

# بررسی و تعیین شاخص‌های جامع کیفیت هوا، تابش، صدا و سرب ایران با تکنیک دلفی

اسرافیل عسگری<sup>۱\*</sup>، رحیم عالی<sup>۱</sup>، ایوب رستگار<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیأت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، مجتمع آموزش عالی سلامت خوی، خوی، ایران  
<sup>۲</sup> عضو هیأت علمی گروه بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۲/۱۶ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۸

## چکیده

**زمینه و هدف:** با توجه به اهمیت روزافزون موضوع بهداشت محیط و گسترده‌گی حیطه‌های آن، در دهه‌های اخیر تلاش‌های منسجم و برنامه‌ریزی شده‌ای جهت شناسایی شاخص‌های بهداشت محیطی و مقادیر آن و نحوه کنترل آن انجام شده است. اصولاً برای ارزیابی و پایش بهتر کیفیت هوا نیز شاخص‌هایی در نظر گرفته شده است. بنابراین در این تحقیق به شاخص‌های جامع کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین ایران پرداخته می‌شود. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه شاخص‌هایی که تمام کشورهای دنیا در زمینه کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین (سرب و جیوه) دارند بررسی شد و با توجه به این شاخص‌ها، شاخص‌هایی که با کشور ما متناسب بودند انتخاب گردید. در مورد هر یک از این شاخص‌ها، نحوه تعیین شاخص‌ها و روش‌های محاسبه نیز مشخص شد. **یافته:** در طی این مطالعه حدود ۳۵ شاخص بدست آمد و با توجه به اهمیت شاخص در بهداشت محیط، قابل محاسبه بودن آن و وجود اطلاعات در مورد شاخص، شاخص‌های کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین به ترتیب به تعداد ۱، ۱، ۱ و ۰ شاخص در اولویت دو ساله اول قرار گرفتند. **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که از میان ۳۵ شاخص بررسی شده ۱۳ شاخص در کشور ایران موجود بوده و ۲۲ مورد از طریق تحقیق حاضر اضافه شده است.

**کلمات کلیدی:** شاخص، کیفیت هوا، تابش، صدا، سرب، جیوه، ایران

## مقدمه

شاخص، کمیتی است که بعنوان نماینده کمیت‌های همگن متعدد در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر شاخص‌ها معیار اندازه‌گیری، مقایسه و سنجش پدیده‌هایی هستند که دارای ماهیت مشخص و حداقل دارای یک خاصیت مشخص کننده می‌باشند<sup>۱،۲</sup>. شاخص‌های بهداشت محیط اطلاعاتی درباره ارتباط

علمی بهداشت و محیط زیست را به ما می‌دهند. این اطلاعات می‌توانند در مدیریت و تصمیم‌گیری بهداشت محیط استفاده گردند. شاخص‌های بهداشت محیط بدلیل در نظر گرفتن فاکتورهای نظیر تغییرات حساسیت فردی و تغییرات در معرض قرار گیری، از پیچیدگی شاخص‌های محیط زیست و شاخص‌های بهداشتی کم می‌کنند. چنین تغییراتی نشان دهنده

\* مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، مجتمع آموزش عالی سلامت خوی ارومیه، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، خوی، ایران  
ایمیل: sasgary@gmail.com - شماره تماس: ۰۹۱۰ - ۲۰۳۳۸۵۵

این است که هر ارتباطی که تعریف می‌شود برای تمام افراد در تمام زمانها به کار نمی‌رود. شاخص‌های بهداشت محیط بنابراین بوسیله گردآوری اطلاعات جهت ساختن شاخص‌های محیط زیست در ارتباط با بهداشت و یا شاخص‌های بهداشتی در ارتباط با محیط زیست و یا هر دو بکار می‌روند<sup>۱،۲</sup>. در سال ۱۹۹۹ (World Health Organization (WHO) چارچوب و متدولوژی را برای شاخص‌های بهداشت محیط ارائه کرده است که در این چارچوب ۴۸ شاخص در دوازده گروه عمده تقسیم شده است<sup>۳</sup>. برای اهداف این پروژه، نمونه‌ای از شاخص‌های بدست آمده در سطح جهان در جدول ۱ وجود دارد. این شاخص‌ها تنها موارد انجام گرفته در سطح جهان نیستند و کشورهای دیگری نظیر برزیل، کوبا و کانادا در این مورد کار کرده اند<sup>۴،۵</sup>. مراکز کنترل و پیشگیری بیماری (CDC)، مرکز ملی بهداشت محیط (NCEH) و بخش خطرات زیست محیطی و اثرات بهداشتی (EHHE) در ایالات متحده، مجموعه‌ای از شاخص‌های بهداشت محیط اصلی را در یازده دسته وسیع برای ارزیابی بیشتر توسعه داده اند ۶-۸. در مجموع، ۳۶ شاخص توسط پروژه ارائه شده است که در دسته‌های: خطرات، در معرض قرار گیری، اثرات بهداشتی و مداخله قرار دارند و به طور کلی مطابق با مفاهیم و اجزای ساختاری مدل ( Driving - Exposure - Action - Effect - State - Pressure - force) DPSEEA سازمان بهداشت جهانی و مدل (PSR - Response - State - Pressure) سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD) اقتباس شده است. شاخص‌ها بیشتر در دسته‌های اصلی، اختیاری و یا توسعه‌ای طبقه بندی شده اند<sup>۶</sup>. در سال ۲۰۰۴، یک پروژه مشترک با بودجه دولتی توسط WHO و اتحادیه اروپا هدفه دسته شاخص‌های بهداشت محیط جامعه اروپا را آماده و برای اجرای فوری آن توصیه شده است. شاخص‌ها به هفت گروه عمده تقسیم شدند، و شامل شاخص در معرض قرار گیری، اثرات و اقدامات مطابق مدل DPSEEA می‌باشد<sup>۸،۹</sup>. نیوزیلند نیز در زمینه توسعه سیستم

ملی اطلاعات بهداشت محیط بر اساس شاخص‌ها کار کرده است. و گزارش آن برای اولین بار در سال ۲۰۰۴ تولید شد، که در آن ۲۵ شاخص بر اساس چارچوب DPSEEA، که در عرض پنج گروه وسیع قرار گرفتند<sup>۱</sup>. در ویکتوریای استرالیا نیز با کاربرد مدل DPSEEA اصلاح شده توسعه یافته توسط CDC، با دسته بندی شاخص به صورت: خطرات، در معرض قرار گیری، اثر سلامت و عمل شانزده شاخص را برای استفاده فوری در هفت دسته پیشنهاد کرد. و بیشتر از<sup>۵،۶</sup> شاخص نیز در طبقه بندی با عنوان آینده و یا توسعه پیشنهاد شد<sup>۶،۱۱</sup>. با توجه به مطالعات ذکر شده داشتن اطلاعات کافی از وضعیت محیط‌زیست کشورها و بررسی روند تغییرات محیط‌زیستی یکی از موضوعات مورد توجه مجامع جهانی طی سالهای اخیر بوده است. این موضوع در شناخت و درک صحیح از وضعیت موجود برای تعیین تغییرات لازم در نحوه مدیریت و ارائه برنامه‌های مدیریتی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. قابل ذکر است شاخص‌های موجود در کشور با عنوان بررسی وضعیت بهداشت محیط در سطح کشور، به تنهایی برای رسیدن به این هدف کافی نیست و بنابراین لازم است شاخص‌های تخصصی تدوین گردند. لذا با به کارگیری شاخص‌های بهداشت محیطی می‌توان علاوه بر اهداف بالا جایگاه ایران در رتبه‌بندی‌هایی نظیر شاخص پایداری محیط زیست (ESI) و شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) که همیشه در کشور ما بحث برانگیز بوده است را طی دوره‌های مختلف مورد بررسی ارتقا داد. از آنجا که کیفیت هوا مستقیماً بر سلامت مردم تأثیر گذار است و اطلاع از کیفیت هوا از حقوق اولیه مردم تلقی می‌گردد، آنچه در این سال‌ها همواره مورد بحث و توجه محافل علمی و تخصصی این رشته بوده است چگونگی تفسیر و تحلیل داده‌های حاصل از سنجش آلودگی هوا و نحوه اطلاع رسانی به عموم مردم بوده است که باید گفت از یک روش شناسی صحیح و اصولی پیروی نکرده است. لذا باید برای ارزیابی، پایش و بررسی کیفیت هوا شاخص‌هایی در نظر گرفته شود. در این مطالعه سعی شده

است به تعیین شاخص‌های مطرح بهداشت محیطی از قبیل کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین پرداخته شود.

**جدول ۱:** طبقه بندی گسترده شاخص‌های بهداشت محیطی به کار برده شده یا پیشنهادی در جهان ۵

طبقه بندی شاخص‌های بهداشت محیطی (پروژه شاخص CDC) <sup>۸</sup>		
هوای آزاد (بیرون)	صدا	سموم و مواد زائد
هوای داخل	آفت کشتها	آب‌های آزاد
بلایا	حوادث تصادفی	آب آشامیدنی
سرب	تابش پرتو فرابنفش	
طبقه بندی شاخص‌های بهداشت محیطی (چارچوب WHO) <sup>۹</sup>		
سوابق آمارگیری نفوس اجتماعی	دسترسی به آب آشامیدنی سالم	ایمنی غذا
آلودگی هوا	بیماریهای ناشی از حشرات	تابش
بهبودی	مدیریت مواد زائد جامد	حوادث و جراحات غیر شغلی
پناهگاه (سکونت گاه)	مواد سمی و خطرناک	خطرات بهداشت شغلی
طبقه بندی گسترده شاخص‌های بهداشت محیطی (جهت کاربرد در اروپا) <sup>۱۱</sup>		
آلودگی هوا	صدا و بهداشت	آب و بهداشت
مسکن و بهداشت	تصادفات جاده ای	حوادث شیمیایی
تابش		
طبقه بندی گسترده شاخص‌های بهداشت محیطی (نیوزیلند) <sup>۱۲</sup>		
کیفیت هوا	کیفیت آب آشامیدنی	کیفیت آب‌های تفریحی
ترافیک	تابش	
طبقه بندی گسترده شاخص‌های بهداشت محیطی (استرالیا) <sup>۱۰</sup>		
کیفیت آب	کیفیت هوا	اقلیم و جغرافیا
بیماریهای ناشی از حشرات	ایمنی غذا	آلودگی زمین

## روش بررسی

در این مطالعه سعی شده است شاخص‌هایی که تمام کشورهای دنیا در زمینه کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین (سرب و جیوه) دارند بررسی شوند<sup>۱۲-۱۵</sup>. با توجه به این شاخص‌ها، شاخص‌هایی که با کشور ما متناسب می‌باشند با روش دلفی باز (نظر سنجی از صاحب‌نظران از طریق ایمیل) انتخاب گردیدند. در مورد هر یک از این شاخص‌ها، نحوه تعیین شاخص‌ها و روش‌های محاسبه مشخص می‌گردد و با توجه به روش‌های محاسبه داده‌های مورد نیاز برای محاسبه مشخص و تعیین می‌گردد. این پژوهش می‌تواند زمینه را برای

انجام کارهای مشابه در کل کشور فراهم آورد و مبنایی برای ارزیابی وضعیت کیفیت هوای کشور و تفسیرات آن باشد. لذا تحقیق حاضر از نوع بررسی مقطعی می‌باشد. اطلاعات در مرحله اول از طریق مراجعه به مراکز تحقیقاتی و اطلاع‌رسانی معتبر، کتب، پایان‌نامه‌ها، مجلات علمی داخلی و خارجی و جستجوی رایانه‌ای در بانک‌های اطلاعاتی و اینترنت و مشاوره با اساتید محترم و صاحب‌نظر تهیه، گردآوری، ترجمه و تدوین گردیده است. لازم به ذکر است که به اکثر مراکز و سازمانهای مرتبط با موضوع نامه‌هایی برای همکاری آنها جهت ارائه اطلاعات تهیه گردید.

## اسرافیل عسگری و همکاران

همینطور شاخص‌های مربوط به چند کشور اروپایی که در این زمینه فعالیت‌هایی داشته‌اند می‌باشد که در ذیل بر اساس تقسیم بندیهای موضوعی به شاخص‌های مذکور پرداخته می‌شود، لازم به ذکر است که در بعضی موارد شاخص‌های مورد استفاده در کشور نیز به کار برده شده است. این شاخص‌ها در جدول ۲ تا ۵ آمده است.

روش به دست آوردن شاخص‌ها مراجعه به سایت‌های مختلف علمی و جستجوی علمی کلید واژه شاخص‌های بهداشت محیط و همینطور از طریق منابع موجود در کتابخانه مراکز و سازمانهای مرتبط منجر به تهیه و انتخاب لیستی از شاخص‌ها گردید که بیشتر این شاخص‌ها مورد تاکید سازمان حفاظت محیط زیست امریکا و سازمان جهانی بهداشت و

**جدول ۲:** شاخص‌های کیفیت هوا مورد استفاده در مطالعه به منظور نظرخواهی از صاحب‌نظران

شماره و نام شاخص	تعریف شاخص	شماره و نام شاخص	تعریف شاخص
۱- آلاینده‌های معیار در هوای آزاد ۶،۱۶	مقادیر بالای سالیانه آلاینده‌های معیار	۲- دود تنباکو در خانه‌هایی که کودکان حضور دارند ۶	نسبت کودکائی که در معرض دود تنباکو در خانه‌ها می‌باشند
۳- مواد خطرناک یا سمی در هوای آزاد (انتشارات سمی در هوای آزاد) ۶	تن مواد سمی یا خطرناک منتشره در هوای آزاد	۴- مواد سمی یا خطرناک در هوای داخل ۶	مواد سمی و خطرناکی که در خانه‌ها نگهداری می‌شود
۵- انتشارات ناشی از وسایل نقلیه موتوری ۶	میزان انتشارات ناشی از وسایل نقلیه	۶- تخطی از استانداردهای ازن ۱۳،۱۴	تعداد روزهایی در سال که ازن از حالت استاندارد تخطی می‌کند
۷- سکونت در مناطق زیر استاندارد ۶	درصد جمعیت انسانی ساکن در مناطق زیر استاندارد (برای آلاینده‌های معیار هوا)	۸- دسترسی به وسایل حمل و نقل عمومی ۶	نسبت جمعیتی که به وسایل نقلیه عمومی دسترسی دارند
۹- دود تنباکو در محیط زیست ۱۴	دود تنباکو در محیط زیست که همچنین به دود دست دوم معروف است، مخلوطی از دود سوختن ته سیگار، پپ و دود خارج شده از ریه‌های فرد سیگاری می‌باشد	۱۰- میانگین غلظت ۲۴ ساعته دی اکسید کربن	مقدار دی اکسید کربن در هوای شهر مورد نظر
۱۱- میانگین ذرات معلق در هوا	مقدار ذرات معلق در هوای شهر مورد نظر	۱۲- میانگین ذرات سیاه کننده در هوای آزاد	مقدار ذرات سیاه کننده در هوای شهر مورد نظر
۱۳- تعداد مسافر جابجا شده بر حسب سیستم حمل و نقل ۹،۱۶	تعداد مسافرانی که در سال توسط انواع وسایل نقلیه زیر برحسب کیلومتر سفر می‌کنند: ماشین‌های شخصی، موتور، اتوبوس، مترو، قطار، توانایی شخصی (دوچرخه، قدم زدن)	۱۴- مصرف سوخت توسط وسایل حمل و نقل جاده ای ۱۶،۱۷	متوسط مصرف سوخت بوسیله انواع وسایل حمل و نقل جاده ای در سال
۱۵- مصرف بنزین سرب دار	متوسط مصرف بنزین ناشی از وسایل حمل و نقل هر یک از ساکنان	۱۶- مرگ و میر کودکان ناشی از بیماریهای تنفسی در کودکان بالاتر از یک ماه و زیر یکسال سن	میزان مرگ و میر سالیانه ناشی از بیماریهای تنفسی در کودکان بالاتر از یک ماه و زیر یکسال سن

## بررسی و تعیین شاخص‌های جامع کیفیت هوا، تابش، صدا و سرب ایران با تکنیک دلفی

۱۷- انتشارات آلاینده های هوا	این شاخص، انتشار آلاینده‌های هوا در یک محدوده مرزی مشخص که دارای پتانسیل خطر برای یک جمعیت است را توضیح می‌دهد	انتشار سالیانه SO <sub>2</sub> ، PM <sub>10</sub> ، PM <sub>10</sub> ثانویه، NO <sub>x</sub> ، VOC کل توسط بخش های اقتصادی زیر: فرآیند صنعتی و تولید انرژی، نیروگاهها، خدمات و خانگی، حمل و نقل، کشاورزی.	انتشارات آلاینده های هوا
۱۸- مواجهه با آلاینده های هوای آزاد (شهری) ۹	مواجهه با آلاینده های هوای آزاد (شهری) ۹	مواجهه با آلاینده های هوای آزاد (شهری) ۹	مواجهه با آلاینده های هوای آزاد (شهری) ۹
۱۹- مرگ و میر ناشی از بیماریهای تنفسی ۹	مرگ و میر ناشی از بیماریهای تنفسی ۹	مرگ و میر ناشی از بیماریهای تنفسی ۹	مرگ و میر ناشی از بیماریهای تنفسی ۹
۲۰- مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلب و عروق ۹،۱۸	مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلب و عروق ۹،۱۸	مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلب و عروق ۹،۱۸	مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلب و عروق ۹،۱۸
۲۱- قوانین مربوط به کاهش مواجهه با آلاینده های دود سیگار ۹	قوانین مربوط به کاهش مواجهه با آلاینده های دود سیگار ۹	قوانین مربوط به کاهش مواجهه با آلاینده های دود سیگار ۹	قوانین مربوط به کاهش مواجهه با آلاینده های دود سیگار ۹
۲۲- شاخص ترکیبی از توانایی قوانین اجرائی جهت کاهش در معرض قرارگیری با دود سیگار و ارتقای مناطق عاری از دود	شاخص ترکیبی از توانایی قوانین اجرائی جهت کاهش در معرض قرارگیری با دود سیگار و ارتقای مناطق عاری از دود	شاخص ترکیبی از توانایی قوانین اجرائی جهت کاهش در معرض قرارگیری با دود سیگار و ارتقای مناطق عاری از دود	شاخص ترکیبی از توانایی قوانین اجرائی جهت کاهش در معرض قرارگیری با دود سیگار و ارتقای مناطق عاری از دود
۲۳- منابع اصلی آلودگی (توسط فعالیتهای اصلی اقتصادی) ۸،۹	منابع اصلی آلودگی (توسط فعالیتهای اصلی اقتصادی) ۸،۹	منابع اصلی آلودگی (توسط فعالیتهای اصلی اقتصادی) ۸،۹	منابع اصلی آلودگی (توسط فعالیتهای اصلی اقتصادی) ۸،۹
۲۴- مقدار دز تابش	مقدار دز تابش	مقدار دز تابش	مقدار دز تابش
۲۵- بروز سرطان پوست	بروز سرطان پوست	بروز سرطان پوست	بروز سرطان پوست
۲۶- پرتو فرابنفش ۹	پرتو فرابنفش ۹	پرتو فرابنفش ۹	پرتو فرابنفش ۹
۲۷- پایش های موثر زیست محیطی	پایش های موثر زیست محیطی	پایش های موثر زیست محیطی	پایش های موثر زیست محیطی
۲۸- میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین	میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین	میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین	میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین
۲۹- شاخص کیفیت هوا به عنوان ابزار سنجش فرض می شود که مقدار آن از ۰ تا ۵۰۰ تغییر می نماید.	شاخص کیفیت هوا	شاخص کیفیت هوا	شاخص کیفیت هوا
۳۰- افزایش غلظت شاخص های آلودگی هوا از مقدار معین که بر حسب جمعیت بیان شده است.	افزایش غلظت شاخص های آلودگی هوا از مقدار معین که بر حسب جمعیت بیان شده است.	افزایش غلظت شاخص های آلودگی هوا از مقدار معین که بر حسب جمعیت بیان شده است.	افزایش غلظت شاخص های آلودگی هوا از مقدار معین که بر حسب جمعیت بیان شده است.
۳۱- این شاخص از ۷ زیر شاخص تشکیل شده است که نشاندهنده افزایش غلظت مرجع آلاینده های هوای شهری از مقدار مجاز بر حسب میانگین بیان شده جمعیتی می باشد: مقادیر مرجع (RV)	این شاخص از ۷ زیر شاخص تشکیل شده است که نشاندهنده افزایش غلظت مرجع آلاینده های هوای شهری از مقدار مجاز بر حسب میانگین بیان شده جمعیتی می باشد: مقادیر مرجع (RV)	این شاخص از ۷ زیر شاخص تشکیل شده است که نشاندهنده افزایش غلظت مرجع آلاینده های هوای شهری از مقدار مجاز بر حسب میانگین بیان شده جمعیتی می باشد: مقادیر مرجع (RV)	این شاخص از ۷ زیر شاخص تشکیل شده است که نشاندهنده افزایش غلظت مرجع آلاینده های هوای شهری از مقدار مجاز بر حسب میانگین بیان شده جمعیتی می باشد: مقادیر مرجع (RV)
NO <sub>2</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	NO <sub>2</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	NO <sub>2</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	NO <sub>2</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3
PM <sub>10</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط غلظت) = ۴۰ µg.m-3
SO <sub>2</sub> (متوسط روزانه) = ۱۲۵ µg.m-3	SO <sub>2</sub> (متوسط روزانه) = ۱۲۵ µg.m-3	SO <sub>2</sub> (متوسط روزانه) = ۱۲۵ µg.m-3	SO <sub>2</sub> (متوسط روزانه) = ۱۲۵ µg.m-3
PM <sub>10</sub> (متوسط روزانه) = ۵۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط روزانه) = ۵۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط روزانه) = ۵۰ µg.m-3	PM <sub>10</sub> (متوسط روزانه) = ۵۰ µg.m-3
TSP (متوسط روزانه) = ۲۳۰ µg.m-3	TSP (متوسط روزانه) = ۲۳۰ µg.m-3	TSP (متوسط روزانه) = ۲۳۰ µg.m-3	TSP (متوسط روزانه) = ۲۳۰ µg.m-3
دوده سیاه (متوسط روزانه) = ۱۵۰ µg.m-3	دوده سیاه (متوسط روزانه) = ۱۵۰ µg.m-3	دوده سیاه (متوسط روزانه) = ۱۵۰ µg.m-3	دوده سیاه (متوسط روزانه) = ۱۵۰ µg.m-3
O <sub>3</sub> (متوسط حرکت ۸ ساعته) = µg.m-3	O <sub>3</sub> (متوسط حرکت ۸ ساعته) = µg.m-3	O <sub>3</sub> (متوسط حرکت ۸ ساعته) = µg.m-3	O <sub>3</sub> (متوسط حرکت ۸ ساعته) = µg.m-3
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰

جدول ۳: شاخص‌های تابش مورد استفاده در مطالعه به منظور نظرخواهی از صاحب نظران

شماره و نام شاخص	تعریف شاخص	شماره و نام شاخص	تعریف شاخص
۲۴- مقدار دز تابش	مقدار دز تابش	۲۵- بروز سرطان پوست	بروز سرطان پوست
تجمعی ۹	تجمعی ۹	[۱۷، ۹]	[۱۷، ۹]
۲۶- پرتو فرابنفش ۹	پرتو فرابنفش ۹	۲۷- پایش های موثر زیست محیطی	پایش های موثر زیست محیطی
فعالیت های تابش در برنامه های تضمین کیفیت ملی و بین المللی	فعالیت های تابش در برنامه های تضمین کیفیت ملی و بین المللی	۲۸- میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین	میزان بروز سالیانه ناشی از بیماریهای قلبی - عروقی تمام سنین

**جدول ۴:** شاخص‌های مربوط به صدا مورد استفاده در مطالعه به منظور نظرخواهی از صاحب‌نظران

شماره و نام شاخص	تعریف شاخص	شماره و نام شاخص	تعریف شاخص
۲۸- سکونت در محیط های پر سر و صدا ۹	تعداد صداهای قابل قبول	۲۹- جمعیتی که توسط منبع خاصی از صدا آزار می بینند ۹	درصد جمعیتی که توسط منبع معینی از صدای محیط زیست آزرده می شوند
۳۰- میزان سرو صدا در سطح شهر	سطح صدای پایش شده در یک اجتماع	۳۱- آشفتنگی خواب توسط صدای ۹	درصد جمعیتی که با گزارشات خودشان که اظهار کردند توسط صدای معینی دچار آشفتنگی خواب شده اند
۳۲- کاربرد قوانین، محدودیت‌ها و اندازه گیری پایه‌ای صدا ۹	شاخص ترکیبی از توانایی اجرائی قوانین، محدودیت‌ها و اندازه گیری پایه ای صدا		

**جدول ۵:** شاخص‌های سرب مورد استفاده در مطالعه به منظور نظرخواهی از صاحب‌نظران

شماره و نام شاخص	تعریف شاخص	شماره و نام شاخص	تعریف شاخص
۳۳- آلودگی به سرب در محیط زیست ۹	سرب ته نشست شده در خانه های قدیمی و مناطق ماهی گیری تجاری	۳۴- سکونت نزدیک صنایع با فرایندهای فلزی ۹	جمعیت ساکن نزدیک کارخانه‌های ذوب فلز (فلزکاری سرب)
۳۵- آلودگی به جیوه در محیط زیست -			

## یافته‌ها

با توجه به نظر سنجی جهت شناسایی مناسبترین شاخص‌ها از بین کارشناسان خبره بهداشت محیط و محیط زیست تعداد ۳۰ نفر انتخاب و طی نظر سنجی صورت گرفته برای شاخص‌های جدول ۲ تا ۵، شاخص‌های زیر (جدول ۷) به عنوان شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی مناسب وضعیت کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین انتخاب شد. لازم به ذکر است که بعضی از شاخص‌ها حذف و بعضی شاخص‌ها نیز اضافه گردید و در نهایت، شاخص‌ها به سه بخش اولویت دو ساله اول و اولویت دو ساله دوم و اولویت دو ساله سوم تقسیم شد (جدول ۶). در قسمت یافته‌ها امکان محاسبه شاخص‌های انتخاب شده

با اولویت دو ساله اول در کشور وجود دارد به امید آنکه با انجام کارهای مشابه در سایر استانها برای دستیابی به شاخص‌های جامع مورد توافق ارگانهای ذیربط، بخصوص وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در زمینه بهداشت محیط تلاش شود. تقسیم بندی شاخص‌ها با توجه به وضعیت فعلی شاخص در کشور و سازمان استفاده کننده از شاخص‌ها و همینطور اولویت انجام آن در ذیل آمده است (جدول ۷).

بررسی و تعیین شاخص‌های جامع کیفیت هوا، تابش، صدا و سرب ایران با تکنیک دلفی

جدول ۶: نحوه تقسیم بندی شاخص‌ها طی نظرسنجی از صاحب‌نظران

ردیف	اولویت شاخص (به ترتیب دو سال)	توضیح
۱	اول	الف- از نظر بهداشت محیط مهم است ب- کاملاً قابل محاسبه است ج- اطلاعات داریم
۲	دوم	الف- از نظر بهداشت محیط مهم است ب- کاملاً قابل محاسبه است (کاملاً واضح است) ج- فعلاً اطلاعات نداریم
۳	سوم	الف- از نظر بهداشت محیط مهم است ب- کاملاً قابل محاسبه نیست (کاملاً روش محاسبه واضح نیست) ج- اطلاعات نداریم

جدول ۷: شاخص‌های کیفیت هوا که توسط صاحب‌نظران حائز اولویت شناخته شده اند

اولویت انجام شاخص (به ترتیب دو سال)	وضعیت فعلی شاخص در کشور	شماره شاخص	شاخص	
			سازمان استفاده کننده از شاخص	اولویت
اول	محاسبه می‌شود	۱، ۵، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار، معاونت سلامت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان صنایع و معادن کشور، شرکت کنترل کیفیت هوا	کیفیت هوا
اول	محاسبه نمی‌شود	۷	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	
دوم	محاسبه نمی‌شود	۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷	کنترل کیفیت هوا، سازمان صنایع و معادن، ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه کشور	
دوم	محاسبه می‌شود	۶	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	
اول	محاسبه نمی‌شود	۲۶	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	تابش
دوم	محاسبه نمی‌شود	۲۵	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	
سوم	محاسبه نمی‌شود	۲۷، ۲۸	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	
دوم	محاسبه نمی‌شود	۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	صدا
اول	محاسبه نمی‌شود	۳۰	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	
دوم	محاسبه نمی‌شود	۳۳، ۳۴، ۳۵	سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل سلامت محیط و کار	سرب و جیوه

بحث

آنها نیازمند هماهنگی بهینه بین کاربران، دلایل علمی و قابلیت‌های اندازه گیری هستیم. وقتی کاربران، به بررسی

شاخص‌ها، همیشه یک معیار مقایسه هستند. برای تدوین

مشکلات کاری، که در دستیابی به ابزارهای قوی و دقیق در جهت تدوین شاخص‌های بهداشت محیطی با آن روبرو هستند می‌پردازند، مسائل و مشکلات زیادی یافت می‌شود. برای ایجاد یک ساختار مناسب در این زمینه، موضوعات مورد نیاز تحقیق را به سه گروه به عبارت زیر تقسیم می‌کنیم (البته بین موضوعات روابط مهمی وجود دارد):

- ۱- تحقیقاتی که باید در مورد شاخص‌هایی صورت گیرد که تاکنون مطلقاً درباره آنها کاری انجام نشده است.
  - ۲- تلاش‌هایی که باید در زمینه موضوعاتی انجام شود که شاخص‌های مربوط به آنها موجود است ولی کافی نیست.
  - ۳- تحقیقاتی که لازم است به منظور استفاده موفقیت آمیز شاخص‌های طراحی شده در بعد عملی انجام گیرد.
- تدوین شاخص‌ها باید به صورت مشاوره‌ای انجام شود و جنبه‌های مورد نظر نهادهای مختلف و سایر ذینفع‌ها نیز در نظر گرفته شود. شاخص‌هایی که بوسیله سازمانهای بین‌المللی و موسسات تحقیقاتی تدوین شده است معمولاً تنها در سطح ملی قابل استفاده بوده و در زمینه پروژه‌های اجتماعی یا محلی کاربردی ندارند.

بسیاری از انتقادهایی که در مورد شاخص‌های فعلی مطرح است به این حقیقت اشاره می‌کند که این شاخص‌ها تنها به بازتاب میانگین‌ها یا مقادیر کل می‌پردازند و عوامل موثر و نحوه توزیع این مقادیر را پنهان می‌سازند. تحقیق در این محدوده با هدف ایجاد شاخص‌های جامع صورت می‌گیرد که به مشکل واقعی نزدیک تر باشند و بنابراین برای ارزیابی اثرات خط‌مشی‌های اتخاذ شده مناسب تر باشند. این شاخص‌های جامع بر اساس ترکیبی از اطلاعات تفصیلی شکل می‌گیرند که به آنها عمومیت می‌بخشد.

یکی از مسائلی که در طراحی شاخص‌ها تاثیر می‌گذارد مناسب و به جا بودن آنهاست. سوال مهمی که در اینجا مطرح می‌شود این است که آیا شاخص موضوع اصلی را می‌سنجد یا خیر. بدیهی است که این امر به طراحی فرآیند هر شاخص در

هر برنامه بستگی دارد.

باید توجه داشت که شاخص‌ها موضوعات را ساده بیان کنند و به همین دلیل سازمانهای گزارش دهنده و سازمانهایی که از این گزارش‌ها استفاده می‌کنند باید نسبت به برداشت‌های نادرست احتمالی که ممکن است در سیستم شاخص‌ها روی بدهد هشیار باشند. برای مثال ارزش گذاری و ارزیابی ممکن است در یک دور تسلسل بیافتد، زیرا ممکن است یک گروه از شاخص در فرآیند تعیین گروه دیگر شاخص مورد استفاده قرار گیرد. حتی با وجود غربال‌گری اطلاعات نیز این مشکل کاملاً مرتفع نمی‌شود. بنابراین علاوه بر مرور دقیق و موشکافانه، سنجش‌های اساسی و کامل و تجزیه و تحلیل نقاط بحرانی نیز اهمیت بسیار زیادی دارند.

موانع اصلی شناخته شده در تدوین شاخص‌ها به عبارت زیر است:

- ۱- نقص یا فقدان داده‌ها و اطلاعات
  - ۲- فقدان ظرفیت محلی
  - ۳- فقدان گفتگو بین دانشمندان یا کارشناسان و تصمیم‌گیران
  - ۴- فقدان پشتیبانی افکار عمومی
- ضوابطی که برای انتخاب شاخص‌ها در نظر گرفته می‌شود به شرح زیر است:
- ۱- در مقیاس بندی و ارزیابی، به سطح « ملی » اولویت داده شود
  - ۲- ارزیابی پیشرفت به سمت توسعه پایدار به عنوان هدف اصلی برگزیده شود.
  - ۳- مسائل مطرح شده قابل درک، شفاف، ساده و بدون ابهام باشد.
  - ۴- پایه ریزی مفهومی آن درست و مناسب باشد.
  - ۵- منطبق بر توافقات بین‌المللی بوده و تا حد ممکن فراگیر باشند.

۶- وابسته به داده‌های باشند که به سادگی در دسترس بوده و یا هزینه دستیابی به آنها منطقی باشد، قابل استفاده باشند، کیفیت مناسبی داشته باشند و در فواصل معین و منظم به روز شوند.

## نتیجه گیری

نتیجه گیری در مورد تعداد شاخص‌های کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین بدین صورت بود که در شروع تحقیق با مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوی سایت‌های مختلف علمی لیستی از شاخص‌های آلودگی هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین به ترتیب به تعداد ۲۳، ۴، ۵ و ۳ مورد انتخاب شد (جدول ۲ تا ۵) و در ادامه تحقیق، با نظر سنجی از صاحب‌نظران و با توجه به نحوه تقسیم بندی شاخص‌ها (جدول ۶) شاخص‌ها به ترتیب در سه اولویت دو ساله اول، دوم و سوم تقسیم بندی شدند که نتایج کلی این مراحل در جدول ذیل (جدول ۸) آورده شده است. بطوری که از شاخص‌های کیفیت هوا، تابش، صدا و فلزات سنگین به ترتیب تعداد ۱۶، ۱، ۱ و ۰ شاخص با توجه به اهمیت شاخص در بهداشت محیط، قابل محاسبه بودن آن و وجود اطلاعات در مورد شاخص در

اولویت دو ساله اول قرار گرفتند. و از میان این شاخص‌ها، اکثریت آنها آن قابلیت محاسبه برای ایران را دارند از نظر وضعیت فعلی شاخص‌ها در کشور ایران با توجه به نحوه محاسبه نیز اکثر شاخص‌هایی که در اولویت دو ساله اول قرار گرفتند در کشور محاسبه و گزارش می‌شوند و برای برخی دیگر با وسایل سنجشی در دسترس براحتهی قابلیت محاسبه دارند. بطوری که از ۱۶ مورد شاخص قرار گرفته در اولویت دو ساله اول برای کیفیت هوا، ۱۵ مورد در کشور محاسبه و گزارش می‌شود، و در مورد شاخص صدا ۱ مورد ولی در مورد شاخص‌های تابش و فلزات سنگین هیچ کدام در اولویت دو ساله اول قرار نگرفتند (جدول ۸).

مطابق با جدول ۹ از میان شاخص‌های انتخاب شده در ابتدای تحقیق از لحاظ اینکه چه شاخص‌هایی در کشور وجود داشته و چه شاخص‌هایی از تحقیق حاضر بدست آمده اند، بطوری که ملاحظه می‌شود از میان ۳۵ شاخص بررسی شده ۱۳ شاخص در کشور ایران موجود بوده و ۲۲ مورد از طریق تحقیق حاضر اضافه شده است.

جدول ۸: تعداد شاخص‌ها در طی مراحل مختلف تحقیق

ردیف	شاخص	اولویت بندی شاخص‌ها از طریق نظر سنجی			وضعیت فعلی
		شاخص‌های انتخاب شده در تحقیق	اولویت اول (سال اول)	اولویت دوم (دو سال دوم)	
۱	شاخص‌های کیفیت هوا	۲۳	۱۶	۷	۱۵
۲	شاخص‌های تابش	۴	۱	۱	۰
۳	شاخص‌های صدا	۵	۱	۴	۱
۴	شاخص‌های سرب و جیوه	۳	۰	۳	۰
جمع		۳۵	۱۸	۱۵	۱۶

جدول ۹: تمایز شاخص‌های موجود در کشور و اضافه شده از تحقیق حاضر

ردیف	شاخص	شماره شاخص‌های موجود در کشور ایران	شماره شاخص‌های اضافه شده با تحقیق حاضر
۱	کیفیت هوا	۱، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۳	۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۳، ۲۱، ۲۲
۲	تابش	-	۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷
	صدا	۳۰	۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲
	سرب	-	۳۳، ۳۴، ۳۵

تدوین شاخص‌های بهداشت محیطی همکاری داشته باشند. گرچه انتظار می‌رود که این امر سالهای زیادی طول بکشد. -ه- لازم است روش‌های تازه‌ای برای ارائه شاخص‌ها ابداع شود. هدف این است که ارائه یک شاخص به همراه مفاهیم کلی و نیز اجزا و عناصر مختلف آن صورت گیرد. در این رابطه باید از علائم ترسیمی مختلف (خطوط مقیاس، رنگ‌ها و نشانه‌ها) استفاده کرد.

و- انجام پژوهش‌های بیشتر برای دستیابی به شاخص‌های بهتر در زمینه بهداشت محیط

ی- جهت اجرای برنامه شاخص‌های بهداشت محیط، استفاده از چارچوب DPSEEA برای کوتاه مدت توصیه می‌شود. (البته اول باید در باره مزایا و محدودیت‌های چارچوب مذکور تحقیق شود) زیرا این چارچوبها می‌توانند در شناسایی روابط متقابل و تلفیق شاخص‌ها و تحلیل جهت‌گیری‌ها در طول زمان، مفید واقع شوند.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات تمامی اساتید و صاحب‌نظران که در انجام این تحقیق از دانش و تجربیاتشان استفاده شده است، تشکر و قدردانی می‌گردد.

با توجه به ارائه شاخص‌ها با هدف شاخص‌های جامع و توانایی مقایسه وضعیت کشور با استانداردهای منطقه‌ای و جهانی یکسری از آلاینده‌ها مثل آزبست، بنزن، بنزوالفا پیرن، MTBE، اتانول و رادن به شکل مستقل در شاخص‌ها قرار ندارند ولی می‌توانند به عنوان جزئی از شاخص‌های کیفیت هوا (مثل شاخص ۳، ۴، ۵) مد نظر قرار گیرند، و یا آلودگی منوکسید کربن در شاخص‌ها به همراه شاخص شماره یک مد نظر قرار می‌گیرد.

### پیشنهادات

تشکیل گروهی با عنوان «گروه شاخص‌های بهداشت محیط» در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی که وظایف زیر را برعهده داشته باشند:

الف- ایجاد سیستم دسترسی الکترونیکی اطلاعات که بطور آسان و کم هزینه دسترسی به داده‌ها و اطلاعات مربوط به شاخص‌های بهداشت محیط را امکان پذیر می‌سازد.

ب- تدوین یک چارچوب تحلیلی برای شاخص‌های ملی و تدوین یک مجموعه از شاخص‌های بهداشت محیطی مخصوصا در مورد کیفیت هوا.

ج- انتشار گزارش‌های حاوی اطلاعات درباره پیشرفت در تدوین شاخص‌های بهداشت محیط و انتشار گزارش در بین سازمانهای بین‌المللی

د- معرفی یک راهبرد درازمدت که بواسطه آن تمام سطوح دولتی، سازمانهای غیردولتی و بخش‌های صنعتی بتوانند در



1. Ruiz A. Environmental Health Indicators for the U.S.-Mexico Border Region. WHO publishing July 26-27.2001; 24-35.
2. Briggs D. Making a Difference: Indicators to Improve Children's Environmental Health. Department of Epidemiology and Public Health Imperial College London. Geneva 2003; 8-14.
3. Briggs D. Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies, World Health Organization, Geneva 1999; 12-80.
4. Carneiro FF, Oliveira MLC, Netto GF, Galvao LAC, Cancio JA, Bonini EM, et al. Meeting report: Development of Environmental Health Indicators in Brazil and Other Countries in the Americas, Environmental Health Perspectives. 2006; 114(9):1407-1408.
5. Andrew V. Developing Local Government Environmental Health Indicators for South Australia, Government of South Australia Copyright. 2008; 21-30.
6. Centers for Disease Control and Prevention. Environmental Public Health Indicators. Division of Environmental Hazards and Health Effects Atlanta, Georgia January 2006; 10-23.
7. James B. Reviews of Environmental Health. Environ Health Perspect. 2004; 112(9): 943.
8. Dalbokova D, Kim R, Krzyzanowski M. Development of Environment and Health Indicators for European Union Countries, WHO European Centre for Environment and Health, Bonn, Germany 2004; 10-58.
9. World Health Organization, Environmental Health Indicators for the WHO European Region, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2002; 50-90.
10. Khan R, Voice T, Fowles J, Phillips D. Environmental Health Indicators for New Zealand – Towards a national environmental health information system. September 2004; 15-40.
11. Environmental Protection Agency. Environment Protection Authority SA. State of the Environment Report for South Australia; 2003;20-42.
12. World Health Organization. Environmental Health Action Plan for Europe. Helsinki. 1994;20-22.
13. Goldman L, Coussens CM. Environmental Health Indicators: Bridging the Chasm of Public Health and the Environment. Workshop Summary. National Academy of Sciences. 2004; 17 - 32.
14. Grantland J, Diana M, Bont RN. California Environmental Health Indicators. California Department of Health Services. 2002; 1-13.
15. Eyles J, Furgal CM, Indicators in Environmental Health: Identifying and selecting common sets. Canadian Journal of Public Health. 2004; 93(5): 62-67.
16. World Health Organization. Interim Report: Environmental Health Indicators: Development of a Methodology for the WHO European Region. 2000;18.
17. Steven FH. Index of Leading Environmental Indicators 2006. the nature and Sources of ecological Progress in the U.S. and the World. 2006; 47 - 80.
18. Corvalan C, Briggs D, Zielhuis G. Decision-making in Environmental Health – From evidence to action. 3rd ed. E & FN Spon New York. 2009; 17 - 59.

## Determine the Integrated Indicators of Air Quality, Radiation, Sound and Lead of the Delphi Technique

Esrafil Asgari<sup>1\*</sup>, Rahim Aali<sup>1</sup>, Ayoob Rastgar<sup>2</sup>

1. Faculty Member, School of Public Health, Urmia University of Medical Sciences, Khoy, Iran

2. Faculty Member, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

\*E-mail: sasgary@gmail.com

Received: 6 May 2015 ; Accepted: 29 Jun 2015

### ABSTRACT

**Background:** With Regard to importance of environmental health issues in recent decades, coherent and planned efforts to identify environmental health indicators and values and how it is controlled. Primarily for evaluation and monitoring for each subject should be determined the indicators also indicators for the evaluation of air quality should be considered. In the present study Addressed to survey of indicators of air quality, radiation, sound and heavy metals to Iran.

**Methods:** In the present study is that all countries in the world in terms of air quality, Radiation, sound and heavy metals (lead and mercury) are to be examined And according to these criteria, indicators that are commensurate with our country elected. For each of these indicators, the indicators and methods of calculation are determined.

**Results:** During this study was about 35 indicator Given the importance of health and the environment, it is calculated and information about the index, an indicator of air quality, radiation, sound and heavy metals, 16, 1, 1 and 0 in the first two years of the first respectively.

**Conclusion:** Among the indicators selected at the beginning of what exists and what indicators in this study were obtained, As can be seen from the 35 indicators surveyed, There are 13 indicators in the country and 22 of the present investigation was added.

**Keywords:** Air quality, Radiation, Sound, Lead, Mercury, Iran