جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الرابعة

مقرر الهندسة البيئية

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

الطرق البيوحرارية

د.م . نسرين خلوف

الطريقة البيوحرارية
BIOTHERMOLYSIS

مقدمة

- تتم المعالجة البيوحرارية للمخلفات الصلبة بفعل العمليات البيولوجية لانحلال المواد العضوية الموجودة في المخلفات و التي تحدث نتيجة الكائنات الدقيقة .
- حيث تتم أكسدة المواد العضوية و تحويلها الى حامض الكربونيك و مياه راشحة ، اما في ظروف هوائية أو ظروف لا هوائية .
- في حالة الاكسدة الهوائية تنتج طاقة حرارية ، بشكل وسطي ، مقدارها (1256 kj) لكل 1kg من المخلفات.
- تكون درجة الحرارة بحدود (40-70 C) .
- و درجة الحرارة العالية بالاضافة الى نشاط الكائنات الدقيقة يساعدان على هلاك يرقات الذباب و البيوض و جزء كبير من البكتريا .

مقدمة

- أما في الحالة اللاهوائية (عندما لا يشارك أوكسجين الجو في عملية التحلل) تصل حرارة كتلة المخلفات فقط الى (30 – 40 C) مما يبطئ عملية التحلل .
- نتيجة للتحلل البيوحراري تنتج نفايات غير ضارة بالوضع الصحي للوسط المحيط .
- فهي لا تملك رائحة قوية و لا تجذب اليها القوارض و الذباب و يمكن استخدامها على شكل محسنات (مخصبات) للتربة و مواد تدفئة في البيوت البلاستيكية .

مقدمة

- **تقسم الطرق البيوحرارية حسب مخططها التكنولوجي و حسب التجهيزات اللازمة لكل منها الى الطرق التالية:**

١ـ تحويل المخلفات الى سماد طبيعي حقليا على مساحات مكشوفة دون تحضير أولي .

٢ـ تحويل المخلفات الى سماد طبيعي حقليا على مساحات مكشوفة مع تحضير أولي .

٣ـ المعالجة في محطة خاصة بدون تحضير المخلفات بشكل مسبق (غرف بيوحرارية أو أفران).

تحويل المخلفات الى سماد طبيعي حقليا

جَامعة المَنارة

- من المفضل استخدام هذه الطريقة في المدن الصغيرة التي يبلغ عدد سكانها (50000 per) ، في حال توفر أراضي فارغة و مناسبة بالقرب من المدينة.
- كما يمكن استخدامها في المدن الكبيرة التي لا يزيد عدد سكانها عن (500000 per) .
- توضع المخلفات في حقول مكشوفة على شكل كومات بطول (10-25 m) ذات مقطع شبه منحرف (عرض القاعدة 3-4 m و الارتفاع من (1.5-2 m لمخلفات المضغوطة ، توضع في قاعدة الخنادق مواد تمتص الرطوبة (تورب) حيث تفرش على الارض أو في خنادق بعمق (0.5 m)).
- لحجز المياه الراشحة المتشكلة من المخلفات المضغوطة توضع في قاعدة الخنادق مواد تمتص الرطوبة(تورب ، فحم نباتي ، قش ، نشارة الخشب) .

تحويل المخلفات الى سماد طبيعي حقليا

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- توضع المخلفات دون رص و تعزل الطبقات العلوية و جوانب الخنادق بواسطة طبقة من التربة أو التورب أو السماد العضوي بسماكة (20cm) .
- تزود الخنادق بظروف مثالية للتهوية و التسخين الذاتي حتى درجة حرارة (50-60 C) و حيث تكون رطوبة المخلفات في الخنادق (50-55%) .
- و بالاضافة الى عملية التهوية توجد أقنية في الخنادق لحجر المياه المطرية أو الرطوبة الاضافية .
- تستمر عملية تحويل المخلفات الى سماد طبيعي (Compost) بالطريقة الحقلية من (6-12 months) .
- تكون كمية السماد الطبيعي المتشكل (50-60%) من كمية المخلفات الاولية .

تحويل المخلفات الى سماد طبيعي حقليا

جَامعة

- يمكن تقدير مساحة الحقل اللازمة لتحويل المخلفات الى سماد بالعلاقة :

$$F = Qr \cdot t \cdot f \cdot k / 12 \cdot 10^4 \cdot v$$

- إذ أن :

F: مساحة الحقل اللازمة (هكتار) .

Qr: كمية المخلفات المتجمعة سنويا و المنقولة الى الحقل (متر مكعب) .

t: الزمن اللازم لتحويل المخلفات الى سماد (month) .

f: مساحة الكومة الواحدة (متر مربع) .

k: عامل يأخذ بعين الاعتبار المساحات الاضافية بين الخنادق و الطرق و مناطق الخدمة (k = 1.24 – 1.4) .

V: سعة الكومة (حجمها) (متر مكعب) .

التحضير الاولي للمخلفات الصلبة

- يتضمن التحضير الاولي للمخلفات فرز الحبيبات كبيرة أو صغيرة الحجم و طحن المخلفات .
- **الفرز الاولي للحبيبات كبيرة الحجم** تمرر المخلفات خلال قطر منخل بقطر 50mm مع فرز نفايات المعادن ، و تستمر عملية التحلل البيوحراري في هذه الحالة من 3-2 أشهر
- **الفرز الاولي للحبيبات صغيرة الحجم** تمرر المخلفات خلال منخل بقطر 8- 12mm مع فرازة مغناطيسية لفرز المعادن و تستمر عملية التحلل البيوحراري في هذه الحالة من 6-2 أشهر

الطحن الأولي للمخلفات

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- تستخدم هذه الطريقة للاسراع في تحويل المخلفات الى سماد طبيعي .
- كما أن الطحن يؤدي الى زيادة سطح المخلفات بالنسبة لحجمها و توفير وسط لتغذية الكائنات الدقيقة .
- حيث تتحول المخلفات الى سماد طبيعي خلال 3 أشهر .
- و تشكل كمية السماد الناتجة (80-85) % من مجمل كمية المخلفات الواردة الى الحقل .

الغرف البيوحرارية

جَامعة المَنارة

- يمكن أن تتم معالجة المخلفات المنزلية الصلبة للتخلص من أضرارها و تحويلها الى سماد طبيعي في غرف بيوحرارية سعة الواحدة (20-2) متر مكعب .
- تكون الغرف البيوحرارية مزودة بتجهيزات تهوية خاصة لتهوية المخلفات بشكل جيد .
- يتم تفريغ المخلفات في الغرف البيوحرارية عن طريق فتحة علوية خاصة ، حيث تفرغ المخلفات و بدون رص من سيارة نقل المخلفات مباشرة .
- يؤخذ السماد الناتج من فتحة جانبية ليحمل في السيارات الخاصة لنقله .
- يجب التأكد على أن مدة تعبئة الحجرة لا تزيد عن (4 day) .
- تستمر مدة تحويل المخلفات الى سماد مدة (40 days) صيفا و مدة (60 days) شتاء .

المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- **النفايات العضوية** : هي النفايات التي تشكل المادة العضوية القابلة للتفكك البيولوجي جزءاً كبيراً منها.

- **نميز بين نوعين من النفايات تبعاً لمحتواها من المادة العضوية :**

  - **نفايات تتألف بشكل كامل تقريباً من المواد العضوية.**
  - **نفايات تشكل المادة العضوية جزءاً محدداً منها.**

جامعة

طرق معالجة النفايات العضوية حسب تركيبها

المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- تتم المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية بطريقتين:

  - الطريقة الهوائية (الأسْمَدَة: Composting)
  - الطريقة اللاهوائية (الهضم اللاهوائي Digestion)

- غاية المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية هي:

  - التخلص من النفايات العضوية بطريقة تؤدي إلى تقليل حجمها وتعقيمها (حالة الأسْمَدَة) وبالتالي تفادي أخطارها على الصحة، وكذلك بما يخفف من عدد المطامر.
  - الاستفادة من هذه النفايات في صناعة السماد العضوي(حالة الأسْمَدَة الهوائية) وفي إنتاج الغاز الحيوي (حالة التخمير اللاهوائي).

جامعة

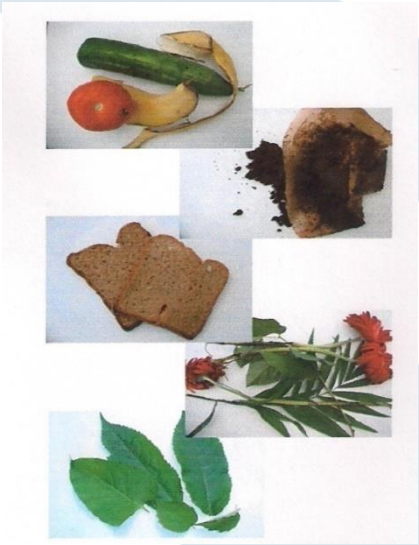
طريقة الأسْمَدة للنفايات العضوية (Composting)

- عملية الأسْمَدة (Composting): هي عملية تحويل النفايات العضوية القابلة للتفكك البيولوجي، بواسطة الأحياء الدقيقة الهوائية وضمن شروط وظروف معينة ومحددة، إلى مادة معقمة وصحية وصالحة للاستخدامات الزراعية الآمنة تسمى بالسماد العضوي (كومبست:Compost) الغني بالمواد الدبالية (Humus).

- تحدث هذه العملية تلقائياً في الطبيعة، وتشاهد تحت الأشجار في المناطق الرطبة حيث تتفكك أوراق الأشجار ذات التركيب العضوي هوائياً بواسطة البكتريا إلى مواد دبالية عضوية مغذية للأشجار. وتجري عملية تحضير الكومبست صناعياً في منشآت خاصة تسمى بمحطات الأسْمَدة (Composting Plants).

جَامعة

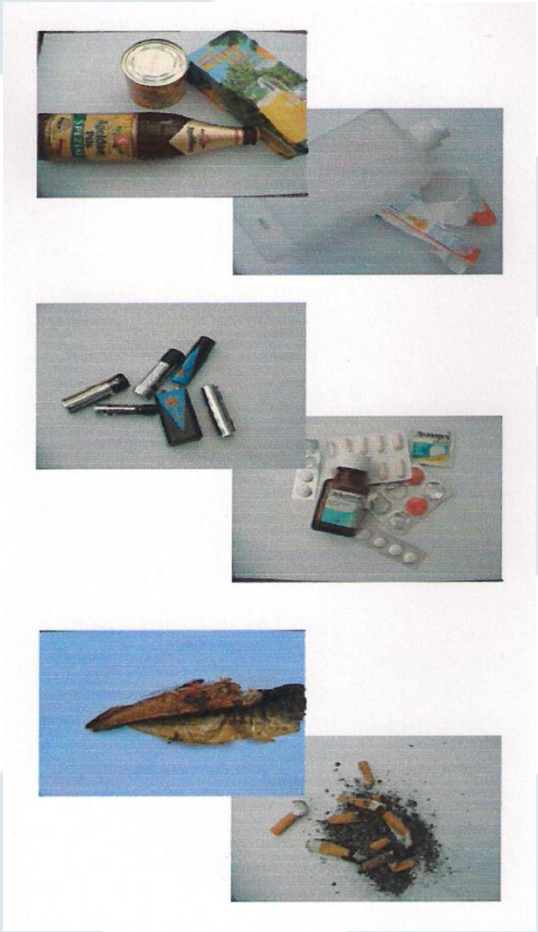
ماهي المواد القابلة للأسْمَدة (Composting)



- النفايات العضوية في العموم
- نفايات الحدائق من أعشاب وقصاصات الأشجار والورود
- نفايات المطابخ (بقايا تحضير الطعام، بقايا الطعام ، قشور البيض، ظروف الشاي، ورق المحارم،.....)
- نفايات الأسواق التجارية العضوية (بقايا الفواكه والخضار التالفة)
- حمأة مياه الصرف الصحي
- روث الحيوانات
- بقايا حصاد وجمع المحاصيل الزراعية

جَامعة

ماهي المواد غير القابلة للأسْمَدة (Composting)



- المواد التالية تعتبر شوائب بالنسبة لعملية الأسمدة ويجب إزالتها وفصلها قبل بدء العملية:
  - المواد القابلة للتدوير(زجاج، معادن، علب الكرتون،....)
  - النفايات الخطرة (نفايات المشافي الخطرة، البطاريات، الأسمدة والمبيدات الحشرية،...)
  - بقايا المواد الصنعية (بقايا الطعام والفواكه المعلبة، أعقاب السجائر،أوراق القصدير،...)
  - أية مادة ملوثة كيميائياً

جامعة

المنتج النهائي لعملية الأسمدة (السماد العضوي)

- المنتج النهائي لعملية الأسمدة هو مادة عضوية غنية بالمواد الدبالية (Humus)، وهي غير ضارة بالوضع الصحي للوسط المحيط، ولا تملك رائحة قوية، ولا تجذب إليها القوارض والذباب.
- يستخدم المنتج النهائي لعملية الأسْمَدَة المسمى (الكومبست) كسماد عضوي في الأراضي الزراعية.
- يستخدم هذا السماد كتربة لزراعة الورود والنباتات في المشاتل(تورب).
- يستخدم لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للترب الفقيرة
- يستخدم كمواد تدفئة في البيوت البلاستيكية.

جامعة

ماهي آلية عملية الأسْمَدة (Composting)

- المبدأ الأساسي لعملية الأسمدة العضوية هو تفكك المادة العضوية بواسطة البكتريا التي تتغذى على هذه المادة إلى مواد ثابتة مغذية وإطلاق طاقة وثاني أكسيد كربون.
- التفاعل العام لتفكك المادة العضوية عبر عملية الأسمدة العضوية:

طاقة + ([N] + [S] + [P]) + CO_2 + H_2O ← O_2 + المادة العضوية

- تتألف المادة العضوية في العموم من كربون و أكسجين وهيدروجين ونتروجين وفوسفور
- مثال تفكك الغلوغوز:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O\ (-2826\ kJ/mol)$$

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ وجود المادة العضوية القابلة للتفكك البيولوجي:

(تتدرج المواد العضوية في سهولة تفكيكها من مواد سريعة التفكك كالسكر والبروتينات إلى مواد صعبة التفكك كالخشب والدسم والسيللوز ، ومواد صعبة جداً كالكيراتين).

المادة العضوية	قابلية التفكك البيولوجي	مدى ملاءمتها للأسمدة
السكريات	سريعة	
البروتينات		
الدسم	متوسطة	
السيللوز		
الخشبين	صعبة	
الراتنجات		

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ وجود الأحياء الدقيقة

- ❑ إن البكتريا والفطور والبكتريا الشعاعية أو الأكتينومايستات (Actinomycetes) هي المسؤولة بشكل رئيسي عن عملية تفكيك المواد العضوية وتحويلها إلى سماد عضوي (كومبست).
- ❑ وتلعب البكتريا الدور الأكبر في عملية تفكيك النفايات العضوية حيث تعمل في درجات الحرارة العالية والمنخفضة وتتغذى على المواد سهلة التفكك كالسكريات والبروتينات.
- ❑ الأكتينومايستات تتغذى على المواد سهلة التفكك وتنشط في مختلف درجات الحرارة.
- ❑ بينما تقوم الفطور والهدبيات بأشكالها المختلفة بتفكيك المواد المقاومة للتفكك ذات النسبة الكبيرة من C/N مثل لحاء الشجر (الليجنين) والبكتين.
- ❑ وتستوطن الأحياء التي تنتمي إلى شعبة الحيوانات كالديدان والحشرات والعناكب الكومبست في المراحل النهائية لعملية الأسْمَدة حيث تؤثر من خلال عملياتها الحيوية على الخصائص الفيزيائية للكومبست النهائي.

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ الرطوبة ومحتوى الماء

- ❑ تعتبر رطوبة المواد الداخلة في عملية الأسْمَدة الهوائية عاملاً محدداً لسير عملية التفكيك، حيث أن الأحياء الدقيقة تحتاج الماء للقيام بعملياتها الحيوية لأنها لا تستطيع أخذ الغذاء والأكسجين إلا في حالته المنحلة في الماء.
- ❑ يتأرجح محتوى الرطوبة خلال عملية الأسْمَدة ضمن مجال واسع من 25-70% من حجم المواد. ويتعلق هذا التأرجح بحجم المسام وبزمن سير العملية وبنوعية المواد.
- ❑ إن المحتوى الضعيف للماء (أقل من ٣٠ %) يعيق عمل و نشاط البكتريا.
- ❑ من الناحية التقنية يتراوح مجال الرطوبة المثالي بين (٥٠-٦٠%) من وزن المواد الداخلة.
- ❑ يتم الحفاظ على هذه النسبة بإضافة الماء في حالة كانت نسبته قليلة، ومن خلال تجفيف الماء عبر عمليات ضخ الهواء قسرياً، و/أو طبيعياً عبر عملية تقليب المواد، أو بإضافة مواد ماصة للماء كنشارة الخشب في حالة الرطوبة العالية للمواد.

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ التهوية والأكسجين اللازم

- ❑ يعتبر وجود الأكسجين ضرورياً لإتمام عملية الأسْمَدة الهوائية. إذ تحتاجه الأحياء الدقيقة الهوائية من أجل تنفسها ونشاطها وإتمام عملها في تفكيك المواد العضوية.
- ❑ لا يجب أن يقل تركيز الأكسجين في الوسط المحيط بالبكتريا عن 5%.
- ❑ عندما تنخفض نسبة الأكسجين في الهواء المحيط بالبكتريا عن 5% تموت البكتريا الهوائية وتبدأ تلك اللاّهوائية بالتكاثر والعمل منتجة مركبات عضوية طيارة تتسبب في روائح قوية ومزعجة وانخفاض سريع في درجات الحرارة.
- ❑ يتم تأمين الأكسجين للمواد إما بالتماس مع الهواء المحيط عبر عمليات التسرب والانتشار نتيجة فروق تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون داخل وخارج المواد .
- ❑ ويتم تحسين هذه العملية عبر عملية تقليب المواد بواسطة جرافات، أو من خلال عملية ضخ الهواء إلى داخل المواد عبر التهوية القسرية .

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ نسبة الكربون إلى النتروجن C/N

- تحتاج البكتريا من أجل تكاثرها ونشاطها إلى كميات كبيرة من المغذيات كالكربون والنتروجن والفوسفور والبوتاسيوم.
- يشكل الكربون أحد أهم المغذيات للبكتريا ويشكل اللبنة الأساسية في بناء السكريات والكربوهيدرات، حيث يتواجد في المواد السيللوزية كالورق والخشب وأغصان وأوراق الأشجار.
- وتعتبر نسبة الكربون إلى النتروجن (C/N) للمخلفات الداخلة في عملية التخمير الهوائي معياراً لقياس مدى وفرة المواد الغذائية للبكتريا ومدى جودة السماد العضوي الناجم عن عملية الأسْمَدة.
- إن فهم معنى هذه النسبة يعتبر مهماً من أجل إدارة جيدة لسير العمليات في محطات الأسْمدة.
- ويجب أن تتراوح القيم المثالية لهذه النسبة بين (٢٥/١-٣٠/١) في مواد البدء لذلك يتم خلط وتحضير المواد قبل بدء عملية الأسْمدة من أجل تحقيق النسبة السابقة.
- تساوي هذه النسبة لنفايات المطابخ (من١٥-٢٠) وللنفايات الخضراء كبقايا الأشجار(من ١٠٠-٥٠٠).

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ نسبة الكربون إلى النتروجن C/N

- ❑ في حالة كانت C/N <20 فإن ذلك يؤدي إلى تشكل غازات سامة وإلى خسارة كبيرة في تراكيز النتروجن الذي يتحرر على شكل أمونيا مسبباً روائح مزعجة.
- ❑ وفي حالة النسب الكبيرة لـ C/N>40 فإن ذلك يعني أن النتروجن المتوفر للبكتريا غير كاف لنشاطها مما يؤدي إلى تباطؤ عملية تفكك المواد وبرودتها.

نسبة: C/N	المادة
500 : 1	نشارة الخشب
350 : 1	الورق
120 : 1	لحاء الشجر
80 : 1	القش
40 : 1	نفايات الحدائق

35 : 1	نفايات منزلية
25 : 1	روث الحيوانات
20 : 1	بقايا الأعشاب
15 : 1	نفايات المطابخ
10 : 1	الكومبست الناضج

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

❖ درجة الـ pH

- ❑ إن وجود كميات كبيرة من نفايات المطابخ وبقايا الفواكه والخضار الطازجة يؤدي في بداية عملية الأسْمَدة خلال الأيام الأولى لعملية التخمير إلى قيم منخفضة لـ pH بين (٢-٤).
- ❑ إن هذه القيم المنخفضة تؤدي إلى تأخير عملية تفكيك الكربون وتؤدي إلى تشكّل الحموض الكربونية كحمض الخل والحموض الدسمة.
- ❑ من أجل التخلص من هذه المشكلة ورفع قيمة الـ pH إلى القيمة المثالية التي تتراوح بين (٦,٥-٨) يضاف الكلس والتربة أو الكومبست في مرحلة بدء التخمير.
- ❑ يضاف الكلس بنسبة ٠,٢% من كتلة المواد الداخلة في الأسْمَدة.
- ❑ وفي حالة تمت إضافته بنسبة ٠,٤% فإن ذلك يؤدي إلى تحرر كبير في شوارد الأمونيا فتنشأ الروائح وتقل نسبة النتروجن في الكومبست الناجم.
- ❑ على العكس من ذلك فإن وجود المواد ذات قيم الـ pH العالية كحمأة مياه الصرف المثبتة بالكلس pH= 10-12في بداية عملية التخمير يعيق نشاط البكتريا. ويلزم إضافة مواد مثل بقايا الأعشاب من أجل تخفيض قيم الـ pHإلى ٨ في غضون الأسابيع الثلاثة الأولى لعملية الأسْمَدة

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية

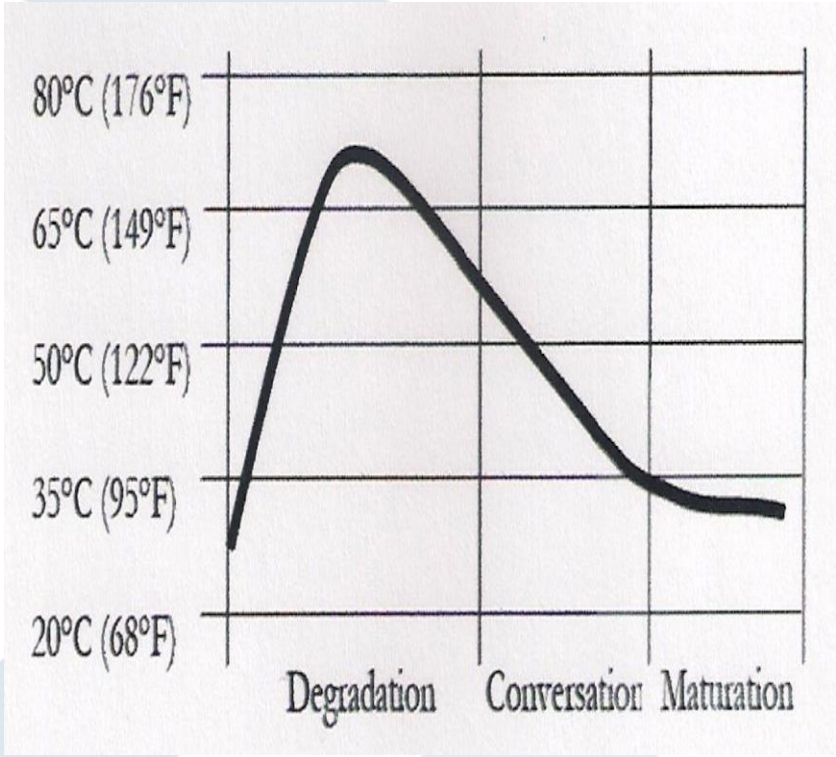
❖ درجة الحرارة

- ❑ يتميز تفكيك المادة العضوية هوائياً بعملية التسخين الذاتي الناتجة عن التفاعلات البيوكيميائية.
- ❑ وبناء على اختلاف المواد عن بعضها بطاقتها الحرارية الكامنة يمكن ترتيب المواد العضوية بحسب كمية الطاقة المتحررة **أثناء عملية التفكيك بشكل مبسط كما يلي:**

  الكربوهيدرات> الدسم> البروتينات.
- ❑ بما أن تطور درجات الحرارة إلى جانب تحويل المواد العضوية إلى مواد مينيرالية بسيطة يؤدي إلى تعقيم هذه المواد، *فإن تغير درجات الحرارة خلال مرحلة تخمير المواد في طريقة الأسْمَدة الهوائية يستخدم من أجل التمييز بين مراحل سير العملية.*
- ❑ *كما يشير إلى مدى نجاح العملية برمتها. حيث تعتبر درجة الحرارة بالتزامن مع التزويد بالأكسجين إحدى أهم البارامترات المستخدمة لضبط سير عملية التفكك الهوائي.*
- ❑ وفقاً لتغير درجات الحرارة خلال مرحلة تخمير المواد يمكن تمييز الأطوار التالية:

جامعة

الشروط والأسس البيولوجية والفيزيا-كيميائية لعملية الأسْمَدة الهوائية



❖ تطور درجات الحرارة وأطوار عملية الأسْمَدة

نميز المراحل أو الأطوار التالية لعملية الأسمدة (Composting) بالعلاقة مع تغير درجات الحراة:

- ❑ **طور البدء:** Initial Stageويسمى بمرحلة (سيكروفيليك)
- ❑ **طور التفكيك** (Degradation stage) أو المرحلة الحرارية (تيرموفيليك)
- ❑ **طور التحويل** (Conversion stage) ويسمى بمرحلة (ميزوفيليك)
- ❑ **طور الإنضاج** (Maturation stage)
- ❑ **نقطة نهاية عملية الأسمدة**

المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

❖ تطور درجات الحرارة

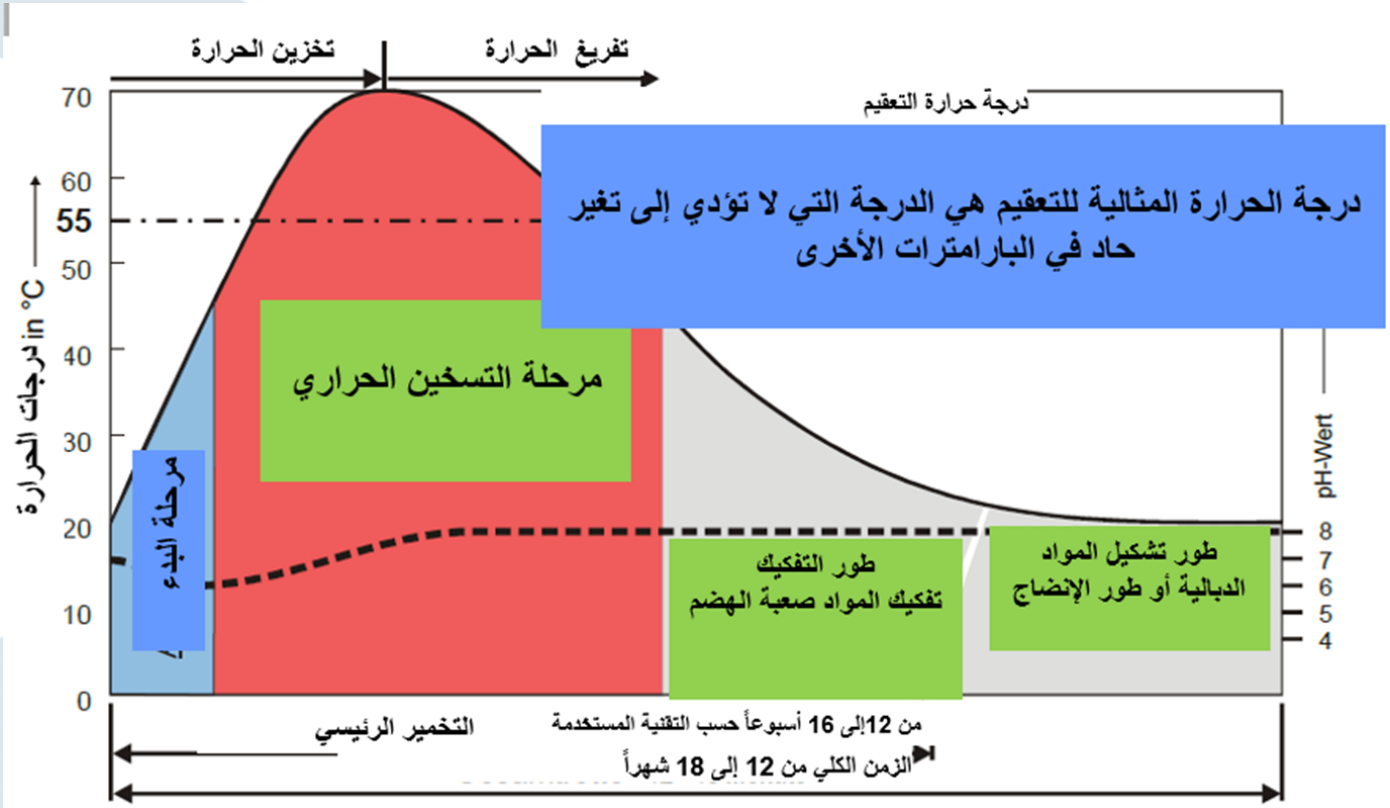
- ❑ تتغير درجات الحرارة خلال عملية الأسمدة الهوائية تبعاً للطاقة المتحررة، وتبعاً لتغير درجات الحرارة الناجم عن عملية النشاط البكتيري.
- ❑ يمكن التحكم بتغيرات درجات الحرارة عن طريق إضافة الماء والتهوية.
- ❑ نميز بين ثلاث مجالات لتغيرات درجات الحرارة خلال عملية الأسمدة مبينة في الجدول التالي:

	Min[°C]	[°C] Optimal	[°C] Max
psychrophilic	0-10	15-20	25-30
Mesophilic	10-15	25-35	35-45
Thermophilic	25-45	50-55	75-80

المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

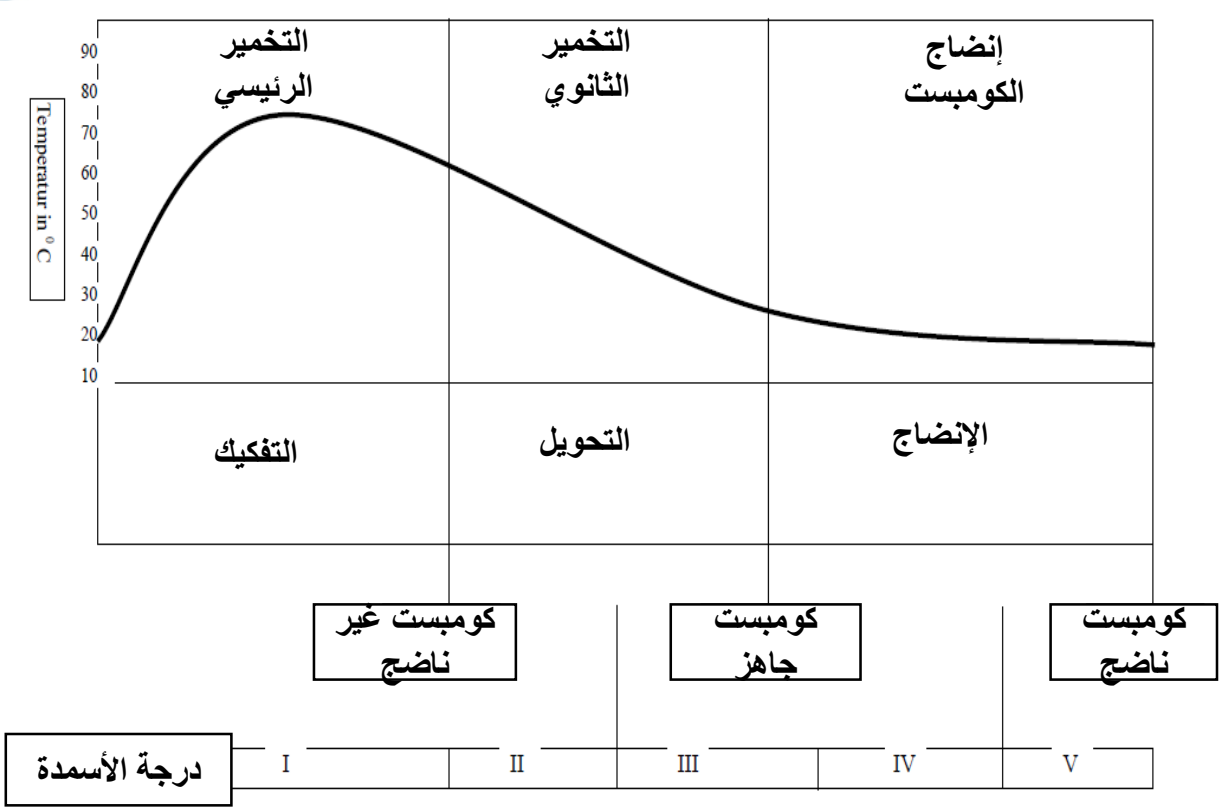
جَامعة

❖ درجات الأسمدة مع الزمن والحرارة



المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية

❖ درجات الكومبست الناتج بالعلاقة مع تغيرات الحرارة



الطريقة الحرارية
THERMAL METHODS

ميزات الطرق الحرارية

جَامعة المَنارة

- يتم التخلص من المخلفات بصورة تامة و بزمن قليل .
- يمكن الحصول على طاقة رخيصة في حال استخدام النفايات المتشكلة عند حرقها لانتاج طاقة كهربائية أو للتزويد بالوقود .
- المساحات اللازمة لاقامة محطات حرق النفايات (الترميد) أقل بشكل كبير من المساحات اللازمة للتخلص منها في حال استخدام الطرق الاخرى .
- تقل مسافة نقل المخلفات بالمقارنة مع طريقة الطمر الصحي للتخلص منها .
- يمكن بناء محطة حرق النفايات ضمن حدود المدينة .

الترميد (حرق المخلفات)

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- يهدف الحرق الى تقليص حجم المخلفات المنزلية الصلبة و القضاء على جميع الكائنات الممرضة بتأثير الحرارة العالية
- و كذلك القضاء على البيوض و اليرقات و الذباب و التي تشكل الخطر الصحي لوجود المخلفات
- بالاضافة الى القضاء على المواد العضوية المتفسخة و المؤكسدة و التي تشكل الوسط الغذائي للكائنات الدقيقة .

الترميد (حرق المخلفات)

جَامعة المَنارة

❑ تطبق طريقة الترميد (حرق المخلفات) في الظروف التالية :

- احتواء المخلفات المنزلية الصلبة على أقل من (30)% من المواد العضوية القابلة للاحتراق .
- عدم الحاجة الى السماد او الوقود البيولوجي .
- رفع المتطلبات الصحية للتخلص من النفايات في مدن الاصطياف ، المصحات ، المشافي و غيرها من المؤسسات الرسمية .
- ضرورة القضاء على النفايات المتبقية في مصانع معالجة النفايات عند تحويلها الى محسنات تربة او سماد .

تصنيف محطات الترميد

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- تصنف محطات الترميد حسب انتاجيتها (كتلة المخلفات المحروقة في الساعة kg/hour) الى اربع فئات :

✓ الفئة الاولى ذات انتاجية صغيرة جدا (30kg/hour) .
✓ الفئة الثانية ذات انتاجية صغيرة (30-800 kg/hour) .
✓ الفئة الثالثة ذات انتاجية متوسطة (800-3000 kg/hour) .
✓ الفئة الرابعة ذات انتاجية عالية أكثر من (3000kg/hour) .

تصنيف محطات الترميد

جَامعة المَنارة

- يتم حرق مخلفات الفئة الاولى و الثانية دون الاستفادة من الطاقة الناتجة ويوصى بها لحرق النفايات الخاصة ، بنفايات المشافي أوجثث الحيوانات .
- تستخدم المحطة المتوسطة بشكل شائع في المدن او المناطق التي يبلغ عدد سكانها أقل من 200000 per
- اما الفئة الرابعة فتستخدم في المدن التي يزيد عدد سكانها عن 250000per .
- تجدر الملاحظة الى انه من الضروري النظر في الانتفاع من الطاقة الحرارية في الفئتين الثالثة و الرابعة .

أقسام محطة الترميد

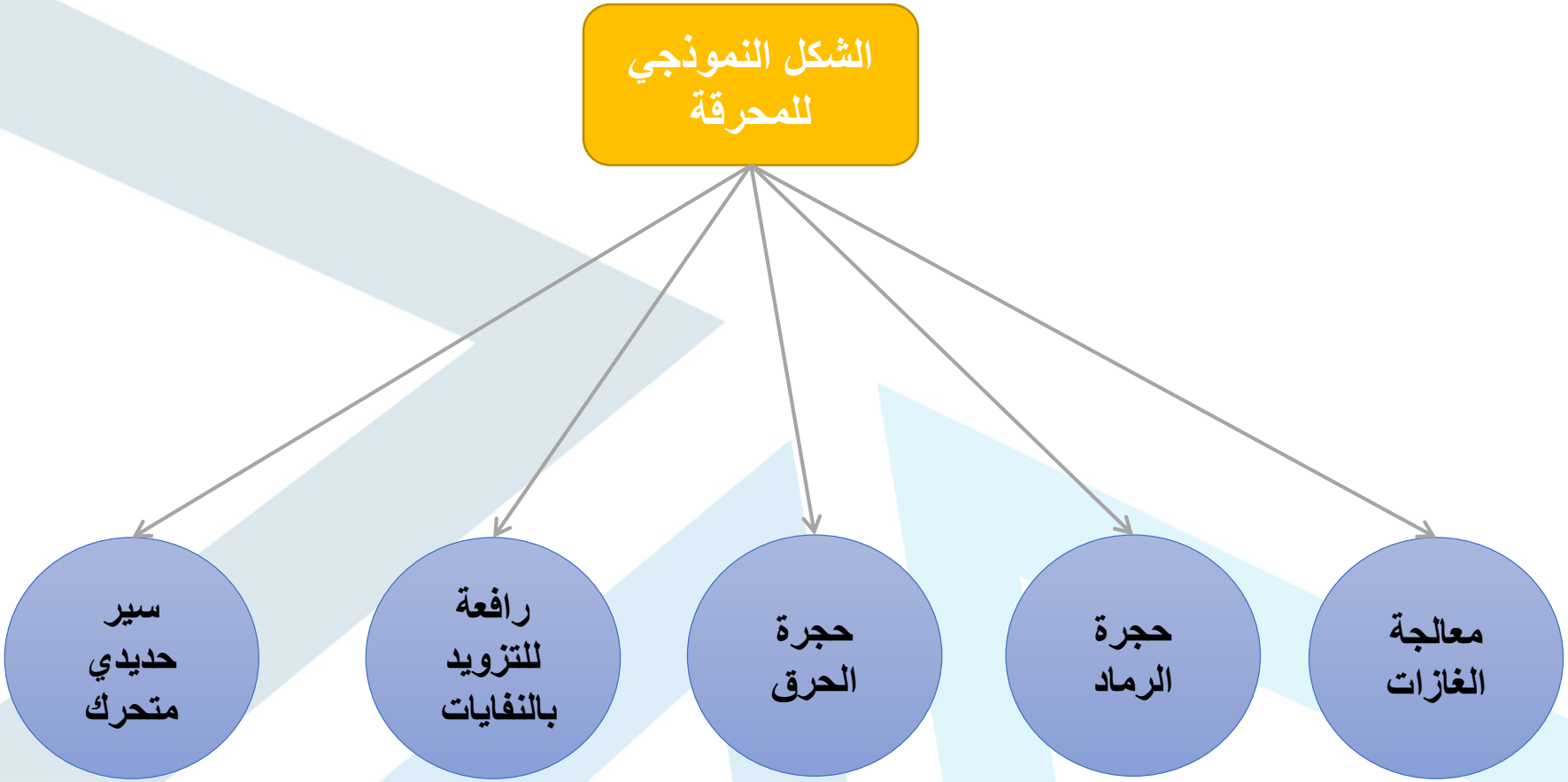
جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

❑ تتألف محطة ترميد المخلفات الصلبة بشكل عام من :

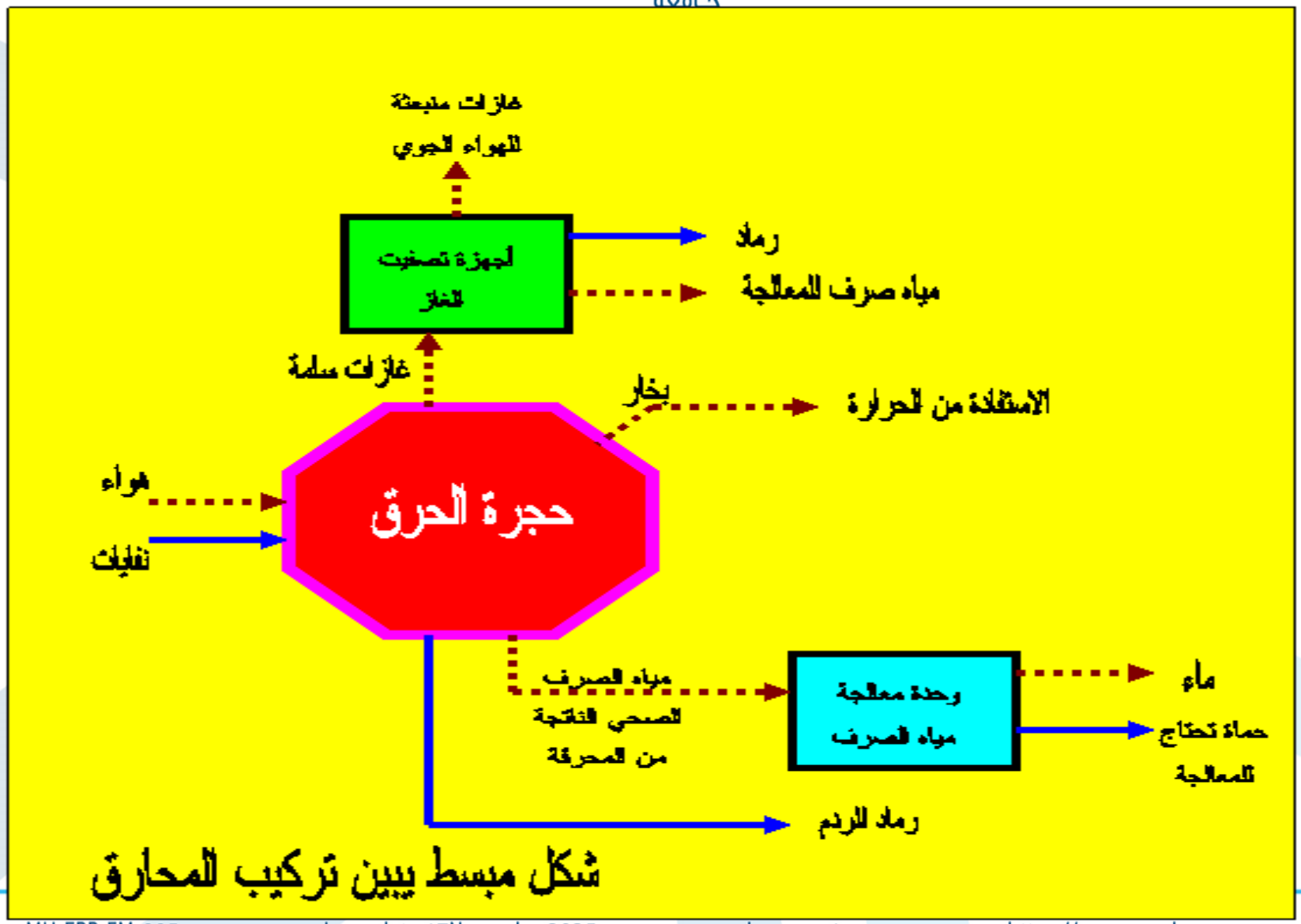
- ✓ الموقد (فرن الحرق)
- ✓ نظام التخلص من الخبث و الرماد
- ✓ مسخن الهواء
- ✓ نظام تنقية الغازات الناتجة .

أقسام محطة الترميد

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY



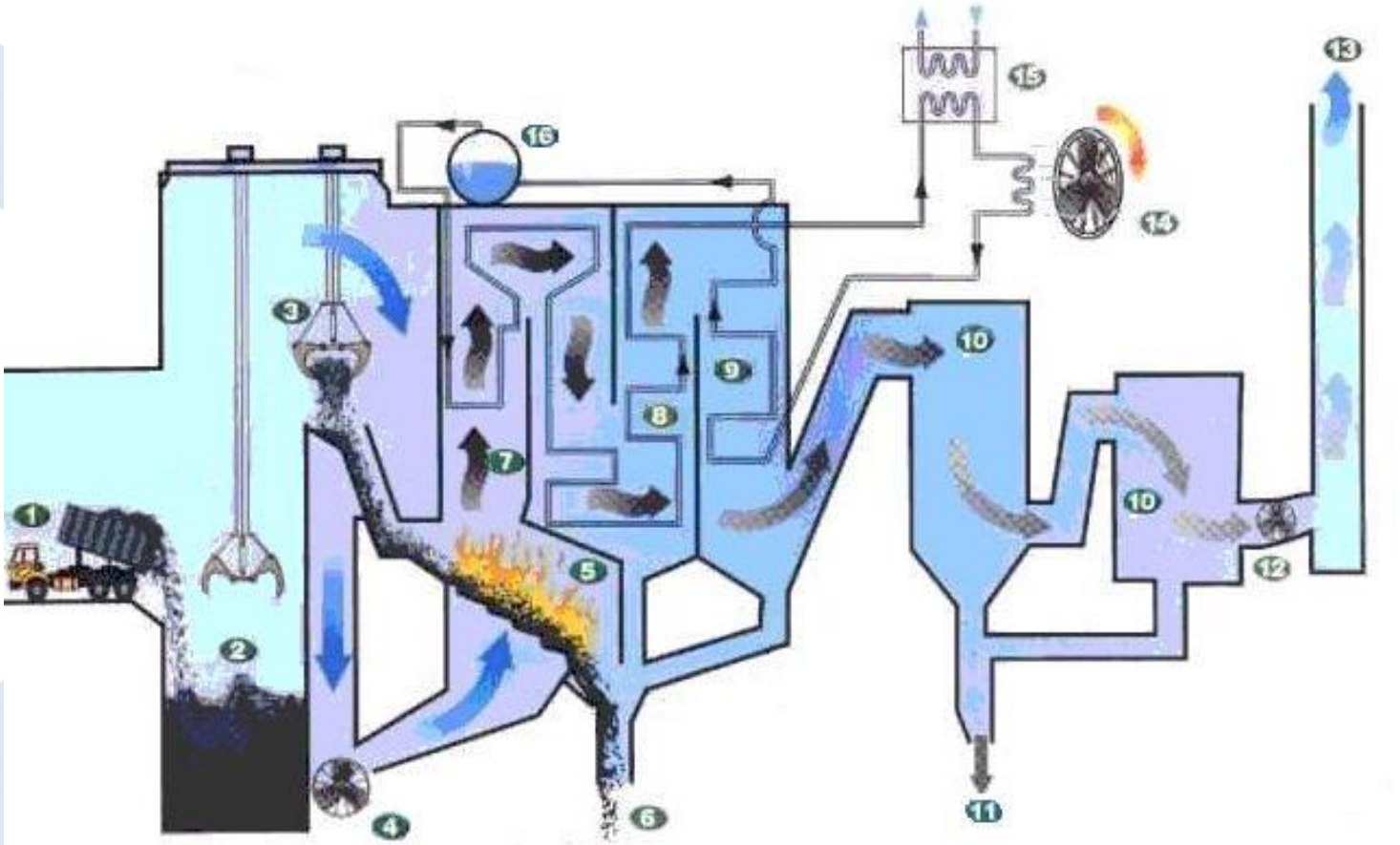
أقسام محطة الترميد



شكل مبسط يبين تركيب المحارق

أقسام محطة الترميد

جَامعة المَنارة



1 تفريغ النفايات 2 تخزين 3 نقل وتفريغ 4 ضخ الهواء 5 حرق 6 بقايا الاحتراق 7 8 9 تسخين الماء في الأنابيب
10 معالجة الدخان 11 رماد 12 ضخ الدخان 13 طرح الدخان 14 تكثيف بخار الماء 15 محول حراري 16 ضخ الماء

اختيار محطة الترميد

جَامعة المَنارة

- عند اختيار المخطط التكنولوجي لمحطة حرق المخلفات الصلبة ، مع الاستفادة من الطاقة الناتجة او بدونها ، **يجب مراعاة العوامل التالية :**

  - ✓ الطاقة الانتاجية للمحطة (Q) .
  - ✓ محتوى الطاقة للمخلفات المنزلية الصلبة (E) .
  - ✓ استمرارية استخدام الحرارة الناتجة عن المخلفات المعرضة للاحتراق(t) .
  - ✓ ثمن الطاقة الناتجة (P) .
  - ✓ الانفاق الكلي على المحطة (C) .

اختيار محطة الترميد

جَامعة المَنارة

- لاجراء البحث التكنواقتصادي من أجل اختيار المخطط التكنولوجي لمحطة الترميد ،
- يمكن قبول الحدود التالية لقيم العوامل المذكورة اعلاه :

Q = 0.5 – 60 t/hour

E = 4200 – 12600 kj/kg

t = 2000 – 8300 hour/year

P = 2 – 6 Russ/ton بخار

اختيار محطة الترميد

جَامعة المَنارة

- الانفاق الكلي على المحطة في حالة الاستفادة من الطاقة الناتجة فيحسب في الحالتين التاليتين (C,Thousand.Russ) :

✓ اذا كانت انتاجية المحطة (Q = 0.5-8 t/hour) :

$$C = (648.6 - 30.13Q + 0.676Q^2)Q$$

✓ اذا كانت انتاجية المحطة (Q = 8-60 t/hour):

$$C = 3670 + 0.64Q + 2.61Q^2 - 0.013Q^3$$

اختيار محطة الترميد

- تدل التجربة على ان نفقات إنشاء محطة حرق المخلفات مع الاستفادة من الطاقة الناتجة تفوق كلفة انشائها في حال عدم الاستفادة من الطاقة الناتجة بمقدار (10-30) % .
- من هنا يمكن تعيين العامل الذي يحدد العلاقة بين الانفاق في حال عدم الاستفادة من الطاقة الناتجة (C1) و الانفاق في حال الاستفادة من الطاقة الناتجة (C) و يساوي (0.7 − 0.9) $\gamma = \frac{C1}{C}$.

اختيار محطة الترميد

- يتم اختيار المخطط التكنولوجي الامثل لمحطة الترميد بنتيجة حساب الانفاق النوعي على ترميد 1ton من المخلفات الصلبة :

- مع الاستفادة من الطاقة :

$$Zs = \frac{10^3[(\lambda.A + A)C + Eh.C]}{Q.\beta} - \frac{E.\eta.P.t}{560\beta.4.2}$$

- بدون الاستفادة من الطاقة الناتجة :

$$Zws = \frac{10^3[(\lambda.A + A)\gamma C + Eh.\gamma C]}{Q.\beta}$$

اختيار محطة الترميد

جَامعة المَنارة

❑ حيث أن :

Zs : النفقات النوعية واحدتها Russ/ton SW

λ : النفقات على الاصلاح الطارئ .

A: نفقات الضمان .

Eh = 0.12 : العامل المعياري لفعالية المحطة الاقتصادية .

β : عدد ساعات عمل المحطة و يتراوح بين : 3000-8760 h/yr

$\eta = 0.7$: عامل مجموعة المراجل .

t : مدة استهلاك الحرارة الناتجة .

E : حرارة احتراق المخلفات

نورم وزارة الادارة المحلية و البيئة في ادارة النفايات الصلبة المستخدم في البلديات

حساب عدد الضواغط

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- **يقصد بالضواغط هو سيارات نقل المخلفات.**
- حسب النورم المعمول به في وزارة الإدارة المحلية و البيئة فإن كل 10000 per يحتاج إلى ضاغطة واجدة فقط .
- مثلا مدينة عدد سكانها 500000 per فان عدد الضواغط حسب النورم المعمول به في وزارة الادارة المحلية هو 50 ضاغطة.

حساب عدد عمال النظافة اللازم

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

- حسب النورم المعمول به في وزارة الإدارة المحلية و البيئة فإن كل 1000 per يحتاج إلى 2 عامل نظافة .
- مثلا مدينة عدد سكانها 500000 per فان عدد عمال النظافة حسب النورم المعمول به في وزارة الادارة المحلية هو 1000 عامل.

حساب عدد الحاويات

جَامعة

- حسب النورم المعمول به في وزارة الإدارة المحلية و البيئة فإن احتياج الفرد إلى 2 لتر من حجم الحاوية.

- مثلا مدينة عدد سكانها per 500000 فان احتياج الافراد حسب النورم المعمول به في وزارة الادارة المحلية هو 1000000 لتر من الحاويات .
- بفرض يتوفر حاويات بسعة 1300 لتر ، فان عدد الحاويات اللازم للمدينة :

حاوية n = 1000000/1300 = 770