

## Evaluating the status of safety and environmental regulations in the laboratories of Golestan University of Medical Sciences in 2019

Negar Jahanshahi<sup>1</sup> , Ali Shahryari<sup>2\*</sup> 

1- BSc, Student Research Committee, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

2- Assistance Professor, Environmental Health Research Centre, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

---

### Abstract

**Background and Aims:** The existence of different types of laboratory equipment, as well as chemical and biological materials necessitate a careful planning to prevent possible accidents in the laboratories of medical sciences universities. This study set out to assess the safety and environmental status in educational-research laboratories and its compliance with regulatory criteria.

**Materials and Methods:** In this descriptive study, a standardized checklist under the auspicious of the ministry of health was used to assess the situation of 17 laboratories of Golestan University of Medical Sciences in terms of building conditions, physical, chemical and biological hazards, as well as safety and ergonomic. Data were collected via interviews and observations during April to September 2019. SPSS 20 was used to describe obtained information. Ethical principles were observed in all steps of study.

**Results:** The results showed that more than 62% of safety regulations and environmental requirements were compatible in the laboratories of Golestan University of Medical Sciences. Compliance rates were 61%, 70%, 71%, 59%, 56% and 59% in the sectors of building, physical, chemical and biological hazards, safety and ergonomic, respectively. Lack of proper locating of the laboratory building and allocated limited space were the main problems of these units.

### Conclusion:

Safety and environmental status of studied laboratories was in the limit of recommended requirements by ministry of health. Nonetheless, the existence of some defects regarding the hazards related to gas cylinders or chemical and biological substances may threaten employee's health and environment. Hence, an appropriate plan and safe management implementation is needed to prevent accident incidents in the educational-research laboratories.

**Keywords:** Laboratories, Environmental Health, Environment, Occupational Exposure, Safety

**Please Cite this article as:** Jahanshahi N, Shahryari A. Evaluating the status of safety and environmental regulations in the laboratories of Golestan University of Medical Sciences in 2019. *Journal of Health in the Field*. 2020; 8(2):17-26.

**Corresponding Author:** Golestan University of Medical Sciences, Faculty of Health, Department of Occupational Health Engineering, Gorgan, Iran.

**Email:** dr.shahryari@goums.ac.ir

**DOI:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v8i2.30817>

**Received:** 8 June 2020

**Accepted:** 14 September 2020

## ارزیابی وضعیت رعایت مقررات ایمنی و زیست محیطی در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان در سال ۱۳۹۸

نگار جهانشاهی<sup>۱</sup>، علی شهریاری<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناس بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران  
۲- استادیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

### چکیده

**زمینه و اهداف:** وجود انواع مختلف تجهیزات آزمایشگاهی و مواد شیمیایی و بیولوژیکی در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی موجب می‌شود تا برای جلوگیری از بروز حوادث احتمالی برنامه‌ریزی دقیق صورت گیرد. این مطالعه جهت ارزیابی وضعیت ایمنی و زیست محیطی در آزمایشگاه‌های آموزشی پژوهشی و مطابقت آن با معیارهای استاندارد طراحی شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی برای ارزیابی وضعیت ۱۷ آزمایشگاه علوم پزشکی گلستان از نظر شرایط ساختمان، خطرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، ایمنی و ارگونومی از چک لیست استاندارد وزارت بهداشت استفاده شد. داده‌ها از طریق مصاحبه و مشاهده در طی فروردین تا شهریور ۱۳۹۸ گردآوری و برای توصیف آن‌ها از SPSS20 استفاده شد. ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه رعایت شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بیش از ۶۲ درصد مقررات ایمنی و الزامات زیست محیطی در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان رعایت شد. میزان تطابق در بخش‌های ساختمان، خطرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، ایمنی و ارگونومی به ترتیب ۶۱، ۷۰، ۷۱، ۵۹، ۵۶ و ۵۹ درصد بود. عدم جانمایی صحیح ساختمان آزمایشگاه و اختصاص فضای محدود از مشکلات اصلی این واحدها بود.

**نتیجه‌گیری:** شرایط ایمنی و زیست محیطی در آزمایشگاه‌های مورد مطالعه در محدوده توصیه شده وزارت بهداشت قرار داشت. با این حال، وجود برخی نواقص مثل خطرات مرتبط با سیلندر گاز و یا مواد شیمیایی و بیولوژیکی می‌تواند سلامت کارکنان و محیط زیست را تهدید نماید. لذا برنامه‌ریزی مناسب و اجرای مدیریت ایمن در آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی برای پیشگیری از بروز حوادث لازم است.

**کلید واژه‌ها:** آزمایشگاه، بهداشت محیط، محیط زیست، تماس شغلی، ایمنی

\* نویسنده مسئول: ایران، گرگان، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط.

Email: dr.shahryari@goums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۴

## مقدمه

آزمایشگاه‌ها در مراکز آموزشی و پژوهشی دانشگاهی به‌عنوان یکی از مراکز مهم در کسب مهارت علمی و عملی دانشجویان و تربیت و پرورش متخصصین کشور و همچنین تولید علم و فن‌آوری محسوب می‌شود. در آزمایشگاه انواع مختلفی از مواد شیمیایی مانند انواع اسیدها و بازها، فرمالدئید، اتیديوم بروماید و یا دستگاه‌ها و تجهیزاتی مانند اتوکلاو و کپسول اکسیژن برای آموزش‌های روتین وجود دارد که در صورت عدم رعایت موازین ایمنی و یا ملاحظات زیست محیطی می‌تواند حوادث زیان‌باری را برای محیط آموزشی و سلامتی دانشجویان ایجاد کند [۱،۲].

حوادث در آزمایشگاه‌ها در شرایطی مانند طراحی نامناسب ساختمان آزمایشگاه، عدم رعایت مقررات ایمنی و حفاظتی در زمان کار با دستگاه‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی، عدم رعایت ملاحظات زیست محیطی در جابجایی و یا استفاده مواد شیمیایی و یا عدم وجود وسایل حفاظت فردی اضطراری رخ می‌دهد [۳].

به‌عنوان نمونه آتش‌سوزی در آزمایشگاه‌های دانشگاه مالزی مانند آزمایشگاه شیمی دانشگاه Malaya، آزمایشگاه مهندسی دانشگاه Putra و آزمایشگاه فیزیک دانشگاه Kebangsaan [۴]، مرگ یک استاد دانشگاه در اثر مسمومیت با دی‌متیل‌مرکوری در دانشکده Dartmouth در New Hampshire ایالات متحده آمریکا [۵] و مرگ ۶۸ نفر در اثر نشت باکتری آنتراکس از آزمایشگاه پژوهش‌های نظامی از مواردی است که به دلیل عدم رعایت موازین ایمنی و یا عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی رخ داد [۶].

در ایران نیز حوادث مختلفی در آزمایشگاه مراکز دانشگاهی مانند انفجار کپسول گاز هیدروژن در آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت مدرس تهران، انفجار ظروف شیشه‌ای در آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی آلی دانشگاه بوعلی سینا همدان و انفجار دستگاه اتوکلاو در آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد رخ داد که منجر به صدمات جانی و مالی گردید [۷]. نتایج برخی از مطالعات در طی سال‌های اخیر نشان داد که شرایط ایمنی در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی یزد [۸]، قزوین [۹] و کرمان [۱۰] از شرایط کاملاً مطلوبی برخوردار نبودند. به عبارتی حداقل برخی از شرایط که می‌تواند

آبستن حوادث زیان‌بار انسانی و خطرات فضای فیزیکی گردد، وجود داشت. مهم‌ترین نواقص و نارسایی در آزمایشگاه‌ها می‌توان به عدم جانمایی درست ساختمان آزمایشگاه و یا عدم اختصاص فضای مناسب فعالیت‌های آزمایشگاهی، یا فراهم نکردن کلیه تجهیزات ایمنی موردنیاز مثل وسایل ضد حریق و یا وسایل حفاظت فردی از قبیل دستکش، حفاظ صورت، روپوش و چکمه اشاره نمود [۱۱،۱۲].

یکی از مواردی که موجب می‌شود تا مدیران آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی حساسیت لازم و کافی برای رعایت الزامات ایمنی و بهداشتی را نداشته باشند، این استنباط اشتباه است که بروز حوادث خطرناک در این واحدها وجود نداشته و یا احتمال رخداد آن کم است. در حالی نتایج گزارش موسسه ایمنی آزمایشگاه‌های ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که سالانه تعداد زیادی حوادث در آزمایشگاه‌ها رخ داد که بخش از آن مربوط به آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها می‌باشد [۳].

در حالی نتایج مطالعه در آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی تابوان نشان داد که ۲۱ حادثه در طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۴ رخ داد که منجر به مرگ و صدمات شدید دانشجویان و کارکنان شد [۱۳]. کمیته ایمنی شیمیایی و تحقیقات خطر ایالات متحده آمریکا هم گزارش داد که در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ حدود ۱۲۰ حادثه در آزمایشگاه دانشگاه‌های ایالات متحده رخ داد [۱۴]. لذا شناسایی موارد خطر و جمع‌آوری اطلاعات پایه در تمام آزمایشگاه‌های دانشگاهی در زمینه میزان تطابق با الزامات و مقررات استاندارد جهت برنامه‌ریزی مدیریت ایمنی آزمایشگاه دانشگاه‌ها و جلوگیری از خطرات احتمالی با موادی که دارای خصوصیات انفجار، احتراق یا خطرات خاص بر سلامتی دارند از اهمیت زیادی برخوردار است [۱۵]. بر همین اساس این مطالعه با هدف ارزیابی وضعیت ایمنی آزمایشگاه‌های آموزشی پژوهشی و مطابقت آن با معیارهای استاندارد طراحی شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی مقطعی از فروردین تا شهریور ۱۳۹۸ انجام شد. جامعه مورد مطالعه شامل تمام آزمایشگاه‌های آموزشی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گلستان در دانشکده‌های پزشکی

از متخصصین بهداشت محیط (۲ نفر)، بهداشت حرفه‌ای (۲ نفر) و علوم آزمایشگاهی (۲ نفر) قرار گرفت تا مناسبت حیطه‌های سؤالات با اهداف پژوهش ارزیابی شود. پایایی چک لیست هم از طریق انجام ارزشیابی بررسی مجدد تعیین شد. به این صورت که پرسش‌نامه در اختیار ۱۵ نفر از کارشناسان آزمایشگاه‌ها قرار داده شد تا نسبت به تکمیل آن اقدام نمایند. پس از یک هفته مجدداً چک لیست در اختیار همان کارشناسان آزمایشگاه قرار داده شد. پایایی پرسش‌نامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به مقدار ۰/۸۹ برآورد شد. سؤالات با دو گزینه متناسب با معیار استاندارد هست و یا نیست، تکمیل می‌گردید. برای سؤالاتی که در برخی آزمایشگاه‌ها کاربرد نداشت (مانند نگهداری و یا حمل و نقل ایمن حیوانات آزمایشگاهی که برای آزمایشگاه‌های گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت)، سوال حذف و در ارزیابی کلی آزمایشگاه موردنظر استفاده نمی‌شد. ولی برای مواردی که کارشناسان آزمایشگاه اطلاعی در خصوص موضوع مورد پرسش نداشتند، به‌عنوان نقص در نظر گرفته می‌شد. حیطه‌ها و سؤالات مطالعه در جدول ۱ ارائه شد.

(بیوشیمی، میکروبیولوژی، فیزیولوژی، انگل‌شناسی، ایمنونولوژی، فارماکولوژی و سم‌شناسی)، فن‌آوری‌های نوین (بیوتکنولوژی، نانو تکنولوژی، سلولی و ملکولی، سیتوژنیک)، بهداشت (میکروبیولوژی محیط، شیمی محیط)، پیراپزشکی (ایمونوهما‌تولوژی، بیوشیمی، میکروبیولوژی) بود. برای گردآوری داده‌ها از یک چک لیست استاندارد وزارت بهداشت و انستیتو پاستور ایران که برای ارزشیابی آزمایشگاه‌های آموزشی، پژوهشی و خصوصی طراحی شده بود، استفاده گردید. جمع‌آوری داده‌ها توسط یک عضو هیئت‌علمی بهداشت محیط و کارشناس بهداشت محیط از طریق مراجعه حضوری و تکمیل سؤالات به شیوه مشاهده و مصاحبه با کارشناس مسئول آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی انجام گردید. سؤالات در شش بخش شامل مشخصات ساختمان آزمایشگاه (۵۶ سوال)، خطرات فیزیکی (۲۸ سوال)، خطرات شیمیایی (۲۵ سوال)، خطرات بیولوژیکی (۱۳ سوال)، تجهیزات ایمنی (۴۲ سوال) و ارگونومی (۶ سوال) طراحی شده بود. جهت روایی چک لیست از روایی محتوایی استفاده شد. برای نظرخواهی در اختیار ۶ نفر

#### جدول ۱- حیطه‌های چک لیست تهیه شده برای ارزیابی خطر آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی

Table 1- Checklist areas prepared for risk assessment of educational and research laboratories

ردیف	حیطه مورد بررسی	موارد مورد بررسی
۱	مشخصات ساختمان آزمایشگاه	سطح کل آزمایشگاه، وضعیت دیوار، سقف، کف، تهویه، نور، درب خروج اضطراری، تاسیسات آب و فاضلاب، برق ساختمان، چراغ هشدار، تابلوهای برق، وسایل ضدحریق، سامانه الکتریکی ضد جرقه، دستگاه شستشو خودکار، جعبه کمک‌های اولیه، محل نگهداری حیوانات، محل نگهداری مواد شیمیایی، سامانه شستشوی خودکار دست، تجهیزات حفاظتی پنجره‌ها، میز کار، قفسه‌بندی مواد و ...
۲	خطرات فیزیکی	وسایل حفاظت فردی مثل دستکش، چکمه، حفاظ صورت، روپوش متناسب با نوع عامل زیان‌آور، نحوه نگهداری و جابجایی سیلندرهای گاز، رنگ‌بندی سیلندرهای گاز، گازباز و ...
۳	خطرات شیمیایی	وجود برگه ایمنی مواد شیمیایی (MSDS)، نگهداری مواد شیمیایی قابل اشتعال و خورنده، نگهداری اسیدهای اکسیدکننده و آلی، نگهداری اسیدها، قلیاها، سیانیدها و سولفیدها، نگهداری مواد واکنش‌پذیر دور از حرارت، ضربه و اصطکاک، نگهداری گازهای فشرده اکسیدکننده و غیر اکسیدکننده، جابجایی انتقال و امحاء پسماندهای شیمیایی و ...
۴	خطرات بیولوژیکی	نگهداری و جابجایی مواد بیولوژیکی، کشت میکروبی، مدیریت پسماند بیولوژیکی، نوع ضدعفونی‌کننده، نحوه آلودگی‌زدایی بیولوژیکی، مراقبت‌های پزشکی و واکسیناسیون کارکنان و ...
۵	تجهیزات ایمنی	نشانگرهای سنجشی (دما، فشار، رطوبت، ولتاژ، ترموستات، فیوز پشتیبان)، نگهداری، پایش و تعمیر دوره‌ای تجهیزات، دودکش و سامانه تهویه تجهیزات گرمازا، استقرار و ایمنی اتوکلاو، فور، نیتروژن مایع، تانک الکتروفورز، سانتریفوژها، مخلوط‌کن‌ها و خشک‌کن‌های انجمادی، جعبه ایمنی، بهره‌برداری ایمن کلیه لوازم شیشه‌ای و ...
۶	ارگونومی	ایستگاه کار، صندلی‌های ارگونومیک، میز کار استاندارد، چینش تجهیزات و مواد برای جلوگیری از خستگی و حرکات تکراری، سامانه اتوماسیون، نحوه جابجایی و حمل مواد و تجهیزات، شرایط و ...

## یافته‌ها

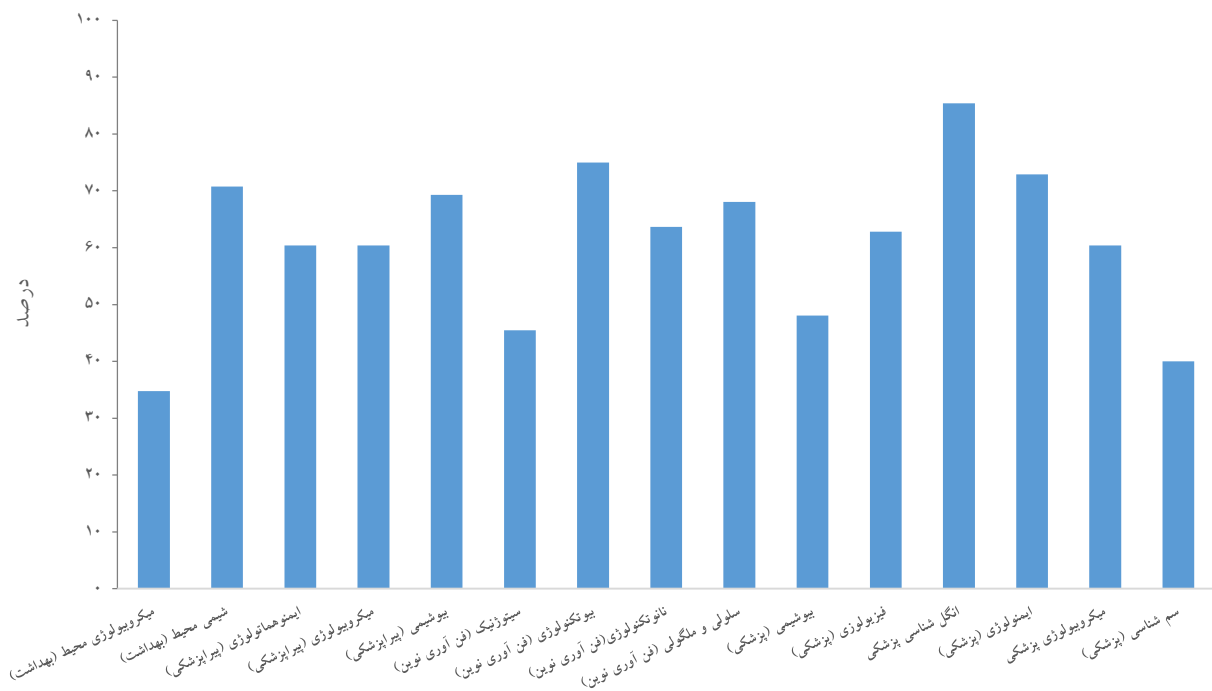
نتایج این مطالعه نشان داد وضعیت ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان از وضعیت نسبتاً مطلوب برخوردار بود که نتایج آن به تفکیک هر حیطه‌ها در جدول ۲ نشان داده شد. نتایج مقایسه حیطه‌های مورد پایش با یکدیگر نشان داد که آزمایشگاه انگل‌شناسی پزشکی و بیوشیمی دانشکده پزشکی به ترتیب دارای بالاترین و کمترین میزان تطابق با الزامات آزمایشگاه استاندارد بودند. وضعیت مقایسه‌ای آزمایشگاه‌ها در هر یک از حیطه‌ها به ترتیب در شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شد.

## جدول ۲- نتایج ارزیابی وضعیت ایمنی و بهداشتی

۱۶ آزمایشگاه مورد مطالعه

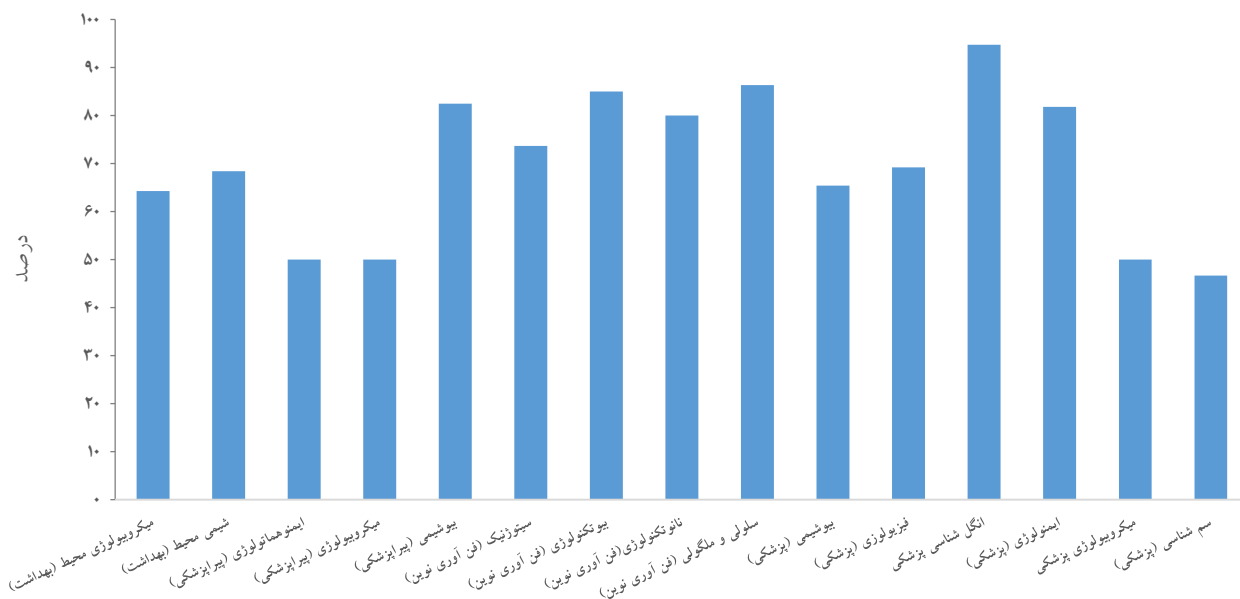
Table 2- Results of safety and health assessment in 16 studied laboratories

ردیف	حیطه مورد بررسی	مطلوب (درصد)	نامطلوب (درصد)
۱	مشخصات ساختمان آزمایشگاه	۶۱/۱۶	۳۸/۸۴
۲	خطرات فیزیکی	۶۹/۸۷	۳۰/۱۳
۳	خطرات شیمیایی	۷۰/۷۰	۲۹/۳۰
۴	خطرات بیولوژیکی	۵۸/۶۰	۴۱/۴۰
۵	تجهیزات ایمنی	۵۵/۵۵	۴۴/۴۵
۶	ارگونومی	۵۸/۹۴	۴۱/۰۶
کل		۶۲/۴۷	۳۷/۳۵



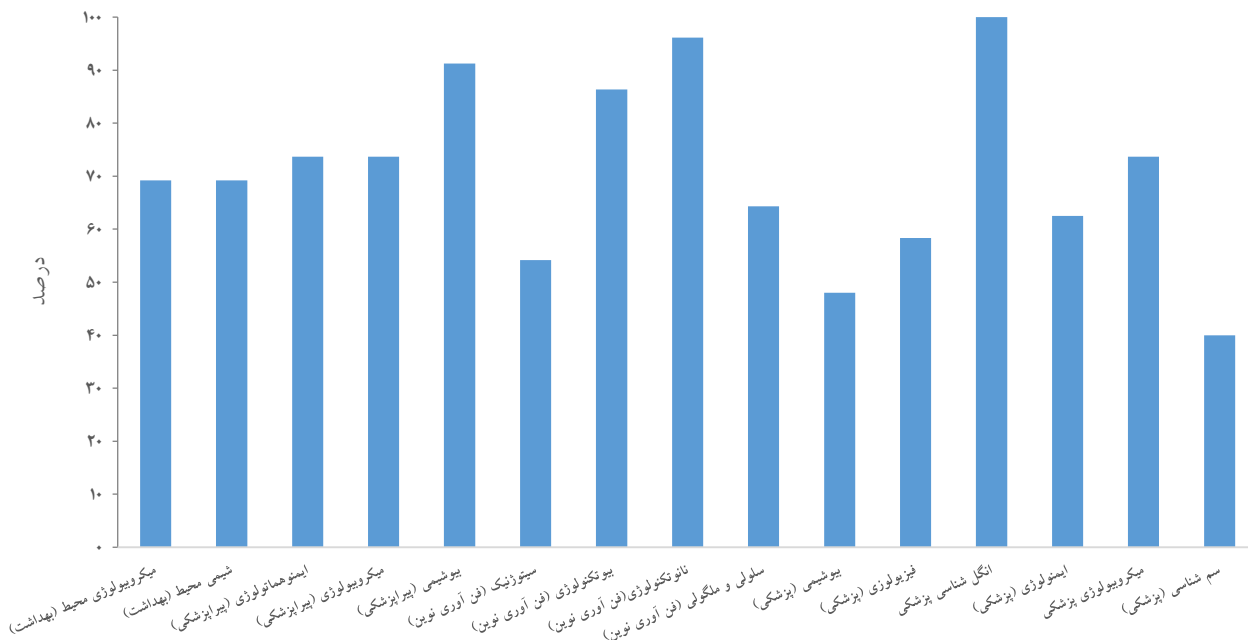
شکل ۱- مقایسه میزان تطابق ساختمان آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با استاندارد

Figure 1 - Comparison of compliance rates of laboratory building of Golestan University of Medical Sciences with standard



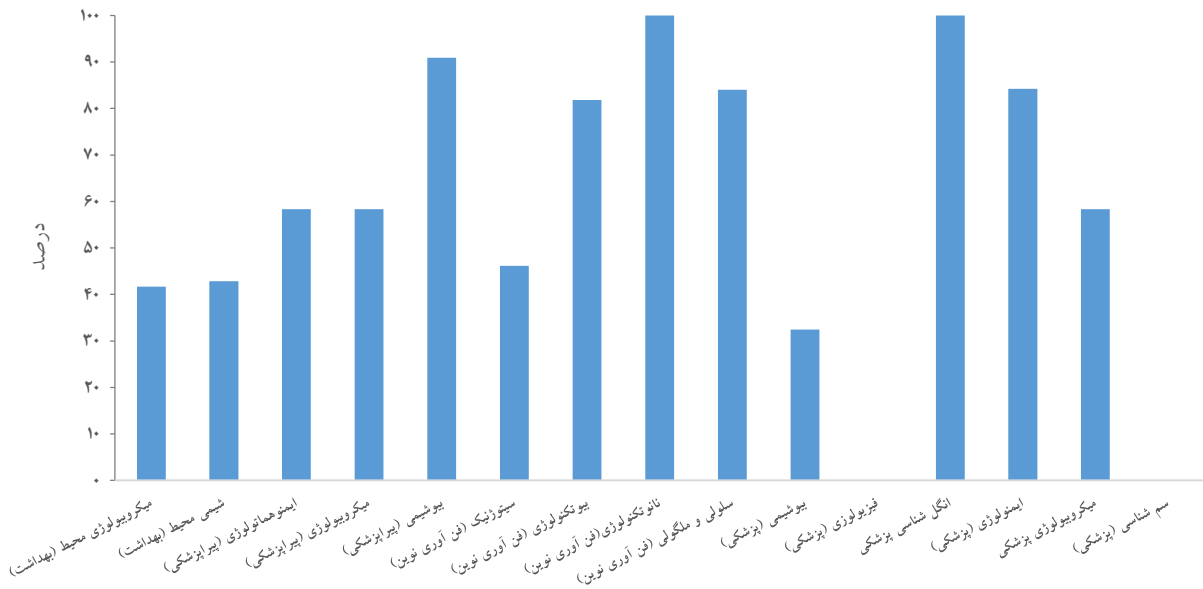
شکل ۲- مقایسه میزان تطابق شرایط فیزیکی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با استاندارد

Figure 2 - Comparison of compliance rates of Physical conditions of Golestan University of Medical Sciences laboratories with standard



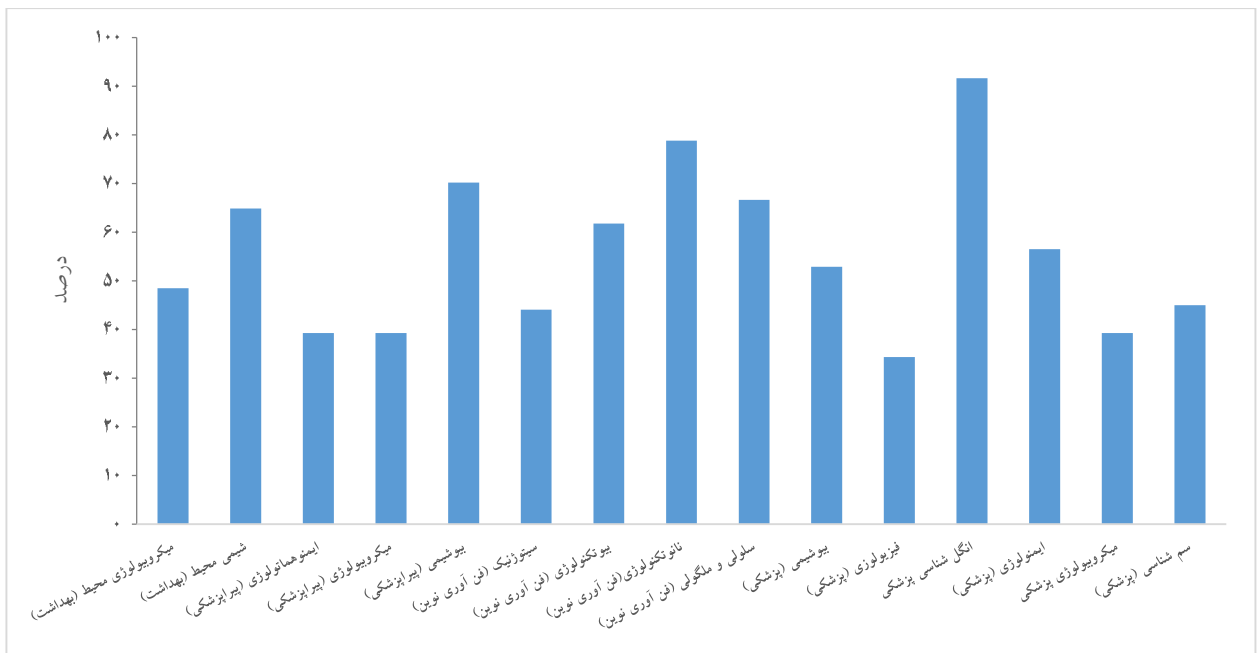
شکل ۳- مقایسه میزان تطابق وضعیت شیمیایی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با استاندارد

Figure 3 - Comparison of compliance rates of chemical conditions of Golestan University of Medical Sciences laboratories with standard



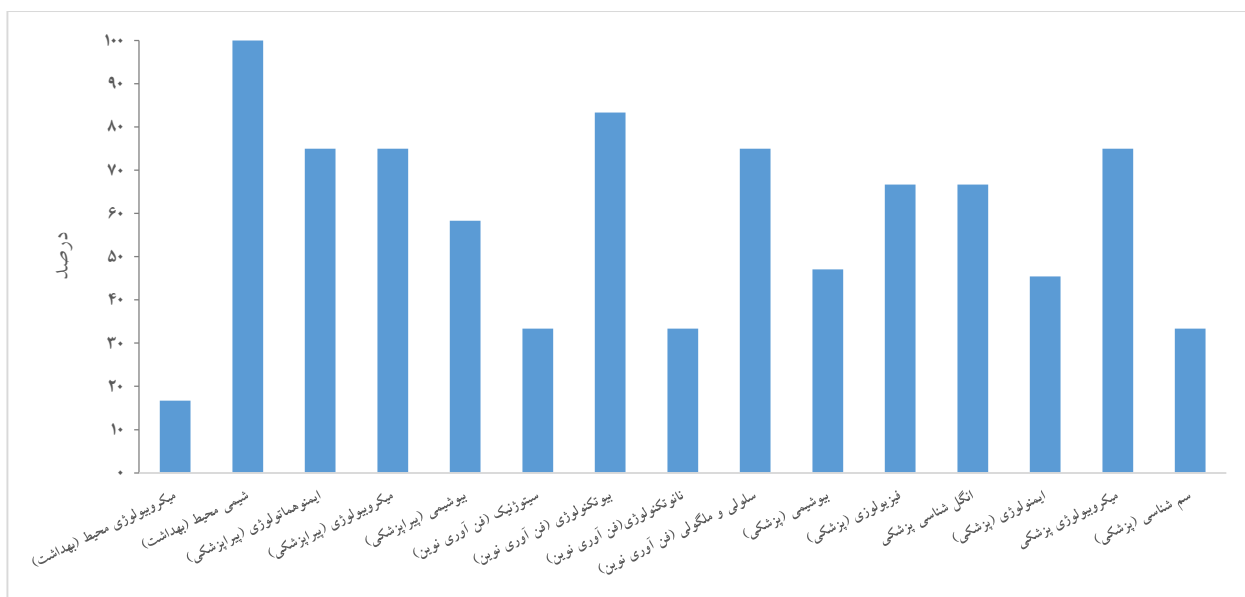
شکل ۴- مقایسه میزان تطابق وضعیت بیولوژیکی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با استاندارد

Figure 4 - Comparison of compliance rates of biological conditions of Golestan University of Medical Sciences laboratories with standard



شکل ۵- مقایسه میزان تطابق وضعیت ایمنی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با استاندارد

Figure 5 - Comparison of compliance rates of safety of Golestan University of Medical Sciences laboratories with standard



شکل ۶- مقایسه میزان تطابق وضعیت ارگونومی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان با آزمایشگاه مرجع  
Figure 6 - Comparison of compliance rates of ergonomics of Golestan University of Medical Sciences laboratories with standard

## بحث

بالاترین و پایین‌ترین درصد امتیازات به ترتیب مربوط به حیطه ایمنی فردی و مدیریت واکنش شرایط اضطراری بود [۷]. شاید یکی از موارد مؤثر در تأمین شرایط بهتر الزامات ایمنی در آزمایشگاه دانشگاه‌های بزرگ مثل شیراز در مقایسه با دانشگاه‌های کوچک‌تر مثل دانشگاه علوم پزشکی گلستان تخصیص منابع مالی بالاتر و شاید هم نگاه مدیریت نظامند و سیستماتیک باشد.

نتایج مطالعه نشان داد که در حیطه ساختمان، برخی از آزمایشگاه‌ها مانند انگل‌شناسی، بیوتکنولوژی و ایمنولوژی از وضعیت بهتر و برخی دیگر از جمله آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی محیط، سم‌شناسی، بیوشیمی (پزشکی) و سیتوزنیک از شرایط نامناسب‌تر برخوردار بود (شکل ۱). عدم رعایت کامل استانداردهای نظام مهندسی در ساخت یا جانمایی نامناسب محل آزمایشگاه به دلیل کمبود فضا از مهم‌ترین مشکلات دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود. علاوه بر این توسعه گروه‌های مختلف آموزشی در فضای موجود و اختصاص فضاهای نامناسب و یا کوچک به آزمایشگاه از دیگر موارد مهم بود که موجب شد تا بخشی از استانداردها تأمین نشود. مثلاً عدم وجود محل‌های ورود و خروجی اضطراری، عدم جانمایی

آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی و پژوهشی دارای خطرات بالقوه‌ای هستند که چنانچه به‌طور ایمن مدیریت نشوند، می‌تواند به‌عنوان یک محل کار با خطر بالا برای مجموعه نظام آموزشی در نظر گرفته شوند. در ایمنی آزمایشگاه‌ها معیارهای مختلفی از جمله سازه ساختمان، موقعیت اتاق آزمایشگاه در فضای کلی ساختمان دانشگاه، فراهم بودن تجهیزات ایمنی و حفاظتی و همچنین عواملی مثل خطرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود. نتایج مطالعه نشان داد وضعیت کلی آزمایشگاه‌ها در گروه‌های مختلف آموزشی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی گلستان دارای شرایط یکسانی نبودند؛ به‌طوری‌که در برخی از آن‌ها از وضعیت مطلوب و در برخی دیگر از وضعیت نامطلوب‌تر برخوردار بودند. ولی در مجموع بیش از ۶۲ درصد الزامات مربوط به یک آزمایشگاه استاندارد در این واحدها رعایت می‌گردید. عدم رعایت کامل مقررات ایمنی در آزمایشگاه سایر مراکز آموزش عالی نیز وجود دارد. به‌عنوان مثال نتایج مطالعه‌ی ملکوتی‌خواه و همکارانش (۱۳۹۷) در آزمایشگاه‌های آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی شیراز نشان داد که ۲۲ درصد از الزامات ایمنی و حفاظتی رعایت نمی‌شود. در این بررسی



داد که خطر مواجهه با عوامل میکروبی برای کلیه کسانی که در آزمایشگاه دانشگاه‌های علوم پزشکی کار می‌کنند، وجود دارد. بخصوص اینکه عدم تأمین لوله‌های مکند حاوی فیلتر جهت جلوگیری از انتشار آلاینده‌های زیستی، عدم توجه کافی به مراقبت‌های پزشکی کارکنان، عدم وجود کافی تجهیزات حفاظت فردی برای کار ایمن با آلاینده‌های بیولوژیک، عدم رعایت الزامات بهداشتی و زیست محیطی در نگهداری، جابجایی و استفاده مواد بیولوژیک یا مدیریت ناایمن زائدات بیولوژیک می‌تواند دامنه خطر را افزایش دهد. به همین دلیل ایمن‌سازی کارکنان و دانشجویان در برابر میکروارگانیسم‌ها و همچنین اجرایی کردن فرایندهای ایمنی زیستی در چهار سطح زیست ایمنی سطح اول (کار کردن با عواملی که بیماری شناخته شده‌ای در افراد سالم و بزرگسال ایجاد نمی‌کنند)، سطح دوم (کار با عوامل بیماری‌زایی که از طریق خراش‌ها و زخم‌های پوستی، غشاءهای مخاطی بدن و بلع و خوردن ممکن است به انسان سرایت کنند)، سطح سوم (عوامل بیماری‌زای بومی یا خارجی که از طریق ایجاد آئروسل می‌توانند منتقل شوند و ایجاد بیماری حاد کرده و احتمالاً سبب مرگ شوند) و سطح چهارم (کار با عوامل بیماری‌زای بسیار خطرناکی که از طریق ایجاد آئروسل منتقل شده و سبب بیماری مرگ‌آور می‌شوند و یا عوامل بیماری‌زایی که خطرات ناشناخته و یا درمان نامشخص دارند) برای کنترل خطرات بیولوژیک در آزمایشگاه دانشگاه‌های علوم پزشکی الزامی است [۱۸].

مقایسه وضعیت آزمایشگاه‌ها در حیطه ایمنی نیز نشان داد که آزمایشگاه‌های انگل‌شناسی و فیزیولوژی به ترتیب از بیشترین و کمترین سطح تطابق با استاندارد برخوردار بودند (شکل ۵). نتایج مطالعه‌ی مجلسی و همکاران (۱۳۹۳) در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی شهر کرمان هم نشان داد که وضعیت رعایت استانداردهای ایمنی در آزمایشگاه‌های مورد مطالعه از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و بایستی با استفاده از روش‌های مدرن در جهت ارتقای ایمنی در بخش‌های گوناگون آزمایشگاه‌ها اقدام نمود [۱۰]. نتایج ارزیابی در حیطه ایمنی نشان داد که عدم تأمین خاموش‌کننده‌های اختصاصی برای اطفاء حریق‌های ناشی از مایعات و یا فلزات آتش‌گیر و یا آتش‌های الکتریکی از مهم‌ترین

محل‌های مشخص برای قرار دادن تجهیزات و لوازم ایمنی و امدادی و یا عدم وجود سامانه الکتریکی ضدجرقه در نزدیکی درب خروجی آزمایشگاه از مواردی بود که در عدم تطابق با معیارهای استاندارد بیشتر ملاحظه شد. در واقع هر کدام از این موارد به‌تنهایی می‌تواند در بروز حوادث فردی یا محیطی اثرگذار باشند. در حیطه خطرات فیزیکی نیز آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی، ایمنوهماتولوژی دارای شرایط نامطلوب‌تر ولی آزمایشگاه‌های انگل‌شناسی، سلولی ملکولی و بیوتکنولوژی در وضعیت مناسبی قرار داشتند (شکل ۲). نتایج ارزیابی حیطه خطرات فیزیکی نشان داد که عدم نگهداری ایمن سیلندرهای گاز، عدم وجود روشنایی کافی و مناسب بخصوص در شرایط قطعی برق، وجود دستگاه‌هایی با سروصدای زیاد و عدم توجه به رفع آن توسط مدیران و یا عدم استفاده از گوشی‌های مناسب حفاظتی از موارد قابل توجه در این بخش بود [۱۶]. در حیطه خطرات شیمیایی نیز آزمایشگاه‌های سیتوژنیک، سلولی ملکولی و سم‌شناسی از وضعیت نامطلوب‌تر و آزمایشگاه‌های انگل‌شناسی و بیوتکنولوژی دارای شرایط مناسب‌تر بودند (شکل ۳). در حیطه شیمیایی عدم رعایت الزامات بهداشتی و زیست محیطی در نگهداری (بخصوص جداسازی مواد شیمیایی ناسازگار با یکدیگر)، جابجایی و کاربرد مواد شیمیایی، عدم وجود مخازن جمع‌آوری مخصوص پسماندهای شیمیایی و یا دفع غیرقابل قبول زائدات شیمیایی از مهم‌ترین موارد نقص بوده است. خیلی از حوادث شیمیایی در کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی و حتی مراکز آموزشی و پژوهشی به دلیل بی‌توجهی به امکان واکنش ترکیبات شیمیایی بوده است. این امر می‌تواند میزان مواجهه با ترکیبات شیمیایی و شانس بروز حوادث شیمیایی را افزایش دهد. نتایج مطالعه‌ی ملکوتی و همکارانش (۱۳۹۳) نشان داد که ریسک مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک در آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی درمانی دانشگاه علوم پزشکی قم در محدوده ۶/۶۷ درصد ۴۴/۳۳ بود [۱۷].

در حیطه خطرات بیولوژیک نیز آزمایشگاه‌های بیوشیمی و میکروبیولوژی محیط از وضعیت نامطلوب‌تر ولی آزمایشگاه‌های انگل‌شناسی و نانوتکنولوژی با رعایت حدود ۱۰۰ درصد الزامات از بهترین وضعیت برخوردار بودند (شکل ۴). این مطالعه نشان

احتمال خطر رخداد حوادث خطرناک را در محیط آزمایشگاه به طور معنی داری افزایش می‌یابد [۱۹]. بنابراین افزایش فهم و آگاهی کارکنان و دانشجویان در قالب برنامه‌های آموزشی اجباری و کسب گواهینامه قبولی جهت کار در این واحدها و اجرای فرایندهای ارزیابی خطر برای شناسایی نقاط ضعف و قوت و پیشگیری از بروز حوادث زیان‌بار اقدام مؤثری خواهد بود [۲۰].

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که وضعیت رعایت مقررات ایمنی و زیست محیطی در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی گلستان در بخش شرایط ساختمانی، خطرات فیزیکی، خطرات شیمیایی، خطرات بیولوژیکی، تجهیزات ایمنی و ارگونومی با مقررات تدوین شده برای یک آزمایشگاه استاندارد در محدوده نسبتاً مطلوب قرار داشت. ولی وجود برخی نواقص در بخش‌های ساختمان (عدم اختصاص فضای مناسب)، خطرات فیزیکی (مانند عدم نگهداری ایمن سیلندرهای گاز) و یا مواد شیمیایی (مانند نگهداری، جابجایی و کاربرد آن‌ها بدون رعایت دقیق ملاحظات ایمنی) می‌تواند شانس بروز حوادث را افزایش دهد. لذا طراحی و اجرای مستمر یک سیستم مدیریت ایمن در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌های علوم پزشکی برای پیشگیری از بروز حوادث خطرناک و حفظ سلامت کارکنان و محیط زیست ضروری است.

### تشکر و قدرانی

این مطالعه حاصل نتایج طرح تحقیقاتی (کد ۱۱۰۲۵۸) است که با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی گلستان انجام شد. این مطالعه دارای کد اخلاق IR.GOUMS.REC.1397.334 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گلستان نیز است. نویسندگان از کلیه اعضای هیئت علمی و کارشناسان آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی گلستان که در انجام مطالعه مشارکت نمودند تشکر ویژه می‌کنند.

موارد نقص آزمایشگاه در این حیطة بود. عدم تأمین وسایل اطفاء حریق متناسب با نوع آتش می‌تواند شدت حوادث و تلفات ناشی از آن را به طور معنی داری افزایش دهد. به عنوان نمونه چنانچه برای اطفاء حریق الکتریکی از آب استفاده شود موجب گسترش آتش‌سوزی خواهد شد. بنابراین تأمین و به‌کارگیری تجهیزات ایمنی متناسب با نوع خطر در تمام آزمایشگاه‌ها اعم از آزمایشگاه دارای نقص و حتی کاملاً استاندارد نیز برای پیشگیری از خطرات احتمالی ضروری است. در حیطة ارگونومی نیز آزمایشگاه‌های شیمی محیط و میکروبیولوژی به ترتیب از بالاترین و کمترین میزان تطابق برخوردار بودند (شکل ۶). در بخش خطرات ارگونومی نیز عدم امکان تغییرات مهم در چینش وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی به جهت وجود فضای کوچک و شلوغ برای ممانعت از انجام حرکات تکراری و یکنواخت از مهم‌ترین موارد عدم تطابق با استانداردهای بخش ارگونومی بوده است.

اگرچه در این مطالعه به‌طور مشخص از میزان آگاهی، نگرش و عملکرد کارشناسان آزمایشگاه تحقیقی به عمل نیامد ولی گزینه نمی‌دانم در برخی از آزمایشگاه در محدوده ۵ تا ۸۰ بوده است. به عبارت دیگر سؤالاتی که در حیطة‌های مختلف این مطالعه گنجانده شده بود به‌گونه‌ای بود که کارشناسان آزمایشگاه باید در خصوص آن اطلاعات می‌داشتند. چون عدم اطلاع از الزامات موردتوجه در ایمنی آزمایشگاه می‌تواند شانس بروز حوادث در آزمایشگاه‌هایی که کارشناسان آن به هر دلیلی تمایلی به کسب اطلاعات مربوط به آیین‌نامه‌های حفاظتی نداشتند. نتایج مطالعه طوسی و همکارانش (۱۳۹۸) نشان داد که می‌توان با افزایش آگاهی‌ها و تأمین برخی تجهیزات ضروری از بروز حوادث خطرناک جلوگیری و یا امکان بروز آن را تا حد زیادی جلوگیری نمود [۱۸]. نتایج مطالعه‌ی صادق‌پور (۲۰۱۳) با هدف تعیین فاکتورهای مؤثر آموزش ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی برای معلمان نشان داد آگاهی نقش زیادی در پیشگیری از خطرات احتمالی در محیط آموزشی دارد. به‌طوری‌که اگر کارکنان و دانشجویان آموزش‌های کار ایمن در آزمایشگاه را فراموش کنند

## Reference

1. Hill Jr RH, Finster DC. Laboratory safety for chemistry students. New Jersey: John Wiley & Sons; 2016.
2. Faller G, Mikolajczyk RT, Akmatov MK, Meier S, Krämer A. Accidents in the context of study among university students—A multicentre cross-sectional study in North Rhine-Westphalia, Germany. *Accident Analysis & Prevention* 2010; 42(2):487-91.
3. Adane L, Abeje A. Assessment of Familiarity and Understanding of Chemical Hazard Warning Signs among University Students Majoring Chemistry and Biology: A Case Study at Jimma University, Southwestern Ethiopia. *World Applied Science Journal* 2012; 16:290-99.
4. Syed Draman SF, Daik R, Abdullah ML, editors. Globally Harmonized System: A Study on Understanding and Attitude towards Chemical Labeling amongst Students of Secondary School. Proceedings of the 2010 International Conference on Science and Social Research, CSSR 2010 Dec. 5-7; Kuala Lumpur, Malaysia.
5. Al-Zyoud W, Qunies AM, Walters AU, Jalsa NK. Perceptions of chemical safety in laboratories. *Safety*. 2019; 5(2):21 <https://doi.org/10.3390/safety5020021>.
6. Bi J, Wang Z, Chen J, Li J. Safe disposal of wastes from high-level biosafety laboratories. *Bulletin of the Academy of Military Medical Sciences* 2006; 30(4):394-97.
7. Malakoutikhah M, Korouni H, Jahangiri M. Safety and Health Status of Educational and Research Laboratories of Shiraz University of Medical Sciences based on ELMERI Approach. *Occupational Hygiene and Health Promotion Journal* 2019; 2(4):270-79 (In Persian).
8. Halvani G, Soltani R, Alimohammadi M, Kiani Z. Identification and evaluation laboratory hazards in Yazd University of Medical Sciences by standard checklists. *Occupational Medicine Quarterly Journal* 2011; 3(1):21-27 (In Persian).
9. Kiaei M, Mahdavi A, Hasanpoor E, Nazari M, Abbasimani Z, Hajian M, et al. Assessment of laboratories safety in teaching hospitals of Qazvin university of medical sciences. *Alborz University Medical Journal* 2012; 1(4):207-12 (In Persian).
10. Majlesi M, Khaloei A, Mehdipour R, Roubouri M. Evaluation of safety standards in medical diagnostic laboratory in Kerman in 2014. *Safety Promotion and Injury Prevention* 2015; 3(2):83-90 (In Persian).
11. Al-Dahhan WH, Al-Zuhairi AJ, Hussein FH, Rodda KE, Yousif E. Laboratory biological safety cabinet (BSC) explosion. *Karbala International Journal of Modern Science* 2016; 2(4):276-79.
12. Panahi S, Karimi A, Pourbabaki R. Consequence modeling and analysis of explosion and fire hazards caused by methane emissions in a refinery in cold and hot seasons. *Journal of Health in the Field* 2020; 7(4):34-46 (In Persian).
13. Lunar BC, Padura VRS, Cristina M, Dimaculangan FT. Familiarity and understanding of chemical hazard warning signs among select college students of De La Salle Lipa. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research* 2014; 2:99-102.
14. Hill Jr RH, Finster DC. Academic leaders create strong safety cultures in colleges and universities. *Journal of Chemical Health & Safety*. 2013; 20(5):27-34.
15. Olewski T, Snakard M. Challenges in applying process safety management at university laboratories. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 2017; 49:209-14.
16. Khalooei A, Malakootian M, Rabouri MM. Environmental health situation of public and private medical diagnostic laboratories in Kerman, 2014. *Safety Promotion and Injury Prevention* 2016; 4(1):19-24 (In Persian).
17. Malakouti J, Jang S, Mosaferchi S, Haseli F, Azizi F, Mahdini M. Health risk assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories of Qom University of Medical Sciences. *Iran Occupational Health* 2014; 11(2):13-25 (In Persian).
18. IPI. Procedure of Laboratory of Biosafety Safety, BS-PR-001-01. Iran: Pasteur Institute of Iran (IPI); 2016 (In Persian).
18. Toosi K, Neisi A, Arshadi N. Investigating the safety climate, safety competency and role overload as predictors of safe behavior of employees in the Bidboland Gas Refining Company. *Journal of Health in the Field* 2019; 7(2):45-57 (In Persian).
19. Sedghpour BS, Sabbaghan M, Sataei FM. A survey on the pre service chemistry teachers' lab safety education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2013; 90:57-62.
20. Alimadadi JA, Qasemkhan AH, Hjartabar M, Gholamnia R, Khani Jazani R, Saeedi R. Evaluation of health, safety and environment status using SWOT matrix to provide continuous improvement strategies: A case study in municipality of Qazvin. *Journal of Health in the Field* 2016; 4(3):36-45 (In Persian).