جامعة المنوفية – كلية الآداب
مركز البحوث الجغرافية
سلسلة الجغرافيا والتنمية
شعبة البحوث الجغرافية

تلوث الهواء في مصر بالجسيمات العالقة
(الدخان والغبار)

دراسة جغرافية

إعداد

الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة

مدرس بقسم الجغرافيا
كلية الآداب – جامعة المنوفية

العدد الثاني والعشرون – مارس ٢٠٠٠ م

مقدمة

يقصد بالتلوث البيئي إحداث أي خلل في الغلاف الحيوي ويشمل الهواء واليابس والماء. ويرجع هذا الخلل في المقام الأول إلى حضارة الإنسان واهتمامه المفرط باستغلال موارد البيئة الطبيعية.

ويعد تلوث الهواء أخطر مجالات التلوث البيئي وأكثرها شيوعا ووضوحا بالنسبة للإنسان. ومما يزيد الأمر تعقيدا إنه لا يوجد هواء نقيا تماما ، بل يوجد هواء ملوثا بدرجة تختلف باختلاف الموقع والزمان لكون تلوث الهواء قديم قدم المراحل الأولى لتكوين الأرض حينما انبعثت كميات هائلة من الغازات والأتربة والرماد مع النشاط البركاني على مر العصور الجيولوجية.

وتتباين مصادر ملوثات الهواء إذ ترجع في جزء منها إلى المصادر الطبيعية آلتي يستطيع الغلاف الحيوي استيعاب نواتجها بأشكالها المختلفة من خلال عمليات الإزاحة Removal Processes ، بينما يرجع الجزء الأكبر منها إلى المصادر البشرية التي تشتمل على حضارة الإنسان وصناعاته واختراعاته ووسائل موصلاته وغيرها ، وتعجز العمليات الطبيعية عن استيعابها ومن ثم تصبح بحق المصادر الملوثة للهواء.

وتعانى مصر من تلوث الهواء بالجسيمات العالقة Particulates وتشمل :

الدخان : وهو عبارة عن حبيبات صغيرة قطرها أقل من ٢ ميكرون ، وتتكون عند حدوث تفاعلات كيميائية بين الملوثات الناتجة عن الاحتراق غير الكامل للوقود العضوي.

الغبار : وهو عبارة عن جسيمات رملية أو ترابية ناعمة تتعلق بالهواء لفترات طويلة ويطلق عليها الغبار العالق Suspended Dust ، ويتراوح قطر حبيباتها بين٠,١ – ١٠ ميكرون. ويتم ترسيبها

ببطء يختلف باختلاف الظروف المناخية من حيث درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

وقد تنشأ هذه الجسيمات الغبارية عن طريق تكسير وطحن وتفجير بعض الأحجار والمواد ا لخام والفحم والخشب والحبوب وغيرها. وهى تختلف عن جسيمات الغبار الساقط Dust Fall من الغلاف الجوي على سطح الأرض آلتي يبلغ قطرها حوالي ١٠ ميكرون وسرعة ترسيبها تصل إلى ١٧ سنتيمتر/دقيقة[١].

وقد يشتمل الغبار العالق على بعض الجزيئات المجهرية القابلة للاستنشاق Inhalable Suspended Particles التي يقل قطرها عن ٠،١ ميكرون ويصعب ترسيبها وتتحرك عشوائيا في الهواء وفقا لسرعة الرياح واتجاهها. وقد تتجمع وتتراكم ليصل حجمها إلى واحد ميكرون ويصل تركيزها إلى ١٠٠ ألف جزيء/سم^{3} في الهواء الملوث[٢].

الأبخرة : تتألف من جسيمات صلبة عالقة ناتجة عن بعض المواد الكيميائية وعمليات التعدين والتنقيب ، وهى في أغلبها حبيبات صلبة فلزية تنتج عن التكثف وقطرها حوالي واحد ميكرون[٣].

الإيروسول :وهى عبارة عن جزيئات صلبة أو سائلة تبقى معلقة في الهواء لصغر حجمها وقطرها أقل من واحد ميكرون .

وتتميز الجسيمات العالقة التي يقل قطرها عن ١٠ ميكرون بأنها تكون بمثابة نويات تتكثف حولها قطرات مائية لتكون السحب ومن ثم يتم إزاحتها طبيعيا عند سقوط المطر[٤].

---

(١) العودات ، وباصهي ، ١٩٨٥ ص ٤٩.

(٢) العودات وباصهي ، سنة ١٩٨٥ ص ٥١.

(٣) خيري ، سنة ١٩٩٣ ص ١٨.

(٤) أمين ، سنة ١٩٨٤ ص ٦٤.

وتقتصر هذه الدراسة على تلوث الهواء بالدخان والغبار كأهم أشكال تلوث الهواء بالجسيمات الصلبة ، فضلا عن كونهما من الملوثات آلتي ترصد في محطات نوعية الهواء في مصر.

وتتعدد مصادر التلوث بالدخان والغبار في مصر ، ويمكن إيجاز أهم مصادرها الطبيعية في :

- احتراق الشهب والنيازك في طبقات الغلاف الجوى.
- الفطريات والبكتيريا المنتشرة في الهواء والناتجة عن التربة أو عن تعفن الكائنات الحية والفضلات الآدمية.
- العناصر ذات النشاط الإشعاعي في بعض أنواع صخور القشرة الأرضية.
- المواد الناتجة عن تأين الغازات بفعل الأشعة الكونية(١).
- الجزيئات والأملاح آلتي تنشط في الصحارى والأراضي الجافة وقطرها لا يتجاوز من ٠،٥ ميكرون.
- العواصف الرملية آلتي تنشط في الصحارى والأراضي الجافة وقطرها أكبر من ٠،٥ ميكرون(٢). وتعانى مصر من شيوع وتكرار العواصف الرملية والترابية خاصة في فصلى الربيع والصيف بسبب إرتفاع كثافة الإشعاع الشمسي وزيادة عدد ساعات سطوع الشمس وارتفاع درجة حرارة الهواء وارتفاع معدلات التبخر وما يصاحب ذلك من جفاف للتربة ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة المحملة بالأتربة من الأراضي الجافة والتكوينات الرملية على الهوامش الصحراوية للمدن فتنشط الرياح المثيرة للأتربة(٣). وتفتقد مصر للدور الفعال لعنصر المطر في

(١) الشرنوبي ، سنة ١٩٨١ ص ١٩٥.

(٢) Matthews , 1974 p 32.

(٣) الشرنوبي ، سنة ١٩٩٦ ص ٢١٢.

إزاحة هذه الملوثات الصلبة لانعدام المطر صيفا وندرته ربيعا. وتهب على مصر رياح الخماسين في أثناء فصل الربيع وأوائل فصل الصيف . ويبلغ متوسط ما يسقط على مدينة القاهرة على سبيل المثال من رمال خلال عاصفة رملية خماسينية حوالي ٠،٩٦ طن/ميل٢/ساعة ، ويرتفع إلى ١،٩٥ طن/ميل٢/ساعة، كما ينخفض مدى الرؤية إلى أقل من ٥٠٠ مترا في أثناء هبوب عاصفة رملية شديدة[١].

- الدوامات الرملية : وهى عبارة عن دوامات تمتد في خطوط طولية بارتفاع أقل من ٣٠ مترا وتنقلها الرياح لمسافات قصيرة في أثناء فترة الظهيرة مع نشاط عمليات تسخين الهواء ونشأة التيارات الهوائية الصاعدة[٢].

- الغبار المثار : وهو غبار يرتفع ويهبط محليا مع الرياح القوية ويؤدى إلى انخفاض مدى الرؤية الأفقية لمسافة أقل من كيلو متر واحد[٣].

ومما يذكر أن هذه المصادر الطبيعية تسهم مثلا بنسبة ٤٣ % من إجمالي الملوثات الترابية في هواء مدينة القاهرة ، وهى في أغلبها تحتوي على مركبات الكالسيوم والكلوريدات[٤].

أما بالنسبة لأهم المصادر البشرية للتلوث بالدخان والغبار في مصر ، فيمكن إيجازها في :

- صناعة الأسمنت وتعد المسئول الأول عن تلوث الهواء بالجسيمات الصلبة الدخانية والغبارية إذ إنه لإنتاج طن أسمنت واحد فإن ذلك يحتاج

---

(١) دعبس، سنة ١٩٩٦ ص ٤٠.

(٢) شرف ، ١٩٨٥ ص ٤٥٦.

(٣) Nasrall, 1983 p 357.

(٤) الصادق ، سنة ١٩٩٣ ص ٧٢.

في المقابل إلى ثلاثة أطنان تقريبا من المواد الخام الأولية آلتي تكسيرها وتفتيتها[١]. وتعد مدينة حلوان ومنطقة طرة من أكثر المناطق تأثرا بهذا التلوث. وعلى سبيل المثال ، فإن الفاقد من الأسمنت المتطاير إلى الهواء من مصنع بورتلاند حلوان يصل إلى حوالي ٢٠٠ طن يوميا بمعدل ٥،٥ % من الطاقة الإنتاجية للأفران بالإضافة إلى الفاقد من عمليات تحضير الخامات وتعبئة الأسمنت المنتج[٢]. ويسقط الغبار الأسمنتي الذي يحتوى على أتربة الكبريتات والكلوريدات على مدينة حلوان بكمية سنوية تبلغ ٧٠ ألف طن بمعدل ١٩٥ طن/يوميا، أي ٥٨٥٠ طن/شهريا[٣].

- صناعة الحديد والصلب والكوك ومحطات توليد الطاقة الكهربائية، وهى ثاني أهم مصادر التلوث في حلوان[٤].

- صناعة النسيج والصباغة ، وصناعة الزجاج ، والعديد من الصناعات المعدنية والكيميائية ، وهى من أهم مصادر تلوث الهواء في شبرا الخيمة وكفر الدوار والمحلة الكبرى.

- صناعة الأسمدة والكيماويات ، وهى من أهم مصادر التلوث في منطقة أبوقير ووادي القمر بالإسكندرية.

- وسائل النقل والمواصلات وتسهم بإنبعاث عادم السيارات من أدخنة وجسيمات صلبة. ويزيد تأثيرها خاصة في المدن المليونية حيث إرتفاع كثافة السكان ومن ثم كثافة الحركة المرورية. وتحتل مدينة القاهرة –

(١) أمين ، سنة ١٩٨٤ ص ٨٩.
(٢) دعبس ، سنة ١٩٩٦ ص ١١٦.
(٣) الشرنوبي ، سنة ١٩٨١ ص ٢٠٥.
(٤) شلور، سنة ١٩٨٧ ص ٧٠.

على سبيل المثال – المركز الحادي عشر من حيث عدد السكان سنة ١٩٩٢ ، وتتحرك على أرضها ١٢٠ ألف وسيلة نقل تستخدم البنزين والسولار ، ومن ثم تستهلك أكثر من ٢٥٠ ألف طن من البنزين ، و٣٥٠ ألف طن من السولار ، وينبعث منها غازات العادم بكمية تزيد عن ٦٠٠٠ طن سنويا[١].

هذا ويمكن التمييز بين ثلاث طبقات من الغبار والدخان في سماء المدن المصرية خاصة تلك التي ترتفع فيها كثافة النشاط الصناعي ، وهذه الطبقات الغبارية هي :

الطبقة السفلية : وتمتد من جذور النباتات وحتى سطح الأرض ، ومصدرها الدخان الناتج عن السيارات والأتربة التي تهب من سطح الأراضي الصحراوية والجافة بفعل نشاط الرياح.

الطبقة الوسطى : وتمتد حتى ارتفاع ٢٠ مترا فوق سطح الأرض وتحتوى على الأدخنة الناتجة عن الاستخدامات المنزلية.

الطبقة العلوية : وتمتد حتى ارتفاع يتراوح ما بين ٥٠ – ٦٠ مترا فوق سطح الأرض وتحتوى على الأدخنة الناتجة عن الانبعاث من المصانع[٢].

وجدير بالذكر أن سخونة هواء المدن يؤدى إلى نشأة تيارات هوائية محملة بالأتربة تصعد إلى أعلى ليحل محلها هواء الضواحي والريف – الأقل حرارة نسبيا – ليهبط إلى أسفل. وفى أثناء هبوب الرياح بسرعة منخفضة

---

(١) الشرنوبي ، سنة ١٩٩٣ ص ٢١٩.

(٢) Yoshino , 1975 p.110.

تتكون القبة الدخانية الغبارية فوق المدن الكبيرة ، وحينما تزيد سرعة الرياح لتبلغ ١٣ كم/ساعة تتسع هذه القبة لتصل إلى الضواحي والريف المجاور[١].

وهكذا تلعب العناصر المناخية خاصة سرعة الرياح دورا أساسيا في توزيع الملوثات وانتشارها أفقيا ورأسيا وتحديد درجة تركيزها ومن ثم درجة خطورتها البيئية. هذا فضلا عن تأثير درجة حرارة الهواء في الضغط الجوى ، ومن ثم نشأة التيارات الهوائية الصاعدة أو الهابطة التي تسهم في تحديد درجة استقرار الهواء وارتفاع طبقة اختلاط الملوثات وبالتالي التوزيع الرأسي لملوثات الهواء. وتعتبر ظاهرة الانقلاب الحراري Thermal Inversion أحد أهم الظاهرات الميترولوجية المؤثرة في تحديد درجة تركيز الملوثات إذ إنها تحجبها بالقرب من سطح الأرض مما يزيد من خطورتها على صحة الإنسان والبيئة.

هذا وتعتبر العلاقة بين تلوث الهواء والعناصر المناخية هي في واقع الأمر علاقة تبادلية متداخلة ، فإن تلوث الهواء ينعكس تأثيره في خصائص مناخ المدن خاصة فيما يتعلق بكمية الإشعاع الشمسي ، ومدى الرؤية ، والتعكير Turbidity ، والتوازن الإشعاعي للغلاف الجوى ، وساعات سطوع الشمس ، والإضاءة Illumination ، وكمية السحب ، وكمية المطر وغيرها[٢].

وتعتمد هذه الدراسة على بيانات تلوث الهواء بالدخان والغبار في ١٦ محافظة مصرية تشمل جميع المحافظات آلتي يتم فيها رصد هذه الملوثات وتضم ٥٨ محطة رصد بيئي خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ إلى مايو ١٩٩٩

(١) غرايبة ، سنة ١٩٨٧ ص ٢٧٢.

(٢) Landsberg , 1981 p73.

آي لمدة ٥٣ شهرا. وتتبع هذه المحطات معمل تلوث الهواء بمركز الرصد البيئي التابع لوزارة الصحة بامبابة (القاهرة) ، ويوضحها جدول (١). هذا بالإضافة إلى بيانات محطات الأرصاد الجوية – التابعة للهيئة العامة للأرصاد الجوية – في ذات المحافظات خلال نفس الفترة الزمنية.

إهداف الدراسة :

- إبراز الفروق السنوية والفصلية والشهرية بين مستويات التلوث بالدخان والغبار.
- تحديد درجة الاختلاف في التلوث بين المحافظات ومحاولة تفسيرها في ضوء المصادر الطبيعية والبشرية للدخان والغبار من ناحية ، والظروف المناخية ومساهمتها في تحديد درجة تركيزها من ناحية أخرى.
- تحديد درجة خطورة مستويات التلوث بالجسيمات العالقة في ضوء قانون البيئة المصري لسنة ١٩٩٤ ومن خلال مقارنتها ببعض النماذج العالمية.

فرضيات الدراسة :

توجد فروق واضحة في مستويات التلوث بالدخان والغبار بين محافظات مصر كنتيجة للنشاط البشرى من ناحية ، والموقع الجغرافي والظروف المناخية من ناحية أخرى.

هناك اختلافات بين تركيزات التلوث بالدخان والتلوث بالغبار على المستوى الشهري والفصلي والسنوي.

جدول (١) محطات الرصد البيئى والجوى

المحافظة					محطات الرصد البيئي			**						#	محطات الجوي
القاهرة	وزارة الصحة	العتبة	الازبكية	الساحل	العباسية	الزهرة	مدينة نصر	أبو السعود	المعصرة	حلوان	التبين	عين شمس	قصر النيل	الأميرية	مطار القاهرة
الإسكندرية	سموحة	المعامل	أبو الدرداء	وادي القمر											الزهرة
الدقهلية	منصورة ١	منصورة ٢													المنصورة
الشرقية	الزقازيق	وابور النور	عشرة رمضان												بلبيس
القليوبية	شبرا	بنها	أبو زعبل	بهتيم											بهتيم
كفر الشيخ	كفر الشيخ														بلطيم
الغربية	طنطا ٣	طنطا ٤	كفر الزيات	المحلة											طنطا
البحيرة	الإدارة	المعامل	كفر الدوار	البيضا	الكيماوية										البحيرة
الجيزة	إمبابة	الدقي	الطالبية	الحوامدية											الجيزة
المنيا	بني مزار	المنيا ٢	المنيا ٣	أبو قرقاص	ملوي	مغاغة									المنيا
أسيوط	أسيوط	شركة قلتا	منفلوط	أبو تيج	مركز الفتح										أسيوط
أسوان	أسوان														أسوان
بور سعيد	ستة أكتوبر														الجميل
السويس	السويس														السويس
دمياط	المعامل														دمياط
الإسماعيلية	الإسماعيلية	القصاصين													الإسماعيلية

المصادر: ** جمهورية مصر العربية مركز الرصد البيئى : بيانات رصد الدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ : مارس ١٩٩٩م

جمهورية مصر العربية. مركز الرصد البيئي : بيانات رصد الدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ : مارس ١٩٩٩ م

الدراسة :

ويمكن تناول تلوث الهواء بالدخان والغبار في مصر من خلال دراسة العناصر التالية :

- التوزيع السنوي للتلوث
- التوزيع الفصلي للتلوث
- التوزيع الشهري للتلوث

أولا : التوزيع السنوي للتلوث :

يرتفع مستوى التلوث السنوي بالدخان في محافظة الغربية ليمثل أعلى مستوى على الإطلاق (شكل ١) سنة ١٩٩٨ حين بلغ ٤،١٤٨ ميكروجرام/م^3 كمتوسط لمحطاتها الأربع ، وإن كانت محطة كفر الزيات الأكثر ارتفاعا بمتوسط سنوى بلغ ٨،٢١٤ ميكروجرام/م^3. وترتفع هذه المتوسطات عن الحد الأقصى للتلوث بالدخان المسموح به سنويا في قانون البيئة المصري (٦٠ ميكروجرام/م^3) والقانون الفيدرالي الأمريكي (٧ ميكروجرام/م^3)[١] بما يعادل ٢،٥ مثلا و١،٩ مثلا لكل منهما على التوالي بالنسبة لمحافظة الغربية ، بينما تعادل ٣،٦ مثلا و ٢،٩ مثلا بالنسبة لمحطة كفر الزيات بالتوالي.

هذا ولا يقتصر الارتفاع على متوسط التلوث بالدخان في محافظة الغربية (ومحطة كفر الزيات أيضا) ، بل ارتفع أيضا أقصى تركيز للتلوث في نفس السنة ليبلغ ١٨١٨٠،٥ ميكروجرام/م^3 (جدول ٢) أي ما يعادل المسموح به في مصر ٣٠٣ مثلا و٢٤٢ مثلا لنظيره في القانون الفيدرالي الأمريكي.

---

(١) Sellers, 1984 p.185.

وقد ارتفع كذلك مجموع التلوث بالدخان في محافظة الغربية ليمثل الحد الأقصى على مستوى سائر المحافظات في نفس السنة أيضا حينما بلغ ١١١١١٣،٧ ميكروجرام/م٣ ، ونصيب محطة كفر الزيات منها يعادل ٣٦،٩%.

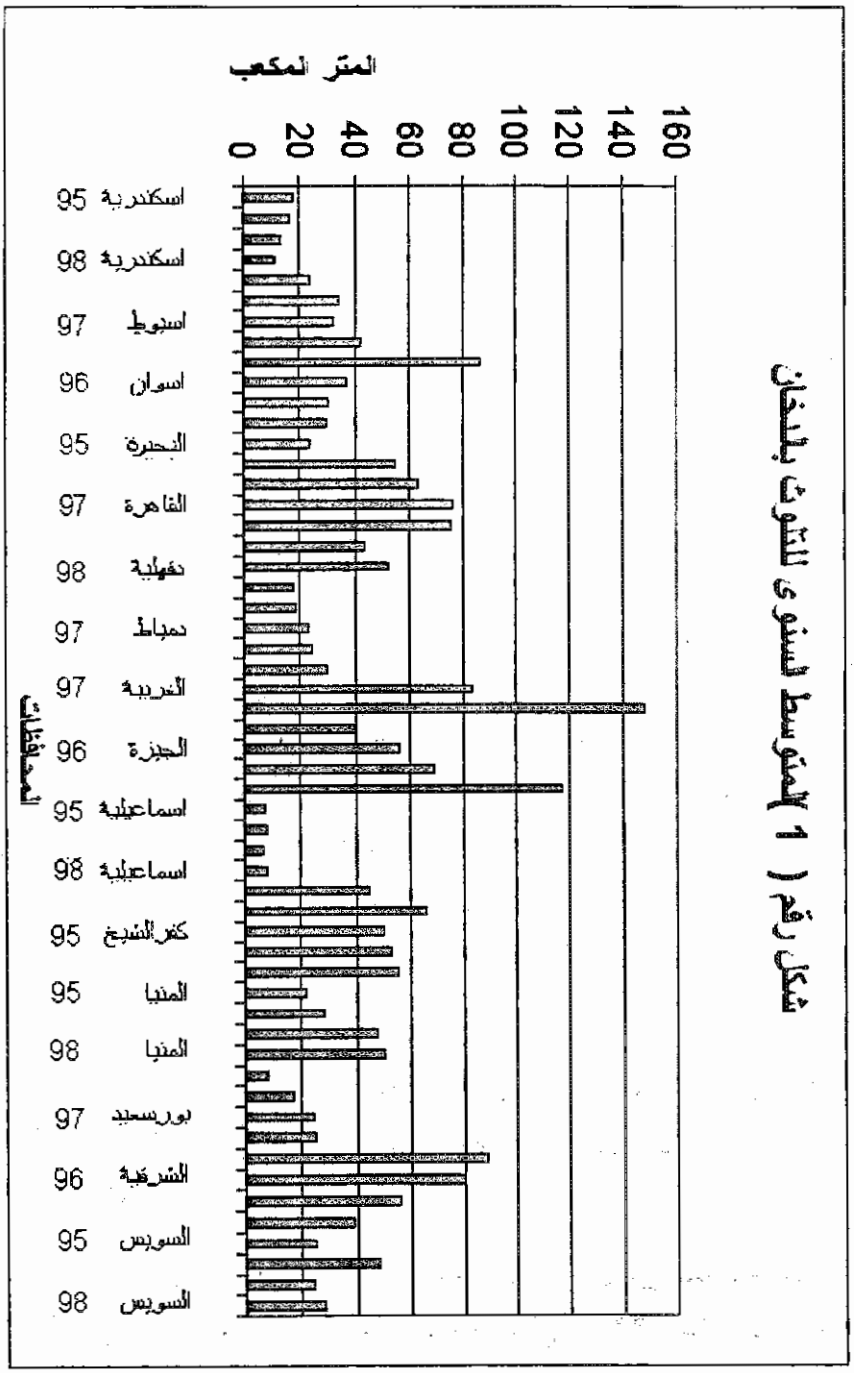
وقد استمر ارتفاع تركيز التلوث بالدخان في هذه المحافظة خلال الشهور الخمس الأولى من سنة ١٩٩٩ حيث بلغ مجموعه ١٠٦٣٧١،٥ ميكروجرام/م^{٣} ، وبلغ نصيب محطة كفر الزيات ٢٨،٦% منه ، كما بلغ متوسط التلوث فيها ٢٥٣،٦ ميكروجرام/م^{٣}.

وهكذا تصبح محافظة الغربية هي أكثر المحافظات تأثرا بالتلوث السنوي بالدخان على مستوى المحافظات ومحطة كفر الزيات هي الأكثر على مستوى المحطات.

وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة الغربية من حيث ارتفاع التلوث السنوي بالدخان ، إذ أن المتوسط في نفس السنة (١٩٩٨) بلغ ١١٦،٩ ميكروجرام/م^{٣} كمتوسط لمحطاتها الثلاث. وإن كان أكثرها نصيبا محطة الطلبية إذ أن متوسط التلوث فيها يعادل ٧٨،٩ % من مثيله في محطة كفر الزيات ، ويرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والقانون الفيدرالي الأمريكي بحوالي ٢،٨ مثلا و ٢،٣ مثلا لكل منهما بالتوالي.

وقد ارتفع أيضا في محطة الطلبية وفى نفس السنة أقصى تركيز سنوى ليبلغ ١١١٣ ميكروجرام/م^{٣} ليزيد عن مثيله في القانون المصري بحوالي ١٩ مثلا.

وقد انعكس ارتفاع متوسط التلوث السنوي بالدخان في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ في ارتفاع مجموع التلوث السنوي ليبلغ ٨٩٩٤٤ ميكروجرام/م^{٣} ، وقد كان نصيب محطة الطلبية ٥٦،٩ % منه.



شكل رقم (1) المتوسط السنوي للتلوث بالدخان

جدول (٢) التلوث بالدخان بالميكروجرام / م ٣

١٩٩٥					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٨٧٢٤٣,١	٥٤,٦	١٣٨٧	١٣٨٧	٦٢,٧
الإسكندرية	١٦٠٩٤	١٧,٥	٧٤	٧٤	١٠,٨
بورسعيد	١٠٦٠,٧	٧,٩٨	٤٩,٦	٤٩,٦	٥,٧٩
السويس	٥٩٧٩	٢٤,٨	٣٢٦	٣٢٦	٢٢,٨
دمياط	٢٧٢٣	١٧,٩	٧٥	٧٥	١١,٧٩
الدقهلية	٧٦٤١	٤٣,٢	٨٦	٨٦	١٤,٠٧
الشرقية	٤١٠٦١	٨٨,٩	٤٠١	٤٠١	٢٠,٩
الغربية	٣٨٢٤	٤٤,٥	٢٢١	٢٢١	٤١,٢
كفر الشيخ	٧٥٢٦	٤٩,٨	٦١	٦١	٣
البحيرة	١٣٩٩١	٢٣,٥	٣٣٢	٣٣٢	١٩,٣
الإسماعيلية	٤٨٢٨	٦,٩	٤٣	٤٣	٥
الجيزة	٣٠٧٢٩	٤٠,٣	٤٣٤	٤٣٤	٣٥,٩
المنيا	٣٣٨٩٩,٥	٢١,٩٧	٩٢	٩٢	١٧,٥
أسيوط	٣٦٧٣	٢٤	١٧٦	١٧٦	٣١,٢
أسوان	١٠٨٦٧,٨	٨٦,٩	٢٩٧	٢٩٧	٨١,٣
القليوبية	لم ترصد				

١٩٩٦					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٩٢٢٧٦,٦	٦٣,٤	١	٥٤٣	٦٠,٢
الإسكندرية	١٩٢٢٦,٣	١٦,٦	٢	٨٥	١١
بورسعيد	٥٥٥٣,٤	١٦,٩	٣,٤	٩٧,٩	١٥,٧
السويس	٧١٥٨,٦	٤٨	٨	٧٧	١٨,٦
دمياط	١٠١٤٥	١٨,٣	٦	٦٤	٩,٢
الدقهلية					
الشرقية	١٩٠٨٩	٨٠,٢	٤٠	٥١٠	٣١,١
الغربية	٥٢٣,٣	٢٩,٦	٧	٨٢,٦	٢٣,٩
كفر الشيخ					
البحيرة					
الإسماعيلية	٤٦٨٠	٨,٢	٢	١٩	٤,٨
الجيزة	٣٢٨١٥	٥٥,٧	١	٢٨٨	٤٢,٦

المنيا	٣٤١١١,٦	٢٨,٤	٤,٣	٢١٠,٤	٢١,٩٦
أسيوط	٣٥٠٤٥,٥	٢٢,٩	١	٤٤٦	٢٠,٦
أسوان	٧٥٢٠,١	٣٧,١	١٨,٩	٧٧,٤	١٢,٢
القليوبية	٢٩٩٧,٣	٦٥,٥	١	٢٠٥٤,٤	٢٦٠,٤

١٩٩٧

المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	١٤٦٨٢٩	٧٥,٩٦	١	٦١٥	٧٢,١
الإسكندرية	١٧٠٥٥	١٣,١	٢	٩٨	٨
بورسعيد	٩٧٣٥,٩	٢٤,٢	١,٢	١١٥,٦	١٧,٦
السويس	٨١٦١	٢٤,٥	٨	٣٦	٨,٤
دمياط	١٥٠٩٦	٢٢,٩	٨	٩٤	١٠,٢
الدقهلية					
الشرقية	١٦٥٤٩	٥٥,٩	٠	١٠٤	٢٢,٨
الغربية	٦٠١٥٢,٩	٨٣,٧	٣,٥	٢٠٢٥	١٠٩,٦
كفر الشيخ	٨٠٣١	٥٢,٨	٤٢	٦٧	٥,٥
البحيرة					
الإسماعيلية	٣٧٤٨	٦,٩	٢	١٩	٤,٦
الجيزة	٥٦٦٠٤	٦٩	١	٩٢٢	٨٤,٦
المنيا	٨٣٩٤٤,٩	٤٧,٤	٤,٧	١٣٢,٧	٢٦,٥
أسيوط	٢٩٧٣٦	٣٢,٣	٢,٣	١٦٦	٢٠,٤
أسوان	٩٩٢٤	٣٠,٢	١٨,٩	٢٢٦	١٣,٣
القليوبية	لم ترصد				

١٩٩٨

المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	١٩١٥٦٧	٧٥,٧	١	٦٩٧	٦٨,٧
الإسكندرية	١٥٥٨٥	١٠,٩٨	١	٢٥	٣,٦
بورسعيد	٢٢٩٠٥	٢٤,٨	١,٢	١١٢	١٥,٧
السويس	٦٩٠٧	٢٨,٥	٩	٥٢	٧,٧
دمياط	١٦٢١١	٢٤,٦	٨	٥٩	٧,٩
الدقهلية	٣٨٥٣	٥١,٩	٩	١٤٣	٢٨,٢
الشرقية	١٢٠٤٤	٣٩,١	٠	٨٠	١٤,٩
الغربية	١١١١١٤	١٤٨,٤	٤,٧	١٨١٨١	٦٦٥,٢
كفر الشيخ	١٨٤٩٢	٥٥,٢	٤٦	٦٣	٣,٩
البحيرة					
الإسماعيلية	٣٢٣١	٧,٦	٢	٩٨	٧,٦

الجيزة	٨٩٩٤٤	١١٦,٩٦	١	١١١٣	١٥٢,٥
المنيا	٨٣٨٥٨,٧	٥٠,٢	٠,٥	١٤٥	٢٦,٩
أسيوط	٣٦٢١٣,٧	٤٢,٣	١,٢	١٧٢	٢٧,٩٥
أسوان	٩٦٩٨	٢٩,٥	١٨,٩	٦٦,٦	٨,٤
القليوبية	لم ترصد				

وقد استمر ارتفاع التلوث السنوي بالدخان في محافظة الجيزة خلال الشهور الخمس الأولى من سنة ١٩٩٩ (كما هو الحال في محافظة الغربية) حيث بلغ ٣١٤٥٩ ميكروجرام/م^{٣}، وكان نصيب محطة الطلبية يعادل ٥١،٨ % منه كما يعادل ٢٩،٦ % من نظيره في محافظة الغربية. ولعل في ذلك ما يشير إلى خطورة مستوى التلوث السنوي بالدخان في محافظة الغربية.

وقد احتلت محافظة الشرقية المركز الثالث بعد محافظتي الغربية والجيزة بمتوسط سنوى ١٩٩٥ بلغ ٨٨،٩ ميكروجرام/م^{٣} في محطاتها الثلاث. وقد تراوح هذا المتوسط بين ٨٤،٩ في محطة وابور النور ، وبين ٩٢،٣ ميكروجرام/م^{٣} في محطة العاشر من رمضان. وهكذا يعادل متوسط التلوث السنوي بالدخان في محطة العاشر من رمضان ٤٢,٩% و٥٤،٥ % من مثيله في محطة كفر الزيات ومحطة الطلبية سنة ١٩٩٨ على التوالى.

هذا وقد سجل أيضا الحد الأقصى للتلوث السنوي بالدخان في محافظة الشرقية في محطة العاشر من رمضان سنة ١٩٩٥ حين بلغ ٤٠١ ميكروجرام/م^{٣} (يعادل ضعف مثيله في محطة الزقازيق) فيرتفع بذلك عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ٦،٧ مثلا و٥،٣ مثلا على التوالى.

هذا وتجدر الإشارة إلى تشابه خصائص العناصر المناخية في هذه المحافظات الثلاث إذ يتراوح المتوسط السنوي للضغط الجوى بين ١٠١١ – ١٠١٦ ملليبار ، ومتوسط سرعة الرياح ما بين ٥،٧ – ١٠،٥ عقدة/ساعة ، وندرة المطر حيث لم يتجاوز ٩ ملليمتر سنويا.

ويفيد هنا مقارنة هذه المتوسطات السنوية للتلوث بالدخان مع بعض الأمثلة المحلية والعالمية، إذ بلغ متوسط التلوث بالدخان في محطة شبرا الخيمة (مصر) سنة ١٩٨٨ ، حلوان (مصر) سنة ١٩٨٨ ، لندن (بريطانيا) سنة ١٩٧٨ ، تورانتو (كندا) سنة ١٩٧٨ حيث بلغت على التوالى : ١٥٠ و ١٤٧,٤ و ٥٩ و ٤٢ ميكروجرام/م^{٣}[(١)]. وهكذا فإن متوسطات التلوث في محطتي كفر الزيات والطلبية سنة ١٩٩٨ ترتفع عن جميع هذه المتوسطات مما يؤكد خطورة مستوى هذه التلوث.

أما بالنسبة لمستويات التلوث السنوي بالغبار ، فيرتفع المتوسط ليصل حده الأعلى في محافظة المنيا سنة١٩٩٥ حيث بلغ ١٠٦٥،١ ميكروجرام/م^{٣} كمتوسط لمحطاتها الأربع في هذه السنة ، كما بلغ مجموع التلوث ٨٩٤٦٥،١ ميكروجرام/م^{٣} (جدول ٣). وقد كانت محطة بنى مزار أعلاها تلوثا في هذه السنة إذ بلغ المتوسط ١١٠٤،٦ ميكروجرام/م^{٣} ، ومجموع الغبار بلغ ٢٣١٩٦،٢ ميكروجرام/م^{٣} (تعادل ٢٥،٩ % من إجمالي كمية الغبار في محافظة المنيا)، كما أرتفع أقصى تركيز سنوى ليبلغ ١٣٥٩،١ ميكروجرام/م^{٣}، فيرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٤.

(٩٠ ميكرون/م^{٣}) وفى القانون الأمريكي (٧٥ ميكرون/م^{٣}) بمقدار ١٥،١ و ١٨،١ مثلا عن كل منهما على التوالى.

ويرتفع هذا المتوسط السنوي في محطة بنى مزار عن مثيله في محطة حلوان سنة ١٩٨٥ ، ومحطة شبرا الخيمة سنة ١٩٨٨ حيث بلغ ٧٣٨ ، ٥٠٣ ميكروجرام/م^{٣} على التوالى[١] ، يرتفع بمقدار ١،٥ مثلا و٢،٢ مثلا على التوالى.

وقد أرتفع أيضا مستوى التلوث بالغبار في محافظة المنيا لتمثل أولى المحافظات في سنة ١٩٩٨حيث بلغ المتوسط السنوي ٨٥٣,٣ ميكروجرام/م^{٣} ، ومجموع التلوث السنوي بالغبار ٧١٦٧٥،٦ ميكروجرام/م^{٣}. وقد كانت محطة ملوي أكثر المحطات تأثرا بهذا التلوث حيث بلغ المتوسط ٩٣٩،٢ ميكروجرام/م^{٣} ، ومجموع التلوث بلغ ١٩٧٢٤ ميكروجرام/م^{٣} (يعادل ٢٧،٥ % من الإجمالي في محافظة المنيا ١٩٩٨) ، وأقصى تركيز سنوى بلغ ١٣٥٥،٩ ميكروجرام/م^{٣}. وهكذا يرتفع متوسط التلوث السنوي في محطة ملوي عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ١٠،٤ مثلا و١٢،٥ مثلا ، كما يرتفع أقصى تركيز سنوى بمقدار ١٥ مثلا و ١٨ مثلا عن كل منهما بالتوالي.

ومما يذكر أن ، عدد أيام حدوث الغبار في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ و١٩٩٨ قد بلغ في كل منهما ٨٢ يوما ، والمتوسط السنوي لسرعة الرياح لا يتجاوز ٨ عقدة/ساعة ، وانعدام المطر وبالتالي افتقدت هذه المحافظة أهميته وفاعليته في إزاحة الملوثات الصلبة.

---

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٧.

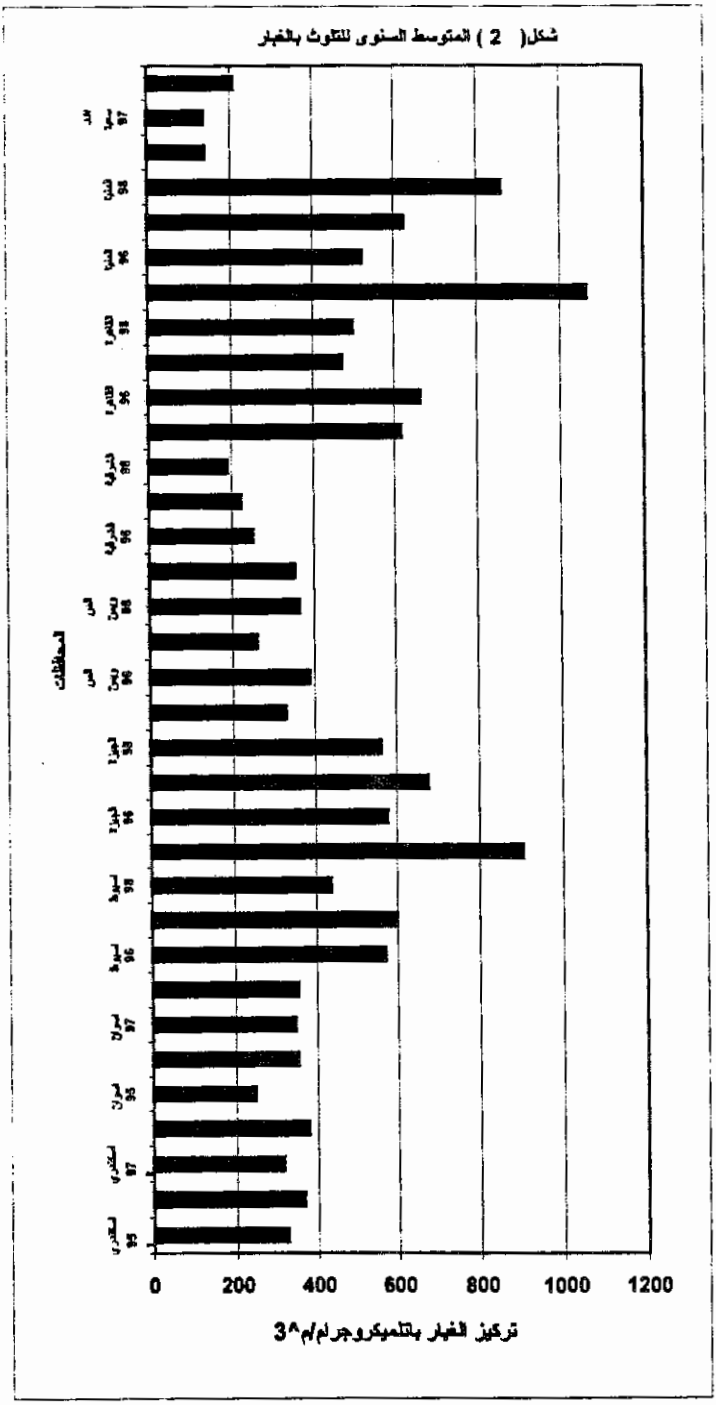
وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة المنيا (شكل ٢) حيث بلغ سنة١٩٩٥ المتوسط السنوي ٧٧٧ ميكروجرام/م^{٣} كمتوسط لمحطتي الطلبية والحوامدية فقط.

وقد أرتفع متوسط التلوث السنوي بالغبار في محطة الحوامدية ليبلغ ٨٦٧ ميكروجرام/م^{٣} فيعادل ضعف مثيله في محطة الطلبية ، كما يعادل ما نسبته ٧٨،٥ % من مثيله في محطة بنى مزار (الأكثر تلوثا بالغبار على الإطلاق) ، ويعادل ٩،٦ مثلا و ١١،٦ مثلا للحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي على التوالى.

وقد أرتفع أيضا مجموع التلوث بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥ ليعادل ما نسبته ٣٣،٨ % من مثيله في محافظة المنيا في نفس السنة ، وقد تركز ٨٥،٨ % منه في محطة الحوامدية. كما سجل في محطة الحوامدية أقصى تركيز للتلوث السنوي بالغبار سنة ١٩٩٥ وقد بلغ ١٨٤٧ ميكروجرام/م^{٣} ، ومن ثم يعادل ٢٠،٥ مثلا و ٢٤،٦ مثلا للحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي على التوالى.

وقد صاحب ارتفاع مستوى التلوث بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥ انخفاض في المتوسط السنوي لسرعة الرياح إذ بلغت ٨ عقدة/ساعة ، وعدد أيام حدوث الغبار ٤٠ يوما ، وانعدام المطر.

شكل(2) المتوسط السنوى للتلوث بالغبار

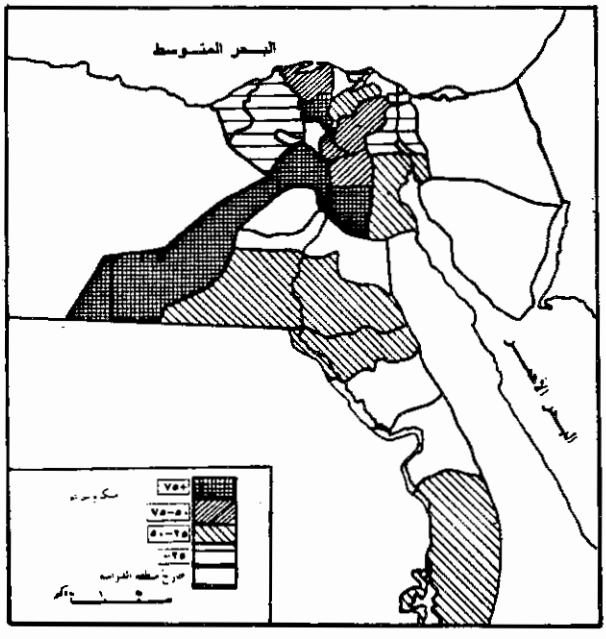


ونستنتج من ذلك أن محافظة الجيزة هي أكثر المحافظات تلوثا بالجسيمات العالقة سواء الدخان أو الغبار حيث احتلت المركز الثاني بعد محافظة الغربية بالنسبة للدخان (شكل ٣)، وتلي محافظة المنيا بالنسبة للغبار (شكل ٤).

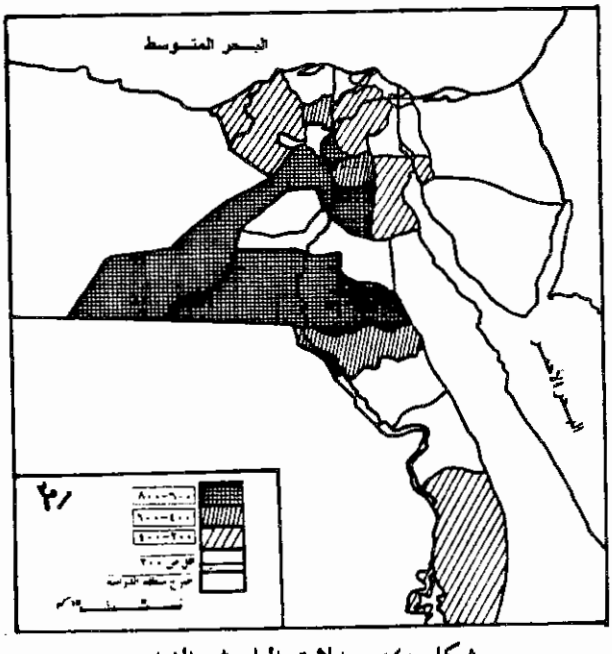
وتحتل محافظة القاهرة المركز الثالث من حيث التلوث بالغبار السنوي بعد محافظتي المنيا والجيزة بمتوسط سنوى سنة ١٩٩٦ بلغ ٦٦١،٨ ميكروجرام/م^{٣} كمتوسط لمحطات العتبة والنزهة والأميرية فقط. وقد كانت محطة العتبة أكثرها تلوثا حيث بلغ المتوسط السنوي ٦٨٣،٩ ميكروجرام/م^{٣} فيعادل ما نسبته ٦١،٩ % و٧٢،٨ % و ٧٨،٩ % من مثيله في محطات بنى مزار وملوي والحوامدية على التوالى. كما يرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ٧،٦ مثلا و ٩،١ مثلا على التوالى.

وقد سجل أيضا في محطة العتبة أقصى تركيز سنوي في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٦ حيث بلغ ١٣٣٢ ميكروجرام/م^{٣} ليقترب من مثيله في محطة بنى مزار (١٣٥٩،١ ميكروجرام/م^{٣}) ومحطة ملوي (١٣٥٥،٩ ميكروجرام/م^{٣}) ، ويعادل ما نسبته ٧٢،١ % من مثيله في محطة الحوامدية (١٨٤٧ ميكروجرام/م^{٣}) ، ويرتفع عن الحد الأقصى المسموح به في القانون المصري والأمريكي بمقدار ١٤،٨ مثلا و ١٧،٨ مثلا لكل منهما على التوالى.

وقد أرتفع مجموع التلوث بالغبار في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٦ليبلغ ٣٠٨٨،٦ ميكروجرام/م^{٣} ويمثل نصيب محطة العتبة ٨٤،٧ % منه.



شكل (٣) معدلات التلوث بالدخان



شكل (٤) معدلات التلوث بالغبار

هذا ، ويمكن تفسير ارتفاع مستوى التلوث بالغبار في محطة العتبة إلى الانبعاث من المصادر البشرية خاصة وسائل النقل لكونها تمثل المركز التجاري والسكنى لمدينة القاهرة. هذا فضلا عن كون مدينة القاهرة تضم ٥٥ % من عدد الوحدات الصناعية ، و ٤٦ % من إجمالي عدد العمال ، و٣٩ % من جملة رأس المال ، و٤٠ % من إجمالي سكان الحضر ، ويوجد بها مصانع الأسمنت المسئولة عن ٨٠% من إجمالي إنتاج الأسمنت في مصر ، فضلا عن مصانع الفخار والخزف الصيني والحراريات وقمائن الطوب الأحمر ، وكذلك ارتفاع كثافة عمليات البناء والتشييد المستمرة[١].

هذا ، وتسهم المصادر الطبيعية للتلوث بالأتربة العالقة بنسبة ٤٣ % من إجمالي كميتها في هواء القاهرة[٢]. وقد اقترن هذا التلوث بهبوب العواصف الغبارية لمدة ٥٠ يوما بمتوسط رياح تبلغ سرعتها ٧،٩ عقدة/ساعة ، فضلاً عن انعدام المطر.

وقد أرتفع مجموع التلوث بالغبار في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ ليبلغ ٦٥٩٢٧ ميكروجرام/م^{٣} ، ليعادل ضعف مثيله سنة ١٩٩٦ ، وقد كان ذلك مصحوبا بأكبر عدد من أيام الغبار في محافظة القاهرة إذ بلغ ١٣٨ يوما.

وبمقارنة متوسطات التلوث بالغبار السنوي في محطات الرصد البيئي في مصر ببعض المدن السعودية خلال الفترة ما بين مارس ١٩٧٧ وأبريل ١٩٧٨ حيث بلغت في مدينة الجبيل (على ساحل الخليج العربي) ، ومدينة جدة (على ساحل البحر الأحمر) ، ومدينة الرياض (العاصمة السعودية) على التوالى ١٨٤ و ٩٣٥ و ٩٦٧ ميكروجرام/م^{٣} [٣] نجدها أقل من مثيلاتها في مصر.

---

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٦٨ : ٧١

(٢) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٧٢

(٣) Bradstreet , 1978 p 263.

وكذلك عند مقارنتها ببعض المدن الصناعية في العالم مثل موسكو (روسيا) سنة ١٩٦٢ ، ونيويورك وفيلادلفيا وشيكاغو (الولايات المتحدة الأمريكية) سنة ١٩٥٧ ، وتورانتو (كندا) سنة ١٩٧١ ، وريودى جانيرو (البرازيل) سنة ١٩٨١ حيث بلغت على التوالى٢٧٠ ، ١٨٢ ، ١٧٧، ١١٩ ، ١٥٥ ، ١٠٠ ميكروجرام/م^{٣}[١]. وتعادل هذه المتوسطات نسبة تتراوح بين ٩% و٢٤% من متوسط التلوث السنوي في محطة بنى مزار سنة ١٩٩٥ التي تمثل أعلى تلوث سنوى في مصر.

وتعتبر محافظة دمياط الساحلية أقل المحافظات تعرضا للتلوث بالغبار (شكل ٤)، حيث أن أعلى متوسط سنوي ١٩٩٥ يعادل فقط ما نسبته ١٧،٧ % و٢٤،٢% و٢٨،٤% من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥ ، ومحافظة الجيزة ١٩٩٥، ومحافظة القاهرة ١٩٩٦ على التوالى. ويعادل مجموع التلوث السنوي في هذه المحافظة في نفس العام ما نسبته ٢،١ % و ٦،٢ % و٥،٧ % من ذات المحافظات على التوالي. وتعد محافظة بور سعيد الساحلية أقل المحافظات تلوثا بالدخان (شكل ٣) ، حيث أن أعلى متوسط سنوي ١٩٩٥ يعادل ما نسبته ٥،٤% و ٦،٨ % و ٨،٩ % من مثيله في محافظة الغربية ١٩٩٨ ، ومحافظة الجيزة ١٩٩٨ ، ومحافظة الشرقية ١٩٩٥ على التوالى.

وجدير بالملاحظة انخفاض مستويات التلوث بالدخان في محافظة الإسكندرية الساحلية، إذ يتراوح ما بين ١٠ – ٢٠ ميكروجرام/م^{٣} خلال سنوات الدراسة كمتوسط سنوى لأربع محطات. كما لم يتجاوز فيها المتوسط السنوي للتلوث بالغبار ٤٠٠ ميكروجرام/م^{٣} لمحطاتها الأربع خلال سنوات الدراسة.

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٨

ثانيا : التوزيع الفصلي للتلوث :

١- فصل الشتاء :

يرتفع متوسط التلوث الشتوي بالدخان ليبلغ حده الأقصى في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ (يقترن بأعلى متوسط سنوى للتلوث بالدخان في ذات المحافظة وفى نفس السنة على مستوى جميع المحافظات) حيث بلغ حوالي ٢٢٠ ميكروجرام/م^{٣} في حين أن ٩٦،٥ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز المتوسط ١٠٠ ميكروجرام/م^{٣} (شكل ٥) وقد أرتفع في هذه المحافظة أيضا مجموع التلوث بالدخان ليبلغ ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ليعادل حوالي ٩ أمثال مجموع التلوث بالدخان الشتوي في ٦٣،٨ % من المحافظات في سنوات الدراسة.

وتحتل محافظة القاهرة المرتبة الثانية بعد محافظة الجيزة وفقا لمجموع التلوث بالدخان الشتوي إذ يتراوح بين ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦ و٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٧.

وقد اتجه مجموع التلوث بالدخان الشتوي نحو الزيادة في محافظة المنيا حيث تمثل القمة الثالثة ، إذ يتراوح بين ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥ و٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨.

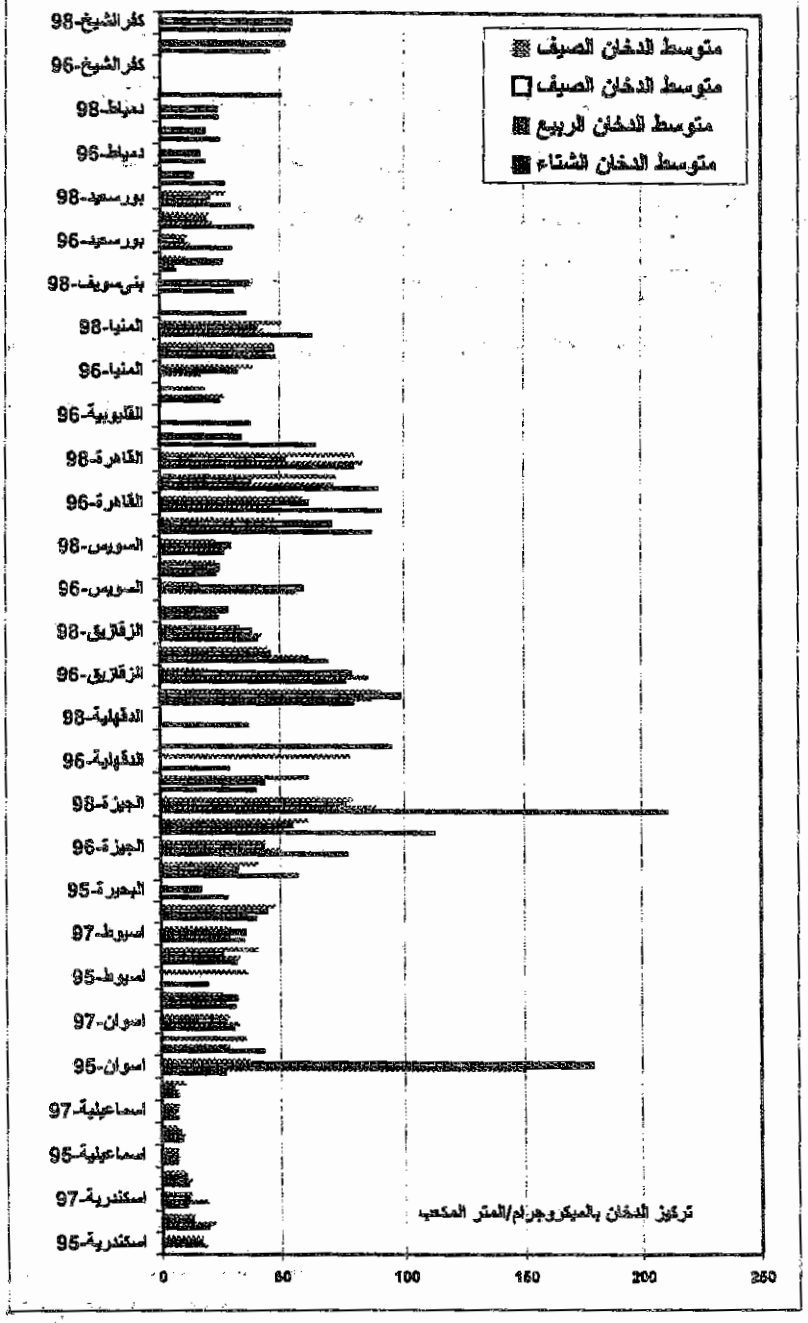
وقد ارتبط ارتفاع مستوى التلوث الشتوي بالدخان في تلك المحافظات الثلاث بارتفاع متوسط الضغط الجوى (١٠١٨ ملليبار) ونشأة التيارات الهوائية وانخفاض سرعة الرياح لتتراوح بين ٤ – ٨ عقدة/ساعة ، ويحول ذلك دون تشتت الدخان خاصة مع ارتفاع الرطوبة النسبية مما يساعد على

تماسك الذرات الدخانية ويجعلها أكثر التصاقا بالطبقات السفلية من الهواء. ويساعد على ذلك أيضاً افتقار هذه المحافظات إلى فاعلية عنصر المطر في إزاحة هذه الملوثات طبيعيا وترسيبها على سطح الأرض إذ لم يتجاوز مجموع المطر الشتوي ٢٥ ملليمترا. ويساعد شيوع تكرار ظاهرة الانقلاب الحراري السطحي في الليالي الشتوية وفى أثناء ساعات الصباح الباكر على حجز هذه الجسيمات الدخانية قريبا من سطح الأرض[١]. وتبلغ النسبة المئوية لتكرارها شتاء على سبيل المثال ٣٥ % من مجموعها السنوي في محطة حلوان سنة ١٩٨٠[٢].

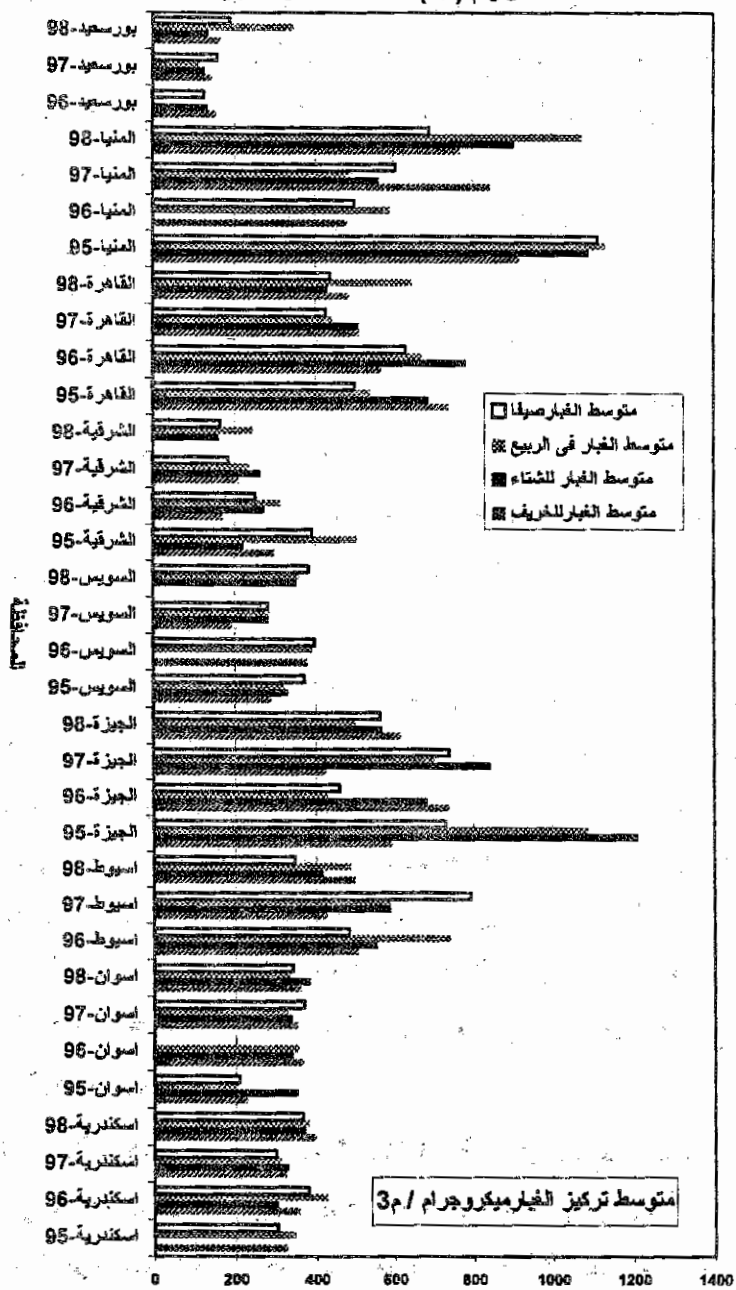
(١) الشرنوبي ،١٩٩٣ ص ٢١٢

(٢) عمرو ، ١٩٨٨ ص ٥

شكل (5) المتوسطات الفصلية للتلوث بالدخان



شكل رقم (6) المعدلات الفصلية للغبار



وتعاني محافظة الجيزة من ارتفاع متوسط التلوث الشتوي بالغبار إذ تحتل المركز الأول بين المحافظات خلال سنوات الدراسة (شكل ٦). إذ بلغ ١٢٠٠ ميكروجرام/م^3 سنة ١٩٩٥(متوسط محطتي الطلبية والحوامدية ، وقد احتلت المركز الثاني من حيث المتوسط السنوي للتلوث بالغبار في نفس السنة). ويعد هذا المستوى من متوسط التلوث مرتفعا حين العلم بأن ٥٠ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها المتوسط الشتوي عن ٤٠٠ ميكروجرام/م^3 ، و٥ % منها يتراوح فيها المتوسط بين ٦٠٠ – ٨٠٠ ميكروجرام/م^3 ، و٢ % منها يتراوح فيها المتوسط بين ٨٠٠ – ١٠٠٠ ميكروجرام/م^3.

وتحتل محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ الترتيب الثاني بعد محافظة الجيزة فيما يتعلق بالمتوسط الشتوي للتلوث بالغبار (احتلت في نفس العام أيضا المركز الأول للمتوسط السنوي للتلوث بالغبار ١٠٦٥،١ ميكروجرام/م^3) حيث بلغ ١١٠٠ ميكروجرام/م^3.

وينخفض مجموع التلوث الشتوي بالغبار عن مثيله بالنسبة للدخان (على العكس من المتوسطات الشتوية لكل منهما) حيث أن أقصى مجموع للتلوث الشتوي بالغبار لم يصل إلى ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م^3 ، بينما يقابله بالنسبة للدخان ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م^3. ويتضح ذلك أيضا من كون ٤٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث بالغبار الشتوي إلى أقل من ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^3 ، و٨ % منها يتراوح بين ٥٠٠٠ – ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^3 ، و٦ % منها يتراوح ما بين ١٠٠٠٠ – ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م^3.

وتظهر ثلاث قمم لمجموع التلوث بالغبار الشتوي تمثلها محافظة المنيا سنة ١٩٩٥و١٩٩٨ حيث بلغ فيهما حوالي ٢٤٠٠٠ ميكروجرام/م^3 ، والثالثة في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٧ حيث بلغ حوالي ٢٢٠٠٠ ميكروجرام/م^3.

وفيما يتعلق بأقصى تركيز للتلوث الشتوي بالغبار فإنه لم يتجاوز في سائر المحافظات خلال سنوات الدراسة ١٩٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، والاستثناء الوحيد لذلك حدث في محافظة الغربية سنة ١٩٩٧ إذ بلغ ٦٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} تقريبا أي ما يعادل ثلاثة أمثال الحد الأقصى في المحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة ، كما يعادل ٣،٨ مثلا لأقصى تركيز للتلوث بالدخان الشتوي حيث بلغ ١٦٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في محافظة الدقهلية سنة ١٩٩٧.

ويتضح مما سبق أن ، المتوسطات الشتوية للتلوث بالغبار تفوق مثيلتها بالنسبة للدخان في سائر المحافظات (شكل ٥ و ٦) ، بينما يرتفع مجموع التلوث بالدخان مقارنة بنظيره بالنسبة للغبار ، مما يشير إلى أن الجسيمات الدخانية أكثر بقاء في الهواء لدقتها الشديدة مقارنة بالجسيمات الغبارية مما يزيد من تراكم تركيز الأولى مقارنة بالثانية.

٢ - فصل الربيع :

قد ارتفع متوسط التلوث الربيعي بالدخان ليبلغ حده الأقصى في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ حيث بلغ ١٥٠ ميكروجرام/م^{٣} ، بينما لم يتجاوز ٩٠ ميكروجرام/م^{٣} في سائر المحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة ، بل أن ٤١ % منها لم يتجاوز فيها المتوسط ٤٠ ميكروجرام/م^{٣}. وقد انعكس ذلك في ارتفاع الانحراف المعياري في هذه المحافظة وفي نفس السنة ليبلغ ٩٨ ميكروجرام/م^{٣} ممثلا الحد الأقصى ليس فقط في محافظة أسوان ، بل وسائر المحافظات خلال الدراسة.

ويعتبر هذا المتوسط غريبا على هذه المحافظة التي لم يتجاوز فيها المتوسط ٣٥ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل ٢٣ % تقريبا من ذلك المتوسط سنة ١٩٩٥. ومما يذكر أن ، مجموع التلوث بالدخان الربيعي في محافظة

أسوان خلال سنوات الدراسة لم يبلغ ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل ١٠ % من أعلى مجموع للتلوث الربيعي بالدخان في المحافظات الأخرى.

وقد حدث هذا المستوى المرتفع من التلوث في هذه المحافظة في ظل ظروف مناخية ساعدت على ذلك حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط درجة الحرارة اليومية ٣١ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ٣٩ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٢٤ درجة مئوية) ، وانخفاض متوسط الضغط الجوى ١٠٠٨ ملليبار ، وانخفاض متوسط الرطوبة النسبية ١٩ % ، وارتفاع سرعة الرياح ١٠،٨ عقدة/ساعة.

وتحتل محافظة الجيزة المركز الثاني بعد محافظة أسوان من حيث متوسط التلوث الربيعي بالدخان سنة ١٩٩٨ (احتلت المركز الأول في التلوث بالدخان الشتوي سنة١٩٩٨ أيضا) حيث بلغ ٩٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل ٦٠ % من مثيله في محافظة أسوان سنة١٩٩٥ و ٤٥% من متوسط التلوث الشتوي بالدخان في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨.

وقد بلغ أقصى مجموع للتلوث الربيعي بالدخان في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ (مجموع الدخان في ١٢ محطة) بلغ ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، وتتمثل القمة الثانية في محافظة القاهرة أيضا سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}. ويعد هذا المستوى من التلوث في هذه المحافظة مرتفعا حين مقارنته بالمحافظات الأخرى ، إذ يعادل ضعف أعلى مجموع للتلوث وقد كان في محافظة الإسكندرية سنة ١٩٩٥ (مجموع أربع محطات) وبلغ ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}. بل أن ٣٢ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموع التلوث الربيعي بالدخان ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، وأن ٩١ % منها لم يتجاوز ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}.

وتعانى محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ من أعلى متوسط للتلوث الربيعي بالغبار، واحتلت أيضا المركز الثاني بالنسبة لمتوسط التلوث الشتوي بالغبار

بعد محافظة الجيزة ، كما احتلت المركز الأول من حيث متوسط التلوث السنوي بالغبار سنة ١٩٩٥.

وقد بلغ متوسط التلوث الربيعي بالغبار في محافظة المنيا (٤ محطات) حوالي ١١٥٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥. وارتفع أيضا في محافظة المنيا سنة ١٩٩٨وكذا في محافظة الجيزة سنة١٩٩٥ ليبلغ ١١٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ليمثلا معا القمة الثانية لأعلى متوسط تلوث ربيعي بالغبار. وهنا تجدر الإشارة إلى أن متوسط التلوث الشتوي كان مرتفعا أيضا في المحافظتين حيث احتلت محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ المركز الأول ، ومحافظة المنيا سنة ١٩٩٥ المركز الثاني ، ومحافظة المنيا سنة ١٩٩٨ المركز الثالث. وتعتبر قيم هذه المتوسطات مرتفعة خاصة وأن متوسط التلوث الربيعي بالغبار لم يتجاوز في المحافظات الأخرى في سنوات الدراسة ٧٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل نصف مثيله في هذه المحافظات الثلاث تقريبا. وينخفض متوسط التلوث الربيعي في سائر المحافظات ومن بينها محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ حين يسجل أقصى تلوث شتوي بالدخان.

ويرتفع مجموع التلوث الربيعي بالغبار ليبلغ حده الأقصى في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ أيضا (كما هو الحال بالنسبة للمتوسط) حيث بلغ ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}. ويصبح هذا التلوث مرتفعاً حينما نعلم أن ٢٢،٤ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث بالغبار إلى ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ٢٠ % من مثيله في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ ، وأن ٨٨% منها لا يتجاوز فيها المجموع ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}.

وتحتل محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ المركز الثاني بالنسبة لمجموع التلوث الربيعي بالغبار(احتلت المركز الأول بالنسبة لمجموع التلوث الربيعي بالدخان ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣})٠ حيث بلغ ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} تقريبا

أي ٨٠ % من مثيله في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥. كما احتلت محافظة المنيا المركز الثالث بنصيب بلغ ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨.

ويستنتج مما سبق أن هناك ارتفاعاً في مستوى التلوث سواء بالدخان أو الغبار في محافظة القاهرة خلال فصل الربيع سنة ١٩٩٨. وقد يسهم في ذلك ارتفاع نصيب فصل الربيع من عدد الانقلابات الحرارية حيث تعادل ٢٧ % من إجمالي عددها في محطة حلوان سنة ١٩٨٠ – على سبيل المثال – لتمثل المركز الثاني بعد فصل الشتاء[١]. هذا فضلا عن نشاط حركة المنخفضات الجوية الخماسينية الصحراوية خلال فصل الربيع التي تجذب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية فتتبعها عواصف ترابية قد تستمر لمدة نصف ساعة[٢]. وتسهم أيضا الظروف المناخية الأخرى سواء في محافظة القاهرة أو المنيا خلال فصل الربيع في ارتفاع مستوى التلوث بالجسيمات العالقة سواء الدخانية أو الغبارية حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٥ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٢ – ٣٥ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٤ – ١٧ درجة مئوية)، وانخفاض متوسط الرطوبة النسبية ٤٢–٤٥% وندرة المطر الربيعي (صفر – ٤ ملم) ، وارتفاع سرعة الرياح (متوسط السرعة ربيعا ١٠ عقدة/ساعة) خلال فصل الربيع للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد المناخية الموضحة في جدول (١).

٣ - فصل الصيف :

ارتفع متوسط التلوث الصيفي بالدخان في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ ليبلغ ١٨٠ ميكروجرام/م^{٣} كما هو الحال بالنسبة لمتوسط التلوث الربيعي بالدخان (١٥٠ ميكروجرام/م^{٣}). ويعد هذا المتوسط مرتفعا حينما نعلم أن ٩١

---

(١) عمرو ، ١٩٨٨ ص ٦.

(٢) يوسف ، ١٩٩٨ ص ٤٨.

% من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها متوسط التلوث الصيفي بالدخان ٦٠ ميكروجرام/م^{3} أي يعادل ثلث نظيره في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥.

ويرتفع متوسط التلوث الصيفي بالدخان في محافظة الشرقية سنة ١٩٩٥ ليبلغ ١٠٠ ميكروجرام/م^{3} ممثلا المركز الثاني بعد محافظة أسوان. وهذا المتوسط يقترب من مثيله في فصول السنة الأخرى في هذا العام تحديدا في محافظة الشرقية ، وإن كان لم يمثل الحدود القصوى للتلوث حين مقارنته بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة في جميع فصول السنة باستثناء فصل الصيف.

ويبلغ الحد الأقصى لمجموع التلوث الصيفي بالدخان حوالي ٤٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{3} في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ (يقترب من مثيله في فصل الربيع ٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{3} ، وينخفض كثيرا عن نظيره في فصل الشتاء ٣٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{3} كمجموع ١٢ محطة بالمحافظة). ويعتبر هذا المستوى من التلوث مرتفعا بحق إذ أن ٩٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموعه ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{3} (أي يعادل ٤٤ % من مثيله في محافظة القاهرة) ، بل و٧٤ % منها لم يتجاوز فيها ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{3}.

وينخفض مجموع التلوث الصيفي بالدخان في محافظة أسوان سنة ١٩٩٥ إلى ١٢٠٠٠ ميكروجرام/م^{3} (في حين كانت تحتل المركز الثاني من حيث المتوسط) ، مع الأخذ في الاعتبار أن هذا المجموع يمثل ١٢ محطة في محافظة القاهرة مقابل ثلاث محطات في محافظة الشرقية ومحطة واحدة في أسوان.

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث بالدخان صيفا في محافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ (يوجد بها ٥ محطات) حيث بلغ حوالي ٩٠٠٠ ميكروجرام/م^{3}. ويعد

هذا التركيز مرتفعا قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة إذ لم يتجاوز ٥٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، بل وينخفض أيضا إلى ما دون ذلك كثيرا في ذات المحافظة في السنوات الأخرى. ويعتبر هذا التركيز من القيم الشاذة التي يصعب تفسيرها إلا من خلال رصد حالة الطقس خلال نفس الفترة الزمنية التي سجل فيها هذا التركيز الخطير من التلوث.

وقد بلغ أعلى متوسط صيفي للتلوث بالغبار ١١٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ (متوسط ٤ محطات). ويعد هذا المتوسط مرتفعا قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة حيث أن ٨٧،٩ % منها لم يتجاوز فيها ٦٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل ٥٤،٥ % من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥.

وتحتل محافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ (متوسط محطتين) المركز الثاني حيث بلغ متوسط التلوث ٨٠٠ ميكروجرام/م^{٣} (يعادل ٧٢،٧ % من مثيله في محافظة المنيا ١٩٩٥).وتتمثل القمة الثالثة لمتوسط التلوث الصيفي بالغبار في محافظة الجيزة في عامي ١٩٩٥و١٩٩٧ بمتوسط بلغ حوالي ٧٥٠ ميكروجرام/م^{٣} (شكل ٦).

وهكذا يرتفع مستوى التلوث الصيفي بالغبار في صعيد مصر حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٨ – ٣٠ درجة مئوية ، متوسط الحرارة الصغرى ٢٢ – ٢٣ درجة مئوية ، درجة الحرارة العظمى ٣٥ درجة مئوية)، وانخفاض متوسط الضغط الجوى ١٠٠٦ – ١٠١١ ملليبار ، ورياح متوسطة السرعة ٤ – ٧ عقدة/ساعة خلال فصل الصيف للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول (١). و تساعد هذه الظروف المناخية على نشاط عمليات التسخين والتيارات الهوائية الصاعدة خاصة مع انخفاض الرطوبة النسبية ، مما يتيح للجسيمات الصلبة العالقة حرية الحركة والنشاط

ومن ثم ترتفع إلى طبقات الهواء معها ذرات الغبار ، فيزيد تركيزه ويرتفع التلوث بالغبار.

ومما يثير الانتباه حقا، ارتفاع متوسط التلوث بالغبار الصيفي في إحدى محافظات الدلتا وهى محافظة القليوبية التي تحتل رأس الدلتا ، حيث بلغ سنة ١٩٩٥ حوالي ٧٥٠ ميكروجرام/م^{٣} كمثيله في محافظة الجيزة ١٩٩٥ و١٩٩٧. وهى المحافظة الوحيدة في شمال مصر التي ارتفع فيها مستوى التلوث بالغبار صيفا.

وتتمثل القمة الأولى لمجموع التلوث الصيفي بالغبار في محافظة الجيزة في عامي ١٩٩٧ و١٩٩٨ حيث بلغ فيهما حوالي ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}. وتمثل محافظة المنيا القمة الثانية (وتمثل القمة الأولى بالنسبة للغبار الشتوي والربيعي) حيث بلغ ٢١٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥. ويعتبر التلوث الصيفي بالغبار في محافظتي الجيزة والمنيا مرتفعا خاصا عند العلم بأن ٣٧،٩ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها مجموع التلوث الصيفي بالغبار ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، و٨٢،٧ % منها لم يتجاوز ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}.

وقد سجل في محافظة الجيزة أقصى تركيز للتلوث الصيفي بالغبار سنة ١٩٩٧ ليبلغ حوالي ٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} (وقد كانت كذلك بالنسبة لأقصى تركيز ربيعي بالغبار حيث بلغ حوالي ٢٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}). ويرتفع كثيرا هذا التركيز حينما نعلم أن ٨٧،٩ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها أقصى تركيز للتلوث الصيفي ١٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ١/٥ مثيله في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٧. وقد تبع ارتفاع هذا التركيز ، ارتفاع في الانحراف المعياري ليبلغ ١٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في حين لم يتجاوز خلال صيف السنوات الأخرى ٤٢٠ ميكروجرام/م^{٣} تقريبا. ويدل ذلك على أن هذا التركيز يمثل نموذجا للقيم

الشاذة التي ارتفعت كثيراً عن المتوسط الصيفي للتلوث بالغبار في هذه المحافظة. ويتعذر تفسير هذا التركيز المرتفع إلا في ضوء أحوال الطقس المصاحبة له خلال نفس الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التركيز.

٤- فصل الخريف :

ينخفض متوسط التلوث الخريفي بالدخان ليمثل المستوى الأدنى إذ يبلغ ٩١ ميكروجرام/م^{٣} (الشتاء ٢٢٠ ، الصيف ١٨٠ ، الربيع ١٥٠ ميكروجرام/م^{٣}). وقد سجل أعلى متوسط للتلوث في محافظة الشرقية خريفاً سنة ١٩٩٥ (يقابله شتاءً في محافظة الجيزة ١٩٩٧ ، وصيفا في محافظة أسوان ١٩٩٥ ، وربيعا في محافظة الجيزة ١٩٩٨).

وقد تمثلت القمة الثانية في ثلاث محافظات تكاد يتشابه فيها متوسط التلوث الخريفي بالدخان وهى محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨ ، ومحافظة الدقهلية سنة ١٩٩٦، ومحافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ ، حيث بلغ المتوسط ٨٠ ميكروجرام/م^{٣}. وقد انخفض المتوسط في ٤٦،٧ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة إلى ما دون ٤٠ ميكروجرام/م^{٣} أي نصف التلوث الذي يمثل القمة الثانية (شكل ٥).

ويعد مجموع التلوث الخريفي بالدخان هو الأكثر ارتفاعا مقارنة بالفصول الأخرى (الشتاء ٤٥٠٠٠ في محافظة الجيزة ١٩٩٨ ، الربيع ٤٨٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨ ، الصيف ٤٥٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨) حيث بلغ ٦٥٠٠٠ في محافظة القاهرة١٩٩٨ ، كما بلغت القمة الثانية ٤٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، والثالثة ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٧ و١٩٩٦ بالتوالي. وهكذا فإن محافظة القاهرة هي الأكثر تلوثا بالدخان خلال فصول الخريف والربيع والصيف ، ولعل

ذلك لكونها تضم ١٢ محطة رصد ، فضلا عن حدوث ٢٤ % من الانقلابات الحرارية السطحية خريفا كما أوضحت محطة الرصد في حلوان ١٩٨٠[١].

وتحتل محافظة المنيا الترتيب الثاني بعد محافظة القاهرة حيث بلغ مجموع التلوث الخريفي بالدخان ٢٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في محافظة المنيا في صيف عامي ١٩٩٧ و١٩٩٨ أي ما يعادل ٣٨ % من مثيله في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨.

وقد صاحب هذا التلوث الخريفي في محافظة القاهرة والمنيا انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط درجة الحرارة اليومية ١٩ – ٢٠ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٥ – ٢٦ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٣ – ١٥ درجة مئوية) ، وبداية تكوين الضغط الجوي المرتفع ١٠١٧ ملليبار ، ورياح متوسطة السرعة ٥ – ٧ عقدة/ساعة ، فضلا عن ندرة المطر الخريفي صفر – ١٠ ملليمترات وبالتالي افتقاد دورها الإيجابي في إزاحة الجسيمات الدخانية العالقة في الهواء خلال فصل الخريف للفترة ما بين ١٩٩٥ – ١٩٩٩ بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول (١).

وجدير بالذكر أن ، ٩١،٣ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة ينخفض فيها مجموع التلوث الخريفي بالدخان إلى ما دون ٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، بل أن ٨١ % منها ينخفض إلى ما دون ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ما يعادل ١٥ % من مثيله في محافظة القاهرة سنة ١٩٩٨.

ويرتفع المتوسط الخريفي للتلوث بالغبار في محافظة المنيا حيث بلغ ٩٠٠ و٨٥٠ و٧٧٠ ميكروجرام/م^{٣} في سنوات ١٩٩٥ و١٩٩٧ و ١٩٩٨. وترتفع هذه المتوسطات قياسا بالمحافظات الأخرى خلال سنوات الدراسة

(١) عمرو ، ١٩٨٠ ص ٦.

حيث انخفض المتوسط في ٣١ % منها إلى ما دون ٤٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، و ١٣،٧% منها تراوح فيها ما بين ٤٠٠ – ٦٠٠ ميكروجرام/م^{٣} (شكل ٦).

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث الخريفي بالغبار في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ حيث بلغ ١٧٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، وتسجل القمة الثانية في محافظة المنيا سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ١٥٠٠ ميكروجرام/م^{٣} تقريبا. وتتضح خطورة هذه التركيزات القصوى حين العلم بأن ٣١ % من المحافظات خلال سنوات الدراسة لم يتجاوز فيها ٨٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي نصف التركيز في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨.

وقد بلغ أيضا مجموع التلوث الخريفي بالغبار أقصاه في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨ حين بلغ تركيزه ٣٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} (يقابله صيفا ٢٥٠٠٠ في محافظة الجيزة ١٩٩٨ ، وشتاء ٢٥٠٠٠ في محافظة المنيا ١٩٩٥، وربيعا ٢٥٠٠٠ في محافظة القاهرة ١٩٩٨). وتأتي محافظة المنيا في المرتبة الثانية حيث بلغ مجموع التلوث ٢٢٠٠٠و٢٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في صيف عامي ١٩٩٨ و١٩٩٥، كما بلغ في محافظة القاهرة حوالي ١٩٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨.

ويتضح حين مقارنة هذا التلوث بمثيله بالمحافظات الأخرى أن ٤٨،٣ % منها ينخفض فيها التلوث إلى مادون ١٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} ، وأن ٤٣ % منها ينخفض إلى ما دون ١٠٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣} أي ثلث مثيله في محافظة الجيزة سنة ١٩٩٨. وقد صاحب ارتفاع التلوث الخريفي بالغبار في هذه المحافظات الثلاث (الجيزة والمنيا والقاهرة ١٩٩٨) انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٩ – ٢٠ درجة مئوية ، متوسط الحرارة العظمى ٢٦ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٩ – ٣٢ درجة مئوية ، متوسط الحرارة الصغرى ١٣ – ١٥ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٨ – ١٢ درجة مئوية) وبداية تكوين ضغط جوي

مرتفع ١٠١٨ ملليبارا ، ورياح متوسطة السرعة ٤ – ٧ عقدة/ساعة ، وندرة المطر الخريفي صفر – ١٠ ملليمترات.

وهكذا يرتفع مستوى التلوث بالغبار في محافظات الصعيد حيث بلغ المتوسط السنوي أقصاه في محافظة المنيا سن ١٩٩٥ ومحافظة الجيزة سنة ١٩٩٥. وكذلك بلغ المتوسط الشتوي والربيعي أقصاه في محافظة الجيزة سنة١٩٩٥ والمنيا سنة ١٩٩٥ ، أما المتوسط الخريفي فقد بلغ أقصاه في محافظة المنيا في السنوات ١٩٩٥ و١٩٩٧ و١٩٩٨ وفى محافظة الجيزة سنة ١٩٩٥. وقد بلغ المتوسط الصيفي أقصاه في محافظة المنيا سنة ١٩٩٥ ومحافظة أسيوط سنة ١٩٩٧ومحافظة الجيزة في صيف عامي ١٩٩٥ و ١٩٩٧.

ثالثا : التوزيع الشهري للتلوث :

يمكن دراسة التوزيع الشهري للتلوث من خلال بحث العناصر التالية :

أ – المتوسط الشهري.

ب – أكبر تركيز شهري.

ج – أقل تركيز شهري.

د – مجموع التلوث الشهري

أ– المتوسط الشهري :

يستأثر شهر ديسمبر بأعلى قيم المتوسطات الشهرية للتلوث بالدخان خلال سنوات الدراسة حيث يتراوح المتوسط بين ٣٩،٨ ميكروجرام/م^3 كحد أدنى سنة ١٩٩٥، وبين ٩١،٨ميكروجرام/م^3 سنة ١٩٩٨ كحد أقصى (شكل ٧).

ويأتي شهر يناير ليحتل المركز الثاني من حيث المتوسط الشهري للتلوث بالدخان إذ يتراوح المتوسط بين ٤٨ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦ وبين ٧٦ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٩. وهكذا ترتفع المتوسطات الشهرية لتمثل حدها الأقصى في شهور فصل الشتاء كما بلغ خلاله أعلى متوسط فصلى للتلوث بالدخان (٢٢٠ ميكروجرام/م^{٣}).

ويرتبط هذا التلوث الشهري بانخفاض درجة الحرارة (متوسط الحرارة اليومية ١٨ – ٢٠ درجة مئوية ، ومتوسط الحرارة الصغرى ٨ – ١٠ درجة مئوية ، و أقل درجة حرارة صغرى ٦ – ٨ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ١٦ – ٢٠ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٢ – ٢٥ درجة مئوية كما في شكل ٨)، وارتفاع الضغط الجوى ١٠١٧ – ١٠١٩ ملليبارا، وارتفاع الرطوبة النسبية ٥٩ – ٦٥ % ، وندرة المطر صفر–٧ ملليمترات (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول ١). وتساعد هذه الظروف المناخية على نشاط التيارات الهوائية الهابطة مما يحول دون تشتت الدخان إلى أعلى ، وتجعل الرطوبة النسبية المرتفعة الجسيمات الدخانية العالقة أكثر ارتباطا بالطبقات السفلية من الهواء.

وتظهر القمة الشهرية الثالثة في شهري أكتوبر ونوفمبر على حد سواء ، وقد تراوح خلالهما المتوسط بين ٢٨،٦ ميكروجرام/م^{٣} في شهر أكتوبر سنة ١٩٩٥ وبين ٦٧،٩ ميكروجرام/م^{٣} في شهر نوفمبر سنة ١٩٩٨. وهكذا تظهر القمة الثالثة خلال شهور فصل الخريف الذي حظي بأقصى مجموع فصلى للتلوث بالدخان (٦٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}).

ويتضح مما سبق أن أعلى المتوسطات الشهرية للتلوث بالدخان تمتد خلال الفترة ما بين شهري أكتوبر ويناير لتمثل هذه الشهور الأربع قمة التلوث الشهري بالدخان في سائر المحافظات خلال سنوات الدراسة (شكل ٧).

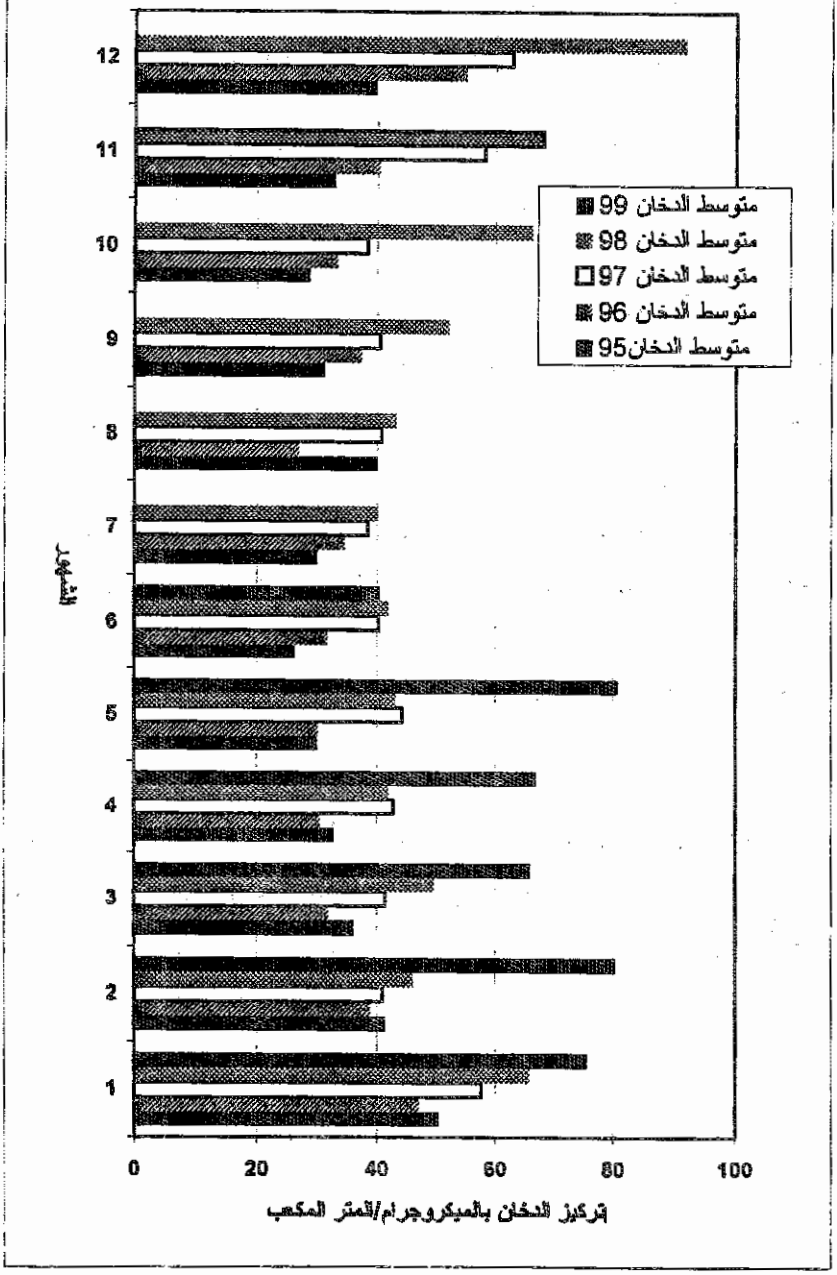
أما المتوسطات الشهرية للتلوث بالغبار ، فإن شهر يناير يمثل القمة الأولى، إذ يتراوح المتوسط بين ٦٤٢،٦ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦ كحد أقصى ، وبين ٤٦١،٥ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٧ كحد أدنى.

ويمثل شهر فبراير القمة الثانية إذ يتراوح متوسط التلوث ما بين ٦٣٢ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥ وبين ٤١٨ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٦. وهكذا تظهر قمة التلوث الشهري بالغبار خلال شهري يناير وفبراير ضمن فصل الشتاء الذي يمثل أقصى متوسط فصلي للتلوث بالغبار (١٢٠٠ ميكروجرام/م^{٣}). ويصاحب هذا التلوث انخفاض في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٥ – ١٦ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٩ – ١٠ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٦ – ٧ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ١٩ – ٢٠ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٢٥ – ٢٦ درجة مئوية ، وارتفاع الضغط الجوي ١٠٢٠ – ١٠٢٣ ملليبار ، وارتفاع الرطوبة النسبية ٦٠ – ٦٥ % ، وندرة المطر ٤ – ٥ ملليمترات (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول ١) .

ويرتفع أيضا متوسط التلوث بالغبار في شهري يناير وفبراير في دراسة عن تلوث الهواء بالأتربة العالقة في منطقة شبرا الخيمة سنة ١٩٨٨ إذ بلغ ٨٠٥ ميكروجرام/م^{٣} في يناير و٦٨٧ ميكروجرام/م^{٣} في فبراير[١].

(١) الصادق ، ١٩٩٣ ص ٨٥.

شكل (7) المتوسط الشهرى للتلوث بالدخان



جدول (٣) التوث بالغبار بالميكروجرام/ م٣

١٩٩٥					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٣١٤٧٢	٦١٧	٢٧٧	١٥١٨,٦	٢٦٠,٧
الإسكندرية	٢٩٧٢٢,٧	٣٢٣	١٢٣,٣	٩٧٥,٦	٢٣١
بورسعيد	لم ترصد				
السويس	١٠٦٥٥	٣٣٢,٩٣	١٣٦	٥٠٥	٨٩,٧
دمياط	١٨٨١	١٨٨	٩٥	٦٦٣,٥	١٦٩,٧
الدقهلية	٣١٣٢	٢٦١	١٤٠	٣٢٢	٥٩,٩٦
الشرقية	١٥٤٠٢,٨	٣٥٨	١٣٢,٥	٩٥٥	٢٣٠,٣
الغربية	لم ترصد				
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	١٠٨١٦	٣٠٠,٤	١١٨	٤٠٠	٨٤,٣
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٣٠٣٠٣,٨	٧٧٧	٢٨٦	١٨٤٧	٣٩١,٥
المنيا	٨٩٤٦٥	١٠٦٥,١	٥١٥,٤	١٤٢٣,٢	١٩٤,١
أسيوط	لم ترصد				
أسوان	٦٩٦٧,٨	٧٣٢,٣	١٠٨	٤١٠,٨	٨١,٥
الفليوبية	٥٤١٩,٢	٦٠٢	١٧٨,٩	١٠٣٧	٢٦٣,٨
١٩٩٦					
المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
القاهرة	٣٣٠٨٨,٦	٦٦١,٨	٢٥١	١٣٣٢	٢٣٥,٦
الإسكندرية	٤١٥٣,٣	٣٧٠,٨	١٢١,٩	١٠٧٩,٥	٢٤٩,٤
بورسعيد	٢١٥٢,٥	١٤٦٦	٧٥,١	٢١٧,٨	٤١,٥
السويس	٦٢١٥,٥	٣٨٨,٥	٣٠٤,٥	٤٨٠	٤٦
دمياط	٤٢٢١,٥	١٥٦,٤	٩٨	٣٢٦	٥٨,٥
الدقهلية	لم ترصد				
الشرقية	٩١٩٤,٨	٢٥٥,٤	١٧٦,١	٥٤٩,٥	٦٨,٩
الغربية	٤١٤٦١	٤٦٠,٣	٢٩٦,١	٦٨٣,٦	١٠٤,٥
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				

الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	١٦٨٨٨,٧	٦٢٥,٥	٢٨٣,١	١١٥٤	٢٤٨,٣
المنيا	٢٨٣٠٣	٥٢٤	٣٧٠,١	٨١٥,٤	١١٨,٤
أسيوط	٣٥٤٧٤	٥٧٢,٢	٢٢٤	١٤٥٩	٢٤٩,٩٦
أسوان	١١٣٠٢,١	٣٥٣,٢	٢٠٢	٧٩١	٩٦,٢
القليوبية	لم ترصد				

٧١٩٩

المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
القاهرة	٣١٦٥٠,٨	٤٧٩,٦	١١٣	١١٩٥	١٨٣,٩
الإسكندرية	٣٢٥٥٧,٩	٣١٦,١	١٦٣,٢	٧٤٠,٩٧	١٥٩,٣
بورسعيد	٧٦١٦١	١٣٨,٤	٤٩,١	٢٣٨,٦	٤٧,٨
السويس	١١٣٧٨	٢٥٨,٦	٩٦	٤٧٥	١١٠,٢
دمياط	٣٦٩٨	١٦٠,٨	١٠٨	٥٣٧	٨٦,٧
الدقهلية	لم ترصد				
الشرقية	٩٥٥٢,٩	٢٠٧,٧	١٦٢,٩	٤٠٢,٨	٥٦,٩
الغربية	٣٦٨٣٣,٩	٤٤٣,٨	١٧١	٨٨٥	١٤٥,٥
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٦٩٨٨٦,٣	٦٦٥,٦	٦٨,٦	٤٨١٥,٥	٦٢٤,٣
المنيا	٥٥٧٨٢,٦	٦١٩,٨	٢١٧,٣	١٤٦٧	٢٢٢,٧
أسيوط	٢٧٦٧٨	٦٠١,٧	١٨٩	١٦٥٧	٢٨٧,٣
أسوان	١٧٣٣٨	٣٤٦,٨	٢٠٢,٢	٤١٩,٨	٤٠,٧
القليوبية	لم ترصد				

٨١٩٩

المحافظة	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
القاهرة	٦٥٩٢٧	٤٩٥,٧	٥٧	٢٥٣٠	٢٨,٦
الإسكندرية	٣٥٥٦٢,٧	٣٧٨,٣	١٨٨	٩٤٢,٦	٣٩,٩
بورسعيد	١٥٥٤١,٧	٢١,٩٧	٦٢,٨	٤٦٣٠,٧	٥٠,٨
السويس	١٠٩٣٥,٨	٣٦٤,٥	٢١٦	٤٩٩,٧	٦٨,٦

دمياط	٣٢٢٦	١٦٩,٧٩	١٠٨	٢٤٥	٤٢,٣
الدقهلية	١٠٨٩,١	٢٧٢,٣	٢٦٠	٢٨٧,٨	١١,٨
الشرقية	٤٩١٨	١٩٦,٧	١١٣,٧	٣٢٨,٦	٢,٩٧
الغربية	١٠٨١١	٥٤٠,٦	٢٩٠	٨١٣,٦	٥٦,٩
كفر الشيخ	لم ترصد				
البحيرة	لم ترصد				
الإسماعيلية	لم ترصد				
الجيزة	٨١٤٠٣,٧	٥٧٣,٣	٩١	١٦٧٩	٥٩,٦
المنيا	٧١٦٧٥,٦	٨٥٣,٣	١١٨,٤	١٣٥٥,٩	٢٢,٦
أسيوط	٣٨٠٤٣,٨	٤٣٨,٢	١٨١	١٢١٠	٩٤,٨
أسوان	١٦٣٠٠,١	٣٥٤,٤	٢٤٠,٣	٤١٩,٨	٤١,٧
القليوبية	لم ترصد				

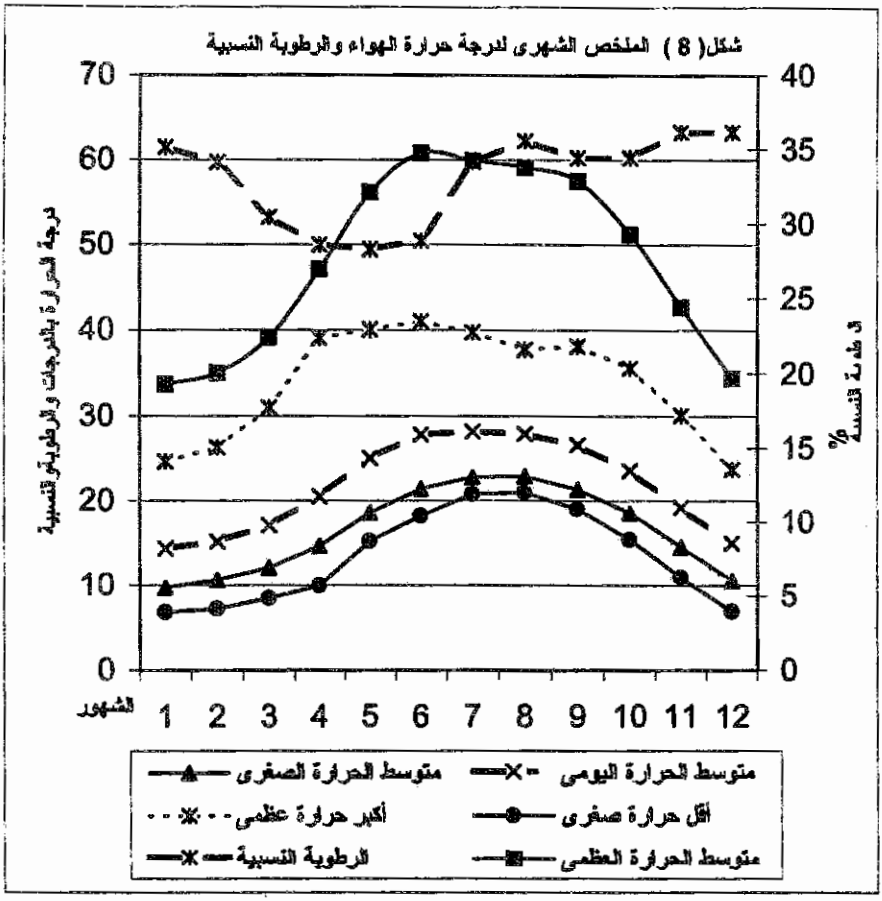
وتظهر القمة الثالثة لمتوسط التلوث الشهري بالغبار في شهر مارس ليتراوح ما بين ٥٠٠ – ٦٠٠ ميكروجرام/م^3 (باستثناء سنة ١٩٩٧ حين انخفض إلى ٣٣٨ ميكروجرام/م^3). وهكذا تمتد قمة التلوث الشهري بالغبار من شهر يناير إلى شهر مارس (شكل ٩) مما يشير إلى أن مصدر هذا الغبار يرجع في المقام الأول إلى الانبعاث من المصادر البشرية وأن تأثير المصادر الطبيعية سواء العواصف الرملية أو الترابية خلال فترة الرياح الخماسينية محدودا إذ أن ارتفاع متوسط التلوث لم يرتبط بشهور سيادة هذه الرياح المتربة. هذا على الرغم من مساهمة الظروف المناخية في زيادة مدة بقاء هذه الجسيمات الغبارية الصلبة عالقة بالهواء – قريبا من سطح الأرض – لفترات طويلة ، مما يتبعه ارتفاع في متوسط التلوث بالغبار خلال هذه الشهور الثلاثة.

ومن الجدير بالملاحظة ، ارتفاع متوسط التلوث الشهري بالغبار في شهر مايو سنة ١٩٩٧ ليبلغ ٥٠٤،٦ ميكروجرام/م^3 على الرغم من انخفاضه في سنوات الدراسة الأخرى وقد ارتبط ذلك بالعاصفة التي هبت على مصر يوم ١٩٩٧/٥/٢. إذ تعرض شمال مصر خاصة مدينة القاهرة في حوالي

الساعة الثالثة بعد الظهر إلى حالة من حالات عدم الاستقرار الشديد تخللها نشاط للرياح المثيرة للرمال وصلت إلى حد الإعصار. واستتبع ذلك تدنى في مدى الرؤية الأفقية لأقل من ٣٠ مترا ، ومن ثم غطت الأتربة والرمال سماء القاهرة ، بالإضافة إلى تشكيل السحب المنخفضة التي أدت إلى حجب أشعة الشمس فحدث ظلام مؤقت وقد ارتبطت هذه الحالة بتكون المنخفض الجوى الصحراوي في وسط الصحراء الغربية. وتبع ذلك ارتفاع في درجة حرارة الهواء في مدينة القاهرة إلى ٣٦ درجة مئوية ، وانخفض الضغط الجوي إلى ١٠٠٧ ملليبار ، ونشطت رياح جنوبية غربية نشطة سرعتها ٢٠ عقدة/ساعة. ثم تحرك المنخفض الجوي بسرعة فائقة من الغرب نحو الشرق نتيجة لوجود تيار من الهواء النفاث اتجاهه جنوبي غربي في طبقات الجو العليا بسرعة ١٥٠ عقدة/ساعة مما ساعد على تدفق كتلة من الهواء البارد باتجاه شمالي غربي. وقد استتبع ذلك حدوث نشاط ملحوظ في الرياح وصل إلى حد العاصفة المفاجئة بسرعة تتراوح بين ٤٠ – ٥٠ عقدة/ساعة (حوالي ١٠٠ كم/ساعة) على شمال الدلتا ومصر الوسطى وشرق البلاد مع انعدام للرؤية الأفقية إلى الصفر في مدينة القاهرة[١].

(١) عيسى ، ١٩٩٧.

شكل(8) الملخص الشهري لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية



ب- إكبر تلوث شهري :

تظهر قمتان لأكبر تركيز للتلوث الشهري بالدخان ، وتتمثل الأولى في شهر مارس سنة ١٩٩٦ حيث بلغ ٢٠٥٤ ميكروجرام/م^{٣} ، والثانية في شهر نوفمبر سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٢٠٢٥ ميكروجرام/م^{٣}(جدول ٤).

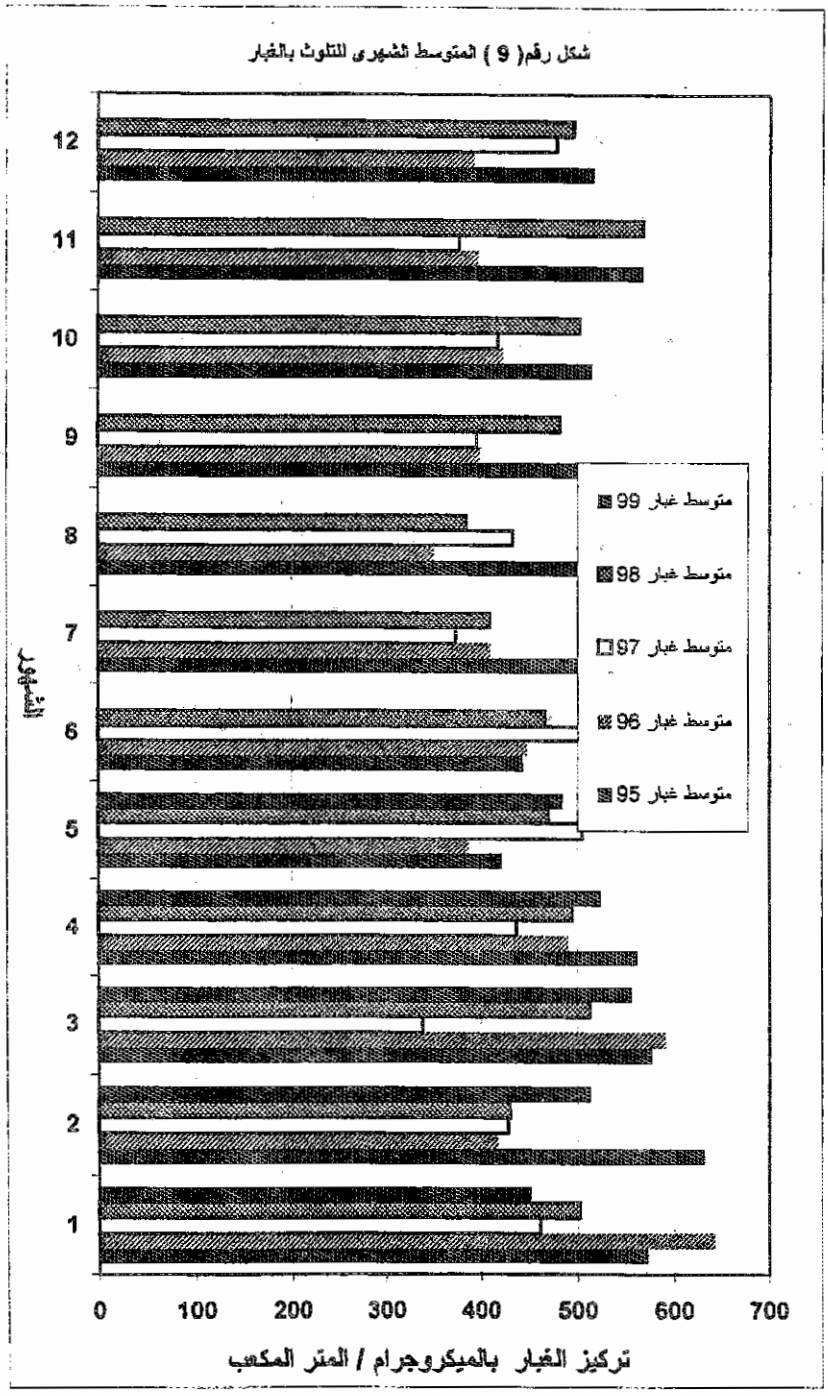
وتتفق هاتان القمتان مع بلوغ مجموع التلوث الفصلي بالدخان حده الأقصى في فصل الخريف (٦٥٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}) وفى فصل الربيع (٤٨٠٠٠ ميكروجرام/م^{٣}). وهكذا ارتبط ارتفاع التلوث بالفصول الانتقالية ، وقد صاحبه ارتفاع نسبى في درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ١٦ – ٢٥ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة الصغرى ١٢ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ٨ – ١٣ درجة مئوية ، متوسط درجة الحرارة العظمى ٢٢ – ٢٥ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٣٠ – ٣٤ درجة مئوية كما في شكل ٨) ، وارتفاع محدود في الضغط الجوي ١٠١٤ – ١٠١٦ ملليبارا ، وندرة المطر ٠،٦ – ٠،٩ ملليمترا.

ومن الجدير بالذكر ، أن هاتين القمتين تعبر عن حالات شاذة تبعها ارتفاع في الانحراف المعياري ليصل ٩٠ ميكروجرام/م^{٣} في كليهما (كما يتضح في جدول رقم ٤). بينما تسجل غالبا أقصى تركيزات شهرية للتلوث بالدخان في شهر يناير إذ استحوذ على التركيزات القصوى للتلوث فبلغت ٤٤٦ ميكروجرام/م^{٣} كحد أدنى سنة ١٩٩٦ و١٥٣٤ ميكروجرام/م^{٣} كحد أقصى سنة ١٩٩٧ ، في حين لم يتجاوز ٥٠٠ ميكروجرام/م^{٣} في شهري مارس ونوفمبر خلال سنوات الدراسة إلا في هاتين الحالتين فقط.إذ انخفضت مثلا خلال شهر مارس سنة ١٩٩٧ إلى ٢٢٥ ميكروجرام/م^{٣} وانخفضت خلال شهر نوفمبر سنة ١٩٩٥ إلى ٢٢٥ ميكروجرام/م^{٣}

وهكذا يصبح شهر يناير هو أكثر الشهور توقعا لأن يحدث خلاله التركيزات القصوى للتلوث الشهري بالدخان. إذ تساعد الظروف المناخية من حيث انخفاض درجة حرارة الهواء وارتفاع الضغط الجوي ونشاط التيارات الهوائية الهابطة وارتفاع الرطوبة النسبية على تسجيل التركيزات القصوى للتلوث بالدخان.

وقد سجل أقصى تركيز للتلوث الشهري بالغبار في شهر يونيو سنة ١٩٩٧ حيث بلغ ٤٨١٥،٥ ميكروجرام/م^{٣}. وسجلت القمة الثانية في شهر مارس سنة ١٩٩٨ وبلغت ٤٦٣٠،٧ ميكروجرام/م^{٣} ، وقد كانت تعبر عن قيمة شاذة إذ تبعها انحراف معياري بلغ ٦٥٧،٣ ميكروجرام/م^{٣} (كما يتضح في جدول ٤) ، خاصة وأن أقصى تركيز شهري خلال مارس يتراوح ما بين ١٤٥٩ ميكروجرام/م^{٣} كحد أقصى سنة ١٩٩٦ وبين٨٤٤ ميكروجرام/م^{٣} كحد أدنى سنة ١٩٩٧. وهكذا فإن أقصى تركيز للتلوث بالغبار في شهر مارس سنة ١٩٩٨ يعادل أربعة أمثال حده الأقصى في السنوات الأخرى.

شكل رقم(9) المتوسط الشهرى للتلوث بالغبار



وسجلت القمة الثالثة في شهر يونيو سنة ١٩٩٨ بتركيز بلغ ٢٠٣٨ ميكروجرام/م^{٣} ، فتعادل ما نسبته ٤٢،٣ % من مثيله في شهر يونيو سنة ١٩٩٧ و ٤٤ % من مثيله في شهر مارس سنة ١٩٩٨ بانحراف معياري بلغ ٣٤٣،٥ ميكروجرام/م^{٣} أي نصف مثيله تقريبا في مارس سنة ١٩٩٨.

وهكذا يصبح شهر يونيو هو أكثر الشهور توقعا لحدوث التركيزات القصوى للتلوث الشهري بالغبار حيث تساعد خصائصه المناخية على ذلك سواء من حيث ارتفاع درجة حرارة الهواء (متوسط الحرارة اليومية ٢٥ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة الصغرى ٢٣ درجة مئوية ، وأقل درجة حرارة صغرى ١٩ درجة مئوية، متوسط درجة الحرارة العظمى ٣٥ درجة مئوية ، وأكبر درجة حرارة عظمى ٤٣ درجة مئوية) ، وانخفاض الضغط الجوي ١٠١٠ ملليبارا ، وانخفاض الرطوبة النسبية ٥٢% ، وانعدام المطر (بيانات محطات الأرصاد الجوية الموضحة في جدول رقم ١).

ج - أقل تلوث شهري :

تكاد تقترب التركيزات الدنيا للتلوث الشهري بالدخان في مختلف الشهور خلال سنوات الدراسة إذ لا تتجاوز ٢ ميكروجرام/م^{٣} على الأكثر ، والاستثناء الوحيد لذلك هو شهر مارس سنة ١٩٩٩ حين ارتفعت لتبلغ ٣،٥ ميكروجرام/م^{٣}. وقد يرتبط ذلك بنشاط المنخفضات الجوية الخماسينية وما يتبعها من نشاط الرياح الجنوبية المحملة بالأتربة. وترتفع التركيزات الدنيا للتلوث الشهري بالغبار في مختلف شهور السنة لتتراوح ما بين ٥٠ – ١٥٠ ميكروجرام/م^{٣}. وإن كانت قد ارتفعت خلال شهر ديسمبر ونوفمبر وفبراير سنة ١٩٩٥ لتصل إلى ٢٢٧،٥ ، و٢٢٠،٤ ، و ٢٠٧،٢ ميكروجرام/م^{٣} لكل منها على التوالي. كما ارتفعت لتصل إلى ٢١٦،٧ ميكروجرام/م^{٣} خلال شهر مارس سنة ١٩٩٦.

هذا وتجدر الإشارة إلى أنه ، للوقوف على أسباب أي من التركيزات الدنيا أو القصوى سواء بالنسبة للدخان أو الغبار ينبغي تفسيرها في ضوء أحوال الطقس الطارئة خلال نفس الفترة الزمنية آلتي حدثت خلالها هذه التركيزات الشاذة. ولهذا عند تطبيق معامل الارتباط لتحليل العلاقة الإحصائية بين تركيزات الدخان أو الغبار وبين العناصر المناخية ، قد تعذر إثبات العلاقة بينهما إذ أن تحقيقها يتطلب قياسات ساعية لكل منهما.

د- مجموع التلوث الشهري :

يرتفع مجموع التلوث الشهري بالدخان ليبلغ حدوده القصوى خلال الفترة ما بين شهر سبتمبر إلى شهر يناير (الخريف والشتاء). إذ يتراوح ما بين ٢٠١٠٥ ميكروجرام/م^{٣} في أثناء شهر سبتمبر سنة ١٩٩٥ كحد أدنى ، وبين ٩٢٣٧٥ ميكروجرام/م^{٣} في أثناء شهر ديسمبر سنة ١٩٩٨ كحد أقصى ليعادل ٤،٦ مثلا لنظيره في شهر سبتمبر. وينخفض مجموع التلوث الشهري بالدخان إلى أدنى مستوى له خلال شهر يوليو ليتراوح ما بين ١٧١٧٧ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٥ كحد أدنى ، وبين ٣٧٧٦١ ميكروجرام/م^{٣} سنة ١٩٩٨ كحد أقصى (جدول ٤).

ويبلغ مجموع التلوث الشهري بالغبار حدوده القصوى خلال شهور نوفمبر وسبتمبر ومارس سنة ١٩٩٨ حيث بلغت ٣٤٠٦٤،٧ ، و٣٣٧٦٢،٥ ، و٣٢٣٠٩،١ ميكروجرام/م^{٣} لكل منها على التوالي. وهكذا يرتبط ارتفاع مجموع التلوث الشهري بالغبار ببعض شهور فصلي الخريف والربيع الانتقاليين حينما تتعدد اتجاهات الرياح ومن ثم مصادر التلوث ، فضلا عن الظروف المناخية المواتية لزيادة مدة بقاء الجسيمات الغبارية عالقة في الهواء لفترات طويلة.

جدول (٤) التلوث بالدخان (خ) والغبار (غ) بالميكروجرام/ م٣

١٩٩٥					
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معيارى
يناير خ	٣٥٩٤٧,٦	٥٠,٤	١	١٣٨٧	٧٥٤
يناير غ	٢٢٥٨١,٣	٧٥٢,٧	١٤٠	١٥١٨,٦	٤٦٠٨
فبراير خ	٢٥٦٠٦,٢	٤١,٤	٠	٣١٦	٣٩٨
فبراير غ	١٥١٦٣,٨	٦٣١,٨	٢٠٧,٢	١٤٠٨,٤	٤٢٠٥
مارس خ	٢٦٧٧٥	٣٦,١	١	٣٦١	٣٦٩٨
مارس غ	٢٦٥٣٥	٥٧٦,٩	١٦٨	١٤٩٩,٥	٤٢٥٨
أبريل خ	٢٤٣٤٩,٢	٣٢,٨	١	١٨٦,٧	٣٧٦
أبريل غ	٢٨٠٨٩,٣	٥٦١,٨	١١٥,٥	١٣٥٩,١	٣٦٢١
مايو خ	٢٣٤٨٧,٥	٢٩,٩٦	٠	١٨٦,١	٢٧١
مايو غ	٢١٩٦١,٤	٤٢٢,٣	١١٠	١٣٥٩,١	٢٩٧٤
يونيو خ	١٩٩٢١	٢٦,٧	٠	٣٣٦	٢٨٨
يونيو غ	١٩٥٦٠,٧	٤٤٤,٦	٩٥	١٣٤٨,٨	٣٢٤,٥
يونيو خ	##########	٢٩,٩	٢	٤٠١	٣٦٣
يونيو غ	٢٨٨١٥,٨	٥٤٣,٧	١٢٧,٥	١٨٤٧	٤١٢٢
أغسطس خ	٢٣٠٦١,١	٤٠,١	٣	٢٩٢	٤٨٢٤
أغسطس غ	١٨٠٤٣,٦	٥٠١,٢	١٠٨	١٢٧٤,١	٣٩١٩
سبتمبر خ	٢٠١٠٥,٥	٣١,٢	١	٤٣٤	٣٣٥٩
سبتمبر غ	١٩١٥٨,٩	٥١٧,٨	١٢٧,٤	١٢٦٨,٥	٣٨٧٨
أكتوبر خ	##########	٢٨,٦	٦	١٨٢	٣٠٩٩
أكتوبر غ	١٣٩٠٧,٤	٥١٥,١	١٣٩,١	٩٧٥,٦	٢٨٢٩٩
نوفمبر خ	١٧٥٣٤	٣٢,٩٦	٦	٢٥٢	٣٤٣
نوفمبر غ	١٤١٨٨,٩	٥٦٧,٦	٢٢٠,٦	٩٩٢	٢٥٦
ديسمبر خ	١٩٤٩٦	٣٩,٧٩	٢	١٩٧	٣٥٨٩
ديسمبر غ	٧٢٣٢,٥	٥١٦,٦	٢٢٧,٥	٩٩٦,١	٢٩٧٤
١٩٩٦					
الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٢٤٠٤٠,٧	٤٧,١	١	٤٤٦	٥٥,٣

يناير غ	١٥٤٢١,٤	٦٤٢,٦	١٧٦,٣	١٣٢٢	٣٥٦,٦
فبراير خ	١٢٥٥٠,٢	٣٨,٩	٣	٢٠٣	٣٦,٩٨
فبراير غ	١٥٣٠,٤	٤١٨,٤	١٩٢٦	٧٤٢	١٧٥,٦
مارس خ	١٧٨٢٢,٥	٣١,٨	١	٢٠٥٤,٤	٨٨,٩
مارس غ	########	٥٩,٨	٢١٦,٧	١٤٥٩	٢٣٠,٧
أبريل خ	١٨٤٦٥,٥	٣٠,٣	٢٤	١٧٢	٢٧,١
أبريل غ	١٦٧٩,٤	٤٩,٣	٩٨	١٢٧٩	٢٧٥,٢
مايو خ	########	٣٠,١	٧	٥١٠	٣٤,٢
مايو غ	١٣١٦٩,٥	٣٨٧,٣	١٢٦	٥١٣	٢٠٦,٦
يونيو خ	٢٣٤٦١	٣١,٦	٢	٢٧٩	٣٤,٦
يونيو غ	١٧٠٤٨,٢	٤٤٨,٦	١٢٢	٥٠٢	٢٤٣,٨
يوليو خ	٢٦٠٤٧,٨	٣٤,٦	٢	١٩٦	٢٩,٩٩
يوليو غ	١٦٨٥٢,٧	٤١٠,٨	١٠٤	٨٦٧,٩	٢١٤,١
أغسطس خ	١٧٠٥٩,٢	٢٦,٨	٧	٢١٠٤	٢٤,٥
أغسطس غ	١٤٤٠٢٦	٣٥١,٣	٨٦,٤	٨٦٣٦	٢٠٦,٢
سبتمبر خ	٢٩٢١٥	٣٧,٤	٢	٣٤٠	٣٥,٦
سبتمبر غ	٢٠٧٠٤٤	٤٠٠,١	١١٦,٥	٩٢٩,٧	١٩٥,٤
أكتوبر خ	٢٤٠٥٨,٣	٢٢,٢	٢	٣٣٦,٣	٢٨,٤
أكتوبر غ	٢٠٣٥٢,٩	٤٢٤	٧٥,١	١٠٧٦,٣	٢٥٣
نوفمبر خ	٢٦٣١٦,٨	٤٠,٤	١	٥٤٣	٤٩,٩
نوفمبر غ	١٦٧,٣٧	٢٩٧,٧	١٤٨	٨١١	١٨٢,٥
ديسمبر خ	٣١٥٨٠٦	٥٥	١	٤٥١	٦٤,٤
ديسمبر غ	١٣٣٨٢	٢٩٣,٦	١١٨,٦	٨٨٠,٥	١٩٣,٣

١٩٩٧

الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٥٣٧٩١٧	٥٧,٧	٢	١٥٣٤	٨٠,٩
يناير غ	٣٠٩١٨,١	٤٦١,٥	٨٣	١٤٤٩,٢	٢٥٦,١
فبراير خ	٣١٣٥٧,٦	٤٠,٩٩	٢	٤٢٧	٤٧,٧
فبراير غ	٢٦٥٦٥,٦	٤٢٨,٥	٨٦,٨	١٢٢٧٤,٢	٢٤٢,٤
مارس خ	٣٤٩٧٢,٨	٤١,٤	٠	٣٢٥,٤	٣٦,٩
مارس غ	١٤٩٠٨,٤	٣٣٨,٨	٤٩,١	٨٤٤	١٨٠,٩٧

أبريل خ	٣٤٠٣٢,٥	٤٢,٨	٠	٢٨١	٣٧,٨
أبريل غ	٢٧١٢٢,١	٤٣٧,٥	٧٧,٥	١١٤٠,٦	٢٢١,٤
مايو خ	٣٢٥٢٦,٢	٤٤,٣	٢	٤٥٠	٥١,٦
مايو غ	١٧٧٥٠,١	٥٠٤,٦	٧٨,٧	٢٧٨٦,٥	٣٨٢
يونيو خ	٣٢٠٧٣,٤	٤٠,٣	٢	٤٩٢	٤٨,١
يونيو غ	٢٣٠٥٧,٦	٥٢٤,٧	٦٨,٦	٤٨١٥,٥	٦٨٧,١
يوليو خ	٣٤٣٩٧,١	٣٨,٤	٠٢	٣٧٥	٣٦,٩
يوليو غ	٢٢٤٢٧,٣	٣٧٣,٩٦	٢١٩	٦١٠٩	١٩٨,٩
أغسطس خ	٣٨٧٠٧,٧	٤٠,٧	١,٢	٥٤٤	٤٣,٣
أغسطس غ	٢٩٥٠٧,٥	٤٣٣,٩	٩٩,١	١٧٤٥	٣٣٦,٨
سبتمبر خ	٣٩٢٦٠,٢	٤٠,٦	٣	٢٢٦	٣٣,٧
سبتمبر غ	٢٨٩٠٣,٢	٣٩٥,٩	٨٧,٢	٦١٩٥	٦١,٣
أكتوبر خ	٣٩٠٠٨,٥	٣٨,٤	١	٢٥٤	٣١,٢
أكتوبر غ	٢٨٠٣٤,١	٤١٨,٤	٨٧,٤	١٤٦٧	٣٠٧,٤
نوفمبر خ	٥٨١٨٤,٦	٥٨,١	٢	٢٠٢٥	٨٩,٨
نوفمبر غ	٢١١٤٢,٨	٣٧٧,٦	٩٠,٧	٨٩٣,٧	٢٣٠,٢
ديسمبر خ	٥٦٦٩٥,٦	٦٢,٨	١	٩٧٧	٨٦,٢
ديسمبر غ	########	٤٧٨,٢	١٥٩	١٤٨٦	٢٩٢,٥

١٩٩٨

الشهر	المجموع	المتوسط	أقل تركيز	أكبر تركيز	إنحراف معياري
يناير خ	٥٤١٠٨,١	٦٥,٧	١	١١١٣	١٣١,٤
يناير غ	٢٦٦٣١,١	٥٠٢,٥	١٠٨	١٢٦٩	٩٧,٧
فبراير خ	٤٠١٤٦,٩	٤٦,١	١	٨٣٧	٦٦,٢
فبراير غ	٢٧٥٨٣,٦	٤٣,٩٩	٦٣,٨	١٢٣١,٣	٣٠١,٦
مارس خ	٤٠١٧٦	٤٩,٧	١	٤٠٨	٥١,٥
مارس غ	٣٢٣٠٩,١	٥١٢,٨	٨٢,٨	٤٦٣٠,٧	٦٥٧,٣
أبريل خ	٣٢٩٩٠,٨	٤٢	١	٥٧٨	٤٣,١
أبريل غ	٢٦٧٦٩,١	٤٩٤,٨	٨٩,٣	١٤١٦	٣٨٨,٤
مايو خ	٤٢٩٤٠,١	٤٣,٢	٠	٤٣٩	٤٧,٢
مايو غ	٢٧٢٨٤,٤	٤٧٠,٤	٧١,٢	١١٩٣	٣١٦,٩
يونيو خ	٤٢٩٢١	٤١,٩٦	٠	٣٨٢	٤١,٣

يونيو غ	٢٨٩٧٠,٢	٤٦٧,٩	٧٦,٤	٢٠٣٨	٣٤٣,٥
يوليو خ	٣٧٧٦١,٤	٤٠,١	١	٥٧٢	٤٤,٤
يوليو غ	٢٧٤٦٦,٧	٤٠٩,٩٥	٥٧	١٤٦٢	٣٣٠,٢
أغسطس خ	٤٧٢٨٨,٢	٤٣,٣	٢	٣٧٢	٣٨,١
أغسطس غ	٢٦٥٩٩,٢	٣٨٥,٣	١٠٨,٦	١٢٨٢	٣٣٠,٩
سبتمبر خ	٥٦٨٠٢,٨	٥٢,١	١	٣٩١,٨	٥٦,٢
سبتمبر غ	٢٣٧٦٢,٥	٤٨٢,٣	٩٢,٨	١٦٧٩	٣١١,٣
أكتوبر خ	٧٠٩٧٩,٧	٦٦,٢	١,٢	٤٠٥	٧٥,٤
أكتوبر غ	٣٠٦٣٢,٦	٥٠٢,٢	١٠٠,٨	١٠١١,٧	٢٧٥,٣
نوفمبر خ	٧٢٩٠٩,٢	٦٧,٩٥	٩	٤٨٨	٦٧,٦
نوفمبر غ	٣٤١٦٤,٧	٥٦٧,٧	١٥٦	١٥٦٢	٣٠٢,٢
ديسمبر خ	٩٢٣٧٥,٢	٩١,٨	١	١٨١٨١	٥٧٦,٢
ديسمبر غ	٢٨٧٦١,٤	٤٩٥,٨٩	١١٧	٩٤٢	٢٢٥,٢

النتـــائج:

١. تعتبر محافظات الغربية والجيزة والشرقية هي أكثر المحافظات تأثرا بكمية التلوث السنوي بالدخان ، بينما تعانى محافظات الصعيد من أعلى كمية تلوث سنوي بالغبار. وتحظى بعض المحافظات الساحلية مثل بور سعيد ودمياط والإسكندرية بأدنى مستويات التلوث بالجسيمات الدخانية والغبارية على السواء.

٢. تتفوق المتوسطات السنوية للتلوث بالغبار مقارنة بمثيلتها بالنسبة للدخان ، بينما يرتفع مجموع التلوث بالدخان عن مثيله من الغبار مما يشير إلى أن مدة بقاء الجسيمات الدخانية العالقة بالهواء أكبر من مثيلتها الغبارية.

٣. يعتبر فصل الشتاء هو أكثر الفصول من حيث متوسط التلوث بالدخان والغبار على حد سواء .

٤. تمتد القمة الشهرية للتلوث بالدخان ما بين شهري أكتوبر ويناير ، بينما تمتد بالنسبة للغبار ما بين شهري يناير ومارس مما يشير إلى ارتفاع مساهمة المصادر البشرية في انبعاثهما وضعف مساهمة المصادر الطبيعية. وتتحكم الظروف المناخية وبعض أحوال الطقس الطارئة في ارتفاع درجة تركيزهما في الطبقة السفلية من الهواء.

٥. يعتبر شهر يناير هو أكثر الشهور التي يتوقع خلالها حدوث التركيزات الشهرية القصوى للتلوث بالدخان ويقابله شهر يونيو بالنسبة للغبار.

التوصيات :

١. توفير قاعدة عريضة من بيانات نوعية الهواء من خلال التوسع في إنشاء شبكة من محطات الرصد البيئي الجوي لتغطي كافة محافظات مصر.

٢. تشجيع إجراء المزيد من البحوث الجغرافية حول المشكلات البيئية وتحديدا مشكلة تلوث الهواء.

٣. الاهتمام بتعميق دراسة مختلف ملوثات الهواء الغازية منها والصلبة ، وبحث أبعاد العلاقة بين مصادر انبعاثها والظروف الطبيعية والبشرية المؤثرة في توزيعها الجغرافي وفى تحديد درجة خطورتها على صحة الإنسان وسلامة البيئة.

المراجع العربية :

١. أمين ، فهمي حسن : تلوث الهواء – مصادره ، أخطاره ، علاجه ، دار العلوم للطباعة والنشر ، الرياض ، ١٩٨٤.

٢. جمهورية مصر العربية : القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ : قانون في شأن البيئة ولائحته التنفيذية بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٩٥ ، الهيئة العامة لشئون المطابع ، الأميرية ، القاهرة ، ١٩٩٨.

٣. جمهورية مصر العربية : الهيئة العامة للأرصاد الجوية : بيانات مناخية شهرية من محطات الرصد الجوي في المحافظات محل الدراسة خلال الفترة الزمنية ما بين يناير ١٩٩٥ – مايو ١٩٩٩.

٤. خيري ، عزت محمد : تلوث الهواء والماء وآثاره على الإنتاج والصحة العامة، الجمعية الجغرافية المصرية ، ١٩٩٣. ص : ١٣ – ٥٤.

٥. دعبس ، يسري : تلوث الهواء وكيف نواجهه ، سلسلة التنمية والبيئة ، العدد الأول ، الطبعة الثانية ، الإسكندرية ، ١٩٩٦.

٦. شاور ، أمال إسماعيل : تلوث الهواء بمدينة حلوان كرد فعل لتدمير الإنسان للبيئة ، الجمعية الجغرافية المصرية ، ١٩٨٨. ص : ٦٧ – ٩٠.

٧. شرف ، عبد العزيز طريح : الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، دار المعرفة الجامعية ، الأسكندرية ، ١٩٨٥.

٨. الشرنوبي ، محمد عبد الرحمن : الإنسان والبيئة ، مكتبة الأنجلو المصرية، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٨١.

٩. الشرنوبي ، محمد عبد الرحمن : مشكلات البيئة المعاصرة ، مطبعة الشروق ، الفيوم ، مصر ، ١٩٩٣.

١٠. الصادق ، عمر محمد : الصناعة وتلوث البيئة في مدينة القاهرة – دراسة تطبيقية على منطقتي شبرا الخيمة وحلوان ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٣. ص : ٦١ – ١٢٨.

١١. عمرو ، محمود حسن : دراسات تأثير المدينة على حركة الهواء كعنصر أساسي من عناصر المناخ الحضري في المناطق المعتدلة والمناطق المدارية ، مقالات مطبوعة ، ١٩٨٨.

١٢. عيسى ، محمد محمود : تقرير عن العاصفة التي هبت على جمهورية مصر العربية في يوم ١٩٩٧/٥/٢.

١٣. غرايبة ، سامح ، ويحيى الفرحان : المدخل إلى العلوم البيئية ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٧.

١٤. العودات ، محمد عبدو ، عبد الله يحيى باصهي : التلوث وحماية البيئة ، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، ١٩٨٥,١٤ – مركز الرصد البيئي ، ١٥ – وزارة الصحة ، معمل تلوث الهواء : بيانات تلوث الهواء بالدخان والغبار خلال الفترة من يناير ١٩٩٥ إلى مايو ١٩٩٩ في ٥٨ محطة رصد بيئي في محافظات مصر.

١٥. يوسف ، عبد العزيز عبد اللطيف : أهم ملامح المناخ في مدينة القاهرة ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس ، القاهرة ، ١٩٨٨.

المراجع غير العربية :

1. Bradstreet, J.w. & Others: Primary Air Pollution Assessments of the Air Pollution Potential in Saudi Arabia, for Presentation at the 7 Annual Meeting for the Air Pollution Control Association, Houston, Texas, 1978.

2. Landsberg , Helmut E., : The Urban Climate , Academic Press , London , 1981.

3. Matthews, W. H., : Man's Impact on the climate , Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, U.S. A Second Edition, 1974.

4. Nasrall, M. M., : Air Pollution in Semitropical Saudi Urban Area, Environmental International vol.9,U.S.A., 1983. p: 255-264.

5. Sellers , B. Henderson : Pollution of our Atmosphere Adam Hilger Ltd , Bristol , 1984.

6. Yoshino, Masatoshi, : Climate in a Small Area -An Introduction to Local Meteorology ,University of Tokyo Press, Japan ,1975.