نشریه فرهنگ و ارتقای سلامت فرهنگستان علوم پزشکی
دوره هشتم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۴۳۲ تا ۴۳۹

اصیل

شناسایی و اولویت‌بندی سنجه‌های محیط‌زیستی ملی و بین‌المللی برای ایران

منصور شمسی‌پور[۱,۲*]، محمدصادق حسنوند[۳,۴]، بنیامین عجمی[۵]، ساسان فریدی[۶]، مهدی هادی[۷]، کاظم ندافی[۳,۴]، هما کاشانی[۸]، رضا سعیدی[۹,۱۰]، علیرضا مصداقی‌نیا[۴]

۱. ***نویسنده مسئول**: دانشیار،گروه روش‌شناسی مطالعات و تحلیل داده‌ها، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران، shamsipour@sina.tums.ac.ir
۲. دانشیار، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. استاد، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۵. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۶. استادیار، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۷. دانشیار، مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۸. استادیار، گروه روش‌شناسی مطالعات و تحلیل داده‌ها، پژوهشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۹. استاد، مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت محل کار، پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۱۰. استاد، گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۲۸

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت‌های انسانی آثار مخربی بر محیط‌زیست وارد کرده و سلامت انسان، تنوع زیستی و زیستگاه‌ها را با تهدید مواجه می‌کند. ازاین‌رو تلاش‌هایی برای دستیابی به مداخلات اثربخش در حوزه محیط‌زیست صورت گرفته است که ارزیابی این اقدامات با شناخت کامل از روند تغییرات شاخص‌ها امکان‌پذیر می‌شود. با توجه به تعداد و تنوع شاخص‌ها، در این مقاله، سنجه‌های اولویت‌دار برای کشور ایران شناسایی شدند تا از آنها در اساس سیاست‌گذاری‌ها استفاده شود.

روش: مجموعه‌ای از شاخص‌ها و سنجه‌های بکار رفته در این شاخص‌ها، از بین شاخص‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور، سازمان ملی استاندارد و سازمان حفاظت محیط‌زیست در ایران و سازمان‌های بین‌المللی شامل سازمان جهانی بهداشت، سازمان ملل متحد، سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا، آژانس محیط‌زیست اروپا، برنامه نظارت مشترک سازمان جهانی بهداشت/یونیسف، گزارش شاخص عملکرد محیط‌زیستی کشورها و شاخص‌های کشور کانادا بررسی شدند.

یافته‌ها: در مجموع ۲۲ شاخص و سنجه دارای اولویت در حیطه‌های مختلف ازجمله آلودگی هوای آزاد و داخل، آب، بهسازی و بهداشت، فاضلاب، اشعه فرابنفش، پسماند، تغییر اقلیم، مواجهه با فلزات سنگین و گاز رادن داخل ساختمان، امواج الکترومغناطیسی، بار بیماری‌های منتسب به عوامل خطر محیطی، اکوسیستم و توزیع جمعیت شهری و روستایی برای کشور ایران پیشنهاد شدند.

نتیجه‌گیری: با ایجاد مجموعه‌ای استاندارد از این سنجه‌ها، سیاست‌گذاران می‌توانند پیشرفت اقدامات محیط‌زیستی خود را پیگیری کرده و اثربخشی آنها را بسنجند. این رویکرد مبتنی بر شواهد کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود که تلاش‌های محیط‌زیستی در پرداختن به مبرم‌ترین مسائل هدفمند و مؤثر هستند.

کلیدواژه ها: آلاینده‌های محیط زیست، بهداشت محیط‌زیست، سیاست زیست‌محیطی، شاخص‌های زیست‌محیطی

عنوان مکرر: شناسایی و ارزیابی سنجه‌ها

Copyright: © Iranian Journal of Culture and Health Promotion. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]

مقدمه

فعالیت‌های انسانی بـه طـور قابـل تـوجهی بـر محـیط‌زیسـت تـأثیر می‌گذارد و منجر به بحران‌های متعددی می‌شـود. اتکـا بـه سـوخت‌هـای فسیلی به عنوان عامل اصلی این تخریب، به آلودگی هـوا و آب، تغییـرات اقلیمی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها منجر می‌شود. این تغییرات نه تنهـا بـر سلامت انسان‌ها تأثیر می‌گذارد؛ بلکه تنوع زیستی را نیـز تهدیـد کـرده و بسیاری از گونه‌ها را به سمت انقراض سوق می‌دهد. تخریب زیسـتگاه‌هـا، فرسایش خاک و آلودگی ناشی از پسماندها و فاضلاب از دیگر پیامـدهای منفی فعالیت‌های انسانی هستند (۱). علاوه بر این، گزارش اخیر چشم‌انداز محیط‌زیست جهانی به عنوان یک هشدار حیاتی، خاطرنشان می‌کنـد کـه تلاقی تخریب محیط‌زیست و توسـعه اقتصـادی ناپایـدار اسـت و نیـاز بـه اصلاحات فوری و جامع سیاست‌گذاری برای جلـوگیری از عواقـب شـدید برای انسان و کره زمـین دارد (۲). ازایـن‌رو، بـه منظـور مواجهـه بـا ایـن بحران‌ها، تداوم و استمرار برنامه‌ریزی در زمینه محیط‌زیسـت و بهداشـت محیط امری حیاتی است و این موضوع اساسی در هر جامعه را به عنـوان یک اولویت بالقوه مطرح می‌کند. از طـرف دیگـر مقایسـه، آنـالیز و درک عملکـرد محـیط زیسـتی کشـورها بـرای دسـتیابی بـه اثـربخش‌تـرین و بهینه‌ترین مداخلات از مسـیر طراحـی دقیـق و شـناخت کامـل از رونـد تغییرات شاخص‌های محیط‌زیستی امکان‌پذیر می‌شود. بـا ایـن حـال، بـا توجه به تعداد و تنوع شاخص‌هایی که در حال حاضر مورد اسـتفاده قـرار می‌گیرند، درک ارتباط و معنای شاخص‌های موجود برای سیاست‌گـذاران روز به روز دشوارتر می‌شود و مجموعه‌های جدیدی از این شاخص‌ها هنوز قابل انتظار است.

در سالیان اخیر ابزارهایی برای ساختاردهی و تحلیل شاخص‌ها و ارتباطات متقابل محیط-جامعه مورد استفاده قـرار گرفتـه اسـت. بـه عنوان مثال برخی از کشـورها از شـاخص ترکیبـی کـه روشـی بـرای خلاصه کـردن چنـدین شـاخص در یـک عـدد و ارائـه ابـزاری بـرای سیاست‌گذاری است و همچنین، شاخص چـارچوب شـکاف پایـداری محیطـی (Environmental Sustainability Gap; ESGAP) بـه منظـور ارزیـابی پایداری محیط‌زیست که مبتنی بر مفاهیم پایـداری قـوی، سـرمایه حیـاتی طبیعی، عملکردهای محیط زیستی و مقادیر مرجع مبتنـی بـر علـم اسـت، استفاده کرده‌اند. با این وجود، بسیاری از کشورهای درحال توسعه علی‌رغـم اندازه‌گیری برخی شاخص‌ها، فاقد وجود شاخص‌هایی جامع و فراگیـر بـرای نظارت بر عملکرد پایداری محیط‌زیست خـود در طیـف وسـیعی از مسـائل مربوط به محیط‌زیست، منابع و حفظ بهداشت محیط هستند (۳).

در کشورهای با سطوح توسعه متفاوت، مفهوم کیفیت محیط‌زیست نیز تغییراتی پیدا می‌کند. این تفاوت‌ها ممکن است ناشی از اخـتلاف در مقـدار آلاینده‌ها، تولید ناخالص داخلی و امکانات محیط‌زیسـتی باشـد. در نتیجـه، انتخاب سنجه‌ها محیط‌زیستی در طراحی شاخص‌ها باید با در نظـر گـرفتن این تفاوت‌ها صورت گیرد تا شاخص‌ها تأثیرگذار، قابل اعتماد و متناسـب بـا هر جامعه در نظر گرفته شوند (۴). بدین منظور برخی تلاش کـرده‌انـد کـه عملکرد ایران را در حوزه محیط‌زیست و بهداشـت محـیط بـا انـدازه‌گیـری شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار دهند (۵).

مقایسه، آنالیز و درک عملکرد محیط زیستی کشورها برای دستیابی بـه اثربخش‌ترین و بهینه ترین مـداخلات از مسـیر طراحـی دقیـق و شـناخت کامل از روند تغییرات شاخص‌های محیط‌زیستی امکان پذیر مـی‌شـود. ایـن شاخص‌ها خود براساس سنجه‌های مختلفی تعریف می‌شوند کـه در برخـی موارد، خود سنجه‌های اندازه‌گیری شده به عنـوان شـاخص در نظـر گرفتـه می‌شوند؛ اما در موارد دیگر، این سنجه‌ها ممکن است با سایر شاخص‌ها یا با انجام محاسباتی خاص به عنوان یک شاخص معتبر در نظر گرفته شوند.

در این مطالعه برای دستیابی به مجموعه‌ای از سنجه‌های متناسب بـا شرایط کشور ایران سعی شده است تا شاخص‌ها و مقیاس هـای مختلفـی که توسط سازمان‌ها و نهادهای ملی و بین‌المللی مـورد ارزیـابی و بررسـی قرار گیرند. و در نهایت سنجه‌های اولویت‌دار برای کشور ایـران شناسـایی شوند تا از آنها به عنوان ابزاری قدرتمند برای افزایش آگـاهی عمـومی در مورد مسائل محیط زیستی، استفاده از آنها برای ارائـه اطلاعـات در مـورد مشکلات محیط‌زیست، توانمندسازی سیاست‌گـذاران بـرای ارزش‌گـذاری جدی آن‌ها، حمایت از توسعه سیاست و تعیین اولویت با شناسایی عوامل کلیدی که باعث فشار بر محیط‌زیست می‌شود و نیز برای نظارت بر اثرات پاسخ‌های سیاست مورد استفاده قرار گیرد.

روش

برای دستیابی به مجموعه‌ای از سنجه‌های متناسب با شـرایط کشـور ایران، شاخص‌ها و مقیاس‌های مختلفی که توسط سـازمان‌هـا و نهادهـای ملی از جمله وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور، سازمان ملی استاندارد و سازمان حفاظت محیط‌زیست (۶، ۷) و سازمان‌های بین‌المللی شامل: سازمان جهانی بهداشـت (World Health Organization; WHO) (۸)، اندیکاتورهای اهداف ۱۷ گانه توسعه پایدار سازمان ملل متحد (۹)، مؤسسه بین‌المللـی معیارهـا و ارزیـابی سـلامت (Institute For Health Metrics and Evaluation; IHME) (۱۰)، برنامه نظـارت مشـترک WHO/یونیسـف بـرای تأمین آب، بهسازی و بهداشت (Joint Monitoring Programme; JMP) (۱۱)، سـازمان حفاظـت محـیط‌زیسـت آمریکـا (United States Environmental Protection Agency; EPA) (۱۲)، آژانـس محـیط‌زیسـت اتحادیـه اروپـا (European Environment Agency; EEA) (۱۳)، گـزارش شـاخص عملکـرد محـیط‌زیسـتی کشـورها (Environmental Performance Index; EPI) (۵) و شاخص‌های اندازه‌گیری شده محیط‌زیستی و بهداشت محیطی در کشـور کانادا (۱۴) مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند.

پـس از چنـد مرحلـه غربـالگری و تحلیـل داده‌هـا توسـط تیمـی از

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]

متخصصان، ۲۲ شاخص کلیدی و قابل اندازه‌گیری در ارتباط با چالش‌های زیست‌محیطی ایران انتخاب شد. فرآیند غربالگری و انتخاب شاخص‌ها براساس معیارهای علمی زیر انجام پذیرفت:

- ارتباط علمی و مستقیم با سلامت عمومی و بهداشت محیط؛
- دسترس‌پذیری داده‌ها و اطلاعات معتبر؛
- سهولت سنجش و اندازه‌گیری شاخص در سطوح ملی و منطقه‌ای؛
- پذیرش و مشارکت سازمان‌های مرتبط در ارائه داده‌ها؛
- وسعت جغرافیایی و شدت اثر مخاطره هدف شاخص؛
- میزان تأثیرگذاری شاخص بر سلامت عمومی؛
- امکان تحلیل روندهای زمانی و مکانی مرتبط با مخاطره موردنظر.

این شاخص‌ها با در نظر گرفتن تفاوت‌های جغرافیایی، اقلیمی و توسعه‌ای ایران طراحی شده‌اند و می‌توانند به‌عنوان یک چارچوب جامع برای نظارت و بهبود سیاست‌های محیط‌زیستی و بهداشت عمومی به‌کار گرفته شوند.

یافته‌ها

شاخص‌های متعددی در سازمان‌های ملی و بین‌المللی به منظور پیگیری عملکرد ایران از جنبه محیط‌زیست و بهداشت محیط اندازه‌گیری می‌شود؛ اما با توجه به هدف مطالعه حاضر، بر اساس معیارهای انتخابی، شاخص‌های دارای اولویت که در جدول ۱ آورده شده است، در حیطه‌های مختلف از جمله آلودگی هوا، آب، بهسازی و بهداشت، فاضلاب، اشعه فرابنفش (Ultraviolet (UV))، پسماند، تغییر اقلیم، مواجهه با سرب و رادن، میدان الکترومغناطیسی، بار بیماری‌های منتسب به عوامل خطر محیطی، اکوسیستم و توزیع جمعیت شهری و روستایی انتخاب شدند. این سنجه‌ها برآوردی از تمامی شاخص‌ها و سنجه‌های استخراج شده از منابع ملی و بین‌المللی است که می‌توانند با مجموع شرایط ایران سازگار باشند و تقریباً تمامی حیطه‌های محیطی که در خصوص آنها نگرانی وجود دارد را در برمی‌گیرد. این سنجه‌ها هم می‌توانند در تشکیل و ساختار شاخص‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرند و هم به خودی خود می‌توانند به عنوان یک شاخص در نظر گرفته شوند.

بحث

شاخص‌های مرتبط با آلودگی هوا

در سال‌های اخیر گزارش‌های متعددی آلاینده اصلی هوا را ذرات ریز با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون گزارش کرده‌اند و می‌توان آن را یکی مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر کیفیت هوا در ایران برشمرد. مطالعه‌ای در سال

جدول ۱. مشخصات حیطه‌ها، سنجه‌ها و شاخص‌های پیشنهادی محیطی زیستی و بهداشت محیطی کشور

حیطه	سنجه / شاخص
آلودگی هوا	درصد موارد تخطی از استاندارد ملی برای آلاینده $PM_{2.5}$ درصد جمعیتی که با غلظت بالاتر از حد استاندارد ملی $PM_{2.5}$ مواجهه دارند. درصد خانوارهای روستایی که زیر پوشش شبکه گازرسانی هستند.
آب، بهسازی و بهداشت	درصد جمعیتی که به خدمات پایه تأمین آب دسترسی دارند. درصد جمعیتی که به خدمات با مدیریت ایمن آب دسترسی دارند. درصد جمعیتی که به خدمات پایه بهسازی دسترسی دارند. درصد جمعیتی که به خدمات با مدیریت ایمن بهسازی دسترسی دارند. درصد جمعیتی که به خدمات شستشوی دست در خانه دسترسی دارند. سرانه آب شیرین تجدیدپذیر به تفکیک استانی و ملی درصد جمعیت برخوردار از آب آشامیدنی فاقد آلودگی میکروبی
فاضلاب	سطح زمین‌های تحت کشت با فاضلاب تصفیه نشده
اشعه فرابنفش (UV)	درصد جمعیتی که تحت آموزش‌های حفاظت در برابر UV قرار گرفته‌اند.
پسماند	درصد خانوارهایی که تفکیک پسماند تر و خشک را انجام می‌دهند.
تغییر اقلیم	میزان انتشار گاز CO_2 ناشی از تولید انرژی در کشور
	میزان انتشار گاز CO_2 ناشی از مصرف انرژی در کشور
سرب	درصد جمعیتی که میزان سرب خون آن‌ها بالاتر از حد مطلوب می‌باشد.
اکوسیستم	شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی
میدان الکترومغناطیسی	وجود / کفایت قوانین در حوزه الکترومگنتیک فیلد (EMF)
رادن	درصد جمعیتی از کشور که در محل سکونت آن‌ها حداقل یک‌بار غلظت رادن سنجیده شده است
جمعیت	درصد جمعیت شهری و روستایی
بار بیماری منتسب به عوامل خطر محیطی	نرخ DALY منتسب به عوامل خطر محیطی نرخ مرگ منتسب به عوامل خطر محیطی

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]

۲۰۱۸ نشان داد که شهروندان تهرانی در همه زمان‌ها تقریباً ۲ تا ۴ برابر بیشتر از سطح رهنمودی سالانه سازمان جهانی بهداشت در معرض $PM_{2.5}$ قرار داشتند و در سال ۲۰۱۵، تقریباً ۳۸۰۰ مرگ (بیش از ۱۰ مورد در روز) ناشی از مواجهه طولانی مدت با $PM_{2.5}$ محیط در تهران بود. این آلاینده از منابع احتراقی و غیر احتراقی به اتمسفر ساطع شده و از واکنش‌های فتوشیمیایی ثانویه در جو نیز تولید می‌شود (۱۵). بنابراین دستیابی به موارد تخطی از استاندارد ملی این آلاینده در ایران و همچنین جمعیتی که با غلظت بالاتر از حد استاندارد ملی آن مواجهه دارند می‌تواند به تلاش‌ها برای بهبود وضعیت این آلاینده سمت و سو ببخشد. برنامه اقدام بدون آلودگی قرارداد سبز اروپا چشم‌اندازی از کاهش آلودگی هوا تا سال ۲۰۵۰ را دارد که دیگر برای سلامتی و اکوسیستم‌های طبیعی مضر تلقی نشود. گزارش‌ها نشان می‌دهد که این برنامه منجر به کاهش مواجهه مردم با آلاینده‌های هوا به ویژه $PM_{2.5}$ و NO_2 از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ در این قاره شده است. در سال ۲۰۲۱، کمتر از یک درصد از جمعیت شهری در مناطقی زندگی می‌کردند که از مقادیر حد مجاز سالانه اتحادیه اروپا برای $PM_{2.5}$ و NO_2 فراتر می‌رفت(۱۶). از سویی دیگر، سوخت جامد که به عنوان بخش بزرگی از سوخت‌های پخت و پز خانگی در جهان و یکی از اصلی‌ترین منابع آلودگی هوای داخل ساختمان به شمار می‌رود با انواع اثرات مضر سلامتی مرتبط است. استنشاق دود حاصل از پخت و پز با سوخت آلوده با بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های تنفسی و سرطان مرتبط است. ازاین‌رو استفاده از سوخت پاک یکی از مهم‌ترین اقدامات برای کاهش مواجهه با آلاینده‌های هوای داخل ساختمان می‌باشد. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۷ در ایران صورت گرفت مشاهده شد که روند بار بیماری‌های ناشی از مواجهه با آلاینده‌های داخل ساختمان از طریق استفاده از سوخت جامد برای آشپزی، از جمله بیماری ایسکمیک قلبی، بیماری انسداد ریوی مزمن و ... از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ کاهشی بوده است. این روند ناشی از کاهش استفاده از این نوع سوخت و جایگزین کردن آن با سوخت پاک مثل گاز مایع و شبکه گازرسانی بوده است(۱۷). بدین ترتیب، اندازه‌گیری و رصد درصد خانوارهای روستایی در کشور که زیر پوشش شبکه گازرسانی هستند، می‌تواند تصویر مناسبی از وضعیت آلودگی هوای داخل را ارائه نماید.

شاخص‌های مرتبط با آب، بهسازی و بهداشت

شواهد حاصل از مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که آب ناکافی و آلوده، بهداشت ناایمن، کیفیت پایین سرویس‌های بهداشتی و عدم دسترسی به امکانات شستشوی دست در خانه به‌طور مستقیم با بیماری‌های اسهالی، عفونت‌های روده و سایر بیماری‌ها به ویژه در کودکان و سالمندان مرتبط است. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که انجام مداخلات برای بهبود کیفیت آب آشامیدنی، وضعیت بهسازی و بهداشت عمومی می‌تواند به طور مؤثری بروز اسهال دوران کودکی را در کشورهای با درآمد کم و متوسط کاهش دهد (۱۸). بدین ترتیب پایش و کنترل این شاخص‌ها در کشور می‌تواند برای انجام مداخلات در مناطقی که نیاز به بهبود و ارتقا شرایط کنونی را دارند، مؤثر باشد.

طی دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت، شهرنشینی، تغییرات اقلیمی و کشاورزی برای تأمین مصارف این جمعیت، استفاده بی‌رویه از منابع آب شیرین تجدید پذیر منجر به کمبود آن در کشور و به یک چالش اجتماعی-اکولوژیکی پیچیده تبدیل شده است. کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین بخش مصرف‌کننده آب‌های شیرین (۹۲ درصد) است که گسترش غیراصولی آن علاوه بر کمبود آب، باعث مشکلات عدیده‌ای از جمله تغییر کاربری زمین و افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌شود (۱۹). بنابراین، با دستیابی به میزان آب شیرین تجدید پذیر در دسترس در سطوح استانی و ملی، ارائه راهکارهای مدیریتی و اجرای آنها جهت مصرف بهینه آب در بخش‌های مختلف قابل انتظار است.

شاخص مرتبط با فاضلاب

استفاده از فاضلاب برای آبیاری بدون شک یک جایگزین قوی در عصر کنونی کمبود آب شیرین و افزایش تقاضای غذا است اما با توجه به اینکه در کشورهای در حال توسعه امکانات مؤثر تصفیه فاضلاب به طور جدی کمبود دارد، کشاورزان به دلیل قابل اعتماد بودن منابع و ظرفیت تأمین مواد مغذی و همچنین ناآگاهی آنها از پیامدهای احتمالی مرتبط با سلامتی، به طور هدفمند از فاضلاب رقیق نشده برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌کنند که منجر به افزایش بار بیماری‌ها از طریق مصرف محصولات آبیاری شده از طریق فاضلاب تصفیه نشده می‌شود (۲۰). به طور کلی با دانستن میزان سطح زمین‌های تحت کشت با فاضلاب تصفیه نشده در ایران و بهبود در مدیریت فاضلاب می‌توان از آن به عنوان یک اهرم مناسب جهت رفع نیازهای کشاورزی آبی به‌گونه‌ای که اثرات نامطلوب کمتری بر سلامتی داشته باشد، استفاده کرد.

شاخص مرتبط با اشعه فرابنفش (UV)

تابش خورشیدی و نور فرابنفش هر دو توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان به عنوان سرطان‌زاهای گروه اول طبقه‌بندی می‌شوند و می‌توانند باعث ابتلا به کارسینوم سلول بازال (Basal-cell carcinoma; BCC) و کارسینوم سلول سنگفرشی (Squamous cell carcinoma; SCC) شوند. اثرات نامطلوب دیگری نیز از مواجهه با اشعه فرابنفش گزارش شده است که تجارب گذشته نشان داده‌اند آموزش صحیح ایمنی در برابر آفتاب، از جمله آگاهی از تفاوت‌های حساسیت به آفتاب با توجه به فتوتیپ پوست، تشویق به اتخاذ شیوه‌های مؤثرتر محافظت از آفتاب، مانند اجتناب از

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]
[DOI: 10.22034/8.4.432]

مواجهه در زمان‌های حداکثر بروز تابش اشعه فرابنفش، استفاده از سایه موجود، پوشیدن کلاه، عینک آفتابی و لباس مناسب و استفاده منظم از کرم ضد آفتاب با فاکتور محافظتی ۳۰ یا بیشتر پیشگیری شوند (۲۱).

شاخص مرتبط با پسماند

میزان پسماند تولید شده در سطح جهان در ۳۰ سال آینده از ۲ میلیارد تن مشاهده شده در سال ۲۰۱۶ به ۳/۵ میلیارد تن افزایش خواهد یافت. تولید انبوه پسماندها علاوه بر تحمیل هزینه‌های مالی سنگین حمل و نقل و دفع برای دولت‌ها، پیامدهای نامطلوب جدی را به همراه داشته و توسعه پایدار اجتماعی و سلامت انسان را با چالش‌ها و تهدیداتی مواجه کرده است. به دلیل رشد جمعیت و بهبود استانداردهای زندگی، کاهش تولید پسماند دشوار است و در عمل، اگرچه مقدار زیادی پسماند تولید می‌شود، درصد کمی از آن در کشورهای در حال توسعه تفکیک و بازیافت می‌شود. از آنجا که دفع پسماند غیرتفکیک شده باعث ایجاد مشکلاتی همچون آلوده شدن خاک و آب زیرزمینی، آلودگی هوای ناشی از سوزاندن پسماند و برهم خوردن تعادل محیط‌زیست می‌شود، تفکیک آن در مبدأ می‌تواند یک سوم ضایعات را کاهش دهد و مواد، اقلام و اجزای بازیافتی را می‌توان برای تولید محصولات جدید مورد استفاده مجدد قرار داد و دوباره تولید کرد (۲۲).

شاخص‌های مرتبط با تغییر اقلیم

انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) انسانی قبل از سال ۱۸۵۰ و صنعتی شدن جوامع از میزان چند میلیون تن در سال، به دنبال افزایش نمایی در رفاه و جمعیت و تقاضای فزاینده‌ی انرژی که تقریباً همه آن از سوخت‌های فسیلی به دست می‌آید، به میزان خیره‌کننده ۳۵ میلیارد تن CO_2 در سال ۲۰۲۰ رسید (۲۳). در ایران، استفاده از سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی برای تولید انرژی و استفاده از این انرژی در صنایع مختلفی چون نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، کشاورزی و حمل و نقل عوامل اصلی انتشار CO_2 به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در جو زمین به شمار می‌رود. انباشته شدن CO_2 و دیگر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر باعث افزایش میانگین دمای زمین شده و می‌تواند منجر به سیل و فرسایش مناطق ساحلی، تغییرات الگوهای آب و هوایی، اسیدی شدن آب دریاها، تهدید امنیت غذایی، اختلالات اقتصادی و برهم خوردن تعادل جوامع شود (۲۴). با دستیابی به میزان انتشار گاز CO2 ناشی از تولید و مصرف انرژی در ایران، حوزه‌های نیازمند ارتقا در زمینه کاهش انتشار گاز CO_2 شناسایی می‌شوند و می‌توان برنامه‌ریزی‌ها و عملیات‌ها را به نحوی که حداقل میزان انتشار ممکن باشد، پیش برد.

شاخص مرتبط با فلزات سنگین

سرب یک فلز سنگین سمی است که توسط WHO به عنوان یک آلاینده خطرناک شناخته شده است و انسان به طرق مختلف مانند استنشاق گرد و غبار و خوردن آب و غذای حاوی سرب با آن مواجهه پیدا کند. از آنجایی که اندام‌ها و بافت‌های انسان مکانیسم مؤثری برای دفع سرب ندارند، غلظت آن در داخل بدن با افزایش سن تجمع یافته و افزایش یابد و باعث ایجاد مشکلاتی در اندام‌های قلب، کبد، کلیه، تخمدان‌ها، روده، ریه، سیستم عصبی مرکزی و استخوان‌ها شود. تلاش‌های آگاهانه برای کاهش استفاده از سرب منجر به کاهش مواجهه با آن در مناطق توسعه‌یافته شده است (۲۵). بنابراین با در دست داشتن چنین شواهدی توسعه استراتژی‌های پیشگیری مؤثر که ریسک‌های مواجهه با سرب را کاهش می‌دهد، به افراد از جمله گروه‌های حساس نوزادان، کودکان و سالمندان در ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها کمک شایانی می‌کند. این مهم با دستیابی به شاخص میزان درصد جمعیتی که میزان سرب خون آنها بالاتر از حد مطلوب هست، میسر می‌شود.

شاخص مرتبط با اکوسیستم

شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) یک شاخص بدون بعد است که تفاوت بین بازتاب مرئی و نزدیک به فروسرخ پوشش گیاهی را توصیف می‌کند و می‌تواند برای تخمین تراکم رنگ سبز در یک منطقه از زمین استفاده شود (۲۶). داده‌های NDVI می‌توانند با نظارت بر تغییرات در سلامت پوشش گیاهی به شناسایی مناطقی که شرایط خشک‌سالی یا تغییرات در دسترس بودن آب را تجربه می‌کنند، کمک کند.

شاخص مرتبط با میدان الکترومغناطیسی (EMF)

وضعیت قانونی استانداردها اطلاعات مفیدی از سیستم حفاظت در برابر تشعشعات در سطح کشور فراهم می‌کند. طبق آخرین اطلاعات از سازمان جهانی بهداشت، قوانینی در ایران برای عموم مردم و کارگران در این حوزه به‌طور الزام‌آور و «اجباری» که از نظر قانونی الزام‌آور باشد، یا از طریق مقررات یا استانداردی وضع شده باشد که رعایت آن اجباری است، وضع شده است (۲۷). با توجه به اهمیت رو به گسترش این حوزه، یکی از حداقل سنجه‌ها برای ارزیابی آن، وجود / کفایت قوانین در زمینه میدان‌های الکترومغناطیسی می‌باشد.

شاخص مرتبط با گاز رادن

رادن یک گاز رادیواکتیو است که بو، رنگ و مزه ندارد و از تجزیه طبیعی اورانیوم تولید می‌شود که در تمام سنگ‌ها، خاک‌ها و در آب نیز یافت می‌شود. پس از تجزیه شدن و انتشار در هوا، روی سلول‌های پوشاننده راه‌های هوایی رسوب می‌کنند و می‌توانند به DNA آسیب رسانده و به طور

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]
[DOI: 10.22034/8.4.432]

بالقوه باعث سرطان ریه شوند (۲۸). اندازه‌گیری سطح رادن در محل سکونت می‌تواند سنجه مناسبی برای ارزیابی مواجهه با این عامل خطر می‌باشد و هر چقدر میزان پوشش جمعیتی اندازه‌گیری بیشتر باشد می‌توان برآورد دقیق‌تری از بار این عامل خطر داشت و در صورت نیاز اقدامات حفاظتی در ساختمان‌های جدید را در قوانین ساختمانی گنجاند.

شاخص‌های مرتبط با بار بیماری‌های منتسب به عوامل خطر محیطی

شاخص DALY، مجموع سال‌های زندگی از دست رفته به دلیل مرگ‌ومیر زودرس (Years of life lost from mortality; YLL) و سال‌های زندگی با ناتوانی (Years of healthy life lost due to disability; YLDs) به دلیل موارد شایع بیماری یا وضعیت سلامت در یک جمعیت است. نرخ DALY نسبت بین تعداد DALYها به جمعیت است که نشان‌دهنده بار بیماری در یک جمعیت خاص در یک دوره زمانی مشخص است. اگرچه که اکثر بیماری‌ها به دلیل عوامل مختلفی ممکن است اتفاق بیفتد و تعیین سهم عوامل خطر محیطی را در بروز بار این بیماری‌ها و مرگ با پیچیدگی همراه کند، اما کمی سازی این اثرات می‌تواند نقش مهمی را در سلامتی مردم ایفا کند. این عوامل خطر طیف وسیعی از عوامل محیطی از جمله آلودگی هوا، آلودگی آب، مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک، رویدادهای مرتبط با تغییرات آب و هوایی و غیره را در برمی‌گیرد. تلاش برای کاهش بار بیماری‌های مرتبط با عوامل خطر محیطی معمولاً شامل اجرای سیاست‌هایی برای کاهش آلودگی، بهبود کیفیت آب، تنظیم استفاده از مواد شیمیایی و رسیدگی به تغییرات آب و هوا از طریق اقداماتی مانند سازگاری و استراتژی‌های کاهش است (۲۹). نظارت بر DALYهای منتسب به عوامل خطر محیطی و همچنین نرخ مرگ منتسب به این عوامل یک جزء ضروری در نظارت بر سلامت عمومی است و به تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد برای محافظت از سلامت انسان و محیط‌زیست کمک می‌کند.

شاخص مرتبط با جمعیت

جمعیت شهری و روستایی می‌تواند به طور قابل توجهی بر سیاست‌گذاری‌های مرتبط با سلامت تأثیرگذار باشد. این تقسیم‌بندی جمعیتی نه تنها بر توزیع منابع و خدمات بهداشتی تأثیر می‌گذارد؛ بلکه نیازهای خاص هر گروه را نیز مشخص می‌کند. مناطق روستایی اغلب با چالش‌هایی در ارتباط با دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی، از جمله امکانات کمتر مراقبت‌های بهداشتی و ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی مواجه هستند. برخی از مناطق روستایی ممکن است به دلیل عواملی مانند دسترسی محدود به آب تمیز و تأسیسات بهداشتی، شیوع بیشتری از برخی بیماری‌های عفونی داشته باشند؛ اما از طرفی دیگر فرصت‌های بیشتری برای فعالیت بدنی و دسترسی به محیط‌های طبیعی فراهم می‌کند که می‌تواند اثرات مثبتی بر سلامت روان و جسم داشته باشد. در مقابل، جمعیت شهری با دسترسی به امکانات بهداشتی و درمانی بهتر، به طور کلی از وضعیت سلامت بهتری برخوردار است؛ اما با این حال، زندگی در شهرها نیز با خطرات خاصی مانند آلودگی هوا و استرس‌های اجتماعی همراه است که می‌تواند به مشکلات بهداشتی و سلامتی منجر شود (۳۰). در نهایت، سیاست‌گذاران باید با توجه به این تقسیم‌بندی جمعیتی و نیازهای خاص هر گروه، برنامه‌های بهداشتی و اجتماعی را طراحی کنند. این رویکرد می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و سلامت عمومی در هر دو جامعه شهری و روستایی کمک کند.

نتیجه‌گیری

دستیابی به شاخص‌های مؤثر محیط‌زیستی و بهداشت محیطی برای رفاه و توسعه پایدار جامعه بسیار مهم است. نتایج بررسی‌های ما در مطالعه حاضر نشان داد که در طراحی شاخص‌های متنوعی که در سطح ملی و بین‌المللی، در زمینه محیط‌زیست و بهداشت محیط مورد استفاده قرار می‌گیرند، سنجه‌های گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعدادی از این سنجه‌ها به خودی خود قابل اندازه‌گیری بوده و می‌توان از آنها به عنوان شاخص هم استفاده نمود، ولی در بعضی از موارد این سنجه مورد نظر در کنار سایر سنجه‌ها یا با انجام محاسبات خاصی تبدیل به شاخص می‌شوند. با در نظر گرفتن سطح توسعه، کیفیت محیط‌زیست از لحاظ آلاینده‌ها و امکانات کشور ایران تعداد ۲۲ سنجه در این مطالعه در حیطه‌های مختلف محیط‌زیستی و بهداشت محیط جهت اندازه‌گیری و پایش در سطح سازمان‌های مختلف کشور پیشنهاد شدند. محققان مطالعه حاضر بر این باورند که نتایج حاصل از اندازه‌گیری سیستماتیک این سنجه‌ها در گذر زمان می‌تواند به عنوان ابزار مناسبی برای درک، ارزیابی و مدیریت مسائل محیط‌زیستی عمل کرده و اطلاعات ارزشمندی را در اختیار سیاست‌گذاران، محققان و عموم مردم قرار دهند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران توسط پژوهشکده محیط‌زیست به انجام رسیده که بدین‌وسیله از فرهنگستان علوم پزشکی و پژوهشکده محیط‌زیست تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]

منابع

1. Nuţă FM, Sharafat A, Abban OJ, Khan I, Irfan M, Nuţă AC, et al. The relationship among urbanization, economic growth, renewable energy consumption, and environmental degradation: A comparative view of European and Asian emerging economies. Gondwana Research 2024; 128: 325-39.
2. Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. Cambridge: Cambridge University Press; 2019. p. iii-v.
3. Usubiaga-Liaño A, Ekins P. Are we on the right path? Measuring progress towards environmental sustainability in European countries. Sustainability Science. Sustain Sci 2023;18(2): 755-70.
4. Sato M, Usubiaga-Liaño A, Fairbrass A, Ekins P, Asuka J. Monitoring environmental sustainability in Japan: an ESGAP assessment. Sustain Sci 2024;19(2): 539-53.
5. Block S, Emerson JW, Esty DC, de Sherbinin A, Wendling ZA, et al. 2024 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy; 2024.
6. International Organization for Standardization. Sustainable cities and communities- Indicators for city services and quality of life. 2018. Available at: https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso: 37120:ed-2:v1:en
7. Environment Do. Air Quality Index. 2024. Available at: https://aqms.doe.ir/
8. World Health Organization. The Global Health Observatory, a world of health data. 2024. Available at: https://www.who.int/data/gho/data/indicators
9. United Nations. SDG Indicators. Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development 2017. Available at: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/
10. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Data Resources. Available at: https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019
11. The WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP), the custodian of global data on Water Supply, Sanitation and Hygiene (WASH). 2024. Available at: https://washdata.org/data
12. U.S. Environmental Protection Agency. 2024. Available at: https://www.epa.gov/
13. The European Environment Agency (EEA). The Indicators. Available at: https://www.eea.europa.eu/ims.
14. The Canadian Indicator Framework for the Sustainable Development Goals. 2021. Available at: https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-26-0004/112600042021001-eng.htm
15. Faridi S, Shamsipour M, Krzyzanowski M, Künzli N, Amini H, Azimi F, et al. Long-term trends and health impact of PM2.5 and O3 in Tehran, Iran, 2006–2015. Environ Int 2018; 114: 37-49.
16. European Environment Agency. Urban population exposed to air pollutant concentrations above selected EU air quality standards, EU-27. 2024. Available at: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/percentage-of-urban-population-in-19
17. Abtahi M, Koolivand A, Dobaradaran S, Yaghmaeian K, Mohseni-Bandpei A, Khaloo SS, et al. National and sub-national age-sex specific and cause-specific mortality and disability-adjusted life years (DALYs) attributable to household air pollution from solid cookfuel use (HAP) in Iran, 1990–2013. Environ Res 2017; 156: 87-96.
18. Wolf J, Hubbard S, Brauer M, Ambelu A, Arnold BF, Bain R, et al. Effectiveness of interventions to improve drinking water, sanitation, and handwashing with soap on risk of diarrhoeal disease in children in low-income and middle-income settings: a systematic review and meta-analysis. The Lancet 2022; 400(10345): 48-59.
19. Mesgaran MB, Madani K, Hashemi H, Azadi P. Iran's Land Suitability for Agriculture. Sci Rep 2017;7(1):7670.
20. Hashemi SY, Shahmahmoodi S, Hadi M, Nodehi RN, Alimohammadi M, Nejati A, et al. Quantitative microbial risk assessment of enteroviruses in raw-eatable vegetables irrigated by wastewater: examining different scenarios of washing. J Environ Health Sci Eng 2022;20(2):629-40.
21. Modenese A, Gobba F. Macular degeneration and occupational risk factors: a systematic review. Int Arch Occup Environ Health 2019; 92(1): 1-11.
22. Matsuda T, Hirai Y, Asari M, Yano J, Miura T, Ii R, et al. Monitoring environmental burden reduction from household waste prevention. Waste Manag 2018; 71: 2-9.
23. Rothenberg G. A realistic look at CO2 emissions, climate change and the role of sustainable chemistry. Sustainable Chemistry for Climate Action 2023; 2: 100012.
24. Shamsipour M KH, Mesdaghinia A, Yunesian M, Naddafi K, Hassanvand MS, Saeedi R, et al. The islamic republic of iran environmental performance in 2018 and its position among the countries of "1404 Perspective Document" Institute for Environmental Research. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2019.
25. Raj K, Das AP. Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. Environmental Chemistry and Ecotoxicology 2023; 5: 79-85.
26. Schinasi LH, Benmarhnia T, De Roos AJ. Modification of the association between high ambient temperature and health by urban microclimate indicators: A systematic review and meta-analysis. Environ Res 2018; 161: 168-80.
27. World Health Organization. Electromagnetic fields: Existence of standards and legislative status. 2023. Available from: https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/legislative-status
28. Ruano-Ravina A, Martin-Gisbert L, Kelsey K, Pérez-Ríos M, Candal-Pedreira C, Rey-Brandariz J, et al. An overview on the relationship between residential radon and lung cancer: what we know and future research. Clin Transl Oncol 2023; 25(12): 3357-68.
29. Kermani M, Arfaeinia H, Masroor K, Abdolahnejad A, Fanaei F, Shahsavani A, et al. Health impacts and burden of disease attributed to long-term exposure to atmospheric PM10/PM2.5 in Karaj, Iran: effect of meteorological factors. Int J Environ Anal Chem 2022; 102(18): 6134-50.
30. Zhao Y, Li HF, Wu X, Li GH, Golden AR, Cai L. Rural-urban differentials of prevalence and lifestyle determinants of pre-diabetes and diabetes among the elderly in southwest China. BMC Public Health 2023; 23(1): 603.

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]

Original

Identification and Prioritization of National and International Environmental Indicators for Iran

Mansour Shamsipour[1,2,*],Mohammad Sadegh Hassanvand[3,4], Benyamin Ajami[5], Sasan Faridi[6], Mahdi Hadi[7], Kazem Naddafi[3,4], Homa Kashani[8], Reza Saeedi[9,10], Alireza Mesdaghinia[4]

1. ⁎**Corresponding Author**: Associate Professor, Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, shamsipour@sina.tums.ac.ir
2. Associate Professor, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Professor, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran,
5. MSc, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
6. Assistant Professor, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
7. Associate Professor, Center for Water Quality Research (CWQR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
8. Assistant Professor, Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
9. Professor, Workplace Health Promotion Research Center, Research Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
10. Professor, Department of Health, Safety and Environment (HSE), School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background: Human activities have imposed harmful effects on the environment, threatening human health, biodiversity, and habitats. Consequently, efforts have been made to achieve effective interventions in the environmental field, which can be evaluated through a comprehensive understanding of changes in indicators. Considering the number and diversity of these indices, this article identifies priority indicators for Iran, aiming to inform policy-making.

Methods: A set of indicators was examined from the indices of the Ministry of Health and Medical Education, the National Standard Organization, and the Department of Environment of Iran, as well as from international organizations, including the World Health Organization, the United Nations, the U.S. Environmental Protection Agency, the European Environment Agency, the Joint Monitoring Program of WHO/UNICEF, the Environmental Performance Index reports, and indices from Canada.

Results: A total of 22 priority indicators across various domains have been proposed for Iran, including outdoor and indoor air pollution, water quality, sanitation and hygiene, wastewater management, ultraviolet radiation, waste management, climate change, indoor exposure to heavy metals and radon gas, electromagnetic waves, the burden of diseases attributed to environmental risk factors, ecosystems, and the distribution of urban and rural populations.

Conclusion: By establishing a standardized set of these indicators, policymakers can track the progress of their environmental initiatives and assess their effectiveness. This evidence-based approach helps ensure that environmental efforts are targeted and effective in addressing the most pressing issues.

Keywords: Environmental Health, Environmental indicators, Environmental Policy, Environmental Pollutants

[Downloaded from ijhp.ir on 2025-11-17]

[DOI: 10.22034/8.4.432]