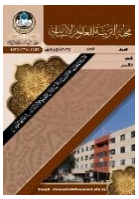


مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل

الاحتياجات المائية لمحصول الرز في قضاء ئاكري – دراسة في المناخ الزراعي

حسنو مراد خديدا [1] ابراهيم خشمان هسام [2]

قسم الجغرافية، كلية العلوم الإنسانية، جامعة دهوك، اقليم كوردستان–العراق [1، 2]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2025/5/23

تاريخ المراجعة : 2025/7/15

تاريخ القبول : 2025/7/24

تاريخ النشر : 2026/7/25

الكلمات المفتاحية :

الاحتياجات المائية، المناخ الزراعي، محصول الرز، نوع التربة، ري السيحي

معلومات الاتصال

حسنو مراد

Hisno96@gmail.com

الملخص

يتلخص موضوع البحث بدراسة الاحتياجات المائية لمحصول الرز دراسة في المناخ الزراعي ضمن حدود قضاء (ئاكرى) تابعة لمحافظة دهوك، كأجوبة لبعض التساؤلات مثل: تحديد تقدير الاحتياجات المائية للمحصول، ومعرفة مدى كفاية المتطلبات المائية للمحصول، ومدى التوافق بينها وبين العوامل الأُخرى: كالمناخ في منطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على مناهج عدّة منها: الاستقرائي، الوصفي ،والموضوعي، والتحليلي، كما أنَّ محصول الرز من المحاصيل الغذائية الاستراتيجية التي تتطلب كميات كبيرة من المياه خلال فترة النمو،ومناخ منطقة الدراسة يقع ضمن المناخ شبه الجاف، إذ تزداد درجات الحرارة صيفاً مما ساعد على نجاح زراعة الرز فيها، ولتقدير الاحتياجات المائية أهمية كبيرة لضمان تحقيق إنتاجية جيدة وللحفاظ على المورد المائي المتاح، ولتحسين إدارة مياه الري وتقليل الفاقد، ولحساب الاحتياجات المائية لمحصول الرز في قضاء ئاكرى تم الاعتماد على برنامج (CROP WAT) الخاص بتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية والتي صممت من قبل منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO)، وتعتمد على البيانات المناخية كـ (درجات الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلية، الامطار)، وبيانات التربة (نوع التربة وعمقها)، وبيانات المحصول (نوع المحصول، فترة النمو، العمق الجذري...الخ)، لتطبيق معادلة (بنمان) لحساب التبخر/ النتح الرجعي وإنشاء جدولة الري، كما ظهرت ابرز اصناف الرز في قضاء ئاكري(شةش مهي، تحالف ، كةس نديتي، صدري) والتي تختلف في الاحتياج المائي الكلي والتي تتراوح ما بين (1000–1800 ملم)، والاستهلاك المائي يتراوح ما بين (8–12) ملم، وكان الري بالغمر بشكل عام يوفر الاحتياج المائي لكل صنف دون ان يؤثر على إنتاجيتها والتي بلغت ما يقارب(2 – 8 طن/ هكتار) حسب مساحة المزروعة لكل صنف من اصناف الرز ضمن حدود منطقة الدراسة

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

Water Requirements for Rice Crop in Akre District – A Study in Agricultural Climate

Hisno Murad Khudeeda [1] **Ibrahim khushman Hussam** [2]
Department of Geography, College of Humanities, University of Duhok, Kurdistan Region-Iraq [1,2]

Article information

Received : 23/5/2025
Revised 15/7/2025
Accepted : 24/7/2025
Published 25/7/2026

Keywords:
Water Requirements, Agricultural Climate, Rice Crop, Soil type, Surface irrigation

Correspondence:
Hisno Murad
Hisno96@gmail.com

Abstract

The research topic focuses on studying the water requirements of rice cultivation in an agricultural climate within the boundaries of the (Akre) district in Duhok Governorate. It aims to address certain questions such as estimating the water needs of the crop, determining the sufficiency of water requirements for the crop, and assessing their compatibility with other factors such as climate in the study area. This will be achieved through the application of several methods including empirical, descriptive, subjective, and analytical approaches.

Rice is one of the strategic food crops that require large amounts of water during the growth period, and the climate of the study area falls within the semi-arid climate. The rising temperatures in summer have contributed to the success of rice cultivation in the region. Estimating water requirements is essential for optimal productivity, conserving water resources, enhancing irrigation management, minimizing losses, and determining the water needs for rice cultivation in the Akre district utilizing the CROP WAT program created by the Food and Agriculture Organization (FAO).

This program utilizes climate data (maximum and minimum temperatures, relative humidity, wind speed, actual sunshine hours, and rainfall), soil data (soil type and depth), and crop data (crop type, growth period, root depth, etc.) to calculate

evapotranspiration and establish irrigation schedules using the Penman equation. The most prominent rice varieties in the Akre district (such as Shash Mahi, Tahaluf, Kas Naditi, and Sadri) have varying total water requirements ranging from 1000 to 1800 mm, with water consumption ranging between 8-12 mm. Flooding irrigation generally met the water needs of each variety without affecting its productivity, which ranged from approximately 2-8 tons per hectare depending on the cultivated area for each rice variety within the study area boundaries

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المقدمة:

يشكل تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل دوراً أساسياً في التخطيط الزراعي؛ لما لها من أهمية كبيرة في نجاح زراعتها، والحصول على النتائج المرجوة المتمثلة بتحقيق محصول وافر، إذ إنَّ إنشاء جدولة مخططة لعمليات الري تضمن الحصول على أقصى وأفضل نوعية وإنتاج من المحاصيل مع المحافظة على البيئة، إذ زادت الضائعات المائية في الآونة الأخيرة، نتيجة للتغيرات المناخية وزيادة (التبخر/ النتح) بسبب الجفاف، إذ تتطلب المصلحة الحفاظ على كميات المياه المتاحة سواء أكانت سطحية أم جوفية وصيانتها واستثمارها بكفاءة عالية، فضلاً عن تحديد وتقدير حجم الاحتياجات المائية لأيّ محصول زراعي، لرفع كفاءة استخدامها وتقنينها، والاعتماد على الطرق والأساليب الإروائية الحديثة، من خلال هذا الفصل سنقوم بدراسة العوامل المحددة لتقدير الاحتياجات المائية الكلية للمحاصيل الزراعية بشكل عام وتقديرها لمحصول الرز بشكل خاص كموضوع للدراسة.

إذ أصبحت الاحتياجات المائية من المواضيع الحيوية لارتباطها المباشر بإنتاج المحاصيل الزراعية واستدامتها وبمجالات تنمية الموارد المائية، وللتعرف على فترات الفائض المائي واستغلالها لأغراض زراعية لاحقاً وفترات العجز المائي وتوفرها عن طريق الري، ولتحديد أكبر نسبة من الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية لارتباطها بحجم الضائعات المائية مثل: التبخر والنتح الممكن والتي يمكن أنْ تتعوض إما عن طريق الري بالمياه أو بواسطة التساقط لا سيما في المناطق ذات المناخ المتنوع، كما في قضاء ئاكري والتي تكون ضمن المناخ شبه الجاف وشبه الرطب، تقوم الدراسة بتحليل التوازن بين كميات المياه المتاحة واحتياجات محصول الرز.

مشكلة الدراسة: يمكن صياغة مشكلة الدراسة من التساؤلات الاتية:

1- ما هي العوامل المحددة في تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية عموماً ومحصول الرز خصوصاً في منطقة الدراسة؟

2- ما هو مدى توافق الموارد المائية والخصائص المناخية في قضاء ئاكري مع الاحتياجات المائية والمناخية لزراعة محصول الرز؟

3- ما مدى كفاية المتطلبات المائية لزراعة محصول الرز في منطقة الدراسة؟ وما مقدار العجز؟

فرضية الدراسة:

1- الدراسة تفترض ان تقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية عموماً ومحصول الرز خصوصاً تتأثر بمجموعة من العوامل منها (العناصر المناخية مثل درجات الحرارة والرطوبة النسبية والامطار والتبخر سرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي ، وموعد الزراعة ومراحل النمو وطريقة الري ونوع التربة) ، كما تختلف تأثير هذه العوامل على الاحتاج المائي للمحصول من مرحلة الى اخرى .

2- في ظل الظروف المناخية المتغيرة والتباين في الاحتياجات المائية المناخية بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتغير نمط توزيع الامطار يكون تأثيرها مباشراً على محصول الرز مما سيؤدي الى التباين في نوعية المحصول، وسيتم اختبار هذه الفرضية من خلال جمع البيانات عن هطول الامطار ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية وكمية استهلاك المياه لزراعة الرز في قضاء ئاكري، وتحليل هذه المتغيرات ومعرفة الاحتياجات المائية المناخية وتأثيرهم على إنتاجية المحصول ومعرفة استراتيجيات إدارة المياه.

3- تفترض الدراسة ان المحصول سيحتاج الى تعديلات في النظام الري نتيجة العجز المائي وذلك لتحسين كفاءة المورد المائي وكي يزداد قدرته على التكيف مع هذه التغيرات المناخية في ظل الظروف الراهنة لتحقيق زراعة مستدامة لمحصول الرز.

هدف الدراسة:

1- تهدف الدراسة الى تحليل الاحتياجات المائية المناخية لمحصول الرز في قضاء ئاكري وإبراز العوامل المؤثرة فيها.

2- احتساب وتقدير الاحتياج المائي لمحصول الرز إذا كانت في حالة العجز أو الفائض، وتحليل مدى توافق المناخ المحلي مع متطلبات هذا المحصول.

3- تسعى الدراسة الى تقديم استراتيجيات وتوصيات لتحسين إدارة الموارد المائية التي ستعتمد على البيانات المناخية المتوفرة؛ وذلك لتحسين وتطوير في إنتاجية محصول الرز في ظل الظروف المناخية المتغيرة.

منهجية الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج الاستقرائي، والوصفي، والمنهج الموضوعي، والتحليلي؛ لتحليل العناصر المؤثرة في الاحتياجات المائية المناخية ولمعرفة تأثيرها في محصول الرز، من خلال الاعتماد على البيانات المناخية لمحطة ئاكري، فضلاً عن استخدام برنامج (CROP WAT) لمعرفة الاحتياجات المائية للمحصول، وإجراء بعض المسوحات والدراسات الميدانية للحصول على البيانات التي يصعب الحصول عليها من مصادرها الاولية وذلك لاستكمال متطلبات الدراسة.

هيكلية الدراسة:

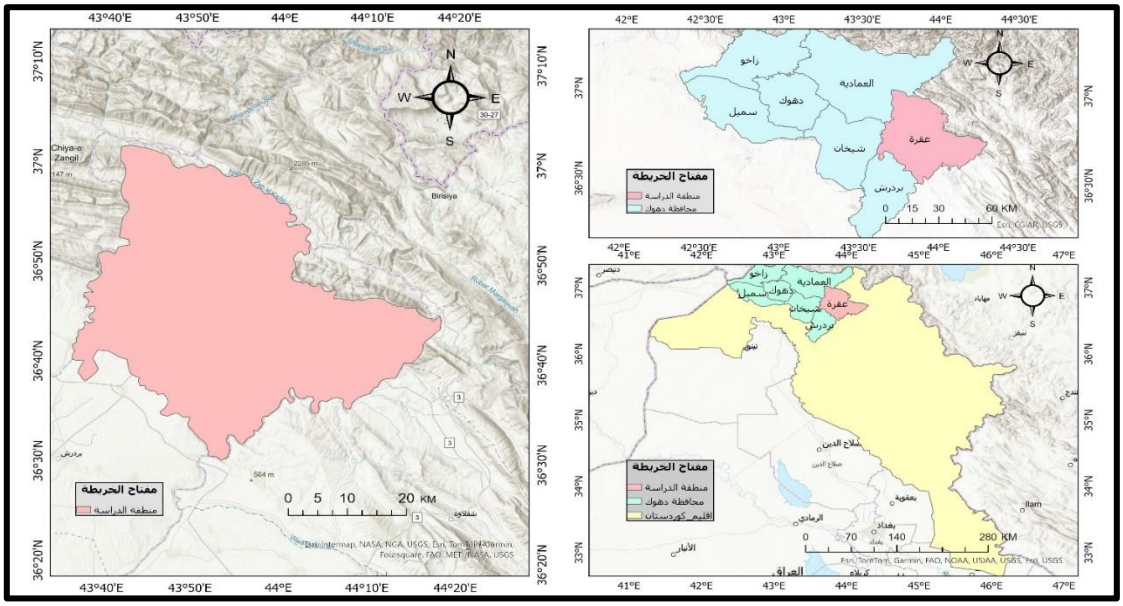
تتضمن الدراسة ثلاثة اتجاهات رئيسة فضلا عن المقدمة والاستنتاجات والمقترحات وقائمة المصادر، منها: دراسة أبرز العوامل المحددة لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية عموماً، ومن ثم لتقدير الاحتياجات المائية الكلية لمحصول الرز في قضاء ئاكري وتطبيق معادلة حساب الاحتياج الكلي وأخيراً يتطرق الى تحليل النتائج المستخرجة وتحديد الاحتياجات المائية لكل صنف من الاصناف المزروعة في قضاء ئاكري.

حدود منطقة الدراسة:

يمثل قضاء ئاكري إدارياً إحدى اقضية محافظة دهوك التي تقع في جزئها الشمالي الشرقي، تتوسط بين محافظتي (دهوك، اربيل)، وهي حلقة الوصل بين منطقتي البهدينانية والسورانية، ويفصلها نهر الزاب الكبير شرقا بين حدودها مع محافظة اربيل، يحدها من الشمال قضاء ميركسور التابع لمحافظة اربيل، وفي اقصى شمال الغربي يحدها قضاء ئاميدي التابع لمحافظة دهوك، وفي غربها يفصل نهر خازر بينها وبين القضاء الشيخان التي تتبع إدارياً لمحافظة دهوك، اما جنوبا فيحدها قضاء بردرش.

يقع قضاء ئاكري إحداثياً (فلكياً) بين دائرتي العرض("00´30˚36) و("00´50˚36) شمالا وبين خطي الطول("00´40˚43) و("05´00˚44) شرقاً. كما في الخريطة الرقم (1).

الخريطة (1) الموقع الجغرافي لقضاء ئاكري بالنسبة محافظة دهوك وإقليم كوردستان العراق



1- العوامل المحددة لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية:

تشير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية بشكل عام الى كمية المياه التي يستهلكها المحصول لفترة النمو الخضري ولمساحة معينة عن طريق النتح لبناء أنسجة النبات، فضلاً عن الى كمية المياه المتبخرة من الترب الزراعية خلال فترة زمنية محددة، فضلاً عن الضائعات المائية الأُخرى عن طريق الرشح والتسرب العميق ضمن المساحة المروية والتي تسمى عادة بالاستهلاك المائي. ولعل من أهم العوامل المؤثرة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية بشكل عام (الحمادة، 2011) ، هي **كالآتي:**

1-1- العناصر المناخية:

تعد عملية التبخر/النتح من أكثر العناصر المناخية التي تتوقف عليها احتياجات المائية للمحاصيل والتي تعتمد على العناصر التالية وعلاقتها بهم مثل: درجة الحرارة، والاشعاع الشمسي، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، فضلاً عن نوع التربة، والعنصر الأكثر تأثيراً في معدلات التبخر والنتح هي الرطوبة النسبية، أيْ كلما زادت الرطوبة النسبية قلت التبخر والعكس صحيح ، وعنصر التبخر/ النتح مهم في حياة النباتات لا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة (الفندي ، 1946) ،وفي الفصول الجافة التي تكون تساقط الأمطار أقل من المتطلبات المائية للمحصول يتم الاعتماد على الري السيحي كما في منطقة الدراسة، وذلك لتعويض النقص المياه المفقودة عن طريق التبخر وتوفير المياه اللازمة للمحصول (حلمي ، 1981) .

1-2- نوع المحصول ومراحل نموه:

تختلف المحاصيل حسب النوع والمدة الزمنية لمراحل نموها من الابذار وحتى الحصاد بحسب الاحتياجات المائية التي تستهلكها في عمليات التبخر/النتح اعتماداً على عوامل عدة منها: مساحة الأوراق، وارتفاع النبات عن سطح الأرض، وطول الجذور، وطول موسم النمو، مما يجعل لكل محصول احتياجاته الخاصة من الماء، بل تختلف هذه الصفات للمحصول الواحد ايضاً خلال الموسم الزراعي والذي يسمى بمعامل المحصول. فالمحصول في مرحلة الإنبات والتي تشكل أقل المراحل في الاستهلاك المائي غالباً، تبدأ تدريجياً بارتفاع الاستهلاك المائي في مرحلتي النمو الاولى والنمو المتوسط (مرحلة منتصف الموسم) بسبب نشاط عمليات النمو الخضري، الى أنْ يصل الى مرحلة النمو المتأخر والتي تشهد انخفاض الاستهلاك المائي في هذه المرحلة نتيجة لتوقف عمليات النمو الخضري (الأوراق والجذور) (مفتاح ، 2012) .

1-3- موعد الزراعة:

يعتبر هذا العامل مهماً في تحديد الاحتياج والاستهلاك المائي للمحاصيل مما يؤدي الى تغير في كمية الاستهلاك المائي حسب الفصول المناخية التي يمتد فيها موسم نمو المحصول، لا سيما مرحلة منتصف النمو اذا توافقت في اشد الشهور الجافة بالتأكيد سترتفع كميات الاستهلاك المائي للنبات الى اقصى حد ممكن كما هو الحال في محصول الرز، فمن الملاحظ بأن المحاصيل الصيفية اكثر استهلاكاً للمياه من المحاصيل الشتوية، كما يؤثر اختلاف موعد زراعة المحصول على مستوى الشهر الواحد أيضاً، مما تتسبب بأختلاف في الاستهلاك المائي ، على سبيل المثال إذا كانت موعد الزراعة في بداية الربيع تكون درجات الحرارة اقل مما يقلل من التبخر وبتالي يقلل من الاحتياجات المائية إما اذا كانت في فصل الصيف تكون بالعكس تماماً، والزراعة المبكرة يقلل من الاحتياج المائي مقارنه بالزراعة المتأخرة وطول فترة النمو للمحصول (FAW, 2004)

1-4- طريقة الري:

ومنها طريقة الري بالغمر المتبعة في زراعة محصول الرز والتي يتم فيها ترك الماء ينساب على السطح العلوي للتربة حتى يتم غمر جميع مساحة الحقل بالماء، كما في الشكل الرقم (9)، يعتمد الزراعة على الري عندما الامطار التي تسقط خلال الفصل النمو لا تكفي لتعويض الماء المفقودة عن طريق التبخر، والهدف من طريقة الري لتجنب الإجهاد المائي للمحصول وتطبيق الماء في الفترة المناسبة والكمية المطلوبة حسب احتياج المحصول ، وللري الدائم اضرار على التربة إلا إن ضروروية لبعض المحاصيل لا سيما المحاصيل الصيفية (Allen,R,G,,1998)، كما في حقول الرز التي تكون مغموراً بالمياه بعمق ما يتراوح بين (5 – 15) سم طول فترة النمو، كما في الشكل الرقم (10)، والاحتياج المائي لكل دورة زراعية يتراوح بين (1200 – 1500) ملم ومن الممكن ان تصل أحياناً لبعض الاصناف الى (2000) ملم حسب المناخ ونوع التربة السائدان في

المنطقة، وهذا يؤدي الى فقدان كبير للماء بسبب التبخر التسرب العميق والرشح (Bouman, Tuong ,.2001)

الشكل (9) طريقة الري بالغمر المتبعة في زراعة محصول الرز في قضاء ئاكري

من أرشيف الاستاذ صباح محمد صالح، مدرس جغرافية ويعمل مزارعا للرز بنفس الوقت، قرية دوليجان الكبيرة، قضاء ئاكري (2024/5/30)

الشكل (10) حقول الرز تكون مغمورةً بالمياه طول فترة النمو في قضاء ئاكري

من أرشيف المهندس الزراعي فاضل مصطفى رشيد ، رئيس مهندسين الزراعين ومدير دائرة الزراعة في قضاء ئاكرى، مديرية زراعة ئاكري (2024/7/20)

1-5- نوع التربة:

وهي تؤثر تأثيراً كبيرا على كمية الاستهلاك المائي بشكل مباشر او غير مباشر من خلال تأثيرها على كمية التبخر/النتح الحقيقي والممكن، وإعتماداً على لون التربة ونسجها وتركيبها واتجاه انحدار السطح وملوحة التربة ودرجة حرارة التربة (الدجيلي، 1995)، ومحتوياتها من المواد العضوية ودرجة خصوبتها، ومقدار احتوائها من الاملاح، وتركيبها الميكانيكي، ومقدر سمكها ورطوبتها ، كلها عوامل تتأثر على جذور النباتات وتغذيتها وامتصاصها للماء ومن ثم تقدير مدى صلاحية التربة للزراعة(السلماني،1974) ، كما إن مكونات التربة اذا كانت طينية او رملية او كلسية بما فيها مادة الدوبال تؤثر بشكل مباشر على طبيعة نمو المحاصيل حيث إن لكل نوع من انواع التربة تكون مناسبة لزراعة نوع معين من النباتات التي تنمو فيها على سبيل المثال التربة الرملية لا تحتفظ بالماء يكون تصريفها جيد والتربة الطينية ذات تصريف رديء والتربة وهذا يعود الى مسامات وحجم الفراغات في التربة ، وهناك انواع اخرى من التربة تحتاج الى صيانة مثل التربة الطمية والجيرية من الضروري تحقيق التوازن بين درجة الحموضة والتهوية والرطوبة التربة ،معرفة اتجاه وسرعة حركة الماء الى النباتات اهمية في طبيعة نمو النبات في البيئات المختلفة ولا سيما في المناطق الجافة وشبه جافة (رامز ، 2011).

2- تقدير الاحتياجات المائية الكلية لمحصول الرز في قضاء ئاكري

يعتبر محصول الرز من المحاصيل التي تحتاج الى كميات كبيرة من المياه خلال فترة نموه لكونها من النباتات الحساسة للماء، كما إنه لكون الوسط الذي تحدث فيه كافة الانشطة واطوار النمو لها تتم من خلال وجود المياه ولا سيما عملية التركيب الضوئي التي تعتمد كلياً وبشكل اساسي على كمية الماء الممتص بواسطة الجذور، ويجهز المحصول بالماء اما عن طريق التساقط المطري او عن طريق الري.

تعد الزراعة المعتمدة على الري عادة من اكثرها مثاليةً من حيث الكمية والنوعية وسهولة التحكم في مياه الري في كل المراحل والأطوار المستخدم فيها. ففي اقليم كوردستان العراق تقدر كمية الماء بانها تتراوح بين (1300 – 1500) ملم، كما تختلف هذه الكمية من خلال مراحل النمو ففي بداية زراعة محصول الرز لعدم اكتمال النبتة مع انخفاض في درجات الحرارة ثم ترتفع هذا الحاجة تدريجياً مع طور المحصول والارتفاع في درجات الحرارة الى أنْ تقل في المرحلة الأخيرة نتيجة؛ التوقف لعملية النمو الخضري وتكوين البذور (إسماعيل، د.ت) .

فمن الضروري معرفة آلية فقدان المياه من التربة للاستخدام الرشيد للمياه المتاحة، ويتم فقدان المياه بشكل رئيس من خلال التبخر/النتح والذي بدوره يؤثر في العوامل الأُخرى مثل: عناصر المناخ وأنواع المحاصيل وخصائص التربة وحتى مراحل الإنبات؛ لذا يجب معرفة الاحتياجات المائية لأيّ محصول ومنها: الرز؛ لتوفير كمية المياه اللازمة لاستخدام النبات، كما وتساعد على تقليل هدر المياه من الحقل الزراعي من خلال اتخاذ الاحتياطات اللازمة، والمياه المطلوبة لمحصول الرز تكون من المياه اللازمة للاستيعاب والنتح واستهلاك المياه والتبخر وتسربها من الحقل (**Aryal**, 2013) .

ففي منطقة الدراسة سيتم حساب الاحتياجات المائية لمحصول الرز باستخدام برنامج (CROPWAT for windows veer 8.0) المصمم والمعتمد من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية (فاو FAO). وهذا البرنامج خاص بتحديد وتقدير حجم الاحتياجات والاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية المختلفة اعتماداً على العناصر المناخية منها (درجات الحرارة العظمى، والصغرى، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، وعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي، والأمطار، وبيانات التربة، ونوع المحصول فصلاً عن فترات بدء زراعة المحصول وفترة حصاده)، لذا يجب إدخال إحداثيات المنطقة المدروسة (X, Y, Z) ومن ثمَّ تطبيق البرنامج والذي يعتمد بحساب المعادلات الرياضية.

لعل من أبرز خطوات التعامل مع برنامج (CROPWAT) الخاص بتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية عموماً ومنها الرز خصوصاً وجدولة مياه الري، فالبرنامج هو عبارة عن نموذج (Model) لحساب التبخر–النتح المرجعي وتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل وجدولة مياه الري. وهي كالاتي:

أولا: يعتمد البرنامج على معادلة (بنمان) المعدلة لحساب التبخر– النتح المرجعي.

1- البيانات المطلوب إدخالها في هذا البرنامج هي:

أ– بيانات مناخية: (الأمطار، درجة الحرارة.....الخ).

ب– بيانات عن المحصول: (نوعه، العمق الجذري، فترة نموه، ...الخ).

ت– بيانات عن التربة: (نوع التربة، عمق التربة، ...الخ).

2- كيفية حساب التبخر– النتح المرجعي:(ETo)

يتم حساب ذلك بواسطة معادلة (بنمان)، واعتماداً على البيانات المناخية الشهرية أو كل عشرة أيام من (درجة الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، عدد ساعات السطوع الشمسي، سرعة الرياح).

3- البيانات المطرية:

يتم إدخال البيانات المطرية بشكل (يومي، كل عشرة أيام، أو شهري) البيانات المطرية الشهرية يمكن تقسيمها حسب شدة الهطول المطري الشهري.

4- التنوع المحصولي:

يشمل تاريخ الزراعة، معامل المحصول، أيام مراحل النمو، العمق الجذري، الانخفاض الجزئي في الرطوبة. المساحة المزروعة (0–100% من المساحة الكلية).

5- بيانات التربة:

وهي تكون مطلوبة في حالة جدولة مياه الري كما تتمثل بـ(الرطوبة المتاحة الكلية، أقصى عمق جذري، نسبة انخفاض الرطوبة النسبية من الرطوبة الكلية).

6- جدولة مياه الري:

هناك عدة خيارات يمكن اختيارها بناء على تطبيق عملية الري وتوقيت الري وعمق الإضافة لمياه الري (مثلا عمق إضافة مياه الري 80 ملم كل 14 يوم حتى عودة رطوبة التربة إلى السعة الحقلية عندما يتم استخدام الرطوبة الميسرة في التربة).

ثانياً: المخرجات:(**https://qatratorg.blogspot.com/2013/12/cropwat.html?m=1**)

مخرجات البرنامج تكون على هيئة جداول ومنحنيات بشكل يومي، أو أسبوعي، أو كل عشرة أيام، أو شهرياً حسب الطلب. مخرجات التنوع المحصولي يمكن أن تشتمل على:

1- التبخر – النتح المرجعي(ETo/Period) .

2- معامل المحصول (Kc) القيم المتوسطة لمعامل المحصول في أيّ وقت أو أيّ مرحلة.

3-المطر الفعّال (mm /Period) كمية المياه التي تدخل في التربة.

4-الاحتياجات المائية للمحصول(mm /Period) (ETm) .

5-احتياجات الري (mm /Period) (IWR).

6-الرطوبة الكلية المتاحة (TAM) (mm).

7-الرطوبة المتاحة اليومية (mm) (RAM).

8- الاحتياج المائي الفعلي (mm) (Etc).

9-علاقة الاحتياج المائي الحقيقي إلي أقصي احتياج مائي (Etc/ETm).

10- العجز في رطوبة التربة اليومية (mm)

11- فترة الري (days) وعمق الري المضاف(mm)

12- فواقد الري(mm) الماء المفقود عن طريق الجريان السطحي أو التسرب العميق.

13- تقدير الانخفاض في الإنتاجية (نتيجة الضغوط التي يتعرض لها المحصول) عندما تكون نتيجة (Etc/ETm) نزلت إلى اقل من 100%.

والمعادلة الأساسية التي يعتمد عليها البرنامج هي معادلة (بنمان) المعدلة لتطبيق هذه الخطوات المذكورة سابقاً والمعادلة كالاتي (اختيفر، 2017، 161) :

$$ET_0 = \left(0.408\Delta(Rn - G) + \frac{Y(900)}{T+273}\right) u2(es - ea)/\triangle + Y(1 + 0.34u2)$$

حيث إن

ET_O = التبخر النتح المرجعي (مم / يوم).

△= ميل منحنى ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة المعينة (كيلوباسكال/ مْ) .

Y = ثابت جهاز قياس الرطوبة النسبية (Psychrometer) (كيلوباسكال/ مْ).

Rn = صافي طاقة الاشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميجاجول/ م^{2} يوم).

G = كثافة تدفق الحرارة في التربة (ميجاجول/ م^{2} يوم) .

u_2 = متوسط سرعة الرياح لليوم بأكمله، على ارتفاع 2م فوق سطح الارض (م / ث).

e_s = ضغط بخار المشبع (كيلوباسكال).

e_a = ضغط البخار الفعلي (كيلوباسكال).

($e_s - e_a$) = نقص ضغط البخار المشبع (كيلوباسكال) .

وعند تطبيق البرنامج تم الاعتماد على البيانات المناخية التالية (درجات الحرارة العظمى والصغرى، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلية، الامطار) من محطة ئاكري المناخية. وبيانات التربة (نوع التربة وعمقها)، وبيانات المحصول (نوع المحصول، فترة النمو، العمق الجذري...الخ)، لاستخراج قيم المعادلة لاحتساب وتقدير الاحتياجات المائية لمحصول الرز حسب اصنافها المختلفة المزروعة في منطقة الدراسة، كما في الجدول الرقم (15) والشكل الرقم (11) والجدول الرقم (16):

الجدول (15) المعدلات الشهرية لعناصر المناخ / محطة ئاكرى (2014–2023)

الأشهر	درجات الحرارة		الرطوبة النسبية ٪	سرعة الرياح م / ثا	عدد ساعات السطوع الشمسي	مجموع الامطار (ملم)
	العظمى	الصغرى				
كانون 2	11.8	3.3	60	1.1	5.0	543.3
شباط	14.2	4.9	56	1.3	6.1	444.0
اذار	15.8	8.3	55	1.5	6.0	548.5
نيسان	24.0	12.3	44	1.6	8.2	276.3
أيار	31.1	18.5	28	2.0	9.5	100.2
حزيران	37.7	24.2	15	2.1	11.9	2.4
تموز	41.9	28.3	12	2.0	12.2	0.6
اب	42.0	28.4	15	1.9	11.6	15.2

أيلول	37.1	23.8	29	1.4	10.6	7.1
تشرين1	29.2	17.8	47	1.3	8.0	147.2
تشرين2	20.0	10.2	36	1.1	6.2	252.6
كانون 1	14.4	6.0	60	1.1	4.8	533.5

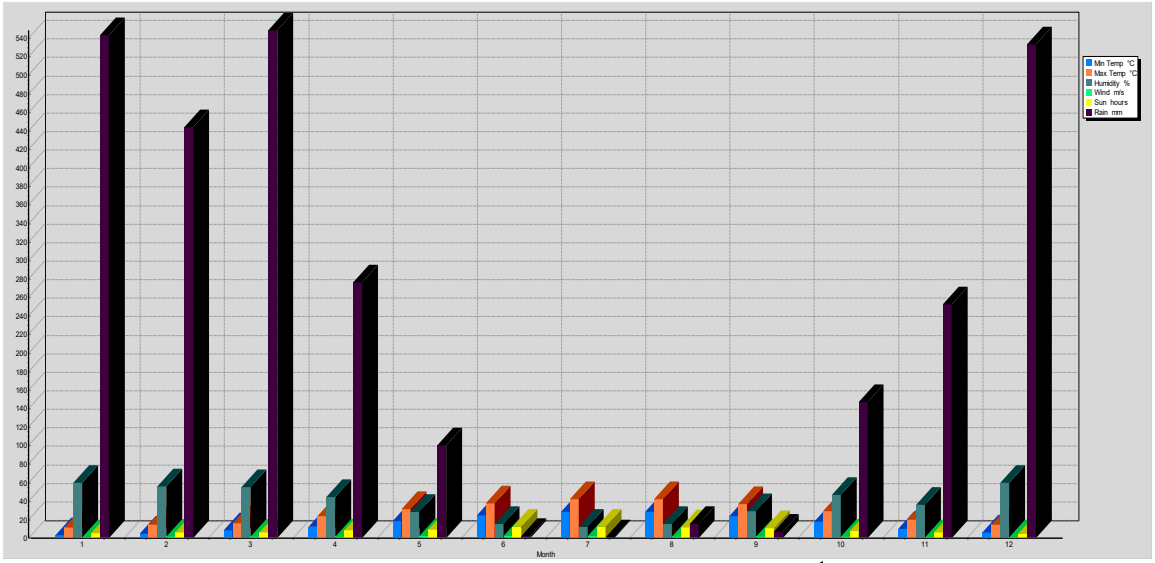
االعتماداً على:حكومة اقليم كوردستان، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي، دهوك، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة، 2024.

الجدول (16) الصفات التربة الفيزيائية والكيميائية في منطقة الدراسة (Silty Clay)

الخصائص الفيزيائية		الخصائص الكيميائية			
نوع التربة	%	Dg / Ph	7.96	Wetting point	VOI%13.6
Sand	8.45	Dsm- /EC 1	0.387	Field Capacity	VOI%34.7
Silt	44.30	Ratio /CN	71.25	Saturation	VOI%49.7
Caly	47.25	PPM /P	7.40	Matric Bulk Density	cm^3 /g 1.33

المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ 19/3/2025 لجمع عينات التربة، إجراء فحوصات مختبرية بتاريخ 25/3/2025

الشكل (11) المعدلات الشهرية لعناصر المناخ / محطة ئاكرى (2014–2023)



المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول(1) بأستخدام برنامج CROPWAT 8.0 .

تعد طريقة الري ذات تأثير كبير على حجم الضائعات المائية لأي محصول، إذ يتم زراعة محصول الرز في منطقة الدراسة اعتماداً على الطريقة التقليدية للري، بمعنى آخر يتم تجميع المياه بطريقة او بأخرى وغمر المحصول وهو ما تمت ملاحظته من خلال الزيارة الميدانية لحقول الرز في منطقة الدراسة، إذ يعتمد المزارعين الى بناء سدود ترابية صغيرة لجمع مياه العيون والينابيع ومن تم يسحبون تلك المياه بواسطة المضخات الى الحقول كما في قرية (خردسى) التابعة لناحية المركز، كما يلجأ المزارعون في مناطق اخرى الى الري عن طريق شق الأرض على شكل جداول لربطها بالمناطق القريبة من المصادر المائية دائمة الجريان كما في قرية (دزوكى) التابعة لناحية (بجيل) (دراسة ميدانية، بتاريخ 20/3/2025).

تختلف احتياجات محصول الرز للمياه باختلاف أصنافها في منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال لا الحصر صنف (التحالف) أكثر مقاومةً للاحتياجات المائية، ولا يتأثر إذا بقي اسبوعاً كاملاً من دون ريه، أمَّا صنف (الصدري) فإنه يعد الاقل مقاومةً، فعادة يلجأ المزارعون الى تجنب زراعة هذا الصنف (مقابلة شخصية، مع المزارع جبرائيل، قرية خردس، بتاريخ 2025/ 7/4، الزمن، الساعة 1:30 بعد الظهر) .

3- تحليل النتائج المستخرجة وتحديد الاحتياجات المائية لكل صنف من الاصناف المزروعة في قضاء ئاكري

بناءً على ما توصل الباحث إليه من خلال تطبيق البرنامج واعتماداً على البيانات المتاحة الخاصة بمنطقة الدراسة المذكورة في أعلاه، تمَّ الحصول على النتائج للاحتياجات المائية كما في الجدول الرقم (20) والخاص بتقدير الاحتياجات المائية لمحصول الرز لكل نوع منها، مقسمةً الى خمسة محاور رئيسة، كالآتي:

3-1- مراحل نمو الرز وجدولة الري

الجدولة عادة تغطي دورة زراعية كاملة للرز من تاريخ الزراعة (5/15) لغاية الحصاد بتاريخ (10/10) من السنة. ويمر بالمراحل الآتية:

1- Pre- Puddling(قبل الحرث المغمور) من 25 شهر نيسان (قبل الزراعة بـ 19 يوم) والهدف منه تحضير التربة وإعطاؤها ريات أولية لوصول التشبع قبل الغمر.
2- Pudding (الحرث المغمور) يبدأ من 10 أيار الى ما بعد الزراعة وهذه مرحلة مهمة جداً لتقليل الفاقد بالتسرب وتحسين تثبيت الشتلات.
3- مراحل النمو أو الإنبات وهي، Init (الابتدائية)، Dev (التطور)، Mid (المنتصف)، End (النهائية) هذه المراحل من 15 أيار الى 20 آب خلال هذه المراحل يتم إعطاء مياه الري حسب استهلاك النبات والمناخ وتحتفظ التربة بعمق ماء ثابت.

3-2- تحليل استهلاك المياه:

يمكن الاشارة الى إجمالي المياه المستخدمة في إرواء محصول الرز وبالتالي تقدير الاحتياجات الكلية لجميع اصنافه المزروعة في قضاء ئاكري من خلال الجدول الرقم (17) لتقدير إجمالي المياه المستخدمة والجدول الرقم (18) لبيان الفواقد المائية والجدول الرقم (19) لقياس كفاءة استخدام المياه، كي يتم التوصل لاحقا الى الجدول (20) والذي تم الاشارة اليه سابقاً في موضوع تقدير الاحتياجات المائية الكلية لكل صنف من الاصناف المزروعة في منطقة الدراسة، كالاتي:

الجدول (17) تقدير إجمالي المياه المستخدمة لمحصول الرز

البند	القيمة (مم)	الملاحظات
إجمالي مياه الري الخام	2210.5	هذه الكمية تشمل الفواقد
مياه الري الصافية	1547.4	الكمية التي فعلياً استفاد منها النبات
الاستخدام الفعلي من النبات	1047.6	يمثل احتياجات المحصول فقط
الاحتياج الفعلي للري	899.5	بعد خصم الامطار الفعالة

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج CROPWAT8.0

الجدول (18) تقدير الفواقد المائية لمحصول الرز

النوع	القيمة (مم)	نسبة من الإجمالي
خسائر التسرب	429.8	مرتفعة بسبب نوع التربة (سلتية طينية)
خسائر الري الأخرى	0.0	لا توجد
خسائر المطر	6.0	بسيطة جداً

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج CROPWAT8.0

الجدول (19) كفاءة استخدام المياه لمحصول الرز

المؤشر	القيمة (مم)	التفسير
كفاءة الري	%100	يدل على أن الجدولة كانت مثالية
كفاءة المطر	%96.1	تم الاستفادة من معظم الامطار
الرطوبة عند الحصاد	0.0	لا يوجد نقص ، مما يدل على جدولة دقيقة
نقص الري	%0.0	لا يوجد اي تقصير في إمداد المياه

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج CROPWAT8.0

3-3- تحليل الإنتاجية (Yield Reduction)

تمَّ تقسيم احتمالات نقص الإنتاج الى مراحل عدة (A، B، C، D) حسب شدة نقص المياه وشحتها، لكن القيم في الجدول الرقم (19) كانت تشير بعض النسب فيها الى 0.0%، وكانت النتيجة النهائية بأنه لا يوجد أي نقصان في الإنتاجية بسبب الري، وهذا يدل أنّ الري كان مثالياً ويغطى كل احتياجات النبات في جميع مراحل الإنبات.

3-4- ملاحظات خاصة بالتربة والفاقد:

التربة Silty Clay(سلتية طينية) ومن أهم خصائصها أنها:

1- تحتفظ بالمياه لفترة جيدة.
2- لكن في الوقت نفسه، قابلة لفقدان المياه بسبب التسرب العمودي (Percolation) لا سيما أثناء الغمر.
3- نلاحظ أنَّ (Percolation) ثابت = 2.5 مم/يوم تقريباً في أغلب أيام الموسم، مما أدى لفقدان إجمالي قدره 429.8 مم.

3-5- تحليل النتائج:

من تطبيق المعادلة تمَّ التوصل نظرياً الى الآتي:

1- الري تمَّ وفق استراتيجية دقيقة وممتازة.
2- الكفاءة 100%، بدون أيّ نقص بالمياه أو تأثر في الإنتاج.
3- نوع التربة أدى الى خسائر في التسرب لكنها محسوبة ضمن الجدول.
4- الموسم الزراعي كان ناجحاً مائياً، ويتوقع ان يكون الانتاج ممتازاً في حال توفر العوامل الاخرى (تسميد، مكافحة، ... إلخ).

تختلف الاحتياجات المائية لأصناف الرز في منطقة الدراسة حسب النوع أو الصنف لمدة دورة حياة الصنف. فالأصناف طويلة الدورة أو المدة الزمنية تستهلك فيها مياهاً أكثر ومدة اطول للنمو ومراحلها، وتمَّ تقدير الاحتياجات المائية لأصناف الرز في منطقة الدراسة، كما في الجدول (20) اعتماداً على المعادلة السابقة الذكر، من أبرز أصناف الرز التي يتم زراعتها في منطقة الدراسة

(مقابلة شخصية مع الاستاذ صباح محمد صالح عرب، استاذ في مدرسة ومزارع لمحصول الرز، قضاء ئاكري ، التاريخ/يوم الاثنين 2024/12/9،الزمن / الساعة1:00 بعد الظهر) كالاتي:

1- صنف التحالف:

مدة النمو: تتراوح بين (120- 135) يوماً غالباً.

الاحتياج المائي الكلي: يتراوح بين (1200– 1400) ملم خلال موسم.

أما الاستهلاك المائي حسب مراحل النمو، فهي كالآتي:

أ– مرحلة الإنبات، تتراوح المدة بين (0 – 10) أيام، أما الاحتياج المائي فيتراوح بين (80 – 100) ملم.

ب– المرحلة الخضرية، تتراوح المدة بين (10 – 40) يوماً، أما الاحتياج المائي فيتراوح بين (300 – 400) ملم.

ج– مرحلة التزهير والازدهار، تتراوح المدة بين (40 – 70) يوماً، أما الاحتياج المائي فيتراوح بين (400 – 450) ملم.

د– مرحلة امتلاء الحبوب والنضج، تتراوح المدة بين (70 – 120) يوماً، أما الاحتياج المائي فيتراوح بين (350 – 400) ملم.

2– صنف الصدري:

مدة النمو: تتراوح المدة بين (150 – 180) يوماً.

أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (1500 – 1800) ملم.

أما الاستهلاك المائي حسب مراحل النمو، فهي كالاتي:

أ– مرحلة الإنبات، تتراوح المدة بين (0 – 15) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (100– 120) ملم.

ب– مرحلة الخضرية الطويلة، تتراوح المدة بين (15 – 60) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (500 – 600) ملم.

ج– مرحلة التزهير والنضج، تتراوح المدة بين (60 – 150) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (800 –1000) ملم.

د– مرحلة ما قبل الحصاد، تتراوح المدة بين (150–180) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (100 – 150) ملم.

3– صنف شه ش مهي:

مدة النمو: تتراوح المدة بين (150 – 180) يوماً.

أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (1400 – 1700) ملم.

أما الاستهلاك المائي حسب مراحل النمو فهي كالاتي:

أ– المرحلة الاولى، تتراوح المدة بين (0 – 30) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (200 – 300) ملم.

ب– مرحلة الوسطى، تتراوح المدة بين (30 – 90) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (700 – 800) ملم.

ت– مرحلة الاخيرة، تتراوح المدة بين (90 – 180) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (500 – 600) ملم.

4– صنف كه س نديتي:

مدة النمو: تتراوح المدة بين (100 – 130) يوماً.

أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (1000 – 1200) ملم.

أما الاستهلاك المائي حسب مراحل النمو فهي كالآتي:

أ– مرحلة الإنبات وبداية النمو، تتراوح المدة بين (0 – 10) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (80 – 100) ملم.

ب– مرحلة الخضري، تتراوح المدة بين (10 – 35) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (250 – 300) ملم.

ج– مرحلة التزهير والازهار، تتراوح المدة بين (35 – 65) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (400 – 450) ملم.

د– مرحلة امتلاء الحبوب والنضج، تتراوح المدة بين (65 – 100) يوماً، أما الاحتياج المائي الكلي فيتراوح بين (270 – 350) ملم.

الجدول (20) الاحتياجات المائية لأصناف محصول الرز في منطقة الدراسة

الصنف	مدة النمو (يوم)	الاحتياج المائي الكلي (ملم)	معدل الاستهلاك المائي الكلي (ملم)	الانتاجية (طن / هكتار)
تخالف	**135–120**	**1400–1200**	**11–9**	**8–6**
صدري	**180–150**	**1800–1500**	**12–10**	**3–2**
شه ش مهي	**180–150**	**1700–1400**	**10–8**	**5–3**
كه س نديتي	**130**	**1200–1000**	**11–9**	**6.5–4.5**

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج CROPWAT8.0

الاستنتاجات:

1– تعد العناصر المناخية من أكثرها تحديداً لتقدير الاحتياجات المائية لمحصول الرز ولا سيما (درجة الحرارة والرطوبة والاشعاع الشمسي)، وهي ذات تأثير مباشر وكبير لان محصول الرز حساس جداً لفقدان الماء بالتبخر/ النتح، لان هذا الفقدان يعتمد بشكل اساسي على (درجة الحرارة والاشعاع الشمسي والرياح) بشكل أكثر من بقية العوامل كنوع التربة او مراحل نمو المحصول، ولكل من هذه العوامل ايضاً ذات تأثير وارتباط قوي ولكن ليس كالمناخ الذي يعتبر المحرك الاساسي لكل محصول من المحاصيل الزراعية.

2- اما نوع التربة الذي يحتضن زراعة محصول الرز في منطقة الدراسة وهي (السلتية الطينية) ومن خصائصها احتفاظها بالمياه لفترة جيدة، ولكنها تتسبب بفقدان المياه بسبب التسرب العمودي لا سيما اثناء الغمر وطول فترة الموسم الزراعي وهو متبع في منطقة الدراسة مما يؤدي الى فقدان كمية الماء تقارب 429.8 مم من نتيجة تطبيق المعادلة.

3- لتقدير الاحتياجات المائية لمحصول الرز في قضاء ئاكرى تمَّ الاعتماد على برنامج (**CROPWAT**) بتطبيق معادلة (بنمان) ومن نتائج المعادلة ظهرت (مراحل نمو الرز وجدولة الري، تحليل استهلاك المياه منها، مياه الري الصافية لمحصول الرز بلغت (1547.4 مم)، وبلغت خسائر التسرب حوالي (429.8 مم) بسبب نوع التربة، وقد كانت الري يتم بشكل دقيق وبكفاءة تصل الى 100% دون نقص في كمية المياه لسد احتياجات المحصول.

4- اختلاف الاحتياج المائي لكل صنف من أصناف الرز في قضاء ئاكرى، إذ تبين بأنَّ صنف (الصدري) يتطلب اعلى كمية من المياه بواقع (1800 مم) كاحتياج مائي كلي، وبأعلى معدل الاستهلاك مائي يبلغ (12 مم).

5- ففي بداية نمو المحصول يتطلب كمية قليلة من المياه (80-300 م)، وتترفع تدريجياً حتى تصل الى أعلى مستوياتها من الاحتياج المائي ضمن مرحلة (التزهير أو النضج) (400-800 مم)، إذ تبدأ تدريجياً بالانخفاض حتى ينعدم الري في فترة الحصاد.

المقترحات :

1- تشجيع من قبل دائرة الزراعة في منطقة الدراسة بالاعتماد على برنامج الخاص بتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية مثل: برنامج (CROPWAT) لدراسات أكثر دقة لتقدير الاحتياجات المائية لمحصول الرز لتقليل من هدرة المياه المتوفرة .

2- توعية المزارعين في منطقة الدراسة حول أهمية الري المتكامل وتقنيات إدارتها حسب اصناف الرز واحتياجاتهم للمياه وليس وفقاَ للعرف التقليدي الشائع في المنطقة.

3- إجراء دراسات مستقبلية وتجارب حقلية لمحصول الرز حول طرق أُخرى للري منها: (الغمر ،الرشاشات، نظام زراعة الارز المكثف)؛ وذلك لتحديد أفضل الطرق اقتصاديآ وبيئياَ .

4- نتيجة زيادة الجفاف والتغيرات المناخية في كل أنحاء العالم وانخفاض في مناسيب المياه بشكل عام لذا من الضروري تحسين كفاءة استخدام المياه من الأفضل زراعة أصناف الرز التي تكون دورة نموها أقصر او أصناف أكثر مقاومة للجفاف.

قائمة المصادر و المراجع :

- اختيفر ، علي عقاب ، حافظ محمد يوسف بوبريق ، (2017) ، تقدير الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل باستخدام طريقتي بنمان المعدلة وبنمان مونتيث فاو 98 لمنطقة سهل بنغازي ، كلية الزراعة ، جامعة عمر المختار ، ليبيا ، مجلة المختار للعلوم 32(2):159 و172.
- إسماعيل، سليمان عبدالله (د.ت) ، المطلبات المناخية والمائية لمحصول الرز في اقليم كوردستان العراق ، جامعة صلاح الدين ، كلية الاداب ، قسم الجغرافية .
- حكومة اقليم كوردستان، (2024) ، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي، دهوك، قسم المناخ، بيانات غير منشورة .
- الحمادة، منعم مجيد ، (2011)، الموازنة المائية المناخية في شمال العراق، مجلة ابحاث البصرة للعلوم الانسانية، العدد2، المجلد 36، الناشر جامعة البصرة كلية التربية للعلوم الإنسانية .
- الفندي ، محمد جمال الدين ، (1964) ، (الطبيعة الجوية) ، مطبعة مصر، القاهرة، ص166.
- حليمي عبد القادر ، (1981)، مدخل في الجغرافيا المناخية والحيوية ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر، ص201.
- الدجيلي، علي مهدي جواد ، (1995) ، العناصر المناخية المؤثرة في كمية الاستهلاك المائي لمحاصيل الحنطة والشعير والذرة الصفراء في محافظات بغداد وبابل وواسط وللفترة من (1981–1990) ، رسالة ماجستير (م) ، جامعة بغداد ، كلية التربية ، ابن رشد.
- السلماني ، مخلف شلال ، (1974)، انتاج الفاكهة في محافظة كربلاء، رسالة ماجستير(غ،م) ،كلية الاداب، جامعة بغداد ، ص83.
- رامز كركوتي (د. م) ، (2011) ، تحديد الاحتياجات المائية وتصميم شبكات الري الحقلية المختلفة وتقويمها، الجمهورية العربية السورية ، حمص، وزارة الري ، شركة العامة للدراسات المائية، دورة تدريبية في المركز الوطني للتدريب، ص1–18.
- مفتاح ، هبة ابوبكر محمد ، (2012) ، الموارد المائية وأثرها على التركيب المحصولي بزمام محافظة المنيا دراسة جغرافية، رسالة ماجستير (م)، جامعة الازهر الشريف ، كلية الدراسات الإنسانية ، قسم الجغرافية ، القاهرة .
- مقابلة شخصية، مع المزارع جبرائيل، قرية خردس، بتاريخ 2025/ 7/4، الزمن، الساعة 1:30 بعد الظهر.
- مقابلة شخصية، مع صباح محمد صالح عرب، استاذ في مدرسة ومزارع لمحصول الرز، قضاء ئاكري ، التاريخ، يوم الاثنين 2024/ 9/12، الزمن ، الساعة1:00 بعد الظهر.
- دراسة ميدانية بتاريخ 19/3/2025 لجمع عينات التربة، إجراء فحوصات مختبرية بتاريخ 25/3/2025.

- https://qatratorg.blogspot.com/2013/12/cropwat.html?m=1
- Bouman,B.A.M., Tuong ,T.P.(2001), Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agricultural Water Management, 49(1)
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2004), Rice and water, A Long and Uncertain Relationship, FAO Water Report.
- Allen,R,G, and others (1998) ,Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements , (Publisher) FAO Irrigation and drainage paper (56) ,Chapter Eight.
- Suman Aryal, (2013), Rainfall and Water Requirement of Rice During Growing Period, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia, Article in Journal of Agriculture and Environment.

Bibliography of Arabic References (Translated toEnglish)

- Akhtefar, Ali Aqab, & Boubarik, Hafez Mohamed Youssef. (2017). *Estimation of water requirements for some crops using the Modified Penman and FAO 98 Penman-Monteith methods in the Benghazi Plain area*. Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, Libya. Al-Mukhtar Journal of Sciences, 32(2), 159–172.
- Ismail, Suleiman Abdullah. (n.d.). *Climatic and water requirements of the rice crop in the Kurdistan Region of Iraq*. University of Salahaddin, College of Arts, Department of Geography.
- Kurdistan Regional Government. (2024). *Meteorological and Seismological Monitoring Directorate – Climate Department, Duhok*. Ministry of Transport and Communications. Unpublished data.
- Al-Hammada, Munaim Majid. (2011). *Climatic water balance in northern Iraq*. Basrah Research Journal for Human Sciences, Vol. 36, No. 2. Published by: University of Basrah, College of Education for Human Sciences.
- Al-fandi, Mohamed Jamal al-din. (1964). *Atmospheric nature*. Egypt Printing press, Cairo, p. 166.
- Halimi, Abdelkader. (1981). *Introduction to Climatic and Biological Geography.* University Publications Diwan, Algeria, p. 201
- Al-Dujaili, Ali Mahdi Jawad. (1995). *Climatic elements affecting water consumption of wheat, barley, and maize crops in the governorates of Baghdad,*

Babil, and Wasit for the period (1981–1990). Master's thesis (M.A.), University of Baghdad, College of Education, Ibn Rushd.

- Al-Salmani, Mukhlif Shalal. (1974). *Fruit Production in Karbala Governorate* (Unpublished Master's Thesis). College of Arts, university of Baghdad, p. 83.
- Karkouti, Ramez. (2011*). Determination of Water Needs, Design of Various Field Irrigation Networks and Evaluation.* Syrian Arab Republic, Homs, Ministry of Irrigation, General Company for Water Studies, Training Courses at the National Training Center, pp.1-18.
- Muftah, Hiba Abubakr Mohamed. (2012). *Water resources and their impact on crop composition in the cultivated area of Minya Governorate: A geographical study*. Master's thesis (M.A.), Al-Azhar University,
- Bouman,B.A.M., Tuong ,T.P.(2001), Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. Agricultural Water Management, 49(1)
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2004), Rice and water, A Long and Uncertain Relationship, FAO Water Report.
- Allen,R,G, and others (1998) ,Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements , (Publisher) FAO Irrigation and drainage paper (56) ,Chapter Eight.
- Suman Aryal, (2013), Rainfall and Water Requirement of Rice During Growing Period, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia, Article in Journal of Agriculture and Environment.
- Personal interview with farmer Jibra'il, Khardas Village, on 07/04/2025, at 1:30 PM.
- Personal interview with Sabah Mohammed Salih Arab, A Teacher and rice Farmer, Akre District, on 09/12/2024, at 1:00 pm.
- Field study conducted on 19/03/2025 for soil sample collection; laboratory tests carried out on 25/03/2025.
- https://qatratorg.blogspot.com/2013/12/cropwat.html?m=1