مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 19/العدد 1/ اذار 2012، (25-43)

تركيبة وإنتاجية النفايات الصلبة في مدينة الموصل مقارنة بين عقدين

ساطع محمود الراوي
أستاذ مساعد

طه احمد الطيار
مدرس

مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث – جامعه الموصل

الخلاصة

تم في هذا البحث ولمدة ستة أشهر متواصلة إجراء المسح الميداني وجمع العينات المطلوبة لتحديد تركيبة ومعدل نشوء النفايات الصلبة في مدينة الموصل. أظهرت النتائج تشعب تركيبة النفايات الصلبة مع هيمنة المواد الغذائية والعضوية على بقية المكونات .اشتملت تركيبة النفايات إضافة إلى المواد الغذائية على الورق والكارتون بأنواعه والزجاج والبلاستك والنايلون وعلب الألمنيوم وأغلفة المأكولات والمعادن بأنواعها والمنسوجات بأنواعها وحفاظات الأطفال ومخلفات الحدائق والخشب والمطاط والمواد الجلدية إضافة إلى الأتربة.

كما تم أيضا مقارنة النتائج المستحصلة من حيث التركيبة ونسب المكونات الوزنية ومعدل نشوء النفايات مع نتائج دراسة سابقة جرت قبل عقدين من الزمن. تبين من تحليل النتائج وجود اختلافات واضحة بين المكونات ونسبها الوزنية في الوقت الحاضر عن مثيلتها السابقة.

بلغت نسبة الفضلات الغذائية والنفايات العضوية (68.17 %) والتي يمكن استخدامها في إنتاج موادَ دبًالية أو مكيفات للتربة. كما بلغت نسبة المواد التي يمكن تدويرها أو إعادة استخدامها (20%) مما يدع جزءاً ضئيلا فقط للطرح في مواقع الطمر الصحي وبنسبة لا تتجاوز (11.83%) .

تم إجراء التحليل الإحصائي لنتائج مكونات النفايات الصلبة والتي أثبتت أن الانحراف المعياري للفضلات الغذائية والورق كانت هي الأكبر بسبب تباين النتائج وتشتتها عن المعدل الحسابي .

بلغ معدل الإنتاج اليومي للنفايات الصلبة المنزلية فقط (0.305 كغم/فرد) ، في حين وصل المعدل الكلي لإنتاج النفايات بمختلف أنواعها (0.61 كغم/فرد). استخدمت بعض المعادلات الرياضية للتنبؤ بالزيادة في كمية النفايات الصلبة التي ستنتج مستقبلا مع زيادة السكان وما يصاحبها من زيادة إنتاجية الفرد من النفايات .

الكلمات الدالة : النفايات الصلبة ، تركيبة النفايات ، إنتاجية النفايات ، مدينة الموصل

Two Decades Comparison of Solid Waste Composition and Generation in Mosul City

Abstract

Survey and sampling collections on municipal solid waste (MSW) composition and generation rate of Mosul city was conducted for more than six months with daily repetition .The results revealed the variation of solid waste components with the domination of food and organic waste. Other components as paper, glass, plastic, metal, tin can, textiles and wood were clearly shown. Also small percentages of rubber, leathern materials, trimming and others were founded also.

The percentages of different solid waste components with those dominated in the 1988 were made. The apparent differences were attributed to changes of

consumption style and living of Iraqi families. Organic matter which constituted (68.17%) can be using to produce soil conditioners. Recycled and reused matters comprised (20.0%) could also be advantageously used. The remaining small percentages which amounted (11.83%) could be sent to landfill.

Statistical analyses were done to represent the scatter of each component about the mean value.

The daily per capita generation rate of solid waste in the city as pure residential generation amounted to (0.305 Kg/capita per day). The Gross generation of various types of solid waste was calculated as (0.61 Kg/capita per day). Some mathematical relations were used to forecast the future generation rate and composition of the city solid waste.

Key Words: Solid waste, Composition, Generation, Mosul City

المقدمة

النفايات كلمة مرنة تتحمل العديد من المعاني وتنسب إلى مادة مستهلكة أو ناتجة عن نشاط أو عملية ما والتي بسبب خصائصها الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية تصبح مادة عديمة الفائدة لهذا يتم إهمالها ويعتزم التخلص منها .

إن التصنيف الرئيس للنفايات يتبع عادة النشاط المولّد لهذه النفايات . فقد تستخدم عبارة النفايات المنزلية، النفايات البلدية، النفايات الصناعية، النفايات النووية، النفايات الزراعية ونفايات الرعاية الصحية والنفايات الطبية وهذا ما يُعرف بالتصنيف الأولي . من ناحية أخرى فإن التصنيف الثانوي للنفايات يستعمل عند استهداف طبيعة أو صفة خاصة من النفايات ، لهذا الغرض تستخدم عبارة نفايات سائلة أو صلبة أو غازية، نفايات خطرة، نفايات غير خطرة، ونفايات مسببة للأمراض ونفايات سامة . وهناك تصنيف آخر حسب الطبيعة الكيميائية للنفايات إذ تصنف النفايات إلى نفايات عضوية وغير عضوية فضلا عن النفايات الفلزية والبوليمرية [1] .

تختلف النفايات الصلبة في تركيبتها ومحتواها باختلاف الدول ومراحل التطور البشري، بل تختلف كذلك من شخص لآخر وحسب نشاطات الإنسان المختلفة والمواد والموارد المتاحة له. كما تختلف بحسب الأدوات والوسائل التي يستخدمها وما ينتج عنها من مخلفات وفضلات صلبة [2] .

تنتج النفايات الصلبة من كل فعالية من فعاليات الإنسان . لذلك ستنعكس الفعاليات المختلفة على خواص وتركيبة هذه النفايات والتي تتكون في أبسط صورها من مخلفات الطعام وما ينتج في المطابخ كما تشتمل على الملابس البالية وحطام الأثاث وإطارات السيارات المستهلكة والسيارات القديمة المتروكة ومخلفات الحدائق والأعشاب والحيوانات الميتة والنافقة، فضلا عن النفايات الطبية والنفايات الخطرة وغيرها كثير. يوضح الجدول رقم (1) المكونات المختلفة لتركيبة النفايات المنزلية لمختلف دول العالم وحسب المستوى ألمعاشي للدول[3].

أوضح (اصفري والمشعان) [4] في دراستهما عن تركيبة النفايات الصلبة المنزلية لعدد من الدول العربية إن المواد الغذائية هي المهيمنة على بقية المكونات، ويوضح الجدول رقم (2) نسب مكونات النفايات الصلبة المنزلية لعدد من عواصم الدول المجاورة .

إن تصنيف النفايات ألصلبة وبمختلف مكوناتها والمنتجة من نشاط إنساني معين يتم اعتمادا على الخواص ألفيزيائية أو ألكيميائية أو البيولوجية ، حيث يختلف كل مكون عن الآخر في

طبيعة النفايات التي ينتجها وبالتالي ستختلف تركيبة النفايات اعتمادا على هذه الخواص، والتي ستنعكس على طريقة الاستفادة أو التخلص من كل مكون من مكونات النفايات وبالتالي التخلص الآمن والصحيح من النفايات ألصلبة ألمنتجة[5].

يشير الراوي في دراسته أن مشكلة النفايات الصلبة لم تكن واضحة المعالم في مدينة الموصل لغاية التسعينات من القرن المنصرم حيث كانت البلدية بإمكانياتها المتواضعة تتعامل مع النفايات الصلبة وتجمعها وتنقلها خارج مركز المدينة لطرحها في مواقع مكشوفة. إلا أن التغيرات التي حدثت في العراق منذ تسعينات القرن الماضي وما رافق الغزو الأميركي للعراق من حوادث السلب والنهب أدى إلى شلل في إمكانيات البلدية وسرقة سياراتها ومعداتها مما أضعف قدرتها على أداء الخدمات المطلوبة بدرجة كبيرة، وبدأت مشاكل النفايات الصلبة تتفاقم وبسرعة تعجيلية تصاعدية[6].

أوضح (Al-Wattar)[7] في دراسته عن مدينة الموصل أن إنتاجية المدينة من النفايات الصلبة المنزلية فقط يصل إلى 400 طن في اليوم. وان نسبة كبيرة منها تبقى متجمعة في المناطق السكنية وقد تصل عن طريق شبكة المجاري إلى ضفاف نهر دجلة مكونة مصدرا جديدا لتلوث مياه النهر بالمواد العضوية .

ويشير (السماوي وآخرون)[8] في هذا المجال إلى أن إنتاج الفرد اليومي من النفايات في مدينة بغداد قد بلغ (0.63 كغم) لعام 2006 ، ومع زيادة مرتقبة سنوية في إنتاج النفايات تصل إلى 4.0% ليصل الإنتاج اليومي من النفايات إلى (0.74 كلغم) في عام 2010.

أما في مدينة الكوت العراقية فقد أجرى (سليمون وآخرون)[9] دراستهم عن المدينة وتبين من نتائجهم أن الإنتاج اليومي للنفايات الصلبة لم يتجاوز (0.53 كغم) لكل فرد وان 70.83% مثلتها المواد الغذائية. كما أوضحوا أن عملية تولد النفايات تتأثر بمعدل النمو السكاني والمدنية والمستوى الاجتماعي .

وعلى صعيد الدول العربية فقد أشارت دراسة[4] إلى تذبذب إنتاجية الفرد العربي من بلد إلى آخر. يوضح الجدول رقم (3) إنتاجية الفرد في بعض الدول العربية من النفايات الصلبة يوميا. ويلاحظ من الجدول أن إنتاجية المواطن التونسي تقترب من إنتاجية المواطن العراقي في بغداد (0.63 كغم / فرد) كما توصل إليها[8] .

أن مدينة القاهرة لوحدها وبسبب الإنتاجية المرتفعة للمواطن المصري وزيادة عدد سكانها تنتج من النفايات ما يقرب من 4500 طنا منها 3825 طنا كنفايات مدنية[10].

يهدف هذا البحث إلى تشخيص تركيبة النفايات الصلبة المتولدة في مدينة الموصل في الوقت الحاضر ومقارنة الاختلافات بينها وبين تركيبة النفايات الصلبة في المدينة قبل عقدين من الزمن مع دراسة تأثير التباين على نسب وجودها وأسباب هذا التباين. كما تحاول هذه الدراسة احتساب مقدار النفايات المتولدة لكل فرد في اليوم في المدينة واحتساب إنتاجية الفرد والمدينة من النفايات الصلبة حاليا وفي المستقبل .

المواد وطرائق العمل

بغية تقييم الواقع الحالي والمستقبلي للنفايات الصلبة في مدينة الموصل فقد تم إجراء دراسة ومسح ميداني لأحياء المدينة المختلفة . جرى انتخاب ستة أحياء بعناية في كل جانب من جانبي المدينة التي يقسمها نهر دجلة لتمثل مدينة الموصل. وقد روعي أن تشتمل الأحياء المختارة على مختلف أطياف المدينة من الناحية الثقافية والاجتماعية والمستويات الوظيفية والاقتصادية. كما جرى انتخاب الدور بشكل عشوائي بحيث تحتوي

على عدد مختلف من الأفراد وبمختلف الأعمار . والشكل رقم (1) يمثل أحياء مدينة الموصل والتي تم انتخابها لإجراء الدراسة .

جرى توزيع استمارة استبيان والموضحة في جدول رقم (4) على العوائل المشمولة بالمسح الميداني والتي تحتوي على معلومات تفيد في احتساب إنتاج الفرد الواحد من النفايات الصلبة في اليوم واحتساب نسب مكونات النفايات المنتجة. كما تم توزيع أكياس خاصة بجمع النفايات على الدور ليتم وضع النفايات المنتجة فيها وبشكل كامل ، ليصار إلى جمعها في اليوم التالي ووزنها ثم فرزها وإعادة وزن كل مكون من مكوناتها . كما تم حساب معدل نشوء وإنتاج النفايات لكل فرد ولعموم المدينة وبكل أصنافها ومكوناتها .

استمرت عملية النَمذجة وجمع النفايات ستة أشهر ابتداءا من شهر شباط لعام 2008 ولغاية شهر تموز من نفس السنة. فقد تم جمع(252) نموذجاً من مختلف مناطق المدينة السكنية والتي يضم بعضها أسواقاً تجارية ، فقد جرى توزيع قسيمة النماذج على مجموعة أحياء سكنية وبواقع ستة أحياء لكل جانب من جانبي المدينة لتمثل المدينة برمتها . اختيرت هذه الفترة الزمنية كونها تجمع خصائص فصول السنة المختلفة ما بين الحر والبرد والجفاف والرطوبة واختلاف استهلاك الأطعمة والفعاليات وبالتالي ستكون النفايات المنتجة تبعا للحالة السائدة وقتها ممثلة لظروف وفصول السنة. كما إن عملية النَمذجة كانت يوميه لإدخال عامل التغير اليومي في إنتاج النفايات واحتساب مكوناتها.

تم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج لمعرفة مدى تشتت أو اقتراب النتائج المستحصلة عن معدلاتها.

النتائج والمناقشة

إن تنوع النفايات المنتجة في أي مجتمع بين النفايات المنزلية والتجارية والصناعية والزراعية واختلاف مكونات كل نوع منها مع تباين نسبها باختلاف إنتاجيتها من الأسباب الرئيسة لِتعذر إعطاء وصف ثابت لخصائص وتركيبة النفايات الصلبة لمنطقة معينة وفي وقت محدد بالاعتماد فقط على التنبؤات أو على مناطق أخرى غيرها. يؤثر في ذلك عوامل عديدة لعل من أهمها المناخ والوقت من السنة و محتوى رطوبة النفايات وعدد المرات التي يتم فيها جمع النفايات المتولدة. إضافة إلى العادات الاجتماعية لسكان المنطقة ونمط معيشتهم مع خصوصية كل عائلة أو فرد من العائلة أو المجتمع والغذاء الذي يتناولونه والدخل الفردي واستخدام مواد طازجة أو معلبة في التغذية. ناهيك عن استخدام وسائل طحن النفايات في المطابخ وطرحها إلى المجاري ووجود ضوابط وتشريعات ذات صلة بالنفايات. مما يؤكد ضرورة إجراء المُسوحات المطلوبة لعموم المناطق وإجراء التحليل اللازم بوصفه بداية للقيام بإعداد أي دراسة لإدارة النفايات الصلبة في مدينة ما .

لإعطاء فكرة كاملة عن مكونات النفايات ألصلبة ألمنزلية لمناطق مدينة الموصل والمعدل والحدود الدنيا والعليا لكل مكون ونسبة تغاير كل منها بالنسبة إلى حدوده الدنيا والعليا يمكن ملاحظة الجدول رقم (5). يتبين من الجدول تنوع مكونات النفايات والتي بلغت 14 مكونا وبنسب متفاوتة. فقد كانت النسبة الوزنية لكل مكون من النموذج الكلي للعائلة متذبذبة وتعتمد على وجود بقية المكونات وأوزانها. فقد بلغت نسبة التغاير للمواد الغذائية 400%، بينما حصلت مخلفات المنسوجات بأنواعها على أعلى نسبة تغاير إذ بلغت 428%. أما حفاظات الأطفال ومخلفات الحدائق والأشياء الأخرى مثل الأتربة ومخلفات البناء فلم

تكـن موجـودة ضـمن مكونـات النفايـات لـبعض النمـاذج. وتبقـى فضـلات الأغذيـة هـي المكـون الأساس في كل النماذج وبنسبة وزنية بلغت 80% كحد أعلى لبعض النماذج ولم تقل عن 20% في نماذج أخرى وبمعدل 68.17% من النسب الوزنية للنماذج المنتخبة. إن النسب الموضحة في الجدول (5) يصنف المجتمع الموصلي المنتج لها على انه من المجتمعات الفقيرة [3].

إن سبب التباين الكبير في نسب ومكونات النفايات الصلبة يعود إلى تباين المستوى الثقافي والاجتماعي والاقتصادي للعائلة العراقية ونظرة العائلة إلى النفايات الصلبة كمادة تالفة يجب التخلص منها أو مادة يمكن الاستفادة منها. فقد تباينت الأسر المشمولة بالدراسة واخذ العينات بين الأستاذ الجامعي والطبيب الاختصاصي من جهة والعوائل متوسطة المستوى الثقافي والاقتصادي إلى العوائل محدودة الثقافة والتي تسكن في دور أو مجمعات بسيطة ، وهذا الاختلاف يمثل التباين الحقيقي لمكونات المجتمع الموصلي أو العراقي بشكل عام . كما يوضح الشكل رقم (2) مكونات نماذج النفايات الصلبة ونسب كل منها حيث يظهر هيمنة النفايات الغذائية وبنسبة وزنية بلغت 68.17%، بينما مثلت بقية المكونات الثلاثة عشر نسبة 31.8 % وبنسب متفاوتة .

تعد سنوات العقدين الأخيرين من السنوات الصعبة في تاريخ العائلة العراقية من حيث تذبذب أسلوب المعيشة كثيرا . فالإسراف لبعض العوائل المترفة والتقتير للعوائل الأخرى كانت الصفة الغالبة خلال عقد الثمانينات – بسبب توفر المواد الغذائية وبأسعار مدعومة من الدولة –. تلاها عقد التسعينات والحصار الاقتصادي الذي سبب تدني المستوى الاقتصادي للعائلة العراقية والارتفاع الكبير في أسعار المواد . وبعد أحداث عام 2003 والانفتاح غير المدروس على الاستيراد الخارجي ووصول مختلف السلع بأسعار مناسبة وتحسن المستوى ألمعاشي النسبي للعائلة وتحسن قيمة الدينار العراقي فان هذه الأسباب أحدثت طفرة نوعية كبيرة في أسلوب معيشة العائلة العراقية مع بقاء تأثير الظروف السابقة مما يشجع على دراسة ومعرفة تأثير تلك الظروف على تغير إنتاج ومكونات النفايات الصلبة .

يوضح الجدول رقم (6) الحدود الدنيا والحدود العليا والمعدل لنسب مكونات النفايات قبل عقدين وبالتحديد في عام 1988 ومن خلال دراسة (فوزي)[11] وقد كانت الدراسة الوحيدة الموثقة عن مدينة الموصل في حينها. يظهر الجدول أعلاه أن مكونات النفايات الصلبة كانت 10 مكونات فقط . فقد خلت مكونات النفايات الصلبة في حينها من علب الألمنيوم وأغلفة المأكولات و حفاظات الأطفال والمواد المطاطية وهذه المكونات لم تكن منتشرة ومستخدمة على نطاق واسع في حينها في مدينة الموصل . كما إن كل المكونات عدا النفايات الغذائية لم تكن موجودة في بعض النماذج ، بينما لم تحتو بعض نماذج النفايات إلا على المواد الغذائية لتمثل نسبة 100% من تلك النماذج. يوضح الشكل رقم (3) مكونات النفايات الصلبة لعام 1988 ونسبها المئوية الوزنية حيث يلاحظ الهيمنة الواضحة للفضلات المنزلية وبمعدل 81%.

إن التباين الكبير في نسب ومكونات النفايات الصلبة بين العقدين المنصرمين يعود إلى أسباب عديدة . فقد كان المجتمع العراقي في نهاية الثمانينات يعيش حالة من التناقض ، فمن جهة كانت المواد وبخاصة الغذائية متوفرة وبأسعار رخيصة ومدعومة من قبل الدولة مما حدى ببعض العوائل إلى طرح أكياس من هذه المواد أو بقايا المواد الغذائية وبكميات كبيرة كنفايات صلبة أو داخل المجاري وهذا ما كنا نلاحظه في الأزقة وعلى جوانب الطرق. ومن جهة أخرى كان اقتصاد

العائلة العراقية بشكل عام والموصلية بشكل خاص ضعيفا وكان دخل العائلة العراقية قليلا مما اضطرها إلى الاكتفاء بالضروريات وبعض اللوازم الفردية الأخرى مما انعكس على تفاوت النسب المئوية للمكونات بشكل واضح وكما مبين في الجدول رقم (6). ولا عجب أن تصل نسبة الفضلات الغذائية في النفايات الصلبة للمدينة(81.0 %) كمعدل لإجمالي النفايات المنزلية أو المدنية.

من جهة أخرى وجراء الوضع الاقتصادي الصعب الذي تعيشه بعض العَوائل العراقية حاليا وظهور متطلبات معيشية جديدة وانفتاح آفاق عمل جديدة ، اضطرت رب الأسرة وحتى المرأة إلى العمل لساعات طويلة وبدأت العائلات نمطا جديدا من الحياة إذ بدأ الطعام الجاهز والمشترى من الأسواق يدخل البيوت ولم يبق للمرأة الوقت اللازم للقيام بصيانة وتجديد التالف من الألبسة والأثاث وصارت النفايات المتولدة عن الطبخ أقل بكثير مما في السابق وتحولت إلى أصناف أخرى من النفايات مثل الورق والكارتون والبلاستك والنايلون وعلب الألمنيوم والمعادن والمنسوجات. وهذه الحال أدت إلى خفض نسبة أنتاج النفايات الغذائية والعضوية كأحد مكونات الفضلات بشكل واضح في الأعوام الأخيرة .

على صعيد آخر وبسبب الانفتاح على العالم وتحسن القدرة الشرائية وازدياد المواد المستوردة لمختلف الحاجيات من الأسواق الخارجية والتي غالبا ما يجري تغليفها بالورق أو الكارتون ، وبدأت حلويات الأطفال وأنواع الجبس تطرح بكثرة إلى الأسواق المحلية وصار طعام الأسرة يشترى من المطاعم ويغلف بالأوراق. كل هذا أدى إلى زيادة نسبة الورق في النفايات.

أن معظم الأجهزة والمعدات المستخدمة في الوقت الحاضر في الدور والمنشآت والمحال المختلفة مصنوعة من مواد تجارية معادة ولا تستخدم لفترات طويلة . وطبيعيا أن هذه المواد ليست كالمواد الأصلية في تحملها وكفاءتها وطول فترة استخدامها إذ لا تلبث أن تفقد ميزاتها بعد مرور فترات قصيرة وتطرح على أنها نفايات صلبة وبمختلف مكوناتها المعدنية أو البلاستيكية أو الخشبية أو الجلدية. من جهة أخرى فقد انتشرت الأكياس البلاستيكية بشكل واضح بحيث لا يخلو دار أو محل أو منشأة وبكافة الأنشطة من استخدامها لشتى الأغراض ، مما يستدعي التخلص من الزائد منها .

على صعيد آخر بدا التجار في استيراد المشروبات الغازية المعبأة في قنان بلاستيكية أو معدنية، كما قام بعضهم بإدخال صناعة هذه المشروبات داخل القطر مما عمل على انتشارها وإقبال الناس على شرائها وبالتالي زيادة كميات المواد البلاستيكية والمعدنية المطروحة أو التالفة. ولم يكتف معظم العراقيين بطرح هذه العبوات والتحسب لاحتمال تدويرها أو الاستفادة منها بل يعمدون إلى ضغطها بحيث لا يرجى إصلاحها والاستفادة منها. هذه العبوات فيما لو طرحت إلى البيئة يلزمها 400 سنة لتتحلل[12].

انخفضت نسبة مخلفات الحدائق في هذا القرن عما كانت عليه في القرن المنصرم وقبل عقدين من الزمن تحديدا جراء قيام أصحاب الدور إلى تبليط أجزاء من حدائقهم لاستئجارها كمحال وبذلك يعملون على زيادة دخلهم. كما إن صغر مساحات الأراضي ألموزعه للمواطنين لاحقا لبناء الدور عليها جعلها خالية تقريبا من الحدائق. ونظرا لعدم دخول الخشب كمادة أساسية في بناء الدور والعمارات ، لذلك لا يوجد اختلاف كبير في نسبتها خلال العقدين المنصرمين.

يوضح الجدول رقم (7) التباين الكبير في مكونات النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في مدينة

الموصل للعام 1988 والعام 2008 . فعلى الرغم من الاختلاف الواضح في نسب ومكونات النفايات ألمنزلية خلال الفترتين المذكورتين وظهور بعض المكونات التي لم تكن موجودة سابقا، مثل علب الألمنيوم وأغلفة المأكولات و حفاظات الأطفال والمطاط،، إلا أن فضلات الأغذية تبقى هي المهيمنة، وان معظم المكونات تقع نسبها ضمن تصنيف الدول الفقيرة الموضح في الجدول رقم (1) التي يقل دخل الفرد السنوي عن 750 دولار أمريكي.

إن الاختلافات الكبيرة في نسب مكونات النفايات خلال الفترتين أعلاه تتضح في الشكل رقم (4)، ولان نسبة النفايات الغذائية كانت هي المهيمنة 81.0% – 68.17% فقد تم تجاوزها في الشكل لإظهار بقية نسب مكونات النفايات بشكل واضح . فقد ازدادت نسب معظم المكونات لعام 2008 عن عام 1988 بسبب انخفاض نسب فضلات الأغذية لنفس الفترة من الدراسة . وكذلك فضلات المعادن وفضلات الحدائق التي انخفضت إلى الخمس والنصف على التوالي .

لمعرفة مدى تشتت النتائج المستحصلة لكل مكون من مكونات النفايات الصلبة عن معدلاتها الحسابية لمعرفة التذبذب في كمية كل مكون، فقد تم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج المستحصلة والذي اثبت أن نتائج النفايات الغذائية هي الأكثر تشتتا حيث بلغت قيمة الانحراف المعياري لها 14.54 وكذلك الورق بقيمة 11.36 وحفاظات الأطفال بقيمة 9.66، مقارنة بنتائج الخشب الذي انخفضت قيمة الانحراف المعياري إلى 1.33 والمطاط إلى 1.83. والجدول رقم (8) يوضح القيم الدنيا والقيم العليا والمعدل الحسابي والانحراف المعياري للنتائج.

<u>إنتاج النفايات</u>

إن الاختلاف الكبير في مستويات الأسر العراقية لا يؤثر على مكونات النفايات الصلبة فحسب بل على إنتاجها للفضلات . وقد أثبتت النتائج أن معدل إنتاج النفايات الصلبة في مدينة الموصل كان متذبذباً بين العَوائل المختلفة وباختلاف الأشهر وفصول السنة. فقد بلغت أعلى إنتاجية للفرد للعوائل المترفة وذات المستوى الاقتصادي العالي 0.835 كغم وانخفضت إلى كغم للعوائل ذات الدخل ألمعاشي المنخفض وبمعدل 0.305 كغم لكل فرد من النفايات المنزلية فقط لعموم المدينة . أن حساب بقية أنواع النفايات سيكون غير دقيق حاليا بسبب توقف المعامل والإنتاج وصعوبة إجراء المُسوحات المطلوبة لها ، إلا إنه بالإمكان حساب مقاديرها من خلال استخدام الجدول رقم (9)[13] الذي يعتبر أن النفايات المنزلية تشكل ما يقرب من 50% من إجمالي النفايات الصلبة المتولدة في الدول النامية والعراق ليس استثناء من ذلك. وعلى هذا الأساس تم اعتبار معدل ما ينتجه الفرد في مدينة الموصل من النفايات الصلبة يوميا يساوي (0.61 كغم)، بسبب الهدر الذي كان يحدث سابقا في بقية أنواع النفايات والتي من المتوقع أن يستمر إلى حد ألان سواء في النفايات التجارية أو الصناعية وحتى في النفايات الصلبة للمؤسسات الرسمية .

وعلى الرغم من أن إنتاجية الفرد العراقي (الموصلي) قليلة في الوقت الحاضر، إلا أن انتشار النفايات في كل مكان يجعل منها ظاهرة غير حضارية ويجب التخلص منها. يوضح الجدولان (10) و(11) إنتاجية الفرد الموصلي من النفايات في مختلف المناطق التي تمت الدراسة فيها . ويلاحظ ارتفاع نسبة تولد النفايات في الجانب الأيسر من المدينة لتصل إلى 0.835 كغم/فرد في منطقة الكفاءات الأولى ذات المستوى ألمعاشي

والثقافي المرتفع والتي غالبية سكانها من أساتذة الجامعة ولتنخفض إلى 0.23 كغم/فرد في منطقة حي البكر ذات المستوى ألمعاشي المنخفض وليصل المعدل العام في الجانب الأيسر إلى 0.337 كغم في اليوم.

أما في الساحل الأيمن من المدينة والذي يتميز سكانها بانخفاض المستوى ألمعاشي والثقافي فقد بلغت أعلى إنتاجية للفرد 0.55 كغم في حي الطيران ولتنخفض إلى 0.211 كغم في منطقة الإصلاح الزراعي لينخفض المعدل العام في الساحل الأيمن إلى 0.273 كغم في اليوم.

تعتمد الإنتاجية الكلية للمدينة من النفايات على إنتاجية الفرد وعلى عدد السكان ونشاطاتهم المنتجة للنفايات . ولاحتساب الانتاجية المستقبلية من النفايات فإن الزيادة المتوقعة للسكان تصل 2.8%سنوي (الجهاز المركزي للإحصاء[14-15]) كما إن إنتاجية الفرد من النفايات في تزايد مستمر بنسبة سنوية تفترضها الدراسة 3.0%. إن سبب افتراض زيادة سنوية 3.0% هي أن غالبية المجتمع الموصلي يصنف حاليا على انه من المجتمعات الفقيرة [3]، وفي حالة تحسن المستوى ألمعاشي فان إنتاجيته من النفايات ستزداد حتما وبالتالي فان الإنتاج الإجمالي للنفايات في المدينة سيزداد أيضا. وهذا يتفق مع ما ذهب إليه (السماوي وآخرون)[8] الذين افترضوا أن الزيادة المرتقبة في مدينة بغداد 4.0% خصوصا عند تحسن المستوى ألمعاشي للسكان وتحسن الوضع العام . كما أن مكونات النفايات من المتوقع أن تتغير لتزداد أكثر مما هي عليه ألان وخصوصا نسبة الورق والكارتون والمواد البلاستيكية والمنسوجات بأنواعها.

ولحساب الإنتاجية المستقبلية لأي سنة لاحقة فمن الممكن تطبيق المعادلة الرياضية التالية، وهي معادلة حسابية بسيطة تصف حساب الزيادات المحتملة في عدد السكان والزيادة المحتملة في استهلاك الفرد .

الناتج الإجمالي السنوي للنفايات في سنة البحث (الأساس أو المرجع)

عدد السكان تلك السنة × إنتاج الفرد السنوي

$$Po \times Wo = \quad \text{.....(1)}$$

وبافتراض إن الزيادة السنوية في عدد السكان (R) تساوي 2.8% وان الزيادة السنوية في إنتاج النفايات (C) تساوي 3.0%.المعادلة في السنة التالية لسنة الأساس مثلا ستكون كما يأتي:

الناتج الإجمالي السنوي للنفايات الصلبة= (عدد السكان+عدد السكان× نسبة الزيادة السكانية) ×(الإنتاج السنوي + الإنتاج السنوي × نسبة الزيادة في الإنتاج)

أي أن الناتج الإجمالي السنوي للسنة التالية بعد سنة الأساس =

$$(R*Po+Po) \times (C \times Wo + Wo)$$

$$Wo(C+1)\times Po(R+1) = \quad \text{.....(2)}$$

ولأي سنة مستقبلية بعد سنة الأساس يكون الناتج الإجمالي

$$Wo(C+1)^{n}\times Po(R+1)^{n} = \quad \text{.....(3)}$$

حيث تمثل :

Po عدد السكان الحالي لمدينة الموصلٍ في سنة الدراسة (1450000 نسمة)

و **R** نسبة الزيادة السنوية (0.028 حسب وزارة التخطيط و UNEP) ،

أما **Wo** فتمثل الإنتاج السنوي الحالي للنفايات (كغم/شخص/سنة)

و C نسبة الزيادة السنوية (0.03)

و **n** عدد السنوات المستقبلية لحساب النفايات

يوضح الشكل رقم (5) الإنتاج اليومي المتوقع للنفايات الصلبة في مدينة الموصل لكل فرد. فمن المتوقع أن يصل معدل إنتاج الفرد اليومي إلى

0.647 كغم في عام 2010 ليرتفع إلى 1.1 كغم في عام 2028 . هذه الزيادة في الإنتاج مع زيادة السكان ستزيد من إنتاجية المدينة من النفايات من 884 طن يوميا في سنة الدراسة 2008 إلى 1000 طن يوميا في عام 2010 وستزداد لتصل 2770 طن يوميا في عام 2028 . والشكل رقم (6) يوضح ذلك.

إن الإنتاج الحالي للنفايات مع الزيادة المستمرة بالإنتاج والزيادة المتوقعة في السكان سيؤدى إلى زيادة تصاعدية في إنتاج المدينة . مما يتطلب استخدام أساليب الإدارة المتكاملة للتخلص منها ابتداءا من الجمع النظامي ومن ثم العزل والاستفادة القصوى منها بإعادة الاستخدام لبعض المكونات والتدوير للبعض الآخر، كما يمكن الاستفادة من المواد العضوية بإنتاج المواد الدبالية والمكيفة للتربة وبالتالي التقليل من كميات المواد والمكونات التي ستصل إلى مواقع الطمر الصحي.

الاستنتاجات

1. أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود فروق واضحة بين تركيبة ومكونات والنسب الوزنية للنفايات الصلبة حاليا عنها قبل عقدين من السنين.
2. هيمنة المواد الغذائية والعضوية على تركيبة النفايات الصلبة مما يشجع على استخدام الطرق العلمية للتخلص والاستفادة منها مثل استخدام طريقة التخمير أو التسميد.
3. ظهور بعض المكونات في تركيبه النفايات ألمنزليه التي لم تكن موجودة سابقا مثل علب الألمنيوم والمواد المطاطية وأغلفة المأكولات ،إلا أن معظم المكونات تقع نسبها ضمن تصنيف الدول الفقيرة التي يقل دخل الفرد السنوي عن 750 دولار أمريكي .
4. التباين الواضح في مكونات النفايات ألمنزليه ، مما يشجع على استخدام الأساليب العلمية في المعالجة للتخلص الآمن والمفيد للنفايات. مثل التدوير أو إعادة الاستخدام أو الحرق إضافة إلى تخمير المواد العضوية.أما بقية المكونات التي لا يمكن معالجتها فتردم في مناطق الطمر الصحي المتموجة لتصبح حدائق غناء وعندما تتحلل يتولد غاز الميثان الذي يمكن استخدامه في توليد الطاقة الكهربائية .
5. بلغ إنتاج الفرد الموصلي من النفايات الصلبة المنزلية فقط في اليوم (0.305 كغم). ليصل الإنتاج اليومي من مختلف الأنشطة والقطاعات (الصناعية والتجارية وفضلات المؤسسات الرسمية) إضافة إلى النفايات المنزلية إلى 0.61 كغم.
6. إن عدم الاستفادة من النفايات كمورد طبيعي مهم وذو قيمة اقتصادية يجعل منها عبئا على المواطن والدولة وذات تأثير بيئي سيئ.
7. يلعب انتشار الوعي البيئي بخطورة النفايات الصلبة من ناحية وقيمتها الاقتصادية من ناحية ثانية دورا بارزا في معالجة مشكلة النفايات وظهور الفروقات في النتائج .

المصادر

1- بنود عبد الحكيم(2008)" معالجة النفايات الصلبة" مديرية المطبوعات الجامعية / منشورات جامعة حلب- كلية الهندسة المدنية سوريا، 246 صفحة.

2- Zeng , Y. (2005) "Estimation of Solid Waste Composition Using Two Ways Stratification and Optimum Sample Size; Theory and Case Study Jour. of Solid Waste Technology and Management, Vol.31, No. 4,Novemb.

3- Tchobanoglous, G. ,Theisen , H. and Vigil , S. (1993) "Integrated Solid

Waste Management , Engineer. Principles and Management Issues" McGraw-Hill, Inc, 978pp.

4- اصـفري ، احمـد والمشـعان ،مشـعل (2002) "إدارة النفايـات الصـلبة فـي بعـض الـدول العربيـة " منشـورات مكتبـة الكويـت الوطنيـة للنشـر بإشـراف الجمعية الكويتية لحماية البيئة ،136 صفحة.

5- Zavodska, A. (2003) "Residential Solid Waste Composition and Management in A Selected Developing Country" Jour. Of Solid Waste Technology and Management, Vol.29, No. 1, February.

6- Al-Rawi ,S. M. (2007) , "Selection, Design and Management of Solid Waste Land Fill Side(S)in Mosul City" Proposed Presented to ASTF meeting, 250 pp.

7- AL-Watter , O. M. (2006) "Population, Residential Solid Waste Generation and Containers Needed in Mosul City " Jour. Of Solid Waste Technology and Management, Vol.32, No. 2 May.

8- Al-Samawi A, Abdul-Razzak T, and Anmar, A. (2009)" Estimation of Baghdad Municipal Solid Waste Generation Rate" Eng. & Tech. Journal Vol. 27., No.1.

9- Sulaymon A., Ibraheem J., and Graimed B., (2010) "Household Behavior on Solid Waste Management

10- عبد السلام علي زين العابدين (2007) " تلوث البيئة ثمن للمدنية" سلسلة العلوم والتكنولوجيا – الهيئة المصرية العامة للكتاب ، جمهورية مصر العربية ، 266 صفحة.

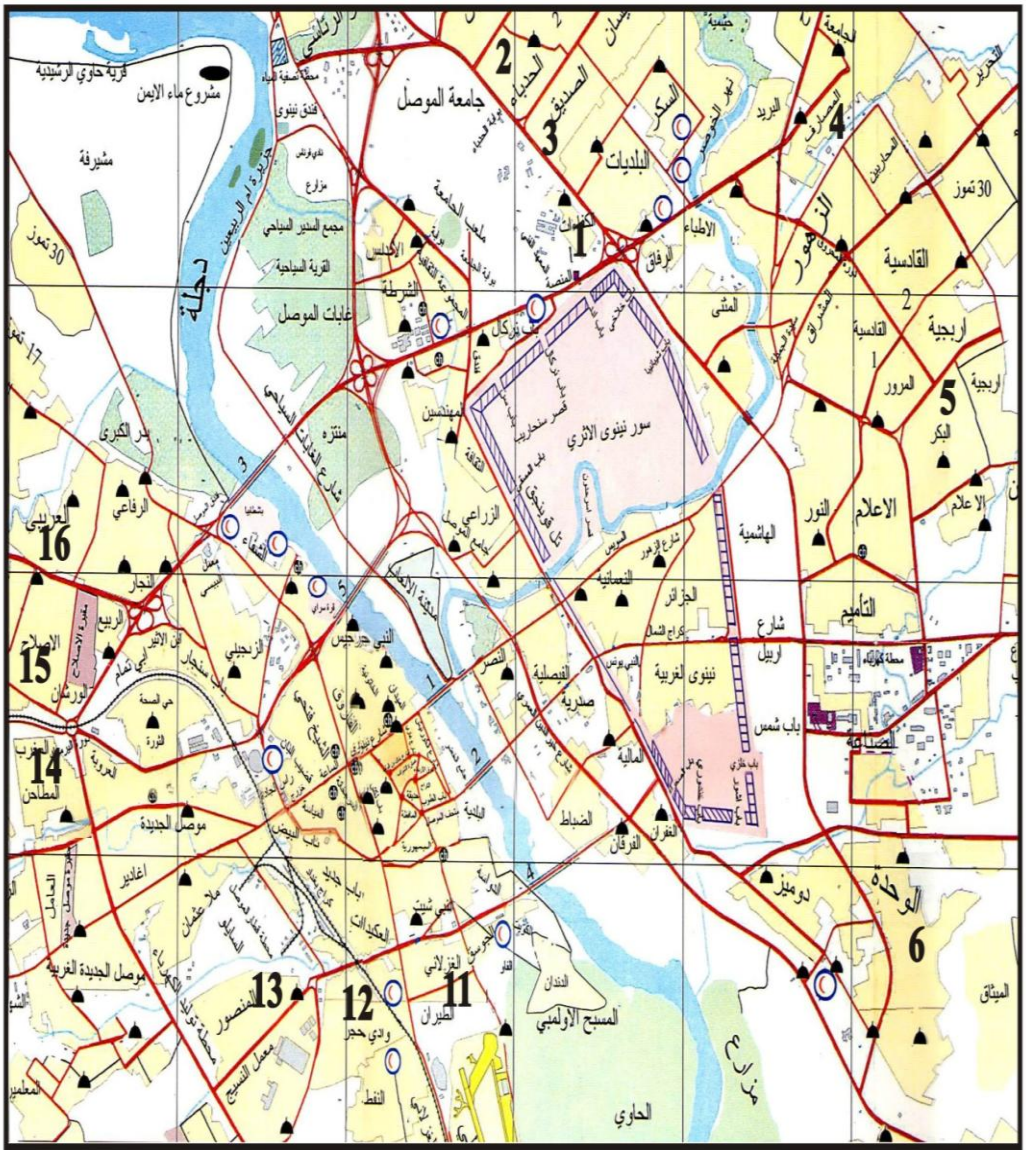
11- يوسف، وفاء فوزي ،(1988) " أداره وطرح النفايات ألصلبه ألمنزليه في مدينه الموصل" رسالة ماجستير ،كليه الهندسة ، جامعه الموصل، 123 صفحة .

12- UNDP (2005) "Solid waste Management" Vol. (1), Calrecovery, USA, 526 pp .

13- Hickman, HL. Jr (1999) " Principles of Integrated Solid Waste Management" American Academy of Environmental Engineers , USA, 688pp

14- الجهاز المركزي للإحصاء ، وزارة التخطيط ، (2008) :إحصائيات عن السكان.

15- UNEP (2003)"Disc Study on the Environment in Iraq: UNEP Progress Report" Kenya , 96 pp.



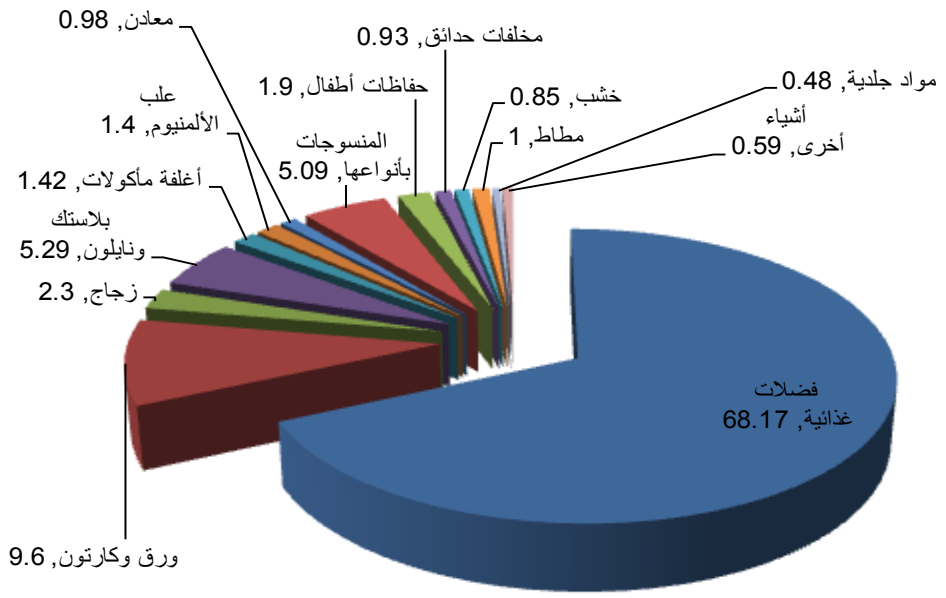
الأحياء السكنية في الساحل الأيسر من المدينة :

1. الكفاءات الأولى
2. الحدباء
3. الصديق والبلديات
4. المصارف
5. البكر
6. الوحدة

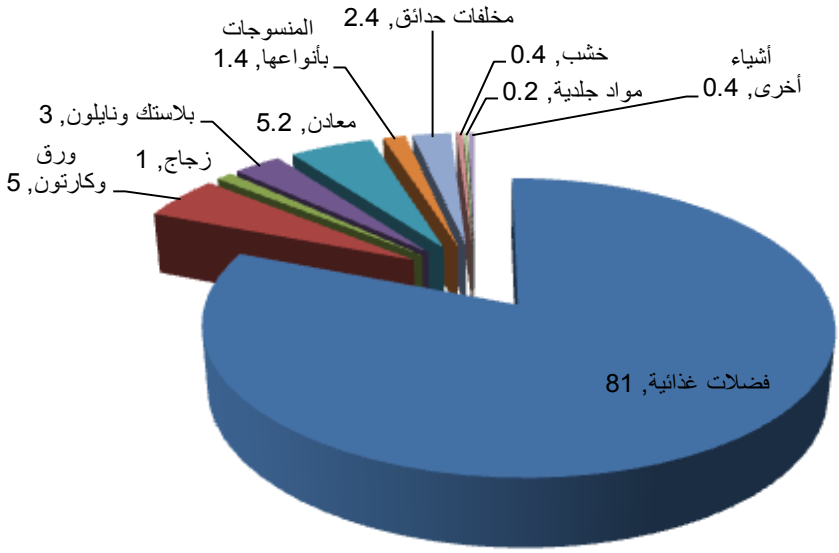
الأحياء السكنية في الساحل الأيمن من المدينة :

11. الطيران والجوسق
12. وادي حجر
13. المنصور
14. اليرموك
15. الإصلاح الزراعي
16. العُريبي

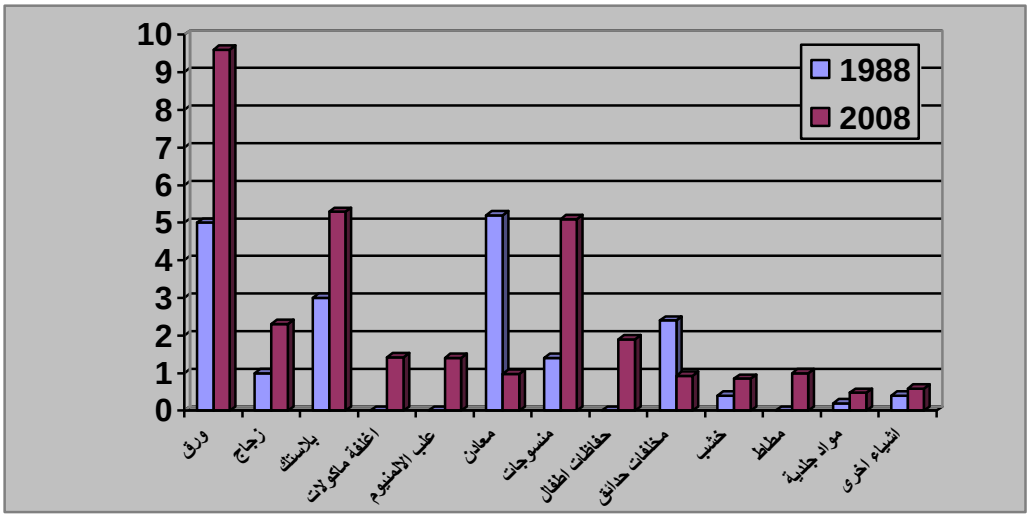
شكل رقم (1) : خارطة مدينة الموصل موضحاً عليها الأحياء السكنية للمدينة والمخدومة من قبل البلدية والأحياء التي جرت فيها الدراسة



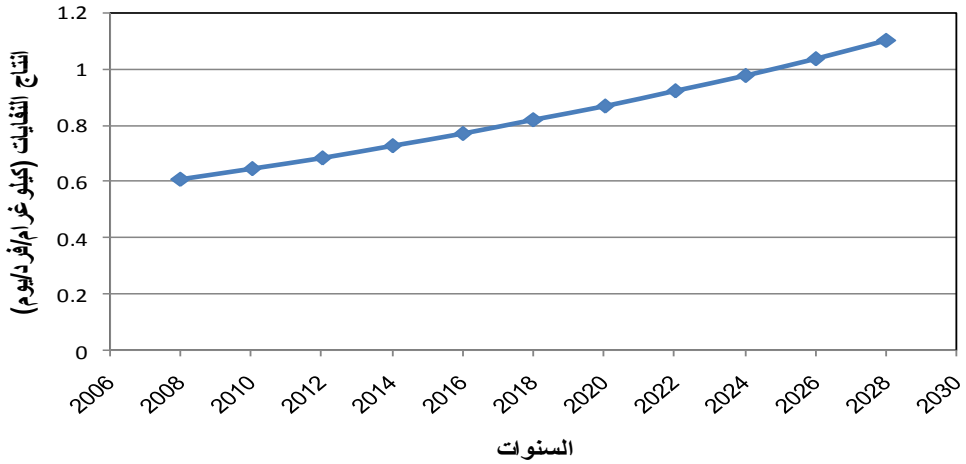
شكل رقم (2): مكونات النفايات الصلبة لعام 2008



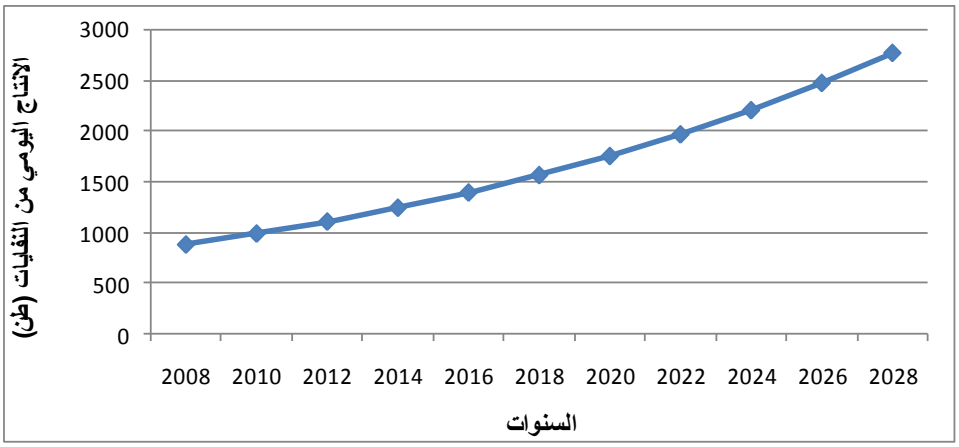
شكل رقم (3) : مكونات النفايات الصلبة لعام 1988



شكل رقم (4) : تغاير مكونات النفايات المنزلية بين دراستي عامي 1988 و2008



شكل رقم (5): التنبؤ بتغاير معدل إنتاج الفرد اليومي من النفايات(كغم/شخص) في أي سنة مستقبلية



شكل رقم (6) :معدل الإنتاج اليومي المتوقع من النفايات الصلبة في مدينة الموصل (طن) في أية سنة مستقبلية

مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 19/العدد 1/ اذار 2012، (25-43)

جدول (1): الإنتاج العالمي لمكونات النفايات المنزلية (نسبة مئوية وزنية)[3]

ت	المكونات (%)	الدول الفقيرة	الدول المتوسطة	الدول الغنية
	المواد العضوية			
1	فضلات غذائية	40-85	20-65	6-30
2	ورق	1-10	8-30	20-45
3	كارتون	–	–	5-15
4	بلاستك ونايلون	1-5	2-6	2-8
5	منسوجات	1-5	2-10	2-6
6	المطاط	1-5	1-4	0-2
7	الجلود	–	–	0-2
8	فضلات الزرائب	1-5	1-10	1-4
9	الخشب	–	–	1-4
	المواد الغير عضويه			
10	الزجاج	1-10	1-10	4-12
11	العلب المعدنية	–	–	2-8
12	الألمنيوم	1-5	1-5	0-1
13	معادن أخرى	–	–	1-4
14	الاتربه والرماد	1-40	1-30	0-10

جدول (2): النسب المئوية الوزنية لمكونات النفايات الصلبة المنزلية في بعض المدن العربية[4]

المكونات(%)	عمان	المنامة	تونس	الرياض	الكويت	القاهرة
مواد غذائية	54.5	59.07	68.0	34.0	50.0	67.0
ورق كارتون	14.0	12.8	10.0	31.0	20.6	18.0
بلاستك	13.2	7.44	11.0	2.0	12.6	3.4
معادن	2.4	2.05	4.0	16.0	2.6	2.2
زجاج	2.8	3.39	---	3.0	3.3	2.5
خشب	---	---	---	10.0	4.8	---
منسوجات	4.7	6.92	2.0	2.0	4.8	0.5
أخرى	6.0	1.41	3.0	2.0	1.3	6.4

جدول (3) :إنتاجية الفرد الواحد من النفايات الصلبة في الوقت الحاضر [4]

القطر	إنتاج الفرد من النفايات الصلبة في اليوم (كغم)
المملكة الأردنية الهاشمية	0.9
الإمارات العربية دولة	2.1
تونس	0.64
المملكة العربية السعودية	1.28
السودان	0.48
سوريا	0.49
مصر	1.2

جدول (4) : استمارة استبيان النفايات الصلبة

اسم المنطقة:		الشارع:		عدد المنازل:	
عدد الأفراد:			تاريخ جمع النفايات الصلبة:		
وزن النفايات الصلبة:			معدل إنتاج الفرد(وزن):		
حجم النفايات الصلبة (قبل الضغط):			معدل إنتاج الفرد(حجم):		
(بعد الضغط):			كثافة النفايات:		
الصنف	الوزن (كغم)	%	الحجم (سم^3)	%	الكثافة (كغم/سم^3)
فضلات غذائية					
ورق وكارتون					
زجاج					
بلاستيك ونايلون					
علب ألمنيوم					
أغلفة مأكولات					
معادن					
منسوجات بأنواعها					
حفاظات أطفال					
مخلفات حدائق					
خشب					
مواد مطاطية					
مواد جلدية					
أشياء أخرى					
المجموع					

جدول (5): المكونات ألرئيسه للفضلات ألمنزلية في مدينة الموصل ونسبها الوزنية

ت	المكونات	المدى نسبة وزنيه	نسبة التغاير %	المعدل نسبة وزنية
1	فضلات غذائية	80 – 20	400	68.17
2	ورق وكارتون	10 – 3.3	303	9.6
3	زجاج	8.2 –1.8	455	2.61
4	بلاستك ونايلون	7.6 –2.0	380	5.29
5	علب ألمنيوم	4.2 –1.4	300	2.27
6	أغلفه مأكولات	3.8 –1.0	271	1.65
7	معادن	2.1– 0.5	420	0.88
8	المنسوجات بأنواعها	12 –2.8	428	2.01
9	حفاظات أطفال	17 –0	---	3.47
10	مخلفات حدائق	4.8 –0	---	1.13
11	خشب	2.8 –1.1	254	0.85
12	مطاط	2.5 –0.7	357	1.0
13	مواد جلديه	3.4–0.8	425	0.48
14	أشياء أخرى	3.3 –0	---	0.59

جدول (6): تركيبه النفايات الصلبة في مدينة الموصل قبل عقدين[11]

ت	**المكونات**	**حدود النسبة المئوية** **الحد الأدنى- الحد الأعلى**	**المعدل** **%**
1	مواد غذائية	100–13	81.0
2	ورق	صفر–28	5.0
3	زجاج	صفر–20	1.0
4	معادن	صفر–15.5	5.2
5	المنسوجات	صفر–23	1.4
6	مخلفات الحدائق	صفر–98	2.4
7	بلاستك	صفر–20	3.0
8	خشب	صفر–25	0.4
9	مواد جلدية	صفر–14.5	0.2
10	أخرى	صفر– 5	0.4

جدول (7) : تغاير تركيبة النفايات الصلبة بين عقدين في مدينة الموصل

ت	المكونات	عام 1988 (%)	عام 2008 (%)
1	فضلات غذائية	**81.0**	**68.17**
2	ورق وكارتون	5.0	9.6
3	زجاج	1.0	2.3
4	بلاستك ونايلون	3.0	5.29
5	أغلفة مأكولات	غير متوفر	1.42
6	علب الألمنيوم	غير متوفر	1.4
7	معادن	5.2	0.98
8	المنسوجات بأنواعها	1.4	5.09
9	حفاظات أطفال	غير متوفرة	1.9
10	مخلفات حدائق	2.4	0.93
11	خشب	0.4	0.85
12	مطاط	غير متوفرة	1.0
13	مواد جلدية	0.2	0.48
14	أشياء أخرى	0.4	0.59

جدول (8) : التحليل الإحصائي لنتائج مكونات النفايات الصلبة

ت	المكونات	عدد النماذج	الحد الأدنى%	الحد الأعلى%	الانحراف المعياري S.D.
1	فضلات غذائية	252	20	80	14.54
2	ورق وكارتون	252	3.3	10	11.36
3	زجاج	252	1.8	8.2	3.53
4	بلاستك ونايلون	252	2.0	7.6	4.4
5	علب ألمنيوم	252	1.4	4.2	2.56
6	أغلفه مأكولات	252	1.0	3.8	3.11
7	معادن	252	0.5	2.1	5.13
8	المنسوجات	252	2.8	12	3.5
9	حفّاظات أطفال	252	0	17	9.66
10	مخلفات حدائق	252	0	4.8	5.1
11	خشب	252	1.1	2.8	1.33
12	مطاط	252	0.7	2.5	1.83
13	مواد جلديه	252	0.8	3.4	2.45
14	أشياء أخرى	252	0	3.3	1.6

جدول (9) : معدل إنتاج مختلف أنواع النفايات في الدول النامية[13]

ت	أنواع النفايات الصلبة	المعدل (%)
1	النفايات الصلبة السكنية / المنزلية	50
2	النفايات الصلبة التجارية	25
3	النفايات الصلبة الصناعية	12.5
4	النفايات الصلبة المؤسساتية	12.5

جدول (10): إنتاجية النفايات الصلبة في مناطق الجانب الأيسر من مدينة الموصل (كغم/فرد في اليوم)

رقم النموذج	المنطقة الأولى **(الكفاءات)**	المنطقة الثانية **(الحدباء)**	المنطقة الثالثة **(الصديق و البلديات)**	المنطقة الرابعة **(المصارف)**	المنطقة الخامسة **(البكر)**	المنطقة السادسة **(الوحدة)**
1	0.417	0.582	0.248	0.260	0.270	0.300
2	0.460	0.275	0.255	0.355	0.285	0.265
3	0.388	0.250	0.330	0.258	0.432	0.340
4	0.469	0.312	0.340	0.240	0.320	0.290
5	0.510	0.295	0.245	0.330	0.305	0.316
6	0.412	0.254	0.322	0.245	0.250	0.316
7	0.490	0.386	0.284	0.260	0.315	0.285
8	0.517	0.375	0.365	0.310	0.245	0.294
9	0.345	0.328	0.250	0.310	0.313	0.270
10	0.425	0.575	0.285	0.256	0.245	0.240
11	0.400	0.368	0.355	0.410	**0.230**	0.335
12	0.450	0.380	0.380	0.290	0.265	0.285
13	**0.835**	0.470	0.480	0.385	0.341	0.285
14	0.460	0.380	0.320	0.320	0.245	0.235
15	0.440	0.358	0.265	0.255	0.256	0.295
المعدل لكل منطقة	0.472	0.370	0.309	0.296	0.286	0.289
المعدل العام في الجانب الأيسر			**0.337 كغم / فرد يوميا**			

جدول (11) : إنتاجية النفايات الصلبة في مناطق الجانب الأيمن من مدينة الموصل (كغم/فرد في اليوم)

رقم النموذج	المنطقة الأولى (**الطيران والغزلاني**)	المنطقة الثانية (**وادي حجر**)	المنطقة الثالثة (**المنصور**)	المنطقة الرابعة (**اليرموك**)	المنطقة الخامسة (**الإصلاح الزراعي**)	المنطقة السادسة (**العُربيي**)
1	0.317	0.312	0.242	0.218	0.265	0.310
2	0.260	0.275	0.225	0.255	0.285	0.251
3	0.520	0.250	0.230	0.258	0.282	0.330
4	0.269	0.312	0.240	0.240	0.220	0.290
5	0.310	0.295	0.235	0.238	0.235	0.316
6	0.312	0.254	0.232	0.225	0.250	0.256
7	0.290	0.226	0.284	0.260	0.218	0.285
8	0.317	0.275	0.365	0.310	0.245	0.294
9	0.245	0.228	0.228	0.220	0.243	0.212
10	0.325	0.275	0.285	0.256	0.248	0.240
11	0.400	0.268	0.255	0.310	0.240	0.235
12	**0.550**	0.280	0.235	0.290	0.265	0.285
13	0.240	0.270	0.310	0.265	0.241	0.285
14	0.260	0.280	0.225	0.220	**0.211**	0.230
15	0.240	0.228	0.250	0.242	0.356	0.280
المعدل لكل منطقة	0.336	0.267	0.256	0.252	0.254	0.273
المعدل العام في الجانب الأيمن			0.273 كغم / فرد يوميا			