نشریه علمی فرهنگی انجمن علمی دانشجویی
بهداشت حرفه ای و ایمنی کار دانشگاه علوم پزشکی ایران

فصلنامه
ایمنی و سلامت شغلی

سال اول | شماره دوم | پاییز ۱۴۰۳
شماره مجوز نشریه: ۱۶۶/۱۲۰-۲-۱۴۰۳

در این شماره از نشریه خواهید خواند :

- هوش مصنوعی در ایمنی و بهداشت حرفه ای
- ابزار پیشگیری از اختلالات اسکلتی- عضلانی(از چک لیست تا سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی)
- نگاهی به رویکرد های ارگونومیک در طراحی محصول، فرصت ها و چالش ها
- آشنایی با سیستم های تلفیقی در کنترل آلودگی هوا، مزایا و معایب
- کاربرد آیروژل در کنترل آلودگی هوا
- فرهنگ ایمنی
- انواع جاذب های بکار رفته برای جذب ترکیبات آلی فرار
و ...

مصاحبه با دکتر فرشاد (بخش دوم)

مزایا و معایب نانوتکنولوژی در حوزه سلامت شغلی

خلاقیت در کار آفرینی

بسم الله الرحمن الرحيم

شناسنامه نشریه ایمنی و سلامت شغلی

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

سردبیر: بهزاد سوری[1]

مدیر مسئول: محمد حسین کیوانی پروچنی[1]

دیزاین و صفحه آرایی: محمد مهدی احمدی[2]

طراح جلد: محمد حسین کیوانی پروچنی و بهزاد سوری

ویراستار ها: بهزاد سوری، محمد حسین کیوانی، قاسم زارع[3]، محمد باقر عاقبت بخیر[3] و طاهره اسکندری[3]

نشریه ایمنی و سلامت شغلی

۱_ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ، درمانی ایران

۲_ دانشجوی کارشناسی پیوسته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ، درمانی ایران

۳_ دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ، درمانی ایران

راه ارتباطی ما :

ایمیل سردبیر: Behzadsouri۹۸@gmail.com

شماره همراه : ۰۹۱۶۵۶۱۹۵۴۰

آدرس: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران ، دانشکده بهداشت ، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای ، واحد انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

این نشریه دارای مجوز شماره **۱۴۰۳-۲-۱۲۰/۱۶۶** در تاریخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۳ از معاونت دانشجویی فرهنگی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران می باشد.

اعضای هیئت تحریریه فصلنامه نشریه ایمنی و سلامت شغلی شماره ۲ پاییز ۱۴۰۳

عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای

دکتر شهرام وثوقی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای

دکتر علی اصغر فرشاد

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای

دکتر صابر مرادی حنیفی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

محمد مهدی احمدی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

بهزاد سوری

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

محمد حسین کیوانی بروجنی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

محمد باقر عاقبت بخیر

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

قاسم زارع

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

طاهره اسکندری

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

علیرضا شریفی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

مهرداد سوری

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی جندی شاپور اهواز

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

الهام رحمان زاده

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

زهرا السادات موسوی فرد

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

سید حسین طباطبایی

فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

انسیه سادات عالمشاه

فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

افشین بختیاری رمضانی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

سمیه خیراندیش سرابی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

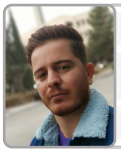
صدف تشبیتی بناساز

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

نداملامهدی‌زاده

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران



کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

حسن ماندعلی

فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

امیرحسین عباسپور

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

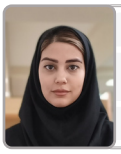
فاطمه اکبرزاده میاندوآب

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قم

کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

افسانه مهاجری

فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران



دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

امل غمخوار

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

مهسا نوری

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

دانشجوی دکترای تخصصی رشته سیاست گذاری سلامت

مهدی حیدری

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

فهرست مطالب

۱	اطلاعیه	۸
۲	سخن سردبیر	۹
۳	هوش مصنوعی در ایمنی و بهداشت حرفه ای	۱۰
۴	مزایا و معایت نانو تکنولوژی در حوزه سلامت شغلی	۱۲
۵	خلاقیت در کارآفرینی	۱۵
۶	بزرگداشت مراسم روز ملی ایمنی و آتش نشانی ۱۴۰۳	۱۸
۷	آشنایی با سیستم های تلفیقی در کنترل آلودگی هوا: مزایا و معایب	۲۳
۸	انواع جاذب های بکار رفته برای جذب ترکیب های آلی فرار (VOCs)	۲۵
۹	سیکلون ها: وسیله ای برای تصفیه هوا	۲۸
۱۰	آشنایی با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)	۳۱
۱۱	کاربرد آئروژل ها در کنترل آلودگی هوا	۳۴
۱۲	مصاحبه با رتبه ۴ آزمون کارشناسی ارشد ۱۴۰۳	۳۶
۱۳	دیوکسین	۳۷
۱۴	بیماری های شغلی ناشی از تماس کارگران ساختمانی با سیمان	۴۰
۱۵	فاجعه seveso	۴۴
۱۶	ابزار پیشگیری از اختلالات اسکلتی_عضلانی (از چک لیست تا سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی)	۴۶
۱۷	نگاهی به رویکردهای ارگونومیک در طراحی محصول: چالش ها و فرصت ها	۴۹

۱۸	انعطاف پذیری شناختی و نقش آن در پیشگیری از حوادث محیط های کاری و افزایش ایمنی	۵۱
۱۹	اثرات دور کاری برسلامت و ایمنی شغلی	۵۳
۲۰	استرس گرمایی در محیط کار	۵۵
۲۱	مصاحبه با دکتر علی اصغر فرشاد (بخش دوم)	۵۷
۲۲	حادثه انفجار معدن طبس...	۵۹
۲۳	تجزیه و تحلیل درخت خطای دینامیکی	۶۰
۲۴	شاخص حریق و انفجار DOW	۶۲
۲۵	مقدمه ای بر تدوین سیاست‌های بهداشت و ایمنی	۶۴
۲۶	فرهنگ ایمنی	۶۶
۲۷	چالش های بهداشت حرفه ای در معادن	۶۷
۲۸	شناختی بر دسته بندی مدل های تجزیه و تحلیل حوادث	۷۱
۲۹	ایمنی لیفتراک ها	۷۳
۳۰	حادثه بوپال هند	۷۶
۳۱	وبینار ها و کارگاه های برگزار شده توسط انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای	۷۸
۳۲	معرفی کتاب (۱)	۸۰
۳۳	معرفی کتاب(۲)	۸۱
۳۴	نقاشی	۸۲

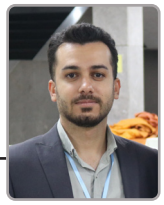
اطلاعیه

قابل توجه شما عزیزان، نام فصلنامه نشریه سلامت کار به دلیل پیشنهاد شما عزیزان و تصمیم نهایی سردبیر نشریه و مدیر مسئول، در راستای کامل بودن و هر چه بهتر شدن به نام فصلنامه نشریه ایمنی و سلامت شغلی تغییر پیدا کرد و از این پس با نام فصلنامه نشریه ایمنی و سلامت شغلی به فعالیت خود ادامه خواهد داد. فصلنامه ایمنی و سلامت شغلی یک فصلنامه علمی فرهنگی دانشجویی در حوزه سلامت و ایمنی کار است. در این فصلنامه تلاش شده است که مطالب مرتبط با حوزه سلامت و ایمنی در محیط های کاری به زبان ساده، قابل فهم و مختصر ارائه شود. فصلنامه ایمنی و سلامت شغلی با هدف افزایش آگاهی و دانش گروه های هدف: دانشجویان، کارفرمایان، کارگران و مردم علاقمند، ارائه مطالب مطابق با جستجوی کاربران وب فارسی و رفع نیاز آن ها در حوزه سلامت فعالیت می‌کند. از آن جایی که مطالب حوزه سلامت و ایمنی کار همچون مطالب علمی دیگر از حساسیت بالایی برخوردار هستند، تیم محتوای فصلنامه ایمنی و سلامت شغلی همواره سعی دارد مطالبی منتشر نماید که درست و قابل اعتماد باشد. محتوای مطالب این نشریه برگرفته از کتب، مقالات و معتبرترین سایت ها و مجلات اینترنتی می‌باشد اما با وجود این، مطالب منتشر شده هرگز جایگزین نظرات و توصیه های تخصصی نیست و مخاطبان هرگز نباید از این مطالب به عنوان جایگزین توصیه متخصصان اهل فن استفاده کنند و در صورت بروز مشکل باید در اولین فرصت به کارشناسان شبکه های بهداشتی درمانی و مراکز بهداشتی درمانی مراجعه کنند. این مجله هیچ ادعا و توصیه ای در خدمات بهداشت حرفه ای و ایمنی کار ندارد، زیرا شرایط هر فرد، کارگاه، کارخانه و .... متفاوت است و به عبارتی نمی‌توان برای همه یک نسخه کلی پیچید. با این تفاسیر، فصلنامه ایمنی و سلامت شغلی مسئولیتی در قبال استفاده از مطالب ارائه شده یا انجام هرگونه اقدام که منجر به آسیب یا هر عارضه‌ای شود نخواهد داشت.

با تشکر
محمد حسین کیوانی بروجنی
مدیر مسئول

با تشکر
بهزاد سوری
سردبیر

سخن سردبیر



بهزاد سوری

به نام خالق علم و دانش، با افتخار شور و شوق، شماره جدید فصلنامه علمی فرهنگی نشریه ایمنی و سلامت شغلی را تقدیم حضورتان می‌کنیم. ما در این شماره، به موضوعات مختلفی پرداخته‌ایم که هر یک از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ما با هدف ترویج علم و دانش و پرورش اندیشه‌های خلاق و نوآور، اقدام به تهیه فصلنامه نشریه ایمنی و سلامت شغلی کرده‌ایم. امیدواریم که این مطالب، چراغ راهی برای پژوهش‌های آتی شما باشد و انگیزه‌ای برای حرکت به سوی نوآوری‌های بیشتر ایجاد کند.

هدف ما از انتشار این نشریه، ارائه بستری برای تبادل دانش و تجربه‌های علمی است که در نتیجه آن، به پیشرفت علم و دانش کمک کند. اینک با چاپ شماره دوم فصلنامه علمی فرهنگی ایمنی و سلامت شغلی، امید بر آن است که این مطالب، برای شما الهام‌بخش و مفید باشد و شما را در مسیر پیشرفت‌های علمی خود یاری کند.

همچنین از صاحب نظران گرامی خواهشمند است با ارائه نظرات و پیشنهادهای خود، در جهت اصلاح نواقص احتمالی این نشریه و تهیه مطالب مناسب متون علمی، ما را یاری کنند.

در پایان، ضمن تشکر از تمامی عزیزان، به ویژه اعضای محترم هیئت تحریریه که در چاپ این شماره از نشریه همکاری داشتند، از اساتید محترم دانشگاه، پژوهشگران ارجمند و نویسندگان توانمند به ویژه دانشجویان عزیز دعوت می‌کنیم که در تعالی محتوا و ارزش‌های علمی نشریه ما را یاری رسانند تا با همکاری و همدلی شما عزیزان این نشریه را غنی‌تر کرده و گامی موثر و مفید در خصوص انتشار مطالب علمی برداریم.

با تشکر

بهزاد سوری

سردبیر نشریه ایمنی و سلامت شغلی

هوش مصنوعی در ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
طاهره اسکندری
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

هوش مصنوعی (AI[1]) به سرعت در حال تحول و تغییر جهان است و ایمنی و بهداشت حرفه‌ای نیز از این قاعده مستثنی نیست. این فناوری با ارائه راهکارهای نوین و هوشمند، فرصت‌های بی‌نظیری را برای ارتقای سطح ایمنی و سلامت در محیط‌های کاری فراهم کرده است.

از جمله کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (۱ و ۲):

۱-تشخیص و پیش‌بینی خطرات محیط کار

هوش مصنوعی به کمک الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین می‌تواند داده‌های مختلفی مانند سوابق حوادث، داده‌های دریافتی از سنسورهای محیطی و اطلاعات کارکنان را تجزیه و تحلیل کند و به طور موثر خطرات پنهان را در محیط‌های کاری شناسایی کند. این فناوری با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق[2] و یادگیری ماشین[3] ، می‌تواند الگوهای خطرساز را شناسایی کند و حتی قبل از وقوع حوادث، آن‌ها را پیش‌بینی کند.

به عنوان مثال، AI می‌تواند داده‌های مربوط به شرایط محیطی مانند دما، رطوبت و میزان روشنایی را تحلیل کند و به طور خودکار در صورت وجود خطرات احتمالی، به کارکنان هشدار دهد. همچنین، این سیستم می‌تواند الگوهای حرکتی کارکنان را تحلیل کند و در صورت وجود رفتارهای پرخطر، به آن‌ها اخطار دهد.

۲-پایش و کنترل ایمنی در محیط‌های صنعتی

در محیط‌های صنعتی، AI می‌تواند با استفاده از دوربین‌ها، سنسورها و سایر دستگاه‌های هوشمند، به طور مداوم محیط کار را رصد کند و در صورت وقوع هرگونه حادثه یا رفتار پرخطر، به سرعت به تیم‌های ایمنی هشدار دهد. این فناوری به طور خاص در بخش‌هایی مانند معادن، ساخت‌وساز و صنعت برق که با خطرات بالقوه‌ی بیشتری در مواجه هستند، بسیار کارآمد است و می‌تواند با استفاده از تصاویر و ویدئوهای گرفته شده از محیط‌های صنعتی، اطلاعات مفیدی را استخراج کند و در صورت شناسایی رفتارهای پرخطر یا نقص در تجهیزات، به طور خودکار به کارکنان هشدار لازم جهت ترک مکان را دهد. همچنین، می‌تواند در کنترل سیستم‌های اتوماسیون صنعتی به کار گرفته شود تا از وقوع خطاهای انسانی جلوگیری گردد.

۳-آموزش و آگاهی‌بخشی کارکنان

AI می‌تواند در آموزش و آگاهی‌بخشی کارکنان در زمینه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای نقش موثری ایفا کند. این فناوری به کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، می‌تواند محتواهای آموزشی جذاب و تعاملی را بر اساس نیازها و سطح دانش کارکنان ارائه دهد و با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های آموزشی، به طور مداوم محتوای آموزشی را به روز رسانی کند و آن را با نیازهای جدید کارکنان منطبق کند. همچنین، می‌تواند از طریق شبیه‌سازی‌های مجازی، به کارکنان تجربه‌های عملی را در زمینه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ارائه دهد و با استفاده از دستیار مجازی هوشمند[4] ، به سوالات کارکنان در مورد موضوعات ایمنی و بهداشت پاسخ دهد.

۴-تحلیل داده‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

AI، به طور موثر داده‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای را تجزیه و تحلیل می‌کند و به شناسایی الگوهای خطرساز، پیش‌بینی حوادث و بهبود فرآیندهای ایمنی کمک می‌کند. این فناوری، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، داده‌های مختلفی مانند سوابق حوادث، داده‌های دریافتی از سنسورهای محیطی و اطلاعات کارکنان را تجزیه و تحلیل می‌کند و می‌تواند باعث

۱-Artificial intelligence
۲-Deep Learning
۳-Machine Learning

اتخاذ تصمیم‌های آگاهانه در زمینه ایمنی محیط کار شود.

AI، به طور خودکار خطرات پنهان را شناسایی می‌کند و به اولویت‌بندی اقدامات ایمنی کمک می‌کند. همچنین، می‌تواند با استفاده از تحلیل داده‌های گذشته، باعث شناسایی عوامل منجر به وقوع حوادث گردد.

۵-بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در ایمنی

AI، می‌تواند با ارائه اطلاعات دقیق و به موقع، سبب اتخاذ تصمیم‌گیری‌های آگاهانه ایمنی در محیط کار شود و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از محیط‌های کاری و سوابق حوادث، به شناسایی نقاط ضعف سیستم‌های ایمنی و بهبود آن‌ها کمک کند. همچنین، با ارائه راهکارهای نوین در جهت ایمنی محیط کار، سبب افزایش کارایی و اثربخشی سیستم‌های ایمنی می‌شود. این فناوری، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، در شناسایی خطرات پنهان و پیش‌بینی وقوع حوادث کمک می‌کند و به طور مداوم وضعیت ایمنی محیط‌های کاری را رصد کرده و اقدامات فوری را در صورت وقوع خطرات احتمالی ارائه می‌کند.

چالش‌ها و محدودیت‌های استفاده از هوش مصنوعی

با وجود مزایای بسیاری که AI برای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ارائه می‌دهد، اما هنوز چالش‌ها و محدودیت‌هایی در استفاده از این فناوری وجود دارد. برخی از مهم‌ترین چالش‌ها عبارتند از (۳):

- هزینه‌های بالای پیاده‌سازی
- نیاز به داده‌های باکیفیت و کافی برای آموزش الگوریتم‌های AI
- خطر سوء استفاده از AI برای جمع‌آوری اطلاعات شخصی کارکنان
- عدم اطمینان کامل به تصمیمات اتخاذ شده توسط AI

با این حال، با پیشرفت تکنولوژی و کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی، AI به طور فزاینده‌ای در دسترس‌تر خواهد شد. همچنین، با افزایش آگاهی در مورد اهمیت حریم خصوصی داده‌ها، قوانین و مقررات جدیدی برای استفاده از AI در حوزه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای تدوین خواهد شد.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

هوش مصنوعی با ارائه راهکارهای نوین و هوشمند، فرصت‌های بی‌نظیری را برای ارتقای سطح ایمنی و سلامت در محیط‌های کاری فراهم کرده است. این فناوری، می‌تواند به طور موثر در تشخیص و پیش‌بینی خطرات، پایش و کنترل ایمنی، آموزش و آگاهی‌بخشی کارکنان، تحلیل داده‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در ایمنی به کار گرفته شود (۱ و ۳) با وجود چالش‌های موجود، هوش مصنوعی در آینده به طور فزاینده‌ای در دسترس‌تر و قابل اعتمادتر خواهد شد، بنابراین، نقشی کلیدی در ارتقای سطح ایمنی و سلامت در محیط‌های کار، ایفا خواهد کرد و به صورت گسترده در همه بخش‌های صنعت به کار گرفته خواهد شد.

منابع

۱.Tang, Kuok Ho Daniel (۲۰۲٤) Artificial Intelligence in Occupational Health and Safety Risk Management of Construction, Mining, and Oil and Gas Sectors: Advances and Prospects. Journal of Engineering Research and Reports, ٦) ٢٦). pp. ٢٥٣-٢٤١. ISSN ٢٩٢٦-٢٥٨٢.

٢.Cebulla, A., Szpak, Z. and Knight, G., ٢٠٢٣. Preparing to work with artificial intelligence: assessing WHS when using AI in the workplace. International Journal of Workplace Health Management, ٤)١٦), pp.٣١٢-٢٩٤.

٣.Anastasi, S., Madonna, M. and Monica, L., ٢٠٢١. Implications of embedded artificial intelligence-machine learning on safety of machinery. Procedia Computer Science, ١٨٠, pp.٣٤٣-٣٣٨.

مزایا و معایب نانوتکنولوژی در حوزه سلامت شغلی

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
زهرا السادات موسوی فرد
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

آشنایی کوتاه با نانو تکنولوژی:

قرن جدید شاهد موجی از پیشرفت‌های تکنولوژیکی است که در بین آنها نانوتکنولوژی نقش محوری ایفا می‌کند (۱, ۲). این حوزه انقلابی را به روی اکتشاف و پیشرفت علمی باز کرده است و به طور قابل توجهی بر سلامت شغلی تأثیر می گذارد (۳). نانوتکنولوژی بر دستکاری مواد در مقیاس نانو (۱۰۰-۱ نانومتر) تمرکز دارد تا از خواص منحصر به فرد آنها برای کاربردهای جدید استفاده کند (۴). با این حال، همانطور که فناوری نانو در محیط‌های صنعتی کاربرد فزاینده‌ای پیدا می‌کند، نگرانی‌ها در مورد خطرات بالقوه سلامت برای کارگران تشدید شده است (۵).

مزایای استفاده از نانو مواد در بهداشت حرفه ای

پایش دقیقتر هوا:

حسگرهای سنتی در تشخیص مواد سمی با غلظت‌های بسیار کم محدودیت دارند و اغلب اندازه‌گیری‌های دقیق و سریعی ارائه نمی‌دهند. در مقابل، نانوحسگرها با حساسیت بسیار بالا، قادر به تشخیص مقادیر بسیار کم مواد سمی با دقت قابل توجهی هستند (۶).

منسوجات هوشمند:

با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، منسوجات پیشرفته به ابزاری قدرتمند برای حفاظت از سلامت کارگران تبدیل شده‌اند. این منسوجات با ادغام در لباس کار، قادر به تشخیص زودهنگام مشکلات سلامتی و ارائه هشدارهای لازم هستند (۷, ۸).

طب کار:

نانوتکنولوژی، با ارائه فناوری‌ها و درمان‌های نوآورانه، تحول بزرگی در حوزه سلامت شغلی ایجاد کرده است. امکان تشخیص زودهنگام بیماری‌های ناشی از مواجهه با عوامل زیان‌آور، سیستم‌های دارورسانی هدفمند و روش‌های تشخیصی غیر تهاجمی یا کمتر تهاجمی، از جمله دستاوردهای مهم این فناوری در بهبود سلامت کارگران است (۱, ۲).

تجهیزات حفاظت فردی:

استفاده از نانومواد در تولید تجهیزات حفاظت فردی، تحولی چشم گیری در افزایش سطح ایمنی کارگران ایجاد کرده است. این فناوری نوین، امکان ایجاد لایه‌های محافظتی بسیار نازکتر و در عین حال بسیار مقاومتر در برابر انواع خطرات محیط کار از جمله خطرات شیمیایی و فیزیکی را فراهم کرده است (۹).

ارگونومی:

با بهره‌گیری از نانو کامپوزیت‌ها می‌توان ابزارهای ارگونومیک بسیار سبک‌تری تولید کرد که در عین حال استحکام بالایی داشته باشند. این ابزارها با کاهش فشار فیزیکی وارده بر بدن، از بروز آسیب‌های ناشی از کارهای تکراری و بلند کردن اجسام سنگین جلوگیری کرده و به بهبود سلامت کاربران کمک می‌کنند (۱۰).

محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش:

استفاده از ترکیب نانوذرات مانند اکسید روی و دی اکسید تیتانیوم در روپوش‌ها یا لباس‌های محافظ، پیشرفت قابل توجهی در افزایش محافظت آنها در برابر اشعه‌های مضر فرابنفش، به‌ویژه برای افرادی که در مکان‌های رو باز مشغول به کار هستند، ایجاد کرده است (۱۱).

تجهیزات ایمنی:

پیشرفت‌های اخیر در فناوری نانو، انقلابی در طراحی و ساخت تجهیزات ایمنی ایجاد کرده است و منجر به تولید و ساخت مواد نوآورانه با یکپارچگی ساختاری و مقاومت در برابر سایش و پارگی شده است (۱۲).

روشنایی هوشمند:

از طریق ادغام نانومواد، مانند نقاط کوانتومی و نانوفسفرها، در فناوری‌های روشنایی، می‌توان به کنترل دقیق دمای رنگ و شدت نورپردازی دست یافت (۱۳).

سر و صدا:

به دلیل اندازه بسیار کوچک ذرات نانومواد، این مواد سطح تماس بسیار بالایی با محیط اطراف خود دارند. این ویژگی منجر به برهم‌کنش قوی‌تر نانومواد با امواج صوتی می‌شود. به عبارت دیگر، نانومواد به دلیل سطح تماس زیادشان،

قادرند امواج صوتی را به طور مؤثرتری جذب، تقویت یا تغییر دهند (۱۴).

کیفیت هوا:

پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه نانوفناوری، تحولات شگرفی را در طراحی و ساخت فیلترها ایجاد کرده است. این فیلترهای پیشرفته با بهره‌گیری از نانومواد، توانایی جذب و حذف مؤثر آلاینده‌ها، ذرات معلق و مواد خطرناک را دارا هستند و نقش بسیار مهمی در حفظ سلامت و ایمنی کارگران ایفا می‌کنند (۱۵).

عایق حرارتی:

نمونه‌هایی از کاربردهای نانومواد در عایق حرارتی محیط‌های کاری شامل:

لباس‌های کار عایق شده: با استفاده از نانومواد، می‌توان لباس‌های کاری تولید کرد که هم سبک باشند و هم عایق حرارتی بسیار خوبی باشند. این لباس‌ها در محیط‌های بسیار سرد یا گرم از کارگران محافظت می‌کنند.

مصالح ساختمانی عایق: افزودن نانومواد به مصالح ساختمانی مانند بتن، گچ و رنگ می‌تواند خاصیت عایق حرارتی آن‌ها را به شدت افزایش دهد. این کار به کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و ایجاد محیط کاری راحت‌تر کمک می‌کند.

پنجره‌های کم مصرف: با پوشش دادن شیشه‌ها با لایه‌های نازک نانومواد، می‌توان پنجره‌هایی تولید کرد که هم نور را از خود عبور دهند و هم از اتلاف انرژی حرارتی جلوگیری کنند(۱۶).

معایب کاربرد نانومواد در مشاغل

مواجهه تنفسی:

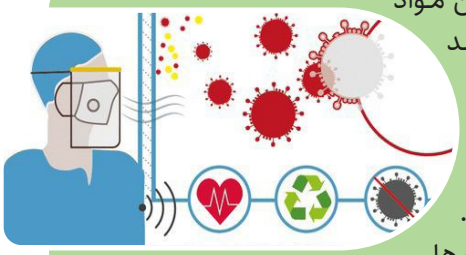
مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که نانومواد مهندسی شده خاص می‌توانند باعث استرس اکسیداتیو، التهاب و آسیب سلولی در رده‌های سلولی تنفسی شوند. این یافته‌ها نگرانی‌هایی را در خصوص احتمال بروز سمیت تنفسی در صورت استنشاق این ذرات ایجاد نموده است(۱۷).

مواجهه پوستی:

مطالعات آزمایشگاهی با تمرکز بر مطالعات آزمایشگاهی با تمرکز بر مواجه مستقیم نانومواد با پوست، نشان داده‌اند که این مواد پتانسیل ایجاد سمیت سلولی، التهاب و استرس اکسیداتیو در پوست را دارند. درک عمیق این اثرات برای ارزیابی ایمنی محصولات حاوی نانومواد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۸).

مواجهه گوارشی:

مطالعات آزمایشگاهی روی اثرات نانومواد بر دستگاه گوارش نشان داده‌اند که این مواد می‌توانند به عملکرد سد روده آسیب رسانده و منجر به التهاب و استرس اکسیداتیو در سلول‌های روده شوند.



درک دقیق این مکانیسم‌ها برای ارزیابی ایمنی مواد غذایی و محصولات حاوی نانومواد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۹).

آلودگی محیط زیست:

انتشار نانومواد در محیط در طی فرآیند تولید، مصرف و فرآیند های آزمایشگاهی به صورت پساب‌های صنعتی، زباله‌های جامد و هوابرد، ممکن است اثرات مخربی بر اکوسیستم‌های طبیعی و سلامت انسان داشته باشد. تجمع زیستی، سمیت برای موجودات آبزی و دیگر موجودات و ورود به زنجیره غذایی از جمله نگرانی‌های اصلی در این زمینه هستند (۲۰).

تأثیرات روانی بالقوه کار با نانو ذرات:

مطالعات نشان داده‌اند که عدم قطعیت پیرامون اثرات بلند مدت مواجه با نانومواد در محیط‌های کاری می‌تواند منجر به افزایش سطح اضطراب در میان کارگرانی شود که به طور مستقیم با این مواد سروکار دارند.

سخن پایانی:

پیشرفت‌های فناوری نانو، صنایع را متحول کرده است، اما نگرانی‌های جدی در مورد خطرات سلامتی برای کارگران ایجاد کرده است. استفاده ایمن و موثر از نانوتکنولوژی در محیط‌های کاری، نیازمند وجود رویکردی هماهنگ بین سیاست‌گذاران، محققان و مدیران صنایع می‌باشد. تقویت همکاری‌ها و اجرای برنامه‌های آموزشی جامع برای کارگران، از جمله اقدامات ضروری برای مدیریت ایمن نانومواد در محیط کار است.

منابع

۱.Malik S, Muhammad K, Waheed Y. Emerging applications of nanotechnology in healthcare and medicine. Molecules. ٦٦٢٤:(١٨)٢٨;٢٠٢٣.

۲.Malik S, Muhammad K, Waheed Y. Nanotechnology: A revolution in modern industry. Molecules. ٦٦١:(٢)٢٨;٢٠٢٣.

۳.López-Alonso M, Díaz-Soler B, Martínez-Rojas M, Fito-López C, Martínez-Aires MD. Management of occupational risk prevention of nanomaterials manufactured in construction sites in the EU. International Journal of Environmental Research and Public Health. ٩٢١١:(٢٤)١٧;٢٠٢٠.

٤.Thiruvengadam M, Rajakumar G, Swetha V, Ansari MA, Alghamdi S, Almehmadi M, et al. Recent insights and multifactorial applications of carbon nanotubes. Micromachines. ١٥٠٢:(١٢)١٢;٢٠٢١.

٥.Fanti G, Spinazzè A, Borghi F, Rovelli S, Campagnolo D, Keller M, et al. Evolution and applications of recent sensing technology for occupational risk assessment: a rapid review of the literature. Sensors. ٤٨٤١:(١٣)٢٢;٢٠٢٢.

٦.Tovar-Lopez FJ. Recent progress in micro-and nanotechnology-enabled sensors for biomedical and environmental challenges. Sensors. ٥٤٠٦:(١٢)٢٣;٢٠٢٣.

۷.Kulkarni MB, Ayachit NH, Aminabhavi TM. Recent advancements in nanobiosensors: current trends, challenges, applications, and future scope. Biosensors. ٨٩٢:(١٠)١٢;٢٠٢٢.

۸.Shah MA, Pirzada BM, Price G, Shibiru AL, Qurashi A. Applications of nanotechnology in smart textile industry: A critical review. Journal of Advanced Research. ٧٥-٣٨:٥٥;٢٠٢٢.

۹.Alberto AR, Matos C, Carmona-Aparicio G, Iten M. Nanomaterials, a new challenge in the workplace. Nanotoxicology in Safety Assessment of Nanomaterials. ٤٠٢-٢٠٢٢:٣٧٩.

۱۰.Galey L, Audignon S, Witschger O, Bau S, Judon N, Lacourt A, et al. What does ergonomics have to do with nanotechnologies? A case study. Applied Ergonomics. ٨٧:١٠٣١١٦;٢٠٢٠.

۱۱.Tsuzuki T, Wang X. Nanoparticle coatings for UV protective textiles. Research Journal of Textile and Apparel. ٢٠-٩:(٢)١٤;٢٠١٠.

۱۲.Seal S, Karn B. Safety aspects of nanotechnology based activity. Safety science. ٢٥-٦٣:٢١٧;٢٠١٤.

۱۳.Nguyen TA, Gupta RK. Nanotechnology for light pollution reduction: CRC Press; ٢٠٢٢.

۱٤.Feyzi V, Alboghobeish A, Esmaeili SV, Zendehdel R, Dehghan SF. A scoping review on advantages and drawbacks of nanotechnology in the field of occupational health. Nanotechnology for Environmental Engineering. ٢٣-٢٠٢٤:١.

۱٥.Roy A, Sharma A, Yadav S, Jule LT, Krishnaraj R. Nanomaterials for remediation of environmental pollutants. Bioinorganic Chemistry and Applications. ١٧٦٤٦٤٧:(١)٢٠٢١;٢٠٢١.

۱٦.Abdelrady A, Abdelhafez MHH, Ragab A. Use of insulation based on nanomaterials to improve energy efficiency of residential buildings in a hot desert climate. Sustainability. ٥٢٦٦:(٩)١٣;٢٠٢١.

۱۷.Fu PP, Xia Q, Hwang H-M, Ray PC, Yu H. Mechanisms of nanotoxicity: generation of reactive oxygen species. Journal of food and drug analysis. -٦٤:(١)٢٢;٢٠١٤ ٧٥.

۱۸.Yokel RA, MacPhail RC. Engineered nanomaterials: exposures, hazards, and risk prevention. Journal of occupational medicine and toxicology. ٢٧-٦:١;٢٠١١.

۱۹.Pietroiusti A, Bergamaschi E, Campagna M, Campagnolo L, De Palma G, Iavicoli S, et al. The unrecognized occupational relevance of the interaction between engineered nanomaterials and the gastro-intestinal tract: a consensus paper from a multidisciplinary working group. Particle and fibre toxicology. ٢٣-١٤:١;٢٠١٧.

۲۰.Giese B, Klaessig F, Park B, Kaegi R, Steinfeldt M, Wigger H, et al. Risks, release and concentrations of engineered nanomaterial in the environment. Scientific reports. ١٥٦٥:(١)٨;٢٠١٨.

خلاقیت در کارآفرینی

کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
انسیه سادات عالمشاه
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

خلاقیت یا Creativity به عنوان یکی از ارکان اساسی تفکر انسانی، به معنای توانایی تولید ایده‌ها و راه‌حل‌های نوآورانه است که می‌تواند در حل مسائل پیچیده و چالش‌های روزمره مؤثر باشد. این گذاره اگر چه مفهوم جدیدی نیست و همیشه در تاریخ همراه بشر بوده است، اما هیچگاه به عنوان یک مد به اندازه‌ی این روزها، رواج نداشته است. برخی افراد به اشتباه تصور می‌کنند داشتن خلاقیت تنها در انجام کارهای هنری مانند نقاشی و یا داستان نویسی لازم است در صورتی که میدانیم اهمیت خلاقیت به عنوان یکی از مهارت‌های نرم از زیر مجموعه‌های دانش تصمیم گیری و حل مسئله، با تغییرات سریع دنیای امروز و نیاز به نوآوری در تمامی حوزه‌ها، به ویژه در محیط‌های کاری و دانشگاهی دوچندان می‌گردد (۱).

در دانشگاه‌ها خلاقیت به دانشجویان این فرصت را می‌دهد که فراتر از آموزش‌های سنتی رفته و با تفکر انتقادی و نوآورانه، به تحقیق و توسعه در زمینه های علمی بپردازند. این امر نه تنها به رشد فردی آن‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند منجر به ایجاد تغییرات مثبت در جامعه شود.

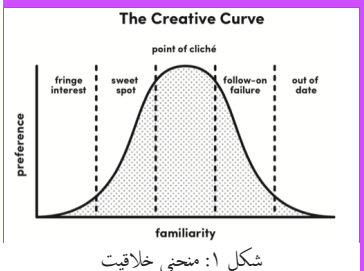
در محیط کاری برای مهندسین بهداشت حرفه‌ای، خلاقیت نه تنها در طراحی و پیاده‌سازی راهکارهای مؤثر برای حفظ سلامت و ایمنی کارگران اهمیت دارد، بلکه در شناسایی و تحلیل ریسک‌ها، بهبود فرآیندها و توسعه استراتژی‌های پیشگیرانه نیز نقش کلیدی ایفا می‌کند. این مهارت به آن‌ها این امکان را می‌دهد که با نگرشی نو به مشکلات نگاه کنند و با استفاده از روش‌های ابتکاری، به بهینه‌سازی شرایط کاری و ارتقاء کیفیت زندگی شغلی کمک کنند.

علاوه برآن امروزه در جوامع علمی به کارآفرینی و نوآوری در خلق محصول و تبدیل علم به ثروت بسیار پرداخته می‌شود که رکن اصلی آن خلاقیت است. بنابراین، پرورش خلاقیت در دانشجویان نه تنها یک ضرورت است، بلکه کلید موفقیت در مواجهه با چالش‌های آینده نیز به شمار می‌آید.

اما حقیقت ماهیت خلاقیت چیست؟ آلن گانت مشاور عالی داده کاوی و کارآفرین در کتاب منحنی خلاقیت بینش‌های تازه‌ای درباره خلاقیت بیان میکند. در این بخش به خلاصه‌ای از کتاب می‌پردازیم.

در فرهنگ ما این افسانه رواج داشته است که موفقیت خلاقانه، نتیجه الهام ایده ای به ذهن در یک لحظه است. نوشتن رمان های پرفروش، خلق نقاشی‌های تحسین برانگیز در شرایطی عرفانی به وجود می‌آیند و ارتباطی با افکار عقلانی و منطق ندارند. این حالات مختص نابغه هاست نه انسان های معمولی. آلن گانت ابتدا نظریه الهام خلاقیت را رد میکند. او با استفاده از مطالعات اثبات می‌کند که افراد به طور مادرزاد همان قابلیت خلاقانه ای را دارند که هنرمندی با موفقیت های پی درپی با آن متولد می‌شود. همچنین ایده ها از منشا اسرار آمیزی خلق نمی‌شوند و آنچه به عنوان بارقه نبوغ شناخته می‌شود در واقع فرآیندی است که هرکسی میتواند آن را در خود ایجاد کند. او به این حقیقت می‌پردازد که افسانه‌های پیرامون خلاقیت صرفا عقیده ای غیرعلمی است. در واقع الگویی وجود دارد که کارآفرینان موفق برای دستیابی به موفقیت بصورت آگاهانه و یا کاملا ناآگاهانه از آن به عنوان اهرم استفاده می‌کنند. با آموختن این الگو می‌توان به خلق و اجرای ایده‌های خود پرداخت.

مطالعات نشان می دهند که تنش بین دو میل متناقض یعنی میل و اشتیاق به چیزهای آشنا ولی در عین حال طالب چیزهای جدید، رابطه منحنی زنگوله مانندی را بین انتخاب و آشنایی ایجاد میکند. (شکل ۱) زمانی که افراد یا گروه‌ها در معرض چیزی جدید قرار می‌گیرند، با هر مواجهه جدید بیشتر و بیشتر از آن خوششان می‌آید، تا به اوج محبوبیت برسد. در همین نقطه، چون بیش از حد در معرض دید قرارگرفته است، با هربار مواجهه اضافی از میزان محبوبیتش کاسته می‌شود. در واقع توانایی درک مکانیزم منحنی خلاقیت، استفاده از آن و برنامه‌ریزی برای موفقیت های مهم نبوغ خلاق نامیده می‌شود.



شکل ۱: منحنی خلاقیت

درک هم زمان منحنی خلاقیت و نقطه کلیشه (نقطه ای که در آن تازگی طلبی در سطح گروهی کاهش می‌یابد و برند مورد بحث، بیش از حد، در معرض دید قرار گرفته و عادی می‌شود) برای آگاهی از چگونگی رسیدن به هر موفقیتی بسیار مهم است. شما به ایده هایی احتیاج دارید که به اندازه کافی در موردشان شناخت داشته باشید تا شانس استفاده گسترده را افزایش داده و درعین حال، به قدر کافی دارای «پاداش تازگی» باشد که علاقه‌ای را به خود جلب کند. ایده‌هایی از سمت چپ منحنی خلاقیت فاصله زیادی دارند و خیلی جدید و متفاوت هستند ولی به اندازه کافی آشنا نیستند لزوما با استقبال روبه رو نمی‌شوند.

به گفته آلن گانت چهارالگو وجود دارد که افراد خلاق برای دستیابی به ایده‌هایی که برای موفقیت تجاری بهینه شده‌اند، از آنها استفاده می‌کنند.

قانون اول: میزان مصرف

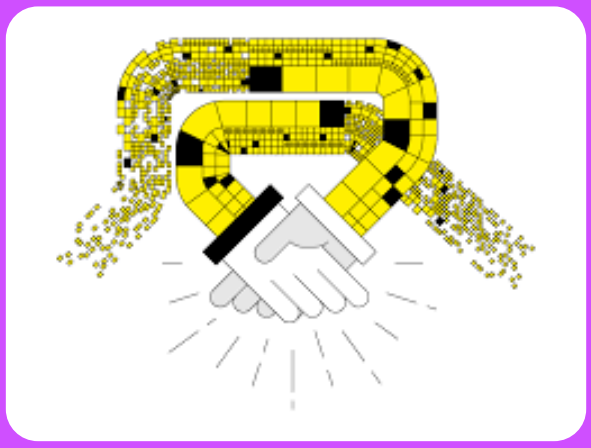
نقش اصلی مصرف، کمک به شما در شناسایی سطح آشنایی چیزی است، مقدار درستی از آشنایی و اینکه چه چیزهایی خوب و چه چیزهایی کلیشه هستند. کارآفرینان موفق از طریق بازشناخت الگو که براساس دو مدل ذهنی است این فرصت‌ها را کشف می‌کنند. اولین مدل ذهنی نمونه اولیه است. نمونه اولیه، انتزاعی و از خصوصیات اساسی هر مطلبی است. دومین مدل، الگوست. استفاده از الگوها، پردازش ایده ها را سرعت می‌بخشد. اولین قدم برای رسیدن به موفقیتی معمولی این است که خود را در حوزه مورد علاقه خود غرق کنید، خود را در معرض آن حوزه قرار دهید و هرچه بیشتر در آن حوزه مصرف کنید. این کار به شما اجازه می‌دهد تا ایده‌هایی را که با موفقیت‌های پیشین آشنا هستند، شناسایی کنید.

قانون دوم: تقلید

شاید عجیب به نظر برسد اما افراد خلاق همواره درگیر تقلید هستند! اگر از افراد مورد تحسین خود تقلید کنیم و موفقیت‌های گذشته آنها را بازسازی کنیم، به جذب الگوهای مورد نیاز برای تولید محتوایی که در نقطه درستی از منحنی خلاقیت قرار می‌گیرند، بسیار نزدیکتر می‌شویم. تقلید شما را با محدودیت‌های خلاقیت آشنا میکند در نتیجه می‌توانید جدیدترین و موثرترین ایده‌های خود را در چارچوب زمانی آزمایش شده منتقل کنید.

قانون سوم: جوامع خلاق

نوآوران برتر می‌دانند که موفقیت در خلاقیت کاری انفرادی نیست و همچنین همکار کلیدی به تنهایی کافی نیست. تمامی ما در دایره اطرافیانمان به جامعه ای از افراد داریم که نقش‌های مختلفی را ایفا کنند. جامعه خلاق گروهی از افراد هستند که بصورت مستقیم یا غیر مستقیم فرآیند خلاقیت شخص را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این جامعه دایره‌ای از چهارگونه مختلف افراد شامل استاد مربی، همکار مناقشه کننده، منبع الهام مدرن و پشتیبانی برجسته هستند که هریک از این نقش ها توسط شخص یا گروهی از افراد اجرایی می‌شوند.



استاد مربیان ترفندها را آموزش داده و با بازخوردشان در تمرین سنجیده به شاگردانشان یاری می‌رسانند. حائز اهمیت است که شما نباید منتظر باشید تا کسی شما را زیر بال و پربگیرد: خودتان باید آغاز کننده فرآیند باشید. اگر کسی را ملاقات می‌کنید که در زمینه مورد علاقه شما موفق است، با او ارتباط برقرار کنید، کنجکاو و خستگی ناپذیر باشید.

در محیط‌هایی که تعداد افراد مستعد زیاد است، خیلی راحت تر می‌توانید همکاری مناقشه کننده را پیدا کنید. شخصی که به شما کمک کند تا نقص‌هایتان را کشف کرده و برآنها فائق آیید. خلاقیت کاری تیمی است، هم تیمی ایدئال نقص‌های همدیگر را هم‌پوشانی می‌کنند و دیدگاه‌های متفاوتی را مهیا می‌سازند.

پیدا کردن سیستمی حامی که شما را از نقاط سخت رد کند، انرژی و خوش بینی شما را بازگرداند و امکان کسب موفقیت شما را افزایش دهد شخص یا گروهی الهام بخش است. این الهام دهندگان الزاما نباید حامی تمام عیار شما باشند. گاهی اوقات بهترین الهام از رقابتی دوستانه برمی‌خیزد. اکثر خلاقان تمایل دارند همراهانی داشته باشند تا با آنها دوستانه رقابت کنند. این موضوع سبب می‌گردد آنها برای پیشرفت به هیجان بیایند و سعی کنند به سطح جدید برسند.

حامی برجسته از پیش اعتبار دارد و مشتاق است که این اعتبار را با شما شریک شود. این همراهی نه تنها به شما سود می‌رساند، بلکه برای حامی برجسته نیز منفعت دارد، زیرا به آنها توان دسترسی به نظرهای بدیعی را می‌دهد که می‌توانند با کمک آنها در نقطه درستی روی منحنی خلاقیت قرار گیرند.

قانون چهارم: تکرار

کسانی که به جای شناخت خلاقیت به عنوان مجموعه‌ای از لحظات یافتن و ادراکات ناگهانی از تکرارهای داده محور استفاده می‌کنند، بیشتر احتمال دارد بر منحنی خلاقیت خود چیره شوند.

سخن پایانی...

کتاب منحنی خلاقیت به شما می‌گوید اگر می‌خواهید زندگی خود را وقف خلاقیت کنید، راهی وجود دارد، همچنین مجموعه ای از عوامل کلیدی که می‌بایست انجام دهید تا موفقیت اتفاق بیافتد. کسب مهارت در منحنی خلاقیت می‌تواند سال‌ها طول بکشد. الگوها می‌توانند آموخته شوند و با گذشت زمان تسلط برآنها امکان پذیر است. این کار نیازمند سال‌ها سعی و تلاش است اما پیچیده و رازآلود نیست(۲).

منابع

۱.https://motamem.org
۲.https://hoormazd.com

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی در سال ۱۴۰۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار دانشگاه علوم پزشکی ایران

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار برگزار میکند
مراسم بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی (۱۱ مهر ۱۴۰۳)

زمان برگزاری:
چهارشنبه ۱۱ مهرماه ۱۴۰۳
ساعت ۱۰:۳۰ الی ۱۲:۳۰

مکان برگزاری:
دانشگاه علوم پزشکی ایران
دانشکده بهداشت – سالن شهید رحیمی

باحضور سخنرانان

دکتر صابر مرادی حنیفی
عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی ایران
عنوان سخنرانی: سطوح ایمنی و چالش های آن

مهندس رضا عرب عامری
دارای نشان بین المللی مشاوره مدیریت(CMC)
عنوان سخنرانی : کاربرد هوش مصنوعی در حوزه HSE

آدرس کانال انجمن علمی دانشجویی
t.me/IUMS_anjoman_OHS

بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی در سال ۱۴۰۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

مراسم بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی توسط انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار تحت نظارت معاونت دانشجویی فرهنگی دانشکده بهداشت برگزار شد.

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار تحت نظارت معاونت دانشجویی فرهنگی دانشکده به مناسبت روز ملی ایمنی و آتش نشانی مراسم بزرگداشتی در روز چهارشنبه مورخ ۱۴۰۳/۰۷/۱۱ از ساعت ۱۰:۳۰ الی ۱۲:۳۰ در سالن شهید رحیمی دانشکده بهداشت با حضور اساتید، دانشجویان و میهمانان مدعو برگزار کرد. در این مراسم خوشامدگویی و تبریک روز ملی ایمنی و آتش نشانی توسط مدیر محترم گروه مهندسی بهداشت حرفه ای جناب آقای دکتر وثوقی، معاونت محترم دانشجویی فرهنگی دانشکده سرکار خانم دکتر رهیده انجام گردید. سپس جناب آقای مهندس سوری دبیر محترم انجمن به معرفی انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار و برخی فعالیت های انجام شده در سال جاری و اهداف آن پرداختند. سپس جناب آقای مهندس عرب عامری در خصوص کاربرد هوش مصنوعی در حوزه HSE سخنرانی نمودند و پس از ایشان جناب آقای دکتر مرادی در خصوص سطوح ایمنی و چالش های آن به بحث و سخنرانی پرداختند.

بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی در سال ۱۴۰۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی در سال ۱۴۰۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

بزرگداشت روز ملی ایمنی و آتش نشانی در سال ۱۴۰۳ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

آشنایی با سیستم‌های تلفیقی در کنترل آلودگی هوا: مزایا و معایب

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
بهزاد سوری
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

آلاینده‌هاي هوا از نظر ماهیت فیزیکی شامل دو گروه ذرات و گاز و بخار می‌باشند. متناسب با غلظت و سایز ذرات براي انسان، آسیب‌رسان بوده و حتی منجر به افزایش مرگ‌ومیر می‌شوند (۱). کیفیت هوا نقش مهمی در سلامت انسان دارد. آلودگی هوا باعث افزایش چشمگیري در هزینه‌هاي پزشکی و مرگ‌ومیر شده و سالانه باعث حدود۸۰۰ هزار مرگ زودرس در سراسر دنیا می‌شود (۲). امروزه اهمیت کنترل آلودگی هوا با توجه به بیماریهای مختلف ناشی از آلودگی هوا افزایش یافته است (۳). در همین راستا نیاز به طراحی و استفاده تجهیزات و دستگاه های کنترل آلودگی هوا بیش از بیش مورد توجه قرار گرفته است.

اساس طراحی تجهیزات کنترل آلودگی هوا از ابتدای کاربرد آنها در اوایل قرن بیستم تقریباً بدون تغییر باقی مانده است. در چند دهه اخیر برخی دستگاه‌ها تغییر کرده و انواع تجهیزات ظاهر شده اند اما مکانیزم رایش در تمام آنها مشابه روش‌های قبلی بوده است. یکی از زمینه هایی که اخیرا تا حدودی توجه همگانی جلب نموده سیستم‌های تلفیقی است. تجهیزاتی که در برخی موارد با راندمان بالاتر و بطور اقتصادی تر از تجهیزات متداول کار می‌کنند. سیستم‌های تلفیقی به آن دسته از تجهیزات کنترل گفته می‌شود که شامل ترکیبی از مکانیزم‌های کنترلی مختلف است. به عنوان مثال، ترکیبی از فیلتر پارچه ای با رسوب دهنده الکترواستاتیک (۴).

و یا به عبارتی دیگر این سیستم‌ها معمولاً شامل ترکیبی از فناوری‌ها و استراتژی‌های مختلف هستند که به صورت همزمان عمل می‌کنند تا کارایی بیشتری در کنترل آلودگی داشته باشند.

چهار گروه اصلی سیستم تلفیقی وجود دارد که عبارتند از:

۱.رسوب دهنده های الکترواستاتیک تر Wet Electrostatic Precipitators:

رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک تر (WEP) نوعی از طرح رسوب‌دهنده الکترواستاتیک خشک (ESP) می‌باشد.

دو بخش عمده اضافه شده به سیستم رسوب‌دهنده الکترواستاتیک تر عبارتند از:

- مرحله فرآوری اولیه، محلی که برای خنک کردن، جذب گاز و حذف ذرات درشت در بخش ورودی سیستم افشانه‌های ورودی نصب شده است.
- یک سطح جمع آوری کننده مرطوب جایی که برای شستشوی مداوم مواد جمع شده از آب استفاده می‌شود.

رسوب‌دهنده الکترواستاتیکی تر بر برخی محدودیت‌های رسوب‌دهنده الکترواستاتیکی فائق آمده است.

برخی از مزایای رسوب دهنده الکترواستاتیک تر به شرح زیر است:

۱-جذب همزمان گاز و جداسازی غبار

۲-مصرف کم انرژی

۳-عدم وجود مشکل ناشی از مقاومت غبار

۴-جداسازی مؤثر ذرات ریز

معایب رسوب‌دهنده الکترواستاتیک تر عبارتند از:

۵-راندمان پائین در جداسازی آلاینده های گازی شکل

۶-حساسیت به تغییرات میزان جریان حجمی هوای آلوده

۷-جداسازی غبار به صورت مرطوب

۲.شستشودهنده های تر یونیزان Ionizing Wet Scrubbers

شستشودهنده تر یونیزان (IWS) یک ابداع نسبتا جدیدی در تکنولوژی جداسازی ذرات از جریان گاز به شمار میرود این وسایل در تأسیسات احتراق تجاری مورد استفاده قرار گرفته اند.

مزایای شستشو دهنده تر یونیزان ترکیبی از مزایای رسوب‌دهنده الکترواستاتیک تر و شستشو دهنده پر شده است. معایب آن شامل نیاز به جداسازی ذرات از بستر شستشو، مشکلات ناشی از مستعد بودن آن برای خرابی و سنجش کاهش عملکرد آن در اثر خنثی شدن مایع شستشوی آن، احتمال آسیب زدن به شستشو در اثر خرابی پمپ بگردش درآورنده مایع شستشو و نیاز به تعبیه حذف کننده میست در خروجی آن می‌باشند(۴).

۳.شستشو دهنده‌های خشک Dry Scrubbers:

موفقیت فیلترهای پارچه ای در جداسازی ذرات ریز از جریان گازهای خروجی سبب شد تا استفاده از سیستمی مرکب از شستشو دهنده خشک و فیلتر پارچه ای برای اهداف

تلفیقی حذف همزمان ذرات و گازهای اسیدی مورد توجه قرار گیرد. شستشو دهنده‌های خشک نسبت به شستشو دهنده‌های تر دارای مزایایی بویژه در زمینه صرفه جویی در مصرف انرژی و هزینه‌های ساخت می‌باشند. علاوه بر این، مراحل طراحی فرآیند شستشوی خشک نسبتا آسان بوده و گرد و غبار جمع شده بجای لجن مرطوب به صورت پسماند خشک می‌باشد.

دو نوع عمده از سیستم های به اصطلاح شستشو دهنده خشک عبارتند از خشک کردن پاششی spray drying و تزریق خشک dry injection. فرآیند نخست، اغلب به یک سیستم تر خشک اطلاق می‌شود این سیستم در مقایسه با یک شستشو دهنده تر متداول، بطور قابل توجهی از مایع شستشوی کمتری استفاده می‌کند به فرآیند دوم اصطلاحا یک سیستم خشک - خشک گفته می‌شود زیرا شامل هیچ نوع مایع شستشو نمی‌باشد سیستم خشک کننده افشان عمدتا در تأسیسات و کابردهای صنعتی بکار می‌رود(۴).

۴.فیلترهای پارچه ای اضافه شده بر رسوبدهنده های الکترواستاتیکی Electrostatically Augmented Fabric Filtration

فیلتراسیون پارچه‌ای اضافه شده به رسوب دهنده الکترواستاتیکی نمونه دیگری از یک سیستم تلفیقی به شمار می‌رود در این مکانیزم راندمان فیلترهای پارچه‌ای و افت فشار ناچیز رسوب‌دهنده های الکترواستاتیک با یکدیگر ادغام گردیده است.

در حال حاضر اغلب این روش‌ها فقط در مرحله طرح‌های آزمایشگاهی در دسترس می‌باشند، بکارگیری برخی از این تکنیک های جدید عموماً از سوی اغلب صنایع با مقاومت روبه رو می‌شود. همانند هر تکنولوژی جدید، جای توسعه وجود دارد اما این نتایج است که احتمال ادامه پژوهش و توسعه را تضمین می‌کند(۴).

منابع

۱.Lawrence k. Wang p, pe , dee, norman c. Pereira p, yung-tse hung p. Handbook of environmental engineering air pollution control engineering. Humana press inc; ۲۰۰٤.

۲.Curtis Luke RW, Smith-Willis Patricia, Fenyves Ervin, Pan Yaqin. Adverse health effects of outdoor air pollutants. Environment International. ۳۰-۳۲:۸۱۵ ;۲۰۰٦

۳.Kulkarni SJ, Shinde NL. Studies and Research on Cyclone Separators: A Review. ۲۰-۱۲:(٤)۱;۲۰۱٦.

٤.پاک کننده های هوا (طراحی، بهره‌برداری و نگهداری)، لوئیس تئودور، ترجمه محمدجواد جعفری (چاپ دوم-۱۳۹٦)

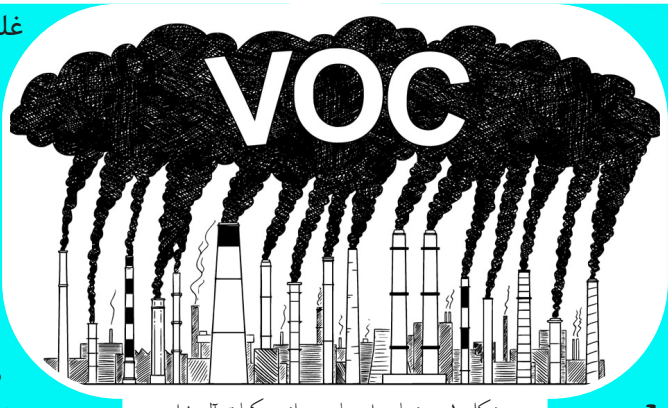
انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

انواع جاذب های بکار رفته برای جذب ترکیبات آلی فرار (VOCs)

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
محمد باقر عاقبت بخیر
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

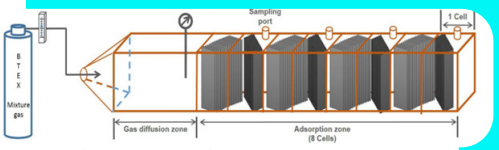
آلاینده‌های هوابرد ترکیبات آلی فرار (VOCs[1]) شامل مجموعه‌ای از مواد شیمیایی هستند که به‌راحتی در هوا تبخیر می‌شوند و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی هوا شناخته می‌شوند. همان طور که در شکل۱ نشان داده شده؛ این ترکیبات از منابع مختلفی مانند سوخت‌های فسیلی، محصولات خانگی (مانند رنگ‌ها، لاک‌ها و شوینده‌ها)، فعالیت‌های صنعتی و فرآیندهای طبیعی منتشر می‌شوند.



شکل ۱ – شمایی از منابع مختلف ترکیبات آلی فرار

VOCs می‌توانند به‌طور مستقیم بر سلامت انسان اثر بگذارند و موجب تحریک دستگاه تنفسی، سردرد، سرگیجه و در موارد شدیدتر بیماری‌های مزمن و سرطان شوند. همچنین، این ترکیبات در تشکیل اوزون سطحی و ذرات معلق (PM[2]) مشارکت دارند که به تشدید آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی منجر می‌شود. کنترل و کاهش انتشار VOCs از اهمیت بالایی در حفظ کیفیت هوا و سلامت عمومی برخوردار است (۱).

۱) کربن فعال



شکل۲ فیلترهای زغال فعال درون یک محفظه جهت جذب مخلوط ترکیبات BTEX به عنوان نمونه‌ای از ترکیبات آلی فرار

کربن فعال[3] یکی از رایج‌ترین جاذب‌ها برای حذف ترکیبات آلی فرار است. این ماده دارای سطح ویژه بسیار بالا و تعداد زیادی میکروپور (حفره‌های کوچک) است که به دلیل ساختار متخلخل خود، توانایی جذب مولکول‌های VOCs را دارد. از جمله کاربردهای زغال فعال، می‌توان به صورت فیلترهای زغال فعال (شکل ۲) در درون محفظه‌هایی به منظور جذب ترکیبات آلی فرار (BTEX) اشاره کرد.

•مزایا:

قیمت نسبتاً مناسب، ظرفیت جذب بالا، و قابلیت بازیابی و احیا.

•معایب:

اشباع سریع: ظرفیت جذب محدود، به‌خصوص در حضور غلظت‌های بالای VOCs.

حساسیت به رطوبت: جذب آب می‌تواند کارایی کربن فعال را کاهش دهد.

احیا مشکل: فرآیند احیا و بازیابی ممکن است پرهزینه و پیچیده باشد و در برخی موارد همراه با از دست رفتن ظرفیت جذب (۲).

۲) زئولیت‌ها

شکل ۳: بستر جاذب زئولیت

زئولیت‌ها[4] کریستال‌های معدنی با ساختار سه‌بعدی هستند که دارای کانال‌ها و حفرات نانومتری می‌باشند. این ویژگی به زئولیت‌ها اجازه می‌دهد تا ترکیبات آلی فرار را به طور مؤثر جذب کنند. نمونه ای از بستر جاذب زئولیت را می‌توانید در شکل ۳ مشاهده کنید.

•مزایا:

گزینش‌پذیری بالا، پایداری حرارتی و شیمیایی و قابلیت استفاده در شرایط مختلف.

•معایب:

هزینه بالا: تولید و آماده‌سازی زئولیت‌های باکیفیت می‌تواند پرهزینه باشد.

ظرفیت جذب محدود: در مقایسه با برخی از جاذب‌های دیگر، ظرفیت جذب زئولیت‌ها ممکن است پایین‌تر باشد، به‌ویژه برای مولکول‌های بزرگتر.

حساسیت به مواد شیمیایی: برخی از زئولیت‌ها ممکن است در محیط‌های اسیدی یا قلیایی پایدار نباشند (۳).

۱-Volatile organic compounds
۲-Particle Matter
۳- Activated Carbon
۴-Zeolites

۳) سیلیکاژل

سیلیکاژل[۵] یک ماده جاذب بر پایه سیلیکون است که به دلیل ساختار متخلخل خود، توانایی جذب رطوبت و ترکیبات آلی فرار را دارد. این ماده معمولاً برای حذف VOCs با وزن مولکولی کم استفاده می‌شود.

•مزایا:

غیرسمی، قیمت پایین و ظرفیت جذب متوسط.

•معایب:

ظرفیت جذب پایین: در مقایسه با MOFs و کربن فعال، سیلیکا ژل ظرفیت جذب کمتری دارد.

حساسیت به رطوبت: جذب آب می‌تواند باعث کاهش کارایی جذب VOCs شود.

شکنندگی: ساختار سیلیکاژل نسبتاً شکننده است و ممکن است در شرایط عملیاتی تحت فشار یا شوک‌های مکانیکی خرد شود (۴).

۴) پلیمرهای جاذب

پلیمرهای جاذب[۶] مواد سنتزی با ساختار متخلخل و سطح ویژه بالا هستند که می‌توانند ترکیبات آلی فرار را به خود جذب کنند. این پلیمرها معمولاً بر اساس مونومرهای مختلف ساخته می‌شوند و می‌توانند برای جذب ترکیبات خاصی مهندسی شوند.

•مزایا:

گزینش‌پذیری بالا، قابلیت تنظیم ویژگی‌های جذب، و امکان بازیابی جاذب.

•معایب:

هزینه تولید: تولید پلیمرهای جاذب می‌تواند پرهزینه باشد.

حساسیت به دما: برخی پلیمرها در دماهای بالا ناپایدار هستند و ممکن است تجزیه شوند.

قابلیت اشباع: پلیمرها ممکن است سریع‌تر از سایر جاذب‌ها اشباع شوند، به‌ویژه در غلظت‌های بالای VOCs (۵).

۵) اکسیدهای فلزی

اکسیدهای فلزی[۷] مانند اکسید منیزیم، اکسید تیتانیوم، و اکسید روی به دلیل سطح ویژه بالا و واکنش‌پذیری شیمیایی خود می‌توانند به عنوان جاذب‌های VOCs استفاده شوند.

•مزایا:

پایداری شیمیایی و حرارتی بالا، قابلیت استفاده در دماهای بالا، و توانایی جذب ترکیبات خاص.

•معایب:

حساسیت به رطوبت: برخی اکسیدهای فلزی مانند اکسید منیزیم ممکن است در حضور رطوبت واکنش داده و کارایی جذب خود را از دست بدهند.

هزینه بالا: تولید و تهیه برخی اکسیدهای فلزی می‌تواند پرهزینه باشد.

محدودیت گزینش‌پذیری: اکسیدهای فلزی ممکن است برای برخی از VOCs نسبت به دیگر جاذب‌ها گزینش‌پذیری کمتری داشته باشند (۶).

۶) الیاف نانو

الیاف نانو[۸] موادی با قطر بسیار کم و سطح ویژه بالا هستند که به دلیل اندازه و ساختار خاص خود توانایی جذب ترکیبات آلی فرار را دارند. این جاذب‌ها معمولاً از مواد مختلفی مانند پلیمرها یا کربن ساخته می‌شوند.

•مزایا:

ظرفیت جذب بسیار بالا، سرعت جذب سریع، و قابلیت استفاده در سیستم‌های فیلتراسیون پیشرفته.

•معایب:

هزینه تولید: تولید الیاف نانو به تجهیزات پیشرفته نیاز دارد و هزینه بالایی دارد.

مشکلات مکانیکی: الیاف نانو ممکن است در فرآیندهای صنعتی تحت فشار مکانیکی آسیب ببینند.

پایداری زیست‌محیطی: برخی از الیاف نانو ممکن است تجزیه‌پذیری زیستی نداشته باشند و مشکلات زیست‌محیطی ایجاد کنند (۷).

۷) چارچوب‌های آلی فلزی

چارچوب آلی فلزی[۹] موادی کریستالی هستند که از اتصال یون‌های فلزی یا خوشه‌های فلزی به لیگاندهای آلی به‌صورت سه‌بعدی تشکیل می‌شوند. این ساختارها دارای حفرات بزرگ و سطح ویژه بسیار بالا هستند که امکان جذب بالای ترکیبات آلی فرار را فراهم می‌آورند.

•مزایا:

سطح ویژه و حجم حفرات بسیار بالا، قابلیت تنظیم ساختار برای جذب ترکیبات خاص، و پایداری شیمیایی و حرارتی در شرایط مختلف.

نمونه هایی از جاذب‌های چارچوب آلی فلزی با سطح جذب متفاوت عبارتست از: میزان جذب MIL ۱۰، UiO-۶۶، HKUST-۱ به ترتیب ۱۱۱۰mg/m³ ، ۱۶۶ mg/m³ و ۵۱۶mg/m³ می باشد.

۵-Silica Gel
۶-Polymeric Adsorbents
۷-Metal Oxides
۸-Nanofibers
۹-Metal-Organic Frameworks - MOFs

•معایب:

هزینه تولید: تولید MOFs معمولاً پرهزینه است و نیاز به مواد اولیه باکیفیت و فرآیندهای پیچیده دارد.

حساسیت به رطوبت و مواد شیمیایی: برخی MOFs در محیط‌های مرطوب یا در حضور مواد شیمیایی ناپایدار هستند.

مشکلات مقیاس‌پذیری: تولید MOFs در مقیاس بزرگ صنعتی چالش‌برانگیز است (۸).

۸) کربن نانولوله‌ای

کربن نانولوله‌ای ساختاری نانومتری از کربن است که به‌صورت استوانه‌ای و با دیواره‌های تک‌لایه یا چندلایه وجود دارد. این نانولوله‌ها دارای سطح ویژه بالا و ویژگی‌های منحصر به‌فردی برای جذب ترکیبات آلی فرار هستند.

•مزایا:

ظرفیت جذب بالا، مقاومت شیمیایی و حرارتی، و قابلیت عملکرد به‌عنوان جاذب و کاتالیزور.

•معایب:

هزینه بالا: تولید CNTs بسیار پرهزینه و پیچیده است.

سمیت: برخی از نانولوله‌های کربنی می‌توانند برای انسان و محیط‌زیست سمی باشند.

مشکلات پراکندگی: پراکندگی مناسب CNTs در ماتریس‌ها و محیط‌های مختلف ممکن است چالش‌برانگیز باشد (۹).

این جاذب‌ها به دلیل ویژگی‌های منحصر به‌فرد خود، کاربردهای متنوعی در حذف ترکیبات آلی فرار دارند و بسته به نیازهای خاص و شرایط عملیاتی، انتخاب می‌شوند.

منابع

۱-Hunter, P. H., ۲۰۰۰. Control of Volatile Organic Compound (VOC) Air Pollutants.

۲-Li, L., Sun, Z., Li, H., Keener, T.C., ۲۰۱۲. Effects of activated carbon surface properties on the adsorption of volatile organic compounds. Journal of the Air & Waste Management Association. ۱۲۰۲-۱۱۹٦ ,٦۲.

۳-Bandura, L., Panek, R., Rotko, M., Franus, W., ۲۰۱٦. Synthetic zeolites from fly ash for an effective trapping of BTX in gas stream, Microporous and Mesoporous Materials. ۹-۱ ,۲۲۳.

٤-Sui, H., Liu, H., An, P., He, L., Li, X., Cong, S., ۲۰۱۷. Application of silica gel in removing high concentrations toluene vapor by adsorption and desorption process. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. ۲۲٤-۲۱۸ ,۷٤

٥-Wang, S., Zhang, L., Long, C., Li, A., ۲۰۱٤. Enhanced adsorption and desorption of VOCs vapor on novel micro-mesoporous polymeric adsorbents. J Colloid Interface Sci. ۱۹۰-۱۸٥ ,٤۲۸.

٦-Baur, G.B., Yuranov, I., Kiwi-Minsker, L., ۲۰۱٥. Activated carbon fibers modified by metal oxide as effective structured adsorbents for acetaldehyde. Catal. Today. ۲٥۸-۲٥۲ ,۲٤۹.

۷-Bai, Y., Huang, Z., Wang, M., et al. ۲۰۱۳. Adsorption of benzene and ethanol on activated carbon nanofibers prepared by electrospinning. Adsorption. ,(٥)۱۹ ۱۰٤۳-۱۰۳٥.

۸-Vellingiri, K., Kumar, P., Deep, A., Kim, K.H., ۲۰۱۷. Metal-organic frameworks for the adsorption of gaseous toluene under ambient temperature and pressure. Chemical Engineering Journal. ۱۱۲٦-۱۱۱٦ ,۳۰۷

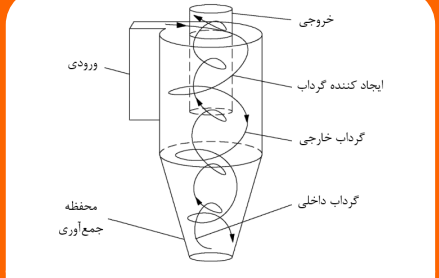
۹- Hussain, C.M., Saridara, C., Mitra, S., ۲۰۰۹. Modifying the sorption properties of multi-walled carbon nanotubes via covalent functionalization. Analyst. ,۱۳٤ ۱۹۳۳-۱۹۲۸

سیکلون‌ها؛ وسیله‌ای برای تصفیه هوا

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
صدف تثبیتی بناساز
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

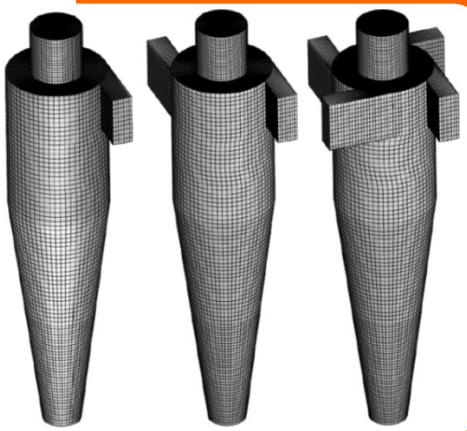
سیکلون‌ها به عنوان دستگاه‌های تصفیه‌کننده هوا نقش اساسی در کنترل آلودگی هوا و حفظ کیفیت هوا به‌ویژه در محیط‌های صنعتی دارند. سیکلون‌ها یکی از محبوب‌ترین ابزار برای جداسازی ذرات جامد از گازها در کاربردهای صنعتی هستند. محبوبیت آن‌ها به دلیل سادگی، قابلیت اطمینان، هزینه‌های تولید نسبتا پایین و توانایی کار در فشار و دمای بالا است. این جداکننده‌های مکانیکی با استفاده از نیروی گریز از مرکز برای حذف ذرات معلق از جریان هوا یا گاز عمل می‌کنند. سیکلون‌ها کاربردهای خود را در جداسازی ذرات از جریان هوا/گاز در هر فرآیند صنعتی مانند صنایع فلزی، صنایع شیمیایی، کارخانه‌های فولاد، داروسازی، صنایع ریخته‌گری و... پیدا می‌کنند. سیکلون‌ها جزو ارزان‌ترین دستگاه‌های تصفیه هوا هستند، اما نقطه ضعف اصلی آن‌ها، کارایی محدود در حذف ذرات با قطر کم (با قطر کمتر از ۱۰ میکرومتر) می‌باشد(۱, ۲). با این حال، با بهبود ساختار سیکلون، جداسازی ذرات ریز تا قطر ۱۰ میکرومتر تسهیل می‌شود(۳).

سیکلون‌ها در اندازه‌ها و شکل‌های مختلفی مورداستفاده قرار می‌گیرند. این وسایل به‌صورت سنتی هیچ قسمت متحرکی ندارند. هنگامی که هوای آلوده وارد سیکلون می‌شود، به حرکت دایره‌ای یا مارپیچی به سمت پایین به علت ساختار هندسی سیکلون، وادار می‌شود و یک گرداب[1] ایجاد می‌کند. نیروی گریز از مرکز به ذرات موجود در جریان گاز اعمال می‌شود. ذرات بزرگ‌تر به دلیل اینرسی خود به سمت بیرون، دیواره‌های سیکلون، پرتاب می‌شوند و در اثر گرانش به سمت پایین سقوط می‌کنند و در امتداد دیواره‌های سیکلون به داخل محفظه جمع‌آوری[2] می‌لغزند. اکنون با حذف بیشتر ذرات معلق، هوای تصفیه شده در امتداد هسته داخلی یا ایجادکننده گرداب[3] به سمت بالا حرکت می‌کند و از طریق خروجی واقع در بالای سیکلون خارج می‌شود (شکل ۱) (۴, ۵).



شکل۱-شماتیک یک سیکلون

فناوری‌ها و پیشرفت‌های جدید در طراحی سیکلون‌ها بر بهبود کارایی، کاهش مصرف انرژی و افزایش توانایی آن‌ها در جداسازی ذرات ریز تمرکز دارد. مطالعات کنونی در مورد بهبود عملکرد جداسازی سیکلون‌ها بر پنج جنبه تمرکز دارد: ۱) بهینه‌سازی ساختار مانند تغییر در تعداد و ساختار ورودی سیکلون، ۲) بهینه‌سازی پارامتر هندسی مانند تغییر در قطر بدنه سیکلون و دیگر اندازه های اجزا آن، ۳) بهینه‌سازی پارامتر عملیاتی مانند تغییر در سرعت و دانسیته ذرات، ۴) بهینه‌سازی شرایط عملیاتی مانند تغییر در پارامتر های محیطی شامل دما، و ۵) بهینه سازی اجزا داخلی مانند اضافه کردن یک جز به اجزای اصلی سیکلون(۶). مطالعات متعددی برای ارزیابی اثربخشی جداکننده‌های سیکلون گاز، به ویژه در مورد توانایی آن‌ها در جمع‌آوری کارآمد ذرات انجام شده است به طور مثال تاثیر تغییرات ایجاد کننده گرداب و طول سیکلون را بر روی کارایی آن ارزیابی شده است و نشان داده شده که اندازه و هندسه ایجاد کننده گرداب تأثیر قابل توجهی بر اثربخشی سیکلون‌ها دارد (۷).

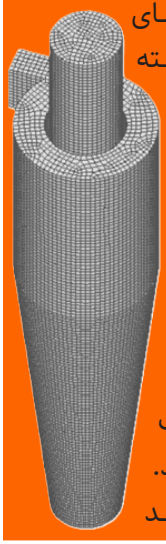

شکل۱-سیکلون با یک، دو و چهار ورودی

در یک مطالعه عددی تأثیر تعداد کانال های ورودی بر عملکرد، الگوی جریان، راندمان جداسازی ذرات و فرسایش سیکلون بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که سیکلون با چهار کانال ورودی دارای راندمان جداسازی ۱۰/۷۸ درصد بیشتر و افت فشار کمتر، به میزان ۳۵ درصد، در مقایسه با سیکلون با یک کانال ورودی است. علاوه بر این، کانال های ورودی بیشتر، باعث الگوی جریان یکنواخت تر و نرخ فرسایش کمتر می‌شود (شکل۲). نتایج مذکور در مطالعات دیگر هم که جریان سیال را در یک جداکننده سیکلون با یک، دو و سه ورودی مماسی شبیه‌سازی کرده است، نشان داده شد. به عبارت دیگر شدت آشفتگی کمتر، منجر به راندمان جداسازی بالاتر می‌شود. علاوه بر افزایش تعداد کانال‌های

۱-vortex
۲-hopper
۳-vortex finder

ورودی، استفاده از لمیناریزر[۴] در ورودی سیکلون می‌تواند بازده جداسازی را افزایش دهد(۸-۱۰).

در مطالعه‌ی Toka A Abdo و همکاران در سال ۲۰۲۴، نشان داده شد که سیکلون‌های گازی با مخروط‌های قوسی شکل (فرورفته به سمت مرکز سیکلون) که از منحنی‌های بزیه[۵] به دست می‌آیند، به طور قابل‌توجهی افت فشار را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند و درعین‌حال کارایی جداسازی ذرات را افزایش می‌دهند(۱۱).



سیکلون‌هایی با بدنه مربعی‌شکل به‌جای استوانه‌ای برای اولین بار در سه دهه گذشته ساخته شدند (شکل ۳). دنیای صنعتی هنوز با سیکلون‌های مربعی آشنایی چندانی ندارد. بااین‌حال، آنها مزایای زیادی نسبت به سیکلون‌های سیلندری دارند که میتوان به ساخت ساده‌تر و راندمان حرارتی بالاتر اشاره کرد(۱۲, ۱۳). فتاحیان و همکاران در سال ۲۰۲۳ به مطالعه ای با هدف ارزیابی عملکرد یک سیکلون مربعی با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی سه بعدی (CFD) پرداختند. این مطالعه بر تجزیه و تحلیل پارامترهایی مانند دبی، سرعت ورودی، دمای ورودی و رفتار جریان(turbulent intensity) تمرکز دارد. سطوح بهینه برای عواملی مانند سرعت ورودی، دمای ورودی، سرعت جریان جرم ذرات و شدت آشفتگی به ترتیب ۲۰ متر بر ثانیه، ۳۰۰ کلوین، ۱۸۰ گرم در دقیقه و ۴ درصد تعیین شد که به بهبود راندمان جداسازی کمک می‌کند. سرعت ورودی به عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر راندمان سیکلون، به دنبال آن دمای ورودی و سرعت جریان جرم ذرات شناسایی شد. سناریو بهینه سازی شده نیروی گریز از مرکز شدیدتری را در سیکلون مربعی نشان داد که منجر به افزایش کارایی جمع‌آوری آن می شود (۱۴).

شکل۳: سیکلون سنتی با بدنه سیلندری و سیکلون مربعی

محققان طرح‌های جدیدی را برای سیکلون های مربعی بررسی کرده‌اند که ویژگی‌هایی مانند گوشه‌های گرد و مخروط‌های دوگانه وارونه (شکل۴) را برای افزایش عملکرد در خود گنجانده‌اند(۱۵-۱۷).

شکل۴: سیکلون با محفظه جمع‌آوری مخروطی دوگانه وارونه

استفاده از سیکلون به عنوان دستگاه پایش هوای فردی، یک رویکرد برای اندازه‌گیری مواجهه ذرات معلق (PM) در محیط‌هایی است که ذرات قابل‌استنشاق نگران‌کننده هستند. سیکلون‌ها علاوه بر کاربرد آن‌ها در تصفیه هوا در دستگاه‌های نمونه‌برداری هوا نیز به کار می‌روند، زیرا همان‌طور که گفته شد با استفاده از نیروی گریز از مرکز، ذرات را بر اساس اندازه جدا می‌کنند. در مطالعه مروری Rivera-Garcia و همکاران در سال ۲۰۲۳، ۲۹ پتنت دررابطه با فناوری‌های پیاده شده بر روی سیکلون‌ها بررسی شده است(۱۸).

همان‌طور که گفته شد سیکلون‌ها به دلیل کارایی آنها در جداسازی ذرات از گازها در صنایع مختلف کاربرد دارند.

بااین‌حال، نیاز روزافزون به فناوری‌های جداسازی دقیق‌تر و کارآمدتر منجر به نوآوری‌هایی در طراحی آنها شده است. تغییرات در ابعاد، هندسه و پارامترهای عملیاتی و... در افزایش راندمان جداسازی، کاهش مصرف انرژی و بهبود سازگاری در کاربردهای مختلف صنعتی نویدبخش بوده است. این پیشرفت‌ها در کنار مدل‌سازی محاسباتی و ابزارهای شبیه‌سازی، راه را برای بهینه‌سازی بیشتر هموار می‌کند. ازآنجایی‌که صنایع با گذشت زمان با الزامات زیست محیطی و عملیاتی سخت‌گیرانه‌تری مواجه هستند، تکامل سیکلون‌ها بدون شک نقش کلیدی در مواجهه با این چالش‌ها ایفا خواهد کرد.

۴-Laminarizer

۵-Bezier Curve

منابع

۱.Venkatesh S, Kumar RS, Sivapirakasam S, Sakthivel M, Venkatesh D, Arafath SY. Multi-objective optimization, experimental and CFD approach for performance analysis in square cyclone separator. Powder Technology. ۲۹-۳۷۱:۱۱۵;۲۰۲۰.

۲.Misiulia D, Antonyuk S, Andersson AG, Lundström TS. High-efficiency industrial cyclone separator: A CFD study. Powder Technology. ۵۳-۳٦٤:۹٤۳;۲۰۲۰.

۳.Baltrėnas P, Chlebnikovas A. Removal of fine solid particles in aggressive gas flows in a newly designed multi-channel cyclone. Powder Technology. -۳۵٦:٤۸۰;۲۰۱۹ ۹۲.

٤.Theodore L. Air pollution control equipment calculations: John Wiley & Sons; ۲۰۰۸.

۵.Kumar D, Gowtham V, Ajeeth R, Blessvin P, Dhanushkrishna T. A review on exhaust system using cyclone separator. International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology. ۲۸-٤:۳۱۲;۲۰۲۰.

٦.Gao Z, Wei Y, Liu Z, Jia C, Wang J, Wang J, Mao Y. Internal components optimization in cyclone separators: systematic classification and meta-analysis. Separation & Purification Reviews. ۱٦-٤۰۰:(٤)۵۰;۲۰۲۱.

۷.Malahayati N, Darmadi D, Putri CA, Mairiza L, Rinaldi W, Yunardi Y. Comparative performance analysis between conventional and square cyclones for solid particle-gas separation: a review. Materials Today: Proceedings. ٦۳;۲۰۲۲:S-۳۱۸S۲۵.

۸.Safikhani H, Zamani J, Musa M. Numerical study of flow field in new design cyclone separators with one, two and three tangential inlets. Advanced Powder Technology. ۲۲-٦۱۱:(۳)۲۹;۲۰۱۸.

۹.Dehdarinejad E, Bayareh M. An overview of numerical simulations on gas□solid cyclone separators with tangential inlet. ChemBioEng Reviews. -۳۷۵:(٤)۸;۲۰۲۱ ۹۱.

۱۰.Huang A-N, Maeda N, Shibata D, Fukasawa T, Yoshida H, Kuo H-P, Fukui K. Influence of a laminarizer at the inlet on the classification performance of a cyclone separator. Separation and Purification Technology. ۱٦-۱۷٤:٤۰۸;۲۰۱۷.

۱۱.Abdo TA, Elnady AO, Elsayed K, El-shaer YI. Design and Analysis of Gas Cyclone with Arc-Shaped Cone Using Bézier Curve for Improved Performance. Journal of Physics: Conference Series. ۰۱۲۰۰۹:(۱)۲۸۱۱;۲۰۲٤.

۱۲.Yang H, Wang N, Cao Y, Meng X, Yao L. Effects of helical fins on the performance of a cyclone separator: A numerical study. Advanced Powder Technology. ۱۰۳۹۲۹:(۱)۳٤;۲۰۲۳.

۱۳.Safikhani H, Shams M, Dashti S. Numerical simulation of square cyclones in small sizes. Advanced Powder Technology. ٦۵-۳۵۹:(۳)۲۲;۲۰۱۱.

۱٤.Fatahian H, Fatahian E, Erfani R. Square cyclone separator: performance analysis optimization and operating condition variations using CFD-DPM and Taguchi method. Powder Technology. ٤۲۸:۱۱۸۷۸۹;۲۰۲۳.

۱۵.Venkatesh S, Sivapirakasam S, Sakthivel M, Ganeshkumar S, Prabhu MM, Naveenkumar M. Experimental and numerical investigation in the series arrangement square cyclone separator. Powder Technology. ۱۰۳-۳۸۳:۹۳;۲۰۲۱.

۱٦.Fatahian H, Fatahian E, Nimvari ME, Ahmadi G. Novel designs for square cyclone using rounded corner and double-inverted cones shapes. Powder technology. ۷۹-۳۸۰:٦۷;۲۰۲۱.

۱۷.Fatahian H, Hosseini E, Fatahian E. CFD simulation of a novel design of square cyclone with dual-inverse cone. Advanced Powder Technology. -۱۷٤۸:(٤)۳۱;۲۰۲۰ ۵۸.

۱۸.Rivera-García M, Reyna M, Camarillo-Ramos M, Reyna-Vargas M, Avitia RL, Cuevas-González D, Osornio Vargas A. Cyclone Separator for Air Particulate Matter Personal Monitoring: A Patent Review. Atmosphere. ٦۲٤:(٤)۱٤;۲۰۲۳.

آشنایی با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)

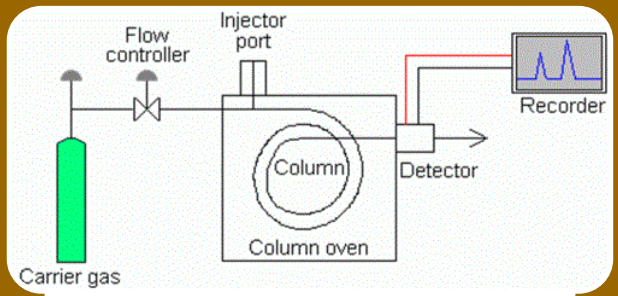
کارشناس رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
افسانه مهاجری
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

کروماتوگرافی گازی یا Gas Chromatography یک تکنیک جداسازی برای آنالیز ترکیبات فرار است. به طور کل در این روش اجزا نمونه در حلال حل شده و به حالت بخار در می‌آید، سپس توسط فاز متحرک در طول ستون جریان می‌یابد. ستون شامل فاز ساکن جامد یا مایع می‌باشد که اگر فاز ساکن مایع باشد به کروماتوگرافی گاز-مایع (GLC) و اگر فاز ساکن جامد باشد، به کروماتوگرافی گاز- جامد (GSC) معروف است. اساس جداسازی توزیع نمونه بین دو فاز ساکن و متحرک است. نکته قابل توجه در مقایسه این کروماتوگرافی با سایر روش ها، عدم وجود برهمکنش بین فاز متحرک و نمونه است.

کاربرد دستگاه کروماتوگرافی گازی:

این دستگاه به طور گسترده در آنالیز مواد غذایی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای متداول مربوط به تجزیه و تحلیل کمی و کیفی مواد غذایی، محصولات طبیعی، افزودنی‌های غذایی، عطر و بوی عطر، انواع آلاینده‌ها مانند آفت‌کش‌ها، آلاینده‌های زیست‌محیطی، سموم طبیعی، داروهای دامپزشکی و مواد بسته‌بندی هستند.

اجزای دستگاه کروماتوگرافی گازی:



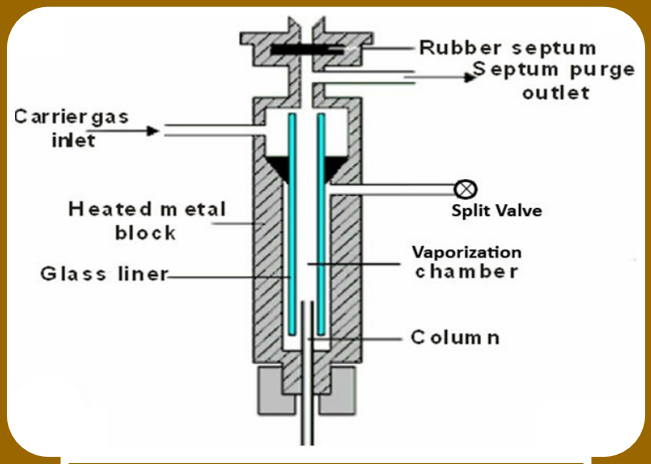
شکل شماره ۱- شماتیکی از اجزای دستگاه کروتوگرافی گازی

در شکل شماره ۱ شماتیک کلی از این دستگاه نشان داده شده است که از بخش های تشکیل شده است که عبارتند از:

•محل تزریق نمونه (Sample injector):

انژکتور برای تزریق نمونه در سر ستون است. در روش‌های تزریق مدرن، اغلب از انژکتورهای گرم شده استفاده می‌کنند که از طریق آن می‌توان نمونه را در به طور همزمان تزریق و تبخیر نمود. انژکتور را می‌توان در دو حالت split یا split less استفاده نمود. از میکروسرنگ برای رساندن حجمی از نمونه در حد چند میکرولیتر به داخل سپتوم لاستیکی و محفظه بخارساز استفاده می‌شود.

گاز حامل وارد محفظه شده و پس از مخلوط شدن با نمونه بخارشده، بخشی ازمخلوط وارد ستون می‌شود و بخشی از طریق خروجی خارج می‌شود (شکل شماره ۲). دمای محفظه بخارساز به طور معمول ۵۰ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه جوش جزئی از نمونه است که دارای کمترین فراریت نسبت به باقی اجزا می‌باشد. حجم نمونه تزریقی نباید خیلی زیاد باشد و حتما باید به صورت بخار به سر ستون برسد. تزریق آهسته باعث پهن شدن و کاهش رزولوشن پیک می‌شود. بسته به نوع ستون میزان تزریق نمونه از ۰/۱ تا ۲۰ میکرولیتر متغیر است. گاز حامل وارد محفظه شده و پس از مخلوط شدن با نمونه بخار شده، بخشی ازمخلوط وارد ستون می‌شود و بخشی از طریق خروجی خارج می‌شود.



شکل شماره ۲- محل تزریق نمونه در دستگاه کروماتوگرافی گازی

گاز حامل (carrier gas):

انتخاب گاز حامل مناسب یکی از مراحل اصلی کار با دستگاه GC است. گاز حامل باید خشک، عاری از اکسیژن و از لحاظ شیمیایی بی اثر باشد. گازهای حامل زیادی وجود دارند که بسته به نوع دتکتور مورد استفاده در دستگاه، انتخاب می‌شوند. هلیم یکی از گازهای متداول است که خطر آن از هیدروژن کمتر است و به دلیل داشتن گستره‌ی سرعت جریان

بالا، با اکثر دتکتورها سازگار است اما گازی گران است و مقرون به صرفه نیست.

هیدروژن نیز با بیشتر دتکتورها سازگار است اما آتش گیر است به همین دلیل کار با آن زیاد توصیه نمی‌شود. با توجه به سرعت جریان بالا و وزن مولکولی کم، استفاده از این دو گاز منجر به کاهش زمان آنالیز می‌گردد. نیتروژن و آرگون از دیگر گازهای مورد استفاده در کروماتوگرافی گازی است که بالا بودن وزن مولکولی آنها منجر به استفاده از این گازها هنگام کار با دتکتورهای جرمی می‌گردد و با دتکتورهای دیگر نیز سازگارند. نیتروژن به دلیل ارزان، در دسترس و امن بودن انتخاب بسیار مناسبی به عنوان گاز حامل است.

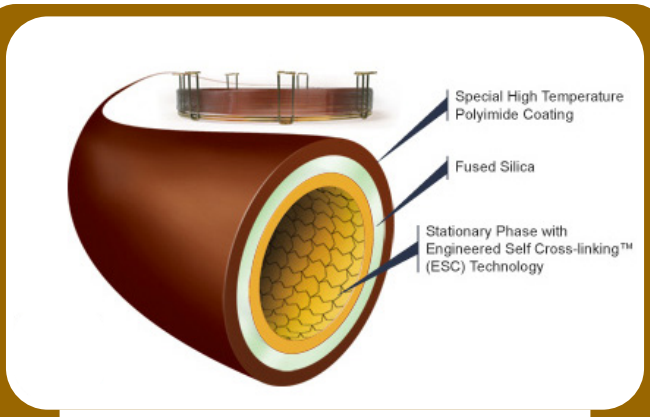
•ستون (Column):

در GC ستون ها در دو نوع پرشده (Packed Column) و مویین (Capillary Column) وجود دارند. ستون‌های مویین که به آن ها ستون‌های لوله باز(open tubular) هم می‌گویند خود دارای دو نوع ستون های لوله باز دیوار اندود (WCOT) و ستون‌های لوله باز پوشش داده شده (SCOT) می‌باشد. WCOT یک لوله مویین است که لایه نازکی از فاز ساکن بر دیواره آن پوشانده می‌شود. در ستون های SCOT، دیواره های ستون ابتدا با یک لایه نازک (با حدود ۳۰ میکرومتر ضخامت) از جامد جاذب مانند خاک دیاتومه و سپس با فاز ثابت مایع پوشیده شده است .

علیرغم این که ستون های SCOT به دلیل ظرفیت نمونه بیشتر قادر به نگه داشتن حجم بیشتری از فاز ثابت نسبت به ستون WCOT هستند، ستون‌های WCOT دارای کارایی ستون بیشتری هستند. هر دو این ستون‌ها نسبت به ستون‌های پرشده از کارایی بیشتری برخوردارند. جنس اکثر ستون‌های از شیشه است اما از فولاد زنگ نزن، مس، آلومینیوم و پلاستیک نیز استفاده می‌شود. ستون‌های پر شده از شیشه یا لوله فلزی که توسط یک جامد مانند خاک دیاتومه پر شده است، ساخته می‌شود.

•ستون FSWC:

از محبوب ترین انواع ستون های مویین ستون لوله باز با دیواره سیلیکا (Fused Silica Wall Coated) است. جنس دیواره های ستون از سیلیکا خالص حاوی حداقل اکسیدهای فلزی است. این ستون‌ها از ستون‌های شیشه‌ای بسیار نازک‌تر هستند و قطر آن به اندازه ۰/۱ میلی متر و طول تا ۱۰۰ متر است. برای محافظت این ستون‌ها یک پوشش پلی آمیدی به جداره خارجی آنها اعمال می‌گردد. ستون FSWC به صورت تجاری در دسترس است و در حال حاضر به دلیل انعطاف پذیری بالا، افزایش نفوذ شیمیایی، بازده ستون بیشتر و حجم کمتر نمونه‌گیری جایگزین ستون‌های قدیمی شده است.



شکل شماره ۳ - ستون دستگاه کروموتوگرافی گازی

•برنامه‌ریزی دمایی و ایزوترمال در GC:

آون ترموستات برای کنترل درجه حرارت ستون به منظور افزایش دقت جداسازی تعبیه شده است. آون در دو حالت برنامه ریزی ایزوترمال و برنامه ریزی دمایی عمل می‌کند. در برنامه ریزی ایزوترمال (Isothermal Programming) ، درجه حرارت ستون در طول جداسازی ثابت است. دمای ستون بهینه کمی بالاتر از نقطه جوش متوسط نمونه است. برنامه ریزی ایزوترمال هنگامی که گستره نقطه جوش نمونه محدود باشد به خوبی عمل می‌کند. به طور مثال اگر دمای ستون ایزوترمال کم باشد و با ترکیبات دارای نقطه جوش گسترده استفاده شود، در این صورت اجزای با نقطه جوش پایین به خوبی حل می‌شوند، اما اجزای با نقطه جوش بالا به آرامی حل می‌شوند و پیک پهن ایجاد می‌کنند.

در برنامه ریزی دمایی (Temperature Programming)، دمای ستون به طور پیوسته یا مرحله ای در طول فرایند جداسازی افزایش می‌یابد. این روش برای جداسازی مخلوط با یک دامنه جوش گسترده مناسب است. تجزیه و تحلیل با دمای پایین شروع می‌شود تا اجزای دارای نقطه جوش پایین را حل کند و در طول جداسازی افزایش پیدا کند تا اجزای کم فرار و دارای نقطه جوش بالا را حل کند.

•دتکتور(Detector):

در سیستم کروماتوگرافی گازی، نمونه بعد از جداسازی در ستون وارد آشکارساز شده و با دریافت هر جزء از اجزای نمونه یک سیگنال الکتریکی تولید می‌کند که پس از فرستاده شدن به یک دستگاه رسام، کروماتوگرام نمونه رسم می‌شود که همچنین شدت هر پیک مربوط به هر ترکیب با مقدار کمی آن جزء متناسب است. از نظر تئوری یک آشکارساز زمانی در شرایط ایده‌آل و بهینه قراردارد که بتواند تمام اجزاء نمونه را به محض خروج از ستون تشخیص داده و متناسب با غلظت هر جزء یک سیگنال تولید کند. پس سرعت پاسخ گویی و حساسیت یک آشکارساز مهم‌ترین خصوصیت آن می‌باشد. همچنین بسته به نوع نمونه، نوع آشکارساز و به سبب آن نوع

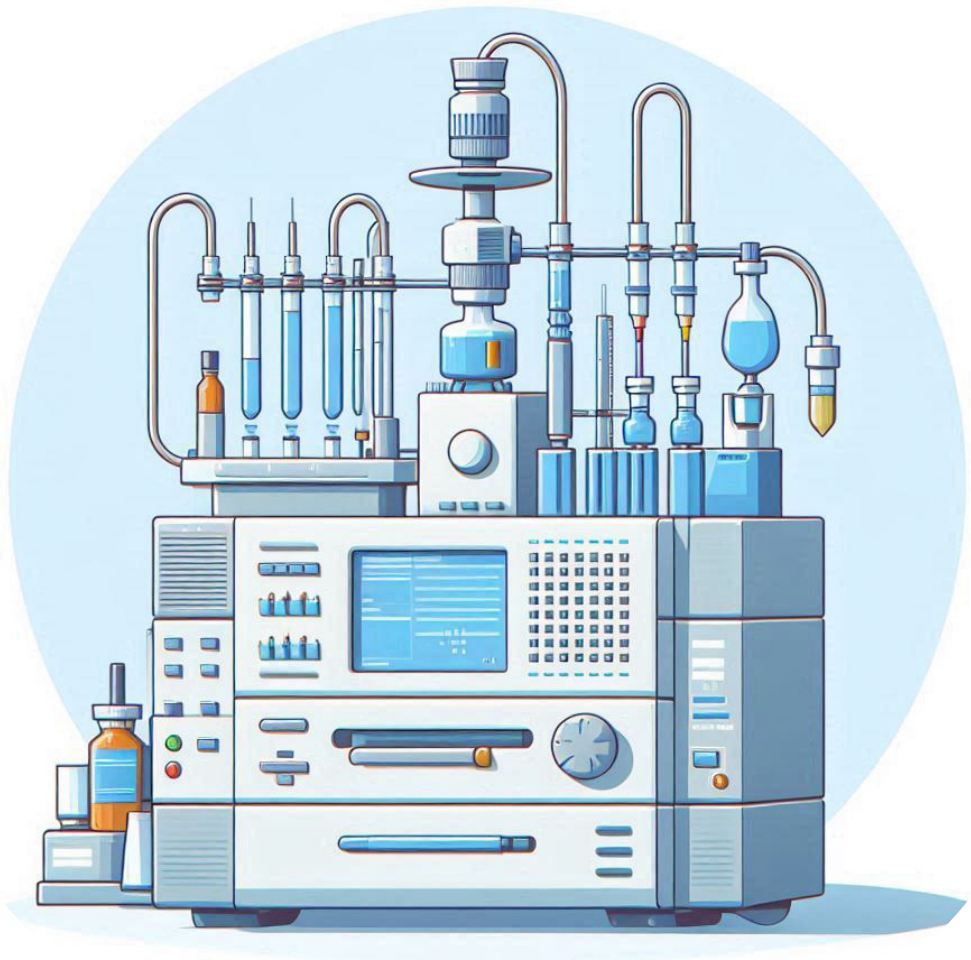
گاز حامل تغییر خواهد کرد.

مهم‌ترین و پرکاربردترین آشکارسازهای GC :

- آشکارساز یونش شعله‌ای (FID): به صورت عمومی به ترکیبات حاوی کربن پاسخ می‌دهد.
- آشکارساز ربایش الکترون (ECD): به ترکیبات حاوی گروه الکترون کشنده مثل هالوژن پاسخ می‌دهد.
- آشکارساز هدایت گرمایی (TCD): به صورت عمومی به تمامی نمونه‌ها جواب می‌دهد.
- آشکارساز نیتروژن-فسفر (TID): به نمونه دارای فسفر و نیتروژن مثل آفت‌کش فسفردار پاسخ می‌دهد.
- آشکارساز فتومتر شعله‌ای (FPD): به نمونه دارای گوگرد و فسفر پاسخ می‌دهد.

منابع

۱.کتاب کروماتوگرافی گاز و مایع در شیمی تجزیه. راجر اسمیت. ترجمه محمدحسین ارباب‌زوار و علی سرافرازیزدی. انتشارات مشهد
۲. https://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/chrom/gaschrm.htm
۳.https://www.slideshare.net/DipakShetty۱/use-of-gc-and-gcms-in-api-analysis
٤.https://www.slideshare.net/mostafaokda۲۵۵/gas-chromatography٦٧٥٠٧٥٣٣-
٥.http://delloyd.٥٠megs.com/moreinfo/gaschrom.html



انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

کاربرد آئروژل‌ها در کنترل آلودگی هوا

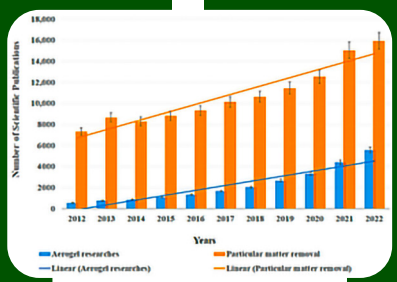
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
محمد حسین کیوانی بروجنی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

آئروژل ها اولین بار توسط استیون کیستلر در سال ۱۹۳۱ معرفی شدند(۱). واژه آئروژل از دو واژه هوا و ژل تشکیل شده است گاهی اوقات به آنها "شیشه هوا" یا "دود یخ زده" می‌گویند. به طور کلی، آئروژل یک ماده بسیار سبک متخلخل است که از یک ژل مشتق می‌شود. در سنتز آئروژل، فاز مایع ژل با گاز (هوا) جایگزین می‌شود که در نتیجه آن، یک ماده با دانسیته و هدایت حرارتی پایین تولید می‌شود. حدود ۹۹/۸ درصد این نانو مواد از هوا تشکیل می‌شود، بنابراین ساختار آنها به صورت جامدی متخلخل با شبکه ای از تخلخل ها به صورت بسته‌های گازی است که باعث می‌شود آئروژل‌ها تقریبا بی وزن باشند(۲).

شکل شماره ۱- آئروژل

آئروژل‌ها توانسته‌اند نقش مهمی در کاهش آلودگی هوا ایفا کنند. این مواد، به دلیل ویژگی‌هایی مانند چگالی کم و سطح ویژه بالا، به‌ویژه در صنایع مختلف به منظور بهبود کیفیت هوا و کاهش آلاینده‌ها به کار گرفته می‌شوند(۳). آئروژل ها خواص منحصر به فردی را از خود نشان می‌دهند که آنها را برای کاربردهای مختلف در صنایع مختلف جذاب می‌کند. بنابراین، در چند سال گذشته مطالعات گسترده ای در مورد ساخت، اصلاح و کاربرد آئروژل‌ها انجام شده است که می‌توان از افزایش تعداد مقالات علمی در ده سال گذشته (در شکل شماره ۲) همراه با نگرانی در مورد اثرات نامطلوب آلودگی ذرات معلق بر سلامتی مشاهده کرد.

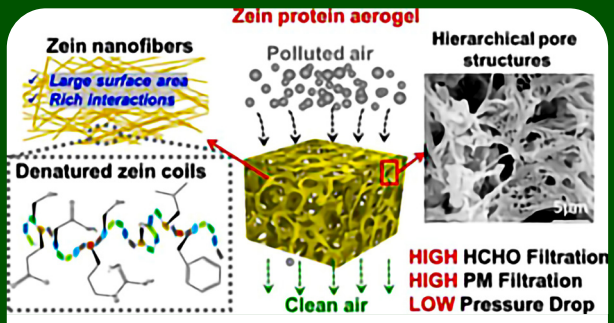


شکل شماره ۲-اهمیت آئروژل در مطالعات ده سال گذشته

کاربردهای آئروژل در کنترل آلودگی هوا

۱.فیلترهای هوا:

آئروژل‌ها به عنوان فیلترهای مؤثر در فرآیندهای پاک‌سازی هوای شهری و صنعتی استفاده می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که این مواد می‌توانند تا ۹۹٪ از ذرات معلق را از هوا حذف کنند (۴).



شکل شماره ۳-آئروژل پروتئین زین به عنوان یک سیستم جدید فیلتر هوا

جذب مواد شیمیایی:

به خاطر سطح ویژه بالای خود، آئروژل قادر به جذب گازهای مضر مانند نیتروژن‌اکسیدها و ترکیبات آلی فرار هستند که در کاهش آلودگی‌های هوا بسیار مؤثر است(۵).

۳.کاتالیست‌ها:

آئروژل به عنوان پایه‌ای برای ساخت کاتالیست‌های ناهمگن به کار می‌روند و در کاهش آلایندگی‌های گازی صنعتی موفقیت خوبی نشان داده‌اند (۶).

مطالعات موردی جذب کربن دی اکسید :

نتایج مطالعه نشان دهنده راه امیدبخش براي مقابله با تغییرات محیط زیست و آب و هوا و دماي اتمسفر به حداقل رساندن انتشار CO_2 به عنوان گاز گلخانه اي اصلی می‌باشد. فناوري جذب کربن دی اکسید باید از نظر اقتصادي و تولید در مقیاس بزرگ قابل توجیه باشد (۷). این نتایج نشان دهنده توان بالقوه‌ای در کاهش اثرات گلخانه‌ای است.

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

آئروژل به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردشان، می‌توانند

نقش مهمی در بهبود کیفیت هوا و کنترل آلودگی‌های محیطی ایفا کنند. توسعه بیشتر تکنولوژی‌های تولید و بهبود خواص مکانیکی آئروژل‌ها می‌تواند به کاربردهای گسترده‌تری در آینده منجر شود.

منابع

۱.Cuce E, Cuce PM, Wood CJ, Riffat SB. Toward aerogel based thermal superinsulation in buildings: A comprehensive review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. ۹۹-۳٤:۲۷۳;۲۰۱٤.

۲.Schaefer DW, Keefer KD. Structure of random porous materials: silica aerogel. Physical review letters. ۲۱۹۹:(۲۰)٥٦;۱۹۸٦.

۳.Kistler SS. Coherent expanded aerogels and jellies. Nature. -۷٤۱:(۳۲۱۱)۱۲۷;۱۹۳۱.

٤.Ganobjak M, Brunner S, Wernery J. Aerogel materials for heritage buildings: Materials, properties and case studies. Journal of Cultural Heritage. ۹۸-٤۲:۸۱;۲۰۲۰.

٥.Pierre AC, Pajonk GM. Chemistry of aerogels and their applications. Chemical reviews. ٦٦-٤۲٤۳:(۱۱)۱۰۲;۲۰۰۲.

٦.Hrubesh LW. Aerogel applications. Journal of Non-Crystalline Solids. ٤۲-۲۲٥:۳۳٥;۱۹۹۸.

۷.Kong Y, Shen X, Cui S, Fan M. Facile synthesis of an amine hybrid aerogel with high adsorption efficiency and regenerability for air capture via a solvothermal-assisted sol–gel process and supercritical drying. Green Chemistry. ٤٥-۳٤۳٦:(٦)۱۷;۲۰۱٥.

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

مصاحبه با دانشجوی رتبه ۴ آزمون کارشناسی ارشد ۱۴۰۳ (دانشگاه علوم پزشکی تهران)

مهسا نوری

مصاحبه کننده : محمد حسین کیوانی بروجنی

۱.با سلام و احترام، لطفا خودتان را معرفی نمائید و بفرمایید در آزمون کارشناسی ارشد چه رتبه ای کسب کرده اید؟

با سلام و عرض ادب، مهسا نوری هستم، در آزمون کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار سال ۱۴۰۳ موفق به کسب رتبه ۴ شدم.

۲.کارشناسی چه دانشگاهی، چه رشته ای و چه سالی بودید و دانشگاه محل تحصیلتون چه مقدار در قبولی شما تاثیر داشته است؟

فارغ التحصیل مقطع کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار سال ۱۴۰۱ از دانشگاه علوم پزشکی ایران با معدل ۱۸٫۶۱، بنده دانشجوی استعداد درخشان بودم و تقریبا در اکثر دروس پایه قوی داشتم، به هرحال تحصیل در دانشگاه های بزرگ و حضور اساتید برجسته، در قبولی آزمون بی‌تاثیر نیست.

۳.سال اولتون بود که کنکور می‌دادید؟ مطالعه را از چه زمانی شروع کردید و در روز برای درس خواندن چه مقدار زمان می‌گذاشتید؟

بله، زبان را از دی‌ماه روزی یک‌ساعت و مابقی دروس از بهمن‌ماه روزی ۲ ساعت (با توجه به شاغل بودن و مشغله‌های شغلی زمان کافی برای مطالعه نداشتم.)؛ مطالعه جدی‌ام از اواسط اردیبهشت ماه با روزی ۸ ساعت مطالعه .

۴.آیا برای قبولی از سهمیه خاصی استفاده کردید؟

خیر، سهمیه آزاد

۵.شیوه مطالعه شما به چه شکلی بود؟ چند تا درس را با هم جلو می‌بردید یا تک تک درس ها را تمام میکردید و میرفتید سراغ درس بعدی؟

طبق برنامه ریزی شخصی از اردیبهشت ماه به طور همزمان ۴ درس را در برنامه روزانه خود می‌گنجاندم ، ۲ درس عمومی و ۲ درس تخصصی؛ بدلیل کمبود وقت مجبور به حذف برخی سرفصل‌ها و دروس شدم و با توجه به کنکورهای سال های اخیر مباحث پرتکرار را مطالعه کردم.

البته تاکید می‌کنم که هر فرد باید روش مطالعه و یادگیری خود را پیدا کند و بر اساس آن برنامه‌ریزی نماید.

۶.کتاب ها و منابع پیشنهادی شما در هر یک از دروس به تفکیک کدام ها هستند؟ و در صورت تمایل درصد هایی که کسب کردید رو بهمون بگید.

برای زبان بنده از پکیج عماد جعفری استفاده کردم و به تمامی داوطلبان این پکیج را توصیه می‌کنم.

برای دروس تخصصی و عمومی فقط کتب سیگما رو مطالعه و مرور کردم، همچنین جلد دوم کتاب حمه رضایی برای تست زنی و آشنایی با سوالات خیلی کمک کننده هست.

درصدهای من شامل:

بهداشت حرفه‌ای: ٪۲۰

ریاضی: ٪۶۲

فیزیک: ٪۴۸

شیمی: ٪۳۷

ارگونومی: ٪۳۰

زبان: ٪۵۰

۷.در طول مسیر نا امید شدین؟ اگر آره برای رفع این معضل جدی چه کارهایی انجام می دادین؟

برای شروع هرکاری، هدف گذاری کنید؛ ناامیدی در هر مسیری کاملا طبیعی است، پشتکار خودم و حمایت‌های خانواده عزیزم در این مسیر خیلی کمک کننده بود.

۸.چه توصیه هایی به داوطلبان در مورد دروس، نحوه مطالعه و آزمون دارید؟

قبل از شروع برای مطالعه، نگاهی به سوالات کنکورهای سال‌های اخیر بیندازید... کنکور کارشناسی ارشد خیلی راحت تر از کنکور کارشناسی‌است؛ نترسید!

از هر زمانی که شروع کنید، بهترین موقع برای شروع کردن است. به جای استرس که شاید دیر شروع کردید یا زمان کم بیارید، در همین زمان کم، با تمرکز به مطالعه و مرور ادامه دهید.

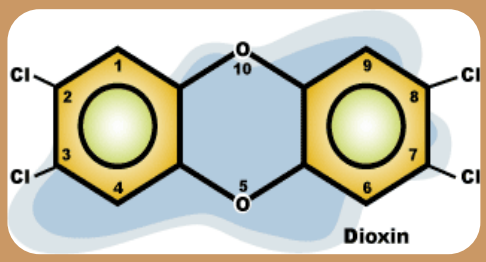
۹.اگر مطلب یا توصیه ای هست که دوست دارید بگید لطفا بفرمائید.

با تلاش مستمر و توکل به خدا حتما به نتیجه‌ی دلخواه خواهید رسید؛ با آرزوی موفقیت برای شما عزیزان.

دیوکسین

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
سمیه خیراندیش سرابی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دیوکسین‌ها به عنوان یکی از سمی‌ترین آلاینده‌های محیطی شناخته می‌شوند. مطابق با تعریف آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA[۱])، دیوکسین‌ها به گروهی از



ترکیبات شیمیایی سمی اطلاق می‌شوند که دارای ساختارهای شیمیایی و ویژگی‌های زیستی مشابهی هستند. این ترکیبات در سه دسته اصلی طبقه‌بندی می‌شوند و صدها نوع مختلف از آن‌ها در محیط وجود دارد که عبارتند از:

دی بنزو-پی-دیوکسین‌های پلی کلره (PCDD[۲])

دی بنزوفوران‌های پلی کلره (PCDF[۳])

بی فنیل‌های پلی کلره (PCB[۴])

یکی از سمی‌ترین ترکیبات دیوکسین، ۲،۳،۷،۸-تتراکلرو دی بنزو پارا دی‌اکسین (TCDD[۵])است که در سپتامبر ۱۹۹۴ توسط آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (EPA) در لیست مواد شیمیایی بسیار مخاطره‌آمیز برای سلامت انسان دسته‌بندی شد(۱). دیوکسین‌ها در خالص‌ترین شکل خود، شبیه کریستال یا جامد بی رنگ هستند.

در سال ۲۰۱۲ برای اولین بارسامانه IRIS[۶] در لیست (NEI[۷]) به گروه دیوکسین‌ها توجه کرد(۲) و سپس در سال ۲۰۲۳ یکی از کدهای بسیار سمی و سرطان‌زا را به دیوکسین‌ها در لیست (NEI) اختصاص داد (۳).

طبق تعریف WHO[۸]:

دیوکسین‌ها گروهی از ترکیبات شیمیایی هستند که آلاینده‌های محیطی پایدار (POPs[۹]) می‌باشند.

در زنجیره غذایی عمدتاً در بافت چربی حیوانات تجمع می‌یابند.

بیش از ۹۰ درصد از مواجهه انسان از راه گوارشی و عمدتاً با مصرف گوشت و محصولات لبنی، ماهی و صدف اتفاق می‌افتد.

نیمه عمر آنها در بدن ۷ تا ۱۱ سال تخمین زده می‌شود.

تاریخچه پیدایش دیوکسین

در سال ۱۸۷۲، دو شیمیدان آلمانی اولین دیوکسین کلردار را تهیه کردند، اما ساختار آن تا مدتها بعد مشخص نشد. در سال ۱۹۵۷، بیماری "ادم جوجه[۱۰]" ظهور کرد که در بافت چربی تجمعاتی دیده می‌شد و دکتر ساندرمن از مؤسسه شیمی در هامبورگ نتایج سنتز TCDD را بررسی کرد، که این شروع استفاده از دیوکسین به عنوان علف‌کش بود(۴).

فجایع جهانی ناشی از انتشار دیوکسین :

جنگ ویتنام: از سال ۱۹۶۵تا۱۹۷۱، ارتش آمریکا به مقدار ۳۶۸ پوند دیوکسین را طی ۶ سال برای نابودی پوشش گیاهی اسپری کرد، بدون اینکه به آلودگی جهانی محیط زیست توجه داشته باشد.

فاجعه یوشو Yusho: در ۱۰ اکتبر ۱۹۶۸ در غرب ژاپن، مسمومیت غذایی دسته‌جمعی با ۱۷۶۱ قربانی (۸۸۷ مرد و ۸۷۴ زن) به طور رسمی ثبت شد. این بیماری "بیماری روغن" نام گرفت که علامت آن جوش‌های آکنه‌مانند بود.

فاجعه Seveso: در سال ۱۹۷۶، انفجار کارخانه شیمیایی ICMESA[۱۱] در نزدیکی سوزو، ایتالیا باعث مواجهه بیش از ۳۷،۰۰۰ نفر از ساکنان با سطوح بالای دیوکسین شد.

فاجعه تایمز بیچ میسوری: در دسامبر ۱۹۸۲ هنگام وقوع یک سیل شدید ساکنان متوجه شدند ترکیبی که بر روی خاک اسپری می‌کردند بسیار سمی و خطرناک بوده و باعث آلودگی شدید آب و خاک منطقه شده است. شهر تایمز بیچ برای سال‌های طولانی به دلیل انتشار دیوکسین، خالی از سکنه شد و به عنوان "شهر ارواح" معروف شد.

۱-U.S. Environmental Protection Agency
۲-polychlorinated dibenzodi
۳-Polychlorinated dibenzofuran
۴-Polychlorinated biphenyl
۵-۲,۳,۷,۸tetrachlorodibenzo-p-dioxins
۶-Integrated Risk Information System
۷- The National Emissions Inventory
۸- World Health Organization
۹- Persistent Organic Pollutants
۱۰- Chick Edema Disease
۱۱- Industry chemical Meda Society American

کنوانسیون جهانی استکهلم در مورد آلاینده های آلی پایدار: به دلیل سمیت بالا، پایداری، چربی دوستی، دشواری در تجزیه و توانایی تجمع آسان در موجودات زنده، دیوکسین ها به عنوان یکی از ۱۲ آلاینده آلی پایدار در کنوانسیون استکهلم در تاریخ ۲۲ می ۲۰۰۱ برای حذف یا کاهش مصرف معرفی شدند. اجرای این کنوانسیون از ۱۷ می ۲۰۰۴ الزامی شد و در سال ۲۰۱۹ مورد بازبینی قرار گرفت(۵).

منابع تولید کننده دیوکسین:

۱.تجهیزات احتراق خانگی و صنعتی : زباله‌سوزهای خانگی، بشکه‌های سوزاندن زباله در حیاط منازل و صنایع کوچک، از جمله منابع کوچک‌مقیاس تولید دیوکسین هستند.

۲.آتش سوزی‌های کنترل نشده : آتش‌سوزی‌های گسترده مانند آتش‌سوزی جنگل‌ها، مزارع و زباله های انباشته شده در مکان های روباز، به دلیل عدم کنترل دمای آتش و ترکیبات مواد سوخته‌شده، منجر به تولید مقادیر قابل توجهی دیوکسین می‌شود.

۳.فعالیت‌های آتشفشانی: فوران آتشفشان‌ها، به ویژه مواردی که مواد آلی را به همراه مواد معدنی به بیرون پرتاب می‌کنند، می‌تواند منجر به تولید دیوکسین شود.

۴.فرآیندهای صنعتی: برخی فرآیندهای صنعتی مانند ذوب فلزات، تولید سیمان و سوزاندن سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها، به عنوان منابع مهم تولید دیوکسین شناخته می‌شوند.

۵.آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها: اگزوز خودروها، به ویژه خودروهای دیزلی قدیمی‌تر، حاوی مقادیر قابل توجهی دیوکسین است.

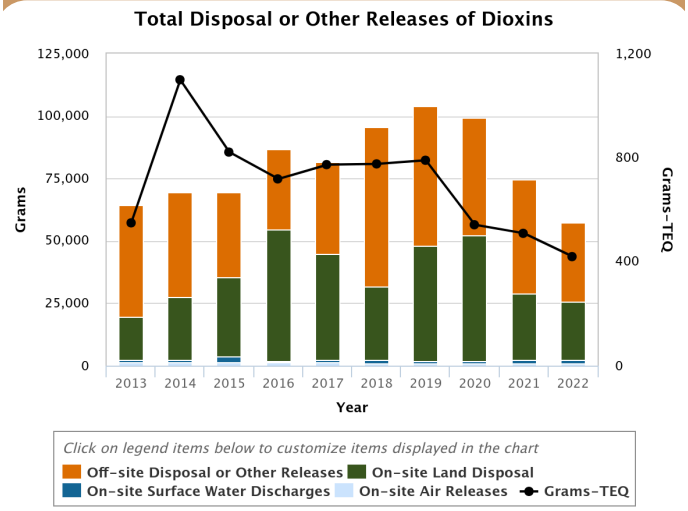
عوارض دیوکسین:

اثرات حاد دیوکسین می‌تواند موجب آسیب و التهاب در بافت‌های مختلف بدن مانند چشم‌ها، بینی و گلو شود. همچنین این ماده می‌تواند علائمی چون سردرد، سرگیجه، تاری دید، دردهای عضلانی و مفصلی، اختلال در هماهنگی عضلات، حالت تهوع، استفراغ، نوسانات عاطفی، تحریک‌پذیری عصبی، و تحریک‌پذیری عمومی را به همراه داشته باشد. عدم تحمل سرما نیز از دیگر نشانه‌های مسمومیت با دیوکسین است (۶).

تظاهرات مسمومیت های مزمن انسانی شامل مشکلات تناسلی، آسیب سیستم ایمنی، تداخل در عملکرد هورمون‌ها، سرطان، تغییر عملکرد سیستم عصبی و غدد درون ریز اختلال در عملکرد سیستم ایمنی، زخم، نوروپاتی محیطی و ناهنجاری های کبد، پانکراس و سیستم گردش خون و تنفس می‌باشد (۷). سرطانزایی دیوکسین از سوی (IARC[۱۲]) تایید شده است و در تقسیم بندی این سازمان در دسته اول سرطانزاها قرار دارد (۸).

روند انتشار دیوکسین:

بر طبق آخرین[۱۳] گزارش EPA انتشار دیوکسین بین سالهای۲۰۱۳-۲۰۲۲ به میزان ۱۱درصد کاهش داشته است. در سال ۲۰۲۲ میزان ۵۵ درصد از دیوکسین‌های منتشر شده، عمدتاً از محل‌های دفن زباله بود(۹). نمودار شماره ۱ روند انتشار دیوکسین را از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۲ نشان می‌دهد.



نمودار شماره ۱- روند انتشار دیوکسین

برخی از روشهای حذف و کنترل دیوکسین خروجی از دودکشها:

وجود نداشتن کلر در ترکیبات: یک مشکل بسیار مهم، حضور کلر در فرآیندهای حرارتی است که در دمای ۲۰۰-۷۰۰ درجه سانتی گراد منجر به تولید دیوکسین می‌شود. متاسفانه وجود کلر در بیشتر موارد اجتناب ناپذیر است (۱۰).

عامل دما: در زباله سوزها اغلب دمای ۷۰۰-۸۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ثانیه برای زباله های خطرناک محتوی بیش از ۱٪ مواد آلی هالوژنه هستند، مورد استفاده قرار می گیرد. افزایش دما تا ۱،۰۰۰ درجه سانتی‌گراد موجب تجزیه ترکیبات ناپایدار دیوکسین خواهد شد(۱۰).

استفاده از فناوری فیلترهای کیسه ای کاتالیزوری[۱۴] :

پس از نصب فیلترهای کاتالیزوری REMEDIATM درخروجی دودکش زباله سوزها، میزان دیوکسین منتشر شده اندازه‌گیری شد که راندمانی بیش از ۹۸٪ را نشان داد (۱۱). البته از فیلترهای کاتالیزوری سرامیکی که با TiO_2 / V_2O_5 پوشش داده شدند، نیز می‌توان در محدوده دمایی ۲۵۰-۳۵۰ درجه سانتیگراد بالاترین راندمان حذف دیوکسین را به دست آورد (۱۲).

۱۲- International Agency for Research on Cancer

۱۳- آخرین به روز رسانی در ۲۸ آگوست ۲۰۲۴

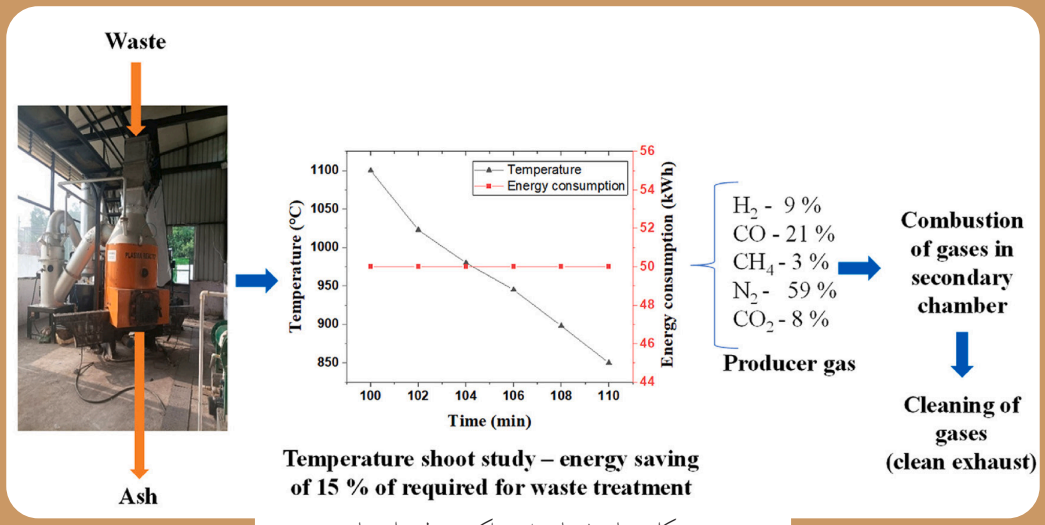
۱۴- Catalytic filter bags

افزودن برخی ترکیبات شیمیایی جهت حذف یا خنثی کردن گازهای خروجی دودکشها:

تیواوره، دیوکسین های موجود در دودکش را حذف می‌نماید و ضریب انتشار دیوکسین را تا میزان ۹۱ درصد وزنی کاهش می‌دهد (۱۳).

استفاده از پیرولیز[۱۵] پلاسما:

افزایش تقاضای پلاسمای حرارتی در کشورهای مختلف به علت حذف مولکولهای سمی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تبدیل زباله به انرژی برای تولید برق با ظرفیت ۱۰۰ مگاوات در حال افزایش است. شکل شماره ۱ نمایی از عملکرد پیرولیز پلاسماست (۱۴, ۱۵).



شکل شماره ۱-نمایی از عملکرد پیرولیز پلاسما

۱۵-pyrolysis تجزیه ترکیبات آلی در غیاب اکسیژن در دماهای بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد، با مدت زمان ماندگاری بخار از ۳ تا ۱۵۰۰ ثانیه

منابع

۱.Oros DR, David N. Identification and evaluation of previously unknown organic contaminants in the San Francisco Estuary (۲۰۰۱-۱۹۹۹): San Francisco Estuary Institute; ۲۰۰۳.

۲.Hegstad M. New EPA Multi-Year IRIS Plan Delays Vanadium, Dioxin Risk Assessments. Inside EPA›s Risk Policy Report. ۱۰-۱:(۵۱)۲۲;۲۰۱۵.

۳.Song S, Chen K, Huang T, Ma J, Wang J, Mao X, et al. New emission inventory reveals termination of global dioxin declining trend. Journal of Hazardous Materials. ٤٤٣:١٣٠٣٥٧;٢٠٢٣.

٤.Firestone D. Etiology of chick edema disease. Environmental health perspectives. ٦٦-٥:٥٩;١٩٧٣.

٥.Fernandes A, Mortimer D, Rose M, Smith F, Steel Z, Panton S. Recently listed Stockholm convention POPs: Analytical methodology, occurrence in food and dietary exposure. Science of the Total Environment. ٨٠٠-٦٧٨:٧٩٣;٢٠١٩.

٦.ohjanvirta R, Miettinen H, Sankari S, Hegde N, Lindén J. Unexpected gender difference in sensitivity to the acute toxicity of dioxin in mice. Toxicology and applied pharmacology. ٧٦-١٦٧:(٢)٢٦٢;٢٠١٢.

٧.Nishijo M. Dioxin and Dioxin-like Compounds and Human Health. MDPI; ٢٠٢٣. p. ٥١٢.

٨.van Gerwen M, Vasan V, Genden E, Saul SR. Human -٨ ,٧ ,٣ ,٢tetrachlorodibenzo-p-dioxin exposure and thyroid cancer risk. Toxicology. ٤٨٨:١٥٣٤٧٤;٢٠٢٣.

٩.Agency EP. ٢٠٢٤ [Available from: https://www.epa.gov/trinationalanalysis/dioxins.

١٠.Hatanaka T, Kitajima A, Takeuchi M. Role of copper chloride in the formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans during incineration. Chemosphere. ٩-٧٣:(١)٥٧;٢٠٠٤.

١١.Xu Z, Sun H, Li X, Motoda E, editors. A new solution for destruction of PCDD/Fs by a catalytic filter system at waste incinerators. E3S Web of Conferences; ٢٠١٩: EDP Sciences.

١٢.Lin S-L, Aniza R, Lee Y-Y, Wang C-L. Reduction of traditional pollutants and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans emitted from a diesel engine generator equipped with a catalytic ceramic fiber filter system. Clean Technologies and Environmental Policy. ٣٠٩-٢٠:١٢٩٧;٢٠١٨.

١٣.Lin X, Yan M, Dai A, Zhan M, Fu J, Li X, et al. Simultaneous suppression of PCDD/F and NOx during municipal solid waste incineration. Chemosphere. ٦-١٢٦:٦٠;٢٠١٥.

١٤.Rana T, Kar S. Assessment of energy consumption and environmental safety measures in a plasma pyrolysis plant for eco-friendly waste treatment. Journal of the Energy Institute. ١١٤:١٠١٦١٧;٢٠٢٤.

١٥.Li Z, Chen Y, Feng Q, Wei S, Liu L, Wang J, et al., editors. Industrial Application of Non-thermal Plasma (NTP) for Mercury and Dioxin Removal in Flue Gas. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; ٢٠١٩: IOP Publishing.

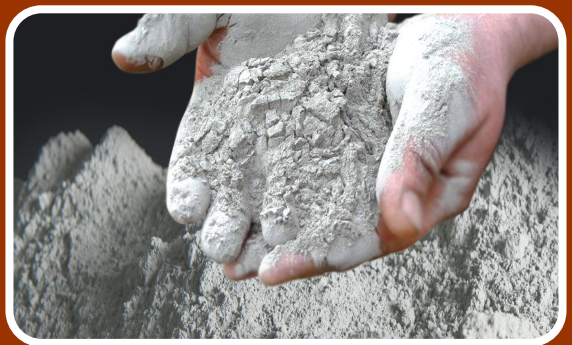
بیماری های شغلی ناشی از تماس کارگران ساختمانی با سیمان

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
افشین بختیاری رمضانی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

صنعت ساخت و ساز نقش مهمی در کمک به اقتصاد و توسعه جهانی ایفا می‌کند. علاوه بر آن، رشد مداوم کشورهای در حال توسعه باعث افزایش تقاضا برای مصالح ساختمانی جاده ها و ساختمان ها شده است. این مواد شامل مواد مختلفی مانند آهن، چوب، سرامیک، شن و ماسه، خاک و آجر می‌شوند(۱,۲)، اما یکی از مهمترین و اصلی ترین مواد مورد استفاده در ساخت و ساز بتن بوده که محیط کار کارگران بتن و بنایان اغلب به سیمان مرتبط می‌باشد و از آنجا که بتن مخلوطی از سیمان و سایر افزودنی‌هایی است که خواص آن را تغییر می‌دهند، می‌توان آن را با سیمان و دامنه مواد سیمان طبقه بندی کرد(۳) .

شکل شماره۱- (نمایی ازکارکارگر ساختمانی با سیمان)

سیمان یک ماده چسبنده هیدرولیک بوده که مطابق شکل شماره ۲ به شکل پودر ریز است که از آسیاب کردن کلینکر (مرحله ای از تولید سیمان که مواد تشکیل دهنده ی سیمان در کوره پخته می‌شوند) مخلوط خاک رس و سنگ آهک در دمای بالا به دست می‌آید. افزودن آب باعث می‌شود سیمان به قوام پوره برسد که به تدریج با سرعتی که به میزان آب، دما و رطوبت بستگی دارد سفت می‌شود. با تغییر فرآیند یا افزودن افزودنی‌ها، می‌توان انواع مختلف سیمان مانند ضد آب، میکروپور یا قیر به دست آورد(۳) .



شکل شماره ۲- (پودر سیمان)

انواع سیمان

دو نوع اصلی سیمان وجود دارد: طبیعی و مصنوعی. یکی از مکان های تولید سیمان طبیعی در خاکستر بازالتی آتشفشانی است و در طول فرآیند کلسیناسیون، خاکستر بازالتی ممکن است حاوی ۷۰ تا ۸۰ درصد سیلیکای بی شکل(آمورف) و ۵ تا ۱۰ درصد سیلیکای کریستالی باشد. سیمان‌های مصنوعی از طریق یک فرآیند بطور مصنوعی تولید می‌شوند و بسیار رایج تر هستند. پرکاربردترین نوع سیمان ساختمانی سیمان پرتلند است که به نام مخترع آن، جوزف اسپدین، در سال ۱۸۲۴ نامگذاری شده است(۳).

بتن

بتن مخلوطی از سیمان با مقادیر متفاوتی از افزودنی ها، معمولاً ماسه، مواد شیمیایی و شن است. از نظر شغلی، افزودن شن و ماسه به بتن باعث افزایش خواص تحریک کنندگی آن با افزایش میکروتروامای (آسیب)پوست و چشم می‌شود همچنین افزودن رزین های اپوکسی لاستیکی و سایر افزودنی‌ها به سیمان می‌تواند باعث افزایش خاصیت آلرژن و تحریک کنندگی آن شود.

گرد و غبار موجود در سیمان حاوی سیلیکا و فلزات سنگین است. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این مواد می‌تواند بر لایه پوست اپیدرمی، متابولیسم پروتئین و آسیب و تغییرات DNA تأثیر بگذارد (۳,۴).

بیماری های شغلی کارگران ساختمانی در مواجهه با سیمان

درماتیت یک بیماری پوستی است که اغلب در کارگران صنعت سیمان دیده شده به خصوص در جایی که در ترکیبات سیمان بیشتر کروم شش ظرفیتی، نیکل و کبالت یافت میشود. درماتیت تماسی تحریک کننده و آلرژیک به عنوان شایع ترین خطرات بهداشتی شغلی در کارگران سیمان در نظر گرفته می‌شود (۴). همچنین مسیر احتمالی دیگر قرار گرفتن در معرض سیمان از طریق دستگاه تنفسی می‌باشد که کرومات به عنوان یک عامل تحریک کننده که ممکن است مسئول سرفه مزمن، برونشیت و بسیاری از علائم ریوی باشد، شناسایی شده است همچنین مسمومیت با سرب در بنایان استفاده کننده از ملات با افزودنی سرب گزارش شده است(۳).

کروم

کروم فلزی با وزن مولکولی ۵۲ می‌باشد که اثرات آن به ظرفیت لایه اخر الکترونی آن بستگی دارد. حالت‌های سه ظرفیتی و شش ظرفیتی اشکال رایج و شناخته شده هستند که باعث ایجاد آسیب به انسان شده و فرم شش ظرفیتی در حالت فلزی به راحتی به پوست نفوذ کرده و به طور آزاد از غشای سلولی عبور میکند، فرم شش ظرفیتی نیمه عمر ۲ تا ۴ ساعت داشته که به حالت سه ظرفیتی (واکنش اکسایش-کاهش) کاهش می‌یابد. راه های ورود کروم شامل استنشاق، بلع و جذب پوستی است و استنشاق کروم موجود در سیمان باعث رسوب نمک‌های کرومیک در ریه بدون ایجاد سمیت سیستمیک و تحریک موضعی ریوی می‌شود، سمیت کروم شش ظرفیتی بسته به دوز جذب شده متغیر است و جذب پوستی نمک‌های شش ظرفیتی و سه ظرفیتی و سایر اشکال کروم از طریق پوست سالم ضعیف می‌باشد(۳).واکنش‌های آلرژیک، به ویژه درماتیت تماسی، تقریباً همیشه از کروم شش ظرفیتی ناشی می‌شوند جایگر و پلونی اولین کسانی بودند که در سال ۱۹۵۰ کرومات را با اگزما ناشی از سیمان مرتبط دانستند(۳).

شکل شماره۳- (اگزمای پوستی)

لازم به ذکر است که بیماریهای پوستی در بین کاربران سیمان بیشتر از کارگران کارخانه تولید سیمان رایج است و علائم درماتیت کروم معمولاً پشت دست و ساعد را تحت تأثیر قرار میدهد (شکل شماره ۳) و ممکن است با وجود قطع تماس با سیمان اثرات اگزما ادامه یابد و برخلاف سایر ظرفیت های کروم، ترکیبات کروم شش ظرفیتی حتی از طریق غشاهای مخاطی و پوست سالم نیز جذب می‌شوند علاوه بر آن ضایعات پوستی پس از آلودگی موضعی با اسید کرومیک منجر به سوختگی یا فرسایش پوست شده و با پیشرفت بیماری، این ضایعات ممکن است منجر به فرسایش پیشرونده بافت نرم و باعث ایجاد سوراخ های کروم در پوست فرد نیز شوند البته نکته حائز اهمیت این است که درماتیت ناشی از کروم بیشتر در افراد مبتلا به آلرژی رخ می‌دهد و همچنین مطالعه ای که در همین زمینه انجام شد نشان داد که علائم درماتیت تماسی ناشی از سیمان پرتلند تا ۱۰ سال ادامه داشته است و قرار گرفتن در معرض ذرات کرومیک معلق در هوا به صورت مزمن منجر به زخم های بینی می‌شود (۳).

کبالت و نیکل

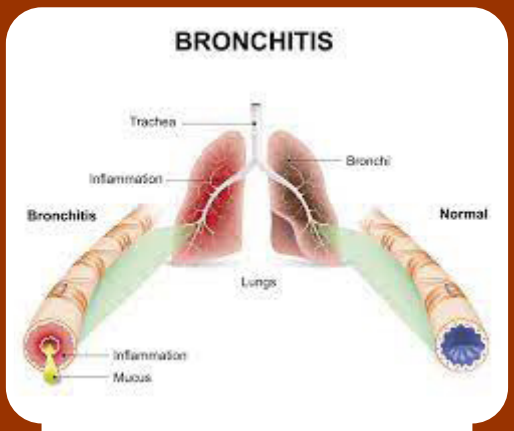
کبالت و نیکل دو نمک نامحلول هستند که تقریباً با غلظتی برابر با غلظت کروم موجود در سیمان وجود دارند، آلرژی نیکل شایع ترین علت درماتیت تماسی آلرژیک است و تصور می‌شود که شیوع آن با رشد صنایع در حال افزایش است و افراد دارای حساسیت و در معرض تماس با نیکل روی پوست یا سطوح مخاطی خود، معمولاً یک پاسخ موضعی قابل پیش بینی از جمله اریتما (سرخ شدن پوست به سبب افزایش جریان خون در مویرگ‌های موجود لایه‌های زیرین پوست)، پوسته پوسته شدن و خارش دارند همین طور آلرژی به کبالت نیز در صنعت ساخت و ساز، عمدتاً از طریق تماس پوستی با سیمان رخ می‌دهد(۴).

کلسیم هیدروکسید

گرد و غبار سیمان باعث تحریک بافت های در معرض، به ویژه بافت های چشم و دستگاه تنفسی می‌شود، کلسیم هیدروکسید، به دلیل قلیایی بودن خاصیت تحریک کنندگی بافت‌های مورد تماس را دارد همچنین در ساختمان سازی، ملات یک نوع سیمان، حاوی کلسیم هیدروکسید آزاد آهک بیشتری نسبت به بتن است و قلیایی تر بوده و آهک به سرعت در پوست حل شده از این رو، آب به تیغه یا ابزار در حین عملیات برش که در آن از ملات استفاده شده اعمال می‌شود تا سطح گرد غبار معلق در هوا را به طور قابل توجهی کاهش دهد. مورد دیگر که در کار با سیمان که باید به آن توجه شود، pH مخلوط آب و سیمان است چراکه تماس با سیمان مرطوب می‌تواند باعث سوختگی شدید بدلیل خاصیت قلیایی ترکیب کلسیم هیدروکسید در واکنش با آب شود. پاشیدن جزئی ملات ممکن است باعث ایجاد " آهک سوختگی " شود که این سوختگی و زخم می‌تواند ناشی از زانو زدن در سیمان و ملات برای مدت طولانی یا ریخته شدن آن در چکمه یا دستکش باشد. کارگران اغلب ضدعفونی سریع را به تأخیر می‌اندازند زیرا محدودیت‌های زمانی آنها را مجبور می‌کند تا کار خود را قبل از سفت شدن بتن تکمیل کنند(۳).

بیماری مزمن انسدادی ریه شایع ترین بیماری دستگاه تنفسی است که بر کارگران سیمان و بنایان تأثیر می‌گذارد. با توجه به شکل ۴ گرد و غبار سیمان به عنوان یکی از علل ترشح بیش از حد مخاط و انسداد راه های هوایی کوچک معرفی شده است و در برخی موارد، بیان شده است ایمونوگلوبین ، مواد انقباض کننده مستقیم برونش یا مکانیسم های تحریک مستقیم، مسئول این واکنش انسدادی راه های هوایی هستند. بیشترین شیوع بیماری مزمن انسدادی ریه در یک مطالعه ۶۳٪ گزارش

شده است، اگرچه مطالعات دیگر این محدوده را از ۹٫۵٪ تا ۲۰٪ گزارش می‌دهند. همچنین، کلسیم سیلیکات و اکسید سیلیکات موجود در گرد و غبار سیمان تحریک کننده دستگاه تنفسی هستند علاوه بر آن در مطالعه ای کارگران کارخانه سیمان کاهش عملکرد ریه و الگوهای غیر طبیعی اسپیرومتری نشان دادند که ما آن را به استنشاق گرد و غبار نسبت می‌دهیم. این کارگران باید معاینات پزشکی دوره ای و چرخش منظم در بخش های مختلف کارخانه داشته باشند تا خطرات ریوی گرد و غبار سیمان را به حداقل برسانند(۵) و در مطالعه ای دیگر قرار گرفتن در معرض گرد و غبار سیمان باعث ایجاد پاسخ های التهابی مضر می‌شود، که با افزایش تعداد کل تعداد سلول‌های گلبول‌های سفید همراه است و مدت زمان تماس با این گرد و غبار سمی بر تعداد سلول های گلبول های سفید تأثیر می‌گذارد (۶).



شکل شماره۴- (آسیب به سلول های مژکدار برونش ها (راه های هوایی) و انسداد راه های هوایی با ترشح موکوسدر اثر تماس با گرد و غبار سیمان)

سیلیس

سیلیس یک ترکیب معدنی است که از یک اتم سیلیکون و دو اتم اکسیژن (SiO_2) تشکیل شده است. سه شکل اصلی کریستالی سیلیس عبارتند از کوارتز، کریستوبالیت و تردیمیت. کوارتز رایج‌ترین شکل سیلیس است. سیلیس توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) به عنوان یک ترکیب سرطان‌زای گروه ۱ گزارش شده است و ذرات گرد و غبار سیلیس کریستالی قابل تنفس بسیار کوچک هستند که هنگام استنشاق به عمق ریه‌ها نفوذ می‌کنند و این ذرات در اندازه ۱۰ میکرومتر یا کمتر برای سلامتی مضر هستند زیرا این ذرات استنشاق شده برای همیشه در ریه‌ها به دام می‌افتند و رسوب آن‌ها باعث ایجاد یک پاسخ التهابی مزمن و ایجاد فیبروز می‌شود و در واقع پاسخ التهابی درصد تبادل گاز اکسیژن را که به عنوان بیماری سیلیکوز شناخته می‌شود، کاهش می‌دهد و هنگام قرار گرفتن در معرض مقدار زیادی سیلیس، خطر ابتلا به سرطان ریه در انسان را افزایش می‌دهد(۷).

جمع بندی

کارگران ساختمانی و بنّاها ممکن است در معرض انواع مختلف خطرات مواجهه با مواد شیمیایی از راه استنشاقی و پوستی قرار بگیرند. بنابراین، اندام‌های آسیب پذیر در کارگران ساختمانی و بنّاها در معرض سیمان، پوست و دستگاه تنفسی هستند. همچنین، اقداماتی که برای جلوگیری از بیماری های پوستی و حفاظت از دستگاه تنفسی در برابر این مواجهات استفاده می‌شوند، در کنترل و کاهش بیماری شغلی کارگران و بنّاها موثرترین اقدامات هستند که با برخی از پیشنهادات کنترلی زیر، می‌توان این بیماری‌ها را مدیریت کرد: (۳)

•از تماس دست‌های بدون دستکش با سیمان مرطوب خودداری کنید و از دستکش‌های محافظی که سطح پوست را می‌پوشانند استفاده کنید.

•غربالگری معمول برای بیماری‌های پوستی و ریوی توصیه می‌شود.

•رادیوگرافی قفسه سینه و آزمایش‌های عملکرد ریوی فقط در صورت درخواست پیش زمینه و معاینه فیزیکی باید استفاده شوند.

•در طول عملیات، مناطق کاری و مواد را مرطوب نگه دارید تا تولید گرد و غبار را کاهش دهید.

•از سیستم‌های مه پاش یا بطری‌های اسپری برای مرطوب کردن سیمان خشک استفاده کنید.

•از کارگران بخواهید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، از جمله حفاظت تنفسی (مانند ماسک‌های گرد و غبار یا دستگاه‌های تنفسی)، حفاظت چشم (عینک ایمنی) و حفاظت پوست (مانند دستکش، لباس کار) استفاده کنند.

•اطمینان حاصل کنید که تجهیزات حفاظت فردی به درستی نصب و نگهداری می‌شوند.

•قبل، در حین و بعد از کار، یک برنامه کامل شستشوی دست و بهداشت را اجرا کنید.

•کارگران را در مورد خطرات بهداشتی قرار گرفتن در معرض سیمان، استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی و روش‌های کار ایمن آموزش دهید.

•با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری مناسب، سطح قرار گرفتن در معرض گرد و غبار سیمان را کنترل کنید(۳).

منابع

۱-Kamaludin, N.H., et al., Exposure to silica, arsenic, and chromium (VI) in cement workers: a probability health risk assessment. Aerosol and Air Quality Research, ۲۰ .۲۰۲۰: p. ۲۳۷۰-۲۳٤۷.

۲-Jaafar, M.H., et al., Occupational safety and health management in the construction industry: a review. International journal of occupational safety and ergonomics, ٤)۲٤ .۲۰۱۸): p. ٥۰٦-٤۹۳.

۳-I.Greenberg, M., Occupational industrial and Environmental Toxicology. Second ed.

٤-Rauf, A.U., A. Mallongi, and R.D.P. Astuti, Heavy metal contributions on human skin disease near cement plant: a systematic review. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, ۸ .۲۰۲۰(F): p. ۱۲۲-۱۱۷.

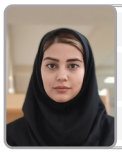
٥-Shanshal, S.A. and H.K. Al-Qazaz, Consequences of cement dust exposure on pulmonary function in cement factory workers. American Journal of Industrial Medicine, ۳)٦٤ .۲۰۲۱): p. ۱۹۷-۱۹۲.

٦-Ahmad, R., Q.S. Akhter, and M. Haque, Occupational cement dust exposure and inflammatory nemesis: Bangladesh relevance. Journal of Inflammation Research, ۲۰۲۱: p. ۲٤٤٤-۲٤۲٥.

۷-Yusoff, Z.M., et al., A study on respirable dust and crystalline silica among construction workers. Journal of Occupational Safety and Health, ۱۱)۱۸ .۲۰۲۱).

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

فاجعه Seveso



دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
امل غمخوار
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

فاجعه سوسو(Seveso disaster) یک حادثه‌ی صنعتی بود، که در ۱۰ ژوئیه ۱۹۷۶ در یک کارخانه‌ی تولید مواد شیمیایی(ICMESA[1]) در نزدیکی میلان در ایتالیا رخ داد. این فاجعه منجر به بالاترین میزان مواجه با (TCDD[2]) برای ساکنان آن مناطق شد و احتمالا سیستماتیک ترین حادثه‌ی آلودگی دیوکسین در تاریخ بوده است.

این رویداد به دنبال افزایش فشار به دلیل انجام واکنش گرمازا در راکتور تولید۲،۴،۵ تری کلروفنل باعث ترکیدن دیسک دریچه‌ی ایمنی شد و حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم از مواد شیمیایی در هوا منتشر شد، که احتمالا حدود ۳۰کیلوگرم آن دیوکسین بوده است (۱).

این فاجعه همچنین منجر به انجام مطالعات علمی متعدد و وضع مقررات ایمنی استاندارد در اروپا شد که آخرین و جدیدترین دستورالعمل مربوط به Seveso۳است که در سال ۲۰۱۵ در قوانین ملی اروپا به اجرا در آمد (۲).

مطالعات نشان می‌دهد که دیوکسین و شبه دیوکسین ها فعالیت غدد درون ریز را مختل می‌کنند و قرار گرفتن در معرض آنها به ویژه در دوران جنینی اثرات مضری را به همراه دارد. به طوریکه یک پژوهش قرار گرفتن در معرض دیوکسین ناشی از حادثه‌ی سوسو را به کاهش کیفیت اسپرم، در مردان بالغ آن زمان مرتبط می داند و همچنین نوزادان پسری که در آن زمان از شیر مادر تغذیه می‌شدند در بزرگسالی غلظت اسپرم، تعداد کل اسپرم و تعداد اسپرم متحرک کمتری داشتند (۳).

از آنجایی که هیچ انسانی در نتیجه‌ی فوری انتشار مواد شیمیایی، جان خود را از دست نداده بود، بنابراین تخمین کل قربانیان دشوار بود. اما احتمالا اثرات استنشاق این مواد در دراز مدت، منجر به مرگ‌های زود هنگام زیادی به ویژه در اثر بیماری های تنفسی و قلبی عروقی شده است (۴).

همچنین با توجه به خطر تولد نوزادان دارای ناهنجاری‌های مادرزادی، انجام سقط جنین داوطلبانه برای زنانی که در زمان فاجعه باردار بودند مجاز شد(۵).

از طرفی طی مطالعات مشخص شد که در ۷سال ابتدایی حادثه، تعداد نوزادان دختر متولد شده بیشتر از تعداد نوزادان پسر متولد شده بوده است و این اولین باری بود که مشاهده می‌شد یک ماده‌ی شیمیایی بر روی جنسیت اثرگذار بوده‌است (۱).

هزاران حیوان در منطقه‌ی آلوده مردند و هزاران حیوان دیگر برای جلوگیری از ورود به زنجیره غذایی سلاخی شدند. ساکنان در مسیر ابر آئروسول دچار تهوع، سردرد و سوزش چشم شدند و ۱۹ کودک با ضایعات پوستی(کلراکن) در بیمارستانهای محلی بستری شدند (۶).

بررسی دلایل حادثه

رویه های عملیاتی: چرخه‌ی تولید، بدون هیچگونه هم زدن یا سرد شدن قطع شد و باعث نگهداری طولانی مدت توده‌ی واکنش شد.

سیستم های ایمنی: دیسک ترکیدنی روی ۵/۳ بار تنظیم شد تا از فشار بیش از حد در هوای فشرده که برای انتقال مواد به راکتور استفاده می‌شود محافظت کند. اگر یک دیسک ترکیدنی با فشار تنظیم شده کمتر نصب شده بود هواگیری در دمای پایین‌تر و کم خطرتر اتفاق می‌افتاد.

مهار ثانویه: سازنده شیر تخلیه فشار، استفاده از گیرنده‌ی دوم

۱-Industrial Chimice Meda Societa Azionaria

۲- ۲,۳,۷,۸ Tetrachloro-dibenzo-p-dioxin

را برای بازیابی مواد سمی توصیه کرده بود اما چنین چیزی نصب نشده بود.

واکنش اضطراری: اطلاعاتی در مورد مواد شیمیایی آزاد شده و خطرات مرتبط با آنها از کارخانه در دسترس نبود. ارتباطات، هم بین کارخانه و مقامات محلی و هم در بین مقامات نظارتی، ضعیف و ناموفق بود (۴).

نتیجه گیری:

حادثه‌ی seveso نشان داد که حوادث بزرگ تقریبا هرگز از یک علت منتج نمی‌شوند و عوامل مختلفی از جمله عوامل انسانی و سازمانی نقش مهمی در این حوادث دارند. امید است که این حادثه و درس‌های آموخته از آن را فراموش نکنیم (۲).

منابع

۱.Hakkinen, pretti J. (۲۰۰۵) Seveso Disaster and Seveso۲ directives
۲.Fabiano, Bruno; Reniers, Genserik. (۲۰۱۷) The Seveso disaster and its ٤٠ year legacy to process safety. Journal of Loss Prevention in the process Indistries. Elsevier science
۳.Barret, J. (۲۰۱۱) Window for Dioxin Damage: Sperm Quality in Men Born after the Seveso Disaster. Environmental Health Perspectives. Environmental Health Information Service
٤.https://www.ark-safety.com/
٥.Nerin, C. (۲۰۱٤) Seveso Disaster and the European Seveso directives
٦.https://hsenk.ir

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

ابزار پیشگیری از اختلالات اسکلتی-عضلانی (از چک لیست تا سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی)

عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای
شهرام وثوقی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه:

اختلالات اسکلتی - عضلانی (MSDs[1]) به عنوان یکی از مهم‌ترین آسیب‌ها و بیماری‌های مرتبط با کار شناخته می‌شوند. این اختلالات می‌توانند سلامت و رفاه کارکنان را به خطر بیندازند و معمولاً ناشی از ناهماهنگی بین نیازهای شغلی و توانایی‌های فردی هستند. در ادامه، به بررسی ابعاد مختلف اختلالات اسکلتی - عضلانی، عوامل مؤثر بر آن‌ها، و ابزارهای پیشگیری پرداخته می‌شود.

شیوع و آمار اختلالات اسکلتی - عضلانی:

اختلالات اسکلتی- عضلانی یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها در محیط‌های کاری هستند. طبق داده‌های سازمان ملی سلامت و ایمنی شغلی (NIOSH[2])، این اختلالات دومین آسیب شایع پس از بیماری‌های تنفسی شغلی هستند (۱). بررسی‌ها نشان می‌دهند که این اختلالات نه تنها در کشورهای توسعه یافته، بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز به شدت وجود دارند. برای مثال، در کانادا سالانه ۱۵ میلیارد دلار صرف هزینه‌های مرتبط با این اختلالات می‌شود و در بریتیش کلمبیا، حدود ۸۰ درصد از روزهای غیبت و بیش از ۶۵ درصد از غرامت‌ها ناشی از اختلالات اسکلتی-عضلانی بوده است (۲).

عوامل مؤثر بر بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی:

عوامل متعددی در بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی مؤثر هستند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-عوامل بیومکانیکی: فشارهای فیزیکی ناشی از بلند کردن بارهای سنگین، وضعیت‌های بدنی نامناسب و حرکات تکراری.

۲-عوامل روانی - اجتماعی: استرس، فشار کاری و تعارضات خانوادگی.

۳-عوامل محیطی: شرایط کاری نامناسب مانند نور ناکافی، دما و رطوبت نامناسب.

اهمیت پیشگیری:

پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی باید به عنوان یک اولویت ملی در نظر گرفته شود. در ایران، این اختلالات به عنوان یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها شناخته شده‌اند و رتبه چهارم از کارافتادگی‌ها را دارند (۳). عوارض این اختلالات شامل درد، سوزن سوزن شدن و خستگی ناشی از کار است که می‌تواند عملکرد شغلی کارکنان را تحت تأثیر قرار دهد.

اختلالات اسکلتی عضلانی از مهم‌ترین خطرات شناخته شده محیط کاری به حساب می‌آیند، که همواره از لحاظ ایمنی و بهداشت حائز اهمیت بوده‌اند. کارفرمایان قانوناً ملزم هستند که در مواقع وجود خطرات این اختلالات سرپرستان و کارگران را آگاه کنند و همچنین اقدامات احتیاطی (پیشگیری) لازم را به منظور حفاظت کارگران در مقابل پیشرفت این اختلالات انجام دهند. چرا شما باید روی پیشگیری از اختلالات اسکلتی – عضلانی سرمایه‌گذاری کنید؟ مطابق با نظر هیأت ایمنی و بیمه محیط کار (WSIB[3]) بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ به طور میانگین ۴۲ درصد از زمان هدر رفته به خاطر این اختلالات بوده است که باعث شده ۵۰ درصد روزهای کاری مفید از بین برود (۴).

ابزارهای پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی:

در ادامه به معرفی مجموعه‌ای از ابزارهای پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی بر اساس الگوی ارائه شده توسط شورای ایمنی و سلامت شغلی ایالت آنتاریو کانادا می‌پردازیم. این ابزارها شامل مجموعه ابزار پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی شامل نمونه ای از دستورالعمل/خط مشی پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی، ابزاری برای کمک به شما در مرور فرآیند پیشگیری، برخی ابزار بازشناسی خطر این نوع اختلالات و چک لیستی برای ارزیابی احتمال خطر اختلالات اسکلتی-عضلانی می‌باشد. این ابزار تنها این موضوع را شناسایی می‌کند که آیا خطرات اختلالات اسکلتی – عضلانی وجود دارند یا نه. این ابزار سطح ریسک را مشخص نمی‌کند و این ابزار در جایی که کنترل‌کننده (مهارکننده) خطرات اختلالات اسکلتی – عضلانی باید به کار برده شوند نباید به تنهایی استفاده شود.

توصیف ابزار شناسایی خطر اختلالات اسکلتی – عضلانی:

یکی از ابزار های شناسایی ناراحتی آسیب‌های اسکلتی – عضلانی که توسط شورای ایمنی و سلامت شغلی ایالت آنتاریو فراهم شده‌اند که می‌توانند برای تشخیص شغل‌ها/ تکالیف با خطرات اسکلتی – عضلانی مورد استفاده قرار گیرند چک لیست است. این ابزار با اطلاعات کارگران که در حال انجام کارها هستند باید پر شوند. همچنین برای شغل‌ها/ تکالیف

۱-Musculoskeletal disorders
۲-National institute for occupational safety and health
۳-Workplace safety and insurence board

عمومی در نظر گرفته شده اند و باید برای همه‌ی محیط‌های کاری کاربردپذیر باشند.

این ابزار می‌تواند در مورد شغل‌هایی که به خطرات اسکلتی – عضلانی مرتبط هستند به کار برده شود. به واسطه‌ی مشاهده و بحث و گفتگو با کارگران، برای تمرکز بیشتر روی عوامل شغل/ تکلیف که ممکن است به درد، ناراحتی و ایجاد اختلالات اسکلتی – عضلانی مرتبط باشد، کمک می‌شود(۴).

ادرس دسترسی به چک لیست ها :

(http://www.preventiondynamics.com)

مراحل پیشگیری:

فرایند پیشگیری شامل مراحل زیر است:

شناسایی خطرات: این مرحله شامل گفتگو با کارکنان و مشاهده وظایف آن‌ها برای شناسایی خطرات موجود در محیط کار است.

ارزیابی خطر: در این مرحله، ارزیابی‌های ساده برای شناسایی خطرات و تعیین اولویت‌ها انجام می‌شود.

کنترل خطرات: توافق بر روی روش‌های کنترل خطر و ارزیابی میزان موفقیت این روش‌ها.

اطلاع‌رسانی: اطلاع‌رسانی نتایج به دیگران و تقدیر از مو فقیت ها .

کاربرد هوش مصنوعی در پیشگیری از اختلالات اسکلتی عضلانی:

استفاده از هوش مصنوعی در پیشگیری از اختلالات اسکلتی - عضلانی به طور فزآینده‌ای در حال گسترش است. این فناوری می‌تواند به شناسایی و حذف خطرات با تجزیه و تحلیل داده‌ها و استفاده از سنسورهای قابل پوشیدن کمک کند. سنسورهای مذکور می‌توانند حرکات بیومکانیکی کارکنان را نظارت کرده و بازخورد فوری در مورد وضعیت ارگونومی آن‌ها ارائه دهند.

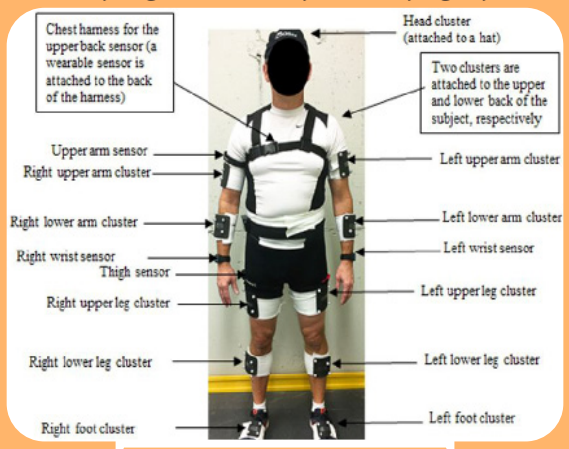
در دنیای امروز یکی از کاربردهای بالقوه استفاده از هوش مصنوعی از بین بردن خطرات با حذف انسان‌ها از موقعیت‌های خطرناک است که ریسک استرس، کار بیش از حد یا آسیب‌های اسکلتی عضلانی را شامل می‌شوند. همچنین می‌توان از تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده برای شناسایی شرایطی استفاده کرد که ممکن است منجر به خطراتی مانند خستگی، آسیب‌های فشاری مکرر یا قرار گرفتن در معرض مواد سمی شود که منجر به مداخلات زودتر شود. یکی دیگر از این موارد، ساده‌سازی گردش‌های کاری ایمنی و سلامت محیط کار از طریق خودکار کردن وظایف تکراری، افزایش برنامه‌های آموزشی ایمنی از طریق واقعیت مجازی، یا شناسایی و گزارش مواردی که نیاز به تماس نزدیک دارند (۵).

چند مثال از کاربردهای ابزار هوش مصنوعی در پیشگیری از اختلالات اسکلتی عضلانی عبارتند از:

•سنسورهای قابل پوشیدن: دستگاه‌های قابل پوشیدن مجهز به سنسورها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حرکات بیومکانیکی کارگران را در طول روز نظارت کنند. این دستگاه‌ها می‌توانند به کارگران بازخورد فوری در مورد نگهداری و حرکاتشان دهند و تنظیمات بهینه‌سازی ارگونومی در زمان واقعی پیشنهاد دهند (۶).

•تحلیل پیش‌بینی: هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های تاریخی در مورد آسیب‌های محیط کار و ارزیابی‌های ارگونومی را تجزیه و تحلیل کند تا پیش‌بینی کند کجا و کی در آینده آسیب‌ها ممکن است رخ دهد. این بینش پیش‌بینی‌کننده امکان مداخلات پیشگیرانه در مناطق با خطر بالا قبل از وقوع آسیب را فراهم می‌کند.

شکل ۱ فردی را نشان می‌دهد که تعدادی حسگر به بدنش متصل شده است. در این عکس، موقعیت‌های مختلف حسگرها مشخص شده‌اند. این حسگرها برای جمع‌آوری داده‌های حرکتی از بدن فرد استفاده می‌شوند (۶).



شکل ۱ – قرارگیری حسگرهای مختلف بر روی بدن

•رباتیک و اتوماسیون: هوش مصنوعی می‌تواند در توسعه و استقرار سیستم‌های رباتیک برای کمک به وظایف خطرناک ارگونومی یا اتوماسیون آنها را هدایت کند. روبات‌های همکار (کوبات‌ها) می‌توانند به همراه انسان‌ها کار کنند و وظایفی را که نیاز به نگهداری‌های ناخوشایند یا حرکات تکراری دارند، به عهده بگیرند (۷).

•تجزیه و تحلیل خودکار نگهداری: سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی قادر به تجزیه و تحلیل فیلم‌های ویدیویی از کارگران به صورت زمان‌بندی شده هستند تا نگهداری‌های خطرناک و حرکاتی که ممکن است منجر به اختلالات عضلانی اسکلتی (MSDs) شوند، شناسایی کنند. این سیستم‌ها از دیدگاه کامپیوتری برای تشخیص و ارزیابی عوامل خطر ارگونومی مانند نگهداری‌های ناخوشایند، حرکات تکراری و نیروی زیاد استفاده می‌کنند (۷).

نتیجه‌گیری

با بهره‌گیری از ابزارهای پیشگیری و هوش مصنوعی، سازمان‌ها می‌توانند محیط کار ایمن‌تر و سالم‌تری برای کارکنان خود فراهم کنند و در نتیجه از بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی جلوگیری کنند. این اقدامات نه تنها به بهبود سلامت و رفاه کارکنان کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بهره‌وری و کیفیت کار را نیز افزایش دهد.

منابع

۱.Alipour P, Daneshmandi H, Fararuei M, Zamanian Z. Ergonomic design of manual assembly workstation using digital human modeling. Annals of Global Health. ۱)۸۷;۲۰۲۱).

۲.Maas ET, Koehoorn M, McLeod CB. Descriptive epidemiology of gradual return to work for workers with a Work-Acquired musculoskeletal disorder in British Columbia, Canada. Journal of occupational and environmental medicine. ۲۳-۱۱۳:(۲)٦۲;۲۰۲۰.

۳.Malakoutikhah M, Karimi A, Hoseini M, Rastgarkhaled A. Survey of the relationship between musculoskeletal disorders and work-family conflict in one of the country›s steel industry. Journal of Occupational Hygiene Engineering. ۷-۱۰:(۱)٤;۲۰۱۷.

٤.MSD Prevention Guideline for Ontario, Occupational Health and Safety Council of ntario (OHSCO)-

۵.Mannini A, Sabatini AM (۲۰۱۰) Machine learning methods for classifying human physical activity from on -body accelerometers. Sensors ۱۱۷-۱۱۵٤:(۲) ۱۰

٦.Peppoloni L, Filippeschi A, Ruffaldi E, Avizzano C (۲۰۱٦) A novel wearable system for the online assessment of risk for biomechanical load in repetitive efforts. International Journal of Industrial Ergonomics ۱۱-۵۲:۱.

۷.Nath ND, Akhavian R, Behzadan AH (۲۰۱۷) Ergonomic analysis of construction worker›s body postures using wearable mobile sensors. Applied Ergonomics ۱۱۷-٦۲:۱۰۷

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

نگاهی به رویکردهای ارگونومیک در طراحی محصول: فرصت‌ها و چالش‌ها

کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
سید حسین طباطبایی
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

در دنیای امروز، طراحی محصول به یکی از محورهای اصلی توسعه صنعتی و اقتصادی تبدیل شده است. عواملی مانند جهانی‌شدن، تغییرات سریع فناوری و افزایش رقابت در بازار، بر اهمیت کیفیت طراحی محصولات افزوده‌اند. از این رو، طراحی موفق محصولات باید نه تنها از لحاظ عملکرد و کارکرد بلکه در تطابق با نیازهای فیزیکی، روانی و اجتماعی کاربران نیز مورد توجه قرار گیرد. در این راستا، علم ارگونومی که به بررسی تعامل انسان با عناصر محیطی می‌پردازد، نقش حیاتی در طراحی محصول ایفا می‌کند. هدف اصلی ارگونومی بهینه‌سازی رابطه کاربر و محصول و ارتقاء ایمنی، کارایی و راحتی در استفاده از محصولات است.(۱)

طراحی ارگونومیک، به‌ویژه در محصولات مصرفی و تجهیزات صنعتی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. محصولاتی که با اصول ارگونومی طراحی می‌شوند می‌توانند تجربه کاربری را بهبود بخشند و احتمال بروز خطاها و حوادث را کاهش دهند. با توجه به افزایش میانگین سنی جمعیت و تغییر ویژگی‌های دموگرافیک کاربران، نیاز به طراحی محصولاتی که بتوانند نیازهای طیف گسترده‌تری از افراد را پوشش دهند، بیشتر احساس می‌شود. ارگونومی، با تمرکز بر شناسایی نیازهای جسمی و شناختی کاربران، زمینه را برای طراحی محصولات کاربرپسند فراهم می‌کند که می‌توانند در کاربردهای تخصصی و روزمره مورد استفاده قرار گیرند(۲).

در سال‌های اخیر، تغییرات گسترده در سیاست‌گذاری‌ها، اولویت‌های اقتصادی و نگرش‌های اجتماعی نیز به رشد اهمیت ارگونومی در طراحی محصول کمک کرده است. از دیدگاه سیاست‌گذاران و مسئولان صنعتی، محصولات ارگونومیک نه تنها از نظر اقتصادی به صرفه‌تر هستند، بلکه از دیدگاه زیست‌محیطی و پایداری نیز مزایایی دارند. طراحی پایدار که به کاهش مصرف انرژی، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و بهبود بهره‌وری منابع توجه دارد، از رویکردهای اساسی در ارگونومی مدرن به شمار می‌آید.(۲)

چالش ها و موانع پیاده سازی ارگونومی

با وجود این اهمیت روزافزون، هنوز چالش‌ها و موانع متعددی در پیاده‌سازی اصول ارگونومیک در فرآیند طراحی محصولات وجود دارد. بسیاری از صنایع به دلیل فشارهای مالی، زمان‌بندی فشرده و محدودیت‌های عملیاتی، قادر به به‌کارگیری کامل اصول ارگونومی نیستند. از سوی دیگر، عدم آگاهی کافی مدیران و طراحان از مزایای ارگونومی و مقاومت برخی سازمان‌ها در برابر تغییرات، از عوامل بازدارنده در این مسیر محسوب می‌شود(۳). این چالش‌ها نه تنها بر پذیرش ارگونومی به عنوان یک ضرورت در فرآیند طراحی تأثیر گذاشته، بلکه موجب شده است که در بسیاری از موارد، صنایع به استفاده از رویکردهای سنتی محدود شوند. در این رویکردهای سنتی، تمرکز عمدتاً بر تأمین ایمنی فیزیکی و کاهش خطاهای کاربری بوده است. در مقابل، رویکردهای مدرن ارگونومی با توجه به پیچیدگی‌های جدید در تعاملات انسان و محصول، جنبه‌های اجتماعی، روانی، عاطفی و زیبایی‌شناختی را نیز در نظر می‌گیرند. این دیدگاه مدرن که شامل «طراحی عاطفی» نیز می‌شود، بر تجربه و رضایت کاربر تأکید دارد و محصولاتی ارائه می‌دهد که علاوه بر ایمنی و کارآمدی، از نظر روانی و اجتماعی نیز جذاب و مقبول هستند(۴).

اصول طراحی ارگونومیک محصولات

در رویکردهای مدرن، محصولات باید برای یادگیری و استفاده آسان طراحی شوند تا کاربران بدون خستگی یا استرس بتوانند با آنها تعامل کنند. در این نوع طراحی، اصل کاربرمحوری بسیار اهمیت دارد و از جمله ویژگی‌های محصولات مدرن، افزایش رضایت کاربر، بهبود قابلیت استفاده و فراهم کردن تجربه‌ای بدون خستگی و پیچیدگی برای کاربران است. به‌طور کلی، طراحی ارگونومیک محصولات نه تنها نیازهای فیزیکی بلکه نیازهای عاطفی و اجتماعی کاربران را نیز در نظر گرفته و تأثیر مثبتی بر تجربه کلی کاربر از محصول دارد(۵).

ملاحظات ارگونومیک در طراحی محصولات حرفه‌ای و مصرفی

طراحی ارگونومیک برای محصولات حرفه‌ای (مانند تجهیزات صنعتی) و محصولات مصرفی (مانند لوازم خانگی) به دلیل تفاوت در نوع استفاده و گروه‌های کاربری تفاوت‌های قابل‌توجهی دارند. محصولات حرفه‌ای معمولاً برای کاربرانی با مهارت‌های خاص طراحی می‌شوند، در حالی که محصولات مصرفی به گونه‌ای طراحی می‌شوند که قابلیت استفاده عمومی داشته باشند و بتوانند نیازهای گروه‌های گسترده‌تری از افراد را تأمین کنند. به همین دلیل، طراحی محصولات مصرفی با چالش‌های بیشتری در زمینه تطابق با تنوع‌های فردی و آنتروپومتریکی

کاربران مواجه است. در این زمینه، استفاده از رویکردهای جهانی مانند «طراحی فراگیر» (Inclusive Design) و «طراحی جهانی» (Universal Design) اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. این رویکردها بر تنوع کاربران و تطابق محصولات با نیازهای مختلف جسمی و شناختی آنان تأکید دارند(۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب پیشگفت، می‌توان نتیجه گرفت که رویکردهای مدرن ارگونومیک که به تعاملات جامع‌تر و پیچیده‌تر کاربر و محصول توجه دارند، می‌توانند به موفقیت بیشتر محصولات در بازارهای جهانی کمک کنند. به‌طور کلی، محصولات ارگونومیک با رعایت اصول طراحی کاربرمحور، علاوه بر تطبیق با نیازهای فنی و اقتصادی، باید دارای ویژگی‌های پایداری زیست‌محیطی نیز باشند. بهره‌گیری از رویکردهای کل‌نگر در طراحی محصولات، که به تعاملات اجتماعی، روان‌شناختی و جسمی کاربران توجه می‌کنند، گامی اساسی در جهت افزایش رضایت کاربر و ارتقای کیفیت محصولات خواهد بود.

پیشنهادات

برای کاهش چالش‌های موجود در اجرای اصول ارگونومیک، پیشنهاد می‌شود که صنایع و سازمان‌ها با افزایش آگاهی از اهمیت ارگونومی، نقش بیشتری برای متخصصین این حوزه در فرایند طراحی قائل شوند. همچنین استفاده از فناوری‌های نوین مانند شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی، می‌تواند فرآیند ارزیابی و بهینه‌سازی محصولات را تسهیل کرده و امکان بررسی و اصلاح نمونه‌های اولیه پیش از تولید انبوه را فراهم آورد. به‌کارگیری این راهکارها می‌تواند به بهبود تعامل مؤثر میان کاربر و محصول و در نتیجه موفقیت بیشتر محصولات در بازارهای رقابتی کمک کند.

منابع

۱.Jordan PW. Human factors for pleasure in product use. Applied ergonomics. ۳۳-۲۵:(۱)۲۹;۱۹۹۸.

۲.دیانت, ایمان, عادلی, پروین, طالبیان. رویکرد ارگونومیک در طراحی محصولات و چالش های پیش رو. مجله ارگونومی. ۱۶-۸:(۲)٤;۲۰۱٦.

۳.Stedmon AW, Howells H, Wilson JR, Dianat I. Ergonomics/human factors needs of an ageing workforce in the manufacturing sector. Health promotion perspectives. ۱۱۲:(۲)۲;۲۰۱۲.

٤.Desmet PM, Porcelijn R, Van Dijk M. Emotional design; application of a research-based design approach. Knowledge, Technology & Policy. ۵۵-۱٤۱:(۳)۲۰;۲۰۰۷.

۵.Waller S, Bradley M, Hosking I, Clarkson PJ. Making the case for inclusive design. Applied ergonomics. ۳۰۳-٤٦:۲۹۷;۲۰۱۵.

٦.Dall PM, Kerr A. Frequency of the sit to stand task: an observational study of free-living adults. Applied ergonomics. ٦۱-۵۸:(۱)٤۱;۲۰۱۰.

● انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

انعطاف‌پذیری شناختی و نقش آن در پیشگیری از حوادث محیط‌های کاری و افزایش ایمنی

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
الهام رحمان زاده
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

در محیط‌های صنعتی، اطمینان از ایمنی به دلیل خطرات ذاتی مرتبط با ماشین آلات، فرآیندهای پیچیده و شرایط کاری دینامیک، یک چالش مداوم است. توانایی کارگران در جلوگیری از حوادث و سازگاری با شرایط دینامیک و اغلب خطرناک نه تنها به مهارت‌های فیزیکی و تخصص فنی بستگی دارد، بلکه به عوامل شناختی نیز بستگی دارد. یکی از مهمترین عملکردهای شناختی در این زمینه، انعطاف‌پذیری شناختی است. انعطاف‌پذیری شناختی به توانایی ذهنی برای جابجایی بین وظایف، دیدگاه‌ها یا استراتژی‌های مختلف در پاسخ به تغییرات تقاضا یا شرایط غیرقابل پیش بینی اشاره دارد. این ویژگی به افراد اجازه می‌دهد تا به طور موثر با موقعیت‌های جدید سازگار شوند، مشکلات پیچیده را حل کنند و خطرات بالقوه را کاهش دهند. افرادی که انعطاف‌پذیری شناختی بالایی دارند، تمایل بیشتری به سازگاری با شرایط متغیر، شناسایی و رفع خطرات بالقوه و تصمیم گیری درست تحت شرایط غیر معمول را دارند. برعکس، کسانی که انعطاف‌پذیری شناختی پایین تری دارند، ممکن است در سازگاری با حوادث غیرمنتظره، چشم پوشی از خطرات ایمنی و تصمیم گیری‌های تکانشی یا نادرست مشکل داشته باشند که این می‌تواند حساسیت آنها به حوادث را افزایش دهد (۱).

انعطاف‌پذیری شناختی از طریق چندین مکانیسم نقش مهمی در ایمنی صنعتی ایفا می‌کند:

شناسایی خطرات: افرادی که انعطاف‌پذیری شناختی بالایی دارند، در تشخیص خطرات بالقوه، حتی در موقعیت‌های ناآشنا یا پیچیده، ماهرتر هستند. آنها می‌توانند به سرعت خطرات را ارزیابی کرده و اقدامات پیشگیرانه مناسب را انجام دهند.

تصمیم گیری و حل مسئله: انعطاف‌پذیری شناختی به افراد امکان می‌دهد تا دیدگاه‌های مختلف را در نظر بگیرند، گزینه‌های مختلف را ارزیابی کنند و به موقع تصمیمات آگاهانه بگیرند. این امر در موقعیت‌های پر فشار که تصمیم گیری سریع و دقیق ضروری است، بسیار مهم است.

انطباق پذیری: انعطاف‌پذیری شناختی به افراد امکان می‌دهد تا خود را با شرایط متغیر سازگار کنند و در محیط‌های پویا به طور موثر کار کنند. این امر در صنایع که شرایط می‌تواند به سرعت تغییر کند، مانند ساخت و ساز یا تولید، بسیار ارزشمند است.

مدیریت استرس: انعطاف‌پذیری شناختی می‌تواند به افراد در مقابله با استرس و حفظ تمرکز تحت فشار کمک کند. با مدیریت موثر استرس، کارگران می‌توانند احتمال خطاها و حوادث را کاهش دهند.

- کاهش خطای انسانی: حوادث در محیط‌های کاری صنعتی اغلب نتیجه خطای انسانی مانند اشتباه قضاوت، سهل انگاری یا عدم رعایت دستورالعمل‌های ایمنی است. انعطاف‌پذیری شناختی به کارگران کمک می‌کند تا هوشیار بمانند و اشتباهات را کاهش دهند.
- یادگیری و انتقال مهارت بهبود یافته: کارگرانی که انعطاف‌پذیری شناختی مناسبی دارند، بهتر می‌توانند از تجربیات گذشته بیاموزند که این امر توانایی آنها را در اعمال این درس‌ها در موقعیت‌های آینده بهبود می‌بخشد و در کل منجر به ارتقاء عملکرد ایمنی می‌شود (۲).

افزایش انعطاف‌پذیری کارکنان

اجرای برنامه‌های آموزشی تخصصی می‌تواند انعطاف‌پذیری شناختی را در بین کارکنان، به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد:

۱. آموزش مبتنی بر سناریو: کارکنان را در معرض موقعیت‌های خطرناک مختلف شبیه سازی شده قرار دهید، که آنها را ملزم به فکر کردن سریع و توسعه پاسخ‌های انطباقی کند.

۲. آموزش مبتنی بر ذهن آگاهی: می‌توان تکنیک‌های ذهن آگاهی را برای افزایش انعطاف‌پذیری کلی شناختی، که می‌تواند منجر به رضایت شغلی و آگاهی ایمنی بهبود یافته شود، به کار برد.

۳. استفاده از فناوری: فناوری می‌تواند به کارکنان در توسعه و حفظ انعطاف‌پذیری شناختی کمک کند:

- شبیه سازی واقعیت مجازی: از VR برای ایجاد محیط‌های کاری واقعی و پویا استفاده می‌شود که کارکنان بتوانند در آن تمرین پاسخ به سناریوهای مختلف ایمنی داشته باشند.
- رابط‌های مغز-کامپیوتر: برای تشخیص و پاسخ به خطاهای درک شده در تعاملات انسان-ربات

۴. بازی سازی و بازی‌های جدی: گنجاندن عناصر بازی در آموزش می‌تواند تعامل و اثربخشی را افزایش دهد:

- بازی‌های ویدیویی مبتنی بر ایمنی: بازی‌های ویدیویی سفارشی که محیط‌های صنعتی و سناریوهای ایمنی را شبیه

سازی می‌کنند، می‌توانند به کارکنان در تمرین انعطاف‌پذیری شناختی در یک قالب جذاب کمک کنند.

- بازی‌های پیشگیری از سفر زمان: این روش آموزشی نوآورانه، کارکنان را به چالش می‌کشد تا با "سفر" ذهنی از طریق سناریوهای زمانی مختلف، حوادث بالقوه را پیش بینی کرده و از آنها جلوگیری کنند.

۵. برنامه‌های آموزش بین رشته ای: قرار دادن کارکنان در معرض نقش‌ها و مسئولیت‌های مختلف می‌تواند انعطاف‌پذیری شناختی را به طور قابل توجهی افزایش دهد:

- چرخش شغلی: به طور منظم کارکنان در وظایف یا بخش‌های مختلف کار کنند تا در معرض چالش‌های مختلف قرار گرفته و انعطاف‌پذیری شناختی آنها تقویت شود.

- آموزش بین رشته ای: ارائه آموزش به کارکنان در چندین حوزه از فرآیند صنعتی به آنها کمک می‌کند تا تصویر بزرگتری را درک کنند و به راحتی خود را با موقعیت‌های مختلف سازگار کنند.

۶. آموزش مدیریت خطا: این رویکرد بر یادگیری از حوادث و شبه حوادث تمرکز دارد:

- سناریوهای خطاهای شبیه سازی شده: کارکنان با سناریوهایی روبرو می‌شوند که احتمال وقوع خطا در آنها وجود دارد و تشویق می‌شوند تا خطاها را شناسایی، تجزیه و تحلیل کنند و استراتژی‌هایی برای جلوگیری یا کاهش این خطاها توسعه دهند.

- آموزش تحلیل ریشه ای: آموزش کارکنان در مورد نحوه انجام تحلیل ریشه ای کامل حوادث یا شبه حوادث می‌تواند توانایی آنها را در تشخیص خطرات بالقوه و سازگاری رفتار خود افزایش دهد.

با اجرای ترکیبی از برنامه‌های آموزشی، سازمان‌های صنعتی و غیر صنعتی می‌توانند انعطاف‌پذیری شناختی کارکنان خود را به طور قابل توجهی افزایش دهند. این امر به نوبه خود منجر به بهبود ایمنی، شناسایی بهتر خطرات و پیشگیری موثرتر از حوادث در محیط‌های شغلی پویا می‌شود (۴).

نتیجه گیری

انعطاف‌پذیری شناختی یک مهارت شناختی حیاتی است که نقش مهمی در حفظ ایمنی و کاهش حوادث در محیط‌های کاری دارد. کارگرانی که انعطاف‌پذیری شناختی بالاتری دارند، بهتر می‌توانند با ماهیت دینامیک و غیرقابل پیش بینی کار صنعتی کنار بیایند. برای بهبود نتایج ایمنی، صنایع باید بر توسعه انعطاف‌پذیری شناختی در بین کارگران خود از طریق برنامه‌های آموزشی و ارزیابی‌های مستمر تمرکز کنند. این امر می‌تواند از طریق سناریوهای شبیه سازی شده اضطراری، تمرینات حل مسئله و وظایف تصمیم گیری دینامیکی که کارگران را تشویق می‌کند تا چابکی ذهنی لازم برای رسیدگی به موقعیت‌های غیرقابل پیش بینی را توسعه دهند، انجام شود. در نهایت، تقویت انعطاف‌پذیری شناختی در کارگران صنعتی می‌تواند نتایج ایمنی را به طور قابل توجهی بهبود بخشد، نرخ حوادث را کاهش دهد و به ایجاد یک محیط کار ایمن تر و مقاوم تر کمک کند (۴).

منابع

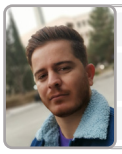
۱.Tanasievici DG, Caldarescu G, Baciu C, Matcovschi E. The role of cognitive functions in the dynamics of work accidents. InMATEC Web of Conferences ۲۰۲۲ (Vol. ۳٥٤, p. ۰۰۰۱۹). EDP Sciences.

۲.Shakerian M, Choobineh A, Jahangiri M, Alimohammadlou M, Nami M, Hasanzadeh J. Interactions among cognitive factors affecting unsafe behavior: integrative fuzzy DEMATEL ISM approach. Mathematical Problems in Engineering. ۸۹٥۲٦۲٤:(۱)۲۰۲۰;۲۰۲۰.

۳.Mangler J, Diwol K, Etz D, Rinderle-Ma S, Ferscha A, Reiner G, Kastner W, Bougain S, Pollak C, Haslgrübler M. Sustainability Through Cognition Aware Safety Systems--Next Level Human-Machine-Interaction. arXiv preprint arXiv:۲۰۲۱ .۲۱۱۰,۰۷۰۰۳ Oct ۱۳.

٤.Farashaei D, Honarbakhsh A, Movahedifar SM, Shakeri E. Individual flexibility and workplace conflict: cloud-based data collection and fusion of neural networks. Wireless Networks. ۲۰۲٤ Jul;۱۰۸-٤۰۹۳:(٥)۳۰.

اثرات دورکاری بر سلامت و ایمنی شغلی



کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
حسن ماندعلی
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

دورکاری در اصطلاحات مختلفی بیان می‌شود: دورکاری، تکالیف خانگی، کار هوشمند، کار الکترونیکی و غیره. اداره بین‌المللی کار (ILO[1]) کار از راه دور را اینگونه تعریف می‌کند: هر کارمندی که از فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌کند و حداقل یک بار در ماه در خارج از دفتر اصلی برای انجام وظایف مرتبط کار می‌کند(۱).

دورکاری به هر شکل استفاده از فناوری اطلاعات (مانند ارتباطات راه دور و رایانه) به جای سفرهای مربوط به کار و سفر کار به کارمند، به جای سفر کارمند به کار است. دورکاری یک شغل نیست، بلکه راهی برای سازماندهی کار است که حول پردازش اطلاعات می‌چرخد. افراد یا گروهی از افراد به دور از کارفرما، مشتری یا طرف قرارداد کار خود را انجام می‌دهند. این امر مستلزم استفاده از انواع تجهیزات الکترونیکی است. دورکاری روشی از کار است که به کارمند اجازه می‌دهد تا وظایف حرفه ای خود را به دور از بوروکراسی های سنتی انجام دهد. بدون نیاز به حضور در دفتر، انعطاف پذیرتر است و یکی از اصول توسعه آن در فناوری اطلاعات است. یک پنجم از دورکارها خود اشتغال هستند و بقیه کارمند هستند(۱).

۱-معایب بهداشتی مرتبط با دورکاری :

انجام دورکاری که مستلزم استفاده از فناوری اطلاعات (مانند مخابرات و رایانه) است، می‌تواند بر بسیاری از شاخص‌های سلامت افراد تأثیر بگذارد. بنابراین مشکلات بهداشتی مرتبط با دورکاری را می‌توان به دو دسته اصلی جسمی و روانی اجتماعی طبقه بندی کرد:

۱-۱-مشکلات جسمی:

همانطور که قبلا ذکر شد، مشاغل دورکاری مستلزم استفاده از فناوری های الکترونیکی (تلفن همراه، لپ تاپ و غیره) است. کار با این برنامه ها میتواند بر سلامت افراد شاغل تاثیر بگذارد. عمدتا باعث اختلالات اسکلتی عضلانی و همچنین مشکلاتی در سیستم بینایی می‌شود. درد گردن / شانه و به طور کلی کمردرد به عنوان علائم اصلی اسکلتی عضلانی گزارش شده است. این مشکل با استفاده از طراحی اولیه ایستگاه کاری، افزایش آگاهی کارکنان و برگزاری برنامه های آموزشی در خصوص نکات بهداشت حرفه ای قابل حل است. کار از راه دور، هم از طریق افزایش بی‌تحرکی و هم با داشتن سبک زندگی کم تحرک، سلامت را تعیین میکند. در واقع، آنها ممکن است بیماری های سیستمیک مانند دیابت، بیماری های قلبی عروقی (CVD[2])، چاقی و فشار خون بالا داشته باشند. قرار گرفتن در معرض هوای آلوده و رطوبت زیاد و کم می‌تواند منجر به علائم آلرژی در چشم ها و مجاری تنفسی (به ویژه در افراد مبتلا به بیماری ریوی)، تحرک کم شغلی، بیماری های پوستی، سردرد، خستگی و کیفیت پایین خواب شود(۲).

۱-۲-مشکلات روانی اجتماعی:

مشکلات روانی اصلی مرتبط با تجربه کار از راه دور، اختلالات خواب و استرس ناشی از کار است. انزوای اجتماعی یکی دیگر از پیامدهای احتمالی دورکاری است.

استرس مرتبط با کار (WRS[3]) یک پدیده پیچیده است و زمانی رخ می‌دهد که عوامل خطر روانی - اجتماعی متعدد کنار هم قرار گیرند و در تعامل باشند. خطرات روانی اجتماعی از تعامل بین محتوای نیروی کار، سازمان کار، شرایط فنی و محیطی، مهارت ها، منابع و نیازهای کارگران ناشی می‌شود. عوامل موثر بر ادراک استرس عبارتند از: حجم کاری سنگین، عدم استقلال تصمیم گیری، عدم حمایت همکاران یا مافوق، تعارضات روابط در تعارضات محل کار، کم توجهی به نقش آنها در شرکت و عدم مشارکت در تغییرات شرکت برخی از این موارد (مبارزه کاری سنگین، مشارکت کم، کم توجهی به مسئولیت‌های خود، عدم حمایت) ممکن است توسط افراد دورکار تجربه شود، بنابراین استرس ناشی از کار ایجاد می‌شود. استرس ناشی از کار می‌تواند ناشی از رویدادهای مختلف باشد. به عنوان مثال، افراد ممکن است تحت فشار باشند اگر خواسته‌های شغلی (مانند ساعات کاری یا مسئولیت‌ها) بیشتر از آن چیزی باشد که بتوانند به راحتی مدیریت کنند(۳).

۲-مزایای بهداشتی مرتبط با دورکاری :

دورکاری فواید زیادی دارد، به همین دلیل است که تقریباً ۳۷ درصد از نیروی کار حتی قبل از اپیدمی ویروس کرونا آن را پذیرفته بودند. دورکاری به بهبود تراکم ترافیک و در نتیجه بهبود محیط کمک می‌کند. برخی از تأثیرات مهم دورکاری شامل سطوح غیبت کمتر، سطوح بالای وفاداری، افزایش بهره وری، انعطاف پذیری و مقرون به صرفه بودن از جمله موارد دیگر است.

۱- International Labour Organization
۲- Cardiovascular diseases
۳- Work Related Stressor

برای دستیابی به یک تجربه موفق دورکاری باید زیرساخت های لازم را فراهم کرد که مهمترین آنها فرهنگ سازمانی و روش مدیریت سازمانی است.

۳-حفاظت و ارتقای سلامت، ایمنی و رفاه در حین دورکاری

۳-۱-محیط فیزیکی و ارگونومی

افرادی که از راه دور در خانه کار می‌کنند اغلب از کیفیت محیط کار مشابه در دفتر برخوردار نیستند، که می‌تواند منجر به خطرات بالاتر مربوط به محیط فیزیکی و ارگونومی شود. به عنوان مثال، خطرات ممکن است ناشی از دما، روشنایی، ایمنی الکتریکی، تمیزی و آلودگی هوا باشد. علاوه بر این، برای کارگران کامپیوتر، عوامل ارگونومیک مهم هستند. به عنوان مثال، صندلی های مناسب، نمایشگرهای به اندازه کافی بزرگ، صفحه کلید و موس و ایستگاه های کاری قابل تنظیم و همچنین آموزش بهداشت حرفه ای، می‌توانند اختلالات اسکلتی عضلانی و فشار چشم را کاهش داده و عملکرد را بهبود بخشند(۵).

۴- نقش خدمات بهداشت حرفه ای

شاغلین بهداشت حرفه ای (پزشکان کار، پرستاران، روانشناسان، ارگونومیست ها و کارکنان جانبی) نقش مهمی در شناسایی و کاهش خطرات بهداشتی برای دورکارها ایفا می‌کنند. برای پاسخگویی مناسب به نیازهای دورکاران، بخش های سنتی ارائه خدمات باید گسترش یابد. به عنوان مثال می‌توان به مشاوره آنلاین، برنامه های کاربردی تلفن همراه و آنلاین اشاره کرد، نمایندگان کارگران نقش مهمی در انتخاب و آماده سازی خدمات موثر از جمله اطلاع رسانی به کارگران در مورد نحوه دسترسی آنها به این خدمات دارند. بیان شده است که دورکارها باید توسط کارکنان بهداشت حرفه ای، مقامات بهداشت و ایمنی ملی یا سایر افراد مناسب در مورد خطرات احتمالی برای سلامت جسمی و روانی و رفاه آنها قبل از معرفی دورکاری آموزش ببینند. همچنین، غربالگری باید برای شناسایی علائم و نشانه های اولیه اثرات نامطلوب سلامتی در نظر گرفته شود. گزارش بیماری‌ها و آسیب‌های ناشی از دورکاری یا در حین کار از راه دور ممکن است به سختی گزارش شود، و پزشکان بهداشت حرفه‌ای تشویق می‌شوند تا ضمن اطمینان از محرمانه بودن، آن‌ها را ثبت کنند(۶).

۵-نتیجه گیری

دورکاری، اگر به درستی سازماندهی و حمایت شود، می تواند تأثیر مثبتی بر سلامت جسمی و روانی و رفاه اجتماعی کارگران داشته باشد. با این حال، اگر خطرات بهداشتی و ایمنی دورکاری نادیده گرفته شود و کارگران نتوانند در حین دورکاری انتخاب های سالمی داشته باشند، دورکاری می‌تواند تأثیر منفی بر سلامت داشته باشد. توصیه می‌شود اصول کلی بهداشت و ایمنی شغلی، ارزیابی و مدیریت ریسک و سلسله مراتب کنترل ها در دورکاری اعمال شود.

منابع

۱. Bedford J, Enria D, Giesecke J, Heymann DL, Ihekweazu C, Kobinger G, et al. COVID۱۹-: towards controlling of a pandemic. Lancet. ۸-۱۰۱۵:(۱۰۲۲۹)۳۹۵;۲۰۲۰.

۲. Lengen JC, Kordsmeyer AC, Rohwer E, Harth V, Mache S. [Social isolation among teleworkers in the context of the COVID۱۹- pandemic]. Zentralbl Arbeitsmed Arbeitsschutz Ergon. ٦-۲۰۲۰:۱.

۳. Farin K, Bahram K. Psychological Effects of COVID۱۹- on Mental Health and Related Factors among Workers of a Beverage Industry in Tehran, Iran. International Journal of Occupational Hygiene. ۱)۱۲;۲۰۲۰)

٤. Tavares F, Santos E, Diogo A, Ratten V. Teleworking in Portuguese communities during the COVID۱۹- Pandemic. Journal of Enterprising Communities People and Places in the Global Economy. ۲۰۲۰.

۵. World Health Organization and International Labour Organization. Healthy and safe telework: technical brief. World Health Organization website. Published ۲۰۲۲.

٦. International Labour Organization. Managing disability in the workplace: ILO code of practice. Published ۲۰۰۲.

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

استرس گرمایی در محیط کار

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
علیرضا شریفی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

استرس گرمایی یک نگرانی مهم برای سلامت شغلی است، به ویژه با افزایش دمای کره زمین و به دلیل تغییرات آب و هوایی بدن انسانها گرمای بیشتری جذب می‌کند و منجر به طیف وسیعی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی می‌شود. یافته‌های اخیر بر نیاز به نظارت و استراتژی‌های مدیریت مؤثر برای کاهش خطرات بهداشتی مرتبط با گرما در میان کارگران تأکید می‌کند.

تحقیقات اخیر نشان داده است که محدوده بحرانی برای قرار گرفتن در معرض گرما ممکن است به طور قابل توجهی کمتر از آستانه های تعیین شده قبلی باشد. آستانه برای شرایط گرمای خطرناک از دمای تر گویسان مرطوب ۳۱ درجه سلسیوس شروع می‌شود، در تضاد با حد پذیرفته شده قبلی ۳۵ درجه سلسیوس است. این یافته نشان می‌دهد که بخش بزرگتری از جمعیت در معرض خطر بیماری های مرتبط با گرما در سطوح دما و رطوبت پایین تر از برآوردهای قبلی نشان داده شده است. دمای ترگویسان یک معیار مهم است که هم دما و هم رطوبت را با هم ادغام می‌کند و نشان می‌دهد که چگونه گرما و رطوبت بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارد. هنگامی که دمای تر گویسان به بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس می‌رسد، خطر جدی برای افراد، حتی کسانی که جوان و سالم هستند، ایجاد می‌کند. این امر به طور خاص نگران کننده است زیرا حوادث گرمایی شدید به دلیل تغییرات آب و هوایی مکرر ایجاد می‌شوند و بسیاری از مناطق شرایطی را تجربه می‌کنند که از این محدوده بحرانی فراتر می‌رود (۱).

به نظر می‌رسد نتایج برخی تحقیقات مهم است زیرا آنها افزایش آسیب پذیری در بین جمعیت ها در برابر استرس گرمایی را بیشتر برجسته می‌کنند. آستانه پایین به این معنی است که افراد بیشتری ممکن است تحت شرایطی که قبلاً ایمن تلقی میشدند، گرمازدگی را تجربه کنند. گروه های آسیب پذیر، مانند افراد مسن و کسانی که از قبل شرایط زمینه ای سلامتی دارند، در معرض خطر بیشتری هستند به طور کلی، برخی مطالعات بر نیاز به افزایش آگاهی و آمادگی برای خطرات بهداشتی مرتبط با گرما، به ویژه با ادامه افزایش دمای جهانی تاکید می‌کند.

برخی تحقیقات شاخص‌های مختلفی را شناسایی کرده‌اند که می‌توانند به طور مؤثر فشار گرمایی فیزیولوژیکی را در کارگرانی که در معرض دمای بالا قرار دارند، ارزیابی کنند. مطالعه ای که در ۹ کشور انجام شد، ۶۱ شاخص استرس حرارتی را ارزیابی کرده و نشان دادند که تقریباً همه با پارامترهای فیزیولوژیکی مانند میانگین دمای پوست (۹۸٪)، میانگین دمای بدن (۹۷٪) و ضربان قلب (۹۲٪) ارتباط قوی دارند. این مطالعات نشان دادند که پارامترهای هواشناسی سنتی به تنهایی تنها بخش کوچکی از تغییرات در استرین گرمایی فیزیولوژیکی را توضیح می‌دهند و بر اهمیت شاخص های حرارتی پیچیده‌تر که عوامل محیطی متعدد را ادغام می‌کنند، تأکید می‌کنند (۱ و ۲).

تغییرات آب و هوایی به طور قابل توجهی بر شیوع استرس گرمایی در محیط های شغلی، به ویژه برای کارگران در فضای باز که به طور فزاینده ای در معرض شرایط گرمای شدید قرار دارند، تأثیر دارند.

گرم شدن کره زمین منجر به افزایش فراوانی و شدت رویدادهای گرمای شدید شده است. این روند خطری جدی برای کارگران در فضای باز می‌باشد زیرا اغلب دسترسی کافی به روش‌های خنک کننده ندارند. گروه‌های خاصی، به ویژه آنهایی که در کشورهای در حال توسعه هستند، به دلیل ظرفیت‌های تطابق کمتر، افزایش فقر و منابع فن آوری ناکافی برای کاهش استرس گرمایی در معرض خطر بیشتری قرار دارند. کارگرانی که در فعالیت‌های بدنی شدید شرکت می‌کنند یا ملزم به پوشیدن لباس‌های محافظ هستند، بیشتر حساس هستند، زیرا این عوامل می‌توانند توانایی بدن را برای خنک کردن مؤثر خود مهار کنند. ترکیبی از گرمای متابولیک ناشی از فعالیت بدنی و گرمای خارجی از محیط به طور قابل توجهی خطر بیماری های مرتبط با گرما را در بین این جمعیت‌ها افزایش میدهد (۲و ۳).

پیش بینی ها نشان میدهد که تا سال ۲۰۳۰، استرس گرمایی شغلی می‌تواند منجر به تلفات قابل توجهی در سال های کار و زندگی به دلیل مرگ و میر ناشی از گرما شود. برآوردها نشان می‌دهد که تنها به دلیل گرمازدگی ممکن است تا ۸۸۰۰۰۰ سال کار و زندگی از بین برود. این امر با توجه به افزایش تعداد کارگران مسن در بسیاری از صنایع، که در برابر استرس گرمایی آسیب پذیرتر هستند، نگران کننده است(۳).

تأثیر افزایش دما بر سلامت کارگران فقط یک مسئله بهداشتی نیست، بلکه یک مسئله اقتصادی نیز هست. افزایش استرس گرمایی می‌تواند منجر به کاهش بهره وری و افزایش خطرات

حوادث و صدمات شود. این وخامت شرایط کار، تلاش‌ها برای کار شایسته و عدالت اجتماعی را تضعیف میکند، به ویژه در کشورهای کم درآمد که بسیاری از کارگران در حال حاضر با موقعیتهای شغلی نامطمئن مواجه هستند.

پرداختن به اثرات تغییرات آب و هوایی بر استرس گرمایی شغلی نیازمند استراتژی های جامعی است که شامل افزایش آگاهی در مورد خطرات مرتبط با گرما، بهبود مقررات محل کار و اجرای اقدامات خنک کننده موثر است. استراتژیهای سازگاری مانند برنامه های تطابق، لباسهای بهینه، سایه زنی و استراحت‌های برنامه ریزی شده می‌توانند انعطاف پذیری را در برابر استرس حرارتی افزایش دهند.

در نتیجه، تغییرات آب و هوایی شیوع استرس گرمایی را در محیط‌های شغلی تشدید میکند و نیاز به اقدام فوری سیاست گذاران و کارفرمایان برای محافظت از سلامت و بهره وری کارگران در دنیایی که به طور فزاینده‌ای گرم می‌شود، خواهد داشت.

منابع

۱.Jia, Y.A., S. Rowlinson, and M. Ciccarelli, Climatic and psychosocial risks of heat illness incidents on construction site. Applied ergonomics, ۵۳ .۲۰۱۶: p. ۳۵-۲۵.

۲.Jackson, L.L. and H.R. Rosenberg, Preventing heat-related illness among agricultural workers. Journal of agromedicine, ۳)۱۵ .۲۰۱۰): p. ۲۱۵-۲۰۰.

۳.Kjellström, T., et al., Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work. ۲۰۱۹: ILO.

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

بخش دوم مصاحبه با جناب آقای دکتر علی اصغر فرشاد (عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی ایران)

(نکته: مخاطبان محترم می‌توانند بخش اول این مصاحبه را در فصلنامه شماره ۱ نشریه علمی فرهنگی ایمنی و سلامت شغلی مطالعه کنند.)

مصاحبه کننده : بهزاد سوری

۶.ضرورت ادامه تحصیل در مقطع ارشد و دکترای بهداشت حرفه ای به چه صورت است و اینکه چه توصیه‌های برای داوطلبان کارشناسی ارشد و دکترای این رشته دارید؟

برای ورود به بازار کار در بهداشت حرفه ای، داشتن مدرک علمی در سطح کارشناسی کافیست و رشد و ارتقای کارشناس در محیط کار، بشدت بستگی به توانایی اجرایی کارشناس در عمل دارد و هرچه کارشناس توانایی‌های بیشتری از خود نشان دهد قطعا از دید مدیران ارشد سازمان پوشیده نمی‌ماند و به این ترتیب فرصت‌های رشد خود را کسب می‌کند. در این قسمت توصیه من این است که اولا در دوران دانشجویی رابطه خود را با اساتید به اشکال مختلف مثل همکاری در امور دانشجویی، و یا همکاری در امور آموزش و پژوهش تقویت کنید. نشان دهید یک دانشجوی کلاسیک هستید، چنین دانشجویی در محیط دانشگاه در قسمت‌های مختلف از جمله در کتابخانه‌های دانشگاه همیشه حضور دارد.

بعضی سازمان‌ها برای پست‌های مدیریتی خود تقاضای استخدام کارشناسی ارشد را دارند و ادامه تحصیل در سطح ارشد برای اشتغال در چنین موقعیت‌هایی ضروری است. با اینحال ممکن است دانشجو علاقمند به ادامه تحصیل در سطح دکترا باشد که به این ترتیب برای ورود به دکترای نیاز به داشتن مدرک ارشد است. اساسا تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد قابلیت‌های علمی - اجرایی و پژوهشی دانشجو را بسیار تقویت می‌کند و بدیهی است که در عرصه اجرا قابلیت‌های بیشتری از خود نشان می‌دهد. در هر حال برای ورود به کار در محیط های اجرایی مثل مرکز بهداشت، صنعت و سازمان‌ها بعنوان کارشناس یا مسئول HSE، معمولا سطح تحصیلی کارشناس و در مواقعی کارشناس ارشد کافیست و کسانی که مایل به اشتغال در دانشگاه بعنوان عضو هیئت علمی هستند بدیهی است که باید مدرک دکتری را دریافت کنند.

برای داوطلبان ادامه تحصیل در سطح ارشد و دکتری توصیه موکد اینست که دانشجو در دوره کارشناسی به معنی واقعی کلمه یک دانشجوی تمام وقت با حضور مستمر در محل تحصیل و در تماس با اساتید خود باشد و از هر فرصت آموزشی و کارگاه‌های آموزشی حداکثر استفاده را بکند. تلاش کند در تیم ها تحقیقاتی حتی بصورت بسیار جزیی نقش ایفا کند. با حضور در کتابخانه و بهره‌گیری از قابلیت امکانات مجازی و الکترونیک در حوزه آموزش و پژوهش حداکثر بهره برداری را بعمل آورد.

همواره بعنوان یک دانشجو در جستجوی کسب پاسخ به سوالات خود باشد. به این ترتیب در طول دوره ۴ ساله تحصیل در مقطع کارشناسی، آمادگی لازم برای ورود نسبتا راحت به مقطع کارشناسی ارشد را انشالله کسب می‌کند. همین مسیر را برای ورود به دوره دکترا باید طی کند. با این تفاوت که در طول دوره کارشناسی ارشد باید بیشترین تلاش خود را در حوزه تحقیقات و انجام پروژه های تحقیقاتی و تولید مقالات علمی متمرکز کند.

۷.به نظر شما فارغ التحصیلان رشته بهداشت حرفه ای شاغل در صنعت چه موانعی بر سر راه خود خواهند داشت و راهکار های عملی برای حذف این موانع را تشریح فرمایید؟

اکثر فارغ التحصیلان در هنگام ورود به صنعت از ساختار و تشکیلات صنعت و سازوکارهای مدیریتی در آنها و قوانین مرتبط با بهداشت و ایمنی که تکالیف صنایع را تشریح می‌کند مطلع نیستند و لذا بنظر میرسد دانشجو علاوه بر تقویت دانش علمی خود باید تسلط پیدا کند بر استانداردهای بهداشت و ایمنی در محیط های کار، بخصوص استانداردهای مرتبط با نوع صنعتی که مایل بکار در آن است، باید در طول تحصیل خود بتواند تئوریهای مربوطه را بخوبی درک کند و در مرحله کارموزی تلاش کند با قوانین و مقررات و ساختار و تشکیلات مرتبط با بهداشت و ایمنی در صنعت و بخصوص جایگاه بهداشت و ایمنی در دستگاه‌های حاکمیتی مثل وزارت بهداشت و وزارت کار و تامین اجتماعی آشنایی کافی پیدا کند.

دومین نکته مهم که تسهیلگر کارشناس در بدو ورود خود به صنعت است اینکه باید به تمام ابعاد و جزئیات محیط کار صنعت خود مسلط شود، تلاش کند با کسب مشورت از

خبرگان بخش‌های مختلف صنعت دانش شناختی خود را از صنعت افزایش دهد. در مرحله بعد در قالب ارزیابی های علمی تمام مسائل بهداشتی و ایمنی محل کار را شناسایی و مستند سازی کند، ولی در طرح ریزی و ارایه برنامه‌های اجرایی به مدیریت باید تلاش کند برنامه های پیشنهادی خود را مطابق منابع در اختیار تعریف و درخواست کند. برنامه‌های پیشنهادی رویایی با هزینه های گزاف ندهد. تلاش کند در مراحل اولیه برنامه‌های با هزینه کمتر که به راحتی توسط مدیریت مورد قبول واقع می‌شود شروع کند. بعد از مدتی که جایگاه و اعتبار کافی نزد مدیریت کسب کرد، می‌تواند برنامه های بزرگتر، موثرتر، پرهزینه تر و بلند پروازانه تر نیز ارائه دهد.

۸.به نظر شما یک دانشجو به عنوان عضوی از جامعه بهداشت حرفه ای چگونه و چقدر می‌تواند در برطرف کردن مشکلات این رشته تاثیر گذار باشد؟

دانشجو اگر به معنی واقعی کلمه دانشجو باشد و همواره در جستجوی علم روز باشد میتواند نقش موثری در رشد جایگاه این رشته بردارد. و مهمتر اینکه در قالب تشکل‌های دانشجویی باید مطالبه گری بر مبنای منطق و با مشورت دلسوزان با تجربه، نقش موثری در ارتقای جایگاه بهداشت حرفه ای در سطح محلی و ملی ایفا کنند.

۹.در خصوص توانمند سازی دانشجویان رشته بهداشت حرفه ای در مقاطع مختلف چه توصیه‌هایی برای دانشجویان دارید؟

بازهم در قالب تشکل های دانشجویی می‌توانند نیازها و خلاءهای آموزشی و پژوهشی را شناسایی و سازماندهی کرده و با مشارکت گروه های آموزشی، برنامه ریزی لازم برای دوره های آموزشی، کارگاه‌های آموزشی و بازدیدهای فیلدی در راستای توانمندسازی دانشجو بعمل آورند.

۱۰.در آخر ضمن تشکر از شما بابت همکاری در مصاحبه با نشریه دانشجویی علمی- فرهنگی ایمنی و سلامت شغلی دانشگاه علوم پزشکی ایران، توصیه شما به دانشجویان رشته بهداشت حرفه ای چیست؟

اگر متخصص هر رشته تخصصی بجای دغدغه ارتقای جایگاه صنفی خود، به فکر ارتقای جایگاه ماموریتی و هدف رشته تخصصی خود باشند عملا جامعه بزرگتری را در حمایت از خود و رشد و تعالی جایگاه خود بدست می‌آورند. بعنوان مثال متخصصین بهداشت حرفه ای بجای تلاش برای ارتقای جایگاه متخصصین بهداشت حرفه ای، به فکر ارتقای هدفی متعالی تر یعنی سلامت نیروی کار (که ماموریت و هدف اصلی رشته بهداشت حرفه است) باشند در اینصورت جامعه کارگری، کارفرمایی، دستگاه‌های حاکمیتی و خانواده بزرگ نیروی کار را نیز در حمایت از هدف در نظر گرفته شده خواهند داشت و در این راستا بطور طبیعی جایگاه صنف بهداشت حرفه ای نیز ارتقاء می‌یابد.

پایان.

حادثه انفجار معدن طبس...

حادثه انفجار معدن زغال‌سنگ معدنجو در طبس واقع در استان خراسان جنوبی در تاریخ ۳۱ شهریور ۱۴۰۳ (۲۱ سپتامبر ۲۰۲۴)، حوالی ساعت ۲۱ به وقوع پیوست. این حادثه به دلیل نشت گاز متان یکی از کارگاه‌های شرکت زغال‌سنگ معدنجوی طبس رخ داد و منجر به یک انفجار بزرگ شد. انفجار در عمق ۲۵۰ متری به صورت ارتفاعی و ۷۰۰ متری به صورت مورب معدن اتفاق افتاد و عملیات نجات به‌سختی ادامه داشت تا باقی‌مانده‌ی کارگران به سطح زمین منتقل شوند. بر اساس گزارش‌ها، تعداد جانباختگان این حادثه به ۵۲ نفر رسید و همچنین ۲۲ نفر دیگر نیز دچار مصدومیت شدند(۱). این

معدن یکی از قوی ترین سیستم های ایمنی را در میان معادن زغال سنگ داشت و مجهز به سیستم تهویه دمشی مکشی بود با این حال علت اصلی انفجار، تجمع و نشت گاز متان بود که به طور طبیعی در معادن زغال‌سنگ وجود دارد و بسیار قابل اشتعال است. در این حادثه، هنگام تخریب کارگاه، حجم زیادی از گاز متان آزاد شد که باعث انفجار شد و همچنین بخشی از گاز به بلوک B سرایت کرد و موجب مسمومیت تعدادی از کارگران شد(۲). پس از وقوع حادثه، تیم‌های تخصصی امداد و نجات به سرعت به محل اعزام شدند. تلاش‌هایی برای تخلیه معدن و جلوگیری از انفجارهای ثانویه صورت گرفت.

منابع
۱.افزایش آمار فوتی‌ها حادثه معدن طبس به ۵۲ نفر / شمار مصدومان ۲۲ نفر: پایگاه خبری تحلیلی انتخاب; ۱۴۰۳ [updated یک مهر ماه. Available from: https://www.entekhab.ir/fa/news/۷۰۰۳۲۷۷
۲.جزییات تازه از فاجعه معدن طبس/ زمان و علت قطعی انفجار اعلام شد: سایت خبری اقتصاد انلاین; ۱۴۰۳ [updated ۷ مهرماه. Available from: https://www.eghtesadonline.com/fa/news/۷۰۰۸۲۳۲

تجزیه و تحلیل درخت خطای دینامیکی

عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت حرفه ای
صابر مرادی حنیفی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA) به طور گسترده ای برای ارزیابی قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم‌های پیچیده و بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از محدودیت‌های مهم FTA معمولی، عدم توانایی در ترکیب فعل و انفعالات اجزاء سیستم‌های پیچیده مانند خرابی‌های وابسته به توالی است. برای توسعه FT معمولی و مدل سازی این فعل و انفعالات پیچیده دروازه های پویا معرفی شده‌اند. در این فصل روش‌های مختلف موجود در منابع برای حل درخت خطای پویا (DFT) ارائه شده است(۱).

۱- تجزیه و تحلیل درخت خطا استاتیک و پویا

تجزیه و تحلیل درخت مقبولیت گسترده ای برای تجزیه و تحلیل کمی قابلیت اطمینان و ایمنی به دست آورده است. درخت خطا یک نمایش گرافیکی از عوامل مختلف خرابی های اساسی است که منجر به وقوع (رویداد) اصلی می‌شوند. با شروع رویداد اصلی، تمامی رویدادهای که ممکن است برای وقع این رویداد لازم باشند به صورت سیستماتیک استنباط می‌شود. این روش بر سه فرض استوار است(۲):

۱. رویدادها، رویدادهای دودویی هستند

۲. رویدادها از نظر آماری مستقل هستند.

۳. رابطه بین رویدادها با استفاده از دروازه های منطقی بولی نشان داده می‌شود (دروازه های AND و OR).

روش FTA به دو صورت کمی و کیفی انجام می‌شود. آنالیز کیفی برای شناسایی CUT-SET های می‌باشند که می‌توانند منجر به وقوع رویداد اصلی شوند و آنالیز کمی برای محاسبه ریاضی احتمال رویداد اصلی است. در تجزیه و تحلیل کمی درخت خطا، رویدادهای مختلف در درخت خطا از نظر آماری مستقل هستند که در شرایط واقعی همیشه رویدادها از لحاظ آماری مستقل نیستند. به عنوان مثال ممکن است دو تا MCSs[۱] بدلیل داشتن رویدادهای پایه مشترک از لحاظ آماری وابسته باشند. علاوه بر این در FTA از آنجایی که ساختار درخت خطا (use of AND/OR gates) توسط انسان تعیین می‌شود امکان بروز خطا در ساختار منجر به عدم قطعیت می‌شود همه این عدم قطعیت‌ها می‌تواند از سطح پایین به سطح بالای درخت خطا منتقل شود بنابراین اعتبار نتایج بدست آمده از FTA بدلیل عدم قطعیت در نرخ شکست رویدادهای پایه ضعیف است(۳). همچنین روش FT مرسوم قادر نیست برخی از رفتاری‌های سیستم مانند وابستگی بین زیر سیستم‌ها و اجزاء و ترتیب میان رخداد اجزاء خرابی را در نظر بگیرد. به منظور غلبه بر این مشکلات، مفهوم درختان خطای پویا[۲] (DTF) با افزودن مفهوم توالی به رویکرد درخت سنتی معرفی شد. در این رویکرد خرابی سیستم وابسته است به خرابی تک تک اجزاء و ترکیب اجزاء با هم. در این روش به درخت خطای سنتی دوازه پویا اضافه شده است که با استفاده از دوازه های مکانیکی رفتار خرابی سیستم و توالی خرابی های را مورد بررسی قرار می‌دهد. توانمندی‌های DFT منجر به جلب توجه بسیاری از مهندسان قابلیت اطمینان و ایمنی که روی سیستم‌های حیاتی کار می‌کنند شده است(۴).

به عنوان مثال خرابی وابسته به توالی، یک سیستم منبع تغذیه در نیروگاه هسته ای را در نظر بگیرید که در آن یک سیستم فعال (منبع تامین شبکه) و یک سیستم آماده به کار (منبع دیزل ژنراتور) به یک سوئیچ کنترل کننده متصل هستند. اگر سوئیچ کنترل کننده بعد از خرابی منبع تغذیه خراب شود، سیستم می‌تواند با منبع تغذیه دیزل ژنراتور به کار خود ادامه دهد. با این وجود، اگر سوئیچ قبل از خرابی منبع تغذیه از کار بیفتد، در این صورت منبع تغذیه را نمیتوان به فعالیت فعال تغییر داد و در صورت خرابی منبع تغذیه، منبع تغذیه از کار می افتد. بنابراین، معیار شکست بستگی به توالی وقایع دارد و از ترکیب رویدادها متمایز است(۵). در روش DFT چهار دروازه اصلی پویا وجود دارد که عبارتند از: دروازه اولویت PAND[۳] ، دروازه اجرای توالی[۴] (SEQ)، دروازه یدکی[۵] (SPARE)، دروازه وابستگی عملکردی[۶] (PDEP)(۶).

۱- minimum cut sets
۲-Dynamic fault tree
۳-Priority AND
۴-sequence enforcing
۵-Spare
۶-functional dependency

منابع

۱.Dugan JB, Bavuso SJ, Boyd MA. Dynamic fault-tree models for fault-tolerant computer systems. IEEE Transactions on reliability. ۷۷-۳۶۳:(۳)۴۱;۱۹۹۲.
۲.Amari S, Dill G, Howald E, editors. A new approach to solve dynamic fault trees. Annual Reliability and Maintainability Symposium, ۲۰۰۳ ;۲۰۰۳: IEEE.
۳.Bobbio A, Portinale L, Minichino M, Ciancamerla E. Improving the analysis of dependable systems by mapping fault trees into Bayesian networks. Reliability Engineering & System Safety. ۶۰-۲۴۹:(۳)۷۱;۲۰۰۱.
۴.Aslansefat K, Kabir S, Gheraibia Y, Papadopoulos Y. Dynamic fault tree analysis: state-of-the-art in modeling, analysis, and tools. Reliability management and engineering. ۱۱۲-۲۰۲۰:۷۳.
۵.Faulin J, Juan AA, Martorell S, Ramírez-Márquez J-E. Simulation methods for reliability and availability of complex systems: Springer; ۲۰۱۰.
۶.Kabir S, Aslansefat K, Sorokos I, Papadopoulos Y, Konur S. A hybrid modular approach for dynamic fault tree analysis. IEEE Access. ۸۸-۸:۹۷۱۷۵;۲۰۲۰.

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

شاخص حریق و انفجار DOW

کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
ندا ملا مهدی زاده
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

وقوع حوادث حریق و انفجار در هر واحد فرایندي به خسارت‌هاي مختلفي منجر مي‌شود كه برآورد دقيق اين خسارت‌ها مشكل است(۱). بنابراين، شناسايي فاكتورهاي خطرناك و روش‌هاي كنترل حريق و انفجار در اين گونه صنايع حائز اهميت است(۲, ۳). از مهمترين شاخص‌های خطر میتوان به شاخص حریق و انفجار DOW اشاره کرد که برای اولین بار در سال ۱۹۶۴ میلادی توسط شرکت شیمیایی DOW ارائه گردید. مهم‌ترین هدف از طراحی این شاخص شناسایی شیوه‌های حفاظت در برابر حریق می‌باشد. در سطح وسیع تر هدف از این شاخص دسته بندی نسبی واحدهای فرآیندی بر اساس میزان خطر آن‌هاست. با استفاده از این شاخص می‌توانیم تعیین کنیم که در صورت رهایش ماده خطرناک در کدام قسمت‌ها پیامدهای بزرگ‌تر و شدیدتری خواهیم داشت(۴).

•هدف از تعیین شاخص آتش سوزی و انفجار چیست؟

۱) کمّی سازی آسیب وارده به واحد صنعتی در صورت بروز آتش سوزی، انفجار و یا رهایش مواد واکنش پذیر و ناپایدار.

۲)شناسایی تجهیزاتی که احتمالاً در ایجاد یا تشدید پیامدهای یک حادثه می‌توانند دخیل باشند.

۳) ارائه نتایج این ارزیابی به مدیریت (۴).

•مراحل تعیین شاخص DOW

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است مراحل تعیین شاخص حریق و انفجار DOW به ترتیب عبارتند از:

شکل ۱. مراحل تعیین شاخص DOW

۱)انتخاب واحدهای فرایندی مرتبط:

هر یک از تجهیزات فرآیندی که وظیفه مهمی در واحد تولیدی دارند، یک واحد فرآیندی در نظر گرفته می‌شوند. واحد تولیدی شامل واحدهای مختلفی مانند واحدهای فرآیندی، تأسیسات مکانیکی و غیره است. لازم به ذکر است شاخص حریق و انفجار تنها برای واحدهایی محاسبه می‌گردد که آسیب یا نقص آن‌ها می‌تواند باعث تحمیل خسارات زیادی به واحد صنعتی گردد.

۲)محاسبه فاکتور ماده (MF) :

این فاکتور، اولین مقدار عددی است که در تعیین شاخص حریق و انفجار باید محاسبه شود و به نوعی معرف میزان انرژی پتانسیل موجود در ماده است که می‌تواند در هنگام آتش‌سوزی یا انفجار آزاد شده و به محیط اطراف آسیب وارد کند. فاکتور ماده با استفاده از دو مقدار قابلیت اشتعال و میزان واکنش پذیری ماده بدست می‌آید. مقدار عددی این فاکتور در محدوده ۴۰-۱ است(۵, ۶).

۳)تعیین خطرات عمومی واحد فرآیندی (F۱):

این فاکتور نقش کلیدی در تعیین میزان خسارت ناشی از رهایش احتمالی یک ماده خطرناک دارد. شش موردی که در این بخش جهت تعیین فاکتور خطرات عمومی فرآیند بیان می‌شود، تقریباً برای تمامی واحدها و شرایط فرآیندی قابل کاربرد می‌باشد. لازم به ذکر است که برای تعیین خطرات عمومی فرآیند باید پرمخاطره‌ترین شرایط معمول فرآیندی را در نظر گرفت. انواع خطرات عمومی عبارتند از: واکنش‌های گرمازا، واکنش‌های گرماگیر، حمل و جابجایی مواد، واحدهای فرآیندی قرار گرفته در محیط تولیدی، میزان دسترسی به تجهیزات مورد نیاز در شرایط اضطراری، میزان زهکشی و کنترل پاشش مقادیر بالای مایعات.

۴) تعیین خطرات اختصاصی واحد فرآیندی (F۲):

عواملی که در این دسته قرار می‌گیرند، معمولاً احتمال حادثه و خسارت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این فاکتورها شامل شرایط خاص فرآیندی هستند که نشان داده‌اند می‌توانند ریسک‌های بزرگی برای آتش سوزی و انفجار بوجود آورند. پس از تعیین امتیازهای این ۱۲ بخش جهت تعیین خطرات اختصاصی واحد فرآیندی باید امتیاز همه این ۱۲ بخش با هم

جمع شوند. این بخش‌ها عبارتند از: مواد سمی، فشار کمتر از فشار اتمسفری، عملیات در نزدیکی یا درون گستره اشتعال‌پذیری ماده قابل اشتعال، انفجار ذرات، فشار سیستم، تأثیر دمای پایین در احتمال شکستگی قطعات کربن استیل یا دیگر قطعات فلزی، مقدار ماده قابل اشتعال یا ناپایدار (وجود مایع یا گاز در فرآیند، مایعات و گازهای موجود در محوطه‌های ذخیره سازی که در خارج از منطقه فرآیندی هستند)، وجود جامدات قابل احتراق در محل ذخیره سازی و ذرات در فرآیند، میزان خوردگی و فرسایش قطعات، میزان نشتی‌ها و اتصالات، استفاده از تجهیزات حاوی آتش، سیستم‌های مبادله گرمایی با روغن داغ و سیستم‌های گردان(دارای بخش‌های بزرگ چرخان).

۵)تعیین فاکتور خطرات واحد فرآیندی (F۳):

برای محاسبه این فاکتور، دو فاکتور خطرات عمومی و خطرات اختصاصی واحد فرآیندی را با یکدیگر جمع می‌کنیم زیرا برخی از فاکتورهای دخیل در F۱ و F۲ ، اثرات مشابهی با یکدیگر دارند. معمولاً مقدار F۳ از ۸ بیشتر نمی‌شود اما در صورت افزایش مقدار آن از عدد ۸، می‌توان از این عدد به عنوان حداکثر مقدار این فاکتور استفاده کرد.

۶)تعیین شاخص حریق و انفجار DOW:

برای بدست آوردن شاخص نهایی ابتدا F۱ و F۲ را با هم جمع کرده و حاصل را درMF ضرب می‌کنیم. در نهایت با استفاده از جدول شماره ۱، می‌توان بر اساس امتیاز شاخص DOW حاصل، درجه خطر را به دست آورد.

تعیین درجه خطر بر اساس شاخص DOW	
محدوده شاخص DOW	درجه خطر
۱-۶۰	ناچیز
۶۱-۹۶	اندک
۹۷-۱۲۷	متوسط
۱۲۸-۱۵۸	خطرناک
۱۵۹ و بیشتر	بسیار خطرناک

جدول شماره ۱. تعیین درجه خطر بر اساس شاخص DOW

مثال:

جباری و همکاران در مطالعه خود که با هدف ارزیابی ریسک حریق و انفجار در سه بخش یک نیروگاه سیکل ترکیبی (توربین‌های گازی، مولد بخار بازیابی حرارت و توربین بخار) با استفاده از شاخص DOW انجام دادند، به این نتایج دست یافتند که:

زمانی که توربین‌ها از گاز متان به جای گازوئیل به عنوان سوخت اصلی استفاده می‌کنند، بیشترین مقدار فاکتور ماده (با عدد ۲۱) را دارند. بنابر مشخصات فرآیند، شاخص DOW این واحد در صورت استفاده از گاز متان، برابر با عدد ۳۲۱ است. با استناد به جدول شماره ۱، می‌توان دریافت که واحد توربین‌ها در صورت استفاده از گاز متان، دارای بیشترین درجه خطر و آتش سوزی است و در محدوده واحدهای بسیار خطرناک دسته بندی می‌شود(۷).

درجه خطر بر اساس شاخص DOW						
واحد فرآیندی	شاخص DOW	بسیار خطرناک	خطرناک	متوسط	اندک	ناچیز
توربین گازی (با سوخت متان)	۳۲۱					
توربین گازی (با سوخت گازوئیل)	۱۴۷/۵					
مخازن	۳۵/۵					

جدول شماره ۲. رتبه بندی شاخص آتش و انفجار واحدهای مورد مطالعه جباری و همکاران

منابع

۱.Types of Insurance in Iran Insurance Industry. Dana Insurance Company, Research and Study Office

۲.Çetinyokuş S. Consequences Modeling of the Akçagaz Accident through Land Use Planning (LUP) Approach. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. ٦٤-٢٥٣:(٤)٣٧;٢٠١٨.

۳.Mahoney D. Large property damage losses in the hydrocarbon-chemical industries: A thirty-year review: M & M Protection Consultants; ۱۹۹۰.

٤.Jahangiri M, Moghadasi A, Norozi MA. Risk Assessment & Management. second, editor. Tehran: Fanavaran; ۲۰۲۲.

۵.Fire D. Explosion Index Hazard Classification Guide. AICHE New York. ۱۹۹٤.

٦.Zaranejad A, Ahmadi O. Fire and explosion risk assessment in a chemical company by the application of DOW fire and explosion index. Journal of Occupational Health and Epidemiology. ۷۵-۱٦۳:(۳)٤;۲۰۱۵.

۷. Sadeghi A, Jabbari Gharabagh M, Rezaeian M, Alidoosti A, Eskandari D. Fire and explosion risk assessment in a combined cycle power plant. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. ۱۱-۳۰۳:(٦)۳۹;۲۰۲۰.

مقدمه ای بر تدوین سیاست‌های بهداشت و ایمنی

دانشجوی دکترای تخصصی رشته سیاست گذاری سلامت
مهدی حیدری
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

تعریف سیاست:

این عبارت به یک برنامه کلی اشاره دارد که اهداف، روش‌ها و مراحل رسیدن به آن اهداف را مشخص می‌کند. این برنامه می‌تواند خیلی دقیق و نوشته شده باشد یا اینکه فقط یک ایده کلی باشد که به صورت شفاهی یا در ذهن وجود داشته باشد. در واقع، این بیانیه مانند نقشه راهی است که جهت حرکت و فعالیت‌ها را مشخص می‌کند (۱).

تدوین یک سیاست:

هدف از هر سیاست، تعیین نحوه انجام یک جنبه از فعالیت‌های یک سازمان مطابق با قوانین مرتبط و بهترین شیوه‌های فعلی است. پشت هر سیاست سازمانی ممکن است یک یا چند روش عملیاتی/پروتکل وجود داشته باشد که نحوه اجرای سیاست را مستند می‌کند. سیاست‌ها و رویه‌های بهداشت حرفه‌ای به‌خوبی نوشته شده و به‌روز، یکی از عناصر حاکمیت خوب هستند. (برای اینکه این سیاست‌ها مؤثر باشند، باید از بالاترین سطح سازمان حمایت شوند).

یک سیاست جامع، قصد سازمانی و ترتیبات صریح (چه کسی چه کاری را چه زمانی انجام می‌دهد) را در رابطه با مدیریت هر خطر سازمانی مشخص می‌کند (۲).

قوانین و دستورالعمل‌های مرتبط:

Management of Health and Safety at Work .(۲۰۰۳) HSE
Approved Code of Practice and .۱۹۹۹ Regulations
۲nd edn. HSE Books, Sudbury ,Guidance, L۲۱

HSE Books, .(۲۰۲۱) .HSE. Safety Management, HSG۶۵ •
Sudbury

.۱۹۷۴ Health and Safety at Work, Etc. Act .(۲۰۰۳) TSO •
.۳۷ Chapter

TSO, Norwich

ویژگی های یک سیاست خوب:

•یک سیاست مؤثر باید هدف سیاست را تعریف کند

•مسئولیت‌ها را از بالای سازمان تا پایین درخت مدیریتی تعریف کند

•یک مدیر یا مدیر ارشد مسئول آن سیاست را شناسایی کند

•مسئولیت‌های مدیران و سرپرستان را توصیف کند

•مسئولیت‌های کارکنان را توصیف کند

•مسئولیت‌های سایر طرف‌های ذی‌ربط را در صورت لزوم توصیف کند، مانند: خدمات بهداشت و رفاه، منابع انسانی (HR)، بخش بهداشت و ایمنی، بخش آموزش و پرورش

•ترتیبات مربوط به موارد زیر را توصیف کند:

نظارت و بررسی سیاست، نظارت بر اثربخشی سیاست، تخصیص منابع مناسب، اطمینان از دسترسی سازمان به مشاوره‌های شایسته، تعیین تاریخ بررسی سیاست (۲).

سیاست‌های بهداشت و ایمنی:

هدف از یک سیاست بهداشت و ایمنی، تعیین نحوه انجام فعالیت‌های یک سازمان مطابق با قوانین بهداشت و ایمنی است. این سیاست، تعهد به بهبود مستمر در مدیریت ریسک‌های بهداشت و ایمنی را بیان می‌کند.

طبق قانون بهداشت و ایمنی کار ۱۹۷۴، همه کارفرمایان با بیش از پنج کارگر موظف هستند یک سیاست کتبی بهداشت و ایمنی داشته باشند و آن را به کارکنان اطلاع دهند. بر اساس مقررات اطلاعات بهداشت و ایمنی برای کارکنان ۱۹۸۹، کارفرمایان باید یک پوستر بهداشت و ایمنی نمایش دهند یا جزواتی با اطلاعات بهداشت و ایمنی برای کارگران ارائه دهند.

سیاست بهداشت و ایمنی

برای اینکه یک سیاست بهداشت و ایمنی مؤثر باشد، باید از بالاترین سطح سازمان حمایت شود.

فرهنگ غالب باید به سرپرستان و کارکنان پیام روشنی بدهد که بهداشت و ایمنی یک اولویت مهم سازمانی است. یک سیاست جامع بهداشت و ایمنی، قصد سازمانی و ترتیبات صریح (چه کسی چه کاری را چه زمانی انجام می‌دهد) را در رابطه با مدیریت ریسک‌های بهداشت و ایمنی مشخص می‌کند. این سیاست باید مالک سیاست، دامنه، تعاریف/واژه نامه، اسناد مرجع مرتبط از جمله قوانین، مقررات و سایر سیاست‌های داخلی مانند مقررات کنترل مواد خطرناک برای سلامت (COSHH)، کمک‌های اولیه و سر و صدا را مشخص کند. بسیاری از سازمان‌های بزرگ نیاز دارند که پیش‌نویس سیاست‌ها قبل از اجرا، تحت ارزیابی برابری قرار بگیرند(۲).

اصول مدیریت بهداشت و ایمنی: پنج گام

•اداره بهداشت و ایمنی (HSE) پنج گام برای مدیریت مؤثر بهداشت و ایمنی را توصیف می‌کند.

تهیه یک سیاست بهداشت و ایمنی (گام ۱)، توسعه یک

فرهنگ ایمنی از طریق کنترل (گام ۲)، صلاحیت (گام ۳)، همکاری (گام ۴) و ارتباط (گام ۵)

یک سیاست بهداشت و ایمنی باید:

•توسط مدیرعامل امضا (و تاریخ‌گذاری) شود.

•مسئولیت‌ها را از بالای سازمان تا پایین درخت مدیریتی تعریف کند.

•یک مدیر یا مدیر ارشد مسئول بهداشت و ایمنی را شناسایی کند.

•مسئولیت‌های مدیران و سرپرستان را توصیف کند.

•مسئولیت‌های کارکنان را توصیف کند.

•مشارکت نمایندگان ایمنی را تشویق کند.

•نحوه ارتباط مؤثر مسائل بهداشت و ایمنی را تعریف کند:

•در سطح هیئت مدیره: بهداشت و ایمنی در دستور کار همه جلسات

•برای همه کارکنان: گفتگوهای جعبه ابزار/جلسات توجیهی تیم، خبرنامه‌ها و اطلاعیه‌ها

•ترتیبات مربوط به موارد زیر را توصیف کند:

•نظارت و بررسی عملکرد بهداشت و ایمنی

•نظارت بر اثربخشی سیاست

•تخصیص منابع مناسب به بهداشت و ایمنی

•اطمینان از دسترسی سازمان به مشاوره‌های شایسته بهداشت و ایمنی

•تعهد سازمان به بررسی و تجدید نظر منظم در سیاست و تعیین تاریخ بررسی سیاست

کنترل:

•مدیران ارشد باید با عمل خود الگو باشند.

•یک مدیر ارشد باید ریاست کمیته بهداشت و ایمنی را بر عهده داشته باشد.

•تخصیص و ارتباط مسئولیت‌های بهداشت و ایمنی

•نمودار سازمانی شرکت

•شرح وظایف واضح

•تخصیص منابع مناسب (زمان، پرسنل، مالی)

•شناسایی وظایف یا مشاغل به ویژه خطرناک و اطمینان از اینکه این کارگران آموزش اضافی مناسب را دریافت می‌کنند.

•نظارت بر عملکرد بهداشت و ایمنی در برابر استانداردهای توافق شده

صلاحیت:

•استخدام و آموزش کارکنان شایسته

•در صورت نیاز، مشاوره تخصصی ارائه یا دریافت کنید.

همکاری:

•با نمایندگان ایمنی و اتحادیه‌های کارگری همکاری کنید.

•با پیمانکاران برای مدیریت بهداشت و ایمنی هماهنگ شوید.

•با کارکنان در مورد مسائل بهداشت و ایمنی مشورت کنید.

ارتباط:

•ارائه اطلاعات، آموزش و تربیت به کارکنان، از جمله کارگران کوتاه‌مدت یا آژانس

•بهداشت و ایمنی را به عنوان یک موضوع اولویت‌دار مطرح کنید.

•برنامه‌ریزی و تعیین استاندارد

•اندازه‌گیری عملکرد بهداشت و ایمنی

•بررسی و تجدید نظر در سیاست بهداشت و ایمنی (۲).

اطلاعات بر گرفته از منابع بهداشت و ایمنی زیر است:

• HSE (۱۹۹۷). Successful Health and Safety Management, HSG٦٥. HSE Books, Sudbury
• HSE (۲۰۰۳). Management of Health and Safety at Work Regulations ۱۹۹۹. Approved Code of Practice and Guidance, L۲ ,۲۱nd edn. HSE Books, Sudbury
• HSE. Do You Have Any Information on How to Compile a Health and Safety Policy (۲۰۲۱). HSE Books, Sudbury. Available at: M http:// www.hse.gov.uk/ contact/ faqs/ policy.htm
• HSE. Health and Safety Made Simple: The Basics for Your Business. HSE Books, Sudbury. (۲۰۲۱). Available at: M http:// www.hse.gov.uk/imple-health- safety/ write.htm
• TSO Health and Safety at Work Etc. Act ۱۹۷٤, Chapter ۲۰۰۳) .۳۷). TSO, Norwich

منابع

۱.Buse K, Mays N, Colombini M, Fraser A, Khan M, Walls H. Making Health Policy. ۳rd ed. McGraw Hill. ۲۰۲٤
۲Trakoli A. Oxford Handbook of Occupational Health. Oxford University Press. ۲۰۲۳

فرهنگ ایمنی

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)
مهرداد سوری
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی جندی شاپور اهواز

عبارت فرهنگ ايمني اساساً پس از حادثه چرنوبيل و در گزارش آژانس بين المللي انرژي اتمي مطرح شد (۱). فرهنگ ايمني، محصول ارزش‌هاي فردي و گروهي، گرايش‌ها، كارآمدي و الگوي رفتاري است كه ميزان تعهد و توانمندي و كارآيي يك برنامه بهداشتي و ايمني سازمان را تعيين مي‌كند (۲). فرهنگ ایمنی نگرش و رفتار کارکنان نسبت به عملکردهای سازمان در زمینه ایمنی و بهداشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در نتیجه ایجاد و توسعه فرهنگ مثبت یه ابزار موثر برای توسعه ایمنی در هر سازمانی می‌باشد. هر فرد قبل از اینکه به محیط های صنعتی وارد شود، باید با فرهنگ ایمنی آشنایی داشته باشد.

در یک فرهنگی ایمنی مثبت، کارکنان نه تنها در برابر ایمنی خودشان احساس مسئولیت می‌کنند، بلکه مسئول ایمنی همکاران خود نیز خواهند بود و فرهنگ سازمانی آنها را در انجام مسئولیت‌هایشان حمایت می‌کند(۳).

تعاریف بسیار متعددی برای فرهنگ ایمنی وجود دارد. در حقیقت فرهنگ ایمنی مفهومی بین رشته ای است که از مناظر مختلف از روانشناسی و جامعه شناسی تا مهندسی ایمنی و قابلیت اطمینان قابل بررسی است. اما همه تعاریف در این وجه مشترکند که فرهنگ ایمنی یکی از اجزاء و زیر ساختارهای فرهنگ سازمانی است.

فاکتورهای متعددی به عنوان عوامل موثر در توسعه فرهنگی ایمنی مثبت شناخته می‌شود که کلیدی ترین آنها شامل مدیریت و سرپرستان، عوامل شخصی و رفتاری نیروی کار، نوع سیستم گزارش دهی، قوانین و دستورالعمل‌ها، ارتباطات و خرده فرهنگ‌های سازمانی می‌باشد (۴). بنابراین فرهنگ ایمنی دارای ابعاد مختلفی است و از طریق متغیرهای مختلفی تعریف می‌شود، اما ارتباط بین این متغیرها و شاخص های ایمنی بصورت قطعی تایید نشده است یا حتی الامکان در همه جوامع صنعتی و صنایع متنوع با ویژگی‌های مختلف فرهنگی تایید نشده است (۵).

تغییر فرهنگ ایمنی یک فرآیند بلند مدت است که نیازمند تعهد و تلاش در همه سطوح سازمان است. این فرآیند نه تنها متناظر با شیوه های ایمنی قابل لمس است، بلکه ایجاد یک ذهنیتی است که ایمنی یک مسئولیت برای همه باشد. مهم است که بدانیم تغییر فرهنگ به مدت زمان طولانی، پشتکار و تعهد مداوم برای بهبود ایمنی نیاز دارد.

بنابراین شناخت ابعاد فرهنگ ایمنی و فاکتورهای مرتبط با آن در جوامع شغلی میتواند گام مفیدی در مدیریت منابع جهت کاهش حوادث و خسارت های ناشی از آنها باشد.

منابع

۱.rghami Sh, Yousefi M. Methods of behaviorbased safety. First Iranian Petrochemical conference: Tehran, Iran, ۲۰۰۸.

۲.Antonsen S. The relationship between culture and safety on offshore supply vessels. Saf Sci ۲۸- ۱۱۱۸ :(۸)٤٧ ;۲۰۰۹.

۳.Choudhry RM, Fang D, Mohamed S. The nature of safety culture: A survey of the state -of-the -art. Saf Sci ۱۰۱۲- ۹۹۳ :(۱۰)٤٥ ;۲۰۰۷.

٤.Farrington -Darby T, Pickup L, Wilson J. Safety culture in railway maintenance. Saf Sci ٦۰- ۳۹ :(۱)٤۳ ;۲۰۰٥.

٥.Milczarek M, Najmiec A. The relationship between workers› safety culture and accidents, near accidents and health problem. Int J Occup Saf Ergon ۳۳- ۲٥ :(۱)۱۰ ;۲۰۰٤.

چالش های بهداشت حرفه ای در معادن

دانشجوی دکترای تخصصی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
قاسم زارع
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

معادن به عنوان یکی از منابع اصلی تأمین مواد اولیه برای صنایع مختلف، نقش حیاتی در اقتصاد ایفا می‌کنند. با این حال، محیط‌های معدنی به دلیل ماهیت خطرناک خود، چالش‌های بسیاری را برای نیروی کار و به ویژه کارشناسان بهداشت حرفه‌ای ایجاد می‌کنند (۱). این کارشناسان وظیفه سنگینی بر عهده دارند تا با شناسایی، ارزیابی و کنترل خطرات موجود، محیطی ایمن و سالم را برای کارگران فراهم آورند. در حالی که یک راننده یا یک اپراتور حفاری تنها با تعداد خاصی از عوامل زیان آور و چالش‌های مربوط به آنها مواجه گردد، اما وظایف این گروه باعث می‌شود آنها مجبور به حضور در تمام محیط های کاری و مواجه با تمام خطرات موجود در محیط کار باشند(۲). در این مطلب، به بررسی برخی از مهم‌ترین چالش‌ها و خطرات ایمنی و بهداشتی کارشناسان بهداشت حرفه‌ای در معادن می‌پردازیم.

مواجه با مواد خطرناک:

•ذرات معلق:

گرد و غبار، دود، گازها و بخارات سمی که در فرآیند استخراج و فرآوری مواد معدنی تولید می‌شوند، می‌توانند باعث بیماری‌های ریوی، آسم و سرطان شوند. ذرات PM۲٫۵ و PM۱۰ از جمله ذرات خطرناکی هستند که به دلیل اندازه کوچک خود به راحتی وارد سیستم تنفسی می‌شوند و ممکن است در دراز مدت با ایجاد استرس اکسیداتیو، زمینه‌ساز ابتلا به این بیماری‌ها شوند (۳, ۴).

•مواد شیمیایی:

مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیندهای استخراج و فرآوری مانند سیانید، اسیدها و بازها می‌توانند باعث سوختگی، مسمومیت و بیماری‌های مزمن شوند (۵).

•مواد رادیواکتیو:

در برخی معادن، مواد رادیواکتیو وجود دارد که باعث افزایش خطر ابتلا به سرطان می‌شوند (۱). در عکس شماره ۱، می‌توانید حجم انبوه آلاینده‌هایی که بالای یکی از معادن روباز تجمع یافته‌اند را مشاهده کنید. این لایه غلیظ از ذرات و گازها، ناشی از فعالیت‌های استخراج و جابجایی مواد معدنی است که به شکل ابری از آلودگی بر فراز محیط کار باقی می‌ماند و تمام کارکنان از جمله کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی در این جو در برخی موارد تا ۱۰ ساعت کاری تنفس می‌کنند.

عکس شماره ۱. آلودگی هوای معادن

خطرات فیزیکی:

•صدا:

صدای بلند ناشی از تجهیزات معدنی می‌تواند باعث کاهش شنوایی شود (۱).

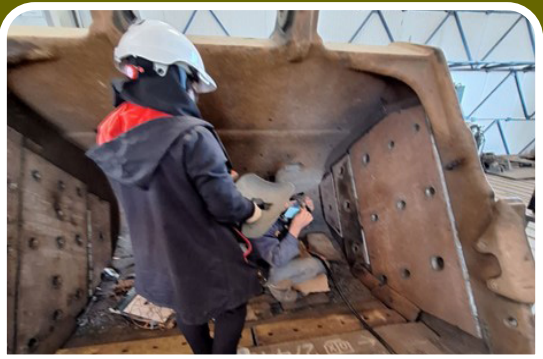
•نور نامناسب:

نور کم یا نامناسب می‌تواند باعث خستگی چشم و افزایش خطر حوادث شود (۱).

•خطر تصادف:

حضور مداوم کارشناسان بهداشت حرفه‌ای در محیط‌های مختلف معدنی، به منظور انجام وظایف خود خطراتی همچون تصادف با ماشین‌آلات سنگین را به همراه دارد. تجهیزات سنگینی مانند کامیون‌ها، بولدوزرها و ماشین‌های حفاری، به‌ویژه در فضاهای محدود با دید کم، احتمال برخورد و تصادف را افزایش می‌دهند (۶, ۷). در عکس شماره ۲، کارشناس بهداشت حرفه‌ای در حال انجام اندازه‌گیری‌های دقیق عوامل زیان‌آور در یک مجموعه معدنی دیده می‌شود. این تصویر به

وضوح نشان‌دهنده حضور انواع خطرات و ریسک‌های محیطی است که این کارشناس با آنها مواجه است.



عکس شماره ۲. کارشناس بهداشت حرفه‌ای در حال انجام اندازه‌گیری عوامل زیان آور

•سقوط از ارتفاع:

حضور کارشناسان بهداشت حرفه‌ای در معادن و انجام بازدیدهای دوره‌ای در ارتفاعات، ارزیابی‌های پیش از اندازه‌گیری های عوامل زیان آور و هنگام اندازه‌گیری ها به دلیل خطرات مرتبط با سقوط از ارتفاع، می‌تواند به وقوع حوادث جدی و حتی مرگ منجر شود. این خطرات به ویژه در شرایطی که نقاط دسترسی دشوار باشد و یا از تجهیزات ایمنی مناسب استفاده نشود، افزایش می‌یابند (۸).

خطرات بیولوژیکی:

•باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، حشرات و حیوانات موذی: در معادن زیرزمینی و محل‌های تجمع آب یا پس آب به دلیل شرایط مرطوب و دمای بالای محیط می‌توانند منجر به حضور عوامل مختلفی از جمله میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها) شود. این محیط‌ها می‌توانند شرایط مناسبی برای رشد این عوامل فراهم کنند، که تهدیدی برای سلامت کارکنان محسوب می‌شود. همچنین، وجود حشرات و حیوانات موذی در معادن می‌تواند به گسترش بیماری‌ها منجر شود.

خطرات ناشی از انفجار و ریزش:

•گازهای قابل اشتعال:

گازهای قابل اشتعال مانند متان در معادن زیرزمینی می‌توانند خطرات جدی انفجار را به همراه داشته باشند. تجمع این گازها به ویژه در فرآیندهای استخراج و فعالیت‌های معدنی بسیار خطرناک است و باید با دقت کنترل شود (۹, ۱۰).

•ریزش سقف و دیواره‌ها:

ریزش سقف و دیواره‌ها به دلیل ناپایداری ساختارهای زیرزمینی، از دیگر مخاطرات جدی این محیط‌ها محسوب می‌شود که می‌تواند به آسیب‌های جانی منجر شود (۹, ۱۰).

در عکس شماره ۳، پله‌های یک معدن روباز به همراه ماشین‌آلات سنگین و ارتفاع چشمگیر آن به وضوح دیده می‌شوند. این تصویر بازتاب‌دهنده محیط کار خطرناک این معادن است، به‌ویژه خطرات مرتبط با تصادفات حین بازدید که ناشی از حجم وسیع ماشین‌آلات و سطوح شیب‌دار و مرتفع است. حضور تجهیزات بزرگ در کنار مسیرهابی پیچیده، خطرات را می‌تواند دو چندان کند.

عکس شماره ۳. پله‌های یک معدن روباز و ماشین‌آلات معدنی

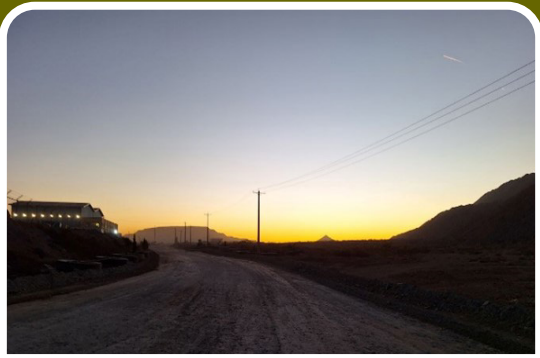
چالش‌های روانی:

•انزوای اجتماعی، فشارهای روانی، استرس و اضطراب:

شرایط کاری سخت، محیط‌های دورافتاده، ساعات کاری طولانی و احتمال رخداد حوادث بزرگ مانند آنچه در فروردین ۱۳۸۸ در زرند کرمان با ۱۱ کشته، اردیبهشت ۹۶ معدن یورت با ۴۳ کشته و مهر ۱۴۰۳ معدن طبس با ۵۲ کشته رخ داد، می‌توانند منجر به فشارهای روانی، استرس و اختلالات روانی در بین کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی شوند.

مطالعات نشان داده‌اند که نرخ بالایی از افسردگی و اضطراب در میان کارکنانی که در مناطق دورافتاده مانند معادن به کار مشغول‌اند، به ویژه در سیستم‌های شیفتی طولانی‌مدت (FIFO)، مشاهده می‌شود. این افراد به دلیل جدا بودن از خانواده و جامعه و عدم تعادل بین کار و زندگی، با استرس‌های بیشتری مواجه هستند و احتمال ابتلا به مشکلات روانی از قبیل احساس افسردگی و اضطراب در آن‌ها بیشتر از سایر گروه‌ها است (۱۱, ۱۲).

در عکس شماره ۴، میتوان حس سکوت، غربت و تنهایی عمیقی در محیط معدنی را حس کرد. این تصویر تداعی‌کننده



عکس شماره ٤. منظره ای از محیط معدن

فضایی خالی از جنب‌وجوش شهری و پر از معادن است. در محیط های معدنی علی رغم تردد فراوان ماشین آلات اینگونه محیط ها بسیار زیاد وجود دارد. حضور در چنین شرایطی می‌تواند فشار روانی و جسمی شدیدی بر کارکنان معدن، به‌ویژه آن‌هایی که مسئولیت حفظ جان و مال افراد را بر عهده دارند، و به عنوان کارشناسان بهداشت حرفه ای و ایمنی فعالیت می کنند، ایجاد کند.

مخاطرات ارگونومیک:

•اختلالات اسکلتی عضلانی:

نشستن طولانی‌مدت پشت سیستم برای انجام کارهای اداری مانند تکمیل پرونده‌های طب کار و تهیه و تکمیل گزارشات و نوشتن ماتریس لوازم حفاظت فردی و اهداف و برنامه ها می‌تواند در درازمدت باعث ایجاد اختلالات اسکلتی-عضلانی در کارشناسان بهداشت حرفه‌ای شود. مطالعات نشان داده‌اند که این اختلالات، به‌ویژه در افرادی که زمان زیادی را در وضعیت‌های نشسته و غیرفعال می‌گذرانند، با علائمی همچون دردهای عضلانی، سفتی مفاصل، و ناراحتی‌های عمومی در اندام‌های فوقانی و پایین‌تنه همراه است. علائم می‌تواند از دردهای خفیف در مراحل اولیه تا ناتوانی‌های حرکتی شدید در مراحل پیشرفته تشدید شود (۱۳).

چالش‌های مرتبط با آموزش و آگاهی‌رسانی:

•سطح سواد پایین برخی از کارگران:

•در برخی موارد، سطح سواد کارگران پایین است و این موضوع، انتقال مفاهیم ایمنی و بهداشت را با مشکل مواجه می‌کند.

•قومیت‌های مختلف: در برخی معادن، کارگران از قومیت های مختلف حضور دارند و این موضوع، مشکلاتی را در بحث آموزش و انتقال مفاهیم ایجاد می‌کند.

•تغییر نگرش کارگران:

تغییر نگرش کارگران نسبت به اهمیت ایمنی و بهداشت، نیازمند تلاش مستمر و برنامه‌ریزی دقیق است (۱۴).

چالش‌های مرتبط با همکاری با سایر بخش‌ها:

چالش‌های همکاری کارشناسان بهداشت حرفه‌ای با دیگر بخش‌ها در معادن، از جمله مهندسین معدن و مدیریت، بسیار مهم است. همکاری با مهندسین معدن در مورد اجرای اقدامات کنترلی و قانع کردن آن‌ها نسبت به اهمیت بهداشت و ایمنی به دلیل نگرانی‌های متفاوت در اولویت‌های کاری، یکی از چالش‌های اصلی است. علاوه بر این، حمایت مدیریت برای اجرای برنامه‌های ایمنی و بهداشت اغلب نیازمند جلب توجه و اثبات کارآمدی این برنامه‌ها در بهبود بهره‌وری و کاهش حوادث است. این مسائل اغلب از کمبود ارتباطات موثر و عدم هم‌راستایی در اهداف بخش‌های مختلف ناشی می‌شود (۱۵).

جمع بندی:

با توجه به ماهیت شغل کارشناسان بهداشت حرفه‌ای در معادن، آنها با طیف گسترده‌ای از خطرات و چالش‌ها روبرو هستند. این خطرات شامل مواجهه با مواد خطرناک مانند گرد و غبار و مواد شیمیایی، خطرات فیزیکی مثل سقوط از ارتفاع و سر و صدا، و مخاطرات بیولوژیکی و ارگونومیک می‌شوند. همچنین، عوامل روانی مانند استرس و انزوای اجتماعی به دلیل شرایط کاری دشوار و محیط‌های دورافتاده، سلامت روانی آنها را تهدید می‌کند.

برای کاهش خطرات و بهبود شرایط کاری کارشناسان بهداشت حرفه‌ای در معادن، استفاده منظم از تجهیزات حفاظت فردی، مدرن و با کیفیت ضروری است. همچنین، ترویج فرهنگ ایمنی از طریق ارائه آموزش‌های جامع به کارکنان و کارفرمایان، و اجرای برنامه‌های حمایتی روانی برای کاهش، بار کاری، استرس و انزوای اجتماعی این گروه بسیار مؤثر خواهد بود. بهبود همکاری با بخش‌های مختلف و مدیریت می‌تواند اجرای مؤثر وظایف کارشناسان را تضمین کند و این موضوع میتواند نقش مهمی در کاهش حوادث، در نتیجه کاهش استرس شغلی و افزایش رضایت شغلی آنها داشته باشد.

منابع

۱.Donoghue AM. Occupational health hazards in mining: an overview. Occupational medicine. ۹-۲۸۳:(۵)۵٤;۲۰۰٤.
۲.Nasirzadeh F, Soltanmohammadlou N, Sadeghi S, Khosravi A, editors. Occupational health-related risk factors in mining industry. AIP Conference Proceedings; ۲۰۲۱: AIP Publishing.
۳.Poinen-Rughooputh S, Rughooputh MS, Guo Y, Rong Y, Chen W. Occupational exposure to silica dust and risk of lung cancer: an updated meta-analysis of epidemiological studies. BMC public health. ۱۷-۱٦:۱;۲۰۱٦.
٤.Madureira E, Aboelezz A, Su W-C, Roghanchi P. From dust to disease: A review of respirable coal mine dust lung deposition and advances in cfd modeling. Minerals. ۱۳۱۱:(۱۰)۱۳;۲۰۲۳.
٥.Singh K, Oates C, Plant J, Voulvoulis N. Undisclosed chemicals—implications for risk assessment: a case study from the mining industry. Environment international. ۱٥-٦۸:۱;۲۰۱٤.
٦.Duarte J, Marques AT, Santos Baptista J. Occupational accidents related to heavy machinery: a systematic review. Safety. ۲۱:(۱)۷;۲۰۲۱.
۷.Souza J, Castelo Branco J, Baptista JS. Work Accidents Related to Heavy Equipment in the Open Pit Extractive Industry: A Systematic Review. Occupational and Environmental Safety and Health V. ۹۱-۲۰۲۳:۷۸۳.
۸.Rey-Merchán MdC, Gómez-de-Gabriel JM, López-Arquillos A, Choi SD. Analysis of falls from height variables in occupational accidents. International journal of environmental research and public health. ۱۳٤۱۷:(۲٤)۱۸;۲۰۲۱.
۹.Cheng J, Cheng J. Importance and Characteristics of Underground Mine Gas Explosions. Explosions in Underground Coal Mines: Risk Assessment and Control. ۱۳-۲۰۱۸:۱.
۱۰.Duda A, Valverde GF. Environmental and safety risks related to methane emissions in underground coal mine closure processes. Energies. ٦۳۱۲:(۲۳)۱۳;۲۰۲۰.
۱۱.Amoadu M, Ansah EW, Sarfo JO. Influence of psychosocial safety climate on occupational health and safety: a scoping review. BMC public health. ۱۳٤٤:(۱)۲۳;۲۰۲۳.
۱۲.Bowers J, Lo J, Miller P, Mawren D, Jones B. Psychological distress in remote mining and construction workers in Australia. Medical Journal of Australia. ۷-۳۹۱:(۹)۲۰۸;۲۰۱۸.
۱۳.Moreira S, Criado MB, Santos PC, Ferreira MS, Gonçalves C, Machado J, editors. Occupational health: physical activity, musculoskeletal symptoms and quality of life in computer workers: a narrative review. Healthcare; ۲۰۲۲: MDPI.
۱٤.Singleton K, Krause E. Understanding cultural and linguistic barriers to health literacy. The Online Journal of Issues in Nursing. ۳)۱٤;۲۰۰۹).
۱٥.Zhou L-j, Cao Q-g, Yu K, Wang L-l, Wang H-b. Research on occupational safety, health management and risk control technology in coal mines. International journal of environmental research and public health. ۸٦۸:(٥)۱٥;۲۰۱۸.

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

شناختی بر دسته بندی مدل های تجزیه و تحلیل حوادث

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
فاطمه اکبرزاده میاندوآب
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قم

از زمان انقلاب صنعتی در قرن هجدهم، حوادث ناشی از سهل انگاری، نقص فنی و حوادث در کارخانه های بزرگ تقریباً در همه جای دنیا رخ داده و جان میلیون‌ها نفر را به خطر انداخته است. حوادث شغلی ممکن است برای هر فردی در محیط کار او ایجاد شود. اما میزان حوادث شغلی در محیط‌های گوناگون، متفاوت است. رویداد یا پیامدی که در هنگام انجام یک کار رخ می‌دهد، حوادث شغلی نامیده می‌شود و می‌تواند باعث صدمات غیر مرگبار و یا حتی کشنده باشد.

رعایت ایمنی می‌تواند تا حد زیادی حوادث شغلی را کاهش دهد و از بروز آن پیشگیری کند. به طور کلی کارگران در محیط‌های صنعتی با وجود ماشین‌آلات و ابزار فراوان در معرض حوادث شغلی مختلف قرار دارند. همچنین احتمال مخاطرات و حوادث در این گونه محیط‌ها با توسعه تکنولوژی و افزایش کاربرد ماشین در امر تولید نیز افزایش پیدا می‌کند. بروز هر حادثه حتی در مقیاس کوچک، زیان هایی در بردارد که به دو گروه زیان های مستقیم و زیان های غیر مستقیم طبقه بندی می‌شوند.

زیان های غیرمستقیم :

این زیان ها قابل لمس نبوده و برآورد آنها مشکل می‌باشد، مانند:

- اتلاف وقت در کارکرد صنعت و تولید
- آموزش نیروی کار جدید و جایگزینی با کارگر آسیب دیده
- اتلاف وقت به علت تجزیه و تحلیل حادثه بوسیله بازرس
- اتلاف وقت به دلیل امداد و کمک رسانی به افراد آسیب دیده
- از بین رفتن شهرت و اعتبار سازمان
- ترس دیگر کارکنان و پرسنل از رخداد دوباره و عدم اعتماد به محیط کار و سازمان

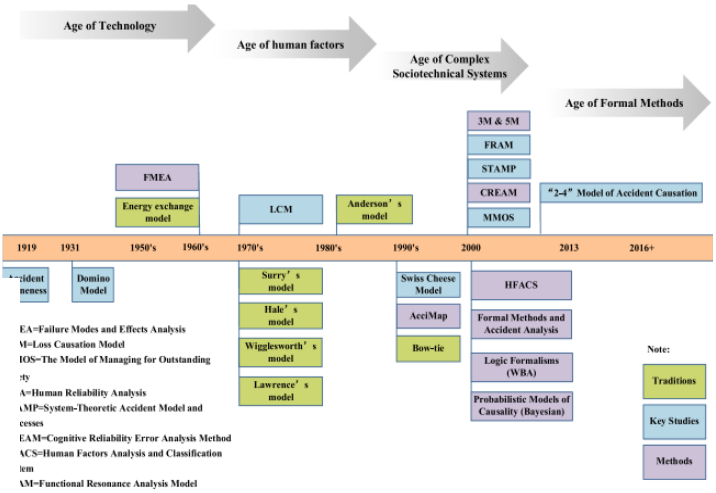
زیان های مستقیم :

این زیان های قابل برآورد و محاسبه هستند و اغلب زیان های مالی را شامل می‌شوند مانند:

- خسارت مالی ناشی از وقفه کار به علت حادثه
- هزینه های انتقال مصدومین و خدمات درمانی
- پرداخت غرامت از کار افتادگی موقت، دائم و مرگ
- هزینه های از بین رفتن محیط، خط کاری و تجهیزات
- هزینه تعمیرات و بازگردانی به شرایط قبل از وقوع حادثه

جهت پیشگیری از رخداد دوباره حوادث در یک صنعت، لازم است که علل اصلی و ریشه ای این حوادث شناسایی گردد و نقص‌های موجود برطرف شود و به نوعی درس آموزی از حوادث گذشته ایجاد گردد. این امر میسر نمی‌شود جز با تجزیه و تحلیل حوادث. مدل‌های تجزیه و تحلیل علل حادثه عمدتاً به دو سؤال زیر پاسخ می‌دهند: ۱_چرا حوادث رخ می‌دهد ؟ و ۲_ چگونه رخ می دهد؟ هدف اصلی این تجزیه و تحلیل پیشگیری از وقوع دوباره حوادث در صنایع می‌باشد (۱).

مدل های تجزیه و تحلیل علل حوادث اولین بار در سال ۱۹۱۹ ارائه شدند و اولین مدل، Accident proneness model بود. این مدل ها در طول ۱۰۰ سال گذشته توسعه یافته و تکامل پیدا کرده اند(شکل ۱) (۲).



شکل ۱: توسعه مدل های تجزیه و تحلیل حادثه در طی زمان

Qureshi (۲۰۰۷) طبقه بندی نسبتاً جامعی را برای دسته بندی این مدل ها پیشنهاد می کند. این دسته بندی مدل ها را به دو دسته سنتی و مدرن تقسیم می‌کند. مدل های سنتی به دو دسته مدل های Sequential و Epidemiological دسته بندی می‌شود. در حالی که، مدل های مدرن به مدل های Systematic و Formal طبقه بندی می‌شوند. در ادامه مدل های تجزیه و تحلیل حادثه به مدل های خطی و غیر خطی تقسیم می‌شوند(شکل ۲). مدل های خطی مراتب مختلف

علت تصادف را بررسی می‌کنند (مانند علل مستقیم، علل غیرمستقیم، علل ریشه ای) و زنجیره ای از علل را با توجه به دنباله منطقی تشکیل می دهند (۲).

۱.علل فوری:

این دسته از علل در اغلب مدل ها بیان شده که شامل اعمال ناایمن و شرایط ناایمن می‌شود.

۲.علل مستقیم:

این دسته از علل ۵ شرط مختلف را ذکر می‌کند که شامل: دانش ایمنی/ آگاهی ایمنی/ عادت های ایمن/ حالت فیزیکی/ حالت روانی و در کل توانایی های ایمنی فرد می‌شود.

۳.علل رادیکال یا غیر مستقیم: وجود نقص در سیستم مدیریت ایمنی

سیستم مدیریت ایمنی مسئولیت ایمنی کل سازمان را بر عهده دارد، هنگامی که سیستم مدیریت ایمنی معیوب و دارای نقص باشد، اغلب خطرات پنهان را در سازمان ایجاد می‌کند.

۴.علل ریشه ای :

در این سطح، نواقص مرتبط با فرهنگ ایمنی در سازمان، بررسی می‌شوند. فرهنگ ایمنی یک فرهنگ سازمانی است که از مدیریت سازمان به سطوح دیگر سرایت می‌کند و به تدریج با تاثیر بر کارکنان در کاهش رفتارهای ناایمن تاثیر می‌گذارد و در نتیجه دستیابی به هدف اصلی که پیشگیری از حوادث است میسر می‌شود (۱).

مدل‌های غیرخطی: معمولاً بر تحلیل یک یا چند فاکتور اصلی تمرکز دارند. مدل های غیر خطی به چهار دسته طبقه بندی می‌شوند: "مدل های حادثه مبتنی بر انسان، آمار، انرژی و سیستم" (۲).

۱.مدل های مبتنی بر انسان: این مدل ها عمدتاً به عوامل انسانی حادثه مربوط می‌شوند.

۲. مدل های مبتنی بر آمار: این مدل ها از آمار حوادث برای مطالعه رابطه بین تعداد و شدت حوادث استفاده می‌کند.

۳. مدل های مبتنی بر انرژی: این مدل ها انتشار و انتقال انرژی را به عنوان علت اصلی حادثه در نظر می‌گیرند.

۴.مدل های مبتنی بر سیستم: این مدل ها در سال های گذشته توسعه یافته اند؛ چنین مدل هایی متداول ترین مدل های مورد استفاده در سال های اخیر می‌باشند (۱).

در طی سالیان گذشته، مدل های تحلیل حوادث بر روی فاکتورهای انسانی تمرکز کردند (۲)، زیرا طبق مطالعات گذشته، حوادث صنعتی و حوادث ناشی از کار بطور مستقیم و یا غیر مستقیم به علت خطای انسانی ایجاد می‌شوند. رفتارهای انسانی بطور کامل قابل پیش بینی نمی‌باشد و تحت تاثیر فاکتورهای بسیاری قرار دارد که باعث ایجاد اعمال ناایمن و شرایط ناایمن می‌شوند. اعمال ناایمن ناشی از عدم شناسایی و ارزیابی موقعیت های خطرناک می‌باشد (۳). پنج علت اصلی اینکه چرا بعد از توسعه مدل های بسیار هنوز حوادث رخ می‌دهند اینگونه شرح داده شده است:

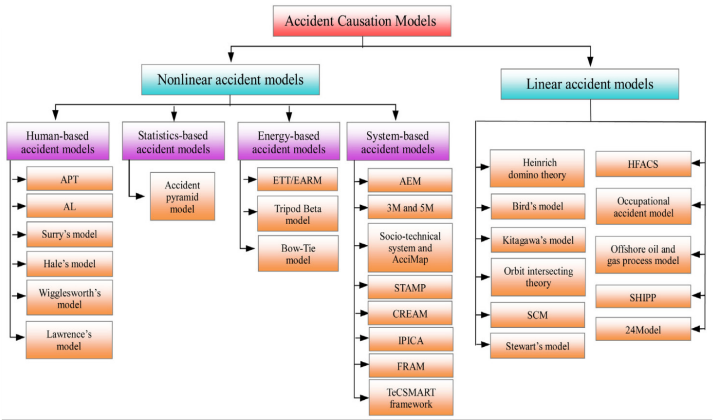
۱.عدم دانش ایمنی

۲.عدم توجه پرسنل به میزان اهمیت اعمال ناایمن

۳.عادات ناایمن پرسنل

۴.ناتوانی‌های فیزیکی

۵.ناتوانی‌های روحی و روانی (۳).



شکل شماره ۲: طبقه بندی انواع مدل های تجزیه و تحلیل حادثه

منابع

۱. Fu G, Xie X, Jia Q, Li Z, Chen P, Ge Y. The development history of accident causation models in the past ۱۰۰ years: ۲٤Model, a more modern accident causation model. Process Safety and Environmental Protection. ۲۰۲۰;۱۳٤:٤۷-۸۲.

۲. Wu Y, Fu G, Wu Z, Wang Y, Xie X, Han M, et al. A popular systemic accident model in China: theory and applications of ۲٤Model. Safety science. ۲۰۲۳;۱۵۹:۱۰٦۰۱۳.

۳. Fu G, Chen P, Zhao Z, Li R. Safety is about doing the right thing. Process safety progress. ۲۰۱۹;۳۸(٤): e۱۲۰٤٤.

ایمنی لیفتراک ها

دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
امیر حسین عباسپور
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

مقدمه

لیفتراک‌ها از جمله تجهیزات ضروری در صنایع مختلف که دارای یک دکل، شاخک و ملحقات دیگر هستند که نقش مهمی در جابجایی و انبارنمودن بارها و کالاها ایفا می‌کنند. با این حال، استفاده نادرست از این وسایل می‌تواند منجر به حوادث جدی و حتی مرگبار برای رانندگان و عابران پیاده شود (۱و۶).

OSHA تخمین می زند که سالانه ۱۱۰۰۰۰ تصادف رخ می دهد و طبق آمار سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (OSHA)، سالانه حدود ۸۵ مورد مرگ و ۳۴,۹۰۰ مورد آسیب جدی مرتبط با حوادث لیفتراک رخ می‌دهد. این آمار نشان‌دهنده اهمیت حیاتی رعایت اصول ایمنی در استفاده از لیفتراک است (۱).

ایمنی لیفتراک تنها به معنای جلوگیری از حوادث نیست، بلکه شامل ایجاد یک محیط کاری امن، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های ناشی از خسارات و توقف کار نیز می‌شود. در این جا، ما به بررسی جامع جنبه‌های مختلف ایمنی لیفتراک، از جمله انواع لیفتراک، خطرات رایج، اصول ایمنی، تجهیزات ضروری و قوانین مربوطه خواهیم پرداخت (۲).

انواع لیفتراک

لیفتراک‌ها در انواع مختلفی وجود دارند که هر کدام برای کاربردهای خاصی طراحی شده‌اند. برخی از انواع رایج لیفتراک عبارتند از:

۱. **لیفتراک‌های برقی:** این نوع لیفتراک‌ها برای استفاده در فضاهای داخلی مناسب هستند، زیرا آلودگی هوا تولید نمی‌کنند و سر و صدای کمتری دارند (۴و۵).

۲. **لیفتراک‌های دیزلی:** این لیفتراک‌ها قدرت بیشتری دارند و معمولاً برای کارهای سنگین در فضاهای باز استفاده می‌شوند (۴و۵).

۳. **لیفتراک‌های گازی:** این نوع لیفتراک‌ها می‌توانند هم در فضاهای داخلی و هم خارجی استفاده شوند و انعطاف‌پذیری بیشتری دارند (۴و۵).

۴. **لیفتراک‌های ریچ تراک:** این لیفتراک‌ها دارای دکل‌های بلندتر هستند و برای کار در راهروهای باریک انبارها طراحی شده‌اند (۴).

۵. **لیفتراک‌های چنگک‌دار:** این نوع لیفتراک‌ها برای حمل بارهای خاص مانند رول‌های کاغذ یا فلز استفاده می‌شوند (۴).

شکل شماره ۱- لیفتراک

هر نوع لیفتراک دارای ویژگی‌های خاص خود است و انتخاب نوع مناسب بستگی به نوع کار، محیط و نوع بار دارد. استفاده از نوع مناسب لیفتراک نه تنها باعث افزایش کارایی می‌شود، بلکه ایمنی را نیز افزایش می‌دهد.

برخی از اجزاء لیفتراک را می‌توانید در شکل شماره ۲ مشاهده کنید:

شکل شماره ۲- برخی اجزاء لیفتراک

خطرات رایج در استفاده از لیفتراک

علی‌رغم مزایای فراوان لیفتراک‌ها، استفاده از آن‌ها با خطرات متعددی همراه است. شناخت این خطرات اولین قدم در جهت پیشگیری از حوادث است:

۱. **واژگونی:** این یکی از شایع‌ترین و خطرناک‌ترین حوادث لیفتراک است. واژگونی می‌تواند به دلیل بارگیری نامناسب، سرعت زیاد در پیچ‌ها یا حرکت روی سطوح ناهموار رخ دهد

(۵و۶).

۲. برخورد با افراد یا اشیاء: به دلیل محدودیت دید راننده، خصوصاً هنگام حمل بارهای بزرگ، احتمال برخورد با کارگران پیاده یا سایر وسایل وجود دارد (۵و۶).

۳. سقوط بار: بارگیری نادرست یا استفاده از تجهیزات معیوب می‌تواند منجر به سقوط بار شود که خطر جدی برای کارگران و تجهیزات محسوب می‌شود (۵و۶).

۴. مشکلات ارگونومیکی: استفاده طولانی مدت از لیفتراک می‌تواند باعث مشکلات جسمی مانند کمردرد، گردن درد و آسیب‌های ناشی از حرکات تکراری شود (۵و۶).

۵. مسمومیت با مونوکسید کربن: در مورد لیفتراک‌های با سوخت فسیلی که در فضاهای بسته استفاده می‌شوند، خطر مسمومیت با مونوکسید کربن وجود دارد (۵).

اصول ایمنی کار با لیفتراک

رعایت اصول ایمنی در کار با لیفتراک می‌تواند به طور قابل توجهی خطر حوادث را کاهش دهد. برخی از مهم‌ترین اصول عبارتند از:

۱. آموزش صحیح اپراتورها: تمام اپراتورهای لیفتراک باید آموزش‌های لازم را دیده و گواهینامه معتبر داشته باشند. این آموزش‌ها باید شامل نحوه کار با لیفتراک، قوانین ایمنی و نحوه واکنش در شرایط اضطراری باشد (۳و۶).

۲. بازرسی روزانه لیفتراک: قبل از شروع هر شیفت کاری، اپراتور باید یک بازرسی کامل از لیفتراک انجام دهد. این بازرسی شامل چک کردن سطح روغن، فشار تایرها، عملکرد ترمزها و سیستم هیدرولیک می‌شود (۳و۶).

۳. رعایت حد مجاز بار: هر لیفتراک دارای ظرفیت بار مشخصی است که باید رعایت شود. بارگیری بیش از حد می‌تواند منجر به واژگونی یا از دست دادن کنترل لیفتراک شود (۳و۶).

۴. سرعت مجاز و نحوه صحیح حرکت: اپراتورها باید همیشه با سرعت مجاز حرکت کنند و در پیچ‌ها سرعت خود را کاهش دهند. همچنین، حرکت با بار پایین و دکل عقب، ایمن‌تر است (۳).

۵. استفاده از تجهیزات ایمنی: استفاده از کمربند ایمنی، کفش ایمنی و سایر تجهیزات حفاظت فردی ضروری است (۳و۶).

شکل شماره۳- لیفتراک

۶. توجه به محیط اطراف: اپراتورها باید همیشه مراقب عابران پیاده و موانع باشند و از آینه‌ها برای دید بهتر استفاده کنند (۳).

۷. پارک ایمن: هنگام ترک لیفتراک، اپراتور باید دکل را پایین آورده، ترمز دستی را بکشد و سوئیچ را خارج کند (۳).

تجهیزات ایمنی ضروری

لیفتراک‌های مدرن مجهز به تجهیزات ایمنی متعددی هستند که برای محافظت از اپراتور و محیط کار طراحی شده‌اند. برخی از مهم‌ترین این تجهیزات عبارتند از:

۱. کمربند ایمنی: این وسیله ساده اما حیاتی، در صورت واژگونی لیفتراک، از پرتاب شدن اپراتور جلوگیری می‌کند (۵و۶).

۲. چراغ‌های هشدار: چراغ‌های چشمک‌زن یا نور ثابت که به دیگران هشدار می‌دهد لیفتراک در حال نزدیک شدن است (۵و۶).

۳. بوق و آژیر هشدار دنده عقب: این سیستم‌ها به افراد اطراف هشدار می‌دهند که لیفتراک در حال حرکت به عقب است (۵و۶).

۴. محافظ بالای سر اپراتور: این ساختار محکم از اپراتور در برابر سقوط اجسام محافظت می‌کند (۵و۶).

۵. سیستم تشخیص حضور اپراتور: این سیستم از حرکت لیفتراک در صورت عدم حضور اپراتور در صندلی جلوگیری می‌کند (۵).

۶. سیستم محدودکننده سرعت: این سیستم سرعت لیفتراک را در محدوده ایمن نگه می‌دارد (۵).

۷. آینه‌های محدب: این آینه‌ها دید بهتری از محیط اطراف به اپراتور می‌دهند (۵و۶).

۸. سیستم ضد لغزش: این سیستم از لغزش چرخ‌ها در سطوح لغزنده جلوگیری می‌کند (۵).

استفاده صحیح از این تجهیزات و نگهداری منظم آن‌ها نقش مهمی در پیشگیری از حوادث دارد. همچنین، آموزش اپراتورها در مورد نحوه استفاده و اهمیت این تجهیزات ضروری است.

قوانین و استانداردهای ایمنی

رعایت قوانین و استانداردهای ایمنی در استفاده از لیفتراک نه تنها یک الزام قانونی است، بلکه برای حفظ سلامت کارگران و

جلوگیری از خسارات مالی ضروری است. برخی از مهم‌ترین استانداردها و قوانین عبارتند از:

۱. **استاندارد** OSHA ۱۹۱۰/۱۷۸ : این استاندارد الزامات ایمنی برای لیفتراک‌های صنعتی موتوری را تعیین می‌کند. این استاندارد شامل الزامات آموزشی، بازرسی و نگهداری است.

۲. **استاندارد** ANSI B۵۶/۱ : این استاندارد توسط انستیتوی ملی استاندارد آمریکا تدوین شده و شامل الزامات ایمنی برای طراحی، ساخت و استفاده از لیفتراک‌هاست.

۳. **استاندارد**ISO ۳۶۹۱ : این استاندارد بین‌المللی الزامات ایمنی و تأیید نوع برای لیفتراک‌ها را تعیین می‌کند.

۴. **قوانین ملی:** در ایران، قوانین و مقررات ایمنی و بهداشت کار توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی تدوین و اجرا می‌شود. این قوانین شامل دستورالعمل‌های ایمنی برای استفاده از ماشین‌آلات صنعتی از جمله لیفتراک‌ها می‌شود.

۵. **استاندارد** EN ۱۷۲۶ : این استاندارد اروپایی الزامات ایمنی برای لیفتراک‌های خودران و غیر خودران را تعیین می‌کند.

۶. **استاندارد** AS ۲۳۵۹ : این استاندارد استرالیایی الزامات ایمنی برای لیفتراک‌ها را مشخص می‌کند و شامل دستورالعمل‌هایی برای آموزش اپراتورها است.

رعایت این قوانین و استانداردها نه تنها از نظر قانونی الزامی است، بلکه می‌تواند به طور قابل توجهی خطر حوادث را کاهش داده و محیط کاری ایمن‌تری را ایجاد کند. کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که تمام اپراتورها با این قوانین آشنا هستند و آنها را رعایت می‌کنند. همچنین، بازرسی‌های منظم و آموزش‌های مداوم برای اطمینان از رعایت این استانداردها ضروری است.

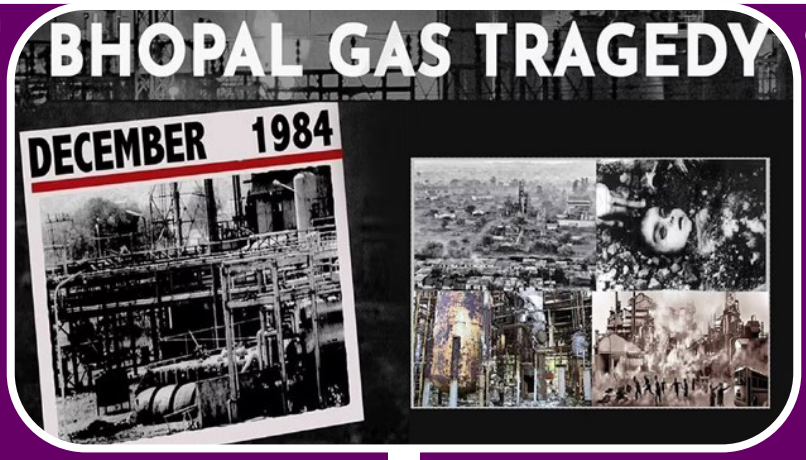
منابع

۱- R. Bostelman, «Towards improved forklift safety: white paper,» in Proceedings of the ۹th Workshop on Performance Metrics for Intelligent Systems, ۲۰۰۹, pp. ۳۰۲-۲۹۷.
۲- R. W. Braddee and J. W. Collins, «Preventing injuries and deaths of workers who operate or work near forklifts,» ۲۰۰۱.
۳- ANSI/ITSDF B۵۶,۱ (American National Standards Institute)
٤- EN ۱۷۲٦ (European Standards)
٥- ISO ۳٦۹۱ (International Organization for Standardization)
٦- آیین نامه ایمنی لیفتراک وزارت کار و امور اجتماعی

انتخاب تصویر: محمد مهدی احمدی

حادثه بوپال هند

دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
محمد مهدی احمدی
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران



یکی از فاجعه بارترین حوادث تاریخ صنعت حادثه بوپال هند بود که در تاریخ ۳ دسامبر ۱۹۸۴ در شرکت یونیون کارباید بوپال هند به وقوع پیوست و بعد از حادثه ی چرنوبیل، یکی از بزرگترین فجایع شیمیایی بود. اصلی ترین علت این حادثه تلخ مربوط به رهایش یک ماده سمی بنام متیل ایزوسیانات، از مخازن یک کارخانه حشره کش سازی در بوپال هند بود.

علت اصلی این حادثه:

علت فاجعه آلودگی یک مخزن ذخیره MIC توسط چندین تن آب و کلروفرم بود. یک واکنش فراری رخ داد و دما و فشار افزایش یافت. شیر کمکی بلند شد و بخار MIC به اتمسفر تخلیه شد.

تعمیر و نگهداری منظم به حدی خراب شده بود که حدود ساعت ۱۰:۴۵ شب دوم دسامبر، زمانی که یکی از کارکنان مشغول شستشوی لوله‌های خورده شده بود، چندین سوپاپ از کار افتادند و اجازه دادند آب آزادانه به بزرگترین مخزن MIC برود. ورود آب به مخزن تا اندکی پس از نیمه شب (۳ دسامبر ۱۹۸۴) ادامه یافت و به این طریق واکنش فرار حرارتی رخ داد. این باعث شد که درجه فشار مخزن ذخیره سازی MIC به طور ناگهانی به بالاتر از مقیاس برسد. اگرچه این امر توجه کارکنان را به مخزن جلب کرد، اما برای جلوگیری از فاجعه بسیار دیر شده بود. قرار گرفتن در معرض این آب به زودی به یک واکنش کنترل نشده منجر شد.

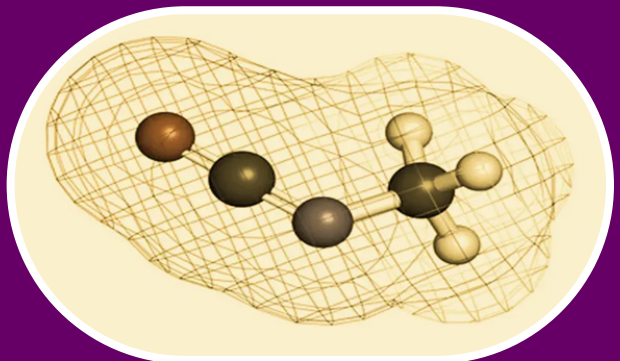
مدت کوتاهی پس از وقوع واکنش فرار، بخار MIC داغ از طریق سیستم تخلیه فشار خودکار مخزن به هدر دریچه تخلیه، تخلیه شد. اگرچه این امر از انفجار جلوگیری کرد، اما یک رهاسازی عمده بود که MIC، سیانید هیدروژن، مونو متیل آمین و سایر مواد شیمیایی به بیرون پرتاب شد و زمین را آلوده کرد.

کمی بعد مردم جان خود را از دست دادند...

هیچ یک از شش سیستم ایمنی طراحی شده برای جلوگیری از چنین نشتی عملیاتی کار نمیکرد و گاز در سراسر شهر بوپال پخش شد. سیستم‌های خنک سازی، فلر و اسکرابر گازهای خروجی، یک دستگاه ایمنی که برای خنثی‌سازی تخلیه‌های سمی از سیستم MIC طراحی شده بود، سه هفته پیش خاموش شده بود. علاوه بر این، دما و فشار بالا روی مخزن MIC در ابتدا نادیده گرفته شد زیرا ابزارها غیرقابل اعتماد بودند(۱،۲).

ویژگی‌های متیل ایزوسیانات:

- جزء ترکیبات آلی
- جرم مولی ۵۷.۱۵۱ Mol/g
- مایع
- بوی تند
- بسیار فرار
- بدون رنگ
- نقطه جوش ۳۹/۵°
- فشار بخار ۵۷.۷ پاسکال
- نقطه ذوب ° ۴۵-
- چگالی ۹۲۳ کیلوگرم بر متر مکعب
- انحلال پذیری بالا در آب



شکل ۱ - متیل ایزوسیانات

• نقطه اشتعال ۷°-

• بسرعت اشتعال پذیر و حد پایین اشتعالآن ۵.۳٪ و حد بالا اشتعال آن ۲۶٪ می‌باشد.

این ماده به شدت مورد توجه OSHA و سایر سازمانهایی است که در این زمینه فعالیت دارند و آن را در لیست مواد با خطرات بالا قرار دادند، چرا که علاوه بر خطر اشتعال پذیری، بصورت قابل توجهی واکنش پذیر نیز هست(۳).

این فاجعه چقدر وخیم بود؟

•۵۰۰۰۰۰ نفر در معرض گاز سمی در بوپال

• ۲۵۰۰۰ مرگ تا امروز

• در حال حاضر و بعد از گذشت ۴۰ سال، بیش از ۱۲۰۰۰۰ نفر درگیر بیماریهای حاصل از این حادثه قرار دارند. بیماریهایی مثل کوری، مشکلات تنفسی، اختلالات زنان، مواد ایجاد کننده سرطان و موادی که منجر به آسیب‌های مغزی و اختلالات تنفسی بودند، در آب یافت شدند (۳).

چرا این حادثه بعد از ۴۰ سال همچنان قربانی میگیرد؟

چون سایت هرگز به طور کامل و مناسب پاکسازی نشد و آلوده شدن ساکنین بوپال ادامه دارد در سال ۲۰۱۶، آزمایش آب زیرزمینی و آب چاه نشان داد که غلظت جیوه داخل آب دویست تا پنج میلیون برابر حد مجاز است یعنی مردم همچنان در معرض آلودگی وحشتناکی قرار دارند(۳).

نکات مورد توجه پس از بررسی این حادثه:

۱.بیش از هر حادثه دیگری در تاریخ صنایع شیمیایی، این حادثه نشان داد که چرا سیستم ایمنی در هنگام حمل و نقل مواد شیمیایی اهمیت دارد. این واقعه نیز نقطه عطفی برای شروع سیستم ایمنی فرآیند بود.

۲.از خطرات واکنش پذیری تمامی مواد در واحد خود آگاه باشید. بخش واکنش پذیری در برگه اطلاعات مواد (MSDS) را مطالعه کرده و از احتیاطات لازم مطلع باشید. سیستم های ایمنی مورد استفاده را شناسایی و با طرز کار آنها آشنا شوید.

۳.اگر ماده ای با آب واکنش پذیر است ۱) در هنگام شست و شوی تعمیراتی احتیاط نمائید ۲) به یاد داشته باشید هوای فشرده ممکن است دارای آب condense باشد. قبل از استفاده از هوای واحد، اطمینان حاصل کنید که عاری از آب باشد.

۴.با دستورالعمل ها و اقدامات اضطراری در هنگام افزایش ناگهانی فشار و یا دما در ظروف ذخیره مواد آشنا باشید، بخصوص اگر این مخازن محتوی مواد واکنش پذیر است.

۵.گروه های فنی و مدیریت را ترغیب کنید تا سناریوی بدترین شرایط اضطراری را برای تاسیسات در نظر گرفته و تمهیدات ایمنی لازم در نظر گیرند(۳).

درس های آموخته شده:

رویداد بوپال نشان داد که گسترش صنعتی شدن در کشورهای در حال توسعه بدون تکامل همزمان در مقررات ایمنی می‌تواند عواقب فاجعه باری به همراه داشته باشد(۴).

به طور خاص، پیشگیری باید شامل کاهش خطر در محل کارخانه و قوانین طراحی و ایمنی باشد(۵).

حرف آخر:

تراژدی بوپال همچنان به عنوان یک علامت هشداردهنده در نظر گرفته می‌شود که هم نادیده گرفته می‌شود و هم مورد توجه قرار می‌گیرد. فاجعه بوپال و پیامدهای آن هشداری بود که مسیر صنعتی‌سازی، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه و به ویژه هند، سرشار از خطرات انسانی، زیست‌محیطی و اقتصادی است. اقتصاد هند به سرعت در حال رشد است، اما این رشد با هزینه‌های قابل توجهی در زمینه سلامت محیط زیست و ایمنی عمومی همراه است، زیرا شرکت‌های بزرگ و کوچک در سرتاسر شبه قاره به آلودگی ادامه می‌دهند. برای بهبود سلامت عمومی در زمینه صنعتی‌سازی، باید اقدامات بیشتری انجام شود تا نشان دهد که درس‌های گرفته شده از مرگ‌های بی‌شماری که در بوپال رخ داد، واقعاً مورد توجه قرار گرفته است(۶). ما همیشه باید از بدترین سناریو ممکن و لایه‌های حفاظتی مورد نیاز در تاسیسات آگاهی داشته باشیم. حوادثی از این قبیل، تاکیدی است بر ضرورت گسترش فرهنگ ایمنی در صنایع بزرگ.

منابع

۱.ttps://hsenk.ir/
۲.Shrivastava P: Bhopal: Anatomy of a Crisis. Cambridge, MA , Ballinger Publishing; ۱۹۸۷:۱۸٤
۳.https://chemisan.ir/
٤.Accident Summary, Union Carbide India Ltd., Bhopal, India: December ۱۹۸٤ ,۳. In Hazardous Installations Directorate Health and Safety Executive; ۲۰۰٤.
٥.Bertazzi PA: Future prevention and handling of environmental accidents. Scand J Work Environ Health ٥٨٨-٥٨٠:(٦)٢٥ ,١٩٩٩.
٦.Broughton, E. (۲۰۰٥). The Bhopal disaster and its aftermath: a review. Environmental Health, ٤ ,٦-١.

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار با
همکاری دفتر توسعه آموزش (EDO) دانشکده بهداشت
دانشگاه علوم پزشکی ایران برگزار میکند:

وبینار آموزشی

آشنایی با شرح وظایف کارشناسان بهداشت حرفه ای در صنایع

مدرس:
جناب آقای مهندس سید حسین طباطبایی

سه شنبه ۲۰ شهریور۱۴۰۳
ساعت ۱۰ الی ۱۲
بصورت آنلاین در Skyroom

جهت ثبت نام
به سایت سامانه طبیب مراجعه نمایید

http://tabib.iums.ac.ir

همراه با اعطای گواهی
شرکت کنندگان در وبینار

سلسله کارگاه های انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار با
همکاری دفتر توسعه آموزش (EDO) دانشکده بهداشت
دانشگاه علوم پزشکی ایران برگزار میکند:

انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
دانشگاه علوم پزشکی ایران

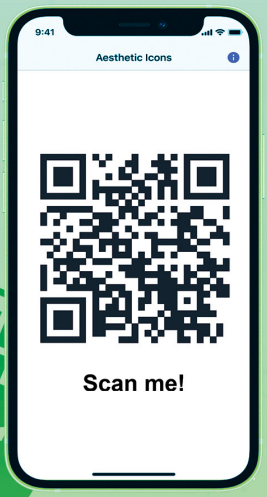
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران
EDO

کارگاه آموزشی

آشنایی با Excel
با تکیه بر فرمول نویسی

مدرس:
جناب آقای مهدی حیدری
(دانشجوی دکتری تخصصی سیاستگذاری سلامت)

یک شنبه ۲۰ آبان ۱۴۰۳
ساعت ۱۰ الی ۱۲
بصورت آنلاین در Skyroom



جهت ثبت نام
به سایت سامانه طبیب مراجعه نمایید

http://tabib.iums.ac.ir

همراه با اعطای گواهی
برای شرکت کنندگان درکارگاه

سلسله کارگاه های انجمن علمی دانشجویی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

معرفی کتاب(۱)

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
بهزاد سوری
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

عنوان کتاب: تهویه صنعتی

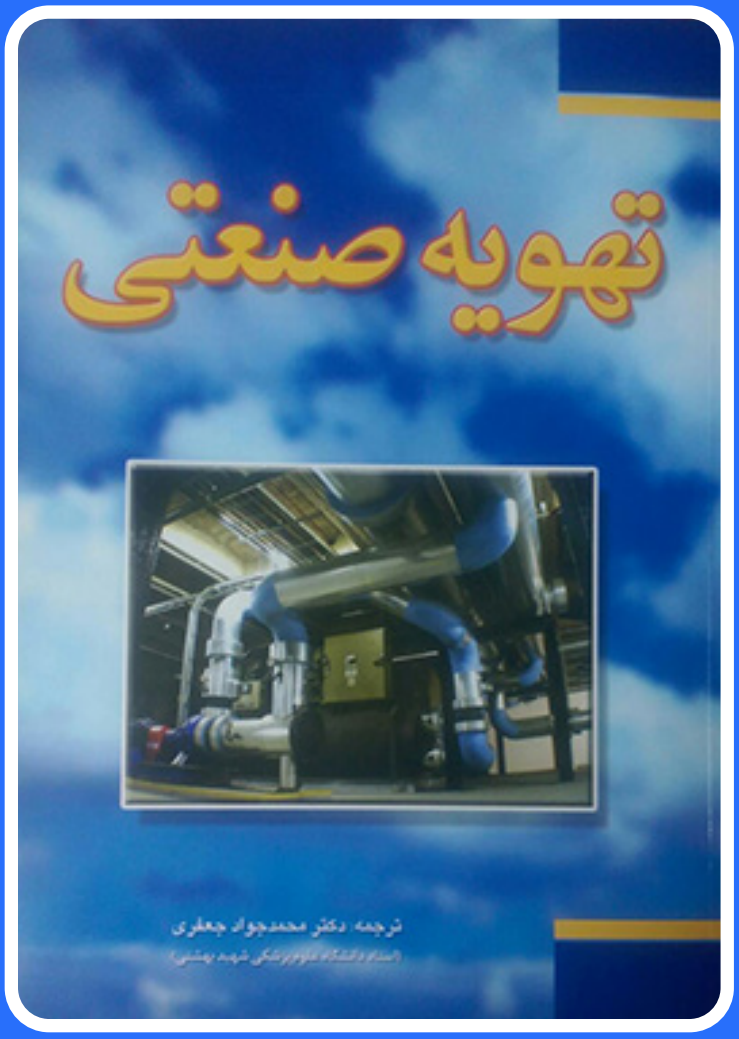
مترجم: محمدجواد جعفری (استاد دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)
مشخصات نشر: تهران، فدک ایساتیس، ۱۳۸۷.

این کتاب ترجمه ای است از چاپ بیست و دوم کتاب Industrial Ventilation، کمیته تهویه صنعتی انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) برای نخستین بار این کتاب را در سال ۱۹۵۱ به چاپ رساند. این کتاب در واقع نتیجه توصیه های عملی سالیان دراز اعضای کمیته تهویه صنعتی، همچنین نتایج حاصل از بررسی پژوهش‌ها، اطلاعات مربوط به طراحی، نگهداری و ارزیابی سیستم های تهویه مکنده می‌باشد.

در این کتاب سعی شده است تا روش منطقی طراحی و آزمون این سیستم‌ها بیان شود. این کتاب به طور گسترده‌ای به عنوان راهنمای طراحان تهویه صنعتی در موسسات رسمی و نیز بصورت مرجع معتبری برای دوره‌های دانشگاهی درس تهویه صنعتی پذیرفته شده است.

فهرست کلی مطالب در این کتاب عبارتند از:

- اصول عمومی تهویه
- تهویه صنعتی عمومی
- هودهای مکنده موضعی
- وسایل پاک کننده هوا
- مراحل طراحی سیستم‌های مکنده
- هواکش‌ها



معرفی کتاب(۲)

کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
ندا ملا مهدی زاده
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

عنوان کتاب: یادگیری ماشین در بهداشت و ایمنی شیمیایی: مبانی و کاربردها

مترجمان: حسین ابراهیمی، سیده ملیکا خارقانی مقدم، ندا ملا مهدی زاده

مشخصات نشر: تهران، فن‌آوران، ۱۴۰۲

معرفی کتاب: در دهه‌های اخیر، با پیشرفت سریع فناوری‌های دیجیتال و هوش مصنوعی، یادگیری ماشین به عنوان یکی از ابزارهای قدرتمند در حوزه بهداشت و ایمنی صنایع شیمیایی به تدریج توجه محققان و صنعتگران را به خود جلب کرده است. یادگیری ماشین به عنوان یک ابزار قدرتمند و نوآور در حوزه بهداشت و ایمنی صنایع شیمیایی، توانسته است رویکردهای جدیدی را برای شناسایی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با مواد شیمیایی ارائه دهد و در بهبود ایمنی، کاهش حوادث و بهره‌وری صنایع شیمیائی مؤثر باشد. با استفاده هوشمندانه از این فناوری، می‌توان اثربخشی و کارایی صنعت شیمی را بهبود بخشید و به محافظت از انسان و محیط زیست کمک کرد.

هدف این کتاب، امکان دستیابی متخصصین به دیدگاه کلی از یادگیری ماشین و کاربردهای آن در ایمنی و سلامت شیمیایی است. علاوه بر این، این کتاب به خوانندگان کمک می‌کند تا یادگیری ماشین را درک کنند و منابع مفید مرتبط، مانند ابزارهای یادگیری ماشین رایج و پایگاه‌های داده عمومی را شناسایی کنند. یکی از روندهای مهم در زمینه ایمنی و سلامت شیمیایی، استفاده روزافزون از یادگیری کم‌عمق و عمیق است. بسیاری از پژوهشگران با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین در فعالیت‌های حرفه‌ای خود، بهبودهای قابل توجهی در ایمنی و سلامت شیمیایی دست یافته‌اند.

این کتاب در ۱۰ فصل آماده شده است. در فصل اول مقدمات بیان شده و ابزارها و نرم افزارهای مهم ارائه شده اند. اصول و مبانی یادگیری ماشین در فصل دوم ارائه شده است. برای کاربردها و حوزه‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، این کتاب پیش بینی ویژگی‌های مهم و بارز اشتعال پذیری را با استفاده از مدل‌سازی رابطه کمّی ساختار- ویژگی (فصل ۳)، پیش‌بینی پیامد با استفاده از مدل‌سازی رابطه کمّی ویژگی- نتیجه (فصل ۴)، کاربرد یادگیری ماشین در ایمنی فرآیند و مدیریت یکپارچگی سرمایه (فصل ۵) و کاربرد یادگیری ماشین برای تشخیص و شناسایی خطای فرآیند (فصل۶) را توصیف می‌کند.

علاوه بر این، این کتاب روش‌های هوشمند کشف و شناسایی منابع انتشار شیمیایی (فصل ۷)، ارزیابی مواجهه محیطزیستی(فصل ۹) و پیش‌بینی کیفیت هوا با استفاده از یادگیری ماشین (فصل ۱۰) را شرح می‌دهد.

نقاشی

کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
انسیه سادات عالمشاه
فارغ التحصیل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی ایران

نقاش اثر: انسیه السادات عالمشاه

سبک هایپررئالیسم

تکنیک رنگ روغن

نام نقاشی: کلبه

یـا چیـزی بنویـس کـه ارزش خوانـدن داشـته باشـد یـا کاری انجام بده که ارزش نوشتن داشته باشد.

Benjamin Franklin