۱۳

اندازه‌گیری و سنجش عناصر سنگین و ترکیبات آلاینده در کفپوش‌های مورد استفاده در فضاهای ورزشی و زمین‌های بازی کودکان

محمد حسین‌پور[۱]
سید مصطفی طیبی ثانی[۲]
هومن بهمن‌پور[۳]

۱۰,۲۲۰۳٤/ssys.۲۰۲۳,۱۵۹۲,۲۱۰۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰

چکیده

هدف تحقیق، سنجش عناصر و ترکیبات سمی موجود در کفپوش‌های مورد استفاده در زمین‌های بازی کودکان و فضاهای ورزشی است. این تحقیق از نوع کاربردی و به روش آزمایشگاهی است. عناصر سنگین، منومر، هیدروکربن آزاد و ترکیبات فنولی اندازه‌گیری شدند. برای سنجش آلاینده‌ها از آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود و دستگاههای اسپکترومتر نشر اتمی پلاسما (ICP-OES) مدل Vista Pro و اسپکتروفتومتر اشعه مرئی و ماورائ‌بنفش مدل mini ۱۲۴۰ استفاده شد. آزمایشات سه مرتبه تکرار شدند. برای تعیین حد مجاز مواجهه، از شاخص متوسط وزنی –زمانی (OEL-TWA) استفاده شد. اکسید منیزیم با ۶۴۲۰ ppm بیشترین و پنتااکسید فسفر با ۶۰ ppm کمترین میزان ترکیبات را شامل شدند. بالاترین و کمترین میزان عنصر به ترتیب متعلق به فلز سنگین روی برابر ۱۱۰۸۰ ppm و زیرکونیوم با ۱/۵۰ ppm بود. نتایج نشان داد که اختلاف زیادی میان استاندارد و حد مجاز آلاینده‌ها با اعداد حاصل از آزمایشات وجود دارد. ۳ آلاینده آرسنیک، اورانیوم و کروم با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» در ساختار کفپوش تاتامی شناسایی شدند. سیلیس نیز به عنوان «آلاینده‌های مشکوک به سرطان‌زایی در انسان»، شناسایی شد. ۳ مورد (سرب، وانادیوم و مولیبدن) نیز به عنوان «سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان» شناسایی شدند و ۱۳ مورد بعنوان «غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی» سنجش شدند. برخی از عناصر و ترکیبات موجود در ساختار کفپوش‌های ورزشی، دارای رنجی بالاتر از استانداردها و حدود مجاز مواجهه هستند که این امر می‌تواند بر سلامت کاربران تاثیرگذار باشد و از سوی دیگر، امکان آسیب‌رسانی به محیط زیست را دارا است.

واژگان کلیدی: عناصر سنگین، ترکیبات آلاینده، کفپوش ورزشی، زمین بازی

[۱]– دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران
[۲]– استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران
Email: tayebisani@gmail.com
[۳]– استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران

مقدمه

انواع مختلف کفپوش‌های تولید شده از مواد گوناگون، در مکان‌ها و شرایط متفاوت استفاده‌های متنوعی دارند. یکی از انواع پرکاربرد کفپوش‌ها، کفپوش ورزشی می‌باشد که از آن‌ها به‌عنوان پوشش کف و دیواره‌ها در باشگاه‌ها یا سالن‌های تمرین و مسابقات استفاده می‌شود. برخی از انواع کفپوش‌های ورزشی در زمین‌های بازی کودکان و مهدکودک‌ها نیز قابل استفاده هستند. انواع کفپوش‌های ورزشی به شرح زیر می‌باشند (کلارکسون[۱]، ۲۰۱۶؛ اداره تفریحات و پارکها، ۲۰۱۲؛ اکوری[۲] و همکاران، ۲۰۱۸):

۱- چمن مصنوعی: چمن مصنوعی همواره جایگزینی بسیار مناسب و ارزان قیمت برای چمن طبیعی بوده است و در قیاس با چمن طبیعی مزایای زیادی دارد. از چمن مصنوعی ورزشی، برای تجهیز زمین گلف، هاکی روی چمن، زمین چمن فوتبال و سایر رشته‌های ورزشی استفاده می‌شود. از این‌رو، یکی از کفپوش‌های ورزشی‌های بسیار متداول به شمار می‌رود.

۲- کفپوش سالن ورزشی: به این کفپوش، کفپوش پی. وی. سی یا سالنی نیز گفته می‌شود. این کفپوش کاربردهای زیادی داشته و به همین علت استفاده از آن بسیار متداول است. از جمله مکان‌هایی که این کفپوش مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان به زمین بسکتبال، سالن بیلیارد، والیبال و فوتسال اشاره کرد. این کفپوش پوشش لاستیکی یا پی. وی. سی با سطح زیری از جنس فوم ای. وی. آ دارد و بسیار مستحکم بوده و برای ورزش مفید و مناسب می‌باشد.

۳- کفپوش تاتامی: تشک تاتامی حاصل از فوم نرم ای. وی. آ می‌باشد. این کفپوش به علت ویژگی‌های ایده‌آل و منحصر به فرد خود کاربرد زیادی در اکثر رشته‌های ورزشی دارد. تشک تاتامی در باشگاه‌های کاراته، جودو، تکواندو، کونگ‌فو، بدن‌سازی و دیگر رشته‌های ورزشی به کار برد. از ویژگی‌های این کفپوش می‌توان نصب آسان، قابلیت شستشو، وزن مناسب و قابلیت حمل را نام برد؛ همچنین ارزان بودن قیمت تاتامی، نرمی و ضربه‌گیری آن هم از دیگر ویژگی‌های مفید این کفپوش می‌باشد. کفپوش تاتامی در تکواندو شیاپچانگ نام دارد. همچنین نوع دیگر از کفپوش تاتامی به‌عنوان کفپوش مهدکودک و کفپوش اتاق بچه کاربرد دارد.

۴- کفپوش لاستیکی: ترکیبات این نوع از کفپوش شامل لاستیک و چسب‌های مخصوص می‌باشد. برخی به این کفپوش، کفپوش گرانول و کفپوش باشگان نیز می‌گونید. کفپوش لاستیکی بسیار محکم بوده و برای تحمل وزن وزنه و قرار گرفتن در زیر دستگاه بدن‌سازی و دستگاه‌های ورزشی مناسب و ایده‌آل می‌باشد.

۱- Clarkson
۲- Ekuri

ویژگی‌های این کفپوش ورزشی شامل رطوبت و ایستایی زیاد، مقاومت در برابر آفتاب و عدم جذب آب می‌باشد.

۵- مت یوگا: زیرانداز یوگا از فوم نرم شش میلی‌متری به دست می‌آید. مت یوگا پوشش‌دار مناسب کاربرد در پیلاتس، ایروبیک و یوگا می‌باشد. کفپوش ورزشی در رنگ‌های گوناگون از فوم نرم و بهداشتی تولید و به بازار عرضه می‌شود.

۶- کفپوش سالن چندمنظوره: کفپوش سالنی دارای دو نوع فوم‌دار و لاستیکی می‌باشد. این کفپوش گاهی به اسم کفپوش بیمارستانی نیز خطاب می‌شود. این کفپوش کاربرد زیادی در سالن‌های ورزشی دارد. کفپوش سالنی شامل کفپوش زمین بسکتبال، کفپوش سالن فوتبال و کفپوش والیبال می‌باشد.

در یک نوع تقسیم‌بندی دیگر، می‌توان کفپوش‌ها را بر اساس میزان و شکل قابلیت ارتجاعی آنها، دسته‌بندی کرد. به طور کلی دو نوع قابلیت ارتجاعی نقطه‌ای (متمرکز) و منطقه‌ای (گسترده) وجود دارد که با ترکیب آنها، چهار نوع کفپوش پدید می‌آید (دی‌جموآ[۱] و همکاران، ۲۰۱۵).

الف) کفپوش ورزشی با قابلیت ارتجاعی منطقه‌ای یا گسترده[۲]: با حالت فنری در سطحی گسترده، در برابر تغییر شکل و خم شدن مقاومت دارد. به دلیل انعطاف‌پذیری و بهره‌وری بالای اقتصادی، کفپوش‌های با قابلیت ارتجاعی منطقه‌ای یا گسترده، اقبال بیشتری در نزد متقاضیان پیدا کرده است. این نوع از کفپوش، در بسیاری از پروژه‌ها قابل استفاده است. از ویژگی‌های آن، دارا بودن دوام و طول عمر بالا و در عین حال نگهداری ساده‌تر در مقایسه با بقیه انواع است. علاوه بر آن، می‌توان برای اهداف مختلفی از آن استفاده کرد، از جمله برگزاری رویدادهای اجتماعی و فرهنگی و... .

ب) کفپوش ورزشی ترکیبی[۳]: ترکیب نوع با ارتجاع نقطه‌ای و گسترده، به نحوی که در توزیع فشار بار روی کف، حوزه کنترل وسیع است.

ج) کفپوش ورزشی مخلوط شده[۴]: حالت فنری و نرم با بخش‌های نگهدارنده و تقویت کننده. منطقه کنترل تغییر شکل محدود است، اما حوزه تحمل بار را دارد.

د) کفپوش ورزشی با قابلیت ارتجاعی نقطه‌ای[۵]: حالت فنری و نرم با حوزه تغییر شکل محدود که با هدف تحمل بارهای متمرکز، طراحی شده است. این نوع کفپوش، عمدتاً برای ورزش‌های سنگین با دستگاه‌های ثابت بر روی زمین به کار می‌رود.

۱- Diejomoah
۲ -Area-elastic
۳- Combined Sport Floor
۴ -Mixed Sport Floor
۵ -Point-elastic

امروزه، الزامات و استانداردهای متعدد و متنوعی برای کفپوش‌های ورزشی وضع گردیده است. سازمان‌های مطالعاتی و انجمن‌های علمی هر یک از زاویه دید خود نسبت به استاندارد نمودن این تجهیزات و نیز اطمینان حاصل نمودن از کارایی و راندمان بالای آنها اقدام به طراحی و تدوین دستورالعمل‌ها و ضوابط نموده‌اند. نکته حایز اهمیت آن است که اکثر این موارد، شامل جنبه‌های ایمنی و ملاحظاتی است که به مقوله‌های کیفی رشته ورزشی مورد نظر اشاره دارد. به طور مثال، فاکتورهای عمده که در اکثر استانداردها قید شده است و در کفپوش‌های ورزشی مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارتند از: اصطکاک، جذب ضربه، ضربه برگشت توپ، میزان براقیت چشمی، بازتاب چشمی، مقاومت در برابر ضربه، مقاومت در برابر بار چرخشی و مقاومت در برابر آتش. ولیکن؛ مساله‌ای که عمدتاً مغفول واقع شده است، فاکتورهای محیط زیستی و بهداشتی می‌باشد. به طوری که نوع، میزان و نحوه انتشار ترکیبات و مواد آلاینده احتمالی در ساختار این کفپوش‌ها کمتر مورد بررسی قرار می‌گیرد. حال آنکه سلامت ورزشکاران و کاربران تا حد زیادی به کیفیت محیطی مربوط بوده که این مواد و ترکیبات در آن اثرگذار خواهند بود.

سازمان بهداشت جهانی[۱] از جمله مواردی را که برای حصول ورزش و تفرج سالم مورد اشاره قرار داده است، عبارتند از محیط فیزیکی ایمن و سالم، کیفیت مطلوب محیطی و همچنین تامین نیازهای اولیه بشر. بی‌شک، با عنایت به رویکرد اخیر، برای ارتقای سطح ایمنی و سلامت کاربران (ورزشکاران و کودکان)، فراهم‌سازی شرایط کیفی و پایدار برای محوطه‌های ورزش، تفریح و بازی پارکی ضرورت خواهد داشت. این مهم نیز در مرحله نخست مستلزم برقراری شرایط فیزیکی ایمن و ساخت و تجهیز محوطه‌های ورزش و بازی، مبتنی بر اصول ایمنی خواهد بود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۱).

ورزش و فعالیت‌های بدنی هر روز اهمیت بیشتری می‌یابند و نقش مهمی در برقراری و حفظ سلامت افراد، ایجاد می‌کنند (لی[۲] و همکاران، ۲۰۰۰) و موجب ارتقای کیفیت زندگی و سطح رضایت‌مندی ورزشکاران می‌شود (کمیته بین‌المللی المپیک، ۲۰۰۰). با این حال، نتایج تحقیقات زیادی نشان داده است که فعالیت‌های ورزشی با وجود فواید بی‌شماری که دارند، افراد و ورزشکاران را دچار آسیب جسمانی فراوانی می‌کنند (محمدفام و همکاران، ۲۰۰۸). انجام ورزش در محیطی آلوده و به دور از استانداردهای فنی و بهداشتی باعث افزایش مشکلات بهداشتی جامعه می‌گردد و به جای بهبود کمی و کیفی سطح سلامت، موجبات ابتلای افراد به بیماری‌های مختلف را فراهم می‌آورد (بهمن‌پور و همکاران، ۲۰۱۱). این آسیب‌ها می‌توانند دلایل متفاوتی مانند کیفیت نامناسب اماکن و تجهیزات ورزشی، آمادگی جسمانی نداشتن ورزشکاران، آگاهی نداشتن برخی از مربیان از انواع آسیب‌ها و ... باشد (شاه‌منصوری و مظفری، ۲۰۰۵).

---

[۱] -World Health Organization (WHO)

[۲]- Lee

نتیجه نهایی، آسیب‌دیدگی، از کار افتادگی، تحمل هزینه‌های درمانی، کاهش انگیزه و خدشه‌دار شدن اعتبار ورزش خواهد شد (حسین‌پور و همکاران، ۲۰۱۱).

زمین‌های بازی مکان‌های عمومی برای آموزش مؤثرِ کودکان هستند که به آنها در فراگیری بهتر قوانین اجتماعی و کنترل احساساتشان کمک قابل توجهی می‌کنند. این محیط‌ها با وسایل و تجهیزاتی متناسب برای بازی و فعالیت کودکان تجهیز شده‌اند. اگر این فضاها براساس معیارهای ایمنی طراحی شده باشند، می‌توانند در رشد هر چه بیشتر و بهتر اجتماعی و فیزیکی کودکان نقش داشته باشند. در حالی که زمین‌های بازی به عنوان اصلی‌ترین منبع سرگرمی برای کودکان تمامی سنین محسوب می‌شوند، تجهیزات آنها به عنوان تهدیدی بزرگ برای سلامت استفاده‌کنندگان به شمار می‌روند. در خصوص موارد ایمنی در مواد و ترکیبات تجهیزات به عنوان بخشی از حلقه ایمنی در کنار رفتار و ویژگی‌های جسمی کودک و فاکتورهای محیطی معرفی شده‌اند (حسین‌پور و همکاران، ۲۰۱۱؛ صادقی نایینی و همکاران، ۲۰۱۲؛ تاکانو[۱]، ۲۰۰۷). نظر به حساسیت و آسیب‌پذیری کودکان، همانطور که استانداردهای لازم در مورد سایر محصولات مرتبط با آنها مهم است، با توجه به سپری کردن مدت زمان قابل توجه کودکان به بازی در زمین‌های بازی باید ایمنی این مکان‌ها جزو ملزومات شهری هر منطقه قرار گیرد. بی‌تردید ایمنی کودکان مستلزم ایمن‌سازی محیط‌های مرتبط با ایشان و همچنین ایمنی وسایل و تجهیزات بازی خواهد بود.

برخی از جنبه‌های بهداشتی و زیست محیطی که می‌تواند در کفپوش‌های ورزشی و همچنین کفپوش‌های مورد استفاده در زمین‌های بازی کودکان مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد، آلاینده‌های سمی هستند. منظور از آلاینده؛ ترکیبات، عناصر و موادی هستند که در ساختار کفپوش‌های ورزشی مورد استفاده قرار گرفته و در هنگام فعالیت ورزشی دچار واپاشی، تصعید، انتشار و انحلال می‌گردند (اسپربر[۲]، ۲۰۰۱). زمان واپاشی؛ به مدت زمانی اشاره دارد که آلاینده مذکور در اثر استفاده و فعالیت ورزشی دچار انتشار شده و محیط را آلوده می‌نماید. برخی از آلاینده‌ها بلافاصله پس از تماس واپاشی می‌نمایند و برخی دیگر در اثر استفاده طولانی مدت و یا در اثر تماس با محلول‌ها و نظافت و شستشو (آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، ۲۰۱۶). شدت مخاطره؛ میزان سمیت و یا نحوه اثر آلاینده بر سلامتی کاربر و ورزشکار است (اسمیت[۳]، ۲۰۰۱). در جدول ۱، به برخی از عناصر و ترکیبات شیمیایی سمی که در ساختار این نوع از کفپوش‌ها استفاده می شوند، اشاره می‌گردد.

[۱]- Takano
[۲]- Sperber
[۳]- Smith

جدول (۱): ترکیبات و مواد سمی مورد استفاده در انواع کفپوش‌ها (آلوس[۱] و همکاران، ۲۰۱۲؛ آماساوا[۲] و همکاران، ۲۰۱۶؛ بارانف[۳]، ۲۰۱۵؛ بری[۴] و همکاران، ۲۰۱۶؛ عباسپور، ۲۰۱۶؛ اداره سلامت و ایمنی کار[۵]، ۲۰۱۶؛ آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، ۲۰۱۴؛ حکیمی و همکاران، ۲۰۱۵)

ماده / ترکیب	توضیحات
اپوکسی	خطر اولیه در استفاده از اپوکسی غالباً مربوط به ترکیب سخت‌کننده است نه خود رزین اپوکسی. به ویژه سخت‌کننده آمین که بسیار خورنده است، ولیکن ممکن است به‌عنوان مواد سمی، سرطان‌زا/ جهش‌زا نیز طبقه‌بندی شوند. آمین‌های آروماتیک آسیب‌زا هستند (بیشتر آنها مواد سرطان‌زای شناخته شده هستند و یا گمان می‌رود که سرطان‌زا باشند)، ولی مصرف آنها اکنون محدود به موارد صنعتی خاصی می‌شود و امروزه معمولاً از آمین‌های الیفاتیک و سیکلوالیفاتیک کم خطرتر استفاده می‌شود. رزین‌های مایع اپوکسی در حالت سفت نشده، غالباً به‌عنوان سوزش‌آور برای چشم و پوست طبقه‌بندی می‌شوند و برای آبزیان نیز سمی هستند. رزین‌های جامد اپوکسی معمولاً از رزین‌های مایع بی‌خطرترند، و بسیاری از آنها به‌عنوان مواد بی‌خطر طبقه‌بندی می‌شوند. یک خطر مختص اپوکسی رزین‌ها حساسیت‌زایی است. این خطر در اپوکسی رزین‌های حاوی رقیق‌کنندها با وزن ملکولی کم، مشخص‌تر است.تماس با اپوکسی واکنش آلرژیک ایجاد می‌نماید. حساسیت‌زایی عموماً به‌خاطر مواجه مکرر (مثلاً بهداشت ضعیف در محل کار و فقدان ابزارهای حفاظتی) در طولانی‌مدت رخ می‌دهد. گاهی واکنش‌های آلرژیک چندین روز دیرتر بعد از تماس با اپوکسی رخ می‌دهد. واکنش‌های آلرژیک به شکل آماس پوست، به‌خصوص در نواحی که در تماس زیاد است (دست و بازوها) رخ می‌دهد. مصرف اپوکسی منبع اصلی آسم شغلی در تولیدکنندگان پلاستیک است. اپوکسی در موارد متعددی کاربرد دارند: رنگ‌ها و پوشش، چسب‌ها، قالب‌های صنعتی و کامپوزیت‌ها، سامانه‌های الکتریکی و الکترونیک، مصارف خانگی و دریایی، کفپوش‌های صنعتی، بیمارستانی و بهداشتی و مخابراتی، هنر (صنایع زیورآلات و جواهر)، کفپوش‌های دکوراتیو و کفپوش اپوکسی گرانیت، صنعت کشتی‌سازی، در زمینه فرآوری سنگ به عنوان تایل و اسلب، به عنوان مواد اولیه در زمینه تولید محصولات پتروشیمی، به عنوان مواد خام در تولید رنگ و چسب. اپوکسی‌ها در انواع کفپوش‌های پلی یورتان از نوع ورزشی و تارتان وجود دارند.
ترکیبات آلی فرار (VOCs)	ترکیبات شیمیایی آلی هستند که در دمای اتاق دارای فشار بخار بالایی هستند. این فشار بخار بالا که به دلیل پایین بودن نقطه جوش این مواد است، موجب می‌شود که تعداد مولکول‌های قابل

[۱]- Alves
[۲]- Amasawa
[۳]- Baranoff
[۴]- Berea
[۵]- OSHA

	توجهی از این مواد در اثر فرایند تبخیر یا تصعید به حالت گاز درآمده و در هوای اطراف منتشر شوند. به عنوان مثال می‌توان به فرمالدهید که دارای نقطه جوش ۱۹- درجه سلسیوس می‌باشد اشاره نمود. این ماده به آرامی از ترکیب رنگ‌ها جدا شده و در هوا منتشر می‌شود. ترکیبات آلی فرار، ترکیباتی بسیار متنوع و در همه جا پراکنده می‌باشند. برخی از انواع این ترکیبات به صورت طبیعی یافت می‌شوند و برخی دیگر نیز به دست انسان ایجاد شده‌اند. بسیاری از عطرها و مواد بودار از ترکیبات آلی فرار تشکیل شده‌اند. این مواد نقش مهمی را در برقراری ارتباط بین گیاهان بر عهده دارند. تعدادی از این ترکیبات برای سلامتی انسان یا محیط زیست مضر می‌باشند. محدوده مقدار مجاز غلظت این نوع مواد مضر در محیط (بویژه در یک فضای بسته) به صورت قانونی تعیین شده است. مواد آلی فرار مضر ممکن است سمی نباشند، ولی در طولانی‌مدت اثرات مخرب بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشند.
هیدروکربن هالوژن‌دار	به‌طور ساده در دانش شیمی، دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار مولکولی آن‌ها، فقط اتم‌های عنصرهای کربن و هیدروژن شرکت دارند. هیدروکربن‌ها، همانند دسته‌بندی تمام مواد آلی، در دو گروه آلیفاتیک و آروماتیک قرار می‌گیرند.
فلزات سنگین	اصطلاحی در شیمی است که به فلزها یا شبه‌فلزهای دارای اثرات زیست‌محیطی اشاره دارد. خاستگاه این واژه، از خطرناکی و آسیب‌زایی فلزهای سنگین در محیط زیست برآمده است و منظور از آن بیشتر سرب، جیوه و کادمیوم بوده‌است (به دلیل چگالی بیشتر آن‌ها نسبت به آهن)؛ با این‌حال، امروزه همه فلزها و شبه‌فلزهای آسیب‌رسان و سمی را در بر می‌گیرد. فلزات سنگین به گروهی از فلزات سنگین اطلاق می‌گردد که دارای وزن مخصوص بیش از ۶ گرم بر مترمکعب یا جرم اتمی بیشتر از ۵۰ می‌باشند. فلزات سنگین تجزیه نمی‌شوند و به تدریج در بدن تجمع می‌یابند. در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انسان رسوب نموده و انباشته می‌گردند. ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی و حنجره و همچنین ضایعات پوستی مشکلات باروری، اختلالات روانی و عصبی و بیماری‌های قلبی از عوارض مواجهه با آرسنیک است. سرطان پوست در اثر مواجهه مزمن با آرسنیک نیز تأیید شده‌است. سرب باعث آسیب جدی مغزی مثل عقب‌ماندگی ذهنی، اختلالات رفتاری، مشکلات حافظه و تغییرات خلقی می‌شود. مهمترین اثر سرب اختلال در نمو عصبی کودکان می‌باشد. از دیگر عوارض سرب می‌توان به اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، سقط جنین و نارسی نوزاد اشاره کرد، همچنین در افراد بزرگسال نیز می‌تواند فشار خون را افزایش دهد. فلز روی در بدن انسان، در غلظت بالا، در پروستات، استخوان، عضله و کبد گزارش شده است. بعضی از عوارض نامطلوب آن عبارتند از مسمومیت، تب، تهوع، استفراغ و اسهال متعاقب مصرف نوشیدنی‌های اسیدی یا غذاهایی که در ظروف گالوانیزه تهیه و نگهداری می‌شوند. فلزهای سنگین به‌شدت سمی هستند و از طریق عوامل مردم‌زاد وارد محیط زیست می‌شوند.

زایلن (Xylene)	عبارتی است که در مورد مخلوط سه ایزومر زایلین یعنی اورتو-زایلین، متا-زایلین و پارا-زایلین استفاده می‌شود. از عمده کاربردهای این مخلوط به عنوان حلال در صنایع مختلف است.

براساس بررسی صورت گرفته، تاکنون هیچ مطالعه‌ای در داخل کشور در ارتباط با سنجش آلاینده‌های زیست محیطی و بهداشتی کفپوش‌های ورزشی صورت نگرفته است. ولیکن؛ برخی مطالعات در زمینه استانداردهای ایمنی و کارآیی انواع کفپوش‌ها در کشور انجام شده است. به طور مثال: سازمان ملی استاندارد (۱۳۹۰)؛ اقدام به تدوین سند استاندارد کفپوش‌های ورزشی ویژه سالن‌های چندمنظوره نمود. هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی‌های کفپوش‌های ورزشی چندمنظوره ویژه اماکن سرپوشیده می‌باشد. این استاندارد همچنین برای کلیه سیستم‌های اجرایی کفپوش‌های ورزشی داخل سالن (سیستم‌های پیش ساخته یا رول، سیستم‌های اجرا در محل و سیستم‌هایی شامل ترکیبی از هر دو) کاربرد دارد. به علاوه این استاندارد ارزیابی انطباق محصولات را با الزامات مطرح شده، فراهم می‌آورد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۴). البته در این استاندارد نیز تماماً بر جنبه‌های فنی و کاربردی کفپوش‌ها تاکید شده است و هیچ ضابطه و یا ملاحظه‌ای در مورد جنبه‌های بهداشتی و محیط زیستی ارایه نگردیده است. همچنین؛ شرکت ملی گاز ایران، اقدام به انتشار دستورالعملی به نام «راهنمای بهداشتی اماکن و سالن‌های ورزشی» (۱۳۸۵) نموده است که البته در آن به مقوله جنس کفپوش‌ها و الزامات مربوط عناصر موجود در بافت و ساختار آنها پرداخته نشده است و صرفاً بر جنبه‌های فنی و مواردی نظیر شستشو و مراقبت فیزیکی تاکید گردیده است (ماندانا و همکاران، ۲۰۱۶). تحقیقات علمی محدودی نیز در این زمینه انجام شده است. از جمله مریخ‌پور و سهرابی (۱۳۹۸)، وضعیت ایمنی تجهیزات ورزشی در زمین‌های بازی کودکان را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به نقش غیرقابل انکار ایمنی تجهیزات زمین بازی در میزان آسیب‌های احتمالی وارد بر کودکان، باید در راستای ایمن کردن و انطباق هرچه بیشتر آنها با استانداردهای جهانی و کنترل مستمر وسایل موجود از نظر ایمنی کوشید. حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، الگویی برای استقرار ایمنی در محیط‌های ورزشی معرفی نمودند. این الگو براساس نظر خبرگان و با روش تحلیل عاملی طراحی شد. براساس این الگو توصیه می‌شود که به نقش مقوله‌های مختلف در ایمنی محیط‌های ورزشی برای پیشگیری از حوادث توجه شود. توجه ویژه به بسترها و عوامل ارتقادهندهٔ ایمنی در محیط‌های ورزشی می‌تواند ایمنی در ورزش را ارتقا دهد و از بروز حوادث در ورزش پیشگیری کند. غلامی ترکسلویه و همکاران (۱۳۹۴)، وضعیت ایمنی و بهداشتی سالن‌های چندمنظوره ورزشی و رابطه آن با وقوع آسیب‌های ورزشی را ارزیابی کردند. آنها از چک‌لیست سنجشی استفاده کردند و نتایج نشان داد سالن‌های مورد مطالعه از دیدگاه ایمنی تجهیزات و لوازم ورزشی ۶۳/۹ درصد ایمنی را دارا بودند و از دیدگاه بهداشتی ۴۷/۶ درصد از مطلوبیت برخوردار بودند. فاطمه عبدوی (۱۳۹۴)، در یک تحقیق دانشگاهی، آیین‌نامه استاندارد و ایمنی اماکن ورزشی را برای دانشگاه تبریز نگارش نمود که در بخشی از آن، به لزوم ممنوعیت و عدم استفاده از

ترکیبات پلی‌یورتان، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن در ساختار کفپوش‌های ورزشی اشاره نموده است. نادریان جهرمی و همکاران (۱۳۹۲)، در یک تحقیق مستقل از طریق تکنیک دلفی، شاخص‌ها و استانداردهای ایمنی سالن‌ها و اماکن ورزشی نمودند. آنها ملاحظات اساسی برای برقراری نظم و امنیت سالن‌ها و اماکن ورزشی را در هنگام برگزاری مسابقات مورد بررسی قرار دادند. صادقی نایینی و همکاران (۱۳۸۹)، ایمنی زمین‌های بازی در پارک‌های شهری را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق، ایمنی تجهیزات و وسایل و جنبه‌های فیزیکی و مقاومت کفپوش‌ها مورد بررسی قرار گرفت. ولیکن در مورد ایمنی بهداشتی و جنبه‌های محیط زیستی آنها نتایجی ارایه نشده است. از جمله مطالعاتی که در سایر کشورها در این خصوص صورت گرفته است، می‌توان به تدوین استاندارد ASTM F۲۷۷۲ در ایالات متحده اشاره داشت. این استاندارد در سال ۲۰۰۹ در کشور آمریکا و ویژه کفپوش‌های ورزشی تدوین شده است. این استاندارد به دو مولفه اصلی کاهش نیرو و برگشت توپ اشاره دارد و موارد بهداشتی و زیست محیطی را شامل نمی‌شود.

مساله اصلی تحقیق حاضر، بررسی میزان عناصر سمی و آلاینده (احتمالی) در انواع کفپوش‌های ورزشی می‌باشد. محقق به دنبال آن است تا با بررسی و آنالیز شیمیایی کفپوش‌های ورزشی، به نوع، میزان و پیامدهای احتمالی انواع آلاینده‌های موجود در آنها پی ببرد. همچنین؛ از آنجا که برخی از این کفپوش‌ها به عنوان بستر نرم در زمین بازی کودکان و دیواره و کف مهدکودک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بررسی عناصر و ترکیبات موجود در ساختار آنها از دیگر اهداف این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، به لحاظ هدف از نوع کاربردی؛ و به لحاظ نحوه انجام، از نوع آزمایشگاهی می‌باشد. در ابتدا، اقدام به تهیه نمونه از کفپوش‌های مورد نظر (تاتامی مورد استفاده در سالن‌های ورزشی و زمین‌های بازی کودکان) و ارسال به آزمایشگاه معتمد (شرکت صنعتی معدنی کیان صنعت پارس) گردید. کیله نمونه‌ها توسط دستگاه پودرکن به ذرات ریز یکنواخت با قطر کمتر از ۰/۲ میلی‌متر تبدیل شدند. در این تحقیق، دو گروه عمده از آلاینده‌ها به شرح ذیل مورد اندازه‌گیری و سنجش قرار گرفتند:

۱- سنجش عناصر سنگین در کفپوش‌ها

الف) سنجش عناصر سنگین غیرفرار:

۰/۲ گرم از هر نمونه در کوزه چینی ریخته شده و ابتدا در زیر هود و روی شعله چراغ گاز سوزانده شده و سپس باقیمانده نمونه برای مدت ۱/۵ ساعت در کوره ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. خاکستر باقی مانده در مخلوط ۱۵ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید و ۵ میلی‌لیتر نیتریک اسید و ۵ میلی‌لیتر پرکلریک اسید به کمک حرارت حل شده و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک با توان ۱۵۰ وات قرار گرفته و سپس

در بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری توسط آب مقطر به حجم رسیده است. در نهایت، میزان عناصر موجود در آن توسط دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری گردید.

ب) سنجش عناصر سنگین فرار (Pb, As, Bi, Sb, Sn, Tl, Hg, S, Cd):

۰/۲ گرم از هر نمونه در بشر شیشه‌ای قرار داده شد و ۱۵ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید، ۵ میلی‌لیتر نیتریک اسید، و ۵ میلی‌لیتر پرکلریک اسید به آن اضافه شده و بر روی حرارت ملایم قرار گرفته تا بخار سفید رنگ حاصل از تجریه حرارتی پرکلریک اسید مشاهده شود. سپس بشر سرد شده و ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید و ۵ میلی‌لیتر نیتریک اسید اضافه شده و تا حدود دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده و سپس در حمام اولتراسونیک برای مدت ۱۰ دقیقه با توان ۱۵۰ وات قرار گرفت. سپس محلول توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف شده و در بالن حجمی ۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسیده و عناصر موجود در این محلول‌ها توسط دستگاه اسپکترومتر ICP-OES اندازه‌گیری شد.

۲- سنجش منومر آزاد، هیدروکربن آزاد، پلاستیسایزر (نرم‌کننده‌های پلیمر) و ترکیبات فنولی در کفپوش‌ها:

الف) سنجش منومر آزاد و پلاستیسایزر:

۰/۰۵ گرم از نمونه‌های پودر شده در داخل لوله آزمایش ریخته شده و ۱۰ میلی‌لیتر حلال THF به آن اضافه شده و برای مدت ۵ دقیقه در حمام اولتراسونیک با توان ۱۰۰ وات قرار گرفت. سپس با روش طیف‌گیری مشتقی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis در ناحیه ماورائ بنفش و در طول موج ۲۲۰ نانومتر برای Isoprene، در طول موج ۲۶۵ نانومتر برای PVC، ۲۴۰ نانومتر برای P.P، در طول موج ۲۸۰ نانومتر برای DOP, BEHP شدت جذب برای هر گونه بدست آمده و با مقایسه آن با شدت سیگنال‌های استانداردها ppm ۱۰ تا ۱۰۰ تحت همین شرایط هر گونه در نمونه بدست آمده است.

ب) سنجش هیدروکربن آزاد:

۰/۰۵ گرم از هر نمونه پودر شده در داخل لوله آزمایش قرار گرفته، ۱۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه شده و برای مدت ۵دقیقه در حمام اولتراسونیک با توان ۱۰۰ وات قرار گرفت. سپس با روش طیف‌گیری مشتقی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۱۹۵ نانومتر شدت سیگنال برای هیدروکربن موجود در نمونه (بر مبنای ترکیب پایه هگزان نرمال) بدست آمده و با مقایسه سیگنال با استانداردهای هگزان در محدوده غلظتی ppm ۳۰ تا ۱۵۰ میزان هیدروکربن آزاد در هر نمونه بر پایه هگزان محاسبه گردید.

پ) سنجش ترکیبات فنولی:

برای سنجش ترکیبات فنولی از محلول متانولی آماده شده در بخش قبل استفاده گردید. ۵ میلی‌لیتر از محلول متانولی هر نمونه در بالن حجمی ۱۰ میلی‌لیتری ریخته شده و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف "فولین سیو کالتیو فنول" و ۱ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد کربنات سدیم در آب مقطر به آن اضافه شده و سپس با آب

مقطر به حجم رسید. پس از گذشت ۱ ساعت شدت جذب محلول در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مشابه همین روش برای استانداردهای ppm ۱ تا ۱۰ فنول در متانول نیز تکرار شده و از مقایسه سیگنال نمونه‌ها با استانداردها میزان ترکیبات فنولی در هر نمونه بر مبنای ترکیب فنول محاسبه گردید.

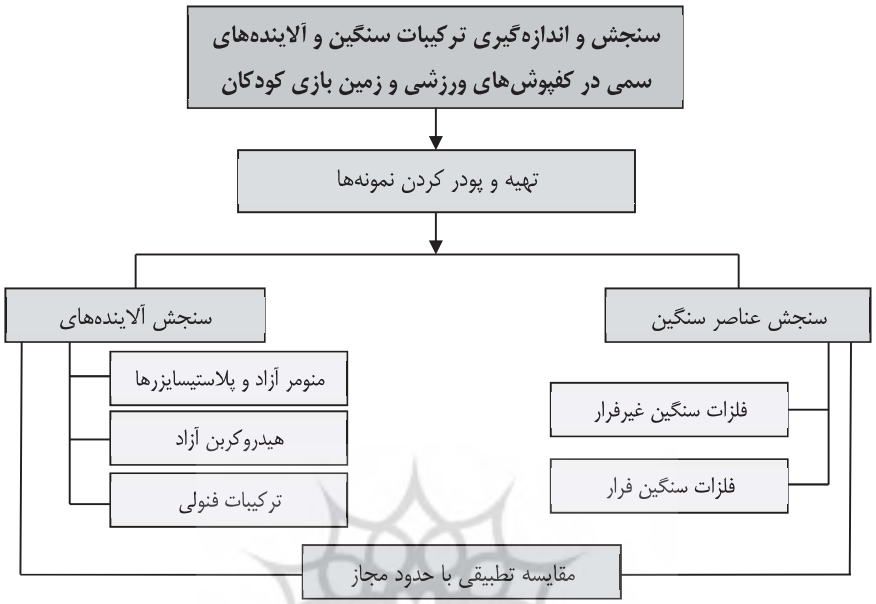
دستگاههای مورد استفاده عبارت بودند از:

- اسپکترومتر نشر اتمی پلاسما (ICP-OES) مدل Vista Pro ساخت شرکت Varian استرالیا
- اسپکتروفتومتر اشعه مرئی و ماورائ بنفش مدل mini ۱۲۴۰ ساخت شرکت Shimadzu ژاپن (شکل ۱)
- حمام اولتراسونیک مدل S۶۰H ساخت شرکت Elma آلمان

شکل (۱): دستگاه اسپکتروفتومتر مدل mini ۱۲۴۰ (سمت راست) و اسپکترومتر نشر اتمی پلاسما (سمت چپ)

حساسیت دستگاهها در حد ppm ۰/۰۵ تنظیم گردیده و عناصر و ترکیبات کمتر از این مقدار سنجش نشده‌اند. آزمایشات ۳ مرتبه تکرارپذیری داشته و میانگین نتایج مورد تحلیل قرار گرفته است. در ادامه، نتایج مربوط به آلاینده‌ها با حدود مجاز مواجهه هر یک مقایسه گردید. برای تعیین حد مجاز مواجهه با عوامل شیمیایی، از شاخص متوسط وزنی – زمانی[۱] (OEL-TWA) استفاده شد (استاندارد حدود مجاز مواجهه، ۲۰۱۷؛ کنگره سلامت و ایمنی صنعتی،۲۰۱۴). شکل ۲، فرآیند و گام‌های تحقیق را نشان می‌دهد.

[۱] -Time Weighted Average



شکل (۲): فلوچارت تحقیق

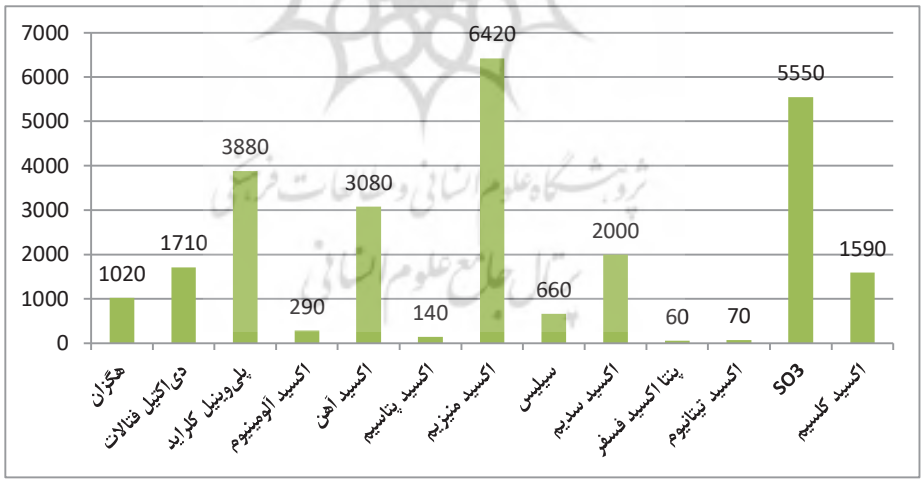
نتایج:

نتایج آنالیز نمونه‌های مورد آزمایش در جدول ۲ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کفپوش تاتامی، فاقد ایزوپرن (۲متیل–۱،۳ بوتادین) و بیس ۲ اتیل هگزیل فتالات (۲-BEHP) می‌باشد. ولیکن، میزان دی‌اکتیل فتالات (DOP) در نمونه‌ها در حدود ppm ۱۱۷۱۰ گزارش شده است. همچنین، میزان هیدروکربن آزاد (از نوع هگزان) در نمونه مورد آزمایش، ppm ۱۰۲۰ بوده است. میزان پلی‌وینیل کلراید (PVC) در نمونه‌ها، ppm ۳۸۸۰ و فنول کل نیز، کمتر از ppm ۵ درصد بوده است.

جدول (۲): نتایج آنالیز عناصر و ترکیبات در نمونه کفپوش تاتامی (برحسب ppm)

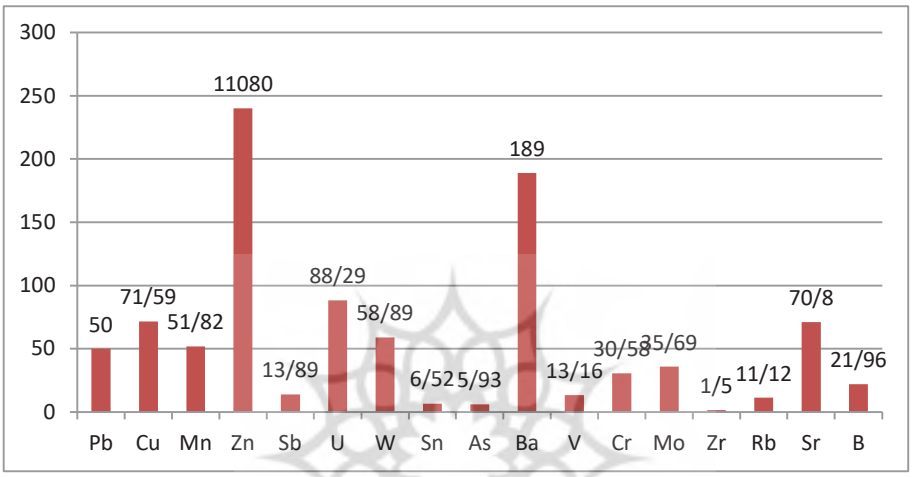
عنصر / ترکیب	Total Phenol	Hydrocarbon (Free) (Hexane)	D.O.P	SO_3	P.P (Free)	P.V.C (Free)	Isoprene (Free)	Al_2O_3
نتیجه سنجش	< ۵	۱۰۲۰	۱۱۷۱۰	۵۵۵۰	–	۳۸۸۰	–	۲۹۰
عنصر / ترکیب	Fe_2O_3	K_2O	MgO	SiO_2	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	B
نتیجه سنجش	۳۰۸۰	۱۴۰	۶۴۲۰	۶۶۰	۲۰۰۰	۶۰	۷۰	۲۱/۹۶
عنصر / ترکیب	Pb	Cu	Mn	Sr	Zn	Sb	U	W
نتیجه سنجش	۵۰	۷۱/۵۹	۵۱/۸۲	۷۰/۸۰	۱۱۰۸۰	۱۳/۸۹	۸۸/۲۹	۵۸/۸۹
عنصر / ترکیب	Sn	As	Ba	V	Cr	Mo	Zr	Rb
نتیجه سنجش	۶/۵۲	۵/۹۳	۱۸۹	۱۳/۱۶	۳۰/۵۸	۳۵/۶۹	۱/۵۰	۱۱/۱۲

شکل ۳، نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده را در ساختار کفپوش تاتامی نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، بیشترین ترکیب موجود در ساختار این نوع کفپوش، متعلق به اکسید منیزیم با ۶۴۲۰ ppm و کمترین میزان نیز متعلق به پنتااکسید فسفر (P_2O_5) با ۶۰ ppm می‌باشد.



شکل (۳): نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش تاتامی (برحسب ppm)

در شکل ۴، نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش تاتامی نشان داده شده است. آنالیز ترکیبات غیرآلی نشان می‌دهد که بالاترین میزان عنصر موجود در ساختار کفپوش مورد اندازه‌گیری، متعلق به فلز سنگین روی (Zn) برابر ۱۱۰۸۰ ppm می‌باشد. پس از آن، عنصر باریم (Ba) با میزان ۱۸۹ ppm در رتبه دوم قرار دارد. کمترین میزان اندازه‌گیری شده نیز متعلق به زیرکونیوم (Zr) با ppm ۱/۵۰ است.



شکل (۴): نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش تاتامی (برحسب ppm)

اثرات بهداشتی آلاینده‌ها و حدود مجاز تماس روزانه (۸ ساعته) آنها و همچنین، استاندارد ملی حد مجاز فلزات سنگین و رنگ‌دانه‌ها در اسباب بازی‌ها و زمین‌های بازی در جدول ۳ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اختلاف زیادی میان استاندارد و حد مجاز آلاینده‌ها با عدد استخراج شده از آزمایشات وجود دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

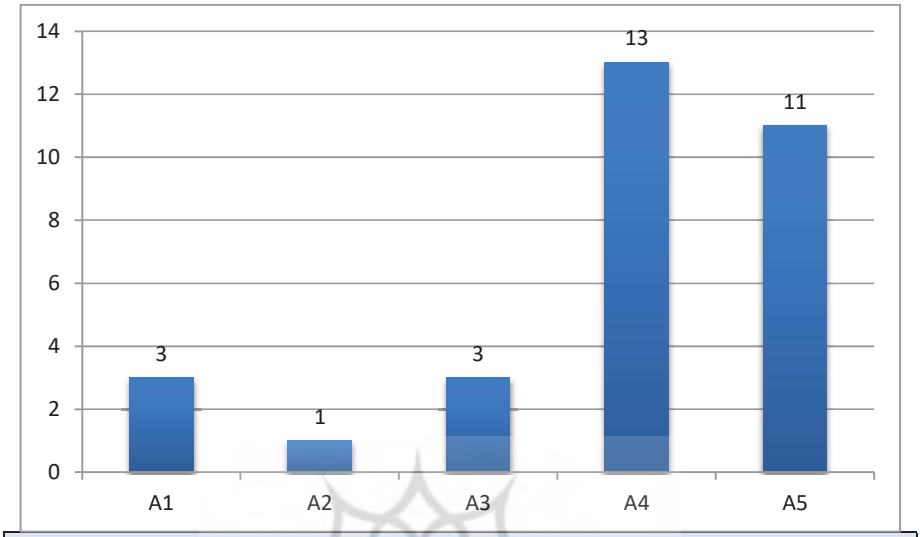
جدول (۳): اثرات بهداشتی، میزان آلاینده حدود مجاز آلاینده‌های سنجش شده در کفپوش تاتامی

نوع آلاینده	اثرات بهداشتی	میزان اندازه‌گیری شده	حدود مجاز تماس روزانه (TWA)	استاندارد ملی حد مجاز فلزات سنگین در اسباب بازی
هگزان نرمال	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی، خواب‌آور، سوزش چشم	۱۰۲۰ ppm	۵۰ ppm	-
پلی‌وینیل کلراید	آسیب ریوی، پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت تحتانی تنفسی، تغییر عملکرد ریوی	۳۸۸۰ ppm	۱ ppm	-
دی‌اکتیل فتالات	تحریک قسمت فوقانی تنفسی	۱۱۷۱۰ ppm	۵ mg/m^3	-
سرب (Pb)	اختلال سیستم اعصاب محیطی و مرکزی، اثرات خونی	۵۰ ppm	mg/m^3 ۰/۰۵	۱۵ ppm
منگنز (Mn)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	۵۱/۸۲ ppm	۰/۲ mg/m^3	-
آرسنیک (As)	سرطان پوست، سرطان ریه، آسیب دستگاه تنفسی	۵/۹۳ ppm	mg/m^3 ۰/۰۱	۱۰ ppm
مولیبدن (Mo)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی	۳۵/۶۹ ppm	۰/۵ mg/m^3	-
کروم (Cr)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ریه	۳۰/۵۸ ppm	mg/m^3 ۰/۰۱	۱۰ ppm
مس (Cu)	محرک، اثرات گوارشی	۷۱/۵۹ ppm	-	-
آنتی‌موان (Sb)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	۱۳/۸۹ ppm	۰/۵ mg/m^3	۱۵ ppm
باریم (Ba)	سوزش پوست، چشم و دستگاه گوارش، تونوس عضلات	۱۸۹ ppm	۰/۵ mg/m^3	۱۰ ppm
اورانیوم (U)	آسیب کلیوی	۸۸/۲۹ ppm	-	-
اکسید کلسیم (CaO)	تحریک و سوزش قسمت فوقانی تنفسی	۱۵۹۰ ppm	۲ mg/m^3	-
اکسید آهن (Fe_2O_3)	پنوموکونیوزیس	۳۰۸۰ ppm	۵ mg/m^3	-

سیلیس (SiO_2)	آسیب ریوی، تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی، سیلیکوزیس	۶۶۰ ppm	mg/m^3 ۰/۰۲۵	-
زیرکونیوم (Zr)	تجمع در بافت ماهیچه	۱/۵۰ ppm	۵ mg/m^3	-
روی (Zn)	اختلالات گوارشی، نقص سیستم ایمنی	۱۱۰۸۰ ppm	-	-
تنگستن (W)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی	۵۸/۸۹ ppm	۵ mg/m^3	-
قلع (Sn)	پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سردرد، تهوع، اثر روی سیستم اعصاب مرکزی و سیستم ایمنی	۶/۵۲ ppm	۲ mg/m^3	-
وانادیم (V)	سوزش چشم و تحریک دستگاه تنفس	۱۳/۱۶ ppm	-	-
روبیدیوم (Rb)	تحریک پوست	۱۱/۱۲ ppm	-	-
پنتااکسید فسفر (P_2O_5)	سوزش چشم	۶۰ ppm	۱ mg/m^3	-
اکسید پتاسیم (K_2O)	تحریک پوست، عوارض تنفسی	۱۴۰ ppm	۲ mg/m^3	-
اکسید منیزیم (MgO)	اختلالات گوارشی	۶۴۲۰ ppm	۱۰ mg/m^3	-

شکل ۵، نمودار مقایسه‌ای احتمال سرطان‌زا بودن عناصر و ترکیبات آلاینده موجود در ساختار کفپوش تاتامی را براساس استاندارد ACGIH[1] نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده است، ۳ آلاینده با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» در ساختار کفپوش تاتامی شناسایی شده‌اند که عبارتند از: آرسنیک، اورانیوم و کروم. همچنین، ۱ مورد نیز (سیلیس) به عنوان «آلاینده‌های مشکوک به سرطان‌زایی در انسان»، شناسایی شدند. از سوی دیگر، ۳ مورد (سرب، وانادیوم و مولیبدن) نیز به عنوان «سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان» شناسایی شدند و ۱۳ مورد نیز به عنوان «غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی» سنجش شدند که عبارت بودند از: هگزان نرمال، پلی‌وینیل کلراید، دی‌اکتیل فتالات، فنل، منگنز، زیرکونیوم، بور، باریم، اکسید آهن، اکسید منیزیم، تری‌اکسید گوگرد، قلع و اکسید تیتانیوم). سایر آلاینده‌های شناسایی شده (۱۱ مورد) در گروه «مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی» قرار می‌گیرند.

[1] - American Conference of Governmental Industrial Hygienist



راهنمای نمودار:

A۱: سرطان‌زایی تایید شده انسانی

A۲: مشکوک به سرطان‌زایی در انسان

A۳: سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

A۴: غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی

A۵: مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی

شکل (۵): نمودار وضعیت سرطان‌زایی و تعداد آلاینده‌های موجود در کفپوش تاتامی براساس استاندارد ACGIH

بحث و جمع‌بندی

کفپوش‌های ورزشی از نوع تاتامی در بسیاری از سالن‌ها و باشگاههای ورزشی کاربرد دارند. از سوی دیگر، از آنها به عنوان بستر نرم در زمین بازی کودکان، ساخت وسایل و اسباب بازی و همچنین مهدکودک‌ها استفاده می شود. هدف از انجام این تحقیق، سنجش نوع و میزان آلاینده‌های (فلزات سنگین، ترکیبات آلی) موجود در آنها بوده است. این امر از دو جنبه اهمیت دارد: یکی آنکه وجود برخی عناصر و ترکیبات در ساختار این کفپوش‌ها می‌تواند سبب مسمویت ناشی از تماس پوستی و یا جذب تنفسی آنها گردد (شاکر[۱] و همکاران، ۲۰۰۷). از سوی دیگر، بر اثر بارندگی و سایش امکان رهاسازی برخی از آلاینده‌ها در بافت خاک و حتی راهیابی به آب زیرزمینی وجود دارد که می‌تواند منشا آلودگی‌های محیط

[۱]- Shuker

زیستی به شمار آید (والترز[۱] و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین؛ اندازه‌گیری و سنجش عناصر و ترکیبات موجود در ساختار پلی‌مری انواع کفپوش‌ها می‌تواند موثر و راهگشا باشد.

همانطور که از نتایج مشخص است، میزان برخی از ترکیبات موجود در تاتامی، بسیار بالا و نگران کننده می‌باشد. به طور مثال، هگزان نرمال، یک سم عصبی بوده و می‌تواند سبب ایجاد پلی‌نوروپاتی حسی –حرکتی شود (پری‌اتو[۲] و همکاران، ۲۰۰۳). در حدود ppm ۱۰۲۰ اندازه‌گیری شده است. این در حالیست که حد مجاز تماس روزانه ۸ ساعته آن، برابر ppm ۵۰ می‌باشد.

پلی‌وینیل کلراید توانایی ایجاد آسیب ریوی، پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت تحتانی تنفسی و تغییر عملکرد ریوی را دارا است (فیینته[۳] و همکاران، ۲۰۱۳؛ ژانگ[۴] و همکاران، ۲۰۱۶). میزان این آلاینده در کفپوش تاتامی، حدوداً ppm ۳۸۸۰ اندازه‌گیری گردیده که در مقایسه با حد مجاز تماس روزانه (ppm ۱) عدد بالایی را نشان می‌دهد.

اکسید آهن، توانایی ایجاد پنوموکونیوزیس را دارا است (استاندارد حدود مجاز مواجهه، ۲۰۱۷). میزان این آلاینده ppm ۳۰۸۰ اندازه‌گیری شده که در مقایسه با استاندارد TWA (۵ mg/m^3) اختلاف فاحشی را نشان می‌دهد.

تحقیقات نشان داده است که دی‌اکتیل فتالات سبب تحریک قسمت فوقانی تنفسی می‌گردد (کنگره سلامت و ایمنی صنعتی، ۲۰۱۴). میزان این آلاینده در نمونه‌های اندازه‌گیری شده برابر با ppm ۱۱۷۱۰ بوده است که در مقایسه با حد مجاز تماس (۵ mg/m^3) نشانگر تفاوت معنی‌داری است.

باید توجه نمود که کفپوش‌های مستعمل و آسیب‌دیده و یا سایش مداوم آنها توسط ورزشکاران و انواع وسایل و تجهیزات و همچنین تماس با مواد خورنده و محلول‌های شستشو و گندزدا امکان آزادسازی این آلاینده‌ها را بیشتر فراهم می‌سازند.

برخی از عناصر و ترکیبات، دارای نماد جذب پوستی[۵] می‌باشند. بدین معنی که سهم قابل توجهی از جذب آنها از طریق جلدی، غشای مخاطی و چشم‌ها و در اثر مواجهه با بخارات، مایعات و جامدات انجام می شود (سازمان غذا و دارو، ۲۰۱۹؛ روانخواه و همکاران، ۲۰۱۶؛ گلپایگانی و خانجانی، ۲۰۱۱). در کفپوش تاتامی سنجش شده نیز برخی از آلاینده‌ها با این خصوصیت شناسایی شدند که عبارتند از: هگزان نرمال، دی‌اکتیل فتالات، فنول، مولیبدن، آنتی‌موان، اکسید کلسیم، پنتااکسید فسفر، اکسید پتاسیم، بیسموت، آرسنیک و قلع. نماد پوستی هشداری برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای است مبنی بر آنکه ممکن است

۱- Walters
۲- Prieto
۳- Fuente
۴- Zhang
۵- Skin

مواجهه بیش از حد مجاز به دنبال تماس با مایع یا آیروسل‌ها رخ دهد، حتی در شرایطی که مواجهه‌های هوابرد کمتر از حد مجاز باشد.

در این میان، خطر سرطان‌زا بودن برخی از آلاینده‌ها نیز بیش از پیش نگران کننده است. در کفپوش تاتامی، ۳ عنصر آلاینده (اورانیوم، آرسنیک و کروم) با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» شناسایی شدند. البته لازم به ذکر است که میزان آرسنیک اندازه‌گیری شده برابر با ۵/۹۳ ppm می‌باشد که با استاندارد اعلام شده برای زمین‌های بازی و اسباب بازی که برابر با ۱۰ ppm می‌باشد (سازمان غذا و دارو، ۲۰۱۹). همچنان فاصله داشته و قابل قبول تلقی می‌گردد. ولیکن، در مورد آلاینده کروم (با میزان ppm ۳۰/۵۸) فاصله نسبتاً زیاد با استاندارد (۱۰ ppm) مشاهده می‌شود. نکته حایز اهمیت آن است که در تحقیق حاضر، در زمینه هم‌افزایی و اختلاط آلاینده‌ها و اثرات ترکیبی آنها بررسی صورت نگرفته است که می‌توان به عنوان پیشنهادی برای تحقیقات آتی مطرح کرد.

در مجموع، می‌توان عنوان نمود که برخی از عناصر و ترکیبات موجود در ساختار کفپوش‌های ورزشی، دارای رنجی بالاتر از استانداردها و حدود مجاز مواجهه هستند که این امر می‌تواند بر سلامت کاربران تاثیرگذار باشد و از سوی دیگر، امکان آسیب‌رسانی به محیط زیست را دارا است.

منابع

- Clarkson B .**Sports Dimensions Guide for Playing Areas Sport and recreation facilities** . Department of Sport & Recreation, Government of Western Australia. ۲۰۱٦; Sixth Edition, ۱۰٤p.
- Saint Paul Parks and Recreation .**Field and Court Layout & Dimensions Manual**.۲۰۱۲ .
- Ekuri PE .**Standard Facilities and Equipment as Determinants of High Sports Performance of Cross River State at National Sports Festival** .*Journal of Public Administration and Governance* . ;۲۰۱۸Vol ۸, No. .۲
- Diejomoah S, Akarah E, Tayire F .**Availability of facilities and equipment for Sports administration at the local government areas of Delta state, Nigeria** .*Academic Journal of inter-disciplinary studies* . Rome, Italy: MCSER Publishing. E-ISSN ٤٦١٢-٢٢٨١, ISSN ٣٩٩٣-٢٢٨١, ۲۰۱۵; .(۲۰)٤
- WHO. European Centre for Environment and Health .**Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe** .۲۰۱۱Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe; .۲۰۱۱
- Lee M, Sesso HD, Paffenbarger RS .**Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict risk ?***Circulation*.۹۸٦-۹۸۱ ,(۹)۱۰۲ ;۲۰۰۰ ,
- IOC .**International Olympic Committee, Agenda ۲۱for Sport** .Lausanne: Author. .۲۰۰۰
- Mohammadfam I, Bahrami A, Fatemi F, Golmohammadi R, Mahjub H .**Evaluation of the relationship between job stress and unsafe acts with occupational accidents in a vehicle manufacturing plant** . *Avicenna Journal of Clinical Medicine*.٦٦-٦٠ ,(۳)۱۵ ;۲۰۰۸ ,
- Bahmanpour H, Salajegheh B, Mafi A .**Investigating the Environmental Situation of Darband Mountains** .Environmental Report, Environmental and Energy Research Center, ۲۰۱۱; ۲٤۷pp. [In Persian].
- Shah Mansouri E, Muzaffari SA .**Study recessionary factors Sports in the field of hardware, software, and John Ware** .*Journal of Sports Sciences*) .۱۰٦-۸۷ ,(۱۲) ;۲۰۰۵ ,Persian.(
- Hosseinpour E, Bagheri Gh, Alidoust Ghahfarokhi E, Amiri M .**Presenting a Model to Establish Safety in Sporting Environments (Using Grounded Theory)** .*Research on Educational Sport* ;۲۰۱۹ , .۲۸-۱۰۷ :(۱٦)۷(Persian). Doi: ۱۰,۲۲۰۸۹/RES.۲۰۱۷,۳۷۹۳,۱۲٦۳
- Sadeghi Naeini H, Jafari H, Salehi E, Mirlouhi Falavarjani A .**Child safety in parks playgrounds (a case study in Tehran's sub-district parks)** .*Iran Occupational Health*) .٤۷-۳۷ ,(۳)۷ ;۲۰۱۲ .Persian(

- Takano T .**Health and environment in the context of urbanization** .*Environmental health and preventive medicine*.۵۱ ,(۲)۱۲ ;۲۰۰۷ ,
- Sperber WH .**Hazard identification: from a quantitative to a qualitative approach** .*Food Control* . .۲۲۸–۲۲۳ :۱۲ ;۲۰۰۱doi:۱۰,۱۰۱۶/s۷۱۳۵-۰۹۵۶(۰۰)۰۰۰۴۴-x
- NAAQS .**Criteria Air Pollutants** .Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). .۲۰۱۶
- Smith K .**Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster** .New York, New York, USA: Routledge, ۲۰۰۱. ISBN .۰-۲۲۴۶۴-۴۱۵-۰
- Alves AK, Berutti FA, Sánche FA .**Nano materials and catalysis** ,in CP. Bergmann & M. J. de Andrade (ads) ,*Nanonstructured Materials for Engineering Applications* ,Springer-Verlag, Berlin, ۲۰۱۲; ISBN .۵-۱۹۱۳۰-۶۴۲-۳-۹۷۸
- Amasawa E, Yi Teah H, Yu Ting Khew J, Ikeda I, Onuki M .**Drawing Lessons from the Minamata Incident for the General Public: Exercise on Resilience, Minamata Unit AY** ,۲۰۱۴in M. Esteban , *Sustainability Science: Field Methods and Exercises* ,Springer International, Switzerland, ۲۰۱۶; pp. ۹۳–۱۱۶, doi:۷-۳۲۹۳۰-۳۱۹-۳-۹۷۸/۱۰,۱۰۰۷_ ۵ISBN .۱-۳۲۹۲۹-۳۱۹-۳-۹۷۸
- Baranoff E .**First-row transition metal complexes for the conversion of light into electricity and electricity into light** ,in W-Y Wong (ed.) ,*Organometallics and Related Molecules for Energy Conversion* ,Springer, Heidelberg, ۲۰۱۵; pp. ۶۱–۹۰, ISBN .۵-۴۶۰۵۳-۶۶۲-۳-۹۷۸
- Berea E, Rodriguez-lbelo M, Navarro J .**Platinum Group Metal—Organic frameworks** ,in S. Kaskel (ed.) ,*The Chemistry of Metal-Organic Frameworks: Synthesis, Characterization, and Applications* , ;۲۰۱۶Vol. ۲, Wiley-VCH Weinheim, pp. ۲۰۳–۲۳۰, ISBN .۰-۳۳۸۷۴-۵۲۷-۳-۹۷۸
- Abbaspoor M .**Environmental engineering** .Second edition. Islamic Azad University, ۲۰۱۶; ۶۲۸p. [In Persian].
- Occupation Safety and Health Administration (OSHA) .**Occupational safety and health standards: Toxic and hazardous substances, Limit for air contaminants** ۲۹ .CFR ۱۹۱۰, subpart Z, Last adopted: Washington DC, USA. .۲۰۰۶
- The United States Environmental Protection Agency (USEPA) .**Alternate ۱in ۳sampling and return shipping schedule** [online]. Available from :http://wwwepagov//ttn/atmic/files/ambient /pm۲۰۰۶/۲۵. Accessed May ۲, .۲۰۱۴
- Hakiki F, Nuraeni N, Salam DD, Aditya W, Akbari A, Mazrad ZAI, Siregar S .**Preliminary Study on Epoxy-Based Polymer for Water Shut-Off Application** .Paper IPA۱۵-SE-۰۲۵. Proceeding of the ۳۹th IPA Conference and Exhibition, ۲۰۱۵; Jakarta, Indonesia.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran .**Surfaces for sports areas - Indoor surfaces for multi-sports use Specification** .Islamic Republic of Iran, ۱st Edition, .۲۰۱۱
- Mandana A, Jahangiri M, Nasiri G .**Occupational exposure of pathogens in petrochemical industry** . HSE management, National Petrochemical Company, ۲۰۱۱; ۳۲۰p.
- Merikhpour Z, Sohrabi MS .**Safety Status of Children's Playground Equipment: A Case Study in Hamaedan Luna Park** .*Iranian Journal of Ergonomics*.۱۰-۱ ,(۳)۷ ;۲۰۱۹ .
- Hosseinpour E, Bagheri Gh, Alidoust Ghahfarokhi E, Amiri M .**Presenting a Model to Establish Safety in Sporting Environments (Using Grounded Theory)** .*Research on Educational Sport* ;۲۰۱۹ , .۲۸-۱۰۷ :(۱۶)۷(Persian). Doi: ۱۰,۲۲۰۸۹/RES.۲۰۱۷,۳۷۹۳,۱۲۶۳
- Gholami Torkesaluye S, Mehdipour A, Azmsha T .**Safety and health assessment of multi-purposes sport halls and its relationship with sports injuries** .*Applied Research of Sport Management* ;۲۰۱۴ ,) .۳۴-۲۳ ,(۲)۴Persian(
- Abdavi F .**Standard regulations and safety of sports facilities and laboratory work** .Faculty of Physical Education and Sports Sciences. Deputy of Research and Technology Committee on Safety, Health and Environment, First edition, ۲۰۱۵; ۷۱p. (Persian)
- Naderian Jahromi M, Poorsoltani Zarandi H, Rohani E .**Identify safety indicators and standards for gyms and sports venues** .*Journal of Sport management* ;۲۰۱۳ ,Vol. ۵, No. ۳, ۳۶-۱pp. (Persian)
- Sadeghi Naeini H, Jafari H, Salehi E, Mirlouhi Falavarjani A .**Child safety in parks playgrounds (a case study in Tehran's sub-district parks)** .*Iran Occupational Health*) .۴۷-۳۷ ,(۳)۷ ;۲۰۱۲ .Persian(
- Chernushenko D, Vander Kamp A, Stubbs D .**Sustainable Sport Management: Running an Environmentally, Socially and Economically Responsible Organization** ;۲۰۰۱ ,URI : http://hdl.handle.net/۲۱۴۶/۲۰,۵۰۰,۱۱۸۲۲

- Occupational Exposure Limits (OEL). ۲۰۱۷. Islamic Republic of IRAN Ministry of Health and Medical Education Environmental and Occupational Health Center (EOHC).
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) .**Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices** .ACGIH® Signature Publication, Cincinnati, Ohio. .۲۰۱٤
- Shuker L, James K, Massey J, Levy L .**The Setting and Use of Occupational Exposure Limits** . Institute of Environment and Health (IEH). ICCM, London, UK. .۲۰۰۷
- Walters D, Grodzki K, Walters S .**The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States**۱ .st ed. Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London, UK. .۲۰۰۳
- Prieto MJ, Marhuenda D, Roel J .**Free and total ۲,٥-hexanedione in biological monitoring of workers exposed to n-hexane in the shoe industry** .*Toxicol Lett*.٦٠-١٤٥:٢٤٩ ,٢٠٠٣ ;
- Fuente A, McPherson B, Cardemil F .**Xylene-induced auditory dysfunction in humans** .*Ear and Hearing* .٦٦٠–٦٥١ :(٥)٣٤ ;٢٠١٣ .doi:١٠,١٠٩٧/AUD.٠b٠١٣e٣١٨٢٨d٢٧d.٧
- Zhang K, Nelson AM, Talley SJ, Chen M, Margaretta E, Hudson A, Moore R .**Non-isocyanine poly (amide-hydroxyurethane)s from sustainable resources** .*Green Chem* .٨١–٤٦٦٧ :(١٧)١٨ ;٢٠١٦ . doi:١٠,١٠٣٩/C٦GC٠١٠٩٦B.
- Deputy of Food and Drugs (DFD) .**List and characteristics (permissible consumption limit and amount of heavy metals) of permitted dyes in polymers in contact with food and polymer toys** . Ministry of Health, Treatment and Medical Education, General Directorate of Food, Beverage, Cosmetics and Hygiene. .۲۰۱۹
- Ravankhah N, Mirzaei R, Masoum S .**Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Soil** .J Mazandaran Univ Med Sci ۲۰۱٦; ۲٦(۱۳٦): ۱۲۰-۱۰۹. (Persian)
- Golpaygani A, Khanjani N .**Occupational and Environmental Exposure to Lead in Iran: A Systematic Review** .*Journal of Health & Development* ,Vol ۱, No ۱, Spring ۲۰۱۱. ۸۹-۷٤pp.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی