

محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا

اهمیت شاخص کیفیت هوا

کیفیت هوا، زندگی و تنفس انسان را تحت تأثیر قرار می دهد. همان گونه که وضعیت آب و هوا روز به روز و حتی ساعت به ساعت تغییر می کند، کیفیت هوا نیز می تواند متغیر باشد. مدیریت پایش و نظارت بر کیفیت هوا در شهرهای بزرگ داده های مربوط به کیفیت هوا را به شاخص کیفیت هوا تبدیل می کند و اطلاعات مورد نیاز را در اختیار عموم مردم قرار می دهد. بنابراین شاخص کیفیت هوا یک ابزار کلیدی جهت آگاهی از کیفیت هوا، نحوه اثر آلودگی هوا بر سلامت و روش های محافظتی در برابر آلودگی هوا است.

به طور کلی AQI، شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است. این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن آن) آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند. به عبارت دیگر AQI به اثرات سلامتی ناشی از مواجهه با هوای آلوده (ناسالم) می‌پردازد. برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی‌اکسید نیتروژن، ازن سطح زمین، مونوکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد، شاخص کیفیت هوا AQI محاسبه می‌شود.

رنگ‌ها	سطح اهمیت بهداشتی	شاخص کیفیت هوا
و با رنگ زیر نمایش می‌دهیم:	کیفیت هوا را این گونه توصیف می‌کنیم:	وقتی که شاخص کیفیت هوا در گستره زیر است:
	خوب	۰-۵۰
	متوسط	۵۱-۱۰۰
	ناسالم برای گروه‌های حساس	۱۰۱-۱۵۰
	ناسالم	۱۵۱-۲۰۰
	خیلی ناسالم	۲۰۱-۳۰۰
	خطرناک	بالا تر از ۳۰۰

سطوح مختلف شاخص کیفیت هوا و ارتباط آن با سلامت انسان

- به منظور درک آسان، شاخص کیفیت هوا به شش دسته طبقه بندی شده است که هر دسته را به سطوح مختلف سلامت انسان مربوط می سازد؛ این شش دسته به شرح ذیل است:



■ پاک: میزان شاخص در این حالت بین ۰ و ۵۰ است. در این شرایط کیفیت هوا رضایت بخش و دارای ریسک ناچیز و یا فاقد ریسک برای سلامتی است. این حالت با رنگ سبز نشان داده می شود. در کشور ما به این حالت وضعیت "خوب" نیز اطلاق می شود.

- قابل قبول: میزان شاخص در این حالت بین ۵۱ تا ۱۰۰ است. کیفیت هوا در این شرایط قابل قبول است؛ اگرچه آلودگی در این سطح ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد با ملاحظات بهداشتی خاص همراه باشد. در این شرایط افرادی که نسبت به ذرات معلق، دی اکسید نیتروژن و ازن حساسیت ویژه ای دارند ممکن است علائم تنفسی در آنها مشاهده شود. این حالت با رنگ زرد نشان داده می شود. در کشور ما به این حالت وضعیت "سالم" نیز اطلاق می شود.



■ ناسالم برای گروه‌های حساس: میزان شاخص در این حالت بین ۱۰۱ و ۱۵۰ است. بعضی از افراد گروه‌های حساس در این شرایط ممکن است اثرات بهداشتی منتسب به آلودگی هوا را تجربه کنند اما عموم مردم تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند. این حالت با رنگ نارنجی نشان داده می‌شود.

- **ناسالم:** میزان شاخص در این حالت بین ۱۵۱ و ۲۰۰ است. در این شرایط هر فردی ممکن است اثرات بهداشتی متناسب به آلودگی هوا را تجربه کند. اعضای گروه‌های حساس بیش از سایرین اثرات جدی را بر سلامت خود تجربه می‌کنند. این حالت با رنگ قرمز نشان داده می‌شود.

- بسیار ناسالم: میزان شاخص در این حالت بین ۲۰۱ تا ۳۰۰ قرار دارد و بدین معنی است که در این شرایط هر کسی ممکن است اثرات جدی بهداشتی منتسب به آلودگی هوا را تجربه کند. این حالت با رنگ بنفش نشان داده می‌شود.



- خطرناک: میزان شاخص در این حالت از ۳۰۰ بالاتر است و خطاری جدی برای سلامت انسان است. در این وضعیت تمام افراد جامعه تحت تأثیر اثرات بهداشتی جدی منتسب به آلودگی هوا قرار می گیرند. این حالت با رنگ خرمایی نشان داده می شود.



- با توجه به اینکه در بیشتر مواقع سال ذرات معلق (ناشی از احتراق خودروها خصوصا خودروهای سنگین مثل اتوبوس و کامیون و دود حاصل از صنایع، نیروگاه ها و پالایشگاه ها) باعث آلودگی هوا در شهرهای بزرگ کشورمان بویژه شهرهای استان البرز می باشد به همین دلیل دستورعمل های این آلاینده برای دور ماندن از خطرات آن در اینجا برای شما ذکر می گردد:

مقدار شاخص	سطوح مرتبط با سلامتی	دستور العمل احتیاطی
۰-۵۰	خوب (پاک)	ندارد
۵۱-۱۰۰	قابل قبول	افراد خیلی حساس در صورت امکان فعالیت های طولانی یا سنگین را کاهش دهند.
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه های حساس	افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید فعالیت های طولانی یا سنگین خارج از منزل را کاهش دهند.
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید از فعالیتهای طولانی یا سنگین خارج از منزل اجتناب ورزند. افراد دیگر باید فعالیت های طولانی یا سنگین خارج از منزل را کاهش دهند.
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید از هر گونه فعالیت فیزیکی خارج از منزل اجتناب کنند. افراد دیگر باید از فعالیتهای طولانی یا سنگین خارج از منزل اجتناب کنند.
۳۰۰ <	خطرناک	افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید از منزل خارج نشوند و فعالیت های خود را به حداقل برسانند. افراد دیگر باید از فعالیت های طولانی و یا سنگین در خارج از منزل اجتناب نمایند.

سنجش آلاینده های اصلی هوا

در مرحله اول غلظت آلاینده های اصلی یعنی ازن سطح زمین، ذرات معلق، منوکسید کربن، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن باید توسط ایستگاه های سنجش موجود در سطح شهر اندازه گیری شود.

محاسبه AQI برای هر ایستگاه سنجش

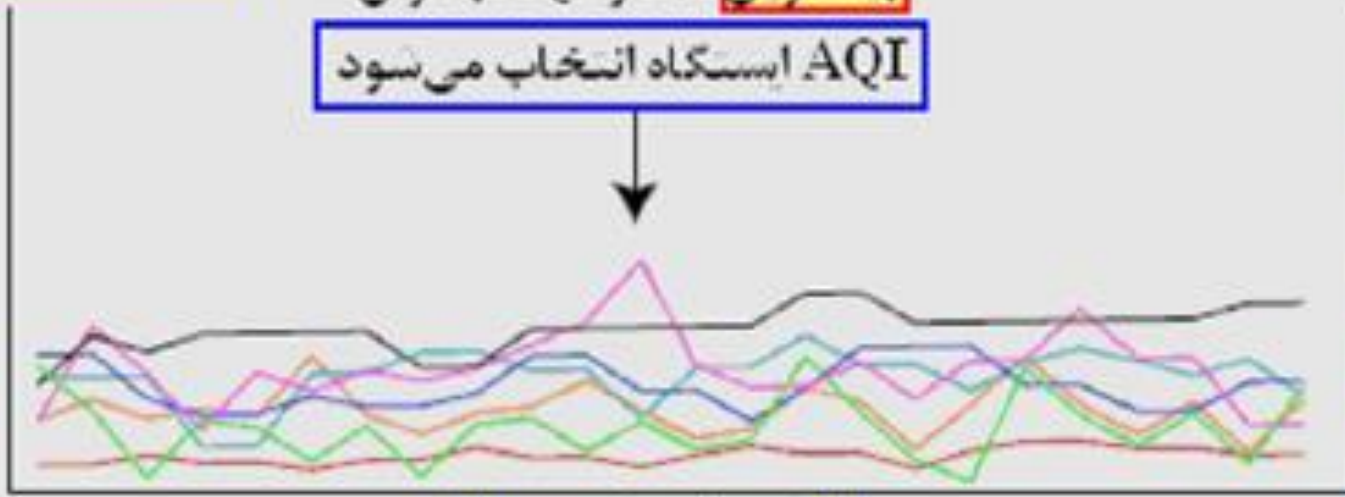
در این مرحله داده های خام حاصل از سنجش آلاینده های هوا مربوط به هر ایستگاه با استفاده از رابطه ۱ به مقادیر AQI جداگانه برای هر آلاینده تبدیل می شود سپس بالاترین مقدار AQI محاسبه شده در هر ایستگاه به عنوان مقدار AQI آن ایستگاه گزارش می شود.

ایستگاه سنجش A

بسیار بن مقدار AQI بعنوان

AQI ایستگاه انتخاب می شود

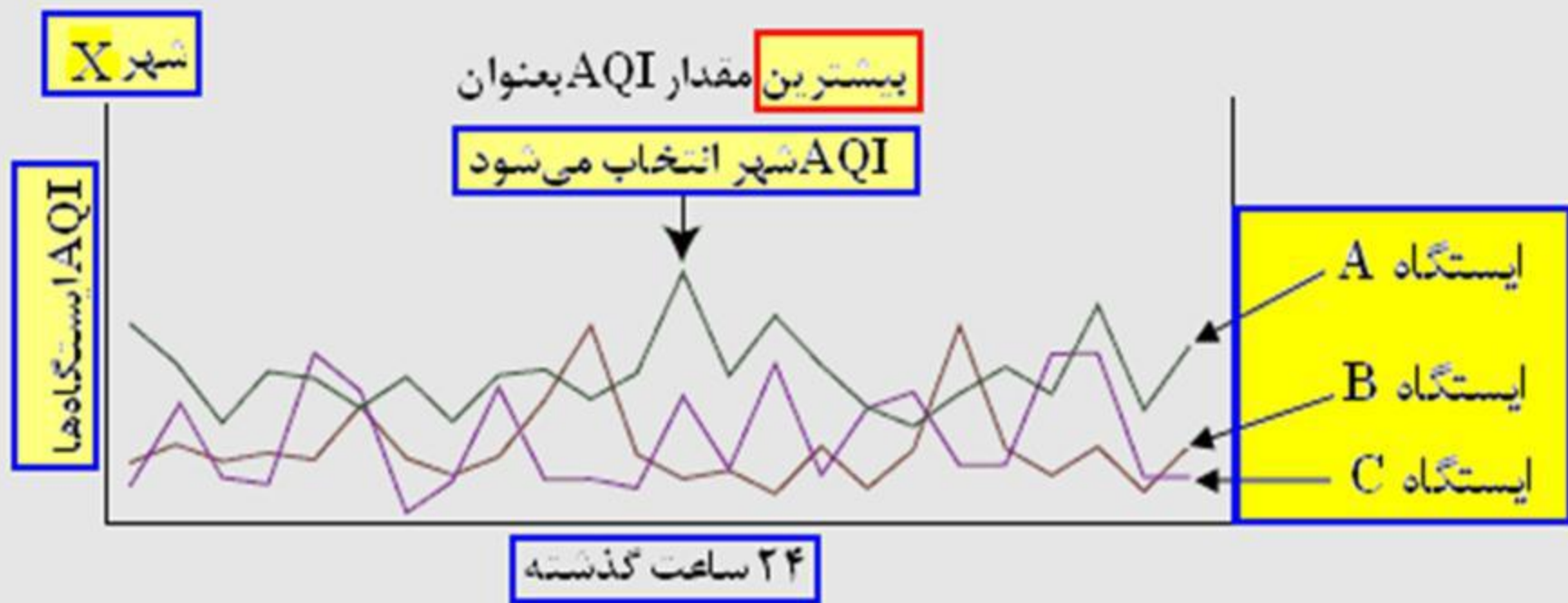
مقدار شاخص کیفیت هوا



۲۴ ساعت گذشته

محاسبه AQI برای یک شهر

پس از آنکه بالاترین مقادیر AQI برای هر ایستگاه سنجش محاسبه گردید می‌بایست بالاترین مقادیر AQI تمامی ایستگاه‌های سنجش سطح شهر با همدیگر مقایسه شود و بالاترین مقدار AQI در بین تمامی ایستگاه‌ها به عنوان مقدار AQI آن شهر گزارش شود.



$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

در این رابطه:

I_p = شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده p است.

C_p = غلظت اندازه گیری شده (گِرد شده) برای آلاینده p است.

BP_{Hi} = نقطه شکستی که بزرگ تر یا مساوی C_p است.

BP_{Lo} = نقطه شکستی که کوچک تر یا مساوی C_p باشد.

I_{Hi} = مقدار AQI منطبق با BP_{Hi} .

I_{Lo} = مقدار AQI منطبق با BP_{Lo} است.

نقاط شکست

طبقه بندی کیفیت هوا	AQI	NO ₂ (ppm) یک ساعته	SO ₂ (ppm) ۲۴ ساعته	CO (ppm) هشت ساعته	PM ₁₀ (μg/m ³) ۲۴ ساعته	PM _{2.5} (μg/m ³) ۲۴ ساعته	O ₃ (ppm) یک ساعته	O ₃ (ppm) ^(۱) هشت ساعته
خوب	۰-۵۰	۰-۰/۰۵۳	۰/۰۰۰-۰/۰۳۴	۰/۰-۴/۴	۰-۵۴	۰/۰-۱۵/۴	-	۰-۰/۰۵۹
متوسط	۵۱-۱۰۰	۰/۰۵۴-۰/۱	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴	۴/۵-۹/۴	۵۵-۱۵۴	۱۵/۵-۳۵/۰	-	۰/۰۶۰-۰/۰۷۵
ناسالم برای گروه های حساس	۱۰۱-۱۵۰	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	۰/۱۴۵-۰/۲۲۴	۹/۵-۱۲/۴	۱۵۵-۲۵۴	۳۵/۱-۶۵/۴	۰/۱۲۵-۰/۱۶۴	۰/۰۷۶-۰/۰۹۵
ناسالم	۱۵۱-۲۰۰	۰/۳۶۱-۰/۶۴۰	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴	۱۲/۵-۱۵/۴	۲۵۵-۳۵۴	۶۵/۵-۱۵۰/۴	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۰/۰۹۶-۰/۱۱۵
خیلی ناسالم	۲۰۱-۳۰۰	۰/۶۵-۱/۲۴	۰/۳۰۵-۰/۶۰۴	۱۵/۵-۳۰/۴	۳۵۵-۴۲۴	۱۵۰/۵-۲۵۰/۴	۰/۲۰۵-۰/۴۰۴	۰/۱۱۶-۰/۳۷۴
خطرناک	۳۰۱-۴۰۰	۱/۲۵-۱/۶۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴	۳۰/۵-۴۰/۴	۴۲۵-۵۰۴	۲۵۰/۵-۳۵۰/۴	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	(۲)
	۴۰۱-۵۰۰	۱/۶۵-۲/۰۴	۰/۸۰۵-۱/۰۰۴	۴۰/۵-۵۰/۴	۵۰۵-۶۰۴	۳۵۰/۵-۵۰۰/۴	۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	

AQI شهر (بالاترین مقدار برای شهر)	AQI هر ایستگاه (بالاترین مقدار هر ایستگاه)	SO ₂	CO	PM _{2.5}	PM ₁₀	O ₃		آلاینده‌ها	
		Max moving 24-hour average	Max moving 8-hour average	moving 24-hour average	moving 24-hour average	Max moving 8-hour average	Max 1-hour average	زمان متوسط گیری	
۱۵۰	۱۵۰	۵۰	۱۴۰	—	۱۵۰	۲۰	۱۵	کومار	نام ایستگاه‌های سنجش در سطح شهر
	۱۳۵	۶۰	—	۱۳۵	۹۰	۱۷	۱۳	شبیم	
	۹۰	۱۰	۲	۹۰	۸۰	۱۸	۱۲	بوستان	
	۴۰	—	۸	۴۰	۳۶	۱۶	۸	رازی	

ذرات معلق

مقدار شاخص	سطوح مرتبط با سلامتی	دستورالعمل احتیاطی
۰-۵۰	خوب	ندارد
۵۱-۱۰۰	متوسط	افراد خیلی حساس در صورت امکان فعالیت‌های <u>طولانی</u> ^۱ یا <u>سنگین</u> ^۲ را <u>کاهش</u> دهند.
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های حساس	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی یا ریوی، کودکان و سالمندان باید از فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل <u>اجتناب</u> ورزند. افراد دیگر باید فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید از <u>هرگونه</u> فعالیت فیزیکی خارج از منزل <u>اجتناب</u> کنند. افراد دیگر باید از فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل <u>اجتناب</u> کنند.
بالا تر از ۳۰۰	خطرناک	افرادی مبتلا به بیماری‌های قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید از منزل <u>خارج نشوند</u> و فعالیت‌های خود را به <u>حد اقل</u> برسانند. افراد دیگر باید از فعالیت‌های <u>طولانی</u> و <u>سنگین</u> در خارج از منزل <u>اجتناب</u> نمایند.

مقدار شاخص	سطوح مرتبط با سلامتی	دستورالعمل احتیاطی
۵۰-۰	خوب	ندارد
۵۱-۱۰۰	متوسط	افراد خیلی حساس در صورت امکان فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> را <u>کاهش</u> دهند.
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های حساس	کودکان، سالمندان، افراد دارای فعالیت زیاد در محیط بیرون و افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی نظیر آسم لازم است فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	کودکان، سالمندان، افراد دارای فعالیت زیاد در محیط بیرون و افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی نظیر آسم می‌بایست از فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل <u>اجتناب</u> کنند.
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	افراد دیگر می‌بایست فعالیت‌های <u>طولانی</u> یا <u>سنگین</u> خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۳۰۰ بالاتر از	خطرناک	کودکان، سالمندان، افراد دارای فعالیت زیاد در محیط بیرون و افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی نظیر آسم می‌بایست از <u>هرگونه</u> فعالیت خارج از منزل <u>اجتناب</u> ورزند.
		افراد دیگر می‌بایست فعالیت‌های خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
		همه افراد باید از فعالیت‌های فیزیکی خارج از منزل <u>اجتناب</u> نمایند.

مونوکسید کربن

مقدار شاخص	سطوح مرتبط با سلامتی	دستورالعمل احتیاطی
۰-۵۰	خوب	ندارد
۵۱-۱۰۰	متوسط	ندارد
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های حساس	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی نظیر آنژین صدری، باید فعالیت‌های <u>شدید</u> خود را <u>کاهش</u> دهند و از منابع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین <u>اجتناب</u> کنند.
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی نظیر آنژین صدری باید فعالیت‌های <u>متوسط</u> خود را <u>کاهش</u> دهند و از منابع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین <u>اجتناب</u> نمایند.
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی نظیر آنژین باید از <u>هرگونه</u> فعالیت خودداری نموده و از منابع ایجاد مونوکسید کربن نظیر ترافیک سنگین <u>اجتناب</u> نمایند.
بالتر از ۳۰۰	خطرناک	افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی نظیر آنژین باید از <u>هرگونه</u> فعالیت <u>اجتناب</u> نموده و از منابع ایجاد مونوکسید کربن، نظیر ترافیک سنگین دوری کنند. افراد دیگر باید از فعالیت‌های <u>سنگین</u> خود <u>بکاهند</u> .

دی اکسید گوگرد

مقدار شاخص	سطوح مرتبط با سلامتی	دستورالعمل احتیاطی
۰-۵۰	خوب	ندارد
۵۱-۱۰۰	متوسط	ندارد
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه های حساس	افراد مبتلا به آسم باید فعالیت های خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۱۵۱-۲۰۰	ناسالم	کودکان، بیماران آسمی و افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی باید فعالیت های خارج از منزل را <u>کاهش</u> دهند.
۲۰۱-۳۰۰	خیلی ناسالم	کودکان بیماران آسمی و افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی باید از فعالیت های خارج از منزل <u>اجتناب</u> کنند. افراد دیگر باید فعالیت های <u>سنگین</u> خود را <u>کم</u> کنند.
بالتر از ۳۰۰	خطرناک	کودکان، بیماران آسمی و افراد مبتلا به بیماری های قلبی یا ریوی باید از منزل <u>خارج</u> نشوند. افراد دیگر باید از فعالیت های خارج از منزل <u>اجتناب</u> نمایند.

یکی از مهم ترین وظایف مدیریت کنترل کیفیت هوا در هر شهر این است که کیفیت هوا را با عبارات صحیح و کوتاه به اطلاع مردم برساند که معمولاً به صورت اطلاعیه هایی از رادیو، تلویزیون و روزنامه ها منتشر خواهد شد در این اطلاعیه باید به چند نکته اساسی زیر به طور روشن اشاره شود:

- ۱- شاخص کیفیت هوا گزارش شود.
- ۲- آلاینده مسئول معرفی گردد.
- ۳- گروه های حساس در برابر آلاینده مورد نظر نام برده شود.
- ۴- توصیه های بهداشتی لازم برای گروه های حساس بیان شود.
- ۵- در صورتی که شاخص کیفیت هوا برای آلاینده های دیگر بالاتر از ۱۰۰ باشد بایستی توصیه های بهداشتی برای تمامی آلاینده هایی که AQI آنها بالاتر از ۱۰۰ بوده است نیز ارائه شود. زیرا ممکن است افراد حساس برای هر آلاینده هوا متفاوت باشد.
- ۶- براساس پیش بینی سازمان هواشناسی کیفیت هوا برای روزهای آینده پیش بینی شود و در گزارش بطور خلاصه ذکر شود.

● امروز شاخص کیفیت هوا در شهر تهران ۱۴۸ و آلاینده مسئول منوکسید کربن می باشد. کیفیت هوا برای گروه های حساس ناسالم است و توصیه می شود که افراد مبتلا به بیماری های قلبی خصوصاً آنژین صدری (درد قفسه سینه و یا سابقه سکته قلبی) از فعالیت زیاد و حضور در مکان هایی که ترافیک سنگین در آن وجود دارد، اجتناب نمایند. براساس پیش بینی سازمان هواشناسی به دلیل افزایش سرعت باد و افزایش ناپایداری هوا انتظار می رود کیفیت هوا برای آلاینده منوکسید کربن بهبود یافته و از میزان آلاینده گی هوا کاسته شود.