تكنولوجيا الزراعة النظيفة

الزراعة اللا أرضية

(تقنيات الزراعة فى بدائل التربة – تقنيات الزاعة المائية – زراعة السطح – الزراعة التكاملية للأسماك مع الخضروات – إنتاج الأعلاف الخضراء بدون تربة)

الجزء الأول

إعداد

الأستاذ الدكتور/ أحمد لطفى ونس

أستاذ النبات وعميد الكلية

مقدمة

أهمية التربة بالنسبة للنبات:

التربة تمثل الوسط الذي يوفر الدعامة اللازمة للنبات وتمده بالعناصر الغذائية والماء اللازمين لنموه.

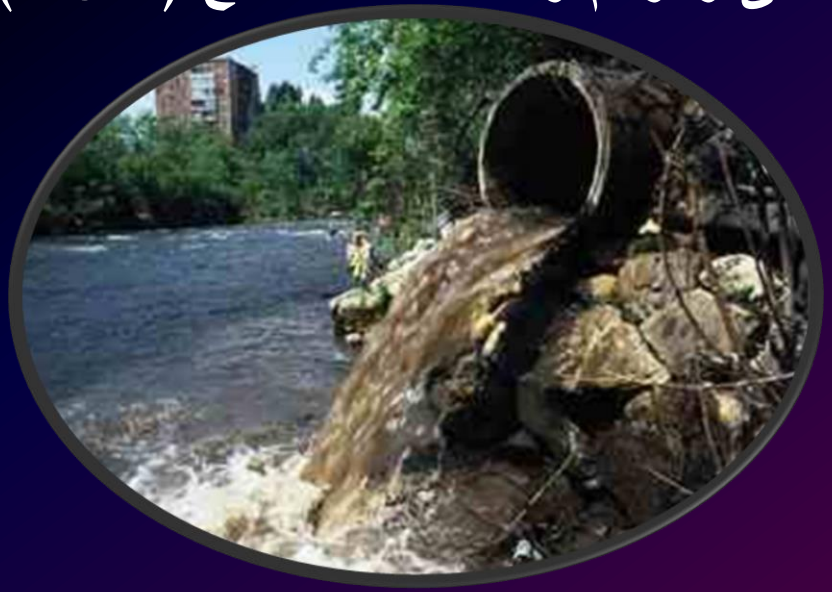
وحيث أن التربة الزراعية في مصر أصبحت تعاني من مشكلات كثيرة من أهمها:

- الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية وما يترتب عليه من تناقص للرقعة الزراعية وإنتشار العشوائية وزيادة فرص التلوث البيئى (شكل 1).

- السلوك الخاطئ في الزراعة وعدم الالتزام بالدورة الزراعية وتجريف الأراضي (شكل 2) مما أدى إلى ضعف خصوبتها وقلة إنتاجيتها.

- تلوث التربة بكثير من الميكروبات والآفات.
- التلوث الناتج عن الافراط في استخدام الأسمدة والمبيدات (شكل 3)

- تلوث التربة بمياه الصرف الصحي والصناعى وعوادم ومخلفات المصانع (شكل 4).



وقد ترتب على ذلك كله تدهور التربة الزراعية وضعف إنتاجيتها ومن ثم حدوث فجوة كبيرة بين المنتج والمستهلك، علاوة على تلوث المحاصيل الناتجة بالمبيدات والعناصر الثقيلة والميكروبات مما أدى إلى إنتشار كثير من الأمراض في المجتمع.

هذا علاوة على مشكلة إهدار الماء في الزراعات المفتوحة والتى تتعاظم أهميتها بسبب محدودية الموارد المائية وحصة مصر من مياه النيل والمصحوبة بزيادة الاستهلاك المائى نتيجة لزيادة المطردة فى عدد السكان والمشروعات الصناعية التى يتم إنشاؤها.

ومن هنا جاءت فكرة تطبيق نظم الزراعة بدون تربة كأحد الاقتراحات الرائدة لحل هذه المشكلات.

وحتى تتضح الصورة فإن نظم الزراعة بدون تربة يتم فيها الاستغناء عن التربة التقليدية واستخدام أوساط أخرى قد تكون سائلة (المحلول المغذى) أو أوساط صلبة كبدائل للتربة مع الري بالمحلول المغذي. وبدائل التربة هنا تستخدم لتوفير التدعيم اللازم للنبات فقط أما التغذية فتتم بواسطة المحلول المغذي الذي يحتوي على العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات في نموه مما يضمن سرعة نمو النبات والحصول على محصول كبير وآمن على الصحة.

لماذا الزراعة بدون تربة؟

من خلال التطبيق العملي لتقنيات الزراعة بدون تربة في كثير من دول العالم وجد انها تحقق عدة مزايا وأهداف من الأهمية بمكان أن توضع في الاعتبار عند صانعي قرار السياسات الزراعية على مستوى الأفراد والمجتمعات والدول حيث أنها:

1. لا تحتاج إلى أرض زراعية خصبة وبالتالي توجد حيث لا يمكن أن توجد زراعة فتساهم فى تحقيق توسع أفقى ورأسى
2. كفاءه عالية في استخدام مياه الري حيث لا يوجد فقد لها باستثناء الفقد عن طريق النتح مما يوفر من 60-80 % من استهلاك المياه مقارنة بنظم الزراعة التقليدية فى الحقول المفتوحة.
3. كفاءه عالية في استخدام الأسمدة حيث لا يوجد فقد ولا تثبيت.
4. لا تحتاج إلى العمليات الزراعية التقليدية (حرث عزيق تنقية حشائش .....الخ) مما يوفر من العمالة وتكاليف الإنتاج.
5. المحاليل المغذية وبيئات النمو من السهل تعقيمها وبالتالي التغلب عل مشكلة اصابة الجذور بالفطريات.
6. تجانس المحلول المغذي وفي الوقت نفسه من السهل ضبط تركيز العناصر به مما يؤدي الي أفضل نمو.

لماذا الزراعة بدون تربة؟

7. لا يوجد أمراض ناتجة عن التربة (حفار، نيماتودا.....الخ)

8. لا يوجد حشائش.

9. الكفاءة العالية لإنتاجية هذه النظم لإمكانيه عمل تكثيف رأسى فى بعض هذه النظم مما يؤدى الى زيادة إنتاجية وحدة المساحة.

10. الكفاءة العالية لهذه النظم فى إنتاج المحاصيل فى أوقات إرتفاع أسعارها.

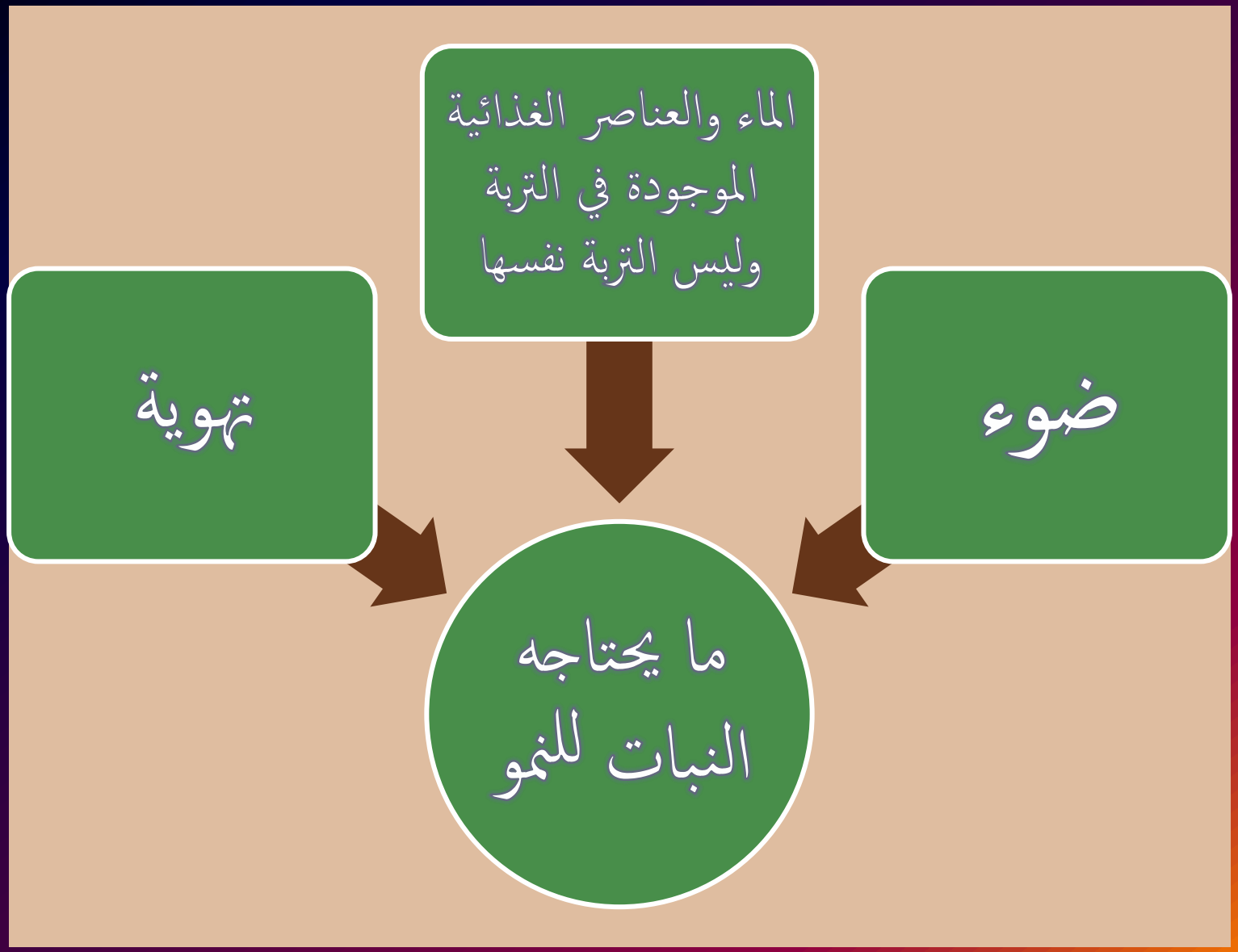
11. منتجات الزراعه بدون تربة لها الريادة فى كثير من الصفات عن منتجات الحقل المكشوف.

12. لا تحتاج إلى دورة زراعية

13. تسمح بزراعة محاصيل مختلفة بغض النظر عن الظروف المناخية السائدة بالمنطقة.

14. في ظروف الاضاءة الجيدة فإن ثمار المحاصيل تنضج أسرع في المزارع اللا أرضية كما أن خواص الجودة للثمار تكون أفضل وعمرها التخزيني أطول.

15. نتيجة لارتفاع المحصول وجودته فإن العائد الاقتصادي يكون مرتفع.


الماء والعناصر الغذائية
الموجودة في التربة
وليس التربة نفسها
تهوية
ضوء
ما يحتاجه
النبات للنمو

الزراعة اللا أرضية
Soilless culture

يقصد بها إنماء النباتات في بيئات مختلفة كوسط للنمو عدا التربة العادية ويطلق عليها أيضاً الزراعة بدون تربة.

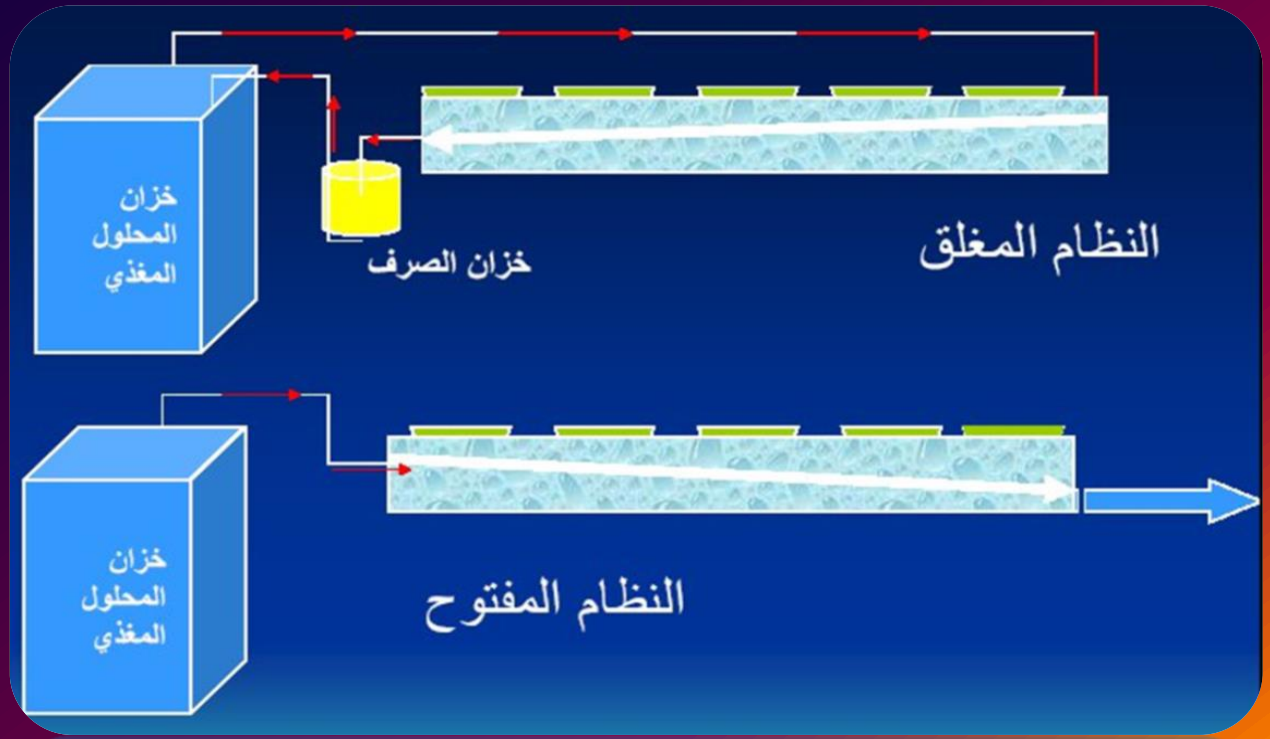
أى أن الزراعة بدون تربة تعنى الاستغناء عن التربة كوسط غذائي لنمو النبات واستخدام أوساط مساندة وفق أنظمة معينة.

وتهدف هذه التقنية إلى الوصول لأقصى إنتاجية ممكنة لوحدة الماء ووحدة المساحة.

أنظمة
الزراعة بدون تربة

❖ تقسم أنظمة الزراعة بدون تربة حسب طريقة استخدام المحلول المغذي الى:

1. الأنظمة المقفلة Closed Systems حيث يعاد استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة.
2. الأنظمة المفتوحة Open Systems وهي الأنظمة التي لا يعاد بها استخدام المحلول المغذي المنصرف من بيئات الزراعة, حيث يستخدم المحلول المغذي لمرة واحدة فقط.



تقسم حسب طبيعة وسط الزراعة إلى:

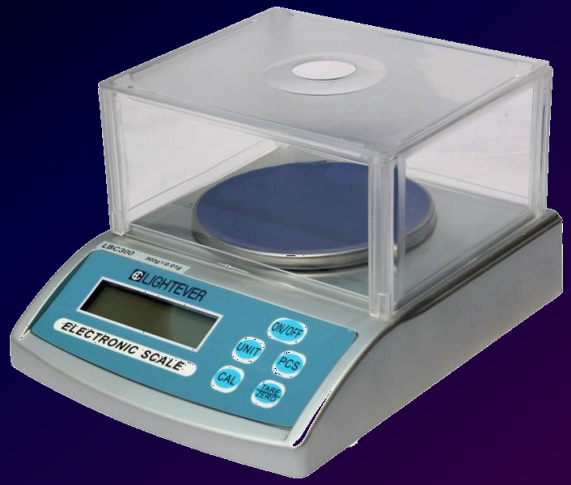
1. المزارع المائية Hydroponics: حيث يعتمد هذا النظام على زراعة النباتات في قنوات بلاستيكية تصمم بانحدار محدد بحيث ينساب خلالها المحلول المغذي على شكل طبقة رقيقة تنمو فيها جذور النباتات.

ثانياً: المزارع الهوائية Aeroponics: وفيها تنمو جذور النباتات معلقة في الهواء وتحصل على احتياجات النمو من خلال رش المحلول المغذي في صورة ضباب Mist حولها داخل المنطقة المقفلة لنمو الجذور .

3. مزارع البيئات Substrate culture: وفيها تنمو جذور النباتات في أحد الأوساط الصلبة التي لا يدخل فيها الطمي. وتتعدد البيئات التى يمكن إستخدامها الزراعة وتختلف تبعاً لخواصها الطبيعية والكيميائية، فمنها بيئات عضوية مثل البيت موس – سرس الأرز – ألياف النخيل – ألياف جوز الهند ومنها بيئات غير عضوية مثل البيرلايت – الفيرميكولايت وغيرها. وقد تستخدم هذه البيئات بصورة مفردة كبيئة لنمو النباتات أو قد يتم عمل خلطات بين أكثر من بيئة أو ما بين أحجام مختلفة من نفس البيئة فيعطى مواصفات جديدة للبيئة. وكل ذلك يعطى مدى واسع من البيئات التى تلائم نمو عدد كبير من النباتات و أنواع مختلفة منها نباتات الخضر أو الزينة أو بعض أشجار الفاكهة.

ولهذه الزراعة تقنيات معينة مثل تقنية الطاولات – تقنية المراقد – تقنية طاولات الأصص – تقنية الحاويات – تقنية الأجولة المعلقة – تقنية باكتات الجدار) وغيرها.

الأدوات المستخدمة

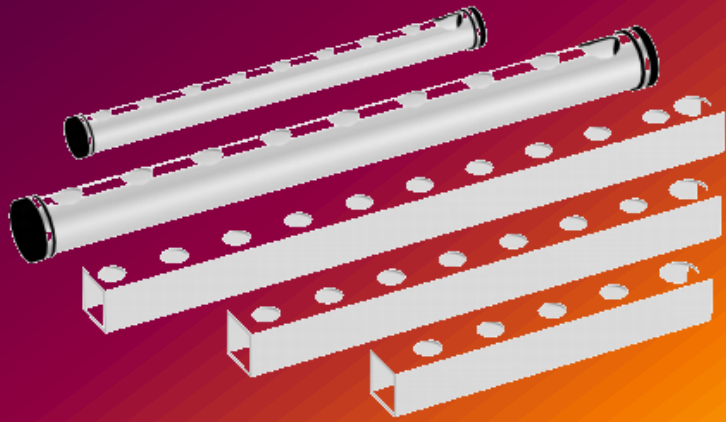


ميزان

تايمر

مضخة رافعة

ألواح استيروفوم



مواسير PVC

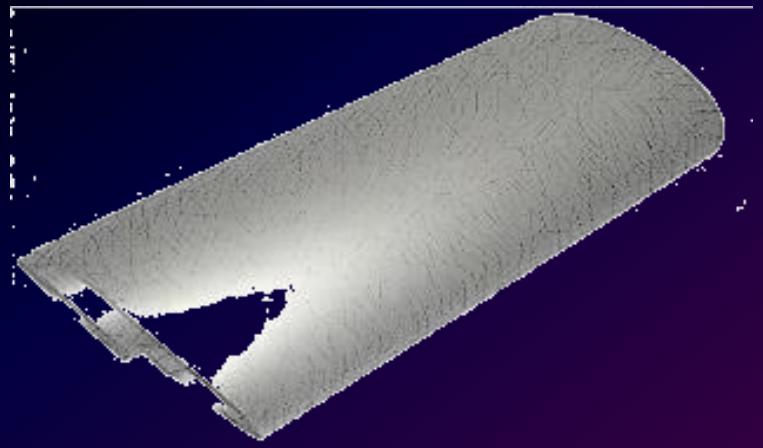
الأدوات المستخدمة

جهاز قياس تركيز الأملاح

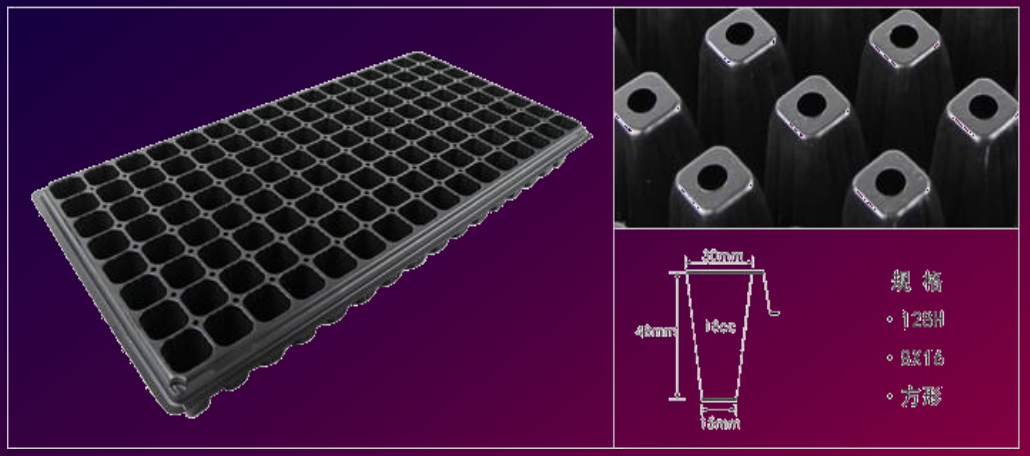
جهاز قياس الحموضة

دوارق معيارية

الأدوات المستخدمة



مشمع تبطين



صونى الشتلات

Element	Concentration (mg/L, ppm)		
	Minimum	Optimum	Maximum
Major Elements			
Nitrate-nitrogen (NO_3-N)	50	150 to 200	300
Phosphorus (P)	20	50	200
Potassium (K)	50	300 to 500	800
Calcium (Ca)	125	150 to 300	400
Magnesium (Mg)	25	50	100
Micronutrients			
Boron (B)	0.1	0.3 to 0.5	1.5
Copper (Cu)	0.05	0.1	1.0
Iron (Fe)	3.0	6.0	12.0
Manganese (Mn)	0.05	1.0	2.5
Molybdenum (Mo)	0.01	0.05	0.1
Zinc (Zn)	0.05	0.1	2.5

محلول مغذى

خراطيم مكرونة

أوساط (بيئات) الزراعة

تستخدم فى نظم الزراعة اللا أرضية بيئات صلبة لا تحتوى على الطين وهى بيئات خفيفة الوزن ومعقمة ولا تحتوى على أى أملاح ولا تتفاعل مع ماء الرى أو المحاليل المغذية حتى لا تغير من التركيب الكيماوى للبيئة.

تقسيم أوساط (بيئات) النمو الصلبة:

أوساط عضوية **أوساط غير عضوية**

أولا: الأوساط عضوية:

1) البيت موس Peat moss

أوساط (بيئات) الزراعة

2) سرس الأرز (قشور حبوب الأرز)

3) نشارة الخشب

أوساط (بيئات) الزراعة

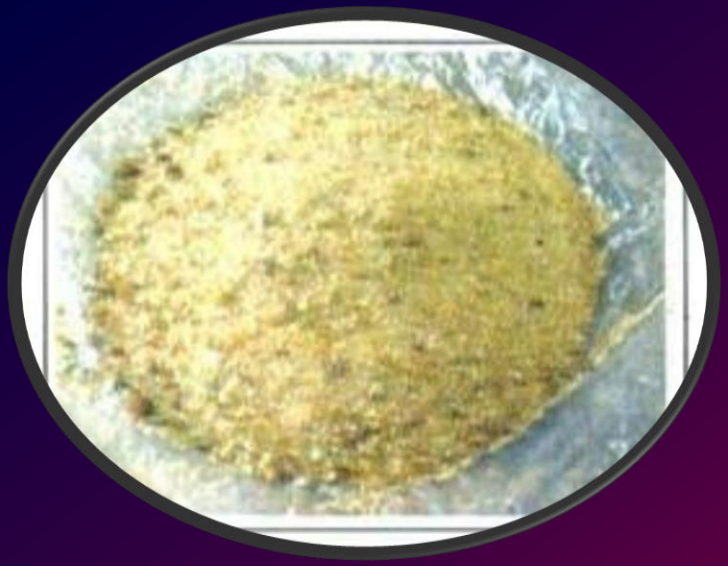
4) مخلفات النخيل (سعف النخيل):

5) ألياف جوز الهند (بيت جوز الهند)

أوساط (بيئات) الزراعة

ثانياً: الأوساط غير العضوية

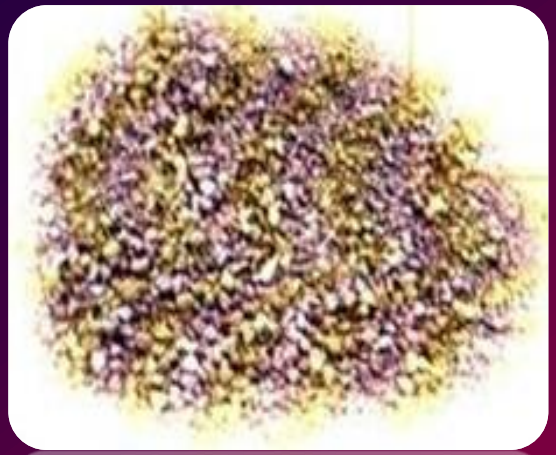
1) الرمل



2) الفيرميكولايت Vermiculite

أوساط (بيئات) الزراعة

3) البيومايس Pumice



4) البيرلايت Perlite

أوساط (بيئات) الزراعة

5) الطين الممدد Expanded Clay

6) الصوف الصخرى Rock Wool

أهم الصفات التى يجب مراعاتها فى بيئة الزراعة

- وزن البيئة.
- قدرة البيئة على مسك الماء.
- درجة حموضة البيئة.
- تركيز الأملاح فى البيئة.
- الكثافة الظاهرية للبيئة.
- السعة التبادلية الكاتيونية للبيئة.
- درجة ثبات البيئة.

ومن هنا تظهر أهمية خلط أكثر من بيئة معا بهدف الوصول للمواصفات المطلوبة، ومعظم مخالط الزراعة اللا أرضية تحتوى على بعض التوليفات من الرمل Sand والبيت موس Peat moss والبيرلايت Perlite والبيومايس Pumice والفيرميكولايت Vermiculite وتساهم كل بيئة من هذه البيئات بقدر معين في مخلوط البيئة اعتماداً على نوع النباتات المطلوب تنميتها بها. وقد تم إختبار عدد من الخلطات والتى أظهرت نتائج جيدة كما و موضح فى الجدول التالى

مخاليط البيئات	نسبة الخلط	الإستخدام
بيت موس : البيرلايت : الرمل	بنسبة 1:2:2	وتستخدم كبيئة للزراعة المستديمة
بيت موس : البيرلايت	بنسبة 1:1	وتستخدم كبيئة لإنتاج الشتلات
بيت موس : الرمل	بنسبة 1:1	تستخدم كبيئة لإنتاج الشتلات وبيئة للزراعة المستديمة
بيت موس : الرمل	بنسبة 3:1	وتستخدم لإنتاج الشتلات
بيت موس : الرمل	بنسبة 1:3	يعطى بيئة خفيفة الوزن تمتاز بالتهوية الجيدة وتستخدم كبيئة للزراعة في أصص أو بيئة للمشتل.
بيت موس : الفيرميكولايت	بنسبة 1:1	وتستخدم كبيئة لإنتاج الشتلات
الفيرميكوليت : البيرلايت	بنسبة 1:1	بيئة خفيفة الوزن, ممتازة لإنتاج الشتلات
بيت موس : البيومايس : الرمل	بنسبة 1:2:2	وتستخدم كبيئة للزراعة المستديمة

جدول (2): تركيب بيئة من البيت موس والفيرميكولايت

المكون	الكمية
البيت موس	1 حجم
الفيرميكولايت	1 حجم
سوبر فوسفات أحادى	1,2 كيلو جرام
سماد كامل ٥-١٠-٥	٣,٦ كيلو جرام
كبريتات البوتاسيوم	١,٥ كيلو جرام
عناصر صغرى	٥٠ سم
بودرة البلاط	٣ كيلو جرام

جدول (3): تركيب بيئة من البيت موس والفيرميكولايت والبيرلايت

المكون	الكمية
البيت موس	50% من حجم البيئة
الفيرميكولايت	40% من حجم البيئة
البيرلايت	10% من حجم البيئة
سوبر فوسفات أحادى	1,2 كيلو جرام
سماد كامل ٥-١٠-٥	٣,٦ كيلو جرام
كبريتات البوتاسيوم	١,٥ كيلو جرام
عناصر صغرى	٥٠ سم

جدول (4): تركيب بيئة من البيت موس والرمل الخشن

المكون	الكمية
البيت موس	50% من حجم البيئة
الرمل الخشن	50% من حجم البيئة
سوبر فوسفات احادى	500 جرام
سماد كامل ٥-١٠-٥	500 جرام
كبريتات البوتاسيوم	300 جرام
عناصر صغرى	٥٠ سم
بودرة البلاط	2 كيلو جرام

❖ الشروط الواجب توافرها في خليط البيئات الجيد:

1. أن يكون تام التجانس مع سهولة خلط مكوناته.
2. ثابت لا يتغير كيميائياً عند تعقيمه بالبخار أو المطهرات.
3. ذو مقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة.
4. جيد التهوية.
5. ذو رقم حموضه مناسب.
6. قادر على الإحتفاظ بالعناصر الغذائية.
7. خفيف الوزن.

المحاليل المغذية وخدمتها

المحلول المغذى:

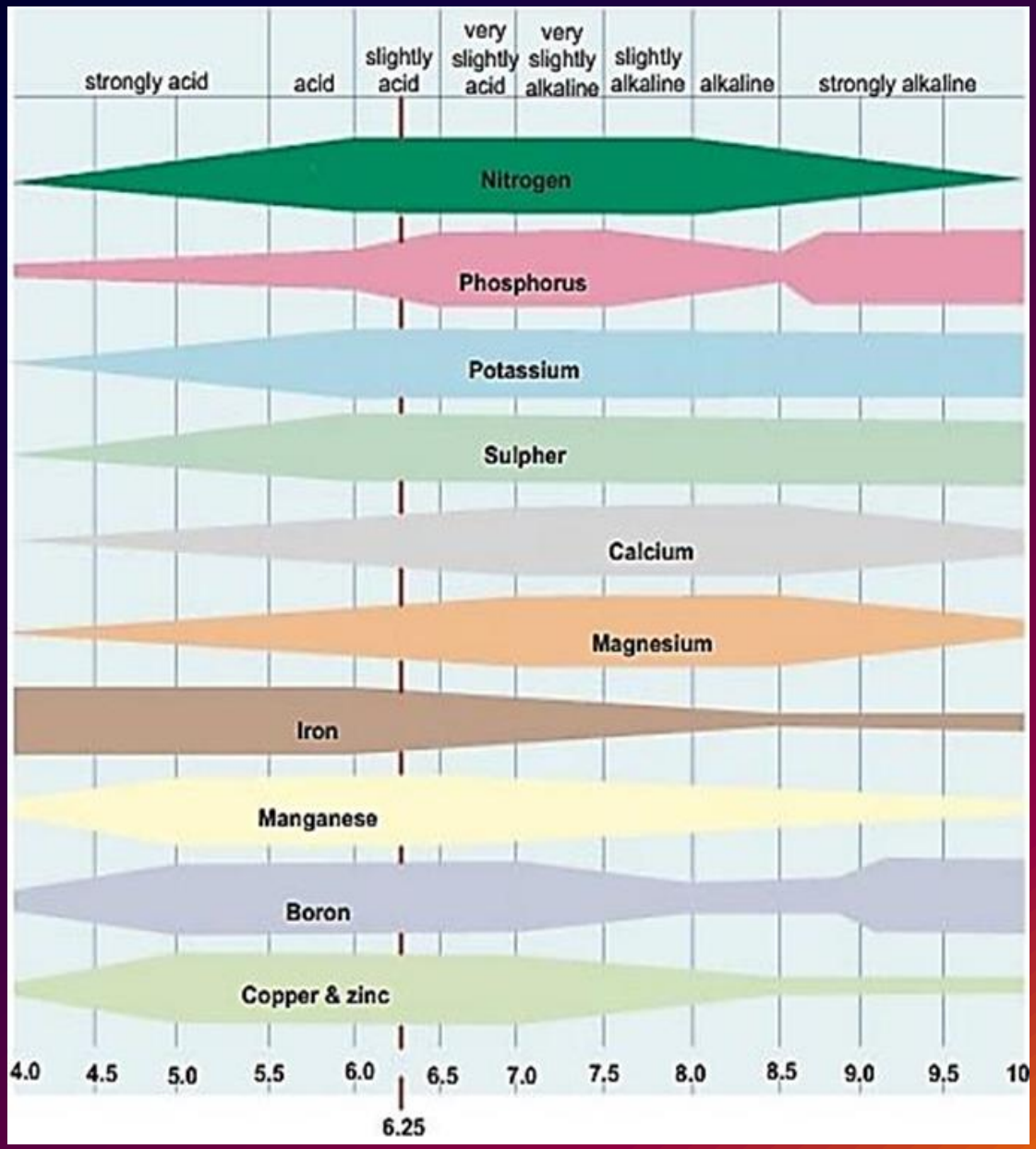
هو عبارة عن محلول يحتوى على جميع العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات بنسب معلومة وفى حالة إتزان، ويستخدم هذا المحلول فى إمداد النبات بإحتياجاته من الماء والعناصر الغذائية طوال فترة حياته، وفى الحقيقة لا يوجد ما يسمى بالمحلول المغذى المثالى أو المناسب لكل النباتات أو حتى بالنسبة للنبات الواحد ويرجع ذلك إلى إختلاف النباتات عن بعضها بالنسبة لإحتياجها من العناصر الغذائية المختلفة. كذلك تختلف إحتياجات النبات الواحد من العناصر الغذائية مع إختلاف مراحل نموه.

الشروط الواجب توافرها فى المحلول المغذى:

1) أن تكون درجة التوصيل الكهربى (EC) له فى حدود من 1٫5–3 ملليموز/سم والضغط الإسموزى فى حدود من 0٫5 –1 ضغط جوى، فعند إستخدام المحلول المغذى فى المزرعة ينخفض تركيز الأملاح به نتيجة لإمتصاص العناصر بواسطة النبات فتنخفض درجة التوصيل الكهربى، لذلك إذا إنخفضت قيم الـ EC عن 1٫5 ملليموز/سم يجب إضافة كمية من العناصر إلى المحلول لرفع درجة التوصيل مرة أخرى إلى 3 ملليموز/سم.

2) ثبات رقم PH للمحلول المغذى أطول فترة ممكنة بحيث يكون فى حدود من 5 – 7 ويرى بعض الباحثين أن يكون من 5.8 – 6.5. حيث أن إنخفاض الـ PH يؤدى إلى الحموضة العالية التى ينتج عنها تلف الجذور كما يساعد على زيادة إمتصاص العناصر الصغرى فيؤدى إنخفاضه لأقل من 5 إلى زيادة إمتصاص بعض العناصر الصغرى إلى درجة السمية، كما أن إرتفاعه (زيادة القلوية) ينتج عنه ترسيب عناصر الفوسفور والكالسيوم والماغنسيوم والحديد والمنجنيز على صورة غير صالحة للإستفادة منها بواسطة النبات .

الـ pH الملائم لامتصاص جميع العناصر المغذية



جدول يوضح تركيز أيونات العناصر المغذية فى التركيبات التى إقترحها بعض العلماء للمحلول المغذى

Concentration (mg / l) of ions of nutrients for different formulations

Nutrient	Hoagland & Arnon (1938)	Hewitt (1966)	Cooper (1979)	Steiner (1984)
N	210	168	200-236	168
P	31	41	60	31
K	234	156	300	273
Ca	160	160	170-185	180
Mg	34	36	50	48
S	64	48	68	336
Fe	2,5	2,8	12	2-4
Cu	0,02	0,064	0,1	0,02
Zn	0,05	0,065	0,1	0,11
Mn	0,5	0,54	2	0,62
B	0,5	0,54	0,3	0,44
Mo	0,01	0,04	0,2	-

كميات الأملاح اللازمة لتحضير 1000 لتر من المحلول المغذى المثالي لمزارع تقنية الغشاء المغذى

المركب	التركيب الكيميائى	الكمية اللازمة بالجرام/ 1000 لتر
فوسفات البوتاسوم ثنائى الأيدروجين	KH_2PO_4	263
نترات البوتاسيوم	KNO_3	583
نترات الكالسيوم	$Ca(NO3)_2.4H_2O$	1003
كبريتات المغنيسيوم	$MgSO_4.7H_2O$	513
الحديد المخلبى EDTA iron	$[CH_2N(CH_2.COO)_2]_2Fe$	79
كبريتات المنجنيز	$MnSO_4.H_2O$	6٫1
حامض البوريك	H_3BO_3	1٫7
كبريتات النحاس	$CuSO_4.5H_2O$	0٫39
موليبدات الأمنيوم	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	0٫37
كبريتات الزنك	$ZnSO_4.7H_2O$	0٫44

الأعراض العامة لنقص العناصر الغذائية على النبات

أولاً : نقص يظهر على النبات كله

- إذا كانت الأوراق العليا للنبات ذات لون أخضر شاحب وبالنزول إلى أسفل نجد الأوراق صفراء، فى حين تكون الأوراق السفلية بنية اللون وبعضها ملقاة على الأرض، فيكون ذلك نقص عنصر النيتروجين. يرجع الاصفرار إلى هدم الكلوروفيل وقد تظهر الألوان الأرجوانية على الأعناق بعد اختفاء الكلوروفيل فيظهر لون صبغات الأنثوسيانين.
- إذا كان المجموع الخضرى ذو لون أخضر داكن مع وجود نقط أرجوانية فى الأوراق العلوية أو تلون قمة النصل وحوافه باللون الأرجوانى وعند النزول على النبات فنجد الأوراق ذات لون بنى مخضر وبالنزول أكثر نجد الأوراق لونها أسود، أما الأوراق المسنة فتموت وتقع على الأرض فتكون هذه أعراض

ثانياً: أعراض نقص تظهر على الأوراق السفلى وتظل الأوراق العليا سليمة

- الأوراق السفلية صفراء وعليها بقع من أنسجة ميتة بنية، فيكون نقص العنصر متوقف على مكان البقع الميتة.

✓ إذا كانت البقع البنية الميتة على حواف الورقة فتكون هذه أعراض نقص البوتاسيوم.
✓ إذا كانت البقع البنية الميتة بين العروق فى نصل الورقة فتكون هذه كون أعراض نقص الزنك.

- إذا كانت الأوراق السفلية صفراء بدون بقع ونصل الورقة ملتف على بعضها وتأخذ شكل الطبق، يكون أعراض النقص هو الماغنسيوم.

ثالثاً: أعراض نقص تظهر على الأوراق العلوية وتظل الأوراق السفلية سليمة

1) تظهر الأعراض على الأوراق العلوية والبرعم الطرفى يظل حياً:

✓ الأوراق العلوية خضراء داكنة مع ذبولها بدون اصفرار والنصل منحنى وهذه أعراض نقص النحاس.
✓ الأوراق العلوية صفراء مع وجود بقع متحللة بوضع منتظم فى شطرى الورقة فيدل ذلك على نقص المنجنيز.
✓ الأوراق صفراء وبدون بقع والعرق الوسطى أخضر فاتح فيكون النقص فى الكبريت.
✓ الأوراق صفراء وبدون بقع والعرق الوسطى أخضر داكن يكون النقص فى الحديد.

1) تظهر الأعراض على الأوراق العلوية والبرعم الطرفى ميت:

✓ الأوراق الطرفية تأخذ شكل خطاف مع تفصيص النصل فتكون الأعراض لنقص الكالسيوم.
✓ الأوراق الطرفية سليمة أما قاعدة نصل الورقة تأخذ اللون الأخضر الغامق وعليها نقط حمراء نتيجة ظهور صبغة الأنثوسيانين فيكون ذلك أعراض نقص البورون.

على البراعم الطرفية: نقص الكالسيوم والبورون
على الاوراق الجديد: نقص نحاس , كبريت , حديد , منغنيز
على الاوراق القديمة: نيتروجين, فسفور, بوتاسيوم, مغنيسيوم , زنك