



إيجاد كميات وتحديد خصائص النفايات الصلبة المنزلية المطروحة في مدينة الموصل

فاذية عبد القادر سليمان²

عمار ثامر حمد¹

¹ قسم الهندسة المدنية، جامعة الموصل، الموصل، العراق

² وحدة بحوث الطاقات المتجددة، المعهد التقني، الحويجة، كركوك، العراق

الخلاصة

ركز الجانب الحقل والمختبري في الدراسة الحالية على إيجاد كميات وتحديد خصائص النفايات الصلبة المنزلية المطروحة، إذ بلغ معدل إنتاج الشخص الواحد من النفايات الصلبة المنزلية في مدينة الموصل 0.496 كغم/شخص/يوم شكلت الأغذية النسبة الأعلى من بين المكونات الداخلة في تركيبها، إذ بلغت نسبتها 76.69% من الوزن الكلي للنفايات. وقد برز بشكل واضح التغيرات الأسبوعي والفصلي في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية، إذ سجلت أعلى قيم الإنتاج في أيام الجمعة من فصل الصيف 0.519 كغم/شخص/يوم. وبلغ الإنتاج الكلي للنفايات الصلبة المنزلية في المدينة 424.541 طن/يوم.

الكلمات الدالة: النفايات الصلبة المنزلية، الخصائص، معدل الإنتاج، التركيب، تغيرات الإنتاج.

Determination of the Composition and Generation Rates of Residential Solid Wastes in Mosul City

Abstract

The field and laboratory works of present study are focused on determination of the composition and generation rates of Residential solid wastes. The residential solid waste generation rate was found to be 0.496 kg/capita/day. Food waste comprises the highest percentage among other component about 76.688% from total weight of the solid waste.

The study also examined the weekly and seasonal variation of residential solid waste generation rate. It was clearly obvious. the maximum generation rate was recorded on Fridays of summer 0.519 kg/capita/day. Thus. the total daily amount of Residential solid waste which will be received at landfill will be 424.541 ton/day.

Key words: Residential solid wastes, Composition, Generation rates, Variation of generation.

والاجتماعي للسكان وتختلف من حي إلى آخر ومن فصل إلى آخر وغالبا ما تصل نسبة النفايات المنزلية في الدول النامية إلى حوالي 75% من إجمالي النفايات الصلبة المتولدة [2].

الدراسات السابقة

أجرى الوتار [3]، دراسة حول النفايات الصلبة المنزلية في 16 حيا من أحياء مدينة الموصل هدفها تقدير كمية النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في تلك الأحياء. واعتمدت الدراسة على جمع النفايات من عدة مساكن في أحياء مختلفة في مدينة الموصل. وتوصل الباحث إلى أن معدل النفايات المطروحة لكل شخص تمتد بين (0.15-0.55) كغم/شخص/ يوم وبمعدل 0.3 كغم/شخص/يوم. فيما بلغت الكمية الإجمالية للنفايات المطروحة يوميا في المدينة 400 طن/يوم.

المقدمة

أسهمت التطورات الاقتصادية والاجتماعية واتساع النشاطات المختلفة في المدن الرئيسية خلال السنوات الأخيرة في ظهور أنماط وممارسات معيشية جديدة أدت إلى زيادة متطلبات الإنسان وتنوعها. ورافق هذا التطور تزايد كمية النفايات المتولدة وتنوعها كاستجابة طبيعية للتسارع الكبير الحاصل في وتيرة النمو الاقتصادي وما يرافقها من طرح كميات هائلة ومتزايدة من النفايات المتنوعة كالنفايات الصلبة المنزلية والتي تعني جميع النفايات الناتجة عن المنازل، وهذه النفايات عبارة عن مواد معروفة مثل فضلات الخضار والفواكه والورق والبلاستيك ويضاف إليها النفايات الصناعية والحرفية التي يمكن جمعها ومعالجتها مع النفايات الصلبة المنزلية دون أن تشكل خطر على الصحة والسلامة العامة [1]. ومن الأمور المعروفة جيدا إن الخصائص والكميات للنفايات الصلبة المنزلية المتولدة تعتمد على المستوى الاقتصادي

الى عادة التذير في المأكّل السائدة لدى غالبية السكان كما أن الكثير من المواد الغذائية وخصوصا الخضراوات تتطلب إزالة الزوائد الموجودة فيها كالفقشور مثلا هي تشكل وزنا مهما عند تصنيف النفايات الصلبة.

المواد وطرائق العمل

أولاً: العمل الحقلّي الاستبيان

تم إجراء عملية استبيان لقسم من سكان حي النور ولجمع المعلومات اللازمة عنهم واختيار النماذج التي سوف يتم التعامل معها. اعتمد هذا الاستبيان على أساس التغيرات في عدد أفراد الأسرة والمستوى الثقافي والاجتماعي والمعاشي وقد تم ذلك بتوزيع استمارات خاصة تملأ من قبل كل أسرة. إذ بلغ عدد النماذج التي تم تحليلها 156 أنموذجاً وهي موضحة في الجدول (1)

جدول (1) مُد إجراء الدراسة الحقلية

الفصل	فصل الصيف	فصل الشتاء	فصل الخريف	فصل الشهر
الشهر	فصل الربيع	شباط	تشرين الأول	كانون الأول
مدة اخذ الأنموذج	نيسان	خمسة أسابيع	أسيوعان	أسيوعان
عدد العوائل الممسوحة	أسيوعان (7/19-7/6)	3/8-2/3	12/14-12/1	(10/19-10/6)
	24	60	24	24

اسطوانة معدنية معلومة الحجم والوزن وملئها جيداً بالنوع المعين من النفايات الصلبة، ثم إعادة وزنها وهي مملوءة بهذه النفايات. أعيدت العملية عدة مرات على عينات أخرى من نفس نوع النفايات للحصول على نتائج دقيقة، وتم حساب الكثافة الوزنية بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{الكثافة (كغم/م}^3\text{)} = \frac{((أ - ب) / ج)}$$

أ: وزن الاسطوانة والنفايات

ب: وزن الاسطوانة فارغة

ج: حجم الاسطوانة

قياس محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة المنزلية

يعرف محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة على انه كمية الماء الموجودة داخل عينات هذه النفايات. وقد تم قياس المحتوى الرطوبي لمكونات النفايات الصلبة المنزلية وتم القياس حسب من خلال تجفيف وزن معين منها وذلك بوضعه داخل فرن كهربائي من نوع (Griffin-196) بدرجة حرارة (100-103) مئوية لمدة ساعة [6]، ثم إعادة الوزن بعد التجفيف باستعمال ميزان الكتروني حساس من نوع (BS1003). ويمكن الإفادة من قياس محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة في معرفة قابلية رص النفايات في موقع الطمر وحساب محتوى الرطوبة يتم بتطبيق المعادلة الآتية:-

$$\text{النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة} = \frac{((أ - ب) / ب) \times 100}{}$$

أ= وزن عينة النفايات قبل التجفيف.

ب= وزن عينة النفايات بعد التجفيف.

واستعرضت الباحثة يوسف [4]، أساليب الإدارة المتبعة في المدينة وتحديد التقسيمات الإدارية الحالية للتجميع وطرائق معاملة النفايات، ووجدت بان معدل إنتاج الشخص الواحد من النفايات متذبذب ولكن يمكن تحديده بمقدار 0.45 كغم/شخص/يوم للأغراض التصميمية وتتكون هذه النفايات في غالبيتها من مواد عضوية وورق وبلاستيك وبمعدل كثافة 197 كغم/م³ عند طرحها.

اختار الراوي [5]، منطقة المنصور أنموذج لتقويم إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل وبين إن معدل إنتاج النفايات الصلبة يقل كثيراً عما هو عليه في بعض الدول المتقدمة. وهذا الاختلاف عائد إلى ارتفاع مستوى المعيشة في الدول المتقدمة. وقد بلغ معدل إنتاج النفايات الصلبة في منطقة الدراسة بحدود 11 طن/يومياً مع ارتفاع في نسبة المواد الغذائية بالمقارنة إلى مكونات المواد الأخرى إذ تصل نسبتها إلى 93% وتتجاوز 70% في معظم العينات المنتخبة عشوائياً وهذا يعود

ثانياً: العمل المختبري

نمذجة الفضلات المنزلية

بالاعتماد على معلومات الاستبيان تم توفير عدد كبير من الأكياس البلاستيكية وترميزها بلاصق يكتب عليه اسم صنف النفاية (نفايات الأغذية و نفايات الورق والكارتون و نفايات الزجاج و نفايات البلاستيك و نفايات المعادن و نفايات الأنسجة و نفايات مواد أخرى) وتم توزيعها على النماذج مع توصيتهم بوضع كل صنف من أصناف النفايات حسب الكيس المخصص له، ثم تم جمع أكياس اليوم الأول في صباح اليوم التالي وهكذا تعاد العملية على مدى أسبوعين وتكرر في الأشهر الأربعة لتبيان التأثير المناخي.

تحديد مكونات النفايات الصلبة المنزلية

تم حساب النسبة المئوية الوزنية لأنواع النفايات الصلبة المنزلية بعد إيجاد كمية كل صنف من أصناف النفايات الصلبة المنزلية الناتجة من كل أنموذج، وقد استعمل ميزان الكتروني حساس عدد (2) موديل (HYACS-32 Size 378×145×410mm). وقد أعيدت عمليات الجمع والوزن لمدة خمسة اشهر متقطعة (تشرين الأول وكانون الثاني وشباط ونيسان وتموز) وبمعدل أسبوعين من كل شهر.

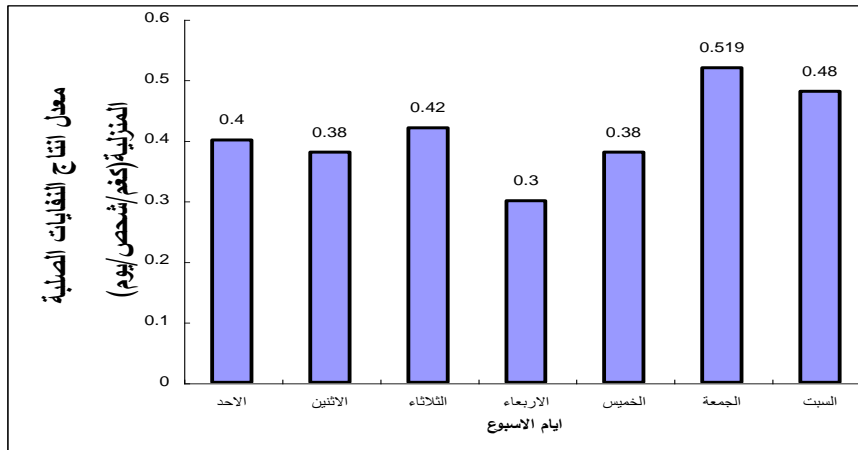
قياس كثافة النفايات الصلبة المنزلية

تم قياس الكثافة الوزنية للنفايات الصلبة المنزلية حسب الطريقة التي اقترحها فلنتوف [2]، وذلك بأخذ

الدراستين (0.21-1.765) كغم/شخص/يوم و(0.150-0.55) كغم/شخص/يوم على التوالي. وتعزى الفروقات آنفاً بين الدراسة الحالية والدراسات المحلية السابقة إلى عاملي الوقت والمكان اللذين أثرا في النتائج بشكل واضح.

تأثير التغيرات اليومية في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية

يوضح الشكل (1) معدل إنتاج النفايات الصلبة خلال أيام لأسبوع. ويبرز بشكل واضح التغيرات في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية باختلاف أيام الأسبوع، إذ نجد أن أعلى قيمة للإنتاج كانت في يوم الجمعة 0.519 كغم/شخص/يوم ويليه السبت 0.482 كغم/شخص/يوم، وفي دراسة الراوي [5] بلغ معدل إنتاج الفرد الواحد من النفايات في يومي الجمعة والسبت 0.5 و0.45 كغم/شخص/يوم على التوالي. وقد يعزى ذلك إلى التقاليد الاجتماعية في هذين اليومين أو كونهما من أيام العطل، ولم يلاحظ اختلاف كبير في معدلات إنتاج النفايات في بقية أيام الأسبوع.



الشكل (1) معدل إنتاج النفايات الصلبة خلال الأسبوع

استهلاك الخضراوات والفواكه والمشروبات المعلبة وغيرها.

تأثير عدد أفراد الأسرة في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية

يبين الشكل (3) تغيرات كمية ما ينتجه الشخص الواحد من النفايات مع عدد أفراد الأسرة. إذ يلاحظ نقص حصة الشخص الواحد من النفايات المطروحة مع زيادة عدد أفراد الأسرة، ويعود ذلك ربما إلى كون السلوك الجماعي لهم عادات ونشاطات مشتركة.

ثالثاً: العمل المكتبي

حساب كمية النفايات الصلبة المنزلية

بعد إيجاد كمية كل صنف من أصناف النفايات الصلبة المنزلية الناتجة من كل أنموذج تم حساب معدل ما ينتجه الشخص الواحد في اليوم الواحد خلال الأشهر المذكورة.

النتائج والمناقشة

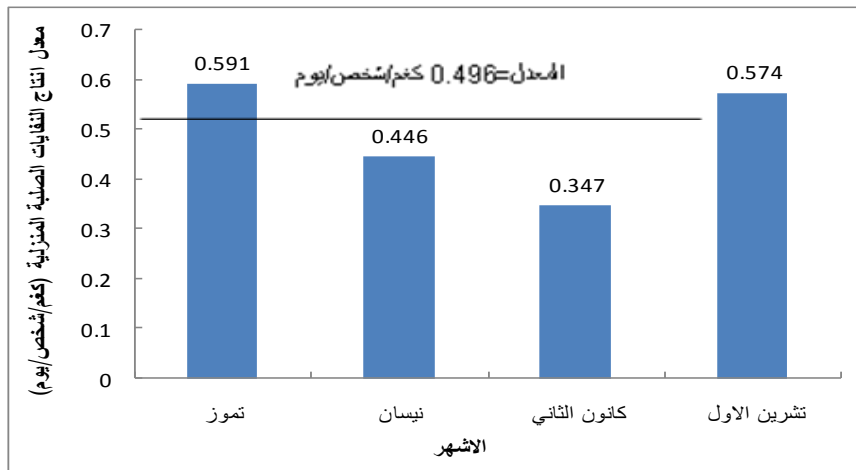
أولاً: الكميات والخصائص

معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية

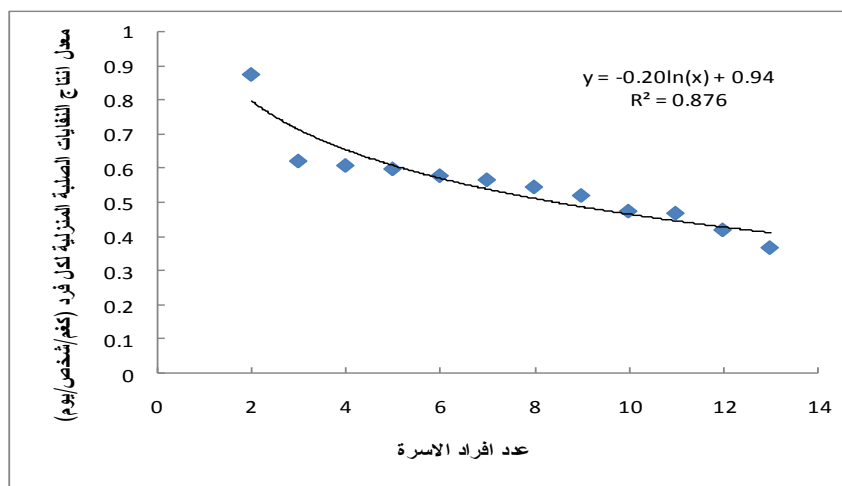
بلغ معدل إنتاج الفرد الواحد من النفايات الصلبة المنزلية في مدينة الموصل بعد تحليل 156 أنموذجاً 0.496 كغم/شخص/يوم كما تراوح أوطأ وأعلى معدل إنتاج بين (0.077-1.483) كغم/شخص/يوم وهذا يتفق مع ما وجدته كل من كونتراو [7] وروشيروك [8] بالنسبة للدول النامية. أما إذا ما قورن هذا الرقم مع الدراسات المحلية فإننا نجد ضمن الحدود التي خرج بها كل من الوتار [3] و يوسف [4]، إذ بلغ معدل إنتاج الفرد الواحد من النفايات الصلبة المنزلية في مدينة الموصل حسب هاتين

تأثير التغيرات الفصلي في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية

من المعلوم أن للطقس والمناخ تأثيراً في معدل إنتاج النفايات والشكل (2) يوضح هذا التغيرات خلال اشهر الدراسة، إذ يلاحظ تباين في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية على مدى فصول السنة، ذلك أن تغير المناخ يؤثر في نوعية المواد الصلبة وكميتها التي يستهلكها الفرد. ويتبين من النتائج المستحصلة أن أعلى معدل إنتاج للنفايات المنزلية هو في فصل الصيف ويعزى ذلك إلى الزيادة في



الشكل (2) التغيرات الفصلي في معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية



شكل (3) تغيرات كمية الإنتاج مع تغير عدد أفراد الأسرة

محتوى رطوبة النفايات الصلبة المنزلية

يوضح الجدول (3) النتائج المستحصلة من قياس محتوى الرطوبة لكل مكونات النفايات الصلبة المنزلية، ومن مقارنة نتائج الجدول يتضح أن محتوى الرطوبة لنفايات الأغذية كان 65.25% وهو مقارب لما توصلت إليه يوسف[4]. أما الورق والأنسجة فقد بلغت نسبة الرطوبة فيهما 6.305% و 7.004% وهو مقارب لما أشار إليه ديفز[9].

كثافة النفايات الصلبة المنزلية

يوضح الجدول (4) نتائج قياس الكثافة للنفايات الصلبة المنزلية. يلاحظ إن نتائج الكثافة للنفايات الصلبة المنزلية جاءت ضمن الحدود المتوقعة في الدول النامية (150-330) كغم/م³ التي أشار إليها كل من فلنتوف [2] و كونتراو[7] و ديفز[9]. كذلك يوضح الجدول (4) الكثافة لكل مكون من المكونات التي كانت مقاربة لما أشار إليه ديفز[9].

ثانياً: تركيبة (مكونات) النفايات الصلبة المنزلية

معدل النسب المئوية الوزنية لمكونات النفايات الصلبة المنزلية

أما أوزان النفايات الصلبة المنزلية فإنه يتضح من الجدول (2) أن نفايات الأغذية تمثل النسبة الأعلى 76.688% يليها الورق والمعادن بنسبة 6.68%، 5.258% على التوالي ثم البلاستيك والنسيج والمواد الأخرى (كنفايات الحدائق والأتربة وغيرها) بنسبة 4.841%، 2.062%، 2.624% على التوالي. وشكل الزجاج النسبة الأقل 1.833% من بين هذه المكونات. ومن استقراء الجدول (2) نجد أن جميع أصناف النفايات تتأثر بتغير المناخ ولكن بدرجات متفاوتة إذ يحتل الزجاج المرتبة الأولى.

جدول (2) النسب المئوية لمكونات النفايات الصلبة

المعدل (ب)	حدود النسبة المئوية الأدنى - الأعلى	تموز	نيسان	كانون الأول	تشرين الأول	مكونات النفايات
76.688	90.601-63.145	82.241	70.524	74.435	79.552	الأغذية
6.68	13.384-4.785	6.323	8.156	5.392	6.759	الورق
5.258	11.824-0.511	8.343	5.083	2.367	5.24	العلب المعدنية
4.841	9.565-1.028	6.948	3.900	4.055	4.463	بلاستيك
2.062	4.74-0	3.075	2.604	1.405	1.17	نسيج
1.833	9.365-0	4.774	1.282	0.647	0.63	زجاج
2.624	8.984-0.419	1.629	4.264	2.431	2.174	مواد أخرى

جدول (3) محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة المنزلية

المعدل	تموز	نيسان	كانون الأول	تشرين الأول	الأشهر النفايات
65.25	60	60	69	67	الأغذية
6.305	6.452	5.264	6.185	7.320	الورق
7.004	5.72	5.437	10.724	6.137	نسيج

جدول (4) كثافة النفايات الصلبة المنزلية

كثافة النفايات الصلبة (كغم/م ³)					
المعدل	تموز	نيسان	كانون الأول	تشرين الأول	النفايات الصلبة مجتمعة
175.795	177.838	173.564	176.203	175.850	
كثافة النفايات الصلبة بعد تصنيفها حسب مكوناتها (كغم/م ³)					
289.163	289.787	285.922	290.965	289.978	الأغذية
90.766	97.655	82.066	85.857	97.486	الورق
83.096	87.248	85.729	83.210	78.306	العلب المعدنية
62.739	60.366	62.831	60.025	67.810	بلاستيك
68.147	68.478	68.900	69.055	66.759	نسيج
190.019	195.641	194.839	180.061	193.394	زجاج

المصادر

1. عيسى، محمد حسام، "المخلفات المنزلية"، المكتبة الالكترونية، نوفمبر 2005.
2. فلنتوف، فرانك، "معالجة المخلفات الصلبة في البلدان النامية"، منظمة الصحة العالمية/ المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط، الإسكندرية، 1988.
3. AL-Watter, O. M., "Population. Residential Solid Waste Generation and Containers need in Mosul City", J. of Solid waste Technology Management.. Vol. 32. No. 2. Mosul University. Iraq, 2005.
4. يوسف، وفاء فوزي، "إدارة وطرح النفايات الصلبة المنزلية في مدينة الموصل"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل، 1988.
5. الراوي، ساطع محمود، الليلة، محمد أنيس حسن، شاهين، خالد محمد، "تقييم إدارة النفايات الصلبة في مدينة سكتية"، وقائع المؤتمر الهندسي العراقي الثاني لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي، بغداد، 1988.

الاستنتاجات

- 1- بلغ معدل إنتاج الشخص الواحد من النفايات الصلبة المنزلية 0.496 كغم/شخص/يوم كما تراوح أعلى وأوطأ معدل إنتاج بين (0.077-1.483) كغم/شخص/يوم في حين بلغ معدل كثافة النفايات الصلبة المنزلية 175.850 كغم/م³.
- 2- بينت نتائج الدراسة أن أكثر أيام الأسبوع إنتاجاً للنفايات الصلبة المنزلية هو يوم الجمعة بمعدل 0.519 كغم/يوم يليه يوم السبت بمعدل 0.482 كغم/يوم في حين كان أكثر اشهر الدراسة إنتاجاً للنفايات الصلبة المنزلية هو شهر تموز بمعدل 0.591 كغم/شخص/يوم.
- 3- شكلت الأغذية النسبة الأعلى من بين المكونات الداخلة في تركيبة النفايات الصلبة المنزلية إذ بلغت نسبتها 76.69% من الوزن الكلي للنفايات البلدية.
- 4- بلغت نسبة الرطوبة في النفايات المنزلية ضمن حدود (20.216 - 25.728%) وبمعدل 22.486%.
- 5- بلغ الإنتاج الكلي للنفايات الصلبة البلدية في مدينة الموصل 424.541 طن/يوم.

- Development. Washington. July, 2006.
8. Rushbrook, P., & Pugh, M., "Solid Waste Landfills in Middle- and Lower-Income Countries. A Technical Guide to Planning. Design. and Operation", The International Bank for Reconstruction and Development. Washington. February, 1999.
 6. Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Eliassen, R., "Solid Waste Engineering Principles and Management Issues", McGraw-Hill Inc. New York, 1977.
 7. Cointreau. S., "Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management. Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries", The International Bank for Reconstruction and