إدارة ومعالجة النفايات الصلبة في بعض مستشفيات مدينة بغداد

أ.م.د. محمد علي ابراهيم الهاشمي* م.م. غفران فاروق جمعة المندلاوي*
تاريخ التسلم: ٢٠٠٥/٦/١
تاريخ القبول: ٢٠٠٧/١/٢٢

الخلاصه

ان أدارة النفايات الصلبة للمستشفيات واحدة من أكثر الخدمات المهملة أداريا" في بغداد . اجري هذا البحث لتقييم واقع نظام ادارة النفايات الصلبة لبعض المستشفيات للتعرف على نوعية و كمية هذه النفايات و ايجاد الحلول الممكنه اجراءها لتحسين و تطوير هذا النظام فقد اختيرت عدة مستشفيات حكومية متنوعة في أختصاصاتها وسعاتها السريرية .واخذت نماذج لنفاياتها الصلبة على مدى سبعة أشهر (1كانون الاول 2003 و لغاية 30 حزيران 2004) و تم تحليلها لمعرفة معدل تولدها (كغم/سرير/يوم) حيث تراوحت بين (1.6 - 0.32) كغم/سرير/يوم و قد صنفت هذه النفايات الى نوعين رئيسيين هما النفايات العامة و الطبية و حددت معدلاتها ونسبها. وتمت دراسة تركيبها و خواصها الفيزيائية كالمحتوى الرطوبي والكثافة حيث كان معدل كل منهما (219,%21 كغم/ م٣) للنفايات الطبية و(298,%48كغم/ م٣) للنفايات العامة و على التوالي.

اظهر البحث ان من اهم العوامل المؤثرة على معدل تولد النفايات في المستشفيات, سعتها السريرية, عدد المرضى الراقدين ,عدد العمليات الجراحية خلال اليوم الواحد اضافة الى عدد الكادر العامل فيها و تم تحليل هذه العوامل احصائيا" للوصول الى صيغة رياضية يمكن من خلالها تخمين وحساب كمية النفايات المتولدة في اليوم الواحد لكل مستشفى.

كما بين الجانب الحقلي و الميداني الطرق غير الصحيحة المتبعة في جمع,خزن, نقل النفايات و معالجتها السيئة بأستخدام محارق غير كفوؤة .وبينت نتائج الفحص المختبري ل(20) نموذج من الرماد الذي تم جمعها من محارق تلك المستشفيات احتواءها على تراكيز عالية من بعض العناصر الثقيلة كالرصاص والكاديوم والكروموم حيث تراوحت تراكيزها بين (98.3 - 55.3) ملغم/لتر للرصاص, (8.7 - 4.3) ملغم/لتر للكاديوم و(75.5 - 45.5) ملغم/لتر للكروم و هي تزيد عن الحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة وهي (5,1,5) ملغم/لتر لكل من تلك المعادن وعلى التوالي مما يجعل الرماد من النفايات الخطره التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث اذا تم التخلص منه نطمره في المواقع غير المناسبة .لذلك فان عملية التصميم لادارة نفايات المستشفيات تتطلب نضاما" خاصا" من عمليات الجمع و الخزن و النقل و المعالجة بشكل يقلل الخطر على صحة المجتمع و البيئة لذلك فان استخدام محرقة مركزية في احدى هذه المستشفيات وتحت كادر متخصص يعتبر الحل الافضل في الوقت الحاضر.

Abstract

Hospital solid waste management is one of the most neglected parts of the managerial process in Baghdad. This research has been done to evaluate the actual state of this system in some hospitals in Baghdad as a case study and to find out the

* قسم هندسة البناء والانشاءات/ الجامعة التكنولوجية/ بغداد -العراق.

http s://doi.org/10.30684/etj.25.5.6
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

quality and quantity of their waste as well as to find the possible solutions which can be done to develop this system. The present research coveres some of the official hospitals which are different in specialties and in bed capacities. Samples of solid waste were taken for seven months (from 1stDecember 2003 to 30thJune 2004) and we analyzed their generation rates (kg/bed/day) which were classified into range (0.32–1.6). These waste were classified into two major categories, medical and general waste and other samples were taken and analyzed for their moisture content and density which were (21%, 219.56 kg/m3) respectively for medical waste and (48%, 298 kg / m3) respectively for general waste .

The factors that had affected the generation rate of solid waste were hospital specialty, number of beds, number of patients in a day, number of operations in a day and number of employees in hospital. These factors were analyzed statistically to get a mathematical formula to estimate the generation rate of waste .

Field work illustrates the unhygienic methods which were used to collect, store, transport these wastes and their bad treatment by burning them in an inefficient incinerator. On the other hand the results of the laboratory tests for (20) samples of ash which were collected from these incinerators show that they contain high concentrations of heavy metals like (Pb,Cd,CAr) which were found at range (55.3-98.3) mg/l of Pb, (4.3-8.75) m/l of (Cd) and (45.5-75.5) mg/l of Cr. In comparison with the Environmental Protection Agency standerds, these samples hold levels which are (5,1, 5) mg/l higher than the respective sample. This indicates that the ash has been considered as the hazardous waste which can pollute ground water if it is land-disposed in unsuitable sites.

This research shows that the design of hospital solid waste management requires a systematic approach,covering the handling, storage, transport, treatment and disposal of waste by methods which minimize the risk of public health and the environment, so that the treatment of medical waste in a central incinerator in one of these hospitals appears to be the best option .

المقـــدمة

تعرف النفايات الصلبة للمستشفيات بانها النفايات غير السائلة والناتجة عن ممارسة المستشفى لدورها الرئيسي في تقديم العلاج اللازم للمرضى والعناية بهم واجراء كافة المتعلقات الإدارية لتسهيل تلك المهمة (٢،١).

وتتكون هذه النفايات من نوعين رئيسيين هما: النفايات العامة وتشمل مخلفات الطعام وبقايا الوجبات الغذائية المقدمة للمرضى الراقدين واوراق واستمارات الفحص الطبي والعلاج وصناديق الكارتون الذي تعبأ به الادوية والمستلزمات الطبية ويشكل هذا النوع نسبة تتراوح بين (٧٥-٩٠)% من مجموع النفايات الصلبة المتولدة.

اما النفايات الطبية فتتكون من عدة اصناف كالنفايات الحادة، المعدية، المشعة والكيمياوية وغيرها وهذه النفايات بدورها تتكون من

القطن، الشاش، الكفوف، قناني الادوية الفارغة، الادوية المنتهية الصلاحية، المشارط، الدبابيس وقطع اعضاء جسم الإنسان أو دمه. وتشكل هذه النفايات نسبة تتراوح بين (١٠-٢٥)% من مجموع النفايات الصلبة الكلية وتمثل الجزء الخطر منها وذلك لقدرتها على نشر التلوث والاصابة بالامراض إذا اسيء التعامل معها لذلك فهي تحتاج إلى اسلوبا خاصا لادارتها ومعالجتها (٣،٢).

نظام إدارة النفايات الصلبة للمستشفيات

يعرف نظام إدارة النفايات الصلبة بأنه كافة الاجراءات المتخذة تجاه تلك النفايات ابتداءا من مواقع تولدها وحتى معالجتها والتخلص منها (٤) وبالنسبة لنظام إدارة نفايات المستشفيات فهو واحد من اهم الامور المهملة ادارياً في الدول النامية بشكل عام والعراق بشكل خاص حيث ظل هذا الجانب مهملاً طيلة العهود السابقة إلى أن دعت المنظمات الصحية ومنظمات حماية البيئة إلى ضرورة اتخاذ برنامج خاص لادارة نفايات المستشفى باعتبار أن جزأ من نفاياتها خطر(٥).

وكما بينت بحوث ودراسات عديدة (٧،٦،٢،١) أن الحل الامثل لازمة النفايات الصلبة للمستشفيات هو باعتماد خطوات عمل مختلفة للتعامل معها قبل التطرق لمعالجتها الخطوة الأولى تبدأ بفرز دقيق للنفايات الطبية عن العامة وتقليصها من مواقع تولدها. كما بين البعض الاخر منها على ضرورة وضع برنامج لمنع استعمال المواد الخطرة من خلال وضع قواعد للتمويل المسؤول لشراء مواد اقل خطورة تستعمل اكثر من مرة واحدة (٨).

بالإضافة إلى أن هذا النظام يجب أن يولى اهتماما كبيرا من قبل المسؤولين من خلال توفير الدعم المادي لتوفير متطلباته كتوفير اعداد كافية من الاكياس والحاويات المخصصة لكل نوع من النفايات وبمواصفات تضمن عدم تمزقها وتشققها اثناء عملية نقلها وتوفير أماكن خزن مخصصة للنفايات الطبية تتوفر فيها كافة الشروط الصحية من ناحية التهوية الجيدة وبعدها عن اشعة الشمس وعبث الحيوانات السائبة(١٠،٩) إضافة إلى توعية الكوادر المتخصصة في جمع ونقل النفايات وضمان حمايتهم من خطر التلوث والاصابة بالامراض من خلال ارتداء الكفوف والكمامات وعمل دورات تدريب في كيفية جمع ونقل النفايات حيث بين Fung (٨) أن عملية تدريب وتوعية العمال في هذا المجال من شانها أن تقلل من خطر التلوث الناجم من النفايات بنسبة (٤٠-٥٠)%.

معالجة النفايات الصلبة للمستشفيات

من السائد في اغلب دول العالم بصورة عامة والعراق بصورة خاصة معالجة النفايات الصلبة الطبية للمستشفيات بواسطة الحرق. وان هذه العملية تتم بواسطة محارق من النوع المسيطر على انبعاثاتها (Controlled air incinerator) (١١) أو محارق متعددة المواقد (Muliti stage combustion) حيث تجري فيها عملية حرق النفايات على مرحلتين (الأولى تحرق فيها النفايات الصلبة في الموقد الأول بدرجات

حرارية تصل إلى ٩٠٠°م والثانية تحرق فيها المواد المتطايرة والغازات المنبعثة بدرجات تصل إلى ١٢٠٠°م حيث تضمن انبعاثات باقل تلوث ممكن ولكن تبقى المحارق عاملا ملوثا للبيئة خصوصاً عند غياب أسلوب التشغيل الجيد والصيانة المستمرة لها. بالاضافة إلى كلف الانشاء العالية خصوصاً عند وجود محارق متفرقة في كل مستشفى لذلك فقد بنيت دراسات وبحوث عديدة إلى ضرورة انشاء محارق مركزية في مناطق منعزلة لتقليل الضغوطات البيئية من خلال بعدها عن المناطق السكنية وتوفير كوادر متخصصة في تشغيلها وصيانتها باستمرار. بالإضافة إلى أن انشاء محارق مركزية تتسع لمعالجة نفايات عدة مستشفيات يوفر إمكانية الاستفادة من الطاقة الناتجة عن حرق النفايات واستغلالها في مجالات عديدة (١٠،١٢،١٣) كما لجأ الكثير من الدول المتقدمة إلى ايجاد الحلول البديلة لمعالجة النفايات الصلبة للمستشفيات كاستخدام طرق التعقيم الحراري الجاف والرطب، التعقيم بالمواد الكيميايوية، وتقليل إنتاج المواد البلاستيكية والاستعاضة عنها بالزجاجية (٨،١٤).

تقييم واقع حال إدارة ومعالجة النفايات الصلبة

لغرض تقييم واقع حال إدارة ومعالجة النفايات الصلبة في مستشفيات بغداد وللتعرف على نوعية وكمية هذه النفايات وايجاد الحلول الممكن اجراءها لتطوير وتحسين هذا النظام وفقا للمعايير البيئية والصحية تم أجراء هذا البحث الذي شمل اغلب المستشفيات الحكومية الواقعة في حي الوحدة في بغداد وهي:

اسم المستشفى واختصاصها	سعتها السرسرية	عدد كادرها العامل
١. مستشفى الاشعاع والطب النووي لمعالجة الاورام السرطانية.	150	265
٢. مستشفى كمال السامرائي لمعالجة العقم واطفال الانابيب.	54	160
٣. مستشفى العلوية للولادة والامراض النسائية.	144	562
٤. مستشفى ابن الهيثم لامراض العيون.	233	515
٥. مستشفى ابن النفيس لجراحة القلب والاوعية الدموية.	147	497
٦. مستشفى الواسطي لمعالجة الكسور والجراحة التقويمية.	68	367
٧. مستشفى ابن رشد للطب النفسي.	74	142

وكل من هذه المستشفيات يختلف عن الاخر في الاختصاص، السعة السريرية وعدد كوادرها العاملة وحجم بناية المستشفى.

يتميز نظام إدارة النفايات الصلبة في هذه المستشفيات بالمستوى السيء نظراً للاسلوب الخاطئ والمتبع في عمليات جمع، نقل، خزن، ومعالجة النفايات وفيما يلي توضيحاً لذلك:

١- تجري عملية جمع النفايات من قبل عمال غير مؤهلين لمثل هذا العمل من ناحية العمر والمستوى التعليمي حيث نجد الكثير منهم لا يستطيع القراءة والكتابة ولا يمكنه التمييز بين أنواع النفايات بالإضافة إلى عدم التزامهم بأرتداء الكفوف والكمامات أثناء جمع تلك النفايات.

٢- عدم توفير أكياس خاصة لجمع النفايات العامة وأخرى للنفايات الطبية حيث تجمع النفايات بدون عزل الطبي منها عن العام في أكياس سوداء سهلة التمزق والتشقق ومخصصه للنفايات العامة فقط إضافة إلى قلة عددها مما يضطر العمال لجمع تلك النفايات في صناديق الكارتون الفارغة وتترك هذه الأكياس أو الصناديق مكشوفة في ممرات وأروقة المستشفى وبالقرب من غرف المرضى الراقدين. إلى أن تمتلئ ويتم نقلها مسببه انبعاث روائح كريهة.

٣- لا توجد أماكن خزن مخصصة لخزن النفايات الطبية حيث المعتاد في هذه المستشفيات نقل نفاياتها الطبية والعامة سوية إلى موقع تجمعها الرئيسي والمتمثل بالمحرقة والحاوية الرئيسية المخصصة للنفايات العامة فقط. حيث تجمع هذه النفايات داخل المحرقة لعدة أيام تصل إلى (٥-٧) أيام حتى يحين موعد حرقها وما يزيد عن سعتها ينقل إلى الحاوية الرئيسية وأحياناً يجمع بالقرب من المحرقة عند عدم وجود حاوية رئيسية كما هو الحال في مستشفى أبن النفيس. مما يساعد الحيوانات السائبة على العبث بتلك النفايات. وهذا واضح من خلال رؤية أكياس الدم والكفوف متناثرة هنا وهناك معرضة حياة المارة لخطر الإصابة بالأمراض.

٤- تتميز الحاوية الرئيسية في أغلب تلك المستشفيات بكبر حجمها مقارنة بكمية النفايات ؛ المتولدة مما يساعد على بقاء النفايات في تلك الحاويات فترات طويلة تصل إلى أسبوعين أو أكثر حتى يتم نقلها من قبل أمانة بغداد وتفريغها في مواقع الطمر المخصصة للنفايات العامة فقط. وهذا يناقض التوصيات لمنظمة الصحة العالمية والتي تقتضي أن لا تطول مدة الخزن للنفايات بشكل عام والطبية بشكل خاص عن يومين فقط (٢) مما يؤدي إلى انبعاث روائح كريهة وتجمعاً للحشرات وتلف الحاوية.

٥- تقع الحاوية في بعض هذه المستشفيات خارج سياج المستشفى كما هو الحال في مستشفى الو اسطي مما يضطر العمال إلى نقل النفايات بالأكياس والصناديق خارج سياج المستشفى وبالقرب من طريق المارة ليتم تفريغها في تلك

الحاوية مؤدياً بذلك إلى تبعثر تلك النفايات أثناء النقل والتفريغ ومعرضه بذلك حياة الآخرين لخطر الإصابة بشتى الأمراض.

٦- بالنسبة لمستشفى الطب النووي تتميز بأن جزءاً من نفاياتها الطبية يحتوي على نسبة من الإشعاع الناتج من غرف زرق مادة التكنيثيوم المشع والمستخدم لأغراض التصوير ألشعاعي للمشكوك بإصابتهم بورم الغدة الدرقية وكذلك النفايات الناتجة من غرف المرضى الذين يتناولون اليودين المشع حيث المعتاد في هذه المستشفى بأن تجمع هذه النفايات في حاويات خاصة مطلية بالرصاص سعة (١٥-٢٠) لتر وتوضع في أماكن معزولة وبعيدة عن مرور المرضى والعاملين في هذه المستشفى لمدة (٧-٨) أيام حتى يتم تحلل المادة المشعة ثم يتم تفريغها بعد ذلك في الحاوية الرئيسية والمحرقة وبسبب قلة الأعداد المتوفرة من تلك الحاويات الخاصة يلجأ العمال إلى تفريغ نفاياتها في الحاوية الرئيسية قبل انتهاء مدة التحلل لبقايا المواد المشعة معرضين بذلك حياتهم وحياة غيرهم لخطر الاشعاع.

٧- فيما يخص معالجة النفايات في تلك المستشفيات فالطريقة السائدة لمعالجتها هي الحرق. حيث يتم حرق النفايات وبدون عزل مسبقة في محارق تفتقر إلى الكفاءة نتيجة لأسلوب التشغيل السيئ وعدم صيانتها باستمرار مما يجعل عملية الحرق غير كفوءة وغير تامة إضافة إلى أن البعض من تلك المستشفيات لا تمتلك محرقة وإنما يقوم بنقل نفاياتها إلى إحدى تلك المستشفيات التي تمتلك محرقة ليتم حرقها لقاء مبلغ معين.

المسح الميداني وتحليل نتائجه

١. معدل تولد النفايات

تم التوصل لمعدل ما تنتجه كل من تلك المستشفيات من النفايات الصلبة الطبية والعامة في اليوم الواحد من خلال الوزن اليومي لنفاياتها المتجمعة خلال ٢٤ ساعة وعلى مدى ٢٨ زيارة اعتبارا من ٢٠٠٣/١٢/١ ولغاية ٢٠٠٤/٦/٣٠.

ويبين الشكل (١) والشكل (٢) معدلات تولد النفايات الصلبة الكلية والطبية لكل من تلك المستشفيات. حيث تبين أن مستشفى العلوية اكثر المستشفيات إنتاجا للنفايات مقارنة بمستشفى ابن رشد التي تعتبر اقلها إنتاجا من تلك النفايات. كما تم التوصل إلى أن معدل ما ينتجه السرير الواحد في كل من تلك المستشفيات يتراوح بين (0.32-١,٦) كغم/ يوم. بالإضافة إلى أن نسبة النفايات الطبية المتولدة في صالات العمليات وغرف المرضى الراقدين تتجاوز ٥٠% من مجموع تلك النفايات بينما يحظى المطبخ بأعلى نسبة من معدل تولد النفايات العامة في اغلب المستشفيات. التي تتراوح بين (٢٨% - ٥٩%) من مجموع تلك النفايات.

تحليل العوامل المؤثرة على معدل تولد النفايات الصلبة في المستشفيات

يتأثر معدل تولد النفايات الصلبة في المستشفيات بعدة عوامل منها(٢):

١. اختصاص المستشفى.
٢. سعتها السريرية.
٣. عدد المرضى الراقدين وعدد العمليات في اليوم الواحد.
٤. عدد الكوادر العاملة فيها.

وبصورة أوضح فان معدل تولد النفايات العامة يتأثر بجميع العوامل المدرجة أعلاه بينما النفايات الطبية تتأثر بالعوامل الثلاثة الأولى أي أنها لا تتأثر بعدد الكوادر العاملة حيث لا تنجم عنهم نفايات طبية مطلقاً ومن خلال البيانات الخاصة بكل من تلك العوامل التي تم الحصول عليها خلال مدة البحث تم اختبارها وتحليلها احصائياً بواسطة برنامج احصائي (Statistica) حيث تم اعتبار كل من تلك العوامل الاربعة أعلاه المتغيرات غير المعتمدة(Independent variable) وكل من النفايات الطبية والعامة المتغيرات المعتمدة (dependent variable).

وقد اظهرت نتائج التحليل إلى أن عدد المرضى الراقدين وعدد العمليات في اليوم الواحد اكثر العوامل المؤثرة على معدل تولد النفايات العامة والطبية.

واعتماداً على هذين العاملين تم تطوير علاقات رياضية يمكن بواسطتها تخمين كمية النفايات الطبية والعامة، حيث كانت العلاقة التي حققت أعلى ارتباط (R) (أي درجة قبول العلاقة) لاغلب المستشفيات من نوع Polynomial ذات متغيرين علاقة رقم (١) (ضمن مدى بياناتها الموضحة بالجدول (١))

$$Y=B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_1^2 + B_4X_2^2 + B_5X_1X_2 \quad (1)$$

حيث:

y: كمية النفايات العامة أو الطبية في اليوم الواحد.

X_1: عدد المرضى الراقدين في اليوم الواحد.

X_2: عدد العمليات في اليوم الواحد.

وبما أن مستشفى ابن رشد لا تجرى فيها عمليات لذلك فأن العلاقة أعلاه تكون بالشكل التالي. علاقة رقم (٢) (ضمن مدى بياناتها الموضحة في الجدول (١))

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_1^2 \quad (2)$$

اما مستشفى العلوية فقد كانت العلاقة التي حققت أعلى ارتباط لحساب كمية نفاياتها الطبية فقط من النوع الخطي. علاقة رقم (٣) (ضمن مدى بياناتها الخاصة بالنفايات الطبية والموضحة بالجدول (١))

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 \quad (3)$$

بينما كانت العلاقة التي حققت أعلى ارتباط لحساب كمية نفاياتها العامة من النوع الأول أي العلاقة رقم (١). (ضمن مدى بياناتها الخاصة بالنفايات العامة الموضحة في الجدول (١))

ويوضح الجدول رقم (١) قيم كل من (B0، B1، B2، B3، B4، B5) لكل من تلك المستشفيات مع معامل الارتباط R. بينما يبين الجدول رقم(٤) البيانات المتعلقة بكل من عدد المرضى الراقدين و عدد العمليات وكمية النفايات خلال اليوم الواحد لكل مستشفى على مدى (٢٨) زيارة طيلة مدة البحث.

ويبين الشكل رقم (٣) (أ، ب، ج، د، هـ، و، ي) العلاقة بين كمية النفايات العامة والطبية المحسوبة فعليا (الحقيقية (Observed)) والكمية المتوقعة من تلك العلاقات(predicted)

اما تأثير عامل الزمن على معدل تولد النفايات فلم يكن ذا تاثيرا ملموساً وواضحاً مقارنة بالعوامل السابقة الذكر لاحظ الجدول رقم (٢)

٢. تصنيف النفايات الصلبة للمستشفيات

خلال عملية الوزن اليومي للنفايات الصلبة لكل من تلك المستشفيات ثم تصنيفها إلى مكوناتها الأساسية بعد عزلها يدوياً وبعد ارتداء الكفوف والكمامات وتم وزن كل من تلك المكونات حيث تم تصنيفها إلى:

البلاستك: ويشمل الكفوف والمحاقن (السرنجات) الانابيب البلاستيكية، اكياس المغذي، واكياس الدم وغيرها.

الزجاج: ويشمل الأوعية والقناني الزجاجية المستخدمة في حفظ المواد الدوائية وكذلك كافة الأدوات الزجاجية المستخدمة في مختبرات التحليل.

النسيج: ويشمل القطن، الشاش، وكافة الاربطة المستخدمة في عملية ربط الجروح والكسور (الباندج) وغيرها.

المعادن: وتشمل الابر المعدنية، العلب، الدبابيس، والمشارط وغيرها.

المواد العضوية: تشمل أجزاء اعضاء جسم الإنسان التي تنتج من عمليات القطع والبتر كما تشمل المخلفات الناتجة من عملية الولادة كالمشيمة.

الورق والكارتون: وبشمل اوراق واستمارات الفحص الطبي والعلاج والصناديق التي تعبا بها الادوية والاجهزة والمستلزمات الطبية.

مخلفات الطعام: وتشمل كافة المخلفات الناتجة من عملية طبخ الطعام كما وتشمل بقايا الوجبات الغذائية المقدمة للمرضى الراقدين وغيرها.

يبين الشكل رقم (٤) في (أ، ب، ج، د، هـ، و، ي) النسب المئوية لمكونات النفايات الصلبة في كل من تلك المستشفيات .

٣. دراسة الخواص الفيزيائية للنفايات الصلبة للمستشفيات

لقد تم دراسة كل من محتوى الرطوبة والكثافة لنفايات تلك المستشفيات وتم التوصل إلى أن معدل محتوى الرطوبة والكثافة للنفايات الطبية في تلك المستشفيات(٢١%،٢١٩كغم/م^3) على التوالي بينما كان معدل محتوى الرطوبة والكثافة للنفايات العامة لتلك المستشفيات (٤٨%، ٢٩٥,٥كغم/م^3) وعلى التوالي.

٤. دراسة نوعية الرماد الناتج من عملية حرق النفايات الصلبة

من الخطأ الشائع في اغلب المستشفيات لدول العالم والتي تعالج نفاياتها بالحرق هو التخلص من الرماد وبقايا الحرق إلى الحاوية مع النفايات العامة ليتم نقلها إلى مواقع الطمر الصحي متغاضين عن الخطر الناجم عن ذلك فقد اثبتت بحوث ودراسات عديدة (١٢، ١٥، ١٦، ١٧) احتواء ذلك الرماد على نسبة عالية من المعادن الثقيلة التي تهدد

المياه الجوفية بالتلوث إذا ما تم التخلص من ذلك الرماد في المواقع غير المناسبة ولاثبات ذلك فقد أثبتت الفحوصات المختبرية لعشرين (٢٠) نموذج من الرماد الناتج من محارق تلك المستشفيات احتواءه على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة (الرصاص P_b، الكاديوم Cd، الكروميوم Cr) تتجاوز الحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة (١٢) مما يجعل الرماد من النفايات الخطرة التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث إذا تم التخلص منه بطمره في المواقع غير المناسبة ويبين الجدول رقم (٣) تراكيز تلك المعادن في نماذج الرماد مقارنة بالحدود المسوح بها لمنظمة حماية البيئة.(١٢)

الطريقة والاجهزة المستخدمة

لقد تم جمع نماذج الرماد من محارق اربع مستشفيات هي (العلوية، ابن الهيثم، ابن النفيس، الواسطي) اما بقية المستشفيات الأخرى فان محارقها لا تشغل باستمرار والبعض الأخر لا يمتلك محرقة.

وكانت طريقة اخذ النموذج من خلال تفريغ محتويات المحرقة من الرماد وبقايا النفايات المحروقة ثم تقليبها جيداً وتقسيمها إلى أربعة ارباع متساوية واخذ احد هذه الارباع وتقسيمه إلى أربعة ارباع أخرى ثم انتخاب احد هذه الارباع (٤). وبعدها يتم تخليص نموذج الرماد من المواد غير المحروقة كالزجاج والمعادن ثم يطحن بشكل جيد وينخل بمخنل قياسي وبعدها يتم اخذ ١ غم من هذا الرماد الذي تم نخله وتجري له عملية الهضم والاذابة (digestion) في حامض النتريك وحسب الطريقة (S.W 846 method No.7000) لمنظمة حماية البيئة وبعد عملية الاستخلاص يتم قياس تلك المعادن (Cr, Cd, P_b) بواسطة جهاز الامتزاز الذري اللهبي (AAS*).

انتائج و التحليل

أضهرت نتائج الفحص المختبري لنماذج الرماد أحتواءه على تراكيز عالية من الرصاص و الكادميوم و الكروم كما مبينة في الجدول رقم (٣) و التي تفوق الحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة و هي (٥،١،٥) ملغم/لتر لكل من الرصاص ,الكادميوم ,الكروم على التوالي .مما يجعل الرماد من النفايات الخطرة التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث اذا تم التخلص منها في مواقع غير مناسبة .

الاستنتاجات

تتكون النفايات الصلبة للمستشفيات من نوعين من النفايات هي النفايات العامة والنفايات الطبية وكافة هذه النفايات تتكون من البلاستك، الزجاج، المعادن، المواد النسيجية، الورق، الكارتون، المواد العضوية ومخلفات الطعام.

١. أن مستشفيات بغداد تفتقر إلى نظام الإدارة الجيد لنفاياتها من خلال الأسلوب المتبع في عمليات جمع، نقل، خزن النفايات.
٢. افتقار العمال في هذا المجال إلى التوعية والتدريب على الأسلوب الصحيح في عملية جمع ونقل وخزن النفايات.

* AAS. Atomic absorption spectrophotometer

٣. افتقار مستشفيات بغداد لمواقع خزن مخصصة لخزن النفايات الطبية وبالشروط الصحية المنصوص عليها.
٤. عدم توفير محارق كفوءة لمعالجة تلك النفايات بالاضفة إلى غياب الأسلوب الجيد للتشغيل والصيانة المستمرة.
٥. تعتبر مستشفى العلوية اكثر المستشفيات انتاجاً للنفايات الصلبة مقارنة بمستشفى ابن رشد التي تعتبر اقلها انتاجاً من تلك النفايات.
٦. بين البحث أن معدل إنتاج السرير الواحد من تلك النفايات يتراوح بين (1.68-0.32)كغم/ يوم.
٧. بين البحث أن معدل تولد النفايات الصلبة يعتمد على عدة عوامل منها اختصاص المستشفى، سعتها السريرية وعدد الكادر العامل فيها وان اهم هذه العوامل واكثرها تاثيراً هو عدد المرضى الراقدين وعدد العمليات في اليوم الواحد.
٨. وتتولد نسبة عالية من النفايات الطبية في كل من صالات العمليات وغرف المرضى الراقدين تصل إلى ٥٠% أو اكثر من مجموع تلك النفايات وبينما يحتل المطبخ أعلى نسبة من النفايات العامة. وتتراوح بين ٢٨% إلى ٥٩%.
٩. محتوى الرطوبة والكثافة للنفايات الطبية في تلك المستشفيات (٢١%، ٢١٩ كغم/م^3) على التوالي بينما كان محتوى الرطوبة والكثافة للنفايات العامة (٤٨%، ٢٩٥,٥ كغم/م^3) على التوالي.
١٠. احتواء الرماد الناتج من عملية حرق النفايات الصلبة على نسبة عالية من المعادن الثقيلة التي تهدد المياه الجوفية بالتلوث إذا تم التخلص منه بالمواقع غير المناسبة.

<u>التوصيات</u>

استنادا الى نتائج البحث و التحري يمكن وضع التوصيات التالية:

١. تطبيق نظام التلوين للحاويات والاكياس التي تجمع بها النفايات الصلبة للمستشفيات وفق ما اوصت به منظمة الصحة العالمية ومنظمة حماية البيئة و اقترح اللون الاحمر لاكياس جمع النفايات الطبية و اللون الاسود لاكياس جمع النفايات العامة وبشرط ان تكون من النوع المقاوم للتمزق و النضح وباعداد كافية وحسب حجم النفايات المتولدة وتواتر جمعها.
٢. توفير غرف مخصصة لخزن النفايات الطبية لتلك المستشفيات تتلائم مع حجم النفايات المتولدة خلال يومين حسب توصيات منظمة الصحة العالمية وحاويات رئيسية لخزن النفايات العامة على شرط ان تتوفر في كل من تلك الغرف والحاويات كافة الشروط الصحية من حيث التهوية وبعدها عن اشعة الشمس وعبث الحيوانات السائبة.
٣. ان السبيل الامثل لحل مشكلة ومعالجة النفايات الصلبة الطبية لتلك المستشفيات هو الحرق

بمحرقة مركزية وتحت اشراف كادر متخصص و متدرب.

٤. توفير سيارات لنقل النفايات الطبية من تلك المستشفيات الى موقع المحرقة المركزية تتوفر فيها شروط المتانة والضمان الصحي والبيئي.

٥. عمل دورات توعية وتدريب للعاملين في مجال جمع ونقل النفايات الصلبة للمستشفيات.

٦. أختيار طرق خاصة للتخلص من الرماد أو وضعه في حاويات من النوع المقاوم للنضح او التسرب وطمره في مواقع بعيدة عن مستوى المياه الجوفية.

البحوث المستقبلية

١- اجراء بحث عن المردودات الاقتصادية للطاقة الناتجة من المحرقة المركزية.

٢- دراسة الحلول البديلة لمعالجة النفايات الصلبة للمستشفيات كاعادة الاستخـــدام و التعقيـــم الحراري.

٣- اجراء دراسة احصائية عن المضار الصحية التي يتعرض لها العاملين في مجال جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة للمستشفيات.

٤- اجراء بحث عن امكانية استعادة المعادن الثقيلة المتواجدة في الرماد الناجم من محارق النفايات الطبية.

المصادر

1. WHO, (1992), "Clinical Waste Disposal", By Anderson, G.K., Training Course Solid Waste Management.
2. WHO, (1999), "Safe Management of Waste From Health Care Activities", Edited By Pruss, A. Groult, E. and Rushbook, P., Geneva.
3. WHO, (2002), "Environmental Health in Emergencies and Disaters," Edited by Wisner, B. and Adams, J.
4. Peavy, H.S, Rowe, D.R and Techobanglous, G., (1986), "Environmental Engineering, Mc-Graw-Hill Company.
5. Koren, H. and Bisesi, M., (1996), "Hand Book of Environmental Health and Safety Prinaples and Practices", vol.2., Lewis Publishes CRC.

٦. عنانزة، خالد (٢٠٠٢)، "النفايات الخطرة والبيئة" عمان، الاهلية للنشر.

7. AL-Abied, Monis Mohammed Shafiq, 2002, "Solid Waste Management of Hospitals in Baghdad City", A Thesis M.sc. College of Engineering of Al-Mustansiria University.
8. Fung, D., (2002), "Review of Selected Hospital Solid Waste Treatment Systems in North America" Internet http//www.ha.org.hk/haccnvention/hac. 2002/spcial/fung.
9. U.S Environmental Protection Agency, (1990), "Hand Book of Operation and Maintenance of

Hospital Medical Waste Incinerators" Office of Air Quality Planning Standards, Research Traingle Park.Nc.22711.

10. WHO, (1995), "Solid Waste, Management in Some Countries of Eastern Mediterranean Region", CEHA Document No.Spical Studies, ss-4, A, Amman, Jordan.
11. Cross, F. L and Hesheth, H.E, (1985), "Controlled Air Incinerator", Technomic Publishing, Pennsyivania.
12. Freeman, H.M., (1989), "Standard Hand Book of Hazardous Waste Treatment and Disposal", Mc. Graw-Hill, Company.
13. Orlando, P.A, (1985), "Centralized Incinerator Study for the South Florida Hospital Association", Croos/ Tessitore, Associates, Florida.
14. Health Care Without Harm, (2000), "Medical Waste Treatment Technologies: Evaluating Non-Incineration Alternative", Internet http//www.noharm.org.
15. Al-Hajj, Zeina (2002), "Toxic Ash From Hospital Incinerator Dumped in the Streets of Asharfieh", Green peace office, Beirute E-mail: gp-med@greenpeace.org.ib.
16. Kumar, R. and Patel, D.K (2004), "A Survey Metals Determination in Hospital Waste Incinerators in Luchnow City, India, Mangalare in south India, vol.3, Issue 2.
17. Williams, P.T., (1998), "Waste Treatment and Disposal", Department of Fuel and Energy, University of Leed, U.K, John Wiley & Sons.

جدول (١) معاملات المتغيرات المستخدمة لحساب كمية النفايات الصلبة الطبية والعامة مع معامل الانحدار لكل مستشفى

المستشفى	معامل الارتباط R^2	معاملات المتغيرات X_1، X_2 لحساب النفايات الطبية						المدى لكمية النفايات الطبية Range كغم/يوم
		B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0	
الطب النووي	0.946	-0.02698	0.354558	0.00239	0.4727	-0.0468	6.11536	23.0-6.5
كمال السامرائي	0.80	-0.002227	-0.002227	-0.002227	0.31863	0.31863	3.73778	9.34-2.77
العلوية	0.95				0.67	0.445	73.5	130.75-85
ابن الهيثم	0.97	-0.01668	0.00693	0.009008	0.269804	0.147097	2.17261	28.5-9.75
ابن النفيس	0.983	-0.07395	-0.00848	0.02305	4.461	0.22908	27.36558	103.25-47.5
الواسطي	0.93	-2.39196	1.22223	0.50245	2.32342	14.43148	-28.687	87.25-22.5
ابن رشد	0.86				-0.01854	0.58477	-0.013691	5.25-2.75
المستشفى	معامل الارتباط R^2	معاملات المتغيرات X_1، X_2 لحساب النفايات العامه						المدى لكمية النفايات العامة Range كغم/يوم
		B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0	
الطب النووي	0.94	0.160191	1.49823	0.007907	4.708	-0.2148	14.272	54-14
كمال السامرائي	0.89	-0.005295	-0.005295	-0.005295	0.78969	0.78966	12.2282	26.5-11.5
العلوية	0.94	0.079611	-0.14228	-0.012189	3.515429	-0.175212	68.9153	146.75-95
ابن الهيثم	0.96	-0.029744	0.015092	0.013308	0.710696	0.514273	13.41102	99.5-35.25
ابن النفيس	0.97	0.180237	-0.23349	-0.04764	1.94220	1.365189	20.8959	94-42.5
الواسطي	0.93	0.1687	-0.27368	-0.25631	6.20597	4.77093	-14.894	78.5-17.5
ابن رشد	0.91				-0.041797	2.72872	18.3351	55-27.25

جدول (٢) معدلات تولد النفايات الصلبة للمستشفيات خلال اشهر البحث للعام (٢٠٠٣ - ٢٠٠٤) بوحدة كغم/يوم

المستشفى	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران
الطب النووي	56.68	59	56	46.25	43.25	36.5	39.75
كمال السامرائي	17.25	20.125	26.125	27.75	30.5	30	25.25
العلوية	197.25	203.0	219.5	235	241	239	268.5
ابن الهيثم	83.25	68.25	66	88.5	101.5	109.5	118.25
ابن النفيس	175	150.5	185	173	154	105	123
الواسطي	116.0	62.25	97.25	121.0	125.0	135.5	144
ابن رشد	46.0	44.25	42.5	50	53.5	53.75	36.5

جدول رقم (٣): معدل تراكيز المعادن الثقيلة المتواجدة في الرماد الناتج من محارق النفايات الطبية في للمستشفيات المشمولة بالبحث والحدود المسموح بها لمنظمة حماية البيئة (ملغم/لتر).

المستشفى	الرصاص ملغم/لتر Pb	الكادميوم Cdملغم/لتر	الكروم ملغم/لتر Cr
العلوية	٩٤,٥	٥,٦	٧٥,٥
ابن الهيثم	٩٨,٦	٦,٥	٤٥,٥
ابن النفيس	٦٦	٨,٧٥	٤٨
الواسطي	٥٥,٣	٤,٣	٦٣,٣
الحدود المسموح بها لمنظمة EPA (١٢)	٥	١	٥

جدول (٤) تبين معدل كمية النفايات الصلبة الكلية والطبية والعامة المتولدة في لمستشـــفيات في اليوم الواحد وعدد المرضى الراقدين وعدد العمليات ان وجدت في ذلك اليوم الفترة من (١-١٢-٢٠٠٣ ولغاية ٣٠-٦-٢٠٠٤)

مستشفى ابن النفيس

ت	كمية النفايات الصلبة الكلية / كغم / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	175	92	35	16
2	160	85	36	13
3	195.5	103.25	42	20
4	169.5	87.5	35	15
5	112	62.75	28	5
6	175	92.25	41	17
7	150.5	80.5	34	10
8	164.5	86.75	35	14
9	195	102.75	44	19
10	170	89.5	40	15
11	185	97.5	39	13
12	190	100.25	40	18
13	165	89	35	11
14	195	101	43	18
15	173	91	38	15
16	159	83	30	14
17	174	92.75	37	16
18	132	69.5	20	10
19	154	81.5	27	11
20	156	82.5	33	12
21	90	47.5	15	4
22	104.8	55.25	21	5
23	120	61.25	23	7
24	104.5	57	17	6
25	123	65	27	6
26	122	64.5	22	6
27	135	74.5	34	9
28	112	55.75	18	5

مستشفى ابن رشد

ت	كمية النفايات الكلية الصلبة كغم / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم / يوم	عدد المرضى الراقدين
1	40.5	3.5	7
2	42.75	3.75	8
3	49.75	4.25	15
4	51.5	4	13
5	41.5	3.75	8
6	37	3.25	7
7	45.5	3	7
8	52.5	4.24	14
9	51.25	4.16	13
10	35.5	3	7
11	37	3	8
12	46.5	3.75	9
13	42	3.75	9
14	47.5	4	10
15	52.5	4.5	12
16	58	5	16
17	46.5	4.25	10
18	53	4.25	12
19	55	5.24	15
20	59	5	18
21	60	4.75	17
22	55	5	15
23	58	3.5	18
24	42	3.25	8
25	39.5	3.5	8
26	41	3	6
27	35	2.75	7
28	30.5	٢,٥	6

مستشفى الاشعاع والطب النووي

ت	كمية النفايات الصلبة الكلية كغم / يوم	كمية النفايات الطبية كغم / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	56.75	16.75	82	2
2	35	10.25	75	2
3	77	23	92	5
4	58	17.25	85	4
5	49.25	14.5	76	3
6	60	18	87	4
7	66.5	19.75	90	5
8	60.0	18.25	86	4
9	48	14.25	73	3
10	60	19	87	4
11	69.5	20.75	92	5
12	46.25	13.5	73	2
13	51	15	70	2
14	55.5	16	79	4
15	41	12.25	60	3
16	37	11.45	57	1
17	46	13.75	70	3
18	20.5	6.5	45	٠
19	44	13.25	69	2
20	62.5	18.5	88	5
21	40	11.75	65	3
22	43	13	71	3
23	39.75	11.75	48	٠
24	22.5	6.75	39	٠
25	39.56	11.5	55	٠
26	30.5	9	41	1
27	58	17.25	78	3
28	30.5	9	52	1

مستشفى العلوية للولادة

ت	كمية النفايات الصلبة الكلية كغم / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم / يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	203.5	95.75	22	14
2	206.75	97.25	30	18
3	198.5	93.5	25	15
4	180	85	25	10
5	200.25	94	28	12
6	201	94.5	29	16
7	202.0	95.0	27	13
8	208.25	98	34	15
9	216.25	102	29	18
10	220	103.5	32	22
11	225.5	106	40	20
12	216.25	102.75	30	24
13	226.75	106.75	41	22
14	23 5	110.75	45	24
15	237.5	11.75	43	22
16	240	113	52	23
17	250	117.75	54	25
18	238	112	50	26
19	240	115	50	28
20	235.5	100.75	49	23
21	222	104.5	39	22
22	235.75	119	46	20
23	237.75	108.75	46	22
24	260	125	65	29
25	261.5	123	67	30
26	265.5	125	70	36
27	270.25	127.25	73	35
28	277.5	130.75	75	35

مستشفى ابن الهيثم للعيون

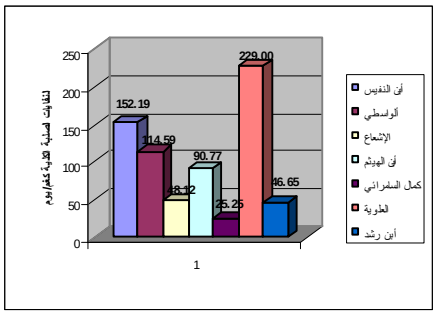
ت	كمية النفايات الصلبة الكلية كغم / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم / يوم	عدد الرضى الراقدي / يوم	عدد العمليات /يوم
1	85.5	19	40	50
2	75	16.75	38	37
3	80.75	18.75	40	44
4	91.5	20.5	40	52
5	85	19.75	45	49
6	76.75	17	40	38
7	66.5	14.75	29	31
8	45	9.75	15	20
9	63.75	14.25	30	34
10	75	17	35	40
11	50	11.25	27	30
12	75	16	27	32
13	80	17.5	32	45
14	82.5	18.75	42	48
15	91.5	20.75	52	61
16	100	22.75	45	57
17	96	21.5	42	55
18	95	21.25	44	49
19	104.5	23.25	47	60
20	110	26	65	66
21	102	22.75	45	50
22	110.5	24.75	61	65
23	121.5	27.25	58	74
24	104	22.75	50	58
25	105.25	23.5	55	63
26	125	27.75	67	76
27	128	28.5	67	72
28	115	25.75	50	64

مستشفى الواسطي

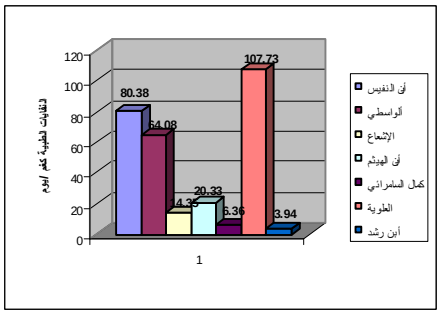
ت	كمية النفايات الصلبة الكلية كغم/ يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم /يوم	عدد المرضى الراقدين / يوم	عدد العمليات / يوم
1	116	64	8	9
2	120	67	8	7
3	119.5	66.75	7	8
4	110.5	61.75	9	9
5	95	53	6	6
6	63	35.25	5	4
7	51.5	29	4	5
8	40	22.5	5	4
9	52	29.5	4	4
10	100	56	7	6
11	120	67.25	8	7
12	121	67.75	8	9
13	121.5	69.75	9	9
14	123	71.25	12	10
15	121.75	68.25	10	9
16	125.5	70	9	10
17	123.5	69	8	9
18	125.75	70.25	10	10
19	127	70.75	9	10
20	130	72.75	11	12
21	132	71.5	10	11
22	140	61.5	15	15
23	140	78.5	8	8
24	135	75.5	11	10
25	143	77.75	10	14
26	142	79.5	17	12
27	145	81	15	16
28	155.5	87.25	16	18

مستشفى كمال السامرائي

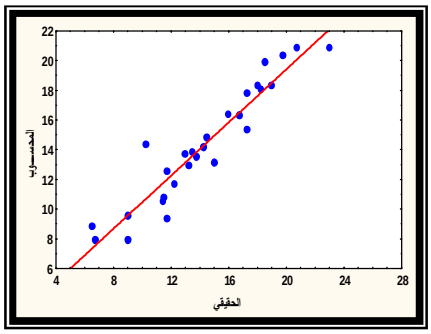
ت	الكمية النفايات الصلبة الكلية كغم / يوم	كمية النفايات الصلبة الطبية كغم / يوم	عدد المرضى الراقدين /يوم	عدد العمليات / يوم
1	15	3.5	1	1
2	19.5	5	3	3
3	15.5	4	2	2
4	18.5	4.75	2	2
5	20.5	5.25	2	2
6	19	5	2	2
7	21	5.5	4	4
8	20	5.25	4	4
9	23.5	6	2	2
10	26.5	6.75	5	5
11	29.2	7.75	6	6
12	25	6.5	2	2
13	27	7	3	3
14	30	2.75	2	2
15	27	7.5	6	6
16	27	7	5	5
17	29	7.25	5	5
18	30	7.75	6	6
19	32	8.25	8	8
20	31.5	8.25	6	6
21	36	9.5	9	9
22	28	7.25	7	7
23	30	7.75	8	8
24	26	6.5	2	2
25	25	4.75	5	5
26	22.5	5.75	4	4
27	25	6.5	3	3
28	28	7.25	5	5



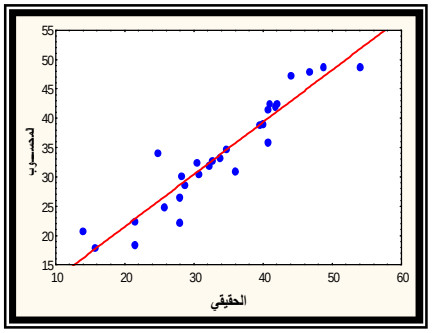
الشكل (١): معدل إنتاج النفايات الصلبة الكلية في بعض مستشفيات مدينة بغداد للفترة ٢٠٠٣/١٢/١ ولغاية ٢٠٠٤/٦/٣٠



الشكل (٢): معدل إنتاج النفايات الصلبة الطبية في بعض مستشفيات مدينة بغداد للفترة ٢٠٠٣/١٢/١ ولغاية ٢٠٠٤/٦/٣٠



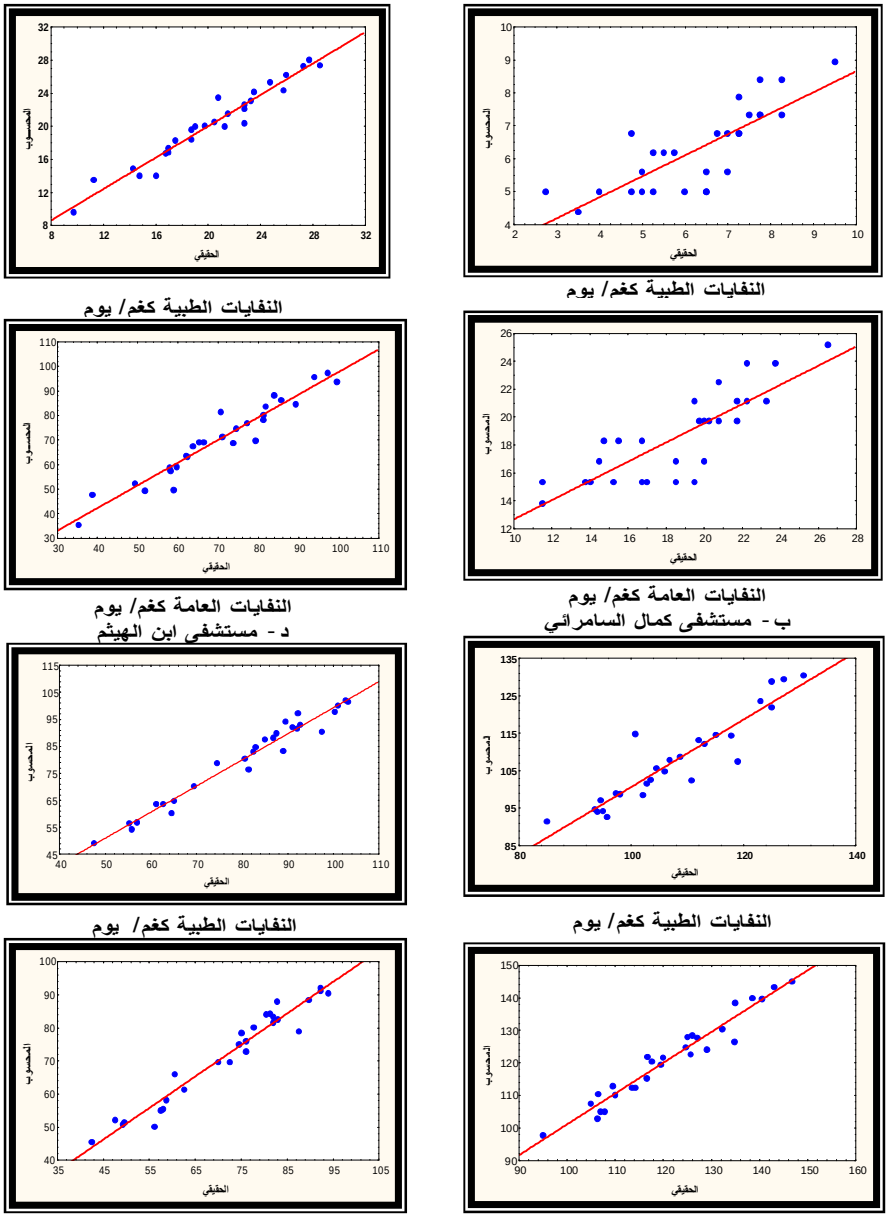
النفايات الطبية كغم/ يوم



النفايات العامة كغم/ يوم

أ- مستشفى الطب النووي.

الشكل (٣): مقارنة بين كمية النفايات الصلبة العامة والطبية المحسوبة عملياً (الحقيقية) والمتوقعة من العلاقات الأحصائية (المحسوبة).



النفايات الطبية كغم/ يوم

النفايات العامة كغم/ يوم
ب - مستشفى كمال السامرائي

النفايات الطبية كغم/ يوم

النفايات العامة كغم/ يوم
ج - مستشفى العلوية

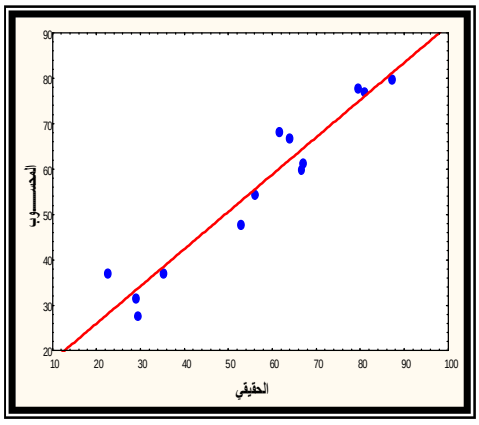
النفايات الطبية كغم/ يوم

النفايات العامة كغم/ يوم
د - مستشفى ابن الهيثم

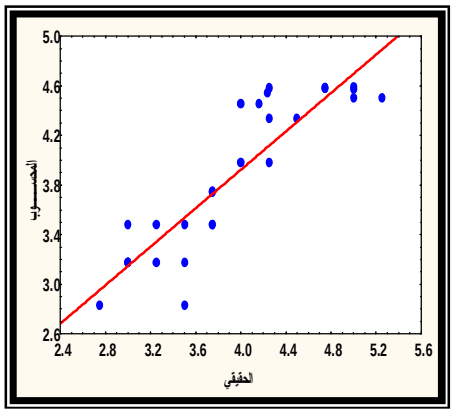
النفايات الطبية كغم/ يوم

النفايات العامة كغم/ يوم
هـ - مستشفى ابن النفيس

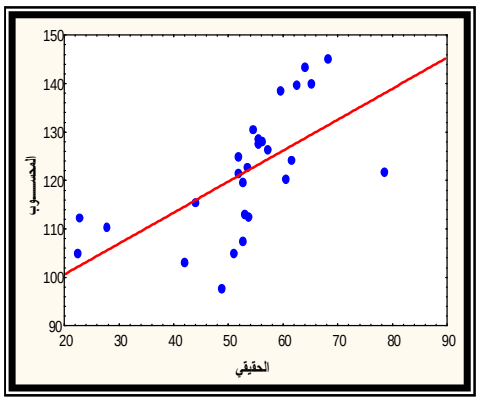
الشكل (٣): مقارنة بين كمية النفايات الصلبة العامة والطبية المحسوبة عملياً (الحقيقية) والمتوقعة من العلاقات الأحصائية (المحسوبة) .



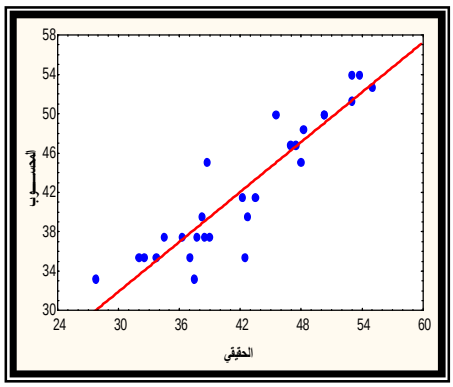
النفايات الطبية كغم/ يوم



النفايات الطبية كغم/ يوم

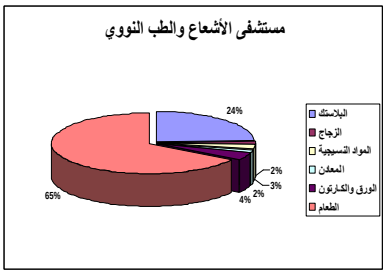


النفايات العامة كغم/ يوم
و - مستشفى الواسطي

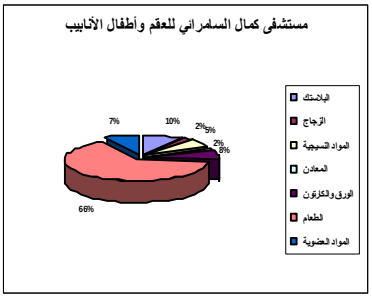


النفايات العامة كغم/ يوم
ي – مستشفى ابن رشد

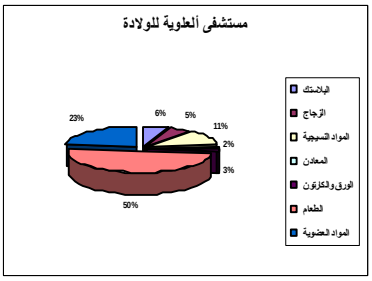
الشكل (٣): مقارنة بين كمية النفايات الصلبة العامة والطبية المحسوبة عملياً (الحقيقية) والمتوقعة من العلاقات الأحصائية (المحسوبة) .



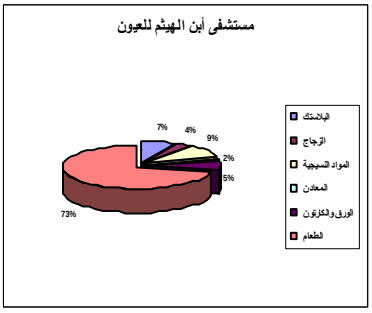
(أ)



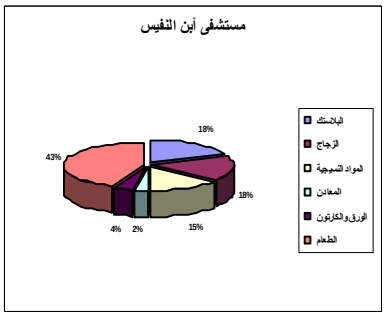
(ب)



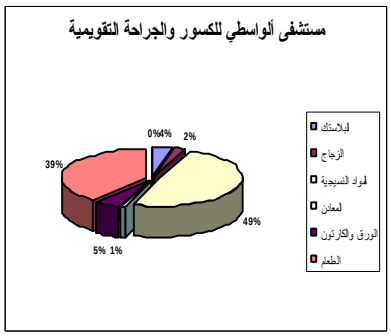
(ج)



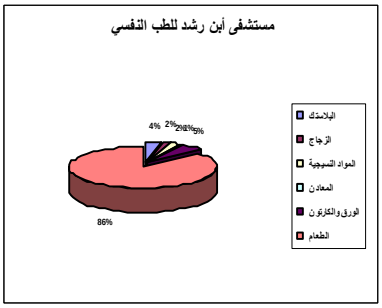
(د)



(هـ)



(و)



(ي)

الشكل (٤): النسب المؤية لوزن كل من مكونات النفايات .