

نظام الزراعة بدون وسط صلب (Hydroponics) وتطبيقاته

الهايذروبونيك هو فن وعلم تنمية النباتات بدون تربة عن طريق محاليل كيميائية غذائية. ويتضمن العمل تنمية النباتات في أوساط تجذير مناسبة تعطي الجذور محلولاً غذائياً ذا تهوية ومتوازن وبوجود ضوء شمس كافٍ.

إن الزراعة بدون استخدام تربة أو أي وسط غذائي تعود إلى منتصف القرن التاسع عشر عندما استطاع Knop(1865) تحضير محلول مغذي يحتوي على معظم العناصر التي يحتاجها النبات.

تستخدم هذه الطريقة في حالة عدم إمكانية الزراعة في التربة في المدن والشقق أو على أسطح المنازل... الخ. ومن إيجابيات هذه الطريقة تناسق وانتظام النمو والتخلص من الأدغال والمقاومة العالية للأمراض وتوفير الوقت والجهد المبذول في ملاحظة ومراقبة النباتات خلال النمو.

ويفضل أن يكون حجم حبيبات الرمل أو قطرها بين (0.6-2 ملم) فهي تساعد على سهولة البزل ولا تنجرف عند الري عكس الحبيبات الناعمة ويقترح Douglas(1980) أن رمل شواطئ بحيرة الحبانية هو أفضل الرمال التي يمكن استخدامها ويكون عمق الرمل المستخدم بين (30-40 سم).

إن هذه الطرق من الزراعة قد صممت لزراعة الخضروات مثل الخيار والطماطة والخس وغيرها ولكن يمكن تطويرها للاستخدام في زراعة بعض النباتات المائية مثل القصب والبردي والسعد وغيرها من النباتات المائية الكبيرة إضافة إلى عدس الماء ونبات الغريزية المعروفة بأهميتها في معالجة مياه الفضلات.

معالجة المياه الملوثة:

يعرف التلوث بأنه أي تدخل في نقاوة الهواء والماء والتربة أو هو كل ما يطرح إلى المحيط ويؤدي إلى الانحطاط في خصائص البيئة يجعلها غير صالحة للاستخدام. وقد تعالت الصيحات خلال السنوات الأخيرة من القرن الماضي حول مصير الحياة على سطح الأرض ووجهت انتقادات إلى تدخل الإنسان في التوازن الطبيعي الذي يحدد نمط وأشكال الحياة والمتمثل بتكامل مقومات الطبيعة الثلاث وهي القشرة الأرضية (اليابسة) والغلاف الجوي والمحيط المائي. إن التخريب البيئي يشمل قائمة من المركبات الكيميائية التي صنعها الإنسان كمبيدات لآفات الزراعية وهناك مركبات التنظيف ومساحيق الغسيل التي تحتوي على الفسفور فضلاً عن النفط ومشتقاته كما أن التلوث يحدث بمواد أخرى مثل المعادن الثقيلة كالزئبق والكروم والكاديوم.

تلوث المياه:

للماء أهمية بالغة في حياة وتوزيع الكائنات الحية في الطبيعة وتصل نسبته في الكتلة الحية إلى أكثر من (80%). لقد ساهم الإنسان في تلوث المياه الطبيعية خلال التطور الحضاري للمجتمعات الإنسانية وتقدم الزراعة والصناعة وزيادة أعداد السكان وزيادة النفايات والفضلات التي لم تكن تعرفها المياه سابقاً شملت تغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية لهذه المياه.

أ- الصفات الفيزيائية : وتشمل الكثافة واللزوجة والشد السطحي والتوصيل الكهربائي والتعويمية والخواص الحرارية ونفاذية الضوء والتيارات.

ب- الصفات الكيميائية : وتشمل الماء كمذيب والأوكسجين المذاب و CO₂ و pH والملوحة.

ج- الصفات الحيوية: التأثير على صحة الإنسان والثروة السمكية.

أنواع الملوثات في المياه:

1- التلوث النفطي.

2- مياه المجاري.

3- الإثراء الغذائي.

4- فضلات المعامل.

5- فضلات المجازر.

6- محطات الطاقة.

التجارب العملية في معالجة المياه الملوثة بتقنية عدم استخدام تربة Hydroponics:**1- نظام الأراضي الرطبة في نيكاراغوا (معالجة مياه الصرف الصحي):**

تعد المساحة اللازمة لتنظيف مياه الفضلات المطلقة من شخص واحد من أكثر العوامل أهمية لتقييم نظام معالجة المياه. وقد وجد بان الفضلات المطلقة لكل (م²) من الأراضي الرطبة تتراوح بين (90-95 لتر) من المياه غير المعالجة وهذا يعني الحاجة إلى (1.2 م²) لكل شخص (105 لتر/ شخص/ يوم) ومن المشاكل التي تعانيها الأراضي الرطبة ترسب طبقات من المواد الصلبة مع الماء الخام من المواد العالقة أو بفعل نمو البكتريا وهذا يمكن معالجته بسهولة من خلال أحواض ترسيب على طبقات من الرمل. استخدم خزان بسعة (100م³) للترسيب حيث يزال الطين السطحي كل ثلاثة أسابيع ويخزن لبيع

كسماد عضوي طبيعي. كما أن الروبة المتجمعة على الأرض تزال كل 16 شهر وتعامل بنفس الطريقة (شكل). كما أن الأرض الرطبة المستخدمة كانت مساحتها الكلية (1300م²) قسمت إلى أربع وحدات (أحواض) مستقلة من أجل تحديد مختلف المصافي النباتية الذاتية. استخدم طين مضغوط في قعر كل وحدة لضمان عدم نفاذية القاع وهناك قنوات توزع الماء غير المعالج بالتساوي على الوحدات وتعيد جمع الماء النظيف. رصفت الوحدات بمواد تستجيب لمساحة كبيرة لنمو البكتيريا وسعة تصفية مقبولة ومقاومة عالية للتعرية والانجراف من قبل مياه الفضلات وهذه المواد هي الحصى والأحجار المحلية.

أ- الحوض الأول ملئ بنوعين من الصخور بعمق (70سم) صخور بركانية سوداء خشنة مع طبقة سمكها (10سم) من صخور ناعمة لتسهيل زراعة النباتات.

ب- الحوض الثاني ملئ بطبقة عمقها (50سم) صخور مغطاة بطبقة صخور مسحوقة بحجم (0.5 أنج) وبعمق (30سم).

ج- الحوضان الثالث والرابع ملئا بطبقة سمكها (80سم) صخور حمراء بنفاذية (50%).

زراعة نباتات المستنقعات:

من النباتات المستخدمة في نظم الأراضي الرطبة نباتات القصب *Phragmites australis* والبردي *Typha latifolia* والسعد *Scirpus lacustris* و *Carex acutiformis* و *Salix sp.* في ثلاثة من الأحواض الأربعة زرعت بعض نباتات المستنقعات المذكورة لمقارنة كفاءتها في إزالة مختلف الملوثات، الحوض الثالث الذي غطي بنفس مواد الحوض الرابع ترك في البداية بدون نباتات لتعيين تأثير هذه النباتات. في الحوض الأول زرعت بذور القصب المستوردة من ألمانيا في أكتوبر 1996. في الحوض الثالث زرعت بذور قصب من نيكاراغوا في شباط 1997. إن نبات القصب يعطي ما بين (5-12 ملغم أوكسجين/م²/يوم) وبسبب هذا الإنتاج من الأوكسجين وحاجة النبات العالية للمغذيات وقدرته المضادة للبكتيريا يكون ذا تأثير عالي في إزالة مخلفات المجاري. الحوض الثاني زرع بسيفان نبات *Pennisetum purpureum* وهذا النبات له قدرة عالية على استهلاك الماء والمغذيات وهو نبات علفي جيد.

أما في الحوض الرابع فقد زرع البردي في مايس 1996 سوية مع السعد للتأكد من طاقته للتوافق مع الصخور.

وقد استخدم الماء المعالج في سقي عشرة أنواع من الخضر وقد احتوى هذا الماء على 10^{-3} - 10^{-4} Coliform/100

(مل) وبعد تحليل الثمار بايولوجياً (Coliform كلي، Coliform مجاري و *E. coli* وبيوض الديدان الثعبانية) وجدت تراكيز

عالية من الملوثات الحية في ثمار بعض الخضر مثل البنجر والبطيخ والبصل وتراكيز واطئة في كل من الجزر والخيار والقرع والرقي والفجل بينما خلت الطماطة والفاصل من الملوثات البكتيرية والطفيلية.

وقد استنتج الباحثون بان:

- 1- استبقاء الماء غير المعالج فترة 10 ساعات في خزان الترسيب قد أزال جميع المواد الصلبة إضافة إلى إزالة المواد العضوية بنسبة (75-80%).
- 2- كان هنالك تكون اقل للطين Sludge في قاع الخزان وكذلك Slime على السطح اقل من المتوقع. وكانت تتم إزالته كل شهر من قاع الخزان.
- 3- لأجل الوصول إلى نوعية بكتريولوجية للماء المعامل بحدود $(10^{-3} \text{ to } 10^{-4} \text{ Coliform}/100 \text{ ml})$ فان الشحنة المفرغة لمساحة قصوى لنظام الأرض الرطبة يكون بحدود (95 لتر ماء غير معاملة / م² / يوم).
- 4- كان نبات القصب ذا سعة هي الأعلى في إنتاج الأوكسجين في المنابت وصفات أعلى في قتل البكتريا.
- 5- كان النبات المحلي الآخر المستخدم *P. purpureum* ذا إنتاجية أعلى وفي امتصاص النتروجين علاوة على أهميته العلفية.
- 6- عملية الإدامة الوحيدة المطلوبة في النظام هي إزالة الزيد Slime من قعر الخزان.
- 7- يمكن استخدام الماء المعالج في سقي المزروعات التي تستهلك بدون طبخ أو التي يجب أن تطبخ قبل أكلها والتي اتضح وجود الملوثات البكتيرية والطفيلية عليها.

2- نظام الأراضي الرطبة في النيبال:

وفي تجربة أخرى في النيبال وجد أن معالجة مياه فضلات مستشفى ب(45سرير) تطلق (35م³) في اليوم باستخدام أراضي رطبة صناعية (Constructed Wetland (CW)) ذات جريان ماء أفقي يتبعها آخر عمودي (شكل) مصنعة من الرمل والحصى مزروعة بنبات القصب المحلي (*P. karka*) وكانت هناك ثلاثة خزانات للترسيب بحجم (18م³) وأبعاد حوض الجريان الأفقي (7 × 20م) رصفت أرضيته بسمك (60سم) من الحصى المكسر وحوض الجريان العمودي بأبعاد (11 × 11م) مملوء بالرمل النظيف بعمق (90سم) وجد أن هذه المعالجة ناجحة في إزالة (95%) من الملوثات الكبرى كالمواد الصلبة والمواد العضوية والمتطلب الحيوي للأوكسجين BOD والنتروجين Ammonium nitrogen (جدول).

وهناك دراسات أخرى باستخدام نبات السعد في معالجة مياه المجاري المنزلية في كينيا.

كما أن هنالك دراسة استخدم فيها (1985) Staues ثلاثة أنواع من نبات عدس الماء طافية على سطح الماء وهي

Lemna gibba و *Spirodela punctata* و *S. polyrhiza* لدراسة تأثير تركيز الكروم التي تراوحت بين

(0.1-20 جزء بالمليون) حيث أتضح أن الامتصاص له علاقة بتركيز الكروم المحيط بجذور النباتات بعد ثمانية أيام من التعرض. ولكن أتضح بان تنمية هذه النباتات في مياه غنية بالمغذيات قد حسن من نمو النباتات وزاد من امتصاصها وتجميعها للكروم مع الوقت حيث أن التغير في الكتلة الحيوية (Biomass) كوزن جاف كان نقصاً في الوزن كدالة على زيادة تركيز الكروم (شكل وجدول). وكان الفرق بين الأنواع في اخذ الكروم في التركيزين (10 و20 جزء بالمليون) من الكروم. وفي استراليا استخدم (1983) Finlaysons and Chick ثلاثة من النباتات المائية هي القصب والبردي والسعد في ثلاثة أحواض كونكريتية بأبعاد (20 × 2 × 0.5 م) بدون استخدام تربة حيث ملئت بالحصى لمعالجة مياه مسلخ (مجزرة) (شكل) وبفترة انتظار أربعة أيام وجدا إن هنالك اختلافاً كبيراً في صفات الماء الداخل للأحواض والخارج منها حيث انخفضت المواد العالقة بنسبة (83-89%) والتعكر (58-67%) والنتروجين الكلي (14-56%) والفسفور الكلي بنسبة (37-61%) إضافة إلى تهوية Oxygenation الماء الداخل. وتفوق نبات السعد على النباتين الآخرين في تحسين صفات الماء المعامل (جدول).

وفي دراسة ل (1980) Wells et al. لمحتوى (21) نوعاً من النباتات المائية الكبيرة ونوع واحد من الطحالب الخضراء من العناصر الثقيلة (15 عنصراً) وجدوا أن أعلى التراكيز وجدت في نباتات تنمو عند مكان طرح هذه العناصر عند مدخل نهر ساجيناو في خليج ساجيناو في بحيرة هورن بامريكا وتميز طحلب الكلادوفورا ونبات البردي بتجميعهما المعترف من العناصر الثقيلة كما ظهر بان أعضاء النوع الواحد أبدت محتوى مختلفاً من كل عنصر. أما في العراق فهنالك تجارب ومحاولات لاستغلال النباتات المائية في معالجة مياه المجاري بعمل مسطحات مائية يجري بها الماء أفقياً أو بعمل نظم أراضي رطبة صناعية يجري بها الماء عمودياً لكن معظم هذه الدراسات لم تظهر نتائجها بشكل واضح. ومن هذه النباتات القصب والبردي والسعد وعدس الماء والغريزية والشلنت وغيرها.