The 1st International Scientific Conference on Environment and Sustainble Development (ISCESD 2013)29-30 Dec,2013

Activation of Integrated Solid Waste Management in Mosul City

Taha Al-Tayyar
Environment and pollution Control Researches Center , University of Mosul / Mosul
Email:tahatayar@yahoo.com
Sati Al-Rawi
Environment and pollution Control Researches Center , University of Mosul / Mosul

ABSTRACT

Presently, generated solid wastes are considered a beneficial good and not merely unwanted materials that to be disposed of solid waste. A new type of industry began to emerge in the developed countries called -Solid Waste Industries -. This industries are worthy to be adapted in Iraq and other Arabic countries is dealing in proper way to generated solid waste.

Mosul city produces as much as (915 Tons) a day. This amount is likely to increase to (1620 Tons) a day in year 2020.

Composition and characteristics of Mosul city is approximately similar to those predominated in other countries . Food solid waste constitutes 68.17%, paper 9.6%, glass, plastic and aluminum cans represents 2.61%, 5.29%, and 2.27% respectively. Other residuals waste such as yards, rubber, wood, do not exceed 1%.

Land filling of this huge amounts of generated solid waste will need large areas for disposal. This study stresses on introducing integrated solid waste management components -4 Rs- i.e., reducing, reusing, recycling, recovery energy and composting. These components -when applied- will save huge financial, economic, healthy, and social benefits. Area needed for land filling will turned very small. Besides, employment of people and improve their livings are considered.

Keywords: Integrated solid waste management, Solid waste, Mosul waste, Recycle and reuse

تفعيل الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة في مدينة الموصل

الخلاصة

بدأ العالم ينظر إلى النفايات الصلبة المتولدة يوميا على إنها ثروات وسلع مفيدة يمكن الاستفادة منها وليست مجرد مخلفات ينبغي التخلص منها, فقد تطور ما أصبح يسمى – صناعه النفايات- في مختلف البلدان الصناعية والدول المتقدمة. وما أحرى بالوطن العربي والعراق أن يحذو مثل هذا التوجه ويتعامل مع النفايات الصلبة المنتجة يوميا وفق الأساليب العلمية الصحيحة ولتحقيق تنمية رائدة.

تمت الدراسة على مدينة الموصل باختيار ستة مناطق في كل جانب من جانبي المدينة. وفي كل منطقة تم اختيار خمسة عشر موقعا ليتم جمع عينات يومية للنفايات المنزلية والتجارية من الأسواق المحلية ولمدة ستة أشهر ابتداء من شهر شباط ولغاية شهر تموز.

بينت الدراسة أن مدينة الموصل تنتج يوميا ما مقداره (915 طن) من النفايات البلدية الصلبة, ومن المتوقع أن تزداد إنتاجية هذه النفايات مع تحسن أوضاع المدينة الاقتصادية والأمنية خصوصا. حيث تتزامن الزيادة في

https://doi.org/10.30684/etj.32.13A.21
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

إنتاج الفرد بنسبة تقارب نسبة النمو السكاني والبالغة (3% سنويا) ليصبح مقدار الإنتاج اليومي للمدينة (1620 طنا) في العام2020.

كما بينت نتائج الدراسة إن تركيبة وخصائص النفايات الصلبة في مدينة الموصل تشبه إلى حد ما الخصائص الموجودة في بقية الدول مع اختلاف النسب الوزنية لكل عنصر. إذ تمثل الفضلات الغذائية النسبة الأكبر من المكونات وبواقع 68.17% والورق والكارتون 9.6% والزجاج 2.61%, بينما يمثل البلاستك والنايلون 5.29% وعلب الألمنيوم 2.27%, مضافا لها 1.65% أغلفة المأكولات, أما المنسوجات فكانت نسبتها2.01% وحفاضات الأطفال القطنية 3.47% ومخلفات الحدائق والزرائب فكانت نسبتها 1.13% والمواد المطاطية فلم تتجاوز 1.0%. بينما بقية المكونات مثل المعادن والأخشاب والمواد الجلدية ومخلفات البناء فقد كانت نسبهم اقل من 1.0%.

أن طمر هذه الكميات الهائلة سوف يستهلك مساحات شاسعة من الأراضي التي يمكن استثمارها في ميادين أخرى. لذلك فان هذه الدراسة تشدد على تطبيق الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة بطرقها المختلفة كي يتم استخدام بعضها وتدوير البعض الآخر, كما إن إنتاج محسنات التربة من الفضلات العضوية السريعة التحلل له فوائد كثيرة. وعند استرجاع الطاقة الحرارية أو الكهربائية فان كميات ضئيلة من النفايات ستصل إلى مواقع الطمر الصحي بحيث تشغل مساحات صغيرة نسبيا. مثل هذه الإجراءات سيعود على المنطقة والمدينة بالمنافع المادية والمعنوية والى خلق فرص عمل للأفراد العاطلين ورفع مستوياتهم المعاشية.

المقدمة

تعد النفايات الصلبة نتاج يومي لكافة الأفراد ومن كافة الأنشطة والفعاليات التي يمارسونها. لذلك تنعكس الاختلافات الفردية والفعاليات المختلفة للأفراد على خواص وتركيبة هذه النفايات وعلى كمياتها المنتجة. كما تختلف هذه النفايات باختلاف الظروف الاقتصادية والمعاشية والثقافية ومستوى الوعي البيئي والتزام الأفراد بالقوانين والتشريعات الصادرة من قبل الدولة, فضلا عن ذلك تحمل الدولة ومنظمات المجتمع المدني مسؤولياتها إزاء القوانين الصادرة ومدى تطبيقها. كما تختلف النفايات بحسب الأدوات والوسائل التي يستخدمها كل فرد وما ينتج عنها من مخلفات وفضلات صلبة فهي تختلف من شخص لآخر[1].

إن الإنتاج المستمر والمتزايد للنفايات سيلازمها انعكاس تأثيراتها على كافة المستويات الصحية والبيئية والاجتماعية والاقتصادية. فمن المشاكل التي كانت تقلق الكثير من الدول وخصوصا المتقدمة منها تزايد مخاطر النفايات الصلبة بأنواعها المختلفة بسبب الإنتاج المستمر والمتنوع لها. مما حدى بالمجتمعات إلى ضرورة إيجاد برامج خاص وإتباع استراتيجيات معينة يتبعها الأشخاص ودوائر الدولة ذات العلاقة ومنظمات المجتمع المدني للتخلص من النفايات بشكل علمي وامن. وعلى نفس الوتيرة يتم التفكير بكيفية الاستفادة من تلك النفايات، وعدم إهدارها باعتبارها "قيمة اقتصادية كبيرة" لا يجوز التفريط فيها.

إن الإدارة الجيدة والكفوءه للتخلص من النفايات الصلبة تعني تحقيق أهداف قصيرة الأمد وأخرى بعيدة الأمد. وهي بذلك تعد برنامجا شاملا للحماية من خطر النفايات بأسلوب علمي وعملي صحيح يبتدئ من جمع النفايات ثم النقل والمعالجة للتخلص منها. ويجب تحقيق التوازن بين العناصر التالية, حماية البيئة من التلوث والكلفة المطلوبة للتخلص من النفايات والاقتصاد باستهلاك الطاقة والموارد الطبيعية, إضافة إلى متطلبات وحاجة الأفراد أو الجمهور. ولتحقيق هذه الأهداف يجب معرفة كمية ونوعية الفضلات المنتجة, وأسلوب جمع النفايات في أماكن إنتاجها أو خارجها, وطريقة النقل لإيصالها إلى المحطات الوسيطة وأماكن المعالجة أو أماكن الطرح. فضلا عن تقليل حجم النفايات وخصوصا الفضلات الخطرة منها, إضافة إلى طريقة التخلص الآمن لتحقيق هدف التقليل, وأخيرا الأسلوب العلمي للطمر الصحي النظامي.

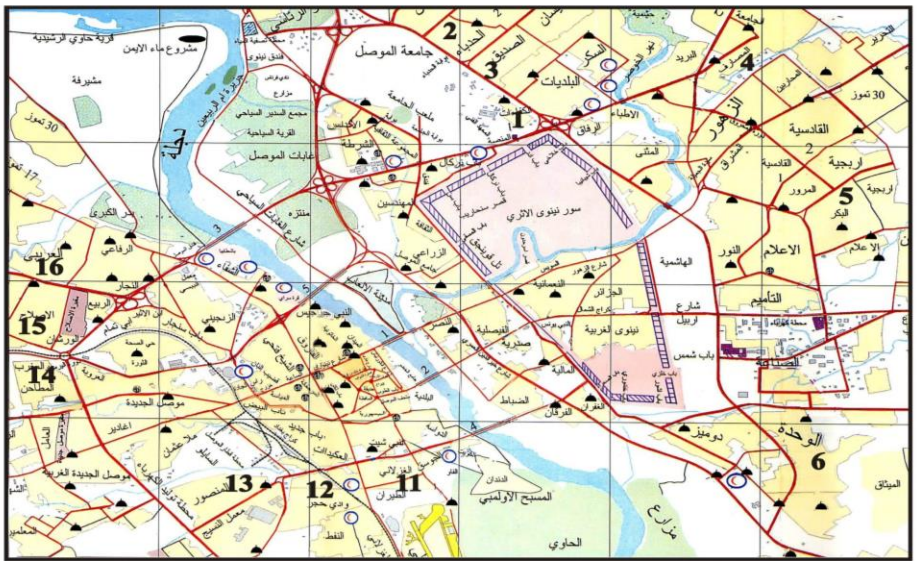
دفعت عوامل عديدة الكثير من دول العالم للاهتمام بعملية التدوير وإعادة استخدام النفايات الصلبة. ومن تلك العوامل أيضا تزايد الوعي بأهمية المحافظة على سلامة البيئة، وإيقاف الهدر المستمر للموارد الطبيعية، ودرء المخاطر الصحية والبيئية الناجمة عن النفايات، وتنامي وعي قطاعات مختلفة من الناس بأهمية النفايات كمصدر للعديد من المواد الخام. ففي كثير من دول العالم تكون فكرة "إعادة الاستخدام" للنفايات الصلبة مشجعا. فاليابان تستخدم نحو 40% من نفاياتها الصلبة لإنتاج الطاقة، وتعيد تدوير نحو 40% وتدفن الباقي. وفي كثير من دول أوروبا يُعاد استخدام نحو 90% من الأوعية الزجاجية، وفي أمريكا استحوذت صناعة التدوير على نحو 22% من النفايات الصلبة، وتم استخدام ثلث تلك الكمية في صناعة السماد، والباقي في تدوير البلاستيك والورق وغيرهما [2].

تواجه مشكلة إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل عدة تحديات منها الزيادة المستمرة في عدد السكان مع زيادة النشاط الاقتصادي والذي يودي إلى الاختلاف في المكونات وزيادة الإنتاج, كما يودي تغير أنماط العيش للأسر المختلفة إلى تغاير نسب مكونات النفايات والكمية المنتجة. ويلعب نمو الوعي البيئي وتزايد الإدراك

بالآثار السلبية لتواجد وانتشار النفايات الصلبة الدور الفاعل للتعامل مع النفايات. كما لا يمكن إهمال نظرة الحكومات المحلية ودوائر البلدية إلى النفايات على إنها مورد اقتصادي وليست عبئ بيئي أو فضلات فحسب.
تلعب الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة دورا أساسيا في تحقيق العديد من المنافع الاقتصادية والصحية والإعلامية إضافة إلى المنافع البيئية المختلفة [3]. فالمردود الاقتصادي لإعادة استخدام النفايات يعتبر حافزا ومشجعا للعاملين في حقل التخلص من النفايات, وعلى النقيض من ذلك فان سوء الإدارة عند التعامل مع النفايات سيحقق العديد من السلبيات في النواحي البيئية والصحية والنفسية والاجتماعية فضلا عن بقية الاهتمامات التي تخص الفرد والمجتمع. فقد أكد الراوي والطيار [4] على إمكانية توفير 14.17 مليار دينار عراقي من النفايات في مدينة الموصل إذا تم تدوير وإعادة استخدامها.
تهدف الدراسة إلى التعرف على مكونات عناصر النفايات الصلبة في مدينة الموصل ونسب تلك المكونات وكمياتها ليصار إلى وضع خطة للإدارة المتكاملة لكي يتم التخلص العلمي والآمن مع إمكانية الاستفادة من بعض المكونات لإنتاج مواد ذات قيمة اقتصادية ونفعية ولتقليل العبء على عمليات الطمر الصحي.

المواد وطرائق العمل

إن الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة (ISWM) تقتضي تقييم الواقع الحالي للنفايات الصلبة في مدينة الموصل لمعرفة كمية النفايات المنتجة ومكوناتها وطرق تجميعها ومعالجتها. وعلى هذه الاعتبارات تم إجراء دراسة ومسح ميداني لأحياء المدينة المختلفة, حيث جرى انتخاب عدة أحياء في المدينة وبواقع ستة أحياء(مناطق) 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. كما جرى انتخاب الدور بشكل عشوائي بحيث تحتوي على عدد مختلف من الأفراد وبمختلف الأعمار, وكذلك المواقع التجارية في كل منطقة. والشكل رقم (1) يمثل أحياء مدينة الموصل والتي تم انتخابها لإجراء الدراسة.



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 والغزلاني 12- وادي حجر
13- المنصور 14- اليرموك
15- الصلاح الزراعي 16- الغُريبي

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

جرى توزيع استمارة استبيان على العوائل المشمولة بالمسح الميداني وبواقع خمسة عشر عائلة أو موقع تجاري في كل منطقة من المناطق الستة لكل جانب من جانبي المدينة بحيث 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. جرى احتساب خصائص وكمية النفايات المنتجة وكما في الشكل التخطيطي رقم (2).
استمرت عملية النمذجة وجمع النفايات من المناطق المختارة ستة أشهر ابتداء من منتصف شباط ولغاية تموز من نفس السنة. فقد تم جمع (360) نموذج من مختلف مناطق المدينة السكنية وبعض المناطق التجارية التي تم تقسيمها إلى مجموعة أحياء سكنية وبواقع ستة أحياء 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 الفضلات المنتجة تبعا للحالة السائدة وقتها ممثلة لظروف وفصول السنة. كما إن عملية النمذجة كانت يومية لمعرفة التغير اليومي في إنتاج الفضلات.

شكل رقم (2): رسم تخطيطي يوضح طريقة جمع وتشخيص نماذج النفايات الصلبة التي تم جمعها

النتائج والمناقشة

تعد الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة الأسلوب الصحيح للتخلص من مخاطرها البيئية والصحية والاجتماعية والاقتصادية والجمالية. فهي عبارة عن برنامج شامل للحماية من أخطار النفايات بأسلوب علمي وعملي صحيح, يبتدئ من إنتاج النفايات ثم الجمع والنقل والمعالجة إلى أن تتوارى عن الأنظار بتحويلها إلى مواد وموارد يعاد

استخدامها أو تدفن بشكل صحي, وعدم تركها مبعثرة في المحيط الحيوي للإنسان. لتحقيق أعلى كفاءة في حماية الموارد الطبيعية والطاقة (الناحية الاقتصادية), الأقل تلويثا للبيئة (الناحية الصحية والبيئية), القوانين الخاصة بحماية البيئة ومدى تنفيذها (الناحية القانونية), الانسيابية واليسر في التنفيذ(واقع المدينة).
يوضح الجدولان (1) و(2) إنتاجية الفرد الموصلي في المناطق التي جرت فيها الدراسة وفي الأحياء الموجودة على جانبي المدينة. ولان الوضع الحالي للمدينة يقتصر على النشاط السكني وبعض النشاط التجاري. أما بقية الأنشطة الصناعية والتجارية والزراعية وحتى المؤسساتية فهي قليلة جدا إن لم تكن مغيبة بسبب الأوضاع غير الطبيعية التي تعيشها المدينة, فقد تم تحديد إنتاجية المدينة من النفايات على أنها ضعف الإنتاجية السكنية وكما بينها [5] للدول النامية والذي أكد أن إنتاجية المدينة من الفضلات السكنية في الدول النامية تمثل (50%) من الإنتاجية الكلية.

جدول رقم (1): معدل إنتاج النفايات الصلبة في مناطق الجانب الأيسر من مدينة الموصل – متوسط نموذجين- خلال فترة الدراسة (كغم/فرد في اليوم)

رقم نموذج	المنطقة الأولى (الكفاءات)	المنطقة الثانية (الحدباء)	المنطقة الثالثة (الصديق, 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

جدول رقم (2) : معدل إنتاج النفايات الصلبة في مناطق الجانب الأيمن من مدينة الموصل – متوسط نموذجين- خلال فترة الدراسة (كغم/فرد في اليوم)

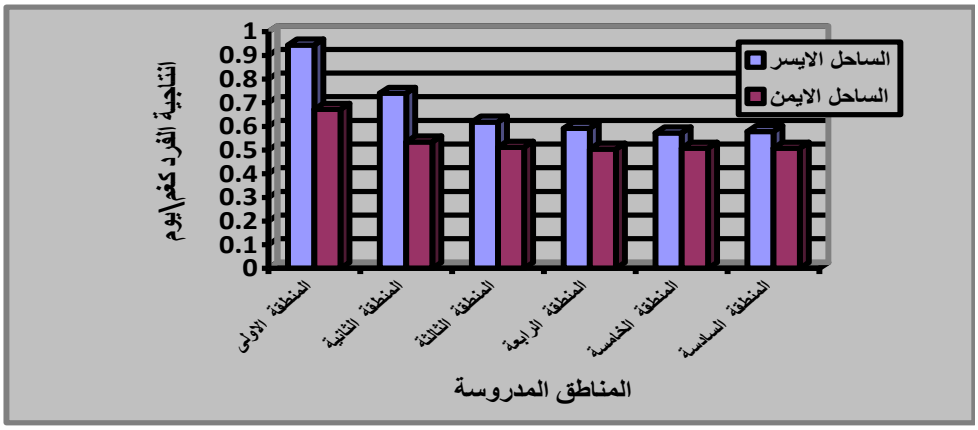
رقم نموذج	المنطقة الأولى (الطيران, الغزلاني)	المنطقة الثانية (وادي حجر)	المنطقة الثالثة (المنصور)	المنطقة الرابعة (اليرموك)	المنطقة الخامسة (الإصلاح الزراعي)	المنطقة السادسة (العُريبي)
1	0.317	0.312	0.242	0.218	0.265	0.310
2	0.260	0.275	0.225	0.255	0.285	0.251
3	0.520	0.250	0.230	0.258	0.282	0.330
4	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

يوضح الجدول رقم (3) إنتاجية الفرد من النفايات على النطاق المنزلي والكلي والذي سينعكس على إنتاجية مدينة الموصل من النفايات الصلبة ولمختلف الأنشطة. يتبين من هذا الجدول أن المعدل العام لإنتاج النفايات الصلبة في مدينة الموصل يبلغ (0,61 كغم/فرد في اليوم).

جدول رقم (3):الإنتاج اليومي للنفايات الصلبة في مدينة الموصل

جانب المدينة	المنطقة	معدل الإنتاج السكني للنفايات (كغم/فرد في اليوم)	معدل الإنتاج الكلي للنفايات (كغم/فرد في اليوم)	معدل الإنتاج الكلي (كغم/فرد)
الجانب الأيسر من المدينة	المنطقة الأولى (الكفاءات)	0.472	0.944	0.674
	المنطقة الثانية (الحدباء)	0.370	0.74	
	المنطقة الثالثة (البلديات)	0.309	0.618	
	المنطقة الرابعة (المصارف)	0.296	0.592	
	المنطقة الخامسة (البكر)	0.286	0.572	
	المنطقة السادسة (الوحدة)	0.289	0.578	
الجانب الأيمن من المدينة	المنطقة الأولى (الطيران)	0.336	0.672	0.546
	المنطقة الثانية (وادي حجر)	0.267	0.534	
	المنطقة الثالثة (المنصور)	0.256	0.512	
	المنطقة الرابعة (اليرموك)	0.252	0.504	
	المنطقة الخامسة (الإصلاح الزراعي)	0.254	0.508	
	المنطقة السادسة (العُريبي)	0.273	0.546	
الإنتاج اليومي لمدينة الموصل		**0.61 كلغم / فرد في اليوم**		

اما الشكل رقم (3) فيوضح معدلات الإنتاج اليومي للفرد من النفايات الصلبة الكلية والمنتجة في المناطق المختلفة من المدينة والتي أجريت فيها الدراسة. يلاحظ من الشكل أن مناطق الساحل الأيسر هي الأكثر أنتاجا للنفايات من مناطق الساحل الأيمن مع وجود الاختلافات الواضحة في كمية إنتاج النفايات بين المناطق المختلفة.وعلى الرغم من أن هذه الكمية قليلة نسبيا مقارنة مع إنتاج النفايات في الدول الأخرى وكما يوضحه الجدول رقم (4)[6], إلا أن هذه الكمية من المتوقع أن تزداد وبشكل مطرد ومتسارع مع تحسن الظروف الاقتصادية والتي بدأت بوادرها من الآن وكما بينها [7] في بحثهم عن مدينة بغداد والذي توقع الزيادة السنوية في أنتاج النفايات في مدينة بغداد تتراوح بين (3%- 4%).



شكل رقم (3): معدل الإنتاج اليومي للنفايات الصلبة(كغم/فرد) في المناطق المختلفة للمدينة

جدول رقم (4):إنتاجية الفرد الواحد من النفايات الصلبة في الدول العربية [6]

القطر	إنتاج الفرد من النفايات الصلبة في اليوم (كغم)	القطر	إنتاج الفرد من النفايات الصلبة في اليوم (كغم)
الإمارات العربية المتحدة	2.1	مصر	1.2
مملكة البحرين	1.6	تونس	0.64
المملكة العربية السعودية	1.28	سوريا	0.49
المملكة الأردنية الهاشمية	0.9	السودان	0.48
العراق / بغداد	0.74	الجزائر	0.45

إن الزيادة في إنتاجية الفرد الموصلي من النفايات(3,0%) تماثل الزيادة في النمو السكاني والبالغة (2,8%)[8]. وعلى هذا الأساس فبالإمكان احتساب الناتج اليومي من النفايات للمدينة والبالغ عدد سكانها حاليا (1500000 مليون وخمسمائة ألف نسمة) بتطبيق المعادلات الآتية :

الناتج اليومي للنفايات حاليا = **عدد السكان تلك السنة**× **إنتاج الفرد السنوي** = $\mathbf{Wo}^{'}\times\mathbf{Po}$ ...(1)

الإنتاج النهائي للنفايات = **الإنتاج الحالي** $*(1+\mathbf{r})^{n} * (1+\mathbf{w})^{n}$ ... (2)

الإنتاج اليومي من النفايات في أي سنة مستقبلية = $\mathbf{P_0}*(1+\mathbf{r})^{n}*\mathbf{W_0}*(1+\mathbf{c})^{n}$ ... (3)

حيث تمثل $\mathbf{P_0}$ عدد السكان الحالي و **r** نسبة الزيادة السنوية (2.8% وزارة التخطيط), أما $\mathbf{W_0}$ فتمثل الإنتاج الحالي للنفايات (كغم/شخص/سنة) و**c** نسبة الزيادة السنوية (0,03) و**n** عدد السنوات المستقبلية لحساب النفايات [9]. أي أن إنتاج المدينة من النفايات سيزداد وبشكل متسارع كمتوالية هندسية بسبب زيادة عناصر معادلة الإنتاج في المدينة. ووفقا لهذه المعادلات فان الإنتاج اليومي لمدينة الموصل حاليا (915 طن) من النفايات وسيصل بعد عشرة أعوام إلى (1621) طنا, وهو ما يكافئ (180%) من الإنتاج الحالي أي ما يقارب ضعف الكمية المنتجة حاليا.

تم تشخيص مكونات النفايات والنسب الوزنية لكل مكون للنماذج المأخوذة بغية معرفة خصائصها ولغرض وضع إدارة متكاملة للنفايات الصلبة والجدول التالي رقم (5) يوضح ذلك.

جدول رقم (5) المكونات ألرئيسيه للفضلات ألمنزليه في مدينه الموصل

ت	المكونات	المدى نسبة وزنيه	نسبةالتغيير(%)	المعدل نسبة وزنيه
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	المنسوجاتبأنواعها	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

تقوم الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة على اتحاد أو تداخل العناصر الأساسية التالية وليس التعامل مع كل عنصر على حده, وهي بذلك تحتاج إلى التحليل العلمي الدقيق للفضلات لمعرفة كمية ونوعية مكوناتها ليتم التعامل مع كل مكون منها بشكل علمي دقيق. ومن خلال النتائج المستحصلة في هذا البحث عن الكميات المنتجة من النفايات ونسب مكوناتها يمكن تشخيص عناصر الإدارة المتكاملة للتعامل مع مكونات النفايات كما يلي ;

1- تقليل إنتاج النفايات (Source Reduction Strategy) ; باستخدام الأدوات والمواد الجيدة ذات أعمار الاستخدام الطويلة وعدم استخدام الردى منها وإجراء الصيانة الدورية اللازمة للأدوات والاجهزه, وعدم استخدام الأدوات والمواد ذات الاستخدام المفرد. أما المواد الغذائية فيجب عدم الإسراف عند الشراء أو الطعام مع ترك الزائد منها في الثلاجة ليعاد استخدامها مرة أخرى, كما يمكن تنظيف وجمع التالف من المواد الغذائية الزراعية والقشور التي لا يحتاجها المواطن قبل عرضها إلى المواطن وفي أماكن التسويق ليتم السيطرة على الفضلات الزراعية في أماكن محددة. ففي هذه الحالة يمكن خفض الفضلات الغذائية إلى النصف, ففي الدول المتقدمة لا تزيد نسبة الفضلات الغذائية عن 30% وقد تنخفض إلى 10% في الولايات المتحدة الأمريكية [10] بسبب استخدامهم للأغذية الجاهزة وما يتسوقون هو الحاجة الفعلية اليومية ومن دون هدر.وبما أن الفضلات الغذائية في مدينة الموصل تشكل نسبة 68.17% من إجمالي بقية المكونات. لذلك يمكن خفض كمية النفايات المنتجة يوميا بمقدار(311.8 طن) كما في المعادلة التالية.

كمية تقليل الإنتاج = إنتاجية الفرد * عدد الأشخاص الكلي * نسبة الفضلات الغذائية * نسبة تقليل الإنتاج

كمية تقليل الإنتاج = 0.61 * 1500000 * 68.17 % * 50% = 311.87 طن يوميا

يودي تقليل إنتاج المواد الغذائية إلى التقليل من الروائح وإنتاج الغازات الملوثة للبيئة مثل غاز الميثان وغاز ثاني اوكسيد الكربون وهما من الغازات الدفيئة. إن تقليل إنتاج الفضلات وخصوصا المواد المصنعة يسبب ادخار في الموارد الطبيعية الأولية والمياه اللازمة والى الادخار في الطاقة المستهلكة لإنتاج تلك المواد, فضلا عن خفض كمية النفايات وآثارها البيئية والصحية.

2- إعادة الاستخدام (Reuse Strategy) ; إن تطبيق مبدأ إعادة الاستخدام يعني استخدام المواد قبل إعادة تصنيعها لنفس الغرض أو بأسلوب أخر. وهذه الستراتيجية من الممكن استخدامها مع العلب الزجاجيةوالحاويات البلاستيكية وأكياس النايلون, كما يمكن تطبيقها مع المنسوجات والمواد الجلدية بإعادة استخدامها أو إعطائها للمحتاجين وعدم إتلافها بجعلها نفايات صلبة. ومن خلال نماذج الدراسة الحالية من الممكن خفض مخلفاتالزجاج والمواد البلاستيكية والمنسوجات إلى النصف. أي الاستفادة من (10.39% من النفايات* 50% =.195 .5.% من إجمالي المخلفات = 47.53 طن يوميا) إذا أعيد استخدام الجيد منها بدلا من طرحه كنفايات صلبة.

3- تدوير النفايات ;(Material Recovery- Recycling) تنتج المواد المصنعة بالعمليات الصناعية (Processed Industrially) وهذه العمليات تحتاج إلى معامل متخصصة وبمراحل مختلفة لتحويل المادة الأولية والموارد الطبيعية إلى مادة صناعية مفيدة. يقوم مبدأ تدوير النفايات على إعادة تصنيع النفايات التي تم إنتاجها بعمليات صناعية والمسبقة الاستخدام بعمليات تصنيعية بسيطة, والتي سيساعد استخدامها على الحفاظ على الموارد الأولية وعلى الطاقة. بحيث يجري تدوير المواد ذات القيمة الاقتصادية مثل الورق والكارتون

والزجاج والمواد البلاستيكية وعلب الألمنيوم والمعادن والمنسوجات والخشب والمطاط والمواد الجلدية المختلفة. إذ يمكن تدوير غالبية المكونات عدا المواد العضوية والأشياء الأخرى مثل الأتربة ومخلفات البناء وبنسبة 24.99%. أي يمكن تدوير ما مجموعه اليومي (24.99% من النفايات * 50% * إجمالي إنتاج المخلفات) = 24.99% * 50% * 915 طن = 114.32 طن يوميا

4- حرق النفايات (Energy Recovery- Incineration) ; يتم في هذه المرحلة استرجاع الطاقة بحرق النفايات القابلة للاحتراق والتي تحتوي على مواد عضوية والتي يتم تحويل المادة العضوية إلى ثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء خصوصا إذا كانت عملية الاحتراق كاملة. حيث يتم إحراق 90% من الفضلات القابلة للاحتراق وما يتبقى من الرماد لا يمثل أكثر من 10%. إن عملية الاحتراق ليست ضرورية لتوليد الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية فحسب وإنما ضرورية للتخلص من المواد البلاستيكية بطيئة التحلل والفضلات الطبية ذات السمية العالية.

5- إنتاج محسنات التربة (Composting) ; يعد إنتاج محسنات التربة من المراحل المهمة في إدارة النفايات حيث يتم تحليل المواد العضوية وخصوصا فضلات الأغذية والتي تمثل النسبة الأكبر من النفايات, إضافة إلى مخلفات الحدائق والفضلات الزراعية إلى محسنات للتربة تزيد من مساميتها وتقلل من المياه اللازمة للسقي فتساعد النباتات على النمو حتى في البيئات والترب الغير صالحة, خصوصا في الترب الطينية أو الترب الرملية.

6- الطمر الصحي النظامي (Ultimate Disposal- Landfill) ; يعد طمر النفايات المرحلة الأخيرة للتخلص منها. وعند تطبيق الأسس العلمية لطمر النفايات يتم التخلص منها لتطبيق مبدأ الحفاظ على البيئة الصحية والبيئة الجمالية, كما يمكن توليد غاز الميثان من تحلل الفضلات في عمليات تسمى (Bioreactor Landfill). إن عملية التحلل هذه ستقلل من الفضلات المطمورة بمقدار (20%- 30%), كما إن إنتاج غازات الحيوية مثل غاز الميثان وهو -غاز محترق – يمكن إنتاج وتوليد الطاقة الكهربائية , بدلا من تركه يلوث الغلاف الجوي.

يوضح الجدول التالي رقم (6) طبيعة مكونات النفايات الصلبة لمدينة الموصل والكميات المنتجة وكيفية الاستفادة منها حسب نوع الاستخدام - بعد إنتاجها لا محالة من قبل الأشخاص- بسبب النشاطات المختلفة. بينما يوضح الجدول رقم (7) الأسلوب الأمثل للإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة التي عند تطبيقها فان كمية النفايات التي ستصل إلى أماكن الكمر الصحي الحالية لا تتجاوز 20% لا كما هو عليه الآن.

جدول رقم (6): طبيعة ونوع الاستخدام لأنواع الفضلات الصلبة

ت	المكونات	طبيعة المكونات	الإنتاج السنوي الحالي* (1000 طن)	نوع الاستخدام
1	الفضلات الغذائية	مادة عضوية طبيعية سريعة التحلل	227.12	محسن للتربة (100%)
2	ورق وكارتون	مادة سليلوزية صناعية	32.06	التدوير(50%)وإنتاج الطاقة (50%)
3	زجاج	مادة غير عضوية صناعية	8.68	إعادة الاستخدام(50%)والتدوير(50%)
4	المواد البلاستكية والنايلون	مادة غير عضوية صناعية	17.67	إعادة الاستخدام(50%) والتدوير(50%)
5	علب ألمنيوم	معادن صناعية	13.36	التدوير(100%)
6	معادن مختلفة	معادن صناعية	3.06	التدوير(100%)
7	المنسوجات بأنواعها	أصواف وقطن ومواد صناعية	18.3	إعادة الاستخدام(50%) والتدوير(50%)
8	مخلفات الحدائق	مادة عضوية طبيعية	4.34	محسن للتربة (100%)
9	خشب	مادة سليلوزية	3.0	التدوير(50%) وإنتاج الطاقة(50%)
10	المطاط بأنواعه	مادة غير عضوية صناعية	3.34	التدوير(100%)
11	مواد جلديه	مادة عضوية صناعية	1.7	إعادة الاستخدام(50%) والتدوير(50%)
12	أشياء أخرى	مخلفات بناء	2.0	الطمر الصحي (100%)
		الإنتاج السنوي الكلي	334640 طن	

جدول رقم (7): تحويل مكونات النفايات الصلبة إلى مواد مفيدة (صناعة النفايات)

ت	نوع الاستخدام	الكمية المنتجة السنوية (طن)	المكونات المستفاد منها
1	محسن للتربة	231460	فضلات غذائية ومخلفات حدائق
2	إعادة الاستخدام	19640	زجاج وبلاستك ونايلون والمنسوجات والمواد الجلدية
3	التدوير	69500	ورق وكارتون وزجاج وبلاستك ونايلون والمنسوجات والخشب والمطاط بأنواعه والمواد الجلدية
4	إنتاج الطاقة	17030	ورق وكارتون و خشب
5	الطمر الصحي	2	أشياء أخرى

يتضح من الدراسة الحالية أن النفايات الصلبة يمكن عدها ثروات وليس نفايات, إذا تم التعامل معها وفق أساليب الإدارة المتكاملة ويمكن بذلك توفير العديد من فرص العمل والأرباح المتأتية من ذلك, جراء التعامل معها بالطرق المذكورة في الجدول السابق. ولقد تنبهت الدول المتقدمة إلى هذا الموضوع وظهر في هذه الأيام ما يطلق عليه (**صناعة النفايات**).

الاستنتاجات والتوصيات

إن تطبيق مبدأ الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة سيحقق العديد من المنافع وفي النواحي المختلفة والتي يجب القيام بها لتحويل النفايات المنتجة من مشكلة بيئية إلى مبدأ صناعة النفايات.

1- الناحية الاقتصادية بتوفير الأموال اللازمة عند تقليل حجم النفايات المنتجة وعند إنتاج مواد جديدة أو الطاقة الكهربائية من الغازات الناتجة.
2- إيجاد فرص عمل للأفراد وتحسين المستوى ألمعاشي لهم.
3- الناحية البيئية وحماية المحيط الحيوي من الآثار السلبية الناتجة عن إنتاج وانتشار النفايات وحتى عند الطمر ولكن بشكل غير صحي وغير علمي.
4- الناحية الاجتماعية وحماية المجتمع بأسره من آثارها السلبية.
5- الناحية الجمالية والسياحية بجعل المدينة نظيفة واستغلال مناطق الطمر الصحي وتحويلها إلى متنزهات.
6- الناحية السياسية واستغلال الإدارة المتكاملة حتى في الدعايات الانتخابية.
7- الناحية الثقافية وزيادة الوعي لدى المواطنين باستغلال النفايات بدلا من تركها أو إهمالها.

المصادر

[1].Zeng Y., "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), 2005

[2].Jone,W., and Al-Ezabeth, A., "Environmental Chemistry", Omar Al-Mokhtar University Publishers, 2001.

[3].Bari, Q., Hassan, K., Haque, R. "Scenario of Solid Waste Reuse in Khlna City of Bangladesh" Elsever Jour., Waste Management, Vol.(32), Issue (12), Pp,2526-2534, December,2012.

[4]الراوي, ساطع والطيار, طه " الجدوى الاقتصادية لإعادة تدوير واستخدام النفايات الصلبة" وقائع المؤتمر العلمي الدوري الثاني لمركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث, 28-29/تشرين الثاني/2011, جامعة الموصل.

[5].HL. Hickman, Jr., "Principles Of Integrated Solid Waste Management" American Academy of Environmental Engineers, USA. 1999.

[6]اصفري , احمد والمشعان ,مشعل "إدارة النفايات الصلبة في بعض الدول العربية " منشورات مكتبة الكويت الوطنية للنشر بإشراف الجمعية الكويتية لحماية البيئة,216 صفحة, 2002.

[7].Al-Samawi A., Abdul-Razzak T., and Anmar A., "Estimation of Baghdad Municipal Solid Waste Generation Rate" Eng. & Tech. Journal, Vol. (27), No.(1), 81-95PP, 2009.

[8]الجهاز المركزي للإحصاء. إحصائيات السكان للعام 2012.

[9]الراوي, ساطع والطيار, طه " تركيبة وإنتاجية النفايات الصلبة في مدينة الموصل- مقارنة بين عقدين " مجلة تكريت للعلوم الهندسية/ جامعة تكريت, المجلد (19), العدد (1), آذار2012, 25-43 PP, 2012.

[10]. Tchobanoglous, G., Theisen , H. and Vigil , S. Integrated Solid Waste Management; Engineering Principles and Management Issues. Mac-Graw-Hill, Inc, 978 P.,1993.