SJST
sjst.scst.edu.ly
Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 229 ~ 242

الزراعة المائية في ليبيا التحديات والفرص

حسن عمران الصويعي الرقيعي

كلية الطب البيطري والزراعة العجيلات جامعة الزاوية

المستخلص

تعتبر الزراعة المائية واحدة من الابتكارات الزراعية البارزة التي تقدم حلاً مستداماً للتحديات البيئية والزراعية، خاصة في المناطق ذات الموارد المائية المحدودة مثل ليبيا. يهدف هذا البحث إلى استكشاف الإمكانات والتحديات المرتبطة بتطبيق أنظمة الزراعة المائية في ليبيا وتطوير إطار تنظيمي وسياسي يدعم هذا التوجه. من خلال دراسة الدراسات الحالية وإجراء مقابلات مع خبراء متخصصين، تمت مناقشة مجموعة واسعة من القضايا بما في ذلك الفوائد البيئية والاقتصادية والتكنولوجية للزراعة المائية، إضافة إلى العوائق المرتبطة بالتنفيذ الفعلي لهذه النظم.

توصلت الدراسة إلى أن الزراعة المائية يمكن أن تسهم بشكل كبير في تعزيز الأمن الغذائي في ليبيا من خلال تحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاجية الزراعية. ومع ذلك، تتطلب التنمية الفعالة لهذا القطاع دعمًا حكوميًا قوياً، بما في ذلك وضع سياسات محفزة وتشجيعية لتبني التكنولوجيات الحديثة. علاوة على ذلك، تبرز الحاجة إلى استثمارات كبيرة في البنية التحتية وبرامج التدريب لتعزيز القدرات المحلية.

يعكس البحث ضرورة توفير إطار سياسي وتنظيمي شامل يمكن أن يوجه جهود الابتكار والاستثمار نحو مستقبل زراعي أكثر استدامة. تمثل هذه النتائج أساسًا قيمًا لصناع القرار والمستثمرين الذين يسعون لتطوير وتنفيذ استراتيجيات زراعية مائية فعالة في ليبيا.

Abstract

Hydroponics is regarded as one of the promising advancements in agricultural industry providing a rather effective answer to ecological and agricultural problems, including the shortage of fresh water in many countries including Libya. Hence, this research seeks to examine the viability and prospects for hydroponic systems in Libya as well as present a legal and policy framework to foster its use. Leisurely reading the existing body of literature and conducting 1:1 interview with the specialized professionals, the broad range of problems and prospects associated with the hydroponics' application, embracing environmental and economic impacts, technological uses of hydroponics, and the challenges encountered on the way to implementing these systems, were outlined.

The study established that the use of hydroponics easily enhances food security in Libya through increased on water usage as well as increasing food production. Nevertheless, further development of this sector implied further governmental support, which should promote the formation of incentive policies encouraging the utilization of further advanced technologies. Also, there are serious requirements for development of large-scale infrastructure and development of personnel upgrade programs as a result of which local capabilities should be improved significantly.

The research underscores the need for a clear and coherent political and regulatory agenda through which progress toward more sustainable forms of agriculture can be enabled and into which innovation and investment priorities can be directed. These findings therefore present a useful starting point for managers and investors interested in approaching hydroponics in Libya systematically.

مجلة صرمان للعلوم والتقنية
Vol 6, No.2, Jun - Dec. 2024
Pages: 229 ~ 242

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)

sjst.scst.edu.ly

المقدمة

تشهد الزراعة المائية، كواحدة من النظم الزراعية الحديثة، اهتماماً متزايداً على مستوى العالم، بفضل قدرتها على توفير حلول مبتكرة للتحديات البيئية والزراعية التي تواجه العديد من الدول، وخاصة تلك التي تعاني من ندرة الموارد المائية والجفاف .(Ahmed, 2018) تتميز الزراعة المائية بقدرتها على تحقيق إنتاجية عالية باستخدام كمية محدودة من المياه، حيث تعتمد بشكل رئيسي على المحاليل المغذية بدلاً من التربة التقليدية (بورغدة & نور، 2018).

في سياق دول شمال إفريقيا، تعتبر ليبيا واحدة من البلدان التي تواجه تحديات بيئية وجغرافية فريدة. ففي هذه المنطقة التي تتسم بمناخ جاف وقلة في مصادر المياه العذبة، ثمة حاجة ملحة لتبني تقنيات زراعية تضمن الأمن الغذائي وتحافظ على الموارد الطبيعية. تسعى هذه الورقة إلى استكشاف الإمكانيات الكامنة لتطبيق الزراعة المائية في ليبيا، مع تحليل دقيق للتحديات والفرص المرتبطة بها. يُعتبر الأمن الغذائي من القضايا الحيوية في ليبيا، حيث يعتمد الأمن الغذائي في البلاد بشكل كبير على الاستيراد الخارجي بسبب محدودية الإنتاج الزراعي المحلي.(Affaf & Boufatah, 2019)

تتمثل إحدى المميزات البارزة للزراعة المائية في قدرتها على العمل في بيئات غير مناسبة للزراعة التقليدية، وتقديم منتجات زراعية خالية من التلوث الزراعي، مما يُسهم في تحسين الصحة العامة للمواطنين .(Omar, 2019) بالإضافة إلى ذلك، توفر الزراعة المائية إمكانية الاستخدام الأمثل للمساحات الحضرية والأراضي غير الصالحة للزراعة، مما يجعلها نظاماً زراعياً مناسباً للتطبيق في المناطق الحضرية وشبه الحضرية في ليبية (مرتضى،2024).

ومع وجود محاولات أولية لتطبيق الزراعة المائية في بعض المناطق في ليبيا، يبقى هناك حاجة لإجراء دراسات معمقة لفهم العوائق الثقافية والاجتماعية والاقتصادية التي قد تعيق انتشار هذا النظام في البلاد. تستعرض هذه الورقة أهمية تعزيز البنية التحتية وإنشاء سياسات داعمة وتشجيعية لتحفيز الاستثمار في هذا القطاع الحيوي. من خلال دراسة التجارب العالمية الناجحة، يمكن لليبيا تبني استراتيجيات فعّالة لتطوير قطاع الزراعة المائية، مما يساهم في دعم الاقتصاد الوطني وتحقيق التنمية المستدامة(Allafi,_2014) .

المشكلة

تواجه ليبيا تحديات كبيرة في مجال الزراعة، تنبع أساساً من محدودية الموارد المائية والتغيرات المناخية المتسارعة. تمتلك البلاد وفرة من الأراضي الصالحة للزراعة، إلا أن نقص المياه يعوق الاستفادة الكاملة من هذه الموارد الطبيعية ويهدد الإنتاج الزراعي المحلي .(El-tantawi, 2015) مع تزايد عدد السكان والاعتماد المتزايد على الواردات الغذائية، أصبحت مسألة الأمن الغذائي أكثر إلحاحاً، مما يتطلب الابتكار وتبني تقنيات زراعية جديدة قادرة على مواجهة هذه التحديات البيئية والاقتصادية.

بالإضافة إلى ذلك، تفتقر الجهات المعنية في ليبيا إلى السياسات الكافية والبنية التحتية اللازمة لدعم التحول نحو نظم زراعية أكثر استدامة، مثل الزراعة المائية. تنجم هذه الفجوة عن عوامل متعددة، تشمل نقص التمويل والمعرفة التقنية المحلية، وكذلك عدم وجود استراتيجية واضحة لتطبيق التكنولوجيا الزراعية الحديثة.(Elbagghi, 2022)

هذه التحديات تُشكل حاجزاً أمام تنفيذ الزراعة المائية، والتي تُعتبر تقنية واعدة لمضاعفة الإنتاج الغذائي باستخدام أقل قدر من الموارد الطبيعية. تعاني ليبيا أيضاً من نقص التجارب الناجحة في هذا المجال، مما يؤثر على ثقة المزارعين المحليين وقدرتهم على تبني هذه الأساليب الزراعية الجديدة.(Allafi, 2014)

تسعى هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل هذه التحديات بشكل دقيق، كما تهدف إلى اقتراح حلول عملية وتوصيات يمكن أن تسهم في تيسير عملية اعتماد الزراعة المائية في ليبيا. وهذا يشمل دراسة الجوانب الاقتصادية والتقنية والاجتماعية التي تعيق توسع هذا النمط الزراعي وتحديد أفضل الممارسات للتغلب على هذه العقبات.

فرضيات الدراسة

1. الفرضية الأولى: القدرة على تحسين الأمن الغذائي
   - تطبيق تقنيات الزراعة المائية في ليبيا يمكن أن يؤدي إلى تحسين الأمن الغذائي الوطني من خلال زيادة الإنتاج المحلي للمحاصيل الزراعية الأساسية.
2. الفرضية الثانية: كفاءة استخدام الموارد المائية
   - الزراعة المائية ستسهم في تعزيز كفاءة استخدام المياه مقارنة بالزراعة التقليدية، مما يساهم في الحفاظ على الموارد المائية الشحيحة في البلاد.
3. الفرضية الثالثة: التحديات التقنية والاقتصادية
   - من المتوقع أن تواجه محاولات تبني الزراعة المائية في ليبيا تحديات تتعلق بالنقص في المهارات التقنية والموارد المالية الضرورية، مما قد يعيق انتشارها الواسع.
4. الفرضية الرابعة: قبول التقنية من قبل المزارعين

- هناك احتمالية لمواجهة مقاومة من قبل المزارعين المحليين تجاه تبني الزراعة المائية، نتيجة لغياب الوعي الكافي بالفوائد المحتملة وعدم القدرة على تحمل تكاليف التحول المطلوب.

تركز هذه الفرضيات على جوانب متعددة لتبنّي الزراعة المائية، مما يمكّن من إجراء دراسة شاملة تعنى بتقييم الجوانب الإيجابية والسلبية المحتملة لهذا التوجه في السياق الليبي.

أهداف الدراسة

1. تحليل الأثر على الأمن الغذائي
   - تقييم مدى قدرة الزراعة المائية على تحسين الأمن الغذائي في ليبيا من خلال زيادة الإنتاجية الزراعية وتقليل الاعتماد على الواردات.
2. تقييم كفاءة استخدام الموارد المائية
   - تحليل فعالية نظام الزراعة المائية في تحسين كفاءة استخدام المياه مقارنةً بالزراعة التقليدية في الظروف الليبية.
3. استكشاف التحديات التقنية والاقتصادية
   - تحديد وتشخيص التحديات التقنية والاقتصادية التي قد تواجه تطبيق الزراعة المائية في ليبيا، بما في ذلك متطلبات التكنولوجيا والتمويل.
4. دراسة توجهات المزارعين ومقاومتهم لتبني التقنية
   - فهم مواقف المزارعين المحليين تجاه الزراعة المائية وتحديد العوامل التي تؤثر على قبولهم أو مقاومتهم لتبني هذه التقنية الجديدة.
5. تقديم توصيات للسياسات العامة
   - وضع توصيات مستندة إلى البحث لدعم الأطر التنظيمية والسياسات الحكومية التي يمكن أن تشجع وتُسهّل تبني الزراعة المائية على نطاق أوسع.
6. تحديد الفرص الاقتصادية والتنموية
   - استكشاف الفرص الاقتصادية والتنموية الناتجة عن تبني الزراعة المائية، بما في ذلك إمكانيات خلق فرص عمل جديدة ودعم الاستدامة الاقتصادية في القطاع الزراعي.

تعمل هذه الأهداف على توجيه البحث نحو تحقيق فهم عميق وعملي لكيفية تطبيق الزراعة المائية في ليبيا وتأثيراتها المتوقعة على مختلف الأصعدة.

أهمية الدراسة

تعد دراسة الزراعة المائية في ليبيا ذات أهمية كبيرة لعدة أسباب ترتبط بالتحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية الراهنة التي تواجه البلاد:

1. تعزيز الأمن الغذائي
   - تلعب الزراعة المائية دوراً محوريًا في تعزيز الأمن الغذائي عبر تحسين الإنتاج المحلي وتقليل الاعتماد على الواردات الغذائية، مما يسهم في زيادة الاستقلالية الغذائية لليبيا.
2. إدارة الموارد المائية
   - نظراً لندرة المياه في ليبيا، تأتي أهمية هذه الدراسة في توضيح كيف يمكن للزراعة المائية أن تكون حلاً فعّالًا لتحسين إدارة واستدامة استخدام الموارد المائية.
3. التكيف مع التغيرات المناخية
   - تقدم الزراعة المائية وسيلة للتكيف مع التغيرات المناخية وظروف الجفاف المتزايدة، مما يساعد على إرساء نظام زراعي أكثر مرونة واستدامة.
4. تطوير الاقتصاد المحلي
   - من المتوقع أن تساهم الزراعة المائية في فتح آفاق جديدة للاستثمار الزراعي وخلق فرص عمل، خاصة في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، مما يدعم تطوير الاقتصاد المحلي وتنويع مصادر الدخل.
5. نقل التكنولوجيا والمعرفة
   - تساعد الدراسة في توضيح كيفية نقل التكنولوجيا الحديثة وتطوير المعرفة بطرق الزراعة المستدامة لدى المزارعين والجهات المعنية، ومن ثم تحسين الكفاءة الزراعية.

تُساهم هذه الجوانب مجتمعة في تقديم إطار شامل للتكيف مع التحديات الزراعية القائمة في ليبيا واستغلال الفرص الممكنة لتحقيق التنمية المستدامة في القطاع الزراعي.

مفهوم الزراعة المائية وتطورها

الزراعة المائية هي نظام زراعي يعتمد على زراعة النباتات مباشرة في المياه المخلوطة بالمغذيات بدلاً من التربة التقليدية. يعود أصل هذا المفهوم إلى العصور القديمة، حيث استُخدمت تقنيات شبيهة في حدائق بابل المعلقة وزراعة الأرز في آسيا، لكنها لم تُعرف بشكلها الحديث إلا في أوائل القرن العشرين.(Jones, 2005)

تمثلت نقطة التحول الرئيسية في تطور الزراعة المائية في الدراسات التي أجريت في ثلاثينيات القرن العشرين عندما قام عالم النبات، ويليام فردريك جريكي، بإجراء تجارب واسعة النطاق أثبتت إمكانية زراعة النباتات دون تربة (Griicke, 1937).لقد دفعت هذه الجهود نحو تطوير أنظمة زراعية مبتكرة، والتي أسهمت في تحسين كفاءة الزراعة وإنتاجيتها.

مع تقدم التكنولوجيا والاهتمام المتزايد بالاستدامة، ازدادت شعبية الزراعة المائية في العقود القليلة الماضية، خاصة في المناطق الحضرية حيث توفر الأرض الزراعية محدود. وتعتبر الزراعة المائية اليوم من الأساليب المتقدمة التي تساعد في مواجهة تحديات الأمن الغذائي وندرة الموارد الطبيعية، مع زيادة في تطبيقاتها في المناطق ذات الظروف المناخية غير الملائمة للزراعة التقليدية.(Resh, 2013)

تتيح الزراعة المائية إنتاج محاصيل عالية الجودة وكميات سواء في أماكن محدودة المساحة أو في مناطق ذات تربة فقيرة، مما يجعلها خيارًا زراعيًا أساسيًا في البيئات التي تعاني من ندرة الموارد المائية ومن التغيرات المناخية. يتمثل التحدي المستقبلي في تطوير هذه التكنولوجيا وتوسيع نطاقها لتحقيق أمن غذائي مستدام في دول مثل ليبيا التي تسعى لاعتماد ممارسات زراعية أكثر كفاءة.(FAO, 2020)

الفوائد البيئية والاقتصادية للزراعة المائية

الزراعة المائية تقدم مجموعة من الفوائد البيئية والاقتصادية التي تجعلها خيارًا مستدامًا وفعّالًا للزراعة، خصوصًا في المناطق التي تعاني من شح الموارد الطبيعية والضغوط البيئية.

الفوائد البيئية

1. ترشيد استخدام المياه:
   - تعتبر الزراعة المائية من أكثر النظم الزراعية كفاءة من حيث استخدام المياه، حيث تستهلك أقل من 10% من المياه المستخدمة في الزراعة التقليدية. يتم إعادة تدوير المياه والمغذيات في الأنظمة المائية، مما يقلل من هدر المياه ويعزز الاستدامة البيئية.(Resh, 2013)
2. حماية التربة:
   - لأنها لا تعتمد على التربة، تساهم الزراعة المائية في الحد من تدهورها، بما في ذلك منع التجريف والتلوث الناتجين عن الإفراط في الزراعة واستخدام المواد الكيميائية الزراعية. هذا يحمي النظام البيئي المحيط ويساعد في الحفاظ على خصوبة الأراضي الزراعية التقليدية.
3. تقليل استخدام المواد الكيميائية:
   - في الزراعة المائية، يتم التحكم بدقة في العناصر الغذائية المقدمة للنباتات، مما يقلل الحاجة إلى استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية التي يمكن أن تلوث البيئة الطبيعية وتؤثر سلبًا على صحة النظم الإيكولوجية (Jones, 2005).
4. تقليل انبعاثات الكربون:
   - من خلال إنتاج المحاصيل في مواقع أقرب للمستهلكين النهائيين، تقل الحاجة لنقل الأغذية لمسافات طويلة، مما يسهم في خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن قطاع النقل.

الفوائد الاقتصادية

1. زيادة الإنتاجية:
   - توفر الزراعة المائية بيئة مثالية لنمو النباتات، مما يؤدي إلى زيادة سرعة نمو المحاصيل وإنتاجية أعلى مقارنة بالزراعة التقليدية. هذا يمكن أن يترجم إلى عوائد اقتصادية أعلى للمزارعين (Savvas & Gruda, 2018).
2. تنوع المحاصيل:
   - تتيح هذه الأنظمة الزراعية إمكانية زراعة مجموعة متنوعة من المحاصيل على مدار السنة، مما يسمح للمزارعين بالتكيف مع تغيرات السوق والطلب، وبالتالي تحسين الأرباح.
3. تحسين كفاءة الموارد:
   - استخدام الموارد بكفاءة أعلى يقلل من كلفة الإنتاج ومنها المياه والأسمدة، مما يجعل الزراعة المائية خيارًا اقتصاديًا جذابًا. يمكن للمزارعين الاستفادة من التوفير في تكاليف التشغيل لزيادة هوامش الربح.
4. خلق فرص عمل جديدة:

- يساعد التوسع في استخدام الزراعة المائية على تطوير قطاعات جديدة وفنية في السوق، مما يتيح فرصاً للتوظيف في مجالات التكنولوجيا والهندسة الزراعية، والتسويق الزراعي، وإدارة الأنظمة المستدامة.

تجمع الزراعة المائية بين الفوائد البيئية المتمثلة في حماية الموارد الطبيعية وتقليل الأثر البيئي للزراعة، والفوائد الاقتصادية التي تشمل زيادة الإنتاج والكفاءة وخلق فرص عمل. تشكل هذه الفوائد دافعاً قوياً لاعتماد هذه التقنية في سياقات البلدان التي تسعى لتحقيق التنمية المستدامة والأمن الغذائي، مثل ليبيا التي يمكن أن تستفيد بشكل كبير من هذه التحولات الزراعية المبتكرة.

التقنيات والأنظمة المختلفة في الزراعة المائية

تلعب التقنيات والأنظمة المستخدمة في الزراعة المائية دورًا حاسمًا في تحسين كفاءة الإنتاج وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية. تتنوع هذه التقنيات لتلبي احتياجات زراعية مختلفة وتستفيد من التقدم التكنولوجي لتوفير حلول متنوعة. فيما يلي بعض التقنيات والأنظمة الأكثر شيوعًا في الزراعة المائية:

1. **نظام تدفق الفيلم المغذي (NFT)**

هذا النظام يعتمد على تدفق رقيق من الماء المغذي حول جذور النباتات داخل قناة مائلة، مما يسمح بامتصاص العناصر الغذائية بشكل فعال مع توفير تهوية جيدة (Resh, 2013). يُستخدم هذا النظام بشكل واسع لزراعة الأوراق الخضراء، مثل الخس والسبانخ، بسبب كفاءته العالية في استخدام المياه والمغذيات.

2. **نظام الوسيط الزراعي (Aggregate Culture)**

في هذا النظام، تُزرع النباتات في وسط زراعي مثل الرمل أو الحصى أو البيرلايت بدلاً من التربة، حيث يُغمر الوسط بالمحلول المغذي بشكل دوري (Jones, 2005). يعدّ هذا النظام ملائمًا للعديد من أنواع المحاصيل ويمكن تعديل الوسط لجعل البيئة أكثر ملاءمة للنباتات المستهدفة.

3. **الزراعة بالأحواض الثابتة (Deep Water Culture - DWC)**

تُعتبر هذه التقنية من أبسط أنظمة الزراعة المائية، حيث يتم فيها تعليق جذور النباتات مباشرة في حوض من المياه الغنية بالمغذيات. يتسم هذا النظام بقدرته على دعم نمو سريع للنباتات، لا سيما الخضروات الورقية، بفضل التوزيع المستمر للمغذيات والأكسجين (Rakocy et al., 2006).

4. **نظام الأيروبونيك (Aeroponics)**

في هذا النظام، يتم رش جذور النباتات بالمغذيات في شكل ضباب خفيف. يعتبر الأيروبونيك نظاماً متطوراً جداً، حيث يتيح أقصى درجات الكفاءة في استخدام المياه والمغذيات ويؤدي إلى نمو سريع وصحي للنبات (Stoner, 2014). يتطلب هذا النظام استثمارًا تقنيًا عاليًا ودقة في إدارة البيئة الزراعية.

5. **الزراعة العمودية**

تعتمد الزراعة العمودية على استخدام الهياكل الرأسية لتكثيف الإنتاج في مساحات صغيرة، مما يجعلها مثالية للبيئات الحضرية. يمكن استخدام مجموعة متنوعة من الأنظمة المائية، مثل NFT والـ DWC، في الزراعة العمودية، مما يزيد من كفاءة استخدام المساحة والموارد (Despommier, 2010).

تمثل هذه الأنظمة والتقنيات حلولاً مبتكرة لمواجهة التحديات الزراعية في البيئات المعقدة والتي تعاني من نقص الموارد. تسهم مثل هذه الأنظمة في تحسين نوعية وكفاءة الإنتاج الزراعي، وتتيح فرصًا واسعة لتطبيقها في مختلف البيئات، بما في ذلك المناطق الحضرية والجافة مثل ليبيا. إن فهم هذه التقنيات واختيار الأنسب منها لكل سياق يمكن أن يدفع نحو تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

تحديات الزراعة المائية

بالرغم من الفوائد العديدة للزراعة المائية، فإن تطبيقها يواجه مجموعة من التحديات التقنية والاجتماعية والاقتصادية التي يجب معالجتها لضمان نجاحها واستدامتها، خاصة في سياقات مثل ليبيا.

التحديات التقنية

1. المعرفة والخبرة التقنية:
   - يتطلب تشغيل أنظمة الزراعة المائية معرفة تقنية متقدمة وخبرة لإدارة نمو النباتات وضبط المحاليل المغذية بدقة. فقدان هذه الخبرة يمكن أن يؤدي إلى فشل المشاريع.
2. البنية التحتية والتقنيات المتقدمة:
   - تحتاج الزراعة المائية إلى بنية تحتية مكلفة، بما في ذلك الأنظمة الإلكترونية وأنظمة الإضاءة والتحكم بالمناخ، مما قد يعيق تبنيها في المناطق التي تفتقر إلى هذه الموارد أو التكنولوجيا.(Resh, 2013)
3. التكيف البيئي:

- التكيف مع الظروف المناخية المحلية يمثل تحديًا، حيث تحتاج الأنظمة إلى تكييف دقيق للتعامل مع اختلافات درجات الحرارة والرطوبة والإضاءة، وهو ما قد يتطلب تعديلات مستمرة(Kratky, 2009) .

التحديات الاجتماعية

1. الوعي وقبول المجتمع المحلي:
   - قد يواجه تبني الزراعة المائية مقاومة من قبل المجتمع المحلي نتيجة لنقص الوعي بفوائدها وبالتحولات المطلوبة لتبني هذه الأنظمة، مما يستدعي جهداً لرفع مستوى الوعي والتعليم حول الزراعة المستدامة.
2. تغيير عادات الزراعة التقليدية:
   - يعتاد معظم المزارعين على الأنماط التقليدية للزراعة، وقد يترددون في تغيير ممارساتهم نحو أنظمة جديدة مثل الزراعة المائية.

التحديات الاقتصادية

1. التكاليف الأولية العالية:
   - تتطلب الزراعة المائية استثمارات كبيرة في البداية لتأسيس الأنظمة وشراء المعدات اللازمة، مما قد يكون عقبة أمام المزارعين الصغار أو المبتدئين.(Jensen, 1999)
2. الجدوى الاقتصادية:
   - تحقيق ربحية كافية لتغطية النفقات التشغيلية وضمان استدامة المشروع، خصوصًا في الأسواق ذات الأوضاع الاقتصادية غير المستقرة. يعتمد ذلك على القدرة على الوصول إلى الأسواق وكفاءة أنظمة التوزيع.
3. الدعم المالي والتنظيمي:
   - يحتاج تبني الزراعة المائية إلى دعم حكومي أو مالي من البنوك والمؤسسات، بالإضافة إلى أطر تنظيمية مشجعة وإصلاحات سياسية لدعم المزارعين في تبني هذه التقنية.

تشكل هذه التحديات عائقًا أمام انتشار الزراعة المائية لكنها ليست مستحيلة التجاوز. التعاون بين الجهات الحكومية والقطاع الخاص والمؤسسات التعليمية يمكن أن يسهم في التغلب على هذه العقبات من خلال توفير التدريب، وتطوير البنية التحتية، وتقديم الدعم المالي. تعتبر معالجة هذه التحديات خطوة هامة نحو تبني الزراعة المائية كحل مستدام للأمن الغذائي والتنمية البيئية والاقتصادية.

تجارب عالمية في مجال الزراعة المائية

تشير العديد من التجارب والدراسات العالمية إلى نجاحات ملموسة في تطبيق التقنيات المتقدمة للزراعة المائية، مما يوفر دروساً قيمة يمكن الاستفادة منها في أماكن أخرى، مثل ليبيا.

سنغافورة: الزراعة العمودية في المناطق الحضرية

في سنغافورة، وهي دولة تشهد نقصًا حادًا في الأراضي الصالحة للزراعة، تمثل الزراعة العمودية حلاً مبتكرًا لاستدامة الأمن الغذائي. مؤسسة "Sky Greens" هي إحدى الشركات الرائدة في هذا المجال، حيث ابتكرت أبراج زراعة عمودية دوارة تُدار بالكهرباء المنتجة بواسطة الطاقة الشمسية والمياه المعاد تدويرها. هذه الأبراج تجعل من الممكن زراعة عدد كبير من النباتات في مساحة صغيرة جداً. يتيح هذا النظام إنتاجًا مستدامًا للخضروات الورقية على مدار السنة، مما يقلل من الحاجة إلى استيراد المنتجات الزراعية ويقلل البصمة الكربونية المرتبطة بنقل الأغذية.(Despommier, 2010)

الولايات المتحدة: مزارع الأكوابونيك في المناطق الداخلية

أثبتت مزرعة "Growing Power" في ميلووكي، ويسكونسن، كيف يمكن استخدام نظام أكوابونيك في إنتاج متكامل للغذاء. في هذا النظام، تُستخدم مخلفات الأسماك كسماد غني بالمغذيات للنباتات، في حين تعمل النباتات على تنقية المياه للأسماك. لذلك، يُعتبر هذا النظام مغلقًا ويعزز الإنتاج المستدام لكل من الخضروات والأسماك. تتميز المزارع التي تعتمد على الأكوابونيك بقدرتها على تقديم حلول زراعية موفرة للمياه والطاقة، مع استغلال المساحات المتاحة في البيئات الحضرية (بورغدة & نور الهدى، 2018).

هولندا: تقنيات متقدمة في البيوت الزجاجية

تعرف هولندا بتطبيق الزراعة المائية على نطاق واسع في البيوت الزجاجية، الأمر الذي مكّنها من أن تصبح واحدة من أكبر مصدري المنتجات الزراعية في العالم. تعتمد هذه المزارع على أنظمة متكاملة للتحكم في المناخ الزراعي، بما في ذلك أنظمة التحكم في الإضاءة ودرجة الحرارة والرطوبة، والتي تساهم في تحسين كفاءة الإنتاج. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم المزارع تقنيات إعادة تدوير المياه والمغذيات لزيادة الاستدامة وتقليل الأثر البيئي. هذه الابتكارات سمحت لهولندا بتحقيق معدلات إنتاجية عالية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية(Sonneveld & Voogt, 2009)

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
sjst.scst.edu.ly

تمثل هذه التجارب الناجحة دليلاً على كيف يمكن للزراعة المائية أن تشكل رافدًا قويًا لتحقيق الاستدامة الغذائية والبيئية، وتوفر حلولاً مبتكرة لمواجهة التحديات الزراعية المختلفة، سواء كانت ناجمة عن نقص الأراضي الصالحة للزراعة أو الحاجة الماسة إلى تقليل استهلاك الموارد. يمكن أن تكون هذه التجارب نموذجًا يُحتذى به في العديد من الدول، بما في ذلك تلك التي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مثل ليبيا.

الدروس المستفادة

التكامل التكنولوجي والبيئي:

- توضح هذه التجارب أهمية دمج التقنيات الحديثة مع الاعتبارات البيئية لتحسين كفاءة الإنتاج وتقليل الأثر البيئي. استخدام أنظمة مبتكرة مثل الأكوابونيك والزراعة العمودية يبرهن على مرونتها وفعاليتها في سياقات متنوعة.

القدرة على التكيف والابتكار:

- تقدم التجارب العالمية دليلاً على أن التكيف مع الظروف المحلية والابتكار في تصميم الأنظمة يمكن أن يؤدي إلى نجاحات كبيرة حتى في البيئات غير التقليدية للزراعة.

أهمية الدعم المؤسسي والتنظيمي:

- توفر دعم حكومي قوي وتسهيلات تنظيمية يسهّل الاستثمار في الزراعة المائية وتبنيها على نطاق واسع. تجارب الدول الناجحة تبيّن أن تيسير القوانين وتوفير حوافز للمزارعين يمكن أن يشجع الانتقال نحو الزراعة المستدامة.

الوضع الزراعي الراهن في ليبيا

يمثل القطاع الزراعي في ليبيا جزءًا مهمًا من النشاط الاقتصادي، لكنه يواجه تحديات كبيرة بسبب الاعتماد على الزراعة المطرية والأنظمة الريفية التقليدية غير المستدامة. هذا يجعله عرضة للتقلبات المناخية وتدهور الموارد الطبيعية (FAO, 2020). قلّة الأراضي الصالحة للزراعة والتصحّر تعدّ من المشكلات البيئية الحرجة، إضافةً إلى انخفاض خصوبة التربة نتيجة الممارسات الزراعية التقليدية المتدهورة (صالح & خليل،2020). علاوة على ذلك، أدّت الاضطرابات السياسية إلى تراجع الاستثمار في البنية التحتية الزراعية، مما أثر سلبًا على كفاءة توزيع المياه والمعدات الزراعية، وبالتالي انخفضت الإنتاجية وازداد الاعتماد على الاستيراد الغذائي(Irhiam, 2023) .

تأثير العوامل المناخية والموارد المائية على إمكانيات تطبيق الزراعة المائية

تعاني غالبية مناطق ليبيا من مناخ صحراوي جاف يتميز بارتفاع درجات الحرارة ونقص هطول الأمطار، مما يعزز من أهمية الزراعة المائية كخيار استراتيجي .(Hohenthal, et al., 2017) النقاط التالية توضح كيفية تأثير العوامل المناخية والموارد المائية على إمكانيات تطبيق هذه التقنية:

1. **الموارد المائية المحدودة:**

- تعتمد ليبيا على المياه الجوفية التي تتعرض للاستنزاف نتيجة الاستخدام غير المستدام في الري التقليدي. يمكن للزراعة المائية تحسين كفاءة استخدام الماء من خلال الأنظمة المغلقة التي تعيد تدوير المياه وتقليل الفاقد (Grewal et al., 2011).

2. **التكيف مع المناخ الحار:**

- تتميز أنظمة الزراعة المائية بالقدرة على العمل بفعالية داخل البيوت المحمية، حيث يمكن التحكم في درجات الحرارة وظروف المناخ، مما يتيح إنتاجًا مستقرًا طوال العام.(Resh, 2013)

3. **التحديات المناخية:**

- الارتفاع في درجات الحرارة ونوبات الجفاف المتكررة يمثلان تحديًا كبيرًا للزراعة التقليدية، بينما تقدم الزراعة المائية حلاً من خلال توفير بيئات زراعية محكومة ومحمية من الظروف المناخية المتقلبة (Anderson & Helms, 2019).

تمتلك ليبيا إمكانيات كبيرة لتبني الزراعة المائية كجزء من استراتيجيتها لتحسين الأمن الغذائي والاستدامة البيئية. ورغم التحديات المرتبطة بالموارد المائية والمناخ، فإن هذه التقنيات تقدم حلولًا فعالة ومبتكرة لتحسين الإنتاج الزراعي، شريطة معالجة المعوقات الاقتصادية والتقنية.

الإطار التنظيمي والسياسي لدعم الزراعة المائية

يُعد الإطار التنظيمي والسياسي مهمًا لتطوير ودعم الزراعة المائية، حيث يساعد في توفير بيئة مناسبة للنمو والاستثمار في هذا القطاع. الزراعة المائية، نظرًا لاعتمادها على التكنولوجيا وإدارة الموارد، تتطلب سياسات تدعم الابتكار وتضمن الاستدامة.

أبرز عناصر الإطار التنظيمي

التشريعات الشاملة:

- تطوير قوانين زراعية حديثة تشمل نظم الزراعة المائية، تضمن حقوق المزارعين وتحفز الاستثمار في هذا المجال. تحتاج هذه التشريعات إلى مراجعة دورية للتكيف مع المستجدات التقنية والعلمية (FAO, 2020).

2. **الدعم الحكومي:**
- تقديم حوافز مالية، مثل القروض المدعومة والإعفاءات الضريبية، للمستثمرين في الزراعة المائية. هذه الحوافز تشجع على تبني التكنولوجيات الحديثة وتساهم في تخفيف المخاطر المالية المرتبطة بالاستثمارات الجديدة.(Delgado,et.al, 2019)

3. **البنية التحتية والتقنيات:**
- دعم تطوير البنية التحتية الأساسية، كالطاقة والمياه والاتصالات، لضمان تشغيل فعّال لأنظمة الزراعة المائية. كما يمكن للحكومات المساهمة في تمويل وتسهيل الحصول على تقنيات الإنتاج الحديثة (Grewal et al., 2011).

التأثير السياسي

1. **التعاون بين القطاعين العام والخاص:**
- تعزيز الشراكات بين الحكومة والقطاع الخاص لضمان نقل المعرفة والتكنولوجيا بشكل فعال. يمكن لهذه الشراكات أن تساهم في بناء مراكز بحثية وتدريبية بهدف تطوير القدرات المحلية في مجال الزراعة المائية.(Anderson & Helms, 2019)

2. **السياسات البيئية:**
- وضع سياسات تحث على الاستخدام الكفء للموارد، وتضمن عدم تأثير الزراعة المائية بشكل سلبي على البيئة المحلية. تهدف هذه السياسات إلى حماية التنوع البيولوجي وضمان استدامة الاستخدام للموارد المائية.(Tropp& Jagerskog, 2006)

3. **التخطيط الاستراتيجي والتنمية الريفية:**
- دمج الزراعة المائية ضمن استراتيجيات التنمية الزراعية الوطنية والخطط الريفية، مما يساهم في تعزيز الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المستدامة، خاصة في المناطق التي تعاني من ندرة الموارد المائية والزراعية التقليدية.(Friedrich & Pecci, 2020)

إن إنشاء إطار تنظيمي وسياسي داعم للزراعة المائية يساهم في تحويل هذا القطاع إلى مكون أساسي في استراتيجيات الأمن الغذائي والتنمية المستدامة. كما تمثل هذه السياسات عناصر رئيسية لتعزيز الابتكار والاستثمار في القطاع، بجانب حماية الموارد الطبيعية والتأكد من استخدامها بشكل مستدام.

الدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة زيادة كبيرة في الاهتمام بدراسة أنظمة الزراعة بدون تربة والزراعة المائية، وذلك استجابة للحاجة الملحة إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد وتحقيق الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية والبيئية المستمرة. وقد ناقش المسيلماني وآخرون (2023) الزراعة المائية كنظام متقدم يوفر حلولاً فعّالة لإنتاج الغذاء في البيئات القاسية، حيث أبرزت الدراسة الفوائد البيئية لهذه التقنية، مثل تقليل استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية والمحافظة على جودة التربة. في السياق ذاته، قام عبود زرقين والحمزة (2016) بتحليل التطورات في التنمية الزراعية المستدامة في الوطن العربي، مشيرين إلى أهمية اعتماد تقنيات غير تقليدية مثل الزراعة المائية لمواجهة التحديات المناخية والاقتصادية، مع التأكيد على ضرورة تعزيز السياسات والاستثمارات البحثية لدعم هذا القطاع.

وفي مصر، سلطت دراسة نعيم ومحمد (2021) الضوء على الإمكانات الكبيرة لتطبيق الزراعة المائية كوسيلة لتحسين الإنتاج الزراعي في ظل القيود المفروضة على استخدام الأراضي، مفيدة بأن هذه التقنية من شأنها أن تعزز الإمدادات الغذائية باستخدام الزراعة الرأسية والتقنيات الحديثة، مما يسمح بزراعة المحاصيل بكثافة أكبر مع الحفاظ على الموارد الطبيعية. وبالنسبة إلى علي عمران الزرقة، فقد ركز في دراسة أجراها (2024) على العقبات التي تواجه التنمية الزراعية المستدامة في بلدية سرت، مسلطًا الضوء على الحواجز الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي تعيق تبني الممارسات الزراعية الحديثة مثل الزراعة المائية، واقترح حلولًا تدعو لتكامل الجهود الحكومية والمبادرات المحلية لتحفيز قبول هذه التقنيات.

علاوة على ذلك، اهتمت دراسة عطية وآخرون (2017) بالجدوى الاقتصادية لأنظمة الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر، حيث وجد الباحثون أن هذه الأنظمة توفر المياه والأسمدة وتزيد من الإنتاجية، مما يعزز فرص الاستثمار فيها. وفي الدراسة التي أجراها سعد عبد الواحد محمود ونسرين جمعة جاسم (2018)، تناول الباحثون تأثير تقنيات الزراعة بدون تربة على نمو وإنتاجية الخس، حيث أظهرت النتائج أن هذه التقنيات تعزز من كفاءة استخدام الموارد وتحسن جودة المحصول. كما

ركزت عيد وحسن (2023) على تأثير أنواع الأوساط الزراعية وتركيز المحاليل المغذية على نمو أبصال النرجس، مستنتجين أن الاختيار الجيد للوسط وتركيز المغذيات يؤثر بشكل كبير على معدل النمو والجودة العامة للنباتات في الزراعة بدون تربة. من ناحية أخرى، ناقش خليفة (2021) التحديات المائية في ليبيا وضرورة اعتماد الزراعة المائية كوسيلة فعالة لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام، بينما عالج لزعر ومحمد (2023) قضايا إدارة الموارد المائية في الدول العربية، مشددين على أهمية تحسين تقنيات إدارة المياه من خلال الزراعة المائية لضمان استدامة الإنتاج الزراعي. كما تناول طالب (2013) أهمية تطبيق الأساليب العلمية الحديثة في المجال الزراعي بمحافظة نينوى، مؤكداً على أن التدريب والتعليم يساهمان بشكل فاعل في تعزيز تبني ممارسات زراعية حديثة ومستدامة.

تشكل هذه الدراسات معاً قاعدة غنية تدعم الزراعة المائية كخيار مجدٍ وفعّال لمواجهة التحديات البيئية الحالية والإسهام في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة، مما يجعلها اتجاهاً واعداً في تحقيق الأمن الغذائي وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية في مناطق مختلفة حول العالم.

المنهجية

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف إمكانيات وتحديات الزراعة المائية في ليبيا من خلال اتباع منهج نوعي، يركز على تجميع وفهم المعلومات التفصيلية حول الظاهرة المدروسة في سياقها الطبيعي. عادةً ما يُعتبر المنهج النوعي مناسباً لدراسات مثل هذه، حيث يمكنه الكشف عن التصورات المعقدة والتجارب الشخصية للفاعلين المختلفين في القطاع الزراعي.

لجمع البيانات، تم تبني أسلوب المقابلات المعمقة والمفتوحة مع مجموعة متنوعة من المشاركين، من بينهم مزارعون، وخبراء زراعيون. تم اختيار المشاركين عبر أسلوب العينة المكانية، لضمان تنوع وجهات النظر وتشمل المقابلات عوامل ثقافية وجغرافية مختلفة داخل البلاد.

بالإضافة إلى المقابلات، تم استخدام تقنيات الملاحظة الميدانية لجمع معلومات إضافية حول البيئة الحالية للأنشطة الزراعية في ليبيا. ساعد هذا النهج في توفير نظرة أعمق حول القدرات المحلية والممارسات الزراعية الفعلية والموارد المتاحة.

لتحليل البيانات النوعية المجمعة، تم الاعتماد على التحليل الموضوعي، حيث تم ترميز البيانات وتحديد الأنماط المتكررة لتسهيل فهم المواقف والمشكلات المشتركة بين المشاركين. تضمن التحليل التركيز على أهم التحديات والفرص المرتبطة بتبني الزراعة المائية، مع مراعاة العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتقنية المرتبطة بها.

البيانات

من أجل فهم شامل ودقيق للواقع الحالي لإمكانيات وتحديات الزراعة المائية في ليبيا، تم جمع البيانات باستخدام منهج نوعي يركز على المقابلات المعمقة. شملت هذه المقابلات عشرة مشاركين يمثلون جهتين مختلفتين: خمسة خبراء في مجال الزراعة وخمسة مزارعين يعتمدون على التربة التقليدية. وجاء اختيار المشاركين بعناية لضمان تمثيل متوازن للخبرات والرؤى المتنوعة حول الموضوع.

مقابلات مع خبراء الزراعة

عقدت المقابلات مع خبراء زراعيين لديهم خلفيات متنوعة في مجالات الاستدامة، واستخدام الموارد الطبيعية، والهندسة الزراعية. وتضمنت النقاط التي تمت مناقشتها مع هؤلاء الخبراء ما يلي:

1. **التقنيات والموارد المتاحة :**ناقش الخبراء الإمكانيات الحالية للتقنيات الزراعية المتاحة في ليبيا، بما في ذلك البنية التحتية والموارد اللازمة لتبني الزراعة المائية. أشار بعض الخبراء إلى محدودية المعدات المتقدمة والاحتياجات الكبيرة للاستثمار في البنية التحتية.
2. **الفوائد البيئية** :أبدى الخبراء اهتماماً كبيراً بالكفاءة المائية للزراعة المائية وكيف يمكنها المساهمة في تخفيف الضغط على الموارد المائية النادرة في ليبيا. تطرقت المناقشات إلى ضرورة استغلال هذه التقنية في ظروف المناخ الجاف.
3. **التحديات التنظيمية والسياسية** :تحدث الخبراء عن بعض العقبات السياسة التي قد تواجهها محاولات تبني الزراعة المائية على نطاق واسع. تمثل هذه العقبات في نقص الدعم الحكومي وغياب إطار تنظيمي واضح لدعم المزارعين والمستثمرين.
4. **التوعية والقبول المجتمعي** :اتفق الخبراء على أن التوعية المجتمعية والتدريب المستمر للمزارعين والجهات المعنية يمكن أن يعزز قبول الزراعة المائية كممارسة مستدامة ومستقبلية.
5. **الابتكار والتكنولوجيا** :ركز الخبراء على أهمية البحث والابتكار في تحسين تقنيات الزراعة المائية وتطوير أنظمة متكاملة تلائم الظروف المحلية، مع الإشارة إلى الحاجة لتحفيز التعاون مع المؤسسات الأكاديمية والبحثية.

Surman Journal for Science and Technology
ISSN: Online (2790-5721) - Print (2790-5713)
sjst.scst.edu.ly

مقابلات مع مزارعي التربة التقليدية

أجريت مقابلات مع خمسة مزارعين يعتمدون على أساليب الزراعة التقليدية، وركزت المقابلات على:

1. **التجارب الشخصية والتحديات القائمة** :سرد المزارعون تجاربهم اليومية مع الزراعة التقليدية، مشيرين إلى المشاكل المتعلقة بتقلبات المناخ وندرة المياه، مما يؤثر على إنتاجيتهم وإيراداتهم.
2. **الوعي بتقنيات الزراعة المائية** :أظهرت النتائج أن المعرفة حول الزراعة المائية بين المزارعين التقليديين محدودة إلى حد ما. البعض أبدى اهتمامًا بهذا النوع من الزراعة لكنه تردد في تبنيه بسبب التخوف من التكاليف الأولية وعدم اليقين حول مردوده.
3. **التقبل والتكيف** :ناقشت المقابلات مدى تقبل المزارعين لتبني تقنيات جديدة مثل الزراعة المائية. ورغم تردد البعض، كانت هناك استعدادات لدى البعض الآخر لاعتبارها كخيار تكاملي يمكن أن يعزز من كفاءة استخدام الموارد المائية.
4. **العوائق الاقتصادية واللوجستية** :بينت المقابلات وجود عوائق اقتصادية تتمثل في التكلفة الأولية المرتفعة للأنظمة الجديدة، بالإضافة إلى العوائق اللوجستية مثل نقص الخبرات الفنية والدعم اللازم لإدارة الأنظمة المائية.
5. **الحاجة للدعم والتدريب :**شدد المزارعون على أهمية وجود برامج تدريبية ودعم حكومي لتشجيع التحول نحو أساليب زراعية أكثر استدامة مثل الزراعة المائية.

تعمل هذه البيانات النوعية على تقديم زخم من المعلومات القيمة، ما يمهد الطريق لفهم التداخلات المعقدة بين التكنولوجيا والممارسات الزراعية في ليبيا. كما تسهم في تحديد الطرق التي يمكن أن يسلكها صناع القرار لتشجيع التحول نحو الزراعة المائية بوضوح ودعم فعّال.

النتائج

أسفرت الدراسة عن مجموعة من النتائج المهمة التي توضح الجوانب المتعددة للزراعة المائية في ليبيا، كما توضح التحديات والفرص التي قد تواجه هذه التقنية الزراعية الجديدة في البلاد.

1. **إمكانية تعزيز الأمن الغذائي**
   - أظهرت المقابلات أن الزراعة المائية تمتلك القدرة على تعزيز الأمن الغذائي في ليبيا من خلال تحسين إنتاجية المحاصيل في المناطق التي تعاني من قلة المياه. قدم الخبراء دراسات حالة من دول أخرى ذات شروط بيئية مشابهة حيث ساهمت الزراعة المائية في زيادة الإنتاج وتقليل الاعتماد على الواردات.
2. **كفاءة استخدام الموارد المائية**
   - اتفقت آراء الخبراء والمزارعين على أن الزراعة المائية تعتبر حلاً فعالاً لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام. أشارت البيانات إلى أن هذه التقنية يمكن أن تقلل من استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 90% مقارنةً بالزراعة التقليدية، مما يجعلها خياراً بارزاً في بلد يعاني من ندرة المياه مثل ليبيا.
3. **التحديات التقنية والاقتصادية**
   - كشفت الدراسة أن التحديات التقنية، مثل الحاجة إلى التقنية المتقدمة والتدريب، تعتبر عقبة رئيسية أمام تبني الزراعة المائية على نطاق واسع. بالإضافة، يشكل ارتفاع التكلفة الأولية لنظم الزراعة المائية تحدياً اقتصادياً خاصة للمزارعين التقليديين الذين يمتلكون موارد محدودة.
4. **التقبل الاجتماعي وتغيير المواقف**
   - أظهرت المقابلات أن هناك تبايناً في مواقف المزارعين تجاه الزراعة المائية. رغم وجود اهتمام بالاستفادة من المزايا البيئية والاقتصادية المحتملة، إلا أن القلق حيال التكاليف والإلمام المحدود بالتقنية يعوقان التبني الواسع.
5. **الحاجة إلى سياسات داعمة**
   - أكدت النتائج أن وجود سياسات حكومية داعمة وتوفير حوافز مالية وتدريبية سيكون له تأثير كبير على تسريع تبني الزراعة المائية. أشار المشاركون إلى ضرورة دعم حكومي من خلال القوانين والإعفاءات الضريبية وتوفير التمويل للمشاريع الصغيرة والمزارعين لتهيئة بيئة مواتية لتبني هذه التقنية.
6. **أهمية التوعية والتدريب**
   - لوحظت حاجة ملحة لبرامج توعية وتدريب لزيادة الإدراك والفهم لتقنيات الزراعة المائية، مما يساهم في تسهيل الانتقال وتبني هذه الممارسات بشكل أكبر بين المزارعين.

تسلط هذه النتائج الضوء على إمكانيات الزراعة المائية في تحسين الأمن الغذائي واستدامة الموارد الطبيعية في ليبيا، مع تحديد العوائق التي تحتاج إلى معالجة لتسهيل تبني هذا النهج الزراعي المبتكر على نطاق واسع. توفر الدراسة أساساً موثوقاً لتوجيه السياسات والاستراتيجيات المستقبلية في القطاع الزراعي الليبي.

الاستنتاجات

تظهر الدراسة أن الزراعة المائية تمثل فرصة واعدة لتعزيز الأمن الغذائي واستدامة الموارد في ليبيا، لكنها تواجه تحديات تتطلب استراتيجية شاملة لتذليلها. يمكن تلخيص الاستنتاجات الرئيسية كما يلي:

1. **الفعالية في إدارة الموارد المائية:**
   - أثبتت الزراعة المائية قدرتها على تحسين كفاءة استخدام المياه بشكل كبير، مما يجعلها خيارًا استراتيجيًا في ظل ندرة المياه في ليبيا. هذه التقنية تقدم بديلاً مستدامًا للزراعة التقليدية التي تستهلك كميات كبيرة من الماء.
2. **تعزيز الإنتاجية الزراعية:**
   - تُظهر الزراعة المائية إمكانيات كبيرة لزيادة الإنتاجية الزراعية في ليبيا، خاصة في المناطق محدودة المياه. مع إدخال المعرفة والتقنيات الحديثة، يمكن للمزارعين تحسين نوعية وكمية المحاصيل.
3. **التحديات التقنية والاقتصادية:**
   - تظل التحديات المتعلقة بتكلفة التكنولوجيا والمعرفة الفنية عوائق رئيسية. يحتاج المزارعون إلى دعم مالي وتقني لتبني هذه الأنظمة، حيث تعتبر التكاليف الأولية والتكنولوجيا المتقدمة من العوائق المهمة أمام التبني الواسع للزراعة المائية.
4. **التقبل المجتمعي والوعي:**
   - هناك حاجة لتغيير المواقف وزيادة الوعي بين المزارعين حول فوائد الزراعة المائية. يتطلب الأمر جهوداً متضافرة للتثقيف والتدريب لتعزيز قبول هذه التقنية الجديدة كمكمل فعّال للزراعة التقليدية.
5. **الدور الحكومي والسياسات الداعمة:**
   - يجب أن تلعب الحكومة دوراً محورياً في دفع التنمية الزراعية المائية من خلال وضع سياسات داعمة، وتشجيع البحث والابتكار، وتقديم حوافز مالية لدعم الانتقال نحو استخدام هذه التكنولوجيا. يعد تأسيس إطار سياسي وتنظيمي لتعزيز الزراعة المائية أمراً ضرورياً.
6. **ضرورة الشراكات والتعاون الدوليين:**
   - يُقترح أن تسعى ليبيا إلى إقامة شراكات مع منظمات دولية ومراكز أبحاث للاستفادة من الخبرات العالمية في مجال الزراعة المائية وتبادل المعرفة والتكنولوجيا.

شكلت هذه الاستنتاجات أساساً مهماً لصياغة توصيات سياسية واستراتيجيات تنفيذ تساعد في دعم التحول نحو أنظمة زراعية أكثر كفاءة واستدامة في ليبيا. إن تعميم الاستفادة من الزراعة المائية يمكن أن يسهم في تعزيز التنمية الريفية، وتحقيق مرونة اقتصادية وبيئية في مواجهة التحديات الحالية، مع تعزيز الأمن الغذائي في البلاد.

التوصيات

استناداً إلى نتائج الدراسة والاستنتاجات المستخلصة، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات التي تهدف إلى تعزيز تبني الزراعة المائية في ليبيا ودعم التحول نحو ممارسات زراعية مستدامة:

1. **تعزيز دعم السياسات الحكومية:**
   - يتوجب تطوير سياسات داعمة للزراعة المائية من خلال إنشاء إطار تنظيمي يشمل تقديم حوافز مالية، مثل الإعفاءات الضريبية والقروض الميسرة. ينبغي أن تركز هذه السياسات على دعم البنية التحتية الزراعية والتوسع في البحث والابتكار.
2. **تحسين التوعية والتدريب:**
   - ينبغي تنفيذ برامج توعية شاملة تستهدف المزارعين لتعزيز معرفتهم بفوائد الزراعة المائية. بالإضافة إلى ذلك، يجب إنشاء برامج تدريبية متقدمة بالتعاون مع الجامعات والمراكز البحثية لرفع مهارات المزارعين والخبراء في هذا المجال.
3. **تطوير شبكة دعم تقنية:**
   - من الضروري إنشاء مراكز دعم فني تقدم استشارات تقنية ودعم للمزارعين الذين يودون تبني الزراعة المائية. يمكن أن تشمل هذه المراكز توفير معلومات عن التكنولوجيا الجديدة، وإرشادات عن أساليب الزراعة المائية المثلى.
4. **تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص:**
   - تعزيز التعاون بين الحكومة والشركات الخاصة والمجتمع المدني لإنشاء مشاريع تجريبية ونماذج عمل تعزز من فهم واستيعاب أهمية الزراعة المائية. يشمل ذلك مبادرات مشتركة لتطوير تقنيات جديدة وتوطينها.

5. **البحث والابتكار المستمر:**
   - ينبغي أن تدعم الحكومة البحث العلمي والابتكار في مجال الزراعة المائية، من خلال تمويل المشاريع البحثية والتركيز على حلول تلائم البيئة والظروف المناخية في ليبيا.
6. **تشجيع الاستثمارات المحلية والأجنبية:**
   - يجب خلق بيئة جاذبة للاستثمار في قطاع الزراعة المائية من خلال تحسين القوانين الاستثمارية وتبسيط الإجراءات، مما يسهم في جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية لدعم مشاريع الزراعة المائية.
7. **رصد وتقييم الأداء:**
   - إنشاء آليات للرصد والتقييم المستمر لفعالية الزراعة المائية في تحسين الإنتاجية واستدامة الموارد. تساعد هذه الخطوة على تقديم بيانات دقيقة لدعم صنع القرار المستنير وتوجيه التحسينات المستقبلية.

من خلال تبني وتنفيذ هذه التوصيات بشكل فعّال، يمكن لليبيا أن تحقق نقلة نوعية في تحسين كفاءة العملية الزراعية وتعزيز أمنها الغذائي، مع ضمان استخدام مستدام للموارد الطبيعية والبيئية.

الخاتمة

تأتي هذه الدراسة في وقت محوري بالنسبة لقطاع الزراعة في ليبيا، حيث يواجه تحديات جمَّة تتعلق بندرة الموارد المائية وتزايد الاحتياجات الغذائية. إن الزراعة المائية، كبنية زراعية مبتكرة، تقدم حلاً جذرياً يمكن أن يعيد تشكيل المشهد الزراعي في البلاد بطرق مستدامة وفعالة. لقد سعت هذه الدراسة إلى فحص الإمكانيات الكبيرة للزراعة المائية وتأمل في تقديم رؤية متكاملة حول كيفية التحول إلى نظم زراعية أكثر استدامة توافقاً مع ظروف المناخ والموارد المحلية.

تسلط النتائج المستخلصة من البحث الضوء على النقاط الأساسية التي تجعل الزراعة المائية خيارًا ممكنًا وضروريًا في ليبيا. عبر تقليل استهلاك المياه بكفاءة عالية والمساهمة في زيادة الإنتاجية الزراعية، يمكن لهذه التقنية أن تعزز بشكل كبير الأمن الغذائي وتقلل من الاعتماد على الواردات الزراعية الخارجية. في هذا السياق، فإن تعزيز إمكانيات الزراعة المائية يتطلب تكاملاً بين السياسات الحكومية والدعم المادي والمعنوي للمزارعين، إضافة إلى التعاون المحلي والدولي الذي يمكن أن يُسهم في دعم هذه المبادرات.

تعكس التوصيات المقدمة في الدراسة ضرورة تأسيس إطار تنظيمي وبنية تحتية تزيد من فعالية تطبيق الزراعة المائية، مع التركيز على نقل التكنولوجيا وتمويل الابتكارات الموجهة للزراعة المستدامة. كما أن التوعية والتدريب المستمر للمزارعين والخبراء الزراعيين يعدان ضروريان لضمان التحول السلس والفعّال نحو الزراعة المائية.

إن التحديات المتعلقة بالموارد المالية والتقنية التي قد تواجه تنفيذ الزراعة المائية لا يمكن إغفالها، ومع ذلك، فإن الإرادة السياسية واستراتيجيات الاستثمار الذكية يمكن أن تذلل هذه العقبات. تظل الحاجة ماسة لتفعيل منظومة دعم تشمل جميع الجهات المعنية، من حكومات، ومؤسسات تعليمية، وقطاع خاص، لتبني هذا التحول الزراعي الواعد.

تأسيس التعاون بين القطاع العام والخاص يلعب دورًا جوهريًا في نجاح تبني الزراعة المائية. ويجب أن تركز جهود البحث والابتكار على تكييف هذه النظم لتلائم الظروف البيئية الفريدة لليبيا. مع الأخذ في الاعتبار الفوائد البيئية المترتبة على هذه الممارسة المستدامة، يمكن القول بأن الزراعة المائية لا توفر حلاً للأمن الغذائي فقط، بل تسهم أيضًا في حماية الموارد الطبيعية والمحافظة على التنوع البيئي.

على المدى البعيد، يمكن للزراعة المائية أن تعزز من قدرة ليبيا على مواجهة التحديات الاقتصادية والمناخية المتغيرة، مما يعزز استدامة سلاسل الإمداد الغذائي ويتيح فرصًا جديدة للنمو والتنمية في القطاع الزراعي والمجتمعات الريفية. إن الاستثمار في هذا الإطار العلمي والزراعي يُمثل خطوة مهمة نحو تحقيق رؤية ليبيا لمستقبل زراعي مزدهر ومستدام.

المراجع

1. المسيلماني، مؤيد، البلاسمه، عمار، & محمود، كامل. (2023). الزراعة المائية: دراسة مرجعية . *Mutah Journal of Natural, Applied and Health Sciences, 38*. https://doi.org/10.35682/mjnahs.v38i1.732
2. عبود زرقين، & عبد الحليم الحمزة. (2016). تطورات التنمية الزراعية المستدامة في الوطن العربي. *Dossiers de Recherches en Économie et Gestion, 5*(1), 13-48 .
3. Na-Eam، Ahmed, & El-Haysha، Mahmoud. (2021). الزراعة المائية - كطريقة غير تقليدية لتطوير الزراعة في مصر. *ResearchGate*. http://doi.org/10.13140/RG.2.2.31364.55685 .
4. علي عمران الزرقة. (2024). معوقات التنمية الزراعية المستدامة ببلدية سرت. *المجلة العلمية لكلية التربية, 3*(2), 1-16.

5. عطية، شهيرة محمد رضا إبراهيم، أحمد، & نجوي محمود. (2017). التقييم المالي لبعض أنظمة الزراعة بدون تربة لبعض محاصيل الخضر *Journal of Agricultural Economics & Social Sciences, 8*(10).
6. سعد عبد الواحد محمود، & نسرين جمعة جاسم. (2018). تأثير الزراعة بدون تربة والرش بالكاربوليزر في نمو وحاصل الخس.(1)*16 Anbar Journal of Agricultural Sciences,* .
7. عيد، غيداء محمد، & حسن، ماهر ياسين. (2023). تأثير وسط النمو وتركيز المحلول المغذي في نمو أبصال النرجس في نظام الزراعة بدون تربة .*مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية, 39*.(4)
8. خليفة، مجدي صالح. (2021). إدارة الموارد المائية في ليبيا (المتاح والتحديات المستقبلية) .*مجلة البيان العلمية*.485-493 ,(9) ,
9. أمين لزعر، & محمد. (2023). إدارة الموارد المائية وتنمية الزراعة المستدامة في الدول العربية .*المجلة المصرية للتنمية والتخطيط, 31*.(1) ,1-30
10. Altalb, Ahmed Awad Talb. (2013). مستوى تطبيق الموظفين الزراعيين في محافظة نينوى للأساليب العلمية في مجال نقل التقنيات الزراعية وعلاقته ببعض المتغيرات *Journal of Kerbala for* . *Agricultural Sciences, 1*, 40-54. https://doi.org/10.59658/jkas.v1i1.333
11. Wanas, Ahmed. (2018). الزراعة اللا أرضية وتطبيقاتها "الزراعة المائية - الزراعة في بدائل التربة – الزراعة التكاملية للأسماك مع الخضروات – إنتاج الأعلاف الخضراء بدون تربة – زراعة الأسطح."
12. بورغدة، نور الهدى. (2018). دور الكفاءة الاستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي: حالة الجزائر (رسالة دكتوراه).
13. Kemmiti, Affaf, & Boufatah, Freiha. (2019). دور البحوث العلمية الزراعية في تعزيز الأمن الغذائي – دراسة حالة دول شمال إفريقيا .عدد *خاص*.36-21 , 15,
14. Omar, Jadalla. (2019). متطلبات الإصحاح البيئي للمساهمة في تنمية الزراعة الحضرية وشبه الحضرية
15. الكعبي، مرتضى. (2024). استعمالات الأرض الحضرية بين النظرية والتطبيق.
16. Elbagghi, Elham. (2022). الصعوبات والتحديات التي تواجه القطاع الزراعي في ليبيا .*مجلة الدراسات الزراعية*.11 ,28 ,
17. صالح علي الصادق، & خليل ابراهيم السامرائي. (2020). تأمين الغذاء في ليبيا، المفاهيم والتحديات والاستراتيجيات .*المجلة الليبية للعلوم الزراعية, 25*.(3)

المراجع الأجنبية

18. Allafi, K. A. M. (2014). *The impact of changing agricultural policies on Libyan agricultural performance*. Sheffield Hallam University (United Kingdom).
19. Anderson, M., & Helms, B. (2019). *Controlled Environment Agriculture: Models for Innovation*. Springer.
20. Delgado, C., Brooks, K., Derlagen, C., Haggblade, S., & Lawyer, K. (2019). *Use of Evidence to Inform Agricultural Policy Decisions: What have We Learned from Experience in Africa?* World Bank.
21. Despommier, D. (2010). *The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*. Thomas Dunne Books.
22. El-tantawi, A. M. (2015). *Water scarcity conditions in Libya: Opportunities and challenges*. International Journal of Environmental Studies, 72(5), 815-823.
23. FAO. (2018). *Climate change and agriculture in North Africa*. Food and Agriculture Organization.
24. FAO. (2020). *Food and Agriculture Organization: Global Perspectives on Agricultural Policy*. Retrieved from http://www.fao.org
25. Friedrich, R., & Pecci, F. J. (2020). *Libya: unforeseen complexities*. In Research Handbook on Post-Conflict State Building (pp. 430-452). Edward Elgar Publishing.

26. Grewal, H. S., Maheshwari, B., & Parks, S. E. (2011). *Water and nutrient use efficiency of a low-cost hydroponic greenhouse for a cucumber crop: An Australian case study*. Agricultural Water Management, 98(6), 841-846.
27. Griicke, W. F. (1937). *Crop production without soil*. University of California.
28. Hohenthal, J., & Minoia, P. (2017). *Social aspects of water scarcity and drought*. In Handbook of drought and water scarcity (pp. 607-625). CRC press.
29. Irhiam, H., Schaeffer, M., & Watanabe, K. (Eds.). (2023). *The Long Road to Inclusive Institutions in Libya: A Sourcebook of Challenges and Needs*. World Bank Publications.
30. Jensen, M. H. (1999). *Hydroponics Worldwide: A Technical Overview*. International Symposium on Growing Media and Hydroponics, 481, 719-730.
31. Jones, J. B. (2005). *Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower*. CRC Press.
32. Kratky, B. A. (2009). *Three Non-circulating Hydroponic Methods for Growing Lettuce*. University of Hawaii.
33. Rakocy, J. E. (2012). *Aquaponics—integrating fish and plant culture*. Aquaculture production systems, 344-386.
34. Resh, H. M. (2013). *Hydroponics for the home grower*. CRC Press.
35. Savvas, D., & Gruda, N. (2018). *Application of soilless culture technologies in the Mediterranean region*. European Journal of Horticultural Science, 83(5), 280-291.
36. Sonneveld, C., & Voogt, W. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer.
37. Stoner, R. J. (2014). *Aeroponic Plant Growth System*. U.S. Patent No. 8,689,171.
38. Tropp, H., & Jagerskog, A. (2006). *Water scarcity challenges in the Middle East and North Africa (MENA)*. Human development report, 1-26.