فصلنامه مطالعات مدیریت شهری
سال پانزدهم/ شماره پنجاه و پنجم/ پائیز ۱۴۰۲

سنجش آلاینده‌های شیمیایی در کفپوش‌های مورد استفاده در اماکن ورزشی شهر شاهرود

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۲۷

سحر رزازان
دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. *razzazans@yahoo.com*
باقر مرسل*
استادیار مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. (نویسنده مسئول)*morsal1361@gmail.com*
علی فهیمی‌نژاد
استادیار مدیریت ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. *afahimi77@gmai.com*
هومن بهمن‌پور
استادیار مدیریت محیط زیست، گروه محیط زیست، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. *hooman.bahmanpour@yahoo.con*

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: امروزه کیفیت محیطی به عنوان یکی از پارامترهای مهم در مدیریت فضاهای ورزشی مطرح است. وجود آلاینده‌های محیطی می‌تواند بر سلامت و راندمان ورزشکاران اثرگذار باشد. هدف تحقیق، سنجش عناصر و ترکیبات سمی موجود در کفپوش‌های گرانولی مورد استفاده در اماکن ورزشی شهر شاهرود است.

روش پژوهش: 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.

یافته‌ها: ایزوپرن آزاد با ۳۴۰۰ ppm و سپس، دی‌اکتیل فتالات با ۳۲۸۰ ppm بیشترین میزان ترکیبات را شامل شدند. بالاترین میزان عنصر به ترتیب متعلق به فلز سنگین قلع برابر ۱۲۵۰۰۰ ppm و مس با ۷۵۲۸۰ ppm 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 به عنوان «غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی» سنجش شدند.

نتیجه‌گیری: 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: سنجش آلاینده، ترکیبات آلی، فلزات سنگین، کفپوش ورزشی گرانولی

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. یکی از انواع کفپوش‌های ورزشی که کاربرد فراوانی در اماکن ورزشی دارد، کفپوش‌های گرانولی یا لاستیکی می‌باشد (Clarkson, 2016:4). ترکیبات این کفپوش شامل لاستیک و چسب‌های مخصوص می‌باشد. کفپوش لاستیکی بسیار محکم بوده و برای تحمل وزن‌های سنگین نظیر وزنه‌ها و دستگاههای بدن‌سازی مناسب و ایده‌آل می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های این کف‌پوش ورزشی، مقاومت به رطوبت و ایستایی زیاد، مقاومت در برابر آفتاب و عدم جذب آب می‌باشد (Ekuri, 2018). در شکل ۱ نمایی از کاربردهای این نوع کفپوش نشان داده شده است.

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 (Diedomojah et al., 2016). 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 (WHO, 2011). 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. هدف از انجام این تحقیق، سنجش و اندازه‌گیری عناصر و ترکیبات موجود در کفپوش‌های ورزشی مورد استفاده در اماکن و فضاهای ورزشی است. بدین منظور شهر شاهرود به عنوان پایلوت و کفپوش گرانولی به عنوان موردکاوی تحقیق انتخاب شده است. سوال اصلی تحقیق آن است که نوع و میزان عناصر و ترکیبات موجود در این نوع از کفپوش کدامند؟ درجه خطر آنها چگونه است و آیا با استانداردها مطابقت دارند یا خیر؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

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 (WHO, 2011). بی‌شک، با عنایت به رویکرد اخیر، برای ارتقای

شکل ۱: کاربرد کفپوش گرانولی در فضاها و اماکن ورزشی

سطح ایمنی و سلامت کاربران (ورزشکاران و ...)، فراهم‌سازی شرایط کیفی و پایدار برای محوطه‌های ورزش، تفریح و بازی ضرورت خواهد داشت (Lee et al., 2000). ورزش و فعالیت‌های بدنی هر روز اهمیت بیشتری می‌یابند و نقش مهمی در برقراری و حفظ سلامت افراد، ایجاد می‌کنند (IOC, 2000) و موجب ارتقای کیفیت زندگی و سطح رضایت‌مندی ورزشکاران می‌شود. 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 et al., 2008; 62). 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 et al., 2011: 106). 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. نتیجه نهایی، آسیب‌دیدگی، از کار افتادگی، تحمل هزینه‌های درمانی، کاهش انگیزه و خدشه‌دار شدن اعتبار ورزش خواهد شد (Shahmansoori & Mozafari, 2005:90).

برخی از جنبه‌های بهداشتی و زیست محیطی که می‌تواند در کفپوش‌های ورزشی 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 (Hosseinpour et al, 2019; Sadeghi et al., 2012:40). 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 نیز در اثر استفاده طولانی‌مدت و یا در اثر تماس با انواع محلول‌ها و مواد شوینده سالن‌های ورزشی در محیط رها می‌شوند (Takani, 2000). شدت مخاطره؛ میزان سمیت و یا نحوه اثر آلاینده بر سلامتی کاربر و ورزشکار است (Sperber, 2001; 226). 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 (NAAQS, 2016). بسیاری از عطرها و مواد بودار از ترکیبات آلی فرار تشکیل شده‌اند. 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 (Smith, 2001). از دیگر مواد خطرناک، می‌توان از فلزات سنگین نام برد که در اصل، اصطلاحی در علم 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 بوده است (به دلیل چگالی بیشتر آن‌ها نسبت به آهن)؛ با این حال، امروزه همه فلزها و شبه‌فلزهای آسیب‌رسان و سمی را در بر می‌گیرد (Alves et al., 2012). 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 (Amasawa et al., 2018). 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 (Berea et al., 2016; 210). 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 (Abbaspoor, 2016). 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 (Alves et al., 2012).

پیشینه تحقیق

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 (ISIRI, 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 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 (Jahangiri & Nasiri, 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 & Sohrabi, 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) اقدام به سنجش آلاینده‌های موجود در کفپوش‌های ورزشی نمودند و نتیجه گرفتند که این قبیل تجهیزات وارداتی و حتی تولید داخل به میزان زیادی دارای آلودگی هستند (Hosseinpour et al, 2019). غلامی 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 (Gholami et al., 2014). 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 (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 et al., 2013). ولیکن در مورد ایمنی بهداشتی و جنبه‌های محیط زیستی آنها نتایجی ارایه نشده است. ریبکوسکی[۲] و همکاران (۲۰۱۷)؛ به بررسی مدیریت اماکن در قطر و مشکلات موجود و چالش‌های آتی آن پرداختند. در این تحقیق ۴۰ مدیر اماکن ورزشی در کشور قطر شرکت کردند. نتایج این تحقیق مبین آن بود که بود که مهم-ترین مشکلات و چالش‌ها در کشور قطر این بود که اماکن ورزشی موجود از لحاظ توسعهٔ پایدار در وضعیت مطلوبی قرار ندارد و از نظر مصرف انرژی و تخریب محیط زیست و ایجاد آلودگی نامطلوب می‌باشد (Hosseinpour et al, 2019).

روش‌شناسی

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 (دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات) گردید. تمامی 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 کفپوش

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 تجربه 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 (OEL, 2017).

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 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 1240 mini ساخت شرکت Shimadzu ژاپن (شکل ۲)
- حمام اولتراسونیک مدل S60H ساخت شرکت Elma آلمان
- 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[۳] (OEL-TWA) استفاده شد (OSHA, 2006; USEPA, 2014).

یافته‌ها

نتایج آنالیز نمونه‌های مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، کفپوش گرانولی، دارای ایزوپرن آزاد و دی‌اکتیل فتالات (DOP) می‌باشد. همچنین، فاقد پلی‌وینیل کلراید (PVC)، پلی‌پروپیلن و بیس ۲ اتیل هگزیل فتالات (2-BEHP) می‌باشد. همچنین، میزان هیدروکربن آزاد (از نوع هگزان) در نمونه مورد آزمایش کمتر از ppm ۱۰۰ بوده است و فنول کل نیز، کمتر از ppm ۵ درصد بوده است.

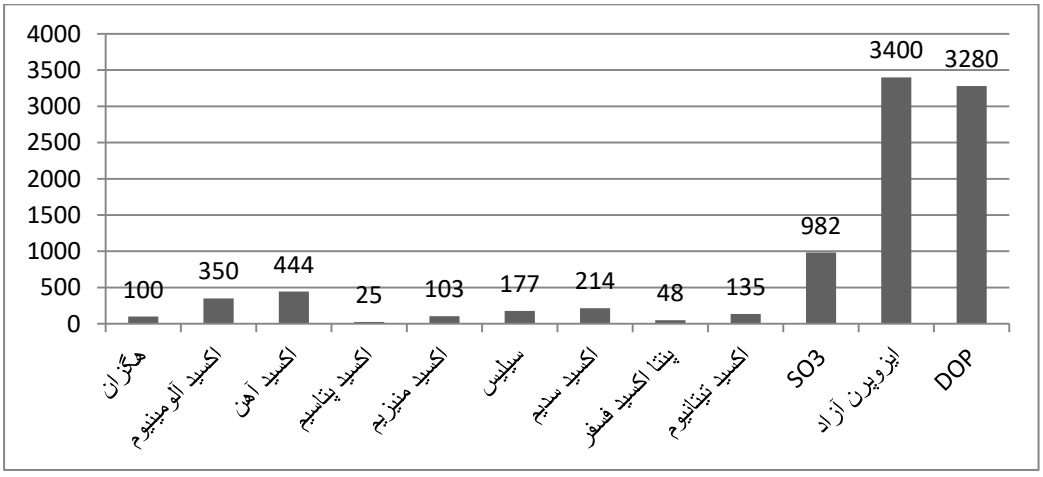
شکل ۲: دستگاه اسپکتروفتومتر مدل **mini** ۱۲۴۰ (سمت راست) و اسپکترومتر نشر اتمی پلاسما (سمت چپ)

جدول ۱. نتایج آنالیز عناصر و ترکیبات در نمونه کفپوش گرانولی (برحسب **ppm**)

عنصر / ترکیب	Total Phenol	Hydrocarbon (Free) (Hexane)	D.O.P	2-BEHP	P.P (Free)	P.V.C (Free)	Isoprene (Free)	Co
نتیجه سنجش	< ۵	کمتر از ۱۰۰	۳۲۸۰	–	–	–	۳۴۰۰	۷۶۲۰
عنصر / ترکیب	Fe_2O_3	K_2O	MgO	SiO_2	Na_2O	P_2O_5	TiO_2	B
نتیجه سنجش	۴۴۴	۲۵	۱۰۳	۱۷۷	۲۱۴	۴۸	۱۳۵	۱۲۲۲۰
عنصر / ترکیب	Pb	Cu	Mn	Sr	Zn	Sb	U	Nb
نتیجه سنجش	۳۵۰	۷۵۲۸۰	۵۰۱۲۰	۱۷۱۱۰	۱۴۵۸	۲۰۴۴۰	۵۹۸۰	۷۹۲
عنصر / ترکیب	Sn	As	Ba	Ni	Cr	SO_3	Zr	Rb
نتیجه سنجش	۱۲۵۰۰۰	۱۲۸۵۰	۳۰۵۰۰	۶۴۵۰	۱۳۱۹۰	۹۸۲	۳۴۰۰	۱۴۸۹۰

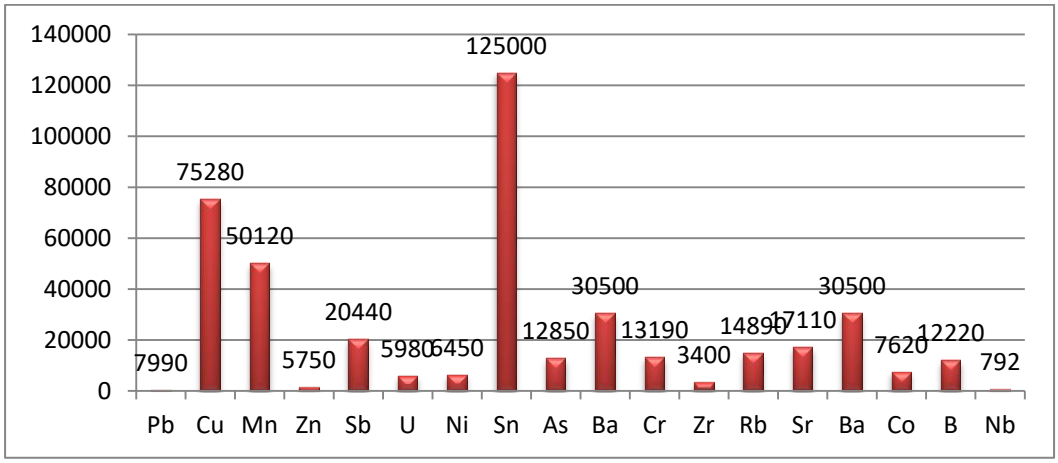
(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

شکل ۳، نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده را در ساختار کفپوش گرانولی نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، بیشترین ترکیب موجود در ساختار این نوع کفپوش، متعلق به ترکیب ایزوپرن آزاد با میزان ppm ۳۴۰۰ و پس از آن دی‌اکتیل فتالات (DOP) با ppm ۳۲۸۰ و سپس، تری‌اکسید گوگرد با ppm ۹۸۲ می‌باشد.



شکل ۳. نمودار مقایسه‌ای میزان ترکیبات اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش گرانولی (برحسب **ppm**)

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



شکل ۴. نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر اندازه‌گیری شده در ساختار کفپوش گرانولی (برحسب **ppm**)

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

در شکل ۴، نمودار مقایسه‌ای میزان عناصر در ساختار کفپوش گرانولی نشان داده شده است. آنالیز ترکیبات غیرآلی نشان می‌دهد که بالاترین میزان عنصر موجود در ساختار کفپوش مورد اندازه‌گیری، متعلق به قلع (Sn) برابر ۱۲۵۰۰۰ ppm می‌باشد. پس از آن، عنصر مس (Cu) با میزان ۷۵۲۸۰ ppm در رتبه دوم قرار دارد.

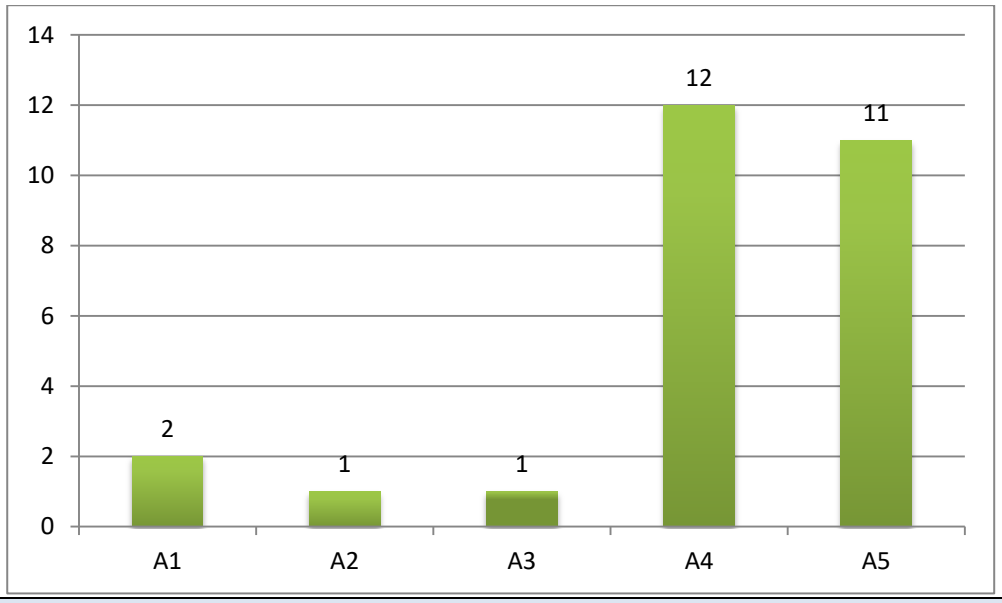
اثرات بهداشتی آلاینده‌ها و حدود مجاز تماس روزانه (۸ ساعته) آنها در جدول ۲ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اختلاف زیادی میان استاندارد و حد مجاز آلاینده‌ها با عدد استخراج شده از آزمایشات وجود دارد.

شکل ۵ نمودار مقایسه‌ای احتمال سرطان‌زا بودن عناصر و ترکیبات آلاینده موجود در ساختار کفپوش گرانولی را براساس استاندارد ACGIH[۴] نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده است، ۲ آلاینده با قابلیت «سرطان‌زایی تایید شده انسانی» در ساختار کفپوش گرانولی 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.

جدول ۲: اثرات بهداشتی، میزان آلاینده حدود مجاز آلاینده‌های سنجش شده در کفپوش گرانولی

نوع آلاینده	اثرات بهداشتی	میزان اندازه‌گیری شده (ppm)	حدود مجاز تماس روزانه (TWA)
هگزان نرمال	اختلال سیستم اعصاب مرکزی و نوروپاتی عمومی، خواب‌آور، سوزش چشم	کمتر از ۱۰۰	۵۰ ppm
سرب (Pb)	اختلال سیستم اعصاب محیطی و مرکزی، اثرات خونی	۷۹۹۰	۰/۰۵ mg/m^3
منگنز (Mn)	اختلال سیستم اعصاب مرکزی	۵۰۱۲۰	۰/۲ mg/m^3
آرسنیک (As)	سرطان پوست، سرطان ریه، آسیب دستگاه تنفسی	۱۲۸۵۰	۰/۰۱ mg/m^3
کروم (Cr)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سرطان ریه	۱۳۱۹۰	۰/۰۱ mg/m^3
مس (Cu)	محرک، اثرات گوارشی	۷۵۲۸۰	–
آنتی‌موان (Sb)	تحریک قسمت فوقانی تنفسی و پوست	۲۰۴۴۰	۰/۵ mg/m^3
باریم (Ba)	سوزش پوست، چشم و دستگاه گوارش، تونوس عضلات	۳۰۵۰۰	۰/۵ mg/m^3
اکسید آهن (Fe_2O_3)	پنوموکونیوزیس	۴۴۴	۵ mg/m^3
سیلیس (SiO_2)	آسیب ریوی، تحریک قسمت تحتانی دستگاه تنفسی، سیلیکوزیس	۱۷۷	۰/۰۲۵ mg/m^3
زیرکونیوم (Zr)	تجمع در بافت ماهیچه	۳۴۰۰	۵ mg/m^3
روی (Zn)	اختلالات گوارشی، نقص سیستم ایمنی	۵۷۵۰	-
قلع (Sn)	پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت فوقانی تنفسی، سردرد، تهوع، اثر روی سیستم اعصاب مرکزی و سیستم ایمنی	۱۲۵۰۰۰	۲ mg/m^3
روبیدیوم (Rb)	تحریک پوست	۱۴۸۹۰	-
پنتااکسید فسفر (P_2O_5)	سوزش چشم	۴۸	۱ mg/m^3
اکسید پتاسیم (K_2O)	تحریک پوست، عوارض تنفسی	۲۵	۲ mg/m^3
اکسید منیزیم (MgO)	اختلالات گوارشی	۱۰۳	۱۰ mg/m^3

(یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)



راهنمای نمودار:

A1: سرطان‌زایی تایید شده انسانی

A2: مشکوک به سرطان‌زایی در انسان

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

A4: غیرقابل طبقه‌بندی به عنوان یک عامل

A5: مشکوک نبودن به عنوان یک عامل سرطان‌زای انسانی

شکل ۵. نمودار وضعیت سرطان‌زایی و تعداد آلاینده‌های موجود در کفپوش گرانولی براساس استاندارد **ACGIH** (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

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 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 گرانولی در بسیاری از سالن‌ها و باشگاههای ورزشی کاربرد دارند. 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 (ACGIH, 2014). 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 (Fuente et al., 2013). 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 کفپوش گرانولی، بسیار بالا و نگران‌کننده می‌باشد. خوشبختانه در ساختار این نوع کفپوش، میزان آلاینده هگزان نرمال چندان بالا نبوده است. همچنان پلی‌وینیل کلراید که توانایی ایجاد آسیب ریوی، پنوموکونیوزیس، تحریک قسمت تحتانی تنفسی و

تغییر عملکرد ریوی را دارا است (Zhang et al., 2016; DFD, 2019) شناسایی نگردید. اکسید آهن، توانایی ایجاد پنوموکونیوزیس را دارا است (Golpaygani & Khanjani, 2011). میزان این آلاینده ppm ۴۴۴ اندازه‌گیری شده که در مقایسه با استاندارد TWA (۵ 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[5] 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 (Hakiki et al., 2015). در کفپوش گرانولی سنجش شده نیز برخی از آلاینده‌ها با این خصوصیت شناسایی شدند که عبارتند از: هگزان نرمال، 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 گرانولی، 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 ppm ۱۲۸۵۰ می‌باشد که با استاندارد اعلام شده، اختلاف زیادی دارد؛ که احتمالاً باقیمانده سموم حشره‌کش در سالن‌های ورزشی است. ولیکن، در مورد آلاینده کروم (با میزان ppm ۱۳۱۹۰) با استاندارد فاصله زیادی 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 محدوده‌ای 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. بنابراین، 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)
۴) تطبیق (مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی، مقایسه با دستورالعمل‌ها)

۵) تعیین اثرات (شناسایی اثرات بهداشتی، شناسایی اثرات محیط‌زیستی)
۶) ارزیابی ریسک (تعیین درجه خطر)
۷) تصمیم‌گیری نهایی (رد محصول، تایید قطعی، برگشت برای اصلاحات)

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 جنبه‌های 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 و مآخذ

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

Abdavi, F. 2015. 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)

ACGIH. 2014. 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.

Alves, A.K., Berutti, F.A., Sánche, F.A. 2012. 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, H., Yu, J., Ikeda, I., Onuki, M. 2018. Drawing Lessons from the Minamata Incident for the General Public: Exercise on Resilience, Minamata Unit AY2014, in M. Esteban, Sustainability

for Water Shut-Off Application. Paper IPA15-SE-025. Proceeding of the 39th IPA Conference and Exhibition, 2015; Jakarta, Indonesia.

Hosseinpour, E., Bagheri, G., Alidoust, E., Amiri, M. 2019. Presenting a Model to Establish Safety in Sporting Environments (Using Grounded Theory). Research on Educational Sport, 2019; 7(16): 107-28. (Persian).

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

ISIRI. 2011. 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.

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

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

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

Mohammadfam, I., Bahrami, A., Fatemi, F., Golmohammadi, R., Mahjub, H. 2008. 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.

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

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

OEL. 2017. Occupational Exposure Limits. Islamic Republic of IRAN Ministry of Health and Medical Education Environmental and Occupational Health Center (EOHC).

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

Sadeghi, H., Jafari, H., Salehi, E. 2012. Mirlouhi Falavarjani A. Child safety in parks playgrounds (a case study in Tehran's Science: Field Methods and Exercises, Springer International, Switzerland, 2016; pp. 93–116.

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

Berea, E. Rodriguez-lbelo, M., Navarro, J. 2016. 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.

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

DFD. 2019. Deputy of Food and Drugs. 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.

Diejomoah, S. Akarah, E. Tayire, F. 2016. 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).

Ekuri, PE. 2018. 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.

Fuente, A., McPherson, B., Cardemil, F. 2013. Xylene-induced auditory dysfunction in humans. Ear and Hearing. 2013; 34 (5): 651–660.

Gholami, S., Mehdipour, A., Azmsha, T. 2014. 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)

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

Hakiki, F., Nuraeni, N., Salam, DD., Aditya, W., Akbari, A., Mazrad, Siregar, S. 2015. Preliminary Study on Epoxy-Based Polymer

sub-district parks). Iran Occupational Health. 2012; 7(3), 37-47. (Persian)
Shahmansoori, E., Muzaffari, S.A. 2005. Study recessionary factors Sports in the field of hardware, software, and John Ware. Journal of Sports Sciences, 2005; (12), 87-106. (Persian).
Sperber, W.H. 2001. Hazard identification: from a quantitative to a qualitative approach. Food Control. 2001; 12: 223–228.
Smith, K. 2001.Environmental Hazards: Assessing risk and reducing disaster. New York, New York, USA: Routledge, 2001. ISBN 0-415-22464-0.
Takano, T. 2007. Health and environment in the context of urbanization. Environmental health and preventive medicine, 2007; 12(2), 51.
USEPA. 2014. The United State Environmental Protection Agency. Alternate 1 in 3 sampling and return shipping schedule [online]. Available from: http://wwwepagov//ttn/atmic/files/ambient/pm25/2006. Accessed May 2, 2014.
WHO. 2011. 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.
Zhang, K., Nelson, A.M., Talley, S.J., Chen, M. 2016. Non-isocyanine poly (amide-hydro xyurethane) s from sustainable resources. Green Chem. 2016; 18 (17): 4667–81.

یادداشت‌ها

[1] *World Health Organization (WHO)*
[2] *Rybkowski*
[3] *Time Weighted Average*
[4] *American Conference of Governmental Industrial Hygienist*
[5] *Skin*