مجله بهداشت ایران
سال هفتم ، شماره ۲ ، تابستان ۲۵۳۷

بررسی وضع آلودگی هوای تهران از نظر اکسیدهای ازت

دکتر منصور غیاث‌الدین *
دکتر کرامت اله ایماندل *
مهندس عباسعلی واخیده *

خلاصه :

ازآنجاکه هرگونه برنامه ریزی در جهت کنترل آلودگی هوا متضمن شناخت منابع و عوامل آلوده کننده هواو تعیین غلظت آنا ن ازطریق کاربردروش‌های شناخته شده با استاندارد میباشدلذاگروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت بمنظور بررسی غلظت NO^X ($NO^2 + NO$) در هوای تهران با توجه به امکانات خود در شش ماهه دوم سال ۲۵۳۵ بطور روزانه و در ساعات بین ۸–۲۰ درده نقطه مختلف شهر تهران در پیاده روهای خیابا ن اقدام به نمونه‌برداری نموده و بروش Saltzman (دامنه کاربرد آن بین ۰/۰۰۵ تا ۵ ppm یا $\frac{۱}{۱۰۰}$ تا ۱۰ میکروگرم در لیتر است) اندازه گیری بعمل آورد .

نتایج حاصل از این بررسی محدود نشا ن داد که :

– روند تغییرات غلظت NO^X ازماه مهر بطرف اسفند بتدریج کاهش پیدا میکند و نسبت آن در زما ن حداکثر غلظت در ایستگاه راه آهن ۲/۲ برابر دانشگاه تهرا ن می‌رسد .

– درایستگاههای ده گانه در تمام ماههای مورد مطالعه همواره غلظت NO^X درمیدان راه آهن بیشتر از سایر نقاط بوده و دامنه تغییرات آن بین ۶۲۳/۴ تا ۱۶۶/۳ قسمت در بیلیون درنوسا ن بوده است .

– گاز NO^X درشبانه‌روز در دونوبت به حداکثرخود میرسد .نوبت اول در ساعات بین ۸ – ۹ و غلظت آن درماه دی درمنطقه ششم بهمن چهارراه لشگر ۱۵۶/۸ قسمت دربیلیون بوده و بتدریج از میزا ن آن کاسته میشود و در ساعات ۱۲ – ۱۴ بحداقل خود رسیده (۱/ ۳۸ قسمت در بیلیون) و سپس بتدریج مقدار آن افزایش مییابد بطوریکه در ساعات ۱۷ – ۱۹

---

* گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه تهرا ن .

برای نوبت دوم بحداکثر غلظت خود ۱۴۸/۵ قسمت در بیلیون میرسد . توجیه این تغییرات را میتوان احتمالا " به افزایش تراکم ترافیک در ساعات ۷ ـ ۹ و ۱۷ ـ ۱۹ و کاهش تراکم ترافیک در ساعات ۱۲ ـ ۱۴ و فعل و انفعالات فتو شیمیائی مربوط دانست چه اشعه خورشید که لازمه انجام این فعل و انفعالات است در ساعات ۱۲ ـ ۱۵ بحداکثر شدت خود میرسد . گرچه اندازه گیری همزمان ازون صورت نگرفته است ولی با توجه به یافته های ذکر شده احتمالا " میتوان وجود اسماگ فتو شیمیائی را در تهران پیش بینی نمود .

هدف از تحقیق : بررسی غلظت نیتریک ودی‌اکسید ازت درهوای تهران .

تعریف مفاهیم ومتغیر های‌مورد مطالعه :

تاکنون شش اکسید* پایدارویک‌اکسید نا پایدار (تری‌اکسید ازت) از ازت‌شناخته شده است که ازمیان آنها اکسید نیتریک و دی اکسید ازت نقش مؤثری در آلودگی هوا دارند .اکسید نیتریک‌هنگام احتراق مواد سوختنی در ۱۳۰۰ ـ ۲۵۰۰ درجه سانتی گراد تشکیل‌میشود (۱) گازیست بیرنگ ولی در حرارت‌معمولی اتمسفر با اکسیژن هوا ترکیب شده وگاز دی اکسید ازت که برنگ قرمزقهوه‌ای میباشدو بسیار سمی و خطرناکست‌تولید میکند . سرعت‌اکسید شدن اکسید نیتریک پس از رسیدن به جوّ با سرعت رقیق شدن آن در هوا رابطه عکس دارد مثلا اکسیدنیتریک موجود دراگزوست اتومبیل هائی که با سرعت زیاد حرکت میکنند چون بسرعت پخش میشود به کندی اکسید می‌گردد .

جهت شعله نیزدرتولیداکسیدهای ازت‌مؤثراست . در شرایط یکسان‌معمولاً شعله‌هائی که درجهت‌افقی میسوزند در حدوددو برابربیش ازشعله هائی که درجهت عمودی میسوزند ، اکسید ازت تولید میکند .

میزان‌اکسیدهای ازت‌تولیدشده تا حد معینی با نسبت هوا به سوخت رابطه مستقیم داشته و کاهش آن منجربه‌نقصان‌مقدار اکسیدهای‌ازت گشته‌و میزان منو اکسید کربن تولید شده افزایش میبابد (۱ و ۲) .

---

*1- Nitrous Oxide , N_2O
2- Nitrogen Dioxide , No2
3- Nitrogen Sesquioxide , N2O3
4- Nitrogen Pentoxide , N2O5
5- Nitric Oxide , NO
6- Nitrogen Trioxide , NO3
7- Nitrogen Tetroxide , N2O4

منابع تولید :موتورهای درونسوز (اتومبیل‌های بنزینی ـ موتورهای دیزل) توربین‌های گازی ،کوره‌یا بخاری نفت سوزیا ذغال سوز، وسائل گازسوز و زباله‌سوز، و کارخانجات تولید مواد شیمیائی نظیر اسیدنیتریک را میتوان نام برد .گرچه غلظت اکسیدهای ازت در اگزوست موتورهای دیزلی $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{2}$ موتور های بنزینی است ولی چون مقدار گاز خروجی از اگزوست موتورهای دیزلی بمراتب بیشتر از بنزینی است لذا در مجموع اکسید ازت بیشتری تولید میکنند . میزان اکسیدازت تولیدشده توسط زباله سوزها به کیفیت زباله و نوع زباله سوز بستگی دارد . اکسیدهای ازت نقش مؤثری درتشکیل اسماگ فتو شیمیائی دارد و از نظر چرخش فتولیتیکی ابتدا دی اکسیدازت در اثر اشعه ماوراء بنفش نورخورشید به اکسید نیتریک و اکسیژن اتمی مبدل شده و آنگاه اتم اکسیژن با اکسیژن اتمسفر ازون تولید مینماید و ترکیب جسم اخیربااکسید نیتریک منجربه تولید مجدد دی‌اکسید ازت میگردد (۱و ۲).

توجیه اهمیت موضوع با بررسی مقالات :

اثرات سوء اکسیدهای ازت روی انسان و حیوان :

مدارک مستند در زمینه مخاطرات بهداشتی ناشی از No درحدی که درهوای شهرها یافت میشود در دست نیست ولی احتمالاً دی اکسید ازت No^2 در ریه ها به نیتروزآمین تبدیل میشود که ماده اخیربعلت اثر سرطانزائی مخاطره آمیز است از طرف دیگر دی اکسید ازت ممکنست وارد خون شود و ترکیبی بنام متهموگلوبین تولیدنماید . دی‌اکسیدازت حبابهای ششی راتحریک نموده وچنانچه شخص مدت طولانی در معرض استنشاق یک پی . پی .ام آن قرار گیرد یکنوع بیماری تنفسی که علائم آن شبیه آمفیزم میباشد در او بروز میکند (۲) .

Blacet عقیده دارد که دی اکسید ازت بعنوان کاتالیست شدید تر از انیدرید سولفوردر واکنش‌های فتوشیمیائی و ایجاد ازون دخالت داشته و طبق تئوری Haagen-Smith در پیدایش اسماگ تأثیر بسزائی از خودنشان میدهد (۳، ۴، ۵) ودرنتیجه اثرات سوء ناشی ازآلوده‌کننده‌های اخیر را نیز نبایداز نظر دورداشت چه دی اکسید ازت و ازون تورم ریه را موجب گشته و انتقال گازبه خون را مهارمینماید . بعلاوه طبق مطالعات Schoettlin و همکارش (۶) چنانچه حداکثر غلظت روزانه اکسیدانهای فتو شیمیائی به ۰/۲۵ پی . پی .ام یا ۴۹۰ میکروگرم در مترمکعب هوابرسد حملات آسمی را تشدید مینمایدو بررسی انجام شده توسط Heuus و Glasson (۷) نشان داده است که حداکثر غلظت روزانه اکسیدانهای فتوشیمیائی در حد $\frac{1}{10}$ پی . پی .ام و یا ۲۰۰ میکروگرم درمتر مکعب هوا موجب تحریک چشم میگردد .

از طرف دیگر برخی از محققین (Mills ۱۹۵۰) اکسیدهای ازت را در پیدایش

حوادث دهشتناک دونورا (۱۹۴۸) و دره میوز بلژیک (۱۹۳۰) سهیم دانسته و عقیده دارد که اکسیدهای ازت همراه با ذرات جامد اکسید های فلزی موجود در هوا بعنوان کاتالیست در تبدیل انیدرید سولفوروبه انیدرید سولفوریک دخالت دارند (۴) .

مطالعات انجام شده توسط Pearlman و Shy (۸، ۹) روی کودکان مدرسه در سنین ۶ ـ ۸ سال نشان داد که اکسیدهای ازت در افزایش موارد بیماریهای تنفسی دخالت دارد . مطالعه دیگری توسط Pearlman (۸) روی کودکان ۲ و ۳ ساله که مدت بیش از یکسال در مناطق آلوده در معرض غلظت زیادی از NO^2 قرار داشتند انجام گرفت و افزایش موارد عفونت تحتانی دستگاه تنفسی نظیر برونشیت نزد آنان ملاحظه گردید . از بین اکسیدهای ازت، دی‌اکسید نیتروژن (NO^2) از نظر اپیدمیولوژی بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است . مطالعات اپید میولوژیکی انجام شده نشان داده است چنانچه میانگین حسابی ۲۴ ساعته NO^2 بین ۱۱۷ تا ۲۵۰ میکروگرم در متر مکعب هوا (۰/۰۶۲ و ۰/۱۰۹ پی .پی .ام) باشد، رابطه معنی داری از نظر آماری بین آن با افزایش بیماریهای تنفسی وجود دارد .

Shy و همکارانش با مطالعه اثر NO^2 درجوامعی که در معرض آن قرارگرفته اند نشان دادند که ازنظر عمل تهویه ریوی ، حجم بازدم عمیق (FEV 0.75)* نزد کودکان در مقایسه با شواهد کاهش میابد بعلاوه ۱۸/۸ درصد افزایش موارد بیماریهای تنفسی نزد افرادیکه درمعرض غلظت های زیاد NO^2 قرار داشته اند دیده شده است (۸، ۹) .چنانچه اندازه‌گیری غلظت NO^2 بیش از ۶ ماه صورت گیرد و میانگین حسابی ۲۴ ساعته آن بین ۱۱۷ تا ۲۵۰ میکروگرم در مترمکعب هوا (۰/۰۶۲ و ۰/۱۰۹ پی .پی .ام) برسد وهمزمان با آن میانگین حسابی نیترات معلق ۳/۸ میکروگرم در مترمکعب هوایا بیشتر باشد، افزایش وقوع بیماریهای حادّ تنفسی مشاهده میگردد .

در مطالعه اپیدمیولوژی گذشته نگر (Retrospective Study) در منطقه چاتانوگا و قرار داشتن کودکان بمدت ۲ تا ۳ سال در معرض مقادیر متوسط و یازیاد NO^2 در هوای شهری باافزایش موارد برونشیت نزد آنان همراه بوده و این ارتباط از نظر آماری معنی دار میباشد . در این بررسی که غلظت NO^2 بمدت ۶ ماه اندازه‌گیری شد میانگین حسابی ۲۴ ساعته آن بین ۱۱۸ تا ۱۵۶ میکروگرم در متر مکعب هوا (۰/۰۶۳ و ۰/۰۸۳ پی .پی .ام) و میانگین حسابی نیترات معلق در هوا بمیزان ۲/۶ میکروگرم در متر مکعب هوا یا بیشتر بود (۸ و ۹ و ۱۰) .

فضانوردان آپولو سویوز که ضمن صعود به جوّ زمین بطور تصادفی دی‌اکسیدنیتروژن استنشاق نموده بودند مورد بررسی قرار گرفتند . دراین مطالعه علائم بالینی ورونتگنوگرافیک تورم ریوی ناشی از این ماده شیمیائی را تأئید و اندازه‌گیری هیدروکسی لیزین گلیکوزاید

ادراری ، تجزیه و تخریب احتمالی کلاژن پارانشیم ریوی را نشان داد . (۱۱) .

مطالعه انجام شده در زمینه اثر آلودگی هوا روی بهداشت و سلامت دانشجویان در هفت دانشگاه کالیفرنیا در سال تحصیلی ۱۹۷۰– ۱۹۷۱ نشان داد که افزایش موارد بیماری دستگاه تنفسی دانشجویان تابع شدت آلودگی هوا بوده و در نقاط آلوده ، این افزایش ۱۶/۷ درصد بود (۱۲) .

نیتروژن دی اکسید و ازون با مهار کردن عمل ماکروفاژهای حبابچه‌ای ، مقاومت ریوی را در مقابل عفونت کاهش میدهند (۱۳ و ۱۴ و ۱۵) . چنانچه خرگوش مدت ۴ تا ۸ ساعت در معرض استنشاق ۰/۷۵ پی .پی .ام ازون قرار گیرد شدید اروی عده پاراتیروئید اثر نموده تغییرات سلولی و ساختمانی در آن ایجاد مینماید (۱۶) .

تاثیر NO^2 در غلظت ۰/۵ پی .پی .ام بمدت ۳ تا ۱۴ روز روی خوکچه هندی و موش به ترتیب با پروتئینوری و نشد پروتئین از ریه در حیوان همراه است (۱۷ و ۱۸ و ۱۹) . مطالعه انجام شده روی هامستر در غلظت ۰ ۲ پی .پی .ام NO^2 بمدت ۲۴ ساعت (حاد) و ۳۰ روز (مزمن) مشاهده شد که NO^2 قادر است فعالیت پروتئولیتیک* فعالیت سرم پروتئاز اینهیبیتور ریوی** را افزایش دهد (۲۰) از قرار دادن هامستر در معرض NO^2 و آزمایشات مختلف انجام شده در این زمینه چنین برمیآید که دی اکسیدازت روی بافت شش و ماکروفاژهای آلوئلی اثر دارد (۲۱) .

باید خاطرنشان ساخت که در مورد نقش NO^2 در پیدایش آمفیزم هنوز اتفاق نظر وجود ندارد (۲۰ و ۲۲) .

روش انتخاب شده در بررسی :

روش های مختلفی برای اندازه گیری اکسید های ازت در هوا پیشنهاد شده است :

1- Griess-Saltzman Method (23)

2- Jacobs-Hochheiser Method (24)

3- Gas Chromatography (25)

4- Long-Path Infrared Spectroscopy (26)

5- Electrochemical Oxidation and Reduction (26)

---

* Proteolytic Activity of Lung

** Serum Proteas Inhibitor Activity

ازبین روش‌های فوق روش رنگ‌سنجی سالتزمن بعنوان روش پیشنهادی (Tentative Method) مورد قبول غالب انجمن های معتبر بهداشتی وتجزیه‌مواد و کمیته‌های بین المجامع بوده (۲۷و ۲۸و۲۹ و ۳۰)و مناسب ترین روش دستی کاربردی دراندازه‌گیری NO^2 موجود درهوامیباشدوازمحاسن دیگرآن تعیین مقدارهمزمان NO و NO^2 به‌تفکیک میباشد. این‌روش براساس واکنش بین NO^2 واسید سولفانیلیک وایجاد ملح دی‌آزونیوم استوار است که باإن (۱ـ نفتیل) اتیلن دی آمین دی هیدرو کلراید ترکیب شده و رنگ آزو ئیکی صورتی شدید تولید مینماید. هواضمن عبور از گاز شوی شیشه‌ای مخصوص وارد محلول معرف گریس‌سالتزمن شده و اینعمل مدت ۳۰دقیقه‌یاکمترصورت میگیردو پس ازخاتمه نمونه برداری ۱۵دقیقه‌دیگرفرصت‌زمانی جهت پیدایش رنگ لازم است. رنگ ایجادشده‌متناسب با میزان NO^2 در نمونه بوده و در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری‌میشود.

نمونه برداری: نمونه برداری متناوب کوتاه مدت، در روز و در ساعت بین ۸ـ ۲۰ بمدت شش‌ماه درنیمه دوم‌سال ۲۵۳۵در ده نقطه مختلف شهر مشتمل بر منطقه دانشگاه، خیابان سعدی، ابتدای‌کاشف، میدان مخبرالدوله، میدان‌فردوسی، میدان‌شهناز، میدان شوش، میدان‌راه آهن، میدان ۲۴ اسفند، خیابان‌ششم بهمن، چهار راه لشگر، میدان سپه در پیاده روهای خیابان (باستثناء محوطه دانشگاه) انجام گردید.

نحوه‌اجرای‌تحقیق: بوسیله یک‌پمپ مکنده وبکمک‌روتامتری‌که‌قبلاً کالیبره‌شده‌بود بدقت جریان ۰/۴ لیتر در دقیقه هواازطریق اتصالات پلاستیکی از نوع تایگون بمدت ۳۰ دقیقه بداخل گاز شوی شیشه‌ای مخصوص* که حاوی ۱۰ میلی لیتر محلول شیمیائی جاذب (اسید سولفانیلیک‌انیدر + آب‌مقطر عاری از نیترات + اسید استیک گلاسیال + محلول $\frac{1}{10}$ درصد إن (۱ـ نفتیل)اتیلن‌دی آمین‌دی هیدروکلراید) بودهدایت‌گردیدبعلت وجود NO^2 درهوای‌نمونه رنگ ثابت صورتی پس‌از ۱۵ دقیقه تأمل ایجاد میشد و بمنظور تعیین مقدار No هوای‌خارج شده ازگاز شوی اول وارد گاز شوی دوم که حاوی‌محلول پرمنگنات اسیدی میباشدنموده که پس از عمل اکسیداسیون و تبدیل NO به NO^2 متعاقبا "واردگازشوی‌سوم که شرایط‌آن منطبق با شرایط‌گاز شوی اول بود گردید. آنگاه شدت رنگ حاصل بوسیله اسپکتروفتومتر درطول موج ۵۵۰ نانومتر قرائت میشد. درصد جذب قرائت‌شده‌از اسپکترو فتومترراروی‌منحنی استانداردی‌که بکمک نیتریت‌سدیم با استفاده از روش حداقل مربعات تهیه‌گردیده بود انتقال داده شدو همزمان با نمونه برداری، فشار و درجه حرارت هوا ثبت و حجم نمونه برداشت شده‌هوارا در فشارو درجه‌حرارت استانداردتصحیح و محاسبه گردید (میزان NO برحسب NO^2 گزارش شده است).

* Fritted glass bubbler

تجزیه‌وتحلیل یافته ها :

دربررسی یافته‌های شش ماهه ده ایستگاه نمونه برداری (جدول شماره۱) ملاحظه میشودکه میزان NO^2 و NO از مهربه اسفند کاهش داشته است مثلا" این کاهش در منطقه دانشگاه‌بین۲تا ۲/۷ برابربوده‌است. توجیه این امر بیشتر مربوط به نزولات جوی میشود که بخصوص طی ماههای زمستان در تاریخ نمونه‌برداری اتفاق افتاده است.

بررسی غلظت اکسیدهای ازت در نقاط مختلف تهران وساعات مختلف روز رابطه مستقیم اکسیدهای‌ازت رابا ترافیک نشان میدهد. در این بررسی نشان داده شده است‌که میزان NO^x در دیماه در منطقه دانشگاه۴۵% پی.پی.ام بوده‌درحالیکه در همین ماه در خیابان سعدی ـ چهارراه‌لشگر ـ میدان مجسمه ـ میدان شوش و در راه آهن به ترتیب (۰/۰۶۵) و(۰/۰۹۵) و (۰/۰۸۶) و (۰/۱۰۳)و(۰/۱۰۹) پی.پی.ام بوده است. بطوریکه ملاحظه میشود غلظت‌اکسیدهای‌ازت درمیادین شوش‌وراه‌آهن‌درحدود۲/۳ برابر دانشگاه و چهار راه لشگر و میدان مجسمه نزدیک دوبرابر دانشکده بهداشت بوده است. با توجه باینکه هیچگونه منبع دیگری تولید اکسید ازت در مناطق یاد شده وجود ندارد اختلاف فوق را میتوان منحصراً به ترافیک مربوط دانست.

نمونه برداری و آزمایش هوا در ساعات مختلف روز (منحنی شماره۱) دو نقطه اوج رانشان میدهدکه‌اولی‌بین‌ساعت ۸ ـ ۱۰ صبح و دومی ۵ تا ۸ بعد از ظهر اتفاق افتاده است و این نقاط‌اوج نیز با جریان ترافیک شهر مطابقت دارد. تغییرات غلظت گازهای منواکسیدو دی‌اکسید ازت‌تقریبا" شبیه‌یکدیگر است (منحنی۱) بااین تفاوت‌که‌در ساعات ۱۱ صبح‌تا چهاربعد ازظهر بیش از۴۰ درصد از مجموع اکسیدهای ازت را دی اکسید ازت تشکیل میدهد و در سایر مواقع حدود کمتر از ۳۰ در صد از گازها متعلق به‌دی‌اکسیدازت است‌که‌پدیدهٔ اکسیداسیون‌منواکسیدازت‌راتحت‌تأثیر اشعه خورشید نشان میدهدو بدیهی است‌ادامه اکسیداسیون در ساعات بعد از غروب آفتاب‌در اثرفعل‌و انفعال منو اکسیدازت بااوزن‌تشکیل‌شده در روز میباشد بنابر این در شرایط تهران و با وجودغلظت نسبتاً زیاد اکسیدهای ازت تشکیل اکسیدانهای فتو شیمیائی قطعی به نظر میرسد.اندازه گیری‌اوزن توسط مرکز ژئوفیزیک دانشگاه‌تهران گرچه در ایستگاههای معدودی‌صورت گرفته است ولی تاحدودی این‌فرضیه راتوجیه مینماید ،که جهت‌تأئید ، به بررسی‌های گسترده‌ای نیازمند است.

بطور کلی طی این بررسی غلظت NO همواره از NO^2 بیشتر بوده و مقدار مجموع اکسیدهای ازت ازحداکثرمجاز ایالات‌متحده‌آمریکا (سازمان حفاظت محیط زیست‌آمریکا) که میانگین حسابی‌سالیانه‌دی‌اکسیدازت‌را ۵% پی.پی.ام‌وبرای‌یکساعت۲۵%پی.پی.ام

جدول شماره ۱

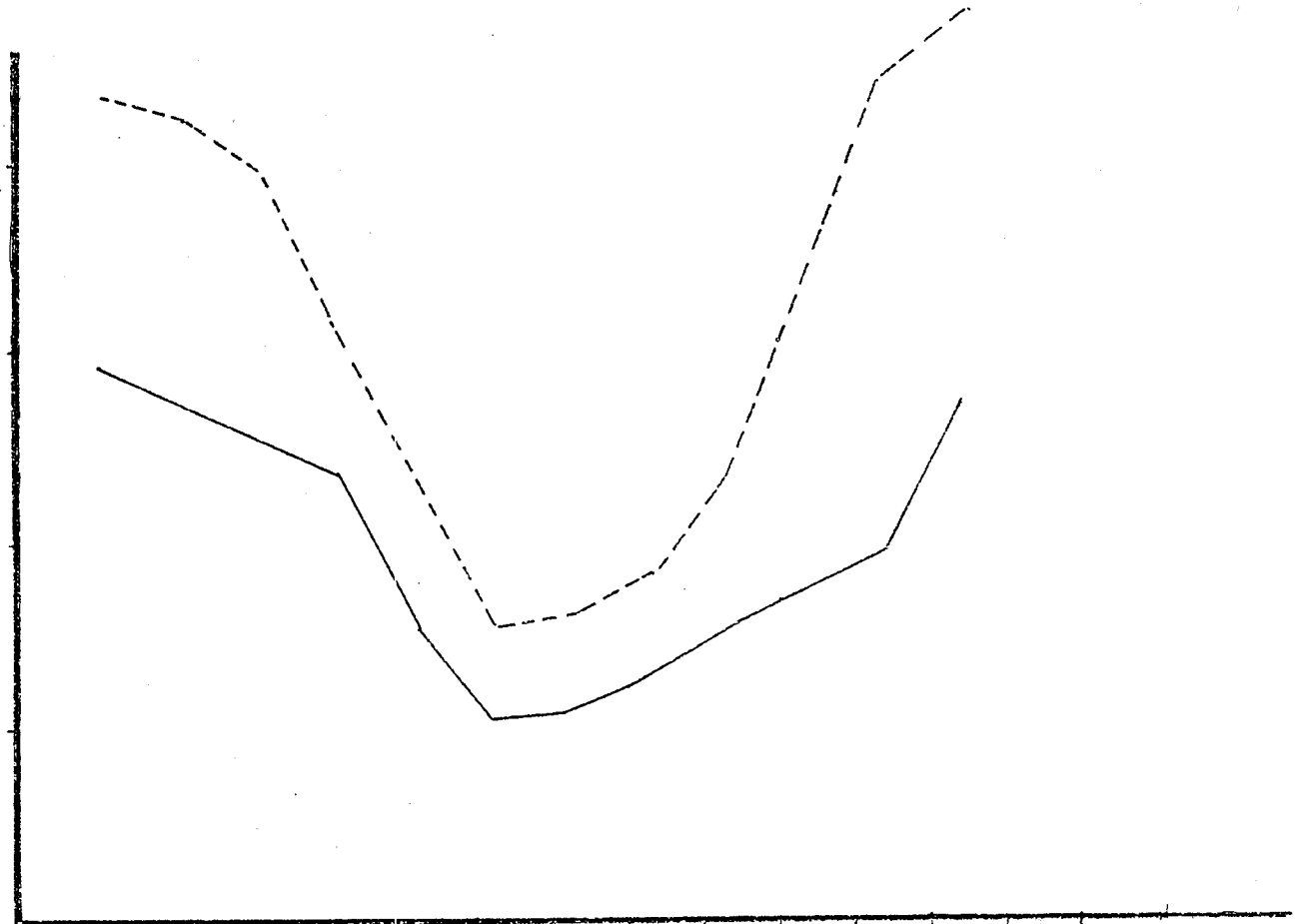
متوسط غلظت اکسیدهای ازت ، منواکسیدازت و دی اکسید ازت در ده ایستگاه نمونه برداری تهران بر حسب قسمت‌دربیلیون

تاریخ	No^x			NO			No^2		
	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط
مهر	۷۹/۸	۲۰۷/۷	۱۴۲/۹	۴۸/۶	۱۲۹/۳	۹۰/۹۷	۳۱/۲	۷۷/۵	۵۲/۲
آبان	۶۸	۱۹۵/۵	۱۳۱/۱	۴۰	۲۰/۹	۷۰/۶	۲۸	۷۴/۶	۵۰/۵
آذر	۳۴/۴	۱۲۲/۴	۱۸/۶	۲۴/۴	۸۹	۴۷/۷	۹/۸	۳۳/۴	۳۰/۹
دی	۳۸/۱	۱۵۶/۱	۸۹/۱	۲۶/۶	۱۰۷/۵	۵۷/۵	۵/۶	۴۹/۳	۳۰/۴۸
بهمن	۳۸	۱۶۶/۳	۸۲/۸	۳۰	۱۱۴	۵۲/۲	۷	۵۲/۳	۳۰/۶
اسفند	۲۲	۵۸	۴۵	۱۸	۳	۲۳	۴	۲۸	۲۲

گراف شماره ۱ تغییرات غلظت NO, NO^2 در ساعات مختلف روز

---------- NO

———————— NO^2



The first one appears at 8-9 am and the second peak from 5-7 pm. The NO concentration has always been higher than NO^2.

The time between 11 am and 4 pm NO^2 constitute more than 40% of the total Nitrogen Oxides, but it was less than 30% at all other times.

Looking to stations and hourly variation of Oxides of Nitrogen the role of traffic seems to be significant in production of NO^x.

The overall concentration of Nitrogen Oxides are somehow higher than ambient air quality standards established by U.S. and most of the European countries.

REFERENCES

1. Strauss Werner "Air pollution Control, Part I" John Wiley-Interscience Publisher New York (1971) p. 35-94.
2. Seinfeld, John H. "Air Pollution Physical and Chemical Fundamentals". McGraw-Hill Book Company (1975) p. 22, 73.
3. Haagen-Smit, A.J. "Industr. Engng. Chem.", 44, 1342 (1952).
4. W.H.O. "Air Pollution" World Health Organisation, Geneva. p. 149-153, 164-171 (1961)
5. Blacet, F.E. "Indust. Engng. Che.", 44, 1339 (1952).
6. Schoettlin, C.E. and Landau, E. "Air Pollution and Asthmatic Attacks in the Los Angeles Area" Public Health Rep., 76:545 (1961).
7. Heuss, J.M., and Glasson, W.A. "Hydrocarbon Reactivity and Eye Irritation." Environ. Sci. Technol., 2:1109 (1968).
8. Pearlman, M.E., Finklea, J.F., Creason, J.P., Shy, C.M., Young, M.M. and Horton, R.J.M. "Nitrogen Dioxide and Lower Respiratory Illness". Pediatrics, 47, 391 (1971).
9. Shy, C.M., Creason, J.P., Pearlman, M.E., McClain, K.E. and Benson, F.B. "The Chattanooga School Study: Effects of Community Exposure to Nitrogen Dioxide, Incidence of Acute Respiratory Illness." J. Air Pollut. Control Ass., 20, 539 (1970).
10. Gregory, K.L., Malinoski, V.F. and Sharp, C.P. "Cleveland Clinic Fire: Survivorship Study 1929–1965" Arch. Environ. Health,
11. Hatton, D.V., Leach, C.S., Nicogossian, A.E. and Ferrante, N.D. "Collagen Breakdown and Nitrogen Dioxide Inhalation." Arch.

Environ. Health, 18:508-515, April (1969).

12. Durham, William, H. "Air Pollution and Student Health" Arch. Environ. Health Vo.. 28:241-254 May 1974

13. Goldstein, et al "Ozone and Nitrogen Dioxide Exposure" Arch. Environ. Health Vol. 28:85-90 Feb (1974)

14. Goldsmith, J.R. "Effects of Air Pollution on Human Health". In Stern Ac (ed). Air Pollution. New York Academic Press Inc., 547:615 (1968).

15. Hine, C.H., Meyers, F.H., Wright, R.W. "Pulmonary Changes in Animals exposed to Nitrogen Dioxide: Effects of Acute Exposure". Toxicol. Appl. Pharmacol. 16:201-213 (1970).

16. Atwal, Onkar, S. and Wilson, Thursa "Parathyroid and Changes following Ozone Inhalation." Arch. Environ. Health Vol. 28: 91-100 Feb. (1974).

17. Sherwin, Russel P. and Layfield, Lester, J. "Proteinuria in Guinea Pigs exposed to 0.5 ppm Nitrogen Dioxide." Arch. Environ. Health Vol. 28:336-341 June (1974).

18. Sherwin, R.P. and Layfield, L.J. "Protein Leakage in the Lungs of Mice exposed to 0.5 ppm Nitrogen Dioxide." Arch. Environ-Health Vol. 31:116-118 (1976).

19. Sherwin, R.P., Carlson, D.A. "Protein Content of Lung Lavage Fluid of Guinea Pigs exposed to 0.36 ppm Nitrogen Dioxide: Disc-gel electrophoresis for amount and types. Arch. Environ. 27:90-93 (1973).

20. Kleinerman, J. and Rynbrandt, D. "Lung Proteolytic Activity and Serum Protease Inhibition after NO_2 Exposure." Arch. Environ. Health (37-40) Jan/Feb (1976).

21. Rynbrandt, D., Kleinerman, J. "Nitrogen Dioxide and Pulmonary Proteolytic Enzymes: Effect on Lung Tissue and Macrophages." Arch. Environ. Health 156-172 (July 1977).

22. Freeman, G., Haydon, G.B. "Emphysema after low level exposure to NO_2." Arch. Environ. Health 8:125-128 (1964).

23. Saltzman, B.E. "Colorimetric microdetermination of nitrogen dioxide in the atmosphere." Jour. Analytical Chemistry, 26: 1949-1955, December 1954.

24. Jacobs, M.B., and S. Hochheiser "Continuous sampling and Ultramicro-determination of Nitrogen Dioxide in Air." Anal. Chem. 30:426-428 (1958).

25. Morrison, M.E. and W.H.Corcoran "Optimum Conditions and Variability in Use of Pulsed Voltage in Gas-Chromatographic

Determination of Part-Per-Million Quantities of Nitrogen Dioxide." Jour. Anal. Chem. 39:255-258 (1967).

26. NAPCA "Air Quality Criteria for Nitrogen Oxides." National Air Pllution Control Administration, Washington, D.C. Publication No. AP-84 Pages 5-1 January (1971).
27. Intersociety Committee "Methods of Air Sampling and Analysis." Published by American Public Health Association (APHA), Washington, D.C. 329, 1972.
28. ASTM "1974 Annual Book of ASTM Standards Part 26 Gaseous Fuels; Coal and Coke; Atmospheric Analysis." American Society for Testing and Materials Designation: D1607-69, (1974).
29. Hendrickson, E.R. "Air Sampling and Quantity Measurement." in: Air Pollution, Capt. 16 Vol. 11 2nd edition, A.C. Stern (ed.), Academic Press, New York, 1968 (Fifth Printing, 1972).
30. Jacob, B., Morris "Chemical Analysis of Air Pollutants". Inter-Science Publisher, INC., New York (1960).