RESEARCH ARTICLE

Water budget outputs for Hilla and Kut stations and their impact on agricultural production

Hakem Hasan Abdulhusein [a,*] **Adnan Odeh Al- Taey** [b,*]

[a] Babil Governorate, Iraq

[b] Al-Muthanna University-College of Education for Humanities Sciences, Department of geography, Iraq.

Abstract:

The study area is located within the central region of Iraq ,and is characterized by its hot ,dry climate in summer ,moderate and low rain in winter ,as it receives small amounts of rainfall ,and at the same time suffers greatly from the evaporation process ,so calculating the climatic water budget is of great importance ,because this calculation enables us to estimate and know the amount of water input to the study area based on the relationship between rainfall and the amount of evaporation/transpiration possible ,in order to know the size of the water surplus or water deficit .The outputs of the hydroclimatic balance are the surplus or water deficit in an area ,which results from the relationship between precipitation and possible evaporation/transpiration . Knowing the amount of water surplus or deficit is important in the agricultural aspects of the study area ,by tolerating mathematical equations that are suitable for the astronomical location of Hilla and Kut stations ,as well as climatic elements ,especially the temperature and the amount of rainfall in the two stations for the period .(2023-1991) The researcher found that there is a water deficit in the study area and for all months of the year ,until the winter months) December ,January and February (a water deficit was recorded ,despite the highest amount of rainfall in them ,which has a negative impact on agricultural activity in the study area.

Keywords: **Water balance, budget outputs, climate elements, wheat, barley.**

مقالة بحثية

مخرجات الموازنة المائية لمحطتي الحلة والكوت وتأثيرها في الإنتاج الزراعي

حاكم حسن عبد الحسين الجعيفري [1] ، عدنان عودة الطائي [2]

مديرية تربة بابل ، العراق [1]

جامعة المثنى، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، قسم الجغرافيا ، العراق [2]

الملخص:

تقع منطقة الدراسة ضمن المنطقة الوسطى مِن العراق، وتمتاز بمُناخها الحار الجاف صيفاً، معتدل قليل المطر شتاءً، إذ تستلم كميات قليلة مِن الامطار، وفي الوقت نفسهِ تعاني بشدة مِن عملية التبخر، لهذا فإنَّ حساب الموازنة المائية المُناخية لها أهميتها الكبيرة، لأنَّ هذا الحساب يمكننا من تقدير ومعرفة مقدار الوارد المائي لمنطقة الدراسة اعتمادًا على العلاقة ما بين التساقط المطري وبين مقدار التبخر/ النتح الممكن، وصولًا إلى معرفة حجم الفائض المائي أو العجز المائي. يُقصد بمخرجات الموازنة المائية المُناخية هي الفائض المائي أو العجز المائي في منطقةٍ ما، والذي ينتج عَن العلاقة بين التساقط والتبخر/ النتح الممكن. إنَّ معرفة مقدار الفائض أو العجز المائي لهُ أهمية في الجوانب الزراعية في منطقة الدراسة، مِن ، عن طريق تطبيق معادلات رياضية ملائمة للموقع الفلكي لمحطتي الحلة والكوت، فضلًا عَن العناصر المُناخية لا سيما درجة الحرارة وكمية الامطار في المحطتين للمدة (1991م-2023م). توصل الباحث مِن خلال تطبيق معادلة بنمان - مونتيث المعدلة (F. A. O.) في حساب الموازنة المائية المُناخية في محطتي منطقة الدراسة، وصولًا لمعرفة مقدار العجز المائي أو الفائض المائي، وقد توصل الباحث إنَّ هناك عجزًا مائيًا في منطقة الدراسة ولجميع أشهر السنة، حتى أشهر الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني وشباط) سجلت عجزًا مائيًا، بالرغم مِن تسجيل التساقط المطري فيها أعلى كمية تساقط، الامر الذي لهُ الأثر السلبي في النشاط الزراعي في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية : الموازنة المائية، مخرجات الموازنة ، عناصر المُناخ، القمح، الشعير.

Received 04-12- 2025; Revised 14-12 -2025; accepted 15-12- 2025 ; Available online 30-12- 2025.

* Corresponding author.

E-mail addresses: hakemhakem2@gmail.com **(H. H. Abdulhusein)**, adnan.udda@mu.edu.iq **(A.O. Al- Taey)**.

https://doi.org/xx.xxxxx/2572-5440.1075

2572-5440/© 2025 The Author(s). Published by Al-Muthanna University. This is an open-access article under the CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

المقدمة:

إنَّ المُناخ يُعد مِن ابرز العلوم الحيوية، وأهم فرع مِن فروع علم الجغرافيا الطبيعية والتي تعتبر حجر أساس في بناء الخلفية الأساسية للعلوم الطبيعية والبشرية على حدٍ سواء، ولا يوجد مفصل واحد مِن مفاصل الحياة غير متأثر بالمُناخ بشكل مُباشر او غير مُباشر. لذا توجهت الأبحاث الجغرافية الطبيعية التي تهتم بدراسة العوامل الجغرافية وعناصر المناخ وظواهرهِ ومدى تأثيرها على أشكال الحياة، بالرغم مِن تعدد عوامل التأثير في الموازنة المُناخية، لكنها تتأثر كثيرًا في مُناخ المنطقة، الامر الذي يعكس هذا التأثير في كافة جوانب الحياة. إنَّ الموازنة المائية المُناخية هي الفرق ما بين التساقط وبين التبخر/ النتح الممكن، والتي تتأثر بشكل أساس بالعناصر المُناخية وخاصةً عنصري درجة الحرارة والتساقط. تُعد دراسة الموازنة المائية المُناخية مِن أهم الدراسات الحديثة ذات أهمية بالغة لارتباطها بعناصر المُناخ.

مشكلة الدراسة:

- ما مخرجات الموازنة المائية المُناخية لمحطتي الحلة والكوت؟
- هل هُناك تباين وتأثير للعناصر المُناخية على مخرجات الموازنة المائية المناخية في محطتي الدراسة؟
- هل يتأثر النشاط الزراعي بمخرجات الموازنة المائية المُناخية في محطتي الدراسة؟

فرضية الدراسة:

- لعناصر المُناخ تأثير في مخرجات الموازنة المائية المُناخية في محطتي الدراسة.
- يوجد تباين في تأثير عناصر المُناخ على مخرجات الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة.
- هناك تأثير في النشاط الزراعي مِن خلال تأثير مخرجات الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة.

أهمية الدراسة:

ركزت الدراسة بشكل كبير على بعض عناصر المُناخ في تأثيرها في الموازنة المائية المُناخية في محطتي الحلة والكوت.

هيكلية البحث:

تم بناء الدراسة على وفق هيكل منطق متسلسل، يبدأ بتمهيد لموضوع الدراسة، وينقسم البحث إلى ثلاثة مباحث رئيسة: تناول المبحث الأول الخصائص الطبيعية في منطقة الدراسة، أمَّا المبحث الثاني تناول تقدير الموازنة المائية المُناخية في محطتي منطقة الدراسة، فيما تناول المبحث الثالث تأثير مخرجات الموازنة المائية لمحطتي الحلة والكوت في الإنتاج الزراعي (القمح والشعير) انموذجًا.

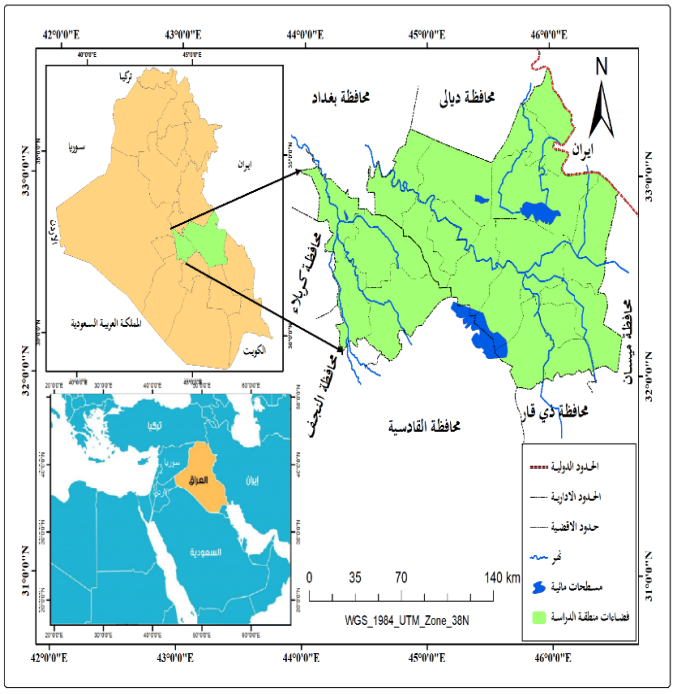
حدود الدراسة:

• الموقع الجغرافي والفلكي:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الأوسط مِن العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي الخريطة (1)، وإنَّ الجزء الأعظم مِن سطحها أرضٍ مستوية، باستثناء

خريطة (1)

موقع منطقة الدراسة مِن العراق



المصدر: اعتمادًا على: [13]

الأجزاء الشرقية والشمالية الغربي التي تنتشر فيها التلال، ووجود مناطق أُخرى تتمثل بكتوف الأنهار. يحد منطقة الدراسة مِن الشمال محافظة بغداد ومِن جهة الشرق جمهورية إيران الإسلامية، ومِن جهة الجنوب محافظات ميسان وذي قار والقادسية ومِن جهة الغرب محافظات النجف وكربلاء والانبار. فلكيًا تقع منطقة الدراسة ما بين دائرتي عرض (31° 88¯ 19=) - (33° 30¯ 15=) شمالاً، ويحصرها خطيّ طول (43° 57¯ 20=) - (46° 54¯ 44=) شرق خط غرِيْنتش.

• الحدود الزمانية:

تشمل مدة الدراسة بيانات الدورة المُناخية للمدة (1991- 2023م).

• الحدود الموضوعية:

تناول البحث دراسة تأثير مخرجات الموازنة المائية المُناخية في النشاط

الزراعي لمحصولي القمح والشعير للمدة (2019-2023م).

منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على مناهج البحث العلمي الجغرافي ومنها المنهج التحليلي بأتباع الاسلوب الكمي في دراسة الموازنة المائية المُناخية.

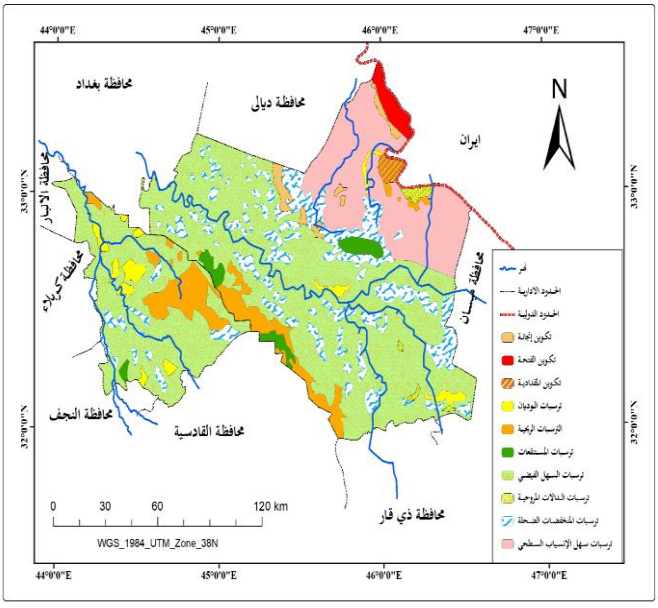
المبحث الأول: العوامل الطبيعية الثابتة والمتغيرة المتحكمة في منطقة الدراسة:

1.1- الخصائص الجيولوجية:

إنَّ للتركيب الجيولوجي تأثيرًا كبيرًا في الموارد المائية، ذلك لارتباطها بالواقع الهيدرولوجي لأي منطقة كونها تؤثر على التصاريف النهرية مِن حيث قلة أو زيادة سرعة الجريان المياه مكانيًا وزمانًا على الامتداد لمجرى النهر مِن جهة، وكذلك تأثيرها على مياه الامطار حينما تنزل على سطح الأَرض فإنَّ قسمًا منها يجري فوق سطحها على هيئة مسيلات مائية وجداول والأَنهار، خريطة (2)، وكذلك علاقتها بتكوين التُربة والمياه الجوفية مِن خلال التسرب مِن جهة أُخرىٰ [8، ص146].

خريطة (2)

التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



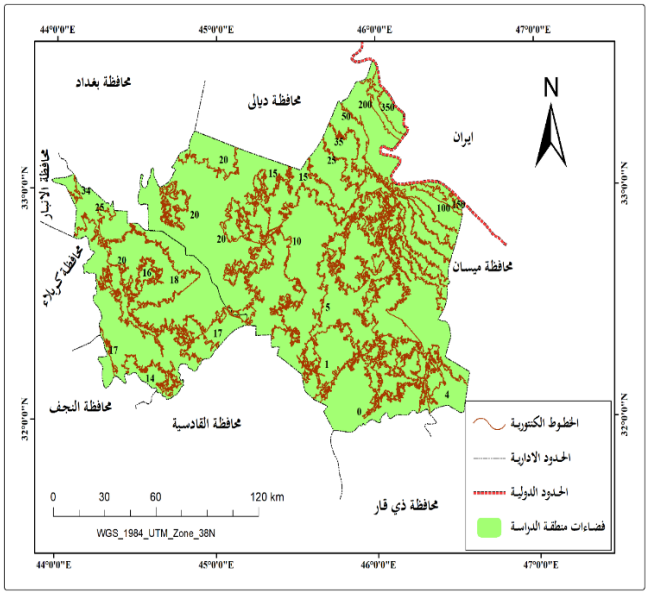
المصدر: اعتمادًا على: [14]

2.1- السطح:

تُعد دراسة السطح مِن العوامل المُهمة في دراسة الموارد المائية والأنشطة الزراعية، إذ يُعد السطح أَحد أهم الخصائص الجغرافية الطبيعية في تحديد مسار الموارد المائية فضلًا عَن أثرهِ في خصائص الحال بالنسبة للمياه الجوفية، وفي حالة حصول سيول لأقامة مشروع حصاد المياه، إذ تلعب أنواع الصخور دورًا كبيرًا في الحفاظ على كمية المياه التي يتم حصادها خريطة (2). النمط الاروائي والزراعي وفي مقدار سُمك التُربة ونوعيتها (الحميداوي، 2009م، ص35). تقع منطقة الدراسة ضمن إقليم السهل الرسُوبي المنبسط على سطحه المتكون نتيجة رسوبيات نهري الفرات ودجلة والروافد وما زال يتلقى الرواسب بدرجات متفاوتة لاسيما أَثناء موسم الفيضان، فضلًا عن رواسب الرياح التي تلـــقاها بصورة مستمرة نتيجة لهبوطه التدريجي الذي يسمح بتلك الترسيبات بسبب استمرار الحركة التكتونية التحت سطحية والسطحية. يشكل السهل الرسُوبي الجزء الأعظم في منطقة الدراسة، تتميز منطقة الدراسة بانبساط الأَرض النسبي، وقلة اِنحدارها خريطة (3)، ففي منطقة الدراسة يسلك اِتجاه شمالي غربي- جنوبي شرقي ذات أَصل ترسيبي [6، ص20].

الخريطة (3)

خطوط الارتفاعات المتساوية في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادًا على: [15]

الخصائص المُناخية المؤثرة في الموازنة المائية المُناخية في منطقة الدراسة.

تتأثر الموازنة المائية المُناخية بالظروف المُناخية، وتتباين تأثير كُل عنصر مِن عناصر المُناخ على تلك الموازنة، وتلك العناصر هيَ (درجة الحرارة، الامطار والتبخر) والتي لها الدور الأساس في التأثير على الموازنة المائية المُناخية واختلاف نتائجها مِن منطقة إِلَى أُخرىٰ عَن طريق التبخر والتساقط اللذان يحددان نتائج الموازنة المائية المُناخية.

3.1- درجة الحرارة:

تُعد درجة الحرارة إحدى عناصر المُناخ البالغ الأهمية في الموازنة المائية المُناخية، وتُعد أهم عنصر مُناخي مؤثر في جدول الدورة الهيدرولوجية بدءًا مِن عملية تبخر المياه مِن المسطحات المائية وعودتهِ ماءً على شكل قطرات مطر أو في صور أُخرى [8، ص106]. ويُعد الإشعاع الشمسي والاشعاع الأرضي أهم مصدر لدرجة الحرارة، ويتركز تأثيرها مِن خلال انخفاض أو ارتفاع مقدارها، وصلتها الوثيقة بعمليتي بالتبخر والنتح، إذ تقل قدرة الماء في الاحتفاظ بالطاقة الحرارية الكامنة في حالة الارتفاع وتزداد عملية التبخر/ النتح بالاضطراد مع زيادة مقدار درجة الحرارة. نلاحظ مِن خلال تحليل الجدول (1) والشكل (1)، أنَّ المعدلات الشهرية السنوية لدرجة الحرارة العظمى شهدت تباينًا في محطتي الدراسة، حيثُ تصل المعدلات السنوية نحو (32 م°)، (31.8 م°) في محطتي الحلة والكوت على التوالي، إذ نلاحظ درجات الحرارة أخذت بالارتفاع التدريجي بدءًا مِن شهر آذار، إذ بلغت درجة الحرارة العظمى في محطتي الحلة والكوت (26.0 م°)، (24.0 م°) على التوالي، ومرد ذلك يعود إلَى حركة الشمس الظاهرية مِن مدار الجدي جنوب خط الاستواء نحو دائرة خط الاستواء، إلَى أنْ تصل ذروتها خلال أشهر (حزيران وتموز وآب)، إذ بلغ معدل درجة الحرارة لهذه الأشهر في محطتي الحلة والكوت (42.8 م°)، (42.9 م°) على التوالي، ومرد ذلك الارتفاع إلَى تعامد أَشعة الشمس على مدار السرطان شمال دائرة خط الاستواء، مِمَّا جعل محطتي الدراسة تحت تأثيرها، ثُمَّ تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض خلال فصل الخريف، ففي شهر تشرين الاول سجلت درجة الحرارة معدل شهري وقدرهُ (35.3 م°)، (34.6 م°) في محطتي الحلة والكوت على التوالي، ومرد ذلك يعود إلَى حركة الشمس الظاهرية نحو دائرة خط الاستواء مِن مدار السرطان.

ومِن خلال تحليل الجدول (1) والشكل (2)، إنَّ محطتي الحلة والكوت سجلت خلال شهر كانون الثاني أدنى مستوى لدرجة الحرارة في محطتي الدراسة الحلة والكوت، فبلغت (5.0 م°)، (6.1 م°) على التوالي، ومرد ذلك يعود إلَى تزحزح الشمس باتجاه مدار الجدي، وتزداد هذه المعدلات بالارتفاع بعد فصل الشتاء لتصل في فصل الربيع خلال شهر آذار، فقد سجلت كلا المحطتين (11.70 م°)، في حين سجلت درجة الحرارة الصغرى خلال شهر حزيران في المحطتين (25.6 م°)، (25.6 م°) على التوالي.

الجدول (1)

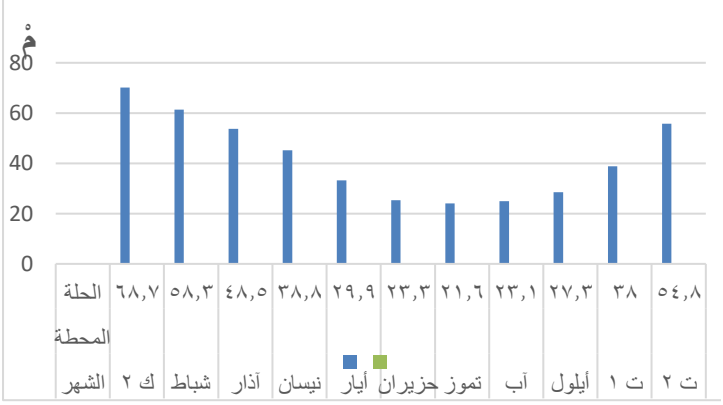
المعدل الشهري والسنوي والمدى الحراري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسط لمحطتي الحلة والكوت للمدة (1991- 2023م)

المحطة / الشهر	الكوت		الحلة	
	العظمى (م°)	الصغرى (م°)	العظمى (م°)	الصغرى (م°)
ك2	16.3	6.1	17.2	5
شباط	19.5	7.6	20.8	8.1
آذار	24	11.7	26	11.7
نيسان	31.1	17.2	32.3	16.8
أيار	38.1	22.3	34.1	21.5
حزيران	42.9	25.6	42.8	25.6
تموز	45.2	27.6	44.5	27.6
آب	45.2	27.1	44.3	27.3
أيلول	41.3	22.9	41.1	23.7
ت1	34.6	18.3	35.3	19
ت2	25	12.2	27.5	11.1
ك1	19	8.1	18.6	6.9
معدل	31.9	17.2	32	17

المصدر: اعتمادًا على: [16]

شكل (1)

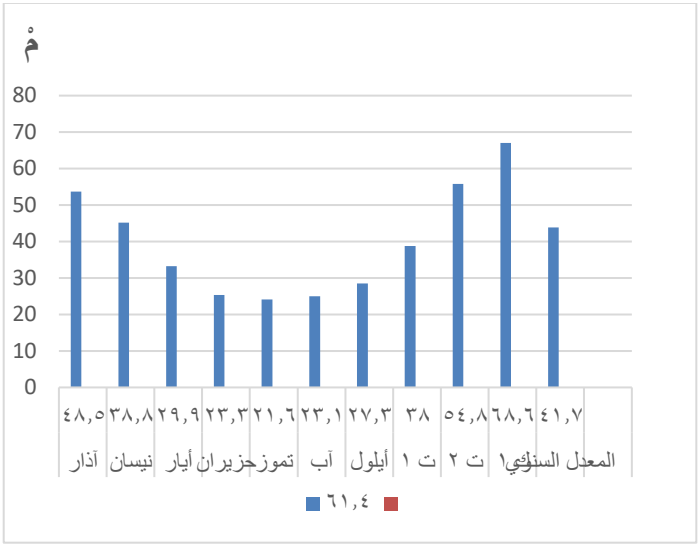
المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991-2023م)



المصدر: اعتمادًا على: بيانات جدول (1).

شكل (2)

المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991-2023م)



المصدر: اعتمادًا على: بيانات جدول (1).

4.1- الرطوبة النسبية:

يُقصد بها النسبة المئوية لِما موجود فعلًا مِن بخار الماء في الهواء، إلَىٰ اكبر كمية مِن الرطوبة التي يستطيع الهواء حملها تحت درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي، ويعبر عنها بالنسبة المئوية التي تتراوح ما بين (0 – 100%)، وتعد مِن الظواهر المُناخية المهمة التي تؤثر في العمليات والنشاطات الحيوية التي تقوم بها النباتات في مختلف مراحل نموها (11، ص146). ومن خلال تحليل الجدول (2)، واستقراء الشكل (3)، يتبين أنَّ معدلات الرطوبة النسبية في محطتي الدراسة تأخذ بالارتفاع بدءًا مِن أشهر الخريف النظري، مع بدأ تسجيل انخفاض في درجات الحرارة (أيلول، تشرين الأول وتشرين الثاني) علـىٰ التوالي، ففي محطة الحلة سجلت الرطوبة النسبية معدلًا بلغ (27.3، 38.0، 54.8%) علـىٰ التوالي، فيما سجلت محطة الكوت نحوَ (28.5، 38.8، 55.8%) علىٰ التوالي. أمَّا خلال أشهر فصل الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني وشباط) علىٰ التوالي، فقد بلغت الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة أقصاها، ففي محطة الحلة بلغت (68.6، 68.7 و58.3 %) علىٰ التوالي، وبنسب مئوية شهرية نـحوَ(13.7، 13.8 و11.7%) علىٰ التوالي، ومرد ذلك الارتفاع يعود إلَىٰ كمية التساقط المطري خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة، نتيجة تأثرها بالمنخفضات الجوية الماطرة، وزيادة القيمة للأمطار الفعّالة، وقلة سرعة الرياح، فضلًا عَن كثرة الغطاء الغيمي الذي يعمل علىٰ حجب الاشعاع الشمسي، فضلًا عَن تعرضها إلَىٰ الكتل الهوائية الباردة وايضًا الكتل البحرية الرطبة في هذا الفصل، ومِن ثُمَّ انخفاض درجات الحرارة في المنطقة، وهذا يعني قلة في معدلات التبخر/ النتح خلال فصل الشتاء.

الجدول (2)

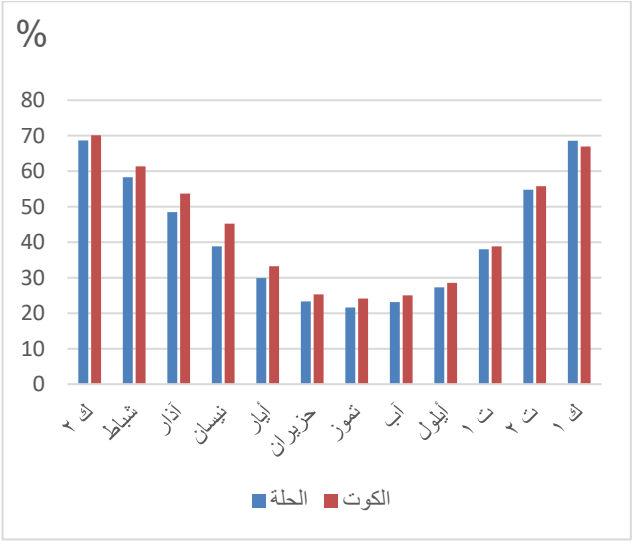
المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991 – 2023م)

المحطة / الشهر	الكوت	الحلة
ك2	70.1	68.7
شباط	61.4	58.3
آذار	53.7	48.5
نيسان	45.2	38.8
أيار	33.2	29.9
حزيران	25.3	23.3
تموز	24.1	21.6
آب	23.1	23.1
أيلول	28.5	27.3
ت1	38.8	38
ن2	55.8	54.8
ك1	67	68.6
المعدل	43.9	41.7

المصدر: اعتمادًا على: [16]

شكل (3)

المعدل الشهري للرطوبة النسبية في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991-2023م)



المصدر اعتمادًا على بيانات جدول (2).

5.1- الامطار:

الامطار مظهر مِن مظاهر التساقط الذي يشمل الثلج والبَرد والحالوب، وتتميز كل مِت الظواهر الجوية بمميزات خاصة بها سواءٌ مِن الظروف الجوية

المرافقة لتكونها أو مِن توزيعها الجغرافي، وتمثل الامطار العنصر الأساس في الدورة الهيدرولوجية في الطبيعة، إذ يعد المصدر أساسيًا في زيادة معدل التدفق المياه السطحية وزيادة منسوب المياه الباطنية للمناطق الجافة وشِبهُ الجافة والتي تعتمد عليه الزراعة الاروائية، وكلما ارتفع مقدار سقوط الامطار، زاد معه الجريان السطحي فضلًا عن الزيادة في المحتوى الرطوبي للتربة [12، ص99].

يتضح مِن تحليل الجدول (3) واستقراء الشكل (4)، إنَّ كمية الامطار الساقطة في منطقة الدراسة تشهد تباينًا مكانيًا تمثل بتسجيل محطة الكوت مجموع سنوي أعلى مِمَّا سجلته محطة الحلة، فسجلت محطة الكوت (144.10 ملم) فيما سجلت محطة الحلة مجموع سنوي وقدرهُ (104.70 ملم)، والسبب في ذلك يعود لعامل التضاريس التي تحد محافظة واسط مِن جهة الشرق ، حيث تُعد امطار منطقة الدراسة في غالبـهًا امطار تضاريسية، لذلك فإنَّ محطة الكوت تتلقى امطرًا اكثر مِن محطة الحلة فضلًا عَن السيول القادمة مِن تلك المرتفعات خلال الفصل المطير.

تباين كمية الامطار الساقطة زمانيًا خلال الفصول الأربعة، الامر الذي أنعكس تأثيرها على الموازنة المائية المُناخية وعلى الغطاء النباتي، فخلال فصل الخريف النظري في منطقة الدراسة، فقد تركزت أمطارهِ خلال أشهر (أيلول، تشرين الأول، وتشرين الثاني)، فسجلت محطة الحلة بمجموع الامطار التي هيَ عبارة عَن زخات متذبذبة ومتفاوتة القوة، بمقادير بلغت (0.1، 5.6 و17.7 ملم) على التـــــوالي،

الجدول (3)

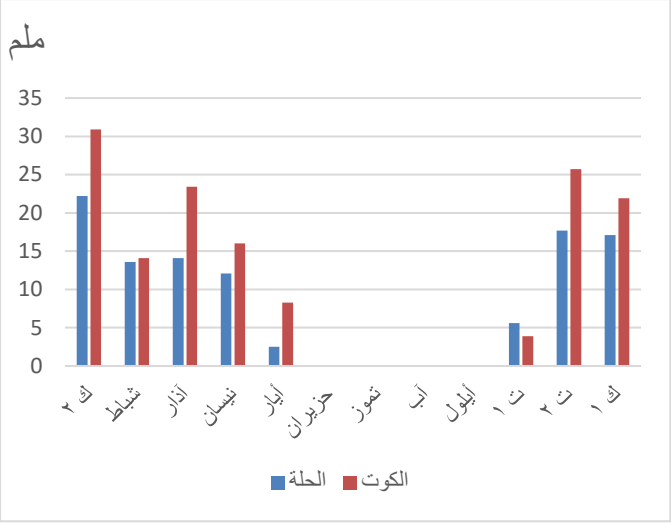
المجموع السنوي والمعدلات الشهرية للأمطار ب(ملم) في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991 – 2023م)

المحطة / الشهر	الكوت	الحلة
ك1	30.9	22.2
شباط	14.1	13.6
آذار	23.4	14.1
نيسان	16	12.1
أيار	8.3	2.5
حزيران	0	0
تموز	0	0
آب	0	0
أيلول	0.1	0.1
ت1	3.9	5.6
ت2	25.7	17.7
ك1	21.9	17.1
المعدل	144.1	104.7

المصدر: اعتمادًا على: [16]

شكل (4)

المعدل الشهري لتساقط الامطار في منطقة الدراسة للمدة (1991-2023م)



المصدر: اعتمادًا على: بيانات جدول (3)

بسب مئوية شهرية بلغت (0.09، 5.30، و17.00%) على التوالي، وفي محطة الكوت بلغ (0.10، 3.90 و25.70 ملم) على التوالي، وبنسب مئوية شهرية بلغت (0.09، 2.70 و17.80%) على التوالي، وسبب ضعف التساقط المطري في هذه الأشهر مردهُ يعود إلَى ما تركتهُ آثار فصل الصيف الجاف الحار والجفاف الكبير في سطح التربة، التي لاتزال مؤثرة في المحطتين مِمَّا انعكس تأثيرها على قلة الامطار في منطقة الدراسة.

5.1- القيمة الفعلية للأمطاروطر ائق حسابها:

القيمة الفعلية للأمطار هي مقدار ما يصل منها إلَى سطح الأَرض ويتم استخدامه بشكل فعّال في عملية التبخر/ النتح، وهي تعتمد اساسًا على درجة الحرارة التي تُعد مِن اهم العناصر المُناخية لِما لها مِن تأثير مباشر في التحكم بجميع العناصر المُناخية الأُخرىٰ بصورة مباشرة أو غير مباشرة فضلًا عَن تأثيرها في نمو المحاصيل الزراعية [10، ص6]. يُعد المطر مِن اكثر الموارد الطبيعية أهمية في البيئات الجافة وشِبهُ الجافة، خاصةً في المناطق

التي ينعدم فيها المياه السطحية، وترجع أهمية تأثير المطر في تأثيرهِ الفعّال في الموارد المائية والزراعة التي لها العلاقة الوطيدة في حياة الانسان.

1.5.1- حساب قيمة المطر الفعّال على وفق طريقة شركة سلخوز بروم الروسية:

مِن تحليل الجدول (4) واستقراء الشكل (5)، يتبين إنَّ مجموع المطر الفعال في محطة الحلة بلغَ (5.7 ملم)، وفي محطة الكوت بلغَ (5.8 ملم). ويلاحظ إنَّ المطر الفعّال يتناقص تدريجيًا كلما انتقلنا مِن الأشهر المطيرة نحو الأشهر الجافة، التي انحصر فيها معدل القيمة الفعلية للأمطار ما بين (0.65 – 0.80 ملم) في محطتي الدراسة، كمعدلات شهرية للأشهر المـمطرة في منطقة الدراسة، حيثُ إنَّ شهر كانون الثاني سجل أعلى قيمة للأمطار الفعّالة، ومرد ذلك يعود لانخفاض درجات الحرارة، ثُمَّ أخذ بعد ذلك بالتناقص التدريجي حتى أصبح ذات معامل (صفرًا) لفعالية المطر خلال أشهر الصيف.

جدول (5)

المعدلات الشهرية لمعامل المطر الفعّـال (ملم) لمحطتي الدراسة المقاس علـى وفق طريقة سلخوز بروم للمدة (1991 – 2023م).

المحطة / الشهر	الكوت	الحلة
ك2	0.8	0.8
شباط	0.75	0.75
آذار	0.75	0.75
نيسان	0.7	0.7
أيار	0.65	0.65
حزيران	-	-
تموز	-	-
آب	-	-
أيلول	-	-
ت1	0.65	0.65
ت2	0.7	0.65
ك1	0.75	0.7
المعدل	5.8	5.7

المصدر: اعتمادًا على: [16]

6.1- التبخر:

يُعرف التبخر مِن الناحية الهيدرولوجية هو عملية التحول للماء مِن الحالة السائلة إِلَى الحالة الغازية على شكل بخار وتحصل عِند وجود مصدرا حراريًا للتبخر أو وجود فرق في تركز بخار الماء ما بين المسطح المائي والهواء المحيط [3، ص77]. ويلاحظ مِن خلال تحليل بيانات الجدول (5)، واستقراء الشكل (6) أنَّ مقدار التبخر في محطتي منطقة الدراسة يتباين بين أشهر السنة، ومرد ذلك يعود إِلَى التفاوت في مقدار درجات الحرارة وسرعة واتجاه الرياح ومقدار الرطوبة النسبية والغطاء النباتي، إذ ملاحظ اِنخفاض مقدار التبخر خلال فصل الشتاء البارد في منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة الحلة مقدارًا للتبخر لأشهر (كانون الأول، كانون الثاني وشباط) على التوالي، بلغ (1.6.4، 89.3 و117.8 ملم) على التوالي وبنسبة مئوية قدرُها (2.9، 2.3 و2.9%) على التوالي. في حين بلغ مقدار التبخر لذات الأشهر في محطة الكوت (57.4، 68.4 و11.4 ملم) على التوالي، وشكلت نسبة مئوية قدرُها (1.9، 1.7 و2.8%) على التوالي. ويعود السبب في انخفاض مقدار التبخر شتاءً في منطقة الدراسة إِلَى قصر فترة النهار وانخفاض درجة الحرارة وانخفاض سرعة الرياح وزيادة كمية الرطوبة النسبية في الهواء بسبب زيادة كمية الامطار الساقطة خلال تلك الأشهر، وكثرة الغيوم التي تعيق وصول الاشعاع الشمسي وزيادة معامل الانعكاس في الغلاف الجوي.

الجدول (5)

المجموع السنوي والمعدلات الشهرية لقيم التبخر ب(ملم) في محطتي الحلة والكوت للمدة (1991 – 2023م.

المحطة / الشهر	الكوت	الحلة
ك1	68.4	89.3
شباط	11.4	117.8
آذار	192.2	208.2
نيسان	280.6	290.4
أيار	44.8	434.2

حزيران	603.1	575.8
تموز	638.4	651.1
آب	577.5	607.9
أيلول	443.4	452.4
ت1	286.7	294.4
ت2	127.3	151.1
ك1	57.4	106.4
المجموع السنوي	3845.2	3978.9

المصدر: اعتمادًا على: [16]

المبحث الثاني: تقدير الموازنة المائية المُناخية في محطتي الحلة والكوت

يقصد بها العلاقة الكمية بين التساقط والتبخر/ النتح، وبتعبير آخر هي العلاقة بين كمية التساقط الواردة إلَى سطح الأَرض في منطقة معينة، وبين مقدار ما يعود مِن تلك الواردات إلَى الجو بفعل عملية البخر/ النتح، لغرض تقدير كمية الفائض المائي والعجز المائي في تلك المنطقة المعينة، ومِن ثُمَّ تحديد الحاجة المكانية والحاجة الزمانية لاستخدامات المياه [4، ص119].

1.2- حساب التبخر/ النتح الممكن:

التبخر/ النتح الممكن هو قيمة افتراضية تشير إلَى ما يمكن أَنْ يتبخر مِن سطح الأَرض وينتج مِن الغطاء النباتي فيما إذا كانت التُربة مشبعة بالماء تحت ظروف جوية سائدة ظروف أرضية مثالية (تَربة مشبعة بالماء وبشكل دائم) ، وعرفهُ ثورنثويت بإنَّهُ كمية المياه المفقودة بعلية التبخر مِن التُربة وبالنتح مِن النبات في حالة وجود غطاءً نباتيًا اخضر ومورد مائي دائم يمد التُربة بالماء وبشكل مستمر جاعلًا منها مشبعة بالماء دائمًا. اعتمد معظم المهتمين بدراسة التبخر/ النتح الممكن على درجة الحرارة أساسًا لحساب قيمتها، فهم يؤمنون بأَنَّ جميع العناصر المُناخية التي لها تأثير في عملية التبخر ترتبط بصورة مباشرة أو غير مباشرة بمقدار كمية الإشعاع الشمسي والارتفاع والانخفاض درجات الحرارة، ومرد ذلك يعود إلَى تمكن المحطات المُناخية وبسهولة بقياس وتسجيل بيانات هذين العنصرين وبشكل مستمر، ومِن ثُمّ استخدامها في حساب قيمة التبخر/ النتح.

1.1.2- حساب التبخر/ النتح الممكن باستخدام معادلة بنمان-مونتيث المعدلة (الفاو) في محطتي منطقة الدراسة باستخدام (CROPWAT 8.0).

يظهر مِن تحليل الجدول (6) واستقراء الشكل (7) الخاص بحسابات التبخر/ النتح الممكن في ضوء تطبيق معادلة بنمان لمحطتي الحلة والكوت باستخدام برنامج (CROPWAT 8.0.1.1)، إنَّ هناك تباين في المجموع السنوي لقيم التبخر/ النتح الممكن السنوي للمحطتين، فقد بلغ مجموع قيم التبخر/ النتح الممكن السنوي في محطة الحلة (1951.31 ملم)، وفي محطة الكوت بلغت (2735.18 ملم)، و اظهرت أَنَّ هناك تباين في محطتي منطقة الدراسة خلال أشهر السنة، وإنَّ أَدنَى المعدلات الشهرية هي خلال فصل الشتاء في المحطتين، ففي محطة الحلة وخلال الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني وشباط) سجل معدلات التبخر/النتح الممكن قيم وقدرُها (53.24، 51.7 و72.99 ملم) على التوالي، بمجموع تبخر/ نتح خلال فصل الشتاء بلغَ (177.93 ملم) أي بما يعادل (9.11%) مِن مجموع التبخر/ النتح السنوي، وفي محطة الكــوت ولنفس الأشهر، سجلت قيم وهي على التوالي (73.49، 63.61 و85.97 ملم)، بمجموع تبخر/ نتح خلال فصل الشتاء بلغَ (233.07 ملم) أي بما يعادل نسبةٍ مئوية وقدرُها (8.52%) مِن مجموع التبخر/ النتح السنوي.

جدول (6)
المعدلات الشهرية والمجموع السنوي للتبخر/ النتح الممكن (ملم) في محطتي الحلة والكوت المُناخية علــى وفق معادلة بنمان مونتيث باستخدام برنامج CROPWAT 8.0.1.1 للمدة (1991- 2023م)

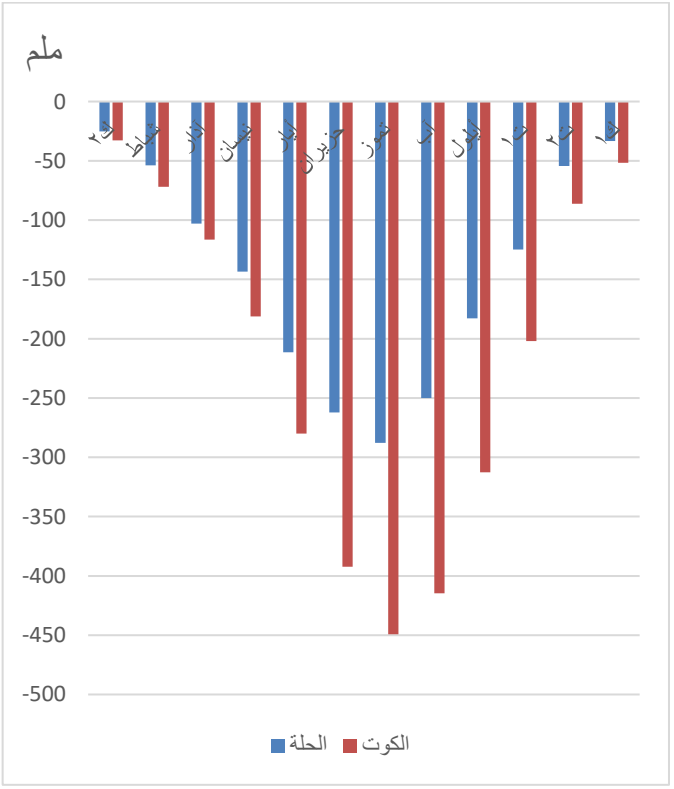
المحطة / الشهر	الكوت	الحلة
ك2	63.61	51.7
شباط	85.97	72.99
آذار	139.75	125.93
نيسان	197.23	196.66
أيار	288.19	210.71

حزيران	392.28	276.36
تموز	449.17	298.59
آب	414.72	260.5
أيلول	312.85	189.23
ت1	205.98	132.86
ت2	111.94	82.54
ك1	73.49	53.24
المعدل	2735.18	1951.31

المصدر: اعتمادًا على : الجداول (1)، (2)، (3).

الشكل (7)

الموازنة المائية المُناخية على وفق معادلة بنمان مونتيث المعدلة في محطتي الدراسة للمدة (1991-2023م)



المصدر: اعتمادًا على: بيانات الجداول (1)، (2)، (3)، (4).

2.2- حساب الموازنة المائية المُناخية وفقًا لطريقة بنمان- مونتيث المعدلة (F.A.O.) لمنطقة الدراسة:

يمكن تعريف الموازنة المائية المناخية بأنَّها العلاقة الكمية ما بين التساقط وبين التبخر/ النتح الممكن [7، ص106]. توجد عدة طرق لاحتساب الموازنة المائية المُناخية، على غرار الطريقة التي يتم بها حساب التبخر/ النتح للمحاصيل أساسها يقوم على قياس كمية المياه المفقودة مِن التُربة والنباتات عَن طريق التبخر/ النتح، فالتبخر هو أساس الدورة الهيدرولوجية فعندما تسقط الامطار يتبخر بعضها مباشرةً، ويصل بعضها الآخر إِلَى سطح الأرض، والبعض الآخر يتسرب إِلَى التُربة ويتم سحب جزءٌ منهُ بواسطة النبات ويطلقها في الجو عَن طريق النتح. تُعد معادلة بنمان تمَّ اعتماد معادلة بنمان مونتيث وهذه المعادلة هي وفق الصيغة الآتية: [2- ص49]:

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + Y\,(T + 273/900)\;U2\;(es - ea)}{\Delta + Y\,(1 + 0.34\;U2)}$$

من انسب المعادلات في التعبير عَن العلاقة ما بين كمية الامطار وما بين التبخر/ النتح في منطقة الدراسة، حيثُ أظهر تطبيق هذه المعادلة في محطتي منطقة الدراسة، نتائج مهمة وجديرة بالدراسة والتحليل.

فمِن خلال تحليل الجدول (6) واستقراء الشكل (7)، ومِن خلال تطبيق معادلة بنمان، إنَّ قيم الموازنة المائية المُناخية تتباين فصليًا وشهريًا في محطتي منطقة الدراسة، إذ نلاحظ إنَّ المجموع السنوي للعجز المائي في محطة الحلة بلغَ (-1846.31 ملم)، وفي محطة الكوت بلغَ (-2590.88 ملم).فخلال اشهر فصل الخريف (أيلول، تشرين الأول وتشرين الثاني) ومع بداية صغر زاوية سقوط الإشعاع الشمسي والتراجع في مقدار درجات الحرارة، فقد بلغت قيم العجز المائي في محطة الحلة نحو (189.13، 127.26 و64.84 ملم) على التوالي بمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (-381.23ملم) مِن مجوع العجز المائي السنوي، وبنسبة مئوية قدرُها (17.23%) مِن مجموع العجز المائي السنوي. أَمَّا محطة الكوت فسجلت لذات أشهر الفصل (-312.75، -202.08 و-86.24 ملم) على التوالي، بمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (-601.07 ملم)، وبنسبة مئوية فصلية قدرُها (23.20%) مِن مجموع العجز المائي السنوي، أَمَّا خلال أشهر فصل الشتاء(كانون الأول، كانون الثاني وشباط) فقد انخفض مقدار العجز وسجل العجز المائي أَدنَى قيمة لهُ في محطتي الدراسة، ومرد ذلك يعود إِلَى قلة الإشعاع الشمسي وقصر ساعات النهار النظرية والعملية نتيجة صغر زاوية سقوط اشعتها التي تؤدي إِلَى خفض درجات الحرارة في منطقة الدراسة، فضلًا عن انخفاض في سرعة الرياح بسبب سيطرة المرتفعات السيبيرية، وتواجد الغطاء الغيمي خلال هذا الفصل، وزيادة كمية

الامطار الساقطة وزيادة فعّالية الامطار على قيم التبخر/ النتح الممكن الذي أظهرتهُ المعادلة إلّا إنَّها متفاوتة خلال أشهرهِ، وأيضًا اِرتفاع الرطوبة النسبية خلال هذا الفصل، فضلاً عَن حالة معظم النباتات تكون في حالة سُبات الامـــر الذي يعمل على خفض قيم العجز المائي خاصةً خلال شهر (كانون الثاني)،كل ذلك هيَ ظروف مُناخية تساهم في اِنحدار قيم العجز المائي خلال هذا الفصل، حيثُ سجلت محطة الحلة خلال أشهر الشتاء ما مقداره (-36.14، -29.50 - 59.39 ملم) على التوالي، وبمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (-125.03 ملم)، وبنسبة مئوية قدرُها (6.77%) مِن مجموع العجز المائي السنوي، وفي محطة الكوت لذات الأشهر سجلت عجزًا مائيًا بلغَ (-51.59، -32.71 و-71.87 ملم) على التوالي، وبمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (-156.17 ملم)، وبنسبة مئوية قدرُها (6.02%) مِن مجموع العجز المائي السنوي. أمَّا خلال أشهر فصل الصيف (حزيران، تموز وآب)، فقد سجل مقدار العجز المائي ارتفاعًا كبيرًا، ليصل إلَى أعلا مستوياتهِ في شهر (تموز)، ومرد ذلك يعود لشدة الإشعاع الشمسي نتيجة لعظم زاوية سقوط اشعاعها، وصفاء السماء وخلوها مِن الغيوم، والارتفاع كبير في درجات الحرارة وزيادة في سرعة الرياح وانقطاع المطر، ليسجل العجز المائي أعلى قيمة خلال فصل الصيف في محطتي الدراسة، فقد بلغ في محطة الحلة ما مقداره (-276.36، - 298.59 و-260.50ملم) على التوالي، وبمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (835.45ملم)، وبنسبة مئوية قدرُها (381.23%) مِن مجموع العجز المائي السنوي، وفي محطة الكوت لذات الأشهر سجلت عجزًا مائيًا بلغَ (-392.28، - 449.17 و-414.72 ملم) على التوالي، وبمجموع عجز مائي فصلي بلغَ (-1256.17ملم)، وبنسبة مئوية قدرُها (48.48%) مِن مجموع العجز المائي السنوي. مِمَّا تقدم، يُلاحظ إنَّ بداية انحدار العجز المائي الشهري يبدأ اعتبارًا مع بداية فصل الخريف ليصل إلَى أدنَى مستوياتهِ خلال فصل الشتاء، ثُمَّ عند حلول فصل الربيع فأنَّهُ يمثل البداية في ارتفاع قيم العجز المائي، حتى تصل ذروتها خلال فصل الصيف. كما تُظهر نتائج الموازنة المائية المُناخية المحسوبة وفقًا لمعادلة بنمان، إنَّ قيم التبخر/ النتح الممكن السنوي تزيد عَن مجموع الامطار الساقطة في محطتي الدراسة، وهذا يعني وجود عجز مائي سنوي وفي جميع أشهر السنة حيثُ إنَّها سايرت ارتفاع درجات الحرارة على مدار السنة فضلًت عَن بقية العناصر المُناخية الأُخرى. أي إنَّ الحاجة لمياه الري قائمة خلال الموسم الزراعي، مع قلتها إلَى حدٍ ما خلال فصل الشتاء البارد الممطر، وشدتُها خلال فصل الصيف الحار الجاف [5، ص112].

المبحث الثالث: تأثير مخرجات الموازنة المائية لمحطتي الحلة والكوت في الإنتاج الزراعي:

1.3- التركيب المحصولي للمساحات المزروعة بمحصولي القمح والشعير في منطقة الدراسة:

يقصد بالتركيبي المحصولي توزيع مساحة الأَرض المزروعة على مختلف المحاصيل التي يمكن زراعتها خلال السنة الزراعية أو الموسم الزراعي الواحد (فصيخ، 2013م، ص18). إنَّ التركيب المحصولي يعبر لمجموع المساحات التي تشغلها محاصيل زراعية في موسمين زراعيين خلال السنة الواحدة (الشتوي والصيفي)، يعبر عنها بالمساحة المحصولية، التي تختلف عَن المساحة الزراعية التي تعبر عَن مساحة الأَرض الزراعية بغض النظر عَن عدد مرات زراعتها.

يبين تحليل الجدول (8)، إنَّ مجموع المساحة المحصولية للمواسم الزراعية (2019، 2020، 2021، 2022 و2023م)، التي زُرعت بمحصول القمح في منطقة الدراسة قد بلغَ (4.275.066 دونم) وبمعدل سنوي (522.664 دونم) وبمجموع إنتاج بلغَ (4.130.254 طن) بمعدل سنوي بلغَ (826.050 طن) وبمعدل إنتاجية للدونم الواحد بلغَ (1.642 كغم/ دونم).

ويعود سبب انخفاض إنتاجية الدونم في منطقة الدراسة، إلَى نقص الموارد المائية (مياه الامطار والمياه السطحية)، ارتفاع تكاليف الإنتاج والاسمدة والتغيرات المُناخية التي تؤدي إلَى زيادة نسبة الاملاح، انتشار الامراض، غياب الدورة الزراعية، نقص الدعم الحكومي وضعف استخدام التقانات المتطورة. يُظهر تحليل الجدول (3-1)، إنَّ مجموع المساحة المحصولية للمواسم الزراعية (2019، 2020، 2021، 2022 و2023م)، التي زُرعت بمحصول الشعير في منطقة الدراسة، قد بلغَ (458.277 دونم) وبمعدل سنوي (91.594 دونم) وبمجموع إنتاج بلغَ (174.688 طن) بمعدل سنوي بلغَ (25.917 طن) وبمعدل إنتاجية للدونم الواحد بلغَ (371.10 كغم/ دونم).

تتباين المساحة المحصولية بين مختلف السنوات الزراعية في منطقة الدراسة، إذ سجلت سنة (2020م) أعلى نسبة مئوية استغلالًا للأرض في زراعة محصول

القمح في منطقة الدراسة، بمقدار (1.248.094)، أَمَّا أعلى سنة في الإنتاج فكان خلال سنة (2020م) بمجموع إنتاج سنوي بلغَ (1.106.849 طن)، كذلك وخلال نفس السنة سُجا أعلى معدل إنتاج للدون الواحد بمقدار (1.838 كلغم/ دونم)،

جدول (3-1)

التركيب المحصولي لمجموع ومعدل المساحات المزروعة بمحصولي القمح والشعير في منطقة الدراسة للمواسم الزراعية (2019، 2020، 2021، 2022 و2023م).

السنة	2019	2020	2021	2022	2023	المجموع
المساحة المزروعة بالقمح (دونم)	933178	1248094	413583	660441	1018974	4275066
الإنتاج/ طن	722364	1106849	1079840	480792	740414	4130254
معدل إنتاجية الدونم الواحد/ كغم	1632	1838	1632	1563	1552	-
المساحة المزروعة بالشعير (دونم)	157085	136818	132545	49201	43541	458277
الإنتاج/ طن	45901	46306	43792	25344	13344	174688
معدل إنتاجية الدونم الواحد/ كغم	41049	36050	35550	38620	19587	-

المصدر: اعتمادًا على [17]

ومرد ذلك يعود إلَى وفرة الامطار والموارد المائية خلال هذه السنة. أَمَّا محصول الشعير فقد سجلت سنة (2019م) أعلى نسبة مئوية استغلالًا للأرض في زراعة محصول الشعير في منطقة الدراسة، بمقدار (157.085 دونم)، أَمَّا أعلى سنة في الإنتاج فكان خلال سنة (2020م) بكمية إنتاج سنوية بلغَت (46.306 طن)، أَمَّا أعلى معدل إنتاج للدونم الواحد إنتاجية لمحصول الشعير فكان خلال سنة (2019م) بكمية بلغت (410.49 كغم/ دونم).

أَمَّا أقل السنين استغلالًا للمساحة المزروعة بمحصول القمح في منطقة الدراسة كانت خلال سنة (2021م) إذ بلغت المساحة المزروعة بالمحصول (413.583 دونم)، أَمَّا اقل السنين إنتاجًا لمحصول القمح فكانت السنة ذاتها بكمية إنتاج بلغت (480.792 طن)، أَمَّا أقل معدل إنتاج للدونم الواحد كانت سنة (2023م) بمعدل إنتاج بلغَ (1.552 كلغم/ دونم). أَمَّا أقل السنين استغلالًا للمساحة المزروعة بمحصول الشعير في منطقة الدراسة كانت خلال سنة (2023م) إذ بلغت المساحة المزروعة بالمحصول (43.541 دونم)، أَمَّا اقل السنين إنتاجًا لمحصول القمح فكانت السنة ذاتها بكمية إنتاج بلغت (13.341 طن)، أَمَّا أقل معدل إنتاج للدونم الواحد كانت سنة (2023م) بمعدل إنتاج بلغَ (195.87 كغم/ دونم).

يتبين مِمّا سبق، إنَّ هُناك تباين في مقدار المساحة المحصولية بين السنين، يعود إلَى الخطط الزراعية التي ترسمها مديريتي الزراعة في منطقة الدراسة وبالتعاون مع وزارتي الزراعة والموارد المائية، في تحديد مقدار المساحات الزراعية وفقًا لحجم الاطلاقات المائية، فعندما تكون كمية المياه المطلقة خلال السنة الزراعية كبيرًا فذلك يعني اتساع المساحة المزروعة في الخطة الزراعية، والعكسُ بالعكس. وبما إنَّ المساحة المحصولية تمثل المعيار الأساس في عملية حساب الاحتياجات المائية الفعلية واللازمة للمركب المحصولي خلال الموسم الزراعي للمحاصيل الزراعية، إذن هُنا تظهر لنا جلياً أهمية دراسة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، لغرض وضع الحلول لمعالجة العجز المائي بغية الوصول للإدارة المثلى للموارد المائية في منطقة الدراسة.

الاستنتاجات والمقترحات:

أولًا: بعد تطبيق معادلة (بنمان- مونتيث المعدلة F. A. O.) وباستخدام برنامج (Cropwat 8.1)، تبين إنَّ منطقة الدراسة تعاني مِن العجز المائي في كلتا المحطتين (الحلة والكوت).

ثانيًا: التأثير الواضح لتذبذب العناصر المُناخية ومنها سقوط الامطار وقلتها وارتفاع قيمة التبخر والنتح الكامن في محطتي (الحلة والكوت) على محصولي (القمح والشعير) مِن حيث الكثافة والتوزيع.

ثالثًا: الدور الواضح لطبيعة السطح وتضاريس المنطقة ونوعية التُربة مِن حيث (الرطوبة- مسامية- نفاذية) على كمية الفاقد المائي والذي أثَّرَ بدورهِ على نوعية وكثافة محصولي (القمح والشعير) في منطقة الدراسة.

رابعًا: إنَّ لتباين توزيع النبات الطبيعي في منطقة الدراسة التأثير الواضح في الحفاض على التوازن المائي المُناخي عَن طريق تنظيم دورة الماء، إذ يمتص الماء مِن التُربة ويطلقهُ مِن خلال عملية النتح، مِمَّا يزيد مِن الرطوبة فضلًا عَن تأثيرهِ بعملية سحب غاو ثاني أوكسيد الكاربون مِن الجو وعكس ضوء الشمس مِمَّا يقلل مِن تراكم درجة الحرارة في المناطق الكثيفة بالغطاء النباتي، وعكس ذلك في

المناطق قليلة الغطاء النباتي.

خامسًا: تأثير توزيع المستقرات البشرية واعداد الحيوانات في المنطقة على كمية الاستهلاك المائي للمياه السطحية والجوفية والذي أثَّرَ على الاحتياج المائي للنشاط الزراعي المتمثل بمحصولي (القمح والشعير).

سادسًا: بعد تحليل الاستهلاك المائي بـ (المتر المكعب/ سنة) للنشاط (البشري- الحيواني- الزراعي {القمح والشعير}) تم إثبات عدم كفاية الموارد المائية السطحية لسد حاجة المنطقة مِن المياه، وبالتالي ضرورة التوجه لاستثمار المياه الجوفية لسد النقص الحاصل، وكونها البديل الأقل للمياه السطحية.

سابعًا: مِن خلال الزيارات الميدانية في منطقة الدراسة ولقاء المزارعين فيها، ومِن خلال التحليل الكيميائي للمياه الجوفية، ثُبتَ ارتفاع نسبة ملوحتها والحاجة الفعلية لأنشاء محطات لتحليتها، نتيجة ارتفاع نسبة استهلاك المياه لزيادة اعداد السكان بالمنطقة وزيادة مساحة الأراضي الزراعية فيها.

ثامنًا: أهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عَن بُعد، في الدراسات الطبيعية (المُناخية مِنها) لإعطاء ادق النتائج واعداد النماذج المُناخية مِن خلال الأسلوب الرياضي، للتنبؤ بالتغيرات المُناخية ودراسة واقع حال المنطقة مُناخيًا وهو أساس دراسة (المُناخ التطبيقي)، وإيضاح تأثيرها على الواقع الطبيعي والبشري في منطقة الدراسة.

تاسعًا: تنوع النشاط الزراعي لمحصولي (القمح والشعير) وتباين توزيهِ في منطقة الدراسة اعتمادًا على تباين تأثير العناصر المُناخية في محطتي (الحلة والكوت) والذي أثَّرَ بدورهِ على تباين كثافتهِ مِن منطقة إلَى أُخرى داخل حدود منطقة الدراسة.

عاشرًا: بعد تحليل المعطيات المُناخية والطبيعية والبشرية ومدى تأثيرها على الإنتاج الزراعي لمحصولي (القمح والشعير)، تم تحديد مناطق الاستثمار الزراعي الأمثل لهٰذَين المحصولين، وتحديد طرق نجاح الاستثمار، معتمدين بذلك على توزيع السكان وكمية الاستهلاك بـ (المتر المكعب/ سنة) للمياه وترشيد استهلاكها والاعتماد على الطرق الحديثة بالري.

المقترحات:

اولًا: التأكيد على حصاد مياه الامطار والسيول التي تصل الأجزاء الشرقية لمنطقة الدراسة، مِن خلال بناء السدود الصغيرة على مجاري الوديان، واقتراح الأساليب والطرق الرشيدة في استخدامها في النشاط الزراعي.

ثانيًا: تحسين خصوبة التُربة بواسطة اضافة الأسمدة العضوية التي تجعل مِن التُربة تحتفظ برطوبتها.

المصادر:

1- حميداوي، ابتسام عدنان رحمن، الخصائص الطبيعية في محافظة الديوانية وعلاقتها المكانية في استغلال المارد المائية المتاحة، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، 2009م.

2- الخرابشة، عاطف علي وعثمان محمد غنيم، الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشِبه الجافة في الدول العربية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمّان، 2009م.

3- الراوي، صباح محمود علي، محمد إبراهيم متعب الجغيفي وأحمد عيادة خضير الحديثي، علم المُناخ التطبيقي، الطبعة (الأولى)، دار وائل للنشر والتوزيع، 2017م.

4- راوي، عادل سعيد، الموازنة المائية المُناخية، دراسة كمية تطبيقية لمحافظة الانبار، مجلة كلية التربية، العدد (الثالث)، الجامعة المستنصرية، 1999م.

5- السامرائي، محمد جعفر، التباين المكاني لعناصر المُناخ وتحديد الأقاليم المائية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (اثنان واربعون)، بغداد، 1999م.

6- السعيدي، علي غليس ناهي، أثر تغير المُناخ في تغيير المنظومات الشمولية السطحية المؤثرة في العراق خلال الفصل المطير، أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، 2011م.

7- السميع، محمود بدر علي، "الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة وإمكانية التوسع في زراعة الذرة الصفراء"، مجلة البحوث الجغرافية، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العدد الخامس، 2004م.

8- الشلش، علي حسين، أثر الحرارة المتجمعة في نمو ونضوج المحاصيل الزراعية في العراق، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد (الحادي والستون)، 1984م.

9- الطائي، عدنان عودة، الموازنة المائية لمحطة الموصل ومحطة الحي للفترة مِن (2010-2020م)، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية، جامعة المثنى، 2023م. (doi:10.52113/uj05/023-3/105-113)

10- العزاوي، هبة محمد فياض، نموذج جيومورفولوجية لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي إزيانة في محافظة أربيل، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، 2012م.

11- غانم، علي احمد، الجغرافيا المُناخية، الطبعة (الثانية)، دار المسيرة للنشر، عمّان، 2011.

12- فصيخ، سعاد عبد الله، التركيب المحصولي في محافظة المثنى، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، 2013م.

13- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، شعبة إنتاج الخرائط، بغداد، 2024م.

14- وزارة الصناعة والمعادن، هيئة المسح الجيولوجي العراقية، قسم الجيولوجيا،

شعبة المسح الجيولوجي، (IN -38-14-GM 26) مقياس 1:250000، بغداد، الطبعة الاولى، 1993م، وباستخدام برنامج .(Arc Map G.I.S ver. 10.8.2).
15- مرئية فضائية نوع نموذج التضرس الرقمي (D.E.M) لسنة 2024م، ومعالجتها باستخدام برنامج (Arc G.I.S ver. 10.8.2).
16- جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بغداد، 2023م.
17- جمهورية العراق، وزارة التخطيط، مديرية الإحصاء الزراعي، بغداد 2024م.