

گزارش تحلیل آلودگی هوای شهر کابل

ریزگردهای PM 10 و PM 2.5

خزان - زمستان ۱۳۹۹



ORGANIZATION FOR SOCIAL
RESEARCH AND ANALYSIS
DATA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT



گزارش تحلیل آلودگی هوای شهر کابل

ریزگردهای PM 2.5 و PM 10

پائیز- زمستان ۱۳۹۹

مدیر پروژه

سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان (OSRA)

نویسنده

مریم بریالی

سازمان‌های تطبیقی و تکنیکی

سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان و شرکت DIGITAL BRIDGE
GGBH

طراحی کتاب

سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان و شرکت DIGITAL **BRIDGE**
GGBH

ما چه سازمانی هستیم

سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان (OSRA) یک سازمان مستقل غیر دولتی و غیر وابسته در کابل است. هدف ما در این سازمان تسهیل تحقیق و تحلیل بر اساس میتودهای علمی و استفاده از تکنولوژی معلوماتی برای توانمندسازی مردم است. در این سازمان خدمات «تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ»، «تحقیقات اقتصادی- اجتماعی»، «نظرسنجی عام»، «طراحی سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم» و دیگر فعالیت‌های متمرکز بر داده انجام می‌شود. ما با استفاده از تحقیقات مستند و تجزیه و تحلیل داده‌های با کیفیت، رفتارهای جامعه افغانستان، گرایش‌های روزانه، تأثیرات سیاسی، ارتباطات و روابط عمومی را مطالعه می‌کنیم. برای توسعه و توانمندسازی مردم، ما داده‌های پیچیده و غیرقابل فهم را در قالبی بصری و ساده که برای همه قابل درک باشد ارائه می‌کنیم.

فهرست محتوا

فهرست تصاویر ۴

گزارش اجرایی و یافته‌های کلیدی ۶-۸

1. مقدمه ۹-۱۲

1. آلودگی هوا و خطرات آن برای صحت انسان
2. ریزگردها (Particulate Matter) یا به اختصار (PM)

2. دستگاه‌ها و سایت‌های اندازه‌گیری ۱۳-۱۵

1. دستگاه‌ها و جمع‌آوری داده
2. مکان‌های (سایت‌های) اندازه‌گیری
3. چالش‌ها و راهکارها
4. دورنما

3. تحلیل داده‌ها ۱۶-۳۱

- 1 تفاوت‌ها
2. مقایسه ماهانه
 - 2.1 ماه نوامبر- عقرب
 - 2.2 ماه دسامبر- قوس
 - 2.3 ماه ژانویه- جدی
3. مقایسه هفتگی
 - 3.1 ماه نوامبر- عقرب
 - 3.2 ماه دسامبر- قوس
 - 3.3 ماه ژانویه- جدی
4. الگوی روزانه
 - 4.1 ماه نوامبر- عقرب
 - 4.2 ماه دسامبر- قوس
 - 4.3 ماه ژانویه- جدی
5. انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده

4. توصیه‌ها ۳۲-۳۴

ضمیمه ۳۵

فهرست تصاویر

تصویر ۱: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 از عقرب - ۱۳۹۹ جدی ۱۳۹۹	8
تصویر ۲: سطح آلاینده‌گی PM 10 از عقرب - ۱۳۹۹ جدی ۱۳۹۹	8
تصویر ۳: ابعاد PM 2.5 و PM 10 در مقایسه با گلبول‌های قرمز خون	12
تصویر ۴: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 از عقرب - ۱۳۹۹ جدی ۱۳۹۹ (بزرگنمایی شده)	18
تصویر ۵: سطح آلاینده‌گی PM 10 از عقرب - ۱۳۹۹ جدی ۱۳۹۹ (بزرگنمایی شده)	19
تصویر ۶: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 در عقرب ۱۳۹۹	22
تصویر ۷: سطح آلاینده‌گی PM 10 در عقرب ۱۳۹۹	22
تصویر ۸: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 در قوس ۱۳۹۹	23
تصویر ۹: سطح آلاینده‌گی PM 10 در قوس ۱۳۹۹	23
تصویر ۱۰: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 در جدی ۱۳۹۹	24
تصویر ۱۱: سطح آلاینده‌گی PM 10 در جدی ۱۳۹۹	24
تصویر ۱۲: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 2.5 در عقرب ۱۳۹۹	25
تصویر ۱۳: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 10 در عقرب ۱۳۹۹	25
تصویر ۱۴: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 2.5 در قوس ۱۳۹۹	26
تصویر ۱۵: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 10 در قوس ۱۳۹۹	26
تصویر ۱۶: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 2.5 در جدی ۱۳۹۹	27
تصویر ۱۷: سطح هفتگی آلاینده‌گی PM 10 در جدی ۱۳۹۹	27
تصویر ۱۸: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 2.5 در الگوی ساعتی یکی از روزهای عقرب ۱۳۹۹	28
تصویر ۱۹: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 10 در الگوی ساعتی یکی از روزهای عقرب ۱۳۹۹	28
تصویر ۲۰: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 2.5 در الگوی ساعتی یکی از روزهای قوس ۱۳۹۹	29
تصویر ۲۱: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 10 در الگوی ساعتی یکی از روزهای قوس ۱۳۹۹	29
تصویر ۲۲: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 2.5 در الگوی ساعتی یکی از روزهای جدی ۱۳۹۹	30
تصویر ۲۳: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 10 در الگوی ساعتی یکی از روزهای جدی ۱۳۹۹	30

گزارش اجرایی و یافته‌های کلیدی



گزارش اجرایی و یافته‌های کلیدی

در ماه‌های سرد زمستانی، کابل آلودگی بیشتری را تجربه می‌کند، چون که از مواد سوختی جامد به ویژه زغال سنگ استفاده بیشتری می‌شود. آلودگی هوا قاتل خاموش و علت اصلی چهار مریضی فراگیر غیر مسری است. تخمین زده می‌شود که همه ساله، ۲۷ هزار نفر در افغانستان به دلیل بیماری‌هایی که منشا آن آلودگی هوا است جان خود را از دست بدهند که از میان ۴۰۶ نفر در کابل خواهند بود. تغییرات آب و هوایی، خالی شدن روستاها و سرازیر شدن مهاجران به کابل، جمعیت این شهر را افزایش می‌دهد و به دنبال آن تقاضا برای رشد اقتصادی نیز بیشتر می‌شود. بدون اقدامات کاهش‌دهنده و محاسبات دقیق، انتظار می‌رود که انتشار آلودگی در آینده افزایش داشته باشد. این موضوع می‌تواند تعداد مرگ و میر و بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا را بیشتر کند، بیماری‌هایی از جمله سرطان ریه، تنگی نفس و بیماری‌های قلبی که آسیب‌پذیرترین قشر جامعه یعنی کودکان و سالمندان را بیشتر تهدید می‌کند. سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان با همکاری شرکت DIGITAL BRIDGE GGBH تیمی از مهندسان افغان و توسعه‌دهندگان نرم‌افزاری با دانش محلی بالا را گرد هم آورده تا با توسعه یک دستگاه اقتصادی به نام GARDBOX © و یک نرم‌افزار محاسباتی بتوانند سطح آلودگی هوای شهر کابل را اندازه‌گیری کنند. دستگاه‌های GARDBOX © در سه ناحیه شهر کابل؛ مکروریان کهنه، شهر نو و کارته سه نصب شدند تا هم دید کاملی از وضعیت آلودگی هوا بدهند و هم براساس شرایط محیطی تفاوت در سطح آلاینده‌های هر منطقه را مشخص کنند. داده‌هایی که جمع‌آوری کرده‌ایم، نکات زیر را برجسته ساخته‌اند.

۱ نبود یک سیستم معیاری و در سطح ملی برای اندازه‌گیری میزان آلودگی هوا به صورت منظم در سرتاسر افغانستان. به دلیل نبود دیتای کافی و اراده سیاسی، به سختی می‌توان آلودگی هوا را به صورت بنیادین اندازه‌گیری کرد و در نتیجه اتخاذ یک استراتژی مناسب برای بهبود کیفیت هوای کابل بسیار

دشواری خواهد بود.
۲ میانگین غلظت آلاینده PM 2.5 از ماه عقرب ۱۳۹۹ الی جدی ۱۳۹۹ بین ۱۲۳ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) و ۲۸۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) محاسبه شده است که به عنوان هوای «ناسالم» و «بسیار خطرناک» شناخته می‌شود و علاوه بر شدت بخشیدن به بیماری‌های قلبی و ریوی باعث مرگ زودرس در افراد سالمند^۱ و نیز افراد دارای بیماری‌های قلبی می‌شود.

۳ داده‌های جمع‌آوری شده نشان داده است که از میانه ماه عقرب کیفیت هوا به صورت چشمگیری کاهش پیدا کرده است، چرا که هوا شروع به سردتر شدن می‌کند. در آخرین روزهای ماه عقرب، غلظت آلاینده PM 2.5 به سطح اضطراری رسیده است، به طوری که در هر ۲۴ ساعت برای کارته سه ۵۷۶ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)، شهر نو ۴۷۴ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) و مکروریان کهنه ۲۸۷ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) بوده است. در کارشیوه سازمان صحت جهانی سطح قابل قبول آلودگی در هر ۲۴ ساعت ۲۵ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) می‌باشد که این عدد برای کارته سه ۲۳ برابر، شهر نو ۱۹ برابر و در مکروریان کهنه ۱۱.۵ برابر بالاتر از توصیه سازمان صحت جهانی است.

۴ با رسیدن به آخرین روزهای ماه جدی ۱۳۹۹، میزان غلظت آلاینده PM 10 در این سه ناحیه به سطح اضطراری می‌رسد که در هر ۲۴ ساعت برای کارته سه ۸۸۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)، شهر نو ۷۲۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) و مکروریان کهنه ۳۶۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) ثبت شده است. این یعنی که آلودگی هوای کارته سه در هر ۲۴ ساعت تا ۱۷.۷ برابر، شهر نو تا ۱۴.۵ برابر و مکروریان کهنه تا ۷.۳ برابر بالاتر از حد استاندارد توصیه شده در کارشیوه سازمان صحت جهانی است.

۵ سطح غلظت آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 در سه منطقه کارته سه، شهر نو و مکروریان کهنه یکسان نیستند اما الگوی افزایش و کاهش این آلاینده‌ها در جریان ۲۴ ساعت شبانه‌روز تا حدودی برابر هستند. سطح آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 از حوالی ساعت ۴

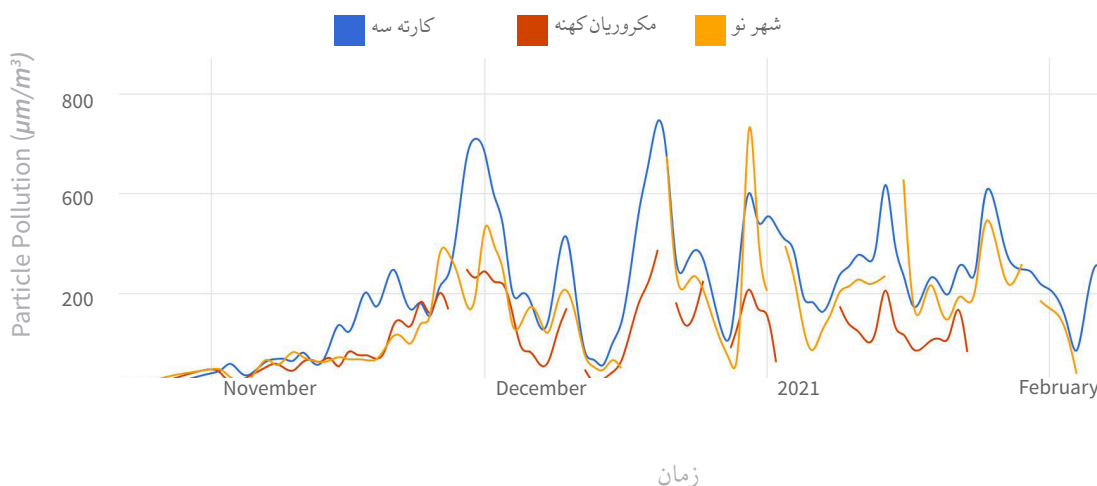
گزارش اجرایی و یافته‌های کلیدی

مکروریان کهنه که سطح درآمد ساکنان آن تنوع بیشتری دارد و از افرادی با درآمد بسیار کم تا درآمد بسیار زیاد را شامل می‌شود، دارای خانه‌هایی به سبک شوروی سابق است که بیشتر به صورت ۴ منزل هستند و خانواده‌های بیشتری در هر منزل زندگی می‌کنند. سطح غلظت آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 کمتر از شهر نو و کارته سه است. ساکنان شهر نو را افرادی با درآمد متوسط رو به بالا تشکیل داده است، اگرچه خانه‌ها در این منطقه حولی دار و بلند منزل‌های کوچک و بزرگ هستند و بلاک‌های رهائشی نیز در آن قرار دارد، اما غلظت آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 در سطح متوسطی نسبت به مکروریان کهنه و کارته سه قرار دارد.

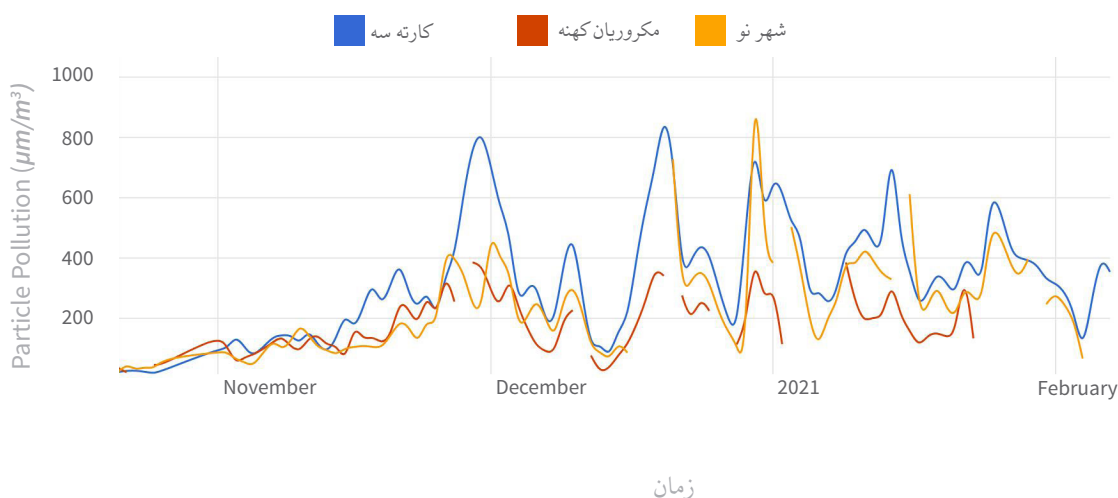
بعد از ظهر شروع به افزایش کرده و در ساعت ۹ شب به بالاترین سطح خود می‌رسد. آلودگی تا حدود ساعت ۲ صبح روز بعد در بالاترین رده قرار داشته و رفته رفته کاهش می‌یابد تا جایی که در ساعت ۱۲ ظهر به کمترین حد خود می‌رسد.

۶ مطابق با ارزیابی‌ها، اختلاف سطح غلظت آلاینده‌ها به طور مستقیم با خانه‌ها و نوعیت ساخت‌وساز هر یک از سه منطقه یاد شده ارتباط دارد. کارته سه که بیشتر خانه‌ها در آن حولی دار، خانه‌های ویلایی و عمارت‌های بزرگ و کوچک هستند و بیشتر ساکنان آن درآمد متوسط رو به بالا دارند بیشترین سطح غلظت آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 را به خود اختصاص داده است.

تصویر ۱: سطح آلودگی PM 2.5 از عقرب ۱۳۹۹ - جدی ۱۳۹۹



تصویر ۲: سطح آلودگی PM 10 از عقرب ۱۳۹۹ - جدی ۱۳۹۹



مقدمه

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

مقدمه

شناسایی منابع انتشار آلودگی، یک استراتژی مناسب ترتیب دهند تا سطح آلودگی کاهش یافته و کیفیت هوا بهبود پیدا کند.

در بخش اول این گزارش، پیرامون خطر آلاینده‌ها به ویژه ریزگردها (PARTICULATE MATTER یا به اختصار PM) و عوارض آن‌ها روی صحت انسان‌ها در افغانستان به ویژه شهر کابل بحث خواهد شد. در بخش دوم به چگونگی جمع‌آوری داده‌ها، شرایط و نحوه اندازه‌گیری سایت‌های (محل‌های) نصب دستگاه GARDBOX ©، دلیل انتخاب این سه منطقه در کابل، چالش‌های پیش روی فرایند جمع‌آوری داده‌ها، راه‌حل‌های متخصصان شرکت برای اطمینان از جمع‌آوری بدون توقف داده و در نهایت نکاتی که از این داده‌ها برداشت شده خواهیم پرداخت. در بخش سوم تحلیلی از داده‌ها در بازه‌های زمانی ماهانه، هفتگی و ۲۴ ساعته ارائه شده تا یک نگاه کلی از میزان غلظت آلاینده‌های PM فراهم شود. افزون بر این، با نگاهی دقیق‌تر به ویژگی‌های ساخت و ساز در مناطق کارته سه، شهر نو و مکروریان کهنه که دستگاه GARDBOX © در آن‌ها نصب شده دلایل نوسان و تفاوت در سطح غلظت آلاینده‌ها را روشن ساخته‌ایم. پس از ارائه تصویری از سطوح مختلف آلودگی در زمستان ۱۳۹۹ و هشدار از عواقب عدم توجه به این اعداد در سال‌های آینده، در بخش چهارم مجموعه‌ای از توصیه‌ها برای قانون‌گذاران جهت تطبیق در سطح ملی و محلی فراهم شده تا کیفیت هوا بهبود پیدا کند.

سال‌هاست که شهر کابل و نواحی اطراف آن با تهدید جدی افزایش آلودگی هوا مواجه هستند و به ویژه این موضوع در زمستان بیشتر از پیش خودنمایی می‌کند. در سال ۱۳۹۸ کابل در میان آلوده‌ترین کشورها از نظر آب و هوایی قرار داشته و رتبه ۴ را به خود اختصاص داده بود.^۲ افزایش شهرنشینی و استفاده از سوخت جامد برای گرم کردن سبب شده تا آلودگی هوا به سطح خطرناکی در کابل برسد که هم روی سلامت انسان و هم روی محیط زیست تاثیر منفی می‌گذارد. این هوای سمی به ویژه در فصل زمستان وضعیت بسیار خطرناکی را برای شهر کابل ایجاد می‌کند چرا که این شهر از نظر جغرافیایی در یک دره قرار گرفته و از سه جهت توسط کوهستان محاصره است و تهویه هوا به درستی در آن انجام نمی‌پذیرد. تا به امروز هیچ اقدام بزرگی در زمینه اندازه‌گیری منظم سطح آلودگی هوا در افغانستان انجام نشده است. تنها دیتای موجود و در دسترس مربوط به موسسه سوئسی IQAIR.COM است. از آنجایی که نواقص بسیاری در دیتا و سیستم‌های نظارتی وجود دارد، به سختی می‌توان سطح آلودگی هوا را به طور معیاری اندازه‌گیری کرد و استراتژی مناسب برای مقابله با آن ترتیب داد. دیگر داده‌های موجود در این زمینه از منابع نظامی سوئدی^۳ و آمریکایی^۴ در سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۳ می‌باشد که نشان می‌دهد سطح آلودگی هوا در شهرهای مزارشریف و کابل به شدت بالا است. سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان با همکاری شرکت DIGITAL BRIDGE GGMHB تیمی از مهندسان افغان و توسعه‌دهندگان نرم‌افزاری با دانش محلی بالا را گرد هم آورده تا با توسعه یک دستگاه اقتصادی به نام GARDBOX © و یک نرم‌افزار محاسباتی بتوان سطح آلودگی هوای شهر کابل را اندازه‌گیری کرد. هدف از این کار، کمک به قانون‌گذاران و نهادهای مسئول است تا در کنار

^۲ [Kabul air pollution on a par with world's most polluted cities](#)

^۳ [Broad Exposure Screening of Air Pollutants in the Occupational Environment Swedish Soldiers Deployed in Afghanistan](#)

^۴ [Military Deployment Periodic Occupational and Environmental Monitoring Summary \(POEMS\): Kabul and Vicinity, Afghanistan Calenda](#)

آلودگی هوا و خطرات آن برای صحت انسان

هوای ناشی از خانه‌ها سالیانه سبب مرگ ۲۷ هزار نفر در افغانستان می‌شود.^۵ نیمی از رویدادهای مرگ کودکان کمتر از ۵ سال که به دلیل عفونت‌های حاد تنفسی جان باخته‌اند به دلیل ریزگردهایی است که در خانه‌ها از سوزاندن مواد سوختی جامد تولید شده است. هرچند، آلودگی هوا یک خطر بزرگ برای تمام گروه‌های سنی است، اما این خطر برای کودکان، زنان، افراد سالخورده و بیماران دارای مشکلات تنفسی به عنوان افراد آسیب‌پذیر جامعه خطر به مراتب بزرگ‌تری محسوب می‌شود. علاوه بر این، تحقیقات مرتبط با بیماری‌های همه‌گیر (یا پاندمی) نشان می‌دهد که قرار گرفتن زنان در معرض آلودگی هوا می‌تواند به کاهش وزن نوزاد در هنگام تولد، باز ماندن نوزاد از رشد و یا زایمان پیش از وقت بیانجامد.^۶ به گفته نهاد STATE OF GLOBAL AIR، کابل از جمله شهرهایی است که بیشترین نرخ مرگ در اثر آلودگی هوا را در تناسب با جمعیت خود دارد چرا که افزایش بیماری‌های تنفسی باعث مرگ دستکم ۴۰۶ نفر در این شهر می‌شود.^۷

کابل در سه ماه زمستان افزایش آلودگی هوا را تجربه می‌کند که دلیل اصلی آن استفاده از مواد سوختی جامد و سوزاندن موادی مانند زغال سنگ، پلاستیک، تایر موتو و دیگر مواد دور انداختنی است تا مردم خانه‌های خود را گرم کنند. همچنین این مواد برای گرم کردن دکان‌ها، کارخانه‌های خشت‌پزی، غذاخوری‌ها، رستوران‌ها، هتل‌ها و حمام‌های عمومی نیز سوزانده می‌شوند. در این بین، خیابان‌های پایتخت نیز از موثرهای کهنه پر شده‌اند و دود برآمده از آن‌ها در کنار دود برآمده از ژنراتورهای برقی که برای فرار از قطعی برق پایتخت روشن هستند آلودگی را روز به روز بیشتر می‌کنند.

آلودگی هوا، قاتل خاموشی است که انسان‌ها را به چهار بیماری غیر مسری و کشنده مصاب می‌کند؛ سکته، سرطان ریه، بیماری‌های تنفسی و بیماری‌های قلبی جان‌های بسیاری را گرفته و می‌گیرند به طوری که برآوردها نشان می‌دهد آلودگی

ریزگردها (PARTICULATE MATTER یا به اختصار PM)

گرفتن در معرض آن‌ها می‌تواند شرایط صحتی افراد را به خطر بیاندازد و به بیماری‌های از جمله کاهش عملکرد ریه، شدت گرفتن عفونت ریوی یا برونشیت، آسم، بسته شدن رگ‌های خونی و دیگر بیماری‌های قلبی-ریوی ختم شود. کسانی که بیماری‌های زمینه‌ای مانند آسم یا انواع بیماری‌های قلبی-ریوی دارند احتمال بیشتری می‌رود که شرایط جسمانی آن‌ها وخیم‌تر شود. بر اساس کارشویه سازمان صحت جهانی، مقدار مجاز PM 2.5 برابر با ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) در سال و ۲۵ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) در هر ۲۴ ساعت است. این اعداد برای PM 10 برابر با ۲۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) در سال و ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) در هر ۲۴ ساعت باید باشد.^۸

ریزگردهایی که در هوا یافت می‌شوند از جمله گرد و خاک، دود و دوده، باکتری و قطرات مایع مواد آلوده کننده‌ای می‌باشند که از نظر اندازه، ترکیب و نوعیت تغییر می‌کنند. ریزگردهایی که با صحت انسان ارتباط دارند از نگاه اندازه به دو گروه تقسیم می‌شوند: PM2.5 و PM10. ریزگردهای گروه PM2.5 هنگام نفس کشیدن وارد پائین‌ترین قسمت ریه می‌شوند و قرار گرفتن بیش از حد در معرض این ریزگردها می‌تواند بیماری‌های بالقوه متعددی را به همراه داشته باشد. با وجود اینکه ریزگردها بیشتر از طریق تنفس وارد بدن می‌شوند اما ریزگردهای گروه PM2.5 می‌توانند به دلیل اندازه‌ای که دارند از طریق پوست هم به بدن نفوذ کنند. ارزیابی بلند مدت خطرات این ریزگردها برای صحت انسان نشان می‌دهد، قرار

^۵ Sida's Helpdesk for Environment and Climate Change

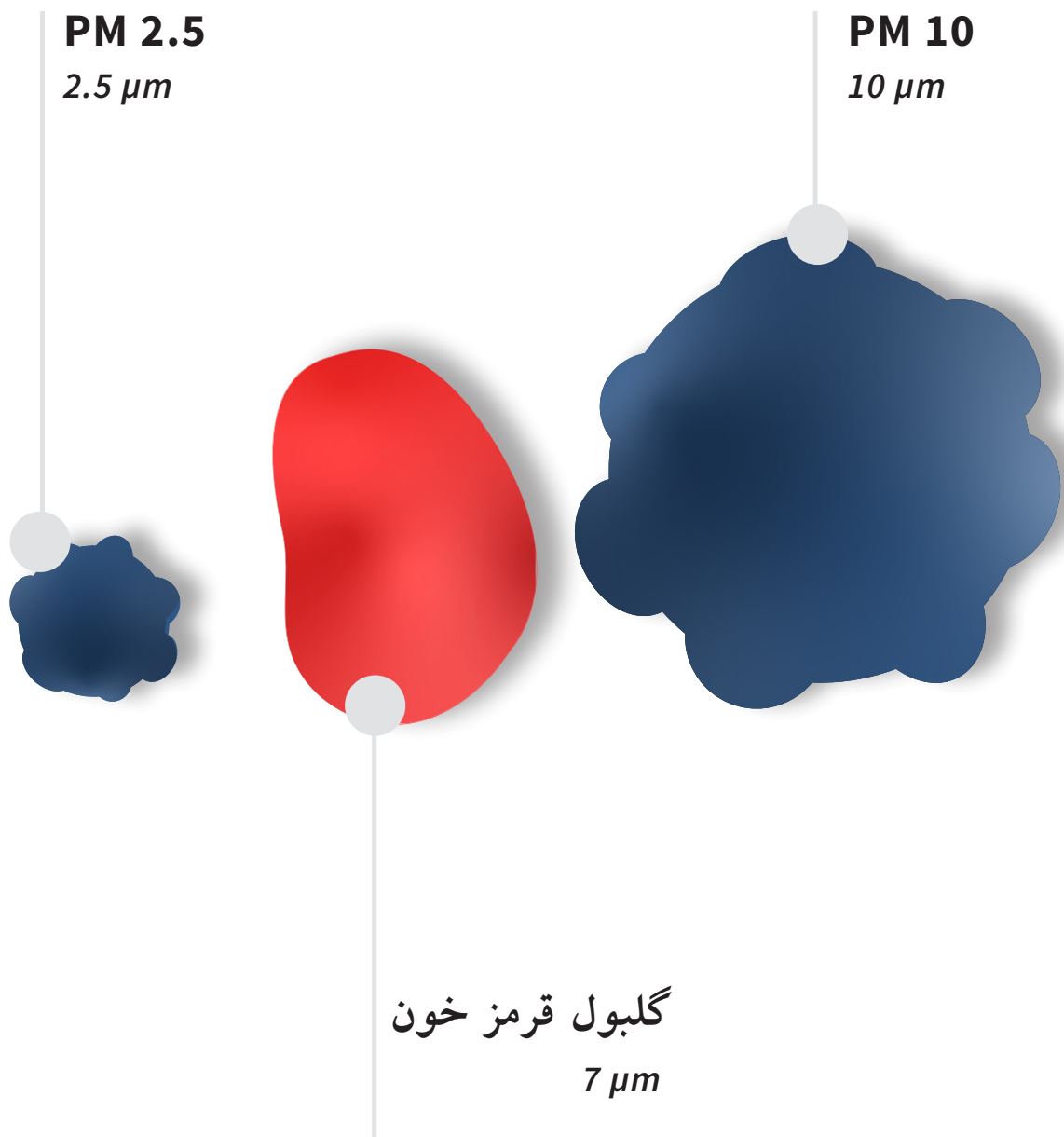
^۶ [Air pollution stunting children's lungs, study finds – Clear The Air News Blog](#)

^۷ [The slow violence of pollution in Afghanistan | CEOBS](#)

^۸ [Ambient \(outdoor\) air pollution](#)

مقدمه

تصویر ۳: ابعاد PM 2.5 و PM 10 در مقایسه با گلبول‌های قرمز خون



دستگاه‌ها و سایت‌های اندازه‌گیری



دستگاه‌ها و جمع‌آوری داده

دقیقی از سطوح مختلف آلودگی در شهر ارائه بدهند. GARDBOX دستگاه به صرفه‌ای است و به نحوی طراحی شده تا زمان و هزینه تولید بسیار کمی داشته باشد و در صورت نیاز، تعداد زیادی از آن را بتوان تهیه کرد. این دستگاه همچنین با استفاده از پروتکل‌های اینترنت اشیا (IOT) ارتباط برقرار می‌کند، این یعنی که می‌توان به راحتی آن را با پلتفرم‌ها و ابزارهای نظارتی و تحلیلی یکپارچه کرد. این دستگاه‌ها را می‌توان هم در محل و هم از راه دور تنظیم و پیکربندی کرد که این ویژگی هزینه نگهداری را کاهش می‌دهد و بروزرسانی و مدیریت را آسان‌تر می‌کند.

سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان در همکاری مشترک با DIGITAL BRIDGE GGMBH چندین دستگاه GARDBOX را طراحی، مونتاژ و تست کرده تا در یک بازه زمانی سه ماه بتوانند به صورت شبانه‌روزی نمونه‌های کیفیت هوا را جمع‌آوری کنند. این دستگاه‌ها مطابق با آب و هوای محیطی شهر کابل طراحی شده‌اند. با داشتن ابزار مختلف برای اندازه‌گیری، GARD-BOX به نوعی طراحی شده تا بتواند میزان آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 که عموماً از کربن سوخته، کربن طبیعی و ترکیبات آلی فرار مانند کربن مونوکسید، گوگرد دی‌اکسید و آمونیاک تشکیل شده‌اند را اندازه‌گیری کند. دستگاه‌های GARDBOX در چندین نقطه شهر کابل نصب شده‌اند تا بتوانند سطح گسترده‌ای از اطلاعات را برای مقایسه جمع‌آوری کنند و در هر نقطه داده‌های

مکان‌های (سایت‌های) اندازه‌گیری

دستگاه‌ها در ارتفاع‌های مختلف می‌تواند اطلاعات مختلفی بدهد، اما در تست‌ها مشخص شد که تفاوت زیادی با یکدیگر ندارند. این تست در کارته سه انجام شد تا ببینیم که آیا دو سنسور در یک مکان و با ارتفاع‌های مختلف اطلاعات متفاوتی ارائه می‌کنند یا خیر، اما دریافتیم که تفاوتی دیده نمی‌شود، چرا که هر دو سنسور داده‌های یکسانی نشان دادند.

دستگاه‌های GARDBOX در چندین نقطه مختلف شهر کابل به شمول کارته سه، مکروریان کهنه و شهر نو نصب شده‌اند تا هم دید بزرگی از محدوده شهری بدهند و هم بر اساس شرایط محیطی هر منطقه، بتوانند سطح تفاوت در غلظت هر آلاینده را مشخص کنند. برای اطلاع از ویژگی‌های فنی GARDBOX به ضمیمه ۱ مراجعه کنید. در کارته سه دستگاه GARDBOX در منزل اول، مکروریان کهنه در منزل چهارم و شهر نو در منزل هشتم نصب شده‌اند. فرض بر این بود که قرار داشتن این

چالش‌ها و راهکارها

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در جامعه افغانستان نبود منبع انرژی قابل اطمینان است. برای اینکه بتوانیم بهترین و قابل اعتمادترین منبع انرژی را برای دستگاه‌های اندازه‌گیری شناسایی کنیم، سه ایستگاه یاد شده را به سه منبع انرژی مختلف متصل کردیم: در مکروریان کهنه به برق شهری، در کارته سه به برق خورشیدی و در شهر نو به برق شهری و برق اضطراری ژنراتورها متصل شدند. اگرچه ایستگاه اندازه‌گیری مکروریان کهنه دارای یک باتری بزرگ پشتیبان بود تا از قطع شدن اطلاعات جلوگیری کند، اما به دلیل قطعی مکرر و دائمی برق انرژی مورد نیاز برای شارژ مجدد باتری‌ها فراهم نشده بود. در ایستگاه کارته سه انرژی برق پایدار، کارآمد و دوستدار طبیعت بود، چرا که به پیل‌های برق خورشیدی متصل شده بود.

دورنما

بر اساس نتایج این پروژه، دستگاه‌های GARDBOX به پیل‌های خورشیدی 6V (برق ۶ ولت) مجهز خواهند شد. به این ترتیب می‌توانند به صورت مستقل از برق شهری کار کنند و داده‌ها را به صورت دوام‌دار و بدون قطعی ارائه کنند. همچنین روی این دستگاه‌ها سنسورهای تشخیص گاز نیز نصب می‌شود تا کیفیت هوای کلی افغانستان را بتوانند برآورد کنند. گازهایی که برای این کار در نظر گرفته شده شامل CO (کربن مونوکسید)، SO₂ (گوگرد دی اکسید)، NH₃ (آمونیاک) و NO₂ (نیتروژن دی اکسید) هستند و در صورت نیاز سنسورهای گازهای دیگر نیز اضافه خواهند شد. هدف ما بزرگ‌تر کردن این پروژه در سطح ملی و نصب دستگاه‌های بروز شده GARDBOX برای اندازه‌گیری آلودگی در شهرهای مهم افغانستان از جمله هرات، مزار شریف، جلال‌آباد و قندهار است.

تحليل داده‌ها

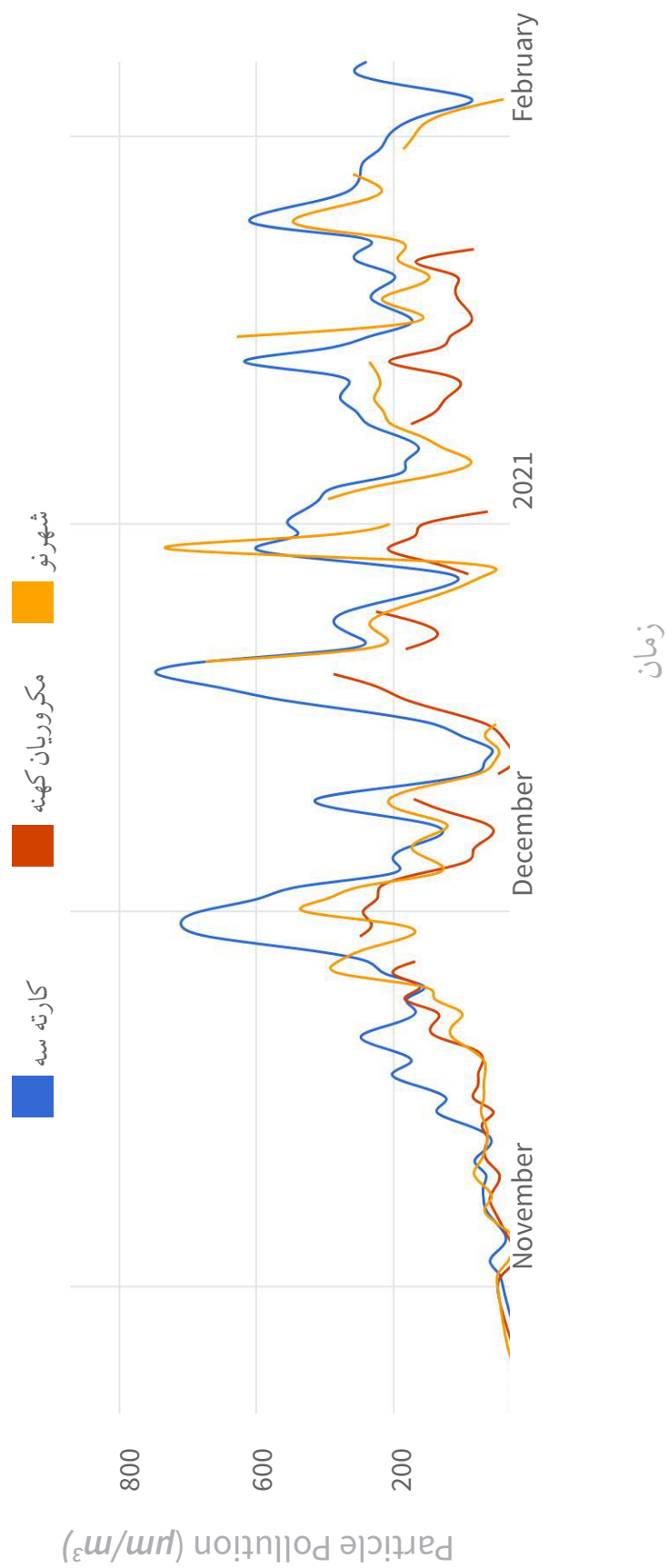


تحلیل داده‌ها

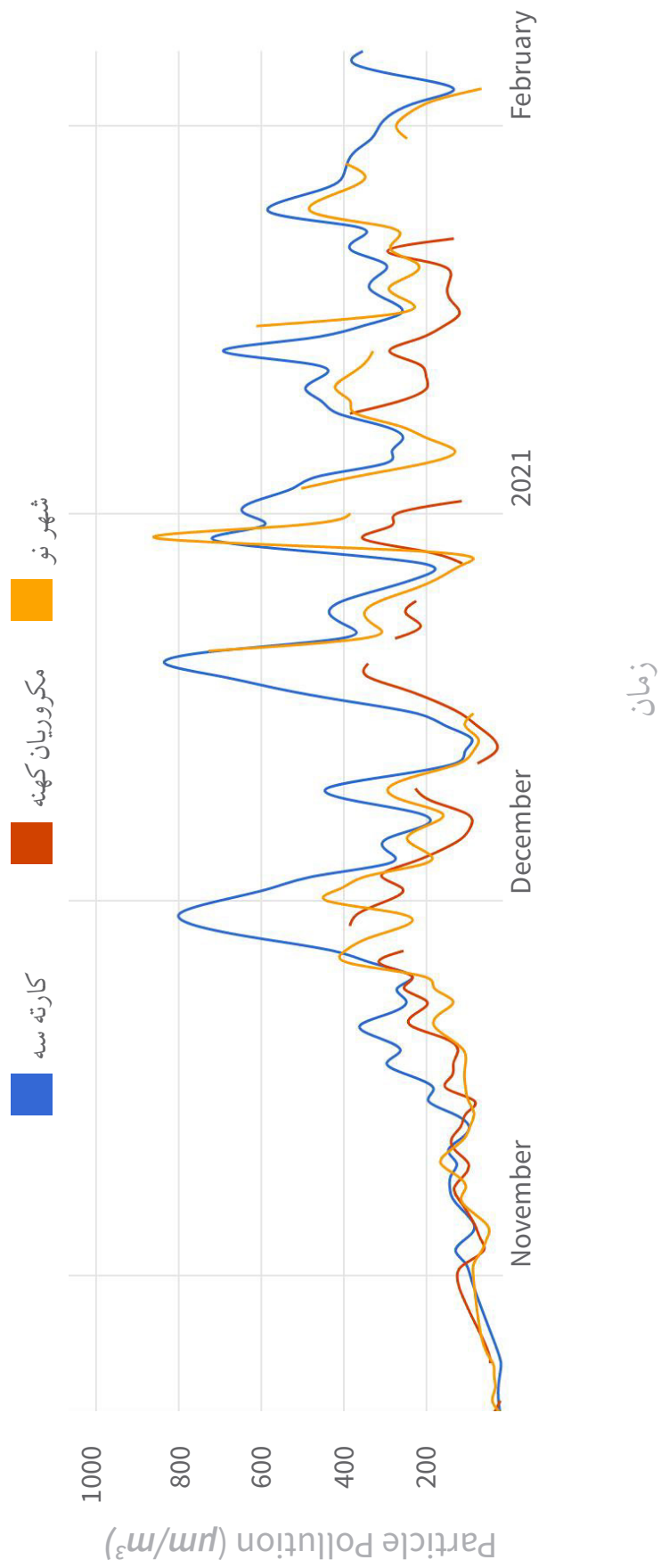
در یک دوره زمانی سه ماهه، از عقرب تا جدی ۱۳۹۹ مقدار زیادی اطلاعات جمع‌آوری شده که به ما کمک می‌کند از سطح آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 در شهر کابل تحلیل درستی داشته باشیم. اطلاعات در دوره‌های ۵ دقیقه‌ای جمع‌آوری می‌شوند. به این ترتیب، تغییر کیفیت هوای شهر را می‌توان به صورت ساعتی، روزانه، هفتگی و ماهانه نظارت کرد. با این وجود، به دلیل قطعی برق و نبود منبع تامین مناسب، ممکن است داده‌های GARDBOX برای چند ساعت و یا چند روز قطع شوند.

با مقایسه اطلاعات دریافتی از شهر نو، مکروریان کهنه و کارته سه مشخص شده که سطح غلظت آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 یکسان نیست اما الگوی افزایش و کاهش آلودگی در ساعات مختلف روز به صورت کم و بیش برابر هستند. اختلافی که در سطوح غلظت آلاینده‌ها دیده می‌شود به صورت مستقیم با نوع خانه‌ها و ساخت و ساز در مناطقی که GARDBOX نصب شده ارتباط دارد. بیشترین غلظت آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 در کارته سه و کمترین غلظت در مکروریان کهنه بوده و در شهر نو مابین این دو قرار گرفته است. افزون بر این، سطح غلظت آلاینده PM 2.5 به صورت مستقیم با کاهش دمای هوا ارتباط دارد، چون که مردم شروع به سوزاندن مواد مختلف برای گرم کردن خانه‌های خود می‌کنند.

تصویر ۴: سطح آلاینده‌ی PM 2.5 از عقرب ۱۳۹۹-۱۳۹۹ جدی (بزرگنمایی شده)



تصویر ۵: سطح آلاینده‌ی PM 10 از عقرب-۱۳۹۹ جدی ۱۳۹۹ (بزرگنمایی شده)



تفاوت‌ها

کارته سه

دلیل نبود نظارت و کنترل، به محض سرد شدن هوا خانواده‌ها و صاحبان تجارت در این ناحیه شروع به سوزاندن زغال سنگ و چوب می‌کنند تا خانه‌ها و دکان‌های خود را گرم کنند. همچنین بسیاری از خانواده‌ها، دکان‌داران و مالکان شرکت‌های تجاری گفته‌اند که به دلیل خاموشی‌های مکرر از ژنراتورهای تولید برق استفاده می‌کنند که با سوخت مایع کار می‌کنند خود باعث افزایش سطح آلودگی برخاسته از PM 2.5 و PM 10 می‌شود. با در نظر گرفتن تعداد بسیار زیاد خانه‌ها و عمارت‌ها، سطح آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 در کارته سه بسیار بالا است. غلظت PM 2.5 به سطح هشدار دهنده ۵۷۶ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت می‌رسد که در حدود ۲۳ برابر بیشتر از عدد ۲۵ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) توصیه شده در کارشیوه سازمان صحت جهانی برای هر ۲۴ ساعت است. غلظت PM 10 نیز ۸۸۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت است که ۱۷.۷ برابر از مقدار ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) توصیه سازمان صحت جهانی برای هر ۲۴ ساعت بیشتر می‌باشد. این سطح از آلودگی به صورت «پرخاطر» عنوان می‌شود که باعث شدت یافتن بیماری‌های قلبی-ریوی شده و در سالمندان و افرادی که این بیماری‌ها را دارند به مرگ زودهنگام منجر خواهد شد. برای سایر مردم نیز این هوا می‌تواند باعث مشکلات تنفسی شود و توصیه می‌گردد که افراد از خانه خارج نشوند. به ویژه کودکان و سالمندان در این سطح از آلودگی باید در خانه بمانند.

کارته سه یک ناحیه رهائشی است و بیشتر افرادی که در آن زندگی می‌کنند دارای درآمد متوسط رو به بالا هستند. پیش از آغاز جنگ، از این منطقه به عنوان منطقه میله در آخر هفته یاد می‌شد که بیشتر افراد ثروتمند در آن بودند. در حال حاضر، بیشتر سیاستمداران افغان، بازرگانان و حتی اعضای پارلمان در این ناحیه زندگی می‌کنند. این منطقه همچنین چندین سازمان دولتی و بین‌المللی را در خود جای داده است. کارته سه در مقایسه با شهر نو و مکروریان کهنه که بیشتر خانه‌های چند منزل دارند، از خانواده‌های کم جمعیت، خانه‌های حولی دار و عمارت‌های نسبتاً بلند تشکیل شده است. کارته سه بازارهای خرید بیروبار با فروشگاه‌های مختلف، رستوران‌ها و کافه‌های متنوع دارد و در عین حال، حوض‌ها و حمام‌های مختلفی نیز در آن قرار گرفته‌اند. خانه‌های کارته سه عموماً یک تا سه منزل هستند که نه تنها سیستم مناسبی برای گرمایش ندارند، بلکه در دیوارهای این خانه‌ها نیز از عایق‌بندی درستی برای نگه داشتن گرما استفاده نشده است. بیشتر خانه‌های کوچک این ناحیه دارای دودکش و سیستم تهویه هستند که چاره‌ای جز سوزاندن سوخت‌های جامد برای گرم کردن خانه نیست. علاوه بر این، فضای خالی بسیاری در این خانه‌ها وجود دارد که از آن برای انبار کردن مواد سوختی جامد در فصل زمستان استفاده می‌شود. به

مردم این ناحیه نیز هنگام خاموشی ژنراتورهای تولید برق را روشن می‌کنند که از سوخت‌های مایع استفاده می‌کند و آلودگی بیشتر می‌شود. در این منطقه سطح بسیار زیادی از PM 2.5 و PM 10 در هوا دیده می‌شود. سطح غلظت PM 2.5 در این ناحیه به عدد هشداردهنده ۴۷۴ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت می‌رسد که از میزان توصیه شده ۲۵ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) سازمان صحت جهانی برای هر ۲۴ ساعت تا ۱۹ برابر بیشتر است. غلظت PM 10 نیز به سطح هشدار دهنده ۷۲۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) می‌رسد که از عدد ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) توصیه شده سازمان صحت جهانی برای هر ۲۴ ساعت تا ۱۴.۵ برابر بیشتر است.

شهر نو مرکز خرید و تجارت در کابل است. منطقه رهائشی شامل سه منزل‌های بلند، خانه‌های کوچک و خانه‌های حولی دار می‌شود. دکانداران و صاحبان شرکت به همراه ساکنان این ناحیه عمدتاً افرادی با درآمد متوسط و پر درآمد هستند. به دلیل ترافیک و راه‌بندان‌های طولانی، این قسمت از کابل تراکم جمعیتی بسیار زیادی دارد. ساخت و سازهای بسیاری که در سال‌های اخیر انجام شده چهره این قسمت از شهر را تغییر داده است. بسیاری از ساختمان‌های این ناحیه دارای سیستم گرمایش مرکزی هستند که از سوخت جامد، معمولاً زغال سنگ تصفیه نشده استفاده می‌کند. به همین دلیل حجم زیادی از آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 تولید می‌شود. مانند کارته سه،

مکروریان کهنه

سه و نبود مکانی برای انبار کردن سوخت‌های جامد مانند چوب و زغال سنگ، ساکنان این ناحیه از گاز برای گرم کردن خانه‌های خود در زمستان گذشته استفاده کردند. به وضوح مشخص است که چرا سطح غلظت آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 در این ناحیه کمتر است. با این وجود، غلظت PM 2.5 در مکروریان کهنه به ۲۸۷ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت می‌رسد که ۱۱.۵ برابر بیشتر از عدد ۲۵ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) توصیه شده از سوی سازمان صحت جهانی است. غلظت PM 10 نیز به سطح هشدار ۳۶۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت می‌رسد که تقریباً ۷.۳ برابر از سطح ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{G}/\text{M}^3$) در هر ۲۴ ساعت توصیه شده از سازمان صحت جهانی برای هر ۲۴ ساعت بیشتر است.

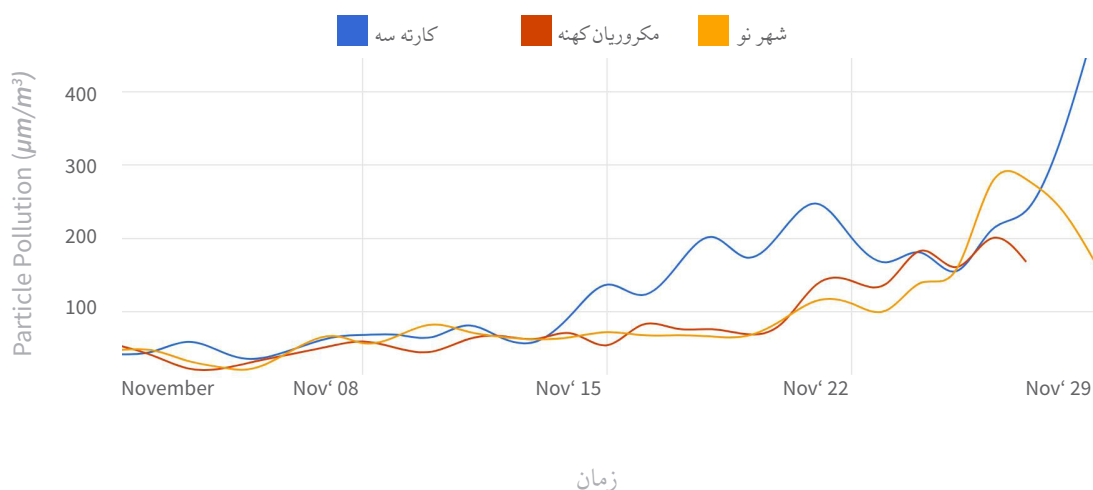
مکروریان کهنه یک منطقه کاملاً رهائشی است که مطابق با سیستم شهری دوران شوروی سابق در سال‌های ۱۳۳۸ ساخته شده است. درآمد ساکنان این ناحیه از کم تا بسیار زیاد متغیر است. ساختمان‌های این ناحیه معمولاً چهار منزل هستند و در هر بلاک تعداد زیادی خانواده زندگی می‌کنند. مکروریان کهنه دارای سیستم گرمایش منطقه‌ای است که شامل یک گرمخانه مرکزی برای توزیع گرما از طریق لوله‌های عایق‌بندی شده می‌باشد. در تمام افغانستان، این سیستم تنها در مکروریان کهنه وجود دارد. این سیستم در ماه‌های سرد زمستان روشن می‌شود، هرچند که در زمستان ۱۳۹۹ چنین نشد. با این وجود، به دلیل نبود سیستم تهویه دود در خانه‌ها، دیوارهای ضخیم‌تر در مقایسه با خانه‌های کارته

مقایسه ماهانه

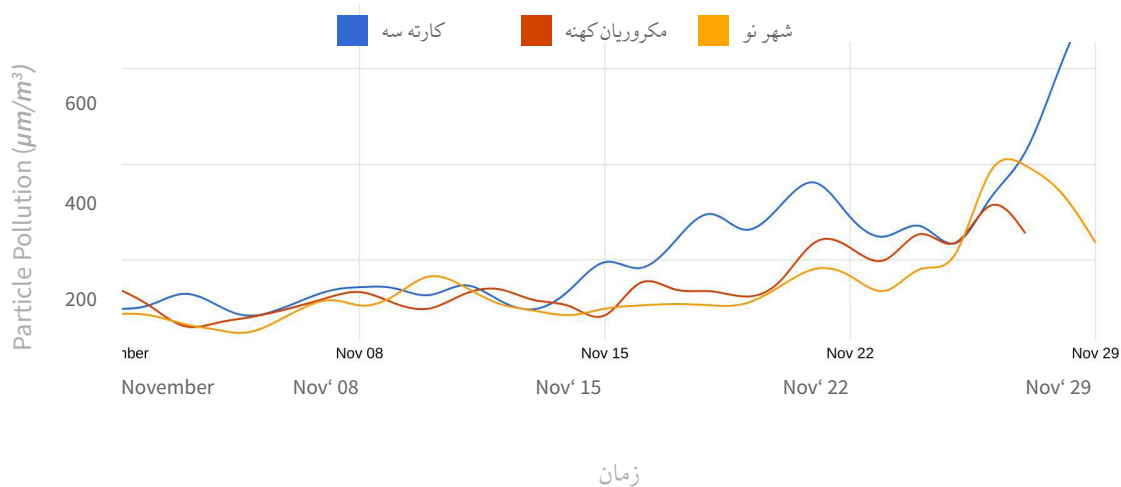
ماه نوامبر - عقرب

الگوی ماهیانه به ما اجازه می‌دهد که داده‌ها را - که در دوره‌های ۵ دقیقه‌ای جمع‌آوری شده- به صورت روزانه تحلیل کنیم. از هفته دوم ماه عقرب آلودگی هوا شروع به افزایش کرده است. در همین بازه زمانی نیز دمای هوا از ۱۷.۸ درجه سانتی‌گراد به ۵ درجه سانتی‌گراد، چیزی در حدود ۷۲٪ کاهش یافته است. الگوهای PM 2.5 و PM 10 در ماه نوامبر (عقرب) یکسان بوده‌اند.

تصویر ۶: سطح آلودگی PM 2.5 در عقرب ۱۳۹۹



تصویر ۷: سطح آلودگی PM 10 در عقرب ۱۳۹۹

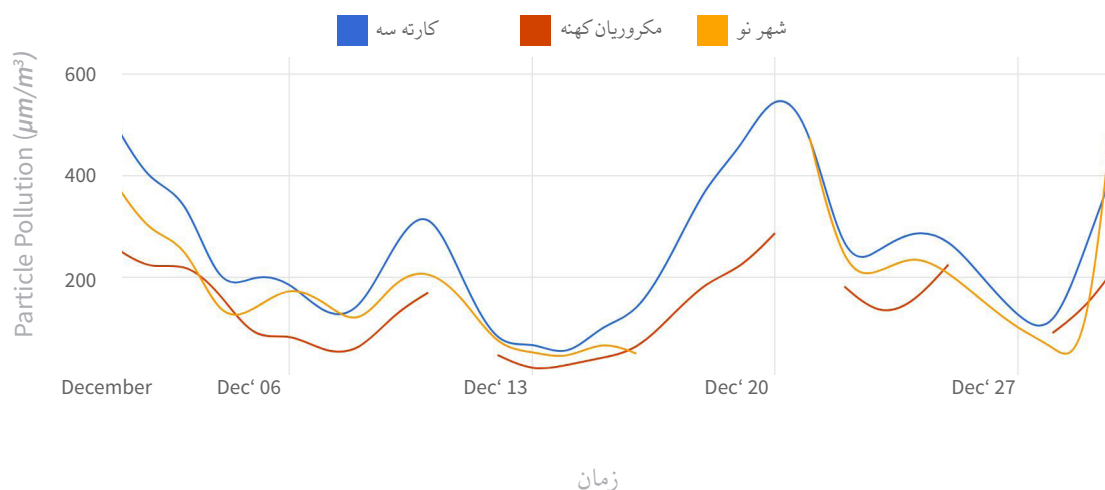


تحلیل داده‌ها

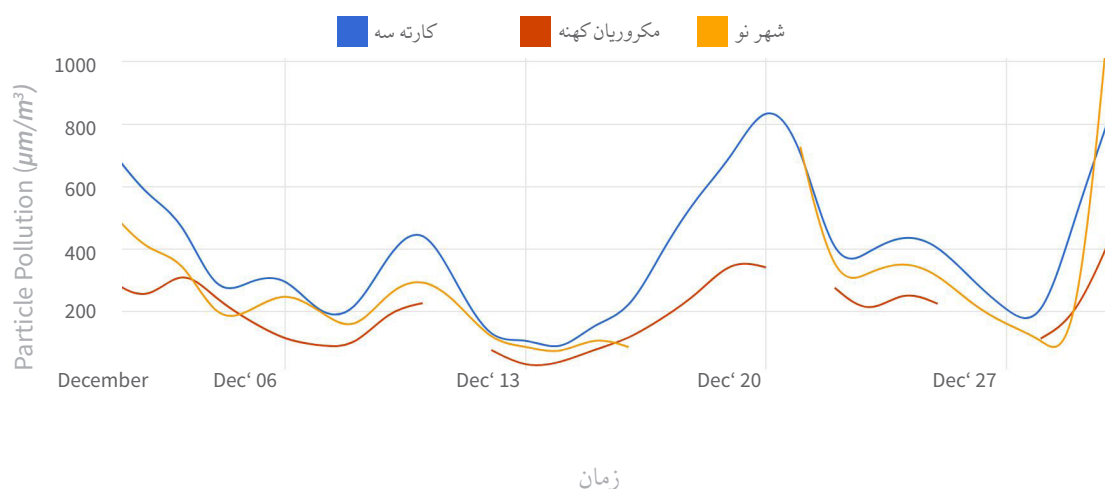
ماه دسامبر - قوس

تا هفته اول ماه دسامبر (قوس) سطح آلودگی بلند مانده، اما از هفته دوم این سطح تغییر پیدا کرده و کاهش یافت، اما در انتهای ماه بار دیگر افزایش پیدا کرده و در آخرین روزها به بالاترین سطح خود رسید. قسمت‌های قطع شده در نمودار آلودگی مکروریان کهنه و شهر نو به دلیل نوسان برق و قطعی آن برای چند روز بوده است. الگوی PM 2.5 و PM 10 در ماه قوس ۱۳۹۹ با یکدیگر برابر بوده‌اند.

تصویر ۸: سطح آلودگی PM 2.5 در قوس ۱۳۹۹

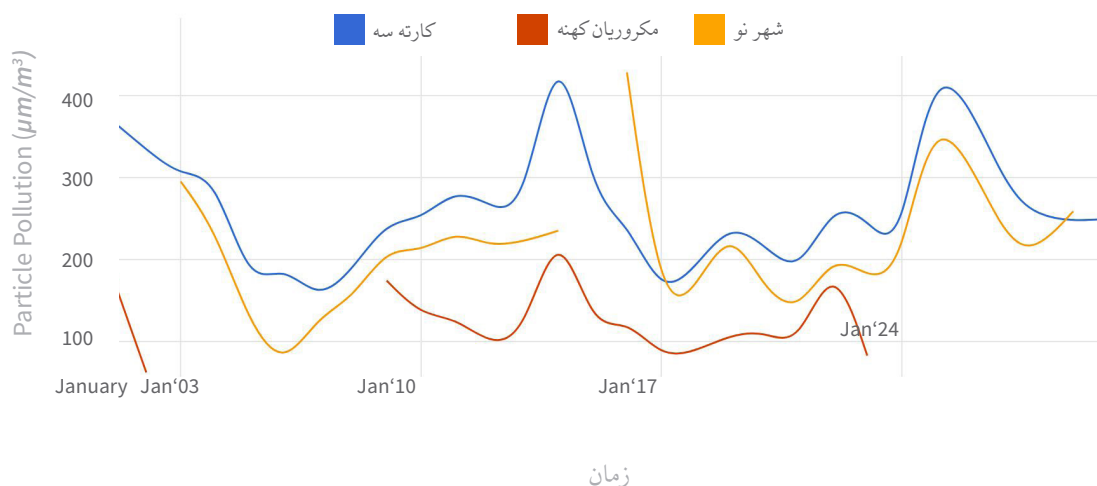


تصویر ۹: سطح آلودگی PM 10 در قوس ۱۳۹۹

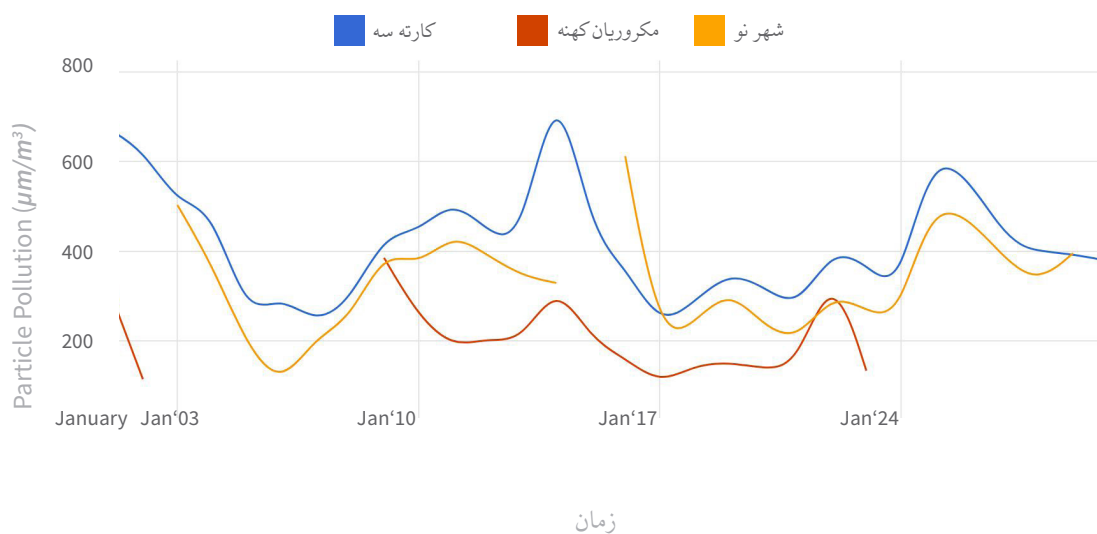


تحلیل داده‌ها

تصویر ۱۰: سطح آلاینده‌گی PM 2.5 در جدی ۱۳۹۹



تصویر ۱۱: سطح آلاینده‌گی PM 10 در جدی ۱۳۹۹



ماه ژانویه - جدی

تا هفته سوم ماه جدی، سطح آلودگی بلند مانده است. پس از یک کاهش کوتاه مدت، سطح آلودگی بار دیگر در انتهای ماه افزایش یافته است. فاصله‌های ایجاد شده در نمودار آلودگی در مکروریان کهنه و شهر نوبه دلیل نوسان و قطعی چند روزه برق است. الگوی آلودگی PM 10 و PM 2.5 در ماه جدی یکسان هستند.

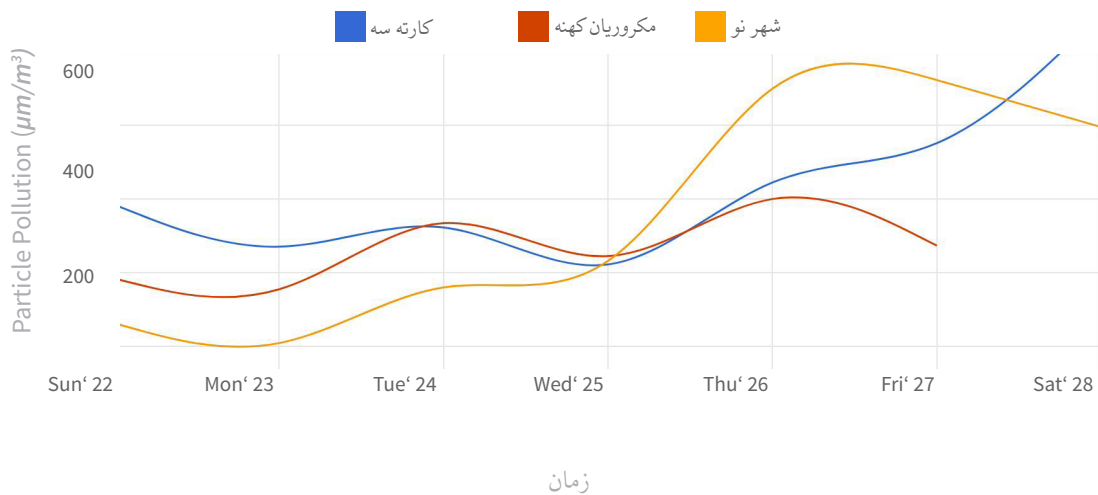
تحلیل داده‌ها

مقایسه هفتگی

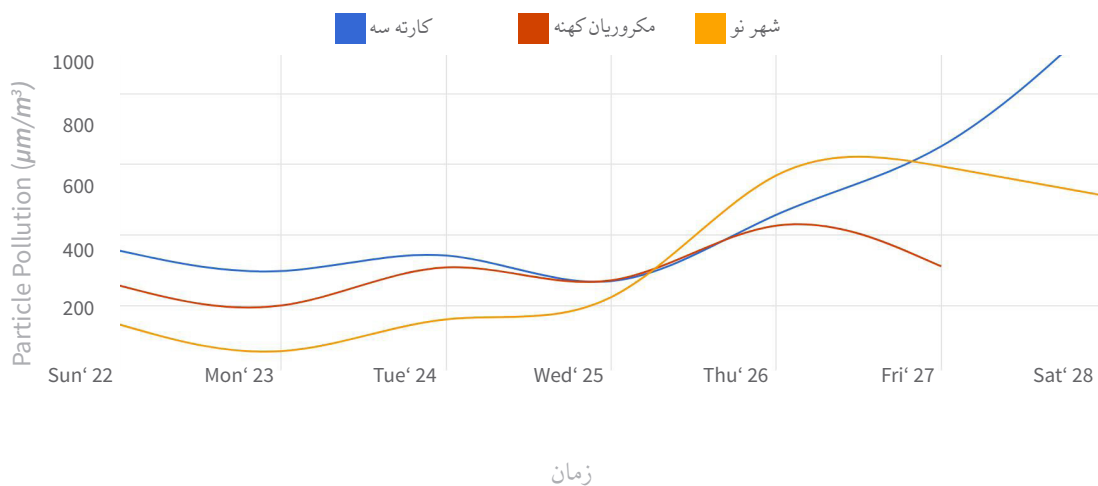
ماه نوامبر - عقرب

الگوی هفتگی آلودگی در مکروریان کهنه و شهر نو نشان‌دهنده روند افزایشی و کاهشی یکسان است. آلودگی در کارته سه یک الی دو روز دیرتر شروع به افزایش کرده که نشان دهنده یک جابه‌جایی زمانی است.

تصویر ۱۲: سطح هفتگی آلاینده PM 2.5 در عقرب ۱۳۹۹

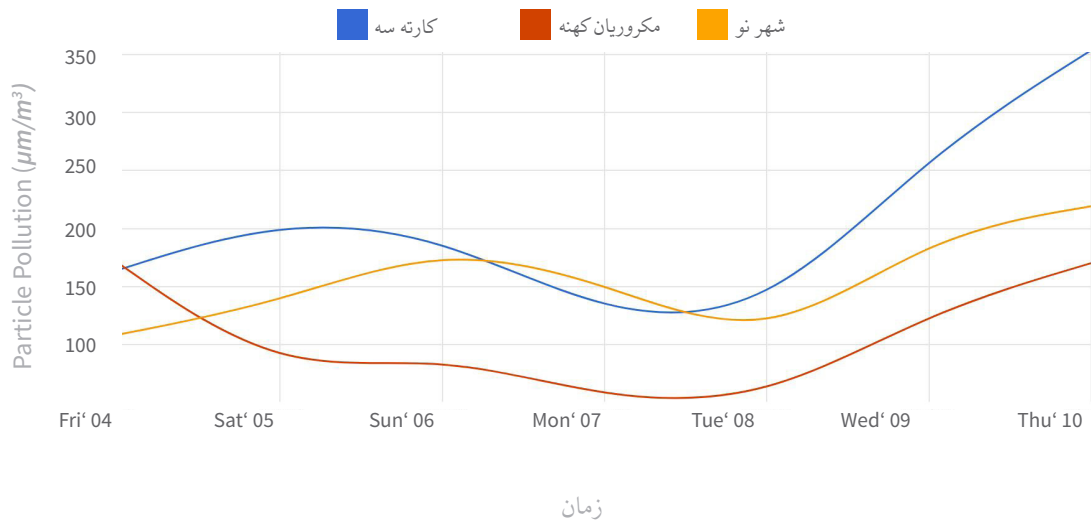


تصویر ۱۳: سطح هفتگی آلاینده PM 10 در عقرب ۱۳۹۹

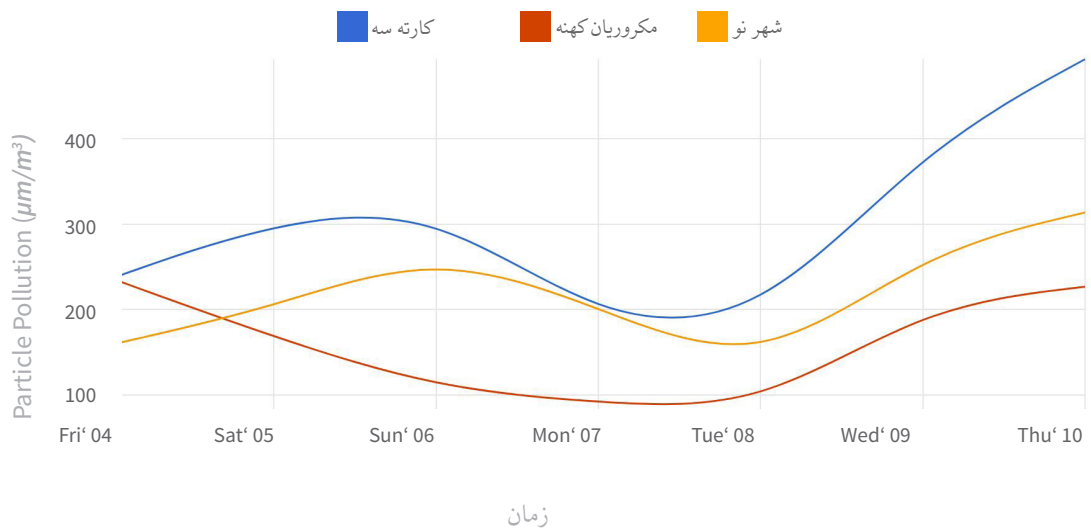


تحلیل داده‌ها

تصویر ۱۴: سطح هفتگی آلاینده‌ی PM 2.5 در قوس ۱۳۹۹



تصویر ۱۵: سطح هفتگی آلاینده‌ی PM 10 در قوس ۱۳۹۹



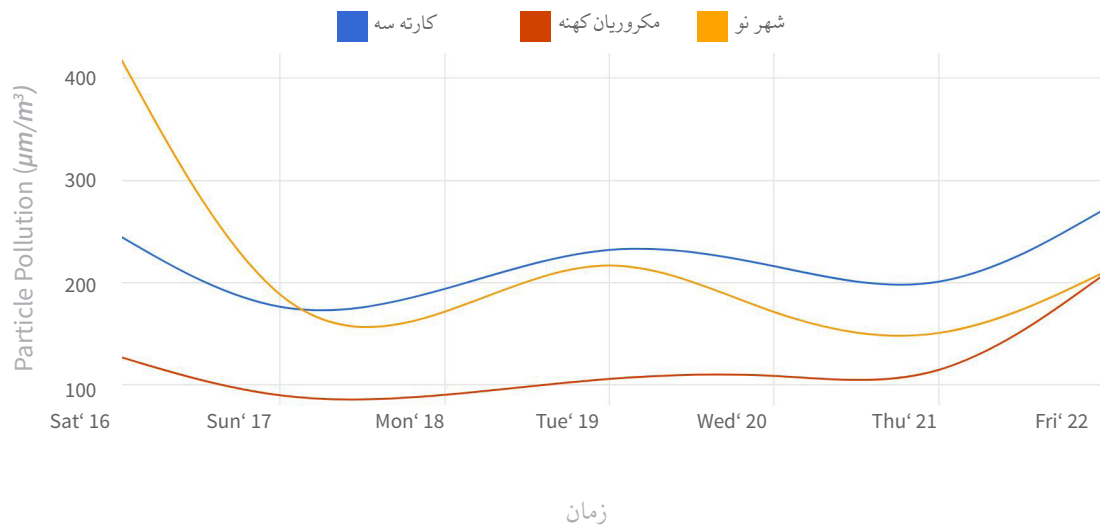
ماه دسامبر - قوس

داده‌های ماه عقرب نشان می‌دهد، با وجود اینکه الگوی افزایش آلودگی تا حدودی مشابه است، اما میانگین غلظت آلاینده‌ها (PM 10 و PM 2.5) در کارت سه تا ۳۷٪ از شهر نو و ۵۰٪ از مکروریان کهنه پیشی گرفته است.

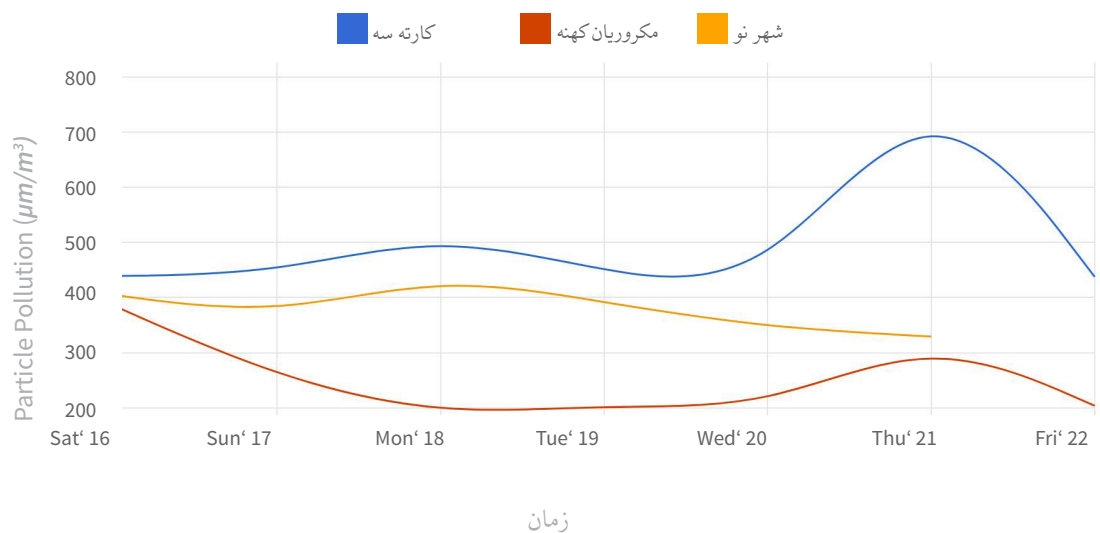
تحلیل داده‌ها

ماه ژانویه - جدی

تصویر ۱۶: سطح هفتگی آلاینده‌ی PM 2.5 در جدی ۱۳۹۹



تصویر ۱۷: سطح هفتگی آلاینده‌ی PM 10 در جدی ۱۳۹۹



الگوی روزانه

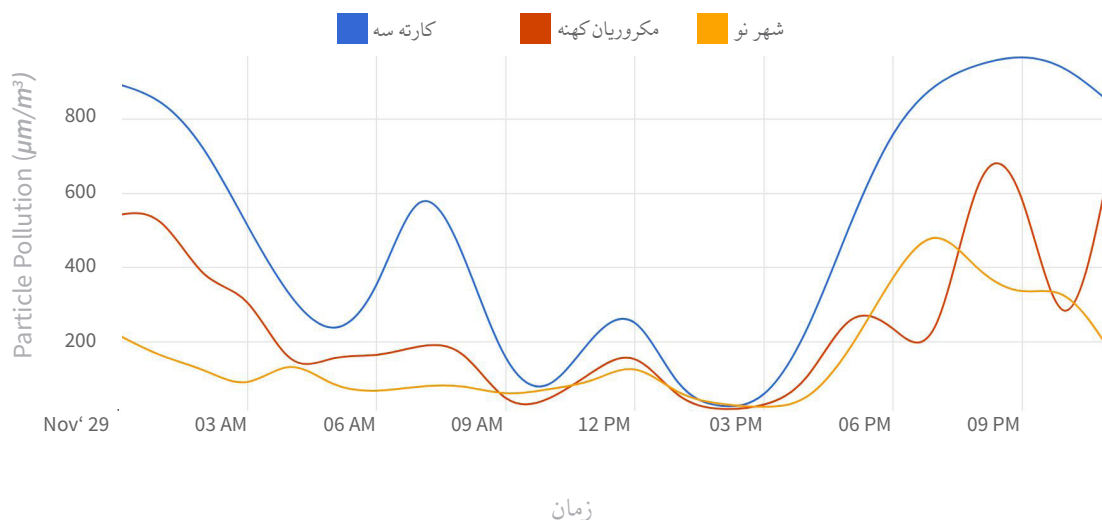
است. هنگام ظهر، آلودگی به کمترین حد خود می‌رسد. غلظت هر دو آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 پس از ساعت ۴ بعد از ظهر شروع به افزایش کرده و در ساعت ۹ شب به بالاترین سطح خود می‌رسد که به قرار زیر است:
 کارته سه: برای PM 2.5 = 999 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای PM 10 = 2000 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 شهر نو: برای PM 2.5 = 974 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای PM 10 = 1700 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 مکروریان کهنه: برای PM 2.5 = 552 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای PM 10 = 1100 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

الگوی روزانه آلودگی به ما کمک می‌کند تا بتوانیم داده‌های جمع‌آوری شده را - که در بازه‌های زمانی ۵ دقیقه‌ای ثبت می‌شوند- در دوره‌های ساعتی تحلیل کنیم. سطح غلظت آلاینده‌های PM 10 و PM 2.5 در سه ناحیه شهر نو، کارته سه و مکروریان کهنه متغیر هستند اما الگوی افزایش و کاهش آلودگی در هر سه ناحیه کم و بیش برابرند.

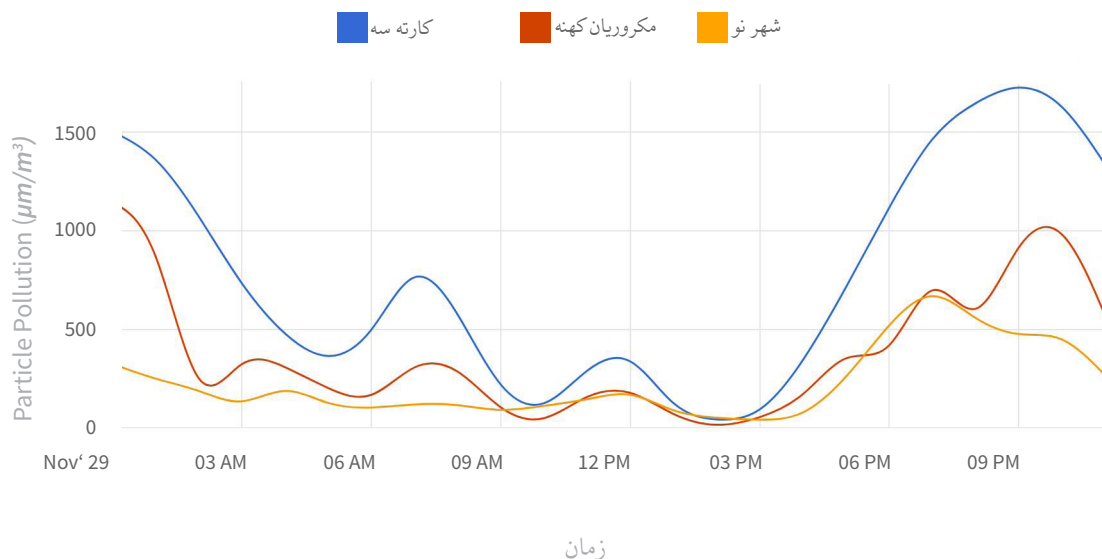
ماه ژانویه - جدی

سطح غلظت آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10
 10 تا حدود ساعت ۲ صبح هر روز بلند

تصویر ۱۸: سطح روزانه آلودگی PM 2.5 در الگوی ساعتی یکی از روزهای عقرب ۱۳۹۹



تصویر ۱۹: سطح روزانه آلودگی PM 10 در الگوی ساعتی یکی از روزهای عقرب ۱۳۹۹



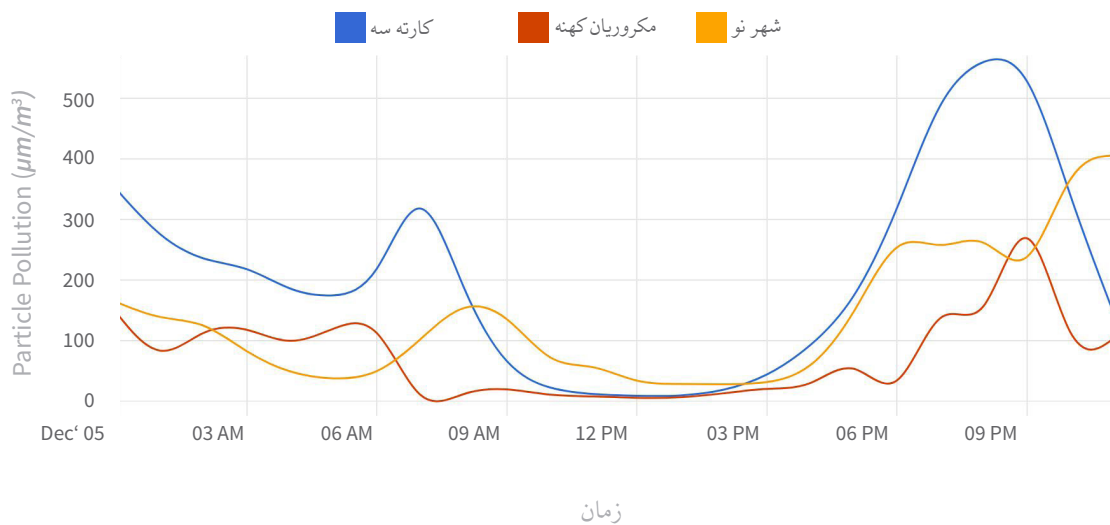
تحلیل داده‌ها

ماه دسامبر - قوس

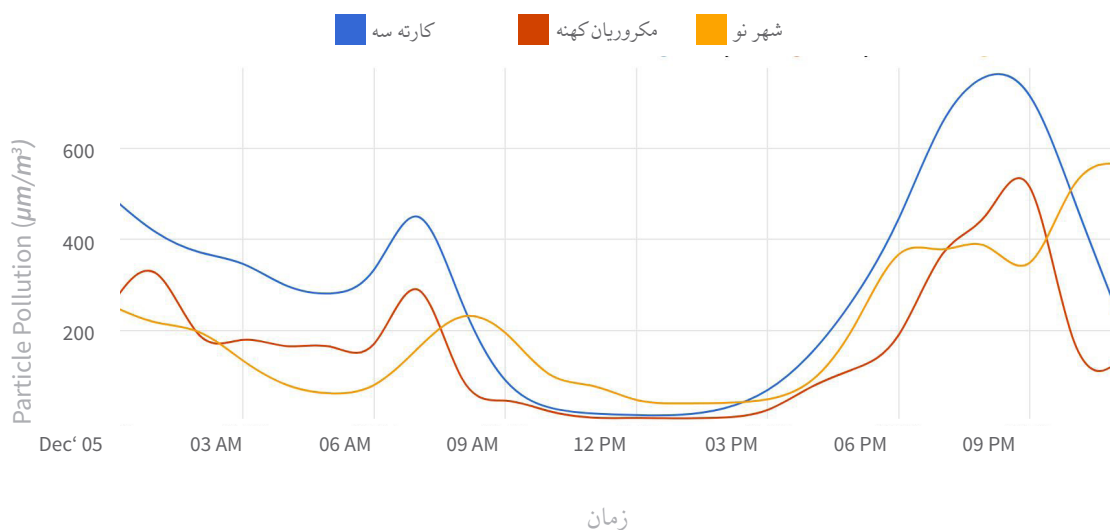
متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای $\text{PM}_{10}=1880$
 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 شهر نو: برای $\text{PM}_{2.5}=709$ میکروگرم بر متر
 مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای $\text{PM}_{10}=1340$
 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 مکروریان کهنه: برای $\text{PM}_{2.5}=1060$ میکروگرم
 بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - برای $\text{PM}_{10}=1240$
 میکروگرم بر متر مکعب ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

در ماه قوس آلودگی در چارچوب ساعتی برای یک روز ثابت است، سطح آلودگی از حوالی نیمه‌های شب شروع به کاهش کرده و در ساعت ۱۲ ظهر به کمترین میزان خود می‌رسد. سطح غلظت هر دو آلاینده $\text{PM}_{2.5}$ و PM_{10} پس از ساعت ۴ عصر شروع به افزایش کرده و حوالی ساعت ۹ شب به بالاترین سطح خود می‌رسد. اعداد به قرار زیر است: **کارته سه:** برای $\text{PM}_{2.5}=941$ میکروگرم بر

تصویر ۲۰: سطح روزانه آلودگی $\text{PM}_{2.5}$ در آلودگی ساعتی یکی از روزهای قوس ۱۳۹۹

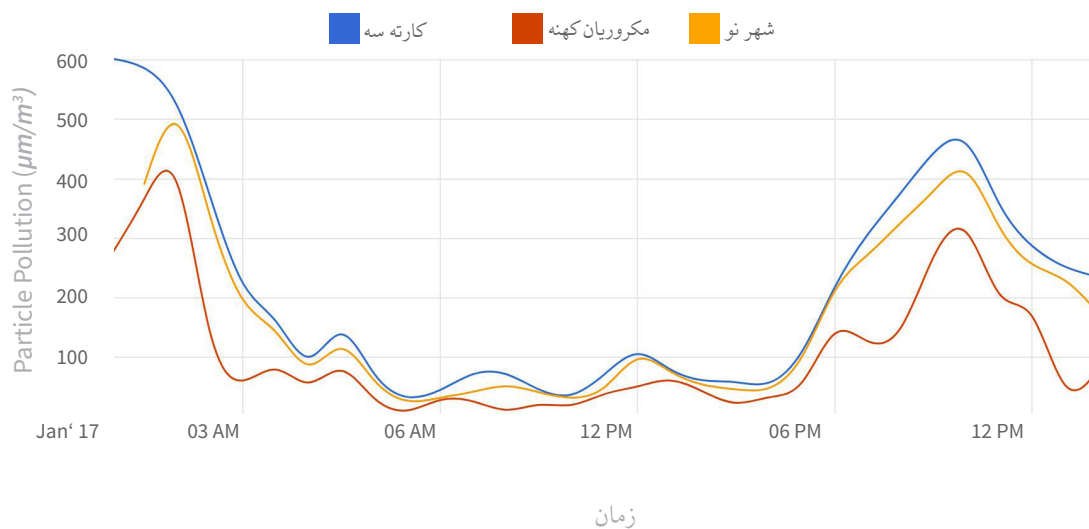


تصویر ۲۱: سطح روزانه آلودگی PM_{10} در آلودگی ساعتی یکی از روزهای قوس ۱۳۹۹

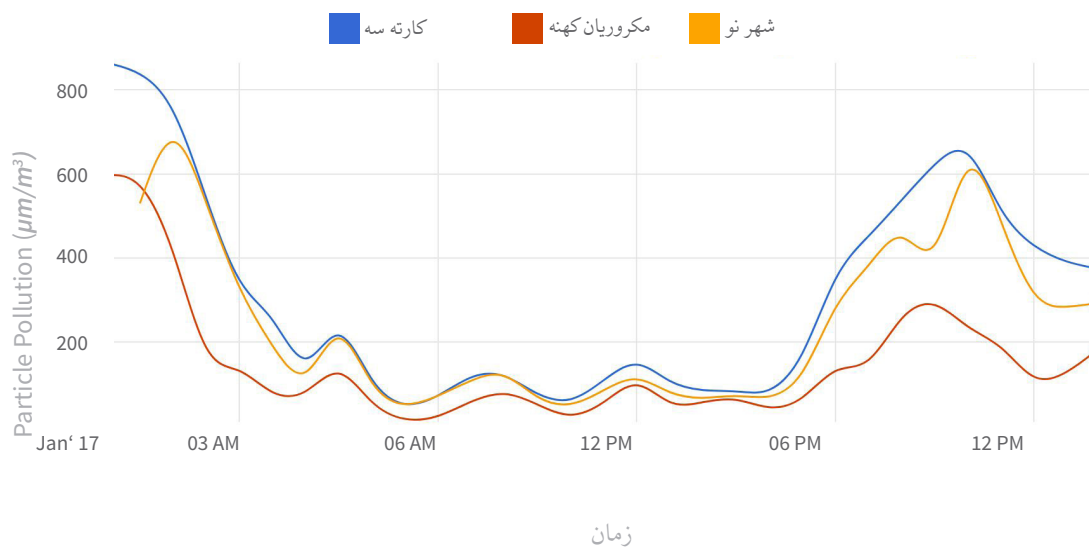


تحلیل داده‌ها

تصویر ۲۲: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 2.5 در الگوی ساعته یکی از روزهای جدی ۱۳۹۹



تصویر ۲۳: سطح روزانه آلاینده‌گی PM 10 در الگوی ساعته یکی از روزهای جدی ۱۳۹۹



ماه ژانویه- جدی

الگوی آلودگی در ماه جدی مانند ماه عقرب و قوس است، سطح آلودگی از حوالی نیمه شب به بعد شروع به کاهش کرده و در ساعت ۱۲ به کمترین سطح خود می‌رسد و سپس از ساعت ۴ دوباره شروع به افزایش کرده و حوالی نیمه شب روز بعدی به بالاترین میزان خود می‌رسد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده

اگر در آینده، مداخله‌ای در بخش آلودگی هوا صورت نگیرد و اقدامات کاهش دهنده روی دست گرفته نشوند، انتظار می‌رود که سطح انتشار آلاینده‌های PM 2.5 و PM 10 افزایش پیدا کند. تغییرات آب و هوایی سبب مهاجرت از روستاها و رفتن به شهرهای بزرگ از جمله کابل می‌شود که علاوه بر افزایش جمعیت، تقاضا برای پیشرفت اقتصادی را نیز بیشتر می‌کند. افزون بر این، منابع آلوده کننده دیگر از جمله، آلودگی‌های برخاسته از وسایط حمل و نقل، مواد دور انداختنی، بخش صنایع، گازهای گلخانه‌ای، سایر منابع آلوده کننده خانگی، کمبود درخت و نبود فضای سبز همگی باعث افزایش غلظت آلاینده‌ها در شهرهای بزرگ می‌شوند. موارد یاد شده تقاضا برای منابع سوختی اولیه و ثانویه را افزایش می‌دهد که خود نیازمند امکانات گرمایشی مناسب هستند.

با در نظر گرفتن وضعیت بد امنیتی که روی کارکرد سازمان‌ها و نهادهای دولتی در هر سطحی سایه انداخته و همچنین نبود سیستم استاندارد برای نظارت روی آب و هوای کشور، به سختی می‌توان معیارهای بنیادین برای اجرای سیاست‌های تنظیم شده را رعایت کرد^۹. برای رسیدن به این هدف، سازمان تحقیق و تحلیل اجتماعی افغانستان و DIGITAL BRIDGE روی توصیه‌های زیر تاکید می‌کنند تا توسط سازمان‌ها و نهادهای مسئول به کار گرفته شود.

^۹ To read these policies please refer to <https://neis.nepa.gov.af/public/AuigP18Ybp>

توصیه‌ها



توصیه‌ها

یافته‌های این گزارش برای تحریک قانون‌گذاران جهت ایجاد معیارهای بنیادین و به صرفه اهمیت بسیاری دارد تا افزون بر شناسایی منابع انتشار آلودگی شامل ریزگردهای PM 10 و PM 2.5 به سرعت و با محاسبات دقیق و درست در محل و یا منطقه مورد نظر به این آلودگی‌ها پاسخ داده شود.

توصیه اول

یک سیستم نظارت بر کیفیت هوا در شهر کابل و دیگر شهرهای مهم توسعه داده شود تا مقدار دقیق آلاینده‌های SO₂، NO، NO₂، NO_x، CO، O₃، PM 10، PM 2.5 و دیگر آلاینده‌های شناخته شده در افغانستان را اندازه‌گیری کند. افزون بر این، با ایجاد فرایند اندازه‌گیری که شامل جمع‌آوری داده، تحلیل و ارزیابی می‌شود، نهادهای مسئول می‌توانند به طور همزمان فرایندی برای نظارت بر انتشار آلودگی را نیز ایجاد کنند که به آن‌ها اجازه می‌دهد آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای را زیر نظر بگیرند. آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای هر دو از یک منبع منتشر می‌شوند، بنابراین با تطبیق هر دو در یک سیستم، نیازی به جمع‌آوری دوباره اطلاعات و محاسبه‌های اضافی نیست. افغانستان به عنوان یکی از امضاکنندگان توافقنامه پاریس (درباره اقدام برای تغییرات آب و هوایی زمین) باید برای رسیدن به اهداف تلاش کند. با استفاده از دستگاه‌های قابل حملی همچون GARDBOX، نهادهای مربوطه می‌توانند نقشه راه دقیق، محل به محل و با جزئیات کامل از سطح آلودگی هوا داشته باشند.

توصیه دوم

برای استراتژی کاهش آلودگی هوا در سکتورهای مختلف و همچنین پلان‌های محلی باید اقدامات مورد نیاز انجام شود. برای جلوگیری از انتشار آلودگی، نیاز به کارهای بنیادین در سکتورهای اصلی مانند برق، کشاورزی، وزارتخانه‌ها، نهادها و به ویژه بخش ترانسپورت است. علاوه بر این، در دیگر شهرها نیز استراتژی مربوط به هوا باید با تمرکز روی منابع انتشار آلودگی تطبیق شود تا کیفیت هوا در سراسر کشور بهبود پیدا کند. این امر نیازمند ورود اداره محلی (شهرداری‌ها) و ظرفیت‌سازی ابزاری و انسانی است تا علاوه بر ارزیابی درست، نقشه راهی برای بهبود کیفیت هوا در نواحی تحت کنترل خود ایجاد کنند. با تعریف محاسن اقتصادی در استراتژی کاهش آلودگی هوا می‌توان انگیزه مورد نیاز را برای هر سکتور ایجاد کرد. GARDBOX دستگاهی قابل حمل و با نصب آسان است که می‌تواند در یک چارچوب نظارتی-ارزیابی، بهترین راه‌حل را برای کنترل آلاینده‌ها ارائه کند.

توصیه سوم

استفاده از زغال سنگ خام ممنوع شود و به جای آن از سوخت بریکت (زغال سنگ تصفیه شده) استفاده گردد. فرمان فوق‌العاده معاون ریاست جمهوری برای ممنوعیت استفاده از زغال سنگ خام در سیستم گرمایش مرکزی شماری از خانه‌های مدرن در شهر کابل، موثریت خود را در فصل زمستان ثابت کرد. برای اطمینان از اینکه ممنوعیت استفاده از زغال سنگ خام به صورت درست تطبیق می‌شود، تنظیم جریمه‌های سنگین، نصب دستگاه‌های GARDBOX برای اندازه‌گیری و مدیریت آلودگی هوا و همچنین توزیع زغال سنگ‌های تصفیه شده (بریکت) با قیمت‌های دولتی (سوبسیدی) می‌توانند اقدامات موثری شمرده شوند.

توصیه چهارم

عایق‌بندی دیوارهای خشتی، تقویت کانکریت سقف و کف خانه، پوشاندن درست دروازه‌ها و کلکین‌های چوبی، آلومینیومی و PVC در خانه‌های حولی‌دار، عمارت‌ها و بلند منزل‌ها برای مدیریت درست انرژی و جلوگیری از هدر رفت آن در فصل زمستان و تابستان توصیه می‌شود. علاوه بر این، توصیه می‌کنیم که دولت طرح‌هایی را به منظور تشویق مردم برای عایق‌بندی گرمایی روی دست بگیرد و به طور همزمان، از معیارهای نظارتی استفاده کند تا اطمینان از تطبیق معیارها در پروژه‌های جدید حاصل شود. برای رسیدن به این هدف، راه‌اندازی کمپین‌های معلوماتی درباره محاسن اقتصادی و محیط زیستی عایق‌بندی خانه‌ها می‌تواند موثریت بالایی داشته باشد.

توصیه پنجم

افزایش ظرفیت‌های تکنیکی (فنی) برای اندازه‌گیری و رهگیری میزان پیشرفت معیارهای آلودگی هوا به صورت منظم توصیه می‌شود. افزایش دوامدار ظرفیت‌ها برای ارزیابی آلودگی هوا در یک مسیر یکپارچه ضرورت است. همچنین، افزایش ظرفیت تکنیکی در سطح ملی برای افغانستان یک نیاز واقعی است، تا: الف) فهرست منظمی از آلودگی ایجاد شود، ب) روش‌های کاهشی را ارزیابی کند، از جمله برآوردی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده و برآوردی از تطبیق معیارها و سیاست‌های مختلف ارائه کند. افزون بر این‌ها، باید با نهادهای آکادمیک و موسساتی که خدمات دقیق‌تر ارائه می‌کنند همکاری شود تا بتوانند با تولید داده‌های مناسب و جزئی در افزایش دقت و درستی پیش‌بینی‌های آینده از آلودگی هوا کمک کنند.

در جدول زیر، اطلاعات تکنیکی GARDBOX به نمایش درآمده است

اطلاعات فنی

PM 2.5 - PM 10	پارامترهای اندازه گیری
0.0 - 999.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	رنج اندازه گیری
0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	دقت سنسور PM
کمتر از ۱۰ ثانیه	زمان پاسخ سنسور PM
حداکثر $\pm 15\%$ و $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	میزان خطا
ETHER- درگاه، LTE/UMTS/GSM، WiFi NET	نوع اتصال
MQTT	پروتکل ارتباط
JSON	فرمت داده‌های بارگذاری شده
5 V	ولتاژ عملیاتی
200 μA	جریان در حالت IDLE (حالت بدون فعالیت)
350 mA	جریان فعلی
5V / 1A (microUSB / USB-C)	منبع برقی
-20 الی 60 درجه سانتی گراد	دمای ذخیره
-10 الی 50 درجه سانتی گراد	دمای عملیاتی
400 گرم	وزن
16 × 65 × 76 میلی متر	ابعاد

