



جامعة حلب

كلية الهندسة المدنية

قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء

التقييم الاقتصادي البيئي لمشاريع مطامر النفايات البلدية  
باستخدام منهجية تحليل الكلفة / المنفعة

أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في الإدارة الهندسية و الإنشاء

إعداد

المهندس أحمد حسام مخللاتي



جامعة حلب

كلية الهندسة المدنية

قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء

التقييم الاقتصادي البيئي لمشاريع مطامر النفايات البلدية  
باستخدام منهجية تحليل الكلفة / المنفعة

**Economic Environmental Assessment for Sanitary  
Landfill of Municipality Waste projects by using  
Cost / Benefits Analysis**

أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في الإدارة الهندسية و الإنشاء

إعداد

المهندس أحمد حسام مخللاتي

الدكتور المشرف: د. ماهر غزال - الدكتور المشارك: د. عبد الحكيم بنود

## تصريح

أصرح بأن هذا البحث بعنوان ( التقييم الاقتصادي البيئي لمشاريع مطامر النفايات البلدية باستخدام منهجية تحليل الكلفة / المنفعة ) لم يسبق أن قبل للحصول على أية شهادة، ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشح

أحمد حسام مخللاتي

## Declaration

I hereby certify that this work ( Economic Environmental Assessment for Sanitary Landfill Of Municipality Waste projects by using Cost / Benefits Analysis ) has not been accepted for any degree or it is not submitted to any other degree .

Candidate

AHMAD HOUSAM MKHALLATI

## شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح أحمد حسام مخللاتي بإشراف الدكتور ماهر غزال (المشرف الرئيس) الأستاذ المساعد في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء من كلية الهندسة المدنية في جامعة حلب والدكتور عبد الحكيم بنود (المشرف المشارك) الأستاذ في قسم الهندسة البيئية من كلية الهندسة المدنية جامعة حلب .

إن أية مراجع أخرى ذكرت في هذا العمل موثقة في نص الرسالة وحسب ورودها في النص.

المشرف الرئيسي

المشرف المشارك

المرشح

د. ماهر غزال

د. عبد الحكيم بنود

أحمد حسام مخللاتي

## Testimony

We witness that the described work in this treatise is the result of scientific search conducted by the candidate AHMAD HOUSAM MKHALLATI under the supervision of doctor MAHER GHAZAL (main supervisor) professor at the department of Engineering Management and Construction, Faculty of Civil Engineering ,University of Aleppo, and doctor ABDUL HAKIM BANOUD (assistant supervisor), professor at the department of Environmental Engineering Faculty of Civil Engineering ,University of Aleppo

Any other references mentioned in this work are documented in the text of the treatise.

**Candidate**

**Assistant supervisor**

**Main supervisor**

**A.H.MKHALLATI**

**Dr.Abdulhakim Banoud**

**Dr.Maher Ghazal**

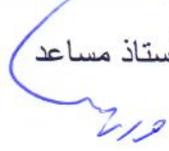
نوقشت هذه الرسالة و أجزت بتاريخ ٢٣/١٠/٢٠١٤

### لجنة الحكم

رئيس لجنة الحكم  
الدكتور محمد ضاي  
أستاذ مساعد



عضو لجنة الحكم  
الدكتور مصطفى كمال بدرة  
أستاذ مساعد



عضو لجنة الحكم  
الدكتور ماهر غزال  
أستاذ مساعد



## كلمة شكر

شكراً..... لكل شخصٍ علّمني ...لأنه ترك بصمةً في حياتي

شكراً.... لكل شخصٍ نصّحني لأنه شجّعني لأحقّق الكثير

شكراً....للك شخصٍ أهداني حباً صافياً .. فقد علّمني أن الدنيا بخير..

شكراً...للك شخصٍ قال لي أنت صديقي .. فقد جعل لحياتي معنى...

شكراً...للك شخصٍ أمسك بيدي حين تعثرت .. فقد أعطى لي حياةً

و أخص بالشكر العميق و الامتنان الصادق إلى أستاذي الدكتور  
ماهر غزال الذي أنار لي الطريق و كان مرشداً و معلماً لي في كل  
خطوة لتحقيق أفضل النتائج

كما أتقدم بالشكر العميق أيضاً إلى أستاذي الدكتور عبد الحكيم بنود  
الذي كان عوناً ومرشداً لي لتحقيق أفضل النتائج

ولا أنسى شكر كل من أشعل شمعة في دروب عملي وساعد على  
إتمام هذا البحث وقدم لي المساعدات والتسهيلات والأفكار

والمعلومات اللازمة

## إهداء

إلى المعلم الأول في حياتي....

أبي رحمه الله

إلى ينبوع الذي لا يملّ العطاء ....

أمي الغالية

إلى حبيبتي وصديقتي وشريكة حياتي ....

زوجتي الحبيبة

إلى من أرى بهم الحياة .....

أولادي

إلى من يحبهم قلبي ....

أختاي

إلى عائلتي الثانية ....

حملي رحمه الله ، حماتي

إلى أخوتي الذين لم تلههم أمي ....

أبناء حملي، أصهرتي

إلى من سعدت برفقتهم في دروب الحياة ....

أصدقائي

والى كل من ساعدني في إنجاز هذا العمل

سواء بكلمة أو موقف أو معلومة

## فهرس الرسالة

<b>1</b>	<b>الفصل الأول : مدخل إلى البحث</b> .....	
1	مقدمة عن مشكلة البحث .....	1-1
3	أهمية البحث .....	2-1
3	أهداف البحث .....	3-1
3	مجال و حدود البحث .....	4-1
3	منهجية البحث المستخدمة .....	5-1
4	دراسات سابقة .....	6-1
<b>13</b>	<b>الفصل الثاني : الدراسة الفنيّة</b> .....	
13	مقدمة .....	1-2
15	المعالجة الصحية والبيئية للنفايات الصلبة البلدية .....	2-2
15	الخيارات الشائعة للتخلص من النفايات ومعالجتها .....	1-2-2
17	الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة .....	2-2-2
22	سيناريوهات وبدائل الحلول المقترحة لمشاريع مطامر النفايات البلدية	3-2
22	مقدمة .....	1-3-2
26	السيناريو الأول : البديل صفر - المكب العشوائي .....	2-3-2

26	السيناريو الثاني : طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي .....	3-3-2
32	السيناريو الثالث : الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .....	4-3-2
37	السيناريو الرابع : فرز ميكانيكي وتحويل المواد العضوية إلى سماد ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .....	5-3-2
42	الآثار البيئية المحتملة لسيناريوهات و بدائل الحلول المقترحة لمشاريع مطامر النفايات البلدية .....	4-2
42	مقدمة .....	1-4-2
45	التلوث البيئي المحتمل للسيناريو الأول : البديل صفر - المكب العشوائي..	2-4-2
45	التلوث البيئي المحتمل للسيناريو الثاني : طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي .....	3-4-2
46	التلوث البيئي المحتمل للسيناريو الثالث : الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .....	4-4-2
48	التلوث البيئي المحتمل للسيناريو الرابع : الفرز الميكانيكي للنفايات ثم تحويل المواد العضوية إلى سماد ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي...	5-4-2
49	معايير تقييم التأثيرات البيئية المحتملة	5-2
51	مصفوفة تحليل الآثار البيئية	7-2
53	<b>الفصل الثالث : الدراسة الاقتصادية .....</b>	
53	مقدمة .....	1-3
54	مفهوم الاقتصاد البيئي .....	2-3

56	طرائق تقييم الأثر البيئي للمشاريع .....	3-3
56	مقدمة حول مفهوم تقييم الأثر البيئي .....	1-3-3
57	طرق تقييم الأثر البيئي للمشاريع .....	2-3-3
61	مفهوم التحليل التزايدي للكلفة/المنفعة.....	4-3
63	معايير تحليل الكلفة/المنفعة .....	5-3
66	خطوات تحليل الكلفة/المنفعة .....	6-3
66	مزايا و عيوب تحليل الكلفة/المنفعة .....	7-3
68	<b>الفصل الرابع : دراسة حالة عملية تطبيقية منطقة الباب .....</b>	
68	مقدمة .....	1-4
68	الموقع و عدد السكان في المنطقة .....	2-4
70	استراتيجية إدارة النفايات في منطقة الباب .....	3-4
71	المواصفات العامة و الفيزيائية لموقع مركز المعالجة في منطقة الدراسة .....	4-4
71	الشروط و المواصفات الفنية و الكمية للمشروع.....	5-4
71	كمية النفايات المتوقعة .....	1-5-4
74	العمر التصميمي للمطمر الصحي .....	2-5-4
75	المساحة اللازمة للمطمر الصحي .....	3-5-4
76	دراسة تكلفة التلوث الناتج عن النفايات البلدية الصلبة .....	6-4

80	دراسة التكاليف الاقتصادية للبدائل التكنولوجية .....	7-4
80	دراسة التكاليف الاقتصادية لمحطة الفرز الميكانيكية.....	1-7-4
87	دراسة التكاليف الاقتصادية لمحطة المعالجة البيولوجية .....	2-7-4
94	دراسة التكاليف الاقتصادية لمشروع إنشاء المطمر الصحي.....	3-7-4
95	الدراسة الاقتصادية لسيناريوهات الحلول والبدائل المقترحة .....	8-4
95	الدراسة الاقتصادية للسيناريو الأول: البديل صفر - المكب العشوائي.....	1-8-4
98	الدراسة الاقتصادية للسيناريو الثاني : طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي .....	2-8-4
102	الدراسة الاقتصادية للسيناريو الثالث : الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .....	3-8-4
105	الدراسة الاقتصادية للسيناريو الرابع : الفرز الميكانيكي للنفايات ثم تحويل المواد العضوية إلى سماد ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .....	4-8-4
109	حساب المنفعة و اختيار البديل الأنسب.....	9-4
<b>113</b>	<b>الفصل الخامس : تحليل الحساسية</b>	
113	مقدمة .....	1-5
114	عوامل اختبارات الحساسية .....	2-5
115	النموذج الحاسوبي .....	3-5
116	صفحة البداية .....	1-3-5
117	صفحة مدخلات المشروع .....	2-3-5

118	..... صفحة النتائج	3-3-5
123	..... صفحة جدول المقارنة	4-3-5
124	..... اختبارات الحساسية	4-5
124	..... كمية النفايات	1-4-5
126	..... نسب توزع مكونات النفايات	2-4-5
128	..... سعر المتر المربع من الأرض	3-4-5
128	..... قيمة مبيع مواد التدوير والأسمدة الناتجة عن المعالجة البيولوجية	4-4-5
129	..... كلفة التلوث الناتج عن الغازات أو المياه الراشحة	5-4-5
131	تكلفة الزيارة الصحية الواحدة و عدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً	6-4-5
133	..... عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة	7-4-5
133	..... ارتفاع النفايات في المطمر الصحي أو المكب العشوائي	8-4-5
135	..... تكلفة التشغيل للمكب العشوائي	9-4-5
136	..... سعر الدولار وسعر الفائدة ( معدل الخصم )	10-4-5
139	<b>الفصل السادس : النتائج و التوصيات</b>	
139	..... النتائج	1-6
144	..... التوصيات	2-6
145	..... المقترحات	3-6

## فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
1	سيناريوهات شركة تريفالور لإدارة النفايات المنزلية في الجمهورية العربية السورية	9
2	نتائج مقارنة السيناريوهات السبعة وفق دراسة تريفالور لإدارة النفايات في سوريا	10
3	نتائج دراسة تريفالور النهائية لإدارة النفايات في محافظة حلب	11
4	الحل الفني النهائي المقترح للتخلص من النفايات في محافظة حلب	11
5	المشاكل البيئية الناتجة عن النفايات الصلبة والاستراتيجية المقترحة لمعالجتها في سوريا	21
6	أنواع التلوث الناجم عن المطمر الصحي وإجراءات الحماية والمعالجة المقترحة	46
7	أنواع التلوث الناجم عن محطة المعالجة الميكانيكية وإجراءات الحماية والمعالجة المقترحة	47
8	أنواع التلوث الناجم عن محطة المعالجة البيولوجية و إجراءات الحماية والمعالجة المقترحة	49
9	مصنوفة تحليل الأثار البيئية الناتجة عن مركز معالجة النفايات	52
10	نسبة التزايد السكاني السابقة والمتوقعة في سوريا بين الأعوام 1980-2048	69

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
11	كميات النفايات البلدية المتوقعة على طول عمر المشروع	73
12	مقارنة تكلفة التلوث بين دراستي تريفالور والحل النهائي الوطني	76
13	كميات التلوث المقدرة وفق دراسة تريفالور والحل النهائي الوطني	77
14	كلفة الزيارة الواحدة للطبيب	78
15	كلفة الرعاية الصحية على طول عمر المشروع	79
16	تكاليف التشغيل والاستثمار لمحطات الفرز الميكانيكية المقترحة	86
17	تكاليف التشغيل والاستثمار لمحطات المعالجة البيولوجية المقترحة	94
18	تكاليف التشغيل والاستثمار للمطمر الصحي	94
19	كلفة السيناريو الأول دون إدخال قيمة التلوث	96
20	كلفة السيناريو الأول مع إدخال قيمة التلوث	97
21	كلفة السيناريو الثاني دون إدخال قيمة التلوث	100
22	كلفة السيناريو الثاني مع إدخال قيمة التلوث	101
23	تكلفة السيناريو الثالث بدون إدخال قيمة التلوث	103
24	تكلفة السيناريو الثالث مع إدخال قيمة التلوث	104

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
25	تكلفة السيناريو الرابع دون إدخال قيمة التلوث	106
26	كمية الملوثات الناتجة عن السيناريو الرابع	107
27	تكلفة السيناريو الرابع مع إدخال قيمة التلوث	108
28	المقارنة الثنائية - المرحلة الأولى	110
29	المقارنة الثنائية - المرحلة الثانية	110
30	المقارنة الثنائية - المرحلة الثالثة	111
31	المنفعة / الكلفة للحل النهائي	112
32	عوامل اختبارات الحساسية	115
33	نتائج اختبار حساسية كمية النفايات عند نقطة التعادل	126
34	نتائج اختبار حساسية تركيب النفايات عند نقطة التعادل	127
35	نتائج اختبار حساسية سعر المتر المربع من الأرض عند الحد الأقصى من المجال	128
36	نتائج اختبار حساسية سعر بيع مواد التدوير عند نقطة تساوي النفقات والإيرادات	129
37	نتائج اختبار حساسية كلفة معالجة التلوث الناتج عن الغازات عند الحد الأقصى من المجال	129
38	نتائج اختبار حساسية كلفة التلوث الناتج عن المياه الراشحة عند الحد الأقصى من المجال	130

الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
130	نتائج اختبار الحساسية المزدوجة لكلفة التلوث الناتج عن المياه الراشحة والغازات	39
131	نتائج اختبار حساسية كلفة الرعاية الصحية عند الحد الأدنى من المجال	40
132	نتائج اختبار حساسية كلفة الرعاية الصحية مع تلوث المياه الراشحة والغازات	41
133	نتائج اختبار عدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً عند الحد الأقصى للمجال	42
133	نتائج اختبار عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة عند الحد الأقصى من المجال	43
134	نتائج اختبار حساسية تغير ارتفاع النفايات في المطمر الصحي عند الحد الأقصى من المجال	44
134	نتائج اختبار حساسية تغير ارتفاع النفايات في المكب العشوائي عند الحد الأقصى من المجال	45
135	نتائج اختبار حساسية تغير كلفة التشغيل في المكب العشوائي عند الحد الأدنى من المجال	46
135	نتائج اختبار حساسية تغير كلفة التشغيل في المكب العشوائي عند الحد الأقصى من المجال	47
136	نتائج اختبار حساسية تغير سعر الدولار عند الحد الأقصى من المجال	48
136	نتائج اختبار حساسية تغير سعر الفائدة ( معدل الخصم ) عند الحد الأقصى من المجال	49
137	أثر تغير سعر الفائدة على القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات	50
139	نتائج حسابات السيناريوهات المقترحة الأربعة	51

## فهرس الأشكال

الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
15	معدل تراكيب النفايات المنزلية في سوريا	1
18	المخطط النهجي لإدارة النفايات المنزلية	2
23	المكب العشوائي	3
25	المطمر المستدام	4
26	المطمر الصحي	5
28	طبقات العزل القاعدية بطريقة البولي اتيلين	6
29	تسوية منطقة المشروع و تنفيذ نظام العزل القاعدي	7
30	نظام جمع المياه الراشحة ضمن المطمر	8
31	المطمر الصحي اثناء فترة جمع الغازات	9
33	مخطط أولي للمعالجة الميكانيكية (خط الفرز)	10
34	قمع التغذية في خط الفرز الميكانيكي	11
35	الغريال الاسطواني في خط الفرز الميكانيكي	12
36	المغناطيس الكهربائي في خط الفرز الميكانيكي	13
37	فراصة النفايات العضوية في المحطة البيولوجية	14
40	تشكيل كومات النفايات العضوية	15
41	تغطية كومات النفايات العضوية	16
41	المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية	17
42	منظر عام لمحطة المعالجة الميكانيكية و البيولوجية	18
43	الحرق العشوائي و تلوث الهواء	19
63	الفرق بين التكلفة و المنفعة	20
65	المخطط النهجي لعملية المقارنة الثنائية	21
70	التمثيل البياني للنمو السكاني المتوقع في سورية 1980-2045	22
71	صور موقع مركز المعالجة ضمن منطقة المشروع	23
74	الموقع العام للمشروع	24
112	الفرق بين المنفعة و الكلفة في الحل النهائي	25

الصفحة	اسم الشكل	رقم الشكل
116	صفحة البداية في برنامج الحاسبة Calculator	26
117	صفحة مدخلات المشروع في برنامج الحاسبة Calculator	27
118	صفحة النتائج في برنامج الحاسبة Calculator	28
122	مخطط التدفق النقدي في برنامج الحاسبة Calculator	29
123	صفحة جداول المقارنة في برنامج الحاسبة Calculator	30
124	الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بعدد السكان	31
125	الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بحصة الفرد من النفايات	32
125	الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بكمية النفايات	33
127	الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بنسبة النفايات العضوية	34
138	أثر تغير سعر الفائدة على القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات	35
140	الكلفة النهائية لمعالجة الطن الواحد من النفايات البلدية وفق السيناريوهات الأربعة بدون إدخال تكلفة التلوث	36
140	تكلفة التلوث للطن الواحد من النفايات البلدية	37
141	الكلفة النهائية لمعالجة الطن الواحد من النفايات البلدية وفق السيناريوهات الأربعة مع إدخال تكلفة التلوث	38
141	توزع كمية الملوثات وفق السيناريوهات الأربعة	39
142	تكلفة معالجة التلوث وفق السيناريوهات الأربعة	40
142	مساحة الأرض اللازمة وفق السيناريوهات الأربعة	41
146	الفصل المنزلي للنفايات العضوية و مواد التدوير	42

## الملخص

تشكل عملية التخلص من النفايات الصلبة المرحلة النهائية في إدارة النفايات الصلبة التي تشمل المراحل التالية: الجمع من مصادر التوليد المختلفة، النقل السليم للمخلفات، المعالجة، التخلص الآمن. تم استخدام منهجية الكلفة/المنفعة في عملية الاختيار بين بدائل مشاريع التخلص من النفايات البلدية، ومن أجل ذلك تم دراسة اربعة سناريوهات للحلول المقترحة للتخلص من النفايات البلدية هي:

1. التخلص من النفايات ضمن المكب العشوائي.
  2. الطمر الصحي لكافة النفايات البلدية.
  3. فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم طمر الباقي.
  4. فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم معالجة بيولوجية للنفايات العضوية للحصول على محسنات للتربة ( أسمدة ) ثم طمر الباقي.
- خلصت الدراسة إلى أنه من الأنسب في المنطقة المدروسة و هي منطقة الباب في محافظة حلب اعتماد السيناريو الرابع و هو المعالجة الميكانيكية-البيولوجية، حيث يمكن الحصول على أسمدة عضوية و كذلك على مواد قابلة للتدوير يمكن بيعها و توفير إيرادات من المشروع إضافة إلى منافع خفض الضرر البيئي. انتهت الدراسة إلى أن المشروع مجدي اقتصادياً و اجتماعياً، لأنه يحقق منافع للمجتمع تقدر بـ 26,298,200,377 ل.س، تفوق الكلفة المترتبة نتيجة تنفيذه و التي تقدر بـ 3,669,387,880 ل.س، وأن نسبة المنفعة/الكلفة في هذا المشروع هي 7.17 .

أشارت دراسة تحليل الحساسية الى أن القرار المتخذ يتميز بحساسية عالية تجاه العوامل التالية : كمية النفايات، عدد السكان، حصة الفرد اليومية من النفايات، ونسب مكونات النفايات ( المواد العضوية، المواد القابلة للتدوير ، العوادم التي يجب طمرها )، حيث بينت الدراسة أنه عند كمية للنفايات قدرها 33057 طن في سنة الأساس للمشروع ، أو في حال انخفضت حصة الفرد اليومية من النفايات من 0.6 كغ/يوم إلى 0.226 كغ/يوم ، أو بلغ عدد السكان في سنة الأساس 150945 نسمة ، مع ثبات نسبة زيادة النمو السكاني المتوقعة، يصبح الحل الأمثل هو طمر النفايات مباشرة ضمن المطمر الصحي وأنه عند نسبة 7.18% للنفايات العضوية يصبح الحل الأمثل هو إجراء عملية الفرز الميكانيكي و من ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي .

وقد تمثلت نقطة التعادل التي تتساوى عندها الإيرادات مع النفقات بالنسبة للحل النهائي المعتمد، عندما أصبحت قيمة مواد التدوير مساوية إلى 13140 ل.س = 262.8 \$ لكل طن من المواد المستردة.

## الفصل الأول: مدخل إلى البحث

### 1-1 مقدمة عن مشكلة البحث:

تشكل عملية التخلص من النفايات الصلبة المرحلة النهائية في إدارة النفايات الصلبة التي تشمل المراحل التالية: الجمع من مصادر التوليد المختلفة، النقل السليم للمخلفات، المعالجة، التخلص الآمن. تتألف المكونات الأساسية للنفايات الصلبة من: نفايات المنازل، القمامة، نفايات المجازر والحيوانات الميتة، نفايات الشوارع، النفايات الصناعية، نفايات المستشفيات والعيادات الطبية، النفايات التجارية، والنفايات الناتجة عن المؤسسات المختلفة. وتعرف النفايات البلدية الصلبة على أنها المواد الصلبة وشبه الصلبة غير الخطرة المتولدة من المناطق السكنية والتجارية والصناعية والمرافق الرئيسية والخدمات البلدية وعمليات الإنشاء والهدم، والتي يتخلص منها على أنها عديمة النفع وغير صالحة للاستعمال. أما النفايات الطبية والصناعية الصلبة فلا تعد نفايات بلدية نظرا لخصائصها الخطرة. وعادة ما تمثل النفايات المنزلية والتجارية الجزء الأكبر من النفايات البلدية الصلبة حيث تتراوح نسبتها ما بين 50% إلى 75% بالوزن، وتتفاوت النسبة حسب حجم عمليات الإنشاء والخدمات البلدية والمرافق الأساسية وتتفاوت نسب مكونات النفايات البلدية حسب مستوى المعيشة وطبيعة المناخ وعوامل أخرى كثيرة [1].

إن الشكل العام للتخلص من النفايات المنزلية الصلبة هو عبر عملية الطمر الصحي وفي أكثر الأحيان التخلص في مكبات عشوائية حيث يتم التخلص من النفايات المنزلية مع المواد الخطرة كنفايات المستشفيات والنفايات الصناعية والنفايات السامة، كما إن تلوث البيئة يتم في كثير من الأحيان عن طريق استخدام طرق غير صالحة للتخلص من النفايات المنزلية.

تهدد طريقة التخلص من النفايات المعتادة وغير المراقبة الناحية الصحية، وذلك عن طريق تلوث المياه الجوفية وتلوث الهواء والتربة.

إن دراسات تقييم الأثر البيئي حديثة العهد ولاسيما في سوريا حيث صدرت التعليمات التنفيذية لآلية دراسات تقييم الأثر البيئي في عام 2008 عن وزارة الإدارة المحلية و البيئة آنذاك ، و قد بدأ تطبيقها فعلياً في أواخر عام 2009 ، إلا أن التعليمات المذكورة لم تتضمن تحديد آلية للنظر في النواحي الاقتصادية للأثار البيئية للمشاريع من الناحية الاقتصادية على الرغم من تضمنها وجوب الإشارة إلى التأثيرات الاقتصادية و الاجتماعية في أي دراسة مقدمة ، و قد لمست ذلك بشكل واقعي بحكم عملي في الفترة بين 2007-2010 كخبيراً بيئياً معتمداً وعضواً في شبكة خبراء تقييم الأثر البيئي في سوريا .

وفيما يتعلق بموضوع البحث أشير إلى أنه عندما تمّ اعداد دراسات تقييم الأثر البيئي لبعض مشاريع ادارة النفايات الصلبة بتكليف من وزارة الإدارة المحلية ووزارة الدولة لشؤون البيئة خلال عامي 2009-2010 تم مناقشة البدائل التالية:

- 1- الطمر الصحي لكافة النفايات البلدية.
  - 2- فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم طمر الباقي.
  - 3- فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم معالجة بيولوجية للنفايات العضوية للحصول على محسنات للتربة (أسمدة) ثم طمر الباقي.
- وقد انتهت هذه الدراسات إلى اعتماد البديل الثالث في أغلب المواقع دون أن تأخذ بعين الاعتبار مبدأ دورة حياة المشروع (Life Cycle Cost (LCC)، كما لم تأخذ بعين الاعتبار أيضاً القيمة الزمنية للتدفقات النقدية وأثرها على اختيار الحلول المثلى، ولم تحدد نقاط الحساسية التي من المفترض الانتباه لها في أي دراسة، ولم تعر انتباهاً كافياً لنسبة المنفعة إلى الكلفة التي يُفترض أن تُراعى في مثل هذه الدراسات.

وعلى اعتبار أن الواقع الاقتصادي الحالي أصبح يفرض ضرورة الأخذ بعين الاعتبار البعد الاقتصادي في المشاريع البيئية، من منطلق كون أن المشاريع تعتمد في سبل تحقيق نجاحها واستمراريتها على موارد الطبيعة، التي تستنزف دون القدرة على تجديدها، لذا تبرز إشكالية التأثير الذي تحدثه المشاريع في الطبيعة والمجتمع، ومقابل الخدمات التي توفرها المشاريع تنتج آثار بيئية خارجية سلبية تمثل تكلفة إضافية يتحملها المجتمع<sup>[2]</sup>. وبالتالي فإن تحقيق أي إنجاز أو التزام في مجال الإدارة البيئية ومعالجة آثار التلوث لن يكون مجدياً اقتصادياً إلا في حال كانت هناك دلائل مقنعة على أن كلفة المعالجة والحماية البيئية المسبقة هي أقل من الكلفة في حال تم تجاهل الآثار البيئية والتدهور البيئي، إضافة إلى أن ممارسات الإدارة البيئية يمكن أيضاً أن تحقق عائداً مالياً في حال تم الاستثمار فيها بحكمة.

كل ذلك دفعنا إلى اختيار موضوع هذا البحث، لسد الثغرة التي لاحظناها في الدراسات المشار إليها أعلاه.

## 2-1 أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تقديم نموذج تطبيقي يتضمن البعد الاقتصادي في الدراسات البيئية من خلال تطبيق منهجية المنفعة التكلفة لمشاريع مطامر النفايات البلدية الصلبة التي تعتبر من المشاريع البيئية الحيوية والتي لها انعكاسات واضحة على تحسين مستوى الحياة المعيشية.

## 3-1 أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

1. إجراء مراجعة نظرية لآلية إدارة النفايات في المرحلة الأخيرة منها (التخلص الآمن من النفايات).
2. إجراء مراجعة نظرية لمفهوم تحليل الكلفة / المنفعة، من خلال طرق تطبيقه وفعالته للحكم على كفاءة المشاريع بيئياً.
3. القيام بدراسة حالة لأحد مشاريع إدارة النفايات الصلبة المقترحة في محافظة حلب، بغرض تحديد الجدوى الاقتصادية والبيئية المناسبة لتنفيذ المشروع. - Case Study - و اختيار البديل الأمثل .
4. تحديد وتحليل نقاط الحساسية للعوامل التي تؤدي إلى تغيير في الحل المقترح من سيناريو لآخر.

## 4-1 مجال وحدود البحث:

سيتركز البحث لعملية التقييم البيئي بشكل عام و للمطامر الصحية للنفايات المنزلية ( البلدية ) بشكل خاص ، و انعكاساتها على البيئة ، و سوف يتناول الجوانب الاقتصادية على طول فترة عمر المشروع و المحددة في عمليات انشاء و استثمار المطامر الصحية و ملحقاتها ، التي تعتبر المرحلة الأخيرة في إدارة النفايات ، دون أن يتعرض لبحث عملية تقييم إدارة النفايات المتكاملة التي تشمل النقل و الجمع و المحطات الوسيطة و التكنولوجيا الخاصة بكل منها أو الكلف الاقتصادية التي تنشأ عنها ، و دون أن يتعرض لمعالجة الأنواع الأخرى من النفايات كالنفايات الطبية أو الخطرة ، على اعتبار ان لها طرق اخرى للتخلص منها .

## 5-1 منهجية البحث المستخدمة:

- بغية الإحاطة التامة بموضوع البحث، تم استعراضه في جانبين أساسيين:
- الجانب النظري خصص لعرض وتحليل المفاهيم الأساسية للبحث.
  - الجانب التطبيقي يتناول دراسة الحالة على احد مواقع المطامر الصحية ، في محاولة لتطبيق أسلوب الكلفة / المنفعة .

تم اعتماد المنهج التحليلي الوصفي في الجانب النظري من الدراسة، وبالتالي تم مراجعة الكتب والدراسات والمقالات العلمية المتعلقة بموضوع البحث باللغتين العربية والانكليزية.

أما الجانب التطبيقي فتم فيه استخدام منهج دراسة الحالة لتحقيق الدراسة الميدانية، من خلال الملاحظات المباشرة والاطلاع على سجلات ووثائق المشروع المقترح، بالإضافة إلى استعراض بعض التقارير حول إدارة النفايات في سوريا، واستخدام جداول خاصة بحسابات متعلقة بإدارة النفايات الصلبة معدة من قبل البنك الدولي وبرنامج الأمم المتحدة البيئية ودراسات وزارة الإدارة المحلية ووزارة الدولة لشؤون البيئة وغيرها.

سنسعى في البحث الذي نقترحه وفي إطار سعينا لتقديم تقييم بيئي اقتصادي إلى تقديم:

أ - وصف مفصل ودقيق لمشروع المطمر الصحي للنفايات.

ب - دراسة المنطقة التي سيقام فيها المشروع للتعرف على البيئة الاقتصادية والاجتماعية.

ج - تحديد الآثار البيئية المحتملة للمشروع.

د - التعرف على البدائل الممكنة للمشروع وتكلفة كل بديل واختيار التكنولوجيا الملائمة.

لنخلص في النتيجة للإجابة على الأسئلة المهمة التالية:

ما هو البديل الذي يجب اعتماده كخيار أفضل؟

وهل الإنفاق الحكومي على هذا المشروع يخلق منافع للمجتمع تفوق تكلفته؟

و ما هي العوامل التي تؤدي إلى تغيير سيناريو الحل المقترح؟ وما مدى حساسيتها؟

## 6-1 دراسات سابقة:

لقد حظي موضوع تحليل المنفعة / الكلفة في دراسات التقييم البيئي باهتمام العديد من الدراسات و الأبحاث و نشرات المهنية المعدة من قبل مجموعة من الباحثين و المهتمين و المنظمات المهنية المختصة ، و ذلك نظراً لأن تطبيق منهجية تحليل الكلفة / المنفعة على دراسات تقييم الأثر البيئي تسمح أكثر من غيرها بالتركيز على الأبعاد المتعلقة بجوانب المنفعة التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تبرير قضايا تتعلق بالإنفاق العام ، إضافة إلى أهمية حماية البيئة في حياة المجتمع ، حيث أن بقاء هذا المجتمع و استمراره يتوقف على المحافظة على البيئة و حمايتها من التلوث مع الأخذ بعين الاعتبار الإمكانيات و الموارد المالية المتاحة و المحدودة في بعض الأحيان .

حيث أوضح البحث الذي قام به د. خالد عبد الله الرشيد وبشير محمد هوساي<sup>[3]</sup> من كلية العلوم في جامعة الملك سعود في عام 2011 تحت عنوان " دراسة تقويم الآثار البيئية للمشروعات في المملكة العربية السعودية " أن المشاكل البيئية التي تظهر في أي منطقة أو مجتمع سكاني إنما تنتج من عدم تطبيق نظام التقييم البيئي للمشاريع، فمشاريع القطاعين العام والخاص تحتاج إلى تطبيق نظام التقييم البيئي قبل تنفيذها. أي يجب أن تكون دراسة التقييم البيئي من ضمن دراسة التصميم عند عمل التصاميم والدراسات للمشروع، أي أن التصميم البيئي لا ينفصل بأي حال من الأحوال عن دراسة تصاميم المشروع، حيث تم ملاحظة أن مشاريع الطرق بعد انتهائها ينتج عنها جرفاً للأودية والتربة وبذلك تؤثر على الغطاء النباتي وبالتالي على المجموعات الحيوانية. كما انتهى

الباحث إلى أنه يجب أن يتضمن أي عقد لأي مشروع وضع الخطط اللازمة لكيفية التخلص من النفايات بالطرق العلمية الصحيحة، فقلة التنسيق في السياسة البيئية وقلة تبادل المعلومات البيئية بين مختلف الجهات والقطاعات كان دافعاً قوياً لتطبيق مفهوم التقييم البيئي للمشاريع في مختلف الدول لتجنب أو تقليل الآثار البيئية السلبية.

وقد تخصصت بعض الدراسات في موضوع مكبات النفايات ومشاكلها والأمراض المرتبطة بها، كالدراسة التي أجريت في الولايات المتحدة من قبل J.Parker في عام 1994 والتي توصلت إلى أن عدم اتخاذ الاحتياطات اللازمة للتخلص من النفايات سيؤدي إلى مشاكل بيئية خطيرة، بالإضافة إلى تهديد سكان المناطق المجاورة بالتسمم والإصابة بالأمراض الخطيرة وقد أطلق الباحثون على هذه المكبات اسم مكبات الموت [4].

لقد كشفت دراسة بمقاطعة كوبيك في كندا أجراها Goldberg, Ms alhoms, N Goulet, L Riberdly بعنوان "الإصابة بالسرطان بين الذين يعيشون بالقرب من مواقع مطامر النفايات البلدية الصلبة" في عام 1995 موضوع إصابة سكان المناطق المجاورة لمكبات النفايات وأماكن دفن النفايات بالأمراض الخطيرة كالسرطان والتهاب العيون والرئة، وقد توصلت هذه الدراسة إلى أن نسبة عالية من سكان تلك المناطق لديهم القابلية للإصابة بتلك الأمراض إن لم تتخذ إجراءات لوقف تلوث أماكن سكنهم بنواتج عمليات الحرق المكشوفة [5].

وقد أشار المعهد العربي للتخطيط في دراسة [6] أجراها أ. نجاة النيش عام 1999 عن " تكاليف التدهور البيئي وشحة الموارد الطبيعية بين النظرية والتطبيق في الدول العربية " إلى أن تقييم الأثر البيئي هو جزء هام من عملية التخطيط للمشروع، وهو يشكل من خلال القانون والممارسة جزء من دراسة الجدوى ويهدف للبت فيما إذا كان الأثر الإجمالي للمشروع إيجابياً أم لا، أو لتحديد ما قد تقتضيه الضرورة من تعديلات للتوصل إلى تقييم إيجابي. كما يدرج في تقييم فائدة المشروع تكلفة بعض الآثار البيئية التي يمكن قياسها اقتصادياً.

كما تناولت بعض الدراسات تحليل كلفة إدارة النفايات للوصول إلى تحديد الخيارات الأقل تكلفة و التي تناسب طبيعة الموارد المالية المحدودة للمجتمع كالدراسة التي أجراها إبراهيم محمد نمر هندي - د. محمد نهاد المصري و د. حافظ قدرى شاهين ضمن برنامج الماجستير في جامعة النجاح الوطنية بنابلس في فلسطين عام 2010 بعنوان " تحليل كلفة إدارة النفايات الصلبة لمدينة قلقيلية " [7] و التي هدفت إلى تحديد التكاليف لخيارات إدارة النفايات الصلبة في مدينة قلقيلية و تقييم ادارة النفايات الصلبة الحالية وتحديد الخيار الأقل كلفة لإدارة النفايات الصلبة في المدينة.

وقد درس الباحث هناك اربعة خيارات لإدارة النفايات الصلبة في مدينة قلقيلية كانت:

- البقاء على الوضع الحالي.
- إنشاء محطة ترحيل للنفايات الصلبة ونقل النفايات الصلبة في المدينة إلى مكب في منطقة جنين.
- إنشاء مكب صحي للنفايات الصلبة والتخلص من نفايات المدينة فيه.
- عمل فصل جزئي للنفايات الصلبة وإعادة استخدام المواد التي يمكن تدويرها ومن ثم ترحيل الجزء المتبقي إلى مكب زهرة الفنجان في منطقة جنين.

ومن ثم أوصت الدراسة بأن تقوم بلدية قلقيلية بعمل مشروع خاص لإغلاق مكب النفايات الحالي لما في ذلك من فوائد بيئية ومادية كبيرة . أوصت الدراسة كذلك أن تبدأ بلدية قلقيلية بعمل مشروع تجريبي لفصل النفايات الصلبة للتقليل من كميات النفايات الصلبة المرحلة او المطمورة وكذلك حماية البيئة مع ضرورة أن تختار البلدية الخيار الأمثل للتخلص من النفايات الصلبة في المدينة لما في ذلك من تقليل الإنفاق السنوي لتغطية التكاليف الإضافية لإدارة النفايات الصلبة في المدينة مما سيوفر الميزانيات الضرورية لإنشاء المشاريع الحيوية الأخرى.

ولابد من الإشارة إلى أن العديد من الدراسات عمدت لاستخدام منهجية الكلفة/المنفعة في تحليل سيناريوهات إدارة النفايات الصلبة كالدراسة التي أجريت بهدف مقارنة تحليل الكلفة/المنفعة بين مختلف سيناريوهات إدارة النفايات الصلبة في البصرة - العراق [8] ؛ و التي أجراها كل من شيرين الجرودي و تامر القاضي من كلية الهندسة في جامعة عين شمس بالقاهرة بالتعاون مع فكري غوبريال من كلية الهندسة في جامعة القاهرة بالجيزة في مصر عام 2010 ، و في هذه الدراسة، تم استعراض الجوانب التقنية والاقتصادية والبيئية لثلاثة سيناريوهات لإدارة النفايات الصلبة بهدف مقارنة السيناريوهات واختيار الأكثر ملاءمة للتنفيذ، و ذلك نظراً لتدهور إدارة النفايات الصلبة في البصرة لدرجة أن عملية جمع النفايات كانت محدودة فقط في بعض المناطق الحضرية، ويتم التخلص من النفايات بشكل كبير في مواقع تفرغ عشوائية و غير منضبطة . وقد كان السيناريو الأول هو التخلص من النفايات في مكب نفايات صحي، أما السيناريو الثاني فقد أضيفت عملية نقل النفايات إلى محطة وسيطة قبل التخلص منها إلى مكب النفايات الصحي، بينما السيناريو الثالث اخذ بعين الاعتبار فرز النفايات وإعادة تدويرها وتحويلها إلى سماد تليها التخلص من الباقي في مكب النفايات الصحي ضمن منشأة متكاملة. ووفقاً للتحليل الاقتصادي، فإن الفوائد من عائدات بيع المواد القابلة للتدوير وإنتاج السماد لم يحسن ترتيب السيناريو الثالث، ومع ذلك، فإن السيناريو الثالث تم اختياره من قبل اليونيسيف بسبب الفوائد البيئية لإعادة تدوير النفايات، ولذلك فقد كانت التوصيات النهائية في صالحه، وهو حالياً قيد التنفيذ في البصرة، العراق.

كما استخدمت منهجية تحليل الكلفة/المنفعة في دراسة أخرى [9] في أميركا اللاتينية ضمن بحث عن نموذج لإدارة النفايات المستدامة في مدينة بليز من قبل برنامج الماجستير الدولي - تطوير الاستدامة البيئية أجراها كل من الباحثين Dr. Wan-Li-Liao - Maritza Azena Canto في آب 2010 بعنوان " تحليل الكلفة / المنفعة بين المكب العشوائي و المطمر الصحي " ، وأوضحت فيها أن إدارة النفايات الصلبة أصبحت ممارسة أولوية رئيسية لكثير من البلدان النامية من أجل تأمين الصحة العامة والبيئة مع تعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية و أنه في بليز، كانت إدارة النفايات مشكلة متعددة الأبعاد تفاقمت بسبب التوسع الحضري السريع ومعدل النمو السكاني. وبالتالي حدد البحث الحاجة لإنشاء مكب صحي ملائم في المدينة للمساعدة في اتخاذ القرار حول مبادرة بلدية بليز لبناء مكب نفايات صحي مركزي، ومحاولة لإغلاق كافة المكبات العشوائية القائمة للتخلص من النفايات، كما أشارت الدراسة إلى إن طريقة تفرغ القمامة في المكبات العشوائية تشكل خطراً كبيراً على الصحة العامة من خلال تكاثر الذباب والفئران التي يمكن أن تنقل الكثير من الأمراض، إضافة إلى العصاراة (المياه الراشحة) الناتجة عن المكب العشوائي والتي تؤدي إلى تلوث المياه السطحية والجوفية. حيث تم تقييم خيار إنشاء مطمر صحي بدلاً من المكب العشوائي في المدينة باستخدام منهجية تحليل الكلفة/المنفعة مع ثلاثة عوامل:

انخفاض الوفيات والأمراض الناجمة عن الحد من احتراق ثاني أكسيد الكبريت، وانبعاثات الرصاص من المكبات المفتوحة، وإعادة استخدام الأراضي. و قد أظهرت النتائج أنه وفقاً لشروط التصميم الاقتصادي، سيكون هناك فائدة من خلال خفض تكاليف الأضرار من الوفيات والأمراض، بسبب التخلص من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت، وكذلك الحد من انبعاثات الرصاص من مواقع المكبات العشوائية، و فائدة أخرى يمكن أن تكون من استعادة مواقع مكبات عشوائية، واستعادة قيمة الأرض العائدة لها، و وفقاً لتحليل التدفق النقدي تبين أن الاستفادة المالية لاستثمار المطمر الصحي لمدة 20 عاماً تقابل معدّل للعائد الداخلي (IRR) بنسبة 19% و لذلك فإن خيار استبدال المكب العشوائي بمطمر صحي هو اختيار ناجح .

و استُخدمت أيضاً منهجية تحليل الكلفة/المنفعة في دراسة لرسالة دكتوراه<sup>[10]</sup> عام 2012 أجريت في فيينا حول استعادة المعادن من محرقة نفايات بلدية Guanghai الصينية باستخدام تقنية فصل الرماد من القاعدة قام بها Tang Jiao مع Dr.Dipal Natw أوضح فيها أن حرق النفايات ضمن محارق مخصصة هو ممارسة شائعة لإدارة النفايات الصلبة في الدول الأوروبية، لأنه يولد طاقة ويقلل من كتلة وحجم والتفاعلات الكيميائية لمكونات النفايات. وعلى العكس من ذلك، فإن معالجة النفايات الصلبة بالحرق حتى الآن هي ممارسة أقل شيوعاً في الصين، ويرجع ذلك أساساً إلى أنهم في الصين لا يمكنهم تحمل كلفة الاستثمار، وتكلفة التشغيل والصيانة لمحارق النفايات الصلبة بالمقارنة مع ميزانية هذه الدول. ولما تم تطوير تقنية جديدة لاستعادة المعادن غير الحديدية (الألمنيوم والنحاس) من الرماد السفلي في أوروبا مؤخراً، فقد كان الهدف من هذه الرسالة هو استكشاف أثر هذه التكنولوجيا على الاقتصاد الكلي لإدارة النفايات من خلال دراسة حالة للبلدية الصينية قوانغهان التي يبلغ عدد سكانها 210,000. و قد تم تطبيق منهجين للوصول إلى الأهداف: تحليل تدفق المواد، وتحليل الكلفة/المنفعة حيث تم وضع سيناريوهين لتحليل الكلفة و المنفعة : السيناريو الأول يفترض وجود نظام لإدارة النفايات في قوانغهان مع فصل المصدر وجمع منفصل لجميع أنواع المواد القابلة للتدوير التي تذهب مباشرة إلى مكب النفايات؛ السيناريو الثاني يختلف عن التصور الأول في أن المعادن ليست منفصلة في المصدر، ولكن مع النفايات تذهب لمحرقة قبل الدفن، حيث يتم تطبيق التكنولوجيات المتقدمة للسيطرة على نوعية الهواء واستعادة الطاقة، والمعادن الحديدية والمعادن غير الحديدية. وقد لاحظ الباحث النتيجة التالية: عند مقارنة السيناريو الثاني بالسيناريو الأول، تحققت فائدة تفوق التكلفة بقيمة € 200000 مما يدل على كفاءة أعلى في تخصيص الموارد. ومع ذلك، فإن النتيجة هي حساسة للغاية للتغيرات في تكلفة الاقتراض وتكلفة الاستثمار من المعدات والتكنولوجيا. وبالتالي فإن نتيجة تحليل التكاليف والفوائد الاقتصادية المحتملة أشارت إلى أنه من المفيد لصانعي السياسات في بلدية قوانغهان النظر في إضافة حرق النفايات لجدول أعمالهم لتحسين نظام إدارة النفايات في المدينة لحماية البيئة والكفاءة الاقتصادية.

وقد قامت الشركة الفرنسية TRIVALOR بإنجاز دراسة<sup>[11]</sup> لمخطط توجيهي لإدارة النفايات الصلبة في الجمهورية العربية السورية في عام 2004 بتكليف من الحكومة السورية في ذلك الوقت تضمن هذا المخطط أربعة مراحل:

- 1) المرحلة الأولى: تشخيص الوضع الراهن
- 2) المرحلة الثانية: اقتراح الحلول لإدارة النفايات
- 3) المرحلة الثالثة: الحلول والتوصيات النهائية
- 4) المرحلة الرابعة: وثائق من أجل تقديم العروض.

وقد وضعت الاستطاعة النظرية للمطامر بناءً على الاستطاعة المطلوبة في عام 2014 على اعتبار ان كل المراكز المتكاملة سوف يتم تنفيذها بالعام 2014 ولذلك أنشأت تريفالور سبعة سيناريوهات مختلفة واستخدمت سبعة معايير لمقارنة السيناريوهات هي:

- القبول من السكان
- التأثير على مفعول ظاهرة الدفيئة
- إجمالي النفايات في المطمر الصحي
- التأثير على إيجاد فرص عمل
- مرونة تشغيل المنشأة
- اقتصادي
- مراعاة الأهداف الموضوعية في المرحلة (2)

ويوضح الجدول رقم 1 في الصفحة التالية سيناريوهات شركة تريفالور الفرنسية المقترحة لإدارة النفايات المنزلية في سوريا.

كما يوضح الجدول رقم 2 التالي، نتائج مقارنة السيناريوهات السبعة وفق دراسة تريفالور، حيث تم اختيار السيناريو رقم (4) من قبل شركة تريفالور لأنه يتمتع بمميزات عديدة:

- انه يتوافق مع المبادئ والأهداف الصادرة في المخطط التوجيهي
- الكلفة الإجمالية مشابهة لكلفة السيناريوهات 2 و 3
- التأثير على ظاهرة الدفيئة قليل الأهمية
- انخفاض كمية النفايات السنوية المطروحة في المطمر الصحي
- إيجاد عدة فرص عمل جديدة (10000 أكثر من السيناريوهات 1 أو 2)

جدول رقم 1: سيناريوهات شركة تريفالور لإدارة النفايات المنزلية في الجمهورية العربية السورية<sup>[11]</sup>

الطمر الصحي	المعالجة الحرارية	إنتاج السماد		استعادة المواد الجافة	تجديد المكب	سيناريو
		التعميم	الشبكات الرئيسية			
نعم	لا	لا	نعم في دمشق واللاذقية	لا	نعم	1
نعم	لا	لا	نعم	لا	نعم	2
نعم	لا	لا	نعم	نعم	نعم	3
نعم	لا	لا	نعم	نعم	نعم	3bis
نعم	لا	نعم	نعم	نعم	نعم	4
نعم	نعم في دمشق وحلب	نعم	نعم	نعم	نعم	5
نعم	نعم في دمشق	نعم	نعم	نعم	نعم	6

جدول رقم 2: نتائج مقارنة السيناريوهات السبعة وفق دراسة تريفالور لإدارة النفايات في سوريا<sup>[11]</sup>

المعيار / السيناريو	1	2	3	3 bis	4	5	6
وعي السكان	--	+	+	+	+	+	+
المعيار البيئي	--	-	+	+	+	+	+
أجمالي النفايات المطمورة	-	-	-	-	+	+	+
فرص عمل محدثة	-	-	+	+	+	+	+
مرونة التشغيل	+	+	+	+	+	-	-
اقتصاديات	++	++	+	-	+	-	-
مراعاة الهدف في المخطط التوجيهي	-	-	-	-	+	+	+
توجيهات من الخبراء الفرنسيين							

بالمقارنة مع السيناريوهات 5 و 6 (التي لديها فوائد مشابهة للسيناريو 4)، فإن كلفة السيناريوهات 5 و 6 كانت أعلى نظراً لاستخدام المحطات الحرارية (معالجة النفايات بالحرق) في الحل المقترح.

وقد قامت شركة تريفالور الفرنسية بدراسة استراتيجية تم خلالها تقسيم محافظة حلب إلى ستة قطاعات. تم تحديد كمية النفايات المنزلية الكلية، كمية النفايات المرحلة والمعالجة عن طريق إعادة التدوير (أسمدة أو مواد تدوير) بالإضافة إلى تحديد كمية النفايات التي سوف يتم طمرها ضمن المطامر الصحية، بحيث يمكن تلخيصها إلى الجدول رقم 3 التالي:

جدول رقم 3: نتائج دراسة تريفالور النهائية لإدارة النفايات في محافظة حلب<sup>[11]</sup>

المنشآت المقترحة	مجموع نسب النفايات	مطر صحي		تحويل إلى أسمدة		نفايات لإعادة التدوير		نفايات مرحلة		كمية النفايات الكلية		عدد السكان	تسمية
		%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة		
القطاعات A حلب	100	52	355,000	38	260,000	10	69,000	100	60	681,309	100	681,309	3,111,000
القطاعات B منبج	100	52	64,000	33	40,000	15	19,000	24	70	30,000	100	122,640	560,000
القطاعات C عين العرب	100	88	58,000	0	0	11	7,500	25	35	16,500	100	65,700	300,000
القطاعات D عفرين	100	89	54,500	0	0	11	7,000	39	15	24,000	100	61,320	280,000
القطاعات E تل الضمان	100	86	17,000	0	0	14	2,700	39	15	7,600	100	19,710	90,000
القطاعات F الباب و تلغ	100	87	76,000	0	0	14	12,000	68	35	60,000	100	87,600	400,000
المجموع	100	60	624,500	29	300,000	11	117,200	79		819,409	100	1,038,279	4,741,000

وقد قامت وزارة الإدارة المحلية والبيئة بمناقشة النتائج التي توصلت لها شركة تريفالور مع المعنيين من الجهات ذات العلاقة بالمشروع واستشاريين محليين من القطر وتآلف الحل البيئي النهائي المقترح لإدارة النفايات البلدية الصلبة في محافظة حلب من العناصر الواردة في الجدول رقم 4 الموضح أدناه. حيث انتهى الحل النهائي إلى تغيير في بعض مقترحات تريفالور وذلك بإضافة مطمر صحي إضافي لمدينة حلب، وإضافة أربعة محطات للمعالجة البيولوجية (التحويل إلى سماد) في كل من مناطق عين العرب وعفرين وتل الضمان والباب، وإلغاء محطة الفرز في منطقة تل الضمان، والإبقاء على خيار تريفالور بإنشاء أربعة عشر محطة ترحيل دائمة<sup>[12]</sup>.

جدول رقم 4: الحل الفني النهائي المقترح للتخلص من النفايات في محافظة حلب<sup>[12]</sup>

المنشآت المقترحة	مجموع نسب النفايات	مطر صحي		تحويل إلى أسمدة		حرق النفايات		نفايات إعادة التدوير		نفايات مرحلة		كمية النفايات الكلية		عدد السكان	تسمية
		%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة	%	طن/سنة		
القطاعات A حلب	80	10	68.131	60	408.785	0	0	10	68.131	10	10	68.131	100	681.309	3.111.000
القطاعات B منبج	100	30	36.792	60	73.584	0	0	10	12.264	40	70	49.056	100	122.640	560.000
القطاعات C عين العرب	100	30	19.710	60	39.420	0	0	10	6.570	10	35	6.570	100	65.700	300.000
القطاعات D عفرين	100	30	18.396	60	36.792	0	0	10	6.132	10	15	6.132	100	61.320	280.000
القطاعات E تل الضمان	100	90	17.739	0	0	0	0	10	1.971	10	15	1.971	100	19.710	90.000
القطاعات F الباب و تلغ	100	30	26.280	60	52.560	0	0	10	8.760	10	35	8.760	100	87.600	400.000
المجموع	87	18	187.048	59	611.141	0	0	10	103.828	14		140.620	100	1.038.279	4.741.000

كما أكدت هذه النتائج دراسة قام بها الدكتور عابر محمد في رسالة دكتوراه<sup>[13]</sup> عام 2002 في جامعة كاسل بألمانيا تحت عنوان " الطرق المناسبة للتخلص من النفايات المنزلية في البلدان الناهضة "، حيث بينت الدراسة أنه من أجل تخفيف التلوث البيئي لابد من البحث عن طرق فعالة بيئياً، ذات تقنية سهلة وبنفس الوقت اقتصادية، وأنه يجب أن تأخذ هذه الطرق بعين الاعتبار النسبة العالية للمواد العضوية في النفايات المنزلية والتي تصل في بعض الأحيان إلى أعلى من 70 % . لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار أن معظم الدول الناهضة والنامية هي دول زراعية. وكحل مثالي لذلك يمكن اعتماد طرق المعالجة الميكانيكية-البيولوجية، حيث يمكن الحصول على أسمدة عضوية وكذلك على مواد غير نشطة كيميائياً بعد المعالجة.

إن التجارب التي قام بإجرائها الباحث أثبتت أن طريقة المعالجة الميكانيكية-البيولوجية تخفض حجم ووزن النفايات المنزلية بنسبة تصل إلى 50-70 % والحصول على أسمدة عضوية عالية الجودة في حال جمع النفايات العضوية بشكل منفصل، وأسمدة عضوية متوسطة الجودة في حال الجمع العادي.

كما بينت التجارب أنه عن طريق المعالجة الميكانيكية-البيولوجية تم تخفيض تشكل المياه الراشحة بنسبه تصل إلى 65 % . كذلك تم تخفيض تلوث المياه الراشحة بنسبه تزيد عن 50 % . كما أدت المعالجة إلى تخفيض الغازات المتشكلة بنسبه تزيد عن 85 % مقارنة مع مكبات النفايات.

وقد انتهت الدراسة إلى أن نتيجة تثبيت المواد وتحويلها إلى مواد غير نشطة تناقصت الهبوطات من 40 % للمكبات غير المعالجة ميكانيكياً-بيولوجياً إلى نسبة أقل من 5 % للنفايات المعالجة، وأنه بالإضافة للفوائد البيئية تم الحصول على فوائد اقتصادية وذلك عن طريق بيع الأسمدة والمواد القابلة للتدوير .

## الفصل الثاني: الدراسة الفنية

### 1-2 مقدمة:

يتم التعامل مع النفايات الصلبة في معظم مناطق محافظة حلب حتى الوقت الحالي بطريقة غير سليمة، وهذا يجعلها مصدراً رئيسياً لتلوث مصادر المياه وتلوث التربة والهواء، كما تؤدي إلى التشويه الجمالي للبيئة، والأكثر من ذلك مخاطر تسرب المواد الخطرة في مواقع رمي المخلفات مما يشكل خطراً على الصحة العامة سواء بالتعرض المباشر لهذه المواد أو غير المباشر. وتتألف المكونات الأساسية للنفايات الصلبة من التالي:

#### 1- نفايات المنازل:

وهي الفضلات الناتجة عن عملية تحضير الخضار والفواكه واللحوم وكل ما يتعلق بطهي وتحضير الطعام، وتختلف كميتها حسب فصول السنة فهي تزداد مثلاً في موسم الصيف وذلك بسبب ازدياد استهلاك الخضراوات الصيفية، ويجب التخلص سريعاً من هذه النفايات لأنها سريعة التحلل وتحتلها سوف تنتشر الروائح الكريهة وتؤدي إلى انتشار الذباب ونقشي الأمراض.

#### 2- القمامة:

وهي النفايات المنزلية غير القابلة للتعض كالزجاج والأوراق وبقايا الأثاث المنزلي وبقايا المعلبات .. الخ، وفي كثير من البلدان يتم رمي هذه القمامة مع نفايات المنازل في حاويات القمامة وتنقل سوية إلى أماكن التجميع، إن تناثر القمامة في الشوارع يسبب مضايقة إضافة إلى أنها تسبب نمو وتكاثر للبكتريا والحشرات والقوارض وخاصةً إذا كانت تحتوي على بقايا عضوية.

## -3- نفايات المجازر والحيوانات الميتة:

وتشمل هذه النفايات بقايا ذبح الدواجن والماشية والأبقار ويتطلب الأمر التخلص منها في أقصر وقت ممكن لأنها نفايات تتخمر بسرعة وتسبب تكاثر الذباب والجراثيم، ويتم جمع الحيوانات الميتة في أغلب الأحيان مع القمامة، إلا أنه في بعض الدول يتم جمعها من قبل شركات خاصة والاستفادة من بقاياها كالجلود مثلاً وذلك في حالة كون هذه الجثث للخيول أو لبعض أنواع الماشية.

## -4- نفايات الشوارع:

وهي بشكل عام أتربة وأوراق الأشجار وأكياس وكافة أنواع الفضلات المرمية من قبل المشاة، وقد تدخل فيها أيضاً نفايات البناء والهدم.

## -5- النفايات الصناعية:

وتختلف بمحتواها وكميتها وتركيبها تبعاً لمصدرها وطبيعة المواد المشكلة لها، فقد تكون سامة إذا كانت ناتجة عن معامل للبطاريات مثلاً وقد تكون مفيدة حيث يمكن استخدامها مرة ثانية كبعض نفايات المطابع مثل الأوراق وبقايا الكرتون.

## -6- نفايات المستشفيات والعيادات الطبية:

تضم نفايات خطيرة ويجب معالجتها والتخلص منها بالطرائق الصحيحة والسليمة بيئياً وهي غالباً ما تتم بعملية الحرق المناسب من حيث درجة الحرارة ومدة الحرق.

## -7- النفايات التجارية:

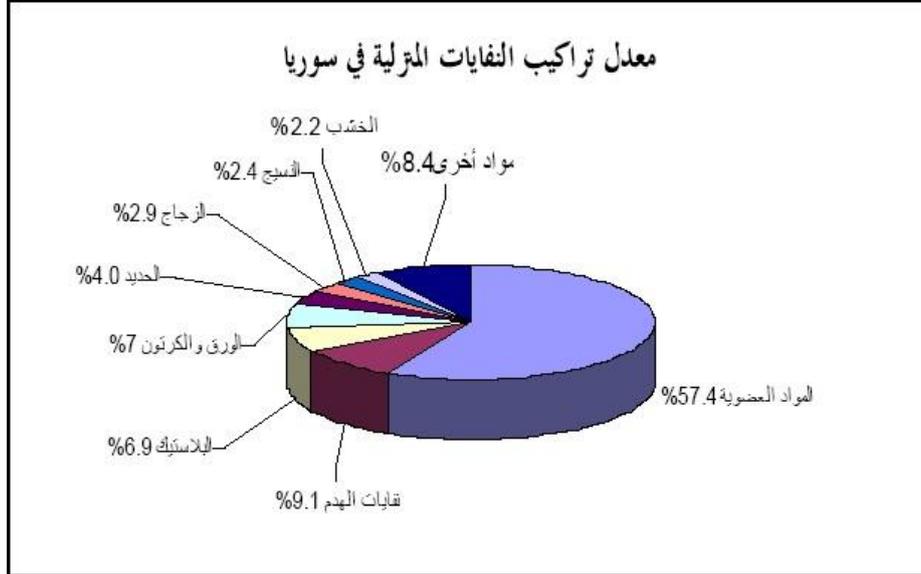
وهي النفايات التي تنتج عن الأنشطة التجارية المختلفة وتجمع أمام المحال التجارية والأسواق المختلفة ويمكن أن تخلط مع النفايات المنزلية، إلا أن بعضاً منها كنفايات محال بيع اللحوم يجب معالجتها بطرائق خاصة.

## -8- النفايات الناتجة عن المؤسسات المختلفة:

وهي النفايات غير المرغوب فيها في دوائر الدولة أو الشركات الخاصة وغيرها.

يتم التخلص حالياً من 40% من النفايات البلدية في مطامر صحية تفتقر للإشراف اللازم وللتشغيل الجيد، في حين يتم التخلص من القسم الأكبر (55%) في مكبات عشوائية مترامية على أطراف المدن والبلدات. يتم تحويل كمية ضئيلة نسبياً من النفايات (تقريباً 5%) إلى محسنات للتربة (كومبوست). ولا توجد تقديرات حول كميات النفايات التي يعاد تدويرها، حيث أن القطاع غير الرسمي الذي يقوم بالتدوير (انتقاء المواد القابلة لإعادة التدوير من نقاط الجمع) ناشط جداً<sup>[14]</sup>.

ويوضح الشكل رقم 1 التالي معدّل تراكيب النفايات المنزلية في سوريا، ومن هذه النسب نلاحظ أن معدّل نسبة وجود المواد العضوية مرتفع مما يشجع على استرداد المواد العضوية.



شكل توضيحي رقم 1: معدّل تراكيب النفايات المنزلية في سوريا<sup>[14]</sup>

## 2-2 المعالجة الصحية والبيئية للنفايات الصلبة البلدية:

### 1-2-2 الخيارات الشائعة للتخلص من النفايات ومعالجتها:

يمكننا تلخيص بعض الخيارات الشائعة للتخلص من النفايات ومعالجتها بما يلي:

- عملية الترميد (incineration):

وهي طريقة لحرق النفايات الصلبة لتقليل حجمها إلى أقل قدر ممكن (يبقى بعد الحرق 8 إلى 15% من الحجم الأصلي) والتخلص من جراثيم الأمراض والاستفادة من الطاقة الحرارية الكامنة في النفايات في توليد الطاقة الكهربائية أو التدفئة المركزية للمدن. وينتج عن هذه العملية ملوثات هوائية، كما أن تكلفتها مرتفعة.

- الفرز الميكانيكي (sorting)

وهي عملية فرز مواد التدوير (الورق، الزجاج، الكرتون، المواد البلاستيكية والمعادن) بطريقة ميكانيكية وبطريقة يدوية من أجل تسويق هذه المواد واستخدامها مرة أخرى كمادة أولية.

- التسميد للمواد العضوية (composting)

وهي عملية تحليل المخلفات العضوية هوائياً تحت ظروف مثالية، بحيث يتم الحصول على مواد عضوية محسنة للتربة خفيفة الوزن داكنة اللون. ومن خلال هذه العملية يتم الاستفادة من المواد العضوية في النفايات والحد من كمية النفايات في إدارة النفايات الصلبة.

- الطمر الصحي للنفايات (sanitary land filling):

وتعد هذه الطريقة مكتملة لجميع طرق معالجة النفايات الصلبة وهي عبارة عن حفرة تعتمد سعتها على طبيعة المنطقة وكمية النفايات المتوقعة ويراعي في ذلك العديد من الشروط مثل البعد عن مصادر المياه الجوفية والسطحية والتجمعات السكانية واتجاه الرياح السائد، وغير ذلك. ويتم عزل قطاعات المطمر الصحي بطبقة عازلة لحماية المياه الجوفية من العصارة و المياه الراشحة، كما تجهز القاعدة بشبكة لصرف العصارة وشبكة لجمع غاز الميثان الناتج عن تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات بعد ذلك توزع النفايات على قاعدة المطمر وترص بنوع خاص من المداخل وبعد الانتهاء من عملية رص النفايات وعندما يصبح ارتفاعها بعد عملية الضغط من 30-40 سم يوضع فوقها طبقة من نفايات الإنشاءات أو تربة بمسك نحو 20 سم ويتم رصها على النفايات المضغوطة، وعلى هذه الطبقة توضع طبقة ثانية من النفايات تعالج بنفس الطريقة وهكذا، حتى يصل ارتفاع الموقع إلى 30-40 م ثم يزرع بالأشجار الحرجية. ولا بد من التأكيد هنا على أن أي نظام لإدارة النفايات الصلبة البلدية يجب أن يحوي، في كل الأحوال، مطمراً للكميات المتبقية من النفايات الصلبة المتدفقة، علاوة عن أن نشاطات التدوير يجب أن تكون مكتملة وليست منافسة للطرق الأخرى في التخلص من النفايات ومعالجتها في الظروف العادية، يعد الطمر الصحي الأسلوب الأقل تكلفة للتخلص من النفايات ومن ثم يأتي الكومبوست ذات التقنية المنخفضة، أما الترميد والحرق فيعد الأكثر كلفة.

وتبلغ نسب التخلص من النفايات الصلبة في الدول النامية: الحرق العشوائي للنفايات 48% - جمع النفايات وإعادة استخدامها (من قبل النباشين) 30% - المكبات المفتوحة 6% - الطمر 5% - التحويل إلى محسّنات التربة (كومبوست) 4% - طرق أخرى 7% [15].

وعادة ما تستخدم الدول الطريقة المناسبة لها حسب الإمكانيات المادية والثقافية وطبيعة الصناعة، علماً بأن الحرق العشوائي هو الغالب لدى كثير من الدول الفقيرة.

وتعتبر عملية التخلص من النفايات الصلبة من خلال الطمر الصحي من أفضل الطرق الحديثة، حيث يتم التحكم في مكان المكب واختياره وفق العديد من الشروط والضوابط سواء المتعلقة بالمياه أو التربة أو الرياح أو التجمعات السكنية [15].

## 2-2-2 الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة:

تهدف الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة إلى وضع خطة استراتيجية لإعادة تدوير المواد (ورق، زجاج، معادن وبلاستيك) وتحويل النفايات العضوية إلى أسمدة عضوية والتخلص من النفايات والعوادم ضمن المطامر الصحية.

يتم ضمن الإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة بشكل رئيسي البحث عن طرق التخفيف من النفايات المنزلية عن طريق وضع البرامج والخطط اللازمة، كمرحلة لاحقة سوف تتم عمليات الجمع المنفصل لمواد التدوير بحيث يتم التخفيف من النفايات المتبقية والتي سوف تتم معالجتها أو التخلص منها ضمن المطامر الصحية.

الإستراتيجية الأساسية المتبعة في الدول الأوروبية فيما يتعلق بإدارة النفايات البلدية الصلبة تعتمد على المبدأ التالي:

- التخفيف من كمية النفايات.
- فصل وإعادة تدوير النفايات: ورق، زجاج، بلاستيك، معادن، خشب ومواد عضوية.
- التخلص الآمن من النفايات: المطامر الصحية.
- التخلص من النفايات الخطرة بعد الجمع المنفصل.

وسوف نستعرض هذه المبادئ تباعاً<sup>[16]</sup> وفق التالي:

### أ. التخفيف من كمية النفايات المنزلية الصلبة

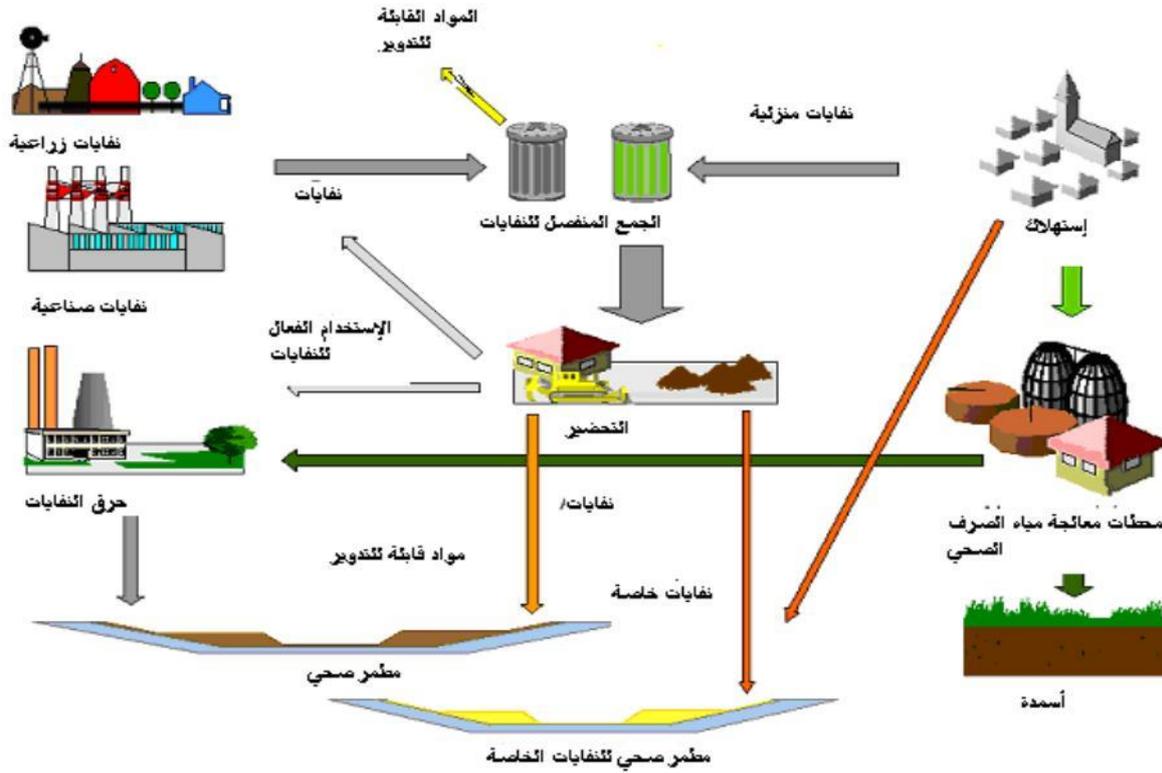
النفايات هي الأشياء الملقاة من قبل مالكيها والتي باتت تشكل له خطراً عند احتوائها لذلك قام برميها. ولكن هل نعت القمامة أو النفايات بالخطر صحيح؟

لقد قام علم التخلص من النفايات منذ زمن بإضافة قسم هام وهو إعادة الاستخدام المفيد للنفايات القابلة للتدوير وبالأخص منها العضوية. أي أن الحكم على النفايات قد أخذ بعداً آخر وأصبحت النظرة لها أنها (مادة ذات قيمة) بدلاً من أن تكون (مهملات).

تقسم النفايات بالتعريف الشامل إلى نوعين:

- نفايات قابلة للتدوير والاستخدام مرة أخرى وهي النفايات التي يجب إعادة تدويرها.
- نفايات غير قابلة للتدوير أي العوادم وهي النفايات التي يجب التخلص منها.

ويوضح الشكل رقم 2 التالي - المخطط النهجي لإدارة النفايات المنزلية في معظم الدول الأوروبية.



شكل توضيحي رقم 2: المخطط النهجي لإدارة النفايات المنزلية [16]

### ب. الجمع المنفصل وإعادة التدوير للنفايات:

تصنف النفايات عند وضعها بإدارة متكاملة إلى نوعين من النفايات وهي على الشكل التالي:

- نفايات قابلة للتدوير بتحويلها إلى أسمدة عضوية
- نفايات قابلة للتدوير بتحويلها إلى مواد أولية

ويتألف تركيب النفايات بشكل عام [16] من:

#### أ - المواد العضوية:

تشكل المواد العضوية النسبة الأعظمية ضمن النفايات المنزلية بحيث تصل هذه النسبة إلى حوالي 70 % من كمية النفايات المنزلية الصلبة الناتجة عن التجمعات السكنية. بالنظر إلى نسبة المواد العضوية العالية ضمن النفايات المنزلية يفضل أن تتم عملية فصل النفايات العضوية ضمن المنزل وفي محطة معالجة النفايات الميكانيكية وذلك من أجل تحويلها إلى أسمدة عضوية أو من الممكن في بعض الحالات تسويقها بشكل مباشر كأعلاف للحيوانات.

**II - مواد التدوير :**

تلعب مواد التدوير دوراً هاماً في الصناعات، حيث تشكل مواد التدوير النسبة العظمى ضمن أنواع محددة من الصناعات بحيث يمكن جمع مواد التدوير وإعادة استخدامها. من مواد التدوير الأساسية التي يمكن أن يتم جمعها أو فرزها ضمن محطة المعالجة هي البلاستيك، الورق والكرتون، المعادن، الأخشاب، النفايات النسيجية، في حين لا يلعب الزجاج دوراً أساسياً.

**II-1 - المواد البلاستيكية:**

تشكل المواد البلاستيكية العامل الرئيسي ضمن مواد التدوير حيث يمكن إعادة تدوير المواد البلاستيكية وخصوصاً القاسية منها ضمن مجالات مختلفة. تقوم معظم الشركات المنتجة للمواد البلاستيكية بإعادة تدوير المواد البلاستيكية بشكل مباشر ضمن مراحل الإنتاج، وتشكل نسبة النفايات البلاستيكية القاسية حوالي 2 % . تعتبر هذه النسبة عالية بالنظر إلى المردود الاقتصادي العائد من بيع النفايات البلاستيكية، لذلك من المفضل ان تتم عملية الجمع المنفصل للنفايات البلاستيكية وذلك ضمن المنزل وضمن محطة المعالجة.

**II-2 - الورق و الكرتون:**

تقوم عدد من الشركات حالياً في سوريا بإعادة تدوير النفايات الورقية والكرتونية، لذلك تساعد عملية الفصل المسبق للورق والكرتون في إعادة تدوير هذه المواد. تتراوح نسبة الورق والكرتون بين 2 إلى 5 % وذلك حسب المنطقة. من المفضل أن تتم في جميع المنازل عملية الجمع المنفصل للورق والكرتون بشكل منفصل ضمن حاويات خاصة للورق وذلك من أجل تسويقه بحيث يكون نظيفاً خالياً من الشوائب، بالإضافة على ذلك تساعد هذه العملية في التخلص من المشاكل التي يسببها هذا النوع من النفايات ضمن المطامر الصحية، حيث يمكن أن تتطاير النفايات الورقية والكرتونية إلى المناطق المجاورة للمطمر الصحي بالإضافة إلى تحلل النفايات الورقية بشكل لا هوائي كونها مواد عضوية وتشكل غاز الميثان والغازات الضارة الصادرة عن المطامر الصحية.

**II-3 - المعادن:**

تشكل المعادن نسبة ضمن النفايات المنزلية الصلبة تتراوح بين 2 إلى 5 % من كمية النفايات وهي عموماً عبارة عن قطع معدنية يمكن إعادة تدويرها واستخدامها مرة أخرى كبراميل أو لمواد معدنية يعاد تدويرها. تتم عملية جمع المعادن بنفس طريقة جمع النفايات البلاستيكية، حيث يتم جمع النفايات المعدنية ضمن أكياس مخصصة لجمع مواد التدوير.

**ج. عوادم يجب التخلص منها:**

إن التقليل من النفايات له الأفضلية في إدارة النفايات على إعادة استخدامها أي تدويرها وهذا يجب أن يكون الهدف المرجو تحقيقه أثناء وضع وتنفيذ الإدارة المتكاملة للنفايات.

لعل من أهم وأحدث الطرق للتقليل من النفايات هي المسؤولية الذاتية عن النفايات المنتجة والتي يتبناها الاقتصاد المحلي للتقليل من النفايات وإعادة تدويرها والتخلص من بعض أنواعها وذلك:

- بإعادة إنتاج وتصنيع منتجات تستخدم لمرات عدة أي التخلص من المنتجات ذات الاستخدام الواحد.
- التقنية في الصنع والتي تمكن من الاستخدامات المتكررة لنفس المنتج.
- أن تكون هذه المنتجات صديقة للبيئة وألا تحدث أضراراً بيئية من إعادة تدويرها أو التخلص منها بالطرق المختلفة.

ضمن جميع المنازل يبقى جزء من النفايات المنزلية أو الشبيهة بالنفايات المنزلية والتي لا توجد إمكانية لإعادة تدوير أو إعادة استخدام هذه النفايات بحيث لا بد من طريقة للتخلص من هذه النفايات.

تتألف المرفوضات والعوادم من جزء من النفايات العضوية غير القابلة للتدوير وهي ملوثة نتيجة عمليات الجمع أو الخطأ في عمليات الجمع أو بسبب أن نسبة النفايات العضوية ضمن بعض الصناعات كميته قليلة جداً أو يمكن أن تكون ملوثة. الجزء الآخر من المرفوضات والعوادم تتألف من بقايا الزجاج، والحجارة والمواد البلاستيكية غير القابلة للتدوير.

كما يوجد جزء من المرفوضات والعوادم الناتجة عن محطات المعالجة الميكانيكية والبيولوجية والتي لا بد من التخلص منها ضمن المطامر الصحية.

تشكل المرفوضات نسبة تتراوح بين 20 إلى 25 % من النفايات، وذلك حسب مردود عملية الفرز المنفصل وعملية الفرز ضمن محطة المعالجة الميكانيكية. يضاف إلى هذه النسبة قيمة تتراوح بين 10 إلى 15 % بسبب أن المردود الأعظمي لإعادة التدوير أو للجمع المنفصل يمكن أن يصل إلى نسبة تتراوح بين 85 إلى 90 %.

تعتبر المطامر الصحية هي المرحلة النهائية للتخلص من النفايات التي لا يمكن إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها بحيث لا بد من طمر هذه النفايات ضمن المطامر الصحية المعزولة بشكل كامل.

**د. النفايات الخطرة:**

النفايات السامة والخطرة: هي أي نفاية تحتوي على مواد سمية وخطرة مثل " الرصاص - الزئبق - السيانيد - مذيبات عضوية" وغيرها من المواد التي تكون بطبيعتها وكميتها مهددة للصحة العامة والبيئة. ويتم التخلص من هذه النفايات بطرق فنية خاصة تتناسب مع الطبيعة الخطرة لها، بحيث يتم التأكد مسبقاً من آلية المعالجة التي تضمن التخلص الآمن منها.

وقد حدد تقرير حالة البيئة في سوريا الصادر عن وزارة البيئة في عام 2010 المشاكل البيئية الناتجة عن النفايات الصلبة والاستراتيجية المقترحة لمعالجتها<sup>[17]</sup> وفق الجدول رقم 5 التالي:

جدول رقم 5: المشاكل البيئية الناتجة عن النفايات الصلبة والاستراتيجية المقترحة لمعالجتها في سوريا<sup>[17]</sup>

المشكلة البيئية	الأسباب والعوامل الضاغطة أو المؤثرة	الإجراءات المتخذة	الإجراءات الموضوعة في الخطة الخمسية العشرة والتي لم يتم تنفيذها	الإجراءات والسياسات المقترحة في تقرير حالة البيئة
النفايات البلدية	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المكبات العشوائية</li> <li>- المطامر الصحية غير المؤهلة</li> <li>- الزيادة السكانية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- وضع المخطط التوجيهي للنفايات البلدية في كافة محافظات القطر ووضع الحلول اللازمة لها (دراسة تريفالور).</li> <li>- البدء بتنفيذ المخطط المذكور ورصد الاعتمادات اللازمة له والذي يتضمن: <ul style="list-style-type: none"> <li>o إقامة مطامر صحية</li> <li>o محطات نقل</li> <li>o محطات فرز</li> <li>o معامل كومبوست</li> </ul> </li> </ul>	<p>تم لحظ الإستثمارات اللازمة لتنفيذ مركز معالجة النفايات الخطرة في المنطقة الوسطى وحتى تاريخه لم يتم تحديد الموقع المناسب لإقامة المركز والشروط الفنية المطلوبة لتقديم الدراسات اللازمة لتنفيذه أصولاً.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. تنفيذ الإستراتيجية الخاصة بإدارة النفايات.</li> <li>2. تفعيل تطبيق القوانين الخاصة بإدارة النفايات واستخدام التقنيات المتطورة في جمع النفايات ونقلها والتخلص منها.</li> <li>3. إعداد كادر إداري فني مؤهل من أجل إدارة النفايات.</li> <li>4. رفع مستوى الوعي البيئي بما يتعلق بإدارة النفايات الصلبة، وإشراك القطاع الخاص.</li> <li>5. تبني مبدأ تدوير النفايات والاستفادة منها.</li> <li>6. العمل على تجهيز منشآت لمعالجة النفايات الصناعية بالقرب من التجمعات الصناعية للتخلص منها بالشكل السليم بيئياً.</li> <li>7. تجهيز مركز لمعالجة النفايات الخطرة في المنطقة الوسطى في سورية.</li> <li>8. معالجة النفايات الطبية وفق الإستراتيجية الوطنية للنفايات.</li> </ol>

وتتجه دراسات الخطة المستقبلية لإدارة النفايات الصلبة في سوريا نحو الآتي:

- إقامة نظام لجمع النفايات الصلبة، بحيث يتم فصل المخلفات الصناعية غير الخطرة والمنزلية، ونقل تلك المخلفات المفصولة
- إقامة نظام لمعالجة النفايات البيولوجية ومعالجة مواد التدوير
- إقامة مطامر صحية لكل النفايات الصلبة غير الخطرة بحيث تكون فعالة وغير معقدة من حيث مسافات النقل والإدارة والتشغيل
- منع حرق النفايات المكشوفة في أماكن التجميع وفي المطامر الصحية
- أقامه نظام إدارة للنفايات الصلبة بالتعاون مع البلديات يضمن الفعالية التامة

- إقامة أنظمة لجمع النفايات الطبية والمواد الخطرة والتخلص منها بحيث تكون منفصلة انفصالاً تاماً عن أنظمة المخلفات المنزلية الصلبة
  - تطوير نظام مالي بحيث يضمن القدرة على تحصيل مردود مالي يغطي تكاليف عمليات الفصل والنقل و الطمر و المعالجة
  - إغلاق المكبات العشوائية المفتوحة المنتشرة حالياً، واتخاذ إجراءات إغلاق المناطق ذات المواد الخطرة المتسربة للمياه الجوفية
  - جمع النفايات المتراكمة في المناطق الحضرية والمناطق النائية ومنع القذف العشوائي للقمامة.
- وهذا ما يشير إلى أن بحثنا في هذا الاتجاه سوف يكون ضمن جانب عملي تحتاجه الجمهورية العربية السورية في المستقبل المأمول.

## 3-2 سيناريوهات وبدائل الحلول المقترحة لمشاريع مطامر النفايات البلدية:

### 1-3-2 مقدمة :

ينتج عن النشاط السكاني في المدن والقرى كميات كبيرة من النفايات تقدّر في المدن الكبرى بآلاف الأطنان يومياً يقوم السكان بإلقائها في حاويات النفايات ثم تقوم آليات النظافة بجمع هذه النفايات وتفرغها في مكان محدد يسمى "مكب النفايات" أو "مطمر النفايات" (مكب النفايات عندما لا تتوفر فيه شروط فنية)، وتعتبر مكبات ومطامر النفايات من المشاكل التي تؤرق معظم مدن العالم لأسباب متعددة ومنها المدن العربية وذلك للأسباب التالية:

1. تستهلك مكبات النفايات مساحات كبيرة من الأراضي التي قد لا تتوفر في العديد من المدن العربية.
2. إن توفير مكب نفايات صحي لا يضر بالناس والبيئة يتطلب توفير ميزانيات كبيرة سنوياً.
3. تعتبر المكبات غير المصممة وغير المدارة بطريقة فنية مصدراً للروائح الكريهة وانتشار الحشرات والقوارض فضلاً عن تلويث التربة والمياه الجوفية والهواء.

### • تصنيف مكبات ومطامر النفايات:

تصنف مكبات ومطامر النفايات بحسب مستوى إدارتها [18] إلى:

1. المكبات المفتوحة - 2. المكبات المراقبة - 3. المطامر الفنية - 4. المطامر المستدامة.

وسوف نستعرض هذه التصنيفات بقليل من التفصيل وفق الآتي:

### 1. المكبات المفتوحة و تسمى أيضاً المكبات العشوائية :

وغالبا ما تستخدم هذه المكبات من قبل المدن الصغيرة جداً أو القرى، ويكون انشاؤها بمبادرة البلدية أو السكان المحليين، حيث تخصص مساحة محددة لهذا الغرض أو يقوم السكان باختيار بقعة من الأرض لرمي نفاياتهم فيها، وتتم هذه العملية بشكل عشوائي وبدون اي توجيه او مراقبة فنية، كما يتم حرق النفايات من فترة لأخرى وذلك للتقليل من تزايد حجم النفايات أو تحترق النفايات بشكل ذاتي نتيجة تحللها وانطلاق غاز الميثان القابل للاشتعال، وتتصف هذه المكبات بالموصفات التالية:

أ. لم تتم عملية اختيار الموقع من قبل مهندسين أو مختصين.

ب. لا يوجد مراقبة و إدارة لعملية دفن النفايات.

ج. يتم رمي النفايات بشكل عشوائي وبدون رص أو تغطية مما يؤدي إلى انتشار جزء منها في الهواء أو الأراضي المحيطة أو المياه السطحية.

د. يجري حرق النفايات من وقت لآخر للتخفيف من حجم النفايات.

ويعتبر هذا النوع من المكبات من أسوأ الخيارات المتاحة وقد تؤدي إلى تلوث التربة والمياه السطحية والجوفية وانتشار الروائح الكريهة والحشرات والقوارض، ويجب على الجهات المختصة التوقف عن استخدام هذا النوع من المكبات.



شكل توضيحي رقم 3: المكب العشوائي

**2. المكبات المراقبة:**

ويخضع هذا النوع من المكبات لسلطة جهة وصائية مسؤولة تتمثل في موظف يكون مسؤول عن المكب، وتتصف هذه المدافن بالمواصفات التالية:

- أ. وجود موظف مسؤول عن المكب يتحكم بدخول وخروج الآليات اليه.
- ب. وجود آليات لفرش ورص النفايات حيث يتم تغطية النفايات على طبقات.
- ج. قاع وجوانب المكب غير معزولة كما لا يتوفر في هذه المدافن نظام لتصريف السوائل.
- د. لا يتم حرق النفايات فيها.

ويعتبر هذا النوع من المكبات أفضل من سابقه الا أن لها العديد من المساوي:

- أ. عدم وجود عزل لأرضية المكب وجوانبه قد يؤدي إلى تسرب السوائل الراشحة إلى طبقة المياه الجوفية إذا كانت الظروف تسمح بذلك.
- ب. قد تحدث من آن لآخر حرائق نتيجة تشكل غاز الميثان فيها.
- ج. إن عدم تسويرها في بعض الأحيان قد يسمح بتواجد نابشي النفايات الذين يعيقون العمل فضلاً عن الأضرار الصحية التي يصاب بها هؤلاء النباشون.
- د. انتشار الروائح الكريهة من المكبات.

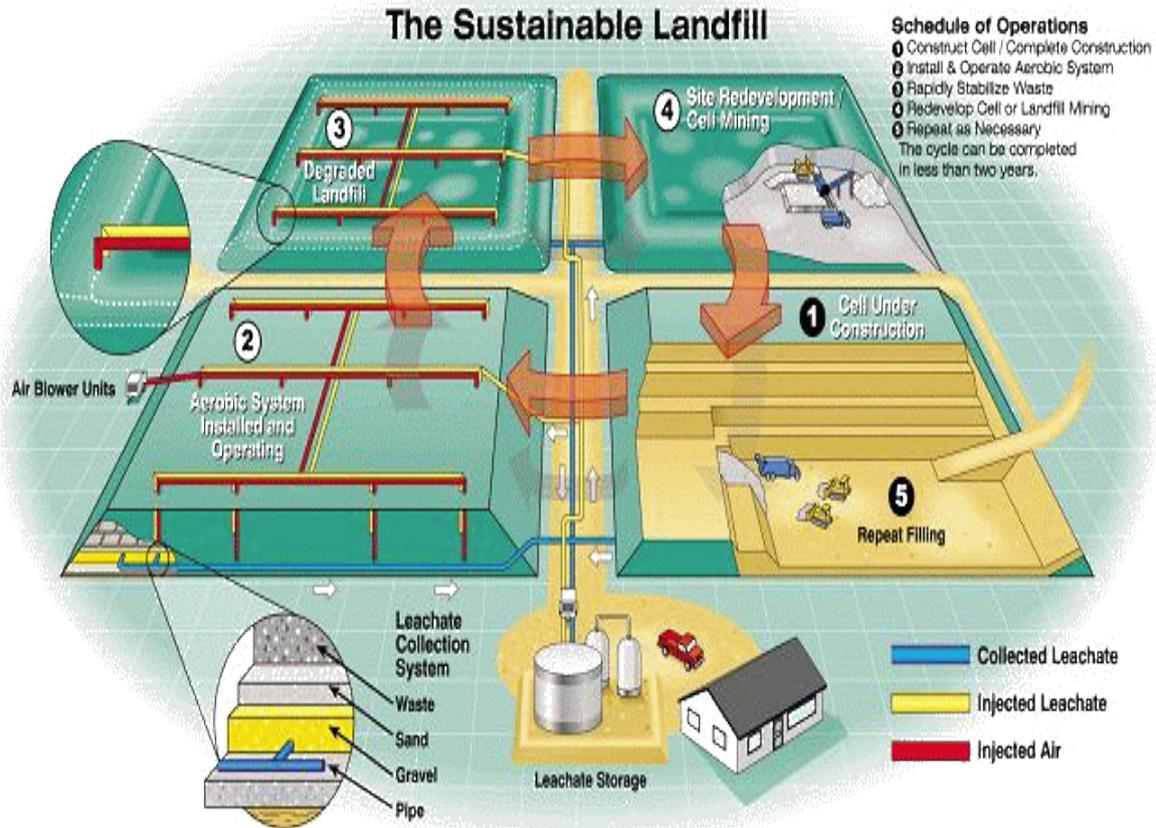
**3. المطامر الفنية :**

تتميز هذه المطامر بكونها مصممة من قبل مهندسين مختصين ويتوفر فيها كادر فني وتشغيلي جيد، وبشكل عام تتوفر في هذه المطامر المواصفات التالية:

- أ. اختيار الموقع مبني على دراسات فنية وجيولوجية وطبوغرافية.
- ب. قاع المطمر معزول بمادة مناسبة لمنع تسرب المياه الراشحة إضافة إلى توفير شبكة لتصريف المياه الراشحة من المطمر.
- ج. يتوفر في هذه المطامر نظام لصرف المياه السطحية التي قد تتجمع على سطح المطامر.
- د. يتم تزويد المطامر بشبكة لجمع الغاز المتشكل من تحلل النفايات.
- هـ. هناك فرز للنفايات الواصلة وقد يخصص لكل نوع منها خلايا مخصصة.
- و. قد يلحق بهذه المطامر محطات لفرز وتدوير النفايات.
- ز. تتوفر في هذا النوع من المطامر الآليات اللازمة لفرش النفايات ورصّها.
- ح. يدير المطمر ويشغله طاقم فني مؤهل من مهندسين وإداريين.
- ط. لا يسمح بالدخول الا بتصريح رسمي.

## 4. المطامر المستدامة:

وتعتبر هذه المطامر أرقى شكل من أشكال المطامر وتعتمد فكرة المطامر المستدامة على تسريع عملية تحلل النفايات التي يمكن أن تأخذ مئات السنين نتيجة عملية جمع السوائل الراشحة وتصريفها خارج المدفن وبالتالي تصبح النفايات أكثر جفافاً الأمر الذي يؤدي إلى إبطاء عملية التحلل، ولتسريع عملية التحلل يتم إعادة ضخ السوائل الراشحة بدون معالجة أو بعد معالجتها إلى داخل جسم المطمر وبالتالي إبقاء النفايات رطبة وهذا ما يؤدي إلى تسريع عملية التحلل وتشكل الغاز، ويتم إنشاء المطمر على شكل خلايا كبيرة منفصلة وبعد امتلاء الخلية بالنفايات تغلق وتترك لتحلل النفايات فيها من خلال دوران السوائل الراشحة وعندما تتوقف عملية التحلل (ويتم التعرف على ذلك من خلال ملاحظة توقف تشكل غاز الميثان) يتم نبش الخلية بواسطة الآليات ثم تمرر المواد المنبوثة على غربال على شكل اسطوانة دوارة لفرز النفايات منها وبالتالي يتم فرز المواد واستعادة الصالح منها وإعادة دفن الباقي وهكذا، وبالتالي يمكن استخدام نفس الموقع لفترات طويلة جداً من الزمن .



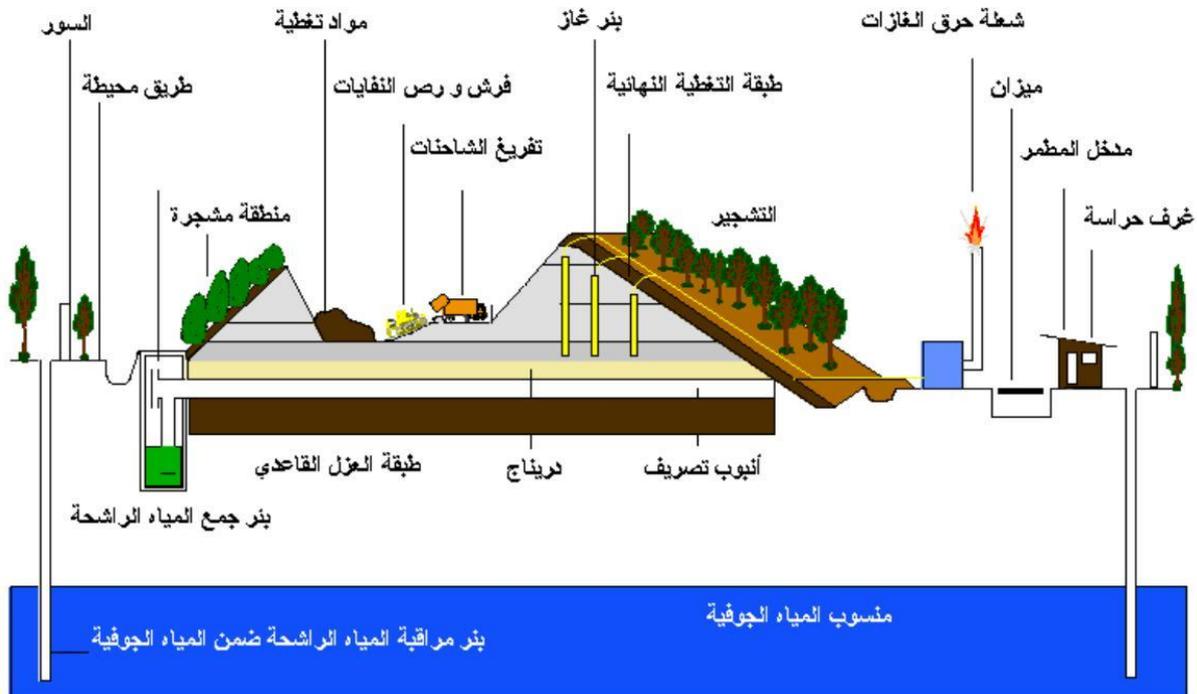
شكل توضيحي رقم 4: المطمر المستدام [18]

### 2-3-2 الحل المقترح الأول: البديل صفر - المكب المفتوح (العشوائي):

وتدعى أيضاً المكبات العشوائية ومن أهم شروطها أن تكون بعيدة عن السكان أو على الأقل خارج المدينة، كما تفضل المناطق المنخفضة والتي تكون على شكل أحواض، إذ تعتبر أقل تكلفة وأكثر استيعاباً للنفايات الصلبة، ويتم فيها التخلص من النفايات بشكل عشوائي، حيث تتراكم النفايات دون أدنى معالجة أو تنظيم للعمل، ومن أهم عيوب تلك المكبات أنها غير مبطنة بطبقة عازلة تمنع تسرب العصارة إلى المياه الجوفية، كما أنه لا يتم تغطية النفايات بالتراب مما يساهم في زيادة التلوث بالروائح وتطاير الملوثات.

### 2-3-3 الحل المقترح الثاني: طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي

وهي مكبات أكثر تطوراً من المكبات المفتوحة، إذ يراعى عند تصميمها العديد من النواحي البيئية، مثل أن يكون المكب بعيداً عن تجمع السكان، وأن يكون بعيداً عن المياه الجوفية، كما يراعى فيه عند التصميم أن تغطي الطبقة السفلية بطبقة غير نفوذة للماء لمنع تسرب العصارة إلى المياه الجوفية، وتغطي النفايات بطبقة من التراب للتقليل من خروج الروائح وتكاثر القوارض والحشرات الضارة، كما يتميز بالعديد من الخصائص الأخرى والتي من أهمها تنظيم عملية التخلص من النفايات داخل المكب، حيث يتم تقسيم المكب إلى العديد من الخلايا، حيث ينتقل العمل من خلية إلى أخرى بعد الانتهاء منها وجميع العصارة في برك خاصة لمعالجتها [19].



شكل توضيحي رقم 5: المطمر الصحي [19]

وسوف نستعرض فيما يلي الشروط والمواصفات الفنية<sup>[20]</sup> للمطمر الصحي للنفايات البلدية:

#### أ. العمر التصميمي للمطمر الصحي:

بالنظر إلى استخدام الأراضي ضمن منطقة المطمر وبالنظر إلى الناحية الاقتصادية لتنفيذ المطمر الصحي يجب ألا يقل العمر التصميمي للمطمر الصحي عن 30 سنة.

إن طريقة تصميم المطمر الصحي على شكل قطاعات تساعد على أن يكون هناك مراقبة تامة لكميات النفايات وبالتالي يمكن سنوياً معرفة توقيت المرحلة التي سوف يتم إنشاء قطاع جديد لمطمر النفايات الجديدة ضمن المطمر الصحي.

#### ب. نظام العزل:

تنتج المياه الراشحة من مياه الأمطار المتسربة خلال النفايات إضافة إلى الرطوبة الذاتية للنفايات نفسها وهي سوائل ملوثة جداً ومصدر خطير لتلوث التربة والمياه الجوفية والسطحية. وتعتمد كمية ونوعية المياه الراشحة الناتجة على عدة عوامل ومن أهمها الآتي:

- كمية وخصائص النفايات المطمورة
- حالة الطقس (الأحوال الجوية)
- تقنيات (طرق) التصريف
- إدارة المياه السطحية (وسائل التغطية، تصريف المياه السطحية..الخ).
- طرق تخفيض التأثير السلبي للمياه الراشحة وتتكون من الآتي:
  - تخفيض كمية المخلفات القابلة للتحلل (بالتجميع المنفصل والمعالجة بطريقة التحلل الحيوي)
  - المعالجة الأولية للنفايات قبل التصريف
  - التصريف المنفصل للنفايات ذات الصفات الخاصة
  - نظام لإدارة المياه الراشحة

إذا تم التأكد من وجود تسرب المياه الراشحة في موقع المطمر الصحي يجب تجهيز حوض غير معرض للغمر بمياه الأمطار أو الفيضان ونزح أو ضخ المياه الراشحة إليها. يجب ترك المياه الراشحة لتتبخر و/أو إعادتها إلى النفايات إذا كان هذا بالإمكان. كما يجب تحديد مصدر المياه الراشحة وتحديد المعالجات المطلوبة لمنع تكرار تجمع المياه الراشحة في المستقبل. ويجب أن يكون الهدف هو الحد من كمية المياه الراشحة الناتجة في المستقبل وليس إنشاء حوض كبير لتجميع المياه الراشحة.

ضمن نظام طبقات العزل الأرضية توجد أنظمة مختلفة، يجب أن تحقق هذه الأنظمة الشروط الأساسية التالية:

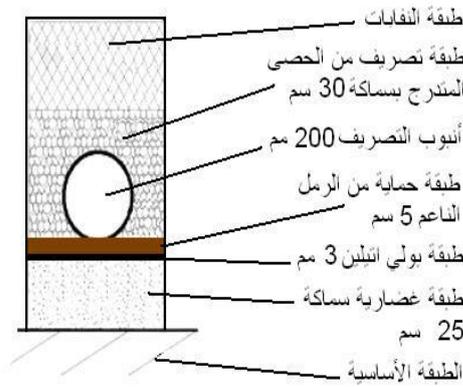
- منع تسرب المياه الراشحة خارج المطمر الصحي بأكبر قدر ممكن.
- ثبات هذه الطبقة تجاه العوامل الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية.

نتيجة الوضع المناخي في سوريا فقد تم اعتماد طريقة العزل بطبقات البولي إيثيلين للمطمر الصحي وذلك بسبب مقاومة البولي إيثيلين للعوامل المناخية وكذلك للهبوطات ضمن طبقات التربة ولفعالية العزل، حيث سوف تتم عمليات العزل للقاعدة والجوانب والسطح العلوي للمطمر الصحي.

يتكون نظام العزل والتصريف الأرضي للمطمر من طبقات الغضار وشرائح البولي إيثيلين وذلك على الشكل التالي:

- طبقة فلتر سماكتها 30 سم.
- طبقة حماية سماكتها 5 سم من الرمل الناعم.
- طبقة من البولي ايثيلين بسماكة لا تقل عن 2 مم.
- طبقة غضارية بسماكة 25 سم مجهزة ومدحولة بحيث تحقق نفوذية لا تقل عن 7-10\*5 م/ثا.
- طبقة التربة الأرضية المرصوصة.

توضح الصور التالية تصميم طبقات العزل القاعدية بطريقة البولي إيثيلين:



شكل توضيحي رقم 6: طبقات العزل القاعدية بطريقة البولي ايثيلين [20]

كما توضح الصور التالية طريقة تنفيذ طبقة العزل ضمن المطامر الصحية:



شكل توضيحي رقم 7: تسوية منطقة المشروع و تنفيذ نظام العزل القاعدي<sup>[20]</sup>

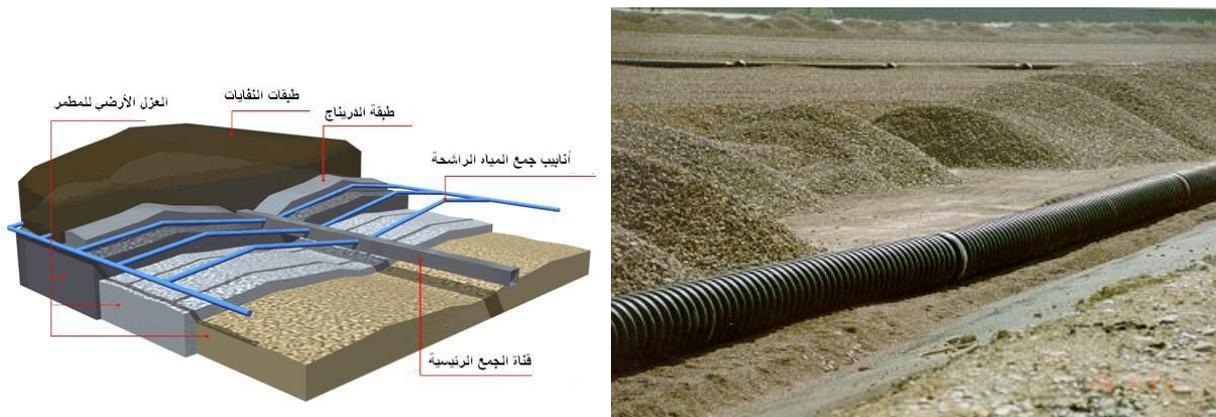
### ج. نظام جمع ومعالجة وتصريف المياه الراشحة:

يتألف نظام جمع وتصريف المياه الراشحة في المطامر الصحية من العناصر التالية:

- طبقة تصريف من البحص.
- أنابيب تصريف فرعية لجمع ونقل المياه الراشحة.
- أنابيب تصريف أساسية لجمع المياه الراشحة وتصريفها إلى حفرة التفتيش والجمع.
- أحواض تبخير.
- مضخات وأنابيب من البولي إيثيلين لضخ المياه الراشحة
- مضخة وشبكة تنقيط لإعادة تدوير المياه الراشحة الزائدة ضمن المطامر، حيث تتم عملية إعادة تدوير المياه الراشحة إلى المطمر وذلك عن طريق ضخ المياه الراشحة من حوض التجميع إلى السطح العلوي للنفايات تحت طبقات العزل، وذلك خلال فترات عدم تساقط الأمطار والجفاف النسبي للنفايات، حيث يتم الاستفادة من عملية تسرب المياه الراشحة على سطح المطمر.

يتكون نظام جمع وتصريف المياه الراشحة من 30 سنتيمتر من الحصى (32/16 ملمتر) وأنابيب من البولي إيثيلين المثقبة العالية المقاومة قطرها 250 ملمتر ويتم وضع الأنابيب على مسافات بعد كل منها 30 متر عن الآخر. والانحدار المطلوب لطبقة التصريف هو 2 % ولأنابيب 1.5 %.

من أجل الحصول على نظام جيد للتخلص من المياه الراشحة يجب أن تتم عملية التصريف للمياه الراشحة بسهولة.



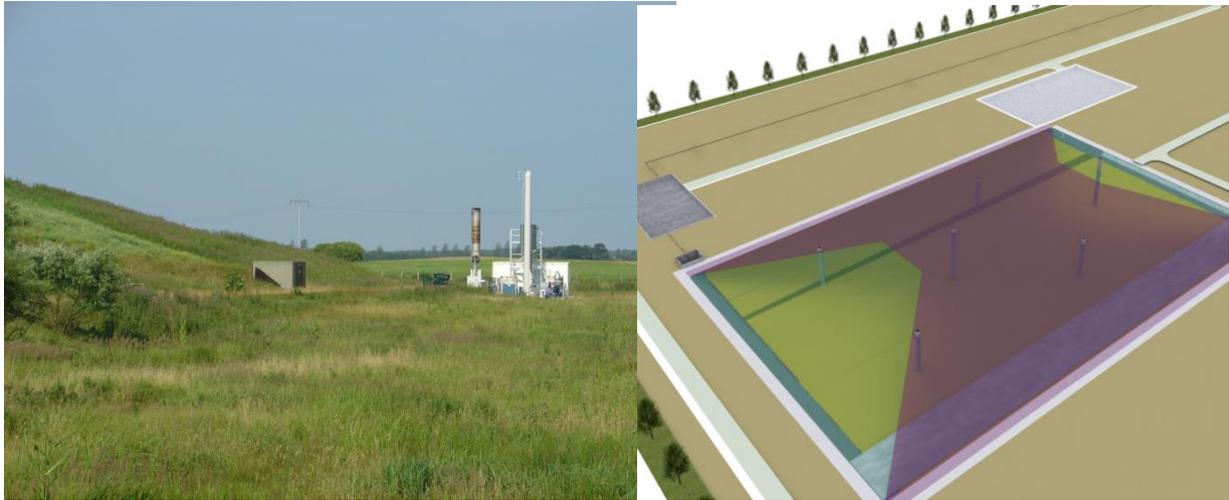
شكل توضيحي رقم 8 : نظام جمع المياه الراشحة ضمن المطمر [20]

#### د. جمع ومعالجة الغازات المنطلقة:

عملية التحلل البيولوجي في المطامر الصحية تنتج عنه غازات قابلة للانفجار والاحتراق والتي تتصاعد بسهولة مسببة روائح كريهة. إضافةً لهذا تساهم هذه الغازات في ارتفاع درجات الحرارة العالمي وبالتالي تضر بالمناخ. والغازات المنبعثة من مواقع المطامر الصحية قد تسبب الحرائق أو قد تتجمع حتى تصل إلى تركيزات قابلة للانفجار.

يمكن أن يتكون نظام التجميع لآبار الغاز من طبقة من الحصى وبارتفاع من 30 إلى 60 سنتيمتر ومن أنابيب الغاز المصنوعة من البولي إيثيلين بقطر 200 ملليمتر مع غطاء وتوصيله بمحبس لمشعل بقطر 50 ملليمتر. مع وجود معالجه إضافية (حراق).

يجب دراسة متطلبات جمع ومعالجة الغازات المنطلقة، حيث ان ارتفاع المطمر للقطاعات يصل إلى 20 متر. ضمن هذا الارتفاع وطريقة الطمر المقترحة يجب وضع آبار جمع الغازات، ولذلك يجب وضع عدد من النفثات اللازمة للتخلص من الغازات عن طريق تحويلها إلى حراق. تتكون الغازات المنطلقة بشكل عام من 55 % من غاز الميثان، 44 % غاز ثاني أكسيد الكربون و 1 % من مجموعة كبيرة من الغازات الأخرى. سوف تتم عملية جمع الغازات عن طريق آبار الغاز وحرقتها ضمن الحراق الموجود في مركز المعالجة من أجل تحويل جميع الغازات إلى غاز ثاني أكسيد الكربون.



شكل توضيحي رقم 9: المطمر الصحي اثناء فترة جمع الغازات<sup>[20]</sup>

#### هـ . تشغيل المطمر الصحي:

لأخذ بالاعتبار التطور السكاني للتجمعات السكنية المحيطة بمنطقة المطمر، يتم تقسيم مراحل تشغيل المطمر إلى عدة مراحل، كل مرحلة متعلقة ببناء وتشغيل قطاع من المطمر. تكون مراحل تشغيل القطاعات متشابهة وبالتسلسل، حيث يتم تشغيل القطاع رقم 1 حتى يملأ ويتم إغلاقه بعد البدء بتشغيل القطاع الثاني.

الهدف الأساسي من هذه العملية هي تخفيف الكلف السنوية المترتبة على منطقة الدراسة، حيث يتم رصد المبلغ المطلوب لتشغيل المقطع التالي قبل سنة من التشغيل.

#### و. طريقة طمر النفايات وطبقات التغطية الترابية الوسطية:

تتم عملية طمر النفايات في كل قطاع على الشكل التالي: تتم عملية الطمر بشكل طبقات سماكتها 30 سم إلى 50 سم. وذلك من أجل تخفيف تشكل الغازات ولسهولة العمل. تتم تغطية النفايات المطمورة مباشرة بطبقة من التراب سماكتها 10 سم إلى 20 سم وذلك من أجل منع تطاير أكياس النايلون والورق، وكذلك من أجل منع تكاثر الحيوانات والطيور التي يمكن أن تنقل الأمراض والنفايات إلى المناطق المأهولة.

تتم عملية طمر النفايات على شكل طبقات من النفايات في القطاعات وطبقات التغطية سماكتها 0.2 م. بعد الانتهاء من كل قطاع يتم تغطية القطاع بطبقة العزل السطحية بسماكة حوالي 120 سم ورص هذه الطبقة بحيث تمنع دخول المياه الراشحة ويكون هذه القطاع قد انتهى تشغيله.

### 2-3-4 الحل المقترح الثالث: الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي:

تهدف المعالجة الميكانيكية للنفايات العضوية إلى التخلص من المواد الضارة والتي تؤثر على عملية المعالجة البيولوجية، بالإضافة إلى زيادة سطح المعالجة البيولوجية عن طريق فرم المواد العضوية من أجل تسريع عملية المعالجة البيولوجية.

تتألف المعالجة الميكانيكية من مراحل متعددة وذلك حسب نوعية النفايات العضوية المجموعة، والمقصود به هنا: هل تمت عملية الفرز المنزلي بشكل جيد، هل تحتوي النفايات العضوية على تجانس وبناء هيكلي مناسب لعملية المعالجة البيولوجية.

بعد عملية الجمع الانتقائي المنفصل للنفايات ومواد التدوير ضمن مراحل الجمع المنفصل للنفايات ضمن حاويات منفصلة أو أكياس متعددة الألوان، تبدأ المعالجة الميكانيكية (الفرز) والتي تعتبر ضرورية للعمليات التالية:

- فرز النفايات غير القابلة للتدوير والعوادم المختلطة مع مواد التدوير.
- فرز مواد التدوير حسب نوعية مواد التدوير (ورق، كرتون، بلاستيك، زجاج.....).
- كبس نفايات التدوير أو تعبئتها على شكل بالات قبل ترحيلها إلى معامل التدوير أو تسويقها.

إن الهدف من عملية الجمع المنفصل لمواد التدوير هو تحديد مواصفات محطة المعالجة الميكانيكية التي تتألف من نفس المراحل والتقنيات المراد تحقيقها، وإن عدم وجود تقنيات عالية أو إدارة تقنية يؤدي إلى توقف المحطة وزيادة كلفة للصيانة. تتطلب محطة الفرز إعطاء مردوداً عالياً رغم التقنيات البسيطة والكلف المتوسطة التي يجب أن تحققها بالإضافة إلى عدم وجود الشوائب ضمن مواد التدوير.

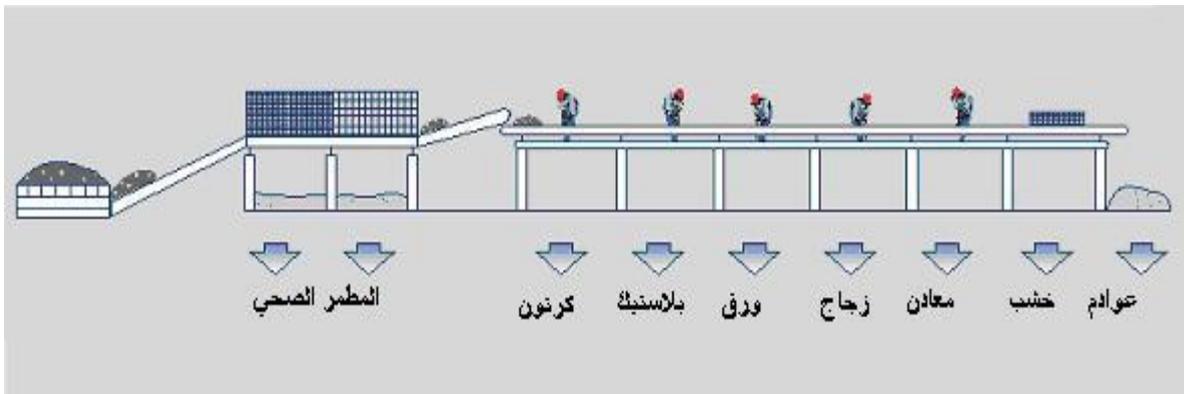
تتعدد تقنيات الآلات المستخدمة في فرز النفايات، ففرز الحديد والألمنيوم مثلاً يتطلب آلات ذات تقنية عالية، كما تختلف هذه التقنيات تبعاً لوزن وحجم النفايات، ولكن هذا لا ينفي ضرورة وجود عدد كبير من العمال لأساسية الفرز اليدوي وفعاليتها.

ولعل المرونة هي من أهم محاسن محطات المعالجة الميكانيكية، حيث أن التطور والنمو السكاني ضمن منطقة المشروع يتطلب زيادة استطاعة محطة المعالجة ويمكن أن يتم ذلك بسهولة عن طريق زيادة عدد العمال، بتأمين ورديات عمل إضافية، بحيث يمكن أن تعمل المحطة في المراحل الأولى من التطور السكاني في منطقة المشروع بوردية واحدة ومع زيادة نمو منطقة المشروع يمكن إضافة وردية ثانية أو ثالثة للمحطة بحيث تعمل ضمن طاقة إنتاجية متكاملة.

تتم عملية غربلة النفايات قبل عمليات الفرز اليدوي من أجل الحصول على مردود أكبر حيث يساعد الغربال السابق على فرز المواد الناعمة وبالتالي زيادة فعالية مردود الفرز اليدوي.

بعد عملية الفرز الميكانيكي ضمن الغربال الاسطواني تتبع عمليات الفرز اليدوي لمواد التدوير بحيث يتم فصل المواد البلاستيكية عن الكرتون والورق والمعادن.

يوضح المخطط التالي سير العمل لمحطة المعالجة الميكانيكية (الفرز)



شكل توضيحي رقم 10: مخطط أولي للمعالجة الميكانيكية (خط الفرز)<sup>[21]</sup>

في أماكن تخزين النفايات المنقولة يومياً تتم العمليات التالية:

- استلام النفايات المنقولة للمحطة
- الاحتفاظ بها لفترة مؤقتة لحين انتهاء التفريغ
- تقسيم النفايات حسب الطرق التي ستخضع لها للمعالجة
- منع انتشار الغبار والروائح إلى المناطق المجاورة

وسوف نوضح فيما يلي الآلية والتكنولوجيا المقترحة<sup>[22]</sup> لعمليات الفرز الميكانيكي للنفايات البلدية الصلبة:

#### أ. الفرز الأولي:

بعد وصول المواد إلى ساحة التزويد يتم فصل المواد الكبيرة الحجم والمواد التي يمكن أن تسبب إعاقة لحركة المواد على السيور وذلك بشكل يدوي، وفصل المواد الورقية تمهيداً لتسويقها.

تتم عملية الفرز الأولي اليدوية عن طريق المشاهدة العينية عند تفريغ شاحنات نقل النفايات ضمن أماكن التخزين بحيث يتم فرز المواد الكبيرة والقاسية والتي يمكن أن تؤدي إلى تخريب المعدات والآليات لاحقاً. من هذه المواد والقطع على سبيل المثال: القطع المعدنية الكبيرة، العلب الحديدية الكبيرة الحجم، قطع كبيرة من الأخشاب، الحجارة الكبيرة الحجم، حيث يتم فرز هذه المواد والقطع قبل نقلها بواسطة السيور الناقلة إلى مراحل المعالجة الميكانيكية التالية مثل الغرلة والفرم.

#### ب. قمع التلقيح (التغذية):

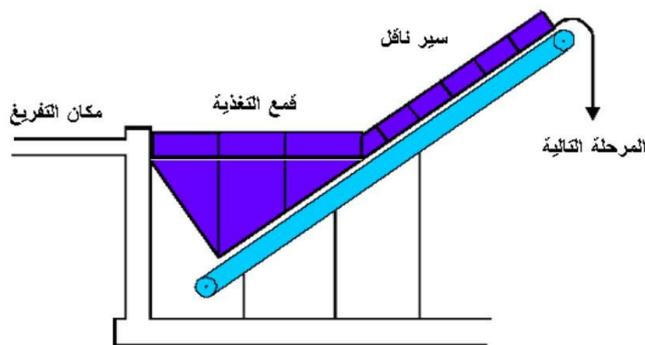
❖ تعمل هذه الوحدة بشكل آلي ويتم تزويدها بالنفايات بواسطة التركس بحيث تقوم وحدة التزويد والتلقيح بتزويد خطوط السير بكمية متوازنة من النفايات.

❖ يحتوي قمع التغذية على آلية لتحريك النفايات ضمن القمع نحو الأمام عن طريق سير متحرك ضمن قمع التغذية وبالتالي إلى سير التغذية.

❖ قمع التغذية عبارة عن قمع معدني مصنوع من الصفائح الفولاذية يعمل على توجيه المواد الخارجة من وحدة الغرلة إلى سير الفرز اليدوي. مهمته تتحصر في عملية منع تساقط بعض هذه المواد خارج سير الفرز وتوجيهها إلى منطقة محددة (منطقة البداية) من السير.

#### • وحدة التغذية والتلقيح:

**مهمتها:** تأمين تغذية مستمرة (ليس بشكل دفعات) بالنفايات لسير التغذية المائل وبالتالي لكافة أجزاء المنشأة. بالإضافة لذلك ومن خلال إمكانية التحكم بالسرعة الخطية للسير المعدني المسير بواسطة جنزير موجود في قاعدته ويمكن التحكم بسرعة نقل المواد عبر وحدة التحكم وبالتالي تغيير الإنتاجية التي تعمل المنشأة عندها (بما لا يتجاوز الإنتاجية التصميمية العظمى للمنشأة) . .



شكل توضيحي رقم 11: قمع التغذية في خط

الفرز الميكانيكي<sup>[21]</sup>

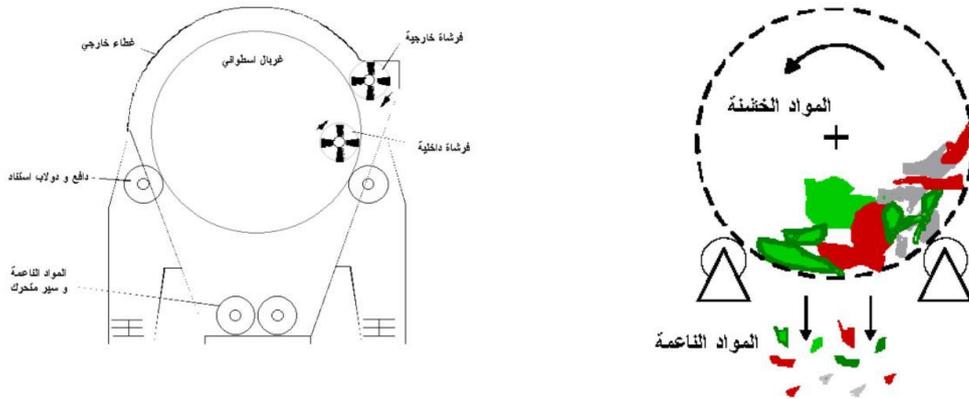
**ج. سير النقل المائل:**

الهدف منه استقبال المواد المتساقطة من وحدة التغذية والتلقيح، ويعتمد مبدأ عمله على الفرق بين السرعة الخطية لهذا السير والسرعة الخطية للسير المعدني في وحدة التغذية والتلقيح، حيث يعمل من خلال هذا الفرق على إحداث خلخلة في المواد بالإضافة لمهمته الأساسية في رفع المواد إلى وحدة الغريلة.

**د. الغريلة:**

يتم تمرير المواد في هذه المرحلة عبر غربال لفصل المواد الناعمة ذات الحجم الصغير والتي قطرها أصغر من 80 مم، أما المواد ذات الأحجام الكبيرة فتخرج من الطرف الآخر للغربال لتتم عملية فرزها يدوياً.

تدخل النفايات العضوية إلى الغربال الاسطواني. تتم عملية الغريلة إلى قطرين ضمن الغربال الاسطواني، الأقطار الأقل من 8 سم تمر ضمن ثقب الغربال الاسطواني وتخرج إلى سير متحرك في أسفل الغربال والأقطار الأكبر من 8 سم تخرج من نهاية الغربال إلى سيور الفرز اليدوي، يحتوي هذا الجزء على أكياس النايلون والمواد الكبيرة الحجم التي يجب فرمها ضمن الفرامة. يلعب الغربال الاسطواني بالإضافة إلى ذلك دوراً في شق الأكياس التي يمكن أن تكون موجودة ضمن النفايات العضوية.



شكل توضيحي رقم 12: الغربال الاسطواني في خط الفرز الميكانيكي [21]

**هـ. الفرز اليدوي:**

بما أنه من المتوقع أن تأخذ عملية الفرز المنزلي فترة زمنية وذلك حسب حملات التوعية، وكذلك سوف يبقى قسم من النفايات غير العضوية ضمن النفايات العضوية نتيجة الأخطاء، وكون أن النفايات العضوية يتم جمعها ضمن أكياس بلاستيكية في البداية أو ضمن حاويات، لا بد من عملية فرز هذه النفايات في المحطة وذلك من أجل الحصول على نوعية عالية الجودة للأسمدة العضوية.

بعد عملية شق الأكياس والغريلة تتم عملية الفرز اليدوي للمواد الصارة على عملية المعالجة البيولوجية والشوائب الصارة بعملية الفرز والطحن مثل أكياس النايلون والزجاج والمعادن، حيث يمكن أن تخرب هذه المواد جهاز الفرز

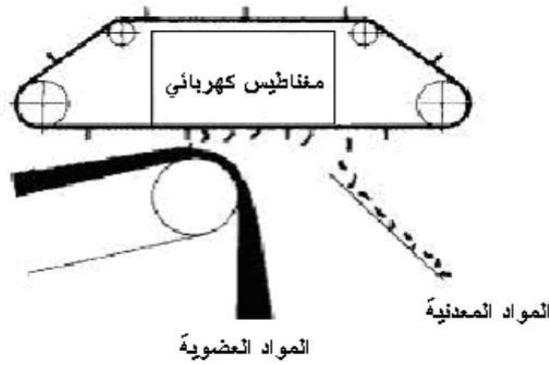
والطحن. كذلك يمكن أن تسبب عملية طحن بعض المواد الضارة قبل عملية الفرز إلى صعوبة فرز هذه المواد نتيجة اختلاطها مع المواد العضوية، مما يسبب عملية تلوث عالية للمواد العضوية وبالتالي تخفيض جودة الأسمدة العضوية الناتجة عن المعالجة. تتم عملية الفرز اليدوي من السيور المتحركة وسيور الفرز عن طريق عدد من العمال يقفون بجانب السير المتحرك ويقومون بفرز المواد إلى صناديق خاصة لكل مادة موجودة إلى جانبهم. يمكن الاستفادة من هذه العملية في فرز المواد غير العضوية من أجل الاستفادة منها في عمليات تدوير وإعادة استخدام.

يتم فصل المواد القابلة للتسويق (الزجاج، الورق، الكرتون، الخشب) يدوياً من قبل العمال الذين يجاورون صناديق محمولة على دواليب لجمع مواد التدوير، وعند امتلاء كل صندوق لكل نوع من مواد التدوير يتم نقله إلى عملية الرص لتشكيل البالات قبل نقل مواد التدوير بواسطة الرافعة الشوكية إلى مكان التسويق.

#### و. الفرز الآلي للحديد بطريقة المغناطيس الكهربائي:

يتم فصل المواد الحديدية بواسطة مغناطيس كبير الحجم يوضع فوق السير الناقل. كما شرح سابقاً يمكن أن تلعب المواد المعدنية دوراً سلبياً في تخريب جهاز الفرز، لذلك يمكن وضع جهاز مغناطيس كهربائي في نهاية الغرلة من أجل فرز المواد الحديدية.

يتم فرز المواد المعدنية وجمعها ضمن صناديق ثم كبسها ضمن بالات والاستفادة منها في عملية التدوير، حيث يمكن التعاقد مع معامل الحديد من أجل إعادة تصنيعها والاستفادة اقتصادياً من مردودها.



شكل توضيحي رقم 13: المغناطيس الكهربائي في خط الفرز الميكانيكي [21]

#### ز. مكابس لمواد التدوير (ورق، بلاستيك وكرتون):

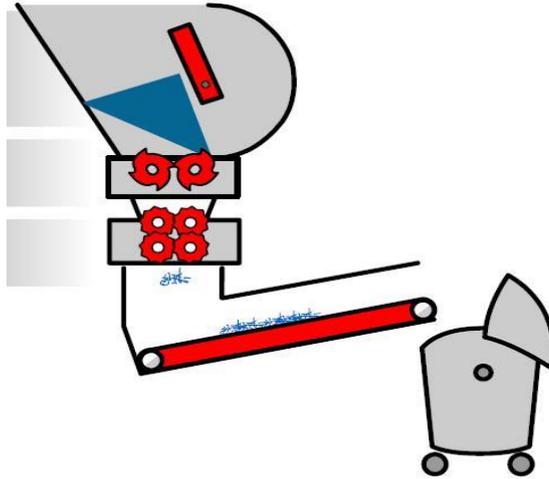
الهدف من كبس هذه المواد ضمن المكبس الهيدروليكي تسويقها حسب الأسعار المحلية مما يعود بقيمة مالية للمستثمر، كما تساعد في منع تطاير هذه المواد في المناطق المحيطة.

## 2-3-5 الحل المقترح الرابع : فرز ميكانيكي و تحويل المواد العضوية إلى محسنات للتربة - كومبوست - معالجة ميكانيكية و بيولوجية ) ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي:

إضافة إلى العمليات السابقة في مرحلة الفرز الميكانيكي، عندما يتم اعتماد عمل معالجة بيولوجية أي تحويل المواد العضوية إلى محسنات للتربة (كومبوست)، سوف نميز العمليات التالية [22] :

### أ-الفرم والطحن:

تهدف عملية فرم وطحن المواد العضوية الخشنة إلى زيادة سطح المعالجة للمواد العضوية وكذلك فصل المواد العضوية عن بعضها وبالتالي زيادة سرعة المعالجة البيولوجية. من المفضل أن تتم عملية الفرم والطحن بعد عملية الفرز اليدوي للمواد الشائبة والمواد المعدنية والزجاجية من أجل سهولة فرز هذه المواد ولكيلا تقوم بتخريب الآليات لاحقاً. لقد أثبتت التجارب العملية جودة الفرغات المطرقية لفرم المواد العضوية والتي تقوم بنفس الوقت بطحن الورق والمواد العضوية الجافة.



شكل توضيحي رقم 14 : فرامة النفايات العضوية في المحطة البيولوجية[22]

### ب-تحسين قوام المواد العضوية المفرومة ب مواد إضافية:

من أجل الحصول على وسط متجانس ويحتوي على الفراغات الهوائية اللازمة لمرور الهواء بحيث تستطيع البكتريا والميكروبات الحصول على الغذاء وعلى الأوكسجين يمكن إضافة بعض المواد التي تساعد على تحسين وسط المعالجة. من المواد الطبيعية التي يمكن استخدامها والتي تعطي مردوداً جيداً هي أغصان النباتات وذلك بعد عملية جرشها بأقطار 5 سم. يتم خلط هذه الأغصان المجروشة قبل المعالجة البيولوجية من أجل تحسين هيكل الكومة. يمكن الاستغناء عن هذه المواد وذلك حسب نوعية النفايات العضوية خلال فصول السنة.

### ج-نقل المواد إلى المعالجة العضوية البيولوجية:

تتم عملية نقل وخط المواد العضوية المفروزة والمفرومة بواسطة تركس موجود في المحطة إلى ساحات المعالجة البيولوجية وبناء كومبات المعالجة فوق أنابيب التهوية. حيث تتم أولاً خلط المواد العضوية الناعمة مع المواد العضوية التي تم فرمها، تضاف عند الضرورة المواد العضوية المحسنة. يتم خلط هذه المواد بشكل جيد من أجل تشكيل خليط متجانس قبل نقل الخليط إلى المعالجة البيولوجية.

### د-محطة المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية:

لقد كان الاتجاه أثناء تصميم محطة المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية هو البحث عن طرق المعالجة البيولوجية ذات التقنية البسيطة وغير مكلفة اقتصادياً من ناحية الإنشاء والتشغيل والمجدية من الناحية الفنية والبيئية. يوجد عدة طرق لمعالجة النفايات العضوية وتحويلها إلى أسمدة عضوية منها الطرق المغلقة والمكشوفة. تعتبر الطرق المغلقة أفضل من الناحية البيئية وأيضاً من الناحية الفنية والتقنية وذلك للأسباب التالية:

- منع انتشار الروائح وتكاثر الحشرات الضارة في المناطق المحيطة بمحطة المعالجة.
- منع تشكل المياه الراشحة في فترة الصيف وبالتالي عمليات معالجة المياه الراشحة وبالتالي زيادة الكلفة الاقتصادية لمعالجة المياه الراشحة.
- كمية الطاقة القليلة للمعالجة مقارنة بالطرق المكشوفة والتي تحتاج إلى عمليات تقليب دائمة من أجل تجانس النفايات ومعالجة النفايات المتوضعة في أماكن ذات درجات حرارة منخفضة.
- المساعدة في عملية تعقيم الأسمدة نتيجة تجانس درجات الحرارة ضمن الكومة بشكل كامل.
- بالإضافة إلى العامل الهام في منطقة المحطة بشكل خاص وفي سوريا بشكل عام ألا وهو قلة الموارد المائية، حيث تحافظ طرق المعالجة المغلقة للنفايات على الحفاظ على الرطوبة الموجودة ضمن النفايات العضوية والتي يمكن أن تصل إلى 60 %.
- تعتبر الرطوبة 55 % هي الرطوبة المثالية لمعالجة النفايات العضوية بالطريقة البيولوجية الهوائية، حي أن الرطوبة العالية تسبب توقف عمليات المعالجة البيولوجية وخصوصاً في الشتاء نتيجة كثرة الأمطار.
- كذلك الأمر تتوقف المعالجة البيولوجية الهوائية للنفايات العضوية عندما تنقص الرطوبة عن 40 % وهي الحالة السائدة في فصل الصيف. وبالتالي تحتاج النفايات إلى الترطيب الدائم في فصل الصيف والعزل الكامل في فصل الشتاء. حيث يمكن أن تصل حاجة النفايات إلى الترطيب خلال فصل الصيف إلى حوالي 100 ليتر يومياً من المياه النقية لكل طن من النفايات العضوية، وبالتالي تكون كمية المياه اللازمة عالية جداً.
- تحتاج طرق المعالجة المكشوفة (الديناميكية والستاتيكية) إلى كميات كبيرة من الرطوبة أثناء فترة المعالجة التي تمتد إلى ثمانية أسابيع على الأقل.

▪ أما من الناحية الاقتصادية فعموماً تكون الطرق المغلقة أكثر كلفة من الطرق المكشوفة، وكلما زادت تقنيات المعالجة المغلقة كلما زادت كلفة الاستثمار وكلفة التشغيل أيضاً.

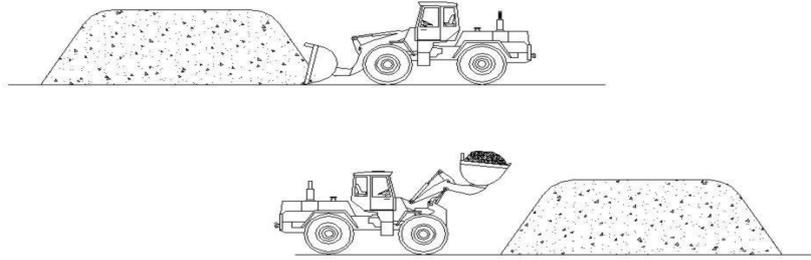
نظراً للشروط المناخية المسيطرة في محافظة حلب كقلة الأمطار وتقلبات درجات الحرارة يستدعي ذلك اللجوء إلى تطوير طريقة المعالجة بحيث يتم الاستغناء بشكل كبير عن إسقاء وترطيب النفايات في الصيف، حيث أن ترطيب النفايات هام جداً لاستمرار عملية التخمر بالشكل الأفضل وكذلك منع الترطيب الزائد للنفايات في الشتاء بسبب الأمطار يخدم عملية جريان عملية التخمر بشكلها الأفضل في هذا الفصل من السنة. إن التفاعلات العضوية تحتاج إلى وجود الرطوبة والتي هي موجودة ضمن النفايات العضوية، وبسبب ارتفاع درجات الحرارة ضمن الكومات يتبخر قسم كبير من الرطوبة الموجودة لذلك يجب ترطيب النفايات بشكل دوري. تلعب درجات الحرارة الجوية المحيطة دوراً مساعداً في عملية تبخر الرطوبة الموجودة ضمن النفايات. تتميز طريقة المعالجة البيولوجية بطريقة الكومات المغطاة بما يلي:

- الحصول على أسمدة عضوية عالية الجودة من معالجة النفايات العضوية المفروزة مسبقاً في المصانع أو ضمن محطة المعالجة الميكانيكية-البيولوجية.
- إمكانية توسيع المحطة في كل وقت وذلك بزيادة عدد من الكومات أو زيادة طول الكومة.
- التقليل الكبير من استخدام مياه إضافية لترطيب النفايات خلال المعالجة البيولوجية، حيث أن المياه المتبخرة أثناء المعالجة تتكاثف على السطح الداخلي للغطاء وتتساقط على كومة النفايات مما يعطي دورة مغلقة تقريباً للمياه. إن طرق معالجة النفايات المكشوفة في البلدان الحارة تحتاج إلى ترطيب دائم ويومي للنفايات في الصيف قد يصل إلى استهلاك 40 ليتر للطن الواحد يومياً على الأقل، لذلك ومن أجل الحفاظ على المياه الجوفية والسطحية الكامنة نقوم بتغطية الكومات أثناء المعالجة.
- مناسبة من الناحية التقنية والفنية والاقتصادية.

#### هـ - خطوات طريقة المعالجة البيولوجية:

##### • تشكيل الكومات:

تتم عملية تشكيل كومات النفايات العضوية التي تمت معالجتها بشكل ميكانيكي على شكل شبه منحرف بارتفاع يصل إلى 3 أمتار وعرض 8 أمتار، كما هو موضح في الشكل رقم 15 التالي. من المفضل الحصول على كومة من النفايات العضوية وتغطيتها بشكل نهائي خلال أسبوع، لذلك يجب التحكم بارتفاع وعرض وطول الكومة بحيث يتم الحصول على الكومة المطلوبة خلال أسبوع وتغطيتها لمدة كلية قدرها أربعة أسابيع في مرحلة المعالجة المكثفة بحيث لا توجد خلال هذه الفترة عملية تقليب وبالتالي عملية خلخلة لعمل البكتريا، بعد عملية التقليب والخلط من أجل تشكيل تجانس بين المواد تتم ولمدة أربعة أسابيع أخرى عملية التخمر الإضافية.

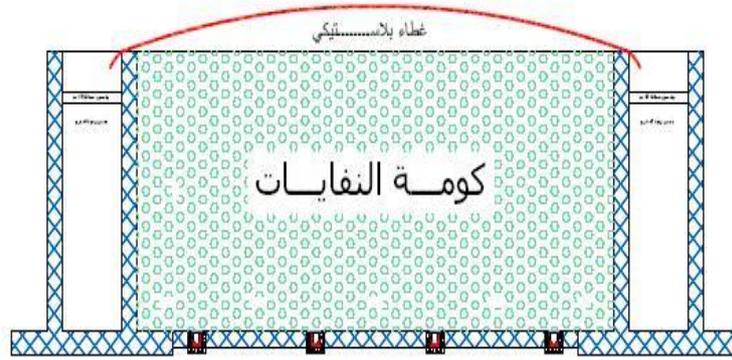
شكل توضيحي رقم 15 : تشكيل كومات النفايات العضوية<sup>[22]</sup>

### • تغطية الكومات:

تتأثر عملية معالجة النفايات بطريقة الكومات غير المغطاة بشكل كبير بالعوامل الجوية. لقد أظهرت الدراسات أن طريقة المعالجة للنفايات العضوية بدون تغطية غير فعالة وذلك لأسباب عديدة:

- جفاف النفايات العضوية وذلك بسبب ارتفاع درجة حرارة النفايات بسبب التفاعلات البيولوجية وبسبب درجة الحرارة الخارجية التي يمكن أن تصل تحت أشعة الشمس إلى 50 أو 60 درجة مئوية.
  - الحاجة إلى ترطيب النفايات بشكل دائم في الصيف.
  - في الشتاء تؤدي الأمطار إلى زيادة رطوبة النفايات عن الحالة المثالية وبالتالي توقف عملية التخمر.
  - عدم توزيع درجة الحرارة ضمن الكومة بشكل متجانس وبالتالي عدم حصول تعقيم للأسمدة العضوية.
  - انتشار الروائح في المحيط الخارجي وزيادة مدة المعالجة البيولوجية.
- نظراً للعوامل السابقة تم الاتجاه إلى طرح طريقة المعالجة بتغطية النفايات العضوية خلال فترة المعالجة بالأغطية كما هو موضح في الشكل رقم 16 التالي، وذلك من أجل الحصول على النتائج التالية:

- حماية النفايات العضوية خلال مراحل المعالجة من العوامل الجوية (الجفاف، الأمطار والرياح).
- عدم الحاجة إلى ترطيب النفايات العضوية وبالتالي حماية الموارد المائية الطبيعية.
- منع تشكل المياه الراشحة الناتجة عن زيادة الرطوبة ضمن النفايات نتيجة الأمطار.
- توزيع درجات الحرارة ضمن الكومة وبالتالي الحصول على أسمدة عضوية معقمة.
- منع انتشار الروائح الكريهة وتكاثر القوارض والحشرات الضارة.
- تخفيض مدة المعالجة البيولوجية.

شكل توضيحي رقم 16 : تغطية كومات النفايات العضوية<sup>[22]</sup>

يبين المخطط النهجي التالي رقم 17 طريقة المعالجة الميكانيكية-البيولوجية للنفايات العضوية:

شكل توضيحي رقم 17 : المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية<sup>[22]</sup>

و يوضح الشكل التالي رقم 18 المنظر العام لمحطة المعالجة الميكانيكية و البيولوجية :



شكل توضيحي رقم 18: منظر عام لمحطة المعالجة الميكانيكية و البيولوجية<sup>[22]</sup>

## 2-4 الآثار البيئية المحتملة لسيناريوهات وبدائل الحلول المقترحة لمشاريع مطامر النفايات البلدية:

### 2-4-1 مقدمة:

يمكن أن تتفاوت التأثيرات البيئية<sup>[23]</sup> في:

- النوع : طبيعية، اجتماعية، صحية أو اقتصادية.
- الطبيعة : متراكمة ، مباشرة أو غير مباشرة.
- المقدار أو الشدة : عالية، معتدلة، منخفضة.
- المدى : عالمية أو إقليمية أو محلية.
- التوقيت : فورية / مدى بعيد.
- المدة : مؤقتة / دائمة.
- عدم اليقين : إمكانية منخفضة / احتمال عالي.
- الإنعكاسية : قابل للعكس / غير قابل للانعكاس.
- الأهمية : \* غير مهم / مهمة.

\*التأثير الهام لا يرتبط بالضرورة بمقدار حجم التأثير ، فمثلا يمكن أن يكون تأثير صغير للغاية ولكنه ذو أهمية متى أمكن تحديد أهمية التأثيرات المحتملة للمشروع المقترح يجب أن يكون كل العوامل السابقة بعين الاعتبار

ويمكن تلخيص الآثار السلبية البيئية العامة الناتجة عن سوء إدارة النفايات الصلبة<sup>[24]</sup> وفق التالي:

### 1- التلوث البصري:

بسبب الانتشار العشوائي للمكبات حول المدن والبلدات فإن مواقع مكبات النفايات العشوائية تصبح من الأماكن التي تنتشر فيها الفوضى والقاذورات والحيوانات الشاردة والحشرات، إضافة إلى أنها تؤدي إلى الإحساس بعدم الراحة مجرد رؤيتها أو القرب من مواقعها.

### 2- تلوث الهواء:

بسبب عمليات الحرق العشوائي في ضواحي المدن، ويعتبر الحرق العشوائي للنفايات البلدية ضار جداً بالصحة والبيئة. حيث تتشكل الأكاسيد الثنائية من اتحاد الكربون والأكسجين والهيدروجين والكلور. تقدر كمية الأكاسيد الثنائية المنبعثة من عملية حرق النفايات البلدية حوالي 90,000 نانوغرام لكل طن من النفايات مقارنة مع الكميات المسموحة في المرمّات الأوروبية التي تبلغ 6000 نانوغرام/طن نفايات. وتشمل الأكاسيد الثنائية الديوكسين، وهي مركبات كيميائية ضارة حتى لو كانت بكميات ضئيلة. يستقر الديوكسين في المزروعات ثم في الدسم (حليب الأمهات، اللحوم، الأسماك والبيض)، وله خواص مسرطنة ويسبب تراجعاً في المناعة واضطرابات في القدرات التناسلية وأضراراً في النظامين العصبي والهرموني. هذا ويجب الإشارة إلى أن حرق 1 كغ من النفايات بطريقة الحرق المفتوح الخارجي يصدر من الملوثات ما يعادل إحراق 10 طن نفايات في المرمّات.



شكل توضيحي رقم 19 : الحرق العشوائي وتلوث الهواء<sup>[24]</sup>

### 3- التلوث الناجم عن المطامر:

تعد المكبات والمطامر الصحية الوسائل أكثر شيوعاً للتخلص من النفايات التي تتولد عن البلديات في سورية. ومع أن الطمر يتميز عموماً بأنه الأرخص، إلا أنه الوسيلة الأشد تلويثاً في حال لم يتم الأخذ بعين الاعتبار جمع الرشاحة ومعالجتها. حيث تتولد الرشاحة نتيجة للرطوبة التي تدخل المكب أو المطمر سواء عن طريق الأمطار، جريان المياه، أو على شكل رطوبة النفايات ذاتها. وإن عدم تجهيز مطامر النفايات البلدية بطبقة عازلة من أجل تأمين حماية للتربة الطبيعية في الموقع من التلوث يؤدي إلى مخاطر كبيرة على البيئة، وبالخصوص المياه الجوفية والطبقات الحاملة للمياه القابلة للشرب. وقد أظهرت التحريات التي أجريت لبعض المطامر (اللاذقية، طرطوس، والقامشلي)، وجود تهديد واضح لمصادر الطبقات الحاملة للمياه في المناطق المجاورة للمطمر.

وغالبا ما توجد معادن ثقيلة في الراشح كالزئبق والكروم والنيكل والرصاص والكاديميوم والنحاس والتوتياء، الناتجة عن النفايات الخطرة الممتزجة مع النفايات البلدية. وتمثل هذه العناصر مصدر قلق كبير على صحة الناس الذين يعيشون بالقرب من المكبات العشوائية.

كذلك يشكل غاز المطمر مصدر خطر إضافي بسبب انبعاث غاز الميثان وثنائي أكسيد الكربون ذو تأثيرات مناخية والمركبات العضوية الحلقية الطيارة، وهي مركبات سامة و/أو مسرطنة.

#### وتعاني محافظة حلب بشكل عام من التلوث البيئي الناجم عن النقاط التالية [25]:

- انتشار ممارسة الحرق المكشوف للنفايات يولد مزيداً من المخاطر الصحية والبيئية.
- اختلاط النفايات الخطرة والمسببة للأمراض مع النفايات الصلبة البلدية والتعامل معهما ككتلة واحدة، يتسبب أيضاً في مخاطر صحية وبيئية جديدة.
- نشوء كميات كبيرة من أنقاض المنشآت والمنازل والمباني العامة والبنية التحتية.
- تراكم أنواع مختلفة من النفايات الصناعية والطبية الخطرة والحاوية على المعادن الثقيلة.
- تسبب الحرق المكشوف للنفايات في انبعاث الملوثات إلى الهواء. بالإضافة على الآثار السلبية على التربة ومصادر المياه الجوفية. وما يزيد من خطورة الوضع، الكثافة السكانية العالية في بعض المناطق.
- الآثار السلبية المحلية الناتجة عن المكبات العشوائية الصغيرة والقريبة من المناطق السكنية.
- الآثار السلبية المحلية الناشئة عن عدم جمع النفايات، بسبب عدم كفاية المعدات المتاحة.
- ومن الآثار السلبية الإضافية تلوث المياه الجوفية، حيث أن العديد من المكبات الحالية يقع على أرض نفوذه وفي مناطق تغذية الخزانات الجوفية الرئيسية، وبما أنه لا يوجد حالياً في محافظة حلب مطامر صحية مناسبة جاهزة للعمل، فيتوقع أن تتواصل في المستقبل الكثير من الآثار البيئية السلبية.

## 2-4-2 الآثار البيئية المحتملة للسيناريو الأول: البديل صفر - المكب العشوائي

إن الآثار البيئية السلبية الناتجة عن عملية التخلص العشوائي من النفايات هي:

- تشكل الغازات المنطلقة من المكبات وأهمها غاز الميثان، وكذلك تشكل الغازات المسرطنة .
- تشكل المياه الراشحة والمحملة بالمعادن الثقيلة والمواد العضوية الضارة، والتي تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية.
- الاحتراق العشوائي والتلقائي للنفايات في المكب مما يؤدي إلى تشكل مركبات مسرطنة جداً .
- تكاثر الحشرات والحيوانات الضارة.
- تشكل الروائح الكريهة والغبار .
- التلوث البصري.
- تدني قيمة استعمالات الاراضي سواء في منطقة المكب أو في المناطق المجاورة له.

## 2-4-3 الآثار البيئية المحتملة للسيناريو الثاني: طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي:

لقد أثبتت طريقة طمر النفايات المنزلية دون معالجة مسبقة عدم فاعليتها وبأنها تحمل معها الكثير من المشاكل وأهمها المياه الراشحة التي تتشكل بكثرة وخصوصاً أثناء مرحلة تشكل الحموض وانطلاق غاز الميثان وميلان المطمر نتيجة للتفاعلات التي تتسبب بتشكيل الفراغات (نقصان الحجم).

إن معظم الآثار السلبية المحتملة تعتمد على مدى إدارة المطمر الجديد وفق المعايير والمواصفات العالمية. حيث أن إقامة مطمر صحي نظامي مطابق للمواصفات العالمية سوف يؤدي إلى التخلص من جميع الآثار السلبية المحتملة.

ومن الإجراءات الجيدة يجب منع حرق النفايات في المطمر منعاً باتاً. لذا فإن إنشاء الخلايا الجديدة في الموقع المختار سوف يقلل أو حتى يتخلص من معظم الآثار السلبية المذكورة بالمقارنة مع المطامر الحالية والتي تعتبر الوسيلة الوحيدة للتخلص من النفايات حالياً في سوريا.

يتضمن الجدول التالي رقم 6 ملخصاً عن أهم أنواع التلوث الناجمة عن المطمر الصحي المقترح لمعالجة النفايات المنزلية الناجمة عن التجمعات السكانية، وإجراءات الحماية والمعالجة للتخلص أو التخفيف من الآثار السلبية لهذا التلوث [26] .

جدول رقم 6: أنواع التلوث الناجم عن المطمر الصحي وإجراءات الحماية والمعالجة المقترحة<sup>[26]</sup>

نوع التلوث	إجراءات الحماية و المعالجة المقترحة
المياه الراشحة عن قطاعات النفايات المنزلية	عزل لقطاع المطمر الصحي برقائق البولي اتيلين و الغضار و جمع المياه الراشحة و معالجتها بطريق التبخر ضمن الأحواض
تطاير الأكياس و الورق	رص النفايات مباشرة بعد الفرش و تغطية النفايات بطبقة من التربة بسماكة 20 سم بشكل متواصل
تكاثر القوارض و الحيوانات الضارة	الرش المستمر بالمبيدات الحشرية غير الضارة للمناطق المحيطة و القابلة للتفكك الطبيعي
الروائح	تشكل الروائح ضمن المطمر نتيجة التفاعلات البيولوجية و بالتالي يجب عزل المطمر و جمع الغازات المنطلقة و معالجتها بطريقة الحرق
الغازات	سوف يتم وضع شبكة من آبار جمع الغازات و سوف يتم عملية حرق الغازات المنطلقة بشكل كامل
الضجيج	لايشكل الضجيج ضمن المطمر الصحي إزعاجاً نتيجة وجود فقط آلية واحدة لعمليات رص النفايات ضمن المطمر
الحرائق	إن عمليات طمر النفايات على شكل بالات و عمليات فرز النفايات العضوية مسبقاً و مواد التدوير و عملية جمع الغازات و حرقها سوف تحول المطمر الصحي إلى منطقة خاملة و بالتالي لا يوجد مخاطر الحرائق

#### 2-4-4 الآثار البيئية المحتملة للسيناريو الثالث: الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي:

في حال وجود معالجة ميكانيكية يضاف إلى التلوث الحاصل عن المطمر الصحي التلوث الناتج عن المعالجة الميكانيكية (الفرز الميكانيكي للنفايات).

يتضمن الجدول التالي رقم 7 ملخصاً عن أهم أنواع التلوث الناجمة عن محطة المعالجة الميكانيكية المقترحة لمعالجة النفايات المنزلية والمؤلفة من مواد التدوير والمرفوضات، وإجراءات الحماية والمعالجة للتخلص أو التخفيف من الآثار السلبية لهذا التلوث<sup>[26]</sup>.

جدول رقم 7: أنواع التلوث الناجم عن محطة المعالجة الميكانيكية وإجراءات الحماية والمعالجة المقترحة<sup>[26]</sup>

نوع التلوث	إجراءات الحماية و المعالجة المقترحة
المياه الراشحة عن المعالجة الميكانيكية نتيجة رص النفايات على الراشحة	سوف يتم تجميع المياه الراشحة و تحويلها إلى حوض معالجة المياه الراشحة
الروائح	تتشكل الروائح بشكل بسيط خلال مراحل المعالجة و النفايات في هذه المرحلة غير متخمرة و بالتالي لا يوجد روائح مركزة، بالإضافة إلى ذلك يتم سحب الهواء و الروائح ضمن الصالة عن طريق شفاطات هواء و معالجتها ضمن فلتر بيولوجي
الغازات و الغبار	سوف يتم وضع فلتر بيولوجية لمعالجة الغازات المنطلقة من صالة المعالجة الميكانيكية بالإضافة إلى جمع الغبار
تطاير الأكياس و الورق	إن عمليات التفريغ للنفايات سوف تتم ضمن صالة مغلقة، و بالتالي لا يوجد إمكانية لتطاير الأوراق و النفايات
تكاثر القوارض و الحيوانات الضارة	الرش المستمر بالمبيدات الحشرية غير الضارة للمناطق المحيطة و القابلة للتفكك الطبيعي
الضجيج	أن جميع العمليات التقنية تتم ضمن الصالة و عن طريق تركس دولاب الذي لا يسبب الضجيج العالي، يمكن وجود فقط تأثير على العمال بشكل غير مباشر و بالتالي يجب توزيع كاتم للصوت على العمال
الحرائق	سوف يتم تجهيز محطة المعالجة بنظام إطفاء يدوي للحالات الطارئة

إن معظم الآثار السلبية المحتملة والمذكورة يعتمد على مدى إدارة مركز الجديد وفق المعايير والمواصفات العالمية. حيث إن إقامة مركز معالجة مطابق للمواصفات العالمية سوف يؤدي إلى التخلص من جميع الآثار السلبية المحتملة، لذا فمن المفترض والمؤكد أن يتم إقامة وتشغيل معمل فرز النفايات بالاعتماد على المعايير العالمية والتي تنص فيما يتعلق بمعمل الفرز على تسوير الموقع وعزل أرضيته وجوانبه لمنع تلوث المياه الجوفية والسطحية ونظام لمعالجة الغازات الناتجة عن المعالجة لمنع تلوث الهواء.

ويجب أن تكون عمليات التشغيل للمحطة مسيطر عليها بما فيها عملية ورود النفايات. كذلك يتوجب العمل على تغطية النفايات بشكل يومي لمنع تبعثرها عند هبوب الرياح وكذلك لمنع الروائح الكريهة والحرائق والجرذان والحشرات الأخرى.

## 2-4-5 الآثار البيئية المحتملة للسيناريو الرابع: الفرز الميكانيكي للنفايات ثم تحويل المواد العضوية إلى محسنات للتربة (كومبوست) ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي:

في حال وجود معالجة بيولوجية يضاف إلى التلوث الحاصل عن المطمر الصحي والتلوث الناتج عن المعالجة الميكانيكية التلوث الناتج عن المعالجة البيولوجية.

يتضمن الجدول التالي رقم 8 ملخصاً عن أهم أنواع التلوث الناجمة عن محطة المعالجة البيولوجية المقترحة لمعالجة النفايات المنزلية والمؤلفة من النفايات العضوية، وإجراءات الحماية والمعالجة للتخلص أو التخفيف من الآثار السلبية لهذا التلوث [26].

جدول رقم 8: أنواع التلوث الناجم عن محطة المعالجة البيولوجية وإجراءات الحماية والمعالجة المقترحة [26]

نوع التلوث	إجراءات الحماية و المعالجة المقترحة
المياه الراشحة عن المعالجة البيولوجية و رص النفايات على بعضها	سوف يتم تجميع المياه الراشحة و تحويلها إلى أحواض التبخير
الروائح	تم إختيار طريقة المعالجة المغلقة للنفايات العضوية بحيث لا تنطلق الروائح إلى المناطق المحيطة
تطاير الأكياس و الورق	إن عمليات التفريغ للنفايات سوف تتم ضمن صالة مغلقة، و بالتالي لا يوجد إمكانية لتطاير الأوراق و النفايات
تكاثر القوارض و الحيوانات الضارة	الرش المستمر بالمبيدات الحشرية غير الضارة للمناطق المحيطة و القابلة للتفكك الطبيعي
الغازات	الغازات المنطلقة من المعالجة البيولوجية لا تحتاج إلى معالجة و ذلك بسبب الطريقة المغلقة المقترحة
الضجيج	فقط إنشاء عمليات الفرغ و الطحن للنفايات و هي محلية ضمن الموقع و يجب تزويد العمال بكاتم صوت
الحرائق	سوف يتم تجهيز محطة المعالجة بنظام إطفاء يدوي للحالات الطارئة

## 2-5 معايير تقييم التأثيرات البيئية المحتملة:

يركز المشروع على الاستخدام الأمثل والإدارة السليمة للمصادر الطبيعية، وتشمل المعايير المهمة لتقييم التأثيرات البيئية لمشاريع المطامر الصحية وملحقاتها مايلي:

### 2-5-1 التأثير على الهواء

تؤثر طريقة الطمر الصحي بشكل مباشر على الهواء، حيث يصدر عن طريقة الطمر الصحي بشكل أساسي غاز الميثان وغاز ثاني اوكسيد الكربون. نتيجة الطمر الصحي سوف يتشكل الميثان والذي له تأثير على البيئية بمقدار 21 ضعفاً ما يؤثره غاز ثاني اوكسيد الكربون.

### 2-5-2 التأثير على الموارد المائية

إن حماية المصادر المائية يعتبر ذو أهمية كبرى في سوريا نظراً لندرة الموارد المائية وبما أن المطمر يمكن أن يؤثر على مصادر المياه السطحية والجوفية نتيجة بنيته الفيزيائية والرشاحة الناتجة عنه، فسوف يكون موضوع هذا التلوث هو الأهم وأحد المشاكل المحتملة لكن عمليات العزل المقترحة تعد إحدى الإيجابيات التي تقلل من تلوث المياه الجوفية.

### 2-5-3 التأثير على النباتات والحيوانات والتربة

كما هو معروف في معظم المطامر الصحية سوف تتكاثر الحشرات والقوارض. لكن تغطية النفايات يلعب دوراً هاماً في منع ما أمكن من تكاثر الحشرات الضارة بالإضافة إلى ذلك تقوم عملية العزل بمنع تكاثر القوارض والحيوانات الكبيرة. ولكن ذلك يجب أن يترافق أيضاً مع القضاء على هذه الحشرات والقوارض. لا تجد الطيور التي تتكاثر بشكل كبير على المطامر مجالاً وذلك بسبب أن المادة العضوية مغطاة بشكل دائم.

### 2-5-4 التأثير على استخدامات الأراضي المجاورة

ان اختيار موقع المطمر الصحي ومحطة المعالجة في مكان المكب العشوائي القديم، يساعد في إعادة استخدام موقع المكب العشوائي وتأهيله من الناحية البيئية بالإضافة إلى عدم استخدام مناطق جديدة للمطمر الصحي وخصوصاً أن منطقة المطمر الصحي المقترحة هي ملوثة مسبقاً نتيجة الطمر العشوائي للنفايات في المنطقة.

### 2-5-5 الأثر البيئي على عمل الإنسان

تؤثر المطامر الصحية على الإنسان بشكل مباشر أثناء الفرز اليدوي العشوائي للنفايات العضوية عن اللاعضوية. لذلك يجب وضع القواعد الأساسية والتجهيزات الخاصة بالمعالجة مثل الألبسة الخاصة، الكمامات والكفوف البلاستيكية القاسية.

## 2-5-6 الأثر الاجتماعي والاقتصادي للمشروع

تساعد المعالجة المقترحة على التخلص من الآثار السلبية للتخلص من النفايات ضمن المكبات العشوائية المحيطة بالتجمعات السكنية والوحدات الإدارية. كما تساعد من الناحية الاقتصادية والاجتماعية حيث توفر المطامر الصحية فرص جيدة للعمل.

إن تطوير وتنفيذ المطمر الصحي في منطقة الدراسة سوف يؤثر على أنشطة النباشين وملتقطي النفايات الذين يعملون في المكبات العشوائية أو الذين يقومون بجمع النفايات بشكل مباشر من مكبات النفايات التابعة لمنطقة المشروع ويحاولون نبش المواد القابلة للتدوير لذلك فإن الخطوة الأولى ستكون الحد من عدد النباشين اللذين يعملون بشكل عشوائي في المطمر الصحي، وبالتالي تقليل الأمراض والحالات الخطرة التي يمكن أن تحدث جراء ذلك.

في الوقت نفسه يجب ان يتم ضبط عمليات الطمر لتتلاءم مع مخاطر الحوادث الناجمة عن تفريغ الشاحنات أو الضواغط أو البلدوزرات.

إن إعادة تدوير النفايات في منطقة المطمر الصحي للنفايات المنزلية الناتجة عن منطقة المشروع سوف يوفر العديد من فرص العمل في المنطقة بالإضافة إلى النتائج الإيجابية للطمر الصحي ولإعادة تدوير النفايات على الناحية البيئية والاقتصادية وخاصة أن طمر النفايات بشكل سليم يخفف من انتشار الأمراض والأوبئة بين السكان والمواطنين من مناطق المكبات العشوائية.

## 2-5-7 الأثر البيئي على المنظر الطبيعي

لا تشكل المطامر الصحية عندما تكون طريقة تشغيل المطمر الصحي صحيحة تلوث من ناحية المنظر الطبيعي، حيث يتم خلال مراحل التشغيل طمر النفايات بشكل يومي مما يمنع انتشار أكياس النايلون والورق والكرتون في المناطق المحيطة.

## 2-5-8 الروائح والتلوث الجوي

ينتج عن المطامر الصحية عندما تكون طريقة تشغيل المطمر الصحي روائح وتشكل غازات لذلك يجب أن يتم خلال مراحل التشغيل طمر النفايات بشكل يومي مما يمنع انتشار أكياس النايلون والورق والكرتون في المناطق المحيطة.

## 2-5-9 الصحة العامة والإزعاجات

يمكن أن يسبب انتشار الجراثيم الممرضة عن طريق الرياح وكذلك الأمراض التي تنتقل عن طريق الجرذان والحشرات أو الطيور التي تقتات على هذه النفايات تأثيراً مباشراً على الصحة العامة ونظراً لاختيار موقع المطمر

عادة في مناطق لا تتوافق مع اتجاه الرياح الغربية والجنوبية الغربية السائدة فإن هذا الأثر ضئيل جداً إضافة إلى أن تنفيذ المطمر حسب المواصفات العالمية سيجعل من هذا الأثر ضعيفاً جداً إذا لم يكن معدوماً. وفيما يتعلق بالإزعاجات اليومية الناتجة عن تشغيل المطمر مثل الضجيج وانتشار الغبار والروائح والحشرات فإن بعد موقع المطمر عن التجمعات السكنية سيجعل هذا الأثر معدوماً.

## 2-5-10 حركة المرور

يمكن تقسيم الآثار الناتجة عن حركة المرور إلى مجموعتين:

- الآثار الناتجة عن التلوث العام للحوادث والمرتبطة بضرورة نقل النفايات إلى المطمر.
- الآثار المحلية على الصحة والسلامة والهدوء في القرى والتجمعات السكنية والتي لم تكن سابقاً تتعرض لمثل هذا المستوى من حركة المرور.

لا يوجد أثر لحركة المرور نظراً لأن عدد النقلات لن يكون كبيراً لقلة الكمية الناتجة عن التجمعات السكنية.

إن الأثر الاجتماعي السلبي المحتمل للطريق ولنقل النفايات إلى مركز المعالجة المتكاملة هو كالتالي:

- حركة المرور وبالتالي زيادة الحوادث المرورية.
- ضجيج حركة المرور.
- رمي النفايات على طول الطريق بالإضافة إلى تناقص قيمة الأرض.
- استخدام الأراضي الزراعية من أجل تعريض الطريق.

## 2-6 مصفوفة تحليل الآثار البيئية:

من خلال دراسة الآثار البيئية الناتجة عن المطمر الصحي ومحطة المعالجة الميكانيكية لفرز النفايات المنزلية ومحطة المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية كما وردت في الفقرات السابقة، وتقدير أهمية هذه العناصر، تم تشكيل مصفوفة تحليل الآثار البيئية<sup>[26]</sup> لكل مرحلة أو عنصر من عناصر المعالجة وفق الجدول رقم 9 التالي:

جدول رقم 9: مصفوفة تحليل الآثار البيئية الناتجة عن مركز معالجة النفايات<sup>[26]</sup>

مرحلة المعالجة	نوع التلوث	الآثار البيئية										
		التأثير على الهواء	التأثير على الموارد المائية	التأثير على التربة والحيوانات	التأثير على النباتات والأراضي	التأثير على استخدامات الإنسان	الآثار البيئية على الإنسان	الآثار الاقتصادية والاجتماعية	الآثار البيئية على المنظر الطبيعي	الروائح و التلوث الجوي	الصحة العامة و الإزعاجات	حركة المرور
المعالجة الميكانيكية	العصارة	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تطاير الأكياس و الورق	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
	تكاثر الفوارض و الحيوانات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الروائح	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الغازات	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الضجيج	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الحرائق	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
المعالجة البيولوجية	المياه الراشحة و العصارة	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	مياه الأمطار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تطاير الأكياس و الورق	-	-	*	-	+	-	+	-	+	-	-
	تكاثر الفوارض و الحيوانات	-	-	*	-	+	-	+	-	+	-	-
	الروائح	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	الغازات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الضجيج	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الحرائق	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	
المطر الصحي	المياه الراشحة	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	مياه الأمطار	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	تطاير الأكياس و الورق	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	تكاثر الفوارض و الحيوانات	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	الروائح	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الغازات	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الضجيج	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	الحرائق	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ملاحظات

- + تأثير عالي  
 \* تأثير متوسط  
 - تأثير منخفض  
 0 تأثير معدوم

ومما سبق يمكننا استنتاج أن أهم الآثار البيئية التي يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء بحثنا هي: التلوث الناتج عن المياه الراشحة والتلوث الناتج عن الانبعاثات الغازية.

وهذا ما اعتمدته كلاً من دراسة تريفالور والاستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات في سوريا بعين الاعتبار كعوامل رئيسية في الدراسات الفنية.

### الفصل الثالث: الدراسة الاقتصادية

#### 3-1 مقدمة:

هناك بعض الجوانب المهملة في الحياة الاقتصادية تفرض نفسها ولم تدخل صلب التحليل الاقتصادي بعد، فلا زالت الجامعات تدرس علم الاقتصاد على أنه (العلم الذي يبحث في الاستخدام الأمثل للموارد المادية والبشرية بهدف تحقيق أكبر ربح ممكن، أو إشباع الحاجات الإنسانية بأقل تكلفة ممكنة) ، هذا المفهوم لعلم الاقتصاد بدأ يتغير ولم يعد الفهم الكلاسيكي له متناسباً مع متطلبات تطور النشاط الاقتصادي، فعند العودة إلى هذا المفهوم نجد أنه لا يأخذ بالاعتبار الجانب البيئي في النشاط الاقتصادي، فالاستخدام الأمثل للموارد يقصد به - وفق المفهوم الكلاسيكي - الاستخدام الأمثل للموارد التي تعتبر أصولاً إنتاجية، أي تلك الموارد التي تقيم تقيماً نقدياً في السوق وتستخدم في العملية الإنتاجية ولا تعتبر الموارد الطبيعية أصولاً إنتاجية، وبالتالي لا تدخل ضمن إطار الاستخدام الأمثل<sup>[27]</sup>، ولا تزال هذه الموارد مستبعدة من مفهوم (الاستخدام الأمثل) كما أن تعبير (أقل تكلفة) لا يزال يقصد به أقل تكلفة بالنسبة للعوامل الإنتاجية الداخلة في العملية الإنتاجية مباشرة ولا تؤخذ بالاعتبار الخسائر البيئية والتكاليف الاجتماعية، أي التكاليف على مستوى المجتمع وعلى مستوى الاقتصاد ككل والتي تسمى بالتكاليف الخارجية، فعند إنتاج أي منتج صناعي مثلاً، لا يحسب ضمن التكلفة سوى التكلفة داخل

المجمع الصناعي ولا يحسب كم طناً من الأسماك قد دمر في البحيرة أو في البحر المجاور مقابل إنتاج هذا المنتج أم كم شخصاً قد تضرر أو مرض نتيجة الغازات أو الغبار المنطلق، وكم سيكلف علاجهم وما هي خسائر الإنتاج الناجمة عن التوقف عن العمل بسبب المرض، وكم هو حجم الضرر الحاصل في المزروعات والغابات والهواء في المنطقة المحيطة بالمجمع الصناعي. ولا تحسب أيضاً التكاليف الإقليمية أو العالمية الناجمة عن المصانع الواقعة على حوض المتوسط مثلاً، والتي تؤثر على اقتصاديات وموارد وسكان هذا الحوض سواء بموت الأحياء البحرية أو بتلوث الهواء أو غير ذلك، كما أنه لا تحسب تكلفة زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتسبب بارتفاع درجة حرارة الأرض، ولا تحسب أيضاً تكلفة زيادة غازات الكلورفلور كربونات وأول أكسيد الكلور التي تسبب تمزيق طبقة الأوزون. هذه التكاليف التي تعتبر خارجية بالنسبة للمنشأة، سواء كانت على مستوى بلد معين أو إقليم معين أو على المستوى العالمي، لا تزال خارج الحسابات الاقتصادية والتقليدية.

### 3-2 مفهوم الاقتصاد البيئي:

يستعرض الاقتصاد البيئي كيفية تأثير النشاط والسياسة الاقتصاديَّين في البيئة التي نعيش فيها، فبعض عمليات الإنتاج يتخلف عنها تلوث؛ فيمكن لانبعاثات محطات الطاقة مثلاً أن تتسبب في أمطار حمضية وكذلك في الاحتباس الحراري العالمي. وتؤثر قرارات الاستهلاك المنزلي كذلك في البيئة؛ فعلى سبيل المثال يمكن أن تؤدي زيادة الاستهلاك إلى زيادة المخلفات التي تُرسل إلى المحارق ومقالب القمامة الملوثة للبيئة. بيد أن التلوث ليس نتيجة حتمية للنشاط الاقتصادي فبمقدور السياسات البيئية أن تفرض على الشركات المسببة للتلوث تنقية انبعاثاتها، وتشجيع الناس على تغيير سلوكياتها. لكن بصفة عامة، ستشتمل هذه التدابير على بعض التكاليف؛ مثل تكاليف تركيب أجهزة مكافحة التلوث. لذا، هناك مقايضة: بيئة أكثر نظافة، لكن بتكاليف اقتصادية عالية .

تتعلق الأسئلة المحورية في الاقتصاد البيئي بهذه المقايضة؛ إذا كانت حماية البيئة مكلفة، فكم ينبغي أن ننفق على مكافحة التلوث؟ هل الأمر يستحق القضاء على التلوث تماماً، أم أن علينا تقبل درجة معينة منه بسبب المنافع الاقتصادية المرتبطة به؟ عند اتخاذ هذه القرارات، كيف يتسنى لنا تقييم المنافع التي يُحصِّلها الناس من بيئة أقل تلوثاً؟

من هنا، أدى تقييم التطورات البيئية في العقود الأخيرة إلى خلق فرعاً جديداً من فروع العلوم الاقتصادية هو (علم الاقتصاد البيئي) الذي نعرِّفه بأنه (العلم الذي يقيس بمقاييس بيئية مختلف الجوانب النظرية والتحليلية والمحاسبية للحياة الاقتصادية ويهدف إلى المحافظة على توازنات بيئية تضمن نمواً مستديماً)<sup>[28]</sup> .

أيضاً نستطيع أن نعرِّف الاقتصاد البيئي على أنه حقل ثانوي من علم الاقتصاد ويعني بدراسة القضايا البيئية. وبالنقل عن برنامج الاقتصاد البيئي للمكتب الوطني للبحوث الاقتصادية فإن " الاقتصاد البيئي يختص بالدراسات النظرية أو التجريبية للآثار الاقتصادية للسياسات البيئية الوطنية والمحلية في جميع أنحاء العالم. وتشمل القضايا الخاصة تكاليف وفوائد السياسات البيئية البديلة لمعالجة تلوث الهواء ونوعية المياه، والمواد السامة، والنفايات الصلبة " <sup>[29]</sup> .

كما يمكن تعريف الاقتصاد البيئي بأسلوب آخر على انه فرع من فروع علم الاقتصاد يتناول مسألة التوزيع الأمثل للموارد الطبيعية التي توفرها البيئة لعملية التنمية البشرية. ويمكن تعريف البيئة البشرية على أنها المحيط الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على المواد اللازمة لبقائه وتنميته المادية والثقافية، ويبنى فيه مسكنه ويفرغ فيه النفايات الناتجة عن نشاطاته اليومية. وبهذا المنطق فإن عناصر الاقتصاد البيئي هي سلع اقتصادية نادرة، ولا توفر الطبيعة كمية كافية من الموارد البيئية لتلبية احتياجات الإنسان، وهي ليست مجانية حتى وان كانت غير قابلة للنضوب بالفعل، أو كان الطلب عليها شبه معدوم [30].

بعض الدراسات [31] حددت الطبيعة الاقتصادية للمشكلة البيئية من خلال ثلاثة دوال هي:

أ- دالة الأضرار البيئية: وتشمل النفقات والتكاليف التي لحقت بعناصر النظام البيئي من جراء تدهور الأوضاع البيئية وحدوث التلوث مثل الخسائر التي تلحق بصحة الإنسان، الغياب عن العمل، انخفاض الإنتاجية، هبوط خصوبة الأرض، وانخفاض إنتاجيتها، خسائر الثروة السمكية، خسائر السياحة المائية، هذا فضلاً عن الأضرار المباشرة التي تلحق بالمشروعات الإنتاجية والزراعية من التلوث.

ب- دالة العلاج: وهي تشمل النفقات التي يتحملها المجتمع والوحدات الاقتصادية لمعالجة وإزالة بعض آثار التلوث، منها مصاريف معالجة المياه الملوثة، تنقية الهواء وخفض تركيز الأكاسيد والغازات الملوثة له، نفقات العلاج والدواء.....الخ.

ج- دالة النفقات الوقائية: وتشمل النفقات التي تتحملها الدولة وعناصرها الاقتصادية من أجل منع حدوث التلوث أو جعله في حدود المستويات المقبولة بيئياً.

من الصعوبة حساب التكاليف الحقيقية لعملية تقييم التأثير البيئي لأن المشروعات الرئيسية تتطلب عدد كبير من الدراسات والتقارير، المرتبطة بالمشروع المقترح. وبشكل عام، الوقت والتكاليف المبذولة في عملية تقييم التأثير البيئي يجب أن تقل كلما زادت الخبرة المكتسبة بالممارسة لتلك العملية، وكلما كان هناك تفهماً أفضل للتأثيرات البيئية المرتبطة بالأنواع المختلفة من المشروعات، كلما كان المدى الزمني أطول للمشروع، وكلما كانت البيانات الأساسية للمشروع المقترح متوفرة بشكل أكبر [32].

ولمناقشة أوسع لتقنيات الاقتصاد البيئي وتطبيقاتها، يرجى الرجوع إلى دراسات:

. Cropper & Oates Freeman (1992)، Kolstad (2000)، Pearce & Turner (1990)

### 3-3 طرائق تقييم الأثر البيئي للمشاريع:

#### 1-3-3 مقدمة حول مفهوم تقييم الأثر البيئي:

هناك عدة تعاريف لتقييم الأثر البيئي Environmental Impact Assessment، وبشكل عام يمكن اعتباره أداة تقوم بالتحديد، التنبؤ، ووصف الريح والخسارة للمشروع المراد إقامته. ولكي يكون التقييم ناجحاً يجب أن تنقل نتائجه بشكل يمكن فهمه من قبل المجتمع المحلي وصانعي القرار، بتحديد الإيجابيات والسلبيات على أساس معايير ذات أهمية للمجتمع المتأثر [33].

وبهذا يمكن القول إن مفهوم تقييم الآثار البيئية يركز على عدة محاور [34] أهمها:

- تجميع الجوانب البيئية المختلفة، ودراسة تأثيراتها على الصحة العامة وعلى رفاهية الإنسان سواء كان ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر.
- ترجمة المعلومات الوصفية إلى قيم نقدية، والتي تعبر عن درجة أهمية القرار سواء كان بالرفض أو القبول.
- متابعة ما إذا كان المشروع قد التزم بالتشريعات البيئية، ومراجعة عملية إدراج التكاليف البيئية ضمن القوائم المالية للمشروع.

أو يعرف ببساطة تقييم التأثير البيئي على أنه عملية منظمة لتحديد وتوقع وتقييم التأثيرات البيئية للأعمال والمشاريع المقترحة، هذه العملية تتم كوضع مسبق على القرارات الرئيسية والالتزامات.

إن البيئة بمفهومها الواسع الذي يشمل على التأثيرات الثقافية والاجتماعية والصحية تعتبر كجزء مكمل لتقييم التأثير البيئي، وعملياً فإن عملية التقييم البيئي تهدف إلى منع التأثيرات البيئية السلبية للمشروع أو التخفيف منها. يعمل تقييم التأثير البيئي على تخفيض عبء التأثيرات البيئية الناتجة عن أعمال التنمية ويجعلها تنمية مستدامة. وهذه التأثيرات البيئية تتميز بالتعقيد وكبر حجمها وبعضها لا يظهر عواقبه إلا بعد مضي أكثر من ثلاثين عاماً من إجراء عملية تقييم التأثير البيئي. ونتيجة لذلك اكتسب تقييم التأثير البيئي أهمية كبرى كأداة لاتخاذ قرار في عمليات التنمية.

هذا الدور تم تعريفه رسمياً بالمبدأ رقم 17 من إعلان "ريو" سنة 1992 التنمية والبيئة [35] والذي ينص على: "تقييم التأثير البيئي، هو أداة وطنية، يجب إجراؤها للأنشطة المقترحة التي من المحتمل أن يكون لها تأثير واضح على البيئة وتخضع لقرار الجهة الوطنية المختصة".

من الناحية العملية، يتم إجراء تقييم التأثير البيئي بهدف منع أو تقليل التأثيرات السلبية المحتملة لمشروعات التنمية من أمثال، محطات القوى الكهربائية، ومشروعات السدود وخزانات الماء، والمنشآت صناعية ... الخ. من جهة أخرى فإن تلك العملية يمكن استخدامها كأداة تخطيط وذلك عن طريق إدخال الاعتبارات البيئية في جميع مشروعات التنمية المقترحة.

وبشكل خاص، تقييم البيئي الاستراتيجي للسياسات والخطط يركز على المستويات العليا في اتخاذ القرار، عندما يكون من الأفضل الأخذ في الاعتبار البيئة في البدائل والخيارات الخاصة بالتنمية.

كما يعرف تقييم الأثر البيئي على أنه دراسة تنبؤية لمشروعات أو نشاطات تنمية ذات تأثير بيئي محتمل لتحديد البدائل المتاحة وتقييم تأثيرها البيئي واختيار أفضل البدائل ذات التأثيرات البيئية الأقل سلبية واقتراح وسائل التخفيف (الحد) من التأثيرات السلبية، وأيضاً هو الدراسة التي يتم إجراؤها لتحديد الآثار البيئية المحتملة أو الناجمة عن المشروع والإجراءات والوسائل المناسبة لمنع الآثار السلبية أو الحد منها وتحقيق أو زيادة المردودات الايجابية للمشروع على البيئة بما يتوافق مع المقاييس البيئية المعمول بها [36].

يهدف تقييم الأثر البيئي إلى تقييم البدائل المطروحة أمام أي مشروع تنموي، حيث أن كل من تلك البدائل سوف يكون لها تكلفة ومنفعة اقتصادية بالإضافة إلى آثار بيئية (سلبية وإيجابية). وبالطبع لا بد أن يكون هناك عملية تسوية بين الإيجابيات والسلبيات، حيث يمكن خفض الآثار البيئية السلبية على حساب تكلفة المشروع، ومن ناحية أخرى يمكن تعزيز المنافع الاقتصادية بكلفة بيئية أقل، وبالإضافة إلى ذلك يحاول تقييم الأثر البيئي وزن الآثار البيئية على قدم المساواة مع التكاليف والمنافع الاقتصادية في تقييم شامل للمشروع. ويساعد ذلك القائمين على صنع القرار على عدم إغفال التوابع البيئية للقرارات التي يتخذونها [37].

### 3-3-2 طرق تقييم الأثر البيئي للمشاريع:

تتعدد الطرق التي يتم من خلالها تقييم الآثار البيئية للمشاريع، وذلك بحسب الأساس أو المنهج الذي تعتمد عليه، بالإضافة إلى حجم الأثر البيئي لكل مشروع، حيث يوجد ثلاثة منهجيات وهي:

#### أ- طرق تستخدم أسعار السوق لتقييم الأثر البيئي وهي على نوعان:

أ-1- الطرق الفنية التي تستخدم أسعار السوق لتقييم التغير في الإنتاجية:

أ-1-1 طريقة التغير في الإنتاجية المترتبة على قيام المشروع

أ-1-2 طريقة الفقد في المكاسب

أ-2- الطرق الفنية التي تستخدم فيها أسعار السوق لتقييم التكاليف:

أ-2-1 طريقة تحليل فعالية التكاليف

أ-2-2 طريقة النفقات الوقائية

أ-2-3 طريقة تكلفة الفرصة

ب- طرق تستخدم بدائل الأسعار السوقية لتقدير قيمة نقدية للأثر البيئي:

ب-1 طريقة استخدام سلع البيع والشراء كبديل بيئية

ب-2 طريقة التكاليف الإحلالية

ب-3 طريقة تكاليف إعادة الوضع

ب-4 طريقة مشاريع الظل

#### ج- أسلوب الكلفة / المنفعة.

وسوف نستعرض هذه الطرق بقليل من التفصيل وفق الآتي:

#### أ- طرق تستخدم أسعار السوق لتقييم الأثر البيئي:

##### أ - 1 - الطرق الفنية التي تستخدم أسعار السوق لتقييم التغير في الإنتاجية:

الطرق الفنية التي تناقش هنا، تعالج بصورة مباشرة الآثار على نوعية البيئة، أو على استدامة العناصر المتجددة للموارد الطبيعية، والتي تنعكس في التغيرات على إنتاجية النظم الطبيعية التي تتضمنها، والتغيرات في الإنتاجية يتم تحويلها إلى قيم تستخدم في التقييم البيئي [38].

##### أ - 1 - 1 طريقة التغير في الإنتاجية المترتبة على قيام المشروع:

طرق التغير في الإنتاجية تعتبر توسع مباشر لاستخدام أسعار السوق، حيث أن التغيرات الطبيعية في الإنتاج تقم باستخدام أسعار السوق للمدخلات والمخرجات ( أو عند وجود عدم استقرار بتعديل ملائم لأسعار السوق ) والقيم النقدية المحسوبة بدورها يتم إضافتها إلى التحليل الاقتصادي للمشروع، هذا المنهج يعتمد مباشرة على نظرية الرفاهية الاقتصادية الحديثة، وعلى تحديد الرفاهية الاجتماعية . وهناك عدة خطوات مطلوبة لاستخدام هذه الطريقة [39]:

- 1- يجب تحديد التأثير على الإنتاجية الخاصة بالمشروع، سواء كانت داخلية أو خارجية.
- 2- يجب تقييم الآثار على الإنتاجية نقدياً، وأن تقاس في إطار المشروع و دونه، وحتى في حالة وجود مشاريع بديلة يجب الإبقاء على الاختيار في حالة عدم وجوده ، وذلك لنكون قادرين على تمييز التغير الناتج.
- 3- يجب وضع فرضيات عن الزمن الذي تستغرقه التغيرات في الإنتاجية، و عن الأسعار الصحيحة التي استخدمها، والتغيرات المتوقعة في الأسعار عبر الزمن.

##### أ - 1 - 2 طريقة الفقد في المكاسب:

طريقة الفقد في المكاسب تشبه طريقة التغير في الإنتاجية، إلا أنها تستخدم إنتاجية الإنسان (الإنتاجية القائمة على قدرته لأداء العمل، والمترتبة عن حالته الصحية وسلامته البدنية) كمقياس للآثار البيئية، وذلك باختبار المكاسب المفقودة والتكاليف اللازمة من لحظة التدهور البيئي، وتعرف هذه الطريقة أيضاً بطريقة رأس المال البشري، أو طريقة الكسب المهمل [40].

فعدت تقييم حياة الإنسان نتجنب وضع أي قيم نقدية على الحياة والتكاليف النفسية للمرض أو الموت، حيث تدرس هذه الطريقة المكاسب المفقودة و تكاليف الرعاية الصحية الناتجة عن آثار بيئية سلبية ( مثل الهواء والماء الملوث أو الضوضاء ) ، فمعظم الناس سيوافقون على أن التكاليف الرئيسية للإصابة بالأنفلونزا لمدة ثلاث أيام سهلة التحديد ( عبارة عن الأجر المفقود +التكاليف الطبية ) ، لكن عندما يمتد المرض إلى أسابيع، أشهر، أعوام، أو ينتهي المرض بالموت، يكون من الصعب حساب التكاليف الكلية وبصفة عامة يتم تقييم الآثار البيئية باستخدام طريقة الفقد في المكاسب، عندما يكون المرض لفترة قصيرة نسبياً، و أن يكون متقطع و لا يترك آثاراً سلبية طويلة المدى، بينما يكون من الصعب تتبع الأمراض المزمنة والتي تؤدي إلى الوفاة.

## أ-2- الطرق الفنية التي تستخدم فيها أسعار السوق لتقييم التكاليف:

## أ-2-1 طريقة تحليل فعالية التكاليف:

يعتبر تحليل فعالية التكاليف ملائماً لبعض الأنواع من البرامج الاجتماعية، كالتي تتعامل مع الصحة والسكان . حيث تعد الخطوة الأولى في تحليل فعالية التكاليف هي تقرير الهدف المراد تحقيقه، ومن ثم وضع المقياس بحسب المستويات الملائمة، فعلى سبيل المثال لو أن المستوى المستهدف هو تحقيق معدّل انبعاث ليس أكثر من 100 ppm للإنتاج أو نوعية المصنع المطلوب إقامته، وهناك ثلاثة بدائل تكنولوجية (وفق المعلومات الواردة في الجدول التالي) [41] :

## نتائج إفتراضية لتحليل فعالية التكاليف

مقياس معدل الإنبعاث (ppm)	تكاليف التجهيزات (مليون \$)	البدائل
98	50	A
135	15	B
105	25	C

البديل A هو الوحيد الذي يقابل المعيار المطلوب، أما البديل B يعتبر الأرخص في تكاليف التجهيزات لكنه لا يقابل المعيار المطلوب، والبديل C يمثل المشكلة، فهو يكلف نصف ما يكلفه A وفي نفس الوقت يزيد عن المعيار المطلوب بمقدار بسيط، فأى البدائل أفضل؟؟  
طريقة متشعبة قد تختار A ليستخدّم حتى لو كان البديل التكنولوجي C يوفر 25 مليون دولار، فهل الزيادة في المقياس أو معيار الانبعاث تساوي النقص في التكاليف؟  
لذلك تحليل فعالية التكاليف يجب أن يقدم كل البدائل لصانع القرار وللمحلل البيئي والاقتصادي، حيث يعتمد الاختيار على ماهية الأخطار المحتملة من مستوى الانبعاث الأعلى، وبالتالي القدر الذي يمكن للمجتمع أن يدفعه ويرحب به للوصول إلى مستوى انبعاث معين .وهنا تبرز حقيقة أن التحكم بنسبة 100% من الملوثات عادة ما يكون مستحيل، كما أن التحكم في التكاليف التي توازن العوائد الناتجة عن المشروع بنسبة 100% أيضاً غير ممكنة.

## أ-2-2 طريقة النفقات الوقائية:

طريقة النفقات الوقائية عبارة عن تقدير شخصي لأدنى نوعية لقيمة البيئة، حيث يتم التقدير في بعض الأحيان مع ترحيب الأشخاص بتحمل تكاليف الوقاية من الآثار السلبية أو تخفيفها على أنفسهم أو البيئة، هذا المنهج يعرف بطريقة " النفقات الوقائية "أو نفقات التخفيف أو التلطيف البيئي .وتعطيه هذه الطريقة التقدير الأدنى بسبب عاملين :أن النفقات الفعلية تكون محددة بالدخل، وأنه قد يكون هناك كمية إضافية من فائض المستهلك بالرغم من تحمل النفقات الوقائية . بينما نجد أن طريقة فعالية التكاليف تختبر التكاليف المباشرة التي تحتاجها بعض الأهداف أو المعايير المحددة رسمياً، في حين أن طريقة النفقات الوقائية تختبر النفقات الفعلية لتحديد الأهمية التي يضعها الشخص على آثار بيئية معينة، وهي تقدير شخصي من جانب، وقدرة شخصية من جانب آخر [42] .

**أ-2-3 طريقة تكلفة الفرصة:**

طريقة تكلفة الفرصة بنيت على مفهوم تكلفة الفرصة لاستخدام الموارد غير المسعرة وغير المسبوقه (مثلا حفظ الأرض لاستخدامها كحديقة عامة بدلا من قطع الأشجار لاستخدامها في البناء أو النجارة). يمكن أن تقدر باستخدام الدخل السابق لنفس المصدر كبديل، كما تقيس هذه الطريقة كل ما يجب تركه مقابل حفظ الأرض ولا تقيس فوائد حفظها لاستخدامات أخرى، لذا فإن طريقة تكلفة الفرصة هي مقياس لتكلفة الحفظ، كل هذه المعلومات تستخدم لتقييم الاختيارات المتاحة لمتخذي القرار<sup>[43]</sup>.

**ب - طرق تستخدم بدائل الأسعار السوقية لتقدير قيمة نقدية للأثر البيئي:****ب-1 طريقة استخدام سلع البيع والشراء كبدايل بيئية:**

أحيانا ما تقابلنا أوضاع نجد فيها الخدمة البيئية عبارة عن سلعة غير كاملة، تحل محلها سلعة خاصة قابلة للبيع والشراء، مثلا حمامات السباحة الخاصة قد ينظر إليها كبدايل البحيرات النظيفة أو تيارات المياه، أو اعتبار الحدائق الخاصة كبدايل للحدائق العامة، ومن خلال هذه الإحلالاات يمكن استنتاج فوائد الزيادة في المعروض من السلع البيئية كالحديقة العامة، بملاحظة النقص في شراء السلعة الخاصة، ونظرا لكون السلعتين بديلتين ومتشابهتين فإن مستوى رفاهية المستخدمين لا يتأثر بدرجة كبيرة.<sup>[44]</sup>

ومع الإحلال الكامل تتناقص المشكلة، لتتمثل في التحديد الحريص للوضع والتغيرات المضبوطة في النفقات على السلع الخاصة وأسبابها، وعندئذ يمكن تعريف الحدائق الخاصة كبدايل للحدائق العامة لكنها غير كاملة، لأن مقياس أثر التغيير في المعروض من الحدائق العامة للمنفق على الحدائق الخاصة قد تخلق مشكلة تعريف لا يمكن التغلب عليها<sup>[45]</sup>.

**ب-2 طريقة التكاليف الإحلالية:**

عادة ما ينتج عن تلوث البيئة الإضرار بالأصول والموارد المختلفة، على سبيل المثال الأراضي الزراعية والعقارات، في مثل هذه الحالة يمكن تقدير تلك التأثيرات اقتصادياً عن طريق حساب تكاليف إحلال الأصل المتأثر أو إرجاعه إلى حالته الأولى. ويقوم هذا الأسلوب على عدد من الافتراضات، يتعلق الأول بطبيعة ونطاق الضرر المادي والذي يجب أن يكون التنبؤ به ممكناً، كما يفترض وجود إمكانية لتقدير تكاليف الإحلال أو الترميم بمستوى معقول من الدقة، كذلك يفترض هذا الأسلوب أن تكون تلك التكاليف مناسبة تقريبا لتكاليف الضرر البيئي، أي من المفترض أن تكاليف الإحلال أو الترميم لن تتعدى القيمة الاقتصادية للأصل ذاته، وهو افتراض لا يكون صحيحا في جميع الحالات.

**ب-3 طريقة تكاليف إعادة الوضع:**

طريقة تكاليف إعادة الوضع مختلفة عن طريقة تكاليف الإحلال، في حالة إعادة توزيعها، فالتكاليف الفعلية لإحلال أصل طبيعي بسبب تغيير نوعية البيئة تستخدم في تقييم العوائد المحتملة والتكاليف المصاحبة لمنع التغيير البيئي. مثلا إنشاء معصرة لزيت الزيتون سوف ينتج عنها زيادة في الاستخدام من المصدر القريب، أحد التكاليف البيئية المصاحبة لذلك الفقد هو الحاجة لإعادة وضع المياه المتسربة للاستخدام المنزلي الموجود أسفل

التيار، فإذا لم يتم تعويض المياه المستخدمة بالرغم من وضع أجهزة إضافية للمعالجة فإنها تصبح مثالا للتكاليف الوقائية.

#### ب-4 طريقة مشاريع الظل:

يقصد بمشاريع الظل، المشاريع التي يمكن القيام بها لمعالجة مشكلة بيئية معينة ويختلف أسلوب مشاريع الظل عن أسلوب تكاليف الإحلال والترميم، في أن الأول يتعامل مع أصول تعرضت للضرر نتيجة لمشكلة بيئية، أما أسلوب مشاريع الظل، فيركز على إحلال خدمات بيئية فقدت نتيجة ضرر أصاب أصول بيئية أو مادية معينة . على سبيل المثال، إصابة بحيرة بالتلوث نتيجة التخلص من مياه الصرف الصحي بها، يعني فقدان الخدمات التي تؤديها البحيرة، وتتضمن هذه الخدمات إمكانية التخلص من مياه الصرف الزراعي بها بمعدلات مناسبة، و توفير بيئة ملائمة للطيور المهاجرة، وكذلك توفير منطقة تكاثر لأسماك المياه العذبة، ونتيجة لتلوث البحيرة لا تتمكن من القيام بهذه الوظائف، إما كلياً أو جزئياً، لذلك يمكن وضع تصور متكامل لمشروع يهدف لإعادة تأهيل البحيرة وعودتها للقيام بوظائفها المختلفة مرة أخرى، وتمثل تكاليف المشروع الافتراضي مشروع الظل [46] ، الذي يعكس التقييم الاقتصادي للبحيرة و كذا الوظائف التي تقوم بها.

#### ج- أسلوب التكلفة/المنفعة:

يعد أسلوب التكلفة/العائد تحليلاً شاملاً ومختصراً لمختلف الطرق السابقة الذكر، من خلال ترتيب المشاريع حسب درجة تأثيراتها السلبية أو الإيجابية على البيئة، حيث تعد الأضرار البيئية تكاليف تحسب ضمن تكاليف المشروع، وتعد الآثار البيئية الإيجابية عوائد تحسب من عوائد المشروع [47] ، وبعد أن يتم حساب كل العوائد والتكاليف يمكن الحصول على القيمة الحالية والمشروع الأفضل من الناحية البيئية، هو الذي تكون صافي قيمته الحالية بعد حساب كل التكاليف والعوائد أكبر من صافي القيمة الحالية للمشاريع البديلة. و سوف نتكلم في الفقرات التالية عنه بالتفصيل.

### 3-4 مفهوم التحليل التزايدى للكلفة/المنفعة: benefit/cost incremental Analysis

انبثقت نظرية الكلفة/المنفعة في الثلاثينات والأربعينات عبر (Kaldor) و (Hicks) كالدور و هيكس و جاء قانون الملاحة الاتحادية Flood Control Act لعام 1936 في الولايات المتحدة الأمريكية استجابة لهذه النظرية التي اشترطت لتبرير تمويل المشروعات الممولة مركزياً (اتحادياً) أن تتجاوز المنافع الناجمة عنها تكاليفها ووضعت معياراً واضحاً لاتخاذ القرارات في جميع الحالات التي تفترض انتفاع أحدهم من التدابير الهادفة لتوفير السلع العامة (مثل الهواء النقي، و التربة غير الملوثة ، و المياه الجوفية النظيفة ) مجاناً للعموم و ذلك عبر النظر في درجة الموازنة بين المنافع والتكاليف الضرورية لتوفير السلعة للعموم [48]

نطبق مفهوم تحليل المنفعة / الكلفة في الدراسات الاقتصادية لمشاريع النفع العام، وتستخدم هذه الأداة غالباً لدعم القرار المتعلق بمشاريع النفع العام الممولة حكومياً، مثل المستشفيات المجانية، والحدائق، ووسائل الاستجمام، والطرق السريعة، والسدود، والجسور، والمحاكم، والمدارس، والسجون، وأشكال أخرى عديدة.

تتميز مشاريع النفع العام بضخامة الإستثمارات، والتقديرات العمرية الطويلة، وانعدام وجود الأرباح. لأن منافع هذه المشاريع تعود على السكان مجاناً دون مقابل. وربما تترافق ببعض النتائج غير المرغوب فيها، وبالتالي تكون المشاريع مثار جدل بطبيعتها وقد تلفت نظر وسائل الإعلام بناء على وجود مؤيدين ومعارضين لها.

التكاليف في هذه المشاريع تتكون في الغالب من بنود الإنشاء، وهذه يمكن التنبؤ بها بموثوقية عالية، أما تكاليف التشغيل والصيانة المستقبلية فتتم معرفتها بدرجة أقل ويجب تقديرها باعتماد أساليب التنبؤ.

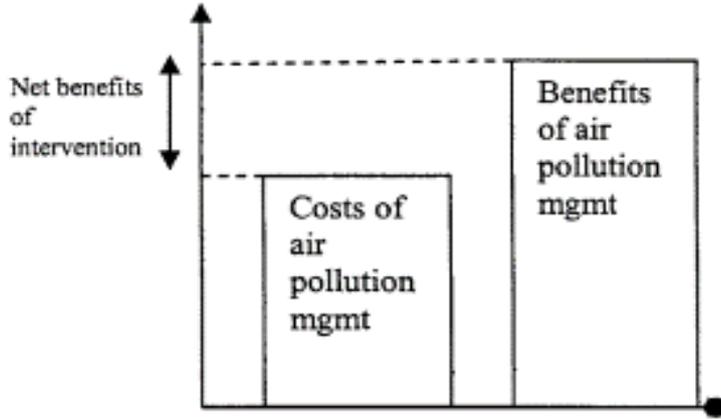
أما المنافع فمن الصعب أحياناً تقدير تأثيرها الاقتصادي والتوصل إلى اتفاق بشأنها و ذلك لصعوبات تتعلق بإمكانية تقدير المنافع بقيم نقدية، وبوجود منافع سلبية غير مرغوب فيها في بعض الأحيان، إذ قد يسبب تطوير بعض المشاريع (مثل: البنية التحتية و النقل، نظام إدارة النفايات، إنتاج أو توزيع الكهرباء، ... الخ)، آثار إيجابية مثل التنمية الاقتصادية المحلية والإقليمية، الحد من الفقر، الحد من التلوث. ولكن يمكن أن يكون لها آثار سلبية أيضاً مثل هدم الممتلكات وتشريد السكان ونزع الأراضي والضجيج وتغيير البيئة

يبين تحليل الكلفة/المنفعة أن برنامجاً معيناً لمكافحة التلوث يجب الأخذ به إذا كان مجموع المنافع المتوقعة من وراء تنفيذه أكبر من مجموع تكاليفه المتوقعة.

إن الإنفاق على برنامج حكومي معين لمقاومة التلوث له آثار كبيرة، فهل البرنامج الحكومي لمكافحة التلوث يخلق منافع للمجتمع تفوق تكلفته؟ إذا كانت الإجابة بنعم، يكون البرنامج قد اجتاز الاختبار الأول في الكفاءة. ثم نتساءل: كيف نقارن بين هذا البرنامج وغيره من البرامج الأخرى، التي اجتازت جميعها اختبارات الكفاءة؟ أي كيف نختار بين البرامج المختلفة بحيث يتسم الاختيار بالرشادة الاقتصادية<sup>[49]</sup>، وما هو الحجم الأمثل للتلوث في ظل تخصيص معين للموارد؟ إن أسلوب التحليل التزايدى للكلفة/المنفعة يساعدنا على إيجاد إجابات للأسئلة السابقة. كيف سنقيم المنفعة المتعلقة بتحسين نوعية الهواء، لا شك في أن انخفاض الانبعاثات يحسن نوعية حياة البشر، من حيث تحسن الصحة والرؤية والحد من الأضرار التي تلحق بالممتلكات،... الخ.

قد نسعى لتقييم المنفعة المتحققة عبر تقدير المنفعة بقياس استعداد الأفراد للدفع مقابل تحسن نوعية الهواء حيث يوفّر عليهم ذلك تكاليف من نوع آخر. حيث أنه على سبيل المثال لا يمكن عملياً التماس سوق للهواء النقي ولكن إذا تمعنا في سلوكيات الأفراد، قد نلاحظ أنهم يتخلون فعلياً عن بعض مواردهم مقابل تطيف آثار الهواء الملوث الذي يحيط بهم وذلك من خلال إنفاقهم للمال مقابل شراء مرشح للهواء لتفادي التعرض إلى تلوث الهواء.

يجيب تحليل المنفعة والكلفة على السؤال التالي: إذا أدت سياسة معينة إلى خفض تلوث الهواء بنسبة معينة، فهل تتعدى المنافع الناتجة عن هذه السياسة التكاليف الإجمالية المترتبة عن تطبيقها؟ وللإجابة على هذا السؤال سوف نمثل في الشكل التالي رقم 20 حالة افتراضية لتحليل كلفة إدارة تلوث الهواء في المناطق الحضرية مع المنافع التي سنحصل عليها نتيجة إدارة التلوث ومعالجته<sup>[50]</sup>.



شكل توضيحي رقم 20: الفرق بين التكلفة والمنفعة [50]

نلاحظ من الشكل أن تكاليف إدارة تلوث الهواء هي أقل من المنافع المستمدة من انخفاض الوفيات والامراض وانخفاض تكاليف العلاج الصحي، وبالتالي فإن إنجاز المشروع يوفر للمجتمع عوائد تفوق تكاليفه.

بمعنى آخر، لكي يتخذ المسؤولون قرارهم بإنجاز مشروع إدارة تلوث الهواء يجب أن تتجاوز منافعه تكاليفه (كما في الرسم البياني).

### 3-5- معايير تحليل الكلفة / المنفعة:

إن معيار تحليل الكلفة والمنفعة هو أحد المعايير المستخدمة للاختيار بين بدائل المشاريع المقترحة على أساس من المقارنة بين تقديرات النفقات والعوائد على هذه البدائل، ويتطلب تحليل الكلفة والمنفعة خصم جميع القيم النقدية لتُصاغ كلها بأسلوب القيمة الحالية أو المعادل السنوي المكافئ.

وللنظر في كيفية اشتقاق صيغ المقارنة طبقاً لتحليل الكلفة والمنفعة بأسلوب القيمة الحالية الذي اخترنا ان نعمل بموجبة نبدأ بحساب القيمة الحالية للكلفة في المشروع المقترح (PVC) باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$PVC = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+d)^t}$$

حيث PVC : القيمة الحالية للتكاليف .

$C_t$  : نفقة المشروع في السنة t .

T : سنوات عمل المشروع .

d : معدّل الخصم .

وبالمثل نحسب القيمة الحالية للمنفعة في المشروع المقترح (PVB) Present Value of Benefit باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

$$PVB = \sum_{t=0}^T \frac{Bt}{(1+d)^t}$$

حيث PVB : القيمة الحالية للمنافع .

$C_t$  : عوائد المشروع في السنة t .

T : سنوات عمل المشروع .

d : معدّل الخصم .

وتتحدد القيمة الحالية الصافية بالفرق  $NPV = PVB - PVC$

او تتحدد النسبة المستخدمة في منهجية الكلفة/المنفعة بالقيمة  $\Delta B/\Delta C = \Delta PVB/\Delta PVC$

وإذا كان هنالك أكثر من مشروع يمكن تنفيذه، فإن الاختيار من بين هذه المشروعات يتم بمقارنة نسبة تزايد المنفعة لتزايد الكلفة.

فإذا كانت  $\Delta B/\Delta C > 1$  فإن عوائد المشروع أكثر من نفقاته، ويكون تبعاً لذلك مشروعاً كفوئاً يحقق عائداً للمجتمع ويسهم في زيادة مستوى رفاهيته.

أما إذا كانت  $\Delta B/\Delta C < 1$  فإن نفقات المشروع أكثر من عوائده، ولا يحقق عائداً للمجتمع بل يسهم في استنزاف ثرواته ويغدو تبعاً لذلك غير مقبول.

وإذا وجدت عدة مشروعات تحقق هذا الشرط، فإنه ليس بالضرورة أن يكون المشروع الذي يحقق أعلى قيمة لنسبة  $\Delta B/\Delta C$  هو المشروع الأفضل، لأن طريقة المنفعة/الكلفة تعطي نسبة المنافع إلى التكاليف و ليس مجرد القياس المباشر للربح الكامن في كل مشروع [51].

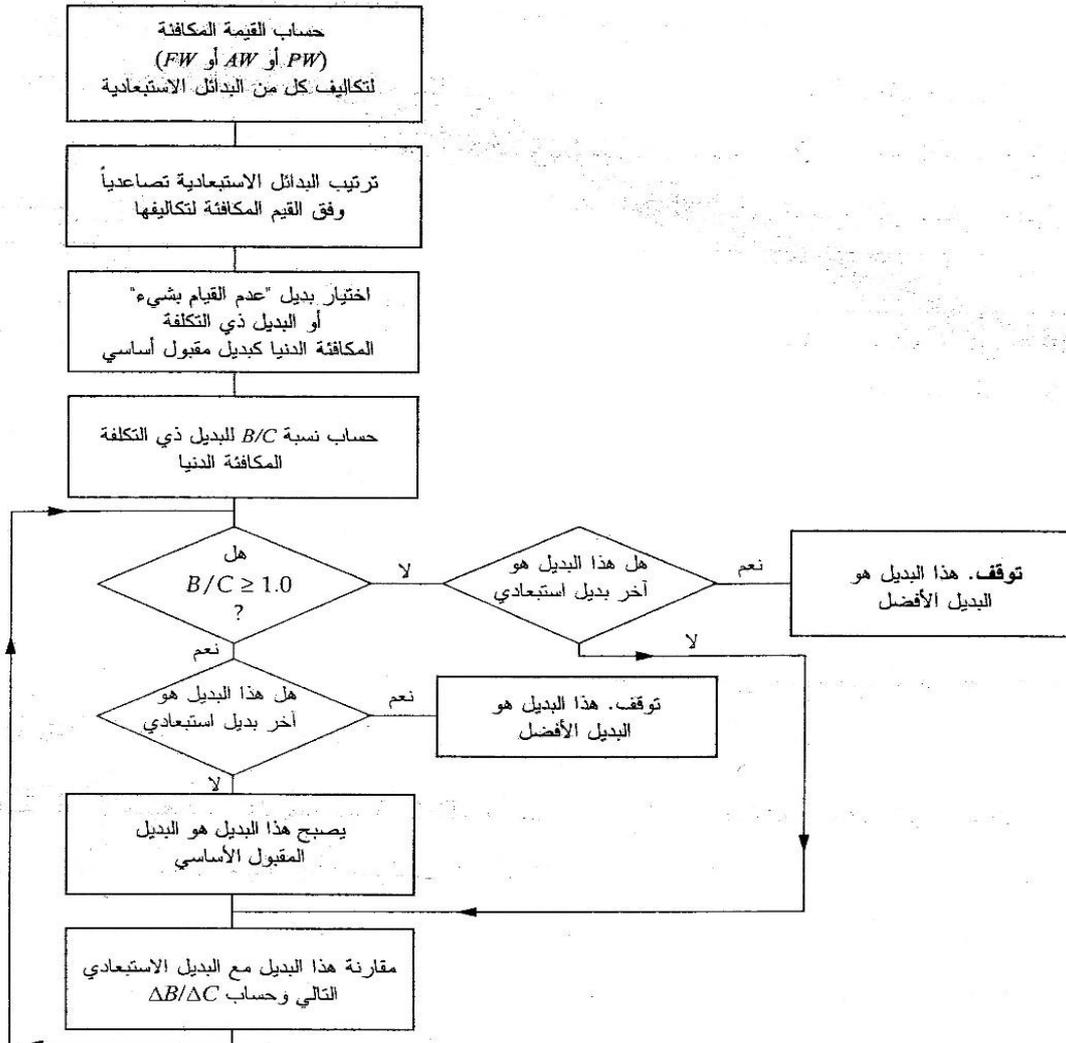
ومن أجل عملية المقارنة، يتم تطبيق طريقة تحليل التزايد للمنفعة/الكلفة أو ما يسمى بالمقارنة الثنائية بين البدائل الاستيعادية، التي تعمل على استبعاد البدائل غير الملائمة لحين الوصول إلى البديل الأفضل وفق الخطوات التالية[52]:

1. نرتب البدائل حسب تكلفتها بشكل تصاعدي من حيث الكلفة الأولية ونعتبر البديل الأقل كلفة هو البديل الأول الذي نسميه البديل (المدافع) ويقارن بالبديل التالي له في الترتيب التصاعدي الذي نسميه البديل (المتحدي).

2. نحسب فروقات الكلفة والمنفعة بين البديل المدافع والمتحدي.

3. ننسب فروق المنفعة إلى فروق الكلفة، فإذا كان الناتج أكبر من الواحد فإن البديل المتحدي هو الفائز وإلا فإن البديل المدافع هو الفائز من هذه المرحلة في المقارنة.
4. نسمي البديل المنتصر البديل المدافع.
5. نعود لحساب فروقات الكلفة والمنفعة بين البديل الفائز من المقارنة السابقة (المدافع) والبديل التالي في الترتيب التصاعدي (المتحدي).
6. نكرر الخطوات من 2 - 4 وصولاً لمقارنة فروقات الكلفة بين البديل المدافع وآخر بديل في الترتيب التصاعدي.

ويوضح الشكل رقم 21 التالي المخطط النهجي لعملية المقارنة الثنائية:



شكل توضيحي رقم 21: المخطط النهجي لعملية المقارنة الثنائية [52]

**3-6 - خطوات تحليل الكلفة / المنفعة :**

معظم الدراسات أشارت إلى أن تحليل الكلفة والمنفعة للمشاريع الاستثمارية يتم باتباع الخطوات التالية<sup>[53]</sup> :

1. تحديد سيناريوهات ومجموعة من الخيارات البديلة للمشروع.

2. تحديد الجهات التي سوف تتحمل المنافع وتلك التي تتحمل التكاليف.

3. تقييم الآثار واختيار مؤشرات القياس.

4. التنبؤ بالآثار الكمية طوال حياة المشروع.

5. تحديد القيمة النقدية للآثار.

6. تحديد المنافع والتكاليف.

7. حساب صافي القيمة الحالية الاقتصادية للمشروع.

8. تحليل الحساسية.

9. اتخاذ القرار.

**3-7 - مزايا وعيوب تحليل الكلفة / المنفعة:**

على الرغم من رسوخ طريقة نسبة المنفعة/الكلفة على أنها الأسلوب المستخدم من قبل معظم الهيئات الحكومية لتقييم مشروعات القطاع العام، إلا أن تحليل الكلفة/المنفعة له العديد من المزايا ولا يخلو من العيوب، كغيره من الأدوات المالية.

**أولاً- المزايا:**<sup>[54]</sup>

- يمكن التحليل من نقل المشروع إلى نقطة يمكن من خلالها اتخاذ القرار فيما إذا كان سيمضي المشروع قدماً أم لا.
- يزيد التحليل من الوعي بالجوانب المختلفة للمشروع التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند دراسة المشروع، حيث يمكن أن تثار قضايا ومواضيع جديدة أثناء إنجاز التحليل.
- قد يحول دون أخطاء مكلفة، كما قد يسلط الضوء على تكاليف غير متوقعة.
- التحليل الذي يتم بشكل جيد، يحدد النقطة التي تتساوى عندها العوائد والتكاليف، أو عندما يبدأ المشروع فترة الاسترداد لما صرفه.
- تحليل الكلفة/المنفعة يساعد في الحصول على قرار للمشروع، وخاصةً إذا كان المشروع هو الوحيد الذي لا يمكن أن يتم الموافقة على خلافه.

**ثانياً- العيوب:**

تعرضت طريقة نسبة الكلفة/المنفعة لانتقاد واسع عبر السنين. ومن هذه الانتقادات<sup>[55]</sup>:

1. استخدام هذه الطريقة كأداة للتبريرات اللاحقة لتنفيذ المشروع عند تنفيذه فعلاً أكثر من استخدامها في تقييم المشروع، وذلك عندما يتم تقييم المشروعات العامة من قبل أطراف تتبنى آراء قوية في جدوى هذه المشروعات.
2. عدم الأخذ في الحسبان عدم المساواة في التوزيع لمنافع وتكاليف المشروع. وكمثال أكثر واقعية على الآثار التوزيعية السلبية يمكن أخذ مشروع إنشاء مصنع للمواد الكيميائية في البلدة (أ). سيوفر هذا المصنع توظيف مئات العمال في منطقة تعاني من الكساد الاقتصادي، إلا أنه من وجهة نظر مجموعة أخرى من المواطنين سيؤدي إلى إنتاج منتجات خطيرة يمكن أن تتسبب في تلويث مياه النهر المجاور الذي يوفر معظم مياه الشرب للبلدة المجاورة (ب). وهكذا، يمكن القول إن منافع هذا المشروع تتمثل في الوظائف الإضافية ودعم الاقتصاد المحلي للبلدة (أ)، إلا أن البلدة (ب) ستتحمل التكاليف الإضافية لمعالجة المياه وسيصبح سكنها أكثر عرضة للمخاطر الصحية على المدى البعيد. لسوء الحظ، يظهر تحليل الكلفة/المنفعة الأثر المالي الصافي للمشروع دون الاهتمام بمسألة عدم المساواة في التوزيع.

وقد أشار Campen<sup>[56]</sup> إلى أن " النواة المشتركة لهذه الانتقادات لا تكمن في حقيقة استعمال تحليل الكلفة/المنفعة لتبرير حالات معينة، ولكن في عرضها كطريقة علمية ومحايدة للتحليل، وحتى يكون التحليل محايداً ويمكن الوثوق به يجب أن يستند إلى التقييم الدقيق والموثوق لجميع المنافع والتكاليف المتعلقة به ". وهكذا، يجب أن يتم التحليل من قبل مجموعة محايدة أو من قبل مجموعة تضم ممثلين عن جميع المجموعات المعنية بالموضوع<sup>[57]</sup>.

إضافة لما سبق يؤخذ على تحليل الكلفة/المنفعة النقاط التالية<sup>[58]</sup>:

- تحليل الكلفة/المنفعة يعتبر في بعض الأحيان مفراطاً في تبسيط التكاليف.
- قد تتغير جدوى المشروع بشكل كبير اعتماداً على الحدود التي تم وضعها والمقاييس والفرضيات التي تم استخدامها على طول عمر المشروع.
- تحتاج التكاليف والمنافع غير الملموسة إلى إعطائها قيمة، والتي غالباً ما تسبب خلاف عندما يأتي وقت الموافقة على المشروع.
- المعرفة غير كاملة، حيث يصعب التحديد الكمي للعوائد والتكاليف غير الملموسة.
- إن أغلب العوائد المتوقعة من برنامج حكومي لمعالجة التلوث سوف تظهر آثارها خلال فترة زمنية طويلة وعليه يجب إجراء خصم لتحديد القيمة الحالية للعوائد المتوقعة في المستقبل.
- العوائد المتوقعة من برنامج حكومي معين تكون عرضة لدرجة مختلفة من عدم التأكد.

## الفصل الرابع: دراسة حالة عملية تطبيقية

### منطقة الباب في محافظة حلب

#### 1-4 مقدمة:

تم اختيار منطقة الباب في محافظة حلب للدراسة التطبيقية للبحث من منطلق السعي لحل التناقض بين دراسة تريفالور الفرنسية التي اقترحت في هذه المنطقة الحل المستند إلى عملية الفرز الميكانيكي فقط ثم طمر الباقي، والحل النهائي الوطني الذي اقترح الحل المستند إلى المعالجة الميكانيكية و البيولوجية ( تحويل إلى سماد ) ثم طمر الباقي ، و سوف نطبق منهجية الكلفة / المنفعة على هذا المشروع ضمن هذه المنطقة مع إدخال دورة حياة المشروع و التدفقات النقدية و معدّل الخصم ( الفائدة ) و القيمة الحالية في الحسابات من أجل تحديد البديل الأفضل ، و سنعمل على تحديد المتغيرات الحاسمة التي تؤدي إلى تغيير في سيناريوهات الحلول المقترحة من خلال تحليل حساسيتها .

#### 2-4 الموقع وعدد السكان في المنطقة:

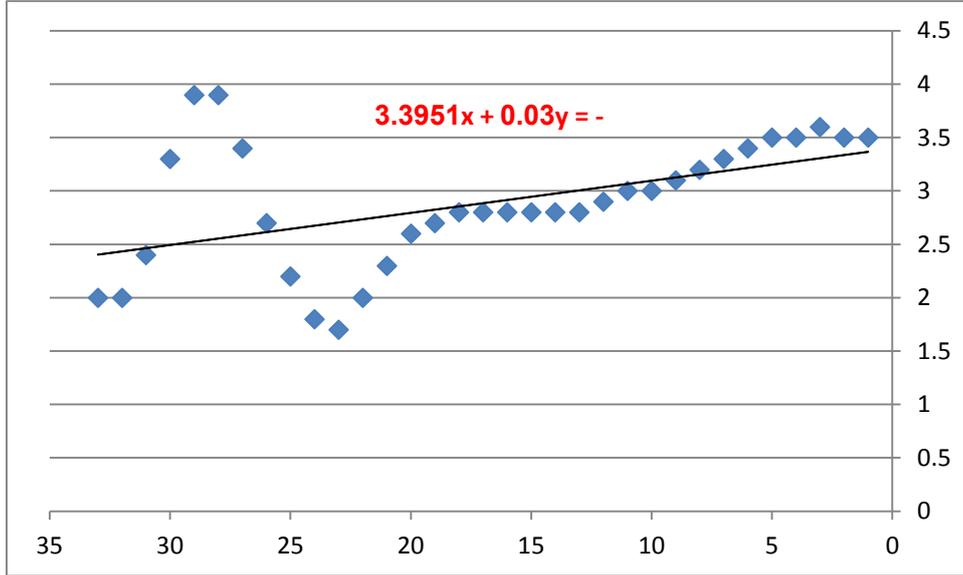
تبعد مدينة الباب عن مدينة حلب 38 كم نحو الشمال الشرقي، وقد أشارت تقديرات وزارة الإدارة المحلية في عام 2010 إلى أن عدد السكان الذي تقع ضمنه نطاق المنطقة المدروسة، سيبلغ في عام 2014 حوالي 400000 نسمة [59].

وقد كان لابد من السعي لإجراء تنبؤ بتطور عدد السكان خلال فترة حياة المشروع ليصبح من الممكن تقدير تطور كميات النفايات المنزلية الصلبة و العوادم لذلك تم توقُّع نسبة التزايد السكاني من عام 2014 لغاية عام 2045 بناءً على بيانات للنمو السكاني منذ عام 1980 و حتى عام 2012 مأخوذة من قاعدة بيانات البنك الدولي <sup>[60]</sup> ، و من ثم تم استخدام الدالة trend في برنامج Excel لتوقُّع القيم المستندة إلى البيانات الموجودة و لإنشاء القيم المستندة إلى العمليات الحسابية للاتجاه الخطي أو الاتجاه المتزايد تلقائياً للتزايد السكاني وفق الجدول رقم 10 التالي :

جدول رقم 10: نسبة التزايد السكاني في سوريا السابقة والمتوقعة بين الأعوام 1980 - 2048

جدول نسبة التزايد السكاني								
نسبة الزيادة	السنة	مسلسل	نسبة الزيادة	السنة	مسلسل	نسبة الزيادة	السنة	مسلسل
2.29	2026	47	1.8	2003	24	3.5	1980	1
2.28	2027	48	2.2	2004	25	3.5	1981	2
2.27	2028	49	2.7	2005	26	3.6	1982	3
2.26	2029	50	3.4	2006	27	3.5	1983	4
2.26	2030	51	3.9	2007	28	3.5	1984	5
2.26	2031	52	3.9	2008	29	3.4	1985	6
2.25	2032	53	3.3	2009	30	3.3	1986	7
2.24	2033	54	2.4	2010	31	3.2	1987	8
2.22	2034	55	2	2011	32	3.1	1988	9
2.17	2035	56	2	2012	33	3	1989	10
2.09	2036	57	2.37	2013	34	3	1990	11
2.00	2037	58	2.35	2014	35	2.9	1991	12
1.93	2038	59	2.34	2015	36	2.8	1992	13
1.89	2039	60	2.33	2016	37	2.8	1993	14
1.89	2040	61	2.32	2017	38	2.8	1994	15
1.94	2041	62	2.32	2018	39	2.8	1995	16
2.00	2042	63	2.32	2019	40	2.8	1996	17
2.04	2043	64	2.32	2020	41	2.8	1997	18
2.03	2044	65	2.32	2021	42	2.7	1998	19
1.99	2045	66	2.32	2022	43	2.6	1999	20
1.96	2046	67	2.31	2023	44	2.3	2000	21
1.94	2047	68	2.30	2024	45	2	2001	22
1.92	2048	69	2.30	2025	46	1.7	2002	23

حيث استنتجنا معادلة النمو السكاني المتوقعة:  $y = -0.03x + 3.3951$   
والتي يعبر عنها بالرسم البياني الموضح بالشكل رقم 25 التالي:



شكل توضيحي رقم 22: التمثيل البياني للنمو السكاني المتوقع في سورية لغاية عام 2045

تساعد الطريقة السابقة على تقدير كمية النفايات مقارنة بمعدلات النمو ضمن الوحدات الإدارية المدروسة، وبالتالي إعطاء مجال أكبر وحرية أوسع في تطوير المطمر الصحي بحيث يقوم باستيعاب كميات النفايات الصلبة المتزايدة التي يمكن أن تتشكل.

#### 3-4 استراتيجية إدارة النفايات المقترحة في منطقة الباب:

تتألف طريقة معالجة النفايات ضمن مركز معالجة النفايات في منطقة الباب من المراحل التالية:

- منطقة استقبال النفايات البلدية الصلبة من التجمعات السكانية المجاورة.
- منطقة محطة الفرز الميكانيكي للنفايات المنزلية لكمية النفايات اليومية، سوف يتم تصميم محطة المعالجة على الكمية الحالية بحيث يتم زيادة عدد الخطوط أو زيادة عدد ساعات العمل مع تطور كمية النفايات المنزلية.
- منطقة محطة المعالجة البيولوجية وتحويل النفايات إلى أسمدة عضوية أو معالجة النفايات بطريقة ميكانيكية بيولوجية قبل عملية الطمر وذلك من أجل زيادة عمر المطمر الصحي الموجود في المنطقة وتقليل لكمية المياه الراشحة والغازات المنطلقة.

- المطمر الصحي مع معالجة المياه الراشحة بطريقة التخثير والتجفيف وتدوير المياه الراشحة ضمن المطمر الصحي، أو معالجة المياه بطريق كيميائية وبيولوجية قبل تحويلها إلى شبكة الصرف العامة.

#### 4-4- المواصفات العامة والفيزيائية لموقع مركز المعالجة في منطقة الدراسة:

يقع مركز معالجة النفايات المقترح لمدينة الباب وتادف والتجمعات السكانية المحيطة في المنطقة الشمالية من الباب في المكب العشوائي الحالي والذي يقع ضمن منطقة مقالع صخرية. يبعد الموقع حوالي 8 كم عن مدينة الباب. ويعتبر مناسب من الناحية البيئية كون الموقع مكب عشوائي سابق.



شكل توضيحي رقم 23: صور موقع مركز المعالجة ضمن منطقة المشروع<sup>[59]</sup>

#### 4-5- الشروط والمواصفات الفنية والكمية للمشروع:

##### 4-5-1- كمية النفايات المتوقعة:

لابد من تقدير الكميات التي يتم تصريفها في المطمر الصحي يومياً. ويمكن التقدير الأولي للمخلفات المنزلية الصلبة وذلك بالاستناد إلى الوضع الحالي لكمية النفايات وعن طريق النمو السكاني ضمن المنطقة المدروسة.

تعطى للمدن التوقعات التالية لكمية النفايات التي ينتجها الفرد الواحد في السنة وهي 170 حتى 220 كغ في السنة للفرد الواحد. إن هذه الكمية السنوية تقدر ب 0.35 حتى 1.0 كغ للشخص في اليوم، وأما عن كثافة النفايات فهو مختلف ومرتبطة بالوضع المادي للسكان حيث يكون بكمية 175 وحتى 330 كغ/م<sup>3</sup> في المناطق ذات الطبقة الوسطى و 250 حتى 500 كغ/م<sup>3</sup> في المناطق الفقيرة. [61].

هذا يوضح طبعاً الفكرة العامة عن تركيب النفايات التي تختلف بشكل كبير حسب المناطق والوضع الاقتصادي والاجتماعي للسكان في البلدان الناهضة أكثر منها في البلدان المتقدمة التي تتميز نفاياتها بكثرة احتوائها على المواد القابلة لإعادة التصنيع مثل الورق البلاستيك وقلّة المواد العضوية [61].

إن أهم ما يتميز به تركيب النفايات المنزلية في المنطقة المدروسة هو احتوائها على قسم كبير من النفايات العضوية وقلّة احتوائها على المواد التي يمكن أن تكرر و يعاد تصنيعها مرة ثانية كالزجاج و الورق و المعادن المختلفة ، و قد أوضحت الدراسة الفنيّة [62] التي أجرتها مديرية الخدمات الفنيّة في حلب عام 2009 لمطمر الباب أن كمية النفايات العضوية الممكن فرزها ضمن محطة الفرز الميكانيكية حوالي 50 % من كمية النفايات المنزلية و مواد التدوير حوالي 10 % و العوادم ( الكمية الباقية بعد عملية الفرز الميكانيكي و المعالجة البيولوجية ، و التي تذهب إلى المطمر الصحي ) حوالي 40 % . واستناداً للدراسة الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في سوريا ودراسة تريفالور فقد تم اعتماد أن متوسط حصة الفرد من النفايات في المنطقة المدروسة تساوي إلى 0.6 كغ/يوم.

وبالتالي فإن الكميات السنوية المتوقعة من النفايات سوف تحسب بالطريقة التالية:

$$\text{كمية النفايات البلدية الكلية (طن)} = \text{عدد السكان} \times \text{حصة الفرد اليومية من النفايات} \times 365 \text{ يوم} / 1000$$

$$= 1000 / 365 \times 0.6 \times 400,000 =$$

$$= 87,600 \text{ طن / سنة}$$

كمية النفايات العضوية = كمية النفايات الكلية  $\times$  نسبة النفايات العضوية في النفايات البلدية.

$$= 0.5 \times 87,600 = 43,800 \text{ طن / سنة}$$

كمية المواد القابلة للتدوير = كمية النفايات الكلية  $\times$  نسبة المواد القابلة للتدوير في النفايات البلدية.

$$= 0.1 \times 87,600 = 8,760 \text{ طن / سنة}$$

كمية النفايات المطمورة = كمية النفايات الكلية  $\times$  نسبة العوادم في النفايات البلدية.

$$= 0.4 \times 87,600 = 35,040 \text{ طن / سنة}$$

بناءً على ما تقدم، وصلنا إلى توقّع كميات النفايات، على طول عمر المشروع، الموضحة في الجدول رقم 11 التالي:

## جدول رقم 11: كميات النفايات البلدية المتوقعة على طول عمر المشروع

كمية النفايات المطمورة	كمية مواد التدوير	كمية النفايات العضوية	كمية النفايات البلدية	عدد السكان	السنة	مسلسل
طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	نسمة		
35,040	8,760	43,800	87,600	400,000	2014	1
35,859	8,965	44,823	89,647	409,345	2015	2
36,694	9,174	45,868	91,736	418,884	2016	3
37,547	9,387	46,934	93,867	428,618	2017	4
38,419	9,605	48,024	96,048	438,576	2018	5
39,312	9,828	49,140	98,279	448,763	2019	6
40,224	10,056	50,280	100,561	459,182	2020	7
41,157	10,289	51,447	102,893	469,832	2021	8
42,110	10,528	52,638	105,275	480,710	2022	9
43,082	10,771	53,853	107,706	491,806	2023	10
44,075	11,019	55,094	110,188	503,140	2024	11
45,088	11,272	56,360	112,719	514,699	2025	12
46,119	11,530	57,648	115,296	526,467	2026	13
47,169	11,792	58,961	117,921	538,454	2027	14
48,239	12,060	60,298	120,597	550,671	2028	15
49,330	12,333	61,663	123,326	563,133	2029	16
50,445	12,611	63,056	126,113	575,858	2030	17
51,585	12,896	64,481	128,962	588,865	2031	18
52,747	13,187	65,934	131,869	602,140	2032	19
53,932	13,483	67,415	134,829	615,658	2033	20
55,127	13,782	68,909	137,818	629,305	2034	21
56,321	14,080	70,401	140,802	642,933	2035	22
57,496	14,374	71,870	143,741	656,350	2036	23
58,648	14,662	73,310	146,620	669,496	2037	24
59,782	14,945	74,727	149,454	682,439	2038	25
60,911	15,228	76,139	152,279	695,336	2039	26
62,064	15,516	77,580	155,159	708,489	2040	27
63,265	15,816	79,081	158,162	722,202	2041	28
64,528	16,132	80,660	161,319	736,618	2042	29
65,841	16,460	82,301	164,603	751,611	2043	30
1,482,155	370,539	1,852,694	3,705,388	المجموع الكلي (طن)		

#### 4-5-2 العمر التصميمي للمطمر الصحي:

بالنظر إلى استخدام الأراضي ضمن منطقة المطمر وبالنظر إلى الناحية الاقتصادية لتنفيذ المطمر الصحي يجب ألا يقل العمر التصميمي للمطمر الصحي عن 20 سنة وبالاعتماد على المعالجة البيولوجية والميكانيكية للنفايات ضمن منطقة المطمر الصحي يجب ألا يقل عمر المطمر الصحي عن 30 سنة [62].

إن طريقة تصميم المطمر الصحي على شكل قطاعات تساعد على أن يكون هناك مراقبة تامة لكميات النفايات وبالتالي يمكن سنوياً معرفة المرحلة التي سوف يتم إنشاء قطاع جديد لمطمر النفايات الجديدة ضمن المطمر الصحي، ويوضح الشكل التالي رقم 24 توزيع القطاعات المقترح ضمن مخطط الموقع العام للمشروع.



شكل توضيحي رقم 24: الموقع العام للمشروع [62]

تتم عمليات الطمر ضمن المطمر الصحي بارتفاع للنفايات قدره حوالي 20 متر، مترين تحت منسوب الأرض الطبيعية و 18 متر فوق منسوب الأرض الطبيعية. تهدف عملية بناء المطمر بالشكل التالي من أجل جمع المياه الراشحة عن المطمر وضخها من حفرة التجميع إلى خارج المطمر ومعالجتها.

سوف تتم عملية طمر النفايات على مراحل وتتضمن كل مرحلة القطاعات التالية:

- ❖ **المرحلة الأولى:** يتم بناء المطمر الصحي على شكل قطاع أول يستطيع أن يستوعب حجم من النفايات الناتجة عن المنطقة المدروسة لمدة 10 سنوات.

❖ **المرحلة الثانية:** يبلغ العمر التصميمي للقطاع الثاني للمطمر الصحي 10 سنوات. يتم خلال هذه المرحلة إغلاق القطاع الأول من المطمر بشكل أولى بحيث يمنع تشكل وانطلاق الغازات والروائح وتكاثر الحشرات والطيور الضارة وانتشار الأوراق. تساعد عملية التغطية الأولية بشكل أساسي على حصول الهبوطات الأولية ضمن جسم المطمر والتي يمكن أن تصل إلى حوالي 20 % من ارتفاع المطمر. بعد ذلك تبدأ مرحلة الهبوطات الثانوية وهي لا تشكل نسبة عالية من الهبوطات الكلية. في هذه المرحلة يتم تغطية القطاع بشكل نهائي بواسطة سرائح البولي اتيلين.

❖ **المرحلة الثالثة:** يبلغ العمر التصميمي للقطاع الثالث للمطمر الصحي 10 سنوات. يتم خلال هذه المرحلة إغلاق القطاع الثاني من المطمر بشكل أولى بحيث يمنع تشكل وانطلاق الغازات والروائح وتكاثر الحشرات والطيور الضارة وانتشار الأوراق. وبالتالي يصبح العمر التصميمي للموقع بشكل عام 30 عاماً.

#### 3-5-4 المساحة اللازمة للمطمر الصحي

أظهرت الدراسة الفنيّة لمطمر الباب التي أجرتها مديرية الخدمات الفنيّة بطلب عام 2009 أن المساحة الفعالة اللازمة للمطمر الصحي لجميع القطاعات ولعمر تصميمي قدره على الأقل 30 سنة حوالي 200,000 م<sup>2</sup> في حال وجود محطة معالجة ميكانيكية بيولوجية، يضاف إلى هذه المساحة ما يلي:

- منطقة توريد النفايات المنزلية وتقدّر بحوالي 5,000 م<sup>2</sup> .
- منطقة وضع الحاويات من أجل عمليات التنظيف والتخزين وتقدّر ب 5,000 م<sup>2</sup> .
- منطقة المراقبة والتفتيش والمدخل وتقدّر ب 10,000 م<sup>2</sup> .
- الطرقات المعبدة والطرقات المرصوفة بالحجارة وتقدّر بحوالي 10 % من مساحة المطمر الصحي أي 20,000 م<sup>2</sup> .
- الأبنية والصالات والكراجات وتقدّر بحوالي 10,000 م<sup>2</sup> .
- منطقة معالجة المياه الراشحة ومعالجة الغازات المنطلقة في حال تجميع الغازات المنطلقة وتقدّر بحوالي 20,000 م<sup>2</sup> .
- مساحات خضراء وتقدّر بحوالي 25 % من مساحة المطمر الفعلية أي حوالي 50,000 م<sup>2</sup> .

وبالتالي تصبح المساحة الكلية اللازمة للمطمر الصحي خلال 30 عاماً من العمر التصميمي للمطمر حوالي 320,000 م<sup>2</sup> .

## 4-6 دراسة تكلفة التلوث الناتج عن النفايات البلدية الصلبة في المنطقة المدروسة:

تم اجراء دراستين للتلوث لمنطقة الباب في محافظة حلب ضمن دراسات إدارة النفايات المتكاملة في الجمهورية العربية السورية؛ الأولى قامت بها شركة تريفالور الفرنسية والثانية وزارة الإدارة المحلية - مديرية الخدمات الفنية بحلب بالتعاون مع استشاريين وخبراء محليين وقد وصلت الدراستين المذكورتين أعلاه إلى النتائج المبينة في الجداول رقم 12 التالية:

جدول رقم 12: مقارنة تكلفة التلوث بين دراستي تريفالور والحل النهائي الوطني [12]

تكلفة التلوث في الحل النهائي القطاع F الباب و تادف				كلفة التلوث وفق تريفالور القطاع F الباب و تادف			
400,000		نسمة	عدد السكان	400,000		نسمة	عدد السكان
87,600		طن/سنة	كمية النفايات الكلية	87,600		طن/سنة	كمية النفايات الكلية
100		%		100		%	
0		طن/سنة	نفايات مرحلة	0		طن/سنة	نفايات مرحلة
0	كم	مسافة الترحيل		0	كم	مسافة الترحيل	
0		%		0		%	
8,760		طن/سنة	نفايات لإعادة التدوير	12,000		طن/سنة	نفايات لإعادة التدوير
10		%		14		%	
52,560		طن/سنة	تحويل إلى أسمدة	0		طن/سنة	تحويل إلى أسمدة
60		%		0		%	
26,280		طن/سنة	مطر صحي	76,000		طن/سنة	مطر صحي
30		%		87		%	
100		مجموع نسب النفايات		100		مجموع نسب النفايات	
1		مطر صحي	المنشآت المقترحة	1		مطر صحي	المنشآت المقترحة
1		معمل أسمدة		0		معمل أسمدة	
1		فرز		1		فرز	
0		ترحيل دائمة		0		ترحيل دائمة	
0.0	طن/كغ	كمية غاز ثاني	محطات الترحيل	0.0	طن/كغ	كمية غاز ثاني	محطات الترحيل
0	طن/سنة	أوكسيد الكربون		0	طن/سنة	أوكسيد الكربون	
32.00	طن/كغ	كمية غاز ثاني	محطات الفرز الميكانيكية	32.00	طن/كغ	كمية غاز ثاني	محطات الفرز الميكانيكية
2,803	طن/سنة	أوكسيد الكربون		2,803	طن/سنة	أوكسيد الكربون	
0.10	م3	كمية المياه		0.10	م3	كمية المياه	
876	م3/سنة	الراشحة المعدلة		1,200	م3/سنة	الراشحة المعدلة	
108	طن/كغ	كمية غاز ثاني	المعالجة البيولوجية	0	طن/كغ	كمية غاز ثاني	المعالجة البيولوجية
11.19	طن/سنة	أوكسيد الكربون		0.00	طن/سنة	أوكسيد الكربون	
0.20	طن/م3	كمية المياه		0.00	طن/م3	كمية المياه	
5,256	م3/سنة	الراشحة المعدلة		0	م3/سنة	الراشحة المعدلة	
1100	طن/كغ	كمية غاز ثاني	المطر الصحي	1100	طن/كغ	كمية غاز ثاني	المطر الصحي
28,908	طن/سنة	أوكسيد الكربون		83,600	طن/سنة	أوكسيد الكربون	
10	م3	كمية المياه		50	م3	كمية المياه	
262,800	م3/سنة	الراشحة المعدلة		3,800,000	م3/سنة	الراشحة المعدلة	
31,722	طن/سنة	كمية غاز ثاني	التلوث الكلي	86,403	طن/سنة	كمية غاز ثاني	التلوث الكلي
268,932	م3/سنة	أوكسيد الكربون		3,801,200	م3/سنة	أوكسيد الكربون	
		كمية المياه			كمية المياه		
		الراشحة المعدلة			الراشحة المعدلة		
11.2	مليون ل.س/سنة	كلفة التلوث السنوية		122.7	مليون ل.س/سنة	كلفة التلوث السنوية	
128	ل.س/طن	كلفة الطن		1,400	ل.س/طن	كلفة الطن	

وقد وصلت هذه الدراسات إلى نتيجة لتحويل التلوث إلى قيمة نقدية، حيث انتهت إلى تقدير التلوث الناتج عن المياه الراشحة بقيمة 30 ل.س/م<sup>3</sup>، وتقدير التلوث الناتج عن الغازات التي تم تحويلها إلى قيمة مكافئة لغاز ثاني أكسيد الكربون Co<sub>2</sub> بقيمة 100 ل.س/طن.

ولذلك سنعمد في دراستنا على هذه البيانات لحسابات التلوث وفق كل سيناريو مقترح استناداً للجدول رقم 13 التالي الذي يتضمن خلاصة ما انتهت إليه هاتين الدراستين، ومن ثم سوف نقوم باختبار حساسية هذه النقاط لاحقاً لبيان مدى تأثيرها على تغيير سيناريوهات الحلول المقترحة للمنطقة المدروسة.

جدول رقم 13: كميات التلوث المقدرة وفق دراسة تريفالور والحل النهائي الوطني

الكمية	الوحدة	نوع التلوث	المنشأة
32.00	كغ/طن	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون	محطات الفرز الميكانيكية
0.10	م <sup>3</sup> /طن	كمية المياه الراشحة المعدلة	
108	كغ/طن	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون	المعالجة البيولوجية
0.20	م <sup>3</sup> /طن	كمية المياه الراشحة المعدلة	
1100	كغ/طن	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون	المظمر الصحي
10	م <sup>3</sup> /طن	كمية المياه الراشحة المعدلة في حال وجود معالجة بيولوجية	
50	م <sup>3</sup> /طن	كمية المياه الراشحة المعدلة في حال عدم وجود معالجة بيولوجية	

إلا أنه من الملاحظ أن هذه الدراسات لم تتعرض للأثر السلبي للنفايات الصلبة على صحة الإنسان، ولتكلفة الرعاية الصحية للأمراض الناجمة عن النفايات، مما دعانا للبحث في هذا الموضوع وفق المراحل التالية:

**حساب تكلفة الرعاية الصحية:**

حتى وصولنا لهذه المرحلة من البحث لم نوفق بالوصول إلى دراسات محلية لتكلفة الرعاية الصحية الناجمة عن المكبات العشوائية تحديداً ، لكننا وجدنا دراسة لمدينة BELIZE في أميركا اللاتينية<sup>[63]</sup> حول الأمراض الناتجة عن المكبات العشوائية و قد اعتمدت في تقديرها للضرر الصحي الناتج عن المكبات العشوائية للنفايات على قيمة المعالجة الصحية اللازمة للتخفيف من آثار هذه المكبات و كان أساسياً في هذه الدراسة التوصل إلى عدد الزيارات الصحية للعائلة الواحدة سنوياً إلى مراكز الرعاية الصحية ، و من هنا عزمنا على إجراء دراسة استقصائية حول الأمراض التي تنتج عن المكبات العشوائية و أثرها على صحة الإنسان و مقدار التكلفة التي يتحملها المجتمع لرعاية هذه الأمراض .

وقد تم توقّع عدد السكان في المنطقة المدروسة على طول عمر المشروع في الفقرة 4-2 من هذا البحث، وتم الاستناد إلى بيانات المكتب المركزي للإحصاء في عام 2011 لمعرفة متوسط عدد أفراد الأسرة والذي بلغ 6 نسمة للعائلة الواحدة وسطياً.

ولمعرفة متوسط أسعار الزيارة العادية الواحدة للطبيب، وعلى اعتبار أننا اعتمدنا في التسعير بشكل عام على أساس أن الدولار الواحد يساوي إلى 50 ليرة سورية أثناء معالجتنا نقاط التكلفة في هذا البحث، فقد استندنا إلى متوسط أسعار وزارة الصحة في عام 2010 حينما كان سعر الدولار تقريباً 50 ل.س.

حساب الزيارة الطبية	
250	استشارة الطبيب وأجور تشخيص
250	أجور تحاليل
350	قيمة ادوية
<b>850</b>	<b>الإجمالي / الزيارة الواحدة (ل.س)</b>

جدول رقم 14: كلفة الزيارة الواحدة للطبيب – استناداً لأسعار مديرية صحة حلب عام 2010

إلا أن الظروف الراهنة حالت دون الوصول إلى منطقة المكب العشوائي في الباب من أجل تحديد عدد الزيارات المتعلقة بالأمراض الناتجة عن مكب النفايات في المنطقة المدروسة ، لذلك تم حساب تكلفة الرعاية الصحية لمعالجة الامراض الناتجة عن التلوث الناشئ عن مكب النفايات العشوائي استناداً إلى نتائج بحث دراسة مدينة BELIZE المشار إليها أعلاه و التي انتهت إلى أن عدد الزيارات الصحية لكل عائلة (مؤلفة من 5 أشخاص) هو 5.7143 زيارة سنوياً ، و عليه تم اعتماد هذه النتيجة مبدئياً ثم القيام لاحقاً بتحليل حساسية هذه النقطة لمعرفة أثرها على تغيير السيناريو المقترح للمعالجة.

وبناءً على ما تقدم تبين أن كلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد من النفايات البلدية تبلغ 3696 ل.س وفق الجدول رقم 15 التالي:

## جدول رقم 15: كلفة الرعاية الصحية على طول عمر المشروع

تكلفة الرعاية الصحية للأمراض الناتجة عن التلوث					السنة	مسلسل
تكلفة علاج الأمراض المتعلقة بالنفايات	عدد الزيارات	عدد العائلات	كمية النفايات البلدية	عدد السكان		
ل.س	سنوياً	نسمة	طن / سنة	نسمة		
					2013	0
323,810,333	380,953	66,667	87,600	400,000	2014	1
331,375,593	389,854	68,224	89,647	409,345	2015	2
339,097,143	398,938	69,814	91,736	418,884	2016	3
346,977,014	408,208	71,436	93,867	428,618	2017	4
355,038,273	417,692	73,096	96,048	438,576	2018	5
363,285,035	427,394	74,794	98,279	448,763	2019	6
371,719,449	437,317	76,530	100,561	459,182	2020	7
380,341,207	447,460	78,305	102,893	469,832	2021	8
389,146,983	457,820	80,118	105,275	480,710	2022	9
398,129,790	468,388	81,968	107,706	491,806	2023	10
407,304,648	479,182	83,857	110,188	503,140	2024	11
416,662,396	490,191	85,783	112,719	514,699	2025	12
426,188,875	501,399	87,745	115,296	526,467	2026	13
435,892,280	512,814	89,742	117,921	538,454	2027	14
445,782,447	524,450	91,779	120,597	550,671	2028	15
455,871,094	536,319	93,856	123,326	563,133	2029	16
466,172,093	548,438	95,976	126,113	575,858	2030	17
476,701,770	560,826	98,144	128,962	588,865	2031	18
487,447,637	573,468	100,357	131,869	602,140	2032	19
498,390,826	586,342	102,610	134,829	615,658	2033	20
509,438,884	599,340	104,884	137,818	629,305	2034	21
520,470,760	612,319	107,155	140,802	642,933	2035	22
531,332,542	625,097	109,392	143,741	656,350	2036	23
541,974,034	637,617	111,583	146,620	669,496	2037	24
552,452,345	649,944	113,740	149,454	682,439	2038	25
562,892,453	662,226	115,889	152,279	695,336	2039	26
573,540,493	674,754	118,082	155,159	708,489	2040	27
584,641,418	687,813	120,367	158,162	722,202	2041	28
596,311,312	701,543	122,770	161,319	736,618	2042	29
608,448,494	715,822	125,268	164,603	751,611	2043	30
					2044	31
13,696,837,619	16,113,927	2,819,930	3,705,388	المجموع الكلي		

حيث أن: عدد العائلات = عدد السكان / متوسط افراد العائلة

عدد زيارات المراكز الصحية = عدد العائلات X عدد الزيارات المتعلقة بأمراض النفايات للعائلة سنوياً (5.7143)

الانفاق على الامراض المتعلقة بالنفايات = عدد زيارات المراكز الصحية X كلفة الزيارة الواحدة

كلفة الرعاية الصحية منسوبة لطن من النفايات = الانفاق الكلي على امراض النفايات / الكمية الكلية للنفايات

$$3,505,388 / 13,696,837,619 =$$

$$= 3,696 \text{ ل.س}$$

## 7-4 دراسة التكاليف الاقتصادية للبدائل التكنولوجية:

## 1-7-4 دراسة التكاليف الاقتصادية لمحطة الفرز الميكانيكية

سوف يتم حساب الكلف الاقتصادية لمحطة الفرز الميكانيكية على أساس الاستطاعة الإنتاجية اللازمة لكل مرحلة من المراحل الثلاث من عمر المشروع مع إمكانية توسع المحطة بالبناء كل 10 سنوات، على اعتبار أن العمر الافتراضي للبناء 30 عاماً، وأن العمر الافتراضي للآلات 10 سنوات، وبالتالي سوف نستخدم محطات باستطاعة تتناسب مع كمية النفايات المتوقعة في كل مرحلة.

وفيما يلي نوضح تكاليف الاستثمار والتشغيل<sup>[64]</sup> للمرحلة الأولى:

أولاً- تكاليف الاستثمار:

وهي تكاليف البناء والمعدات والآليات اللازمة، وتحسب وفق التالي:

المساحات اللازمة - محطة المعالجة الميكانيكية - استطاعة 100 ألف طن/سنة	
منطقة الاستلام	
منطقة التخزين	1800 م <sup>2</sup>
منطقة اسفلتية اخرى في البناء	2400 م <sup>2</sup>
منطقة الفرز	
منطقة عملية الفرز	3000 م <sup>2</sup>
منطقة التخزين	
منطقة التخزين اليومي	1300 م <sup>2</sup>
اجمالي منطقة البناء	8500 م <sup>2</sup>

مساحة الأرض اللازمة:

مساحة البناء	8500	م <sup>2</sup>
بنية تحتية ومرافق 30%	2550	م <sup>2</sup>
الإجمالي	11050	م <sup>2</sup>

تكلفة الاستثمار (البناء):

مساحة البناء	8500	م <sup>2</sup>	
كلفة المتر المربع	3000	ل.س	
تكلفة البناء	25,500,000	ل.س	

## تكلفة الاستثمار (المعدات):

التزويد بالنفايات	7500000	ل.س
الغريلة	11500000	ل.س
السير الناقل	5000000	ل.س
منطقة الفرز اليدوي	5000000	ل.س
حمولات زائدة	3500000	ل.س
معدات التعبئة	8000000	ل.س
كهرباء/ تحكم	1900000	ل.س
اشياء أخرى	11500000	ل.س
تكلفة الاستثمار (الآليات):		
آليات التعبئة	14000000	ل.س
شاحنات مع حاويات	7000000	ل.س
تكلفة المعدات	74900000	ل.س
<b>الإجمالي</b>	<b>100,400,000</b>	<b>ل.س</b>

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

وهي تكاليف العمليات المتعلقة باليد العاملة والكلف الأخرى (الصيانة، الطاقة، لوازم الآلات، متفرقة) بالإضافة إلى نفقات الإدارة، وتحسب وفق التالي:

			اليد العاملة
نوع العمالة	عدد العمال	كلفة العامل السنوية	الكلفة الكلية
الاستقبال، الصيانة	6	100000	600,000 ل.س
الفرز	60	100000	6,000,000 ل.س
السائقين	3	100000	300,000 ل.س
المهندسين	2	160000	320,000
الإداريين	2	100000	200,000 ل.س
	73		7,420,000
الإسبوعيات والمرضيات والغياب = نصف التكلفة الكلية		+	3,710,000 ل.س
		X	11,130,000
عدد الورديات	2		
<b>التكلفة الاجمالية لليد العاملة/سنة</b>			<b>22,260,000 ل.س</b>

كف أخرى		
الصيانة	10,040,000 ل.س	10% من الاستثمار
الطاقة	2,000,000 ل.س	20 ل.س/طن
الآلات	1,500,000 ل.س	15 ل.س/طن
أخرى	1,000,000 ل.س	10 ل.س/طن
	<b>14,540,000</b> ل.س	
<b>اجمالي نفقات التشغيل</b>		
اجمالي نفقات التشغيل	22,260,000 ل.س	
اجمالي تكلفة اليد العاملة	14,540,000 ل.س	+
اجمالي الكلف الأخرى	<b>36,800,000</b> ل.س	
نفقات الإدارة		
الضرائب - نفقات عامة	5,520,000 ل.س	15% من نفقات التشغيل
<b>اجمالي كلفة عمليات التشغيل / سنة</b>		
	<b>42,320,000</b> ل.س	

وفيما يلي نوضح تكاليف الاستثمار والتشغيل للمرحلة الثانية:

أولاً- تكاليف الاستثمار:

المساحات اللازمة - محطة المعالجة الميكانيكية - استطاعة 140 ألف طن/سنة		
<b>منطقة الاستلام</b>		
منطقة التخزين	2710 م <sup>2</sup>	
منطقة اسفلتية اخرى في البناء	2850 م <sup>2</sup>	
<b>منطقة الفرز</b>		
منطقة عملية الفرز	3670 م <sup>2</sup>	
<b>منطقة التخزين</b>		
منطقة التخزين اليومي	2410 م <sup>2</sup>	
<b>اجمالي منطقة البناء</b>	<b>11640</b> م <sup>2</sup>	

مساحة الأرض اللازمة

مساحة البناء	11640	م <sup>2</sup>
بنية تحتية ومرافق 30%	3492	م <sup>2</sup>
<b>الإجمالي</b>	<b>15132</b>	<b>م<sup>2</sup></b>

## تكلفة الاستثمار

	م <sup>2</sup>	11640	مساحة البناء
	ل.س	3000	كلفة المتر المربع
ل.س		34,920,000	تكلفة البناء

## المعدات

	ل.س	9166667	التزويد بالنفايات
	ل.س	14000000	الغريلة
	ل.س	5500000	السير الناقل
	ل.س	6666667	منطقة الفرز اليدوي
	ل.س	4000000	حمولات زائدة
	ل.س	9000000	معدات التعبئة
	ل.س	2000000	كهرباء / تحكم
	ل.س	12000000	اشياء أخرى
			الآليات
	ل.س	21000000	آليات التعبئة
	ل.س	7000000	شاحنات مع حاويات
ل.س		90333334	تكلفة المعدات
ل.س		125,253,334	الإجمالي

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

			اليد العاملة
الكلفة الكلية	كلفة العامل السنوية	عدد العمال	نوع العمالة
ل.س 800,000	100000	8	الاستقبال، الصيانة
ل.س 8,000,000	100000	80	الفرز
ل.س 400,000	100000	4	السائقين
320,000	160000	2	المهندسين
ل.س 200,000	100000	2	الإداريين
9,720,000		96	
ل.س 4,860,000			الإسبوعيات والمرضيات والغياب = نصف التكلفة الكلية
14,580,000			
	X	2	عدد الورديات
ل.س 29,160,000			التكلفة الإجمالية لليد العاملة/سنة

			كف أخرى
ل.س	12,525,333	10% من الاستثمار	الصيانة
ل.س	2,800,000	20 ل.س/طن	الطاقة
ل.س	2,100,000	15 ل.س/طن	الآلات
ل.س	1,400,000	10 ل.س/طن	أخرى
ل.س	<b>18,825,333</b>		
			<b>اجمالي نفقات التشغيل</b>
ل.س	29,160,000		اجمالي تكلفة اليد العاملة
ل.س	18,825,333 +		اجمالي الكلف الأخرى
ل.س	<b>47,985,333</b>		
			<b>نفقات الإدارة</b>
ل.س	7,197,800	15% من نفقات التشغيل	الضرائب - نفقات عامة
ل.س	<b>55,183,133</b>		<b>اجمالي كلفة عمليات التشغيل / سنة</b>

وفيما يلي نوضح تكاليف الاستثمار والتشغيل للمرحلة الثالثة:

أولاً - تكاليف الاستثمار:

المساحات اللازمة - محطة المعالجة الميكانيكية - استطاعة 300 ألف طن/سنة		
<b>منطقة الاستلام</b>		
م <sup>2</sup>	4800	منطقة التخزين
م <sup>2</sup>	3900	منطقة اسفلتية اخرى في البناء
<b>منطقة الفرز</b>		
م <sup>2</sup>	7500	منطقة عملية الفرز
<b>منطقة التخزين</b>		
م <sup>2</sup>	2600	منطقة التخزين اليومي
م <sup>2</sup>	<b>18800</b>	<b>اجمالي منطقة البناء</b>

**مساحة الأرض اللازمة**

م <sup>2</sup>	18800	مساحة البناء
م <sup>2</sup>	5640	بنية تحتية ومرافق 30%
م <sup>2</sup>	<b>24440</b>	<b>الإجمالي</b>

## تكلفة الاستثمار

	م2	18800	مساحة البناء
	ل.س	3000	كلفة المتر المربع
ل.س		56,400,000	تكلفة البناء

## المعدات

	ل.س	15000000	التزويد بالنفايات
	ل.س	22750000	الغريلة
	ل.س	8000000	السير الناقل
	ل.س	12500000	منطقة الفرز اليدوي
	ل.س	5000000	حمولات زائدة
	ل.س	11000000	معدات التعبئة
	ل.س	2100000	كهرباء / تحكم
	ل.س	13000000	اشياء أخرى
			الآليات
	ل.س	28000000	آليات التعبئة
	ل.س	14000000	شاحنات مع حاويات
ل.س		131350000	تكلفة المعدات
ل.س		<b>187,750,000</b>	<b>الإجمالي</b>

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

			اليد العاملة
نوع العمالة	عدد العمال	كلفة العامل السنوية	الكلفة الكلية
الاستقبال، الصيانة	10	100000	ل.س 1,000,000
الفرز	120	100000	ل.س 12,000,000
السائقين	5	100000	ل.س 500,000
المهندسين	3	160000	480,000
الإداريين	3	100000	ل.س 300,000
	141		14,280,000
			ل.س 7,140,000
			21,420,000
عدد الورديات	2	X	
التكلفة الإجمالية لليد العاملة/سنة			ل.س <b>42,840,000</b>

			كف أخرى
ل.س	18,775,000	10% من الاستثمار	الصيانة
ل.س	6,000,000	20 ل.س/طن	الطاقة
ل.س	4,500,000	15 ل.س/طن	الآلات
ل.س	3,000,000	10 ل.س /طن	أخرى
ل.س	<b>32,275,000</b>		
			<b>اجمالي نفقات التشغيل</b>
ل.س	42,840,000		اجمالي تكلفة اليد العاملة
ل.س	32,275,000 +		اجمالي الكلف الأخرى
ل.س	<b>75,115,000</b>		
			نفقات الإدارة
ل.س	11,267,250	15% من نفقات التشغيل	الضرائب - نفقات عامة
ل.س	<b>86,382,250</b>		<b>اجمالي كلفة عمليات التشغيل / سنة</b>

وتلخيصاً لما سبق يوضح الجدول التالي رقم 16 تكاليف التشغيل والاستثمار لكافة المحطات الميكانيكية المتوقع استخدامها على طول عمر المشروع:

جدول رقم 16: تكاليف التشغيل والاستثمار لمحطات الفرز الميكانيكية المقترحة

كف التشغيل والاستثمار محطة الفرز الميكانيكية				
المرحلة	الاستطاعة ألف طن / سنة	كف الاستثمار ل.س	كف التشغيل ل.س	الإجمالي ل.س
1	100	100,400,000	42,320,000	142,720,000
2	140	125,253,334	55,183,133	180,436,467
3	300	187,750,000	86,382,250	274,132,250

## 4-7-2 دراسة التكاليف الاقتصادية لمحطة المعالجة البيولوجية (التحويل إلى سماد):

سوف يتم حساب الكلف الاقتصادية لمحطة الفرز الميكانيكية على أساس الاستطاعة الإنتاجية اللازمة لكل مرحلة من المراحل الثلاث من عمر المشروع مع إمكانية توسع المحطة بالبناء كل 10 سنوات، على اعتبار أن العمر الافتراضي للبناء 10 سنوات، وأن العمر الافتراضي للألات 10 سنوات، وبالتالي سوف نستخدم محطات باستطاعة تتناسب مع كمية النفايات العضوية المتوقعة في كل مرحلة.

ونبين طريقة حساب حجم المحطة ومساحات الأراضي اللازمة<sup>[65]</sup> للمرحلة الأولى وفق الآتي:

حساب مساحة محطة المعالجة البيولوجية - المرحلة الأولى		
109,400	طن/سنة	كمية النفايات الصلبة المتوقعة عام 2023
10,940	طن/سنة	كمية المواد القابلة للتدوير
54,700	طن/سنة	كمية النفايات العضوية
16,410	طن/سنة	كمية الأسمدة
دراسة محطة المعالجة البيولوجية		
10	سنة	العمر التصميمي
60	يوم	مدة المعالجة البيولوجية لكل مرحلة من المراحل
54,700	طن	كمية النفايات المعالجة
8	م	عرض الكومة
40	م	طول الكومة
3	م	ارتفاع الكومة
360	طن	كمية النفايات ضمن الكومة الواحدة
152	عدد	عدد الكومات سنوياً
25	عدد	عدد أماكن الكومات اللازمة
9,724	م <sup>2</sup>	المساحة اللازمة للمعالجة البيولوجية

حيث أن:

- أبعاد الكومة الواحدة ضمن الطريقة المقترحة للمعالجة البيولوجية هي  $3 \times 8 \times 40$  م
- كمية النفايات ضمن الكومة الواحدة = 360 طن.
- عدد الكومات سنوياً = كمية النفايات المعالجة الكلية / كمية النفايات ضمن الكومة الواحدة
- عدد أماكن الكومات اللازمة = عدد الكومات سنوياً / 6
- المساحة اللازمة للمعالجة البيولوجية = عدد أماكن الكومات اللازمة  $\times$  طول الكومة  $\times$  عرض الكومة ويضاف إليها 20% مساحة إضافية من أجل الخدمات والمرافق.

كما نبيّن طريقة حساب تكلفة الاستثمار والتشغيل<sup>[66]</sup> لمحطة المعالجة البيولوجية للمرحلة الأولى وفق الآتي:

## أولاً-تكاليف الاستثمار:

وهي تكاليف البناء والمعدات والآليات اللازمة، وتحسب وفق التالي:

## تكلفة البناء

	2م	5,835	مساحة الانشاءات
	ل.س	10,000	كلفة المتر المربع
ل.س		58,346,667	تكلفة البناء

## تكلفة المعدات

	ل.س	25,000,000	الآلة تقليب
	ل.س	5,000,000	مجموعة مغناطيسية
	ل.س	10,000,000	غريال دوار
	ل.س	20,000,000	سيور ناقلة
	ل.س	10,000,000	قبان جسري
			تكلفة الآليات
	ل.س	5,000,000	تركس
	ل.س	5,000,000	شاحنة قلاب
ل.س		80,000,000	تكلفة المعدات
ل.س		138,346,667	إجمالي كلفة الاستثمار

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

وهي تكاليف العمليات المتعلقة باليد العاملة والكلف الأخرى (الصيانة، الطاقة، متفرقة....)، وتحسب وفق التالي:

اليد العاملة			
نوع العمالة	عدد العمال	كلفة العامل السنوية	الكلفة الكلية
عمال وفنيين	6	100000	600,000 ل.س
المهندسين	1	160000	160,000
المجموع	7		760,000
الإسبوعيات والمرضيات والغياب			380,000 ل.س
			1,140,000
عدد الورديات	1	X	
التكلفة الاجمالية لليد العاملة			1,140,000 ل.س
<b>كلف أخرى</b>			
الصيانة	من الاستثمار 10%	18,468,907	ل.س
الطاقة	20 ل.س/طن	1,100,000	ل.س
أخرى	25 ل.س /طن	1,375,000	ل.س
		20,943,907	ل.س
<b>اجمالي نفقات التشغيل</b>			
اجمالي تكلفة اليد العاملة		1,140,000	ل.س
اجمالي الكلف الأخرى	+	20,943,907	ل.س
<b>اجمالي كلفة العمليات</b>			22,083,907 ل.س

وتبين طريقة حساب حجم المحطة ومساحات الأراضي اللازمة للمرحلة الثانية وفق الآتي:

حساب مساحة محطة المعالجة البيولوجية - المرحلة الثانية		
140,042	طن/سنة	كمية النفايات الصلبة عام 2033
14,004	طن/سنة	كمية مواد التدوير
70,021	طن/سنة	كمية النفايات العضوية
21,006	طن/سنة	كمية الأسمدة
دراسة محطة المعالجة البيولوجية		
10	سنة	العمر التصميمي
60	يوم	مدة المعالجة البيولوجية لكل مرحلة من المراحل
70,021	طن	كمية النفايات المعالجة
8	م	عرض الكومة
40	م	طول الكومة
3	م	ارتفاع الكومة
360	طن	كمية النفايات ضمن الكومة الواحدة
195	عدد	عدد الكومات سنوياً
32	عدد	عدد أماكن الكومات اللازمة
12,448	م <sup>2</sup>	المساحة اللازمة للمعالجة البيولوجية

كما نبيّن طريقة حساب تكلفة الاستثمار والتشغيل لمحطة المعالجة البيولوجية للمرحلة الثانية وفق الآتي:

أولاً-تكاليف الاستثمار:

وهي تكاليف البناء والمعدات والآليات اللازمة، وتحسب وفق التالي:

تكلفة البناء

	م <sup>2</sup>	7,469	مساحة الانشاءات
	ل.س	10,000	كلفة المتر المربع
ل.س		74,689,067	تكلفة البناء

## تكلفة المعدات

	ل.س	40,000,000	الآلية تقليب
	ل.س	5,000,000	مجموعة مغناطيسية
	ل.س	15,000,000	غريال دوار
	ل.س	20,000,000	سيور ناقلة
	ل.س	10,000,000	قبان جسري
			تكلفة الآليات
	ل.س	10,000,000	تركس
	ل.س	10,000,000	شاحنة قلاب
	ل.س	110,000,000	تكلفة المعدات
	ل.س	<b>184,689,067</b>	إجمالي كلفة الاستثمار

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

			اليد العاملة
نوع العمالة	عدد العمال	كلفة العامل السنوية	الكلفة الكلية
عمال وفنيين	6	100000	ل.س 600,000
المهندسين	1	160000	ل.س 160,000
	7		ل.س 760,000
الإسبوعيات والمرضيات والغياب			ل.س 380,000
			ل.س 1,140,000
عدد الورديات	1	X	
التكلفة الاجمالية لليد العاملة			ل.س <b>1,140,000</b>
كلف أخرى			
الصيانة		10% من الاستثمار	ل.س 18,468,907
الطاقة		20 ل.س/طن	ل.س 1,100,000
أخرى		25 ل.س/طن	ل.س 1,375,000
			ل.س <b>20,943,907</b>
اجمالي نفقات التشغيل			ل.س 1,140,000
اجمالي كلفة اليد العاملة			ل.س 20,943,907
اجمالي الكلف الأخرى		+	ل.س 22,083,907
اجمالي كلفة العمليات			ل.س <b>22,083,907</b>

ونبين طريقة حساب حجم المحطة ومساحات الأراضي اللازمة للمرحلة الثالثة وفق الآتي:

حساب مساحة محطة المعالجة البيولوجية - المرحلة الثالثة		
179,265	طن/سنة	كمية النفايات الصلبة عام 2043
17,927	طن/سنة	كمية مواد التدوير
89,633	طن/سنة	كمية النفايات العضوية
26,890	طن/سنة	كمية الأسمدة
10	سنة	العمر التصميمي
60	يوم	مدة المعالجة البيولوجية لكل مرحلة من المراحل
89,633	طن	كمية النفايات المعالجة
8	م	عرض الكومة
40	م	طول الكومة
3	م	ارتفاع الكومة
360	طن	كمية النفايات ضمن الكومة الواحدة
249	عدد	عدد الكومات سنوياً
41	عدد	عدد أماكن الكومات اللازمة
15,935	2م	المساحة اللازمة للمعالجة البيولوجية

دراسة محطة المعالجة البيولوجية

كما نبين طريقة حساب تكلفة الاستثمار والتشغيل لمحطة المعالجة البيولوجية للمرحلة الثانية وفق الآتي:

أولاً- تكاليف الاستثمار:

وهي تكاليف البناء والمعدات والآليات اللازمة، وتحسب وفق التالي:

تكلفة الاستثمار

	2م	9,561	مساحة الانشاءات
	ل.س	10,000	كلفة المتر المربع
ل.س	95,608,000		تكلفة البناء

## تكلفة المعدات

	ل.س	50,000,000	الية تقليب
	ل.س	5,000,000	مجموعة مغناطيسية
	ل.س	20,000,000	غريال دوار
	ل.س	20,000,000	سيور ناقلة
	ل.س	10,000,000	قبان جسري
			تكلفة الآليات
	ل.س	10,000,000	تركس
	ل.س	10,000,000	شاحنة قلاب
	ل.س	125,000,000	تكلفة المعدات
	ل.س	<b>220,608,000</b>	إجمالي كلفة الاستثمار

## ثانياً - تكاليف التشغيل:

			اليد العاملة
نوع العمالة	عدد العمال	كلفة العامل السنوية	الكلفة الكلية
عمال وفنيين	8	100000	ل.س 800,000
المهندسين	2	160000	320,000
	10		1,120,000
الإسبوعيات والمرضيات والغياب			ل.س 560,000
			1,680,000
عدد الورديات	X 1		
التكلفة الاجمالية لليد العاملة			ل.س <b>1,680,000</b>
كلف أخرى			
الصيانة		10% من الاستثمار	ل.س 22,060,800
الطاقة		20 ل.س/طن	ل.س 1,100,000
أخرى		25 ل.س /طن	ل.س 1,375,000
			ل.س <b>24,535,800</b>
اجمالي نفقات التشغيل			
اجمالي تكلفة اليد العاملة			ل.س 1,680,000
اجمالي الكلف الأخرى		+	ل.س 24,535,800
اجمالي كلفة العمليات			ل.س <b>26,215,800</b>

وتلخيصاً لما سبق يوضح الجدول التالي رقم 17 تكاليف التشغيل والاستثمار لكافة محطات المعالجة البيولوجية المتوقع استخدامها على طول عمر المشروع:

**جدول رقم 17: تكاليف التشغيل والاستثمار لمحطات المعالجة البيولوجية المقترحة**

كف التشغيل والاستثمار محطة المعالجة البيولوجية				
المرحلة	الاستطاعة ألف طن / سنة	كف الاستثمار ل.س	كف التشغيل ل.س	الإجمالي ل.س
1	55	138,346,667	17,149,667	155,496,333
2	75	184,689,067	22,083,907	206,772,973
3	100	220,608,000	26,215,800	246,823,800

#### 4-7-3 دراسة التكاليف الاقتصادية لمشروع إنشاء المطمر الصحي:

- سوف يتم اعتماد في حساب كلفة الطمر على أن المطامر الصحية سوف تستوعب كمية من النفايات بحيث لا يقل العمر التصميمي للمطمر الصحي عن 30 سنة. وسوف يتم حساب كلفة طمر الطن الواحد من النفايات ب 800 ل.س (استثمار وتشغيل) مع الأخذ بعين الاعتبار أن المطمر سوف يتم بناؤه على شكل قطاعات وذلك حسب تقديرات المخطط التوجيهي لإدارة النفايات المعتمد في الجمهورية العربية السورية.
- سوف يتم اعتبار أن كلفة الإنشاء والتشغيل<sup>[66]</sup> هي وفق الجدول رقم 18 التالي الذي يتضمن أنواع الأعمال المتوقع تنفيذها في المطمر الصحي و تكلفتها التقديرية منسوبة إلى الطن الواحد من النفايات:

**جدول رقم 18: تكاليف التشغيل والاستثمار للمطمر الصحي<sup>[66]</sup>**

نوع الأعمال	التكلفة	
	ل.س/طن	المتطلبات
كلفة الأعمال الإنشائية، العزل، جمع المياه والمعالجة المياه الراشحة والغازات المنطلقة التصريف، الهيدرولوجيا	200	كلفة الاستثمار
	100	
	100	
العمال، الآليات، المراقبة الخدمات والصيانة المراقبة الفنية، المخاطر المستقبلية	200	كلفة التشغيل
	100	
	100	
المجموع	800	

## 4-8 دراسة تكلفة سيناريوهات الحلول المقترحة:

## 4-8-1 دراسة التكلفة للسيناريو الأول: البديل صفر - المكب العشوائي:

بيننا سابقاً في الفقرة 4-5-1 أن كثافة النفايات مختلفة ومرتبطة بالوضع المادي للسكان حيث تكون بكمية 175 كغ/م<sup>3</sup> وحتى 330 كغ/م<sup>3</sup> في المناطق ذات الطبقة الوسطى و 250 كغ/م<sup>3</sup> حتى 500 كغ/م<sup>3</sup> في المناطق الفقيرة، ومن أجل حالتنا الدراسية تم اعتماد قيمة 350 كغ/م<sup>3</sup> لكثافة النفايات في المكب العشوائي كون أن المنطقة المدروسة تعتبر من المناطق الأقرب للمناطق المتوسطة.

وعلى افتراض أن ارتفاع النفايات في المكب العشوائي اعتباراً من القاعدة هو نفس الارتفاع المعتمد لمطامر النفايات في المطمر الصحي ويساوي إلى 20 م، وأن سعر المتر المربع من الأرض يساوي 100 ل.س (حيث قمنا باعتماد هذه الفرضيات مبدئياً ثم قمنا باختبار حساسية هذه النقاط في دراسة الحساسية التي سوف نستعرضها لاحقاً). فإن المساحة اللازمة لأرض المكب العشوائي تحسب وفق التالي:

حساب مساحة أرض المكب العشوائي اللازمة		
طن	3,705,388	الكمية الاجمالية للنفايات المطمورة خلال عمر المشروع
كغ/م <sup>3</sup>	350	كثافة النفايات
م <sup>3</sup>	10,586,823	الحجم الاجمالي للنفايات عند نهاية عمر المشروع
م	20	ارتفاع المطمر اعتباراً من القاعدة
م <sup>2</sup>	529,341	المساحة اللازمة للمطمر الصحي للنفايات البلدية

حيث أن: حجم النفايات = الكمية / الكثافة =  $10,586,823 \text{ م}^3 = 3,705,388 \times 1000 / 350$

المساحة اللازمة = الحجم / الارتفاع =  $529,341 \text{ م}^2 = 10,586,823 / 20$

ونظراً لعدم توفر معلومات دقيقة عن تكلفة التشغيل للمكبات العشوائية، حيث أنها لا تخضع لأنظمة تشغيل معينة، وليس لها مقاييس محددة لليد العاملة أو الآليات المستخدمة فيها، ولا تحتوي على إدارة أو مراقبة أو إشراف مباشر، إنما تنحصر تكاليف التشغيل فيها بالتكاليف المدفوعة للمحافظة على عدم امتداد النفايات أفقياً بشكل سريع وإطفاء الحرائق الناتجة عن الغازات المنبعثة وبعض المعالجات الإسعافية. تم افتراض كلفة التشغيل للمكب العشوائي 200 ل.س للطن الواحد، تساوي نصف كلفة التشغيل للمطمر الصحي المبينة في الفقرة 4-7-3 أعلاه التي تبلغ 400 ل.س للطن الواحد من النفايات البلدية، ومن ثم تم اختبار حساسية هذه الفرضية لاحقاً في تحليل الحساسية.

كما تجدر الإشارة إلى أن الحسابات التالية لهذه الفقرة، لكل من سيناريوهات الحلول المقترحة، تم بأسلوب حساب القيمة الحالية بموجب فائدة (معدل خصم) يساوي إلى الصفر، من أجل المقارنة مع نتائج دراستي تريفالور والحل الوطني، ومن ثم سوف نعتمد في المرحلة التالية إلى بيان أثر تغيير سعر الفائدة على القرار المتخذ.

وبالتالي أوجدنا كلفة السيناريو الأول (بديل عدم إقامة المشروع) والتي بلغ فيها تكلفة الطن الواحد من النفايات البلدية حوالي 214 ل.س وفق الجدول رقم 19 التالي:

جدول رقم 19: كلفة السيناريو الأول دون إدخال قيمة التلوث

السنة	عدد السكان	المكب العشوائي		كمية النفايات البلدية		كمية النفايات العضوية		كمية مواد التدوير		كمية النفايات المرمية		كافة أرض المكب	كافة عمليات التشغيل
		كثافة	نسبة	كثافة	نسبة	كثافة	نسبة	كثافة	نسبة	كثافة	نسبة		
2013	0												
2014	400,000			87,600	0	87,600	0	0	0	87,600	0	52,934,117	17,520,000
2015	409,345			89,647	0	89,647	0	0	0	89,647	0	17,929,324	17,929,324
2016	418,884			91,736	0	91,736	0	0	0	91,736	0	18,347,104	18,347,104
2017	428,618			93,867	0	93,867	0	0	0	93,867	0	18,773,451	18,773,451
2018	438,576			96,048	0	96,048	0	0	0	96,048	0	19,209,611	19,209,611
2019	448,763			98,279	0	98,279	0	0	0	98,279	0	19,655,808	19,655,808
2020	459,182			100,561	0	100,561	0	0	0	100,561	0	20,112,158	20,112,158
2021	469,832			102,893	0	102,893	0	0	0	102,893	0	20,578,645	20,578,645
2022	480,710			105,275	0	105,275	0	0	0	105,275	0	21,055,088	21,055,088
2023	491,806			107,706	0	107,706	0	0	0	107,706	0	21,541,110	21,541,110
2024	503,140			110,188	0	110,188	0	0	0	110,188	0	22,037,522	22,037,522
2025	514,699			112,719	0	112,719	0	0	0	112,719	0	22,543,830	22,543,830
2026	526,467			115,296	0	115,296	0	0	0	115,296	0	23,059,267	23,059,267
2027	538,454			117,921	0	117,921	0	0	0	117,921	0	23,584,277	23,584,277
2028	550,671			120,597	0	120,597	0	0	0	120,597	0	24,119,392	24,119,392
2029	563,133			123,326	0	123,326	0	0	0	123,326	0	24,665,246	24,665,246
2030	575,858			126,113	0	126,113	0	0	0	126,113	0	25,222,589	25,222,589
2031	588,865			128,962	0	128,962	0	0	0	128,962	0	25,792,305	25,792,305
2032	602,140			131,869	0	131,869	0	0	0	131,869	0	26,373,719	26,373,719
2033	615,658			134,829	0	134,829	0	0	0	134,829	0	26,965,808	26,965,808
2034	629,305			137,818	0	137,818	0	0	0	137,818	0	27,563,571	27,563,571
2035	642,933			140,802	0	140,802	0	0	0	140,802	0	28,160,459	28,160,459
2036	656,350			143,741	0	143,741	0	0	0	143,741	0	28,748,144	28,748,144
2037	669,496			146,620	0	146,620	0	0	0	146,620	0	29,323,910	29,323,910
2038	682,439			149,454	0	149,454	0	0	0	149,454	0	29,890,847	29,890,847
2039	695,336			152,279	0	152,279	0	0	0	152,279	0	30,455,717	30,455,717
2040	708,489			155,159	0	155,159	0	0	0	155,159	0	31,031,837	31,031,837
2041	722,202			158,162	0	158,162	0	0	0	158,162	0	31,632,461	31,632,461
2042	736,618			161,319	0	161,319	0	0	0	161,319	0	32,263,869	32,263,869
2043	751,611			164,603	0	164,603	0	0	0	164,603	0	32,920,560	32,920,560
2044													
المجموع الكلي (طن)				3,705,388	0	3,705,388	0	0	0	3,705,388	0	52,934,117	741,077,632
الكلفة الكلية												794,011,749	
ل.س													
كثافة الطن													
ل.س													

حيث أن: كلفة أرض المكب = المساحة اللازمة للمكب العشوائي X سعر المتر المربع من الأرض

كلفة عمليات التشغيل السنوية = كمية النفايات السنوية X 200 ل.س/طن



حيث أن:

كمية المياه الراشحة السنوية = كمية النفايات السنوية X معدّل المياه الراشحة من الطن الواحد  
 كمية الغازات المنبعثة السنوية = كمية النفايات السنوية X المعدّل المكافئ من انبعاث CO<sub>2</sub> من الطن الواحد  
 كلفة تلوث المياه الراشحة السنوية = كمية المياه الراشحة السنوية X السعر التقديري لتلوث المتر المكعب الواحد  
 كلفة تلوث الغازات السنوية = كمية الغازات المنبعثة السنوية X السعر التقديري لتلوث الطن الواحد من CO<sub>2</sub>  
 ولحساب هذه القيم تم استخدام نتائج دراسة التلوث في كل من دراستي تريفالور والحل النهائي الوطني المشار إليها في الفقرة 4-6 الجدول رقم 13 من هذا البحث.

#### 4-8-2 دراسة التكلفة للسيناريو الثاني: طمر كافة النفايات ضمن المطمر الصحي

سيتم حساب مساحة المطمر في هذا السيناريو وفق الفرضيات التالية:

- ان كثافة النفايات بعد الرص تعادل 700 كغ/م<sup>3</sup> وهي قيمة عامة مستخدمة للنفايات المرصوفة في المطامر الصحية في البلدان النامية [63].
- ارتفاع المطمر اعتباراً من القاعدة 20 م منها 2 م تحت منسوب الأرض الطبيعية و 18 م فوق منسوب الأرض الطبيعية [67].

وبالتالي فإن المساحة اللازمة للمطمر تحسب بالطريقة التالية:

طن	3,705,388	الكمية الاجمالية للنفايات المطمورة خلال عمر المشروع
كغ/م <sup>3</sup>	700	كثافة النفايات بعد الرص
م <sup>3</sup>	5,293,412	الحجم الاجمالي للنفايات عند نهاية عمر المشروع
م <sup>3</sup>	794,012	يضاف مواد تغطية 15% من الحجم الكلي
م <sup>3</sup>	6,087,423	الحجم الكلي للنفايات ومواد التغطية
م	20	ارتفاع المطمر اعتباراً من القاعدة
م <sup>2</sup>	<b>304,371</b>	<b>المساحة اللازمة لطرر النفايات</b>

حيث أن:

$$\text{حجم النفايات} = \text{الكمية} / \text{الكثافة} = 3,705,388 \times 1000 / 700 = 5,293,412 \text{ م}^3$$

$$\text{حجم مواد التغطية} = 5,293,412 \times 15 / 100 = 794,012 \text{ م}^3$$

الحجم الكلي للنفايات ومواد التغطية = حجم النفايات + حجم مواد التغطية

$$6,087,423 \text{ م}^3 = 794,012 + 5,293,412 =$$

المساحة اللازمة لمطمر النفايات = الحجم الكلي للنفايات ومواد التغطية / ارتفاع المطمر

$$529,341 \text{ م}^2 = 20 / 5,293,412 =$$

يضاف إلى هذه المساحة، المساحات اللازمة لمنطقة التوريد المنزلية، منطقة وضع الحاويات من أجل عمليات التنظيف والتخزين، منطقة المراقبة والتفتيش والمدخل، الطرقات المعبدة والطرقات المرصوفة بالحجارة، الأبنية والصالات والكراجات، منطقة معالجة المياه الراشحة ومعالجة الغازات المنطلقة، مساحات خضراء. وفق ما هو موضح في الفقرة 4-5-3 أعلاه، وفق التالي :

منطقة توريد النفايات المنزلية	5000	م <sup>2</sup>
منطقة وضع الحاويات من أجل عمليات التنظيف والتخزين	5000	م <sup>2</sup>
منطقة المراقبة والتفتيش والمدخل	10000	م <sup>2</sup>
الطرقات المعبدة والطرقات المرصوفة بالحجارة	20000	م <sup>2</sup>
الأبنية والصالات والكراجات	10000	م <sup>2</sup>
منطقة معالجة المياه الراشحة ومعالجة الغازات المنطلقة	20000	م <sup>2</sup>
مساحات خضراء	50000	م <sup>2</sup>
<b>مجموع المساحات الإضافية</b>	<b>120,000</b>	<b>م<sup>2</sup></b>

وبالتالي فإن:

المساحة الكلية اللازمة للمطمر الصحي = المساحة اللازمة لمطمر النفايات + مجموع المساحات الإضافية

$$120,000 + 304,371 =$$

$$424,371 \text{ م}^2 =$$

وبتطبيق الفرضيات السابقة نجد أن تكلفة هذا السيناريو بدون إدخال عامل التلوث هي وفق الجدول رقم 21 التالي:

جدول رقم 21: كلفة السيناريو الثاني دون إدخال قيمة التلوث

السنة	عدد السكان	السيناريو 2		مطمر جميع النفايات		مطمر نفايات المطمورة		كمية نفايات مطمورة		كافة الاستثمار		كافة أرض المطمر		كافة عمليات التشغيل	
		كمية النفايات البلدية / طن / سنة	كمية النفايات العضوية / طن / سنة	كمية النفايات المطمورة / طن / سنة	كمية مواد التدمير / طن / سنة	كمية نفايات مطمورة / طن / سنة	كافة الاستثمار / مليون / طن	كافة أرض المطمر / مليون / طن	كافة عمليات التشغيل / مليون / طن	كافة أرض المطمر / مليون / طن	كافة الاستثمار / مليون / طن	كافة عمليات التشغيل / مليون / طن			
2013	0														
2014	1	87,600	0	0	0	87,600	0			389,444,599	42,437,117	35,040,000	400	400	
2015	2	89,647	0	0	0	89,647	0					35,858,648			
2016	3	91,736	0	0	0	91,736	0					36,694,209			
2017	4	93,867	0	0	0	93,867	0					37,546,901			
2018	5	96,048	0	0	0	96,048	0					38,419,222			
2019	6	98,279	0	0	0	98,279	0					39,311,616			
2020	7	100,561	0	0	0	100,561	0					40,224,317			
2021	8	102,893	0	0	0	102,893	0					41,157,290			
2022	9	105,275	0	0	0	105,275	0					42,110,176			
2023	10	107,706	0	0	0	107,706	0	973,611		488,727,914		43,082,219			
2024	11	110,188	0	0	0	110,188	0					44,075,045			
2025	12	112,719	0	0	0	112,719	0					45,087,660			
2026	13	115,296	0	0	0	115,296	0					46,118,535			
2027	14	117,921	0	0	0	117,921	0					47,168,555			
2028	15	120,597	0	0	0	120,597	0					48,238,785			
2029	16	123,326	0	0	0	123,326	0					49,330,492			
2030	17	126,113	0	0	0	126,113	0					50,445,179			
2031	18	128,962	0	0	0	128,962	0					51,584,611			
2032	19	131,869	0	0	0	131,869	0					52,747,437			
2033	20	134,829	0	0	0	134,829	0	1,221,820		603,982,751		53,931,616			
2034	21	137,818	0	0	0	137,818	0					55,127,143			
2035	22	140,802	0	0	0	140,802	0					56,320,919			
2036	23	143,741	0	0	0	143,741	0					57,496,288			
2037	24	146,620	0	0	0	146,620	0					58,647,820			
2038	25	149,454	0	0	0	149,454	0					59,781,694			
2039	26	152,279	0	0	0	152,279	0					60,911,433			
2040	27	155,159	0	0	0	155,159	0					62,063,674			
2041	28	158,162	0	0	0	158,162	0					63,264,921			
2042	29	161,319	0	0	0	161,319	0					64,527,738			
2043	30	164,603	0	0	0	164,603	0	1,509,957				65,841,121			
2044	31														
المجموع الكلي (طن)		3,705,388	0	0	0	3,705,388	0			1,482,155,264	42,437,117	1,482,155,264			
ل.س															
كافة الطن															
ل.س															
كافة الكمية															
ل.س															
كافة الطن															
ل.س															



## 4-8-3 دراسة التكلفة للسيناريو الثالث: الفرز الميكانيكي للنفايات ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي:

تم حساب مساحة المطمر في هذا السيناريو وفق الطريقة الموضحة سابقاً في الفقرة 4-8-2 وفق التالي:

طن	3,334,849	الكمية الاجمالية للنفايات المطمورة خلال عمر المشروع
كغ/م <sup>3</sup>	700	كثافة النفايات بعد الرص
م <sup>3</sup>	4,764,070	الحجم الاجمالي للنفايات عند نهاية عمر المشروع
م <sup>3</sup>	714,611	يضاف مواد تغطية 15% من الحجم الكلي
م <sup>3</sup>	5,478,681	الحجم الكلي للنفايات
م	20	ارتفاع المطمر اعتباراً من القاعدة
م <sup>2</sup>	273,934	المساحة اللازمة لطرر النفايات
م <sup>2</sup>	5000	منطقة توريد النفايات المنزلية
م <sup>2</sup>	5000	منطقة وضع الحاويات من أجل عمليات التنظيف والتخزين
م <sup>2</sup>	10000	منطقة المراقبة والتفتيش والمدخل
م <sup>2</sup>	20000	الطرق المعبدة والطرق المرصوفة بالحجارة
م <sup>2</sup>	10000	الأبنية والصالات والكراجات
م <sup>2</sup>	20000	منطقة معالجة المياه الراشحة ومعالجة الغازات المنطلقة
م <sup>2</sup>	50000	مساحات خضراء
م <sup>2</sup>	393,934	المساحة اللازمة للمطمر الصحي للنفايات البلدية

## • والدخل من استرداد المادة:

- لكل طن من الاسترداد، فإن المشغل سوف يبيع مواد مدوّرة :
- معدن: 100 كغ × 1.5 ل.س = 150 ليرة سورية
- كرتون: 350 كغ × 2 ل.س = 700 ليرة سورية
- بلاستيك: 450 كغ × 5 ل.س = 2250 ليرة سورية
- زجاج: 50 كغ × 3 ل.س = 150 ليرة سورية
- نسيج: 50 كغ × 1 ل.س = 50 ليرة سورية

وذلك يساوي 3300 ليرة سورية لكل طن من المواد المستردة.

وبالتالي فإن تكلفة السيناريو الثالث بدون إدخال قيمة التلوث هي وفق الجدول رقم 23 التالي:





#### 4-8-4 دراسة التكلفة للسيناريو الرابع: الفرز الميكانيكي للنفايات ثم تحويل المواد العضوية إلى سماد ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي.

تم حساب مساحة المطمر في هذا السيناريو وفق الطريقة الموضحة سابقاً في الفقرة 4-8-2 وفق التالي:

طن	1,482,155	الكمية الاجمالية للنفايات المطمورة خلال عمر المشروع
كغ/م <sup>3</sup>	700	كثافة النفايات بعد الرص
م <sup>3</sup>	2,117,365	الحجم الاجمالي للنفايات عند نهاية عمر المشروع
م <sup>3</sup>	317,605	يضاف مواد تغطية 15% من الحجم الكلي
م <sup>3</sup>	2,434,969	الحجم الكلي للنفايات
م	20	ارتفاع المطمر اعتباراً من القاعدة
م <sup>2</sup>	<b>121,748</b>	<b>المساحة اللازمة لطرر النفايات</b>
م <sup>2</sup>	5000	منطقة توريد النفايات المنزلية
م <sup>2</sup>	5000	منطقة وضع الحاويات من أجل عمليات التنظيف والتخزين
م <sup>2</sup>	10000	منطقة المراقبة والتفتيش والمدخل
م <sup>2</sup>	20000	الطرق المعبدة والطرق المرصوفة بالحجارة
م <sup>2</sup>	10000	الأبنية والصالات والكراجات
م <sup>2</sup>	20000	منطقة معالجة المياه الراشحة ومعالجة الغازات المنطلقة
م <sup>2</sup>	50000	مساحات خضراء
م <sup>2</sup>	<b>241,748</b>	<b>المساحة اللازمة للمطمر الصحي للنفايات البلدية</b>

ويبلغ إيراد السماد المتوقع 120 ل.س / طن

#### • والدخل من استرداد المادة:

- لكل طن من الاسترداد، فإن المشغل سوف يبيع مواد مدوّرة :
- معدن: 100 كغ × 1.5 ل.س = 150 ليرة سورية
- كرتون: 350 كغ × 2 ل.س = 700 ليرة سورية
- بلاستيك: 450 كغ × 5 ل.س = 2250 ليرة سورية
- زجاج: 50 كغ × 3 ل.س = 150 ليرة سورية
- نسيج: 50 كغ × 1 ل.س = 50 ليرة سورية

وذلك يساوي 3300 ليرة سورية لكل طن من المواد المستردة.

وبالتالي فإن تكلفة الحل المقترح بدون إدخال قيمة التلوث هي وفق الجدول رقم 25 التالي:



ومع إدخال التلوث تصبح كميات الملوثات الناتجة عن هذا الحل المقترح وفق الجدول رقم 26 التالي:

جدول رقم 26: كمية الملوثات الناتجة عن السيناريو الرابع

كمية CO2 كلي	كمية مياه راشحة كلي	فوز ميكائيلي و معالجة عضوية للتحويل لأسمدة ثم طمر الباقي				كمية الملوثات	
		كمية CO2 اسمدة طن/ع/108	كمية مياه راشحة اسمدة طن/3*0.2	كمية مياه راشحة محطة طن/ع/32	كمية مياه راشحة محطة طن/3*0.1	كمية CO2 مطمر طن/ع/1100	كمية مياه راشحة مطمر طن/3*10
طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة	طن / سنة
46,078	360,036	4,730	8,760	2,803	876	38,544	350,400
47,154	368,448	4,841	8,965	2,869	896	39,445	358,586
48,253	377,033	4,954	9,174	2,936	917	40,364	366,942
49,374	385,794	5,069	9,387	3,004	939	41,302	375,469
50,521	394,758	5,187	9,605	3,074	960	42,261	384,192
51,695	403,927	5,307	9,828	3,145	983	43,243	393,116
52,895	413,305	5,430	10,056	3,218	1,006	44,247	402,243
54,122	422,891	5,556	10,289	3,293	1,029	45,273	411,573
55,375	432,682	5,685	10,528	3,369	1,053	46,321	421,102
56,653	442,670	5,816	10,771	3,447	1,077	47,390	430,822
57,959	452,871	5,950	11,019	3,526	1,102	48,483	440,750
59,290	463,276	6,087	11,272	3,607	1,127	49,596	450,877
60,646	473,868	6,226	11,530	3,689	1,153	50,730	461,185
62,027	484,657	6,368	11,792	3,773	1,179	51,885	471,686
63,434	495,654	6,512	12,060	3,859	1,206	53,063	482,388
64,870	506,871	6,660	12,333	3,946	1,233	54,264	493,305
66,335	518,324	6,810	12,611	4,036	1,261	55,490	504,452
67,834	530,032	6,964	12,896	4,127	1,290	56,743	515,846
69,363	541,980	7,121	13,187	4,220	1,319	58,022	527,474
70,920	554,147	7,281	13,483	4,315	1,348	59,325	539,316
72,492	566,431	7,442	13,782	4,410	1,378	60,640	551,271
74,062	578,697	7,603	14,080	4,506	1,408	61,953	563,209
75,608	590,774	7,762	14,374	4,600	1,437	63,246	574,963
77,122	602,606	7,917	14,662	4,692	1,466	64,513	586,478
78,613	614,257	8,071	14,945	4,783	1,495	65,760	597,817
80,099	625,865	8,223	15,228	4,873	1,523	67,003	609,114
81,614	637,704	8,379	15,516	4,965	1,552	68,270	620,637
83,193	650,047	8,541	15,816	5,061	1,582	69,591	632,649
84,854	663,023	8,711	16,132	5,162	1,613	70,981	645,277
86,581	676,518	8,889	16,460	5,267	1,646	72,425	658,411
1,949,034	15,229,145						

وتبلغ تكلفة هذا الحل المقترح بإدخال قيمة التلوث وفق الجدول رقم 27 التالي:

جدول رقم 27: تكلفة السيناريو الرابع مع إدخال قيمة التلوث

تكلفة التلوث	التلوث			المطمر الصحي			المحطة البيولوجية للحوزل إلى الأسمدة			محطة الفرز الميكانيكية		
	تكلفة التلوث	تكلفة تشغيل	تكلفة إنشاء	تكلفة التشغيل	تكلفة الأرض	تكلفة الاستثمار	تكلفة التشغيل	تكلفة الأرض	تكلفة الاستثمار	تكلفة التشغيل	تكلفة الأرض	تكلفة الاستثمار
السوية	ل/س/سنة	ل/س/30	ل/س/100	ل/س/400	ل/س/100	ل/س/400	ل/س/120	ل/س/400	ل/س/120	ل/س/400	ل/س/3000	ل/س/100,400,000
15,408,840	4,607,760	10,801,080	24,174,847	14,016,000	24,174,847	155,777,840	-5,256,000	17,149,667	1,593,467	138,346,667	-28,908,000	2,444,000
15,768,840	4,715,412	11,053,428		14,343,459			-5,378,797	17,149,667			-29,583,385	
16,136,278	4,825,288	11,310,990		14,677,683			-5,504,131	17,149,667			-30,272,722	
16,511,250	4,937,417	11,573,832		15,018,170			-5,632,035	17,149,667			-30,976,193	
16,894,853	5,052,128	11,842,725		15,367,689			-5,762,883	17,149,667			-31,695,858	
17,287,283	5,169,478	12,117,806		15,724,647			-5,896,742	17,149,667			-32,432,084	
17,688,643	5,289,498	12,399,146		16,089,727			-6,033,648	17,149,667			-33,185,061	
18,098,918	5,412,184	12,686,735		16,462,916			-6,173,594	17,149,667			-33,954,765	
18,517,950	5,537,488	12,980,462		16,844,071			-6,316,526	17,149,667			-34,740,896	
18,945,406	5,665,312	13,280,094		17,232,888		195,491,166	-6,462,333	17,149,667	184,689,067		-35,542,831	24,853,334
19,382,001	5,795,868	13,586,132		17,630,018			-6,611,257	22,083,907			-36,361,912	
19,827,299	5,929,027	13,898,271		18,035,064			-6,763,149	22,083,907			-37,197,320	
20,280,626	6,064,587	14,216,038		18,447,414			-6,917,780	22,083,907			-38,047,791	
20,742,372	6,202,665	14,539,707		18,867,422			-7,075,283	22,083,907			-38,914,058	
21,213,006	6,343,400	14,869,605		19,295,514			-7,235,818	22,083,907			-39,796,997	
21,693,084	6,486,960	15,206,124		19,732,197			-7,399,574	22,083,907			-40,697,656	
22,183,267	6,633,541	15,549,726		20,178,071			-7,566,777	22,083,907			-41,617,272	
22,684,333	6,783,376	15,900,956		20,633,844			-7,737,692	22,083,907			-42,557,304	
23,195,685	6,936,288	16,259,397		21,098,975			-7,912,116	22,083,907			-43,516,636	
23,716,428	7,092,008	16,624,421		21,572,646		241,593,100	-8,089,742	22,083,907	220,608,000		-44,493,583	62,496,666
24,242,161	7,249,219	16,992,942		22,050,857			-8,269,071	26,215,800			-45,479,893	
24,767,124	7,406,201	17,360,923		22,528,367			-8,448,138	26,215,800			-46,464,758	
25,283,993	7,560,762	17,723,231		22,998,515			-8,624,443	26,215,800			-47,434,438	
25,790,379	7,712,188	18,078,191		23,459,128			-8,797,173	26,215,800			-48,384,452	
26,289,000	7,861,293	18,427,707		23,912,677			-8,967,254	26,215,800			-49,319,897	
26,785,803	8,009,853	18,775,949		24,364,573			-9,136,715	26,215,800			-50,251,933	
27,292,501	8,161,373	19,131,127		24,825,469			-9,309,551	26,215,800			-51,202,531	
27,820,749	8,319,337	19,501,412		25,305,969			-9,489,738	26,215,800			-52,193,560	
28,376,073	8,485,398	19,890,675		25,811,095			-9,679,161	26,215,800			-53,235,384	
28,953,633	8,658,107	20,295,525		26,336,448			-9,876,168	26,215,800			-54,318,925	
651,777,777	194,903,417	456,874,360	592,862,106	24,174,847	592,862,106	222,323,290	654,493,733	1,593,467	543,643,733	1,838,853,834	2,444,000	187,750,000
			تكلفة التلوث	تكلفة العن	تكلفة الكلية	بيوت تلوث						
			176	808	3,645,354,220							
					984							

**4-9 حساب المنفعة واختيار البديل الأنسب:**

استناداً إلى مصفوفة الآثار البيئية السابق ذكرها في الفقرة 2-6، سوف يتم حساب المنفعة المترتبة جراء ما يلي:

- 1- المنفعة المترتبة من الوفر في استعمالات الأراضي.
- 2- المنفعة المترتبة من الوفر في تكلفة تلوث المياه الراشحة.
- 3- المنفعة المترتبة من الوفر في تكلفة تلوث الغازات.
- 4- المنفعة المترتبة من مبيع مواد التدوير ومبيع الأسمدة العضوية.
- 5- المنفعة المترتبة من الوفر في كلفة المعالجة الصحية.

حيث أن المنفعة المحققة بين كل حل بديل وآخر هي حاصل طرح قيمة المعيار المدروس بين البديلين.

ولمعرفة ذلك سنطبق طريقة المقارنة الثنائية بين البدائل وفق المنهجية التي تم شرحها في الفقرة 3-5 في الصفحة رقم 62 من هذا البحث، و ذلك وفق الخطوات التالية:

- 1- نرتب البدائل حسب تكلفتها بشكل تصاعدي من حيث الكلفة الأولية ونعتبر البديل الأقل كلفة هو البديل الأول ونسميه البديل (المدافع)، ويقارن بالبديل التالي له في الترتيب التصاعدي، ونسميه البديل (المتحدي).
- 2- نحسب فروقات الكلفة والمنفعة بين البديل المدافع والمتحدي.
- 3- ننسب فروق المنفعة إلى الكلفة، فإذا كان الناتج أكبر من الواحد فإن البديل المتحدي هو الفائز، وإلا فإن البديل المدافع هو الفائز من هذه المرحلة في المقارنة.
- 4- نسمي البديل المنتصر البديل المدافع.
- 5- نعود لحساب فروقات الكلفة والمنفعة بين البديل الفائز من المقارنة السابقة (المدافع)، والبديل التالي في الترتيب التصاعدي (المتحدي).
- 6- نكرر الخطوات من 2 - 5 وصولاً لمقارنة فروقات الكلفة بين البديل المدافع وآخر بديل في الترتيب التصاعدي.

وبتطبيق هذه الطريقة قمنا بإجراء الترتيب التصاعدي للسيناريوهات وفق الكلفة الصافية للحل المقترح، حيث أن:

الكلفة الصافية للحل المقترح = تكلفة الأرض اللازمة للمشروع + تكاليف الاستثمار + تكاليف التشغيل

و بذلك تم ترتيب البدائل تصاعدياً على النحو التالي :

- 1- السيناريو الأول: 794,011,094 ل.س
- 2- السيناريو الثاني: 3,006,747,645 ل.س
- 3- السيناريو الرابع: 4,438,677,826 ل.س
- 4- السيناريو الثالث: 4,736,320,715 ل.س

▪ المرحلة الأولى: المقارنة بين السيناريو 1 (البديل المدافع) والسيناريو 2 (البديل المتحدي):

جدول رقم 28: المقارنة الثنائية - المرحلة الأولى

جدول المنفعة / الكلفة - المقارنة الثنائية - المرحلة الأولى					
المنفعة B-A		B	A	الوحدة	البيانات
		السيناريو 2	السيناريو 1		
		طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
تكلفة إضافية	منفعة إضافية	3,006,747,645	794,011,749		التكلفة الصافية للحل المقترح
0	10,497,000	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-741,077,632	0	1,482,155,264	741,077,632	ل.س	تكلفة عمليات التشغيل
-1,482,155,264	0	1,482,155,264	0	ل.س	تكلفة عمليات الاستثمار
0	5,558,083,741	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
0	259,447,171	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
0	13,696,837,619	0	13,696,837,619	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية
0	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
0	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
19,524,865,530					مجموع المنافع الإضافية
2,223,232,896					مجموع التكاليف الإضافية
8.782195					نسبة المنفعة/الكلفة

نلاحظ أن نسبة المنفعة/الكلفة =  $2,223,232,896 \div 19,524,865,530 = 0.114$  < 1

وبالتالي فإن السيناريو 2 هو الفائز في المرحلة الأولى من المقارنة.

▪ المرحلة الثانية: المقارنة بين السيناريو 2 (البديل المدافع) والسيناريو 4 (البديل المتحدي):

جدول رقم 29: المقارنة الثنائية - المرحلة الثانية

جدول المنفعة / الكلفة - المقارنة الثنائية - المرحلة الثانية					
المنفعة C-B		C	B	الوحدة	البيانات
		السيناريو 4	السيناريو 2		
		معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات		
تكلفة إضافية	منفعة إضافية	4,438,677,826	3,006,747,645		التكلفة الصافية للحل المقترح
0	14,224,804	28,212,313	42,437,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,604,054,409	0	3,086,209,673	1,482,155,264	ل.س	تكلفة عمليات التشغيل
0	157,899,425	1,324,255,839	1,482,155,264	ل.س	تكلفة عمليات الاستثمار
0	5,101,209,381	456,874,360	5,558,083,741	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
0	212,799,280	194,903,417	407,702,698	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
0	0	0	0	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية
0	1,222,778,093	-1,222,778,093	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
0	222,323,290	-222,323,290	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
6,931,234,272					مجموع المنافع الإضافية
1,604,054,409					مجموع التكاليف الإضافية
4.321072					نسبة المنفعة/الكلفة

نلاحظ أن نسبة المنفعة/الكلفة =  $1,604,054,409 \div 6,931,234,272 = 4.32 > 1$

وبالتالي فإن السيناريو 4 هو الفائز في المرحلة الثانية من المقارنة.

▪ المرحلة الثالثة: المقارنة بين السيناريو 4 (البديل المدافع) والسيناريو 3 (البديل المتحدي):

جدول رقم 30: المقارنة الثنائية - المرحلة الثالثة

جدول المنفعة / الكلفة - المقارنة الثنائية - المرحلة الثالثة					
المنفعة D-C		D	C	البيانات	الوحدة
		السيناريو 3	السيناريو 4		
		معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي		
تكلفة إضافية	منفعة إضافية	4,736,320,715	4,438,677,826		التكلفة الصافية للحل المقترح
-13,625,092	0	41,837,405	28,212,313	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-86,583,899	0	3,172,793,572	3,086,209,673	ل.س	تكلفة عمليات التشغيل
-197,433,899	0	1,521,689,738	1,324,255,839	ل.س	تكلفة عمليات الاستثمار
-4,546,511,273	0	5,003,385,633	456,874,360	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
-183,787,253	0	378,690,670	194,903,417	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
0	0	0	0	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية
0	0	-1,222,778,093	-1,222,778,093	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	-222,323,290	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
0					مجموع المنافع الإضافية
5,250,264,705					مجموع التكاليف الإضافية
0.000000					نسبة المنفعة/الكلفة

نلاحظ أن نسبة المنفعة/الكلفة =  $5,250,264,705 \div 0 = 1 > 0$  وبالتالي فإن السيناريو 4 بقي هو الفائز في المرحلة الثالثة من المقارنة.

مما سبق نستنتج أن السيناريو 4 والذي يمثل الحل المقترح للتخلص من النفايات البلدية بواسطة الفرز الميكانيكي للمواد القابلة للتدوير ثم إجراء المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية لإنتاج محسنات التربة (السماذ) ثم طمر الباقي ضمن مطمر صحي، هو البديل الأمثل بين مجموعة البدائل المقترحة للمنطقة المدروسة.

بعبارة أخرى، أنه لتنفيذ هذا المشروع فإننا ننتقل من حالة البديل صفر (عدم التنفيذ) إلى حالة البديل الرابع وبالتالي فإن المنفعة الإضافية من قيام هذا المشروع تقدر بـ 26,298,200,377 ل.س وهي:

- 1- المنفعة المترتبة من الوفر في استعمالات الأراضي.
- 2- المنفعة المترتبة من الوفر في تكلفة تلوث المياه الراشحة.
- 3- المنفعة المترتبة من الوفر في تكلفة تلوث الغازات.
- 4- المنفعة المترتبة من الوفر في تكلفة الرعاية الصحية.
- 5- المنفعة المترتبة من الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير وبيع الأسمدة العضوية.

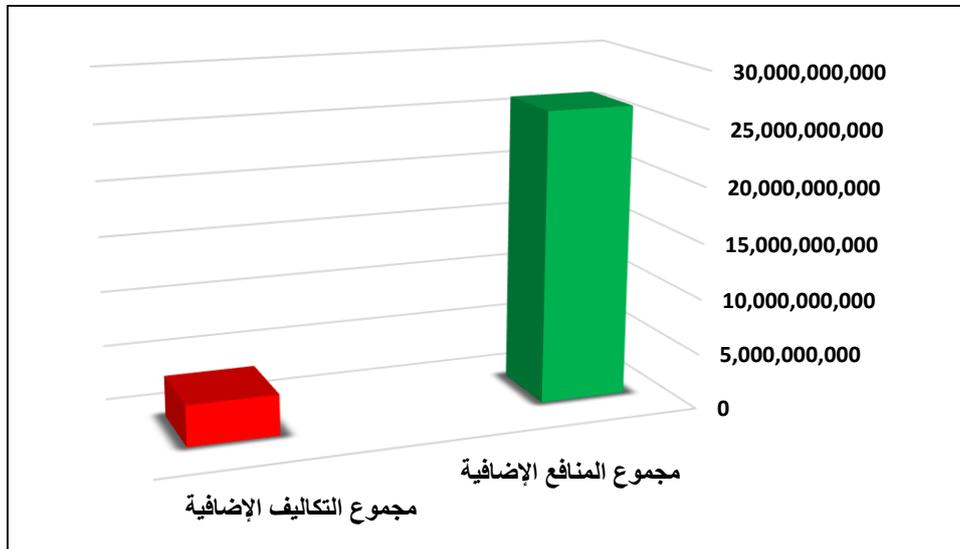
وأن الكلفة الإضافية المترتبة للقيام بهذا المشروع تقدر بـ **3,669,387,880 ل.س.**

ويمكن أن نعبر عما سبق بالجدول رقم 31 التالي:

**جدول رقم 31: المنفعة / الكلفة للحل النهائي**

جدول المنفعة / الكلفة للحل النهائي					
المنفعة / الكلفة		السيناريو 4	السيناريو 1	الوحدات	البيانات
المنفعة	الكلفة	معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	المكب العشوائي		
0	24,721,803	28,212,313	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
2,345,132,041	0	3,086,209,673	741,077,632	ل.س	تكلفة عمليات التشغيل
1,324,255,839	0	1,324,255,839	0	ل.س	تكلفة عمليات الاستثمار
0	10,659,293,121	456,874,360	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
0	472,246,452	194,903,417	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
0	13,696,837,619	0	13,696,837,619	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية
0	1,222,778,093	1,222,778,093	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التلويز
0	222,323,290	222,323,290	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
<b>26,298,200,377</b>					<b>مجموع المنافع الإضافية</b>
<b>3,669,387,880</b>					<b>مجموع التكاليف الإضافية</b>
<b>7.166918</b>					<b>نسبة المنفعة/الكلفة</b>

والتي نوضحها بالرسم البياني رقم 25 التالي:



شكل توضيحي رقم 25: الفرق بين المنفعة والكلفة في الحل النهائي

أي أن المنافع في هذا المشروع تتجاوز تكلفته، وأنه يحقق نسبة منفعة إلى الكلفة تساوي إلى 7.17، وبالتالي من المجدي لأصحاب القرار تنفيذه.

## الفصل الخامس: تحليل الحساسية

### 5-1- مقدمة :

يعتبر تحليل الحساسية الخطوة النهائية في منهجية تحليل الكلفة/المنفعة، قبل اتخاذ القرار بالمضي في تنفيذ المشروع قداماً من عدمه.

ويعرّف تحليل الحساسية Sensitivity Analysis على أنه " تقنية تُستخدم لتحديد كيفية تأثير قيمة مختلفة من متغير مستقل على متغير لتابع معين في ظل مجموعة من الافتراضات، وهو وسيلة لتوقع فيما إذا كانت نتائج القرار يمكن أن تتغير عند تغير واحد أو أكثر من المعطيات ". وتستخدم هذه التقنية ضمن حدود معينة من شأنها أن تعتمد على واحد أو أكثر من المتغيرات [68].

وتحليل الحساسية وفق تعريف Jovanovic هو طريقة حسابية تستخدم للتنبؤ بآثار التغير الحاصل في مخرجات نظام نتيجة للتغير في قيم المدخلات [69]، وهذه الطريقة تستخدم غالباً في تقييم المشاريع الاستثمارية في ظل المخاطرة و اللاتأكد حيث يشار ايضاً الى تحليل الحساسية على انه مقدار التغير الذي يحصل في

مدخلات المشروع ( نتيجة للتقدير غير الدقيق لهذه العوامل ، او لاسباب اخرى ) والذي بدوره يؤثر على عوامل معينة او على التقييم الاجمالي للمشروع. و أوضح Jovanovic ان تحليل الحساسية هو من أهم طرق تقييم المشاريع الاستثمارية في ظل ظروف المخاطرة و اللاتأكد وبين كيف يمكن ان يؤثر تحليل الحساسية على، معايير الاستثمار التقليدية ( فترة الاسترداد ، صافي القيمة الحالية، معدل العائد الداخلي ) واستنتج الى أن تحليل الحساسية يمكن ان يساهم في اعطاء معلومات مهمة حول اثار التغير في مدخلات المشروع الاستثماري وبالتالي في الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد .

كما بين Pannell أهمية استخدام تحليل الحساسية في الوصول الى القرار الاستثماري الرشيد [70]، حيث اوضح ان استخدام اسلوب تحليل الحساسية يمكن ان يساهم في زيادة المعرفة، لمتخذ القرار وفهم سلوك الانظمة تحت الدراسة، وبين ان تحليل الحساسية يتميز بسهولة الاستخدام والتطبيق ومرونته العالية، ويمكن تطبيقه على أي نموذج كمي.

ويصنف تحليل الحساسية الى صنفين [71] ، الصنف الاول يسمى تحليل الحساسية باستخدام عامل واحد في نفس الوقت، في هذا التحليل يتغير عامل واحد من عوامل المشروع الاستثماري بينما تبقى العناصر الاخرى على حالها، اما الصنف الثاني فيسمى تحليل الحساسية باستخدام عوامل متعددة ، وهذا التحليل يسمح بتغير اكثر من عامل من عوامل المشروع في نفس الوقت .

وطبقاً لـ Couper [72] انه من خلال تحليل الحساسية يتم تطبيق مبدأ " ماذا لو ؟ - What if ؟ " فمثلاً نقول ماذا سيحصل لو تغير عدد السكان في دراستنا هذه ؟ هل سيبقى الحل الرابع هو الحل الأفضل ؟ و ماذا سيحصل لو تغير اي من معطيات الدراسة ؟ ... الخ.

و وفقاً لما تقدم سيكون موضوع هذا الفصل هو تحليل الحساسية باستخدام عامل واحد فقط، كما سنستخدم سيناريو " ماذا لو ؟ - What if ؟ " للعمل على تحديد المتغيرات التي يمكن أن تؤدي إلى تغيير في سيناريو الحل المقترح .

## 5-2- عوامل اختبارات الحساسية:

الخطوة الأولى في اختبارات الحساسية وفق سيناريو " ماذا لو ؟ - What if ؟ " هي تحديد العوامل التي يتوجب اختبارها (سواءً لعدم التأكد من قيمها أو مؤشراتها ، أو لاحتمال إمكانية تأثيرها على النتائج).

من هنا فقد تم تحديد 19 عاملاً في دراستنا سوف نقوم باختبارات الحساسية عليها، وهي موضحة في الجدول رقم 32 التالي:

جدول رقم 32: عوامل اختبارات الحساسية

مسلسل	عوامل اختبارات الحساسية	
1	عدد السكان الأساس المخدّم بالمشروع	نسمة
2	حصة الفرد اليومية من النفايات	كغ/يوم
3	كمية النفايات الأساس	طن/سنة
4	نسبة النفايات العضوية	%
5	نسبة مواد التدوير	%
6	نسبة العوادم	%
7	سعر المتر المربع من الأرض	ل.س
8	قيمة مبيع مواد التدوير	ل.س/طن
9	قيمة مبيع الأسمدة	ل.س/طن
10	كلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س/م <sup>3</sup>
11	كلفة تلوث الغازات CO <sub>2</sub>	ل.س/طن
12	سعر الدولار المفترض	ل.س
13	سعر الفائدة	%
14	ارتفاع النفايات في المكب العشوائي	م
15	ارتفاع النفايات في المطمر الصحي	م
16	كلفة التشغيل في المكب العشوائي	ل.س
17	متوسط عدد أفراد الأسرة	نسمة
18	كلفة الزيارة الصحية الواحدة للطبيب	ل.س
19	عدد زيارات العائلة السنوية للمركز الصحي	ل.س

### 5-3- النموذج الحاسوبي:

من أجل تعميم هذه الدراسة وتزويد المؤسسات المسؤولة عن اتخاذ القرار بأداة، سعينا لتصميم نموذج حاسوبي يمكن تقديمه للدارس سواءً لاجراء اختبارات الحساسية أو الاستفادة من هذا البحث لمواقع أخرى، لذلك تم تصميم أداة Calculator على الحاسب باستخدام برنامج الصفائح الممدودة EXCEL تتيح التحكم بشكل مرن بكافة العوامل المستخدمة في الدراسة من خلال واجهة رسومية سهلة الاستخدام.

يحتوي البرنامج على أربعة واجهات رئيسية هي:

صفحة البداية - مدخلات المشروع - صفحة النتائج - صفحة جدول المقارنة.

## 5-3-1 صفحة البداية:

تحتوي على رسالة الترحيب، ومعلومات حول البرنامج، وملاحظات التشغيل. وفق الشكل رقم 26 التالي:

## The CALCULATOR

أهلاً بكم إلى هذا البرنامج الذي يقوم بإجراء تحاليل الكلفة/المنفعة لاختيار بدائل التخلص من النفايات البلدية الصلبة ضمن المطامر الصحية.

1- يعتمد هذا البرنامج على معدل تزايد السكان في سوريا بشكل عام لذا فهو صالح في أي منطقة من مناطق الجمهورية العربية السورية.

2- تم تطوير هذا البرنامج لمساعدة المجالس المحلية في اتخاذ القرار المناسب حول آلية التخلص من النفايات البلدية الصلبة وحساب الكلف الكلية والتدفقات النقدية اللازم تأمينها على طول حياة المشروع.

3- يقوم هذا البرنامج بتحليل أربعة سناريوهات وفق منهجية الكلفة/المنفعة للحلول المقترحة للتخلص من النفايات البلدية هي:

- 1- التخلص من النفايات ضمن المكب العشوائي .
- 2- الطمر الصحي لكافة النفايات البلدية .
- 3- فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم طمر الباقي .
- 4- فرز ميكانيكي للحصول على مواد قابلة للتدوير ثم معالجة بيولوجية للنفايات العضوية للحصول على مصنعات للتربة ( أسمدة ) ثم طمر الباقي .

و من ثم يستخدم طريقة المقارنة الثنائية لاختيار البديل الأمثل من بين هذه البدائل .

إبدأ هنا

**إعدادات الأمان:**

لكي تستخدم هذه الأداة يجب التأكد من تمكين وحدات الماكرو ضمن إكمال.

**أوفيس 2003**

إن لم تكن وحدات الماكرو ممكنة سيتم سؤالك عند فتح الملف لأول مرة فيما إذا كنت تريد تمكين الماكرو أم لا. اختر **تمكين الماكرو**. إن لم يظهر مربع الحوار اذهب إلى قسم **ماكرو** تحت قائمة **أدوات** واختر **الأمان**.

**أوفيس 2007 و 2010**

إن لم تكن وحدات الماكرو ممكنة ، سيتم سؤالك عند فتح الملف لأول مرة فيما إذا كنت تريد تمكين الماكرو أم لا. اختر **تمكين الماكرو**. في حال لم تكن وحدات الماكرو ممكنة ، انقر زر **مايكروسوفت أوفيس** (في الزاوية العليا اليسارية -لاتيني أو اليمينية -عربي-) ثم انقر **خيارات** انقر **مركز التوثيق** ، انقر **إعدادات مركز التوثيق** ، ثم انقر **إعدادات الماكرو** ثم حدد خيار **تلك المفضلة**.

صمم هذا البرنامج: **المهندس أحمد حسام مخللاتي**  
ضمن رسالة الماجستير في قسم الإدارة الهندسية والإنشاء - كلية الهندسة المدنية - جامعة حلب  
الاستاذ المشرف: **د. ماهر غزال** - الاستاذ المشارك: **د. عبد الحكيم بنود**

معلومات الاتصال: هاتف: +963944402980 +9639335232579 بريد الكتروني: ahmsyria@gmail.com  
(C) جميع الحقوق محفوظة

شكل توضيحي رقم 26: صفحة البداية في برنامج الحاسبة Calculator

## 5-3-2 صفحة مدخلات المشروع:

تحتوي على معطيات المشروع وفرضياته الفنيّة والاقتصادية وفق الشكل رقم 27 التالي:

صفحة البداية ← مدخلات المشروع ← صفحة النتائج ← جداول مقارنة

مدخلات المشروع

**أ- بيانات السكان**

يرجى إدخال كامل البيانات قبل المعالجة حيث سيتم استخدامها في باقي المراحل الحسابية. يمكن استعراض باقي الأقسام قبل إكمال هذا القسم ولكن ستكون هناك أخطاء وتحذيرات.

عدد السكان الأساس بالمخيم	400000	نسمة	
متوسط عدد أفراد الأسرة	6	نسمة	

**ب- بيانات النفايات**

**1- كمية النفايات**

إدخال كمية النفايات يدويًا  حساب كمية النفايات آليًا

حصة الفرد اليومية من النفايات	0.60	كغ/يوم	
كمية النفايات الأساس	87,600	طن/سنة	

**2- نسبة تركيب النفايات 100%**

نسبة النفايات العضوية	50	%	
نسبة مواد التدوير	10	%	
نسبة العوادم (التي يجب طمرها)	40	%	

**3- الشروط التصميمية**

ارتفاع النفايات في المكب العشوائي	20	م	
ارتفاع النفايات في المطمر الصحي	20	م	

**ج- بيانات أسعار السوق (بالليرة السورية)**

سر الدولار المفترض	50	ل.س	
سر المتر المربع من الأرض	100	ل.س	
قيمة مبيع مواد التدوير	3300	ل.س/طن	
قيمة مبيع الأسمدة	120	ل.س/طن	
معدل الخصم (سر الفائدة)	0	%	

**د- التكاليف و البيانات الفنية**

كلفة تلوث المياه الراشحة	30	ل.س/م3	
كلفة تلوث الغازات CO2	100	ل.س/طن	
كلفة الزيارة الصحية الواحدة	850	ل.س	
عدد الزيارات الصحية لكل عائلة	5.7143	مرة/سنة	

**ابدأ الحساب**

شكل توضيحي رقم 27: صفحة مدخلات المشروع في برنامج الحاسبة Calculator

حيث يتم إدخال البيانات من قبل المستخدم، مع إمكانية حساب كمية النفايات بشكل آلي اعتماداً على حصة الفرد اليومية من النفايات، أو إدخالها بشكل يدوي كقيمة معلومة.

## 3-3-5 صفحة النتائج:

تحتوي على النتائج الفنيّة والاقتصادية الناتجة عن معالجة البرنامج للبيانات المدخلة من قبل المستخدم ضمن السيناريوهات الأربعة المقترحة في هذا البحث، وفق الشكل رقم 28 التالي:



شكل توضيحي رقم 28: صفحة النتائج في برنامج الحاسبة Calculator

كما يمكن من خلال أمر فرعي (بيانات تفصيلية)، الحصول على البيانات التفصيلية الفنية والاقتصادية للحل الأنسب الناجم عن نتائج المعالجة، وفق الجداول التالية:

- بيانات النفايات:

مستل	السنة	عدد السكان نسمة	كمية النفايات البلدية طن / سنة	كمية النفايات العضوية طن / سنة	كمية مواد التكوير طن / سنة	كمية النفايات المظومة طن / سنة	كمية نفايات مظومة طن / مرحلة
0	2013						
1	2014	400,000	87,600	43,800	8,760	35,040	
2	2015	409,345	89,647	44,823	8,965	35,859	
3	2016	418,884	91,736	45,868	9,174	36,694	
4	2017	428,618	93,867	46,934	9,387	37,547	
5	2018	438,576	96,048	48,024	9,605	38,419	
6	2019	448,763	98,279	49,140	9,828	39,312	
7	2020	459,182	100,561	50,280	10,056	40,224	
8	2021	469,832	102,893	51,447	10,289	41,157	
9	2022	480,710	105,275	52,638	10,528	42,110	
10	2023	491,806	107,706	53,853	10,771	43,082	389,445
11	2024	503,140	110,188	55,094	11,019	44,075	
12	2025	514,699	112,719	56,360	11,272	45,088	
13	2026	526,467	115,296	57,648	11,530	46,119	
14	2027	538,454	117,921	58,961	11,792	47,169	
15	2028	550,671	120,597	60,298	12,060	48,239	
16	2029	563,133	123,326	61,663	12,333	49,330	
17	2030	575,858	126,113	63,056	12,611	50,445	
18	2031	588,865	128,962	64,481	12,896	51,585	
19	2032	602,140	131,869	65,934	13,187	52,747	
20	2033	615,658	134,829	67,415	13,483	53,932	488,728
21	2034	629,305	137,818	68,909	13,782	55,127	
22	2035	642,933	140,802	70,401	14,080	56,321	
23	2036	656,350	143,741	71,870	14,374	57,496	
24	2037	669,496	146,620	73,310	14,662	58,648	
25	2038	682,439	149,454	74,727	14,945	59,782	
26	2039	695,336	152,279	76,139	15,228	60,911	
27	2040	708,489	155,159	77,580	15,516	62,064	
28	2041	722,202	158,162	79,081	15,816	63,265	
29	2042	736,618	161,319	80,660	16,132	64,528	
30	2043	751,611	164,603	82,301	16,460	65,841	603,983
						1,482,155	
			3,705,388	1,852,694	370,539		
							المجموع الكلي (طن)

- كمية الملوثات:

مستل	السنة	كمية مياه راشحة مطمر طن/3م10	كمية CO2 مطمر طن / سنة	كمية مياه راشحة محطة طن/3م0.1	كمية CO2 محطة طن / سنة	كمية مياه راشحة اسمدة طن/3م0.2	كمية CO2 اسمدة طن / سنة	كمية مياه راشحة كلي طن / سنة	كمية CO2 كلي طن / سنة
0	2013	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2014	350,400	38,544	876	2,803	8,760	4,730	360,036	46,078
2	2015	358,586	39,445	896	2,869	8,965	4,841	368,448	47,154
3	2016	366,942	40,364	917	2,936	9,174	4,954	377,033	48,253
4	2017	375,469	41,302	939	3,004	9,387	5,069	385,794	49,374
5	2018	384,192	42,261	960	3,074	9,605	5,187	394,758	50,521
6	2019	393,116	43,243	983	3,145	9,828	5,307	403,927	51,695
7	2020	402,243	44,247	1,006	3,218	10,056	5,430	413,305	52,895
8	2021	411,573	45,273	1,029	3,293	10,289	5,556	422,891	54,122
9	2022	421,102	46,321	1,053	3,369	10,528	5,685	432,682	55,375
10	2023	430,822	47,390	1,077	3,447	10,771	5,816	442,670	56,653
11	2024	440,750	48,483	1,102	3,526	11,019	5,950	452,871	57,959
12	2025	450,877	49,596	1,127	3,607	11,272	6,087	463,276	59,290
13	2026	461,185	50,730	1,153	3,689	11,530	6,226	473,868	60,646
14	2027	471,686	51,885	1,179	3,773	11,792	6,368	484,657	62,027
15	2028	482,388	53,063	1,206	3,859	12,060	6,512	495,654	63,434
16	2029	493,305	54,264	1,233	3,946	12,333	6,660	506,871	64,870
17	2030	504,452	55,490	1,261	4,036	12,611	6,810	518,324	66,335
18	2031	515,846	56,743	1,290	4,127	12,896	6,964	530,032	67,834
19	2032	527,474	58,022	1,319	4,220	13,187	7,121	541,980	69,363
20	2033	539,316	59,325	1,348	4,315	13,483	7,281	554,147	70,920
21	2034	551,271	60,640	1,378	4,410	13,782	7,442	566,431	72,492
22	2035	563,209	61,953	1,408	4,506	14,080	7,603	578,697	74,062
23	2036	574,963	63,246	1,437	4,600	14,374	7,762	590,774	75,608
24	2037	586,478	64,513	1,466	4,692	14,662	7,917	602,606	77,122
25	2038	597,817	65,760	1,495	4,783	14,945	8,071	614,257	78,613
26	2039	609,114	67,003	1,523	4,873	15,228	8,223	625,865	80,099
27	2040	620,637	68,270	1,552	4,965	15,516	8,379	637,704	81,614
28	2041	632,649	69,591	1,582	5,061	15,816	8,541	650,047	83,193
29	2042	645,277	70,981	1,613	5,162	16,132	8,711	663,023	84,854
30	2043	658,411	72,425	1,646	5,267	16,460	8,889	676,518	86,581
								15,229,145	1,949,034

## - تفاصيل تكاليف محطة الفرز الميكانيكية:

محطة الفرز الميكانيكية				السنة	مسلسل
قيمة مبيع مواد التدوير	كلفة عمليات التشغيل	كلفة أرض المحطة	كلفة الاستثمار		
3300 ل.س/طن	ل.س / سنة	ل.س	ل.س		
0	0	2,444,000	100,400,000	2013	0
-28,908,000	42,320,000	0	0	2014	1
-29,583,385	42,320,000	0	0	2015	2
-30,272,722	42,320,000	0	0	2016	3
-30,976,193	42,320,000	0	0	2017	4
-31,695,858	42,320,000	0	0	2018	5
-32,432,084	42,320,000	0	0	2019	6
-33,185,061	42,320,000	0	0	2020	7
-33,954,765	42,320,000	0	0	2021	8
-34,740,896	42,320,000	0	0	2022	9
-35,542,831	42,320,000	0	24,853,334	2023	10
-36,361,912	55,183,133	0	0	2024	11
-37,197,320	55,183,133	0	0	2025	12
-38,047,791	55,183,133	0	0	2026	13
-38,914,058	55,183,133	0	0	2027	14
-39,796,997	55,183,133	0	0	2028	15
-40,697,656	55,183,133	0	0	2029	16
-41,617,272	55,183,133	0	0	2030	17
-42,557,304	55,183,133	0	0	2031	18
-43,516,636	55,183,133	0	0	2032	19
-44,493,583	55,183,133	0	62,496,666	2033	20
-45,479,893	86,382,250	0	0	2034	21
-46,464,758	86,382,250	0	0	2035	22
-47,434,438	86,382,250	0	0	2036	23
-48,384,452	86,382,250	0	0	2037	24
-49,319,897	86,382,250	0	0	2038	25
-50,251,933	86,382,250	0	0	2039	26
-51,202,531	86,382,250	0	0	2040	27
-52,193,560	86,382,250	0	0	2041	28
-53,235,384	86,382,250	0	0	2042	29
-54,318,925	86,382,250	0	0	2043	30
-1,222,778,093	1,838,853,834	2,444,000	187,750,000		

## - تفاصيل تكاليف المحطة البيولوجية:

المحطة البيولوجية للتحويل إلى الأسمدة				السنة	مسلسل
قيمة مبيع السماد	كلفة عمليات التشغيل	كلفة أرض المحطة	كلفة الاستثمار		
120 ل.س/طن	ل.س / سنة	ل.س	ل.س		
0	0	1,593,467	138,346,667	2013	0
-5,256,000	17,149,667	0	0	2014	1
-5,378,797	17,149,667	0	0	2015	2
-5,504,131	17,149,667	0	0	2016	3
-5,632,035	17,149,667	0	0	2017	4
-5,762,883	17,149,667	0	0	2018	5
-5,896,742	17,149,667	0	0	2019	6
-6,033,648	17,149,667	0	0	2020	7
-6,173,594	17,149,667	0	0	2021	8
-6,316,526	17,149,667	0	0	2022	9
-6,462,333	17,149,667	0	184,689,067	2023	10
-6,611,257	22,083,907	0	0	2024	11
-6,763,149	22,083,907	0	0	2025	12
-6,917,780	22,083,907	0	0	2026	13
-7,075,283	22,083,907	0	0	2027	14
-7,235,818	22,083,907	0	0	2028	15
-7,399,574	22,083,907	0	0	2029	16
-7,566,777	22,083,907	0	0	2030	17
-7,737,692	22,083,907	0	0	2031	18
-7,912,116	22,083,907	0	0	2032	19
-8,089,742	22,083,907	0	220,608,000	2033	20
-8,269,071	26,215,800	0	0	2034	21
-8,448,138	26,215,800	0	0	2035	22
-8,624,443	26,215,800	0	0	2036	23
-8,797,173	26,215,800	0	0	2037	24
-8,967,254	26,215,800	0	0	2038	25
-9,136,715	26,215,800	0	0	2039	26
-9,309,551	26,215,800	0	0	2040	27
-9,489,738	26,215,800	0	0	2041	28
-9,679,161	26,215,800	0	0	2042	29
-9,876,168	26,215,800	0	0	2043	30
-222,323,290	654,493,733	1,593,467	543,643,733		

## - تكاليف المطمر الصحي:

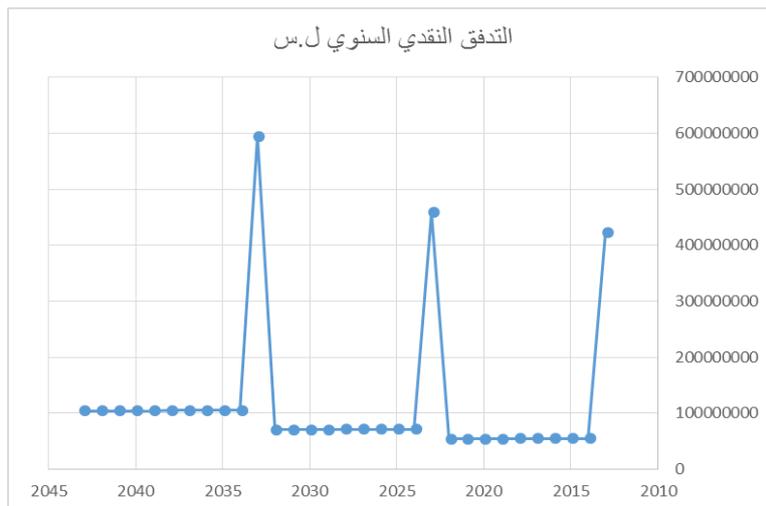
المطمر الصحي			السنة	متسلسل	
كلفة عمليات التشغيل	كلفة ارض المطمر	كلفة الاستثمار			
400 ل.س/طن	100 ل.س/م <sup>2</sup>	400 ل.س/طن			
400	100	400			
0	24,174,847	155,777,840	2013	0	المرحلة الأولى
14,016,000	0	0	2014	1	
14,343,459	0	0	2015	2	
14,677,683	0	0	2016	3	
15,018,760	0	0	2017	4	
15,367,689	0	0	2018	5	
15,724,647	0	0	2019	6	
16,089,727	0	0	2020	7	
16,462,916	0	0	2021	8	
16,844,071	0	0	2022	9	
17,232,888	0	195,491,166	2023	10	المرحلة الثانية
17,630,018	0	0	2024	11	
18,035,064	0	0	2025	12	
18,447,414	0	0	2026	13	
18,867,422	0	0	2027	14	
19,295,514	0	0	2028	15	
19,732,197	0	0	2029	16	
20,178,071	0	0	2030	17	
20,633,844	0	0	2031	18	
21,098,975	0	0	2032	19	
21,572,646	0	241,593,100	2033	20	المرحلة الثالثة
22,050,857	0	0	2034	21	
22,528,367	0	0	2035	22	
22,998,515	0	0	2036	23	
23,459,128	0	0	2037	24	
23,912,677	0	0	2038	25	
24,364,573	0	0	2039	26	
24,825,469	0	0	2040	27	
25,305,969	0	0	2041	28	
25,811,095	0	0	2042	29	
26,336,448	0	0	2043	30	
592,862,106	24,174,847	592,862,106			

## - تكاليف التلوث:

التلوث			السنة	متسلسل	
كلفة التلوث السنوية	كلفة تلوث CO2	كلفة تلوث مياه راشحة			
ل.س/سنة	100 ل.س/طن	30 ل.س/طن			
0	100	30			
0	0	0	2013	0	المرحلة الأولى
15,408,840	4,607,760	10,801,080	2014	1	
15,768,840	4,715,412	11,053,428	2015	2	
16,136,278	4,825,288	11,310,990	2016	3	
16,511,250	4,937,417	11,573,832	2017	4	
16,894,853	5,052,128	11,842,725	2018	5	
17,287,283	5,169,478	12,117,806	2019	6	
17,688,643	5,289,498	12,399,146	2020	7	
18,098,918	5,412,184	12,686,735	2021	8	
18,517,950	5,537,488	12,980,462	2022	9	
18,945,406	5,665,312	13,280,094	2023	10	المرحلة الثانية
19,382,001	5,795,868	13,586,132	2024	11	
19,827,299	5,929,027	13,898,271	2025	12	
20,280,626	6,064,587	14,216,038	2026	13	
20,742,372	6,202,665	14,539,707	2027	14	
21,213,006	6,343,400	14,869,605	2028	15	
21,693,084	6,486,960	15,206,124	2029	16	
22,183,267	6,633,541	15,549,726	2030	17	
22,684,333	6,783,376	15,900,956	2031	18	
23,195,685	6,936,288	16,259,397	2032	19	
23,716,428	7,092,008	16,624,421	2033	20	المرحلة الثالثة
24,242,161	7,249,219	16,992,942	2034	21	
24,767,124	7,406,201	17,360,923	2035	22	
25,283,993	7,560,762	17,723,231	2036	23	
25,790,379	7,712,188	18,078,191	2037	24	
26,289,000	7,861,293	18,427,707	2038	25	
26,785,803	8,009,853	18,775,949	2039	26	
27,292,501	8,161,373	19,131,127	2040	27	
27,820,749	8,319,337	19,501,412	2041	28	
28,376,073	8,485,398	19,890,675	2042	29	
28,953,633	8,658,107	20,295,525	2043	30	
651,777,777	194,903,417	456,874,360			

كما يمكن الحصول على البيانات التفصيلية للتدفق النقدي المتوقع خلال عمر المشروع ومخطط التدفق النقدي

التدفق النقدي السنوي		
ل.س / سنة	السنة	مسلسل
422,736,820	2013	0
54,730,507	2014	1
54,619,785	2015	2
54,506,775	2016	3
54,391,448	2017	4
54,273,467	2018	5
54,152,771	2019	6
54,029,328	2020	7
53,903,143	2021	8
53,774,265	2022	9
458,676,363	2023	10
71,305,890	2024	11
71,168,934	2025	12
71,029,508	2026	13
70,887,493	2027	14
70,742,744	2028	15
70,595,091	2029	16
70,444,330	2030	17
70,290,221	2031	18
70,132,949	2032	19
594,670,555	2033	20
105,142,104	2034	21
104,980,646	2035	22
104,821,677	2036	23
104,665,932	2037	24
104,512,576	2038	25
104,359,779	2039	26
104,203,938	2040	27
104,041,469	2041	28
103,870,673	2042	29
103,693,038	2043	30
<b>3,645,354,220</b>		



شكل توضيحي رقم 29: مخطط التدفق النقدي في برنامج الحاسبة Calculator

3-4-5 صفحة جدول المقارنة:

تحتوي على جدول مقارنة النتائج الفنية، الاقتصادية، التدفقات النقدية للسيناريوهات الأربعة، وفق الشكل التالي:

صفحة البداية ← مدخلات المشروع ← صفحة النتائج ← جداول مقارنة

جدول النتائج					البيانات (على كامل عمر المشروع)
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي	طن	كمية النفايات الكلية
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات العضوية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية مواد التدوير
370,539	370,539	0	0	طن	كمية النفايات المحبوسة
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	مساحة الأرض اللازمة
282,123	418,374	424,371	529,341	طن	تكلفة الأرض اللازمة
23,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	طن	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	طن	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
-222,323,290	0	0	0	طن	تكلفة المشروع
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	طن	تكلفة الطمر بدون تلوث
808	948	811	214	طن	كمية المياه الراشحة
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	طن	كمية CO2
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	تكلفة تلوث المياه الراشحة
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	طن	تكلفة تلوث الغازات
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	طن	تكلفة التلوث للغازات
176	1,453	1,610	3,180	طن	تكلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	طن	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	7,091	طن	تكلفة الطمر مع التلوث

جدول مقارنة التدفق النقدي للسيناريوهات الأربعة / مليون ل.س

السنة	السيناريو 1	السيناريو 2	السيناريو 3	السيناريو 4
2013	52,934	431,882	492,738	422,737
2014	619,898	176,076	172,187	54,731
2015	634,381	180,190	175,221	54,620
2016	649,163	184,388	178,318	54,507
2017	664,248	188,673	181,478	54,391
2018	679,681	193,057	184,711	54,273
2019	695,468	197,541	188,019	54,153
2020	711,615	202,127	191,401	54,029
2021	728,120	206,815	194,859	53,903
2022	744,978	211,604	198,391	53,774
2023	762,175	216,493	202,023	53,643
2024	779,739	221,477	205,756	53,511
2025	797,653	226,565	210,589	53,377
2026	815,890	231,746	215,521	53,241
2027	834,467	237,022	220,552	53,103
2028	853,400	242,400	225,682	52,963
2029	872,714	247,886	230,911	52,821
2030	892,434	253,487	236,248	52,677
2031	912,592	259,213	241,693	52,531
2032	933,163	265,056	247,246	52,383
2033	954,113	271,007	252,907	52,233
2034	975,263	277,065	258,676	52,081
2035	996,383	283,033	264,553	51,927
2036	1,017,176	288,919	270,538	51,771
2037	1,037,548	294,705	276,631	51,613
2038	1,057,608	300,403	282,832	51,453
2039	1,077,594	306,080	289,141	51,291
2040	1,097,979	311,870	295,558	51,127
2041	1,119,230	317,906	302,083	50,961
2042	1,141,571	324,252	308,716	50,793
2043	1,164,806	330,852	315,457	50,623



شكل توضيحي رقم 30: صفحة جداول المقارنة في برنامج الحاسبة Calculator

## 5-4- اختبارات الحساسية:

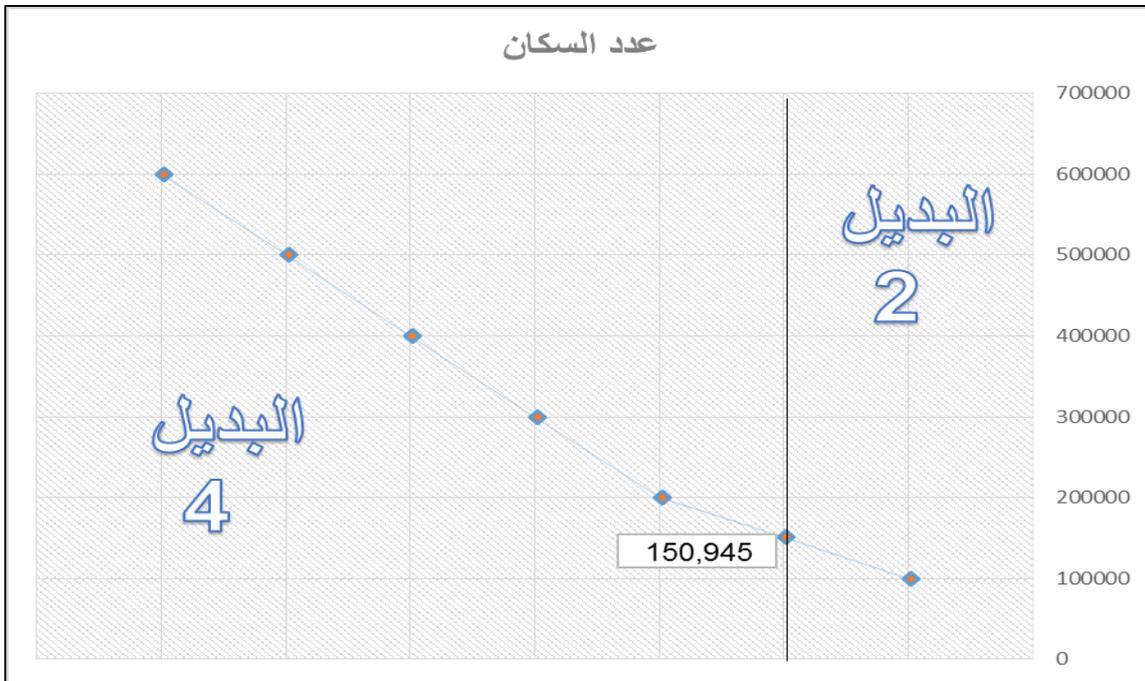
استناداً للنموذج السابق، قمنا بإجراء اختبارات الحساسية على العوامل الرئيسية المعتمدة في الدراسة والموضحة في الفقرة 5-2، وسوف نستعرض حساسية هذه العوامل وفق الترتيب التالي:

## 5-4-1- كمية النفايات:

إن كمية النفايات = حصة الفرد اليومية من النفايات X عدد السكان الأساس المخدّم بالمشروع

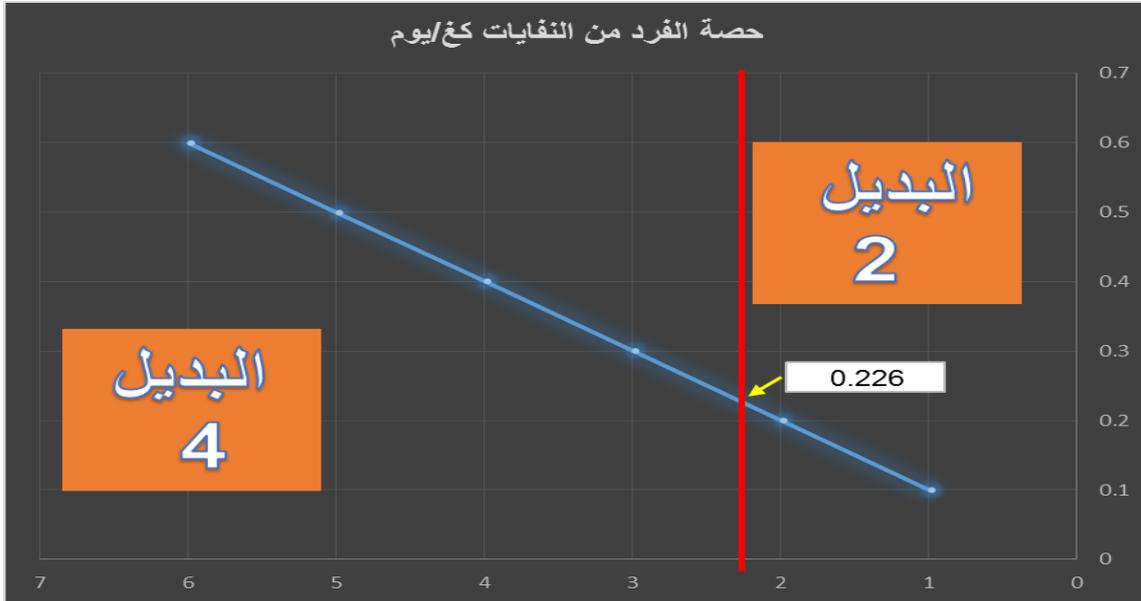
وبالتالي فإن أي تغيير في أحد أطراف هذه المعادلة سوف يؤثر على النتيجة سواء كانت حصة الفرد اليومية من النفايات أو عدد السكان المخدّم بالمشروع.

ونتيجة للاختبارات تبين أن الحل البديل المقترح (السيناريو) يختلف في حالتنا الدراسية ويصبح الحل الأمثل هو الحل الثاني وهو طمر كافة النفايات بدلاً من الحل الرابع المعتمد على الفرز الميكانيكي وإنتاج السماد ثم طمر الباقي عندما تبلغ كمية النفايات في سنة الأساس 33057 طن/سنة وهي تقابل 150945 نسمة بحصة 0.6 كغ/يوم للفرد الواحد، أو تقابل حصة 0.226 كغ/يوم للفرد الواحد في تجمع سكاني قدره 400000 نسمة، كما هو موضح في الرسوم البيانية رقم 31 و 32 و 33 التالية:

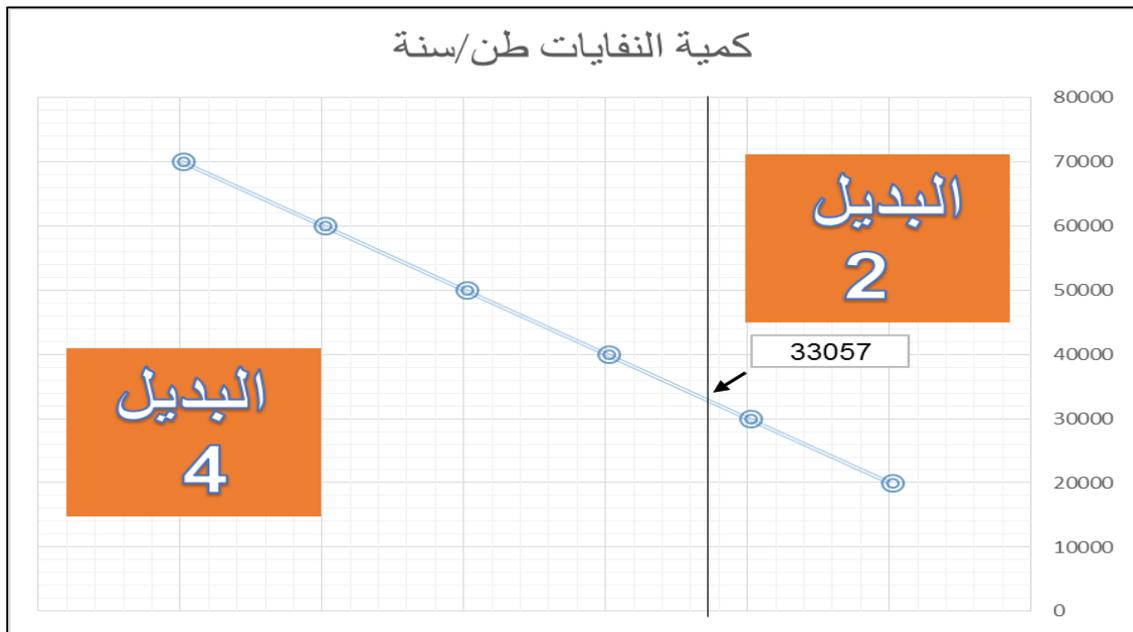


شكل توضيحي رقم 31: الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بعدد السكان

بمعنى آخر إذا انخفضت حصة الفرد من النفايات إلى 0.226 كغ/يوم في المنطقة المدروسة لدينا (مدينة الباب) فإن الحل المقترح الرابع المعتمد على الفرز الميكانيكي ونتاج السماد ثم طمر الباقي لن يكون الحل الأنسب وسوف يكون من الأنسب أن نقوم بطمر كافة النفايات.



شكل توضيحي رقم 32: الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بحصة الفرد من النفايات



شكل توضيحي رقم 33: الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بكمية النفايات

ويبين الجدول التالي رقم 33 اختبار حساسية كمية النفايات عند نقطة التعادل:

جدول رقم 33: نتائج اختبار حساسية كمية النفايات عند نقطة التعادل

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الوحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
1,395,696	1,395,696	1,395,696	1,395,696	طن	كمية النفايات الكلية
697,848	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
139,570	139,570	0	0	طن	كمية مواد التدوير
558,278	1,256,127	1,395,696	1,395,696	طن	كمية النفايات المظمورة
206,233	247,622	234,646	99,693	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
20,623,326	24,762,183	23,464,647	9,969,259	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-460,579,748	-460,579,748	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-83,741,772	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
3,147,665,892	2,595,687,538	1,140,021,613	289,108,500	ل.س	تكلفة المشروع
2255	1860	817	207	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
5,736,311	62,820,286	69,784,860	139,569,721	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
734,136	1,426,402	1,536,366	2,514,053	طن	كمية CO <sub>2</sub>
172,089,342	1,884,608,588	2,093,545,811	4,187,091,621	ل.س	تكلفة معالجة المياه الراشحة
73,413,620	142,640,152	153,636,583	251,405,317	ل.س	تكلفة معالجة الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	9,814	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
2,431	3,312	2,427	13,201	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

أي أن كمية النفايات بعواملها هي نقاط حساسة تؤدي إلى تغيير في الحل الأنسب للمشروع المقترح.

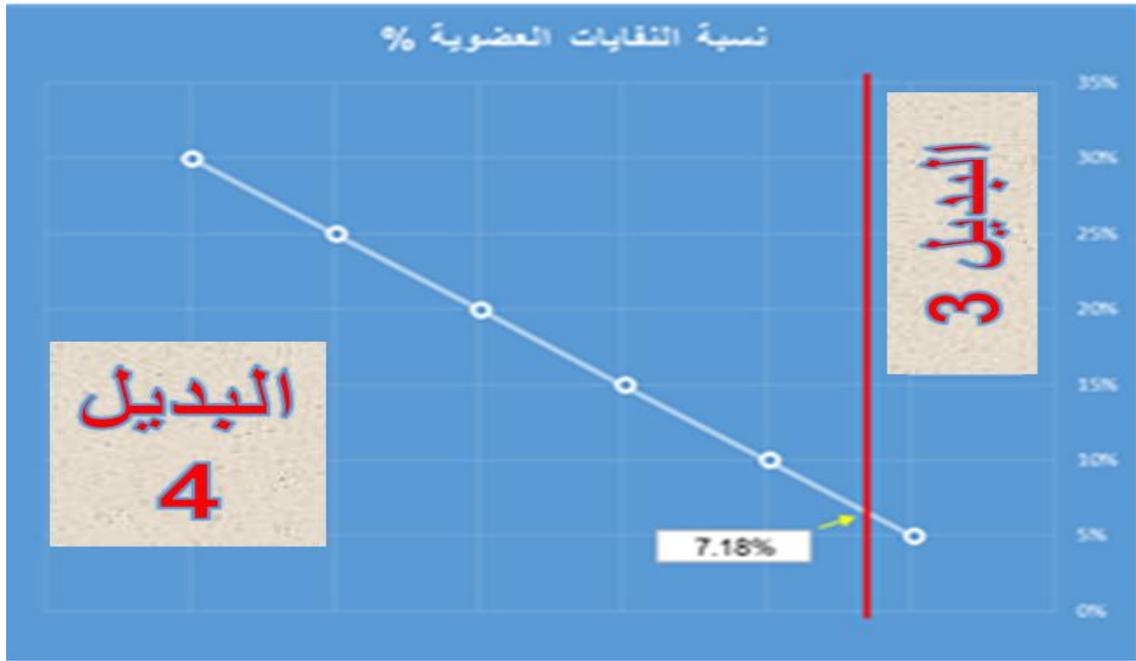
#### 5-4-2 نسب توزع مكونات النفايات:

إن تركيب النفايات البلدية في حالتنا المدروسة قد تألفت من:

- 50% نفايات عضوية
- 10% نفايات قابلة للتدوير
- 40% نفايات يجب طمرها (عوادم)

وقد قمنا باختبار حساسية تغير هذه النسب فوجدنا أن الحل البديل المقترح (السيناريو) يختلف في حالتنا الدراسية ويصبح الحل الأمثل هو الحل الثالث وهو الحل المعتمد على الفرز الميكانيكي فقط ثم طمر الباقي بدلاً من الحل الرابع المعتمد على الفرز الميكانيكي والمعالجة البيولوجية لإنتاج السماد ثم طمر الباقي كما هو موضح في الجدول رقم 34 عندما تبلغ نسبة النفايات العضوية 7.18% من التركيب الكلي للنفايات أي يصبح التركيب:

- 7.18% نفايات عضوية
- 10% نفايات قابلة للتدوير
- 82.82% نفايات يجب طمرها (عوادم)



شكل توضيحي رقم 34: الرسم البياني لنقطة الحساسية المتعلقة بنسبة النفايات العضوية

كما تبين أن نسبة النفايات القابلة للتدوير لا تؤثر في النتيجة عند تثبيت نسبة النفايات العضوية عند 50% حتى لو بلغت كامل الكمية المتبقية من تركيب النفايات.

جدول رقم 34: نتائج اختبار حساسية تركيب النفايات عند نقطة التعادل

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الوحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
266,047	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
3,068,802	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المطمورة
412,455	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
41,245,487	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-31,925,624	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
4,466,325,050	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	ل.س	تكلفة المشروع
1205	948	811	214	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
135,903,186	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
3,522,988	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO <sub>2</sub>
4,077,095,567	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
352,298,821	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
1,195	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
2,401	2,401	2,421	7,091	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

وبالتالي فإن تركيب النفايات فيما يخص نسبة المواد العضوية فيها هي نقطة حساسة تتغير عندها سيناريوهات الحلول المقترحة الأنسب.

## 3-4-5 سعر المتر المربع من الأرض:

تم اختبار عامل سعر المتر المربع من الأرض ضمن المجال من 100 ل.س إلى 5000 ل.س، وقد بينت اختبارات الحساسية كما في الجدول 35 أن سعر المتر المربع من الأرض لا يؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما يؤثر على تكلفة المشروع وتكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير.

جدول رقم 35: نتائج اختبار حساسية سعر المتر المربع من الأرض عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
البيانات	الوحدة	السيناريو 1	السيناريو 2	السيناريو 3	السيناريو 4
كمية النفايات الكلية	طن	3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388
كمية النفايات العضوية	طن	0	0	0	1,852,694
كمية مواد التدوير	طن	0	0	0	370,539
كمية النفايات المطمورة	طن	3,705,388	3,705,388	3,334,849	1,482,155
مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>	529,341	424,371	418,374	282,123
تكلفة الأرض اللازمة	ل.س	2,646,705,829	2,121,855,852	2,091,870,266	1,410,615,674
الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س	0	0	-1,222,778,093	-1,222,778,093
الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س	0	0	0	-222,323,290
تكلفة المشروع	ل.س	3,387,783,461	5,086,166,380	5,563,575,483	4,375,979,804
كلفة الطن بدون تلوث	ل.س	914	1373	1501	1181
كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>	370,538,916	185,269,458	166,779,521	15,229,145
كمية CO <sub>2</sub>	طن	6,671,499	4,077,027	3,786,907	1,949,034
تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س	11,116,167,482	5,558,083,741	5,003,385,633	456,874,360
تكلفة تلوث الغازات	ل.س	667,149,869	407,702,698	378,690,670	194,903,417
كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س	3,180	1,610	1,453	176
تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س	3,696	0	0	0
كلفة الطن مع التلوث	ل.س	7,791	2,983	2,954	1,357

وبالتالي فإن سعر المتر المربع من الأرض نقطة غير حساسة ولا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة.

## 3-4-5 قيمة مبيع مواد التدوير والأسمدة الناتجة عن المعالجة البيولوجية:

تم اختبار عامل مبيع مواد التدوير ضمن المجال من 3300 ل.س إلى 33000 ل.س، واختبار عامل الأسمدة الناتجة عن المعالجة البيولوجية ضمن المجال من 120 ل.س إلى 1200 ل.س

وقد بينت اختبارات الحساسية أن قيمة مبيع مواد التدوير أو الأسمدة الناتجة عن المعالجة البيولوجية لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير. إلا أنه تتساوى النفقات مع الإيرادات وتصبح كلفة التخلص من الطن الواحد من النفايات البلدية، وفق السيناريو الرابع، باستخدام تكنولوجيا المعالجة الميكانيكية والبيولوجية ثم الطمر مساوية إلى الصفر في حال أصبحت قيمة مواد التدوير مساوية إلى 13140 ل.س = 262.8 \$ لكل طن من المواد المستردة، كما هو موضح في الجدول رقم 36.

## جدول رقم 36: نتائج اختبار حساسية سعر بيع مواد التدوير عند نقطة تساوي النفقات والإيرادات

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المظمورة	طن
282,123	418,374	424,371	529,341	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-4,868,880,043	-4,868,880,043	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
-652,525,507	-132,559,328	3,006,747,645	794,011,749	تكلفة المشروع	ل.س
-176	-36	811	214	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	تكلفة تلوث الغازات	ل.س
176	1,453	1,610	3,180	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية متنسوبة للطن الواحد	ل.س
0	1,417	2,421	7,091	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

و بالتالي فإن قيمة مبيع مواد التدوير أو الأسمدة الناتجة عن المعالجة البيولوجية نقاط غير حساسة و لا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة.

## 5-4-5 كلفة التلوث الناتج عن الغازات أو المياه الراشحة:

تم اختبار عامل التلوث الناتج عن الغازات ضمن المجال من 0 ل.س إلى 1000 ل.س ، واختبار عامل التلوث الناتج عن المياه الراشحة ضمن المجال من 0 ل.س إلى 300 ل.س كما في الجداول رقم 37 و 38 .

## جدول رقم 37: نتائج اختبار حساسية كلفة معالجة التلوث الناتج عن الغازات عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المظمورة	طن
282,123	418,374	424,371	529,341	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	تكلفة المشروع	ل.س
808	948	811	214	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س
1,949,034,172	3,786,906,700	4,077,026,977	6,671,498,689	تكلفة تلوث الغازات	ل.س
649	2,372	2,600	4,800	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية متنسوبة للطن الواحد	ل.س
1,457	3,321	3,411	8,711	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

## جدول رقم 38: نتائج اختبار حساسية كلفة التلوث الناتج عن المياه الراشحة عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المظمورة	طن
282,123	418,374	424,371	529,341	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	تكلفة المشروع	ل.س
808	948	811	214	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
4,568,743,602	50,033,856,332	55,580,837,408	111,161,674,816	تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	تكلفة تلوث الغازات	ل.س
1,286	13,605	15,110	30,180	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س
2,093	14,553	15,921	34,091	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

وقد بينت اختبارات الحساسية أن كلفة معالجة التلوث الناتج عن الغازات أو المياه الراشحة لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على كلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير.

ونظراً لأهمية هذان العاملان فقد تم إجراء اختبار حساسية مزدوج بحيث تم وضع قيم التلوث الناتج عن المياه الراشحة والغازات معاً مساوي إلى الصفر، كما في الجدول رقم 39 ، وعلى الرغم من ذلك بقيت نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير، وذلك بسبب تكلفة الرعاية الصحية ذات الأثر الهام.

## جدول رقم 39: نتائج اختبار الحساسية المزدوجة لكلفة التلوث الناتج عن المياه الراشحة والغازات

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المظمورة	طن
282,123	418,374	424,371	529,341	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	تكلفة المشروع	ل.س
808	948	811	214	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
0	0	0	0	تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س
0	0	0	0	تكلفة تلوث الغازات	ل.س
0	0	0	0	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س
808	948	811	3,911	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

وبالتالي فإن كلفة معالجة التلوث الناتج عن الغازات أو المياه الراشحة نقاط غير حساسة ولا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة.

#### 5-4-6- تكلفة الزيارة الصحية الواحدة و عدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً :

تم اختبار تكلفة الزيارة الصحية الواحدة ضمن المجال 0 - 8500 ل.س

و عدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً ضمن المجال 0 - 10 زيارة/سنة

وقد بينت اختبارات الحساسية أن تكلفة الزيارة الصحية الواحدة، وعدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير. كما هو موضح في الجداول رقم 40 و 42.

وتجدر الإشارة إلى أن وضع قيمة الصفر لأي من هذين العاملين سيؤدي إلى إهمال أثر تكلفة الرعاية الصحية

#### جدول رقم 40: نتائج اختبار حساسية كلفة الرعاية الصحية عند الحد الأدنى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المظمورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	214	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO2
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	0	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	3,394	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

و نتيجة لأهمية أثر الرعاية الصحية، فقد تم اختباره مع أثر تكلفة تلوث المياه الراشحة و أثر تكلفة تلوث الغازات ( الجدول رقم 41 ) ، حيث بينت نتائج الاختبارات أنه إذا أهملنا أثر تكلفة الرعاية الصحية تماماً ، فإن الحل البديل المقترح ( السيناريو ) يختلف في حالتنا الدراسية و يصبح الحل الأمثل هو الحل الأول و هو المكب العشوائي بدلاً من الحل الرابع المعتمد على الفرز الميكانيكي و المعالجة البيولوجية لإنتاج السماد ثم طمر الباقي عندما تبلغ تكلفة تلوث المياه الراشحة 4.85 ل.س.

إلا أن هذا الخيار غير منطقي للأسباب التالية:

- لا يمكن إهمال الأثر الصحي للمكب العشوائي، حيث أنه تأثير بيئي حاكم ومهم.
- لا يمكن أن تكون كلفة تلوث المياه الراشحة مساوية إلى 4.85 ل.س أي 0.096 \$ بأي حال من الأحوال.

جدول رقم 41: نتائج اختبار حساسية كلفة الرعاية الصحية مع تلوث المياه الراشحة والغازات

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المظورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م2	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	214	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م3	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO2
73,861,355	808,880,677	898,556,871	1,797,113,743	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
73	320	353	665	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	0	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
880	1,269	1,164	879	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

جدول رقم 42: نتائج اختبار عدد زيارات العائلة للمراكز الصحية سنوياً عند الحد الأقصى للمجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المظورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م2	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	214	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م3	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO2
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	6,469	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	9,863	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

## 5-4-7- عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة :

تم اختبار عامل عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة في الجدول رقم 43 ضمن المجال من 2 نسمة إلى 20 نسمة. وقد بينت اختبارات الحساسية أن عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة لا يؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما يؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير. وبالتالي فإن عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة نقطة غير حساسة ولا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة.

جدول رقم 43: نتائج اختبار عدد أفراد الأسرة في العائلة الواحدة عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
البيانات	الواحدة	السيناريو 1	السيناريو 2	السيناريو 3	السيناريو 4
كمية النفايات الكلية	طن	3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388
كمية النفايات العضوية	طن	0	0	0	1,852,694
كمية مواد التدوير	طن	0	0	0	370,539
كمية النفايات المظورة	طن	3,705,388	3,705,388	3,705,388	1,482,155
مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>	529,341	424,371	418,374	282,123
تكلفة الأرض اللازمة	ل.س	52,934,117	42,437,117	41,837,405	28,212,313
الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س	0	0	-1,222,778,093	-1,222,778,093
الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س	0	0	0	-222,323,290
تكلفة المشروع	ل.س	794,011,749	3,006,747,645	3,513,542,622	2,993,576,443
كلفة الطن بدون تلوث	ل.س	214	811	948	808
كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>	370,538,916	185,269,458	166,779,521	15,229,145
كمية CO <sub>2</sub>	طن	6,671,499	4,077,027	3,786,907	1,949,034
تكلفة تلوث المياه الراشحة	ل.س	11,116,167,482	5,558,083,741	5,003,385,633	456,874,360
تكلفة تلوث الغازات	ل.س	667,149,869	407,702,698	378,690,670	194,903,417
كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س	3,180	1,610	1,453	176
تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س	1,109	0	0	0
كلفة الطن مع التلوث	ل.س	4,503	2,421	2,401	984

## 5-4-8- ارتفاع النفايات في المطمر الصحي أو المكب العشوائي :

تم اختبار عامل ارتفاع النفايات في المطمر الصحي ضمن المجال من 2 م إلى 40 م

واختبار عامل ارتفاع النفايات في المكب العشوائي ضمن المجال من 2 م إلى 40 م

وقد بينت اختبارات الحساسية أن ارتفاع النفايات في المطمر الصحي أو المكب العشوائي لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير.

وبالتالي فإن ارتفاع النفايات في المطمر الصحي أو المكب العشوائي نقاط غير حساسة ولا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة. كما هو موضح في الجداول رقم 44 و 45 .

جدول رقم 44: نتائج اختبار حساسية تغير ارتفاع النفايات في المطمر الصحي عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المطمورة	طن
221,249	281,407	272,186	529,341	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
22,124,890	28,140,703	27,218,559	52,934,117	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
2,987,489,020	3,499,845,919	2,991,529,087	794,011,749	تكلفة المشروع	ل.س
806	945	807	214	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	تكلفة معالجة المياه الراشحة	ل.س
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	تكلفة معالجة الغازات	ل.س
176	1,453	1,610	3,180	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س
982	2,397	2,417	7,091	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

جدول رقم 45: نتائج اختبار حساسية تغير ارتفاع النفايات في المكب العشوائي عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	البيانات	الوحدة
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات الكلية	طن
1,852,694	0	0	0	كمية النفايات العضوية	طن
370,539	370,539	0	0	كمية مواد التدوير	طن
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	كمية النفايات المطمورة	طن
282,123	418,374	424,371	264,671	مساحة الأرض اللازمة	م <sup>2</sup>
28,212,313	41,837,405	42,437,117	26,467,058	تكلفة الأرض اللازمة	ل.س
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير	ل.س
-222,323,290	0	0	0	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة	ل.س
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	767,544,690	تكلفة المشروع	ل.س
808	948	811	207	كلفة الطن بدون تلوث	ل.س
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	كمية المياه الراشحة	م <sup>3</sup>
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	كمية CO2	طن
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	تكلفة معالجة المياه الراشحة	ل.س
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	تكلفة معالجة الغازات	ل.س
176	1,453	1,610	3,180	كلفة التلوث للطن الواحد	ل.س
0	0	0	3,696	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد	ل.س
984	2,401	2,421	7,084	كلفة الطن مع التلوث	ل.س

## 5-4-9- تكلفة التشغيل للمكب العشوائي :

تم اختبار تكلفة التشغيل للمكب العشوائي ( نظراً لافتراض قيمتها و عدم التأكد منها ) ضمن المجال من 0 ل.س و حتى 500 ل.س . كما هو موضح في الجداول رقم 46 و 47 .

جدول رقم 46: نتائج اختبار حساسية تغير كلفة التشغيل في المكب العشوائي عند الحد الأدنى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المطورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	52,934,117	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	14	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO <sub>2</sub>
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	6,891	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

جدول رقم 47: نتائج اختبار حساسية تغير كلفة التشغيل في المكب العشوائي عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المطورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	1,905,628,197	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	514	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO <sub>2</sub>
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	7,391	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

وقد بينت اختبارات الحساسية أن تكلفة التشغيل للمكب العشوائي لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير.

#### 5-4-10 سعر الدولار وسعر الفائدة (معدل الخصم):

تم اختبار عامل سعر الدولار في الجدول رقم 48 ضمن المجال من 50 ل.س إلى 500 ل.س.

جدول رقم 48: نتائج اختبار حساسية تغير سعر الدولار عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المطمورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
282,123,135	418,374,053	424,371,170	529,341,166	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
29,935,764,430	35,135,426,220	30,067,476,455	7,940,117,487	ل.س	تكلفة المشروع
8079	9482	8115	2143	ل.س	تكلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO <sub>2</sub>
4,568,743,602	50,033,856,332	55,580,837,408	111,161,674,816	ل.س	تكلفة معالجة المياه الراشحة
1,949,034,172	3,786,906,700	4,077,026,977	6,671,498,689	ل.س	تكلفة معالجة الغازات
1,759	14,525	16,100	31,800	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
9,838	24,007	24,215	37,639	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

واختبار عامل سعر الفائدة (معدل الخصم) في الجدول رقم 49 ضمن المجال من 0% إلى 50%

جدول رقم 49: نتائج اختبار حساسية تغير سعر الفائدة (معدل الخصم) عند الحد الأقصى من المجال

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المطمورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م <sup>2</sup>	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-60,637,668	-60,637,668	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-11,025,031	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
1,003,272,264	1,118,633,695	1,099,637,308	89,684,219	ل.س	تكلفة المشروع
271	302	297	24	ل.س	تكلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م <sup>3</sup>	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO <sub>2</sub>
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
9	72	80	158	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	183	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
279	374	377	365	ل.س	كلفة الطن مع التلوث

وقد بيّنت اختبارات الحساسية أن سعر الدولار وسعر الفائدة (معدّل الخصم) لا تؤثر على نتائج الحلول المقترحة إنما تؤثر على تكلفة الطن الواحد من النفايات وتبقى نتائج البدائل كما هي دون أي تغيير.

وبالتالي فإن كلفة معالجة التلوث الناتج عن سعر الدولار وسعر الفائدة (معدّل الخصم) نقاط غير حساسة ولا تتغير عندها أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة.

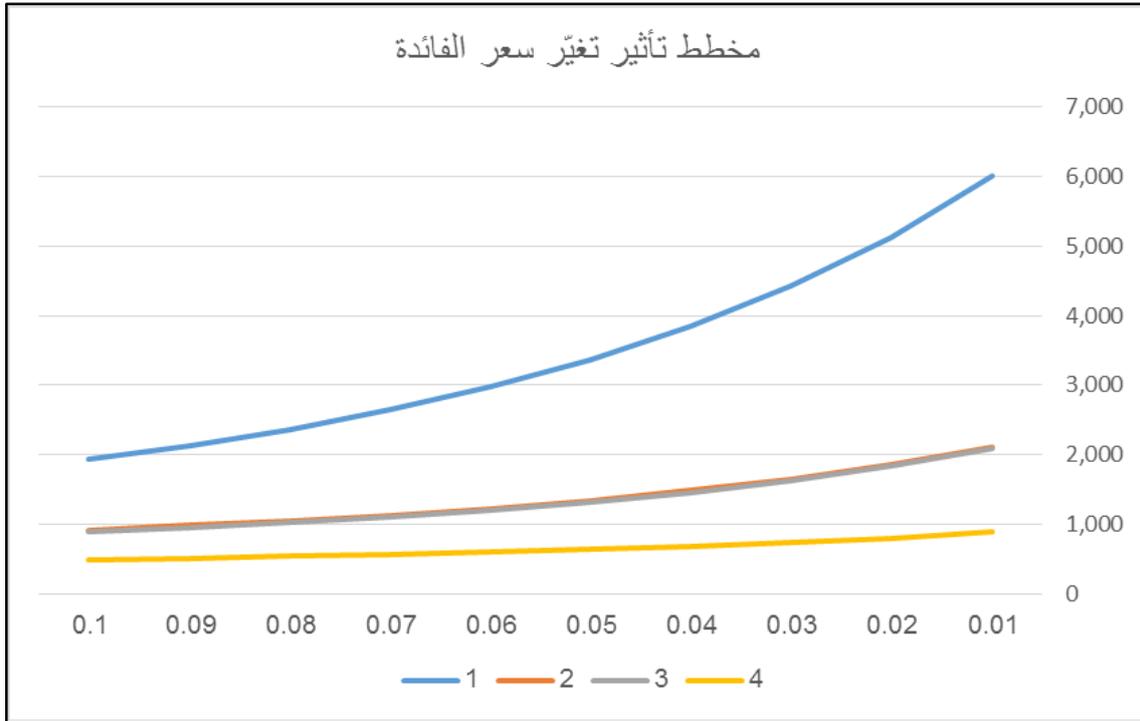
وعلى الرغم أننا قمنا بتقييم كل من المنفعة والكلفة بأسلوب حساب القيمة الحالية بموجب فائدة صفر، إلا أن التطبيقات العملية لمنهجية نسبة المنفعة/الكلفة في الولايات المتحدة الأمريكية تشير إلى وجوب اعتماد قيمة وسطية<sup>[99]</sup> لسعر الفائدة في المشاريع الحكومية قدرها 7% من أجل تقييم هذه المشاريع.

يوضح الجدول التالي رقم 50 أثر تغير سعر الفائدة (معدّل الخصم) من قيمة 1% و لغاية 10% على القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات البلدية وفق السيناريوهات الأربعة المقترحة.

جدول رقم 50: أثر تغير سعر الفائدة على القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات

السيناريو	السيناريو	السيناريو	السيناريو	نسبة الفائدة
4	3	2	1	
882	2,086	2,108	6,004	0.01
800	1,832	1,855	5,129	0.02
733	1,626	1,650	4,420	0.03
678	1,457	1,481	3,841	0.04
632	1,318	1,342	3,366	0.05
594	1,203	1,226	2,972	0.06
562	1,106	1,129	2,644	0.07
535	1,025	1,047	2,369	0.08
512	956	978	2,137	0.09
492	897	918	1,939	0.1

والتي يمكن أن يعبر عنها بالرسم البياني في الشكل التوضيحي رقم 35 التالي:



شكل توضيحي رقم 35: أثر تغيير سعر الفائدة على القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات

حيث تبين النتائج أنه من أجل قيمة قدرها 7% لسعر الفائدة فإن القيمة الحالية لتكلفة معالجة الطن الواحد من النفايات البلدية وفق السيناريو المقترح للمعالجة تبلغ 562 ل.س/طن أي ما يعادل 21.25% من تكلفة الطن الواحد من النفايات عندما يتم التخلص منه في المكب العشوائي، وهذا ما يعزز فكرة تنفيذ المشروع.

كما تجدر الإشارة إلى أنه من الممكن أن يكون لتغيير سعر الفائدة حساسية في نقطة ما، في حال اختلف أسلوب التمويل للمشروع، على سبيل المثال إذا كان التمويل بموجب قروض طويلة الأمد، أو قروض قصيرة الأمد، أو تمويل بموجب سندات من الخزينة العامة، أو تمويل مشترك مع القطاع الخاص،.... الخ. وهذا ما لم نتناوله في بحثنا على اعتبار أن المشروع هو مشروع حكومي تتحمل تكاليفه الدولة.

## الفصل السادس: النتائج والتوصيات

### 1-6 النتائج :

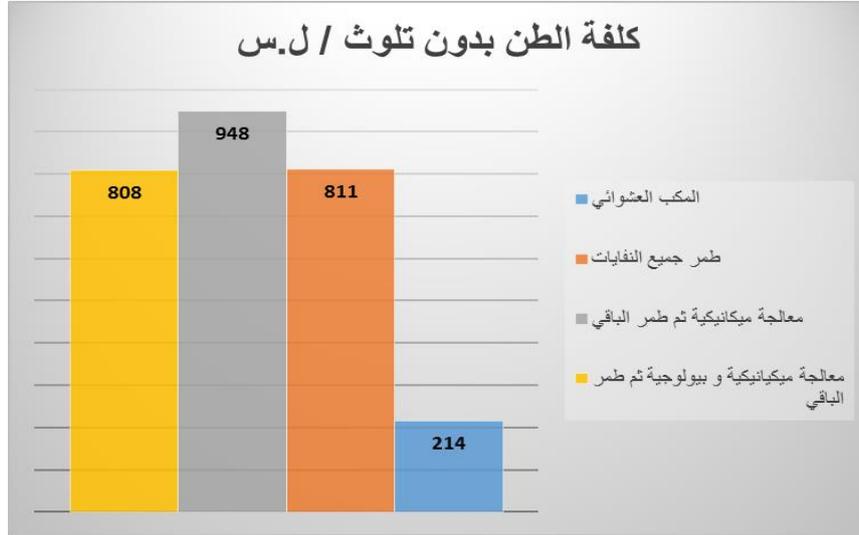
بمقارنة السيناريوهات الأربعة على طول فترة المشروع وجدنا النتائج الموضحة في الجدول رقم 51 التالي:

جدول رقم 51: نتائج حسابات السيناريوهات المقترحة الأربعة

جدول النتائج					
السيناريو 4	السيناريو 3	السيناريو 2	السيناريو 1	الواحدة	البيانات
معالجة ميكانيكية و بيولوجية ثم طمر الباقي	معالجة ميكانيكية ثم طمر الباقي	طمر جميع النفايات	المكب العشوائي		
3,705,388	3,705,388	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات الكلية
1,852,694	0	0	0	طن	كمية النفايات العضوية
370,539	370,539	0	0	طن	كمية مواد التدوير
1,482,155	3,334,849	3,705,388	3,705,388	طن	كمية النفايات المظمورة
282,123	418,374	424,371	529,341	م2	مساحة الأرض اللازمة
28,212,313	41,837,405	42,437,117	52,934,117	ل.س	تكلفة الأرض اللازمة
-1,222,778,093	-1,222,778,093	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع مواد التدوير
-222,323,290	0	0	0	ل.س	الإيرادات الناتجة عن بيع الأسمدة
2,993,576,443	3,513,542,622	3,006,747,645	794,011,749	ل.س	تكلفة المشروع
808	948	811	214	ل.س	كلفة الطن بدون تلوث
15,229,145	166,779,521	185,269,458	370,538,916	م3	كمية المياه الراشحة
1,949,034	3,786,907	4,077,027	6,671,499	طن	كمية CO2
456,874,360	5,003,385,633	5,558,083,741	11,116,167,482	ل.س	تكلفة تلوث المياه الراشحة
194,903,417	378,690,670	407,702,698	667,149,869	ل.س	تكلفة تلوث الغازات
176	1,453	1,610	3,180	ل.س	كلفة التلوث للطن الواحد
0	0	0	3,696	ل.س	تكلفة الرعاية الصحية منسوبة للطن الواحد
984	2,401	2,421	7,091	ل.س	كلفة الطن مع التلوث
--	654	--	--	ل.س	كلفة الطن تريفالور
--	1,400	--	--	ل.س	كلفة التلوث تريفالور
	2,054			ل.س	كلفة تريفالور مع تلوث
1,394	--	--	--	ل.س	كلفة الطن حل وطني
128				ل.س	كلفة التلوث حل وطني
1,523				ل.س	كلفة الحل الوطني مع تلوث

نلاحظ أن التكلفة على طول فترة المشروع ارتفعت بالنسبة للسيناريو الثالث مقارنة مع دراسة تريفالور بينما انخفضت للسيناريو الرابع مقارنة مع الحل الوطني.

ويوضح الشكل التالي الكلفة النهائية لمعالجة الطن من النفايات وفق هذه الأسس بدون إدخال تكلفة التلوث:



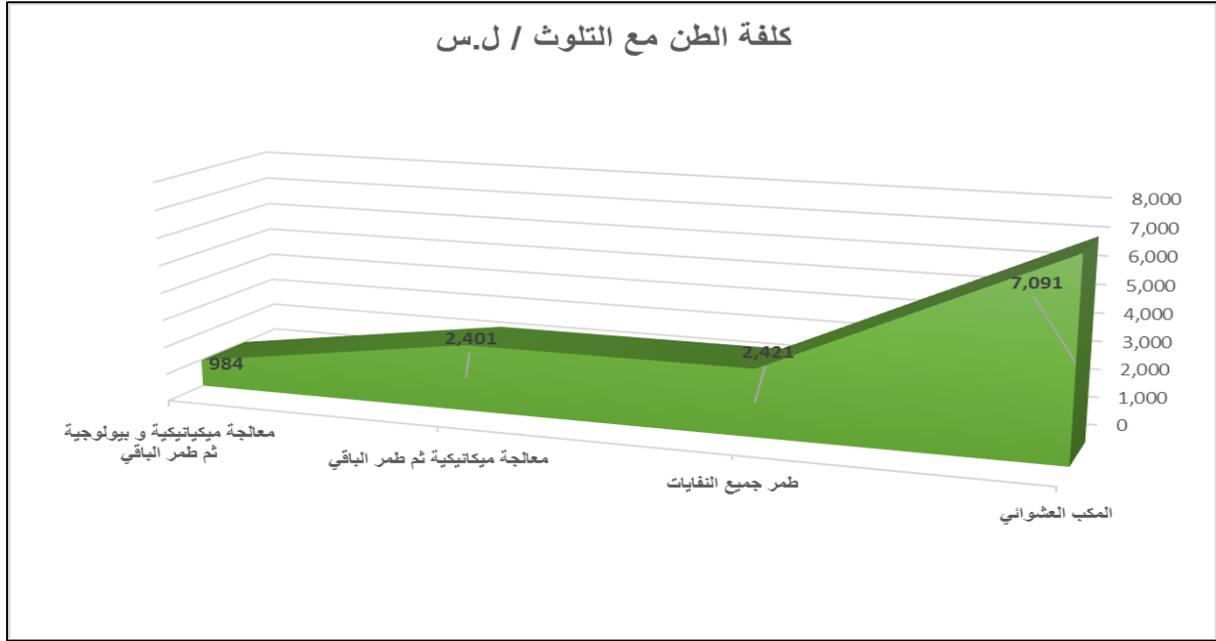
شكل توضيحي رقم 36: كلفة الطن بدون إدخال تكلفة التلوث

كما وجدنا أن تكلفة التلوث مؤثرة إلى حد كبير جداً في الكلفة النهائية للطن حيث تبين أنها تختلف بشكل كبير بين كل بديل مقترح وآخر وفق طريقة المعالجة.



شكل توضيحي رقم 37: تكلفة التلوث للطن الواحد من النفايات البلدية

وأن تكلفة الرعاية الصحية مؤثرة وبالتالي فإن تكلفة الطن مع إدخال التلوث وتكلفة الرعاية الصحية ارتفعت.



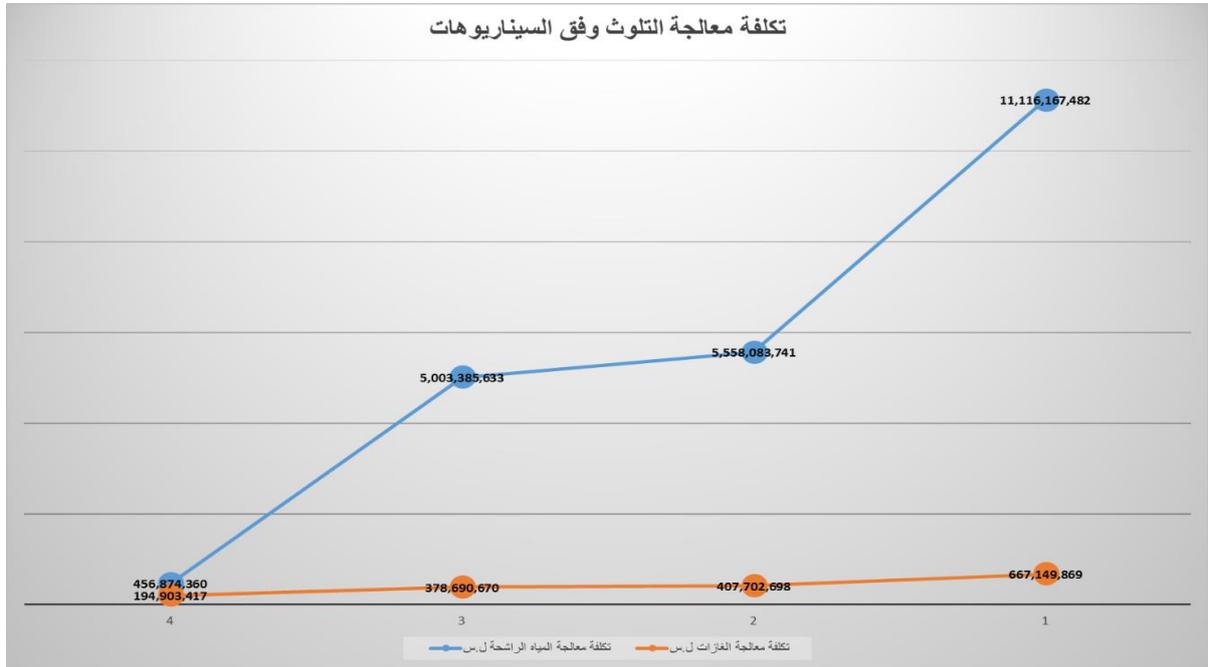
شكل توضيحي رقم 38: تكلفة الطن الواحد من النفايات البلدية مع التلوث

ويبين الشكل التالي اختلاف توزيع كميات التلوث وفق طريقة المعالجة المقترحة:



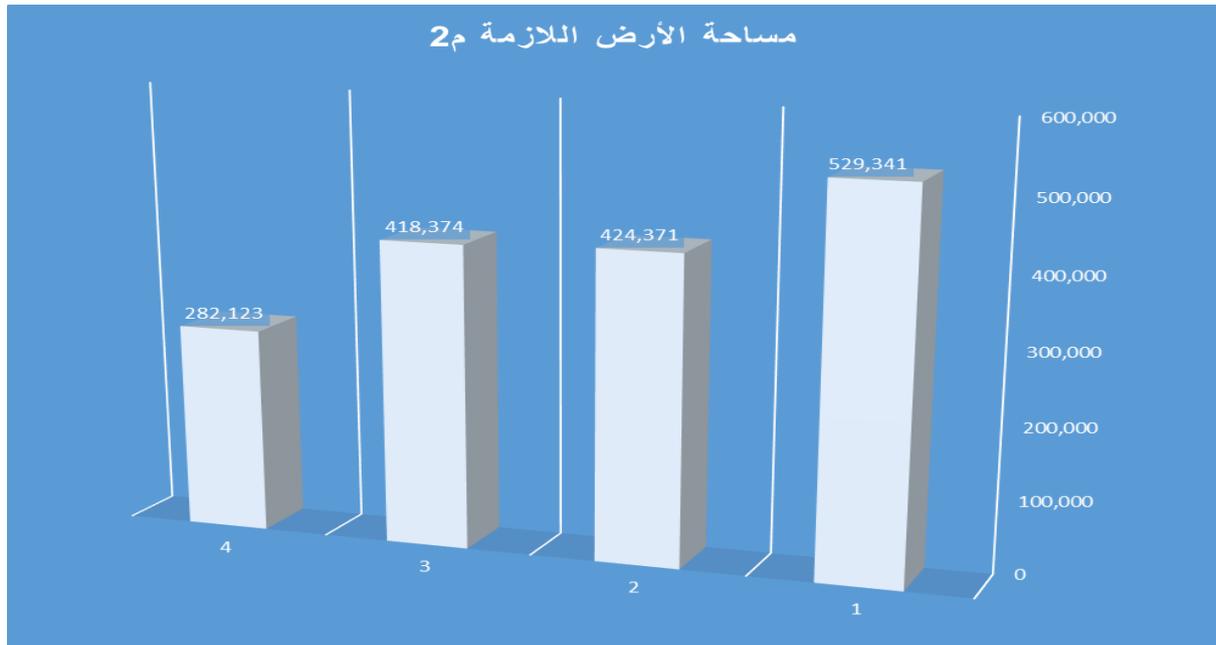
شكل توضيحي رقم 39: توزيع كمية الملوثات وفق السيناريوهات

كما يوضح الشكل التالي رقم 40 تباين تكلفة معالجة التلوث وفق كل طريقة لمعالجة النفايات، حيث نلاحظ أن تكلفة تلوث المياه الراشحة لها القيمة الأكبر مقارنةً بتكلفة تلوث الغازات.



شكل توضيحي رقم 40: تكلفة معالجة التلوث وفق السيناريوهات

إن اختلاف طريقة معالجة النفايات البلدية يؤثر أيضاً بشكل واضح في استعمالات الأراضي وخاصةً المساحة اللازمة للمشروع. ويوضح الشكل التالي فرق المساحة بين كل بديل:



شكل توضيحي رقم 41: مساحة الأرض اللازمة وفق السيناريوهات

مما سبق نستنتج ما يلي:

- تبين وجود اختلاف في تكلفة الطن عندما تم حسابه على طول فترة حياة المشروع بدلاً من حسابه على أساس المرحلة الأولى فقط، كما قامت بها دراستي تريفالور والحل الوطني. وأن التكلفة على طول فترة المشروع ارتفعت بالنسبة للسيناريو الثالث مقارنة مع دراسة تريفالور، بينما انخفضت للسيناريو الرابع مقارنة مع الحل الوطني، وذلك يعزى لأن الدراستين لم تدخل دورة حياة المشروع بعين الاعتبار.
- إن عدم إدخال قيمة التلوث بعين الاعتبار يؤدي حتماً إلى خطأ في تقدير التكاليف للبدائل المقترح، وهذا ما يؤكد ضرورة ادخال الاقتصاد البيئي كأساس للحسابات في مثل هذه المشاريع.
- إن كلف التلوث البيئي هي كلف عالية تفوق كلف المشروع بحد ذاته.
- إن كلفة الرعاية الصحية للأمراض الناتجة عن المكبات العشوائية، هي عامل حاسم ومهم اقتصادياً واجتماعياً للدفع تجاه تنفيذ هكذا أنواع من المشاريع.
- إن طبيعة النفايات البلدية في سوريا ونمط استهلاك الفرد عامل مؤثر في اختيار طريقة وتكنولوجيا المعالجة.
- إن السيناريو المعتمد على معالجة ميكانيكية (فرز) ومعالجة بيولوجية (تحويل إلى سماد) ومن ثم طمر الباقي قد أدى إلى خفض في تكلفة الطن إضافة إلى خفض كميات وقيم التلوث البيئي بشكل واضح.
- إن مشروع التخلص من النفايات وفق الحل النهائي (المعالجة الميكانيكية والبيولوجية ثم الطمر ضمن المطمر الصحي) هو مشروع مجدي اقتصادياً، لأنه يحقق منافع إضافية للمجتمع تقدر بـ 26,298 مليون ل.س. تفوق الكلفة الإضافية المترتبة نتيجة تنفيذه والتي تقدر بـ 3,669 مليون ل.س، أي بنسبة 7.17 ضعفاً.
- مثلت كمية النفايات بعواملها المختلفة (عدد السكان، حصة الفرد اليومية من النفايات) نقاط حساسية تؤدي إلى تغير أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة، حيث بينت الدراسة أنه في حال أصبحت كمية النفايات في سنة الأساس للمشروع تساوي إلى 33057 كغ، أو في حال انخفضت حصة الفرد اليومية من النفايات من 0.6 كغ/يوم إلى 0.226 كغ/يوم، أو أصبح عدد السكان في سنة الأساس 150945 نسمة، فسيكون الحل الأمثل هو طمر النفايات مباشرة ضمن المطمر الصحي.

- مثلت نسبة النفايات العضوية، ضمن تركيب النفايات، نقطة حساسية تؤدي إلى تغير أفضليات سيناريوهات الحلول المقترحة، حيث بينت الدراسة أنه عند نسبة 7.18% للنفايات العضوية ضمن التركيب الكلي للنفايات البلدية، يصبح الحل الأمثل هو إجراء عملية الفرز الميكانيكي ومن ثم طمر الباقي ضمن المطمر الصحي.
- تمثلت نقطة التعادل التي تتساوى عندها الإيرادات مع النفقات بالنسبة للحل النهائي المعتمد، عندما أصبحت قيمة مواد التدوير مساوية إلى 13140 ل.س = \$ 262.8 لكل طن من المواد المستردة.
- لقد أثبتت طريقة التخلص من النفايات المنزلية دون معالجة مسبقة عدم فاعليتها وبأنها تحمل معها الكثير من المشاكل، وأن معالجة النفايات ميكانيكياً وبيولوجياً قبل مرحلة الطمر الحل الأفضل بالنظر للناحية الاقتصادية والبيئية والتقنية، كما تساعد للتوصل إلى بناء مطامر صحية وطرر نهائي ثابت لنفايات ذات حجم أقل بكثير من الحجم الأصلي للنفايات المجموعة. من خلال هذه الطريقة يمنع تشكل المياه الراشحة في المطمر والتقليل من انطلاق الغازات الضارة بنسبة 80-90% كما تمنع من انتشار الروائح الكريهة وتحقق الطمر بكثافة كبيرة وبالتالي الطمر بمطامر أقل حجماً ومساحة، والاهم من ذلك أنها تساعد في التخلص من الآثار السلبية للنفايات البلدية على صحة الإنسان، التي ينفق عليها المجتمع مبالغ باهظة.

## 2-6 التوصيات:

- إن معالجة النفايات المنزلية بالطريقة الميكانيكية-البيولوجية هي بيئياً فعالة وسهلة من الناحية التقنية واقتصادية، بحيث يمكن تطبيقها في الدول النامية ويجب أن تحل محل المكبات العشوائية.
- يجب توجيه المجالس المحلية إلى العمل على إغلاق المكبات العشوائية لما تسببه من تدهور بيئي واقتصادي على مر الوقت، والتحول إلى الطمر الصحي على الأقل في بداية الأمر إلى حين توفر إمكانية إدخال تكنولوجيا المعالجة الميكانيكية - البيولوجية.
- نظراً للظروف الراهنة لم نستطع عمل دراسة خاصة للأمراض المتعلقة بالمكبات العشوائية، لذلك فمن الجدير المتابعة في هذا المجال من خلال أبحاث قادمة.
- إن مواضيع تقدير تكاليف التدهور البيئي بشكل عام، تكون عرضة أكثر من غيرها للخلاف في آلية تحويل التلوث إلى قيمة نقدية، لذلك فإنه من المجدي البحث في طريقة وأسلوب تقدير تكاليف التدهور البيئي ضمن قطاع إدارة النفايات من خلال أبحاث قادمة.

- العمل على تطوير للنموذج الحاسوبي المقترح في البحث CALCULATOR في دراسات قادمة بحيث يشمل إمكانية إدخال وتعديل تفاصيل التكاليف (اليد العاملة، الإنشاء، الاستثمار، ... الخ) إضافة إلى إدخال وتعديل كافة الشروط والمواصفات الفنيّة الأخرى للمشروع المقترح. بحيث نحصل على أداة برمجية متكاملة تساعد المختصين في إجراء الحسابات الفنية والاقتصادية اللازمة لأي موقع من مواقع النفايات المقترحة في الجمهورية العربية السورية.
- من الممكن أن يكون لتغير سعر الفائدة حساسية في نقطة ما، في حال اختلف أسلوب التمويل للمشروع، على سبيل المثال إذا كان التمويل بموجب قروض طويلة الأمد، أو قروض قصيرة الأمد، أو تمويل بموجب سندات من الخزينة العامة، أو تمويل مشترك مع القطاع الخاص، ... الخ. وهذا ما لم نتناوله في بحثنا على اعتبار أن المشروع هو مشروع حكومي تتحمل تكاليفه الدولة. ومن الجدير تناول دراسة تأثير تغير أسلوب التمويل، وتغير أسعار الفائدة على مشاريع إدارة النفايات في أبحاث قادمة.

### 3-6 المقترحات:

نورد هنا بعض المقترحات من أجل الوصول إلى الإمكانيات المرغوبة للتخلص الآمن من النفايات:

#### ❖ تحسين عملية جمع ونقل النفايات المنزلية

يجب البحث عن نظم أخرى لجمع النفايات المنزلية، حيث أن عملية الجمع اليومية مكلفة جداً. لذلك عندما يتم الجمع المنفصل للنفايات (نفايات عضوية ونفايات غير عضوية) يكون من الممكن جمع المواد العضوية كل يومين أو ثلاثة وجمع النفايات غير العضوية أسبوعياً، حيث أن طريقة الجمع السابقة تعطي مردوداً اقتصادياً عالياً.

#### ❖ الجمع المنفصل للمواد الضارة والسامة

تحتوي النفايات المنزلية على عدد كبير من المواد الضارة مثل نفايات المستشفيات، النفايات الصناعية، البطاريات. تسبب هذه المواد التلوث العالي في كل طرق المعالجة للنفايات، لذلك يجب فصل هذه النفايات الضارة مباشرة من مكان رميها.

#### ❖ استخدام أكياس من مواد قابلة للتحلل بدلاً من أكياس البلاستيك

بما أن كمية أكياس النايلون تصل إلى 10 % من النفايات المنزلية وهي تسبب مشاكل بيئية متعددة يجب البحث عن طرق بديلة لهذه الأكياس. كمثال على ذلك استخدام الأكياس الورقية أو الأكياس القماشية أو الأكياس القابلة للتحلل أثناء العمليات البيولوجية.

### ❖ الجمع المنفصل

من أجل الحصول على مواصفات عالية للأسمدة يجب فصل النفايات المنزلية في المنزل إلى مواد عضوية ومواد غير عضوية. ضمن مجال المواد غير العضوية يمكن أيضاً فصل الورق، الزجاج، المعادن والبلاستيك.

### ❖ المكبات الصحية

إن المعالجة الميكانيكية-البيولوجية تخلق مواد غير نشطة كيميائياً. لذلك تكون المكبات الصحية أقل كلفة وتقنية بالمقارنة بالمكبات الصحية للنفايات غير المعالجة. حيث أن الهبوطات للمكبات الصحية متجانسة وقليلة. كذلك ينخفض تشكل المياه الراشحة والغازات المنطلقة.

### ❖ رفع سوية التوعية البيئية لدى السكان

إن الإنسان هو اللبنة الأساسية في المجتمع، ولا يمكن القيام بأي مشروع بمعزل عن المجتمع المحيط بهذا المشروع، من هنا فإن تعاون السكان في المناطق التي تقام فيها مشاريع إدارة النفايات بشكل عام هو عامل مهم في نجاح المشروع، ولن يكون هذا التعاون مجدياً إلا في حال توفر الوعي البيئي الكافي لدى السكان بأهمية المشروع وآليات تطبيقه.

### بعض النصائح لعملية جمع النفايات العضوية بشكل منفصل:

- وجود حاويات في المنزل يساعد في عملية الجمع المنفصل، حاوية أو كيس أخضر للمواد العضوية.
- استخدام الورق للف الفضلات العضوية، حيث تصر فضلات الطعام بورق وبذلك يمنع تشكل المياه وبالتالي الروائح وكذلك يمنع تجمع الحشرات.
- يجب وضع حاوية الفضلات العضوية دائماً في الظل. إن الحرارة العالية أو الشمس تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة النفايات وبالتالي عملية التعفن التي تؤدي إلى تشكل الروائح المزعجة.
- وضع بعض الأوراق في أسفل الحاوية من أجل امتصاص الرطوبة وعدم تشكل الرشاحة.
- عدم وضع أية أكياس نايلون ضمن النفايات العضوية وذلك من أجل سهولة فرزها في المنزل.
- وضع النفايات في الوقت المحدد للجمع.



شكل توضيحي رقم 42: الفصل المنزلي للنفايات العضوية ومواد التدوير

المراجع العربية و الإنكليزية وفق تسلسل ورودها في الرسالة :

- [1] زاهد وليد محمد - تطوير عمليات التخلص من النفايات البلدية الصلبة – قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الملك سعود - 1999 - ص 5 .
- [2] مجلة الاقتصاد والمجتمع – تقييم المشاريع باستخدام أسلوب التكلفة / العائد - العدد 6 / 2010 – ص – 10 .
- [3] هوساوي بشير محمد، الرشيد خالد عبدالله - دراسة تقييم الأثر البيئية للمشروعات في المملكة العربية السعودية – جامعة الملك سعود - كلية العلوم - برنامج ماجستير علوم البيئة - 2011
- [4] Parker,J., **Dealing with drumhead of death professional Engineering**, V.7 N.1 Landcaster Ltd. U.S.A, Jan 1994 P.17
- [5] Goldberg . Ms alhoms, N Goulet, L Riberdly, **Incidence of canser Among living near a municipal solid waste land fill sites** – Archives of Environmental health Canada 1995, vol 50. P-41
- [6] النيش نجاة - تكاليف التدهور البيئي و شحة الموارد الطبيعية بين النظرية و قابلية التطبيق في الدول العربية – المعهد العربي للتخطيط-الكويت-ابريل-1999-ص7
- [7] هندي إبراهيم محمد نمر، المصري محمد نهاد، شاهين حافظ قدرى - تحليل كلفة إدارة النفايات الصلبة لمدينة قلقيلية – جامعة النجاح الوطنية – نابلس – فلسطين – 2010
- [8] الجرودي شيرين، القاضي تامر، غوبريال فكري - مقارنة تحليل الكلفة/المنفعة بين مختلف سيناريوهات إدارة النفايات الصلبة في البصرة، العراق – كلية الهندسة في جامعة عين شمس بالقاهرة بالتعاون مع كلية الهندسة في جامعة القاهرة بالجيزة – مصر – 2010
- [9] Wan-Li-Liao, Maritza Azena Canto - تحليل الكلفة/المنفعة بين المكب العشوائي والمظمر الصحي – نموذج لإدارة النفايات المستدامة في مدينة بليز – أميركا اللاتينية – برنامج الماجستير الدولي – تطوير الاستدامة البيئية – آب 2010 .
- [10] Dipal Natw – Tang Jiao - تحليل الكلفة/المنفعة لاستعادة المعادن من محرقة نفايات بلدية Guanghan الصينية باستخدام تقنية فصل الرماد من القاعدة- فيينا – 2012 - رسالة دكتوراه .

[11] TRIVALOR – **Integrated Management for Municipality Solid Waste in SYRIAN ARAB REPUBLIC** –Damascus – 2004 .

[12] أربيت و الصفي استشاريون - مقارنة دراسة تريفالور للإدارة المتكاملة للنفايات البلدية الصلبة -2008- ص 47 .

[13] محمد عابر - الطرق المناسبة للتخلص من النفايات المنزلية في البلدان الناهضة - رسالة دكتوراه - المانيا - جامعة كاسل - 2012 .

[14] التقرير السنوي النهائي لحالة البيئة في سوريا - وزارة الدولة لشؤون البيئة - 2010 - فصل الحالة و التغيرات البيئية - ص 76-77 .

[15] الحسن غسان - تقويم إدارة النفايات البلدية الصلبة في محافظة القنيطرة (المطمر الصحي) - جامعة دمشق - ندوة طاقة الكتلة الحيوية - تشرين الأول 2011 - ص3-4.

[16] تقرير الأثر البيئي لمركز معالجة النفايات الصلبة في محافظة حلب منطقة الباب ، مديرية شؤون البيئة ، و مديرية إدارة النفايات الصلبة في محافظة حلب - 2010 - ص 30-31 .

[17] التقرير السنوي النهائي لحالة البيئة في سوريا - وزارة الدولة لشؤون البيئة -2010- الفصل السادس - ص 20 .

[18] Source : **Internet – on the address :**

[http://www.alnazafa.com/?page=show\\_det&category\\_id=8&id=29&lang=ar&lang=ar](http://www.alnazafa.com/?page=show_det&category_id=8&id=29&lang=ar&lang=ar)

[19] كتيب إدارة النفايات الصلبة في محافظة حلب - مديرية الخدمات الفنية بحلب -2010-ص8

[20] إدارة النفايات البلدية الصلبة في منطقة الباب - الدراسة الفنية للمطمر الصحي - مديرية إدارة النفايات الصلبة ، و مديرية الخدمات الفنية في محافظة حلب - 2009 - ص51 إلى ص55.

[21] إدارة النفايات البلدية الصلبة في منطقة الباب - محطة المعالجة الميكانيكية (محطة الفرز) - مديرية إدارة النفايات الصلبة ، و مديرية الخدمات الفنية في محافظة حلب - 2009 - ص4 إلى ص11.

[22] تقرير الأثر البيئي لمركز معالجة النفايات الصلبة في محافظة حلب منطقة الباب ، مديرية شؤون البيئة ، و مديرية إدارة النفايات الصلبة في محافظة حلب - 2010 - ص 41-49 .

[23] برنامج الأمم المتحدة للبيئة - كتيب تدريب تقييم التأثير البيئي - ص 107-108 .

[24] تقرير حالة البيئة في الجمهورية العربية السورية - وزارة البيئة 2010 - الفصل الثاني : الاوساط البيئية - الصفحات 77-78-79 .

[25] تقرير حالة البيئة في محافظة حلب - مديرية البيئة 2010 - ص 7-8 .

[26] تقرير الأثر البيئي لمركز معالجة النفايات الصلبة في محافظة حلب منطقة الباب ، مديرية شؤون البيئة ، و مديرية إدارة النفايات الصلبة في محافظة حلب - 2010 - ص 65 إلى ص 77

[27] Eestimating The Cost of Environmental Degredation (Training Manual)  
Katherine Bolt, Giovanni Ruta, Maria Sarraf, 2005,P.A9

[28] Source : **Internet – on the address :**

[http://www.ao-academy.org/wesima\\_articles/library-20061208-824.html](http://www.ao-academy.org/wesima_articles/library-20061208-824.html)

[29] Source : **Internet – on the address :** <http://ar.wikipedia.org/wiki>

[30] الدليل التدريبي عن النواحي البيئية فى الإدارة المتكاملة للموارد المائية فى المنطقة العربية  
الفصل السادس - سياسات تقييم التأثيرات البيئية - ص 52.

[31] زهران علاء الدين محمود - منهج مقترح لقياس التكاليف و المنافع الناجمة عن الآثار البيئية للمنشآت الصناعية - جامعة الملك فيصل - الرياض - المملكة العربية السعودية - 2004 .

[32] Usepa, **Enhancing Supply Chain Performance With Environmental Cost Information:** Examples From Commonwealth Edison, Anderson Corporation And Ashland Chemical Office of Pollution Prevention And Toxics, Washington, April, 2000,P 15

[33] التقرير العام لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، نيويورك، 2001 ، ص 13 .

[34] المرجع الأساسي للتقييم البيئي، الدراسة 140 من سلسلة الدراسات الصادرة عن البنك الدولي - 2001 - ص 10-11 .

[35] برنامج الأمم المتحدة للبيئة - اعلان ريودي جانيرو 1992 - ص 11 .

[36] برنامج الأمم المتحدة للبيئة - كتيب تدريب تقييم التأثير البيئي - ص 105 .

[37] Source **Internet on the address :**

<http://www.startimes.com/?t=16906090>

[38] سعد طه علام - دراسات الجدوى وتقييم المشروعات - دار طبية للنشر والتوزيع - القاهرة -

2003- ص 163-

[39] F.D Vivien, **Economie et écologie**, coll, Repères, la découverte. Paris, 2004, Page : 214.

[40] الصالحي ناظم - موسوعة تلوث البيئة - دار عالم الثقافة - عمان - 2001 - ص 75 .

[41] الرشيد رشيد حمد - الإنسان و البيئة - مكتبة الفلاح - الكويت 2004 - ص 22 .

[42] G.Sullivan, William. M.Wicks, Elin. T.Luxhoj, James. **Engineering Economy**, published by Pearson education, Inc, 2003. P465.

[43] الشمراي غادة بنت شهير - برنامج التأهيل البيئي الشامل لوادي حنيفة - 2010 المملكة العربية السعودية - ص 36.

[44] T.Tietenberg. **Economic Instruments for environmental regulation-** oxford review of economic policy. V6.n1.1999.Page 12.

[45] **Meso environment economic Analyses** : <http://www.meso platform.org> 8/5/2008.

[46] السباخي محمد حمدي - التقييم الاجتماعي للمشروعات، مرجع في تحليل الجدوى - دار المريخ للنشر - الرياض - المملكة العربية السعودية - 2004 - ص 178 .

[47] بوجدار خالد، أحسن سعيد - الاعتبارات البيئية في تقييم المشاريع باستخدام أسلوب التكلفة/العائد - قسنطينة (CPG) - 2008 - دراسة ميدانية بمركب المجارف و الرافعات ص 15 .

[48] عبد البديع محمد - اقتصاد حماية البيئة - القاهرة-دار الأمين للنشر والتوزيع - 2003 - ص 10

[49] تحليل الاثار الاقتصادية للمشكلات البيئية، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 2009، ص 1-2

[50] Report No. 32043-IR - **Cost Assessment of Environmental Degradation-** Islamic Republic of Iran - Rural Development, Water and Environment Department Middle East and North Africa Region - Worldbank - 2005 - P.15

[51] الدجيلي علي، الفرجاني قاسم - التقييم الاقتصادي و الاجتماعي للمشروعات - دراسة منهجية - منشورات ELGA - مالطا - 2001 .

[52] G.Sullivan, William. M.Wicks, Elin. T.Luxhoj, James. **Engineering Economy**, published by Pearson education, Inc, 2003. P506.

[53] Valntine,M.&others- **Mythological Approaches In Realizing and Applying COST/BENEFIT Analysis For The Investment Projects** - Rep - EC:ora:journal:v2-2009 .

[54] الشمراني غادة بنت شهير - مشروع تحليل التكلفة و العائد - 2010 - ص33.

[55] G.Sullivan, William. M.Wicks, Elin. T.Luxhoj, James. **Engineering Economy**, published by Pearson education, Inc, 2003. P509.

[56] J.T. Campen, Benefit, Cost, and Beyond: **The Political Economy of Benefit-Cost Analysis**, Cambridge, MA: Ballinger, 1986, P.52-53.

[57] الانترنت - تحليل الآثار الاقتصادية للمشكلات البيئية:

<http://www.arab-api.org/c218.htm> 12/1/ -23 : 2008

[58] الشمراني غادة بنت شهير - مشروع تحليل التكلفة و العائد - 2010 - ص34.

[59] الإدارة المتكاملة للنفايات في منطقة الباب ، وزارة الإدارة المحلية و مديرية إدارة النفايات الصلبة في محافظة حلب - 2010 - ص2 .

[60] **World Bank Database**

<http://data.albankaldawli.org/indicator/SP.POP.GROW>

[61] محمد عابر - الطرق المناسبة للتخلص من النفايات المنزلية في البلدان الناهضة - رسالة دكتوراه - المانيا - جامعة كاسل - 2012 - ص10-11.

[62] الدراسة الفنية للمطمر الصحي في منطقة الباب ، مديرية إدارة النفايات الصلبة ، و مديرية الخدمات الفنية في محافظة حلب - 2009 - ص3-4 .

[63] Maritza Azena Canto - Dr. Wan-Li-Liao - **Cost Benefit Analysis between Open Dump and Sanitary Landfill: A Model for Sustainable Waste Management in Belize City** - International Master's Program in Environmental Sustainable Development - Master Thesis - August, 2010 - p43-45

[64] المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في سوريا - المرحلة الثالثة - الحل والتوصيات النهائية - 2004 - ص44-45-46-47 .

[65] الدراسة الفنية لمحطة المعالجة البيولوجية في الباب - أرييت و الصفدي - مديرية النفايات الصلبة - حلب - 2009 - ص 10-11 .

[66] المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في سوريا - المرحلة الثانية - بانوراما الجمع و النقل و المعالجة - الوثيقة النهائية - آب 2004 - ص9 إلى ص15.

---

[67] الدراسة الفنية للمظمر الصحي في منطقة الباب ، مديرية إدارة النفايات الصلبة ، و مديرية الخدمات الفنية في محافظة حلب - 2009 - ص4 .

[68] Source : **Internet – on the address :**  
<http://www.investopedia.com/terms/s/sensitivityanalysis.asp>

[69] Jovanovic P.(1999) **Application of Sensitivity Analysis in Investment Project Evaluation under Uncertainty and Risk** , The Journal of Project Management Vol. 17, No. 4.- p.218

[70] Pannell J. David (1997) **Sensitivity analysis of Normative Economic Models:** Theoretical Framework and Practical Strategies, Journal of Agricultural Economics, No. 16.

[71] Abraham W., and Rafael S. **Practical Multifactor Approach to evaluating Risk investment in engineering project.** Journal of construction engineering and management, May-June (2004) – P.357

[72] Couper J. **Process Engineering Economics** , Marcel Dekker Inc., New York, USA - (2003) – P.157 .

## **Economic Environmental Assessment for Sanitary Landfill of Municipality Waste projects by using Cost / Benefits Analysis**

### **Abstract**

The solid waste disposal process is the final phase of solid waste management, which includes the following stages: combination of different generation sources, proper waste transportation, treatment, safe disposal.

Cost/Benefit analysis was used in the selection process between the alternatives of waste disposal projects, and for that, we study four scenarios:

1. Get rid of the waste within random landfill.
2. Sanitary landfilling for all municipal waste.
3. Mechanical Sort for recyclable materials, then dumping the rest of waste
4. Mechanical Sort for recyclable materials, and Biological Treatment of organic waste to get soil improvers (Compost) and then burying the rest of waste.

The study concluded that it is appropriate in the study area ( ALBAB in the governorate of ALEPPO) , to select the fourth scenario which is Mechanical and Biological treatment, where we can get organic Compost, as well as, the recyclable materials can be sold and provide revenues from the project, in addition to the benefits of reduction of environmental damage. In addition, the project has economically and socially benefits, because it achieves benefits to the community estimated at 26,298,200,377 SP outweigh the cost incurred at 3,669,387,880 SP by 7.17 cost/Benefit ratio.

The study indicated in sensitivity analysis that the decision is characterizing by high sensitivity to the following factors: the amount of waste, population, per capita daily waste, and the proportions of the components of waste (organic materials, recyclable materials, and the rest that must be landfilled). where the study showed that when the total amount of waste being 33057 ton in the base year of the project, or the per capita daily waste decreased from 0.6 kg/day to 0.226 kg/day, or the number of the population in the base year being 150945 people, With constant rate of population growth, it becomes the perfect solution is burying wastes directly in sanitary landfill. Moreover, when the ratio of organic waste becomes 7.18%, the ideal solution is to perform mechanical sorting operation, and then burying the rest within a sanitary landfill.

The breakeven point which revenues with expenditures are equally, for the final solution, is when the value of recycling materials equal to 13140 SP = 262.8 \$ per ton of recovered materials.

**Aleppo University**

**Faculty of Civil Engineering**

**Department of Engineering Management & Construction**



**Economic Environmental Assessment for Sanitary  
Landfill of Municipality Waste projects by using  
Cost / Benefits Analysis**

Thesis for Master Degree in Engineering Management & Construction

Presented By

**Eng. AHMAD HOUSAM MKHALLATI**

Supervised By

Main supervisor

**Dr. MAHER GHAZAL**

Assistant supervisor

**Dr. ABDELHAKIM BANNOUD**

2014

**Aleppo University**

**Faculty of Civil Engineering**

Department of Engineering Management & Construction



**Economic Environmental Assessment for Sanitary  
Landfill of Municipality Waste projects by using  
Cost / Benefits Analysis**

Thesis for Master Degree in Engineering Management & Construction

Presented By

**Eng. AHMAD HOUSAM MKHALLATI**

2014