

## دراسة وتحليل لكميات الغبار المتساقط على القطاع السكني في مدينة النجف الأشرف

م.د. حسين عبد المطلب علي خان  
جامعة الكوفة- كلية الهندسة

(استلم بتاريخ ٤/٩/٢٠١١؛ قبل بتاريخ ٢٢/٢/٢٠١٢)

### الخلاصة

تتناول البحث دراسة دقائق الغبار المتساقط في القطاع السكني لمدينة النجف الأشرف وأن الكميات المقاسة كانت في منطقة حي السعد السكني. كما تمت دراسة تأثير العوامل المناخية (كالحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة ومعدلات التبخر، والأمطار) ومدى تأثيرها في جمع دقائق الغبار لغرض معرفة مستوى تولدها في المدينة. كذلك فقد تم تحليل الخصائص المناخية في المدينة لمعرفة علاقتها بمعدل الغبار المتجمع. ولغرض معرفة الآثار البيئية للغبار المتساقط أخذت نماذج باستخدام الاسطوانة المعدنية في حي السعد ولثلاثة أعوام متتالية من العام ٢٠٠٧ وحتى العام ٢٠٠٩ وبمعدلات شهرية. وكان من أهم نتائج هذا البحث هو أن تغيرات المناخ الفصلية وبعض النشاطات البشرية ذات تأثير واضح على كميات الغبار المتساقط، وقد تم تأشير أهم الاستنتاجات والتوصيات التي من شأنها تقليل خطورة هذه المشكلة المهمة.

الكلمات الدالة: تلوث الهواء، الغبار المتساقط، الخصائص المناخية، القطاع السكني، تراكيز الغبار.

# STUDY AND ANALYSIS FOR PRECIPITATE DUST PARTICLES IN RESIDENTIAL SECTOR AT AL-NAJAF AL-ASHRAF CITY

*Dr. Hussein Abdulmuttaleb Ali khan*  
*Lecturer at University of Kufa/ Eng. College*

## Abstract

This paper has been carried out to study the precipitate dust particles in residential area at Al-Najaf Al- Ashraf city, with special site of Alsaad quarter. It also studied the impact of the most important climatic characteristics ( such as temperatures, wind speed, humidity and evaporation, and rain) with rate affecting the collection the dust particles and to identify the levels of generation at the city. Also the climatic properties of city had been analyzed that resulted in Knowing the range of dust collected. And to identify the environmental impact of the collecting precipitate dust particles, samples were taken at Alsaad quarter by using metal cylinder, for three years from 2007 until 2009, at monthly rate for each sample. The most important results of this paper are the seasonal changes of the climate with anthropogenic activities accompanied by seasonal changes in dust quantities. Finally, the conclusions and recommendations which help the reducing of the risks of this important problem were presented.

**Keywords:** Air Pollution, Precipitate Dust, Climatic Characteristics, Residential Sector, Dust Concentrations.

## ١. المقدمة

تتضح أهمية دراسة خصائص الهواء من خلال دوره الكبير في بقاء الحياة واستمرارها، بحيث يمكن للكائنات الحية الاستمرار بدون الطعام والشراب لأيام معدودة في حين لا يمكنها الاستغناء عن الهواء لبضع دقائق. والهواء النقي من حيث الخصائص عديم اللون والرائحة وثابت من حيث التكوين لخضوعه باستمرار للتجديد من خلال الدورات الحيوية المتعددة في النظام البيئي . والهواء النقي عبارة عن خليط من الغازات يشكل النيتروجين ٧٨% منه والأوكسجين ٢١% والنسبة المتبقية تشكل مجموعة من الغازات النادرة مثل الاركون والهليوم والنيون... الخ وكذلك يحتوي الهواء على بخار الماء وأجسام سائلة وصلبة. وقد عرف خبراء منظمة

الصحة العالمية (WHO) تلوث الهواء بأنه الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتويًا على مواد بتركيبة ضارة بالإنسان أو مكونات البيئة وأن تلوث الهواء هو تلوث طبقة التروبوسفير وهي الطبقة السطحية التي تمتد فوق مستوى سطح الأرض لمسافة تتراوح ما بين (٥-٨) كم وهي الطبقة المهمة لمعيشة الأحياء سواء كان الإنسان أو الحيوان أو النبات (برهان، ١٩٨٢).

كان للتأثيرات الضارة لملوثات الهواء على الإنسان من حيث خطورتها وفداحة الخسائر التي سببتها السبب الأعظم وراء السعي المتواصل لفهم وتحليل مصادر تلك الملوثات ومحاولة إيجاد طرق للسيطرة عليها، ففي خلال العقدين الماضيين تركزت الدراسات على الترسيبات الحامضية الجوية على المسطحات المائية في النظم البيئية وتأثير انبعاث الغازات الدفيئة على المناخ وما لهذين الموضوعين من أهمية ساعدت والى حد كبير في تتبع وأهمية ملوثات الهواء ونوعية ودرجة التأثير على من يتعرض لتلك الملوثات الضارة إنسانًا كان أم نباتًا أو حيوانًا (Boubel et al., 2008).

تشير وتهدف القوانين التي توضع للسيطرة على تلوث الهواء دائما بصورة واضحة إلى: حماية صحة الإنسان والبيئة المحيطة بصورة رئيسية، ففي أحيان كثيرة ليست ملوثات الهواء السامة هي ذات الخطورة الوحيدة وإنما التأثير الآخر هي إمكانية انتقالها إلى مسافات كبيرة وبالتالي فإن التأثير سيشمل مناطق بعيدة عن مصدر التلوث وعليه فهناك بينتان هي التي ستكون معنية بالموضوع: نوعية الملوثات وتركيبها التي ستطلق إلى المحيط، والبيئة الثانية هي فضاء العمل وخصائصه وفي الحالتين فإن التأثيرات الصحية أما إن تكون حادة (acute) أو ذات تأثير تراكمي طويل الأمد (long-term chronic) وفي كلا الحالتين ستكون هناك خطورة على الصحة العامة (Cheremisinoff, 2002).

## ٢. دراسة المشكلة

تعتبر مشكلة تلوث الهواء في مدينة النجف الأشرف من المشاكل الأساسية وخصوصا أنها ذات علاقة وثيقة بصحة الإنسان من ناحية ومن ناحية أخرى فإن هذا البحث سيتناول تركيز الغبار المتساقط في القطاع السكني للمدينة وما لذلك من آثار جسيمة على عناصر البيئة الحية وغير الحية.

## ٣. مصادر تلوث الهواء

### أ. المصادر الطبيعية (Natural sources)

هي المصادر التي لا يتدخل الإنسان فيها وإنما فقط تشمل مصادر تلوث الهواء الطبيعية ومنها:

#### - العواصف الغبارية

تساهم العواصف الغبارية وبدرجة كبيرة في تلويث البيئة، وعادة ما يصاحب تلك العواصف رياح شديدة موازية لسطح الأرض وتحمل معها كميات كبيرة من الرمال المتعرية من سطح التربة وخصوصا عندما لا يوجد عائقا

أمامها، وقد تحمل هذه الرياح معها الأتربة والرمال إلى مسافات طويلة لتسقط بعد ذلك على المدن وباقي التجمعات السكانية (أرناووط، ١٩٩٦).

#### - البراكين

تطلق البراكين كميات هائلة من المواد الصلبة والغازات إلى الجو بحيث يمكن للمواد الصلبة أن تندفع إلى الأعلى إلى عشرات الكيلومترات، لتصل إلى طبقة الستراتوسفير والتي قد تؤثر في تركيبها وخواصها (موسى، ٢٠٠٦).

#### - أكاسيد النتروجين

تتكون أكاسيد النتروجين عن عملية التفريغ الكهربائي للسحب الرعدية حيث يتحد النتروجين الموجود في الجو مع الأوكسجين وبظروف الضغط والحرارة العالية عند حدوث ظاهرة البرق والصواعق مكونا مجموعة من أكاسيد النتروجين. وهي سامة للإنسان وقاتلة عند التركيز العالية (ألقاسمي، ١٩٩٧).

#### - البكتريا والفطريات

تعيش في الهواء أعدادا كبيرة من البكتريا والفطريات، ويشار إلى وجود علاقة بين تركيز البكتريا والكثافة السكانية والتهوية، حيث كلما كانت الأماكن مغلقة كانت ذات تركيز بكتيري أكبر مما لو كانت مفتوحة، وكذلك كلما كان تركيز الغبار عاليا وبارتفاع الرطوبة النسبية كان الجو ملائما لتزايد أعداد أكبر من الجراثيم (موسى، ١٩٩٦).

### ب. المصادر البشرية Anthropogenic Sources

#### - العوادم Exhausted gases

تعتبر الغازات التي تطلقها السيارات وباقي وسائط النقل من أكثر القطاعات التي تسبب تلوثا بيئيا، وتشير الدراسات إلى أن الغلاف الجوي لم يعد يحتمل الكميات الهائلة والمنتزيدة باستمرار التي تطلقها وسائط النقل يوميا، فعلى سبيل المثال في الولايات المتحدة وحدها تطلق من هذا القطاع ما يزيد على (٥٠) بليون كيلو غرام من ثاني أكسيد الكربون سنويا، و(٢٠) بليون كيلو غرام من الهيدروكربونات غير تامة الاحتراق، و(٢٠) بليون كيلو غرام من أكاسيد النتروجين. وعلى هذا أصبح من الضروري تطوير المحركات واعتماد نوعيات الوقود القادرة فعلا على تقليل حجم الانبعاثات وجعلها ضمن المستويات المقبولة (Boubel et al., 2008).

#### - النشاط الصناعي

يعتبر هذا القطاع من أهم القطاعات المساهمة في تلوث الهواء وباختلاف مصدر التلوث داخليا كان (Indoor air pollution) أو خارجيا (Outdoor air pollution). فيمكن للملوثات التي تنطلق من هذا القطاع مؤثرة في فضاء العمل ولمن يتعرض للملوثات الناتجة عن مختلف الفعاليات وهذا ما يعرف بالمقياس الأدنى (micro scale)، وكذلك يمكن أن ينتقل حجم التأثير إلى البيئة الخارجية (meso scale)، كما ويمكن أن تنتقل تلك الملوثات إلى مسافات كبيرة جدا مسببة ضررا عالميا (Global or Macro scale)، ومن أمثلة هذا التلوث ذا

البعد العالمي الأمطار الحمضية وتلوث طبقة الأوزون واستنزافها وظاهرة الانحباس الحراري (Davis and Cornwell, 2008).

#### - الاستخدامات المنزلية

تتنوع الاستخدامات المنزلية وتتنوع معها أنواع الوقود المختلفة وبذلك تختلف معها كمية ونوعية الانبعاثات التي تصدر منها، فالوقود المستخدم إما أن يكون الكيروسين أو الفحم أو المازوت أو غاز البوتان فمرة يستخدم لإغراض الطبخ ومرة يستخدم لإغراض التدفئة ومهما اختلفت تلك الأغراض فإن الانبعاثات هي المحصلة المشتركة فيما بينها إلى جانب الحرارة التي تطلق إلى المحيط مسببة ارتفاعها، ويضاف إلى كل ذلك ما يحرق يوميا من النفايات الصلبة المتولدة من القطاع السكني والمطاعم والدوائر والفنادق والمعامل في القطاع الصناعي والقطاع التجاري في المدن وما ينتج عن هذه العملية من غازات وأبخرة تكون كافية لتلوث الهواء (الجميلي، ١٩٩٨ ; فلنتوف، ١٩٨٨).

#### ٤. أنواع ملوثات الهواء

يمكن تقسيم ملوثات الهواء إلى ملوثات رئيسية أولية primary pollutants وملوثات ثانوية secondary pollutants ، والملوثات الأولية هي التي تصدر مباشرة من مصدر معين لتلوث المحيط كما يحدث في مداخن المعامل، في حين الملوثات الثانوية لا تنتج مباشرة من المصدر وإنما عندما تطلق الملوثات الأولية سوف تتفاعل مع أشعة الشمس لتتكون ومن نتاج تلك التفاعلات ملوثات جديدة تعرف باسم الملوثات الثانوية (Nathanson, ٢٠٠٠).

تعتبر الملوثات الدقائقية خليط معقد لمواد عضوية وغير عضوية ويمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين الخشنة (coarse) والناعمة (fine) (Kiely, 1997) ، وعادة ما تتواجد بهيئة غازية أو صلبة أو سائلة وتتراوح معدلات أقطارها من ٠.٠٠٥ مايكرومتر إلى ما يزيد على ١٠٠ مايكرومتر (وهو ما يعادل قطر شعرة راس الإنسان تقريبا)، وهناك عدة طرق لتصنيف الملوثات الدقائقية فهي أحيانا تصنف حسب حجمها في حين يجري تصنيفها أحيانا أخرى حسب طورها (السائل أو الصلب) (Master, ١٩٩٨ ; Masters and Ela, ٢٠٠٨).

والملوثات الصلبة الدقائقية أنواع فمنها الغبار (dust) والذي غالبا ما ينتج من عمليات الطحن والتكسير، ومنها الأبخرة (fumes) وهي نوع من الملوثات الدقائقية تصل أبخرتها حالة التكثف، أما الدقائق السائلة وهي التي يطلق عليها الضباب (mist) أو (fog) . كما وان هناك الدخان (smoke) والسخام (soot) وهما الجسيمات التي تتكون بصورة رئيسية من الكربون وخصوصا عندما يكون الاحتراق غير تام ( Masters and Ela, ٢٠٠٨) والجدول 1 يبين أحجام الدقائقات في مقاييس منظمة الصحة العالمية (WHO) ووكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA).

جدول ١ :حجم الدقائق حسب تصنيف منظمة الصحة العالمية (WHO) ووكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) (Kiely, 1997)

حجم الدقائق		نوعية الملوث	تصنيف المجموعة
حسب USEPA	حسب WHO		
أكبر أو يساوي ١٠ مايكرومتر	أكبر من ٢.٥ مايكرومتر	غبار، ذرات تربة، قشرة السطح.	خشن
أقل من أو يساوي ١٠ مايكرومتر	أقل من ٢.٥ مايكرومتر	الهباء الجوي (aerosols)، جسيمات الاحتراق، الملوثات الأولية والثانوية.	ناعم

## ٥. العوامل الطبيعية المؤثرة في التلوث بالغبار في مدينة النجف

### - الموقع الجغرافي

تقع مدينة النجف من ناحية الموقع الفلكي على خط طول ٤٤,١٩° شرقاً وعلى دائرة عرض ٣١,٥٩° شمالاً شكل ١ فيما يتصف موقعها ضمن العراق بأنها تقع على حافة الهضبة الغربية وأقصى الطرف الجنوبي الغربي من القسم الشمالي للسهل الرسوبي وعلى بعد ١٠ كم إلى غرب نهر الفرات، تبلغ مساحتها (٢٨٨٢٤) كم<sup>٢</sup> وتشكل ما نسبته (٦.٦%) من مساحة العراق البالغة (٤٣٥٠٥٢) كم<sup>٢</sup>.

### - الخصائص المناخية Climatic characteristics

تلعب خصائص المناخ دوراً بارزاً في توزيع ومستوى تركيز ملوثات الهواء، وتعد درجات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية وشدة سطوع الشمس ومعدلات تساقط الأمطار من أهم تلك الخصائص في تلوث الهواء بصورة عامة ولعلها المؤثر الأبرز في دراسة معدلات وتأثير الغبار المتساقط.

### - الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوب الغربي من العراق الذي يلاحظ فيه طول ساعات النهار النظري الذي يصل (11.6) ساعة في اليوم وخاصة في شهري تموز وحزيران كما في جدول 2 على العكس من فصل الشتاء الذي يتصف بقلة ساعات النهار التي تصل الى (6.2) ساعة في اليوم وفي شهري كانون الأول وكانون الثاني.

**جدول ٢: معدل ساعات السطوع الشمسي الفعلي في محافظة النجف**  
(محطة الأنواء الجوية في محافظة النجف)

الشهر	معدل ساعات السطوع الشمسي الفعلي للمدة (١٩٨٠ - ٢٠٠٩) ساعة / يوم
كانون الثاني	٦.٣
شباط	٧.٢
آذار	٧.٩
نيسان	٨.٤
مايس	٩.٥
حزيران	١١.٦
تموز	١١.٦
آب	١١.٢
أيلول	١٠.١
تشرين الأول	٨.٤
تشرين الثاني	٧.٣
كانون أول	٦.٢
المعدل السنوي	٨.٨

أما بالنسبة لدرجات الحرارة فتعد من أهم عناصر المناخ التي تؤثر في توزيع وانتشار ملوثات الهواء، ويبين جدول 3 إلى أن معدل درجة الحرارة يصل في فصل الصيف إلى ( $35.7^{\circ}\text{C}$ ) في شهري تموز وحزيران ، وان هذا المعدل ينخفض في فصل الشتاء ليصل إلى ( $10.8^{\circ}\text{C}$ ) في شهر كانون الثاني.

**جدول ٣: المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة في محافظة النجف**  
(محطة الأنواء الجوية في محافظة النجف)

الشهر	معدلات درجات الحرارة للفترة (١٩٨٠ - ٢٠٠٩)	
	درجة الحرارة العظمى $^{\circ}\text{C}$	درجة الحرارة الصغرى $^{\circ}\text{C}$
كانون / ٢	١٦.٤	٥.٣
شباط	١٩.٥	٧.٣
آذار	٢٤.٥	١١.٣
نيسان	٣٠.٨	١٧.١
مايس	٣٧.٤	٢٢.٤
حزيران	٤١.٨	٢٥.٦
تموز	٤٣.٩	٢٧.٦
آب	٤٣.٧	٢٧.١
أيلول	٤٠.٤	٢٣.٧
تشرين / ١	٣٣.٩	١٩
تشرين / ٢	٢٤.٥	١١.٩
كانون / ١	١٨.٢	٧.١
المعدل السنوي	٣١.٢	١٧.١

يلاحظ مما سبق بأن معدل درجات الحرارة يرتفع في فصل الصيف ويقل في فصل الشتاء حسب كمية الإشعاع الشمسي الواصلة وطول ساعات النهار، وعليه فإن ارتفاع درجة الحرارة في النهار تتسبب بارتفاع درجة حرارة السطح الأمر الذي يسبب تيارات هوائية صاعدة مرتفعة إلى الأعلى تعمل على إثارة الغبار ونشر الملوثات مع الأخذ بنظر الاعتبار نوعية سطح التربة، وقد أشار الباحث الشكرجي، ٢٠٠٧، إلى أن تربة المدينة في معظمها ذات طبيعة رملية (أكثر من ٧٠%) وبالتالي ستبدي استعدادا واضحا بإثارة الغبار وانتشاره، أما في الليل فإن انخفاض درجات الحرارة سينتج عنه برودة سطح الأرض والهواء القريب من السطح وعليه فإن التيارات الهوائية الهابطة ستؤدي إلى نزول الهواء المحمل بالملوثات وزيادة تركيزها فيه.

#### - الرياح

تؤثر سرعة الرياح واتجاهها بشكل كبير في توزيع وانتشار الملوثات الجوية، حيث أن المناطق التي تقع باتجاه الريح هي التي تكون أكثر تأثرا من غيرها، أما فيما يخص سرعة الرياح فإنه كلما زادت السرعة كلما قل تركيز الملوثات الجوية ولكن ستزداد معه إثارة الغبار.

يبين الجدول 4 الخاص بمعدلات تكرار اتجاه الرياح وسرعتها في مدينة النجف باتجاه الريح السائدة في المدينة هي الشمالية الغربية والشمالية وبمعدل سنوي ٣٩.٣ وبنسبة ٥٠.٣%، في حين تأتي في المرتبة الثانية الرياح الجنوبية الغربية والغربية بمعدل سنوي ١٩.٧ وبنسبة مئوية ٢٥.٢.

تمتاز الرياح الشمالية الغربية والشمالية في المدينة وفي فصل الصيف بجفافها وزيادة سرعتها وارتفاع درجة حرارتها (في أشهر حزيران وتموز وأب) وهي مثيرة للغبار حيث تصل أعلى سرعة سنويا في شهر تموز ٣.١ م/ثا، في حين تمتاز تلك الرياح بكونها باردة وجافة في فصل الشتاء وتسجل معدلات سرعة قليلة وخصوصا في شهر كانون الأول اذ تصل ١.٦ م/ثا.

وهنا لا بد من الإشارة إلى ما تشهده منطقة الدراسة شأنها شأن مناطق العراق الأخرى، لاسيما الغربية، نشاط لظاهرة العواصف الترابية ويبين الجدول ٤ بأن شهر آذار ونيسان و مايس (على الترتيب) هم الأكثر تعرضا وتكرارا للعواصف الغبارية.



جدول ٤: نسبة معدل تكرار اتجاه الرياح وسرعتها و معدل عدد أيام حدوث العواصف الترابية في محافظة النجف (محطة الأنواء الجوية في محافظة النجف)

المدة ٢٠٠٩ - ١٩٨٠		معدل تكرار اتجاه الرياح للمدة ٢٠٠٩ - ١٩٨٠					الشهر
عدد العواصف الغبارية	سرعة الرياح م/ثا	السكون	شمالية غربية وشمالية	جنوبية غربية وغربية	جنوبية شرقية وجنوبية	شمالية شرقية وشرقية	
٠.٣	١.٧	٢٥,٩	٢٦.١	٢١.٥	١٥	١١.٥	كانون الثاني
٠.٦	٢.٢	٢٣,١	٢٧.٥	١٩.٣	١٧	١٣.١	شباط
٠.٩	٢.٨	٢١,٦	٢٩.٩	١٩.٢	١٦.٥	١٢.٨	آذار
١.٣	٢.٥	٢١,٥	٣٠	١٨	١٦	١٤.٥	نيسان
١	٢.٤	١٩,٤	٤٠	١٦.٩	١٠.٥	١٣.٢	مايس
٠.٤	٣	١٧,٦	٥٥.٣	٢١.١	٢.٣	٣.٧	حزيران
٠.١	٣.١	١٢,٤	٦٠.٣	٢٤.٨	١	١.٥	تموز
٠.٠١	٢.٥	١٤,٦	٥٩.٣	٢٢.١	١.٥	٢.٥	أب
٠.٠٨	١.٨	٢٤,٧	٥١	١٥	٣.٥	٥.٨	أيلول
٠.١	١.٦	٢٧,٧	٣٥.٥	١٥.٩	٩.٨	١١.١	تشرين الأول
٠.٢	١.٥	٢٧,٩	٣٢.١	١٨.١	١١	١٠.٩	تشرين الثاني
٠.١	١.٦	٢٧,٨	٢٤.٨	٢١.٧	١٤.٨	١٠.٩	كانون الأول
٠.٤	٢.٢	٢١,٩	٣٩.٣	١٩.٧	٩.٩	٩.٢	المعدل السنوي
		٠,٢	٥٠.٣	٢٥.٢	١٢.٦	١١.٧	النسبة المئوية

#### - الرطوبة والتبخر

تعتبر درجة الحرارة وسرعة الرياح من العوامل المهمة التي تؤثر في تحديد درجة الرطوبة النسبية، ويلاحظ ذلك في جدول ٥ بأن الرطوبة النسبية تصل إلى أدنى مستوياتها في فصل الصيف ففي شهر تموز تصل إلى ٢٧% ويعزى ذلك لارتفاع درجات الحرارة التي تبلغ في فصل الصيف ( $35.7C^{\circ}$ ) وزيادة سرعة الرياح والتي تصل في شهر تموز ٣.١ م/ثا، أما في فصل الشتاء فان الرطوبة النسبية تصل إلى أعلى مستوياتها حيث تصل في شهر كانون الأول إلى ٧٠.١% وذلك بسبب انخفاض معدلات درجات الحرارة الذي يصل في فصل الشتاء إلى ( $10.8C^{\circ}$ ) في شهر كانون الثاني وكذلك انخفاض معدلات سرعة الرياح فيه وخصوصا في شهر كانون الأول إذ تصل فيه إلى ١.٦ م/ثا. أما التبخر والذي يتحول الماء فيه من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فيتأثر بعدة عوامل ولعل أهمها درجات الحرارة حيث يلاحظ وفي مدينة النجف وفي جدول ٥ بأن أعلى مستوى للتبخر يسجل في شهر تموز ٥٧٩.٥ ملم وهو نتيجة لارتفاع الحرارة في فصل الصيف بينما ينخفض معدل التبخر في فصل الشتاء إلى أدنى مستوياته ليصل ٧٢.٧ ملم وهي نتيجة لانخفاض درجات الحرارة فيه. وهنا لا بد من الإشارة إلى عامل مؤثر آخر في عملية التبخر وهو سرعة الرياح فيزيادتها تزداد عملية التبخر وذلك عندما تتحرك الرياح فوق سطح الأرض سوف تنقل بخار الماء لتأتي بغيرها وبالتالي سوف يزداد معه معدل التبخر وهذا ينسجم تماما مع ما يحصل في مدينة النجف حيث تزداد سرعة الرياح في فصل الصيف الأمر الذي ينتج عنه ازدياد معدل التبخر فيه.

جدول 5: معدلات الرطوبة النسبية والتبخر في محافظة النجف  
(محطة الأنواء الجوية في محافظة النجف)

معدلات الرطوبة النسبية والتبخر للمدة (١٩٨٠ - ٢٠٠٩)		الشهر
التبخر مم	الرطوبة النسبية %	
٧٢.٧	٧٠	كانون الثاني
١٢٢.٩	٦٠.٣	شباط
٢٠١.٣	٥١.٤	آذار
٢٨٥.٧	٤٣.٧	نيسان
٤٠.٩	٣٣.٤	مايس
٥٣١.٤	٢٧.٨	حزيران
٥٧٩.٥	٢٧	تموز
٥٣٨.٣	٢٩	آب
٤٠٣.١	٣٣.٢	أيلول
٢٦٨.٢	٤٣.٣	تشرين الأول
١٤٤.١	٢٩.٢	تشرين الثاني
٨٧.٦	٧٠.١	كانون أول
٣١٢.٩	٤٣.٢	المعدل السنوي

#### - الأمطار

للإمطار دور كبير في تصفية الأجواء حيث تعلق الشوائب والعوالق الهوائية بقطرات ماء المطر متساقطة ومساعدة بتنقية الهواء الجوي، وبصورة عامة ينعدم هطول المطر في مدينة النجف في فصل الصيف وكما هو مبين في جدول ٦ ، في حين تسجل أعلى معدلات هطول الأمطار في فصل الشتاء التي تصل في كانون الثاني ٢٠.٧ ملم.

جدول ٦ : مجموع تساقط الأمطار في محافظة النجف  
(محطة الأنواء الجوية في محافظة النجف)

مجموع التساقط للمدة (١٩٨٠ - ٢٠٠٩) مم	الشهر
٢٠.٧	كانون الثاني
١٥.١	شباط
١٣.٥	آذار
١٠.٢	نيسان
٤.١	مايس
—	حزيران
—	تموز
—	آب
—	أيلول
٤.٢	تشرين الأول
١٤.٨	تشرين الثاني
١٧.٥	كانون أول
١٠٠.١	المجموع

## ٦. الغبار المتساقط في مدينة النجف الأشرف

### - التوزيع السكاني لمدينة النجف الأشرف

يسلط الضوء في هذا البحث على دراسة وتقييم الغبار المتساقط في القطاع السكني في مدينة النجف الأشرف، وذلك لأهمية هذا القطاع حيث يحتل الاستعمال السكني الجزء الأكبر من مساحة مدينة النجف إذ بلغت نسبة (٤٨.٥٥ %) من المساحة الكلية للمدينة مكوناً بذلك البيئة التي يقضي فيها السكان أكبر مدة من حياتهم ، وهذه الحقيقة أثبتتها الكثير من الدراسات التي أجريت من الباحثين الغربيين في هذا المجال ، والتي دلت بأن هذا الاستعمال يحتل في المعدل بين (٣٠ - ٤٠ %) من مساحة المدينة (البغدادي، ١٩٩٩).

بلغت مساحة الاستعمال السكني في المدينة عام ١٩٩٠ (٢٦٨٢,٣) هكتاراً بنسبة (٤٨,٢ %) من مساحة المدينة، في حين أصبحت عام ٢٠١٠ (٤٢٣٨,٦) هكتاراً أي بنسبة (٥١,٩ %) من المساحة الكلية للمدينة، بزيادة مطلقة قدرها (١٥٥٥,٨) هكتاراً.

وقد تمثلت هذه الزيادة في نشوء عدة مجاورات سكنية مثل العدالة والفرات والجامعة والسلام وملحقه (السلام الجديد) والغزي والوفاء وأبي طالب ومجاورات النداء السبعة في القطاع الشمالي ومجاورات القدس الأول والثاني في القطاع الجنوبي من المدينة ، كما في الشكل ٢.

اما عدد الوحدات السكنية في عام ١٩٩٠ فقد بلغت (٦٢٣٦٧) وحدة سكنية فيما بلغت عام ٢٠١٠ (٩١١٥٨) وحدة سكنية وبزيادة مطلقة مقدارها (٢٨٧٩١) وحدة سكنية، وهي تشير بوضوح إلى تطور حركة العمران الحضري (السكني) في المدينة لأسباب اقتصادية واجتماعية (محمد، ٢٠١١) ، وبالنظر لهذا التطور والانفتاح في المدينة وخصوصاً في قطاعها السكني كرسست الجهود في هذا البحث لمتابعة ملوثات الغبار لما لها من تأثير مباشر على حياة سكان القطاع.

### - قياس تراكيز الغبار

لغرض الوقوف على تراكيز الغبار المتساقط وفي القطاع السكني في المدينة فقد تم استعمال جهاز جمع الغبار التقليدي (الاسطوانة المعدنية) والتي وضعت في حي السعد السكني الذي يقع على محور طريق النجف-كوفة شرقاً، ونظراً لتوزيع السكان حسب قطاعات المدينة السكنية الأربعة في مدينة النجف فيعتبر حي السعد من أحياء القطاع الجنوبي في المدينة والذي يضم كل من الأحياء (الأمير ، الإسكان، الاشتراكي، المثني، المعلمين، الأمام علي، الزهراء، الحوراء زينب، الشرطة/الثورة، الأنصار، القادسية، القدس، الأحياء الصناعية الجنوبية) كما في الشكل ٢.

أما من ناحية التراكيز فقد تم جمع النماذج ومن ثم استخراج معدلاتها الشهرية وللأعوام ٢٠٠٧ و ٢٠٠٨ و ٢٠٠٩ لكي يتم إعطاء صورة واضحة وبالتالي الفهم العلمي والدقيق لكميات الغبار المتساقط ومعرفة ما هي العوامل المناخية الطبيعية والعوامل البشرية المؤثرة.

#### - عرض نتائج الغبار المتساقط

يلاحظ من الشكل ٣ الخاص بالعام ٢٠٠٧ بأن أعلى كمية للغبار كانت في شهر حزيران بمعدل (71.54 غم/م<sup>٢</sup>) ثم يليه شهر تموز (٦٤.٢٢ غم/م<sup>٢</sup>) في حين سجل شهر كانون الأول أقل كمية وبمعدل (١١.٣٢ غم/م<sup>٢</sup>). أما فيما يخص العام ٢٠٠٨ فإن أعلى كمية للغبار وكما في الشكل ٤ سجلت في شهر تشرين الأول وهي بمعدل (٢٨.٧١ غم/م<sup>٢</sup>) يليه شهر أيلول وبمعدل (٢٦.٦١ غم/م<sup>٢</sup>) ، أما أقل كمية فكانت في شهر تموز وهي بمعدل (١١.٨٨ غم/م<sup>٢</sup>). وفي العام ٢٠٠٩ فإن أعلى معدل للغبار وكما بين في الشكل ٥ كان في شهر حزيران (١٧٩.٣٧ غم/م<sup>٢</sup>) ثم يليه شهر تموز وبمعدل (١٦٥.٢٥ غم/م<sup>٢</sup>) بينما سجلت أقل معدل في شهر كانون الأول (١٧.٤٥ غم/م<sup>٢</sup>).

#### ٧. المناقشة

بين الشكل ٣ وكما مر في فقرة عرض النتائج الخاص بالعام ٢٠٠٧ بأن أعلى معدل لتساقط الغبار كان في شهري حزيران وتموز وذلك كون الرطوبة النسبية تصل إلى أدنى مستوياتها في فصل الصيف ففي شهر تموز تصل إلى ٢٧% ويعزى ذلك لارتفاع درجات الحرارة التي تبلغ في فصل الصيف (35.7C°) وزيادة سرعة الرياح والتي تصل في شهر تموز ٣.١ م/ثا التي تعمل على إثارة الغبار، بالإضافة إلى انعدام سقوط الأمطار والتي تساهم بترسيب ذرات الغبار وتصفية الأجواء، أما شهر كانون الأول فقد سجل أقل كمية غبار متساقط وذلك كون الرطوبة النسبية تصل إلى أعلى مستوياتها حيث تصل في شهر كانون الأول إلى ٧٠.١% وذلك بسبب انخفاض معدلات درجات الحرارة الذي يصل في فصل الشتاء إلى (10.8C°) في شهر كانون الثاني وكذلك انخفاض معدلات سرعة الرياح فيه وخصوصا في شهر كانون الأول إذ تصل ١.٦ م/ثا. أما بالنسبة للشكل ٤ فقد بين بأن أعلى كمية للغبار في العام ٢٠٠٨ سجلت في فصل الخريف وتحديدًا في شهر تشرين الأول وهي بمعدل (٢٨.٧١ غم/م<sup>٢</sup>) يليه شهر أيلول وبمعدل (٢٦.٦١ غم/م<sup>٢</sup>) حيث تنعدم الأمطار في شهر أيلول وتقل في شهر تشرين الأول إلى ٤.٢ ملم الأمر الذي يجعل معدلات كمية الغبار تزداد بالإضافة إلى أن سرعة الرياح في هذين الشهرين متوسطة وعليه فهي محفزة لزيادة الغبار. أما أقل كمية فكانت في شهر تموز وهي بمعدل مقداره (١١.٨٨ غم/م<sup>٢</sup>).

أما بالنسبة للشكل ٥ والمتعلق بكمية الغبار المتساقط في العام ٢٠٠٩ فهو من حيث المتغير الزمني يتشابه مع معدلات الغبار المتساقط في العام ٢٠٠٧ (أي أن أعلى كمية كانت في شهري حزيران وتموز في حين سجلت

في نفس العام أقل معدل في شهر كانون الأول) باختلاف أن معدل الكميات أصبح أعلى وأن السبب في ذلك يرجع إلى النشاطات البشرية المتمثلة بأعمال الحفر، وخصوصاً في الأحياء المجاورة كما تبين من خلال المكتب الاستشاري الهندسي/كلية الهندسة/جامعة الكوفة، لتنفيذ شبكات الصرف الصحي وما يرافق تلك الأعمال الفنية من شق خنادق واستخراج الأتربة ونقلها ورفع الطبقات الإسفلتية من الطرق الرئيسية والفرعية في العام ٢٠٠٩ الأمر الذي أدى إلى ازدياد معدلات كميات الغبار المسجلة في هذا العام.

ولغرض مطابقة المعلومات التي تم الحصول عليها مع نتائج التحليل الإحصائي للبيانات مجتمعة وكما في الشكل ٦ فقد تبين بأن معامل الارتباط correlation لبيانات العام ٢٠٠٧ مع العام ٢٠٠٨ هو ٠.٨٣ ، وبيانات العام ٢٠٠٧ والعام ٢٠٠٩ هو ٠.٩١ في حين كان معامل الارتباط لبيانات العام ٢٠٠٨ والعام ٢٠٠٩ هو ٠.٧٩ وهذا يبين بأن أعلى المعدلات كان ما بين العام ٢٠٠٧ والعام ٢٠٠٩ وهو كما أشير سلفاً إلى التشابه من ناحية المتغير الزماني بين بيانات العامين.

## ٨. الاستنتاجات

أ- لوحظ من خلال الدراسة بأن كمية الغبار المتساقط كان في أعلى قيمة في شهري حزيران وتموز (الصيف) من عامي ٢٠٠٧ و٢٠٠٩.

ب- كما لوحظ أقل قيمة للغبار المتساقط كانت في شهر كانون الأول (الشتاء) من عامي ٢٠٠٧ و٢٠٠٩.

ج- لعبت الخصائص المناخية (الرطوبة، الرياح، درجة الحرارة، والأمطار) دور مهم في زيادة كمية الغبار المتساقط صيفاً وقلتها شتاءً.

د- أن العوامل البشرية كان لها دور كبير في الزيادة الكبيرة في كميات الغبار المتساقط للعام ٢٠٠٩ عن مثيلاتها في العامين ٢٠٠٧ و٢٠٠٨، وهذا التغير يشمل الاعمال الفنية للمشاريع الهندسية في المنطقة (حي السعد) والمدينة بصورة عامة.

هـ- اما تغير كميات الغبار المتساقط في العام ٢٠٠٨ من ناحية التراكيز واورقات التساقط (الظرف الزماني) فبالإمكان تعليقه من خلال وجود عامل اخر يضاف في البحث العلمي وهو ما يعرف بعدم الدقة المطلقة للقياسات (uncertainty)، حيث بين معامل الارتباط المحسوب بين التراكيز بأن أعلى قيمة له كانت للعام ٢٠٠٧ والعام ٢٠٠٩ (٠.٩١) وأقلها كان بين كميات الغبار للعام ٢٠٠٨ والعام ٢٠٠٩ (٠.٧٩).

## ٩. التوصيات

أ. التأكيد على ضرورة إجراء مسوحات ميدانية ودراسات لدراسة مشكلة الهواء وملوثاته الغازية الأخرى.

ب. تشجيع الدراسات التي تؤدي إلى الموائمة والموافقة بين الحلول التخطيطية والفنية لتقليل الآثار البيئية المحتملة.

ج. التأكيد على ضرورة استعمال الأحزمة الخضراء والتي ستقلل من تأثير العواصف الغبارية الأمر الذي سينتج عنه انخفاض معدلات تولد الغبار المتساقط.

### المصادر

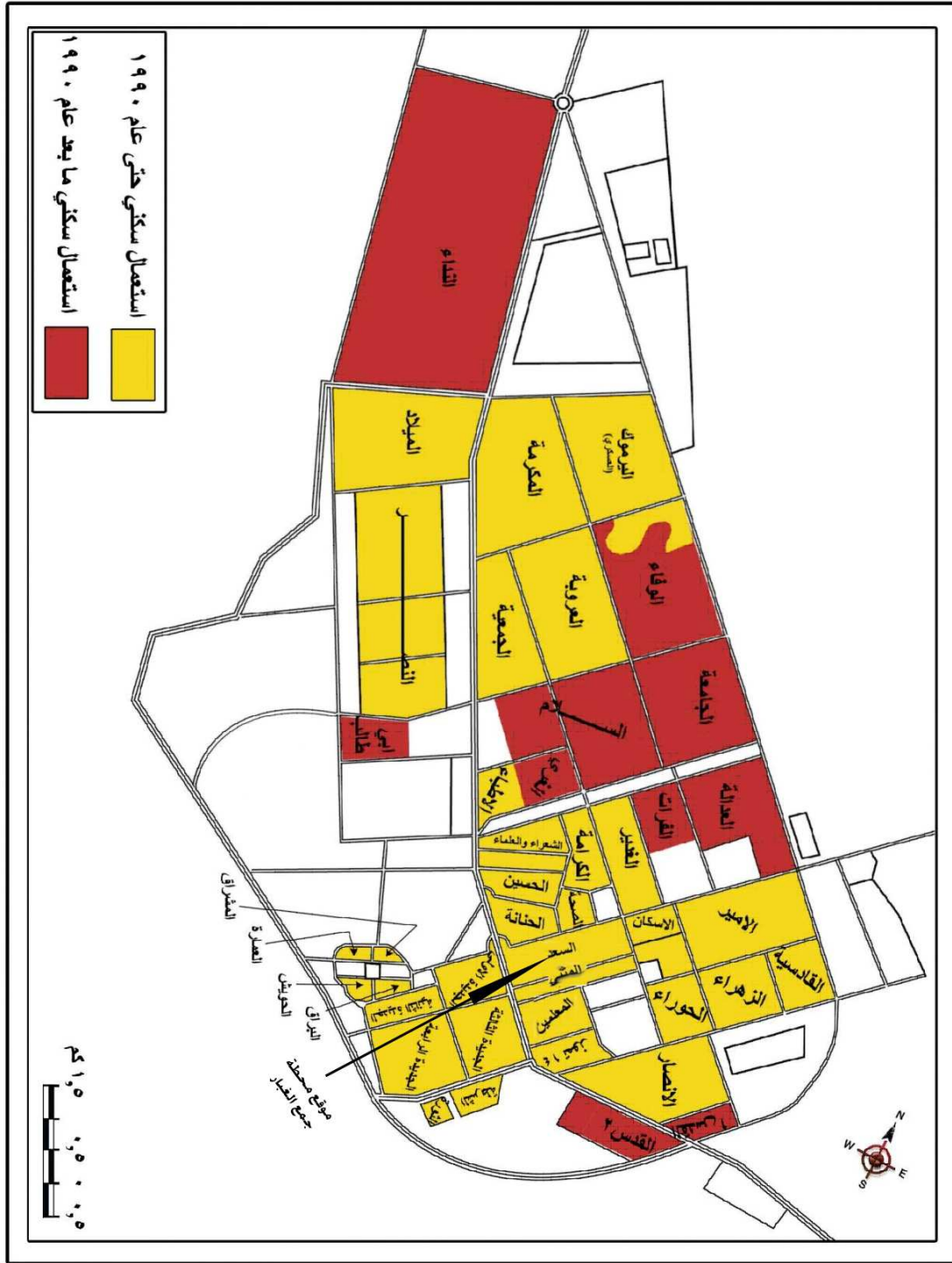
- Al Shakerchy, M. S., 2007, " Geotechnical Properties of Al Najaf City Soil With Emphasis On Infiltration And Strength Characteristics", A Thesis Submitted To The Building And Construction Engineering Department In The University Of Technology In Partial Fulfillment Of The Requirement For The Degree Of Doctor Of Philosophy In Geotechnical Engineering.
- Boubel, Richard W., Fox, Donald L., Turner, D. Bruce, Stern, Arthur C., Vallero, Daniel A., 2008, "Fundamentals Of Air Pollution" Fourth Edition.
- Cheremisinoff, Nicholas P., 2002, "Handbook Of Air Pollution Prevention And Control".
- Davis, M. L., and Cornwell, D.A., 2008, "Introduction to Environmental Engineering " , Fourth Edition.
- Kiely, G., "Environmental Engineering",1997, McGraw-Hill, International (UK) Limited.
- Master, Gilbert, M., 1998, "Introduction to Environmental Engineering and Science",2<sup>nd</sup> Edition Prentice Hall, Inc..
- Masters, Gilbert, M., and Ela, Wendell P., 2008, "Introduction to Environmental Engineering and Science",3<sup>rd</sup> Edition Prentice Hall, Inc..
- Nathanson, J. A., 2000, " Basic Environmental Technology", Prentice-Hall, Inc..
- Theodore , Louis, 2008, "Air Pollution Control Equipment Calculations", by John Wiley & Sons.
- البغدادي ،عبد الصاحب ناجي، "الملائمة المكانية لاستعمالات الأرض السكنية في مدينة النجف" ، أطروحة دكتوراه ، مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا لسنة ١٩٩٩م.
- أرناؤوط، محمد السيد، الإنسان وتلوث البيئة، تقديم عبد اللطيف عبد الحكيم الصعيدي، الدار المصرية اللبنانية، الطبعة الثانية، ١٩٩٦.
- القاسمي، خالد بن محمد، وجيه جميل البعيني، امن وحماية البيئة حاضرا ومستقبلا ، الطبعة الأولى، دار الثقافة العربية،الشارقة، ١٩٩٧.
- الهيئة العامة للمساحة ،الحدود الإدارية ، بغداد ٢٠٠٧.
- صهيب خالد رشيد الجميلي،"دراسة وتقييم عملية جمع وصرف النفايات الصلبة المتولدة في مدينة الفلوجة وتأثيراتها البيئية على المنطقة" ، رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم الهندسة البيئية في كلية الهندسة/ جامعة بغداد ، نيسان 1998 .

- فلنتوف، فرانك ، " معالجة المخلفات الصلبة في الدول النامية "، ترجمة د. حسن متولى ، منظمة الصحة العالمية، الإسكندرية – مصر ، (1988) .
- محمد، فؤاد عبد الله، " تحليل جغرافي للتغيرات الوظيفية ضمن البنية العمرانية لمدينة النجف الأشرف ما بعد ١٩٩٠ "، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب / جامعة الكوفة وهي جزء من متطلبات درجة الدكتوراه فلسفة في الجغرافيا، ٢٠١١.
- موسى، التلوث البيئي، دار الفكر، بيروت، ٢٠٠٦.
- موسى، علي حسن، التلوث الجوي، دار الفكر، بيروت، ١٩٩٦.
- وزارة البلديات والأشغال، مديرية التخطيط العمراني، التصميم الأساسي لمدينة النجف الأشرف.
- وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة لأنواع الجوية، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.



شكل (1) الموقع الجغرافي لمدينة النجف الأشرف.

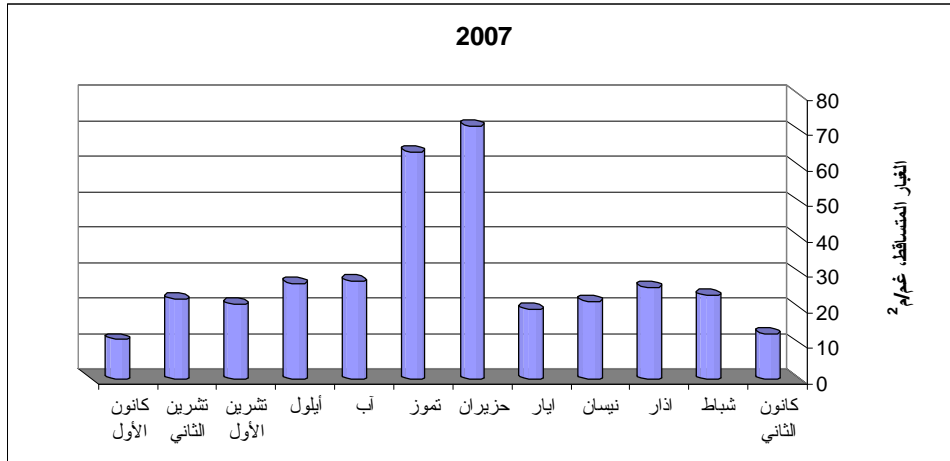
(الهيئة العامة للمساحة، الحدود الإدارية ، بغداد ٢٠٠٧)



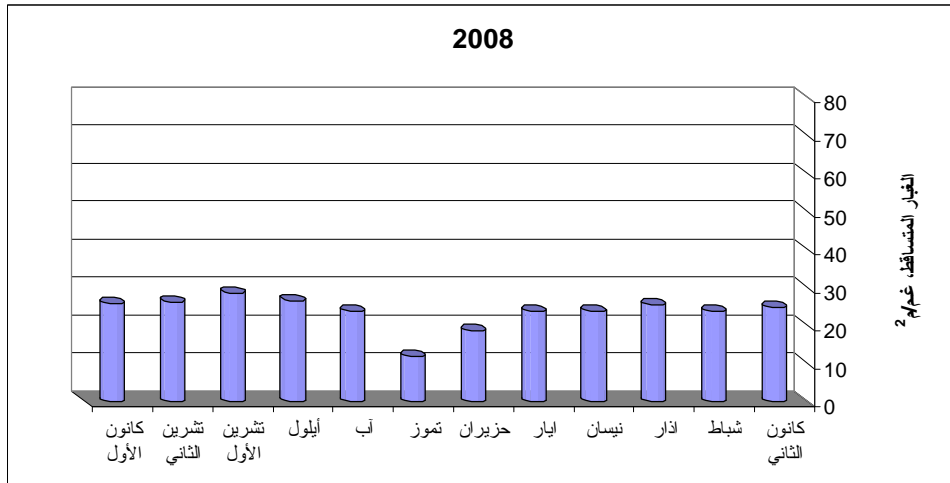
شكل ٢ استعمالات الأرض السكنية مع موقع جمع الغبار في مدينة النجف الأشرف.

(خريطة التصميم الأساس لمدينة النجف)

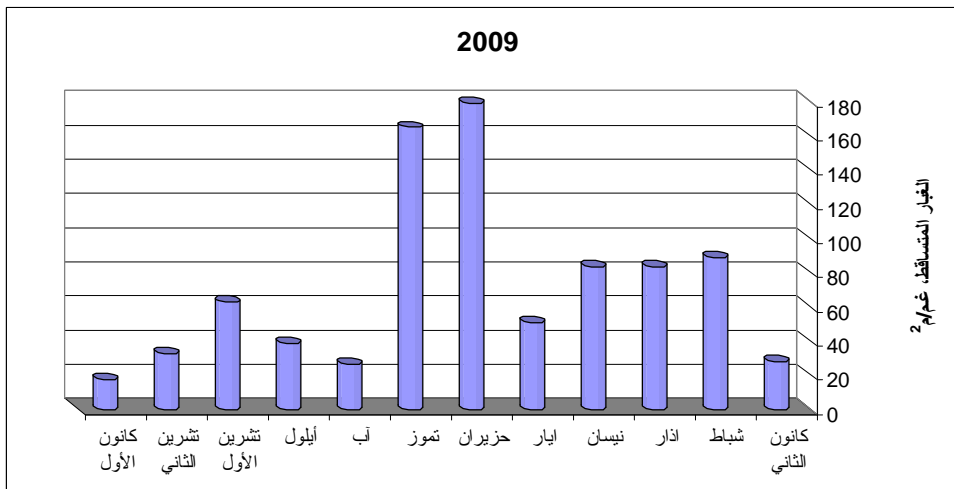




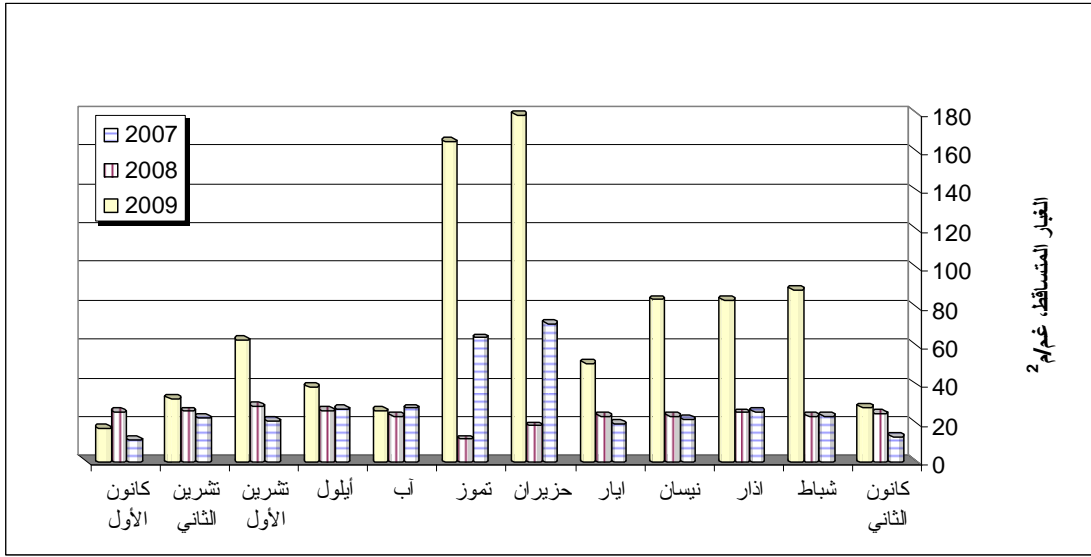
شكل ٣ كمية الغبار المتساقط (الغرام/م<sup>٢</sup>) في منطقة حي السعد بمدينة النجف الأشرف للعام ٢٠٠٧.



شكل ٤ كمية الغبار المتساقط (الغرام/م<sup>٢</sup>) في منطقة حي السعد بمدينة النجف الأشرف للعام ٢٠٠٨.



شكل ٥ كمية الغبار المتساقط (الغرام/م<sup>٢</sup>) في منطقة حي السعد بمدينة النجف الأشرف للعام ٢٠٠٩.



شكل ٦ كمية الغبار المتساقط (الغرام/م<sup>٣</sup>) في منطقة حي السعد بمدينة النجف الأشرف للأعوام (٢٠٠٧ - ٢٠٠٩).