الوحدة الثالثة

استعمال المواد العضوية وغير العضوية

أدى النمو الديموغرافي المضطرد والتطور الاقتصادي والصناعي للمجتمعات الحديثة، إلى زيادة في الاستهلاك سواء المنزلي أو ألفلاحي أو الصناعي. الشيء الذي نتج عنه استعمال كميات متزايدة من المواد العضوية وغير العضوية.

إذا كان استعمال هذه المواد العضوية وغير العضوية جد مفيد للساكنة، فانه يطرح عدة مشاكل ترتبط أساسا بتراكم النفايات وما يصاحبه من مشاكل في تدبيرها، والتلوث الذي يلحق أضرارا بالغة بالبيئة والصحة.

1) ما مظاهر التلوث الناتج عن استعمال المواد العضوية وغير العضوية ؟
2) كيف يمكن تدبير هذه النفايات لتفادي آثارها السلبية ؟

الفصل الأول:

النفايات المنزلية الناتجة عن استعمال المواد العضوية

تمهيد: أنظر الوثيقة 1:

الوثيقة1:

صورة أ

صورة ب

تعد المجتمعات الحديثة مجتمعات استهلاكية يرتفع طلبها على المواد الغذائية بشكل متزايد، وخاصة الأغذية المصنعة. وقد ترتب عن ذلك زيادة مضطردة في حجم النفايات المنزلية التي تبقى في حاجة إلى المعالجة والتدبير، على الخصوص في المدن ذات التجمعات السكانية الكبيرة.

إشكالية: كيف يتم تدبير النفايات المنزلية؟

تلقى مشكلة التخلص من النفايات في الوقت الراهن اهتماما كبيرا، خاصة بعد أن فطن الإنسان إلى حدة مشكلة التلوث وخطورتها على صحته وسلامته، وضررها البالغ على البيئة.

إشكالية: ما مظاهر الآثار السلبية للنفايات المنزلية على صحة الإنسان وسلامة البيئة؟

I – التخلص من النفايات المنزلية وطرق معالجتها: الانتقاء.

① حجم النفايات المنزلية ومكوناتها: أنظر الوثيقة 2.

الوثيقة 2: ينتج المغرب ما يقارب 7 ملايين طن من النفايات سنويا موزعة بين النفايات المنزلية والنفايات الطبية والنفايات الصناعية. أي بمعدل 0.75 Kg لكل فرد في اليوم. ويختلف هذا المعدل حسب المناطق ونمط العيش وفصول السنة، إذ يتراوح بين 0.3Kg في الوسط القروي و 1Kg في الوسط الحضري. وعرفت النفايات المنزلية زيادة كبيرة مع مرور السنوات. ويمثل الجدول أسفله تطور محتوى هذه النفايات ما بين 1960 و1999.

المكونات الرئيسية للنفايات	1960	1990	1999
مواد عضوية قابلة للتخمر	75 %	60 - 70 %	50 – 70 %
ورق – ورق مقوى	15 %	18 – 20 %	5 - 10 %
بلاستيك	0.3 %	2 – 3 %	6 – 8 %
معادن – فلزات	0.4 %	1 – 3 %	1 – 4 %
زجاج	0.6 %	1 %	1 – 2 %
مختلفات	0.7 %	5 - 7 %	16 %

1) عرف النفايات المنزلية.
2) كيف تفسر انخفاض نسبة الورق المقوى في النفايات المنزلية؟
3) حدد من خلال تحليل معطيات الوثيقة المشكل الذي تطرحه هذه النفايات في المغرب.
4) تكتسي النفايات المنزلية أهمية اقتصادية، فيم تتجلى هذه الأهمية؟
5) كيف يمكن الاستفادة من النفايات المنزلية؟

1) النفايات المنزلية هي مجموع بقايا ومخلفات الأنشطة المنزلية للأسر، وتتكون من مواد مختلفة كبقايا الأغذية، الورق، الزجاج، المعادن ... (وكذا أنشطة المطاعم والفنادق والمحلات التجارية).

2) انخفضت نسبة الورق المقوى بينما ارتفعت نسبة البلاستيك. ويفسر ذلك بتعويض الورق بالبلاستيك، مثلا في ميدان التلفيف والتعليب. مما جعل نسبة البلاستيك ترتفع ونسبة الورق تنخفض.

3) يتمثل المشكل في كون نسبة كبيرة من النفايات المنزلية في المغرب، تبقى بدون معالجة وفي مطارح غير مراقبة. فكيف يمكن تدبير هذه النفايات دون إضرار بالبيئة؟

4) تتميز النفايات المنزلية المغربية بكونها:
★ تتركب من نسبة عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل، ونسبة متوسطة من البلاستيك والورق، ونسبة ضعيفة من المعادن والزجاج.
★ تختزن مواد ذات أهمية اقتصادية لاحتوائها على كميات مهمة من مواد قابلة لإعادة الاستغلال كمواد أولية (بلاستيك، زجاج، ورق...).

5) يمكن الاستفادة من النفايات المنزلية عبر:
★ فرزها وتصنيف المواد المكونة لها حسب أنواعها (بلاستيك، زجاج، ورق، معادن، ...).
★ إعادة تدوير (إعادة التصنيع) المواد المنتقاة.

② الانتقاء:

أ – تعريف الانتقاء: *Le tri* أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3:
تعتمد مجموعة من الأسر المغربية على كسب قوتها من خلال جمع وانتقاء النفايات من أجل إعادة بيعها.
رغم الطابع غير المنظم لهذه العملية، فقد أثبتت مجموعة من التحريات التي قامت بها العديد من الجماعات المحلية بالمغرب، أن ما يزيد عن 24 % من النفايات يعاد تدويرها من خلال جمعها بهذه الطرق.
في الدول المتقدمة، تندرج عملية الانتقاء في إطار الخدمات العمومية، وتتم على عدة مستويات: بمشاركة المستهلك، وعمال جمع النفايات، ومتخصصين في مراكز الانتقاء. (أنظر الوثيقة 4)

الانتقاء هو عملية تهدف إلى فرز المواد المكونة للنفايات بعضها عن بعض لأجل إعادة تدويرها. تفرز المواد حسب أصنافها الأولية (زجاج، ورق، بلاستيك...) أو حسب أصنافها الثانوية (زجاج أبيض، قارورات...)

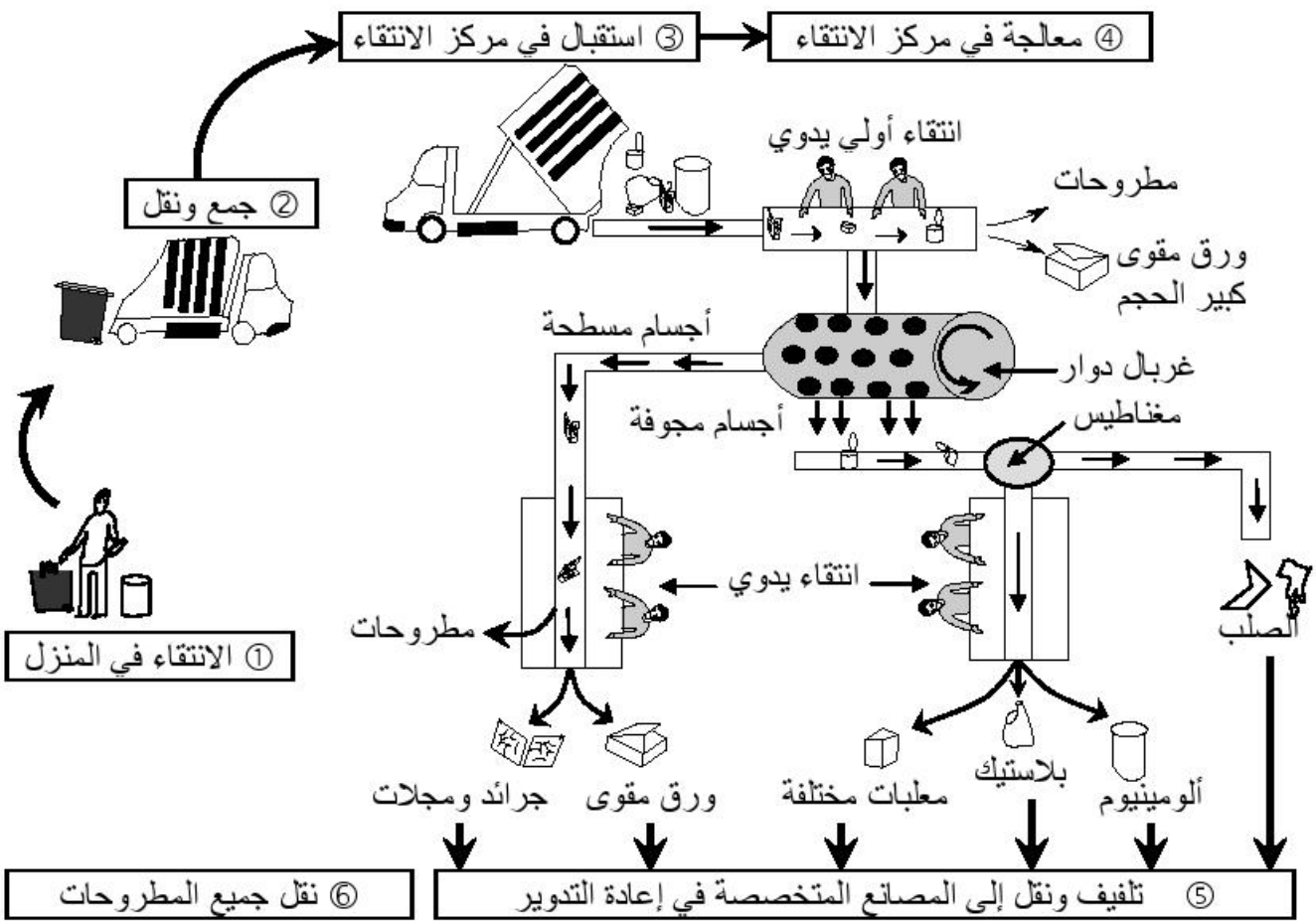
★ تتم عملية الانتقاء بشكل غير منظم في المغرب وفي عامة الدول النامية، وهو ما يجعل نسبة النفايات المنزلية المعاد استغلالها تكون ضئيلة.

★ في الدول المتقدمة ينجز الانتقاء في عدة مستويات:

- من طرف المستهلك: استعمال حاويات قمامة خاصة.
- من طرف عمال جمع النفايات.
- في مراكز انتقاء خاصة ومجهزة.

ب – مراحل الانتقاء: أنظر الوثيقة 4:

الوثيقة 4: رسم تخطيطي لمختلف مراحل الانتقاء.
انطلاقا من الوثيقة 3 و4، عرف عملية الانتقاء ثم لخص في نص كيفية انجاز عملية الانتقاء وبين أهميتها الاقتصادية.



★ تتم في مراكز الانتقاء عملية فرز النفايات حسب أصناف المواد التي تحتوي عليها (صلب، ألومنيوم، ورق مقوى، بلاستيك...) من طرف عمال متخصصين وبمساعدة آلات مصممة لهذا الغرض.

★ بعد فرز النفايات يتم تلفيف كل صنف، ثم ينقل إلى المصانع المتخصصة في التدوير.

③ خلاصة:

أصبحت النفايات المنزلية تطرح مشكلا نظرا لتزايد حجمها بفعل زيادة عدد السكان وتحسن مستواهم المعيشي، لدى أصبح من الضروري الاهتمام بمعالجتها وحسن تدبيرها، وتبدأ هذه العملية بالانتقاء لفرز مكوناتها.

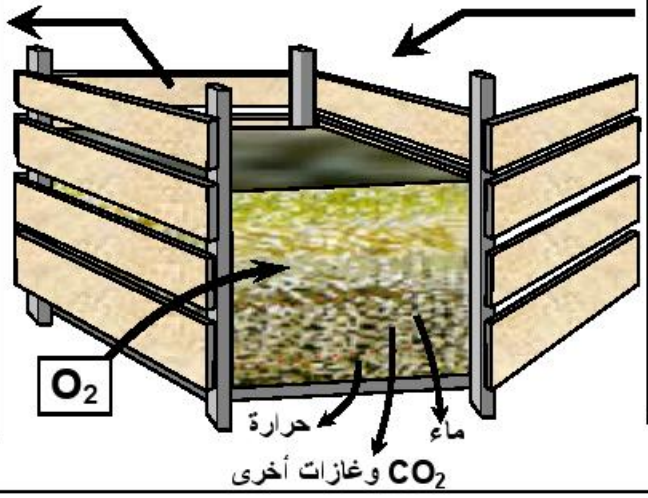
II – التخلص من النفايات المنزلية وطرق معالجتها: تقنية إعادة الاستعمال والتصنيع.

① إنتاج السماد العضوي: أنظر الوثيقة 5.

الوثيقة 5 الشكل أ: تقنية إنتاج السماد العضوي.

مواد أولية :

- ✓ نفايات منزلية قابلة للتخمر: (مواد عضوية غنية بالكربون والأزوت).
- ✓ روث البهائم.
- ✓ فرش حرجي
- ✓ بقايا أغذية الحيوانات
- ✓ ماء
- ✓ تربة



سماد عضوي ناضج :

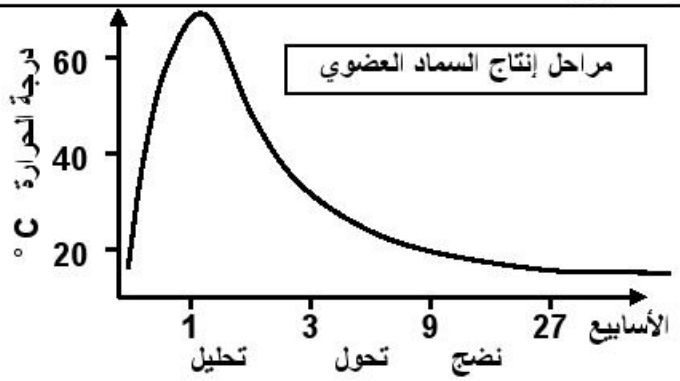
خليط متجانس من مواد عضوية متحللة وفلزات ومتعضيات مجهرية.

ينتج كل 1Kg من النفايات حوالي 300 إلى 400g من السماد.

الوثيقة 5 الشكل ب:

تطور بعض أنواع المتعضيات المتدخلة في تشكل السماد العضوي حسب الزمن.

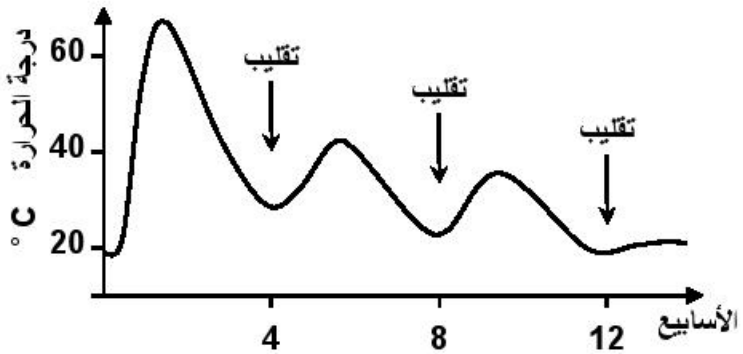
(يعبر تغير درجة الحرارة عن شدة نشاط المتعضيات المجهرية).



الوثيقة 5 الشكل ج:

دور التقليب في تهوية التربة وفي نشاط المتعضيات المتدخلة في تشكل السماد العضوي.

(يعبر تغير درجة الحرارة عن شدة نشاط المتعضيات المجهرية).



استثمار الوثائق أ، ب و ج :

1) حدد من خلال الشكل أ نوع النفايات المنزلية التي تستعمل في إنتاج السماد العضوي.
2) بين من خلال الشكل أ و ب و ج، كيف يتشكل السماد العضوي انطلاقا من هذه النفايات، مبرزا أهمية التقليب.
3) أعط تعريفا لمبدأ إنتاج السماد العضوي وبين الأهمية الاقتصادية والبيئية لهذه التقنية.

1) نوع النفايات المنزلية التي تستعمل في إنتاج الأسمدة العضوية هي النفايات العضوية، و هي بقايا المواد الغذائية النباتية، الفرش الحرجي (بقايا أغصان النباتات والأوراق الميتة) وروث البهائم.

2) تحليل الوثائق وربط العلاقة بين تشكل السماد العضوي وتطور الحرارة والكائنات المجهرية:

★ تبرز كل من وثيقة الشكل "أ" و "ب" أن عملية إنتاج السماد تكون مصحوبة باستهلاك الأوكسجين، بطرح الحرارة والماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون، كما تتحلل المواد العضوية الأولية وتغتني بالمتعضيات المجهرية.

★ نفسر كل هذه الملاحظات بكون المتعضيات المجهرية تستهلك النفايات العضوية، في ظروف حي هوائية (أكسدة تنفسية) لتحصل على الطاقة الضرورية لنشاطها ونموها، تكون هذه التفاعلات مصحوبة بطرح حرارة وماء و CO_2 .

★ تبرز وثيقة الشكل "ج" أن عملية التقليب تكون متبوعة بزيادة في درجة حرارة المواد العضوية المعدة لإنتاج السماد العضوي، وهو ما يعني أن عملية التقليب تساهم في زيادة نشاط المتعضيات المجهرية تتجلى إذن أهمية التقليب في توفير التهوية أي إغناء الوسط ب O_2، لأن الكائنات المجهرية المتدخلة كائنات حي هوائية.

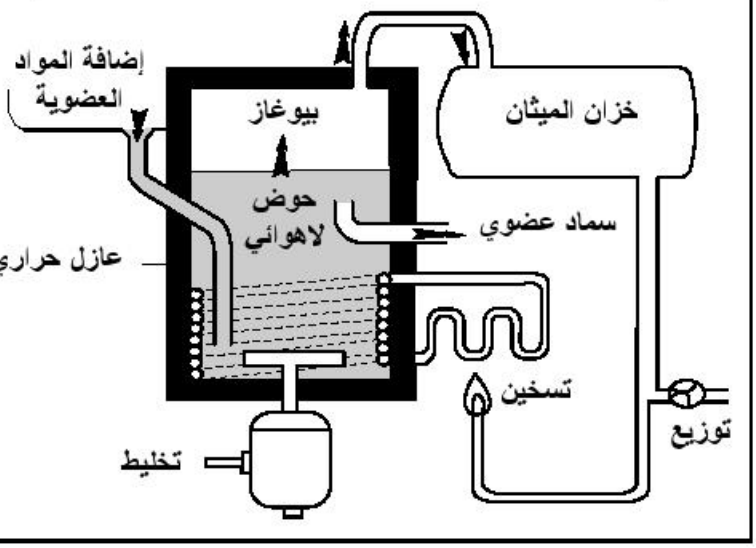
3) *إنتاج السماد العضوي* **Compostage** : عملية تتمثل في المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية، حيث تخضع لتفسخ هوائي تحت تأثير متعضيات مجهرية (بكتيريا، فطريات) والحيوانات الدقيقة (ديدان الأرض، قراديات...) التي تتغذى على النفايات العضوية (بروتينات، سيليلوز...) وتحولها إلى سماد عضوي = composte.

تتمثل إذن الأهمية الاقتصادية لهذه التقنية في كونها تنتج سمادا عضويا قابل للاستعمال في الميدان الزراعي، والأهمية البيئية في كونها تعمل على تخليص الوسط البيئي من نسبة من النفايات المنزلية.

② **إنتاج غاز الميثان:** أنظر الوثيقة 6.

الوثيقة 6: إنتاج البيوغاز (الميثان).

الشكل أ: رسم تخطيطي يبين طريقة إنتاج البيوغاز



طبيعة الغاز	النسبة المئوية
الميثان CH_4	50 à 80
ثنائي أكسيد الكربون CO_2	20 à 50
هيدروكسيد الكبريت H_2S	0 à 0.5

الشكل ب: مكونات البيوغاز (الغاز الإحيائي).

الشكل ج:
البكتيريا اللاهوائية Méthanobacterium :

هي بكتيريا لاهوائية تعمل على إنتاج الطاقة اللازمة لنشاطها بالاعتماد على تفاعلات التخمر التي تنتج غاز الميثان حسب التفاعل الإجمالي:

مواد عضوية (سكريات، بروتينات ...)

$$\xrightarrow{} CH_3COOH \rightarrow \underset{\text{ميثان}}{CH_4} + CO_2$$
أسيتات

استثمار الوثائق: 1) ما هي النفايات المنزلية المستعملة لإنتاج غاز الميثان؟
2) بين كيف يتم إنتاج غاز الميثان انطلاقا من النفايات المنزلية؟
3) استنتج الفوائد من استعمال النفايات المنزلية في إنتاج غاز الميثان، وأعط تعريفا لهذه التقنية.

1) نوع النفايات المنزلية التي تستعمل في إنتاج غاز الميثان هي النفايات العضوية.

2) طريقة إنتاج غاز الميتان:

★ توضع النفايات المنزلية العضوية داخل خزان في ظروف لا هوائية.

★ تتعرض المواد العضوية (سكريات، بروتينات...) لتحلل لاهوائي بفعل بكتيريا حي لاهوائية تسمى بالبكتيريا المولدة للميثان = Methanobacterium.

★ تصاحب هذه التفاعلات اللاهوائية بطرح غاز إحيائي، قابل للاشتعال يحتوي على أزيد من 50% من غاز الميتان، يتم تخزينه داخل بالونات.

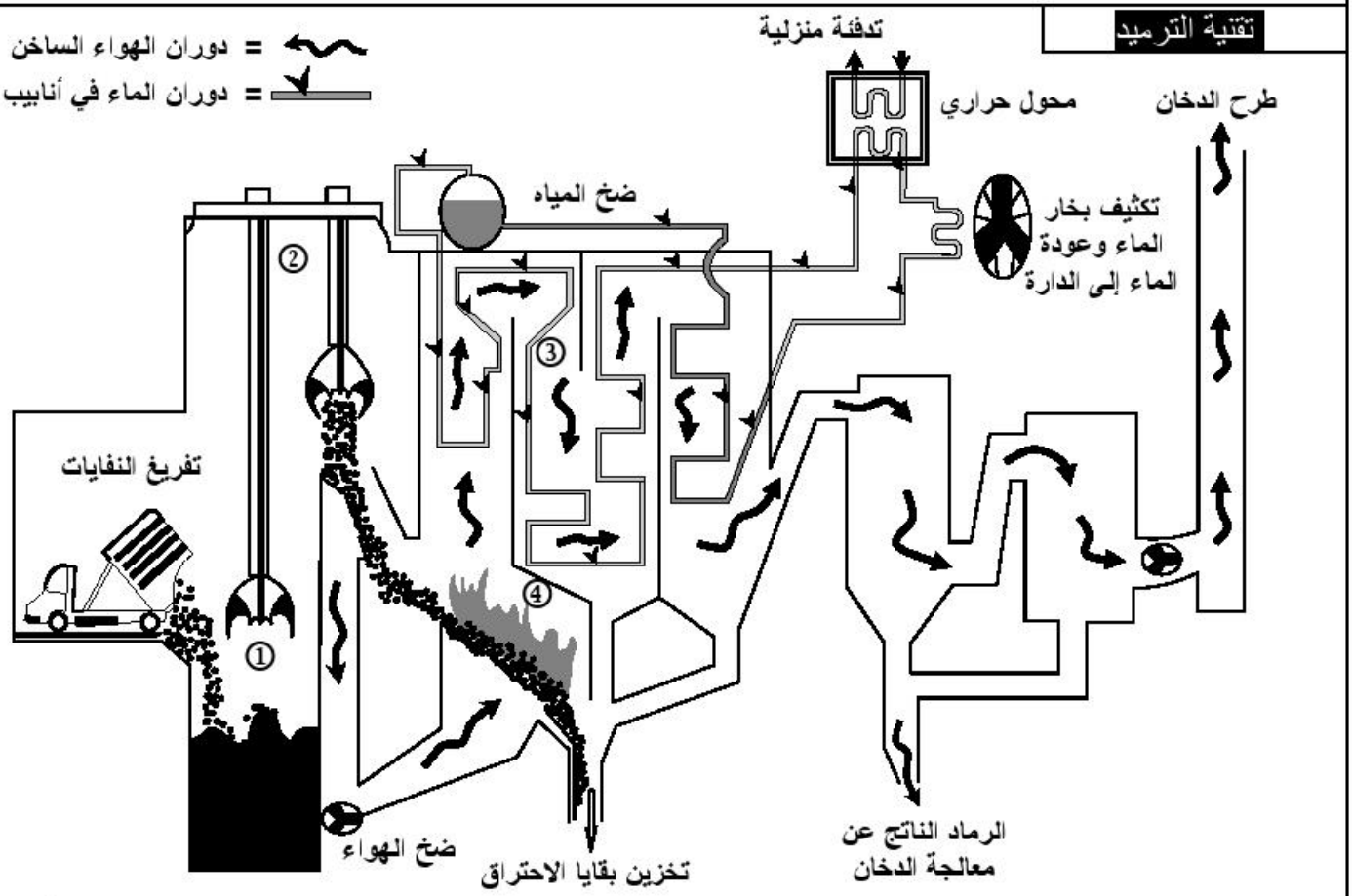
3) تتمثل أهمية إنتاج غاز الميتان في عدة مستويات:
★ إنتاج غاز الميتان القابل للاشتعال والذي يستعمل كمصر للطاقة: توليد الكهرباء، تسخين، وقود.
★ الحصول على حثالة عضوية تستعمل كسماد عضوي.
★ تقليص حجم النفايات المنزلية (تتبقى فقط 40% من الحجم الأصلي، وهي عبارة عن سماد نافع).

إنتاج غاز الميثان: عملية تتمثل في المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية حيث تخضع لتفسخ لاهوائي تحت تأثير بكتيريا مولدة للميثان، والتي تتغذى على المواد العضوية لجلب الطاقة الضرورية لنموها، وينجم عن ذلك طرح غازات إحيائية يشكل الميتان النسبة العالية منها.

③ **الترميد:** Incinération أنظر الوثيقة 7.

الوثيقة 7: تقنية الترميد. (أنظر الصفحة الموالية)
تعطي هذه الوثيقة رسما تخطيطيا توضيحيا لمراحل تقنية الترميد.
- ✓ تتم معالجة الأدخنة قبل طرحها في الهواء عن طريق ترشيحها من الغبار والمعادن الثقيلة التي ترسل إلى محطات خاصة للطمر، تحترم الشروط البيئية.
- ✓ خلال عملية الطمر تدفن النفايات الصلبة في حفر ذات عمق وسعة مختلفة حسب نوع النفايات. وتفاديا لتلويث المياه الجوفية يتم عزل هذه الحفر بواسطة طبقة من الاسمنت أو البلاستيك.
- ✓ تمثل الحثالة الصلبة المتبقية (أجزاء غير قابلة للاحتراق، والرماد، والمواد السامة كالمعادن الثقيلة، والديوكسين...) حوالي % 10 من الحجم الأصلي للنفايات.

1) باستغلال معطيات الوثيقة، صغ نصا تبرز من خلاله فيم تتمثل تقنية الترميد.
2) أحسب نسبة النفايات التي يتم التخلص منها بواسطة تقنية الترميد، ثم أعط مميزات هذه التقنية.



① =تخزين، ② = نقل وتفريغ النفايات، ③ = هواء ساخن، ④ = حرق النفايات لتسخين الماء الدائر في الأنابيب

1) تعريف الترميد: = Incinération

الترميد تقنية تتمثل في حرق النفايات داخل فرن معد لهذه العملية تحت درجة حرارة عالية (بين 800 إلى 1000°C) بحضور الأوكسجين. تستغل الطاقة الحرارية الناتجة في إنتاج بخار الماء الذي يستعمل في التدفئة وفي توليد الكهرباء، يحرر كل 1 طن من المحروقات ما يعادل 258KW من الطاقة.

2) تتمثل أهمية الترميد في:

- ✓ تخفيض حجم النفايات المنزلية بنسبة قد تصل إلى 90%
- ✓ إنتاج طاقة: للتدفئة، توليد الكهرباء.

④ حصيلة:

لتفادي المشاكل التي تطرحها النفايات المنزلية، يمكن الاستفادة منها وذلك بإعادة استعمال بعض موادها في:

- إنتاج السماد العضوي.
- إنتاج غاز الميتان.
- إنتاج طاقة من خلال عملية الترميد.

III – آثار النفايات المنزلية على البيئة والصحة والاقتصاد.

① آثار النفايات المنزلية على البيئة: أنظر الوثيقة 8.

الوثيقة 8: آثار النفايات المنزلية على البيئة.

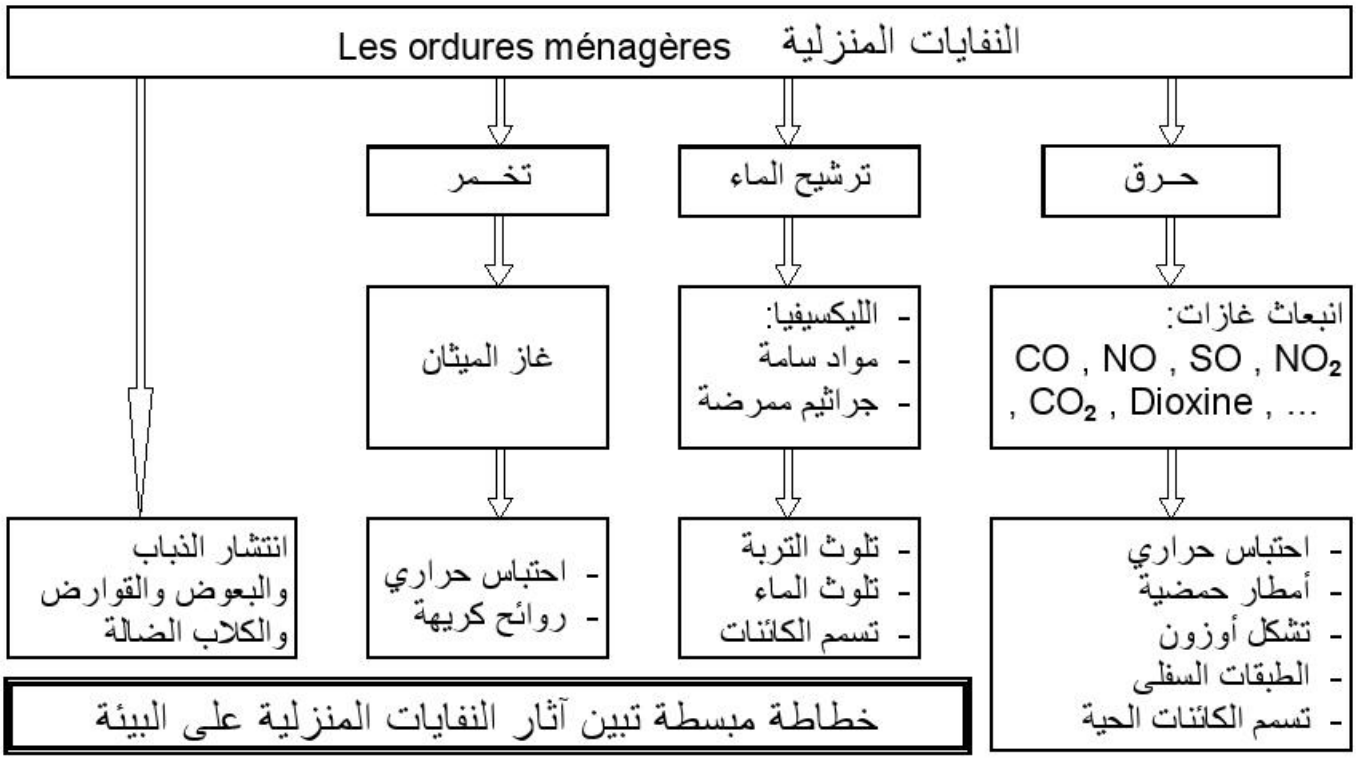
الشكل أ : آثار الغازات الناجمة عن احتراق النفايات المنزلية في المطارح غير المراقبة: ينتج عن احتراق النفايات المنزلية في المطارح غير المراقبة غازات سامة نتيجة احتواءها على عدة عناصر كيميائية. كما أن التخمر اللاهوائي للنفايات المنزلية يؤدي إلى انبعاث غاز الميثان CH_4 الذي يساهم في الاحتباس الحراري وتدمير طبقة الأوزون.

العناصر الكيميائية	الغازات الناتجة عن الاحتراق	عواقبها
الكربون (C)	أكسيد الكربون CO	احتباس حراري
الأزوت (N)	أكسيد الأزوت NO_2 ; NO	احتباس حراري - أمطار حمضية - تشكل أوزون الغلاف الجوي المنخفض
الكبريت (S)	ثنائي أكسيد الكبريت SO2	احتباس حراري
الكلور (Cl)	حمض الكلوريدريك HCl	احتباس حراري
	الديوكسين	تراكم في سلاسل غذائية
الفليور (F)	حمض الفليوريدريك	احتباس حراري

الشكل ب : آثار الليكسيفيا Lexiviat على البيئة. (lixivius = jus de lessive)
الليكسيفيا (عصير النفايات): سائل ناتج عن ترشيح مياه الأمطار عبر النفايات، حيث تشحن بملوثات عضوية ذائبة ناتجة عن نشاط بعض المتعضيات المجهرية، وملوثات معدنية (مثلا المعادن الثقيلة المكونة للبطاريات)، وجراثيم ممرضة... مما يؤثر سلبا على متعضيات التربة (فونة و فلورة) حيث يمكن وصولها إلى الفرشاة المائية لتلوث المياه الجوفية.

استخرج من خلال معطيات هذه الوثيقة مختلف مظاهر تأثير النفايات المنزلية على البيئة.

ترتبط الآثار السلبية للنفايات المنزلية على البيئة بالظواهر التالية:
يؤدي احتراق النفايات المنزلية في المطارح غير المراقبة إلى تحرير غازات سامة مثل (NO , CO , NO_2 , CO_2) تساهم في الاحتباس الحراري وتدمير طبقة الأوزون والأمطار الحمضية.
في مواقع تراكم النفايات تتشكل الليكسيفيا التي تكون مركزة بعناصر ملوثة كالجراثيم والمواد الكيميائية السامة والمعادن الثقيلة، تلوث التربة والفرشاة المائية.



② **آثار النفايات المنزلية على الصحة:** أنظر الوثيقة 9.

الوثيقة 9: آثار النفايات المنزلية على الصحة.

★ تسبب الليكسيفيا تلوث المياه الجوفية بواسطة الجراثيم الممرضة والمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية ، تنتج عنها تسممات غذائية وأوبئة عند استهلاك هذه المياه للشرب أو أغذية مسقية بالمياه الملوثة.
★ تسبب الغازات السامة الناتجة عن احتراق النفايات المنزلية خطرا على صحة الإنسان لأنها تتسبب في عدة أمراض:

الغازات الناتجة عن الاحتراق		آثارها على الصحة
أحادي أكسيد الكربون		بكمية كبيرة: سام بالنسبة للجهاز القلبي و التنفسي و أحيانا مميت. بكمية ضعيفة: يعرقل نقل الأكسجين إلى الدماغ و القلب و العضلات.
اوكسيدات الازوت		تسبب اضطرابات في الجهاز التنفسي و أزمات الربو
اوكسيدات الكبريت		اضطرابات في الجهاز التنفسي و القلبي و أزمات الربو
الديوكسين		تؤثر على الجهاز المناعي و العصبي و الهرموني، تسبب السرطان
مواد عضوية طيارة Composés organiques volatils (COV)	الألدهيد	اضطرابات تنفسية
	البنزن	تسبب السرطان

استخلص من هذه المعطيات آثار مختلف الملوثات الناجمة عن النفايات المنزلية على الصحة.

★ تشكل الغازات السامة الناتجة عن إحراق وترميد النفايات المنزلية تهديدا لصحة الإنسان:
- المركبات العضوية الطيارة تسبب مشاكل تنفسية وتهدد بالإصابة بالسرطان.
- الديوكسين يعتبر مادة مسرطنة ويؤثر على وظائف أجهزة الجسم.
- أوكسيدات الكربون وأوكسيدات الآزوت وأوكسيدات الكبريت تضر بالجهاز التنفسي.

★ تساهم النفايات المنزلية في انتشار الجراثيم وتكاثر الحشرات والقوارض، وهو ما يهدد بظهور وانتشار الأمراض.

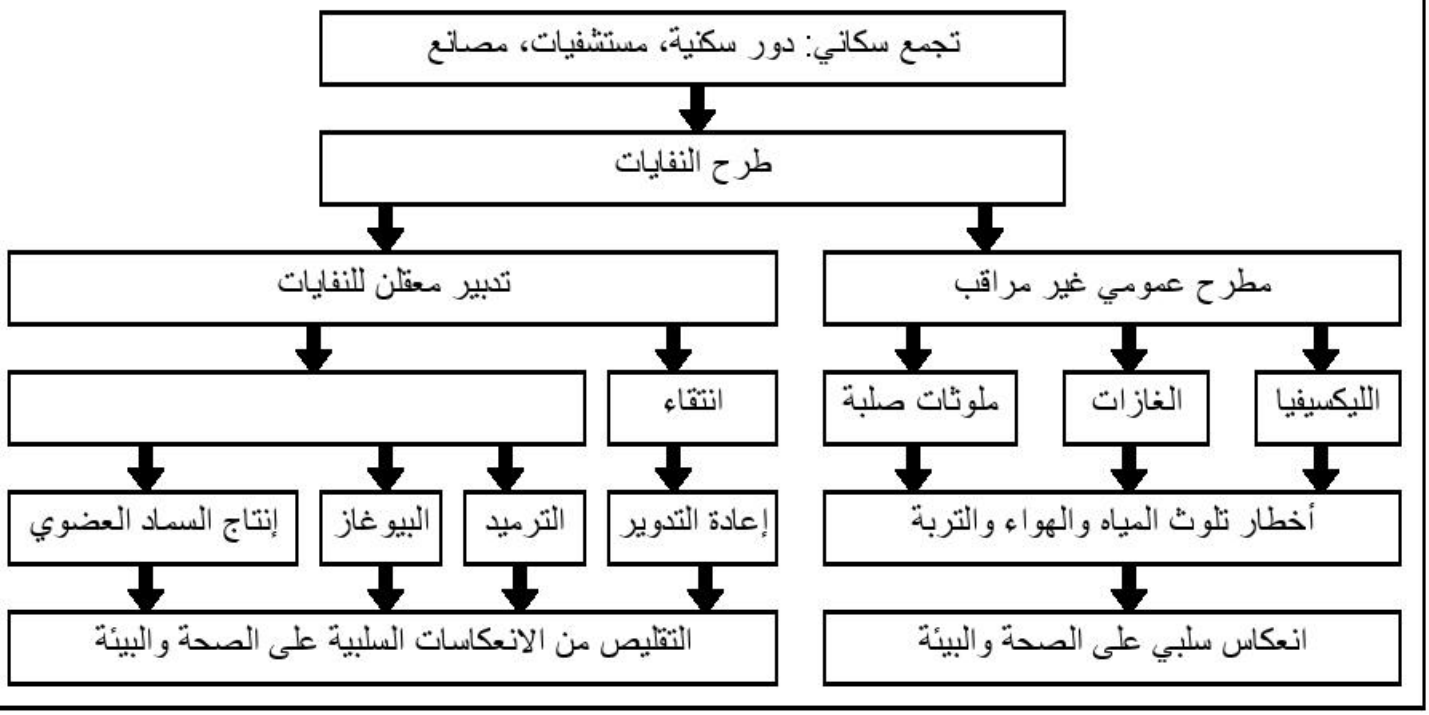
③ **آثار النفايات المنزلية على الاقتصاد:** أنظر الوثيقة 10.

الوثيقة 10: آثار النفايات المنزلية على الاقتصاد.
تقدر كمية النفايات المنتجة بالمغرب ب 6.5 ملايين طن في السنة، يلقى معظمها بدون معالجة في مطارح غير مراقبة وبدون بنية تحتية ملائمة. تقدر التكلفة الاجمالية المخصصة لبرنامج النفايات المنزلية ب 37 مليار درهم، يخصص منها 27 مليارا لتحسين خدمات الجمع و6 ملايير لانجاز واستغلال مطارح مراقبة و2.5 مليار لصيانة وتأهيل المطارح المستخدمة و1 مليار لتطوير أنشطة الانتقاء وإعادة الاستعمال.

يكلف تدبير النفايات المنزلية من تجميع ونقل ومعالجة اعتمادات مالية مهمة. بالمقابل تحتوي هذه النفايات على عدة مواد يمكن إعادة استعمالها كمواد أولية في عدة صناعات (البلاستيكية، المعدنية، الورقية) بهدف التخلص منها من جهة، واستغلالها اقتصاديا من جهة أخرى.

IV – حصيلة عامة على شكل خطاطة. أنظر الوثيقة 10.

الوثيقة 11: حصيلة عامة على شكل خطاطة.
تعتبر النفايات أهم مصدر من مصادر التلوث، إذ تساهم بشكل مباشر في تلوث البيئة، وتأثر على صحة الإنسان وإنتاجيته بسبب انتشار الأمراض وزيادة نسبة الوفيات.



يترتب عن النمو المتزايد للسكان ارتفاع في إنتاج النفايات المنزلية. ولتفادي المشاكل الصحية والبيئية لهذه النفايات، يتطلب الأمر تدبيرها ومعالجتها بشكل معقلن يتمثل في الانتقاء والمعالجة.