



جامعة تشرين  
كلية الهندسة المدنية  
قسم الهندسة البيئية

دور المعالجة الميكانيكية البيولوجية في تخفيض انبعاث الميتان  
من مطامر النفايات البلدية الصلبة  
(حالة الدراسة: معمل وادي الهدة، طرطوس)

رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية  
اختصاص الهندسة البيئية

إعداد الطالبة  
ريما عبد الرزاق حسن

إشراف

د. كوكب حربا

أ.د. هيثم شاهين

2015-2016 م

**قُدّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم الهندسة  
البيئية من كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين**

**This thesis has been submitted as a partial fulfillment of the  
requirement for the degree of Master in Department of  
Environmental Engineering at the Faculty of Civil Engineering,  
Tishreen University.**

## تصريح

أصرح بأنني قمت بكافة التعديلات التي وضعتها لجنة الحكم على موضوع الرسالة التي هي بعنوان:

"دور المعالجة الميكانيكية البيولوجية في تخفيف انبعاث الميتان من مطامر النفايات البلدية الصلبة  
حاله الدراسة: معمل وادي الهدى، طرطوس)"

اسم المرشح:

ريما عبد الرزاق حسن



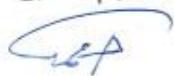
بإشراف الأستاذ الدكتور هيثم شاهين والمشاركة بالإشراف الدكتورة كوكب حربا.

لجنة الحكم:

د. هناء سلمان



أ.د. هيثم شاهين



أ.د. عادل عوض



## تصريح

أصرّح بأنّ هذا البحث " دور المعالجة الميكانيكية البيولوجية في تخفيف انبعاث الميثان من مطامر النفايات البلدية الصلبة (حالة الدراسة: معمل وادي الهدة، طرطوس) " لم يسبق أن قُبِل للحصول على شهادة، ولا هو مُقدَّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

ريما عبد الرزاق حسن



تاريخ: 26 / 7 / 2016

## DECLARATION

This is to declare that, this work " Mechanical biological treatment role in reducing methane emissions from municipal solid waste landfills (Case Study: Wady Alhaddeh (MBT) plant, In Tartous) " has not been being submitted concurrently for any other degree.

Rima Hassan

Date: 26 / 7 / 2016

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 26/7/2016 وأجبرت.

لجنة الحكم:

الأستاذ الدكتور عادل عوض



الأستاذ في قسم الهندسة البيئية، اختصاص هندسة تخطيط المدن، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين

الأستاذ الدكتور هيثم شاهين



الأستاذ في قسم الهندسة البيئية، اختصاص معالجة المياه، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين

الدكتورة هناء سلمان



الأستاذ المساعدة في قسم الهندسة البيئية، اختصاص هندسة صحية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين

## كلمة شكر

### ACKNOWLEDGMENT

كل الشكر إلى قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - وزارة التعليم العالي - الجمهورية العربية السورية.

والشكر الخاص لجنة الإشراف المؤلفة من السادة الأستاذ الدكتور هيثم شاهين والدكتورة كوكب حربا المحترمين، لما قدماه من دعم ومعلومات قيمة ومتابعة لكافة خطوات البحث.

الشكر لمديرية شؤون البيئة في طرطوس، وكلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس، لتعاونهما في إجراء التجارب المخبرية المتعلقة بالبحث.

الشكر لمديرية النفايات الصلبة في طرطوس وإدارة معمل وادي الهدى في طرطوس، لتقديمهما التسهيلات اللازمة لإجراء التجارب الحقلية المتعلقة بالبحث.

## شهادة

نشهد بأن هذا العمل الموصوف في هذه الرسالة "دور المعالجة الميكانيكية البيولوجية في تخفيف انبعاث الميتان من مطامر النفايات البلدية الصلبة (حالة الدراسة: معمل وادي البدة، طرطوس)" هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة السيدة رima عبد الرزاق حسن، بإشراف الدكتور هيثم شاهين (الأستاذ في قسم الهندسة البيئية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا) والدكتورة كوكب حربا (المدرسة في قسم الهندسة البيئية، كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا)، وإن أي مرجع ورد في هذه الرسالة موثق في النص.

## المُرشح

د. كوكب حربا

أ.د. هيثم شاهين

rima حسن

تاريخ: 2016 / 7 / 26

## CERTIFICATION

It is hereby certified that, the work described in this thesis "Mechanical biological treatment role in reducing methane emissions from municipal solid waste landfills (Case Study: Wady Alhaddeh(MBT) plant, IN Tartous)" is the results of Miss. Rima Hassan own investigations under the supervision of Dr. Prof. Haitham Shahin (professor, Department Of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.), and Dr. Kaukab Harba (Assistant professor, Department Of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.), and any reference of other researchers work has been duly acknowledged in the text.

Candidate

Rima Hassan

Supervisors

Dr. Kaukab Harba

Dr. Haitham Shahin

## فهرس المحتويات

الصفحة	العناوين	رقم الفصل والفرقات
3	الإطار المنهجي والمراجع للبحث	الفصل الأول
3	مقدمة	1-1
4	مشكلة البحث	2-1
4	أهمية البحث	3-1
4	أهداف البحث	4-1
5	مجتمع وعينات البحث	5-1
6	منهج البحث - مواد وطرائق البحث المستخدمة	6-1
6	المعالجة الميكانيكية البيولوجية كحل للتخفيف من انبعاث غازات الدفيئة وخاصة الميثان	7-1
9	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	الفصل الثاني
9	مقدمة	1-2
10	خصائص النفايات البلدية الصلبة	2-2
10	إجراءات أخذ العينات	1-2-2
11	الخصائص الفيزيائية للنفايات البلدية الصلبة	2-2-2
11	التركيب النوعي	1-2-2-2
12	التركيب الحبي	2-2-2-2
12	الكتافة	3-2-2-2
13	محتوى الرطوبة	4-2-2-2
14	الخصائص الكيميائية للنفايات البلدية الصلبة	3-2-2
14	التحليل المباشر والنهائي (Proximate and Ultimate analysis)	1-3-2-2
15	محتوى الطاقة (Energy content)	2-3-2-2
16	نقطة الانصهار في الرماد (Fusing point of ash)	3-3-2-2
17	الخصائص البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة	4-2-2
18	واقع إدارة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فترة الدراسة	3-2
18	الجمع	1-3-2

18	النقل والترحيل	2-3-2
18	المعالجة	3-3-2
19	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	4-2
19	التجارب الحقلية على عينات النفايات المأخوذة	1-4-2
19	تجربة التحليل النوعي الحبي	1-1-4-2
19	تجربة الكثافة	2-1-4-2
20	التجارب المخبرية على عينات النفايات المأخوذة	2-4-2
20	تجربة محتوى الرطوبة	1-2-4-2
21	تجربة محتوى الكربون العضوي والمواد الطيارة والرماد	2-2-4-2
22	أهم الخصائص الفيزيائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	3-4-2
22	التركيب النوعي الحبي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	1-3-4-2
60	كثافة النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس	2-3-4-2
63	رطوبة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	3-3-4-2
69	أهم الخصائص الكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	4-4-2
69	التحليل المباشر والنهائي	1-4-4-2
75	محتوى الطاقة في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس	5-4-2
77	كميات غاز الميتان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية وعن طمر النفايات	الفصل الثالث
77	مقدمة	1-3
77	ظاهرة الاحتباس الحراري	2-3
77	التعريف بظاهرة الاحتباس الحراري وأسبابها	1-2-3
77	الجهود والاتفاقيات الدولية لمواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري	2-2-3
78	تأثير قطاع النفايات الصلبة على ظاهرة الاحتباس الحراري	3-2-3
79	الطمر العشوائي (المكبات العشوائية) للنفايات البلدية الصلبة	3-3
79	الانبعاثات الناتجة عن مكبات النفايات الصلبة	1-3-3
80	الميتان الناتج عن مكبات النفايات الصلبة	2-3-3
81	معادلة حساب انبعاثات الميتان الناتجة عن مكبات النفايات الصلبة	3-3-3
82	معاملات الانبعاث الداخلة في معادلة حساب إصدارات الميتان	4-3-3

82	معامل تصحیح المیثان (MCF)	1-4-3-3
83	الکربون القابل للتفکك (DOC)	2-4-3-3
84	جزء الکربون الذي تفكك فعلاً (DOCF)	3-4-3-3
84	جزء غاز المیثان في الغاز المتولد (F)	4-4-3-3
84	جزء غاز المیثان المسترجع (R)	5-4-3-3
84	عامل الأكسدة لغاز المیثان (OX)	6-4-3-3
84	المعالجة الميكانيكية البيولوجية(MBT) للنفايات البلدية الصلبة	4-3
86	المعالجة المسبقة للنفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية قبل طمرها	1-4-3
88	معادلة حساب انبثاثات المیثان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية	2-4-3
90	المركز المتكامل لمعالجة النفايات الصلبة في طرطوس (معلم وادي الهدة)	5-3
90	موقع المعلم	1-5-3
90	وصف عام للمعلم	2-5-3
91	مكونات المعلم الأساسية والخدمية	1-2-5-3
92	وصف الموقع العام	2-2-5-3
92	سريان المواد (النفايات) والمياه داخل المعلم	3-2-5-3
94	وصف عمليات المعالجة داخل المعلم	4-2-5-3
101	كميات المیثان الناتجة عن مطامر النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	6-3
101	معدل الإنتاج اليومي الوسطي لفرد من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	1-6-3
103	كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس (2010 حتى 2015)	2-6-3
103	نسبة نفايات الحدائق في محافظة طرطوس	3-6-3
105	معاملات الابتعاث الداخلة في معادلة حساب المیثان استنادا إلى تركيب النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.	4-6-3
108	كميات المیثان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس	7-3
108	كمية النفايات العضوية المعالجة بيولوجياً في معلم وادي الهدة	1-7-3
109	معامل انبثاث المیثان لمعالجة البيولوجية EF	2-7-3

111	التخفيض الحاصل في انبعاث الميتان	8-3
113	الاستنتاجات والتوصيات	
114	المراجع	
118	ملحق الصور	

## فهرس الأشكال

الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
19	المناخل المستخدمة في تجربة التركيب الحبي	الشكل (1-2)
20	الوعاء المعدني المستخدم في تحديد الكثافة	الشكل (2-2)
21	فرن التجفيف	الشكل (3-2)
22	المرمدة	الشكل (4-2)
25	التركيب الحبي الوسطي لعينة حزيران 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (5-2)
25	وسطي التركيب النوعي لعينة حزيران 2014	الشكل (6-2)
28	التركيب الحبي الوسطي لعينة تموز 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (7-2)
28	وسطي التركيب النوعي لعينة تموز 2014	الشكل (8-2)
31	التركيب الحبي الوسطي لعينة آب 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (9-2)
31	وسطي التركيب النوعي لعينة آب 2014	الشكل (10-2)
33	التركيب الحبي الوسطي لعينة صيف 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (11-2)
33	وسطي التركيب النوعي لعينة صيف 2014	الشكل (12-2)
36	التركيب الحبي الوسطي لعينة أيلول 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (13-2)
36	وسطي التركيب النوعي لعينة أيلول 2014	الشكل (14-2)
39	التركيب الحبي الوسطي لعينة تشرين أول 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (15-2)
39	وسطي التركيب النوعي لعينة تشرين أول 2014	الشكل (16-2)
41	التركيب الحبي الوسطي لعينة خريف 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (17-2)
41	وسطي التركيب النوعي لعينة الخريف	الشكل (18-2)
44	التركيب الحبي الوسطي لعينة كانون الثاني 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (19-2)
44	وسطي التركيب النوعي لعينة كانون الثاني 2015	الشكل (20-2)
47	التركيب الحبي الوسطي لعينة شباط 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (21-2)
47	وسطي التركيب النوعي لعينة شباط 2015	الشكل (22-2)
49	التركيب الحبي الوسطي لعينة شتاء 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (23-2)

49	وسطي التركيب النوعي لعينة الشتاء	الشكل (24-2)
52	التركيب الحبي الوسطي لعينة نيسان 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (25-2)
52	وسطي التركيب النوعي لعينة نيسان 2015	الشكل (26-2)
55	التركيب الحبي الوسطي لعينة أيار 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (27-2)
55	وسطي التركيب النوعي لعينة أيار 2015	الشكل (28-2)
57	التركيب الحبي الوسطي لعينة الربيع عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (29-2)
57	وسطي التركيب النوعي لعينة الربيع	الشكل (30-2)
58	التركيب الحبي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس عند القطرتين (30 و 80) ملم	الشكل (31-2)
58	التركيب النوعي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس (2015 – 2014)	الشكل (32-2)
62	كثافة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فصول السنة (2015 – 2014)	الشكل (33-2)
68	رطوبة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فصول السنة (2015 – 2014)	الشكل (34-2)
72	اختلاف محتوى الكربون العضوي حسب مكونات النفايات البلدية الصلبة	الشكل (35-2)
79	حصة القطاعات المختلفة من إصدار GHG بمكافئ $\text{CO}_2$ لعام 2005	الشكل (1-3)
85	مخطط عام لعملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية (MBT)	الشكل (2-3)
88	الانبعاثات الناتجة عن أنواع مختلفة من مكبات النفايات مع الزمن	الشكل (3-3)
90	صورة جوية لموقع معمل وادي الهدة	الشكل (4-3)
93	مخطط سريان كميات النفايات داخل المعمل	الشكل (5-3)
95	الفرز اليدوي	الشكل (6-3)
96	تجميع المواد العضوية من المناخل ونقلها إلى ساحة التخمير	الشكل (7-3)
98	المنحي الحراري لعملية الكمر	الشكل (8-3)
98	خطوات التشغيل لإنضاج السماد	الشكل (9-3)
99	المنحي الحراري لعملية إنضاج السماد	الشكل (10-3)

100	التجهيز النهائي للسماد	الشكل (11-3)
111	المقارنة بين كمية الميتان المنبعثة في حال طمر النفايات أو معالجتها بطريقة MBT	الشكل (12-3)
112	المقارنة بين كمية $\text{CH}_4$ المنبعثة عن كمية النفايات الداخلة إلى معمل الهدأة خلال فترة الدراسة في حال استخدام MBT وفي حال طمر النفايات	الشكل (13-3)

## فهرس الجداول

الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
5	توزيع العينات على أشهر السنة	الجدول (1-1)
11	التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن العربية	الجدول (1-2)
12	التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن الآسيوية	الجدول (2-2)
12	قيم الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة حسب فصول السنة	الجدول (3-2)
13	القيم النموذجية لمحتوى الرطوبة في مكونات النفايات البلدية الصلبة	الجدول (4-2)
15	القيم النموذجية للعناصر في مكونات النفايات الصلبة	الجدول (5-2)
16	القيم النموذجية لمحتوى الطاقة والبقايا الخامدة (الرماد) في مكونات النفايات البلدية الصلبة	الجدول (6-2)
23	التركيب النوعي الحبي للعينة الأولى (حزيران 2014)	الجدول (7-2)
24	وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الأولى (حزيران 2014)	الجدول (8-2)
24	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة حزيران 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 9)
25	التركيب النوعي الوسطي للعينة الأولى (حزيران 2014)	الجدول (10 - 2)
26	التركيب النوعي الحبي للعينة الثانية (تموز 2014)	الجدول (11-2)
27	وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثانية (تموز 2014)	الجدول (12-2)
27	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة تموز للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 13)
28	التركيب النوعي الوسطي للعينة الثانية (تموز 2014)	الجدول (14 - 2)
29	التركيب النوعي الحبي للعينة الثالثة (آب 2014)	الجدول (15-2)
30	وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثالثة (آب 2014)	الجدول (16-2)
30	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة آب للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 17)
31	التركيب النوعي الوسطي للعينة الثالثة (آب 2014)	الجدول (18 - 2)
32	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة صيف (2014)	الجدول (19-2)

32	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في وسطي عينة الصيف للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 20)
33	التركيب النوعي الوسطي لعينة صيف (2014)	الجدول (21 - 2)
34	التركيب النوعي الحبي لعينة الرابعة (أيلول 2014)	الجدول (22-2)
35	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة الرابعة (أيلول 2014)	الجدول (23-2)
35	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة أيلول للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 24)
36	التركيب النوعي الوسطي لعينة الرابعة (أيلول 2014)	الجدول (25 - 2)
37	التركيب النوعي الحبي لعينة الخامسة (تشرين أول 2014)	الجدول (26-2)
38	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة الخامسة (تشرين أول 2014)	الجدول (27-2)
38	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة تشرين الأول للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 28)
39	التركيب النوعي الوسطي لعينة الخامسة (تشرين الأول 2014)	الجدول (29 - 2)
40	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة خريف (2014)	الجدول (30-2)
40	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في وسطي عينة الخريف للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 31)
41	التركيب النوعي الوسطي لعينة خريف (2014)	الجدول (32 - 2)
42	التركيب النوعي الحبي لعينة السادسة (كانون الثاني 2015)	الجدول (33-2)
43	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة السادسة (كانون الثاني 2015)	الجدول (34-2)
43	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة كانون الثاني للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 35)
44	التركيب النوعي الوسطي لعينة السادسة (كانون الثاني 2015)	الجدول (36 - 2)
45	التركيب النوعي الحبي لعينة السابعة (شباط 2015)	الجدول (37-2)
46	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة السابعة (شباط 2015)	الجدول (2 - 38)
46	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة شباط للمكونات الأكبر من 30 مل	الجدول (2 - 39)

47	التركيب النوعي الوسطي للعينة السابعة (شباط 2015)	الجدول (2 - 40)
48	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة شتاء (2015)	الجدول (2 - 41)
48	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة الشتاء للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 42)
49	التركيب النوعي الوسطي لعينة شتاء (2015)	الجدول (2 - 43)
50	التركيب النوعي الحبي للعينة الثامنة (نيسان 2015)	الجدول (2 - 44)
51	وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثامنة (نيسان 2015)	الجدول (2 - 45)
51	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة نيسان للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 46)
52	التركيب النوعي الوسطي للعينة الثامنة (نيسان 2015)	الجدول (2 - 48)
53	التركيب النوعي الحبي للعينة التاسعة (أيار 2015)	الجدول (2 - 49)
54	وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة التاسعة (أيار 2015)	الجدول (2 - 50)
54	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة أيار للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 51)
55	التركيب النوعي الوسطي للعينة التاسعة (أيار 2015)	الجدول (2 - 52)
56	وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة ربيع (2015)	الجدول (2 - 53)
56	متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة الربيع للمكونات الأكبر من 30 ملم	الجدول (2 - 54)
57	التركيب النوعي الوسطي في عينة ربيع (2015)	الجدول (2 - 55)
58	التركيب النوعي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس (2015 - 2014)	الجدول (2 - 56)
60	الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الصيف	الجدول (2 - 57)
61	الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الخريف	الجدول (2 - 58)
61	الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الشتاء	الجدول (2 - 59)

62	الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الربيع	الجدول (2-60)
63	نتائج الرطوبة للعينة الأولى حزيران 2014	الجدول (61-2)
64	نتائج الرطوبة للعينة الثانية تموز 2014	الجدول (62-2)
64	نتائج الرطوبة للعينة الثالثة آب 2014	الجدول (63-2)
65	نتائج الرطوبة للعينة الرابعة أيلول 2014	الجدول (64-2)
65	نتائج الرطوبة للعينة الخامسة تشرين الأول 2014	الجدول (65-2)
66	نتائج الرطوبة للعينة السادسة كانون الثاني 2015	الجدول (67-2)
66	نتائج الرطوبة للعينة السابعة شباط 2015	الجدول (68-2)
67	نتائج الرطوبة للعينة الثامنة نيسان 2015	الجدول (69-2)
67	نتائج الرطوبة للعينة التاسعة أيار 2015	الجدول (70-2)
69	محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في العينة الأولى (تموز 2014)	الجدول (71-2)
70	محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في العينة الثانية(كانون الثاني 2015)	الجدول (72-2)
70	رطوبة النوع الثاني من العينات (بقايا الطعام والورق والمحارم)	الجدول (73-2)
70	محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في عينة النوع الثاني(نيسان 2015)	الجدول (74-2)
71	رطوبة النوع الثالث من العينات (بقايا الطعام فقط)	الجدول (75-2)
71	محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في عينة النوع الثالث(نيسان 2015)	الجدول (76-2)
73	نسبة العناصر الكيميائية في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس	الجدول (77-2)
73	قيم العناصر الكيميائية في عينة من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس	الجدول (78-2)
74	الصيغة الكيميائية التقريرية مع الكبريت وبدون الكبريت	الجدول (79-2)
74	النسبة المئوية للعناصر والرماد على أساس الكتلة الرطبة	الجدول (80-2)
75	محتوى الطاقة الكلية في عينة (kg 500) من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس	الجدول (81-2)
80	الغازات الناتجة عن مطامر النفايات البلدية الصلبة عالمياً	الجدول (1-3)

82	تصنيف موقع التخلص من النفايات الصلبة ومعاملات تصحيح الميtan (MCF)	الجدول (2-3)
83	محتوى الكربون العضوي القابل للتحلل في المكونات المختلفة للنفايات البلدية الصلبة	الجدول (3-3)
89	معاملات الانبعاث الافتراضية للميغان وأكسيد النيتروز الناجمة عن المعالجة البيولوجية للنفايات	الجدول (4-3)
101	معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في مراكز المدن في محافظة طرطوس	الجدول (5-3)
102	معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في عدة بلديات من محافظة طرطوس	الجدول (6-3)
103	كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس (من 2010 حتى 2015)	الجدول (7-3)
104	كمية نفايات الحدائق المتولدة شهرياً عن مدينة طرطوس	الجدول (8-3)
104	كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة شهرياً عن مدينة طرطوس	الجدول (9-3)
106	حساب الكمية الإجمالية من النفايات البلدية الصلبة التي يتم التخلص منها في المكبات	الجدول (10-3)
107	حساب كمية $\text{CH}_4$ المنبعثة سنوياً من مكبات النفايات الصلبة في محافظة طرطوس	الجدول (11-3)
109	كمية النفايات العضوية المعالجة بيولوجياً في وادي الهدة(حزيران 2014 - أيار 2015)	الجدول (12-3)
110	انبعاثات الميغان من نفايات محافظة طرطوس من 2010 حتى 2015 عند استخدام MBT	الجدول (13-3)
110	انبعاثات الميغان من النفايات الداخلة إلى معمل الهدة خلال فترة الدراسة	الجدول (14-3)
111	التخفيض الحاصل في انبعاث الميغان من نفايات محافظة طرطوس(2010-2015) عند استخدام MBT	الجدول (15-3)
112	التخفيض الحاصل في انبعاث الميغان من النفايات الداخلة إلى معمل الهدة خلال فترة الدراسة	الجدول (16-3)

## المختصرات

التسمية باللغة العربية	التسمية باللغة الانكليزية	الاختصار
المعالجة الميكانيكية البيولوجية	Mechanical Biological Treatment	MBT
المعالجة الميكانيكية	Mechanical Treatment	MT
النفايات البلدية الصلبة	Municipal Solid Waste	MSW
غازات الاحتباس الحراري	Greenhouse Gas	GHG
البقايا العضوية المفروزة ميكانيكيًا	Mechanically sorted organic residues	MSOR
الغاز الحيوي اللاهوائي	Anaerobic Biogas Possibility	ABP
منظمة الأرصاد الجوية العالمية	World Metrological Organization	WMO
برنامج الأمم المتحدة للبيئة	United Nation Environmental Program	UNEP
المنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ	Intergovernmental Panel Climate Change	IPCC
اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية حول تغير المناخ	United Nation Framework Convention for Climate Change	UNFCCC
الكريون القابل للتفكك	Degradable organic carbon	DOC
الفيول المشتق من المرفوضات	Refuse Derived Fuel	RDF

## المصطلحات العلمية

Particle Size and Distribution	التركيب النوعي الحبي
Density	الكثافة
Moisture Content	محتوى الرطوبة
Proximate and Ultimate analysis	التحليل المباشر والنهائي
Energy content	محتوى الطاقة
Fusing point of ash	نقطة الانصهار للرماد
Random dumps	المكبات العشوائية
landfill	الطمر
Methanogenic	بكتيريا الميثان
Integrated management of municipal solid waste	الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة
Anaerobic Digestion	الهضم اللاهوائي
Composting	التحويل إلى سماد
Recycling	إعادة التدوير
Leachate	الرشاحة
Traditional Landfill	المكب التقليدي
Dry tomb landfill	المكب الجاف
Secured landfill	المكب الآمن
Sustainable Landfill	المكبات المستدامة

## **الملخص**

يساهم قطاع النفايات الصلبة وخاصة في البلدان النامية ومنها سوريا في ابعاد غازات الدفيئة، وبشكل أساسي غاز الميثان. حيث لا تتوفر البنى التحتية والهندسية، بالإضافة إلى الكادر الفني المدرب لتطبيق نظام إدارة متكاملة للنفايات، مما يؤدي إلى انتشار المركبات العشوائية، التي باتت تعاني منها معظم المحافظات السورية ومنها محافظة طرطوس .

تضمن البحث إجراء مجموعة من التجارب الحقلية والمخبرية على عينات من النفايات البلدية الصلبة القادمة مباشرة إلى المركز المتكامل لمعالجة النفايات (معمل وادي الهدة) في محافظة طرطوس، وتم تنسيق نتائج هذه التجارب والمساهمة في إنشاء قاعدة بيانات تتضمن أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس، وتم الاعتماد على هذه النتائج في تحديد قيم المعاملات الداخلية في معادلات حساب إصدارات الميتان الناتجة عن قطاع النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس.

تم التطرق في هذا البحث إلى حساب ابعادات الميتان الناتجة عن قطاع النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس وفق السينarioهات الآتية:

\* طمر النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن المحافظة خلال الأعوام من 2010 وحتى 2015 في المركبات العشوائية.

\* معالجة النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن المحافظة خلال الأعوام من 2010 وحتى 2015 باستخدام طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية.

\* معالجة كمية النفايات البلدية الصلبة الداخلية إلى المركز المتكامل لمعالجة النفايات (معمل وادي الهدة) في (محافظة) طرطوس، من بداية حزيران 2014 حتى نهاية أيار 2015، باستخدام طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية.

تم حساب إصدارات غاز الميتان باستخدام المعادلات الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)، التي أنشئت لدراسة ظاهرة الاحتباس الحراري وطرح الحلول لمعالجتها.

وقد بيّنت نتائج البحث:

- تزايد ابعادات الميتان في محافظة طرطوس من 2010 حتى 2015 وذلك بسبب طمر كميات النفايات البلدية الصلبة المتولدة خلال هذه الأعوام.

- يُؤدي استخدام طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات الصلبة في محافظة طرطوس إلى تخفيض انبعاثات الميتان بنسبة 93% مقارنة بطريقة الطمر في المكبات العشوائية.

- لتحقيق أفضل النتائج في مجال تخفيض انبعاثات غاز الميتان الناتج عن قطاع النفايات الصلبة في محافظة طرطوس وفي سوريا بشكل عام، لا بد من تطبيق عملية الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة والتي تتضمن فرز النفايات في المصدر ومعالجة نواتج الفرز كل على حدا.

## الفصل الأول

### الإطار المنهجي والمرجعي للبحث

#### ١-١- مقدمة:

شهد النصف الثاني من القرن العشرين تغيرات واضحة في المناخ على كوكب الأرض، وقد رصد العلماء أهم هذه التغيرات والتي تجلت بارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض، وما نجم عنها من ذوبان القبعات النثلجية على رؤوس الجبال وذوبان الكتل الجليدية في القطبين، وارتفاع مستوى سطح البحر. وقد عزى العلماء ذلك إلى ظاهرة الاحتباس الحراري الناجمة عن زيادة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وتأتي هذه الزيادة من نشاطات الإنسان في مختلف القطاعات الرئيسية (الطاقة والنقل، الصناعة، الزراعة، والنفايات).

من المعلوم أن قطاع النفايات الصلبة يساهم في انبعاث غازات الدفيئة، وخاصة في البلدان النامية حيث تحتوي هذه النفايات جزءاً لا يأس به من النفايات العضوية يصل حتى 60%， ويؤدي رمي هذه النفايات في المكبات أو طمرها في التربة دون أي معالجة مسبقة إلى تخمرها بالبكتيريا اللاهوائية وإصدار عدد من الغازات أهمها غاز الميثان.

إن معالجة النفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية (MBT) قبل طمرها، تعتبر الخيار الأنسب لمعالجة النفايات في البلدان النامية ومنها سوريا، لأن معظم النفايات فيها لا يتم فصلها (فرزها) في المصدر وبذلك فهي تحتاج إلى مرحلة معالجة ميكانيكية يتم فيها فرز النفايات لتسهل عملية تدويرها، إضافة إلى أن الجزء الأكبر من التركيب النوعي لهذه النفايات هو عضوي وبالتالي فطريقة المعالجة الأنسب هي المعالجة البيولوجية ليتم تحويلها إلى سماد أو الحصول على الغاز الحيوي.

في محافظة طرطوس السورية الساحلية يتم جمع النفايات دون فرز في المصدر وينقل قسم من هذه النفايات إلى معمل وادي الهدة المنجز حديثاً (المركز المتكامل لمعالجة النفايات الصلبة)، الواقع جنوب شرق مركز المدينة على طريق عام صافيتا - طرطوس، والذي يعتبر الأول في المحافظة، حيث يتم معالجة النفايات بطريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية (MBT)، فتُفرز النفايات ويتحول الجزء العضوي

منها إلى سmad. وسوف نتبين من خلال درستنا هنا أهمية هذا المركز في الحد من انبعاث غاز الميتان الناجم عن قطاع النفايات الصلبة في محافظة طرطوس وذلك عبر دراسة تركيب النفايات وخصائصها ومن ثم تقدير كميات غاز الميتان الصادر عن نفايات المحافظة وذلك مع وبدون وجود المركز.

## **1-2- مشكلة البحث:**

ازدادت الحاجة إلى وضع حلول مناسبة لظاهرة الاحتباس الحراري كونها من أهم المشاكل البيئية التي تواجه العالم، وخاصة بعد تزايد انبعاث غازات الدفيئة GHG، ومن المعلوم أن قطاع النفايات الصلبة يساهم بشكل واضح في انبعاث هذه الغازات وخاصة غاز الميتان، حيث تأثير  $CH_4$  أسوأ بـ 25 مرة من تأثير  $CO_2$  من حيث إمكانية الاحترار العالمي [1]، ويتجزب على كل الدول بحسب الاتفاقيات أن تبلغ عن إصداراتها السنوية من هذه الغازات، وتتخذ الطرق المناسبة للتخفيف منها.

بالنسبة للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس والتي تبلغ نسبة الجزء العضوي فيها حوالي 60% فإن الطريقة الأكثر ملائمة لمعالجة هذه النفايات هي طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية، وتحويل الجزء العضوي إلى سmad، وسيدرس هذا البحث عملية معالجة النفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية كحل للتخفيف من انبعاث غاز الميتان مقارنة بعملية الطمر دون معالجة مسبقة ودون استرداد للغاز.

## **1-3- أهمية البحث:**

بما أن تحل النفايات الصلبة العضوية يعتبر أحد أهم المصادر لانبعاث غازات الدفيئة وبخاصة غاز الميتان والذي يساهم بشكل أساسي في ظاهرة الاحتباس الحراري، كان لابد من دراسة عملية المعالجة المسبقة للنفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية كأحد أهم الحلول للتخفيف من انبعاث غازات الدفيئة في البلدان النامية إذ لا يوجد فرز مسبق للنفايات، ولا تتوافر تقنيات وخبرات استرداد غازات المطامر، حيث سيقدم هذا البحث مقارنة بين كمية الميتان الناتجة عن طمر النفايات دون معالجة مسبقة، وبين كميته في حال معالجة النفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية.

## **1-4- أهداف البحث:**

1. وضع قاعدة بيانات تتضمن تركيب وخواص النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس.
2. تحديد كمية الميتان الناتجة عن عملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية (MBT) للنفايات البلدية الصلبة في معمل وادي الهدة وكذلك تحديد كميته الناتجة عن طمر النفايات دون معالجة مسبقة وبدون استرداد لغاز المطامر، وحساب نسبة التخفيض الحاصل في انبعاث هذا الغاز من خلال المقارنة بين كميته الناتجة في كلا الحالتين.

## ٥-١ مجتمع وعينات البحث:

من أجل دراسة خصائص النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس، تمأخذ عينات من هذه النفايات في كل فصل لتغطي عاماً كاملاً (من بداية حزيران 2014 حتى نهاية أيار 2015)، بوزن (500) كغ للعينة الواحدة من النفايات البلدية الصلبة القادمة مباشرة إلى معمل وادي الهدة بواسطة جرارات ولم تتعرض لأي ضغط .

تم أخذ عينة تجريبية في أيار 2014 لنأخذ من خلالها فكرة عامة عن مكونات النفايات، وتدريب العمال على آلية العمل من فرز للمكونات وعمليات النخل على المناخل وقياس الأوزان على كل منخل، وزن كل مكون من مكونات العينة، والتعرف على الأجهزة المخبرية التي سيتم استخدامها وآلية عملها. ثم بدأ أخذ عينات الدراسة من بداية حزيران 2014 بحيث تكون العينات موزعة على فصول السنة الأربع حتى نهاية شهر أيار 2015 (الجدول ١-١).

**الجدول (١-١) توزيع العينات على أشهر السنة**

تكرار كل عينة			عدد العينات	الشهر	الفصل
الرطوبة	الكتافة	التحليل النوعي الحبي			
4	5	3	3	حزيران	صيف 2014
				تموز	
				آب	
4	5	3	2	أيلول	خريف 2014
				تشرين الأول	
4	5	3	2	كانون الثاني	شتاء 2014 - 2015
				شباط	
4	5	3	2	نيسان	ربيع 2015
				أيار	

## 6-1- منهج البحث:

تم اعتماد المنهج التجاربي من أجل تحديد خصائص النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس، حيث تم إجراء مجموعة من التجارب الحقلية والمخبرية على عينات النفايات المأخوذة.

تم اعتماد المنهج الرياضي واستخدمت المعادلات الرياضية لحساب كميات الميتان الناتجة عن الطمر العشوائي للنفايات وعن المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة، حيث تم حساب كميات الميتان وفق السيناريوهات التالية:

- الطمر العشوائي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس خلال الأعوام من 2010 وحتى 2015.
- بفرض معالجة كميات النفايات الناتجة عن محافظة طرطوس خلال الأعوام من 2010 وحتى 2015 بطريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية.
- معالجة كمية النفايات البلدية الصلبة الداخلة إلى المركز المتكامل لمعالجة النفايات (معمل وادي الهدة) في محافظة طرطوس، من بداية حزيران 2014 حتى نهاية أيار 2015، باستخدام طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية.

## 7- المعالجة الميكانيكية البيولوجية كحل للتخفيف من انبعاث غازات الدفيئة وخاصة الميتان:

تعتبر عملية المعالجة الميكانيكية والبيولوجية للنفايات (MBT) إحدى التقنيات الهامة لمعالجة النفايات البلدية الصلبة (MSW). حيث تشمل هذه العملية مرحلتين، الأولى: ميكانيكية يتم فيها فرز النفايات وإعادة تدويرها، والثانية: بيولوجية يتم فيها تحويل الجزء العضوي المفروز إلى سماد أو إنتاج الغاز الحيوي [2].

درست العديد من الأبحاث العلمية طرق مختلفة لتقليل انبعاث غازات الدفيئة من قطاع النفايات الصلبة وخاصة انبعاث الميتان، وركزت هذه الدراسات والأبحاث العلمية خصوصاً في السنوات الأخيرة على عملية المعالجة الميكانيكية لفرز هذه النفايات وإعادة تدويرها وبالتالي تقليل كمياتها بالإضافة إلى عمليات المعالجة البيولوجية للجزء العضوي المفروز وتحويله إلى سماد، وبالتالي نقل من الجزء المتوجه إلى الطمر والذي يكون السبب في انبعاث الميتان، ففي تايلاند كانت المكبات المفتوحة و المطامر هما الطريقتان السائدتان للتخلص من النفايات في عام 2009، حيث تشير التقديرات إلى أن 47% من النفايات التي تم جمعها تطرمر و 53% تلقى في المكب العشوائي، وسببت هذه الأساليب البسيطة في إدارة النفايات الكثير من الآثار السلبية المتزايدة، مما استدعي التحرك نحو أساليب المعالجة الميكانيكية

البيولوجية (MBT). وتمت مقارنتها مع ممارسات التخلص الأكثر شيوعاً، وهي المكب العشوائي و الطمر دون استرداد الغاز ، وتمت الحسابات وفقاً للمبادئ التوجيهية لتقدير انبعاثات غازات الدفيئة الموضوعة من قبل الفريق الحكومي الدولي المعنى بتغير المناخ (IPCC) . وفقاً للحسابات بلغت انبعاثات غازات الدفيئة من المعالجة البيولوجية الميكانيكية بما فيها الميثان  $CO_2\text{-eq/tonne}$  161 kg ، في حين بلغت هذه الانبعاثات من المكب المفتوح  $CO_2\text{-eq/tonne}$  448 kg ، و من الطمر الصحي (دون استرداد الغاز)  $CO_2\text{-eq/tonne}$  925 kg ، حيث استنتج أن النموذج الحالي لإدارة النفايات في بلدية فيتسانولوك والذي يتضمن معمل المعالجة البيولوجية الميكانيكية يسهم إسهاماً كبيراً في البرنامج الوطني للتخفيف من غازات الدفيئة وخاصة الميثان وتحسين الاستدامة الشاملة لقطاع إدارة النفايات [3] .

وبذلك فإن دور MBT يكون واضحاً في خفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري وبشكل أساسي خفض انبعاثات الميثان من مطامر النفايات البلدية الصلبة، وبما أن معدلات إنتاج الميثان تتفاوت تفاوتاً كبيراً بين أجزاء النفايات، فمن المهم استهداف الجزء الذي يساهم بشكل أكبر في انبعاث غاز الميثان وهو الجزء العضوي، حيث أنه بالمعالجة الميكانيكية للنفايات تنتج النفايات العضوية الغنية والتي تسمى البقايا العضوية المفروزة ميكانيكياً (MSORs)، وبينت دراسة أجريت في المملكة المتحدة أن معالجة هذا الجزء بيولوجيًّا يحقق تخفيضات كبيرة في النشاط البيولوجي وفي المحتوى العضوي للنفايات ويساهم بشكل كبير في تخفيض انبعاث الميثان بنسبة تزيد عن 74% عند المعالجة البيولوجية لهذا الجزء العضوي [4] .

وتحتارف نسبة انبعاث الميثان عند معالجة النفايات ميكانيكيًّا (MT) قبل طمرها، عن نسبته في حال معالجتها ميكانيكيًّا وبيولوجياً (MBT)، حيث كان انبعاث غاز الميثان في فنلندا (هلسنكي) والناتج عن MBT أقل بشكل واضح منه في MT. إذ كان انبعاث الميثان من MT حوالي  $g/t$  356 وعند استخدام MBT أصبح  $g/t$  60، فكان انخفاض تراكيز  $CH_4$  حوالي 5 أضعاف، علاوة على ذلك كانت انبعاثات غاز الميثان ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز أقل بعده أضعاف في نفايات MBT منها في نفايات [5] MT .

كما أن التخفيض الحاصل في انبعاث الميثان يختلف باختلاف مدة المعالجة البيولوجية، ففي إيطاليا (كالياري) أخذت عينات من النفايات المعالجة ميكانيكيًّا في معمل MBT، ثم تمت معالجتها بيولوجياً لمدة 8 أسابيع و 15 أسبوعاً وأجريت عليها الاختبارات من أجل تقدير ثابت معدل تولد الغاز واحتمالية تولده وكمية الكربون العضوي على شكل غاز. أظهرت النتائج التجريبية كيف سمحت المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات MBT بتحفيض احتمالية تولد غاز الميثان وبنسبة مختلفة (67%-83%) بعد المعالجة لمدة 8 أسابيع و 15 أسبوعاً [6] . وكانت هذه النسب متقاربة مع نتائج دراسة احتمالية تشكل

الغاز الحيوي اللاهوائي (ABP) في ميلانو حيث سمح معمل MBT بالحد من (ABP) بنسبة 56% بعد أربع أسابيع من المعالجة، وبنسبة 79% بعد 12 أسبوعاً من المعالجة [7].

كما تعتبر عملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة وسيلة معايدة في أكسدة الميثان وبالتالي تخفيف انبعاثه من المكبّات. حيث أخذ الجزء المتبقّي من المعالجة الميكانيكية البيولوجية النفايات البلدية الصلبة (بقايا MBT) ودرس في مخبر جامعة يوفاسكولا في فنلندا لتقدير مدى ملائمته وتوافقه بيئياً كوسيلة معايدة في أكسدة الميثان ( $\text{CH}_4$ ) للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من مطامر النفايات. وتمت الدراسة على مجموعتين من بقايا MBT حيث تم تثبيتها بيولوجياً لمدة 5 أشهر و12 شهراً، في درجات حرارة مختلفة. أشارت التجارب المخبرية أن بقايا MBT يمكن استخدامها كوسيلة دعم لأكسدة الميثان حتى في درجات الحرارة المنخفضة، للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من مطامر النفايات [8].

## الفصل الثاني

# الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس

### 1-2 - مقدمة:

يعتبر تركيب وخصائص النفايات أساسياً في التخطيط الفعال لوضع سياسات إدارة النفايات، ورصد ومراقبة نظام إدارة النفايات القائم، فمن المستحيل نجاح هذا النظام إذا لم يراع تكوين وخصوص النفايات [9]، والتي تمكنا معرفتها من اختيار الطريقة الفعالة في الجمع والنقل والمعالجة والاسترجاع وإعادة التدوير وإعادة الاستخدام والتخلص النهائي من هذه النفايات [10].

يختلف تركيب وخصوص النفايات من بلد إلى آخر حسب المستوى الاقتصادي لهذا البلد، فضلاً عن العديد من العوامل الاجتماعية والاقتصادية كمستوى المعيشة والعادات الثقافية والغذائية، كما يتأثر بموارد الطاقة والمناخ والمواسم [11].

تتمتع محافظة طرطوس الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من سوريا والتي تشغل مساحة 2193 كم<sup>2</sup>/ بمزايا سياحية وزراعية هامة، توفر من عامل جذب للسياح، حيث يسيطر على المنطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي يتميز باعتدال درجات الحرارة على مدار العام، كما تقع هيدرولوجياً ضمن حوض الساحل حيث تعتبر غنية بالمياه إذ يصل معدل الهطول السنوي إلى (1000) مم [12].

ونظراً لما تتمتع به محافظة طرطوس من مزايا هامة وما تعانيه من تفاقم في المشاكل التي تواجه إدارة النفايات الصلبة، وتزايد حجم هذه النفايات (خصوصاً بعد التزايد الكبير في عدد سكان المحافظة) ونقص في البيانات المتعلقة بخصوص النفايات وتكونها، الأمر الذي شجع على المساهمة في تطوير قاعدة بيانات تتضمن أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في المحافظة والتي تفيدنا في:

- 1- التعرف على نسب الأصناف المكونة للنفايات.
- 2- تحديد كميات النفايات القابلة للمعالجة وإعادة التدوير.
- 3- تقدير الكمية التي يجب التخلص منها.
- 4- توفير قاعدة معلومات دقيقة ومعتمدة للمستثمرين والباحثين.
- 5- تشجيع الاستثمار في مجال المعالجة وإعادة التدوير.

## 2-2- خصائص النفايات البلدية الصلبة:

إن تصنيف النفايات الصلبة وبمختلف مكوناتها المنتجة من نشاط إنساني معين يتم اعتماداً على الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية ، حيث يختلف كل مكون عن الآخر في طبيعة النفايات التي ينتجها وبالتالي ستختلف تركيبة النفايات اعتماداً على هذه الخواص، والتي ستعكس على طريقة الاستفادة أو التخلص من كل مكون من مكونات النفايات وبالتالي التخلص الآمن والصحيح من النفايات الصلبة المنتجة [13].

نقسم خصائص النفايات البلدية الصلبة إلى:

- الخصائص الفيزيائية
- الخصائص الكيميائية
- الخصائص البيولوجية

### 2-2-1- إجراءاتأخذ العينات:

من أجل دراسة خواص وتركيب النفايات تؤخذ عينة منها في أماكن جمعها، لا تحتوي على مكونات كبيرة مثل الألواح الخشبية، بقايا البناء، الموبيليا القديمة، وأي مواد ذات قياس أكبر من 350 ملم. يتغير تركيب و خواص النفايات الصلبة مع فصول السنة و خلال عدة سنوات، مما يجعل إجراء البحث كل خمس سنوات على الأقل ضرورياً [14].

يُنصح بالتقنية التالية عندما ترغب بتقدير المكونات المستقلة (كل مكون على حدا) ضمن فئات النفايات [15]:

- فرغ حمولة شاحنة النفايات في منطقة مناسبة بعيداً عن العمليات الأخرى.
- قم بتقسيم حمولة الشاحنة إلى أربعة أقسام.
- حدد أحد الأرباع واقسمه إلى أربعة أخرى.
- قم بتحديد أحد الأرباع وافصل مكوناته كل على حدا.
- لتحديد كثافة كل مكون، ضع كل من هذه المكونات في وعاء ذي حجم معروف، وقم بوزنه فارغاً ومملوءاً.
- حدد النسبة المئوية لكل مكون وكثافته.
- عادة من 100 - 200 كغ (400-200 رطل) من النفايات يجب فرزها للحصول على عينة تمثيلية.
- للحصول على توزيع أكثر تمثيلاً لمكونات النفايات، يجب أن تجمع العينات خلال كل فصل من السنة.

## 2-2-2- الخصائص الفيزيائية للنفايات البلدية الصلبة:

الخصائص الفيزيائية الرئيسية للنفايات الصلبة التي تقاس عادة المستخدمة في وضع القرار حول إدارة النفايات الصلبة هي [16]: التركيب النوعي والحببي (Particle Size and Distribution)

- (Particle Size and Distribution) - التركيب النوعي (Moisture Content) - محتوى رطوبة (Density) - الكثافة (Density).

### 2-2-2-1- التركيب النوعي:

تحتوي النفايات الصلبة على مواد متعددة عضوية ولا عضوية المنشأ، والتركيب النوعي يعبر عن كميات المركبات منفصلة ونسبها إلى كمية النفايات العامة [14]، ويشمل تكوين النفايات البلدية الصلبة المركبات التالية [17]:

- بقايا الأغذية - الورق والكرتون - الخشب - المنسوجات - الحفاضات (الأنسجة الكتانية و الحريرية) - المطاط والجلد - المواد البلاستيكية - المعادن - الزجاج
- مواد أخرى (مثل: الرماد والغبار والقاذورات والتربة ونفايات الأجهزة الإلكترونية).
- إضافة إلى نفايات الحدائق والمنتزهات والتي تحسب نسبتها أيضا إلى كمية النفايات البلدية الصلبة.

إن تركيب النفايات هو أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على الانبعاثات الناجمة عن معالجة النفايات الصلبة، إذ تحتوي المكونات المختلفة على كميات مختلفة من الكربون العضوي القابل للتحلل، حيث أن نفايات الحدائق وبقايا الأغذية والنسيج والخشب والورق والحفاضات تحتوي على معظم الكربون العضوي القابل للتحلل في النفايات البلدية الصلبة [16].

يبين الجدول (1) التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن العربية [18]، ويبيّن الجدول (2) التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن الآسيوية [19].

الجدول (1) التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن العربية [18]

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
بلاستيك	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

الجدول (2-2) التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة في بعض المدن الآسيوية [19].

فئات النفايات (متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب)								
مواد أخرى (الرماد والغبار والتربة)	نسيج وجلد	معدن	زجاج	بلاستيك	ورق	المواد العضوية القابلة للتحلل	المدينة	
8	7	1	3	19	9	53	بانكوك	
16	4.6	0.2	0.3	4.7	4.3	70	داكا	
37.7	-	2.5	-	5.5	4.2	50.1	هانوي	
2	2	2	2	8	10	74	جاكرتا	
32	9	1	2	-	7	39.1	كاراثشي	
5.3	3.9	0.9	1.6	1.4	8.8	68.1	كاتماندو	
9	-	6	-	17	19	49	منالي	

## 2-2-2- التركيب الحبي:

إن معرفة التركيب الحبي للنفايات البلدية الصلبة هامة من أجل الوصول إلى تكنولوجيا جيدة لجمع النفايات والتخلص منها، ولمعرفة أبعاد الحاويات والسيارات الملائمة، وتجهيزات مصانع معالجتها. والتركيب الحبي للنفايات هو: كمية المواد ذات القياسات المختلفة، مأخوذة كنسبة مئوية من الكتلة العامة للنفايات [14].

## 2-2-3- الكثافة:

تعتبر الكثافة أحد أهم الخواص المميزة للنفايات البلدية الصلبة، وتختلف قيمتها باختلاف الفصول ومدة تخزين النفايات، ويساعد تعينها في تحديد ما يلي [14]:

- سعة حاويات جمع ونقل النفايات الصلبة - عدد مرات جمع النفايات - عدد سيارات النقل اللازمة وشكلها - طريقة إزالة النفايات ومعالجتها.

وبين الجدول (2-3) قيم الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة حسب فصول السنة [14].

الجدول (2-3) قيم الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة حسب فصول السنة [14].

الفصل	الكتافة الوسطية، $t/m^3$
الربيع والصيف	0.18 - 0.22
الخريف والشتاء	0.20 - 0.25
لكل الفصول (السنة)	0.19 - 0.23

## 2-2-2-4- محتوى الرطوبة:

تعرف نسبة الرطوبة بأنها كمية الماء الموجودة في النفايات منسوبة إلى كتلة عينة النفايات الجافة أو الرطبة وتحخذ غالباً الرطبة.

يؤخذ عامل الرطوبة بعين الاعتبار عند تحديد عدد ونوع الحاويات وسيارات النقل، كتامة حاويات جمع ونقل النفايات الصلبة، طريقة تغطية الحاويات، ونوعية طلاء الحاويات لمنع الصدأ عند اختيار الحل الاقتصادي الأمثل [14].

تعلق رطوبة النفايات البلدية الصلبة بتكونيتها (بقايا طعام، ورق،...)، وبحالة الطقس وفصول السنة حيث تختلف درجة رطوبتها باختلاف طريقة حفظها الآنية في أماكن جمعها (في حاويات مكشوفة أو مغطاة). إذ تتراوح نسبة رطوبة النفايات البلدية الصلبة بين (30 - 58) % ، حيث تتغير من فصل آخر [14]. ويبين الجدول (2-4) القيم النموذجية لمحتوى الرطوبة في مكونات النفايات البلدية الصلبة [20].

**الجدول (2-4) القيم النموذجية لمحتوى الرطوبة في مكونات النفايات البلدية الصلبة [20].**

المكون	المجال	محتوى الرطوبة كنسبة من الوزن (%)	القيمة النموذجية
نفايات الطعام	50 - 80	70	
ورق	4 - 10	6	
ورق مقوى	8-4	5	
بلاستيك	1 - 4	2	
نسيج	6 - 15	10	
مطاط	1 - 4	2	
جلد	8 - 12	10	
بقايا تقليم الحدائق	30 - 80	60	
خشب	15 - 40	20	
مواد عضوية متعددة	10 - 60	25	
زجاج	1 - 4	2	
علب معدنية	2 - 4	3	
المعادن غير الحديدية	2 - 4	2	
المعادن الحديدية	2 - 6	3	
التربا، الرماد، الطوب...الخ	6 - 12	8	

### 2-2-3- الخصائص الكيميائية للنفايات البلدية الصلبة:

النفايات الصلبة هي خليط من المكونات المختلفة التي لها تركيبتها الكيميائية الخاصة وصيغتها الكيميائية، ولكن اشتقاق صيغة تقريبية للنفايات المختلطة سيساعد على حساب الانبعاثات المحتملة خلال التحلل الطبيعي للنفايات أو معالجتها [16].

بيانات التركيب الكيميائي للنفايات الصلبة مهمة في تقييم الخيارات البديلة في معالجة واستعادة النفايات، على سبيل المثال إمكانية حرق النفايات الصلبة يعتمد على تركيبها الكيميائي [15].

الخصائص الكيميائية الهامة للنفايات الصلبة هي:

- التحليل المباشر (Proximate analysis).

- التحليل النهائي (Ultimate analysis).

- محتوى الطاقة (Energy content).

- نقطة الانصهار للرماد (Fusing point of ash).

### 2-2-1- التحليل المباشر والنهائي (Proximate and Ultimate analysis) :

يهدف التحليل المباشر للنفايات إلى تحديد:

- الرطوبة: يقصد هنا بالرطوبة محتوى المياه في العينة الذي يمكن أن يغير في الصفات

الفيزيائية والكيميائية وهي كمية المياه المفقودة من العينة عند تجفيفها على حرارة 105

درجة مئوية لمدة ساعة [16].

- المواد الطيارة، الرماد، الكربون الثابت.

وفقاً للنظام الألماني يمكن حساب الكربون العضوي بعد تحديد المواد الطيارة وفقاً للخطوات التالية [21]:

1-تجفف العينات بدرجة حرارة 105 درجة مئوية حتى تصبح ثابتة.

2-تطحن العينة المجففة ونأخذ منها حوالي 30 غ.

3-توضع العينة في جفنة بورسلان ويتم وزنها بميزان حساس.

4-توضع الجفنة في فرن بدرجة حرارة 550 درجة حتى تصبح ثابتة.

5-توزن الجفنة مع العينة بعد ثباتها.

6-يحسب محتوى الكربون العضوي باستخدام المعادلة:

$$(1) \quad \text{الكربون العضوي} = 0.58 * \text{المواد الطيارة}$$

حيث يتم حساب المواد الطيارة من العلاقة:

$$(2) \quad \text{المواد الطيارة} = \frac{\text{M}_{\text{VM}} - \text{M}_{\text{DRY}}}{\text{M}_{\text{TARE}} - \text{M}_{\text{DRY}}}$$

$\text{M}_{\text{DRY}}$ : وزن العينة المجففة مع الجفنة، غ.

$\text{M}_{\text{TARE}}$ : وزن العينة مع الجفنة بعد الترميد، غ.

أما التحليل النهائي يهدف إلى تحديد نسبة الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين والكربون [16]. ويبين الجدول (2-5) القيم النموذجية للعناصر في مكونات النفايات الصلبة على أساس الوزن الجاف [20,22].

الجدول (2-5) القيم النموذجية للعناصر في مكونات النفايات الصلبة [22].

% Ash	% S	% N	% O	% H	% C	المكون
5.0	0.4	2.6	37.6	6.4	48.0	نفايات الطعام
6.0	0.2	0.3	44.0	6.0	43.5	ورق
5.0	0.2	0.3	44.6	5.9	44.0	ورق مقوى
10	-	-	22.8	7.2	60.0	بلاستيك
2.5	0.15	4.6	31.2	6.6	55.0	نسيج
10	-	2.0	-	10.0	78.0	مطاط
10.0	0.4	10.0	11.6	8.0	60.0	جلد
4.5	0.3	3.4	38.0	6.0	47.8	بقايا تقليم الحدائق
1.5	0.1	0.2	42.7	6.0	49.5	خشب
5.0	0.3	2.2	37.5	6.5	48.5	مواد عضوية متعددة
68.0	0.2	0.5	2.0	3.0	26.3	التراب، الرماد، الطوب...الخ

### 2-3-2-2 - محتوى الطاقة (Energy content):

يعتبر تعيين محتوى الطاقة هام عند تحديد طرق معالجة النفايات الصلبة، ويمكن أن يحدد في المختبر باستخدام أجهزة القياس المسعرية أو يحدد بالحسابات إذا كان التركيب العنصري للنفايات معلوماً. ويعطى محتوى الطاقة بالكيلو جول لكل كيلو غرام من النفايات، ويبين الجدول (2-6) القيم النموذجية لمحتوى الطاقة والبقايا الخامدة (الرماد) في مكونات النفايات البلدية الصلبة [15].

يمكن تحويل قيم الطاقة المعطاة على أساس الوزن الرطب لتصبح على أساس الوزن الجاف [15]:

$$(3) \quad \text{الوزن الجاف} = \left( \frac{\text{الوزن الرطب}}{\frac{100}{100-\% \text{الرطوبة}}} \right)$$

وتصبح المعادلة على أساس الوزن الجاف الحالي من الرماد بالشكل التالي [15]:

$$(4) \quad \text{الوزن الجاف الحالي من الرماد} = \left( \frac{\text{الوزن الرطب}}{\frac{100}{100-\% \text{الرطوبة}}} \right)$$

في حال كانت قيم الطاقة غير متوفرة، يمكن تحديد قيم الطاقة التقريبية لمكونات النفايات باستخدام المعادلة المعروفة بصيغة دولونغ المعدلة والتي يدخل فيها قيم العناصر الكيميائية كنسبة مئوية :[22,15]

$$(5) \quad \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} = 337C + 1428\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9S$$

### 3-3-2-2- نقطة الانصهار للرماد (Fusing point of ash)

هي درجة الحرارة التي يتشكل عندها الرماد الناتج عن حرق النفايات، ودرجة حرارة الانصهار النموذجية هي 1100-1200 درجة مئوية [15].

الجدول (2-6) القيم النموذجية لمحتوى الطاقة والبقايا الخامدة (الرماد) في مكونات النفايات البلدية الصلبة [15].

المكون	البقايا الخامدة (بعد الاحتراق) الكامل) %	الطاقة		الطاقة (على أساس الوزن الرطب) KJ/Kg
		المجال	المجال	
القيمة النموذجية	القيمة النموذجية	المجال	المجال	
نفايات الطعام	5	2-8	5	4,650
ورق	6	4-8	6	16,750
ورق مقوى	5	3-6	5	16,300
بلاستيك	10	6-20	10	32,600
نسيج	2.5	2-4	2.5	17,450
مطاط	10	8 - 20	10	23, 250
جلد	10	8 - 20	10	17,450
بقايا تقليم الحدائق	4.5	2 - 6	4.5	6,500
خشب	1.5	0.6-2	1.5	18,600
مواد عضوية متعددة	6	2-8	6	18,000
زجاج	98	96-99	98	150
علب معدنية	98	96-99	98	700
المعادن غير الحديدية	96	90-99	96	-
المعادن الحديدية	98	94 - 99	98	700
التراب، الرماد، الطوب...الخ	70	60 - 80	70	7,000
النفايات البلدية الصلبة				10,500

## 2-2-4- الخصائص البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة:

الخاصية البيولوجية الأكثر أهمية للجزء العضوي من النفايات البلدية الصلبة هي أن معظم هذه المكونات العضوية يمكن أن تتحول إلى غازات ومواد صلبة عضوية ولا عضوية خاملة نسبياً [15].

الكائنات الحية الرئيسية المتواجدة في مختلف النفايات الصلبة هي البكتيريا، الفطريات، الطفيليّات (الأوليّات)، الحشرات، والقوارض. معظم الطفيليّات تتغذى على البكتيريا، حيث يمكن العثور على الطفيليّات الحرة الحية في أي بيئه هوائيه تتواجد فيها البكتيريا التي تتغذى عليها. هذه الطفيليّات هي كائنات مائية في الأساس إلا أنها توجد أيضاً في النفايات الصلبة والتربة حيث تملك القدرة على تشكيل كيسات تتيح لها البقاء على قيد الحياة أثناء الجفاف والظروف غير المواتية، وهي سبب العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان من قبل هذه الطفيليّات بما في ذلك الزحار الأممي [16].

تستضيف النفايات الصلبة أيضاً كمية كبيرة من الفطريات، حوالي 100000 نوع من الفطريات نحو 100 تسبب أمراضاً للحيوانات والبشر، وبعضها تسبب عدوى للشعر والأظافر والجلد والرئة، الدوى تحدث عن طريق القروح التي تصيب الأشخاص وتكون معرضة للهواء في أماكن تواجد النفايات الصلبة. النفايات الصلبة يمكن أن تستضيف مجموعة من الحشرات والمفصليات والحلقيات. كالصراسير والخنافس والنمل الأبيض والبعوض والذباب المنزلي والعناكب ودودة الأرض. وتجذب مكبات النفايات الصلبة الجرذان والسحالي والثعابين والكلاب نظراً لتوفّر الغذاء فيها [15].

الكائنات الدقيقة تلعب دوراً هاماً في تحول الجزء القابل للتحلل من النفايات الصلبة. البكتيريا الحرارية تساهم في تفكك البروتينات وغيرها من المواد سهلة التحلل، أما الفطريات والفطريات الشعاعية فهي تحول المواد العضوية المعقدة مثل السللووز واللجنين . تلاحظ عادة الفطريات الشعاعية في السماد، ومعظم هذه الكائنات تكون موجودة في النفايات البلدية الصلبة حتى قبل تحويلها إلى سماد [23].

## 2-3- واقع إدارة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فترة الدراسة:

تقدر الكمية الوسطية للنفايات البلدية الصلبة المتولدة يومياً في محافظة طرطوس بحوالي 600 طن/يوم، تُجمع على مستوى المحافظة من قبل الوحدات الإدارية بشكل مختلط، وتلقى في مكبات مفتوحة (عشوانية) عددها حوالي 60 مكب معتمد تتوزع على مناطق (طرطوس - صافيتا - الدريكيش - الشيخ بدر - القديموس - بانياس)، أغلبها يتوضع في مناطق تتمتع بمزايا سياحية هامة، وتعاني أغلب تلك المواقع من تراكم القمامات بشكل كبير يفوق الاستيعاب المكاني [24].

### 2-3-1- الجمع:

تم عمليات الجمع بشكل مختلط دون أي عملية فرز للنفايات، حيث يتم جمع هذه النفايات في حاويات معدنية وبلاستيكية بساعات مختلفة، هذا ضمن قطاع المدينة وعدد قليل من البلديات، في حين تجمع في أغلب البلديات باستخدام براميل غير مخصصة لجمع النفايات أو تجمع في نقاط محددة من القرية على جانب الطريق وخصوصاً عند مفارق الطرق [24].

### 2-3-2- النقل والترحيل:

تم عمليات نقل وترحيل النفايات الصلبة في المحافظة بواسطة مجموعة من آليات النقل إلا أن هذه الآليات لا تتوفر فيها الشروط الازمة لتحقيق عمليات النقل الآمن للنفايات الصلبة، إضافة إلى أن عدد الآليات العاملة حالياً غير كاف لنقل الكميات المتزايدة من هذه النفايات.

بالنسبة لمحطات الترحيل المدروسة والتي يبلغ عددها عشر محطات، فقد تم الانتهاء من تنفيذ الأعمال المدنية لعدد منها ( طرطوس- صافيتا- الدريكيش - الشيخ بدر - القديموس - بسانين الأسد - بعشتار )، في حين بقيت محطتي (مشتى الحلو - مدينة بانياس) حيث يوجد اعترافات شديدة من الأهالي على جميع الواقع المقترحة لتنفيذ هاتين المحطتين، أما بالنسبة لمحطة أرواد فقد تم حل المشكلة فيها بتصنيع قارب مجهز لنقل النفايات إلى الشاطئ ومنه ترحل إلى المركز المتكامل لمعالجة النفايات في وادي الهدة [24].

### 2-3-3- المعالجة:

لا يوجد أي معالجة للنفايات الصلبة في محافظة طرطوس، إذ تنتهي عملية الإدارة الحالية للنفايات بإلقاءها في مكبات عشوائية منتشرة على كامل المحافظة وبشكل مختلط. باستثناء 12% من النفايات البلدية الصلبة المتولدة يومياً والتي يتم ترحيلها إلى المركز المتكامل لمعالجة النفايات الصلبة في وادي الهدة، والذي يعتمد مبدأ معالجة النفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية حيث يتضمن محطة فرز ميكانيكية يدوية ومحطة معالجة بيولوجية (معمل سماد) و مطمر سطحي صحي.

## 4-2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

### 4-2-1- التجارب الحقلية على عينات النفايات المأخوذة:

تم في البدء تحضير العينة لإجراء التجارب عليها، حيث وزنت العينة المأخوذة من النفايات القادمة مباشرة إلى ساحة الاستقبال في معمل وادي الهدة بواسطة القبان الموجود عند مدخل المعمل، بعد ذلك تم تمزيق أكياس النفايات لتصبح العينة جاهزة لإجراء التجارب عليها.

### 4-2-1-1- تجربة التحليل النوعي الحبي:

أجريت تجربة تحليل النوعي الحبي لعينات النفايات باستخدام المناخل التي تم تصميمها بالقطرين 30 ملم و 80 ملم والموضحة بالشكل (1-2)، حيث تم نخل العينة على المنخل 80 ملم، و وزن المتبقى فوق المنخل وفرز كل مكون من النفايات المتبقية فوق المنخل 80 ملم و وزن، ثم تم نخل النفايات الأقل من 80 ملم على المنخل 30 ملم ووزن المتبقى فوق المنخل وفرز كل مكون من النفايات المتبقية فوق المنخل 30 ملم ووزنه، وبعد ذلك تم وزن النفايات ذات القطر أقل من 30 ملم.



الشكل (1-2) المناخل المستخدمة في تجربة التركيب الحبي.

### 4-2-2- تجربة الكثافة:

أخذت مجموعة عينات من النفايات وتم تحديد كثافتها باستخدام إناء معدني حجمه معلوم (20 لتر) مبين في الشكل (2-2) حيث وزن هذا الوعاء وهو فارغ، ثم ملئ بالنفايات دون رص وتم وزنه مملوءاً وتم تعيين الكثافة كما يلي [14]:

$$(6) \quad \text{الكثافة} = \frac{m_1 - m_2}{v}$$

$m_1$ : وزن الوعاء مملوء، كغ.  $m_2$ : وزن الوعاء فارغ، كغ.  $V$ : حجم الوعاء،  $\text{م}^3$ .



الشكل (2-2) الوعاء المعدني المستخدم في تحديد الكثافة.

#### 2-4-2- التجارب المخبرية على عينات النفايات المأخوذة:

##### 2-4-2-1- تجربة محتوى الرطوبة:

الأدوات والأجهزة الازمة للتجربة: مسطرين، مجفف، أكياس نايلون سعة 2 كغ ، قفازات بكم طويل، كمامه واقية للأذن والفم، ميزان حساس بكفة، فرن للتجفيف، ورق سولفان.

تم أخذ عينات جزئية من العينة الكلية المجهزة من النفايات البلدية الصلبة القادمة مباشرة إلى ساحة الاستقبال في معمل وادي الهدة (بحدود واحد كغ لكل عينة)، نقلت إلى المخبر وفرغت فوق قطعة نايلون في أرض المخبر وقطعت الأجزاء الكبيرة إلى أصغر ما يمكن وتم خلطها جيداً بواسطة المسطرين والمجفف حتى حصلنا على عينة أقرب ما يمكن إلى التجانس.

تقدير الرطوبة الأولية: تم وزن أربع مكررات حوالي 250 غ لكل مكرر ثم وضع المكررات في فرن التجفيف المبين بالشكل (2-3) على درجة 70 ° م ولمدة 24 ساعة [25]، بعد ذلك تم تبريدها بمعزل عن الهواء لمدة  $\frac{1}{2}$  ساعة ثم وزنها وحساب الرطوبة الأولية من الفرق بين الوزنين قبل التجفيف وبعد التجفيف لكل مكرر.

تقدير الرطوبة الثانية: تم إعادة المكررات إلى فرن التجفيف على درجة 105 ° م لمدة ثلاثة ساعات فقط [25]، ثم بردت بمعزل عن الهواء لمدة  $\frac{1}{2}$  ساعة ثم وزنها وتم تسجيل أوزان المكررات، وحسبت الرطوبة الثانية من الفرق بين الوزن على الحرارة 70 ° م والوزن على الحرارة 105 ° م.

تقدير الرطوبة الكلية: الرطوبة الكلية % = الرطوبة الأولية % + الرطوبة الثانية % [25].



الشكل (2-3) فرن التجفيف.

#### 2-4-2-2- تجربة محتوى الكربون العضوي والمواد الطيارة والرماد:

الأدوات والأجهزة اللازمة للتجربة: جفනات بورسلان، مجفف، أكياس نايلون سعة 1 كغ، قفازات بكم طويل، كمامه واقية للأذن والفم، ميزان حساس بكفة، فرن للتجفيف، مرمرة، ورق سولفان.

تمت دراسة محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة لثلاث أنواع من العينات:

- النوع الأول: عينات من النفايات البلدية الصلبة المختلطة.
- النوع الثاني: عينات من بقايا الطعام والورق والمحارم.
- النوع الثالث: عينات من بقايا الطعام فقط.

بالنسبة لنوع الأول من العينات (عينات من النفايات البلدية الصلبة المختلطة) تم إجراء التجربة على عينة أولى (تموز 2014) وعينة ثانية (كانون الثاني 2015) كل عينة بثلاث مكررات ( حوالي 30 غرام لكل مكرر)، هذه المكررات أخذت من عينات تحديد الرطوبة لشهري تموز وكانون الثاني فكانت رطوبة المكررات محسوبة سابقاً.

طُحنت العينات المجففة، ووضعت في جفنة بورسلان وتم وزنها بميزان حساس، ثم وضعت الجفنة في فرن بدرجة حرارة 550 درجة حتى أصبحت ثابتة (ترممت)، وزنت الجفنة مع العينة بعد ثباتها.

بالنسبة لعينات النوعين الثاني (بقايا الطعام والورق والمحارم)، والثالث (بقايا الطعام):

- تم أخذ أربع مكررات لكل عينة.
- جفت هذه المكررات بدرجة حرارة 105 درجة مئوية حتى أصبحت ثابتة .
- طحنت العينة المجففة ووضعت في جفنة بورسلان وتم وزنها بميزان حساس.
- وضعت الجفنة في فرن بدرجة حرارة 550 درجة حتى أصبحت ثابتة (حتى تمام الترميد).
- وزنت الجفنة مع العينة بعد ثباتها.

تم حساب محتوى الكربون العضوي باستخدام المعادلة (1)، والمواد الطيارة باستخدام العلاقة (2) الواردتين في هذا الفصل [21].

بعد وزن العينات المجففة المأخوذة لحساب محتوى الكربون العضوي المدخلة إلى الفرن بدرجة حرارة 550 درجة مئوية (مرمدة) حتى تمام الترميد (ثبات الوزن والحصول على اللون الأبيض الرمادي)، تم تحديد نسبة الرماد في هذه العينات من خلال نسب وزن العينات بعد ترميدها إلى الوزن الجاف لتلك العينة.



الشكل (2-4) المرمدة.

#### 4-3- أهم الخصائص الفيزيائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

##### 4-3-1- التركيب النوعي الحبي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

أجريت تجربة التركيب النوعي الحبي على العينات المأخوذة خلال أربعة فصول (صيف 2014 - خريف 2014 - شتاء 2015 - ربيع 2015) بوزن 500 كغ للعينة الواحدة من النفايات البلدية الصلبة القادمة إلى ساحة الاستقبال في معمل وادي الهدة، وتم تمثيل النتائج وفق الجداول الآتية من الجدول رقم (2-7) وحتى الجدول رقم (56-2). كما تم تمثيل وسطي كل عينة، ووسطي نتائج كل فصل، ووسطي التركيب النوعي الحبي للفصول الأربع وفق مخططات بيانية تظهر في الأشكال الآتية من الشكل رقم (2-5) حتى الشكل رقم (32-2).

الجدول (2-7) التركيب النوعي الحبي للعينة الأولى (حزيران 2014)

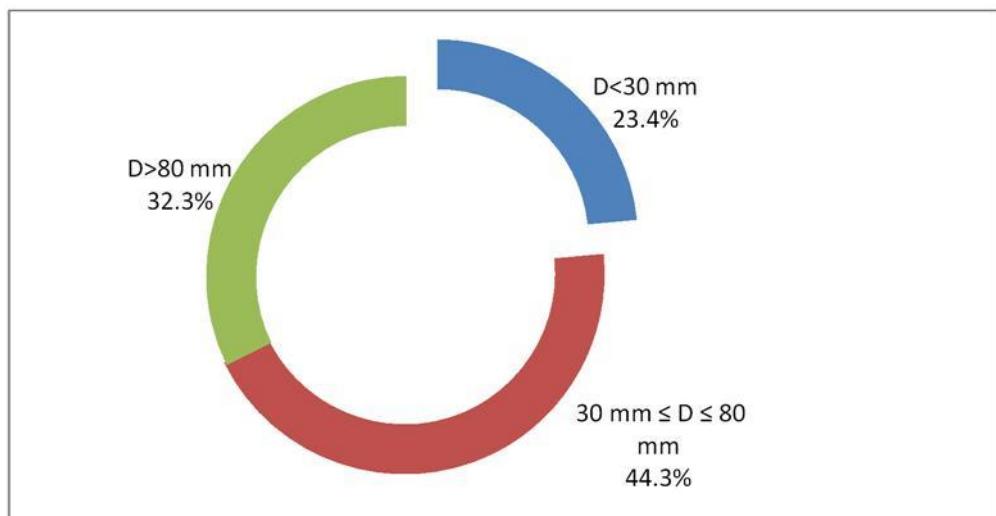
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22.15	110.75	0	0	7.9	39.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.6	18	نسيج وأحذية	
		0.5	2.5	1.8	9	معادن	
		0	0	0.8	4	خشب	
		0.75	3.75	2.3	11.5	علب بلاستيك	
		1	5	2.9	14.5	ورق وكرتون	
		0.8	4	2.5	12.5	زجاج	
		44.3	221.5	6.9	34.5	مخلفات غذائية	
		0.4	2	1.4	7	الخاضات+محارم	
		47.75	238.75	30.1	150.5	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
25.65	128.25	0	0	6.2	31	أكياس بلاستيك	
		0	0	5.1	25.5	نسيج وأحذية	
		0.4	2	2.9	14.5	معادن	
		0	0	0.3	1.5	خشب	
		0.6	3	2.4	12	علب بلاستيك	
		0.75	3.75	3.75	18.75	ورق وكرتون	
		0.35	1.75	2.9	14.5	زجاج	
		38.05	190.25	8.4	42	مخلفات غذائية	
		0.65	3.25	1.6	8	الخاضات+محارم	
		40.8	204	33.55	167.75	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22.4	112	0	0	8.3	41.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	4.9	24.5	نسيج وأحذية	
		0.25	1.25	2	10	معادن	
		0	0	1.3	6.5	خشب	
		0.25	1.25	1.9	9.5	علب بلاستيك	
		0.25	1.25	4.1	20.5	ورق وكرتون	
		0.5	2.5	1.15	5.75	زجاج	
		42.2	211	7.8	39	مخلفات غذائية	
		0.9	4.5	1.8	9	الخاضات+محارم	
		44.35	221.75	33.25	166.25	المجموع	

الجدول (2-8) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الأولى (حزيران 2014)

وسطي عينة حزيران 2014						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		المكون
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	
23.4	117	0	0	7.47	37.33	أكياس بلاستيك
		0	0	4.53	22.67	نسيج وأحذية
		0.38	1.92	2.23	11.17	معادن
		0	0	0.8	4	خشب
		0.53	2.67	2.2	11	علب بلاستيك
		0.67	3.33	3.58	17.92	ورق وكرتون
		0.55	2.75	2.18	10.92	زجاج
		41.52	207.58	7.7	38.5	مخلفات غذائية
		0.65	3.25	1.6	8	الحفاضات+محارم
		44.3	221.5	32.3	161.51	المجموع

الجدول (2-9) متوسط النسبة المئوية للوزن الربط في عينة حزيران 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

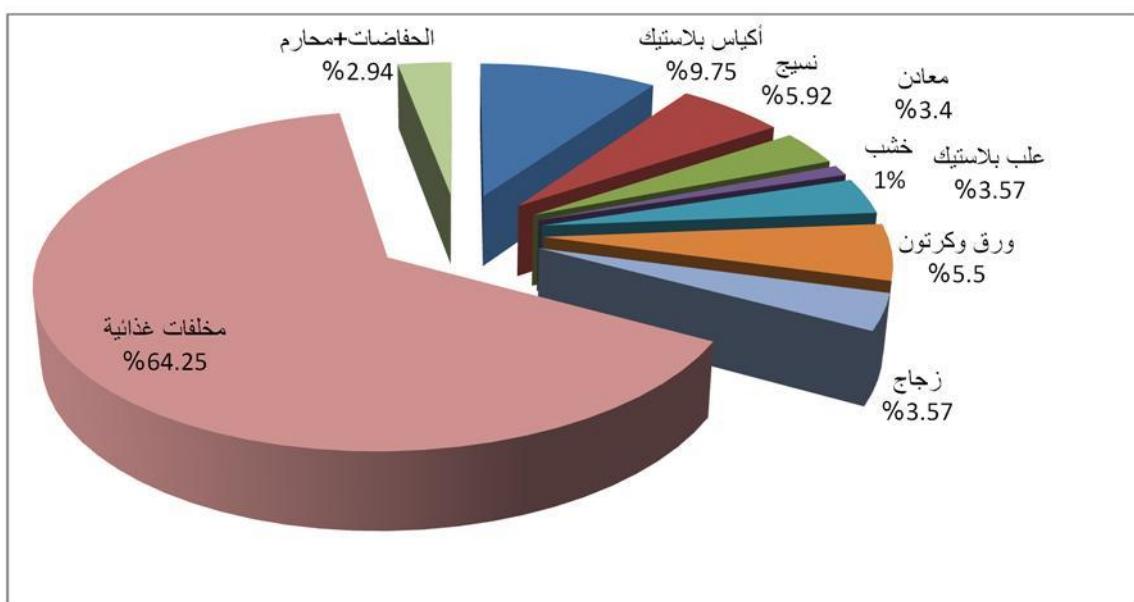
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.75	37.33	أكياس بلاستيك
5.92	22.66	نسيج وأحذية
3.42	13.09	معادن
1.04	4	خشب
3.57	13.67	علب بلاستيك
5.54	21.25	ورق وكرتون
3.57	13.67	زجاج
64.25	246.08	مخلفات غذائية
2.94	11.25	الحفاضات+محارم
100	383	المجموع



الشكل (2-5) التركيب العبي الوسطي لعينة حزيران 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-10) التركيب النوعي الوسطي لعينة الأولى (حزيران 2014).

التركيب النوعي لوسطي لعينة حزيران 2014										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدان	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	2.94	64.25	3.57	5.54	3.57	1.04	3.42	5.92	9.75	النسبة المئوية



الشكل (2-6) وسطي التركيب النوعي لعينة حزيران 2014.

الجدول (2-11) التركيب النوعي الحبي للعينة الثانية (تموز 2014)

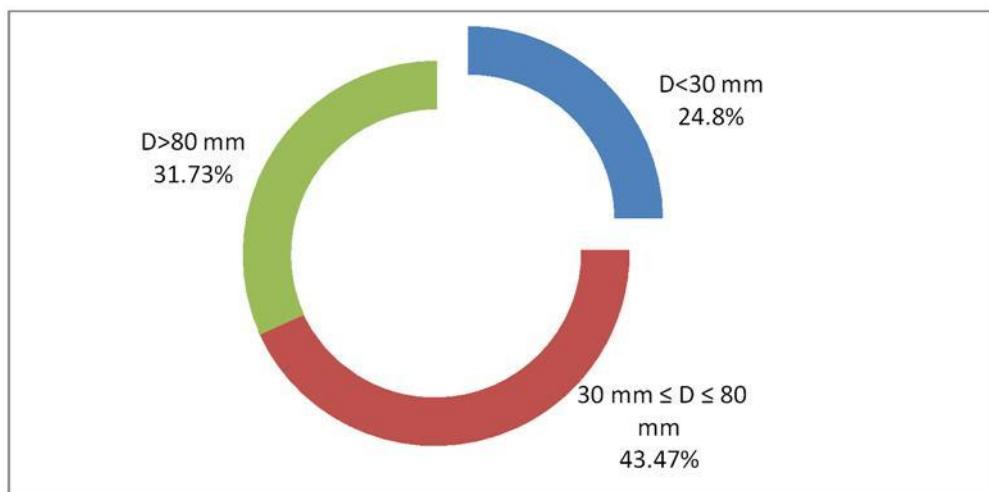
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
24.85	124.25	0	0	7.3	36	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.4	17	نسيج وأحذية	
		0.1	0.5	2.1	10.5	معادن	
		0	0	0.9	5	خشب	
		0.15	0.75	2.1	10.5	علب بلاستيك	
		0.4	2	2.8	14	ورق وكرتون	
		0.4	2	3.5	17.5	زجاج	
		43	215	6.3	31.5	مخلفات غذائية	
		0.6	3	2.1	10.5	الخاضات+محارم	
		44.65	223.25	30.5	152.5	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
23.9	119.5	0	0	8.6	43	أكياس بلاستيك	
		0	0	4.3	21.5	نسيج وأحذية	
		0	0	2.6	13	معادن	
		0	0	1.4	7	خشب	
		0.3	1.5	2.5	12.5	علب بلاستيك	
		0.2	1	3.5	17.5	ورق وكرتون	
		0.7	3.5	1.8	9	زجاج	
		40.9	204.5	7.3	36.5	مخلفات غذائية	
		0.3	1.5	1.7	8.5	الخاضات+محارم	
		42.4	212	33.7	168.5	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
25.65	128.25	0	0	9.1	45.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.7	18.5	نسيج وأحذية	
		0	0	2.8	14	معادن	
		0	0	0.9	4.5	خشب	
		0.35	1.75	3.5	17.5	علب بلاستيك	
		0.4	2	1.6	8	ورق وكرتون	
		0.6	3	1.1	5.5	زجاج	
		41.6	208	7	35	مخلفات غذائية	
		0.4	2	1.3	6.5	الخاضات+محارم	
		43.35	216.75	31	155	المجموع	

الجدول (12-2) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثانية (تموز 2014)

وسطي عينة تموز 2014					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
24.8	124	0	0	8.33	41.5
		0	0	3.8	19
		0.04	0.17	2.5	12.5
		0	0	1.07	5.5
		0.27	1.33	2.7	13.5
		0.34	1.67	2.63	13.17
		0.57	2.83	2.13	10.67
		41.83	209.17	6.87	34.33
		0.43	2.16	1.7	8.5
		43.47	217.33	31.73	158.67
					المجموع

الجدول (13-2) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة تموز 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

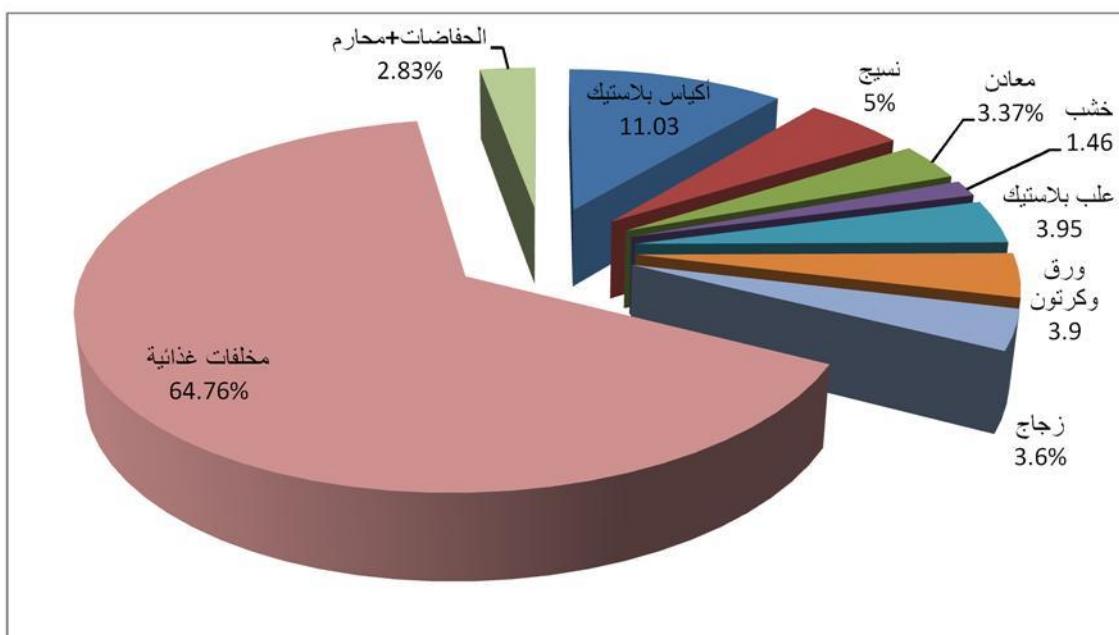
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
11.03	41.5	أكياس بلاستيك
5.05	19	نسيج وأحذية
3.37	12.67	معدن
1.46	5.5	خشب
3.95	14.83	علب بلاستيك
3.95	14.84	ورق وكرتون
3.6	13.5	زجاج
64.76	243.5	مخلفات غذائية
2.83	10.66	الحفاضات+محارم
100	376	المجموع



الشكل (2-7) التركيب الحبي الوسطي لعينة تموز 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-14) التركيب النوعي الوسطي لعينة الثانية (تموز 2014).

التركيب النوعي الوسطي لعينة تموز 2014										
المكون	أكياس بلاستيك	نسيج	معدان	خشب	علب بلاستيك	ورق وكرتون	زجاج	مخلفات غذائية	الحفاضات+محارم	المجموع
النسبة المئوية	11.03	5.05	3.37	1.46	3.95	3.6	64.76	2.83	100	100



الشكل (2-8) وسطي التركيب النوعي لعينة تموز 2014.

الجدول (2-15) التركيب النوعي الحبي للعينة الثالثة (آب 2014)

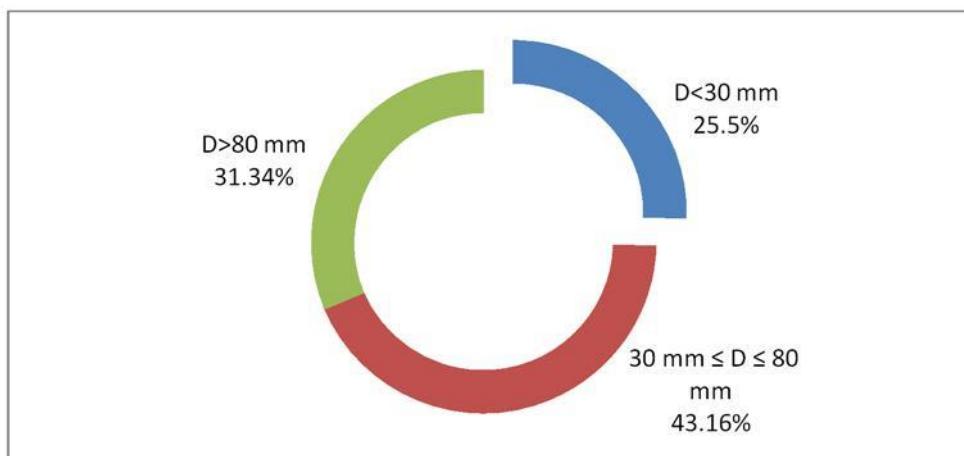
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
26.2	131	0	0	6.2	31	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.8	19	نسيج وأحذية	
		0.2	1	1.5	7.5	معادن	
		0	0	1.1	5.5	خشب	
		0.5	2.5	2.3	11.5	علب بلاستيك	
		0.3	1.5	3.6	18	ورق وكرتون	
		0.7	3.5	2.2	11	زجاج	
		42.1	210.5	7.9	39.5	مخلفات غذائية	
		0.4	2	1	5	الخاضات+محارم	
		44.2	221	29.6	148	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
24.4	122	0	0	5.8	29	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.8	14	نسيج وأحذية	
		0	0	3.2	16	معادن	
		0	0	1.7	8.5	خشب	
		0.6	3	3.8	19	علب بلاستيك	
		0.4	2	2.9	14.5	ورق وكرتون	
		0.2	1	3.2	16	زجاج	
		41.3	206.5	6.6	33	مخلفات غذائية	
		0.7	3.5	2.4	12	الخاضات+محارم	
		43.2	216	32.4	162	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
25.9	129.5	0	0	8.3	41.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.6	18	نسيج وأحذية	
		0	0	2.4	12	معادن	
		0	0	0.7	3.5	خشب	
		0.4	2	2.9	14.5	علب بلاستيك	
		0.6	3	2.6	13	ورق وكرتون	
		0.7	3.5	1.6	8	زجاج	
		39.9	199.5	8.5	42.5	مخلفات غذائية	
		0.5	2.5	1.4	7	الخاضات+محارم	
		42.1	210.5	32	160	المجموع	

الجدول (2-16) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثالثة (آب 2014)

وسطي عينة آب 2014					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
25.5	127.5	0	0	6.77	33.83
		0	0	3.4	17
		0.07	0.33	2.37	11.83
		0	0	1.17	5.83
		0.5	2.5	3	15
		0.43	2.17	3.03	15.17
		0.53	2.67	2.33	11.67
		41.1	205.5	7.67	38.33
		0.53	2.66	1.6	8
		43.16	215.83	31.34	156.67
					المجموع

الجدول (2-17) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة آب 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

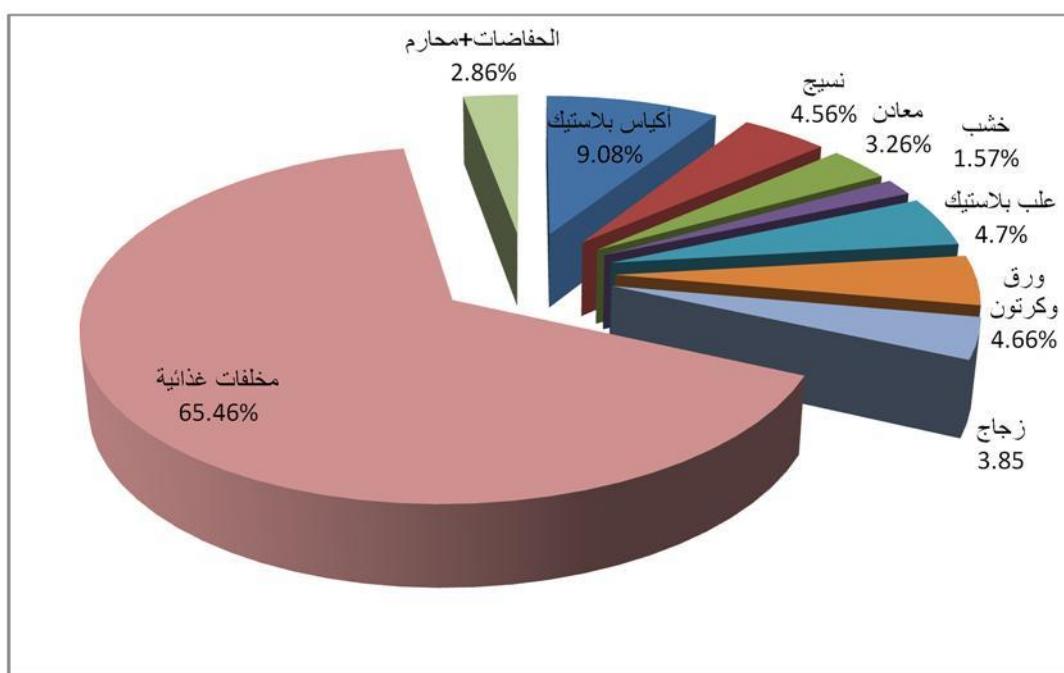
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.08	33.83	أكياس بلاستيك
4.56	17	نسيج وأحذية
3.26	12.16	معادن
1.57	5.83	خشب
4.7	17.5	علب بلاستيك
4.66	17.34	ورق وكرتون
3.85	14.34	زجاج
65.46	243.83	مخلفات غذائية
2.86	10.66	الحفاضات+محارم
100	372.5	المجموع



الشكل (2-9) التركيب الحبي الوسطي لعينة آب 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-18) التركيب النوعي الوسطي لعينة الثالثة (آب 2014).

التركيب النوعي الوسطي لعينة آب 2014										
المجموع	الحفاضات+محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	2.86	65.46	3.85	4.66	4.7	1.57	3.26	4.56	9.08	النسبة المئوية



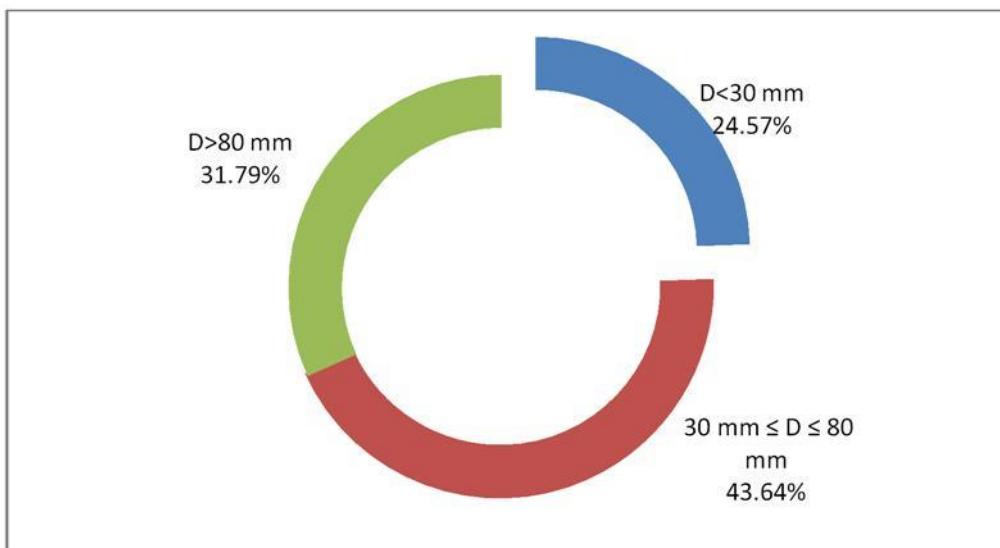
الشكل (2-10) وسطي التركيب النوعي لعينة آب 2014.

الجدول (2-19) وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة صيف (2014)

وسطي عينة صيف 2014					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
24.57	122.83	0	0	7.51	37.55
		0	0	3.91	19.55
		0.162	0.81	2.366	11.83
		0	0	1.022	5.11
		0.434	2.17	2.634	13.17
		0.478	2.39	3.084	15.42
		0.55	2.75	2.218	11.09
		41.484	207.42	7.41	37.05
		0.538	2.69	1.634	8.17
		43.64	218.23	31.79	158.94
					المجموع

الجدول (2-20) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في وسطي عينة الصيف للمكونات الأكبر من 30 ملم.

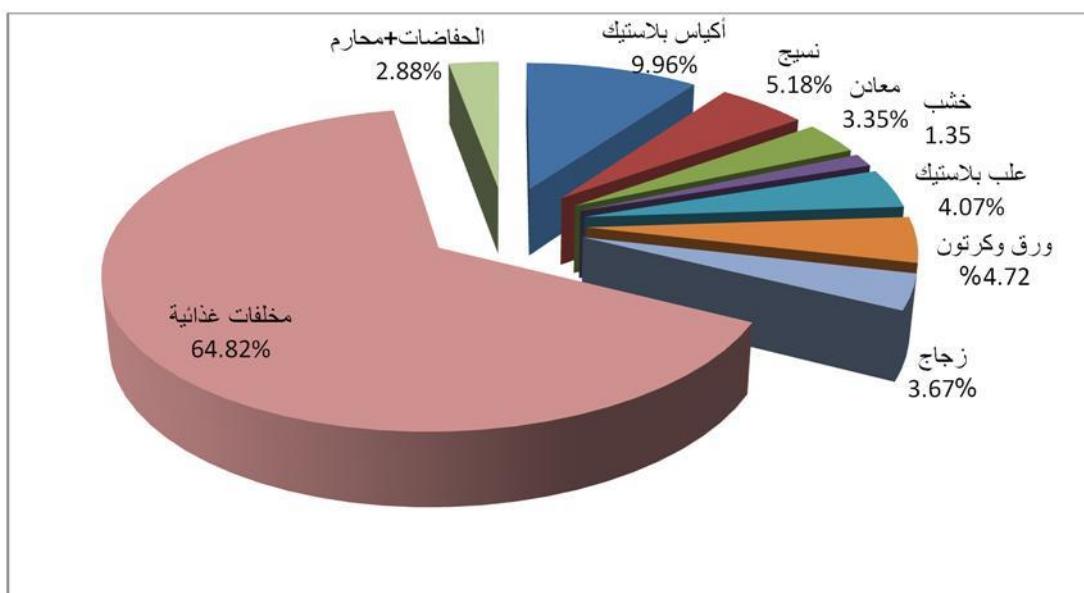
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.96	37.55	أكياس بلاستيك
5.18	19.55	نسيج وأحدية
3.35	12.64	معدن
1.35	5.11	خشب
4.07	15.34	علب بلاستيك
4.72	17.81	ورق وكرتون
3.67	13.84	زجاج
64.82	244.47	مخلفات غذائية
2.88	10.86	الحفاضات+محارم
100	377.17	المجموع



الشكل (11-2) التركيب الحبي الوسطي لعينة صيف 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-21) التركيب النوعي الوسطي لعينة صيف (2014).

التركيب النوعي لعينة صيف 2014										
المكون	أكياس بلاستيك	نسيج	معدان	خشب	علب بلاستيك	ورق وكرتون	زجاج	مخلفات غذائية	الحفاضات+محارم	المجموع
النسبة المئوية	9.96	5.18	3.35	1.35	4.07	4.72	3.67	64.82	2.88	100



الشكل (12-2) وسطي التركيب النوعي لعينة صيف 2014.

الجدول (2-22) التركيب النوعي الحي للعينة الرابعة (أيلول 2014)

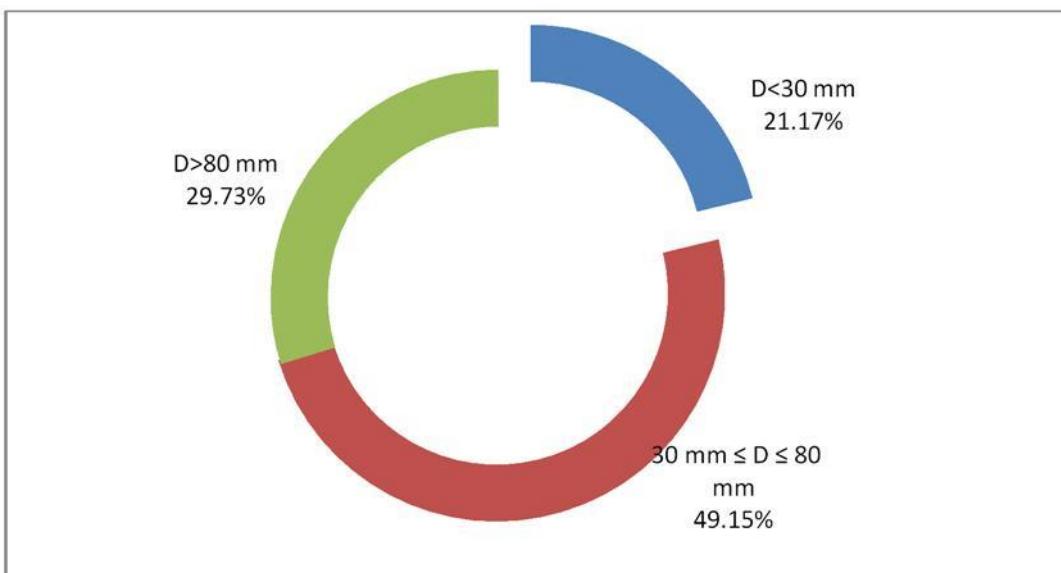
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22	110	0	0	5.6	28	أكياس بلاستيك	
		0	0	4.1	20.5	نسيج وأحذية	
		0.1	0.5	2	10	معادن	
		0	0	1.3	6.5	خشب	
		0.3	1.5	3.2	16	علب بلاستيك	
		0.2	1	4.3	21.5	ورق وكرتون	
		0.7	3.5	0.8	4	زجاج	
		46.7	233.5	5.9	29.5	مخلفات غذائية	
		0.7	3.5	2.1	10.5	الخاضات+محارم	
		48.7	243.5	29.3	146.5	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
20.95	104.75	0	0	7.2	36	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.7	13.5	نسيج وأحذية	
		0	0	1.5	7.5	معادن	
		0	0	0.9	4.5	خشب	
		0.15	0.75	2.3	11.5	علب بلاستيك	
		0.5	2.5	4.2	21	ورق وكرتون	
		0.4	2	1.3	6.5	زجاج	
		48.1	240.5	6.3	31.5	مخلفات غذائية	
		1.1	5.5	2.4	12	الخاضات+محارم	
		50.25	251.25	28.8	144	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
20.4	102	0	0	6.7	33.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.4	17	نسيج وأحذية	
		0.3	1.5	1.6	8	معادن	
		0	0	1.2	6	خشب	
		0.1	0.5	2.6	13	علب بلاستيك	
		0.6	3	3.8	19	ورق وكرتون	
		0.7	3.5	1.6	8	زجاج	
		46.1	230.5	8.5	42.5	مخلفات غذائية	
		0.7	3.5	1.7	8.5	الخاضات+محارم	
		48.5	242.5	31.1	155.5	المجموع	

الجدول (2-23) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الرابعة (أيلول 2014)

وسطي عينة أيلول 2014						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
21.17	105.58	0	0	6.5	32.5	أكياس بلاستيك
		0	0	3.4	17	نسيج وأحذية
		0.13	0.67	1.7	8.5	معادن
		0	0	1.13	5.66	خشب
		0.18	0.92	2.7	13.5	علب بلاستيك
		0.43	2.17	4.1	20.5	ورق وكرتون
		0.6	3	1.23	6.17	زجاج
		46.7	234.83	6.9	34.5	مخلفات غذائية
		0.83	4.17	2.06	10.33	الحفاضات+محارم
		49.15	245.76	29.73	148.66	المجموع

الجدول (2-24) متوسط النسبة المئوية للوزن الربط في عينة أيلول 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

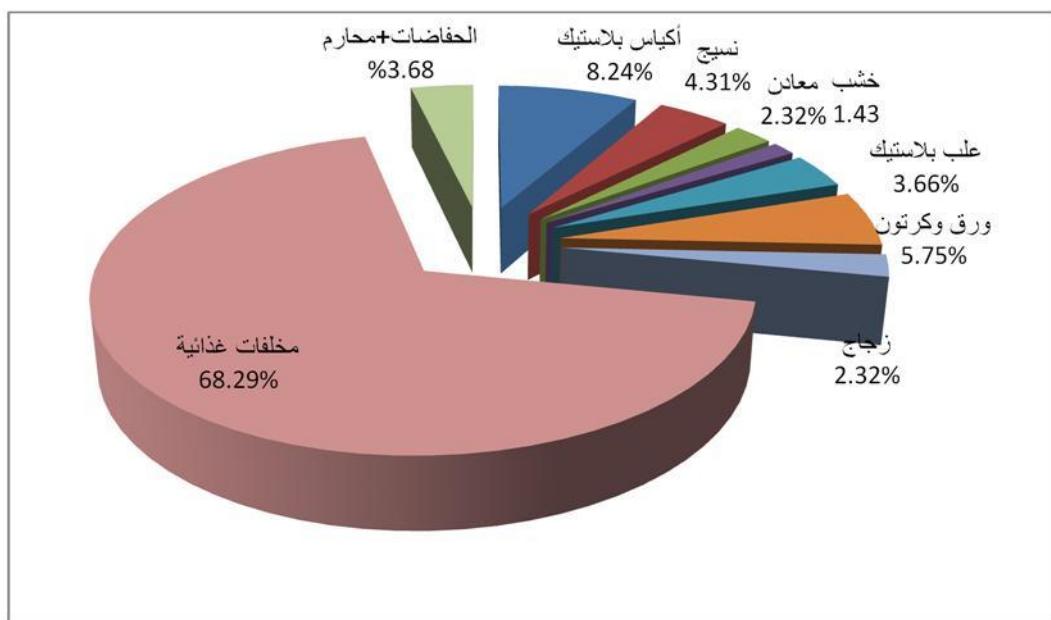
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.24	32.5	أكياس بلاستيك
4.31	17	نسيج وأحذية
2.32	9.17	معادن
1.43	5.66	خشب
3.66	14.42	علب بلاستيك
5.75	22.67	ورق وكرتون
2.32	9.17	زجاج
68.29	269.33	مخلفات غذائية
3.68	14.5	الحفاضات+محارم
100	394.42	المجموع



الشكل (2-13) التركيب الحبي الوسطي لعينة أيلول 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-25) التركيب النوعي الوسطي لعينة أيلول 2014.

التركيب النوعي لعينة أيلول 2014										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.68	68.29	2.32	5.75	3.66	1.43	2.32	4.31	8.24	النسبة المئوية



الشكل (2-14) وسطي التركيب النوعي لعينة أيلول 2014.

الجدول (2-26) التركيب النوعي الحبي للعينة الخامسة (تشرين أول 2014)

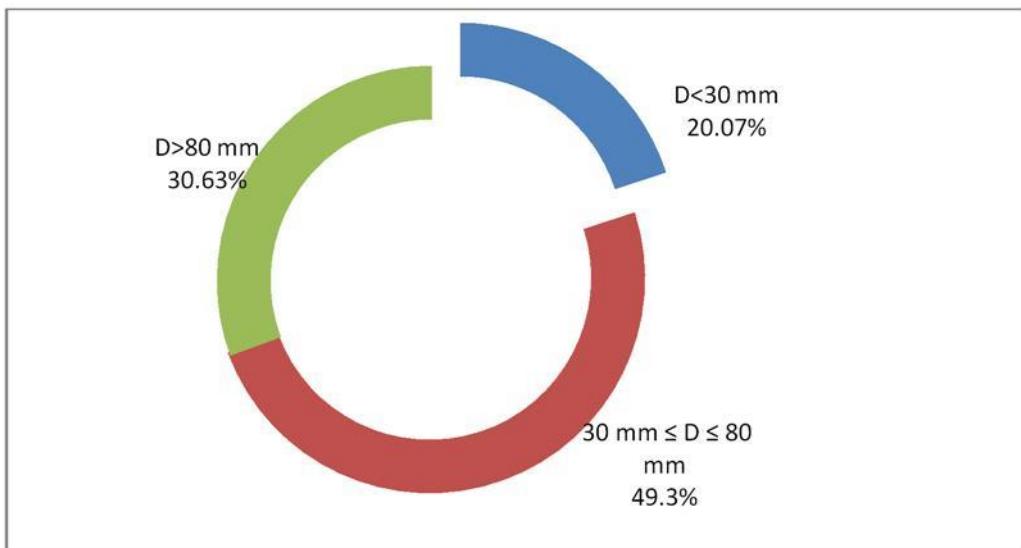
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
18.4	92	0	0	8.4	42	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.7	13.5	نسيج وأحذية	
		0.2	1	2.8	14	معادن	
		0	0	1.6	8	خشب	
		0.2	1	2.5	12.5	علب بلاستيك	
		0.4	2	3.6	18	ورق وكرتون	
		0.6	3	0.6	3	زجاج	
		48.1	240.5	6.7	33.5	مخلفات غذائية	
		0.8	4	2.4	12	الخاضات+محارم	
		50.3	251.5	31.3	156.5	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22.3	111.5	0	0	6.3	31.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	4.2	21	نسيج وأحذية	
		0.2	1	1.6	8	معادن	
		0	0	1.2	6	خشب	
		0	0	1.8	9	علب بلاستيك	
		0.3	1.5	4.6	23	ورق وكرتون	
		0.6	3	1.3	6.5	زجاج	
		45.7	228.5	7.6	38	مخلفات غذائية	
		0.3	1.5	2	10	الخاضات+محارم	
		47.1	235.5	30.6	153	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
19.5	97.5	0	0	7.4	37	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.3	16.5	نسيج وأحذية	
		0	0	2.3	11.5	معادن	
		0	0	0.6	3	خشب	
		0.2	1	2.2	11	علب بلاستيك	
		0.4	2	3.3	16.5	ورق وكرتون	
		1.2	6	1.4	7	زجاج	
		47.5	237.5	8.3	41.5	مخلفات غذائية	
		1.2	6	1.2	6	الخاضات+محارم	
		50.5	252.5	30	150	المجموع	

الجدول (2-27) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الخامسة (تشرين أول 2014)

وسطي عينة تشنرين أول 2014					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
20.07	100.33	0	0	7.37	36.83
		0	0	3.4	17
		0.134	0.67	2.23	11.17
		0	0	1.13	5.67
		0.134	0.67	2.17	10.83
		0.366	1.83	3.83	19.17
		0.8	4	1.1	5.5
		47.1	235.5	7.53	37.67
		0.766	3.83	1.87	9.33
		49.3	246.5	30.63	153.17
		المجموع			

الجدول (2-28) متوسط النسبة المئوية للوزن الربط في عينة تشنرين أول 2014 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

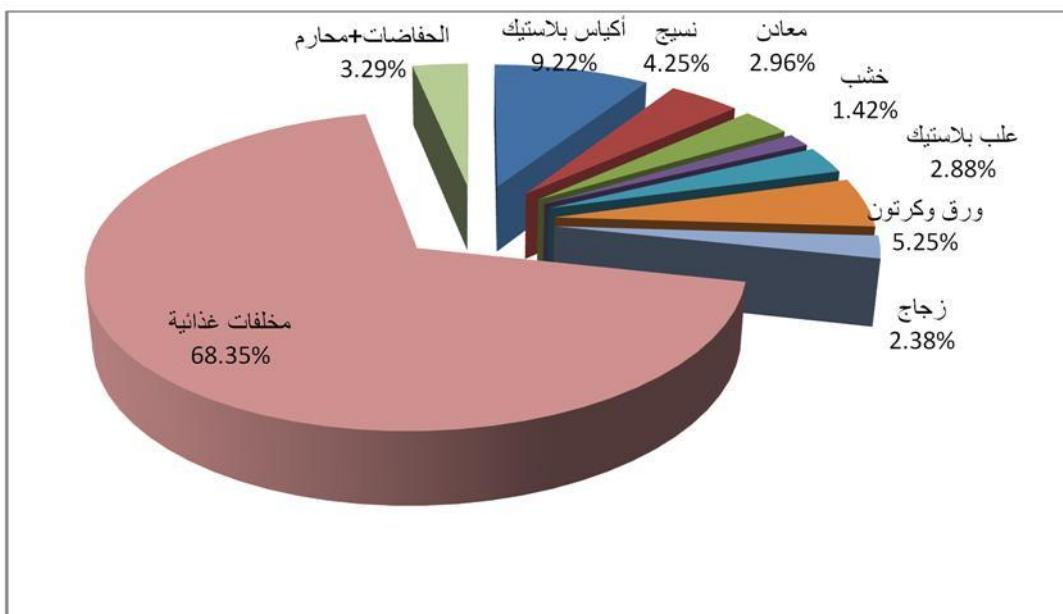
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.22	36.83	أكياس بلاستيك
4.25	17	نسيج وأحدية
2.96	11.84	معادن
1.42	5.67	خشب
2.88	11.5	علب بلاستيك
5.25	21	ورق وكرتون
2.38	9.5	زجاج
68.35	273.17	مخلفات غذائية
3.29	13.16	الحفاضات+محارم
100	399.67	المجموع



الشكل (2-15) التركيب الحبي الوسطي لعينة تشرين أول 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-29) التركيب النوعي الوسطي لعينة الخامسة (تشرين الأول 2014).

التركيب النوعي لعينة تشرين أول 2014										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدان	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.29	68.35	2.38	5.25	2.88	2.96	2.96	4.25	9.22	النسبة المئوية



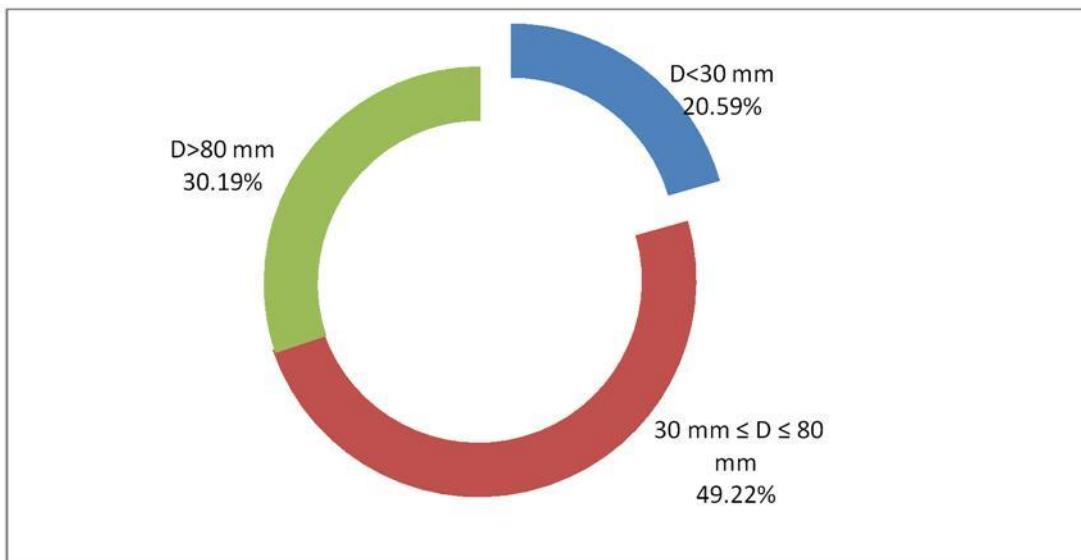
الشكل (2-16) وسطي التركيب النوعي لعينة تشرين أول 2014.

الجدول (2-30) وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة خريف (2014)

وسطي عينة الخريف						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
20.59	102.96	0	0	6.93	34.66	أكياس بلاستيك
		0	0	3.4	17	نسيج وأحدية
		0.13	0.67	1.97	9.83	معدن
		0	0	1.13	5.66	خشب
		0.16	0.8	2.43	12.17	علب بلاستيك
		0.4	2	3.97	19.83	ورق وكرتون
		0.7	3.5	1.17	5.83	زجاج
		47.03	235.17	7.22	36.09	مخلفات غذائية
		0.8	4	1.97	9.83	الحفاضات+محارم
		49.22	246.14	30.19	150.9	المجموع

الجدول (2-31) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في وسطي عينة الخريف للمكونات الأكبر من 30 ملم.

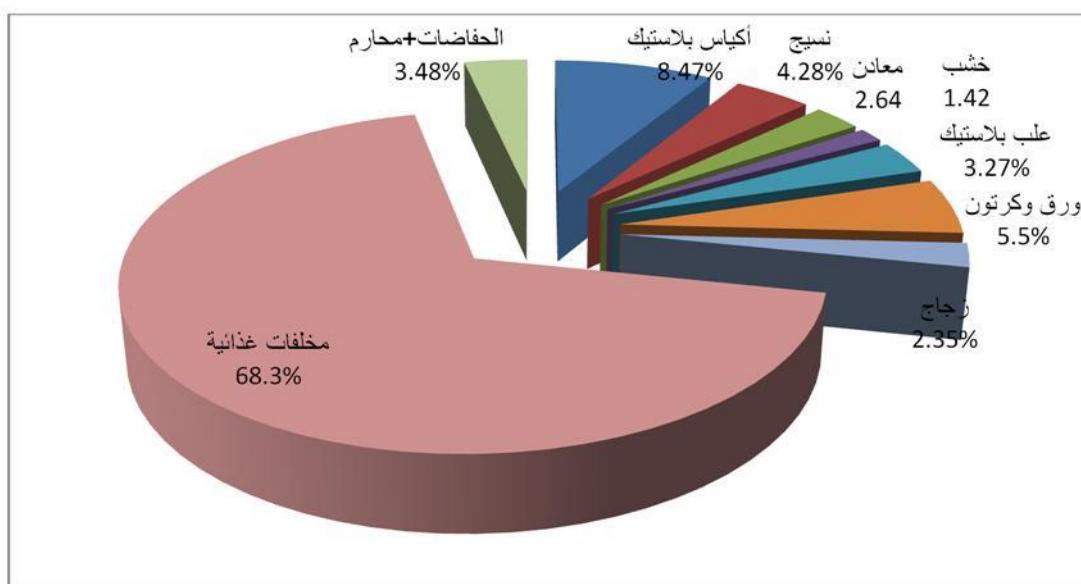
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.74	34.66	أكياس بلاستيك
4.28	17	نسيج
2.64	10.5	معدن
1.42	5.66	خشب
3.27	12.97	علب بلاستيك
5.5	21.83	ورق وكرتون
2.35	9.33	زجاج
68.32	271.26	مخلفات غذائية
3.48	13.83	الحفاضات+محارم
100	397.04	المجموع



الشكل (17-2) التركيب الحبي الوسطي لعينة خريف 2014 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-32) التركيب النوعي الوسطي لعينة خريف (2014).

التركيب النوعي لعينة الخريف										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.48	68.32	2.35	5.5	3.27	1.42	2.64	4.28	8.74	النسبة المئوية



الشكل (18-2) وسطي التركيب النوعي لعينة خريف 2014.

الجدول (2-33) التركيب النوعي الجبي للعينة السادسة (كانون الثاني 2015)

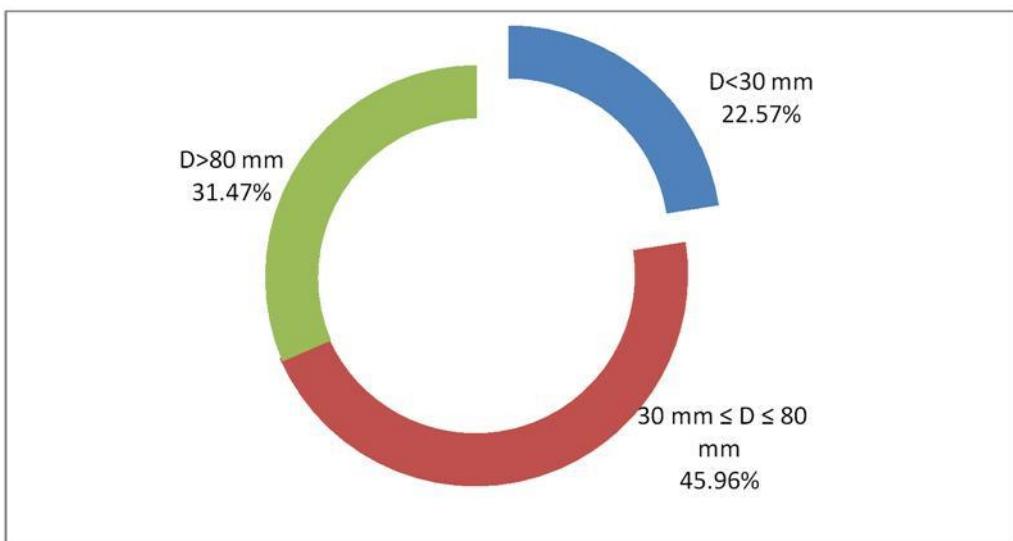
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22.9	114.5	0	0	6.4	32	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.5	12.5	نسيج وأحذية	
		0.2	1	2.9	14.5	معادن	
		0	0	1.6	8	خشب	
		0.2	1	2.9	14.5	علب بلاستيك	
		0.4	2	4.2	21	ورق وكرتون	
		0.6	3	0.9	4.5	زجاج	
		45.1	225.5	6.1	30.5	مخلفات غذائية	
		0.6	3	2.5	12.5	الخاضات+محارم	
		47.1	235.5	30	150	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
23.6	118	0	0	7.3	36.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3.8	19	نسيج وأحذية	
		0.2	1	1.6	8	معادن	
		0	0	1.2	6	خشب	
		0	0	1.9	9.5	علب بلاستيك	
		0.3	1.5	5.3	26.5	ورق وكرتون	
		0.6	3	1.2	6	زجاج	
		41.9	209.5	8.4	42	مخلفات غذائية	
		1	5	1.7	8.5	الخاضات+محارم	
		44	220	32.4	162	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
21.2	106	0	0	9.2	46	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.9	14.5	نسيج وأحذية	
		0	0	2.3	11.5	معادن	
		0	0	0.8	4	خشب	
		0.2	1	2.6	13	علب بلاستيك	
		0.4	2	3.5	17.5	ورق وكرتون	
		1.2	6	0.8	4	زجاج	
		44.5	222.5	7.8	39	مخلفات غذائية	
		0.5	2.5	2.1	10.5	الخاضات+محارم	
		46.8	234	32	160	المجموع	

الجدول (2-34) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة السادسة (كانون الثاني 2015)

وسطي عينة كانون الثاني 2015					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
22.57	112.83	0	0	7.63	38.17
		0	0	3.07	15.33
		0.13	0.67	2.27	11.33
		0	0	1.2	6
		0.13	0.67	2.47	12.33
		0.37	1.83	4.33	21.67
		0.8	4	0.97	4.83
		43.83	219.17	7.43	37.17
		0.7	3.5	2.1	10.5
		45.96	229.84	31.47	157.33
					المجموع

الجدول (2-35) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة كانون الثاني 2015 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

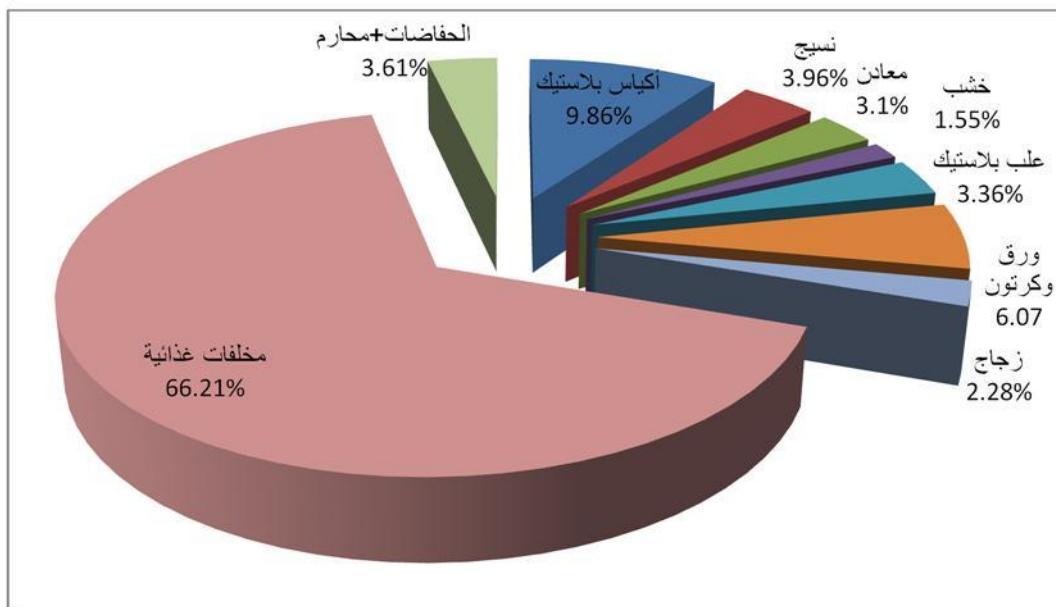
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.86	38.17	أكياس بلاستيك
3.96	15.33	نسيج وأحذية
3.1	12	معادن
1.55	6	خشب
3.36	13	علب بلاستيك
6.07	23.5	ورق وكرتون
2.28	8.83	زجاج
66.21	256.34	مخلفات غذائية
3.61	14	الحفاضات+محارم
100	387.17	المجموع



الشكل (2-19) التركيب الحبي الوسطي لعينة كانون الثاني 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-36) التركيب النوعي الوسطي لعينة السادس (كانون الثاني 2015).

التركيب النوعي لعينة كانون الثاني 2015										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدان	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.61	66.21	2.28	6.07	3.36	1.55	3.1	3.96	9.86	النسبة المئوية



الشكل (2-20) وسطي التركيب النوعي لعينة كانون الثاني 2015.

الجدول (2-3) التركيب النوعي الحبي للعينة السابعة (شباط 2015)

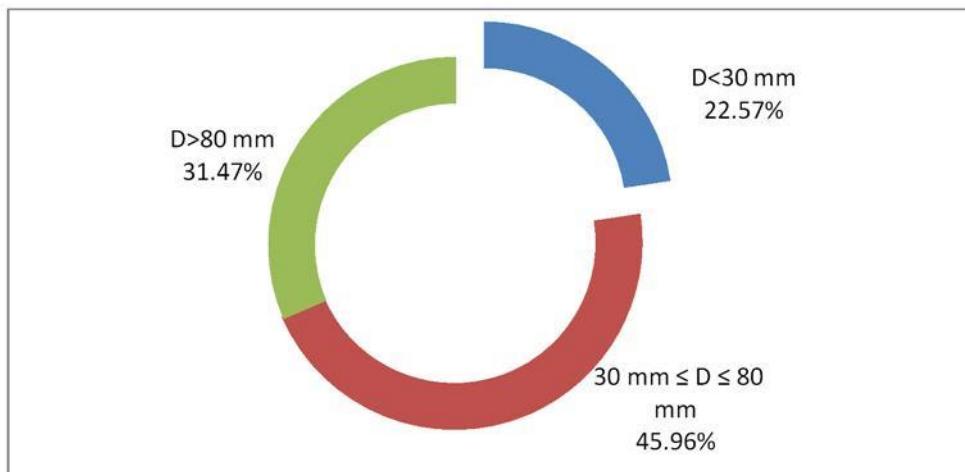
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
24	120	0	0	7.4	37	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.3	11.5	نسيج وأحذية	
		0.3	1.5	1.7	8.5	معادن	
		0	0	0.7	3.5	خشب	
		0.6	3	2.2	11	علب بلاستيك	
		0.6	3	3.8	19	ورق وكرتون	
		0.5	2.5	1.3	6.5	زجاج	
		44.3	221.5	7.3	36.5	مخلفات غذائية	
		0.8	4	2.2	11	الخاضات+محارم	
		47.1	235.5	28.9	144.5	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
28.7	143.5	0	0	5.1	25.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	4	20	نسيج وأحذية	
		0.2	1	1.8	9	معادن	
		0	0	1	5	خشب	
		0.5	2.5	2	10	علب بلاستيك	
		0.4	2	3.3	16.5	ورق وكرتون	
		0.2	1	1	5	زجاج	
		43.7	218.5	6.3	31.5	مخلفات غذائية	
		0.4	2	1.4	7	الخاضات+محارم	
		45.4	227	25.9	129.5	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
22.6	113	0	0	6.8	34	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.6	13	نسيج وأحذية	
		0.3	1.5	1.4	7	معادن	
		0	0	0.6	3	خشب	
		0.4	2	2.9	14.5	علب بلاستيك	
		0.3	1.5	4.1	20.5	ورق وكرتون	
		0	0	1.4	7	زجاج	
		47.8	239	5.7	28.5	مخلفات غذائية	
		0.7	3.5	2.4	12	الخاضات+محارم	
		49.5	247.5	27.9	139.5	المجموع	

الجدول (2-38) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة السابعة (شباط 2015)

وسطي عينة شباط 2015						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
25.1	125.5	0	0	6.43	32.17	أكياس بلاستيك
		0	0	2.97	14.83	نسيج وأحذية
		0.27	1.33	1.63	8.17	معادن
		0	0	0.77	3.83	خشب
		0.5	2.5	2.37	11.83	علب بلاستيك
		0.43	2.17	3.73	18.67	ورق وكرتون
		0.23	1.16	1.23	6.17	زجاج
		45.27	226.33	6.43	32.17	مخلفات غذائية
		0.63	3.17	2	10	الحفاضات+محارم
		47.34	236.66	27.56	137.84	المجموع

الجدول (2-39) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة شباط 2015 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

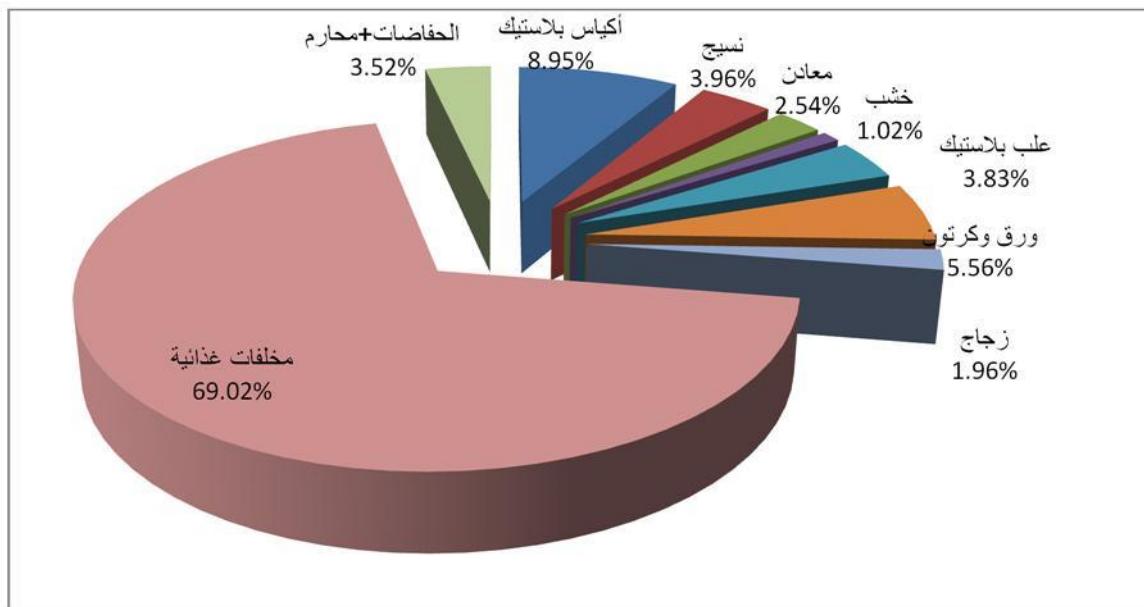
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.59	32.17	أكياس بلاستيك
3.96	14.83	نسيج وأحذية
2.54	9.5	معادن
1.02	3.83	خشب
3.83	14.33	علب بلاستيك
5.56	20.84	ورق وكرتون
1.96	7.33	زجاج
69.02	258.5	مخلفات غذائية
3.52	13.17	الحفاضات+محارم
100	374.5	المجموع



الشكل (21-2) التركيب الحبي الوسطي لعينة شباط 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2- 40) التركيب النوعي الوسطي لعينة السابعة (شباط 2015).

التركيب النوعي لعينة شباط 2015										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.52	69.02	1.96	5.56	3.83	1.02	2.54	3.96	8.59	النسبة المئوية



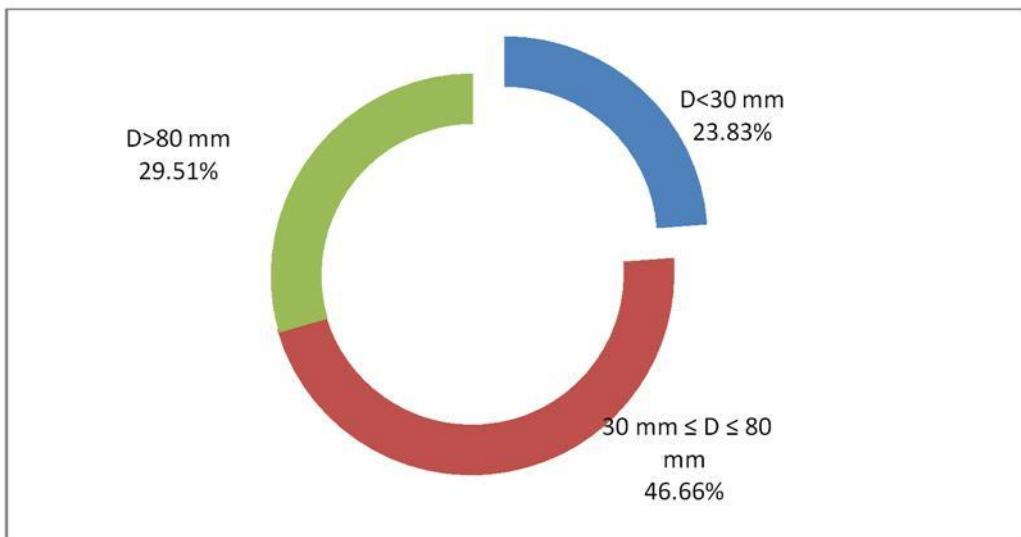
الشكل (2-22) وسطي التركيب النوعي لعينة شباط 2015.

الجدول (2-41) وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة شتاء (2015)

وسطي عينة الشتاء						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
23.83	119.16	0	0	7.03	35.17	أكياس بلاستيك
		0	0	3.02	15.08	نسيج وأحذية
		0.2	1	1.95	9.75	معادن
		0	0	0.98	4.92	خشب
		0.32	1.58	2.42	12.08	علب بلاستيك
		0.4	2	4.03	20.17	ورق وكرتون
		0.52	2.58	1.1	5.5	زجاج
		44.55	222.75	6.93	34.67	مخلفات غذائية
		0.67	3.34	2.05	10.25	الحفاضات+محارم
		46.66	233.25	29.51	147.59	المجموع

الجدول (2-42) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة الشتاء للمكونات الأكبر من 30 ملم.

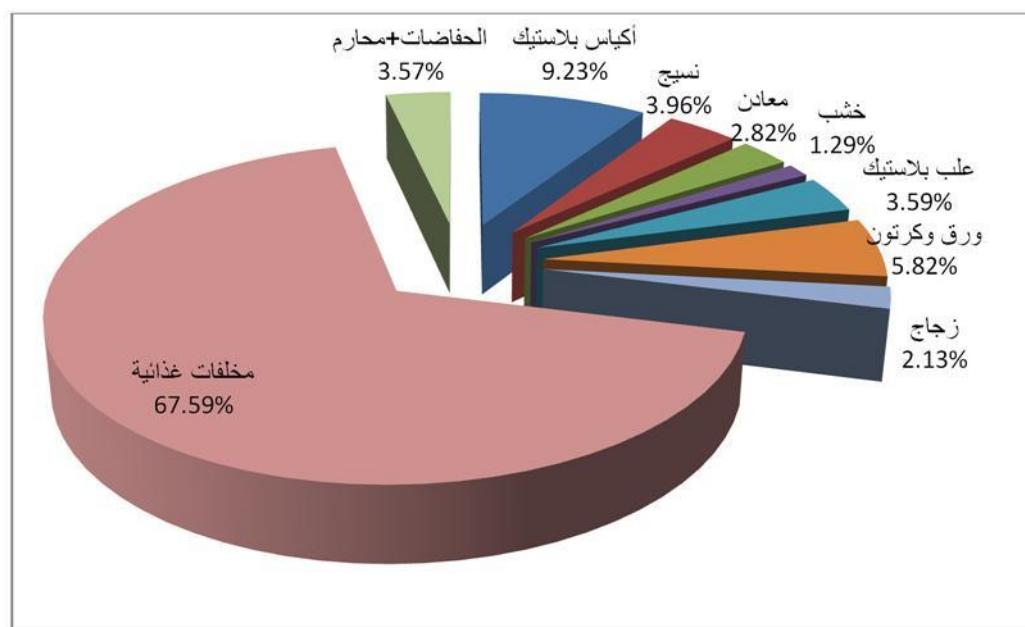
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
9.23	35.17	أكياس بلاستيك
3.96	15.08	نسيج وأحذية
2.82	10.75	معادن
1.29	4.92	خشب
3.59	13.66	علب بلاستيك
5.82	22.17	ورق وكرتون
2.13	8.08	زجاج
67.59	257.42	مخلفات غذائية
3.57	13.59	الحفاضات+محارم
100	380.84	المجموع



الشكل (2-23) التركيب الحبي الوسطي لعينة شتاء 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-43) التركيب النوعي الوسطي لعينة شتاء (2015).

التركيب النوعي لعينة الشتاء											
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدان	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون	النسبة المئوية
100	3.57	67.59	2.13	5.82	3.59	1.29	2.82	3.96	9.23		



الشكل (2-24) وسطي التركيب النوعي لعينة شتاء 2015.

الجدول (2-44) التركيب النوعي الحبي للعينة الثامنة (نisan 2015)

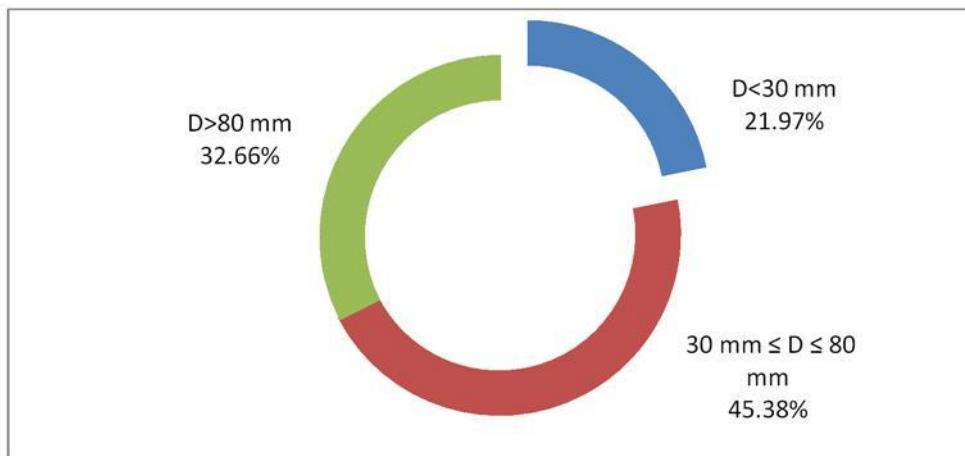
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
20.8	104	0	0	6.1	30.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	4.4	22	نسيج وأحذية	
		0	0	2.1	10.5	معادن	
		0	0	1.4	7	خشب	
		0.3	1.5	2.4	12	علب بلاستيك	
		0.2	1	5.2	26	ورق وكرتون	
		0.3	1.5	1.9	9.5	زجاج	
		45.1	225.5	5.8	29	مخلفات غذائية	
		0.9	4.5	3.1	15.5	الخاضات+محارم	
		46.8	234	32.4	162	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
21.2	106	0	0	8.4	42	أكياس بلاستيك	
		0	0	2.8	14	نسيج وأحذية	
		0	0	2.9	14.5	معادن	
		0	0	0.8	4	خشب	
		0.2	1	3.8	19	علب بلاستيك	
		0.4	2	3.5	17.5	ورق وكرتون	
		0.4	2	3.2	16	زجاج	
		41.6	208	8	40	مخلفات غذائية	
		0.5	2.5	2.3	11.5	الخاضات+محارم	
		43.1	215.5	35.7	178.5	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
23.9	119.5	0	0	6.5	32.5	أكياس بلاستيك	
		0.2	1	3.5	17.5	نسيج وأحذية	
		0.1	0.5	1.8	9	معادن	
		0	0	1.8	9	خشب	
		0.3	1.5	2.1	10.5	علب بلاستيك	
		0.5	2.5	4.5	22.5	ورق وكرتون	
		0.5	2.5	1.7	8.5	زجاج	
		44.3	221.5	6.4	32	مخلفات غذائية	
		0.3	1.5	1.6	8	الخاضات+محارم	
		46.2	231	29.9	149.5	المجموع	

الجدول (2-45) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة الثامنة (نisan 2015)

وسطي عينة نيسان 2015						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
21.97	109.83	0	0	7	35	أكياس بلاستيك
		0.07	0.33	3.57	17.83	نسيج وأحذية
		0.03	0.17	2.27	11.33	معدن
		0	0	1.33	6.67	خشب
		0.27	1.33	2.77	13.83	علب بلاستيك
		0.37	1.83	4.4	22	ورق وكرتون
		0.4	2	2.27	11.33	زجاج
		43.67	218.33	6.73	33.67	مخلفات غذائية
		0.57	2.83	2.33	11.67	الحفاضات+محارم
		45.38	226.83	32.66	163.34	المجموع

الجدول (2-46) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة نيسان 2015 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

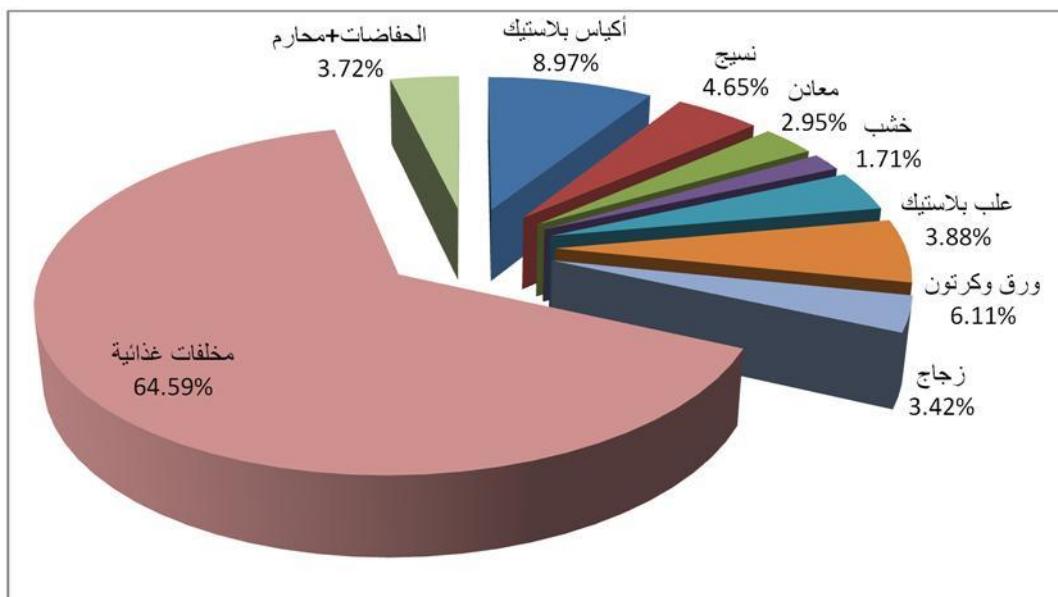
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.97	35	أكياس بلاستيك
4.65	18.16	نسيج وأحذية
2.95	11.5	معدن
1.71	6.67	خشب
3.88	15.16	علب بلاستيك
6.11	23.83	ورق وكرتون
3.42	13.33	زجاج
64.59	252	مخلفات غذائية
3.72	14.5	الحفاضات+محارم
100	390.17	المجموع



الشكل (2-25) التركيب الحبي الوسطي لعينة نيسان 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-48) التركيب النوعي الوسطي لعينة الثامنة (نيسان 2015).

التركيب النوعي عينة نيسان 2015										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.72	64.59	3.42	6.11	3.88	1.71	2.95	4.65	8.97	النسبة المئوية



الشكل (2-26) وسطي التركيب النوعي لعينة نيسان 2015.

الجدول (2-49) التركيب النوعي الحبي للعينة التاسعة (أيار 2015)

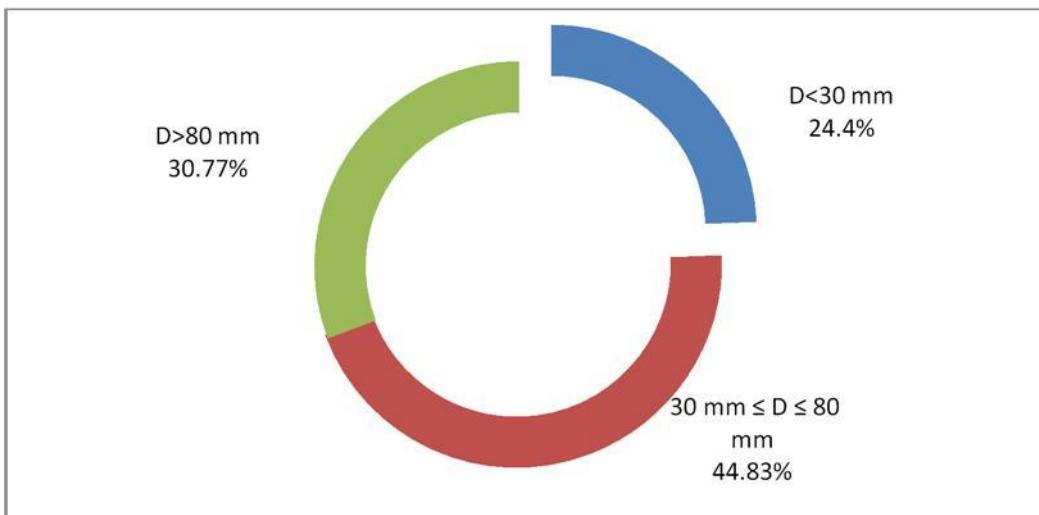
1						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
24.2	121	0	0	7.9	39.5	أكياس بلاستيك	
		0.1	0.5	5	25	نسيج وأحذية	
		0.2	1	2.6	13	معادن	
		0	0	0.6	3	خشب	
		0.3	1.5	2.6	13	علب بلاستيك	
		0.2	1	2.7	13.5	ورق وكرتون	
		0.5	2.5	1.5	7.5	زجاج	
		44.2	221	6.1	30.5	مخلفات غذائية	
		0.3	1.5	1	5	الخاضات+محارم	
		45.8	229	30	150	المجموع	
2						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
27.2	136	0	0	6.3	31.5	أكياس بلاستيك	
		0	0	3	15	نسيج وأحذية	
		0	0	1.9	9.5	معادن	
		0	0	1.5	7.5	خشب	
		0.2	1	2.9	14.5	علب بلاستيك	
		0.1	0.5	3.2	16	ورق وكرتون	
		0.3	1.5	2	10	زجاج	
		42.1	210.5	6.7	33.5	مخلفات غذائية	
		0.7	3.5	1.9	9.5	الخاضات+محارم	
		43.4	217	29.4	147	المجموع	
3						تكرار العينة	
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm			
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون	
21.8	109	0	0	5.8	29	أكياس بلاستيك	
		0	0	4	20	نسيج وأحذية	
		0	0	2.8	14	معادن	
		0	0	1.2	6	خشب	
		0.4	2	4	20	علب بلاستيك	
		0.3	1.5	2.9	14.5	ورق وكرتون	
		0.5	2.5	1.6	8	زجاج	
		43.5	217.5	8.2	41	مخلفات غذائية	
		0.6	3	2.4	12	الخاضات+محارم	
		45.3	226.5	32.9	164.5	المجموع	

الجدول (2-50) وسطي التركيب النوعي الحبي للعينة التاسعة (أيار 2015)

وسطي عينة أيار 2015						
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm		
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
24.4	122	0	0	6.67	33.33	أكياس بلاستيك
		0.03	0.17	4	20	نسيج وأحذية
		0.07	0.33	2.43	12.17	معدن
		0	0	1.1	5.5	خشب
		0.3	1.5	3.17	15.83	علب بلاستيك
		0.2	1	2.93	14.67	ورق وكرتون
		0.43	2.17	1.7	8.5	زجاج
		43.27	216.33	7	35	مخلفات غذائية
		0.53	2.67	1.77	8.83	الحفاضات+محارم
		44.83	224.17	30.77	153.83	المجموع

الجدول (2-51) متوسط النسبة المئوية للوزن الرطب في عينة أيار 2015 للمكونات الأكبر من 30 ملم.

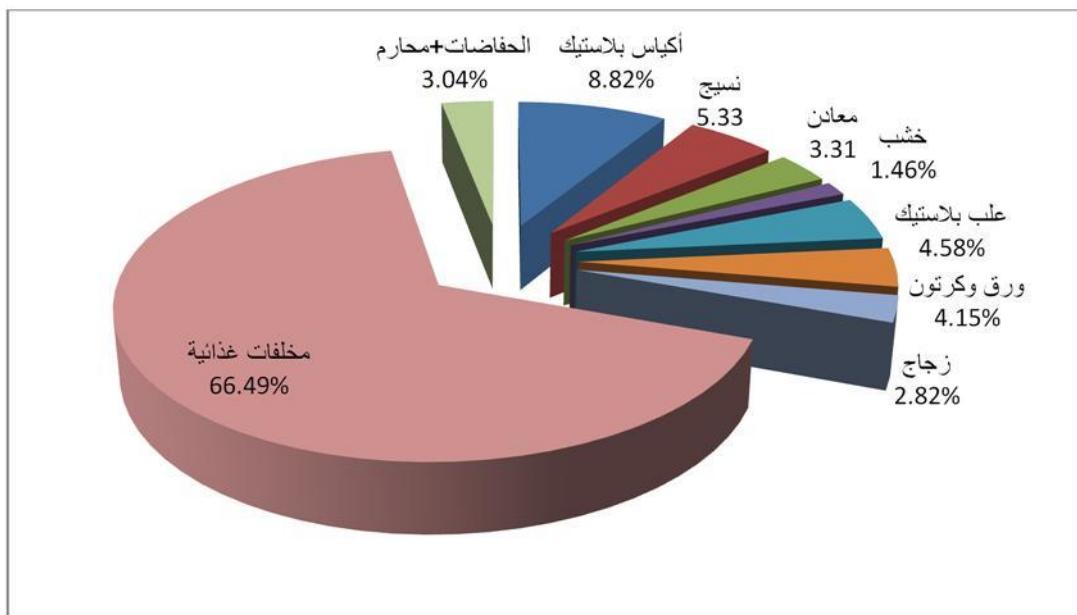
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.82	33.33	أكياس بلاستيك
5.33	20.17	نسيج وأحذية
3.31	12.5	معدن
1.46	5.5	خشب
4.58	17.33	علب بلاستيك
4.15	15.67	ورق وكرتون
2.82	10.67	زجاج
66.49	251.33	مخلفات غذائية
3.04	11.5	الحفاضات+محارم
100	378	المجموع



الشكل (2-27) التركيب الحبي الوسطي لعينة أيار 2015 عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-52) التركيب النوعي الوسطي لعينة التاسعة (أيار 2015).

التركيب النوعي لعينة أيار 2015										
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدان	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون
100	3.04	66.49	2.82	4.15	4.58	1.46	3.31	5.33	8.82	النسبة المئوية



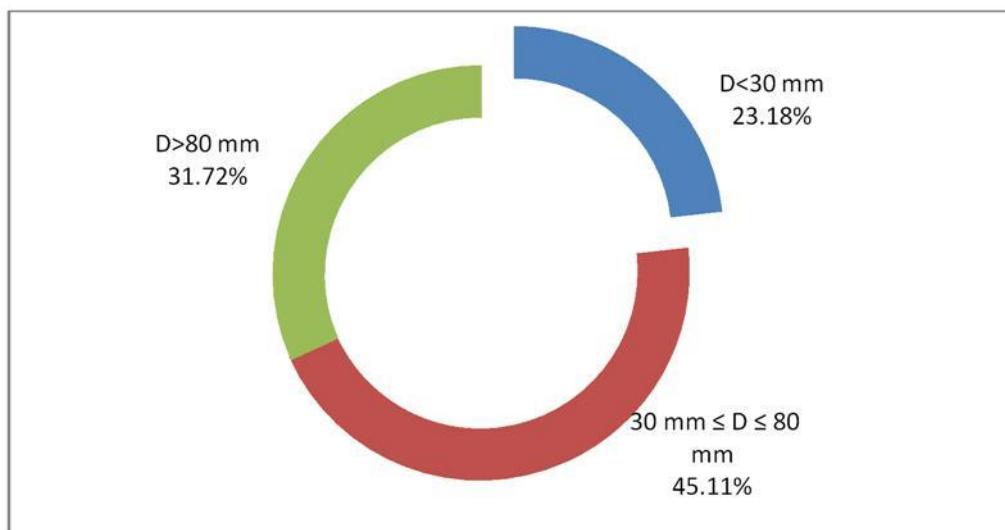
الشكل (2-28) وسطي التركيب النوعي لعينة أيار 2015.

الجدول (2-53) وسطي التركيب النوعي الحبي لعينة ربيع (2015)

وسطي لعينة الربيع					
D<30 mm		30 mm ≤ D ≤ 80 mm		D>80 mm	
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	النسبة المئوية %	الوزن (كغ)
23.18	115.92	0	0	6.83	34.17
		0.05	0.25	3.78	18.92
		0.05	0.25	2.35	11.75
		0	0	1.22	6.09
		0.29	1.42	2.97	14.83
		0.28	1.41	3.67	18.33
		0.42	2.09	1.98	9.92
		43.47	217.33	6.87	34.33
		0.55	2.75	2.05	10.25
		45.11	225.5	31.72	158.59
					المجموع

الجدول (2-54) متوسط النسبة المئوية للوزن الربط في عينة الربيع للمكونات الأكبر من 30 ملم.

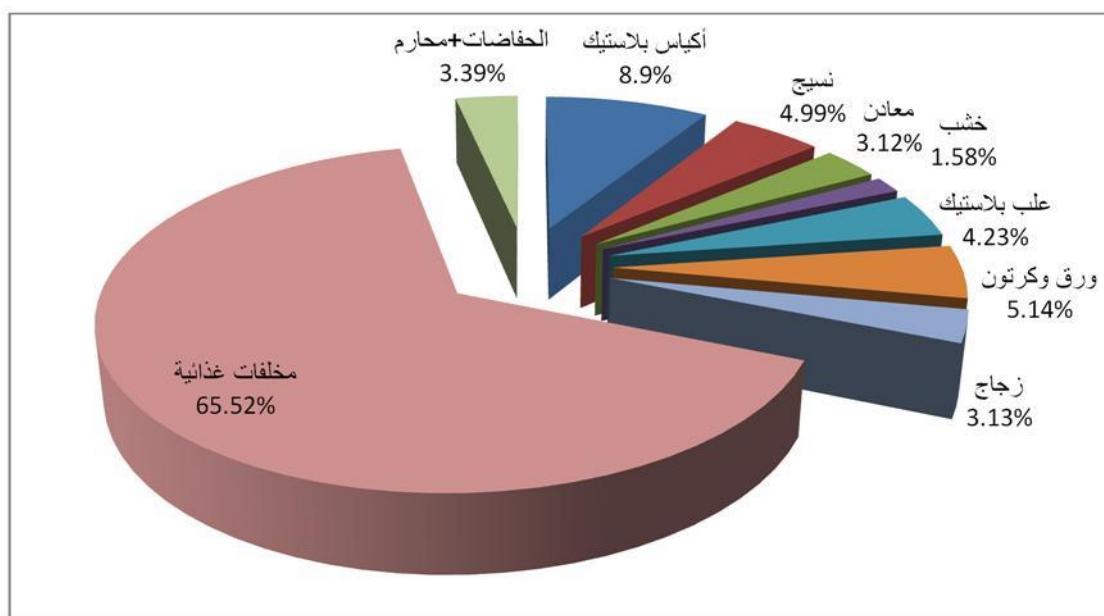
النسبة المئوية %	الوزن (كغ)	المكون
8.9	34.17	أكياس بلاستيك
4.99	19.17	نسيج وأحذية
3.12	12	معادن
1.58	6.09	خشب
4.23	16.25	علب بلاستيك
5.14	19.74	ورق وكرتون
3.13	12.01	زجاج
65.52	251.66	مخلفات غذائية
3.39	13	الحفاضات+محارم
100	384.09	المجموع



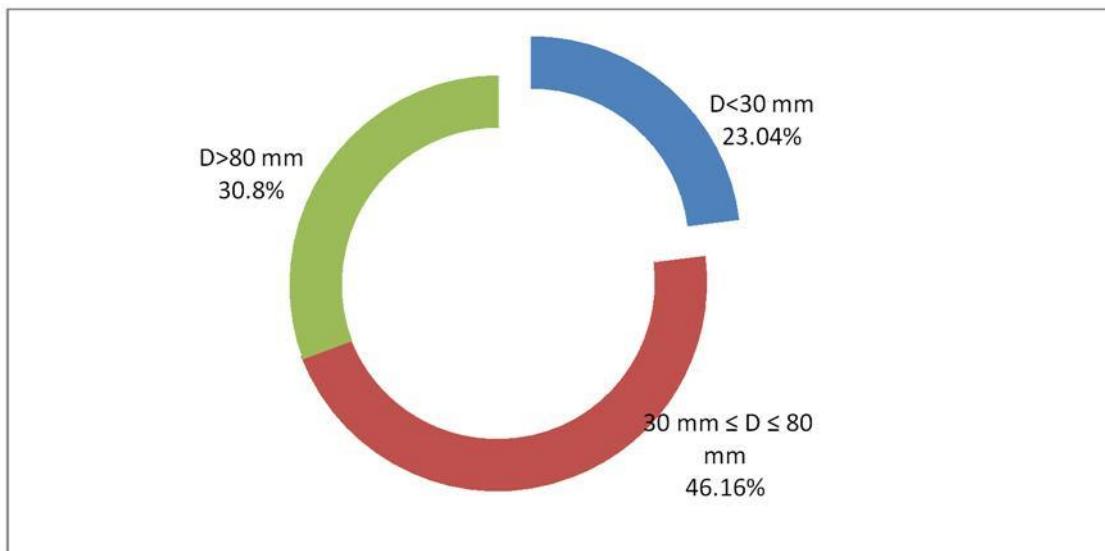
الشكل (2-29) التركيب الحبي الوسطي لعينة الربيع عند القطرين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-55) التركيب النوعي الوسطي في عينة ربيع (2015).

التركيب النوعي لعينة الربيع											
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	علب بلاستيك	خشب	معدن	نسيج	أكياس بلاستيك	المكون	النسبة المئوية
100	3.39	65.52	3.13	5.14	4.23	1.58	3.12	4.99	8.9		



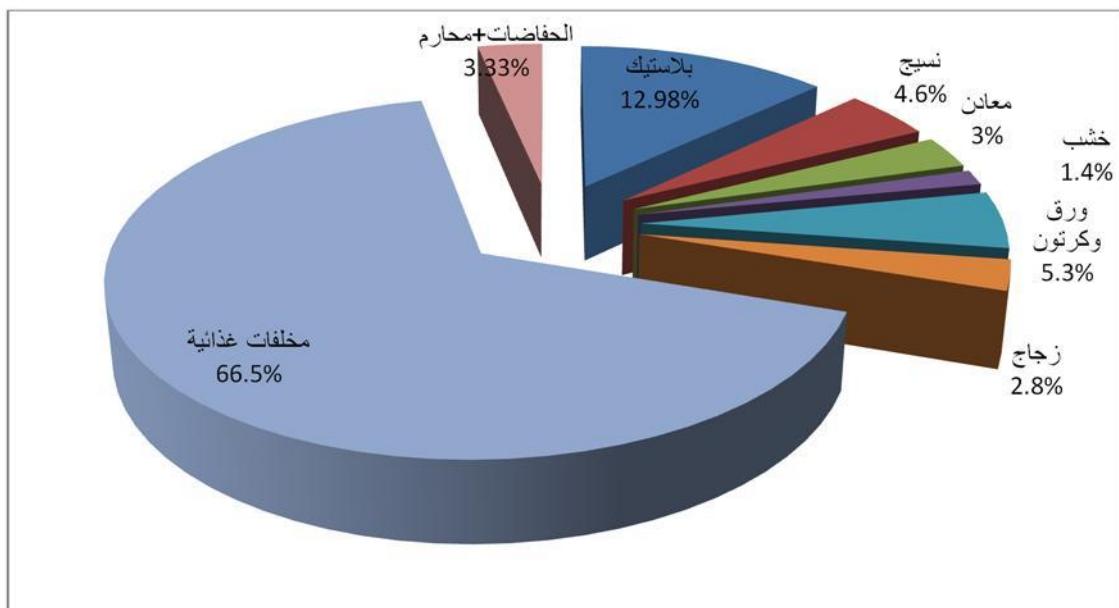
الشكل (2-30) وسطي التركيب النوعي لعينة ربيع 2015.



الشكل (2-31) التركيب الحبي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس عند القطرتين (30 و 80) ملم.

الجدول (2-56) التركيب النوعي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس (2014 - 2015)

التركيب النوعي الوسطي									
المجموع	الحفاضات + محارم	مخلفات غذائية	زجاج	ورق وكرتون	خشب	معدان	نسيج	بلاستيك	المكون
100	3.33	66.56	2.82	5.3	1.41	3	4.6	12.98	النسبة المئوية



الشكل (2-32) التركيب النوعي الوسطي للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس (2014 - 2015)

- ✓ من خلال تحليل نتائج التركيب النوعي الحبي لعينات النفايات المأخوذة خلال فترة الدراسة نلاحظ:
- تنوع مكونات النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس وبنسب متفاوتة.
  - ارتفاع نسبة الجزء العضوي في التركيب النوعي لهذه النفايات.
  - تشكل مخلفات الأغذية النسبة الأكبر من التركيب النوعي لهذه النفايات.
  - النسبة الأكبر من مخلفات الأغذية كانت أقطارها ضمن المجال من (30 - 80) ملم.
  - النسبة الأكبر من البلاستيك والورق والكرتون والنسيج كانت أقطارها أكبر من 80 ملم.
  - نسبة النفايات التي قياس حبيباتها أصغر من 30 ملم وصلت إلى (23 %) وهي عبارة عن أتربة ناعمة ورمال وبقايا أغذية ناعمة بأقطار من 15 ملم إلى 30 ملم وبعض القطع الإلكترونية الصغيرة وزجاج ناعم مكسور.
  - انخفاض نسب المواد القابلة للتدوير (الورق والكرتون 5.3% - المعادن 3%)
  - انخفاض النسبة المئوية لنفايات الأخشاب 1.4% .
  - ارتفاع نسب الحفاضات والممارم 3.33% .
  - وزن أكياس البلاستيك كان كبير نوعاً ما، حيث أن كل النفايات البلدية الصلبة القادمة إلى معمل وادي الهدة تكون مغلفة بأكياس بلاستيكية، و تكون هذه الأكياس رطبة نتيجة رطوبة النفايات العالية.
  - لم يلاحظ تغير واضح في التركيب النوعي لهذه النفايات خلال الفصول الأربع التي تمت خلالها الدراسة.

يعزى انخفاض نسب المواد القابلة للتدوير بسبب نشاط النباشين – الذي ازداد خلال الأزمة نتيجة الحاجة- وبيع هذه المواد إلى المتعهدين المحليين.

أما عدم وجود اختلاف واضح في التركيب النوعي خلال الفصول الأربع فيعزى إلى تنوع النمط الغذائي الممتد عبر الفصول، وعدم وجود فصل طويل يتميز بنمط استهلاكي خاص، كما في بعض الدول الباردة أو الحارة .

### 2-4-3-2 - كثافة النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس:

تم تمثيل نتائج تجربة الكثافة التي أجريت على العينات المأخوذة وفق الجداول الآتية، حيث يبين الجدول (57-2) وسطي الكثافة لعينة فصل الصيف، وبين الجدول (58-2) وسطي الكثافة لعينة فصل الخريف، والجدول (59-2) يبين وسطي الكثافة لعينة فصل الشتاء، أما الجدول (60-2) فيبين وسطي الكثافة لعينة فصل الربيع. كما تم تمثيل وسطي الكثافة خلال فصول السنة وفق مخطط بياني مبين بالشكل (33-2).

الجدول (2-57) الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الصيف.

وسطي كثافة النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الصيف					
كثافة العينة الأولى حزيران 2014					
الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	نكرار العينة		
215	5.7	1.4 kg	1		
250	6.4		2		
185	5.1		3		
255	6.5		4		
200	5.4		5		
221 kg/m3			وسطي الكثافة للعينة الأولى		
كثافة العينة الثانية تموز 2014					
(kg/m3) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	نكرار العينة		
205	5.9	1.4 kg	1		
230	6.2		2		
165	6.4		3		
210	5.5		4		
200	5.2		5		
202 kg/m3			وسطي الكثافة للعينة الثانية		
كثافة العينة الثالثة آب 2014					
(kg/m3) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	نكرار العينة		
155	4.5	1.4 kg	1		
235	6.1		2		
240	6.2		3		
215	5.7		4		
175	4.9		5		
204 kg/m3			وسطي الكثافة للعينة الثالثة		
209 kg/m3			وسطي الكثافة لعينة صيف		

الجدول (2-58) الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الخريف.

كثافة العينة الرابعة أيلول 2014					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر)	تكرار العينة		
215	5.7	1.4 kg	1		
250	6.4		2		
185	5.1		3		
240	6.2		4		
245	6.3		5		
227 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة الرابعة		
كثافة العينة الخامسة تشرين الأول 2014					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر)	تكرار العينة		
225	5.9	1.4 kg	1		
240	6.2		2		
250	6.4		3		
265	6.7		4		
235	6.1		5		
243 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة الخامسة		
235 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة لعينة خريف		

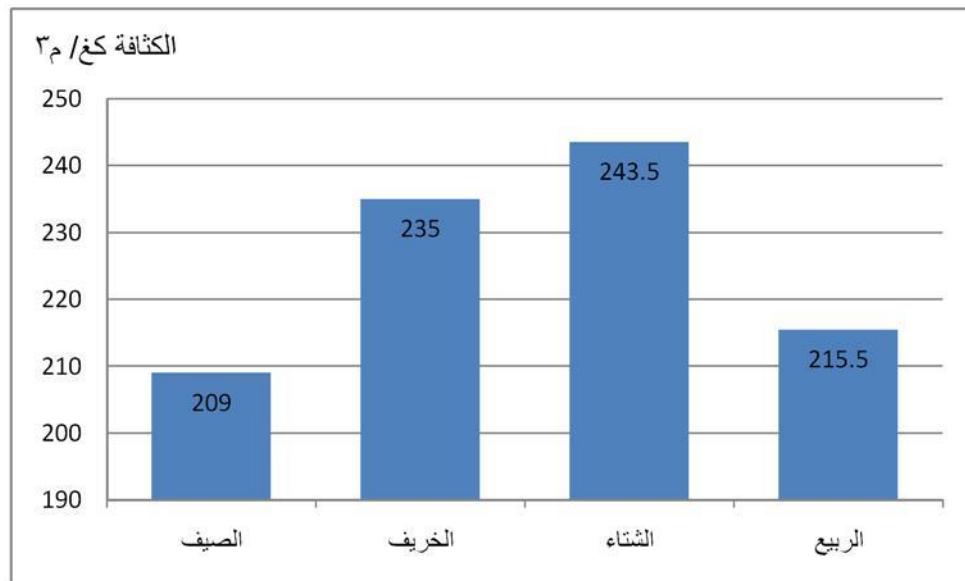
الجدول (2-59) الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الشتاء.

كثافة العينة السادسة كانون الثاني 2015					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	تكرار العينة	
225	5.9	1.4 kg	1		
255	6.5		2		
220	5.8		3		
230	6		4		
265	6.7		5		
239 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة السادسة		
كثافة العينة السابعة شباط 2015					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	تكرار العينة	
250	6.4	1.4 kg	1		
225	5.9		2		
270	6.8		3		
245	6.3		4		
250	6.4		5		
248 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة السابعة		
243.5 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة لعينة شتاء		

الجدول (2-60) الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس في فصل الربيع.

كثافة العينة الثامنة نيسان 2015					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	تكرار العينة	
225	5.5	1.4 kg	1.4 kg	1	
240	6			2	
250	4.7			3	
205	5.6			4	
190	5.4			5	
222 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة الثامنة		
كثافة العينة أيار 2015					
(kg/m <sup>3</sup> ) الكثافة	وزن الوعاء مملوء	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	وزن الوعاء (بحجم 20 لتر) فارغ	تكرار العينة	
170	4.8	1.4 kg	1.4 kg	1	
195	5.3			2	
220	5.8			3	
245	6.3			4	
215	5.7			5	
209 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة للعينة التاسعة		
215.5 kg/m <sup>3</sup>			وسيطي الكثافة لعينة ربيع 2015		

ف تكون الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس 226 كغ/م<sup>3</sup>.



الشكل (2-33) كثافة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فصول السنة (2014 - 2015).

- ✓ من خلال تحليل نتائج الكثافة لعينات النفايات المأخوذة خلال فترة الدراسة نلاحظ:
- قيم الكثافة الناتجة هي ضمن مجال قيم الكثافة الوسطية للنفايات البلدية الصلبة حسب فصول السنة والموضحة بالجدول (3-2) من هذا الفصل.
  - تغير قيم الكثافة الوسطية لعينات النفايات المأخوذة خلال الفصول الأربع.
  - كانت قيمة الكثافة الوسطية في الشتاء ( $243.5 \text{ كغ}/\text{م}^3$ )، أكبر من القيمة الوسطية للكثافة في الصيف ( $209 \text{ كغ}/\text{م}^3$ ). ويعزى ذلك إلى:
  - ارتفاع نسبة مواد التدفئة والرماد الناتج عنها في فصل الشتاء.
  - تأثير الطقس والهطول المطري.

#### 2-3-4-3- رطوبة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

تم تمثيل نتائج تجربة الرطوبة التي أجريت على العينات المأخوذة ووسطي الرطوبة لعينات كل فصل وفق الجداول الآتية من الجدول (61-2) إلى الجدول (2-70). وتم تمثيل وسطي الرطوبة خلال فصول السنة وفق المخطط البياني الموضح بالشكل (2-34).

الجدول (2-61) نتائج الرطوبة لعينة الأولى حزيران 2014

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
250.44	249.65	252.88	254.74	وزن العينة المأخوذة (g)
156.72	166.97	151.43	145.89	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
93.72	82.68	101.45	108.85	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
37.42	33.12	40.12	42.73	الرطوبة الأولية %
145.66	151.86	136.92	139.82	وزن العينة بعد التجفيف على 105 م (g)
11.06	15.11	14.51	6.07	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانوية ) . (g)
7.59	9.95	10.6	4.34	الرطوبة الثانوية %
45.02	43.07	50.72	47.071	الرطوبة الكلية %
46.47				الرطوبة الكلية الوسطية

الجدول (2-62) نتائج الرطوبة للعينة الثانية تموز 2014

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
250.44	249.65	252.88	254.74	وزن العينة المأخوذة (g)
158.72	162.97	148.43	146.89	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
91.72	86.68	104.45	107.85	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
36.624	34.724	41.34	42.34	الرطوبة الأولية %
147.66	153.86	138.92	139.82	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
11.06	9.11	9.51	7.07	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانوية ) . (g)
7.49	5.92	6.85	5.06	الرطوبة الثانوية %
44.11	40.64	48.15	47.39	الرطوبة الكلية %
45.07				الرطوبة الكلية الوسطية

الجدول (2-63) نتائج الرطوبة للعينة الثالثة آب 2014

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
249.33	250.15	248.86	251.22	وزن العينة المأخوذة (g)
156.12	161.09	148.43	148.93	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
93.21	89.06	100.43	102.29	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
37.38	35.6	40.36	40.71	الرطوبة الأولية %
149.93	153.16	140.97	142.41	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
6.19	7.93	7.46	6.52	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانوية ) . (g)
4.13	5.18	5.29	4.58	الرطوبة الثانوية %
41.51	40.78	45.65	45.29	الرطوبة الكلية %
43.31				الرطوبة الكلية الوسطية

ف تكون الرطوبة الكلية الوسطية لعينات صيف 2014 هي 44.95 %

الجدول (2-64) نتائج الرطوبة للعينة الرابعة ايلول 2014

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
256.78	252.21	255.17	256.94	وزن العينة المأخوذة (g)
148.23	154.08	146.44	138.88	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
108.55	98.13	108.73	118.06	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
42.27	38.91	42.61	45.95	الرطوبة الأولية %
137.21	143.96	137.77	128.85	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
11.02	10.12	8.67	10.03	الفرق بين التجفيف على 70 م والتتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) . (g)
8.03	7.03	6.29	7.78	الرطوبة الثانية %
50.3	45.94	48.9	53.73	الرطوبة الكلية %
49.72				الرطوبة الكلية الوسطية

الجدول (2-65) نتائج الرطوبة للعينة الخامسة شرين الأول 2014

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
258.82	255.69	251.97	256.04	وزن العينة المأخوذة (g)
151.11	160.81	140.86	130.38	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
107.71	94.88	111.11	125.66	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
41.62	37.11	44.1	49.08	الرطوبة الأولية %
144.85	148.42	130.89	115.72	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
6.26	12.39	9.97	9.94	الفرق بين التجفيف على 70 م والتتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) . (g)
4.32	8.35	7.62	8.59	الرطوبة الثانية %
45.94	45.46	51.71	57.67	الرطوبة الكلية %
50.19				الرطوبة الكلية الوسطية

فتكون الرطوبة الكلية الوسطية لعينات خريف 2014 هي 49.96 %.

الجدول (2-67) نتائج الرطوبة للعينة السادسة كانون الثاني 2015

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
256.78	254.21	257.17	258.94	وزن العينة المأخوذة (g)
145.23	153.11	137.14	132.99	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
111.55	101.1	120.03	125.95	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
43.44	39.77	46.67	48.64	الرطوبة الأولية %
135.21	141.56	128.77	123.85	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
10.02	11.55	8.37	9.14	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) (g)
7.41	8.16	6.5	7.38	الرطوبة الثانية %
50.85	47.93	53.17	56.02	الرطوبة الكلية %
51.99				الرطوبة الكلية الوسطية

الجدول (2-68) نتائج الرطوبة للعينة السابعة شباط 2015

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
247.98	255.09	252.18	256.68	وزن العينة المأخوذة (g)
150.83	154.19	138.37	136.33	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
97.15	100.9	113.81	120.35	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
39.18	39.55	45.13	46.89	الرطوبة الأولية %
141.5	141.95	128.35	112.62	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
9.33	12.24	10.02	7.73	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) (g)
6.59	8.62	7.81	6.86	الرطوبة الثانية %
45.77	48.18	52.93	53.75	الرطوبة الكلية %
50.16				الرطوبة الكلية الوسطية

فتكون الرطوبة الكلية الوسطية لعينات شتاء 2015 هي .%51.08

الجدول (2-69) نتائج الرطوبة للعينة الثامنة نيسان 2015

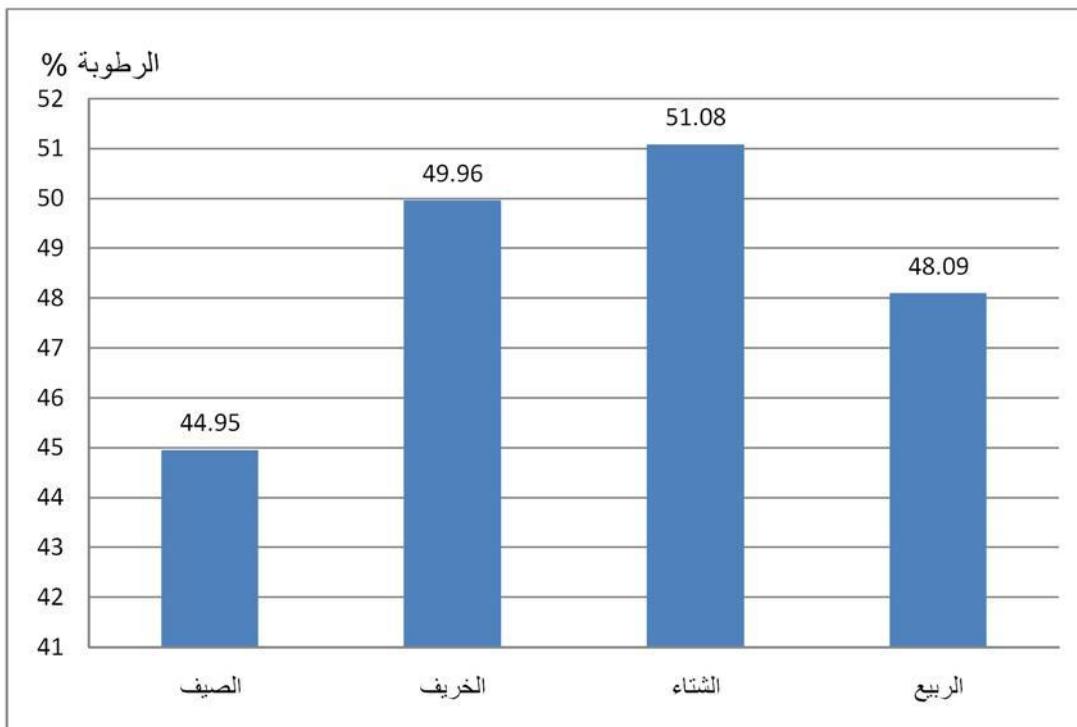
4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
251.92	248.91	251.15	252.11	وزن العينة المأخوذة (g)
150.23	158.95	150.28	144.89	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
101.69	89.96	100.87	107.22	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
40.37	36.143	40.163	42.53	الرطوبة الأولية %
139.81	147.76	142.13	133.87	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
10.42	11.19	8.15	11.02	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) . (g)
7.45	7.57	5.73	8.23	الرطوبة الثانية %
47.82	43.71	45.9	50.76	الرطوبة الكلية %
47.05				الرطوبة الكلية الوسطية

الجدول (2-70) نتائج الرطوبة للعينة التاسعة أيار 2015

4	3	2	1	تكرار التجربة
				العامل
256.82	253.66	255.98	255.01	وزن العينة المأخوذة (g)
150.77	164.85	143.06	139.78	الوزن بعد التجفيف على 70 م (g)
106.05	88.81	112.92	115.23	الفرق ( الرطوبة الأولية ) (g)
41.299	35.019	44.119	45.19	الرطوبة الأولية %
140.07	151.44	134.12	106.92	وزن العينة بعد التجفيف 105 م. (g)
10.7	13.41	8.94	8.31	الفرق بين التجفيف على 70 م والتجفيف على 105 م ( الرطوبة الثانية ) . (g)
7.64	8.85	6.67	7.77	الرطوبة الثانية %
48.93	43.87	50.78	52.96	الرطوبة الكلية %
49.13				الرطوبة الكلية الوسطية

فتكون الرطوبة الكلية الوسطية لعينات ربيع 2015 هي 48.09 %.

الرطوبة الكلية الوسطية للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس (2014 - 2015) هي 48.52%.



الشكل (2-34) رطوبة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس خلال فصول السنة (2014 - 2015).

- ✓ من خلال تحليل نتائج الرطوبة لعينات النفايات المأخوذة خلال فترة الدراسة نلاحظ:
  - ارتفاع قيم رطوبة هذه النفايات نتيجة محتواها الكبير من بقايا الطعام.
  - تغير بسيط في قيم الرطوبة الوسطية لعينات النفايات المأخوذة خلال الفصول الأربع.
  - تكون قيمة الرطوبة الوسطية في الشتاء مرتفعة (51.08%)، مقارنة بالقيمة الوسطية للكثافة في الصيف (44.95%). وذلك بسبب تأثير الظروف المناخية (تأثير الهطولات المطرية).

#### 2-4-4-2 - أهم الخصائص الكيميائية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

بعد تحديد نسب مكونات النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس، تم تحديد التركيب الكيميائي لهذه النفايات باستخدام القيم النموذجية للعناصر الكيميائية في مكونات النفايات الصلبة.

#### 2-4-4-1 - التحليل المباشر والنهائي:

تم تحديد المواد الطيارة والرماد ومحتوى الكربون العضوي والتركيب الكيميائي (الميدروجين - الأوكسجين - الكربون - الكبريت - النتروجين) لعينات النفايات البلدية الصلبة المأخوذة.

##### ❖ محتوى الكربون العضوي والممواد الطيارة والرماد:

تم تمثيل نتائج محتوى الكربون العضوي والرماد والممواد الطيارة لعينات النفايات المختلطة في الجدولين الآتيين، حيث يمثل الجدول (2-71) محتوى الكربون العضوي والرماد والممواد الطيارة في العينة الأولى (تموز 2014)، هذه العينة تمأخذ مكرراتها من عينة شهر تموز المأخوذة لتحديد الرطوبة فكانت رطوبة المكررات محسوبة سابقاً. ويمثل الجدول (2-72) محتوى الكربون العضوي والرماد والممواد الطيارة في العينة الثانية (كانون الثاني 2015)، التي أخذت مكرراتها من عينة شهر كانون الثاني المأخوذة لتحديد الرطوبة.

بالنسبة لنوع الثاني من العينات (بقايا الطعام والورق والمحارم)، والنوع الثالث (بقايا الطعام)، أخذت في نيسان 2015 وتم تحديد رطوبتها ومُثلت نتائج الرطوبة في الجدولين (2-73) (75-2)، وحدّد محتوى الكربون العضوي والرماد والممواد الطيارة لهذه العينات وأُظهرت النتائج في الجدولين (2-74) (76-2).

**الجدول (2-71) محتوى الكربون العضوي والرماد والممواد الطيارة في العينة الأولى (تموز 2014)**

الرماد %Ash	الكربون العضوي [% DS]	المواد الطيارة الكلية كنسبة من الوزن الجاف [% DS]	وزن العينة مع الجفنة بعد الترميم gr	وزن العينة المجففة مع الجفنة فارغة gr	وزن العينة وزن الجفنة فارغة gr	وزن العينة المجففة المأخوذة gr	الرطوبة %	المكررات
8.65	48.67	83.93	67.525	92.779	62.689	29.41	47.39	1
5.31	51.92	89.52	67.706	94.034	64.624	30.09	48.15	2
3.64	54.44	93.86	66.478	94.655	64.635	30.02	40.64	3
5.87	51.68	89.1					45.39	الوسيطى

الجدول (2-72) محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في العينة الثانية(كانون الثاني 2015)

الرماد %Ash	الكربون العضوي [% DS]	المواد الطيارة الكلية كتسبة من الوزن الجاف [% DS]	وزن العينة مع الجفنة بعد الترميد (g)	وزن العينة المجففة مع الجفنة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	وزن العينة المجففة المأكوذة (g)	الرطوبة %	المكررات
6.26	49.75	85.78	63.095	88.708	58.848	29.86	56.02	1
7.87	48.26	83.2	63.209	88.477	58.108	30.369	53.17	2
6.09	51.21	88.29	61.781	88.854	58.194	30.66	47.93	3
6.74	49.74	85.76					52.37	الوسيطى

الجدول (2-73) رطوبة النوع الثاني من العينات (بقايا الطعام والورق والمحارم).

رطوبة العينة %	وزن العينة بعد التجفيف (g)	وزن العينة مع الجفنة بعد التجفيف (g)	وزن العينة مع الجفنة قبل التجفيف (g)	وزن العينة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	المكررات
67.44	21.649	86.283	131.113	66.479	64.634	64.634	1
62.65	21.756	79.864	116.363	58.255	58.108	58.108	2
54.96	30.832	89.026	126.649	68.455	58.194	58.194	3
66.97	20.661	83.349	125.249	62.561	62.689	62.689	4

الجدول (2-74) محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في عينة النوع الثاني(نisan 2015)

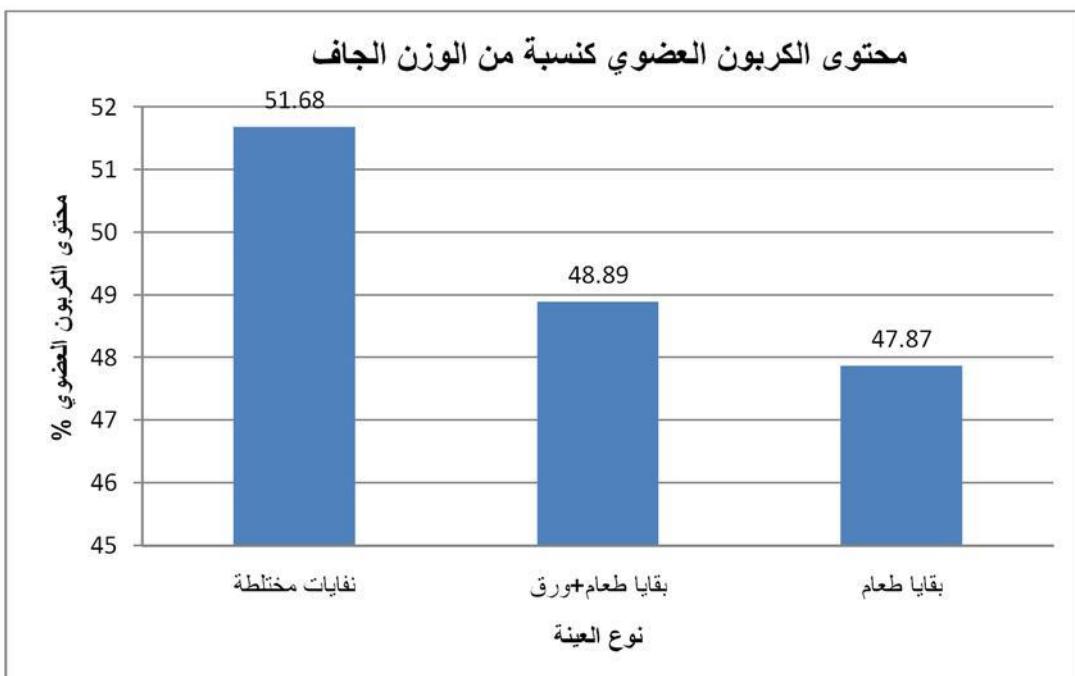
الرماد %Ash	الكربون العضوي [% DS]	المواد الطيارة الكلية كتسبة من الوزن الجاف [% DS]	وزن العينة مع الجفنة بعد الترميد (g)	وزن العينة المجففة مع الجفنة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	وزن العينة المجففة المأكوذة (g)	الرطوبة %	المكررات
6.08	47.17	81.33	68.677	86.283	64.634	21.649	67.44	1
5.81	48.97	84.43	61.494	79.864	58.108	21.756	62.65	2
5.47	50.95	87.85	61.939	89.026	58.194	30.832	54.96	3
5.41	48.49	83.61	66.075	83.349	62.689	20.663	66.97	4
5.69	48.89	84.3					63	الوسيطى

الجدول (2-75) رطوبة النوع الثالث من العينات (بقايا الطعام فقط).

رطوبة العينة %	وزن العينة بعد التجفيف (g)	وزن العينة مع الجفنة بعد التجفيف (g)	وزن العينة مع الجفنة قبل التجفيف (g)	وزن العينة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	المكررات
80.46	8.271	43.826	67.682	32.127	35.555	1
77.63	8.812	43.396	64.626	30.042	34.584	
79.48	8.082	41.081	61.208	28.209	32.9995	2
76.1	9.669	40.449	60.908	30.128	30.781	
77.04	9.148	39.838	64.827	34.136	30.691	3
78.34	7.425	40.563	62.299	29.161	33.138	
73.13	10.632	43.278	62.390	29.744	32.646	4
80.25	7.278	37.850	62.906	32.334	30.572	

الجدول (2-76) محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة في عينة النوع الثالث (نisan 2015)

الرماد %Ash	الكربون العضوي [% DS]	المواد الطيارة الكلية كتسبة من الوزن الجاف [% DS]	وزن العينة مع الجفنة بعد الترميم (g)	وزن العينة المجففة مع الجفنة (g)	وزن الجفنة فارغة (g)	وزن العينة المجففة المأخوذة (g)	الرطوبة %	المكررات
5.75	46.29	79.82	32.537	39.838	30.691	9.147	80.46	1
4.19	47.98	82.72	31.8297	37.850	30.572	7.278	77.63	
5.69	48.37	83.4	32.385	40.449	30.781	9.669	79.48	2
4.94	47.31	81.57	34.489	41.081	32.999	8.082	76.1	
4.81	49.05	84.57	34.287	43.278	32.646	10.632	77.04	3
4.92	46.79	80.68	34.573	40.563	33.138	7.425	78.34	
4.72	48.16	83.03	36.959	43.826	35.555	8.271	73.13	4
4.22	49.03	84.53	35.947	43.396	34.584	8.812	80.25	
4.9	47.87	82.54					77.8	الوسطي



(35-2) اختلاف محتوى الكربون العضوي حسب مكونات النفايات البلدية الصلبة

✓ من خلال تحليل نتائج محتوى الكربون العضوي والرماد والمواد الطيارة لعينات النفايات المأخوذة خلال فترة الدراسة نلاحظ:

- تأثير ارتفاع نسبة الجزء العضوي في التركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس على ارتفاع قيم محتوى الكربون العضوي في عينات النوع الأول (نفايات مختلطة)، حيث كانت (51.68%) في العينة الأولى و (49.74%) في العينة الثانية.
- محتوى الكربون العضوي في عينات النوع الثاني (48.89%) والنوع الثالث (47.87%) كانت متقاربة مع النوع الأول، حيث أن معظم تركيب هذه النفايات من بقايا الطعام.

#### ❖ التركيب الكيميائي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس:

تم تحديد التركيب الكيميائي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس بعد تحديد نسب مكونات هذه النفايات، حيث تم استخدام القيم النموذجية للعناصر الكيميائية في مكونات النفايات الصلبة الواردة في الجدول (2-5) من هذا الفصل وهذه القيم معطاة على أساس الوزن الجاف.

حددت نسبة كل عنصر كيميائي في النفايات البلدية الصلبة المختلطة بضرب نسبة كل مكون من مكونات هذه النفايات بالقيمة النموذجية للعنصر الكيميائي المراد حساب نسبته [26]. ويبين الجدول (2-77) نسبة العناصر الكيميائية في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.

الجدول (2-77) نسبة العناصر الكيميائية في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.

Ash	S	N	O	H	C	النسبة المئوية لكل مكون %	المكون
1.3	0	0	2.96	0.93	7.79	12.98	بلاستيك
0.2	0.01	0.36	2.47	0.52	4.36	7.93	نسيج
0	0	0	0	0	0	3	معدن
0.02	0.001	0.003	0.6	0.08	0.7	1.41	خشب
0.32	0.01	0.02	2.33	0.32	2.3	5.3	ورق وكرتون
0	0	0	0	0	0	2.82	زجاج
3.33	0.27	1.73	25.03	4.264	31.95	66.56	مخلفات غذائية
5.16	0.29	2.11	33.39	6.12	47.1		النفايات المختلطة لمحافظة طرطوس

إن القيم النموذجية للعناصر الكيميائية في مكونات النفايات الصلبة الواردة في الجدول (2-5) من هذا الفصل معطاة على أساس الوزن الجاف (الوزن بعد التجفيف على حرارة 105 درجة مئوية لمدة ساعة)، ولتحديد قيم العناصر الكيميائية على أساس الوزن الرطب تم استخدام القيم النموذجية لرطوبة مكونات النفايات الواردة في الجدول (2-4) من هذا الفصل. ويبين الجدول (2-78) قيم العناصر الكيميائية في عينة (500 كغ) من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس والتي تم فيها اعتبار القيم الوسطية للتراكيب النوعي لهذه النفايات.

الجدول (2-78) قيم العناصر الكيميائية في عينة من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.

Ash (Kg)	S (Kg)	N (Kg)	O (Kg)	H (Kg)	C (Kg)	الوزن الجاف (Kg)	الوزن الرطب (Kg)	القيم النموذجية للرطوبة %	نسبة المكون %	المكون
6.36	0	0	14.5	4.58	38.16	63.6	64.9	2	12.98	بلاستيك
0.89	0.05	1.64	11.13	2.36	19.63	935.6	39.65	10	7.93	نسيج+محارم وحفاضات
0.08	0.006	0.01	2.41	0.34	2.79	5.64	7.05	20	1.41	خشب
1.49	0.049	0.07	10.96	1.49	10.83	24.91	26.5	6	5.3	ورق
4.99	0.399	2.59	37.54	6.39	47.92	99.84	332.8	70	66.56	مخلفات غذائية
13.82	0.51	4.32	76.54	15.16	119.34	229.68	470.9		94.18	المجموع

كتلة الرطوبة في الجزء العضوي من عينة النفايات الصلبة هي: الوزن الرطب - الوزن الجاف [25].

$$470.9 - 229.68 = 241.223 \text{ kg}$$

$$\text{H} = 2/18 * 241.223 = 26.803 \text{ kg}$$

$$\text{O} = 16/18 * 241.223 = 214.42 \text{ kg}$$

$$\text{كتلة الهيدروجين الكلية} = 41.963 + 15.16 = 26.803 \text{ kg}$$

$$\text{كتلة الأكسجين الكلية} = 290.96 + 214.42 + 76.54 = 581.92 \text{ kg}$$

فتقون الصيغة الكيميائية التقريبية مع الكبريت وبدون الكبريت. مبينة في الجدول (79-2).

الجدول (2-79) الصيغة الكيميائية التقريبية مع الكبريت وبدون الكبريت.

النسبة المولية النتروجين = 1	النسبة المولية الكبريت = 1	الكمية بالمول	الكتلةجزئية	الكتلة Kg	العنصر
32.225	624.637	9.937	12.01	119.34	كربون
134.741	2611.738	41.548	1.01	41.963	هيدروجين
58.975	1143.136	18.185	16.00	290.96	أوكسجين
1	19.383	0.308	14.01	4.32	نتروجين
-	1	0.016	32.06	0.51	الكبريت

وبالتالي، فإن الصيغة الكيميائية لعينة النفايات الصلبة مع الكبريت هي:



والصيغة الكيميائية دون الكبريت هي:



فتقون النسبة المئوية للعناصر والرماد على أساس الكتلة مبينة في الجدول (2-80).

الجدول (2-80) النسبة المئوية للعناصر والرماد على أساس الكتلة الرطبة.

النسبة المئوية %	الكتلة Kg	العنصر
25.34	119.34	كربون
8.91	41.963	هيدروجين
61.79	290.96	أوكسجين
0.92	4.32	نتروجين
0.11	0.51	الكبريت
2.93	13.82	الرماد
100		المجموع

## 2-4-5- محتوى الطاقة في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس:

استناداً إلى نسب مكونات النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس المحسوبة سابقاً، والقيم النموذجية لمحتوى الطاقة في كل مكون والمعطاة بالجدول (2-6) من هذا الفصل، تم حساب محتوى الطاقة لعينة النفايات (kg 500) التي تم سابقاً تحديد نسب مكوناتها، ونتائج الحساب مبينة في الجدول .(81-2)

الجدول (2-81) محتوى الطاقة الكلية في عينة (kg 500) من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.

المكون	% النسبة	الوزن (Kg)	القيمة النموذجية للطاقة Kj/Kg	الطاقة الكلية Kj (لعينة 500 kg)
بلاستيك	12.98	64.9	32600	2115740
نسيج	7.93	39.65	17450	691892.5
معدان	3	15	700	10500
خشب	1.41	7.05	18600	131130
ورق	5.3	26.5	16750	443875
زجاج	2.82	14.1	150	2115
مخلفات غذائية	66.56	332.8	4650	1547520
المجموع	100	500		4942772.5

محتوى الطاقة في الكيلو غرام الواحد:

$$E = 4942772.5 / 500 = 9885.545 \text{ Kj/Kg}$$

محتوى الطاقة في العينة الجافة:

$$E = 9885.545 * (100 / 100 - 48.52) = 19202.69 \text{ Kj/Kg}$$

محتوى الطاقة في العينة المرمدة:

$$E = 9885.545 * (100 / 100 - 48.52 - 2.93) = 20361.58 \text{ Kj/Kg}$$

محتوى الطاقة الإجمالية في العينة باستخدام صيغة دولونغ :

$$\frac{KJ}{Kg} = 337(25.34) + 1428\left(8.91 - \frac{61.79}{8}\right) + 9(0.11)$$

$$E = 10234.535 \text{ Kj/Kg}$$

✓ من خلال تحليل نتائج التركيب الكيميائي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس ومحتوى الطاقة فيها نلاحظ:

- نسب العناصر الكيميائية لهذه النفايات يجعلها ذات تركيب كيميائي مناسب لتحويلها بعد معالجتها بيولوجياً إلى محسنات للتربة (سماد).
- انخفاض محتوى الطاقة للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس ( حوالي  $Kj/Kg 10000$  ). ويعزى ذلك إلى ارتفاع نسبة الرطوبة بسبب زياد المحتوى من بقايا الطعام.
- انخفاض نسبة المواد القابلة للاحتراق ( الورق والكرتون والأخشاب ) مما يقلل من محتوى الطاقة.

## الفصل الثالث

# كميات غاز الميتان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية وعن طمر النفايات

### 1-3 - مقدمة:

ازدادت الحاجة إلى وضع حلول مناسبة لظاهرة الاحتباس الحراري كونها من أهم المشاكل البيئية التي تواجه العالم، وخاصة بعد تزايد انبعاث غازات الدفيئة Greenhouse Gas (GHG)، ويتوارد على كل الدول بحسب الاتفاقيات أن تبلغ عن إصداراتها السنوية من هذه الغازات، وتتخذ الطرق المناسبة للتخفيف منها.

على الرغم من أن كمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (غازات الدفيئة) الناتجة من قطاع النفايات في سوريا لا تشكل سوى 5% فقط من إجمالي الإنبعاثات في سوريا؛ إلا أن هذا القطاع ونتيجة لما يعانيه من سوء في الإدارة وتزايد كبير في الكميات المنتجة يومياً والتي تلقى في المكببات العشوائية، فإنه يساهم مساهمة لا يمكن الاستهانة بها في زيادة إنبعاث غازات الدفيئة وخاصة غاز الميتان [27].

### 2-3 - ظاهرة الاحتباس الحراري:

#### 2-3-1 - التعريف بظاهرة الاحتباس الحراري وأسبابها:

هي عبارة عن ارتفاع تدريجي في درجة حرارة الطبقة السفلية القريبة من سطح الأرض من الغلاف الجوي المحيط بالأرض. وسبب هذا الارتفاع زيادة انبعاث غازات الدفيئة أو غازات البيت الزجاجي (Green House Gases)، وهي: ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  وغاز الميثان  $\text{CH}_4$  وغاز أكسيد النتروز  $\text{NO}_x$  وغاز سداسي فلور الكبريت  $\text{SF}_6$  وغازات بيرفلور الكربون PFC وغازات هايدرو فلورو كربون HFC [1].

إن ازدياد نسبة غازات الدفيئة بمقدار يفوق ما يحتاجه الغلاف الجوي للحفاظ على درجة حرارة سطح الأرض ثابتة يؤدي إلى الاحتفاظ بكمية أكبر من الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي وبالتالي تبدأ درجة حرارة سطح الأرض بالارتفاع.

#### 2-3-2 - الجهود والاتفاقيات الدولية لمواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري:

نتيجة لما شهده المناخ العالمي من تغيرات هامة وواضحة، فقد انعقد مؤتمر المناخ العالمي عام 1979 من قبل منظمة الأرصاد الجوية العالمية (World Metrological Organization, WMO)،

وخلص هذا المؤتمر إلى أن النشاطات البشرية هي السبب الرئيس لتغيرات محلية وعالمية للبيئة، ويلاحظ هنا أنه حتى ذلك الوقت، لم تكن هناك إشارة واضحة للتأثير على المناخ العالمي. وفي المؤتمر الذي عقد في النمسا عام 1985 من قبل منظمة الأرصاد الجوية العالمية WMO، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (United Nation Environmental Program, UNEP) جرى استعراض تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى على تغير المناخ، وأنشئت المنظمة الحكومية المعنية بتغيير المناخ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) لدراسة هذه الظاهرة علمياً وطرح الحلول لمعالجتها. قدمت المنظمة الحكومية المعنية بتغيير المناخ تقريرها الأول عام 1990، وقد لعب هذا التقرير دوراً هاماً في تأسيس اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية حول تغير المناخ (United Nation Framework Convention for Climate Change, UNFCCC) في مؤتمر قمة الأرض في ريو دي جانيرو عام 1992، وقد اتفقت حكومات معظم دول العالم في هذا المؤتمر على معالجة هذه الظاهرة، وتواترت بعد ذلك المؤتمرات العلمية والرسمية والتي كان من أهمها مؤتمر كيوتو عام 1996 الذي ألزم الدول المتقدمة بالإبلاغ سنوياً عن إصداراتها من غازات الدفيئة والإجراءات المتخذة لتخفييفها، كما أنه ألزم الدول الأخرى النامية بالإبلاغ عن إصداراتها من غازات الدفيئة. ثم انعقد مؤتمر بالي عام 2007 لمراجعة ما تم انجازه وإصدار قرارات أكثر تشدداً بهذا الصدد. ومن اللافت للنظر أن جائزة نوبل للسلام للعام 2008 منحت مناصفة بين آل غور ومنظمة IPCC لجهودهما في معالجة ظاهرة الاحتباس الحراري [27], [28].

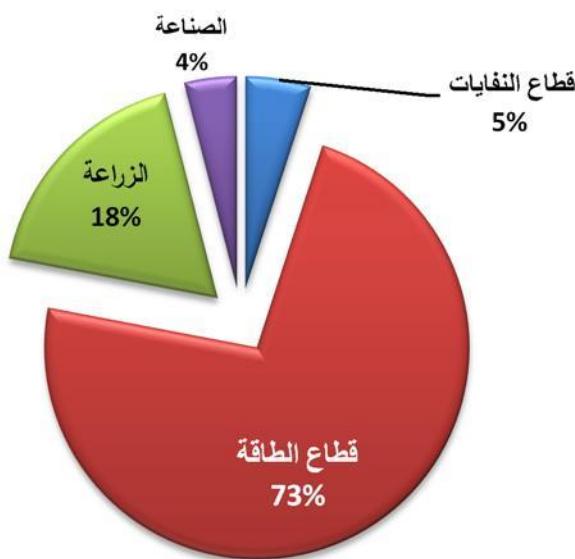
### 3-2-3- تأثير قطاع النفايات الصلبة على ظاهرة الاحتباس الحراري :

أدى النمو المتسارع في زيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة وتحسين الخدمات في المدن والأرياف بالإضافة إلى التقدم الصناعي والزراعي إلى زيادة كبيرة في توليد النفايات البلدية الصلبة في التجمعات السكانية، وبات من الضروري إيجادحلول المناسبة للإدارة المتكاملة للتخلص من النفايات الصلبة بشكل علمي وآمن بيئياً.

تُعد المواد العضوية الموجودة في النفايات بشكل عام المسئول الأول عن إصدارات غازات الدفيئة الناتجة عن النفايات البلدية الصلبة أثناء تحللها اللاهوائي وتخمرها في موقع التخلص النهائي للنفايات الصلبة وخاصة غاز الميتان، وتشكل هذه المواد العضوية النسبة الأكبر من مكونات النفايات الصلبة في البلدان النامية، حيث تصل نسبتها في النفايات البلدية الصلبة إلى حوالي 60% [27].

إن الإصدارات الكلية لغازات الدفيئة GHG الناتجة عن قطاع النفايات في سوريا، قدرت بحوالي 5% فقط من مجمل الإصدارات (مقدرة بمكافئ  $\text{CO}_2$ ) بالمقارنة مع القطاعات الرئيسية الأخرى، وهي الطاقة

والزراعة والصناعة. يبين الشكل (1-3) مساهمة قطاع النفايات في سوريا والقطاعات الأخرى بالانبعاثات الكلية لغازات الدفيئة والبالغة (79.08 تيرا غرام مكافئ) لعام 2005 [27].



الشكل (1-3) حصة القطاعات المختلفة من إصدار GHG بمكافئ  $\text{CO}_2$  لعام 2005 [27].

### 3-3-الطمر العشوائي (المكبّات العشوائية) للنفايات البلدية الصلبة:

إن النموذج المتبع للطمر (landfill) في العديد من البلدان النامية ومنها سوريا، هو الطمر العشوائي أو ما يسمى المكبّات العشوائية (Random dumps) التي يتم فيها إلقاء النفايات عشوائياً دون إجراء عمليات العزل المطلوبة أو المعالجة الازمة لغازات المنطلقة والمياه الراسحة، إضافة لإهمال اختيار الموقع المناسب من الناحية الجيولوجية ومن حيث قرينه من التجمعات السكنية والأراضي الزراعية أو مصادر المياه الجوفية.

#### 3-3-1- الانبعاثات الناتجة عن مكبّات النفايات الصلبة:

تنتج موقع التخلص من النفايات الصلبة كميات كبيرة من الميثان ( $\text{CH}_4$ )، إضافة إلى الميثان فإن هذه المواقع تنتج ثاني أكسيد الكربون ( $\text{CO}_2$ )، والمركبات العضوية المتطرفة غير الميتانية ( $\text{NMVOCs}$ )، فضلاً عن كميات أصغر من أكسيد النيتروز ( $\text{N}_2\text{O}$ )، وأوكسيد النيتروجين ( $\text{NO}_x$ )، وأحادي أكسيد الكربون (CO)، ويساهم الميثان المنتج في موقع التخلص من النفايات الصلبة في حوالي 3 إلى 4 في المائة من الانبعاثات السنوية العالمية لغازات الاحتباس الحراري [29]. ويبين الجدول (1-3) الغازات الناتجة عن مطامر النفايات البلدية الصلبة [30].

الجدول (3-1) الغازات الناتجة عن مطامر النفايات البلدية الصلبة عالمياً [30].

نوع الغاز	الصفاته	نسبة المئوية
CH <sub>4</sub> الميتان	مشتعل، أخف من الهواء	% 60-50
ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub>	خانق، أثقل من الهواء	% 30-20
أول أكسيد الكربون CO	سام	ضعيفة
N <sub>2</sub> الآزوت	حامد	% 25-15
H <sub>2</sub> الهيدروجين	قابل للاحتراق	ضعيفة
NH <sub>3</sub> النشادر	روائح مميزة	ضعيفة
H <sub>2</sub> S كبريت الهيدروجين	سام، ذو رائحة كريهة	ضعيفة
O <sub>2</sub> أوكسجين	-	% 2
H <sub>2</sub> O بخار الماء	-	متغيرة
التولين	رائحة كريهة جداً	ضعيفة

### 3-3-2- الميتان الناتج عن مكبّات النفايات الصلبة:

عندما يتم التخلص من النفايات الصلبة في مكبّات أو مطامر النفايات، فإن معظم المواد العضوية سوف تتحلل خلال فترة طويلة أو قصيرة من الزمن ( أقل من سنة واحدة إلى 100 سنة أو أكثر ). تعتمد عمليات التحلل البيولوجي اعتماداً كبيراً على ظروف موقع التخلص من النفايات الصلبة، وهذا التحلل البيولوجي قد يكون هوائياً أو لاهوائياً. ينتج عن التحلل الهوائي غاز ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) والماء والحرارة أما عن التحلل اللاهوائي فينتج الميثان (CH<sub>4</sub>) و ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>). وإن إنتاج الميتان المنبعث إلى الغلاف الجوي يساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري و يجب تقدير انبعاثاته الناتجة والإبلاغ عنها وفق قوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ [31].

تنفكك المادة العضوية من كربون ونتروجين الموجودة في النفايات بفعل البكتيريا اللاهوائية. ويصدر غاز الميثان CH<sub>4</sub> بشكل رئيس بمعدل متناقص يستمر لسنوات . كما تتصدر أيضاً مركبات عضوية طيارة غير الميثان NMVOC و غاز ثاني أكسيد الكربون . وتنفكك المادة العضوية أولاً إلى مادة عضوية منحلة ( بما في ذلك السكريات ) . ثم تحطم هذه المواد إلى هيدروجين H<sub>2</sub> و ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> و حموض مختلفه. و تتحول الحموض المختلف إلى حمض أبسط كحمض الخل. كما تُحول البكتيريا المولدة للميثان (methanogenic) المزيج إلى غاز الميثان [32].

تؤثر في عملية توليد الميثان عوامل عدة أهمها [32]:

- 1- الإجراءات المتبعة في إدارة النفايات كطريقة الطرmer وعمقه.
- 2- تركيب النفايات من المواد المختلفة وخاصة المادة العضوية.
- 3- الشروط الفيزيائية وهي :
  - الرطوبة التي هي ضرورية للبكتيريا.
  - درجة الحرارة: إن درجة الحرارة المثلث لإنتاج جيد ل  $\text{CH}_4$  بين  $24-40^{\circ}\text{م}$ .
  - pH: قيمة pH المثلث لتشكل الميثان هو بين 6.8 و 7.2، فإذا انخفضت جداً تحت 6.8 فقد تؤخر الحموضة البدء بإنتاج غاز الميثان.

تبلغ كمية الانبعاثات الكلية من غاز الميثان  $\text{CH}_4$  من المصادر البشرية 360 تيرا غرام / السنة . حيث يشكل انبعاث  $\text{CH}_4$  من النفايات الصلبة 6 - 20 % من الانبعاثات الكلية لغاز الميثان من الأنشطة البشرية [32].

### 3-3-3- معادلة حساب انبعاثات الميثان الناتجة عن مكبات النفايات الصلبة:

من أجل حساب انبعاثات الميثان الناتجة عن مكبات النفايات الصلبة، يمكن استخدام المعادلة الواردة في الخطوط التوجيهية للمنظمة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري، والمعطاة بالشكل التالي [29]:

$$(7) \quad \text{CH}_4 \text{ Emissions} = (\text{MSW}_T * \text{MSW}_F * \text{MCF} * \text{DOC} + \text{DOC}_F * F * \frac{16}{12} - R) * (1 - OX)$$

$\text{CH}_4$  Emissions : إجمالي انبعاثات الميثان في سنة الدراسة، غيغا غرام ميتان (Gg/year).  
 $\text{MSW}_T$ : الفضلات الصلبة الكلية المتولدة في العام.

$\text{MSW}_F$ : جزء الفضلات الصلبة التي ترحل إلى مكب الفضلات الصلبة .

MCF: معامل تصحيح الميثان.

DOC : الكربون القابل للتفكك.

$\text{DOC}_F$  : جزء الكربون الذي تفكك فعلاً.

F: جزء غاز الميثان في الغاز المتولد.

R: غاز الميثان المسترجع غيغا غ / العام.

OX : عامل الأكسدة لغاز الميثان.

### 3-3-4- معاملات الانبعاث الداخلة في معادلة حساب إصدارات الميثان:

#### 1-4-3-3- معامل تصحيح الميثان (MCF):

يفسر معامل تصحيح الميثان اختلاف كميات الميثان المنطلقة من مقدار معين من النفايات الملقاة في مكبات النفايات الصلبة حسب تصنيف هذه المكبات، حيث تصنف موقع التخلص النهائي من النفايات الصلبة وفقاً للخطوط التوجيهية للفريق الدولي المعنى بتغير المناخ (IPCC) بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري إلى الأصناف التالية المبينة في الجدول (2-3) [29].

- موقع التخلص من النفايات الصلبة اللاهوائية المدارية: تخضع النفايات في هذه المواقع إلى آلية تحكم معينة حيث توجه النفايات إلى أماكن توضع محددة وتتضمن هذه المواقع مواد للتغطية، وعمليات ضغط وتسوية ميكانيكية للنفايات، وتكون قيمة معامل تصحيح الميثان (1).
- موقع التخلص من النفايات الصلبة النصف هوائية المدارية: تخضع أيضاً النفايات في هذه المواقع إلى آلية تحكم معينة وتوجه النفايات إلى أماكن توضع محددة إلا أن مواد التغطية في هذه المواقع تكون قابلة للنفاذ، وتكون قيمة معامل تصحيح الميثان (0.5).
- موقع التخلص من النفايات الصلبة غير المدارية العميقة: تشمل كل مواقع التخلص من النفايات الصلبة والتي تراكم فيها هذه النفايات لارتفاع يزيد عن 5 م، وتكون قيمة معامل تصحيح الميثان (0.8).
- موقع التخلص من النفايات الصلبة غير المدارية السطحية: تشمل كل مواقع التخلص من النفايات الصلبة والتي تراكم فيها هذه النفايات لارتفاع أقل عن 5 م، وتكون قيمة معامل تصحيح الميثان (0.4).
- موقع التخلص من النفايات الصلبة غير المصنفة: في البلدان غير قادرة على تصنيف موقع التخلص من النفايات الصلبة إلى أحد الأصناف الأربع لموقع التخلص من النفايات الصلبة المدارية وغير المدارية، يمكن استخدام قيمة معامل تصحيح الميثان لهذه الفئة (0.6).

الجدول (2-3) تصنيف موقع التخلص من النفايات الصلبة ومعاملات تصحيح الميثان (MCF) [29].

القيمة الافتراضية لمعامل تصحيح الميثان	نوع الموقع
1	مدار - لا هوائي
0.5	مدار - نصف هوائي
0.8	غير مدار - عميق (يزيد عن 5 م)
0.4	غير مدار - سطحي (أقل من 5 م)
0.6	موقع غير مصنفة

### 3-4-3-2- الكربون القابل للتفكك (DOC):

يعتمد تقدير الكربون العضوي القابل للتحلل في النفايات الصلبة على مكونات هذه النفايات ومحنوي الكربون القابل للتحلل في كل مكون، حيث تستخدم المعادلة (8) في تقدير الكربون القابل للتحلل [29]، باستخدام قيم محتوى الكربون الافتراضية الواردة في الخطوط التوجيهية للفريق الدولي المعنى بتغير المناخ (IPCC)، يبين الجدول (3-3) محتوى الكربون العضوي القابل للتحلل في المكونات المختلفة للنفايات البلدية الصلبة [33].

$$(8) \quad DOC = \sum_i (DOC_i * W_i)$$

DOC: جزء الكربون العضوي القابل للتحلل في النفايات، غيغا غرام كربون / غيغا غرام نفايات.

DOC<sub>i</sub>: جزء الكربون العضوي القابل للتحلل في المكون *i* من النفايات، غيغا غرام كربون / غيغا غرام نفايات. على سبيل المثال، القيمة الافتراضية للورق (0.4) على أساس الوزن الرطب.

W<sub>i</sub>: الجزء الممثل للمكون *i* في التركيب النوعي للنفايات المدروسة.

الجدول (3-3) محتوى الكربون العضوي القابل للتحلل في المكونات المختلفة للنفايات البلدية الصلبة [33].

مكون النفايات الصلبة البلدية	النسبة المئوية لمحتوى الجسم الجاف	محنوي الكربون العضوي القابل للتحلل في النسبة المئوية للنفايات الرطبة	محنوي الكربون العضوي العضوي القابل للتحلل في النسبة المئوية للنفايات الجافة	إجمالي محتوى الكربون في النسبة المئوية للوزن	جزء الكربون الأحفورى في النسبة المئوية لإجمالي الكربون
افتراضي	افتراضي	افتراضي	افتراضي	افتراضي	نطاق
ورق/كرتون	90	40	44	50 - 40	50 - 42
منسوجات	80	24	30	50 - 25	50 - 0
بقايا الأغذية	40	15	38	50 - 20	-
الخشب	85	43	50	54 - 46	-
نفايات الحادائق	40	20	49	55 - 45	0
الحفاضات	40	24	60	80 - 44	10
المطاط والجلد	84	39	47	67	20
البلاستيك	100	-	-	85 - 67	100 - 95
المعادن	100	-	-	غير متاح	غير متاح
الزجاج	100	-	-	غير متاح	غير متاح
أخرى- النفايات الخاملة	90	-	-	5 - 0	100 - 50

### 3-3-4-3- جزء الكربون الذي تفكك فعلاً ( $DOC_F$ ) :

يمثل جزء الكربون العضوي القابل للتحلل والمنحل فعلاً، ويعكس حقيقة أن بعض الكربون العضوي القابل للتحلل لا يتحلل بشكل بطيء للغاية في ظل الظروف اللاهوائية في موقع التخلص من النفايات الصلبة، تتضمن الخطوط التوجيهية للهيئة قيمة  $DOC_F$  الافتراضية (0.77). تعتمد قيمة  $DOC_F$  على عدة عوامل مثل درجة الحرارة، PH، الرطوبة، تكوين النفايات [29].

### 3-3-4-4- جزء غاز الميثان في الغاز المتولد (F) :

تولد معظم النفايات في موقع التخلص من النفايات الصلبة غازاً يحتوي 50% ميثان. فقط المواد التي تحتوي على كميات كبيرة من الدهون أو الزيوت يمكن أن تولد غاز بكميات كبيرة تزيد فيه نسبة الميثان عن 50%؛ لذا يوصى باستخدام قيمة الهيئة الافتراضية لجزء الميثان في غازات المكباث (0.5) [29].

### 3-3-4-5- جزء غاز الميثان المسترجع (R) :

يمكن استعادة غاز الميثان المتولد في موقع التخلص من النفايات الصلبة، ويتم التعبير عن كمية الميثان المسترجعة في معادلة حساب إصدارات الميثان الناتجة عن هذه المواقع [29].

### 3-3-4-6- عامل الأكسدة لغاز الميثان (OX) :

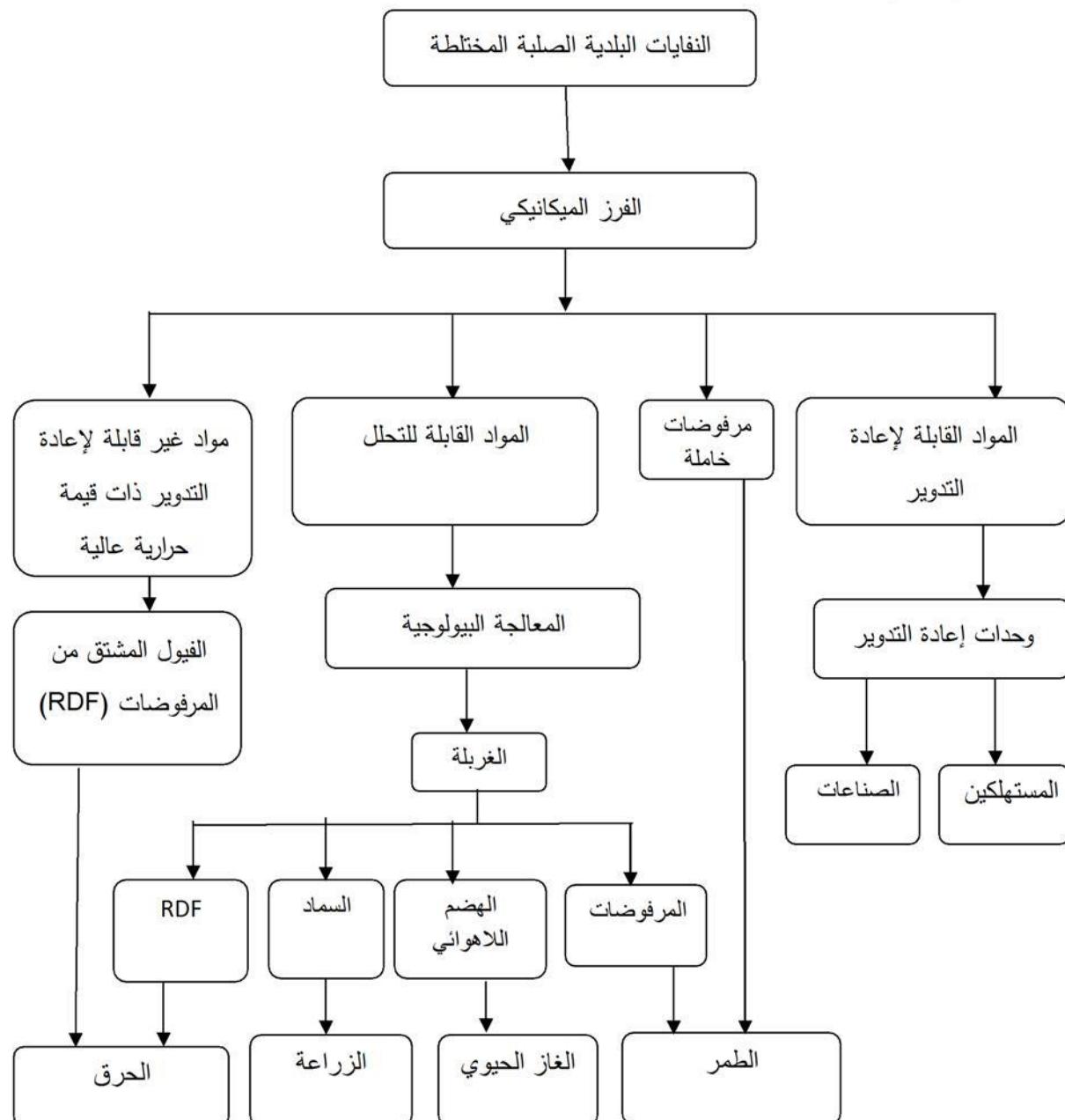
يعكس عامل الأكسدة كمية الميثان الناجمة عن موقع التخلص من النفايات الصلبة التي تتم أكسدتها في التربة والماء الأخرى التي تغطي النفايات، تتم أكسدة الميثان بواسطة كائنات دقيقة في ترب الطعام ويمكن أن تتراوح الأكسدة ما بين الكميات الصغيرة إلى الأكسدة التامة 100% للميثان الذي يتم إنتاجه داخلياً، وتؤثر السماكة والخصائص الفيزيائية ومحنوى الرطوبة لترب الطعام مباشرة على أكسدة الميثان. وقد أظهرت الدراسات أن عامل الأكسدة يختلف بشكل كبير في الموقع المغطاة بمادة سميكة وجيدة التهوية عن المواقع التي لا تحتوي على غطاء أو المواقع التي تهرب منها كميات كبيرة من الميثان عبر الشقوق(التصدعات) الموجودة في الطعام.

تبلغ القيمة الافتراضية لعامل الأكسدة صفرًا بالنسبة لموقع التخلص غير المصنفة. وإن استخدام قيمة الأكسدة التي تبلغ 0.1 له ما يبرره لموقع التخلص من النفايات الصلبة المغطاة ذات الإدارة الجيدة لتقدير كل من الانتشار عبر الطعام والتهريب من خلال التشققات (التصدعات) [29].

## 3-4- المعالجة الميكانيكية البيولوجية(MBT) للنفايات البلدية الصلبة:

يستخدم نظام المعالجة الميكانيكية البيولوجية لمعالجة النفايات الصلبة التي تُجمع بشكل مختلط، وهو عبارة عن مجموعة من العمليات الميكانيكية والبيولوجية لفرز مكونات النفايات كل على حدا ومعالجتها بما يتاسب مع خصائص كل مكون، حيث تجمع منشآت المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات مرافق فرز النفايات مع طرق المعالجة البيولوجية كالهضم اللاهوائي أو التحويل إلى سماد [34].

- المرحلة الميكانيكية: يتم فيها فرز مكونات النفايات وإزالة المواد القابلة لإعادة التدوير.
  - المرحلة البيولوجية: يتم فيها معالجة الجزء العضوي الناتج عن عمليات الفرز في المرحلة الميكانيكية بيولوجيًّا إما بتحويله إلى سماد (Composting) أو بالهضم اللاهوائي (Anaerobic Digestion).
- تهدف المعالجة الميكانيكية إلى فصل النفايات المختلطة إلى الأجزاء العضوية وغير العضوية، والمواد التي يمكن إعادة استخدامها وهذا يسهم في الحد من حجم النفايات ويوفر الخصائص المثلثة للنفايات من أجل المعالجة البيولوجية. ويبين الشكل (3-1) المخطط العام لعملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية (MBT) [36].



الشكل (3-2) مخطط عام لعملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية (MBT)

إن الميزة الرئيسية لـ MBT أنه يمكن تهيئتها لتحقيق عدة أهداف مختلفة تماشياً مع التوجه المعتمد لإدارة النفايات ومن بعض الأهداف النموذجية لمحطات MBT ما يلي [37]:

- المعالجة المسبقة للنفايات قبل الطرم.

- تحويل النفايات البلدية الصلبة القابلة للتحلل وغير القابلة للتحلل المرسلة إلى المكبات من خلال الفرز الآلي لهذه النفايات إلى المواد القابلة لإعادة التدوير (Recycling) والممواد التي يمكن استعادة الطاقة منها كالمفروضات التي يمكن أن نشتق منها الفيول (RDF).
- تحويل النفايات الصلبة القابلة للتحلل والتي سترسل إلى المكبات من خلال:
  - تقليص الكثافة الجافة للنفايات البلدية العضوية القابلة للتحلل قبل طمرها.
  - الحد من التحلل البيولوجي للنفايات البلدية العضوية قبل طمرها.
- التمكن من إنتاج السماد الصالح لاستخدامه في الأراضي.
- التحويل إلى الغاز الحيوي لاستعادة الطاقة و/أو تجفيف المواد لإنتاج الجزء العضوي الغني حرارياً لاستخدامها كالفيلو المشتق من المفروضات (Refuse Derived Fuel, RDF).

### **3-4-1- المعالجة المسبقة للنفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية قبل طمرها:**

إن نظام الطرم هو طريقة التخلص الأكثر اقتصاداً ويمكن الاعتماد عليها وتمارس في جميع أنحاء العالم فهي تلعب دوراً لا غنى عنه في خطط الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة (Integrated Management Of Municipal Solid Waste). استناداً إلى حقيقة أن جميع طرق معالجة النفايات تولد بقايا لا يمكن إعادة استخدامها و يجب طمرها.

عموماً في البلدان النامية في قارة آسيا تمثل النفايات القابلة للتحلل النسبة الأكبر من تكوين النفايات الصلبة. والأهم من ذلك، أن الأجزاء العضوية من النفايات الملقاة في المكبات تتسبب في ظهور الملوثات الضارة التي تترافق وتؤثر سلباً على البيئة. وفي هذا الصدد، فإن المعالجة المسبقة للنفايات قبل طمرها؛ ضرورية للحد من انتشار آثار موضع الطرم وإمكانية استعادة الموارد.

وهكذا فإن الطرم المباشر للنفايات يعتبر نهجاً غير سليم بيئياً نظراً لآثاره ومخاطر المحتملة والتي يمكن أن تخلق خللاً في النظام البيئي. تشمل هذه الآثار انتشارات غاز الميثان الذي يعتبر أحد مسببات ظاهرة الاحتباس الحراري، تولد الرشاحة (Leachate) ومآلها من آثار سامة على البيئة المائية، استفاده الموارد، التأثير السلبي على الناحية الجمالية، والمخاطر المرتبطة باستقرار المكب، هذه القضايا أدت إلى تأسيس فكرة أن الحاجة إلى نظام معالجة مسبقة للنفايات قبل طمرها أمر بالغ الأهمية [36].

### ❖ الآثار السلبية لمكبات النفايات الصلبة في البلدان النامية:

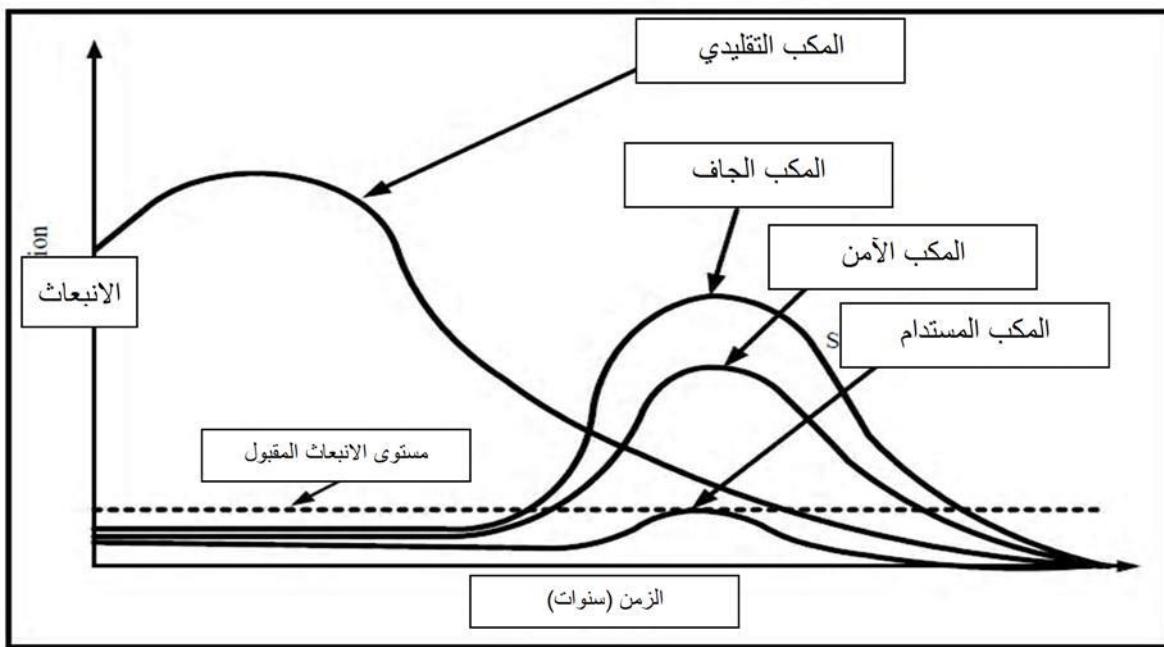
يلعب الطمر دورا هاما في إدارة النفايات الصلبة. إلا أن الوضع الحالي للطمر في البلدان النامية يعاني من مشاكل مختلفة تتعلق بالإدارة غير السليمة للنفايات في هذه البلدان. إن الآثار البيئية الكبيرة لمكبات تشمل تأثيرات ضارة على الهواء والماء والتربة والأحياء، والإنتاج غير المنضبط لغاز الميثان يؤدي إلى استهفاد الأوزون ويسهم في التأثير على ظاهرة الاحتباس الحراري. إضافة إلى تشكيل الرشاحة الحاوية على نتائج المركبات العضوية وغير العضوية التي تحدث تلوث في التربة، والمياه السطحية، والمياه الجوفية. علاوة على ذلك، فإن لمكبات تأثير سلبي على الناحية الجمالية ويرجع هذا أساسا إلى الرائحة الكريهة، والمضوضاء والغبار، والمظهر غير اللائق ، والتعرض لخطر الانفجار[36].

يوضح الشكل (3-3) الانبعاثات الناتجة عن أنواع مختلفة من مكبات النفايات مع الزمن، من بينها:  
**المكب التقليدي (Traditional Landfill)** : الذي هو مجرد حفرة مفتوحة دون تدابير وقائية وينتج عنه انبعاثات حرجة على المدى الطويل ومستوى الانبعاثات المسموح تم التوصل إليها بعد عدة سنوات.

**المكب الجاف (Dry tomb landfill)** : يصم فيه المكب مع بطانية ومواد تغطية لمنع الانبعاثات المحتملة. ومع ذلك بعد مرور بعض الوقت قد تتسرّب المواد عبر البطانية (الغطاء)؛ مما يتسبّب بإصدار الانبعاثات.

**المكب الآمن (Secured landfill)**: تُصمم المكبات الآمنة مع بطانية كثيمة، وفيها يتم جمع ومعالجة العصارة والغاز . وكما هو الحال في المكب الجاف فإن الانبعاثات في المكب الآمن تتأخر فقط ولكن بعد مرور بعض الوقت فإن تولد الانبعاثات لا مفر منه .

**المكبات المستدامة (Sustainable Landfill)**: ليست مجرد موقع لطمر النفايات ولكنها تستخدم طرق المعالجة المسبقة للنفايات قبل الطمر ، والانبعاثات من المكب المستدام دون المستوى المسموح في أي لحظة من الزمن.



الشكل (3-3) الانبعاثات الناتجة عن أنواع مختلفة من مكبات النفايات مع الزمن [36].

#### ❖ مزايا المعالجة الميكانيكية البيولوجية المسبقة للنفايات قبل الطمر:

تشكل تركيبة MBP (المعالجة الميكانيكية البيولوجية المسبقة) مع الطمر تقنية مفيدة بشكل خاص في البلدان النامية، حيث أن إدارة المكبات فيها بحاجة ملحة إلى نهج ملائم لحل المشكلات الحالية والمستقبلية. توفر تقنية MBP مزايا هامة تشمل:

- 1- التقليل من المساحة أو الحجم اللازم للمكب بنسبة تصل إلى 40 %.
- 2- الحفاظ على موارد الأرض.
- 3- تخفيض تكلفة الطمر.
- 4- تقليل قابلية التحلل الحيوي للنفايات وزيادة استقرارها.
- 5- الحد من انبعاث الميتان.
- 6- تقليل تشكل الرشاح.
- 7- تضمن عملية فرز النفايات عدم وصول النفايات الخطرة (البطاريات والمذيبات و الدهانات والمصابيح الفلورية) إلى موقع الطمر
- 8- تقليل الآثار السلبية على الناحية الجمالية، وتحسين استقرار المكب.

#### 3-4-2- معادلة حساب انبعاثات المي炭 الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية:

بالنسبة للانبعاثات الناتجة عن عملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية يمكن افتراض صغر حجم الانبعاثات الناجمة عن العمليات الميكانيكية وفقاً لتوجيهات الفريق الدولي المعنى بتغير المناخ، وتحسب

الابعاث الناتجة عن العمليات البيولوجية وفق المعادلة الواردة في الخطوط التوجيهية لهيئة IPCC لعام 2006 بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري [38] :

$$(9) \quad \text{CH}_4 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i * EF_i) * 10^{-3} - R$$

$\text{CH}_4 \text{ Emissions}$  : إجمالي ابعاث الميثان في سنة الدراسة، غيغا غرام ميتان.

$M_i$ : كتلة النفايات العضوية التي ستخضع للمعالجة حسب نوع المعالجة البيولوجية المتبعة /، كغ

$EF$ : معامل الانبعاث للمعالجة أ، غرام ميتان/كغ نفايات تمت معالجتها.

أ: إنتاج السماد أو التحلل اللاهوائي

$R$  : إجمالي كمية الميثان التي تمت استعادتها في سنة الدراسة غيغا غرام ميتان.

❖ اختيار معامل انبعاث الميثان ( $EF$ ):

تعتمد الانبعاثات الناجمة عن إنتاج السماد على عدة عوامل مثل نوع النفايات التي يتم تسميدها ودرجة الحرارة ومحتوى الرطوبة والتهوية خلال العملية. ويبين الجدول (4-3) معاملات الانبعاث الافتراضية للميثان وأكسيد النيتروز الناجمة عن المعالجة البيولوجية للنفايات [38].

الجدول (4-3) معاملات الانبعاث الافتراضية للميثان وأكسيد النيتروز الناجمة عن المعالجة البيولوجية للنفايات [38].

ملاحظات	معاملات انبعاث أكسيد النيتروز (غرام ميتان / كغ نفايات معالجة)		معاملات انبعاث الميثان (غرام ميتان / كغ نفايات معالجة)		نوع المعالجة البيولوجية
	على أساس الوزن الرطب	على أساس الوزن الجاف	على أساس الوزن	على أساس الوزن الجاف	
افتراضات النفايات التي تمت معالجتها:	0.3 (0.6-0.06)	0.6 (1.6-0.2)	4 (8-0.03)	10 (20-0.08)	إنتاج السماد
50 - 25 % كربون عضوي قابل للتحلل في الجسم الجاف. 2% نيتروز في الجسم الجاف محتوى الرطوبة 60% يتم تقدير معاملات الانبعاث لنفايات الجافة من معاملات الانبعاث الخاصة بالنفايات الرطبة على افتراض محتوى رطوبة يبلغ 69% في النفايات الرطبة.	من المفترض أنها قليلة	من المفترض أنها قليلة	1 (8-0)	2 (20-0)	التحلل اللاهوائي في منشآت غاز الحيوي

### 5-3- المركز المتكامل لمعالجة النفايات الصلبة في طرطوس (معمل وادي الهدة):

يعتمد هذا المركز على عملية المعالجة الميكانيكية البيولوجية لمعالجة النفايات البلدية الصلبة الناتجة عن محافظة طرطوس، وتحويل الجزء العضوي من هذه النفايات إلى سماد.

#### 5-3-1- موقع المعمل:

يقع معمل وادي الهدة جنوب شرق مدينة طرطوس على طريق عام صافيتا - طرطوس ويستقبل المعمل النفايات البلدية الصلبة من محافظة طرطوس وذلك عن طريق تجميعها في 9 محطات ترحيل موزعة على مساحة المحافظة، تم تنفيذ سبع محطات ترحيل في مناطق المحافظة (طرطوس، بعشر، الدريكيش، الشيخ بدر، القدموس، بساتين الأسد، صافيتا) وهناك محطتان (بانياس قيد التنفيذ، مشتى الحلو قيد تأمين موقع نتائج اعتراف الأهالي على الموقع المقترن).



الشكل (3-4) صورة جوية لموقع معمل وادي الهدة

#### 5-3-2- وصف عام للمعمل:

تم تصميم هذا المعمل لاستقبال ومعالجة 315 طن من النفايات المنزلية الصلبة يومياً خلال 8 ساعات عمل، كما يمكن زيادة طاقته إلى 630 طن/يوم عند العمل بورديتين (16 ساعة عمل) وفي هذه الحالة يلزم فقط تمهيد مساحات إضافية لمصنوفات السماد.

**٣-٢-٥-١ - مكونات المعامل الأساسية والخدمية:****❖ مكونات المعالجة:**

١- وحدة الفحص والوزن والتوجيه: يتم فيها فحص جميع الشاحنات الداخلة للمشروع وزن النفايات والسماد العضوي والمفروزات والمرفوضات.

٢- وحدة الاستقبال: حيث يتم تخزين النفايات لمدة يومين في العطلات الرسمية والأسبوعية وعمل فرز مبدئي لها لاستبعاد الأجهزة المنزلية والأشجار والأحجار وغيرها.

٣- وحدة الفرز: حيث يتم فرز المواد القابلة للتدوير عن المادة العضوية.

٤- وحدة الكمر الهوائي: وذلك بغرض تحويل المادة العضوية إلى سماد عضوي من خلال عملية الكمر الهوائي للمادة العضوية وهي مساحة ممهدة لاستقبال المادة العضوية ورصها على هيئة مصفوفات.

٥- وحدة الغربلة والتعبئة: وذلك بغرض غربلة السماد النهائي من الشوائب وتعبئتها وتخزينها لحين بيعها.

٦- وحدة كبس المفروزات: كبس المفروزات الناتجة من وحدة الفرز لتقليل حجمها وحيز تخزينها لحين بيعها.

**❖ مكونات خدمية للمشروع:**

١- مبني الإدارة والمختبر: يشمل مكاتب الموظفين ومختبر لإجراء التجارب اللازمة لمتابعة عملية إنتاج السماد وتحليله.

٢- مبني العاملين: يتضمن قاعة طعام ومطبخ وغرف لتغيير الملابس ودورات مياه.

٣- ورشة الصيانة: عبارة عن مرآب مغطى لجميع الآليات المتحركة بالمصنع، لإجراء عمليات الصيانة اليومية، ولترك الآليات المتحركة بعد انتهاء ساعات العمل للحفاظ عليها وحمايتها من العوامل الجوية، وملحق بها مبني مقسم للصيانة والتشحيم.

٤- وحدة معالجة مياه الصرف: وذلك لمعالجة مياه الصرف الصحي.

٥- وحدة الإطفاء: وذلك للتحكم في أي حريق ناجمة في المصنع.

٦- محطة الوقود: عبارة عن خزان أرضي ومضخة لإمداد الآليات بالوقود.

٧- مظلة سيارات: للحفاظ على السيارات وحمايتها من العوامل الجوية.

٨- أعمال تجميل الموقع: وذلك من خلال استخدام الأشجار والمساحات الخضراء في الأماكن المناسبة، وذلك بغرض منع تطاير المواد والغبار والأتربة، وعزل أماكن المعالجة عن بعضها البعض مع إضافة اللمسة الجمالية للمعامل لتساهم في خلق بيئة مشجعة للعاملين.

### 3-5-2-2- وصف الموقع العام:

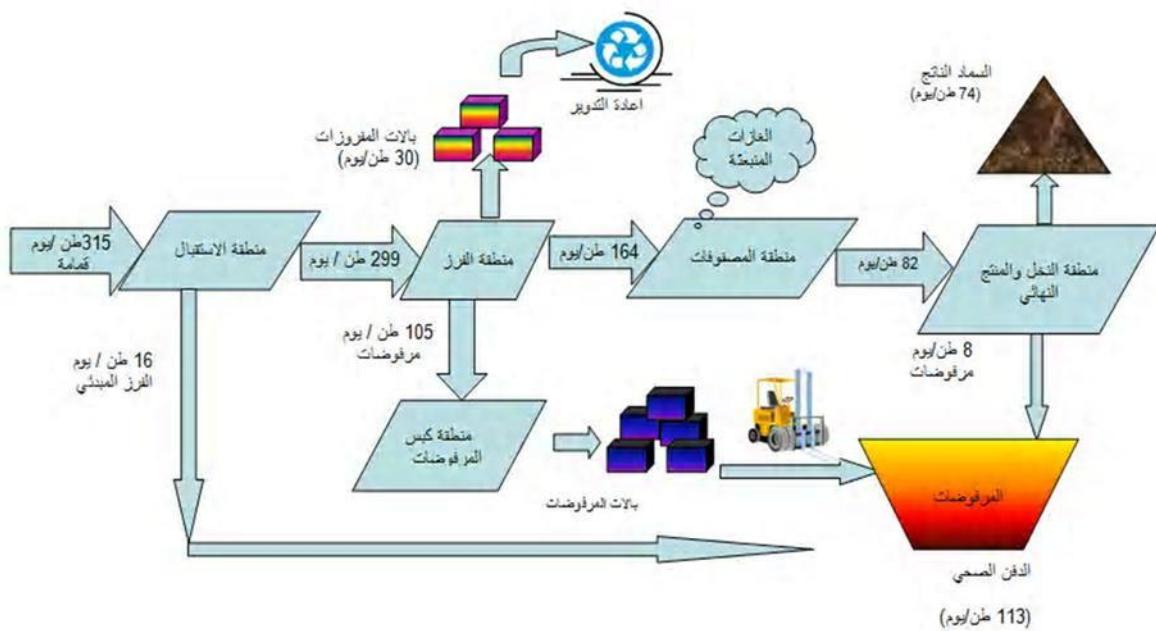
تم ترتيب الوحدات بالموقع العام بحيث تتحقق الشروط التالية :

1. عزل منطقة الاستقبال والفرز عن باقي الوحدات.
2. قرب مبني خدمات العاملين والصيانة لمبني الفرز .
3. شوارع تسمح بحركة المعدات المتحركة في يسر وسهولة.
4. عزل منطقة مصفوفات السماد عن المبني الإداري بحزام أخضر.
5. تجميع الوحدات الخاصة بخدمة المعدات المتحركة في مكان واحد (الغسيل والوقود والصيانة والمرآب)
6. توفير أماكن لتخزين المفروزات والمرفوضات والسماد لفترات تصل إلى ثلاثة أيام.

### 3-5-2-3- سريان المواد ( النفايات ) والمياه داخل المعمل:

❖ سريان النفايات داخل المصنع:

- 1- دخول النفايات بعد وزنها.
  - 2- إلقاء النفايات في ساحة الاستقبال حيث تقوم اللوادر بنقلها إلى الساحة الداخلية لاستبعاد الأجزاء الضخمة، وتكون مرة أخرى على جانبي الخطوط، وتقوم لوادر محورية صغيرة بنقل وتغذية الخطوط من النفايات التي سبق فحصها.
  - 3- فرز مبدئي على خطوط التغذية لاستبعاد المواد ذات الأحجام الكبيرة مثل الإطارات والبطاريات والسجاجيد.
  - 4- فصل المواد القابلة للتدوير ( البلاستيك، الورق، الزجاج) في وحدة الفرز ، و كبس المفروزات في نفس المبني ثم يتم تخزينها في غرف المفروزات خارج المبني لحين بيعها.
  - 5- نخل باقي المواد لفصل المرفوضات عن المادة العضوية، و نقل المواد العضوية بواسطة سيارات إلى ساحة الكمر الهوائي حيث يتم وضعها على هيئة مصفوفات.
  - 6- تقليل وترطيب ومتابعة المصفوفات لحين تحول المادة العضوية إلى سماد عضوي، ثم تنقل باللوادر والسيارات إلى منطقة النخل النهائي ليتم فصل السماد عن الشوائب ويصبح جاهز للبيع.
- يبين الشكل (5-3) مخطط سريان النفايات داخل المعمل [39].



الشكل(3-5) مخطط سريان كميات النفايات داخل المعمل.

#### ❖ سريان المياه داخل المصنع :

- 1- تستخرج المياه من بئر جوفي بمعدل 100 متر مكعب / يوم، لأغراض الاستخدام الشخصي والنظافة، ويتم ملء خزان أرضي متصل بشبكات المياه في دورات المياه وشبكة الحريق وخطوط المياه الخاصة بنظافة المصنع والمعدات.
- 2- يتم تجميع مياه الصرف الصحي إلى وحدة معالجة صغيرة وتستخدم المياه بعد المعالجة الأولية في ترطيب مصفوفات السماد، وكذلك تضاف الحماة إلى السماد للكمر.
- 3- يتم تجميع مياه الأمطار عن طريق مبول الشوارع في الموقع إلى خزان تجميع مياه الأمطار حيث تستخدم في الترطيب.
- 4- يجمع السائل الراشح في حالة تكونه إلى حوض تجفيف، حيث توجد مبول عرضية في تصميم ساحة الاستقبال للمصنع ومنطقة المصفوفات مما يؤدي لتجميع أي سائل راشح بمجرى على حافة ساحة الاستقبال ومنطقة المصفوفات. يجمع السائل في حوض تجفيف أرضي مظلل وعند امتلاء الحوض يتم تفريغه بواسطة سيارة شفط مزودة بخزان، حيث يمكن الاستفادة منه في ترطيب مصفوفات السماد.
- 5- يتم غسل المعدات كل 3 أيام بخطوط المياه الخاصة بذلك مع وجود ضاغط هواء لتسهيل عملية تجفيف المعدات بعد غسلها وذلك لإطالة العمر الافتراضي لها.

### 3-5-2-4- وصف عمليات المعالجة داخل المعمل:

ت تكون عملية فصل وفرز ومعالجة النفايات داخل المعمل من المراحل التالية:

**المرحلة الأولى:** استقبال النفايات وتجهيزها.

**المرحلة الثانية:** فرز النفايات وفصلها.

**المرحلة الثالثة:** معالجة النفايات العضوية بنظام الكمر الهوائي وإنضاجها.

**المرحلة الرابعة:** التجهيز النهائي للمنتج.

#### **المرحلة الأولى:** استقبال النفايات وتجهيزها.

1- يتم استقبال جميع الشاحنات القادمة وبعد الكشف عن حمولتها يسمح بدخول الشاحنات التي تحتوى على مخلفات منزليه وتجاريه ويتم رفض الشاحنات التي تحتوى على مخلفات صناعية أو طبية خطرة.

2- يتم وزن الشاحنات لتسجيل الكمية الواردة يومياً، كما يتم وزن شاحنات السماد وشاحنات المفروزات، وكذلك المرفوضات التي تذهب إلى المطمر الصحي، والمادة العضوية قبل نقلها إلى المصروفات، مما يمكن من الحفاظ على سجلات دقيقة لنسب المعالجة والبيع للمصنع.

3- بعد إلقاء النفايات في منطقة الاستقبال يتم استبعاد القطع الكبيرة من أجهزة منزليه وإطارات سيارات وأغصان أشجار وحيوانات نافقة ومخلفات هدم.

4- ثُحمل النفايات إلى السيور الصاعدة بواسطة اللوادر الصغيرة.

5- يتم فرز مبدئي للنفايات لاستبعاد الآتي :

- إطارات الكاوتتش(التي لم يتم استبعادها).

- البطاريات السائلة.

- المنسوجات كبيرة الحجم مثل السجاجيد والأغطية.

- صناديق وقطع الكرتون الكبيرة حيث يتم كبسها وربطها على هيئة بالات.

6- يتم تمزيق أكياس القمامه المغلقة بواسطة ماكينة تفتح الأكياس المركبة على السير الصاعد.

#### **المرحلة الثانية:** فرز النفايات وفصلها.

##### 1- الفرز الآلي :

- فرز النفايات آلياً على السير الصاعد وخفلة وتغريغ أكياس القمامه، قبل خروجها إلى سير الفرز .

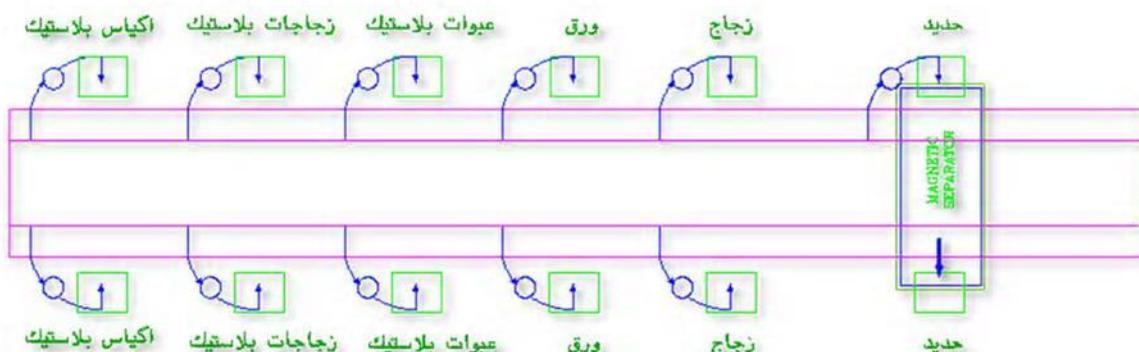
- التقاط المواد الحديدية آلياً بواسطة لاقط مغناطيسي مثبت فوق نهاية سير الفرز .

- نخل النفايات المتبقية من سير الفرز بواسطة المنخل الدوار (10سم)، وذلك لفصل

**المرفوضات (المواض الأكبر من 10 سم ) .**

## 2- الفرز اليدوي:

- تُنقل النفايات من المنخل إلى سيور الفرز اليدوي حيث توجد على كل سير ستة محطات لانقطاع المسترجعات لكل محطة فتحتين على كل جانب لوضع المسترجعات بها ويوجد 11 عامل فرز على كل خط فرز، وتنخصص كل محطة في فصل إحدى الخامات القابلة للتدوير كما يبين الشكل (3-6):
- عاملين لفصل أكياس البلاستيك (محطة 1).
- عاملين لفصل زجاجات البلاستيك (محطة 2).
- عاملين لفصل العبوات البلاستيك (محطة 3).
- عاملين لفصل الورق والكرتون (محطة 4).
- عاملين لفصل الزجاج (محطة 5).
- عامل واحد لفصل الحديد (محطة 6).

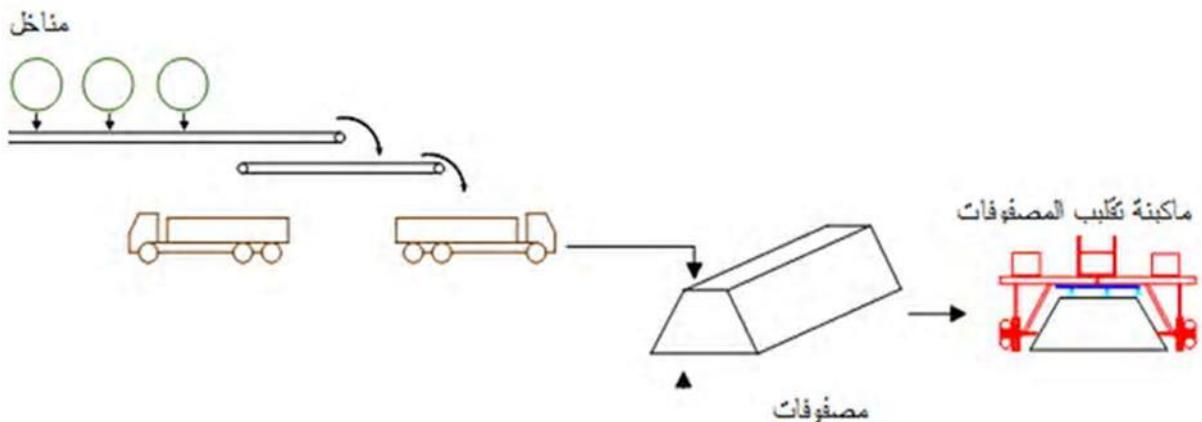


الشكل (3-6) الفرز اليدوي

- يتم إعادة فرز الزجاج والبلاستيك يدويا من المادة العضوية بعد فصلها في محطتين على سير تجميع المادة العضوية للمناخل الدوارة.
- يتم إعادة فرز المفروزات المتبقية في المرفوضات يدويا في 4 محطات على سير تجميع المرفوضات للمناخل الدوارة.

## 3- التجميع والنقل والتخزين:

- يتم تجميع المرفوضات الأولية في غرف تسمح بدخول اللوادر وتسمح بالتفريغ اليومي.
- يتم كبس الورق والكرتون والبلاستيك بأنواعه.
- يتم كبس المواد المعدنية في مكب النفايات المعدنية، ثم يتم تجميعها على هيئة بالات تمهيداً لبيعها.
- يتم تجميع المواد العضوية من المناخل الدوارة ثم تجمع في غرفة وتنتقل إلى ساحة تخمير المصفوفات ، ويتم ذلك باستخدام لودر كما يوضح الشكل (3-7).



الشكل (7-3) تجميع المواد العضوية من المناخي ونقلها إلى ساحة التخمير

### **المرحلة الثالثة: معالجة النفايات العضوية بنظام الكمر الهوائي وإنضاجها.**

#### 1- تكوين المصفوفات:

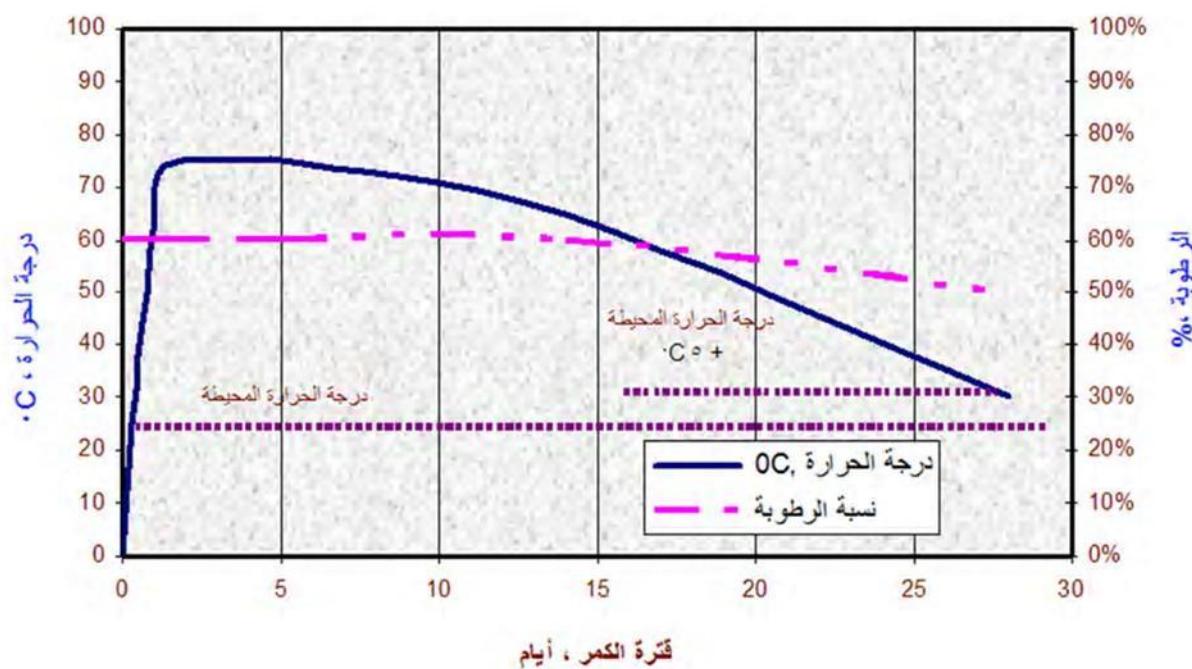
- تُنقل إلى منطقة المصفوفات المواد العضوية الناتجة من وحدة الفرز حيث يتم وضعها على هيئة مصفوفات.
- فروع الأشجار ونواتج التشجير تُجمع في منطقة خاصة حيث يتم تكسيرها وتقطيعها بواسطة ماكينة التكسير، ثم تُنقل إلى مصفوفات السماد حيث يتم خلطها بالنفايات الحيوانية إن وجدت أو مصفوفات المواد العضوية.
- يتم دمج المصفوفات على فترات بواسطة اللودر حيث يتم انكماش المصفوفات بفعل التفاعل البكتيري لإفساح مساحة لمصفوفات جديدة.

#### 2- التخمر والإنضاج:

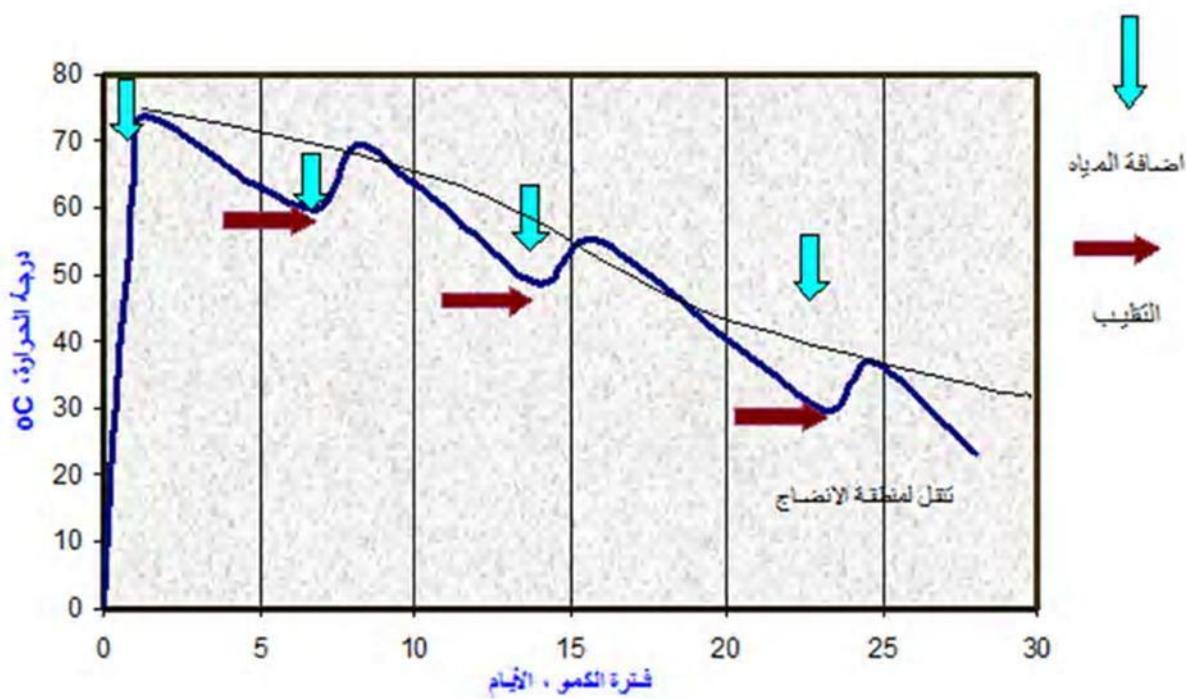
- يتم ترطيب النفايات بإضافة المياه للاحتفاظ بنسبة رطوبة لا تقل عن 60 % المناسبة للتفاعل البكتيري الهوائي مما يؤدي إلى سرعة إتمام عمليات التخمر والإنضاج. ولتصل الرطوبة في السماد النهائي إلى 25 - 15 % .
- يتم تقليل وتهوية المصفوفات بمعدل مرتين أسبوعياً لضمان وجود الأكسجين اللازم لعملية التخمر مع تفتيت وتجانس النفايات لزيادة مساحة التعرض للنشاط الميكروبي، وذلك بواسطة آلية تقليل تتحرك ذاتياً بواسطة محرك ديزل.
- يتم التقليل لمدة تتراوح من 36 إلى 42 يوم حتى الوصول إلى مرحلة الثبات البيولوجي ويعرف ذلك بثبات درجة الحرارة.
- يتم وضع لوحة لكل مصفوفة مبيناً عليها تسلسل تكوينها حيث يبدأ مسلسل الرقم منذ بدء تشغيل المصنع ولا يتغير إلا مع بداية عام جديد - لسهولة متابعة حركة المواد داخل المصنع ومراقبة الجودة وسلامة المنتج .

- يتم إعداد بطاقة لكل مصفوفة مبينا عليها :
  - رقم المصفوفة
  - تاريخ الإنشاء
  - وزن المواد
  - درجة الحرارة ( تسجيل يومي )
  - نسبة الرطوبة ( تسجيل يومي ثم يومان )
  - نسبة المادة العضوية ( تسجل كل ثلاثة أيام ) .
- يتم متابعة عملية الكمر بواسطة المعمل الكيميائي من خلال تسجيل البيانات المطلوبة لدى مهندس الإنتاج لإحكام الرقابة واتخاذ اللازم، وتتضمن هذه البيانات:
  - درجات الحرارة: تفاصيل يوميا طوال فترة الكمر تحت سطح المواد بعمق 15 ، 60 ، 100 سم، ويؤخذ المتوسط لهذه القراءة، يتم التكرار كل 10 متر ثم يتم حساب متوسط الحرارة للكومة.
  - نسبة الرطوبة: يتم أخذ العينات على النحو السابق من أعماق مختلفة وعلى أبعاد مختلفة ثم تخلط كل العينات ويتم قياس نسبة الرطوبة للعينة الممثلة ( 100 جرام ) .
  - نسبة الكربون: يتم هذا الإجراء يوميا في الأسبوع الأول ثم كل يومان لباقي المدة حيث يتم أخذ عينة ( 5 جم ) من عينة قياس نسبة الرطوبة بعد جفافها لقياس نسبة الكربون بها، يتم القياس عند بداية تكوين المصفوفة ثم كل أسبوع .
- تتم مراقبة درجة رطوبة المواد تحت الكمر من خلال بيانات المعمل حيث أن الرطوبة العامل الأكثر تأثيراً على نشاط بكتيريا التخمر الهوائية والتي لا يجب أن تقل عن 60 % عند بدء النشاط وأن تتراوح بين 55-60% في الأسبوع الأول والثاني وتنتروح بين 50-55% في باقي المدة.
- يتم إضافة المياه بواسطة وحدة الترطيب حيث يُملأ الخزان الخاص بها من خزان ترسيب مياه الصرف. ويلاحظ أن تفريغ خزان مياه وحدة الترطيب ( 10 متر مكعب ) يرفع نسبة رطوبة المصفوفة الواحدة بحوالي 2% .
- تتم متابعة درجة حرارة المصفوفات الواردة ببطاقة المصفوفات لإجراء عمليات التقليب المطلوبة وحسب احتياج المصفوفة وطبقاً للمنحنى الحراري لعملية الكمر كما في الشكل (3-7). أما عند انخفاض درجة حرارة المصفوفة عن المنحنى الحراري للمصفوفة فهذا يعني تباطؤ عملية التحلل لذلك يتم تقليب المصفوفة لتجديد نشاطها مرة أخرى إلى أن تصل لدرجة حرارة لا تزيد عن 5°C عن درجة حرارة الجو، ثم يتم نقل كومات السماد الطازج إلى بلاطات معالجة السماد والإنضاج. يبين الشكل (3-8) المنحنى الحراري لعملية الكمر، كما يبين الشكل (3-9) خطوات التشغيل الإنضاج السماد.

- بالنسبة لعينات السماد المأخوذة في الموقع فإنها توضع في أكياس يبين عليها رقم الكومة وتاريخ ووقتأخذ العينة، وتحفظ في ثلاجة المعمل الكيميائي لحين إجراء القياسات المطلوبة.

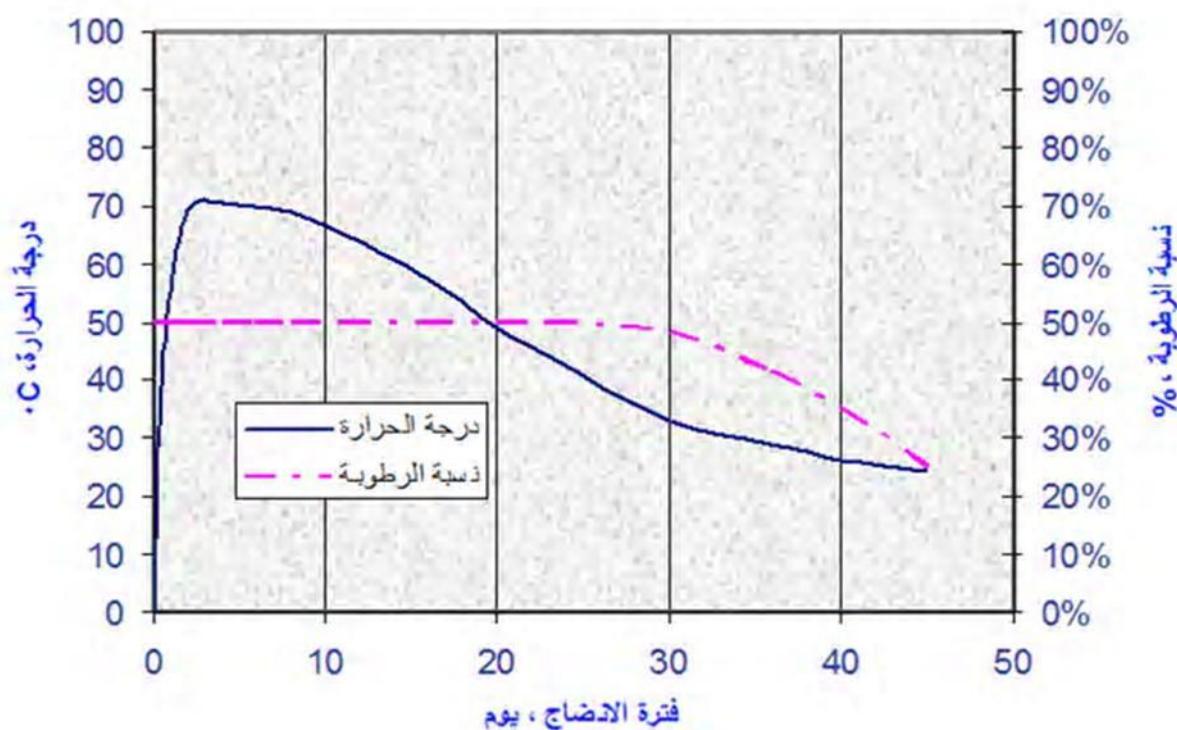


الشكل (3-8) المنحني الحراري لعملية الکمر [39].



الشكل (3-9) خطوات التشغيل لإنضاج السماد [39].

- يتم استخدام اللودر لدمج مصفوفات السماد بعد وصولها إلى مرحلة الثبات الحراري ويلاحظ أن حجم المصفوفة التي سيتم نقلها قد نقص حجمها الأصلي بمعدل 50-40 % لذلك يتم دمج كل مصفوفتين من منطقة الکمر في مصفوفة واحدة تأخذ رقماً جديداً (هو الرقم الزوجي للمصفوفتين المدمجتين) في منطقة معالجة السماد.
- بعد تكوين المصفوفة يتم تنظيمها بواسطة ماكينة التقليل بغرض تجانس المواد وخلخلتها لبدء النشاط البكتيري.
- تتم مراجعة رطوبة السماد وإضافة الماء لضبط الرطوبة عند مستوى 45-50 % لمدة ثلاثة أسابيع ثم يبدأ تصويم السماد وقطع الماء عنه للوصول بدرجة رطوبة 25-35 % وهي درجة الرطوبة المطلوبة لتخزين السماد.
- يتم تسجيل درجات الحرارة في الأسبوع الأول يومياً ثم كل يومين أو ثلاثة لمراقبة حالة السماد، ويتم أخذ العينات لإجراء القياسات اللازمة. يبين الشكل (3-10) المنحنى الحراري لعملية إنضاج السماد.



الشكل (3-10) المنحنى الحراري لعملية إنضاج السماد [39].

- تتم عملية تقليل وترطيب كومات السماد عند انخفاض درجة الحرارة عن المنحنى الحراري للكومة في مرحلة معالجة السماد، إلى أن يصل السماد إلى درجة الثبات الحراري بدرجة قريبة من درجة حرارة الجو المحيط .

- يتم اختبار عينات من السماد في الأسبوع الأخير للتأكد من وصول السماد إلى مرحلة الثبات البيولوجي، وعدم صدور رائحة كريهة عند التخزين بمعدل عن الهواء لمدة 48 ساعة وبمستوى رطوبة مرتفع عند درجة حرارة منخفضة (من 15-25 ° م).
  - تجرى تجارب الإنباط لمراقبة جودة السماد وخلوه من المواد العضوية الضارة (السامة).
  - يتم نقل السماد إلى منطقة التقية حيث يتم تجميعه في كوم كبيرة لحين الغربلة (التقية).
- المرحلة الرابعة: التجهيز النهائي للمنتج.**

1- ينقل السماد بعد تمام نضجه بواسطة اللور إلى وحدة الغربلة.

2- يتم غربلة السماد بعد ذلك في وحدة الغربلة حيث يتم فصل السماد الناعم بواسطة غربال دوار، بحيث تكون حجم الحبيبات أقل من 12 مم.

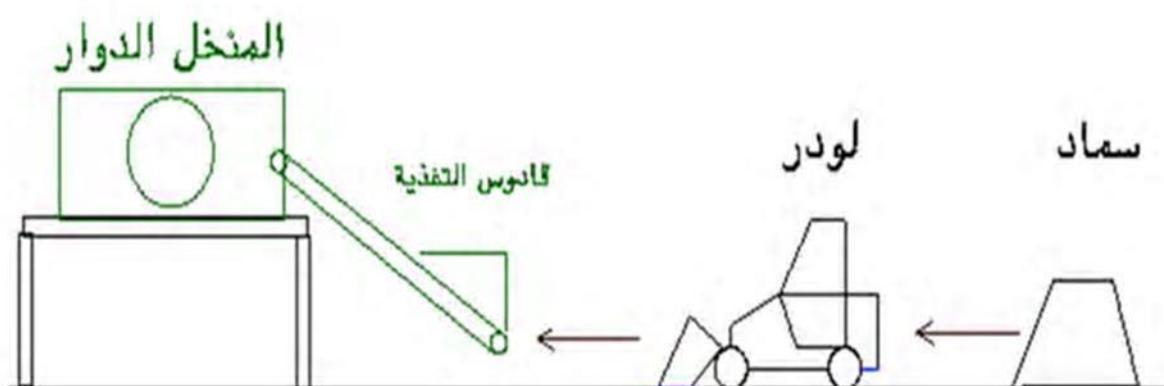
3- السماد الخشن (المرفوضات من المنخل الناعم) يعاد إضافته جزئياً إلى المصروفات حيث يعمل كمنشط (بادئ)، وكذلك يستكمل فرمه وتحويله إلى السماد الناعم من خلال عمليات الفرم والتقليل والتهوية.

4- باقي المرفوضات الناتجة عن غربلة السماد تُتَّفَّل إلى المدفن حيث يمكن استغلالها كغطاء يومي.

5- عند الرغبة في الحصول على منتج أكثر جودة يتم استخدام ماكينة فصل الزجاج والتي تعمل بنظرية الأسطح الممیعة حيث يتحرك الزجاج والأحجار الصغيرة تحت تأثير وزنها النوعي الأكبر إلى الخلف بينما يتحرك السماد تحت تأثير الوزن النوعي الأقل إلى الأمام وبذلك تتم عملية فصل السماد عن الزجاج.

6- يتم تعبئة السماد في أجرولة زنة 30 أو 50 كيلو بواسطة ماكينة التعبئة أو بيعها بدون تعبئة. يبين الشكل (11-3) التجهيز النهائي للسماد.

-7



الشكل (11-3) التجهيز النهائي للسماد.

### 3-6-3- كميات الميثان الناتجة عن مطامر النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

تم تمثيل نتائج حساب كميات الميثان باستخدام برنامج الأكسل وفق الجداول الواردة في دليل الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (module 6 Waste IPCC 1996) [40]. باستخدام المعادلة (7) الواردة في هذا الفصل. وتم تحديد البيانات المطلوبة لحساب كميات الميثان الناتجة عن الطمر العشوائي للنفايات الصلبة خلال الأعوام (من 2010 حتى 2015) وهي:

#### 3-6-1- معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:

ينتج الفرد في سوريا يومياً حوالي 0.6-0.5 كغ من الفضلات الصلبة [32]. وتعتمد القيمة 0.5

كمية وسطية لمعدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد في سوريا [41].

وللحصول على إمكانية استخدام القيمة 0.5 لمعدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة، تم حساب معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات في مراكز المدن في محافظة طرطوس، وفي عدد من البلديات، وذلك اعتماداً على البيانات التالية:

- عدد السكان في مراكز المدن في المحافظة والعدد الإجمالي لسكان المحافظة (إحصائيات مديرية إحصاء طرطوس).
- عدد الوافدين إلى المحافظة من المحافظات الأخرى (مديرية الشؤون في محافظة طرطوس).
- عدد السكان في البلديات (البيانات المتوفرة لدى كل بلدية عن عدد السكان الأصليين والوافدين القاطنين ضمن حدودها الإدارية).
- وسطي كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة في مراكز المدن في محافظة طرطوس (مديرية النفايات الصلبة في محافظة طرطوس).
- وسطي كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة في البلديات (مديرية البيئة في محافظة طرطوس). وبين الجدولين (3-5) و (3-6) معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات في مراكز المدن في محافظة طرطوس، وعدد من البلديات الجدول (3-5) معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في مراكز المدن في محافظة طرطوس.

المدينة	العدد الكلي لسكان (أصليين + وافدين)	وسطي كمية النفايات المتولدة يومياً (طن)	معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد (كغ/فرد يوم)
طرطوس	266603	200	0.75
صافيتا	43084	45	1.04
الدربيش	40553	17	0.42
بانIAS	79527	35	0.44
الشيخ بدر	33465	18	0.54
القدموس	15595	7	0.45
الوسطى			0.6

الجدول (3-6) معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في عدة بلديات من محافظة طرطوس.

معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد (كغ/فرد.يوم)	وسطي كمية النفايات المتولدة يومياً (طن)	العدد الكلي للسكان (أصليين + وافدين)	البلدية
0.5	25	50000	الشيخ سعد
0.6	15	25000	دوير الشيخ سعد
0.6	6	10000	بيت كمونة
0.43	15	35000	النقيب
0.4	4	10000	خرية المعزّة
0.31	5	16000	ميغار شاكر
0.4	10	25000	الحميدية
0.59	26	44000	عين الزرقا
0.64	18	28000	الصفصافة
0.3	8	27000	الكريمة
0.33	3	9000	الدكّيكة
0.28	7	25000	يحرور
0.33	5	15000	حمين
0.38	4	10400	بملكة
0.57	20	35000	السودا
0.5	11	22000	متن الساحل
0.52	12	23000	رأس الخشوفة
0.43	30	70000	مشتى الحلو
0.25	3	12000	الوردية
0.43	6	14000	القمحية
0.33	3	9000	فتح نصار
0.48	6	12500	سبة
0.43	3	7000	الجروية
0.44			الوسطي

✓ نلاحظ من الجدولين (3-3) ، (5-3) أن معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في مراكز المدن في محافظة طرطوس حوالي ( 0.6 كغ/فرد.يوم )، أما معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في عدة بلدات من محافظة طرطوس حوالي ( 0.44 كغ/فرد.يوم )، فيكون معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس ( 0.52 كغ/فرد.يوم ) .

تم اعتماد القيمة ( 0.5 ) لمعدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس في معادلات حساب كميات المي炭 الناتجة عن الطمر العشوائي لنفايات محافظة طرطوس.

### 3-6-2- كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس ( 2010 حتى 2015 ) :

اعتماداً على معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس وعلى عدد سكان المحافظة (الأصليين والوافدين من المحافظات الأخرى)، تم تقدير كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن المحافظة والمبنية في الجدول ( 7-3 ) .

**الجدول ( 7-3 ) كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس ( من 2010 حتى 2015 )**

كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة سنوياً (غiga غرام)	معدل الإنتاج اليومي الوسطي للفرد من النفايات البلدية الصلبة	عدد سكان المحافظة (الأصليين والوافدين من المحافظات الأخرى)	العام
143.5837	0.5	786760	2010
161.761795		886366	2011
180.6321125		989765	2012
187.45451		1027148	2013
193.9969525		1062997	2014
203.95397		1117556	2015

### 3-6-3- نسبة نفايات الحدائق في محافظة طرطوس :

تم تقدير نسبة نفايات الحدائق من خلال إحصاء عدد القلابات المتولدة شهرياً عن مدينة طرطوس خلال فترة الدراسة من بداية حزيران 2014 حتى نهاية أيار 2015 ( مديرية الحدائق في طرطوس )، حيث أن حجم القلاب الواحد  $7 \text{ m}^3$ ، وكثافة نفايات الحدائق  $105 \text{ كغ/m}^3$  [42]، وتقدير كميتها كما هو مبين في الجدول ( 3-8 )، ونسبها إلى الكمية الشهرية الوسطية للنفايات البلدية الصلبة المتولدة عن مدينة طرطوس المبنية في الجدول ( 3-9 ). فتكون نسبة نفايات الحدائق حوالي 2% .

الجدول (3-8) كمية نفايات الحدائق المتولدة شهرياً عن مدينة طرطوس

الوزن ب طن	عدد القلابات	الشهر	العام
122.745	167	حزيران	2014
114.66	156	تموز	
90.405	123	آب	
87.465	119	أيلول	
130.83	178	ت 1	
152.145	207	ت 2	
155.085	211	ك 1	2015
116.865	159	ك 2	
119.805	163	شباط	
163.905	223	آذار	
122.01	166	نيسان	
102.9	140	أيار	
123.5	168	وسطي شهري	

الجدول (3-9) كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة شهرياً عن مدينة طرطوس

الكمية طن/شهر	الشهر	العام
6200	حزيران	2014
6500	تموز	
6600	آب	
6200	أيلول	
6000	ت 1	
5800	ت 2	
5900	ك 1	2015
6500	ك 2	
5900	شباط	
6900	آذار	
6100	نيسان	
6300	أيار	
6241.67	وسطي شهري	

**3-6-4- معاملات الانبعاث الداخلة في معادلة حساب الميثان استناداً إلى تركيب النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.**

**❖ معامل تصحيح الميثان (MCF):**

إن موقع التخلص من النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس هي عبارة عن مكبات عشوائية يفوق عددها 60 مكب وهي غير مصنفة، لذلك سيتم اعتماد القيمة (0.6) لمعامل تصحيح الميثان الموافقة لحالة موقع التخلص من النفايات الصلبة غير المصنفة.

**❖ الكربون القابل للتفسك (DOC):**

تم تقدير الكربون العضوي القابل للتحلل في النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس اعتماداً على مكونات هذه النفايات ومحتوى الكربون القابل للتحلل في كل مكون باستخدام المعادلة (8) الواردة في هذا الفصل [29]. حيث نأخذ قيم جزء الكربون العضوي القابل للتحلل (DOC) في المكون A من النفايات، غيغا غرام كربون/غيغا غرام نفايات من الجدول (3-2) من هذا الفصل، أما نسب كل مكون فهي القيم الوسطية للتركيب النوعي للنفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس.

$$DOC = \left( \frac{4.6}{100} * \frac{24}{100} \right) + \left( \frac{1.41}{100} + \frac{43}{100} \right) + \left( \frac{5.3}{100} * \frac{40}{100} \right) + \left( \frac{66.56}{100} * \frac{15}{100} \right) + \left( \frac{3.33}{100} * \frac{24}{100} \right) + \left( \frac{2}{100} * \frac{20}{100} \right)$$

$$DOC = 0.15 \quad (\text{غيغا غرام كربون}/\text{غيغا غرام نفايات})$$

**❖ جزء الكربون الذي تفكك فعلاً (DOC<sub>F</sub>):**

تم اعتماد قيمة DOC<sub>F</sub> الافتراضية (0.77) الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ.

**❖ جزء غاز الميثان في الغاز المتولد (F):**

تم اعتماد القيمة (0.5) التي أوصت الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ باستخدامها كقيمة افتراضية لجزء الميثان في غازات المكبات.

**❖ غاز الميثان المسترجع (R):**

بالنسبة لموقع التخلص من النفايات الصلبة في محافظة طرطوس لا تتم فيها أي استعاده لغاز الميثان، فإن القيمة الافتراضية المعتمدة لاستعادة الميثان هي صفر حسب الخطوط التوجيهية للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ.

**❖ عامل الأكسدة لغاز الميثان (OX):**

تم اعتماد القيمة صفر لعامل أكسدة الميثان، حيث أنها القيمة الافتراضية المعطاة في الخطوط التوجيهية للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ بالنسبة لموقع التخلص غير المصنفة.

✓ انبعاثات الميتان الناتجة عن مكبات النفايات الصلبة في محافظة طرطوس:

تم تمثيل نتائج حساب انبعاثات الميتان وفق الجدولين (10-3)، (11-3). وفق الخطوات الثلاث التالية:  
الخطوة الأولى :

1. ندخل عدد السكان في العمود A من الجدول (3-10).
2. ندخل إنتاج الفرد من النفايات باليوم في العمود B من الجدول (3-10).
3. نضرب العمود A بالعمود B ونضرب الناتج ب 365 يوم للتحويل إلى عام ، ثم نقسم الناتج على  $10^6$  للتحويل إلى غيغا غرام (Gg) ثم ندخل الناتج في العمود C من الجدول (3-10).
4. ندخل معامل النفايات البلدية التي تذهب إلى المكبات في العمود D وتؤخذ 0.8 في سوريا [31].
5. نضرب العمودين C\*D ونضع الناتج في العمود E من الجدول (3-10).
6. وندخل الناتج في العمود A من الجدول (11-3).

**الجدول (3-10)** حساب الكمية الإجمالية من النفايات البلدية الصلبة التي يتم التخلص منها في المكبات

الكمية الإجمالية من النفايات البلدية الصلبة التي يتم التخلص منها في المكبات (غيغا غرام)	جزء النفايات البلدية الصلبة التي يتم التخلص منها في المكبات	كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة سنوياً (غيغا غرام)	المعدل الوسطي لإنتاج الفرد من النفايات (كغ/شخص/يوم)	عدد السكان	سنة الدراسة
E	D	C	B	A	
114.867	0.8	143.584	0.5	786760	2010
129.409	0.8	161.762	0.5	886366	2011
144.506	0.8	180.632	0.5	989765	2012
149.964	0.8	187.455	0.5	1027148	2013
155.198	0.8	193.997	0.5	1062997	2014
163.163	0.8	203.954	0.5	1117556	2015

الخطوة الثانية:

7. ندخل معامل تصحيح الميتان (MCF) في العمود B من الجدول (11-3).
8. ندخل قيمة الكربون العضوي المتفاكم (DOC=0.15) في العمود C من الجدول (3-11).
9. ندخل قيمة الكربون العضوي المتفاكم الفعلي (DOC=0.77) في العمود D من الجدول (3-11).
10. ندخل جزء غاز الميتان في الغاز المتولد (0.5) ونضعه في العمود E من الجدول (3-11).

11. نحسب  $\text{CH}_4$  المنطلق من وحدة النفايات بضرب العمود C بالعمود D بمعامل التحويل 16 / 12 للتحويل من كربون إلى غاز ميتان ثم ندخل الناتج في العمود G من الجدول (11-3).
12. نحسب  $\text{CH}_4$  المنطلق من وحدة النفايات بضرب G ب B ثم ادخل الناتج في H من الجدول (11-3).

الجدول (11-3) حساب كمية  $\text{CH}_4$  المنبعثة سنوياً من مكبات النفايات الصلبة في محافظة طرطوس

الخطوة الثالثة			الخطوة الثانية						الخطوة الأولى		
L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A	
$\text{CH}_4$ الصافية المنبعثة سنوياً (غiga غرام)	$\text{CH}_4$ المسترجعة سنوياً (غرام)	$\text{CH}_4$ الإجمالية المنبعثة سنوياً (غiga غرام)	$\text{CH}_4$ المنطلق من وحدة نفايات (غيغا) غرام ميتان لكل غيغا غرام نفايات)	نسبة الميثان المحتملة المتولدة عن وحدة نفايات (غيغا) غرام ميتان لكل غيغا غرام (نفايات)	معامل تحويل غاز الميثان وغيره الغاز المتوارد	16: غاز الميثان وغيره الغاز المتوارد	$\text{DOC}_F$	$\text{DOC}$	$\text{MCF}$	الكمية الإجمالية من النفايات البلدية الصلبة التي يتم التخلص منها في المكببات (غيغا غرام)	سنة الدراسة
5.7433	0	5.7433	0.05	0.08	16/12	0.5	0.77	0.15	114.87	2010	
6.4704	0	6.4704	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	129.41	2011	
7.2252	0	7.2252	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	144.51	2012	
7.4981	0	7.4981	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	149.96	2013	
7.7598	0	7.7598	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	155.19	2014	
8.1581	0	8.1581	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	163.16	2015	
1	0	1	0.05	0.08	16/12		0.77	0.15	كمية النفايات الداخلة إلى معمل الهدأة خلال فتره الدراسة 20.002 Gg		

**الخطوة الثالثة:**

13. نحصل على كمية  $\text{CH}_4$  الإجمالية المنبعثة سنوياً "بضرب العمود H ب A ونضعه في L من الجدول .(11-3).

14. نضع كمية  $\text{CH}_4$  المسترجعة سنوياً "في K من الجدول (11-3).

15. نحصل على كمية  $\text{CH}_4$  الصافية المنبعثة سنوياً "بطرح K من L و نضع الناتج في L من الجدول .(11-3)

✓ نلاحظ من خلال النتائج السابقة تزايد كميات النفايات البلدية الصلبة الناتجة عن محافظة طرطوس خلال الأعوام من 2010-2015 وبالتالي تزايد كميات الميتان المنبعثة منها خلال هذه الأعوام.

✓ ارتفاع كميات انبعاث غاز الميتان من النفايات البلدية الصلبة الناتجة عن محافظة طرطوس بسبب ارتفاع نسبة المواد العضوية وبالتالي نسبة الكربون العضوي فيها.

✓ لا يتم استرجاع أي كمية من غاز الميتان المنبعث من المكبات العشوائية الموجودة في المحافظة

### **7-3- كميات الميتان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس:**

تم تمثيل نتائج حساب كميات الميتان باستخدام برنامج الأكسل وفق المعادلة (9) الواردة في هذا الفصل.

تم تحديد البيانات المطلوبة وهي :

#### **7-3-1- كمية النفايات العضوية المعالجة بيولوجياً في معمل وادي الهدة:**

يبين الجدول (3-12) كمية النفايات العضوية التي تمت معالجتها في معمل وادي الهدة من بداية حزيران 2014 وحتى نهاية أيار 2015 [43].

بافتراض معالجة كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس خلال الأعوام (من 2010 حتى 2015) بالطريقة الميكانيكية البيولوجية في معمل وادي الهدة، فإن الجزء الذي سيدخل إلى المعالجة البيولوجية في هذا المعمل هو الجزء العضوي المتمثل بالمخلفات الغذائية ويمكن حسابه باعتبار أن نسبته التي حصلنا عليها من دراسة خصائص نفايات محافظة طرطوس هي (66.56%).

الجدول (3-12) كمية النفايات العضوية المعالجة بيولوجياً في وادي الهدة(حزيران 2014-أيار 2015)

العام	الشهر	إلى معمل الهدة (طن)	كمية النفايات الداخلة	كمية النفايات العضوية المعالجة بيولوجياً
2014	حزيران	1163.04	650.6	
	تموز	946.46	544.23	
	آب	1568.16	892.61	
	أيلول	1453.25	876.42	
	تشرين الأول	1177.16	711.45	
	تشرين الثاني	2047.281	1098.4	
	كانون الأول	1783.69	1026.25	
2015	كانون الثاني	1692.75	1021.08	
	شباط	1853.12	1056.39	
	آذار	2031.47	1185.7	
	نيسان	2133.27	1260.2	
	أيار	2152.04	1257.9	
المجموع				11581.23

### 3-7-2- معامل ابعاث المي炭 للمعالجة البيولوجية EF:

نحدد قيمة معامل ابعاث المي炭 (EF) من الجدول (3-4)، حيث أن وسطي محتوى الكربون في الجزء العضوي من النفايات البلدية الصلبة لمحافظة طرطوس، التي ستنتم معالجتها بيولوجياً وتحويلها إلى سماد حوالي 48%， وأن وسطي رطوبة الجزء العضوي من النفايات المدروسة حوالي 63%， وبالتالي يمكن استخدام القيم الواردة في الجدول (3-4) حسب افتراضات النفايات المُعالجة المذكورة في هذا الجدول.

✓ ابعاث المي炭 الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات البلدية الصلبة في طرطوس:  
تم تمثيل نتائج الانبعاثات المتولدة في حال معالجة كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس من 2010 وحتى 2015 بطريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية وفق الجدول (3-3)، وكذلك حساب الانبعاثات الناتجة عن كمية النفايات البلدية الصلبة الدخلة إلى معمل وادي الهدة خلال فترة الدراسة وفق الجدول (3-14).

الجدول (3-13) انبعاثات الميتان من نفايات محافظة طرطوس من 2010 حتى 2015 عند استخدام MBT

انبعاثات CH4 (Gg CH <sub>4</sub> )	إجمالي (R) كمية الميتان التي تمت استعادتها (Gg CH <sub>4</sub> )	(EF) معامل انبعاث الميتان للمعالجة	(Mi) كتلة النفايات العضوية الخاضعة للمعالجة (Gg)	كمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة (Gg)	سنة الدراسة
0.383	0	4	95.627	143.5837	2010
0.431	0	4	107.733	161.761795	2011
0.481	0	4	120.301	180.632113	2012
0.499	0	4	124.845	187.45451	2013
0.517	0	4	129.202	193.996953	2014
0.543	0	4	135.833	203.95397	2015

الجدول (3-14) انبعاثات الميتان من النفايات الداخلة إلى معمل الهدة خلال فترة الدراسة

انبعاثات CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> )	إجمالي (R) كمية الميتان التي تمت استعادتها (Gg CH <sub>4</sub> )	(EF) معامل انبعاث الميتان للمعالجة	(Mi) كتلة النفايات العضوية الداخلة إلى معمل وادي الهدة خلال فترة الدراسة (Gg)	كمية النفايات البلدية الصلبة الداخلة إلى معمل وادي الهدة خلال فترة الدراسة (Gg)
0.0463	0	4	11.581	20.002

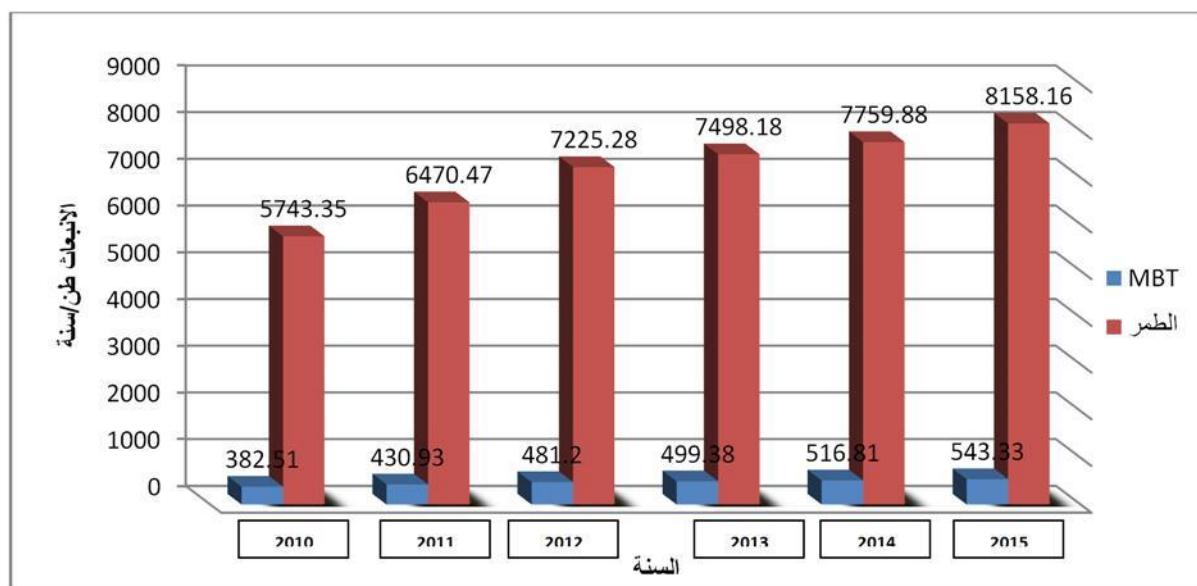
✓ نلاحظ من النتائج السابقة أن كميات الميتان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات صغيرة، وهذا يعود إلى أن الطريقة البيولوجية المعتمدة هي تحويل الجزء العضوي إلى سماد، من خلال عملية تخمر هوائي بوجود الأكسجين، ولكن كمية الميتان الصغيرة المتولدة تنتج عند حصول خلل في الشروط المناسبة لعملية التحويل إلى سماد.

### 8-3 التخفيض الحاصل في انبعاث الميتان:

يبين الجدول (15-3) مقارنة بين انبعاثات الميتان الناتجة عن طمر النفايات وتلك الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية لكمية النفايات البلدية الصلبة المتولدة عن محافظة طرطوس من 2010 وحتى 2015 ، وتم تمثيل النتائج وفق المخطط البياني المبين بالشكل (3-11)، كما تمت المقارنة أيضاً بالنسبة لكمية النفايات البلدية الصلبة الداخلة إلى معمل وادي الهدة خلال فترة الدراسة، وأظهرت النتائج وفق الجدول (16-3) والتمثيل البياني مبين بالشكل (3-12).

**الجدول (3-15) التخفيض الحاصل في انبعاث الميتان من نفايات محافظة طرطوس(2010-2015) عند استخدام MBT**

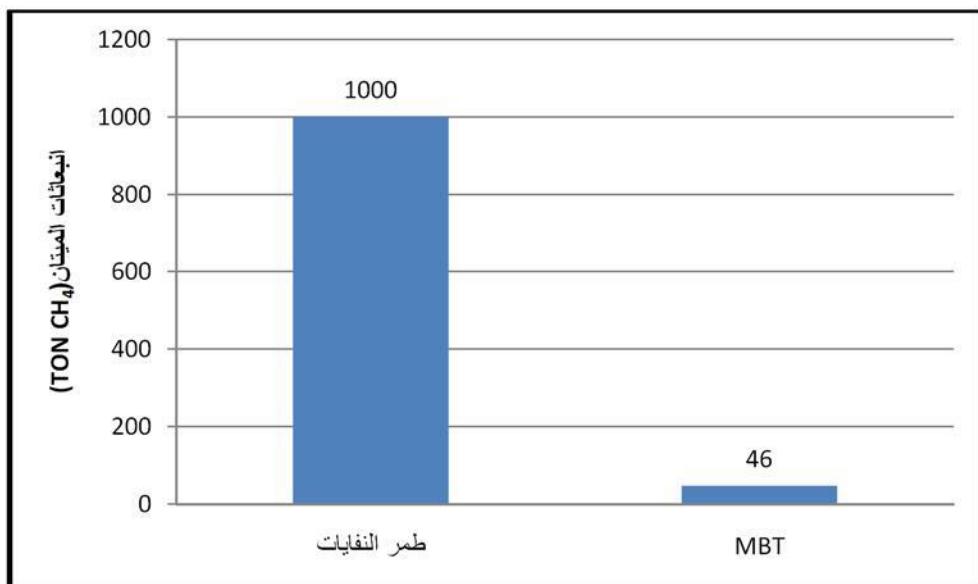
التخفيض الحاصل عند استخدام MBT (TON CH <sub>4</sub> )	CH <sub>4</sub> Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )			سنة الدراسة
	التخفيض الحاصل	MBT	طمر النفايات	
5361	5.361	0.383	5.743	2010
6039	6.039	0.431	6.470	2011
6744	6.744	0.481	7.225	2012
6999	6.999	0.499	7.498	2013
7243	7.243	0.517	7.76	2014
7615	7.615	0.543	8.158	2015



**الشكل (3-12) المقارنة بين كمية الميتان المنبعثة في حال طمر النفايات أو معالجتها بطريقة MBT.**

الجدول (3-16) التخفيف الحاصل في انبعاث الميتان من النفايات الداخلة إلى معمل الهدة خلال فترة الدراسة

التفصيل الحاصل عند استخدام MBT  (TON CH <sub>4</sub> )	انبعاثات الميتان الناتجة عن كمية النفايات (Gg 20.002) الداخلة إلى معمل وادي الهدة خلال فترة الدراسة (Gg CH <sub>4</sub> )		
	التفصيل الحاصل	طمر النفايات	MBT
954	0.954	1.0001	0.046

الشكل (3-13) المقارنة بين كمية CH<sub>4</sub> المنبعثة عن كمية النفايات الداخلة إلى معمل الهدة خلال فترة الدراسة في حال استخدام MBT وفي حال طمر النفايات

- ✓ نلاحظ نتيجة المقارنة بين انبعاثات الميتان الناتجة عن المعالجة الميكانيكية البيولوجية وتلك الناتجة عن طمر النفايات؛ أن كمية الميتان المنبعثة من معالجة نفس الكمية من النفايات بالطريقة الميكانيكية البيولوجية هي أقل بكثير من كميته الناتجة عن طمرها.
- ✓ لا يتم استرجاع أي نسبة من غاز الميتان الناتج عن المكببات العشوائية.
- ✓ يعتبر الطمر العشوائي، الذي تنتفي فيه أي تدابير لجمع أو إدارة انبعاثات الغازات، مسبباً رئيسياً لأنبعاث غاز الميتان كمساهم رئيسي في ظاهرة الدفيئة.

## الاستنتاجات والتوصيات

- 1- يشكل الجزء العضوي القسم الأكبر من التركيب النوعي للنفايات البلدية في محافظة طرطوس، وبالتالي فإن طمر هذه النفايات عشوائياً سيؤدي إلى تزايد انبعاثات غاز الميتان.
- 2- تزايدت انبعاثات الميتان في محافظة طرطوس من 2010 حتى 2015 وذلك بسبب الطمر العشوائي لكميات النفايات البلدية الصلبة المتزايدة المتولدة خلال هذه الأعوام.
- 3- لا تساعد أنظمة الطمر التقليدية في الإدارة المستدامة للنفايات بسبب الانبعاثات غير الخاضعة للرقابة التي تؤدي إلى تدهور الحالة البيئية.
- 4- تعتبر طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية MBT المتبعة حالياً، والتي يتم فيها تحويل الجزء العضوي إلى سلاد، طريقة مناسبة لمعالجة النفايات البلدية الصلبة في محافظة طرطوس، كون هذه النفايات لا يتم فرزها في المصدر، إضافة إلى أن الجزء العضوي فيها يشكل نسبة كبيرة من تركيبها النوعي.
- 5- المعالجة الميكانيكية البيولوجية المسبقة للنفايات قبل الطمر (الطمر المستدام) هي تقنية مفيدة تحسن أداء المكب، وخصائصه، وتشغيله، وتساهم في استرداد الموارد والحفاظ على البيئة.
- 6- يؤدي استخدام طريقة المعالجة الميكانيكية البيولوجية للنفايات الصلبة في محافظة طرطوس إلى تخفيض انبعاثات الميتان بنسبة 93% مقارنة بطريقة الطمر في المكبات العشوائية.
- 7- إن جعل محطة وادي الهدة تعمل بطاقة القصوى وتوسيعها المستمر من أجل معالجة كامل كميات النفايات المتولدة في محافظة طرطوس سيؤدي إلى وقف الطمر العشوائي للنفايات فيها، وبالتالي سيساهم في تخفيض انبعاثات غاز الميتان وبالتالي التخفيض التدريجي لتلوث هواء المدينة السياحية.
- 8- من أجل الحصول على أفضل النتائج في مجال تخفيض انبعاثات غاز الميتان الناتج عن قطاع النفايات الصلبة في محافظة طرطوس وفي سوريا بشكل عام لا بد من تطبيق عملية الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة والتي تتضمن فرز النفايات في مكان النشوء ومعالجة نواتج الفرز كل على حدا.
- 9- يجب تصنيف المكبات العشوائية في محافظة طرطوس وفق المعايير البيئية المعتمدة، مع مراعاة الظروف المحلية، خصوصاً الاقتصادية و الاجتماعية.
- 10- وضع إستراتيجية لإعادة تأهيل المكبات العشوائية مع مراعاة التصنيف والمتطلبات المحلية.
- 11- اعتماد استراتيجية تقييم أثر بيئي محلي لمطامر النفايات الصغيرة والمتوسطة والكبيرة .

## المراجع

- [1]. Solomon, S; Qin, D; Manning, M; Chen, Z; Marquis, M; Averyt, K.B Tignor M. & Miller, H.L. (eds). *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.
- [2]. Briefing. *Mechanical Biological Treatment* (MBT), Friends Of The Earth. UK, September 2008, 8.  
<[www.foe.co.uk/resource/briefings/anaerobic\\_digestion.pdf](http://www.foe.co.uk/resource/briefings/anaerobic_digestion.pdf)>
- [3]. MENIKPURA, S.; ARUN, J.; BENGTSSON, M. *Mechanical Biological Treatment as a Solution for Mitigating Greenhouse Gas Emissions from Landfills in Thailand*. The ISWA World Solid Waste Congress, Florence, Italy, September 2012, 10.
- [4]. PAN, J.; VOULVOULIS, N. *The Role of Mechanical and Biological Treatment in Reducing Methane Emissions from Landfill Disposal of Municipal Solid Waste in the United Kingdom*. Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 57, Issue 2, U.K., 2007, p155.
- [5]. EINOLA, J.; ETTALA, M.; RINTALA, J.; SORMUNEN, K. *Leachate and gaseous emissions from initial phases of landfilling mechanically and mechanically–biologically treated municipal solid waste residuals*. Bioresource Technology, Vol. 99, Issue 7 , Italy, May 2008, Pages 2399-2409.
- [6]. GIOANNIS, G.; MUNTONI,A.; CAPPALI, G.; MILIA, S. *Landfill gas generation after mechanical biological treatment of municipal solid waste. Estimation of gas generation rate constants*. Waste Management, Vol. 29, Issue 3, Cagliari , Italy, March 2009, Pages 1026-1034.
- [7]. CONFALONIERI, R.; DIMPORZANO,G.; ADANI, F. *Estimating biogas production of biologically treated municipal solid waste*. Bioresource Technology, Vol. 101, Issue 3 , Milano, Italy, February 2010, Pages 945-952.
- [8]. RINTALA, J.; KALLE, J.; KARHU, E. *Mechanically–biologically treated municipal solid waste as a support medium for microbial methane oxidation to mitigate landfill greenhouse emissions*. Waste Management, Vol. 28, Italy, 2008, Pages 97-111.

[9]. OBERLIN, A. S. *Characterization of Household Waste in Kinondoni Municipality, Dar Es Salaam*. Academic Journal of Interdisciplinary Studies, MCSER Publishing, Rome-Italy , Vol. 2, No. 13, December 2013, 35 – 46.

[10]. PALANIVEL, T. M.; SULAIMAN, H. *Generation and Composition of Municipal Solid Waste (MSW) in Muscat, Sultanate of Oman*. APCBEE Procedia, Biology Department, College of Science, Sultan Qaboos University, Alkhoud, Muscat ,Sultanate of Oman, 2014, 96 – 102.

[11]. VISVANATHAN, C.; GLAWE, U. *Domestic Solid Waste Management in South Asian Countries – A Comparative Analysis*. Asian Institute of Technology, Thailand, 2006, 14.

.5/12/2013 , < <http://tartous.syriatourism.net> >. [12]

[13]. ZAVODSKA, A. *Residential Solid Waste Composition and Management in A Selected Developing Country*. Jour. Of Solid Waste Technology and Management, U.S.A., Vol.29, No. 1, February, 2003,19.

. شاهين، هيثم. *معالجة المخلفات الصلبة*. جامعة تشرين، 1996، 300 . [14]

[15]. TADESSE, T. *Solid Waste Management*. LECTURE NOTES For Environmental and Occupational Health Students, University of Gondar, Ethiopia, 2004, 199.

[16]. CHANDRAPPA, R.; DAS, D. B. *Waste Quantities and Characteristics*. Solid Waste Management, Environmental Science and Engineering . Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, Pages 47-63.

[17]. PIPATTI, R.; SHARMA, C.;ALVES, J. S.; GAO, Q.; CABRERA, C.; MARECKOVA, K.; OONK, H.; SMITH, A.; YAMADA, M. *Waste Generation, Composition And Management Data*. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.5, CHAPTER 2, NGGIP, IGES, Japan, 2006, 23.

. أصفرى، أحمد؛ المشعان، مشعل. إدارة النفايات الصلبة في بعض الدول العربية. منشورات مكتبة الكويت الوطنية للنشر بإشراف الجمعية الكويتية لحماية البيئة، 2002، 136 صفحة. [18]

[19]. AGRAWAL, A.; PANDEY, R.; AGRAWAL, M.L. *Seasonal variation in composition and characteristics of Indian municipal solid waste*. Recent Research in Science and Technology. India, Vol. 5, 2013, p 40-43.

[20]. شاهين، هيثم. خصائص النفايات البلدية الصلبة. المؤتمر الدولي الثاني حول تدبير ومعالجة النفايات والتنمية. آгадير، المملكة المغربية، 2005.

[21]. BACHERT, C.; BIDLINGMAIER, W.; WATTANACHIRA. Open Windrow Composting Manual. ORBIT e.v. , Weimar, Germany, 2008,68.

[22]. YUSUFF, A.S.; JOHN, W.; OKORO, O.; AJIBADE, A. Physico-Chemical Composition and Energy Content Analysis of Solid Waste: A Case Study of Castlereagh District, Northern Ireland. American Journal of Engineering Science and Technology Research, Vol. 2, No. 1, January 2014, PP: 1- 9.

[23]. CPHEEO (Central Public Health and Environmental Engineering Organization). *Manual on municipal solid waste management*. Ministry of Urban Development, and Government of India, 2000,187.

[24] مديرية النفايات الصلبة في طرطوس.

[25]. عوض، عادل؛ شاهين، هيثم. التقويم البيئي لوحدات المعالجة الطبيعية للمخلفات البلدية الصلبة. العدد الأول، المجلد التاسع عشر ، مجلة جامعة دمشق، سوريا، 2003، ص 22.

[26]. JOHARI, A.; HASHIM, H.; MAT, R.; ALIAS, H.; HASSIM, M.H.; ROZAINEE, M. *Generalization, Formulation And Heat Contents Of Simulated MSW With High Moisture Content*. Journal of Engineering Science and Technology, School of Engineering, Taylor's University, Malaysia, Vol. 7, No. 6, 2012, 701 – 710.

[27]. مسلماني، يوسف. غازات الاحتباس الحراري (غازات الدفيئة) الناتجة من قطاع النفايات في سورية. أسبوع العلم التاسع والأربعون، جامعة البعث، حمص، سوريا، 9/11/2009.

[28]. UN,"United Nations Framework Convention on Climate Change", UN (1992).

[29]. PIPATTI, R.; SVARDAL, P.; ALVES, J. S.; GAO, Q.; CABRERA, C.; SMITH, A.; YAMADA, M. *Solid Waste Disposal*. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.5, CHAPTER 3, NGGIP, IGES, Japan, 2006, 40. <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>>.

[30]. صبور، حسام؛ شاهين، هيثم. الهندسة البيئية 2. جامعة تشرين، 1997، 343.

[31]. JENSEN, J.E.; PIPATTI, R. CH<sub>4</sub> Emissions from Solid Waste Disposal. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC, Sao Paulo, 2006, 419-439.

[32]. خرفان، سعد الدين. تقويم ابعاث غاز الميثان من الفضلات الصلبة المطروحة في سوريا، الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا، حماه - سوريا، (2005)، 13.

[33]. PIPATTI, R.; SHARMA, C.; ALVES, J. S.; GAO, Q.; CABRERA, C.; MARECKOVA, K.; OONK, H.; SMITH, A.; YAMADA, M. Waste Generation, Composition And Management Data. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.5, CHAPTER 2, NGGIP, IGES, Japan, 2006, 23.

[34]. PINJING, H.; KUHLE, M.; NASSOUR, A.; NELLES, M. *Mechanical biological treatment (MBT/AWT) of municipal solid waste, material recovery facilities(MRF) with sensor based sorting, recycling*. Waste-to-Resources, Hanover, Germany, June, 2013,13.

[35]. Friends Of The Earth. Mechanical-biological treatment (MBT). Briefing London, September, 2008, 8.

[36]. VISVANATHAV, C. *Mechanical Biological Pre-Treatment Of Waste Prior To Landfill*. Environmental Engineering and Management Program, Asian Institute of Technology. International conference on Integrated Solid waste Management In Southeast Asian Cities , Cambodia, July, 2007, 10.

[37]. Department For Environment Food & Rural Affairs. Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste. Defra, UK, February ,2013,57. < [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk) >.

[38]. PIPATTI, R.; ALVES, J. S.; GAO, Q.; CABRERA, C.; MARECKOVA, K.; OONK, H.; SMITH, A.; YAMADA, M. *Biological Treatment Of Solid Waste*. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.5, CHAPTER 4, NGGIP, IGES, Japan, 2006, 8.

[39]. الدراسة الفنية التنفيذية لمطرور وادي الهدة، مديرية الخدمات الفنية، محافظة طرطوس.

[40]. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Green house gas Inventory: Workbook, Module 6 Waste.

[41]. KHATIB.I.A. *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries: Future Challenges and Possible Opportunities*. Integrated Waste Management - Volume II, 2011, 35-48.

[42]. شاهين، هيثم. معالجة المخلفات الصلبة، جامعة تشرين، (2014م) قيد النشر.

[43] . البيانات الشهرية لكمية النفايات الداخلة إلى وادي الهدة، مديرية النفايات الصلبة، طرطوس.

## **ملحق الصور**



الصورة رقم (1): عينة من النفايات البلدية الصلبة القادمة إلى معمل وادي الهدأ.



الصورة رقم (2): تحضير عينة النفايات للفرز.



الصورة رقم (3) : تجربة التركيب الحبي لعينة النفايات المأخوذة.



الصورة رقم (4) : فرز العينة.



الصورة رقم (5): تجربة التركيب النوعي لعينة النفايات المأخوذة.



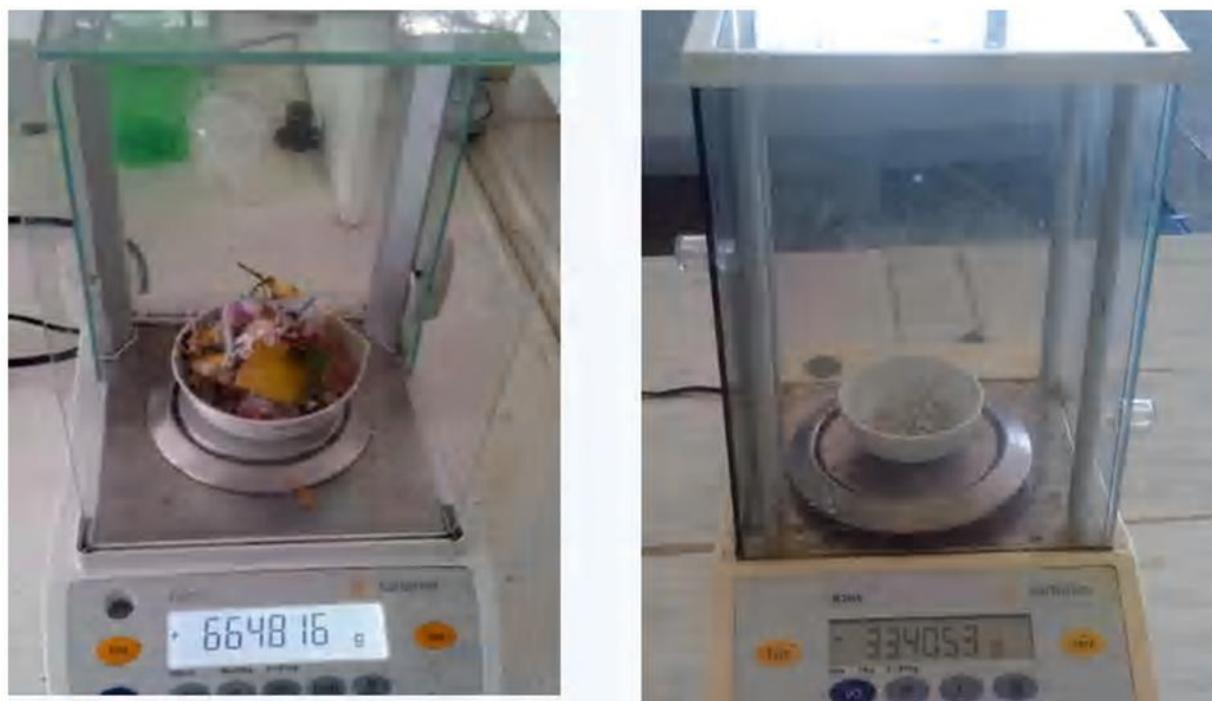
الصورة رقم (6): تجربة الكثافة.



الصورة رقم (7): المرمدة.



الصورة رقم (8): المبرد الزجاجي.



الصورة رقم (9): وزن العينات.



الصورة رقم (10): عينات النفايات بعد الترميد.

## **Abstract**

Solid waste sector, especially in developing countries, including Syria contributes to the emission of greenhouse gases, mainly methane. Where infrastructure and engineering are not available, in addition to the Skilled technical staff for the application of an integrated waste management system, leading to the spread of landfills random, which have become most Syrian provinces, including the province of Tartous experiencing.

Search includes conducting a series of field and laboratory tests on samples from the upcoming municipal solid waste directly into the integrated waste treatment center (Wady Alhaddeh plant) in Tartous. The results of this experiment have been coordinated and contribute to the creation of a database containing the physical and chemical characteristics of the most important municipal solid waste to the province of Tartus. It has been relying on these results in determining the values of the transactions involved in the equations of methane releases from municipal solid waste sector in Tartous.

In this research has been account methane gas emissions from municipal solid waste sector in Tartus according to the following scenarios:

- \* Dumping of municipal solid waste generated by the province during the years from 2010 to 2015 in random landfills.
- \* Treatment of municipal solid waste generated by the province during the years from 2010 to 2015 using mechanical biological treatment method.
- \* Treatment of municipal solid waste entering to Wady Alhaddeh (MBT) plant in Tartous, from the beginning of June 2014 until the end of May 2015, using mechanical biological treatment method.

Using equations contained in the guidelines of the International Panel on Climate Change (IPCC) was calculated methane gas versions. This organization was created to study global warming and proposing solutions to address them.

It has shown the search results:

- Methane emissions in Tartous increased from 2010 until 2015, due to the dumping of municipal solid waste generated amounts during these years.

- Use of mechanical biological treatment of solid waste in Tartous would reduce methane emissions by 93% compared to random landfills.
- To achieve the best results in the reduction of emissions of methane resulting from the solid waste sector in the province of Tartous, and Syria in general, it is necessary to apply the integrated management operation of municipal solid waste , which includes waste separation at the source and treatment sorting outputs.

Tishreen University  
Faculty Of Civil Engineering  
Department Of Environmental Engineering



**Mechanical biological treatment role in reducing  
methane emissions from municipal solid waste  
landfills (Case Study: Wady Alhaddeh(MBT) plant,  
IN Tartous)**

Scientific thesis has been prepared for the degree of master in  
civil Engineering competence Environmental Engineering

**By**

**Rima Hassan**

**Supervision of**

**Dr. Prof. Haitham Shahin**

**Dr. Kaukab Harba**

2015-2016