المحاليل المغذية المستخدمة في الزراعة المائية

Nutrient Solutions Used in Hydroponic Agriculture

ناهده البياتي[1]،

[1] المدرسة العليا للأساتذة/القبة (الجزائر)، nahida.albayaty@g.ens-kouba.dz

تاريخ الإرسال: 2025/11/04 تاريخ القبول:2025/12/25 تاريخ النشر: ديسمبر/2025

الملخص

تعرف الزراعة المائية على أنها إحدى التقنيات الحديثة التي يتم من خلالها إنتاج النباتات دون الحاجة إلى استخدام التربة كمصدر رئيسي للنمو وتعتمد هذه الطريقة على تثبيت النباتات داخل أوعية خاصة تحتوي على محلول غذائي مائي يزود الجذور بالعناصر الضرورية. تعتبر هذه الطريقة بديلا فعالا للزراعة التقليدية حيث تحقق إنتاجية عالية مع استهلاك اقل للمياه والمساحات الزراعية.

يهدف هذا البحث النظري إلى معرفة المزيد عن الزراعة المائية: مفهوم الزراعة المائية، فوائدها، تقنية هذه الزراعة، أنواعها، النباتات التي تتلائم مع هذا النوع من الزراعة والمحاليل المغذية وأنواعها.

الكلمات المفتاحية :الزراعة المائية، المحاليل المغذية.

Abstract:

Hydroponics is defined as the process of growing plants without soil. Hydroponics involves growing plants in a container containing a solution of water and nutrients. This method is an effective alternative to traditional agriculture, achieving high yields while consuming less water and agricultural space.

This theoretical research aims to explore more about hydroponics: the concept of hydroponics, its benefits, the technology used, its types, the plants that are compatible with this type of agriculture, and the types and types of nutrient solutions.

Keywords: Hydroponic, Nutrient solutions

المؤلف المرسل: ناهده البياتي ، *الإيميل المهني:* nahida.albayaty@g.ens-kouba.dz

مدخل (introduction)

الزراعة المائية هي أحد الأنظمة الزراعية الحديثة التي تقوم على زراعة النباتات دون الحاجة إلى التربة، اذ تعتمد في الأساس على تزويد الجذور بالمحاليل المغذية المذابة في الماء. وقد ظهرت هذه التقنية استنادا إلى مبدأ علمي بسيط مفاده ان النبات يحتاج إلى الماء وبعض العناصر الغذائية الأساسية بالإضافة إلى الضوء لكي ينمو بشكل سليم، وبالتالي يمكن للنبات أن ينمو في أي وسط زراعي طالما توفرت له الظروف الملائمة. ومن هذا المفهوم انطلقت فكرة الزراعة المائية.

تتميز الزراعة المائية بكونها من أكثر طرق الزراعة كفاءة وفعالية مقارنة بالزراعة التقليدية،إذ انها تعتمد على استخدام الماء الغني بالمحاليل المغذية الضرورية كبديل عن التربة لتوفير العناصر الضرورية لنمو النبات. وتعد هذه الطريقة موفرة للمياه بشكل ملحوظ حيث تستخدم كميات أقل بكثير من تلك المستهلكة في الزراعة التقليدية، كما تسهم أنظمة الزراعة المائية في إعادة تدوير المياه واستعمالها عدة مرات.وبناءا على ما سبق تعتبر الزراعة المائية أسلوبا زراعيا فعالا خاصة في المناطق التي تعاني من شح المياه أو ندرة الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة، إذ تتيح إنتاج محاصيل عالية الجودة باستخدام موارد محدودة.تستخدم الزراعة المائية في إنتاج مجموعة واسعة من المحاصيل الزراعية لا سيما الخضروات والفواكه، والأعشاب العطرية، إذ اثبتت الدراسات الحديثة ان هذا النظام يتيح الحصول على منتجات ذات جودة عالية بفضل التحكم الدقيق في كمية العناصر الغذائية ونسبة المياه المقدمة للنبات.وتسهم الزراعة المائية في تسريع نمو النباتات مقارنة بالزراعة التقليدية وذلك لسهولة امتصاص العناصر الغذائية من المحلول المائي مما يقلل من فترة النمو و الإنتاج، لهذا يزداد الإقبال بشكل كبير على استخدام طرق الزراعة المائية لأنها تمثل أحد الحلول المستقبلية لتحقيق الأمن الغذائي العالمي خاصة في ظل التحديات البيئية المتمثلة في ندرة المياه وتدهور التربة، لذا ينظر لهذا النظام الزراعي الحديث كأداة فعالة لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة وتعزيز إنتاج الغذاء بطريقة صديقة للبيئة واقتصادية في الوقت ذاته.



تقنيات الزراعة المائية

تعد الزراعة المائية من أبرز التقنيات الحديثة التي تهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للمياه والمغذيات في عملية إنتاج النباتات، وذلك من خلال أنظمة وأساليب متطورة تتيح التحكم الدقيق في كميات المياه والعناصر الغذائية اللازمة للنباتات. وتعد هذه التقنيات بدائل فعالة للطرق التقليدية في الزراعة المعتمدة على التربة. وفيما يلي عرض لأهم أساليب وتقنيات الزراعة المائية:

- الري بالتنقيط (Drip Irrigation) تعتمد هذه التقنية على توجيه الماء والمغذيات مباشرة إلى جذور النباتات عبر أنابيب صغيرة تحتوي على فتحات دقيقة تقوم بتقطير الماء بشكل منتظم. تسهم هذه الطريقة في تقليل فقد المياه وزيادة كفاءة الامتصاص مما يجعلها من أكثر الطرق شيوعا في أنظمة الزراعة المائية.
- الري بالرش (Sprinkler Irrigation) تقوم هذه التقنية برش المياه على النباتات بطريقة تشبه تساقط الأمطار حيث يتم توزيع المياه بشكل متجانس على سطح النباتات. وتستخدم هذه الطريقة في الزراعة داخل البيوت المحمية أو الحقول المفتوحة.
- الزراعة في الأحواض المائية (Hydroponics) تنمو النباتات في هذا النظام داخل وسط مائي مضافا اليه المحلول المغذي الذي يحتوي على العناصر الأساسية الضرورية للنمو وذلك بدلا من استخدام التربة التقليدية. ويعتبر هذا النظام من أكثر أنظمة الزراعة المائية كفاءة من حيث استهلاك الموارد وإنتاج المحاصيل في مساحات محدودة.
- الزراعة في الماء العائم (Floating Hydroponics) تزرع النباتات على أسطح مائية بواسطة هياكل أو أطر عائمة حيثيتم توفير المياه والمغذيات بشكل مباشر إلى جذور النباتات. ويعد هذا النظام مناسبا للمحاصيل الورقية والخضروات سريعة النمو.
- الزراعة في الهواء (Aeroponics) تنمو النباتات في هذا النوع من الزراعة في الهواء دون استخدام التربة أو الماء كوسط أساسي، حيث ترش جذور النباتات برذاذ دقيق من الماء الممزوج بالمغذيات. تمتاز هذه التقنية بقدرتها على تحقيق أقصى درجات الكفاءة في استخدام المياه والمغذيات إضافة الى تعزيز التهوية حول الجذور.

المستلزمات والأدوات اللازمة للزراعة المائية(Hydroponics)

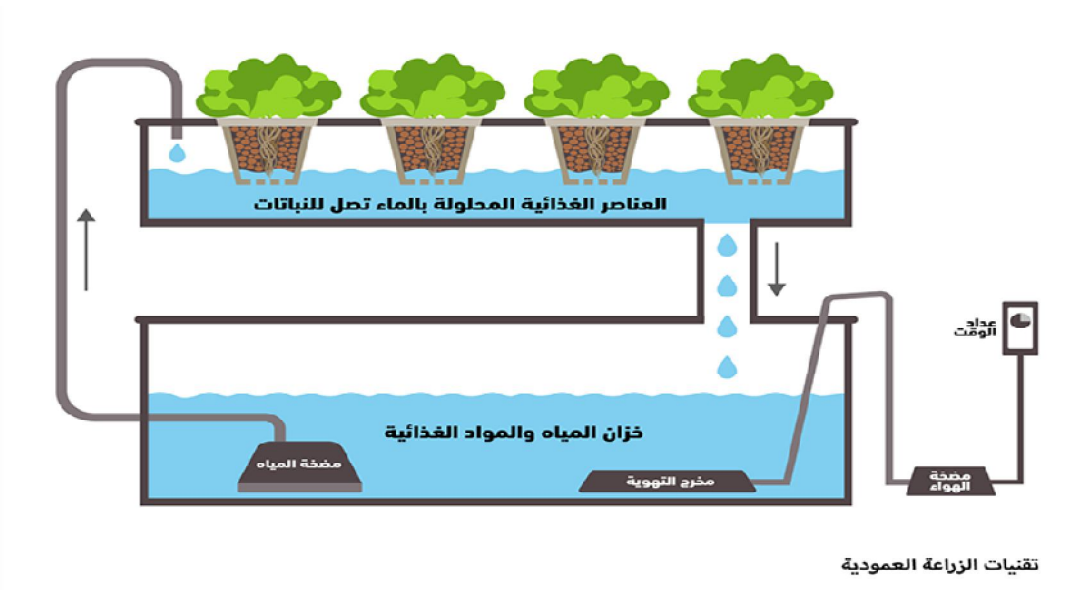
تعتبر الزراعة المائية مكلفة عند البدء بها لأنها تحتاج للمستلزمات والأدوات التالية:

- أنابيب بلاستيكية تحتوي على فتحات في الأعلى لوضع الشتلات.



- خزان لتحزين وتوزيع المحلول المغذي.
- مضخة صغيرة مع مؤقت(لضبط توقيت ري النباتات وضمان حصولها على كمية كافية من المحلول المغذي).
- محلول مغذي (محلول يحتوي على العناصر الضرورية لنمو النباتات).
- وسط زراعي مناسب مثل الإسفنج أو الصوف الصخري أو غيره يستخدم في إنبات وتثبيت البذور بدون استخدام التربة.
- جهاز قياس درجة الحموضة (pH) لمراقبتها وضبطها بين (5.5-6.5).
- جهاز قياس الملوحة TDS لمعرفة نسبة الأملاح الذائبة في المحلول المغذي.
- حامض الفسفوريك لتعديل درجة الحموضة.

يوضح المخطط أدناه لوازم وتقنية الزراعة المائية:



تقنيات الزراعة العمودية

المحاليل المغذية للزراعة المائية وكيفية تحضيرها

النباتات سواء كانت مزروعة في التربة أو في الماء فأنها تحتاج للغذاء، ففي الزراعة التقليدية يحصل النبات على غذائه من التربة أما في الزراعة المائية في حصل النبات على الغذاء من مياه الري المخلوطة بالمحلول المغذي ويعتبر المحلول المغذي في الزراعة المائية العنصر الأساسي لنمو النباتات حيث يوفر جميع العناصر الغذائية الضرورية لتعويض غياب التربة علما انه يجب تغيير المحلول المغذي كل (1-2) أسبوع لضمان تجديد العناصر الغذائية. المحاليل المغذية تختلف عن بعضها حسب مكوناتها ونسب هذه المكونات، ويمكن تقسيم العناصر الغذائية المتواجدة في المحاليل المغذية المائية إلى ثلاثة مجاميع، وهي:

-العناصر الكبرى: هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة وتشمل النتروجين، الفسفور والبوتاسيوم.
-العناصر الوسطى: هي عناصر مهمة لنمو النباتات ولكن بكميات أقل. وتشمل المغنيسيوم، الكالسيوم والكبريت.
-العناصر الصغرى: هي عناصر يحتاجها النبات بكميات ضئيلة جدًا، وتشمل الزنك، البورون، الحديد، المنغنيز النحاس والمولبيديوم.

هذه العناصر التي يحتاجها النبات تؤدي كل منها دورا محددا في مراحل نمو النبات المختلفة، إذ قد يكون النبات بحاجة لأحدها في مرحلة معينة من النمو أكثر من غيرها. كما ينبغي الأخذ بعين الاعتبار لبعض الأمور عند اختيار المحاليل المغذية مثل: مياه الري، نوع النبات، نظام الزراعة المائية المستخدم.، (PH) مراحل نمو النبات، درجة الحموضة.

كيفية اختيار المحلول المغذي

تتوفر في الأسواق العديد من المحاليل المغذية، كما يمكن أيضا تحضيره يدويا، ويعتمد اختيار المحلول المناسب على مجموعة من العوامل، من أبرزها ما يلي:

- مرحلة نمو النبات: تعد هذه المرحلة من أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند اختيار المحلول لأن احتياجات النبات من العناصر الغذائية تختلف بحسب كل مرحلة من مراحل النمو.
- نوع النظام الزراعي المستخدم: تؤثر طريقة الزراعة سواء كانت زراعة مائية أو زراعة تقليدية في نوع وتركيبة المحلول المغذي الواجب استخدامه، لذلك يجب اختيار محلول مغذي مناسب للنظام الزراعي المائي المستخدم.

- نوع النباتات المزروعة مائياً: كل نوع من النباتات يمتلك احتياجات غذائية خاصة به، لذلك من الضروري تحديد نوع النبات بدقة لضمان اختيار المحلول المناسب الذي يزوده بالعناصر التي يحتاجها.
- الرقم الهيدروجيني للمياه: يعد ضبط الرقم الهيدروجيني عاملا مهما لأنه يؤثر على امتصاص النبات للعناصر الغذائية وقد لوحظ ان الرقم الهيدروجيني المناسب للمحلول المغذي يجب أن يتراوح بين (5.5-6.5).

أنواع المحاليل المغذية في الزراعة المائية حسب مراحل نمو النبات

هناك أنواع متعددة من المحاليل المغذية تُستخدم بناءً على مراحل نمو النبات، واحتياجاته من العناصر الغذائية وأيضا حسب طبيعة النظام المستخدم في الزراعة المائية. وفيما يلي بعض الأنواع الشائعة:

1-محاليل النمو:

- مصممة لتعزيز النمو الأولي للنباتات وزيادة الكتلة الخضرية.
- تحتوي على نسبة عالية من النيتروجين (N) لضمان زيادة حجم النبات وكثافته.

2-محاليل الإزهار والإثمار:

- تُستخدم في مرحلة الإزهار والإثمار حيث يحتاج النبات إلى نسبة أقل من النيتروجين، ولكن المزيد من البوتاسيوم (K) والفوسفور.(P)
- تشجع هذه المحاليل على تطور الزهور والثمار بجودة عالية.

3-المحاليل المتوازنة:

- تحتوي على نسب متوازنة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وتستخدم عندما يكون النبات في مراحل نمو مختلطة أو عند زراعة أنواع متعددة في نفس الوقت.

أنواع المحاليل المغذية المائية حسب تركيبها

هناك نوعان من المحاليل المغذية المائية، من حيث التركيب:

- المحاليل العضوية: تحضر من مواد طبيعية مثل مستخلصات الأسماك،أعشاب البحر ومخلفات السماد. وهي أغلى بشكل عام من المحاليل الاصطناعية.

- المحاليل الاصطناعية: يتم إعدادها باستخدام أسمدة كيميائية، وتتميز بتركيز أعلى من المحاليل العضوية، ويمكن تعديل تركيبها بحسب احتياجات النبات والنظام الزراعي المستخدم.

كذلك يمكن تصنيف المحاليل المغذية وفقا لطبيعتها الفيزيائية إلى:

- محاليل سائلة:تعد جاهزة للاستخدام المباشر وهي سهلة الامتصاص من قبل جذور النبات.

- محاليل المسحوق: تكون على هيئة حبيبات جافة تذاب في الماء قبل الاستخدام، وتعد خيارا اقتصاديا لأنها قابلة للتخزين والتحضير حسب الحاجة.

تحضير واستخدام المحاليل المغذية

يمكن شراء المحاليل المغذية جاهزة من المتاجر المتخصصة، أوتحضيرها يدويا في المزرعة، وتوجد: خلطات مغذية متعددة تختلف باختلاف احتياجات النباتات المزروعة، ومن أشهر هذه الخلطات

- خليط N-P-K : يحتوي على النتروجين والفسفور و البوتاسيوم بنسب متفاوتة حسب نوع النبات.

- خليط نترات الكالسيوم: مصدر أساسي للكالسيوم الضروري لنمو الجذور والأنسجة النباتية.

- ملح إبسوم (ملح كبريتات المغنيسيوم): يستخدم لتزويد النبات بعنصر المغنيسيوم الذي يدخل في تركيب الكلوروفيل.

كما يمكن تحضير بعض الخلطات مثل خلطة يارا ولها شكلان:

1- خلطة المحلولA وتحضر بالطريقة التالية:

1- 10ليتر من الماء.

2- 850 غرام (يارا تيرا كريستالون الأحمر وهو مركب مخصص لتغذية محاصيل الفاكهة أو شتلات الزهور) ويحتوي على بنسبNPK (12-12-36).

3- 350غرام كبريتات المغنيزيوم$MgSO_4$.

4- 350 غرام نترات البوتاسيوم KNO_3.

5- إضافة 20 غرام من العناصر الصغرى (Trace Elements , TE).

يتم إضافة المكونات تدريجيا مع التحريك جيدا حتى تذوب تماما.

2-خلطة المحلولB وتحضر بالطريقة التالية:

1- 10 ليتر ماء.

2- 1100 غرام من نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ ويحرك جيدًا حتى الذوبان التام.

3- إضافة 35 غرام من شيلات الحديد (EDTA- Fe) وتخلط جيدا.

الجدول التالي يوضح خطوات تحضير المحلول المغذي:

تسلسل الخطوات	عملية تحضير المحلول المغذي	الهدف من العملية
1	تحضير العناصر الأساسية	الحصول على المكونات اللازمة لتغذية النبات
2	تحليل المياه	التأكد من جودة المياه
3	إذابة العناصر المستخدمة	ضمان الخلط الجيد للعناصر
4	قياس حموضة المحلول	ضمان امتصاص النبات للعناصر بشكل أفضل
5	تحريك وتصفية المحلول	تجنب التكتل والشوائب

أهمية استخدام تقنية الزراعة المائية

تعد الزراعة المائية من التقنيات الزراعية الحديثة التي تسهم في تحقيق إنتاجية مرتفعة مقارنة بأساليب الزراعة التقليدية، وذلك لما توفره من كميات مناسبة من المياه والعناصر المغذية التي تصل مباشرة إلى جذور النباتات مما يؤدي إلى زيادة حجم وجودة المحاصيل.

نوضح فيما يلي الجوانب المهمة في الزراعة المائية:

1- رفع كفاءة استخدام المياه: تستخدم المياه في الزراعة المائية بكفاءة أعلى مما يقلل الهدر المائي مقارنة بالزراعة التقليدية.
2- التحكم الدقيق في توزيع الموارد: تتيح هذه التقنية التحكم الدقيق في كمية المياه والمغذيات المقدمة للنباتات، وهو ما يساهم في الحد من تسرب الملوثات إلى المياه السطحية والجوفية، وبالتالي تحسين جودة المياه والحفاظ على البيئة.
3- إمكانية الزراعة في البيئات غير الملائمة: تتيح الزراعة المائية زراعة المحاصيل في المناطق ذات الظروف المناخية القاسية أو في الأراضي غير الصالحة للزراعة التقليدية، مما يجعلها خيارا فعالا لتحقيق الأمن الغذائي في مختلف المناطق.
4- إنتاج مستمر على مدار العام: يمكن من خلال هذه التقنية إنتاج المحاصيل على مدار السنة دون التقيد بالمواسم الزراعية، الأمر الذي يسهم في زيادة وفرة المحاصيل وتحسين استدامة الإنتاج الزراعي.
5- الاستغلال الأمثل للمساحات الزراعية: تحتاج الزراعة المائية الى مساحة أقل بكثير مقارنة بالزراعية التقليدية مما يجعلها مناسبة للمناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو الأراضي المحدودة المساحة.
6- الحد من المشكلات الزراعية: تسهم الزراعة المائية في تقليل المشاكل التي تواجه المزارعين عادة في الزراعة التقليدية، مثل انتشار الآفات الزراعية والأعشاب الضارة التي تنمو في التربة مما يقلل الحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية.
7-خفض الجهد والتكلفة: تتطلب الزراعة المائية جهدا بدنيا أقل بكثير من ذلك المبذول في الزراعة التقليدية، إذ لا تحتاج إلى عمليات الحراثة أو إعداد التربة، كما إنها لا تتطلب أدوات أو عمالة كبيرة مما يجعلها أكثر كفاءة من حيث التكلفة والعمل.

المناقشة

حظيت الزراعة المائية باهتمام واسع من قبل العديد من الدول نظرا لأهميتها في تحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء. وقد شهد هذا النوع من الزراعة تطورا ملحوظا وانتشارا متزايدا بين الأفراد حيث أصبحت الزراعة المائية المنزلية من الوسائل الحديثة التي تمكن السكان من إنتاج الخضروات الطازجة والمتنوعة داخل المنازل.وتعد المحاليل المغذية عنصرا أساسيا في نجاح الزراعة المائية حيث تعتمد صحة النبات و إنتاجيته على توازن العناصر الغذائية وضبط مستوياتها بدقة. لذلك من الضروري مراقبة وتحسين جودة المحلول المغذي باستمرار لضمان الحصول على نتائج جيدة في أنظمة الزراعة المائية

الخلاصة

تعد الزراعة المائية من الأساليب الحديثة في إنتاج النباتات اذ تعتمد على زراعة النباتات دون استخدام التربة، وذلك من خلال تزويدها بالمحاليل المغذية التي تحتوي على العناصر الضرورية لنموها اذ يعد هذا المحلول المغذي المصدر الأساسي لنمو النباتات. وتظهر العديد من أنواع النباتات قدرة عالية على النمو في هذا النظام مثل الخس والأعشاب العطرية والطماطم والفلفل والفراولة وغيرها من المحاصيل. تمكن هذه التقنية من توفير بيئة زراعية متوازنة تتيح للنباتات الحصول على احتياجاتها الغذائية بشكل كامل لذا يمكن اعتبارها من البدائل الواعدة لتحقيق إنتاج زراعي مستدام وفعال اذ تستخدم في إنتاج الغذاء على مدار السنة وبكميات أكبر و على الرغم مما تقدمه من مزايا عديدة إلا أنها تنطوي على بعض العيوب نذكر منها:

1-التكلفة الأولية المرتفعة حيث تحتاج إلى استثمارات كبيرة في البداية.

2-الحاجة إلى مراقبة مستمرة حيث يجب متابعة مستويات المحاليل المغذية، درجة الحموضة والتوصيل الكهربائي وهذا يتطلب المعرفة والخبرة.

3-خطر أمراض الجذور وهذا عند حدوث تلوث في المياه.

4-الحاجة إلى مصدر موثوق عند شراء المحاليل المغذية لان عدم توازن المغذيات يؤثر بشكل سلبي على صحة النبات.

هذه العيوب يمكن التغلب عليها من خلال الصيانة والمراقبة الجيدة مما يجعل الزراعة المائية الخيار الأمثل لإنتاج المحاصيل الزراعية بشكل أفضل وأوفر.

المراجع العربية

1-عبد المنعم بلبع وماهر جورج نسيم،1997، دار النشر منشأة المعارف.

2-محمد أحمد الحسيني،2003، الزراعة بدون تربة. مكتبة ابن سينا.

3-محمد مشاتله، 2023، الدليل التدريبي لمبادئ الزراعة بدون تربة، عمان،الاردن.

المراجع الاجنبية

1- Chris Kovach, 2010, The Hydroponic Bible.

2- Dennis Wilson, 2020, Hydroponics: A Complete Beginner’s Guide.

3- Howard M. Resh, 1981, Hydroponic Food Production.

4- Nick Jones, 2019, Hydroponic For Beginners.