

بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر کرمان

دکتر محمد ملکوتیان^۱، دکتر سید محمود شریعت^۱، دکتر منصور غیاث الدین^۱

واژه های کلیدی: شهرنشینی، آلودگی هوا، کرمان، ایران

چکیده

آلودگی هوای شهرهای بزرگ به دلیل اهمیت بهداشتی و اقتصادی می بایستی مورد بررسی قرار گیرد. آلودگی هوا در شهر با وضع توپوگرافی، اقلیم، جمعیت، توسعه اقتصادی و صنعت در ارتباط است. در بررسی آلودگی هوای شهر کرمان موارد گفته شده مورد توجه قرار گرفت و در نتیجه ۱۳ ایستگاه جهت نمونه برداری SO₂، NO₂، CO و ۱۴ ایستگاه جهت ذرات معلق انتخاب شدند که همگی وسعت شهر و نقاط مهم را پوشش می دهد.

غلظت منوکسیدکربن بین ۳ تا ۷ ppm بود. معدل غلظت ۵/۱۹ ppm محاسبه شد. گرچه کمتر از استانداردهای بین المللی است ولی مقادیر در حدی است که روند نگران کننده دارد. غلظت دی اکسیدگوگرد بین ۰/۰۰۱ تا نزدیک ۰/۱۴ ppm بود. متوسط غلظت دی اکسید گوگرد ۰/۰۵۵ ppm در سال ۱۳۷۷ محاسبه شد. با توجه به استاندارد بین المللی که میزان سالیانه دی اکسیدگوگرد را ۰/۰۳ ppm ذکر می کنند، مقادیر این گاز در برخی از ایستگاه های شهر کرمان واقعاً نگران کننده است. وجود ناخالصی گوگرد در مازوت های مورد مصرف صنایع و بعضی حرفه ها علت اصلی بالا بودن غلظت این گاز در هوای شهر کرمان می باشد که می توان آن را با تغییر سوخت بخصوص گازسوز نمودن صنایع کنترل نمود. غلظت اکسیدهای ازت در هوای شهر کرمان نگران کننده است. مقدار آن بین ۰/۸ - ۰/۵ ppm می باشد. در اکثر ایستگاه ها میزان سالیانه آن بیش از حد رهنمود سازمان بهداشت جهانی است. جهت رفع مشکل بایستی مصرف هیدروکربورها را به عنوان سوخت، تقلیل داد. غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در اکثر ایستگاه های مستقر در شهر کرمان از ۲۶۰ میکروگرم در مترمکعب تعیین شده در رهنمود سازمان بهداشت جهانی بیشتر بود. غلظت ذرات معلق بین ۱۰۰ تا ۷۵۶ میکروگرم در مترمکعب و با معدل ۳۴۸ میکروگرم در مترمکعب اندازه گیری شد.

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت وانسنتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، صندوق پستی ۶۴۴۶ - ۱۴۱۵۵، تهران، ایران.

سرآغاز

مسائل آلودگی هوا در شهرها بطور اساسی با یکدیگر متفاوت است. فاکتورهای متعددی از جمله وضع جمعیتی، توپوگرافی، اقلیم، سطح و سرعت صنعتی شدن، چگونگی توسعه اقتصادی و اجتماعی بر آن مؤثر است. رشد جمعیت با آلودگی هوا رابطه نزدیک و مستقیم دارد. تجمع و تمرکز جمعیت در نقاط محدود بر شدت آن خواهد افزود. این مسئله تا قرن هیجدهم که انقلاب صنعتی در جهان به ظهور نرسیده بود، چندان مدنظر قرار نگرفت. انقلاب صنعتی در نیمه دوم قرن هیجدهم و نیمه قرن نوزدهم موجب پیدایش اولین انقلاب شهری شد (۵). جمعیت شهرنشینی جهان به شدت رویه فزونی است. برآوردهای انجام شده در سال ۱۹۸۹ میلادی در آمریکا نشان می دهد که تا سال ۲۰۰۰ قریب ۴۷ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی خواهند نمود و این خود تعداد مردمی را که در معرض آلودگی هوا قرار می گیرند، افزایش می دهد (۱۳).

رشد جمعیت شهری و ارتقاء سطوح صنعتی شدن، افزایش ترافیک و نیاز به انرژی بیشتر را به دنبال دارد. مصرف انرژی اغلب ابعاد زندگی شهری را تحت تاثیر قرار می دهد. انرژی برای پخت و پز، گرما، نور، همچنین وسایط نقلیه موتوری و فرایندهای صنایع لازم و ضروری است. سوخت های فسیلی قسمت عمده این انرژی را چه بصورت احتراق مستقیم و چه بصورت غیرمستقیم از طریق تبدیل شدن به انرژی الکتریکی در شهرها تامین می کنند. از این رو مصرف سوخت های فسیلی همراه با آلودگی ناشی از فرایندهای مختلف صنایع منابع اصلی و مهم تخلیه مواد آلاینده به هوا در مناطق شهری است. اطلاعات موجود نشان می دهد که استانداردهای مملکتی و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی بطور مرتب و در اغلب موارد بطور گسترده در اکثر مراکز شهری رعایت نمی شود. با توجه به سرعت رشد شهرها و فقدان نیروی اجرایی کنترل آلودگی، وضعیت آلودگی هوا و در نهایت کیفیت زندگی عمده ای از شهرنشینان رو به وخامت گذارده است. با وجود پیشرفت های رضایت بخش که در کنترل آلودگی هوا در دو دهه اخیر در دنیا صورت پذیرفته اما کیفیت هوا خصوصاً در شهرهای بزرگ کشورهای در حال توسعه، نامرغوب تر شده است (۱۳). برای جلوگیری از شدت ابعاد آلودگی به خصوص در شهرهای در حال توسعه مطالعه و بررسی دقیق وضع موجود از نظر آلودگی های زیست محیطی لازم است تا اینکه قبل از شدت بحران و پیچیده شدن مسئله به شکلی که برای تهران پیش آمده است، بتوان پیش بینی لازم را انجام داد. این بررسی که در شهر کرمان انجام یافته برای نبل به هدف هدف می باشد (۵،۴).

نمونه گیری و روش بررسی

بطور سنتی معمولی ترین آلوده کننده های هوا در محیط های شهری، دی اکسید گوگرد، اکسیدهای ازت، نواکسید کربن، ذرات معلق، ازن و ذرات سرب می باشند (۱۳). با توجه به امکانات، در این پژوهش به بررسی غلظت چهار آلاینده مهم اول در شهر کرمان پرداخته شد. براساس بازدیدهای محلی و بررسی های آماری و تست های اولیه انجام یافته، ۱۳ ایستگاه برای اندازه گیری سه آلاینده (SO_2 ، CO ، NO_2) و چهارده ایستگاه برای اندازه گیری ذرات معلق در سطح شهر کرمان به ترتیبی که کل شهر را پوشش دهد، انتخاب گردید. نمونه برداری ها به منظور بررسی آلاینده ها بصورت ۲۴ ساعته در روزهای مختلف هفته (تعطیل و غیرتعطیل) و در چهار

فصل سال ۱۳۷۷ صورت گرفته است. در این ایستگاه ها در مورد آلاینده های گازی سعی شد که از دستگاه های دیجیتال جهت نمونه برداری و آنالیز داده های خام استفاده شود. بدین منظور از دستگاه های سنجش الکترواد اختصاصی^۱ استفاده شده است. در اندازه گیری ذرات معلق^۲ نمونه برداری با دستگاه نمونه بردار با ظرفیت بالا^۳ و با استفاده از روش ASTM انجام گرفته است (۱،۹،۸).

تعداد نمونه ها در مورد هر یک از آلاینده ها و در هر ایستگاه در طول سال ۱۳۷۷ برابر با ۱۲۲ نمونه بوده و نتایج ارائه شده در شترنگ ها بصورت میانگین ارائه شده است.

یافته ها

مقادیر حداکثر ۸ ساعته گازهای نواکسیدکربن و حداکثر ۲۴ ساعته دی اکسید گوگرد و متوسط سالانه دی اکسید ازت در کلیه ایستگاه های شهر کرمان در طی روزهای مختلف در شترنگ یک و غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در شترنگ ۲ نشان داده شده است.

گفتگو و بهره گیری پایانی

رشد جمعیت شهر کرمان طی چند دهه سرشماری گذشته سیر صعودی را نشان می دهد، بطوری که در فاصله زمانی سال های ۱۳۷۵ - ۱۳۳۵ بیش از شش برابر افزایش یافته است. متعاقب این افزایش جمعیت، بطور طبیعی روند مصرف فرآورده های نفتی روبه افزایش است بطوری که از ۶۶۲۲۲۴ مترمکعب در سال ۷۴ به ۸۱۰۰۲۲ مترمکعب در سال ۷۷ رسیده است (۱). از طرفی تعداد وسایط نقلیه موتوری نیز روند رو به رشدی را طی نموده و از تعداد ۴۴۴۸۸ دستگاه در سال ۱۳۵۹ به ۱۰۶۶۷۲ دستگاه در سال ۷۷ رسیده است. فرسودگی و عدم تنظیم موتور در وسایط نقلیه و استقرار صنایع در جهات مختلف خصوصاً در جهت بادهای غالب (غرب و شمال غرب) نیز بر مشکل افزوده است. پراکندگی و وسعت زیاد شهر و فرهنگ ویلانشینی لزوم مصرف زیاد فرآورده های نفتی به منظور تامین گرما را اجتناب ناپذیر نموده است (۱، ۳).

میزان غلظت آلاینده های مورد مطالعه در هوای شهر کرمان نشان می دهد که موارد فوق تاثیر نامطلوب خود را برجای گذاشته است.

غلظت ۸ ساعته گاز نواکسیدکربن بین ۷ - ۳ ppm متغیر بوده و در برخی از ایستگاه ها تا حد ۷ ppm بالا رفته است. نگاره یک میزان این گاز در ایستگاه های مختلف کرمان و تفاوت آنها را بسا یکدیگر نشان می دهد. گرچه در مجموع معدل غلظت ۸ ساعته این گاز در شهر کرمان ($5/19$ ppm) بوده و کمتر از رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی و استانداردهای ایران (۹ ppm) است. ولی مقادیر موجود در حدی است که روند نگران کننده دارد. از مهمترین منابع تولید این گاز در شهر کرمان وسایط نقلیه موتوری است، که می توان با تنظیم به موقع موتور، خارج نمودن اتومبیل های بسیار قدیمی از سیستم ترافیک شهری و پیگیری برنامه گازسوز کردن تاکسی های شهر و نهایتاً توسعه شبکه لوله کشی گاز طبیعی در شهر روند صعودی آن را کنترل نموده و کاهش قابل

1- Auto-analyzer
2- TSP
3- Hi-Vol Sampler

ملاحظه ای ایجاد نمود (۱۲،۷،۲).

غلظت ۲۴ ساعته دی اکسید گوگرد در شهر کرمان بین $0/13$ - $0/01$ بود. نگاره ۲ غلظت این گاز و تفاوت های آن را در ایستگاه های مختلف شهر کرمان نشان می دهد. مقادیر غلظت دی اکسید گوگرد در برخی از ایستگاه ها تا $0/13$ ppm و به نزدیکی ($0/14$ ppm) رهنمود سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ایران رسیده است. صرف نظر از آلودگی مربوط به فرآیند برخی از صنایع، مهمترین منبع تولید این گاز در شهر، احتراق ناخالصی گوگرد موجود در مازوت و سایر فرآورده های نفتی است که عمدتاً در کوره های آجرپزی اطراف شهر، کارخانه سیمان کرمان و سایر صنایع سوزانیده می شوند. میزان تخلیه این گاز در هوای شهر کرمان در سال ۷۷ از طریق مصرف مازوت $111/5$ تن بوده است. غلظت متوسط ۲۴ ساعته آن در سال ۷۷ برابر $0/055$ ppm محاسبه شده است. مقادیر نسبتاً بالای این گاز در برخی از ایستگاه های مستقر در شهر نگران کننده است. با پیگیری گازسوز نمودن بخش صنعت مقادیر آن قابل کنترل است (۱۳،۹،۲).

روند تغییرات دی اکسید ازت نیز در شهر کرمان بسیار نگران کننده است به طوری که مقدار آن در ۱۳ ایستگاه از چهارده ایستگاه و همچنین متوسط آن در شهر بیش از رهنمود سازمان بهداشت جهانی ($0/05$ ppm) و استانداردهای ایران است. بطور کلی غلظت این گاز در ایستگاه های مورد اندازه گیری بین $0/8$ - $0/5$ ppm در تغییر بود. نگاره ۳ غلظت دی اکسید ازت و تفاوت آن در نقاط مختلف شهر را نشان می دهد. مسئول اصلی تولید گاز دی اکسید ازت احتراق فرآورده های نفتی در درجات حرارت بالا با هوای کافی است که معمولاً سیاستی برای کنترل منواکسید کربن، ذرات دوده و هیدروکربورهای نسوخته می باشد. میزان تخلیه این گاز به هوای شهر کرمان طی سال ۷۷، تنها از طریق احتراق مازوت موجود در منابع مختلف برابر با $1467/3$ تن بوده است. نظر به بالای بودن درصد روزهای آفتابی در منطقه در صورت بالای بودن میزان هیدروکربورها تشکیل اسماگ فتوشیمیایی^۱ بعید نخواهد بود و این موضوع قابل بررسی است (۱۲،۱۱،۹،۶،۲).

غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در ایستگاه های مختلف شهر کرمان بین $100/8$ تا ۷۵۶ میکروگرم در مترمکعب بود. مقادیر آن در ۹ ایستگاه مستقر در شهر کرمان از ۲۶۰ میکروگرم در مترمکعب رهنمود سازمان بهداشت جهانی و استانداردهای ایران فراتر رفته و متوسط غلظتی معادل $248/1$ میکروگرم در مترمکعب را به خود اختصاص داده است. نگاره ۴ غلظت ذرات معلق و تفاوت غلظت آن را در ایستگاه های مختلف شهر کرمان نشان می دهد. علت اصلی بالای بودن غلظت ذرات معلق در هوای شهر کرمان خشکی هوای منطقه است، که خود پراکنندگی زیاد ذرات گردوخاک را به همراه دارد. گرچه تخلیه ذرات معلق حاصل از فرآیند برخی از صنایع و ذرات

معلق ناشی از مصرف فرآورده های نفتی نیز سهم به سزایی در آن دارند ولی با روند جایگزینی گاز طبیعی بخشی از آن قابل تقلیل می باشد. گسترش فضای سبز نیز در مورد تقلیل بقیه آن بسیار مؤثر است (۱۲،۹،۲).

باتوجه به مطالعات انجام شده و نتایج بدست آمده در این تحقیق و با نظر به شرایط بوم شناختی منطقه پیشنهادهای زیر جهت بهبود کیفیت هوای شهر کرمان ارائه می گردد.

- ۱- تسریع در روند توسعه شبکه لوله کشی گاز شهری به منظور گسترش گاز رسانی به واحدهای خانگی و تجاری.
- ۲- جایگزینی سوخت صنایع واقع در مسیر خطوط گاز با اعمال قوانین مربوطه.
- ۳- افزایش ظرفیت ناوگان حمل و نقل عمومی شهری از ۱۱۵ دستگاه اتوبوس موجود (سال ۷۷) به ۲۰۷ دستگاه باتوجه به معیارهای بین المللی و جمعیت شهر کرمان و پیش بینی افزایش تعداد آن متناسب با روند رشد جمعیت در سال های آتی.
- ۴- کنترل آلودگی ناشی از صنایع مهم و مؤثر در آلودگی هوای شهر کرمان خصوصاً کارخانه سیمان کرمان. مجتمع صنایع جنی مس شهید باهنر و ...
- ۵- بهینه سازی تردد شهری با اعمال روش های کنترل ترافیک و اعمال ضوابط فنی و شهرسازی طرح های جامع و تفضیلی در جهت روان سازی ترافیک شهری.
- ۶- گسترش فضای سبز.
- ۷- آموزش عمومی در سطوح مختلف و به ویژه در مدارس به منظور گسترش آگاهی های عمومی در این زمینه.

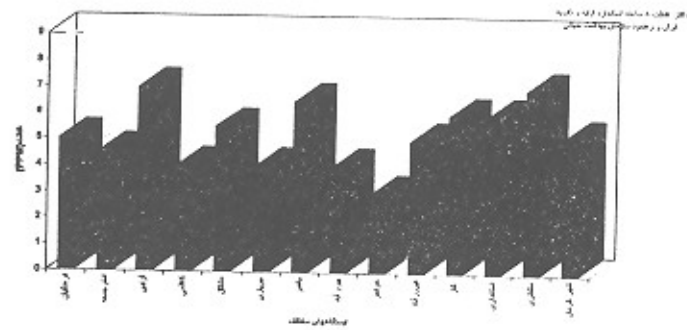
میزان آلودگی هوای شهر کرمان در ارتباط با ۴ پارامتر مورد مطالعه نسبتاً بالا است. لذا برنامه ریزی در مورد کنترل تخلیه آلاینده های مختلف از منابع گوناگون و احداث سیستم پایش آن از مواردی است که اگر به آن توجه کافی نشود، باتوجه به درصد بالای وقوع اینورژن حرارتی در شهر کرمان مشکلات غیرقابل کنترلی به دنبال خواهد داشت (۵،۴،۳،۲).

شترنگ ۱ - غلظت آلاینده های مختلف هوا در سال ۱۳۷۷ در ایستگاه های مختلف در شهر کرمان (PPM)

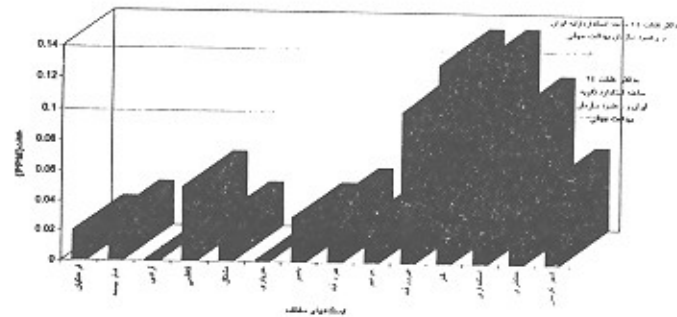
ردیف	نام ایستگاه	دی اکسیدازت (سالانه)	دی اکسید گوگرد (۲۴ ساعته)	مونواکسید کربن (۸ ساعته)
۱	چهارراه فرهنگیان	۰/۰۶	۰/۰۲	۵
۲	چهارراه امام جمعه	۰/۰۶	۰/۰۳	۴/۵
۳	میدان آزادی	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۷
۴	چهارراه کاظمی	۰/۰۸	۰/۰۵	۴
۵	میدان مشتاق	۰/۰۶	۰/۰۳	۵/۵
۶	چهارراه جویباری	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۴
۷	شهید باهنر	۰/۰۶	۰/۰۳	۶/۵
۸	میدان بیرم آباد	۰/۰۶	۰/۰۴	۴
۹	میدان خواجه	۰/۰۶	۰/۰۳	۳
۱۰	چهارراه فیروزآباد	۰/۰۶	۰/۱	۵
۱۱	چهارراه کار	۰/۰۶	۰/۱۳	۶
۱۲	چهارراه استانداری	۰/۰۶	۰/۱۳	۶
۱۳	چهارراه منتظری	۰/۰۸	۰/۱	۷
۱۴	وضعیت کلی آلودگی هوا (شهر کرمان)	۰/۰۶	۰/۰۵۵	۵/۱۹

شترنگ ۲ - غلظت ذرات معلق در ایستگاه های مختلف در شهر کرمان در سال ۱۳۷۷

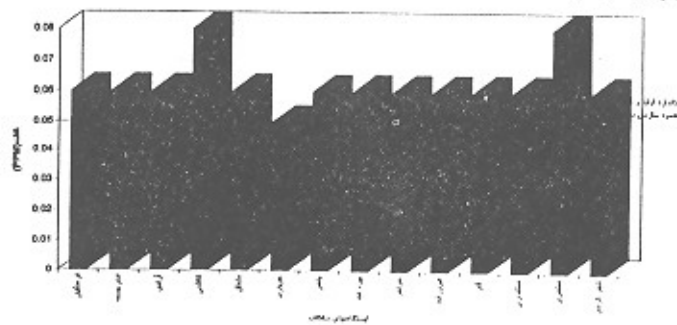
ردیف	محل ایستگاه	ذرات معلق (۲۴ ساعته) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
۱	چهارراه بیمارستان شفا کرمان	۵۱۹/۸
۲	میدان ولی عصر کرمان	۲۶۳
۳	چهارراه فرهنگیان	۲۴
۴	چهارراه امام جمعه	۲۶۷/۴
۵	چهارراه جویباری	۴۰۵
۶	بیمارستان سوانح سوختگی	۷۰۸/۸
۷	میدان اول هفت باغ	۱۰۰/۸
۸	کشتارگاه جاده ماهان	۴۹۲
۹	آبار وارداتی سرآسیاب فرسنگی	۷۵۶
۱۰	دانشکده پرستاری کرمان	۱۶۰/۳
۱۱	شهرک افضلی پور	۲۰۸
۱۲	بیمارستان آیت اله کاشانی	۲۲۴/۵
۱۳	کارخانه لوته سازی جنب دانشگاه آزاد	۲۷۲/۸
۱۴	انتهای بلوار جمهوری	۱۷۱/۲
۱۵	وضعیت کلی آلودگی هوا (شهر کرمان)	۳۴۸/۱



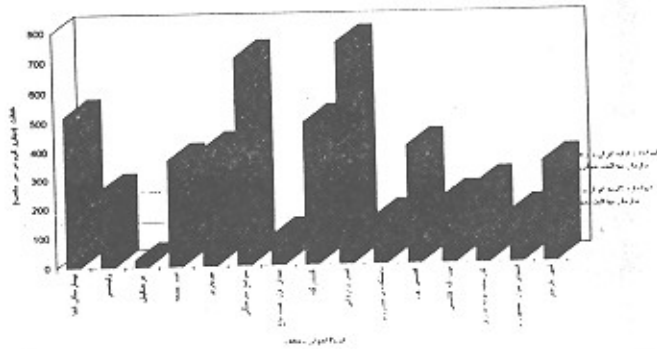
نگاره ۱ - غلظت ۸ ساعته مونواکسید کربن در هوای شهر کرمان (ایستگاه های مختلف و شهر کرمان) در سال ۱۳۷۷



نگاره ۲ - غلظت ۲۴ ساعته دی اکسید گوگرد در هوای شهر کرمان (ایستگاه های مختلف و شهر کرمان) در سال ۱۳۷۷



نگاره ۳ - متوسط غلظت سالانه دی اکسیدازت در هوای شهر کرمان (ایستگاه های مختلف و شهر کرمان) در سال ۱۳۷۷



نگاره ۴- غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در هوای شهر کرمان (ایستگاه های مختلف و شهر کرمان) در سال ۱۳۷۷

کتابنامه

- ۱- سازمان برنامه و بودجه استان کرمان (۱۳۷۰ - ۱۳۷۷): آمارنامه های سال های ۱۳۷۷ - ۱۳۷۰.
- ۲- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۷۷): ضوابط و استانداردهای زیست محیطی در زمینه محیط زیست انسانی، معاونت امور محیط زیست انسانی.
- ۳- سازمان هواشناسی کشور (۱۹۹۶ - ۱۹۹۰): سال نامه های هواشناسی سال ۱۹۹۰ الی ۱۹۹۶.
- ۴- غیث السلین، منصور (۱۳۷۴): بررسی آلودگی هوای شهر کرمان، سازمان حفاظت محیط زیست.
- ۵- ملکوتیان، محمد (۱۳۵۷): آلودگی هوا، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی ایران.
- 6- COLBECK (1994): Air Pollution by: Photochemical Oxidants, Elsevier, Netherlands.
- 7- Dogobert P (1995): *Automobiles and Pollution*, Editions Techp, Paris.
- 8- Harrison RM (1996): *Pollution Causes, Effects and Control*, The Royal Society of Chemistry, UK.
- 9- Pinkau K, Renn O (1998): *Environmental Standards*, Kluwer Academic Publishers, London.
- 10- Randy D (1992): *Environmental Control Systems*, Instrument. Society of America U.S.A.
- 11- WHO (1982): *Rapid Assessment of Sources of air Water and Land Pollution*, WHO.
- 12- WHO (1998): *Published Quarterly by the WHO Regional Center for Environmental Health Activites (CEHA) Number 24, April.*
- 13- WHO, UNEP (1992): *Urban Air Pollution in Megacities of the world*, Oxford, UK.