مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره نهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۳۵۹ تا ۳۶۸

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

مقاله پژوهشی

طراحی و تدوین سامانه نرم افزاری مناسب جهت محاسبه شاخص بهداشتی کیفیت هوا (AQHI) و آزمون آن بر پایه داده‌های ایستگاه‌های واقعی

مژگان اصغری[۱]، رامین نبی زاده[۲*]، حیدر نورزاد[۳]، حامد مرتضایی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. (نویسنده مسئول): استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. کارشناس مهندسی فناوری اطلاعات، قزوین، ایران
۴. کارشناس برنامه نویسی مجتمع فنی تهران نمایندگی قزوین، قزوین، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۸
تاریخ ویرایش: ۹۵/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۱۵
تاریخ انتشار: ۹۵/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: شاخص بهداشتی کیفیت هوا، آلودگی هوا، اثرات بهداشتی

چکیده

زمینه و هدف: *افزایش روز افزون آلاینده‌های هوا و به تبع آن تاثیر نامطلوب بر کیفیت زندگی سبب شده تا استفاده از شاخص‌های کیفیت هوا به منظور تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها به عنوان یکی از اقدامات مهم و مؤثر در اطلاع رسانی کیفیت هوا بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. هدف این مطالعه طراحی و تدوین سامانه نرم افزاری مناسب جهت محاسبه شاخص بهداشتی کیفیت هوا (AQHI) است که با رویکردی نوین به محاسبه اثرات بهداشتی ناشی از حضور چندین آلاینده (NO_2، O_3، PM_{10}، $PM_{2.5}$) بطور همزمان می‌پردازد.*

روش بررسی: *شاخص بهداشتی کیفیت هوا (AQHI) در سال ۲۰۰۱ با همکاری محیط زیست کانادا و بهداشت کانادا توسعه یافته است و هدف این مطالعه طراحی و کدنویسی این نرم افزار در محیط Visual Basic. Net و سپس آزمون نرم افزار با استفاده از بانک اطلاعاتی ۶ ایستگاه سنجش آلودگی هوا تهران شامل ایستگاه‌های اقدسیه، ستاد بحران، شهرداری منطقه ۴، گلبرگ، پارک رز و شهرداری منطقه ۱۱ است.*

یافته‌ها: *این برنامه به صورت یک بسته نرم افزاری قابل نصب بر روی کامپیوتر با امکان تهیه خروجی از نرم افزار بصورت فایل اکسل ارائه شده است. همچنین صحت عملکرد نرم افزار با انجام آزمون با داده‌های واقعی مورد ارزیابی و تایید قرار گرفت.*

نتیجه‌گیری: *نتایج حاصله نشان می‌دهند که نرم افزار AQHI که در این مطالعه ارائه گردید، می تواند به عنوان ابزاری سودمند در راستای ارزیابی کیفیت هوا مورد استفاده قرار بگیرد.*

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
rnabizadeh@tums.ac.ir

Please cite this article as: Asghari M, Nabizadeh R, Norzad H, Mortezaee H. Designing and development of a software system for calculating the Air Quality Health Index (AQHI) and its verification based on actual stations data. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(3):359-68.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

مقدمه

یکی از مهمترین معضلات کلانشـهرهای جهـان آلودگی هوا اسـت. به دلیل قـرار گرفتن در معرض آلودگـی هوای محیط آزاد در جوامـع مـدرن، در حال حاضر آلودگی هوا هشـتمین علت مرگ در کشـورهای با درآمد بالا است (۱). بنابر گزارش سـازمان بهداشت جهانی (WHO ۲۰۰۶) در خصوص ارزیابی عوامل بیماری ناشـی از آلودگی هوا، سـالانه بیش از ۲ میلیون مـرگ زودرس را می‌توان به اثرات آلودگی هوا نسـبت داد که در سـال ۲۰۱۲ این میزان ۳/۷ میلیون مرگ زودرس در سراسر جهان برآورد شـد (۲). آلودگی هـوای محیط آزاد با پیامدهای نامطلوب سـلامتی، از جمله اختلال در عملکرد ریوی، تشدید آسـم، بیماری‌های ریوی انسـدادی مزمن و اثرات بر سیسـتم قلبـی- عروقـی که ممکن اسـت منجر به بسـتری شـدن در بیمارستان و مرگ زودرس شود در ارتباط است (۳، ۴).

امروزه پیامدهای مختلف آلودگی هوا بخصوص اثرات بهداشتی آن سـبب شده است که نظارت و کنترل کیفیت هوا به صورت امری گریز ناپذیر در تمام جوامع در رأس مسـائل ملی مطرح شود. در سراسر جهان، بسیاری از شهرها با استفاده از شبکه‌های پایـش که غلظت آلاینده‌های هوا را ثبت می‌نمایند، کیفیت هوا را بطور مـداوم ارزیابـی می‌کنند. غلظت آلاینده‌هـا از طریق گزارش‌های دوره‌ای و یا با استفاده از شاخص‌های آلودگی هوا که بطور گسـترده برای بیان خطر سـلامت استفاده می‌شود، به مردم ابلاغ می‌شـوند (۴-۲) . بنابراین شاخص کیفیت هوا یک ابـزار کلیدی جهت آگاهی از کیفیت هوا، نحوه اثر آلودگی هوا بر سـلامت و روش‌های محافظتی در برابر آلودگی هوا است. بر پایه این اطلاعات می‌توان اقدام به اطلاع رسـانی صحیح به مردم و نیز وضع اقدامات پیشگیرانه در موارد نامطلوب کیفیت هوا نمود (۵).

در رابطه بـا میزان آلودگی هوا شـاخص‌های مختلفی تعریف گردیده و مهمترین آنها شـاخص کیفیت هوا (AQI) اسـت که شـاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا اسـت و برای پنج آلاینـده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، ازن، دی اکسـید گوگرد، منواکسـید کربن و دی اکسید نیتروژن محاسبه می‌شود (۴). اما اسـتفاده از AQI در حال حاضر مورد انتقاد قرار گرفته اسـت چرا که شـاخص‌های کیفیت هوا که در حال حاضر در سراسر جهان استفاده می‌شوند از مقایسه غلظت هر آلاینده با توجه به اسـتاندارد آن آلاینده تعیین می‌شوند و شاخص گزارش شده با توجه به آلاینده‌ای اسـت که غلظت آن از حد اسـتاندارد فراتر رفته باشد (۶). از طرفی همواره در اتمسفر چندین آلاینده بطور همزمان وجود دارند و اثراتشـان بر سلامت انسان باید به علت اثر تشدیدکنندگی آلاینده‌های مختلف بصورت ترکیبی در نظر گرفته شـود که در AQI این قضیه در نظر گرفته نمی‌شود. لذا در سـال ۲۰۰۱، محیط زیست کانادا و بهداشت کانادا شاخص دیگری تحت عنوان شـاخص بهداشـتی کیفیت هوا (AQHI) برای مقابله با محدودیت‌های AQI توسعه دادند (۶).

هـدف ایـن مطالعه نیز طراحی و تدوین سـامانه نـرم افزاری مناسب جهت محاسبه شاخص بهداشتی کیفیت هوا (AQHI) برای اولین بار در کشور اسـت تا بتوانیم برآوردی واقعی‌تر از کیفیت هوای اطرافمان داشته باشیم و پیام‌های بهداشتی مفیدی را برای کاهش خطرات سلامتی به مردم ابلاغ نماییم.

اساس AQHI که بر پایه خطرات مرگ و میر کوتاه مدت ناشی از در معرض قرارگیری مخلوطی از آلاینده‌های محیط اسـت، نسـبت به AQI ارتباط قوی‌تری با سـلامت میسـر می‌سازد. برخلاف AQI، AQHI یک شاخص بهداشتی است که کیفیت هوا را براسـاس اثرات بهداشتی شناخته شده ناشی از تماس با چندین آلاینده هوا ارزیابی می‌کند. شـاخص بهداشتی کیفیت هوا مقیاسی است که خطر بهداشتی مرتبط با میزان آلودگی هوا را اندازه‌گیری می‌کند و آن را با یک مقیاس، کدگذاری شـده با رنگ از ۱ تا بالاتر از ۱۰ طبقه‌بندی می‌کند (۷).

AQHI براساس ریسـک نسـبی (Relative Risk) ترکیبی از آلاینده‌های معیار هوا شـامل: ازن در سـطح زمین، دی اکسید نیتروژن و ذرات معلق ($PM_{2.5}$ /PM_{10}) محاسـبه می‌شـود که برای سـلامت انسـان مضر هسـتند. AQHI قرائت شده برای گروه‌های حسـاس و مردم عادی پیام‌های بهداشتی متفاوتی را

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

ارائه می‌دهد. گروه‌های حساس شامل کودکان، سالمندان و افراد با سابقه مشکلات قلبی و تنفسی در هر سنی هستند. مقادیر AQHI در ۴ دسته گروه‌بندی می‌شوند که عدد بالاتر، خطر سلامت بیشتری دارد و نیازمند اجرای اقدامات احتیاطی است. طبقه‌بندی AQHI و پیام‌های بهداشتی آن را در جدول ۱ مشاهده می‌کنید (۸).

جدول ۱- طبقه‌بندی AQHI و پیام‌های بهداشتی (۸)

خطر بهداشتی	AQHI	پیام‌های بهداشتی	
		گروه‌های حساس	عموم مردم
کم	۳-۱	از فعالیت‌های خارج از منزل خود لذت ببرید.	کیفیت هوا برای فعالیت‌های خارج از منزل ایده آل است.
متوسط	۶-۴	اگر علائم بیماری مشاهده می‌کنید فعالیت‌های شدید خارج از منزل را کاهش داده یا به زمان دیگری موکول کنید.	نیاز نیست فعالیت‌های معمول[1] خارج از منزل خود را تغییر دهید، مگر اینکه علائمی مانند سرفه یا سوزش گلو داشته باشید.
زیاد	۱۰-۷	فعالیت‌های شدید[2] خارج از منزل را کاهش دهید یا به زمان دیگری موکول کنید. کودکان و سالمندان نیز باید فعالیت‌های خود را به حداقل برسانند.	اگر علائم بیماری مانند سرفه یا سوزش گلو دارید، فعالیت‌های شدید خارج از منزل را کاهش دهید یا زمان‌بندی مجدد نمایید.
خیلی زیاد	بالاتر از ۱۰	اجتناب از فعالیت‌های شدید خارج از منزل. کودکان و سالمندان نیز باید از فعالیت‌های فیزیکی خارج از منزل اجتناب کنند.	فعالیت‌های شدید خارج ار منزل را کاهش دهید یا مجدد زمان‌بندی کنید بویژه اگر علائمی مانند سرفه یا سوزش گلو هم دارید.

[1] منظور از فعالیت معمول فعالیت‌هایی مانند ورزش کردن، پیاده روی، دوچرخه سواری و .. است که افراد معمولا انجام می‌دهند.

[2] منظور از فعالیت شدید فعالیتی است که سبب می‌شود افراد عمیق و سریع نفس بکشند که باعث می‌شود هوای آلوده بیشتری وارد ریه‌هایشان شود.

مواد و روش‌ها

مطالعه انجام شده از نوع طراحی نرم افزار است. این نرم افزار در محیط Visual Basic. Net طراحی و کدنویسی شده است و توسط سیستم مدیریت بانک اطلاعات (Structerd Query Language) SQL Server پشتیبانی می‌شود. فرمول AQHI طی انجام یک سری مطالعات اپیدمیولوژیکی بر روی آلودگی هوای کشور کانادا و مطالعات سری زمانی بر میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا تهیه شد. به دلیل اینکه اطلاعات میزان موارد مرگ و میر در سراسر جهان بیشتر در دسترس است بنابراین تمرکز این آنالیزها بر روی داده‌های مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا است. آلاینده‌های معیار در فرمول محاسبه AQHI شامل ازن (O_3)، دی اکسید نیتروژن (NO_2) و ذرات معلق با قطر کوچکتر از ۲/۵ µm ($PM_{2.5}$) و ذرات معلق با قطر کوچکتر از ۱۰ µm (PM_{10}) هستند. واحدهای غلظت برای ازن و دی اکسید نیتروژن برحسب ppb و ذرات معلق برحسب $\mu g/m^3$ است. غلظت آلاینده‌ها در فرمول AQHI را برحسب متوسط غلظت ۳ ساعته قرار می‌دهیم (۹). رابطه (۱) جهت محاسبه AQHI برحسب $PM_{2.5}$ و رابطه (۲) جهت محاسبه AQHI برحسب PM_{10} ارائه شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

$$AQHI=۱۰/۱۰/۴* (۱۰۰*(e^{(۰/۰۰۰۸۷۱*NO_۲)}-۱)+(e^{(۰/۰۰۰۵۳۷*O_۳)}-۱)+(e^{(۰/۰۰۰۴۸۷*PM_{۲/۵})}-۱)) \quad (۱)$$

$$AQHI=۱۰/۱۱/۷* (۱۰۰*(e^{(۰/۰۰۰۸۷۱*NO_۲)}-۱)+(e^{(۰/۰۰۰۵۳۷*O_۳)}-۱)+(e^{(۰/۰۰۰۲۹۷*PM_{۱۰})}-۱)) \quad (۲)$$

مراحل اجرای نرم افزار:

جهت طراحی برنامه ابتدا الگوریتم و روش اجرای برنامه را در اکسل ترسیم کرده و معادلات لازم برای محاسبه شاخص AQHI را در محیط صفحه گسترده فرموله کردیم. در این مرحله عملکرد معادلات را در اکسل آزموده و توابع مورد نیاز را به آن افزودیم. جهت محاسبه میانگین‌های سه ساعته از Moving Average استفاده می‌شود یعنی میانگین مقادیر هر پارامتر در ساعت سوم و دو ساعت قبل از آن (ساعت ۱ و ۲). از جمله نیازهای مهم نرم افزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- داده‌های ورودی به برنامه باید مقادیر یک ساعته غلظت آلاینده‌ها باشند تا برنامه بتواند میانگین‌های ۳ ساعته را برای قرار دادن در فرمول بدست آورد.
- داده‌های ورودی بایستی به صورت دستی در بخش ورود داده (Data Enter) تایپ شوند.
- AQHI بدست آمده از فرمول به نزدیکترین عدد صحیح مثبت گرد می‌شود و عدد کمتر از ۰/۵ به ۱ گرد می‌شود.
- جهت محاسبه متوسط غلظت ۳ ساعته حداقل ۲ تا از ۳ غلظت ساعتی باید موجود باشند در غیر اینصورت برنامه پیغام خطا Not available (NA) را اعلام می‌کند.
- همچنین اگر بیش از ۶ مورد از میانگین‌های ۳ ساعته را در اختیار نداشته باشیم محاسبه AQHI برای آن روز ممکن نیست.
- جهت محاسبه AQHI باید تمام پارامترهای آلاینده در فرمول دارای مقدار باشند.
- در صورت نبود داده‌ای برای هر کدام از پارامترها، باید عدد صفر تایپ شود.

در این نرم افزار ابتدا کاربر بایستی با وارد کردن نام شهر و نام ایستگاه به برنامه به معرفی ایستگاه‌ها بپردازد. در ادامه کاربر مقادیر هر پارامتر را برای هر ایستگاه به برنامه وارد می‌کند که در بخش یافته‌ها به شرح گام به گام نحوه استفاده از برنامه پرداخته شده است.

جهت گزارش AQHI برای یک روز بالاترین مقدار AQHI در آن روز انتخاب می‌شود و پیام‌های بهداشتی متناسب با آن AQHI ارائه می‌گردد. در مطالعه انجام شده، پس از آماده سازی نرم افزار با استفاده از بانک اطلاعاتی اقدام به آزمون نرم‌افزار با داده‌های واقعی گردید. اطلاعات مورد نیاز در خصوص غلظت آلاینده‌ها از شرکت کنترل کیفیت هوای تهران تهیه شد. جدول ۲ مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه جهت محاسبه AQHI را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه جهت محاسبه AQHI

ردیف	نام ایستگاه	آدرس ایستگاه	منطقه	پارامترهای اندازه‌گیری شده
۱	اقدسیه	میدان نوبنیاد، خ لنگری، سازمان هواشناسی	۱	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۲/۵}$
۲	ستاد بحران	خیابان مطهری، خیابان پارسا و محوطه ستاد بحران	۷	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۲/۵}$
۳	شهرداری منطقه ۴	خ هنگام، شهرداری منطقه ۴	۴	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۲/۵}$
۴	پارک رز	انتهای اتوبان شهید حکیم، پارک رز	۲۲	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۱۰}$
۵	گلبرگ	خ گلبرگ، خ دردشت، خ۷۲شرقی	۸	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۱۰}$
۶	شهرداری منطقه ۱۱	خیابان قزوین، شهرداری منطقه ۱۱	۱۱	$O_۳$، $NO_۲$ و $PM_{۱۰}$

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

یافته‌ها

این برنامه بصورت یک بسته نرم افزاری قابل نصب بر روی کامپیوترهای با سیستم عامل XP، ویندوز SEVEN و یا ویراست‌های بالاتر ارائه می‌شود. به منظور کم کردن حجم برنامه، بالا بردن کارایی برنامه و جهت ارائه خروجی از برنامه بصورت فایل اکسل، نرم افزار پشتیبان تهیه گزارش اکسل، در درون برنامه اجرایی گنجانده شده و لازم است کاربر از قبل نرم افزار اکسل را نصب نموده باشد تا جهت پردازش‌های ثانوی بر روی خروجی برنامه از آن استفاده نماید. همچنین این برنامه قابلیت محاسبه دو مدل AQHI (برحسب $PM_{2.5}$ و PM_{10}) را دارد. از دیگر مزیت‌های مهم این برنامه توانایی ذخیره اطلاعات بصورت نامحدود در خود برنامه است. شکل ۱ تصویر صفحه آغازین نرم افزار AQHI را نشان می‌دهد.

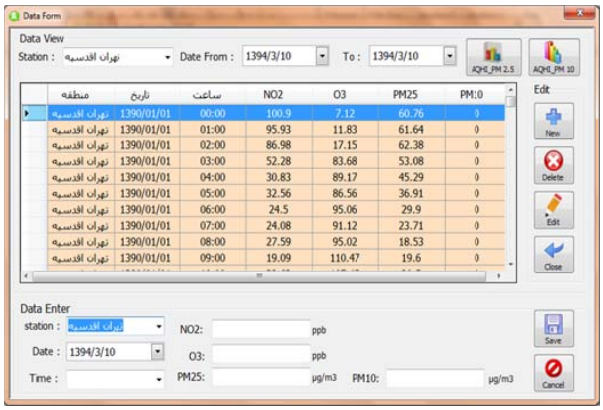
شکل ۱- صفحه آغازین نرم افزار AQHI

در این صفحه در کنار عنوان و اسامی مجریان سازنده برنامه، دو گزینه معرفی ایستگاه (Station define) و فرم داده (Data form) در گوشه پایین سمت راست پنجره تعبیه شده است. گزینه Station define همانطورکه در شکل ۲ مشاهده می‌نمایید پنجره‌ای است که با استفاده از آن ابتدا باید نام شهر و ایستگاه‌هایی که قرار است به محاسبه AQHI برای آنها بپردازیم را در آن وارد و ذخیره‌سازی نماییم.

شکل ۲- پنجره معرفی ایستگاه‌ها در برنامه AQHI

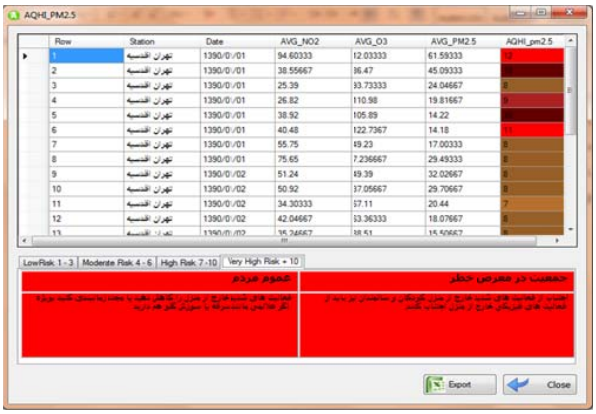
شکل ۳ پنجره Data form که پنجره اصلی نرم افزار است را نشان می‌دهد. این پنجره از دو بخش نمایش داده (Data View) و (Data Enter) تشکیل شده است. بخش Data View دارای جدولی است که تمامی اطلاعات ورودی به برنامه در آن قابل مشاهده است و با استفاده از ابزارهای گنجانده شده در بخش ویرایش (Edit) که در سمت راست جدول قرار گرفته است می‌توان تصحیح‌های مورد نظر را برروی این اطلاعات انجام داد. در این بخش با استفاده از دو سلول گنجانده شده در بالای پنجره با عنوان بازه زمانی داده (Data from-To) می‌توان بر روی اطلاعات موجود برحسب تاریخ مورد نظر فیلترسازی نمود و AQHI را برای یک روز یا بازه زمانی تعیین شده محاسبه نمود. برای وارد نمودن مقادیر پارامترها باید ابتدا گزینه جدید (New) در بخش Edit را انتخاب کرد تا قسمت پایین پنجره یعنی Data Enter فعال شود. سپس شروع به وارد نمودن اطلاعات برای ایستگاه‌ها نموده و با استفاده از گزینه ذخیره (Save) در هر مرحله اطلاعات را ثبت می‌گردد. جهت پیمایش بین سلول‌های مختلف از کلید tab می‌توان استفاده نمود. پس از تکمیل اطلاعات وارد شده، برای محاسبه AQHI ابتدا ایستگاه مورد نظر را در قسمت Data View انتخاب نموده و سپس با تعیین تاریخ و انتخاب نوع AQHI اقدام به محاسبه AQHI می‌شود.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]



شکل ۳- صفحه اصلی نرم افزار AQHI

پس از انجام محاسبه AQHI نتایج بصورت شکل ۴ ارائه می‌گردد. رنگ سلول‌های حاوی اطلاعات شاخص بهداشت کیفیت هوا بسته به تفسیر کیفی تغییر می‌کند. در صورت نبود داده و عدم محاسبه AQHI در سلول مورد نظر تنها NA نمایش داده می‌شود. همچنین جدول پیام‌های بهداشتی مرتبط با مقادیر مختلف AQHI در قسمت پایین پنجره به صورت راهنما قابل مشاهده است. در نهایت با فشردن کلید خروجی (Export) گزارش در صفحه کاری اکسل تولید می‌شود.



شکل ۴- پنجره AQHI محاسبه شده و پیام‌های بهداشتی مرتبط

در تمام مراحل کدنویسی برنامه AQHI که در Visual Basic صورت گرفت، عملکرد برنامه و صحت نتایج محاسبات با استفاده از ماشین حساب و همچنین با استفاده از الگوریتم طراحی شده در صفحه کاری اکسل مورد آزمایش قرار گرفت و خطاها رفع گردید. جهت آزمون نحوه عملکرد برنامه نیز داده‌های پارامترهای اندازه‌گیری شده برای سه روز متوالی اول تا سوم فروردین سال ۱۳۹۰ به برنامه وارد شد به جز ایستگاه ستاد بحران که اطلاعات مربوط به آذرماه سال ۱۳۹۰ این ایستگاه انتخاب گردید زیرا اطلاعات برای سال ۱۳۹۰ این ایستگاه تنها از آذرماه به بعد در دسترس بود. علت انتخاب اطلاعات این ایستگاه‌ها تنها براساس تکمیل بودن اطلاعات برای تمامی پارامترهای مورد نیاز بوده است تا نتایج دقیق‌تری حاصل شود. نتایج محاسبات را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید.

بحث

نتایج بدست آمده از مطالعات مختلف نشان می‌دهند که اثرات آلودگی هوا بر سلامت و آلاینده‌های مسئول این اثرات بهداشتی در نقاط مختلف جهان متفاوت است و روند تغییرات آلاینده‌ها تابع عوامل متعددی از جمله الگوی ترافیک، شرایط هواشناسی و فصل سال و... است (۱۰).

Stieb و همکاران (۶) در سال ۲۰۰۸ شاخص جدید (AQHI) را برای کانادا پیشنهاد کردند. فرمول AQHI طی انجام یک سری مطالعات اپیدمیولوژیکی بر روی آلودگی هوای کشور کانادا و خطر بهداشتی مرتبط با آلاینده‌های بدست آمده از آنالیزهای سری زمانی آلودگی هوا و موارد مرگ و میر منتسب به این آلاینده‌ها در شهرهای کانادا تهیه شد. آنالیزهای اصلی بهداشت کانادا در زمان توسعه AQHI شامل ۵ آلاینده مهم (ذرات معلق، ازن، دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد و منواکسید کربن) بود که دو آلاینده SO_2 و CO اطلاعات اندکی در پیش بینی اثرات بهداشتی فراهم کردند و به همین دلیل از فرمول AQHI حذف شدند. چون هدف اصلی این مطالعه به نوعی ابزارسازی و تهیه نرم افزار مناسب جهت محاسبه AQHI برای اولین بار در کشور بوده است و جهت نیل به این هدف از فرمول پیشنهادی کانادا استفاده شده است، بنابراین یکی از نقاط ضعف این پژوهش استفاده از ضرایب آلاینده‌ها با توجه به میزان آلودگی هوای کانادا است و همچنین در این نرم

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

جدول ۳- نتایج حاصل از محاسبه AQHI در ایستگاه‌های انتخاب شده شهر تهران

ردیف	نام ایستگاه	تاریخ	AQHI	وضعیت خطر بهداشتی
۱	اقدسیه	۱۳۹۰/۱/۱	۱۲	خیلی زیاد
		۱۳۹۰/۱/۲	۸	زیاد
		۱۳۹۰/۱/۳	۸	زیاد
۲	ستاد بحران	۱۳۹۰/۹/۱۰	۹	زیاد
		۱۳۹۰/۹/۱۱	۱۰	زیاد
		۱۳۹۰/۹/۱۲	۱۴	خیلی زیاد
۳	شهرداری منطقه ۴	۱۳۹۰/۱/۱	۱۶	خیلی زیاد
		۱۳۹۰/۱/۲	۱۲	خیلی زیاد
		۱۳۹۰/۱/۳	۸	زیاد
۴	پارک رز	۱۳۹۰/۱/۱	۵	متوسط
		۱۳۹۰/۱/۲	۴	متوسط
		۱۳۹۰/۱/۳	۴	متوسط
۵	گلبرگ	۱۳۹۰/۱/۱	۶	متوسط
		۱۳۹۰/۱/۲	۴	متوسط
		۱۳۹۰/۱/۳	۴	متوسط
۶	شهرداری منطقه ۱۱	۱۳۹۰/۱/۱	۱۱	خیلی زیاد
		۱۳۹۰/۱/۲	۷	زیاد
		۱۳۹۰/۱/۳	۶	متوسط

افزار اثرات دو آلاینده SO_2 و CO در نظر گرفته نشده است و قطعا جهت توسعه و تکمیل این برنامه محاسباتی بطور خاص برای کشورمان به انجام مطالعاتی جامع در خصوص اثرات آلاینده‌ها بر سلامت مردم کشورمان خصوصا اثرات حادی که سبب بروز مرگ و میر می شود، نیاز است.

لذا جهت استفاده از شاخص AQHI در ایران بررسی آلاینده‌های معیار کشورمان که ممکن است در شاخص AQHI لحاظ نشده باشد مانند آلاینده SO_2 ضروری است. به همین علت براساس نتایج تحقیقاتی که در سال‌های اخیر بر روی آلاینده‌های معیار در ایران و اثرات بهداشتی مرتبط با آنها صورت گرفته است، می‌توان این شاخص را با وارد نمودن آلاینده SO_2 به فرمول AQHI برای ایران بومی‌سازی نمود و اثرات این آلاینده را نیز همراه با سایر آلاینده‌ها در نظر گرفت.

در تحقیقی که توسط Kermani و همکاران (۱۱) انجام شد، نتایج نشان دادند که در اکثر فصول در سال ۱۳۹۰ در شهر تهران، ذرات معلق (PM_{10} ,$PM_{2.5}$) و ازن به ترتیب بیشترین نقش را در نامناسب نمودن کیفیت هوا و عبور از حد استاندارد داشته‌اند. همچنین در تحقیقی که توسط Kermani و همکاران (۱۲) صورت گرفت، اثرات بهداشتی NO_2 بر روی سلامت انسان در ۵ کلانشهر مشهد، تبریز، شیراز، اصفهان و اراک در سال ۱۳۹۰ با استفاده از نرم افزار Air Q مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که در تمامی شهرها متوسط غلظت NO_2 بیشتر از

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

حد اســتاندارد کشورمان بوده اســت که این مسئله نشان‌دهنده اهمیــت ایــن آلاینده به عنوان یکــی از آلاینده‌هــای معیار در کشورمان است.

با توجه به بررسی متون صورت گرفته برای ایران می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که طی ۱۳ سال گذشته از تعداد روزهای آلوده به آلاینده منواکسید کربن کاســته شده و آلاینده‌های دیگری مطرح شــده اســت. بنابراین می‌توان گفت مهمترین آلاینده هوای شهر تهران از آلاینده منواکسیدکربن به آلاینده ذرات معلق تغییر کرده است (۱۱).

با توجه به نتایج حاصل از محاسبه AQHI و نتایج بررسی متون و تحقیقاتی که در زمینه آلاینده‌های ایران خصوصا کلان شهرها صورت گرفته اســت می‌توان اظهار کرد که پارامترهای آلاینده تعیین شده در فرمول AQHI برای ایران مناسب بوده و بایستی جهت تعیین دقیق ضرایب آلاینده‌ها، موارد مرگ و میر منتسب بــه هر آلاینده برای ایران تحقیقاتــی صورت بگیرد و بصورت دقیق تعیین شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود که آلاینده SO_2 نیز با تعیین ضریب دقیق منتســب به این آلاینده در ایران به ســایر آلاینده‌های فرمول AQHI اضافه گردد و شاخصی بومی جهت ارزیابی کیفیت هوای کشور تهیه شود.

ناتوانی در شناســایی اثرات بهداشتی مرتبط با تماس‌های مزمن با آلودگی هوا محدودیت مهم هر دو شــاخص AQHI و AQI اســت (۱) و همچنیــن نگرانی یا عدم اطمینــان در خصوص چگونگــی مدل کردن اثر ترکیبی چند آلاینده بطور همزمان در شاخص AQHI وجود دارد.

از جمله محدودیت‌های موجود در این نرم افزار عبارتند از:

- داده‌های ورودی به برنامه می‌بایســتی تنها مقادیر یک ساعته باشند که از ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا تهیه می‌شوند.
- نرم افزار AQHI تنها قادر است اثرات ترکیبی آلاینده مهمی ازجمله O_3، NO_2، $PM_{2.5}$ و PM_{10} را بسنجد و از بیان اثرات دیگر آلاینده‌ها صرفنظر کرده است.
- AQHI تنها به تغییر ســطوح خطر حاد یا کوتاه مدت مرتبط با آلودگی هوا پاسخ می‌دهد.
- AQHI اثــرات بو، گرده، گــرد و غبار، گرمــا و رطوبت را اندازه‌گیری نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به موارد مطرح شده و با توجه به آلاینده‌های معیار در کشور ایران بویژه شهر تهران، برنامه محاسبه شاخص بهداشتی کیفیــت هوا (AQHI) به عنوان محصــول این مطالعه می‌تواند ابزاری ســودمند در راســتای ارزیابی کیفیت هوا مورد استفاده قرار بگیرد، هرچند اســتفاده از نتایــج مطالعات اپیدمیولوژیکی و اســتانداردهای ملی بهترین پایه جهت بررســی و محاســبه شــاخص کیفیت هوا اســت. لازم به ذکر اســت که هیچ مدلی وجود نــدارد که بتواند اثرات تمــام آلاینده‌ها را یکجا و روی هم برآورد نماید اما با این حال AQHI مدلی اســت که اثرات چند آلاینده معیار که معمولا نسبت به سایر آلاینده‌ها از غلظت بیشتری برخوردارند را محاسبه می‌کند.

تشکر و قدردانی

ایــن مقاله حاصل (بخشــی از) پایان‌نامه با عنــوان "طراحی و تدوین ســامانه نرم افزاری مناســب جهت محاســبه شاخص بهداشــتی کیفیت هوا (AQHI) و آزمون آن بــر پایه داده‌های ایستگاه‌های واقعی" در مقطع (کارشناسی ارشد) در سال ۱۳۹۴ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

منابع

1. Chen H, Copes R. Review of Air Quality Index and Air Quality Health Index. Toronto: Queen's Printer for Ontario; 2013.
2. Plaia A, Ruggieri M. Air quality indices: a review. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2011;10(2):165-79.
3. Asthma Society of Canada. Air Quality Health Index awareness and promotion to Canadians with chronic respiratory disease. Toronto: Environment Canada; 2011.
4. Air Pollution Research Center. A Guide to Calculation, Determination and Announcement of Air Quality Index. Tehran: Institute for Environmental Research; 2012 (in Persian).
5. Golbaz S, Farzadkia M, Kermani M. Determination of Tehran air quality with emphasis on air quality index (AQI) 2008-2009. Iran Occupational Health. 2010;6(4):62-68 (in Persian).
6. Stieb DM, Burnett RT, Smith-Doiron M, Brion O, Shin HH, Economou V. A new multipollutant, no-threshold air quality health index based on short-term associations observed in daily time-series analyses. Journal of Air & Waste Management Association. 2008;58(3):435-50.
7. Haley R. Predicting air quality at street level: A state-of-science review. Ontario: Environmental Commissioner of Ontario; 2008.
8. Kalapos G, Mirza M. Air quality health index readiness resource: Frequently asked questions. Toronto, Ontario: Clean Air Partnership; 2012.
9. Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering. 2012;9(28):7.
10. Kashi G, Sourati l, Omidvar m, Hejazimehr N. Comparing pollutants standard index in Tehran during 2009-2011. Proceedings of the 1st National Conference on Management of Air Pollution; 2012; Sharif University of Technology, Tehran.
11. Kermani M, Aghaei M, Arfaeinia H, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Comparative investigation of health quality of Air in Tehran, Isfahan and Shiraz metropolises in 2011-2012. Journal of Health in the Field. 2014;1(4):37-44 (in Persian).
12. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour Arian S, Shahsavani A, et al. Estimation of diseases and mortality attributed to NO2 pollutant in five metropolises of Iran using Air Q model in 2011-2012. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2015;25(121):239-49.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]

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

Original Article

Designing and Development of a Software System for Calculating the Air Quality Health Index (AQHI) and Its Verification Based on Actual Stations Data

M Asghari[1], R Nabizadeh[2,*], H Norzad[3], H Mortezaee[4]

1. Master of Science in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Professor in Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Engineering of Information Technology, Qazvin, Iran
4. Expert Technical Complex Programming of Tehran, Qazvin, Iran

ARTICLE INFORMATIONS:

Received: 6 April 2016
Revised: 26 June 2016
Accepted: 5 July 2016
Published: 20 December 2016

Key words: Air Quality Health Index, Air pollution, Health effects

***Corresponding Author:**
rnabizadeh@tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Increasing air pollution and consequently adversely effects on the quality of life for many people has resulted in the use of the air quality indice for determination of the actual amount of pollutants and air quality, as one of the most important and effective measures for air quality control, to be considered further. The air quality health index (AQHI) is a new index related to air pollution developed in collaboration with Environment Canada and Health Canada, in 2001. The purpose of this study was to design and develop a software system for calculating AQHI for the first time in the country that calculates the health effects caused by the presence of several pollutants (NO_2, O_3,PM_{10}, and $PM_{2.5}$) at the same time with a new approach.

Materials and Methods: To achieve those aims, the software was designed and coded in Visual Basic. Net. After preparation of the software, it was tested using the real-time database of six air pollution monitoring stations in Tehran including Aghdasyeh, Setad Bohran, Shahrdari 4, Golbarg, Park-e- Roz, and Shahrdari 11.

Results: This program is a software package installed on the computer with the possibility of exporting Excel file. The performance of software testing was verified using real data.

Conclusion: The results of the verification tests show that the index calculated by the software introduced and presented in this study can be used as a useful tool to assess air quality.

Please cite this article as: Asghari M, Nabizadeh R, Norzad H, Mortezaee H. Designing and development of a software system for calculating the Air Quality Health Index (AQHI) and its verification based on actual stations data. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(3):359-68.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-19]