

بهبود سیستم مدیریت پایش کیفیت هوای شهری با بهره‌گیری از تجارب کشورهای در حال توسعه

- عبدالرضا کرباسی - استادیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
- محمد صادق سخاوت جو - استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
- اعظم السادات حسینی الهاشمی - دانشجوی دکتری علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

چکیده

حال توسعه نظیر سریلانکا، هنگ کنگ، فیلیپین و مالزی از جنبه های مدیریتی و فنی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته، نقاط ضعف و قوت آن ها بررسی شده و در نهایت با رویکردهایی که در این خصوص در کشور ایران وجود دارد، مقایسه گردیده است. باتوجه به این که در حال حاضر برنامه مدیریت پایش آلودگی هوا در شهری نظیر تهران از طریق ۱۳ ایستگاه سنجش پیگیری می شود که تعدادی از آن ها غیرفعال بوده و برخی دیگر نیز از نظر مکانی به شدت دارای اشکال می باشند. همچنین با توجه به این موضوع که بررسی روند تحقق اهداف طرح جامع برنامه کاهش آلودگی هوای تهران از طریق پایش آلاینده های هوا، امکان پذیر است، لذا با بهره گیری از تجارب کشورهای مذکور می توان راهکارهایی جهت بهبود سیستم فعلی مدیریت پایش کیفیت هوا ارائه نمود. به طور کلی سیستم فعلی دارای نقاط ضعفی از نظر تعداد ایستگاه های سنجش، جانمایی ایستگاه ها، جمع آوری داده های اندازه گیری و بهره گیری مناسب از آن ها است.

کلمات کلیدی

مدیریت پایش کیفیت هوا، آلودگی هوا، ایستگاه های اندازه گیری، کشورهای در حال توسعه.

تمرکز منابع عمده انتشار آلودگی هوا نظیر صنایع، حمل و نقل، خانگی و تجاری در محدوده های کوچک شهری و رهاسازی مداوم آلاینده ها موجب کاهش توانایی خودپالایی محیط و انباشت آلاینده ها در هوا شده است.

مدیریت پایش کیفی هوا از اجزای مختلف سخت افزاری و نرم افزاری تشکیل شده است. یکی از ابزار کلیدی در این رابطه بهره گیری صحیح از تجهیزات نمونه برداری و سنجش آلاینده های هوا در مکان های درست است. با توجه به اینکه تجهیزات جدید اندازه گیری از روش هایی نظیر حسگرهای الکتروشیمیایی و پرتوسنجی استفاده می کنند قابلیت پایش مداوم آلاینده های محیطی را دارند، لذا می توان با تعیین نوع آلاینده های هدف و انتخاب دستگاه های مرتبط نسبت به جمع آوری و تهیه بانک اطلاعاتی آلاینده های هوا اقدام نمود.

در حال حاضر اغلب کشورهای در حال توسعه قوانین مرتبط با آلودگی هوا مشابه با قوانین کشورهای توسعه یافته را وضع نموده اند، هرچند به روز رسانی بسیاری از این قوانین به کندی پیش می رود. یک نقطه شروع مهم برای اجرای بهتر این قوانین، دستیابی به اطلاعات جامع و قابل اطمینان پایش کیفی هوا می باشد. بدین منظور در این تحقیق برنامه های مدیریت پایش کیفیت هوا در پایتخت برخی کشورهای در



مقدمه

توسعه روزافزون و تمرکز صنایع مختلف، انتشار آلاینده‌های هوا از کارخانه‌های متعدد، تردد انواع وسایل نقلیه و لوازم خانگی مصرف کننده سوخت‌های فسیلی در محدوده‌های کوچک شهری، موجب راه‌سازی آلاینده‌ها به صورت مداوم و بیش از ظرفیت خودپالایی به اتمسفر شده که نتیجه آن بروز آلودگی هوا در این محدوده‌ها شده است. آلودگی هوا سبب ایجاد اختلال در سلامتی و کاهش کیفیت زندگی شده و هزینه‌های مستقیم بر اقتصاد ملی به صورت مختلف از قبیل کاهش بهره‌وری و افزایش تقاضا برای خدمات پزشکی تحمیل می‌نماید. علاوه بر این، آلودگی هوا هزینه‌های غیرمستقیمی نیز بر جامعه وارد می‌کند که به ندرت به حساب آورده می‌شود که از آن جمله می‌توان به کاهش دسترسی به هوای پاک، کاهش توریسم و حتی کاهش سرمایه‌گذاری خارجی اشاره نمود (۳).

نمونه برداری و آنالیز آلاینده‌های هوا بر دو روش اصلی و اساسی متکی است. این دو روش نمونه برداری که با توجه به نوع تکنولوژی‌های در دسترس تحت عناوین روش اندازه گیری آلاینده‌های هوا بصورت قرائت مستقیم و روش نمونه برداری و سنجش آلاینده‌های هوا با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی مطرح می‌باشند، هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشند.

جانمایی و تعیین موقعیت‌های اندازه گیری آلاینده‌های هوا در به دست آوردن اطلاعات صحیح، درست و کافی جهت مدیریت پایش آلودگی هوا بسیار حائز اهمیت

است. دو نظریه قابل توجه در این زمینه وجود دارد. براساس نظریه نخست منطقه مورد مطالعه شبکه بندی‌های مربعی یا مثلثی شده و در مرکز هر مربع یا مثلث، موقعیت ایستگاه‌های پایش را تعیین می‌نمایند. این روش اطلاعات بسیار دقیق و کافی را در اختیار مسئولان برنامه ریز قرار می‌دهد. اما مهمترین محدودیت روش فوق نیاز به استقرار ایستگاه‌های فراوان در منطقه‌ای نظیر شهر تهران است که از جنبه‌های اقتصادی-فنی برای کشور در حال توسعه‌ای نظیر ایران امکان پذیر نیست. بدین منظور مجامع بین المللی نظیر سازمان بهداشت جهانی روش دیگری را برای کشورهای در حال توسعه ارائه داده‌اند. بر اساس این روش در محدوده مورد مطالعه، کلیه منابع انتشار آلاینده‌های هوا شناسایی شده و موقعیت آن‌ها مشخص می‌شود و سپس بر اساس آن محدوده مورد نظر به نواحی مختلفی تقسیم‌بندی می‌شود. برای نمونه یک محدوده شهری می‌تواند به نواحی به شرح جدول (۱) تقسیم‌بندی گردد. همانگونه که از جدول (۱) مشخص است یک محدوده شهری می‌تواند دارای چندین ناحیه مشابه و یا غیرمشابه بطور همزمان باشد. با شناسایی نواحی فوق در منطقه و بازدید از آن‌ها، براساس وسعت و پهنای آن‌ها ناحیه‌هایی از هر طبقه انتخاب و ایستگاه‌های پایش در آن‌ها استقرار می‌یابد و اطلاعات حاصل از ناحیه‌های مشابه به سایر نواحی مشابه تعمیم داده می‌شود. گرچه اطلاعات حاصل از این روش به دقت روش شبکه بندی نمی‌باشد، اما از درصد و قابلیت اطمینان بالایی برخوردار است. لازم

جدول (۱): تقسیم محدوده شهری براساس موقعیت استقرار منابع انتشار آلاینده های هوا (۹)

ردیف	ناحیه	ویژگی
۱	صنعتی	ناحیه ای است که تمرکز منابع انتشار صنعتی نسبت به سایر منابع بیشتر است. برای نمونه چنین ناحیه ای در شهر تهران شامل حاشیه آزاد راه تهران-کرج میشود.
۲	صنعتی- مسکونی	ناحیه ای که علاوه بر تمرکز صنایع، منازل مسکونی نیز در آن استقرار یافته اند.
۳	مسکونی به دور از مرکز شهر	ناحیه ای است که صرفاً مسکونی بوده و از مرکز شهر فاصله داشته و تحت تأثیر آن نمیباشد. برای مثال شهرک راه آهن و شهرک مخابرات از جمله این نواحی در شهر تهران هستند.
۴	مسکونی در حاشیه مرکزی شهر	ناحیه مسکونی در درون محدوده مرکزی شهر جهت به دست آوردن اطلاعات آلاینده ها در نواحی مرکزی و به دور از تردد خودروها
۵	ترافیکی با تردد بالای خودروها	نمونه های بارز چنین محدوده های شامل خیابان های اصلی محدوده مرکزی شهر نظیر خیابان ولیعصر، کارگر، فاطمی و ... می باشند.
۶	ترافیکی با حجم تردد کم	خیابان های فرعی که دارای بار ترافیکی پایین هستند.
۷	خاص	جهت بررسی آلاینده های خاص در موقعیت انتخابی ایجاد می شوند.
۸	شاهد	در منطقه ای به دور از منابع انتشار آلاینده های هوا جهت به دست آوردن اطلاعات پایه ایجاد می شود.

زیادی در این خصوص در کشورهای درحال توسعه اجرا شده است (۳). در این مقاله به بررسی برنامه های پایش در پایتخت کشورهای مورد مطالعه شامل سربلانکا، فیلیپین، مالزی و هنگ کنگ پرداخته شده است و سپس با برنامه های ایران مطابقت داده شده است تا بتوان نسبت به شناسایی مزایا و محدودیت های برنامه ها اقدام نموده و راهکارهای بهبود سیستم فعلی مدیریت پایش کیفیت هوا را در کشور ارائه نمود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- طراحی شبکه برای ایستگاه های ملی سنجش هوا

ایستگاه های ملی سنجش هوا (NAMS)، ایستگاه های انتخاب شده از شبکه ایستگاه های محلی و استانی (SLAMS) است که از سطوح شهری و منابع چندگانه گرفته شده است. سطوح و نواحی که باید سنجش شود بر اساس جمعیت شهر نشین و مقادیر غلظت آلاینده انتخاب می شود.

بطور کلی تعداد بیشتری از ایستگاه های ملی سنجش برای نواحی شهری و مناطقی که دارای منابع متعدد آلاینده هستند، ضروری می باشد. لازم به ذکر است که معیارهای طراحی این ایستگاهها باید بر اساس توزیع مناسب و صحیح محل های سنجش استوار باشد، گرچه ممکن است در مواردی نتوان کاملاً این معیارها را رعایت کرد. هدف اولیه برای ایستگاه های ملی سنجش، اندازه گیری در نواحی است که غلظت آلاینده و دانسیته جمعیت بالا است. بنابراین ایستگاه های ملی سنجش هوا به دو دسته ایستگاه های مستقر در مناطقی با غلظت بالای آلاینده و ایستگاه های

به ذکر است که براساس این روش برای پایش کیفیت هوای شهری نظیر تهران و به دست آوردن اطلاعات صحیح و کافی بین ۷۰ تا ۱۰۰ ایستگاه پایش سنجش آلاینده های هوا جهت استقرار مورد نیاز است که با توجه به تعداد ایستگاه های موجود (۱۳ ایستگاه) فاصله بسیار زیادی جهت برآورده شدن نیازها وجود دارد.

چالش های صورت گرفته برای بهبود کیفیت هوا در کشورهای در حال توسعه طبق اعلام ساختار استراتژی مدیریت کیفیت هوا در کلان شهرهای آسیا در سال ۲۰۰۴، از عدم سرسپردگی دولت حتی برای داشتن سیاستها و استانداردهای ضعیف تا فقدان اطلاعات صحیح کیفیت هوا، متغیر است. تمامی این موانع برای بهبود مدیریت پایش کیفیت هوا در کشورهای در حال توسعه، بایستی از پیش رو برداشته شوند. لیکن نقطه شروع کلیدی برای اجرای بهتر این قوانین، دستیابی به داده های مطمئن و جامع می باشد. این قبیل داده ها در کشورهای در حال توسعه کمیاب هستند و در صورت وجود اغلب ناقص و نادرست می باشند. بدون داشتن داده های مطمئن، تعیین و تخصیص منابع انتشار آلودگی هوا و استقرار سیستم پایش مداوم امکان ناپذیر است. به عنوان مثال در فیلیپین دستیابی به داده های قابل اطمینان و صحیح در خصوص منابع و میزان آلودگی هوا به عنوان یک قدم اولیه تعیین کننده در اجرای سیاست های هوای پاک ملی، به حساب آورده می شوند در حالی که دولت طبق اختیارات سیاست کنترل آلودگی هوا برای تعیین میزان انتشار آلاینده های هوا به منظور بستن مالیات برای انتشار دهندگان اصلی آن، دارای حق قانونی است. به طور کلی در راستای برنامه ریزی مدیریت پایش کیفیت هوا طی دهه گذشته پروژه های



مستقر در نواحی با دانسیته بالای جمعیت و کیفیت هوای نامناسب تقسیم بندی می شوند (۲). در جدول (۲) ارتباط میان اهداف پایش و مقیاسهای مورد نیاز نشان داده شده است.

در محل هایی که بیش از یک ایستگاه مورد نیاز است باید حداقل یک ایستگاه از دسته (الف) و یک ایستگاه از دسته (ب) قرار داده شود و در مکان هایی که بیش از سه ایستگاه مورد نیاز است ایستگاه های دسته (الف) و (ب) توأم قرار می گیرند.

ایستگاه های ملی سنجش آلودگی هوا برای تامین اطلاعات جهت آنالیز و تعیین روند سیاست ملی و گزارشی برای حوزه پایتخت های بزرگ طراحی می شوند. از آنجایی که ایستگاه های ملی سنجش آلودگی هوا، ایستگاه هایی از شبکه محلی و استانی هستند، روش های تعیین ایستگاه های ملی قسمتی از مراحل طراحی شبکه محلی و استانی می باشند. در جدول (۳) مقیاس های مناسب ایستگاه ها برای شبکه SLAMS و NAMS ارایه شده است .

جدول (۲): ارتباط میان اهداف پایش و مقیاس های انتخابی (۵)

ردیف	اهداف پایش	مقیاسهای مناسب
۱	بالاترین غلظت	خرد مقیاس، میان مقیاس، مقیاس محلی
۲	جمعیت	مقیاس محلی، مقیاس شهری
۳	اثر منبع	خرد مقیاس، میان مقیاس، مقیاس محلی
۴	وضعیت عمومی	مقیاس محلی، مقیاس شهری، مقیاس منطقه
۵	حمل و نقل منطقه ای	مقیاس شهری، مقیاس منطقه
۶	اثرات مرتبط با توسعه	مقیاس شهری، مقیاس منطقه

استقرار یافت. این پایش توسط دانشکده شیمی دانشگاه کلمبو انجام شد. در سال ۱۹۸۷ به دلیل افزایش آلودگی هوا ناشی از وسایل نقلیه، کمیته ای متشکل از چند نهاد مختلف تشکیل و برای پوشش دادن به هفت نوع آلاینده توصیه های بیست گانه ای را ارایه دادند. طی سال های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۲ سه تحقیق جداگانه بصورت مطالعات کوتاه مدت در جهت درک بهتر وضعیت کیفیت هوا انجام شده است (۱). این مطالعات شامل

جدول (۳): مقیاس های مناسب برای شبکه SLAMS و مقیاس های مورد نیاز برای شبکه NAMS (۲)

مقیاس های مناسب برای SLAMS						
مقیاس	SO _۲	CO	O _۳	NO _۲	Pub	PM _{۱۰}
خرد مقیاس	+	+			+	+
میان مقیاس	+	+	+	+	+	+
مقیاس محلی	+	+	+	+	+	+
مقیاس شهری	+		+	+	+	+
مقیاس منطقه ای	+		+		+	+
مقیاس های مناسب برای NAMS						
مقیاس	SO _۲	CO	O _۳	NO _۲	Pub	PM _{۱۰}
خرد مقیاس	+	+			+	
میان مقیاس		+			+	+
مقیاس محلی	+	+	+	+	+	+
مقیاس شهری			+	+		
مقیاس منطقه ای						

۲-۲- ضوابط جانمایی صحیح استقرار ایستگاه های پایش کیفیت هوا

پس از انتخاب محل عمومی ایستگاه ها که بر اساس اهداف پایش و مقیاس های مربوط به آن تعیین می شود، بایستی به ضوابط جانمایی ایستگاه ها جهت آنالیز کیفیت هوای محیط که در جدول (۴) ارایه شده است، توجه شود. این ضوابط بر اساس استانداردهای موسسه حفاظت محیط زیست امریکا تدوین شده اند.

۳- برنامه های پایش کیفیت هوای کشورهای در حال توسعه و ایران

۳-۱- سریلانکا

در سال ۱۹۸۳ سیستم پایش آلاینده سرب در هوای شهر کلمبو از شهرهای سریلانکا

جدول (۴): ضوابط استقرار ایستگاه های پایش آلودگی هوا (۲)

آلاینده	مقیاس	ارتفاع از سطح زمین (متر)	فاصله افقی و عمودی از دیوارهای ساختمان های اطراف (متر)	فاصله از درختان (متر)	فاصله از جادهها (متر)
SO _۲	میان (۳۰۰ متر) محلی، شهری و منطقی (۱ کیلومتر)	۳-۱۵	>۱	>۱۰	*NA
CO	خرد و میان (۳۰۰ متر) محلی (۱ کیلومتر)	۳-۱۵	>۱	>۱۰	۲-۱۰
O _۳	میان (۳۰۰ متر) محلی، شهری و منطقی (۱ کیلومتر)	۳-۱۵	>۱	۱۰	-
NO _۲	میان (۳۰۰ متر) محلی، شهری (۱ کیلومتر)	۳-۱۵	>۱	>۱۰	-
ذرات معلق	خرد، میان، محلی، شهری و منطقی	۲-۷ (خرد مقیاس) ۳-۱۵ (سایر مقیاسها)	>۲ (برای تمامی مقیاسها فقط فاصله افقی)	>۱۰ (برای تمامی مقیاسها)	۲-۱۰ (خرد مقیاس)

* NA: ناچیز

موارد زیر می شوند:

معلق هوا و ذرات ریز بیشتر از سایر نواحی است. در سال ۱۹۹۱، برنامه محیط زیست شهرهای بزرگ در کلمبو کارگاهی را تحت عنوان مدیریت کیفیت هوا در سریلانکا برگزار کرد. براساس این کارگروه برنامه ریزی جهت داشتن داده های با اطمینان بالا در رابطه با کیفیت هوا در سریلانکا جهت تدوین استراتژی ها و راهکارهای فنی و رفع مشکلات موجود ضروری شناخته شد و در سال ۱۹۹۲، اعلامیه هوای پاک ۲۰۰۰ که یک برنامه اجرایی مدیریت پایش کیفیت هوا در ناحیه کلان شهر کلمبو محسوب می شود، منتشر شد و سیاست های دولت در راستای نیل به این برنامه به تصویب رسید. در سال ۱۹۹۳، نیازهای پایش کیفیت هوا و برنامه های آینده بوسیله حمایت های مالی بانک جهانی مشخص گردید. این گزارش شامل ویژگی های ضروری برای تجهیزات پایش کیفیت هوای محیط بوده است. در سال ۱۹۹۴ موسسه CEA اولین استانداردهای کیفیت هوای محیط را برای سریلانکا ارائه نمود. در سال ۱۹۹۵ دو ایستگاه ثابت سنجش کیفیت هوای محیط برای سریلانکا نصب شد. در نهایت در سال ۱۹۹۷ زیر گروه کمیته اجرایی، راهنمای برنامه پایش کیفیت هوا در سریلانکا را ارائه نمود.

بر اساس این مطالعات در سال ۱۹۹۶ دو ایستگاه ثابت در شهر کلمبو استقرار یافته و برنامه استقرار ۵ ایستگاه متحرک دیگر نیز در دست اجراست. یکی از دو ایستگاه ثابت در ایستگاه قطار در مرکز تجاری شهر کلمبو نصب شده و ایستگاه ثابت دوم در

(۱) جامع ترین طرح توسط سازمان ملی تحقیقات ساختمان طی دوره ۱۹۸۹ الی ۱۹۹۱ انجام شده است. در این مطالعه ۵۹ ایستگاه سنجش آلودگی هوا مد نظر قرار گرفت که براساس نتایج حاصل مقادیر آلاینده ها در ۸ ایستگاه در حد بحرانی، ۲۴ ایستگاه دارای کیفیت هوا متوسط و ۱۷ ایستگاه دارای کیفیت هوای مطلوب بودند. ایستگاه های دارای کیفیت هوای نامطلوب نزدیک محدوده های دارای ترافیک یا نواحی صنعتی بوده اند. این مطالعه در فاز دوم طی سال های ۱۹۹۲ الی ۱۹۹۴ برای برآورد مقادیر SO_۲, SPM, CO, NO_۲ و سرب در ۷ ایستگاه انتخابی از ۴۹ ایستگاه اولیه طرح ریزی گردید.

(۲) مطالعه دوم توسط نهاد زیست محیطی مرکزی انجام شده است (۹۲-۱۹۹۱). در این مطالعه کیفیت هوا در ۶ ایستگاه مجاور خیابان ها در شهر کلمبو مورد مطالعه قرار گرفته است. براساس نتایج حاصل رابطه معنی داری بین سطح آلودگی و حجم ترافیک برقرار است.

(۳) سومین مطالعه بوسیله موسسه علمی و تحقیقاتی و صنعتی سیلون در سال ۱۹۹۱ مبتنی بر ۷ ایستگاه نمونه برداری در نقاط ترافیکی شهر کلمبو انجام شده است. نتایج حاصل با داده های موجود در سایر کشورهای در حال توسعه در منطقه آسیا نظیر اندونزی، مالزی و سنگاپور مقایسه شده و مشخص گردید که در سریلانکا مقادیر ذرات



ایستگاه هواشناسی شهر کلمبو که دارای آلودگی کمتری است و به عنوان ایستگاه زمینه به کار می رود نصب شده است و در حال حاضر یک ایستگاه متحرک نیز در سطح شهر فعال است. ایستگاه های فوق مجهز برای اندازه گیری آلاینده هایی به شرح زیر شده اند:

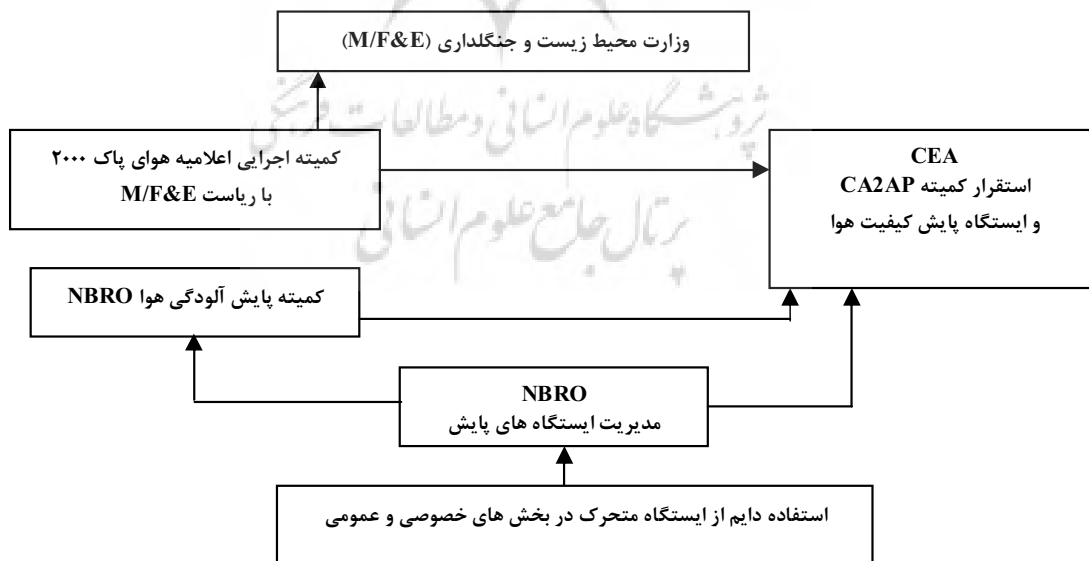
- نمونه برداری های آلودگی هوا شامل PM_{10} , CO, O_3 , NO_2 , SO_2
 - تجهیزات هواشناسی شامل سرعت و جهت باد، دمای محیط، بارش، تابش خورشید

شکل (۱) ساختار سازمانی مدیریت پایش کیفیت هوای محیط در سریلانکا را نشان می دهد که بر اساس مطالعات مذکور به دست آمده است. همچنین مسئولیت هر یک از نهادهای مرتبط با آلودگی هوا به شرح جدول (۵) است و جدول (۶) نیز جریات برنامه پایش کیفیت هوا در ایستگاه های ثابت شهر کلمبو را بیان می کند.

برنامه پایش کیفیت هوا در مانیل پایتخت کشور فیلیپین با جمعیت تقریبی ۲۰ میلیون نفر اجرا شده است. اولین مطالعه در رابطه با کیفیت هوا در مانیل بوسیله متخصصان انگلیسی و اروپایی در رابطه با آلودگی هوا و بروز انواع بیماری در شهروندان این شهر انجام شده است (۳).

در حال حاضر کشور فیلیپین دارای برنامه بهبود کیفیت هوای مانیل می باشد که از سوی سازمان محیط زیست و طبیعت ارایه شده است. براساس این برنامه به

کمک بانک توسعه جهانی برنامه نمونه برداری از آلاینده های عمده هوا در سال ۲۰۰۴ میلادی در این شهر انجام شده است. بر اساس این برنامه از حدود ۱۰۰۰ منبع انتشار ساکن در شهر مانیل نمونه برداری به عمل آمده است. بر اساس نتایج این تحقیق بودجه ای جهت استقرار ایستگاه های پایش کیفیت هوا در این شهر اختصاص داده شده است.



شکل (۱): ساختار سازمانی مدیریت پایش کیفیت هوای محیط در سریلانکا (۱)

جدول (۵): مسئولیت هر یک از نهادهای مرتبط در ارتباط با پایش کیفیت هوا در سریلانکا (۱)

مسئولیت	نهاد
نهاد اصلی سیاست گذاری و اجرای سیاست هاست. ریاست نشست های کمیته اجرایی CA۲AP و هماهنگی اجرای پیشنهادات برنامه اجرایی را برعهده دارد.	وزارت محیط زیست و جنگلداری
نهاد اجرایی اصلی وزارت است. مسئولیت های CEA شامل انجام هماهنگی های برنامه پایش، پیشنهادات و توصیه های سیاستی، تدوین استانداردها، EIA و واکنش در مواقع اضطراری است.	CEA
نگهداری و راه اندازی ۳ ایستگاه پایش، گزارش داده ها به زیر گروه و CEA در زمان های مقرر، ریاست زیر گروه کمیته اجرایی CA۲AP	NBRO
توسعه تحقیقات مرتبط و گزارش به CA۲AP جهت اجرا	سایر نهادهای تحقیقاتی

جدول (۶): جزئیات برنامه پایش ایستگاه های ثابت در سریلانکا (۱)

۳-۳- مالزی

مالزی به عنوان یکی از کشورهای پیشرو در محدوده قاره آسیا محسوب می گردد. برنامه مدیریت پایش کیفیت هوا در مالزی از سال ۱۹۹۰ آغاز شده است. تا سال ۱۹۹۵ میلادی این کشور برنامه های پایش هوای خود را با هزینه ای بالغ بر ۶ میلیون دلار به اجرا گذاشته است. در این سال مالزی دارای ۵۱ ایستگاه پایش مداوم کیفیت هوا بوده که ۴۴ ایستگاه برای سنجش SO_۲، CO، PM_{۱۰}، NO_x و O_۳ طراحی شده اند و ۷ ایستگاه دیگر فقط PM_{۱۰} را مورد سنجش قرار می دهند. همچنین این کشور دارای ۲۵ ایستگاه غیردیجیتالی جهت سنجش کل ذرات معلق، PM_{۱۰} و فلزات سنگین است. این کشور برنامه هایی جهت توسعه ایستگاه های دایم خود به تعداد ۱۰۰ ایستگاه را در دست اجرا دارد (۳).

۳-۴- هنگ کنگ

در هنگ کنگ ۱۲ ایستگاه اندازه گیری کیفیت هوای محیط وجود دارد. از سال ۱۹۹۵ بر اساس برنامه رسمی مدیریت کیفیت هوا، آزمایشگاه ملی هوای هنگ کنگ به عنوان مرجع اصلی اندازه گیری غلظت آلاینده های هوا تعیین شده است. آلاینده هایی که بر اساس این برنامه اندازه گیری می شوند شامل کل ذرات معلق، ذرات معلق قابل تنفس، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن، ازن و منوکسید کربن و همچنین پارامترهای هواشناسی از قبیل دما، اشعه خورشیدی و جهت و سرعت باد می باشند (۶).

ایستگاه پایش	پارامتر	روش اندازه گیری	سازمان مسئول
راه آهن فورت ^۱	SO _۲	نور سنجی UV	NBRO
کلمبو ^۲	NO _x , NO _۲ , NO _۳	شیمیولمینسانس IR نورسنجی UV نمونه برداری HV	NBRO
	CO		
	O _۳		
	PM _{۱۰}		
	جهت باد		
	سرعت باد		
	دما		
رطوبت نسبی			
بارش			
تشعشع خورشید			
ایستگاه هواشناسی کلمبو	SO _۲ و سایر موارد مانند بالا	مشابه ایستگاه کلمبو	NBRO

۳-۵- ایران

بیشترین تمرکز و سابقه در رابطه با برنامه‌های پایش کیفیت هوا در ایران مربوط به شهر تهران است. تاکنون علاوه بر انجام مطالعات فردی و کوتاه‌مدت، سه مطالعه جامع در رابطه با آلودگی هوای شهر تهران طی سالهای ۷۲ تا ۷۶ در کشور با همکاری مشترک مراکز تحقیقاتی ملی و بین‌المللی انجام گرفته (۴) که عبارتند از:

- طرح جامع کنترل آلودگی هوای تهران بزرگ (کار مشترک شهرداری تهران و سازمان همکاری‌های بین‌المللی ژاپن)
- طرح کاهش آلودگی هوای تهران بزرگ ناشی از حمل و نقل (کار مشترک شهرداری تهران و بانک جهانی توسط مشاوران سوئدی)
- طرح کنترل مواد متصاعده از وسایل نقلیه موتوری (کار مشترک فرهنگستان علوم و وزارت صنایع)



مالزی

(۴). جانمایی ایستگاه‌های فوق‌الذکر از نظر مطلوبیت قرارگیری دارای شرایطی به شرح جدول (۸) است.

همچنین در شرایط موجود، سیستم پایش آلودگی هوای تهران از مرکز مهار (مرکز هماهنگی و اطلاع‌رسانی) جهت اطلاع‌رسانی وضعیت کیفیت هوا به عموم و همچنین ارسال پیام به مسئولان در شرایط مختلف اضطرار، هشدار و بحران آلودگی هوا برای تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید. در این مرکز نمایندگان

جدول (۷): نام و موقعیت مکانی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای تهران

ردیف	نام ایستگاه	موقعیت مکانی	مسئول
۱	تجربش	میدان تجربش، خیابان شهید باهنر	سازمان حفاظت محیط زیست
۲	قلهک	خیابان شریعتی، دوراهی قلهک	
۳	سرخه حصار	اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران	
۴	فرهنگسرای بهمن	میدان بهمن	
۵	پردیسان	بزرگراه شهید حکیم، پارک طبیعت پردیسان	
۶	آزادی	میدان آزادی، ابتدای بزرگراه جناح	
۷	بازار	سبزه میدان	شرکت کنترل کیفیت هوا
۸	فاطمی	خیابان ولیعصر، ابتدای خیابان فاطمی	
۹	اقدسیه	خیابان اقدسیه	
۱۰	مهرآباد	مهرآباد	
۱۱	شهرری	شهرری	
۱۲	ژئوفیزیک	امیرآباد، موسسه ژئوفیزیک	
۱۳	تهرانسر	تهرانسر	



هنگ کنگ

نتایج این تحقیقات و سایر مطالعات صورت گرفته در تدوین «طرح جامع کاهش آلودگی هوای شهر تهران» استفاده شده است. یکی از محورهای نه‌گانه این طرح به مدیریت پایش هوا اختصاص یافته است که در آن به لزوم افزایش تعداد ایستگاه‌های سنجش دائمی هوا در سطح شهر تهران پرداخته شده است. در حال حاضر سازمان حفاظت محیط زیست و شرکت کنترل کیفیت هوا در مجموع با ۱۳ ایستگاه به سنجش و پایش کیفیت هوا در سطح شهر تهران می‌پردازند. در جدول (۷) نام و موقعیت مکانی ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوا تهران ارایه شده است. لازم به توضیح است که براساس معیارهای مطرح شده در جدول

جدول (۸): مقایسه وضعیت مکانیابی ایستگاه های سنجش کیفیت هوا در تهران با استانداردهای EPA (۶)

نام ایستگاه	فاصله از خیابان	فاصله از درختان	فاصله از منابع آلودگی	فاصله از موانع	فاصله از سطح زمین
تجریش	-	+	-	-	+
قلهک	-	-	+	+	+
سرخه حصار	+	-	+	Error! Not a valid link	+
فرهنگسرای بهمن	+	-	+	+	+
پردیسان	+	+	+	+	+
آزادی	+	-	+	+	+
بازار	+	-	+	+	+
فاطمی	-	-	+	-	+

+ مناسب / - نامناسب

همچنین اولویتهای اجرایی برنامه جامع کاهش آلودگی هوای شهر تهران در برنامه چهارم توسعه کشور برای پایش کیفیت هوا منطبق با جدول (۹) میباشد.

جدول (۹): اولویتهای اجرایی بخش پایش برنامه جامع کاهش آلودگی هوای شهر تهران در برنامه چهارم توسعه (۸)

عنوان محور	عنوان پروژه	مسئول اجرا
پایش سلامت	طراحی و اجرای طرح جمعآوری جامع اطلاعات مرتبط با بیماریهای EBD و مرگ و میر ناشی آلودگی هوا از طریق جلب همکاری WHO	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
	پروژه تجهیز ۶۸ مرکز بهداشتی درمانی، بیمارستان ها و مرکز اورژانس به شبکه اطلاع رسانی برای فوریتهای آلودگی هوا	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
	طراحی و اجرای سیستمهای مداخله گرایانه برای کاهش اثرات آلودگی هوا بر سلامتی	کلیه وزارتخانهها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
پایش زیست محیطی	پروژه ایجاد مرکز پایش زیست محیطی لحظه ای	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا
	پروژه گسترش و تجهیز واحدهای گشت سیار زیست محیطی	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا
	آزمون اتفاقی خودروها	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا
	پروژه تجهیز ۵۰ دودکش بزرگ واحدهای صنعتی و تولیدی به سیستم پایش لحظه ای	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا
	نصب ۵ ایستگاه سنجش کیفیت هوا (شهرداری) و ۱۷ ایستگاه سنجش کیفیت هوا (سازمان حفاظت محیط زیست)	کلیه وزارتخانه ها و سازمان های مؤثر در ایجاد و یا کاهش آلودگی هوا



کمتری نسبت به ایران هستند، اما باید توجه نمود که موقعیت مکانی و جغرافیایی قرار گیری شهرهای بزرگ آن ها دارای مشکلات و مسائل حادی نظیر شهر تهران نمی باشد. همچنین کشوری نظیر مالزی دارای تعداد ایستگاه های پایش بسیار بیشتری نسبت به ایران است و مهمتر از همه این که دارای برنامه مدیریت اصولی جهت نیل به اهداف بلندمدت در این زمینه هستند.

گرچه شهری مانند تهران دارای طرح جامع کاهش آلودگی هوا می باشد ولی اجرای آن به شدت دچار ضعف می باشد. نخستین نکته در این رابطه فقدان یک نهاد مسئول در این زمینه است. در حال حاضر پایش کیفیت هوا در شهر تهران دارای مسئولان متعددی است. سازمان حفاظت محیط زیست به عنوان متولی اصلی تعدادی از ایستگاه ها را در اختیار دارد. شرکت کنترل کیفیت هوا و وزارت بهداشت و درمان نیز به صورت جداگانه برنامه های پایش کیفیت هوا را دنبال می نمایند. بنابراین توصیه می شود در نخستین گام جهت بهبود وضعیت موجود

چهار سازمان شامل اداره کل محیط زیست استان تهران، شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، اداره کل هواشناسی استان تهران و اداره سلامت و بهداشت کار مشغول فعالیت هستند. با توجه به تقسیم وظایف صورت گرفته کلیه اطلاعات حاصل از سنجش آلاینده های هوا در این مرکز جمع آوری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و سپس در خصوص وضعیت کیفی هوا اطلاع رسانی صورت می گیرد. ذکر این نکته ضروری است که سایر شهرهای آلوده کشور شامل اصفهان، تبریز، شیراز، اهواز، اراک و مشهد دارای طرح جامع کاهش آلودگی هوا می باشند و این شهرها نیز برنامه های استقرار سیستم پایش آلودگی هوا را در دست اقدام دارند.

۴- بحث و نتیجه گیری

وضعیت کنونی کشور ایران از نظر سیستم پایش کیفیت هوا در شرایط مطلوبی قرار ندارد. گرچه کشورهایی نظیر فیلیپین در شرایط فعلی دارای ایستگاه دائمی



کلیه مسئولیت ها در یک نهاد متمرکز شود. دومین نکته در رابطه با پایش کیفیت هوا در شهر تهران عدم امکان دسترسی آسان به اطلاعات حاصل از پایش کیفیت هوا برای متخصصان و عموم مردم است که موجب عدم بهره‌گیری مناسب از اطلاعات نه چندان کافی در رابطه با آلاینده‌های هوا در شهر تهران می‌شود. تعداد اندک ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر تهران نیز از جمله محدودیت‌های کنونی است که توصیه می‌شود طی دوره‌های چهار ساله این تعداد به ۴۰ ایستگاه در سطح شهر افزایش یابد. لازم به ذکر است نگهداری، تعمیر و کالیبراسیون به موقع و همیشگی این ایستگاه‌ها از الزامات ضروری جهت جلوگیری از خرابی آن‌هاست که متأسفانه به این نکته کمتر توجه شده است. براساس برنامه‌های پایش کیفیت هوا در کلان‌شهرهای کشورهای مورد مطالعه، مشخص گردید که مزیت اصلی برنامه‌های پایش در این کشورها وجود برنامه‌های اجرایی و تعهد مسئولان به اجرای آن‌ها می‌باشد. این برنامه‌ها توسط یک نهاد مشخص به اجرا درمی‌آیند و ارگان‌های مختلف دچار تداخل امور با یکدیگر در این رابطه نیستند. لذا توصیه می‌گردد مسئولیت نصب، استقرار و کالیبراسیون ایستگاه‌ها و جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاع‌رسانی وضعیت کیفیت آلودگی هوا تنها بر عهده متولی اصلی آن که سازمان حفاظت محیط زیست است، باشد.

منابع

- 1- Air Pollution Monitoring in Sri Lanka, 2005.
- 2- EPA, 1998, SLAMS/ NAMS/ PAMS Network Review Guidance.
- 3-Hight, Jim& Ferrier, Grant, 2006, The Impact of Monitoring Equipment on Air Quality Management Capacity in Developing Countries, OECD.
- ۴- اداره کل محیط‌زیست استان تهران، ۱۳۸۰، فزاینده‌ای از برنامه جامع کاهش آلودگی هوای تهران ناشی از حمل و نقل و دست‌آوردها
- ۵- پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، ۱۳۷۹، تدوین الگوی اقدام اطلاعاتی پایه برای مطالعه آلودگی هوای شهرها
- ۶- حسینی الهاشمی، اعظم السادات، ۱۳۸۳، بررسی روند فعالیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلودگی هوا تهران، فصلنامه علمی محیط‌زیست، شماره ۴۳
- ۷- سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۷۸، طرح جامع کاهش آلودگی هوای تهران
- ۸- سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۸۴، اولویت‌های اجرایی برنامه چهارم توسعه کشور در زمینه طرح جامع کاهش آلودگی هوای تهران
- ۹- مرکز تحقیقات و مطالعات محیط زیست و انرژی، ۱۳۸۲، بررسی آلودگی هوای منطقه ۲۲ شهرداری تهران

با توجه به عدم جانمایی صحیح ایستگاه‌های فعلی پیشنهاد می‌گردد برای استقرار ایستگاه‌های جدید ضوابط و استانداردهای جانمایی مدنظر قرار گیرد. در نهایت برای برنامه‌ریزی مدیریت پایش کیفیت هوا در شهری نظیر تهران، توجه و استفاده از تجربیات کشورهای در حال توسعه‌ای نظیر مالزی و چین و همچنین کشورهای پیشرفته اروپایی ضروری است. توصیه می‌گردد برنامه‌های کشورهای فوق‌الذکر اخذ شده و پس از تجزیه و تحلیل و کارشناسی، مزایا و محدودیت‌های آن‌ها شناسایی شده و در برنامه‌ریزی‌های مدیریت پایش در شهرهای بزرگ کشور از نتایج آن‌ها بهره‌گیری شود. همچنین براساس اولویت‌های اجرایی برنامه چهارم توسعه کشور در رابطه با طرح جامع کاهش آلودگی هوای شهر تهران ذکر این نکته ضروری است که بایستی تمام سعی مسئولین بر تحقق اهداف فوق‌الذکر متمرکز گردد. لذا در راستای نیل به این اهداف، تدوین دستورالعمل‌های اجرایی برای استقرار ایستگاه‌های جدید پایش از سوی سازمان حفاظت محیط زیست، یکپارچه نمودن مدیریت سیستم پایش در شهر تهران و افزایش تحقیق و پژوهش در رابطه با پایش آلودگی هوا الزامی است.

Improvement of air quality monitoring management system using developing countries' experiences

- Abdolreza Karbasi *
 - Mohammad Sadeq Sekhavatjoo **
 - Azamosadat Hosseini Alhashemi **
- *Faculty of Environment, Tehran University
**Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University

Abstract:

The concentration of air pollution sources such as industries, vehicles, houses, and commercial activities as well as the continuous release of air pollutants in small urban areas has decreased the environment's purification capacity rate.

Air quality monitoring management consists of hardware and software components. One of the most important necessities for air pollution management is the use of suitable equipment and sampling instruments for the measurement of air pollutants. Modern equipment can measure air pollutants continuously using radio metrical and electrochemical sensors. Therefore, a data bank can be prepared for the air pollutants.

There are adequate regulations and standards regarding the air pollution in developing countries, but they alone are not effective in the reduction of air pollution. The

existence of a suitable air pollution data bank is one of the pre-requisites for the implementation of regulations and standards and the preparation of a comprehensive air quality monitoring systems in large cities like Tehran.

To this end and in this study, the air quality monitoring management plans of some developing countries such as the Philippines, Hong Kong, Seri Lanka, and Malasia are compared and their positive and negative points are identified. Then, these plans are compared with the air quality monitoring systems in Iran. Finally, certain suggestions are made for removing the weaknesses and improving the air pollution monitoring systems.

Key words: Air quality monitoring management, air pollution, measurement, developing countries