مجله بهداشت ایران
سال ششم ، شماره ۳ ، پائیز ۲۵۳۶

ذرات نزول کننده ، اثرات پزشکی و غلظت آن در هوای تهران

" منطقه دانشگاه تهران "

دکتر کرامت‌اله ایماندل*
دکتر منصور غیاث‌الدین*
دکتر ناصر رازقی *

خلاصه :

ذرات موجود در هوا علاوه بر ملاحظات بهداشتی از نظر اقتصادی ، ظاهری ، دخالت در ایجاد بو ، تأثیر روی میدان دید ، تأثیرروی مواد ، آلودن ،خوردگی‌فلزات ، اثر روی رستنی‌ها نیز مورد توجه مقامات و کارشناسان آلودگی هوا می‌باشد .

بر اساس مطالعات انجام شده توسط محققین چنانچه میانگین‌هندسی سالیانه ذرات موجود در هوا از ۸۰ میکروگرم در متر مکعب هوا تجاوز نماید اثرات سوء روی سلامتی مشاهده خواهد شد . وجود ذرات در حد ۱۵۰ میکرو گرم در متر مکعب هوا موجب کاهش میدان دید تا ۸ کیلومترمیگردد و زمانی که‌میانگین حسابی سالیانه ذرات از ۶۰ میکروگرم در متر مکعب هوا تجاوز نماید اثرات سوء آن روی اشیاء دیده می‌شود .

گروه بهداشت‌محیط دانشکده بهداشت وانستیتو تحقیقات بهداشتی بمنظور بررسی کمی‌و کیفی ذرات نزول کننده (ذراتی که‌اندازه قطر آنها بیشتراز ۱۰ میکرو متر باشد) در هوای تهران و تغییرات غلظت آن در ماههای مختلف و همچنین پی بردن به غلظت و تغییرات احتمالی انیدرید سولفورو ، در هوای‌تهران‌با توجه‌بامکانات آزمایشگاهی و نیروی انسانی خود مطالعاتی بدین شرح بعمل آورد .

ـ ذرات نزول کننده از بهمن ۲۵۳۱ لغایت بهمن ۲۵۳۲ بطور ماهیانه به روش جار جمع آوری و در آزمایشگاه ، تجزیه تقریبا " کاملی روی آن بعمل آمد .

---

* اعضاء هیئت‌علمی گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت وانستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه تهران .

ــ بمنظور بررسی غلظت انیدرید سولفورو در روز و فصول مختلف سال دو ایستگاه به ترتیب در منطقه دانشگاه تهران و قیطریه انتخاب و از بهمن ۲۵۳۲ لغایت دی ۲۵۳۳ در منطقه دانشگاه و مدت سه ماه (شهریور ــ مهر ــ آبان ۲۵۳۳) در منطقه قیطریه بطور روزانه میزان انیدرید سولفورو به روش پراکسید هیدروژن اندازه‌گیری گردید .

نتایج تحقیق در مورد ذرات نزول کننده که به عقیده نویسندگان آن نه یک تصویر ساده بلکه یک تشریح تقریبا " کاملی است که برای تهیه آن اوقات زیادی صرف شده است ، نشان داد که متوسط حسابی سالیانه آن ۵۵/۷۶۹۷ تن در مایل مربع در ماه و از اکثر شهرهای (دیترویت ۷۸/۴ ، نیویورک ۸۵/۵ ، لوس آنجلس ۴۰/۸ ، شیکاگو ۷۵ ، لندن ۹۷/۱ ، تورونتو که یک شهر صنعتی است ۸۵/۳ و در مناطق نسبتا "روستائی ۲۱/۵ تن در مایل مربع در ماه توسط Ehlers و Steel در صفحه ۷۷ کتاب بهسازی شهر و روستا چاپ ششم ۱۹۶۵ گزارش شده است) دنیا باستثنای لوس آنجلس کمتر بوده است . (غلظت مشاهده شده در کشورهای مختلف ۱۴/۲۷ الی ۳۸۵۴/۲۳ تن در مایل مربع در ماه توسط Arthur C. Stern در کتاب آلودگی هوا جلد دوم چاپ پنجم سال ۱۹۷۲ گزارش شده است) .

بررسی روی غلظت انیدرید سولفورو نشان دادکه غلظت آن در هوای منطقه قیطریه در تمام ماههای مورد آزمایش سال ۲۵۳۳ کمتر از غلظت انیدرید سولفورو در هوای منطقه دانشگاه تهران بوده است و متوسط حسابی سالیانه غلظت انیدرید سولفورو در هوای منطقه دانشگاه تهران و متوسط حسابی سه ماهه آن در منطقه قیطریه از حد استاندارد ۱۹۷۱ آمریکا (متوسط حسابی سالیانه غلظت انیدرید سولفورو طبق استاندارد ثانوی ۱۹۷۱ آمریک معادل ۶۰ میکروگرم در متر مکعب هوا یا ۰/۰۲ پی . پی . ام می‌باشد) . به ترتیب به نسبت ۱۳/۷ و ۱/۴۸ برابر بیشتر بوده است . نظر باینکه مطالعات اپید میولوژیکی انجام شده نشان داده است که ذرات موجود در هوا میتوانند موجب تشدید اثرات سوء سایر آلوده کننده‌های گازی بویژه انیدرید سولفورو گردد لذا توجه به فزونی غلظت انیدرید سولفورو از حد مجاز در هوای تهران میتواند از نظر بهداشت عمومی حائز اهمیت باشد .

هدف از تحقیق :

بررسی کمی و کیفی ذرات نزول‌کننده و اندازه‌گیری غلظت انیدرید سولفورو در هوای تهران " منطقه دانشگاه تهران " و مقایسه غلظت انیدرید سولفورو در دو سال متوالی (بهمن ۲۵۳۱ لغایت دی ۲۵۳۳) .

تعریف مفاهیم و متغیرهای مورد مطالعه

ذرات نزول کننده .

ذرات موجود در هوا گر چه از نظر شیمیائی در گروه‌های مختلفی قرار می‌گیرد ولی در تعدادی از خواص فیزیکی مانند خواص سطحی ، حرکت براونی و خواص نوری مشابه بوده و بهمین دلیل غالبا" در یک گروه طبقه بندی می‌شود وگاهی اوقات تحت‌عنوان آئروسل (پراکندگی ذرات جامد و یا مایع در گاز) بآن اشاره شده است . ذرات‌نزول کننده (*) ذراتی است که اندازه آنها بیشتر از ده میکرومتر باشد . ذراتی که قطر آنها کوچکتر از یک میکرومتر باشد در اثر تراکم و یا احتراق در جو ایجاد می‌شود و حال آنکه ذرات درشت تر غالبا" در اثر خرد شدن ویا تقسیم شدن ذرات بزرگتر در جو بوجود می‌آید (۱و۲و۳) .

ذراتی که‌اندازه قطر آنها بزرگتر از ده‌میکرومتر است در اثر فرایندهای مکانیکی مانند فرسایش توسط باد و نرم شدن وافشانده شدن و گرد شدن مواد بوسیله وسائط نقلیه و عابرین حاصل میشود .

ذراتی کـه قطرشان بین ۱ تا ۱۰ میکرومتر می‌باشداز خاک و گرد گیری و گردخاک کردن واحتراق فراورده‌های صنعتی در محیط و در مورد مناطق واقع در نزدیکی دریا ، از املاح دریا ناشی می‌گردد .

---

* ذراتی که قطر آنها کمی بیشتراز 10^{0} تا 10^{2} میکرومترباشد .
Matter Particulate Suspend ذراتی که قطر آنها 10^{-1} تا کمی بیشتر از 10^{1} میکرومتر باشد .
(Aerosol) Particles ذراتی که قطر آنها کمی بیشتر از 10^{-2}تا کمی بیشتر از 10^{1} میکرومتر باشد .
Haze Particle ذراتی که قطر آنها قدری کمتر از 10^{-1} و کمی بیشتر از 10^{0} میکرومتر باشد .
Giant Particle ذراتی که قطر آنها 10^{0} ولی به 10^{+2} میکرومتر نمی‌رسد .
Large Particle ذراتی که قطر آنها 10^{-1} الی 10^{0} میکرومتر باشد .
Aitken Particle ذراتی که قطر آنها کمی بیشتر از 10^{-3} الی 10^{-1} میکرومتر باشد .

مواد حاصل از احتراق و آئروسلهای فتوشیمیائی سبب تولید ذراتی با بعاد $\frac{1}{10}$ تا یک میکرومتر در جو می‌گردد . ذراتی که قطر آنها از $\frac{1}{10}$ میکرومتر کمتر باشد در اثر سرعت حرکتشان و تصادم با ملکول‌های گازی یا ذرات دیگر ، تحت تأثیر پدیده‌هائی (*) نظیر تصادم تک تک ملکول‌ها در سطح ذره مجتمع و متراکم شدن و هم چنین پدیده پیوستگی قرار گرفته بسرعت درشت‌تر میگردند واز این رو ذرات نزول کننده شاخص کثیفی و آلودگی هوا می‌باشد . بطور معمول اندازه گیری ذرات نزول کننده ، جهت نشان دادن حجم توده ذرات قابل ته نشینی از ذرات معلق در هوا بکار می‌رود . (۱ و ۲ و ۳)

اثرات پزشکی :

توجیه اهمیت موضوع با بررسی مقالات :

ذرات موجود در هوا نقش متعددی در زمینه‌های مختلف بازی می‌کند که اهم آن میتوان اثر روی بهداشت (۴ و ۵) ، اثر روی وضع اقلیمی مجاور زمین (۶) تأثیر روی میدان دید (۷ و ۸) ، اثر روی مواد و خوردگی فلزات (۹ و ۱۰ و ۱۱) ، اثرات اقتصادی ، (۱۲) تأثیر روی رستنی‌ها (۱۳) ، تأثیر در ایجاد و یا تشدید بو (۱۴و۱۵) بر شمرد .

ذرات میتواند موجب پراکندگی نور گردد ، آسمان را بویژه در هنگام طلوع یا غروب آفتاب تیره و تار سازد و پرده‌ای از غبار روی هوای شهر به گستراند و میزان انرژی نورانی که بسطح زمین میرسد کاهش دهد . ذرات پایدار بعلت ناچیز بودن سرعت سقوط ، معمول‌ترین و مقاوم ترین آلوده کننده‌های هوا بوده و با ایجاد غبار ، کدورت هوا و کاهش میدان دید ، میتواند سبب مخاطراتی درهدایت وسائط نقلیه هوائی گردد . (۴و۵و۷) .

اثر ذرات هوای آلوده روی سلامتی اکثرا" به آسیب رساندن سطوح دستگاه تنفسی مربوط میشود و یک چنین زیانی ممکن است بصورت دائم و یا موقتی باشد . اثرات ذرات معلق ممکن است به سطح دستگاه تنفسی منحصر شود و یا اینکه پیشروی نموده ، تغییراتی را در حرکات تنفسی موجب گردد . (۴و۵و۱۶)

ذرات مادی ممکن است مستقلا موجب بروز ضایعاتی در دستگاه تنفس گردد و یا اینکه توام با آلوده کننده‌های گازی شکل ، موضع مورد عمل یا اثر خود را تغییر دهد . (۱۷ و ۱۸ و ۱۹) .

مطالعات آزمایشگاهی روی انسان و سایر حیوانات نشان داده است که نشست ،

---

* – Sorption, nucleation and adhesion

رهائی و یا احتباس ذرات موجود در هوای تنفسی ،فرایند پیچیده‌ای را سبب میگردد که برای پی بردن به نحوه اثر آنها اخیرا" قدم‌های اولیه برداشته شده است . (۲۰ و ۲۱ و ۲۲ و ۲۳) .

ذرات ، ضمن رها شدن از دستگاه تنفس و انتقال به لنف ، خون یا دستگاه معدی روده‌ای ممکن است اثر سوء خود را به نقاط دیگربدن جلوه‌گر سازد . (۲۴ و ۲۵ و ۳۳)

مطالعاتی چند نشان داده است که ذرات موجود در هوا می‌تواند احتمالا" چشم را آسیب رساند و تحریکات زود گذر چشم در اثر ذرات درشت گرد و خاک اخیرا" بعنوان یک مشکل بهداشتی شناخته شده است . (۷)

ثبات جمعیت مورد مطالعه ، درجه حرارت ، رطوبت و استفاده از حیوانات سالم و جوان جهت بررسی اثرات سوءذرات نزول‌کننده‌در مدتی‌کوتاه در آزمایشگاههای مختلف، گر چه محدودیت هائی‌در کار برد و تعمیم نتایج حاصله‌روی‌کل‌جمعیت بوجود میآورد ولی این مطالعات بهر حال اطلاعات ذیقیمتی در زمینه اثرات ذرات روی محیط‌زیست و در نتیجه روی سلامتی بدست میدهد .

نتایج حاصل از تشدید و تقویت اثرات سوء آلوده کننده های گازی بوسیله ذرات نزول کننده بخوبی نشان دهنده این حقیقت است که اطلاعات حاصل در زمینه‌مخاطرات و اثرات سوء ناشی‌از تک تک عوامل آلوده کننده هوای شهرها باید با احتیاط‌کامل مورد توجه قرار داد . (۱۷ و ۱۸ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۳ و ۲۵)

مطالعات اپیدمیولوژیکی گرچه دقت مطالعات آزمایشگاهی را ندارد ولی دارای این امتیاز است که در شرایط‌هوای شهری انجام میگیرد . غالب بررسی‌های اپید میولوژیکی در زمینه ذرات نزول کننده و ترکیبات گوگردی انجام گردیده است . (۲۶ و ۲۷ و ۲۸)

در لندن ، افزایش موارد مرگ و میر و بیماری در اثر دود در غلظتی معادل ۷۵۰ میکروگرم در متر مکعب و در نیویورک در غلظتی معادل ۵ تا ۶ واحد* گزارش شده و در هر دو مورد آلودگی ناشی از اکسیدهای گوگرد نیز رقم بالائی بوده است . این حوادث رابطه بین ذرات و اثراء سوء آن روی سلامتی را نشان می‌دهد . (۲۷ و ۲۸و۲۹)

میانگین روزانه دود در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میکروگرم درمتر مکعب‌هوا د رانگلستان با تشدید برونشیت مزمن بیماران‌همراه بوده است . (۳۰)

مطالعات انجام شده روی کارگران در انگلستان نشان داده زمانی که میزان دود از حد ۲۰۰ میکروگرم در متر مکعب هوا تجاوز نماید همواره‌موارد غیبت‌از کار ناشی‌از بیماری

---

* واحد جذب نور بوسیله ذرات‌می‌باشد و عبارت از مقدار ذراتی است که با پخش نور ، دانسیته اوپتیکی معادل $\frac{1}{10}$ تولید نماید .

افزایش می‌یابد . (۳۱)

اخیرا" در دو مطالعه انجام شده در انگلستان باین نتیجه رسیده‌اندکه افزایش موارد بیماری تنفسی کودکان با میانگین سالیانه دود در غلظتی بیش از ۱۲۰ میکروگرم در متر مکعب هوا دررابطه‌بوده است و تغییرات ایجاد شده دردستگاه تنفسی کودکان ممکن است در چند دهه بعد به برونشیت منجر گردد . (۳۲)

مطالعات انجام شده نشان دادند که چنانچه غلظت آلوده کننده‌های گازی موجود در هوا از حد استاندارد فزونی یابد و همزمان باآن میانگین هندسی سالیانه ذرات نزول کننده از ۱۰۰ میکروگرم در متر مکعب هوا تجاوز نماید ، موارد خاصی از بیماریها و میزان مرگ و میر نزد زنان و مردان بین سنین ۵۰ تا ۶۹ سالگی فزونی می‌یابد . (۳۴ و ۳۵ و ۳۶ و ۳۷ و ۳۸ و ۳۹) .

تحقیقات انجام شده در Nashville حاکی است ، زمانی که میزان ذرات نزول کننده از ۱/۱ واحد بالاتر رود ، افزایش موارد خاصی‌از بیماریها مشاهده می‌شود . در هیچیک از دو مطالعه فوق الذکر اعتیاد به سیگار نزد بیماران وجود نداشته است . (۴۰ و ۴۱ و ۴۲)

پژوهش های انجام شده بوسیله نزد کارگران در گروه سنی ۳۰ تا ۵۹ ساله در غرب لندن موجب تأیید اطلاعات حاصل‌از مطالعات فوق‌الذکرگردید . (۴۳و۴۴)

نتایج بدست آمده نشان داد که با کاهش میانگین سالیانه دود از ۱۴۰ به ۶۰ میکروگرم در متر مکعب ، از نظر علمی کاهشی‌در میانگین حجم اخلاط سینه‌ایجاد میشود . (۴۳ و ۴۴)

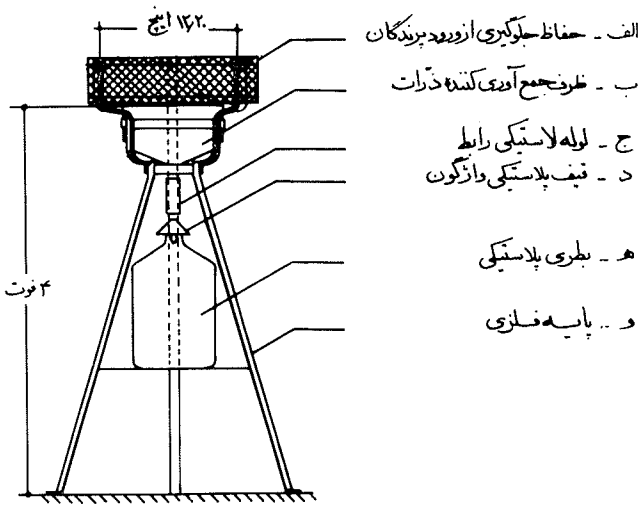
روش انتخابی شده در بررسی :

الف ــ برای اندازه گیری ذرات معلق در هوا روش‌های مختلفی وجود دارداز جمله میتوان :

1. Elutriator
2. Jar Test
3. Tape Sampler
4. High Volume Sampler
5. Cascade Impactor
6. Single-Stage Impactor
7. Cyclon High Volume Sampler Combination

را نام برد . (۱ و ۴۵ و ۴۶ و ۴۷ و ۴۸ و ۴۹) از بین روش‌های فوق کاربرد موارد ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ متداول تر است و عده‌ای از محققین معتقد هستند که در حال حاضر برای جمع آوری ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرو متر بهترین روش استفاده از دستگاه جار می‌باشد .

نحوهٔ استقرار دستگاه جمع آوری ذرات نزول کننده



متوسط طول مدت جمع آوری ذرات نزول کننده آنچنانکه برای گازهای آلوده کننده مورد توجه قرار میگیرد ، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار نیست و واحد زمان اندازه‌گیری ذرات ممکن است ۲۴ ساعته ، هفتگی ، ماهیانه ، فصلی و بالاخره سالیانه باشد ولی بر اساس داده‌های آماری موجود در ظرف ده سال اندازه‌گیری در آمریکا (شبکه ملی مراقبت* هوا) رابطه بین میانگین روزانه و زمانهای طولانی مثلا سالیانه ، اختلافی بیش از چند درجه نشان نمی‌دهد . با توجه به مطالب فوق برای تعیین مقدار مواد قابل ته نشینی از دستگاه جار استفاده گردید .

ب ـ انیدرید سولفورو :

گرچه روش‌های متعددی از قبیل :

---

* The National Air Surveillance Networks

۱ ــ هیدروژن پراکساید
۲ ــ ایوداین
۳ ــ فوشین (روزانیلین)
۴ ــ ید ــ تیوسولفات
۵ ــ دی سولفیتو مرکورات
۶ ــ لید پراکساید

برای اندازه گیری انیدرید سولفورو موجود در هوا وجود دارد ولی در این تحقیق از روش آب اکسیژنه استفاده گردید چون روشی است سریع ، نمونه‌های حاصله پایدار و از دقت نسبتا" خوبی برخوردار است . دستگاه مورد استفاده نیمه خودکار هشت کاناله ساخت انگلستان مدل ۱۹۷۱ میباشد که از آن برای نمونه برداری هوا و اندازه‌گیری ــ انیدرید سولفورو بطور روزانه بمدت یک سال تمام درمنطقه‌دانشگاه و مدت ۳ ماه در منطقه قیطریه استفاده گردید .

نوع نمونه برداری :

نوع نمونه برداری‌در موردذرات نزول‌کننده بطور ماهانه ودر مورد انیدرید سولفورو بطور روزانه انجام گردید .

نحوهٔ اجرای تحقیق :

برای تعیین مقدار مواد قابل ته‌نشینی از دستگاه‌جاراستفاده گردید مطابق شکل دستگاه شامل یک قیف با قطر دهانه ۱۲/۲۰ اینچ (۳۱ سانتی متر) از جنس پلی اتیلن که روی استوانه پلی اتیلنی به گنجایش یک گالن (۳۷۸۵ سانتی‌مترمکعب) قرار دارد . قیف جمع آوری کننده بوسیله یک توری محافظت می‌شود و ارتباط آن با استوانه‌جمع‌ــ آوری کننده بوسیله یک قیف کوچک وارونه برقرار میگردد .

دستگاه در پشت بام طبقه دوم ساختمان دانشکده پزشکی دانشگاه تهران بمدت یکماه قرار داده و در پایان اینمدت جار رابا جار دیگری تعویض و جار اولی را بآزمایشگاه انتقال و ذرات ته نشین شده روی قیف را با حجم معینی آب مقطر بدقت شسته واز الک ۲۰ mesh (۲۰ سوراخ در هر سانتی متر مربع)ASTM عبور داده شد تا مواد خارجی (تکه‌های کاغذ ، برگ و مشابهین آن) که جزو آلوده کننده‌های قابل ته نشین نمی‌توان بحساب آورد بدین‌ترتیب جدا گردند ومحتویات دستگاه جار با کاغذ واتمن نمره ۴۱ که وزن آن را قبلا" ثابت و با ترازوی حساس سارتوریوس دیژیتال تعیین گردیده ، صاف نموده تا جامدات محلول از جامدات‌غیر محلول جدا شوند .

از مایع صاف شده برای انجام عملیاتی نظیر اسیدیته و یا قلیائیت ، جامدات محلول، خاکستر جامدات محلول ، جامدات کل ،خاکستر کل ، کلرور ، سولفات ،فسفات ،نیترات ترکیبات آمونیاکی ، سدیم و پتاسیم و آنچه روی کاغذ صافی باقی مانده جهت انجام آزمایشاتی از قبیل جامدات غیر محلول ، خاکستر جامدات غیر محلول ، مواد قیری و بالاخره کربن آزاد استفاده گردید .

عملیات قراردادن دستگاه جاردر پشت بام هرماه یک بار و به مدت یک سال تمام انجام گردید و کلیه آزمایشاتی که دربالا بآن اشاره شد همه ماهه (بمدت یکسال) روی ذرات نزول کننده بمرحلهٔ اجراء در آمد . بدین معنی که روی بخش غیر محلول آزمایشات :

ـ جامدات غیر محلول با استفاده از کاغذ و اتمن شماره ۴۱ (بدون خاکستر ۱۵ سانتی متری) .

ـ مواد قیری به روش استخراج کلروفرمی

ـ خاکستر جامدات غیر محلول با استفاده از کوره (Gallenkamp) درجه حرارت ۷۵۰ درجه سانتی گراد .

ـ کربن آزاد به روش McCarthy و انجام گردید .

بر روی بخش محلول آزمایشات :

ـ pH با pHi متر الکتریکی Metrohm

ـ جامدات محلول با استفاده از حمام بخار و کوره تنظیم شده در ۱۰۵ درجه سانتی گراد .

ـ خاکستر جامدات محلول با استفاده از کوره تنظیم شده در ۷۵۰ درجه سانتی گراد و دسیکاتور

ـ کلرور به روش توربیدیمتری واستفاده از توربیدیمتر Hach Model 1860A

ـ سولفات به روش توربیدیمتری واستفاده از توربیدیمتر Hach Model 1860A

ـ فسفات به روش مولیبدنوم بلو

ـ نیترات به روش تغییر کزیلنول به ۲ ـ ۴ دی متیل فنول

ـ ترکیبات آمونیاکی به روش نسلریزاسیون

ـ سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری

نتایج آزمایشات انجام شده روی ذرات نزول کننده و انیدرید سولفورو در جداول ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ آمده است و بوسیله نمودارهای مربوطه به ترتیب مشخص گردیده است .

تجزیه و تحلیل اطلاعات و آمار

از نظر آماری برای کلیه ترکیبات مورد بررسی ، متوسط حسابی سالیانه و انحراف معیار محاسبه و در جدول مربوط بهر کدام منعکس گردیده و بعلاوه بصورت نمودار ستونی نمایش داده شده است .

جـــــدول شماره ۱

تجزیه کل مواد قابل ته نشینی هوای تهران در ایستگاه دانشگاه تهران از بهمن ۲۵۳۱ تا بهمن ۲۵۳۲

(جـــامدات محلول وجامدات غیر محلول)

ماه	جامدات غیر محلول		جامدات محلول		جامدات کل	
	گرم در ماه	تن درمایل مربع در ماه	گرم درماه	تن درمایل مربع در ماه	گرم درماه	تن درمایل مربع در ماه
بهمن ۲۵۳۱	۰/۸۹۹۸	۳۴/۱۳۲۳	۰/۲۹۸۷	۱۱/۳۳۰۷	۱/۱۹۸۵	۴۵/۴۶۳۰
اسفند ۲۵۳۱	۰/۷۵۳۶	۲۸/۵۸۶۵	۰/۱۲۸۹	۴/۸۸۹۶	۰/۸۸۲۵	۳۳/۴۷۶۱
فروردین۳۲	۰/۶۶۸۷	۲۵/۳۶۵۹	۰/۲۶۱۲	۹/۹۰۸۲	۰/۹۲۹۹	۳۵/۲۷۴۱
اردیبهشت ۳۲	۱/۰۲۸۰	۳۸/۹۹۵۳	۰/۴۷۵	۱۸/۰۱۸۲	۱/۵۰۳	۵۷/۰۱۳۶
خرداد۳۲	۱/۰۲۵۳	۳۸/۸۹۲۹	۰/۳۶۲	۱۳/۷۳۱۰	۱/۳۸۷۳	۵۲/۶۲۴۷
تیر ۳۲	۱/۶۴۱۷	۶۲/۲۷۴۹	۰/۴۲۶	۱۶/۱۵۹۵	۲/۰۶۷۷	۷۸/۴۳۴۴
مرداد ۳۲	۱/۶۸۴۷	۶۳/۹۰۶۱	۰/۱۹۷	۷/۴۷۲۸	۱/۸۸۱۷	۷۱/۳۷۸۹
شهریور۳۲	۱/۷۱۸۹	۶۵/۲۰۳۳	۰/۵۰۰	۱۸/۹۶۶۶	۲/۲۱۸۹	۸۳/۱۷۰۰
مهر ۳۲	۱/۳۱۴۲	۴۹/۸۵۱۸	۰/۴۵۲	۱۷/۱۴۵۸	۱/۷۶۶۲	۶۶/۹۹۷۶
آبان ۳۲	۱/۰۹۲۲	۴۱/۶۲۷۹	۰/۲۳۱	۸/۷۶۲۶	۱/۳۲۸۴	۵۰/۳۹۰۵
آذر ۳۲	۱/۱۷۳۶	۴۴/۵۱۸۴	۰/۱۹۰۵	۷/۲۲۶۳	۱/۳۶۴۱	۵۱/۷۴۴۷
دی ۳۲	۰/۹۲۶۳	۳۵/۱۳۷۵	۰/۱۸۸۰	۷/۱۳۱۴	۱/۱۱۴۳	۴۲/۲۶۹۰
بهمن ۳۲ *	۰/۹۲۸۹	۳۵/۲۳۶۱	۰/۶۹۱	۲۶/۲۱۱۸	۱/۶۱۹۹	۶۱/۴۴۸۰
متوسط حسابی سالیانه	۱/۱۶۱۰	۴۴/۰۴۱	۰/۳۰۹۲	۱۱/۷۲۸۶	۱/۴۷۰۲	۵۵/۷۶۹۷
انحراف معیار	۰/۳۵۸	۱۳/۵۹۱	۰/۱۲۹۰	۴/۸۹۴	۰/۴۳۲	۱۶/۳۸۲

* بدیهی است درمحاسبه متوسط حسابی سالیانه بهمن ۲۵۳۲ منظورنگردیده است .

جـــدول شماره ۲

تجزیه کل‌مواد قابل ته نشینی هوای تهران در ایستگاه دانشگاه تهران اردیبهشت ۲۵۳۱ تا بهمن ۲۵۳۲

(خاکستر حامدات محلول وخاکسترحامدات غیرمحلول)

ماه	خاکستر حامدات غیرمحلول		خاکستر حامدات محلول		خاکستر کل	
	گرم درماه	تن درمایل مربع درماه	گرم درماه	تن درمایل مربع درماه	گرم‌درماه	تن درمایل مربع درماه
بهمن۲۵۳۱	۰/۶۷۰۳	۲۵/۴۲۶۶	۰/۰۹۶۳	۳/۶۵۳۰	۰/۷۶۶۶	۲۹/۰۷۹۶
اسفند۲۵۳۱	۰/۵۳۵۳	۲۰/۳۰۵۶	۰/۰۹۸۹	۳/۷۵۱۶	۰/۶۳۴۲	۲۴/۰۵۷۲
فروردین ۲۵۳۲	۰/۲۳۸۳	۹/۰۳۹۵	۰/۱۹۷۰	۷/۴۷۲۸	۰/۴۳۵۳	۱۶/۵۱۲۳
اردیبهشت ۲۵۳۲	۰/۷۲۳۴	۲۷/۴۴۰۸	۰/۱۶۰۰	۶/۰۶۹۳	۰/۸۸۳۴	۳۳/۵۱۰۱
خرداد ۲۵۳۲	۰/۵۹۸۷	۲۲/۷۱۰۶	۰/۲۳۶۰	۸/۹۵۲۲	۰/۸۳۴۷	۳۱/۶۶۲۹
تیر۲۵۳۲	۰/۶۹۵۹	۲۶/۳۹۷۷	۰/۳۰۰۰	۱۱/۳۷۹۹	۰/۹۹۵۹	۳۷/۷۷۶
مرداد۲۵۳۲	۰/۴۳۱۴	۱۶/۳۶۳۳	۰/۲۷۱۰	۱۰/۲۷۹۹	۰/۷۰۲۴	۲۶/۶۴۲۶
شهریور ۲۵۳۲	۰/۶۱۵۴	۲۳/۳۴۴۰	۰/۲۰۰۰	۷/۵۸۶۶	۰/۸۱۵۴	۳۰/۹۳۰۷
مهر۲۵۳۲	۰/۳۵۴۸	۱۳/۴۵۸۷	۰/۲۴۰۰	۹/۱۰۳۹	۰/۵۹۴۸	۲۲/۵۶۲۶
آبان۲۵۳۲	۰/۶۲۰۰	۲۳/۵۱۸۶	۰/۱۳۰۰	۴/۹۳۱۳	۰/۷۵۰۰	۲۸/۴۴۹۹
آذر۲۵۳۲	۰/۶۷۰۹	۲۵/۴۴۹۴	۰/۰۲۳۶	۰/۸۹۵۲	۰/۶۹۴۵	۲۶/۳۴۴۶
دی۲۵۳۲	۰/۴۷۴۹	۱۸/۰۱۴۵	۰/۰۹۷۰	۳/۶۷۹۵	۰/۵۷۱۹	۲۱/۶۹۴۰
بهمن۲۵۳۲ *	۰/۵۲۴۶	۲۰/۶۵۸۴	۰/۱۸۰۰	۶/۸۲۷۹	۰/۷۲۴۶	۲۷/۴۸۶۴
متوسط حسابی سالیانه	۰/۵۵۲۴	۲۰/۹۵۵۷	۰/۱۷۰۸	۶/۴۷۹۶	۰/۷۲۳۲	۲۷/۴۳۵۳
انحراف معیار	۰/۱۵۱۳	۰/۱۴۹۹	۵/۵۸۵۵	۰/۰۸۳۶	۳/۱۷۲۲	۵/۷۷۵۶

* پیش‌بینی است درمحاسبه متوسط حسابی سالیانه بهمن ۲۵۳۲ منظور نگردیده است .

جـدول شماره ۳

جدول تجزیه ذرات نرول کننده موجوددرهوای تهران منطقه دانشگاه تهران (بخش محلول درآب)

ماه	pH	مواد شیمیائی برحسب ش درمایل مربع درماه					
		کلرور ها	سولفاتها	فسفاتها	نیترات ها	ترکیبات آمونیاکی	سدیم	پتاسیم
بهمن ۳۱	۷/۱	۴/۳۲	۰/۲۳	۵/۰۱	۰/۶۴	۰/۲۴	۰/۴۶	۰/۲۳
اسفند ۳۱	۶/۸	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۰۳	۱/۵۲	۱/۳۳	۱/۲۱	۲/۲۸
فروردین ۳۲	۶/۷	۰/۸۲	۰/۰۶	۱/۴۸	۱/۰۹	۱/۶۰	۶/۱۴	۲/۹۶
اردیبهشت ۳۲	۷/۰	۰/۹۳	۰/۰۸	۰/۴۲	۳/۹۱	۴/۲۹	۳/۴۱	۲/۸۸
خرداد ۳۲	۶/۸	۵/۶۴	۰/۵۱	۱/۲۹	۱/۳۵	۱/۷۱	۰/۸۳	۲/۰۶
تیر ۳۲	۶/۶	۰/۶۹	۱/۲۴	۰/۹۵	۹/۱۰	۰/۵۰	۱/۷۱	۳/۹۱
مرداد ۳۲	۶/۸	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۰۴	۴/۳۶	۱/۵۲	۲/۰۱	۳/۷۹
شهریور ۳۲	۶/۴	۰/۹۷	۱/۴۹	۰/۶۸	۸/۸۰	۴/۶۷	۳/۴۵	۲/۵۸
مهر ۳۲	۷/۴	۱/۰۷	۰/۱۳	۰/۴۲	۱۲/۵۹	۱/۵۹	۱/۴۰	۶/۸۷
آبان ۳۲	۷/۳	۱/۸۵	۰/۸۱	۱/۱۸	۲/۸۷	۲/۴۷	۱/۷۸	۱/۳۳
آذر ۳۲	۶/۵	۰/۹۶	۱/۴۵	۰/۹۱	۲/۱۵	۰/۸۹	۰/۰۷	۱/۳۱
دی ۳۲	۷/۳	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۶۸	۲/۱۵	۳/۰۳	۱/۳۷
بهمن ۳۲ ■	۷/۲	۵/۰۷	۰/۵۵	۰/۸۱	۲/۱۸	۱/۰۲	۲/۶۶	۲/۵۸
میانگین	۶/۸۹	۱/۴۹۵	۰/۵۴۴	۱/۰۵۹	۴/۰۸۸	۱/۹۱۳	۲/۱۲۵	۲/۶۳۰
انحراف معیار	ـ	۱/۷۱۲۷	۰/۵۵۶۳	۱/۳۳۲۲	۳/۹۴۸۹	۱/۳۵۵۰	۱/۶۷۰۲	۱/۷۱۵۲

■ بدینهی است درمحاسبه متوسط حسابی سالیانه ، بهمن ۲۵۳۲ منظور نگردیده است .

جدول شماره ۴

ذرات نزول کننده موجوددرهوای تهران منطقه دانشگاه تهران (بخش غیرمحلول درآب)

برحسب کیلوگرم در مایل مربع در مـــاه

مـــــاه	مواد فیزی (استخراج کلرو فر مـــی)	کـــــربن آزاد
بهمن ۳۱	۰/۳۰	۴۱۹۱
اسفند ۳۱	۰/۵۸	۲۱۸۸
فروردین ۳۲	۰/۱۱	۶۳۹۸
اردیبهشت ۳۲	۰/۷۴	۳۰۷۲
خـرداد ۳۲	۰/۵۹	۸۰۹۴
تیـــر ۳۲	۲/۷۹	۵۷۱۶
مـرداد ۳۲	۲/۸۱	۱۹۳۴۴
شهـــریور ۳۲	۱/۳۶	۱۴۵۵۷
مهـر ۳۲	۲/۳۹	۱۲۰۶۱
آبـان ۳۲	۰/۹۶	۳۰۳۴
آذر ۳۲	۰/۱۳	۱۳۶۴۷
دی ۳۲	۰/۷۳	۷۹۴۶
بهمن * ۳۲	۰/۲۳	۱۱۳۷۹
موسط حسابی سالیانه	۱/۱۲۴۱	۸۳۵۴
انحراف معیـــار	۰/۹۹۴۶	۵۴۲۳/۷۳۶۵

* بدیهی است درمحاسبه موسط حسابی سالیانه بهمن ۳۲ منظورنکردیده است .

جـــدول شمـــاره ۵

جدول میانگین حسابی غلظت ماهانه انیدرید سولفوری هوای تهران در دو ایستگاه (منطقه دانشگاه تهران ـ منطقه قیطریه)

ماه		میانگین حسابی غلظت ماهانه انید رید سولفورو درمنطقه دانشگاه تهران		میانگین حسابی غلظت ماهانه انیدرید سولفور درمنطقه قیطریه	
		قسمت در میلیون حجمی	میکروگرم در متر مکعب هوا	قسمت درمیلیون حجمی	میکروگرم در متر مکعب هوا
بهمن	۳۲	۰/۲۰۹	۱۰۷۱/۵۸	*	
اسفند	۳۲	۰/۳۳۳	۸۴۶/۲۶	*	
فروردین	۳۳	۰/۱۳۶	۳۵۶/۳۲	*	
اردیبهشت	۳۳	۰/۰۷۱۳	۱۸۶/۸۰۶	*	
خرداد	۳۳	۰/۱۰۴	۲۷۲/۴۸	*	
تیر	۳۳	۰/۰۹۲	۲۴۱/۰۴	*	
مرداد	۳۳۰	۰/۰۴۸	۱۲۵/۷۶	*	
شهریور	۳۳	۰/۱۵۰	۳۹۳/۰	۰/۰۲۱	۵۵/۰۲
مهر	۳۳	۰/۳۲۰	۸۳۸/۲	۰/۰۳۳	۸۶/۴۶
آبان	۳۳	۰/۴۲۰	۱۱۰۰/۴۰	۰/۰۳۵	۹۱/۷۰
آذر	۳۳	۰/۶۳۰	۱۶۵۰/۶۰	*	
دی	۳۳	۰/۵۸۰	۱۵۱۹/۶۰	*	
متوسط حسابی سالیانه		۰/۲۷۴	۷۱۶/۸۵۲	۰/۰۲۹۶	۷۷/۷۲۳
انحراف معیار		۰/۲۰۳	۵۳۱/۷۱	۰/۰۰۸	۱۹/۸۳۸

* آزمایش انجام نشده است.

جـــــدول شماره ۶

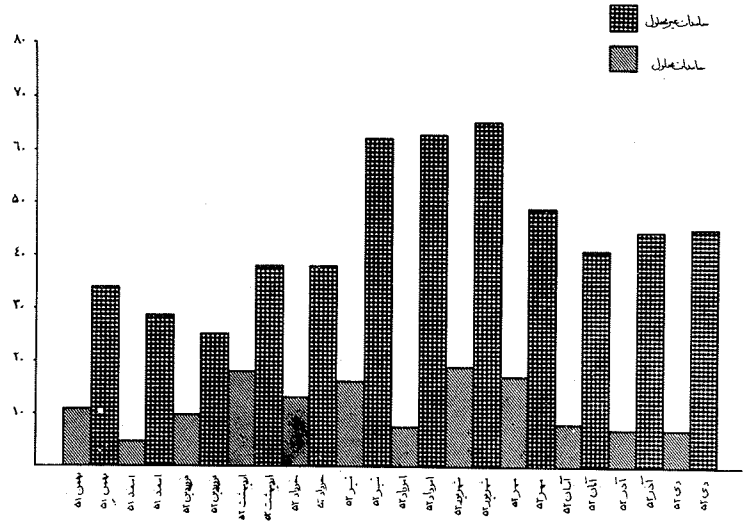
حدول مقایسه میانگین حسابی غلظت ماهانه انیدرید سولفوروی هوای تهران دردو سال‌متوالی *

(بهمن ۳۱ لغایت دی ۳۳) درمنطقه دانشگاه تهران

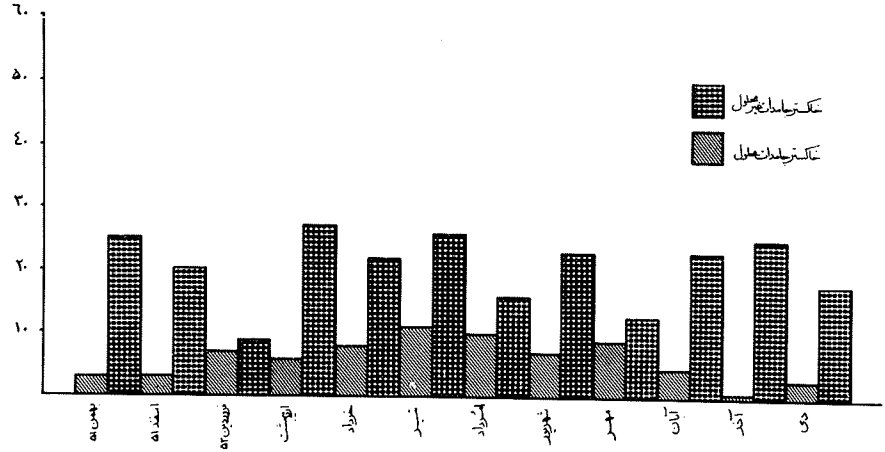
میانگین حسابی غلظت ماهانه انیدرید سولفورو درمنطقه دانشگاه تهـــــــــران				
مـــــاه		میکروگرم درمترمکعب هوا	مـــــاه	میکروگرم درمترمکعب هوا
بهمن	۳۱	۱۴۴/۱۰	بهمن ۳۲	۱۰۷۱/۵۸
اسفند	۳۱	۱۱۵/۲۸	اسفند ۳۲	۸۴۶/۲۶
فروردین	۳۲	۶۵/۵۰	فروردین ۳۳	۳۵۶/۳۲
اردیبهشت	۳۲	۵۵/۰۲	اردیبهشت ۳۳	۱۸۶/۸۰
خـرداد	۳۲	۸۶/۴۶	خرداد ۳۳	۲۷۲/۴۸
تیـر	۳۲	۷۰/۷۴	تیـر ۳۳	۲۴۱/۰۴
مـرداد	۳۲	۵۵/۰۲	مرداد ۳۳	۱۲۵/۷۶
شهریور	۳۲	۶۰/۲۶	شهریور ۳۳	۳۹۳/۰۰
مهر	۳۲	۶۸/۱۲	مهر ۳۳	۸۳۸/۴
آبـان	۳۲	۸۱/۲۲	آبـان ۳۳	۱۱۰۰/۴۰
آ در	۳۲	۱۱۰/۰۴	آ در ۳۳	۱۶۵۰/۶۰
دی	۳۲	۱۰۷/۴۲	د ی ۳۳	۱۵۱۹/۶۰
متوسط حسابی سالیانه		۸۴/۹۳	متوسط حسابی سالیانه	۷۱۶/۸۵۴
انحراف معیار		۲۸/۳۲	انحراف معیار	۵۳۱/۷۱

* رازفی دکترناصر ـ ایماندل دکترکرامت الله وهمکاران مجله بهداشت ایران سال‌سوم شماره ۲ ، تابستان ۲۵۳۳

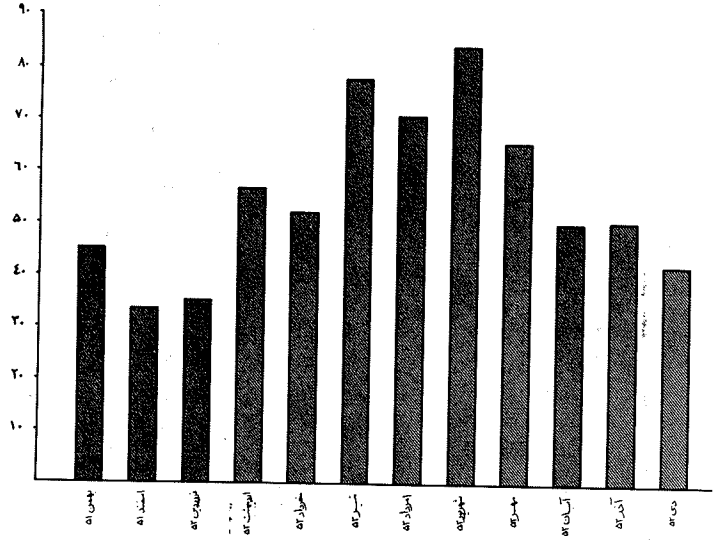
نمودار ستونی متغایر غلظت ماهانه جامدات محلول و جامدات غیر محلول از ذرات نزول کننده در هوای تهران
از بهمن ماه ۵۱ تا دی ماه ۵۲ برحسب تن در مایل مربع در ماه
(در منطقه دانشگاه تهران)



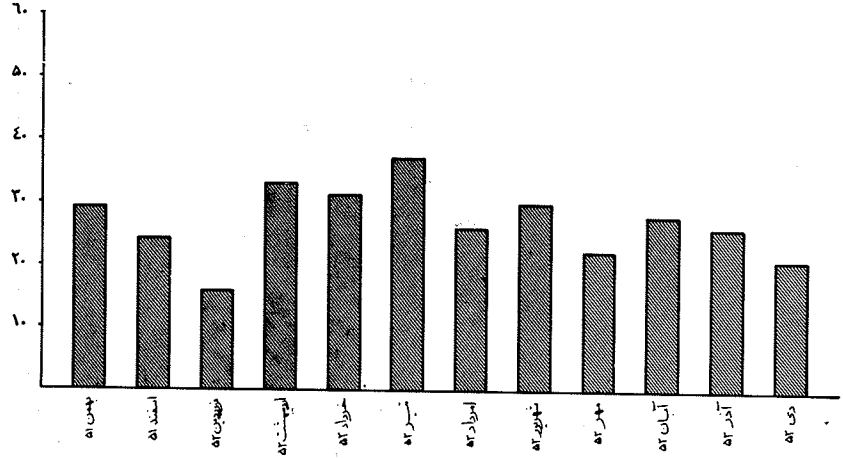
نمودار ستونی متغایر غلظت ماهانه خاکستر جامدات محلول و خاکستر جامدات غیر محلول ذرات نزول کننده در هوای تهران
از بهمن ماه ۵۱ تا دی ماه ۵۲ برحسب تن در مایل مربع در ماه
(در منطقه دانشگاه تهران)

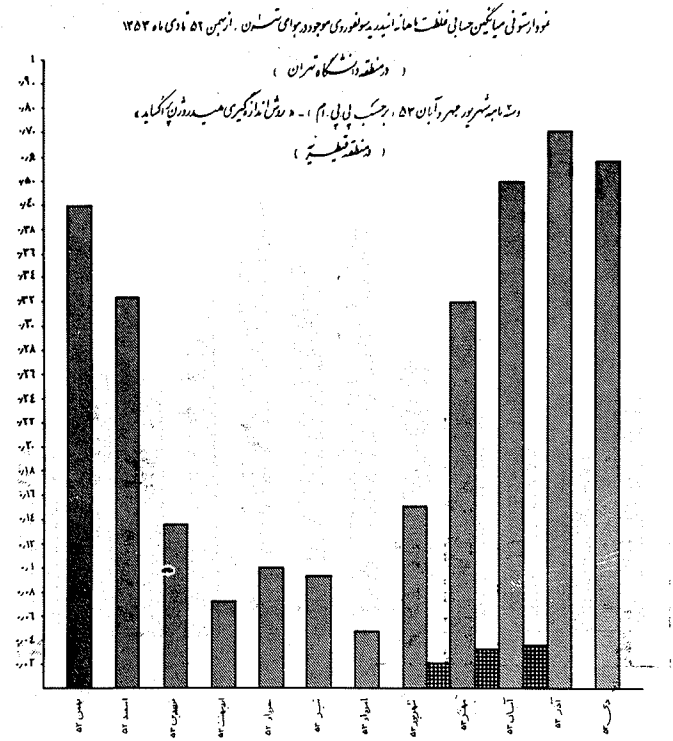


نمودار ستونی غلظت ماهانه ذرات نزول کننده (جامدات کل ، جامدات محلول + جامدات غیرمحلول) در هوای تهران
از بهمن ۵۱/ تا دی ماه ۵۲/ برحسب تن در کیلومتر مربع در ماه ، روش اندازه گیری جاذبه ،
(در منطقه دانشگاه تهران)



نمودار ستونی غلظت ماهانه خاکستر کل ذرات نزول کننده (خاکستر جامدات غیرمحلول + خاکستر جامدات محلول) هوای تهران
از بهمن ۵۱/ تا دی ماه ۵۲/ برحسب تن در کیلومتر مربع در ماه ، روش اندازه گیری جاذبه ،
(در منطقه دانشگاه تهران)





تفسیر نتایج :

توجه به‌جدول شماره ۱ مؤید این نظر است که غلظت جامدات کل در ماههای تابستان (تیر ــ مرداد ــ شهریور ــ مهر) بیش از سایر ماههای سال می‌باشدوعلت آنرا میتوان‌احتمالا بمیزان نزولات جوی در زمستان و جریانات جوی وبهار و پائیز نسبت داد چه ، عوامل اقلیمی فوق در شستشو و تلطیف هوا و یا پراکندگی بیشتر ذرات نقش موثری داشته و در نتیجه در فصول ذکر شده تراکم ذرات‌نزول کننده در هوا کمتر بوده است .

از جدول شماره ۲چنین استنباط میشود که میزان‌خاکسترجامدات غیر محلول‌همواره از خاکستر جامدات محلول در تمام ماههای مختلف سال بیشتر بوده است و این موضوع در مورد جامدات غیر محلول و جامدات محلول نیز صادق می‌باشد و نظر باینکه اثر سوء جامدات محلول روی سلامتی بمراتب بیشتر و شدیدتر از جامدات‌غیر محلول‌می‌باشد لذا این موضوع نوید بخش میتواند تا اندازه‌ای نگرانی کارشناسان مسائل‌زیست محیطی را بسر طرف سازد ولی از طرف دیگر جدول شماره ۴ هشدار میدهد که میزان مواد قیری درکلیه ماههای سال بخصوص در ماههای تیر ــ مرداد ، شهریور و مهر قابل توجه بوده و باتوجه

باینکه غالب هیدروکربورهای سرطانزا نظیر بنزو پیرن در این گروه قرار داشته و اثرات سرطانزائی آن روی حیوانات آزمایشگاهی به ثبوت رسیده است لذا میتوان آنرا از نظر تأثیر سوء روی سلامتی مخاطره آمیز تلقی نمود .

در مورد مواد معدنی میانگین حسابی سالیانه نیتراتها ـ پتاسیم ـ سدیم ـ ترکیبات ـ آمونیاکی کلرورها ـ فسفاتها ـ سولفاتها به ترتیب از نظر غلظت کاهش پیدا میکند .

بطور کلی مطالعات در مورد ذرات نزول کننده نشان داد که متوسط حسابی سالیانه آن ۵۵/۷۶۹۷ تن در مایل مربع و از اکثر شهرهای بزرگ دنیا باستثنای لوس آنجلس کمتر بوده است (۵۰) (غلظت مشاهده شده در کشورهای مختلف ۱۴/۲۷ الی ۳۸۵۴/۲۳ تن در مایل مربع در ماه گزارش شده است (۵۱) .

بررسی روی غلظت انیدرید سولفورونشان داد که غلظت آن در هوای منطقه قیطریه در تمام ماههای مورد آزمایش سال ۲۵۳۳ کمتر از غلظت انیدرید سولفورو در هوای منطقه دانشگاه تهران بوده است و متوسط حسابی سالیانه غلظت انیدرید سولفورو در هوای منطقه دانشگاه تهران و متوسط حسابی سه ماهه آن در منطقه قیطریه از حد استاندارد ۱۹۷۱ آمریکا به ترتیب به نسبت ۱۳/۷ و ۱/۴۸ برابر بیشتر بوده است .

بر اساس جدول شماره ۶ چنانچه متوسط حسابی سالیانه غلظت انیدرید سولفوروی هوای تهران در دو سال متوالی (بهمن * ۲۵۳۱ لغایت دی ۲۵۳۳) منطقه دانشگاه تهران مورد مقایسه واقع شود ملاحظه میشود که تنها در یک سال به نسبت ۸۴۴ درصد افزایش داشته و نشان دهنده این واقعیت است که روز بروز آلودگی هوای تهران وضع وخیم تری بخود میگیرد و شایسته است اقدام عاجلی در این زمینه معمول شود .

ضمنا" باید خاطر نشان ساخت که این بررسی در منطقه دانشگاه تهران انجام شده که تراکم جمعیت و منابع آلوده کننده آن کم و از لحاظ فضای سبز غنی بوده و جزو مناطق نسبتا" پاک تهران محسوب می شود . بدیهی است جهت نتیجه گیری و قضاوت کلی روی ذرات نزول کننده هوای شهر تهران به بررسی بیشتر نیاز دارد و اکنون مطالعات گسترده ای در سایر مناطق تهران بخصوص جنوب غربی و جنوب شرقی در دست اجراست تا وضع کامل شهر تهران از نظر ذرات نزول کننده مشخص گردد .

قدر دانی

بدینوسیله از بذل توجه و همکاریهای بی دریغ جناب آقای دکتر ابوالحسن ندیم استاد و ریاست محترم دانشکده بهداشت وانستیتو تحقیقات بهداشتی در تأمین بودجه لوازم مصرفی و غیر مصرفی مورد نیاز این تحقیق تشکر میشود .

References

1. NAPCA "Air Quality Criteria for Particulate Matter" U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Environmental Health Service Monograph No. AP-49, NAPCA 1970.
2. Corn, M."Nonviable Particles in the Air". In: Air Pollution, Chapt. 3 Vol. 1, 2nd edition, A. C. Stern (ed.), Academic Press, New York. 1968, PP. 47-94.
3. McMullen, T.B., Fensterstock, J.C., Faoro, R.B., and Smith, R. "Air Quality and Characteristic Community Parameters." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 18, PP. 545-549, 1968.
4. World Health Organization (1972) Health Hazards of the Human Environment, Geneva.
5. Lawther, P.J. Martin, A.E. and Wilkins, E.T. (1962) "Epidemiology of Air Pollution" World Health Organization, Geneva.
6. Smith, W.S., Schueneman, J.J., and Zeidberg, L.D. "Public Reaction to Air Pollution in Nashville, Tennessee" J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 14, PP. 418-432, 1964.
7. Robinson, E. "Effects of Air Pollution on Visibility." In: Air Pollution, Chapt. 11, Vol. 1, 2nd edition, A.C. Stern (ed.), Academic Press, New York, 1968, PP. 349-400.
8. Charlson, R.J. "Atmospheric Aerosol Research at the University of Washington" J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 18, PP. 652-654, 1968.
9. Tice, E.A. "Effects of Air Pollution on the Atmospheric Corrosion Behavior of Some Metals and Alloys" J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 12, PP. 533-559, 1962.
10. Upham, J.B. "Atmospheric Corrosion Studies in Two Metropolitan Areas." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 17, PP. 398-402, 1967.
11. Yocom, J.E. "The Deterioration of Materials in Polluted Atmospheres." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 8, PP. 203-208, 1958.

Air Pollution (World Health Organization), Columbia University Press, New York, 1961, PP. 279-291.

13. Darley, E.F. "Studies on The Effect of Cement Kiln Dust on Vegetation." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 16, PP. 145-150, 1966.
14. Linnel, R.H. and Scott, W.D. "Diesel Exhaust Composition and Odor Studies." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 12, PP. 510-515, 1962.
15. Collins, G.F., Barlett, F.E., Turk, A., Edmonds, S.M. and Mark, H. 'A Preliminary Evaluation of Gas Air Tracers." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 15, PP. 109-112, 1965.
16. Barker, K. Cambi, F. Catcott, E.J. "Air Pollution" World Health Organization, Monograph Series No. 46, 1961, Geneva.
17. Wagner, W.D., Dobrogorski, O.J., and Stokinger, H.E. "Antagonistic Action of Oil Mists on Air Pollutants." Arch. Environ. Health, Vol. 2, PP. 523-534, 1961.
18. La Belle, C.W. and Brieger, H. "Synergistic Effects of Aerosols II. Effect on Rate of Clearance from The Lung." Arch. Ind. Health, Vol. 20, PP. 100-105, 1959.
19. Casarett, L. J. and Milley, P.S. "Alveolar Reactivity Following Inhalation of Particles. "Health Physics, Vol. 10, PP. 1003-1011, 1964.
20. Casarett, L.J. "Some Physical and Physiological Factors Controll - ing The Fate of Inhaled Substances II. Retention." Health Physics, Vol. 2, pp. 379-386, 1960.
21. Palm, P.E., McNerney, J., and Hatch, T.F. "Respiratory Dust Retention in Small Animals. A Comparison with Man." Arch. Ind. Health, Vol. 13, PP. 355-356, 1965.
22. "Deposition and Retention Models for Internal Dosimetry of The Human Respiratory Tract." Task Group on Lung Dynamics. Health Physics, Vol. 12, PP. 173-207, 1966.
23. Amudr, M.O. and Underhill, D.W. "The Effect of Various Aerosols on the Response of Guinea Pigs to Sulfur Dioxide." Arch. Environ.

Health, Vol. 16, PP. 460-468, 1968.

24. Saffiotti, U., Cefis, F, Kolb, L. H., and Shubik, P. "Experimental Studies of Conditions of Exposure to Carcinogens for Lung Cancer Induction." J. Air Pollution Control Assoc., Vol. 15, PP. 23-25, 1965.
25. Born, H.C. "Carbon as a Carrier Mechanism for Irritant Gases. "Arch. Environ. Health, Vol. 8, PP. 119-124, 1964.
26. Petrilli, F.L., Agnese, G., and Kanitz, S. "Epidemiology Studies of Air Pollution Effect in Genoa, Italy." Arch. Environ. Health 12: 733-740, 1966.
27. Toyama, T. "Air Pollution and its Health Effects in Japan." Arch. Environ. Health 8: 153-173, 1964.
28. Holland, W.W., Reid, D.D., Seltser, R., and Stone, R.W. "Respiratory Disease in England and The United States. Studies of Comparative Prevalence." Arch. Environ. Health 10: 338-345, 1965.
29. Bates, D.V. "Air Pollution and Chronic Bronchitis." Arch. Environ. Health 14: 220-224, 1967.
30. Anderson, D.O. and Ferris, B.G. "Air Pollution Levels and Chronic Respiratory Disease. Arch. Environ. Health 10: 307-311, 1965.
31. Verma, M.P. Schilling, F. J., and Becker, W.H. "Epidemiological Study of Illness Absences in Relation to Air Pollution." Arch. Environ. Health. 18: 536-543, 1969.
32. Paccagnella, B., Pavanello, R., and Pesarin, F. "The Immediate Effects of Air Pollution on The Health of School Children in Some Districts of Ferara." Arch. Environ. Health. 18: 495, 502, 1969.
33. Winkelstein, W. "The Relationship of Air Pollution to Cancer of the Stomach" Arch. Environ. Health. 18: 544-547, 1969.
34. Glasser, M., Greenburg, L., and Field, F. "Mortality and Morbidity during a Period of High Levels of Air Pollution, New York, November 23-25, 1996" Arch. Environ. Health 15: 684-694, 1967.
35. Greenburg, L., Field, F., Reed. J.I., and Erhardt, C.L. "Air

Pollution and Morbidity in New York City." J. Amer. Med. Assoc., Vol. 182, PP. 161-164, 1962.

36. Biersteker, K. "Air Pollution and Smoking as Cause of Bronchitis among 1000 Male Municipal Employees in Rotterdam (The Netherlands. Arch. Environ. Health. 18: 531-535, 1969.

37. McCarroll, J.R., Cassel, E.G., Walter, E.W., Mountain, J.D., Diamond, J.R., and Mountain, I.R. "Health and The Urban Environment. Air Pollution and Illness in a Normal Urban Population." Arch. Environ. Health, Vol. 14, PP. 178-184, 1967.

38. Winkelstein, W' "The Relationship of Air Pollution and Economic Status to Total Mortality and Selected Respiratory System Mortality in Man" Arch. Environ. Health 14: 162-169, 1967.

39. Winkelstein, W. "The Relationship of Air Pollution and Economic Status of Total Mortality and Selected Respiratory System Mortality in Men (II. Oxides of Sulfur)." Arch. Environ. Health 16: 401-405, 1968.

40. Sprague, H.A. and Hagstrom, R.M. "The Nashville Air Pollution Study: Mortality Multiple Regression." Arch. Environ. Health. 18: 503-507, 1969.

41. Zeidburg, L.D., Hagstrom, R.M., Sprague, H.A., and Landau, E. "Nashville Air Pollution Study VII. Mortality from Cancer in Relation to Air Pollution." Arch. Environ. Health 15: 237-248, 1967.

42. Zeidburg, L.D., Horton, R.J. M., and Landeu, E. "The Nashville Air Pollution Study. V. Mortality from Diseases of The Respiratory System in Relation to Air Pollution." Arch. Environ. Health 15: 214-244, 1967.

43. Fletcher, C.M. Tinker, B.M., Hill, I.O., and Speizer, F. E "A five Year Prospective Field Study of Chronic Bronchitis." Preprint. (Presented at The 11th Aspen Conference on Research in Emphysema June 1968).

44. Angel, J.H. Fletcher, C.M., Hill, I.D., and Tinker, C.M. "Respiratory illness in Factory and Office Workers Brit. J. Diseases Chest

59: 66-79, 1965.

45. "Standard Method for Collection and Analysis of Dustfall," In: 1966 Book of ASTM Standards, Part 23, Industrial Water; Atmospheric Analysis American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 785-788. Report ASTM D1 739-62.
46. Robson, C.D. and Foster, K.E. "Evaluation of Air Particulate Sampling Equipment," Am. Ind. Hyg. Assoc., J., Vol. 23, pp. 404-410, 1962.
47. West, P.W. "Chemical Analysis of Inorganic Particulate Pollutant" In: Air Pollution, Chapter 19, Vol. 2, 2nd edition, A.C. Stern (ed.), Academic Prest, New York, 1968, pp. 147-185.
48. Jacob, B. Morris "Chemical Analysis of Air Pollutants Interscience Publisher, INC., New York, 1960.
49. "Atmospheric Pollutants." Technical Report Series No. 271. World Health Organization, Geneva Switzerland. 1964.
50. Ehlers, Victor, M. Steel, Ernest W. "Municipal and Rural Sanitation" Sixth Edition McGraw-Hill Book Company New York 1965 pp. 74-102 (77).
51. Hendrickson, E.R. "Air Sampling and Quantity Measurement" In: Air Pollution, Chapt. 16 Vol. II 2nd edition, A.C. Stern (ed)., Academic Press, New York, 1968 (Fifth Printing, 1972) pp. 3-52.