نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال ۱۵، شمارهٔ ۳۱ بهار ۱۳۸۹، صفحات ۱۲۹-۱۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱۲

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۸/۱۰/۷

بررسی روند آلاینده‌ها و جو در شکل‌گیری مه دود فتوشیمیایی در شهر تهران

مینا بابازاده[۱]

حسین محمدی[۲]

چکیده

به طور کلی کشورهای جهان با مشکل رو به افزایش اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا که ناشی از فعالیت‌هایی است که سبب گسترش آلاینده‌ها در اتمسفر می‌شود، مواجه هستند. مه دودفتوشیمیایی نیز یکی از مخرب‌ترین اثرات آلودگی هوا بر جو را داراست. این پدیده وضعیتی است که گسترش سریع آلاینده‌ها در معرض نور خورشید توسعه پیدا می‌کند و باعث ایجاد ترکیباتی از هزاران نوع ماده شیمیایی خطرناک می‌شود که اثرات آنها تاثیرات عمده‌ای بر محیط زیست به جای می‌گذارند، در این مقاله سعی شده است با استفاده از روش‌های آماری استنباطی چون ضریب همبستگی و معادلهٔ خط رگرسیون مورد پردازش و برای بررسی ارتباط بین متغیرها با تشکیل مه دود در شهر از فرمول پیرسون (معادلهٔ درجهٔ اول) جهت ضریب همبستگی استفاده شود تا بتوان ارتباط منطقی بین متغیرهای تحقیق از جمله آلاینده‌های هوا، وارونگی هوا و نقشه-های هوا در تراز ۲۵۰و۵۰۰ هکتوپاسکال در طول دورهٔ آماری (۱۹۹۸-۲۰۰۷) به صورت ماهانه در طی روزهای تشکیل مه دود مورد بررسی قرار گرفت با توجه به نتایج، ارتباط بین تشکیل مه دود و آلاینده‌های ذکر شده بیش از ۹۰ درصد برآورد شده و همچنین در روزهای تشکیل مه دود جریانات سرد ورودی بر روی تهران و همچنین وجود وارونگی هوا و ارتفاع کم آن نسبت به سطح زمین تشکیل مه دود را تشدید کرده است.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، وارونگی هوا، مه دود فتوشیمیایی، آلاینده‌ها، نقشه‌های جو بالا.

---

۱ - فوق لیسانس از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری و دانشجوی دکترای رشته جغرافیای طبیعی، دانشگاه دهلی.Babazadeh61@yahoo.com

۲ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران .hmmohammadi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مه دود فتوشیمیایی یکی از عوامل عمده آلودگی هوا در شهرهای بزرگی مانند تهران می باشد به طوری که شرایط هوای این شهرها کاملاً برای تشکیل مه دود فتوشیمیایی از لحاظ غلظت بالای آلاینده های اولیه و ثانویه و همچنین اتمسفر ساکن بسیار مناسب است در طول سال چندین بار به دفعات این پدیده بر فراز شهر تشکیل می‌شود (سلطانیه و همکاران، ۱۳۷۵). متأسفانه به غیر از چند مورد، مطالعهٔ دقیقی در رابطه با این آلودگی در تهران و دیگر شهرهای کشور صورت نگرفته است.

بدین منظور در این مقاله سعی شده ضمن مطالعه زیربنـایی و انجام روش‌های آماری مـناسب در رابطه با تـراکم و غلظت آلاینده‌های هوا از قبیل SO2، HC، CO، N02، O3 در میزان تشکیل مه دود فتوشیمیایی در تهران مطرح و مورد استفاده قرار گیرد. منطقهٔ مورد مطالعه از لحاظ موقعیت مکانی، شهر تهران است که بین ۱۹°۵۱' طول شرقی و۳۵°۴۱' عرض جغرافیایی و با مساحتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع در قسمت جنوبی سلسله جبال البرز قرار دارد. از لحاظ زمانی داده‌ها و متغیرهای این تحقیق برای یک دورهٔ ۱۰ ساله از سال‌های (۱۹۹۸–۲۰۰۷) انتخاب شده‌اند به طور کلی عوامل متعددی در آلودگی هوای تهران دخالت دارند که در بین آنها عوامل جغرافیایی از اهمیت بیشتری برخوردارند.

Archive of SID

www.SID.ir

اهداف تحقیق

از جمله عوامل موثر بر تشکیل مه دود فتوشیمیایی آلاینده‌های اولیه همچون SO2، HC، CO، N02، O3 هستند که به علت واکنش‌های شیمیایی که در جو اتفاق می‌افتد باعث تشکیل مه دود می‌شوند (اُنتاریو، ۲۰۰۷). سهم منابع ساکن در افزایش تولید اکسیدهای نیتروژن بیشتر از سایر منابع است در نتیجه دی-اکسید نیتروژن (N02)در شهرها به ویژه در حومه آنها به دلیل وجود صنایع در اطراف شهرها بیش از داخل شهرهاست (هری، ۲۰۰۲).

همچنین عامل اصلی در تولید هیدروکربورها (HC) نیز احتراق ناقص سوخت‌های فسیلی است و سهم منابع متحرک در تولید این آلاینده بیشتر است وغلظت ازن (O3) سطحی بیشتر به مقدار زیادی به غلظت دی‌اکسید ازت (SO2) اکسیدنیتریک و هیدروکربن‌های نسوخته بستگی دارد. با وجود غلظت بالای بسیاری از آلاینده‌ها در شهر تهران و زمینهٔ مناسب جوی برای واکنش شیمیایی بین آلاینده‌ها و ورود پرفشارهای سرد از سرزمین‌های اطراف ایران و ریزش هوای سرد بر روی تهران و تشدید وارونگی دما در فصل‌های پاییز و زمستان این پرسش‌ها مطرح می‌شوند: ۱- آیا بین تراکم و غلظت زیاد آلاینده-هایی از قبیل N02, O3, CO, HC, SO2 با تشکیل مه دود فتوشیمیایی در شهر تهران رابطه‌ای وجود دارد؟

۲- آیا بین جریان پرفشار سرد ورودی به تهران با تراکم آلاینده‌ها در زیر سقف وارونگی هوا بر روی شهر و ایجاد مه دود رابطه وجود دارد؟

Archive of SID

www.SID.ir

پیشینه تحقیق

بیش از یک قرن است که مسائل مربوط به شهرها جدا از مسایل کلی جغرافیایی مورد توجه جغرافیدانان قرار گرفته و دربارهٔ جنبه‌های مختلف زندگی شهری تحقیقات فراوانی به عمل آمده است. احتمالاً واژه مه دود را اولین بار یک پزشک در کنفرانس بهداشت عمومی سال ۱۹۰۵ به کار برد تا کیفیت بد هوا را که بر اثر اختلاط دود و مه پیش آمده بود مطرح کند. موهان و کومار (۲۰۰۲) به معضل مه دود فتوشیمیایی پرداخته و افزایش آن را با افزایشی سریع در میزان آلاینده‌های جوی مربوط می‌دانند. در این مقاله عوامل تعیین‌کننده در میزان تراکم مه دود فتوشیمیایی تولید شده در جو بالا مورد بررسی قرار گرفته، به طوری که ترافیک شدید در ساعات آغازین روز، شدت تابش آفتاب در ساعات بعدی و ترکیبات اکسیدهای نیتروژن با ترکیبات آلی فرار که سبب تولید پروکسی‌اتیل نیترات را در ایجاد مه دود فتوشیمیایی موثر می‌دانند و همچنین عوامل اقلیمی چون بارش، باد و تغییرات دمایی در طول روز و توپوگرافی محل سهم به سزایی در تشکیل و تداوم مه دود فتوشیمیایی بر عهده دارند. ویلیامز و کراوفورد (۲۰۰٦) به بررسی منابع ایجاد مه دود، ازُن و علم آلودگی هوا و سلامت عمومی و همچنین قانونمندی آلودگی هوا در کانادا و همچنین تلاش‌های بین‌المللی در کاهش آلودگی هوا پرداخته‌اند. در سال ۱۳٤٥ اولین گام برای مبارزه با آلودگی هوا با تشکیل اداره بهداشت محیط کار و کنترل آلودگی هوا در اداره کل مهندسی بهداشت برداشته شد (مومنی، ۱۳۸٤: ٤). در اردیبهشت ۱۳٤۸ سمینار بین‌المللی مبارزه با آلودگی هوا با شرکت نمایندگان سازمان بهداشت جهانی W.H.O در تهران تشکیل شد. بر

www.SID.ir

طبق قانون اساسی، حفاظت محیط زیست وظیفه عمومی تلقی شده و هر نوع فعالیتی که با آلودگی محیط زیست و از جمله آلودگی هوا ملازمه پیدا کند، ممنوع است (قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، اصل پنجاهم). به طور کلی در زمینه بررسی مه دود و بخصوص مه دود شهر تهران چندان کاری انجام نشده است ولی به چند مورد آن اشاره می‌شود. سلطانیه، موسوی و مشهدی خدابخش (۱۳۷۵) مه دود فتوشیمیایی را یکی از عوامل عمده آلودگی هوا در شهرهای بزرگی مثل تهران دانسته و نتیجه گرفته‌اند که شرایط هوای این شهر کاملاً برای تشکیل مه دود فتوشیمیایی مناسب است، زیرا مه دود فتوشیمیایی پدیده‌ای است که برای ایجاد آن نیاز به وجود هیدروکربن‌ها، اکسیدهای نیتروژن، تابش خورشید و اتمسفر ساکن است و تمام این عوامل در اکثر روزها در تهران وجود دارند. موسوی، معروف و نائینی (۱۳۸۱) به «بررسی پتانسیل تشکیل مه دود فتوشیمیایی ناشی از صنایع در شهر مشهد پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که عوامل زیادی در تشکیل مه دود فتوشیمیایی دخالت دارند و مهم‌ترین آنها هیدروکربن‌ها واکسیدهای نیتروژن می باشند و البته مهم‌ترین صنایع تشکیل‌دهندهٔ مه دود فتوشیمیایی در شهر مشهد، کارخانه سیمان و دو نیروگاه طوس و مشهد هستند و با توجه به آمارها پتانسیل تشکیل مه دود فتوشیمیایی ناشی از صنایع، بیشتر از این پتانسیل برای خودروهای این شهر است. لذا مه دود فتوشیمیایی در حومه مشهد بیشتر از مه دود فتوشیمیایی در نقاط داخلی این شهراست. کیفیت هوا که حیات موجودات خاکی با آن بستگی دارد، تنها در چند دههٔ اخیر به عنوان یک عامل مهم و حیاتی برای نسل بشر شناخته شده است. به طور کلی شواهدی دال بر علاقمندی جوامع انسانی در

www.SID.ir

غلبه بر مشکل آلودگی هوا وجود دارند که از جمله آنها می‌تواند از تصویب و اجرای قوانین کنترل دود در شیکاگو سینسیناتی به سال ۱۸۸۱ نام بـرد، ولی اجرای این قوانین و قوانین مشابه آنها با دشواری‌هایی مواجه شد و برای تمیز کردن هوا با جلوگیری از آلودگی بیشتر آن تقریبا کاری انجام نشد. سه رویداد مهم که به مرگ عدهٔ زیادی انجامیده و ناشی از آلودگی هوا بوده است. نتایج حاصل از یک مطالعهٔ منطقه‌ای در تهران نشان داد که در مدت ۱٤۰ روز ۱٦۰ بیمار تهرانی به دلیل مشکلات تنفسی و قلبی ناشی از آلودگی هوا در ۵ بیمارستان تحت معالجه قرار گرفتند، بر پایه این گزارش سالانه به ٤۰۰۰ مورد مرگ و میر، بر اثر آلودگی هوا در تهران رخ می‌دهد (روزنامه مردم‌سالاری، ۱۳۸۷).

اولین گام برای مبارزه باآلودگی هوا با تشکیل اداره بهداشت محیط کار و کنترل آلودگی هوا در ادرهٔ کل مهندسی بهداشت برداشته شد (مومنی، ۱۳۸٤: ٤).

مواد و روش‌ها

در تـحقیق حاضر از ۳ نوع داده بـرای بررسـی رابطهٔ بین عـناصر و مولفه‌ها اسـتفاده شـده است. اولیـن داده مـورد بررسـی آلایـنده‌های هـوا هـمچون *SO2-HC-CO-N02-O3* در طول دورهٔ آماری از (۱۹۹۸–۲۰۰۷)، به صورت میانگین ماهانه است. دومین متغیر یا داده مربوط به روزهای وارونگی هوا (تابشی) موجود در روزهای تشکیل مه دود است که در طی دورهٔ آماری (۱۹۹۸–۲۰۰۷) که به صورت ماهانه جمع آوری شد و سومین متغیر نقشه‌های

www.SID.ir

جو بالا در تراز (۲۵۰ و ۵۰۰) هکتوپاسکال در طی دورهٔ آماری (۱۹۹۸-۲۰۰۷) در روزهای تشکیل مه دود و همچنین تعداد روزهای تشکیل مه دود که در دوره آماری (۱۹۹۸-۲۰۰۷) به طور کل ۱۸ روز است که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شده، جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، که در جداول یک بعدی برحسب ماه، طبقه‌بندی و وارد کامپیوتر شد و با استفاده از نرم‌افزار (اکسل) و روش‌های آماری استنباطی چون ضریب همبستگی و معادلهٔ خط رگرسیون مورد پردازش و تجزیه وتحلیل قرار گرفتند. برای بررسی ارتباط بین متغیرها با تشکیل مه دود در شهر از فرمول پیرسون (معادلهٔ درجهٔ اول) جهت ضریب همبستگی استفاده شده است. به طور کلی ساده‌ترین مدل برای نحوهٔ تشکیل مه دود فتوشیمیایی استفاده از داده‌های تاریخی برای روزهای تشکیل مه دود و هم میزان آلاینده‌ها، به کار گرفتن ارتباط رگرسیونی بین آنهاست. این روش با استفاده از رایانه در محیط EXCEL, SPSS و دیگر نرم‌افزارها صورت می‌گیرد. میزان بالای غلظت آلاینده‌های همچون O3, N02, CO, HC, SO2 در تهران در بعضی از روزهای سال سبب تشکیل مه دود بسیار موثرند. ۱- ضریب همبستگی بین میانگین ماهانه مونواکسید کربن با میزان تشکیل مه دود در شهر تهران ۹۱ درصد محاسبه شده که این نوع همبستگی ایجاده شده ارتباط قوی را بین این دو متغیر نشان می‌دهد (نمودار شمارهٔ ۱). ۲- ضریب همبستگی بین میانگین ماهانه هیدروکربورهای موجود با میزان تشکیل مه دود در شهر تهران ۹۰ درصد محاسبه شده، به طوری که همبستگی ایجاد شده ارتباط خوبی را به نمایش می‌گذارد. به طور کلی بیشترین مواقع تشکیل مه دود در ماه‌های سرد سال آذر (دسامبر)، دی (ژانویه) ماه‌هایی که با حداقل دمای هوا

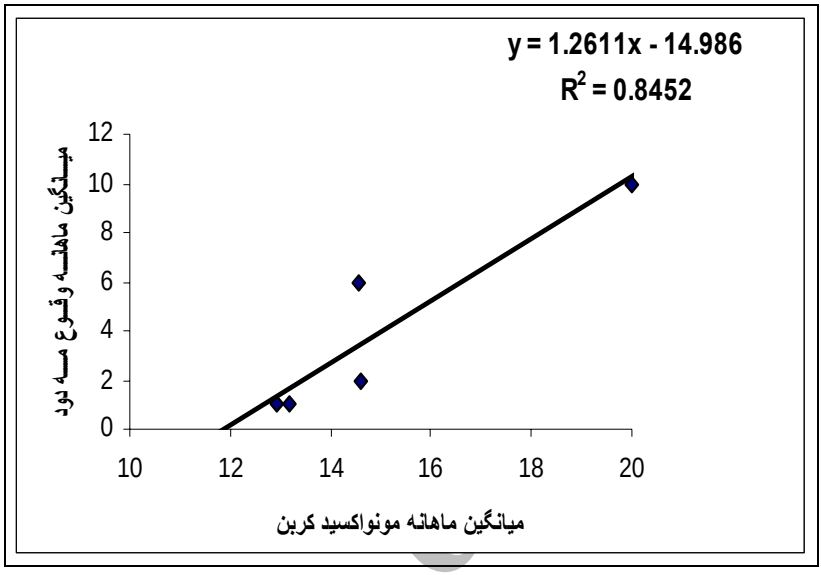
Archive of SID

www.SID.ir

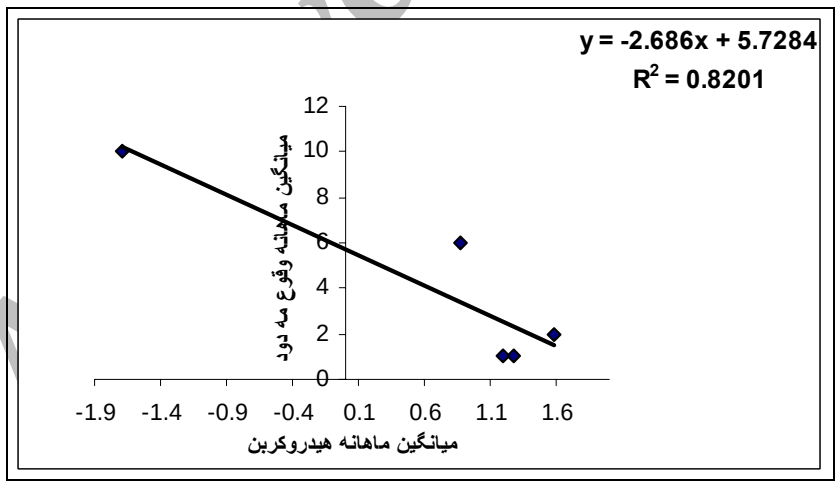
مواجه هستیم. ولی میزان هیدروکربورها و اُزُن بر خلاف سایر آلاینده‌ها است، به این معنا که میزان این آلاینده‌ها در ماه‌های گرم سال افزایش می‌یابد و این مورد می‌تواند دلیل خوبی برای تشکیل مه دود در ماه‌های گرم سال باشد (نمودار شمارهٔ ۲). ۳- ضریب همبستگی بین میانگین ماهانه دی‌اکسید نیتروژن با میانگین ماهانه وقوع مه دود در شهر ۸٦ درصد محاسبه شده، که ارتباط خوبی را بین متغییرها نشان می‌دهد، به طوری که با افزایش این آلاینده بخصوص در فصول سرد سال با تشکیل مه دود بر فراز شهر مواجه می‌شویم (نمودار شمارهٔ ۳). ٤- ضریب همبستگی بین میانگین ماهانه ازن و میانگین ماهانه وقوع مه دود در شهر تهران ۸۳ درصد محاسبه شده (نمودار شمارهٔ ٤). ۵- ضریب همبستگی بین میانگین ماهانهٔ دی اکسید گوگرد با میانگین ماهانهٔ وقوع مه دود در شهر ۹۲ درصد محاسبه شده (نمودار شماره ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

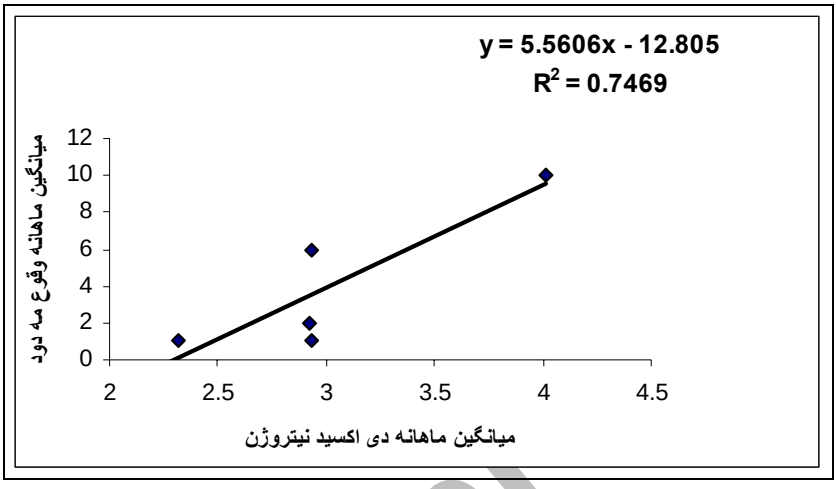


نمودار (۱) ارتباط بین مونواکسید کربن با تشکیل مه دود در شهر تهران (۱۹۹۸-۲۰۰۷)

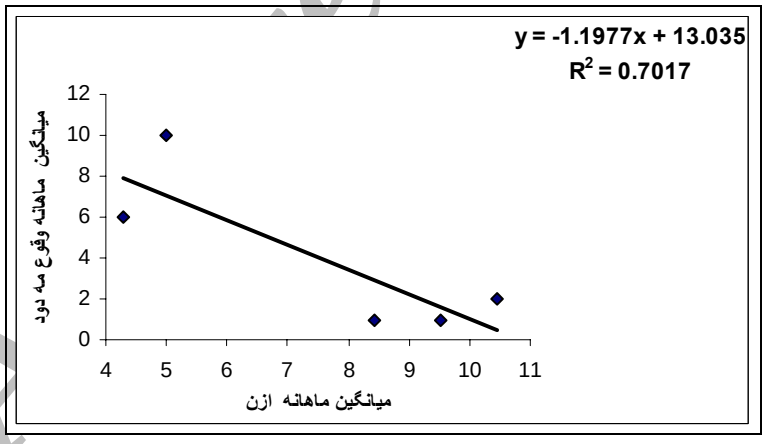


نمودار (۲) ارتباط بین هیدروکربن با تشکیل مه دود در شهر تهران (۱۹۹۸-۲۰۰۷)

www.SID.ir

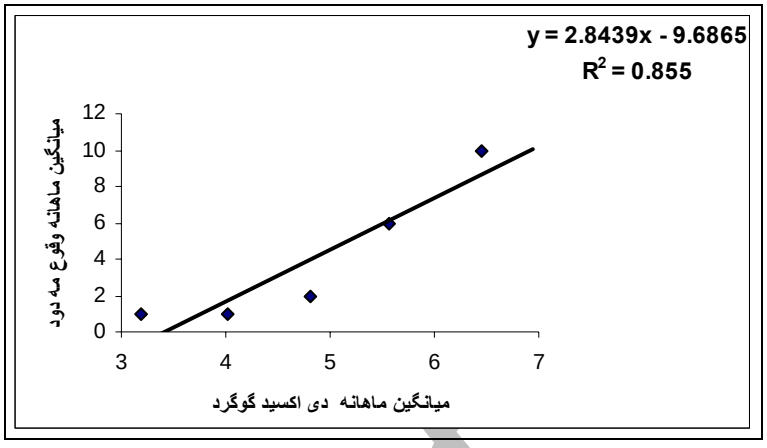


نمودار (۳) ارتباط بین دی‌اکسید نیتروژن با تشکیل مه دود در شهر تهران (۱۹۹۸-۲۰۰۷)



نمودار (٤)ارتباط بین ازن با تشکیل مه دود در شهر تهران (۱۹۹۸-۲۰۰۷)

www.SID.ir



نمودار (۵) ارتباط بین دی‌اکسید گوگرد با تشکیل مه دود در شهر تهران(۱۹۹۸-۲۰۰۷)

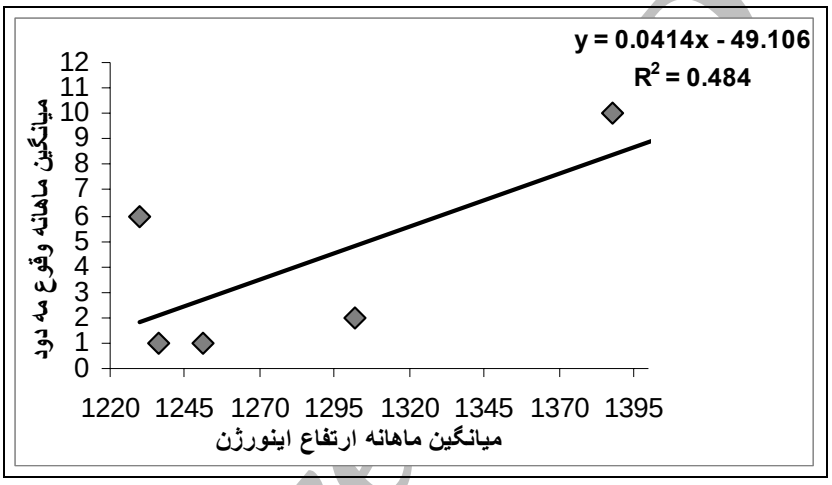
ارتباط وارونگی هوا (تابشی) با تشکیل مه دود در شهر تهران

تعدادی از خطرناک‌ترین آلودگی‌های هوا (به علت اثر ضدسلامتی بسیار زیاد) در اثر وارونگی حرارتی صورت می‌گیرد. در این بررسی ارتفاع لایهٔ وارونگی نسبت به سطح فرودگاه مهرآباد تهران اندازه‌گیری شده است. به طور کلی شدت وارونگی ها در دوره سرد سال بیشتر از دورهٔ گرم است. در بیشتر صبح‌های زمستان دو پدیدهٔ تابشی و سینوپتیک با هم ترکیب شده و هوای بسیار آلوده ایجاد می‌کنند. در بررسی ارتباط وارونگی هوا با تشکیل مه دود در شهر تهران از میانگین ماهانهٔ ارتفاع در طول دورهٔ آماری (۱۹۹۸-۲۰۰۷) استفاده شده و نتیجهٔ زیر به دست آمد: میزان ارتباط ایجاد شده به وسیلهٔ میانگین ماهانه ارتفاع وارونگی هوا با تشکیل مه دود در شهر ٦٩ درصد محاسبه شده (شمارهٔ ٦)، این عدد می‌تواند میزان بالای ارتباط (وارونگی و مه

Archive of SID

www.SID.ir

دود) را به خوبی نشان دهد، به طوری که با کاهش ارتفاع وارونگی هوا در فصول سرد سال شاهد تجمع آلاینده‌ها در زیر لایهٔ وارونگی هستیم.



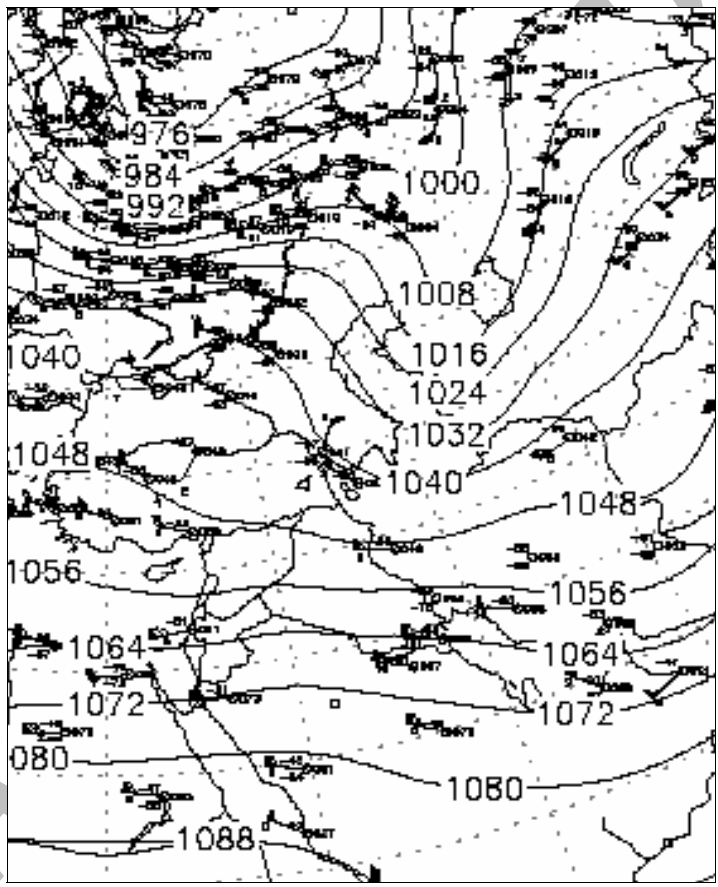
نمودار (٦) ارتباط بین ارتفاع وارونگی هوا با تشکیل مه دود در شهر تهران (۲۰۰۷-۱۹۹۸)

نقشه‌های هوا و تفسیر روزهای تشکیل مه دود

با توجه به ارتباط وضعیت هوا در سطوح بالای جو و میزان تأثیرگذاری بالای آنها در روزهای تشکیل مه دود و همچنین اثر آنها بر تجمع آلاینده‌های هوا، جهت اطمینان از نقشه‌های سطوح بالای جو در تراز (۵۰۰-۲۵۰) هکتوپاسکال استفاده شد، از نقشه‌های ۲۵۰ هکتوپاسکال برای بررسی میزان فشار هوا در این تراز و از نقشه‌های ۵۰۰ هکتوپاسکال برای بررسی میزان دما در این تراز مورد استفاده قرار گرفتند. به دلیل کثرت نقشه ها فقط از ٤ نقشه

Archive
www.SID.ir

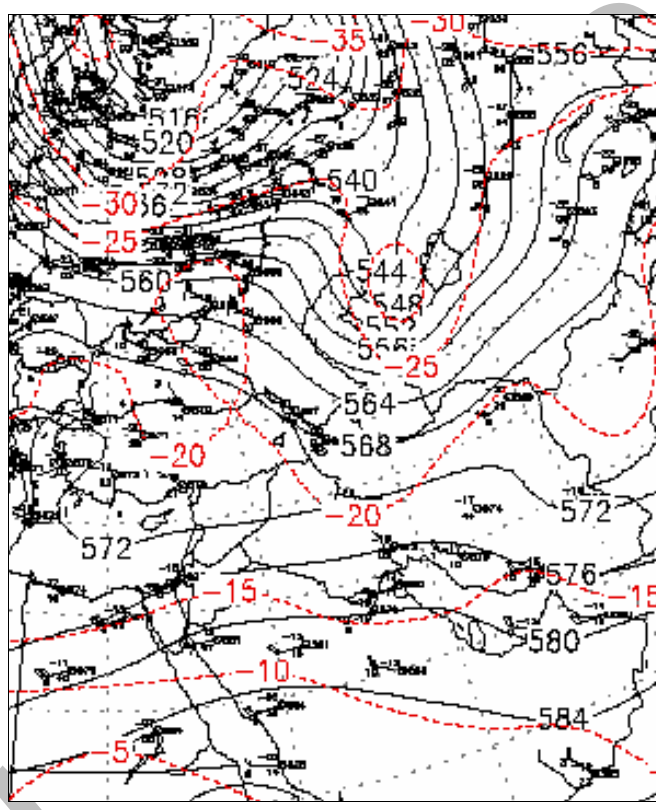
جو بالا که به ترتیب از راست به چپ ۲۵۰ برای نشان دادن میزان فشار هوا و۵۰۰ برای نشان دادن میزان دما در روزهای مختلف تشکیل مه دود در شهر تهران در این مقاله استفاده شده است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۷).



نقشهٔ (۱) روز ۱۳ دسامبر ۲۰۰۵ ساعت:۰۰

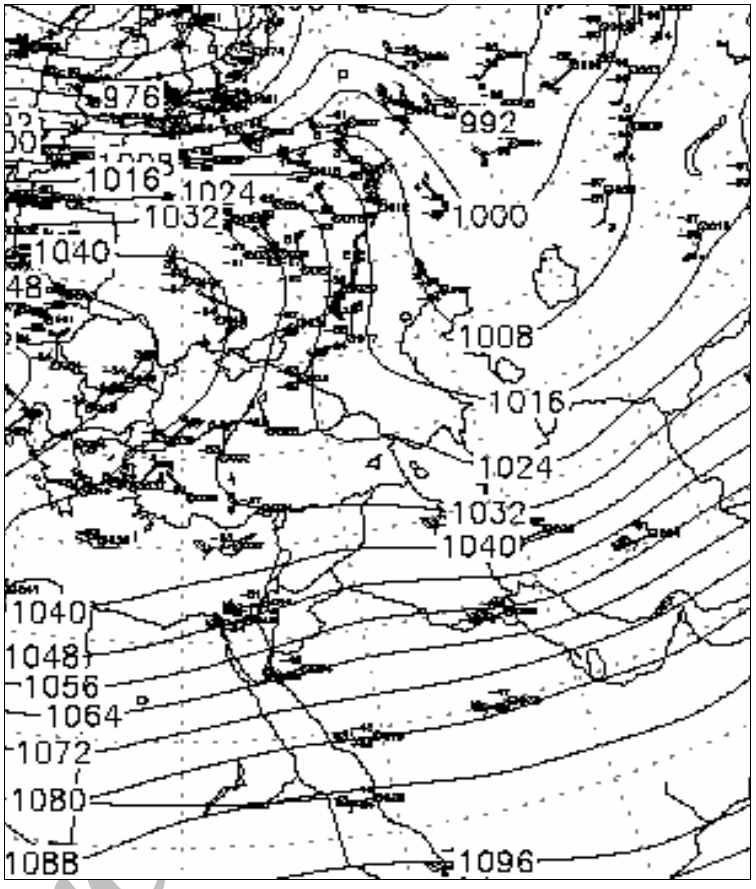
(۲۵۰ هکتوپاسکال)(سازمان هواشناسی کشور)

www.SID.ir



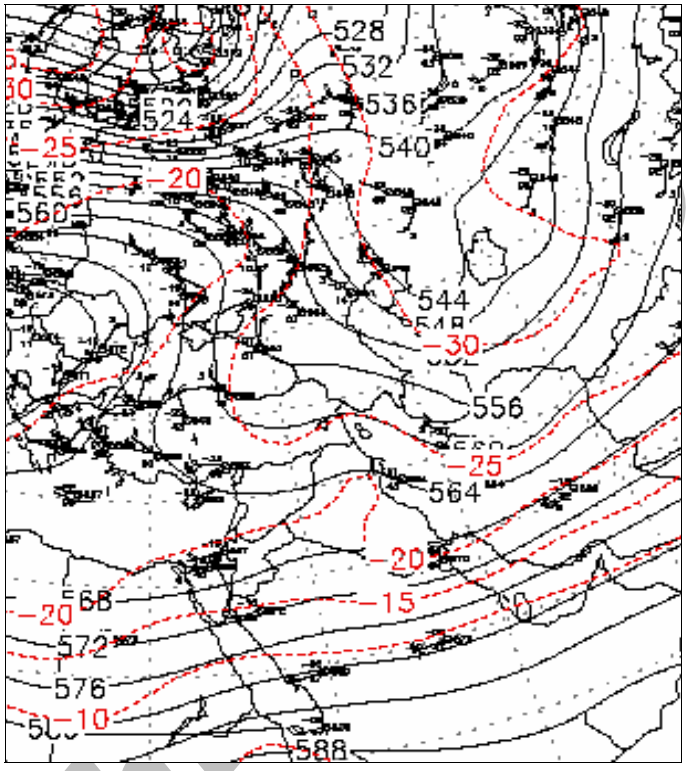
نقشهٔ (۲) روز ۱۳ دسامبر۲۰۰۵ ساعت:۰۰ (۵۰۰هکتوپاسکال) (سازمان هواشناسی کشور)

www.SID.ir



نقشهٔ (۳) روز ۱۰ ژانویه ۲۰۰۷، ساعت:۱۲ (۲۵۰هکتوپاسکال) (سازمان هواشناسی کشور)

www.SID.ir



نقشهٔ (٤)روز۱۰ ژانویه ۲۰۰۷ ساعت: ۱۲ (۵۰۰ هکتوپاسکال) (سازمان هواشناسی کشور)

همچنان که بررسی نمودارهای آلاینده‌ها شاهدی بر این امر است، در این روزها با کاهش درجهٔ حرارت (نقشهٔ ۵۰۰ هکتوپاسکال) بین ۲۵- در شمال ایران و ۲۰- درجه در مرکز ایران رو به رو هستیم، دما به شدت کاهش یافته با توجه به فاصلهٔ منحنی هم دما (با توجه به نقشه‌های جو بالا در روزهای قبل از ۱۳ دسامبر بر روی ایران) سرعت وزش باد کاهش یافته و آلاینده‌های هوا در جای خود باقی می‌مانند. ریزش هوای سرد و سنگین سبب تشکیل وارونگی

www.SID.ir

هوا و (مثل ایجاد یک سقف حرارتی که مانع خروج آلاینده‌ها می‌شود در طی چند روز) وجود هوای بسیار سرد در تراز بالای جو، و همچنین افزایش رطوبت نسبی به ۵۰ درصد، در این روزها شده که زمینهٔ ترکیب بهتر آلاینده‌ها را در سطح زمین فراهم می‌آورد. با توجه به نقشهٔ جو بالا در روز ۱۰ ژانویه ۲۰۰۷ و با توجه به آمار موجود یکی از روزهای تشکیل مه دود بر فراز شهر تهران است، یک روز قبل از این روز (۱۰ ژانویه ۲۰۰۷) نیز پدیدهٔ مه دود در شهر گزارش شده است. با توجه به نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال پشته پر فشاری از روسیه به طرف جنوب کشیده شده است. با توجه به نقشه ۵۰۰ هکتوپاسکال با گسترش پشته سرد مواجه هستیم و سبب افت درجهٔ حرارت بر روی ایران شده به طوری که بر روی تهران دما به ۲۵- درجه و در غرب کشور ۲۰- درجه حرارت کاهش یافته است.

با توجه به نقشه‌های روزهای گذشته مرکز گسترش این پرفشار در قسمت-های شمال روسیه بوده و توانسته فشار را بر روی تهران به ۱۰۳۲ هکتوپاسکال برساند، منحنی‌های هم فشار در قسمت‌های شمال‌غرب کشور از جمله تهران، فاصلهٔ زیادی از یکدیگر دارند و سبب کاهش سرعت باد و در نتیجه انباشت آلاینده‌های هوا در شهر می‌شود و همچنین این آنتی‌سیکلون قسمتی از سردترین پشته را تشکیل می‌دهد و به طور قابل ملاحظه بیشترین توسعه پشته را در طی از بین رفتن نشان می‌دهد. این هوای سرد سبب انباشت و نشست هوای آلوده در سطح زمین شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جو و همچنین وضع هوا و اقلیم بخشی از زیست محیط ما را تشکیل می‌دهند. مباحث زیست هواشناختی انسان، شامل اثرهای مستقیم شرایط جوی در مبادلهٔ گرما تابش خورشید و آلودگی هوا بر موجود زنده است. اکنون معضل مه دود فتوشیمیایی، با افزایش سریع در میزان آلاینده‌های جوی در حال گسترش است. با توجه به نمودارها و روش‌های آماری استنباطی چون ضریب همبستگی و معادله خط رگرسیون و فرمول پیرسون، صورت گرفته و با توجه به پرسش اول در مورد میزان دخالت تعدادی از آلاینده‌ها در میزان تشکیل مه دود، همبستگی‌های ایجاد شده به ترتیب بین آلاینده‌ها SO2 و HC و CO و N02 وO3 با میزان تشکیل مه دود ۹۱،۹۲،۸۶،۸۳،۹۰ درصد تخمین زده شده است. به طوری که این آلاینده‌ها در روزهای تشکیل مه دود در شهر تهران به حد غیرمجاز خود رسیده‌اند و با توجه به شرایط مساعد از قبیل ارتفاع وارونگی هوا که خود این عامل در تشدید آلودگی هوا می باشد و طبق برآورد انجام شده ارتباط بیش از ٦٩ درصد را با تشکیل مه دود در شهر نشان می‌دهد که وجود رابطه را بین این دو متغیر (مه دود و وارونگی هوا) را به خوبی نشان می‌دهد. آلاینده‌ها در صورت وجود وارونگی هوا و به همراه شرایط مساعد هواشناختی زمینه تشکیل مه دود را فراهم نموده (نمودار شمارهٔ ٦) و با توجه به ارتباطات موجود بین میزان بالای آلاینده‌ها (SO2 و HC و CO و N02 و O3) در روزهای تشکیل مه دود شهر تهران ارتباط به دست آمده در همهٔ موارد بیش از ۸۵ درصد را با تشکیل مه دود در تهران نشان می‌دهد. با توجه به ارتباطات موجود پرسش اول در مورد

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر بالای آلاینده‌های هوا در تشکیل مه دود مورد تأیید قرار می‌گیرد (نمودارهای ۱،۲،۳،٤،۵). با توجه به پرسش دوم که با استفاده از نقشه‌های جو بالا در سطوح ۲۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال یکی از مهم‌ترین عوامل تشکیل مه دود، ورود و ریزش هوای سرد بخصوص از شمال سیبری به طرف ایران مورد تأیید قرار می‌گیرد، به طوری که ریزش هوای سرد در روزهایی که زمینهٔ تشکیل وارونگی هوا و همچنین وجود هوای پایدار که مانع از صعود هوای آلوده شده و زمینهٔ ترکیب آلاینده‌ها و تشکیل مه دود فتوشیمیایی را فراهم نموده‌اند (نقشه‌های ۱،۲،۳،٤). به منظور کاهش اثرات مخرب مه دود فتوشیمیایی، بایستی به دنبال کنترل آلاینده‌های اولیه و ثانویه و ترکیبات آلی فرار در تروپوسفر باشیم، برای کاهش آلودگی هوا باید راهکارهای مناسبی ارایه گردند. به هر حال در صورتی که انجام پروسه مورد نظر ضروری باشد، باید راه‌های کنترل مواد آلوده‌کننده بررسی شود. به منظور کاهش اثرات مخرب مه دود فتوشیمیایی بایستی به دنبال کنترل آلاینده‌های اولیه مثل NO و ترکیبات آلی فرار در تروپسفر باشیم (هاسل اگو، ۲۰۰۲). به عنوان مثال در حالی که مشخص است اتومبیل‌ها بزرگ‌ترین منبع آلودگی هوا هستند، رعایت سرعت مجاز در حرکت ماشین‌آلات، کنترل کامیون‌های حمل مصالح، بارگیری تا حد مجاز تنظیم مرتب موتور وسایط نقلیه از مقدار آلاینده‌های هوا می‌کاهد (عباس‌پور، ۱۳۸٦: ۷٦۵). راه‌های دیگر از قبیل نصب دستگاه‌هایی است که قبل از ایجاد ماده آلوده زا آن را جذب و از قسمت‌های دیگر جدا می‌سازند، ایجاد شرایطی است که در آن تحولات شیمیایی رخ داده و از خروج مواد آلوده‌کننده جلوگیری نماید (عباس‌پور، ۱۳۷۷: ۲۵).

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- ***روزنامه مردم‌سالاری***، شماره ۱۳۸۷، ۱۸۱٦.

۲- ***سازمان هواشناسی کشور*** (۱۳۸۷)، «نقشه‌های هوای جو بالا».

۳- سلطانیه محمدموسوی، محمود مشهدی؛ خدابخش، شیوا (۱۳۷۵)،«بررسی اولیهٔ مدل‌سازی و شبیه‌سازی تشکیل و انتقال مه دود فتوشیمیایی در هوای تهران، ***نشریه نیوار***.

٤- عباس‌پور، مجید (۱۳۸٦)، «***انرژی، محیط زیست و توسعهٔ پایدار***»، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، جلد دوم.

۵- عباس‌پور، مجید (۱۳۷۷)، «***مهندسی محیط زیست***»، آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی دریا، آلودگی صدا، آلودگی زباله از مواد جامد، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، جلد اول.

٦- موسوی، محمود؛ معروف، محمدصادق؛ نائینی، امین (۱۳۸۱)، «بررسی پتانسیل تشکیل مه‌دود فتوشیمیایی ناشی از صنایع در شهر مشهد»، ***نشریه نیوار***.

۷- مؤمنی، حبیب‌اله (۱۳٤۸)، «***مقایسهٔ آلودگی شمال و جنوب شهر تهران***»، دانشگاه تهران، دانشکدهٔ داروسازی.

8- Hare Sue (2002), "***Urban Air Quality***", Atmosphere' Climate' Environment in Formation Programme; Aartic, Manchester Metropolitan University Chester Street' Manchester M1.

9- Haslego, C.M.A (2002), "***Report on Air Pollution Control***", http://www.cheresources .com/pollcontrolz.shtm1.

Archive of SID

www.SID.ir

10-Kumar.K. and Mohan(2002),"***Photochemical Smog: mechanism, ill- effects, and control***", Engineering Department, Institute of Technology, Banara Hind

11- Ontario (2007), ***"Ministry of the Environment***", www.gov.on.ca/MBS.

12- Williams, T. Crawford, Erica (2006), "***Smog and Population Health: Science and Technology Division***", 28 March.

Archive of SID

www.SID.ir