصصین HSE و یا عدم سامانه‌های پایش و کنترلی در بلند مدت که زمینه فعالیت‌ها گسترش می‌یابد و صورت نگرفتن مستندسازی اصولی می‌تواند از مشکلات عمده‌ای جهت کند شدن روند استقرار این سیستم باشد.



غفور نوریان

واژگان کلیدی

HSE،
چالش،
عدم انطباق

(*)مسئول مکاتبات.
ایمیل: nourianhse@gmail.com

عدم درک و شناخت کم از سیستم مدیریت HSE به عنوان یک حوزه نوپا انسان و اقتصاد محور توسط مدیران و تصمیم گیرندگان اصلی هر سازمان می تواند سرآغاز یک چرخه معیوب باشد. خصوصاً اگر این درک از سوی مدیران ارشد و تصمیم گیرنده برای زیرسیستم ها به خوبی صورت نگیرد می تواند منجر به نتایجی متفاوت از برنامه ریزی های صورت گرفته داشته باشد.

۵ ساختار سازمانی و مسئولیت ها

مدیریت موفق موضوعات بهداشت، ایمنی و محیط زیست، یک مسئولیت صف بوده که نیازمند مشارکت فعال کلیه سطوح مدیریتی و سرپرستی می باشد و باید در نمودار سازمانی منعکس شده و منابع لازم به آن اختصاص یابد، سازمان باید نقش ها، مسئولیت ها، اختیارات و ارتباطات لازم برای اجرای نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست را در چارچوب نمودار سازمانی مناسب تعیین، مستند و ابلاغ نماید، به گونه ای که موارد ذیل را در بر گرفته ولی به آن ها محدود نشود:

- اختصاص منابع و نیروی انسانی متخصص HSE مناسب برای توسعه و اجرای نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست در دانشگاه ها
- حصول اطمینان از تطابق هر اقدامی با خط مشی بهداشت، ایمنی و محیط زیست قبل از اجراء
- کسب اطلاعات مرتبط با موضوعات بهداشت، ایمنی و محیط زیست و تفسیر آن ها
- شناسایی و ثبت فرصت ها و اقدامات اصلاحی به منظور بهبود عملکرد بهداشت، ایمنی و محیط زیست
- ارائه پیشنهادات و ایجاد ساز و کارهای لازم برای بهبود مستمر و تصدیق اجرای این پیشنهادات و ساز و کارها

۶ آموزش

سازمان باید روش های اجرایی تدوین نماید تا از طریق شناسایی نیازهای آموزشی و فراهم نمودن آموزش های لازم برای همه کارکنان

سیستم مدیریتی بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در آزمایشگاه ها و کارگاه ها یک هدف بارز دارد و آن این است که با استقرار آن تضمینی به وجود آید که آسیب به دارایی ها (assets) خسارت و صدمات وارده به انسان و محیط به حداقل برسد. دو اصل اساسی در استقرار این سامانه، اول تعهد مدیریت و رهبری و دوم یکپارچگی است (integrity).

جهت پیاده سازی این سیستم گاهی به دلیل نبود یک سری از زیرساخت های لازم مادی و فرهنگی تا مرز توقف هم پیش خواهد رفت که لزوم شناخت از این چالش ها روند حل آن ها را ساده تر خواهد کرد.

۲ عدم هدف گذاری استراتژیک

در صورت نداشتن برنامه ریزی استراتژیک، جامع و بلند مدت هدف های تعیین شده در راستای بهبود مستمر به صورت سیستماتیک تعیین نمی شوند و کمتر دارای مکانیسم های بازخورد مناسب برای دریافت نتایج صحیح و اصلاح برنامه می باشند. مدیران ارشد و میانی برای هدف گذاری در این زمینه ممکن است اهداف SMART (اختصاصی، قابل اندازه گیری، قابل دستیابی، واقع بینانه و زمان پذیر) لازم را دریافت نکنند و به دنبال آن با ابزارهای برنامه ریزی و کنترلی آن نیز آشنا نشوند. منابع برای تحقق اهداف به صورت سلیقه ای تخصیص یابد و یا برخی اوقات باعث عدم تحقق آن شوند.

۳ تعهد و ضمانت اجرایی

با وجود اینکه بر ضرورت ایمنی و بهداشت کار تأکید می شود و حتی در برخی از موارد با وجود قوانین و الزامات HSE مدون و بدیهی این مقررات اجرا نمی شوند ابتدایی ترین آن عدم استفاده پرسنل و دانشجویان از حداقل وسائل ایمنی (از جمله عینک ایمنی، روپوش، و...) که این امر نیازمند تعهد و ضمانت اجرایی می باشد و سلسله مراتب آن از سوی مدیریت ارشد و اساتید بایستی جدی گرفته شود.



مقالات علمی

صلاحیت آنان را تضمین نموده و آن را افزایش دهد. آموزش می‌تواند از طریق برگزاری دوره‌های حین کار انجام پذیرد. صرف‌نظر از اثربخش بودن یا نبودن، آموزش‌های ارائه شده در زمینه سلامت، ایمنی و محیط زیست دارای اشکال اساسی می‌باشد، اول آنکه جمعیت هدف در این آموزش‌ها حداکثر تا لایه مدیران میانی سازمان‌ها پیش می‌رود و در این میان مدیران ارشد اغلب فراموش می‌شوند.

موضوعات آموزشی اغلب به نحوی است که برای مدیران میانی به جای آنکه دید سیستمی ایجاد کند اغلب منجر به فراگیری تکنیک می‌شود. علت دومی که در زمینه آموزش ایجاد مشکل نموده است عدم اجرای برنامه صحیح بازآموزی است. اغلب آموزش با داشتن گواهینامه در دوره‌ای خاص به پایان می‌رسد و به دلیل عدم برنامه‌ریزی صحیح برای بازآموزی فرد آموزش دیده به مرور زمان علاوه بر اینکه دانش فرا گرفته را از دست می‌دهد فرصت آشنا شدن و آگاهی از تغییرات جدید را هم از دست می‌دهد.

۷ مستندسازی سیستم مدیریت HSE

جهت داشتن یک استقرار مناسب بایستی کلیه فعالیت به شرح زیر در سازمان مستند شوند.

- ثبت خط‌مشی، اهداف و طرح‌های بهداشت، ایمنی و محیط زیست
- ثبت و ابلاغ نقش‌ها و مسئولیت‌های کلیدی
- تشریح عناصر نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست و ارتباط بین آن‌ها
- شرح سایر مستنداتی که مطابق با الزامات نظام مدیریت در بخش‌های دیگر مورد نیاز است و توصیف نحوه ارتباطات آن‌ها با دیگر جنبه‌های نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست
- ثبت نتایج ارزیابی بهداشت، ایمنی و محیط زیست و مدیریت ریسک
- ثبت قوانین و الزامات قانونی مرتبط با بهداشت، ایمنی و محیط زیست

- ثبت روش‌های اجرایی و دستورالعمل‌های کاری برای فعالیت‌ها و وظایف کلیدی محوله در جاهایی که مورد نیاز است.

- تشریح طرح مقابله با وضعیت اضطراری مسئولیت‌های و نحوه مقابله با رویدادها و شرایط بالقوه اضطراری

۸ تحقیق و توسعه

روزمه شدن فعالیت‌ها عاملی است که به صورت پنهان بهبود مستمر را مختل کرده و به مرور زمان اثربخشی را کاهش می‌دهد. تحقیق و توسعه به صورت تأثیرگذار و تعیین کننده انجام نمی‌شود و به دلیل فقدان برنامه استراتژیک مناسب منابع لازم نیز تأمین نمی‌شود. از آنجایی که HSE را بیشتر به عنوان یک بخش اجرایی می‌شناسیم لذا برنامه‌های تحقیقاتی بسیار کمی را شاهدیم و دیگران نیز برای تحقیق در این زمینه کمتر سرمایه‌گذاری می‌نمایند، عمده آنچه شاهدیم سمینارهایی است در آن مقالات خودجوش ارائه می‌شود.

۹ اقتصاد و هزینه‌ها

ممکن است بررسی یا مقایسه‌ای بین هزینه‌های انجام شده در حوزه HSE و فواید و اثرات مثبت به دست آمده صورت نگیرد و به همین دلیل تخصیص منابع نیز به جای آنکه به صورت منطقی و برنامه‌ریزی شده صورت گیرد اغلب سلیقه‌ای می‌باشد. اغلب هزینه‌های گزاف پس از روی دادن حادثه و به صورت کاملاً احساسی صورت می‌گیرد و به دلیل عدم سامانه آماری مناسب هزینه‌ها به درستی برای پیشگیری اختصاص داده نشده و اغلب برای اصلاح هزینه می‌شود.

۱۰ ارتباطات در دانشگاه‌ها و صنعت

با توجه به بزرگی جمعیت دانشگاهی، صنعت و خدمات در ایران و نوپا بودن رشته HSE ارتباطات و همکاری‌های بین صنایع و دانشگاه‌ها و یا دانشگاه‌ها بایکدیگر بایستی پویاتر باشد باشد. کمتر مشاهده می‌کنیم که دو صنعت مجزا در زمینه HSE با هم همکاری نمایند. یکی از علل این پدیده نا میمون ترس از دادن اطلاعات در این زمینه به یکدیگر است. مهم‌ترین مشکل که این مورد سبب می‌شود عدم انتقال

- تعیین و مستند نمودن روش های اجرایی پایش مکان ها و تکرار اندازه گیری ها
- ایجاد مستند و برقرار نمودن روش های اجرایی کنترل کیفیت اندازه گیری ها
- ایجاد و مستند نمودن روش های اجرایی پایش مکان ها و تکرار اندازه گیری ها
- ایجاد و مستند نمودن روش های اجرایی به منظور مدیریت داده ها و تفسیر آن ها
- ایجاد و مستند نمودن اقدامات لازم هنگامی که نتایج معیارهای عملکرد
- ارزیابی و مستند نمودن اعتبار داده ها هنگامی که سیستم های پایش نقض یا ایرادی را نشان دهند.
- حفاظت از سیستم های سنجش در مقابل هرگونه تغییر بدون مجوز و یا صدمه
- جای خالی یک سامانه مکانیزه ورود و پردازش و پایش اطلاعات در بخش های مدیریت HSE به چشم می خورد.

۱۳ مدیریت تغییر

سازمان باید روش هایی برای طرح ریزی و کنترل تغییرات در نیروی انسانی، فرایندها و روش های اجرایی (اعم از دائمی یا موقتی) تهیه کند به گونه ای که از نتایج نامطلوب این تغییرات بر بهداشت، ایمنی و محیط زیست اجتناب گردد. روش های اجرایی فوق باید متناسب با اهداف بهداشت، ایمنی و محیط زیست بوده و بر اساس آن، ماهیت تغییرات و نتایج ناشی از آن ها مورد توجه قرار گیرند. در واقع قبل از ایجاد هرگونه تغییر در سیستم ها و ساختار آزمایشگاه و یا دانشگاه هم چنین باید موارد ذیل را شامل شوند:

- شناسایی و مستندسازی تغییرات پیشنهادی و شیوه اجرای آن ها
- مسئولیت های تعیین شده برای بازنگری و ثبت خطرات بالقوه بهداشت، ایمنی و محیط زیست ناشی از این تغییرات یا اعمال آن ها

تجربه و درس گرفتن از خطاهای دیگران است. بسیار شاهدهیم که حوادث مشابه قابل پیشگیری در سازمان های نزدیک روی می دهد. به دلیل عدم وجود ارتباط مناسب هزینه های فعالیت های مشابه و مشترک جداگانه انجام شده و در مجموع مقادیر بیش تری برای فعالیت هایی که امکان اشتراکی (Sharing) دارند هزینه می گردد.

۱۱ عدم انطباق ها و اقدام اصلاحی

سازمان (دانشگاه/آزمایشگاه) باید مسئولیت و اختیارات بررسی و اقدام اصلاحی در خصوص عملیات و نتایج عدم انطباق با الزامات نظام مدیریت بهداشت ایمنی و محیط زیست را تعریف نماید وضعیت های عدم انطباق را می توان به وسیله برنامه های پایش اطلاع رسانی از طریق کارکنان پیمانکاران، دانشجویان یا از طریق بررسی رویدادها مشخص نمود. با وجود اینکه در برخی سازمان ها تعداد بی شماری دستورالعمل و روش اجرایی تهیه می شود که توسط آن ها گواهینامه های معتبری نیز اخذ می گردد ولی در اکثر مواقع پس از مدتی همگی به فراموشی سپرده شده و روش های سنتی (و در پاره ای سلیقه ای) باز هم خودنمایی می نمایند. در بهترین حالت در زمان ممیزی است (اگر انجام شود) که دوباره سیستم مرور می شود و اغلب فقط نقایص سطحی آن برای کاهش عدم انطباق ها و راضی نمودن ممیز برطرف می شود و نه بیشتر.

کمتر مشاهده می کنید که دستورالعمل ها خوانده شده و مورد بازنگری قرار گیرد. این مورد در دستورالعمل های اجرایی خصوصاً در بخش ایمنی بسیار بیشتر به چشم می خورد. به روز سازی و مطابقت مداوم با تغییرات و استانداردهای مورد قبول دیده نمی شود. خوشبینانه ترین حالت آن است که در صورت بروز حادثه و بررسی علت آن ممکن است دستورالعملی تغییر کند.

۱۲ پایش و ثبت آمار

سازمان باید روش های اجرایی پایش جنبه های مرتبط با عملکرد بهداشت ایمنی و محیط زیست را ایجاد و نتایج را ثبت و نگهداری کند و برای هر ناحیه یا فعالیت مرتبط موارد زیر را به انجام رساند:

- شناسایی و مستند نمودن اطلاعات به دست آمده از پایش و تعیین دقت مورد نیاز نتایج



مقالات علمی

- مستندسازی تغییرات مورد توافق و روش اجرای آن مشتمل بر: اقداماتی برای شناسایی خطرات بالقوه بهداشت، ایمنی و محیط زیست ارزیابی و کاهش ریسک و اثرات آن‌ها
- الزامات آموزشی و ارتباطات
- محدودیت‌های زمانی
- الزامات اعمال تغییر و پایش آن‌ها

۱۴ نتیجه‌گیری

نهادینه کردن سامانه ایمنی و بهداشت و محیط زیست به عنوان یک رویکرد جدید نیازمند همت و تلاش گروهی است و علاوه بر آن تغییر در نگرش مدیران ارشد جهت استقرار درست این سیستم در آزمایشگاه و دانشگاه‌ها و همچنین تهیه برنامه راهبردی بلند مدت همراه با

تخصیص بودجه کافی جهت اجرای آن و ایجاد ساختار مناسب آموزشی برای یادگیری کاربردی نه صرف افزایش دانش کارکنان و دانشجویان، بایستی به وسیله نرم‌افزارها و برنامه‌های پایش مستمر میزان اثربخش بودن برنامه‌های سازمانی را کنترل نمود و همچنین جریان ثبت و به اشتراک گذاشت حوادث در آزمایشگاه به عنوان درس‌آموزی از حوادث در سامانه‌ای در دسترس کلیه متخصصین مربوطه قرار گیرد.

مراجع

- [۱] کرمی، مصطفی (۱۳۸۸)، سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، مشهد، امید مهر.
- [۲] وطنی، جواد (۱۳۹۴)، استاندارد ISO45001، تهران، فن آوران.
- [3] Ahmadi, M. & Helms, M., "Is your TQM programmer successful? A self-assessment tool for managers", TQM magazine, Vol 7, No. 2, pp. 1995, pp 52-56.



ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 29 – 34

ISSN: 2538-4910

Scanning Electron Microscope: Principles of operation

Seyedeh Mehri Hamidi*, Saeed Javadi and Mehdi Jahanfar

Central lab of Shahid Beheshti university, Tehran
Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran

Abstract

Scanning electron microscope play an important role as a main part in nanotechnology and surface knowledge. For this reason, the main parts of scanning electron microscopy from electron generation to the high resolution image of specimen due to secondary electron emission has been discussed in this report.

Key Words

Scanning electron microscope,
Magnetic lens,
Secondary electrons,
Detectors,
Electron beam

(*)To whom correspondence should be addressed.
E-mail: m_hamidi@sbu.ac.ir



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحات ۲۹ - ۳۴، ۱۳۹۵

شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

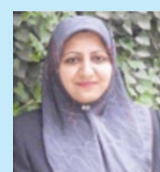
میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning Electron Microscope): اصول عملکرد

سیده مهری حمیدی*، سعید جوادی و مهدی جهانفر

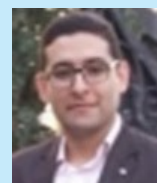
آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید بهشتی
پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی

امروزه با پیشرفت‌های حاصل شده در علم سطح و ساختارهای نانومتری، لزوم اطلاع در مورد چگونگی عملکرد میکروسکوپ‌های الکترونی بیش‌تر از گذشته نمود پیدا کرده است. به همین دلیل در این گزارش، گریزی به اجزاء سازنده میکروسکوپ‌های الکترونی زدیم و اصول عملکرد هر کدام از این اجزاء را از مرحله تولید باریکه الکترونی تا تشکیل تصویر با کیفیت به تفصیل توضیح داده‌ایم.

چکیده



سیده مهری حمیدی



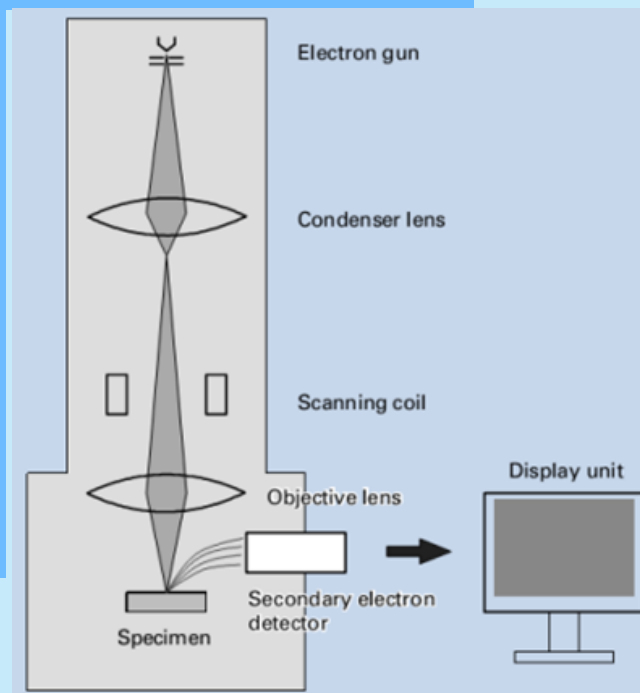
سعید جوادی



مهدی جهانفر

واژگان کلیدی

میکروسکوپ الکترونی روبشی،
باریکه الکترونی،
لنز مغناطیسی،
آشکارساز،
الکترون ثانویه



شکل ۱: عناصر اصلی سازنده میکروسکوپ الکترونی

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) حدود ۴۰ سال قبل برای اولین بار به صورت تجاری به بازار عرضه شد و پس از آن، صنعت میکروسکوپ الکترونی پیشرفت قابل توجهی را در این عرصه از خود به نمایش گذاشته است.

امروز از انواع مختلفی از SEMها استفاده می‌شود که عملکرد و اجزای سازنده آنها بسیار متفاوت از یکدیگر است، به منظور استفاده از SEMهای گوناگون، شناخت ابزارها و عملکردهای و یا تشخیص ویژگی‌هایشان ضروری است، تا به علم و فهم خوبی از خروجی و تصویرهای SEM برسیم. بدین منظور درک پایه و اصول آن که شامل شناخت اجزاء، قطعات کلیدی، نحوه آماده سازی نمونه‌ها و مسیر آنالیز نمونه‌ها لازم و ضروری می‌باشد.

از میکروسکوپ الکترونی روبشی برای مشاهده و روبش سطح مواد استفاده می‌شود. برای این منظور یک دسته باریکه الکترونی (پروب الکترونی) به نمونه تابیده شده، والکترون‌های ثانویه از سطح نمونه (لایه ظرفیت) شروع به گسیل می‌کنند و تصویرسازی توسط رایانه فوق سریع و پردازش تصویر بین آشکارسازها تشکیل شده و به نمایش در می‌آید. توپوگرافی و یا تصویر ۳ بعدی (نقشه‌برداری) سطح توسط روبش دو بعدی بیم الکترونی از بالای سطح قابل مشاهده است.

سیستم اپتیکی الکترونی شامل یک تفنگ الکترونی، یک لنز متراکم کننده (همگرا) و یک لنزشی‌ای به منظور تولید باریکه منسجم الکترونی، یک سیم‌پیچ کنترل کننده روبش باریکه الکترونی بر روی نمونه و دیگر اجزای تشکیل دهنده آن است. این سیستم اپتیکی الکترونی (داخل میکروسکوپ) و فضای اطراف نمونه (ستون میکروسکوپ) در محیط خلاء نگهداری می‌شوند.

در ادامه کلیه اجزای سازنده میکروسکوپ‌های الکترونی و نحوه عملکرد آنها به تفصیل آمده اند.

۲ ساختار اصلی میکروسکوپ‌های الکترونی

۱.۲ تفنگ الکترونی

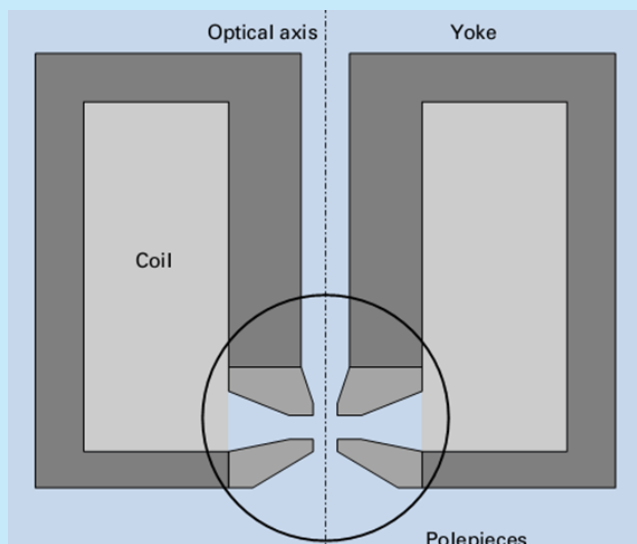
ساختار اصلی تفنگ الکترونی در شکل ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که این تفنگ الکترونی بسته به شرایط کاربری خود دارای انواع گوناگونی می‌باشد. (در این بحث به تفنگ الکترونی ترمونیک یا گرما یونی TE Gun می‌پردازیم).

میکروسکوپ الکترونی به یک سیستم اپتیکی الکترونی نیاز دارد تا باریکه الکترون تولید کند، یک پایه‌ی نمونه برداری برای جاگذاری نمونه، یک آشکارساز الکترون ثانویه، یک صفحه نمایش و در نهایت به سیستم اپراتور برای انجام عملکردهای گوناگون نیازمند است. شکل ۱.



۲.۲ ساختمان لنزها

میکروسکوپ‌های الکترونی عموماً از لنز مغناطیسی استفاده می‌کنند. با توجه به قواعد فیزیک پایه، با عبور جریان الکتریکی مستقیم از میان یک سیم‌پیچ الکتریکی پیچشی (سیم‌پیچ فنری)، یک میدان مغناطیسی متقارن چرخشی تولید شده و نتیجه حاصل از عملکرد لنز، تولید یک باریکه الکترونی می‌باشد. از طرفی برای ساخت یک لنز مغناطیسی قوی (با فاصله کانونی کوچک یا محدود)، لازم است که چگالی خطوط میدان مغناطیسی افزایش یابد. بنابراین همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده، محیط اطراف سیم‌پیچ توسط یک میله عریض به نام (Yoke) محاط می‌شود و بنابراین شار تولیدی از این میدان مغناطیسی از یک روزنه باریک شارش و نفوذ می‌کند.

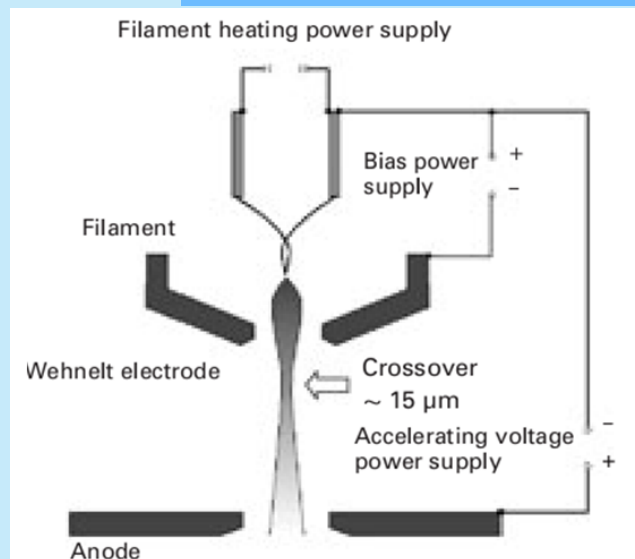


شکل ۳: ساختار کلی لنز مغناطیسی

به منظور کاهش قطر باریکه الکترونی در لنزهای مغناطیسی، قسمتی به نام polepiece تعبیه شده است که دارای شکاف بسیار نازک و دقیق است.

یکی از ویژگی‌های بارز و اصلی لنزهای مغناطیسی این است که با تغییر جریان الکتریکی عبوری از میان سیم‌پیچ می‌توان قدرت لنز را تغییر داد که این شاخصه در لنزهای اپتیکی دیده نمی‌شود.

اما لازمه یک تصویر برداری قابل قبول و مناسب، داشتن یک باریکه الکترونی با استاندارد و با کیفیت خوب است. به همین منظور قرارگیری یک لنز در زیر باریکه الکترونی این اختیار را به ما می‌دهد تا قطر باریکه الکترونی را تنظیم کنیم.



شکل ۲: ساختار داخلی تفنگ الکترونی

الکترون‌های گرم توسط اعمال حرارت بالاتر از ۲۸۰۰ کلوین به فیلامان (کاتد) که از سیم نازک تنگستنی ساخته شده (حدود ۰/۱ میلی متر) گسیل شده و از تجمع این الکترون‌ها در کنار هم یک باریکه الکترونی تشکیل شده است. این باریکه با اعمال ولتاژ بالای مثبت ۱ کیلوولت تا ۳۰ کیلوولت از یک صفحه فلزی (آند) شارش می‌یابد. با ایجاد یک حفره در مرکز آند، باریکه الکترونی از میان این حفره عبور می‌کند. حال با قراردادن یک الکترود (الکترود Wehnelt) بین کاتد و آند و اعمال یک ولتاژ منفی به آن، قادر خواهیم بود فقط جریان باریکه‌ی الکترونی را مشاهده کرده و در این حین، باریکه الکترونی به وسیله عملکرد الکترود wehnelt متمرکز شده است. بهترین نقطه این باریکه crossover نامیده شده و به عنوان منبع الکترونی واقعی با قطر ۱۵ تا ۲۰ میکرومتر در نظر گرفته می‌شود.

عموماً تفنگ‌های الکترونی مورد استفاده از نوع TE gun می‌باشد و انواع مختلف تفنگ الکترونی بسته به نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال می‌شود از تفنگ الکترونی تک کریستال LAB6 به عنوان کاتد استفاده کرد که به دلیل حساسیت بسیار بالای آن، به میزان خلاء بسیار بالا نیاز است و همچنین از تفنگ‌های الکترونی دیگر می‌توان از تفنگ الکترونی گسیل میدانی (FE-Gun) و تفنگ الکترونی گسیل schottky نام برد.

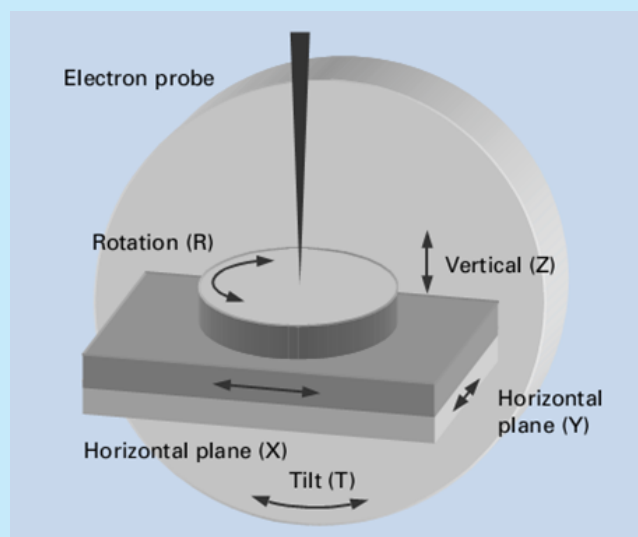
همچنان که در شکل ۱ قابل مشاهده است، باریکه الکترونی پس از تولید توسط تفنگ الکترونی، از لنز عبور داده می‌شود که در بخش بعد به ساختار لنزهای مورد استفاده می‌پردازیم.

از سوی دیگر، از لنز شی‌ای برای متمرکز کردن باریکه الکترونی استفاده می‌شود، این لنز در تعیین قطر نهایی باریکه الکترونی نقش بسیار مهمی دارد. به صورتی که در صورت ناکارآمد بودن، حتی با رسیدن باریکه مناسب به آن، نمی‌تواند به تصویر مناسبی منجر گردد. بنابراین ساخت لنزهای شی‌ای با بهترین کارآمد امری دشوار و حساس و دقیق است.

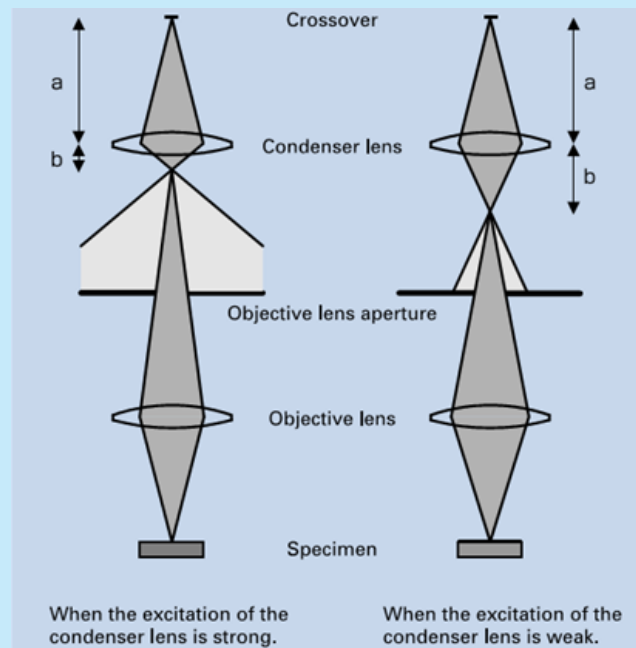
پس از رسیدن به تمرکز مناسب باریکه الکترونی، نوبت به قرارگیری نمونه در مکان و موقعیت مناسب می‌رسد که در بخش آینده به آن پرداختیم.

۳.۲ پایه نگهدارنده نمونه

به طور کلی نمونه‌ها در میکروسکوپ الکترونی در بزرگ‌نمایی بالا دیده می‌شوند. بنابراین، یک پایه نگهدارنده نمونه که از نمونه محافظت کند و به نرمی حرکت کند، مورد نیاز است. پایه نمونه نگهدارنده برای SEM می‌تواند دارای آزادی عمل با حرکت‌های افقی (Y, X)، عمودی (Z)، زاویه دار (Tilting) و چرخش حول محور (Rotating) باشد. از حرکت افقی (Y, X)، برای انتخاب و رویش و دیدن تمام نقاط مختلف سطح استفاده می‌شود. در حالیکه حرکت عمودی (Z)، تغییر عمق روشنایی و تغییر در وضوح (resolution) تصویر و فاصله کانونی را به همراه دارد. شکل ۵ ساختار پایه نگهدارنده نمونه را نشان می‌دهد.



شکل ۵: ساختار کلی نگهدارنده نمونه در میکروسکوپ‌های الکترونی
اغلب SEMها از پایه نگهدارنده نمونه تحت عنوان (Eucentric) استفاده می‌کنند. با استفاده از این نوع پایه، فرایند رویش و جابه‌جایی



شکل ۴: تولید کاوه الکترونی با کمک لنزهای همگرا و شی‌ای

نقش لنزها در همگرایی باریکه الکترونی به صورتی است که اگر نسبت $\frac{b}{a}$ (شکل ۴) کوچک باشد، باریکه الکترونی به حد بسیار باریکی خواهد رسید. با توجه به شکل فوق، روزنه تنظیم عمق روشنایی (aperture) بین لنز همگرا و لنز شی‌ای قرار داده شده است این روزنه از یک صفحه فلزی نازک شامل چند حفره کوچک با قطرهای مختلف ساخته شده است که بسته به نیاز یکی از حفره‌ها در مقابل شارش باریکه الکترونی قرار می‌گیرد. باریکه الکترونی که از میان لنز همگرا عبور کرده و صفحه روزنه را روشن و درخشان می‌کند. این روزنه اجازه می‌دهد تا قسمتی از باریکه به لنز شی‌ای برسد. اگر برانگیختگی و تحریک لنزهای همگرا، افزایش یابد، گستره باریکه الکترونی روی روزنه بسیار پهن و وسیع می‌شود و بنابراین تعداد الکترون‌ها (میزان و چگالی جریان باریکه الکترونی) که به لنز شی‌ای می‌رسند کاهش می‌یابد. در مقابل اگر از برانگیختگی لنزهای همگرا کاسته شود، باریکه الکترونی بسیار وسیع و پهن نمی‌گردد، بنابراین بیش‌تر الکترون‌ها از میان روزنه عبور کرده و الکترون‌های زیادی به لنز شی‌ای می‌رسند. تنظیم‌پذیری برانگیختگی لنزهای همگرا به ما این قابلیت را می‌دهد تا قطر باریکه الکترونی و جریان الکترونی عبوری را افزایش دهیم.

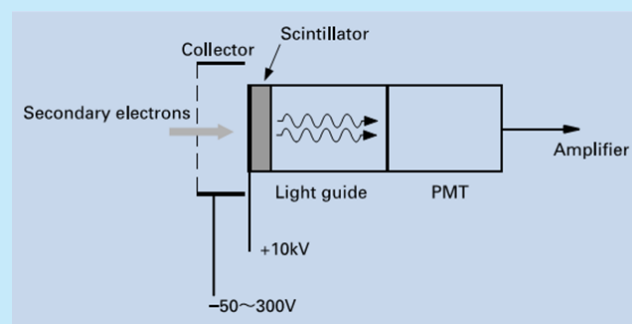
لازم به ذکر است در صورتی که برانگیختگی لنزهای همگرا به صورت نامحدود افزایش یابد، قطر باریکه الکترونی به صورت نامحدود کوچک نخواهد شد.

مقالات علمی

در روی نمونه دارای خاصیت حرکت و جابجایی نمونه (Tilting) نبوده و وضوح و تنظیمات اولیه جهت کانونی شدن در طول روبش با تغییر مکان بر روی نمونه تغییر نخواهند کرد. از طرفی حرکت پایه به صورت دستی مرسوم بوده و با استفاده از موتور حرکت دهنده‌ی پایه در سال‌های اخیر افزایش یافته است. علاوه بر این استفاده از پایه‌ی نمونه که توسط کامپیوتر کنترل شود نیز در حال افزایش است. اما دست یابی به الکترون کاوه مناسب و کانونی سازی مفید آن بر روی نمونه، بدون حضور آشکارساز الکترون ثانویه که از نمونه گسیل شده است، مطمئناً به تصویر منجر نخواهد شد. اصول عملکرد آشکارساز الکترون ثانویه را در بخش بعد با هم می‌خوانیم.

۴.۲ آشکارساز الکترون ثانویه

آشکارسازی الکترون‌های ثانویه گسیل شده از نمونه، با کمک نوع خاصی از آشکارسازها امکان‌پذیر است که یک نمونه از آن در شکل ۶ نشان داده شده است. یک ماده فلورسانس (scintillator) در بالای آشکارساز به صورت لایه نازکی پوشش‌دهی شده است و تمامی آشکارساز در شرایط خلاء بالا نگهداری شده و با اعمال ولتاژ بالا در حدود ۱۰ کیلوولت به آن شروع به کار می‌کند.



شکل ۶: ساختار کلی آشکارساز الکترون ثانویه

الکترون‌های ثانویه نمونه در این ولتاژ با برخورد به صفحه فلورسانس جذب شده و سپس نور تولید شده از این صفحه توسط پدیده بهمنی (برخورد فوتون نور به صفحات پی در پی و تولید الکترون از صفحات) وارد یک لوله از فتو مولتی پلایر (PMT) هدایت می‌شوند. سپس این نور به الکترون‌ها تبدیل شده و این الکترون‌ها به عنوان یک سیگنال الکتریکی تقویت شده، فراهم می‌شوند. یک الکترواد اضافی که الکترواد جمع کننده نامیده می‌شود، قبل از صفحه فلورسانس قرار داده می‌شود. به طور کلی چند صد ولت به الکترواد جمع کننده اعمال می‌شود تا

به صفحه فلورسانس برای جمع‌آوری الکترون‌های ثانویه کمک شود. با تغییر این ولتاژ قادر خواهیم بود تا تعداد الکترون‌های ثانویه را در الکترواد جمع کننده کنترل کنیم. این نوع آشکارسازها توسط Everhart و Thornley توسعه یافته‌اند. به همین دلیل، این آشکارساز می‌تواند آشکارساز E-T نامیده شود. در بسیاری از میکروسکوپ‌های الکترونی این آشکارساز در محفظه نمونه قرار می‌گیرد. اگر چه زمانی که یک SEM به لنز شی‌ای برانگیخته قوی برای روزلشن بالا مجهز است، یک آشکارساز الکترون ثانویه در بالای لنز شی‌ای قرار داده می‌شود و الکترون ثانویه به وسیله‌ی استفاده از میدان مغناطیسی آشکارسازی می‌شود. این آشکارساز (Through The Lens) TTL نامیده می‌شود.

۵.۲ ذخیره و نمایش تصویر

سیگنال‌های خروجی آشکارساز الکترون ثانویه تقویت شده و سپس به سیستم تصویرسازی منتقل می‌شوند. روبش روی سطح نمونه در سیستم تصویرسازی با روبش باریکه الکترونی همزمان است. هم‌چنین تغییرات روشنایی بطور مستقیم به تعداد الکترون‌های ثانویه ظاهر شده بر روی نمایشگر سیستم تصویرسازی ارتباط دارد و در نهایت به شکل‌گیری تصویر SEM منجر می‌شود.

نمایشگر و تیوپ‌های CRT برای سال‌های بسیاری به عنوان سیستم تصویرسازی استفاده می‌شده است. اگرچه در این سال‌ها liquid-crystal display LCD نمایشگر کریستال مایع به طور وسیعی استفاده شده است. به طور کلی، سرعت اسکن باریکه الکترونی در مراحل مختلف می‌تواند تغییر کند. به همین منظور سرعت اسکن بسیار سریع برای مشاهده و روبش سطح و سرعت اسکن پایین برای ذخیره‌سازی تصاویر مورد نظر استفاده می‌شود.

با استفاده از ادوات و چینش مطرح شده، تصویری با کیفیت و با تفکیک‌پذیری بالا در انتظار شماست. لازم به ذکر است که تمامی ستون سیستم اپتیکی الکترونی و محفظه نگهدارنده نمونه باید در خلاء نگه داشته شوند تا تصویر میکروسکوپ الکترونی شما حاصل گردد.

مراجع

- [1] Scanning electron microscope, JEOL USA Electron Optics Documents, 2016.
- [2] Reimer, Ludwig, Scanning Electron Microscopy, Physics of Image Formation and Microanalysis, Springer series, 1998.



ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 35 – 40

ISSN: 2538-4910

Dynamic methods for BET Surface Area Measurement

Mohammad Javad Eshraghi*, Soheila Hamidi Dolat Abad and Seyed Mohammad Reza Derakhshandeh

Materials And Energy Research Center

Abstract

According to Brunauer–Emmett–Teller adsorption isotherm equation, measuring physical adsorption of gases by solids can be performed with available experimental techniques. In order to study how to measure materials surface area examples are provided. BET method can be considered as a static method that requires understanding adsorption isotherm. Adsorption isotherm is amount of adsorbed at equilibrium state in different relative vapour pressures. Hence this method in static mode is a relative slow method and requires a long time to measure. So the dynamic adsorption methods are designed to provide an alternative method that allows quick determination for surface areas. Dynamic methods which examined in this article are based on BET theory.

Key Words

Adsorption isotherm,
BET, surface area,
Dynamic methods

(*)To whom correspondence should be addressed.
E-mail: eshr56@gmail.com



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحات ۳۵ – ۴۰، ۱۳۹۵

شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

روش‌های دینامیکی اندازه‌گیری سطح ویژه BET و کاربردهای آن در زمینه مواد ساختمانی

محمدجواد اشراقی*، سهیلا حمیدی دولت آباد و سید محمدرضا درخشنده
پژوهشگاه مواد و انرژی

چکیده

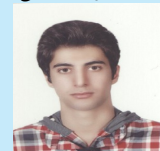
پیش‌زمینه‌های نظری معادله جذب ایزوترم برنر، امت و تدر همراه با تکنیک‌های تجربی موجود برای اندازه‌گیری جذب فیزیکی گازها توسط مواد جامد بررسی می‌گردد. به منظور بررسی چگونگی اندازه‌گیری سطح ویژه مواد مثال‌هایی ارائه می‌شود. روش BET را آن گونه که معمولاً استفاده می‌شود، می‌توان به عنوان یک روش استاتیک در نظر گرفت که نیازمند دانستن ایزوترم جذب است. ایزوترم جذب مقدار ماده جذب شده در حالت تعادل در فشار بخارهای نسبی مختلف است. از این رو این روش در مد استاتیک یک روش نسبتاً کند و مستلزم زمان زیاد برای اندازه‌گیری است. بنابراین روش‌های جذب دینامیکی جایگزینی که امکان تعیین سریع سطح ویژه را فراهم می‌سازد، طراحی شده‌اند. روش‌های دینامیکی که در این گفتار بررسی می‌شوند بر اساس نظریه BET هستند. با این حال به دلیل اینکه نظریه به روش‌های ویژه‌ای استفاده می‌شود، نیازمند بررسی ویژه خود هستند.



محمدجواد اشراقی



سهیلا حمیدی دولت‌آباد



سیدمحمدرضا درخشنده

واژگان کلیدی

ایزوترم جذب،

BET،

سطح ویژه،

روش‌های دینامیکی

(*)مسئول مکاتبات.

ایمیل: eshr56@gmail.com

روش‌های دینامیکی اندازه‌گیری سطح ویژه BET به عنوان جایگزین روش‌های استاتیک جهت انجام سریع‌تر اندازه‌گیری طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های مبتنی بر طراحی اینس، نلسون و اگرتنس و نهایتاً هاول و دامگن اشاره کرد.

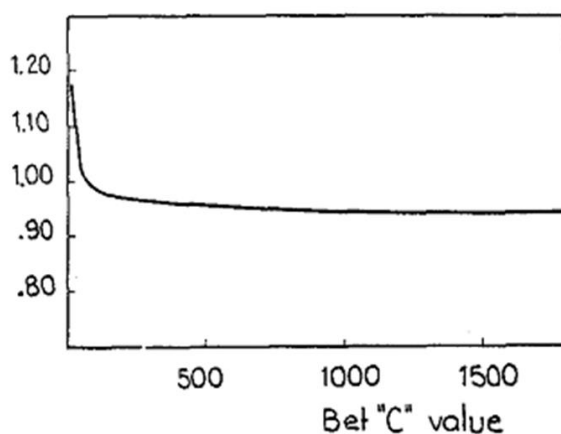
۲ روش دینامیکی مبتنی بر طرح اینس [۱]

اینس یک دستگاه برای اندازه‌گیری جذب مستمر توسعه داد. در اینجا فقط اصول اندازه‌گیری این روش توضیح داده می‌شود. نقطه شروع این روش رابطه زیر بین سطح ویژه و $X_{0.2}$ و مقدار گاز جذب شده در فشار $P/P_0 = 0.2$ است:

$$S = K_1 / \rho X_{0.2} \quad (1)$$

که در آن K از 3.5×10^9 تا 3.68×10^9 تغییر می‌کند. این معادله به طور مستقیم از تئوری BET در $P/P_0 = 0.2$ استخراج شده است. در این معادله فرض می‌شود که گاز مورد استفاده، نیتروژن باشد. مقدار پارامتر $K - 3.5 \times 10^9$ متناظر با مولکول‌های نیتروژن با اندازه $4.15 \text{ \AA}$ و پارامتر 3.68×10^9 متناظر با مولکول‌های نیتروژن با اندازه $2.16 \text{ \AA}$ است. استفاده از معادله‌ای مانند معادله (۱) برای همه‌ی مقادیر ثابت C غیرممکن است. بنابراین فاکتور تصحیحی وابسته به C باید معرفی شود (شکل ۱).

Correction factor



شکل ۱: فاکتور اصلاحیه برای محاسبه سطح ویژه از روش BET معادله اینس

نمونه خشک شده در لوله ویژه‌ای که در نیتروژن مایع غوطه‌ور شده است و در نتیجه آن تا فشار 0.3 میلی‌متر جیوه یا کمتر گاززدایی شده است، قرار داده می‌شود. سپس نمونه تحت یک جریان آهسته ثابت نیتروژن قرار می‌گیرد. مقداری از نیتروژن جذب و مابقی صرف پر کردن فضای اطراف نمونه می‌گردد. به علت اینکه جریان آهسته است، فرض می‌کنیم که فشار در طول فرایند تعادلی است.

زمان مورد نیاز به منظور رسیدن به فشار نسبی $P/P_0 = 0.2$ معیاری برای سطح ویژه نمونه است. مدت زمان فرایند به طور خودکار ثبت می‌گردد.

اصلاحاتی به منظور اصلاح حجم لوله‌ای که با ماده جامد اشغال نشده است بلکه با نیتروژن با فشار نسبی $P/P_0 = 0.2$ پر شده است اعمال می‌گردد. اینس فرمولی برای محاسبه اصلاحیه ارائه کرد. با توجه به نظریه اینس نتیجه حاصل برای سطح ویژه حدود ۵ درصد با نتیجه حاصل از روش BET اختلاف دارد و تکرارپذیری آن ۳ درصد است. نقطه ضعف این روش استفاده از فقط یک اندازه‌گیری برای محاسبات است. محققین در صدد یافتن روشی برای تعیین تخلخل می‌باشند.

بینی و دیسچ عنوان کردند که روش اینس در مورد موادی با سطح ویژه $5 \text{ m}^2/\text{g}$ یا بالاتر توافق خوبی با روش BET دارد. برای مقادیر کمتر از آن اصلاحیه‌ای ارائه کردند که رفتار غیرایده‌آل نیتروژن در دمای 78°C و تغییرات حجم لوله نمونه‌برداری را به حساب می‌آورد. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که در مورد مواد با سطح ویژه کمتر، روش اصلاحی در مقایسه با فرمول اصلی ارائه شده توسط اینس مطابقت بیشتری با تئوری BET دارد.

اخیراً روش اینس بیشتر توسعه یافته است. لانگ [۲] اصلاحیه‌ای با نرخ جریان بسیار کم ارائه کرد که باعث شد تعیین ایزوترم جذب کاملاً امکان‌پذیر باشد. بنابراین نتایج دقیق‌تری از سطح ویژه می‌توان به دست آورد.

۳ روش مبتنی بر طرح نلسون و اگرتنس

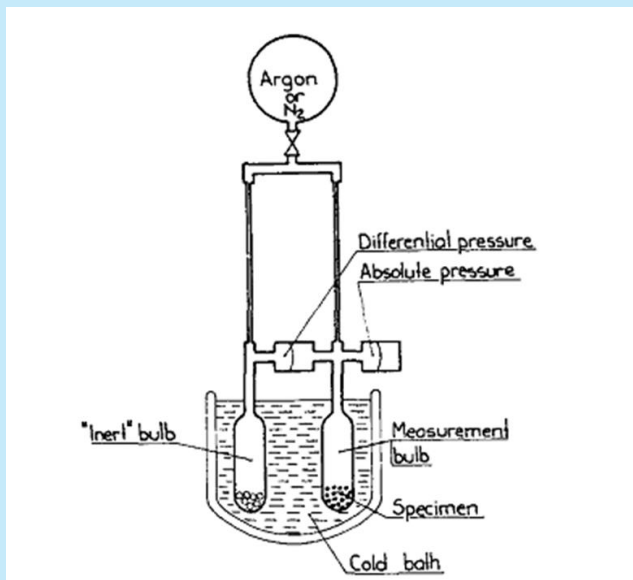
نلسون و اگرتنس روشی ظریف برای تعیین سطح ویژه ابداع کردند. می‌توان این روش را به عنوان یک روش کروماتوگرافی گاز در نظر گرفت. نمونه تحت یک جریان پیوسته از مخلوط گازهای هلیوم-نیتروژن با فشار نسبی معین قرار می‌گیرد. میزان نیتروژن جذب شده



در مقایسه با محاسبات معمول BET از ایزوترم جذب فوق‌العاده است. این روش به ویژه برای سطح ویژه‌های کوچک به دلیل حساسیت بالا در تشخیص هدایت حرارتی سودمند است. اصلاحیه این روش توسط گرگ [۳] ارائه شد. بحث کلی روش بر اساس کروماتوگرافی گاز است که توسط شول [۴] ارائه شده بود.

۴ روشی طبق نظریه هاول و دامبگن

هاول و دامبگن روشی ساده برای محاسبه ی جذب نیتروژن ارائه کردند [۵]. در این روش نیز سطح ویژه با استفاده از تئوری BET محاسبه می‌شود. نمونه شماتیک تجهیزات در شکل ۳ نشان داده شده است.



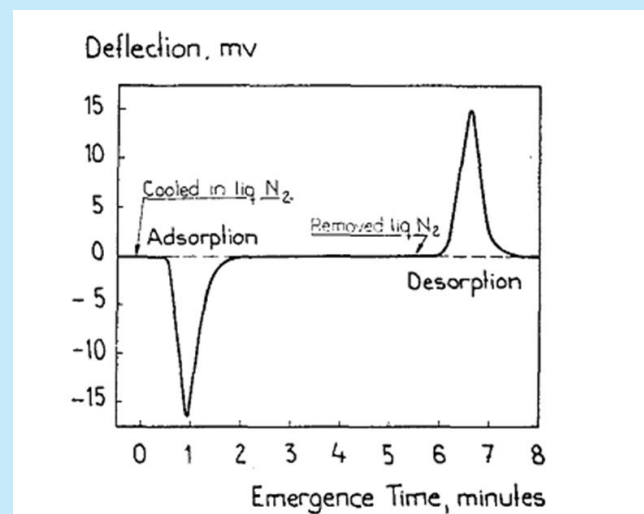
شکل ۳: شماتیک دستگاه طراحی شده توسط هاول و دامبگن

نمونه‌ی خشک شده درون لوله‌ای قرار می‌گیرد. نمونه تحت نیتروژن برای مدت کوتاهی گرم و سپس تا دمای اتاق سرد می‌گردد. لوله دوم با همان حجم لوله اول با نیتروژن با همان فشار پر می‌شود. هر دو لوله در نیتروژن مایع غوطه‌ور می‌شوند. نمونه متخلخل نیتروژن را جذب می‌کند که به معنی کاهش فشار در لوله اول در مقایسه با فشار در لوله خالی است. اختلاف فشار بین دو لوله، با یک فشار سنج اندازه‌گیری می‌گردد که معیاری برای تعیین سطح ویژه می‌باشد. فشار مطلق در حالت تعادل با فشار سنج معمولی اندازه‌گیری می‌شود.

این روش، یک روش تک نقطه‌ای است و حفظ فشار در محدوده فشار روش BET ضروری است و فشار نسبی P/P_0 نباید بیش‌تر از ۰/۳ باشد.

با اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در جریان گاز تعیین می‌شود. در نهایت سطح ویژه طبق تئوری BET محاسبه می‌شود.

نمونه‌ها خشک شده و در لوله نمونه قرار داده می‌شوند. مخلوط خشکی از گازهای هلیوم و نیتروژن که در آن نیتروژن دارای فشار معینی است از روی نمونه عبور می‌کنند. هدایت حرارتی مخلوط گاز اندازه‌گیری و به صورت خودکار ثبت می‌شود. زمانی که نمونه در دمای اتاق قرار دارد، جذبی رخ نمی‌دهد و هدایت حرارتی ثابت است. سپس لوله‌ی حاوی نمونه در نیتروژن مایع غوطه‌ور و جذب نیتروژن رخ می‌دهد. این جذب نیتروژن به عنوان ثبت تغییرات هدایت حرارتی ثبت می‌گردد (شکل ۲). زمانی که جذب کامل شد، میزان هدایت برابر با مقدار قبل از جذب می‌باشد. یک پیک در نمودار هدایت ایجاد شده است. لوله نمونه در نهایت از حمام نیتروژن مایع خارج می‌گردد و امکان گرم شدن فراهم می‌گردد. پس از افزایش دمای لوله و جذب رخ می‌دهد که با تغییری در خلاف هدایت حرارتی ثبت می‌گردد که پیک جدیدی در نمودار خواهد بود.



شکل ۲: منحنی جذب و واجذب نیتروژن [۱۴]

مساحت این پیک‌ها باید یکسان باشد، زیرا نشان دهنده مقدار کل گاز جذب شده و واجذب شده هستند. این مساحت در یک ثابت کالیبراسیون اندازه‌گیری می‌گردد که از اندازه‌گیری تغییرات هدایت حرارتی ناشی از تزریق مقدار معینی گاز نیتروژن در مخلوط نیتروژن-هلیوم به دست می‌آید.

این روش نسبتاً سریع است. با افزایش فشار نیتروژن در مراحل آزمایش، ایزوترم کامل جذب و واجذب را می‌توان به دست آورد که امکان محاسبه توزیع اندازه تخلخل‌ها را فراهم می‌سازد. دقت این روش

به میزان قابل توجهی بزرگ‌تر از سطح ویژه محاسبه شده از جذب نیتروژن است [۸].

فیلدمن [۹] ادعا کرد که بیش‌تر بودن جذب بخار آب به علت نفوذ آب در بین لایه‌های بلورهای جامد است که این نظریه توسط بروناور [۱۰] بنابه دلایل مهمی رد شد.

اولاً خمیرهای استفاده شده توسط فیلدمن به خوبی خشک نشده بود، خشک کردن تحت عنوان P-Drynig انجام شد که در فشار بخار دی هیدرات منیزیم پرکلرات و تتراهدرات $8 \times 10^{-3} \text{ mm/Hg}$ انجام می‌شود ولی روش خشک کردن مناسب برای سیمان، d-Drynig است که در فشار بخار یخ در دمای 78°C می باشد که برابر با $8 \times 10^{-4} \text{ mm/Hg}$ است. این تفاوت جزئی در شرایط خشک کردن در فرایند جذب تاثیرگذار است.

ثانیاً ساختار تخلخل‌ها به گونه‌ای است که نیتروژن نمی‌تواند به داخل بسیاری از منافذ بزرگ نفوذ کند و سطح را بپوشاند [۱۰]. تفاوت بین توانایی نفوذ نیتروژن و آب تا حدی بستگی به اندازه‌ی مولکول‌ها (مولکول آب کوچک‌تر است) دارد. علاوه بر این مولکول آب دارای یک دو قطبی قوی است که به شدت در سطوح یونی ترکیبات موجود در سیمان هیدراته جذب می‌شود. مولکول نیتروژن دو قطبی نمی‌باشد. بعلاوه وقوع انقباضات در گردن منافذ به عنوان سد انرژی برای نفوذ جاذب به داخل تخلخل‌ها عمل می‌کند. اگر انرژی فعال‌سازی نفوذ برای هر دو جاذب یکسان در نظر گرفته شود (احتمالاً برای بخار آب کوچک‌تر است که به علت اندازه‌ی کوچک‌تر مولکول‌های آن است)، مولکول آب باید با سرعتی 50° برابر بیش‌تر از نیتروژن از سد انرژی عبور کند. به طوری که آب در 298 K جذب می‌شود در حالی که نیتروژن در 78 K جذب می‌گردد. از این‌رو جذب تعادلی با استفاده از آب ۲ الی ۳ هفته طول می‌کشد و با نیتروژن حدود یک سال زمان نیاز است.

در صورت انتخاب جاذب مناسب و ایزوترم مناسب ممکن است مشکلات دیگری حاصل شود. حتی در صورت انتخاب جاذب مناسب و تعیین درست ایزوترم، برخی از مشکلات اضافی بوجود می‌آیند. فشار اشباع (p_0) برخی جاذب‌ها ممکن است نامشخص باشد. این مشکل توسط هاینس [۱۱]، سینگ و سوالو [۱۲] در مورد جذب کریپتون و آرگون بحث شد. منطقه‌ی اشغال شده برای هر مولکول جاذب باید شناخته شده باشد اما گاهی اینگونه نیست. مقدار دقیق عمده‌تاً وابسته

معادله‌ای برای محاسبه‌ی مقدار گاز جذب شده از فشار تقاضلی و فشار ماده جذب شده در گزارش اصلی ارائه شده است که در اینجا به آن اشاره نمی‌کنیم. ظرفیت تک لایه با استفاده و سطح ویژه با استفاده از معادلات نظریه BET محاسبه می‌شود. یک نمودار به منظور محاسبه سطح ویژه توسط گال [۶] ارائه شد. این روش مقادیر تکرارپذیری را ارائه می‌دهد که ۵ تا ۱۰ درصد کوچک‌تر از مقادیر به دست آمده با روش BET است.

۵ کاربردهای نظریه BET در زمینه مواد ساختمانی

تئوری BET در زمینه مواد ساختمانی کاربردهای گسترده‌ای دارد. در واقع یکی از کاربردهای مهم آن توسط پاور [۷] در زمینه سیمان پورتلند مطرح شد. اگر ایزوترم از نوع II و IV باشد، مدل BET از نقطه نظر تئوری قابل اجراست. در مورد ایزوترم نوع I که برای جامدات میکرومتخلخل کاربرد دارد، تئوری‌های خاصی برای محاسبه سطح ویژه گسترش یافته است. که توسط گرگ گزارش شده است [۳]. با در نظر گرفتن کاربردهای تئوری BET در زمینه مصالح ساختمانی، اولین سوال انتخاب جاذب است. استفاده از جاذبی که ایزوترم نوع II و IV را حاصل کند، ضروری است. از این‌رو مقدار C باید بالا باشد تا نقطه B مشخصی در نمودار به دست آید. جاذب‌های مرسوم عبارتند از:

- نیتروژن در دمای پایین
 - کریپتون در دمای پایین
 - $Kr^{85} \sim$ یک ایزوتوپ رادیواکتیو
 - بخار آب
 - انواع مختلف هیدروکربن‌ها
 - جاذب‌های دیگر، برای مثال گازهای خنثی مانند هلیوم، زنون، آرگون.
 - جاذب‌های دیگر، برای مثال گازهای خنثی مانند هلیوم، زنون، آرگون.
- سطح ویژه محاسبه شده عمدتاً به نوع جاذب بستگی دارد. بحث‌های جالب و آموزنده‌ای در مورد سطح ویژه سیمان پورتلند وجود دارد. شواهد زیادی وجد دارد که سطح ویژه محاسبه شده از ایزوترم آب/بخار



مقالات علمی

- surement, Analytical Chemistry 23, no. 5 (1951): 759-763.
- [2] Lange, Klaus Robert. "Adsorption isotherms by a rapid flow method." Journal of Colloid Science 18, no. 1 (1963): 65-72.
- [3] Gregg, Sidney John, Kenneth Stafford William Sing, and H. W. Salzberg. "Adsorption surface area and porosity." Journal of The Electrochemical Society 114, no. 11 (1967): 279C-279C.
- [4] Gall, L. "Über ein neues Gerät zur Schnellen Bestimmung Spezifischer Oberflächen." Angew. Mess Regeltechn. 4 (1964): 107-107.
- [5] Haul, R., and G. Dümbgen. "Vereinfachte Methode zur Messung von Oberflächengrößen durch Gasadsorption." Chemie Ingenieur Technik 32, no. 5 (1960): 349-354
- [6] POWERS T.C., BROWNYARD T.L. "Studies of the physical properties of hardened Portland cement paste. Res. Lab. Portland Cement Ass. Bull., 22, 1948.
- [7] POWERS T.C. Physical properties of cement paste. Proc. 4th Int. Symp. on the Chemistry of Cement. Nat. Bureau of Standards. Wash. D C , 1960.
- [8] Feldman, R. F., and P. J. Sereda. "A new model for hydrated Portland cement and its practical implications." Engineering Journal 53, no. 8-9 (1970): 53-59.
- [9] Brunauer, Stephen, Ivan Odler, and Marvin Yudenfreund. "The new model of hardened Portland cement paste." Highway Research Record 328 (1970).
- [10] Haynes, J. M. "Use of krypton for surface area measurements." The Journal of Physical Chemistry 66, no. 1 (1962): 182-185.
- [11] Sing, K. S. W., and D. Swallow. "The determination of specific surface area by low-temperature krypton adsorption." In Proc. Brit. Ceram. Soc, vol. 39. 1965.
- [12] Fagerlund, Göran. "Determination of specific surface by the BET method." Materials and structures 6, no. 3 (1973): 239-245.
- [13] Fagerlund, Göran. "Determination of specific surface by the BET method." Materials and structures 6, no. 3 (1973): 239-245.
- [14] NELSON F.M., EGGERTSEN F.T. - - Analyt. Chem., 30 (1963), 1387.

به حرارت خالص جذب است. هنگامی که این مقدار بسیار بزرگ باشد جاذب بیش‌تر شیه جامد است تا مایع. این مشکل با جزئیات بیش‌تری توسط گرگ [۳] و بروخوف [۸] مطرح شده است.

۶ نتیجه‌گیری

روش‌های دینامیکی اندازه‌گیری سطح ویژه BET به عنوان جایگزین روش‌های استاتیک جهت انجام سریع‌تر اندازه‌گیری طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. اینس یک فاکتور اصلاحی برای مدل BET یک اندازه‌گیری برای محاسبات و عدم امکان اندازه‌گیری تخلخل‌ها با این روش است. نتایج حاصل از روش اینس با تئوری BET برای مواد با سطح ویژه $5\text{ m}^2/\text{g}$ یا بالاتر مطابقت دارد. لانگ اصلاحیه‌ای با نرخ جریان بسیار کم ارائه کرد که نتایج دقیق‌تری از سطح ویژه به دست آورد. روش نلسون و اگرتنس برای تعیین سطح ویژه ارایه گردید. این روش را می‌توان به عنوان یک روش کروماتوگرافی گازی در نظر گرفت. در این روش محاسبات توزیع اندازه تخلخل‌ها با دقت بالا امکان‌پذیر می‌باشد. هاول و دامبگن روشی ساده برای محاسبه‌ی جذب نیتروژن ارائه کردند. در این روش نیز سطح ویژه با استفاده از تئوری BET محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری صحیح سطح ویژه و تخلخل نیازمند انتخاب مناسب جاذب‌ها می‌باشد. به طور مثال در زمینه مصالح ساختمانی می‌بایست ایزوترم از نوع II و IV باشد. هم‌چنین ایزوترم نوع I که برای جامدات میکرومتخلخل کاربرد دارد. سطح ویژه محاسبه شده عمدتاً به نوع جاذب به علت متفاوت بودن توانایی نفوذ جاذب‌های مختلف بستگی دارد.

مراجع

- [1] Innes, W.B., Apparatus and Procedure for Rapid Automatic Adsorption, Surface Area, and Pore Volume Mea-





ISLN

Quarterly, 2017

Volume 1, Number 4

Pages 41 – 46

ISSN: 2538-4910

Basic principles of chromatography analysis

Reihaneh Sabbaghzadeh*

Hakim Sabzevari University, Faculty of Science, Department of Biology, Sabzevar, Iran

Abstract

High performance liquid chromatography technique for chemical analysis for the separation, identification and quantification of the components of a mixture. In this technique, which is located by creating high-pressure pumps, liquid solvent to the mixture of solid adsorbent material passes through the column. Chromatography is widely used in biological research and various research and development has overcome tremendous. In different ways chromatographic are mobile phase and a stationary phase. It also allows you to use a very much smaller particle size for the column packing material which passes a much greater surface area for interactions between the stationary phase and the molecules flowing past it. This allows a much better separation of the components of the mixture.

Key Words

Mobile phase,
Stationary phase,
High performance liquid
chromatography technique

(*)To whom correspondence should be addressed.

E-mail: reihanehsabb@gmail.com



شاعا

فصلنامه علمی-تخصصی

سال اول، شماره ۴

صفحه ۴۱ - ۴۶، ۱۳۹۵

شاپای چاپی: ۲۵۳۸-۴۹۱۰

اصول عمومی روش تجزیه‌ای کروماتوگرافی HPLC

ریحانه صباغ‌زاده*

گروه زیست‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تکنیکی جهت آنالیز شیمیایی برای جداسازی، تشخیص و تعیین مقدار اجزای یک مخلوط می‌باشد. در این تکنیک، پمپ‌هایی قرار دارد که با ایجاد فشار قوی، حلال مایع را از مخلوط نمونه از طریق ستون بسیار ریز حاوی مواد جاذب جامد عبور می‌دهد. هر جزء نمونه با تفاوت جزئی از بقیه، با ماده جاذب واکنش می‌دهد که باعث اختلاف سرعت‌های جریان برای اجزای متفاوت شده و باعث جدا کردن اجزا در ستون می‌شود. کروماتوگرافی کاربردی وسیع در پژوهش‌های مختلف علوم پایه دارد و گوناگونی و تکامل شگرفی در غلبه تحقیقات یافته است. در روش‌های مختلف کروماتوگرافی یک فاز متحرک (Mobile phase) و یک فاز ثابت (Stationary phase) وجود دارد. فاز ثابت می‌تواند جامد یا مایع و فاز متحرک مایع یا گاز باشد.



ریحانه صباغ‌زاده

واژگان کلیدی

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا،
فاز متحرک،
فاز ثابت،
ماده جاذب،

(*)مسئول مکاتبات.

ایمیل: reihanehsabb@gmail.com

۱ مقدمه

مختلف کروماتوگرافی یک فاز متحرک (Mobile phase) و یک فاز ثابت (Stationary phase) وجود دارد. فاز ثابت می‌تواند جامد یا مایع و فاز متحرک مایع یا گاز باشد.

انواع مختلف کروماتوگرافی بر اساس نوع فاز ثابت و متحرک و نیز ماهیت برهم‌کنش ذرات با فاز ثابت شکل گرفته‌اند. در حالت کلی، برهم‌کنش فاز ثابت کروماتوگرافی با ذراتی که باید از همدیگر جدا شوند، نیروی تأخیری در برابر حرکت آن‌ها ایجاد می‌کند. قدرت این نیروی تأخیر بسته به خواص ذره متفاوت است و به این طریق ذرات از همدیگر جدا می‌شوند. روش‌های جداسازی، بر پایه مشخصات فیزیکی ترکیبات بنا نهاده شده است.

سلول‌های زنده شامل صدها هزار ترکیب شیمیایی مختلف هستند. از اجزای ماکروسکوپی بزرگ‌تر مثل پروتئین و اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها تا اجزای ریزتر مثل آمینو اسیدها، نوکلئوتیدها و اسیدهای چرب. از آنجا که اکثر این ترکیبات به میزان بسیار کم در بدن حضور دارند مانند فاکتورهای پروتئینی و ویتامین‌ها، ابزاری دقیق که بتواند غلظت‌های بسیار کم این مواد را ردیابی کند، حائز اهمیت فراوان می‌باشد.

کروماتوگرافی کاربردی وسیع در پژوهش‌های زیستی دارد و گوناگونی و تکامل شگرفی در غلبه تحقیقات یافته است. در روش‌های

جدول ۱: تقسیم‌بندی تکنیک‌های جداسازی کروماتوگرافی

ویژگی مولکولی	خصوصیت فیزیکی	روش جداسازی
قطبیت	فراری، تبخیر حلالیت قابلیت جذب	کروماتوگرافی گاز-مایع کروماتوگرافی مایع-مایع (HPLC) کروماتوگرافی مایع-جامد

و قدرت نیروهای بین مولکولی نمونه وفاز متحرک یا ساکن تعیین می‌شود.

۲ مشخصات کلی در کروماتوگرافی نوع HPLC^۱

اگر قطبیت‌های دو فاز ساکن و متحرک یکسان باشد، آن گاه احتمال دارد برهم‌کنش جسم حل شده با این دو یکسان باشد که در نتیجه، جداسازی ضعیف می‌شود. بنابراین مثلاً برای فازهای ساکن هیدروکربن (غیرقطبی) به فاز متحرک قطبی نیاز است و برعکس. جدا شدن ترکیب مورد نظر بین دو فاز مایع آمیزش‌ناپذیر، اساس کروماتوگرافی مایع-مایع می‌باشد. قطبیت ترکیب مورد نظر و حلال، عوامل مهمی در تعیین حلالیت ترکیب است و ترکیبات قطبی در حلال‌های قطبی سریع‌تر از حلال‌های غیرقطبی حل می‌شوند. اخیراً محیط‌های مایعی (به عنوان فاز ثابت) تعریف شده که با یک محیط جامد به عنوان محافظ پیوند می‌یابد.

ستون‌هایی با قطر کم و تقریباً بلند از ماده زمینه‌ای (ماتریکسی) پر می‌شود، که تحمل فشار زیاد را داشته و در فشارهای بالا فشرده نمی‌شوند. شکل ۱ نمای ساده‌ای را نشان می‌دهد.

فاز متحرک در HPLC می‌تواند آب، حلال‌ها، آلی یا بافرها به صورت تن‌ها یا مخلوط با یکدیگر باشند. تمام قسمت‌های دستگاه که در تماس با فاز متحرک هستند باید از جنس مواد مقاوم به حلال‌های مورد استفاده باشند. برای مثال برای فاز ثابت می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

حلال‌های اصلی: هیدروکربن‌های آلیفاتیک، هیدروکربن‌های آروماتیک

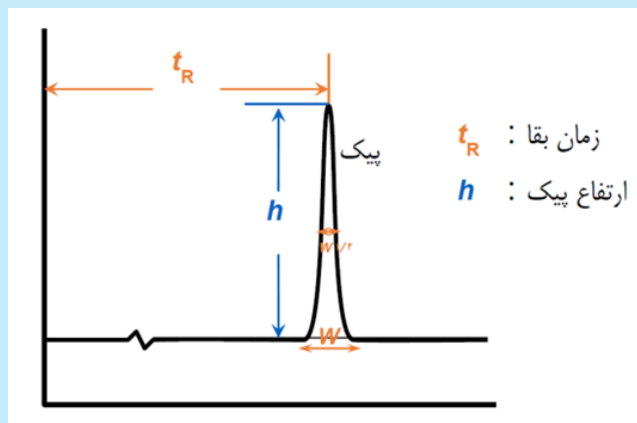
سایر حلال‌ها: الکل‌ها، اترها و...

همه بخش‌هایی که در سمت فشار بالا قرار دارند (از خروجی پمپ تا انت‌های ستون) باید تحمل فشار بالا را داشته باشند.

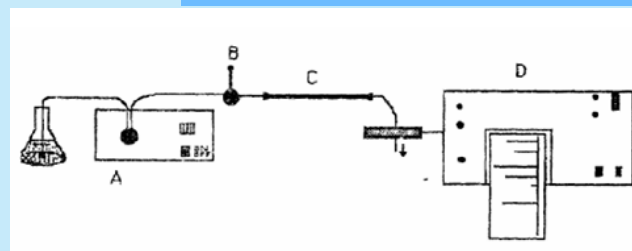
برهم‌کنش اجسام حل شده با هر فاز، تعیین‌کننده‌ی توزیع نسبی حل شدن بین دو فاز است و قدرت نسبی این برهم‌کنش‌ها، با نوع

واژه‌های فاز نرمال و معکوس، برای توصیف جداسازی‌های جذبی و فاز پیوندی به کار می‌روند. فاز نرمال به این معنی است که قطبیت فاز ساکن بیشتر از فاز متحرک و فاز معکوس به معنی قطبیت کمتر از فاز ساکن نسبت به فاز متحرک است.

^۱High Performance Liquid Chromatography



شکل ۲: نمای یک کروماتوگرام. محور افقی معرف زمان و محور عمودی درصد غلظت ترکیب را مشخص می‌کند.



شکل ۱: نمای ساده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا. بخش‌های مختلف به ترتیب حروف مشخص شده‌اند: پمپ، محل تزریق، ستون و آشکارساز

از فواید HPLC کم بودن زمان کروماتوگرافی، قدرت تفکیک و حساسیت بالا است. حساسیت روش HPLC به قدری است که مقادیر غلظت پیکومولار نیز به این روش قابل شناسایی و بررسی است. برای افزایش کارایی، تغییراتی در ستون آن صورت گرفته است. ستون بسیار ریز و دارای ضخامت کم معمولاً حدود 4 mm می باشد. برای ایجاد چنین شرایطی پمپی نیاز است که بتواند فاز متحرک را با جریانی ثابت مناسب، به حرکت درآورد، چنانچه به طور تقریبی در هر دقیقه 10 میکرولیتر پمپ شود. هم چنین به دلیل استفاده از پمپ با فشار زیاد، جدارهای دستگاه باید از استیل سخت ساخته شود. جهت تزریق نمونه نیز از سرنگی در حد میکرولیتر نمونه استفاده می‌گردد. رنج طول موج‌ها کار شده حدود $350 - 190$ نانومتر که عمدتاً فاز متحرک فاقد جذب در این نقاط است.

این نوع کروماتوگرافی برای موارد زیر قابل استفاده است.

- مواد زیستی: کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، اسیدهای نوکلئیک، آمینو اسیدها، پروتئین‌ها، پپتیدها، استروئیدها، آمین‌ها
- محصولات پزشکی: داروها، آنتی بیوتیک‌ها
- محصولات غذایی: ویتامین‌ها، مکمل‌های غذایی، اسیدهای آلی
- نمونه‌های محیطی: یون‌های غیرآلی، مواد آلی خطرناک
- محصولات سنتزی آلی: پلیمرهای سنتزی، سورفکتانت‌ها

یک کروماتوگرام (chromatogram) نمودار حاصل از آزمایش کروماتوگرافی است و به نموداری اطلاق می‌شود که غلظت محلول خروجی از ستون را بر حسب زمان یا حجم محلول شستشوی به کار رفته، نشان می‌دهد.

۳ روابط قابل استفاده در تجزیه و تحلیل‌های کروماتوگرام

حجم محلولی که برای شستشوی کامل نمونه از ابتدای ورود تا انتهای خروج از ستون جمع می‌گردد به نام حجم بقا نامیده می‌شود و با V_R (Retention Volum) نشان می‌دهند. جهت سهولت برای اندازه‌گیری معمولاً از زمان بقا t_R (Retention Time) استفاده می‌شود.

رابطه زمان بقا و حجم بقا

$$V_R = F_c t_R$$

F_c سرعت جریان می‌باشد. مقدار عددی حجم بقا به نوع ستون وابسته است. معمولاً از کمیت نرمال شده دیگری به نام عامل بقا (K) استفاده می‌شود.

$$K = \frac{t_R - t_0}{t_0}$$

t_0 نشان‌دهنده زمان شروع و K و نشان‌دهنده عامل بقاست.

چیزی که در کروماتوگرام سبب تشخیص دو مولکول مجزای از هم می‌شود، حضور دو پیک جدای از هم با پهنای مشخص است. برای توضیح پهنای پیک‌های کروماتوگرام از مفهوم سطوح فرضی (N) استفاده می‌شود.

$$N = 16 \left(\frac{t_R}{W} \right)^2$$

$$= 5.54 \left(\frac{t_R}{W_{1/2}} \right)^2$$



مقالات علمی

در استفاده از سلیلیکا محدودیت‌هایی وجود دارد (به ویژه در PH‌های بالا و پایین) که برای غلبه بر این محدودیت‌ها، مواد پرکننده‌ی دیگری توسعه یافته‌اند که بر پایه‌ی فلورور کربن، کربن، آلومینا یا رزین‌های پلیمری می‌باشند. مثال‌هایی از فاز ثابت

-Si-OH ژل سلیلیکا

-Si-CH₂CH₂CH₂CN نوع سیانو

-Si-CH₂CH₂CH₂NH₂ نوع آمینو

-Si-CH₂CH₂CH₂OCH(OH)-CH₂OH نوع دی ال

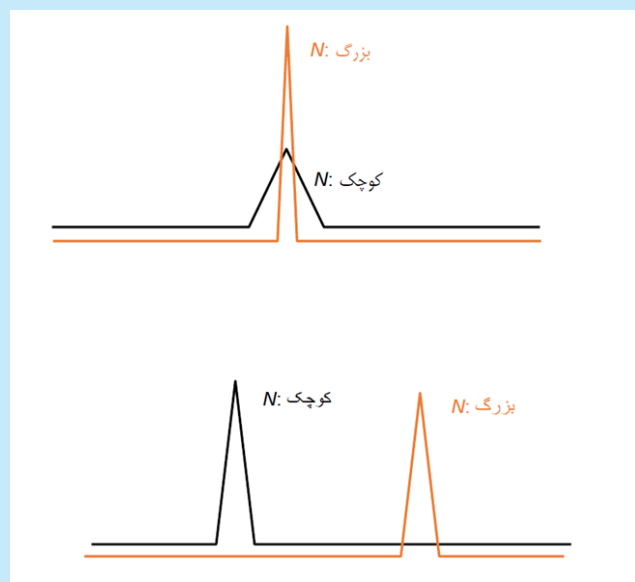
۵ نتیجه‌گیری

یکی از ساده‌تری مدل‌ها در تعیین غلظت مجهول با این روش، Ext-Standard است. برای انجام این مدل، محلول‌های استاندارد با غلظت‌های مشخص و مجهول از ترکیب مورد نظر تهیه می‌شود. میزان ثابت نمونه تزریق می‌شود، سپس طول یا سطح پیک در مقابل غلظت برای هر ترکیب تعیین می‌شود. نمودار باید خطی باشد و از مبدا آغاز شود. غلظت انواع ناشناخته با فرمول زیر قابل محاسبه است.

غلظت شناخته = (سطح ناشناخته / سطح شناخته) × غلظت ناشناخته

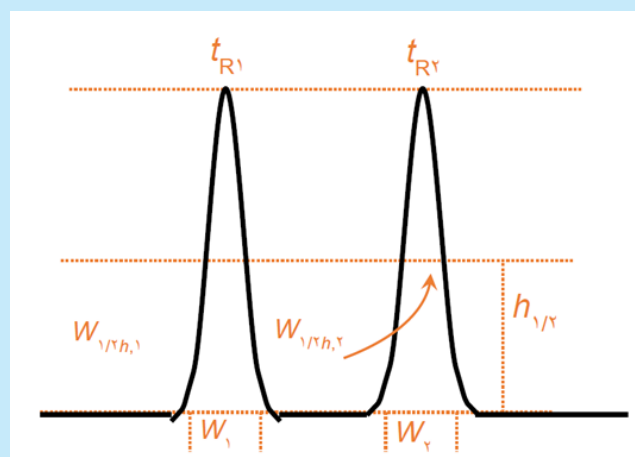
طول عمر مفید ستون‌های HPLC به دلیل ظهور فضا‌های خالی یا شکاف در پرکننده ستون (به ویژه در سر ستون) یا با تجمع ذرات ریز موجود در فاز متحرک (مانند ذرات نشسته بر پمپ یا شیر تزریق) در سر ستون، کوتاه تر می‌شود. بنابراین برای افزایش طول عمر ستون باید از این عوامل جلوگیری کرد. تغییر فشار ستون از کم به زیاد و بالعکس باید به آهستگی انجام شود و از تغییرات ناگهانی دما نیز باید خودداری گردد. بنابراین ستون باید در جایی نگهداری شود که از ضربه یا تکان شدید در امان باشد. هنگامی که از آن استفاده نمی‌شود، باید در حلال خنثی و غیر فرار نگهداری شود. به طور معمول قطبیت حلال نگهدارنده باید مشابه قطبیت حلال مورد استفاده با ستون باشد. برای مثال، ستون‌های فاز ساکن مورد استفاده در کروماتوگرافی فاز معکوس را در متانول یا مخلوط متانول/آب نگه می‌دارند. این حلال‌ها نسبت

شکل ۳ نمونه‌ای از تفسیر کروماتوگرام را نشان می‌دهد. اگر زمان‌های تأخیر یکسان باشد، پهنای پیک کمتر، مربوط به مقدار بزرگ‌تر برای میزان سطوح فرضی است و اگر پهنای پیک یکسان باشد، زمان تأخیر بزرگ‌تر، مربوط به پیکی است که N بزرگ‌تر دارد.



شکل ۳: نمونه‌ای از تفسیر کروماتوگرام

کروماتوگرام حاصل از یک مجهول چندگانه، حاوی تعداد زیادی پیک‌های مجزای از هم است. درجه تفکیک یک جفت پیک (R_s) به صورت زیر تعریف می‌شود.



۴ پرکننده‌های ستون HPLC

متداول‌ترین پرکننده‌های ستون‌های HPLC، ذرات ریزسلیلیکا هستند که از نوع متخلخل با قطرهای ۵،۳ یا ۱۰ میکرومتر و شکل‌های کروی و بی‌قاعده هستند.



- [7] Ou C-N, Rogerud CL. Rapid analysis of hemoglobin variants by cation-exchange HPLC. Clin Chem 1993;39:820-4.
- [8] Ou C-N, Rognerud CL. Diagnosis of hemoglobinopathies: electrophoresis vs. HPLC. Clin Chim Acta 2001;313:187-94.
- [9] Phyllis Brown, Kathryn DeAntonois, Prentice Hall "High Performance Liquid Chromatography", 1997, pp. 147-164.
- [10] Pungor E. A Practical Guide to Instrumental Analysis. Boca Raton: CRC, Press; 1995.
- [11] Quality-Control Analytical Methods: High-Performance Liquid Chromatography, Tom Kupiec, PhD, International Journal of Pharmaceutical Compounding, Vol. 8 No. 3 May/June 2004.
- [12] Riou J, Godart C, Didier H, Mathis M, Bimet C, Bardakdjian-Michau J, et al. Cation-exchange HPLC evaluated for presumptive identification of hemoglobin variants. Clin Chem 1997;43:34-9.
- [13] Skoog, D.; Holler, F.; Crouch, S. Principles of Instrumental Analysis 2007.
- [14] Skoog, Holler, Nieman, Saunders College Publishing "Principles of Instrumental Analysis", 5th Edition., 1998, pp. 673-697, 725-766.
- [15] Simpson CF. Practical High-Performance Liquid Chromatography. London: Heyden and Son; 1976.
- [16] Swadesh, J.K. HPLC: Practical and Industrial Applications 2001.
- [17] Waters HM, Howarth JE, Hyde K, Goldstone S, Kadkhodaei Elyaderani M, Cinkotai KI, et al. Evaluation of the Bio-Rad Variant, thalassemia short program. MDA Evaluation Report MDA/96/ London: Medical Devices Agency, 1996.
- [18] Wild BJ, Stephens AD. The use of automated HPLC to detect and quantitate haemoglobins. Clin Lab Haematol 1997;19:171-6.

به آب مقطر ترجیح داده می‌شوند زیرا متانول از رشد باکتری جلوگیری می‌کند. در انتهای ستون، باید به طور کامل بسته باشد. همیشه باید حلال نگهدارنده ستون را یادداشت کرد، در غیر این صورت ممکن است در هنگام استفاده بعدی از ستون دچار مشکلات انتزاج حلال‌ها شد. برای مثال، اگر ستون در متانول نگهداری شود و دفعه‌ی بعد قرار باشد با بافر مایعی کار شود، ابتدا باید ستون با آب شسته شود. در غیر این صورت ممکن است نمک‌های بافر در مواجهه با متانول رسوب کنند. محلول‌های بافری به آهستگی موجب خوردگی ستون‌های فولادی و پیچ‌های سفت کننده می‌شوند. پس از استفاده از دستگاه باید آن‌ها را شست و شو داد.

مراجع

- [1] Bain BJ. Hemoglobinopathy diagnosis. Oxford, England: Blackwell, Science Ltd., 2001:260pp.
- [2] Br J Haematol, Working Party of the General Haematology Task Force of the British Committee for Standards in Haematology. Guideline: the laboratory diagnosis of haemoglobinopathies. 1998;101:783-92.
- [3] Clarke G, Higgins TN. Laboratory investigation of hemoglobinopathies and thalassemia: review and update. Clin Chem 2000;46:1284-90.
- [4] Knox JH, Done JN, Fell AF et al. High-Performance Liquid Chromatography. Edinburgh: Edinburgh University Press; 1978.
- [5] Lafferty JD, McFarlane AG, Chui DHK. Evaluation of a dual hemoglobin A2/A1c quantification kit on the Bio-Rad Variant II automated hemoglobin analyzer. Arch Pathol Lab Med 2002;126:1494-9.
- [6] Moffat AC, Osselson MD, Widdop B. Clarke's Analysis of Drugs and Poisons. London: Pharmaceutical Press; 2004.



معرفی آزمايشگاهها

معرفی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی^۱



مهدی داوری
دانشیار گروه گیاهپزشکی و رئیس آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی



نیاز رشته‌های مختلف، استفاده بهینه از امکانات موجود، جلوگیری از خریدهای تکراری و موازی و انحصاری شدن دستگاه‌های موجود، دسترسی اعضای هیأت علمی، پژوهشگران و دانشجویان تحصیلات تکمیلی به فضاها و امکانات پژوهشی مناسب و خدمات‌رسانی به موسسات خارج از دانشگاه در آبان ۹۳ با مساعدت هیأت رئیسه محترم زیر نظر معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه راه‌اندازی گردیده است. در این راستا، خرید، نصب و راه‌اندازی برخی تجهیزات مورد نیاز گروه‌های آموزشی و استان، تعمیر و سرویس دستگاه‌های خدمات دهنده، آموزش و توانمندسازی کادر آزمایشگاهی و ساماندهی خدمات دستگاه‌های موجود در دانشکده‌ها زیر نظر آزمایشگاه مرکزی و استقرار نظام HSE مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در حال حاضر، تجهیزات

نیاز رشته‌های مختلف دانشگاهی و واحدهای صنعتی و تولیدی خارج از دانشگاه به دستگاه‌های با تکنولوژی بالا (High Tech) و ضرورت بهره‌وری بهینه از تجهیزات موجود پژوهشی، لزوم ساماندهی و مدیریت متمرکز امکانات آزمایشگاهی را دو چندان می‌سازد. در این راستا وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در سیاست‌گذاریهای پژوهشی و فناوری خود، تأسیس شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا) و ایجاد آزمایشگاه مرکزی در دانشگاه‌ها را با اهتمام زیاد در دستور کار خود قرار داده است.

آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی با هدف استفاده بهینه از تجهیزات آزمایشگاهی در زمینه‌های آموزشی، پژوهشی و فناوری دانشگاه و تلاش در جهت ساماندهی امکانات و تجهیزات پیشرفته مورد

^۱ آدرس: اردبیل، انتهای خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، خانه فرهنگ، آزمایشگاه مرکزی
شماره تلفن و دورنگار: ۰۴۵۳۳۵۱۰۱۳۵ - ۰۴۵۳۱۵۰۵۳۳۴
آدرس پست الکترونیکی: central-lab@uma.ac.ir

معرفی آزمایشگاه

جدید تحقیقاتی در محل اصلی آزمایشگاه مرکزی مستقر شده و پس از جذب و آموزش کارشناس، خدمات خود را به متقاضیان داخل و خارج دانشگاهی ارائه می‌دهد. تجهیزات موجود در دانشکده‌ها نیز با

همکاری گروه‌های آموزشی فعال شده و زیر نظر آزمایشگاه مرکزی به ارائه خدمات می‌پردازند.

واحدهای مختلف آزمایشگاه مرکزی

نام واحد	نام مسئول واحد	تلفن
مدیر آزمایشگاه مرکزی	دکتر مهدی داوری	۰۴۵-۳۱۵۰۵۳۲۰
امور مالی	علی حضرتقلی‌زاده مهدی پیری	۰۴۵-۳۱۵۰۵۳۲۴
امور دفتری	سیدحسین کمالی	۰۴۵-۳۱۵۰۵۳۳۴
کروماتوگرافی گازی طیف‌سنج جرمی GC-MS پروپ تزریق مستقیم- طیف‌سنجی جرمی DIP-MS کروماتوگرافی گازی- آشکارساز یونش شعله‌ای GC-FID مغناطومتر نمونه مرتعش VSM + FORC آنالیزر عنصری CHNSO	سیدحسین کمالی	۰۴۵-۳۱۵۰۵۳۳۴
واکنش زنجیره‌ای پلیمرز همزمان Real Time PCR	فهمیه جی‌دار	۰۴۵-۳۱۵۰۵۳۳۴
میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM آنالیز حرارتی جرم‌سنجی TGA/DTA	علی خدایاری	۰۴۵-۳۱۵۰۵۲۲۰
جذب اتمی AAS اسپکتروسکوپی مادون قرمز تبدیل فوری FT-IR اسپکتروسکوپی پراکندگی بازتابشی DRS	نعیم سعادت‌ی	۰۴۵-۳۱۵۰۵۱۸۴
اسپکتروفتومتر فلیم فتومتر کج‌دال خدمات آزمایشگاهی نمونه‌های خاک، آب و گیاه	محمد انوار	۰۴۵-۳۱۵۰۵۰۸۳۰
آزمایش سه محوره آزمایش هیدرومتری تعیین مقاومت فشاری بتن	محمد اصغری	۰۴۵-۳۱۵۰۵۷۶۷
پراش اشعه X لایه نشانی Sputtering	اسماعیل صابرنیا	۰۴۵-۳۱۵۰۵۲۱۳

اهم فعالیت‌های آزمایشگاه مرکزی در سال ۹۵

- سکوبندی و تکمیل سایت اصلی آزمایشگاه مرکزی
- جذب و آموزش کارشناس و راه‌اندازی و شروع خدمات‌دهی دستگاه‌های GC-MS، DIP-MS، CHNSO، VSM و Real-time PCR در سایت اصلی آزمایشگاه مرکزی
- انتخاب مشاور علمی برای دستگاه‌های با فناوری بالا از بین اساتید متخصص
- تکمیل ورود مشخصات آزمایشگاه‌ها و تجهیزات دانشگاه در شبکه آزمایشگاه‌های علمی ایران (شاعا)
- عضویت در شبکه فناوری‌های راهبردی معاونت علمی و

فناوری ریاست جمهوری و احراز شرایط استفاده از تخفیف ۴۰ درصدی شبکه برای اعضای هیات علمی دانشگاه و کلیه مشتریان

- اقدام برای عضویت آزمایشگاه مرکزی به عنوان آزمایشگاه همکار استاندارد و معتمد محیط زیست
- راه‌اندازی اتاق تدوین استاندارد با همکاری اداره کل استاندارد استان
- چاپ کتابچه و بروشور معرفی تجهیزات خدمات‌دهنده آزمایشگاه مرکزی و ارسال به بیش از ۱۴۰ دانشگاه و واحد تولیدی استان اردبیل و استان‌های همجوار



معرفی آزمایشگاه

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا HPLC



شرکت سازنده: SYKAM مدل: S 2100

گزارشی از امور انجام شده با نظارت آزمایشگاه مرکزی در حیطه HSE

- فعال سازی کمیته ایمنی، محیط زیست و بهداشت (HSE) و تدوین آیین نامه HSE آزمایشگاه ها، کارگاه ها و گلخانه های دانشگاه
- اجباری شدن دوره های آموزشی "اصول ایمنی در آزمایشگاه" برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و کارشناسان آزمایشگاه ها و کارگاه ها
- اقدام برای معرفی شرکت صلاحیت دار از اداره کل حفاظت محیط زیست استان برای دفع پسماندهای بیولوژیک و شیمیایی
- فراخوان مدرس برای دوره های آموزشی "اصول ایمنی در آزمایشگاه ها" و ارایه گواهی صلاحیت مدرسی از طرف کمیته HSE
- تهیه دستورالعمل ایمنی آزمایشگاهی برای نصب در آزمایشگاه ها و کارگاه های دانشگاه
- اقدام اولیه برای دریافت مجوز نظام استاندارد ISO 17025 برای آزمایشگاه
- بازدید دوره ای اعضای کمیته HSE از آزمایشگاه های دانشکده ها

برخی تجهیزات در حال سرویس دهی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی

جذب اتمی AAS



شرکت سازنده: Analytikjena مدل: Contro AA

کروماتوگرافی گازی/ آشکارساز طیف سنجی جرمی GC-MS



شرکت سازنده: Agilent مدل: 7890 B GC
شرکت سازنده: Agilent مدل: 5977 A MS

واکنش زنجیره‌ای پلیمرز در زمان واقعی Real Time PCR



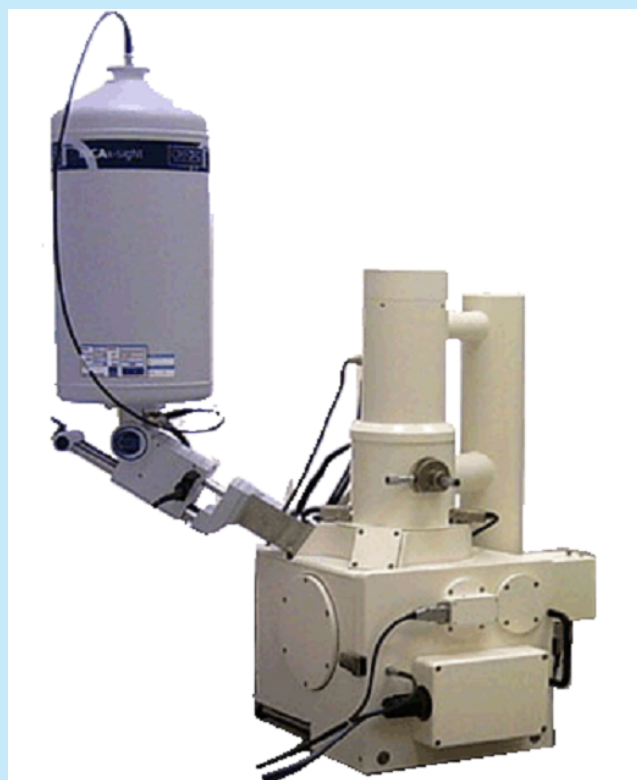
شرکت سازنده: QIAGEN مدل: Rotor gene Q

مغناطومتر نمونه مرتعش FORC + VSM



شرکت سازنده: مغناطیس دانش پژوه کاشان مدل: MDKF

میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM



شرکت سازنده: LEO مدل: 1430 VP

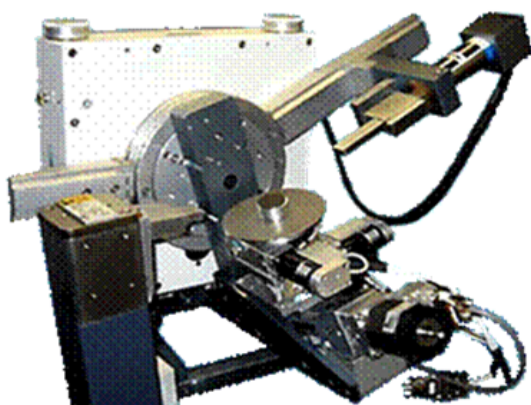
آنالیزر عنصری CHNSO



شرکت سازنده: PerkinElmer
مدل: APE 2400 Series II system

معرفی آزمایشگاه

پراش اشعه X



شرکت سازنده: GNR مدل: MPD 3000

اسپکتروسکوپی پراکندگی بازتابشی DRS



شرکت سازنده: Scincos مدل: 4100

آزمایش سه محوری TRIAXIAL



شرکت سازنده: ELE International مدل: EL25-3516/01

اسپکتروسکوپی مادون قرمز تبدیل فوریه FT-IR



شرکت سازنده: PerkinElmer مدل: Spectromrx

لطفاً برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد هر کدام از تجهیزات و خدمات آزمایشگاهی و تعرفه آن‌ها و آشنایی با سایر دستگاه‌های آماده ارائه خدمات پژوهشی، به سامانه آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی (<http://services.uma.ac.ir:8080>) مراجعه فرمایید. تمام مراحل ثبت درخواست، پرداخت آنلاین و دریافت نتایج از طریق این سامانه صورت می‌گیرد.

no.4

Specialized Quarterly Iran's scientific laboratories network

