



دستورالعمل مکانیابی ایستگاه های سنجش آلودگی هوا

مرکز ملی هوا و تغییر اقلیم
معاونت محیط زیست انسانی
سازمان حفاظت محیط زیست

دی ماه ۱۳۹۷

تهیه کنندگان:
مسعود زندی
مریم ایزدپناه



مقدمه:

آلودگی روز افزون شهرهای بزرگ در نتیجه تردد میلیونها خودروی کوچک و بزرگ و وجود کارخانجات متعددی که فعالیت آنها با آلودگی هوا همراه است و یکی از چالش‌های مهم زیست محیطی محسوب می‌گردد.

به منظور بررسی وضعیت کیفی هوای محیط اطراف و آگاهی از میزان و غلظت آلاینده‌ها که اثرات سوء و مخربی بر سلامت انسان و محیط زیست دارند، اندازه‌گیری و پایش هوا امری غیرقابل اجتناب است. لذا نصب و استقرار ایستگاههای سنجش هوای محیط به عنوان یک ابزار مدیریتی جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا بسیار مهم و ضروری می‌باشد. مدیریت صحیح نیز زمانی میسر خواهد بود که همواره منبع اطلاعاتی صحیحی از وضعیت کیفی هوا در دست باشد و ایستگاههای سنجش آلودگی هوا مهمترین منبع برای تامین اطلاعات به شمار می‌روند.

با راه اندازی ایستگاهها و بررسی آمارهای روزانه و سالیانه شبکه‌ها نیازهای اطلاعاتی و نحوه اصلاح آنها تامین می‌گردد و در عین حال اطلاعات بدست آمده از شبکه به صورت چند منظوره قابل استفاده و بهره برداری است.

در این ارتباط تهیه دستور العمل مشخصی که بتواند به بهترین نحو ممکن جوابگوی تعیین مکان ایستگاهها و شناخت کیفی هوا باشد، ضروری به نظر می‌رسد.

ضرورت و اهداف جمع آوری اطلاعات

اطلاعات کسب شده از شبکه‌های نمونه برداری و پایش در موارد زیر قابل استفاده است:

- 1- تامین اطلاعات مربوط به وضعیت کیفی هوا
- 2- ارتباط پارامترهای مختلف آلودگی با یکدیگر
- 3- دستیابی به حداکثر و حداقل غلظت آلاینده‌ها
- 4- جمع‌آوری اطلاعات در خصوص روزهای دارای حداکثر آلودگی
- 5- دستیابی به استاندارد های ملی مرتبط با آلودگی هوا
- 6- شناخت آلوده ترین نقاط شهری و برنامه ریزی جهت کاهش مشکلات
- 7- فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز جهت انجام مطالعات مدلینگ انتشار آلودگی
- 8- پیش بینی احتمال ریزش بارانهای اسیدی
- 9- تسهیل در انجام مطالعات علمی مرتبط با آلودگی هوا

۱۰- تعیین اثر منابع آلاینده بر روی هوای محیط

۱۱- تعیین دامنه انتقال آلودگی در مناطق آلوده شهری

۱۲- مقایسه اطلاعات و تجزیه و تحلیل تاثیر کاربریهای شهری بر میزان آلاینده ها

بهر حال به منظور آگاهی از وضعیت کیفی هوای شهرها، وجود یک سیستم نظارتی کیفی که بتواند غلظت آلاینده های هوا را در ایستگاههای متعدد طراحی و اجرا نماید برای کلیه شهرهای بزرگ کشور امری الزامی است.

تکنیک های تحلیلی برای ارزیابی جنبه های فنی نظارت بر شبکه ها در چارچوب کلی ارزیابی شبکه های منطقه ای مورد بحث در جدیدترین نسخه NAMMS (آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده، NAMMS ۲۰۰۵) قرار گرفته است. نمونه هایی از مراحل درگیر انجام ارزیابی شبکه در جدول ذیل آورده شده است.

مرحله	شرح	مثالها
۱	آماده سازی یا به روز رسانی توصیف منطقه ای، بحث و بررسی ویژگی های مهمی که باید برای طراحی شبکه در نظر گرفته شود.	توپوگرافی، اقلیم، جمعیت، روند جمعیتی شناسی، منابع عمده انتشار و وضعیت فعلی کیفیت هوا
۲	تهیه و یا به روز رسانی سابقه کار شبکه که توسعه سیستم پایش هوا را در طول زمان و انگیزه های تغییرات شبکه، مانند تغییر نیازها یا منابع، را توضیح می دهد.	مشخصات سابقه شبکه (بعنوان مثال، تعداد و مکان ایستگاه های پایش به شکل گرافیکی یا جدول براساس آلاینده و سال)
۳	انجام تجزیه و تحلیل آماری از داده های پایش موجود. این تجزیه و تحلیل ها می تواند برای شناسایی انحراف احتمالی و یا تعیین کیفیت سایت های موجود پایش مورد استفاده قرار گیرد.	همبستگی سایت، مقایسه با NAAQS، تجزیه و تحلیل روند، تجزیه و تحلیل فضایی و تجزیه و تحیل عامل National Ambient Air Quality Standard
۴	انجام تجزیه و تحلیل وضعیت، که ممکن است عینی (خارجی) یا ذهنی (داخلی) باشد. این تجزیه و تحلیل ها، شبکه و سایت های انحصاری را با جزئیات بیشتر، با توجه به تحقیقات، سیاست ها و نیازهای منابع، مدنظر دارد.	خطر عبور از NAAQS در آینده، تغییرات جمعیتی، الزامات برنامه های اجرایی و جاری ایالتها (SIP) یا برنامه های تعمیر و نگهداری، انبوهی یا کمبود در شبکه های موجود، تحقیقات علمی یا نیازهای بهداشت عمومی و سایر شرایط (از قبیل عوامل سیاسی) State Implementation Plan
۵	پیشنهاد تغییرات در شبکه پایش، بر اساس تجزیه و تحلیل آماری و وضعیتی که به طور خاص برای اهداف اولویت بندی شده و بودجه برنامه پایش هوا مدنظر قرار گرفته شده است.	کاهش تعداد سایت ها برای یک آلاینده منتخب، افزایش بهره برداری با سایر شبکه ها و افزودن اندازه گیری های جدید در سایت ها برای افزایش سودمندی داده ها
۶	از سازمان های دولتی و محلی یا ذینفعان، اطلاعاتی کسب نموده و پیشنهادات مناسب را بازنگری کنید.	

ضوابط کلی احداث ایستگاه سنجش آلودگی هوا

به منظور مکانیابی و استقرار ایستگاههای سنجش آلودگی هوا توجه به ملاحظات استراتژیکی و شرایط محلی ضروری می باشد. برخی نکات مهم در این زمینه عبارتند از:

- ۱- فضای کار (ابعاد محیط)
- ۲- بررسی تغییرات آب و هوا، رطوبت، لرزه، گرد و غبار، میدان مغناطیسی، ناپیوستگی جریان برق
- ۳- دسترسی به مراکز اندازه گیری. در این مورد حداقل فاصله مرکز اندازه گیری و محل نمونه برداری باید در نظر گرفته شود تا نمونه هوای مورد نظر مدت زمان کمتری در تیوپ جاذب باقی بماند و قطر و جنس تیوپ جاذب و فاصله آن تا دستگاه با پیروی از دستورالعمل های خاص آن تعیین می گردد.
- ۴- تهویه مطبوع
- ۵- ایجاد تسهیلات بیشتر در خصوص استفاده از دستگاهها (کابین، سرپناه و ...)
- ۶- نصب خطوط برق و تلفن
- ۷- هزینه مالکیت و یا اجاره و اخذ مجوز احداث
- ۸- توجه به مسائل زیبا سازی
- ۹- امنیت دستگاهها شامل نزدیکی به مراکز آتش نشانی، مخابرات، پلیس و ...
- ۱۰- توجه به دستورالعمل های مختلف در زمینه نگهداری، تنظیم و کالیبراسیون دستگاه ها

شناسایی نیازهای نظارتی

قبل از شروع ارزیابی شبکه، اهداف شبکه باید مورد بازنگری و اولویت بندی قرار بگیرد. شبکه ها برای رویارویی با اهداف مختلف مانند تطبیق پایش با NAAQS، گزارش دهی عمومی بر اساس شاخص کیفیت هوا (AQI)، ارزیابی میزان آلودگی به جمعیت، ارزیابی جابجایی آلاینده ها، پایش منابع انتشار آلاینده های خاص، پایش شرایط حومه شهری، مدل های ارزیابی و سایر موارد بسیار کاربردی هستند. این اهداف بر اساس پایش های اولیه یا ثانویه و خاص در شبکه که اهداف متفاوتی را تعقیب می کنند، اولویت بندی می شوند.

هر روش تحلیلی منتخب برای پشتیبانی از ارزیابی شبکه، باید متناسب با اهداف کلی شبکه و سایت های خاص انتخاب شود. علاوه بر این، منابع سرمایه گذاری شده در هر تحلیل باید متناسب با اولویت بندی اهدافی باشد که مورد ارزشیابی قرار می گیرد.

جدول زیر، برخی اهداف کلی را برای پایش شبکه ها فهرست بندی نموده است. گرچه این فهرست برای کلیه آلاینده ها کاربردی نیست.

ارزیابی های شبکه می تواند به صورت کمی نقص ها و موفقیت ها و توانمندی های شبکه پایش را برای رویارویی با اهداف پایش اندازه گیری کند. بنابر این اهداف پایش که به صراحت تعریف شده می تواند اساس ارزیابی فنی شبکه پایش باشد.

هنگامی که اهداف تعریف می شوند، تجزیه و تحلیل آماری یا موقعیتی مناسب می تواند برای هر مورد ارزشیابی مورد توجه و انتخاب قرار گیرد.

اهداف معمول برای شبکه های پایش هوای آزاد

هدف	مثال	نظرات
راه اندازی بخش انطباق با مقررات	مطابق با الزامات ملی	مکان یابی ایستگاههای پایش می تواند بر اساس استاندارد های بین المللی باشد یا بر اساس مقررات کشوری
توسعه بررسی علمی کیفیت هوا با حمایت از انواع روش های دیگر ارزیابی یا تحلیل	ارزشیابی مدل کیفیت هوا	ایستگاههای پایش در مجاورت مرزها بر اساس مدل دامنه برای توسعه شرایط مرزی کاربردی است پایش از طریق یک دامنه به ارزشیابی و کاربردی شدن مدل کمک می کند
	ارزشیابی کاهش انتشار یا ارزیابی سیاهه انتشار	پایش مرکز شهر و مناطق با سطح انتشار بالای آلاینده ها می تواند برای ارزشیابی سیاهه و ردیابی انتشار مفید باشند.
بررسی روند تغییرات هوا	سهم منابع	ایستگاههای پایش با جمع آوری انواع آلاینده ها (به عنوان مثال PM2.5) و با دقت بالای زمانی (۳ روز در میان یا شاید فواصل کمتر) برای تجزیه و تحلیل سهم منابع کاربردی است.
	تغییر فواصل زمانی نمونه برداری	نمونه برداری با فواصل کمتر از ۲۴ ساعت (به عنوان مثال، ۱ ساعت، ۳ ساعته) می تواند برای ردیابی الگوهای روزانه استفاده شوند.
بررسی سوابق روند کیفیت هوا	بررسی روند تغییرات	پایش بلند مدت برای درک و ردیابی روند تغییرات در بازه زمانی طولانی ارزشمند هستند.
	سوابق قدیمی	ایستگاههای پایش که روش نمونه گیری آن ها تغییر نکرده اند، در روند مقایسه های سالانه بسیار موثرند.
جانمایی مناسب جهت پایش آلاینده ها یا منابع انتشار	پایش یک منبع انتشار و بررسی اثرات کنترلی در منبع	استقرار ایستگاههای پایش نزدیک به منبع انتشار، برای ردیابی نحوه انتشار آلاینده ها از یک منبع خاص و بررسی نتیجه اقدامات راهبردی جهت کاهش انتشار یا ردیابی تغییرات ناشی از کنترل، کاربردی می باشند
	پایش مناطق دارای میزان انتشار بالای مواد آلاینده	برای آلاینده های ثانویه مانند اوزون، ایستگاههای پایش در مناطقی که دارای حداکثر انتشار آلاینده است، قرار می گیرند تا برای طراحی روش های کنترلی و مدلسازی کاربردی باشند.
	پایش منطقه دارای میزان حداکثر غلظت آلاینده	نمونه برداری از پایین دست باد نسبت به نقطه نشر ضروری می باشد.

	تولید شده	
پایش از مناطق حومه شهری با غلظت کم انتشار	ایستگاههای پایشی که در مناطق حومه شهر قرار دارند بطور منظم ، پایین ترین مقدار مورد انتظار را در منطقه را اندازه گیری می کند. این نمونه برداری ها برای ارزیابی مقایسه ای بین ایستگاههای پایش مناطق مورد ارزیابی ، کاربرد دارند.	
پایش آلاینده های جایگزین	بعضی از آلاینده ها بجای سایر آلاینده ها اندازه گیری ها میشوند، که به طور مداوم پایش نمی شوند. برای مثال، پایش CO می تواند بجای دود ناشی از سوزاندن چوب انجام پذیرد. (پارک و همکاران، ۲۰۰۵).	
مشخصات مرزی / جابجایی	ایستگاههای پایشی که در نزدیکی مرزهای سیاسی یا بین مناطق شهری یا صنعتی واقع شده اند برای توصیف نحوه جابجایی آلاینده ها بین مناطق کاربردی هستند.	
هم پوشانی و فهم گرادیان آلاینده	تراکم ایستگاههای پایش، نقشه های روند تغییرات را بهبود می بخشد مانند موارد استفاده شده در AIRNow (سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده، ۲۰۰۳) ایستگاههای پایش نزدیک مرز شهری به خصوص برای محدود کردن همپوشانی های غلظت های بالای آلاینده ها کاربردی است.	بررسی روند توزیع مکانی آلاینده های هوا
مسئولیت / اندازه گیری عملکرد	داده های ثبت شده در ایستگاههای پایش برای اندازه گیری اثرات برنامه ها و استراتژی های بکار گرفته می شود ایستگاههای پایش در مناطق تحت تاثیر برای ارزیابی اثربخشی اقدامات کنترلی کاربردی ترند.	
کمک به پایش بینی	ایستگاههای پایش بالا دست باد برای پایش بینی کیفیت هوا مفید هستند. برای پایش بینی میزان ازن، NOx مفید می باشند. پایش مداوم برای PM2.5 مناسب تر است.	
عدالت زیست محیطی	مقایسه نتایج داده های ایستگاههای پایش در مناطقی فقیر نشین و مرفه واقع شده اند از ارزش ویژه ای بمنظور ارزیابی مسائل عدالت زیست محیطی دارد .	میزان تاثیر آلاینده های هوا
گزارش های عمومی از شاخص کیفیت هوا (AQI)	ایستگاههای پایش واقع در مناطق مسکونی، اداری و تفریحی برای بیان میزان مواجهه با آلودگی و حفاظت از سلامت عمومی، مهم است	برجمعیت

بررسی محیط اطراف ایستگاه :

- ۱- بررسی دقیق عناصر طبیعی و مصنوعی اطراف از قبیل درختان ، موانع، ساختمان ها و... بطور مثال فاصله درختان از محل نمونه برداری می باید حداقل ۱۰ متر در نظر گرفته شود.
- ۲- عدم استقرار ایستگاه در مناطق دارای شیب ناگهانی (تغییرات چشمگیر شیب)
- ۳- عدم استقرار ایستگاه در نزدیکی رودخانه های عریض (حداقل فاصله ۱۰ متر)

فاصله از منابع:

فضای اطراف ایستگاه و محل نمونه برداری دارای شرایط خاصی می باشد.

$$\text{فاصله از منابع / ارتفاع مانع} = \text{Tg } a \quad 0 < a < 20^\circ$$

در شرایط مناسب a برحسب درجه می باشد.

جهت باد غالب نیز در چنین مواقعی بخصوص در فصولی که احتمال انباشت آلاینده ها بسیار زیاد است حائز اهمیت می باشد. بدین منظور مکان ایستگاه باید کمترین تاثیر را بر روی تراکم و انباشت آلاینده ها داشته باشد.

فاصله و موقعیت نسبت به محل نصب دستگاه:

اگر دستگاه نمونه برداری بر روی دیوار نصب شود توجه به نکات ذیل ضروری است:

- 1- دستگاه نباید بر روی دیوار بخش جنوبی ساختمان نصب گردد.
 - 2- دیوار محل قرار گیری دستگاه اندازه گیری بویژه در زمستان (به استثنای ایستگاه های ترافیکی در خیابانهای تنگ و باریک) باید مقابل باد غالب قرار گیرد.
 - 3- حداقل فاصله دیوار تا نقطه اندازه گیری باید ۱متر و زاویه آن تا دیوار ۱۸۰ درجه باشد.
- در صورت نصب دستگاه نمونه برداری بر روی سقف بایستی به موارد ذیل توجه نمود:
- 1- حداقل فاصله از حایل (سکو، دیوار و...) ۱متر و حداکثر ۲متر باشد و زاویه آن با حایل ۲۷۰ درجه باشد.
 - 2- کلیه موانع (دیوار، تراس، حفاظ و...) می باید بیش از ۳ متر از محل نمونه برداری فاصله داشته و دستگاه از لبه های بام، دور باشد.
 - 3- نقطه نمونه برداری می باید از هر منبع آلاینده داخلی ساختمان (دودکش، تهویه و...) دور باشد.

فاصله از زمین:

در راستای اندازه گیری آلاینده های مختلف در محل نمونه برداری، دستگاههای مورد نظر باید در ارتفاع ۱/۵ متر تا ۱۵ متر قرار گیرد و برای برخی از آلاینده ها این ارتفاع تا ۲۰ متر نیز در نظر گرفته می شود. مطالعات گسترده در زمینه تغییرات غلظت اکثر آلاینده ها نشان دهنده یکسان بودن سطح تراکم و تجمع آلاینده ها در این دامنه تغییرات ارتفاع می باشد.

ویژگی های ایستگاه سیار سنجش آلودگی هوا

ایستگاه سیار سنجش آلودگی هوا، دارای ویژگی های زیر است:

- 1- قابلیت اندازه گیری آلاینده های هوا و پارامترهای هواشناسی بصورت لحظه ای
- 2- امکان استقرار در هر نقطه از سطح شهر برای اندازه گیری آلاینده های هوا
- 3- قابلیت ارسال داده های مربوط به آلاینده های هوا و پارامترهای هواشناسی توسط خط تلفن مودم به سایت
- 4- مجهز بودن ایستگاه به سیستم اطفاء حریق
- 5- قابلیت کالیبره نمودن دستگاه های مستقر در ایستگاه بوسیله خط تلفن و نرم افزارهای مرتبط از طریق سایت مرکزی و پی گیری هر نوع خلل بدون حضور فیزیکی در ایستگاه
- 6- پیش بینی باطری خشک جهت برق رسانی برای مدت زمانی محدود در زمان قطع برق
- 7- سیستم عایق بندی بدنه ایستگاه جهت ثبات دمای داخل محوطه برای اندازه گیری بهینه

طبقه بندی ایستگاهها

بطور کلی محل ایستگاه تا حد امکان باید نماینده مناطق اطراف خود باشد، بطور مثال ایستگاههای ترافیکی بایستی معرف وضعیت هوا برای بیش از ۲۰۰ متر مربع اطراف خود باشند و این میزان برای ایستگاههای واقع در حومه شهر به چندین برابر می رسد.

طبقه بندی های مختلفی در زمینه انواع ایستگاهها و محدوده تحت پوشش آنها وجود دارد. طبقه بندی

کشور فرانسه در ذیل بررسی می شود:

۱- ایستگاههای شهری :

- هدف: این ایستگاهها به منظور بررسی تاثیر آلاینده ها بر جمعیت در معرض آلودگی در شهرهای احداث می شود.

- آلاینده های مورد بررسی : $SO_2, O_3, PM_{10}, NO_x, CO$ و ترکیبات آلی فرار

- منابع آلاینده: آلودگی ناشی از فعالیت های صنعتی و تردد وسایل نقلیه موتوری (خیابانهای پر ترافیک) منابع عمده آلودگی می باشد.
همچنین ایستگاهها شهری بایستی از تعمیر گاههای اتومبیل، پارکینگ های بزرگ حداقل ۲۰۰ متر و از ایستگاههای اتوبوس و تاکسی حدوداً ۱۰۰ متر فاصله داشته باشد.

۲- ایستگاههای حاشیه شهر (پایین دست باد و بالا دست باد):

هدف: بررسی تاثیر آلاینده ها بر جمعیت ساکن حومه شهرها و بررسی آلاینده های فتوشیمیایی به ویژه ازن

آلاینده های مورد بررسی: PM_{10} ، SO_2 ، NO_x ، O_3

منابع آلاینده: این مناطق بیشتر تحت تاثیر منابع آلاینده شهری و مناطق صنعتی و اطراف شهرها می باشند.

۳- ایستگاههای روستایی با کاربرد منطقه ای:

هدف: بررسی تاثیر آلودگی هوا بر روی اکوسیستم ها و جمعیت ساکن در کلیه مناطق بویژه در مناطق روستایی و در مقیاس منطقه ای و در آلاینده های اتمسفری

آلاینده های مورد بررسی: NO_x و O_3 و آلاینده های فتوشیمیایی، رسوب گذاری خشک و مرطوب و آلاینده های محلی مانند آمونیاک

منابع آلاینده: این ایستگاهها تحت تاثیر آلاینده های محلی قرار دارند.

۴- ایستگاههای روستایی با کاربری ملی:

هدف: بررسی آلودگی هوای ناشی از جابجایی توده های هوا در مسافت های طولانی و خارج از مرز کشورها و در مقیاس قاره ای می باشد.

آلاینده های مورد بررسی: O_3 و NO_x و آلاینده های انتقالی طبق کنوانسیون ژنو

مشخصات جغرافیایی: این ایستگاهها باید در محلی قرار گیرد که کوههای بلند و دره های عمیق، درختان، ساختمانها، دریاها در فاصله خاصی از ایستگاه قرار گیرند. جهت باد غالب، میزان بارش و رکورد جریانات هوا در ویژگیهای جریان عبوری تاثیر می گذارد. بطور کلی این ایستگاهها بایستی در مناطق با پستی و بلندی های کم و نسبتاً صاف و وزش باد ملایم قرار گیرد.

منابع آلاینده: آلودگی ناشی از شهرهای مجاور مناطق روستایی اثرات نامطلوبی بر این ایستگاهها دارد. بدین منظور این ایستگاهها بایستی در فاصله معینی از شهرها قرار گیرند.

- شهر های با جمعیت بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ سکنه فاصله بیشتر از ۱۰ کیلومتر

- شهر های با جمعیت بیشتر از ۷۵۰۰۰ سکنه فاصله بیشتر از ۲۰ کیلومتر

۵- ایستگاههای صنعتی :

هدف: بررسی تاثیر آلاینده های ناشی از منابع ساکن
آلاینده های مورد بررسی : کلیه آلاینده های ناشی از فعالیت صنعتی شامل SO₂، فلزات سنگین ، دی اکسین ها، VOC، NO_x و...
منابع آلاینده : کلیه فعالیت های صنعتی شامل تولید ، استخراج، جابجایی، انتقال و توزیع انرژی، دفع مواد زاید و...

۶- ایستگاههای کنار جاده ای (ترافیکی) :

هدف: بررسی آلودگی ناشی از خیابانها نزدیک به مناطق پر جمعیت
آلاینده های مورد بررسی : CO، NO_x ، ذرات معلق، فلزات سنگین، سرب، و مواد آلی سمی
منابع آلاینده : این ایستگاهها باید تحت تاثیر مستقیم خیابان و وسایل نقلیه باشند به همین منظور استفاده از موانعی چون پوشش گیاهی با ارتفاع بلند و پرچین و دیوار اندازه گیری را مختل می کند. این ایستگاهها باید نزدیک خیابانهایی با مشخصات زیر قرار گیرند:

❖ خیابانهای با ترافیک بیشتر از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در روز

❖ خیابانهای تنگ و باریک دارای ترافیک بالا

در موارد خاص که ایستگاه در نزدیک جاده های تنگ و باریک قرار دارد ایستگاه بایستی در کنار پیاده رو و در سمتی از خیابان قرار گیرد(پشت به باد) که کمتر از باد غالب تاثیر بگیرد

۷- ایستگاههای خاص:

هدف: بررسی و پیش بینی آلاینده های ناشی از منابع غیر صنعتی و وسایل نقلیه موتوری مانند آلودگی ناشی از فعالیت های کشاورزی و

حداقل تعداد ایستگاه مورد نیاز براساس جمعیت منطقه

حداقل تعداد ایستگاه اندازه گیری SO ₂ ، NO ₂ ، PM ₁₀ ، CO، Pb برای مناطقی که غلظت آلاینده‌ها از مقدار برآورد اولیه بسیار بالاتر است (EC, 1999 and 2000)	تعداد تقریبی ایستگاه‌های سنجش PM ₁₀ و SO ₂ برای مناطق با میزان غلظت بالای آلاینده (EPA, 1998)	جمعیت (نفر)
۱	۱-۲	۰ تا ۲۵۰,۰۰۰
۲	۳-۴	۲۵۰,۰۰۰ تا ۵۰۰,۰۰۰
۲	۴-۸	۵۰۰,۰۰۰ تا ۷۵۰,۰۰۰
۳		۷۵۰,۰۰۰ تا ۱ میلیون
۴	۶-۱۰	۱ میلیون - ۱/۵ میلیون
۵		۱/۵ میلیون - ۲ میلیون
۶		۲ میلیون - ۲/۷۵ میلیون
۷		۲/۷۵ میلیون - ۳/۷۵ میلیون
۸		۳/۷۵ میلیون - ۴/۷۵ میلیون
۹		۴/۷۵ میلیون - ۶ میلیون
۱۰		بیشتر از ۶ میلیون

سایر ملاحظات

- در برآورد حداقل تعداد ایستگاه مورد نیاز بایستی موارد ذیل نیز مورد توجه واقع شوند:
- **توپوگرافی:** تغییرات قابل توجه در شرایط توپوگرافی منطقه میتواند نیاز به اضافه نمودن نقاط جدید برای ایستگاه باشد.
- **شرایط جوی:** الگوی متغیر جهت وزش باد میتواند از عوامل مورد نیاز به اضافه نمودن نقاط جدید برای ایستگاه باشد.
- **موجودی انتشار:** مکان، تعداد و انواع کارخانجات میتواند بر محاسبات تعداد سایت ها جهت پایش منطقه موثر باشد.
- **تراکم جمعیت:** یک شهر با تراکم جمعیتی متغیر نیاز به تعداد بیشتری از نقاط جهت ایستگاه پایش دارد.

مکانیابی ایستگاههای بزرگ مقیاس (Macro sitting)

ایستگاههای سنجش باید در جایی از منطقه مسقر گردد تا توانایی توضیح اندازه گیری های زیر را داشته باشد:

- حدانتظاری غلظت آلاینده ها
- غلظت آلاینده ها در مناطق با تراکم بالای جمعیتی
- اثر تشدید منابع بزرگ انتشار آلاینده
- مبنای غلظت های پایه آلاینده ها
- تغییرات آلاینده های منطقه ای و اثراتش بر منطقه های شهری پایین دست

با توجه به این موارد مکانیابی (Macro sitting) در ایران بدین صورت برآورد می گردد:

- ❖ حداقل یک ایستگاه ترافیکی
- ❖ حداقل یک ایستگاه مسکونی شهری در منطقه ای با تراکم بالای غلظت آلاینده ها
- ❖ حداقل یک ایستگاه بالا دست باد برای تعیین غلظت های پایه
- ❖ حداقل یک ایستگاه پایین دست باد برای ارزیابی میزان آلاینده ها در منطقه
- ❖ حداقل یک ایستگاه برای منطقه بزرگ صنعتی

مکانیابی ایستگاههای کوچک مقیاس (micro sitting)

معیارهای اصلی برای مکانیابی این دسته از ایستگاهها عبارتند از:

- ❖ آیا منبعی که بر روی داده ها تاثیر گذار باشد در نزدیکی ایستگاه موجود است؟
- ❖ آیا موقعیت مکانی قابل دسترسی است؟
- ❖ آیا دسترسی به برق و سایر لوازم مورد نیاز آسان است؟
- ❖ آیا فضای مناسب برای استقرار ایستگاه و محافظت از آن وجود دارد؟
- ❖ آیا در اطراف نقطه مورد نظر موانعی برای جریان هوا وجود دارد؟
- ❖ آیا برای مدت طولانی از این نقطه جهت استقرار ایستگاه میتوانیم استفاده کنیم؟
- ❖ اعتراض مکانهای همجوار

دستورالعمل تعیین مکان مناسب برای استقرار ایستگاههای سنجش آلودگی هوا

به منظور تعیین محل مناسب ایستگاه ثابت اندازه گیری آلودگی هوا بایستی به موارد ذیل و جدول توجه

نمود:

- نوع ایستگاه (مسکونی، صنعتی، ترافیکی)
- فاصله از درخت
- نوع پوشش زمین
- فاصله از ساختمان
- ارتفاع ساختمان مجاور
- فاصله از جدول خیابان، بزرگراه، اتوبان
- فاصله از تقاطع
- ارتفاع از سطح زمین
- فاصله از منبع تولید آلودگی
- جهت وزش باد

جدول فواصل قابل قبول در مکانیابی مناسب		
مشخصات مناسب مکان انتخابی جهت استقرار ایستگاه پایش آلودگی هوای آزاد		
مشاهدات	الزامات	معیارها
	آسفالت، زمین خاکی، چمن	۱- نوع پوشش
	حداقل ۲۵ متر مربع	۲- فضای مورد نیاز برای ایستگاه
	ایستگاه ترافیکی باید در سطح زمین باشند ایستگاه غیر ترافیکی بین ۰-۱۲ متر بالاتر از سطح زمین میتواند مستقر گردد	۳- ارتفاع از سطح زمین
	ایستگاههای ترافیکی: بین ۲-۵ متر از نزدیکترین جدول	۴- فاصله از جدول خیابان
	ایستگاه ترافیکی: باید در میان تقاطع قرار گیرد	۵- فاصله از تقاطع
	۳ برابر عرض خیابان	۶- مکانیابی ایستگاه ترافیکی در خیابان های کم عرض با ساختمانهای مرتفع در دو طرف خیابان
	حداقل فاصله ۲۰۰ متر	۷- برای ایستگاه غیر ترافیکی، فاصله ایستگاه از بزرگراه یا خیابان اصلی
	حداقل فاصله ۱۰۰ متر	۸- برای ایستگاه غیر ترافیکی، فاصله ایستگاه از خیابان های عریض با ترافیک متوسط
	حداقل فاصله ۴۰ متر	۹- برای ایستگاه غیر ترافیکی، فاصله ایستگاه از خیابان های عریض با ترافیک متوسط
	تقریباً ۱۵-۳۰ کیلومتر	۱۰- برای ایستگاه های پایین دست باد، فاصله تا حاشیه شهر
	دو برابر اختلاف ارتفاع سقف مانع تا سقف ایستگاه	۱۱- فاصله ایستگاه از موانع
	حداقل ۲۰ متر تا سایه عمودی درخت (drip line)	۱۲- فاصله ایستگاه تا درختان مجاور
	هیچگونه منبع انتشار نباید در مجاور ایستگاه باشد	۱۳- فاصله از منابع آلودگی
	برای ایستگاه غیر ترافیکی، حداقل ۲۷۰ درجه با احتساب قرار گرفتن جهت وزش باد غالب در این میدان برای ایستگاه ترافیکی، حداقل ۱۸۰ درجه	۱۴- حوزه میدان دید ایستگاه
	دسترسی آسان بصورت ۲۴ ساعته	۱۵- قابلیت دسترسی
	مشکلی برای اتصال خطوط برق و تلفن نباشد	۱۶- برق و تلفن
	توسعه های آتی نباید بر شرایط ایستگاه تاثیر گذار باشد	۱۷- توسعه های آتی

منابع :

- Environmental protection agency .SLAMS/NAMS/PAMS Network Review Guidance, 1998
- WHO: <http://www.euro.who.int/air>
- US EPA:
- <http://www.epa.gov/air/criteria.html>
- DRAFT National Ambient Air Monitoring Strategy (Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park, NC) December 2005
- AMBIENT AIR MONITORING NETWORK ASSESSMENT GUIDANCE (EPA-454/D-07-001 February 2007)
- UK:
<http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/strategy/pdf/chapter4.pdf>
- EU: <http://ec.europa.eu/environment/air/ambient.htm>
- <http://www.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/qaqc/redbook.pdf>
- <http://ec.europa.eu/environment/air/ambient.htm>