دراسة جمع النفايات الصلبة لمدينة كربلاء

منى فائق علي
جامعة بغداد
كلية الهندسة – قسم هندسة البيئة

الخلاصـــــــة

تناول هذا البحث دراسة النفايات الصلبة لمدينة كربلاء، ، وهي احدى مدن العراق المهمة ذات الاهمية الدينية.
وتضمنت هذه الدراسة التعرف على خصائص النفايات الصلبة (معدلات التولد، المكونات الفيزيائية، محتوى الرطوبة، الكثافة) وتمت الفحوصات على النفايات لمدة ثمانية اشهر وبمعدل فحص واحد في الشهر وللفترة من كانون الاول 2007 م وحتى تموز 2008م للاخذ بنظر الاعتبار تغييرات فصول السنة ودرجات الحرارة على هذه الخصائص.
وكان معدل النتائج المتحصلة هي لمعدلات التولد 0.44 كغم/ شخص/ يوم، ومعدل كثافة النفايات 469 كغم / م3 واما معدلات الرطوبة فكان 48% . وكذلك تمت دراسة المكونات الاساسية للملوثات الموجودة في الرشح الناتج من مواقع طمر النفايات وتم اخذ النماذج من مواقع الطمر لمدة خمسة اشهر، من شهر كانون الاول 2007م وحتى شهر آذار 2008م، وتم اجراء ثمانية فحوصات عليها وهي كما يلي (الاوكسجين الحيوي المطلوب ، الاوكسجين الكيميائي المطلوب، القاعدية، ايونات الكالسيوم ، ايونات الصوديوم، المواد الكلية العالقة ، المواد الكلية الذائبة، ايون الحديد).
بالاضافة الى ذلك وبالاعتماد على النتائج الحالية المستحصلة عن كمية ونوعية النفايات المتولدة في المدينة فقد تم تصميم نظام لادارة النفايات الصلبة للمدينة بالاضافة الى التوصيات الكفيلة بالتقليل من مخاطر هذه المشكلة.

Abstract

This research is a study of the solid wastes in Karbalaa city.

This study include the identification of solid waste characteristics (generation rates , physical components ,moisture content ,density) .The examinations has been done on the waste for eight months with one examine in a month as a rate , for the period from December 2007. until July 2008. , to taking into account the changes of the seasons.

The results show that the rate of generation was 0.44 kg/ person/ day, density of waste 469 kg/m , and moisture contain was 48%. A study of the principle components of the (leachate) which migrates from the solid waste at the dumping site was done , samples were taken from the leachate at the dumping site for five month from December 2007. until March 2008. Eight tests have been done (Biochemical oxygen demand, Chemical oxygen demand, Alkalinity, calcium ions , Sodium ions , Total suspended solids, Total dissolved solids and Iron ion.

In addition to that , a managment system has been achieved to manage the solid waste of the city in addition to the recommendations which guarantee reducing the risks of this problem.

الكلمات الرئيسية

تولد النفايات الصلبة ، التوقعات المستقبلية

1. المقدمـــــــــة

النفايات الصلبة او ما يطلق عليها احيانا بالتلوث الثالث هي احدى مظاهر العصر الحديث وتكاد ان تكون من المشاكل العامة التي لا تخلو منها بلدان العالم الثالث على وجه الخصوص، ورغم ان هذه الظاهرة ليست جديدة الا ان تأثيرها بدا جليا مع تزامن الثورة الصناعية والتقدم التقني في شتى المجالات.

تعرف النفايات الصلبة بانها الفضلات الناتجة من مختلف الانشطة البشرية والحيوانية والتي تكون بحالة صلبة وتطرح على انها ليست بذات جدوى او غير مرغوب فيها(1). وينطوي تحت هذا التعريف العديد من المواد مثل الصحف القديمة، بقايا الطعام، حديد الخردة، القناني والعلب الفارغة، نفايات الشوارع، الانقاض، الحيوانات الميتة وغيرها. وتساعد عوامل عديدة على تشعب هذه المشكلة وتعقيدها ولعل من ابرزها الكثافة السكانية وقلة التخصيصات المالية وانعدام الوعي البيئي لدى السكان لمخاطر هذه المشكلة.

ومن المفيد بهذا الخصوص الاشارة الى الخطر الكبير الذي ينشأ من جراء عدم اتخاذ الترتيبات اللازمة للسيطرة على النفايات، فالموت الاسود، الذي اكتسح اوربا في القرن الرابع عشر وقضى على نصف سكانها كان احد اسبابه انعدام وجود خطة كفوءة لادارة وجمع هذه النفايات والتخلص منها.

لذلك مهما عظمت كلفة أنظمة الجمع والتخلص من النفايات الصلبة فهي لا تساوي شيئا من الكلفة التي يسببها عدم توفير البيئة الصحيحة في المدينة، فالصحة قبل التجارة وقبل الثروة وصحة المجتمع قبل كل المشاريع الاخرى.

ان التطور الكبير الذي شهده قطرنا نتيجة لخطط التمنية الواسعة في كافة المجالات الاقتصادية والاجتماعية والصحية والزيادة المستمرة في عدد السكان قد زاد من معاناة المدن العراقية من مشكلة التخلص من النفايات الصلبة بالاسلوب الصحيح المتطور لغرض تجنيب المواطنين الامراض والمضايقات البيئية المختلفة ولتحسين ظروف سكناهم وجمال مدينتهم.

ساهم تحسن المستوى الثقافي والاجتماعي والاقتصادي للمواطنين في قطرنا الى المطالبة بضرورة التخطيط لنظام علمي في ادارة النفايات الصلبة لما في ذلك من فوائد صحية وبيئية واقتصادية. وحيث ان معظم محافظات القطر تفتقر الى الادارة الصحيحة والدقيقة التي تتناسب مع التطور والتوسع الذي شهدته المناطق الحظرية بصورة خاصة، وكان لابد من دراسة كاملة للموضوع تتحدد على اساسه الخطة المطلوبة، ونظرا لعدم وجود نظرة جدية والافتقار الى حلول علمية فقد كان لابد من اجراء دراسات في هذا المجال ومن ضمنها دراستنا هذه والتي تركزت على مدينة كربلاء والتي تعتبر واحدة من اكبر المدن العراقية وكخطوة اولى يمكن ان تتبعها خطوات اخرى على نفس الطريق لتشمل كافة مدن وقرى العراق.

2. أنظمة جمع ونقل النفايات:

2-1 نظام الحاويات القابلة للتحميل (Hauled container system-HCS):

في هذا النظام تكون الحاويات المستخدمة لخزن النفايات قابلة للتحميل والشحن على مركبات خاصة اعدت لهذا الغرض اذ تقوم هذه المركبات برفع هذه الحاويات وشحنها الى مناطق الصرف لتفريغها ومن ثم اعادتها الى موقعها الاصلي او أي موقع اخر.

2-2 نظام الحاويات الثابتة (Stationary container system-scs) :

في هذا النظام تبقى الحاويات المستخدمة لخزن النفايات في موقعها، اذ يقوم عمال النظافة بتفريغها في المركبات المخصصة للجمع ومن ثم اعادتها الى مكانها. وتستمر المركبات بجمع النفايات على امتداد مسارها ومن ثم الى مواقع الصرف حيث تفرغ محتواها من النفايات.(2،3)

3. التسرب (الرشح):

من المعروف ان المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في النفايات الصلبة وكذلك المواد الناتجة عن عملية التحلل يمكن ان تتسرب بواسطة مياه الامطار او المياه الجوفية التي تتحرك خلال النفايات. وهذا يحتمل ان يؤدي الى تلوث خطير للمياه.

ويتوقف معدل الرشح الناتج من مواقع الطمر على عدة عوامل منها [4]:

1. طبيعة النفايات وخواصها (الفيزيائية، الكيميائية، العضوية).
2. طبيعة وكمية المياه الداخلة الى مواقع الطمر.
3. مكونات تربة الغطاء.

يحتوي الرشح الناتج من مواقع الطمر على مقدار من الأوكسجين الحيوي المطلوب وكذلك على نسبة من الكبريتات والاملاح الكلية الذائبة وبعض الايونات والفلزات وغيرها من الملوثات الاخرى. وتعتمد تراكيز هذه الملوثات بصورة اساسية على مكونات النفايات الصلبة.

4.معدل تولد النفايات لمدينة كربلاء

ان الاساليب لقياس معدل تولد النفايات الصلبة من هذا البحث لا يمكن الاعتماد عليها في حساب معدل تولد النفايات لمدينة كربلاء وذلك لعدم توفر وسائل القياس التي يمكن الاعتماد عليها. فلذلك تم الاعتماد على طريقة اخرى للقياس في المدينة.

1-4 طريقة العمل :

ان طريقة العمل تمثلت بتوزيع اكياس بلاستيكية على عينات من الدور السكنية في مناطق مختلفة من المدينة ويتم جمع النفايات فيها لمدة 24 ساعة وبعد ذلك يتم جمع هذه الاكياس لمعرفة وزن محتويات كل واحدة منها ومن معرفة عدد الافراد في كل دار يمكننا معرفة معدلات التولد اليومية لكل فرد للمدينة.

فقد تم توزيع معدل خمسة اكياس لكل قسم بلدي شهريا فبذلك بلغت النماذج المأخوذة من المدينة حوالي 55 نموذجا شهريا وقد تمت هذه العملية بشكل دوري لمدة ثماني اشهر اعتبارا من شهر كانون الاول 2007 وحتى شهر تموز من عام 2008 لكي تشمل كافة التغيرات المناخية وتأثيراتها على النتائج الشهرية التي تطرأ على معدلات تولد النفايات في المدينة.

2-4 النتائج والتحليل :

بلغ معدل انتاج النفايات اليومية للفرد الواحد بعد تحليل النماذج ودراستها حوالي 0.44 كغم/فرد/يوم والجدول رقم (1) يوضح معدل التغيرات الشهرية لتولد النفايات لمدينة كربلاء خلال اشهر العمل . ومن ملاحظة النتائج التي تم الحصول عليها يلاحظ ان معدلات تولد النفايات للمدينة قريبة نوعا ما من معدلات التولد لمعظم المدن الاسيوية والمدن العربية وذلك لتقارب مستويات المعيشة اولا والظرف المناخية فيها الى حد ما.

ومن متابعة التغيرات الشهرية لمعدلات التولد للمدينة نجد بان اعلى قيمة لها كانت خلال شهر تموز، ومن هذا نستنتج ان لارتفاع درجات الحرارة واستهلاك الكميات الكبيرة من الفواكه والخضر خلال فصلي الربيع والصيف علاقة وثيقة بزيادة معدلات التولد للنفايات كما مبين في الشكل (1) حيث بلغ معامل الارتباط بين ارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التولد r =0.9 وهذا يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار في النواحي التصميمية.

جدول رقم (1) معدل التغيرات الشهرية لتولد النفايات الصلبة لمدينة كربلاء

الشهر	السنة	معدل درجة الحرارة C°	معدل تولد النفايات كغم / فرد / يوم
كانون الأول	2007	10	0.35
كانون الثاني	2008	14	0.39
شباط	2008	16	0.42
آذار	2008	20	0.45
نيسان	2008	23	0.46
مايس	2008	34	0.47
حزيران	2008	36	0.48
تموز	2008	39	0.51
المعدل			0.44

5. مكونات النفايات الصلبة (التركيب الفيزيائي) :

لم تتم اية دراسة بالمعنى الحقيقي لوصف مكونات النفايات الصلبة للمدينة من قبل. فلذلك كان من الضروري القيام بمثل هذ المسح ونظرا لتنوع خصائص المناطق السكنية وتفاوت مستوياتها المعيشية كان من الضروري ان تشمل الدراسة مناطق متعددة للاخذ بنظر الاعتبار هذه التغيرات.

5-1 طريقة العمل :

تم اجراء الفحوصات على مكونات النفايات الصلبة بشكل دوري بمعدل مرة واحدة لكل شهر ولمدة ثماني اشهر للاخذ بنظر الاعتبار التغيرات المناخية التي تحدث نتيجة اختلاف فصول السنة وتم اخذ هذه النماذج بصورة عشوائية من مناطق مختلفة من المدينة. وكان معدل وزن النموذج حوالي (200)كغم. وقد تم فرز المكونات للنفايات يدويا الى المكونات الاساسية وحسب التصنيف المبين في جدول رقم (2) وبعد ذلك تم حساب وزن كل صنف من تلك المكونات لمعرفة النسب المئوية الوزنية لها من الوزن الكلي للنموذج.

5-2 النتائج والتحليل :

من ملاحظة النتائج المبينة في الجدول رقم (2) نجد ان نسب المكونات لم تختلف اختلافا ملحوظا خلال مدة الفحص. وهذا يدل علـان اختلاف فصـول السنة والمستوى الثقافي والاجتمـاعي لسكان المدينـة لم يؤثر تـأثيرا كبيرا علـى مكونـات النفايات الصلبة للمدينة.

ان نسب مكونـات النفايـات الصـلبة للمدينـة لـم تختلـف كثيـرا مـن مكونـات النفايـات لمعظـم مـدن الـدول النامية نتيجـة لتقارب مستويات المعيشة فيها. فنسب فضلات الطعام هي السائدة وتصل معدلاتها الـى حـوالي (63.6)% من الـوزن الكلـي للنفايات أي انها تحتوي على نسب عالية من المواد العضوية وان انخفاض نسب باقي المكونات فيها يعود الى عمليات الفرز التي تحصل خلال عمليات المناقلة المختلفة.

جدول رقم (2) المكونات الفيزيائية للنفايات الصلبة لمدينة كربلاء

التاريخ	2007/12/1	2008/1/3	2008/2/2	2008/3/2	2008/4/1	2008/5/2	2008/6/1	2008/7/2
درجة الحرارة	10	11	15	19	23	32	35	38
التصنيف	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا	النسب المئوية وزنا
فضلات الطعام	64.16	60.25	67.33	58.67	62.5	65.0	63.33	67.5
البلاستك	6.67	7.75	5.13	6.33	8.13	4.17	7.67	6.33
المعادن	6.67	8.50	7.67	5.00	10.00	8.00	5.50	8.40
الجلود	2.50	2.00	1.5	2.50	2.00	3.50	4.80	2.50
الأنسجة	8.33	5.50	4.50	6.50	2.50	1.50	2.33	2.50
الورق	1.67	2.33	3.00	3.50	2.05	1.67	2.83	1.50
الخشب	1.67	3.50	4.50	3.80	3.50	3.50	3.00	3.00
الزجاج	3.33	3.17	3.15	7.73	5.15	6.66	7.67	3.50
المواد الخاملة	5.00	7.00	3.22	5.97	4.17	6.00	2.87	4.77
المجموع	100	100	100	100	100	100	100	100

6. محتوى الرطوبة :

ان لتأثير نوع وطبيعة النفايات واختلاف فصول السنة اثرا كبيرا على اختلاف محتويات الرطوبة فلذلك لايمكن التكهن برقم معين لمحتوى الرطوبة بل ان محتوى الرطوبة للنفايات يتغير بتغير المكان والزمان.

ويمكن تعريف محتوى الرطوبة على انه وزن الماء الموجود داخل نموذج النفايات الى الوزن الكلي للنموذج وحسب القانون الاتي :

محتوى الرطوبة % = (وزن الماء الموجود في النموذج / وزن النموذج الرطب) ×100

6-1 طريقة العمل:

تم جمع النماذج الخاصة لايجاد محتوى الرطوبة بصورة عشوائية من مناطق مختلفة من المدينة (الساحات المكشوفة، اوعية الجمع، سيارات الجمع) وبمعدل ثلاث نماذج شهريا واخذ المعدل لها لاعطاء صورة اوضح عن محتوى الرطوبة للنفايات. وقد تم استخدام اوعية خاصة معلومة الوزن (C) اعدت لهذا الغرض توضع النفايات فيها ومن ثم يتم وزن الوعاء مع النموذج الموجود فيهِ (A). ووضعها في فرن خاص ذو درجة حرارة مسيطر عليها لمدة 24 ساعة وبدرجة حرارة 105 درجة مئوية لضمان تبخر كل الماء الموجود في النموذج وبعد ذلك يتم وزن النموذج مع الوعاء للحصول على الوزن الجاف (B) ومن ثم الحصول على وزن الماء الموجود في النموذج (A-B) والحصول على محتوى الرطوبة من خلال تطبيق العلاقة التالية :

محتوى الرطوبة % = ((A-C) / (A-B)) ×100

2-6 النتائج والتحليل:

تم الحصول على نتائج محتوى الرطوبة المبينة في الجدول رقم (3) ومن ملاحظة النتائج نجد ان مقدار محتوى الرطوبة للنفايات يزداد في فصل الشتاء وذلك لكثرة سقوط الامطار حيث بلغ معامل الارتباط بينهما R=0.8 كما مبين في الشكل (2) وكذلك يتأثر مقدار محتوى الرطوبة بزيادة نسبة فضلات الطعام اذ ان معظم فضلات الطعام تحتوي على نسب عالية من الرطوبة. ولهذا السبب نجد ان ارتفاع نسبي في معدلات محتوى الرطوبة لنفايات المدينة.

C= وزن الوعاء فارغ

A= وزن الوعاء + وزن النموذج الرطب

B= وزن الوعاء + وزن النموذج الجاف

جدول رقم (3) محتويات الرطوبة للنفايات الصلبة لمدينة كربلاء

الشهر	السنة	درجة الحرارة C°	محتوى الرطوبة %	كمية الامطار ملم
كانون الاول	2007	10	48	64.9
كانون الثاني	2008	14	60	72.9
شباط	2008	16	58	75.6
آذار	2008	20	48	78.4
نيسان	2008	23	42	42
مايس	2008	34	40	6.2
حزيران	2008	36	44	0.00
تموز	2008	39	43	0.001

7. الكثافة :

لكون النفايات الصلبة عبارة عن خليط غير متجانس من المكونات المختلفة في طبيعتها فلذلك من الصعوبة تحديد رقم معين لكثافة هذه النفايات اذ انها تعتمد بصورة مباشرة على نسب مكونات النفايات وكذلك اختلاف محتويات الرطوبة وقابلية انضغاطها.

7-1طريقة العمل :

لقد تم حساب كثافة النفايات الصلبة بصورة متزامنة مع فحص محتوى الرطوبة للنفايات حيث تم اخذ نماذج النفايات بمعدل نموذج واحد شهريا ولمدة ثماني اشهر ووزن النموذج بعد وضعه في وعاء حجمه 0.23 م3 وبدون أي عملية رص عدا بعض عمليات الرج لملى الفراغات المتبقية في الوعاء اثناء إملائها.

وتم الحصول على النتائج المبينة في الجدول رقم (4) وتمثل هذه النتائج الكثافة الكلية للنفايات وكذلك تم حساب كثافة كل صنف من المكونات الاساسية للنفايات بصورة متزامنة مع عمليات الوزن الحاصلة اثناء تجربة حساب المكونات الفيزيائية حيث تم حساب الحجم والوزن لكل من تلك المكونات وايجاد الكثافة لها كما مبين في الجدول رقم (5) .

2-7 النتائج والتحليل :

من ملاحظة لنتائج الخاصة بفحوصات الكثافة نتبين بان هناك علاقة وثيقة بين محتوى الرطوبة والكثافة حيث ترتفع الكثافة بارتفاع محتوى الرطوبة حيث بلغ معامل الارتباط بينهما r =0.9 كما مبين في الشكل (3) وذلك لكثافة الماء العالية بالمقارنة مع باقي مكونات النفايات الصلبة وهناك عوامل اخرى تؤثر على الكثافة منها الضغط المسلط على النفايات اثناء مراحل المناقلة المختلفة والذي يؤدي الى تقليل الحجم . وتتأثر الكثافة ايضا بعمليات الفرز المختلفة وذلك باعادة تدوير المكونات بنسب مختلفة مما يؤدي الى تأثر الكثافة بصورة كبيرة.

جدول رقم (4) كثافة مزيج النفايات الصلبة لمدينة كربلاء

الشهر	السنة	الكثافة (كغم/ م^3)
كانون الاول	2007	550
كانون الثاني	2008	610
شباط	2008	540
آذار	2008	510
نيسان	2008	450
مايس	2008	435
حزيران	2008	440
تموز	2008	430
المعدل		469

جدول رقم (5) كثافة المكونات الأساسية للنفايات الصلبة

المكونات الأساسية للنفايات	الكثافة (كغم/م^3)
فضلات الطعام	350.2
البلاستك	61.9
المعادن	451
الجلود	90
الأنسجة	77
الورق	66
الخشب	254
الزجاج	183
المواد الخاملة	563

8. التركيب الكيميائي للرشح :

لكون عملية طمر النفايات الصلبة لمدينة كربلاء هي اقرب الى الطمر المفتوح من كونها طمرا صحيا فلذلك اصبح احتمال تعرض البيئة لخطر التلوث من هذه النفايات اكبر لتعرضها الى كميات اكبر من مياه الامطار والسيول، والتي تعمل على اذابة المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في النفايات وحملها معها خلال طبقات التربة المختلفة تحت سطح الارض. فلذلك كان من الضروري اجراء الفحوصات الكيميائية المختبرية على الرشح الناتج عنها للتعرف على المكونات الاساسية للملوثات التي تحتويها ومعرفة الخطر الناجم عنها.

8-1 طريقة العمل :

تم وضع وعاء معدني تحت اكوام النفايات في موقع الطمر لتجميع الرشح الناتج نتيجة سقوط الامطار عليها. وتم اجراء التحاليل الكيميائية المختبرية خلال اشهر الشتاء والربيع لوجود كميات كافية من مياه الامطار المتساقطة في تلك الاشهر اما في الاشهر التي تليها فلا يوجد رشح من النفايات بسبب عدم سقوط كميات كافية من الامطار وتم اختيار عدد من التحاليل الكيميائية المختبرية المبينة في الجدول ادناه لاعطاء صورة تقريبية عن اهم الملوثات وتراكيزها.

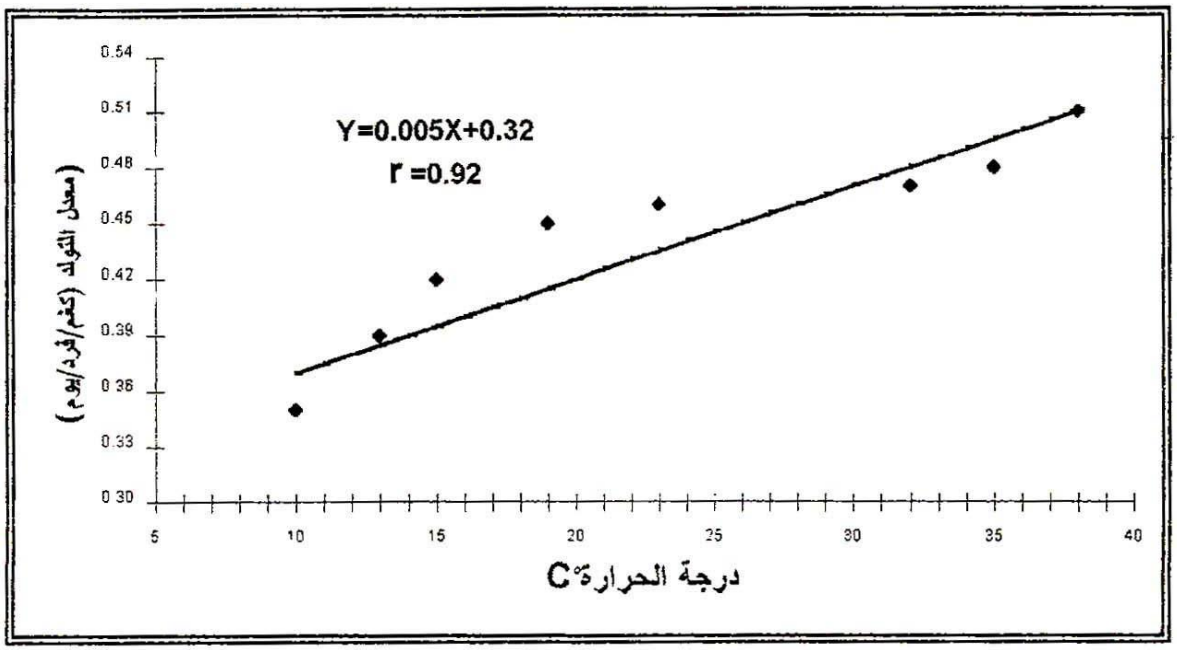
8-2 النتائج والتحليل :

ان الحدود التي تكون ضمنها نتائج مثل هذه الفحوصات غير محددة وذات حدود واسعة كما مبين في الجدول رقم (2) وتعتمد هذه النتائج على المكونات الفيزيائية والتركيب الكيميائي للنفايات . ومن ملاحظة نتائج الفحوصات التي تم الحصول عليها والمبينة في الجدول رقم (6) والاشكال من (4) - (11) نجد اختلافا ملحوظا في النتائج خلال اشهر الدراسة لان عملية اخذ النماذج تمت بصورة لتشمل كافة انحاء الموقع وليست من مكان واحد لاعطاء صورة اكثر وضوحا عن مكونات الرشح في كل اجزاء موقع الطمر. ومن ملاحظة التغير الشهري لتراكيز المواد (الاوكسجين الحيوي المطلوب، الاوكسجين الكيميائي المطلوب، القاعدية ، ايونات الكالسيوم وايونات الصوديوم والمواد الكلية العالقة والمواد الكلية الذائبة وكذلك ايونات الحديد). نجد بان هذه المواد جميعها تنخفض تراكيزها في الاشهر التي تكون فيها كميات الامطار الساقطة عالية حيث نجد بأنه اوطأ قيمة لها في شهر اذار حيث كانت كمية الامطار الساقطة اعلى قيمة لها (78.4) ملم ونجد بأنه هذه التراكيز ارتفعت في شهر نيسان وذلك لقلة سقوط الامطار حيث بلغ معدلها (42) ملم فقط. وهو اقل قيمة خلال اشهر الفحص والسبب في ذلك يعود الى ان عملية جمع النماذج تعتمد بالدرجة الاساس على الامطار وعندما تكون كمياتها عالية ستكون هذه التراكيز مخففة لانه زمن التماس الحاصل بين النفايات الصلبة والماء قليل بسبب سرعة الترشيح فلذا تكون كمية المواد الذائبة فيها قليل.

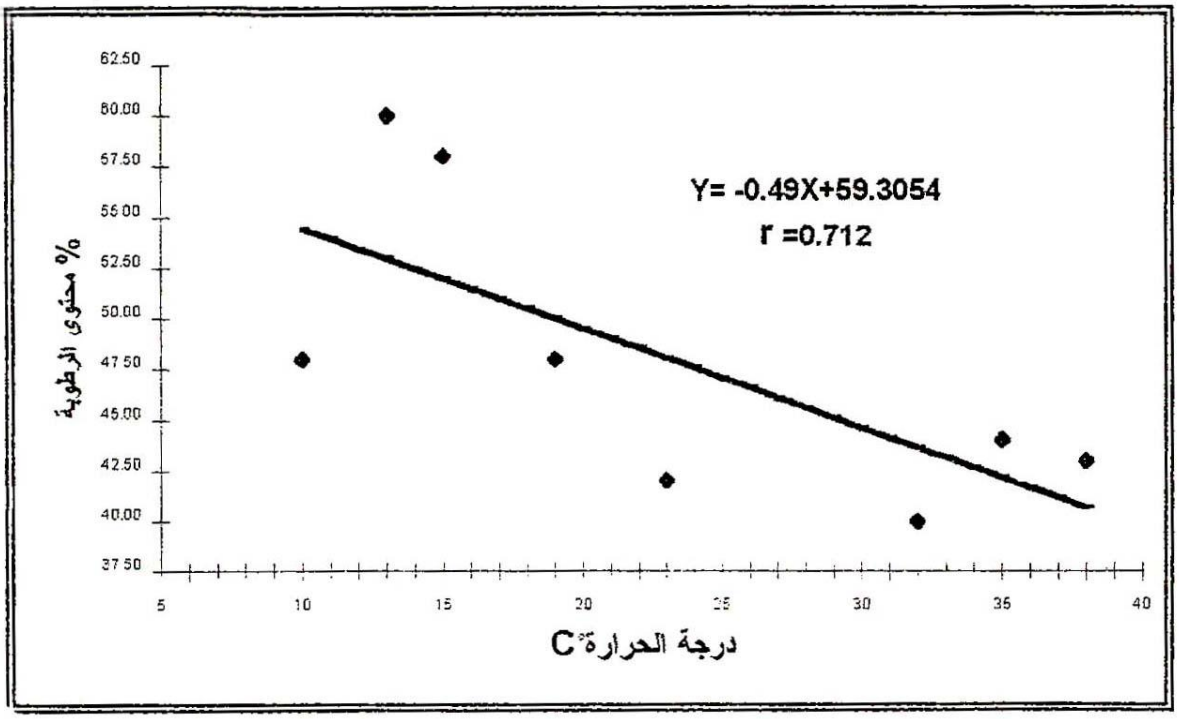
جدول رقم (6) المكونات الأساسية للرشح الناتج من نفايات مدينة كربلاء

الفحوصات	التاريخ				
	2007/12/25	2008/1/3	2008/2/3	2008/3/6	2008/4/4
الاوكسجين الحيوي المطلوب ملغم / لتر	2442	1993	1887	1550	2952
الاوكسجين الكيميائي المطلوب ملغم / لتر	3562	3522	2966	2743	4190

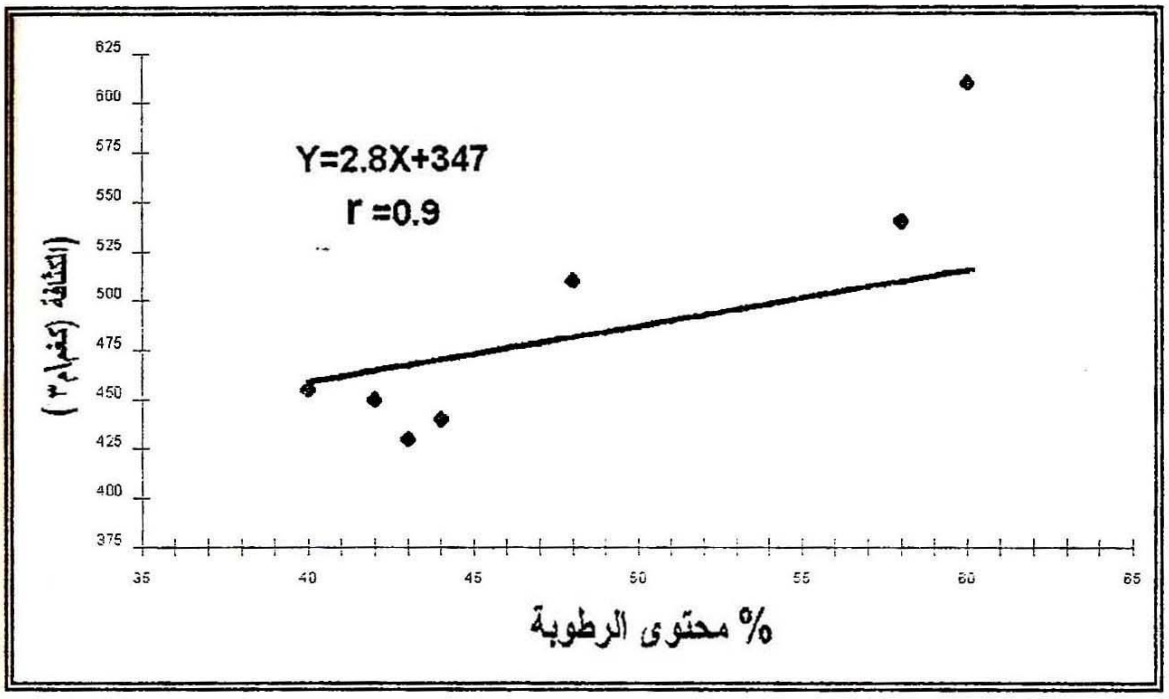
760	501	575	632	682	القاعدية (Alkalinity) ملغم/ لتر
325	155	168	177	250	أيونات الكالسيوم (Ca+2) ملغم / لتر
410	222	240	279	353	آيون الصوديوم (Na+) ملغم/ لتر
2155	1216	1637	1785	2120	المواد الكلية العالقة TSS ملغم/ لتر
18.7	3.5	7.5	8.6	10.5	المواد الكلية الذائبة TDS ملغم/ لتر
3050	2350	2578	2620	2810	آيون الحديد Fe ملغم/ لتر



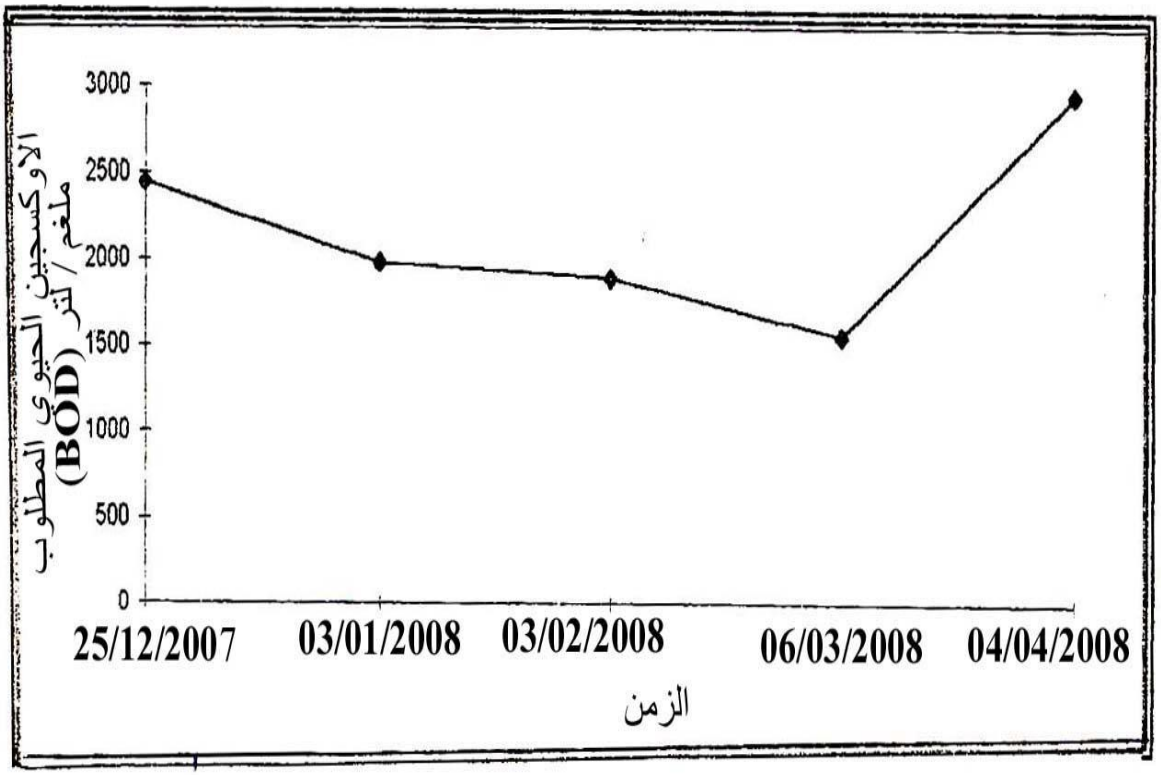
شكل رقم (1) العلاقة بين معدل تولد النفايات ودرجة الحرارة



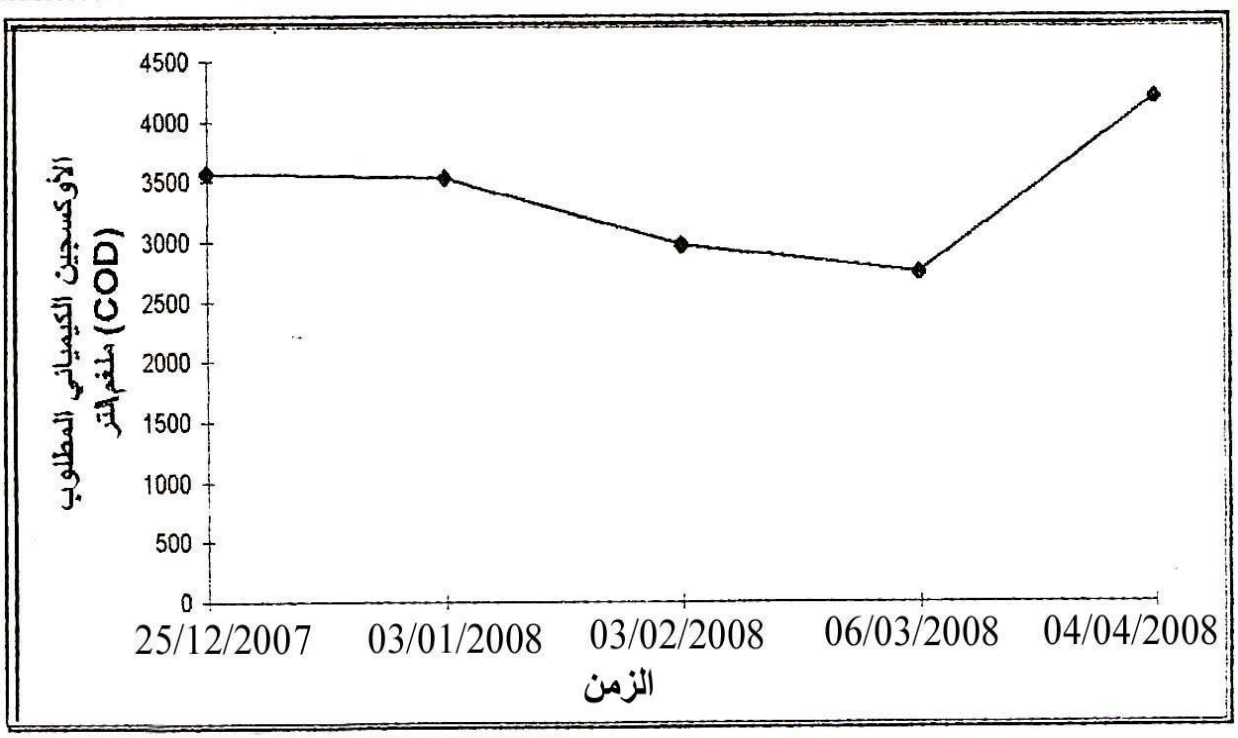
شكل رقم (2) العلاقة بين محتوى الرطوبة للنفايات ودرجة الحرارة



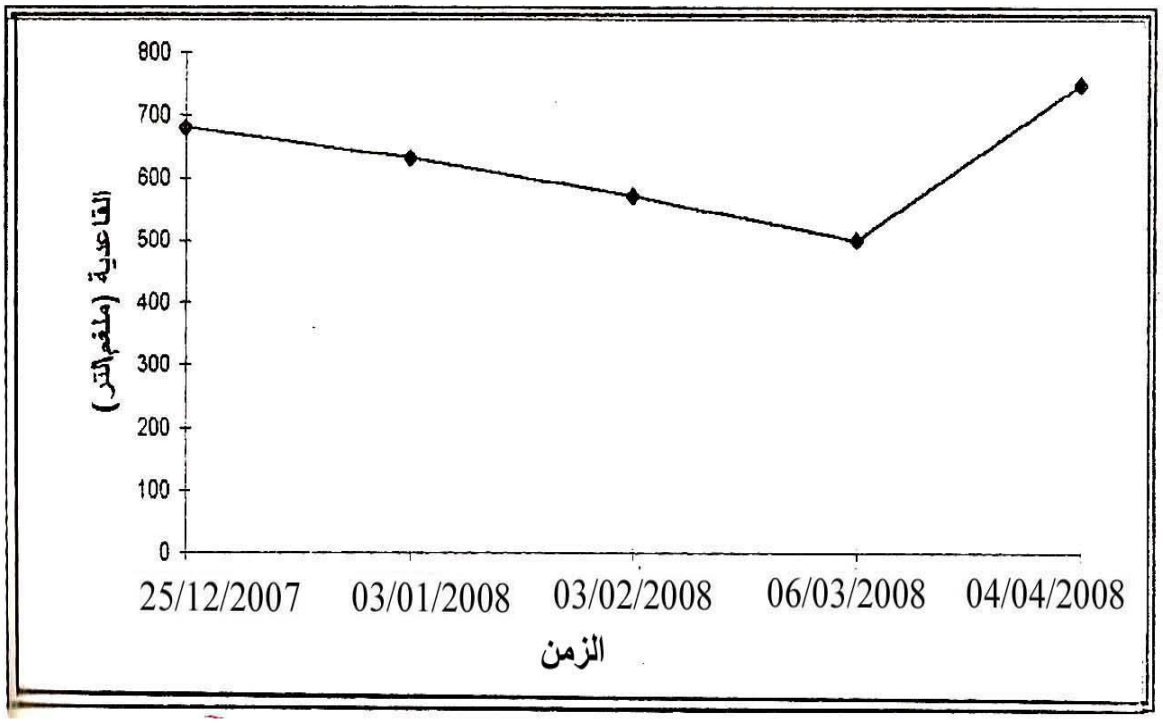
شكل رقم (3) العلاقة بين الكثافة للنفايات ومحتوى الرطوبة



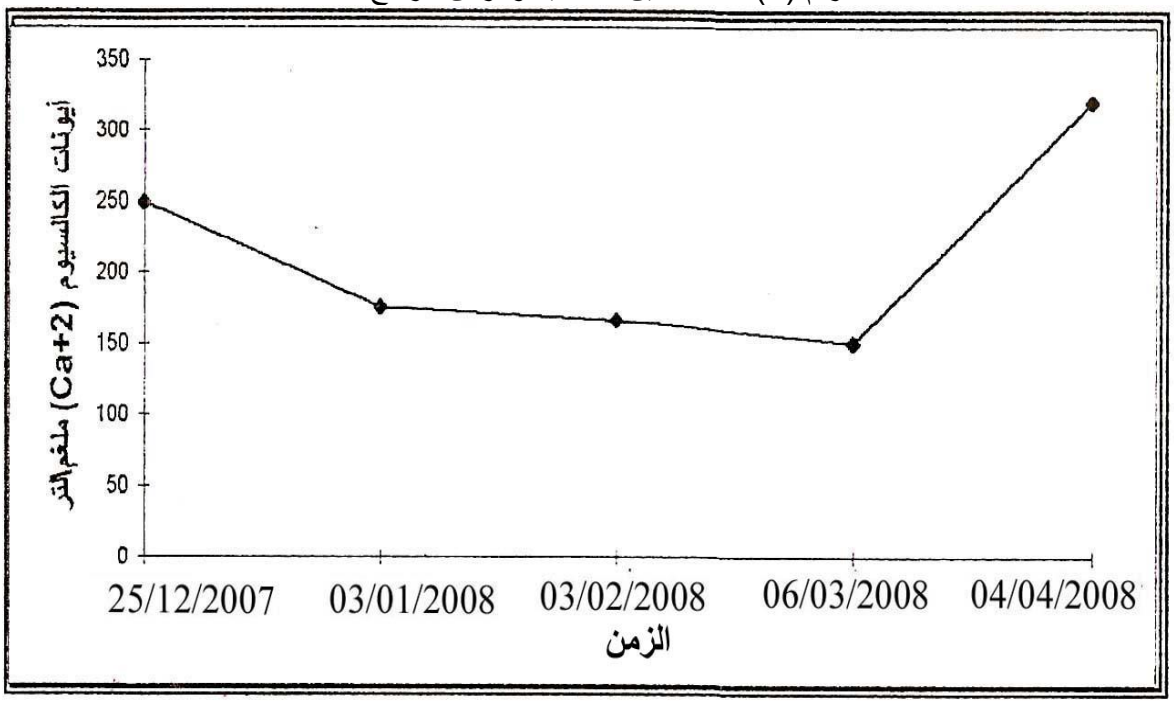
شكل رقم (4) العلاقة بين الأوكسجين الحيوي المطلوب (BOD) والزمن للرشح



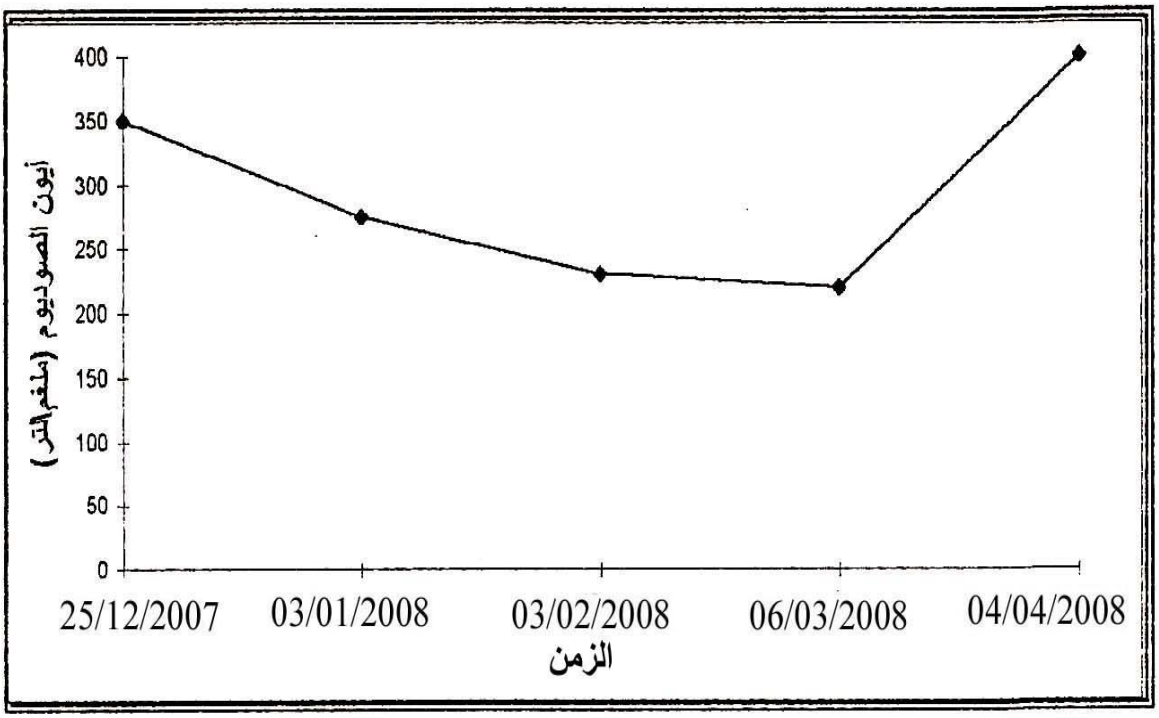
شكل رقم (5) العلاقة بين الأوكسجين الكيميائي المطلوب (COD) والزمن للرشح



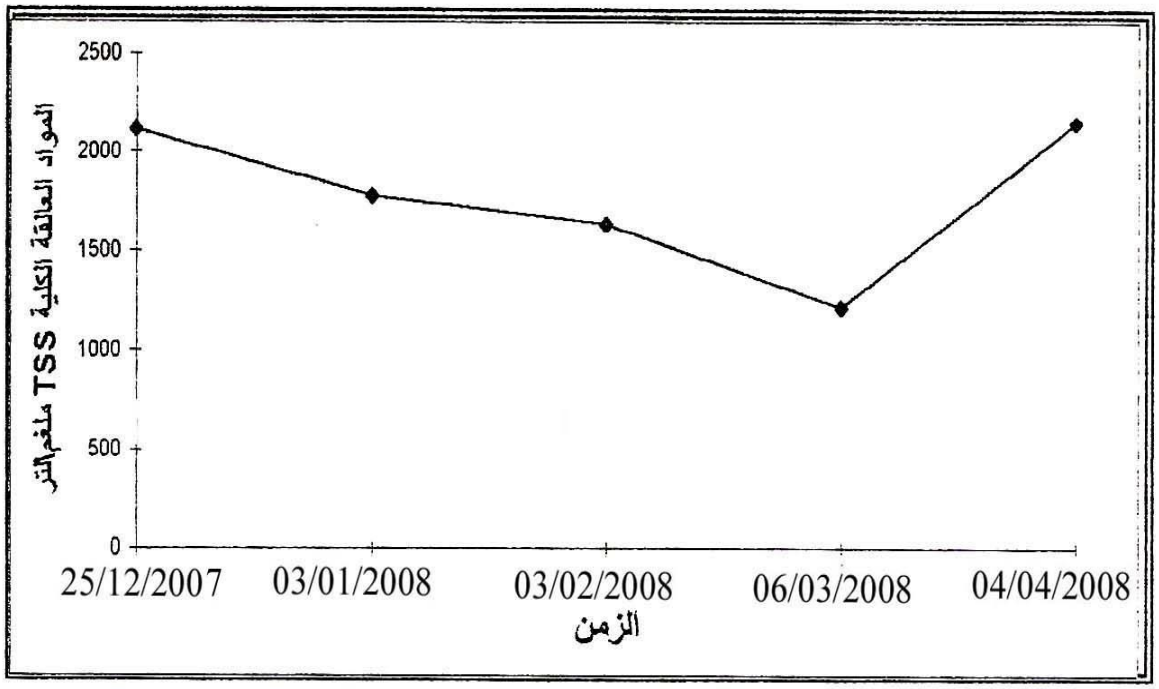
شكل رقم (6) العلاقة بين القاعدية والزمن للرشح



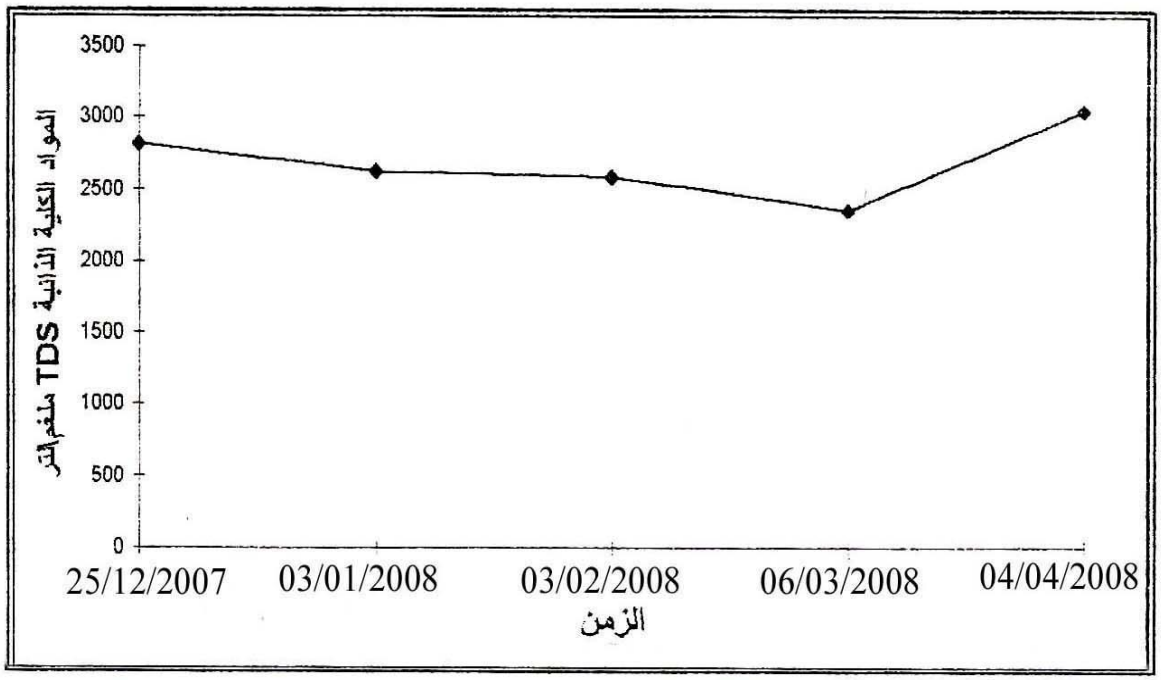
شكل رقم (7) العلاقة بين أيونات الكالسيوم والزمن للرشح



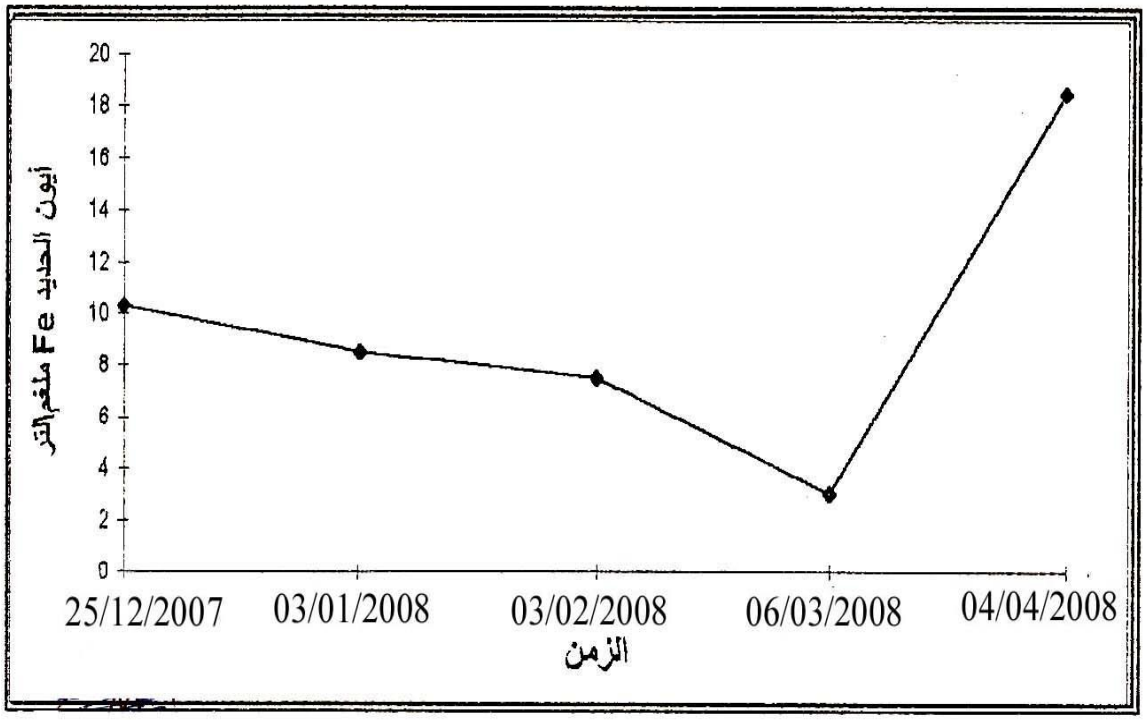
شكل رقم (8) العلاقة بين أيونات الصوديوم والزمن للرشح



شكل رقم (9) العلاقة بين المواد العالقة الكلية والزمن للرشح



شكل رقم (10) العلاقة بين المواد الكلية الذائبة والزمن للرشح



شكل رقم (11) العلاقة بين أيون الحديد والزمن للرشح

9. التخطيط المستقبلي لإدارة النفايات الصلبة لمدينة كربلاء

تعنى هذه الفقرة بتخطيط واقتراح نظام إدارة النفايات الصلبة في مدينة كربلاء ويقترح ان تكون الفترة التصميمية (فترة التخطيط المستقبلي) متوسطة الأمد (10-15) سنة بالنظر للمتغيرات السريعة للعوامل التي تتعلق بموضوع التخطيط للنفايات الصلبة حيث يصعب التكهن بها على المدى البعيد إذ من الطبيعي ان تطرأ تغيرات على خصائص النفايات الصلبة ومعدلات تولدها لأسباب منها الارتفاع الحاصل في مستوى المعيشية مما يؤدي الى ارتفاع في إنتاج النفايات بالنسبة للفرد. وقد تم التوصل الى انه سيتم التخطيط المستقبلي للفترة المنتهية عام 2028م كسنة هدف.

لتقدير عدد سكان مدينة كربلاء للعام 2028 وهي سنة الهدف لهذا البحث سيتم اعتماد طريقة المتوالية الهندسية ذات الصيغة التالية

$$P1=P0(1+r)^n$$

حيث :

P1= عدد السكان في السنة الهدف.

P0= عدد السكان في سنة الأساس

r= معدل النمو السنوي المتوقع للسكان

n= عدد السنين

واستناداً الى اعتبار مدينة كربلاء من المدن الجاذبة للسكان كونها مركزاً دينياً يمكن افتراض معدل النمو السكاني السنوي (r=4%) للفترة الممتدة بين (2008-2028) وحيث ان العدد الفعلي لسكان مدينة الكربلاءوفق آخر تعداد سكاني (عام 2008) كان 415238 شخص [9] فأن:

عدد السكان في سنة الهدف (P1)=20(1+0.04)x415238

= 909837 نسمة

وبذلك يتوقع إن يكون عدد سكان المدينة عام 2028 مساوياً الى 909837 نسمة او ما يقارب 950000 نسمة.

10. التوقعات المستقبلية لمعدلات تولد النفايات

من الطبيعي ان تطرأ تغيرات على معدلات التولد اليومية للنفايات الصلبة بمرور الزمن، وذلك بسبب تغير مستوى المعيشة الناتج من اختلاف الظروف الاجتماعية والاقتصادية والثقافية وسوف تعتمد هذه الدراسة زيادة سنوية قدرها 2.5%(2) وبالاعتماد على معدلات التولد الحالية المحسوبة والبالغة (0.42) كغم /فرد/ يوم لعام 2008 مضافا اليها (50%) نتيجة ما يعزل من مواد عند مصدر التولد لتكون القيمة في العام 2028 (0.63) كغم/فرد/يوم وبذلك يصبح معدل تولد النفايات الصلبة اليومية المسقطة لمدينة كربلاء للعام 2028م مساوية الى (0.875) كغم/فرد/ يوم وبموجب الفرضيات والحسابات المعتمدة اعلاه فان كمية النفايات المنزلية المتولدة يومياً في مدينة كربلاء عام 2028 سيكون بمعدل:

0.875×10-3×950000=832 طن يومياً

11. جمع النفايات الصلبة

تعتبر عملية تجميع النفايات من ابرز فعاليات في إدارة النفايات الصلبة ولكونها العملية الاكثر كلفة واستهلاكا للطاقة واعتمادها على الآليات والعمالة إضافة لكونها الحلقة المباشرة بين الإدارة المسؤولة والمواطن لذا اصبح من الضروري تسليط الضوء عليها وبشكل وافٍ.

ان نظام جمع النفايات الصلبة في مدينة كربلاء مستقبلاً سوف يتبع أسلوبين بما يتناسب واختلاف المناطق السكنية والتجارية في المدينة.

1-11 نظام الأوعية المنقولة (HCS)

يمتاز التوزيع السكاني في مدينة كربلاء بعدم التجانس وعليه فإن المنطقة القديمة وبعض أحياء المدينة الأخرى تمتاز بالكثافة السكانية العالية إضافة الى كون المنطقة القديمة هي مركز تجمع لأهم وأكثر فنادق المدينة والتي عادة ما تكون مصدر مهم لتوليد النفايات مضافاً إليه عدد الزوار والوافدين الى المدينة، ونتيجة لذلك يمكن القول انه بحدود 20% من نظام الجمع في المدينة يعتمد على هذا الأسلوب.

تقدر نسبة سكان هذه المنطاق حوالي 20% من سكان المدينة أي حوالي (190000) نسمة نسبة كتقديرات مسقطة للعام 2028 وبالاعتماد على معدل النفايات اليومية المسقطة والبالغة (0.875) كغم/ فرد/ يوم لذا سيكون وزن النفايات المتولدة يومياً من هذه المناطق حوالي (166250) كغم وأسبوعيا (1163750) كغم، النفايات الأسبوعية حوالي (3325)م3 على افتراض أن كثافة النفايات الصلبة للمدينة تكون بحوالي (350) كغم/م3.

حساب عدد السيارات لتواتر جمع مرة في الأسبوع:

عدد الحاويات المطلوبة أسبوعياً = حجم النفايات الأسبوعية /حجم الحاوية× نسبة الإملاء = 3325/ (20×0.80)

= 208 حاوية

على فرض ان ابعاد الحاوية تساوي 2×2×5=20م3

أي ان عدد الدورات الاسبوعية اللازمة تساوي 208 دورة .

كما وان عدد الدورات اليومية لكل سيارة وهي تساوي 4 دورة/ سيارة/ يوم (على فرض ان عدد ايام العمل في الاسبوع ستة ايام).

فيكون بذلك عدد السيارات المطلوبة = عدد الحاويات المملوءة في الاسبوع/ عدد الدورات للشاحنة (تنقل حاوية واحدة) في الاسبوع.

= 208 /(6×4) = 8.7

= 9 سيارة

يضاف 30% من مجموع السيارات كاحتياطي وعليه سيكون عدد السيارات اللازمة لانجاز العمل هي 12 سيارة للمدينة.

وفي حالة تواتر جمع مرتين في الاسبوع يقترح استمرار نقل الحاويات لوجبتين عمل يومية أي (2×8) ساعة وبنفس عدد السيارات.

يفد الى مدينة كربلاء المقدسة سنوياً اعداد كبيرة من الزوار لغرض زيارة المرقد الشريف، وان عدد الزوار الذين يبقون للاقامة الطويلة في المدينة عددهم حوالي (1485000) زائر الذين يولدون مخلفات صلبة (6).

ومن خلال دراسة قام بها الباحث عل اربعة فنادق في المدينة وبمستويات مختلفة فقد توصل الى ان معدل ما يطرحه الزائر من النفايات خلال فترة تواجده في المدينة يكون حوالي (0.230) كغم/ فرد/ باليوم وعليه سيكون مجموع ما يولده هؤلاء الزوار أصحاب الاقامة الطويلة حوالي (341550) كغم/ سنوياً. تتركز أغلب هذه النفايات قرب المرقد الشريف للأمام الحسين (ع) في مركز المدينة (المنطقة القديمة) وعلى هذا الاساس فان من الضروري حساب عدد الحاويات المطلوبة في هذه المنطقة وذلك لاستيعاب أكبر كمية ممكنة من النفايات وفي اكثر ايام الزيارات ازدحاما، وان أكبر عدد للزوار في ايام السنة كان (2250000) زائر وعلى هذا الاساس سيتم التعامل مع هذه الكمية تجنباً لتراكم النفايات المتولدة[6].

وان عدد الحاويات المطلوبة في أكثر الايام ازدحاما في مركز المدينة هو 11 حاوية، يجب مراعاة توزيع هذه الحاويات في الشوارع المحيطة بالمرقد الشريف والمناطق والساحات التي بين مناطق كربلاء لاحتواء النفايات (واستيعابها) وكما يفضل جمع هذه النفايات ليلا (حمولات ليلية) وذلك تجنباً للازدحام الحاصل في المدينة اثناء فترات النهار ومما قد يؤثر على كفاءة عملية الجمع.

2-11 نظام الأوعية الثابتة (SCS)

يستخدم هذا النظام بصورة رئيسية في المناطق السكنية من المدينة وتستعمل السيارات الكابسة لانجاز هذا النوع من الخدمة.

ولكون ان القطاع السكني يشكل اكبر مساحة من مجموع استعمالات الارض في المدينة (5) فان هذا النظام يخدم حوالي 80% من مجموع سكان المدينة، وان عدد السيارات المطلوبة لخدمة المدينة في حال الجمع مرة واحدة اسبوعيا= 47 سيارة، كما وان عدد السيارات المطلوبة لخدمة المدينة بتواتر جمع مرتين في الاسبوع= 70 سيارة.

ان فريق العمل مع كل سيارة جمع سيكون مكون من عاملين مع السائق وبذلك يكون عدد العمال اللازم لخدمة المدينة في حالة الجمع لمرة واحدة اسبوعيا (47) سائق مع (94) عامل، وكذلك عدد العمال في حالة الجمع مرتين اسبوعيا (140) عامل و(70) سائق ، كما يفضل اسلوب الجمع لمرة واحدة في الاسبوع في فصل الشتاء ومرتين اسبوعيا في فصل الصيف.

12. الاستنتاجات

1. ارتفاع كثافة النفايات الصلبة لمدينة كربلاء والبالغة 469 كغم/م3 بسبب عمليات الفرز التي تتم خلال مراحل المناقلة المختلفة.
2. ارتفاع نسب المواد العضوية في نفايات المدينة والبالغة 63% مما يجعل عملية تحويله الى دبال ممكنة.
3. ارتفاع معدلات محتوى الرطوبة لنفايات المدينة البالغة 48% بسبب ارتفاع نسب فضلات الطعام فيها.
4. تاثر معدلات التولد للنفايات بارتفاع درجات الحرارة حيث بلغ معامل الارتباط بينهما r =0.9.
5. تأثر محتويات الرطوبة بدرجات الحرارة حيث بلغ معامل الارتباط بينهما r = 0.7.
6. تاثر الكثافة بارتفاع محتويات الرطوبة حيث بلغ معامل الارتباط بينهما r = 0.9.

13. المصادر

1- Pavoni, J,L., Heer , J.E., and Hagerty, D.j, ***"Hand Book of Solid Waste Disposal"***, Van Nostrand Reinhold, New York, (1975).

2- Tchobonoglous, G, Theisen, H, and Eliassen, R, ***"Solid waste engineering principle and management Issues"*** McGraw-Hill, Book Company, U.S.A, (1977).

3- Vincenz, J***,"Short Course on the Collection and Disposal of Solid Waste "*** World Heath Organization , Damascus, (1968).

4- كمونه، حيدر عبد الرزاق، "مشكلة حماية بيئة المدينة العربية من المخلفات الصلبة- حلول ومعالجات" ، المؤتمر العام الثامن لمنظمة المدن العربية، (1986).

5- وزارة البلديات والاشغال، مديرية التخطيط العمراني، التصميم الاساسي لمدينة كربلاء، (1976-2000).

6- وزارة البلديات والاشغال، مديرية التخطيط العمراني، كراس بيانات تصميم مدينة الزائرين في كربلاء، غير منشور.

7- وزارة التخطيط، مديرية احصاء محافظة كربلاء، المجاميع الاحصائية السنوية.