

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

عنوان :  
**ارزیابی مخاطرات آزمایشگاههای  
مرکز ملی فرآوری**

مجری:  
فریبا اسماعیلی

شماره ثبت  
۴۹۹۴۷

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی

---

عنوان پروژه : ارزیابی مخاطرات آزمایشگاههای مرکز ملی فرآوری  
شماره مصوب پروژه : ۹۲۰۰۲-۹۱۶۰-۱۲-۱۲-۱۲  
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : فریبا اسماعیلی  
نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) : -  
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : فریبا اسماعیلی  
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : علی اصغر خانی پور- نیما پورنگ- فرشته خدابنده- فرحناز لکزایی- فاطمه  
نوغانی- آمنه کمالی- افشین فهیم- قربان زارع گشتی- فریدون رفیع پور- سید حسن جلیلی- مینا سیف زاده-  
نادر سامانی - مستوره دوستدار- ناصر نجف پور  
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : محمد رنجریان  
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -  
محل اجرا : استان گیلان  
تاریخ شروع : ۹۲/۱/۱  
مدت اجرا : ۲ سال و ۵ 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 مرکز ملی فرآوری

کد مصوب: ۹۲۰۰۲-۹۱۶۰-۱۲-۱۲-۱۲

شماره ثبت (فروست): ۴۹۹۴۷ تاریخ: ۹۵/۵/۱۲

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم فریبا اسماعیلی دارای مدرک  
تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته محیط زیست می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش استانداردسازی آزمایشگاهها  
مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت عضو هیئت علمی در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور  
مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه
چکیده	.....	۱
۱- مقدمه	.....	۲
۱-۱- مروری بر دامنه کاری و تجهیزات آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبزیان	.....	۳
۱-۲- انواع مخاطرات آزمایشگاهی	.....	۳
۱-۳- مراحل ارزیابی سیستم	.....	۴
۱-۳-۱- انواع روش های ارزیابی ریسک	.....	۵
۲- پیشینه تحقیق	.....	۱۱
۲-۱- سوابق تحقیق در خارج از کشور	.....	۱۱
۲-۲- سوابق تحقیق در داخل کشور	.....	۱۱
۳- مواد و روش ها	.....	۱۳
۳-۱- تعداد آزمایشگاههای مورد بررسی	.....	۱۳
۳-۱-۱- فرآیند ارزیابی	.....	۱۳
۴- نتایج	.....	۱۶
۴-۱- ارزیابی ریسک آزمایشگاه ها	.....	۱۶
۴-۱-۱- تعیین رتبه و عدد ریسک آزمایشگاه آسیب شناسی	.....	۱۶
۴-۱-۲- تعیین رتبه و عدد ریسک آزمایشگاه میکروبیولوژی	.....	۱۷
۴-۱-۳- اقدامات کنترلی انجام شده	.....	۱۸
۴-۱-۴- توصیه ها	.....	۱۹
۵- بحث و نتیجه گیری	.....	۲۱
۶- پیشنهادها	.....	۲۳
۶-۱- مخاطرات مهم موجود در آزمایشگاهها	.....	۲۳
منابع	.....	۲۷
پیوست	.....	۲۹
چکیده انگلیسی	.....	۴۲

## چکیده

به منظور تداوم ارتقای کیفی فعالیت آزمایشگاه‌های تابعه موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پروژه ارزیابی مخاطرات آزمایشگاهی برای اولین بار با هدف تعیین ضریب ریسک، مخاطرات احتمالی و ارائه برنامه‌های عملی برای پیشگیری از وقوع هر یک از مخاطرات و افزایش سطح آگاهی پرسنل در راستای مباحث ایمنی آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبریان در چهار آزمایشگاه شیمی، میکروبیولوژی، تست حسی، فیزیک مواد غذایی به روش تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن (Failure Mode and Effects Analysis) یا FMEA مورد اجرا گذاشته شد. فرایند ارزیابی در طی دو فاز طراحی گردید در فاز اول وضعیت موجود شاخص‌های ایمنی و شناسایی ریسک‌های مخاطرات و میزان فاصله با شاخص‌های ایمنی آزمایشگاه شامل خطرات تجهیزات، محیط کار و عوامل فیزیکی، روش‌های آزمون و فاکتورهای انسانی انجام شد و ارزیابی ریسک‌های مخاطرات و مدیریت ریسک‌های شناسایی شده با تکمیل فرم‌های ایمنی دنبال گردید و در فاز دوم اقدامات کنترلی و تدوین دستورالعمل‌های ایمنی بر اساس یافته‌ها صورت گرفت. در بررسی‌ها مشخص گردید آزمایشگاه‌های فیزیک مواد غذایی فعالیت چندانی نداشته و آزمایشگاه تست حسی نیز به منظور چشیدن مواد غذایی تولید آبریان بوده و فعالیت‌های آزمایشگاهی پرخطر در آن وجود نداشت و به همین دلیل فعالیت بقیه آزمایشگاه‌ها ثبت گردید بر اساس یافته‌های حاصل بیشترین رتبه ریسک مربوط به آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی با عدد ریسک ۵۴۰ و سپس آزمایشگاه شیمی با عدد ریسک ۳۶۰ بود که پس از انجام اقدامات کنترلی عدد ریسک آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی به ۱۲ و آزمایشگاه شیمی به ۳۶ کاهش یافت.

کلمات کلیدی: ارزیابی مخاطرات، آزمایشگاه، مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبریان، انزلی، عدد الویت ریسک،

FMEA

## ۱- مقدمه

آزمایشگاه‌ها مکان‌هایی برای آزمون نمونه‌های مختلف می‌باشند که در آنجا فعالیت‌هایی به منظور بررسی فرضیه‌های پژوهشی و یا آزمایشاتی انجام می‌پذیرد که بر اساس دامنه کاری تعریف شده برای هر آزمایشگاه، واجد تجهیزات عمومی و تخصصی و کارشناسان واجد صلاحیت و متخصص می‌باشند. خطرات ناشی از عوامل شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی در آزمایشگاه‌ها شامل: بیماری‌ها و حوادثی مانند مرگ و میر حاصل از تنفس گازها و سموم، انفجار، بریدگی‌ها، پارگی‌ها، حساسیت‌ها، صدمات چشمی حاصل از تماس مواد شیمیایی، آتش‌سوزی، سرطان و همچنین آلودگی‌های عفونی منتقله توسط میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها و ... به انسان می‌باشد. برطبق آمار سازمان جهانی کار هر سال بیش از دو میلیون نفر در حوادث و بیماری‌های ناشی از کار فوت می‌نمایند و از این تعداد ۳۵۰ هزار مرگ بر اثر آسیب‌های مرگبار حین کار می‌باشد. نرخ خسارات اقتصادی ناشی از سوانح شغلی قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد بر اساس آمارهای موجود از کشورهای آمریکا، انگلیس و نروژ، نرخ تقریبی خسارات به میلیارد‌ها دلار می‌رسد. این سوانح علاوه بر ایجاد صدمات روانی در پرسنل و خانواده‌های آنها در صورت معلولیت و از کارافتادگی یا مرگ یک آسیب اجتماعی نیز محسوب می‌گردد (ILO, 2005). بر این اساس مسائل ایمنی و بهداشتی مربوط به کار آزمایشگاهی توسط سازمان‌های بسیاری مورد تجدید نظر قرار گرفته است. (Keith, Furr A., 2000).

دامنه کاری در آزمایشگاه‌های مرکز تعریف شده است که اهم فعالیت‌های آن شیمی و میکروبیولوژی فرآورده‌های آبریان می‌باشد و از آن جهت که سلامت و ایمنی پرسنل و آزمایشگاه‌ها یکی از موارد مهم و قابل توجه می‌باشد و به دلیل اینکه در این مرکز به دلیل بی‌احتیاطی آتش‌سوزی در آزمایشگاه‌ها به وجود آمده بود، لذا حفاظت و ایمنی سازمان یافته و سیستماتیک در آزمایشگاه‌ها ضروری بود و بر این اساس پروژه ارزیابی مخاطرات آزمایشگاهی اجرا گردید که در گام اول، اقدام به ارزیابی ریسک‌های ناشی از خطر در هر یک از آزمایشگاه‌ها شد و سپس اقدامات اصلاحی و کنترلی انجام گردید.

## تعاریف

خطر: شرایطی که بطور بالقوه امکان دارد سبب ایجاد یک واقعه ناگوار (از قبیل دسترسی غیر مجاز، دستکاری، افشاء یا خرابکاری) بر روی دارایی‌های موجود در سازمان گردد.

آسیب‌پذیری: ضعف موجود در یک سیستم، برنامه کاربردی، زیرساختار، کنترل یا طراحی است که می‌تواند در جهت مختل کردن تمامیت سیستم‌های موجود و روال‌های کاری و سازمانی و مأموریتها و فعالیت‌های سازمان، از سوی خطر مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد.

ریسک: احتمال اینکه یک خطر مشخص بتواند از یک آسیب‌پذیری (نقطه ضعف) خاص موجود در سیستم‌های سازمان استفاده نماید.

ارزیابی ریسک: مراحل مورد نیاز برای شناسایی حوزه و دارایی‌های موجود در آن، تهدیدهای موجود علیه دارایی‌ها، اولویت بندی نقاط ضعف مربوط به تهدیدها و مشخص نمودن سطح ریسک‌ها و کنترل‌های مناسب را گویند.

## ۱-۱- مروری بر دامنه کاری و تجهیزات آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبزبان

جدول ۱- دامنه کاری آزمایشگاه‌ها

ردیف	آزمایشگاه	آزمونه	دامنه فعالیت
۱	شیمی	فرآورده های آبزبان	انجام آزمایشات شیمی به منظور: معرفی منابع بالقوه (مواد اولیه، ماشین آلات، مواد افزودنی و ...) مورد استفاده در تولید فرآورده های شیلاتی کاهش ضایعات و دور ریز آبزبان و بهینه سازی مصرف آنها شناسایی و معرفی انواع فرآورده های قابل تولید از ضایعات و دور ریز آبزبان شناسایی و معرفی انواع فرآورده های تولیدی (غذایی، بهداشتی و صنعتی) از آبزبان مطالعه و تحقیق در زمینه ارتقاء کیفیت، بازار پسندي (بازارهای داخلی و خارجی) و بهبود عمر ماندگاری فرآورده های شیلاتی
۲	میکروبیولوژی	فرآورده های آبزبان	انجام آزمایشات میکروبیولوژی به منظور: ارزیابی و افزایش کیفیت آبزبان و فرآورده های شیلاتی

## ۱-۲- انواع مخاطرات آزمایشگاهی

### مخاطرات فیزیکی

نظیر خطرات حرارتی، خطرات ناشی از سر و صدا، خطرات ناشی از فشار، خطرات ناشی از اشعه، خطرات الکتریکی و خطرات ناشی از گازها می باشند (Young, J.A., 2002).

### مخاطرات شیمیایی

مواد شیمیایی با توجه به خواص شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیک، مقدار و زمان تاثیر گذاریشان دارای خطراتی هستند که باید مورد توجه قرار گیرد (Young, J.A., 2002)

### مخاطرات بیولوژیک

هدف از کنترل خطرات بیولوژیک نیز مهار عوامل عفونتزایی است که به نوعی به کارکنان و محیط آسیب می رسانند (Young, J.A., 2002)

### ۳-۱- مراحل ارزیابی سیستم

ارزیابی خطرات آزمایشگاه‌ها دارای دارای سه مرحله می باشد:

الف- شناسایی خطرات

ب- ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده

ج- ارائه پیشنهادهایی برای اقدامات ایمنی

شناسایی خطرات

هنگامی که یک روش ویژه به کار برده می‌شود، در ارزیابی بخش اصلی و کشف منابع عمده خطر و عواملی که ممکن است به عنوان آغازگر و چاشنی بروز حادثه عمل میکنند باید هدف اصلی باشد.

ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده

ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای تعیین اندازه کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روش‌های کنترلی موجود مشخص شده و داده‌های باارزشی برای تصمیم‌گیری در زمینه کاهش ریسک، خطرات، بهسازی سیستم‌های کنترلی و برنامه ریزی برای واکنش به آنها فراهم می‌شود (ISO/IEC TR ۱۳۳۳۵-۱۳۳۳۵-۱)

(۳:۱۹۹۸)

ارزیابی ریسک کمی نیازمند محاسبه دو مولفه ریسک یعنی شدت پیامد رخداد و احتمال روی دادن آن رخداد می‌باشد. برای بدست آوردن وزن احتمال و یا وزن شدت پیامد سه نوع راهکار وجود دارد (ISO/IEC TR ۱۳۳۳۵-۲):

روش‌های کمی (به انگلیسی: Quantitative) که نتیجه در نهایت به یک عدد منتهی می‌شود.

روش‌های کیفی (به انگلیسی: Qualitative) که نتیجه حاکی از کیفیت خاصی در زمینه ریسک خواهد بود.

روش‌های نیمه کمی (به انگلیسی: Semi-Quantitative) که در بیشتر این روش‌ها از ماتریس ریسک استفاده

می‌شود.

ارزیابی ریسک، فرایندی است که نیازمند تجربه، تخصص و دقت بالا بوده و می‌بایست در قالب کار تیمی و با بهره‌گیری از توان مسئولین و کارشناسان انجام پذیرد. این فعالیت تیمی نیز زمانی به نتیجه دلخواه دست خواهد یافت که تیم ارزیاب، علاوه بر برخورداری از تجربه و تخصص لازم، از زبان مشترکی در درک مفاهیم و روش‌های مورد استفاده برخوردار باشند.

شدت و احتمال وقوع شاخص مناسبی را برای تعیین اولویت‌های خطر فراهم می‌نماید هر چه احتمال وقوع کوچک باشد خطر پذیرفتنی‌تر است. هر اندازه از عمر سیستم گذشته باشد انجام تغییرات برای کاهش ریسک آنها پر هزینه‌تر است و اولویت بندی اقدامات مهم هستند.



### ۱-۳-۱- انواع روش های ارزیابی ریسک

در حال حاضر بیش از ۷۰ نوع مختلف کیفی و کمی روش ارزیابی ریسک در دنیا وجود دارد این روش ها معمولاً برای شناسایی، کنترل و کاهش پیامدهای خطرات به کار می‌رود. عمده روش های موجود ارزیابی ریسک، روشهای مناسب جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آنها را می‌توان جهت مدیریت و تصمیم گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای آن بدون نگرانی به کار برد، هر یک از صنایع، بسته به نیاز خود میتواند از روش های مذکور بهره لازم را کسب کنند. این روش ها نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایب مختلف می‌باشند. لذا یکی از وظایف سیستم های ایمنی و بهداشت موجود در هر صنعت (HSE) بررسی کلیه روش های ارزیابی ریسک ها و خطرات و انتخاب روش مناسب جهت اجرا در صنعت و سازمان متبوع خود می‌باشد. بطور کلی می‌توان گفت که از نوع روش استفاده شده در ارزیابی ریسک و عمق ارزیابی آن تا حدی میتوان به توانایی سیستم ایمنی موجود و در نتیجه نحوه مدیریت ایمنی در صنعت مذکور پی برد.

معمولاً سطح ریسک قابل قبول برای هر سازمان یا هر فرد متفاوت بوده و بستگی به منابع مالی و اقتصادی، محدودیت های تکنولوژیکی عوامل انسانی مجرب، صلاحدید و تصمیم مدیریت و ریسکهای زمینه ای مثل ریسک های مخفی دارد.

سازمان ها معمولاً نیاز به سیستمی دارند که علاوه بر ارزیابی فعالیت ها و فرآیند شان بتواند در خصوص وضعیت ریسک، تعیین معیارهای ریسک قابل تحمل و مشخص نمودن دقیق ریسک دقیق فرآیندهایشان و... آنان را رهنمون نماید که بسته به پیچیدگی فعالیت هر صنعت نوع سیستمی که بتواند آنان را به هدف مذکور برساند متفاوت است. لذا سازمان ها به منظور ارزیابی ریسک، بسته به هدفشان، یکی یا تلفیقی از تکنیک های ارزیابی ریسک را انتخاب می‌نمایند. در برخی از موارد و جهت پاره ای از فرآیندهای حساس به خصوص در صنایع شیمیایی تولید محصولات انفجاری و احتراقی بایستی قبل از تعیین نوع روش، کلیه روشها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و بهترین روش را با توجه به منابع مالی، نیاز به اطلاعات کیفی یا کمی، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی کارآموده، نوع کاربرد روش شناسایی ریسک و مزایا و معایب هر یک از تکنیک های ارزیابی انتخاب نمایند.

اصولاً تجزیه تحلیل سیستم ها یک روش پر مهارت بوده و بایستی توسط تیم کاملی از کارشناسان که نسبت به سازمان خود شناخت کامل دارند صورت پذیرد انتخاب درست روش شناسایی ریسک به کارایی روش انتخابی و تعیین دقیق ریسک ها می انجامد، همچنین در صورتیکه ریسک هر فرآیند به درستی شناخته شده باشد تعیین ریسک قابل قبول و اقدامات اصلاحی جهت کاهش ریسک ملموس تر است.

روش های مختلفی مانند: غفلت مدیریت و درخت ریسک MORT، روش ردیابی انرژی و ارزیابی حفاظها ET&BA، روش Aden.S.L.J.Heat، روش Kroner، روش William Fine، روش M.Toak، روش Robert N.Anderson، روش یا الگوی سازمان HSE انگلستان، روش Rolin Geronsin، روش Sue cox و Robin Tait، روش Nick w.hurst،

روش Milery w.merkhofer, Vinceent T.Covello، روش Lars Harms – Ringdahl به منظور ارزیابی ریسک وجود دارد که در ذیل مختصری به آنها اشاره شده است (Haimes, Y. Y. 2009).

• **ارزیابی مقدماتی خطر به روش PHA<sup>۶</sup>**

هدف: شناسایی مناطق بحرانی در سیستم، شناسایی نسبی خطرها و توجه به معیارهای طراحی ایمن است در واقع این روش شناسایی خطرات اولیه می‌باشد که در آن از تجارب کامل ایمنی موجود استفاده شده و از معایب آن این است که نمیتوان اطمینان حاصل کرد که همه خطرات کشف شده اند.

• **فهرست مقدماتی خطر PHL<sup>۷</sup>:**

شکل ابتدایی و کاملاً تجربی

• **روش مطالعه عملیات و خطر HAZOP:**

این روش کیفی بوده و برای شناسایی ریسک‌های بسیار خطرناک به کار میرود و همچنین از تیمی متخصص در همه علوم بهره گرفته می‌شود.

هدف: شناسایی خطرات بالقوه فرآیند که قبل از آن نیز انحراف سیستم از اهداف تعیین شده شناسایی میگردد. این روش برای سیستم‌های پیچیده مناسب بوده و سخت افزار سیستم را به گونه ای جامع بررسی می‌نماید نتایج حاصل نیز بسیار مفصل و دقیق هستند.

معایب: وقت گیر بوده و امکان حصول نتیجه در نقص‌های چند عاملی وجود ندارد.

• **تجزیه و تحلیل چه میشود اگر<sup>۸</sup>:**

در این روش با پرسش نتایج حاصل از وقوع یک رویداد مشخص ریسک‌ها شناسایی شده و روش‌های کنترل پیشنهاد میگردد.

هدف: شناسایی اثرات رویداد‌های ناخواسته بر سیستم

• **ارزیابی خطرات سیستم و زیر سیستم SSHA<sup>۹</sup>:**

برای شناسایی خطرات ناشی از طراحی سیستم‌های بزرگ انجام می‌گردد.

خطاها، نقص‌ها و تجهیزات، نرم افزارها و خطاهای انسانی به صورت جداگانه یا همراه همدیگر بررسی می‌شوند. معمولاً این روش با توجه به پیچیدگی زیر سیستم توسط سازنده وسیله مذکور صورت می‌گیرد.

• **ارزیابی ریسک به روش SHA<sup>۱۰</sup>:**

این روش وضعیت ایمنی کل سیستم را ارزیابی میکند و خروجی و نتایج روش SSHA را جمع بندی می‌کند. این روش در واقع ارتباط زیر سیستم‌ها را از لحاظ موارد ذیل بررسی می‌نماید.

<sup>6</sup> Preliminary Hazard Analysis

<sup>7</sup> Preliminary Hazard List

<sup>8</sup> WHAT IF METHOD

<sup>9</sup> Sub System Hazard Analysis

<sup>10</sup> System Hazard Analysis

مطابقت با معیارهای ایمنی

مجموعه ای از رویداد های خطرناک که سبب نقص میشود به شرح ذیل است:

- تغییرات در طراحی
- عملکرد کنترل سیستمی
- عملکرد کنترل انسانی

روش SHA در برگیرنده خطرات کشف شده در SSHA و نیز توصیف این خطرات خواهد بود.

#### • ارزیابی خطرات عملیات و پشتیبانی به روش O&SHA:

بر خلاف اغلب روشها این روش با هدف شناسایی و ارزیابی خطرات محیط، کارکنان و روشهای انجام کار و تجهیزات به کار گرفته شده در سراسر عملکرد سیستم را بررسی می نماید. روش O&SHA خطرات ناشی از انجام فعالیت ها یا وظائف افراد را شناسایی، ثبت و ارزیابی می نماید.

که شامل موارد ذیل میباشد:

- تغییرات برنامه ریزی شده سیستم
- واسطه ها و روابط های تاسیسات و دستگاه ها
- محیط های برنامه ریزی شده، وسایل پشتیبانی و دیگر تجهیزات
- توانایی فعالیت ها یا وظائف
- اثرات وظائف هم زمان و محدودیت های آن
- نیازمندیهای سیستم به پرسنل ایمنی و بهداشت
- پتانسیل وقوع رویداد

#### • تجزیه و تحلیل درخت خطا FTA

در این روش یک وضعیت نامطلوب یا بحرانی در نظر گرفته شده سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم همه راه هایی که می توانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند جستجو می گردد.

در واقع درخت خطا یک مدل تصویری از خطا را فراهم می آورد.

FTA یک مدل کیفی است که میتوان آنرا به شکل کمی اجرا نمود.

#### • روش تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن<sup>11</sup>: FMEA

با استفاده از این ابزار کارآمد، میتوان حالات بالقوه خرابی در سیستم، فرایند، محصول و خدمت را شناسایی و اولویت بندی کرد، اقدامات لازم برای حذف یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی را تعریف و تعیین کرد و در نهایت، نتایج تحلیل های انجام شده را با هدف تهیه مرجعی کامل برای حل مشکلات آتی، به ثبت رساند.

<sup>11</sup> Failure Mode and Effects Analysis

در دهه ۱۹۵۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش بینی در صنعت هوا-فضا، علت اصلی پیدایش FMEA شد. چندی بعد این روش به عنوان ابزاری کلیدی برای افزایش ایمنی در فرایندهای صنایع شیمیایی مطرح شد و از آن به بعد، هدف از اجرای FMEA پیشگیری از تصادفات و اتفاقات تعریف شده است. FMEA تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون (پیشگیری قبل از وقوع) است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی بکار می‌رود.

۱- ارائه پیشنهاد هایی برای اقدامات ایمنی و کنترلی:

### • تغییر در طراحی

برای کاهش ریسک اگر نتوان خطری را در هنگام طراحی حذف نمود باید ریسک ناشی از آن خطر به وسیله گزینه های مختلف تا سطح پذیرفتنی کاهش یابد.

### • استفاده از تجهیزات ایمنی در سیستم

اگر نتوان خطرات را حذف نمود یا ریسک آن ها را کاهش داد بایستی با کاربرد ابزارهای ایمنی آنها را کاهش داد و بهتر است بازرسی دوره ای در کارکرد و نگهداری ابزارهای ایمنی در نظر گرفته شود. در صورتیکه کنترل ها منجر به کاهش ریسک نگردیدند، باید ابزارهایی به کار گرفت که شرایط خطرناک را شناسایی کرده و با ایجاد علائم مناسب کارکنان را از خطر آگاه کند. تدوین دستورالعمل ها و آموزش کارکنان یکی از روش های کنترلی مدیریت و اجرایی است. با توجه به اینکه در بروز حوادث، نرخ خطاهای انسانی معمولاً از نرخ خطر تجهیزات بیشتر است، این اقدام کنترلی به عنوان کم اثر ترین و آخرین راه برای کنترل خطرات استفاده می‌شود.

### پذیرش ریسک

بالاخره مقداری از ریسک بایستی پذیرفته شود و در جمع بندی نهایی، نتایج کار شامل یک فهرست از خطرات مشاهده شده، پیشنهاداتی برای انجام اقدامات ایمنی و... می باشد. اجرای اقدامات ایمنی و کنترلی مخاطرات آزمایشگاهی و پیگیری ارزیابی برنامه های ایمنی تلاش دارند تا به نزدیک ترین حد ممکن و قابلیت اعتماد صد در صد دست یابند. برای این منظور پیگیری ارزیابی و نظارت ضروری می‌باشد. به منظور کنترل مخاطرات آزمایشگاهی، دستورالعمل های گوناگونی ارائه شده است که در ذیل به اختصار توضیح داده شده است:

### • برنامه تجهیزات حفاظت فردی (PPE)<sup>۱۲</sup>

برنامه تجهیزات حفاظت فردی، برای محافظت کارگران در برابر خطر یا آسیب‌های موجود در محیط کار می‌باشد که با ایجاد کردن سدی در مقابل خطرات، از آسیب دیدگی افراد جلوگیری بعمل می‌آورند. تجهیزات

<sup>12</sup> Personal protection Equipment

حفاظت فردی را نمی‌توان به عنوان جایگزینی برای کنترل‌های اجرایی و مهندسی و یا اقدامات پیشگیری کننده لازم و ضروری، در نظر گرفت. بلکه این تجهیزات باید پس از اقدامات اولیه لازم و در کنار کنترل‌های مهندسی صورت گرفته، مورد استفاده قرار گیرند تا اطمینان کافی از سلامت و ایمنی کارگران حاصل گردد. آزمایشات نشان داده است که در برخی موارد، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی باعث کاهش احتمال بیماری‌ها و صدمات ناشی از کار گشته است که در اینگونه موارد، تهیه برنامه‌ای جهت استفاده و نگهداری از این وسایل ضروری می‌باشد. این برنامه شامل حفاظت از چشم، صورت، سر، دست و پا می‌باشد. برای محافظت از سیستم تنوایی و تنفسی نیز برنامه‌های جداگانه‌ای پیش بینی شده است.

با فرض اینکه کلیه کنترل‌های مهندسی و اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه صورت پذیرفته باشد و با توجه به این نکته که PPE ها، آخرین روش مقابله با خطرات می‌باشند، استفاده از آنها در کلیه زمان‌هایی که افراد در معرض خطرات قرار می‌گیرند (حتی در مواقعی که آن کار، بیش از چندین دقیقه به طول نمی‌انجامد)، از ضرورت بسیاری برخوردار است.

استفاده از علائم ویژه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در مکان‌های مختلف محیط کار نیز روش مناسبی جهت یادآوری به کارگران در لزوم استفاده از آنها می‌باشد.

#### • برگ اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی (MSDS)<sup>۱۳</sup>

اداره ایمنی و سلامت شغلی<sup>۱۴</sup> تمام سازندگان، بازرگانان عمده فروش و توزیع کنندگان مواد شیمیایی را ملزم به تهیه برگ اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی برای مواد تولیدی یا قابل عرضه نموده است. همچنین لازم دانسته که کارفرمایان یک کپی از برگ اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی خطرناک تهیه و در مکانی که با این مواد سروکار دارند نگهداری کنند. این اطلاعات برگ اطلاعات ایمنی باید در تمام اوقات کاری در دسترس افراد باشد. عموماً برگه های اطلاعات برگ اطلاعات ایمنی با ماده شیمیایی سفارش شده توسط شرکت سازنده ارائه می‌گردد. دسترسی به برگ اطلاعات ایمنی یک ماده شیمیایی از طریق لینکهای موجود در وب سایت واحد ایمنی و سلامت امکان پذیر است. قبل از کار کردن با هر ماده شیمیایی ابتدا با استفاده از برگ اطلاعات ایمنی آن با خطرات و نکات ایمنی مربوطه باید آشنا شد (OSHA, 1991).

به طور کلی برگ اطلاعات ایمنی حاوی اطلاعات گوناگونی می‌باشد که تعدادی از آنها عبارتند از: هویت ماده شیمیایی، ترکیب یا اطلاعات مربوط به اجزاء سازنده آن، آشنایی با خطرات احتمالی، اقدامات اولیه اورژانسی، اقدامات اولیه در مواجهه با حریق، اقدامات اولیه در صورت ریختن اتفاقی ماده شیمیایی، شیوه صحیح حمل و نقل و نگهداری، روشهای مهار کردن سرایت آن/محافظت افراد در برابر ماده شیمیایی، خواص فیزیکی

<sup>13</sup> Material Safety Data Sheet

<sup>14</sup> OSHA( Occupational Safety and Health Administration

و شیمیایی، پایداری و واکنش پذیری، اطلاعات سمیت، اطلاعات اکولوژیکی، اصول صحیح معدوم کردن پسماندهای آن، اطلاعات لازم در مورد جایجا کردن و سایر اطلاعات (OSHA, 1991).

## ۲- پیشینه تحقیق

### ۲-۱- سوابق تحقیق در خارج از کشور

Mirabelli و همکاران در سال ۲۰۱۱ اقدام به ارزیابی ریسک مواجهه دانشجویان و اساتید آنان با محلول فرمالین نموده‌اند. در تحقیق فوق گزارش گردیده که رعایت اقدامات کنترلی و اصلاحی از قبیل استفاده از وسایل حفاظت فردی، بهبود سیستم تهویه مطبوع و ترمیم لوله‌های دود کش می‌تواند منجر به تامین شرایط راحت کار و کاهش مشکلات بهداشت حرفه‌ای و جلوگیری از بروز بیماری در دانشجویان و اساتید در آزمایشگاه آناتومی گردد. آنان وجود میزان ۵٪ تا ۱ ppm بخار فرمالین را در فضای آزمایشگاه قابل حس اعلام نمودند (Mirabelli, et al., 2011).

Vigeh و همکاران در سال ۲۰۱۱ در تحقیق خود در زمینه مواجهه شغلی و محیطی زنان باردار با سرب گزارش نموده‌اند علیرغم اینکه مواجهه با فلز سرب بطور فاحشی در دهه اخیر کاهش یافته است اما نتایج معکوسی از تاثیر غلظت سرب در زنان باردار و در حد ۱۰ میکرو گرم در دسی لیتر که مقدار قابل قبول سرب می‌باشد ثبت شده است. بر اساس بررسی نتایج حاصله از تحقیق، یک واحد افزایش در غلظت سرب موجبات افزایش ریسک زایمان زود رس را در زنان باردار را فراهم می‌نماید (Vigeh, et al., 2011).

### ۲-۲- سوابق تحقیق در داخل کشور

علیرغم انجام مطالعات پراکنده در آزمایشگاه‌های برخی از موسسات آموزشی و پژوهشی کشور، تاکنون ارزیابی مخاطرات آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام نشده است. یزدی و همکاران در سال ۲۰۱۲ ضمن تاکید بر اثرات موقت و ثابت محلول فرمالین بر سلامت کارکنان یکی از صنایع که در مواجهه با فرمالین می‌باشند اعلام نمودند که یک مرد ۳۶ ساله در مواجهه با فرمالین دچار بیماری کم خونی گردیده است. در تحقیق فوق گزارش گردیده که کاهش مصرف فرمالین در محیط کار، تعبیه تهویه کامل و موضعی، استفاده صحیح از وسایل حفاظت فردی فعالیت در محیط‌های ایمن و بهداشتی، از روش‌های موثر در محیط‌های کاری بشمار می‌روند (Yazdi, et al., 2012).

در مطالعه توصیفی-تحلیلی که به منظور شناسایی خطرات آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی یزد در سال ۱۳۸۹ به انجام رسید، از ابزار گردآوری اطلاعات چک لیست‌های استاندارد شده استفاده گردید و بر اساس نتایج اعلام شده، عمده نارسایی‌ها مدیریتی بوده و سایر نواقص به ترتیب اولویت مواردی از قبیل عدم تهویه مناسب، کمبود سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، عدم دستورالعمل‌های کار ایمن و کمبود فضای فیزیکی بوده است. (حلوانی و همکاران، ۱۳۹۰).

ارزیابی ریسک مواجهه شغلی پژوهشگران به عوامل شیمیایی زیان آور بر روی ۱۴ کلینیک و آزمایشگاه آموزشی-تحقیقاتی دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. در این بررسی ابتدا غلظت اولیه تمامی مواد شیمیایی

محاسبه گردید و سپس با توجه به عبارت ریسک اولیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد، با بکارگیری جداول مربوط به کمیته دولتی ایمنی و بهداشت شغلی کشور استرالیا اقدام به محاسبه ریسک ثانویه شد. طبق بررسی‌های انجام شده ۹۳ درصد از مواجهه شغلی دارای ریسک متوسط و ۷ درصد از مواجهه‌ها دارای ریسک کم بودند. پر ریسک‌ترین‌ها مربوط به آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت و بیولوژی مولکولی و کم ریسک‌ترین مربوط به آزمایشگاه ایمونولوژی بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۹).

#### فرضیه:

- در آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبزیان، مخاطرات آزمایشگاهی وجود دارد.

#### اهداف تحقیق

- تعیین ضریب ریسک در آزمایشگاه‌ها مرکز
- تعیین مخاطرات احتمالی در کلیه آزمایشگاه‌های مرکز (با توجه به ماهیت کار و فعالیت جاری هر آزمایشگاه)
- ارائه برنامه‌های عملی برای پیشگیری از وقوع هر یک از مخاطرات مزبور (به تفکیک موارد در هر آزمایشگاه).
- افزایش سطح آگاهی پرسنل آزمایشگاه‌ها



### ۳- مواد و روش‌ها

#### ۳-۱- تعداد آزمایشگاه‌های مورد بررسی

این بررسی در ۴ باب آزمایشگاه شیمی، میکروبیولوژی، فیزیک و تست حسی فرآورده‌های آبزیان انجام شد.

#### ۳-۱-۱- فرایند ارزیابی

در این ارزیابی روش تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن (Failure Mode and Effects Analysis) یا FMEA مورد اجرا گذاشته شد. برای این منظور فرایند ارزیابی طی دو فاز طراحی شد فاز اول:

در فاز اول بر اساس عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر، چک لیست بازرسی ایمنی شامل ۳۵ مورد بر اساس شامل خطرات تجهیزات، محیط کار و عوامل فیزیکی، روش‌های آزمون و فاکتورهای انسانی تدوین شد (جدول ذیل) که در آن وجود یا عدم وجود و یا عدم سنخیت با آزمایشگاه موارد، لحاظ گردید. سپس با تکمیل فرم‌های ایمنی توسط مشاور ایمنی، ارزیابی ریسک خطرات رتبه ریسک و عدد ریسک (RPN)<sup>۱۵</sup> هر آزمایشگاه محاسبه گردید.

جدول ۲- پرسشنامه‌های ایمنی آزمایشگاه

نام آزمایشگاه:					
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 شیشه‌ای				
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				

<sup>15</sup> Risk Priority Number

نام آزمایشگاه:					
ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
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				
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:					

## فاز دوم:

در فاز دوم مدیریت ریسک‌های شناسایی شده دنبال گردید و اقدامات کنترلی (جدول)، تدوین دستورالعمل‌های ایمنی بر اساس یافته‌ها صورت گرفت و چک لیست بازرسی ایمنی مجدداً تکمیل و ارزیابی ریسک خطرات رتبه ریسک و عدد ریسک (RPV) هر آزمایشگاه پس از اقدامات کنترلی محاسبه گردید.

جدول ۳- سطوح اقدامات کنترلی

سطح ریسک	اقدامات کنترلی
کم	قابل چشم پوشی است
متوسط	اقدامات کنترلی موجود حفظ گردد
زیاد	در آینده می‌بایست اقدامات کنترلی اجرا گردد
بسیار زیاد	می‌بایست هر چه سریعتر اقدامات کنترلی اجرا گردد

## ۴- نتایج

## ۴-۱- ارزیابی ریسک آزمایشگاه‌ها

## ۴-۱-۱- تعیین رتبه و عدد ریسک آزمایشگاه آسیب‌شناسی

بر اساس بازرسی صورت گرفته و چک لیست ایمنی تکمیل شده، ۲۹ عامل بالقوه موثر در ایجاد خطر شناسایی گردید که در جدول ذیل با علامت مشخص گردید.

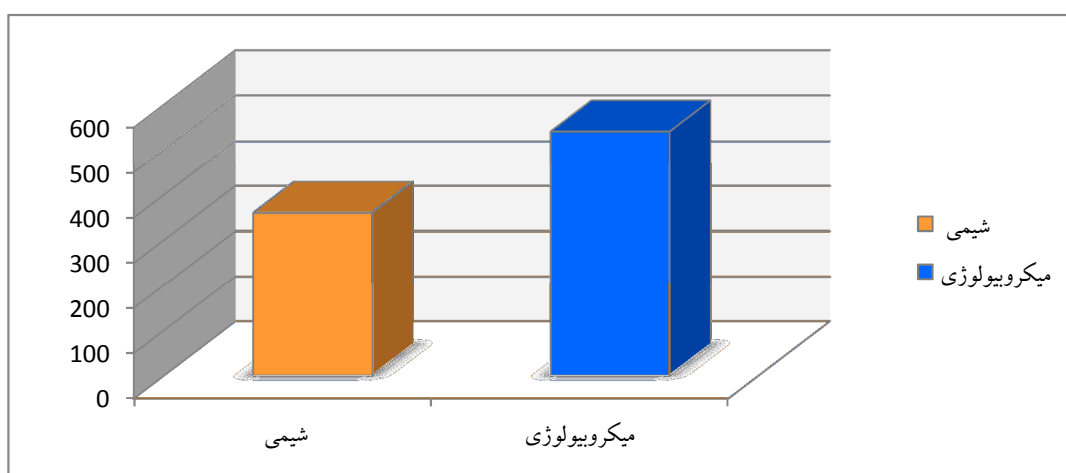
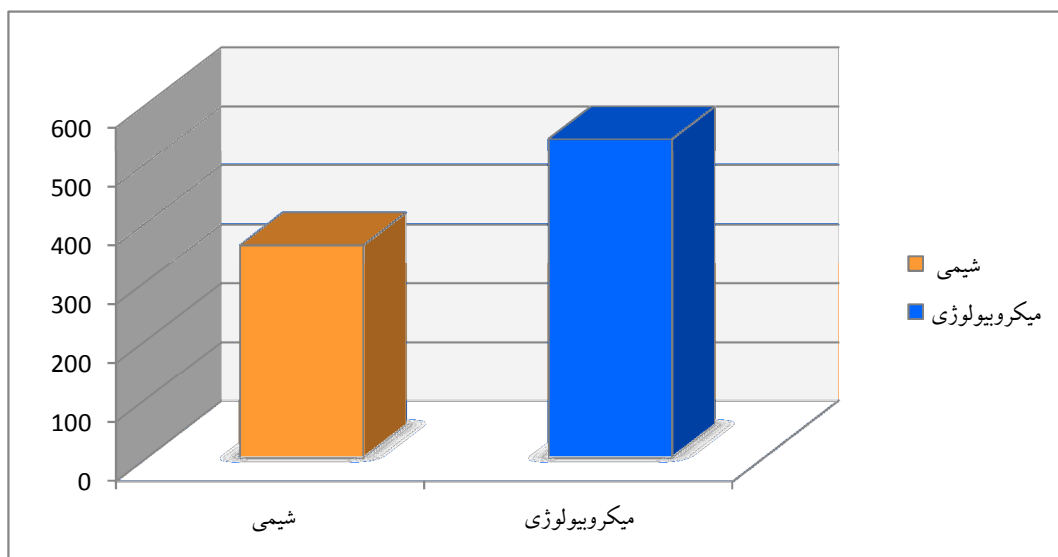
جدول ۴- جدول ۷- چک لیست بازرسی ایمنی آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری

نام آزمایشگاه:					
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 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				

نام آزمایشگاه:					
ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
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:					

## ۲-۱-۴- تعیین رتبه و عدد ریسک آزمایشگاه میکروبیولوژی

بر اساس بازرسی صورت گرفته و چک لیست ایمنی تکمیل شده، ۲۹ عامل بالقوه موثر در ایجاد خطر شناسایی گردید که بر این اساس عدد ریسک ۵۴۰ با رتبه بسیار زیاد محاسبه شد. طبق بازرسی صورت گرفته و چک لیست ایمنی تکمیل شده و بر اساس یافته های حاصل، بیشترین رتبه ریسک مربوط به آزمایشگاه های میکروبیولوژی با عدد ریسک ۵۴۰ و سپس آزمایشگاه شیمی با عدد ریسک ۳۶۰ قرار داشت (نمودار ۱).



نمودار ۱- مقایسه عدد ریسک آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری - سال ۱۳۹۳

### ۳-۱-۴- اقدامات کنترلی انجام شده

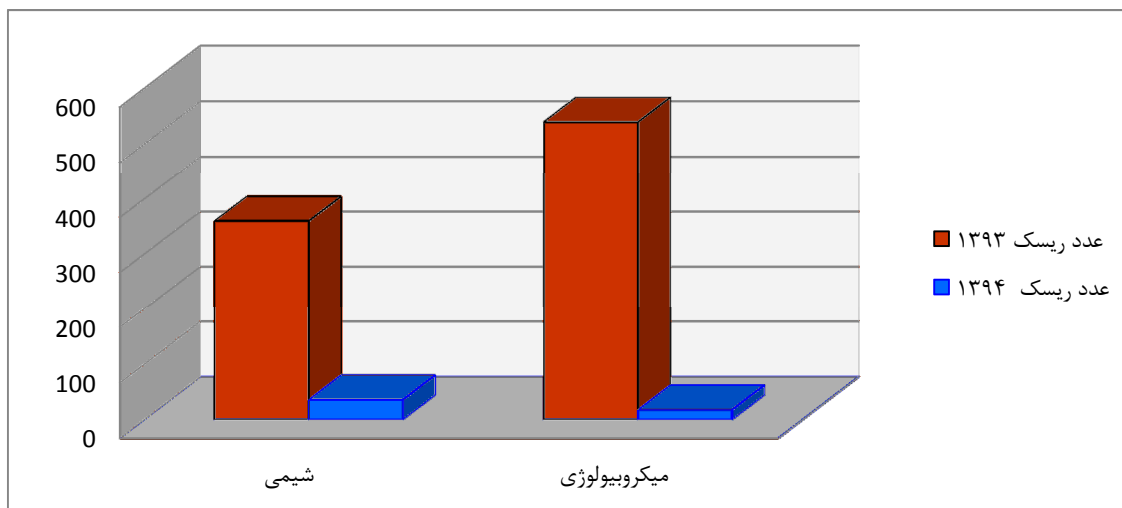
پس از انجام اقدامات کنترلی و تکمیل چک لیست مطابق با اقدامات انجام شده (پیوست ۲ - Error! Reference source not found. الی Error! Reference source not found.)، عدد ریسک و رتبه ریسک آزمایشگاه‌ها محاسبه گردید (جدول) و لیست خطرات و نارسایی‌های ساختاری آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری مطابق جدول بود.

جدول ۵- لیست خطرات و نارسایی‌های ساختاری آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری- سال ۱۳۹۳

ردیف	خطرات و نارسایی‌های ساختاری
۱	عدم نصب برگه‌های MSDS (فرم اطلاعات ایمنی و بهداشتی مواد شیمیایی)
۲	طبقه‌بندی نشدن مواد شیمیایی یا عدم تفکیک مواد شیمیایی
۳	نداشتن دتکتور گاز (آشکار سازها) به منظور اعلام به موقع تجمع گاز در آزمایشگاه
۴	ضعیف بودن قدرت مکش هودهای آزمایشگاه
۵	نداشتن دتکتورهای اعلام حریق و وسایل اطفاء حریق اتوماتیک
۶	نداشتن سیلندر آتش‌نشانی
۷	نگهداری کلیه مواد شیمیایی مورد مصرفی در آزمایشگاه
۸	نداشتن تهویه عمومی مناسب
۹	عدم وجود وسایل حفاظت فردی مناسب هنگام کار با مواد شیمیایی
۱۰	مناسب نبودن اتاق اتوکلاو

#### ۴-۱-۴- توصیه‌ها

بستن پوشش برخی کلید و پریزهای برق  
درب آزمایشگاه‌ها به سمت راهرو باز گردد



نمودار ۲- مقایسه عدد ریسک آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

جدول ۶- تعیین عدد ریسک و رتبه ریسک آزمایشگاه‌ها پس از اقدامات کنترلی

رتبه ریسک (سطح)		عدد ریسک (RPN)		نام آزمایشگاه	ردیف
پس از اقدامات کنترلی	قبل از اقدامات کنترلی	پس از اقدامات کنترلی	قبل از اقدامات کنترلی		
کم	زیاد	۳۶	۳۶۰	شیمی	۱
کم	بسیار زیاد	۱۲	۵۴۰	میکروبیولوژی	۲



## ۵- بحث و نتیجه گیری

کارکردن در آزمایشگاه بسته به ماهیت نمونه‌های مورد آزمایش، مواد به کار رفته در روش آزمایش و ابزارهای مورد استفاده می‌تواند متضمن خطرات مختلفی باشد. این خطرات می‌تواند فقط متوجه شخص آزمایش کننده باشد، یا سلامت سایر افراد جامعه را به خطر بیندازد، و یا باعث آلودگی‌های زیست محیطی شود. آگاهی و شناخت این عوامل خطر آفرین و تهدید کننده سلامت، و اندیشیدن تمهیدات و شیوه‌های پیشگیری از بروز مخاطرات مقدمه‌ای برای برقراری نظام ایمنی می‌باشد.

هدف از برقراری سیستم ایمنی در آزمایشگاه‌ها فراهم ساختن شرایط محیط کار به صورتی است که همه کارکنان بتوانند تحت آن شرایط با حداکثر ایمنی ممکن به کار خود ادامه دهند و آزمایشگاه و تجهیزات و مواد موجود در آن وضعیت مطلوب خود را داشته و دچار خسارات مختلف نگردند.

در ارزیابی مخاطرات آزمایشگاهی در ۴ آزمایشگاه مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبریان، نشانگر وجود نارسایی‌ها و خطراتی می‌باشد که این امر احتمال وقوع حوادث و اتفاقات نامطلوب را افزایش می‌دهد و چون برخی از این موارد ساختاری بوده و نیاز به تامین منابع مالی کلان دارد در حال حاضر امکان رفع نارسایی‌ها وجود ندارد ولی می‌توان با بالا بردن سطح آموزش‌ها، ریسک خطر را کاهش و به حد قابل قبول رساند. در بررسی‌هایی که در دانشگاه‌های کشور چین در سال ۲۰۰۹ انجام شد به این نتیجه دست یافتند که قوانین و مقررات ایمنی آزمایشگاه‌ها در این کشور کمبود قابل ملاحظه‌ای دارد و لذا قوانین جدیدی را جهت ارتقای سطح ایمنی آزمایشگاه‌ها وضع نمودند (Mao, et al., 2009, Shen, et al., 2009, Wen, et al., 2009, Ruan, et al., 2009, LU, et al., 2009).

روشی که در ارزیابی خطر آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری آبریان به کار گرفته شد روش FEMA می‌باشد که این تکنیک برای آن طرح ریزی شده که "یک اقدام قبل از واقعه باشد" نه "یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات". به بیانی دیگر، یکی از تفاوت‌های اساسی FMEA با سایر تکنیک‌های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی است، نه واکنشی. در بسیاری از موارد وقتی با مشکلی مواجه می‌شویم، ممکن است برای حذف آن اقدامات اصلاحی تعریف و اجرا شود. این اقدامات، واکنشی در برابر آنچه اتفاق افتاده است. در چنین مواردی حذف همیشگی مشکل، به هزینه و منابع زیاد نیاز دارد، زیرا حرکت از وضعیت موجود به سمت شرایط بهینه اینرسی زیادی خواهد داشت، اما در اجرای FMEA با پیش بینی مشکلات بالقوه و محاسبه میزان ریسک پذیری آنها، اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش میزان وقوع آنها تعریف و اجرا می‌شود. این برخورد پیشگیرانه کنشی است در برابر آنچه ممکن است در آینده رخ دهد و مسلماً اعمال اقدامات اصلاحی در مراحل اولیه طراحی محصول یا فرایند، هزینه و زمان بسیار کمتری در بر خواهد داشت. FMEA اگر درست و به موقع اجرا شود، ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مستمر به کار می‌رود. تهیه FMEA فرصت‌هایی را برای سازمان فراهم می‌کند که اگر فقط در قالب یک فرم مستند شوند، هرگز مشکلات را حل نمی‌کنند.

لذا توجه به نارسایی‌های ساختاری، اقدامات کنترلی حاصل از این ارزیابی، در کاهش ریسک مخاطرات کارآمد و مفید خواهد بود. البته باید توجه داشت که مخاطرات همیشه برای کارکنان آزمایشگاه آشکار نیست و لذا غفلت درباره تدابیر ایمنی و بهداشتی می‌تواند نتایج جدی در بر داشته باشد. چنانچه در نتایج ارزیابی ملاحظه می‌گردد احتمال کشف خطر در آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی و شیمی به دلیل عدم امکان انجام یک سری اقدامات کنترلی خواسته شده توسط مشاور ایمنی مانند اتاق جداگانه برای اتوکلاو و یا تعمیر هودهای آزمایشگاه شیمی، تعمیر شلنگ‌های گاز، انتقال مواد شیمیایی از آزمایشگاه‌ها به انبار و نگهداری مرتب در انبار مواد شیمیایی، نصب بنرهای MSDS در درب ورودی و موارد دیگر که در فرم‌ها ذکر گردیده است در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ کاهش داشته است. یک سیاست ایمنی وقتی موفق خواهد بود که ترتیب ایجاد، ادامه و اجرای آن توسط یک مدیر مسئول و دارای قدرت کافی مورد حمایت قرار گیرد و مسئولیت او از مرحله طراحی آزمایشگاه و نصب وسایل شروع شود (Keith, Furr A., (2000).

## ۶- پیشنهادها

- ارائه آموزش‌هایی در ارتباط با نوع مخاطراتی که پژوهشگر با آن مواجهه است و در صورت لزوم در دوره‌های معین تکرار گردد.
- آگاهی دادن و ارتقای سطح نگرش پژوهشگران به برگه اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی
- ارزیابی ریسک آزمایشگاه‌ها با توجه به غلظت مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمون‌ها
- آموزش پژوهشگران و پرسنل آزمایشگاه‌ها در رابطه با نحوه اطفای حریق
- مسئولیت واحد ایمنی و سلامت
- با استفاده از خدمات مشاوره‌ای شرکت‌های ذیصلاح و تدوین دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی، مطابق با ریسک‌خاطر شناسایی شده و مهیا نمودن تجهیزات ایمنی مورد نیاز، اقدامات لازم جهت دریافت گواهینامه استاندارد در سطح ملی از مراجع اعتباربخشی و گواهی‌کننده کشور در دستور کار قرار گیرد.

### ۱-۶- مخاطرات مهم موجود در آزمایشگاه‌ها

با توجه به نتایج مندرج در جداول تنظیم شده به منظور طبقه‌بندی مخاطرات به تفکیک آزمایشگاه‌ها می‌توان استنتاج نمود که به برخی عوامل بالقوه موثر ایجاد خطر در آزمایشگاه‌های مرکز ملی فرآوری آبریان توجه کافی نشده است (بویژه قبل از انجام اقدامات اصلاحی) که از این میان بطور کلی موارد ذیل از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند:

#### تهویه عمومی

اصولاً تهویه محل کار در هر حالت باید طوری باشد که کارکنان آزمایشگاه همیشه هوای سالم تنفس نمایند و همواره آلاینده‌های 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 شامل سیستم دمش هوا، سیستم مکش هوا (مکش هوای اتاق و هود آزمایشگاهی)، هود آزمایشگاهی و سایر وسایل تهویه موضعی می‌باشد (WHO, 2004؛ پورنگ، و بنی اعمام، ۱۳۸۹).

#### 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 آتش‌سوزی‌های احتمالی در نظر گرفته شود تا هنگام آتش‌سوزی بتوان از این تجهیزات استفاده کرد. تمام افراد آزمایشگاه باید در زمینه مقابله با آتش‌سوزی آموزش داده شوند. این آموزش باید شامل آگاهی از خطر، روش‌های ویژه برای نگهداری و ذخیره‌سازی مایعات آتشگیر و شرح مختصری درباره سیستم زنگ خطر و برنامه‌ریزی تخلیه اضطراری باشد. علاوه بر این، باید نحوه

بکارگیری کپسول‌های آتش‌نشانی نیز در آموزش مد نظر قرار گیرد. انتخاب نوع کپسول آتش‌نشان جهت اطفاء باید براساس نوع آتش‌سوزی صورت گیرد (NFPA, 2009؛ پورنگ، و بنی‌اعمام، ۱۳۸۹).

### راه‌های خروج اضطراری

آزمایشگاه باید مجهز به تعداد کافی راهروهای نجات و خروجی باشد. در کنار راهروهای نجات (خروجی‌های اضطراری) ممکن است اطاق‌هایی 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 خروجی‌های اضطراری مشخص شده باشد، الزامی است (Furr, 2000؛ علیزاده عظیمی و همکاران، ۱۳۸۶).

### 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 دریافت‌کننده پسماندها) مدیریت صحیح و علمی آنها الزامی می‌باشد. یک برنامه مدیریت صحیح پسماندهای آزمایشگاهی شامل مراحل تفکیک (جداسازی)، آلودگی زدایی، ذخیره (انباشت)، حمل و نقل و دفع می‌باشد. قبل از دفع، لازم است با بکارگیری شیوه‌های مختلف، مواد شیمیایی فعال و خطرناک را بی‌اثر کرد. نمونه‌های بیولوژیک و ظروف پلاستیکی آلوده را در می‌توان در اتوکلاو استریل نمود و پس از این امر، تمام نمونه‌ها و ظروف را در چرخه عمومی زباله قرار داد. حلال‌های آلی را می‌توان به طور مجزا در انبارهای خنک حفظ کرد و کم‌کم از آنها استفاده نمود و پسماندهای محدود آنها را در ظروف مقاومی انباشته نمود. دفع پسماندهای مواد شیمیایی خورنده باید بر اساس دستورالعمل‌های مربوطه انجام شود (پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱).

### وسایل حفاظت فردی

وسایل حفاظت فردی شامل وسایل حفاظت تنفسی، لباس‌ها و کفش‌های حفاظتی، وسایل مربوط به حفاظت صورت، چشم‌ها و دست‌ها و وسایل مربوط به پیشگیری از تجمع الکتریسته ساکن می‌باشد. وسایل حفاظت فردی باید در برابر مخاطرات مربوط به آن دسته از مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه که کارکنان در معرض آنها می‌باشد، 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 به‌طور کامل در مورد کاربرد آنها آموزش ببینند (دلخوش، ۱۳۸۴؛ پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱).

## دوش اضطراری و چشم شوی

دوش‌های اضطراری باید در صورت امکان دارای آب آشامیدنی باشند و بهتر است در محل خروجی آزمایشگاه نصب شوند. طراحی دوش‌ها 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 آزمایشگاه‌ها باید مجهز به سکوهایی باشند که متصل به منابع آب آشامیدنی باشند و ممکن است نزدیک دوش‌ها 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؛ عزیززاده عظیمی و همکاران، ۱۳۸۶).

## پوست‌های ایمنی و علایم هشدار دهنده

علائم ایمنی از کم هزینه ترین و ساده ترین روش های کنترل و پیشگیری از خطرات هستند. اصولاً با نصب علایم ایمنی در مکان های مناسب در محیط آزمایشگاهها، می توان روند معرفی خطرات به کارکنان را تسریع بخشید. علایم ایمنی به عملکرد مناسب در برابر خطرات کمک می کند. استانداردهای متعددی جهت تولید علایم 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 علایم 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).

## 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، قابل اشتعال، اکسید کننده، منفجره و ...) دستورالعمل های استاندارد 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 اشتعال‌پذیری، واکنش‌پذیری و برخی خصوصیات فیزیکی مربوط به آن، در دمای مناسبی نگهداری و مصرف نمود (پورنگ و همکاران، ۱۳۹۱؛ ACGIH, 2008).

### ضرورت انجام اقدامات اصلاحی

با توجه و همچنین معیارهای مندرج در بخش مواد و روش‌ها، سطح ریسک آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری در دو آزمایشگاه شیمی و میکروبیولوژی شرایط مخاطرات در وضعیت بحرانی قرار داشت و اجرای اقدامات اصلاحی موثر در راستای کاهش محسوس احتمال وقوع مخاطرات در مورد آنها الزامی می‌باشد. بیشترین مخاطرات در آزمایشگاه‌های شیمی و میکروبیولوژی و آزمایشگاه ارزیابی حسی (به دلیل ماهیت فعالیت) و فیزیک (به دلیل عدم کارکرد مرتب) کمترین مخاطرات را نشان دادند. در مرکز ملی فرآوری آبزیان اگرچه شرایط ایمنی در مرحله نخست بازدید در شرایط بحرانی بوده است اما متعاقب انجام اقدامات اصلاحی مناسب، در بازدید دوم میزان مخاطرات به شدت کاهش یافته و سطح بسیار کم مخاطره قرار داشت. از دیدگاه تفاوت در هزینه مورد نیاز برای انجام اقدامات اصلاحی، می‌توان آنها را در قالب سه گروه کلی زیر تبیین نمود:

الف) اقدامات اصلاحی پر هزینه: این اقدامات را می‌توان به دو گروه طبقه بندی نمود: الف-۱) اقداماتی که انجام آنها مستلزم تغییراتی در ساختار آزمایشگاهها می‌باشد (مانند احداث راههای خروج اضطراری) الف-۲) اقداماتی که در اجرای آنها نصب برخی ابزار یا تجهیزات گران قیمت ضروری می‌باشد (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 می‌توان 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 می‌توان اقداماتی مانند تغییر در چیدمان تجهیزات و موادشیمیایی، نصب پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده و برگزاری دوره های آموزشی مرتبط با را ذکر نمود. شایان ذکر است، پژوهشهای اخیر نشان می‌دهند که آموزشهای ایمنی یکی از ابزارهای مؤثر در پیشگیری از بیماریها و حوادث شغلی می‌باشد (Kiani et al., 2015).

## منابع

- پورنگ، ن. و بنی اعمام، م. ۱۳۸۹. راهنمای کاربردی 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 کاربردی 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.
- حلوانی، غ.م.، سلطانی گردفرامری، ر.، علیمحمدی، م.، کیانی، ز.، (۱۳۹۰). شناسایی و ارزیابی خطر آزمایشگاه های علوم پزشکی یزد با استفاده از چک لیست های استاندارد. فصلنامه تخصصی طب کار، دوره سوم، شماره اول، صفحات ۲۷-۲۱.
- دلخوش. م. ۱۳۸۴. ایمنی کار با مواد شیمیایی. انتشارات شهید، ۹۴ صفحه.
- عزیزاده عظیمی، ا.، تجریشی. ب و کارگر راضی. م. ۱۳۸۶. راهنمای ایمنی و حفاظت در کار با مواد شیمیایی. انتشارات کاوش قلم، ۲۴۰ صفحه.
- ملکوتی، ج.، رضا زاده آذری، م.، گونه فراهانی، ع.، (۱۳۸۹)، ارزیابی ریسک مواجهه شغلی پژوهشگران به عوامل شیمیایی زیان آور، مجله علمی ابن سینا، سال سیزدهم، شماره ۳ و ۴، صفحه ۳۶-۳۱.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی (۱۳۸۶). استاندارد ایران - ایزو - ای ای سی ۱۷۰۲۵ (الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون) - تجدید نظر اول. تهران: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- ACGIH (2008). Introduction to industrial hygiene. American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH). <http://www.hpcnet.org/sdsmt/directory/personnel/ckerk>
- 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.
- Haimes, Y. Y. (2009). Risk modelling, assessment and management (3rd ed). Wiley & Sons Inc. Publication.
- Keith, Furr A., (2000). Handbook of Laboratory Safety , 5th ed. The Chemical Rubber Company.
- Kiani, F. and Khodabakhsh, M.R., 2015. The role of supervisor in effectiveness of safety training session and changing employees' attitudes toward safety issues. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*, 3(1): 49-56.
- Lu, J., Runah, Li, W. (2009), Inspiration of safety management experience of university affiliated hospital. Second Affiliated Hospital of Medical College, Zhejiang University, Hangzhou 310009, China; [J]; Laboratory Science .
- Mao, H., Hong, X., WU, D., Peng, C., Zhao, X., Sino, U.S. (2009), comparison on the experimental safety regulation to reflect on the college chemical laboratory safety administration in our country. Shaoguan University, Shaoguan 512005, China; [J]; Research and Exploration in Laboratory.
- Mirabelli, M.C., Hott, S.M., Cope, J. (2011). Anatomy Laboratory Instruction and Occupational Exposure to Formaline. *Occup. Environ. Med.*, 68:375-378.
- NFPA, 2009. Fire Emergency, National Fire Protection Association (NFPA), <http://www.nfpa.org/index.asp>.
- OSHA Instruction CPL 2-2.43A. (1991), Chemical Information Manual - Refer to the OCIS Chemical Information Database.

- Shen, J., Hu, J. (2009), School of Life Science. Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; [J]; Experimental Technology and Management.
- Ruan, H., Xiang, X., Li, W. (2009), Reflections on the safety management of laboratories in American universities. Department of Equipment Management, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; [J]; Experimental Technology and Management.
- TECHNICAL REPORT: ISO/IEC TR. (1998), 3-13335, (E) Information technology — Guidelines for the management of IT Security -Part 3:Techniques for the management of IT Security
- TECHNICAL REPORT: ISO/IEC TR . (1997), 2-13335, 15Information technology - Guidelines for the management of IT Security - Part ۲: Managing and planning IT Security
- Decent work – Safe work, Introductory report to the XVIIth World Congress on Safety and Health at Work. ( 2005) . International Labor Organization.
- Vige, M., Yokoyama, K., Seyedaghamiri, Z., Shinohara, A., Matsukama, T., Chiba, M. (2011). Occup. Environ. Med., 68:231-234.
- Wen, X., Liang, L., Liu, J., Pan, J., Liu, M. (2009), Comparing with the radiation safety management of laboratory in colleges and universities of Hong Kong and Mainland. Department of Laboratory and Equipment, Tsinghua University, Beijing 100084, China; [J]; Experimental Technology and Management.
- WHO, 2004. Laboratory biosafety manual. Third edition, World Health Organization (WHO), Geneva, 178P.
- Yazdi, Z., Sadeghniaat-Haghighi, Kh. (2012). Hemolytic Anemia as an Outcome of Occupational Exposure to Formalin :Case Report . Iranian Journal of Toxicology .:6(17):669-71.
- Young, J.A. (2002). Safety in Academic chemistry laboratories volume 1, published by the American chemical society, Joint board-council committee on chemical safety.
- 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 ۷- چک لیست بازرسی ایمنی آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ملی فرآوری

نام آزمایشگاه:					
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				
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				

نام آزمایشگاه:					
ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سنخیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
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:					

جدول ۸- پرسشنامه اطلاعات ایمنی آزمایشگاه میکروبیولوژی - سال ۱۳۹۳ (قبل از استقرار ایمنی)

نام آزمایشگاه: میکروبیولوژی					
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	√			

نام آزمایشگاه: میکروبیولوژی					
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	√			
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	√			
<p>توصیه ها و نکات قابل توجه:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ عدم وجود اتاق مناسب برای اتوکلاو</li> <li>➔ تهویه نامناسب موضعی و عمومی</li> <li>➔ عدم وجود انبار مناسب جهت نگهداری مواد آزمایشگاهی و عدم وجود تهویه مناسب در محل</li> <li>➔ عدم وجود سیلندر آتش نشانی مناسب</li> <li>➔ فعال نبودن سنسور های اعلام حریق</li> <li>➔ عدم نصب برگه های MSDS در آزمایشگاه</li> </ul>					

جدول ۹- اقدامات کنترلی انجام شده در آزمایشگاه میکروبیولوژی- سال ۱۳۹۴

نام آزمایشگاه: میکروبیولوژی					
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 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		√		نیاز نمی باشد
۲۲	دستگاه چشم شوی		√		نیاز نمی باشد
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه		√		
۲۴	ثبت و گزارش حوادث مخاطره آمیز		√		
۲۵	تهویه عمومی		√		نیاز نمی باشد
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		√		

نام آزمایشگاه: میکروبیولوژی					
ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت با وظایف آزمایشگاه	توضیحات
۳۱	روشنایی مناسب آزمایشگاه	√			
۳۲	وضعیت مناسب ایمنی اتوکلاو	√			
۳۳	ایمنی شلنگ گاز وسایل	√			
۳۴	نظم و انضباط مطلوب کارگاهی	√			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	√			واکسن هپاتیت زده شد

جدول ۱۰- پرسشنامه اطلاعات ایمنی آزمایشگاه شیمی - سال ۱۳۹۳ (قبل از استقرار ایمنی)

نام آزمایشگاه: شیمی					
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		√		
۱۶	برگه های MSDS		√		
۱۷	پوسترهای ایمنی و علائم هشدار دهنده		√		
۱۸	جعبه کمک های اولیه		√		
۱۹	راههای خروج اضطراری		√		
۲۰	وسایل حفاظت فردی		√		

نام آزمایشگاه: شیمی					
ردیف	عوامل بالقوه موثر در ایجاد خطر	وجود دارد	وجود ندارد	عدم سختیت 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		√		
۲۷	وضعیت مناسب ایمنی ابزارها		√		
۲۸	چیدمان مناسب مواد شیمیایی در ابزار		√		کمبود فضا
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		√		
<p>توصیه ها و نکات قابل توجه:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ عدم نصب برگه های MSDS</li> <li>➤ طبه بندی نشدن مواد شیمیایی یا عدم تفکیک مواد شیمیایی</li> <li>➤ عدم وجود دتکتور گاز (آشکار ساز گازها) به منظور اعلام به موقع تجمع گاز در آزمایشگاه</li> <li>➤ ضعیف بودن قدرت مکش هود های آزمایشگاهی</li> <li>➤ عدم وجود دتکتور های اعلام حریق و وسایل اطفاء حریق اتوماتیک</li> <li>➤ عدم وجود سیلندر آتش نشانی</li> <li>➤ نگهداری کلیه مواد شیمیایی مورد مصرف در آزمایشگاه</li> <li>➤ با توجه به فضای کوچک در آزمایشگاه توصیه می گردد درب آزمایشگاه به طریقی نصب گردد که به سمت راهرو باز گردد</li> <li>➤ عدم وجود تهویه عمومی مناسب</li> <li>➤ عدم وجود وسایل حفاظت فردی مناسب هنگام کار با مواد شیمیایی</li> </ul>					

جدول ۱۱- اقدامات کنترلی انجام شده در آزمایشگاه شیمی - سال ۱۳۹۴

نام آزمایشگاه: شیمی					
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	√			
۲۱	دوش اضطراری	√			
۲۲	دستگاه چشم شوی	√			
۲۳	گذراندن دوره های آموزش ایمنی کار در آزمایشگاه	√			دوره های تکمیلی برگزار می گردد
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		√		



نام آزمایشگاه: شیمی					
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	√			
۳۵	واکسیناسیون پرسنل	√			



تصویر ۱- مرکز ملی فرآوری آبزیان-انزلی



تصویر ۲- قرار گرفتن مواد آزمایشگاهی در جای نامناسب  
(قبل از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۳- قرار گرفتن مواد آزمایشگاهی در جای نامناسب  
(قبل از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۵- جابجایی مواد آزمایشگاهی به انبار (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۷- نصب بنر های MSDS در درب ورودی آزمایشگاه‌ها (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۴- نصب چشم شوی در آزمایشگاه پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها



تصویر ۶- نصب تابلو اعلام حریق در آزمایشگاه‌ها (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۹- قرار گرفتن اتو کلاو در آزمایشگاه (قبل از استقرار ایمنی آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۱۰- نصب دستورات ایمنی در بالای هر دستگاه (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه‌ها)



تصویر ۸- نصب دتکتور های اعلام حریق در آزمایشگاه ها



تصویر ۱۱- انتقال اتوکلاو از آزمایشگاه میکروبیولوژی (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه ها)



تصویر ۱۲- نصب کپسول های اطفاء حریق در آزمایشگاه ها (پس از استقرار ایمنی در آزمایشگاه ها)

### **Abstract**

Risks assessment of laboratories of National Fish Processing Research Center was done in 2014 and 2015 to determine the risk factors, potential risks and provide action plans to prevent the occurrence of any risks and increasing awareness of staff to safety issues. All laboratories: Chemistry, Microbiology, sensitive assessment and physical were visited and all factors were evaluated. The method for evaluation was with Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) methods. The assessment process was designed and implemented in two phases, the first phase was the current situation of safety indexes, risks identification and distance to laboratory safety parameters included: working environment, physical factors, test methods and the human factors were done, then risk assessment and risk management of identified risks were followed by check list forms. The second phase was based on the findings, control measures and safety guidelines were done and provided. The highest risk score related to Microbiology laboratory with RPN 540 and then chemistry 360, because of the nature of sensory laboratory was not evaluated and there were no experiments in the physics laboratory and was ignored. After control measures, the risk number of laboratories decreased as follows: Microbiology to 18, chemistry to 12.

**Keywords:** assessment, risk, FMEA, laboratory, Laboratories Risks Evaluation in National Fish Processing Research Center Laboratories

**Ministry of Jihad – e – Agriculture  
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION  
Iranian Fisheries Science Research Institute – Aquatics Fish Processing Research  
Center**

---

**Project Title : Laboratories Risks Evaluation in National Fish Processing Research  
Center Laboratories**

**Approved Number: 12-12-12-9160-91002**

**Author: Fariba Esmaeili**

**Project Researcher : Fariba Esmaeili**

**Collaborator(s) : A.A. Khanipour; N. Pourang; F. Khodabandeh; F. Lakzaei; F.  
Noghani; A. Kamali; A. Fahim; Gh. Zaregashti; F. Rafipou; S.H. Jalili; M. Seifzade; N.  
Samani; M. Doustdar; N. Najafpour**

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

**Supervisor: -**

**Location of execution : Guilan province**

**Date of Beginning :2013**

**Period of execution : 2 Years & 5 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 in National Fish  
Processing Research Center Laboratories**

**Project Researcher :**

***Fariba Esmaeili***

**Register NO.**

***49947***