

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان:

**ارزیابی مخاطرات آزمایشگاههای  
پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان**

مجری:

نیما پورنگ

شماره ثبت

۴۹۹۴۸

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

---

عنوان پروژه : ارزیابی مخاطرات آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان  
شماره مصوب پروژه : ۹۲۰۰۱-۹۱۶۰-۱۲-۱۲-۱۲  
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : نیما پورنگ  
نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) :  
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : نیما پورنگ  
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمد صدیق مرتضوی، رضا دهقانی، کاظم جوکار، لیلی محبی نوذر، ناصر  
آغاجری، یوسف آفتابسوار، سعید تمدنی، عیسی کمالی، کیوان اجلالی، بهنام دقوقی، محمد رضا صادقی، فریبا  
اسماعیلی، پرستو محبی  
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : محمد رنجبریان  
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : مصطفی شریف روحانی  
محل اجرا : استان هرمزگان  
تاریخ شروع : ۹۲/۶/۱  
مدت اجرا : ۱ سال و ۱۱ ماه  
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور  
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵  
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ  
بلامانع است .

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

پروژه : ارزیابی مخاطرات آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی

خلیج فارس و دریای عمان

کد مصوب : ۹۲۰۰۱-۹۱۶۰-۱۲-۱۲-۱۲

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۹۴۸ تاریخ : ۹۵/۵/۱۲

با مسئولیت اجرایی جناب آقای نیما پورنگ دارای مدرک تحصیلی

دکتری در رشته محیط زیست دریا می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش استانداردسازی آزمایشگاهها در

تاریخ ۹۵/۴/۲۶ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت رئیس بخش اکولوژی منابع آبی در موسسه تحقیقات علوم

شیلاتی کشور مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده	.....	۱
۱- مقدمه	.....	۲
۲- مواد و روش ها	.....	۴
۲-۱- آزمایشگاههای مورد بررسی	.....	۴
۲-۲- مراحل انجام کار	.....	۴
۲-۳- تحلیل های آماری	.....	۹
۳- نتایج	.....	۱۰
۳-۱- عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در ارزیابی اولیه	.....	۱۰
۳-۲- عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در ارزیابی ثانویه	.....	۲۹
۴- بحث	.....	۵۱
۴-۱- مخاطرات مهم موجود در آزمایشگاههای پژوهشکده	.....	۵۱
۴-۲- ضرورت انجام اقدامات اصلاحی	.....	۵۴
۵- نتیجه گیری	.....	۵۵
پیشنهادها	.....	۵۶
منابع	.....	۵۷
پیوست	.....	۵۹
چکیده انگلیسی	.....	۶۱

## چکیده

در این تحقیق به منظور ارزیابی مخاطرات احتمالی در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان و طبقه بندی آنها، از روش "تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن" (FMEA)<sup>۱</sup> و برخی روش های آماری استفاده گردید. نتایج حاصل از بررسی مخاطرات بالقوه در ۱۱ آزمایشگاه پژوهشکده مزبور حاکی از آن است که سطح ریسک در تمامی موارد بجز آزمایشگاه بنتوز، در حد نیمه بحرانی و بحرانی قابل ارزیابی می باشد و لذا اجرای اقدامات اصلاحی مناسب در مورد آنها الزامی می باشد.

بر اساس نتایج آزمون های **Kruskal-Wallis** در هر دو مرحله قبل و بعد از اقدامات اصلاحی، اختلاف معنی داری میان آزمایشگاههای پژوهشکده از دیدگاه عدد الویت ریسک (RPN)<sup>۲</sup> مشاهده می شود. مراجعه به نتایج آزمون های **posthoc** در هر دو مرحله، نشانگر آن است که کمترین میزان مخاطرات در آزمایشگاههای بنتوز و بافت شناسی مشاهده می شود و بیشترین مخاطرات در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی قابل تشخیص است. از سوی دیگر نتایج مربوط به گروه بندی آزمایشگاهها با استفاده از آنالیز خوشه ای نیز تا حدود زیادی به نتایج آزمون های **posthoc** شباهت دارد. با توجه به نتایج آزمون **Mann-Whitney U** می توان چنین استنتاج نمود که صرفاً در مورد آزمایشگاه آماده سازی نمونه، اختلاف معنی داری بین مقادیر RPN در قبل و بعد از اقدامات اصلاحی مشاهده می گردد ( $p > 0.05$ ). البته در این مورد نیز اقدامات انجام شده تاثیری در تغییر سطح ریسک نداشته است و کماکان در سطح بحرانی باقی مانده است. در مجموع می توان چنین استنتاج نمود که **FMEA** روشی مناسب برای ارزیابی مخاطرات کارکنان آزمایشگاههای تحقیقاتی می باشد و از روش های آماری مناسب نیز می توان برای تحلیل های تکمیلی استفاده نمود.

## کلمات کلیدی:

ارزیابی مخاطرات، آزمایشگاه، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، عدد الویت ریسک، تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن

<sup>۱</sup> Failure Mode Effects Analysis

<sup>۲</sup> Risk priority number

## ۱- مقدمه

آزمایشگاههای مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی در فعالیت هایی متنوع (از آماده سازی نمونه های زیستی و غیر زیستی گرفته تا آنالیز آنها توسط ابزارها و تجهیزات مختلف و یا شناسایی تاکسون های مختلف جانوری و گیاهی و ...) دخیل می باشند. این فعالیت ها در قالب طرح ها و پروژه های مصوب درون سازمانی و برون سازمانی می باشند. روند تخصصی شدن فعالیت ها در این موسسه و مراکز تابعه، موسسه را بر آن داشت تا الزامات استاندارد ISO/IEC17025:2005 را در آزمایشگاههای برخی مراکز برای حصول اطمینان از کیفیت خدمات خود اعمال و پیاده سازی نماید. بر اساس مفاد استاندارد مزبور، موضوع ایمنی و ارزیابی مخاطرات در آزمایشگاههای آزمون کاملا تحت پوشش قرار نمی گیرد و صرفا در مواردی به آن اشاره شده است.

اخیرا با توجه به تجربیات آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون در کشورهای توسعه یافته، رهیافتی جدید نسبت به ضرورت ارزیابی ایمنی در دوره های زمانی مشخص با توجه به ماهیت وظایف آزمایشگاه ها مطرح و بر این اساس فرایند بررسی روش های متداول در ارزیابی ایمنی و توسعه و ارتقاء کارایی آنها در مطالعات مختلف مورد توجه محققان و ارگانهای ذیربط قرار گرفته است. همه ساله شاهد موارد متعددی از حوادث خطر آفرین و حتی مرگ آور در آزمایشگاههای مختلف می باشیم. در حال حاضر بسیاری از کشورها در رابطه با مباحث متببط با ایمنی آزمایشگاهها قوانینی را وضع نموده اند. با توجه به تجارب مشابه و پراکنده در کشور، شناسایی ریسک خطرات در هر یک از آزمایشگاهها بسیار حائز اهمیت می باشد. اگر چه تعریف یکسان و مورد قبول از مخاطره نزد عامه مردم وجود ندارد اما بر اساس ISO8402:1995/BS4778 "مخاطره عبارت است از: احتمال یا فراوانی یک خطر تعریف شده و بزرگی پیامدهای آن رخداد". سازمان جهانی دریانوردی<sup>3</sup> (IMO) مخاطره را ترکیبی از فراوانی و شدت پیامد تعریف نموده است. به عبارات دیگر مخاطره از دو جزء احتمال رخداد و شدت پیامد تشکیل شده است. بنابراین شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک های ناشی از خطر، کاربرد روش های کنترلی جهت کاهش ریسک و پایش روش های اصلاحی از جمله اموری است که می بایست در موقع بروز خطر مورد توجه ارزیابان قرار گیرد. ریسک ها معمولا در حوزه سلامتی کلیه کارکنان شاغل، اهداف ارگان مورد نظر و محیط کار وجود دارند (IACS,2004).

بنا به تعریفی دیگر: مخاطره رویدادی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم موجب بروز آثار منفی (جراحت، خسارت و یا از دست دادن)، در کیفیت مراقبت می گردد و ممکن است ایمنی و یا حیات مردم را تهدید نماید و علاوه بر این هزینه های اضافی را بر مجموعه تحمیل می نماید (Mendes et al., 2013).

حفظ و ایجاد شرایط ایمن در محل کار و در زمان فعالیت از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. با توجه به آثار مثبت گزارش شده از اعمال مدیریت ریسک ها و پایش آنها بواسطه انجام ارزیابی های مخاطرات و دستیابی به بهبود ایمنی در زمینه های نرم افزاری و سخت افزاری (کارکنان و امکانات تجهیزات حفاظت فردی)، می توان به اهمیت بررسی مشابه در آزمایشگاههای تابعه موسسه و نهایتا تدوین و اعمال مقررات ارگونومیک برای تامین شرایط راحت کار و کاهش مشکلات بهداشت حرفه ای در آینده پی برد.

<sup>3</sup> International Maritime Organization

بطور کلی در این پروژه در نظر است ارزیابی مخاطرات با توجه به ماهیت عملکردی آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان صورت گیرد تا از بروز خطر تا حد ممکن جلوگیری شود.

اصولاً این پروژه در تداوم ارتقاء کیفی فعالیت آزمایشگاههای پژوهشکده مزبور و برای نخستین بار در راستای مباحث ایمنی آزمایشگاهها اجرا گردید.

اهداف اصلی این پروژه عبارت است از:

➤ بررسی مخاطرات احتمالی در کلیه آزمایشگاه های پژوهشکده (با توجه به ماهیت کار و فعالیت جاری هر آزمایشگاه)

➤ ارائه برنامه های عملی برای پیشگیری از وقوع هر یک از مخاطرات مزبور

➤ افزایش سطح آگاهی پرسنل آزمایشگاه ها از دیدگاه مباحث ایمنی

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- آزمایشگاههای مورد بررسی

این تحقیق در ۱۱ آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (تحت عناوین: کروماتوگرافی، تجزیه دستگاهی، آماده سازی نمونه، پلانکتون، بافت شناسی، جانورشناسی، بنتوز، ژنتیک، میکروبیولوژی، فرآورده های دریایی، کشت جلبک) اجرا گردید.

در این پروژه به منظور ارزیابی مخاطرات آزمایشگاهها، از روشی تحت عنوان "تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن" (FMEA) استفاده گردید.

FMEA روشی تحلیلی است که می‌کوشد تا حد ممکن خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود و همچنین علل و اثرات مرتبط با آنها را شناسایی و رتبه بندی نماید (Ashley et al., 2010). به تعبیر دیگر FMEA یک فرآیند سیستماتیک جهت شناسایی نارسایی‌های بالقوه فرآیندها قبل از رخداد آنهاست که امکان اولویت بندی اقداماتی را برای کاهش یا حذف اثرات مخرب به وجود می‌آورد. (Barendsa et al., 2012).

### ۲-۲- مراحل انجام کار

FMEA بطور کلی شامل دو فاز است. در فاز نخست شناسایی حالات بالقوه شکست و اثرات آنها مد نظر قرار می‌گیرد. فاز دوم شامل تجزیه و تحلیل میزان حساسیت به منظور تعیین شدت حالت شکست می‌باشد که از طریق ارزیابی و رتبه بندی سطح بحرانی هر شکست انجام می‌شود (Sharma et al., 2005).  
مراحل انجام کار به ترتیب ذیل می‌باشد:

#### ۲-۲-۱- جمع آوری اطلاعات مربوط به فرایند

سایت یا مکانی که در آن ارزیابی ریسک انجام می‌شود باید کاملاً شناسایی و نحوه فعالیت‌ها و فرایندها به دقت بررسی شود.

#### ۲-۲-۲- تعیین خطرات بالقوه

تمام خطراتی محیطی، تجهیزاتی، مواد، انسانی و... که ایمنی را تهدید می‌کند باید در نظر گرفته شود همچنین حالات هر خطر نیز می‌بایست مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

#### ۲-۲-۳- بررسی اثرات هر خطر

اثرات احتمالی هستند که بر ایمنی افراد تاثیر می‌گذارند. اثرات خطر ممکن است مشتمل بر مواردی مانند آتش سوزی، مسمومیت، شکستگی، آسیب‌های مفصلی و غیره باشد.

#### ۲-۲-۴- تعیین علل خطر

شناخت کافی از محدوده مورد ارزیابی می‌تواند کمک فراوانی برای شناسایی علل بوجود آمدن خطر باشد. اطلاعات فنی، زیست محیطی و ارگونومیک نیز در شناسایی بهتر علل موثر هستند.



### ۵-۲-۲- چک کردن فرایندهای کنترل

به منظور ارزیابی بهتر خطرات صورت می‌گیرد. بررسی بر گه‌های عملیات استانداردها، الزامات و قوانین حاکم بر محیط کار و عوامل مربوط از جمله این کارهاست.

### ۶-۲-۲- تعیین شدت (وخامت) اثر (S)<sup>۴</sup>

وخامت حاصل از خطر، میزان جدی بودن "اثر خطر بالقوه" بر افراد است. شدت یا وخامت خطر فقط در مورد "اثر" آن در نظر گرفته می‌شود، کاهش در وخامت فقط از طریق اعمال تغییرات در فرآیند و نحوه انجام فعالیت‌ها امکان‌پذیر است. برای وخامت خطر شاخص کمی وجود دارد که بر حسب مقیاس ۱ تا ۱۰ بیان می‌گردد (جدول ۱).

### جدول ۱) رتبه بندی وخامت اثر

(Chin et al., 2009; Wang et al., 2009; Gupta et al., 2013; Neshkov et al., 2013)

رتبه	شرح	شدت اثر
۱۰	وخامت تاسف بار است مثل خطر مرگ، تخریب کامل	خطرناک - بدون هشدار
۹	وخامت تاسف بار است اما همراه با هشدار است	خطرناک - با هشدار
۸	وخامت جبران ناپذیر است همانند از دست دادن یک عضو بدن	خیلی زیاد
۷	وخامت زیاد است همانند آتش گرفتن تجهیزات سوختگی بدن	زیاد
۶	وخامت کم است مانند ضرب دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی	متوسط
۵	وخامت خیلی کم است مانند ضرب دیدگی مسمومیت خفیف غذای	کم
۴	وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می‌کنند	خیلی کم
۳	اثر جزئی بر جا می‌گذارد مثل خراش دست	اثرات جزئی
۲	اثر خیلی جزئی دارد	خیلی جزئی
۱	بدون اثر	هیچ

### ۷-۲-۲- تعیین احتمال وقوع خطر (O)<sup>۵</sup>

احتمال وقوع خطر مشخص می‌کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد. تنها با از بین بردن یا کاهش علل یا مکانیزم هر خطر است که می‌توان به کاهش عدد احتمال وقوع خطر امیدوار بود. احتمال وقوع خطر بر مبنای رتبه بندی ۱ تا ۱۰ سنجیده می‌شود. بررسی سوابق و مدارک گذشته بسیار مفید است. بررسی فرایندهای کنترلی، استانداردها، الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آنها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است (جدول ۲).

<sup>4</sup> Severity (severity of effects ranking score)

<sup>5</sup> Occurrence (frequency of occurrence ranking score)

**جدول ۲) رتبه بندی احتمال وقوع خطر**

(Chin et al., 2009; Wang et al., 2009; Gupta et al., 2013; Neshkov et al., 2013)

رتبه	نرخ های احتمالی خطر	احتمال وقوع خطر
۱۰	ادر ۲ یا بیش از آن	بسیار زیاد: خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است
۹	ادر ۳	
۸	ادر ۸	زیاد: خطرهای مکرر
۷	ادر ۲۰	
۶	ادر ۸۰	متوسط: خطرهای موردی (گاه به گاه)
۵	ادر ۴۰۰	
۴	ادر ۲۰۰۰	
۳	ادر ۱۵۰۰۰	کم: خطرهای نسبتاً نادر
۲	ادر ۱۵۰۰۰۰	
۱	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰	بعید: وقوع خطر غیرمحمول است

**۸-۲-۲- تعیین احتمال کشف خطر (D)<sup>۶</sup>**

احتمال کشف نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت/مکانیزم وقوع خطر وجود دارد. عبارت دیگر احتمال پی بردن به خطر قبل از وقوع آن است. بررسی فرایندهای کنترلی، استانداردها، الزامات و قوانین کار و نحوه اعمال آنها برای دست یافتن به این عدد بسیار مفید است. رتبه بندی احتمال کشف خطر نیز بین ۱ الی ۱۰ می باشد (جدول ۳).

**جدول ۳) رتبه بندی احتمال کشف خطر**

(Chin et al., 2009; Wang et al., 2009; Gupta et al., 2013; Neshkov et al., 2013)

رتبه	قابلیت کشف	احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۷	خیلی کم	احتمالی خیلی کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً بطور قطعی با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.

<sup>۶</sup> Detection (probability of detection ranking score)

### ۹-۲-۲- محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN)<sup>۷</sup>

عدد اولویت ریسک حاصلضرب سه عدد شدت اثر (S) احتمال وقوع خطر (O) و احتمال کشف خطر (D) است.  $RPN=S*O*D$  عدد اولویت ریسک عددی بین ۱ و ۱۰۰۰ خواهد بود. برای اعداد ریسک بالا، کارگروهی باید جهت پائین آوردن این عدد از طریق اقدام اصلاحی صورت پذیرد.

### ۱۰-۲-۲- مشخص نمودن نیاز یا عدم نیاز به اصلاح

در این مرحله ریسک را بر اساس عدد اولویت ریسک رتبه‌بندی می‌کنیم.

با توجه به عدد اولویت ریسک، سطح ریسک به سه گروه قابل طبقه‌بندی می‌باشد:

- سطح عادی ( $RPN < 70$ ): که در آن همه سه عامل RPN (به خصوص شدت و احتمال وقوع) واجد رتبه کمتر از ۵ می‌باشند. در این حالت اقدامات اصلاحی الزامی نیست.
- سطح نیمه بحرانی ( $70 < RPN < 140$ ): که در آن حداقل یک عامل از سه عامل RPN (به خصوص شدت و احتمال وقوع) دارای رتبه بیشتر از ۵ می‌باشند. در این شرایط اقدامات اصلاحی ضروری است.
- سطح بحرانی ( $RPN > 140$ ): که در آن حداقل دو عامل از سه عامل RPN دارای رتبه بالا می‌باشند. در این شرایط اقدامات اصلاحی فوری کاملاً ضروری است.

### ۱۱-۲-۲- اقدامات اصلاحی و پیشنهادی

این اقدامات باید در جهت اهداف زیر وضع و انجام گردند:

- حذف علل ریشه‌ای خطر
- کاهش وخامت اثر خطا
- افزایش احتمال کشف خطر در فرآیند
- افزایش رضایت کاری کارکنان از وضعیت ایمنی

### ۱۲-۲-۲- تعیین مسئولیت و وظایف

سازمان باید مسئول هر یک از اقدامات اصلاحی را مشخص و ثبت نماید. نتایج اقدامات انجام شده باید به گروه FMEA گزارش شده و صحت‌گذاری شوند. کنترل‌های زمانبندی شده جهت اطمینان از اجرای دقیق ضروری است.

### ۱۳-۲-۲- تصحیح فرایند طبق اقدامات اصلاحی

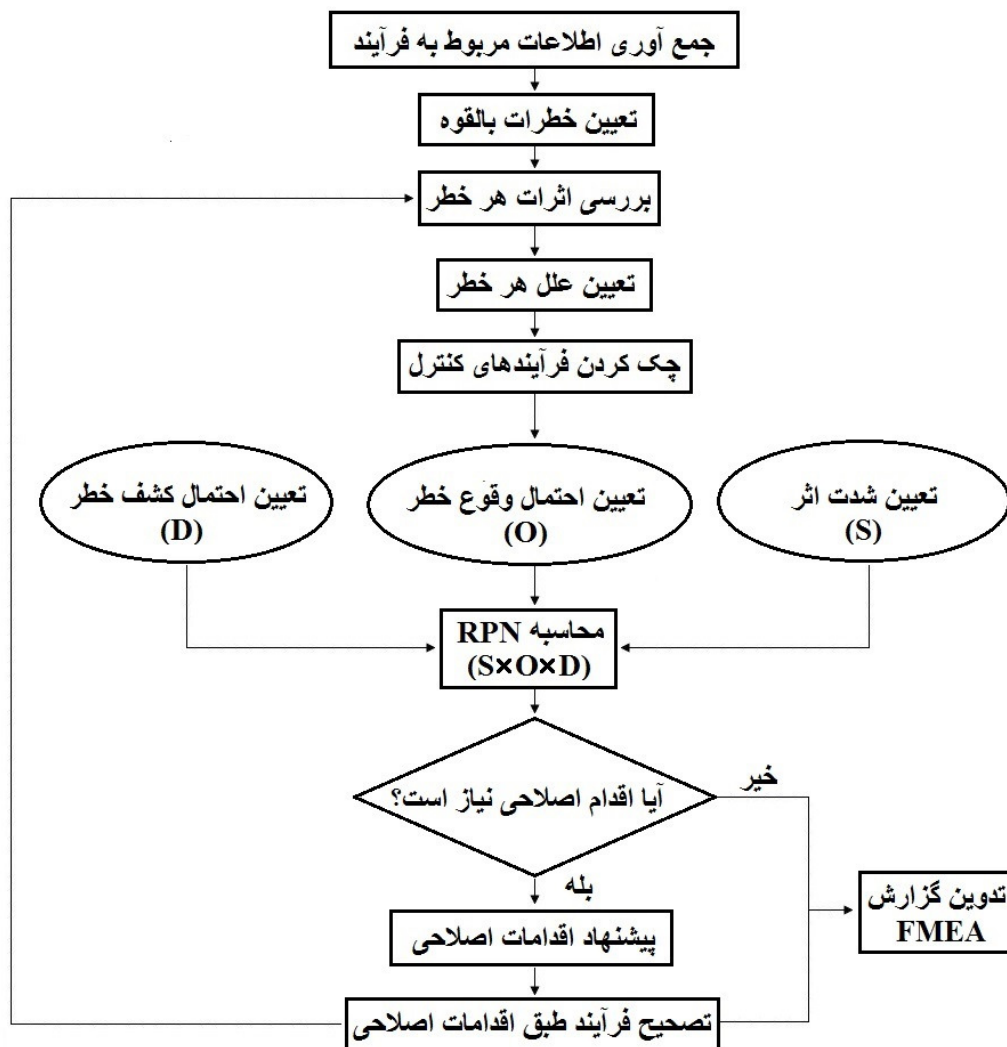
اقدامات باید بطور موثر پیاده شده و این نکته در نظر گرفته شود که این اقدامات باید مورد ارزیابی نیز قرار گیرند. بعنوان مثال حذف یک ماده آتش‌زا از حلالها و جایگزینی یک ماده سمی مخاطرات جدیدی را بدنبال دارد که باید آنها نیز بهمین ترتیب تجزیه و تحلیل شوند.

<sup>7</sup> Risk priority number

۱۴-۲-۲- محاسبه مجدد RPN بعد از انجام اقدامات اصلاحی

در محاسبه عدد PRN باید توجه داشت که تعیین اعداد احتمال وقوع خطر، وخامت اثر و احتمال کشف خطر باید براساس نوع فعالیت سازمان تعیین و تثبیت شود. برای خطراتی که اعداد وخامت و احتمال وقوع بالای ۷ دارند، باید اقدام اصلاحی در نظر گرفته شود (Hyatt, 2003; Anon., 2004; Shahin, 2004; Rakesh *et al.*, 2013; Ebrahemzadieh *et al.*, 2014; Kangavari *et al.*, 2015).

مراحل کلی انجام FMEA بطور خلاصه در شکل ۱ نشان داده شده است. در این مطالعه، به منظور سهولت بررسی و طبقه بندی مخاطرات به تفکیک آزمایشگاه ها، با توجه عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر در آزمایشگاههای پژوهشکده، جداول مورد نظر طراحی گردید. به منظور ارزیابی مخاطرات سه ارزیاب در دو مرحله از هر آزمایشگاه بازدید و جداول مزبور را تکمیل و متعاقبا جداول مربوط به رتبه بندی ریسک آزمایشگاهها (بر مبنای عدد الویت ریسک) را تکمیل نمودند.



شکل ۱: مراحل FMEA

### ۳-۲- تحلیل‌های آماری

به منظور مقایسه آزمایشگاه‌ها از نظر عدد الویت ریسک در دو مقطع زمانی بازدید اول (قبل از اقدامات اصلاحی) و بازدید دوم (پس از انجام اقدامات اصلاحی) از دو آزمون Kruskal-Wallis استفاده شد و با توجه به مشاهده اختلاف معنی دار، در هر مورد آزمون posthoc مربوطه (Mann-Whitney U) به منظور گروه‌بندی آزمایشگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. از سوی دیگر به منظور مشخص نمودن تاثیر اقدامات اصلاحی انجام شده، اعداد الویت ریسک محاسبه شده مربوط به هر آزمایشگاه در طی بازدیدهای اول و دوم با بکارگیری آزمون Mann-Whitney U مقایسه گردید. به منظور گروه بندی آزمایشگاه‌ها از نقطه نظر میزان مخاطرات بالقوه از آنالیز خوشه ای بر مبنای مقیاس اقلیدسی<sup>۸</sup> استفاده شد. کلیه آنالیزهای مزبور با استفاده از نسخه جدید بسته نرم افزاری SPSS (Version 21) انجام شد.

<sup>8</sup> Euclidean distance

۳- نتایج

۳-۱- عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در ارزیابی اولیه

کلیه نتایج مرتبط با وضعیت عوامل بالقوه ایجاد خطر در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در طی بازدید نخست (شهریور ۹۳) در جداول ۴ تا ۱۴ مندرج می باشد.

جدول ۴) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه کروماتوگرافی

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی			✓	
۴	دستورالعمل دفع پسماند			✓	
۵	تفکیک پسماندها			✓	
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			مربوط به UPS
۱۱	خطر حریق		✓		
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		نامناسب
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			به طور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلادو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتاً خوب است
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<p>➡ سیلندر گاز He خالی و پر در کنار یکدیگر در داخل آزمایشگاه قرار دارند که باید به بیرون آن انتقال یابند.</p> <p>➡ لازم است UPS به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.</p>					

**جدول ۵) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی		✓		در مورد روتاری وجود ندارد و در مورد دستگاه آنالیز خودکار نوترینت ها بصورت مناسب نصب نشده است.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			مربوط به UPS
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب کافی با وظایف آزمایشگاه
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی ابزارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در ابزار		✓		نسبتا خوب
۲۹	خطر سقوط اجسام			✓	
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		نسبتا خوب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل		✓		
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<p>➡ سیلندرهای استیلن، آرگون و نیتروژن اکساید در داخل آزمایشگاه (مربوط به جذب اتمی) قرار دارند که باید به بیرون از آزمایشگاه منتقل شوند.</p>					



ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
	وضعیت نامناسب هودها: در مورد روتاری وجود ندارد و در مورد دستگاه آنالیز خود کار نوترینت ها بصورت مناسب نصب نشده است.				
	محل استقرار فرد آزمایش کننده دستگاه آنالیز خود کار نوترینت ها مناسب نیست.				
	لازم است UPS به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.				

جدول ۶) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه آماده سازی نمونه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			نسبتا خوب
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با ساترفیوژ		✓		
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			تقریبا مناسب
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خود کار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب کافی با وظایف آزمایشگاه (بوژه در رابطه با بخارات حلال ها)

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار		✓		
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		شیشه آلات در ارتفاع بالا (بالای کابینت ها) قرار داده شده اند.
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		تقریباً مناسب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو		✓		
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		تقریباً خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<p><b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ تابلوی برق در موجود در کنار هود به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.</li> <li>➔ محل نگهداری نمونه ها فاقد فن و تهویه مناسب می باشد.</li> <li>➔ قفسه های مواد شیمیایی فاقد برجسب است.</li> <li>➔ ضرورت انتقال شیشه آلات از سطوح مرتفع</li> </ul>					

جدول ۷) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه پلانکتون  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			موجب آلودگی صوتی می شود.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			فاقد لوازم مناسب (با توجه به ماهیت کارها)
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			نامناسب
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی ابزارها			✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			تقریباً مناسب
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			نسبتاً خوب
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**

- اهمیت زیاد تهویه مناسب آزمایشگاه: با توجه به استفاده مستمر از فرمالین و محلول لوگل (Lugol's solution) برای تثبیت نمونه ها که حاوی ترکیبات سمی و در مواردی سرطانتزا می باشند. به این منظور می توان از هودهای موضعی و متحرک استفاده نمود.
- با توجه به استفاده مستمر از میکروسکوپ در آزمایشگاه باید اصول ارگونومیک (ergonomic) توصیه شده در دستورالعمل های راهنما مورد توجه ویژه قرار گیرد.
- لازم است برای حل مشکل آلودگی صوتی ناشی از هود در هنگام استفاده چاره اندیشی شود.

**جدول ۸) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه بافت شناسی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با ساترفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطرناک			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی			✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دتکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			نسبتا مناسب
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز و وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتا خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<p>☛ دستگاه برش بافت سخت فاقد حفاظ است. علاوه بر این استفاده از عینک و گوشی حفاظتی مناسب در هنگام کار با این دستگاه الزامی است</p>					

جدول ۹) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه جانور شناسی  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خود کار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS		✓		کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده				بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار		✓		نسبتا خوب
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتاً خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					

جدول ۱۰ عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه بنتوز پژوهش‌کنده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با ساترفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز و سایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b> لازم است نور مناسب موضعی در بالای میکروسکوپ ها تعبیه شود.					

جدول ۱۱) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه ژنتیک  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			در هنگام استفاده آلودگی صوتی ایجاد می کند.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی	✓			
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها	✓			
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		



ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی			✓	
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق			✓	
۱۳	دکتورهای اعلام حریق			✓	
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق			✓	
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق			✓	
۱۶	برگه های MSDS			✓	
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده			✓	
۱۸	جعبه کمک های اولیه			✓	
۱۹	راههای خروج اضطراری			✓	
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب با ماهیت کار
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**

- ➡ لازم است برای حل مشکل آلودگی صوتی ناشی از هود در هنگام استفاده چاره اندیشی شود.
- ➡ با توجه به اینکه در برخی فرآیندهای کاری در این آزمایشگاه از اتیدیوم بروماید (*ethidium bromide*) که ترکیبی سرطانزا و موتاژن می باشد استفاده می گردد لذا باید ملاحظات ایمنی و جوانب احتیاط کامل بر اساس پروتکل های مربوطه مورد توجه قرار گیرد و حتی الامکان محیط کار مجزا و کاملاً ایزوله به این منظور پیش بینی گردد.

جدول ۱۲) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه میکروبیولوژی فرآورده های دریایی  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			قفسه ها فاقد برچسب می باشند.
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS		✓		
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب با ماهیت کار
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			نسبتاً خوب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل		✓		نگهداری سیلندر گاز در داخل آزمایشگاه و غیر استاندارد بودن شلنگ گاز
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتاً خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					

**جدول ۱۳) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه فرآورده های دریایی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			عدم کارایی فن کمد نگهداری مواد شیمیایی پوسیدگی لبه هودها
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای		✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق			✓	
۱۳	دکتورهای اعلام حریق			✓	
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها		✓		
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			برخی شیشه آلات در مکانهای مرتفع مستقر می باشند.
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
➤ ضرورت انتقال شیشه آلات از سطوح مرتفع					

جدول ۱۴) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه کشت جلبک  
پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید اول - شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی	✓			
۴	دستورالعمل دفع پسماند	✓			
۵	تفکیک پسماندها	✓			
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دکتورهای اعلام حریق	✓			
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق	✓			
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق	✓			
۱۶	برگه های MSDS	✓			
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			نامناسب با توجه به ماهیت کار
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو		✓	✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل		✓		
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<p><b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ سیلندر گاز موجود در آزمایشگاه غیر استاندارد می باشد.</li> <li>➤ با توجه به غیر استاندارد بودن محل استقرار شعله ، با امکانات موجود به سهولت می توان شعله را به داخل هود منتقل نمود (با سیلندر و شلنگ استاندارد).</li> </ul>					

اطلاعات مربوط به رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در طی بازدید نخست که توسط سه ارزیاب انجام شده است در جداول ۱۵ الی ۱۷ ارائه شده است.

### جدول ۱۵) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۱ در بازدید نخست (شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ وخامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۳	۶	۱۲۶	متوسط
۲	تجزیه دستگاهی	۱۰	۶	۹	۵۴۰	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۷	۴	۹	۲۵۲	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۵	۶	۱۸۰	زیاد
۵	بافت شناسی	۵	۳	۵	۷۵	متوسط
۶	جانورشناسی	۵	۴	۶	۱۲۰	متوسط
۷	بنتوز	۴	۳	۶	۷۲	متوسط
۸	ژنتیک	۷	۵	۵	۱۷۵	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۷	۵	۹	۳۱۵	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۴	۸	۲۲۴	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۶	۴	۶	۱۴۴	زیاد

جدول ۱۶) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۲ در بازدید نخست (شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ وخامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۴	۶	۱۶۸	زیاد
۲	تجزیه دستگاهی	۹	۶	۹	۴۸۶	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۷	۵	۹	۳۱۵	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۵	۵	۱۵۰	زیاد
۵	بافت شناسی	۵	۴	۵	۱۰۰	متوسط
۶	جانورشناسی	۵	۶	۵	۱۵۰	زیاد
۷	بنتوز	۳	۴	۵	۶۰	کم
۸	ژنتیک	۷	۶	۵	۲۱۰	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۸	۵	۸	۳۲۰	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۵	۷	۲۴۵	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۵	۶	۶	۱۸۰	زیاد

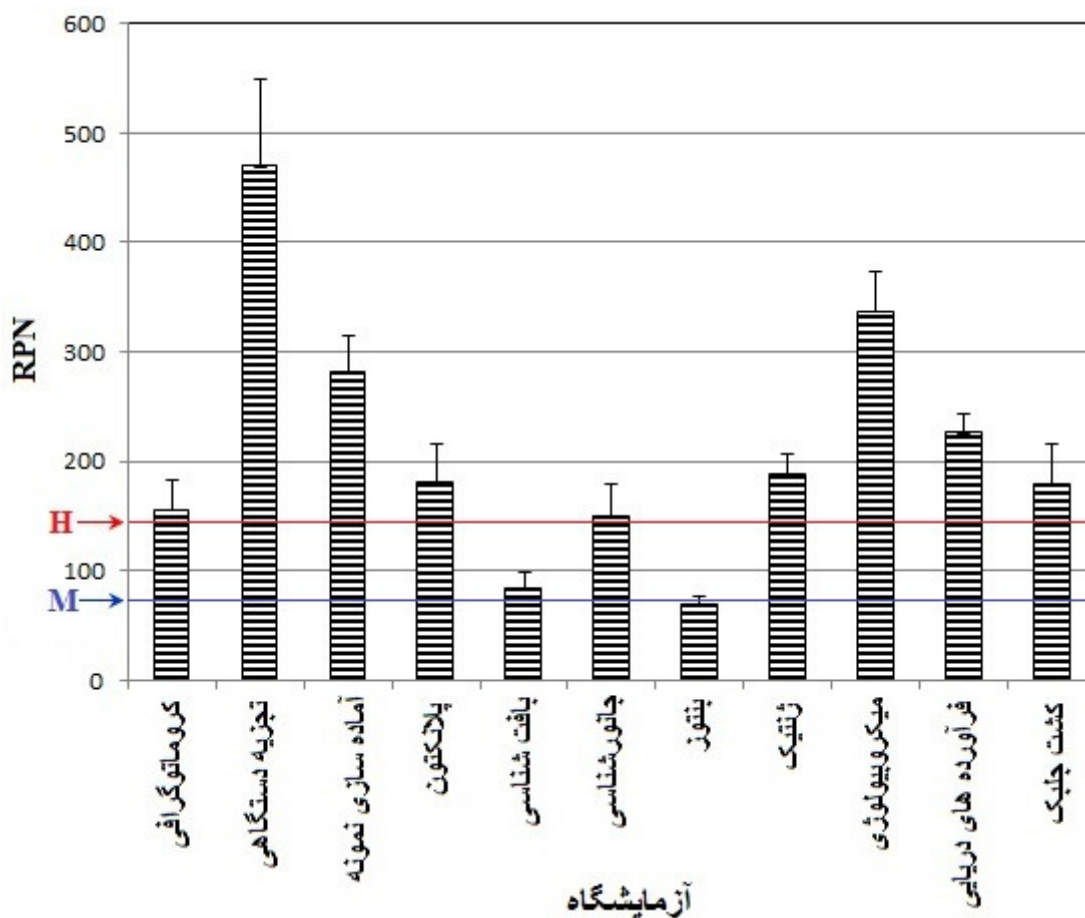
جدول ۱۷) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۳ در بازدید نخست (شهریور ۱۳۹۳).

ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ وخامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۵	۵	۱۷۵	زیاد
۲	تجزیه دستگاهی	۸	۶	۸	۳۸۴	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۷	۵	۸	۲۸۰	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۶	۶	۲۱۶	زیاد
۵	بافت شناسی	۴	۵	۴	۸۰	متوسط
۶	جانورشناسی	۶	۵	۶	۱۸۰	زیاد
۷	بنتوز	۵	۳	۵	۷۵	متوسط
۸	ژنتیک	۶	۵	۶	۱۸۰	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۷	۶	۹	۳۷۸	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۵	۶	۲۱۰	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۶	۶	۶	۲۱۶	زیاد

آمار توصیفی مربوط به عدد اولویت ریسک در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۳ در جدول شماره یک ضمیمه مندرج می باشد و در شکل ۲ تغییرات عدد مزبور در آزمایشگاههای

پژوهشکده مشهود است. همانگونه که در شکل فوق مشاهده می گردد به ترتیب بیشترین و کمترین عدد اولویت ریسک مربوط به آزمایشگاههای تجزیه دستگاهی و بنتوز می باشد.



شکل ۲) عدد اولویت ریسک (میانگین و انحراف معیار) در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۳ (پس از انجام اقدامات اصلاحی).  
M: مرز سطح ریسک پایین و متوسط ، H: مرز سطح ریسک متوسط و بالا.

نتایج آزمون Kruskal-Wallis مربوط به بازدید نخست در جدول ۱۸ مشاهده می گردد. با توجه به نتایج این جدول، به منظور سهولت تشخیص اختلاف معنی دار بین آزمایشگاهها، می توان به خطوط زیر نام آزمایشگاهها که ذیلا مشخص شده است، توجه نمود. همانگونه که مشاهده می گردد بین آزمایشگاههای بنتوز و بافت شناسی اختلاف معنی داری وجود ندارد. همچنین با توجه به نتایج این آزمون آزمایشگاههای جانورشناسی و کروماتوگرافی در یک گروه و آزمایشگاههای کشت جلبک، پلانکتون و ژنتیک در گروهی دیگر قرار می گیرند.



بنتوز	بافت شناسی	جائور شناسی	کروماتوگرافی	کشت جلبک	پلاکتون	زئیتیک	فرآورده های دریایی	آماده سازی نمونه	میکروبیولوژی	تجزیه دستگاهی
-------	------------	-------------	--------------	----------	---------	--------	--------------------	------------------	--------------	---------------

جدول ۱۸) نتایج یک آزمون Kruskal-Wallis به منظور بررسی این فرض صفر که هیچ اختلاف معنی‌داری میان آزمایشگاه‌های پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان از دیدگاه عدد اولویت ریسک (RPN) در بازدید اول (شهریور ۱۳۹۳) وجود ندارد. مقادیر میانگین و انحراف معیار (درون پرانتزها) نیز ارائه گردیده است. آزمایشگاه‌هایی که باحروف لاتین مشابه مشخص گردیده‌اند، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (بر مبنای آزمون Mann-Whitney U،  $p \leq 0.05$ ).

نام آزمایشگاه											H	P-value
کروماتوگرافی	تجزیه دستگاهی	آماده سازی نمونه	پلاکتون	بافت شناسی	جائور شناسی	بنتوز	زئیتیک	میکروبیولوژی	فرآورده های دریایی	کشت جلبک		
b	f	de	bc	a	b	a	bc	e	d	bc	۲۰.۳۶۲	≤۰.۰۰۱
۱۵۶.۳۳	۴۷۰.۰۰	۲۸۲.۳۳	۱۸۲.۰۰	۸۵.۰۰	۱۵۰.۰۰	۶۹.۰۰	۱۸۸.۳۳	۳۳۷.۶۷	۲۲۶.۳۳	۱۸۰.۰۰		
(۲۶۵۰)	(۷۹.۲۲)	(۳۱.۵۶)	(۳۳.۰۴)	(۱۳.۲۳)	(۳۰.۰۰)	(۷.۹۴)	(۱۸.۹۳)	(۳۵.۰۲)	(۱۷.۶۲)	(۳۶.۰۰)		

### ۲-۳- عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در ارزیابی ثانویه

کلیه نتایج مرتبط با وضعیت عوامل بالقوه ایجاد خطر در آزمایشگاه‌های پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در طی بازدید دوم (شهریور ۹۴) پس از انجام برخی اقدامات اصلاحی در جداول ۱۹ تا ۲۹ ارائه گردیده است.

#### جدول ۱۹) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه کروماتوگرافی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓		
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان	✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓	
۴	دستورالعمل دفع پسماند	✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓	
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓		
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ		✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			مربوط به UPS
۱۱	خطر حریق		✓		
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دکتورهای اعلام حریق	✓			
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق	✓			
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق	✓			
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			نامناسب
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها	✓			
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	✓			
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتا خوب است
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**

- سیلندر گاز He خالی و پر در کنار یکدیگر در داخل آزمایشگاه قرار دارند که باید به بیرون آن انتقال یابند.
- لازم است UPS به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.

جدول ۲۰) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی		✓		در مورد روتاری وجود ندارد و در مورد دستگاه آنالیز خودکار نوترینت‌ها بصورت مناسب نصب نشده است.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			مربوط به UPS
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب کافی با وظایف آزمایشگاه
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			نسبتا خوب
۲۹	خطر سقوط اجسام			✓	
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			نسبتا خوب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	✓			
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<p>➔ سیلندرهای استیلن، آرگون و نیتروژن اکساید در داخل آزمایشگاه (مربوط به جذب اتمی) قرار دارند که باید به بیرون از آزمایشگاه منتقل شوند.</p> <p>➔ وضعیت نامناسب هودها: در مورد روتاری وجود ندارد و در مورد دستگاه آنالیز خودکار نوترینت ها بصورت مناسب نصب نشده است.</p> <p>➔ محل استقرار فرد آزمایش کننده دستگاه آنالیز خودکار نوترینت ها مناسب نیست.</p> <p>➔ لازم است UPS به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.</p>					

**جدول (۲۱) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه آماده سازی نمونه  
پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			نسبتا خوب
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با ساتریفیوژ		✓		
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			تقریبا مناسب

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			
۱۱	خطر حریق		✓		
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دتکتورهای اعلام حریق	✓			
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق	✓			
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق	✓			
۱۶	برگه های MSDS		✓		کامل
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		عدم تناسب کافی با وظایف آزمایشگاه (بوژه در رابطه با بخارات حلال ها)
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها	✓			
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		شیشه آلات در ارتفاع بالا (بالای کابینت ها) قرار داده شده اند. جابجایی صورت پذیرفته است.
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		تقریبا مناسب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو		✓		
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			تقریباً خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ تابلوی برق در موجود در کنار هود به بیرون آزمایشگاه منتقل شود.</li> <li>➔ محل نگهداری نمونه ها فاقد فن و تهویه مناسب می باشد.</li> <li>➔ قفسه های مواد شیمیایی فاقد برجسب است.</li> <li>➔ ضرورت انتقال شیشه آلات از سطوح مرتفع</li> </ul>					

### جدول (۲۲) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه پلانکتون

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			موجب آلودگی صوتی می شود.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ		✓		
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطرناک			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			فایده لوازم مناسب (با توجه به ماهیت کارها)
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			نامناسب
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			تقریباً مناسب
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			نسبتاً خوب
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			
<p><b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b></p> <p>➤ اهمیت زیاد تهویه مناسب آزمایشگاه: با توجه به استفاده مستمر از فرمالین و محلول لوگل (Lugol's solution) برای تثبیت نمونه ها که حاوی ترکیبات سمی و در مواردی سرطانزا می باشند. به این منظور می توان از هودهای موضعی و متحرک استفاده نمود.</p> <p>➤ با توجه به استفاده مستمر از میکروسکوپ در آزمایشگاه باید اصول ارگونومیک (ergonomic) توصیه شده در دستورالعمل های راهنما مورد توجه ویژه قرار گیرد.</p> <p>➤ لازم است برای حل مشکل آلودگی صوتی ناشی از هود در هنگام استفاده چاره اندیشی شود.</p>					

جدول ۲۳) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه بافت شناسی  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی			✓	
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			نسبتا مناسب
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		



ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتاً خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**  
 دستگاہ برش بافت سخت فاقد حفاظ است. علاوه بر این استفاده از عینک و گوشی حفاظتی مناسب در هنگام کار با این دستگاہ الزامی است

**جدول ۲۴) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه جانورشناسی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS	✓			کامل
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده				بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			نسبتا خوب
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتا خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**

جدول ۲۵) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه بنتوز  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طبقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه			✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			
۱۱	خطر حریق		✓		
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق	✓			
۱۳	دتکتورهای اعلام حریق	✓			
۱۴	سیستم های خود کار اطفاء حریق	✓			
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق	✓			
۱۶	برگه های MSDS		✓		کامل نیست
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		بطور کامل و منظم انجام نمی شود.
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها	✓			
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	✓			
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی		✓		
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
➔ لازم است نور مناسب موضعی در بالای میکروسکوپ ها تعبیه شود.					

جدول ۲۶) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه ژنتیک  
 پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			هنگام استفاده آلودگی صوتی ایجاد می کند.
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی	✓			
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها	✓			
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی			✓	
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق			✓	
۱۳	دتکتورهای اعلام حریق			✓	
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق			✓	
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق			✓	
۱۶	برگه های MSDS			✓	
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده			✓	
۱۸	جعبه کمک های اولیه			✓	
۱۹	راههای خروج اضطراری			✓	
۲۰	وسایل حفاظت فردی	✓			عدم تناسب با ماهیت کار
۲۱	دوش اضطراری		✓		
۲۲	دستگاه چشم شوی		✓		
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها			✓	
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۹	خطر سقوط اجسام		✓		
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		

**توصیه ها و نکات قابل توجه:**

- لازم است برای حل مشکل آلودگی صوتی ناشی از هود در هنگام استفاده چاره اندیشی شود.
- با توجه به اینکه در برخی فرآیندهای کاری در این آزمایشگاه از اتیدیوم بروماید (*ethidium bromide*) که ترکیبی سرطانزا و موتاژن می باشد استفاده می گردد لذا باید ملاحظات ایمنی و جوانب احتیاط کامل بر اساس پروتکل های مربوطه مورد توجه قرار گیرد و حتی الامکان محیط کار مجزا و کاملاً ایزوله به این منظور پیش بینی گردد.

**جدول (۲۷) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه میکروبیولوژی فرآورده های دریایی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضدعفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خود کار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۶	برگه های MSDS	✓			
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓	عدم تناسب با ماهیت کار	
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها	✓			
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار	✓			
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی	✓			نسبتا خوب
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	✓			نگهداری سیلندر گاز در داخل آزمایشگاه و غیر استاندارد بودن شلنگ گاز
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			نسبتا خوب
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					

جدول ۲۸) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه فرآورده های دریایی پژوهشگاه اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			عدم کارایی فن کمده نگهداری مواد شیمیایی پوسیدگی لبه هودها
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی		✓		
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه		✓		
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی		✓		
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق			✓	
۱۳	دکتورهای اعلام حریق			✓	
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		
۱۶	برگه های MSDS		✓		
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		✓		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		✓		
۱۹	راههای خروج اضطراری		✓		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		✓		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		✓		
۲۵	تهویه عمومی		✓		
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده		✓		

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها		✓		
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار			✓	
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			برخی شیشه آلات در مکانهای مرتفع مستقر می باشند.
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	✓			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتو کلاو			✓	
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل			✓	
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل		✓		
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
➔ ضرورت انتقال شیشه آلات از سطوح مرتفع					

**جدول (۲۹) عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه کشت جلبک  
پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان (بازدید دوم - شهریور ۱۳۹۴).**

ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱	هود ایمنی	✓			
۲	دستورالعمل حفاظت و ایمنی کارکنان		✓		
۳	دستورالعمل نحوه سترون سازی و ضد عفونی	✓			
۴	دستورالعمل دفع پسماند		✓		
۵	تفکیک پسماندها		✓		
۶	دستورالعمل طریقه شستشوی لوازم شیشه ای	✓			
۷	دستورالعمل ایمنی کار با سانتریفیوژ			✓	
۸	نگهداری مناسب مواد خطرناک در آزمایشگاه	✓			
۹	ایمنی مطلوب ابزارهای خطر ساز			✓	
۱۰	تشعشعات الکترومغناطیسی	✓			
۱۱	خطر حریق	✓			
۱۲	سیلندرهای اطفاء حریق		✓		
۱۳	دکتورهای اعلام حریق		✓		
۱۴	سیستم های خودکار اطفاء حریق		✓		
۱۵	افراد آموزش دیده در زمینه حریق		✓		



ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۱۶	برگه های MSDS	✓			
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	✓			
۱۸	جعبه کمک های اولیه	✓			
۱۹	راههای خروج اضطراری	✓			
۲۰	وسایل حفاظت فردی		✓		نامناسب با توجه به ماهیت کار
۲۱	دوش اضطراری	✓			
۲۲	دستگاه چشم شوی	✓			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	✓			
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز	✓			
۲۵	تهویه عمومی	✓			
۲۶	کالیبراسیون تجهیزات مورد استفاده	✓			
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی انبارها	✓			
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در انبار		✓		
۲۹	خطر سقوط اجسام	✓			
۳۰	وضعیت مناسب نظافت عمومی		✓		
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه		✓		
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	✓			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	✓			
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	✓			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	✓			
<b>توصیه ها و نکات قابل توجه:</b>					
<p>➤ سیلندر گاز موجود در آزمایشگاه غیر استاندارد می باشد.</p> <p>➤ با توجه به غیر استاندارد بودن محل استقرار شعله ، با امکانات موجود به سهولت می توان شعله را به داخل هود منتقل نمود (با سیلندر و شلنگ استاندارد).</p>					

اطلاعات مربوط به رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در طی بازدید نخست که توسط سه ارزیاب انجام شده است در جداول ۳۰ الی ۳۲ ارائه شده است.

جدول ۳۰) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۱ در بازدید دوم (شهریور ۱۳۹۴).

ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ وخامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۳	۵	۱۰۵	متوسط
۲	تجزیه دستگاهی	۱۰	۶	۹	۵۴۰	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۷	۴	۸	۲۲۴	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۵	۶	۱۸۰	زیاد
۵	بافت شناسی	۵	۳	۵	۷۵	متوسط
۶	جانورشناسی	۵	۴	۵	۱۰۰	متوسط
۷	بنتوز	۴	۳	۵	۶۰	کم
۸	ژنتیک	۶	۵	۵	۱۵۰	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۷	۵	۸	۲۸۰	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۴	۸	۲۲۴	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۶	۳	۶	۱۰۸	متوسط

جدول ۳۱) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۲ در بازدید دوم (شهریور ۱۳۹۴).

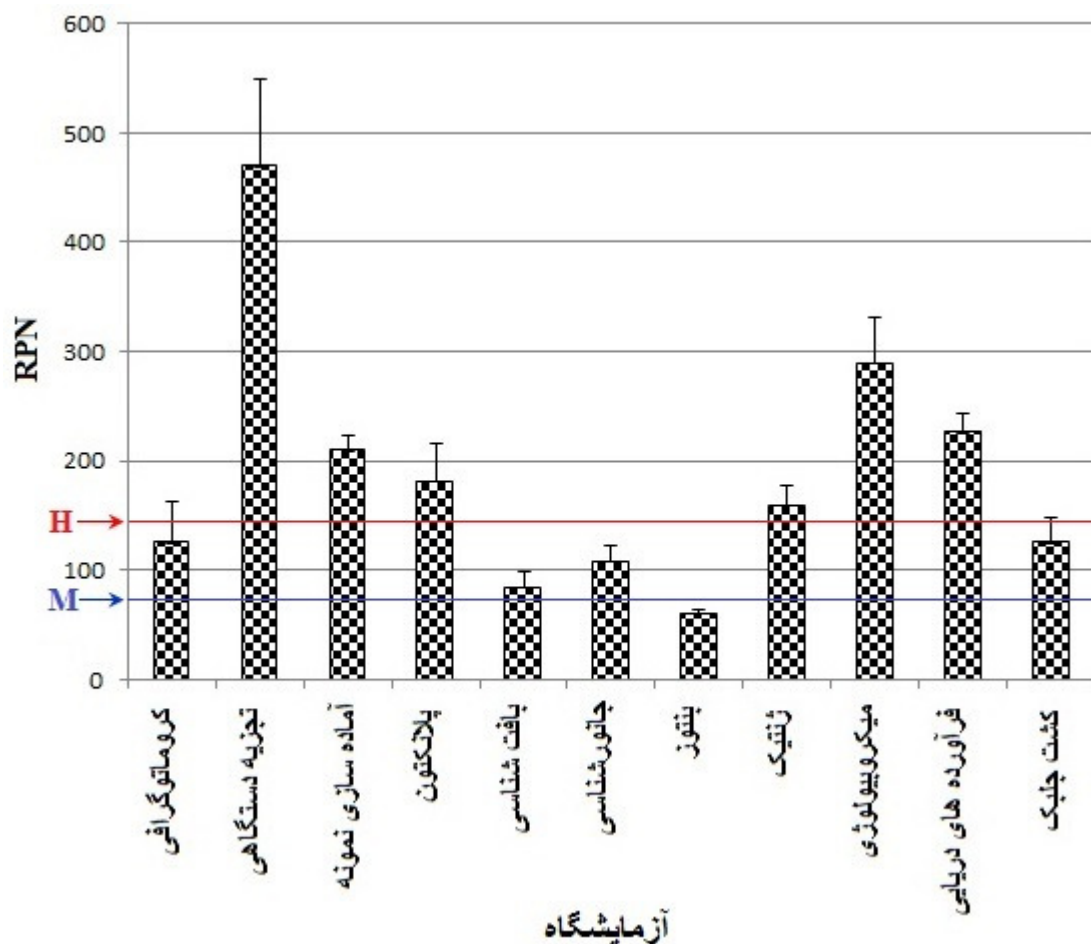
ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ وخامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۳	۵	۱۰۵	متوسط
۲	تجزیه دستگاهی	۹	۶	۹	۴۸۶	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۷	۴	۷	۱۹۶	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۵	۵	۱۵۰	زیاد
۵	بافت شناسی	۵	۴	۵	۱۰۰	متوسط
۶	جانورشناسی	۴	۵	۵	۱۰۰	متوسط
۷	بنتوز	۴	۵	۳	۶۰	کم
۸	ژنتیک	۵	۶	۵	۱۵۰	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۶	۷	۸	۳۳۶	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۵	۷	۲۴۵	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۵	۴	۶	۱۲۰	زیاد

جدول (۳۲) رتبه بندی ریسک آزمایشگاههای

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان توسط ارزیاب شماره ۳ در بازدید دوم (شهریور ۱۳۹۴).

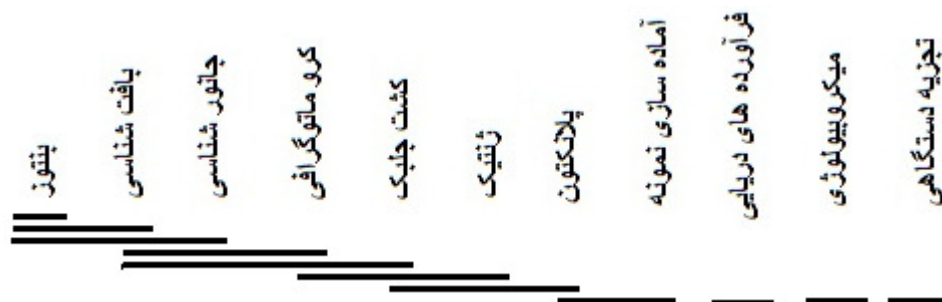
ردیف	نام آزمایشگاه	نرخ و خامت	احتمال وقوع خطر	احتمال کشف خطر	عدد ریسک (RPN)	سطح ریسک
۱	کروماتوگرافی	۷	۴	۶	۱۶۸	زیاد
۲	تجزیه دستگاهی	۸	۶	۸	۳۸۴	زیاد
۳	آماده سازی نمونه	۶	۵	۷	۲۱۰	زیاد
۴	پلانکتون	۶	۶	۶	۲۱۶	زیاد
۵	بافت شناسی	۴	۵	۴	۸۰	متوسط
۶	جانورشناسی	۵	۵	۵	۱۲۵	متوسط
۷	بنتوز	۴	۴	۴	۶۴	کم
۸	ژنتیک	۶	۶	۵	۱۸۰	زیاد
۹	میکروبیولوژی	۶	۶	۷	۲۵۲	زیاد
۱۰	فرآورده های دریایی	۷	۵	۶	۲۱۰	زیاد
۱۱	کشت جلبک	۵	۵	۶	۱۵۰	زیاد

آمار توصیفی مربوط به عدد اولویت ریسک در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۴ در جدول شماره ۲ ضمیمه مندرج می باشد و در شکل ۳ تغییرات عدد مزبور در آزمایشگاههای پژوهشکده مشهود است. همانگونه که در شکل فوق مشاهده می گردد همانند بازدید نخست، به ترتیب بیشترین و کمترین عدد اولویت ریسک مربوط به آزمایشگاههای تجزیه دستگاهی و بنتوز می باشد.



شکل ۳) عدد اولویت ریسک (میانگین و انحراف معیار) در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۴ (پس از انجام اقدامات اصلاحی).  
 M: مرز سطح ریسک پایین و متوسط ، H: مرز سطح ریسک متوسط و بالا.

نتایج آزمون Kruskal-Wallis مربوط به بازدید دوم در جدول ۳۳ مشاهده می گردد. با توجه به نتایج این جدول، به منظور سهولت تشخیص اختلاف معنی دار بین آزمایشگاهها، می توان به خطوط زیر نام آزمایشگاهها که ذیلا مشخص شده است، توجه نمود. همانگونه که مشاهده می گردد بین آزمایشگاههای تجزیه دستگاهی، میکروبیولوژی و فرآورده های دریایی با سایر آزمایشگاهها اختلاف معنی داری وجود دارد ( $p \leq 0.001$ ).



جدول ۳۳) نتایج یک آزمون Kruskal-Wallis به منظور بررسی این فرض صفر که هیچ اختلاف معنی داری میان آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان از دیدگاه عدد اولویت ریسک (RPN) در بازدید دوم (شهریور ۱۳۹۴) وجود ندارد. مقادیر میانگین و انحراف معیار (درون پرانتزها) نیز ارائه گردیده است. آزمایشگاههایی که باحروف لاتین مشابه مشخص گردیده‌اند، فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند (بر مبنای آزمون  $p \leq 0.05$ , Mann-Whitney U).

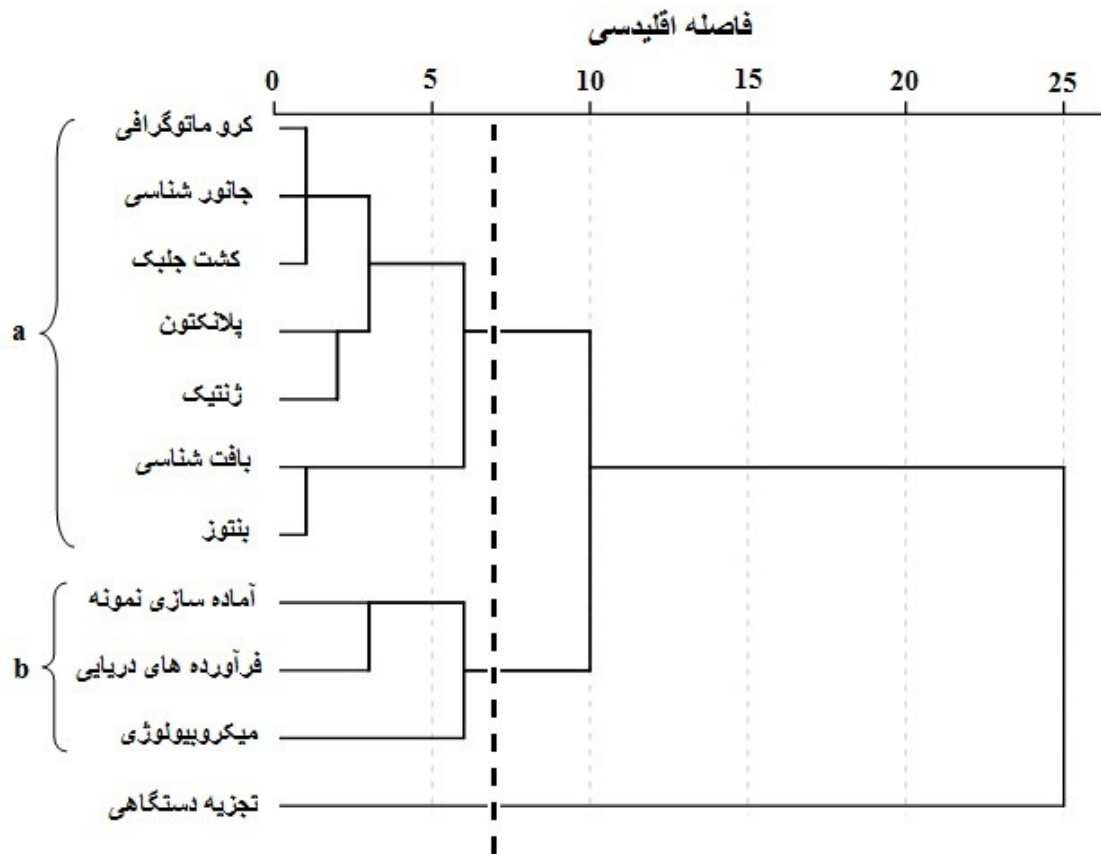
نام آزمایشگاه											H	P-value
کروماتوگرافی	تجزیه دستگاهی	آماده سازی نمونه	پلانکتون	بافت شناسی	جانورشناسی	ببتوز	ژنتیک	میکروبیولوژی	فرآورده های دریایی	کشت جلبک		
bcd	h	ef	def	ab	abc	a	cde	g	f	bcd	۳۰.۲۶۹	$\leq 0.001$
۱۲۶.۰۰ (۳۶.۳۷)	۴۷۰.۰۰ (۷۹.۲۲)	۲۱۰.۰۰ (۱۴.۰۰)	۱۸۲.۰۰ (۳۳.۰۴)	۸۵.۰۰ (۱۳.۲۳)	۱۰۸.۳۳ (۱۴.۴۳)	۶۱.۳۳ (۲.۳۱)	۱۶۰.۰۰ (۱۷.۳۲)	۲۸۹.۳۳ (۴۲.۷۷)	۲۲۶.۳۳ (۱۷.۶۲)	۱۲۶.۰۰ (۲۱.۶۳)		

با توجه به جدول ۳۴، می‌توان چنین استنتاج نمود که صرفاً در مورد آزمایشگاه آماده سازی نمونه اختلاف معنی داری بین شرایط بعد و قبل از انجام برخی اصلاحات مشاهده می‌گردد.

جدول ۳۴) نتایج ۱۱ آزمون Mann-Whitney U به منظور بررسی این فرض صفر که اختلاف معنی داری میان اعداد الویت ریسک در هر یک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس در دو مقطع زمانی قبل (۱۳۹۳) و بعد از اصلاحات (۱۳۹۴) وجود ندارد ( $p \leq 0.05$ ).

	نام آزمایشگاه										
	کروماتوگرافی	تجزیه دستگاهی	آماده سازی نمونه	پلانکتون	بافت شناسی	جانورشناسی	ببتوز	ژنتیک	میکروبیولوژی	فرآورده های دریایی	کشت جلبک
U	۱.۵۰۰	۴.۵۰۰	۰.۰۰۰۰	۴.۵۰۰	۴.۵۰۰	۱.۰۰۰	۲.۰۰۰	۱.۵۰۰	۲.۰۰۰	۴.۵۰۰	۱.۰۰۰
P-value	۰.۱۷۸	۱.۰۰۰	۰.۰۵۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۰.۱۲۱	۰.۲۴۶	۰.۱۷۸	۰.۲۷۵	۱.۰۰۰	۰.۱۲۷

نتایج مربوط به گروه بندی آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان از نظر میزان مخاطرات بالقوه با استفاده از آنالیز خوشه ای در شکل ۴ ارائه گردیده است. با در نظر گرفتن این شکل مشخص می‌گردد که چنانچه یک خط عمود فرضی در فاصله تقریبی ۷ در نظر گرفته شود، آزمایشگاههای کروماتوگرافی، جانورشناسی، کشت جلبک، پلانکتون، ژنتیک، بافت شناسی و بتوز در یک گروه (گروه a)، آزمایشگاههای آماده سازی نمونه، فرآورده های دریایی و میکروبیولوژی در گروه دوم (گروه b) و آزمایشگاه تجزیه دستگاهی بصورت مجزا قرار می‌گیرد.



شکل ۴) دندروگرام آنالیز خوشه ای برای گروه بندی آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان از دیدگاه میزان مخاطرات بالقوه (اعداد الویت ریسک).

#### ۴- بحث

##### ۴-۱- مخاطرات مهم موجود در آزمایشگاههای پژوهشکده

با توجه به جداول ۴ تا ۱۴ و همچنین ۱۹ تا ۲۹، می توان استنتاج نمود که به برخی عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاههای پژوهشکده توجه کافی نشده است که از این میان بطور کلی موارد ذیل قابل ذکر می باشند:

##### ۴-۱-۱- تهویه عمومی

اصولا تهویه محل کار در هر حالت باید طوری باشد که کارکنان آزمایشگاه همیشه هوای سالم تنفس نمایند و همواره آلاینده های شیمیایی به طور مؤثر به خارج از محیط هدایت شوند. آزمایشگاه و انبار باید مجهز به تجهیزات تهویه عمومی و در صورت لزوم تهویه موضعی ضد جرقه باشد. یک سیستم تهویه آزمایشگاهی از نظر SEFA<sup>۹</sup> شامل سیستم دمش هوا، سیستم مکش هوا (مکش هوای اتاق و هود آزمایشگاهی)، هود آزمایشگاهی و سایر وسایل تهویه موضعی می باشد (WHO, 2004؛ پورنگ، و بنی اعمام، ۱۳۸۹).

##### ۴-۱-۲- ایجاد حریق

در هر آزمایشگاه باید لوازم اعلام و اطفاء حریق سیار و ثابت متناسب با نوع کار نصب گردد. در هر محیط آزمایشگاهی باید امکانات و تجهیزات جهت اطفای آتش سوزی های احتمالی در نظر گرفته شود تا هنگام آتش سوزی بتوان از این تجهیزات استفاده کرد. تمام افراد آزمایشگاه باید در زمینه مقابله با آتش سوزی آموزش داده شوند. این آموزش باید شامل آگاهی از خطر، روش های ویژه برای نگهداری و ذخیره سازی مایعات آتشگیر و شرح مختصری درباره سیستم زنگ خطر و برنامه ریزی تخلیه اضطراری باشد. علاوه بر این ، باید نحوه بکارگیری کپسول های آتش نشانی نیز در آموزش مد نظر قرار گیرد. انتخاب نوع کپسول آتش نشان جهت اطفاء باید براساس نوع آتش سوزی صورت گیرد (NFPA, 2009؛ پورنگ، و بنی اعمام، ۱۳۸۹).

##### ۴-۱-۳- راههای خروج اضطراری

آزمایشگاه باید مجهز به تعداد کافی راهروهای نجات و خروجی باشد. در کنار راهروهای نجات (خروجی های اضطراری) ممکن است اطاق هایی را تعبیه کرد که به طور مستقل از ایمنی برخوردار باشند تا هنگام خطر بتوان از طریق آنها نجات یافت. در ضمن نصب یک نقشه در آزمایشگاه که در آن محل خروجی های اضطراری مشخص شده باشد، الزامی است (Furr, 2000؛ علیزاده عظیمی و همکاران ، ۱۳۸۶).

<sup>۹</sup>. The Scientific Equipment and Furniture Association

**۴-۱-۴- تفکیک پسماندها**

در آزمایشگاهها با توجه به ماهیت کار آنها انواع پسماندهای عادی، عفونی، شیمیایی، تیز و برنده و .... وجود دارد. به منظور حفظ سلامت پرسنل آزمایشگاه (و همچنین محیط زیست دریافت کننده پسماندها) مدیریت صحیح و علمی آنها الزامی می باشد. یک برنامه مدیریت صحیح پسماندهای آزمایشگاهی شامل مراحل تفکیک (جداسازی)، آلودگی زدایی، ذخیره (انباشت)، حمل و نقل و دفع می باشد. قبل از دفع، لازم است با بکارگیری شیوه های مختلف، مواد شیمیائی فعال و خطرناک را بی اثر کرد. نمونه های بیولوژیک و ظروف پلاستیکی آلوده را در می توان در اتوکلاو استریل نمود و پس از این امر، تمام نمونه ها و ظروف را در چرخه عمومی زباله قرار داد. حلالهای آلی را می توان به طور مجزا در انبارهای خنک حفظ کرد و کم کم از آنها استفاده نمود و پسماندهای محدود آنها را در ظروف مقاومی انباشته نمود. دفع پسماندهای مواد شیمیائی خورنده باید بر اساس دستورالعمل های مربوطه انجام شود (پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱).

**۴-۱-۵- وسایل حفاظت فردی**

وسایل حفاظت فردی شامل وسایل حفاظت تنفسی، لباس ها و کفش های حفاظتی، وسایل مربوط به حفاظت صورت، چشم ها و دست ها و وسایل مربوط به پیشگیری از تجمع الکتریسته ساکن می باشد. وسایل حفاظت فردی باید در برابر مخاطرات مربوط به آن دسته از مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه که کارکنان در معرض آنها می باشد، حفاظت لازم را تأمین کنند و با توجه به نوع کار در تمام مدتی که لازم است از این وسایل استفاده شود، فرد را حفاظت نمایند. هنگامی که لازم است کارکنان از وسایل حفاظت فردی استفاده کنند باید به طور کامل در مورد کاربرد آنها آموزش ببینند (دلخوش، ۱۳۸۴؛ پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱).

**۴-۱-۶- دوش اضطراری و چشم شوی**

دوش های اضطراری باید در صورت امکان دارای آب آشامیدنی باشند و بهتر است در محل خروجی آزمایشگاه نصب شوند. طراحی دوش ها باید طوری باشد که بتوان تمام نقاط بدن را با مقدار زیادی آب شستشو داد. حداقل ۳۰ لیتر برای شستن تمامی نقاط بدن لازم است. علاوه بر این آزمایشگاه ها باید مجهز به سکوهایی باشند که متصل به منابع آب آشامیدنی باشند و ممکن است نزدیک دوش ها یا ظرفشویی آزمایشگاه باشند و باید طوری تعبیه شوند که بتوان هر دو چشم را فوری با مقدار آب زیاد و کافی شستشو داد (Furr, 2000؛ عزیزاده عظیمی و همکاران، ۱۳۸۶).



#### ۷-۱-۴- پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده

علائم ایمنی از کم هزینه ترین و ساده ترین روش های کنترل و پیشگیری از خطرات هستند. اصولاً با نصب علائم ایمنی در مکان های مناسب در محیط آزمایشگاهها، می توان روند معرفی خطرات به کارکنان را تسریع بخشید. علائم ایمنی به عملکرد مناسب در برابر خطرات کمک می کند. استانداردهای متعددی جهت تولید علائم ایمنی در دنیا وجود دارد که هر کدام از آنها، مزایا و معایب خاص خود را دارند. به عنوان مثال استاندارد ANSI Z535 در امریکا جهت تولید علائم ایمنی به کار می رود. در بریتانیا از استاندارد BS 5499 و در بسیاری از کشورها در اروپا و آسیا از استاندارد ISO 3864 استفاده می شود (پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱؛ Zamanian et al., 2013).

#### ۸-۱-۴- وضعیت مناسب انبارها و چیدمان مواد شیمیایی

بسیاری از انواع مواد شیمیایی در زمره مواد شیمیایی خطرناک طبقه بندی می شوند. لذا در اختیار داشتن اطلاعاتی در مورد ماهیت، غلظت و مقدار آنها حائز اهمیت است. این اطلاعات حاوی نحوه واکنش یک ماده با سایر مواد یا پایداری و ناسازگاری آن با مواد دیگر می باشد. کلیه کارکنان آزمایشگاه باید در مورد مواد شیمیایی، خطرات آنها و روش های حفاظتی مربوطه آموزش های کافی دیده باشند. شایان ذکر است که در رابطه با شیوه نگهداری انواع مختلف مواد شیمیایی (خورنده<sup>۱۰</sup>، قابل اشتعال<sup>۱۱</sup>، اکسید کننده<sup>۱۲</sup>، منفجره و ...) دستورالعمل های استانداردی وجود دارد که در صورت عدم توجه کافی به آنها، بروز حوادث ناخوشایند مالی و جانی محتمل می باشد.

در مورد ساختمان و چیدمان در انبارهای آزمایشگاهها توجه به نکات متعددی ضروری می باشد به عنوان مثال: ساختمان و طبقات نگهدارنده در انبارهای مواد شیمیایی باید از مصالح نسوز و مقاوم ساخته شوند و انبار جداگانه ای به مواد شیمیایی قابل اشتعال و انفجار اختصاص یابد. آزمایشگاه و انبار باید مجهز به تجهیزات تهویه عمومی و در صورت لزوم تهویه موضعی ضد جرقه باشد. کف انبار بایست صاف و بالاتر از سطح زمین اطراف آن بوده و لغزنده نباشد. برای پیشگیری از برخی حوادث باید مواد را با توجه به درجه اشتعال پذیری، واکنش پذیری و برخی خصوصیات فیزیکی مربوط به آن، در دمای مناسبی نگهداری و مصرف نمود (پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱؛ ACGIH, 2008).

<sup>10</sup> corrosive

<sup>11</sup> flammable

<sup>12</sup> oxidizer

## ۲-۴- ضرورت انجام اقدامات اصلاحی

با توجه به شکل ۲ (و جدول ۱ ضمیمه) و همچنین معیارهای مندرج در بخش ۲-۲-۱۰، سطح ریسک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در تمامی موارد بجز آزمایشگاه بنتوز، در حد نیمه بحرانی و بحرانی قابل ارزیابی می باشد و لذا اجرای اقدامات اصلاحی موثر در راستای کاهش محسوس احتمال وقوع مخاطرات در مورد آنها الزامی می باشد.

از دیدگاه تفاوت در هزینه مورد نیاز برای انجام اقدامات اصلاحی، می توان آنها را در قالب سه گروه کلی زیر تبیین نمود:

الف) اقدامات اصلاحی پر هزینه: این اقدامات را می توان به دو گروه طبقه بندی نمود: الف-۱) اقداماتی که انجام آنها مستلزم تغییراتی در ساختار آزمایشگاهها می باشد (مانند احداث راههای خروج اضطراری) الف-۲) اقداماتی که در اجرای آنها نصب برخی ابزار یا تجهیزات گران قیمت ضروری می باشد (مانند نصب سیستم های خودکار تشخیص و اطفاء حریق در تمامی آزمایشگاهها).

ب) اقدامات اصلاحی قابل اجرا با هزینه کم و متوسط: در این خصوص می توان به اقداماتی نظیر نصب سیستم های تهویه عمومی، چشم شوی، دوش اضطراری و .... اشاره نمود.

ج) اقدامات اصلاحی بسیار کم هزینه یا بدون هزینه: در این رابطه می توان اقداماتی مانند تغییر در چیدمان تجهیزات و موادشیمیایی، نصب پوستهای ایمنی و علائم هشدار دهنده را ذکر نمود.

با توجه به شکل ۳ (و همچنین جدول ۲ ضمیمه)، متعاقب انجام برخی اقدامات اصلاحی در آزمایشگاههای پژوهشکده، سطح ریسک در تمامی آزمایشگاهها (بجز آزمایشگاه بنتوز) همچنان در سطح نیمه بحرانی و بحرانی می باشد. به بیانی دیگر اقدامات اصلاحی انجام شده چندان ثمربخش نبوده است.

با توجه به اینکه بر اساس نتایج آزمون های Kruskal-Wallis در هر دو مرحله قبل و بعد از اقدامات اصلاحی (جدول ۱۸ و ۳۳)، اختلاف معنی داری میان آزمایشگاههای پژوهشکده از دیدگاه RPN مشاهده می شود، مراجعه به نتایج آزمون های posthoc در هر دو مرحله، نشانگر آن است که کمترین میزان مخاطرات در آزمایشگاههای بنتوز و بافت شناسی مشاهده می شود و بیشترین مخاطرات در آزمایشگاه تجزیه دستگاهی قابل تشخیص است. از سوی دیگر نتایج مربوط به گروه بندی آزمایشگاهها با استفاده از آنالیز خوشه ای (شکل ۴) نیز تا حدود زیادی به نتایج آزمون های posthoc شباهت دارد.

## ۵- نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی مخاطرات بالقوه در ۱۱ آزمایشگاه پژوهشکده مزبور حاکی از آن است که سطح ریسک در تمامی موارد بجز آزمایشگاه بنتوز، در حد نیمه بحرانی و بحرانی قابل ارزیابی می باشد. برخی از عوامل موثر در ایجاد مخاطرات ساختاری بوده و نیاز به تامین منابع مالی کلان دارد در حال حاضر امکان رفع نارساییها وجود ندارد ولی می توان با بالا بردن سطح آموزش ها، ریسک خطر را کاهش و به حد قابل قبول رساند .

بر اساس نتایج آزمون های Kruskal-Wallis در هر دو مرحله قبل و بعد از اقدامات اصلاحی، اختلاف معنی داری میان آزمایشگاههای پژوهشکده از دیدگاه عدد الویت ریسک مشاهده می شود. نتایج آزمون های posthoc در هر دو مرحله ، نشانگر آن است که کمترین میزان مخاطرات در آزمایشگاههای بنتوز و بافت شناسی مشاهده میشود و بیشترین مخاطرات در آزمایشگاه تجزیه دستگامی قابل تشخیص است. از سوی دیگر نتایج مربوط به گروه بندی آزمایشگاهها با استفاده از آنالیز خوشه ای نیز تا حدود زیادی به نتایج آزمون های posthoc شباهت دارد. با توجه به نتایج آزمون Mann-Whitney U می توان چنین استنتاج نمود که صرفا در مورد آزمایشگاه آماده سازی نمونه، اختلاف معنی داری بین مقادیر RPN در قبل و بعد از اقدامات اصلاحی مشاهده می گردد ( $p > 0.05$ ). البته در این مورد نیز اقدامات انجام شده تاثیری در تغییر سطح ریسک نداشته است و کماکان در سطح بحرانی باقی مانده است. در مجموع می توان چنین استنتاج نمود که FMEA روشی مناسب برای ارزیابی مخاطرات کارکنان آزمایشگاههای تحقیقاتی می باشد و از روش های آماری مناسب نیز می توان برای تحلیلهای تکمیلی استفاده نمود.

## پیشنهادها

- همانگونه که قبلا ذکر گردید سطح ریسک آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان تقریبا در تمامی موارد، در حد نیمه بحرانی و بحرانی قابل ارزیابی می باشد لذا اجرای اقدامات اصلاحی موثر در راستای کاهش محسوس احتمال وقوع مخاطرات در مورد آنها الزامی می باشد.
- با توجه به محدودیت بودجه از یک سو و نقش آموزش های مناسب پرسنل در کاهش قابل ملاحظه میزان مخاطرات بالقوه موجود در محیط کار، از سوی دیگر، پیشنهاد می شود برگزاری دوره های آموزشی مرتبط در الویت کاری قرار گیرد.

## منابع

- پورنگ، ن. و بنی اعمام، م. ۱۳۸۹. راهنمای کاربرد مخاطرات، ایمنی و بهداشت در امور پژوهشی و آزمایشگاهی. جلد اول: آشنایی با انواع مخاطرات و ارگونومی در آزمایشگاه. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۵۳ صفحه.
- پورنگ، ن.، بنی اعمام، م و مطلبی، ع. ۱۳۹۱. راهنمای کاربرد مخاطرات، ایمنی و بهداشت در امور پژوهشی و آزمایشگاهی. جلد دوم: آشنایی با مخاطرات تجهیزات آزمایشگاهی و نمونه برداری. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۱۲ صفحه.
- دلخوش. م. ۱۳۸۴. ایمنی کار با مواد شیمیایی. انتشارات شهید، ۹۴ صفحه.
- علیزاده عظیمی، ا.، تجریشی، ب و کارگر راضی. م. ۱۳۸۶. راهنمای ایمنی و حفاظت در کار با مواد شیمیایی. انتشارات کاوش قلم، ۲۴۰ صفحه.
- ACGIH (2008). Introduction to industrial hygiene. American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH). <http://www.hpcnet.org/sdsmt/directory/personnel/ckerk>.
- Anonymous, 2004. Failure mode and effects analysis (FMEA): An advisor's guide. Version 1.0. Department of Defense Patient Safety Center – AFIP for the AF Patient Safety Program. 26 P.
- Ashley, L., Armitage, G., Neary, M. and Hollingsworth, G., 2010. A practical guide to failure mode and effects analysis in health care: Making the most of the team and its meetings. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 36(8): 351-358.
- Barendsa, D.M., Oldenhofa, M.T., Vredembregta, M.J. and Nauta, M.J., 2012. Risk analysis of analytical validations by probabilistic modification of FMEA. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 64(65): 82-86.
- Chin, K.S., Wang, Y. M., Poon, G.K.K. and Yang, J.B., 2009. Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis. *Decision Support Systems*, 48, 246–256.
- Ebrahemzadih, M., Halvani, G.H., Shahmoradi, B. and Giahhi, O., 2014. Assessment and risk management of potential hazards by failure modes and effect analysis (FMEA) method in Yazd Steel Complex. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 4, 127-135.
- Furr, A.K., 2000. CRC hand book of laboratory safety. 5<sup>th</sup> Edition, CRC Press, 774 pp.
- Gupta, P.R., Shende, M.A., and Shaikh, D.M., 2013. Ordinal logistic regression model of failure mode and effect analysis (FMEA) in direct compressible buccal tablet. *International Journal of Pharma Research & Review*, 2(6): 9-17.
- Hashemi, B., Baratloo, A., Rahmati, F., Forouzanfar, M.M., Motamedi, M., Safari, S. and Rhimirad, N., 2013. Utilization of failure mode and effects analysis (FMEA) method in increasing the revenue of emergency department; a prospective cohort study. *Emergency*, 1 (1): 1-6.
- Hyatt, N., 2003. Guidelines for Process Hazards Analysis (PHA, HAZOP), Hazards Identification, and Risk Analysis, CRC Press, 507P.
- IACS, 2004. A guide to risk assessment in ship operations. International Association of Classification Societies LTD. IACS Publication. [http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Guidelines\\_and\\_recommendations/PDF/REC\\_127\\_pdf\\_1842.pdf](http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Guidelines_and_recommendations/PDF/REC_127_pdf_1842.pdf).
- Kangavari, M., Salimi, S., Nourian, R., Omid, L. and Askarian, A., 2015. An application of failure mode and effect analysis (FMEA) to assess risks in petrochemical industry in Iran. *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, 2(2): 257-263.
- Mendes, M.E., Ebner, P.A.R., Romano, P., Pacheco Neto, M., Sant'anna, A. and Sumita, N.M., 2013. Practical aspects of the use of FMEA tool in clinical laboratory risk management. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 49(3):174-81.
- Narayanagounder, S and Gurusami, K., 2009. A new approach for prioritization of failure modes in design FMEA using ANOVA. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic and Management Engineering* 3(1): 73-80.
- NFPA, 2009. Fire Emergency, National Fire Protection Association (NFPA), <http://www.nfpa.org/index.asp>.

- Neshkov, T., Stefanov, A. and Ivanov, V., 2013. Application of PFMEA for identification of self-recovering failures in production lines for automatic assembly of capacitors. *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, 3: 173-178.
- Rakesh, R., Jos, B.C. and Mathew, G., 2013. FMEA analysis for reducing breakdowns of a sub system in the life care product manufacturing industry. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 2(2): 218-225.
- Sellappan, N and Palanikumar, K., 2013. Development of modified evaluation and prioritization of risk priority number in FMEA. *International Journal of Engineering (IJE)*, 7(1): 32-43.
- Shahin, A., 2004. Integration of FMEA and the Kano model: An exploratory examination. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(7):731-46.
- Sharma, R.K., Kumar, D. and Kumar, P., 2005. Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modeling. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(9), 986-1004.
- Supatgiat, C., Kenyon, C. and Heusler, L., 2006. Cause-to-effect operational-risk quantification and management, *Risk Management*, 8: 16-42.
- Wang, Y.M., Chin, K.S., Poon, G.K.K. and Yang, J.B., 2009. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 36 :1195–1207.
- WHO, 2004. Laboratory biosafety manual. Third edition, World Health Organization (WHO), Geneva, 178P.
- Zamanian, Z., Afshin, A., Davoudiantalab, A.H. and Hashemi, H., 2013. Comprehension of workplace safety signs: A case study in Shiraz industrial park. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, 2 (1-2): 37-43.

# پیوست

جدول ۱) آمار توصیفی مربوط به عدد اولویت ریسک (RPN) در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۳.

نام آزمایشگاه	N	Mean	SD	Min.	Max.
کروماتوگرافی	3	156.33	26.502	126	175
تجزیه دستگاهی	3	470.00	79.221	384	540
آماده سازی نمونه	3	282.33	31.565	252	315
پلانکتون	3	182.00	33.045	150	216
بافت شناسی	3	85.00	13.229	75	100
جانورشناسی	3	150.00	30.000	120	180
بنتوز	3	69.00	7.937	60	75
ژنتیک	3	188.33	18.930	175	210
میکروبیولوژی	3	337.67	35.019	315	378
فرآورده های دریایی	3	226.33	17.616	210	245
کشت جلبک	3	180.00	36.000	144	216
Total	33	211.55	115.559	60	540

جدول ۲) آمار توصیفی مربوط به عدد اولویت ریسک (RPN) در آزمایشگاههای پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان در شهریور ۱۳۹۴.

آزمایشگاه	N	Mean	SD	Min.	Max.
کروماتوگرافی	3	126.00	36.373	105	168
تجزیه دستگاهی	3	470.00	79.221	384	540
آماده سازی نمونه	3	210.00	14.000	196	224
پلانکتون	3	182.00	33.045	150	216
بافت شناسی	3	85.00	13.229	75	100
جانورشناسی	3	108.33	14.434	100	125
بنتوز	3	61.33	2.309	60	64
ژنتیک	3	160.00	17.321	150	180
میکروبیولوژی	3	289.33	42.771	252	336
فرآورده های دریایی	3	226.33	17.616	210	245
کشت جلبک	3	126.00	21.633	108	150
Total	33	185.85	115.105	60	540



## Abstract

In this study, to assess and classify risks associated with working in the laboratories of Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, the method of " Failure Mode Effects Analysis " (FMEA) as well as some statistical methods were used.

The results of the risk assessment in the 11 affiliated laboratories showed that the risk levels in all cases, except for benthos laboratory, could be evaluated as moderate or high and therefore appropriate corrective actions must be implemented.

Based on the results of the Kruskal-Wallis tests both before and after the corrective actions, there were significant differences between the laboratories from the viewpoint of risk priority number (RPN). The post hoc tests showed the lowest risk levels for the benthose and histology laboratories, while the highest risks identified in the laboratory of instrumental analysis. The results of the classification of the laboratories using cluster analysis are largely similar to those of the posthoc tests.

According to Mann-Whitney U test, only in the case of the samples preparation laboratory, significant differences between the values of the RPN before and after the corrective actions could be observed ( $p > 0.05$ ), however, the risk levels still remained high. In general it can be concluded that FMEA is an effective method for risk assessment in the research laboratories and appropriate statistical methods can also be used for complementary analysis.

**Keywords:** Risk assessment, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, risk priority number, Failure Mode Effects Analysis.



**Ministry of Jihad – e – Agriculture  
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION  
Iranian Fisheries Science Research Institute – Persian Gulf and Oman Sea Ecology  
Research Center**

---

**Project Title : Laboratories Risks Evaluation of Persian Gulf and Oman Sea Ecological  
Research Center**

**Approved Number:12-12-12-9160-92001**

**Author: Nima Pourang**

**Project Researcher : Nima Pourang**

**Collaborator(s) : M.S. Mortazavi, R. Dehghani, K. Jokar, L. Mohebi Nozar, N.  
Aghajeri, Y. Aftabsavar, S. Tamadoni, E. Kamali, K. Ejlali, B. Daghoughi, M. R.  
Sadeghi, F. Esmaeli, P. Mohebi.**

**Advisor(s): M. Ranjbarian**

**Supervisor: M.Sharif rohani**

**Location of execution : Hormozgan province**

**Date of Beginning : 2013**

**Period of execution :1Year & 11 Months**

***Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute***

***Date of publishing : 2016***

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted  
without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE**  
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**  
**Iranian Fisheries Science Research Institute**

**Project Title :**

**Laboratories Risks Evaluation of Persian Gulf and Oman  
Sea Ecological Research Center**

**Project Researcher :**

*Nima Pourang*

**Register NO.**

**49948**