The Impact of Global Warming on Vegetation Cover and Water Resources Management in Anbar Governorate – An Analytical Study of Future Effects and Challenges

Sahar Abed Jassam Al-Jumaili
General Directorate of Education in Al-Anbar, Ministry of Education, Ramadi, Iraq
* dr.saj2025@gmail.com

KEYWORDS: **Ramadi, Iraq, Climate Change, Water Resources, Global Warming**

https://doi.org/10.51345/.v36i3.1148.g570

ABSTRACT:

Global warming is considered one of the most serious environmental problems due to its long-term effects on global climate change. Iraq appears to be among the most affected countries by climate changes due to its location within the arid and semi-arid zones. Climate data analysis from the Rutba station revealed a clear correlation between the accumulation of greenhouse gases and rising temperatures, reflecting their cumulative effect in exacerbating global warming locally. This places the region at the heart of climate change impact. The data indicates a significant decrease in rainfall amounts since the 1920s, accompanied by an increase in the frequency and intensity of droughts. This is attributed to changes in atmospheric pressure patterns and wind, as well as increased evaporation rates resulting from rising temperatures. The issue is further exacerbated by Iraq's heavy reliance on rainfall and shared rivers as primary water sources. These changes pose an existential threat to the Iraqi environment, contributing to desertification, degradation of agricultural land and vegetation cover, and a decline in biodiversity. Additionally, they negatively affect vital economic sectors. The western region of Iraq was selected for this study as it is the most affected, being one of the driest areas with highly variable rainfall between seasons. It receives less than 160 mm of rain annually, while temperatures sometimes exceed 45°C. Since Al-Anbar Governorate lies within a dry climate characterized by large thermal variation, high solar radiation, and low and erratic rainfall mostly concentrated in winter, two key climatic elements were adopted in the study. The study covered a full climatic cycle spanning thirty years, from 1993 to 2023, and six meteorological stations distributed across the study area were selected.

تأثير الاحتباس الحراري على الغطاء النباتي وإدارة الموارد المائية في محافظة الأنبار– دراسة تحليلية للآثار والتحديات المستقبلية

م. د. سحر عبد جسام الجميلي
المديرية العامة لتربية الأنبار، وزارة التربية، الرمادي، العراق
* dr.saj2025@gmail.com

الكلمات المفتاحية | تغيّر مناخي، موارد مائية، احتباس حراري
https://doi.org/10.51345/.v36i3.1148.g570

ملخص البحث:

تعدّ ظاهرة الاحتباس الحراري من أكثر المشكلات البيئية خطورة؛ لما لها من تأثيرات بعيدة المدى في التغيّر المناخي العالمي، ويظهر العراق كواحد من أكثر الدول تأثّرا بالتغيرات المناخية؛ بسبب موقعه ضمن النطاق الجاف وشبه الجاف، إذ كشف تحليل البيانات المناخية لمحطة الرطبة عن علاقة ارتباطية واضحة بين تجمع غازات الدفيئة وارتفاع معدلات درجات الحرارة، مما يعكس مدى تأثيرها التراكمي في تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري محليًّا، مما يضع المنطقة في بؤرة التأثّر بالتغيّر المناخي، إذ تشير البيانات إلى انخفاض ملحوظ في كميات الأمطار منذ عشرينيات القرن الماضي، مع تزايد وتيرة الجفاف وشدّته؛ ويعود ذلك إلى تغيّر أنماط الضغط الجوي والرياح؛ وزيادة معدلات التبخر؛ نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وقد تفاقمت هذه المشكلة؛ بسبب الاعتماد الكبير للعراق على الأمطار والأنهار المشتركة بصفتها مصادر رئيسة للمياه، وتشكّل هذه التغيرات تهديدا وجوديًّا للبيئة العراقية، إذ تسهم في تفاقم التصحر، وتدهور الأراضي الزراعية، والغطاء النباتي، وتراجع التنوع الحيوي، كما تؤثّر سلبا على القطّاعات الاقتصادية الحيوية. وقد اختيرت المنطقة الغربية من العراق؛ كونها الأكثر تأثّرا، فهي أكثر المناطق جفافًا، وتميزا بقلّة الأمطار وتذبذبها تذبذبا كبيرا بين موسم وآخر، إذ تتلقّى أمطارا أقل من (160) ملم سنويًّا، يقابلها ارتفاع كبير في درجات الحرارة تصل في بعض الأحيان إلى أكثر من (45) درجة مئوية، ونظرا لوقوع محافظة الأنبار ضمن المناخ الجاف الذي يتميز بمدى حراري كبير، وكميات عالية من الإشعاع الشمسي، وقلّة هطول الأمطار وتذبذبها بين موسم وآخر، وتركّز الهطول في فصل الشتاء، فقد صار الاعتماد على عنصرين مناخية، تعدّ الأكثر تأثيرا في الدراسة، وأخذت مدة الدراسة دورة مناخية كاملة لمدة ثلاثين سنة، تمتد من سنة (1993–2023)، واختيرت ستّ محطّات مناخية موزَّعة على منطقة الدراسة.

المقدّمة:

تشير الدراسات العلمية الحديثة إلى أن الأرض تمر بتحولات مناخية غير مسبوقة في تاريخها الحديث، أبرزها الارتفاع المستمر في متوسط درجات حرارة سطح الأرض، والذي بلغ نحو (0.4–0.8) درجة مئوية خلال القرن الماضي، مع توقّعات بزيادات أكبر خلال العقود المقبلة. وترجع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) هذه الظاهرة إلى النشاط البشري، لا سيما من خلال انبعاث الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري والنشاطات الصناعية والزراعية. وقد

أدت هذه الانبعاثات إلى ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، التي أفرزت مجموعة من الآثار البيئية المعقدة، شملت ذوبان الكتل الجليدية القطبية، وارتفاع مستويات البحار، وتزايد وتيرة الكوارث المناخية كالجفاف والفيضانات وحرائق الغابات، فضلاً عن اختلال التوازن البيئي في عدد كبير من مناطق العالم. وفي هذا السياق، لم يكن العراق بمنأى عن هذه التأثيرات المناخية، بل يمكن القول إن مظاهر التغير المناخي العالمية انعكست بوضوح على البيئة المحلية، وخاصة في المناطق الغربية من العراق مثل محافظة الأنبار، التي شهدت في العقود الأخيرة تراجعاً ملحوظاً في كميات الأمطار، وارتفاعاً في درجات الحرارة، وتدهوراً في خصوبة التربة، وتقلص الغطاء النباتي الطبيعي والزراعي، مما انعكس سلبا على الإنتاج الزراعي.. ومن هنا تبرز الحاجة إلى دراسة العلاقة بين التغيرات المناخية وتأثيراتها على الموارد البيئية في العراق، وتحليل كفاءة الأنماط الإدارية المتبعة في مواجهتها، لاسيما في المناطق الجافة مثل الأنبار.

المشكلة:

تكمن مشكلة البحث في التساؤل الآتي: ما مدى تأثير التغيرات المناخية على تدهور ادارة الموارد المائية في محافظة الانبار؟

الفرضية:

تفترض الدراسة أن التدهور في إدارة الموارد المائية في الانبار مرتبط بارتفاع درجات الحرارة وتناقص التساقط المطري خلال العقود الثلاثة الماضية.

اهداف الدراسة:

تتمثل اهداف الدراسة بالآتي:

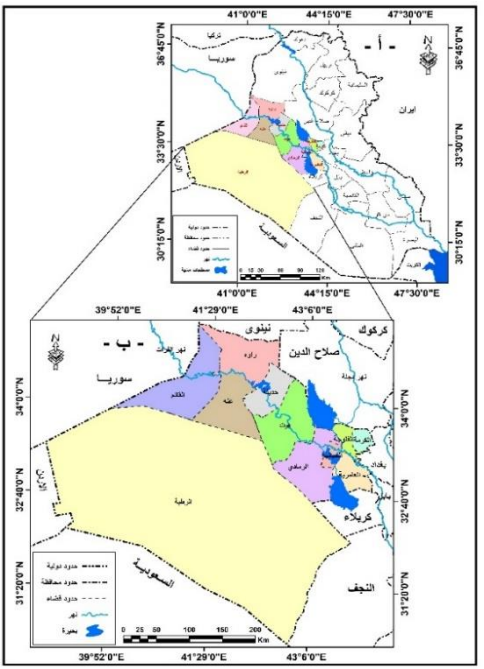
1. تحليل التغيرات الحرارية والمطرية في محافظة الانبار.
2. تقييم أثر هذه التغيرات على الغطاء النباتي.
3. تحليل فعالية الإدارة المائية الحالية.
4. اقتراح حلول للحد من الاستنزاف المائي.

موقع منطقة الدراسة:

- **الموقع الإحداثي:** تقع محافظة الأنبار بين دائرتي عرض (30.35) و (35.51) شمالاً، وبين خطّي طول (38.48) و (44.17) شرقاً.

- **الحدود المكانية**: تقع محافظة الأنبار في الجزء الغربي من العراق، وتبلغ مساحتها تقريبا (138,500) كم^2، إذ تشكّل قرابة ثلث مساحة العراق الكلية البالغة (438,317 كم^2)، تحدّها من الشمال محافظة نينوى، ومن الشمال الشرقي محافظة صلاح الدين، ومن الشرق محافظات بغداد وبابل وكربلاء، ومن الجنوب الشرقي محافظة النجف، ومن الجنوب المملكة العربية السعودية، ومن الغرب المملكة الأردنية الهاشمية، وتحدها من الشمال الغربي الجمهورية العربية السورية. خريطة (1)
- **الحدود الزمانية**: تشمل الحدود الزمانية للبحث المدة من عام (1993–2023) والبالغة (30) سنة، لستّ محطّات مناخية. جدول (1)، خريطة (2)، ولبيانات عنصري درجة الحرارة والأمطار التي حصلناَ عليها من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

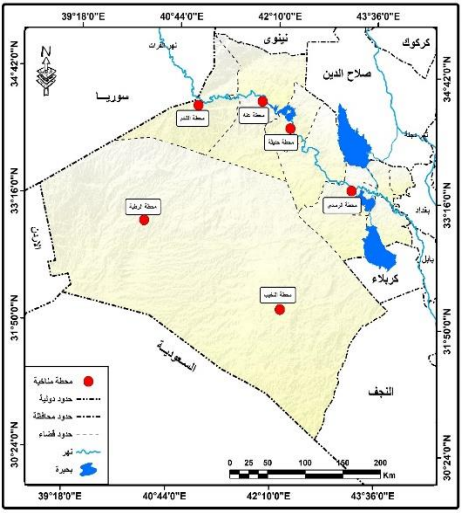


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج ArcGIS10.8

جدول (1) الموقع الفلكي والارتفاع عن مستوى سطح البحر (م) للمحطات المناخية المعتمدة في منطقة الدراسة

المحطّة	خطوط الطول	دوائر العرض	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م)
الرطبة	17 ْ 40 ْ	02 ْ 33 ْ	615
القائم	01 ْ 41 ْ	23 ْ 34 ْ	177
حديثة	22 ْ 42 ْ	04 ْ 34 ْ	140
عنه	57 ْ 41 ْ	46 ْ 34 ْ	150
الرمادي	19 ْ 43 ْ	27 ْ 33 ْ	48
النخيب	15 ْ 42 ْ	02 ْ 32 ْ	305

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، بيانات مناخ العراق، 1990.



خريطة (2) التوزيع المكاني للمحطات المناخية المعتمدة ضمن منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج ArcGIS10.8

أولًا: التحليل الهيدرومناخي

1- درجة الحرارة:

تعدّ درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية التي لها تأثير مباشر وغير مباشر على العناصر المناخية الأخرى، إذ ترتبط تغيرات العناصر المناخية بالحرارة، فهي تتحكم في قيم اختلاف الضغط الذي يؤثّر على حركة الرياح والكتل الهوائية والمنخفضات الجوية والجفاف وهطول الأمطار[1]، ومن ثم يعدّ عنصر الحرارة من أهم العناصر المناخية، حيث ترتفع درجات الحرارة في جميع أجزاء منطقة الدراسة، مما يؤثّر على زيادة معدلات التبخر، فينعكس على الفاقد المائي للمياه السطحية، ويؤثّر في تبخر مياه النهر ومناطق الخزن ومياه الوديان المغذية للنهر، ومن خلال جدول (2) والاشكال (1) و(2) يظهر تفاوت درجات الحرارة الشهرية في منطقة الدراسة على المستويين المكاني والزماني، ويظهر هذا التفاوت بشكل أكبر خلال فصل الشتاء، مقارنة بفصل الصيف، إذ إن أعلى معدل لدرجات الحرارة الشهرية، سُجّل في شهر تموز في محطة النخيب، إذ بلغت (36.7) م، بينما سجلت أدنى درجات الحرارة للشهر نفسه فَي محطة الرطبة، إذ بلغت (31.3) م، ويعزى هذا الارتفاع إلى تأثير موجات الحر القادمة من المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية من العراق، إذ تتميز هذه الرياح بانخفاض الرطوبة وارتفاع درجة الحرارة، فضلاً عن تأثير صفاء الأجواء، وطول مدة ساعات النهار.

ويعد شهر تموز من أكثر الأشهر ارتفاعا في درجات الحرارة ضمن منطقة الدراسة، مما ينعكس سلباً على الموارد المائية عبر زيادة معدلات التبخر، وارتفاع ملوحة المياه؛ مما يؤدي إلى زيادة التحديات البيئية المتعلّقة بتفاقم مشكلة التصحر، وتدهور جودة المياه، في حين يأتي شهر كانون الثاني بصفته أبرد شهور السنة، حيث سجلت محطّة الرمادي أدنى قيمة حرارية بمعدل (6.6) م تلتها مباشرة محطّتا الرطبة والقائم في الترتيب. ويعزى هذا التباين في التوزيع الحراري السنوي إلى عوامل البعد النسبي عن المصادر المائية، والارتفاع عن سطح البحر، والموقع الفلكي بالنسبة لدوائر العرض، فضلاً عن الخصائص التضاريسية للمنطقة، التي تسهم في هذا التباين، ومن تحليل بيانات جدول (2) لمعدلات درجات الحرارة السنوية، يتبين وجود فارق بسيط بين النطاقين، يبلغ (2,1 م)؛ نتيجة التباين في الارتفاع والتأثيرات المناخية.

أ- **النطاق الأول**: يشمل محطّات (القائم، عنه، الرطبة)، ويسجل أدنى معدل سنوي لدرجة الحرارة، يتراوح بين (20.8، 20.8، 9.19) م على التوالي.

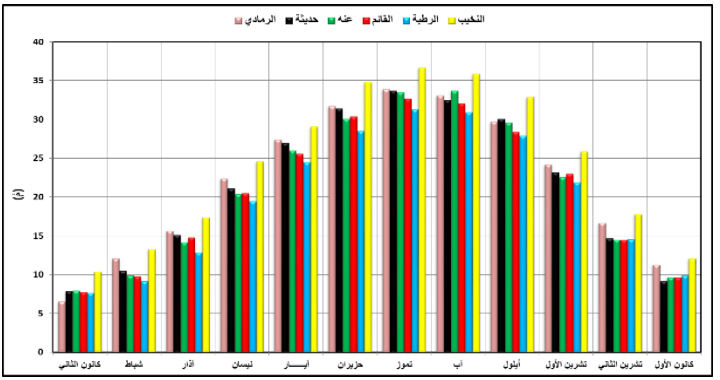
ب- **النطاق الثاني**: يقع إلى الجنوب من النطاق السابق، ويشمل محطّات (الرمادي، حديثة، النخيب)، وسجل أعلى معدل سنوي لدرجة الحرارة، يتراوح بين (22.3، 21.3، 24.1) م على التوالي، ويتبين مما تقدّم أن المتوسط السنوي لدرجات الحرارة يرتفع تدريجيا كلما اتجهنا من الشمال والشمال الشرقي باتجاه الشرق والجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة.

جدول (2) معدل درجة حرارة (درجة مئوية) في محطات الدراسة للمدة من (1993-2023)

المحطة / الشهر	الرمادي	حديثة	عنه	القائم	الرطبة	النخيب	المعدل الشهري
كانون الثاني	6.6	7.9	8	7.8	7.7	10.4	8.7
شباط	12.1	10.5	9.9	9.8	9.2	13.3	11
آذار	15.7	15.1	14.2	14.8	12.9	17.4	15.2
نيسان	22.4	21.1	20.4	20.5	19.5	24.6	21.6
آيـار	27.4	27	26	25.6	24.5	29.1	27
حزيران	31.7	31.4	30.1	30.4	28.5	34.8	31.3
تموز	33.9	33.7	33.5	32.7	31.3	36.7	33.8
آب	33.1	32.5	33.7	32.1	30.9	35.9	33.3
أيلول	29.7	30.1	29.6	28.4	27.9	32.9	29.9
تشرين الأول	24.2	23.2	22.6	23	21.9	25.9	19.9
تشرين الثاني	16.7	14.7	14.5	14.5	14.6	17.8	15.6
كانون الأول	11.3	9.2	9.7	9.7	9.9	12.1	10.5
المعدل السنوي	**22.3**	**21.3**	**20.8**	**20.8**	**19.9**	**24.1**	**21.48**

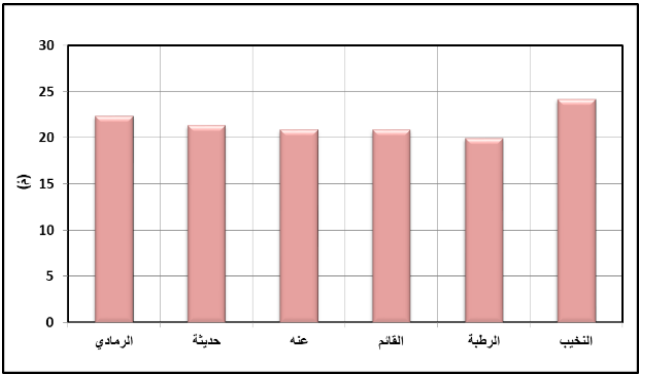
المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ (بيانات غير منشورة) لسنة 2024.

شكل (1) درجات الحرارة الشهرية (درجة مئوية) في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (2)

شكل (2) المعدل السنوي لدرجات الحرارة (درجة مئوية) في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (2)

2- الأمطار والتبخر:

تؤثّر كمية الأمطار وتوزيعها الجغرافي على طبيعة النظام الهيدرولوجي في منطقة الدراسة، حيث يظهر تأثيرها على الجريان السطحي، والتسرب الجوفي من خلال تزويد المناطق المنخفضة ووديان الأنهار بالمياه (2)، يبدأ موسم الهطول مع قدوم المنخفضات الجوية المتوسطية والسودانية، التي تعدّ المصدر الرئيس للهطول، إذ تعدّ منطقة الدراسة ممرًّا لدخول هذه المنخفضات نحو البلاد، ويتزامن هطول الأمطار مع وصول المنخفضات الجوية بدء من شهر تشرين الأول، أما مستويات التبخر فهي مرتفعة طوال أشهر السنة وفي جميع المحطات، وتتحكم في أمطار منطقة الدراسة عوامل عدة، ثلاثة منها عوامل مناخية تتضمن (الضغط الجوي، التيارات النفاثة، أنواع الكتل الهوائية)، فضلاً عن وقوع منطقة الدراسة ضمن دوائر العرض شبه المدارية، التي تعدّ نقطة التقاء الكتل الهوائية، وتكوين الجبهات شتاء، مما يرفع درجات حرارة الهواء المتصاعد إلى الأعلى، فيعمل على قلّة كمية الأمطار الساقطة على المنطقة، كما أن للعامل الطبوغرافي تأثيراً في انخفاض كمية الأمطار، فالارتفاعات

المنخفضة لا تسمح بحدوث تكاثف للهواء، وإن كان مشبعاً بالرطوبة فلا يؤدي إلى تساقط الأمطار، حيث سجلت محطّة الرطبة أقصى ارتفاع بالنسبة للمحطات المناخية في المنطقة، وتبلغ (615) م فوق مستوى سطح البحر(3).

– التوزيع الفصلي للأمطار:

يتبين من الجدول (3) والشكل (3) أن الأمطار تتركّز خلال الأشهر الباردة، وتبدأ من (تشرين الأول – أيار)، بينما تسود ظروف الجفاف من نهاية أيار حتى منتصف تشرين الأول، إذ تمتد مدة الجفاف لتشمل أجزاء من فصلي الربيع والخريف، متجاوزة أشهر الصيف، ويسهم ارتفاع درجات الحرارة خلال مدة الجفاف في زيادة حدّة التغيرات المناخية المتطرفة، وعلى الرغم من أن مدة الأشهر المطيرة تبدو أطول نظرياً؛ فإن بعض الأشهر تسجل كميات أمطار تقل عن (3) ملم، مما يدل على محدودية الأمطار الفعلية، وهيمنة موسم الجفاف الممتد، مقابل موسم مطير محدود الفعالية (4).

جدول (3) مجموع الأمطار (ملم) + معدل التبخر (ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1993–2023)

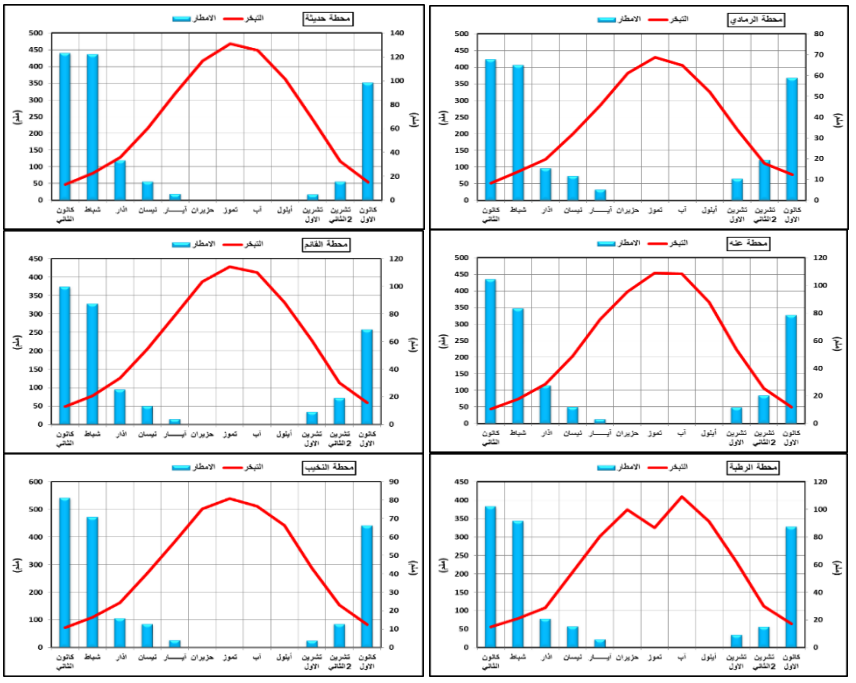
المحطات / الأشهر	الرمادي		حديثة		عنه		القائم		الرطبة		النخيب	
	الامطار	*التبخر	الامطار	*التبخر	الامطار	*التبخر	الامطار	ا*لتبخر	الامطار	*التبخر	الامطار	*التبخر
كانون الثاني	67.7	51.5	123	47	104.3	43.5	99.6	48.4	102.1	56	81.2	71.3
شباط	64.9	87	122	80.3	83.3	73.2	87.4	77.4	91.6	78.5	70.8	108.8
آذار	15.5	124	33.4	127.9	27.7	118.9	25.4	125.7	20.9	108.1	15.8	162.8
نيسان	11.8	199.8	15.8	215	11.9	203.7	13.4	205.3	15.4	205	12.7	269.2
أيــار	5.2	286.2	5.4	319.8	3.1	313.2	4	296.3	5.9	301.7	4.1	384.1
حزيران	0	382.5	0	417.4	0	397.8	0	387.8	0	374.6	0	501.4
تموز	0	429.6	0	467.6	0	454.6	0	428.5	0	325.6	0	539.3
آب	0	405.9	0	448.7	0	452.1	0	413.2	0	409.5	0	511.4
أيلول	0	324.8	0.3	362.9	0	366.5	0	331.6	0	341.5	0.2	442.3
تشرين الأول	10.5	212.6	4.9	242.1	11.7	223.1	9.1	228.1	9.2	232.4	3.7	286.8
تشرين الثاني	19.5	110.5	15.6	116.9	20.3	106.7	19.2	113.7	15.1	112.3	12.8	153.7
كانون الأول	58.9	77.1	98.5	54.1	78.4	49.6	68.8	59.4	87.4	64.2	66.2	83
المجموع	254	2691.5	418.9	2899.7	340.7	2802.9	326.9	2715.4	346.6	2709.4	267.5	3514.1

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ (بيانات غير منشورة) لسنة 2023.

- *التبخر حسب معادلة ايفانوف $*E=0-0018(25+T)^2 (100-A)$

للمزيد ينظر: *الصحاف، مهدي، التصريف النهري والعوامل التي تؤثر فيه، المجلة الجغرافية العراقية، المجلد (6)، مطبعة اسعد، بغداد، 1970، ص 45.

شكل (3) مجموع الأمطار(ملم) + معدل التبخر(ملم) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1993–2023)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (3)

أ- فصل الخريف

يتضمن فصل الخريف الأشهر الثلاثة (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني)، وتبدأ الأمطار عادة بالتساقط بشكل محدود خلال النصف الثاني من تشرين الأول، ثم تزداد بتأثير المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط تدريجيا، لتبلغ ذروتها غالبا في تشرين الثاني، وتختلف كميات الأمطار المسجلة خلال هذا الفصل من محطة لأخرى؛ بسبب اختلاف الظروف المناخية لمنطقة الدراسة. يتبين من الجدول (4) والشكل (4) أن أعلى كمية لهطول الأمطار في فصل الخريف سجلت في محطّة مدينة عنه إذ بلغت (**32** ملم)، تلتها محطة الرمادي بمعدل (30 ملم) في حين سجلت أدنى قيمة في محطّة النخيب بمعدل (16.7) ملم، ويعزى هذا الانخفاض إلى ضعف تأثير المنخفضات الجوية خلال هذا الفصل على منطقة الدراسة، وهو ما أدى إلى انخفاض معدلات التساقط المطري، كما تبين أن نسبة مساهمة الأمطار الخريفية في هذا الفصل لا تشكل أكثر من (8 ٪) من إجمالي الهطول السنوي في جميع محطّات الدراسة.

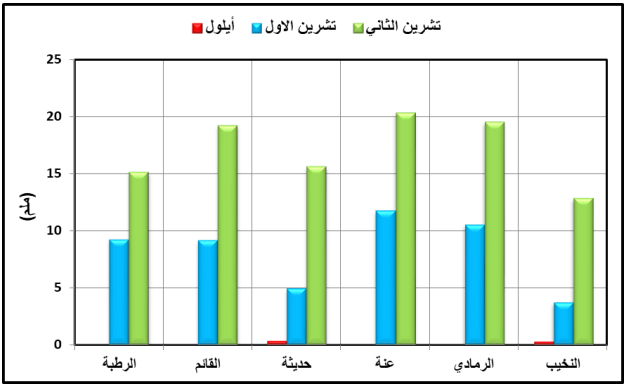
جدول (4) المجموع الكلي لأمطار الخريف (ملم) في محطات منطقة الدراسة

الشهر / المحطة	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	المجموع
الرطبة	**0**	**9.2**	**15.1**	**24.3**
القائم	**0**	**9.1**	**19.2**	**28.3**

حديثة	0.3	4.9	15.6	20.8
عنه	0	11.7	20.3	32
الرمادي	0	10.5	19.5	30
النخيب	0.2	3.7	12.8	16.7

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، (بيانات غير منشورة)

شكل (4) المجموع الكلي لأمطار الخريف (ملم) في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (4)

ب–فصل الشتاء

يعد فصل الشتاء الممتد في أشهر (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) من أكثر فصول السنة تساقطًا للأمطار في منطقة الدراسة، ويعزى ذلك إلى تأثّر المنطقة بالنظام المناخي المتوسطي، ويتبين من الجدول (5) والشكل (5) أن محطّة مدينة حديثة سجلت أعلى كمية لهطول الأمطار، إذ بلغت (343.5 ملم)، ويعزى ذلك لقربها من المسطحات المائية مثل بحيرة القادسية، مما يزيد من قيم عمليات التبخر ويرفع كميات الهطول، من ناحية أخرى أظهرت البيانات تفاوتاً في كميات الأمطار بين المحطات الغربية والشرقية، حيث سجلت المحطات مثل الرطبة والقائم نسبا أعلى، مقارنة بمحطة الرمادي الشرقية، التي سجلت (191,5 ملم)، ويعود هذا التفاوت إلى اختلاف الموقع الجغرافي للمحطات الغربية، مما يجعلها أكثر عرضة للكتل الهوائية الرطبة، وتأثير المنخفضات الجوية، كما تبين أن نسبة هطول الأمطار في فصل الشتاء تشكّل قرابة (79%) من إجمالي الهطول السنوي.

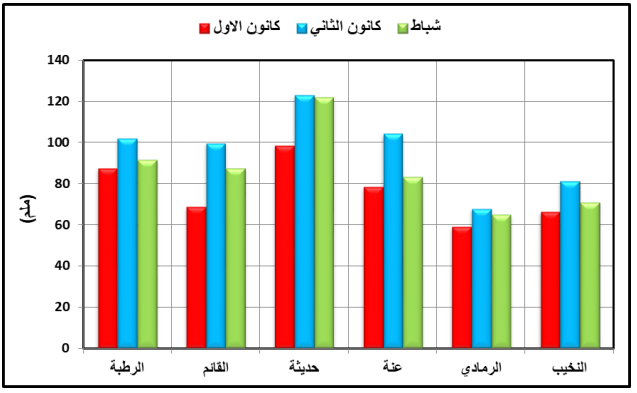
جدول (5) المجموع الكلي لأمطار الشتاء (ملم) في محطات منطقة الدراسة

الشهر / المحطة	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	المجموع
الرطبة	87.4	102.1	91.6	281.1
القائم	68.8	99.6	87.4	255.8

حديثة	98.5	123	122	343.5
عنه	78.4	104.3	83.3	266
الرمادي	58.9	67.7	64.9	191.5
النخيب	66.2	81.2	70.8	218.2

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ (بيانات غير منشورة).

شكل (5) المجموع الكلي لأمطار الشتاء (ملم) في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (5)

ت–فصل الربيع

تتباين كميات هطول الأمطار خلال فصل الربيع والمتمثل في أشهر (آذار، نيسان، مايس) بين المحطات المناخية في منطقة الدراسة، ويتبين من الجدول (6) والشكل (6) أن محطة حديثة سجلت أعلى مجموع هطول بلغ (54.6 ملم) بينما سجلت محطة الرمادي أدنى معدل بلغ (32.5 ملم)، ويعزى هذا التفاوت إلى تراجع تكرار المنخفضات الجوية، والتباين المكاني بين محطات منطقة الدراسة، كما تشير البيانات إلى انخفاض عام في كميات الهطول خلال فصل الربيع، مقارنة بفصل الشتاء إذ لم تتجاوز نسبة مساهمة الربيع في إجمالي الهطول السنوي نحو (13%) في جميع محطات الدراسة.

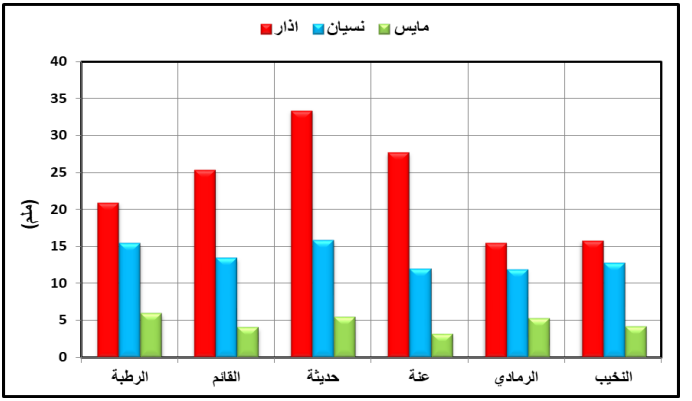
جدول (6) المجموع الكلي لأمطار الربيع (ملم) في محطات منطقة الدراسة

الشهر / المحطة	آذار	نيسان	مايس	المجموع
الرطبة	20.9	15.4	5.9	38.2
القائم	25.4	13.4	4	42.8
حديثة	33.4	15.8	5.4	54.6
عنه	27.7.	11.9	3.1	42.7
الرمادي	15.5	11.8	5.2	32.5

النخيب	15.8	12.7	4.1	32.6

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة

شكل (6) المجموع الكلي لأمطار الربيع (ملم) في محطات منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (6)

يتبين مما تقدّم ومن الجدول (7) تباين كميات الأمطار السنوية في منطقة الدراسة، إذ تتوزع على ثلاثة فصول مناخية هي: (الخريف، الشتاء، الربيع)، ويهيمن فصل الشتاء على معظم كميات الأمطار المسجلة بمجموع (476ملم)، أي ما يعادل (79%) من إجمالي الهطول المطري السنوي في جميع محطات الدراسة، مما يشير إلى تأثير الأنظمة الجوية المحملة بالرطوبة مثل المنخفضات المتوسطية أو الرياح الغربية الرطبة، آما فصل الربيع فقد جاء بالمرتبة الثانية بمجموع بلغ (76 ملم) وبنسبة (13%) من إجمالي الأمطار السنوية، مما يدل على استقرار نسبي في هذا الموسم مع فروقات طفيفة بين المحطات، مما يعكس ضعف تأثير المنخفضات الجوية خلاله، في حين سجل فصل الخريف أقل كمية من الأمطار مقارنة بفصلي الشتاء والربيع، إذ بلغت (48ملم) وبنسبة (8%) من إجمالي الهطول السنوي، وهو هطول ضعيف وغير منتظم مع تباين ملحوظ بين محطات منطقة الدراسة، مما يشير إلى ضعف العوامل الجوية المسببة للأمطار خلال هذا الفصل، أما فصل الصيف فتكاد تكون كميات الهطول فيه شبه معدومة، وهو من سمات المناخ الصحراوي السائد في المنطقة الغربية من العراق.

إن التركيز الشديد للأمطار في فصل الشتاء فقط دون توزيع نسبي بين فصلي الخريف والربيع، يظهر انكماش الموسم المطري بوضوح، واختلال انتظامه الزمني، ويعدّ هذا النمط متماشيا مع المؤشرات الإقليمية التي تربط بين تغير أنماط هطول الأمطار وظاهرة الاحتباس الحراري العالمية، إذ أصبحت الأمطار مركّزة في مدة قصيرة من السنة ومتذبذبة، مما يترتب على هذا الوضع عدد من الآثار البيئية السلبية التي تؤدي إلى ضعف التغذية

الطبيعية للمياه السطحية والجوفية، فيتسبب في اختلال الموازنة المائية والبيئية، وتهديد استدامة الموارد المائية في المحافظة، فيسهم في تفاقم ظاهرة التصحر، وتدهور النبات الطبيعي، وتراجع المساحات الزراعية في منطقة الدراسة، وهذا يظهر بوضوح حجم التحديات البيئية والمناخية التي تواجه محافظة الأنبار، فتتطلب ضرورة إعادة النظر في خطط إدارة الموارد المائية بما ينسجم مع الواقع المناخي والبيئي المتغير.

جدول (7) النسب المئوية للأمطار الفصلية (%) لمحطات منطقة الدراسة

الشهر / المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	المجموع
الرطبة	7	81	12	100
القائم	9	78	13	100
حديثة	5	82	13	100
عنه	9	78	13	100
الرمادي	12	75	13	100
النخيب	6	82	12	100
المجموع الكلي	48	476	76	600
النسبة %	8	79	13	%100

المصدر: بالاعتماد على جدول (3)

ثانياً: تأثير العوامل المناخية على الغطاء النباتي

إن ارتفاع درجات الحرارة في منطقة الدراسة، ولا سيما خلال فصل الصيف، يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر، مما يسهم في نقص المحتوى الرطوبي للتربة، ويؤثر سلبا في قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه الضرورية لنمو النبات. كما أن هذا النقص في الرطوبة يسهم في زيادة تركيز الأملاح في التربة (تملحها)، خاصة في الأراضي ذات التصريف الضعيف، مما يؤدي إلى إضعاف خصوبتها ويؤثر في نمو الغطاء النباتي.

تظهر منطقة الدراسة نمطاً مناخياً يتميز بارتفاع درجات الحرارة، وتذبذب الأمطار في كمياتها وتوقيتها، الأمر الذي ينعكس بوضوح على الغطاء النباتي والتربة معاً. إن الارتفاع المستمر في درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة معدل التبخر، وخفض المحتوى الرطوبي للتربة، مما يضعف نمو النباتات. فعندما تفقد التربة رطوبتها، تصبح أكثر عرضة للتفكك، لا سيما في نهاية فصل الصيف، اذ تفقد بنيتها نتيجة الجفاف، مما يمهد الطريق لفعل التعرية الريحية والمائية.

من جهة أخرى، تتصف الأمطار في المنطقة بخصائص تؤثر مباشرة على الغطاء النباتي. منها قلة كمية الأمطار، والتي لا تكفي لتكوين مخزون مائي يعتمد عليه في الزراعة أو نمو النباتات الطبيعية. وكذلك كونها موسمية، إذ تتركز في فصل الشتاء وتنعدم في فصل الصيف، وهو ما يجعل دورة نمو النباتات محدودة بزمن قصير. أما السمة

الثالثة فهي فجائية سقوط الأمطار، والتي غالباً ما تؤدي الى تفكيك التربة بفعل الجفاف، مما يؤدي إلى جرف التربة السطحية مع بذور النباتات وجذورها، خاصة في الأراضي المتموجة والمنحدرة. مما يفقد التربة خصوبتها ويساهم في تدهور الغطاء النباتي تدريجياً وتحول الأرض الى مساحات جرداء تظهر فيها الصخور الأم[5].

إضافة إلى ما سبق، فإن تذبذب الأمطار وعدم انتظامها يجعل توقيت هطولها لا يتناسب غالباً مع فترة إنبات النباتات، اذ قد تتساقط كميات قليلة خارج موسم النمو، فلا تسهم في دعم النباتات، بل قد تؤدي إلى تحفيز الإنبات في توقيت خاطئ يتبعه جفاف، يؤدي إلى موت النباتات في طور البادرة. وحتى في حال توافر الأمطار، فإن عدم انتظامها يحدّ من تكون محتوى رطوبي مستقر يدعم استمرار الغطاء النباتي على المدى الطويل. كما أن قلة الأمطار تؤدي إلى ضعف قدرة التربة على غسل الأملاح، لا سيما في بيئة ذات معدلات تبخر مرتفعة. ومع استمرار هذا الوضع، تتزايد مشكلة التملح السطحي، والتي تضعف الجذور النباتية وتعيق الامتصاص، مما يؤدي في النهاية إلى اضمحلال الغطاء النباتي الطبيعي وانحساره[6].

يتبين مما تقدم ان للعوامل المناخية مجتمعة من حيث درجة الحرارة المرتفعة، تذبذب الأمطار، جفاف التربة وتملحها، يؤثر تأثير مباشر في تدهور الزراعة والغطاء النباتي الطبيعي، وزيادة مظاهر التصحر في منطقة الدراسة، ما يستدعي خططاً متكاملة لإدارة الموارد المائية والتربة، للحفاظ على الغطاء النباتي من التدهور والحد من مظاهر التصحر في منطقة الدراسة.

ثالثاً: الموازنة المائية المناخية:

تعد دراسة الموازنة المائية المناخية من الأساسيات في التحليل الهيدرولوجي، وتعتمد على المقارنة بين المدخلات والمخرجات المائية، عند حدوث تغيير في احديهما أو كليهما، سواء بالزيادة أو النقصان، فإنه يؤدي إلى اختلال في حجم الخزين السطحي، وتمثل المدخلات الهطول المطري، وهو العنصر الرئيس المؤثّر في الجريان السطحي، بينما تمثل المخرجات عملية التبخر، ولحساب العجز أو الزيادة المائية تطرح قيم التبخر من قيم الأمطار، فإذا تفوقت قيم الأمطار على التبخر، فهذا يشير إلى زيادة مائية، أما إذا تفوقت قيم التبخر، فهذا يشير إلى عجز مائي[7]، وعند تطبيق هذه الطريقة تبين أن بعض أشهر السنة سجلت زيادة مائية، بينما سجلت أشهر أخرى عجزا مائيا، ويمكن تحليل هذه الأشهر على النحو الآتي:

تبين من جدول (8) والشكل (8) أنّ أشهر كانون الأول والثاني وشباط امتازت بزيادة كمية الأمطار الساقطة على كمية التبخر، فيما لو تم استثناء محطتي النخيب والرمادي لشهر شباط مسجلة بذلك فائضا مائيا، بينما سجلت بقية الأشهر عجزا مائيا كبيرا، فضلاً عن أن محطة النخيب تعدّ الأعلى من حيث العجز المائي بواقع

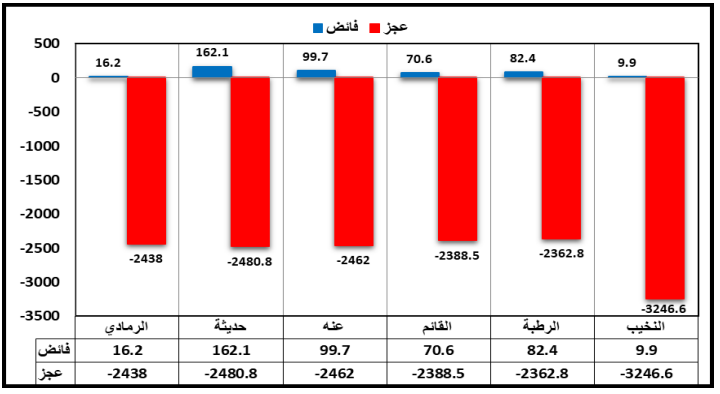
(3246.6 ملم) سنويا، تليها محطة حديثة إذ بلغت (2480.8 ملم) سنويا، بينما سجلت محطة الرطبة (2362.8 ملم)، وبذلك كانت الأقل على مستوى منطقة الدراسة.

جدول (8) الفائض والعجز المائي في محطات الدراسة للمدة (1993-2023)

المحطات / الاشهر	الرمادي		حديثة		عنه		القائم		الرطبة		النخيب	
	فائض	عجز	فائض	عجز	فائض	عجز	فائض	عجز	فائض	عجز	فائض	عجز
كانون 2	16.2	0	76	0	60.8	0	51.2	0	46.1	0	9.9	0
شباط	0	22.1	41.7	0	10.1	0	10	0	13.1	0	0	38
آذار	0	108.5	0	94.5	0	91.2	0	100.3	0	91.2	0	147
نيسان	0	188	0	199.2	0	191.8	0	191.9	0	189.6	0	256.5
أيـار	0	281	0	314.4	0	310.1	0	292.3	0	295.8	0	380
حزيران	0	382.5	0	417.4	0	397.8	0	387.8	0	374.6	0	501.4
تموز	0	4296	0	467.6	0	454.6	0	428.5	0	425.6	0	539.3
آب	0	405.9	0	448.7	0	452.1	0	413.2	0	409.5	0	511.4
أيلول	0	324.8	0	362.6	0	366.5	0	331.6	0	341.5	0	442.1
تشرين1	0	202.1	0	237.2	0	211.4	0	219	0	223.2	0	283.1
تشرين2	0	91	0	101.3	0	86.4	0	94.5	0	94.2	0	140.9
كانون 1	0	18.2	44.4	0	28.8	0	9.4	0	23.2	0	0	16.8
المجموع	16.2	-2438	162.1	-2480.8	99.7	-2462	70.6	=2388.5	82.4	-2362.8	9.9	-3246.6

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (3)

شكل (8) الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1993-2023)



المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (8)

أما ما يخص الفائض المائي فقد كانت محطة حديثة الأعلى من حيث المجموع، مسجلة (162.1) ملم سنويا، تليها محطتا عنه والرطبة، وأما الأشهر الأكثر عجزا مائيا فكان شهر تموز في جميع المحطات، إلا أن أعلاها كان محطة النخيب بواقع (539.3) ملم، بينما سجلت محطة عنه فائضا مائيا في شهر كانون الثاني بمعدل قدره (60.8) ملم، أي أن المنطقة بشكل عام فيها عجز مائي كبير، وهي بذلك تصنف ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة، مما يتطلب إيجاد حلول تعالج هذه المشكلة، وزيادة الغطاء النباتي التي تعد المرحلة الأولى في معالجة مشكلة الاحتباس الحراري.

رابعاً: نتائج التحليل الهيدروميناخي

تشير البيانات إلى وجود عدد من العوامل الطبيعية والبشرية المؤثّرة في تفاقم مشكلة الاحتباس الحراري في العراق، منها التطرف المناخي أو التغيرات المناخية المتمثلة بمدد الجفاف، وتراجع معدلات هطول الأمطار خلال العقدين الماضيين، مما ينذر باحتمال حدوث أزمة مائية وبيئية في حال الاستمرار في هذا الاتجاه، خاصة مع تزايد موجات الحر والعواصف الترابية، وشحة الموارد المائية خلال معظم أيام السنة، وارتفاع التبخر في فصل الصيف، فيؤثّر سلبا على كميات المياه المتاحة للاستهلاك البشري والزراعي، فضلاً عن أسباب بشرية تتعلق بسياسة دول الجوار بإقامة المشاريع المائية العملاقة على نهري دجلة والفرات، مما أثّر على حجم الوارد المائي العراقي، وزيادة الطلب وسوء الإدارة المائية[8]، لذا يمكن الاستفادة من كثافة الهطول في هذه المدد القصيرة عبر إقامة سدود ترابية على الأودية الموسمية؛ لجمع أكبر كمية ممكنة من المياه وتخزينها، لاستخدامها لاحقاً خلال مدد الجفاف، كما تبرز الحاجة الملحة إلى اعتماد تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط، والري بالرش؛ لتقليل الفاقد المائي، وخفض معدلات التبخر، في ظل تزايد الضغوط على الموارد المائية.

أما بالنسبة للوضع المائي في محافظة الأنبار، فإن المياه تمثل موردا استراتيجيًّا حيويًّا يصعب تعويضه، إذ يعتمد النشاط الزراعي فيها اعتمادا رئيسا على مياه نهر الفرات، الذي يمثل المصدر الرئيس للري، ويعدّ مناخ العراق بشكل عام، ومناخ منطقة الدراسة بشكل خاص مناخا جافاً وشبه جاف، إذ يوجد تفاوت كبير بين الهطول والتبخر، مما يزيد من حدّة الضغط المائي، وتفاقم مشكلة الجفاف، إذ تتبخر المياه السطحية قبل أن تُخزن أو تستخدم، كما تعاني المياه الجوفية من استنزاف كبير؛ نتيجة الاستخدام المفرط والجائر في الزراعة، في ظل استمرار التغير المناخي، ويرجح أن تنخفض كميات المياه المتاحة بنسبة تتراوح بين (20–30%) بحلول عام (2030)، ويعود ذلك لأسباب منها: نضوب المياه الجوفية، وضعف قدرة السدود التخزينية، وقلّة الإيرادات المائية من دول المنبع، فضلاً عن سوء الإدارة المائية، وتردي البنية التحتية، وزيادة الضغط السكاني، وتدهور جودة المياه، كما يعاني القطّاع الزراعي من استمرار استخدام طرق الري التقليدية، وقلّة الوعي بالأساليب الحديثة، إذ يعتمد المزارعون على الخبرة الشخصية في تقدير احتياجات الري، مما يتطلب الأمر ضرورة التحول إلى نظم الري الحديثة، ورفع كفاءة الاستخدام، وتعزيز الوعي المائي، وتطوير البنية التحتية؛ لضمان استدامة الموارد المائية.

خامساً: استراتيجية الإدارة المائية في ظل التحولات المناخية:

تعرف الإدارة المتكاملة للموارد المائية بأنها مسار منهجي لتحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية التقليدية وغير التقليدية، وتقييم الموارد المائية، وترشيد استهلاكها، وتحديد الكمية والنوعية المطلوبة لكل نشاط تنموي بما

يحقّق التنمية الاقتصادية والاجتماعية دون الإخلال بالنظام البيئي(9)، وبالنسبة لمنطقة الدراسة فهي تواجه ظروفًا مناخية حرجة، تتسم بتذبذب الهطول المطري، وارتفاع معدلات التبخر، مما يتطلب إدارة مائية تحقّق التكامل بين العوامل الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية؛ لضمان التوزيع العادل للمياه، وتحقيق التوازن بين العرض والطلب في ظل تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، والتغيرات المناخية التي أسهمت في تصاعد العجز المائي، وتراجع المخزون المائي السطحي والجوفي، ولتحقيق الإدارة المائية الناجحة، ومواجهة أزمات الشح المائي؛ الناتجة عن التغيرات المناخية والاحتباس الحراري يتوجب الأخذ بالاعتبار عدة معايير لاختيار انظمة الري الحديثة تتمثل بالآتي:

أ- **معايير زراعية:** تعدّ من الركائز الأساسية لضمان استخدام المياه في المناطق الجافة ذات الموارد المائية المحدودة، بما يتلاءم مع طبيعة واحتياجات المحاصيل الزراعية، سواء محاصيل شتوية أو محاصيل صيفية، لذا يجب أن يكون هذا النظام قادراً على التكيف مع التغيرات الموسمية للمحاصيل، ويحقّق إنتاجاً زراعياً مستداماً، يراعي الموارد المائية المتاحة، بما يخدم الإنتاجية الزراعية والأمن الغذائي.

ب- **معايير مناخية:** تؤثّر العناصر المناخية (الهطول المطري، درجة الحرارة، الرياح) في كفاءة إدارة الموارد المائية، ولا سيما عند اختيار أنظمة الري الحديثة. إذ تحدّد الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، ومن ثم اختيار النظام الذي يحقّق أعلى كفاءة في استخدام المياه، ويقلل الفاقد الناتج عن الجريان السطحي أو التبخر، فكلما كانت الظروف المناخية قاسية، زادت الحاجة إلى أنظمة ري تتوافق مع الاحتياجات المائية الفعلية للمحاصيل، وتقلل الفاقد المائي في المناطق الجافة، وتعمل بكفاءة عالية لتعويض النقص في الأمطار.

ت- **معايير بيدولوجية التربة:** تتضمن المعايير البيدولوجية للتربة عوامل أساسية تؤثّر على اختيار نظام الري الحديث، إذ تؤثّر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة على قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتشمل نسجة التربة (رملية، طينية، مزيجية)، فضلاً عن النفاذية التي تحدد سرعة تسرب المياه، والملوحة المؤثّرة في قدرة المحاصيل على امتصاص الماء، كما أن للمادة العضوية تأثيرا في تحديد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، لذا يتوجب معرفة هذه المعايير؛ لاختيار أنظمة الري المناسبة، التي تحسن إدارة المياه في المنطقة (10).

ث- **معايير اجتماعية تتعلق باليد العاملة:** يؤخذ بعين الاعتبار توافر اليد العاملة، ومستوى تأهيلها للتشغيل والصيانة بالشكل اللازم، إذ تلعب وفرتها أو نقصها دورا مهمًّا في اتخاذ القرارات من قبل المزارعين أو الجهات المعنية؛ لتحديد أنظمة الري المناسبة، اذ تعتمد أنظمة الري التقليدية مثل الري السطحي على التشغيل اليدوي، مما يتطلب عمالة كبيرة، أما في المناطق التي لا تتوافر فيها اليد

العاملة أو تكون تكاليفها مرتفعة، فيتم اللجوء إلى الري بالتنقيط والري بالرش، مما يحسن من كفاءة استخدام المياه، ويساعد في تقليص هدرها، ويحقق الاستدامة وزيادة الإنتاجية.

ج- **معايير متعلقة بالطاقة:** تتميز أنظمة الري الحديثة بحاجتها إلى ضغط محدّد ضمن أنابيب التوزيع ففي المناطق البعيدة عن مصادر الطاقة أو تلك التي تعاني من ارتفاع تكاليفها، يتم استخدام أنظمة الري الحديثة، مثل الري بالتنقيط والري بالرش، التي تتطلب مستويات ضغط منخفضة للتشغيل، مما يقلل من استهلاك الطاقة، واللجوء إلى استعمال الطاقات المتجددة.

ح- **معايير تتعلق بنوعية المياه وتوافرها:** مع تفاقم ندرة المياه وزيادة ملوحتها في بعض المناطق، أصبح من الضروري الاعتماد على أنظمة الري الحديثة؛ للحد من هدر المياه وتحسين استخدام الموارد المائية المتاحة، وتتفاوت كفاءة أنظمة الري، إذ تصل كفاءة أنظمة الري الموضعي إلى (90%) بينما تبلغ نحو (80%) في أنظمة الري بالرش، ولا تتجاوز (60%) في الري السطحي التقليدي، ويمكن قياس كفاءة الري بالمعادلة الآتية:

كفاءة الري% = كمية المياه التي استعملتها النباتات / مجمل كمية المياه المعطاة *100

أي أن الفاقد المائي قد يصل إلى (40%) في الأنظمة التقليدية، بينما ينخفض إلى (10%) عند استخدام الري الموضعي، مما يجعله خياراً مثالياً للمناطق التي تعاني من شحة المياه أو رداءة نوعيتها[11].

ويمكن تصنيف طرائق الري الحديثة بشكل عام إلى نظامين رئيسين:

1. **الري بالتنقيط باستخدام المرشّات الدقيقة:** تعدّ من الوسائل الفعالة في عملية الري، حيث يتم وضع هذه المرشات بالقرب من سطح التربة في منطقة جذور النباتات، وتعمل على توزيع متوازن ومنتظم للمياه، مما يحقّق توازناً بين الكميات المتاحة، واحتياجات النبات من المياه، وتعد من التقنيات المفيدة في المناطق الجافة وذات الموارد المائية المحدودة.
2. **الري بالرش:** يعدّ أحد الأنظمة الزراعية الفعالة لتوزيع المياه توزيعاً متساوياً ومنتظماً على مساحات واسعة من الأراضي الزراعية، باستخدام مرشات متنوعة بما يلبي الاحتياجات المائية للمحاصيل، ويعدّ هذا النظام من أنظمة الري المفضلة في المناطق التي تمتاز بمواسم جفاف طويلة، وكذلك من النظم الفعالة لري الحدائق العامة.

النتائج:

1. يواجه العراق تحديات مائية جسيمة، تتفاقم بفعل تغير المناخ، ويعدّ من الدول الأكثر عرضة لندرة المياه عالمياً، مما ينعكس سلباً على الأمن الغذائي، والصحة العامة، والتنمية الاقتصادية.

2. تعاني منطقة الدراسة من شحة في المياه؛ ترجع إلى قلة هطول الأمطار وزيادة معدلات التبخر، فضلاً عن التلوث البيئي الذي يهدد مصادر المياه السطحية والجوفية.
3. أسهمت ظاهرة الاحتباس الحراري والتقلبات المناخية في تعقيد أزمة المياه في العراق بصورة عامة، وفي محافظة الأنبار بصورة خاصة، إذ تسببت باضطرابات في الدورة الهيدرولوجية، وتغيرات في توزيع الأمطار، أدى إلى تراجع حجم الموارد المائية المتاحة.
4. أدى انخفاض معدلات هطول الأمطار إلى تراجع تغذية المياه الجوفية والسطحية، مما أثّر على الموارد المائية المتجدّدة، خاصة في مناطق غرب العراق.
5. أدى ارتفاع درجات الحرارة المصاحبة للاحتباس الحراري إلى زيادة معدلات التبخر في الأنهار والتربة، مما فاقم الفجوة بين الطلب على المياه وكمياتها المتوافرة، خاصة في القطّاع الزراعي.
6. أسهم تراجع مناسيب المياه بسبب قلة الأمطار، وزيادة التبخر، في ارتفاع تركيز الملوثات والأملاح، مما انعكس سلباً على نوعية المياه في منطقة الدراسة، وجعلها غير صالحة للاستخدام البشري والزراعي في بعض المناطق.
7. في ظل التغير المناخي كشفت التغيرات المناخية هشاشة الإدارة المائية في العراق، الذي يعاني من تحدّيات كبيرة، منها: غياب التخطيط الاستراتيجي، وقِدَم البنية التحتية، وضعف التمويل والاستثمار، إذ لم تتمكّن المؤسسات المعنية من التعامل بكَفاءة مع الضغوط المتزايدة على الموارد المائية، مما أدى إلى هدرها وسوء توزيعها.
8. تعاني منظومة المياه من ضعف في الاستثمارات المخصصة لتطوير مصادر المياه وصيانتها، ما أدى إلى تدهور كفاءتها التشغيلية وزيادة نسبة الهدر.
9. يعد الفساد من العوامل المؤثّرة في تراجع كفاءة إدارة الموارد المائية، وزيادة تفاقم حدّة أزمة المياه في محافظة الأنبار، إذ تؤدي الممارسات غير القانونية إلى سوء توزيع المشاريع الحيوية، التي تهدف إلى التكيف مع آثار التغير المناخي.
10. تؤثر العوامل المناخية من حيث ارتفاع درجات الحرارة، وتذبذب الامطار، وجفاف التربة وتملحها، تأثير مباشر في تدهور الغطاء النباتي، وزيادة مظاهر التصحر في منطقة الدراسة.
11. ضعف الوعي لدى المواطنين بأهمية ترشيد استهلاك المياه وتقليل الهدر، إذ لا يزال هناك قصور في وعي السكان بأهمية الحفاظ على المياه، وحسن الاستخدام في ظل التغيرات المناخية.

التوصيات:

1. لتحقيق استدامة الموارد المائية، لا بد من تعزيز ثقافة الترشيد عبر سياسات شاملة من خلال حملات التوعية الإعلامية والتعليمية التي تستهدف الأفراد والمؤسسات، لضمان كفاءة الاستهلاك، خاصة في ظل محدودية المصادر.
2. تعد الأحواض النهرية المشتركة من التحديات المعقدة التي تتطلب تعاوناً فعالاً بين الدول المتشاطئة، كتعزيز الحوار والتنسيق مع دول الجوار لضمان تقاسم عادل ومستدام للموارد المائية.
3. توفير مصادر مياه بديلة، اذ تمثل مياه الصرف الصحي بعد معالجتها مورداً مائياً بديلاً يمكن الاستفادة منه في ري المساحات الخضراء والاستخدامات الصناعية والتطبيقات البيئية التي لا تتطلب مياه عذبة.
4. تطوير مشاريع إنشاء السدود والخزانات الأرضية لتخزين مياه الأمطار والفيضانات للاستفادة منها في فصل الجفاف، والاستفادة من السدود في تخزين المياه الجوفية وتغذيتها في المناطق الصحراوية، مما يهيئ الأرض لإنشاء مشاريع زراعية وسياحية مستقبلية.
5. توعية الفلاحين باستخدام تقنيات الري الحديثة، وترشيد استخدام الموارد المائية، وتخفيض الهدر المائي لتحسين جودة الإنتاج الزراعي.
6. استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لمراقبة التغيرات المناخية، ورصد التلوث البيئي، وتوفير معلومات دقيقة حول توزيع المياه، للمساعدة في اتخاذ قرارات فعالة، تسهم في إدارة ناجحة للموارد المائية.
7. استخدام الطاقة البديلة (الطاقة الشمسية)، بوصفها من أهم مصادر الطاقة الطبيعية، يساعد في تشغيل أنظمة الري الحديثة، خاصة في المناطق البعيدة عن مصادر الكهرباء أو التي تكون فيها تكاليف الطاقة مرتفعة.
8. العمل على استنباط أصناف زراعية تستهلك كميات أقل من المياه ومقاومة للجفاف والملوحة، والاستفادة من تجارب الدول المماثلة، التي نجحت في هذا المجال؛ لتحقيق كفاءة أفضل في استخدام الموارد المائية.
9. الاستفادة من كفاءة الملاكات الإدارية والهندسية استفادة فعالة؛ لتنفيذ الإدارة المتكاملة للموارد المائية، واعتبار عملية تنمية قدرات الأفراد والمؤسسات، عملية استثمارية، تسهم في تطوير قطاع الموارد المائية وتحسن من كفاءتها.
10. استخدام مياه نهر الفرات وسد الثرثار في استصلاح الأراضي الصحراوية، عبر شبكات أنابيب سطحية وتحت سطحية (قنوات مائية مدفونة) لنقل المياه بفعالية وتقليل الفاقد نتيجة التبخر.

11. وضع استراتيجية لإدارة المراعي من خلال تقليل مخاطر الجفاف وتحقيق توازن بين الرعي الطبيعي والمراعي الاصطناعية لتوفير العلف واستدامة الغطاء النباتي.
12. سن قوانين بيئية صارمة لمنع القطع العشوائي للأشجار والشجيرات، مع دعم استخدام مصادر طاقة بديلة لأغراض الطهي والتدفئة حفاظًا على الغطاء النباتي الطبيعي.
13. تبطين قنوات الري للحد من فقدان المياه عبر الرشح، ولتفادي تسربها إلى الأراضي المجاورة، مما يسهم في تقليل تملح التربة. كما يُحسن التبطين من كفاءة توزيع المياه، ويعزز استدامة الموارد المائية في الأنظمة الزراعية.
14. خفض الملوثات الهوائية الناتجة عن النشاط الصناعي ووسائل النقل للحد من تفاقم ظواهر الاحتباس الحراري والجفاف، وذلك من خلال التحول إلى مصادر الطاقة النظيفة واعتماد تقنيات إنتاج صديقة للبيئة.
15. تعزيز جهود الحكومات المحلية في إنشاء أحزمة خضراء حول المدن؛ لدورها في خفض درجات الحرارة، وتلطيف الجو، ومكافحة التصحر، والتقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري.

المصادر:

1. الحسناوي، مصطفى فلاح، مناخ العراق (أسس وتطبيقات)، الطبعة الأولى، دار مسامير للطباعة والنشر، 2020، ص50.
2. شلش، علي حسن، مناخ العراق، جامعة البصرة، الطبعة الثانية، 1988، ص 49.
3. الدليمي، أحمد جسام مخلف، والراوي، صباح محمود، تذبذب الأمطار وعلاقتها بمنسوب المياه في بحيرة حديثة، كتاب وقائع المؤتمر العلمي التاسع التخصصي بمناسبة (يوم المياه العالمي)، كلية التربية للعلوم الإنسانية،2018، جامعة ديالى.
4. جاسم، علي عبد الزهرة، التحليل المناخي لإقليم الفرات الأوسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة القادسية، كلية الآداب، 2016، ص 112.
5. الصبيحي، علي مخلف سبع نهار، التصحر في محافظة الأنبار وأثره في الأراضي الزراعية، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2002.
6. المحمدي، عدنان نعمة حسين حمادي، التصحر وأثره على النشاط الزراعي في ريف قضاء الفلوجة مقاطعة (٥) النسائف، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الأنبار، كلية الآداب، قسم الجغرافية، 2011.
7. المالكي، عبد الله سالم، عبد الإمام نصاري ديري، تقدير الموازنة المائية المناخية في العراق، دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة آداب البصرة، العدد 38، 2005، ص 171-190.
8. حمدان، سوسن صبيح، إدارة الموارد المائية في العراق المشاكل والحلول المقترحة، مجلة كلية التربية الأساسية، الجامعة المستنصرية، 2021.
9. طايع، محمد سالم، محدودية الموارد المائية والصراع الدولي، أطروحة دكتوراه، جامعة القاهرة، 2005، ص 507.
10. American Society of Agricultural and Biological Engineers (2020) Design and Operation of Farm Irrigation Systems (2nd ed., ASABE Standards EP405.1). St. Joseph, MI: ASABE. pp.89-91.
11. Michael, A. M. (2008). Irrigation: Theory and Practice (2nd ed.) New Delhi: Visas Publishing House. ISBN: 978-8125918674.