

طرق المعالجة: Treatment methods

1- طرق معالجة مياه الصرف الصحي

وتهدف معالجة مياه الصرف إلى إزالة الملوثات عن طريق عمليات التحول والفصل. اعتمادا على:

1- خصائص مياه الصرف الصحي،

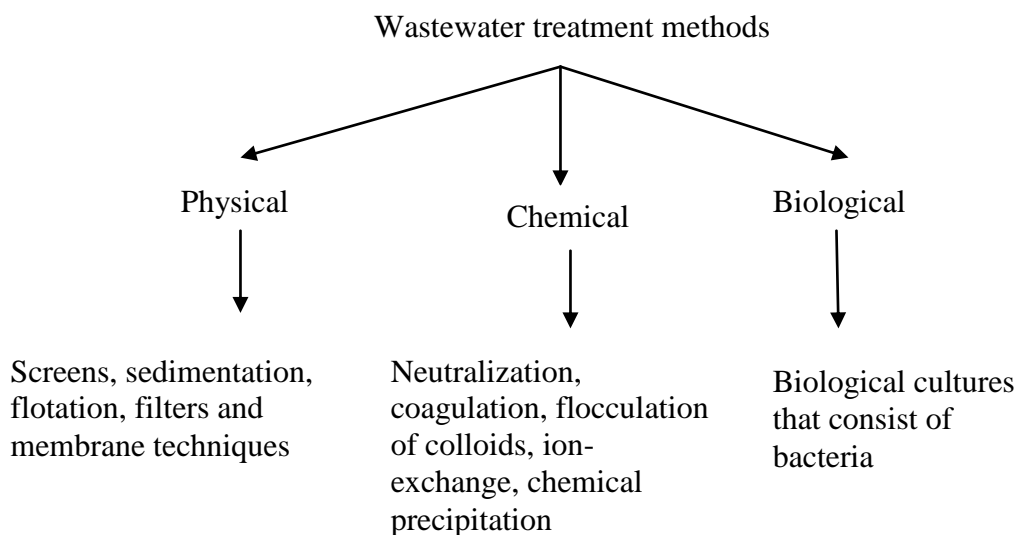
2- جودة النفايات السائلة المطلوبة

3 - عوامل بيئية أو اجتماعية أخرى، وهذا يمكن أن يتحقق في كثير من الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

وتشمل المعالجة الفيزيائية التخلص من المواد غير المنحلة عن طريق الاغشية، والترسيب، والتعويم، والمرشحات، وتقنيات الغشاء.

وتهدف العلاجات الكيميائية إلى معالجة الملوثات الذائبة والعالقة وتشمل التجلط والتلبد للغرويات والتبادل الأيوني والترسيب الكيميائي وامتزاز الكربون والترشيح والتناضح العكسي والغسيل الكهربائي والتطهير وتجريد الغاز. وتهدف العمليات البيولوجية إلى إزالة المواد المذابة من خلال تطبيق التكنولوجيا الحيوية، استنادا إلى الثقافات البيولوجية التي تتكون من البكتيريا.

وتشمل أفضل التقنيات المتاحة المعالجة الكيميائية، والفصل بالجاذبية، وتعويم الغاز، والفصل بالتدوير، والترشيح بالوسائط الحبيبية، والترشيح بالمرشحات. هذه الطرق لها عيوب، مثل انخفاض الكفاءة، وارتفاع تكلفة أو توليد المنتجات التي هي أكثر سمية. ولهذه الأسباب لإزالة الملوثات العضوية السامة في المياه والتربة توجد التكنولوجيات البديلة هي مثل المعالجة النباتية.



هناك العديد من الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمعالجة المياه المستعملة الملوثة بالهيدروكربونات. تعتمد المعالجة التقليدية لمياه الصرف الصحي على طرق فيزيائية كيميائية ميكانيكية، مثل فصل الزيت والماء وتجلط الدم، تليها المعالجة البيولوجية. في مياه الصرف الصحي، والجزء العطري منها لا يمكن أن تتحلل بسهولة من قبل العلاجات التقليدية وأكثر سمية؛ وبالتالي، هناك حاجة لتقنيات متقدمة لإزالة هذه الملوثات.

وكثيرا ما يتم الكشف عن المعادن الثقيلة في مياه الصرف الصناعي التي تنشأ من الطلاء المعدني وأنشطة التعدين والصحراء وتصنيع البطاريات والدباغة وتصنيع الدهانات ومبيدات الآفات وتصنيع الصباغ والطباعة والتصوير الفوتوغرافي، وما إلى ذلك. إن التبادل الأيوني والترشيح الغشائي هما الأكثر شيوعا ودراسة وتطبيقها على نطاق واسع لمعالجة مياه الصرف الصحي الملوثة بالمعادن. المعادن الثقيلة غير قابلة للتحلل ويمكن تجميعها في الأنسجة الحية.

طرق معالجة التربة الملوثة:

العديد من الأساليب المتاحة يمكن تقسيمها إلى أساليب البيولوجية وغير البيولوجية. وتنقسم الطرق غير البيولوجية إلى الفيزيائية والكيميائية والحرارية. هذه الطرق هي أكثر فعالية من الطرق البيولوجية، ولكنها مكلفة وتتطلب الطلب على الطاقة العالية واستهلاك العديد من الكواشف الكيميائية. وتعد معالجة الملوثات من المصادر المحلية والزراعية والصناعية في الوقت الراهن أهم اعتبار في المدن النامية. ويمكن تقسيم إزالة التلوث في التربة إلى جزأين.

(1) يحدث الإجراء إما في داخل الموقع *in-situ* أو خارج الموقع *Ex-situ*

(2) يعتمد إزالة التلوث على طبيعة العملية.

وبالإضافة إلى ذلك، تختلف وسائل التنقية في موقع معين تبعا لخصائص المواد الكيميائية الموجودة في الموقع، وأنواع التربة، وعمق التلوث، والعمليات الطبيعية التي قد تحدث في الموقع.

1- Ex-situ Treatment Methods طرق العلاج خارج الموقع

طرق معالجة التربة الملوثة. ويمكن تصنيف تقنيات خارج الموقع إلى ثلاث طرق، الحرارية، الفيزيائية، والعمليات البيولوجية. (1) المزايا الرئيسية لهذا العلاج هي أنه يتطلب وقتا أقل في التقنية في خارج الموقع. (2) السيطرة على العلاج

وعلى تقنيات خارج الموقع الطبيعي اكثر من داخل الموقع وذلك لانه من السهولة خلط التربة بحيث تصبح جزيئاتها متجانسة بشكل جيد وبسهولة السيطرة عليها وعلى خواصها. (3) العلاج خارج الموقع اعلى في عملية الازالة والتكسير من داخل الموقع لأن العديد من العوامل، مثل الرطوبة ودرجة الحرارة والملوحة، ودرجة الحموضة يمكن السيطرة عليها. (4) أهم تقنيات التنظيف خارج الموقع هي الطرق الحرارية وطرق الاستخراج والطرق البيولوجية. وتشمل التقنيات الحرارية لمعالجة التربة خارج الموقع الطبيعي نقل الملوثات من الأرض إلى مرحلة الغاز.

2- *In-situ* Treatment Methods طرق العلاج في داخل الموقع

في العمليات في داخل الموقع، يجب عدم حفر الملوثات تحت التربة أو كشطها. يمكن تمييز تقنيات معالجة التربة في داخل الموقع وفقا لعملية تنطوي على العمليات الحرارية والفيزيائية). لا يزال يجري تطوير تقنية الحرارية. في التقنية الحرارية، يتم حقن خليط البخار والهواء في الأرض والمركبات شبه المتطايرة تتحرك من الأرض المتطايرة إلى مرحلة الغاز. ثم يتم إزالة الغاز الملتقى من تحت سطح الأرض باستخدام نظام استخراج بخار التربة، ومن ثم يتم تنفيذ العلاج على سطح التربة. ولا يمكن تطبيق هذه التقنية إلا على أنواع معينة من الأراضي ذات نفاذية عالية ومحتويات مركبات عضوية منخفضة.

المعالجات الحيوية: *Bioremediation*

وتعرف المعالجة البيولوجية بأنها العملية التي تحدث فيها تكسير للنفايات العضوية بيولوجيا وذلك باستخدام الاحياء المجهرية في ظروف خاضعة للرقابة إلى حالة غير ضارة، أو إلى مستويات أدنى من حدود التركيز التي تحددها الدراسات البحثية. ويستخدم الكائنات الحية الدقيقة التي تحدث بشكل طبيعي مثل البكتيريا والفطريات أو النباتات لتحلل أو إزالة السموم من المواد الخطرة على صحة الإنسان و البيئة.

المعالجة الحيوية:

1- تحليل بايولوجي (البكتيريا + الفطريات)

2- التقنيات النباتية (النبات)

المعالجة الحيوية مهمة لوجود سببين:

- 1- لا يتم استخدام مواد كيميائية من صنع الانسان في علاج وإزالة التلوث والتي حال وصولها الى البيئة ستكون ضارة جدا للحياة النباتية والحيوانية والبشرية بمجرد وصولها إلى المياه.
- 2- يسمح بإعادة تدوير النفايات - وهناك سبب رئيسي آخر هو أن المعالجة البيولوجية مفضلة هو أنه بمجرد معالجة النفايات وتحديد التلوث أو إزالته، يمكن بعد ذلك إعادة تدوير النفايات نفسها. عندما تستخدم أنواع المعالجة الكيميائية، لا تزال النفايات ملوثة فقط مع مادة أقل سمية وبشكل عام، لا يمكن بعد ذلك الدخول في عملية إعادة التدوير. تسمح المعالجة البيولوجية بإعادة تدوير النفايات في حين لا تزال الطرق الكيميائية تخلق نفايات لا يمكن استخدامها ويجب تخزينها في مكان ما.

انواع المعالجات الحيوية: Types of Bioremediation

توجد حوالي 9 انواع من المعالجات الحيوية التي تكون شائعة ويمكن استخدامها بشكل عام:

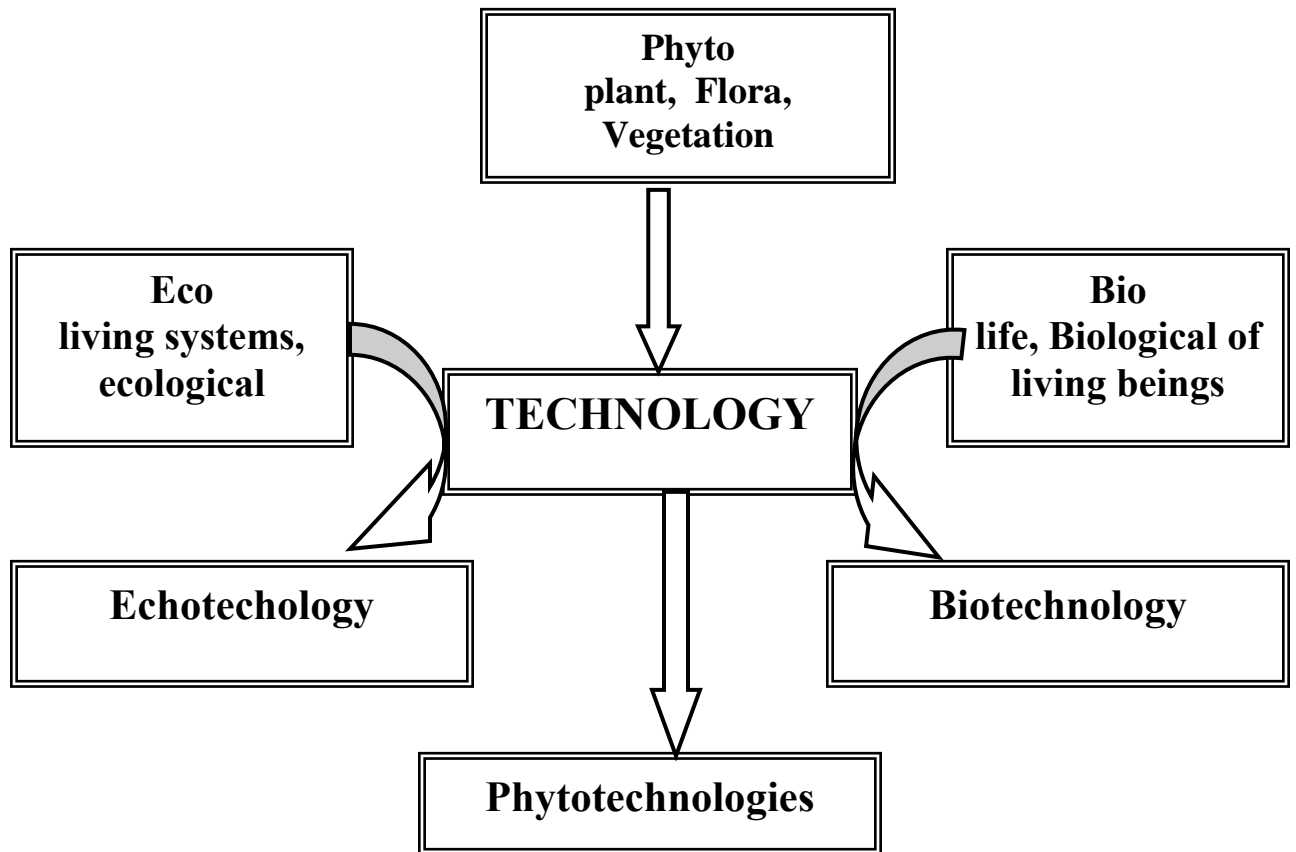
- 1 - **Phytoremediation**: هي استخدام النباتات لإزالة الملوثات. فالنباتات قادرة على ادخال الملوثات في هيكلها والاحتفاظ بها، وإزالتها بشكل فعال من التربة أو الماء.
- 2 - **Bioventing**: ضخ الهواء من خلال التربة لزيادة معدلات الأكسجين في النفايات. هذه هي وسيلة فعالة لتحديد أو ابطال حساسية بعض المعادن أو المواد الكيميائية.
- 3 - **Bioremediation**: هي ازالة المعادن من التربة باستخدام الكائنات الحية تستطيع انواع معينة من الكائنات سحب المعادن من التربة وبعض المواد الكيميائية الاخرى.
- 4 - **Landfarming**: زراعة التربة وتعني تحويل التربة من خلال تهويتها وغربلتها لازالة الملوثات او نقوم باستنزاف لنتروجين التربة لكي يتم ازالة الكائنات الحية المعتمدة على النتروجين.
- 5 - **Bioreactor**: المفاعل الحيوي هو استخدام الحاويات المصممة خصيصا لازالة الملوثات وفي ذلك تحدث المعالجة البيولوجية داخل المفاعل.
- 6 - **Composting**: التسميد: احتواء الفضلات على الاحياء المجهرية حيث تتحلل بشكل طبيعي وتحدث المعالجة.
- 7 - **Bioaugmentation**: هو اضافة المايكروبات للوسط الحاوي على الملوثات لتستطيع ان تنمو وتزدهر على الملوثات والعمل على تكسيرها وتطهير المنطقة.
- 8 - **Rhizofiltration**: هو استخدام النبات في ازالة الملوثات او المعادن الثقيلة من الماء.
- 9 - **Biostimulation**: وتعني تحفيز الاحياء المجهرية الموجودة ضمن الوسط الحاوي على الملوثات لعلاجها وازالتها.

مفهوم التقنيات النباتية Phytotechnologies concept

الكلمة Phytotechnologies مشتقة من كلمتين هما 1- Phyto ومعناها نبات Plant او نباتات Flora او الكساء النباتي technology-2 vegetation ومعناها تقنية وجمعها تقنيات او تكنولوجيا بمفهومها العام والتي تعني تطبيق او تطبيقات العلوم والهندسة لاختبار المشكلة وحلها وبشكل عام فالمصطلح يعني استخدام النباتات. ومحور الفكرة هو استخدام النباتات كعناصر تقنية بيئية حية في معالجة المواضيع او المشاكل البيئية ويطلق على استخدام النباتات في اعادة اصلاح البيئة او معالجتها من الملوثات وتعني الاستعمال الكفاء للنباتات في اعادة اصلاح البيئة او معالجتها من الملوثات Phytoremediation وتعنى الاستعمال الكفاء للنباتات في ازالة الملوثات او تقليل سميتها او تقييد حركتها Phytoremediation في التربة او الماء او من خلال فعاليتها الحيوية والكيميائية والفيزيائية وكما هو معروف فلنباتات الدور الرئيس في السيطرة على البيئة من خلال

في السيطرة على البيئة من خلال تنظيم مسار الطاقة ودورة المغذيات ولذلك جاءت فكرة استخدام الطاقة الشمسية المستغلة من قبل النبات بالتمثيل الضوئي في تنظيف البيئة بارخص الاثمان

- و لدراسة المشاكل وايجاد الحلول لها وهي على 3 انواع اعتماداً على العناصر الداخلة في التقنية لحل المشكلة:-
- 1- التقنيات النباتية Phytotechnologies عند استخدام النباتات في حل المشكلة البيئية.
 - 2- التقنيات الاحيائية Biotechnologies عند استخدام الكائنات الحية في حل المشكلة.
 - 3- التقنيات البيئية Echotechnologies عند استخدام النظام البيئي في حل المشكلة.



فالمصطلح التقنيات النباتية (تكنولوجيا استخدام النباتات) Phytotechnology هو استخدام النباتات كأسلوب علمي وهندسي في معالجة المشاكل البيئية . فالتقنيات النباتية تقدم مفهوماً أوسع لأهمية النباتات ودورها المفيد في كلا النظامين الاجتماعي والطبيعي وجوهر هذا المفهوم هو استخدام النباتات كتقنيات سليمة بيئياً Environmental Sound Technologies (ESTS) (UNEP, 2002).

وتشمل تطبيقات تكنولوجيا استخدام النباتات اساسيات علم الهندسة البيئية Ecological Engineering (Mitsch and Jorgensen, 2004) ويمكن ان تسمى ايضاً علم التقنيات البيئية (Echotechnology) وهي تعتمد على قدرات (كفاءة) التنظيم الذاتي للانظمة البيئية والطبيعية. والتكنولوجيا السليمة بيئياً تمتاز عن التقنيات التقليدية بانها تعتمد على التنوع الاحيائي والمجتمعات الحية والانظمة البيئية Ecosystems بينما التقنيات الهندسية التقليدية لا تعطي أي اهمية للنظام البيئي المتكامل (UNEP, 2003).

التقنيات السليمة بيئياً (ESTS)

- تمتاز التقنيات السليمة بيئياً بما يأتي:-
- 1- تحسين الاداء البيئي بشكل ملحوظ.
 - 2- تساعد على الاستمرارية والاستدامة البيئية باستخدام المصادر الطبيعية .
 - 3- اقل تلوث من غيرها.
 - 4- تعيد استخدام معظم نفاياتها ومنتجاتها.
 - 5- تعالج جميع النفايات المتبقية بطرق بيئية مقبولة اكثر من التقنيات الاخرى.

التطبيقات العامة للتقنيات النباتية او تكنولوجيا استخدام النباتات: .

تقسم تطبيقات التقنيات النباتية الى خمسة اقسام رئيسية هي:-

- 1- ادارة النظام البيئي المتكامل Integrated Ecosystem Management .
- 2- المنع Prevention.
- 3- التحكم والسيطرة Control.
- 4- المعالجة واعادة التاهيل Remediation and Restoration
- 5- المراقبة والتقييم Monitoring and Assessment

تعتمد ادارة النظام البيئي على استخدام التقنيات النباتية لدعم قدرة او كفاءة الانظمة الطبيعية للتخلص من الاثار السلبية للملوثات وذلك بعمل حواجز طبيعية لها. اما مفهوم المنع فيعمل على تقادي او تجنب الاثار التخريبية الناجمة عن تدفق الملوثات الى البيئة بينما يعتمد مفهوم التحكم على ادارة الملوثات المنبعثة واعادة هيكلتها الى صورة غير مؤذية من خلال عمليات طبيعية . في حين يشمل اعادة التاهيل والمعالجة الطرق والتطبيقات اللازمة لاعادة تخفيف التلوث بالانظمة البيئية وبناء انظمة بيئية صناعية . بينما تتضمن المراقبة والتقييم استخدام دلائل حية لمتابعة الظروف والتغيرات البيئية الناجمة عن اضطرابات طبيعية او صناعية (شكل 2). (UNEP, 2004).

تتضمن التقنيات النباتية انواع متعددة من الطاقة الشمسية المنخفضة التكاليف معطية تقنيات نظيفة ويمكن ان تستخدم كبديل للتقنيات التقليدية في بعض المواقع ذات التلوث المنخفض وفي مواقع اخرى ذات مستويات عالية من التلوث يمكن ان تجمع بين التقنيات النباتية والتقنيات التقليدية في المراحل النهائية للحصول على التحسن البيئي المطلوب .