The Impact of Climate Change on Water Consumption for Wheat Crop in the Assured Rainfed Agriculture Region in the Kurdistan Region of Iraq

Assistant Lecturer. Shaymaa Sami Abdul Hafez
University of Basrah / Faculty of Arts
Email: iec.shaymaa.sami@uobasrah.edu.iq

Abstract:

The study aims to investigate the role of climate change in altering water consumption for wheat crop within the boundaries of assured rainfed agriculture in the provinces of the Kurdistan Region of Iraq. Wheat is one of the most important strategic crops that have a significant impact on the food security of many countries worldwide. Due to the climate change conditions in Iraq, characterized by rising temperatures and decreasing rainfall, the cultivation of this crop, especially in the northern regions of Iraq, which rely on rainfall, is certainly affected. This, in turn, affects its water consumption, which exhibits annual fluctuations and a trend towards reduction.

The research reveals a change in the factors influencing water consumption by comparing climate data for two periods: 1971-1996 and 1997-2020. This change is characterized by an increase in maximum and minimum temperature rates, a decrease in relative humidity rates, precipitation rates, and an increase in evaporation rates. All of these indicators have contributed to changes in water consumption and the total requirements of wheat crops within the boundaries of assured rainfed agriculture due to decreased rainfall and increased evaporation rates. Monthly and seasonal rates recorded an increase in water consumption for field crops between October and April due to climate change, with total water needs trending upwards at all study stations.

Erbil station recorded the highest seasonal consumption change, amounting to 734.45 + m^3/donum, with a positive change percentage of 21.48%. Zaxo station followed with a change of 489.57 + m^3/donum, and a positive change percentage of 16.92%. Lastly, Makhmour Salah al-Din station ranked third with a change of 290.93+ and a positive change percentage of 10.89%. Sulaymaniyah station had a change of 196.07+ and a change percentage of 9.68%. This indicates an increase in water requirements and water consumption for wheat crops due to climate change in the rainfed agriculture region. Despite the low change rates, this is a concerning indicator that warrants future plans to address it if the change trend continues in the same manner.

Key words: Climate Change, Water Consumption, Assured Rainfed Agriculture, Kurdistan Region of Iraq

أثر التغير المناخي في تغير الاستهلاك المائي لمحصول القمح في أقليم الزراعة الديمية المضمونة في محافظات أقليم كوردستان العراق

م.م شيماء سامي عبد الحافظ
كلية الآداب – جامعة البصرة
E-mail: Iec.shaymaa.sami@uobasrah.edu.iq

الملخص:

تهدف الدراسة إلى الكشف عن دور التغير المناخي في تغير الاستهلاك المائي لمحصول القمح ضمن حدود الزراعة الديمية المضمونة في محافظات أقليم كوردستان العراق، إذ يعد القمح من أهم المحاصيل الاستراتيجية والمؤثرة في الأمن الغذائي للعديد من بلدان العالم، ونتيجة لظروف تغير المناخ التي يمر بها العراق والمتمثلة بارتفاع درجات الحرارة وتناقص كميات الهطول المطري فمن المؤكد تأثر زراعة المحصول لا سيما في المناطق الشمالية من العراق والتي تعتمد في زراعته على الامطار مما ينعكس على كميات استهلاكه المائي والتي تتصف بتذبذب كمياتها السنوية إضافة إلى اتجاهها نحو التناقص.

إذ بين البحث وجود تغير في العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي إذ تبين من خلال مقارنة بيانات الدورتين المناخيتين١٩٧١-١٩٩٦ والدورة ١٩٩٧-٢٠٢٠ وجود تغير نحو الارتفاع في معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى وتناقص معدلات الرطوبة النسبية والتساقط وارتفاع معدلات التبخر النتح/ المحتمل أسهمت جميع هذه المؤشرات في تغير كميات الاستهلاك المائي والاحتياجات الكلية لمحصول القمح ضمن حدود الزراعة المضمونة نتيجة انخفاض كميات الأمطار وارتفاع معدلات التبخر، إذ سجلت المعدلات الشهرية والموسمية خلال مدة زراعة المحصول بين شهر تشرين الأول ونيسان ارتفاعا في لاستهلاك المائي لضائعات الحقلية نتيجة تغير المناخ سجلت الاحتياجات المائية الكلية اتجاها نحو الارتفاع في جميع محطات منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أعلى معامل تغير للاستهلاك الموسمي والبالغ ٧٣٤.٤٥ +م ٣/ دونم بنسبة تغير موجبة ٢١.٤٨ % تلتها محطة زاخو بمعامل تغير بلغ ٤٨٩.٥٧ + بنسبة تغير موجبه ١٦.٩٢ % وبالمرتبة الثالثة جاءت محطة مصيف مصيف صلاح الدين بمعامل تغير ٢٩٠. ٩٣+ بنسبة تغير موجبة ١٠.٨٩ % وأخيرا جاءت محطة السليمانية بمعامل تغير بلغ ١٩٦.٠٧+ بنسبة تغير بلغت ٩.٦٨ % مما يشير إلى حدوث زيادة في كميات الاحتياجات المائية والاستهلاك المائي لمحصول القمح نتيجة تغير المناخ في منطقة الزراعة المطرية ورغم قلة نسب التغير إلا أنها تعد مؤشرا خطيرا يستوجب وضع خطط مستقبلية لمواجهته في حال استمرار اتجاه التغير بالسلوك نفسه مستقبلا.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ، الاستهلاك المائي، الزراعة الديمية، أقليم كوردستان العراق

١ – المقدمة:

تؤثر الخصائص المناخية تأثيرا مباشرا على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية وتعكس اختلافات العناصر المناخية اختلاف أنواع المحاصيل الزراعية ومواسم نموها واحتياجاتها المائية وحتى طبيعة الأمراض والآفات التي تتعرض لها. ويعد الاستهلاك المائي من أهم العوامل المؤثرة في نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية ويتأثر الاستهلاك المائي للمحاصيل بالدرجة الأساس على الخصائص المناخية السائدة في الأقليم الزراعي، وأن تغير في خصائص المناخ قد ينعكس سلباً أو إيجاباً في تحديد كمية المياه اللازمة لنمو أي محصول، وأصبحت مشكلة التغير المناخي إحدى المؤثرات الرئيسة في إنتاج المحاصيل الزراعية في العالم فموجات الجفاف وتناقص كميات الهطول والعواصف المدمرة والفيضانات وارتفاع مستوى سطح البحر أحد آثار التغير المناخي التي بدأت ترمي ضلالها على الإنتاج الزراعي. وأصبحت مشكلة الغذاء الهاجس الأكبر للعلماء نتيجة تناقص إمداداته المتوافقة مع تزايد أعداد السكان وزيادة الطلب على المنتجات الزراعية، ويعاني العراق من مشاكل عديدة ضمن قطاع الزراعة ومنها بالدرجة الأساس تناقص الإيرادات المائية نتيجة تغير المناخ وسياسة دول الجوار إضافة إلى اتساع رقعة الأراضي المتصحرة واتساع رقعة الأقليم الجاف الذي يحتل(٨٢.٦%) من مساحة العراق(المالكي، ٢٠١٦،٧٨) إضافة إلى صغر المساحة التي تعتمد على الأمطار كوسيلة للري والمعروفة بإسم الزراعة الديمية أو المطرية والتي تعد من أكثر الأقاليم الزراعية تعرضا لتذبذبات الأمطار وبالتالي تنعكس سلبا على كميات الإنتاج الزراعي فيها.

٢- **مشكلة البحث:** تكمن مشكلة البحث في الإجابة عن التساؤل التالي (هل حدث تغير في الاستهلاك المائي لمحصولي القمح والشعير في أقليم الزراعة الديمية في محافظات أقليم كوردستان العراق نتيجة تغير المناخ).

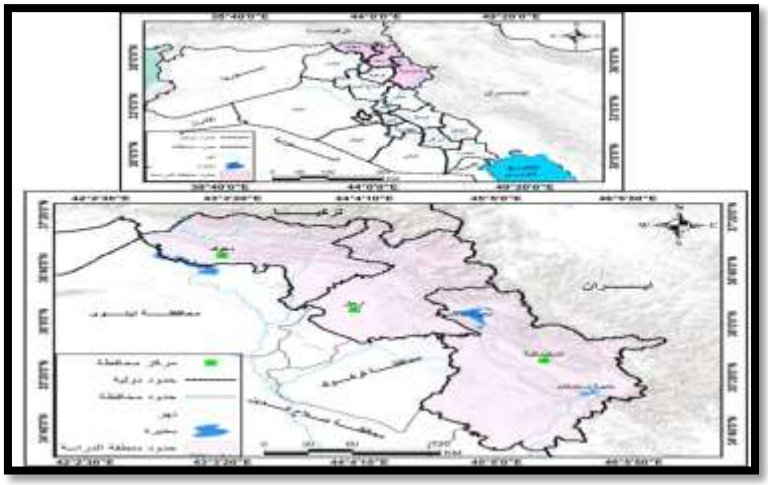
٣- **هدف البحث:** يهدف البحث إلى الكشف عن دور تغيرات العناصر المناخية في أقليم الزراعة المطرية وعلاقته بتغير الاستهلاك المائي لمحصولي القمح والشعير.

٤- **فرضية البحث:** يفترض البحث أن لتغير خصائص مناخ أقليم الزراعة المطرية في أقليم كوردستان العراق ذو علاقة في تغير كمية الاستهلاك المائي لمحصولي القمح فيه كونه من أهم المحاصيل الزراعية ضمن هذا الأقليم.

٥- **حدود البحث:** تتحد منطقة الدراسة ضمن أقليم الزراعة الديمية الواقعة في شمال وشمال شرق العراق والتي تتحد ضمن خط مطر متساو ٤٠٠ملم (الهيتي، ١٩٨٠،٦٩٦) كحدودها الجنوبية ضمن المنطقة

المضمونة للزراعة إذ يشكل هذا الأقليم ما نسبته ١٠.٢٣ % من مساحة العراق ويمتد على شكل خط يأخذ امتدادا شماليا غربيا– جنوبيا شرقيا إلى شمال محطات الموصل وكركوك وخانقين وجنوب محطة أربيل ويشمل محافظات أربيل السليمانية ودهوك خارطة(١) ويتحدد بين دائرتي عرض٣٤.٣٥–٣٦.٣٨ ً ْ وقوسي طول ٤٢.٠٦ ْ – ٤٥.٤٣ ْ علما أن مساحة هذا الأقليم كانت أكبر في خمسينات القرن الماضي، إذ كانت تشكل ما نسبته ١٥.٤٦ % من مساحة العراق (الحسان، ٢٠١١،١٧٣) إلا أنها تراجعت نتيجة تغير المناخ. أما بالنسبة للحدود الزمنية فقد تم اعتماد دورتين مناخيتين لدراسة تغيرات عناصر المناخ المؤثرة في الاستهلاك المائي للمحصولين ضمنت كل دورة ٢٥ موسما مطريا الأولى ١٩٧٢/ ١٩٧١–١٩٩٦/١٩٩٧ والثانية للمدة ١٩٩٧/١٩٩٨– ٢٠٢٠/٢٠١٩ شملت محطات زاخو ومصيف صلاح الدين وأربيل والسليمانية اعتمدت في دراسة تغيرات عناصرالمناخ الموثرة في الاستهلاك المائي للمحصول.

'خريطة (١) حدود منطقة الدراسة وموقعها بالنسبة للعراق



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة العراق بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ الصادرة عن مديرية المساحة العامة وبرنامج ARCGIS 9.2.

٦. آلية البحث: تمحور أهداف البحث من خلال تحليل الآتي.

١. تحديد التغيرات التي طرأت التي العناصر المؤثرة في الاستهلاك المائي للمحصولين خلال مدة نم والتي تمتد من شهر تشرين الأول إلى شهر نيسان لعناصر درجات الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار وسرعة الرياح والتبخر النتح.

٢. تحديد التغيرات التي طرأت على الاستهلاك المائي للمحصولين ضمن موسم النمو وعلاقتها بتغير العناصر المناخية المؤثرة فيه.

حساب تغيرات الاستهلاك المائي بالخطوات التالية

لغرض تقدير الاحتياجات المائية لكل من محصول القمح يمكن اتباع الخطوات الآتية: (المالكي، ٢٠١٧، ص ١١٠)

١- إيجاد الفرق بين كمية الامطار الشهري وكمية التبخر\ النتح الممكن الشهري، من أجل الحصول على مقدار الزيادة او النقصان في كمية الامطار، ففي الأشهر التي يكون فيها الناتج موجبا عند زيادة الامطار تتخلل داخل التربة أي زيادة محتواها الرطوبي، إذ يقلل من كمية مياه الري. أما في الأشهر التي يكون فيها الناتج سالبا تزداد كمية الاحتياج المائي للمحصول عندما تقل الامطار فيتناقص المحتوى الرطوبي داخل التربة.

٢- تحديد كمية مياه الري التي تضاف إلى التربة في كل شهر حتى تصل إلى الرطوبة المثلى التي يستفيد النبات منها ويستخدمها في نموه إذ تكون قريبة من السعة الحقلية التي تتباين مع تباين نسجة التربة.

٣- تقدير كمية الاستهلاك المائي الشهري للمحصول الذي هو حاصل ناتج عملية ضرب كمية التبخر\ النتح الممكن الشهريx معامل المحصول. والجدول الملحق(١) يوضح معامل محصول القمح وفق مرحلة النمو.

٤- تقدير الكمية الشهرية للضائعات الحقلية التي تعني كمية المياه المفقودة من الحقل الزراعي بفعل الرشح الجانبي أو العمودي من الأراضي الزراعية، وأيضا كمية المياه اللازم لغسل التربة من الأملاح في المنطقة الجذرية.

٥- تقدير الكمية الشهرية لضائعات النقل، وتعني كمية المياه المفقودة عن طريق الرشح والتبخر أثناء جريان مياه الري داخل الأرض الزراعية.

جمع النتائج الشهرية للخطوات ٢،٣،٤،٥ للحصول على الاحتياجات المائية الكلية التي يكون مقدارها بالملليمترات (كعمق) ، ويحول الناتج لكل شهر من العمق بالمليمترات الى الحجم متر مكعب\ دونم باستخدام المعادلة الاتية: نضرب الناتج الشهري بالمليمترات * ٢.٥

٧- استخراج نسبة تغير الاستهلاك من خلال تطبيق معادلة خط الانحدار البسيط $Y = a + b * X$

حيث Y هو المتغير التابع، Xهو المتغير المستقل، هو الثابت (أو التقاطع) ، و bهو المنحدر من خط الانحدار وتم استخرجت نسبة التغير من المعادلة التالية

نسبة التغير % = معامل التغير/ المعدل * ١٠٠.

الزراعة الديمية في محافظات أقليم كوردستان – **أولا**

تبلغ مساحة الأراضي الديمية المضمونة في محافظات الأقليم ١.٣٦٨.٣٨٨ هكتارا وفق إحصائية عام ٢٠٢٠ بلغت المساحة المزروعة بمحصول القمح ٤.٥٠٠،٤٨٧ دونما للموسم ٢٠٢١/٢٠١٢ وبلغ متوسط غلة الدونم ٥٠٨ كغم/ للدونم (وزارة التخطيط، هيئة إحصاء أقليم كوردستان، ٢٠٢١) ويتباين إنتاج المحصول بين محافظات الأقليم أن محافظة السليمانية تأتي في المرتبة الأول من حيث الإنتاج حيث بلغت مساهمتها في الإنتاج بحوالي ٣٦.٦ % تليها محافظة أربيل بالمرتبة الثانية ٣٤.٣ % وتأتي محافظة دهوك بالمرتبة الثالثة بنسبة ٢٩.١ % (عزيز، ٤٧٩) وتعتمد الزراعة المضمونة على كميات التساقط المطري التي تتغير كمياتها من سنة لأخرى بسب وقوع منطقة الدراسة على حواف الأمطار الإعصارية للعروض الوسطى الشمالية. إذ تقسم المناطق المطرية ضمن الأقليم إلى:

١- المنطقة المضمونة الأمطار: يبلغ معدل سقوط الأمطار والثلوج فيها عادة ما بين ٥٠٠-٦٠٠ ملم في سنة، وقد ترتفع هذا المعدل في بعض المواسم إلى قرابة ١٣٠٠ ملم.

٢- المنطقة شبه مضمونة الأمطار: ويبلغ سقوط المعدل السنوي للأمطار فيها ما بين ٣٥٠-٤٥٠ ملم، وقد تزيد معدل التساقط عن هذا ليصل إلى مالا يقل عن ٥٠٠ ملم سنويا (خياط، ٢٠٠٥، ٤٣).

٣- المنطقة غير مضمونة الأمطار: وبمعدل سنوي لتساقط الأمطار فيها ما بين أقل من ٤٠٠ ملم في سنة، وقد حددت وزارة الزراعة العراقية خطاً مطرياً متساوياً يبلغ ٤٠٠ ملم وهي الحدود الأساسية لزراعة المحصول في العراق

وتتذبذب المساحة المزروعة سنويا بالمحصول تبعا لكميات الهطول المطري، إذ تتناقص المساحات الزراعية في السنوات الجافة تكرر حدوث موجات الجفاف في الفترة من ١٩٧٠ ولغاية ٢٠١٣، علما أن أشدها حصلت خلال موسم 1999-1998وموسم ٢٠٠٨-٢٠٠٩، وغطت حوالي ٨٧ % و ٨٢ % على التوالي من مساحة العراق Hameed)، (018كما حصل للمدة ٢٠٠٨-٢٠١٠ يضاف إلى تلك التغيرات الحاصلة في كميات الهطول المطري نحو الانخفاض وارتفاع درجات الحرارة نتيجة تغير المناخ مما ينعكس على ارتفاع الاستهلاك المائي للمحصول،

٨- تغير الخصائص المناخية المؤثرة في كمية الاستهلاك المائي لمحصول القمح

يتأثر مقدار الاستهلاك المائي لأي محصول زراعي أو نبات طبيعي بمجموعة من المتغيرات أهمها المتغيرات الجوية(درجات الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الأمطار) ومتغيرات أخرى ترتبط بنوع التربة وحاله الغطاء النباتي وحتى طبيعة إدارة الأراضي الزراعية، إلا أن أي تغير يطرأ على المتغيرات

المناخية سوف ينعكس على تغير كميات الاستهلاك المائي من خلال تغير مقدار التبخر/النتح من المحصول والتربة يقابلها التغيرات الحاصلة في كمية المياه المضافة لإرواء(مطر/ ري) ونتيجة تغير المناخ فقد حصلت تغيرات واضحة لعناصر المناخ انعكست على تغير كميات الاستهلاك المائي للمحاصيل وشملت هذه التغيرات الآتي

أ- تغير درجات الحرارة

تتصف منطقة الدراسة بانخفاض المعدلات الحرارية خلال مدة نمو محصولي القمح والشعير بحكم موقعها الجغرافي جنوب العروض المعتدلة الشمالية إضافة إلى تأثير عامل الارتفاع، ومن خلال تحليل المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (العظمى والصغرى) الجدولين (١و ٢) لمتوسط الدورتين المناخيتين وجود اتجاه نحو تغير درجات الحرارة نحو الارتفاع لجميع أشهر الموسم الزراعي رغم أن الارتفاع كان واضحا خلال أشهر بداية الموسم إذ سجل أعلى فرق بين الدورتين لدرجة الحرارة العظمى خلال شهر تشرين الثاني في محطة زاخو (٢.٣ مْ) وفي شهر آذار على محطة مصيف مصيف صلاح الدين (٢.٤٧ مْ) وفي شهر تشرين الأول على محطة أربيل (٢.٠٣ مْ) وأخيرا في محطة السليمانية في شهر نيسان (٢.٣٤ مْ) أما بالنسبة لمعدلات درجات الحرارة الصغرى خلال شهر تشرين الأول في محطة زاخو (١.٣٣ مْ) وفي شهر آذار على محطة مصيف مصيف صلاح الدين (٣.٧٤ مْ) وفي شهر آذار على محطة أربيل (١.٤٧ مْ) وأخيرا في محطة السليمانية في شهر شباط (١.٣٩ مْ) ويلاحظ أن الارتفاع في قيم معدلات درجات الحرارة سينعكس على ارتفاع معدلات التبخر النتح وبالتالي ارتفاع كمية الاستهلاك المائي للمحصولين.

جدول (١)

المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى (مْ) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

المحطات	زاخو			مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الأشهر	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	27.90	29.85	1.95	23.61	25.06	1.45	28.00	30.03	2.03	26.40	28.06	1.66
تشرين الثاني	16.00	18.85	2.85	15.69	16.55	0.86	19.70	20.54	0.84	18.13	18.58	0.45
كانون اول	13.30	13.60	0.3	9.08	11.04	1.96	13.10	14.50	1.4	11.87	12.74	0.87
كانون الثاني	11.40	12.15	0.75	6.89	8.94	2.05	11.10	12.57	1.47	8.43	10.35	1.92
شباط	12.90	14.50	1.6	9.60	10.92	1.32	12.40	14.26	1.86	10.90	9.20	-1.7
آذار	16.90	18.90	2	13.38	15.85	2.47	17.50	18.84	1.34	15.18	16.20	1.02
نيسان	23.00	21.35	-1.65	19.15	20.82	1.67	24.30	24.31	0.01	20.20	22.54	2.34
المعدل	17.34	18.17	0.83	13.91	15.60	1.69	18.01	19.29	1.28	15.87	16.81	0.94

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

جدول (٢)

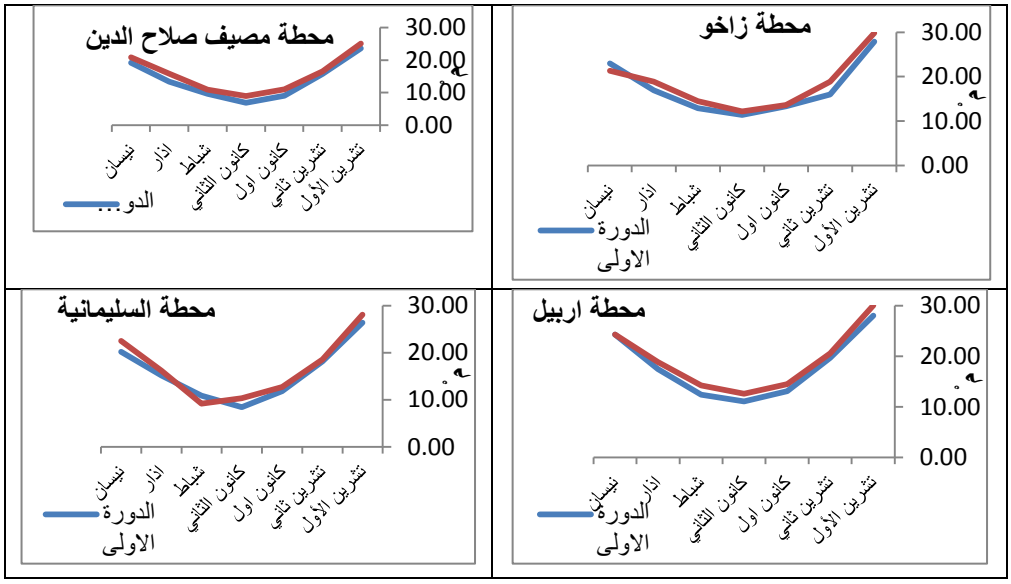
المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى(مْ) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

المحطات	زاخو			مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الأشهر	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	16.50	16.45	-0.05	14.15	13.30	-0.85	17.00	17.89	0.89	15.91	16.08	0.17
تشرين ثان	9.40	9.50	0.1	7.26	7.44	0.18	9.70	10.51	0.81	8.80	9.90	1.1
كانون اول	5.30	5.45	0.15	2.93	3.90	0.97	5.00	5.50	0.5	4.79	4.14	-0.65
كانون الثاني	3.00	3.35	0.35	0.86	2.52	1.66	3.70	4.96	1.26	1.00	2.07	1.07
شباط	4.00	5.10	1.1	2.46	4.46	2	4.60	5.56	0.96	6.61	8.00	1.39
آذار	7.10	8.35	1.25	5.70	9.44	3.74	7.10	8.57	1.47	6.70	7.16	0.46
نيسان	10.70	12.25	1.55	10.78	13.36	2.58	11.60	12.83	1.23	12.28	12.50	0.22
المعدل	8.00	8.64	0.64	6.31	7.77	1.46	8.39	9.40	1.01	8.01	8.55	0.54

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

شكل (١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى (م°) للدورتين المناخيتين لمحطات منطقة الدراسة



المصدر: بيانات جدول (١)

شكل (٢) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى (مْ) للدورتين المناخيتين لمحطات منطقة الدراسة

المصدر: بيانات جدول (٢)

ب- تغير معدلات التبخر/النتح المحتمل: يعد التبخر/ النتح المحتمل أهم العوامل المؤثرة في تحديد كمية الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية إذ يعتمد مقدار احتياج المحصول للماء على مقدار كميات التبخر/ النتح المطروحة من جسم النبات إلى الجو وتبين من بيانات جدول(٣) شكل(٣) وجود ارتفاع في معدلات التبخر النتح المحتمل إذ سجل المجموع الموسمي ارتفاعا واضحا خلال أشهر الموسم الزراعي إذ ارتفع في محطة زاخو من(٤٥٥.٢٣) إلى(٥٢٨.٤١) ملم وسجل أكثر فارقا شهريا خلال شهر تشرين الثاني بلغ الفرق في الدورتين (١٤.٨) ملم، وارتفع المجموع الموسمي لمحطة مصيف صلاح الدين من

(٤٥٣.٥٢) إلى(٤٩٢.٠١) ملم وأعلى ارتفاع سجل في شهر نيسان بلغ الفرق بين الدورتين(١٠.٢) ملم، أما المجموع الموسمي لمحطة أربيل زاد من(٥١٦.٥٠) إلى(٦٠٠.٦٤)وسجل أعلى ارتفاعا في شهر تشرين الثاني إذ بلغ الفرق(٢٠.١) ملم، أما محطة السليمانية ارتفع المجموع الموسمي التبخر/النتح من (٥١٥.٥٤) الى(٥٣٩.١٩) ملم اما كثر ارتفاع بلغ خلال شهر تشرين الأول بلغ الفرق(٧.١٣) ملم. يتضح مما سبق وجود ارتفاع في معدلات التبخر/النتح الممكن خلال أشهر الموسم الزراعي نتيجة تغير المناخ لاسيما التغير في ارتفاع درجات الحرارة مما ينعكس على تغير كميات الاستهلاك المائي للمحصولين.

جدول (٣)

المعدلات الشهرية للتبخر/النتح المحتمل(ملم) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

	زاخو			مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الدورات	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	116	126.79	10.79	117.10	119.35	2.25	123.83	140.00	16.17	128.96	136.09	7.13
تشرين الثاني	49.2	64	14.8	58.80	64.50	5.7	58.20	78.30	20.1	71.11	74.70	3.59
كانون اول	32	38.44	6.44	33.79	35.34	1.55	37.82	46.50	8.68	40.30	43.00	2.7
كانون الثاني	29.79	41.85	12.06	30.07	32.55	2.48	36.00	46.00	10	32.24	34.41	2.17
شباط	45.36	53	7.64	38.92	40.32	1.4	49.00	56.00	7	44.52	47.64	3.12
آذار	70.68	84.63	13.95	67.89	77.55	9.66	88.35	97.34	8.99	77.81	79.47	1.66
نيسان	112.2	119.7	7.5	112.2	122.40	10.2	123.30	136.50	13.2	120.60	123.88	3.28
المجموع	455.23	528.41	73.18	453.52	492.01	38.49	516.50	600.64	84.14	515.54	539.19	23.65

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

تم احتساب قيم التبخر النتح/ الممكن بمعادلة ثونثويت

- $\mathrm{p}Ex = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$

إذ إنّ: PEx: كمية التبخرنتح الممكن الشهري (ملم\ شهر)

- T : معدل درجة حرارة الهواء (مْ)
- I : معامل الحرارة السنوي الذي يتم حسابه كالآتي:

- $I = \sum_{12} i \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$

- i: معامل الحرارة الشهري ويتم حسابه من المعادلة الآتية:

- $i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$

- و (a) قيمة ثابتة تحسب كما يأتي:

- $a = (6.75 * 10^{-7})I^3 - (7.71 * 10^{-5})I^2 + (1.792 * 10^{-2})I + 0.492 \dots (4)$

- إنَّ قيمة (PEx) في المعادلة أعلاه تعتمد فرضية أنَّ عدد أيام الشهر (٣٠) يوماً، وعدد ساعات شروق الشمس لغاية مغيبها (١٢) ساعة. لذا يمكن تصحيح قيمة التبخرنتح الممكن في كلِّ شهر من العلاقة الآتية:
-

- $PE = PEx\left(\frac{DT}{360}\right) \dots\dots\dots\dots\dots (5)$

- إذ إنَّ:
- PE: التبخرنتح الممكن لشهرٍ ما (ملم\ شهر)
- D: عدد أيام الشهر
- T : معدل عدد ساعات شروق الشمس (ساعة\ يوم)

المصدر: طه رؤوف شير محمد، التباين المكاني في قيم الضياع المائي بوساطة عملية التبخر النتح الممكن في العراق: دراسة نقدية مقارنة لاستخدام معادلتي ثورنثويت وخوسلا. مجلة أبحاث البصرة مجلد ٣٣، العدد ١ ب كانون الأول ٢٠٠٨. ص ٢٣

شكل (٣) المعدلات الشهرية للتبخر/ النتح الممكن (ملم) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

المصدر: بيانات جدول (٣)

ج- تغير الرطوبة النسبية:تعد الرطوبة النسبية أهم العوامل المؤثرة في تحديد كمية التبخر النتح إذ يعتمد مقدار التبخر/النحت على مقدار الرطوبة إلى يحملها الهواء إذ ترتبط العملية عكسيا بمقدار التشبع الحاصل للهواء من بخار الماء إلى الجو وتبين من بيانات جدول(٣) شكل(٣) وجود انخفاض في معدلات الرطوبة النسبية إذ سجل المعدل الموسمي انخفاضا واضحا خلال أشهر موسم زراعة المحصول إذ انخفض في محطة زاخو من(٦٥.٧١)% إلى(٥٧.٨)% وسجل أكثر انخفاضا خلال شهر كانون الثاني بلغ الفرق في الدورتين(١٥.٢)%، وانخفض المعدل الموسمي لمحطة مصيف صلاح الدين من(٦٤.٨) إلى(٦٢.٩)% وأعلى انخفاض سجل في شهر تشرين الثاني بلغ الفرق بين الدورتين(٩.١) %، ويلاحظ التباين القليل بين الأشهر بين الدورتين للمحطة بسبب موقعها التضاريسي المرتفع لأكثر من ١٠٠٠ م مما يخلق ظروفا رطوبية تختلف عن باقي المحطات التي تقع اعلبها ضمن مناطق سهلية اما المعدل الموسمي لمحطة أربيل انخفض من(٦٧.٨) الى(٥٧.٤)% وسجل أعلى ارتفاعا في شهر تشرين الثاني إذ بلغ الفرق (٢٣.٢) %، اما محطة السليمانية انخفض المعدل من(٦٠.٤) الى(٥٥.٢) % أما أعلى انخفاضا بلغ خلال شهر تشرين الثاني بلغ الفرق(١٦)%. يتضح مما سبق وجود انخفاض في معدلات الرطوبة النسبية

خلال أشهر الموسم الزراعي نتيجة تغير المناخ مما ينعكس على تغير كميات الاستهلاك المائي للمحصول

جدول(٤)

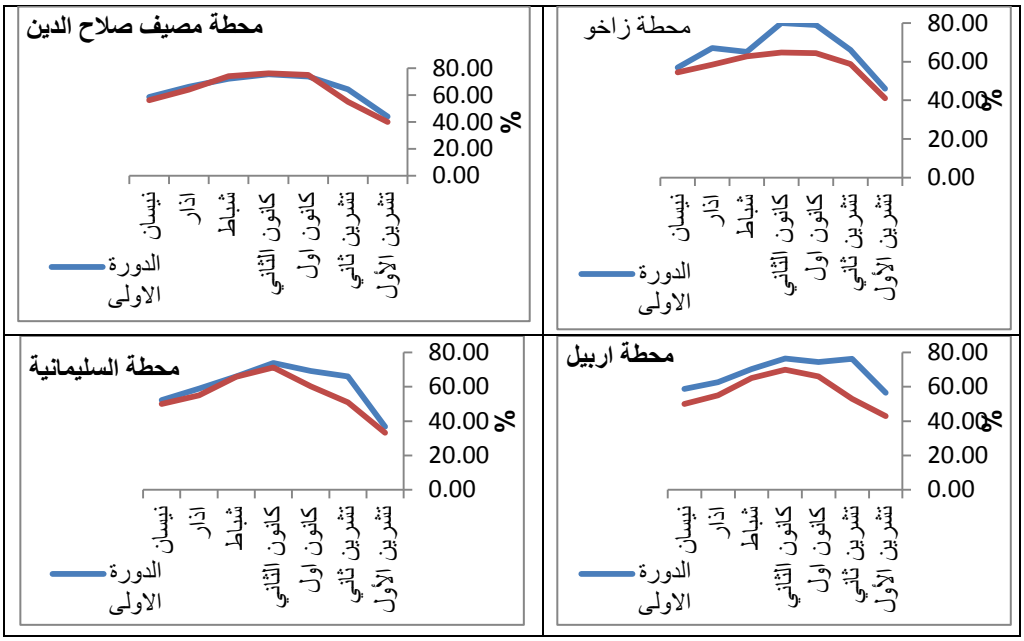
المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

	زاخو				مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الدورات	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق		الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	46	41.1	-4.9		43.9	40.0	-3.9	56.5	43	-13.5	36.8	33.3	-3.5
تشرين الثاني	66	58.7	-7.3		64.1	55.0	-9.1	76.2	53	-23.2	66	51.0	-15
كانون اول	79	64.4	-14.6		73.8	75.0	1.2	74.3	66	-8.3	69.2	60.3	-8.9
كانون الثاني	80.0	64.8	-15.2		75.3	76.0	0.7	76.5	70	-6.5	73.8	71.2	-2.6
شباط	65.0	62.7	-2.3		72.0	74.0	2	70.2	65	-5.2	66.0	65.8	-0.2
آذار	67.0	58.4	-8.6		66.0	64.0	-2	62.6	55	-7.6	59.0	55	-4
نيسان	57	54.5	-2.5		58.5	56.0	-2.5	58.8	50	-8.8	52.2	50	-2.2
المعدل	65.71	57.8	-7.91		64.8	62.9	-1.9	67.87	57.4	-10.47	60.42	55.22	-5.207

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

شكل (٥) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠



المصدر: بيانات جدول (٤)

د- تغير سرع الرياح: من بيانات الجدول(٥) وشكل(٦) وجود تباين في تغير سرع الرياح في منطقة البحث إذ سجلت المعدلات السنوية انخفاضا في محطتي أربيل والسليمانية، إذ انخفضت معدلاتها الموسمية من ٢.٥١ م/ ثا إلى ٢.٤٣ م/ ثا على المحطة أربيل ومن ١.٩٧/ ثا إلى ١.٥٨ م/ ثا في محطة السليمانية بينما سجلت محطتا زاخو ومصيف صلاح الدين ارتفاعا في سرع الرياح، إذ ارتفع المعدل الموسمي من ١.٦٣ م/ ثا إلى ١.٦٧ م/ ثا ومن ١.٩٩ إلى ٢.١٣ م/ ثا للمحطتين على التوالي كما سجل تغير شهري طفيف في سرع الرياح لمحطات منطقة الدراسة تراوح بين٠.١-٠.٦ م/ ثا للأشهر التي تغير فيها سرع الرياح نحو الارتفاع وبين ٠.١-٠.٥م/ ثا للأشهر التي انخفض ت فيها سرع الرياح بسبب الطبيعة التضاريسية للمنطقة التي لاتساعد على ارتفاع سرع الرياح

جدول (٥) المعدلات الشهرية لسرع الرياح م/ ثا لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

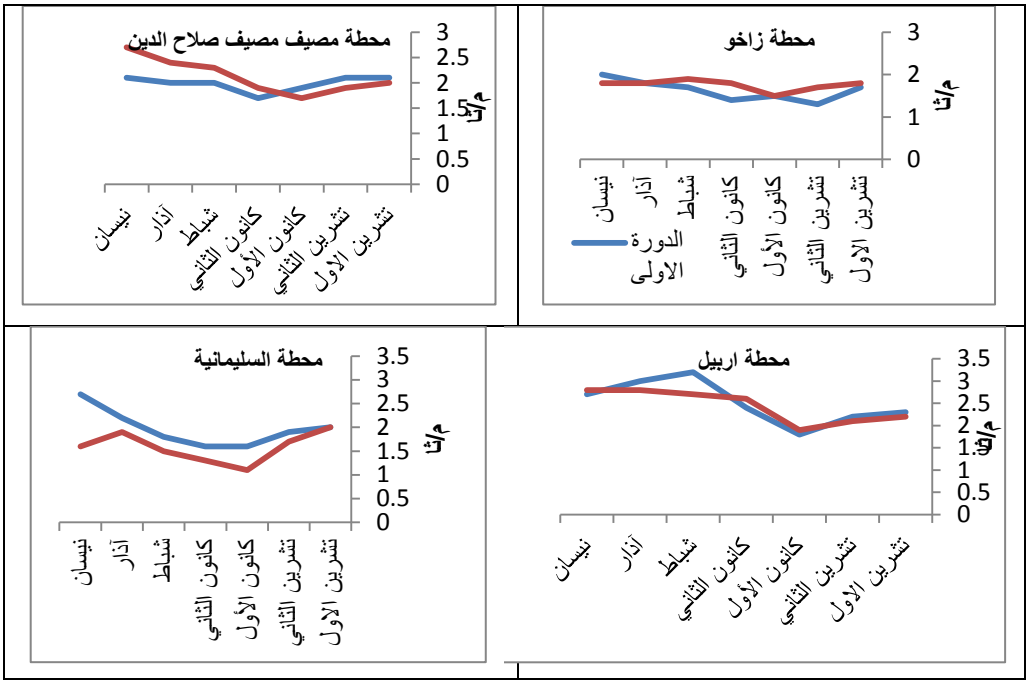
	زاخو			مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الدورات	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	1.7	1.8	+0.1	2.1	2.0	−0.1	2.3	2.2	−0.1	2	2.0	0
تشرين الثاني	1.3	1.7	+0.4	2.1	1.9	−0.2	2.2	2.1	−0.1	1.9	1.7	−0.2
كانون اول	1.5	1.5	0	1.9	1.7	−0.2	1.8	1.9	+0.1	1.6	1.1	−0.5
كانون الثاني	1.4	1.8	+0.4	1.7	1.9	+0.2	2.4	2.6	+0.2	1.6	1.3	−0.3
شباط	1.7	1.9	+0.2	2	2.3	+0.3	3.2	2.7	−0.5	1.8	1.5	−0.3
آذار	1.8	1.8	0	2	2.4	+0.4	3	2.8	−0.2	2.2	1.9	−0.3
نيسان	2	1.8	−0.2	2.1	2.7	+0.6	2.7	2.8	0.1	2.7	1.6	−1.1
المعدل	1.63	1.76	+0.13	1.99	2.13	+0.14	2.51	2.43	−0.08	1.97	1.58	−0.39

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة

شكل (٦)

المعدلات الشهرية لسرع الرياح م/ ثا لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠



المصدر : بيانات جدول (٥)

و- تغير كميات الأمطار: يعد التساقط العامل الحاسم للزراعة المطرية في منطقة الدراسة إذا تعد المنطقة التي تستلم ٤٠٠ ملم فأكثر ضمن حدود الزراعة المضمونة ويتضح من بيانات جدول(٦) وشكل(٧) حدوث انخفاض في المجاميع الموسمية للأمطار إذ سجلت أقل فرقا بين الدورتين لشهر تشرين الأول لمحطة أربيل بلغت (- ١.٨٥) وأعلى فرق في محطة مصيف صلاح الدين بلغ (- ٢٧.٤٣) أما في شهر تشرين الثاني فكان أقل فرقا للدورتين في محطة السليمانية بلغ (- ١٠.١٦) وباستثناء محطة أربيل إذ كان الفرق نحو الزيادة بلغ (٣٩.٦٣) أما في شهر كانون الأول فسجل أقل فرقا للدورتين في محطة زاخو بلغ(- ٣.٢) وأعلى فرق في محطة مصيف صلاح الدين بلغ (- ٢٨.٣) اما في شهر كانون الثاني فأقل فرق سجل في محطة مصيف صلاح الدين (- ٢.٥٢) وأعلى فرق في محطة أربيل بلغ (- ١٩.٦) وفي شهر شباط بلغ أقل فرق في محطة أربيل (- ١٣.٣٣) اما سجل زيادة ايضا في هذا الشهر في محطة مصيف صلاح الدين بلغ (٩.٧٨) أما في شهر آذار فسجل أقل فرقا في محطة زاخو(- ٠.٦) وأعلى فرق في محطة السليمانية بلغ(- ١٨.٥٩) وفي شهر نيسان أيضا بلغ أقل فرقا في محطة زاخو إذ بلغ(- ٢.٤) أما أعلى فرق سجلا في محطة مصيف صلاح الدين بلغ(- ٥١.٧٧) أما المجموع السنوي

للأمطار فكان أقل فرق سجلا في محطة أربيل بلغ(- ١١٧٩) أما أعلى فرق للمجموع السنوي سجلا في محطتي مصيف صلاح الدين والسليمانية بلغ(- ٨٥.١١٥) وان تناقص كميات التساقط المطري مع متغيرات الاستهلاك المائي الأخرى لا سيما التبخر النتح سينعكس على ارتفاع كميات الاحتياج المائي للمحصول.

جدول (6)

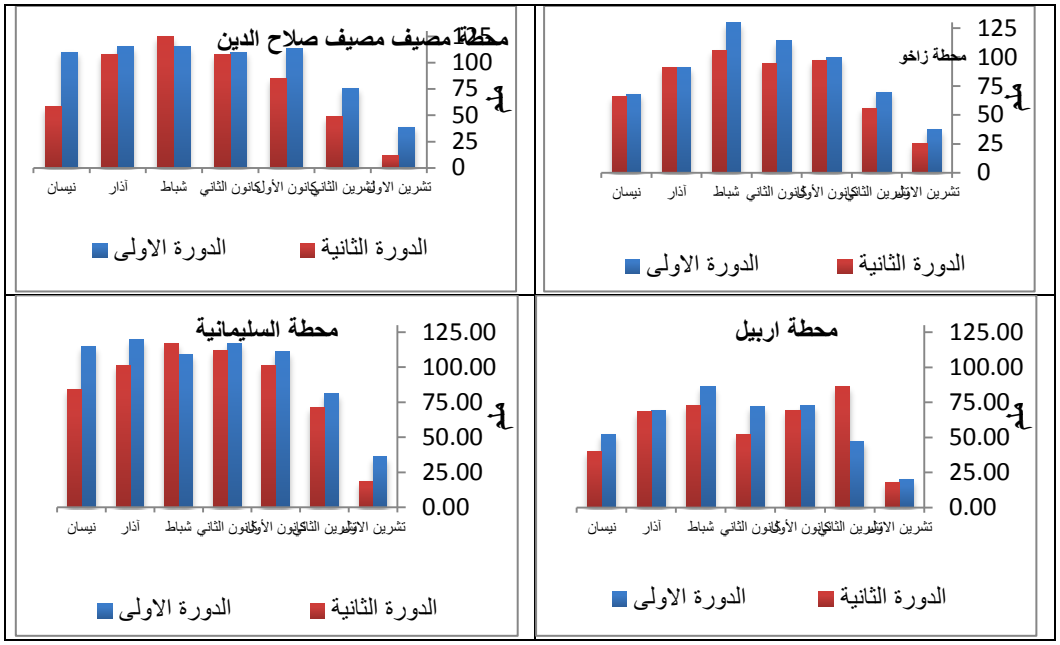
المعدلات الشهرية لكميات الأمطار ملم لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧-٢٠٢٠

	زاخو			مصيف صلاح الدين			أربيل			السليمانية		
الدورات	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق	الدورة الأولى	الدورة الثانية	الفرق
تشرين الأول	37.4	24.9	-12.5	38.73	11.3	-27.43	19.85	18.00	-1.85	36.00	18.34	-17.66
تشرين الثاني	69.7	55.8	-13.9	75.8	48.8	-27	46.76	86.39	39.63	81.30	71.14	-10.16
كانون اول	99.7	96.5	-3.2	113.3	85	-28.3	72.90	69.41	-3.49	111.20	101.21	-9.99
كانون الثاني	113.8	94.6	-19.2	110	107.48	-2.52	71.83	52.23	-19.6	117.16	111.60	-5.56
شباط	129.5	105.4	-24.1	115	124.78	9.78	86.39	73.06	-13.33	108.86	116.80	7.94
آذار	91.2	90.6	-0.6	115	107.54	-7.46	69.41	68.32	-1.09	119.89	101.30	-18.59
نيسان	67.9	65.5	-2.4	110	58.23	-51.77	52.23	40.18	-12.05	115.00	83.90	-31.1
مج	609.2	533.3	-75.9	689.409	604.294	-85.115	419.37	407.58	-11.79	689.409	604.294	-85.115

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية– قسم المناخ– بيانات غير منشورة
أقليم كردستان العراق– هيئة الأنواء الجوية– قسم المناخ– بي

شكل (٧)

المعدلات الشهرية لكميات الأمطار ملم لمحطات منطقة الدراسة للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦/١٩٩٧- ٢٠٢٠ أنات غير منشورة



المصدر: بيانات جدول (٦)

ثانيا: تغير الاستهلاك المائي لمحصول القمح للدورتين المناخيتين ضمن المنطقة المضمونة الأمطار

بعد تطبيق الخطوات لواردة ضمن الإطار النظري للبحث في احتساب الاحتياجات المائية لمحصول القمح ضمن حدود الزراعة الديمية في أقليم كوردستان للدورتين قيد الدراسة تبينت المؤشرات التالية الآتي:

أ. تغير الاستهلاك المائي الشهري

يتبين من بيانات الجدول (٨و ٩ و١٠ و ١١) والشكل (٨) وجود ارتفاع واضح في كميات الاستهلاك المائي الشهري إذ بلغ مجموع الاستهلاك المائي لمحطة زاخو (٤٧٧.٩٩) ملم للدورة المناخية الأولى وقد زاد مجموع الاستهلاك المائي للدورة المناخية الثانية إذ بلغ (٥٣٠.٨٢) ملما، وأظهرت النتائج

وجود فرق للاستهلاك المائي للدورتين في محطة زاخو بلغ (٥٢.٨٣ +) ملم ومن تحليل البيانات تبين وجود تفاوت للاستهلاك المائي شهريا إذ سجل أعلى استهلاكا مائيا لمحطة زاخو خلال الدورة الأولى شهر تشرين الأول بلغ (١٢١.٨٠) ملما بينما سجل أقل شهرا للاستهلاك المائي شهر كانون الثاني بلغ (٣١.٢٨) ملما. اما في محطة مصيف مصيف صلاح الدين فبلغ مجموع الاستهلاك المائي للدورة المناخية الأولى (٤٦٧.١٣)ملم اما في الدورة الثانية بلغ المجموع (٣٩.٦٤ +) ملم وبلغ مجموع الفرق بين الدورتين (٢٩٠.٩٣) ملم، حيث سجل أعلى قيمة للاستهلاك المائي للدورة المناخية الأولى في شهر تشرين الأول بلغ (١٢٠.٦١) ملما، وفي الدورة المناخية الثانية تبين أعلى الشهور للاستهلاك المائي شهر نيسان بلغ (١٢٦.٠٧) ملما وأقل شهر كانون الثاني بلغ (٣٣.٥٣) ملما.

أما في محطة أربيل بلغ مجموع الاستهلاك المائي للدورة المناخية الأولى (٥٣٢) ملم أما في الدورة الثانية بلغ المجموع (٦١٨.٦٦) ملما والفرق بين الدورتين للاستهلاك المائي بلغ (٨٦.٦٦ +) ملم وسجل أعلى شهرا للاستهلاك المائي خلال الدورة الأولى شهر تشرين الأول (١٢٧.٥٤) ملم وأدنى قيمة للاستهلاك المائي سجلت خلال شهر كانون الثاني (٣٧.٠٨) ملما، أما خلال الدورة المناخية الثانية فسجل أعلى قيمة للاستهلاك المائي في شهر تشرين الأول إذ بلغ (١٤٤.٢٠) ملما وأقل شهرا هو كانون الثاني إذ بلغ (٤٧.٣٨) ملما.

أما محطة السليمانية بلغ مجموع الاستهلاك المائي للدورة المناخية الأولى (٥٣١.٠١) ملم أما خلال الدورة الثانية بلغ المجموع (٥٥٥.٣٧) ملما وبلغ الفرق بين الدورتين المناخيتين (٢٤.٣٦ +) ملم، وسجل أعلى قيم للاستهلاك المائي الشهري في هذه المحطة خلال الدورة المناخية الأولى في شهر تشرين الأول (١٣٢.٨٣) ملما وأقل شهرا سجلت فيه الاستهلاك المائي شهر كانون الثاني بلغ (٣٣.٢١) ملما. أما في الدورة المناخية الثانية نلاحظ أعلى قيمة للاستهلاك المائي في شهر تشرين الأول بلغ (١٤٠.١٧) ملما أما أقل الشهور للاستهلاك المائي كانون الثاني بلغ (٣٥.٤٤) ملما.

تبين من تحليل بيانات الاستهلاك المائي للمحطات زاخو ومصيف مصيف صلاح الدين ومصيف أربيل والسليمانية وجود زيادة للاستهلاك المائي لمحصول القمح خلال الدورة المناخية الثانية.

جدول (٧)

تقدير الاحتياجات المائية الشهرية والموسمية الكلية لمحصول القمح (م ٣/ دونم لمحطة زاخو للدورتين المناخيتين قيد البحث

الدورة المناخية ١٩٧١-١٩٩٦								
الأشهر / العناصر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	المجموع
الأمطار ملم	37.4	69.7	99.7	113.8	129.5	91.2	67.9	609.2
التبخر/ النتح ملم	116.00	49.20	32.00	29.79	45.36	70.68	112.20	455.23
الأمطار – التبخر النتح ملم	- 78.60	20.50	67.70	84.01	84.14	20.52	-44.30	
السعة الحقلية ملم	100.00	79.50	32.30	15.99	15.86	79.48	100.00	423.13
الاستهلاك المائي ملم	121.80	51.66	33.60	31.28	47.63	74.21	117.81	477.9915
الضائعات الحقلية ملم	40.19	17.05	11.09	10.32	15.72	24.49	38.88	157.7372
الاحتياجات الكلية ملم	261.99	148.21	76.99	57.59	79.21	178.18	256.69	1058.859
الاحتياجات الكلية متر مكعب دونم	654.99	370.52	192.47	143.98	198.01	445.46	641.72	2647.147
الدورة المناخية الثانية ١٩٩٧-٢٠٢٠								
	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	المجموع
الأمطار ملم	24.9	55.8	96.5	94.6	105.4	90.6	65.5	533.3
التبخر/ النتح ملم	126.79	64.00	38.44	41.85	53.00	84.63	119.70	528.41
الأمطار – التبخر النتح ملم	- 101.89	-8.20	58.06	52.75	52.40	5.97	-54.20	
السعة الحقلية ملم	100.00	100.00	41.94	47.25	47.60	94.03	100.00	530.82
الاستهلاك المائي ملم	130.59	65.92	39.59	43.11	54.59	87.17	123.29	544.2623
الضائعات الحقلية ملم	43.10	21.75	13.07	14.22	18.01	28.77	40.69	179.6066
الاحتياجات الكلية ملم	273.69	187.67	94.60	104.58	120.20	209.96	263.98	1254.689
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	684.22	469.18	236.50	261.45	300.51	524.91	659.94	3136.722
الفرق بين الدورتين للاحتياج	29.24	98.66	44.03	117.47	102.50	79.45	18.22	489.58

المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٣) و (٦)

جدول(٨)

تقدير الاحتياجات المائية الشهرية والموسمية الكلية لمحصول القمح (م ٣/ دونم لمحطة مصيف مصيف صلاح الدين للدورتين لمناخيتين قيد البحث

١٩٩٦-١٩٧١								
الأشهر / العناصر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مج
الأمطار ملم	38.73	75.80	113.30	110.00	115.00	115.00	110.00	677.83
التبخر/ النتح ملم	117.10	58.80	33.79	30.07	38.92	67.89	106.95	453.52
الأمطار- التبخر النتح ملم	- 78.37	17.00	79.51	79.93	76.08	47.11	3.05	
السعة الحقلية ملم	100.00	83.00	20.49	20.07	23.92	52.89	96.95	397.32
الاستهلاك المائي ملم	120.61	60.56	34.80	30.97	40.09	69.93	110.16	467.13
الضائعات الحقلية ملم	39.80	19.99	11.49	10.22	13.23	23.08	36.35	154.15
الاحتياجات الكلية ملم	260.42	163.55	66.78	61.26	77.24	145.89	243.46	1018.59
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	651.04	408.86	166.95	153.16	193.09	364.73	608.65	2546.48
٢٠٢٠-١٩٩٧								
	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مج
الأمطار ملم	11.30	48.80	85.00	107.48	124.78	107.54	58.23	543.13
التبخر/ النتح ملم	119.35	64.50	35.34	32.55	40.32	77.55	122.40	492.01
الأمطار- التبخر النتح ملم	- 108.05	-15.70	49.66	74.93	84.46	29.99	-64.17	
السعة الحقلية ملم	100.00	100.00	50.34	25.07	15.54	70.01	100.00	460.96
الاستهلاك المائي ملم	122.93	66.44	36.40	33.53	41.53	79.88	126.07	506.77
الضائعات الحقلية ملم	40.57	21.92	12.01	11.06	13.70	26.36	41.60	167.23
الاحتياجات الكلية ملم	263.50	188.36	98.75	69.66	70.78	176.24	267.68	1134.96
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	658.74	470.90	246.88	174.15	176.94	440.61	669.19	2837.41
الفرق بين الدورتين للاحتياج	7.71	62.03	79.93	21.00	-16.15	75.87	60.54	290.93

جدول (٩) تقدير الاحتياجات المائية الشهرية والموسمية الكلية لمحصول القمح (م ٣/ دونم لمحطة مصيف أربيل للدورتين المناخيتين قيد البحث

الدورة 1971-1996

الأشهر / العناصر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مج
الأمطار ملم	19.9	46.8	72.9	71.8	86.4	69.4	52.2	419.3792
التبخر/ النتح ملم	123.83	58.20	37.82	36.00	49.00	88.35	123.30	516.50
الأمطار – التبخر النتح ملم	- 103.98	-11.44	35.08	35.83	37.39	-18.94	-71.08	
السعة الحقلية ملم	100.00	100.00	64.92	64.17	62.61	100.00	100.00	591.70
الاستهلاك المائي ملم	127.54	59.95	38.95	37.08	50.47	91.00	127.00	532.00
الضائعات الحقلية ملم	42.09	19.78	12.86	12.24	16.66	30.03	41.91	175.56
الاحتياجات الكلية ملم	269.63	179.73	116.73	113.49	129.73	221.03	268.91	1299.25
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	674.09	449.32	291.82	283.71	324.33	552.58	672.27	3248.12

1997-2020

	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مج
الأمطار ملم	18.0	86.4	69.4	52.2	73.1	68.3	40.2	407.5855
التبخر/ النتح ملم	140.00	78.30	46.50	46.00	56.00	97.34	136.50	600.64
الأمطار – التبخر النتح ملم	- 122.00	8.09	22.91	6.22	17.06	-29.02	-96.32	
السعة الحقلية ملم	100.00	91.91	77.09	93.78	82.94	100.00	100.00	645.71
الاستهلاك المائي ملم	144.20	80.65	47.90	47.38	57.68	100.26	140.60	618.66
الضائعات الحقلية ملم	47.59	26.61	15.81	15.64	19.03	33.09	46.40	204.16
الاحتياجات الكلية ملم	291.79	199.17	140.79	156.79	159.66	233.35	286.99	1468.53
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	729.47	497.92	351.97	391.98	399.14	583.37	717.48	3671.32
الفرق بين الدورتين للاحتياج	55.38	48.60	60.15	108.26	74.81	30.79	45.21	423.20

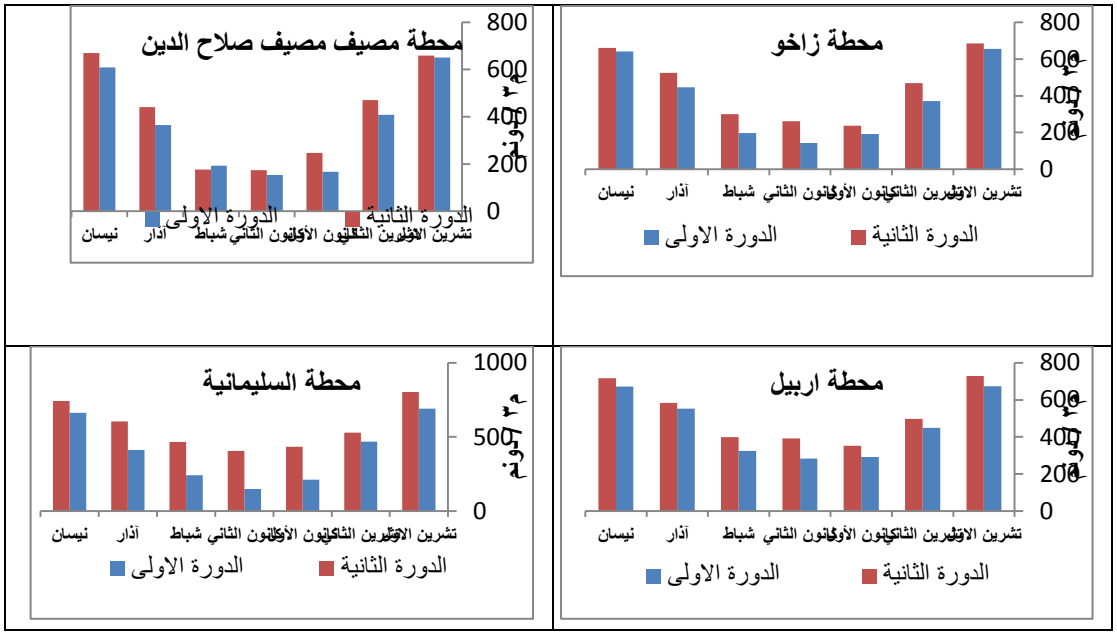
جدول (١٠) تقدير الاحتياجات المائية الشهرية والموسمية الكلية لمحصول القمح (م ٣/ دونم لمحطة السليمانية للدورتين المناخيتين قيد البحث								
١٩٧١-١٩٩٦								
الأشهر / العناصر	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مج
الأمطار ملم	36.00	81.30	111.20	117.16	108.86	119.89	115.00	689.41
التبخر/ النتح ملم	128.96	71.11	40.30	32.24	44.52	77.81	120.60	515.54
الأمطار- التبخر النتح ملم	- 92.96	10.19	70.90	84.92	64.34	42.08	-5.60	
السعة الحقلية ملم	100.00	89.81	29.10	15.08	35.66	57.92	100.00	427.57
الاستهلاك المائي ملم	132.83	73.24	41.51	33.21	45.86	80.14	124.22	531.01
الضائعات الحقلية ملم	43.83	24.17	13.70	10.96	15.13	26.45	40.99	175.23
الاحتياجات الكلية ملم	276.66	187.22	84.31	59.24	96.65	164.51	265.21	1133.81
الاحتياجات الكلية متر مكعب/ دونم	691.66	468.06	210.77	148.11	241.63	411.29	663.02	2834.53

١٩٩٧-٢٠٢٠								
	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	
الأمطار ملم	18.34	71.14	101.21	111.60	116.80	101.30	83.90	604.29
التبخر/ النتح ملم	136.09	74.70	43.00	34.41	47.64	79.47	123.88	539.19
الأمطار- التبخر النتح ملم	- 117.75	-3.56	58.21	77.19	69.16	21.83	-39.98	
السعة الحقلية ملم	100.00	100.00	41.79	22.81	30.84	78.17	100.00	473.61
الاستهلاك المائي ملم	140.17	76.94	44.29	35.44	49.07	81.85	127.60	555.37
الضائعات الحقلية ملم	46.26	25.39	14.62	11.70	16.19	27.01	42.11	183.27
الاحتياجات الكلية ملم	286.43	202.33	100.69	69.95	96.10	187.04	269.70	1212.24
الاحتياجات الكلية متر مكعب/	716.07	505.83	251.73	174.87	240.26	467.59	674.26	3030.60
الفرق	24.41	37.77	40.96		26.76	-1.37	56.3	11.24	196.07

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٣) و (٦)

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدولين (٣) و (٦)

شكل (٨) الاحتياجات المائية الشهرية لمحصول القمح م ٣/ دونم للدورتين ١٩٧١-١٩٩٦- ١٩٩٧-٢٠٢٠ في منطقة



المصدر: بيانات الجداول ٨. ٩. ١٠. ١١

ب- تغير كمية الضائعات الحقلية المائية

تبين من بيانات جداول (٨و ٩ و ١٠ و ١١) أن الضائعات الحقلية المائية لمحطة زاخو للدورة الأولى بلغ مجموعها (١٥٧.٧٣) ملما وبلغ مجموعها في الدورة الثانية (١٧٩.٦٠) ملم، بفارق ٢١.٨٧ + ملم، إذ سجل أعلى قيمة للضائعات الشهرية خلال شهر تشرين الأول بلغ (٤٠.١٩) ملما وأقل شهر سجل به الضائعات المائية كان في شهر كانون الثاني بلغ (١٠.٣٢) ملما، أما خلال الدورة المناخية الثانية فسجل أعلى شهر للضائعات كان شهر تشرين الأول بلغ (٤٣.١٠) ملما وأقل الشهور شهر كانون الأول (١٣.٠٧) ملم.

أما في محطة مصيف مصيف صلاح الدين فقد بلغ مجموع الضائعات الحقلية للدورة الأولى (١٥٤.١٥) ملم، أما مجموع الضائعات الحقلية للدورة الثانية بلغ (١٦٧.٢٣) ملما أي زادت الضائعات

بمقدار ١٣.٠٨ ملم خلال الدورة الثانية، إذ سجل أعلى شهر للضائعات خلال الدورة الأولى فكان من نصيب شهر تشرين الأول بلغ (٣٩.٨٠) ملما وأدنى شهر سجل للضائعات المائية هو شهر كانون الثاني بلغ (١٠.٢٢) ملما، أما خلال الدورة الثانية فقد بلغت الضائعات الحقلية أعلى قيمة لها خلال شهر نيسان (٤١.٦٠) ملما وأقل شهر سجل في شهر كانون الثاني بلغ (١١.٠٦) ملما.

أما محطة مصيف أربيل فبلغ مجموع الضائعات الحقلية للدورة الأولى (١٧٥.٥٦) ملم، أما مجموع الضائعات للدورة الثانية بلغ (٢٠٤.١٦) ملما بفارق ٢٨.٦ ملم +، أما خلال الشهور فسجل أعلى كمية من الضائعات الحقلية للدورة الأول فكان شهر تشرين الأول بلغ (٤٢.٠٩) ملما وأقل الشهور كانون الثاني بلغ (١٢.٢٤) ملما. وفي الدورة الثانية فقد سجل أعلى كمية للضائعات في شهر تشرين الأول بلغ (٤٧.٥٩) ملما، وأقل شهر سجلا للضائعات شهر كانون الثاني بلغ (١٥.٦٤) ملما.

أما الضائعات الحقلية لمحطة السليمانية فقد بلغ مجموعها في الدورة الأولى (١٧٥.٢٣) ملم بينما بلغ مجموع الضائعات الحقلية في الدورة الثانية (١٨٣.٢٧) ملم بأقل فارقا مسجلا، والبالغ ٨.٠٧ ملم +، إذ نلاحظ زيادة للضائعات المائية خلال الدورة الثانية، وسجل أعلى شهرا خلال الدورة الأولى لكمية الضائعات شهر تشرين الأول بلغ (٤٣.٨٣) ملما وأدنى قيمة سجلت في شهر كانون الثاني بلغ (١٠.٩٦) ملما، أما في الدورة الثانية نلاحظ أعلى الشهور للضائعات شهر تشرين الأول (٤٦.٢٦) ملم أما أدنى الشهر لكمية الضائعات سجلت خلال شهر كانون الثاني بلغ (١١.٧٠) ملما. مما يشير إلى زيادة الضائعات المائية الحقلية والمتزامنة مع زيادة كميات التبخر النتح نتيجة تغير المناخ.

ج. تغير الاحتياجات المائية الكلية الشهرية والموسمية

تبين من بيانات جدول (٨و ٩ و ١٠ و١١) أن مجموع الاحتياجات المائية الكلية لمحطة زاخو في الدورة الأولى بلغ (٢٦٤٧.١٤) م ١٣ دونم أما مجموع الاحتياجات المائية للدورة الثانية بلغ (٣١٣٦.٧٢) م ١٣ دونم بزيادة + ٤٨٩ م ٣ للدونم فسجل خلال الدورة الأولى أعلى الشهور للاحتياجات المائية شهر تشرين الأول بلغ (٦٥٤.٩٩) م ١٣ دونم وأدنى كمية في شهر كانون الثاني بلغ (١٤٣.٩٨) م ١٣ دونم، أما خلال الدورة الثانية فارتفعت الاحتياجات الكلية إذ سجل أعلى كمية استهلاك شهر سجلت فيه الاحتياجات المائية تشرين الأول بلغ (٦٨٤.٢٢) م١٣ دونم وأدنى شهر كانون الأول (٢٣٦.٥٠) م ١٣ دونم،

أما في محطة مصيف مصيف صلاح الدين بلغ مجموع الاحتياجات المائية لمحصول القمح للدورة الأولى (٢٥٤٦.٤٨) م ١٣ دونم أما مجموعها في الدورة الثانية فزادت إلى (٢٨٣٧.٤١) م ١٣ دونم بفارق

+ ٢٩٠ م ٣/ دونم وسجل أعلى شهرا للاحتياجات المائية في الدورة الأولى شهر تشرين الأول بلغ (٦٥١.٠٤) م ١٣ دونم وأدنى الشهور كانون الثاني (١٥٣.١٦) م ١٣ دونم، أما خلال الدورة الثانية بلغ أعلى الشهور للاحتياجات المائية في شهر نيسان (٦٦٩.١٩) م ١٣ دونم أما أدنى شهر كانون الثاني بلغ (١٧٤.١٥) م ١٣ دونم.

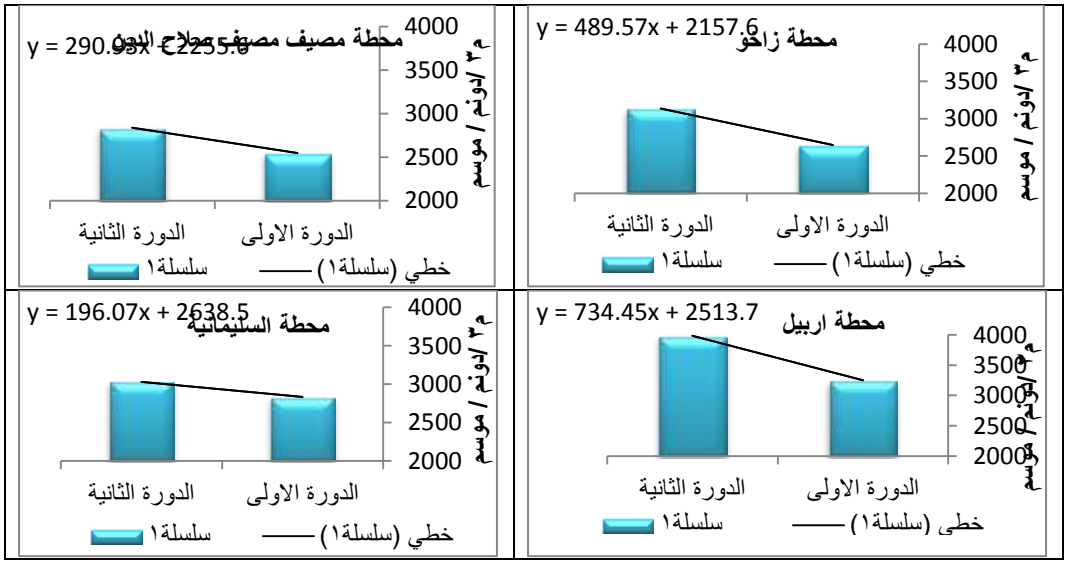
اما مجموع الاحتياجات المائية لمحطة مصيف أربيل بلغ (٣٢٤٨.١٢) م ١٣ دونم خلال الدورة الأولى اما في الدورة الثانية بلغ مجموعها (٣٦٧١.٣٢) م ١٣ دونم بفارق + ٤٢٣ م ٣/ دونم وبلغ أعلى احتياج مائي خلال الدورة الأولى شهر تشرين الأول (٦٧٤.٠٩) م ١٣ دونم وأدنى شهر سجل في شهر كانون الثاني بلغ (٢٨٣.٧١) م ١٣ دونم اما خلال الدورة الثانية فان أعلى شهر تشرين الأول بلغ (٧٢٩.٤٧) م ١٣ دونم اما أدنى شهر سجل للاحتياجات المائية شهر كانون الأول (٣٥١.٩٧) م ١٣ دونم.

أما في محطة السليمانية بلغ مجموع الاحتياجات المائية للدورة الأولى (٢٨٣٤.٥٣) م ١٣ دونم، بينما بلغ المجموع الكلي للدورة الثانية (٣٠٣٠.٦٠) م ١٣ دونم بفارق ٠٧ +، ١٩٦. م ٣/ دونم ، إذ سجل أعلى شهر خلال الدورة الأولى للاحتياجات شهر تشرين الأول بلغ (٦٩١.٦٦) م ١٣ دونم وأدنى شهر كانون الثاني بلغ (١٤٨.١١) م ١٣ دونم أما خلال الدورة الثانية فان أعلى شهر سجل للاحتياجات المائية شهر تشرين الأول بلغ (٧١٦.٠٧) م ١٣ دونم وأدنى شهر كانون الثاني بلغ (١٧٤.٨٧) م ١٣ دونم. وهذا يشير الى وجود ارتفاع واضح في كميات الاستهلاك المائي للمحصول نتيجة تغير المناخ وخصوصا مع ارتفاع معدلات التبخر/ النتح الممكن وتناقص كمية التساقط المطري

ثالثا. الاتجاه العام لكميات الاستهلاك المائي الكلي لمحصول القمح:

يتضح من بيانات جدول (١٢) والشكل (٩) وجود اتجاه واضح لارتفاع كميات الاستهلاك المائي الكلي لمحصول القمح ضمن محافظات أقليم كوردستان العراق إذ سجلت محطة أربيل أعلى معامل تغير للاستهلاك الموسمي والبالغ ٧٣٤.٤٥ + م ٣/ دونم بنسبة تغير موجبة ٢١.٤٨ % تلتها محطة زاخو بمعامل تغير بلغ ٤٨٩.٥٧ + بنسبة تغير موجبه ١٦.٩٢ % وبالمرتبة الثالثة جاءت محطة مصيف مصيف صلاح الدين بمعامل تغير ٢٩٠. ٩٣ + بنسبة تغير موجبة ١٠.٨٩ % وأخيرا جاءت محطة السليمانية بمعامل تغير بلغ ١٩٦.٠٧ + بنسبة تغير بلغت ٩.٦٨ % مما يشير إلى حدوث زيادة في كميات الاحتياجات المائية والاستهلاك المائي لمحصول القمح نتيجة تغير المناخ.

شكل (٩) الاتجاه العام لكميات الاحتياجات المائية الكلية م ٣ دونمات لمحصول القمح لمحطات منطقة الدراسة



اعتماداً على بيانات الجداول ٨ و ٩ و ١٠ و ١١

جدول(١١)

نسبة التغير (%) في إجمالي الاحتياجات المائية الكلية م ٣/ دونم لمحصول القمح للدورتين المناخيتين

المحطة	معامل التغير في الاستهلاك الموسمي	نسبة التغير % الاحتياج الكلي م ٣ دونمات
محطة زاخو	+ ٤٨٩.٥٧	+ 16.92881
محطة مصيف صلاح الدين	+ ٢٩٠.٩٣	+10.80743
محطة أربيل	+ ٧٣٤.٤٥	+21.48873
محطة السليمانية	+ ١٩٦.٠٧	+9.685956

المصدر: اعتماداً على معادلة خط الانحدار البسيط Y = a + b * X حيث Y هو المتغير التابع، Xهو المتغير المستقل، هو الثابت (أو التقاطع) ، و bهو المنحدر من خط الانحدار

- استخرجت نسبة التغير من المعادلة التالية
- نسبة التغير % = معامل التغير/ المعدل * ١٠٠

١١- الاستنتاجات:

١. وجود اتجاه واضح لتغير الخصائص المناخية المؤثرة في الاستهلاك المائي خلال دورتي الدراسة لمحصول القمح في محطات أقليم الزراعة المطرية المضمونة، إذ سجلت درجات الحرارة العظمى اتجاها نحو الارتفاع في جميع أشهر موسم نمو المحصول خلال أشهر بداية الموسم، إذ سجل أعلى فرقاً بين الدورتين لدرجة الحرارة العظمى خلال شهر تشرين الثاني في محطة زاخو (٢.٣ + مْ) وفي شهر آذار على محطة مصيف مصيف صلاح الدين (٢.٤٧ + مْ) وفي شهر تشرين الأول على محطة أربيل (٢.٠٣ + مْ).

٢. سجلت درجات الحرارة الصغرى اتجاها نحو الارتفاع أيضا إذ سجلت أعلى الفروقات خلال دورتي الدراسة خلال شهر تشرين الأول في محطة زاخو (١.٣٣ + مْ) وفي شهر آذار على محطة مصيف مصيف صلاح الدين (٣.٧٤ + مْ) وفي شهر آذار على محطة أربيل (١.٤٧ + مْ) وأخيرا في محطة السليمانية في شهر شباط (١.٣٩ + مْ) مما يشير إلى وجود اتجاه واضح لارتفاع درجات الحرارة نتيجة تغير المناخ.

٣. سجلت معدلات التبخر النتح/ الممكن اتجاها نحو الارتفاع خلال أشهر موسم نمو محصول القمح، إذ سجل أعلى فرقاً موسمياً في معدلات التبخر/ النتح المحتمل في محطة أربيل والبالغ ٨٤.١٤ + ملم وأدنى فرق سجل في محطة السليمانية والبالغ ٢٣.٦٥ + ملم مع وجود ارتفاع في معدلاته لجميع أشهر فترة النمو نتيجة تغير المناخ وارتفاع درجات الحرارة مما انعكس على زيادة الاحتياجات المائية للمحصول.

٤. وجود اتجاه لانخفاض معدلات الرطوبة النسبية خلال أشهر موسم نمو محصول القمح رغم أنها تعد من الأشهر الممطرة والتي تنخفض فيها معدلات درجات الحرارة إذ سجل أعلى فرقاً موسمياً بلغ ١٠.٤٧- % في محطة أربيل وأدناه في محطة السليمانية والبالغ ٥.٢٠ %- مما يشير إلى تدني الرطوبة النسبية رغم الفارق القليل بين الدورتين إلا أنه يعد مؤشرا واضحا لارتفاع درجات الحرارة وبالتالي ارتفاع معدلات التبخر وزيادة كمية الاحتياجات المائية لمحصول القمح.

٥. سجلت كميات التساقط المطري اتجاها نحو الانخفاض في مجموعها الموسمي إذ سجل أدنى فرق سجل في محطة أربيل بلغ (- ١١.٧٩) أما أعلى فرقاً للمجموع السنوي سجل في محطتي مصيف صلاح الدين والسليمانية بلغ (- ٨٥.١١٥) وان تناقص كميات التساقط المطري ضمن حدود الزراعة المطرية المضمونة سيؤثر على ارتفاع كميات الاستهلاك المائي لمحصول القمح مما ينعكس سلبا على كميات الإنتاج.

٦. تبين من تطبيق خطوات حساب الاستهلاك المائية الشهرية وجود ارتفاع في كميات الاحتياج المائي الشهري إذ سجلت جميع محطات منطقة الدراسة ارتفاعا في الاحتياج المائي خلال شهر تشرين الأول والذي يمثل بداية زراعة المحصول في منطقة الدراسة والمتزامن مع اتجاه ارتفاع درجات الحرارة والتبخر إضافة إلى قلة كميات التساقط المطري خلال هذا الشهر مما يؤثر في نمو المحصول وإنتاجه، كما سجلت قيم الضائعات المائية قيما نحو الارتفاع والمتزامنة مع ارتفاع قيم التبخر/ النتح الممكن.

٧. سجلت الاحتياجات المائية اتجاها نحو الارتفاع في جميع محطات منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة أربيل أعلى معامل تغير للاستهلاك الموسمي والبالغ ٧٣٤.٤٥ + م ٣/ دونم بنسبة تغير موجبة ٢١.٤٨ % تلتها محطة زاخو بمعامل تغير بلغ ٤٨٩.٥٧ + بنسبة تغير موجبه ١٦.٩٢ % وبالمرتبة الثالثة جاءت محطة مصيف مصيف صلاح الدين بمعامل تغير ٢٩٠. ٩٣ + بنسبة تغير موجبة ١٠.٨٩ % وأخيرا جاءت محطة السليمانية بمعامل تغير بلغ ١٩٦.٠٧ + بنسبة تغير بلغت ٩.٦٨ % مما يشير إلى حدوث زيادة في كميات الاحتياجات المائية والاستهلاك المائي لمحصول القمح نتيجة تغير المناخ.

٨. يلاحظ وجود تباين مكاني في كميات الاستهلاك المائي بين محطات منطقة الدراسة إذا جاءت محطة أربيل في المرتبة الأولى في أعلى كميات الاستهلاك المائي الكلي، تلتها محطة زاخو بالمرتبة الثانية وتقاربت محطتا مصيف مصيف صلاح الدين والسليمانية في نسب تغير كميات الاستهلاك، وهذا يعود إلى طبيعة خصائص المناخ وتغير كميات التساقط المطري، إذ تسجل أقل كميات المطري في محطة أربيل إضافة إلى وقوعها على حافة أقليم المناخ شبه الجاف في العراق مما يؤثر على كميات التساقط المطري وبالتالي ارتفاع الاحتياجات المائية بينما تنخفض في محطة السليمانية الواقعة ضمن المناخ المعتدل الرطب ذي الصيف الحار (مناخ البحر المتوسط) وفق تصنيف كوبن وزيادة كمية التساقط المطري مما قلل الفارق في كمية الاستهلاك المائي والاحتياجات المائية الكلية.

١٢- المصادر باللغة العربية

١. الحسان، أحمد جاسم محمد، التغيرات المناخية في العراق ممثلة بخطوط التساوي، أطروحة دكتوراه غير منشورة كلية الآداب جامعة البصرة، ٢٠١١

٢. خياط، كمال، الاقتصاد الزراعي مع الإشارة إلى الاقتصاد الزراعي في أقليم كوردستان، ط ١، أربيل ٢٠٠٥.

٣. المالكي، عبدالله سالم، دراسات في المناخ التطبيقي، دار دجلة للطباعة والنشر، ٢٠١٧

٤. المالكي، عبد الله سالم جغرافية العراق، دار الوضاح للنشر، عمان، ٢٠١٦

٥. محمد، طه رؤوف شير، التباين المكاني في قيم الضياع المائي بوساطة عملية التبخر النتح الممكن في العراق: دراسة نقدية مقارنة لاستخدام معادلتي ثورنثويت وخوسلا. مجلة أبحاث البصرة مجلد ٣٣، العدد ١ ب كانون الأول ٢٠٠٨

٦. عزيز، نيكار جبار، دور الحنطة في تحقيق الأمن الغذائي في أقليم كوردستان، ١٩٩٧-٢٠١٣ المجلة العلمية لجامعة جيهان، المجلد ١ العدد ٣،٢٠١٤.

٧. الهيتي، صالح فليح حسن، التنبؤ بسنوات الجفاف في العراق، مجلة الآداب، العدد ٢٨، بغداد ١٩٨٠.

الدوائر الحكومية

١.أقليم كردستان العراق- هيئة الأنواء الجوية- قسم المناخ- بيانات غير منشورة.

٢.أقليم كردستان العراق وزارة التخطيط، هيئة إحصاء أقليم كردستان، بيانات غير منشورة، ٢٠٢١

٣.الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية- قسم المناخ- بيانات غير منشورة.

المصادر الأجنبية

1- Hameed :;M ;Ahmad ali;Apprehensive Drought Characteristics over Iraq:Results of a Multidecadal Spatiotemporal Assessment;Geosciences 2018, 8(2), 58; https://doi.org/10.3390/geosciences8020058
2- N. Kharrufa.and AL-Kawaz and Ismail.studies on crops consumptive use of water in Iraq.un published.1975

ملحق معامل محصول القمح خلال موسم النمو

ت١	ت٢	ك١	ك٢	شباط	آذار	نيسان
٠.٤	٠.٤	٠.٨	١.٢	١.٢	١	٠.٥