

## انیدرید سولفورو ، اثرات پزشکی ، منابع تولید و غلظت آن در هوای تهران

دکتر ناصر رازقی \* - دکتر کرامت‌الله ایمان‌دل \*

غلامحسین جمشیدی‌نیا \*

مهرانگیز حکیمی پور \* - محمد حسن منشی \*

نمایشی اشتباه آلودگی هوای ممالک صنعتی در ایران تکرار شود ...

از بیانات شاهنشاه آریامهر

### خلاصه :

گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی بمنظور بررسی تغییرات غلظت انیدرید سولفور در روز و فصل مختلف در هوای تهران بنا بر امکانات آزمایشگاهی و پرسنلی دو ایستگاه به‌ترتیب در منطقه دانشگاه تهران و میدان قزوین انتخاب و بطور روزانه میزان انیدرید سولفور و بروش پراکسید هیدروژن و میزان ذرات ترول کننده بطور ماهیانه بروش جار اندازه‌گیری نمود . این بررسی نشان داد که غلظت فاکتور فوق در هوای تهران در منطقه میدان قزوین در تمام ماههای مورد آزمایش سال ۱۳۵۲ بالاتر از غلظت انیدرید سولفور در هوای منطقه دانشگاه تهران بوده است . متوسط حسابی سالیانه غلظت انیدرید سولفور در هوای منطقه دانشگاه تهران و منطقه میدان قزوین از حد استاندارد ۱۹۷۱ آمریکا به ترتیب به نسبت ۱۰۶ و ۳۲۲ درصد بیشتر بوده است .

محاسبات انجام شده بر مبنای نوع و مقدار سوخت مصرفی در تهران بزرگ در سال ۱۳۵۱ نشان داد که روزانه حدود ۲۰۰ تن انیدرید سولفور و بهوای تهران تخلیه شده است که سهم وسائط نقلیه و صنایع سنگین به ترتیب ۴۷ و ۸۷٫۴۴ درصد کل انیدرید سولفوروی تخلیه شده بهوای تهران میباشد .

مطالعات در مورد ذرات ترول کننده نشان داد که این ماده در میدان قزوین همیشه بیشتر از منطقه دانشگاه تهران بوده و مقدار آن از اکثر شهرهای دنیا کمتر بوده است .

\* گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه تهران.

بررسیهای اپیدمیولوژی بالینی نشان داده است که مواد آلوده کننده محرك موجود در هوا سبب پیدایش و طولانی شدن عفونتهای حاد دستگاه تنفس میگردد (۲ و ۳ و ۴) در يك بررسی نتایج اندازه گیری انیدرید سولفورو موجود در هوای شهرهای انگلستان با میزان مرگ و میر ناشی از برونشیت مزمن در افراد بالاتر از ۵۵ سال مقایسه گردید و معلوم شد که ارقام متوسط سالیانه انیدرید سولفوروی موجود در هوا رابطه مستقیم با میزان مرگ و میر در اثر برونشیت مزمن خصوصاً در نزد مردان داشته است و اختلاف وضع اجتماعی افراد در نتایج این بررسی دخالتی نداشته است.

اسپنس و پیکوک<sup>۱</sup> در سال ۱۹۶۷ افزایش وقوع تومورهای ریه در موشهایی که تحت تأثیر انیدرید سولفورو قرار داده بودند گزارش کردند و در سال ۱۹۶۸ لامپورید<sup>۲</sup> تغییرات سلولی در اپیتلیوم برونشی موشهایی که تحت تأثیر انیدرید سولفورو قرار داده بودند مشاهده نمودند (۲ و ۸ و ۹) روترانی<sup>۳</sup> در سال ۱۹۰۸ گزارش داد که خرگوش و خوکچه هندرای چنانچه بمدت یکماه روزانه ۶-۷ ساعت تحت تأثیر ۵۰۰ Ppm انیدرید سولفورو قرار دهند مقاومت آنها نسبت به میکرو ارگانسمهای مختلف کاهش یافته و تولید آنتی بادی و آگلوتینی در آنها تقلیل می یابد در سالهای اخیر مور<sup>۴</sup> و در سال ۱۹۶۷ ارولین<sup>۵</sup> و همکارانش تعدادی خرگوش بمدت ۱۱۳ روز هر روز بمدت ۷ ساعت تحت تأثیر Ppm انیدرید سولفورو قرار داده و گزارش کردند که SO<sub>2</sub> از تشکیل آگلوتینی جلوگیری بعمل می آورد و باین نتیجه رسیدند که انیدرید سولفورو اثر تحریک موضعی داشته و پس از نفوذ در جریان عمومی اثر قابل توجهی روی فعالیت مصون سازی بدن دارد (۲ و ۹) طبق مطالعات انجام شده در سال ۱۹۷۰ در دانشگاه آریزونا انیدرید سولفورو بر روی کشتهای خون سطحی انسان اثر کرده موجب بروز نواقص و اختلالاتی در لنفوسیتها مانند کاهش در اندازه<sup>۶</sup> آن، کاهش در تشکیل DNA<sup>۷</sup> و کاهش در قابلیت تقسیم<sup>۸</sup> و بالاخره غیر طبیعی شدن<sup>۹</sup> کروموزومها میگردد .

قبل از اینکه DNA بطور فعال شروع شود لنفوسیتها بعات حساس بودن در مقابل SO<sub>2</sub> از بین میروند (۹ و ۱۰) شاپیرو<sup>۱۰</sup> نشان داد که SO<sub>2</sub> پس از ورود به جریان خون بصورت بی سولفیت سدیم درآمده و قادر است که کد نوارث را تغییر دهد (۲ و ۹) علاوه بر تضعیف سنتز DNA انیدرید سولفورو مانع رشد لنفوسیتها شده و در تمام مدت زمانی که در معرض انیدرید سولفورو قرار میگیرند اندیس میتوتیک را کاهش میدهد (۹) بطور کلی انیدرید سولفورو گازبست محرك با میزان Ppm 4 سهولت بوی آن قابل تشخیص است و بتدریج که شامه به آن عادت میکند مقداری که موجب تأثیر در دستگاه تنفس میگردد افزایش می یابد .

- |                               |                         |                           |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1_ Spence and Zeacock         | 2_ Lamb and Reid        | 3_ Ronzani                |
| 4_ Mor                        | 5_ Ardelean             | 6_ Reduction in cell size |
| 7_ Reduction in DNA synthesis | 8_ Reductien in Mitosis |                           |
| 9_ Chromosomal abnormalites   | 10_ Shapiro             |                           |

گفته میشود که استنشاق انیدرید سولفورو سبب بروز ورم ریه‌ها و یا حنجره شده و حتی فالج دستگاه تنفس را سبب میشود. (۵ و ۹ و ۱۲ و ۱۳).

ثابت شده است که انیدرید سولفورو در محیط مرطوب تبدیل به اسید سولفوریک میشود و غبار آن بشدت تحریک کننده بوده و استنشاق غلظتی در حدود ۳ میلی گرم در مترمکعب سبب احساس حالت خفگی در افراد بومی مینماید افرادیکه در معرض آلوده کننده‌های فوق قرار داشته و بآن عادت دارند قادر بشخصیص بوی آن در این حد نمیشاند. انیدرید سولفوریک مذکور محرك مخاط میباشد و موجب التهاب قسمت فوقانی دستگاه تنفس و احتمالا ضایعات ریوی میگردد (۴)

تعیین منابع تولید انیدرید سولفورو و تخمین مقدار تولید دره‌های تهران :

منشاء اصلی انیدرید سولفورو موجود دره‌های شهر تهران سوختهای فسیلی حاوی گوگرد مانند نفت کوره - نفت گاز - نفت سفید - بنزین موتور - ذغال سنگ و ذغال کک است (۱۳ و ۴).

بنابراین کلیه صنایع سبک و سنگین و سائل نقلیه موتوری ، موتورهای ثابت که از مواد فسیلی سوخت استفاده میکنند و کارگاهها و منازل منابع تولید انیدرید سولفورو دره‌های تهران میباشد .

در صورتیکه مبنای تولید و تخلیه انیدرید سولفورو ناشی از سوخت‌های فسیلی

#### جدول شماره ۱

متوسط انیدرید سولفوروی تخلیه شده به‌وی تهران بزرگ در سال ۱۹۷۲ بر حسب تن بر مبنای

نوع و مقدار سوخت مصرفی تهران

شماره ردیف	نوع سوخت مصرفی	میزان مصرفی بر حسب مترمکعب	جگالی در ۱۶ درجه سانتیگراد	حداکثر درصد وزن گوگرد	میزان انیدرید سولفورو
۱	بنزین موتور	۷۱۱۰۰۰	۰/۷۲	۰/۱	۱۰۳/۸۴
۲	نفت سفید	۱۰۱۸۰۰۰	۰/۷۹	۰/۱۵	۲۴۱/۲۶
۳	نفت گاز	۸۲۲۰۰۰	۰/۸۴	۱	۱۳۸۰۹/۶۰
۴	نفت کوره	۱۲۸۷۰۰۰	۰/۹۲	۲/۵	۵۹۲۰۲

در تهران بزرگ‌زا آمار فروش فراورده‌های نفتی قرار دهیم (۱۵) مقدار کل انیدرید سولفورو تولید و تخلیه شده، به‌وای تهران در سال ۱۹۷۲ حدود ۲۰۰ تن در روز می‌گردد که در جدول شماره ۱ آمده است . (۱۶)

یکی از منابعی که ظاهراً تصور می‌شود نقش مهمی در تولید متوسط انیدرید سولفورو هوای تهران دارد وسائط نقلیه میباشد، ولی طبق محاسبات انجام شده در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌گردد که وسائط نقلیه سهم بزرگی در آلودگی هوای تهران از نظر انیدرید سولفورو ندارد زیرا میزان انیدرید سولفورو تخلیه شده به‌وای شهر تهران از طریق وسائط نقلیه ۹۴۷۱ تن در روز میباشد که ۷۱٪ درصد کل انیدرید سولفوروی تخلیه شده به‌وای تهران را تشکیل میدهد .



در حالیکه صنایع سنگین مانند صنایع تولید سیمان - نیروگاههای برق و پالایشگاه موجود در تهران بزرگ از اهم منابع تولید انیدرید سولفورو بشمار می‌آیند . انیدرید سولفورو ناشی از این گروه صنایع بر مبنای مقدار سوخت آنها در جدول شماره ۲ آمده است طبق جدول شماره ۴ نیروگاهها و پالایشگاه نفت تهران حدود ۷۸ درصد کل انیدرید سولفورو تخلیه شده به‌وای شهر را تشکیل میدهند و با توجه باینکه اکثر بادهای تهران قادر به حمل این گروه آلوده کننده‌ها از محیط هوای شهر تهران نیستند و بلکه نقش جابجائی دارند (۱۷) سهم صنایع مذکور در امر ازدیاد انیدرید سولفورو هوای تهران قابل توجه است .

جدول شماره ۲

سهم مسافت نقلیه در تخلیه انبار رید سولفور و مواد تهران بزرگ بر حسب تن در روزها بدون در نظر گرفتن همو صیات و شرایط گاز

نوع	تاکسی سربور		اتوبوس شرکت واحد اتوبوسرانی			سواران نظری	اتوبوسهای دولتی و سرویس سیاحتی	بارکند شهری	اتوبوس شهرداری	باری و اتوبوس	موتورسیکلت
	سختی	کارایی	دقیقه	سفر	مجموع						
تعداد	۱-۴۷۷	۱۳۲۲	۵۶۱	۱۱۲۱	۲۰۱	۲۵۷۰۲۷	۳۰۴۲۱	۱۲۴۶۵	۳۰۵۱	۳۰۰۰۷	۱۱۷۰۴۴
سختی مجموعه نظری	۱۱۵۰۸	۶۶۱۵		۱۴۴۹۸		۱۸۸۰۹۱/۴	۷۳۸۰۸	۶۲۸۷۴۰	۲۷۶۸۸۱/۵	۲۴۰۰۵۶	۲۲۸۶۴۳/۲
انبار رید سولفور مجموعه تن در روز	۱/۰۴۵	۵/۵۴۳		۲/۴۳۵		۲/۱۷۶	۱/۰۸۰	۰/۲۰۴	۰/۰۳۸	۰/۴۰۲	۰/۳۲۸ ۰/۰۲
کل انبار رید سولفور	۱/۵۸۱			۲/۴۳۵		۲/۱۷۶	۱/۰۸۰	۰/۲۰۴	۰/۰۳۸	۰/۴۰۲	۰/۳۲۸

مجموع کل بار انبار رید سولفور تخلیه شده بهای تهران در روز ۱۳۵۱/۷/۱۷۱ تن بوده که ۱/۷۷۱ درصد کل انبار رید سولفور تخلیه شده میباشد.  
 توجه: آنکه نسبت تعداد مسافت نقلیه که روزانه به عملی در وقتگاه میباشد تفاوت جزئی با کلی میباشد طبق گزارش ۱ درصد میباشد که در محاسبه بود. منظور کرده است.  
 + محاسبه بر مبنای ۱۰ درصد تعداد کل انبار رید مسافت کار کرده است. تفاوت جزئی است. تعداد کل بار و سببها ۱۷۲۲۲ و اتوبوس سببها ۱۰۲۲۵ میباشد.  
 - در سببها انبار رید سولفور ناشی از مسافت شهری موتورسیکلت ها تا ناخالصی کوکود موجود در زمین - با احتساب ۵٪ - در وزن بارها (همچنین بهترین) منظور کرده است.

جدول شماره ۳

جدول متوسط میزان سوخت و انبار رید سولفور ناشی از صنایع سنگین در تهران

نام صنایع	متوسط میزان سوخت مصرفی بر حسب متر مکعب در روز		میزان انبار رید سولفور ناشی از سوخت بر حسب تن در روز
	مازوت	گاز	
سیمان ۱	۱۰۶/۸۶۰	۴/۱۶	۴/۹۸۵
سیمان ۳	۲۱۸/۴۰۰	-	۱/۰۴۱
پالایشگاه تهران	۴۲۴/۲۰۰	*	۴۸/۴۲۳
تبروکاههای سرق	۲۳۱۲/۶۸۵	۱۷۲/۵۶۵	۱۰۹/۲۹۷
جمع	۳۰۶۲/۰۴۵	۱۷۶/۷۲۵	۱۶۳/۷۴۶

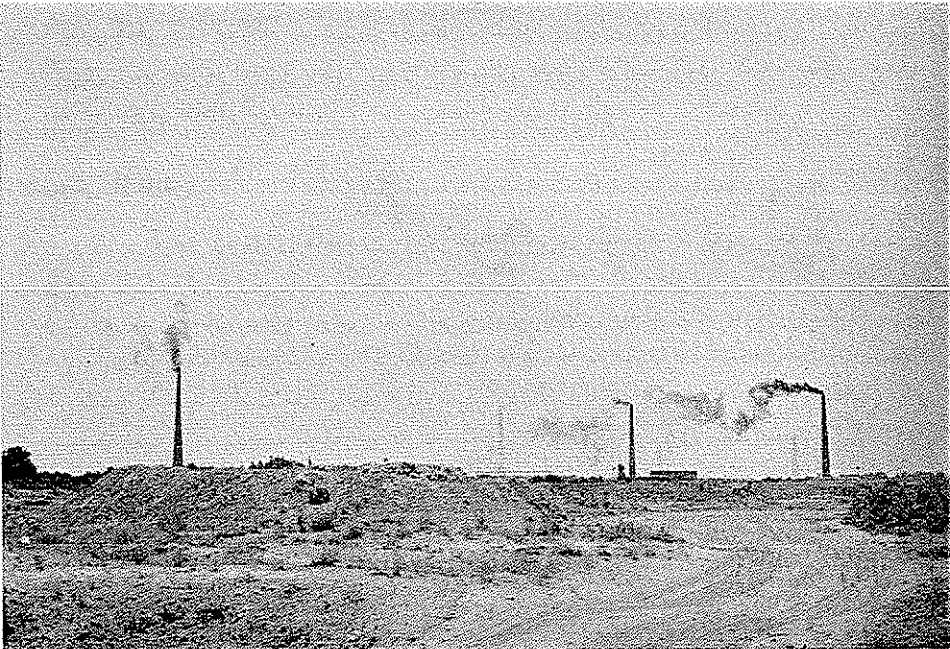
\* سوخت پالایشگاه تهران مشتمل بر مازوت، ویسپر گر - گاز (گاز ویسپر گر - گاز زائد - گاز پالایشگاه) میباشد که طبق گزارش موجود بر اساس متوسط مصرف سوخت میزان اندرید سولفور ناشی از آن محاسبه شده است (۱۹)

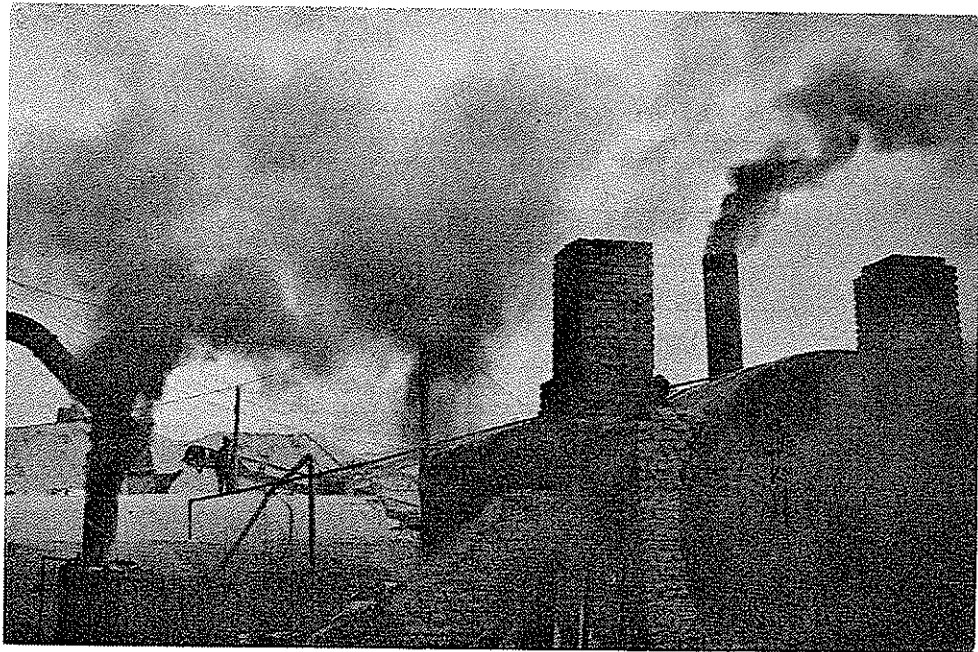
جدول شماره ۴

سهم منابع آلوده کننده هوای تهران از نظر تولید انیدرید سولفورو

نام منابع	میزان انیدرید سولفورو ناشی از آن بر حسب تن در روز	درصد
کارخانجات سیلان	۶/۰۲۶	۳/۰۱۳
نیروگاهها	۱۰۹/۲۹۷	۵۴/۳۸۰
پالایشگاه نفت تهران	۴۸/۴۲۳	۲۴/۰۹۰
وسائط نقلیه	۹/۴۷۱	۴/۷۱۲
جمع	۱۷۳/۲۱۷	۸۶/۱۹۵

طبق جدول شماره ۴ مقدار کل  $SO_2$  تخلیه شده از طریق منابع مورد بحث ۸۷٫۴ درصد کل  $SO_2$  تولید شده بر مبنای جدول شماره ۱ میباشد . این اختلاف یعنی ۱۲٫۵۶ درصد دیگر ناشی از صنایع کوچک ، کارگاهها ، منازل و سوختن زباله میباشد که وضع آنها دقیقاً روشن نیست سوختن زباله بصورت آزاد یکی از علل مهم ازدیاد انیدرید سولفوروی درهوا میباشد که صد درصد قابل جلوگیری است .





### اندازه‌گیری انیدرید سولفورو در هوای تهران :

بمنظور تعیین غلظت انیدرید سولفورو موجود در هوای تهران با توجه به امکانات آزمایشگاهی دو ایستگاه بترتیب در محوطه دانشگاه و میدان قزوین انتخاب و برای اندازه‌گیری انیدرید سولفورو بطور روزانه و برای تعیین ذرات قزول کننده بطور ماهیانه نمونه‌برداری انجام گردید .

### روش آزمایش :

گرچه روشهای متعددی برای اندازه‌گیری انیدرید سولفورو موجود در هوا وجود دارد ولی روش آب اکسیژنه را میتوان بعنوان کار جاری آزمایشگاهی پذیرفت زیرا در عمل آسان بوده، روشی است سریع و نمونه‌های ایجاد شده پایدار میباشد (زیرا اسید سولفوریک ایجاد شده در اثر گذشت زمان تجزیه نمیشود و نتیجتاً محلول مورد آزمایش را ممکن است مدتی بعد از نمونه‌برداری اندازه‌گیری نمود) بالاخره وجود سایر اسیدها بغیر از انیدرید سولفورو که در سنجش آلودگی هوا مهم میباشد در این روش منظور شده و محاسبه میگردد (۱۱ و ۱۹) و در برخی از ممالک روش آب اکسیژنه یکی از روشهای استاندارد برای تعیین انیدرید سولفوروی موجود در هوا قلمداد گردیده است. روش جمع‌آوری و تعیین ذرات قزول کننده با استفاده از دستگاه جارو برسروش انگلیسی انجام گردیده است .

## دستگاه نمونه برداری :

دستگاه مورد استفاده نیمه خودکار هشت کاناله ساخت انگلستان مدل ۱۹۷۱ میباشد که از آن برای نمونه برداری هوا بطور روزانه و اندازه گیری انیدرید سولفورو بمدت یکسال تمام در منطقه دانشگاه ومدت ۶ ماه در منطقه قزوین استفاده گردید .

جدول شماره ۵

جدول غلظت ماهانه انیدرید سولفورو ذرات نزول کننده هوای تهران در دانشگاه ( منطقه دانشگاه تهران - میدان قزوین )

ماه	میانگین ماهانه انیدرید سولفورو در منطقه دانشگاه تهران		میانگین ماهانه انیدرید سولفورو در میدان قزوین	
	قسمت در میلیون حجمی	میکروگرم در مترکعب هوا	قسمت در میلیون حجمی	میکروگرم در مترکعب هوا
بهمن	۰/۰۰۵	۱۴۴/۱۰	x	۳۴/۱۳۲۳
اسفند *	۰/۰۴۴	۱۱۵/۲۸		۲۸/۵۸۶۵
فروردین *	۰/۰۲۵	۶۵/۵۰	۰/۰۳۲	۲۵/۳۶۵۹
اردیبهشت *	۰/۰۲۶	۵۵/۰۲	۰/۰۷۵	۳۸/۹۲۵۳
خرداد	۰/۰۳۳	۸۶/۴۶	۰/۱۴۹	۳۸/۸۱۳۹
تیر	۰/۰۷۲	۷۰/۷۴	۰/۱۳۰	۶۲/۲۷۴۹
مرداد	۰/۰۳۶	۵۵/۰۲		۶۳/۹۰۶۱
شهریور	۰/۰۳۳	۶۰/۲۶		۶۵/۲۰۳۳
مهر	۰/۰۲۶	۶۸/۱۲		۴۹/۸۵۱۸
آبان	۰/۰۳۶	۸۱/۲۲		۹۱/۶۲۲۹
آذر	۰/۰۴۲	۱۱۰/۰۴		۴۴/۵۱۸۴
دی	۰/۰۴۶	۱۰۷/۴۲		۳۵/۱۳۷۵
مجموع متوسط سالانه	۰/۰۳۲	۸۴/۹۳		۴۴/۰۴۱*

x آزمايش انجام نشده است .

\* استاندارد اولیه ۱۹۷۱ ایالات متحده آمریکا بر مبنای متوسط حساب سالانه صارت است از ۰/۰۳ قسمت در میلیون حجمی و ۸۰ میکروگرم در مترکعب هوا میباشد .

+ این رقم برای شهرهای دثروت ۲۸/۴ نمیبورگ ۸۵/۵ لیسر آنجلس ۴۰/۸ شيكاگو ۷۵ لندن ۹۷/۱ تن در مایل مربع میباشد .

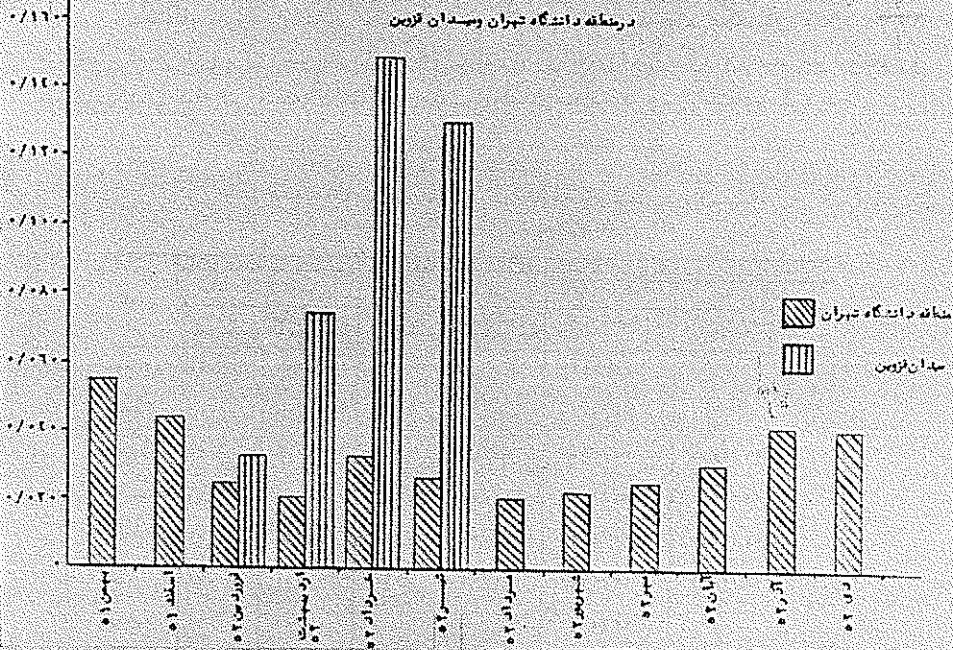
## نتایج آزمایش :

نتایج آزمایشهای انجام شده روی هوای تهران از نظر انیدرید سولفورو و ذرات نزول کننده در جدول شماره ۵ آمده است .

همانطور که جدول شماره ۵ نشان میدهد غلظت انیدرید سولفورو هوای تهران در منطقه میدان قزوین در تمام ماههای مورد آزمایش سال ۱۳۵۲ بالاتر از غلظت انیدرید سولفورو در هوای منطقه دانشگاه بوده و متوسط ح ابی ماهانه غلظت انیدرید سولفورو هوای منطقه دانشگاه از حد استاندارد ۱۹۷۱ به نسبت - ۱۰۶ درصد بیشتر میباشد و متوسط چهار ماهه غلظت انیدرید سولفورو در هوای میدان قزوین ۳۲۲ درصد متوسط مجاز ۱۹۷۱



نمودار غلظت ماهانه انیدرید سولفور موجود در هوای تهران  
در منطقه دانشگاه تهران و میدان قزوین



آمریکا میباشد که نشان دهنده آلودگی شدید منطقه است .  
آزمایشات محدود در میدان نریا نشان داده است که غلظت انیدرید سولفور از  
هوای منطقه دانشگاه کمتر میباشد .

گرچه بررسیهای هواشناسی تهران نشان داده است که یک جریان شب و روز  
بادهای سطحی در تهران وجود دارد که آلودگی را از جنوب به شمال و بالعکس جابجا میکند  
ولی این جابجائی بصورتی بیست که اختلاط کامل انجام گیرد و کلا از شمال شهر تهران  
به جنوب آلودگی هوا از نظر انیدرید سولفور افزایش می یابد . از اندکسهای دیگر  
پاکی هوای شهرها ، مقدار ته نشین شونده است ، گرچه هنوز اهمیت بهداشتی آن  
بطور دقیق مشخص نشده لیکن اکثر شهرهای بزرگ دنیا آمار مربوطه را جمع آوری  
میکنند و مطالعاتی در این زمینه در دست اقدام میباشد . در این تحقیق دو ایستگاه مورد  
بحث از این نظر مورد توجه بوده و نتایج آن در جدول شماره ۵ آمده است .  
همانطور که جدول شماره ۵ نشان میدهد مقدار مواد تزول کننده در میدان  
قزوین همیشه بیشتر از دانشگاه بوده و مقدار آن از اکثر شهرهای دنیا کمتر است .

تشکر - بدینوسیله از آقای مهندس ملکوتیان که در اجرای این برنامه باگرو  
بهداشت محیط همکاری نموده اند تشکر مینمایم .

REFERENCES

1. Patty, Frank A., ed 1967 Industrial Hygiene and Toxicology Interscience Publishers, INC, New York, Vol. 1, Page 413-420. Vol. 2, Page 892.
2. Air Quality Criteria for Sulfur Oxides, (1967). P. 71, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Washington, D.S.
3. R.A. Kehoe, W.F. Machile, K. Kitzmiller, and T.J. Leblance, J. Ind. Hyg. 14, 159 ,1932).
4. آریان پور جهانگیر اثر آلودگی هوا بر سلامت انسان سمپوزیوم آلودگی هوا انجمن نفت ایران اسفند ۱۳۵۰ .
5. C.J. Nelson and et al. Family Surveys of Irritation Symptoms during Acute Air Pollution Exposures Journal of the Air Pollution Control Association, Feb. 1973, Volume 23, No. 2, Page 81.
6. Charles E. Lyght, and et al the Merck Marck Manual of Diagnosis and Therapy. Merck Sharp & Dohme Research Laboratories Eleventh Edition, Page 1324.
7. Lee, S.D. and Danner, R.M. (1966). Biological Effects of SO<sub>2</sub>, Exposure on Guinea Pigs. A. Preliminary Report. Arch. Environ. Health. 12:583-587.
8. F.R. Weedon, A. Hartzell and C. Setterstrom, Contribs, Boyce Thompson Inst., 10, 281, (1939).
9. Ardelean, I. Cucu, M. Andronache, E. and Bodurian, S. (1966). Immunological Changes in animal exposed to low sulfur dioxide concentrations Fiziol Norm Patol. 12, 12-15.
10. Greenwald, I. (1954). Effects of Inhalation of Low Concentration of Sulfur Dioxide upon Man and other Mammals. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 10, 455-475.
11. Jacobs, B. Morris. 1967. Kolthoff, M. The Analytical Toxicology of Industrial Inorganic Poisons Interscience Publishers, New York, Page 527.
12. Lawrence, K. et al. Sulphur Dioxide Induced Lymphocyte defects in Human Peripheral Blood Cultures Journal of Environmental Research 3, 473-483, (1970).
13. Navrostokh, V.K. (1959). Effect of Chronic Low Concentration of Sulfur Dioxide Poisoning on the Immuno-biological Reactivity of Rabbits. Gig. Sanit. 24, 21-25.
14. R.T. Johnstone, Occupational Disease. Saunders, Philadelphia. 1942.

۱۵. الاین پرفسور ولف مبارزه با آلودگی هوای شهر تهران گزارش پراهنمای برنامه ریزی مبارزه با آلودگی هوای تهران به مدیر عامل سازمان برنامه سپتامبر ۱۹۷۱.
۱۶. نامه شماره ۱ پ.آ. ۱ - ۴۴۹۴۲۱۶ مورخه ۱۰/۷/۱۳۵۲ شرکت ملی نفت ایران به ریاست محترم دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی.
۱۷. مقصودی هادی بررسی نقش عوامل جوی و موقعیت جغرافیائی در آلودگی هوای تهران پایان نامه شماره ۲۶۶ دانشکده بهداشت دانشگاه تهران.
۱۸. صرافیار محمود بررسی آلودگی هوای تهران بانیدرید سولفور و توسط صنایع سنگین پایان نامه شماره ۲۶۴ دانشکده بهداشت دانشگاه تهران.
19. Jacobs B. Morris. (1960). Chemical Analysis of Air Pollutants Inter-science Publishers, INC., New York, Page 170-179.
۲۰. فرهنگ اردشیر میکروکلیمای شهرها و روشهای اندازه گیری و اقدامات انجام شده برای شهر تهران سازمان هواشناسی کل کشور سه پوزیوم آلودگی هوا انجمن نفت ایران اسفند ۱۳۵۰.