مجلة البحوث التطبيقية في العلوم والإنسانيات

عنوان مشروع التخرج

(ادارة المياه في الزراعة الذكية : دراسة حول اساليب ادارة المياه باستخدام التكنولوجيا الحديثة و تأثير ذلك على استدامة الموارد المائية و الزراعة بالتطبيق على مدرسة النقراشي الثانوية بنين)

اسماء الباحثين :

عبد الرحمن مُحَمَّد اسعد

علي صابر علي سليمان

فتحي هشام فتحي

كريم مُحَمَّد فتحي خليل

كريم مُحَمَّد عبدالله

مازن سيد بدر

المشرف على المشروع:

هويدا توفيق أحمد (أستاذ مساعد الجغرافيا الطبيعية تخصص الجيومورفولوجيا)

جامعة عين شمس، كلية التربية، برنامج الليسانس في الآداب والتربية (الإعدادي والثانوي) تخصص الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

المستخلص

تشكل إدارة المياه والزراعة الذكية حلًا جوهريًا لمواجهة التحديات المتزايدة مثل ندرة المياه، وتغير المناخ، وازدياد الطلب على الموارد الطبيعية. ويعتمد هذا التوجه الحديث على دمج التكنولوجيا في العمليات الزراعية، من خلال استخدام تقنيات متطورة مثل الذكاء الاصطناعي، والاستشعار عن بعد، بهدف تحسين كفاءة الري، وزيادة الإنتاجية، وتقليل الهدر، وتعزيز القدرة على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة.

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على مفهوم الزراعة الذكية، واستعراض مكوناتها الرئيسية، وتوضيح دورها في تحقيق التوازن بين الاحتياجات الزراعية والحفاظ على الموارد المائية. كما يتناول البحث تقييم تأثير هذه التقنيات، مثل أنظمة الاستشعار والطائرات بدون طيار، في رصد حالة المحاصيل والظروف البيئية، إلى جانب رصد التحديات التي تواجه تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في مصر، خاصة في مجال إدارة المياه.

وقد تم إجراء استبيان ميداني داخل مدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية لقياس وعي الطلاب والمعلمين بأهمية الزراعة الذكية والإدارة المستدامة للمياه، وتقييم جدوى تطبيق هذه التقنيات في البيئة التعليمية. وقد أظهرت النتائج إمكانية استخدام أنظمة الري الذكي والتوسع في المساحات الخضراء، وارتفاع مستوى الوعي البيئي لدى الطلاب، وتشجيعهم على تبني ممارسات مستدامة، كما تم عمل لعبة الكترونية كنموذج محاكاة لتحفيز السلوك الايجابي نحو الزراعة الذكية وادارة المياه بهدف جعل الموضوع أكثر جذبًا للطلاب. ومن أبرز النتائج التي توصل إليها البحث : زيادة الإنتاج الزراعي، تقليل الهدر، تحسين كفاءة استخدام المياه، رفع الوعي البيئي، وإمكانية تعميم التجربة على نطاق أوسع داخل المجتمع.

الكلمات المفتاحية :

الزراعة الذكية– الزراعة الرقمية– التنمية المستدامة

مقدمة

اصبحت إدارة المياه في ظل التحديات المتزايدة المرتبطة بمحدودية الموارد المائية وتأثير التغيرات المناخية، في القطاع الزراعي أحد أهم الأولويات لضمان الأمن الغذائي والاستدامة البيئية. وتأتي الزراعة الذكية كأداة استراتيجية تعيد تشكيل طرق استهلاك المياه، من خلال توظيف تقنيات حديثة مثل أنظمة الري الذكي، وأجهزة الاستشعار، وتحليل البيانات بالذكاء الاصطناعي. وتعد هذه المنهجية نقلة نوعية في تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية، من خلال توزيع المياه بدقة وفقا لاحتياجات المحاصيل والظروف المناخية. وفي مصر، التي تعاني من ضغوط مائية متفاقمة، يمثل تبني الزراعة الذكية مدخلًا حيويًا للتكيف مع الواقع المائي الصعب، وتحقيق أقصى استفادة من كل قطرة ماء، بما يرسخ مفاهيم التنمية الزراعية المستدامة ويعزز مرونة القطاع الزراعي في مواجهة الأزمات المستقبلية.

تعد الزراعة والمياه في صميم خطة التنمية المستدامة لعام 2030، واللذين يمثلهما الهدف الثاني الذي ينص على "القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي وتحسين التغذية وتعزيز الزراعة المستدامة"، والهدف السادس الذي ينص على "ضمان توافر المياه والمرافق الصحية وإدارتها المستدامة للجميع"، إذ يتكاملان معًا لضمان الأمن الغذائي من جهة، والحفاظ على هذا المورد الحيوي من جهة أخرى. وتشتمل مقاصد هذين الهدفين على مختلف جوانب الاستخدام الفعّال للمياه في النظم الزراعية، بما يحقق إنتاجًا أكثر كفاءة وأقل هدرًا.

وعلى الرغم من الجهود المبذولة، لا يزال ملايين من صغار المزارعين في العالم يواجهون تحديات تتعلق بندرة المياه وطرق الري التقليدية، وهو ما يبرز أهمية تطوير تقنيات زراعية حديثة قادرة على التكيف مع هذه التحديات .

ومن هذا المنطلق، برزت أهمية دمج مفاهيم الزراعة الذكية مناخيًا مع الإدارة المستدامة للمياه، لما لهذا التكامل من دور محوري في مواجهة تحديات الأمن الغذائي والندرة المائية. فالزراعة الذكية تعتمد على استخدام تقنيات حديثة تسهم في تحسين كفاءة الري، مثل أنظمة الري بالتنقيط وتقنيات استشعار رطوبة التربة، ما يقلل من الفاقد ويزيد من إنتاجية المحاصيل لكل قطرة ماء. كما تشجع هذه المقاربة على استخدام مياه غير تقليدية، كالمياه المعالجة ، ضمن إطار آمن ومستدام. ويعد هذا النهج نموذجًا عمليًا للتكامل بين الهدفين، إذ يحقق الاستخدام الرشيد للموارد المائية، ويعزز من مرونة الأنظمة الزراعية في مواجهة تغير المناخ.

أهداف الدراسة:

- تسليط الضوء على مفهوم الزراعة الذكية، واستعراض مكوناتها الرئيسية ودورها في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.
- دراسة كفاءة إدارة المياه في الزراعة الذكية، ومقارنتها بالزراعة التقليدية من حيث الإنتاجية والتكلفة والاستدامة.
- تقييم أثر التقنيات الحديثة (كالذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار) في تحسين الإنتاج الزراعي وترشيد الموارد.
- تحليل التحديات البيئية والمائية التي تواجه الزراعة في مصر، مثل ندرة المياه وسد النهضة، واقتراح حلول عملية لمواجهتها.
- استكشاف فرص تطبيق الزراعة الرأسية والذكية مناخيًا كبدائل مستقبلية لزيادة الإنتاج.
- تنفيذ نموذج تطبيقي للزراعة الذكية في مدرسة النقراشي الثانوية بنين لتعزيز الوعي البيئي والعملي لدى الطلاب.
- تقديم توصيات استراتيجية لدعم السياسات الزراعية والمائية، وتشجيع التعاون البحثي والمجتمعي لتحقيق الأمن الغذائي والمائي.

أهمية الدراسة:

- فهم أحدث التقنيات الزراعية وكيفية تطبيقها.
- أهمية الإدارة المستدامة للمياه في الزراعة، خاصة في ظل ندرة المياه.
- تعزيز التحول إلى الزراعة الذكية باستخدام تقنيات حديثة قليلة الاستهلاك للمياه.
- توافق الدراسة مع الهدفين الثاني والسادس من رؤية مصر 2030 الخاصين بالزراعة والمياه، وأهداف التمية المستدامة للأمم المتحدة.

مشكلة الدراسة:

أدى النمو السكاني المستمر والتغيرات المناخية التي يشهدها العالم عامة، ومصر بشكل خاص، إلى حدوث فجوة مائية نتيجة ثبات الموارد المائية المتاحة. وتشير بعض الدراسات إلى أن هذه الفجوة قد تتفاقم بحلول عام 2050 لتصل إلى مستوى العجز المائي الفعلي، مما يشكل تهديدًا مباشرًا للأمنين الغذائي والمائي في آنٍ واحد.

وفي ظل هذه التحديات، بات من الضروري تحسين كفاءة إدارة المياه، خاصة في القطاع الزراعي الذي يعد المستهلك الأكبر للمياه. ومن هنا، تبرز أهمية تبني مفاهيم الزراعة الذكية مناخيًا، التي تهدف إلى الاستخدام الرشيد للمياه من خلال تقنيات الري الحديثة، ومراقبة التربة، واستخدام المياه المعالجة عند الإمكان. وقد سعت هذه الدراسة إلى دعم هذا التوجه، لا على المستوى الإقليمي فحسب، بل أيضًا على المستوى المحلي من

خلال تنفيذ تجربة تطبيقية داخل البيئة المدرسية، بهدف رفع وعي الطلاب بأهمية الزراعة الذكية، وتعزيز قدرتهم على التعامل مع قضايا المياه بشكل علمي وعملي.

حدود الدراسة:

امتدت حدود الدراسة جغرافيًا لتشمل العالم ككل بالتطبيق محليًا علي مصر وخاصة مدرسة النقراشي الثانوية بنين، والتي تقع احداثياتها علي النحو التالي: 31°17'26"E, 30°05'39"N (شكل1)

(شكل 1) موقع مدرسة النقراشي الثانوية بنين المصدر _جوجل ايرث برو (2025

مفاهيم الدراسة:

- **الزراعة الذكية :** هي الاستفادة من الروبوتات وأجهزة الاستشعار عن بُعد وتقنيات الحاسوب والتقنيات الحديثة وغيرها من الادوات التكنولوجية في ادارة العملية الزراعية بمختلف مراحلها ، من اجل زيادة الانتاج الزراعي، وهى نتيجة من نتائج الثورة التكنولوجية الرابعة (عبير محمد ،2021،ص:27). أو بعبارة أخرى هي نظام زراعي يهدف الى تحقيق انتاجية اكبر ذات جودة عالية وغذاء صحى بتكاليف زراعية اقل مع الحفاظ على الموارد الزراعية و استخدام المياه بشكل اكثر كفاءة ،ويتم ذلك من خلال استخدام التقنيات الحديثة في جميع المراحل الزراعية مثل: الري والتسميد ومراقبة التربة و المحاصيل ومكافحة الآفات من خلال جمع البيانات الدقيقة وتحليلها.

- **الزراعة الذكية مناخيًا:** هي نهج متكامل يهدف إلى تحقيق الأمن الغذائي من خلال:
  - زيادة الإنتاجية الزراعية بشكل مستدام.
  - تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ ، والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة أو إزالتها كلما أمكن ذلك، (FAO,2017).
- **الزراعة الرقمية:** هي الزراعة التي تتم عن طريق استخدام التقنيات الحديثة في الزراعة وتحقيق التكامل بين المجالات الرقمية و الحيوية و المادية، مما يؤدى الى إدارة الموارد بشكل امثل وتحسين الانتاج الزراعي، ولكن مع الحفاظ على قدرة الارض الزراعية على اعطاء نفس المردود أي (استدامة الارض الزراعية)، وهى احد أوجه الثورة الصناعية الرابعة،(تقرير مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء ، 2023).

الدراسات السابقة:

- دراسة سليمان (2019) بعنوان "الزراعة الذكية مناخياً في مواجهة تأثير التغير المناخي على الأمن الغذائي المصري":

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير التأثيرات المتوقعة للتغير المناخي على إنتاجية واستهلاك عدد من المحاصيل الزراعية في مصر، منها: القمح، الشعير، الذرة الشامية، الذرة الرفيعة، فول الصويا، عباد الشمس، والأرز، بحلول عام 2050، وقد أوضحت أن ارتفاع درجات الحرارة وتغير نمط الأمطار سيؤديان إلى انخفاض ملحوظ في الإنتاجية وزيادة استهلاك المياه، مما يعرض الأمن الغذائي المصري للمزيد من التهديدات. كما ناقشت الدراسة أهمية تبني الزراعة الذكية مناخياً كوسيلة للتكيف مع آثار التغير المناخي، وذلك من خلال إدخال أصناف جديدة مقاومة للحرارة، وزيادة الكفاءة المائية، وتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن القطاع الزراعي.

- دراسة غصن (2008) بعنوان "الإدارة المتكاملة لموارد المياه: استدامة الموارد وحماية البيئة":

هدفت الدراسة إلى إبراز التحديات التي تواجه الموارد المائية في الوطن العربي، مثل: ندرة المياه، التلوث، ضعف الكفاءة في الاستخدام، والضغوط المتزايدة من النمو السكاني والأنشطة الزراعية والصناعية. كما تناولت الدراسة ضرورة الربط بين السياسات المائية والبيئية والزراعية لتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل الهدر.

- دراسة مصطفى (2022) بعنوان "دراسة اقتصادية لكفاءة استخدام مياه الري في جمهورية مصر العربية":

تناولت الدراسة تقييم كفاءة استخدام مياه الري على مستوى محافظات وأقاليم مصر، من خلال تحليل الكميات المستخدمة، كفاءة التوصيل، صافي العائد من وحدة المياه، والإنتاجية الزراعية، باستخدام منهجية مغلف البيانات (**DEA**).

كما أوضحت الدراسة أن أعلى صافي عائد لوحدة المياه في المحاصيل الصيفية كان لمحصول الذرة الشامية، يليه القطن، ثم الأرز. وفي العروة الشتوية، تصدر البرسيم المستديم من حيث صافي العائد، يليه القمح، ثم بنجر السكر. كما أظهرت أن محافظات الوجه البحري تستهلك أكثر من 65% من إجمالي مياه الري على مستوى الجمهورية، مع وجود تفاوت كبير في كفاءة الاستخدام بين المحافظات.

- دراسة عبد الجابر (2024) بعنوان "نموذج إحصائي للتنبؤ باحتياجات مصر من مياه الري":

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد العوامل المؤثرة في كميات مياه الري في مصر خلال الفترة من 1980 إلى 2023، من خلال استخدام نماذج إحصائية تقليدية مثل الانحدار الخطي العادي والانحدار المتدرج، إلى جانب نماذج حديثة كالانحدار بالدعم الناقل (**SVM**)، الشبكات العصبية (**ANN**)، والتعلم الآلي المتطرف (**EML**). توصلت الدراسة إلى أن أهم العوامل المؤثرة تشمل مساحة الأراضي المستصلحة، عدد السكان، الإنتاج الزراعي، ومتوسط إنتاجية الفدان، وأظهرت النتائج أن نموذج الشبكات العصبية كان الأكثر دقة في التنبؤ مقارنة ببقية النماذج المستخدمة. ومن أبرز التوصيات: ضرورة التخطيط المستقبلي لاستخدام المياه بناءً على تقديرات علمية دقيقة، وتطوير أنظمة ري ذكية تتماشى مع التغيرات المناخية والزيادة السكانية.

- دراسة القبلاوي (2011) بعنوان "اقتصاديات استخدام نوعيات مختلفة من المياه الإروائية في إنتاج المحاصيل الحقلية بمحافظة كفر الشيخ":

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل مدى كفاءة استخدام ثلاث أنواع من مياه الري (المياه العذبة، والمياه المخلوطة، ومياه الصرف الزراعي) في إنتاج أربعة محاصيل حقلية رئيسية بمحافظة كفر الشيخ: القمح، وبنجر السكر، والأرز، والقطن. واعتمدت الدراسة بيانات ميدانية لعينة من المزارعين في مركز سيدي سالم، وتم تحليل الجوانب الفنية والاقتصادية المرتبطة باستخدام كل نوع من المياه.

وتوصلت الدراسة إلى أن هناك تفاوتًا في الإنتاجية والتكاليف وفقًا لنوعية المياه المستخدمة، حيث سجلت المياه العذبة أعلى إنتاجية وأفضل عوائد اقتصادية مقارنة بالمياه المخلوطة أو مياه الصرف الزراعي. وأظهرت النتائج أهمية تحسين إدارة مياه الري، وتوجيه استخدام المياه ذات النوعية

ويتضح من الدراسات السابقة أن موضوع البحث لم يكن هدفًا أصيلا في أي دراسة.

وانطلاقًا من أهمية الزراعة الذكية وإدارة المياه المستدامة، تتناول هذه الدراسة مجموعة من المحاور الأساسية التي توضح أبعاد الموضوع وتحدياته، وفيما يلي تناولها علي النحو التالي:

أولًا : أهداف الزراعة الذكية مناخيًا وخصائصها والفرق بين الزراعة التقليدية و الزراعة الذكية:-

- تسعى الزراعة الذكية مناخيًا إلى تحقيق ثلاثة أهداف أساسية:

1. تعزيز الإنتاج الزراعي مع ضمان توزيع عادل للموارد.
2. تحسين القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة.
3. تطوير السياسات والمؤسسات الزراعية لدعم استدامة أنظمة الإنتاج، مما يُساهم في تحقيق تنمية زراعية متوازنة تتماشى مع التغيرات المناخية المستقبلية.

وقد أُطلق التحالف العالمي للزراعة الذكية مناخيًا خلال قمة الأمم المتحدة للمناخ في سبتمبر 2014، بهدف مساعدة أكثر من 25 مليون مزارع من صغار الحائزين على تبني ممارسات زراعية ذكية تتوافق مع التغيرات المناخية بحلول عام 2020.

يعمل التحالف على تعزيز الأمن الغذائي والاستدامة من خلال دعم الشراكات الفعّالة التي تُحسن الإنتاجية الزراعية، ترفع مستوى المعيشة، وتدعم النظم البيئية الزراعية. كما يهدف إلى إدماج التقنيات الزراعية المبتكرة ضمن السياسات الوطنية والدولية لضمان تكيف أكثر كفاءة مع المناخ المتغير، مع التركيز على الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية وتقليص الآثار البيئية السلبية للأنشطة الزراعية، كما يسعى التحالف إلى بناء بيئة زراعية مستدامة عبر تعزيز الابتكار والتعاون بين القطاعات المختلفة، مع التركيز على تزويد المزارعين بالمعرفة والموارد اللازمة لتطبيق الممارسات الزراعية الذكية، مما يُمكّنهم من مواجهة التحديات المناخية ورفع إنتاجيتهم بأساليب مستدامة. (سليمان، ٢٠١٩)

- تختلف الزراعة الذكية بشكل كبير عن الزراعة التقليدية في مجموعة من الجوانب الأساسية يمكن توضيح هذا الفرق من خلال تناول خمسة محاور رئيسة:

1-التكنولوجيا

2-إدارة الموارد

3-إنتاجية المحاصيل

4- التكلفة

5- الاستدامة و المرونة المناخية

1 – التكنولوجيا :-

- الزراعة التقليدية : هي زراعة تقوم على الأساليب البدائية في الزراعة وفيها يتعامل المزارعون مع المحاصيل يدويًا ويعتمدون بشكل أكبر على الخبرة والتقنيات القديمة مثل: استخدام الأدوات البسيطة وكلها تكون من الآلات الزراعية اليدوية دون الاعتماد على الآلات التكنولوجيا الحديثة .

– **الزراعة الذكية** : تعتمد على تقنيات حديثة والمستشعرات لمراقبة جودة التربة وصحة المحاصيل من الآفات، ودرجة الحرارة، والرطوبة، ومن هذه التقنيات: الروبوتات، الطائرات بدون طيار (الدرونز)، إنترنت للأشياء ،والذكاء الاصطناعي، وذلك من اجل تحسين الانتاج الزراعي وإدارة الموارد بشكل امثل واكثر فاعلية ،ويتم جمع وتحليل البيانات من مختلف الأجهزة والمستشعرات .

2– إدارة الموارد (خصوصاً المائية):

– **الزراعة التقليدية**: (تكون أكثر هدرًا للموارد)، مثل: المياه والأسمدة، لأنها تعتمد على ممارسات الزراعة البدائية مثل: الري بالغمر ولا تكون فعالة في استخدامها .

– **الزراعة الذكية**: (تساعد في تقليل هدر الموارد) تركز على الاستخدام الامثل للموارد مثل: المياه، الأسمدة، والمواد الكيميائية من خلال تقنيات الري الذكي، مثل: الري بالرش و الري بالتنقيط وتحليل البيانات في الوقت الفعلي ، مما يؤدى إلي تقليل الفاقد من الموارد وخصوصًا المياه وتحقيق استدامة أعلى .

3– إنتاجية المحاصيل :

– **الزراعة التقليدية** : عملية تتسم بالبساطة مما يجعلها اكثر عرضة للمشكلات الزراعية. لذلك تكون قدراتها محدودة من حيث تحسين الإنتاجية، وذلك بسبب قلة المعلومات عن الظروف البيئية المحيطة و صحة المحاصيل .

– **الزراعة الذكية** : تسهم في زيادة الإنتاجية الزراعية من خلال تحليل البيانات الدقيقة ، والمراقبة المتواصلة ومعرفة ظروف البيئة ، مما يتيح منع حدوث اي مشكلة ومعالجتها مبكرا قبل حدوثها مثل: الآفات الزراعية أو نقص المياه او التصحر، مما يعزز من جودة المحاصيل ويرفع الكفاءة الانتاجية للأرض الزراعة

4– التكلفة :

– **الزراعة التقليدية**: تعتبر أقل تكلفة في البداية عند مقارنتها بالاستثمار في التكنولوجيا، لكنها تتطلب المزيد من العمالة والموارد لتحقيق نتائج الزراعة الذكية.

– **الزراعة الذكية** : في البداية تكون استثمارًا مرتفعًا من حيث التكاليف بسبب الاعتماد على التكنولوجيا المتقدمة ولكن على المدى البعيد يؤدي هذا النوع من الزراعة إلى خفض تكاليف الانتاج بفضل استخدام الفاعل للموارد وزيادة الإنتاج الزراعي.

5 – الاستدامة و المرونة المناخية:

– **الزراعة التقليدية** : تكون قدرتها محدودة على الاستجابة للتغيرات المناخية، مما يؤثر سلبًا على الإنتاجية وأهداف الاستدامة الزراعية، ويضعها أمام تحديات يصعب تجاوزها مع مرور الوقت.

– **الزراعة الذكية** : تكون أكثر استدامة وأعلى قدرة على التكيف مع التغيرات المناخية كما أنها تساهم في استخدام موارد أقل وتحقيق إنتاجية أعلى ، مما يجعلها نموذجًا فعالًا لمواجهة الضغوط البيئية والتكيف معها، (رزق الله ، 2017).

ثانيًا: دوافع الاهتمام بالزراعة الذكية :–

1 – تراجع القيمة المضافة لقطاع الزراعة :

كشفت إحصائيات البنك الدولي عن انخفاض القيمة المضافة لقطاع الزراعة في العالم ، حيث كانت 10.2% في نهاية الستينيات ،وفى عام 2022م بلغت 4.3% من الناتج المحلي الإجمالي ، ويعود هذا التراجع إلى مجموعة من العوامل الرئيسية مثل: الاضطرابات الناتجة عن الصراعات ،والآفات والأوبئة ،وأثرها على سلاسل الإمداد الزراعي، هذا بالإضافة الى انخفاض إنتاجية الأراضي الزراعية نتيجة لتأثيرات التغيرات المناخية التي يواجهها العالم، كما يلاحظ تراجع نسبة سكان المناطق الريفية من إجمالي سكان العالم، حيث انخفضت من 57.1% في عام 1990 إلى 53.3% في عام 2000 ثم إلى 43.1% في عام 2022.

2 – ارتفاع معدل الجوع وانعدام الامن الغذائي:

معدلات انعدام الأمن الغذائي بمختلف درجاته في تزايد مستمر ففي عام 2022، عانى أكثر من ربع مليار شخص (258 مليون) في 58 دولة من الجوع الحاد، مع وجود سبع دول على حافة المجاعة، وفقًا لتقرير شبكة معلومات الأمن الغذائي لعام 2023، ذلك رغم اقتراب الموعد المحدد لتحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030، التي تشمل القضاء على الجوع والفقر (الهدف الثاني من اهداف التنمية المستدامة)، وبهذا سجل هذا أعلى مستوى خلال السبع سنوات الاخيرة وذلك نتيجة للتغيرات المناخية على الزراعة، كما ارتفعت أسعار الغذاء ارتفاعًا مستمرًا منذ بداية جائحة كورونا مع بلوغ أسعار السلع الغذائية العالمية أعلى مستوياتها في 10 سنوات قبل اندلاع الحرب الروسية الأوكرانية.

3 – ارتفاع تكلفة الغذاء :

تشير كل التقديرات بأن حوالي 600 مليون شخص سوف يعانون من نقص التغذية بحلول ذلك العام، بزيادة 119 مليون عن التوقعات قبل جائحة كوفيد–19 والحرب الروسية الأوكرانية، يعود هذا الارتفاع إلى زيادة أسعار الغذاء، التي وصلت إلى أعلى مستوياتها في 10 سنوات، حيث ارتفعت فاتورة الواردات الغذائية العالمية إلى أكثر من 1.95 تريليون دولار في 2022، وصلت إلى حوالي تريليوني دولار في 2023 ، لذلك العالم لا يزال بعيدًا عن تحقيق هدف القضاء على الجوع بحلول 2030.

4 – زيادة عدد السكان عالميًا:

تواجه الأراضي الزراعية تهديدات من التغير المناخي والتصحر ذلك بسبب زيادة عدد السكان عالميًا زيادة كبيرة غير مسبوقة، حيث وصل عدد السكان إلى نحو 8 مليارات نسمة في 2023 مقارنة بعام 2021 الذى قدر فيه عدد السكان بحوالي 6.2 مليارات ، ومن المتوقع أن يصل إلى 9.7 مليارات نسمة بحلول 2050، مما أدى إلى تراجع مساحتها بنسبة 1% خلال العقدين الماضيين، حيث بلغت حوالي 36.5% من إجمالي الأراضي في 2020، (تقرير مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء ، 2023).

ثالثًا : مجالات تطبيق الزراعة الذكية :

1 – إدارة المياه : (المجال الاكثر أهمية):

التغيرات المناخية تؤثر على دورة المياه ، كما ان الزراعة تستهلك كمية كبيرة من المياه ، لذلك تركز الزراعة الذكية على استخدام تقنيات حديثة لإدارة المياه بكفاءة، مثل: جمع مياه الأمطار، استخدام المياه الهامشية.

2 – انتاج المحاصيل الزراعية :

ويقصد به تطبيق أساليب ذكية لمواجهة التغيرات المناخية من خلال التناوب في زراعة المحاصيل والتنويع بينها ، وكل ذلك يتطلب من المزارعين استخدام التقنيات الحديث علي الانتاج الزراعي وادراك تأثير التغيرات المناخية .

3 – الانتاج الحيواني الذكي :

تحسين الإنتاج الحيواني من خلال تعديل الأنواع والسلالات، إدارة الأعلاف واستدامة ممارسات الرعي، واستغلال فضلات الحيوانات في التخصيب أو إنتاج الوقود الحيوي، (تقرير مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء ، 2023)

رابعًا : التقنيات المستخدمة في الزراعة الذكية :

انترنت الاشياء (IOT) :

من ابرز التقنيات الحدية التي يتم استخدامها في الزراعة الذكية ،وهى بكل بساطة ارتباط مجموعة من الاجهزة من خلال الانترنت وهى لها العديد من الاستخدامات الزراعية ومنها الاستشعار عن بُعد و التحكم الذاتي و الطائرات المسيرة.

أ – الاستشعار عن بعد و التحكم الذاتي :

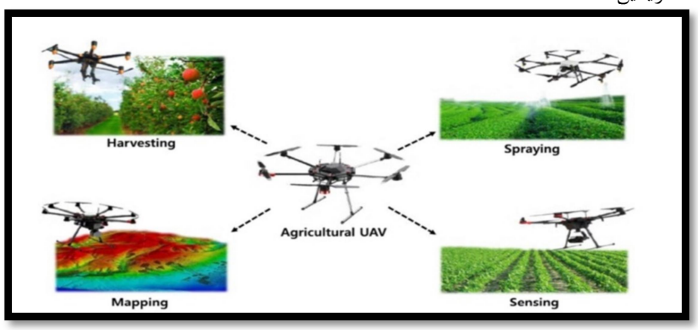
يقصد به إدارة المحاصيل باستخدام أجهزة الاستشعار، وأنظمة التحكم عن بعد وتقنيات المعلومات والاتصالات، ، والآلات القادرة على العمل بشكل مستقل بهدف جمع بيانات دقيقة وتحليلها وتساعد أجهزة الاستشعار الموضوعة في المزارع على إنشاء خرائط تفصيلية للتضاريس والموارد في المنطقة، بالإضافة إلى قياس متغيرات زراعية هامة مثل: ودرجة حرارتها، ، حموضة التربة ، ورطوبتها، كما تتمكن هذه الأجهزة من التنبؤ بالطقس للأيام والأسابيع المقبلة، وتساهم عمليات جمع البيانات في تحسين استخدام مياه الري وتحليلها بشكل أكثر فعالية، لاستخدامها في توجيه الزراعة بدقة من أجل تقليل التكلفة وزيادة الانتاج وبجودة عالية (لوحة 1).

المصدر: https://2u.pw/Tcg4Z

لوحة (1) استخدام روبوت لإزالة الأعشاب الضارة

ب – الطائرات المسيرة :

تستخدم الطائرات المسيرة (بدون طيار) في تصوير الأراضي الزراعية (لوحة2) ، ومراقبة وتقييم المحاصيل ، ورسم الخرائط، ورش المحاصيل بالمبيدات بشكل آمن ، وقياس تركيز مكونات الهواء ، كما تقوم هذه الطائرات بإرسال البيانات بشكل فوري إلى برامج لتقوم بتحليل البيانات، ليقوم المزارعين باتخاذ افضل الاجراءات المطلوب تنفيذها، وقد اقترح المطورون والباحثون توسيع استخدام الطائرات بدون طيار في الأنشطة الزراعية لان من المتوقع أن يتجاوز عدد سكان العالم في عام 2050م القدرة الحالية للأراضي الزراعية على تلبية احتياجات الغذاء، مما يستدعي زيادة الإنتاج الزراعي بمقدار 70% لتلبية احتياجات السكان المتزايدين.



المصدر : https://2u.pw/I4MWj

لوحة (2) يوضح استخدام الطائرات المسيرة في العمليات الزراعية

ج– الزراعة الراسية (العمودية):

ظهرت نتيجة لزيادة الطلب على الغذاء وهى احد الابتكارات البشرية التي تهدف الى زيادة المساحة المزروعة لكل متر مربع من الارض ولذلك تزرع المحاصيل في طبقات برجية علوية ، ولا يقتصر دور الزراعة الراسية على توفير الغذاء فقط بل ساهمت في حل العديد من المشكلات البيئية مثل : مبدا تصفير النفايات حيث تعمل على اعادة استخدام المخلفات الزراعية ، فالمياه المستخدمة في ري المحاصيل التي توجد في الطوابق العلوية تنساب الى الطوابق السفلية ذلك بسبب الجاذبية الارضية ويتم استخدامها في ري الخضروات والفواكه ، أما في الطوابق السفلى حيث المخلفات الزراعية التي لا تصلح كعلف للحيوان يتم تحويلها الى كرات حيوية لإنتاج وقود حيوي عن طريق فرن يعمل بالطاقة الشمسية ،كما يتم تكثيف بخار الماء الذى ينتج من نتح النبات و تنقيته و استعماله في الشرب، (عبد ،2021).

https://2u.pw/JPPC2

لوحة (3) يوضح الزراعة الراسية

خامسًا: أهمية إدارة المياه من أجل الزراعة الذكية (بالتطبيق علي مصر):

أثرت التغيرات المناخية على النظم الإيكولوجية ومنها المياه ، وبالتالي تأثرت الزراعة ،حيث أن ارتفاع درجة الحرارة أدى الى تغير في كميات الأمطار المتساقطة والتي أثرت بدورها على مجارى الأنهار والمياه الجوفية، فالزراعة هي المسئولة عن 70 ٪ من المياه المستخدمة في العالم

أ- العلاقة بين المياه والانتاج الزراعي:

الزراعة هي مصدر غذاء الحيوان والانسان وتعتبر موارد المياه هي اهم المقومات المؤثرة فيها. المنتجات الزراعة تحدد قيمة الطلب على الموارد المائية لأنها سلعة وسيطة للإنتاج، وتستخدم الزراعة حوالي 88-90٪ من الاستهلاك المائي العالمي.

توافر المياه وخدمات الري من العوامل الرئيسية التي تحدد إنتاجية الأراضي الزراعية وتكون إنتاجية الأراضي المروية أعلى بكثير من الأراضي التي تعتمد على الأمطار. ومع ذلك، يظل تحسين الزراعة المطرية تحديًا كبيرًا، خاصة وأنها تساهم في توفير جزء كبير من الغذاء، وتعتبر مهمة جدًا للأشخاص الأكثر فقرًا في العالم.

في أفريقيا جنوب الصحراء، يتم ري نسبة صغيرة فقط من الأراضي الزراعية مقارنة ببعض المناطق في جنوب اسيا 39٪ وشرق آسيا ٢٩٪، ومع تغير المناخ يزداد الاعتماد على الاستثمار في إدارة المياه في الزراعة. وعلى الرغم من ارتفاع تكاليف أنظمة الري، توجد فرص لتحسين الإنتاجية من خلال إدارة استهلاك المياه بشكل أفضل وتطوير مصادر مياه مستدامة.

تعتبر الزراعة المستهلك الأكبر للمياه العذبة على مستوى العالم، حيث تستخدم حوالي 70% من إجمالي المياه، وقد تتجاوز هذه النسبة 90% في المناطق الجافة. هذا الاستهلاك الكبير يمثل تحديًا كبيرًا، خاصة وأن جزءًا كبيرًا من المياه المستخدمة في الزراعة يضيع بسبب التبخر وعدم القدرة على إعادة الاستخدام، على عكس الاستخدامات الصناعية والمنزلية.

الأمن الغذائي والطلب المتزايد على المياه

تزداد أهمية المياه في الزراعة وخاصة الذكية مع تزايد الطلب على الغذاء لتلبية احتياجات السكان المتزايدة. وقد أكد مؤتمر الأرض في ريو دي جانيرو عام 1992 على ضرورة زيادة الإنتاج الزراعي بنسبة 3-4% سنويًا لمواكبة هذا الطلب.

تواجه العديد من المناطق في العالم ندرة في المياه العذبة المتجددة، وتعتمد بشكل كبير على المياه الجوفية غير المتجددة، مما يزيد من الضغط على هذه الموارد. بالإضافة إلى ذلك، فإن كفاءة الري في معظم المناطق الزراعية لا تتجاوز 40%، مما يؤدي إلى هدر كبير للمياه، خاصة المياه الجوفية.

ونظرًا لأهمية المياه في الزراعة وندرتها، خاصة في منطقة الشرق الأوسط، بالإضافة إلى الصراعات القائمة على مصادر المياه، كان من الضروري دراسة كفاءة استخدام مياه الري في مصر، حيث يستهلك القطاع الزراعي أكثر من 80% من موارد المياه، والذي يمكن توضيحه علي النحو التالي:

المحافظات الأكثر استهلاكًا للمياه:

في الوجه البحري: البحيرة، الشرقية، الدقهلية، وكفر الشيخ.

في مصر الوسطى: المنيا، الفيوم، وبني سويف.

في صعيد مصر: أسيوط، سوهاج، وقنا.

المحاصيل الأكثر استهلاكًا للمياه:

في الوجه البحري: الأرز، القطن، الذرة الشامية (في الصيف)، والقمح، بنجر السكر، والبرسيم المستديم (في الشتاء).

في مصر الوسطى والعليا: قصب السكر، الذرة الشامية، الذرة الرفيعة (في الصيف)، والقمح، بنجر السكر، والبرسيم المستديم (في الشتاء).

صافي العائد لوحدة المياه:

القطن (الأعلى)، ثم قصب السكر، الذرة الشامية، الذرة الرفيعة، وأخيرًا الأرز. (مصطفى، 2022).

ب- التحديات المائية في مصر:

1 – تأثير سد النهضة :

يعتبر نهر النيل المصدر الأساسي للمياه في مصر والتي تصل إلى حوالي 55.5 مليار متر مكعب سنويًا وفقًا لاتفاقية 1959 مع السودان، وتعد وفرتها من العوامل الأساسية لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة، لذا تعمل الدولة المصرية على تأمين حصة مصر من مياه النيل، ومع ذلك مع التطورات الإقليمية وبناء إثيوبيا لسد النهضة، قد يتسبب ذلك في تناقص حصة مصر بنحو 10.5 مليار متر مكعب، مما يؤدى الى تعديل أساليب استخدام المياه، وفي حال اكتمال ملء بحيرة سد النهضة، يتوقع تقليص حصة مصر في الزراعة بحوالي 7.77 مليار متر مكعب، لذا، يجب على مصر ان تبحث في استخدام مصادر مائية غير تقليدية، مثل : المياه الجوفية ومعالجة مياه الصرف الصحي ، وتقليل المساحات المزروعة بمحاصيل كثيفة استهلاك المياه مثل الأرز وقصب السكر.

2- التغيرات المناخية:

نتيجة الى الأنشطة البشرية حدثت التغيرات المناخية التي ادت الى زيادة الغازات الدفيئة في الجو، مما يرفع من درجة الحرارة ويؤثر على زيادة التقلبات في هطول الأمطار (لزعر، د.ت)، وحدوث الفيضانات و الجفاف، وتقليص إمدادات المياه (دليل الزراعة الذكية للفاو)، وبالتالي يؤثر هذا التغير على الأمن الغذائي والإنتاج الزراعي في مصر، حيث يؤثر على المحاصيل وموارد الأرض والمياه، مما يسبب تحديات لقطاع الزراعة والاقتصاد الوطني وتتأثر الزراعة في مصر بشكل كبير جراء التغيرات المناخية، حيث يؤدي ارتفاع الحرارة إلى زيادة استهلاك المياه ، والتصحر و تقليل إنتاجية المحاصيل وجودتها، ومن المتوقع أن تنخفض مساحة

الأراضي الزراعية القديمة وتقل إنتاجية المحاصيل بحلول 2030، تحتاج مصر إلى زراعة أصناف مقاومة للجفاف ودرجات الحرارة العالية مثل القمح والفول البلدي ، كما تتأثر الموارد المائية في مصر بشكل كبير بالتغيرات المناخية، حيث يعتمد البلد على نهر النيل والمياه الجوفية والأمطار الساحلية، ويتوقع أن تتأثر الإنتاجية الزراعية سلبًا مما ينعكس على الاكتفاء الذاتي والاقتصاد الوطني. ولتخفيف هذه الآثار، يوصى بتحسين إدارة الأراضي الزراعية، استخدام تقنيات نظيفة، وزراعة محاصيل بديلة ذات استهلاك مائي أقل (رزق الله، 2017)، وعلى ذلك كان من الضروري البحث في تطوير تقنيات لإدارة المياه الذكية.

جـ- تقنيات إدارة المياه الذكية:

تعتبر التكنولوجيا أداة أساسية في تحسين توزيع الموارد المائية، حيث تقدم حلولًا متقدمة تساعد الفلاحين في إدارة المياه بشكل أكثر كفاءة. من هذه الحلول:

• مراقبة صحة المحاصيل عبر الأقمار الصناعية: التي تمكن الفلاحين من متابعة حالة محاصيلهم عن بعد وتحديد احتياجاتها المائية بدقة.

• أنظمة الذكاء الاصطناعي: توفر نصائح مخصصة حول أفضل ممارسات الري بناءً على بيانات المحاصيل والظروف البيئية.

• أدوات إدارة الموارد: في تخطيط وتوزيع المياه بكفاءة عبر المزرعة، مما يعزز الإنتاجية ويقلل من الهدر المائي، (عبد الواحد، ٢٠١٧)، ومن تقنيات إدارة المياه الذكية ما يلي:

- **جمع مياه الامطار :**

تعني تجميع مياه الأمطار التي تتوفر بشكل واسع اثناء هطولها وتخزينها لاستخدامها، مما يوفر مصدر جديد للمياه المستخدمة في الزراعة وتخفيف العبء على البحيرات والانهار ، حيث تتميز مياه الأمطار بجودتها العالية وانخفاض نسبة الاملاح بها.

- **اختيار المحاصيل الذكية من حيث استهلاك المياه:**

يقصد بها زراعة المحاصيل التي تتحمل الجفاف والمحاصيل المحلية ، ويتم ذلك من خلال اختيار أنواعًا من المحاصيل المعدلة لتحمل الجفاف ، فهذه الأنواع تتميز بقدرتها على تحمل نقص المياه، مما يساعدها على النمو في الظروف الصعبة، ويتم عن طريق جذورها العميقة التي تعمل على التقليل من المياه المفقودة خلال عملية النتح ،كما يتم زراعة المحاصيل لتتكيف مع المناخ المحلى والتربة مما يجعلها أكثر تحمل للجفاف وأقل حاجة للمياه ، كما يتم زراعة المحاصيل بالتناوب لجعل الانشطة الزراعية أكثر قدرة على الاستجابة ومواجهة الضغوط البيئية من جفاف وتصحر وملوحة التربة، (Wang,2023,p278).

- **معالجة مياه الصرف الصحي:**

تعتبر إعادة استخدام مياه الصرف الصحي التي تتم معالجتها في الري ، من الوسائل الفعالة لتقليل الاعتماد على موارد المياه العذبة المحدودة في الزراعة، كما يمكن استخدام مياه الصرف الصحي بشكل دوري في الزراعة، مما يساهم في تقليل التلوث الناتج عن تصريف هذه المياه وتعزيز الاعتماد على إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي من قدرة الزراعة على مواجهة فترات الجفاف.

- **النتح والتبخر:**

من العوامل التي لها دور كبير عند وضع خطة للري ، وتم ملاحظة أن المناطق الزراعية تشهد معدلات تبخر أعلى من غيرها ،مما يؤدى الى ضبط استخدام المياه الزراعية بحيث تحصل المحاصيل المجهدة للمياه التي تحتاجها ، وعلى العكس عندما تكون معدلات التبخر منخفضة يتم التقليل الري لمنع تعفن الجذور، (Preeti,2019).

- **الري الحديث:**

يُعد تعزيز استخدام طرق الري الحديثة أمرًا ضروريًا في الأراضي الجديدة وفي مختلف مناطق الوادي والدلتا، بالإضافة إلى تطوير نظم الري السطحي الموجودة. على الرغم من أن الري السطحي يتناسب مع التربة الثقيلة في هذه المناطق، إلا أنه يعاني من مشكلة الفاقد المائي العالي مقارنة بالطرق الحديثة، لذلك في السنوات الأخيرة، بذلت الحكومة جهودًا لتعزيز استخدام طرق الري الحديثة، لكن العديد من المزارعين ما زالوا يفضلون الري السطحي بسبب التكاليف العالية لصيانة الأنظمة الحديثة وعدم ملاءمتها لبعض المحاصيل التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه كالأرز وقصب السكر. هذا يؤدي إلى هدر للموارد المائية والمالية المستثمرة في هذه الأنظمة. لذلك، هناك حاجة ملحة لتطوير أنظمة الري السطحي لتحقيق كفاءة أفضل في استخدام المياه، (قشطه، ٢٠١٣) ، خاصة مع التوصيات التي أقرها قطاع التطوير لخطة قومية لتطوير الري في الأراضي القديمة. يمكن أن تشمل هذه التحسينات استخدام تقنيات متقدمة ، مما يساهم في تحسين إنتاجية المحاصيل وتقليل الفاقد المائي، وقد بادر قطاع التطوير بإعداد الخطة القومية المستقبلية لتطوير الري في الأراضي القديمة حتى عام 2017 وذلك عن طريق إعداد أربع خطط خمسية، (ابو زيد، ٢٠١١).

جدول(1) سبل تطوير الري السطحي والصرف في مصر

بيان بالخطط الخمسية المقترحة لتطوير الري في الأراضي المصرية القديمة حتى عام 2017

الخطة	الزمام (بالألف فدان)	متوسط تكلفة الفدان (بالجنيه)	التكلفة الكلية (بالمليون جنيه)
الخطة خلال عام 1997/1996	٩٠	١٨٠٠	١٦٢
الخطة الخمسية 1997-2002	١,٤٦	٢٥٠٠	٢٦٣١
الخطة الخمسية 2002-2007	١٣٨٨	٣١٠٠	٤٣٠٠
الخطة الخمسية 2007-2012	٢١٣٦	٤٠٠٠	٨٥٣٧
الخطة الخمسية 2012-2017	٢٠٧٤	٥٠٠٠	١٠٣٧٠
الإجمالي	٦٧٣٤		٢٦٠٠٠

المصدر: www.montadamohandiszira3.yoo7.com/t68-topic ،

وتشمل هذه التقنيات أنظمة متطورة تقلل الهدر وتحسن إنتاجية المحاصيل، ومن أبرزها:

- **الري بالتنقيط الجزئي:**

تعتمد هذه التقنية على ري جزء من منطقة الجذور، حيث يتم تقسيم الجذور إلى قسمين: يُروى أحدهما بينما يبقى الآخر دون ري مؤقتًا، ثم يتم التبديل بينهما.

تُقلل هذه الطريقة من فقدان المياه عبر التسرب العميق، وتضمن استفادة النبات من المياه بكفاءة عالية تصل إلى أكثر من 95%. تُعتبر مثالية للأشجار والخضروات، حيث تُحفز نمو الجذور العميق وتُعزز مقاومة النبات للجفاف.

– الري بالموجات :

يُعد هذا النظام من أكثر تقنيات الري شيوعًا في الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة وكندا منذ عام 1990. يعتمد على ضخ المياه على شكل موجات متقطعة، مما يحقق توزيعًا متوازنًا للمياه في التربة ويقلل من الفاقد بسبب الجريان السطحي والتسرب العميق، بكفاءة تصل إلى 80%. تُستخدم أجهزة تحكم لضخ المياه بدفعات متتالية، وتتراوح تكلفتها بين 400 و1000 دولار أمريكي حسب الحجم والسعة، وهي مناسبة للمزارع الكبيرة (60 دونمًا فأكثر). (العبيد،٢٠١٠)

– الري بالرش:

يعتمد الري بالرش على توزيع المياه على شكل رذاذ فوق المحاصيل، مما يجعله أقل كفاءة من الري بالتنقيط. ومع ذلك، يظل خيارًا مناسبًا لبعض أنواع المحاصيل والتربة. تتميز هذه التقنية بقدرتها على تغطية مساحات واسعة بسرعة، وسهولة التحكم في كمية المياه المستخدمة، بالإضافة إلى إمكانية استخدامها في مختلف أنواع التربة، (عبدالواحد، ٢٠١٧)، (لوحة 4).

المصدر: https://sigmaearth.com/ar/what-is-sustainable-water-management/

(لوحة 4) الري بالرش وتأثيره في استدامة المياه والزراعة

– الري تحت السطحي:

تعتمد هذه التقنية على توصيل المياه مباشرة إلى منطقة الجذور تحت سطح التربة، مما يقلل من فقدان المياه بسبب التبخر. كما تعمل على زيادة كفاءة استخدام المياه والأسمدة، وتقليل نمو الأعشاب الضارة على سطح التربة، مما يؤدي إلى تحسين نمو النباتات وإنتاجيتها، (سوانسون، ١٩٩٠).

د– جهود مصر في استخدام تقنيات إدارة المياه الذكية:

وفيما يلي أهم هذه التقنيات لترشيد استخدام المياه مع الحفاظ علي الإنتاجية الزراعية في الزراعة المصرية:

- **تقليل مساحات المحاصيل الشرهة للمياه:**

تعد زراعة قصب السكر والأرز من بين المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه. في صعيد مصر، تنتشر زراعة قصب السكر على مساحات تقل عن نصف مليون فدان، وتستهلك حوالي 10,000 متر مكعب من المياه سنويًا للفدان، وهو ما يعد ضعف استهلاك بنجر السكر. يمكن تحسين استخدام المياه في زراعة قصب السكر من خلال تطوير نظم الري لتحقيق كفاءة أكبر في استخدام المياه، بالإضافة إلى النظر في زراعة بدائل مثل نبات الاستيفيا. أما بالنسبة لمحصول الأرز، فقد تم تطبيق استراتيجيات لتقليل استهلاك المياه، مثل زراعة سلالات جديدة تتميز بانخفاض استهلاكها للمياه وزيادة إنتاجيتها، كما تم تقليل مساحات زراعته إلى 900 ألف فدان، (عبد الواحد، ٢٠١٧).

- **تقليل فواقد الشبكة المائية وتدبير موارد إضافية:**

– تحلية مياه البحر: من أجل الموارد الهيدروليكية حيث تعمل مصر على زيادة إنتاجها من خلال استخدام التقنيات الحديثة، حيث تساهم هذه التقنيات في تقليل التكلفة. وتهدف مصر إلى زيادة إنتاجها من تحلية مياه البحر، حيث كانت الموارد المتاحة من تحلية مياه البحر حوالي 0.6 مليار متر مكعب، مع تطلعات لزيادة هذا الرقم ليصل إلى 0,14 مليار متر مكعب عام 2017.

– تعديل التركيب المحصولي القائم: حيث يتم تعديل المحاصيل الزراعية لتحسين كفاءة استخدام المياه، مثل استبدال قصب السكر بالبنجر وتقليل مساحة زراعة الأرز الي ٩٠٠الف فدان. بما يتناسب مع سياسة الدولة المائية والإنتاجية والتصديرية.

– تقليل الفواقد المائية: حيث تعمل وزارة الموارد المائية على تحسين كفاءة نظم الري وتقليل الفاقد من المياه، الذي يبلغ حوالي 35% من المياه المنصرفة من السد العالي. التي بنسبه كبيره تفقد بالتسرب والبخر، لذلك تهدف استراتيجية تطوير الري في مصر إلى رفع كفاءة نظم الري وصيانة الموارد المائية بالتخلص من الحشائش والنباتات المائية.

– مشروع بحر الغزال: الذي يهدف إلى توفير حوالي 7 مليار متر مكعب من المياه، موزعة بين مصر والسودان، (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، ٢٠٠٩).

- **التوسع في استصلاح واستزراع الأراضي:**

يُشدد على أهمية استصلاح الأراضي القديمة وتوزيعها على الشباب الخريجين، مع التركيز على دور الحكومة في توفير البنية الأساسية وإجراء الدراسات اللازمة لتحديد المواقع المناسبة. يجب أن يركز القطاع الحكومي على دعم القطاع الخاص من خلال توفير التمويل اللازم لتنفيذ هذه المشاريع.

- **معالجة مياه الصرف الصحي:**

تخطط الحكومة لمعالجة مشكلة تلوث المصارف الزراعية، التي تعتبر عائقًا رئيسيًا أمام التوسع في إعادة استخدام المياه. كما تعمل على معالجة مياه الصرف الصحي لتمكين إعادة استخدامها بشكل فعال.

- **جدولة مياه الري:**

تحديد الوقت الأمثل للري بالإضافة إلى تحديد كمية المياه اللازمة يُعتبر من الأساليب الفعالة التي تسهم في تحسين جودة ونوعية الإنتاج. كما تعمل هذه الطريقة على ترشيد استخدام المياه، مما يؤدي إلى تقليل تكاليف الإنتاج بشكل كبير، (عينر، ٢٠٠٤).

هـ– تحديات تطبيق تقنيات الري الحديثة في مصر:

رغم الفوائد الكبيرة لتقنيات الري الحديثة، إلا أن تطبيقها في مصر يواجه بعض التحديات الرئيسية من أبرز هذه التحديات:

• التكلفة الأولية المرتفعة: حيث يجد بعض الفلاحين صعوبة في تحمل تكاليف تركيب هذه الأنظمة.

• نقص الوعي والمعرفة: حول كيفية استخدام هذه التقنيات، مما يؤدي إلى الحاجة إلى برامج توعية وتدريب.

• التحديات التقنية: تشمل صعوبات في صيانة وتشغيل الأنظمة الحديثة.

• محدودية الموارد المائية: في بعض المناطق تعتبر عقبة أمام تطبيق بعض التقنيات.

للتغلب على هذه التحديات، يُعد تعزيز التعاون بين الحكومة والمؤسسات الزراعية والفلاحين أمرًا ضروريًا. يمكن تحقيق ذلك من خلال توفير دعم مالي وحوافز لتشجيع الفلاحين على استخدام التقنيات الحديثة، بالإضافة إلى تنظيم برامج توعية وتدريب لتعزيز فهم الفوائد والمزايا الاقتصادية والبيئية لهذه التقنيات، (المصيلحي، ١٩٩٨).

سادسًا: الإدارة المتكاملة للموارد المائية وتحقيق الاستدامة :

أ- **أنواع الإدارة المتكاملة للموارد المائية** وتنقسم إلى نوعين رئيسيين يكمل أحدهما الآخر:

- **إدارة عرض موارد المياه:**

تركز هذه الإدارة على زيادة كمية المياه المتاحة من خلال تطوير مصادر جديدة أو تحسين المصادر الحالية، تشمل هذه الإدارة مجموعة من الإجراءات والتقنيات التي تهدف إلى زيادة إمدادات المياه، مثل:

• بناء السدود والخزانات لتخزين المياه وتنظيم تدفقها.

• إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة أو الصناعة.

• تحلية مياه البحر لتوفير مياه صالحة للشرب والاستخدامات الأخرى.

• الاستمطار الصناعي.

• حصاد مياه الأمطار.

• تقليل نسبة تبخر المياه.

• تهدف هذه الإدارة إلى تلبية الطلب المتزايد على المياه من خلال زيادة العرض المتاح.

- **إدارة الطلب على المياه:**

تعتبر مكملة لإدارة العرض، وتهدف إلى ترشيد استهلاك المياه وتقليل الفاقد، تتضمن هذه الإدارة مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى تغيير سلوك المستهلكين وتحسين كفاءة استخدام المياه، وتشمل:

• وضع سياسات تسعير مناسبة للمياه لتشجيع الترشيد.

• تشجيع استخدام تقنيات الري الحديثة في الزراعة لتقليل الفاقد.

• تعديل التركيب المحصولي لزراعة محاصيل أقل استهلاكًا للمياه.

• تطوير سلالات نباتية تستهلك كميات أقل من المياه.

• إصلاح وصيانة شبكات نقل المياه لتقليل الفاقد.

• نشر الوعي المائي بين أفراد المجتمع لتعزيز ثقافة الترشيد.

• وضع التشريعات والقوانين التي تنظم عمليات استهلاك المياه، (محمد، 2017).

ب- المرتكزات الأساسية للإدارة المتكاملة

1. المساواة والاستدامة الاجتماعية: ضمان حق الجميع، بما في ذلك الأجيال المستقبلية، في الوصول إلى المياه.

2. كفاءة إدارة الموارد الاقتصادية: تحقيق توزيع عادل للموارد المائية ودعم التنمية الاقتصادية المستدامة.

3. الاستدامة البيئية: مراعاة احتياجات النظم البيئية والحفاظ على الموارد المائية لضمان استمراريتها.(الغصن،٢٠٠٨).

يهدف هذا النهج إلى ضمان استخدام المياه بكفاءة ومسؤولية، مع تحقيق التوازن بين احتياجات البشر ومتطلبات البيئة والتنمية الاقتصادية.

ج – مبادئ الإدارة المتكاملة للموارد المائية :

نتيجة لأزمات الجفاف التي ضربت العديد من الدول النامية في أفريقيا وآسيا، والتي أدت إلى نقص الغذاء والمجاعات، اتجه المجتمع الدولي إلى إعادة تقييم كيفية إدارة موارد المياه. وقد تم عقد قمتين رئيسيتين لوضع مبادئ أساسية لإدارة متكاملة للمياه، بهدف إحداث تغيير جذري في هذا المجال.

تم وضع هذه المبادئ لأول مرة خلال مشاورات دولية في كوبنهاغن عام 1991، ثم تم تطويرها في مؤتمر المياه والبيئة في دبلن عام 1992، حيث عرفت باسم "مبادئ دبلن". لاحقًا، تم تضمين هذه المبادئ في "جدول أعمال القرن 21" الذي تم إقراره في قمة الأرض بريو دي جانيرو عام 1992.

تركز هذه المبادئ على تحقيق الكفاءة الاقتصادية، والعدالة الاجتماعية، والاستدامة البيئية، ولا تزال تشكل الأساس لإدارة موارد المياه الحديثة.

مبادئ دبلن ريو للمياه

المبدأ الأول: المياه العذبة مورد محدود ويتأثر بسرعة، وهي ضرورية للحياة والتنمية والبيئة.

المبدأ الثاني: يجب إشراك جميع الأطراف المعنية في إدارة المياه، بما في ذلك المستخدمين والمخططين وصناع السياسات، وكذلك المجتمع المدني والخاص والسكان.

المبدأ الثالث: يجب تفعيل دور المرأة في إدارة وحماية المياه.

المبدأ الرابع: يجب اعتبار الماء سلعة اقتصادية، مع مراعاة قيمته في جميع الاستخدامات.

يسعى النظام الدولي إلى تطبيق مفهوم "سوق المياه"، حيث تتحول المياه إلى سلعة تخضع لقانون العرض والطلب. يجب على إدارة الموارد المائية حماية المياه باعتبارها أساسًا للتنمية الاقتصادية والاجتماعية.

تم تضمين قضايا المياه في أهداف التنمية للألفية، حيث تعهد قادة العالم بخفض نسبة الأشخاص الذين لا يحصلون على مياه الشرب الآمنة إلى النصف بحلول عام 2015. كما تم الاتفاق على هدف مماثل لتوفير الصرف الصحي. (صويلح، 2014).

د- جهود عالمية في تطبيق الإدارة المتكاملة لموارد المياه :

المؤتمر الدولي للمياه والبيئة (دبلن، 1992):

- وضع أسس الإدارة المتكاملة للمياه، بما يشمل:
- محدودية الموارد المائية العذبة ومخاطر استنزافها.
- إشراك جميع الأطراف (الحكومات، المستخدمين، المجتمع) في إدارة المياه.
- أهمية دور المرأة في إدارة الموارد المائية.
-اعتبار المياه موردًا اقتصاديًا ذا قيمة واضحة.

قمة الأرض في ريو دي جانيرو، 1992:

- أكدت أجندة 21 (الفصل 18) على أهمية تبني الإدارة المتكاملة للمياه لتحقيق الاستدامة البيئية.

إعلان الألفية الأمم المتحدة، 2000:

- تضمن الهدف العاشر: تقليص نسبة الأشخاص المحرومين من المياه النظيفة والصرف الصحي بنسبة 50% بحلول 2015.

مؤتمر جوهانسبرغ للتنمية المستدامة، 2002:

- حدد هدفًا لتطبيق خطط الإدارة المتكاملة للمياه عالميًا بحلول 2005، لكن لم يتم تحقيقه بالكامل حتى الآن.

هـ- العوائد البيئية للإدارة المتكاملة لموارد المياه واستدامتها في الزراعة :

- تلبية الاحتياجات البيئية عند توزيع الموارد المائية، مما يعزز الاستدامة البيئية.
- تقليل التلوث من خلال تحسين إدارة مياه الصرف، مما ينعكس إيجابًا على البيئة وصحة الإنسان.
- الحفاظ على النظم البيئية، مثل الأراضي الرطبة والمسطحات المائية، مما يدعم التنوع البيولوجي.
- تعزيز الاستخدام الأمثل للموارد عبر تقنيات المعالجة وإعادة التدوير، مما يقلل الهدر ويرفع كفاءة استغلال المياه.
- تشجيع سلوكيات ترشيد استهلاك المياه، مما يساهم في استدامة الموارد المائية للأجيال القادمة.(الغصن،٢٠٠٨).

سابعًا: الإدارة المستدامة للمياه:

الإدارة المستدامة للمياه تعتبر نهجًا شاملاً يهدف إلى توازن بين الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. تتمثل أهدافها في ضمان توافر المياه بكميات ونوعية كافية لتلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية، مع الحفاظ على النظم البيئية والبيئة. تشمل هذه الإدارة جوانب متعددة مثل توفر المياه وتخصيصها وتوزيعها وجودتها، مع مراعاة التأثيرات طويلة المدى على البيئة والمجتمع.

(عينر، ٢٠٠٤).

أ- أهمية الإدارة المستدامة للمياه:

الإدارة المستدامة للمياه تلعب دورًا هامًا في حماية النظم البيئية الطبيعية، مثل الأراضي الرطبة والأنهار والبحيرات. هذه النظم تلعب دورًا حيويًا في تنظيم جودة المياه والتنوع البيولوجي، مما يسهم في الحفاظ على الصحة العامة للبيئة والكوكب ككل.

- **الأمن الغذائي:**

الزراعة هي واحدة من أكبر مستهلكي المياه على مستوى العالم، وتلعب دورًا حيويًا في تلبية احتياجاتنا الغذائية. لذلك، يُعد تطبيق ممارسات الإدارة المستدامة للمياه في الزراعة أمرًا ضروريًا. هذا النوع من الإدارة يساهم في ضمان الأمن الغذائي من خلال توفير إمدادات متسقة وموثوقة من المحاصيل، وهو ما يعتبر ضروريًا لتلبية الطلب المتزايد على الغذاء على الصعيد العالمي.

علاوة على ذلك، فإن تبني ممارسات زراعية مستدامة يلعب دورًا أساسيًا في تقليل الأثر البيئي للزراعة. من خلال تحسين أساليب الري وتقليل هدر المياه واستخدام تقنيات فعالة مثل الري بالتنقيط، يمكننا تخفيف الضغط على موارد المياه وتقليل العواقب السلبية مثل تدهور التربة وتلوث المياه. الإدارة المستدامة للمياه في الزراعة توفر فائدة مزدوجة، حيث تعزز أمننا الغذائي وتحافظ على البيئة، (https://sigmaearth.com).

ب- المبادئ الأساسية للإدارة المستدامة للمياه: -

الإدارة الناجحة للمياه تتطلب نهجًا شاملاً يأخذ في الاعتبار جميع جوانب استخدام المياه، بما في ذلك الزراعة والصناعة والاستهلاك المنزلي. هذا يتطلب التنسيق بين مختلف القطاعات لمعالجة تحديات المياه بشكل شامل.

تتضمن الإدارة المستدامة للمياه عدة مبادئ:

- الكفاءة والحفظ: تركز على تحسين كفاءة استخدام المياه والحفاظ عليها، من خلال تقليل هدر المياه وتحسين طرق الري والاستثمار في تقنيات توفير المياه.
- منع التلوث: يشمل إدارة ومعالجة مياه الصرف الصحي والحد من استخدام المواد الكيميائية الضارة لمنع تلوث مصادر المياه.
- إعادة استخدام المياه وإعادة تدويرها: يمكن أن تقلل هذه الممارسة من الطلب على المياه العذبة، وهي ضرورية في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.
- حماية النظم البيئية: الحفاظ على النظم البيئية الطبيعية واستعادتها، مثل الأراضي الرطبة مستنقعات المياه، أمر ضروري للحفاظ على جودة المياه ودعم التنوع البيولوجي.
- إشراك المجتمع: إشراك المجتمعات المحلية في قرارات إدارة المياه أمر بالغ الأهمية لمعالجة احتياجاتها واهتماماتها الفريدة من المياه

المصدر: https://www.sfpuc.gov/ar/learning/water-preven-pollution

ج- تأثير إدارة المياه المستدامة على البيئة: -

إدارة المياه المستدامة تعتبر من الأولويات البيئية الأساسية في الوقت الحالي، خاصة مع التحديات التي يطرحها تغير المناخ وزيادة الطلب على الموارد المائية والتلوث البيئي. المياه هي أساس الحياة على الأرض، وإدارتها بشكل مستدام تلعب دورًا حيويًا في حماية البيئة وتحقيق التوازن البيئي.

- الحفاظ على الموارد المائية

إحدى الفوائد الرئيسية لإدارة المياه المستدامة هي الحفاظ على الموارد المائية للأجيال القادمة. من خلال استخدام أساليب وتقنيات مستدامة، يمكن تقليل

استهلاك المياه العذبة وحمايتها من الاستخدام المفرط، مما يساهم في الحفاظ على الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية، التي تعتبر مصادر حيوية للحياة في العديد من المناطق.

•تحسين نوعية المياه

الإدارة المستدامة للمياه تتضمن معالجة مياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية والزراعية قبل تصريفها في البيئة. هذا يساهم في تقليل التلوث الناتج عن المواد الكيميائية والمبيدات، مما يحسن نوعية المياه ويحمي النظم البيئية البحرية والنباتية من التأثيرات السلبية للتلوث. كما تعمل تقنيات المعالجة الحديثة على تقليل التلوث البكتيري والميكروبي، مما يعزز صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى. (قشطه، ٢٠١٣).

• التكيف مع آثار تغير المناخ

الإدارة المستدامة للمياه تعزز قدرة البيئة على التكيف مع تحديات تغير المناخ، مثل الجفاف والفيضانات، من خلال تخزين المياه خلال فترات الأمطار الغزيرة للاستفادة منها في فترات الجفاف. هذا يساهم في تعزيز استدامة النظم البيئية المائية، مما يقلل من تأثيرات التقلبات المناخية على التنوع البيولوجي والنظم البيئية الحساسة.

• حماية النظم البيئية

حماية النظم البيئية المائية مثل الأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة تعتمد على إدارة المياه بشكل مستدام. هذه الإدارة تحمي هذه النظم من التدهور الناتج عن الاستنزاف المفرط أو التلوث. الأراضي الرطبة، على سبيل المثال، تعتبر موائل حيوية للعديد من الأنواع المهددة بالانقراض، حيث يحافظ الحفاظ على مستويات المياه فيها على التنوع البيولوجي.

•الحد من استنزاف المياه الجوفية

بالنسبة للحد من استنزاف المياه الجوفية، تعتبر المياه الجوفية مصدرًا هامًا للمياه العذبة، ولكن الإفراط في استخدامها يمكن أن يؤدي إلى استنزافها بشكل غير مستدام، مما يسبب تأثيرات سلبية على البيئة مثل تدهور جودة المياه الجوفية. من خلال تطبيق ممارسات إدارة المياه المستدامة مثل الري الفعال والتحكم في استهلاك المياه، يمكن تقليل الضغط على هذه المصادر الحيوية، مما يساهم في استدامتها على المدى الطويل، (https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=6&newid=6082)

•تعزيز التنوع البيولوجي

إدارة المياه المستدامة تؤثر بشكل إيجابي على التنوع البيولوجي من خلال الحفاظ على الأنظمة المائية، مما يسهم في استدامة الأنواع المختلفة من النباتات والحيوانات. توفير بيئة مستقرة وصحية يزيد من فرص بقاء الأنواع المهددة بالانقراض ويتكاثر فيها أنواع أخرى، مما يساهم في الحفاظ على التوازن البيئي العام.

• المساهمة في التنمية المستدامة

ان إدارة المياه المستدامة لا تقتصر على حماية البيئة فقط، بل تعزز أيضًا التنمية الاجتماعية والاقتصادية. من خلال ضمان توفير المياه النظيفة والصالحة للشرب والزراعة والصناعة، يتم تعزيز صحة الإنسان وتحقيق الأمن الغذائي ودعم الاقتصاد المحلي. كما تساهم في تحسين جودة الحياة في المجتمعات الريفية والحضرية على حد سواء.

المصدر:

https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/ocean

د– التحديات في الإدارة المستدامة للمياه:

تغير أنماط هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة يمكن أن يؤديان إلى تعطيل توافر المياه وتفاقم ندرة المياه في العديد من المناطق. تشمل التحديات التي تواجه الإدارة المستدامة للمياه:

– النمو السكاني: يزيد نمو سكان العالم من الطلب على المياه، مما يضع ضغطًا إضافيًا على الموارد المائية.

– تلوث المياه: تلوث مصادر المياه بالملوثات من المصادر الصناعية والزراعية والحضرية يبقى تحديًا مستمرًا.

– ندرة المياه: تواجه العديد من المناطق مشكلات ندرة المياه، ومن المتوقع أن تتفاقم هذه المشكلة.

– القضايا السياسية والاجتماعية: غالبًا ما تنطوي إدارة موارد المياه على تحديات سياسية واجتماعية معقدة، مثل النزاعات على المياه العابرة للحدود والحصول على المياه النظيفة للمجتمعات المهمشة، (https://www.geosp.net/wpontent/uploads).

ثامنًا: الدراسة التطبيقية – مدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية:

في إطار تعزيز مفاهيم الإدارة المستدامة للمياه والزراعة الذكية، تم تنفيذ دراسة تطبيقية على مدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية. شملت هذه الدراسة عدة محاور أساسية تهدف إلى تقييم الوضع الحالي واقتراح سبل تطوير منظومة إدارة المياه والزراعة داخل المدرسة، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة وتعزيز وعي الطلاب والمعلمين.

أ– وصف الموقع وموارد المدرسة:

تقع المدرسة في موقع حضري بمحافظة القاهرة، علي الرغم من كبر مساحتها إلا أن المساحات الخضراء بها محدودة فهي موزعة في منطقتين فقط الأولي: في الملعب وراء الجول بمساحة 56م^2، والثانية عند البوابة بمساحة 107.3م^{2}ت، (لوحة 5). وبعد رصد تلك المساحات تم تحديد المناطق التي تصلح للزراعة سواء في فناء المدرسة أو على الأسطح، مع مراعاة ظروف التهوية والتعرض لأشعة الشمس، وتم تحديد مساحتها بحوالي 100م^2، (لوحة 6).

المصدر: الدراسة الميدانية: 2025

(لوحة 5) المساحات الخضراء بمدرسة النقراشي بنين

المصدر: الدراسة الميدانية: 2025

(لوحة 6) المساحات المقترحة بمدرسة النقراشي بنين

ب– أدوات جمع البيانات وتحليل الوضع القائم:

تم إعداد استبيان تطبيقي (**ملحق1**) شمل عينة من 40 طالبًا ومعلمًا، بهدف التعرف على مدى الوعي بمفاهيم الزراعة الذكية وطرق إدارة المياه داخل المدرسة. أظهرت النتائج أن هناك قصورًا نسبيًا في استخدام الأساليب الحديثة في الري وعدم وجود نظام زراعي مستدام في المدرسة، مما عزز الحاجة إلى مشروع تطبيقي.

جـ– رفع الوعي وتطبيق مفاهيم الزراعة الذكية:

تم تنفيذ جلسات تدريبية وتوعوية استهدفت الطلاب والمعلمين للتعريف بمفهوم الزراعة الذكية وأهمية تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط والري بالرش واستخدام أجهزة الاستشعار لرصد رطوبة التربة. هدفت هذه الجلسات إلى تمكين الفئة المستهدفة من فهم كيفية ترشيد استهلاك المياه وتحقيق أقصى إنتاجية زراعية بأقل تكلفة مائية.

د– خطوات التطبيق العملي:

– اختيار أنواع النباتات المناسبة :تم اقتراح زراعة نباتات ذات استهلاك مائي منخفض وسهلة العناية، مثل: النعناع والريحان والخس والفجل والبقدونس : كمحاصيل سريعة النمو، والصبار والزينة.

هـ– أهمية المشروع:

يساهم هذا المشروع في تنمية مهارات الطلاب العملية، وتعزيز التفكير البيئي، وغرس قيم الاستدامة من خلال تجربة حية داخل المؤسسة التعليمية. كما يشجع على تحمل المسؤولية والمشاركة المجتمعية، ويفتح آفاقًا لتكرار التجربة في مدارس أخرى.

– كما تم عمل لعبة الكترونية لجعل الموضوع أكثر جذبًا للطلاب، منها كتوعية بيئية من جانب، وكسلوك ايجابي نحو الزراعة الذكية واستدامة المياه من جانب آخر، ويوضح (شكل 1) اللعبة الالكترونية.

المصدر: من إعداد الطلاب

(شكل 2 لعبة الكترونية لتنمية وعي الطلاب)

منهجية البحث والأدوات المستخدمة

الفرضيات:

1. ما مدى مساهمة تقنيات الزراعة الذكية في ترشيد استهلاك المياه في الأنشطة الزراعية المدرسية؟
2. ما هي الفوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام أنظمة الري الذكي في الزراعة داخل المدرسة؟
3. كيف تؤثر نظم الاستشعار والرصد الذكي على تحسين جودة وكفاءة الري؟

4. ما مدى وعي الطلاب والمعلمين بأهمية إدارة المياه واستخدام التكنولوجيا الحديثة في الزراعة؟
5. ما التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الزراعة الذكية في بيئة محدودة الموارد مثل المدارس؟
6. هل تسهم الزراعة الذكية في زيادة الإنتاجية النباتية مقارنة بالطرق التقليدية؟
7. ما الأدوات والتقنيات المناسبة لتطبيق مشروع زراعة ذكية داخل المدرسة باستخدام أقل كمية ممكنة من المياه؟
8. كيف يمكن إعادة استخدام المياه المعالجة في الزراعة بشكل آمن داخل المدرسة؟
9. ما مدى قابلية التلاميذ لتبني حلول زراعية ومائية ذكية ضمن مشاريعهم المدرسية؟

المنهج الوصفي التحليلي:

السعي للحصول على معرفة دقيقة ومفصلة بمكونات التجربة بهدف الوصول إلى فهم أعمق يمكن من خلاله وضع سياسات وإجراءات مستقبلية فعالة (المحمودي،2019).

وتم استخدام المنهج الوصفي التحليلي في عمل الاستبيانات.

تحديد أدوات وإجراءات البحث:

1– الاستبيانات

2– المقابلات الشخصية.

3–الجلسات التدريبية.

4– الدراسة الميدانية وقياس المساحات الخضراء بشريط القياس.

5– نموذج محاكاة (لعبة الكترونية).

– الأساليب:

تم استخدام الأساليب الإحصائية عن طريق لعمل الجداول والأشكال البيانية، ولتحديد منطقة الدراسة ومعرفة حدودها تم الاعتماد علي جوجل ايرث برو 2025.

.– الصعوبات والمعوقات:

- **نقص البنية التحتية التكنولوجية.**
- **ارتفاع تكاليف التقنيات.**
- **نقص الخبرة الفنية.**
- **غياب الوعي المسبق لدى الطلاب بمفهوم الزراعة الذكية والادارة المتكاملة للمياه في تحقيق الاستدامة.**

نتائج البحث:

تم التوصل إلي مجموعة من النتائج سواء خاصة بموضوع الدراسة الذي يدور حول ادارة المياه في الزراعة الذكية أو من خلال الدراسة التطبيقية علي مدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية وفيما يلي تناولها في النقاط التالية:

– انخفاض مساهمة الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي العالمي من 10.2% في الستينيات إلى 4.3% في 2022 بسبب التغيرات المناخية (تقلص إنتاجية الأراضي) والصراعات والأوبئة .

– هجرة الريفيين إلى المدن (انخفاض نسبة سكان الريف من 57.1% في 1990 إلى 43.1% في 2022.

– ارتفاع عدد من يعانون من الجوع الحاد إلى 258 مليون شخص في 2022.

– ارتفاع أسعار الغذاء بنسبة 70% بعد جائحة كورونا والحرب الأوكرانية، وتوقعات بوصول عدد من يعانون نقص التغذية إلى 600 مليون شخص بحلول 2030.

– الزراعة تستهلك 70% من المياه العذبة عالميًا، وتصل النسبة إلى 90% في المناطق الجافة.

– 35%من مياه الري في مصر تُهدر بسبب التسرب والتبخر (خاصة في الري السطحي

– تهديد سد النهضة (خسارة محتملة 7.77 مليار م^3 سنويًا)

– يقلل الري بالتنقيط الهدر المائي بنسبة 95% مقارنة بالري السطحي.

– الطائرات المسيرة (الدرونز)، ترفع كفاءة مراقبة المحاصيل وتقليل استخدام المبيدات بنسبة.30% .

– تزيد الزراعة الرأسية الإنتاجية بحوالي 70 ٪ لكل متر مربع مقارنة بالزراعة التقليدية.

–الزراعة الذكية تتطلب استثمارات أولية عالية (مثل تركيب أنظمة الري)

– وفرت تحلية مياه البحر في مصر 0.6مليار م^3 سنويًا، مع خطة لزيادتها إلى 1.4 مليار م^3.

– خفضت إعادة استخدام مياه الصرف الصحي الاعتماد على المياه العذبة في الري بنسبة 20% في بعض المناطق.

- **– أظهر الاستبيان أن ٧٥٪ من الطلاب والمعلمين لديهم معرفة محدودة بتقنيات الزراعة الذكية مثل الري بالتنقيط أو استخدام الذكاء الاصطناعي.**
- **–٦٠٪ من العينة لم يكونوا على دراية بأهمية ترشيد المياه في الزراعة أو تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية.**
- **– المدرسة تعتمد على طرق تقليدية في ري المساحات الخضراء (مثل الري بالغمر) بنسبة 100٪، مما يؤدي إلى هدر المياه.**
- **– تحديد مساحة قابلة للزراعة تصل إلى ١٠٠ متر مربع، يمكن استغلالها في زراعة محاصيل ذكية مناخيًا بمدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية.**

- – إقبال ٨٥٪ من الطلاب على المشاركة في المشروع بعد جلسات التوعية، مما يشير إلى قابلية تبني الممارسات المستدامة.
- – زاد وعي عينة الطلاب بأهمية الزراعة الذكية وتقنيات الري الحديثة وتحقيق الاستدامة.

تفسير نتائج البحث:

– انخفاض الإنتاجية بسبب التغير المناخي والصراعات يؤكد الحاجة إلى سياسات داعمة للتحول الذكي.

– تؤكد البيانات أن الأمن الغذائي أصبح رهينًا بمواجهة الاحتباس الحراري وتحسين كفاءة الموارد.

– فعالية الري الحديث تثبت إمكانية توفير المياه، لكن تطبيقه واسع النطاق يحتاج دعمًا حكوميًا.

– رغم ارتفاع تكلفة الزراعة الذكية، فإنها توفر عائدًا اقتصاديًا وبيئيًا يفوق الزراعة التقليدية بمرور الوقت.

– مبادرات مثل تحلية المياه أو تعديل المحاصيل (استبدال قصب السكر بالبنجر) تقدم دروسًا قابلة للتكرار في دول أخرى.

– عدم إدراج مفاهيم الاستدامة والزراعة الذكية في المناهج الدراسية يفسر نقص المعرفة بين الطلاب والمعلمين.

– استخدام الري التقليدي (كالغمر) بالمدرسة يرجع إلى عدم توفر البنية التحتية أو الدعم المالي لتركيب أنظمة الري الذكية.

– تجاوب الطلاب مع الجلسات التدريبية يظهر اهتمامًا بالتطبيقات العملية للاستدامة.

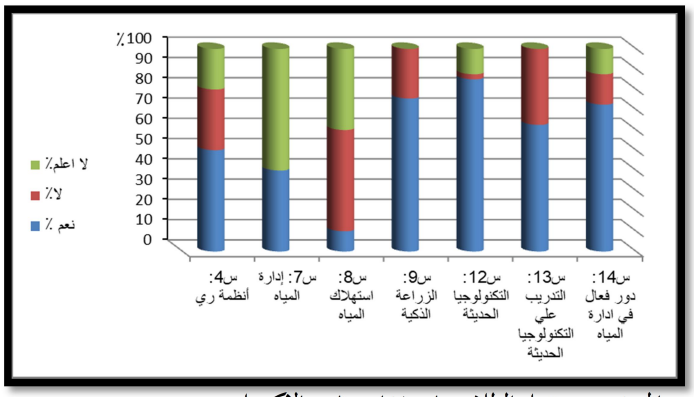
- تفسير نتائج الاستبيان الذي تم تطبيقه في مدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية:

– تبين من الاقتراحات في الاستبيان ان كان الرأي متوجه نحو استخدام وسائل الري الذكي مثل الري بالرش او التنقيط والابتعاد عن وسيلة الري التي كانت متبعه (الري بالغمر) و استغلال المساحات الفارغة للزراعة مثل منطقة التي تقع بين المباني التي تسبق المبني الثاني والثالث وتحسين البنية التحتية و الصيانة.

– تبين من الدراسة الميدانية للمدرسة أن الري المتبع هو الري بالغمر بنسبة 100٪.

– أغلب ما تم اقتراحه من الطلاب والمعلمين بالنسبة للتكنولوجيا الري بالتنقيط، ومنع الأسمدة، والري بالرش، واستنباط سلالات جديدة، والزراعة العضوية، والاستشعار عن بعد.

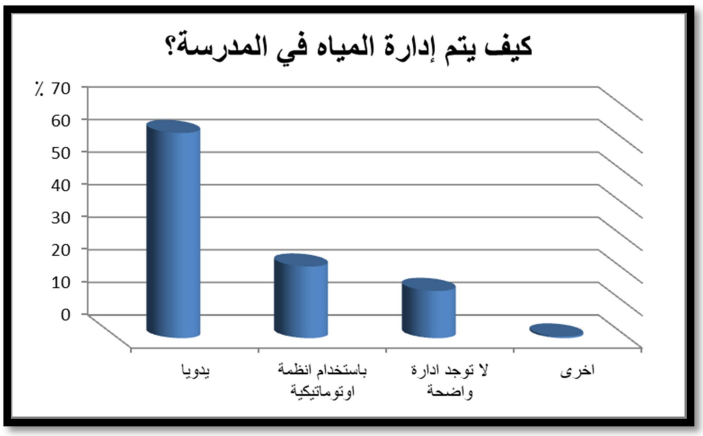
– جاءت معظم اجابات الطلاب والمعلمين حول أنظمة الري المتبعة بالمدرسة بالإجابة نعم بنسبة 50٪، وبالنسبة لإدارة المياه فكانت معظم الاجابات بلا أعلم بنسبة 60٪. أما عن استهلاك المياه فكانت الاجابات حول لا بنسبة 50٪ أما عن أراءهم حول الزراعة الذكية واستخدام التكنولوجيا الحديثة والتدريب عليها فكانت بنعم حيث تراوحت نسبتها بين 62.5 و 85٪ ، (شكل3).



المصدر: من عمل الطلاب باستخدام برنامج الاكسيل

(شكل 3) نتائج الاستبيان

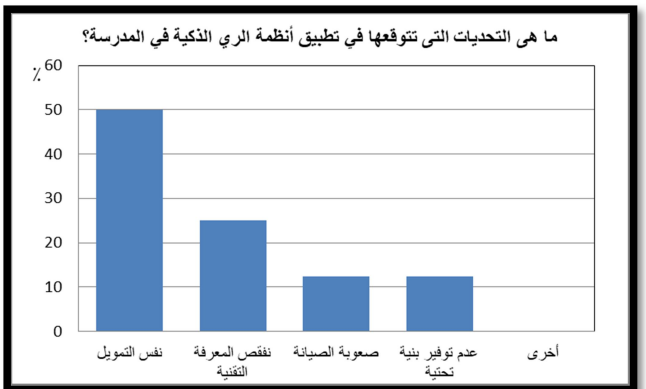
– اجمع الطلاب والمعلمين علي أن إدارة المياه في المدرسة بتتم يدويًا بنسبة 60٪، (شكل4).



المصدر: من عمل الطلاب باستخدام برنامج الاكسيل

(شكل 4) نتائج الاستبيان

– تبين من الاستبيان أن نقص التمويل هو من أهم التحديات التي تقابل تطبيق أنظمة الري الذكية في مدرسة النقراشي الثانوية بنين حيث جاءت النسبة بحوالي 50٪، (شكل 5)



المصدر: من عمل الطلاب باستخدام برنامج الاكسيل

(شكل 4) نتائج الاستبيان

الخاتمة:

في ختام هذا البحث، يتضح أن تطبيق تقنيات الزراعة الذكية وإدارة المياه المستدامة يمثل خطوة حيوية نحو تعزيز كفاءة استخدام الموارد الزراعية، خاصة في ظل التحديات المناخية المتزايدة. فالاعتماد على أنظمة الري الحديثة، وأجهزة الاستشعار، وتحليل البيانات بالذكاء الاصطناعي يسهم في تحسين الإنتاجية الزراعية، وتقليل الهدر، وتحقيق التوازن بين استهلاك المياه ومتطلبات المحاصيل.

أما على المستوى التعليمي، فإن تنفيذ هذه التقنيات في مدرسة مثل النقراشي الثانوية بنين يُعد فرصة ثمينة لتعزيز وعي الأجيال القادمة بأهمية الاستدامة. فمن خلال التدريب العملي للطلاب والمعلمين على استخدام أنظمة الري الذكية، وعمل نموذج للمحاكاة ، يمكن تعزيز الثقافة البيئية وترسيخ ممارسات زراعية مستدامة تمتد آثارها إلى المجتمع المحلي.

التوصيات:

– تطوير استراتيجيات لتعزيز تبني تقنيات الزراعة الذكية في مصر.

– اقتراح سياسات لدعم الاستثمار في البحث والتطوير في مجال الزراعة الذكية.

– اقتراح حلول للتغلب على معوقات تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في مصر.

– تقييم الأثر البيئي للزراعة الذكية، بما في ذلك تقليل استخدام المياه والمبيدات الحشرية.

– تحليل دور الزراعة الذكية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

– تشجيع المدارس الأخرى على تبني تقنيات الزراعة الذكية لتعزيز الوعي البيئي والتكنولوجي.

– تحسين شبكات الري في المدرسة باستخدام أنظمة حديثة كالتنقيط والري بالاستشعار، مع تركيب أجهزة مراقبة رطوبة التربة.

– التعاون مع الجامعات والمراكز البحثية لتطوير حلول مبتكرة تتناسب مع البيئة المحلية.

– تنظيم ورش عمل وبرامج توعوية لأولياء الأمور والمجتمع المحلي حول أهمية الإدارة المستدامة للموارد المائية.

– إجراء تقييم دوري لأداء الأنظمة الذكية المستخدمة، مع تحسين التقنيات بناءً على النتائج المحققة.

الشكر والتقدير

السادة المسؤولين، أعضاء هيئة التدريس الأفاضل، وكل من ساهم في إنجاح مشروع تخرج قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية بكلية التربية جامعة عين شمس، نتقدم نحن طلاب قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية (المجموعة 134) بكلية التربية جامعة عين شمس، بخالص الشكر والتقدير والعرفان لكل من ساهم بجهده وعلمه ودعمه في إنجاح مشروع تخرجنا هذا. لقد كان هذا المشروع يمثل تتويجًا لمسيرتنا الأكاديمية، وما كان له أن يرى النور ويصل إلى هذه المرحلة المتميزة لولا توفيق الله أولًا، ثم دعمكم وتوجيهاتكم السديدة ومساندتكم القيمة.

نتوجه بالشكر الجزيل إلى قسم الجغرافيا و نظم المعلومات الجغرافية برئاسة أ.د / رشا حامد بندق و مجلس الكلية بإدارة أ.د / صفاء شحاتة. لقد كان دعمكم اللوجستي والمعنوي حافزًا لنا على بذل قصارى جهدنا وتذليل كافة الصعاب التي واجهتنا.

كما نخص بالشكر والتقدير أ.د/ هويدا توفيق لقد كانت توجيهاتكم ونصائحكم القيمة هي البوصلة التي أضاءت لنا الطريق نحو تحقيق أهداف مشروعنا. تعلمنا منكم الكثير، ليس فقط في مجال تخصصنا، بل أيضًا في كيفية البحث العلمي والعمل الجماعي وتحمل المسؤولية.

ولا يسعنا إلا أن نتقدم بالشكر العميق إلى أ. طارق حسين ، معلم مادة الجغرافيا بمدرسة النقراشي الثانوية بنين العسكرية. لقد كان تعاونكم وتفانيكم محل تقدير كبير، وساهم بشكل فعال في إثراء مشروعنا وإخراجه بأفضل صورة.

إننا نعتبر هذا المشروع ثمرة لجهود مشتركة، ونؤمن بأن النجاح الذي تحقق هو نجاح للجميع. نسأل الله أن يجزيكم خير الجزاء على ما قدمتموه لنا من دعم وعون، وأن يجعل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم ونافعًا لمجتمعنا.

المراجع والمصادر

أولا: المراجع العربية:

1. أبو زيد، رضا حسن عبد الغفار (2011): معارف القادة المحليين بأساليب استخدام مياه الري على مستوى الحقل ببعض قرى محافظة كفر الشيخ. مجلة البحوث الزراعية، ع 37، مركز البحوث الزراعية.
2. أنون (2024): نموذج إحصائي للتنبؤ باحتياجات مصر من مياه الري. المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، كلية التجارة، جامعة عين شمس.
3. العبيد، عبدالوهاب اخضير، حماد نواف فرحان، مُحَّد مزعل حميد (2010): استثمار مياه سدود الصحراء الغربية في الإنتاج الزراعي: دراسة تحليلية واقتصادية. المجلة العراقية لدراسات الصحراء، جامعة الأنبار.

4. القبلاوي (2011): اقتصاديات استخدام نوعيات مختلفة من المياه الإروائية في إنتاج المحاصيل الحقلية بمحافظة كفر الشيخ. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، الجمعية المصرية للاقتصاد الزراعي.
5. المحمودي، محمد سرحان علي (2019): مناهج البحث العلمي، دار الكتب، صنعاء.
6. بن صويلح، ليليا (2014): الإدارة المتكاملة للموارد المائية – خيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية.
7. تقرير مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء (يوليو 2023): الزراعة الذكية ودعم الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية. العدد 17، من ص 8 إلى ص 16.
8. رزق الله، طلعت (2017): *الآفاق المستقبلية للتنمية الزراعية المستدامة*. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مج 27، ع 4، ص 17–22.
9. سوانسون، بيرتون (1990): *الإرشاد الزراعي: دليل مرجعي* (الطبعة الثانية). منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، روما.
10. سليمان، سرحان أحمد عبد اللطيف (2019): *الزراعة الذكية مناخياً في مواجهة تأثير التغير المناخي على الأمن الغذائي المصري*. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مج 29، ع 4.
11. عبد الجابر (2024): *نموذج إحصائي للتنبؤ باحتياجات مصر من مياه الري*. المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، كلية التجارة، جامعة عين شمس.
12. عبد الواحد، منصور أحمد محمد حنفي (2017): *دراسة نقدية لمداخل العمل الإرشادي الزراعي في ظل تحديات التنمية الزراعية*. بحث مرجعي، اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة في مجال العلوم الزراعية الاجتماعية.
13. عبد، عبير محمد (2021): *مفهوم الزراعة الذكية والتجربة الأردنية*. من ص 1 إلى ص 27.
14. عينر، نصر جميل (2004): البرنامج القومي للتوعية المائية في مصر. معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي.
15. غصن، أحمد علي (2008): الإدارة المتكاملة لموارد المياه: استدامة الموارد وحماية البيئة. مؤتمر إدارة مصادر المياه والحفاظ عليها، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، عمان.
16. قشطة، عبد الحليم (2013): فلسفة الإرشاد الزراعي الناجح في الدول النامية. كلية الزراعة، جامعة دمنهور.
17. لزعر، محمد أمين (بدون تاريخ): إدارة الموارد المائية وتنمية الزراعة المستدامة في الوطن العربي. المجلة المصرية للتنمية والتخطيط.
18. مصطفى، حنان محمد (2022): دراسة اقتصادية لكفاءة استخدام مياه الري في جمهورية مصر العربية. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مج 32، ع 2.
19. المصيلحي، أحمد فؤاد (1988): تحديات وآليات ترشيد الإروائي المائي في أراضي الوادي القديم بجمهورية مصر العربية. مؤتمر دور الإرشاد الزراعي، الجمعية العلمية للإرشاد الزراعي، القاهرة.
20. نصر، فرج علي عمار، عبد السلام محمد المايل (2017): الإدارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في الأمن المائي الليبي. العدد 78–79.
21. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" (2018): "دليل الزراعة الذكية مناخيًا، موجز، الطبعة الثانية، روما.
22. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (2009): استراتيجية التنمية الزراعية المستدامة 2030. القاهرة.

ثانيا: المصادر الأجنبية:

1. Preeti, P. et al. (2019: Rainwater Harvesting in Australia Using an Australia-Wide Model: A Preliminary Analysis. 2nd International Conference on Water and Environmental Engineering, pp. 253–262.
2. Wang, S. et al. (2023): Diversified crop rotations reduce groundwater use and enhance system resilience. Agricultural Water Management, p. 276.

ثالثا: المواقع الإلكترونية:

1. https://sigmaearth.com/ar/what-is-sustainable-water-management/
2. https://www.sfpuc.gov/ar/learning/water-pollution-preven
3. https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=5&newid=60852
4. https://www.geosp.net/wp-content/uploads

ملحق (1) استبيان لقياس مدى تطبيق التقنيات الحديثة في الزراعة الذكية وادارة المياه

استمارة استبيان حول إدارة المياه والزراعة الذكية في مدرسة النقراشي الثانوية بنين

اسم المشارك:
(اختياري)

الصفة:

- طالب
- معلم
- إداري
- آخر (حدد.....)

الصف أو القسم:
(إن كان طالبًا أو معلمًا)

الوضع الحالي لإدارة المياه في المدرسة

١- هل توجد أنظمة ري حالية في المدرسة؟

- نعم
- لا
- لا أعلم

٢- إذا كانت الإجابة "نعم"، ما نوع أنظمة الري المستخدمة؟

- ري تقليدي (بالغمر)
- ري بالتنقيط
- ري بالرش

- أخرى (حدد ....)

٣- كيف يتم إدارة المياه في المدرسة؟

- يدويًا
- باستخدام أنظمة أوتوماتيكية
- لا توجد إدارة واضحة
- أخرى (حدد.....)

٤- هل توجد مشاكل تتعلق بإدارة المياه في المدرسة؟

- نعم (حدد ....)
- لا أعلم

٥- هل يتم قياس استهلاك المياه في المدرسة؟

- نعم
- لا
- لا أعلم

(الوعي بالزراعة الذكية والتكنولوجيا الحديثة)

٦- هل سمعت من قبل عن الزراعة الذكية؟

- نعم
- لا

٧- هل تعتقد أن استخدام التكنولوجيا الحديثة يمكن أن يحسن إدارة المياه في المدرسة؟

- نعم

- لا
- لا أعلم

التدريب والتطبيق العملي

٨- هل أنت مهتم بتلقي تدريب على استخدام أنظمة الري الذكية والتكنولوجيا الحديثة؟

- نعم
- لا

٩- ما هي التحديات التي تتوقعها في تطبيق أنظمة الري الذكية في المدرسة؟
(يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- نقص التمويل
- نقص المعرفة التقنية
- صعوبة الصيانة
- عدم توفر البنية التحتية
- أخرى (حدد.....)

١٠- هل ترى أن الطلاب يمكن أن يلعبوا دورًا فعالًا في إدارة المياه والزراعة الذكية في المدرسة؟

- نعم
- لا
- لا أعلم

سؤال حر: ما هي التكنولوجيا التي تعرفها والتي يمكن استخدامها في الزراعة؟

الاقتراحات

١١- ما هي اقتراحاتك لتحسين إدارة المياه في المدرسة؟

.....

١٢- ما هي التكنولوجيا التي ترغب في رؤيتها مطبقة في المدرسة؟

.....

١٣- هل لديك أي تعليقات أو ملاحظات أخرى؟

.....