

## موارد مخاطره آمیز در آزمایشگاه‌های پزشکی و مدیریت آن

### مقدمه

با توجه به اینکه در هر آزمایشگاه عوامل و حوادث مختلفی در ایجاد خطر برای سلامت افراد نقش دارد، شناسایی آن‌ها برای مسئولین فنی (یا مسئول کمیته ایمنی) ضروری است. در این بخش تلاش گردیده تا به برخی از حوادث مخاطره آمیز شامل مخاطرات عفونی و برخورد‌های شغلی با آن‌ها، مخاطرات شیمیایی، آتش‌سوزی، مخاطرات الکتریکی و برق گرفتگی و همچنین نحوه برخورد و ثبت آن‌ها بر اساس منابع معتبر علمی جهت آشنایی خواننده به صورت گذرا اشاره گردد. همچنین با توجه به اهمیت کار با مواد پرتوزا، اصول ایمنی و کار با این مواد در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

ضمناً با توجه به اهمیت پیشگیری در این موارد، در مبحث اصول پیشگیری و حفاظت از کارکنان به‌طور کامل به این مورد اشاره گردیده است.

### برنامه مدیریت موارد مخاطره آمیز در آزمایشگاه

این برنامه باید به گونه‌ای تدوین گردد که در آن موارد زیر رعایت گردد:

- احتیاط‌های لازم جهت برخورد با بلایای طبیعی، مثل آتش‌سوزی، سیل، زلزله و انفجار
  - ارزیابی میزان خطر مخاطرات زیستی و شناسایی عامل خطر ساز
  - کنترل و ضد عفونی کردن موارد آلودگی‌های اتفاقی
  - تخلیه اضطراری کارکنان و مردم از منطقه حادثه دیده
  - مداوای فوری اشخاص مجروح و حادثه‌دیده در حد امکانات و اقدامات اولیه جهت ارجاع به مراکز بالینی
  - کنترل‌های همه‌گیرشناسی در صورت ضرورت (با توجه به نوع میکروارگانیسم در مخاطرات عفونی)
  - تشخیص و شناسایی اشخاص و جوامع در خطر
  - شناسایی مراکز مسئول و اطلاع این موارد به آن‌ها
  - تهیه فهرستی از امکانات قرنطینه و مراکز تخصصی درمانی جهت ارجاع افراد حادثه‌دیده
  - نحوه نقل و انتقال اشخاص حادثه‌دیده و یا آلوده‌شده
  - تهیه منابع ایمونوگلوبولین‌ها، واکسن، دارو، تجهیزات ویژه و وسایل اولیه بر اساس برنامه تدوین شده
  - تدارک تجهیزات ضروری شامل لباس‌های محافظتی، ضد عفونی کننده‌ها، کیت‌های بیولوژیکی و شیمیایی و غیره
  - ثبت دقیق نوع، محل، زمان حادثه و فرد یا افراد حادثه‌دیده
- باید توجه داشت که مدیریت هر آزمایشگاه در صورت مواجهه با مخاطرات باید بتواند ضمن ارزیابی و آنالیز هر مورد، میزان خطر ایجاد شده و اهمیت آن را مشخص کرده و اقدام متقابل و اصلاحی را متناسب با آن انجام دهد.

## مخاطرات عفونی و برخوردهای شغلی با آنها

طبق آمار مرکز کنترل بیماری‌های آمریکا (CDC) سالانه هشت میلیون نفر از کارکنان سامانه بهداشتی و درمانی در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های عفونی ناشی از تماس با بیماران و یا فراورده‌های آلوده آنها هستند. این انتقال از طریق پوست و مخاطها به‌خصوص چشم صورت می‌گیرد. بنابراین کارکنان سامانه بهداشتی و درمانی باید هر نوع ترشح، مایع و بافت بدن را آلوده و خطرناک محسوب نمایند و تمامی اقدامات پیشگیرانه را در ارتباط با آنها به کار بندند.

## انواع روش‌های انتقال عفونت در برخوردهای شغلی

◀ آسیب‌های پوستی با سوزن آلوده یا وسایل تیز و برنده شایع‌ترین روش انتقال عفونت است.  
◀ دومین روش انتقال، پاشیدن ترشحات و خون به غشاء مخاطی است.  
◀ روش دیگر انتقال ورود عامل بیماری‌زا به بدن از طریق تنفس است.  
خطر ایجاد عفونت بستگی به شیوه انتقال، غلظت و قدرت بیماری‌زایی میکروارگانیسم، حجم مواد آلوده و وضعیت ایمنی فرد در معرض خطر دارد. به طور کلی احتمال انتقال آلودگی در موارد آسیب‌های پوستی بیش از برخورد مخاطی و ریوی است.

## اقدامات اولیه بر اساس انواع حوادث

اقدامات کلی بر اساس حوادث پیش آمده به شرح زیر است:

### زخم‌ها، بریدگی‌ها و خراش‌ها

- در آوردن لباس محافظتی و شستن دست‌ها با آب و صابون توسط شخص حادثه دیده.
- تمیز کردن منطقه یا مناطق آلوده شده
- ارجاع فرد حادثه دیده به مراکز پزشکی در صورت نیاز
- شناسایی ارگانیسم احتمالی
- ثبت و نگهداری گزارش‌های پزشکی به صورت کامل

### بلع مواد عفونی

- در آوردن لباس محافظتی
- معرفی به مراکز پزشکی جهت انجام مراقبت‌های پزشکی مورد نیاز
- شناسایی مواد بلع شده
- ثبت و نگهداری گزارش‌های پزشکی به طور کامل

## رهایی ذرات بالقوه عفونی خطرناک به خارج از هود بیولوژیک

- تخلیه تمامی افراد از محل حادثه و ارجاع شخص حادثه دیده به مراکز درمانی جهت معاینات پزشکی

- اطلاع به ناظم فنی آزمایشگاه و یا مسئول ایمنی
- هیچ‌کس نباید تا زمانی که ذرات معلق خارج شده و ذرات سنگین‌تر ته‌نشین شوند وارد محل حادثه گردد (بین ۳۰-۱۵ دقیقه). اگر آزمایشگاه دارای سامانه هواکش مرکزی نباشد، ورود افراد باید به تاخیر بیافتد.
- نصب علامت‌های مناسب به منظور ممنوعیت ورود به محل حادثه
- ضدعفونی کردن محل زیر نظر ناظم فنی یا مسئول ایمنی بعد از زمان فوق
- پوشیدن لباس حفاظتی مناسب و استفاده از محافظ تنفسی

### شکستن ظروف و ریختن مواد عفونی

- تمامی کارکنان در این مورد باید آموزش لازم را کسب نمایند.
- در موارد ریختن یا شکستن ظروف محتوی مواد آلوده اقدامات زیر باید انجام گیرد:
- مسئول ایمنی را آگاه نمایید.
  - بلافاصله لباس‌های آلوده شخص را درآورید و فوراً همه افراد را از محل دور کنید و تا زمان خروج از محل کمتر تنفس کنید.
  - درب محل را ببندید و مدتی صبر کنید تا آئروسول‌ها ته‌نشست حاصل کنند (حداقل ۱۵ دقیقه و ترجیحاً ۳۰ دقیقه).
  - لباس‌ها و پوشش‌های حفاظتی را بپوشید.
  - محل را با حوله کاغذی و یا تمظیف بپوشانید.
  - از محلول ضد عفونی کننده مناسب استفاده کنید.
  - جهت جلوگیری از ایجاد آئروسول، محلول را به آرامی و در مقادیر کم تقسیم نموده و از کناره‌ها به صورت دایره، دور محل بریزید تا تمام منطقه را بپوشاند.
  - مدتی صبر نمایید (در ارتباط با نوع محلول).
  - به وسیله پنس و یا فورسپس، قطعات شیشه را در داخل محفظه‌های ایمن قرار دهید.
  - محل را تمیز نموده و در صورت لزوم مجدداً با ماده ضدعفونی عمل فوق را تکرار نمایید.

### شکستن لوله‌های محتوی عوامل بالقوه آلوده درون سانتریفیوژ

- اقدامات زیر در صورت شکستن لوله‌های محتوی عوامل بالقوه آلوده درون سانتریفیوژ باید به ترتیب صورت پذیرد:
- اگر هنگام کار دستگاه شکستگی رخ دهد، موتور باید خاموش شود و سانتریفیوژ بسته بماند تا کار آن کاملاً متوقف شود. اگر بعد از توقف کار سانتریفیوژ شکستگی مشاهده شد، درب دستگاه باید فوراً بسته شود.

- به ناظم فنی (سوپروایزر) یا مسئول ایمنی اطلاع داده شود.
  - در تمام مراحل کار از دستکش ضخیم همراه با دستکش یکبار مصرف استفاده شود.
  - از پنس برای پیدا کردن و درآوردن خرده شیشه‌ها استفاده شود.
  - تمامی لوله‌های شکسته، قطعات متلاشی شده شیشه‌ها، باکت‌ها، روتورها و دیگر قطعات داخلی با یک ضد عفونی کننده مناسب (موثر بر ارگانیسم) ضد عفونی شوند.
  - تمامی قطعات سانتریفیوژ با رقت مناسبی از یک ضد عفونی کننده مناسب توسط اسفنج پاک شوند (دو مرتبه)، سپس با آب شسته و خشک گردند.
- توجه: بدیهی است مواد مصرف شده در عملیات پاکسازی باید به عنوان پسماندهای عفونی در نظر گرفته شوند.*

### برنامه مدیریت و اصول کلی موارد تماس با عوامل بالقوه بیماری‌زا

در صورت تماس با عامل عفونی باید برنامه‌ای که شامل شیوه‌های مدیریت کلی در این گونه موارد است به مدت ۲۴ ساعت اجرا گردد. این برنامه شامل بررسی پزشکی فوری، آنالیز خطر، درمان، پیشگیری و پیگیری مناسب بسته به نوع و منبع آلودگی است. چارچوب این برنامه می‌تواند منطبق با روش برخورد با کار نامنطبق در آزمایشگاه باشد. هر آزمایشگاه می‌تواند برای این منظور یک روش اجرایی یا نمودار گردش‌دهی تهیه کند و آن را در معرض دید کارکنان نصب نماید.

اصول کلی اقدامات در موارد تماس با خون و مایعات عفونی در جدول ۱-۷ بیان گردیده است.

#### جدول ۱-۷: اصول کلی اقدامات در موارد تماس با خون و یا مایعات آلوده

<ul style="list-style-type: none"> <li>• شست‌وشوی مواد و یا اعضای آلوده</li> <li>• ثبت تاریخچه، شرایط تماس، بیمار منبع، وضعیت واکسیناسیون فرد در معرض خطر</li> <li>• گرفتن نمونه خون از فرد در معرض خطر</li> <li>• ثبت اطلاعات آزمایشگاهی مربوط به فرد منبع آلودگی (در صورت اطلاع)</li> <li>• ثبت اطلاعات آزمایشگاهی مربوط به فرد در معرض خطر از جمله آزمایش‌های بارداری و...</li> <li>• در صورت لزوم ایمن‌سازی از نظر کزاز</li> <li>• در نظر گرفتن اقدامات پروفیلاکسی در مورد هپاتیت B (جدول ۳-۷)</li> <li>• در نظر گرفتن اقدامات پروفیلاکسی در مورد HIV</li> <li>• مشورت با فرد در معرض خطر در مورد مزایا و مضرات درمان‌های موجود برای پاتوژن‌های قابل انتقال از خون</li> <li>• مشورت با مراکز درمانی و پیگیری وضعیت فرد در معرض خطر</li> </ul>
---

### شیوه گزارش‌دهی و ثبت تماس با عوامل آلوده‌کننده

آزمایشگاه باید سوابق این حوادث را به خوبی ثبت و نگهداری کند. برای این منظور تهیه یک برگه مناسب می‌تواند راهگشا باشد.

بنابراین گزارش تماس باید تهیه و اطلاعات کامل شامل نوع برخورد، سابقه فرد در معرض خطر (از نظر بیماری‌های زمینه‌ای و واکسیناسیون) و سابقه فرد آلوده‌کننده در آن ثبت شود. در جدول ۲-۷، عناصر اصلی برگه (فرم) گزارش‌دهی در موارد تماس با مایعات عفونی ذکر گردیده است.

#### جدول ۲-۷: عناصر برگه گزارش‌دهی موارد برخورد با مایعات عفونی

<ul style="list-style-type: none"><li>• ساعت و روز تماس</li><li>• جزئیات تماس (مشمول بر نحوه و علت آن، محل آسیب و عمق آسیب‌دیدگی)</li><li>• جزئیات ماده آلوده‌کننده (شامل نوع و حجم)</li><li>• جزئیات عفونت‌های موجود در ماده آلوده‌کننده (HIV, HCV, HBV) و در صورت مثبت بودن از نظر HIV مرحله بیماری شامل درمان آنتی‌ویرال، تراکم ویروس و مقاومت دارویی)</li><li>• جزئیات وضعیت ایمنی فرد در معرض خطر (به عنوان مثال واکسیناسیون HBV و سطح (Ab)</li><li>• وضعیت بالینی فرد در معرض خطر (بارداری و غیره)</li><li>• جزئیات در رابطه با مشاوره‌های پزشکی و اقدامات پیشگیرانه پس از برخورد و پیگیری</li><li>• نام و امضای تهیه‌کننده و تاییدکننده گزارش</li></ul>
--

### اصول کلی درمان در موارد تماس با عوامل آلوده‌کننده

درمان محل تماس با عفونت، مشابه درمان استاندارد زخم‌ها است. زخم و محل آسیب‌دیده پوست باید با آب و صابون شسته شود. شست‌وشوی غشاء مخاطی با آب به تنهایی کافی است. به کار بردن مواد سوزاننده و آنتی‌سپتیک‌ها بر روی زخم توصیه نمی‌شود.

خون و مایعاتی مثل CSF، مایع پلور، سینویال، منی، ترشحات واژن و غیره ممکن است ویروس‌های موجود در خون را انتقال دهند. تماس این مایعات با پوست آسیب‌دیده، اجسام نوک تیز و غشاء مخاطی احتمال انتقال ویروس را دارد و در صورتی که این مایعات با پوست سالم تماس یابند نیاز به پیگیری نیست.

منبع آلودگی را باید هر چه سریع‌تر از نظر HIV, HCV, HBV مورد بررسی قرار داد. آزمایش سریع و قابل اعتماد HIV در اسرع وقت انجام شود در صورت مثبت بودن از نظر HIV، پیگیری و شناسایی منبع آلوده‌کننده برای بررسی تعداد سلول‌های لنفوسیت T نوع CD4+، تعداد ویروس و

درمان‌های قبلی و فعلی ضد ویروس فرد مبتلا، توصیه می‌شود که بر همین اساس اقدامات طبی، برای پیشگیری پس از برخورد سریعاً شروع می‌شود. در صورت موجود نبودن این اطلاعات نباید شروع اقدامات درمانی را به تعویق انداخت، زیرا تغییر رژیم در حین درمان امکان‌پذیر است. عواملی که در مورد تماس با ماده آلوده به HBV باید در نظر گرفت شامل بررسی وضعیت واکسیناسیون و سطح آنتی‌بادی فرد در معرض خطر است. در صورت عدم واکسیناسیون شخص باید بلافاصله تحت واکسیناسیون قرار بگیرد. در جدول ۳-۷ روش‌های پروفیلاکسی به طور خلاصه ذکر شده است.

### جدول ۳-۷: اقدامات لازم در هنگام مواجهه با ویروس هپاتیت B در پوست و مخاطات

منبع آلودگی نامعلوم یا اینکه برای آزمایش در دسترس نیست	منبع آلودگی آنتی‌ژن منفی	منبع آلودگی آنتی‌ژن مثبت	وضعیت واکسیناسیون و پاسخ آنتی‌بادی در کارمندان مواجه شده با ویروس الف
دوره واکسن را آغاز کنید.	دوره واکسن را آغاز کنید.	ایمونوگلوبین هپاتیت B را تزریق کرده و سپس دوره واکسن را آغاز کنید. <sup>۳</sup>	واکسینه نشده
درمان لازم نیست.	درمان لازم نیست.	درمان لازم نیست.	قبلاً واکسینه شده: پاسخ به واکسن داده <sup>۳</sup>
اگر می‌دانید که احتمال آلودگی منبع زیاد است مثل فرد آنتی‌ژن مثبت برخورد شود.	درمان لازم نیست.	ایمونوگلوبین هپاتیت B را تزریق کرده و دوباره واکسیناسیون را شروع کنید یا دوباره ایمونوگلوبین هپاتیت B تزریق شود. <sup>۳</sup>	پاسخ به واکسن نداده است. <sup>۳</sup>
فرد را برای آنتی Hbs چک نمایید: • اگر کافی باشد درمان لازم نیست. <sup>۳</sup> • اگر کافی نباشد ایمونوگلوبین هپاتیت B تزریق و بعد یکبار بوستر واکسن تزریق شود. <sup>۳</sup> یک تا دو ماه بعد دوباره تیتر آنتی‌بادی چک شود.	درمان لازم نیست.	فرد را برای آنتی Hbs چک نمایید: • اگر کافی باشد درمان لازم نیست. <sup>۳</sup> • اگر کافی نباشد ایمونوگلوبین هپاتیت B تزریق و بعد یکبار بوستر واکسن تزریق شود. <sup>۳</sup>	انجام واکسینه نامعلوم

الف) افرادی که قبلاً با هپاتیت B آلوده شده‌اند، نسبت به عفونت ایمن هستند و در صورت مواجهه اقدام خاصی لازم نیست.

ب) ایمونوگلوبین هپاتیت B با دوز ۰/۶ میلی‌لیتر / کیلوگرم به صورت داخل عضلانی

پ) منظور از پاسخ به واکسن وجود مقادیر کافی آنتی‌بادی ضد Hbs یعنی بالای ۱۰ mIU/mL است.

ت) منظور از عدم پاسخ به واکسن وجود مقادیر ناکافی آنتی‌بادی ضد ویروس یعنی زیر ۱۰ mIU/mL است.

ث) دادن یک دوز ایمونوگلوبین و شروع دوباره واکسن بیشتر در افرادی با عدم پاسخ توصیه می‌شود که دوره دوم واکسیناسیون خود را تکمیل نکرده باشند در افرادی که این دوره را تکمیل نموده‌اند ولی هم چنان پاسخ نداده‌اند، دو دوز ایمونوگلوبین ضد هپاتیت B توصیه می‌شود.

منبع: CDC<sup>9</sup>

### اصول مدیریت درمان در موارد آلودگی هیپاتیت B و C

چنانچه دلیلی بر تجویز ایمنوگلوبین هیپاتیت B وجود داشته باشد، باید هر چه سریعتر تزریق شود (زمان مطلوب ظرف ۲۴ ساعت) و اگر بیش از هفت روز از زمان آلودگی گذشته باشد در مورد میزان تاثیر ایمنوگلوبین توافق نظر وجود ندارد.

در خصوص آلودگی با ویروس هیپاتیت C، توصیه CDC آزمایش منبع آلودگی از نظر HCV است. فرد آلوده شده را باید از نظر anti-HCV و ALT در هنگام آلودگی و ۴ تا شش ماه پس از آن مورد بررسی قرار داد و ارزیابی HCV RNA در صورت تمایل به بررسی سریعتر حدود چهار تا شش هفته پس از برخورد توصیه می‌شود.

براساس پیشنهاد CDC، پرسنل بهداشتی - درمانی که امکان انتقال ویروس هیپاتیت C و هیپاتیت B به افراد دیگر را دارند، ملزم به رعایت اقدامات احتیاطی نیستند ولی نباید خون، پلاسما، عضو یا اسپرم اهدا نمایند.

### اصول مدیریت درمان در موارد آلودگی HIV

در موارد تماس فرد در معرض خطر با نمونه آلوده به HIV، هدف آرمانی این است که وی در عرض کمتر از یک ساعت به عنوان اقدام پایه از نظر HIV آزمایش شود. اصول این مدیریت طبق مصوبه CDC در جداول ۴-۷ و ۵-۵ ذکر شده است.

این توصیه‌ها صرفاً در مواردی است که منبع آلوده‌کننده حاوی HIV باشد و یا احتمال عفونت را بر اساس عوامل خطر ساز داشته باشد. اگر آزمایش‌های بعدی نشان داد که منبع آلودگی از نظر HIV منفی است، اقدامات شروع شده باید قطع شود (علت تعجیل در شروع این اقدامات این است که در صورت تاخیر بیش از ۲۴ تا ۳۶ ساعت اثر آنها کمتر است، گرچه بعد از این زمان نیز اقدامات خالی از فایده نیست).

در اکثر موارد تماس با HIV، رژیم دو دارویی مناسب است و رژیم سه دارویی فقط برای مواردی به کار می‌رود که خطر انتقال بیماری زیاد باشد. رعایت موارد احتیاطی زیر برای کارکنانی که در معرض آلودگی با HIV قرار گرفته‌اند الزامی است:

- خودداری از فعالیت جنسی و یا استفاده از کاندوم
  - پرهیز از اهدا خون، پلاسما، اعضا، بافت و یا اسپرم
  - پرهیز از شیردادن
  - مراجعه به پزشک در صورت ابتلا به هر بیماری حاد
- موارد ذکر شده در طول مدت پیگیری (حدود شش تا ۱۲ ماه) باید رعایت شود.

جدول ۴-۷: مدیریت پیشگیری توصیه شده از HIV برای تماس‌های پوستی

وضعیت عفونت در منبع آلودگی					
HIV منفی	منبع نامشخص <sup>(پ)</sup>	منبع مشخص اما وضعیت HIV مشخص ثابت <sup>(ب)</sup>	HIV مثبت کلاس ۲ <sup>(الف)</sup>	HIV مثبت کلاس ۱ <sup>(الف)</sup>	نوع برخورد
پیشگیری نمی‌خواهد	عموماً پیشگیری نمی‌خواهد، اما اگر احتمال تماس با شخص با عفونت HIV وجود دارد، پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup> در نظر گرفته شود.	عموماً پیشگیری نمی‌خواهد اما در نظر گرفتن پیشگیری دو دارویی برای <sup>(ت)</sup> منابع با ریسک فاکتور بالای HIV <sup>(ج)</sup>	پیشگیری سه دارویی	پیشگیری دو دارویی	شدت کمتر <sup>(ت)</sup>
پیشگیری نمی‌خواهد	عموماً پیشگیری نمی‌خواهد اما اگر احتمال تماس با شخص با عفونت HIV وجود دارد، پیشگیری دو دارویی <sup>(ت)</sup> در نظر گرفته شود.	عموماً پیشگیری نمی‌خواهد اما در نظر گرفتن پیشگیری دو دارویی برای <sup>(ت)</sup> منابع با ریسک فاکتورهای HIV <sup>(ج)</sup>	پیشگیری سه دارویی	پیشگیری سه دارویی	شدت بیشتر <sup>(ج)</sup>

الف) HIV مثبت کلاس I: عفونت HIV بدون علامت یا تعداد ویروس اندک (مثلاً زیر ۱۵۰۰ کپی RNA بر هر سی‌سی).

HIV مثبت کلاس 2: عفونت HIV علامت‌دار، سندرم نقص ایمنی اکتسابی، تغییر سرولوژیک حاد یا تعداد ویروس بالا.

اگر احتمال مقاومت دارویی وجود دارد، توصیه می‌شود با افراد با تجربه مشاوره شود، اما نبایستی شروع پیشگیری را بخاطر مشاوره عقب انداخت. منبع عفونت برای بررسی فوری بایستی در دسترس باشد.

(ب) منبع مشخص اما وضعیت HIV مشخص نیست (مثلاً منبع دقن شده است و نمونه‌ای برای آزمایش از نظر HIV وجود ندارد).

(پ) منبع نامشخص (مثلاً آلوده شدن با سوزنی که در سطل معدوم کردن سوزن‌ها باشد).

(ت) شدت کمتر (مثل: سوزن توپر و آسیب سطحی).

(ث) در نظر گرفتن پیشگیری یعنی پیشگیری بسته به مورد می‌باشد و باید فرد در معرض عفونت و گروه درمان‌کننده با هم تصمیم به پیشگیری بگیرند.

(ج) اگر پیشگیری شروع شود و بعداً عفونت شناسایی شود و منفی بودن او از نظر HIV اثبات شود پیشگیری باید متوقف شود.

(چ) شدت بیشتر (مثلاً سوزن بزرگ توخالی، فرو رفتن عمیق، خونی شدن وسیله، یا سوزن استفاده شده در شریان یا ورید منبع).



جدول ۵-۷: مدیریت پیشگیری از HIV در موارد تماس مخاطی و تماس با پوست

آسیب دیده (الف)

وضعیت عفونت در منبع آلودگی					
HIV منفی	منبع نامشخص <sup>(ت)</sup>	منبع مشخص اما وضعیت HIV مشخص نیست <sup>(پ)</sup>	HIV مثبت کلاس ۲ <sup>(ب)</sup>	HIV مثبت کلاس ۱ <sup>(ب)</sup>	نوع برخورد
پیشگیری نمی‌خواهد.	عموما پیشگیری نمی‌خواهد، اما اگر احتمال تماس با HIV می‌باشد پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup> در نظر گرفته شود.	عموما پیشگیری نیاز نیست اما پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup> برای منابع با ریسک فاکتور بالای HIV در نظر گرفته شود <sup>(ج)</sup> .	توصیه به پیشگیری دو دارویی	در نظر گرفتن پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup>	حجم کم <sup>(ث)</sup>
پیشگیری نمی‌خواهد.	عموما پیشگیری نمی‌خواهد، اما اگر احتمال تماس با HIV می‌باشد. پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup> در نظر گرفته شود.	عموما پیشگیری نیاز نیست اما پیشگیری دو دارویی <sup>(ج)</sup> برای منابع با ریسک فاکتورهای HIV در نظر گرفته شود <sup>(ج)</sup> .	توصیه به پیشگیری دو دارویی	توصیه به پیشگیری دو دارویی	حجم زیاد <sup>(ح)</sup>

الف) برای تماس پوستی در صورتی پیگیری لازم است که پوست آسیب دیده باشد (مثل موارد درماتیت، خراشیدگی و زخم باز)

ب) HIV مثبت کلاس یک: عفونت HIV بدون علامت و یا تعداد ویروس اندک (مانند موارد زیر ۱۵۰۰ کپی RNA در هر سی‌سی). HIV مثبت کلاس دو: عفونت HIV علامت‌دار (AIDS)، تغییر سرولوژیک حاد یا تعداد ویروس بالا. اگر احتمال مقاومت دارویی وجود دارد، توصیه به انجام مشاوره با افراد با تجربه می‌شود اما نایستی شروع پیشگیری را بخاطر مشاوره عقب انداخت، منبع عفونت برای بررسی فوری بایستی در دسترس باشد.

پ) منبع مشخص اما وضعیت HIV مشخص نیست. (مثلا منبع آلودگی دفن شده است و نمونه‌ای برای آزمایش از نظر HIV وجود ندارد).

ت) منبع نامشخص (مثلا آلوده شدن با سوزنی که در سطل معدوم کردن سوزن‌ها باشد).

ث) حجم کم (یعنی چند قطره).

ج) پیشگیری بسته به مورد می‌باشد و باید فرد در معرض عفونت و گروه درمان کننده با هم تصمیم به پیشگیری بگیرند.

چ) اگر پیشگیری شروع شود و بعدا منبع عفونت شناسایی شود و منفی بودن HIV منبع احراز گردد پیشگیری باید متوقف شود.

ح) حجم زیاد (یعنی پاشیدن مقادیر زیاد خون).

## مخاطرات شیمیایی

کارکنان آزمایشگاه‌های پزشکی نه تنها در معرض عوامل بیماری‌زای عفونی هستند، بلکه در معرض مخاطرات شیمیایی خطرناک نیز هستند. لذا بدیهی است در صورتی که این افراد از دانش و اطلاعات مربوط به اثرات سمی این مواد شیمیایی و راه‌های در معرض قرار گرفتن و آسیب‌هایی که ممکن است در حین جابجایی و نگهداری آن‌ها به وجود آید، برخوردار باشند، می‌توانند از بروز این حوادث پیشگیری کنند و یا در صورت بروز آن‌ها، کم‌ترین آسیب را از این عوامل متحمل شوند. مدیریت هر آزمایشگاه باید اسناد مربوط به اطلاعات ایمنی مواد یا اطلاعات مربوط به خطرات شیمیایی را از طریق سازندگان و یا فروشندگان مواد شیمیایی تهیه و در مواقع لزوم از آن‌ها به عنوان بخشی از دستورالعمل‌های ایمنی استفاده نماید.

### روش‌های ایجاد آسیب توسط عوامل شیمیایی

عوامل و مواد شیمیایی خطرناک با روش‌های زیر به فرد در معرض خطر آسیب می‌رسانند:

- تنفس
- تماس با پوست
- بلعیدن
- فرورفتن سوزن
- از طریق پوست آسیب‌دیده

### نگهداری مواد شیمیایی

- فقط مقادیری از مواد شیمیایی که برای استفاده روزانه (یا دوره زمانی کوتاه) لازم است، در آزمایشگاه نگهداری شوند. هنگامی که محلول‌های قابل اشتغال در ظروف‌های ایمن نگهداری می‌شوند ظرفیت کلی در هر آزمایشگاه نباید بیشتر از ۶۰ گالن در هر ۵۰۰۰ مترمربع باشد.
  - بهتر است ذخایر عمده مواد شیمیایی در ساختمان‌ها و اتاق‌های طراحی شده مخصوص نگهداری شوند. حداقل یک اتاق نگهداری مواد قابل اشتغال در هنگامی که ذخایر بیشتر از ۳۰۰ گالن باشد، باید وجود داشته باشد مواد قابل اشتغال باید در ظروف‌های فلزی قابل تهویه نگهداری شوند. هر ظروف باید در محلی قرار داده شود که حداقل ارتفاع را از کف اتاق داشته باشد و به راحتی قابل دسترس باشند. در هنگام اجبار برای ذخیره این مواد داخل کابینت‌ها باید ارتفاع کابینت‌ها حداکثر تا معرض دید چشم‌ها بوده و بر روی آنها بر چسب مخصوص نگهدارنده این مواد چسبانده شود.
  - مواد قابل اشتغال نباید در فاصله‌ای کمتر از ۱۸ اینچ از محل جرعه الکتریکی، لوله‌های بخار، سرپوش‌ها (Ceiting) و سرآبفشان‌ها (Sprinkler head) نگهداری شوند.
  - نگهداری مواد شیمیایی بر اساس روش‌های توصیه شده توسط شرکت‌های سازنده انجام گیرد.
- لازم به ذکر است که نگهداری مواد شیمیایی براساس حروف القبا به خاطر سهولت استفاده بسیار اشتباه است و آزمایشگاه‌ها باید اکیدا از این کار خودداری نمایند.

- برای جلوگیری از آتش‌سوزی و یا انفجار، مواد اصلی شیمیایی (ستون راست) از جدول ۶-۷ می‌بایست به نحوی نگهداری و حمل و نقل گردند که هیچ‌گاه در تماس با سایر مواد شیمیایی (مواد ناسازگار مندرج در سمت چپ) قرار نگیرند.

جدول ۶-۷: قواعد عمومی در خصوص ناسازگاری مواد شیمیایی

مواد اصلی شیمیایی	مواد ناسازگار با آنها
فلزات قلیایی نظیر سدیم، پتاسیم، سزیم و لیتیوم	دی‌اکسید کربن، هیدرو کربن‌های کلردار، آب
هالوژن‌ها	آمونیاک، استیلن، هیدروکربن‌ها
اسید استیک، سولفید هیدروژن، آنیلین، هیدروکربن‌ها، اسید سولفوریک	عوامل اکسیدکننده نظیر اسید کرومیک، اسید نیتریک، پراکسیدها، پرمنگنات

#### نحوه حمل و نقل مواد شیمیایی خطرناک

اطلاع از نحوه حمل و نقل مواد شیمیایی مختلف در آزمایشگاه جزو وظایف پرسنل و سوپروایزر آزمایشگاه است.

جدول اطلاعات ایمنی مواد (Material Safety Data Sheet (MSDS باید در اختیار همه در آزمایشگاه باشد. استفاده از وسایل و لباس‌های ایمنی در هنگام انتقال مواد شیمیایی خطرناک ضروری است. باید ظروف‌های حامل این مواد در محل مناسبی قرار گیرند و محل قرارگیری این مواد کاملاً تمیز و مرتب نگه‌داشته شده تا از خطرات نشست و شکستگی این مواد کاسته شود. در هنگام نشست مواد باید به پرسنل اطلاع داده شود و آزمایشگاه تخلیه شده و از کیت مناسب خنثی‌سازی استفاده شده و به افراد و شرکت‌های مسئول اطلاع‌رسانی شود.

برای جلوگیری از انفجار باید در هنگام تخلیه ظروف محلول‌های قابل اشتغال از ظروف‌های دارای سیم ارت Ground metal استفاده شود. این مورد به وسیله اتصال یک کلیپس متصل به یک قطعه سیم که از یک طرف به لوله فلزی آب و از طرف دیگر به ظروف وصل می‌شود، امکان‌پذیر است.

#### مواد شیمیایی منفجره

- آزیدها که اغلب در محلول‌های ضد باکتریایی به کار می‌روند، نباید با ترکیبات مس و سرب در تماس و مجاورت باشند (به‌عنوان مثال لوله‌های فاضلاب و لوله‌کشی ساختمان). چون ممکن است با ضربه‌های بسیار جزئی و خفیف انفجار مهیبی به‌وجود آورند.
- اترهایی که کهنه و خشک شده و به کریستال تبدیل شده‌اند، بسیار ناپایدار و دارای قابلیت انفجار هستند.
- اسیدپرکلریک در صورتی که روی میز کار چوبی و آجری ریخته شده و یا با مواد خشک همراه شود، منفجر می‌شود.
- اسیدپیکریک و پیکرات‌ها ممکن است در اثر حرارت و یا ضربه منفجر شوند.

### نحوه برخورد در صورت ریخته شدن مواد شیمیایی

- اغلب کارخانجات تولیدکننده مواد شیمیایی آزمایشگاهی طی جداول انتشار یافته خود روش‌های مقابله با ریختن این مواد را توصیف می‌کنند. جداول و کیت‌های مربوط به ریختن این مواد نیز به شکل تجارتي قابل تهیه هستند. مدیریت هر آزمایشگاه موظف است ملزومات زیر را تهیه و به منظور دسترسی به آن‌ها در مواقع لزوم در محل مناسب قرار دهد.
- جداول اعلام شده توسط کارخانه تولیدکننده مواد شیمیایی
- کیت‌های مناسب برای استفاده به هنگام ریختن مواد شیمیایی
- پوشش‌های محافظتی نظیر دستکش‌های لاستیکی مقاوم و مستحکم، روکش کفش‌ها یا چکمه‌های لاستیکی، ماسک تنفسی
- وسایل جمع‌آوری و خاک‌اندازها و انبرهای مناسب برای برداشتن قطعات شکسته شده
- تی‌های نظافتی، پارچه‌ها و حوله‌های کاغذی
- سطل‌ها و وسایل مناسب جهت تخلیه مواد ناشی از حادثه
- خاکستر سودا (کربنات سدیم،  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) یا سدیم بی‌کربنات ( $\text{NaHCO}_3$ ) برای خنثی‌سازی اسیدها و مواد شیمیایی خورنده
- شن و ماسه (برای پوشاندن مواد قلیایی ریخته شده)
- شوینده غیرقابل اشتعال

### اقدامات ذیل باید در صورت ریختن مواد شیمیایی خاص انجام گردد:

- مطلع نمودن مسئول ایمنی
- خروج کارکنان غیر ضروری از محل و رسیدگی به افراد حادثه‌دیده
- خاموش کردن تمام شعله‌های روشن و تجهیزات الکتریکی، قطع گاز اتاق و فضاهای مجاور و باز نمودن پنجره‌ها در زمان ریختن مواد شیمیایی قابل اشتعال
- اجتناب از تنفس بخارات متصاعد از مواد ریخته شده و راه‌اندازی تهویه مناسب جهت خروج بخارهای متصاعد شده
- اجرای موارد ضروری برای پاک‌سازی محیط از مواد ریخته شده بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده

### اثرات سمی مواد شیمیایی

برخی مواد شیمیایی اثرات زیان‌آوری بر روی سلامت افرادی که به نحوی با این مواد سر و کار دارند، بر جا می‌گذارند. همچنین تعدادی از آن‌ها دارای اثرات سمی گوناگون شناخته شده‌اند. دستگاه‌های تنفسی و گوارشی، خون، ریه‌ها، کبد، کلیه‌ها و همچنین دیگر اندام‌ها و بافت‌ها ممکن است تحت تاثیر اثرات زیان‌آور مواد شیمیایی قرار گیرند و یا آسیب‌های شدیدی بر آن‌ها وارد گردد. خواص سرطان‌زایی و یا teratogenic برخی از مواد شیمیایی کاملا تایید گردیده است. بخارات برخی از حلال‌ها در صورت بلعیده شدن یا تنفس سمی هستند. قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی ممکن است منجر به آسیب‌هایی گردد که اثرات قابل مشاهده فوری بر سلامت

نداشته باشد ولی می‌تواند موجب از دست دادن تعادل، خواب‌الودگی و علائمی مشابه گردد. همچنین اثرات بعضی از مواد شیمیایی در صورت تماس مکرر و در طول زمان مشاهده می‌گردد که توضیح آن‌ها از حوصله این بحث خارج است. قرار گرفتن طولانی و مکرر در معرض فاز مایع بسیاری از حلال‌های آلی می‌تواند منجر به صدمات پوستی گردد. این موضوع می‌تواند ناشی از اثر چربی‌زدایی این مواد باشد اما احتمال بروز علائم آلرژیک و ایجاد حساسیت نیز وجود دارد. در ادامه این مبحث به سوختگی‌های ناشی از عوامل شیمیایی اشاره می‌گردد.

## سوختگی‌های شیمیایی

### مقدمه

سوختگی شیمیایی به دنبال تماس با مواد اسیدی، قلیایی و مواد واکنش‌زا ایجاد خواهد شد. این نوع سوختگی باعث صدمه به پوست، چشم، ریه و سایر اعضای بدن گردیده و می‌تواند تهدید کننده حیات باشد. موادی که به طور شایع عامل سوختگی شیمیایی هستند عبارتند از: اسید هیدروکلریک، اسید فورمیک، آمونیوم، آمونیاک، فنل، نیترات، فلزات معدنی، اسیدسولفوریک، هیدروکسید سدیم و پتاسیم، هیدروکربن‌ها و تار.

### پاتوفیزیولوژی

صدمات ناشی از عوامل شیمیایی عمدتاً ناشی از واکنش‌های شیمیایی هستند و نه صدمات سوختگی حرارتی. درجه صدمات پوستی به غلظت مواد سمی و مدت تماس آن‌ها بستگی دارد. وقتی پوست در تماس با مواد سمی قرار می‌گیرد، ابتدا پوشش کراتین آن تخریب شده و به دنبال آن جلد و بافت زیر جلدی نیز نکروزه خواهد شد. هر دو نوع اسیدهای آلی و غیر آلی پروتئین‌های پوست را تخریب می‌نمایند و بر اساس نوع اسید، تغییر رنگ پوستی را سبب می‌گردند. به عنوان مثال سوختگی ناشی از اسیدنیتریک به صورت زخم زرد رنگ و سوختگی به دنبال تماس با اسید سولفوریک به صورت زخم سیاه مایل به قهوه‌ای خواهد بود.

سوختگی‌های قلیایی نیز در اثر تماس با موادی مثل آمونیوم، هیدروکسید سدیم و پتاسیم و غیره با تخریب پروتئین و کلاژن و تشکیل کمپلکس قلیایی به وقوع می‌پیوندد. سوختگی با اسید و قلیا هر دو سبب دهیدراسیون شدید سلولی می‌شود و تماس با مواد قلیایی علاوه بر آن می‌تواند چربی زیر جلد را صابونی نماید.

## اصول مدیریت درمان در موارد سوختگی‌های شیمیایی

### مدیریت درمان در ضایعات پوستی

سوختگی شیمیایی پوست تا زمانی که عامل ایجاد کننده غیر فعال و یا مجزا نشود به‌طور مداوم باعث تخریب بافتی خواهد شد و دقیقا به همین دلیل شروع خنثی‌سازی باید از همان دقیقه اول تماس آغاز شود. تاخیر حتی بیش از سه دقیقه نیز با افزایش چشمگیر میزان صدمات وارده همراه خواهد بود. درمان اولیه باز گرداندن pH پوست به حد طبیعی است. در صورتی که تماس پوستی بیش از یک ساعت در مورد هیدروکسید سدیم و بیش از ۱۵ دقیقه در مورد اسید کلریدریک طول کشیده باشد، تغییر در pH پوست تقریبا امکان‌پذیر نخواهد بود.

### مدیریت درمان در ضایعات چشمی

شدت صدمات وارد شده در سوختگی‌های قلیایی بسیار شدیدتر و عمیق‌تر از سوختگی‌های اسید است. آمونیاک خشک ظرف کمتر از یک دقیقه به داخل اتاق قدامی نفوذ می‌کند. تحمل سوختگی‌های اسیدی نسبت به سوختگی‌های قلیایی چشم بسیار بهتر است، چرا که اکثرا بافت‌ها زنده می‌مانند و این عضو به‌وضوح تحمل بافری اسید را دارد. اسید به سرعت به وسیله اشک خنثی می‌شود.

بدون در نظر گرفتن طبیعت ماده شیمیایی، ابتدا باید سریعا شست‌وشو را آغاز نماییم. حین شست‌وشو چشم به طور مداوم باید باز و بسته شود و در صورت امکان بهتر است شست‌وشو با محلول سالین نرمال و از طریق لوله سرمی با جریان آهسته انجام پذیرد و سپس مصدوم سریعا به بخش فوریت چشم پزشکی منتقل گردد.

### هیدروتراپی

مدت زمان تماس مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده شدت صدمات ایجاد شده است. شست‌وشو با مایع باید سریعا آغاز شود و در صورتی که لباس مصدوم با این مواد شیمیایی آلوده شده باشد، باید لباس‌ها قبل از آغاز شست‌وشو خارج شوند و برای خارج کردن آن‌ها از دستکش لاستیکی استفاده شود. تمام قسمت‌های جامد مواد شیمیایی قابل دید باید قبل از شست‌وشو برداشته شوند. شست‌وشو به صورت ملایم و با مقدار زیاد آب با فشار پایین و به مدت طولانی انجام شود. زیرا فشار بالای آب منجر به پخش شدن مواد شیمیایی به داخل منافذ و چشم خواهد شد. بعد از تماس با مواد قلیایی، هیدروتراپی طولانی مدت (بیش از ۱۲ ساعت) برای کاهش شدت صدمه لازم است، ولی در سوختگی با اسید کلریدریک pH پوست پس از دو ساعت شست‌وشو به حد طبیعی می‌رسد.

علت نیاز به شست‌وشوی طولانی مدت در مورد سوختگی‌های قلیایی این است که قلیاها با پروتئین و چربی بافت ترکیب شده و به شکل پروتئین محلول و یا صابون در می‌آیند. این کمپلکس اجازه نفوذ یون‌های هیدروکسیل به عمق بافت را داده و مانع از تماس آب خواهد گردید. اسیدها این کمپلکس را به وجود نمی‌آورند و یون هیدروژن آزاد اغلب خنثی می‌شود. این احتمال وجود دارد که خنثی‌سازی قلیاها با اسید و یا برعکس باعث افزایش صدمات بافتی بر اثر ایجاد واکنش‌های شیمیایی حرارت‌زا شود و بنابراین انجام این کار به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

### اصول مدیریت بر خورد با مواد شیمیایی خاص

در این بخش به صورت اختصاصی‌تر ولی کوتاه به بیان مطالبی در مورد مواد شیمیایی خاص و رایج در آزمایشگاه‌ها پرداخته می‌شود.

#### اسیدفورمیک

اسیدفورمیک با ایجاد نکرور انعقادی سبب آسیب پوستی شده و علایم مسمومیت دستگاهی آن به صورت اسیدوز، همولیز و هموگلوبینوری بروز می‌کند.

#### فنل

این ماده یک اسید الکل آروماتیک است. این ترکیب و مشتقاتش شدیداً واکنش‌دهنده بوده و سوختگی‌های تماسی ایجاد می‌نمایند. شست‌وشوی محل آسیب‌دیده باید به سرعت با فشار پایین آب آغاز شود و نظر به این که فنل قابلیت به دام افتادن در موی مصدوم را دارد، بهتر است که موی ناحیه صدمه دیده تراشیده شود.

مقادیر بالای فنل جذب شده سبب کاهش هوشیاری، کوما و مرگ ناشی از نارسایی تنفسی می‌شود. افت فشار خون به علت تاثیر فنل بر روی میوکارد و عروق خونی کوچک و کاهش دمایی بدن نیز از علایم دیگر مسمومیت با این ماده سمی هستند.

درمان تخصصی مصدومین به وسیله پلی‌اتیلن گلیکول، ایزوپروپانول و در صورت پیدایش علایم شدید مسمومیت، ونتیلاسیون، درمان اسیدوز متابولیک، دیورز و درمان تشنج است. برای مطالعه بیشتر به فصل دهم مراجعه شود.

#### نیترا‌ها

متهموگلوبینمی مهم‌ترین آسیب شناخته شده نیترا‌ها است. سطح کمتر از ۲۰ تا ۳۰ درصد متهموگلوبین معمولاً بدون علامت بوده و نیاز به درمان ندارد ولی سطح بیش از ۳۰ درصد متهموگلوبین باید با جریان بالای اکسیژن و متیلن‌بلو داخل رگی با دوز ۱-۲ mg/kg درمان شود. در موارد آسیب شدید، تعویض خون، با کاهش سریع غلظت متهموگلوبین می‌تواند مفید واقع شود.

## سیانید

سیانید یا اسید هیدروسیانیک با تداخل در متابولیسم هوازی سلولی می‌تواند سبب مرگ در مدت زمان کوتاه (در چند دقیقه) پس از تماس بشود. سیانید پس از جذب با آهن سه ظرفیتی سیتوکروم اکسیداز متیوکندری واکنش نشان می‌دهد و با بلوک مصرف اکسیژن مشکل‌ساز خواهد شد. خون وریدی اکسیژنه باقیمانده و مانند خون شریانی قرمز رنگ خواهد بود. بوی مشخصه بادام تلخ مخصوص سیانید است.

برای درمان مسمومیت با سیانید از آمیل نیتريت استنشاقی استفاده می‌شود که با تولید متهموگلوبین با سیتوکروم اکسیداز در مسیر چسبیدن به سیانید رقابت می‌نماید که نتیجه آن آزاد ماندن سیتوکروم اکسیداز برای مصرف اکسیژن خون خواهد بود.

## فرمالدئید

فرمالدئید (HCHO) گاز بی‌رنگی است که نوع تجاری آن با نام فرمالین با غلظت ۳۷-۴۰٪ در دسترس بوده و غالباً حاوی مقداری متانول نیز هست و هر دو ترکیب دارای بوی تند و نامطبوع هستند.

فرمالدئید ماده‌ای است خورنده و محرک که اثرات آن وابسته به میزان غلظت آن در هوا است. چنانچه غلظت آن از ۲ ppm در هوا بیشتر شود با سوزش و آبریزش از چشم‌ها و بینی، احساس تهوع، تنگی نفس و واکنش‌های حساسیتی همراه است و با غلظت بیش از ۲۰ ppm حتی با یک برخورد سبب کدورت دائمی قرنیه می‌گردد. این ماده در مقادیر بیش از ۲۵ ppm می‌تواند باعث ایجاد ادم ریوی گردد. از آنجایی که فرمالدئید گیرنده‌ها را حساس می‌نماید، برخوردهای بعدی با آن، حتی در غلظت‌های کمتر علائم را به سرعت ایجاد می‌نماید.

در مطالعات آزمایشگاهی بر روی حیوانات، این ماده سرطان‌زا بوده و در صورت بلع تصادفی یا جذب پوستی - مخاطی به شدت سمی است. قطعیت مطلب فوق در انسان‌ها هنوز ثابت نشده است. با توجه به توضیحات فوق OSHA (Occupational Safety and Health Administration) حداکثر حد مجاز برای برخورد با این ماده را در مدت یک هفته کاری با هشت ساعت کار روزانه به میزان ۰/۷۵ ppm تعیین نموده است.

## نکات ایمنی جهت کار با فرمالین

- کارکنان باید دستورالعمل‌های لازم را در ارتباط با چگونگی محافظت در برابر خطرات فرمالین در اختیار داشته باشند.
- کار با فرمالین باید حتماً در فضایی با تهویه مناسب انجام گیرد.
- پی‌پت کردن فرمالین با دهان ممنوع است.
- خوردن، آشامیدن یا سیگار کشیدن در محلی که فرمالین نگاه‌داری می‌گردد، ممنوع است.



- در هنگام کار با فرمالین غلیظ باید دستکش‌های پلاستیکی ضخیم، روپوش آزمایشگاه و کفش‌های جلو بسته پوشیده و از عینک محافظ یا محافظ صورت استفاده نمود.
- در صورت برخورد چشمی یا پوستی با فرمالدئید باید حتماً چشم یا محل مورد نظر را حداقل به مدت ۱۵ دقیقه با مقادیر زیاد آب شست‌وشو داد.
- دستکش‌های آلوده به فرمالدئید را باید قبل از دور انداختن در پسماند معمولی به خوبی با آب شست‌وشو داد.
- فرمالین را باید به دور از اسیدکلریدریک نگهداری کرد، زیرا ترکیب بخار آن با اسید کلریدریک ایجاد یک ماده کارسینوژن بسیار قوی به نام "دی (کلرو متیل) اتر" می‌نماید.
- فرمالین باید دور از حرارت نگهداری شود.
- برای دور ریختن فرمالین باید آنرا در ظروف شیشه‌ای نشت ناپذیر ریخته و جدا از پسماندهای بیمارستانی و مانند بقیه مواد شیمیایی دفع نمود.

### گزیل

گزیل مایع بدون رنگ با بوی آروماتیک و غیر محلول در آب و قابل اشتغال است. این ماده ممکن است حاوی اتیل بنزن به عنوان یک ناخالصی باشد که کارسینوژن است. گزیل بر روی دستگاه عصبی مرکزی تاثیر گذاشته، سبب سردرد، سرگیجه، ضعف و تهوع می‌شود.

گزیل مایع و هم‌چنین بخار آن موجب تحریک چشم‌ها، پوست، مخاط و مجاری تنفسی می‌گردد. تماس طولانی آن با پوست سبب از بین رفتن بافت چربی زیر جلدی می‌گردد. از دیگر عوارض آن اختلال غیراختصاصی عصبی و افزایش اختلال در دستگاه شنوایی به دنبال سر و صدا است.

در مطالعات حیوانی اثر سمی آن بر روی قدرت تولید مثل نشان داده شده است. در هنگام کار با گزیل باید کارکنان مجهز به محافظ چشمی و دستکش مناسب باشند. برقراری تهویه مناسب از نکات بسیار مهم در فضایی است که در آن با این ماده کار می‌شود.

### اتانول

اتانول ماده سرکوب‌کننده دستگاه اعصاب مرکزی است که سبب مهار فعالیت نورون‌ها می‌گردد. مسمومیت با اتانول سبب کاهش خاصیت فعال‌کنندگی گلوتامات و هم‌چنین افزایش خاصیت مهاری گابا (GABA) می‌شود. جذب اتانول به میزان اندک در دهان و مری، به میزان متوسط در معده و روده بزرگ و عمدتاً در قسمت ابتدایی روده کوچک انجام می‌پذیرد. حدود دو تا ده درصد دفع اتانول از طریق تنفس، ادرار و یا تعریق صورت می‌گیرد و باقیمانده آن در کبد به استالدئید متابولیزه می‌گردد. پس از مصرف میزان مساوی اتانول سطح خونی این ماده در زنان بالاتر از مردان

است چرا که میزان آنزیم دهیدروژناژ کننده‌ی الکل در کبد زنان کمتر از مردان است و همچنین سطح قابل انتشار اتانول در زنان پایین‌تر است.

#### ◀ علائم بالینی مسمومیت با اتانول

علائم مسمومیت با اتانول عبارتند از لکنت زبان، نیستاگموس، رفتار غیرعادی، کاهش هوشیاری و کما.

کاهش فشار و تپش قلب واکنشی ناشی از آن نسبتاً شایع است. از آنجایی که مصرف مداوم اتانول سبب پیدایش تحمل نسبت به آن خواهد شد، سطح مسمومیت‌زای این ماده که در افراد عادی حدوداً  $80\text{mg/dl}$ – $100\text{mg/dl}$  است، در افراد فوق به  $400\text{mg/dl}$ – $500\text{mg/dl}$  افزایش می‌یابد. همچنین اسیدوز لاکتیک خفیف به دنبال مصرف سطح مسموم‌کننده الکل مشاهده شده است.

#### ◀ درمان

در مواردی که تغییر واضح سطح هوشیاری وجود داشته باشد اندازه‌گیری سطح الکل ضروری است. در این موارد سرم درمانی با مایع دکستروز ۲۰ درصد و نرمال سالین پیشنهاد می‌گردد که با حفظ حجم مایع سبب جبران کمبود گلیکوژن خواهد شد. مصرف تیامین در کاهش سطح هوشیاری ناشی از مسمومیت با الکل پیشنهاد می‌شود. نکته قابل توجه این است که اتانول به هیچ عنوان به شارکول فعال متصل نمی‌شود. در اغلب موارد با همین تمهیدات بعد از چند ساعت وضعیت هوشیاری مریض به حالت عادی برمی‌گردد. در مواردی که مشکلات تنفسی گریبان‌گیر بیمار شود گذاشتن لوله تراشه و تنفس مصنوعی الزامی است.

#### متانول

متانول که به عنوان متیل الکل و یا الکل چوب نیز شناخته می‌شود، از مواد مسموم‌کننده خطرناک به حساب می‌آید. مسمومیت با متانول از تولید دو متابولیت سمی آن یعنی فرمالدئید و اسیدفورمیک ناشی می‌شود و تمامی راهبردهای درمانی در جهت جلوگیری از این متابولیت‌ها است. متانول پس از بلعیده شدن از دستگاه گوارشی جذب می‌گردد. حداکثر سطح خونی آن حدود ۳۰ تا ۹۰ دقیقه پس از بلع حاصل خواهد شد. اکثر موارد مسمومیت با این ماده ناشی از بلع آن است اما مواردی از جذب متانول از دستگاه تنفسی و یا پوست نیز مشاهده شده است. نیمه عمر سرمی آن پس از مسمومیت خفیف حدود ۱۴ تا ۲۰ ساعت است که در موارد مسمومیت شدید به ۲۴ تا ۳۰ ساعت افزایش می‌یابد. بیش‌ترین غلظت این ماده پس از مصرف در کلیه، کبد و دستگاه گوارشی وجود دارد. ولی سطح بالایی از متانول در عصب اپتیک و مایع زجاجیه گزارش شده است. مسمومیت با متانول به علت متابولیزه شدن این ماده به فرمالدئید و اسید فورمیک در کبد است. فرمالدئید با اثر بر روی شبکه‌ی و ادم آن در موارد شدید، سبب نابینایی خواهد شد. حجمی از متانول که می‌تواند سبب مسمومیت فرد شود متفاوت است ولی مرگ‌ومیر پس از مصرف ۱۵ میلی‌لیتر از

محلول ۴۰٪ گزارش شده است. اگر چه میزان ۳۰ میلی‌لیتر از محلول ۴۰٪ را به میزان کم‌ترین حد دوز کشنده در نظر می‌گیرند.

#### ◀ علائم بالینی مسمومیت با متانول

علائم مسمومیت با متانول ممکن است تا ۱۲ ساعت پس از مصرف ظاهر نشود چرا که برای متابولیسم شدن این ماده به متابولیت‌های سمی آن در کبد زمان لازم است. علائم اصلی مسمومیت با متانول عبارت از: کاهش سطح هوشیاری، اختلالات بینایی، درد شکمی، تهوع و استفراغ است. کاهش فشار خون و برادی‌کاردی از علائم دیررس و با پیش‌آگهی بد است. سطح خونی طبیعی متانول که ناشی از فعالیت‌های درون‌زای بدن است حدود  $0.5 \text{ mg/dL}$  است. افراد بدون علامت در اوج مسمومیت سطح خونی کمتر از  $20 \text{ mg/dL}$  دارند. اختلالات بینایی در سطوح بالاتر از  $50 \text{ mg/dL}$  مشاهده می‌شود و احتمال مرگ بیمار در سطوح بالاتر از  $150 \text{ mg/dL}$  شدیداً افزایش می‌یابد.

#### ◀ درمان

در صورتی که فرد به تازگی متانول خورده باشد شست‌وشوی معده مفید است. از مواردی که در درمان مسمومیت با متانول استفاده می‌شود می‌توان به مصرف اتانول اشاره کرد چرا که اتانول با کاهش متابولیسم متانول سرعت تشکیل متابولیت‌های سمی را کند خواهد ساخت.

#### اتیدیوم بروماید

اتیدیوم بروماید (۳،۸ دی‌آمینو ۵-اتیل-۶-فنیل فنانتیریدینیوم بروماید، درومیلاک) یک مهارکننده قوی DNA و RNA پلی‌مراز است که اثرات سمی و موتاژنیک شناخته شده‌ای دارد و در صورت بلع، استنشاق و یا تماس با پوست می‌تواند سبب مرگ انسان شود. کریستال اتیدیوم بروماید، محلول تغلیظ شده آن و یا ژل‌های الکتروفورز حاوی اتیدیوم بروماید، به عنوان یک دورریز بسیار خطرناک در نظر گرفته می‌شود.

محلول‌های حاوی اتیدیوم بروماید را می‌توان فیلتر و یا غیرفعال و خنثی نمود. باز هم توصیه می‌شود که مواد کاملاً غیرفعال شده که زیر لامپ ماورای بنفش فاقد فلورسانس هستند را نیز به صورت جداگانه و با استفاده از روش‌ها و وسایل مخصوص مواد خطرناک دفع نمود.

برای مطالعه بیشتر به فصل دهم مراجعه شود.

#### پراکسید هیدروژن ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) (۳۵٪)

این ماده اکسید کننده و خورنده و یک اکسیدان قوی است. باید از تماس آن با پوست و چشم خودداری شود، در هنگام کار با آن باید از دستکش و عینک ایمنی استفاده کرد. از تماس آن با مواد قابل احتراق جلوگیری شود.

خشک شدن این ماده ممکن است باعث اشتغال شود. در هنگام آلودگی با این ماده، باید محل با مقدار زیادی آب برای ۱۵ دقیقه شست‌وشو شود و در هنگام تماس چشمی باید توجهات پزشکی مخصوص انجام شود. نگره‌داری این ماده باید در ظروف مخصوص دارای تهویه انجام شود.

#### **موم پارافین**

این ماده قابل اشتغال و سمی است. در هنگام استنشاق، باید مصدوم به محلی که تهویه مناسب دارد، منتقل گردیده و راه تنفسی او باز نگه‌داشته شده و توجهات پزشکی در مورد وی انجام شود.

#### **اسید هیدروکلریک**

محلول و گاز آن خورنده بوده و می‌تواند باعث سوختگی شود. از تماس با پوست و چشم باید جلوگیری شود و از تنفس بخارات آن پرهیز گردد. در هنگام تماس با پوست و چشم را با مقدار زیادی آب شست‌وشو داد و در صورت تماس چشمی، باید توجهات پزشکی صورت گیرد.

#### **اسید نیتریک**

باعث سوختگی شدید می‌شود و از تنفس بخارات آن باید پرهیز کرد. ممکن است باعث مصومیت با گاز نیتروژن شود. از تماس پوستی و چشمی آن باید پرهیز کرد. این ماده خورنده بوده و در غلظت‌های بیشتر از ۵۰٪ اکسید کننده است محرک بینی و ریه بوده و خاصیت خوردگی دندان‌ها و سوختگی پوست دارد. در هنگام تماس با این ماده، محل باید برای ۱۵ دقیقه با مقدار زیادی آب شست‌وشو داده شود.

#### **اسید سولفوریک**

یک خورنده شیمیایی خطرناک بوده و تحرک چشم و پوست و سیستم تنفسی است به علاوه باعث سوختگی شدید می‌شود جاذب آب بوده و در اثر واکنش با آن، باعث آزادسازی حرارت می‌شود. نباید به ظروف محتوی آن آب اضافه شود. (جهت جلوگیری از واکنش شدید) در هنگام تماس پوستی و چشمی باید با مقدار زیادی آب برای ۱۵ دقیقه محل شست‌وشو شود و در هنگام تماس چشمی توجهات پزشکی مخصوص انجام شود.

### **آسیب‌های ناشی از برق‌گرفتگی**

پاتوفیزیولوژی: جریان الکتریکی به طور کلی به دو نوع اصلی (Direct Current) DC و (Alternating Current) AC تقسیم می‌شود.

جریان AC به طور معمول در منازل و مکان‌های تجاری استفاده می‌شود و در کشورهای مختلف متفاوت است. براساس سیکل رفت و برگشت جریان در ثانیه میزان جریان برحسب هرتز تعیین خواهد شد.

دستگاه‌های الکترونیکی و تجهیزات پزشکی عمدتاً با جریان مستقیم (DC) کار می‌کنند. اثرات پاتوفیزیولوژیک شوک الکتریکی ارتباط نزدیکی با میزان، مدت، نوع جریان (AC یا DC) و مسیر جریان دارد.

جریان الکتریکی براساس نوع نسج، سطح مقطع، محل اناتومی و مقاومت بافتی مسیرهای مختلفی را انتخاب می‌نماید، به طور مثال در یک اندام مانند پا، عروق و اعصاب کم‌ترین مقاومت را در برابر عبور جریان دارند و سپس عضلات که مقاومت دو برابر و استخوان‌ها که مقاومت سه تا ۱۲ برابر بر اساس نوع و طول استخوان را نشان می‌دهند، ولی با توجه به این که سطح مقطع عضلات حدود ۱۰۰ برابر عروق و اعصاب است میزان جریان عبور کرده از عضلات با در نظر گرفتن مقاومت آن حدود ۵۰ برابر میزان جریان عبور کرده از عروق و اعصاب است. اگر چه بخش اندکی از جریان الکتریکی از مسیر اعصاب جریان می‌یابد ولی آسیب وارده در آنها شدیدتر است. ولتاژ بالا حدود ۱۰۰۰ ولت و بالاتر در نظر گرفته می‌شود که عموماً در کابل‌های بین جاده‌ای و دکل‌های برق وجود دارد که علاوه بر شوک الکتریکی و مرگ سبب سوختگی پوست و نسوج دیگر نیز خواهد شد. ولی برق با ولتاژ پایین (ولتاژ شهری) در اغلب موارد بدون ایجاد سوختگی سبب دفیبریلاسیون بطنی خواهد شد. همچنین جریان الکتریکی می‌تواند سبب اختلالات نورولوژیک (تشنج و ایست تنفسی) گردد و یا با انقباض شدید عضلانی و پرت شدن مصدوم، آسیب‌های گوناگون ناشی از تروما را به وجود آورد. از دیگر صدمات ناشی از جریان الکتریکی می‌توان کاتاراکت، خونریزی و جداشدگی پرده شبکیه در موارد آسیب الکتریکی سر و گردن را نام برد.

تاثیرات پاتوفیزیولوژیک جریان الکتریکی بر اساس میزان آمپر در جدول ۷-۷ بیان گردیده است.

جدول ۷-۷: تاثیرات پاتوفیزیولوژیک جریان الکتریکی

اثر	مسیر جریان	میلی آمپر (با ولتاژ ۶۰ هرتز)
احساس مور مور	پوست سالم	۰/۵ - ۲
درد	پوست سالم	۴ - ۱
انقباض تتانیک	از دست و ساعد به تنه	۲۲ - ۶
ایست تنفسی	قفسه سینه	۳۰ - ۱۸
فیبریلاسیون بطنی	قفسه سینه	۴۰۰۰ - ۷۰
آسیستول (بدون پاسخ به الکترشوک)	قفسه سینه	> ۲۰۰۰

### شیوه صحیح برخورد با مصدوم

باید در موارد برخورد با مصدوم به نکات زیر توجه نمود:

- در صورت تماس مصدوم با برق ولتاژ بالا، حفظ فاصله سه متری از او (در این موارد حتی استفاده از چوب می‌تواند جریان را منتقل کند) ضروری است.
- در صورت تماس مصدوم با ولتاژ شهری، قطع کردن سریع برق و جدا کردن او از منبع برق با اجسام چوبی خشک.
- در صورت احتمال صدمات ستون فقرات حتی‌الامکان از حرکت دادن بیمار خودداری شود.
- اطمینان از باز بودن راه هوایی (خارج کردن دندان مصنوعی و یا سایر اجسام خارجی)
- اطلاع سریع به مراکز فوریت پزشکی

### مخاطرات الکتریکی

اساس برنامه مدیریت در مخاطرات الکتریکی، پیشگیری از بروز آنها است که شامل موارد زیر است:

- توان مصرفی و توان ورودی مدار باید با هم مطابقت کنند و تاییدیه فنی در این خصوص وجود داشته باشد.
- تجهیزات الکتریکی و نحوه نصب آنها مورد بازرسی و آزمون‌های دوره‌ای قرار گیرند و همچنین تمامی آنها دارای تجهیزات اتصال به زمین باشند.
- مدار الکتریکی ساختمان آزمایشگاه باید با دقت و با توجه به محل نصب تجهیزات آزمایشگاهی طراحی گردد.
- قطع‌کننده و وقفه‌دهنده جریان برق در محل مناسبی در مدار نصب گردد تا در صورت بروز عیب در دستگاه از خطرات بعدی اجتناب شود.
- لازم به ذکر است قطع‌کننده‌های جریان برق صرفاً به منظور حفاظت از سیم‌کشی در هنگام عبور بار الکتریکی بیش از حد و در نتیجه ممانعت از آتش‌سوزی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- وقفه‌دهنده جریان برق با بروز عیب در دستگاه و اتصال به زمین، از بروز شوک الکتریکی در اشخاص جلوگیری می‌کند.
- ثبت حوادث پیش‌آمده در آزمایشگاه با ذکر علت، زمان، محل و میزان خسارت و نحوه مدیریت آن در صورت پیشامد.

## مخاطرات ناشی از سر و صدا

سر و صدای زیاد در طول زمان تاثیر نامطلوبی داشته و آسیب‌رسان خواهد بود. برخی از تجهیزات آزمایشگاهی نظیر دستگاه‌های لیزری، تاسیسات نگه‌داری حیوانات و بعضی از سانتریفیوژها، هواکش‌ها و غیره میزان قابل توجهی صدا در محیط تولید نموده و بر روی شنوایی کارکنان تاثیرات نامطلوبی دارند. کنترل و اندازه‌گیری سر و صدا می‌تواند میزان خطرات صوتی را مشخص کند.

بدیهی است در صورتی که در آزمایشگاه تجهیزاتی با سر و صدای زیادی وجود داشته باشد، باید اقدامات لازم در خصوص پیشگیری از مخاطرات ناشی از سر و صدا به شرح زیر انجام پذیرد:

- تجهیزاتی که از انتشار سر و صدا جلوگیری می‌نمایند، در محل‌های مناسب نصب شوند.
- برنامه‌های حفاظت شنوایی مانند استفاده از محافظ صدا برای کارکنان در معرض خطر، به اجرا درآید.
- برنامه مداوم معاینه پزشکی برای مشخص کردن اثرات نامطلوب سر و صدا در خصوص کارکنانی که در معرض آسیب قرار گرفته‌اند، اجرا شود و اسناد مربوطه در پرونده پزشکی کارکنان ثبت گردد.

## آتش‌سوزی

برنامه مدیریت موارد مخاطره‌آمیز باید مبتنی از پیشگیری از آتش‌سوزی باشد و اقدامات ذیل در این خصوص ضروری است:

- اطلاع به سرویس آتش‌نشانی در صورت آتش‌سوزی
- اطلاع به ناظم فنی (سوپروایزر) و مدیریت آزمایشگاه در صورت آتش‌سوزی
- طراحی دستگاه‌های آزمایشگاهی برای پیشگیری از آتش‌سوزی
- بازدید دوره‌ای کارشناسان آتش‌نشانی از آزمایشگاه جهت ارائه راهنمایی‌های لازم
- نصب تجهیزات مربوط به اعلان حریق و تجهیزات آتش‌نشانی مطابق با استانداردهای اعلامی توسط آزمایشگاه مرجع سلامت
- آموزش و کسب آمادگی‌های لازم کارکنان در خصوص پیشگیری یا رویداد آتش‌سوزی
- ثبت موارد حادثه با ذکر علت، محل، زمان و میزان خسارت وارده و نحوه مدیریت آن در صورت رخدادن آتش‌سوزی

**اقتباس از کتاب " اصول مستندسازی و مستندات در آزمایشگاه پزشکی "**