



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## بررسی وضعیت بهداشت محیط کشور ایران براساس گزارش شاخص عملکرد محیط زیست در سال ۲۰۱۸ میلادی

منصور شمسی پور<sup>۱</sup>، هما کاشانی<sup>۱\*</sup>، مسعود یونسیان<sup>۲</sup>، کاظم ندافی<sup>۳</sup>، محمدصادق حسونوند<sup>۴</sup>، رضا سعیدی<sup>۴</sup>، مهدی هادی<sup>۵</sup>، علیرضا مصداقی نیا<sup>۵</sup>

- ۱- گروه روش شناسی مطالعات و تحلیل داده‌ها، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۳- مرکز تحقیقات کیفیت آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۴- گروه سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۵- مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

| اطلاعات مقاله:  | چکیده  |
|---|--|
| تاریخ دریافت:   | زمینه و هدف: مطالعه حاضر به منظور ارزیابی جایگاه و روند تغییرات وضعیت بهداشت محیط کشور ایران در مقایسه با کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ با استفاده از آخرین گزارش شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) در سال ۲۰۱۸ میلادی صورت گرفت.  |
| تاریخ ویرایش:   | ۹۹/۰۴/۰۲   |
| تاریخ پذیرش:  | ۹۹/۰۶/۲۵   |
| تاریخ انتشار:   | ۹۹/۰۶/۳۰   |
| واژگان کلیدی: شاخص عملکرد محیط زیست، بهداشت محیط، سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ | ۹۹/۰۶/۳۱   |
| پست الکترونیکی نویسنده مسئول: <a href="mailto:hkashani@tums.ac.ir">hkashani@tums.ac.ir</a>      | <p><b>روش بررسی:</b> در این مطالعه امتیاز شاخص‌های حیطه بهداشت محیط؛ کیفیت هوا (شامل سوخت‌های جامد خانگی، مواجهه با <math>PM_{2.5}</math>، تخطی مقادیر <math>PM_{2.5}</math> از مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت)، آب و بهسازی (شامل آب آشامیدنی و بهسازی)، همچنین فلزات سنگین (شامل مواجهه با سرب)، برای کشورهای سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ از آخرین گزارش EPI در سال ۲۰۱۸ استخراج شد. براساس امتیاز هر شاخص در هر کشور رتبه بندی انجام شد و درصد تغییرات امتیاز هر شاخص در آخرین سال در مقایسه با سال مبنا محاسبه گردید و با میانگین درصد تغییرات شاخص در کلیه کشورهای مورد بررسی مقایسه شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> در حیطه کیفیت هوا، کشور ایران در سال ۲۰۱۶ در رتبه ۷ام قرار گرفته است به طوری که از لحاظ شاخص‌های سوخت‌های جامد خانگی، مواجهه با <math>PM_{2.5}</math>، و تخطی مقادیر <math>PM_{2.5}</math> از مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت به ترتیب در رتبه ۶ام، ۸ام و ۹ام در میان کشورهای سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ قرار گرفته است. در حیطه آب و بهسازی، ایران در سال ۲۰۰۵ با داشتن امتیاز ۵۴/۴ در رتبه ۱۰ام و در سال ۲۰۱۶ با رشد ۷/۹۸ درصد به امتیاز ۵۸/۷۴ ولی رتبه ۱۱ام رسیده است. کشور ایران از لحاظ شاخص مواجهه با سرب در سال ۲۰۰۵ در رتبه ۱۲ام قرار گرفته است. اگرچه این شاخص در سال ۲۰۱۶، رشد ۱۰۰ درصدی داشته است که این میزان رشد در مقایسه با میانگین رشد همه کشورها (۳۴/۴۷ درصد) بسیار مطلوب است، اما تنها منجر به یک پله ارتقا در رتبه ایران و جایگاه ۲۰ام در مقایسه با سایر کشورهای مورد بررسی شده است.</p> <p><b>نتیجه گیری:</b> به‌طور کلی، براساس گزارش EPI در سال ۲۰۱۸، کشور ایران در رتبه ۶ام در حوزه بهداشت محیط در میان ۲۳ کشور سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ قرار دارد. باید در نظر داشت که درخصوص داده‌های خام مورد استفاده در گزارش EPI در سال ۲۰۱۸ و در نتیجه امتیازهای حاصله در شاخص‌ها، عدم قطعیت جدی وجود داشته و می‌بایست در تفسیر آنها احتیاط لازم به عمل آید.</p> |

## مقدمه

نگاهی به وضعیت محیط زیست در دو دهه گذشته در سطح جهان نشان می‌دهد مقوله‌هایی مانند آلودگی هوا، نازک شدن لایه ازن، تشدید پدیده گازهای گلخانه‌ای و پیامدهای متعدد منتج از آنها از نگرانی‌های جدی بشر به حساب می‌آیند. بنابراین، تحلیل وضعیت محیط زیست و ارزیابی سیاست‌های اتخاذ شده محیط زیستی در طول زمان با استفاده از ابزارهای معتبر و اصلاح نواقص در تدوین برنامه‌های مرتبط از ضروریات است. در کشور جمهوری اسلامی ایران از ابتدای برنامه چهارم توسعه مقرر گردید سند چشم انداز در افق ۱۴۰۴ مبنای تنظیم سیاست‌های کلی چهار برنامه پنج ساله قرار گیرد. یکی از ویژگی‌هایی که برای جامعه ایرانی در این سند ترسیم شده است بهرمندی آحاد مختلف جامعه از محیط زیست مطلوب است (۱). همچنین در سیاست‌های کلی سلامت که توسط رهبر معظم انقلاب ابلاغ شده است کاهش مخاطرات و آلودگی‌های تهدید کننده سلامت مبتنی بر شواهد معتبر علمی و ارتقا شاخص‌های سلامت برای دستیابی به جایگاه اول در منطقه آسیای جنوب غربی مورد تاکید قرار گرفته است. اندازه گیری و تحلیل وضعیت محیط زیست در حال حاضر، مقایسه بین کشورها و ارزیابی سیاست‌ها در طول زمان، در وهله نخست نیازمند داشتن شاخص‌ها و ابزارهای معتبر است، یکی از جامع‌ترین ابزارهایی که به منظور اندازه گیری کمی عملکرد محیط زیست کشورها از آن استفاده می‌گردد، شاخص عملکرد محیط زیست ((Environmental performance index (EPI)) نام دارد. این شاخص متناوباً طی گزارشاتی به طور مشترک توسط مراکز تحقیقاتی مجمع جهانی اقتصاد، کمیسیون اروپا و دانشگاه‌های Yale ایالات متحده و کلمبیا تدوین و انتشار می‌یابد. با استفاده از این ابزار کشورها براساس شاخص‌های متعدد عملکردی در دو حوزه بهداشت محیط و توان زیستی اکوسیستم امتیازدهی و رتبه بندی می‌شوند (۲).

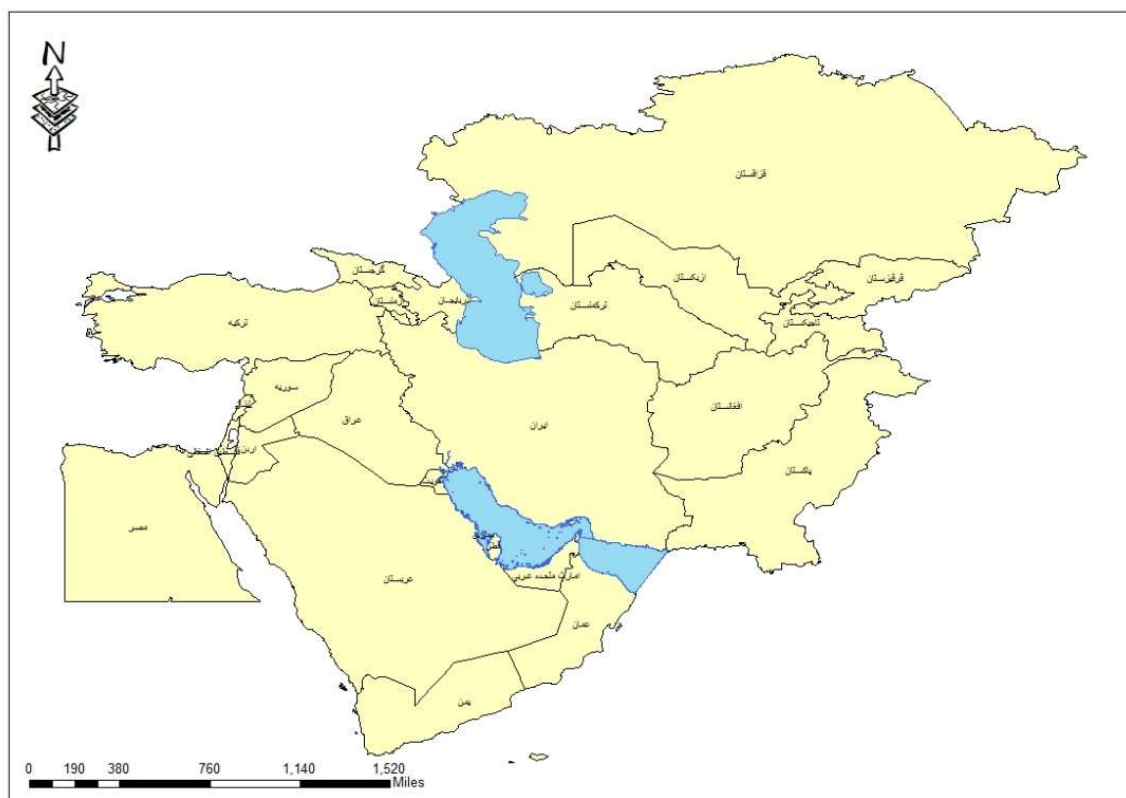
هدف از مطالعه حاضر، بررسی عملکرد کشور ایران براساس امتیازات هر یک از شاخص‌های حوزه بهداشت محیط در آخرین گزارش EPI در سال ۲۰۱۸ میلادی از لحاظ جایگاه و روند تغییرات آنها، همچنین مقایسه با کشورهای مورد نظر سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ است. این مطالعه از معدود گزارشاتی است که با پرداختن به جزئیات بیشتری از شاخص‌های EPI از جمله منطبق بودن شاخص‌های ارائه شده برای کشور با واقعیت موجود به بررسی جایگاه و وضعیت کشور ایران می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه ثانویه، به منظور ارزیابی وضعیت و روند عملکرد حوزه بهداشت محیط کشور در مقایسه با سایر کشورهای "سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴" (۳) شامل کشورهای افغانستان، ارمنستان، آذربایجان، بحرین، گرجستان، ایران، عراق، اردن، قزاقستان، کویت، قرقیزستان، لبنان، عمان، پاکستان، قطر، عربستان سعودی، مصر، سوریه، تاجیکستان، ترکیه، ترکمنستان، امارات متحده عربی، ازبکستان، یمن، و فلسطین اشغالی (شکل ۱) از شاخص EPI استفاده گردید.

### - شاخص عملکرد محیط زیست (EPI)

شاخص EPI که با تناوب یک تا سه ساله از سال ۲۰۰۶ میلادی براساس موضوعات دارای اهمیت بالا در سراسر دنیا تعریف و محاسبه می‌گردد، دارای ساختار سلسله مراتبی است که با در نظر گرفتن ابعاد اساسی توسعه پایدار، عملکرد کشورها را براساس شاخص‌هایی در دو حوزه بهداشت محیط و توان زیستی اکوسیستم امتیازدهی می‌کند. آخرین گزارش EPI ارائه شده مربوط به سال ۲۰۱۸ میلادی است که در آن تا حد امکان نواقص روش شناسی نسخه‌های قبلی مرتفع گردیده است. این معیار، در حقیقت شامل ۲۴ شاخص است که در ۱۰ حیطه طبقه بندی می‌گردند و با توجه به اهداف سیاسی، این



شکل ۱- کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴

در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. در EPI سال ۲۰۱۸، اطلاعاتی در خصوص کشورهای سوریه و یمن گزارش نشده است. بنابراین وضعیت کشور در میان ۲۳ کشور مورد بررسی قرار گرفته است (۲). شاخص‌های حوزه بهداشت محیط به همراه تعریف و واحد سنجش آنها در جدول ۱ آورده شده است.

#### منابع داده‌ها و نحوه محاسبه شاخص‌ها

در مطالعه EPI سال ۲۰۱۸ محاسبه شاخص‌ها براساس جمع آوری کلیه اطلاعات موجود از منابع شامل داده‌های سنجش از دور، مشاهدات ایستگاه‌های پایش، مطالعات نظر سنجی و پرسشنامه‌ای، پژوهش‌های دانشگاهی، برآوردهای حاصل از اندازه‌گیری‌های سطح زمین و مدل‌های

۱۰ حیطه خود در ۲ حوزه کلی تحت عناوین بهداشت محیط و توان زیستی اکوسیستم خلاصه می‌شوند. شاخص عملکرد محیط زیست در حقیقت یک مبنای کمی برای مقایسه، تجزیه و تحلیل، و درک بهتر عملکرد کشورها از لحاظ محیط زیست را فراهم می‌کند. EPI سال ۲۰۱۸ این امکان را برای ۱۸۰ کشور دنیا در اختیار قرار داده است. در مطالعه حاضر با توجه به اهداف بر شاخص‌های حوزه بهداشت محیط شامل کیفیت هوا، آب و بهسازی، و فلزات سنگین مربوط به ۲۵ کشور سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ متمرکز شدیم. قابل ذکر است که شاخص منابع آب (تصفیه فاضلاب) براساس EPI در حوزه توان زیستی اکوسیستم طبقه بندی شده است، لکن با توجه به قرابت و اهمیت، این شاخص نیز

جدول ۱- شاخص های حوزه بهداشت محیط به همراه تعریف و واحد سنجش آنها براساس گزارش EPI سال ۲۰۱۸

| حیطه        | شاخص  | تعریف شاخص  | واحد  |
|-------------|---|---|---|
|             | سوخت های جامد خانگی   | آلودگی هوای خانگی به صورت خطر سلامت ناشی از احتراق ناکامل سوخت های فسیلی تعریف می گردد و به صورت (DALY) (تعدیل شده با سن) در هر ۱۰۰ هزار نفر به علت این مواجهه در نظر گرفته شده است.  | نرخ DALY*   |
| کیفیت هوا   | مواجهه با PM <sub>2.5</sub>                                       | میزان غلظتی که جمعیت ساکن یک منطقه در طی یک سال با PM <sub>2.5</sub> مواجهه دارند. این شاخص به عنوان معیاری برای مواجهه مزمن در هر کشور در نظر گرفته شده است.   | µg/m <sup>3</sup>   |
|             | تختی مقادیر PM <sub>2.5</sub> از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت | این شاخص به عنوان معیاری برای مواجهه حاد در نظر گرفته شده است، نسبتی از جمعیت که در هر سال در مواجهه با غلظت های بیشتر از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت (مقادیر ۱۰، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ µg/m <sup>3</sup> ) قرار گرفته اند. با در نظر گرفتن این چهار سطح آستانه، چهار نسبت حاصل می شود که متوسط این نسبت ها به منظور دستیابی به توزیع سطوح مواجهه در جوامع هر کشور محاسبه شده است. | % جمعیت   |
| آب و بهسازی | آب آشامیدنی   | نسبتی از جمعیت کشور که در معرض خطرات سلامتی ناشی از نحوه دسترسی به آب آشامیدنی قرار دارند که منظور آن در این گزارش اولین منبع تامین مورد استفاده آب خانوار، نحوه تصفیه آب خانوار، و تصفیه ای که در محل مصرف انجام می شود، است. این شاخص بار پیامدهای سلامتی ناشی از عدم دسترسی یا استفاده از منابع آب آشامیدنی سالم را اندازه گیری می کند.                                    | نرخ DALY  |
|             | بهسازی  | نسبتی از جمعیت کشور که در معرض خطرات سلامتی ناشی از دسترسی به بهسازی (دفع بهداشتی فاضلاب) هستند که دسترسی در این گزارش به مفهوم دسترسی حداقلی به ابتدایی ترین نوع توالت است. این شاخص بار پیامدهای سلامتی ناشی از عدم دسترسی یا استفاده از امکانات بهسازی را اندازه گیری می کند.  | نرخ DALY  |
| منابع آب**  | تصفیه فاضلاب  | این شاخص حاصل ضرب درصدی از جمعیت شهری که فاضلاب آنها تحت پوشش سیستم جمع آوری فاضلاب بوده در درصدی از فاضلاب است که حداقل تصفیه اولیه بر روی آن صورت گرفته باشد.   | درصد فاضلاب تصفیه شده (وزن داده شده با نسبتی از جمعیت شهری که تحت پوشش سیستم جمع آوری فاضلاب هستند) |
| فلزات سنگین | مواجهه با سرب   | شاخص مواجهه با سرب با کمی سازی بار ناشی از پیامدهای سلامتی مواجهه با سرب بوسیله شاخص DALY محاسبه شده است که منبع این شاخص مطالعه جهانی بار بیماری ها (GBD) است.   | نرخ DALY  |

\* یک DALY در واقع یک سال از دست رفته زندگی سالم است (DALY = YLL + YLD)؛ که در آن YLL عبارتست از عمر از دست رفته در نتیجه فوت پیش از کهولت (مرگ زودرس) و YLD عبارتست از عمر سپری شده با ناتوانی).  
 \*\* حوزه توان زیستی اکوسیستم

شده اند عبارت اند از مرتبط بودن (مورد محیط زیستی اندازه گیری شده در اکثر کشورها و بیشتر شرایط محیطی قابل استفاده باشد)، مبنای عملکرد (مورد محیط زیستی

آمار، گزارش های صنعت، و آمار دولتی گزارش شده از سازمان ها یا سازمان های بین المللی صورت گرفته است. معیارهایی که برای ارزیابی داده ها و ورود آنها اتخاذ

می‌شود در واقع مقایسه مقدار شاخص برای هر کشور در آخرین سال با سال مبنا است.

### - آنالیز آماری

ابتدا امتیاز شاخص‌های مورد بررسی (جدول ۱) برای همه کشورهای حوزه سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ از مستندات و گزارش EPI در سال ۲۰۱۸ و سال مبنا استخراج شد و براساس امتیاز هر کشور در هر شاخص کشورها رتبه بندی شدند. همچنین درصد تغییرات امتیاز هر شاخص در مقایسه با سال مبنا محاسبه گردید و با میانگین درصد تغییرات شاخص‌ها در سطح همه کشورها مورد مقایسه قرار گرفت. قابل ذکر است که منظور از "آخرین سال" در اشکال ارائه شده در بخش نتایج آخرین سالی است که برای آن شاخص، داده‌ها در دسترس بوده و امتیازات محاسبه شده است که این سال ضرورتاً در سطح همه شاخص‌ها یک سال واحد نیست.

### یافته‌ها و بحث

#### - حیطه کیفیت هوا

امتیاز ایران در سال ۲۰۱۸ در حیطه کیفیت هوا ۸۵/۱۲ است که در مقایسه با امتیاز سال مبنا (۷۹/۲۵)، روند رو به رشدی در این خصوص در کشور مشاهده می‌گردد. این در حالیست که در مقایسه با وضعیت مبنا رتبه کشور از ۱۶م به ۷ام افزایش یافته است. بدین صورت که در میان کشورهای اردن، فلسطین اشغالی، لبنان، مصر، ترکمنستان، و عمان در جایگاه ۷ام قرار گرفته است. اردن با کسب امتیاز حدود ۱۰۰ از حدود ۱۰ سال گذشته تاکنون در رتبه اول کیفیت هوا در میان ۲۳ کشور مذکور قرار دارد و پس از آن فلسطین اشغالی و لبنان با امتیازهای بالای ۹۵ در مرتبه دوم و سوم قرار دارند. همچنین، تاجیکستان و پاکستان با امتیازهای زیر ۴۰ در رتبه‌های آخر قرار گرفته‌اند (نمودار ۱).

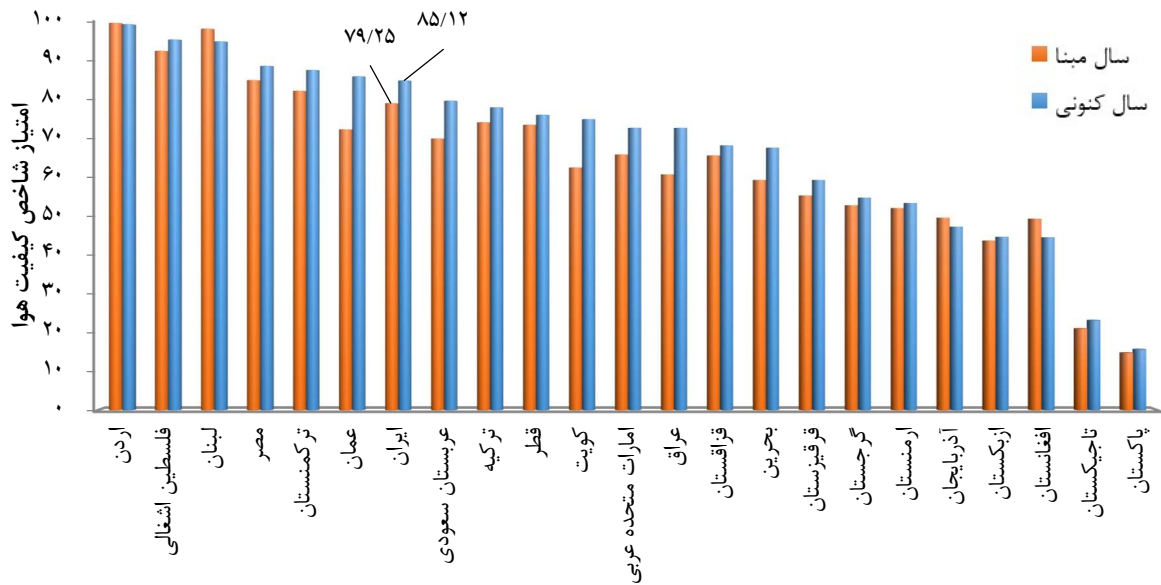
اندازه گیری شده تابع سیاستگذاری‌ها و نه موهبت‌های زیست محیطی و منابع باشد)، متدولوژی کارشناسی شده توسط یک جامعه علمی یا تایید شده توسط یک سازمان بین‌المللی، تایید داده‌ها توسط شخص ثالث، کامل بودن و کیفیت داده‌ها (۲). پس از آماده سازی، پالایش و (در صورت نیاز) استانداردسازی داده‌ها، جهت قابل مقایسه بودن شاخص‌ها با هم و همچنین قابلیت مقایسه بین کشورها به‌طور کلی همه شاخص‌ها با استفاده از معادله ۱ به یک مقیاس امتیازبندی بین صفر تا ۱۰۰ تبدیل و ارائه شده‌اند که در آن:  $x$ : مقدار شاخص برای هر کشور،  $\bar{x}$ : مقدار شاخص در حالت بدترین عملکرد، و  $\bar{\bar{x}}$ : مقدار شاخص در حالت بهترین عملکرد هستند.

$$(1) \quad \text{امتیاز شاخص} = \frac{x - \bar{x}}{\bar{\bar{x}} - \bar{x}}$$

دامنه امتیاز هر شاخص عددی بین صفر تا ۱۰۰ به‌دست می‌آید که امتیاز صفر به معنی بدترین و امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود (۲).

#### - بررسی وضعیت فعلی و روند تغییرات

شاخص EPI یک شاخص در حال تکوین است و در طی سال‌های متوالی در ابعاد مختلف آن از جمله نرمال سازی داده‌ها، میزان پوشش کشورها، تعداد شاخص‌ها، و مکانیسم وزن دهی تغییراتی داده شده است که این تغییرات امکان مقایسه روند عملکرد کشورها طی سال‌های مختلف را دچار چالش می‌نماید. برای حل نسبی این مشکل و برای اینکه بتوان روند وضعیت کشورها را در طول زمان هم براساس این شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار داد، تیم تهیه کننده گزارش EPI در سال ۲۰۱۸، متدولوژی همان سال را بر داده‌های حدوداً ۱۰ سال گذشته به عنوان وضعیت مبنا اعمال نموده‌اند و شاخص‌ها را برای سال مبنا نیز حساب کرده‌اند. بنابراین آنچه در این گزارش به عنوان بررسی روند تغییرات امتیازات یا رتبه هر کشور مطرح



نمودار ۱- امتیاز حیطة کیفیت هوا در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

بالای ۸۰ در سال ۲۰۱۶، در رتبه‌های بعد از ایران قرار دارند.

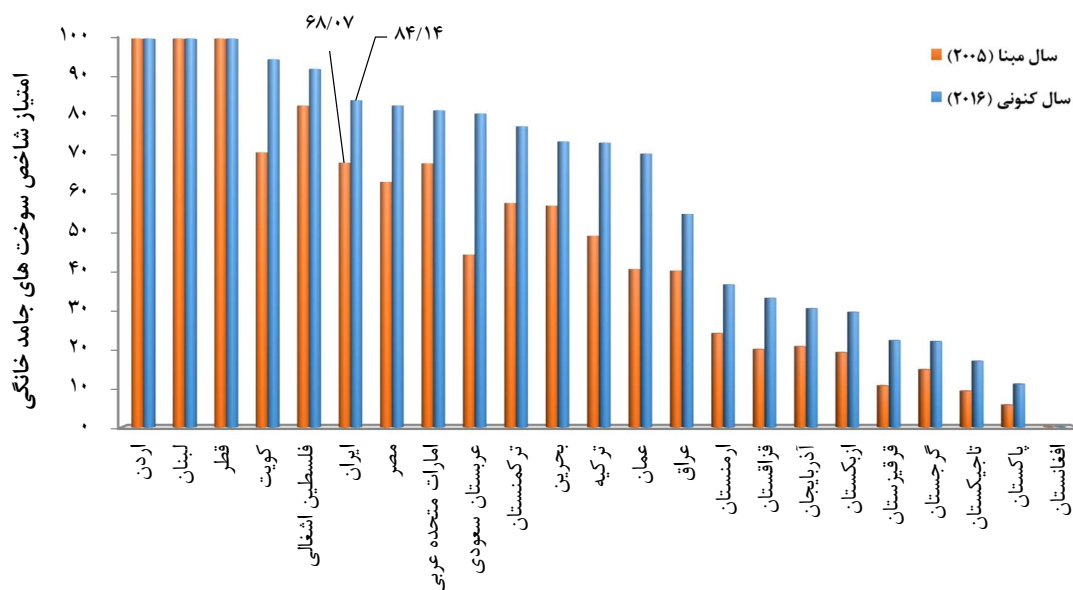
امتیاز ایران ۲۳/۶۱ درصد از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ افزایش داشته است. قرقیزستان، پاکستان، عربستان سعودی، تاجیکستان و عمان بیشترین درصد تغییرات را داشته‌اند. در مقابل اردن، لبنان، قطر، و کویت صفر درصد تغییرات را طی این سال‌ها نشان می‌دهند. باید به این نکته توجه داشت که درصد تغییرات صفر برای کشورهای اردن، لبنان و قطر ناشی از دستیابی به حداکثر امتیاز ۱۰۰ و حفظ آن در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ است در حالی که درصد تغییرات صفر برای امتیاز سوخت‌های جامد خانگی برای افغانستان کاملاً متفاوت و به معنی کسب امتیاز صفر (حداقل امتیاز) در این زمینه است.

به‌طور کلی، علت عمده آلودگی هوای داخل، استفاده از سوخت‌های جامد خانگی است. براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، حدود ۳ بیلیون نفر جهت مصارف پخت و پز و گرمایش از سوخت‌های جامد استفاده می‌کنند (۴)

متوسط درصد تغییرات امتیاز حیطة کیفیت هوا در کشورهای مورد مطالعه ۶/۲۹ درصد بوده است که درصد تغییرات امتیاز کیفیت هوا کشور ایران ۷/۴۱ درصد است. با وجود اینکه این درصد نشان دهنده رشد این شاخص و عملکرد مثبت است، اما تغییر قابل ملاحظه‌ای به ویژه در مقایسه با کشورهای کویت، عراق، عمان، بحرین و عربستان سعودی نیست.

#### – شاخص سوخت‌های جامد خانگی

براساس اطلاعات موجود در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۶، امتیاز شاخص سوخت‌های جامد خانگی در نمودار ۲ آورده شده است. با وجود افزایش قابل ملاحظه امتیاز کشور از ۶۸/۰۷ به ۸۴/۱۴، جایگاه ایران از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ در رتبه ۶ام در میان ۲۳ کشور مذکور ثابت مانده است. اردن، لبنان و قطر با کسب امتیاز ۱۰۰ در طی این سال‌ها در راس کشورها از لحاظ سوخت‌های جامد خانگی قرار گرفته‌اند. مصر، امارات متحده عربی و عربستان سعودی با امتیازهای



نمودار ۲- امتیاز شاخص سوخت‌های جامد خانگی در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

به آلودگی هوا داخل ناشی از استفاده از سوخت‌های جامد گزارش شده است (۴). به‌طور کلی، در سال ۱۹۹۰، ۱۲۷/۵۰ میلیون مورد و در سال ۲۰۱۳، ۵۹/۴۷ میلیون مورد DALY برای سوخت‌های جامد خانگی بر شمرده شده است (۱۰). براساس مطالعه Saeedi و همکاران در سال ۲۰۱۷، درصد جمعیت ایرانی که از سوخت جامد به عنوان سوخت اصلی برای مصارف پخت و پز استفاده می‌کنند طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ از ۵/۲۶ درصد (۲۸۲۰۰۰۰ نفر) به ۰/۱۵ درصد (۱۱۳۰۰۰ نفر) کاهش یافته است. عمده افراد باقیمانده استفاده کننده از سوخت‌های جامد خانگی، افراد روستایی و چادرنشین‌ها هستند (۱۱).

نتایج مطالعه حاضر نیز موید این کاهش است به‌طوری‌که براساس EPI سال ۲۰۱۸، امتیاز ایران در شاخص سوخت‌های خانگی با ۲۳/۶۱ درصد تغییر (نسبت به میانگین تغییرات کشورهای مورد مطالعه)، از ۶۸/۰۷ در سال ۲۰۰۵ به ۸۴/۱۴ در سال ۲۰۱۶ ارتقا یافته است. با این وجود، با توجه به سرعت ارتقا سایر کشورها، رتبه

که درصد بالایی از آنها شامل جمعیت روستایی جنوب صحرای آفریقا، همچنین چین و هند است (۵، ۶). انتشار آلاینده‌های هوای متاثر از احتراق ناکامل سوخت‌های جامد در شرایط تهویه نامناسب، کیفیت هوا (آزاد و به ویژه داخل) را تحت تاثیر قرار می‌دهد و منجر به اثرات سوء بر سلامت انسان‌ها می‌گردد. براساس مطالعه جهانی بار بیماری‌ها در سال ۲۰۰۴، پیامدهای سلامتی منتسب به مواجهه با سوخت‌های جامد خانگی شامل ذات الریه، بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD)، و سرطان ریه و در سال ۲۰۱۵، آب مروارید، بیماری مزمن انسداد ریوی، سکته هموراژیک، بیماری ایسکمیک قلب، سکته مغزی ایسکمیک، عفونت‌های دستگاه تنفس تحتانی، و سرطان ریه بوده است (۷، ۸).

مواجهه با سوخت‌های جامد خانگی در دوران بارداری خطر مرده‌زایی، تولد زودرس، وزن کم هنگام تولد و کوتاه قدی کودکان را افزایش می‌دهد (۹). سالانه حدود ۴ میلیون مرگ و میر زودرس به دلیل بیماری‌های منتسب

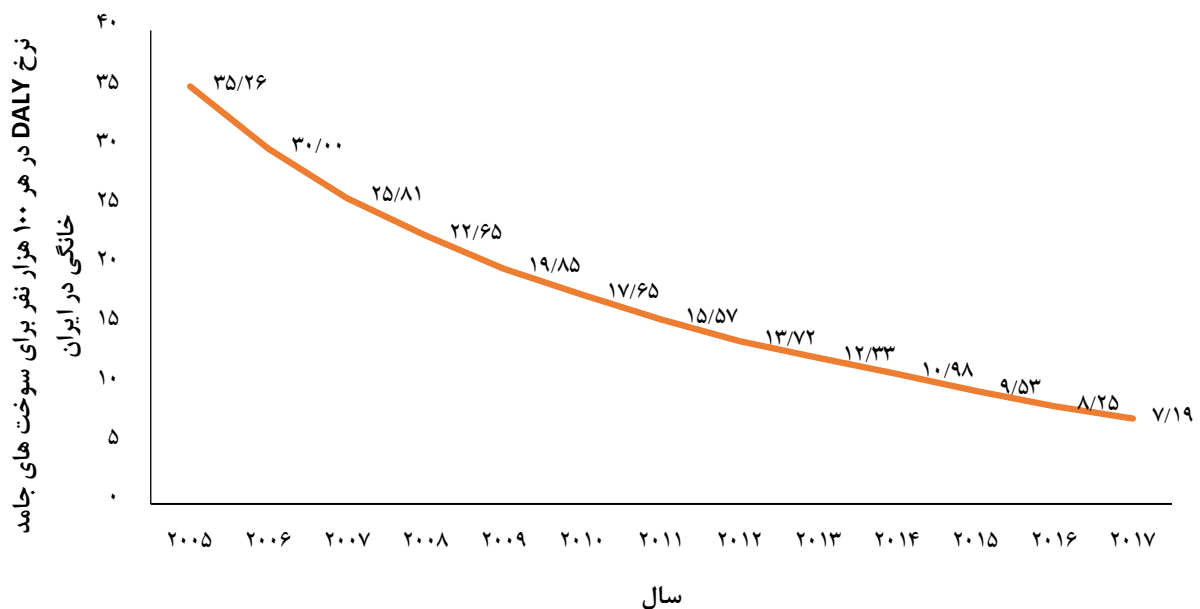
وضوح ملاحظه می‌گردد.

### - شاخص مواجهه با $PM_{2.5}$

امتیاز کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ از لحاظ میزان مواجهه با ذرات معلق هوا با قطر ۲/۵ میکرون و کمتر ( $PM_{2.5}$ ) در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵ محاسبه شده است (نمودار ۴). اردن و فلسطین اشغالی با کسب حداکثر امتیاز ۱۰۰ در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵، در راس کشورهای مطلوب قرار دارند. ترکمنستان، مصر و لبنان با وجود داشتن امتیاز ۱۰۰ در سال ۲۰۰۸، موفق به حفظ این امتیاز در سال ۲۰۱۵ نشده‌اند. کشور ما با داشتن رتبه ۹ام در سال ۲۰۰۸ با امتیاز ۸۷/۵۸ موفق به صعود به جایگاه ۸ام با امتیاز ۸۶/۰۸ در سال ۲۰۱۵ شده است. تاجیکستان و پاکستان با کسب امتیازهای کمتر از ۵۰ در قعر جدول قرار دارند.

ایران از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ ثابت مانده است به طوری که پس از کشورهای اردن، لبنان، قطر، کویت و فلسطین اشغالی، در رتبه ۹ام قرار دارد. اردن، لبنان و قطر با کسب حداکثر امتیاز این شاخص، جایگاه نخست خود را طی این سال‌ها حفظ کرده‌اند.

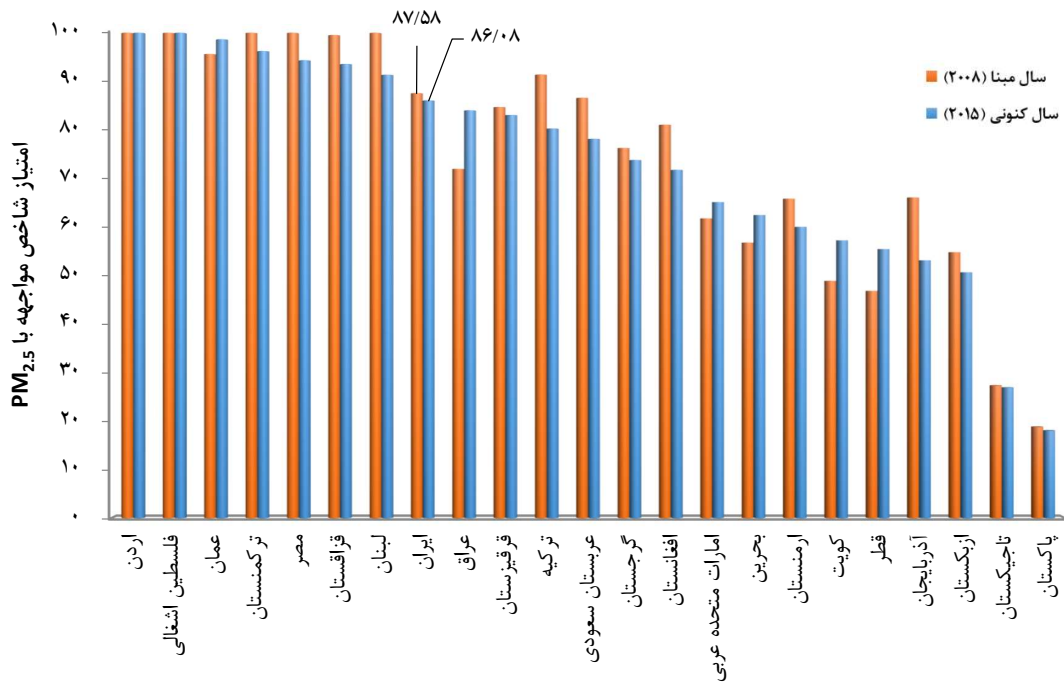
کاهش مصرف سوخت‌های خانگی در ایران منجر به کاهش نرخ DALY منتسب به آن از ۱۶۵/۹۳ (در سال ۱۹۹۰) به ۲/۴۳ (در سال ۲۰۱۳) در ۱۰۰ هزار نفر شده است (۱۱). EPI سال ۲۰۱۸، DALY منتسب به مواجهه با سوخت‌های جامد خانگی را برای ایران ۳۶/۶۰ و ۱۱/۱۱ به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۶ در محاسبات خود نظر گرفته است (۲). نمودار ۳، DALY منتسب به مواجهه با سوخت‌های جامد خانگی را طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۷ برای ایران براساس مطالعه جهانی بار بیماری‌ها نشان می‌دهد (۱۰). در این نمودار روند کاهشی DALY طی این سال‌ها به



نمودار ۳- نرخ DALY در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر برای ریسک فاکتور سوخت‌های جامد خانگی طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۷ برای ایران بر اساس مطالعه جهانی بار بیماری‌ها

(Base: Single, Context: Risk, Measure: Dalys, Location: Iran, Age: Age-Standardized, Sex: Both, Year: 2005-2017, Metric: Rate, Cause: Total All Causes, Risk: Household Air Pollution From Solid Fuels.)





نمودار ۴- امتیاز شاخص مواجهه با PM<sub>2.5</sub> در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

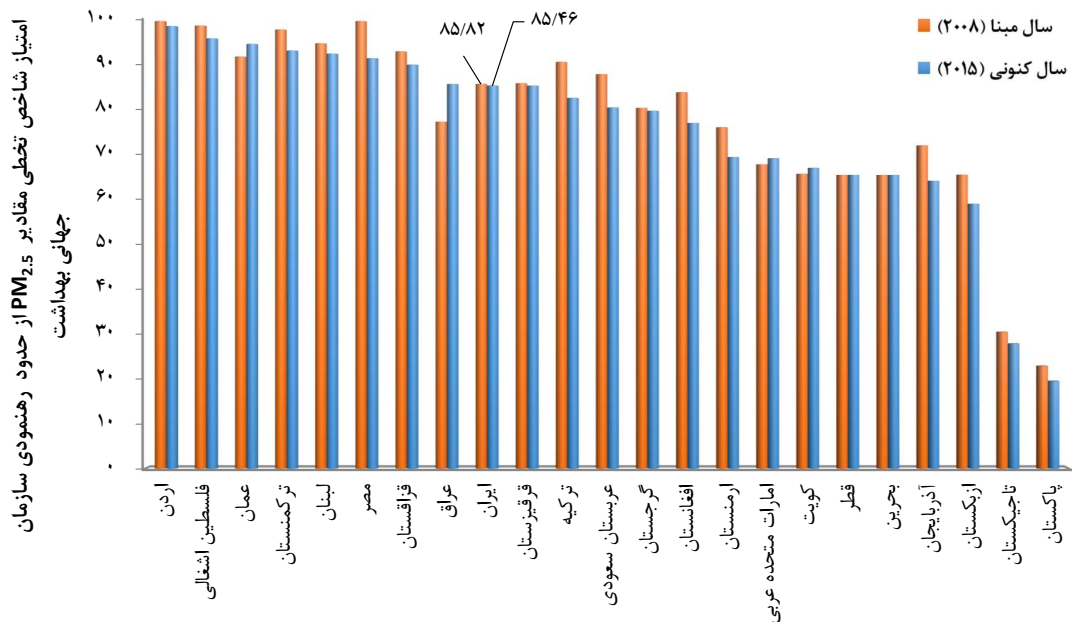
جهانی بهداشت، در بیش از ۶۰ درصد کشورها در سال ۲۰۱۵ دارای امتیاز بالای ۷۰ بوده است. ایران با حفظ امتیاز تقریباً ثابت حدود ۸۵ از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵، پس از کشورهای اردن، فلسطین اشغالی، عمان، ترکمنستان، لبنان، مصر، قزاقستان و عراق، در جایگاه نهم قرار داشته است. متوسط درصد تغییرات امتیاز این شاخص در بین کشورهای مورد مطالعه ۳/۶۹- بوده است. درصد تغییرات این امتیاز برای ایران تقریباً نزدیک به صفر و برابر ۰/۴۲- است. بیشترین درصد تغییرات مثبت مربوط به کشور عراق (۱۰/۸۸) و بیشترین درصد تغییرات در جهت منفی مربوط به کشور پاکستان است (۱۴/۸۲-).

ذرات معلق یکی از مهمترین شاخص‌های آلودگی هوا به حساب می‌آیند. اگرچه PM<sub>10</sub> می‌تواند به قسمت‌های تحتانی ریه نفوذ کنند اما PM<sub>2.5</sub> می‌تواند از موانع ریه

با مقایسه درصد تغییرات امتیاز شاخص مواجهه با PM<sub>2.5</sub> کشورها ملاحظه می‌گردد که به‌طور متوسط این درصد تغییرات طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ منفی است (۱/۵۳-). قطر، کویت، عراق، بحرین، امارات متحده، و عمان کشورهایی هستند که طی این سال‌ها تغییرات مثبتی داشته و در مقابل سایر کشورها تغییرات منفی داشته‌اند که این نشان دهنده کسب امتیاز پایین‌تر این شاخص در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۸ برای اکثر کشورها است. امتیاز شاخص مواجهه با PM<sub>2.5</sub> ایران تقریباً ثابت و درصد تغییرات آن ۱/۷۱- بوده است.

#### - شاخص تخطی مقادیر PM<sub>2.5</sub> از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت

براساس نمودار ۵، عملکرد کشورها از نظر شاخص تخطی مقادیر PM<sub>2.5</sub> از حدود رهنمودی سازمان



نمودار ۵- امتیاز شاخص تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

شاخص تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت، ایران از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ در رتبه ۹ام با امتیاز حدود ۸۵ قرار دارد. در EPI سال ۲۰۱۸، مواجهه با  $PM_{2.5}$  به صورت متوسط سالانه غلظت  $PM_{2.5}$  که یک شهروند معمولی در هر کشور با آن مواجه است، تعریف شده است. با توجه به رهنمودی سازمان جهانی بهداشت، غلظت  $10 \mu g/m^3$  به عنوان حد مجاز در نظر گرفته شده است. در این مطالعه، غلظت  $PM_{2.5}$  با توجه به مطالعه Van Donkelaar و همکاران در سال ۲۰۱۶ برای کشورهای مختلف استخراج گردیده است (۱۳) و توزیع جمعیت (تعداد افراد) از مرکز بین المللی شبکه اطلاعات علوم زمین دانشگاه کلمبیا (CIESIN) استخراج شده است (۱۴). داده‌های مورد استفاده در EPI برای محاسبه شاخص‌های مواجهه با  $PM_{2.5}$  و تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت، طی سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۵ در جدول ۲ آورده شده است.

عبور کرده و با ورود به جریان خون اثرات سوء بیشتری (نسبت به  $PM_{10}$ ) بر سلامتی بگذارند (۱۲). براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، در سال ۲۰۱۶، ۹۱ درصد از جمعیت جهان در مکان‌هایی زندگی می‌کردند که کیفیت هوا از حد رهنمودی سازمان جهانی بهداشت بالاتر بوده است. تخمین زده شده است که ۴/۲ میلیون مرگ و میر زودرس در سراسر مناطق شهری و روستایی دنیا به دلیل مواجهه با ذرات معلق آلودگی هوا آزاد در این سال رخ داده است (۱۲).

با توجه به نتایج و در نظر گرفتن این شاخص، ایران در مقایسه با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در رتبه ۸ام قرار دارد. امتیاز ایران در سال ۲۰۰۸، ۸۷/۵۸ و در سال ۲۰۱۵، ۸۶/۰۸ بوده که درصد تغییرات این امتیاز طی این سال‌ها ۱/۷۱- درصد بوده است. با وجود رشد منفی، کشور ما در مقایسه با سایر کشورهای مورد بررسی، در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۸ یک رتبه ترقی داشته است. در خصوص

جدول ۲- غلظت  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت در کشورهای گوناگون طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ براساس EPI سال ۲۰۱۸ (۲)

| شاخص                                    | کشور  | سال   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |   | ۲۰۱۵  | ۲۰۱۴  | ۲۰۱۳  | ۲۰۱۲  | ۲۰۱۱  | ۲۰۱۰  | ۲۰۰۹  | ۲۰۰۸  |       |
| مواجهه با $PM_{2.5}$<br>( $\mu g/m^3$ ) | آلمان   | ۱۳/۱۲ | ۱۵/۱۰ | ۱۲/۰۵ | ۱۲/۳۵ | ۱۲/۷۰ | ۱۵/۲۴ | ۱۲/۴۲ | ۱۱/۷۴ |       |
|   | استرالیا  | ۳/۰۳  | ۲/۵۵  | ۲/۶۹  | ۲/۹۷  | ۲/۷۴  | ۲/۴۰  | ۲/۹۲  | ۲/۴۶  |       |
|   | ایالات متحده آمریکا   | ۱۰/۱۵ | ۸/۸۹  | ۸/۹۳  | ۸/۹۸  | ۹/۵۸  | ۸/۷۵  | ۸/۷۵  | ۹/۱۴  |       |
|   | چین   | ۴۳/۷۵ | ۴۳/۰۳ | ۴۵/۱۶ | ۳۹/۲۲ | ۴۱/۶۳ | ۴۴/۱۲ | ۴۳/۹۹ | ۴۴/۴۵ |       |
|   | ژاپن  | ۱۲/۹۳ | ۱۱/۸۱ | ۱۱/۷۸ | ۸/۹۳  | ۹/۵۷  | ۱۰/۹۲ | ۱۲/۴۳ | ۱۲/۶۸ |       |
|   | کانادا  | ۷/۴۰  | ۶/۴۲  | ۶/۴۵  | ۷/۰۰  | ۶/۵۷  | ۶/۵۸  | ۶/۳۵  | ۶/۷۰  |       |
|   | عربستان سعودی   | ۱۳/۸۵ | ۹/۰۴  | ۱۱/۶۷ | ۱۱/۳۲ | ۱۱/۲۶ | ۱۱/۱۷ | ۱۲/۲۰ | ۱۲/۲۱ |       |
|   | افغانستان   | ۱۵/۲۳ | ۱۲/۲۰ | ۱۳/۰۲ | ۱۳/۴۱ | ۱۱/۹۷ | ۱۱/۹۳ | ۱۰/۵۱ | ۱۳/۲۶ |       |
|   | عراق  | ۱۲/۶۹ | ۸/۴۳  | ۱۲/۹۰ | ۱۴/۱۸ | ۱۴/۵۳ | ۱۴/۹۰ | ۱۴/۹۹ | ۱۵/۱۹ |       |
|   | ایران   | ۱۲/۳۱ | ۱۱/۳۶ | ۱۲/۰۲ | ۱۲/۱۹ | ۱۱/۹۱ | ۱۲/۴۲ | ۱۲/۰۳ | ۱۲/۰۴ |       |
|   | تخطی مقادیر $PM_{2.5}$ از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت (درصد جمعیت) | ایران | ۱۲/۶۴ | ۱۰/۵۸ | ۱۲/۳۳ | ۱۲/۷۲ | ۱۱/۹۵ | ۱۳/۴۷ | ۱۲/۱۴ | ۱۲/۳۳ |

استرالیا در بازه ۲-۳، برای آمریکا در حدود ۸-۱۰، برای چین در حدود ۴۰ و برای کشورهای غرب آسیا در حدود ۱۰ تا  $15 \mu g/m^3$  در طی این سال‌ها برآورد شده و به عنوان داده خام هر کشور در محاسبه شاخص‌های مواجهه با  $PM_{2.5}$  و تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آلودگی هوا در کشورهای غرب آسیا یک مشکل جدی به حساب می‌آید و غلظت ذرات معلق بسیار بالاتر از رهنمودی سازمان جهانی بهداشت ( $10 \mu g/m^3$ ) است. در نتیجه به نظر می‌رسد داده‌های مورد استفاده به ویژه برای این مناطق به خوبی برآورد نشده و در نتیجه از اعتبار کافی برخوردار نیست. برای بررسی عملکرد کشورها لازم است اطلاعات دقیق در محاسبه شاخص‌ها مورد استفاده قرار گیرد. مدل Van Donkelaar و همکاران برآورد خوبی از غلظت در کشورهای اروپایی، آمریکا، و حتی آسیای شرق ارائه داده است در حالیکه برای کشورهای آسیای غرب کم برآورد داشته است.

همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد این مقادیر بسیار نزدیک به حد مجاز ( $10 \mu g/m^3$ ) سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی ( $12 \mu g/m^3$ ) است در حالیکه به نظر می‌رسد داده‌های مورد استفاده از دقت و صحت کافی برخوردار نیستند و در نتیجه نمی‌توان با قطعیت به نتایج عملکرد محیط زیست کشورها از لحاظ این شاخص اتکا نمود. همانطور که اشاره شد داده‌های مورد استفاده در خصوص  $PM_{2.5}$  براساس مطالعه Van Donkelaar و همکاران است (۱۳). ایشان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای، اطلاعات ایستگاه‌ها، و شبیه‌سازی و با استفاده از مدل‌های آماری به برآورد غلظت  $PM_{2.5}$  در سال ۲۰۱۶ پرداخته‌اند. براساس این گزارش، متوسط سالانه غلظت جهانی  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت حدود  $30 \mu g/m^3$  گزارش شده است. این غلظت برای برخی دیگر از کشورها در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به این جدول، غلظت‌های مورد استفاده برای

که اکیدا پیشنهاد می‌گردد چرا که منجر به ارائه نتایج دقیق و قابل مقایسه می‌شود.

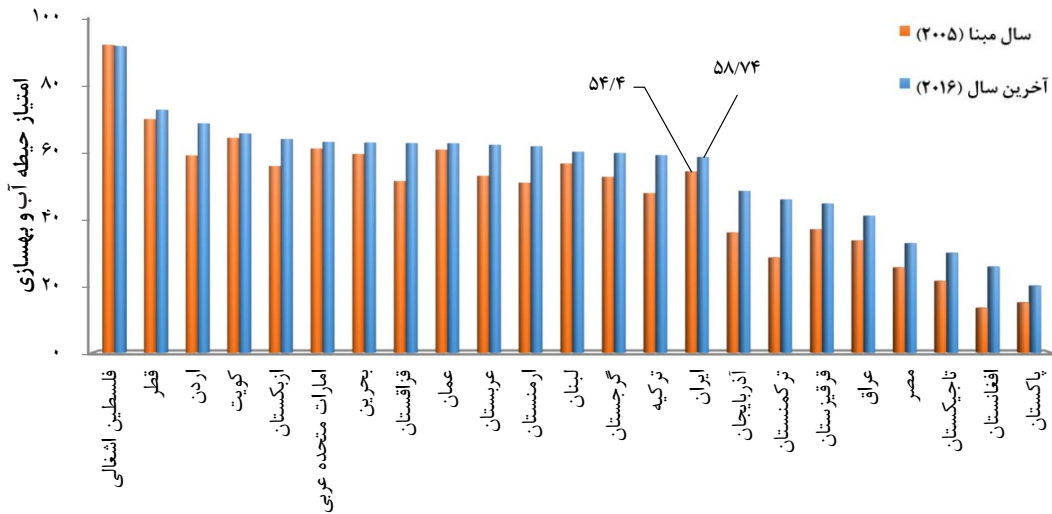
### - حیطة آب و بهسازی

دو شاخص بهسازی و آب آشامیدنی که تعاریف آنها در جدول ۱ آورده شده است، بار پیامدهای سلامتی که به دلیل عدم دسترسی انسان‌ها به آب سالم و عدم دفع بهداشتی فضلاب متوجه انسان‌ها می‌شوند را اندازه‌گیری می‌کنند. در این گزارش با استفاده از شاخص نرخ DALY اندازه‌گیری می‌شوند. همانطور که در نمودار ۶ آورده شده است براساس امتیاز شاخص حیطة آب و بهسازی، کشور ایران در سال ۲۰۱۶ با داشتن امتیاز ۵۸/۷۴ در بین کشورهای سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ در رتبه ۱۵ام قرار دارد. رتبه ایران در سال ۲۰۰۵ براساس این شاخص ۱۰ بوده است یعنی در واقع رتبه کشور با ۵ پله سقوط به رتبه ۱۵ افزایش یافته است. قابل ذکر است امتیاز این شاخص ۷/۹۸ درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ رشد داشته است که این رشد در مقایسه با ارتقا این شاخص با متوسط رشد ۲۱/۵۵ درصد در بین همه کشورها رشد قابل ملاحظه‌ای نیست.

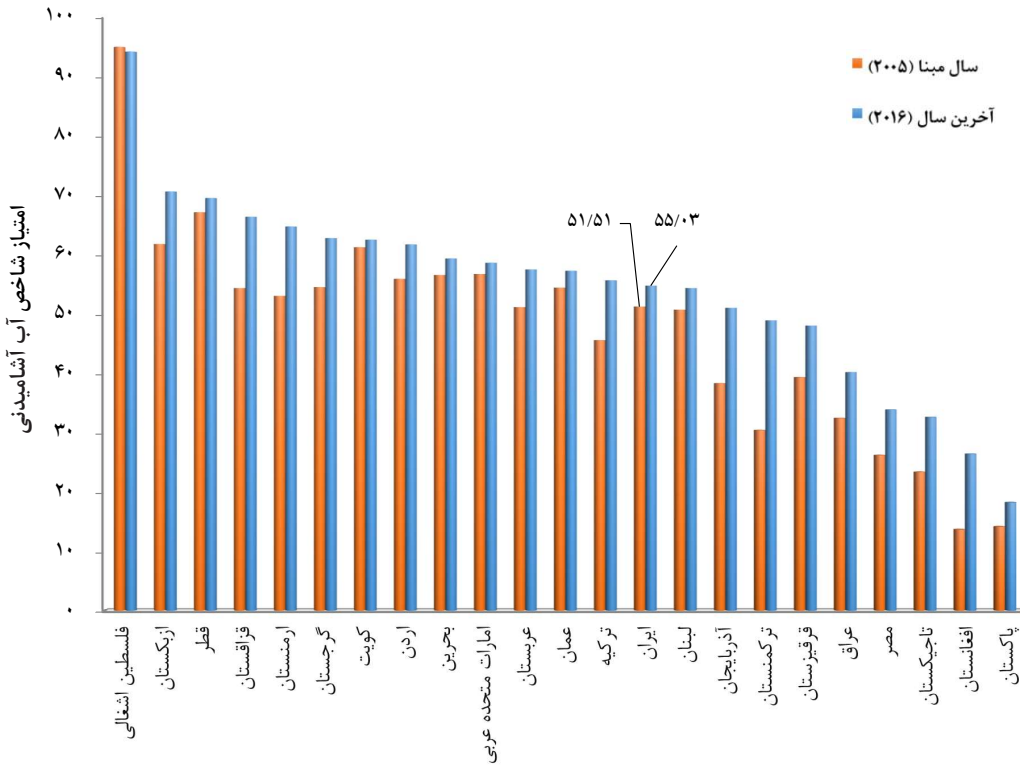
مطالعه جدیدتری که در سال ۲۰۱۸ توسط Shaddick و همکاران منتشر شد، با کاهش نواقص مدل Van Donkelaar، برآوردهای دقیق‌تری از میزان این آلاینده در سرتاسر دنیا ارائه می‌دهد به طوری که بر این اساس متوسط سالانه غلظت جهانی  $PM_{2.5}$  برابر با  $51 \mu g/m^3$  گزارش شده است (۱۵). همچنین، میانگین سالیانه غلظت  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت برای کشور ایران  $48 \mu g/m^3$  (کمی پایین‌تر از متوسط جهانی  $51 \mu g/m^3$  است. جدول ۳ غلظت  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت در کشورهای گوناگون طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۵ براساس این مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌گردد این برآوردها بسیار دقیق‌تر و نزدیک‌تر به واقعیت موجود هستند. به ویژه برای کشورهای آسیای غرب نسبت به مطالعه Van Donkelaar این مدل بهتر توانسته وضعیت موجود را به تصویر بکشد. البته برای کشورهای اروپایی، استرالیا، آمریکا و آسیای شرق نتایج مطالعه Shaddick و Van Donkelaar نزدیک به یکدیگر است. در اختیار گذاشتن اطلاعات دقیق کشورها به سازمان‌ها، موسسات، و نهادها (نظیر متولیان EPI) که گزارشات بین‌المللی تهیه می‌کنند از جمله مواردی است

جدول ۳- غلظت  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت در کشورهای گوناگون طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۵ (۱۵)

| شاخص                                 | کشور                | سال   |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      |                     | ۲۰۰۵  | ۲۰۱۰   | ۲۰۱۱   | ۲۰۱۲   | ۲۰۱۳   | ۲۰۱۴   | ۲۰۱۵   | ۲۰۱۶   |
| مواجهه با $PM_{2.5}$ ( $\mu g/m^3$ ) | آلمان               | ۱۳/۳۹ | ۱۳/۷۰  | ۱۳/۶۷  | ۱۳/۳۰  | ۱۳/۶۶  | ۱۳/۸۷  | ۱۳/۴۸  | ۱۳/۴۵  |
|                                      | استرالیا            | ۶/۶۱  | ۵/۹۴   | ۵/۸۸   | ۵/۹۸   | ۶/۰۳   | ۵/۹۳   | ۶/۱۱   | ۶/۱۳   |
|                                      | ایالات متحده آمریکا | ۱۰/۴۳ | ۸/۶۲   | ۸/۶۵   | ۸/۶۸   | ۸/۵۳   | ۸/۵۰   | ۹/۱۷   | ۹/۲۰   |
|                                      | چین                 | ۵۶/۸۵ | ۵۸/۱۷  | ۵۷/۱۱  | ۵۷/۳۴  | ۵۶/۸۱  | ۵۷/۹۳  | ۵۶/۴۰  | ۵۶/۳۳  |
|                                      | ژاپن                | ۱۳/۲۱ | ۱۲/۳۴  | ۱۱/۷۹  | ۱۱/۹۷  | ۱۲/۴۰  | ۱۲/۸۸  | ۱۳/۱۵  | ۱۳/۱۶  |
|                                      | کانادا              | ۸/۰۶  | ۷/۲۷   | ۷/۳۴   | ۷/۳۰   | ۷/۲۷   | ۷/۲۱   | ۷/۵۱   | ۷/۵۳   |
|                                      | عربستان سعودی       | ۹۳/۰۳ | ۱۳۰/۰۶ | ۱۳۰/۹۳ | ۱۳۵/۹۶ | ۱۲۵/۹۶ | ۱۱۶/۲۱ | ۱۸۲/۹۲ | ۱۸۷/۸۷ |
|                                      | افغانستان           | ۴۳/۲۳ | ۴۶/۵۴  | ۵۰/۴۸  | ۵۰/۶۵  | ۵۰/۹۷  | ۴۹/۰۴  | ۶۲/۰۸  | ۶۲/۸۵  |
|                                      | عراق                | ۵۴/۹۷ | ۹۰/۷۷  | ۸۳/۸۸  | ۷۸/۷۴  | ۶۶/۳۵  | ۵۸/۸۴  | ۷۲/۳۳  | ۷۳/۴۱  |
|                                      | ایران               | ۳۷/۲۰ | ۴۸/۰۹  | ۴۶/۶۳  | ۴۵/۳۹  | ۴۴/۷۸  | ۴۳/۶۵  | ۴۸/۶۲  | ۴۸/۹۵  |



نمودار ۶- امتیاز حیطه آب و بهسازی ایران در مقایسه با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در سال‌های مینا و آخرین سال (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)



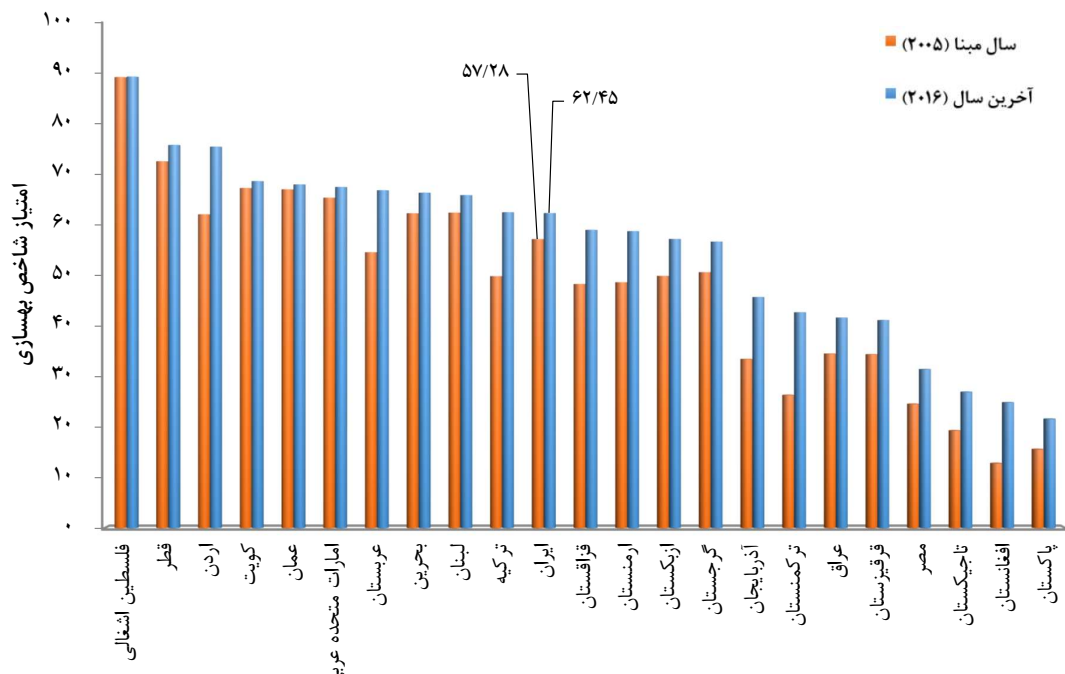
نمودار ۷- امتیاز شاخص آب آشامیدنی در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

همانطور که در نمودار ۷ آورده شده است براساس شاخص بار بیماری‌های منتسب به عدم دسترسی به آب آشامیدنی سالم، کشور ایران در سال ۲۰۱۶ با داشتن امتیاز ۵۵/۰۳

نتایج امتیاز عملکرد شاخص آب آشامیدنی در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در نمودار ۷ ارائه شده است.

یعنی رتبه کشور با دو پله سقوط به رتبه ۱۱ افزایش یافته است. قابل ذکر است امتیاز این شاخص ۹/۰۳ درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ رشد داشته است که این رشد در مقایسه با ارتقا این شاخص با متوسط درصد تغییرات ۲۲/۲۵ درصد در بین همه کشورها رشد قابل ملاحظه‌ای نیست. همانطور که اشاره گردید EPI سال ۲۰۱۸ از دو شاخص برای اندازه‌گیری خطرات ناشی از نحوه دسترسی به آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب استفاده کرده است که بر حسب میزان DALY هستند. این موسسه برای مقایسه کشورها از لحاظ وضعیت آب آشامیدنی، از میزان‌های DALY حاصل از نتایج مطالعه GBD در سال ۲۰۱۶ که توسط موسسه ارزیابی و سنجش سلامت (IHME) انجام شده است، استفاده کرده است. براساس امتیاز دهی و رتبه بندی EPI (که از خروجی‌های مطالعه IHME در زمینه محاسبه بار منتسب به آب ناسالم و عدم دفع مناسب فاضلاب استفاده کرده است)، مقایسه وضعیت کشور

در بین کشور حوزه سند چشم انداز ۱۴۰۴ در رتبه ۱۱۴م قرار دارد. رتبه ایران در سال ۲۰۰۵ براساس این شاخص ۱۲ بوده است یعنی در واقع رتبه کشور با دو پله سقوط به رتبه ۱۴ افزایش یافته است. قابل ذکر است امتیاز این شاخص ۶/۸۳ درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ رشد داشته است که این رشد حدود ۷ درصدی در مقایسه با ارتقا این شاخص با متوسط درصد تغییرات ۲۰/۸۱ درصد در بین همه کشورها رشد قابل ملاحظه‌ای نیست. نتایج امتیاز عملکرد شاخص آب آشامیدنی در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در نمودار ۸ ارائه شده است. همانطور که در نمودار ۸ آورده شده است براساس شاخص بار بیماری‌های منتسب به عدم دفع بهداشتی فاضلاب، کشور ایران در سال ۲۰۱۶ با داشتن امتیاز ۶۲/۴۵ در بین کشورهای سند چشم انداز ۱۴۰۴ در رتبه ۱۱م قرار دارد. رتبه ایران در سال ۲۰۰۵ براساس این شاخص ۹ بوده است



نمودار ۸- امتیاز شاخص بهسازی ایران در مقایسه با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در سال‌های مبنا و آخرین سال (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود).

به دست آوردن یک شاخص قابل مقایسه برای کیفیت آب وجود ندارد. کیفیت نامناسب داده‌ها و پوشش بین‌المللی از جمله موانع پیش‌رو برای تلاش‌هایی است که در این خصوص صورت می‌گیرد. برای مثال اندازه‌گیری کیفیت آب تحت تاثیر سطح آلودگی زمینه‌ای در محل اندازه‌گیری و جریان آب قرار می‌گیرد (۱۷). به‌طور معمول دو منبع برای جمع‌آوری داده در این زمینه وجود دارد: گزارش‌های مدیریتی، سرشماری‌ها و مطالعات مقطعی. در حال حاضر موسسات JMP و IHME از داده‌های موجود در سرشماری‌ها و مطالعات مقطعی در کشورها برای ردیابی کیفیت آب استفاده می‌کنند.

در پروژه پایش مشترک JMP که پروژه‌ای است که با همکاری دو سازمان UNICEF و سازمان جهانی بهداشت انجام می‌شود، تعریفی که برای ارزیابی کشورها از لحاظ وضعیت دسترسی به آب آشامیدنی وجود دارد بدین صورت است که با استفاده از پارامترهایی که از کشورها دریافت می‌کند (عمدتاً مطالعات بزرگ در سطح کشوری)، نهایتاً سطوح دسترسی به خدمات تامین آب شرب در پنج طبقه؛ دسترسی به آب سطحی، دسترسی به منابع آب ارتقا نیافته، دسترسی محدود، دسترسی پایه‌ای و دسترسی با مدیریت ایمن دسته‌بندی می‌شود. گزارش JMP که در سال ۲۰۱۵ تهیه شده است وضعیت دسترسی به آب آشامیدنی در ایران را براساس این نوع طبقه‌بندی

ایران در حیطه آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب در مقایسه با سایر کشورهای سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ نشان داد که در این حیطه کشور ایران نسبت به وضعیت خود در سال ۲۰۰۵ حدود ۸ درصد رشد داشته است. با این حال کشورهای دیگر رشد قابل ملاحظه‌تری داشته‌اند و این موضوع باعث شده است که کشور ایران در رتبه بندی سال ۲۰۱۶ با پنج پله سقوط در رتبه ۱۱۵ام قرار بگیرد. در مقایسه با همه کشورهای جهان که در این گزارش مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (۱۸۰ کشور) ایران در حیطه آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب در سال ۲۰۱۶ در رتبه ۱۷۳ام قرار گرفته است که نسبت به سال ۲۰۰۵ (رتبه ۷۱) دو پله سقوط کرده است. نرخ DALY منتسب به آب آشامیدنی ناسالم و دفع بهداشتی نامناسب فاضلاب که در مطالعه GBD برای کشور ایران ذکر شده است به ترتیب ۱۰۷/۰۵ و ۳۰/۷۴ در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر بوده است (۱۶). با توجه به اینکه مطالعه ملی دیگری در خصوص محاسبه بار بیماری‌های منتسب به آب آشامیدنی سالم و دفع نامناسب بهداشتی وجود ندارد که نتایج مطالعه GBD با آن مقایسه گردد ما در این قسمت به بررسی نحوه اندازه‌گیری آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب در مطالعات مختلف می‌پردازیم. به‌طور کلی اندازه‌گیری کیفیت آب در سطح دنیا با یک شاخص مشخص یک موضوع حیاتی است و در حال حاضر یک رویه استاندارد جهانی برای

جدول ۴- وضعیت دسترسی به آب آشامیدنی در ایران براساس گزارش JMP در سال ۲۰۱۵

| سطح خدمات                     | برآورد پوشش آب آشامیدنی |      |                |      |           |      |
|-------------------------------|-------------------------|------|----------------|------|-----------|------|
|                               | شهری (درصد)             |      | روستایی (درصد) |      | کل (درصد) |      |
|                               | ۲۰۱۵                    | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۵           | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۵      | ۲۰۰۰ |
| دسترسی با مدیریت ایمن         | ۹۶                      | ۹۴   | ۸۳             | ۸۳   | ۹۱        | ۹۱   |
| دسترسی حداقل به خدمات پایه‌ای | ۹۷                      | ۹۸   | ۸۹             | ۸۹   | ۹۵        | ۹۵   |
| دسترسی محدود                  | ۱                       | ۱    | ۴              | ۴    | ۲         | ۲    |
| منابع آب ارتقا نیافته         | ۲                       | ۱    | ۶              | ۶    | ۳         | ۳    |
| آب‌های سطحی                   | ۰                       | ۰    | ۱              | ۰    | ۰         | ۰    |

نظر می‌گیرد (۱۹). منبع داده‌های این مطالعه داده‌های سرشماری و تمام مطالعات خانوار در کشورها بوده‌اند که در نتایج این مطالعات منابع آب ارائه شده‌اند از داده‌های سرشماری ایران در سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ نیز استفاده شده است. در پروژه پایش مشترک JMP تعریفی که برای ارزیابی کشورها از لحاظ وضعیت دسترسی خانوارها به دفع بهداشتی فاضلاب وجود دارد، سطوح دسترسی به خدمات بهسازی در پنج طبقه: دفع در محیط باز، دسترسی به توالت‌های ارتقا نیافته، دسترسی محدود (توالت مشترک)، دسترسی به خدمات پایه‌ای و دسترسی با مدیریت ایمن دسته بندی می‌شود. JMP وضعیت دفع بهداشتی فاضلاب در ایران را براساس این نوع طبقه بندی به شرح جدول ۵ برآورد کرده است (۱۸).

وضعیت دفع بهداشتی فاضلاب در ایران براساس طبقه بندی JMP نشان می‌دهد که در کشور ایران سطح دسترسی حداقل به خدمات پایه‌ای بیشترین فراوانی نسبی (۸۸ درصد) در سال ۲۰۱۵ را به خود اختصاص می‌دهد و همچنین سطح دفع فاضلاب در محیط باز ۱ درصد گزارش شده است. براساس این شاخص، پوشش دفع فاضلاب در کشور در وضعیت مناسبی قرار دارد. در مطالعه GBD مواجهه به دفع غیر بهداشتی فاضلاب دقیقاً همانند تعریف JMP است. بنابراین نکته‌ای که وجود دارد این است که اگرچه از لحاظ نسبت دسترسی به

به شرح جدول ۴ برآورد کرده است (۱۸). همانطور که مشاهده می‌شود براساس نتایج JMP در کشور ایران نسبت خانوارهایی که از آب دسترسی با مدیریت ایمن استفاده می‌کنند ۹۱ درصد است و استفاده از آب‌های سطحی چه در مناطق روستایی و چه در مناطق شهری در سال ۲۰۱۵ به صفر درصد رسیده است که براساس این شاخص کشور ایران در وضعیت مناسبی قرار دارد.

IHME در مطالعه‌ای که به محاسبه بار بیماری‌های منتسب به آب ناسالم پرداخته است در تعریف خود از مواجهه به آب ناسالم، علاوه بر روش طبقه بندی شده برای منبع مورد استفاده خانوارها توسط JMP که در بالا ذکر شد متدی را که خانوارها برای تصفیه آب استفاده کرده‌اند تا کیفیت آب ارتقا پیدا کند نیز لحاظ کرده است. در این مطالعه روش‌های تصفیه آب توسط نورخورشید، کلرین، جوشاندن و یا استفاده از فیلتر به عنوان روش‌های موثر در تصفیه آب در نظر گرفته شده است. بنابراین در این مطالعه نهایتاً در قسمت محاسبات ارزیابی خطر، مواجهه به آب را با استفاده از طبقات منبع آب و نوع تصفیه در هشت طبقه تقسیم بندی و محاسبات را انجام داده است. سطحی از طبقه بندی را که خانوار به آب لوله کشی دسترسی داشته باشد و روش تصفیه آب جوشاندن یا فیلتراسیون قبل از مصرف باشد، به عنوان سطح پایه (Theoretical Minimum-Risk Exposure Level (TMRE) در

جدول ۵- وضعیت دفع بهداشتی فاضلاب در ایران براساس گزارش JMP در سال ۲۰۱۵

| سطح خدمات                     | برآورد پوشش دفع فاضلاب |      |                |      |           |      |
|-------------------------------|------------------------|------|----------------|------|-----------|------|
|                               | شهری (درصد)            |      | روستایی (درصد) |      | کل (درصد) |      |
|                               | ۲۰۱۵                   | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۵           | ۲۰۰۰ | ۲۰۱۵      | ۲۰۰۰ |
| دسترسی با مدیریت ایمن         | -                      | -    | -              | -    | -         | -    |
| دسترسی حداقل به خدمات پایه‌ای | ۹۲                     | ۹۲   | ۷۹             | ۷۹   | ۸۸        | ۸۷   |
| دسترسی محدود (توالت مشترک)    | ۱۱                     | ۱۱   | ۱۷             | ۱۷   | ۱۰        | ۱۱   |
| توالت‌های ارتقا نیافته        | ۱                      | ۱    | ۳              | ۲    | ۱         | ۱    |
| محیط باز                      | ۰                      | ۰    | ۲              | ۲    | ۱         | ۱    |



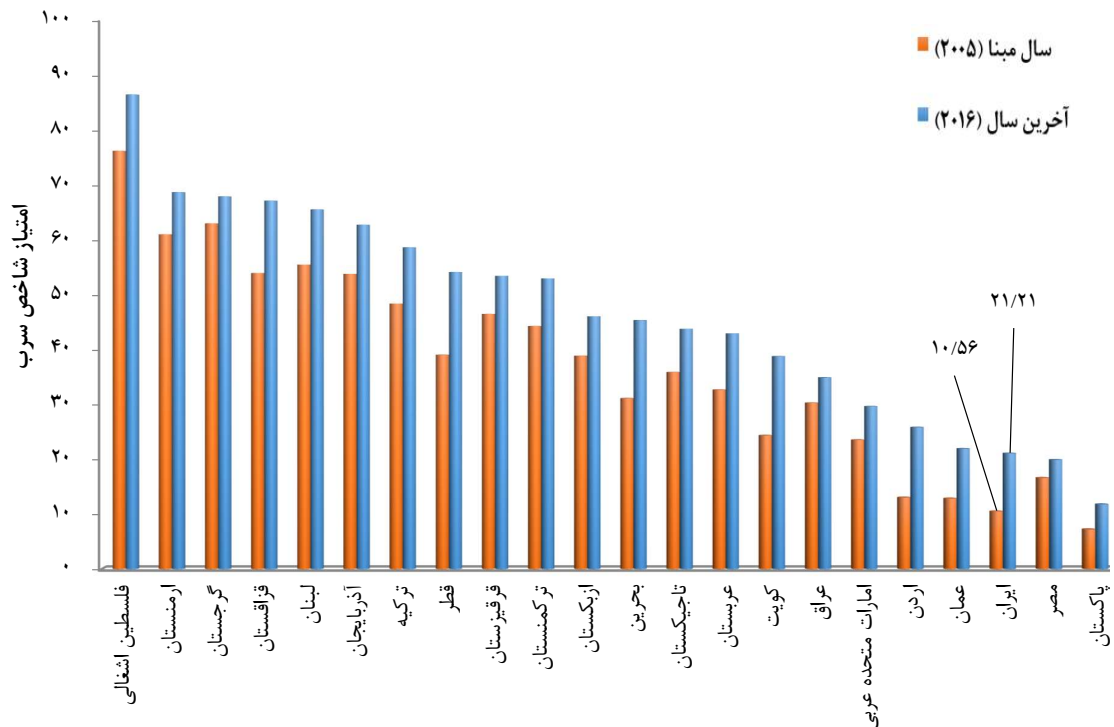
با سرب، کشور ایران در سال ۲۰۱۶ با داشتن امتیاز ۲۲/۲۱ در بین کشورهای سند چشم انداز ۱۴۰۴ در رتبه ۲۰ام قرار دارد. رتبه ایران در سال ۲۰۰۵ براساس این شاخص ۲۱ بوده است یعنی رتبه کشور یک پله ارتقا یافته است. قابل ذکر است امتیاز این شاخص ۱۰۰ درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ رشد داشته است که این رشد ۱۰۰ درصدی در مقایسه با ارتقا این شاخص در سایر کشورها با میانگین رشد ۳۴/۴۷ درصد قابل ملاحظه‌ای است.

سرب یکی از نگرانی‌های جدی محیطی است چرا که از یک طرف مواجهه با آن به علت کاربردهای مختلف صنعتی آن ناگزیر بوده و از طرف دیگر حتی این فلز سنگین در غلظت‌های پایین می‌تواند باعث ایجاد پیامدهای جدی فیزیولوژیکی، رفتاری و بیوشیمیایی در انسان گردد (۲۲، ۲۳) براساس تعریف اخیر مرکز پیشگیری و کنترل بیماری‌ها (CDC) و موسسه ملی بهداشت و ایمنی شغلی ایالات متحده آمریکا (NIOSH) غلظت خونی سرب مساوی یا بیشتر از  $5 \mu\text{g}/\text{dl}$  در بزرگسالان به عنوان سطح بالای سرب در نظر گرفته می‌شود (۲۴). با توجه به نبود نتایج یک مطالعه در سطح ملی در زمینه محاسبه بار بیماری‌های منتسب با سرب جهت مقایسه با نتایج EPI، ما به بررسی مطالعاتی که در زمینه اندازه‌گیری سطح خونی سرب در ایران انجام شده است می‌پردازیم. در مطالعه‌ای که در شرق کشور در استان خراسان جنوبی در بین ۴۰۰ نفر با معیارهای ورود سن ۴۰ سال و بالاتر، فاقد بیماری مشخص کلیوی، کبدی، کم خونی، مسمومیت با سرب و بیماری‌های گوارشی، نداشتن سابقه درمان فعال مسمومیت با سرب، سیگار، اعتیاد و مواجهه شغلی با سرب انجام شده است، نتایج نشان می‌دهد که میانگین  $\pm$  انحراف معیار سطح سرب خون در این مطالعه  $5/11 \pm 7/14 \mu\text{g}/\text{dl}$  سطح پیشنهاد شده توسط CDC آمریکا است. در این مطالعه ۵۵ درصد از شرکت کنندگان سطح سرب خونی بالاتر از ۵ و ۱۳/۸ درصد از شرکت کنندگان سطح سرب

آب سالم و دفع بهداشتی فاضلاب براساس JMP وضعیت کشور مناسب بنظر می‌رسد ولی براساس داده‌های مطالعه GBD که بار بیماری‌های منتسب به آب آشامیدنی ناسالم و فاضلاب حساب شده است، کشور ایران در حوزه بار بیماری‌های منتسب به آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب در وضعیت مناسبی قرار نداشته و تا رسیدن به رتبه اول در بین کشورهای حوزه چشم انداز هنوز فاصله قابل ملاحظه‌ای دارد.

### - حیطه فلزات سنگین

دامنه وسیع منابع و پیامدهای سلامتی ناشی از فلزات سنگین (شامل سرب، آرسنیک، جیوه و کادمیوم) چالش پیچیده‌ای را در دنیای امروز ایجاد کرده است. علیرغم وجود طبیعی این فلزات سنگین، فعالیت‌های انسانی مهمترین عامل برای آلودگی به این فلزات در نظر گرفته می‌شوند. در میان انواع مختلف این فلزات سرب مهمترین عامل خطر برای کودکان و زنان باردار محسوب می‌شود به طوری که سازمان جهانی بهداشت آستانه مشخصی را برای بی‌خطری بودن این فلز سنگین در نظر نمی‌گیرد (۲). EPI هم شاخص سرب را به عنوان یکی از شاخص‌های حوزه بهداشت محیط در نظر گرفته است. از لحاظ تاثیر بر سلامتی مسمومیت با سرب با نارسایی‌های شناختی در کودکان، جراثم جنایی در بزرگسالان، و کاهش تولید اقتصادی در ارتباط است (۲۰). شاخص مواجهه با سرب در EPI با کمی سازی بار ناشی از پیامدهای سلامتی مواجهه با سرب بوسیله شاخص DALY محاسبه شده است. که منبع این شاخص مطالعه جهانی بار بیماری‌ها است. قابل ذکر است که این مطالعه بزرگترین مطالعه اپیدمیولوژیک در سطح جهان است که پیامدها و بار بیماری‌های ناشی از مواجهه با سرب در تمام جهان را با استفاده از مطالعات انجام شده در جهان و همچنین مدلسازی آماری برآورد نموده است (۲۱). همانطور که در نمودار ۹ آورده شده است، براساس شاخص بار بیماری‌های منتسب به مواجهه



نمودار ۹- امتیاز شاخص سرب ایران در مقایسه با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در سال‌های مبنا و آخرین سال (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

بوده است. دامنه سطح سرب خونی برای ۵ مطالعه‌ای که در بین افراد سالم، شهروندان یا گروه‌های کنترل سالم سایر مطالعات انجام شده است در محدوده  $17/31 - 10/41 \mu\text{g/dl}$  گزارش شده است (۲۵). بیشترین مقادیر سطح سرب خونی در بین معتادین به مصرف مواد گزارش شده است. در مطالعه دیگری که در بین ۲۰۶ کودک مراجعه کننده به اورژانس و بخش‌های سرپایی کلینیک امام رضا دانشگاه علوم پزشکی مشهد در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ صورت گرفته است. میانگین (انحراف معیار) سطح سرب خون در کودکان با دامنه سنی ۱-۷ سال  $12/19 - 3/35 \mu\text{g/dl}$  گزارش شده است. در این مطالعه ۵۹/۲ درصد کودکان دارای سطح سربی خون بین ۱۰ الی ۱۵ و ۷۵/۸ درصد از کودکان سطح سرب بالای  $10 \mu\text{g/dl}$  را داشته‌اند که در

خونی بالاتر از  $10 \mu\text{g/dl}$  داشته‌اند (۲۴). نتایج مطالعاتی دیگر در نیویورک، آمریکا و سوئد در سطح جمعیت عمومی میانگین سطح سرب خون کمتر از  $1/4 \mu\text{g/dl}$  را گزارش کرده‌اند (۲۴). در مطالعه‌ای که داده‌های مربوط به سطح سرب خون در ایران در مطالعات مختلف را تا ۲۰ مارس ۲۰۱۴ بررسی کرده است نتایج ۷۰ مقاله را در پنج گروه کارگران و مردم عادی، بیماران، معتادین به مواد، زنان باردار و شاغل، شیرخواران و کودکان ارائه کرده است (۲۵). در این مطالعه مروری عمده مطالعاتی که در بین بزرگسالان انجام شده است در بین کارگران صنایع و یا افراد دارای شغل‌های خاصی بوده است که به‌طور میانگین از سطح سرب خونی بالای برخوردار بوده‌اند. به‌طوری‌که نتایج این مطالعات از میانگین  $7/21 \mu\text{g/dl}$  تا  $130/53 \mu\text{g/dl}$  متغیر

مطالعات بیومانیورینگ دوره‌ای در سطح کشور برای سنجش سطح خونی یا استخوانی سرب یا سایر فلزات سنگین ضروری به نظر می‌رسد تا برآورد دقیق‌تری از سطح مواجهه در جمعیت به دست آید و همچنین بهتر بتوان منابع مواجهه با سرب را تشخیص و اقداماتی در زمینه کنترل آن انجام داد.

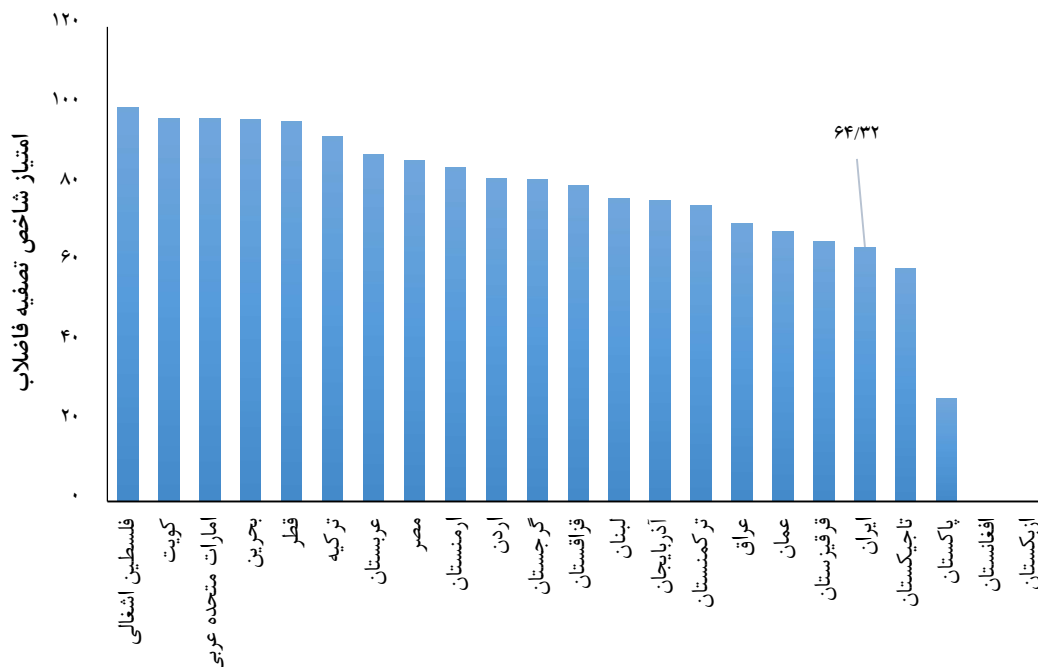
#### - حیطة منابع آب

در حیطة منابع آب، شاخص تصفیه فاضلاب به عنوان شاخصی مهم در نظر گرفته شده است و برای کشورهای مختلف محاسبه شده است. به حداکثر رساندن تصفیه فاضلاب در کشورها می‌تواند شاخص مناسبی از سطح تمیز بودن منابع آبی آن کشور باشد. این موضع در کشورهای که منابع آب محدودی دارند از اهمیت بیشتری برخوردار است. امتیاز شاخص تصفیه فاضلاب در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ در نمودار ۱۰ ارائه شده است.

با توجه به نبود داده‌های لازم در سال‌های گذشته برای

مقایسه با ۲۲ درصد در مطالعه‌ای در ماسوچست و ۲۰/۲ درصد در مطالعه کارولینای شمالی در گروه‌های سنی مشابه، درصد قابل ملاحظه‌ای است (۲۸-۲۶). در مطالعه دیگری که در جمعیت ۶ تا ۶۲ ساله شهر تهران صورت گرفته است میانگین (انحراف معیار) سطح سرب خونی ۱۲/۳۷ (۵/۶۴) گزارش شده است (۲۹).

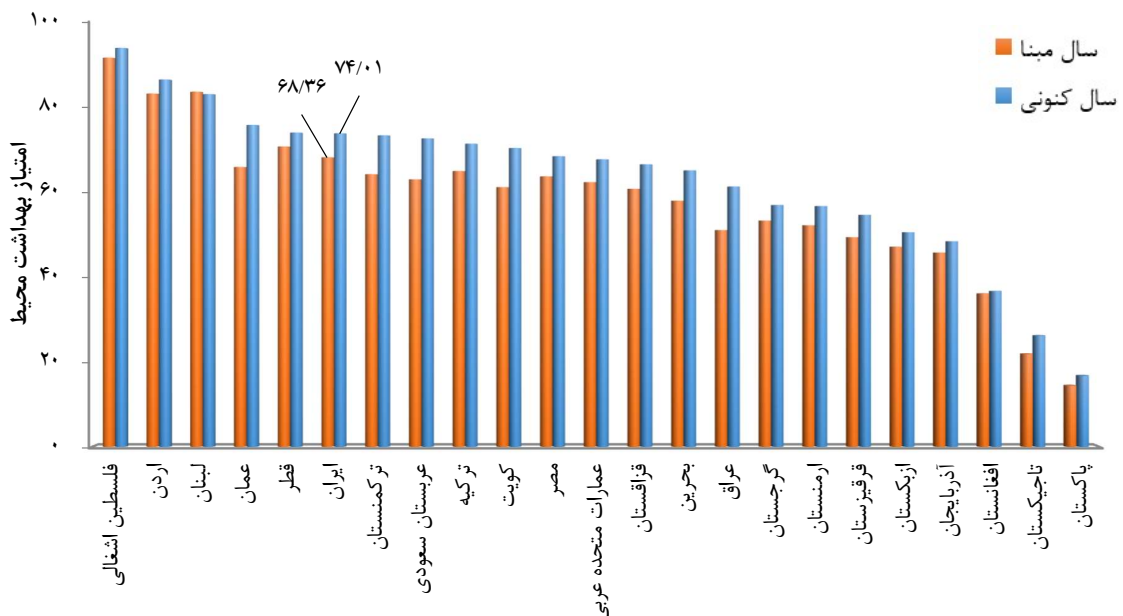
به‌طور کلی بررسی مطالعات انجام شده در کشور تاکنون نشان می‌دهد که عمده مطالعات در گروه‌های جمعیتی خاص بویژه در کارگرانی که میزان مواجهه آنها با منابع سرب بیشتر است انجام شده است و مطالعاتی با حجم نمونه بالا در سطح جمعیت عمومی وجود ندارد. همچنین سطح سرب گزارش شده در مطالعات محدود انجام شده بالاتر از  $5 \mu\text{g/dl}$  است. از طرف دیگر با توجه به اینکه یکی از منابع داده‌ای عمده که برای محاسبه شاخص‌ها یا بار بیماری‌های منتسب به مواجهه با سرب در سطح جهانی از جمله شاخص EPI مورد استفاده و استناد قرار می‌گیرد، نتایج مطالعات کشوری هستند. بنابراین انجام



نمودار ۱۰- امتیاز شاخص تصفیه فاضلاب در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

یا کشورهای ثروتمندی بوده‌اند و یا دچار استرس آبی بوده‌اند (۲). یک شاخص ایده آل برای حیطة تصفیه فاضلاب باید درصد تصفیه شده همه فاضلاب‌های تولید شده را در هر نقطه‌ای از کشور نشان دهد. طبیعی است که لازمه محاسبه این شاخص در دسترس بودن داده‌های گسترده‌ای در زمینه میزان کل حجم تولید، نحوه جمع آوری و توزیع سیستم‌های تصفیه فاضلاب‌های کشور است. بنابراین ایجاد یک چنین شاخص ایده آلی با محدودیت‌های جدی داده‌ها رو به رو بوده و تقریباً غیر ممکن است. Malik و همکاران برای نخستین بار با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها شاخصی را برای تصفیه فاضلاب پیشنهاد کرده‌اند که بتوان در سطح جهانی برای تصفیه فاضلاب از آن استفاده کرد (۳۱). این شاخص که توسط EPI نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این گزارش به آن پرداخته شده است درصدی از فاضلاب جمعیتی که

مقایسه با وضعیت سال ۲۰۱۶، در نمودار ۱۰ امتیاز و رتبه کشورهای سند چشم انداز ۱۴۰۴ از لحاظ شاخص تصفیه فاضلاب در سال ۲۰۱۶ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد کشور ایران با داشتن امتیاز ۶۴/۳۲ در رتبه ۱۱۹م قرار دارد. براساس شاخص تصفیه فاضلاب براساس نتایج EPI، در سال ۲۰۱۶ کشور ایران رتبه ۹۸ کل کشورهای جهان قرار دارد که جایگاه مناسبی برای کشور نیست. همچنین براساس اطلاعات سالنامه آماری کشور در سال ۱۳۹۵، ۴۷ درصد از جمعیت، تحت پوشش خدمات جمع آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری بوده‌اند که این درصد در مقایسه با ۲۷ درصد در سال ۱۳۸۵ حدود ۷۵ درصد رشد داشته است (۳۰). بررسی وضعیت کشورهایی که در دنیا از سطح بسیار خوبی برای تصفیه فاضلاب برخوردار هستند نشان می‌دهد که این کشورها یا سیاست‌های خوبی در این زمینه اجرا کرده‌اند



نمودار ۱۱- امتیاز حوزه بهداشت محیط در ایران و مقایسه آن با دیگر کشورهای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (امتیاز ۱۰۰ به معنی بهترین عملکرد محسوب می‌شود)

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه، کیفیت هوا تحت عنوان سه شاخص سوخت‌های جامد خانگی، مواجهه به  $PM_{2.5}$  و تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. با کاهش مصرف سوخت‌های خانگی طی سال‌های گذشته در کشور، شاهد امتیاز  $84/14$  و رتبه  $6$ م در این زمینه بوده‌ایم. کاهش نرخ DALY و رتبه  $6$ م در این زمینه بوده‌ایم. کاهش نرخ DALY کشور برای این ریسک فاکتور طی سال‌های گذشته که براساس مطالعه جهانی بار بیماری‌ها ذکر شد، موید عملکرد مطلوب ایران در این زمینه است. ذرات معلق از شاخص‌های مهم در زمینه آلودگی هوا به شمار می‌آیند که با توجه به اینکه هر چه قطر این ذرات کوچک‌تر باشد، قابلیت عبور آنها از موانع ریه و در نتیجه تاثیر آنها بر سلامت بیشتر است، ارزیابی آنها در بررسی کیفیت هوای کشورها بسیار حایز اهمیت است. براساس اطلاعات گزارش EPI در سال  $2018$ ، کشور ما از لحاظ مواجهه با  $PM_{2.5}$  و همچنین تخطی مقادیر  $PM_{2.5}$  از حدود رهنمودی سازمان جهانی بهداشت به ترتیب در رتبه  $18$ م و  $9$ م در میان  $23$  کشور مورد بررسی قرار گرفته است. این در حالی است که با توجه به داده‌های خام مورد استفاده در این گزارش، صحت اطلاعات به‌کار برده شده مورد سوال است چرا که غلظت  $PM_{2.5}$  برای کشور در حدود استاندارد ملی ( $10 \mu g/m^3$ ) در نظر گرفته شده است. مطالعه Shaddick و همکاران در سال  $2018$  میلادی میانگین سالیانه غلظت  $PM_{2.5}$  وزن دهی شده با جمعیت برای کشور ایران را  $48 \mu g/m^3$  (کمی پایین‌تر از متوسط جهانی  $51 \mu g/m^3$ ) برآورد کرده است. بنابراین در اختیار قرار دادن اطلاعات صحیح به سازمان‌ها و نهادهایی که متولی تهیه گزارشات بین‌المللی نظیر EPI هستند توصیه می‌گردد تا بتوان بر نتایج حاصله با اطمینان کافی اتکا نمود. البته لازم به ذکر است که در اکثر کشورهای آسیای غرب (شامل کشورهای مورد بررسی در مطالعه حاضر) این اشکال و کم برآورد مشاهده می‌گردد درحالی‌که برآورد غلظت  $PM_{2.5}$  برای

تحت پوشش سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری بوده و حداقل تصفیه اولیه بر روی آن صورت گرفته باشد را در بر می‌گیرد. این شاخص حاصل ضرب دو نسبت درصد تصفیه فاضلاب شهری در هر کشور در درصد از جامعه شهری که به سیستم جمع‌آوری فاضلاب دسترسی دارند، است. در این شاخص نسبت سیستم فاضلاب شهری به عنوان نماینده کل کشور در نظر گرفته می‌شود. در این شاخص درصد فاضلاب شهری به عنوان نماینده کل کشور در نظر گرفته می‌شود.

نتایج گزارشی که در پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران در زمینه بررسی وضعیت تصفیه فاضلاب در کشور انجام شده است نشان می‌دهد در کشور ایران  $48$  درصد از جمعیت کشور از سیستم‌های جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب به‌صورت لوله‌کشی برخوردار هستند که  $73/98$  درصد از این فاضلاب‌ها مورد تصفیه قرار می‌گیرند ( $32$ ). اگر با استناد به این نسبت‌ها شاخص پیشنهادی EPI محاسبه گردد، نسبت  $35/04$  درصد به‌دست می‌آید. این درحالی است که این نسبت در گزارش EPI برای کشور ایران  $3/73$  درصد گزارش شده است که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم دارند و در این شاخص داده‌هایی که از ایران برای مجموعه EPI وجود داشته است محدودیت‌های جدی دارد و درخصوص تفسیر شاخص‌های EPI باید احتیاط لازم به‌عمل آید.

## - حوزه کلی بهداشت محیط

ایران در حوزه بهداشت محیط در رتبه نسبتاً خوبی، رتبه  $16$ م، قرار دارد. درصد تغییرات امتیاز بهداشت محیط ایران از حدود  $10$  سال گذشته تاکنون  $8$  درصد بوده است. نمودار  $11$  عملکرد کشورهای مورد مطالعه را به‌طور کلی در حوزه بهداشت محیط در سال‌های مینا و کنونی نشان می‌دهد. درصد تغییرات امتیاز بهداشت محیط کشور طی این سال‌ها  $8/27$  درصد نزدیک به متوسط درصد تغییرات ( $9/69$ ) بوده است.

کشورهای آمریکایی، اروپا، استرالیا و آسیای شرق دقیق تر بوده است.

براساس نتایج پروژه پایش مشترک JMP، کشور ایران از لحاظ نسبت دسترسی به آب سالم و دفع بهداشتی فاضلاب در وضعیت مناسبی قرار دارد. ولی براساس رتبه بندی و امتیازات این حیطة در گزارش EPI که براساس داده‌های مطالعه GBD که بار بیماری‌های منتسب به آب آشامیدنی ناسالم و فاضلاب را محاسبه نموده است، کشور ایران در حوزه بار بیماری‌های منتسب به آب آشامیدنی و دفع بهداشتی فاضلاب در وضعیت مناسبی قرار نداشته و تا حصول به رتبه اول در بین کشورهای سند چشم انداز ۱۴۰۴ فاصله قابل ملاحظه‌ای دارد. در این خصوص پیشنهاد می‌شود در مطالعات یا سرشماری‌ها که به گردآوری داده‌ها در زمینه آب آشامیدنی در کشور پرداخته می‌شود از شاخصی استفاده شود که علاوه بر در نظر گرفتن منبع مورد استفاده خانوارها توسط خانوارها (دسترسی به آب سطحی، دسترسی به منابع آب ارتقا نیافته، دسترسی محدود، دسترسی پایه‌ای و دسترسی با مدیریت ایمن دسته بندی) روشی را که خانوارها برای تصفیه آب استفاده می‌کنند (نورخورشید، کلرین، جوشاندن و یا استفاده از فیلتر) تا کیفیت آب ارتقا پیدا کند را نیز در نظر بگیرد. از لحاظ وضعیت تصفیه فاضلاب در کشور ایران در مقایسه با سایر کشورهای سند چشم انداز ۱۴۰۴ براساس نتایج EPI در سال ۲۰۱۶ کشور ایران در رتبه ۱۹ قرار گرفته است که جایگاه مناسبی برای کشور نیست. مقایسه محاسبه این شاخص و پارامترهایی که در این محاسبات بکار رفته‌اند با داده‌های پژوهشی مشابه و نظر خبرگان این حوزه در کشور نشان داد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین نتایج وجود دارد به طوری که درصد تصفیه فاضلاب در گزارش EPI برای کشور ایران ۳/۷۳ درصد گزارش شده است در حالیکه این نسبت در مطالعه‌ای مشابه ۳۵/۰۴ درصد گزارش شده است. لذا بنظر می‌رسد در خصوص وضعیت تصفیه فاضلاب داده‌هایی که از ایران برای محاسبه امتیاز و رتبه EPI در سال ۲۰۱۶ استفاده شده است عدم قطعیت جدی وجود

داشته و در خصوص تفسیر آن باید احتیاط لازم به عمل آید. در زمینه مواجهه با سرب و امتیاز محاسبه شده برای کشور ایران در گزارش EPI، هرچند نسبت به سال پایه رشد قابل توجهی در زمینه امتیاز شاخص سرب وجود داشت ولی کشور از جایگاه مناسبی برخوردار نبود. بررسی مطالعات انجام شده در کشور نشان داد که عمده مطالعات در گروه‌های جمعیتی خاص بویژه در کارگرانی که میزان مواجهه آنها با منابع سرب بیشتر است انجام شده است و مطالعاتی با حجم نمونه بالا در سطح جمعیت عمومی وجود ندارد. همچنین سطح سرب گزارش شده در مطالعات محدود انجام شده بالاتر از  $5 \mu\text{g}/\text{dl}$  (غلظت خونی سرب مساوی یا بیشتر از  $5 \mu\text{g}/\text{dl}$  در بزرگسالان به عنوان سطح بالای سرب در نظر گرفته می‌شود) است. همچنین نتایج مطالعات نشان داد نسبت قابل توجهی از افراد غلظت خونی بالای  $10 \mu\text{g}/\text{dl}$  داشتند. بنابراین، انجام مطالعات بیومانیورینگ دوره‌ای در سطح کشور برای سنجش سطح خونی یا استخوانی سرب یا سایر فلزات سنگین پیشنهاد می‌گردد تا با استفاده از نتایج این مطالعات برآورد دقیق‌تری از سطح مواجهه در جمعیت به دست آمده و بهتر بتوان منابع مواجهه با سرب را تشخیص و اقداماتی در زمینه کنترل آن انجام داد.

نتایج مطالعه نشان داد در تعدادی از شاخص‌ها ارقام ارائه شده برای کشور ما با واقعیت جامعه در همان بازه زمانی همخوانی چندانی ندارد لذا ارائه داده‌های معتبر توسط سازمان‌های مسئول در کشور می‌تواند به اصلاح شاخص‌ها در گزارش‌های بین‌المللی در آینده کمک شایانی نموده و جایگاه واقعی کشور را به نمایش بگذارد. همچنین در بعضی موارد شاخص‌های ارائه شده در گزارش EPI در سال ۲۰۱۸ وضعیتی را نشان می‌دهد که انجام تحقیقات جامع در سطح ملی را طلب می‌کند و تعریف و اجرای چنین تحقیقاتی می‌تواند بعضی از ابهامات را روشن سازد. امید است نتایج این گزارش که با نگاهی به گذشته و بررسی روندهای مرتبط با شاخص‌های محیط زیست در

## ملاحظات اخلاقی

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

مقایسه با کشورهای دیگر تنظیم شده است بتواند باعث جلب توجه سازمان‌های مرتبط مسئول در کشور شده و به شناسایی پیشرفت‌ها و نقاط ضعف کمک بیشتری نموده و راهگشای برنامه ریزی‌ها و سیاست گذاری‌های واقع بینانه در جهت حفظ و اختصاص منابع باشد.

## References

1. The Official Website of Ayatollah Khameni. The Vision Document of the Islamic Republic of Iran in 2025 Horizon. Tehran: The Official Website of Ayatollah Khameni; 2003 [cited 2020 Jul 9]. Available from: <http://farsi.khamenei.ir/special?id=4133>.
2. Wendling Z, Emerson J, Ešť D, Levy M, De Sherbinin A. Environmental performance index. New Haven, CT: Yale University; 2018.
3. Hambling T, Weinstein P, Slaney D. A review of frameworks for developing environmental health indicators for climate change and health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011;8(7):2854-75.
4. WHO. Household Air Pollution and Health. Geneva: World Health Organization; 2018.
5. WHO. Ambient and Household Air Pollution and Health. Geneva: World Health Organization; 2018.
6. Pachauri S, Rao N, Nagai Y, Riahi K. Access to modern energy: Assessment and outlook for developing and emerging regions. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis; 2012.
7. Bonjour S, Adair-Rohani H, Wolf J, Bruce NG, Mehta S, Prüss-Ustün A, et al. Solid fuel use for household cooking: country and regional estimates for 1980–2010. *Environmental Health Perspectives*. 2013;121(7):784-90.
8. Forouzanfar MH, Alexander L, Anderson HR, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*. 2015;386(10010):2287-323.
9. WHO. Don't pollute my future! The impact of the environment on children's health. Geneva: World Health Organization; 2017.
10. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global burden of disease study 2017 (GBD 2017 results). Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME); 2018.
11. 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. *Environmental Research*. 2017;156:87-96.
12. WHO. Ambient (outdoor) air quality and health. Geneva: World Health Organization; 2018 [cited 2020 Jun 19]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
13. Van Donkelaar A, Martin RV, Brauer M, Hsu NC, Kahn RA, Levy RC, et al. Global estimates of fine

- particulate matter using a combined geophysical-statistical method with information from satellites, models, and monitors. *Environmental Science & Technology*. 2016;50(7):3762-72.
14. Center for International Earth Science Information Network (CIESIN). Gridded population of the world, version 4 (GPWv4): Population count. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) 2016 [cited 2020 Jul 19]. Available from: Available from: <http://www.ciesin.org/>.
  15. Shaddick G, Thomas ML, Amini H, Broday D, Cohen A, Frostad J, et al. Data integration for the assessment of population exposure to ambient air pollution for global burden of disease assessment. *Environmental Science & Technology*. 2018;52(16):9069-78.
  16. Global Burden of Disease Collaborative Network. GBD compare. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME); 2018 [cited 2020 Jul 29]. Available from: <https://vizhub.health-data.org/gbd-compare/>.
  17. Srebotnjak T, Carr G, de Sherbinin A, Rickwood C. A global Water Quality Index and hot-deck imputation of missing data. *Ecological Indicators*. 2012;17:108-19.
  18. WHO. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva: World Health Organization; 2017.
  19. Gakidou E, Afshin A, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. 2017;390(10100):1345-422.22.
  20. Landrigan PJ, Fuller R, Acoŝta NJ, Adeyi O, Arnold R, Baldé AB, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*. 2018;391(10119):462-512.
  21. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388(10053):1659-724.
  22. Kira CS, Sakuma AM, De Capitani EM, De Freitas CU, Cardoso MRA, Gouveia N. Associated factors for higher lead and cadmium blood levels, and reference values derived from general population of São Paulo, Brazil. *Science of the Total Environment*. 2016;543:628-35.
  23. Kasperczyk A, Prokopowicz A, Dobrakowski M, Pawlas N, Kasperczyk S. The effect of occupational lead exposure on blood levels of zinc, iron, copper, selenium and related proteins. *Biological Trace Element Research*. 2012;150(1-3):49-55.
  24. Nakhaee S, Amirabadizadeh A, Zarban A, Nasirizade M, Salmani Mood M, Ataei H, et al. The reference value of blood lead level among the general adult population of eastern Iran. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2019;54(13):1287-92.
  25. Mahmoudi N, Latifi AM, Amani MA, Masoumbeigi H, Ghanizadeh G. Data on the environmental exposure to lead in Iran. *Data in Brief*. 2018;20:1133-41.
  26. Shah-Farhat A, Parizadeh MJ, Khademy GR, Balali-Mood M. Blood lead concentrations in one-to seven-year-old children in Mashhad, Iran. *Clinical Toxicology*. 2007;45(7):812-13.
  27. Norman EH, Bordley WC, Hertz-Picciotto I, Newton DA. Rural-urban blood lead differences in North Carolina children. *Pediatrics*. 1994;94(1):59-64.
  28. Sargent JD, Brown MJ, Freeman JL, Bailey A, Goodman D, Freeman Jr DH. Childhood lead poisoning in Massachusetts communities: its association with sociodemographic and housing characteristics. *American Journal of Public Health*. 1995;85(4):528-34.
  29. Farzin L, Amiri M, Shams H, Faghieh MAA, Moassesi ME. Blood levels of lead, cadmium, and mercury in residents of Tehran. *Biological Trace Element Research*. 2008;123(1-3):14-26.
  30. Iranian Statistical Yearbook 2016. Tehran: Statistical Centre of Iran; 2016 (in Persian).
  31. Malik OA, Hsu A, Johnson LA, de Sherbinin A. A global indicator of wastewater treatment to inform the Sustainable Development Goals (SDGs). *Environmental Science & Policy*. 2015;48:172-85.
  32. Center for Water Quality Research (CWQR). Reporting on safe management of water supply and



sanitation services: A report on the application of WHO questionnaire tool in Iran. Tehran: Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences; 2018 (in Persian).



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Assessment of environmental health status of Iran according to the environmental performance index report in 2018

Mansour Shamsipour<sup>1</sup>, Homa Kashani<sup>1,\*</sup>, Masud Yunesian<sup>1,2</sup>, Kazem Naddafi<sup>2,3</sup>, Mohammad Sadegh Hassanvand<sup>3</sup>, Reza Saeeadi<sup>4</sup>, Mahdi Hadi<sup>5</sup>, Alireza Mesdaghinia<sup>2,5</sup>

1- Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Center for Air Pollution Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Department of Health and Safety, and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Center for Water Quality Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 22 June 2020

**Revised:** 15 September 2020

**Accepted:** 20 September 2020

**Published:** 21 September 2020

**Keywords:** Environmental performance index, Environmental health, Iran's perspective document in 1404

**\*Corresponding Author:**

hkashani@tums.ac.ir

### ABSTRACT

**Background and Objective:** In this study, we aimed to assess Iran's position and trends for environmental health status among the countries of "Iran's perspective document in 1404" according to the indicators used in Environmental Performance Index (EPI) report in 2018.

**Materials and Methods:** The score of indicators in environmental health area; air quality (including household solid fuels, exposure to PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>2.5</sub> exceedance), water and sanitation (including drinking water and sanitation) and heavy metals (including lead) were extracted for all studied countries as well as for the last and baseline (generally ten years prior to last report) years from EPI 2018 database. According to EPI scores, the performance of the studied countries in each indicator was ranked. The percent change in the score of each indicator from baseline to current year was calculated and compared with the mean percent change for all studied countries.

**Results:** Iran ranked 7<sup>th</sup> regarding air quality in 2016. Also, it ranked 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, and 9<sup>th</sup> in terms of household solid fuels, exposure to PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>2.5</sub> exceedance, respectively. The EPI score for Iran regarding water and sanitation was 54.4 in 2005 and 58.74 in 2016 (percent change=7.98%). Iran ranked 21<sup>st</sup> in 2005 regarding lead exposure index. Although this index showed a growth of 100% in 2016, which is very desirable compared to the average growth of all countries (34.47%), but only leads to one step up in the ranking of Iran and was ranked 20<sup>th</sup> in comparison with other countries.

**Conclusion:** Totally, according to EPI 2018, Iran ranked 6<sup>th</sup> in the field of environmental health issues among 23 countries of "Iran's perspective document in 1404". However, there is uncertainty in the accuracy of the EPI raw data used for calculating index scores. Hence, caution should be exercised in their interpretation.

Please cite this article as: Shamsipour M, Kashani H, Yunesian M, Naddafi K, Hassanvand MS, Saeeadi R, et al. Assessment of environmental health status of Iran according to the environmental performance index report in 2018. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(2):183-208.

