

## 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 راندة.

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 (٩١٥ طن) من النفايات البلدية الصلبة، ومن المتوقع أن تزداد إنتاجية هذه النفايات مع تحسن أوضاع المدينة الاقتصادية والأمنية خصوصا. حيث تتزامن الزيادة في

إنتاج الفرد بنسبة تقارب نسبة النمو السكاني والبالغة (3% سنويا) ليصبح مقدار الإنتاج اليومي للمدينة (1620 طناً) في العام 2020.

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 والكرتون 9.6% والزجاج 2.61%، بينما يمثل البلاستيك والنايلون 5.29% وعلب الألمنيوم 2.27%، مضافاً لها 1.65% أغلفة المأكولات، أما المنسوجات فكانت نسبتها 2.01% وحفاضات الأطفال القطنية 3.47% ومخلفات الحدائق والزرانج 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 فإن 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 فإن كميات ضئيلة من النفايات تستعمل إلى مواقع الطمر الصحي بحيث تشغل مساحات صغيرة نسبياً. 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 والفعاليت المختلفة للأفراد على خواص وتركيبية 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، فضلاً 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 وخصوصاً 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 والكفوءة للتخلص من النفايات الصلبة تعني تحقيق أهداف قصيرة الأمد وأخرى بعيدة الأمد. وهي بذلك تعد برنامجاً شاملاً 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. فضلاً عن تقليل حجم النفايات وخصوصاً الفضلات الخطرة منها، إضافة إلى طريقة التخلص الآمن لتحقيق هدف التقليل، وأخيراً الأسلوب العلمي للطمر الصحي النظامي.

دفعت عوامل عديدة الكثير من دول العالم للاهتمام بعملية التدوير وإعادة استخدام النفايات الصلبة. ومن تلك العوامل أيضاً 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].

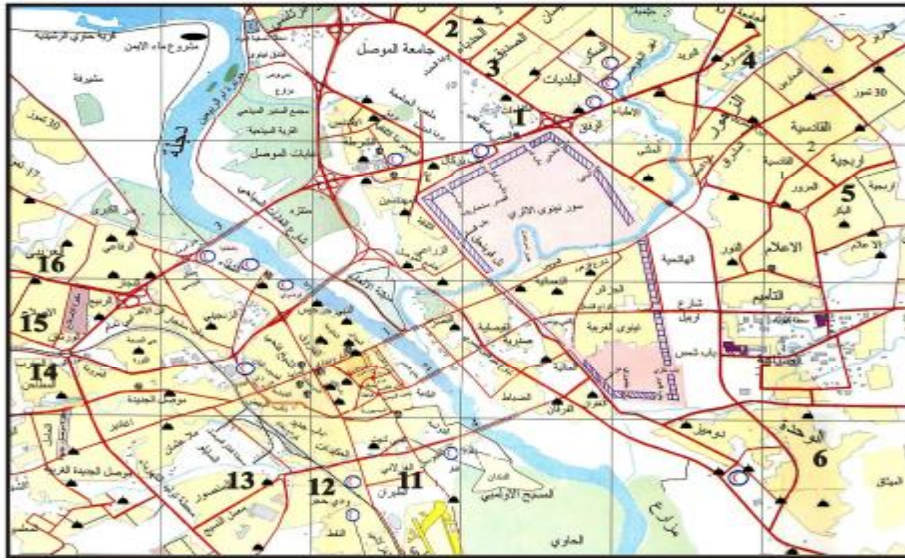
تواجه مشكلة إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل عدة تحديات منها الزيادة المستمرة في عدد السكان مع زيادة النشاط الاقتصادي والذي يؤدي إلى الاختلاف في المكونات وزيادة الإنتاج، كما يؤدي تغير أنماط العيش للأسر المختلفة إلى تغير نسب مكونات النفايات والكمية المنتجة. ويلعب نمو الوعي البيئي وتزايد الإدراك

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 دوراً أساسياً في تحقيق العديد من المنافع الاقتصادية والصحية والإعلامية إضافة إلى المنافع البيئية المختلفة [3]. فالمرود الاقتصادي لإعادة استخدام النفايات يعتبر حافزاً ومشجعاً للعاملين في حقل التخلص من النفايات، وعلى النقيض من ذلك فإن سوء الإدارة عند التعامل مع النفايات سيحقق العديد من السلبيات في النواحي البيئية والصحية والنفسية والاجتماعية فضلاً 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 والأمن 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 تشمل الأحياء المختارة على مختلف أطراف 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	الأحياء السكنية في الساحل الأيمن من المدينة
1- الكفءات الأولى 2- الحدباء	11- الطيران والغزلاني 12- وادي حجر
3- الصديق والبلديات 4- المصارف	13- المنصور 14- اليرموك
5- البكر 6- الوحدة	15- الصلاح الزراعي 16- العريبي

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 (٢). استمرت عملية النمذجة وجمع النفايات من المناطق المختارة ستة أشهر ابتداء من منتصف شباط ولغاية تموز من نفس السنة. فقد تم جمع (٣٦٠) 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 (٢): 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 تلويثاً للبيئة (الناحية الصحية والبيئية)، القوانين الخاصة بحماية البيئة ومدى تنفيذها (الناحية القانونية)، الانسبابية والبسر في التنفيذ (واقع المدينة).  
يوضح الجدولان (1) و(2) إنتاجية الفرد الموصلي في المناطق التي جرت فيها الدراسة وفي الأحياء الموجودة على جانبي المدينة. ولأن الوضع الحالي للمدينة يقتصر على النشاط السكني وبعض النشاط التجاري. أما بقية الأنشطة الصناعية والتجارية والزراعية وحتى المؤسساتية فهي قليلة جداً 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 (البر)	المنطقة السادسة (الوحدة)
1	٠.٤١٧	٠.٥٨٢	٠.٢٤٨	٠.٢٦٠	٠.٢٧٠	٠.٣٠٠
2	٠.٤٦٠	٠.٢٧٥	٠.٢٥٥	٠.٣٥٥	٠.٢٨٥	٠.٢٦٥
3	٠.٣٨٨	٠.٢٥٠	٠.٣٣٠	٠.٢٥٨	٠.٤٣٢	٠.٣٤٠
4	٠.٤٦٩	٠.٣١٢	٠.٣٤٠	٠.٢٤٠	٠.٣٢٠	٠.٢٩٠
5	٠.٥١٠	٠.٢٩٥	٠.٢٤٥	٠.٣٣٠	٠.٣٠٥	٠.٣١٦
6	٠.٤١٢	٠.٢٥٤	٠.٣٢٢	٠.٢٤٥	٠.٢٥٠	٠.٣١٦
7	٠.٤٩٠	٠.٣٨٦	٠.٢٨٤	٠.٢٦٠	٠.٣١٥	٠.٢٨٥
8	٠.٥١٧	٠.٣٧٥	٠.٣٦٥	٠.٣١٠	٠.٢٤٥	٠.٢٩٤
9	٠.٣٤٥	٠.٣٢٨	٠.٢٥٠	٠.٣١٠	٠.٣١٣	٠.٢٧٠
10	٠.٤٢٥	٠.٥٧٥	٠.٢٨٥	٠.٢٥٦	٠.٢٤٥	٠.٢٤٠
11	٠.٤٠٠	٠.٣٦٨	٠.٣٥٥	٠.٤١٠	٠.٢٣٠	٠.٣٣٥
12	٠.٤٥٠	٠.٣٨٠	٠.٣٨٠	٠.٢٩٠	٠.٢٦٥	٠.٢٨٥
13	٠.٨٣٥	٠.٤٧٠	٠.٤٨٠	٠.٣٨٥	٠.٣٤١	٠.٢٨٥
14	٠.٤٦٠	٠.٣٨٠	٠.٣٢٠	٠.٣٢٠	٠.٢٤٥	٠.٢٣٥
15	٠.٤٤٠	٠.٣٥٨	٠.٢٦٥	٠.٢٥٥	٠.٢٥٦	٠.٢٩٥
المعدل لكل منطقة	٠.٤٧٢	٠.٣٧٠	٠.٣٠٩	٠.٢٩٦	٠.٢٨٦	٠.٢٨٩

جدول رقم (٢) : معدل إنتاج النفايات الصلبة في مناطق الجانب الأيمن من مدينة الموصل – متوسط  
نموذجين - خلال فترة الدراسة (كغم/فرد في اليوم)

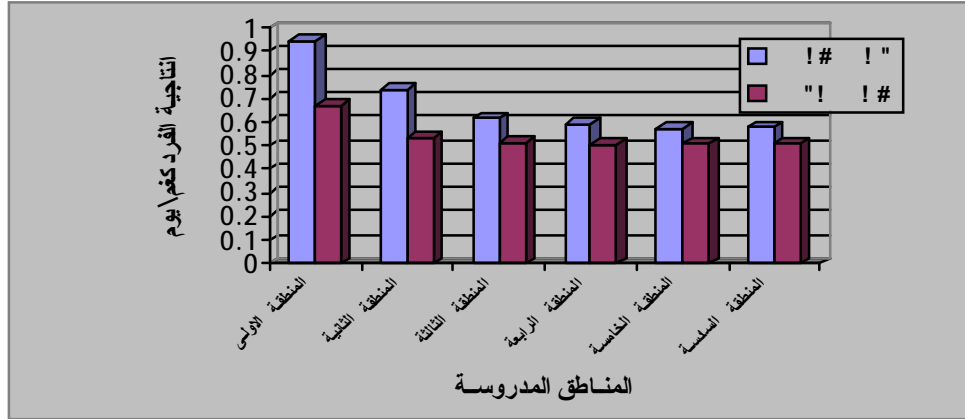
رقم نموذج	المنطقة الأولى (الطيران، الغزلاني)	المنطقة الثانية (وادي حجر)	المنطقة الثالثة (المنصور)	المنطقة الرابعة (البرموك)	المنطقة الخامسة (الإصلاح الزراعي)	المنطقة السادسة (العربي)
١	٠.٣١٧	٠.٣١٢	٠.٢٤٢	٠.٢١٨	٠.٢٦٥	٠.٣١٠
2	٠.٢٦٠	٠.٢٧٥	٠.٢٢٥	٠.٢٥٥	٠.٢٨٥	٠.٢٥١
٣	٠.٥٢٠	٠.٢٥٠	٠.٢٣٠	٠.٢٥٨	٠.٢٨٢	٠.٣٣٠
٤	٠.٢٦٩	٠.٣١٢	٠.٢٤٠	٠.٢٤٠	٠.٢٢٠	٠.٢٩٠
٥	٠.٣١٠	٠.٢٩٥	٠.٢٣٥	٠.٢٣٨	٠.٢٣٥	٠.٣١٦
٦	٠.٣١٢	٠.٢٥٤	٠.٢٣٢	٠.٢٢٥	٠.٢٥٠	٠.٢٥٦
٧	٠.٢٩٠	٠.٢٢٦	٠.٢٨٤	٠.٢٦٠	٠.٢١٨	٠.٢٨٥
٨	٠.٣١٧	٠.٢٧٥	٠.٣٦٥	٠.٣١٠	٠.٢٤٥	٠.٢٩٤
٩	٠.٢٤٥	٠.٢٢٨	٠.٢٢٨	٠.٢٢٠	٠.٢٤٣	٠.٢١٢
10	٠.٣٢٥	٠.٢٧٥	٠.٢٨٥	٠.٢٥٦	٠.٢٤٨	٠.٢٤٠
١١	٠.٤٠٠	٠.٢٦٨	٠.٢٥٥	٠.٣١٠	٠.٢٤٠	٠.٢٣٥
١٢	٠.٥٥٠	٠.٢٨٠	٠.٢٣٥	٠.٢٩٠	٠.٢٦٥	٠.٢٨٥
١٣	٠.٢٤٠	٠.٢٧٠	٠.٣١٠	٠.٢٦٥	٠.٢٤١	٠.٢٨٥
١٤	٠.٢٦٠	٠.٢٨٠	٠.٢٢٥	٠.٢٢٠	٠.٢١١	٠.٢٣٠
١٥	٠.٢٤٠	٠.٢٢٨	٠.٢٥٠	٠.٢٤٢	٠.٣٥٦	٠.٢٨٠
المعدل لكل منطقة	٠.٣٣٦	٠.٢٦٧	٠.٢٥٦	٠.٢٥٢	٠.٢٥٤	٠.٢٧٣

يوضح الجدول رقم (٣) إنتاجية الفرد من النفايات على النطاق المنزلي والكلّي 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 (٠,٦١ كغم/فرد في اليوم).

جدول رقم (٣): الإنتاج اليومي للنفايات الصلبة في مدينة الموصل

معدل الإنتاج الكلي (كغم/فرد)	معدل الإنتاج الكلي للنفايات (كغم/فرد في اليوم)	معدل الإنتاج السكني للنفايات (كغم/فرد في اليوم)	المنطقة	جانب المدينة
٠.٦٧٤	٠.٩٤٤	٠.٤٧٢	المنطقة الأولى (الكفاءات)	الجانب الأيسر من المدينة
	٠.٧٤	٠.٣٧٠	المنطقة الثانية (الحباء)	
	٠.٦١٨	٠.٣٠٩	المنطقة الثالثة (البلديات)	
	٠.٥٩٢	٠.٢٩٦	المنطقة الرابعة (المصارف)	
	٠.٥٧٢	٠.٢٨٦	المنطقة الخامسة (البكر)	
	٠.٥٧٨	٠.٢٨٩	المنطقة السادسة (الوحدة)	
٠.٥٤٦	٠.٦٧٢	٠.٣٣٦	المنطقة الأولى (الطيران)	الجانب الأيمن من المدينة
	٠.٥٣٤	٠.٢٦٧	المنطقة الثانية (وادي حجر)	
	٠.٥١٢	٠.٢٥٦	المنطقة الثالثة (المنصور)	
	٠.٥٠٤	٠.٢٥٢	المنطقة الرابعة (البرموك)	
	٠.٥٠٨	٠.٢٥٤	المنطقة الخامسة (الإصلاح الزراعي)	
	٠.٥٤٦	٠.٢٧٣	المنطقة السادسة (العربي)	
٠.٦١ كغم / فرد في اليوم			الإنتاج اليومي لمدينة الموصل	

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]

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

إن الزيادة في إنتاجية الفرد الموصل 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 حالياً (1500000) مليون وخمسمائة ألف نسمة) بتطبيق المعادلات الآتية:

$$(1) \dots W_0 \times P_0 = \text{إنتاج الفرد السنوي} \times \text{عدد السكان تلك السنة}$$

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

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

حيث تمثل  $P_0$  عدد السكان الحالي و  $r$  نسبة الزيادة السنوية (2,8% وزارة التخطيط)، أما  $W_0$  فتمثل الإنتاج الحالي للنفايات (كغم/شخص/سنة) و  $c$  نسبة الزيادة السنوية (0,3%) و  $n$  عدد السنوات المستقبلية لحساب النفايات [9]. أي أن إنتاج المدينة من النفايات سيزداد وبشكل متسارع كمتواليه هندسية بسبب زيادة عناصر معادلة الإنتاج في المدينة. ووفقاً لهذه المعادلات فإن الإنتاج اليومي لمدينة الموصل حالياً (915 طن) من النفايات و سبصل بعد عشرة أعوام إلى (1621) طناً، وهو ما يكافئ (180%) من الإنتاج الحالي أي ما يقارب ضعف الكمية المنتجة حالياً.

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 (٥) المكونات الرئيسية للفضلات المنزلية في مدينة الموصل

ت	المكونات	المدى نسبة وزنيه	نسبة التغيير (%)	المعدل نسبة وزنيه
١	فضلات غذائية	٨٠ - 2٠	٤٠٠	٦٨.١٧
٢	ورق وكارتون	١٠ - ٣.٣	٣٠٣	٩.٦
٣	زجاج	٨.٢ - ١.٨	٤٥٥	٢.٦١
٤	بلاستيك ونايلون	٧.٦ - ٢.٠	٣٨٠	٥.٢٩
٥	علب ألومنيوم	٤.٢ - ١.٤	٣٠٠	٢.٢٧
٦	أغلفة مأكولات	٣.٨ - ١.٠	٢٧١	١.٦٥
٧	معادن	٢.١ - ٠.٥	٤٢٠	٠.٨٨
٨	المنسوجات بأنواعها	١٢ - ٢.٨	٤٢٨	٢.٠١
٩	حفاظات أطفال	١٧ - ٠	---	٣.٤٧
١٠	مخلفات حدائق	٤.٨ - ٠	---	١.١٣
١١	خشب	٢.٨ - ١.١	٢٥٤	٠.٨٥
١٢	مطاط	٢.٥ - ٠.٧	٣٥٧	١.٠
١٣	مواد جلديه	٣.٤ - ٠.٨	٤٢٥	٠.٤٨
١٤	أشياء أخرى	٣.٣ - ٠	---	٠.٥٩

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:

١- تقليل إنتاج النفايات (Source Reduction Strategy): باستخدام الأدوات والمواد الجيدة ذات أعمار الاستخدام الطويلة وعدم استخدام الردي منها وإجراء الصيانة الدورية اللازمة للأدوات والأجهزة، 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 والفشور 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 ٣٠% وقد تنخفض إلى ١٠% 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 ٦٨.١٧% من إجمالي بقية المكونات. لذلك يمكن خفض كمية النفايات المنتجة يوميا بمقدار (٣١١.٨ طن) كما في المعادلة التالية.

$$\text{كمية تقليل الإنتاج} = \text{إنتاجية الفرد} * \text{عدد الأشخاص الكلي} * \text{نسبة الفضلات الغذائية} * \text{نسبة تقليل الإنتاج}$$

$$\text{كمية تقليل الإنتاج} = ٠.٦١ * ١٥٠٠٠٠٠ * ٦٨.١٧\% * ٥٠\% = ٣١١.٨٧ \text{ طن يوميا}$$

يؤدي تقليل إنتاج المواد الغذائية إلى التقليل من الروائح وإنتاج الغازات الملوثة للبيئة مثل غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون وهما من الغازات الدفيئة. إن تقليل إنتاج الفضلات وخصوصاً المواد المصنعة يسبب ادخار في الموارد الطبيعية الأولية والمياه اللازمة والى الادخار في الطاقة المستهلكة لإنتاج تلك المواد، فضلاً عن خفض كمية النفايات وأثارها البيئية والصحية.

٢- إعادة الاستخدام (Reuse Strategy): إن تطبيق مبدأ إعادة الاستخدام يعني استخدام المواد قبل إعادة تصنيعها لنفس الغرض أو بأسلوب آخر. وهذه الاستراتيجية من الممكن استخدامها مع العلب الزجاجية والحاويات 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 مخلفات الزجاج والمواد البلاستيكية والمنسوجات إلى النصف. أي الاستفادة من (١٠.٣٩%) من النفايات \* ٥٠% = ٥.١٩٥% من إجمالي المخلفات = ٤٧.٥٣ طن يوميا) إذا أعيد استخدام الجيد منها بدلاً من طرحه كنفايات صلبة.

٣- تدوير النفايات (Material Recovery- Recycling): تنتج المواد المصنعة بالعمليات الصناعية (Processed Industrially) وهذه العمليات تحتاج إلى معاملة متخصصة وبمراحل مختلفة لتحويل المادة الأولية والمواد الطبيعية إلى مادة صناعية مفيدة. يقوم مبدأ تدوير النفايات على إعادة تصنيع النفايات التي تم إنتاجها بعمليات صناعية والمسبقة الاستخدام بعمليات تصنيعية بسيطة، والتي تساعد 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 ٢٤.٩٩%. أي يمكن تدوير ما مجموعه اليومي ( ٢٤.٩٩% من النفايات \* ٥٠% \* إجمالي إنتاج المخلفات) = ٢٤.٩٩% \* ٥٠% \* ٩١٥ طن = ١١٤.٣٢ طن يوميا

٤- 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 ٩٠% من الفضلات القابلة للاحتراق وما يتبقى من الرماد لا يمثل أكثر من ١٠%. إن عملية الاحتراق ليست ضرورية لتوليد الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية فحسب وإنما ضرورية للتخلص من المواد البلاستيكية بطينة التحلل والفضلات الطبية ذات السمية العالية.

٥- 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 والتربة الغير صالحة، خصوصا في التربة الطينية أو التربة الرملية.

٦- الطمر الصحي النظامي (Ultimate Disposal- Landfill) ; يعد طمر النفايات المرحلة الأخيرة للتخلص منها. وعند تطبيق الأسس العلمية لطرير 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 (٢٠% - ٣٠%)، 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 (٦) طبيعة مكونات النفايات الصلبة لمدينة الموصل والكميات المنتجة وكيفية الاستفادة منها حسب نوع الاستخدام - يعد إنتاجها لا محالة من قبل الأشخاص- بسبب النشاطات المختلفة. بينما يوضح الجدول رقم (٧) الأسلوب الأمثل للإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة التي عند تطبيقها فان كمية النفايات التي ستصل إلى أماكن الكمر الصحي الحالية لا تتجاوز ٢٠% لا كما هو عليه الآن.

جدول رقم (٦): طبيعة ونوع الاستخدام لأنواع الفضلات الصلبة

ت	المكونات	طبيعة المكونات	الإنتاج السنوي الحالي* (طن ١٠٠٠)	نوع الاستخدام
١	الفضلات الغذائية	مادة عضوية طبيعية سريعة التحلل	٢٢٧.١٢	محسن للتربة (١٠٠%)
٢	ورق وكارتون	مادة سليلوزية صناعية	٣٢.٠٦	التدوير (٥٠%) وإنتاج الطاقة (٥٠%)
٣	زجاج	مادة غير عضوية صناعية	٨.٦٨	إعادة الاستخدام (٥٠%) والتدوير (٥٠%)
٤	المواد البلاستيكية والنايلون	مادة غير عضوية صناعية	١٧.٦٧	إعادة الاستخدام (٥٠%) والتدوير (٥٠%)
٥	علب الألمنيوم	معادن صناعية	١٣.٣٦	التدوير (١٠٠%)
٦	معادن مختلفة	معادن صناعية	٣.٠٦	التدوير (١٠٠%)
٧	المنسوجات بأنواعها	أصواف وقطن و مواد صناعية	١٨.٣	إعادة الاستخدام (٥٠%) والتدوير (٥٠%)
٨	مخلفات الحدائق	مادة عضوية طبيعية	٤.٣٤	محسن للتربة (١٠٠%)
٩	خشب	مادة سليلوزية	٣.٠	التدوير (٥٠%) وإنتاج الطاقة (٥٠%)
١٠	المطاط بأنواعه	مادة غير عضوية صناعية	٣.٣٤	التدوير (١٠٠%)
١١	مواد جلديه	مادة عضوية صناعية	١.٧	إعادة الاستخدام (٥٠%) والتدوير (٥٠%)
١٢	أشياء أخرى	مخلفات بناء	٢.٠	الطرير الصحي (١٠٠%)
الإنتاج السنوي الكلي			٣٣٤٦٤٠ طن	

جدول رقم (٧): تحويل مكونات النفايات الصلبة إلى مواد مفيدة (صناعة النفايات)

ت	نوع الاستخدام	الكمية المنتجة السنوية (طن)	المكونات المستفاد منها
١	محسن للتربة	٢٣١٤٦٠	فضلات غذائية ومخلفات حدائق
٢	إعادة الاستخدام	١٩٦٤٠	زجاج وبلاستيك ونايلون والمنسوجات والمواد الجلدية
٣	التدوير	٦٩٥٠٠	ورق وكراتون وزجاج وبلاستيك ونايلون والمنسوجات والخشب والمطاط بأنواعه والمواد الجلدية
٤	إنتاج الطاقة	١٧٠٣٠	ورق وكراتون وخشب
٥	الطمر الصحي	٢	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 تنبته 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.
- ١- الناحية الاقتصادية بتوفير الأموال اللازمة عند تقليل حجم النفايات المنتجة وعند إنتاج مواد جديدة أو الطاقة الكهربائية من الغازات الناتجة.
  - ٢- إيجاد فرص عمل للأفراد وتحسين المستوى المعاشي لهم.
  - ٣- الناحية البيئية وحماية المحيط الحيوي من الآثار السلبية الناتجة عن إنتاج وانتشار النفايات وحتى عند الطمر ولكن بشكل غير صحي وغير علمي.
  - ٤- الناحية الاجتماعية وحماية المجتمع بأسره من آثارها السلبية.
  - ٥- الناحية الجمالية والسياحية جعل المدينة نظيفة واستغلال مناطق الطمر الصحي وتحويلها إلى متنزهات.
  - ٦- الناحية السياسية واستغلال الإدارة المتكاملة حتى في الدعايات الانتخابية.
  - ٧- 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، ٢٨-٢٩ تشرين الثاني/٢٠١١، 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، ٢١٦ صفحة، ٢٠٠٢.

[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 (١٩)، العدد (١)، آذار ٢٠١٢، ٢٥-٤٣ PP، ٢٠١٢.

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