



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم

دانشگاه علوم پزشکی قم

دانشکده پزشکی

گروه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی

عنوان:

آزمایشگاه‌های اختصاصی

گروه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی

گردآورندگان:

کارشناس آزمایشگاه خانم مرضیه مرادی

کارشناس آزمایشگاه خانم زهرا حیدری

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## بیانات مقام معظم رهبری در دیدار با اساتید دانشگاه ها و مسئولان آموزش عالی کشور

توسعه‌ی آموزش عالی باید در جهت هدف باشد. مسئولان آموزش عالی باید از توسعه‌ی غیرمفید به شدت پرهیزکنند؛ چون این، هم اتلاف مال است، هم اتلاف و ضایع کردن منابع انسانی است. باید بینیم چه لازم داریم، باید بینیم هدف چیست و به کجا می‌خواهیم برسیم؛ بر اساس آن، فضای آموزشی آموزش عالی را توسعه دهیم. بنابراین بر حسب نیاز، دنبال اهداف خودمان باشیم. به نظر من این مسأله‌ی خیلی حساس و مهمی است. نیازهای اصلی کشور در حوزه‌ی علوم و فناوری احصاء نمی‌شوند؛ درباره‌ی علوم انسانی هم همین جور؛ باید بر اساس این برنامه ریزی شود؛ معلوم شود که چه تعداد دانشجو می‌خواهیم، چقدر دانشگاه می‌خواهیم، چه رشته‌هایی را لازم داریم، در چه سطوحی این رشته‌ها بایستی تعلیم و تعلم پیدا کند.

دانشگاه علوم پزشکی قم



دانشکده پزشکی



گروه مهندسی بافت و  
علوم سلولی کاربردی



آزمایشگاه مهندسی بافت  
و علوم سلولی کاربردی

## رشته ی مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی:

این رشته دو رشته دانشگاهی از مهمترین علوم بین رشته ای می باشند که دانش آموختگان ضمن آشنایی با ساختمان بافت ها، سلول های زنده و زیست مواد (Bio material) و ... قادر به انجام فعالیت های مختلف در قلمرو مربوط به ایجاد جایگزین های زنده برای بافت ها می باشد. افراد آموزش دیده در این رشته می توانند از طریق تسریع در توسعه ی بانک های اعضا، موجب ارتقاء سطح سلامت افرار جامعه شوند . همچنین این افراد می توانند از طریق اصول و فرایندهای ساخت و ارزیابی زیست بست ها، پل ارتباطی خوبی بین بیولوژیست ها و متخصصین بیومواد ایجاد کنند که این امر بالقوه می تواند به تسریع توسعه ی فعالیت های فوق بیانجامد.

### رسالت این رشته ها :

دانش آموختگان این رشته ها در کلیه ی ابعاد آموزشی، پژوهشی، صنعتی، خدماتی، مشاوره ای و مهندسی پزشکی در حوزه های مختلف علوم پزشکی توانا هستند. همچنین اگر افراد متخصص با همکاری یکدیگر پروژه ای را جامعه ی عمل بپوشانند بسیار موثرتر خواهد بود و پیشرفت چشمگیرتری برای متخصصین و همچنین صعود این رشته در کشور شاهد خواهیم بود.

### چشم انداز این رشته ها:

برنامه ریزان این دوره در نظر دارند در پایان برنامه ریزی ۵ ساله کشور فارغ التحصیلان این رشته جایگاهی به عنوان مرجع تربیت نیروی انسانی در این رشته در سطح دکترای

تخصصی Ph.D. در کشور و منطقه کسب نمایند تا با توجه به سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران کشور ما بتواند جزء کشورهای برتر منطقه در تولید فرآورده‌های موثر در ترمیم بافت محسوب شود.

رشته‌ی تخصصی مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی رشته‌های رو به رشدی هستند که داوطلبان بسیاری علاقه‌مند به ادامه‌ی تحصیل در این قبیل رشته‌ها هستند. به دلیل اهمیت خاص این رشته‌ها، پژوهشکده‌ها و دانشکده‌ها در جهت استفاده از یافته‌ها، زمینه‌های علمی و پژوهشی خود را بسیار افزایش داده‌اند.

فارغ التحصیلان دکترای مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی، می‌توانند به عنوان پژوهشگر و اعضای هیات علمی در مراکز دانشگاهی و علمی و پژوهشی مربوط به رشته مشغول به فعالیت شوند. بر طبق اخبار وزارت بهداشت دکترای مهندسی بافت و دکترای علوم سلولی کاربردی در حوزه‌ی پزشکی در حال پیشرفت است و آینده‌ی درخشانی در پیش روی آنها است. شاید بتوان گفت یکی از عمده‌ترین دلایل پیشرفت این رشته‌ها کاهش هزینه‌های بسیار زیاد متحمل بر دولت از جهت واردات بافت‌های بنیادی به کشور می‌باشد و دولت در تلاش است با بومی نمودن این رشته، پیشرفت لازمه را کسب نموده و در هزینه‌های وارده صرفه جویی به عمل آورد.

## معرفی آزمایشگاه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی:

آزمایشگاه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی دانشگاه علوم پزشکی قم در ساختمان آموزشی شماره یک مجتمع آموزشی پردیس دانشگاهی قرار گرفته است و اساتید گروه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی و اساتید سایر گروه‌های مرتبط در این آزمایشگاه فعالیت دارند.

## تجهیزات و امکانات آزمایشگاه مهندسی بافت و علوم سلولی کاربردی:

۱- دستگاه تست کشش ( Tensile ) : از این دستگاه برای انجام آزمون های کشش، خمش و تنش بر روی نمونه های مختلف بافتی استفاده می شود.

آزمون های مکانیکی نقش مهمی در ارزیابی، توسعه و کنترل کیفیت مواد مهندسی دارند. آزمون کشش که در دسته آزمون های مخرب قرار دارد، معروفترین آزمون خواص مکانیکی است که اطلاعات مهمی در خصوص خواص استحکامی ماده فراهم می کند. نتایج به دست آمده از تست کشش برای مهندسين اهمیت زیادی دارد. چرا که در اکثر موارد لازم نیست یک قطعه فلزی بشکند تا از کار افتاده تلقی شود؛ بلکه تغییر شکل پلاستیک هم نوعی از کار افتادگی است. در نتیجه اطلاع از خصوصیات کاری قطعات مخصوصا سطح تنشی که در آن تسلیم پلاستیک آغاز می شود، بسیار مهم است. تست کشش که با عنوان تست تنش نیز شناخته می شود، اساسی ترین نوع آزمون مکانیکی است که می توان روی یک ماده انجام داد. به زبان ساده در این تست با کشیدن ماده توسط فک های دستگاه کشش، می توان واکنش آن را در برابر نیروهای اعمالی تعیین نمود. مشخصا هنگامی که ماده کشیده می شود، می توان به استحکام کششی (UTS) و ازدیاد طول (EL) آن ماده دست یافت. در مراحل اولیه آزمون ارتباط بین بار وارد شده

و ازدیاد طول نمونه، به صورت خطی است. اگر نمونه ای در این ناحیه خطی تحت بار قرار گیرد، با برداشتن بار دقیقا به همان شرایط قبل از بارگذاری بازمی گردد. این ناحیه، به ناحیه الاستیک معروف است. پس از این ناحیه، با افزایش بیشتر نیرو ماده وارد ناحیه‌ی تغییر شکل پلاستیک می شود. در این ناحیه با برداشتن نیرو، ماده به شرایط قبل از اعمال نیرو باز نخواهد گشت. نقطه ای که در آن تغییر شکل از حالت الاستیک وارد پلاستیک می شود به "حد الاستیک، حد تناسب یا نقطه تسلیم" معروف است. تست کشش معمولا تا شکست قطعه ادامه می یابد تا نمودار نیرو-جابجایی و بعد از آن تنش- کرنش به شکل کامل به دست آید.





## ۲- دستگاه الکتروریسی یا الکترواسپینینگ :

الکتروریسی فرایندی جهت تولید انواع نانوالیاف و میکروالیاف از محلول‌های مواد پلیمری یا محلول‌های کامپوزیتی متشکل از پلیمر- نانوذرات و همچنین مذاب‌های مواد مذکور می‌باشد. در روش الکتروریسی هم از مذاب و هم از محلول پلیمری می‌توان استفاده کرد. الکتروریسی را ریسندگی الکترواستاتیکی یا برق‌ریسی نیز نامیده‌اند.

الکتروریسی از روش‌هایی است که امروزه برای ساخت داربست سلولی مشابه ماتریکس سلولی در مهندسی بافت استفاده می‌شود. این دستگاه روش منحصر به فردی برای تولید فیبرهای بسیار ریز (میکرومتر تا نانومتر) با سطح ویژه بالا از محلول‌های پلیمری و یا مذاب، با استفاده از انرژی الکتریکی می‌باشد. برای الکتروریسی معمولاً چند ده کیلوولت ولتاژ جریان مستقیم احتیاج می‌باشد. Set up الکتروریسی دارای دو استاندارد افقی و عمودی می‌باشد. این فرآیند در دمای اتاق و در فشار معمولی انجام می‌شود. اکثر مواد پلیمری قبل از فرآیند در یک حلال مناسب حل می‌شوند. این دستگاه از سه قسمت اصلی تشکیل شده‌اند که عبارتند از: سیستم تامین کننده اختلاف پتانسیل بالا در حد کیلوولت با جریان مستقیم، یک لوله موئین که معمولاً فلزی است و نقش نازل دارد و یک صفحه جمع‌کننده، تشکیل شده است. در این دستگاه منبع ولتاژ به سرنگ که محلول پلیمری را داخل نازل هدایت می‌کند متصل می‌شود که با استفاده از پمپ سرنگی این جریان پلیمری می‌تواند در یک سرعت مطمئن و قابل کنترل تزریق شود. نازل می‌تواند به صورت عمودی، افقی یا زاویه دار در مقابل جمع‌کننده که معمولاً یک صفحه آلومینیومی قرار بگیرد. منبع تغذیه، پلاریتی خاصی را به محلول پلیمری و یا مذاب اعمال می‌کند و سپس محلول به سمت یک جمع‌کننده با پلاریته معکوس شتاب داده می‌شود. این محلول پلیمری به یک لوله موئینه منتقل شده و در لوله موئینه با نیروی کشش سطحی خود نگه داشته می‌شود. اما با اعمال جریان الکتریکی به سطح

مایع از طریق اعمال جریان به لوله موئینه، انرژی الکتریکی بر انرژی کشش سطحی فایق آمده و موجب ایجاد یک جت شده که از انتهای لوله خارج می‌شود. در هنگام خروج محلول پلیمری از مخروط تیلور، به دلیل ناپایداری و سرعت بسیار زیاد ریسندگی که در بین حد فاصل لوله موئینه و جمع کننده اتفاق می‌افتد، جت سیال با قطر میلی‌متری به یک یا چندین جت سیال با قطر در محدوده نانومتری تبدیل می‌شود و همچنین حلال تبخیر شده و در نهایت الیاف پلیمری بر روی صفحه ی جمع کننده بر جای می‌ماند.



### ۳- کوره ی الکتریکی :

از این دستگاه برای افزایش دمای نمونه ها می توان بسته به نوع تست و نوع مواد، دمای مورد نظر را تنظیم کرد، که با کمک این دستگاه می توان دمای نمونه هارا تا ۱۷۰۰ درجه سانتی گراد جهت آماده سازی نمونه های آزمایشگاهی بالا برد.



## ۴- فریزر خشک کن freeze drier

خشک کن انجمادی یا Freeze dryer یک روش خشک کردن برای نمونه می باشد. در حقیقت در خشک کن انجمادی آب یا حلال نمونه از طریق کاهش فشار پس از انجماد، تصعید شده و از آن خارج می شود. روش خشک کن انجمادی یا فریزدرایر یک روش آماده سازی نمونه است که معمولاً به هدف نگه داری ماده ای که احتمال می رود فاسد شود و یا انتقال و جابه جایی آن دشوار باشد از این روش استفاده می شود. در این روش تمامی مراحل بدون اعمال هیچ گونه حرارتی به ماده ، صورت گرفته و شکل و خواص نمونه ثابت باقی می ماند. این روش برای خشک کردن نمونه های زیستی و یا خشک کردن موادی که نسبت به حرارت و یا شرایط محیطی حساس هستند بکار می رود. کاربردهای فریز درایر: خشک کردن مواد حساس به حرارت، ساخت داربست های سلولی، خشک کردن مواد زیستی، خشک کردن ساختارهای آلی و صنایع غذایی و دارویی.

خشک کردن انجمادی شامل ۳ مرحله: انجماد اولیه، خشک کردن اولیه و خشک کردن ثانویه است. در مرحله اول نمونه به کمک فریزر یا حمام سرد تا زیر نقطه سه گانه سرد می شود تا در طی مراحل بعدی شکل فیزیکی ماده دچار تغییر نشود. در مرحله دوم فشار به وسیله پمپ خلا کاهش یافته و به برای تصعید شدن حلال مقداری گرما به ماده داده می شود. در این مرحله سطح کندانسور به دلیل جذب بخار حلال و جامد شدن آن، بسیار سرد شده و بالای ۹۰ درصد حلال در همین مرحله از نمونه خارج می شود. مرحله نهایی یا همان خشک کردن ثانویه برای حذف کردن مولکول هایی از حلال به کار می رود که بین آنها پیوند قوی تری برقرار شده است. در این مرحله با اعمال خلاء بالا و زمان طولانی حلال به صورت کامل از نمونه خارج می شود.



## ۵- دستگاه میکروتوم :

به عنوان ابزاری برای ایجاد برش های خیلی نازک از تکه های مواد که مقطع نامیده می شود، استفاده می شود. تیغه های استیل مخصوص این دستگاه می تواند مقاطع بافتی انسانی، حیوانی و گیاهی را برش دهد. میکروتوم به عنوان ابزاری بسیار مهم برای آماده سازی نمونه ها زیر میکروسکوپ استفاده می شود.

کار با میکروتوم یک روش سریع و ساده برای بریدن نمونه های بلوکه شده در پارافین به لایه های باریک است .

قبل از این که برش دادن با میکروتومی انجام شود، معمولا مواد بیولوژیک در یک ثابت کننده سخت تر قرار داده می شوند. این فرایند بلوکه کردن یا embedding نامیده می شود. این کار با استفاده از جریان دادن یک ماده مایع، مانند پارافین یا اپوکسی، حول نمونه که در یک قالب قرار داده شده است، انجام می شود. این ترکیب بعدا سخت شده و تشکیل یک بلوک می دهد که به راحتی بریده می شود.

اجزای اصلی یک میکروتوم روتاری عبارتند از: شاسی دستگاه، روپوش یا بدنه دستگاه، گیره یا کلمپ نمونه، محور نمونه، دسته گردان میکروتوم ، پایه و هولدر تیغ، سیستم فیدینگ نمونه .انواع مختلفی از گیره ها برای نگهداشتن بلوک نمونه می توانند داخل استوانه نمونه فیکس شود.

اهرم های غلتکی، حرکت هموار و یکنواخت چرخ را تضمین می کنند. گاهی دسته های گردان میکروتوم، کنترل ترمز یا قفل چرخ هم دارند تا ایمنی اپراتور در هنگام قرار دادن بلوک نمونه در گیره برقرار شود.







## ۶-دستگاه ضخامت سنج :

این دستگاه برای اندازه گیری های بسیار حساس در حد میکرومتر مورد استفاده قرار میگیرد که می توان به وسیله ی آن بافت های سنتتیک آزمایشگاهی از جمله پوست و سایر بافت ها را از نظر ضخامت مورد بررسی قرار داد.



## ۷- دستگاه پمپ پرستالتیک (peristaltic pump):

پمپ پرستالتیک که نام دیگر آن پمپ غلتکی می باشد جز پمپ های جا به جایی مثبت محسوب می شود. در این پمپ ها یک لوله یا تیوپ انعطاف پذیر وجود دارد که سیال در آن به کمک چندین غلطک به جریان در می آید. روتور پمپ که تعدادی غلطک به محیط خارجی آن متصل است، وظیفه متراکم کردن تیوب را دارد. وقتی روتور می چرخد، قسمتی از تیوب تحت فشار یا بسته شدن قرار می گیرد که این سبب می شود به سیال نیرویی وارد گردد تا داخل تیوب حرکت کند. بعلاوه وقتی تیوب باز می شود و به حالت اولیه اش بر می گردد، سیال به داخل پمپ جریان می یابد، این فرآیند پرستالتیک نام دارد و در بسیاری از سیستم های بیولوژیک استفاده می شود.

از مزایای پمپ های پرستالتیک عدم تماس سیال با محیط بیرون و در نتیجه عدم ورود آلودگی به سیستم می باشد. میزان استهلاک در پمپ های پرستالتیک حداقل می باشد زیرا سیال تنها با جداره داخلی لوله در تماس است. از جمله کاربری های این محصولات می توان به انتقال، تزریق و فیلتراسیون مایعات شکننده و حساس، سیالات ترکیبی، سیالات ساینده یا خورنده، سیالات نامطبوع یا آلوده کننده اشاره نمود.



## ۸- دستگاه مدرن چاپ سه بعدی زیستی (3D Bio Printing) :

پرینت سه بعدی زیستی یک فرایند برای طراحی و ساخت معماری های پیچیده می باشد. به طور کلی، پرینتر سه بعدی زیستی از روش لایه لایه برای قرار دادن موادی که با نام جوهر زیستی شناخته شده اند برای ایجاد ساختارهای بافت مانند استفاده می کند. مراحل انجام چاپ زیستی سه بعدی:

بر اساس تکنولوژی های مختلف پرینت مثل پرینت تزریقی، لیزری یا اکستروژن، روش های مختلفی برای چاپ زیستی وجود دارد. از جمله این روش ها موارد زیر را می توان نام برد:

۱. تصویربرداری سه بعدی: برای داشتن ابعاد دقیق بافت به MRI و CT اسکن های دقیق احتیاج داریم. تصویر سه بعدی باید ابعاد دقیق بافت را مشخص کند تا بعدا به تنظیم کردن بافت توسط جراح نیازی نباشد.

۲. مدل سازی سه بعدی: یک طرح کلی توسط نرم افزار اتوکد ساخته می شود. این نقشه دستورالعمل ساخت هر لایه را با جزئیات دقیق بیان می کند. تنظیمات ظریف و جزئیات در این مرحله صورت می گیرند تا محصول نهایی بی نقصی تولید شود.

۳. آماده سازی جوهر زیستی: جوهر زیستی ترکیبی از سلول های زنده در یک پایه ی سازگار مثل کلاژن، آلژینات، نانوسلولز، ابریشم، ژلاتین و هیالوران می باشد.

۴. پرینت کردن: فرایند پرینت سه بعدی شامل قرار دادن لایه به لایه جوهر زیستی روی هم می باشد. ضخامت هر لایه ی جوهر ۵،۰ میلی متر یا کمتر است.

۵. بزرگی یا کوچکی لایه ها به تعداد نازل ها و بافتی که در حال ساخت است بستگی دارد. مایع خارج شده از نازل ها بسیار ویسکوز می باشد.

۶. انجماد: همچنان که نازل لایه‌ها را روی هم قرار می‌دهد، لایه‌های پایین‌تر شروع به سفت‌تر شدن و انجماد می‌کنند. فرآیند انجماد را کراس لینکینگ هم می‌نامند. این پروسه ممکن است با لامپ UV یا مواد شیمیایی مختلف تسریع شود.

دستگاه چاپگر سه بعدی زیستی سری BioFab مدل BioFabX4 با چهار ماژول چاپ، امکان چاپ چهار نوع جوهر زیستی را به صورت همزمان فراهم می‌کند. از مشخصات و ویژگی‌های این دستگاه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- چاپ همزمان چهار جوهر زیستی
- سرعت چاپ ۰,۱ تا ۱۵۰ میلی‌متر بر ثانیه
- بدنه فلزی با رنگ کوره ای (استاندارد تجهیزات آزمایشگاهی)
- سیستم گزارش و مانیتورینگ خط به خط فرایند چاپ
- عملگرهای نیوماتیک تا ۷ بار
- قابلیت نصب ماژول کراسلینک با نور مرئی
- قابلیت کراس لینک UV با موج‌های ۳۶۵ تا ۴۰۵ نانومتر
- ابعاد دستگاه: ۴۸۰×۳۶۰×۸۲۰ میلی‌متر
- نرم افزار اختصاصی
- فرایند کالیبراسیون اتوماتیک
- رابط کاربری لمسی ۳ اینچ
- ابعاد چاپ ۹۰\*۹۰\*۴۰ میلی‌متر
- دقت حرکتی تا ۰,۰۲ میلی‌متر
- قابلیت نصب فیلتر HEPA ۱۴ و فن جهت ایجاد محیط استریل
- ماژول چاپ دما بالا تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد

کنترل دمای سطح چاپ از ۴ تا ۸۰ درجه سانتیگراد



## ۹- دستگاه انکوباتور CO2

انکوباتور CO2 شرایط دمایی لازم برای رشد سلول‌های جانوری در بیرون از بدن را فراهم می‌کند. اکثر یاخته‌های جانوری به دمای ۳۷ درجه و PH ۷/۲ برای رشد نیاز دارند. انکوباتور CO2 برای کشت سلول و بافت، محیطی کنترل‌شده و عاری از باکتری فراهم می‌کند. این دستگاه با دارا بودن تجهیزاتی که قادر به تنظیم دما، رطوبت و تنظیم مقدار اکسیژن و CO2 است، شرایط خاصی را برای فرآیندی معین فراهم می‌کند. اندازه و کاربرد این دستگاه متفاوت است و امکانات زیادی را در اختیار دارد که برای تحقیقات و آزمایش‌های سلولی و میکروبی مناسب خواهد بود.



## ۱۰- هود بیوشیمیایی

جهت مکش دود و بخارات حاصل از آزمایشات و احتراق مواد شیمیایی در داخل محفظه و همچنین انتقال این بخارات به بیرون از فضای آزمایشگاه مورد استفاده قرار میگیرد. این هودها دارای محفظه ای جهت آزمایشات ، فن جهت مکش و همچنین کابینتی جهت نگهداری مواد شیمیایی می باشند. این دستگاه هوای آلوده و کثیف را به سمت سیستم تخلیه مرکزی می برد و آن را به بیرون انتقال می دهد. این دستگاه در حقیقت بخارات سمی و حاصل از فعل و انفعالات شیمیایی سرطان زا را از کاربران دور می کند و آن ها را به بیرون منتقل می کند.



## اصول ایمنی در آزمایشگاه:

کارکنان آزمایشگاه در معرض بسیاری از عوامل بیماری زا با منشأ خون، مایعات بدن و ... می باشند که از طریق ترشح ، پاشیدن، فرو رفتن سوزن، وسایل شیشه ای شکسته، خراش و بریدگی در تماس با چشم، بینی، دهان، پوست باعث آلودگی های مختلف باکتریایی و ویروسی خطرناک می گردند. همچنین در محیط کاری آنها خطراتی در نتیجه کار با مواد شیمیایی سوزاننده، مواد رادیواکتیو، الکتروسیته، وسایل مکانیکی، آتش سوزی و ... وجود دارد که سلامتی آنها را تهدید می نماید.

### ۱- لباس کارکنان:

لباس کارکنان باید تمیز، مرتب و از کیفیت مناسبی برخوردار باشد. این لباس ها جهت محافظت از آلودگی و کثیف شدن دیگر لباس ها پوشیده می شوند شامل گان ها، روپوش های آزمایشگاهی، پیش بند، شل و یا لباس های مشابه می باشد.

### ۲- استفاده از دستکش:

باید همیشه دستکش در اندازه های متفاوت و از مواد مناسب و مرغوب در تمام بخش های فنی در دسترس باشد دستکش هایی از جنس لاتکس، نیتریل و یا وینیل، محافظت کافی را ایجاد می نمایند. دستکش هایی که از جنس لاتکس یا وینیل نازک تهیه شده باشند، محافظت کافی را در مقابل سوراخ شدن بوسیله وسایل تیز، ایجاد نمی نمایند. دستکش ها باید در اندازه های تا مچ، آرنج و شانه در دسترس باشند.



### **۳- کفش ها:**

کفش باید راحت و دارای کف لاستیکی باشد و تمام پا را بپوشاند. هنگامی که احتمال ریختن مواد وجود دارد، باید روکش های یکبار مصرفی که در مقابل نفوذ مایعات، مقاوم می باشند، پوشیده شود. نباید از کفش های پارچه ای استفاده نمود زیرا مواد شیمیایی یا مایعات عفونی و آلوده را به خود جذب می نماید.

### **۴- ضرورت وجود جعبه کمک های اولیه:**

باید جعبه کمک های اولیه در آزمایشگاه وجود داشته باشد. این جعبه شامل چسب زخم- باند- گاز استریل- بتادین- پماد سوختگی و.. می باشد.

### **۵- ممانعت از مصرف مواد غذایی و آشامیدنی در آزمایشگاه:**

باید در تمام بخش های فنی آزمایشگاه از غذا خوردن، آشامیدن و یا انجام سایر اعمالی که سبب تماس دست با دهان می گردد، خودداری نمود.

### **۶- برداشت مایعات با پی پت :**

هرگز عمل برداشت مایعات با پی پت نباید بوسیله دهان انجام گردد. در این مورد وسایل متفاوتی جهت برداشت مایعات بوسیله پی پت وجود دارد.

همچنین نباید قطرات انتهائی نمونه با فشار زیاد خارج شود زیرا ممکن است باعث ایجاد قطرات بسیار ریز یا آئروسول گردد.

## ۷- شست و شوی دست :

مهم ترین اقدام پیشگیرانه و ایمنی شست و شوی مکرر دست می باشد که باید همیشه صابون (ترجیحاً صابون مایع) و یا مواد ضدعفونی کننده جهت تمیز نمودن پوست در دسترس کارکنان قرار گیرد.

## ۸- شست و شوی چشم:

باید مخصوصاً در بخش هایی که اسید، مواد سوزاننده، مواد خوردنده و یا دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند جایگاه و محل ثابتی را جهت شست و شوی چشم در نظر گرفت. علاوه بر واحدهای ثابتی که اقدامات درمانی فوری فراهم می کنند، ممکن است از سیستم شست و شوی چشم که قابل حمل نیز می باشد، استفاده نمود.

## ۹- محافظت از چشم و صورت:

باید در مواقع کار با مواد سمی، مواد سوزاننده، مواد خطرناک شیمیایی و بیولوژی و یا هنگامی که امکان ترشح و یا پاشیدن خون یا مایعات بدن وجود دارد و نیز هنگام تخلیه اتوکلاو و ... از عینکهای حفاظتی (حفاظ دار) و یا ماسک های چشم و صورت استفاده نمود.

## منابع:

- ۱- "دستورالعمل مدیریت پسماند های آزمایشگاهی" آزمایشگاه مرجع سلامت
- ۲- آزمایشگاه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
- ۳- ایمنی و سلامت شغلی و بهداشت محیط ، مرکز پزشکی آموزشی درمانی الزهرا(س)