فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال دهم، شماره ۲، بهار ۱۳۹۹
صص: ۱۲۱٤-۱۱۹۷

پایش زیست محیطی و ارزیابی آلاینده‌ها در کفپوش‌های ورزشی(مطالعه موردی: کفپوش پلی‌اورتان)

محمد حسین‌پور
دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران
سید مصطفی طیبی ثانی[۲۰]
استادیار مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران
باقر مرسل
استادیار مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران
هومن بهمن‌پور
استادیار محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰

چکیده
هدف تحقیق، سنجش عناصر و ترکیبات سمی موجود در کفپوش‌های پلی‌اورتان مورد استفاده در اماکن 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 دستگاههای اسپکترومتر نشر اتمی پلاسما (ICP-OES) مدل Vista Pro و اسپکتروفتومتر اشعه مرئی و ماورائ‌بنفش مدل 1240 mini استفاده شد. آزمایشات سه مرتبه تکرار شدند. برای تعیین حد مجاز مواجهه، از شاخص متوسط وزنی – زمانی (OEL-TWA) استفاده شد. اکسید کلسیم با ppm ۱۲۵۸۰۰ و سپس، پلی‌پروپیلن با ppm ۵۸۲۰ بیشترین میزان ترکیبات را شامل شدند. بالاترین میزان عنصر به ترتیب متعلق به فلز سنگین سرب برابر ppm ۷۹۹۰ و روی با ppm ۵۷۷۰ بود. نتایج نشان داد که اختلاف زیادی میان استاندارد و حد مجاز آلاینده‌ها با اعداد حاصل از آزمایشات وجود دارد. ۲ آلاینده آرسنیک و کروم با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» در ساختار کفپوش پلی‌اورتان شناسایی شدند. سیلیس نیز به عنوان «آلاینده‌های مشکوک به سرطان‌زایی در انسان»، شناسایی شد. سرب نیز به عنوان «سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان» شناسایی شد و ۱۲ مورد بعنوان

♦. نویسنده مسئول: tayebi.sani@gmail.com

«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.

کلیدواژگان: پایش زیست محیطی، فلزات سنگین، ترکیبات آلاینده، کفپوش ورزشی، پلی‌اورتان.

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 در باشگاه‌ها و سالن‌های چندمنظوره استفاده می‌شود. برخی از انواع کفپوش‌های ورزشی نظیر کفپوش‌های پلی‌اورتان، در سایر فضاها و اماکن نیز قابل استفاده هستند، نظیر: بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، آزمایشگاهها و ... (Clarkson, 2016).

پلی‌اورتان از ترکیب شیمیایی دو کامپوننت اولیه به همراه یک عامل خارجی با دمای جوش بسیار پایین (مانند کربن دی‌اکسید یا پنتان) به‌وجود می‌آید. کامپونت‌های اولیه در فاز مایع بوده و از مونورهایی از گروه ایزوسانات و گروه هیدروکسیل (با اتم فعال هیدروژن) یا پلی‌یول تشکیل شده‌اند. هنگامی که کاموپوننت‌ها با هم ترکیب می‌شوند، کفی را تولید می‌کنند که به سرعت حجیم شده و پس از مدتی سفت و صلب می‌گردد. دو کامپوننت اصلی مستقیماً با هم واکنش شیمیایی داده و یک ماتریس پلیمری از جنس پلی‌اورتان تشکیل می‌دهند. حرارت آزاد شده از واکنش کامپوننت‌ها، عامل خارجی را تبخیر می‌کند که بخار حبس شده آن باعث می شود ماتریس پلیمری به شکل فوم در آید. حجم فوم تولید شده و متعاقباً، چگالی فوم تولید شده، تابعی از مقدار عامل خارجی است به ترکیب اضافه می‌شود (Saint Paul parks and recreation. Field and court layout & dimensions manual. 2012).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای کفپوش پلی‌اورتان ورزشی یا پلی‌اورتان، در سالن‌های ورزشی است. با توجه به اینکه کفپوش پلی‌اورتان، انعطاف‌پذیری خوبی دارد و همچنین در مقابل ضربه نیز مقاومت خوبی دارد، به عنوان کفپوش سالن ورزشی گزینه خوبی است. زیرا به مرور زمان کیفیت خود را از دست نمی‌دهد (۲و ۳). در شکل ۱، نمایی از کاربردهای این نوع کفپوش نشان داده شده است.

شکل ۱. کاربرد کفپوش پلی‌اورتان در فضاهای ورزشی چندمنظوره

(منبع :محقق،۱٤۰۰)

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[1] 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 ...)، فراهم‌سازی شرایط کیفی و پایدار برای محوطه‌های ورزش، تفریح و بازی 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 (Diejomoah etal. 2015).

ورزش و فعالیت‌های بدنی هر روز اهمیت بیشتری می‌یابند و نقش مهمی در برقراری و حفظ سلامت افراد، ایجاد می‌کنند (٦) و موجب ارتقای کیفیت زندگی و سطح رضایت‌مندی ورزشکاران می‌شود (IOC. International Olympic Committee, Agenda21 for Sport. Lausanne: Author. 2000). 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 (Mohammadfam, 2008). 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 (Bahmanpour etal. 2011). 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 (Shah Mansouri & Muzaffari,2005). نتیجه نهایی، آسیب‌دیدگی، از کار افتادگی، تحمل هزینه‌های درمانی، کاهش انگیزه و خدشه‌دار شدن اعتبار ورزش خواهد شد (Hosseinpour etal. 2019,).

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؛

[1] -World Health Organization (WHO)

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 (Sadeghi Naeini etal. 2012). 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 (Criteria Air Pollutants. Washington, D.C.: U.S. NAAQS. Environmental Protection Agency (EPA). 2016). شدت مخاطره؛ میزان سمیت و یا نحوه اثر آلاینده بر سلامتی کاربر و ورزشکار است (Smith K. Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster. New York, New York, USA: Routledge, 2001). در جدول ۱، به برخی از عناصر و ترکیبات شیمیایی سمی که در ساختار این نوع از کفپوش‌ها استفاده می شوند، اشاره می‌گردد.

جدول ۱. ترکیبات و مواد سمی مورد استفاده در انواع کفپوش‌ها (۲۴-۱۷)

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 رقیق‌کننده‌ها 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 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 ٦ 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.

مبانی نظری

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 (Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Surfaces for sports areas- Indoor surfaces for multi-sports use Specification. Islamic Republic of Iran, 1st. Edition, 2011). 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 (Mandana etal. 2011). 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 (Merikhpour, 2019). 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 (Hosseinpour & Bagheri, 2019). 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 (۱۳۹٤)، وضعیت ایمنی و بهداشتی سالن‌های چندمنظوره ورزشی و رابطه آن با وقوع آسیب‌های ورزشی را ارزیابی کردند (Gholami etal, 2014). آنها از چک‌لیست سنجشی استفاده کردند و نتایج نشان داد سالن‌های مورد مطالعه از دیدگاه ایمنی تجهیزات و لوازم ورزشی ٦۳/۹ درصد ایمنی را دارا بودند و از دیدگاه بهداشتی ٤۷/٦ درصد از مطلوبیت برخوردار بودند. فاطمه عبدوی (۱۳۹٤)، 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 (Abdavi, 2015). 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 (Naderian Jahromi etal, 2013). 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 F2772 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 (Chernushenko, 2001).

مساله اصلی تحقیق حاضر، بررسی میزان عناصر و ترکیبات سمی و آلاینده (احتمالی) در کفپو پلی‌اورتان 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 از این نوع کفپوش در بیمارستان‌ها، آزمایشگاهها و سایر محیط‌های کاری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، بررسی عناصر و ترکیبات موجود در ساختار آنها از دیگر اهداف این تحقیق می‌باشد.

این تحقیق، به لحاظ هدف از نوع کاربردی؛ و به لحاظ نحوه انجام، از نوع آزمایشگاهی می‌باشد. در ابتدا، اقدام به تهیه نمونه از کفپوش مورد نظر 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 ۲٦۵ نانومتر برای PVC، ۲٤۰ 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 ۵ دقیقه 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:

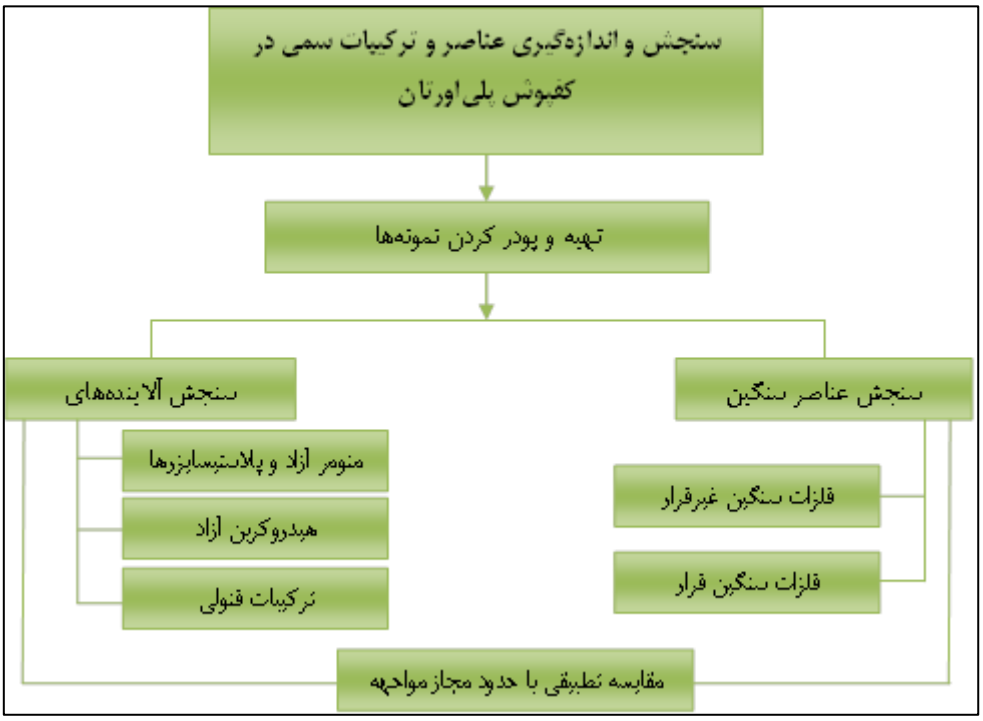
برای سنجش ترکیبات فنولی از محلول متانولی آماده شده در بخش قبل استفاده گردید. ۵ میلی‌لیتر از محلول متانولی هر نمونه در بالن حجمی ۱۰ میلی‌لیتری ریخته شده و ۰/۵ میلی‌لیتر معرف "فولین سیو کالتیو فنول" و ۱ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد کربنات سدیم در آب مقطر به آن اضافه شده و سپس با آب مقطر به حجم رسید. پس از گذشت ۱ ساعت شدت جذب محلول در طول موج ۷٦۰ 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 1240 mini ساخت شرکت Shimadzu ژاپن (شکل ۲)
- حمام اولتراسونیک مدل S60H ساخت شرکت Elma آلمان

شکل ۲. دستگاه اسپکتروفتومتر مدل mini ۱۲٤۰ (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[1] (OEL-TWA) استفاده شد (Occupational Exposure Limits (OEL). 2017). شکل ۳، فرآیند و گام‌های تحقیق را نشان می‌دهد.

[1] -Time Weighted Average



شکل ۳. فلوچارت تحقیق

یافته‌های پژوهش

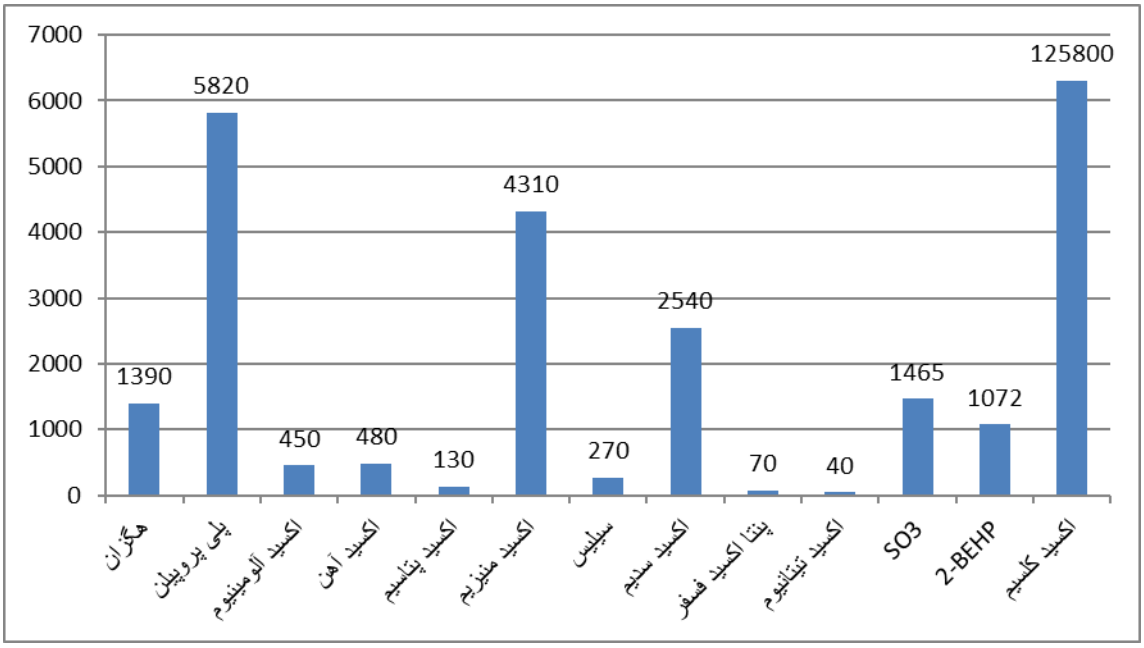
نتایج آنالیز نمونه‌های مورد آزمایش در جدول ۲ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کفپوش پلی‌اورتان، فاقد ایزوپرن (۲متیل-۱،۳ بوتادین) و پلی‌وینیل کلراید (PVC) و دی‌اکتیل فتالات (DOP) می‌باشد. میزان بیس ۲ اتیل هگزیل فتالات (2-BEHP) ۱۰۷۲ ppm می‌باشد. همچنین، میزان هیدروکربن آزاد (از نوع هگزان) در نمونه مورد آزمایش، ۱۳۹۰ ppm بوده است. میزان PP نیز در نمونه‌ها، ۵۸۲۰ ppm و فنول کل نیز، کمتر از ۵ ppm درصد بوده است.

جدول ۲. نتایج آنالیز عناصر و ترکیبات در نمونه کفپوش پلی‌اورتان (برحسب ppm)

عنصر / ترکیب	Total Phenol	Hydrocarbon (Free) (Hexane)	D.O.P	2-BEHP	P.P (Free)	P.V.C (Free)	Isoprene (Free)	Al_2O_3
نتیجه سنجش	< ۵	۱۳۹۰	–	۱۰۷۲	۵۸۲۰	–	–	٤۵۰
عنصر / ترکیب	Fe_2O_3	K_2O	MgO	SiO_2	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	B
نتیجه سنجش	٤۸۰	۱۳۰	٤۳۱۰	۲۷۰	۲۵٤۰	۷۰	٤۰	۱۷/۸۹
عنصر / ترکیب	Pb	Cu	Mn	Sr	Zn	Sb	U	Nb
نتیجه سنجش	۷۹۹۰	۳۱/٤۳	۵٤/۱۵	۷۷/۵۱	۵۷۵۰	۱۲/۸۸	۷۷/٦۳	۰/۵۳۹
عنصر / ترکیب	Sn	As	Ba	Ni	Cr	SO_3	Zr	Rb

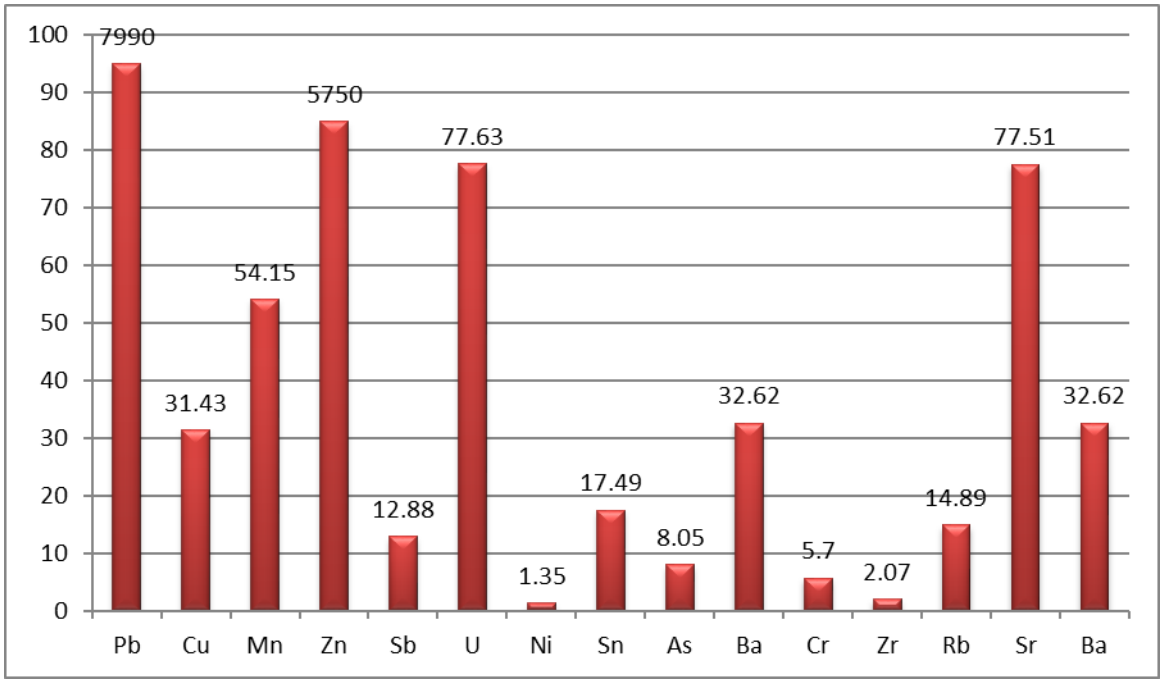
نتیجه سنجش	۱۷/٤۹	۸/۰۵	۳۲/٦۲	۱/۳۵	۵/۷۰	۱٤٦۵	۲/۰۷	۱٤/۸۹

شکل ٤، نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده را در ساختار کفپوش پلی‌اورتان نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، بیشترین ترکیب موجود در ساختار این نوع کفپوش، متعلق به ترکیب اکسید کلسیم (CaO) با میزان ۱۲۵۸۰۰ ppm و پس از آن پلی‌پروپیلن (P.P) با ۵۸۲۰ ppm و سپس، اکسید منیزیم با ٤۳۱۰ ppm می‌باشد.



شکل ٤. نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش پلی‌اورتان (برحسب ppm)

در شکل ۵، نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش پلی‌اورتان نشان داده شده است. آنالیز ترکیبات غیرآلی نشان می‌دهد که بالاترین میزان عنصر موجود در ساختار کفپوش مورد اندازه‌گیری، متعلق به فلز سنگین سرب (Pb) برابر ۷۹۹۰ ppm می‌باشد. پس از آن، عنصر روی (Zn) با میزان ۵۷۷۰ ppm در رتبه دوم قرار دارد.



شکل ۵. نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش پلی‌اورتان (برحسب ppm)

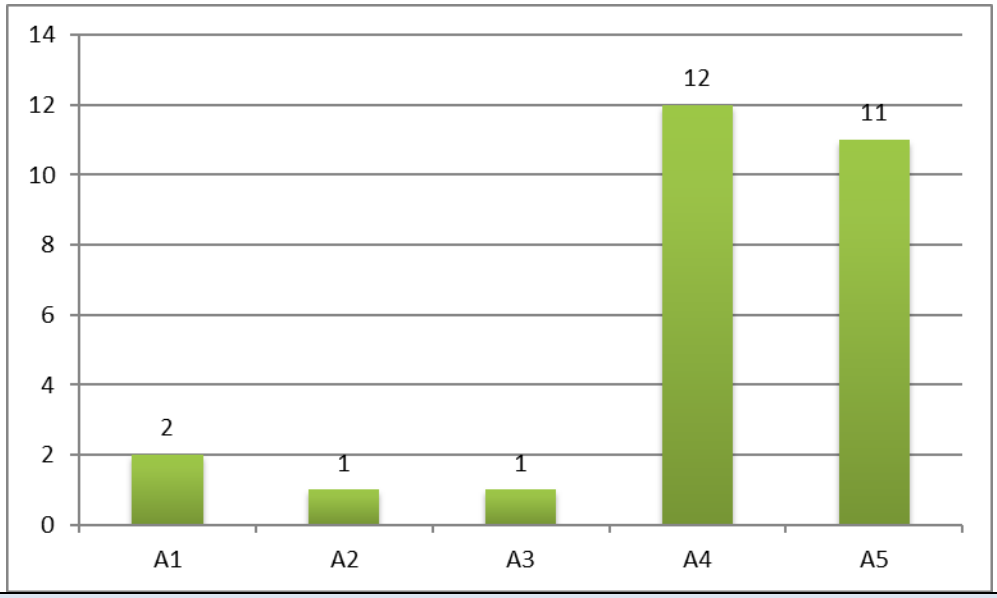
اثرات بهداشتی آلاینده‌ها و حدود مجاز تماس روزانه (۸ ساعته) آنها و همچنین، استاندارد ملی حد مجاز فلزات سنگین و رنگ‌دانه‌ها در اسباب بازی‌ها و زمین‌های بازی در جدول ۳ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اختلاف زیادی میان استاندارد و حد مجاز آلاینده‌ها با عدد استخراج شده از آزمایشات وجود دارد.

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	۱۳۹۰ ppm	۵۰ ppm	-
سرب (Pb)	اختلال سیستم اعصاب محیطی و مرکزی، اثرات خونی	۷۹۹۰ ppm	۰/۰۵ mg/m^3	۱۵ ppm
منگنز (Mn)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	۵٤/۱۵ ppm	۰/۲ mg/m^3	-
آرسنیک (As)	سرطان پوست، سرطان ریه، آسیب دستگاه تنفسی	۸/۰۵ ppm	۰/۰۱ mg/m^3	۱۰ ppm
کروم (Cr)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ریه	۵/۷۰ ppm	۰/۰۱ mg/m^3	۱۰ ppm
مس (Cu)	محرک، اثرات گوارشی	۳۱/٤۳ ppm	-	-
آنتی‌موان (Sb)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	۱۲/۸۸ ppm	۰/۵ mg/m^3	۱۵ ppm
باریم (Ba)	سوزش پوست، چشم و دستگاه گوارش، تونوس عضلات	۳۲/٦۲ ppm	۰/۵ mg/m^3	۱۰ ppm
اکسید کلسیم (CaO)	تحریک و سوزش قسمت فوقانی تنفسی	۱۲۵۸۰۰ ppm	۲ mg/m^3	-
اکسید آهن (Fe_2O_3)	پنوموکونیوزیس	٤۸۰ ppm	۵ mg/m^3	-
سیلیس (SiO_2)	آسیب ریوی، تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی، سیلیکوزیس	۲۷۰ ppm	mg/m^3 ۰/۰۲۵	-
زیرکونیوم (Zr)	تجمع در بافت ماهیچه	۲/۰۷ ppm	۵ mg/m^3	-
روی (Zn)	اختلالات گوارشی، نقص سیستم ایمنی	۵۷۵۰ ppm	-	-
قلع (Sn)	پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سردرد، تهوع، اثر روی سیستم اعصاب مرکزی و سیستم ایمنی	۱۷/٤۹ ppm	۲ mg/m^3	-
روبیدیوم (Rb)	تحریک پوست	۹/۵۳ ppm	-	-
پنتااکسید فسفر (P_2O_5)	سوزش چشم	۷۰ ppm	۱ mg/m^3	-
اکسید پتاسیم (K_2O)	تحریک پوست، عوارض تنفسی	۱۳۰ ppm	۲ mg/m^3	-
اکسید منیزیم	اختلالات گوارشی	٤۳۱۰ ppm	۱۰ mg/m^3	-

(MgO)

شکل ٦، نمودار مقایسه‌ای احتمال سرطان‌زا بودن عناصر و ترکیبات آلاینده موجود در ساختار کفپوش پلی‌اورتان را براساس استاندارد ACGIH[1] نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده است، ۲ آلاینده با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» در ساختار کفپوش پلی‌اورتان شناسایی شده‌اند که عبارتند از: آرسنیک و کروم. همچنین، ۱ مورد نیز (سیلیس) به عنوان «آلاینده‌های مشکوک به سرطان‌زایی در انسان»، شناسایی شدند. از سوی دیگر، ۱ مورد (سرب) نیز به عنوان «سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان» شناسایی شدند و ۱۲ مورد نیز به عنوان «غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی» سنجش شدند که عبارت بودند از: هگزان نرمال، 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.



راهنمای نمودار:

A1: سرطان‌زایی تایید شده انسانی

A2: مشکوک به سرطان‌زایی در انسان

A3: سرطان‌زایی تایید شده برای حیوان با ارتباط ناشناخته بر انسان

A4: غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی

A5: مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی

شکل ٦. نمودار وضعیت سرطان‌زایی و تعداد آلاینده‌های موجود در کفپوش پلی‌اورتان براساس استاندارد ACGIH

نتیجه‌گیری

استاندارد بودن کیفیت محیط‌های ورزشی از لحاظ ایمنی بهداشتی و محیط زیستی یکی از دغدغه‌های مهم سازمان‌های ورزشی می‌باشد. در چندین سال گذشته و در تحقیقات متعدد، اثر آلاینده‌های گوناگون محیطی به روی

[1] - American Conference of Governmental Industrial Hygienist

سلامت و راندمان ورزشکاران مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. یکی از مهمترین ابزار مورد استفاده در سالن‌ها و اماکن ورزشی، کفپوش‌ها و بسترهای اصلی انجام حرکات و تمرین‌های ورزشی هستند. امروزه، انواع متعددی از انواع کفپوش‌های ورزشی تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از دغدغه‌های جدیدی که مدیران ورزشی و کارشناسان بهداشت محیط با آن مواجه هستند، اطمینان از استاندارد بودن و سلامت کیفی این نوع کفپوش‌ها می‌باشد.

کفپوش‌های ورزشی از نوع پلی‌اورتان در بسیاری از سالن‌ها و باشگاههای ورزشی کاربرد دارند. از سوی دیگر، از آنها به عنوان بستر مقاوم و قابل شستشو در بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و آزمایشگاهی استفاده می‌شود. 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 (۳۵). از سوی دیگر، بر اثر کاربرد مواد شوینده و سایش امکان رهاسازی برخی از آلاینده‌ها در بافت خاک و حتی راهیابی به آب زیرزمینی وجود دارد که می‌تواند منشا آلودگی‌های محیط زیستی به شمار آید (۳٦). 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 پلی‌اورتان، بسیار بالا و نگران کننده می‌باشد. به طور مثال، هگزان نرمال، یک سم عصبی بوده و می‌تواند سبب ایجاد پلی‌نوروپاتی حسی – حرکتی شود (۳۷). تماس پوستی با این ماده سبب خارش و سرخ شدن پوست می‌گردد. هگزان مایع سبب آسپیره شدن ریه می‌شود. در حدود ppm ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شده است. این در حالی است که حد مجاز تماس روزانه ۸ ساعته آن، برابر ppm ۵۰ می‌باشد.

خوشبختانه در ساختار این نوع کفپوش، پلی‌وینیل کلراید که توانایی ایجاد آسیب ریوی، پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت تحتانی تنفسی و تغییر عملکرد ریوی را دارا است (۳۸ و ۳۹) شناسایی نگردید.

اکسید آهن، توانایی ایجاد پنوموکونیوزیس را دارا است (۳۳). میزان این آلاینده ppm ٤٨٠ اندازه‌گیری شده که در مقایسه با استاندارد TWA ($5\ mg/m^3$) اختلاف زیادی را نشان می‌دهد.

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[1] 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 می‌شود (٤٣-٤٠). در کفپوش پلی‌اورتان سنجش شده نیز برخی از آلاینده‌ها با این خصوصیت شناسایی شدند که عبارتند از: هگزان نرمال،

[1] -Skin

آنتی‌موان، اکسید کلسیم، پنتااکسید فسفر، اکسید پتاسیم، بیسموت، آرسنیک و قلع. نماد پوستی هشداری برای کارشناسان بهداشت حرفه‌ای است مبنی بر آنکه ممکن است 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 پلی‌اورتان، ۲ عنصر آلاینده (آرسنیک و کروم) با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» شناسایی شدند. البته لازم به ذکر است که میزان آرسنیک اندازه‌گیری شده برابر با ۸/۰۵ ppm می‌باشد که با استاندارد اعلام شده برای زمین‌های بازی و اسباب بازی که برابر با ۱۰ ppm می‌باشد (٤٠)، همچنان فاصله داشته و قابل قبول تلقی می‌گردد. ولیکن، در مورد آلاینده کروم (با میزان ۵/۷۰ ppm) با استاندارد (۱۰ ppm) فاصله 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.

یکی از جنبه‌های مهم و اساسی در کیفیت محیطی در سالن‌ها و اماکن ورزشی که مغفول واقع شده است، بحث مربوط به استانداردهای بهداشتی و زیست محیطی کفپوش‌های ورزشی است که نقش مستقیمی بر سلامت و تندرستی ورزشکاران و سایر کاربران دارد. لازم است تا مدیران ورزشی و صاحبان اماکن ورزشی به این موضوع دقت نمایند و از خرید و بکارگیری لوازم و تجهیزات غیراستاندارد و فاقد برچسب‌ها و تاییدیه‌های بهداشتی و زیست محیطی خودداری کنند. متاسفانه، در سالیان اخیر، به دلیل اعمال تحریم‌ها و موارد دیگر ورود کالاهای ورزشی بی‌کیفیت و ارزان‌قیمت از کشورهایی نظیر چین گسترش یافته است. این قبیل تجهیزات عمدتاً فاقد گواهی‌های زیست محیطی و یا بهداشتی از سوی سازمان‌های مرجع و تخصصی هستند و استفاده از آنها نه‌تنها عوارض ایمنی، بلکه مشکلات بهداشتی و محیط زیستی را در بر دارد. به علاوه به دلیل پایین بودن کیفیت ساخت، عمر مفید اندکی نیز دارند. همچنین در برخی موارد، کالاها و محصولات ورزشی تولید داخل کشور نیز از این قاعده مستثنی نیستند.

پیشنهادات:

توجه جدی به این موضوع می‌تواند راندمان کار و سلامت کاربران را تضمین نماید. بدین منظور، الگوی پیشنهادی ذیل برای فرآیند پایش زیست محیطی و بهداشتی کف‌پوش‌های ورزشی و زمین‌های بازی پیشنهاد می‌شود:

۱. اخذ تاییدیه از موسسه استاندارد و وزارت بهداشت در خصوص ایمنی کیفیت و ایمنی بهداشتی
۲. خوداظهاری از طرف تولید کننده و یا وارد کننده کالا و محصول
۳. سنجش (عناصر معدنی، ترکیبات معدنی، ترکیبات آلی)
٤. تطبیق (مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی، مقایسه با دستورالعمل‌ها)
۵. تعیین اثرات (شناسایی اثرات بهداشتی، شناسایی اثرات محیط‌زیستی)
٦. ارزیابی ریسک (تعیین درجه خطر)

۷. تصمیم‌گیری نهایی(رد محصول، تایید قطعی، برگشت برای اصلاحات)

به طور کلی، ضرورت‌های به‌کارگیری الگوی فوق‌الذکر را در موارد زیر می‌توان خلاصه نمود:

- اهمیت و نقش کیفیت محیط (سالن و اماکن ورزشی) در هنگام انجام تمرین‌ها و رویدادهای ورزشی؛
- پیامدهای متعدد و زیان‌بار انواع آلاینده‌های شیمیایی بر سلامت و راندمان ورزشکاران؛
- لزوم کاهش ریسک‌ها و مخاطرات محیطی و بهداشتی در محیط‌های ورزشی.

خاطر نشان می‌گردد، این امکان وجود دارد که فرآیند مذکور سب طولانی شدن روند تولید و توزیع محصولات گردد. ولیکن جنبه‌های مثبت و مزایای حاصل از آن بیش از مضرات احتمالی آن است. چرا که با بهداشت عمومی کاربران در ارتباط است.

موفقیت در فرآیند مذکور، مستلزم همکاری چندین سازمان تخصصی می‌باشد که عبارتند از:

- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی
- مرکز پایش و سلامت محیط کار در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
- دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست

در این میان، نقش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و همچنین شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی بیش از سایر ارگان‌های تخصصی می‌باشد. چرا که این مرکز مسیولیت بررسی و تایید تمامی کالاها و محصولات وارداتی و تولیدی در داخل کشور را بر عهده دارد و موظف است تمامی جنبه‌های بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی یک کالا / محصول را ارزیابی نماید. همچنین شرکت توسعه و نگهداری اماکن ورزشی نیز مسیولیت مدیریت و پایش اماکن ورزشی را بر عهده دارد که می‌تواند از طریق نظارت و ارزشیابی دوره‌ای از بکارگیری لوازم و تجهیزات استاندارد توسط سالن‌ها و اماکن ورزشی اطمینان حاصل کند. از سوی دیگر، وزارت بهداشت (مرکز پایش و سلامت محیط کار) نیز می‌تواند با جدیت بیشتر اقدام به ممیزی نماید و باشگاه‌ها و اماکن متخلف را جریمه نماید.

سازمان حفاظت محیط زیست صرفاً می‌تواند بر جنبه‌های زیست محیطی کالاها و محصولات نظارت داشته باشد. البته با توجه به آنکه در ساخت این قبیل کف‌پوش‌های ورزشی، انواعی از فلزات سنگین نظیر کروم استفاده می‌شوند، توانایی آسیب رساندن به بافت خاک و از بین بردن میکروارگانیزمها و همچنین آلودگی آب‌های زیرزمینی را دارند (به شرط رها شدن در محیط طبیعی). در نتیجه این سازمان به عنوان متولی حفاظت از محیط زیست می‌تواند به عنوان مدعی‌العموم به این موضوع رسیدگی نماید.

یکی از جنبه های مهمی که در این مساله لازم است تا مورد توجه قرار گیرد آن است که اکثر مدیران ورزشی و صاحبان فضاهای ورزشی از دانش بهداشتی و محیط زیستی اندکی برخوردارند. بنابراین، لازم است تا وزارت ورزش و جوانان نسبت به برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاههای تخصصی مرتبط اقدام نماید به ویژه نقش کمیسیون ورزش و محیط زیست کمیته ملی المپیک در این میان بسیار پررنگ می‌باشد. بدیهی است در صورتی که ذی‌نفعان

کلیدی از توانمندی بالایی برخوردار باشند، احتمال آسیب و زیان بر سلامت ورزشکاران و کاربران کاهش خواهد یافت و طبیعتاً هزینه‌های ناشی از آن نیز به حداقل خواهد رسید.

منابع

Clarkson B. Sports Dimensions Guide for Playing Areas Sport and recreation facilities. Department of sport & recreation. Government of Western Australia. 2016; sixth edition, 104 P.

Saint Paul parks and recreation. Field and court layout & dimensions manual. 2012.

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. 2018; Vol 8, No. 2.

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 2281-4612, ISSN 2281- 3993, 2015; 4(20).

WHO. European Centre for Environment and Health. Burden of disease from environmental noise quantification of healthy life years lost in Europe 2011. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe; 2011.

Lee M. Sesso HD. Paffenbarger RS. Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict risk? Circulation, 2000; 102(9), 981-986.

IOC. International Olympic Committee, Agenda21 for Sport. Lausanne: Author. 2000.

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, 2008; 15(3), 60-66.

Bahmanpour H. Salajegheh B. Mafi A. Investigating the Environmental Situation of Darband Mountains, Environmental Report, Environmental and Energy Research Center, 2011; 247 pp. [In Persian].

Shah Mansouri E. Muzaffari SA. Study recessionary factors Sports in the field of hardware, software, and John Ware. Journal of Sports Sciences, 2005; (12), 87-106. (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, 2019; 7(16): 107-28. (Persian). Doi: 10.22089/RES.2017.3793.1263

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. 2012; 7(3), 37-47. (Persian)

Takano T. Health and environment in the context of urbanization. Environmental health and preventive medicine, 2007; 12(2), 51.

Sperber WH. Hazard identification: from a quantitative to a qualitative approach. Food Control. 2001; 12: 223–228. doi:10.1016/s0956-7135(00)00044-x

NAAQS. Criteria Air Pollutants. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2016.

Smith K. Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster. New York, New York, USA: Routledge, 2001. ISBN 0-415-22464-0.

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, 2012; ISBN 978-3-642-19130-5.

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 AY2014, in M. Esteban, Sustainability Science: Field Methods and Exercises, Springer International, Switzerland, 2016; pp. 93–116, doi:10.1007/978-3-319-32930-7_5 ISBN 978-3-319-32929-1.

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, 2015; pp. 61–90, ISBN 978-3-662-46053-5.

Berea E. Rodriguez-lbelo M. Navarro J. AR. Platinum Group Metal—Organic frameworks in S. Kaskel (ed.), The Chemistry of Metal-Organic Frameworks: Synthesis, Characterization, and Applications, 2016; Vol. 2, Wiley-VCH Weinheim, pp. 203–230, ISBN 978-3-527-33874-0.

Abbaspoor M. Environmental engineering, second edition, Islamic Azad University, 2016; 628 p. [In Persian].

Occupation Safety and Health Administration (OSHA). Occupational safety and health standards: Toxic and hazardous substances, Limit for air contaminants. 29 CFR 1910, subpart Z, Last adopted: Washington DC, USA. 2006.

The United State Environmental Protection Agency (USEPA). Alternate 1 in 3 sampling and return shipping schedule [online]. Available from: http://wwwepagov//ttn/atmic/files/ambient/ pm25/2006. Accessed May 2, 2014.

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 IPA15-SE-025. Proceeding of the 39th IPA Conference and Exhibition, 2015; 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, 1st. Edition, 2011.

Mandana A. Jahangiri M. Nasiri G. Occupational exposure of pathogens in petrochemical industry. 2011. HSE management, National Petrochemical Company, 320 P.

Merikhpour Z. Sohrabi MS. Safety Status of Children's Playground Equipment: A Case Study in Hamaedan Luna Park. Iranian Journal of Ergonomics. 2019; 7 (3), 1-10.

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, 2019; 7(16): 107-28. (Persian). Doi: 10.22089/RES.2017.3793.1263

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, 2014; 4(2), 23-34. (Persian)

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, 2015; 71 P. (Persian)

Naderian Jahromi M. Poorsoltani Zarandi H. Rohani E. Identify safety indicators and standards for gyms and sports venues, Journal of Sport management, 2013; Vol. 5, No. 3. 1-36pp. (Persian)

Chernushenko D. Vander Kamp A. Stubbs D. Sustainable Sport Management: Running an Environmentally, Socially and Economically Responsible Organization, 2001; URI: http://hdl.handle.net/20.500.11822/2146

Occupational Exposure Limits (OEL). 2017, 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. 2014.

Shuker L, James K, Massey J, Levy L. Institute of Environment and Health (IEH). The Setting and Use of Occupational Exposure Limits. ICCM, London, UK. 2007.

Walters D, Grodzki K, Walters S. The role of occupational exposure limits in the health and safety systems of EU Member States. 1st ed., Centre for Industrial and Environmental Safety and Health, South Bank University, CROWN copyright, London. UK. 2003.

Prieto MJ. Marhuenda D. Roel J. Free and total 2,5-hexanedione in biological monitoring of workers exposed to n-hexane in the shoe industry. Toxicol Lett; 2003, 145:249-60.

Fuente A. McPherson B. Cardemil F. Xylene-induced auditory dysfunction in humans. Ear and Hearing. 2013; 34 (5): 651–660. doi:10.1097/AUD.0b013e31828d27d7.

Zhang K. Nelson AM. Talley SJ. Chen M. Margaretta E. Hudson A. Moore R. Non-isocyanine poly (amide-hydro xyurethane) s from sustainable resources. Green Chem. 2016; 18 (17): 4667–81. doi:10.1039/C6GC01096B

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. 2019.

Ravankhah N. Mirzaei R. Masoum S. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Soil. 2015. J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(136): 109-120 (Persian).

Golpaygani A. Khanjani N. Occupational and Environmental Exposure to Lead in Iran: A Systematic Review. Journal of Health & Development, Vol 1, No 1, Spring 2011. 74-89 PP.

Garcia-Leston J, Mendez J, Pasaro E, Laffon B. Genotoxic effects of lead: an updated review. Environ Int 2010; 36(6): 623-36.