مستويات الدقائق العالقة في المناطق السكنية لمدينة الموصل/الساحل الايسر وعلاقتها مع بعض العوامل الجوية

عبدالمحسن سعدالله شهاب — أستاذ مساعد
طه أحمد طه — أستاذ مساعد
مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث
جامعة الموصل

الخلاصة

يهدف البحث الحالي الى تحديد مستويات الغبار العالق في مدينة الموصل وللمرة الاولى ، إذ اعتمدت الدراسات السابقة على الساقط الغباري . إذ يلاحظ زيادة تعرض المدينة الى الغبار العالق في السنوات الأخيرة عند هبوب الرياح ، وقد أثبتت الدراسات خطورة استنشاق الجسيمات العالقة وخصوصاً ذات الاحجام الناعمة جدا . تم قياس تركيز الدقائق العالقة باستخدام جهاز نوع Haz Dust-1100 ، مع درجة حرارة الهواء وسرعة الرياح للفترة من بداية كانون الثاني ولغاية ايلول 2010 . بلغ معدل الدقائق العالقة بحجم 50 مايكرون او أقل في المناطق السكنية 230.8 مايكروغرام/م3 وبانحراف معياري 210 مايكروغرام/م3 وهو اعلى من الحدود المسموح بها والبالغة 200 مايكروغرام/م3 . وسجلت الأشهر نيسان وايار وحزيران اعلى المستويات فوق الحدود المسموح بها وكانت اوطأ المستويات في الاشهر الباردة الممطرة كانون الثاني وشباط تحت الحدود المسموح بها . كما اظهر تحليل النتائج علاقة عكسية معنوية بين سرعة الرياح ومستويات الغبار العالق بقطر 50 مايكرون او أقل وكانت العلاقة طردية بين درجة حرارة الهواء وتركيز الغبار العالق . أوصت الدراسة بضرورة عمل حزام اخضر حول المدينة وزيادة المساحات الخضراء داخل المدينة لتكون كمصدات للغبار التي تنقله الرياح .

Suspended Particulates Levels in the Left Bank Residential Areas of Mosul City and Its Relation with Some Meteorological Factors

Abdulmuhsin S. Shihab — Assistant Professor
Taha A. Taha — Assistant Professor
Environment and Pollution Control Researches Center

Abstract

This research aimed to detect suspended particulate levels in Mosul city for the first time, as the previous studies depend on dustfall. The city was exposed in the last years to high levels of suspended particulates with the wind blowing. Many studies have found the risk of dust inhalation especially the very fine one. The measurements was conducted using Haz Dust-1100 device, including air temperature and wind speed during the study period from January to September 2010. The average suspended particulates of size 50 micron or less reached 230.8 microgram/m^3 with a standard deviation of 210 microgram/m^3 in the residential areas, which was higher than the allowable range of 200 microgram/m^3. The months April, May and June recorded the higher levels of suspended particulates above the allowable level, while the lower levels was recorded in the cold rainy months January and February. The data analysis showed a significant inverse relationship between wind speed and suspended particulate levels of 50 micron size or less and significant direct relationship with air temperature. The research recommended to make a green belt around the city and increase the green areas to decrease the suspended particulate levels.

Key Words: Suspended Particulate, Dust, Wind speed, Air temperature, Mosul, Residential

أستلم: 26 – 12 - 2012 **قبل: 19 – 8 - 2013**

المقدمة

هنالك اهتمام عالمي متنامي حول التأثيرات السلبية لارتفاع تراكيز الملوثات الهوائية على الانسان . ويعد التلوث الهوائي أحد العناصر الرئيسية للمشاكل الصحية في الدول النامية [1-2]. والملوثات الهوائية هي عبارة عن مواد عالقة في الهواء يمكن ان تكون طبيعية او من صنع الإنسان وقد تكون بشكل مواد صلبة او قطرات سائلة او غازات . وقد قسمت منظمة حماية البيئة الامريكية [3] الملوثات الى المواد الدقيقة ، المركبات العضوية المتطايرة والغازات السامة والهالوجينات . وقد تكون الدقائق العالقة في الهواء مزيج من المواد الصلبة ، قطرات مائية ومكونات سائلة في المواد الصلبة .

وتختلف مصادر هذه الدقائق العالقة مابين الاحتراق وتطاير التربة بفعل الرياح (العواصف) وكذلك رذاذ البحر . وقد تتشكل الدقائق العالقة نتيجة هبوب الرياح او العواصف الترابية وتكون مزيج معقد من مواد ذات تراكيب كيمياوية مختلفة . والعواصف ذات تأثيرات ضارة على صحة الانسان ومدى الرؤيا وكذلك على تغيير حالة الجو . وقد بينت العديد من الدراسات الارتباط الواضح بين مستويات الدقائق العالقة وأضرار الصحة العامة [4] .

تعاني مدينة الموصل من ارتفاع تراكيز دقائق الغبار العالقة عند هبوب الرياح حيث تمتلئ صالات الطوارئ في المستشفيات بمرضى الربو وكذلك تقل حركة المركبات نتيجة انخفاض مدى الرؤيا، فضلا عما تسببه من غبار ساقط في المنازل واعمال التنظيف المطلوبة بعد ذلك . تمتاز الأراضي المحيطة بمدينة الموصل بمحدودية او انعدام التشجير والمناطق الخضراء مما يجعل المدينة عرضة لتأثير هبوب الرياح ونقلها للتربة ونشر الغبار والجسيمات العالقة في المدينة ، كما ان الطقس في المنطقة وخصوصاً في حالة المنخفضات الجوية يعمل على اشتداد الرياح ووصول تأثير العواصف الترابية القادمة من صحراء الجزيرة العربية وكذلك الصحراء الغربية في العراق . ولايوجد أي قياسات او دراسات سابقة حول مستويات الغبار العالق في مدينة الموصل وقد اقتصرت الدراسات السابقة على الساقط الغباري . ويهدف البحث الحالي الى تحديد مستويات الغبار العالق والتغيرات الموسمية والعلاقة مع بعض العوامل الجوية .

ومن الدراسات التي اجريت على الغبار في دول العالم ، فقد قام Dionisio وجماعته [5] بدراسة التلوث الغباري في مدينة اكرا / غانا ، حيث وجدوا ان اعلى تركيز لدقائق الغبار كان في شهر كانون الاول والثاني نتيجة للغبار القادم من الصحاري ، وتراوح تركيز الغبار حجم 2.5 مايكرون بين 39-53 مايكروغرام/ م3 في المواقع على جوانب الطرق و30-70 مايكروغرام/م3 في المناطق السكنية والجسيمات بقطر 10 مايكرون بين 80 الى 108 مايكروغرام/م3 في المواقع على جوانب الطرق و 57 الى 106 مايكروغرام/م3 في المناطق السكنية . ودرس Ilyas وجماعته [6] التلوث الهوائي في المناطق الحضرية وتأثيرها على الصحة العامة في مدينة كويتا/ باكستان ، ووجد ان تراكيز الدقائق الصلبة العالقة قد تجاوز الحدود المسموح بها، اذ تراوح بين 170 الى 500 مايكروغرام/م3 وعزى ذلك الى تأثير المركبات وكذلك تأثير المصانع ومنها معامل الطابوق الواقعة حول المدينة . ووجد Gupta and Joseph [7] ان مستويات الغبار العالق في مدينة مومباي الهندسية كان اعلى من الحد المسموح به حسب محددات منظمة الصحة العالمية كما قاما بدراسة التغاير الفصلي باستخدام تحليل المتواليات الزمنية . وقد نالت التأثيرات الضارة الناتجة عن التعرض للدقائق العالقة اهتمام العديد من الباحثين [8-10] . وذكر Pope et al. [11] ان الجسيمات العالقة في الهواء تتجمع في الرئتين نتيجة التعرض المتكرر للغبار مسببة ضيق في الجهاز التنفسي ومشاكل صحية اخرى .

ووجد Halek et al. [12] من دراسة التلوث الغباري في مدينة طهران ان تراكيز الغبار كانت اعلى في موسم البرد بالمقارنة مع موسم الحر وبنسبة تراوحت بين 1.9 الى 2.4 ، وعزى ذلك الى طبيعة الموقع الجغرافي لمدينة طهران . واستنتج خطورة استنشاق الهواء في طهران في الاشهر الباردة من السنة . ودرس Nicolas et al. [13] الغبار بحجم 2.5 و 10 مايكرون في المنطقة شبه الصحراوية جنوب شرق اسبانيا على ساحل البحر المتوسط ووجد ان جزء كبير من الغبار يتكون من الاملاح اللاعضوية الذائبة في الماء القادمة من رذاذ البحر .

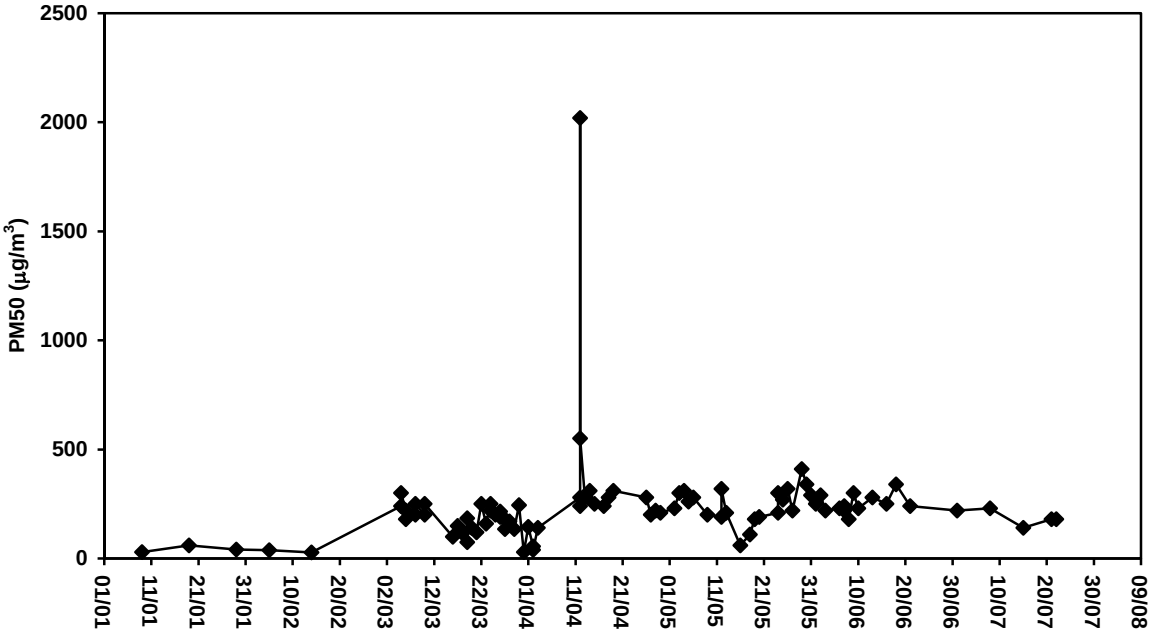
المواد وطرائق العمل

تضمن البحث قياس الدقائق العالقة الى حد حجم 50 مايكرون في المناطق السكنية في الساحل باستخدام Haz-Dust-1100 Air Particulate Meter (الشكل 1) وهو جهاز قياس حقلي يعتمد مبدأ تقنية تشتيت الضوء ويمكنه قياس الدقائق بحجم 50 مايكرون أو اقل وتطلب العمل القياس الحقلي لكل قراءة وذلك لعدم توفر إمكانية النمذجة مما حدد عدد المواقع التي تم القياس فيها وكذلك صعوبة الانتقال وعدم إمكانية الاستخدام المباشر للجهاز لضرورة توفر الموافقات الامنية ، تم اختيار حي الصديق السكني للقياس وتم القياس على ارتفاع 1.6 إلى 1.7 متر لتمثل الارتفاع المثالي لتعرض المباشر للناس، وتم القياس بواقع مرتين في اليوم لتغطية التغاير اليومي وبواقع مرتين إلى ثلاث مرات في الاسبوع ابتداءا من 1 كانون الثاني ولغاية 31 اب 2010 ، كما تم قياس العوامل الجوية المتمثلة بسرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء في نفس الوقت باستخدام الجهاز الملحق .

الشكل (1) جهاز قياس الدقائق العالقة لغاية حجم 50 مايكرون مع درجة الحرارة وسرعة الرياح .

النتائج والمناقشة

يبين الشكل (2) تغاير تركيز الغبار العالق قطر 50 مايكرون او أقل (PM50) في الساحل الايسر من مدينة الموصل ، اذ تراوح بين 28 الى 2020 مايروغرام/م3 وبمعدل 230.8 مايكروغرام/م3 وانحراف معياري 210 مايكروغرام/م3 وكان الوسيط 220 مايكروغرام/م3 وهذا التركيز هو خارج حدود المواصفات والبالغة 200 مايكروغرام/م3 [14] .



الشكل (2) تغاير تركيز الغبار العالق قطر 50 مايكرون او أقل (PM50) في الساحل الايسر من مدينة الموصل

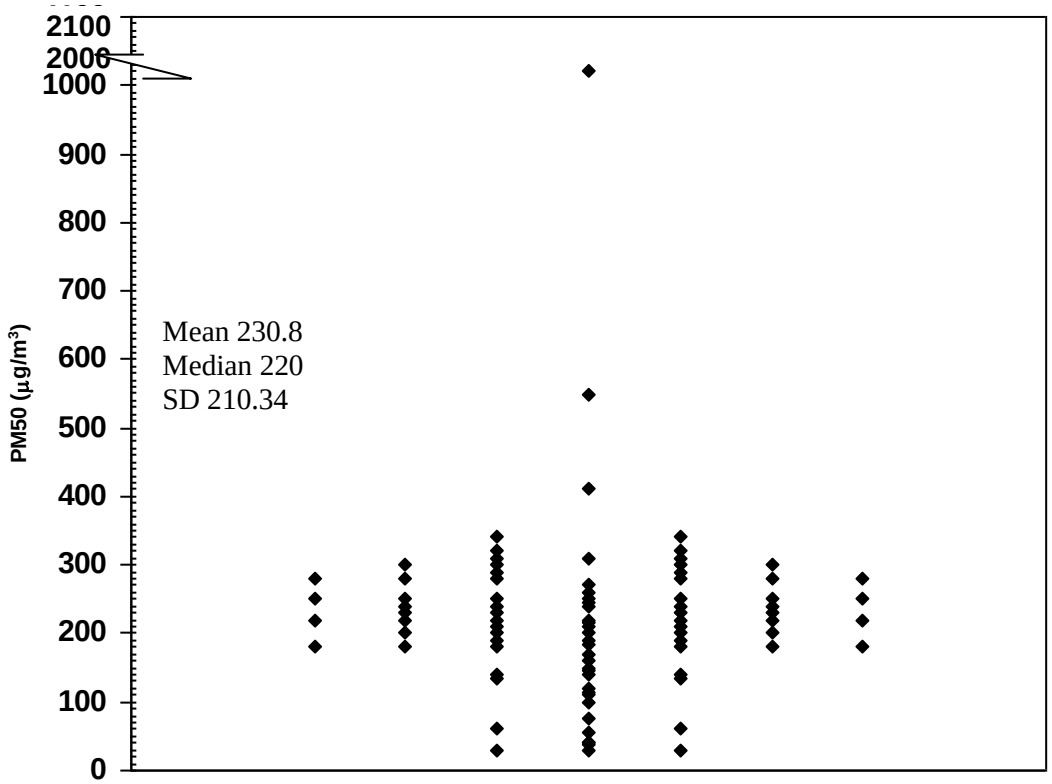
كما يبين الجدول (1) المعدلات الشهرية لتراكيز الغبار العالق في الساحل الايسر لمدينة الموصل ، إذ سجل اعلى معدل لتركيز الغبار العالق في شهر نيسان وبواقع 336 مايكروغرام/م3 فوق الحدود المسموح بها وانخفض التركيز في شهري ايار وحزيران الى 247 و251 مايكروغرام/م3 على التوالي ولكنه بقيّ فوق الحدود المسموح بها حيث تمتاز هذه الاشهر

بشدة الرياح ، في حين سجلت أوطأ التراكيز في الاشهر الباردة والرطبة كانون الثاني وشباط وبمعدل 43 و 33 مايكروغرام/م3 على التوالي ، اذ تعمل الامطار الساقطة على غسل الهواء من الغبار ، كما تكون التربة رطبة ومتماسكة . ويلاحظ ان معدل تركيز الدقائق العالقة بالرغم من كونه اعلى من الحدود المسموح بها إلا انه اقل منه في بعض المدن مثل مدينة كويتا في باكستان والتي يبلغ معدل تركيز الدقائق العالقة فيها 370 مايكروغرام/م3 وذلك نتيجة لكثافة عدد المركبات مع تأثير وجود سلسلة من المصانع فيها فضلا عن تأثير معامل الطابوق [6] . كما كان أقل منه في مدينة دلهي الهندية والتي تراوح تركيز الغبار العالق فيها بين 268 الى 516 مايكروغرام/م3 ، وكان اقل منه في مدينة بغداد والتي بلغ تركيز الدقائق العالقة فيها 266 مايكروغرام/م3 حسب المعلومات التي تم الحصول عليها من مديرية بيئة بغداد .

الجدول (1) تراكيز الغبار العالق (مايكروغرام/م3) في مدينة الموصل بحجم 50 مايكرون أو أقل خلال فترة الدراسة .

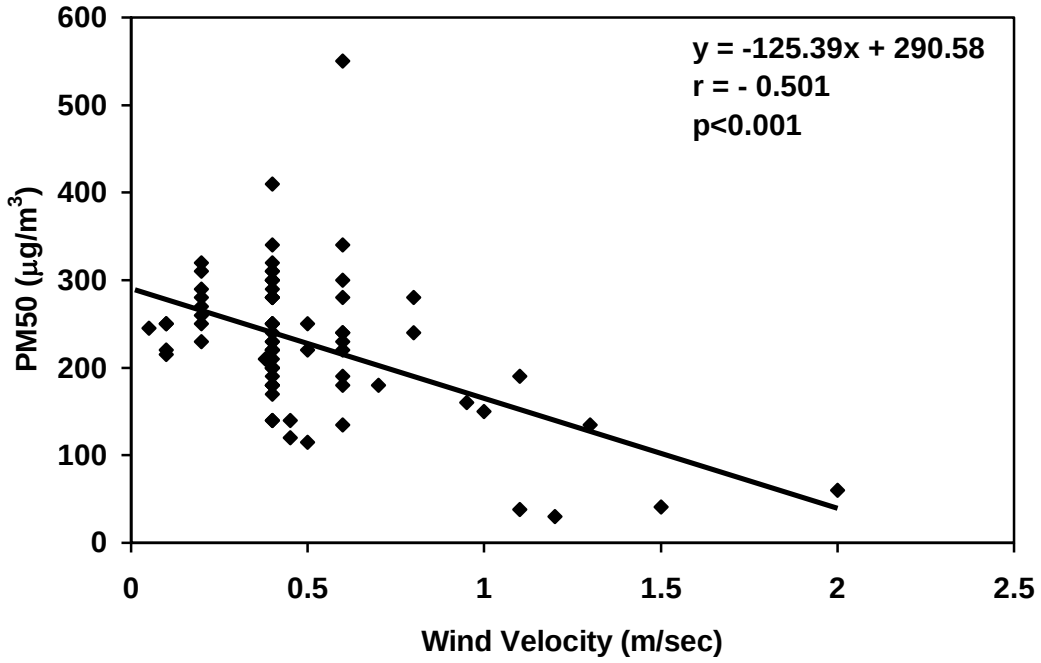
Months	Mean	SD	SE	Min	Max
Jan	43.67	15.18	8.76	30	60
Feb	33.00	7.07	5.00	28	38
Mar	182.32	61.53	11.63	30	300
Apr	336.11	434.58	102.43	40	2020
May	247.62	80.55	17.58	60	410
Jun	251.54	41.60	11.54	180	340
July	190.00	36.06	16.12	140	230

أما أكثر التراكيز تكراراً خلال فترة الدراسة فيبين الشكل (3) ان تراكيز الغبار العالق الواقعة بين 185 ولغاية 300 مايكروغرام/م3 كانت أكثر تكرارا وهو مؤشر سلبي نتيجة كون أكثر من 50% من التراكيز المقاسة أكثر من الحد المسموح به والبالغة 200 مايكروغرام/م3 .



الشكل (3) مستويات الغبار العالق في مدينة الموصل موزعة حسب تكرارها .

يبين الشكل (4) وجود علاقة عكسية معنوية بين سرعة الرياح وتركيز الغبار العالق بحجم 50 مايكرون بمعامل ارتباط 0.501 وعند مستوى معنوية ($p<0.001$) ، حيث ينخفض تركيز الدقائق العالقة مع ازدياد سرعة الرياح والتي تعمل على تخفيف أو غسل هواء المنطقة التي تهب عليها من الدقائق العالقة ، وقد تحمل الرياح معها ذرات التربة الجافة ذات الاقطار الكبيرة التي تسقط الى الارض عندما تنخفض سرعة الرياح فتعمل على زيادة كمية الدقائق العالقة الكلية . ويبين الجدول (2) ان تأثير تغير سرعة الرياح في مدينة الموصل على تركيز الدقائق العالقة يكون محدودا او غير معنويا عندما يكون محصورا ضمن السرعة اقل من 1 متر/ثانية ، ولكن ازدياد سرعة الرياح الى 1 متر/ثانية او اكثر يعمل على خفض تركيز الدقائق العالقة ، وهذا يتطابق مع ماوجده Zhang et al. [15] الذين وجدوا علاقة عكسية بين سرعة الرياح وتركيز الدقائق الناعمة العالقة في الهواء ، ولكن هذا لايتطابق مع ماوجده Gupta et al. [16] في مدينة جواهرلال نهرو في الهند حيث كانت العلاقة طردية بين التركيز وسرعة الرياح ويمكن ان يعزى ذلك الى ان التراكيز المقاسة كانت للمواد العالقة الكلية مقابل 50 مايكرون او اقل للبحث الحالي . كما بين Zhao et al. [17] عدم وضوح ارتفاع تركيز الغبار العالق مع بقاء سرعة الرياح واطئة في الصين نتيجة عدم تغطيته لمديات سرعة رياح توضح العلاقة .



الشكل (4) العلاقة بين تراكيز الدقائق العالقة وسرعة الرياح في مدينة الموصل .

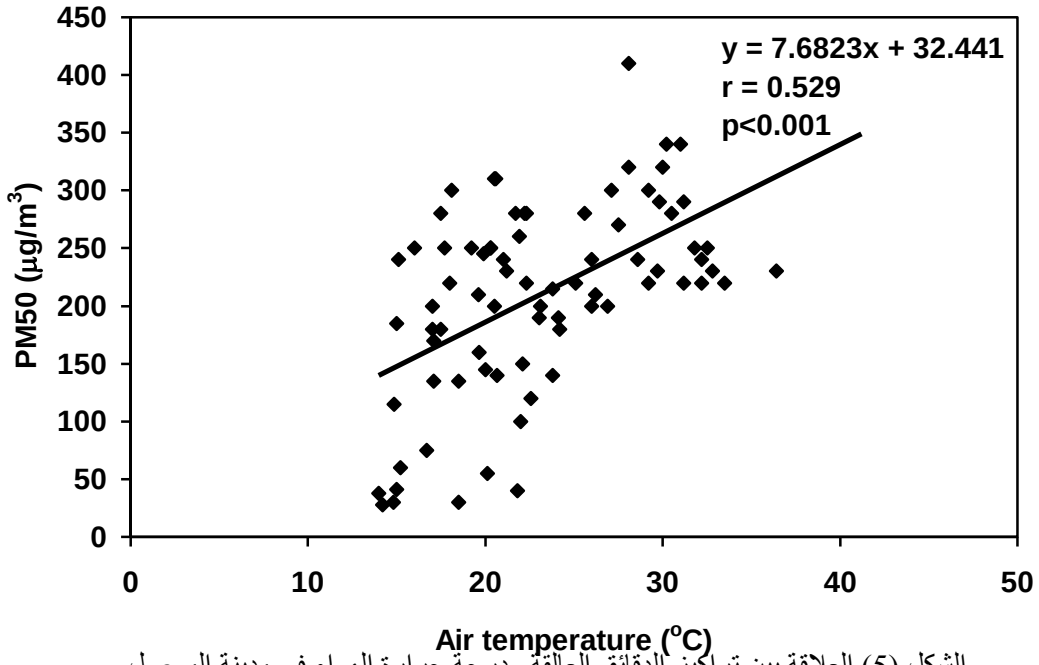
الجدول (2) تأثير سرعة الرياح على تراكيز الدقائق العالق PM50 في مدينة الموصل .

Wind speed (m/s)	PM50 (□g/m^3)					p-value
	Mean	SD	SE	Min	Max	
<0.25	260.77 b	32.33	8.97	215	320	<0.001
0.25-0.50	232.38 b	64.03	10.12	115	410	
0.50-0.75	257.08 b	108.3	31.26	135	550	
0.75-1.0	226.67 b	61.10	35.28	160	280	
1.0-2.0	92.00 a	64.81	24.50	30	190	

المعدلات ذات الحروف المختلفة عموديا تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى معنوية ($p<0.05$) حسب اختبار Tukey

ويلاحظ من الشكل (5) وجود علاقة معنوية طردية بين درجة الحرارة وتركيز الدقائق العالقة PM50 بمعامل ارتباط 0.529 عند مستوى معنوية (<0.001) ، ويمكن ان يعزى ذلك الى تداخل درجة الحرارة مع العوامل الجوية الاخرى وتأثيرها غير المباشر فارتفاع نسبة الرطوبة مثلا وتساقط الامطار في الاشهر الباردة تعمل على غسل الهواء من دقائق الغبار العالقة حيث الاختلاف الكبير بين درجة حرارة الشتاء والصيف. وهذا لايتطابق مع ماوجده Gupta et al. [16] في مدينة جواهر لال نهرو في الهند من كون العلاقة ضعيفة بين درجة الحرارة وتركز الدقائق العالقة وذلك لاختلاف

المناخ بين المنطقتين من الموسمي في الهند حيث تسقط الامطار في فصل الصيف حيث درجات الحرارة المرتفعة إلى القاري في الموصل . اما في طهران فقد وجد .Halex et al [12] ارتفاع تراكيز الدقائق العالقة في مدينة طهران في الاشهر الباردة بالمقارنة مع الاشهر الدافئة وعزى ذلك الى الموقع الجغرافي للمدينة وطبيعة التضاريس المحيطة بها وبالذات السلسلة الجبلية في الشمال والتي تعمل على اصطياد الغبار العالق وجعله يحوم في جو المدينة في الاشهر الباردة خصوصا عندما تكون الرياح ساكنة. ويلاحظ من الجدول (3) ان الفرق المعنوي في تركيز الدقائق العالقة يحدث عند درجة 20 مئوية .



الشكل (5) العلاقة بين تراكيز الدقائق العالقة ودرجة حرارة الهواء في مدينة الموصل .

الجدول (3) تأثير درجة حرارة الهواء على تراكيز الدقائق العالق pm50 في مدينة الموصل.

Temperature (°C)	PM50 (□g/m3)					p-value
	Mean	SD	SE	Min	Max	
14-20	159.69 a	85.36	16.74	28	300	<0.001
20-30	227.00 b	74.52	11.78	40	410	
30-42	259.17 b	44.00	12.70	220	340	

المعدلات ذات الحروف المختلفة عموديا تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى معنوية ($p<0.05$) حسب اختبار Tukey

الاستنتاجات والتوصيات

1. تجاوز تركيز الدقائق العالقة الناعمة في مدينة الموصل الحدود المسموح بها وبلغ 230.8 مايكروغرام/م3 .
2. ارتفاع تراكيز الدقائق العالقة في الاشهر نيسان وايار وحزيران فوق الحدود المسموح بها .
3. أظهرت النتائج علاقة عكسية معنوية بين سرعة الرياح وتركيز الدقائق العالقة الناعمة وبالاخص بين سرعة رياح اقل من 1 متر/ثانية مع اكثر منها .
4. وجود علاقة طردية بين درجة حرارة الهواء وتركيز الدقائق العالقة الناعمة ، اذ انخفض تركيز الدقائق العالقة الناعمة في الاشهر الممطرة الباردة .
5. ضرورة انشاء حزام اخضر من الغابات حول مدينة الموصل وكذلك زيادة المساحات الخضراء في المدينة لتقليل الدقائق العالقة .

المصادر

1. Brunekreef, B., Holgate, S.. Air pollution and health. Lancet, 2002, 360, 1233–1242.
2. Pope CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. N Engl J Med 2009, 360, 376–386.
3. U.S. Environmental Protection Agency. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS); Office of Air Quality Planning and Standards, September 30, 2009.
4. Mauderly JL, Chow JC (2008) Health effects of organic aerosols. Inhal Toxicol 2008, 20, 257–288.
5. Dionisio, K.L, Arku, R.E, Hughes , AF., Vallarino , J. Carmichael, L., Spengler, JD., Agyei-mensah, S. and Ezzati M. Air Pollution in Accra /Neighborhoods: Spatial, Socioeconomic, and Temporal Patterns Environ. Sci. Technol. 2010, 44, 2270–2276.
6. Ilyas, SZ., Khattak, AI., Nasir, S.M., Qurashi, T., Durrani, R. Air pollution assessment in urban areas and its impact on human health in the city of Quetta, Pakistan. Clean Techn Environ Policy 2010, 12, 291–299
7. Gupta I, and Joseph AE. Trends of particulate matter in Mumbai city. Cheml Environ Res, 2004, 13(1&2), 87-94.
8. Harrison, R. M., & Yin, J. Particulate matter in the atmosphere: Which particle properties are important for its effects on health? Science of the Total Environment, 2000, 249, 85–101.
9. Riesenfeld, E., Chalupa, D., Gibb, F. R., Oberdorster, G., Gelein, R., Morrow, P. E., et al. Ultrafine particle concentrations in a hospital. Inhalation Toxicology, 2000, 12, 83–94.
10. Wheeler, A. J., Williams, I., Beaumont, R. A., & Hamilton, R. S. Characterization of particulate matter sampled during a study of children's personal exposure to airborne matter in a UK urban environment. Environmental Monitoring and Assessment, 2000, 65, 69–77.
11. Pope III, C.A., Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Journal of the American Medical Association, 2002, 287, 1132–1141.
12. Halek F., Kianpour-Rad, M. and Kavousirahim, A. Seasonal variation in ambient PM mass and number concentrations (case study: Tehran, Iran) Environ Monit Assess 2010, 169, 501–507.
13. Nicolás, J.F., Galindo, N. Yubero, E., Pastor, C., Esclapez, R., Crespo, J. Aerosol Inorganic Ions in a Semiarid Region on the Southeastern Spanish Mediterranean Coast Water Air Soil Pollut 2009, 201, 149–159
14. NAAQS, National Ambient Air Quality Standards, Published by the Central Pollution Control Board, India, 2004.
15. Zhang, W., Xu, D., Zhuang, G., Wang, W., Guo, L. Characteristics of ambient 1-min PM2.5 variation in Beijing, Environ Monit Assess 2010, 165, 137–146.
16. Gupta AK, Patil RS, Gupta SK. A statistical analysis of particulate data sets for Jawaharlal Nehru port and surrounding harbour region in India. Environ Monit Assess, 2004, 95(1-3), 295-309
17. Zhao, Q., He, K, Rahn, KA, Ma, Y, Jia, Y, Yang, F, Duan, FLei, Y, Chen, G, Cheng, Y, Liu, H, and Wang, S. Dust storms come to Central and Southwestern China, too: implications from a major dust event in Chongqing. Atmos. Chem. Phys., 2010, 10, 2615–2630.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل