ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: http://www.jtuh.tu.edu.iq

Extract the Effective Rain in Nineveh Governorate

Mohammed Musa khadr

Dr. Khalid Satam Atiyah

College of Education and Human Sciences /University of Mosul

* *Corresponding author: E-mail* :اميل الباحث
07727944856

***Keywords*:**
effective rain,
solar brightness,
precipitation,
evaporation transpiration,
wind speed.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 14 Feb. 2022
Accepted 8 Mar 2022
Available online 30 May 2022
E-mail
journal.of.tikrit.university.of.humanities@tu.edu.i
E-mail : adxxxx@tu.edu.iq

A B S T R A C T

The research is concerned to extract the effective rain values in Nineveh Governorate and the factors affecting it, which are the characteristics of climate elements and evaporation / transpiration and its relationship to determining the effective rain values. The CROP WAT program was adopted with the use of the Penman Monteith Al-Faw formula 1998, on the stations of the study area (Mosul, Rabia, Tal Afar, Sinjar, Tal Abta, and Al-Baaj). The result indicates the existence of a water deficit, especially during the fall and spring due to the high temperatures and the increase in the amount of evaporation, while the water deficit varies in the winter months between the mentioned stations. The climatic record of the stations of the study area was used for the period (1988 - 2018). The results of the effective rain for this period showed a variation in its quantities during the months and seasons between the climatic stations, and this is due to the variation of climate elements (solar radiation, temperatures, humidity, winds) from one region to another. In addition to the variation of other natural factors, separate seasons (1989-1990) (1997-1998) (2007-2008) (2017 2018) were chosen to calculate the effective rain and to clarify its difference from one season to another and its impact on agriculture and environmental degradation in Nineveh Governorate.

© 2022 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.29.5.2022.07

أستخراج المطر الفعال في محافظة نينوى

محمد موسى خضر/ طالب ماجستير– كلية التربية للعلوم الانسانية / جامعة الموصل

م.د.خالد صطم عطية / كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة الموصل

الخلاصة:

يهتم البحث بإستخراج قيم المطر الفعّال في محافظة نينوى والعوامل المؤثرة فيه، والمتمثلة بخصائص عناصر المناخ و التبخر/النتح وعلاقته بتحديد قيم المطر الفعال ، تم إعتماد برنامج (CROP WAT) وإستخدام معادلة بنمان مونتيث الفاو 1998, على محطات منطقة الدراسة (الموصل، ربيعة، تلعفر، سنجار، تل عبطة ، البعاج) لإستخراج قيم المطر الفعّال وإستخراج قيم التبخر/النتح الممكن من كمية الأمطار والتي تشير إلى وجود عجز مائي خصوصاً خلال الخريف والربيع بسبب إرتفاع معدلات

درجات الحرارة وزيادة كمية التبخر، بينما يتباين العجز المائي في أشهر الشتاء بين المحطات المذكورة. وتمت الاستعانة بالسجل المناخي لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1988 – 2018) وقد أظهرت نتائج المطر الفعّال لهذه المدة وجود تباين في كمياته خلال الأشهر والفصول بين المحطات المناخية وهذا يعود إلى تباين عناصر المناخ (الإشعاع الشمسي، درجات الحرارة ، الرطوبة، الرياح) من منطقة لأخرى بالإضافة إلى تباين العوامل الطبيعية الأخرى، كما تم إختيار مواسم متفرقة (1989–1990) (1997–1998) (2007–2008) (2017 2018) لحساب المطر الفعّال وتوضيح إختلافه من موسم لآخر وماله من أثر على الزراعة والتدهور البيئي في محافظة نينوى .

- **الكلمات المفتاحية**: المطرالفعال ،السطوع الشمسي، التساقط ،التبخر/النتح ، سرعة الرياح .

- **المقدمة**

أن دراسة عنصر المطر من المواضيع المناخية المهمة والتي لها دور كبير على الأنسان والبيئة التي يعيش فيها ويمارس فيها أنشطته المختلفة. واهتم البحث بدراسة المطر الفعال وقياسه والعوامل المؤثرة عليه ، للتعرف على الجزء المفيد والفعال من مجموع الامطار الساقطة.

- **مشكلة الدراسة**

ويمكن تحديد مشكلة الدراسة من خلال التساؤلات التالية:-

1- هل تتباين درجات المطر الفعال تبعاً للمحطات المناخية المدروسة؟

2- هل تتباين كميات المطر الفعال تبعاً لفترات ومواسم معينة؟

3- هل تتأثر قيمة المطر الفعال بعوامل معينة ؟

- **فرضيات الدراسة**

تطرح عدة فرضيات يسعى الباحث للوصول من خلالها الى معرفة مدى اثر المطر الفعال في تحديد مناطق الزراعة الديمية في منطقة الدراسة, و هذه الفروض هي:

1- للمطر الفعال أهمية لمعرفة مقدار المطر المفيد فعلا من مجموع الامطار الكلية.

2- تتباين قيم المطر الفعال بين اجزاء محافظة نينوى فهي ترتفع شمالاً وتنخفض في الاجزاء الجنوبية.

2- أختلاف قيمة المطر الفعال تبعاً لمواسم مطرية متباعدة.

- **هدف الدراسة**

ويهدف البحث الى دراسة المطر الفعال وطرق قياسه وتحديد قيمتة في محافظة نينوى, للتعرف على أجزاء المحافظة التي يتركز فيها المطر الفعال بشكل مرتفع والاجزاء الأخرى التي تنخفض فيها هذه االقيم.

- **هيكلية الدراسة**

قسم البحث الى ثلاثة مباحث حيث تناول المبحث الاول: مفهوم المطر الفعال ، والمبحث الثاني :العوامل المؤثرة في المطر الفعال، اما المبحث الثالث: طرق قياس المطر الفعال واستخراج قيمته لمحطات منطقة الدراسة للمواسم(1990-1989)(1998-1997) (2008-2007)(2014-2013)(1988-2020) .

- **منهج الدراسة**

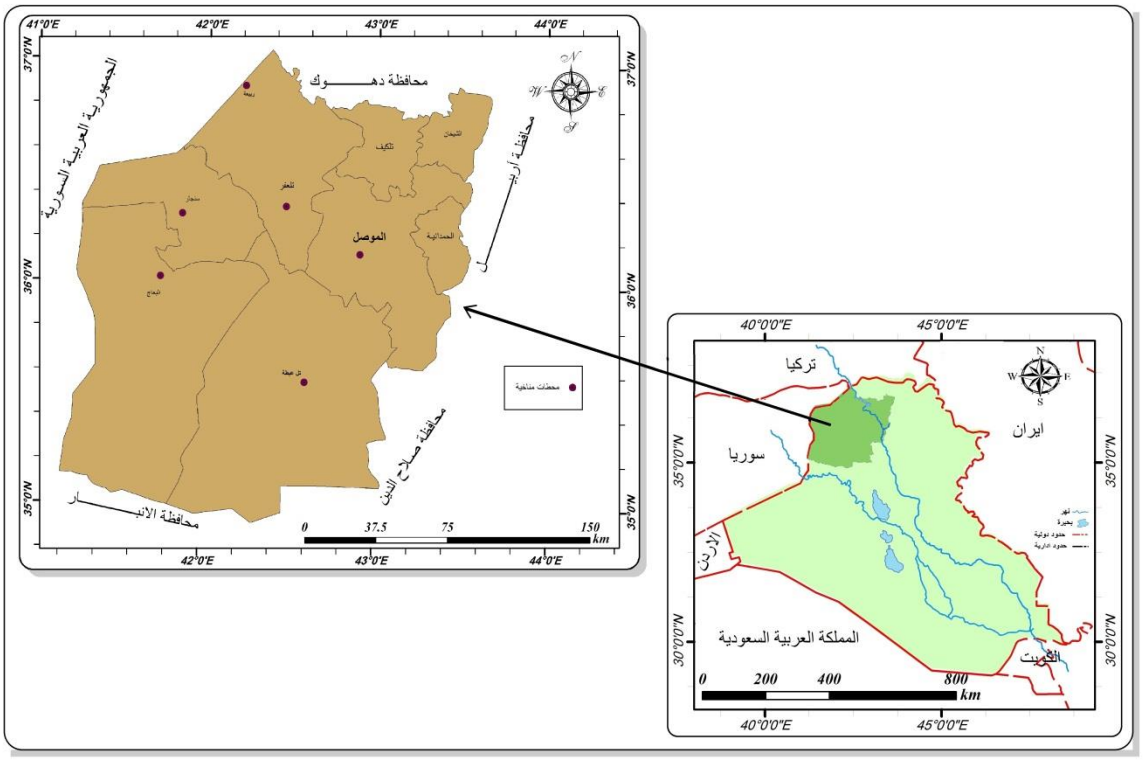
أعتماد الباحثان المنهج الأستقرائي والأسلوب التحليلي الأحصائي في جمع البيانات والملاحظات والمعلومات المرتبطة بالبحث والاعتماد على السلسلة الزمنية لبيانات الأمطار لمحافظة نينوى والمتمثلة بمحطات (ربيعة، تلعفر ،سنجار ،الموصل ،البعاج، تل عبطة) للفترة الزمنية من (1988 _ 2020) وأستخراج قيمة المطر الفعال ببرنامج(CROPWAT8.0) .

- **حدود الدراسة**

أ- **حدود مكانية:** تمثلت الدراسة بمحافظة نينوى الواقعة في الشمال والشمال الغربي من العراق محصورة بين دائرتي عرض (34.15) شمالاً و(37.3) شمالاً وخطي طول (41.2) شرقاً و(44.1) شرقاً . يحدها من الشمال محافظة دهوك ومن الشمال الغربي والغرب الحدود السورية ومن الجنوب محافظتي صلاح الدين والأنبار ومن الشرق محافظتي التأميم وأربيل تقدر مساحتها(37327)كم2 وتشكّل 8.6% م مجموع مساحة العراق.

ب- **الحدود الزمانية:** تم الاعتماد على البيانات المناخية للمدة (1988 – 2018) وقد اعتمدت الدراسة على ست محطات مناخية في محافظة نينوى وهي (الموصل, ربيعة, تلعفر, سنجار, البعاج, تل عبطة) .خارطة(1) ،جدول(1)

خريطة (1) موقع محافظة نينوى



المصدر : جمهورية العراق, اطلس مناخ العراق, الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية, بغداد, 1989.

الجدول (1) المحطات المناخية المشمولة بالدراسة

المحطة	دائرة العرض(N)	خط الطول(E)	الإرتفاع(م)
الموصل	36° .19	43.09	223.0
ربيعة	36° .47	42.06	382.0
تلعفر	36° .22	42.29	400.0
سنجار	36°. 19	41.50	550.0
البعاج	36° .02	41.44	321.0
تل عبطة	35° .55	42.34	200.0

المصدر: جمهورية العراق, وزارة النقل والمواصلات, الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية, قسم المناخ.

1- مفهوم المطر الفعّال وحساب قيمته في منطقة الدراسة

إنّ مفهوم المطر الفعّال يعني الجزء المفيد من المجموع الكلي للأمطار المتساقطة, وتعد دراسة المطر الفعّال من الدراسات المهمة وذلك لكونها تؤثر على توزيع النباتات, ويتأثر المطر الفعّال بعوامل عدة هي مشابهة للعوامل المؤثرة على كمية التبخر/النتح لكون التبخر هو المحدد الرئيسي لقيمة المطر الفعّال المتأثر بمقدار ما يضيع من كمية الأمطار الساقطة بواسطة التبخر[1].

إذ أنّ ليس جميع ما يسقط من أمطار يصل إلى سطح الأرض وتستفاد منه النباتات فإن جزء من المطر المتساقط يتعرض إلى عملية التبخر اثناء سقوطه من الجو, بينما يصل الجزء الاخر إلى سطح الأرض ويجري بصورة مياه سطحية فيتسرب قسم منها إلى داخل الترب ليصل إلى جذور النبات, وقسم منها يتسرب إلى عمق الترب ليغذي مكامن المياه الجوفية. وإنّ التعرف على كمية الأمطار المتساقطة وتوزيعها لا يوضح الصورة الحقيقية لواقع المطر وفاعليته, فقد تسقط الأمطار في منطقتان بكمية متساوية ولكن تأثيره يتباين ما بين المنطقتين ويرجع هذا إلى العوامل المتعلقة بالمناخ والى عوامل متعلقة بالتربة وأُخرى بالنبات[2]. فالمقصود بالأمطار الفعّالة بإن ما تبقى من المطر بعد التبخر/النتح كافياً لسد حاجة الحياة النباتية سواء كانت فصلية أو كانت معمرة[3].

إنّ معرفة كمية الأمطار الساقطة لا يعطي صورة وحقيقية عن التأثير الفعلي لها, فلو افترضنا ان كمية الأمطار الساقطة بلغت 100 ملم في منطقة ذات مناخ معتدل ستكون ذات تأثير وفائدة كبيرة على المحاصيل الزراعية أكثر من لو كانت في مناطق ذات مناخ مداري جاف.

وهناك العديد من التعاريف لمفهوم المطر الفعّال فقد عرفه هير شفيلد بإنّه(ذلك القسم من مجموع الأمطار المتوفرة في مرحلة نمو المحاصيل والذي يكفي لسد حاجات إستهلاك المحاصيل من المياه. أما HEYES و Duell فقد عرفاه بإنّه الكمية المتوفرة لنمو النباتات والتي تساوي التساقط ناقصا الماء الجاري على السطح والتبخر. كما عرفه OGROSKY و Mockus بإنّه مجموع الأمطار في مرحلة النمو والمتوفرة في التربة بعد أن تتشبع ناقصاً ما يتسرب في العمق وما يجري على السطح[4].

أما شركة سلخوزبروم فقد عرفت معامل الأمطار الفعّالة بأنها ذلك القسم من الأمطار المتساقطة التي يترشح إلى داخل الترب وفق نسيجها وتركيبها والتي يتم فقدها بواسطة التبخر لكل مكان أو موقع وفقا لصفات وخصائص الترب والأحوال المناخية. عليه فإن قيمة المطر الفعّال يقصد بها كمية الأمطار المتبقية منقوصاً منها الفواقد المائية[5].

2- العوامل المؤثرة في قيمة المطر الفعّال:

يمكن عد العوامل المؤثرة على قيم المطر الفعّال هي عوامل مؤثرة أيضاً على كميات التبخر و ذلك لأن التبخر هو المؤثر الرئيسي على المطر الفعّال, وهذه العوامل هي:

2-1-العناصر المناخية:

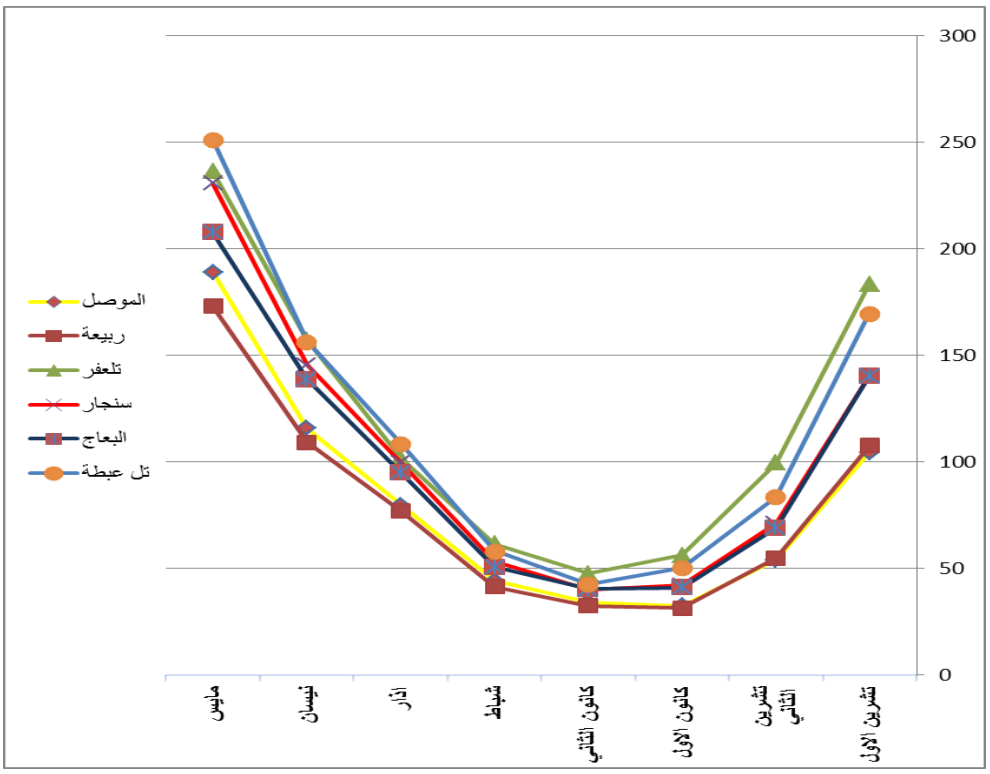
2-1-1- التبخر/ النتح : التبخر هو عملية تحول الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية أي أنه تحويل الماء السائل الى بخار ماء [6] ، والتبخر / النتح يقصد بها مجمل كميات المياه المستعملة في عملية نمو النباتات الحية في منطقة ما بشكل نتح أو بناء أنسجة فضلاً عن المياه التي تتبخر من التربة التي تجاوره او من الثلج المتراكم او تبخر الأمطار المحتسبة على الأشجار بمنطقة وبزمن محدود[7],ومن تحليل الجدول(2) يتضح بإنّ معدلات التبخر/النتح الممكن خلال الفصل المطير تتباين ما بين المحطات المذكورة وذلك نتيجة التباين في معدلات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية والتباين في معدلات السطوع الفعلية, ففي شهر تشرين الأول الذي يمثل بداية سقوط المطر فبلغ أعلى معدل في تلعفر بنحو(117.95) ملم, وبلغت في محطة تل عبطة(115.15) ملم ، ومحطة سنجار سجلت معدل نحو (102.79) ملم ، ومحطة البعاج نحو (97.82)ملم ، وسجلت محطة الموصل نحو(81.72) ملم , وسجلت محطة ربيعة اقل معدل للتبخر/ النتح في محافظة نينوى خلال مدة الدراسة نحو(78.38) ملم ،جدول (2) والشكل(1).

جدول(2)معدلات التبخر/النتح الممكن(ملم) خلال الفصل المطير لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1988-2018)

المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المعدل
الموصل	104.47	54	32.4	34.1	44.24	79.67	115.8	189.1	81.72
ربيعة	107.57	54.9	31.5	32.55	41.44	76.88	109.2	172.98	78.38
تلعفر	183.52	99.6	56.1	47.74	61.6	101.68	157.17	236.22	117.95
سنجار	140.43	71.1	42	39.9	53.2	99.51	145.5	230.64	102.79
البعاج	140.43	69	41.1	40.3	50.68	94.86	138.6	207.6	97.82
تل عبطة	169.88	83.7	50.4	42.78	58.24	108.5	156.6	251.1	115.15

المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على برنامج (CROPWAT8.0).

الشكل(1) معدلات التبخر/النتح الممكن(ملم) خلال الفصل المطير لمحطات منطقة الدراسة للمدة (1988-2018)



المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على جدول (2)

2-1-2-السطوع الشمسي:

تمثل ساعات السطوع النظرية طول النهار, أي إنها معدل طول ساعات النهار بغض النظر عن العوامل المؤثرة في الإشعاع مثل الغبار والشوائب والعواصف الترابية والغيوم, ومن محصلة ذلك أن تتعرض الاشعة الشمسية للأنعكاس أو التشتت والتبعثر أو الأمتصاص[8]، ، ومن تحليل بيانات الجدول رقم(3) يتبين أن كميات السطوع النظري تتباين في الفصل المطير, ففي فصل الخريف تقل معدلات السطوع النظري بإتجاه فصل الشتاء حيث بداية تعرض منطقة الدراسة إلى المنخفضات الجوية فتتساوى معدلات السطوع النظري بنحو(12.21) ساعة في شهر أيلول في جميع محطات منطقة الدراسة حيث تكون الشمس عمودية على خط الإستواء, ويستمر إنخفاض المعدلات خلال شهري (تشرين الأول وتشرين الثاني) فسجلت أدنى المعدلات في هذا الفصل في شهر تشرين الثاني نحو(9.97) ساعة في تلعفر, وبلغت نحو(10.2-10.03-10.04-10.05-10.02) ساعة لمحطات الموصل, ربيعة سنجار, تل عبطة, البعاج على التوالي.

الجدول (3) المعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي(ساعة/يوم) خلال الفصل المطير للمدة (1988-2018)

المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المعدل ساعة/يوم
الموصل	7.20	6.37	4.90	4.63	5.02	6.82	7.59	9.33	6.48
ربيعة	7.60	6.45	5.00	4.91	5.14	6.70	7.66	9.20	6.58
تلعفر	8.00	6.58	5.31	5.60	5.46	5.60	7.94	9.52	6.75
سنجار	7.98	6.49	5.28	5.01	5.29	6.90	7.75	9.74	6.81
البعاج	7.82	6.73	5.02	5.10	5.12	7.40	7.87	9.61	6.83
تل عبطة	7.74	6.05	5.53	5.33	5.84	7.50	7.21	9.52	6.84

المصدر: وزارة النقل والمواصلات , دائرة الأنواء الجوية في الموصل, بيانات غير منشورة للمدة (1988- 2018)
والمصدر https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

2-1-3- التساقط:

هي أحدى صور التكاثف ويقصد بها تكاثف بخار الماء الموجود في الجو وسقوطه في شكل قطرات مائية مختلفة الأحجام وقد تكون على شكل مطر او ثلج او برد ، والأمطار تسمية عامة تطلق على الماء في حالته السائلة الذي ينزل من قواعد السحب ويصل الى سطح الأرض على شكل قطرات مائية تتراوح أقطارها مابين (0،5 - 5،4) ملم وعادة تسمى القطرات التي يقل قطر الواحدة منها عن (0،5) ملم رذاذ [9]، وتسقط الامطار نتيجة أنخفاض درجات حرارة الهواء المحمل ببخار الماء في طبقة التروبسفير الى مادون نقطة الندى[10]،ويبدأ موسم سقوط الأمطار في العراق ومن ضمنها منطقة الدراسة من شهر تشرين الأول ولغاية نهاية شهر مايس, أي أنه يمتد لثمانية أشهر ويتزامن سقوط الأمطار في المنطقة مع قدوم المنخفضات الجوية وتنتهي مع إنعدام تأثيرها, وتبلغ ذروة التساقط في أشهر الشتاء(كانون الأول, كانون الثاني, شباط) وتكون أقل في فصل الخريف وفصل الربيع ثم تنعدم في فصل الصيف حسب ما تظهره تسجيلات المحطات في الجدول رقم (4) إذ بلغ مجموع تساقط الأمطار السنوي في محطة الموصل(337.6) ملم, وبلغت الكمية في محطة ربيعة (326.1) ملم, وسجلت محطة سنجار مجموعا (323.9) ملم, ومحطة تلعفر (307) ملم, أما مناطق جنوب منطقة الدراسة فقد سجلت أقل كميات للأمطار لقلة تأثير المنخفضات الجوية إليها فقد سجلت محطة البعاج مجموع (227.2) ملم, ومحطة تل عبطة (206.8) ملم.

الجدول (4) المعدلات الشهرية والفصلية والموسمية لكمية الأمطار (بالملم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة من (1988-2018)

	امطار الخريف				للشتاء امطار				امطار الربيع							
المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	المجموع	%	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	المجموع	%	اذار	نيسان	مايس	المجموع	%	المجموع الموسمي
الموصل	11.6	41.8	53.4	15.8	58.8	58.4	56.1	173.3	51.3	55.6	38.7	16.6	110.9	32.9	337.6
ربيعة	19.8	29.0	48.8	14.9	57.1	51.8	51.9	160.8	49.3	55.9	38.0	22.6	116.5	35.7	326.1
تلعفر	14.9	34.4	49.3	15.4	52.3	60.0	44.7	157.0	57.3	53.2	30.4	17.1	100.7	32.2	307.0
سنجار	15.0	35.8	50.8	15.6	58.1	62.2	51.5	171.8	53.0	54.3	29.3	17.7	101.3	31.2	323.9
البعاج	12.9	26.8	39.7	17.4	36.6	43.4	35.8	115.8	50.9	37.8	20.1	13.8	71.7	31.5	227.2
تل عبطة	10.9	20.9	31.8	15.3	38.3	38.4	32.8	109.5	52.9	33.6	24.4	7.5	65.5	31.6	206.8

المصدر: وزارة النقل والمواصلات , دائرة الأنواء الجوية في الموصل, بيانات غير منشورة للمدة (1988- 2018)
والمصدر .https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

2-1-4- سرعة الرياح:

هي حركة الهواء أفقياً فوق سطح الأرض, ولها مقدار يطلق عليه سرعة الرياح ولها اتجاه يسمى اتجاه الرياح، أما من حيث المعدل السنوي فقد سجلت محطة الموصل أدنى معدل سنوي والبالغ نحو(1.4) م/ثا وتأتي بعدها محطة ربيعة بمعدل يبلغ(1.6) م/ثا م/ثا, فيما سجلت محطة تلعفر أعلى معدل سرعة للرياح نحو(4.0) م/ثا, أما باقي محطات سنجار والبعاج وتل عبطة فقد سجلت معدلات سرعة للرياح نحو(2.2 , 2.3, 2.9) م/ثا على التوالي. كما في الجدول(5).

الجدول (5) معدلات سرعة الرياح الشهرية(م/ثا) خلال الفصل المطير للمدة(1988-2018)

المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المعدل
الموصل	1.1	0.9	1.0	1.4	1.5	1.5	1.7	2.0	1.4
ربيعة	1.4	1.2	1.3	1.6	1.6	1.9	1.7	1.9	1.6
تلعفر	3.7	3.8	4.1	4.3	4.8	4.1	3.8	3.6	4.0
سنجار	2.3	1.7	1.7	1.8	2.2	2.7	2.9	3.5	2.3
البعاج	2.2	1.7	1.8	2.0	2.0	2.4	2.6	2.8	2.2
تل عبطة	3.1	2.5	2.5	2.5	2.6	3.0	3.5	3.9	2.9

المصدر: وزارة النقل والمواصلات , دائرة الأنواء الجوية في الموصل, بيانات غير منشورة للمدة (1988-2018)
والمصدر .https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

2-1-5-الرطوبة النسبية:

اما كمية الرطوبة النسبية ترتفع مقاديرها صيفا بسبب زيادة معدلات ساعات السطوع الشمسي وارتفاع معدلات درجات الحرارة وتسارع سرعة الرياح ممايؤدي الى زيادة كمية التبخر / النتح وارتفاع الرطوبة النسبية اكثر من الشتاء وقد سجل اعلى مقدار السنوي للرطوبة النسبية في محطة ربيعة بنحو(66%) ومحطة الموصل بنحو(62%) ، اما محطة تلعفر نحو(57%) ، ومحطتي (تل عبطة ،البعاج) بنحو (56%) لكل منهما ، اما محطة سنجار فقد سجلت اقل مقدار سنوي لكمية الرطوبة النسبية لمحافظة نينوى بنحو(52%) خلا مدة الدراسة ،جدول(6).

الجدول (6) معدلات الرطوبة النسبية الشهرية(%) خلال الفصل المطير للمدة (1988-2018)

المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المعدل
الموصل	42.9	61.5	74.9	76.8	71.1	64.8	60.1	42.9	61.9
ربيعة	46.8	66.3	79.3	78.9	74.4	69.7	64.5	49.0	66.1
تلعفر	37.6	55.3	70.7	75.2	70.0	61.5	52.9	36.1	57.4
سنجار	37	52	66	68	62	53	46	35	52
البعاج	38	56	70	72	66	57	49	38	56
تل عبطة	37	56	68	76	67	57	51	36	56

المصدر: وزارة النقل والمواصلات , دائرة الأنواء الجوية في الموصل, بيانات غير منشورة للمدة (1988- 2018)
والمصدر.https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

2-2-الغطاء النباتي:

تتباين كميات المطر الفعّال نتيجة لإختلاف كثافة الغطاء النباتي إذ تقل عملية النتح مع الكثافة العالية للنبات لأن الهواء يتشبع بسرعة أكبر بينما يزداد النتح مع قلة الغطاء النباتي لأن الهواء يحتاج مزيداً من بخار الماء ليصل إلى حد الأشباع, كما أنّ عملية التبخر/ النتح تتباين بإختلاف خصائص النبات من حيث حجم الثغور وحجم سطح الورقة فكلما كبر حجم الثغور والأوراق كلما زادت علمية التبخر/ النتح وقلة قيمة المطر الفعّال, كما تزداد عملية التبخر مع زيادة عمق الجذر لان النبات يحاول ايصال جذوره نحو الأعماق للوصول إلى الماء الأرضي, وهذا يعود على نوع النبات ونوع التربة[11].

2-3- العوامل الأرضية:

2-3-1- نوع التربة:

تعتمد نوعية التربة على نسجتها ومساميتها ومقدار نفاذيتها ولونها, فالترب الرملية وما لها من صفات تمتاز بها من نسجة ومسامية ونفاذية كبيرة[12], ولهذه الصفات تأثير مباشر على مرور الهواء وحركة الماء وتوغل جذور النبات فيها, فالترب ذات النسيج الرملي الخشن يكون تأثيرها قليل على حركة الماء والهواء والجذور فيها وهذا يؤدي إلى زيادة عملية التبخر/ النتح وبالتالي تتعرض للجفاف السريع من خلال تأثيرها على الترب ذات النسجة الناعمة التي لها القدرة على الأحتفاظ بالماء لفترة طويلة وبطء عملية التبخر/ النتح فيها. وللون التربة تأثير في كمية الاشعة الشمسية المؤثرة على قيمة المطر الفعّال وعملية التبخر, فالترب ذات اللون الفاتح تعكس نسبة إشعاع أعلى من الترب الغامقة اللون التي تحتوي على مواد عضوية ومعدنية جعلها تمتص نسبة عالية من الاشعة الشمسية مما أدى إلى إرتفاع درجة الحرارة فيها أكبر من حرارة الترب ذات اللون الفاتح.

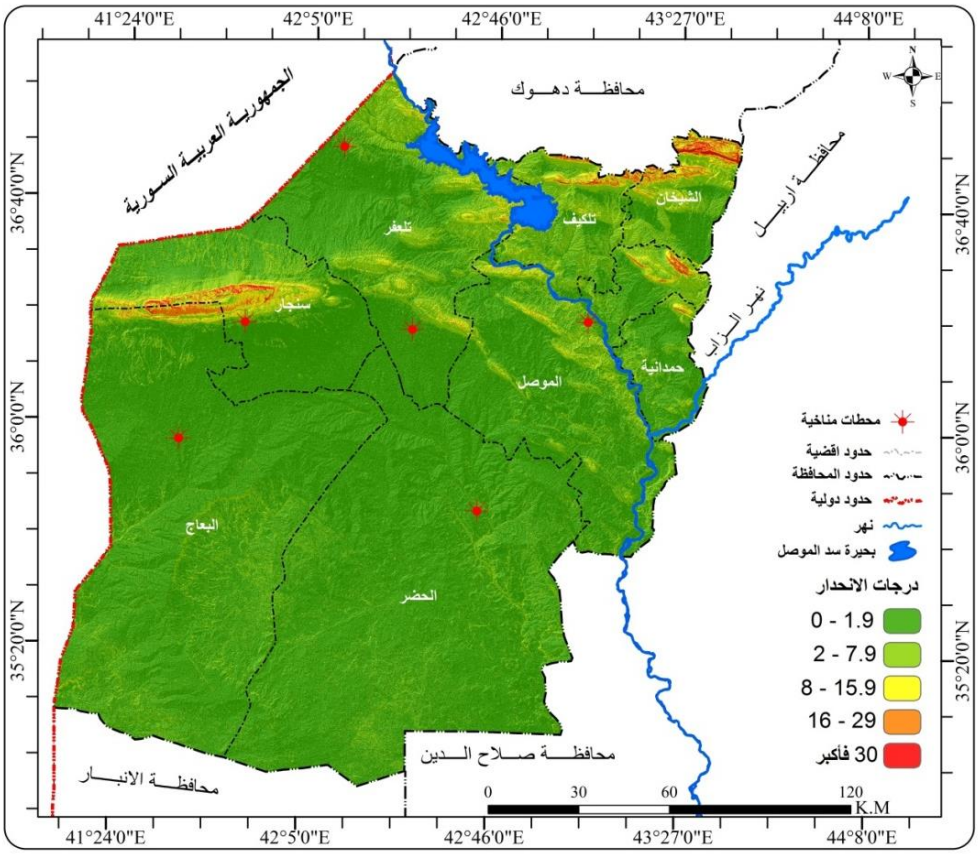
2-3-2- عمق الماء الأرضي:

ترتفع كميات المطر الفعّال ومعدلات التبخر من الترب عندما يكون مستوى الماء الجوفي قريب من السطح, وتتناقص المعدلات بالوصول إلى عمق الماء الجوفي حينها يتوقف تأثيره على عملية التبخر[13].

2-3-3- درجة الإنحدار:

تتأثر كميات المطر الفعّال وعملية التبخر/ النتح بدرجة الإنحدار, فتزداد عمليات التبخر عند درجة الإنحدار الكبيرة والعكس صحيح , وذلك لإرتباط درجة الإنحدار بعملية تسريب مياه الأمطار إلى التربة وما يجري فوق السطح, فضلاً عن تأثير إتجاه الإنحدار على زاوية سقوط الاشعة الشمسية, فالسفوح ذات الإنحدار الشديد تكون فيها مياه الأمطار سريعة الجريان وهذا يقلل من تسرب المياه إلى التربة, كما تتعرض ترب السفوح الشديدة الإنحدار إلى عمليات التعرية والجرف بواسطة السيول, مما يجعل سمك التربة ورطوبتها في أسفلها أكثر من اعلاها[14], ولإتجاه المنحدر ومقدار تعرضه للأشعة الشمسية وحركة الرياح أثر على المطر الفعّال, فيزداد في السفوح المواجهة للأشعة الشمسية أكثر من السفوح البعيدة عن مواجهة الاشعة الشمسية, أما تأثير حركة الرياح على المطر الفعّال وعملية التبخر فتكون كبيرة في السفوح المواجهة لها وتقل في السفوح غير المواجهة لها ، الخريطة (2).

الخريطة (2) درجات انحدار السطح% حسب تصنيف (Zink) لمحافظة نينوى



المصدر: اعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) 30/1 متر.

2-4- العوامل البشرية:

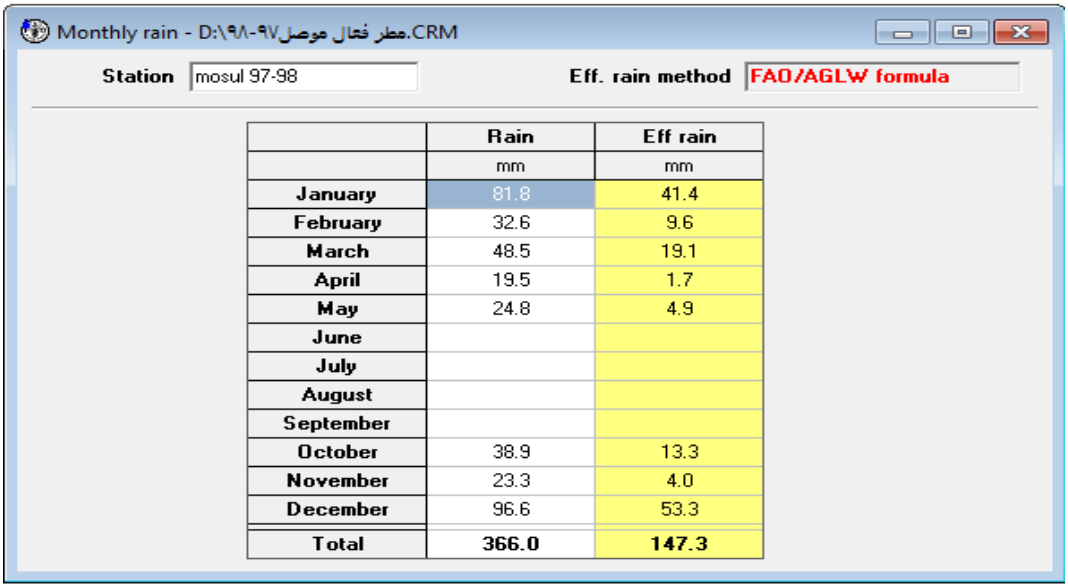
تتأثر قيم المطر الفعّال وعملية التبخر النتح بالممارسات والعمليات الزراعية كطرق الري المتبعة ونوع الحراثة وإستخدام الأسمدة الكيماوية وغيرها من العمليات التي تعمل على زيادة عملية التبخر/النتح أو إنخفاضها من خلال غلق المسامات وثغور أوراق النبات [15].

3- طريقة قياس المطر الفعّال:

يعد قياس قيمة المطر الفعّال مهمٌ جداً لأنه يوضح الواقع الحقيقي لكمية الأمطار المفيدة والتي يمكن الأستفادة منها في العديد من المجالات خصوصاً الزراعية ويمكن بواسطته تحديد الاحتياجات المائية لري القمح والشعير لأي شهر تقل فيه كمية الأمطار عن حاجة المحصولين. وقد وضع العديد من العلماء مجموعة معادلات رياضية لحساب قيمة المطر الفعّال منهم لانج, كوبن, ثورنثويت, دي مارتون وغيرهم.

وقد تم الإعتماد على برنامج CROPWAT8.0 في حساب كمية المطر الفعّال لمحطات منطقة الدراسة لكونه يعطي نتائج دقيقة ويستخدم أكثر من عنصر مناخي في القياس وكما هو موضح في الصورة(2).

الصورة (2) تطبيق برنامج CROPWAT8.0 على محطة الموصل للموسم المطري 1997-1998



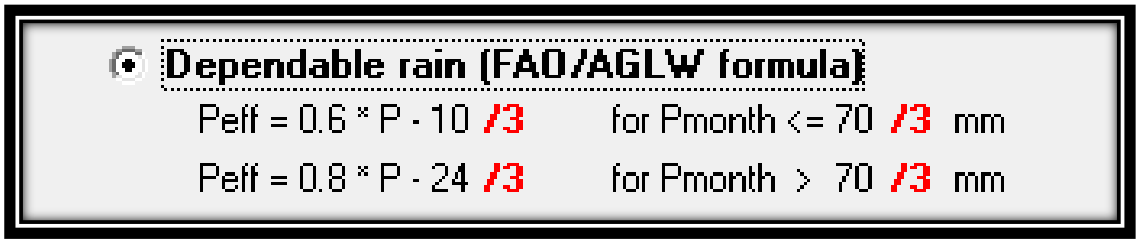
	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	81.8	41.4
February	32.6	9.6
March	48.5	19.1
April	19.5	1.7
May	24.8	4.9
June		
July		
August		
September		
October	38.9	13.3
November	23.3	4.0
December	96.6	53.3
Total	366.0	147.3

المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على برنامج(CROPWAT8.0).

3-1- قيمة المطر الفعّال لمحطات منطقة الدراسة للسنوات(1989-1990) (1997-1998) (2007-2008) (2017-2018)

تم إحتساب قيم المطر الفعّال لأربعة مواسم مطرية مختلفة في محافظة نينوى وذلك لتوضيح الفرق ما بين موسم واخر لأن أمطار منطقة الدراسة تتصف بالتذبذب, فأحياناً تكون قيم المطر الفعّال مرتفعة عندما ترتفع كمية الأمطار وتقل قيمته مع قلة كمية الأمطار كما سنقوم بحساب قيم المطر الفعّال بحسب المعدل الموسمي العام لكل محطات الدراسة اعتماداً على المعدلات الموسمية للأمطار لمعرفة خصائص كل منطقة بشكل عام. وقد تم الإعتماد على معادلة منظمة الفاو في حساب قيم المطر الفعّال(ملم) كما هو موضح في الصورة رقم(3).

الصورة(3) المعادلة المستخدمة لحساب قيم المطر الفعّال في منطقة الدراسة



المصدر: برنامج CROPWAT8.0.

3-1-1- موسم (1989-1990):

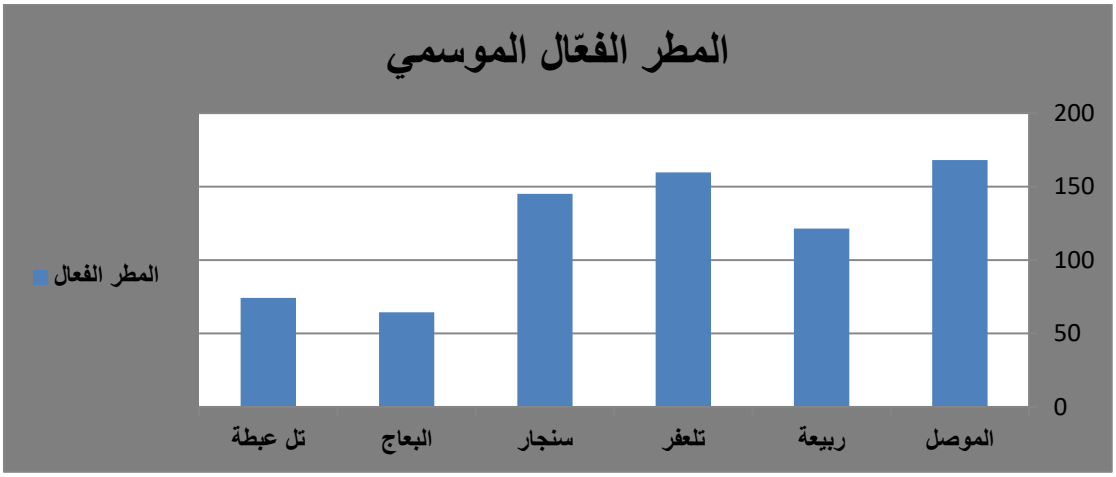
يعد هذا الموسم من المواسم الرطبة حيث سجلت أغلب محطات الدراسة مجموع موسمي لكمية الأمطار تجاوز ال(300) ملم فقد سجلت محطة الموصل أعلى كمية أمطار بمقدار (365.1) ملم, بإستثناء محطتي تل عبطة والبعاج اللتان سجلتا كمية تجاوزت ال(213) ملم, وعند تطبيق معادلة بنمان-مونتيث بإستخدام برنامج (CROPWAT8.0) على كمية الأمطار الموسمية حصلنا على كمية المطر الفعّال الظاهرة في الجدول(1). ويُظهر الجدول تباين في قيم المطر الفعّال بين محطات الدراسة فقد سجلت محطة الموصل أعلى قمية مطر فعال موسمي بمجموع (168.1) ملم بينما بلغت قيمة المطر الفعّال في تلعفر نحو(159.7) ملم تأتي بعدها محطة سنجار بمجموع موسمي (145.1) ملم ثم ينخفض المجموع الموسمي لقيم المطر الفعّال في محطة ربيعة إلى (121.4) ملم ويزداد الإنخفاض بإتجاه منطقة الجزيرة لقلة الأمطار فقد سجلت محطتي تل عبطة والبعاج مجموع مطر فعال موسمي نحو(74.2 , 64.4) ملم على التوالي ويظهر التباين الموسمي لقيم المطر الفعّال بين محطات الدراسة كما موضح في جدول (7) و الشكل(2) والخريطة (3).

الجدول (7) قيم المطر الفعّال (ملم) للموسم المطري(1989-1990)

محطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المجموع
الموصل	0	82.2	5.5	21.4	38	13.2	7.8	0	168.1
ربيعة	0	15.6	21.7	7.6	26.3	30.4	17.1	2.7	121.4
تلعفر	0	83.1	4.3	14.4	31.5	7.5	18.9	0	159.7
سنجار	0	52.9	8.4	17.2	24.9	41.7	0	0	145.1
البعاج	0	13.7	7.2	14	15.9	0	13.6	0	64.4
تل عبطة	0	27.3	5.3	13.8	15.6	3.9	8.3	0	74.2

المصدر: من عمل الباحث بتطبيق برنامج CROPWAT8.0 على محطات منطقة الدراسة

الشكل(2) مجموع المطر الفعّال(ملم) السنوي لمحطات منطقة الدراسة للموسم المطري(1989-1990)

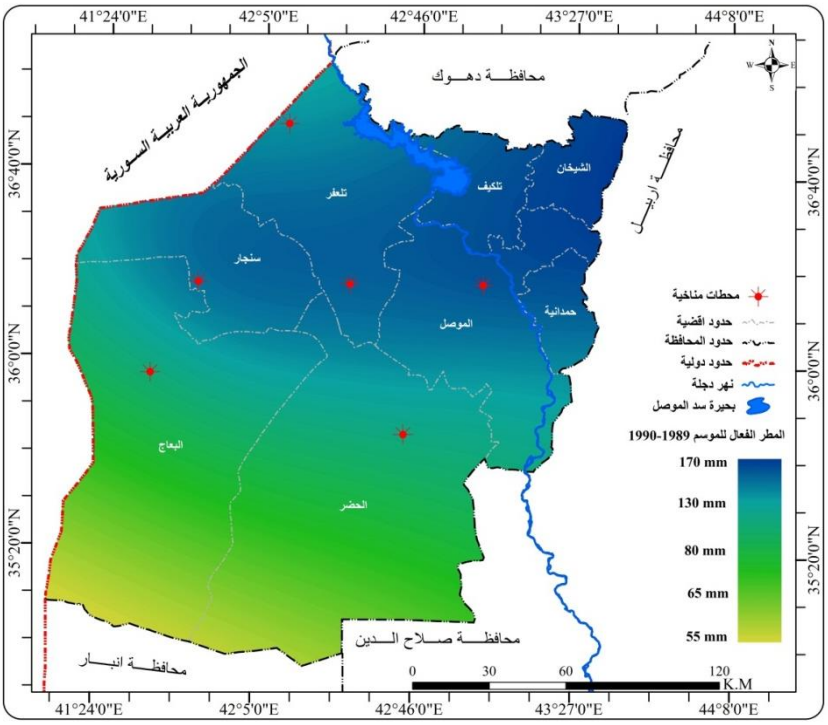


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(7).

كما يشهد التوزيع الشهري كذلك إختلاف واضح بين قيم محطات الدراسة فخلال هذا الموسم سجل شهر تشرين الأول كمية مطر فعال (0) ملم في جميع المحطات ويرجع السبب إلى قلة الأمطار مع بداية الموسم المطر كم أن درجات الحرارة ماتزال مرتفعة لذلك تتبخر كمية كبيرة من الأمطار وتقل فعاليتها.

ومع بداية شهر تشرين الثاني من هذا الموسم يزداد عدد وطول فترة المنخفضات الجوية فكانت نتيجته زيادة كمية الأمطار ومعها قيم المطر الفعّال فسجلت محطتي تلعفر والموصل كميات مطر فعال نحو(83.1 , 82.2) ملم على التوالي, وفي محطة سنجار بلغ نحو (52.9) ملم وفي تل عبطة (27.3) ملم وتنخفض قيم المطر الفعّال في محطتي ربيعة والبعاج فبلغت نحو(15.6, 13.7) ملم على التوالي.

الخريطة (3) مجموع المطر الفعّال(ملم) السنوي لمحطات منطقة الدراسة للموسم المطري(1990-1989)



المصدر: لإعتماد على بيانات الجدول (1) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

ويشهد كانون الأول إنخفاض في قيم المطر الفعّال عن الشهر السابق في جميع محطات الدارسة عدا محطة ربيعة التي سجلت نحو(21.7) ملم, أما باقي المحطات فتراوحت قيم المطر الفعّال ما بين (4.3 , 8.4) ملم.

وفي شهر كانون الثاني تسجل الموصل أعلى كمية مطر فعال نحو(21.4) ملم وتبلغ ادناها في ربيعة نحو(7.6) ملم فيما تتقارب في باقي المحطات حيث سجلت (17.2, 14,14.4, 13.8) ملم لمحطات سنجار, تلعفر, البعاج, تل عبطة على التوالي.

أما شهر شباط الذي يتميز بزيادة نمو المحصول فقد سجل كميات مطر فعال تتناسب مع كمية احتياج المحصول لنمو, فبلغت كميته نحو(38) ملم في الموصل و(31.5) ملم في تلعفر, أما ربيعة فسجلت نحو(26.3) ملم وفي سنجار بلغت (24.9) ملم وتكاد تتساوى في البعاج وتل عبطة فقد بلغت كمية المطر الفعّال في هذا الشهر نحو(15.9 ,15.6) ملم على التوالي.

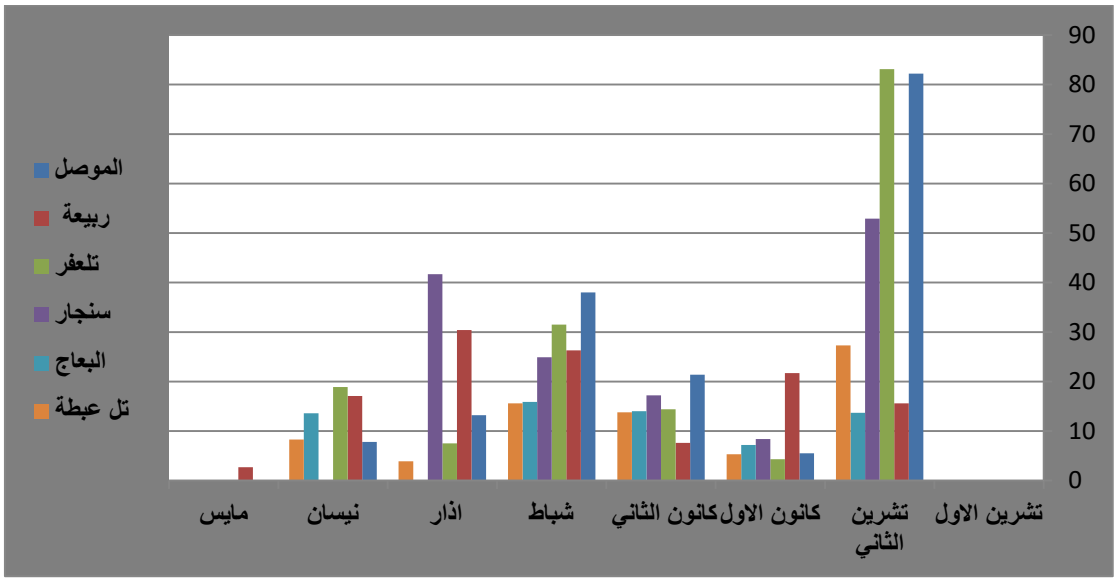
وفي آذار الذي يعد أهم شهر في مرحلة النمو حيث بداية تكوين البذرات وزيادة كميات الإنتاج فقد لوحظ تباين واضح في كميات المطر الفعّال فترتفع في سنجار إلى (41.7) ملم وفي ربيعة إلى نحو(30.4) ملم وتنخفض في باقي المحطات فسجلت محطات الموصل وتلعفر وتل عبطة كميات تصل نحو(13.2 ,7.5, 3.9) ملم على التوالي وينعدم فعل المطر البعاج بسبب قلة الأمطار.

وتظهر كميات المطر الفعّال لشهر نيسان في جميع لمحطات عدا محطة سنجار نتيجة قلة الأمطار فيها, وسجلت تلعفر أعلى أكبر فعالية للمطر خلال نيسان بنحو(18.9) ملم, ومن بعدها ربيعة بنحو(17.1) ملم وفي البعاج وتل عبطة والموصل نحو(13.6 , 8.3 , 7.8) ملم على التوالي.

ومع نهاية نضج المحصول في شهر مايس لم تسجل محطات الدراسة أي كمية للمطر الفعّال عدا محطة ربيعة التي سجلت نحو(2.7) ملم.

ويظهر من خلال التحليل الشهري لقيم المطر الفعّال التوزيع المنتظم لجميع أشهر الموسم وهو من أفضل المواسم المختارة لدراسة في قيمة المطر الفعّال كما يظهر تميز شهر تشرين الثاني من حيث الكمية لجميع المحطات واستمرار تساقط الأمطار بما يكفي لنمو المحصول وعند حاجته لذلك يعد هذا الموسم موسماً رطباً وناجحاً من حيث كمية الإنتاج, ويوضح الشكل(3) التباين في قمة المطر الفعّال بين أشهر هذا الموسم لمحطات الدراسة.

الشكل (3) التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطري(1990-1989)



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول رقم(1).

3-1-2- موسم(1997-1998):

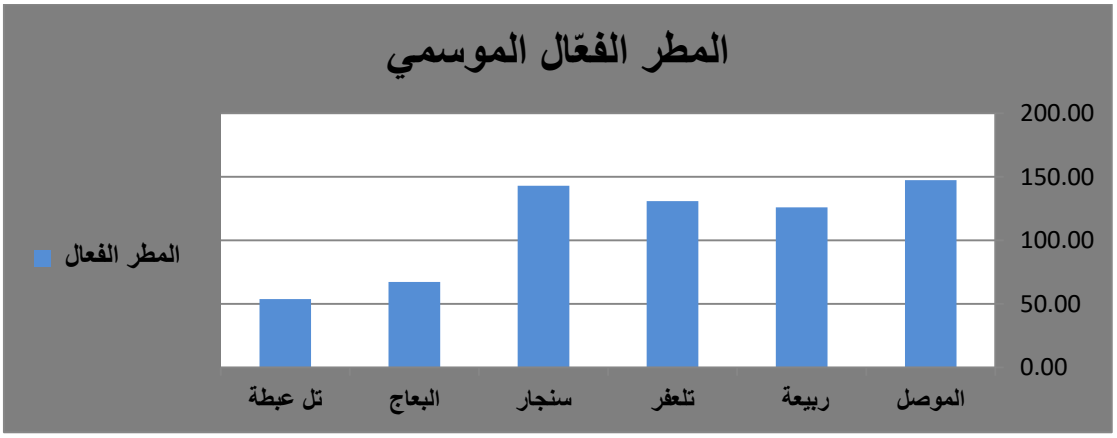
إنّ هذا الموسم يعتبر من المواسم الرطبة التي سقط فيها المطر بشكل كثير في المنطقة فقد تجاوز المجموع الموسمي للمطر ال(340) ملم في محطات الموصل, ربيعة, تلعفر, سنجار, بينما تجاوز ال(220) ملم في محطتي البعاج وتل عبطة, وبعد تطبيق برنامج (CROPWAT8.0) على كمية الأمطار في هذا الموسم نحصل على قيم المطر الفعّال كما في الجدول(2). ويتضح بإنّ قيم المطر الفعّال في هذا الموسم تتباين ما بين المحطات من حيث المجموع الموسمي والشهري, فمن حيث المجموع الموسمي تسجل محطة الموصل أعلى قيم للمطر الفعّال فقد بلغ المجموع بنحو(147.3) ملم, تأتي بعدها محطة سنجار بمجموع موسمي بلغ(142.9) ملم, بينما بلغ المجموع في محطة تلعفر نحو(130.8) ملم, وفي محطة ربيعة بلغ(125.9) ملم, أما محطة البعاج فسجلت مجموع(67.2) ملم, وسجلت محطة تل عبطة أدنى مجموع موسمي على مستوى المحطات بنحو(53.7) ملم. كما هو موضح في جدول (8) والشكل(4) والخريطة (4).

الجدول (8) قيم المطر الفعّال (ملم) للموسم المطري(1997-1998)

المحطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المجموع
الموصل	13.3	4.0	53.3	41.4	9.6	19.1	1.7	4.9	147.30
ربيعة	10.8	4.5	35.8	23	13.2	12	12.9	13.7	125.9
تلعفر	8.9	13	28.3	55.3	3.3	8.2	0.9	12.9	130.8
سنجار	9.3	18.7	30.1	45.5	4.9	15.1	9.4	9.9	142.9
البعاج	0.8	13.9	8.2	29.3	0	8.1	0	6.9	67.2
تل عبطة	4.9	7.3	0.8	25.8	1	9.1	4.5	0.3	53.7

المصدر: من عمل الباحث بتطبيق برنامج CROPWAT8.0 على محطات منطقة الدراسة

الشكل(4) مجموع المطر الفعّال(ملم) السنوي لمحطات منطقة الدراسة للموسم المطري(1997-1998)

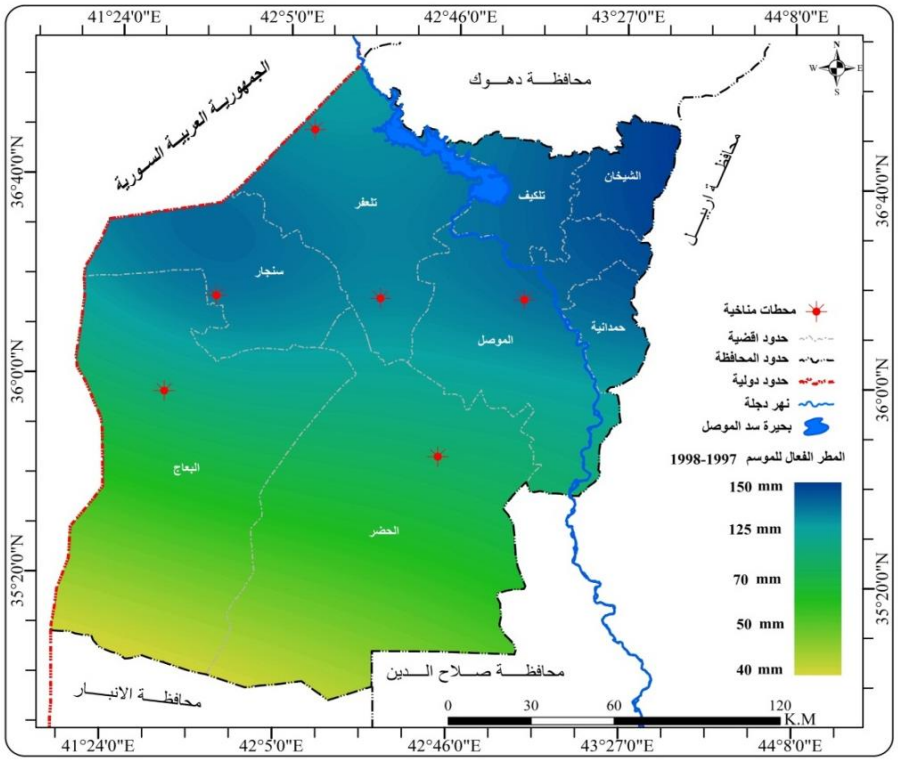


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(8).

إنّ هذا التباين بين محطات منطقة الدراسة في قيم المطر الفعّال يرجع إلى الإختلاف في توزيع كميات الأمطار المتساقطة والى إختلاف قيم عناصر المناخ الأُخرى في منطقة الدراسة.

أما من حيث التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال في هذا الموسم المطري لمحطات منطقة الدراسة فيشهد أيضاً تباين واضح في قيم المطر الفعّال ما بين أشهر الموسم المطري, فخلال شهر تشرين الأول سجلت محطة الموصل أعلى قيمة والي تبلغ(13.3) ملم, وسجلت محطة البعاج أقل معدل والبالغ(0.8) ملم, بينما سجلت باقي محطات ربيعة, سنجار, تلعفر, تل عبطة خلال هذا الشهر معدلات بلغت(10.8 ,9.3 ,8.9 , 4.9) ملم على التوالي.

الخريطة (4) مجموع المطر الفعّال(ملم) لمحطات منطقة الدراسة للموسم المطري(1997-1998)



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول (8) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

أما خلال شهر تشرين الثاني الذي تزداد فيه كميات الأمطار بالمقارنة مع شهر تشرين الأول كما تزداد عمليات زراعة لمحصول القمح والشعير في محافظة نينوى, فتسجل محطة سنجار أعلى معدل للمطر الفعّال فقد بلغ نحو(18.7) ملم, وسجلت محطة الموصل أدنى قيمة للمطر الفعّال حيث بلغت (4.0) ملم, فيما سجلت محطة البعاج معدل بلغ(13.9) ملم, وسجلت محطة تلعفر معدل بلغ(13) ملم, وبلغ في تل عبطة وربيعة نحو(7.3 ,4.5) ملم على التوالي.

وفي شهر كانون الأول الذي ينبت فيه المحصول ويثبت جذوره في التربة وبدأ مرحلة النمو خصوصا مع بداية زيادة الأمطار خلال فصل الشتاء الذي تزداد فيه المنخفضات الجوية, فقد سجلت محطة الموصل أعلى كمية للمطر الفعّال بلغت نحو(53.3) ملم, بينما سجلت محطات ربيعة وسنجار وتلعفر نحو(35.8 ,

28.3, 30.1) ملم على التوالي, فيما سجلت أدنى قيم المطر الفعّال في محطتي تل عبطة والبعاج فبلغت نحو(0.8, 8.2) ملم على التوالي. أما في شهر كانون الثاني فقد شهد تساقط وفير في جميع محطات منطقة الدراسة بالإضافة إلى إنخفاض درجات الحرارة خلال هذا الشهر وإرتفاع كمية الرطوبة النسبية وهو ما جعل قيم المطر الفعّال ترتفع في جميع المحطات, فقد تراوحت قيم المطر الفعّال في هذا الشهر لمحطات منطقة الدراسة ما بين(55.3) ملم في محطة تلعفر و(23) ملم في محطة ربيعة. كما سجل شهر شباط تباين واضح في قيم المطر الفعّال لمحطات الدراسة إذ تترفع معدلاًته في محطة ربيعة والبالغة(13.2) ملم, وفي الموصل نحو(9.6) ملم, وبلغت في محطتي سنجار وتلعفر نحو(4.9, 3.3) ملم على التوالي, بينما بلغت أدنى القيم في محطتي البعاج وتل عبطة (0 , 1) ملم على التوالي.

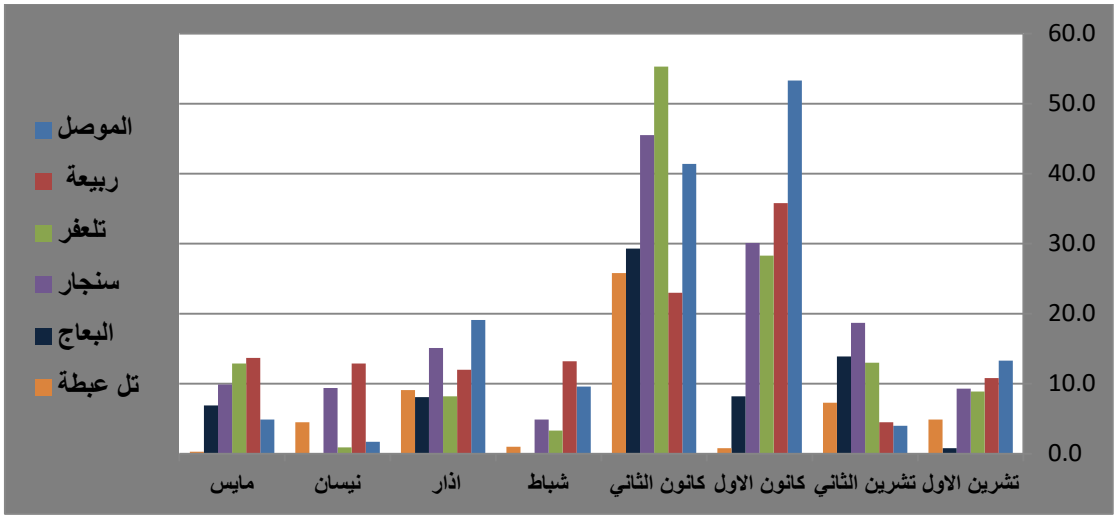
ومع بداية أشهر فصل الربيع الذي يمثل مرحلة مهمة في حياة محصولي القمح والشعير كون فعالية أمطاره تحدد مدى نجاح الزراعة الديمية أو فشلها. ففي شهر آذار سجلت محطات الدراسة معدلات للمطر الفعّال بلغت نحو (19.1 ,15.1, 12, 9.1,8.2, 8.1) ملم لكل من الموصل, سنجار , ربيعة, تل عبطة, تلعفر , البعاج على التوالي, وهي معدلات جيدة لأنجاح زراعة المحصولين لأنها جاءت في وقت مناسب لنضجهما خلال هذا الموسم المطري.

ويلاحظ خلال شهر نيسان ان قيم المطر الفعّال تتباين بشكل واضح, فقد بلغت فعالية المطر في محطة البعاج (صفر), كذلك بالنسبة لمحطة تلعفر فقد سجلت كمية بلغت (0.9) ملم, أما باقي المحطات فقد سجلت كميات بلغت (12.9 , 9.4 , 4.5 , 1.7) لكل من ربيعة, سنجار, تل عبطة, الموصل على التوالي.

أما في شهر مايس فقد ارتفعت كميات المطر الفعّال عن شهر نيسان وفي جميع محطات منطقة الدراسة عدا محطة تل عبطة, فبلغت اعلاها في محطتي ربيعة وتلعفر بنحو(13.7, 12.9) ملم على التوالي, بينما بلغت نحو(9.9 , 6.9, 4.9) ملم لمحطات سنجار والبعاج والموصل على التوالي, أما محطة تل عبطة فسجلت أدنى الكميات فبلغت(0.3) ملم.

إنّ من خلال هذا التوزيع الشهري لهذا الموسم يتضح بإنّ كميات المطر الفعّال تسجل اعلاها خلال أشهر الشتاء ولجميع المحطات نتيجة لزيادة التساقط وإنخفاض درجات الحرارة وإرتفاع الرطوبة النسبية , ويأتي بعده أشهر فصل الربيع ومن ثم أشهر فصل الخريف (تشرين الأول و تشرين الثاني), كما هو موضح في الشكل(5).

الشكل(5) التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطري(1997-1998)



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول رقم(8).

3-1-3- موسم(2007-2008):

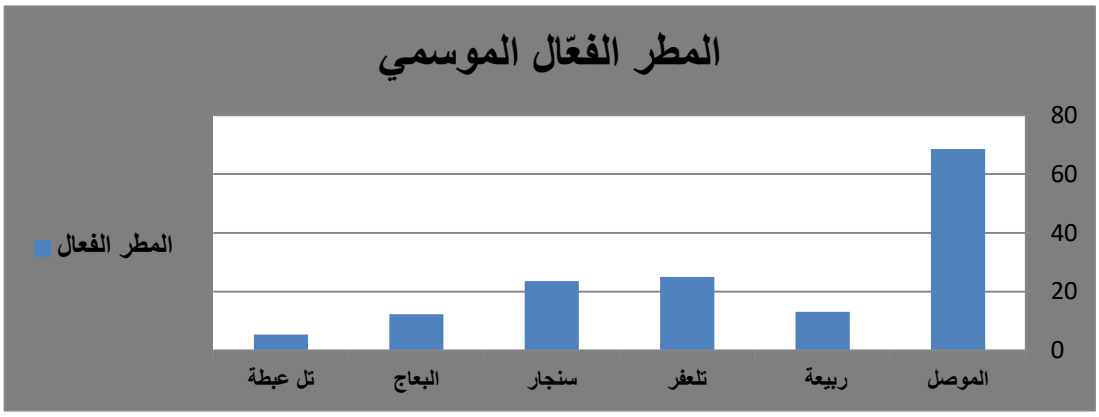
إنّ هذا الموسم يعتبر من المواسم الجافة للمنطقة نظراً لقلة تساقط الأمطار وإنحصار وتراجع الخط المطري, فقد بلغ مجموع الموسم المطري في محطة الموصل(211.3) ملم وهو أعلى كمية من بين المحطات, فيما بلغ المجموع في باقي المحطات نحو(103.6, 99.7, 97.3, 70.8, 65.1) ملم لكل من ربيعة, سنجار, تلعفر, البعاج, تل عبطة, فبعد تطبيق برنامج CROPWAT8.0 على كميات أمطار هذا الموسم نحصل على قيم المطر الفعّال الواضحة في الجدول(3) إذ يلاحظ ان محطات منطقة الدراسة تسجل معدلات متدنية لقيم المطر الفعّال, فقد بلغ أعلى مجموع للمطر الفعّال السنوي في محطة الموصل نحو(68.5) ملم, فيما بلغت كمية المطر الفعّال أدناها في تل عبطة بنحو(5.4) ملم, كما بلغت كميته في محطتي تلعفر وسنجار نحو(25 , 23.6) ملم على التوالي, أما محطتي ربيعة والبعاج فقد سجلتا مجموع مقداره(13.1, 12.3) ملم على التوالي. كما في جدول (9) و الشكل(6) والخريطة (4).

الجدول (9) قيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطري(2007-2008)

محطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المجموع
الموصل	0	16.9	27.9	2.9	13.5	7.3	0	0	68.5
ربيعة	0	0	0	7.9	0.7	4.5	0	0	13.1
تلعفر	0	0	0	4.8	6.1	14.1	0	0	25
سنجار	0	0	0	4.6	5.7	13.3	0	0	23.6
البعاج	0	0	0	0	0	12.3	0	0	12.3
تل عبطة	0	0	0	0.7	0	4.7	0	0	5.4

المصدر: من عمل الباحث بتطبيق برنامجcropwat على محطات منطقة الدراسة .

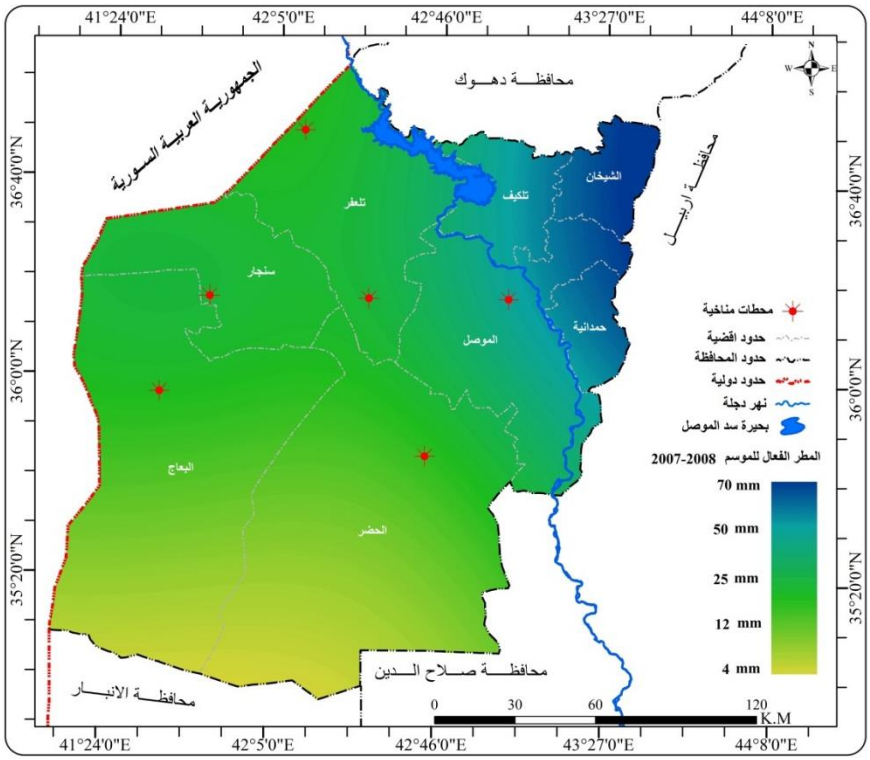
الشكل (6) مجموع المطر الفعّال لمحطات منطقة الدراسة (ملم) للموسم المطر الفعّال(2007-2008)



المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على بيانات الجدول(9).

يتضح من ذلك بإنّ قيم المطر الفعّال تسجل كميات متدنية جداً وهذا يعود إلى قلة تساقط الأمطار في هذا الموسم مما أدى الى إنخفاض في كميات الرطوبة النسبية في هذا الموسم يقابلها إرتفاع واضح في درجات الحرارة كل هذا ساعد على زيادة عمليات التبخر من كميات الأمطار المتساقطة على الرغم من قلتها, لذلك يعد هذا الموسم من أشد مواسم الجفاف في محافظة نينوى على الزراعة وفشلها بشكل كامل وظهور ظاهرة التصحر .خريطة(5)

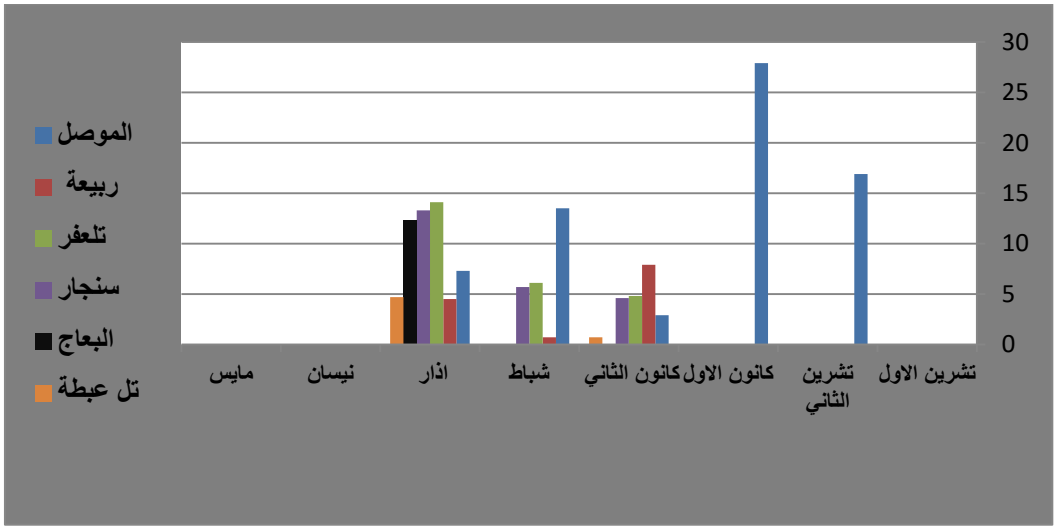
الخريطة (5) مجموع المطر الفعّال(ملم) لمحطات منطقة الدراسة للموسم (2007-2008)



المصدر: الإعتماد على بيانات الجدول (9) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

أما عند مقارنة التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال بين محطات المناخية لهذا الموسم نلاحظ بإنّ شهر تشرين الأول تنعدم فيه قيم المطر الفعّال في جميع المحطات إنّ هذا يعود إلى إرتفاع درجات الحراة خلال هذا الشهر فقد بلغت معدلاًتها ما بين(23.2 و 24.6)^{0}, بالإضافة إلى قلة تساقط الأمطار خلال هذا الشهر مما أدى إلى إنخفاض الرطوبة النسبية. أما خلال شهر تشرين الثاني فنلاحظ بإنّ محطة الموصل سجلت كمية بلغت (16.9) ملم للمطر الفعّال أما باقي المحطات فتنعدم فيها قيم فاعلية المطر, ولا يختلف شهر كانون الأول عن شهر تشرين الثاني فسجلت محطة الموصل قيمة بلغت (27.9) ملم بينما لم تسجل باقي المحطات أية قيمة للمطر الفعّال في هذا الشهر بسبب قلة أو إنعدام تساقط الأمطار فيها. أما في كانون الثاني فتظهر قيم المطر الفعّال في جميع محطات منطقة الدراسة نتيجة لتساقط الأمطار وإنخفاض الحرارة بإستثناء محطة البعاج التي تبقى فاعلية المطر فيها صفراً لقلة الأمطار فيها, ففي محطة ربيعة بلغت أعلى القيم بنحو(7.9) ملم, وتتقارب كميات المطر الفعّال في محطتي تلعفر وسنجار فقد بلغت(4.8 ,4.6) ملم على التوالي, وسجلت أدنى قيم المطر الفعّال في محطة تل عبطة بنحو(0.7) ملم. وفي اخر أشهر الشتاء المتمثل بشهر شباط تسجل محطة الموصل أعلى القيم فقد بلغت(13.5) ملم, بينما انعدمت قيمه في محطتي البعاج و تل عبطة, فيما سجلت ربيعة نحو(0.7) ملم, أما تلعفر وسنجار فقد سجلتا نحو(6.1 , 5.7) ملم على التوالي. ومع بداية فصل الربيع وفي شهر آذار الذي سجل أعلى قيم المطر الفعّال في هذا الموسم في جميع المحطات, فخلال هذا الشهر تظهر قيم فاعلية المطر في محطة البعاج لأول مرة في الموسم فبلغت نحو(12.3) ملم, وبلغت القيم اعلاها في تلعفر نحو(14.1) ملم, تليها محطة سنجار بمقدار قدره(13.3) ملم, فيما سجلت محطات الموصل و تل عبطة وربيعة قيم بلغت نحو(7.3, 4.7, 4.5) ملم على التوالي, ومع نهاية شهر آذار تنتهي قيم المطر الفعّال في هذا الموسم في جميع المحطات حيث تنعدم قيمه في شهري نيسان ومايس ،شكل(7).

الشكل(7) التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطري(2007-2008)



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(9).

نستنتج من العرض الشهري لفاعلية المطر بإنّ هذا الموسم من المواسم الشديدة الجفاف في منطقة الدراسة وهو ما أدى إلى فشل الزراعة وتصحر المناطق خصوصاً في مناطق البعاج وتل عبطة التي تعد من أوسع مناطق الزراعة الديمية في محافظة نينوى.

3-1-4- موسم (2018 -2017):

تتباين كميات تساقط الأمطار في هذا الموسم , فبلغ مجموع كميات الأمطار في محطة الموصل نحو(332.9) ملم, وفي ربيعة بلغ(314) ملم, وفي سنجار(286.9) ملم وبلغ المجموع في محطات تل عبطة و تلعفر والبعاج نحو(245.3 , 199.3 , 167.9) ملم, وبعد إدخال البيانات الشهرية لهذا الموسم على برنامج CROPWAT8.0 نحصل على النتائج الظاهرة في الجدول رقم(4), إذ يلاحظ ان المجموع الموسمي لقيم المطر الفعّال تتباين بين المحطات فتسجل محطة الموصل أعلى مجموع موسمي بلغ مقداره(142.8) ملم, وتاتي محطة ربيعة بالمرتبة الثانية بعد محطة الموصل فسجلت كمية مقدارها(130.6) ملم, إنّ هذا الإرتفاع في كمية المطر الفعّال للمحطتين في هذا الموسم يعود إلى تركز مسار المنخفضات الجوية بشكل كبير بإتجاه ربيعة والموصل, أما أدنى قيم المطر الفعّال فسجلت في محطة البعاج فبلغت(43.3) ملم, بينما سجلت كلا من سنجار وتلعفر وتل عبطة كميات مقدارها(65.2, 58, 52.5) ملم على التوالي ، جدول (10).

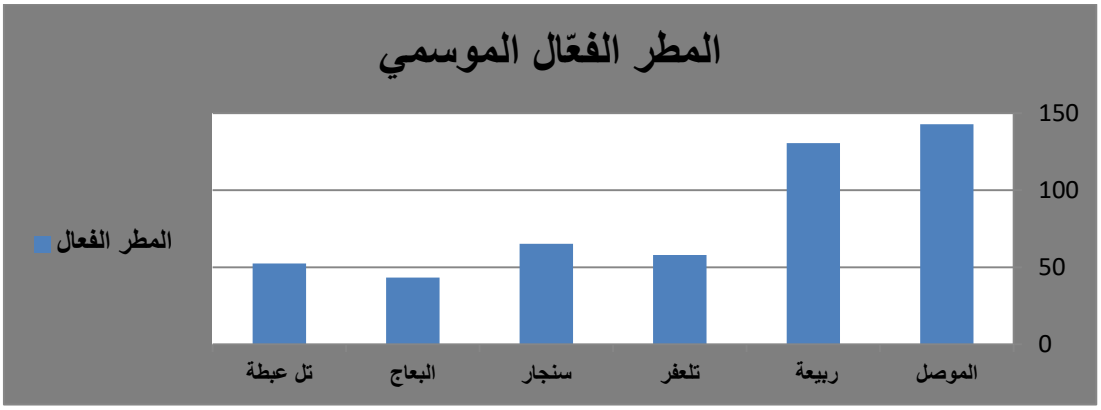
الجدول(10) قيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطر(2017-2018) لمحطات منطقة الدراسة

محطة	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المجموع
الموصل	0	0.3	0	8.2	59.2	5	21.2	48.9	142.8
ربيعة	0	0.4	0.9	6.9	36.6	0	12.3	25.6	130.6
تلعفر	0	0	0	9.5	19.1	0	9.2	20.2	58
سنجار	0	0	0	3.6	31.5	0	9.9	20.2	65.2
البعاج	0	0	0	3.1	22.2	0	2.4	15.6	43.3
تل عبطة	0	0	0	1.9	32.8	0	6.2	11.6	52.5

المصدر: من عمل الباحث بتطبيق برنامجcropwat على محطات منطقة الدراسة اعتمادا على ملحق(1).

هذا التباين بين المحطات جاء نتيجة لإختلاف التوزيع في كميات تساقط الأمطار فكان النصيب الأكبر لمحطتي الموصل وربيعة, كذلك لإختلاف معدلات الحرارة ومعدلات الرياح والرطوبة النسبية بين المحطات. الشكل(8) خارطة(6).

الشكل(8) مجموع قيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطر الفعّال(2017-2018) لمحطات منطقة الدراسة



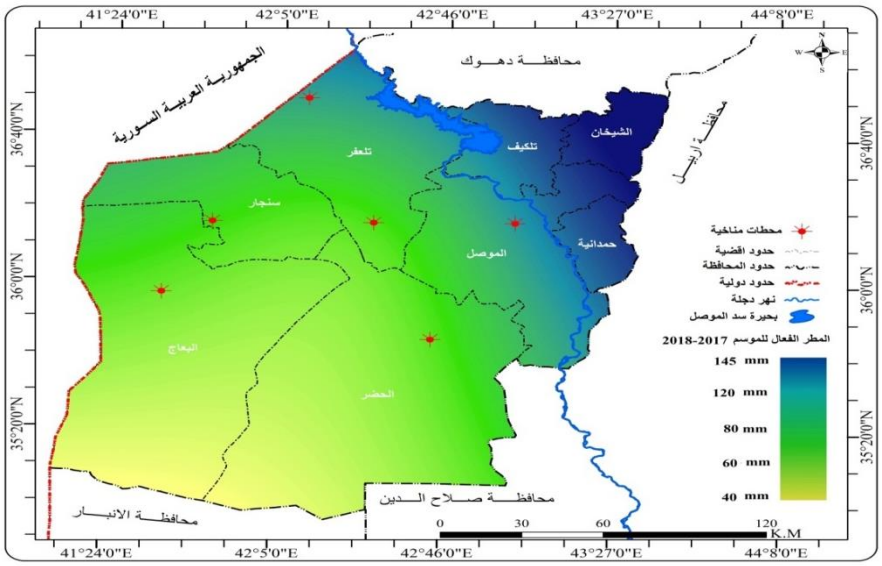
المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(10).

كما تتباين قيم فاعلية المطر في هذا الموسم من حيث التوزيع الشهري في بعض الأشهر وتتساوى في أشهر أُخرى, فقد إنعدمت قيم المطر الفعّال في شهر تشرين الأول في جميع المحطات لإرتفاع الحرارة خلال هذا الشهر مما ساعد على تبخر الأمطار القلية التي سقطت في هذا الشهر, أما في شهر تشرين الثاني فتسجل محطتي وربيعة والموصل قيم مقدارها(0.3, 0.4) ملم على التوالي, فيما تنعدم فاعليته في باقي المحطات, وفي شهر كانون الأول تظهر قيمة المطر الفعّال في محطة ربيعة فقط بمقدار(0.9) ملم وتنعدم في المحطات الأُخرى, ومع بداية شهر ذروة الأمطار شهر كانون الثاني تظهر القيم في جميع المحطات وبكميات متفاوتة فقد بلغت نحو(9.5, 8.2) ملم في محطتي تلعفر والموصل على التوالي, وسجلت محطة ربيعة قيمة قدرها(6.9) ملم, وبلغت (3.6 , 3.1) ملم لكل من سنجار والبعاج, وبلغت أدناها في تل عبطة بنحو(1.9) ملم, هذه القيم جاءت نتيجة لإنخفاض الحرارة وزيادة الرطوبة مع زيادة كمية التساقط المطري.

ويعد شهر شباط الأكثر قيمة للمطر الفعّال في هذا الموسم فقد سجلت محطة الموصل أعلى قيمة مقدارها(59.2) ملم, وأدنى القيم سجلت في تلعفر حيث بلغت (19.1) ملم, بينما سجلت محطات ربيعة وتل عبطة وسنجار نحو(36.6, 32.8, 31.5) ملم على التوالي, بينما بلغت في البعاج نحو(22.2) ملم.

ومع دخول شهر آذار الذي تبدأ فيه درجات الحرارة بالإرتفاع مؤدية إلى زيادة التبخر/النتح فتنعدم قيم المطر الفعّال في جميع محطات الدراسة عدا محطة الموصل التي تسجل حوالي(5) ملم, أما في شهر نيسان فتبلغ قيم المطر الفعّال في محطة الموصل نحو(21.2) ملم, وبلغت في ربيعة نحو(12.3) ملم, وسجلت محطتي سنجار وتلعفر نحو(9.9, 9.2) ملم على التوالي, وبلغت قيم المطر الفعّال في تل عبطة والبعاج نحو(6.2, 2.4) ملم على التوالي. كما في الشكل(7).

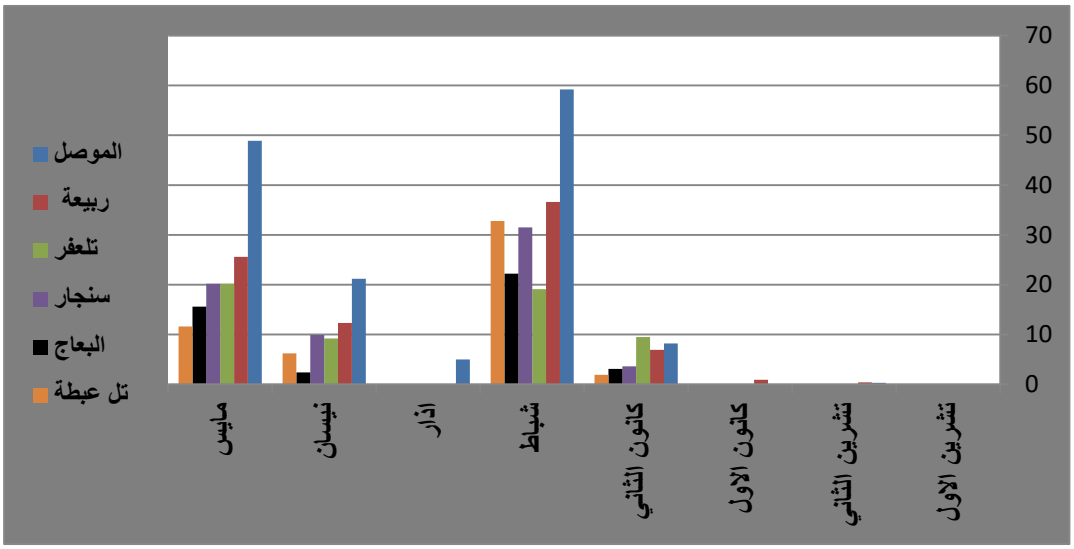
الخريطة (6) مجموع قيم المطر الفعّال(ملم) لمحطات منطقة الدراسة للمواسم(2017–2018)



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول (10) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

وترتفع قيم فاعلية الأمطار في شهر مايس عن الشهرين السابقين فتأتي محطة الموصل بالمرتبة الأولى حيث سجلت قيمة مقدارها(48.9) ملم, وتأتي ربيعة ثانية فقد سجلت قيمة بلغت(25.6) ملم, وتساوت قيمه في محطتي تلعفر وسنجار فبلغت نحو(20.2) ملم, كما سجلت محطتي البعاج و تل عبطة قيمة مقدارها (15.6, 11.6) ملم على التوالي. وعلى الرغم من إرتفاع درجات الحرارة خلال شهري نيسان ومايس الّا أنّ فاعلية المطر ظهرت فيهما بشكل واضح وهذا يعود إلى تساقط الأمطار بكميات كبيرة خلال هذين الشهرين وهو ما تتميز به أمطار فصل الربيع من عدم إنتظامها وغالباً ما تكون بشكل مزني، الشكل(9).

الشكل (9) التوزيع الشهري لقيم المطر الفعّال(ملم) للموسم المطري(2017–2018) لمحطات منطقة الدراسة

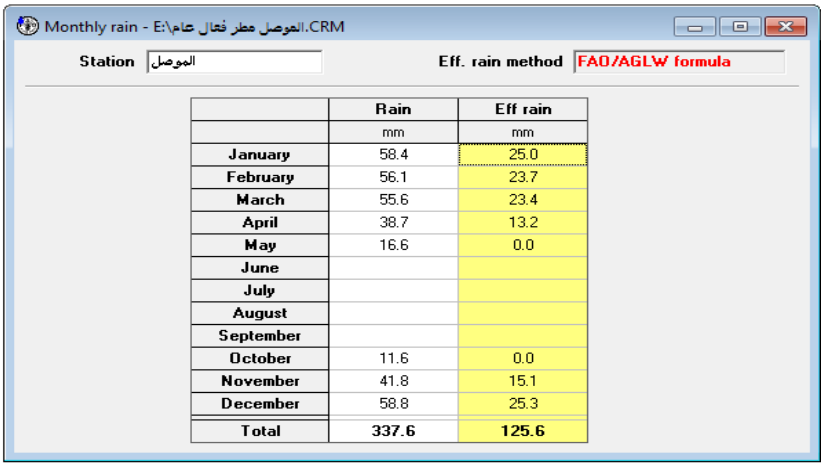


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول (10).

3-2- قيمة المطر الفعّال لمحطات منطقة الدراسة حسب المعدل العام للمدة من (1988-2018):

ولغرض معرفة خصائص قيم المطر الفعّال بشكل عام تم الإعتماد على المعدلات الموسمية لكميات الأمطار في محطات منطقة الدراسة الداخلة في برنامج (CROPWAT8.0) للمدة من (1988-2018) كما في الصورة(3).

الصورة (3) تطبيق برنامج CROPWAT8.0 على محطة الموصل



ومن خلال تطبيق هذا البرنامج على بيانات الأمطار للمحطات الستة المذكورة في الدراسة ظهرت النتائج في الجدول(11).

الجدول(11) معدلات المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988-2018) لمحطات منطقة الدراسة

المحطات	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	المجموع
الموصل	0	15.1	25.3	25	23.7	23.4	13.2	0	125.7
ربيعة	1.9	7.4	24.3	21.1	21.1	23.5	12.8	3.6	115.7
تلعفر	0	10.6	21.4	26	16.8	21.9	8.2	0.3	105.2
سنجار	0	11.4	24.9	27.7	20.2	23.1	7.5	1.3	116.1
البعاج	0	6.1	12	16	11.5	12.7	2.1	0	60.4
تل عبطة	0	2.9	13	13	10.1	10.2	4.6	0	53.8

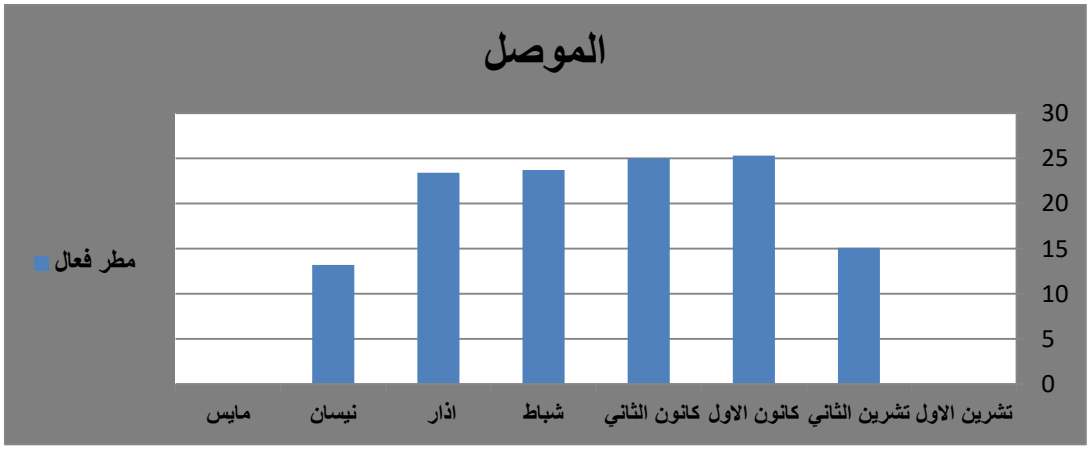
المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول رقم(2) بتطبيق برنامج CROPWAT8.0.

3-2-1- محطة الموصل:

اظهرت نتائج الجدول(11) والشكل(10) بإنّ قيم المطر الفعّال في محطة الموصل تتباين ما بين فصول وأشهر السنة, فسجل شهر تشرين الأول وشهر مايس قيمة بلغت(0) ملم, وهذا يعود إلى إرتفاع درجات الحرارة وإرتفاع كمية التبخر مما أثر على فعالية الأمطار الساقطة, أما خلال شهر تشرين الثاني فقد بلغت قيمة المطر الفعّال بنحو(15.1) ملم, وترتفع قيم المطر الفعّال مع بداية فصل الشتاء فقد سجل شهر

كانون الأول أعلى قيمة قدرها(25.3) ملم, أما شهر كانون الثاني فسجل قيمة للمطر الفعّال بلغت (25) ملم, بينما سجل شهر شباط قيمة تبلغ(23.7) ملم, ومع بداية فصل الربيع خلال شهر آذار تكون قيمة المطر الفعّال قريبة من أشهر الشتاء فقد بلغت نحو(23.4) ملم, ومن بعد هذا الشهر تتجه قيم المطر الفعّال بالإنخفاض نحو شهر نيسان تماشيا مع إرتفاع درجات الحرارة وزيادة ساعات السطوع الشمسي وإنخفاض الرطوبة فقد بلغت في شهر نيسان (13.2) ملم. وبلغ المجموع الموسمي للمطر الفعّال نحو(125.7) ملم, وهو أعلى مجموع من بين جميع المحطات المدروسة ويعود تفوق محطة الموصل إلى استلام كميات من المطر أكثر من باقي محطات المنطقة.

الشكل (10) نتائج قيم المطر الفعّال(ملم) للمدة (1988-2018) لمحطة الموصل

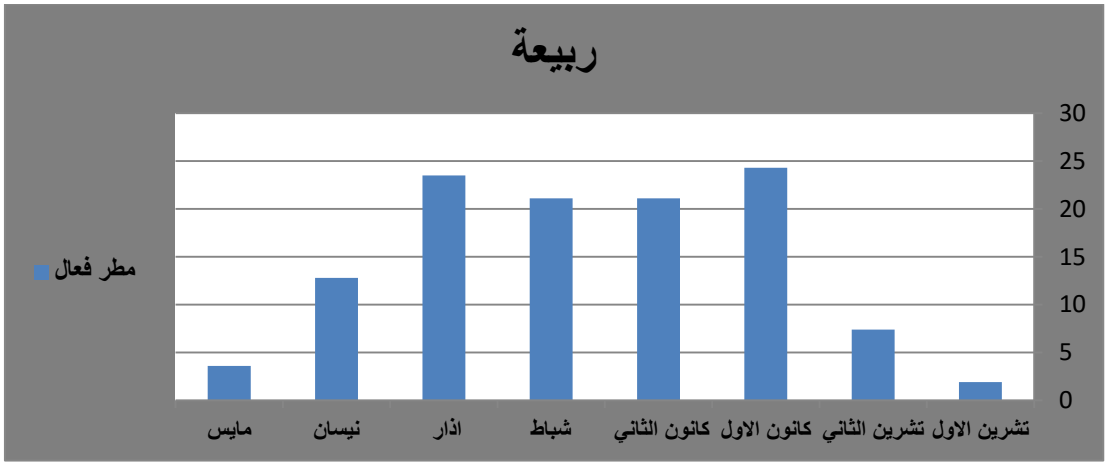


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول رقم(11).

3-2-2- محطة ربيعة:

ومن ملاحظة الجدول رقم(11) يتضح ان قيم المطر الفعّال خلال شهر تشرين الأول بلغت(1.8) ملم, وترتفع إلى (7.6) ملم خلال شهر تشرين الثاني, وترتفع أكثر خلال أشهر الشتاء فسجلت قيمة المطر الفعّال في شهر كانون الأول نحو(24) ملم, وفي شهر كانون الثاني (23.6) ملم, بينما بلغت في شهر شباط بنحو(21.7) ملم, ثم ترتفع قيمة المطر الفعّال مرة أُخرى خلال شهر آذار فقد بلغ نحو(24) ملم, ثم تقل قيم المطر الفعّال خلال شهري نيسان ومايس فقد بلغت (13.1 ,2.2) ملم على التوالي. كل هذه النتائج تكون متوافقة مع بقية عناصر المناخ الأُخرى المؤثرة على قيمة المطر الفعّال خصوصاً درجات الحرارة. أما المجموع الموسمي فبلغ(115.7)ملم ، شكل(11).

الشكل(11) نتائج المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988-2018) لمحطة ربيعة

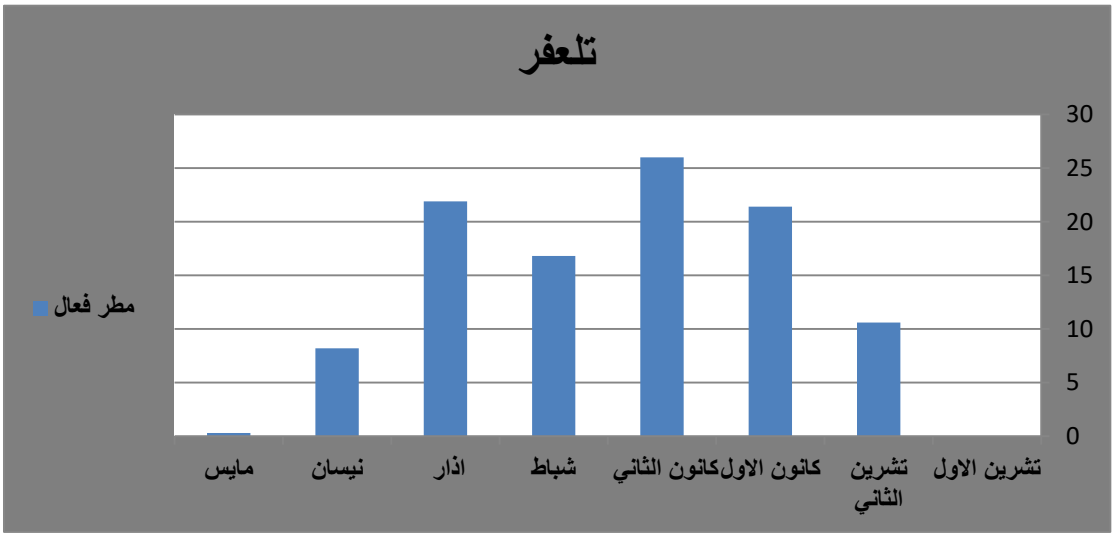


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول رقم(11).

3-2-3- محطة تلعفر:

ومن ملاحظة الجدول(11) يتضح ان أدنى قيم المطر الفعّال سجلت في شهري تشرين الأول ومايس حيث بلغت(0) ملم, وهو ما يتفق مع إرتفاع درجات الحرارة في هذين الشهرين, وتبدأ فعالية المطر بالظهور خلال شهر تشرين الثاني فبلغت(10.6) ملم, نتيجة لزيادة كمية الأمطار وإنخفاض درجات الحرارة في هذا الشهر وبشكل تدريجي بإتجاه فصل الشتاء الذي يسجل فيه شهر كانون الثاني أعلى قيم للمطر الفعّال كونه يمثل ذروة الموسم المطري بالإضافة إلى انه يسجل أدنى معدلات الحرارة وكذلك إرتفاع الرطوبة النسبية فبلغت قيمة المطر الفعّال في هذا الشهر نحو(26) ملم, أما في شهري كانون الأول وشباط فبلغت نحو(21.4,16.8) ملم على التوالي, وتبقى قيم فعالية المطر مرتفعة خلال شهر آذار نتيجة لإرتفاع معدلات الأمطار فيه فبلغت(21.9) ملم, ثم تبدأ القيم بالإنخفاض خلال شهر نيسان فقدرت نحو(8.2) ملم, وبلغ المجموع الموسمي لهذه المحطة بمقداره(105.2) ملم, وهو مجموع يأتي بالمرتبة الرابعة على مستوى باقي المحطات، شكل(12).

الشكل(12) نتائج قيم المطر الفعّال(ملم) للمدة (1988-2018) لمحطة تلعفر

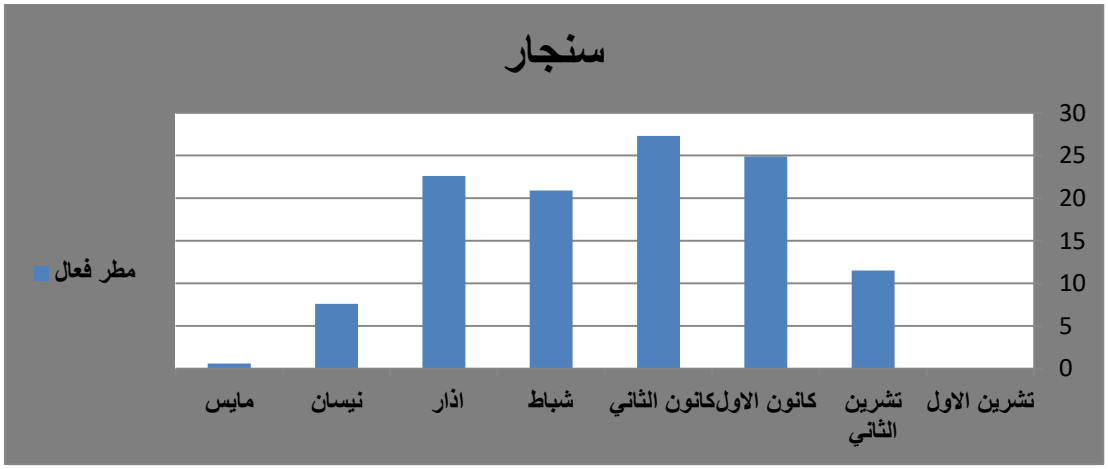


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(11).

3-2-4- محطة سنجار:

تظهر نتائج الجدول(11) في محطة سنجار بإنّ شهر تشرين الأول يسجل أقل قيمة للمطر الفعّال فقدرت(0) ملم, وفي شهر تشرين الثاني تسجل فعالية المطر بمقدار(11.5) ملم, وتسجل أعلى قيمة للمطر الفعّال في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني نحو(27.3) ملم وهي أعلى قيمة على مستوى محطات منطقة الدراسة, نتيجة لإنخفاض درجات الحرارة الصغرى والعظمى خلال هذا الشهر, بينما بلغت(24.9 ,20.9) ملم في شهري كانون الأول وشباط على التوالي, وفي فصل الربيع خلال شهر آذار تبلغ قيمة المطر الفعّال نحو(22.6) ملم, ثم تبدأ قيم المطر الفعّال بالإنخفاض خلال شهري نيسان ومايس فبلغت نحو(0.6, 7.6) ملم على التوالي. وسجلت مجموع موسمي قدره (116.1) ملم وهو يأتي بالمرتبة الثانية من بين محطات منطقة الدراسة بعد محطة الموصل ،شكل(13).

الشكل(13) نتائج قيم المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988-2018) لمحطة سنجار

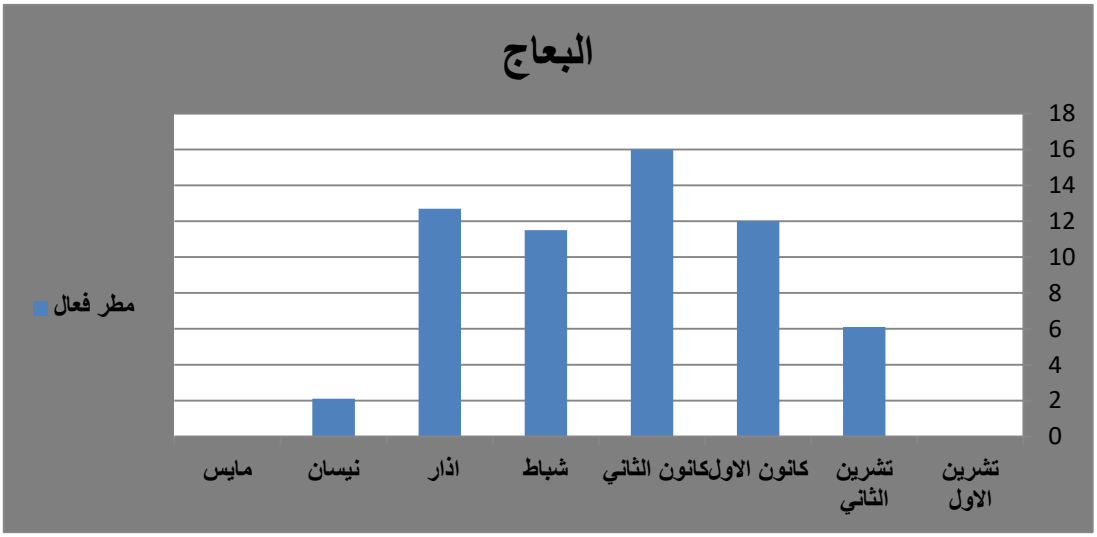


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(11).

3-2-5- محطة البعاج:

يوضح الجدول(11) بإنّ قيم المطر الفعّال تقل في هذه المحطة قياساً عن المحطات السابقة فبلغ المجموع الموسمي لهذه المحطة(60.4) ملم, وتبلغ قيمة المطر الفعّال(0) في شهري تشرين الأول ومايس, وتبلغ في شهر تشرين الثاني(6.1) ملم, بينما سجلت قيم(12, 16, 11.5) ملم للأشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط على التوالي, أما في شهر آذار فسجلت قيمة المطر الفعّال نحو(12.7) ملم, وسجلت قيمة في نيسان نحو(2.1) ملم. ويعود إنخفاض قيم المطر الفعّال في البعاج إلى قلة كمية الأمطار الساقطة وإرتفاع درجات الحرارة ،شكل(14).

الشكل(14) نتائج قيم المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988-2018) لمحطة البعاج

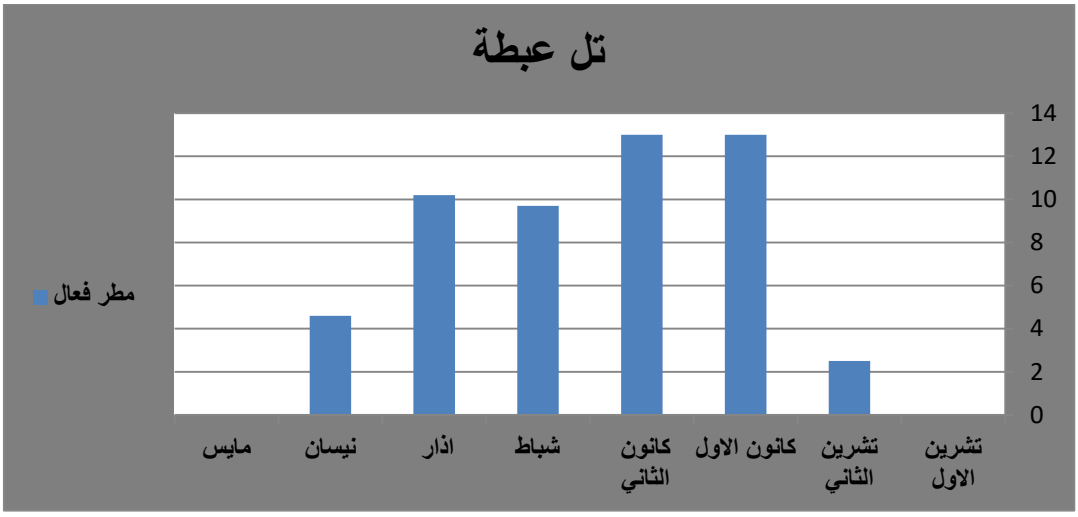


المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(11).

3-2-6- محطة تل عبطة:

تظهر نتائج الجدول(11) بإنّ محطة تل عبطة تسجل أقل مجموع موسمي لقيم المطر الفعّال والبالغ نحو(53.5) ملم, وتسجل أعلى قيم المطر الفعّال في شهري كانون الثاني وكانون الأول (13) ملم على التوالي, وبلغت نحو(10.2 , 9.7) ملم خلال شهري آذار وشباط على التوالي, بينما بلغت كمية المطر الفعّال نحو(4.6, 2.5) ملم لشهري نيسان وتشرين الثاني على التوالي. ويرجع إنخفاض كمية المطر الفعّال إلى قلة الأمطار المتساقطة مع إرتفاع معدلات الحرارة وإرتفاع ساعات السطوع النظري والفعلي وإنخفاض معدلات الرطوبة النسبية.،شكل(15)

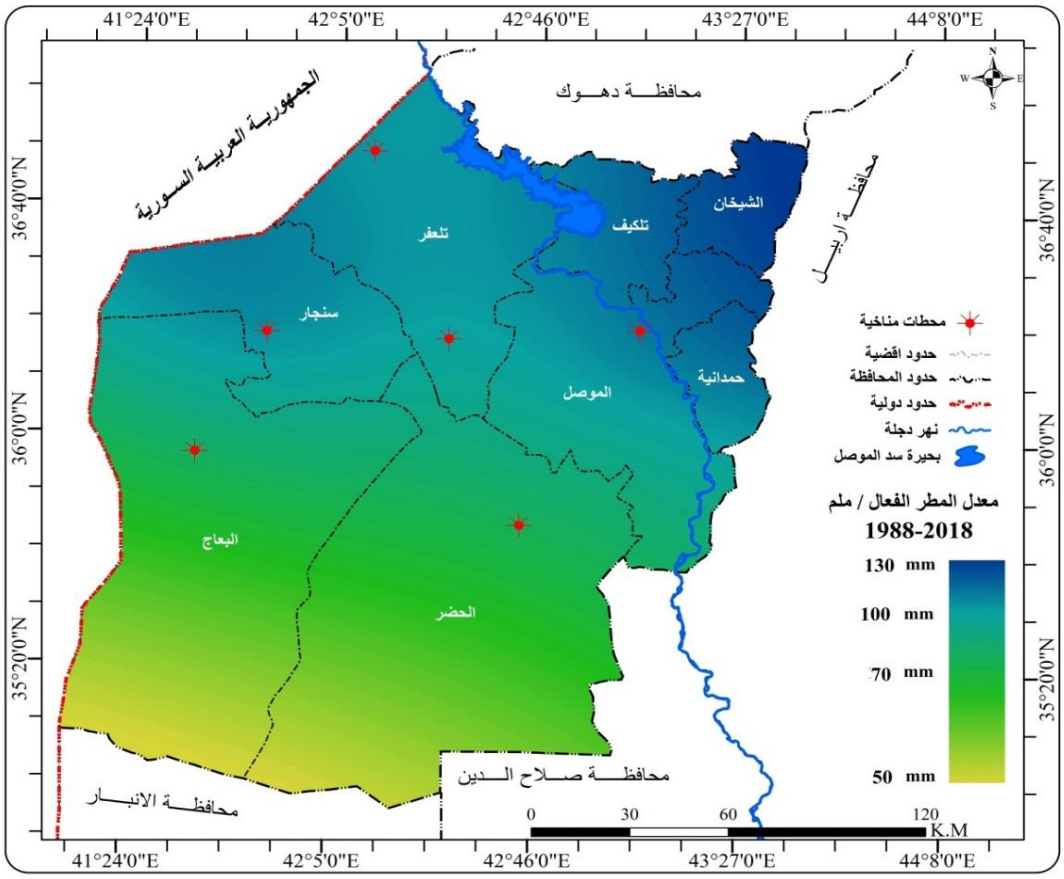
الشكل(15) نتائج قيم المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988-2018) لمحطة تل عبطة



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول(11).

يظهر من خلال التحليل السابق بإنّ منطقة الدراسة تتباين فيها كميات المطر الفعّال شهرياً وفصلياً وسنوياً ويعود هذا التباين إلى تباين العوامل المؤثرة على التبخر/النتح التي تعد الاساس في تحديد فاعلية الأمطار, بالإضافة إلى تباين خصائص الأمطار في منطقة الدراسة التي تتصف بالتذبذب من موسم لآخر, عموماً تكون قيم المطر الفعّال مرتفعة خلال أشهر الشتاء في جميع محطات منطقة الدراسة نتيجة لزيادة كميات الأمطار وإنخفاض درجات الحرارة مع إرتفاع نسبة الرطوبة, بينما تقل قيمه في فصل الخريف والربيع ويعود تناقص كمية المطر الفعّال خلال الفصلين السابقين إلى الإرتفاع في درجات الحرارة وبالتالي زيادة عملية التبخر/النتح بالإضافة إلى تناقص كميات المطر وتذبذبها بشكل كبير, إنّ هذا الإنخفاض في قيم المطر الفعّال يشكل خطراً على الزراعة الديمية في المنطقة خصوصاً في منطقة البعاج وتل عبطة التي تستلم كمية أمطار أقل من باقي مناطق الدراسة, لذلك فإنها تحتاج إلى عدد من الريات التكميلية في أشهر الربيع والخريف لأنجاحها وبما ان تذبذب الأمطار من خصائص المنطقة ففي بعض المواسم ترتفع قيمة المطر الفعّال ولا يحتاج المحصول إلى الري التكميلي, وبناءً على بيانات الجدول (24) يمكن توضيح خطوط المطر الفعّال على منطقة الدراسة في الخريطة (7).

الخريطة (7) معدلات المطر الفعّال(ملم) للمدة(1988–2018) لمحطات منطقة الدراسة



المصدر: بالإعتماد على بيانات الجدول (5) وبرنامج (Arc Gis 10.2).

- **الأستنتاجات**

1- تؤثر عناصر المناخ كالحرارة والتبخر والتبخر/ النتح الممكن والأمطار في تباين قيم المطر الفعّال بين محطات الدراسة.

2- يظهر من خلال التحليل السابق بإنّ منطقة الدراسة تتباين فيها كميات المطر الفعّال شهرياً وفصلياً وسنوياً ويعود هذا التباين إلى تباين العوامل المؤثرة على التبخر/النتح التي تعد الاساس في تحديد فاعلية الأمطار.

3- مُعادلة بنمان–مونتيث الفاو1998 مناسبة لإستخراج قيم المطر الفعّال وقيم التبخر/النتح الممكن.

4- تباين قيم المطر الفعّال بين محطات محافظة نينوى بشكل واضح من موسم إلى آخر نتيجة لتذبذب الأمطار في المنطقة وتباين معدلات عناصر المناخ الأُخرى.

5- بلغ المجموع الموسمي للمطر الفعّال نحو(125.7) ملم, وهو أعلى مجموع من بين جميع المحطات المدروسة ويعود تفوق محطة الموصل إلى استلام كميات من المطر أكثر من باقي محطات المنطقة.

6- تسجل محطتي الموصل وربيعة أعلى قيم للمطر الفعّال فيما سجلت أدنى القيم في محطتي تل عبطة والبعاج, بينما يتقارب المطر الفعّال في محطتي سنجار وتلعفر.

7- تشير النتائج إلى أنعدام المطر الفعّال خلال شهر تشرين الأول في جميع المحطات المناخية بسبب إرتفاع درجات الحراة بإستثناء محطة ربيعة, وتبدأ الفعّالية بالظهور خلال شهر تشرين الثاني ضمن دراسة المطر الفعّال للمدة من(1988-2018).

The References

1. Hassan Al-Mursi Bahjat Al-Mursi, Rain and Agriculture in the coastal plain of North Sinai, Master's thesis (unpublished), Faculty of Arts, Menoufia University, 2010, p. 186.
2. Ahmed Lafta Hamad Al-Budairi, Climate Change Indicators and Their Impact on Increasing Drought Manifestations in Babil Governorate, Master's Thesis (unpublished), College of Education Ibn Rushd, University of Baghdad, 2012, pg. 70.
3. Omar Ibrahim Hussein Hamad Al-Jubouri, Climate change models and their impact on effective rainfall and soil moisture in the governorates of Diyala and Sulaymaniyah, PhD thesis (unpublished) College of Education, Tikrit University, 2018, p. 144.
4. Falih Hassan Kazem Al-Umayyi, Determining the Determining Line of Destructive Agriculture by the Actual Value of Rain in Iraq, Master's Thesis (unpublished), College of Arts, University of Baghdad, 1991, p. 45.
5. Salam Tel Ahmed Al-Jubouri, Basics of Agricultural Climatology, 1st Edition, Dar Al-Raya for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2015, p. 173.
6. Ahmed Taha Shihab al-Jubouri, Youssef Muhammad al-Hathal, Ammar Majid Mutlaq al-Azzawi, indicators of climate change and their impact on the water water consumption of maize crop in the governorates of Baghdad and Babil for the period (1981-2013), Tikrit University Journal for Human Sciences, Volume (23), Issue (1) January 2016, p. 294.
7. Hassan Abu Samour, Hamed Al-Khatib, Geography of Water Resources, Dar Safa for Publishing and Distribution, Amman - Jordan 1999, p. 89.
8. Nadia Said Abdel Rahman, Climate Geography and Climate Phenomena, 1st Edition, Roya Foundation for Printing, Publishing and Distribution, Alexandria 2019, p. 41.
9. Munther Kamel Ismail Al-Samarrai, Ahmed Taha Shehab, Analysis of the Characteristics of Seasonal and Annual Rain in the Alluvial Plain, Journal of Tikrit University for Human Sciences, Volume (28), Issue (8) for the year 2021, p. 152.
10. Ali Salem Shawara, Geography of Climatology and Weather, 1st Edition, Dar Al Masirah for Publishing, Distribution and Printing, Amman 2012, p. 152.
11. Salam phone Ahmed al-Jubouri, the same source as the previous, pp. 198-199.
12. Maytham Abdul-Kazim Heidi Al-Shaibani, indicators of the general trend of evaporation in Iraq and its impact on the water needs of some agricultural crops, PhD thesis (unpublished), College of Education, Wasit University, 2019., p. 67.
13. Hassan Abu Samour, Hamed Al-Khatib, same source, previous, p. 83.
14. Basima Ali Jawad, The actual value of rain and its impact on the spatial variation of the cultivation of wheat and barley crops in Iraq, (PhD thesis) College of Arts, University of Basra, 1987, p. 84.
15. Muthanna Fadel Ali Al-Waeli, Water and Climate Balance in Najaf Governorate, Master's Thesis (unpublished), College of Arts, University of Kufa, 2004, p. 93.