JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ
العدد السادس والثلاثون
(١٦٨) (١٩١)

أثر المناخ في تقدير الاحتياجات المائية والمقنن المائي لمحصول القمح في قضاء المحمودية

م.د. مثنى هادي كوكز
وزارة التربية/ الكلية التربوية المفتوحة – مركز الكرخ الدراسي
muthannahadikokaz@gmail.com

المستخلص:

تضمنت الدراسة تأثير الخصائص المناخية في تقدير الاحتياجات المائية لمحصول القمح في قضاء المحمودية، التي تقع ضمن المناخ الصحراوي الجاف الذي يمتاز بشحة المياه السطحية وانخفاض كمية التساقط المطري وتذبذبه بين سنة وأخرى، جاءت الدراسة لحساب الاحتياجات المائية لمحصول القمح وتحديد كمية الضائعات المائية الحقلية وحساب التبخر/ النتح الممكن والاستهلاك المائي فضلاً عن حساب الموازنة المائية الإجمالية باستخدام المعادلات الرياضية واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي لدراسة وتحليل والربط بين خصائص المناخية والاحتياجات المائية لمحصول القمح، كما أن الدراسة اعتمدت على الأسلوب الكمي في دراسة المعادلات والبيانات الإحصائية وذلك باستخدام برنامج (CROPWAT8.0) لاستخراج العجز المائي في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الاحتياجات المائية، الموازنة المائية، المقنن المائي.

The impact of climate on estimating water needs and water quotas for wheat crops in Al-Mahmoudiya district

Dr. Muthanna Hadi Kokaz
Ministry of Education/Open Education College – Al-Karkh Study Center
muthannahadikokaz@gmail.com

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

Abstract:
This study examined the impact of climatic characteristics on estimating the water requirements of wheat in the Mahmoudiyah District, which is located within an arid desert climate characterized by scarce surface water, low rainfall, and fluctuating rainfall from year to year. The study aimed to calculate the water requirements of wheat, determine the amount of field water losses, calculate potential evaporation/transpiration, and water consumption, as well as calculate the total water balance using mathematical equations. The study relied on a descriptive and analytical approach to study, analyze, and link climatic characteristics to the water requirements of wheat. It also relied on a quantitative approach to studying equations and statistical data, using the CROPWAT 8.0 program to extract the water deficit in the study area.

Keywords: Water requirement, water budget, Irrigation Requirement.

المقدمة

تعد عملية حساب وتقدير الاحتياج المائي من الخطوات المهمة في عملية تخطيط وتنمية المجال الزراعي للوصول إلى ضمان الأمن الغذائي، إذ إنَّ تطور النشاط الزراعي يعتمد بشكل كبير على استغلال المثالي للموارد المائية المتوفرة في منطقة الدراسة، إن الاحتياجات المائية تتأثر بالعناصر المناخية التي تحديد نوع المحصول الزراعي وفترة نموه إلى وقت حصاده وتحديد كمية الإنتاج الزراعي، وبالاعتماد على مجموعة من الصيغ والمعادلات الرياضية وضعتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) في حساب كمية التبخر/ نتح الممكن وكمية الاستهلاك والعجز المائي، بالإضافة إلى استعمال برنامج حاسوبي خاص يسمى (CROPWAT 8.0)، يعتمد على ادخال بيانات العناصر المناخية (ساعات السطوع الشمسي الفعلي، درجات الحرارة الصغرى والعظمى، الرياح، الرطوبة النسبية).

اولاً: مشكلة البحث:

هل للمناخ تأثير في تقدير الاحتياجات المائية لمحصول القمح في قضاء المحمودية؟

ثانياً: فرضية البحث:

تؤثر العناصر المناخية في تقدير الاحتياجات المائية لمحصول القمح في قضاء المحمودية.

ثالثاً: هدف البحث:

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

التعرف على تأثير العناصر المناخية في تقدير الاحتياجات المائية لمحصول القمح، وحساب قيمة الموازنة المائية لتوضيح أثرها في تقدير الاحتياجات المائية لمحصول القمح. وكذلك تحديد قيم التبخر/ النتح الممكن وتقدير حجم الاستهلاك المائي والعجر المائي والضائعات المائية في منطقة الدراسة.

رابعاً: منهجية البحث:

سيعتمد الباحث المنهج الوصفي والتحليلي الاستقرائي والمنهج الكمي في تحليل البيانات، فضلاً عن البرنامج المستخدم (CROPWAT 8.0) لمعرفة التبخر–النتح لكونها تحقق الهدف والتوصل إلى نتائج علمية دقيقة.

خامساً: حدود منطقة البحث:

١– الحدود المكانية: تمثلت الحدود المكانية بقضاء المحمودية بوحداته الادارية ويضم (مركز القضاء، شيشبار، وناحية الرشيد، وناحية اليوسفية، وناحية اللطيفية)، إذ يمتد بشكل طولي باتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، مساحته الكلية تبلغ (1410.7) كم^{٢}، هو أحد أقضية محافظة بغداد يقع في الجهة الجنوبية بمسافة (٢٩) كم باتجاه محافظة بابل. جدول (١)، خريطة (١).

٢– الحدود الزمانية: تمثلت بالبيانات المناخية لمحطة بغداد المناخية للمدة من (١٩٩٢–٢٠٢٤).

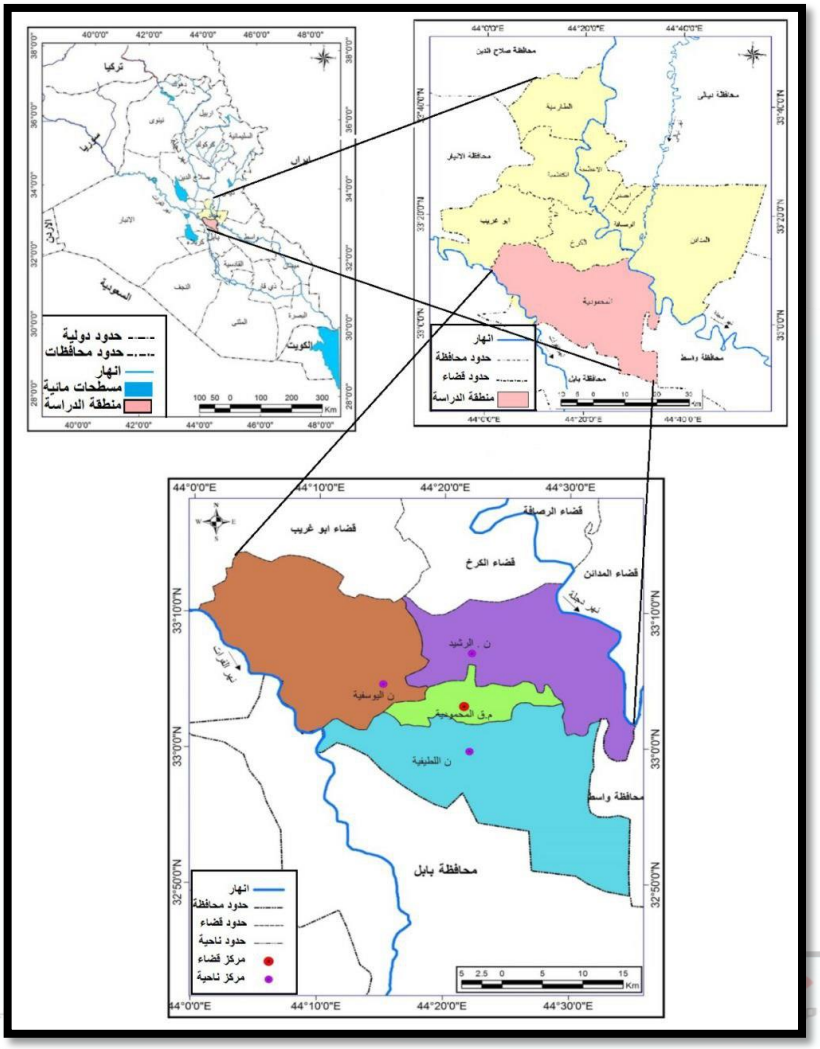
جدول (١) الموقع الفلكي لمحطة بغداد المناخية

المحطة	رقم المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع
بغداد	650	°٤٤ ٢٤ –	°٣٣ ١٨ –	31

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، أطلس مناخ العراق، ١٩٩٩.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

خريطة (١) موقع قضاء المحمودية من العراق



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: ١- وزارة الزراعة، مديرية الزراعة في محافظة بغداد، شعبة gis خريطة الحدود بمقياس ١/٥٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠١٥. ٢- برنامج ARC GIS10.8

اولاً: الخصائص المناخية:

يؤثر المناخ في الاستهلاك المائي لزراعة محصول القمح إذ يتوقف ذلك على طبيعة التبخر من السطوح المائية والنباتات، ومن أهم العناصر المناخية:

١- السطوع الشمسي الفعلي:

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

يُقصد به مدى صفاء السماء وخلوها من الغيوم والضباب والغبار، إذ تؤدي هذه الحالة إلى زيادة مدة الإشعاع الشمسي الفعلي واستمراره لساعات أطول وهو مصدر عمليات التركيب الضوئي للنبات (السامرائي، ١٩٩٩، ص١٩٧)، تبدأ مرحلة نمو محصول القمح من بداية شهر تشرين الثاني وتستمر لغاية (٣٠) نيسان، إذ يكتمل نموه ويتوقف فيها الاستهلاك المائي للمحصول (آل محيميد، ٢٠٠٨، ص١٢٧).

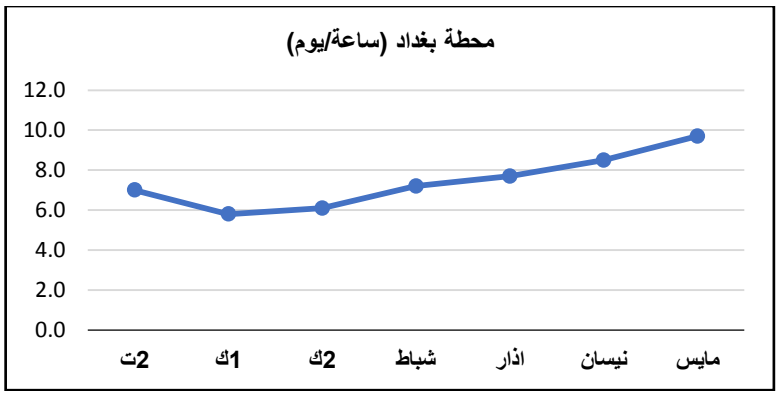
اتضح من الجدول (٢) والشكل (١) ان ساعات السطوع الشمسي الفعلي ارتفعت في منطقة الدراسة خلال فصل النمو لمحصول القمح وزيادة استهلاك المياه نتيجة فقدانها في التربة إذ بلغت في بداية فصل النمو ساعات السطوع الشمسي في شهر تشرين الثاني (٧ ساعة/ يوم) بداية زراعة المحصول وبلغت اعلى ساعات السطوع الشمسي في شهر مايس (٩,٧) (ساعة/ يوم) نتيجة لزيادة عدد ساعات الشمسي وقلة نسبة الغطاء الغيمي.

جدول (٢) المعدل الشهري لساعات للسطوع الشمسي الفعلي (ساعة/يوم) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

محطة بغداد	أشهر نمو محصول القمح (ساعة/يوم)							معدل فصل النمو
	ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	
	7	5.8	6.1	7.2	7.7	8.5	9.7	7.4

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (١) المعدل الشهري لساعات للسطوع الشمسي الفعلي (ساعة/يوم) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

٢- درجات الحرارة:

تُعَدّ الحرارة أحد أشكال الطاقة فيما تعد درجة الحرارة عنصراً مناخياً أساسياً، إذ تؤثر تأثيراً مباشراً وكبيراً في نمو وتوزيع المحاصيل الزراعية، بدءاً من مرحلة إنبات البذور وصولاً إلى مرحلة النضج، لما لها من دور فاعل في العمليات الحيوية للنبات، مثل التركيب الضوئي، والامتصاص، والتبخر- النتح، والنمو الخضري، والتزهير، وعقد الثمار (الوائلي، ٢٠١٤، ص١١٦). وقسمت إلى:

أ- **درجة الحرارة الاعتيادية:** تبين من الجدول (٣) والشكل (٢) أن درجة الحرارة الاعتيادية تتباين في منطقة الدراسة إذ سجلت في بداية زراعة محصول القمح خلال شهر تشرين الثاني وصلت إلى (١٦,٧) م°، وترتفع بشكل تدريجي خلال أشهر فصل النمو في اذار ونيسان ومايس بلغت (١٧,٦، ٢٣,٥، ٢٩,٦) م° على التوالي، أما معدلها خلال فصل النمو بلغ (١٧,٥) م°.

ب- **درجة الحرارة العظمى:** اتضح من الجدول (٣) والشكل (٢) أن درجة الحرارة العظمى تتباين في منطقة الدراسة إذ سجلت في بداية زراعة محصول القمح خلال شهر تشرين الثاني بلغت (٢٤,٣) م°، وترتفع بشكل تدريجي خلال أشهر فصل النمو وبلغ أعلى مقدار خلال شهر مايس (٣٧,٥) م°، أما معدلها خلال فصل النمو بلغ (٢٤,٥) م°.

ج- **درجة الحرارة الصغرى:** يظهر من الجدول (٣) والشكل (٢) أن درجة الحرارة الصغرى تتباين في منطقة الدراسة إذ بلغت في بداية زراعة محصول القمح خلال شهر تشرين الثاني (١٠,٣) م°، وترتفع بشكل تدريجي خلال أشهر فصل النمو وبلغ أعلى مقدار خلال شهر مايس (٢١,١) م°، أما معدل فصل النمو بلغ (١٠,٧)م°.

جدول (٣) المعدل الشهري لدرجة الحرارة (م°) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

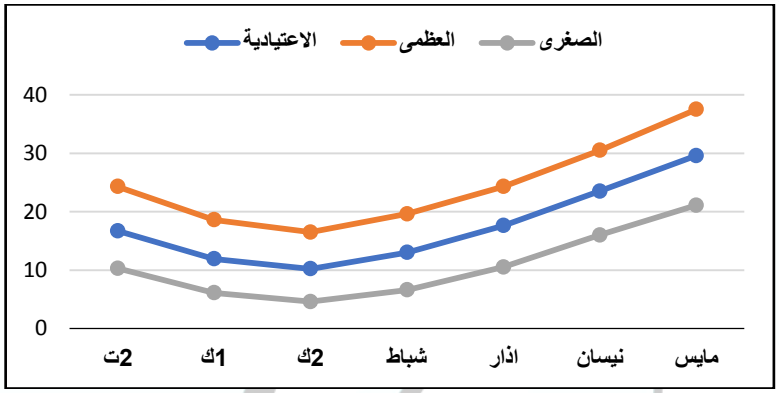
محطة	درجة الحرارة	أشهر نمو محصول القمح (م°)							معدل فصل النمو
		ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	
بغداد	الاعتيادية	16.7	11.9	10.2	13	17.6	23.5	29.6	17.5
	العظمى	24.	18.	16.	19.	24.	30.	37.	24.5

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

		3	6	5	6	3	5	5	
	الصغرى	10.3	6.1	4.6	6.6	10.5	16	21.1	10.7

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٢) المعدل الشهري لدرجة الحرارة (م°) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

٣- سرعة الرياح:

تُعرَّف الرياح بأنها حركة طبيعية للهواء من منطقة إلى أخرى، سواء كانت سريعة أم بطيئة، نتيجة اختلاف معدلات الضغط الجوي. وتُعَدّ الرياح من العوامل المناخية المهمة للنبات، إذ تسهم الرياح منخفضة السرعة في تحفيز الفعاليات الحيوية للنبات، من خلال إمداده بـ غاز الأوكسجين اللازم لعملية التنفس، فضلاً عن غاز ثاني أوكسيد الكاربون الذي ينشّط عملية التركيب الضوئي. كما تساعد الرياح في نقل حبوب اللقاح بين الأزهار، مما يسهم في إنجاز عملية التلقيح الطبيعي (المشهداني، ١٩٧٥، ص٨١). تبين من الجدول (٤) والشكل (٣) ان سرع الرياح تتباين في منطقة الدراسة إذ سجلت في بداية زراعة المحصول خلال شهر تشرين الثاني (٢,٨ م/ثا)، وارتفعت قيمتها خلال أشهر كانون الثاني وشباط واذار بلغت (٣,٢، ٣,٣، ٣,٤) م/ثا على التوالي، أما معدل فصل النمو بلغ (٢,٩٦) م/ثا.

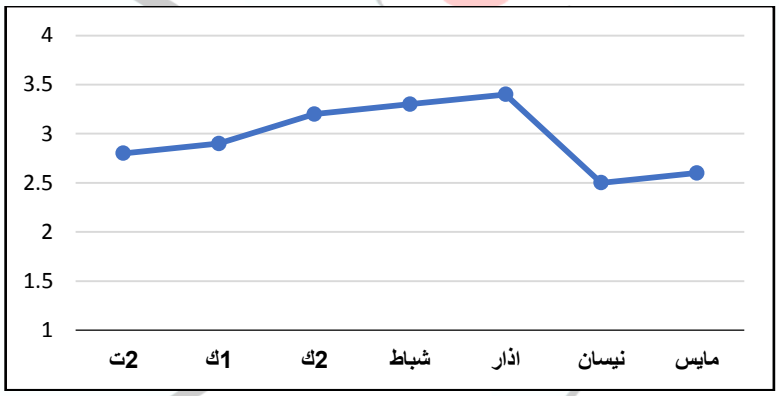
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

جدول (٤) المعدل الشهري لسرع الرياح (م/ثا) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

محطة بغداد	أشهر نمو محصول القمح (م/ثا)							معدل فصل النمو
	ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	
	2.8	2.9	3.2	3.3	3.4	2.5	2.6	2.96

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٣) المعدل الشهري لسرع الرياح (م/ثا) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤).

٤- الرطوبة النسبية:

هي النسبة بين مقدار بخار الماء الموجود فعلياً في الهواء ومقدار أقصى كمية من بخار الماء يمكن للهواء حملها عند درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي ذاته (الصراف، ١٩٨٠، ص٩٣). تزداد قيم التبخر–النتح عندما يكون هناك نقص في رطوبة الهواء الجوي، إذ كلما ارتفعت الرطوبة النسبية انخفضت عملية التبخر، وتؤدي إلى قلة الرطوبة النسبية، سيما خلال الأشهر التي تشهد ارتفاعاً في درجات الحرارة وزيادة كميات التبخر–النتح. يتضح من الجدول (٥) والشكل (٤) أن أعلى نسبة للرطوبة النسبية سجلت في شهر كانون الأول بلغت (٧٠ %) وانخفضت تدريجياً حتى بلغت (٣١ %) في شهر مايس، أما معدل فصل النمو بلغ (٥٣)%.

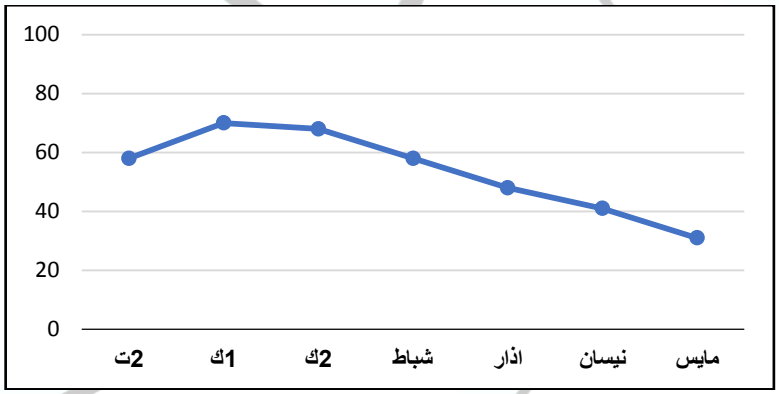
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

جدول (٥) المعدل الشهري للرطوبة النسبية (%) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

محطة بغداد	أشهر نمو محصول القمح (%)							معدل فصل النمو
	ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	
	58	70	68	58	48	41	31	53

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

جدول (٤) المعدل الشهري للرطوبة النسبية (%) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥).

٥- الامطار:

تُعَدّ الأمطار من العناصر المناخية المهمة التي تؤثر تأثيراً مباشراً في المحاصيل الزراعية من حيث انتشارها وحجم إنتاجها، إذ تُشكّل المصدر الرئيس لتغذية الموارد المائية السطحية والجوفية، سيما في المناطق التي تعتمد على الزراعة الإروائية (السامرائي، ١٩٩٩، ص٢٠٠). ونتيجة قلة تساقط الأمطار في منطقة الدراسة، جرى تعويض النقص بمياه الري لتلبية الاحتياجات المائية للمحصول خلال مراحل نموه المختلفة. إذ إنَّزيادة أو نقصان كمية مياه الري يؤثران سلباً في نمو المحصول، إذ ينعكس ذلك على كمية المحصول ونوعيته وإنتاجيته. يظهر من الجدول (٦) والشكل (٥) أن كمية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

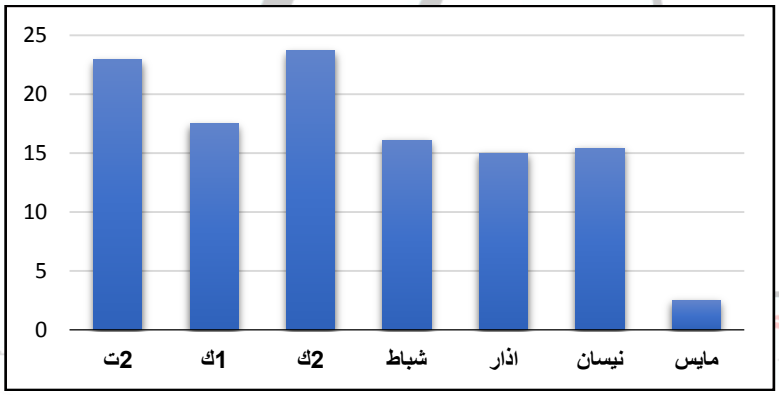
الامطار تباينت في منطقة الدراسة إذ سجلت في بداية زراعة المحصول في شهر تشرين الثاني مجموع بلغ (٢٢,٩) ملم وسجل اقل كمية للأمطار في شهر مايس بلغ (٢,٥) ملم، وأن مجموع فصل النمو بلغ (١١٣,١) ملم.

جدول (٦) معدلات مجاميع الامطار الشهرية (ملم) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

محطة بغداد	أشهر نمو محصول القمح (ملم)							مجموع فصل النمو
	ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	
	22.9	17.5	23.7	16.1	15	15.4	2.5	113.1

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

شكل (٥) معدلات مجاميع الامطار الشهرية (ملم) لفصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦).

ثانياً: الموازنة المائية المنُاخية:

هي العلاقة بين كمية المياه التي يحتاجها المحصول وكمية الامطار الساقطة خلال فتره نمو المحصول (الجبوري، ٢٠٢٤، ٢٨٩). وتعد من الطرق الهامة التي تبين الحاجات المائية لمنطقة الدراسة إذ يختلف حجم التبخر/ نتح من مكان لآخر نتيجة لاختلاف العوامل التي تؤثر فيها، والتبخر/ نتح اهم العوامل المؤثرة في تقدير الموازنة المائية والاحتياج المائي للمحاصيل للزراعية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

والاستفادة المثالية من استخدام مياه الري ومعالجة مشكلة شحة المياه في المناطق الجافة وشبة الجافة. وتم حساب قيم الامطار الفعالة ومجاميع كميات التبخر/ النتح الكامن:

١- الأمطار الفعالة (Effective Rainfall):

تعد دراسة الأمطار الفعالة مهمة للغاية لأنها تؤثر في توزيع النبات، إذ تتأثر الأمطار الفعالة بعدة عوامل مشابهة للعوامل التي تؤثر في كمية التبخر/ نتح لأن التبخر يحدد قيمة المطر الفعال الذي يتأثر بمقدار الكمية الضائعة من الأمطار الساقطة بواسطة التبخر (خضر، ٢٠٢٢، ص١٢١). وقامت شركة سلخرزبروم الروسية بدراسة الموارد المائية والتربة وكمية الأمطار الساقطة إذ تم تقسيم العراق إلى عدة أقاليم، إذ حددت لكل إقليم معامل مطر له وتقع منطقة الدراسة ضمن اقليم (c)، ويعرف معامل المطر الفعال بأنه جزء من الأمطار الساقطة الذي يتسرب في داخل نسجة وتركيب التربة، وتم حساب قيمة المطر الفعال وفق المعادلة الآتية (احمد، ٢٠١٩، ص٣٦٤):

كمية الأمطار الفعالة = كمية الأمطار الساقطة × معامل المطر الفعال

ويتضح من خلال الجدول (٧) معامل المطر الفعال في منطقة الدراسة.

جدول (٧) معامل المطر الفعال (ملم) في اقليم (c) وفق طريقة سلخوزبروم في منطقة الدراسة خلال فصل النمو

الأشهر	ت٢	ك١	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس
معامل المطر الفعال (ملم)	٠,٧٠	٠,٦٥	0.65	0.65	0.75	0.75	0.80

Source; SSRV/O seikhozprom export، general scheme of water and land development in Iraq, ministry of Irrigation، Volume III، Book1, Baghdad, 1982, p;33.

بعد تطبيق معادلة حساب قيمة المطر الفعال اتضح من الجدول (٨) والشكل (٦) أن مجاميع كمية الامطار الفعالة تباينت خلال فصل نمو محصول القمح في منطقة الدراسة، اذ سجل اعلى مجموع لكمية الامطار الفعالة خلال شهر تشرين الثاني في محطة بغداد بلغ (١٦) ملم، اما أدنى مجموع لكمية الامطار الفعالة سجل خلال شهر آيار في محطة بغداد بلغ (٢) ملم، اما المجموع السنوي للأمطار الفعالة خلال فصل نمو محصول القمح سجل (٧٨,٢) ملم في محطة بغداد.

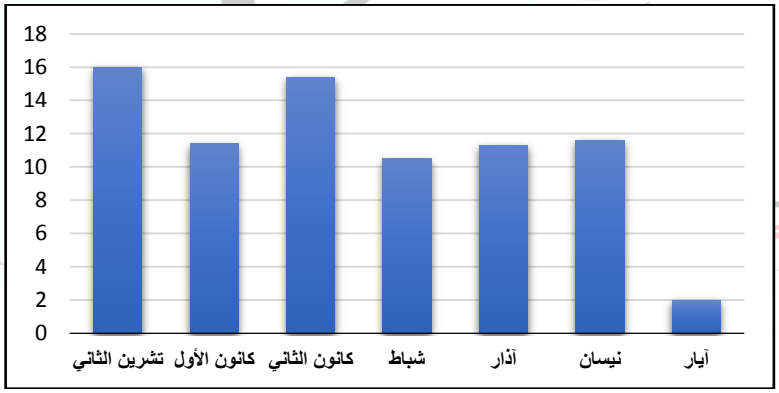
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

جدول (٨) معدل المجاميع الشهري للأمطار الفعالة (ملم) خلال فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الفصول	الأشهر	الأمطار الفعالة (ملم)
الخريف	تشرين الثاني	16.0
الشتاء	كانون الأول	11.4
	كانون الثاني	15.4
	شباط	10.5
الربيع	آذار	11.3
	نيسان	11.6
	آيار	2.0
	المجموع	78.2

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦، ٧).

شكل (٦) معدل المجاميع الشهري للأمطار الفعالة (ملم) خلال فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٨).

- التبخر/ النتح في فصل النمو:

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

إذ التبخر/ نتح من أكثر العوامل المؤثرة في تقدير قيم الموازنة المائية والاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، لما يمتلكه من امكانية الاستفادة المثالية لاستخدام المياه في ري المناطق التي تعاني من شحة المياه (BIPA K. Jana , 2010 , p248).

أما التبخر/ النتح الكامن (PE): هو تبخر المياه من المسطحات المائية أو التربة المشبعة بالماء مع وجود مياه كافية تعوض الفاقد من الماء باستمرار، وهو كمية المياه التي تفقدها التربة أو النبات عندما لا تعاني التربة من العجز المائي (الحسني، ١٩٩٠، ص٨٠).

تم اعتماد الصيغة التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) سنة (1990) لأن التبخر/نتح يتأثر بالعناصر المناخية، إذ أصبحت معادلة بنمان – مونتيث تعتمد على برنامج حاسوبي يتم من خلاله حساب قيم التبخر– نتح يسمى (CROPWAT 8.0)، يعتمد البرنامج على ادخال بيانات العناصر المناخية لمنطقة الدراسة (ساعات السطوع الشمسي الفعلي، درجات الحرارة الصغرى والعظمى، الرياح، الرطوبة النسبية) فضلاً عن تحديد اسم المحطة المناخية والبلد الذي تقع فيه وارتفاعها عن مستوى سطح البحر (متر) ودائرة العرض وخط الطول وسرعة الرياح (م/ثا) يجب ان تكون مقاسه على ارتفاع (٢) متر عن مستوى سطح البحر، إذ تم تحويل المعدلات إلى (٢) متر بضرب المعدل الشهري لسرعة الرياح في (٠,٧٨) (الجبوري، ٢٠١٤، ص٣٢٦). وأحدث عليها بعض التعديلات اذ اصبحت تكتب بالشكل الاتي (الجبوري، ٢٠١٩، ص٢١٥).

$$ETO = C\ [W \cdot Rn + (1 - W) \cdot F(u) \cdot (ea - ed)]$$

حد الاشعاع — حد ديناميكية الرياح

اذ أن:

ETO = التبخر /النتح الكامن (ملم /يوم). C = عامل تعديل يأخذ تأثير ظروف الطقس في الليل والنهار بالاعتبار. W = عامل معياري يرتبط بدرجة الحرارة. Rn = صافي الاشعاع بما يكافئه من التبخر بالملم/ يوم. F(u) = دالة ترتبط بالرياح. (ea–ed) = الفرق بين ضغط البخار المشبع عند معدل درجة حرارة الهواء ومعدل الضغط البخار الفعلي في الهواء وكلاهما (بالملليبار).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

جدول (٩) معدلات سرعة الرياح (م/ثا) عند ارتفاع (٢) متر خلال فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الفصول	الأشهر	محطة بغداد
الخريف	تشرين الثاني	2.0
الشتاء	كانون الأول	2.0
	كانون الثاني	2.2
	شباط	2.3
الربيع	آذار	2.5
	نيسان	2.6
	آيار	2.7
معدل فصل النمو		2.3

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤).

وبعد حساب قيم التبخر/ نتح الكامن في منطقة الدراسة من خلال تطبيق معادلة (بنمان- مونتيث) وبالاعتماد على برنامج (CROPWAT 8.0) اتضح من جدول (١٠) وشكل (٧) أن هناك تباين في كمية التبخر/ النتح الممكن بين أشهر موسم زراعة محصول القمح في منطقة الدراسة، إذ سجل شهر كانون الثاني أدنى معدل لكمية التبخر/ النتح الممكن في محطة بغداد (٥٣) ملم، نتيجة لانخفاض درجات الحرارة وبذلك ينخفض الاحتياج المائي لمحصول القمح.

أما أعلى كمية التبخر/ النتح الممكن سجلت في شهر آيار وهو شهر النضج والحصاد لمحصول القمح بلغ (٢٢٨,٤) ملم في محطة بغداد، نتيجة لارتفاع معدل الاشعاع الشمسي وزيادة درجات الحرارة وسرعة الرياح وانخفاض الرطوبة النسبية، أما المجموع الكلي لكمية التبخر/ النتح الممكن للموسم الزراعي لمحصول القمح بلغ (٧٨٥,٤٣) ملم في محطة بغداد.

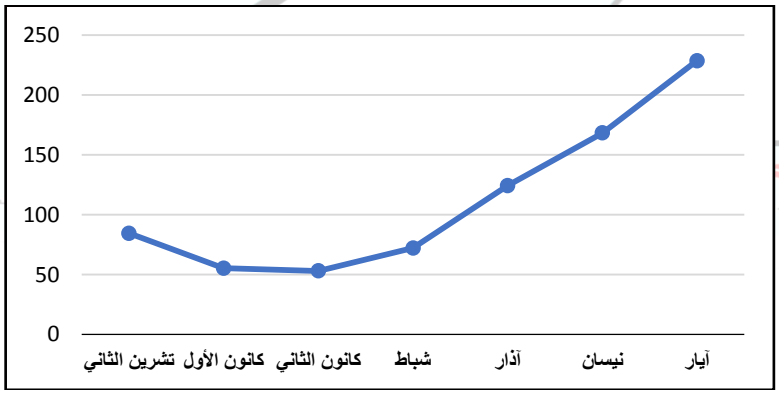
الجدول (١٠) المعدل الشهري لكمية التبخر- نتح الممكن (ملم) لفصل نمو محصول القمح وفقا لمعادلة بنمان- مونتيث في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢- ٢٠٢٤).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الفصول	الأشهر	كمية التبخر- نتح الممكن (ملم)
الخريف	تشرين الثاني	48.4
الشتاء	كانون الأول	55.3
	كانون الثاني	53
	شباط	72.1
الربيع	آذار	124.1
	نيسان	168.1
	آيار	228.4
مجموع فصل النمو		785.43

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (CROPWAT 8.0).

شكل (٧) المعدل الشهري لكمية التبخر- نتح الممكن (ملم) لفصل نمو محصول القمح وفقا لمعادلة بنمان- مونتيث في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢- ٢٠٢٤).



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٠).

بعد حساب القيم الفعلية للأمطار في محطة بغداد من خلال طريقة العالم الروسي (سلخوز بروم)، وحساب مجاميع كمية التبخر/ النتح الكامن وفق معطيات معادلة (بنمان – مونتيث)، تم استخراج قيم الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة وفق المعادلة الآتية (الجبوري، ٢٠١٤، ص١١٣):

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الموازنة المائية المناخية = الامطار الفعالة – التبخر/ نتح الممكن

اتضح من جدول (١١) وشكل (٨) ان قيم الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة في منطقة الدراسة تعاني من عجز مائي شهري واضح خلال فصل نمو محصول القمح اذ سجل أدنى كمية من العجز المائي خلال شهر كانون الثاني بلغ (**37.56**–) ملم في محطة بغداد، أما أعلى كمية عجز مائي سجل خلال شهر آيار بلغ (**226.4**–) ملم في محطة بغداد. نتيجة لزيادة معدل الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وانخفاض كمية تساقط الامطار والرطوبة النسبية كل ذلك يؤدي إلى زيادة قيم التبخر/ النتح الممكن وانخفاض قيم الامطار الفعالة وبذلك ترتفع قيم كمية العجز المائي.

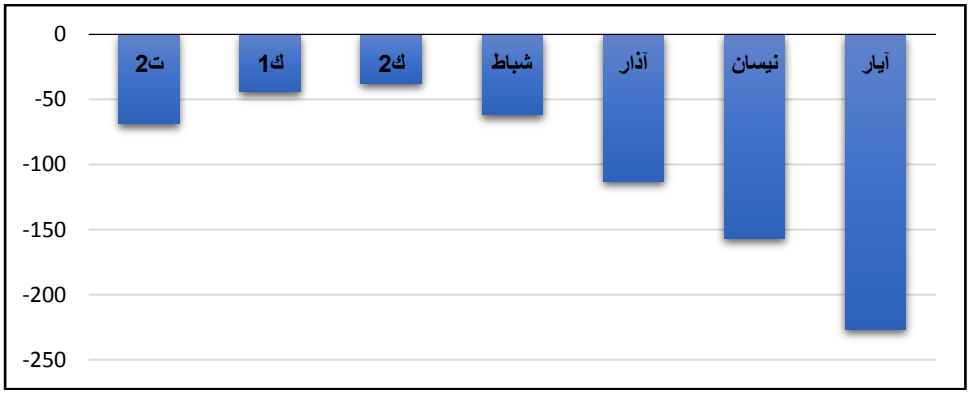
الجدول (١١) الموازنة المائية المناخية (ملم) في فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢– ٢٠٢٤)

الفصول	الأشهر	الامطار الفعالة	التبخر/ نتح الممكن	العجز المائي
الخريف	ت٢	16.0	84.4	-68.4
الشتاء	ك١	11.4	55.26	-43.86
	ك٢	15.4	52.96	-37.56
	شباط	10.5	72.14	-61.64
الربيع	آذار	11.3	124.15	-112.85
	نيسان	11.6	168.12	-156.52
	آيار	2.0	228.4	-226.4
مجاميع فصل النمو		78.2	785.43	-707.23

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (CROPWAT 8.0).

شكل (٨) الموازنة المائية المناخية (ملم) في فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢– ٢٠٢٤)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١١).

ثالثاً: الاستهلاك المائي

يُعد الاستهلاك المائي من المواضيع المهمة في عملية الإنتاج الزراعي، إذ إنَّمن خلاله يتم حساب كمية المياه التي يحتاجها النبات فضلاً عن التعرف على كمية المياه اللازمة لري المحاصيل الزراعية، وهي مهمة في إدارة المياه المتوفرة في منطقة الدراسة.

الاستهلاك المائي لمحصول القمح في منطقة الدراسة:

هو كمية المياه التي تستهلكها النباتات من التربة، ويتأثر الاستهلاك المائي بعوامل عديدة تؤثر في كمية التبخر/ النتح الكامن، وتؤثر التربة في نمو المحصول في حالة غمر منطقة الجذور بالمياه خاصة بعد تساقط الامطار الغزيرة أو ري التربة بكميات كبير تفوق حاجة المحصول إذ يودي إلى عدم قدرة النبات على امتصاص الماء (احمد، ٢٠٢٤، ص٢٣٣).

ولحساب الاستهلاك المائي لمحصول القمح يجب تحديد معامل المحصول (KC) خلال الفترة من الزراعة وحتى الحصاد كذلك تحديد التبخر نتح المرجعي (ETO)، لنفس المنطقة ومنهما يتم حساب الاستهلاك المائي للنبات (ETC) أي أن قيمة الاستهلاك المائي تساوى (Bouregaa, 2023. P; 121):

$$ETC = ETO * KC$$

إذ أن:

ETC = الاستهلاك المائي للمحصول (ملم) KC = معامل المحصول ETO = التبخر/ النتح الكامن (ملم)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

إذ يتطلب حساب الاستهلاك المائي لمحصول القمح استخراج قيم معامل المحصول وحساب كمية التبخر/ النتح الكامن خلال فترة نموه في منطقة الدراسة. ووفق المعادلة أعلاه في حساب الاستهلاك المائي للمحصول نوضح طرفي المعادلة كما يأتي:

١- معامل المحصول (KC):

هو النسبة بين التبخر/ نتح الكامن والتبخر/ نتح الحقيقي للمحصول عندما يزرع في حقل واسع تحت ظروف نمو مثالية، إذ إنَّله دور كبير في تحديد الاستهلاك المائي لأي محصول زراعي، وتؤثر العناصر المناخية فيه وتختلف كمية الاستهلاك المائي للنبات من مياه الري، تكون قيمته منخفضة في بداية فصل النمو لان المحصول يكون صغير الحجم في بداية نموه ويغطي مساحة قليلة من الحقل، ثم يرتفع في مرحلتي النمو الخضري والتزهير بسبب ارتفاع قيمة الاحتياج المائي للمحصول، ثم تنخفض قيمة معامل المحصول في مرحلة النضوج، نتيجة انخفاض الاحتياج المائي للمحصول بسبب جفاف نسبة كبيرة من جزائه (احمد، ٢٠١٩، ص٣٨٢).

جدول (١٢) معامل النمو (K) لمحصول القمح خلال فصل النمو في منطقة الدراسة

الفصول	الأشهر	معامل النمو(K)
الخريف	تشرين الثاني	٠,٧٠
الشتاء	كانون الأول	٠,٨٤
	كانون الثاني	١,٠٤
	شباط	١,١٧
الربيع	آذار	١,١٨
	نيسان	١,١٧
	آيار	٠,٦٣

Source: Ministry of Water Resources of Iraq, The Strategic Study for Water and Lands Resources in Iraq, Final Report – Appendix F – Report F.3, 2014, p53.

تبين من خلال تطبيق معادلة الاستهلاك المائي جدول (١٣) شكل (٩) لمحصول القمح في منطقة الدراسة، أن الاحتياج المائي لمحصول القمح يتباين خلال أشهر نمو المحصول، إذ سجل أعلى كمية استهلاك مائي خلال شهر نيسان بلغ (١٩٦,٧) ملم في محطة بغداد، بسبب أن

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

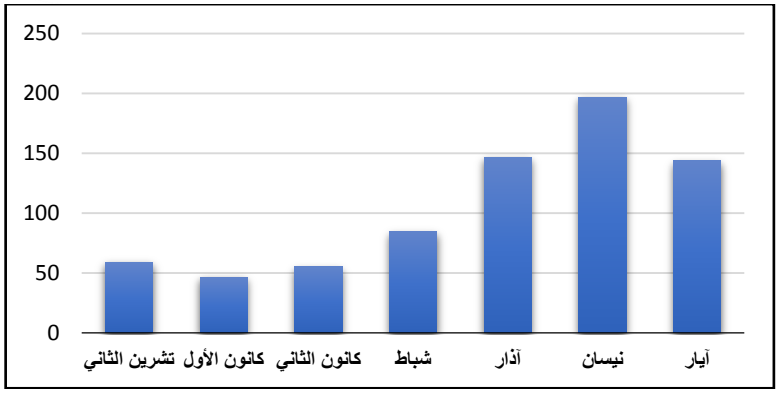
محصول القمح خلال هذا الشهر يكون في اوج نموه من حيث بناء الانسجة وتكوين السنابل والحبوب والنمو الخضري. أما أقل كمية استهلاك مائي سجلت خلال شهر كانون الأول بلغت (٤٦,٤) ملم في محطة بغداد. بسبب أن محصول القمح يكون في بداية نموه وحجمه صغير لا يستهلك كميات كبيرة من المياه، فضلا عن انخفاض عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي، وانخفاض قيم درجات الحرارة.

جدول (١٣) الاستهلاك المائي الشهري والسنوي (ملم) خلال فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)

الفصول	الأشهر	الاستهلاك المائي
الخريف	تشرين الثاني	59.0
الشتاء	كانون الأول	46.4
	كانون الثاني	55.1
	شباط	84.4
الربيع	آذار	146.5
	نيسان	196.7
	آيار	143.9
مجموع فصل النمو		732.1

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٠، ١٢).

جدول (٩) الاستهلاك المائي الشهري والسنوي (ملم) خلال فصل نمو محصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٣).

رابعاً: المقنن المائي

هو أقل كمية من المياه التي يجب إضافتها إلى النبات لتعويض الفاقد الناتج عن عمليتي التبخر والنتح إلى الغلاف الجوي خلال مراحل نموه المختلفة، وبما يلبّي في الوقت نفسه متطلبات غسل الأملاح المتوقع تراكمها نتيجة التبخر–النتح، ويعوض انخفاض كفاءة طرق الري عن نسبة (١٠٠%). ويتم ذلك خلال فترة زمنية ملائمة تتوافق مع سعة التربة على الاحتفاظ بالمياه، بما يضمن تحقيق أعلى إنتاجية ممكنة للمحصول (الجبوري، ٢٠٢٤، ص٣٢٤). ويمكن استخراج المقنن المائي لأي محصول من المعادلة الآتية (الجبوري، ٢٠١٦، ص٨١):

$$FIR=\frac{ET}{Ei}$$

إذ أن:

FIR = المقنن المائي ET = الاستهلاك المائي (ملم) Ei =كفاءة الري (%)

اتضح من الجدول (١٤) والشكل (١٠) أن كمية المقنن المائي لمحصول القمح في محطة بغداد تتباين بين اقلها في شهر كانون الأول نحو (٧٣,٧) ملم في محطة بغداد، إذ إنَّفي هذا الشهر تنخفض قيمة معامل المحصول، فضلاً عن انخفاض مجاميع الاستهلاك المائي والتبخر – نتح المحتمل نتيجة لقصر النهار وانخفاض شدة الإشعاع الشمسي وانخفاض درجات الحرارة وزيادة الرطوبة النسبية. وترتفع كمية المقنن المائي مع نمو المحصول لتبلغ اعلى كمية للمقنن المائي في شهر نيسان نحو (٣١٢,٢) ملم في محطة بغداد، بسبب ارتفاع قيمة معامل المحصول في هذا الشهر، وارتفاع مجاميع الاستهلاك المائي والتبخر – نتح المحتمل نتيجة لطول النهار وشدة الإشعاع الشمسي وزيادة درجات الحرارة وقلة الرطوبة النسبية.

جدول (١٤) المقنن المائي (ملم) لمحصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢–٢٠٢٤)

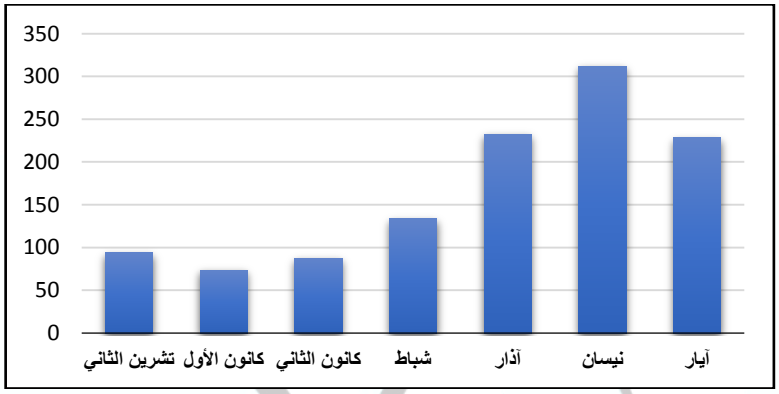
الفصول	الأشهر	محطة بغداد
الخريف	تشرين الثاني	93.8
الشتاء	كانون الأول	73.7
	كانون الثاني	87.4
	شباط	134.0
الربيع	آذار	232.5

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

	نيسان	312.2
	آيار	228.4

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٣).

شكل (١٠) المقنن المائي (ملم) لمحصول القمح في محطة بغداد للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٤)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٤).

الاستنتاجات:

١- تتأثر الموازنة المائية المناخية بعدد من المتغيرات المناخية التي تحدد الفائض المائي أو العجز المائي، وأهمها قيم درجات الحرارة والتي تظهر تبايناً فصلياً فتكون ذات معدلات مرتفعة خلال فصل الصيف النظري، وتنخفض تلك المعدلات خلال فصل الشتاء النظري.

٢- أظهرت الدراسة انخفاض قيم التبخر / النتح الممكن خلال أشهر فصل الشتاء النظري وذلك لانخفاض معدلات درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية مع انخفاض سرع الرياح، ثم تزداد قيم التبخر / النتح الممكن خلال أشهر فصل الصيف النظري وذلك لارتفاع معدل درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية وزيادة سرع الرياح.

٣- تبين من خلال حساب الاحتياجات المائية أن هناك تباينا مكانيا وفصليا في الاستهلاك المائي للمحصول حسب تباين مقدار التبخر / النتح الممكن الذي يؤدي إلى تناقص المحتوى الرطوبي للتربة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٤- ظهر من خلال البحث أن الضائعات المائية تتوافق في كميتها مع الاستهلاك المائي فتزداد بارتفاع كميته وتنخفض بتناقصها.

٥- أن كمية المقنن المائي لمحصول القمح في محطة بغداد تتباين بين اقلها في شهر كانون الأول نحو (٧٣,٧) ملم في محطة بغداد، وترتفع كمية المقنن المائي مع نمو المحصول لتبلغ اعلى كمية للمقنن المائي في شهر نيسان نحو (٣١٢,٢) ملم في محطة بغداد.

التوصيات:

١- ضرورة الالتزام بتجهيز المساحات المزروعة بالقمح وفق الاحتياجات المائية المحسوبة ضمن مرحلة النمو التي يمر بها المحصول من خلال نشر هذه المعلومات من قبل دوائر الزراعة والموارد المائية.

٢ - المحاولة الجادة في تقليل نسبة الضائعات المائية الحقلية وضائعات النقل من خلال إنشاء شبكات الري المبطنة وتحسين خواص التربة لتقليل التبخر، ومتابعة عمليات صيانة قنوات الري داخل الحقول لتقليل الضائعات من المياه المنقولة داخل الأراضي الزراعية.

٣ -الاهتمام الشديد بطرائق الري عن طريق إدخال الوسائل الحديثة كالري بالرش وذلك لما لطرائق الري من دور في تحديد الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية.

٤ -إقامة مشاريع السيطرة والخزن خاصة في الأقاليم الجاف وشبه الجاف للاستفادة من الوارد المائي الكبير الذي ينتج من تساقط الأمطار والذي يبلغ (٦٨,٣ مليار م ٣) سنوياً.

٥- ضرورة توجه الدولة إلى وضع تفاهم مشترك مع تركيا وسوريا لتحديد حصة العراق من مياه نهري دجلة والفرات مع ما يتناسب وحقوق العراق من مياه النهرين، ومع ما يتفق والمعاهدات الدولية في هذا الجانب، واللجوء إلى المحاكم الدولية ومنظمة الأمم المتحدة للمساعدة في ذلك.

المصادر:

١- احمد، سوسن كمال، التحليل الاحصائي للاستهلاك المائي لمحصول الفلفل في محافظة كربلاء للمدة (١٩٩٣ - ٢٠٢٢)، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد (١)، المجلد (٥٦)، ٢٠٢٤.

٢- احمد، سوسن كمال، الموازنة المائية المناخية في محطات محافظتي أربيل والأنبار في العراق للمدة (١٩٨١-٢٠١٠)، مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية، مجلد (١١)، العدد (٤)، ٢٠١٩.

٣- آل محيميد، عبد الرزاق خيون خضير جاسم، الموازنة المائية المناخية في العراق وأثرها في الاحتياجات المائية لمحصولي القمح والشعير في إقليم المناخ الجاف، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة البصرة، ٢٠٠٨.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٤- الجبوري، سلام هاتف احمد، اساسيات في علم المناخ الزراعي، الطبعة الثانية، مطبعة دلير، جامعة بغداد، ٢٠١٩.

٥- الجبوري، سلام هاتف احمد، المناخ والمقنن المائي الطبعة الأولى، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، ٢٠٢٤.

٦- الجبوري، سلام هاتف أحمد، تأثير المناخ في حساب المقنن المائي لمحصول زهره الشمس في محافظات (الانبار، بغداد، واسط)، مجلة الأستاذ، العدد الخاص بالمؤتمر العلمي الرابع، ٢٠١٦.

٧- الجبوري، سلام هاتف احمد، دور المناخ في تباين قيم التبخر/ النتح الممكن في المنطقة الجنوبية من العراق باستخدام برنامج (CROPWAT ٨,٠)، مجلة الاستاذ، مجلد (٢)، العدد (٢٠٨)، ٢٠١٤.

٨- الحسني، فاضل، مهدي الصحاف، أساسيات علم المناخ التطبيقي، اساسيات علم المناخ التطبيقي، دار الحكمة، بغداد، ١٩٩٠.

٩- خضر، محمد موسى، خالد صطم عطية، استخراج المطر الفعال في محافظة نينوى، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، مجلد (٢٩)، العدد (٥)، ٢٠٢٢.

١٠- السامرائي، محمد جعفر، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الاقاليم المناخية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد٤٢، ١٩٩٩.

١١- الصراف، صادق جعفر، علم البيئة والمناخ، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٠.

١٢- المشهداني، إبراهيم عبد الجبار، مبادئ وأسس الجغرافية الزراعية، مطبعة دار السلام، بغداد، ١٩٧٥.

١٣- وادي، مرتضى عبد الرضا، سوسن كمال أحمد، الموازنة المائية المناخية والاستهلاك المائي لمحصول زهرة الشمس في المنطقة الوسطى من العراق، مجلة الآداب، ملحق العدد (١٣٤)، ٢٠٢٠.

١٤- الوائلي، علي عبد الزهرة كاظم، أصول المناخ التطبيقي، مطبعة احمد الدباغ، باب المعظم، ٢٠١٤.

15- BIPA K. Jana, impact of climate change on natural resource management, springer Dordrecht Heidelberg London New York 2010, p248.

16- Bouregaa, T., Spatiotemporal trends of reference evapotranspiration in Algeria. Theoretical and Applied Climatology, 2023. P; 121.

Sources:

1- Ahmed, Sawsan Kamal, Statistical Analysis of Water Consumption of Pepper Crops in Karbala Governorate for the Period (1993-2022), Journal of the College of Education, Wasit University, Issue (1), Volume (56), 2024.

2- Ahmed, Sawsan Kamal, Climatic Water Balance in the Stations of Erbil and Anbar Governorates in Iraq for the Period (1981-2010), Lark Journal of Philosophy, Linguistics and Social Sciences, Volume (11), Issue (4), 2019.

JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد السادس والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

3- Al-Muhaimid, Abdul-Razzaq Khayoun Khudair Jassim, Climatic Water Balance in Iraq and its Impact on the Water Requirements of Wheat and Barley Crops in the Arid Climate Region, Unpublished Doctoral Dissertation, College of Arts, University of Basra, 2008.

4- Al-Jubouri, Salam Hatif Ahmed, Fundamentals of Agricultural Climatology, Second Edition, Dalir Press, University of Baghdad, 2019.

5- Al-Jubouri, Salam Hatif Ahmed, Climate and Water Limits First Edition, Safaa Publishing House, Amman, 2024.

6- Al-Jubouri, Salam Hatif Ahmed, The Impact of Climate on Calculating the Water Requirement for Sunflower Crops in the Governorates of (Anbar, Baghdad, Wasit), Al-Ustad Journal, Special Issue for the Fourth Scientific Conference, 2016.

7- Al-Jubouri, Salam Hatif Ahmed, The Role of Climate in the Variation of Potential Evapotranspiration Values in the Southern Region of Iraq Using CROPWAT 8.0, Al-Ustad Journal, Volume (2), Issue (208), 2014.

8- Al-Hassani, Fadhil, and Mahdi Al-Sahaf, Fundamentals of Applied Climatology, Dar Al-Hikma, Baghdad, 1990.

9- Khader, Muhammad Musa, and Khalid Satam Atiya, Extracting Effective Rainfall in Nineveh Governorate, Tikrit University Journal of Humanities, Volume (29), Issue (5), 2022.

10- Al-Samarrai, Muhammad Jaafar, Spatial Variation of Climate Elements in Iraq and Regional Determination Climatology, Journal of the Iraqi Geographical Society, Issue 42, 1999.

11- Al-Sarraf, Sadiq Jaafar, Ecology and Climatology, Dar Al-Kutub Foundation for Printing and Publishing, 1980.

12- Al-Mashhadani, Ibrahim Abdul-Jabbar, Principles and Foundations of Agricultural Geography, Dar Al-Salam Press, Baghdad, 1975.

13- Wadi, Murtada Abdul-Ridha, and Sawsan Kamal Ahmed, Climatic Water Balance and Water Consumption of Sunflower Crops in the Central Region of Iraq, Al-Adab Journal, Supplement to Issue (134), 2020.

14- Al-Waeli, Ali Abdul-Zahra Kadhim, Principles of Applied Climatology, Ahmed Al-Dabbagh Press, Bab Al-Muadham, 2014.

15- BIPA K. Jana, impact of climate change on natural resource management, springer Dordrecht Heidelberg London New York 2010, p248.

16- Bouregaa, T., Spatiotemporal trends of reference evapotranspiration in Algeria. Theoretical and Applied Climatology, 2023. P; 121.