الإدارة المتكاملة لنوعية الهواء فوق القاهرة الكبرى

بقلم:

د. كمال فهمى محمد

مدير عام الشئون الدولية

مقدمة

تعانى المدن الصناعية بصفة عامة والقاهرة بصفة خاصة من المشاكل المتعلقة بتلوث الهواء. ويتعرض حوالى ٢٠ مليون مواطن بالقاهرة الكبرى لتلوث الهواء مما ينتج عنه الكثير من المشاكل الصحية المتعددة والتى تتفاوت ما بين الحالات المرضية المؤقتة للجهاز التنفسى وبين حالات الموت المبكر للمرضى الذين يعانون من مشاكل صحية مزمنة.

وهناك مصادر عديدة لتلوث الهواء بالقاهرة تشمل الانبعاثات من المصادر الثابتة الصناعية وغير الصناعية ووسائل النقل بانواعها، بالإضافة إلى بعض المصادر الأخرى مثل الحرق المفتوح للمخلفات الصناعية والزراعية والحضرية.. وتساهم هذه المصادر فى تلوث الهواء بالجسيمات الدقيقة بالإضافة إلى الغازات التى تساعد فى تكوين الأوزون الأرضى وما يترتب عليها من أضرار صحية.

وقد تعرضت القاهرة فى الفترة الأخيرة لنوبات من التلوث الحاد خصوصا فى فصل الخريف وتحديدا فى الفترة من أواخر سبتمبر وحتى أواخر نوفمبر سميت محليا بالسحابة السوداء حيث كان ممكنا رؤية جسيمات الملوثات بالعين المجردة كسحابة ذات لون أسود وقد قامت جهات عديدة بدراسات علمية ولكنها كانت عاجزة عن تفسير وإيجاد الأسباب الحقيقية وراء ظهور تلك السحابة السوداء. ربما نشأ هذا العجز لعدم وجود دراسة متكاملة تاخذ فى طياتها جميع الظروف التى تعمل على ظهور هذه السحابة السوداء.

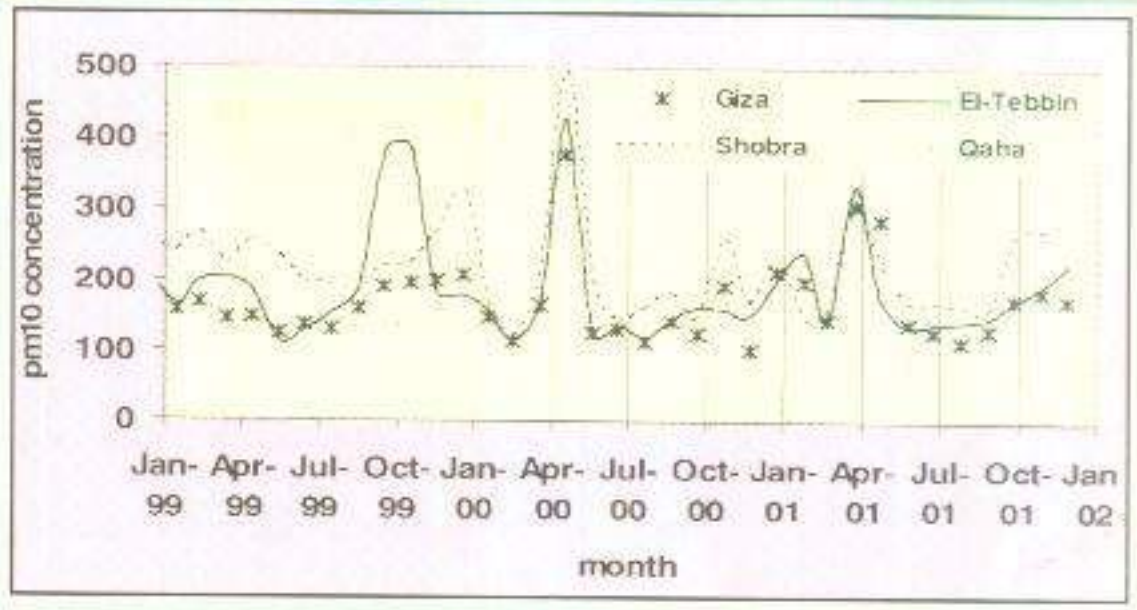
أيضاً يظهر التلوث بنوعية وظروف مختلفة تماماً وتتاثر بها جميع مدن مصر فى فترة أخرى وهى فترة الربيع حيث تتكرر ظاهرة الخماسين التى تكون عادة مصحوبة بعواصف ترابية شديدة تنقل معها كميات هائلة من الغبار الدقيق إلى القاهرة قد تحجب الرؤية تماماً.. وأثناء حدوث مثل هذه العواصف الترابية تعتبر القاهرة موقعا لخليط من الملوثات الطبيعية والصناعية التى تؤثر سلبيا على الصحة العامة وكافة نشاطات الإنسان.

لذلك كان من الواجب عمل دراسة علمية متكاملة خصوصا على القاهرة للتعرف على نوعية الهواء على القاهرة الكبرى وأسباب حدوث وظهور نوبات التلوث الحادة على القاهرة الكبرى.

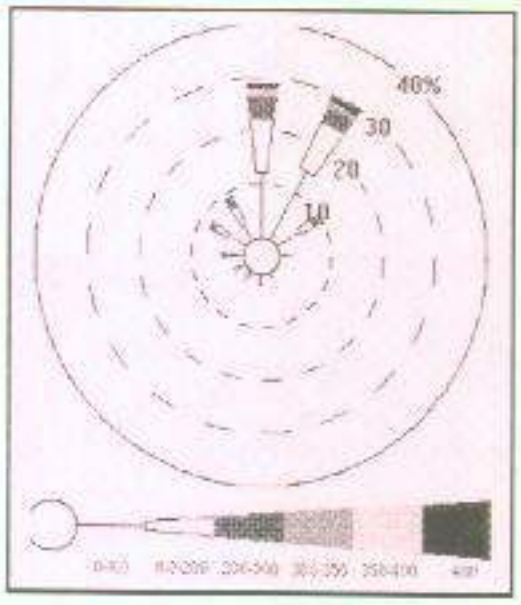
ولذلك تم عمل بروتوكول تعاون بين قسم الفلك والأرصاد الجوية بعلوم القاهرة والهيئة العامة للأرصاد الجوية من جهة وكلية التكنولوجيا بجامعة باريس و١٢ من جهة أخرى بغرض عمل دراسة متكاملة للوقوف على كيفية الإدارة المتكاملة لنوعية الهواء فوق القاهرة الكبرى.

الدراسة تتضمن الإجابة على سؤالين:

١- ما هى الأسباب الجوهرية لزيادة تركيز الملوثات وظهور



شكل «١»



شكل «٢»

السحابة السوداء فى سماء القاهرة.

٢- ماهو تاثير الزيادة فى تركيز الملوثات على الإنسان والطقس.

تمهيد للتجربة:

وذلك بدراسة توزيع الجسيمات العالقة اقل من ١٠ ميكرومتر والجسيمات العالقة اقل من ٢,٥ ميكرومتر على جميع انحاء القاهرة الكبرى خلال الفترة من يناير ١٩٩٩ حتى يناير ٢٠٠٢ ودراسة الأحوال الجوية المصاحبة للتركيزات العالية، وقد تم اختيار محطات لتمثل أنواع النشاطات البشرية المختلفة فى مناطق مثل شبرا الخيمة والتبين «صناعية» والجيزة «حضرية» وقها «خلفية وهى تتميز بنشاطات بشرية خفيفة» وقد انتهت الدراسة الى الآتى: يزداد تركيز الأيروسولات فى القاهرة الكبرى طوال العام لتصبح أعلى من المعدل الذى حدده قانون ١٩٩٤ وكانت أعلى مناطق تلوث فى القاهرة الكبرى هى شبرا والتبين وهى مناطق صناعية وذات كثافة سكانية عالية «شكل ١» كما كانت الزيادة ملحوظة فى فترة الربيع بسبب تكرار العواصف الترابية وكذلك فى فصل الخريف حين تظهر فيها السحابة السوداء، كما لوحظ أن زيادة تركيز الايروسولات يصاحب هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، كما يتضح من خلال وردة الرياح للفترات المذكورة آعلاه خلال عامى ٢٠٠٠ و٢٠٠١ «شكل ٢».

التجربة المصرية الفرنسية:

بناء على ماسبق اهتمت التجربة بدراسة الايروسولات خلال فترتى الربيع والخريف فقامت بقياسات مكثفة فى الفترة من ٢٨ أكتوبر ٢٠٠٤ وحتى ١٦ مايو ٢٠٠٥ وتضمنت الدراسة.

- قياس تركيز الملوثات «الجسيمات العالقة أقل من ١٠ ميكرومتر والجسيمات العالقة أقل من ٢,٥ ميكرومتر والكربون الأسود والتوزيع الحجمى للجسيمات العالقة.
- التركيبة الكيميائية للايروسولات والتى تم تجميعها خلال فترة التجربة وتحليلها كيميائيا

«XRF and Lon chromatography»

- التوزيع الحجمى للايروسولات فى العينات.
- قياس الخصائص الضوئية للايروسولات وذلك بقياس معامل التشتت للضوء عند ثلاث أطوال موجيه باستخدام جهاز نيفلوميتر «nephlometer» ومعامل الامتصاص عند سبعة أطوال موجية باستخدام جهاز الايزالوميتر «Aethalometer» كما تم قياس الخصائص الضوئية للايروسولات الموجودة بعمود من الهواء باستخدام جهاز سنفوتمتر «Sun Photometer».
- بالاضافة لقياس جميع العناصر الجوية بغرض معرفة أى الاحوال الجوية تساعد فى ظهور السحابة السوداء ونشاة العواصف الترابية تمكننا من إيجاد وسيلة للتنبؤ بحالات التلوث الحادة بواسطة التنبؤ بالعناصر الجوية.

وقد تم تركيب هذه الأجهزة لتعمل معا فى موقعين تم اختيارهما بعناية أولهما جنوب القاهرة وهو سطح قسم الفيزياء بكلية العلوم جامعة القاهرة وهو موقع حضرى والآخر ببهتيم وهو موقع ريفى ملاصق للمنطقة الحضرية، كما أن موقع الجامعة يعتبر فى اتجاه الرياح القادمة من بهتيم وهى الرياح السائدة كما بينا سابقا.

النتائج

١- تركيز الايروسولات فوق القاهرة الكبرى يصل الى أكثر من ٨ مرات الحدود المسموح بها فى قانون ٩٤ سواء فى فترة السحابة السوداء وأكثر منها فى فترة العواصف الترابية.

	تركيز الجسيمات اقل من ١٠ ميكرومتر			تركيز الكربون الاسود		
	اعلى قيمه	القيمه الصغرى	المتوسط	اعلى قيمه	القيمه الصغرى	المتوسط
فترة السحابه السوداء (٢٨-١٠ حتى ١٦-١١-٢٠٠٤)	٥٣٤	٢٦,٦	١٦٣	٦٢,٢٣	١,١٣	٩,٩
فترة العواصف الترابيه (٢٠-٣ حتى ١٦-٤-٢٠٠٥)	٨٦٦,٦	١٩	١١٤	٣٨,٤٦٦	١,١٥	٦,١٢٩

٢- متوسط تركيز الايروسولات والكربون الاسود فى فترة السحابة السوداء أعلى منه فى فترة العواصف الترابية.

٢- يزداد تركيز الايروسولات فى فصل الربيع فى مصر بسبب الخماسين حيث تكون هناك حالة عدم استقرار شديدة والرياح غربية.

٤- اسباب زيادة تركيز الايروسولات والكربون الأسود فى الخريف مما ادى الى ظهور السحابة السوداء يمكن تلخيصها فيما يلى.

■ النشاطات البشرية داخل القاهرة بالإضافة إلى وجود مصدر إضافى وهو حرق قش الأرز فى منطقة الدلتا، قد تم عمل حسابات لمعرفة نسبة مساهمة حرق قش الارز فى ظهور السحابة السوداء وثبت أن حرق قش الأرز لا تتعدى مساهمته فى تكون السحابة السوداء على ٢٠٪ والباقى نتيجة حرق الوقود العضوى فى وسائل النقل وخلافه.

■ الرياح الشمالية إلى الشمالية الشرقية هى الرياح المؤثرة فى ظهور السحابة السوداء حيث تتركز مناطق حرق قش الأرز فى الدلتا وهى شمال القاهرة الكبرى.

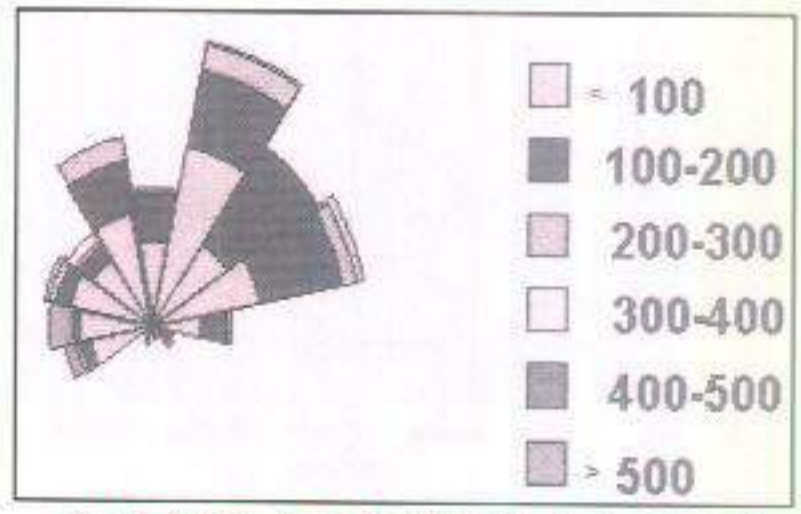
■ معامل تهوية «حاصل ضرب سمك طبقة الخلط فى سرعة الرياح» سئ بمعنى وجود حالة استقرار فى الغلاف الجوى «وجود مرتفع جوى أو انقلاب حرارى» لذلك تظهر السحابة السوداء مساء.

■ فصل الخريف فى مصر هو نهاية شهور الجفاف بمعنى أنه لا يوجد ترسيب كامل للايروسولات بسبب انعدام الأمطار مما يؤدى إلى تجميع ايروسولات ترفع من تركيز خلفية التلوث بصفة عامة.

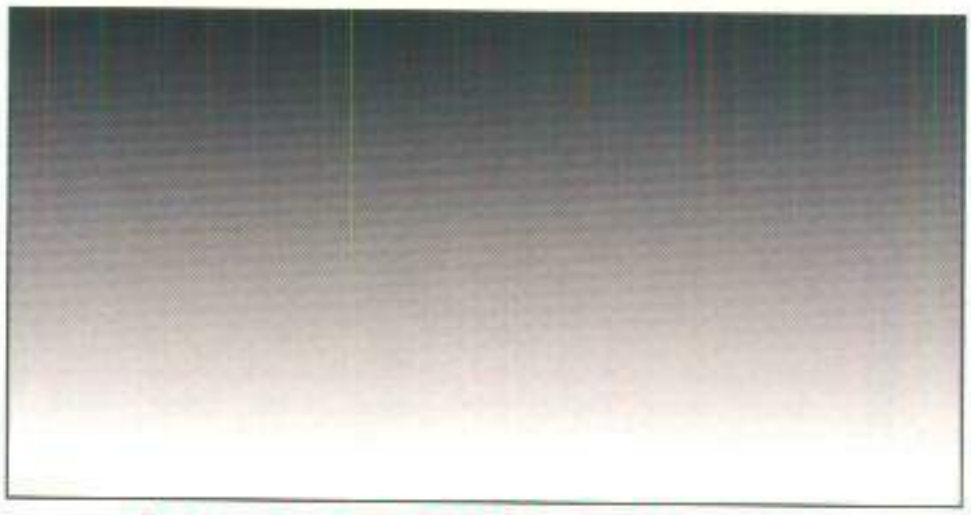
٥- بالتحليل الكيميائى لعينات الايروسولات وجد أنه فى فترة السحابة السوداء زيادة فى تركيز الكبريت والبوتاسيوم بينما فى فترة الربيع وجد أن هناك زيادة فى عناصر الالومنيوم «٩,٢٥ ميكروجرام / متر٣».

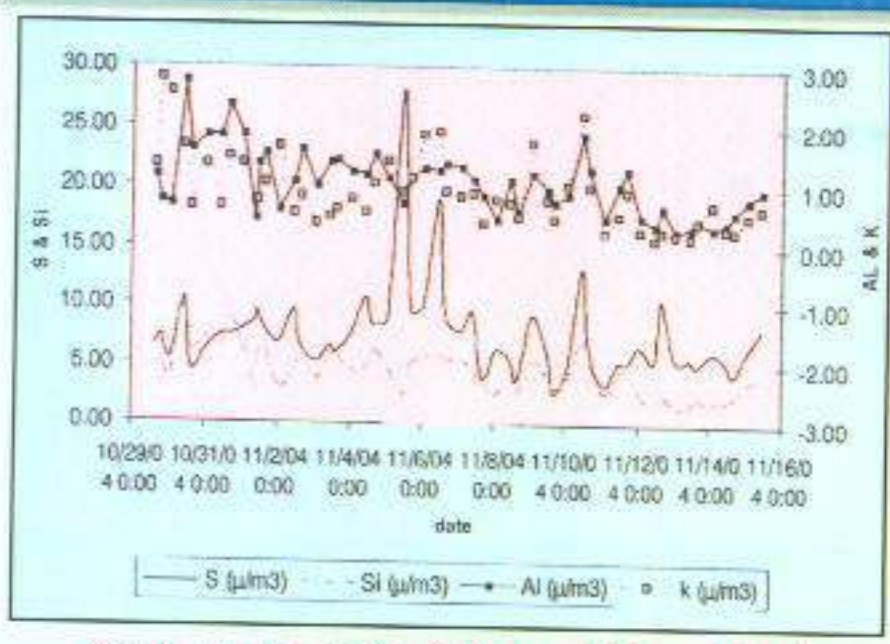
والسيليكون «٣,٦٩ ميكروجرام / متر٣» والكالسيوم «٢,١٥ ميكروجرام / متر٣» والماغنسيوم «٣ ميكروجرام / متر٣» والبوتاسيوم «٢٤ ميكروجرام / متر٣» والتيليتيوم «١٥ ميكروجرام / متر٣».

٦- تحليل عينات من الايروسولات كيميائيا لفترة زمنية طويلة نسبيا من يناير ٢٠٠٣ وحتى مايو ٢٠٠٦ كانت مدة التعريض لكل فلتر أسبوع

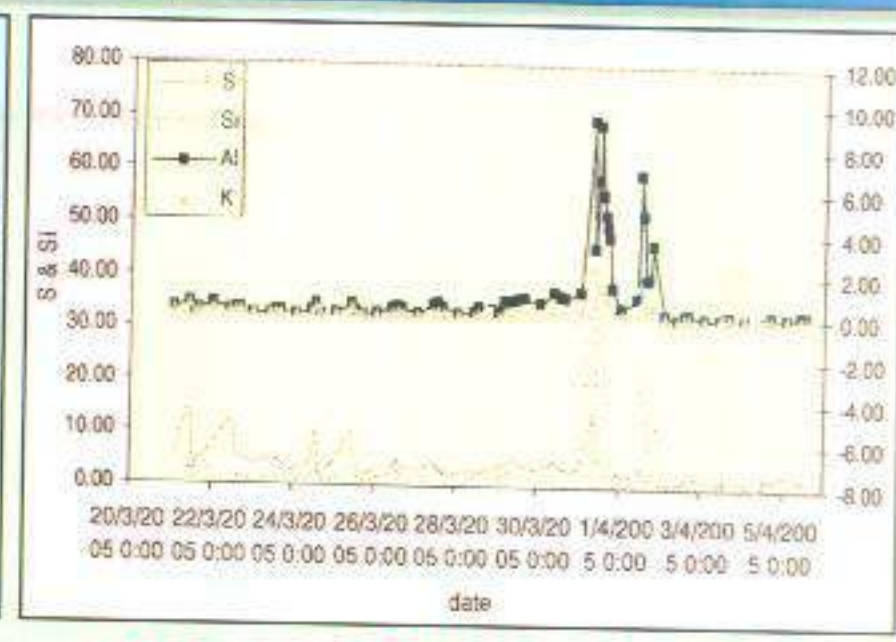


فترة العواصف الترابية (٢٠-٣ حتى ١٦ -٤ -٢٠٠٥)


فترة السحابة السوداء (٢٨-١٠ حتى ١٦-١١-٢٠٠٤)



فترة السحابة السوداء (٢٨-١٠ حتى ١٦-١١-٢٠٠٤)



فترة العواصف الترابية (٢٠-٣ حتى ١٦-٤-٢٠٠٥)

يغرض التعرف على العينات العضوية القابلة للذوبان فى الماء والمركبات الكربونية «الكربون العنصرى والكربون العضوى سواء القابل للذوبان فى الماء والغير قابل للذوبان فى الماء» ومن نتائج هذه الدراسة.

■ القاهرة تعانى من تلوث حاد خاصة من الجسيمات العالقة حيث كان متوسط ٢٠٠٥ من الجسميات العالقة ١٥٥ ميكروجرام /متر٣.

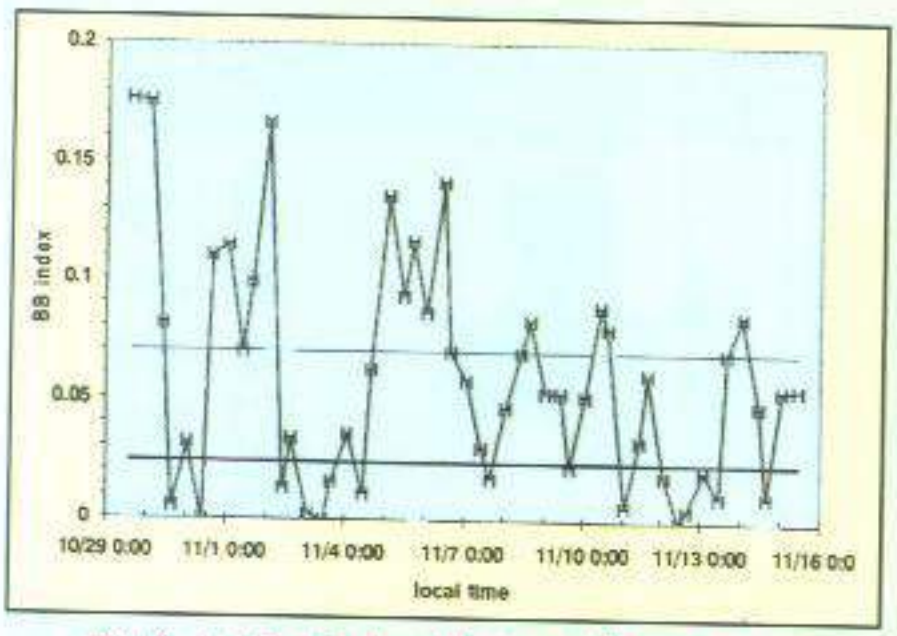
■ الغبار العالق يمثل ٥٥٪ و٦٦٪ لفصلى الشتاء والربيع على التوالى بسبب العواصف الترابية وتم اشتقاق ذلك من قياسات الكالسيوم.

■ الدراسة أثبتت أن للكلوريد تغير فصلى واضح حيث يمكن أن تصل الى ٦٠ ميكروجرام فى فصل الشتاء. وجد ايضا أن العينات تحتوى على قيمة عالية لتركيز الكبريتات حيث كان المتوسط السنوى حوالى ١٥ ميكروجرام /م٣ بينما قيمة منخفضه للنيترات حوالى ٥ ميكروجرام /م٣ والتغيرات السنوية غير ملموسة.

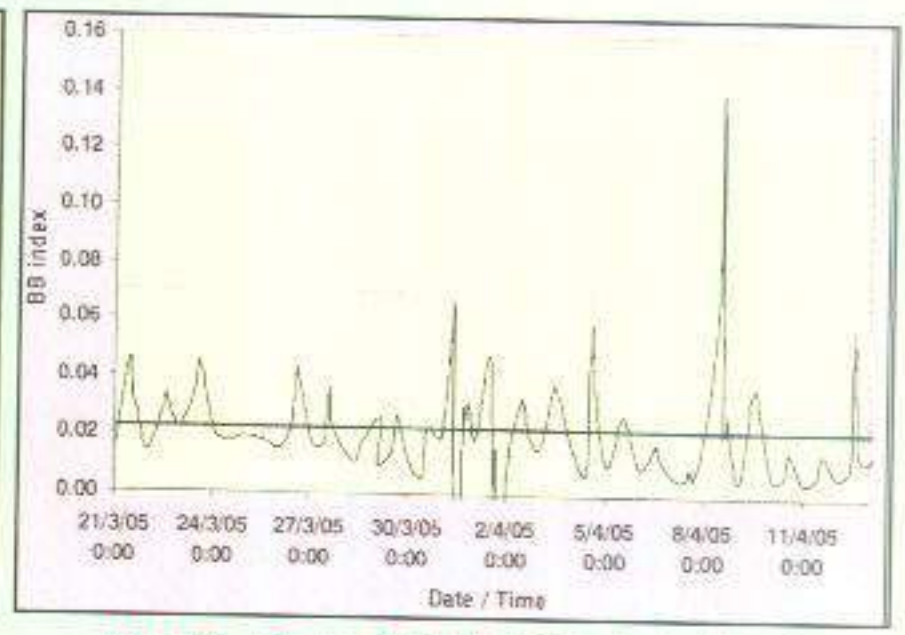
■ ومن النتائج الهامة للتحليل الكيميائى لعينات الايروسول أن نسبة الكربونات فى العينة كانت مرتفعه ٢٦٪ لسنة ٢٠٠٥ مما يدل على الأثر الفعال لنواتج الاحتراق فى القاهرة وسجلت أعلى نسبة فى فصل الخريف ٣٣٪ متزامن مع ظهور السحابة السوداء وحرق قش الأرز مسئول جزئيا عن زيادة النسبة.

■ حرق الكتلة العضوية مسئول بنسبة ٣٥٪ و٥٥٪ عن المواد العضوية الغير قابلة للذوبان فى الماء والمواد العضوية القابلة للذوبان فى الماء خلال خريف ٢٠٠٥.

■ تم حساب معامل لاحتراق الحيوية «Biomass burning index» وقد تم وضع الرقم ٠,٧



فترة السحابة السوداء (٢٨-١٠ حتى ١٦-١١-٢٠٠٤)



فترة العواصف الترابية (٢٠-٣ حتى ١٦-٤-٢٠٠٥)

كمعيار لمعامل احتراق الكتلة الحيوية اكبر من ٠,٧ دلاله على فترة حرق للكتله الحيوية ومن الملاحظ انه زاد معدل احتراق الكتله الحيوية فى فترة السحابة السوداء دلالة على حرق قش الارز.

٧- بفحص عينات الايروسول مجهريا فى الفترة من ٦ وحتى ٩ نوفمبر ٢٠٠٤ تلاحظ وجود إمكانية التعرف على بصمة تلوث الهواء على النحو التالى:

أ- الكربون الأسود من عوادم السيارات.

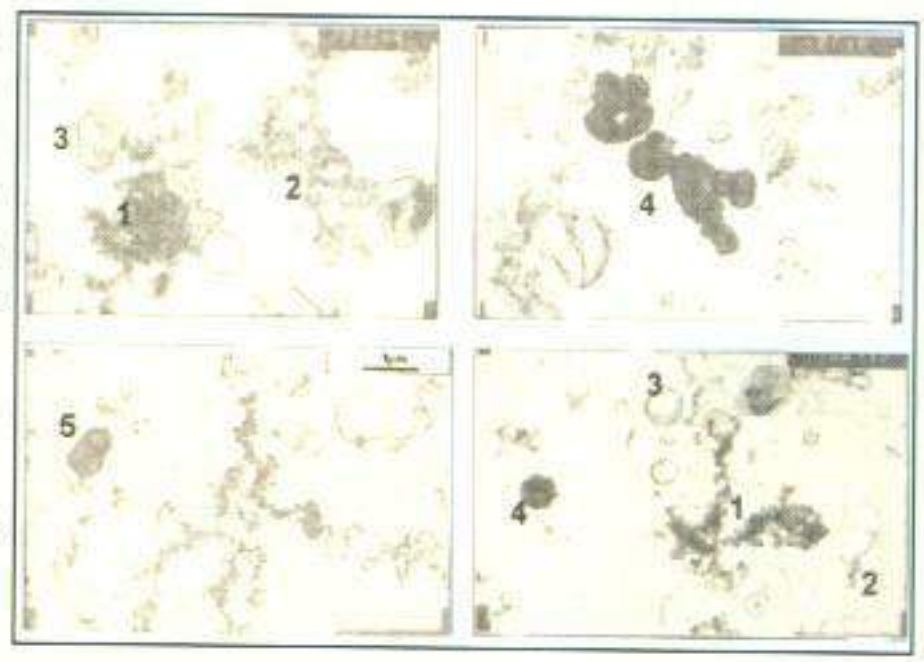
ب- الكربون الأسود الناتج من حرق الكتلة الحيوية.

ج مركبات عضوية ناتجة من حرق الكتلة الحيوية.

د- رماد من المصانع.

و- جسيمات معدنية ناتجه من الانجراف بالرياح.

٨- بالتوازى مع قياس تركيز الملوثات والتحليل الكيميائى تم قياس الخصائص الضوئية للايروسولات «معامل التشتت والامتصاص - كفاءة التشتت الكتلى والامتصاص الكتلى - معامل الانجستروم للتشتت والامتصاص - Single Scat-tering albedo» وكلها معنية بمدى تأثير الملوثات فى الإشعاع الشمسى ليمكننا من حساب معدل الاحترار أو معدل التبريد للمساهمة فى موضوع التغير المناخى أيضا ليحسن من التنبؤات الجوية لتأثيرها خاصة فى المناخ الحضرى حيث تتسبب الزيادة فى تركيزالملوثات إلى رفع أو خفض درجة الحرارة حسب التركيبة الكيميائية للملوثات، فزيادة الكربون الاسود فى العينة يسبب تسخين لانه يمتص الإشعاع الشمسى بينما زيادة الايروسولات خاصة الكبريتات تسبب تبريد بسبب إنها تعكس أشعة الشمس.



توصيـــــات:

١- يمكن التنبؤ بحالات التلوث الحادة من خلال التنبؤ بمعامل التهوية واتجاه الرياح ومن ثم اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة، أيضا يمكننا تحديد وقت الحرق لو لزم الامر حيث أن مشكلة الحرق يخفف تأثيرها فى ظروف عدم الاستقرار الجوى، وبالتالى يلزم خاصة فى فصل الخريف ومع وقت الحصاد يجب إضافة معامل التهوية للنشرة الجوية كوسيله إرشادية لجهد التلوث.

٢- تم عمل نموذج للتنبؤ بتركيز الكربون الأسود والجسيمات العالقة الأقل من ١٠ ميكرومتر بمعرفة العناصر الجوية وخلفية التلوث.

٣- المراقبة المستمرة لمصادر التلوث وحالة الطقس المتزامنه والتى تلعب دوراً كبيراً فى زيادة تركيز الملوثات بالجو، وذلك بتنفيذ مشروعات لها صفة الإدارة المتكاملة لنوعية الهواء فوق القاهرة «قياس ملوثات - تحليل كيميائى - تنبؤ بالطقس وبالملوثات - وضع التشريعات وتنفيذها للحد من الحرائق العشوائية - حلول جذرية للمخلفات - مراقبة جيدة للمصانع والنقل - .....» بمساهمة كل القطاعات الحكومية المسئولة كل فى تخصصه وذلك بهدف واحد وتحت إدارة واحدة مسئولة عن تحسين نوعية هواء القاهرة.