Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 5, Issue 2, Summer 2018, Pages: 20-27

Original Article

doi: 10.21859/johe.5.2.20

Assessment and Risk Management in the Laboratories of the School of Public Health, a Medical University Using the ACHiL Technique

Iraj Mohammadfam[1,*], Farshad Abdollahi[2], Safoura Karimi[3]

[1] *Professor, Scientific Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

[2] *BSc in Occupational Health Engineering, Scientific Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

[3] *MSc in Occupational Health Engineering, Scientific Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Iraj Mohammadfam, Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: mohammadfam@umsha.ac.ir*

Received: 13/07/2018
Accepted: 21/09/2018

How to Cite this Article:
Mohammadfam I, Abdollahi F, Karimi S. Assessment and Risk Management in the Laboratories of the School of Public Health, a Medical University Using the ACHiL Technique. *J Occup Hyg Eng*. 2018; 5(2): 20-27. DOI: 10.21859/johe.5.2.20

Abstract

Background and Objective: Despite continuous efforts to reduce risks in different systems, unsafe mistakes and behaviors are the main causes of incidents at the workplace. The safety of laboratories is important because of the variety of chemicals, electrical equipment, high costs of some pieces of equipment, as well as the large number of students, professors, and staff who use labs. For this reason, it is necessary to identify, assess, and control their hazards by appropriate methods.

Materials and Methods: In this study, the assessment and classification of hazards in laboratories (ACHiL) method was used. The ACHiL approach was based on a platform in which 28 risks were classified into three levels based on their limitations. Limit values were edited by United Nations Organization, The International Agency for Research on Cancer, and other global requirements.

Results: The results of this study showed that chemical agents were identified as the most important risk factor in the studied laboratories. Environmental agents were also identified as the second most effective factor in the occurrence of accidents. Biological agents and then physical agents had the least important roles in the occurrence of accidents in the studied laboratories. Furthermore, the level and the location of hazards were defined based on their severity.

Conclusion: The ACHiL platform is a simple yet highly efficient tool for health and safety professionals. This allows them to get a full and deep view of the existing hazards, as well as dangerous samples in the lab in order to take appropriate safety measures.

Keywords: ACHiL Technique; Laboratory; Risk

Copyright © 2018 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۰ تا ۲۷

مقاله پژوهشی

doi: 10.21859/johe.5.2.20

ارزیابی و مدیریت ریسک در آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت یکی از دانشگاه‌های علوم پزشکی با استفاده از تکنیک ACHiL

ایرج محمدفام[۱،*]، فرشاد عبدالهی[۲]، صفورا کریمی[۳]

[۱] استاد قطب علمی آموزشی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۲] کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳] کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** ایرج محمدفام، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
ایمیل: mohammadfam@umsha.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۳۰

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: با وجود تلاش‌های مداوم برای کاهش ریسک در سیستم‌های مختلف، هنوز هم حوادث رخ می‌دهند. از نظر ایمنی، آزمایشگاه‌ها به دلیل وجود مواد شیمیایی متنوع، تجهیزات الکتریکی و تعدد دانشجویان، اساتید و کارکنانی که از امکانات آن استفاده می‌کنند و همچنین با توجه به ارزش مادی بالای برخی از تجهیزات از اهمیت بالایی برخوردار هستند؛ به همین دلیل لازم است که خطرات موجود در آن‌ها با استفاده از روش‌های مناسب شناسایی، ارزیابی و کنترل گردند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه برای شناسایی و ارزیابی خطرات از روش ارزیابی و طبقه‌بندی خطرات در آزمایشگاه‌ها (ACHiL: Assessment and Classification of Hazards in Laboratories) استفاده گردید. روش ACHiL بر مبنای ساختاری طراحی شده است که ۲۸ خطر در آن دسته‌بندی شده است که هرکدام از آن‌ها حدود مجاز مختص به خود را دارند و در سه سطح قرار می‌گیرند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که عوامل شیمیایی مهم‌ترین عامل مؤثر در بروز خطر در آزمایشگاه‌های مورد مطالعه می‌باشند. عوامل محیطی نیز به‌عنوان دومین عامل مؤثر در بروز حوادث شناسایی گردیدند و عوامل بیولوژیکی و سپس عوامل فیزیکی دارای کمترین نقش در بروز حوادث در آزمایشگاه‌های مورد مطالعه بودند. شایان ذکر است که سطح‌بندی خطرات و جانمایی آن‌ها با توجه به شدت مربوط به هرکدام حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: پلتفرم ACHiL یک ابزار ساده اما بسیار کارآمد و مؤثر برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی است که به آن‌ها اجازه می‌دهد به دیدگاهی کامل و عمیق در مورد خطرات موجود در آزمایشگاه و همچنین نمونه‌کارهای خطرناک دست یابند تا بدین‌طریق اقدامات ایمنی مناسب در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: آزمایشگاه، تکنیک ACHiL، ریسک

مقدمه

سازمان بین‌المللی کار (ILO: International Labour Organization) مرگ و میر ناشی از حوادث و بیماری‌های ناشی از کار را سالیانه ۲/۳۴ میلیون مورد اعلام کرده است که ۲/۰۲ میلیون مورد از این آمار ناشی از بیماری‌های شغلی می‌باشد. همچنین مطابق با برآورد این سازمان، سالانه ۱۶۰ میلیون بیماری غیرکشنده مرتبط با کار رخ می‌دهد [۱،۲]؛ بنابراین از آنجایی که میلیون‌ها نفر در محیط‌های کاری در معرض خطر می‌باشند، شناسایی و توجه به ایمنی و سلامت شاغلین امری ضروری است.

چهار اصل پیشرفت یک کشور در قرن بیستم عبارت هستند از: دولت، مراقبت‌های بهداشتی، آموزش و اوقات فراغت که انتظار می‌رود بخش آموزش در اولویت قرار بگیرد [۳]؛ زیرا آموزش مناسب می‌تواند سایر بخش‌ها را پوشش داده و امکان اصلاح نواقص آن‌ها را فراهم سازد [۴].

در این ارتباط، دانشگاه‌ها مهم‌ترین نقش را در بخش آموزش بر عهده دارند. دانشگاه‌ها باید به‌عنوان مهد پرورش دانشمندان و پژوهشگران، محیط کار سالم و ایمنی را برای اساتید، دانشجویان و پژوهشگران خود فراهم نمایند [۵،۶]. این درحالی است که مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که محیط کار دانشگاهی و به‌ویژه آزمایشگاه‌های علمی کمتر توسط پژوهشگران ایمنی و

بهداشت مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته‌اند. فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی به‌طور مداوم همراه با ایجاد خطراتی هستند که گاهی به سختی توسط پژوهشگران ایمنی و بهداشت قابل کنترل می‌باشند [۷]. در اغلب آزمایشگاه‌ها از مواد شیمیایی استفاده می‌شود. این مواد ممکن است ذاتاً خطرناک باشند و یا به دلیل واکنش‌پذیری شیمیایی خطرناک محسوب شوند. مواجهه استنشاقی شاغلین در آزمایشگاه‌ها با بخارات آلی حلال‌هایی مانند بنزن، تولوئن، گزیلن‌ها، اترها، دی‌سولفید کربن، آلدئیدها (فرمالدئید و گلوتارآلدئید)، فلزاتی مانند جیوه و سایر ترکیبات حائز اهمیت می‌باشد. در این زمینه، مواجهه بالقوه با آلودگی سطوح توسط ترکیبات غیرفراری مانند آمین‌های آروماتیک و هیدروکربن‌های کلردار کمتر شناخته شده است. مطالعات اپیدمیولوژیکی حاکی از افزایش ریسک مرگ و میر ناشی از لنفوم بدخیم، لوسمی و سرطان دستگاه گوارش در تکنسین‌های آزمایشگاه می‌باشند [۳،۸،۹]. علاوه‌براین، بین کار در آزمایشگاه و عوارض جانبی حاملگی نیز ارتباط آماری معناداری گزارش شده است [۵].

وجود سلیندرهای تحت فشار حاوی گازهای سمی، قابل اشتعال و انفجار می‌توانند به بروز حوادث فاجعه‌باری منتهی شوند [۱۰]. همچنین، خطرات ناشی از کاربرد گسترده دستگاه‌های برقی می‌توانند علاوه بر ایجاد شوک‌های الکتریکی و مرگ‌های ناشی از برق‌گرفتگی‌ها، به بروز آتش‌سوزی‌های گسترده منجر شوند [۱۱]. ذکر این نکته ضرورت دارد که وجود چشمه‌های مواد رادیواکتیو در برخی از تجهیزات آزمایشگاهی ممکن است خطرات پرتوگیری حاد و مزمن را به دنبال داشته باشند [۱۲].

علاوه بر موارد یادشده، تعدد دانشجویان، اساتید، پژوهشگران و کارکنانی که از امکانات آزمایشگاه‌ها استفاده می‌کنند، ارزش مادی بسیار بالای برخی از تجهیزات، عدم امکان و یا دشواری بیش از حد جایگزینی تجهیزات آسیب‌دیده به همراه تبعات اجتماعی ناشی از حوادث در این‌گونه فضاها باعث شده است که آزمایشگاه‌ها از نظر ایمنی، بحرانی تلقی شوند [۱۰،۱۳].

براساس آمار منتشرشده در ایالات متحده در سال ۲۰۰۵، نزدیک به ۱۰۰۰۰ حادثه اتفاق‌افتاده در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی رخ داده است [۱۴]. همچنین طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴، ۲۱ حادثه منجر به صدمات شدید و مرگ در بین دانشجویان و مربیان در دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های تایوان اتفاق افتاده است [۵] که به ایجاد اختلال در روند رشد علمی آن‌ها منتهی شده است [۱۵]. در ایران نیز هر ساله حوادث متعددی در آزمایشگاه‌های علمی رخ می‌دهند که برای نمونه می‌توان به حادثه انفجار سیلندر تحت فشار در دانشگاه تربیت مدرس اشاره کرد [۱۶]. در این ارتباط، حادثه سندرسون (Sanderson) در سال ۲۰۰۵ باعث آتش‌سوزی و واردآمدن خسارت بسیار زیاد در واحد آزمایشگاه یکی از دانشگاه‌های انگلستان شد. حادثه فریمنتال (Freemental) نیز منجر به انفجار در دانشگاه فرانسه گردید که مرگ یک نفر و جراحت چندین نفر را در پی داشت [۳].

با توجه به موارد یادشده و ضرورت ارزیابی و مدیریت خطرات در آزمایشگاه‌های علمی، هدف اصلی مطالعه حاضر ارزیابی و مدیریت ریسک در آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت در یکی از دانشگاه‌های علوم پزشکی با استفاده از تکنیک ACHiL بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش کیفی حاضر به‌منظور شناسایی و طبقه‌بندی خطرات آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت در یکی از دانشگاه‌های علوم پزشکی انجام شد. آزمایشگاه‌های مورد مطالعه عبارت بودند از: آزمایشگاه‌های عوامل فیزیکی، سم‌شناسی و میکروبیولوژی. ابزار گردآوری داده‌ها نیز شامل: روش‌های مشاهده میدانی، مصاحبه با کارشناسان، بررسی اسناد و مستندات و استفاده از پلتفرم شناسایی خطرات موجود تکنیک ACHiL بود [۱۷].

در ادامه، روش اصلی شناسایی و ارزیابی خطرات در این مطالعه که روش ACHiL بود، تشریح می‌شود. این روش بر مبنای چهارچوبی شکل گرفته است که ۲۸ خطر در آن دسته‌بندی‌شده و هرکدام از آن‌ها حدود مجاز مختص به خود را دارند و در سه سطح قرار می‌گیرند. شایان ذکر است که مقادیر حدود مجاز توسط الزامات جهانی UNO (UNO: United Nations Organization)، IARC (IARC: International Agency for Research on Cancer) و غیره ویرایش شده‌اند (جدول ۱).

در این روش جهت طبقه‌بندی خطرات الکتریکی از پرسشنامه طراحی‌شده توسط انجمن ایمنی سوئیس استفاده شد (جدول ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این پرسشنامه تجهیزات با خطرات الکتریکی در دو گروه عمده تجهیزات الکتریکی و تجهیزات ذخیره انرژی مانند باطری یا خازن طبقه‌بندی شده‌اند.

این پرسشنامه دارای شش سؤال است؛ چهار سؤال اول مربوط به تجهیزات الکتریکی بوده و دو سؤال بعدی مربوط به خازن‌ها می‌باشند. پس از تکمیل پرسشنامه، با استفاده از راهنمای ارائه‌شده در شکل ۱ شدت خطر الکتریکی تعیین می‌گردد؛ به‌عنوان مثال در یک وسیله الکتریکی که با جریان متناوب ۲۳۰ ولت (پرسش ۱) و جریان ۵ آمپر (پرسش ۲) کار می‌کند، قسمت‌های الکتریکی در آن بدون تغییر باقی مانده‌اند (پرسش ۳) و قسمت‌های برق‌دار آن قابل دسترس می‌باشند (پرسش ۴)، یک ترکیب به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

1b، 2b، 3a و 4a (اعداد، شماره سؤال هستند و حروف، جواب سؤال می‌باشند)؛ در نتیجه مطابق با شکل ۱ شدت خطر این دستگاه ۱ می‌باشد.

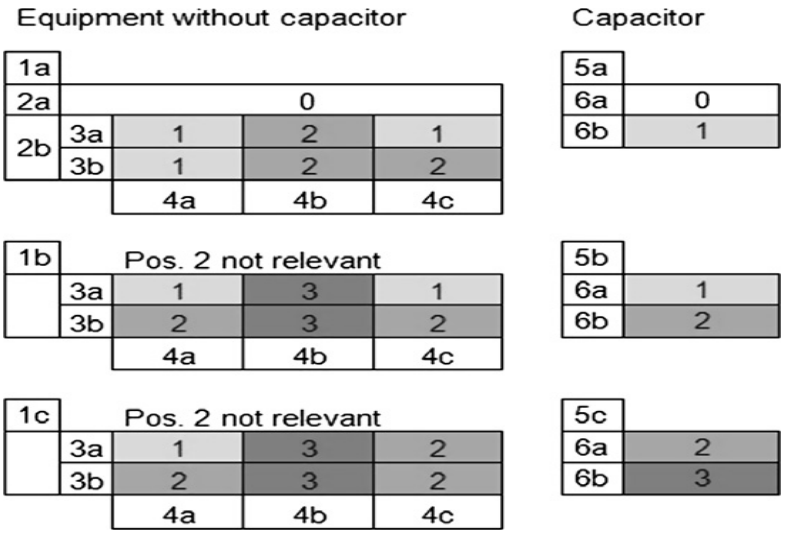
در مرحله بعد، هر نوع خطر با توجه به معیارهایی که در این روش وجود دارند در سه سطح (کم، متوسط و زیاد) طبقه‌بندی گردیدند. در مرحله آخر این مطالعه با توجه به شدت‌های

جدول ۱: خطرات موجود در پلتفرم ACHiL

معیارهای حدود طبقه‌بندی	کلاس خطر ۳	کلاس خطر ۲	کلاس خطر ۱	خطر	علامت خطر
GHS2011 مواد قابل انفجار، مواد خودواکنش یا پراکسید آلی	دارای برچسب H240، H201 ،H200	دارای برچسب H241 ،H260، H202 ،H203		منفجره	
طبقه‌بندی WHO2004 برای میکروارگانیسم‌های عفونت‌زا به واسطه Risk group	WHO Risk group 3, 4	WHO Risk group 2	WHO Risk group 1	میکروارگان یسم‌ها	
سیستم طبقه‌بندی براساس استاندارد الکترونیکی بین‌المللی (IEC ،2007 60825-1)	کلاس‌های ۳ و ۴	کلاس 3R	کلاس‌های ۱ و ۲	تابش لیزر	
طبقه‌بندی توسعه انجمن سوئیس برای مهندسی برق، برق و فناوری اطلاعات (IT) توسعه یافته است.	طبقه‌بندی براساس پرسشنامه و جدول طبقه‌بندی‌شده زیر می‌باشد.			الکتریکی	

جدول ۲: پرسشنامه مورد استفاده برای طبقه‌بندی خطرات الکتریکی

۱. سطح ولتاژ جریان متغیر (AC: Alternative Current) ۰ تا ۵۰ ولت ۵ تا ۹۹۹ ولت بزرگ‌تر/ مساوی ۱۰۰۰ ولت	۴. قسمت‌های دارای جریان برق الف. غیرقابل‌دسترسی/ عایق‌شده ب. پتانسیل دردسترس‌بودن وجود دارد ج. حفاظ‌گذاری شده است	
۲. جریان الکتریکی کمتر از ۲ آمپر بزرگ‌تر/ مساوی ۲ آمپر	۵. سطح ولتاژ اختصاص‌یافته (فقط برای خازن) جریان متغیر (AC) ۰ تا ۵۰ ولت ۵۱ تا ۹۹۹ ولت بزرگ‌تر/ مساوی ۱۰۰۰ ولت	جریان مستقیم (DC: Direct Curren) ۰ تا ۱۲۰ ولت ۱۲۱ تا ۱۴۹۹ ولت بزرگ‌تر/ مساوی ۱۵۰۰ ولت
۳. قسمت الکتریکی تجهیزات بدون اصلاح و تغییر اصلاح‌شده (نمی‌دانیم)	۶. دوشاخه و اتصالات (برای خازن) عایق‌شده پتانسیل دردسترس‌بودن وجود دارد	



شکل ۱: طبقه‌بندی خطرات الکتریکی براساس سؤالات پاسخ‌داده‌شده در پرسشنامه

به‌دست‌آمده، خطرات موجود در نقشه آزمایشگاه‌های مورد مطالعه جانمایی شدند.

یافته‌ها

در ادامه، نتایج براساس آزمایشگاه مورد بررسی ارائه می‌شوند.

آزمایشگاه سم‌شناسی

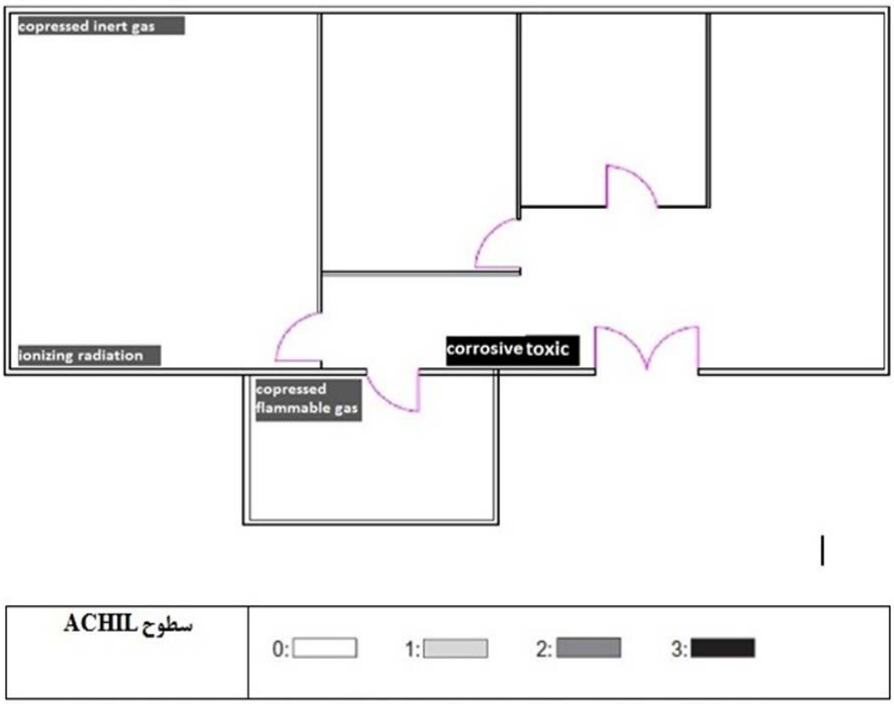
در این آزمایشگاه افراد با انواع مختلفی از مواد شیمیایی سر و کار دارند. شایع‌ترین نوع خطر مربوط به آن‌ها که شدت بالایی (زیاد) دارد، محلول‌های سمی، مواد خورنده و سیلندر گاز قابل اشتعال تحت فشار می‌باشد. این آزمایشگاه از نظر خطر محلول قابل اشتعال و خطر محرک سیستم تنفسی در گروه شدت متوسط (Medium) قرار می‌گیرد. باید عنوان نمود که خطر مواد اکسیدکننده در این آزمایشگاه مشاهده نشد؛ بنابراین شدت خطر مربوط به آن معادل صفر ارزیابی گردید. از جمله خطرات فیزیکی که افراد در این آزمایشگاه با آن مواجه هستند، خطرات الکتریکی (برق‌گرفتگی) می‌باشد. از نظر خطرات الکتریکی این آزمایشگاه در سطح ۲ یعنی شدت متوسط (Medium) ارزیابی شد. از سوی دیگر نتایج گویای آن بودند که در این واحد مورد مطالعه، خطرات مربوط به پرتوهای یونیزان و غیریونیزان بسیار محدود هستند (تنها ۲۰ درصد). بر مبنای نتایج، منبع تولید پرتوهای یونیزان دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC: Gas Chromatography) و پرتو غیریونیزان دستگاه FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) بود. به دلیل اینکه محیط انتشار پرتوهای یادشده کاملاً محصور شده است، شدت آن بسیار پایین برآورد گردید. شدت خطر دستگاه GC با توان انتشار ۳۷۰ میکرو بکرل پرتو نیز در حد متوسط (Medium) ارزیابی شد (جدول ۳ و شکل ۲).

آزمایشگاه میکروبیولوژی

در این آزمایشگاه محلول‌های خورنده به مقدار زیادی یافت می‌شوند و در گروه خطرات مربوط به مواد شیمیایی که افراد در آزمایشگاه با آن سر و کار دارند، مهم‌ترین خطر می‌باشند. در پژوهش حاضر شدت خطر مواد خورنده در آزمایشگاه میکروبیولوژی در سطح سه (Sever) ارزیابی گردید. مواد مصرفی دیگر که خطرناک هستند (مانند اکسیدکننده‌ها و محلول‌هایی که خطرات زیست محیطی دارند)، دارای شدت خطر متوسط بودند. شایان ذکر است که هیچ‌گونه ماده یا محلول سمی در این آزمایشگاه وجود نداشت؛ در نتیجه سطح خطر آن صفر برآورد گردید. خطر مربوط به گازهای خنثی تحت فشار باعث افزایش سطح خطر آن از این منظر می‌شود و به

جدول ۳: خطرات موجود در آزمایشگاه سم‌شناسی تحصیلات تکمیلی

نوع خطرات	شدت خطر
محلول قابل اشتعال	متوسط
مواد سمی	زیاد
خطرات محیطی	متوسط
مواد خورنده	زیاد
خطرات الکتریکی	متوسط
پرتو یونیزان	متوسط
محرک سیستم تنفسی	متوسط
گاز خنثی- تحت فشار	زیاد
گاز قابل اشتعال- تحت فشار	زیاد



شکل ۲: جانمایی خطرات برجسته در آزمایشگاه سم‌شناسی

همین دلیل شدت این خطر در این آزمایشگاه معادل ۳ (Sever) ارزیابی گردید. از آنجایی که محلول‌های قابل اشتعال در حجم‌های بسیار کمی مورد استفاده قرار می‌گیرند، خطر چندانی افراد را تهدید نمی‌کند؛ زیرا شدت آن‌ها پایین (Moderate) است. در این آزمایشگاه خطرات الکتریکی (برق‌گرفتگی) در حد بسیار کم برآورد گردید. ذکر این نکته ضرورت دارد که از جمله خطرات بسیار نادر در این آزمایشگاه، خطر میکروارگانیسم‌ها بود که شدت خطر آن‌ها متوسط گزارش شد.

آزمایشگاه عوامل فیزیکی

از این آزمایشگاه اغلب جهت تدریس واحدهای تئوری درسی و آشنایی با تجهیزات موجود در آن استفاده می‌شود. این آزمایشگاه که خطرات مواد شیمیایی در آن وجود ندارد، از نظر خطرات الکتریکی، زیست محیطی، خطرات مربوط به سیلندر گاز تحت فشار و پرتوها ایمن ارزیابی گردید.

یافته‌های کلی پژوهش براساس نوع خطرات و درجه شدت آن‌ها در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۴: خطرات موجود در آزمایشگاه‌ها مطابق با ساختار روش ACHiL

خطرات	شدت			کل
	کم	متوسط	زیاد	
محلول قابل اشتعال	۲	۱	۱	۴
ماده سمی	۰	۱	۲	۳
خطرات محیطی	۲	۱	۱	۴
خورنده	۰	۰	۴	۴
اکسیدکننده	۰	۲	۱	۳
خطرات الکتریکی	۱	۳	۰	۴
پرتو یونیزان	۰	۱	۰	۱
محرک سیستم تنفسی	۰	۳	۰	۳
پرتو فروسرخ	۱	۰	۰	۱
میکروارگانیسم	۰	۱	۰	۱
گاز خنثی- تحت فشار	۰	۱	۳	۴
گاز قابل اشتعال- تحت فشار	۰	۰	۳	۳

بحث

هرچند که در ظاهر امر محیط کار آزمایشگاه‌های علمی ایمن به نظر می‌رسد؛ اما معدود مطالعات انجام‌شده نشان از بالابودن ریسک‌های ایمنی و بهداشتی آن‌ها دارند. آزمایشگاه‌های علمی به دلیل وجود مواد شیمیایی متنوع، تجهیزات الکتریکی و تعدد دانشجویان، اساتید و کارکنانی که از امکانات آن استفاده می‌کنند و همچنین به دلیل ارزش مادی بالای برخی از تجهیزات از اهمیت بالایی برخوردار هستند؛ بنابراین ارزیابی و مدیریت ریسک‌های ایمنی و بهداشتی آن‌ها یک ضرورت انکارناپذیر به شمار می‌رود؛ از این رو لازم است سطح ایمنی و بهداشت این نوع محیط‌ها و خطرات موجود در آن‌ها با استفاده از ابزارهای مناسب نظیر تکنیک (ACHiL) بررسی و ارزیابی شده و اقدامات کنترلی مناسب طراحی و پیاده‌سازی گردند.

در بررسی‌های انجام‌شده به‌منظور یافتن علل حوادث در آزمایشگاه‌های دانشگاهی بر این نکته تأکید می‌گردد که در اغلب برنامه‌های پیشگیری از حادثه به فرایند ارزیابی ریسک توجه نگردیده است [۱۶]. ارزیابی خطرات با پلتفرم ACHiL در محیط‌های کاری باعث دسترسی آسان، سریع و واضح به خطرات موجود می‌شود که دلیل این امر، طبقه‌بندی ساده و ارجاع به حدود مجاز تنظیم‌شده است [۱۷].

گزارش‌های مربوط به حوادث شیمیایی در آزمایشگاه‌های دانشگاهی گویای آن هستند که وقوع حوادث در آزمایشگاه‌های علمی به‌طور محسوسی بیشتر از آزمایشگاه‌های صنعتی است [۱۸]. نتایج مطالعات گذشته نشان می‌دهند که ترکیبات شیمیایی به‌عنوان یکی از عوامل مهم در وقوع حوادث آزمایشگاهی تلقی می‌گردند [۳،۱۰،۱۹]. براساس نتایج مطالعه حاضر، در آزمایشگاه سم‌شناسی شدیدترین نوع خطرات مربوط به محلول‌های سمی، مواد خورنده و سیلندر گاز قابل اشتعال تحت فشار بود. همچنین محلول‌های خورنده و گازهای خنثی تحت فشار به‌عنوان شدیدترین نوع خطر آزمایشگاه میکروبیولوژی شناسایی گردیدند؛ بنابراین نتایج حاصل از مطالعه حاضر تأییدکننده نتایج مطالعات قبلی می‌باشد. لازم به ذکر است از آنجایی که از آزمایشگاه عوامل فیزیکی برای تدریس واحدهای تئوری درسی و آشنایی با تجهیزات موجود در آن استفاده می‌شود، فاقد خطرات مربوط به مواد شیمیایی می‌باشد.

باید خاطرنشان ساخت از آنجایی که اقدامات کنترلی در تمامی محیط‌های کاری از جمله آزمایشگاه‌ها نیازمند صرف هزینه زیاد بوده و زمان‌بر هستند، ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی در تمام محیط‌هایی که امکان مواجهه با چنین

آلاینده‌هایی در آن‌ها وجود دارد، به‌منظور اولویت‌بندی اقدامات کنترلی توصیه می‌شود [۲۰].

تکنیک ACHiL نوع خطرات موجود در محیط کار مورد مطالعه و شدت آن‌ها را براساس سطح کم، متوسط و زیاد نشان می‌دهد و کلاس خطرات شناسایی‌شده را در سطح شدت آن‌ها ارزیابی می‌کند. [۱۷]. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین مجموع سطح شدت خطرات مربوط به محلول‌های قابل اشتعال، خطرات محیطی، مواد خورنده، خطرات الکتریکی و گازهای خنثی- تحت فشار است؛ اما در بین مواد ذکرشده، مواد خورنده دارای بیشترین کلاس خطر در شدت Sever (زیاد) بودند که این امر نشان‌دهنده درجه خطر بالای این مواد بوده و اصلی‌ترین عامل در بروز حوادث آزمایشگاهی می‌باشد. پس از آن گازهای خنثی- تحت فشار دارای بیشترین کلاس در شدت زیاد بودند؛ بنابراین به‌عنوان دومین عامل خطرناک در محیط‌های آزمایشگاهی دانشگاه مورد بررسی شناخته شدند. علاوه‌براین پرتوهای یونیزان، فروسرخ و میکروارگانیسم‌ها از کمترین سطح شدت خطرات برخوردار بودند، پرتوهای فروسرخ دارای کلاس یک در سطح شدت کم و پرتوهای یونیزان و میکروارگانیسم‌ها دارای کلاس یک در سطح شدت متوسط بودند؛ بنابراین پرتوهای فروسرخ کم‌ترین تأثیر را در بروز حوادث آزمایشگاهی دارند. با توجه به موارد ذکرشده، در روش ACHiL مجموع سطح شدت خطر نمی‌تواند به‌تنهایی نشان‌دهنده میزان درجه آن باشد و باید به کلاس خطر در سطح شدت هر خطر توجه گردد.

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، مخاطرات شیمیایی به‌عنوان مهم‌ترین عامل بروز حوادث در آزمایشگاه‌های مورد مطالعه شناخته شدند. عوامل محیطی نیز به‌عنوان دومین عامل مؤثر در بروز حوادث شناسایی گردیدند. این عوامل می‌توانند شامل: جانمایی مناسب مواد موجود در آزمایشگاه، پوسترهای ایمنی و علائم هشداردهنده، تهویه عمومی مناسب، تفکیک پسماندها، دوش‌های اضطراری، چشم‌شوی و غیره باشند. از سوی دیگر مخاطرات بیولوژیکی (میکروارگانیسم‌ها) با سطح شدت متوسط خطر، نقش کمتری در بروز حوادث آزمایشگاه‌های مورد مطالعه نسبت به دو عامل ذکرشده دارند. همان‌طور که بیان شد، پرتوهای فروسرخ و یونیزان دارای کمترین سطح شدت خطر در بین خطرات شناسایی‌شده می‌باشند؛ بنابراین در آزمایشگاه‌های مورد بررسی، مخاطرات فیزیکی از درجات خطر پایین‌تری نسبت به مخاطرات شیمیایی، محیطی و بیولوژیکی برخوردار هستند.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌توان گفت که آزمایشگاه سم‌شناسی دارای بیشترین سطح شدت خطرات می‌باشد، آزمایشگاه میکروبیولوژی سطح شدت خطر پایین‌تری نسبت به آزمایشگاه سم‌شناسی دارد و آزمایشگاه عوامل فیزیکی از سطح شدت خطر بسیار کمتری نسبت به دو آزمایشگاه مذکور برخوردار می‌باشد.

یکی از مزایای تکنیک ACHiL نشان‌دادن خطرات براساس سطح شدت آن‌ها در قالب یک نقشه از محیط آزمایشگاه مورد بررسی می‌باشد (شکل ۲). این ویژگی باعث شده است که اساتید، دانشجویان و کارکنان آزمایشگاه‌ها بتوانند به سرعت از خطرات خاصی که ممکن است با آن‌ها روبه‌رو شوند، مطلع گردند و اقدامات ایمنی مناسب را انجام دهند [۱۷]. شایان ذکر است که می‌توان با استفاده از نقشه جانمایی خطرات در جهت کاهش مخاطرات محیطی و ایمن‌کردن محیط‌های کار آزمایشگاهی تلاش نمود.

به نظر می‌رسد که تدوین خط‌مشی و برنامه‌های مدیریت ریسک ایمنی و بهداشت در تأسیسات آزمایشگاهی می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش حوادث این محیط‌های کاری داشته باشد [۱۰]. با توجه به ارزیابی‌های صورت‌گرفته و نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر پیشنهاد می‌شود که یک کمیته ایمنی در آزمایشگاه برای ارزیابی خطرات، آموزش، تعیین کارشناس ایمنی و ایمنی زیستی، کمک‌های اولیه، تجهیزات حفاظت فردی و دفع پسماندهای خطرناک تشکیل شود.

نتیجه‌گیری

پلتفرم ACHiL یک ابزار ساده اما بسیار کارآمد و مؤثر برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی است که به آن‌ها اجازه می‌دهد به دیدگاهی کامل و عمیق در مورد خطرات موجود در آزمایشگاه و همچنین نمونه‌کارهای خطرناک دست یابند تا بدین‌طریق اقدامات ایمنی مناسب در نظر گرفته شود. نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که آزمایشگاه سم‌شناسی دارای بیشترین سطح شدت خطرات می‌باشد، آزمایشگاه میکروبیولوژی سطح شدت خطر کمتری نسبت به آزمایشگاه سم‌شناسی دارد و آزمایشگاه عوامل فیزیکی از سطح شدت خطر بسیار کمتری نسبت به دو آزمایشگاه مذکور برخوردار است. علاوه‌براین، بر مبنای نتایج مشخص گردید که عوامل شیمیایی مهم‌ترین نقش را در وقوع حوادث آزمایشگاه‌های مورد بررسی دارند. عوامل محیطی نیز به‌عنوان دومین عامل مؤثر در بروز حوادث شناسایی گردیدند و عوامل بیولوژیکی و سپس عوامل فیزیکی کمترین نقش را در بروز حوادث آزمایشگاه‌های مورد مطالعه داشتند. به نظر می‌رسد که تدوین خط‌مشی و برنامه‌های مدیریت ریسک ایمنی و بهداشت در تأسیسات آزمایشگاهی می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش حوادث این محیط‌های کاری داشته باشد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر از سوی حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان حمایت مالی شده است. بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی نسبت به این معاونت محترم ابراز می‌گردد.

REFERENCES

1. Sundawa BV, Hutajulu E, Sirait R, Banurea W, Mulyadi S. Risk assessment for safety laboratories in Politeknik Negeri Medan. *J Phys*. 2017;**890**(1):12147.
2. Salguero-Caparros F, Suarez-Cebador M, Rubio-Romero JC. Analysis of investigation reports on occupational accidents. *Saf Sci*. 2015;**72**:329-36. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.10.005
3. Malakouti J, Jang S, Mosaferchi S, Haseli F, Azizi F, Mahdinia M. Health risk assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories of Qom University of Medical Sciences. *Iran Occupat Health*. 2014;**11**(2):13-25.
4. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Mahmoudi S, Savareh BA, Arani AM. Analysis and forecasting the severity of construction accidents using artificial neural network. *Saf Promot Injury Prev*. 2017;**4**(3):185-92.
5. Olin GR. The hazards of a chemical laboratory environment-- study of the mortality in two cohorts of Swedish chemists. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1978;**39**(7):557-62. PMID: 567938 DOI: 10.1080/0002889778507808
6. Giroux HA. University in chains: confronting the military-industrial-academic complex. Abingdon: Routledge; 2015.
7. Karapantsios T, Boutskou E, Touliopoulou E, Mavros P. Evaluation of chemical laboratory safety based on student comprehension of chemicals labelling. *Educ Chem Eng*. 2008;**3**(1):66-73. DOI:10.1016/j.ece.2008.02.001
8. Hamelin EI, Blake TA, Perez JW, Crow BS, Shaner RL, Coleman RM, et al. Bridging the gap between sample collection and laboratory analysis: using dried blood spots to identify human exposure to chemical agents. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*. 2016;**98630**:9. PMID: 27942095 DOI: 10.1117/12.2223796
9. Vonshak A. Laboratory techniques for the cultivation of microalgae. Handbook of Microalgal Mass Culture. New Jersey: CRC Press; 2017. P. 117-46.
10. Mehrdad R, Hosseini A. Situation of safety and protection of personnel's in diagnostic laboratories in relation to radioactive Iodine. *Yafte*. 2007;**9**(1):23-8. [Persian]
11. Rasool SR, Al-Dahhan WH, Al-Zuhairi AJ, Hussein FH, Rodda KE, Yousif E. Fire and explosion hazards expected in a laboratory. *J Lab Chem Educ*. 2016;**4**(2):35-7. DOI: 10.5923/j.jlce.20160402.02
12. Kim D. Remote detection of radioactive material on the basis of the plasma breakdown using high-power millimeter-wave source. [PhD Thesis]. Ulsan, South Korea: Ulsan National Institute of Science and Technology; 2017.
13. Moskowitz PD, Fthenakis VM, Lee JC. Protecting worker health and safety in photovoltaic research and development laboratories. *Solar Cells*. 1989;**27**(1-4):149-58. DOI: 10.1016/0379-6787(89)90024-0
14. Wu TC. Safety leadership in the teaching laboratories of electrical and electronic engineering departments at Taiwanese Universities. *J Safety Res*. 2008;**39**(6):599-607. PMID: 19064045 DOI: 10.1016/j.jsr.2008.10.003
15. Motovagheh M, Jahangiri M. Health risk assessment of harmful chemicals: case study in a petrochemical industry. *Iran Occupat Health*. 2011;**7**(4):4. [Persian]
16. Dehdashti A, Hafezi R. Health, safety and environmental risk assessment in an academic laboratory: A case study. *Iran Occupat Health*. 2015;**12**(1):66-86. [Persian]
17. Marendaz JL, Suard JC, Meyer T. A systematic tool for assessment and classification of hazards in laboratories (ACHiL). *Safety Sci*. 2013;**53**:168-76. DOI: 10.1016/j.ssci.2012.10.001
18. Leggett DJ. Lab-HIRA: Hazard identification and risk analysis for the chemical research laboratory: Part 1. Preliminary hazard evaluation. *J Chem Health Saf*. 2012; **19**(5):9-24. DOI: 10.1016/j.jchas.2012.01.012
19. Marendaz JL, Friedrich K, Meyer T. Safety management and risk assessment in chemical laboratories. *CHIMIA Int J Chem*. 2011;**65**(9):734-7. DOI: 10.2533/chimia.2011.734
20. Zeverdegani SK, Barakat S, Yazdi M. Validation CHEM-SAM model using SQRA method in exposure to toxic substances in a chemistry research lab. *J Mil Med*. 2017;**19**(3):291-8.