

تحليل خصائص الجفاف بإستعمال مؤشر SPI وعدد من المعادلات الرياضية في منطقة الفرات الاوسط *¹

أ.د.علياء حسين أبو راضي

الباحث رؤى علي مهدي كاظم

جامعة الكوفة - كلية التربية للبنات

نجف- العراق

Analysis of drought characteristics using the SPI index and a number of mathematical equations in the middle Euphrates region.

Prof. Alia Hussein Abu Radi

Researcher Roaa Ali Mahdi Kazem

University of Kufa - College of Education for Girls

Najaf - Iraq

Abstract

The study dealt with analyzing the characteristics of drought in the middle Euphrates region, due to the loss of large areas of agricultural land, and making the soil vulnerable to pollution, water depletion and erosion problems. The equations used in estimating the values of drought in any region of the world varied, and this depends on the climatic characteristics, especially the rates of temperatures and the amounts of rain falling, which affect the nature of soil water storage and its readiness to deliver the moisture necessary for plant growth, whether cultivated or natural , As most of the studies showed that the study area is characterized by drought, and this appeared when applying the Thornthwaite and Lange equation, and in order to determine the degree of drought, the effectiveness of rain was clarified, because drought is based mainly on effective rain, and for the purpose of achieving the objectives of the research we adopted the descriptive, analytical and quantitative approach through which the Describe the state of drought and analyze the influencing climatic characteristics, as well as indicate its degree, It turned out that the climatic characteristics represented by the increase in temperature rates, the increase in the amount of evaporation and the decrease in the amount of rain were the most influential in the occurrence of drought, as it was found that the study area is dry and very dry according to the statistical equations used, and the results showed according to the SPI index)) the recurrence of the driest years.

Keywords: drought, SPI index, mathematical equations, Middle Euphrates region

الخلاصة

تناولت الدراسة تحليل خصائص الجفاف في منطقة الفرات الاوسط , بسبب فقدان مساحات كبيرة من الاراضي الزراعية , وجعل التربة عرضة للتلوث واستنزاف المياه ومشاكل التعرية. إذ تباينت المعادلات المستعملة في تقدير قيم الجفاف في اي منطقة في العالم وهذا يعتمد على الخصائص المناخية لاسيما معدلات درجات الحرارة وكميات الامطار الساقطة التي تؤثر في طبيعة خزن التربة للمياه وجاهزيتها في إيصال الرطوبة اللازمة لنمو النبات سواء المزروع منها أو الطبيعي, إذ أوضحت معظم الدراسات أن منطقة الدراسة تتسم بالجفاف, وظهر ذلك عند تطبيق معادلة ثورنثويت ولانج, ومن أجل تحديد درجة الجفاف تم توضيح فعالية المطر , لأن الجفاف يقوم بشكل اساس على المطر الفعال, ولغرض تحقيق اهداف البحث اعتمدنا المنهج الوصفي والتحليلي والكمي الذي يتم من خلاله وصف حالة الجفاف وتحليل

*1 بحث مستل من اطروحة دكتوراه للطالبة رؤى علي مهدي كاظم.

الخصائص المناخية المؤثرة، فضلاً عن بيان درجته، و اتضح أن الخصائص المناخية المتمثلة بتزايد معدلات درجات الحرارة وتزايد كمية التبخر وتراجع كمية الأمطار كانت الأكثر تأثيراً في حدوث الجفاف، كما تبين أن منطقة الدراسة جافة وشديدة الجفاف وفق المعادلات الاحصائية المستخدمة، وظهرت النتائج وفق مؤشر (SPI) تكرار السنوات الاكثر جفافاً.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، مؤشر SPI ، المعادلات الرياضية، منطقة الفرات الاوسط

المقدمة

أصبح العالم في الربع الاخير من القرن المنصرم أكثر عرضة للجفاف، ومن المتوقع أن تصبح حالات الجفاف واسعة الانتشار على نطاق أكبر وأكثر شدة وتواتر نتيجة لتغير المناخ. والآثار الطويلة الأجل للجفاف الذي يطول أمده على النظم الايكولوجية ، بحيث تؤدي إلى تسارع تدهور الاراضي والتصحر. وتشمل العواقب الافتقار إلى موارد المياه والاراضي المنتجة، لذا فإنها تتطلب استجابة جماعية للتخفيف من تأثيراتها، فالجفاف لم يعد مرتبطاً في المقام الاول بفقدان إنتاج زراعي أو بانخفاض حجم ذلك الانتاج، إنما أصبح اليوم يرتبط أيضاً بآثار كبيرة في قطاعات النقل والطاقة والصحة والترويح والسياحة وغيرها من القطاعات. ولا يقل عن ذلك أهمية نقص المياه، إذ تعد ندرة المياه في العراق عامة و منطقة الفرات الاوسط خاصة من اكبر التحديات التي تقف امام الخطط التنموية في القطاعات عامة لا سيما الزراعي، إذ تؤدي الى تراجع الاراضي الزراعية وتزداد حدة بتزايد موجات الجفاف وتناقص كمية الأمطار فضلاً عن النمو السكاني المتزايد، الأمر الذي سبب في الضغط على الموارد المائية المتاحة التي تتسم بمحدوديتها، ومن ثم عدم انتظام امدادات المياه وعدم القدرة على تخزين الامطار، لذا اصبح السمة الأكثر انتشاراً، إذ أدى الى تدهور الانظمة البيئية وتراجع الغطاء النباتي وتتباين درجة قساوته بتباين الخصائص المناخية ، إذ يتزايد بشكل كبير مع الفصل الحار من السنة .

اولا - مشكلة البحث

1- كيف تؤثر الخصائص المناخية في حدوث الجفاف في منطقة الفرات الاوسط؟

2- هل يوجد جفاف في منطقة الفرات الاوسط؟

ثانيا- فرضية البحث

1 - للخصائص المناخية دورا كبيرا ومؤثرا في حدوث الجفاف في منطقة الفرات الاوسط.

2- يوجد جفاف وبدرجة شديدة في منطقة الفرات الاوسط.

ثالثا - هدف البحث

تهدف الدراسة الكشف عن حالة الجفاف في منطقة الدراسة كونه في حالة تماس مع الحياة، إذ يؤثر على النشاط الزراعي عن طريق تركيز الاملاح فتتحول الاراضي الصالحة للإنتاج الزراعي الى جرداء تخلو من مظاهر الحياة ، فضلا عن تأثيره على المحاصيل الزراعية وتناقص كمية الانتاج، كما يؤثر بصورة سلبية على التربة وجعلها اكثر عرضة للانجراف بفعل السيول والتعرية بفعل الرياح .

رابعا - منهجية الدراسة و طرائق العمل اتبعت الدراسة المنهج الوصفي والكمي التحليلي ومرت هذه المنهجية بمراحل عديدة منها :-

- جمع البيانات والمعلومات : تم جمع المعلومات والبيانات في هذه المرحلة من الكتب العلمية والدولية والاحصاءات الحكومية المنشورة والغير منشورة ، كما تم تمثيل البيانات التي تم الحصول عليها وفق برنامج نظم المعلومات الجغرافية(GIS)، والي يقوم بمعالجة البيانات وتخزينها واخراج معلومات تفصيلية عنها.فضلا عن استخدام برنامج (Drinc) لمؤشر ال(SPI)

خامسا- مساحة وحدود البحث:

تمثل منطقة الدراسة جغرافيا حلقة وصل بين المنطقتين الوسطى والجنوبية من جهة والشمالية من جهة اخرى، كما و تحد منطقة الدراسة أطراف الهضبة الغربية من الغرب والمصرف الطبيعي لحوض نهر دجلة من الشرق، في حين تكون الحدود الشمالية لها منطقة الجزيرة الواقعة عند النتوء الصخري لتل أسود شمال الرمادي ب(26كم)، اما الحدود الجنوبية فتظهر في الخط الممتد بين مدينتي السماوة والناصرية عند مدينة الخضر من الهضبة الغربية في الغرب والحدود الادارية لمحافظة واسط وذي قار والبصرة. تمتد هذه المنطقة ضمن منطقة السهل الرسوبي (شمالياً غربياً- جنوبياً شرقياً) بمساحة تصل (98870 كم²) بنسبة (22.7%) من مساحة العراق البالغة (434128 كم²). خريطة (1). كما وتمثل الحدود المكانية بعدد من المحطات المناخية التي تقع ضمن منطقة الفرات الاوسط، اذ تقع منطقة الدراسة فلكياً بين خطي طول (42 50' 0" - 46 20' 0" شرقاً) وخطي (29 0' 0" - 32 30' 0" شمالاً)، خريطة (1).

خريطة (1) الموقع الفلكي والحدود الادارية لمحافظة منطقة الفرات الاوسط



المصدر: بالاعتماد على: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية، بغداد، 2019. وباستعمال نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis 10.

الجفاف

أصبح الجفاف بوصفه أحد المخاطر الطبيعية موضوعاً لكثير من الدراسات التي أجراها علماء من تخصصات ومهن شتى. ومن ثم اختلفت تعريفات الجفاف وفقاً لطبيعة الاحتياجات من الماء أو الرطوبة. واقترحت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية

تعريفين للجفاف:

(أ) تخلف المطر عن السقوط أو سوء توزيعه لفترة طويلة

(ب) فترة يسودها طقس جاف بدرجة غير عادية وتطول بما يكفي لكي يتسبب نقص الأمطار في اختلال هيدرولوجي خطير .
فضلا عن ذلك، فقد ورد في المادة (1) من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر التعريف التالي: تعني كلمة "الجفاف" الظاهرة الطبيعية التي تحدث عندما يكون المطر أدنى بدرجة محسوسة من مستوياته المسجلة، وهي تتسبب بذلك في وقوع اختلالات هيدرولوجية تؤثر تأثيرا ضارا على نظم إنتاج الموارد الأرضية".
وقد صنف المناخ الى اربع كالأتي:-

1- الجفاف المناخي يشير الى انخفاض معدلات الهطول او جفاف الامطار وتناقصها عن المعدل المعتاد ضمن فترات زمنية مختلفة تحدد حسب احتياجات المستخدم.

2- الجفاف الزراعي عادة ماينتج عن فترات زمنية جافة وحارة يقل فيها سقوط الامطار الامر الذي يؤدي الى ندرة المياه التي تحتاجها التربة خلال موسم الزراعة لانتاج المحاصيل والاعلاف .

3- الجفاف الهيدرولوجي يرتبط بوجود تناقص كميات المياه السطحية او الجوفية بسبب ندرة الامطار وبالرغم من تناقص معدلات الامطار قد يكون حالة من حالات الجفاف الا ان الجفاف الهيدرولوجي يمكن ان يحدث نتيجة لارتفاع الطلب على الماء اثناء المواسم الماطرة

4- الجفاف الاقتصادي والاجتماعي يشخص هذا النوع من قبل استراتيجيات الامم المتحدة الدولية للحد من الكوارث نتيجة لزيادة الطلب على سلعة اقتصادية اكثر من العرض نظرا لوجود عجز في الامدادات المائية.

كما بين ثورنثويت اربعة انواع رئيسية من الجفاف (drought) الذي عرفه على انه "عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة على الانبات أو حيث تكون الرطوبة الجوية و رطوبة التربة غير كافية للعمليات اللازمة للانبات"، وهذه الأنواع هي:

1. الجفاف الدائم- وهو النوع الذي تمثله الصحراء، إذ لا يوجد فصل ممطر يساوي كمية الماء اللازمة للانبات، ولا يوجد في مثل هذه المواقع إلا الأنواع الشديدة التكيف ولا تقوم الزراعة إلا بعمليات الآراء .

2. الجفاف الفصلي - يتميز هذا النوع باقتصار سقوط الأمطار على فصل وانعدامها في فصل آخر وتقوم الزراعة في الفصل المطير .

3. الجفاف الطارئ - ينتج هذا النوع من الجفاف عن عدم انتظام أو تقلب سقوط الأمطار ويقتصر هذا النوع على المناطق الرطبة وشبه الرطبة. فقد تمتد مدة طويلة دون سقوط المطر مما يؤدي الى هلاك المزروعات.. وهو من أخطر انواع الجفاف لصعوبة التنبؤ به.

4. الجفاف غير المنظور - تقل في هذا النوع من الجفاف الرطوبة (الجوية أو رطوبة التربة) عن حاجة النبات، وان انخفاض الرطوبة اليومية أو الشهرية عن الحد الذي يحتاج اليه النبات يؤدي الى موت النبات أو قلة كثافته أو قزميته.

يتبين من ذلك إن الجفاف هو ظاهرة طبيعية تتمثل في انخفاض كميات الأمطار الساقطة أو تناقصها عن معدلاتها الاعتيادية في أوقات معينة، والتي قد تستمر لفترات طويلة، و يبدو أن المحافظة موضوع البحث تقع ضمن المفهوم الأول (الجفاف الدائم)، فالأمطار وأن اقتصر على السقوط في فصل الشتاء فهي لا تسد حاجة النباتات من المياه.

خصائص عناصر المناخ المؤثرة في الجفاف في منطقة الفرات الاوسط

يعد المناخ العامل الأكثر أهمية في حصول الجفاف وذلك يرجع الى تباين وتغير في خصائصه التي تؤثر في تغير كمية المياه لاسيما الجارية منها ضمن البحار والأنهار أو ضمن التربة وطبقاتها المختلفة بالشكل الذي أثر بالنتيجة النهائية في تباين الجفاف ولذلك فإن دراستنا تؤكد ضرورة معرفة خصائص المناخ في منطقة الدراسة وعلاقتها

برطوبة التربة كونها تقدم المعيار الحقيقي للمناخ أذ كان مناخ رطب أو جاف وتأثير ذلك في وجود أو عدم وجود فائض في التربة بالشكل الذي يعكس في تحديد الحياة النباتية في منطقة الدراسة، ويمكن توضيح تلك الخصائص بالآتي:-

1 - خصائص الإشعاع و السطوع الشمسي في منطقة الدراسة.

تتباين زاويا الاشعاع الشمسي التي انعكست في كمية الاشعاع الشمسي ومن ثم في ساعات السطوع النظري والتي بلغت اقلها في شهر كانون الاول بواقع (10 ، 10:04 ، 14:12 ، 14:11 و 14 ساعة / يوم) في كل من محطات (الحلة ، كربلاء ، النجف ، الديوانية و السماوة) على التوالي ويرجع سبب ذلك الى ان اشعة الشمس المائلة التي تعمل على زيادة الاشعة المفقودة فتتناقص وفق ذلك معدلات درجة الحرارة ، في حين تزداد في شهر تموز بنحو (10:14 ساعة/يوم) في محطة الحلة وفي شهر حزيران بنحو (14:16 ساعة/يوم) في محطة كربلاء، كما و تزداد في محطة النجف والديوانية في شهر حزيران ايضا بنحو(14:12 و 14:11 ساعة/يوم) لكل منها على التوالي، في حين تصل الى (14 ساعة/يوم) في محطة السماوة . الجدول (1)

يرجع تباين ساعات السطوع النظرية الى تأثيرها بموقع المنطقة من دوائر العرض على وفق دوران الأرض حول الشمس وحول محورها، وللتباين المكاني والزمني لساعات السطوع تأثير في تباين كمية الاشعاع ومن ثم تباين درجة الحرارة لاسيما خلال الفصل الحار من السنة، ويعود سبب ذلك الى ان اشعة الشمس العمودية التي تقطع مسافة صغيرة من الغلاف الجوي وترتكز على مساحة صغيرة من سطح الارض مع تزايد عدد ساعات النهار تعمل على تزايد كمية الاشعة الشمسية المكتسبة فتزيد من درجة الحرارة، كما وتسهم هذه الظروف في زيادة كمية التبخر والنتح وتزايد الضائعات المائية فيتناقص المحتوى الرطوبي للتربة احدى اهم عناصر الموازنة المائية ومن ثم يحدث العجز في هذا الفصل من السنة ، إلا أن تلك المعدلات تتناقص و بشكل ملحوظ بعد شهر أيلول بسبب حركة الشمس الظاهرية نحو مدار الجدي وزيادة ميلان سقوط الاشعة الشمسية وتناقص ساعات النهار .

كما يتضح من الجدول(1) أن عدد ساعات النهار الفعلية تكاد تكون متقاربة في جميع محطات منطقة الدراسة لوقوعها على دوائر عرض متقاربة، إذ بلغ معدلها خلال الفصل الحار من السنة لاسيما في شهر تموز الذي سجل اعلى معدل لساعات السطوع الفعلية في محطتي الحلة و الديوانية بنحو(11.5)، في حين سجل أدنى معدل لها في محطات (كربلاء والنجف) بواقع (11.4 ساعة) لكل منها على التوالي واعلاها في محطة السماوة بواقع (11.7 ساعة/يوم)، أما خلال الفصل البارد فأن معدل ساعات السطوع الفعلية سجل أدنى تناقص لها في شهر كانون الأول بنحو (5.9 ساعة/يوم) في محطة النجف و(6.1 ساعة/يوم) في محطة كربلاء و (6.2 ساعة/يوم) في محطتي الحلة والسماوة على التوالي، كما وبلغت (6.4 ساعة/يوم) في محطة الديوانية المناخية وهو أعلى معدل مسجل لذلك الشهر.

يُعد التباين الذي اتضح في قيم الاشعاع الشمسي والتي ادت الى تباين عدد ساعات السطوع النظرية والفعلية خلال أشهر السنة مما رافقه تباين في معدلات درجة الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية وقيم التبخر السطحي من المياه والتربة فزيادة عدد ساعات السطوع الشمسي ينتج عنها زيادة في كمية الاشعاع الشمسية ومن ثم زيادة معدل درجة الحرارة ذات تأثير كبير في تحديد طبيعة الرطوبة في التربة، وزيادة عملية التبخر/النتح وزيادة الاحتياجات والاستهلاك المائي، فضلا عن تأثيره في عناصر المناخ الأخرى مما انعكس وينعكس سلباً في تزايد الجفاف، الا انه قد يحدث العكس عند تناقص تلك القيم .

جدول (1) المعدلات الشهرية لخصائص الاشعاع الشمسي في محطات منطقة الفرات الأوسط للمدة (1989-2018)

المعدل	ك1	ت2	ت1	ايلول	أب	تموز	حزيران	آيار	نيسان	أذار	شباط	ك2	خصائص الاشعاع الشمسي	المحطة المنطقة	
57.8	33.6	44	49.2	61.7	71.6	78.3	80.2	75.9	68.3	55.8	39.5	37	زاوية الشمس (درجة)	الحلة	
542.17	293.4	395.3	504.6 6	631.10	717.34	755.8 5	667.0	674.25	586.44	497.4	365.71	285.33	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		32
11 :8	10	10:02	11:02	12:02	13:02	14:05	14:01	13:05	13	11:05	11	10:01	السطوع النظري (ساعة /يوم)		27
8.7	6.2	6.9	8.1	9.9	11.2	11.5	11.2	9.4	8.4	7.7	7.2	6.5	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)		
57.65	33.26	38.26	49.26	61.26	71.26	78.26	80.26	76.26	67.26	55.26	44.26	37.03	زاوية الإشعاع (درجة)	كربلاء	
455.4	252.3	302.4	401.5	494.7	589.0	634.6	631.2	573.4	509.9	452.5	355.3	268.0	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		32
12	10:04	10:28	11:22	12:21	13:24	14:04	14:16	13:51	13:01	11:58	11:02	10:19	السطوع النظري (ساعة /يوم)		34
8.7	6.1	7	8	10	11	11.4	11.1	9.5	8.5	8	7.2	6.2	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)		
56.59	34.9	38.8	49	45.6	71.9	78.9	81.3	77.2	63.7	54.3	46	37.5	زاوية الإشعاع (درجة)	النجف	
458.0	256.0	309.3	406.6	495.8	590.1	635.3	632.3	570.9	508.7	455.0	358.7	277.4	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		31
12:04	10:00	10:28	11:25	12:20	13:19	13:57	14:12	13:45	12:05	12:00	11:05	10:13	السطوع النظري (ساعة /يوم)		57
8.6	5.9	7.1	8.1	10	10.9	11.4	11.1	9.4	8.3	7.9	7.2	6.4	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)		
58.26	34.01	39.01	50.2	62.01	71.8	79.01	81	77.01	68.1	56.01	45.01	36.01	زاوية الشمس (درجة)	البيوتانية	
461.8	264.6	311.1	410.7	499.8	599.1	640.8	637.8	573.9	507.5	457.7	364.6	273.6	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		31
11 :9	10:00	10:28	11:25	12:20	13:19	13:57	14:11	13:45	12:05	12:00	11:00	10:13	السطوع النظري (ساعة /يوم)		57
8.8	6.4	7.3	8.3	10.2	11.2	11.5	11.4	9.4	8.3	8	7.3	6.4	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)		
58.655	34.2	39.8	50.4	62.5	71.44	79.3	81.9	77.44	68.7	56.3	45.44	36.44	زاوية الإشعاع (درجة)	السماوة	
474.8	262.6	319.0	415.1	504.6	632.0	659.1	799.3	600.5	520.5	463.3	368.1	286.3	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		31
12	10	10:28	11:25	12:02	13:19	13:57	14	13:45	12:55	12	11	10:13	السطوع النظري (ساعة /يوم)		16
8.9	6.2	7.4	8.5	9.8	11.3	11.7	11.5	9.4	8.5	7.9	7.7	6.9	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)		
57.82	33.99	39.97	49.61	58.61	71.60	78.75	80.93	76.76	67.21	55.53	44.04	36.80	زاوية الإشعاع (درجة)	المعدل العام	
478.44	265.78	327.4 2	427.7 1	525.20	625.51	665.13	673.52	598.59	526.61	465.18	362.48	278.13	كمية الإشعاع ملي واط/سم ²		

11 :96	10 :01	10 :43	11 :20	12 :13	13 :17	13 :76	14 :08	13 :38	12 :53	11 :53	11 :01	10 :32	السطوع النظري (ساعة /يوم)
8.74	6.16	7.14	8.2	9.98	11.12	11.5	11.26	9.42	8.4	7.9	7.32	6.48	السطوع الفعلي (ساعة /يوم)

المصدر :- بالاعتماد على جمهورية العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2019.

* أستخرجت كمية الإشعاع الشمسي من سنة 1981 لغاية 2015 لعدم توفر أجهزة القياس في هيئة الأنواء الجوية .

2 خصائص درجة الحرارة Temperature characteristic .

يتبين من الجدول (2) ان معدلات درجات الحرارة تتباينت لكن بمقدار قليل جداً بين محطات منطقة الدراسة, اذ بلغ ادنى معدل لدرجة الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني(5 م) واعلاه في شهر تموز(26.9 م)، اما في محطة كربلاء فقد بلغ ادنى معدل للحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني بنحو(5.6 م) واعلاه في شهر تموز بواقع (29.8 م)، في حين بلغ ادنى معدل لدرجة الحرارة الصغرى في شهر كانون الثاني في محطات(النجف، الديوانية والسماوة) وبنحو(5.7، 7.5 و5.8 م) لكل منها على التوالي واعلاه في شهر تموز بنحو(29.7، 29.2 و27.9 م) في كل منها على التوالي.

. جدول (2) معدلات درجات الحرارة (م°) في محطات منطقة الفرات الأوسط للمدة

(1989 - 2018م)

المحطات	درجة الحرارة	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المعدل
الحلة	صغرى	5	7.2	11.1	16.4	21.6	25	26.9	26.7	23	18.5	11.3	6.9	16.6
	عظمى	17	20.2	25.2	31.1	37.2	41.4	43.5	43.7	40.2	33.8	24.7	18.4	31.3
	معدل	11	13.7	18.15	23.75	29.4	33.2	35.2	35.2	31.6	26.15	18	12.65	24
كربلاء	صغرى	5.6	7.7	11.7	17.8	23.3	27.1	29.8	29.2	25.1	19.7	11.9	7.2	18
	عظمى	16.2	19.4	24.2	31.2	37.5	42.1	44.7	44.6	40.6	33.9	23.9	18.1	31.3
	معدل	10.9	13.55	17.95	24.5	30.4	34.6	37.25	36.9	32.85	26.8	17.9	12.65	24.6
النجف	صغرى	5.7	8	12.4	18.3	23.6	27.2	29.7	29.3	25.4	20.1	12.3	7.7	18.3
	عظمى	16.8	20	25.2	31.5	38.2	42.8	45.2	44.9	41.1	34.5	24.4	18.5	31.9
	معدل	10.9	13.8	18.5	24.8	31.1	35.4	37.9	37.3	32.6	28.1	17.8	12.7	25.07
الديوانية	صغرى	7.4	8.7	12.3	18.6	23.3	26.2	29.2	27.9	24.7	21.1	12.5	5.9	19.13
	عظمى	17.3	20.6	25.5	32	38.2	42.5	44.6	44.5	41	34.8	25	19.1	29.27
	معدل	12.35	14.65	18.9	25.3	30.75	34.35	36.9	36.2	32.85	27.95	18.75	12.5	25.12
السماوة	صغرى	5.8	7.8	12.1	17.8	23.6	26.3	27.9	27.6	23.9	19.3	12.7	7.9	18.81
	عظمى	17.2	20.6	25.6	32.1	38.7	43	44.7	44.9	41.4	34.9	25.6	19.4	34.86
	معدل	11.5	14.2	18.85	24.95	31.15	34.65	36.3	36.25	32.65	27.1	19.15	13.65	25.3
المعدل العام	صغرى	6.07	7.93	12.2	18.2	23.45	25.83	28.55	27.75	23.87	20.17	12.5	7.1	17.8
	عظمى	17	20	25.14	32	38	42.36	44.54	44.52	41.2	34.38	25.3	19.25	31.97
	معدل	11.33	13.98	18.47	24.66	30.56	34.44	36.71	36.37	32.51	27.22	18.32	12.83	24.7

المصدر:- بالاعتماد على جمهورية العراق ، وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة، بغداد ، 2019.

كما وتتاين كذلك معدلات درجات الحرارة العظمى وفق تباين كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض لتصل اعلاها في شهر آب (43.7 و 44.54 م) في كل من محطتي الحلة والسماوة على التوالي، في حين تقاربت في المحطات الاخرى في شهر تموز بنحو (44.7، 45.2 و 44.6 م) في كل من محطات كربلاء والنجف والديوانية على التوالي. اما ادنى المعدلات لدرجات الحرارة العظمى في منطقة الدراسة فقد كانت في شهر كانون الثاني و بواقع (17، 16.2، 16.8، 17.3 و 17.2 م) في كل من محطات منطقة الفرات الاوسط على التوالي. وسبب التناقص يعود الى وصول الأشعاع الشمسي بدرجة عالية من الميلان والى قلة عدد ساعات النهار، فضلاً عن وصول الكتل الهوائية الباردة الجافة القطبية القارية، يساهم هذا التناقص في تزايد الرطوبة الجوية، فضلاً عن قلة التبخر الامر الذي يؤدي الى تزايد رطوبة التربة، ومن ثم قلة الجفاف

3- خصائص الرياح Wind characteristics .

يشير الجدول (3) تباين معدلات سرعة الرياح في منطقة الدراسة ليسجل أعلى معدلاتها في شهر تموز في محطة كربلاء والسماوة بواقع (4 م/ثا) لكل منها على التوالي ويعود سبب التزايد الى تركيز المنخفضات الخماسينية مع زيادة التسخين وحالة عدم الاستقرار وقلة الغطاء النباتي، الأمر الذي يؤدي الى تزايد كمية التبخر وقلة الرطوبة وزيادة الضائعات المائية لأن الرياح تعمل على ازاحة الهواء الرطب المشبع ببخار الماء ليحل محله هواء جاف، ومن ثم تنعكس سلباً على جفاف التربة التربة، في حين سجل ادنى معدل لسرع الرياح في شهر تشرين الثاني بنحو (1.2، 1.8، 1.1، 1.7 و 2.5 م/ثا) في محطات (الحلة، كربلاء، النجف، الديوانية والسماوة) على التوالي، ويرجع سبب التناقص الى كثرة وتكرار المرتفعات الجوية التي تتميز بسكون الهواء، فضلاً عن تفكك منخفض الهند الموسمي عدد من المراكز الضغطية وتناقص درجة الحرارة مما يجعل الهواء اكثر استقراراً، فضلاً عن تناقص معدل التبخر /النتح الامر الذي يؤدي الى تراكم سريع للمحتوى الرطوبي وهذا يساعد على وجود وفرة مائية في التربة خلال اشهر الفصل البارد.

جدول(3)معدلات سرع الرياح (م/ثا) في محطات منطقة الفرات الاوسط للمدة (1989 - 2018م)

المحطات الاشهر	الحلة	كربلاء	النجف	الديوانية	السماوة	المعدل العام
ك2	1.4	2.1	1.2	2	2.7	1.88
شباط	1.7	2.5	1.6	2.3	3.2	2.26
اذار	2.1	3	2	2.6	3.6	2.66
نيسان	2	3	2	2.7	3.7	2.68
ايار	2	3.1	2.1	2.4	3.8	2.68
حزيران	2.4	3.9	2.6	2.8	4.3	3.2
تموز	2.6	4	2.6	2.8	4	3.2
أب	1.9	3.1	2	2.2	3.6	2.56
ايلول	1.4	2.3	1.6	1.8	3.1	2.04
ت1	1.2	2	1.3	1.7	2.8	1.8
ت2	1.2	1.8	1.1	1.7	2.5	1.66
ك1	1.3	1.9	1.1	1.8	2.6	1.74
المعدل السنوي	1.8	2.7	1.8	2.2	3.3	2.36

المصدر:- بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2019.

4- خصائص الرطوبة النسبية Relative Humidity characteristics

ويظهر من الجدول (4) تباين معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة من شهر لآخر على وفق الاختلاف في معدلات درجات الحرارة وسرعة الرياح، إذ يتزامن ما يسجل من معدلات متناقصة للرطوبة النسبية مع ما سجل من معدلات متزايدة في درجات الحرارة وسرعة الرياح، بلغ أدنى معدل لها في شهر تموز بواقع (30.5، 29، 23، 27.6، و 22.1%) في محطات منطقة الدراسة (الحلة، كربلاء، النجف، الديوانية والسماوة) لكل منها ويرجع سبب التناقص الى تزايد عدد ساعات النهار وتزايد درجات الحرارة، فضلاً عن إنعدام الأمطار وزيادة سرعة الرياح وتأخذ تلك المعدلات بالتزايد خلال اشهر الفصل البارد من السنة نتيجة لتناقص درجات الحرارة وتلبد السماء بالغيوم، فضلاً عن تناقص سرعة الرياح فقد سجل أعلى معدل لها في شهر كانون الثاني، إذ بلغت في محطات (الحلة، كربلاء، النجف، الديوانية والسماوة) (71.7، 73.1، 67، 68.9 و 63.8%) لكل منها على التوالي. والذي يؤكد التباين تزايد معدلات الرطوبة النسبية في محطات كل من الحلة وكربلاء والديوانية على التوالي وتقل في كل من محطتي النجف والسماوة على التوالي. كما يتبين من المعطيات التي اتضحت عن معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة أن الموازنة المائية في منطقة الدراسة تعاني من عدم التوازن نتيجة لتباين معدلات الرطوبة لأن وفرتها تسمح بموازنة درجة الحرارة ومن ثم قلة قيم التبخر، الأمر الذي يعمل على زيادة المحتوى الرطوبي داخل التربة ومن ثم يقل الجفاف ويحصل النقيض عند التناقص.

جدول (4) معدلات الرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة
للمدة (1989-2018م)

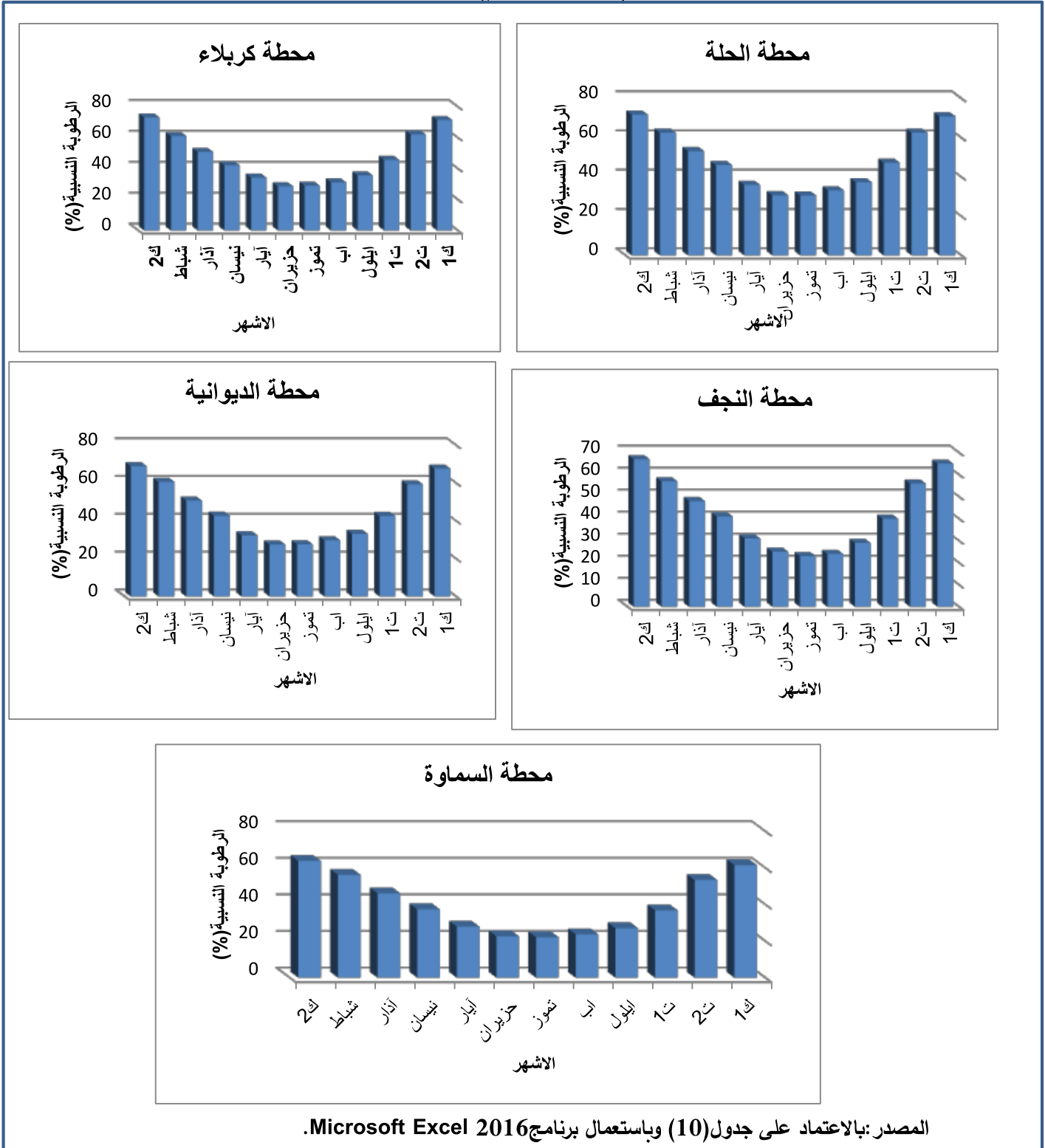
المعدل	السماوة	الديوانية	النجف	كربلاء	الحلة	الاشهر
68.9	63.8	68.9	67	73.1	71.7	ك2
59.48	56.2	60.6	57	61.1	62.5	شباط
49.74	46.1	50.7	48	50.8	53.1	آذار
41.84	37.4	42.7	41	42.1	46	نيسان
32.26	27.9	32.3	31	34.2	35.9	آيار
26.86	22.6	27.5	25	28.6	30.6	حزيران
26.44	22.1	27.6	23	29	30.5	تموز
28.32	23.7	29.7	24	31.1	33.1	اب
32.4	27.1	33.1	29	35.6	37.2	ايلول
42.46	36.8	42.6	40	45.7	47.2	ت1
58.66	53.4	59.3	56	62.1	62.5	ت2
67.26	61.5	67.6	65	71.4	70.8	ك1
44.56	39.9	45.2	42.2	47.1	48.4	المعدل

المصدر:- بالاعتماد على- جمهورية العراق، وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2019.

ومن ثم ان معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة تزداد خلال الفصل البارد من السنة ويرتبط هذا التزايد مع قيم الأمطار العالية فتتناقص معها معدلات التبخر من سطح التربة وتزداد السعة الحقلية في التربة لتحافظ على محتواها الرطوبي، أما خلال أشهر الفصل الحار فأن الرطوبة النسبية تتناقص في معدلاتها بالتزامن مع إنعدام الأمطار وتزايد درجات الحرارة ومن

ثم معدلات التبخر الذي يعمل على زيادة الضياع المائي وتناقص محتوى رطوبة التربة الى حد نقطة الذبول بالشكل الذي يتطلب تقارب فترات الأرواء لسد حاجة المحاصيل الزراعية من المياه .

شكل(1) معدلات الرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الفرات الاوسط للمدة (1989-2018م)



المصدر: بالاعتماد على جدول(10) وباستعمال برنامج Microsoft Excel 2016.

5- خصائص الأمطار Rain Fall characteristics .

تتبع منطقة الدراسة نظام الأمطار في البحر المتوسط من حيث قلتها وتذبذبها وموسم سقوطها وما يتخللها من سنوات جافة، إذ يقتصر سقوطها في الفصل البارد وينعدم خلال أشهر الفصل الحار الحار، إذ تشير البيانات في الجدول (5) حقيقة نظام الأمطار في منطقة الفرات الأوسط والتي تتباين خلال فصول السنة، إذ تزداد كميتها خلال أشهر الفصل البارد ليبلغ أقصى معدل لها في شهر كانون الثاني في محطة الديوانية (22.2 ملم)، في حين سجلت أدنى كمية في محطة النجف بنحو (14.7 ملم)، ويعزى سبب التزايد إلى تكرار المنخفضات الجوية المتوسطة التي تقترب من منطقة الدراسة خلال هذا الفصل من السنة مما يؤدي إلى أن يكون معدل الشدة المطرية أعلى من الترشيح ووصول التربة إلى سعتها الحقلية فيحدث الجريان السطحي مسبباً إيجابية الموازنة المائية، في حين يحل الجفاف وينعدم تساقط الأمطار خلال أشهر الفصل البارد من السنة، ويرجع سبب ذلك إلى سيادة الضغوط الجوية المرتفعة التي تمنع وصول المنخفضات الجوية نحو منطقة الدراسة، الأمر الذي يقلل من تأثير وتكرار المنخفضات الجوية التي تعد المصدر الرئيس للتساقط والرطوبة، فضلاً عن تزايد معدلات درجات الحرارة التي تؤدي إلى زيادة التبخر/النتح مما يقلل من المحتوى الرطوبي للتربة وماتعكسه من تأثير سلبي في تزايد الجفاف.

جدول (5)

المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لكمية الامطار (ملم) في محطات الفرات الأوسط للمدة (1989-2018م)

المعدل العام	الاشهر	الحلة	كربلاء	النجف	الديوانية	السماعة
19.04	ك2	19.7	17.7	14.7	22.2	20.9
14.28	شباط	15.1	14.6	13.5	13.7	14.5
14.54	آذار	14.6	17.3	11.3	12.1	17.4
12.86	نيسان	12.9	12.2	13.4	15.1	10.7
3.18	آيار	2.7	2.5	3.2	3.2	4.3
0	حزيران	0	0	0	0	0
0	تموز	0	0	0	0	0
0	اب	0	0	0	0	0
0.24	ايلول	0.1	0.3	0	0.6	0.2
5.18	ت1	4.9	4.9	5.8	4.9	5.4
19.02	ت2	20	15.4	17.2	21	21.5
15.28	ك1	18.5	13.7	14.4	15.2	14.6
103.62	المجموع	108.5	98.6	93.5	108	109.5

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق ، وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد ، 2019.

كما يتضح من الجدول (5) تناقص تساقط الأمطار خلال أشهر السنة الانتقالية (آذار و نيسان) بواقع (14.6 و 12.9 ملم) في محطة الحلة و (17.3 و 12.2 ملم) في محطة كربلاء ولكل منها على التوالي، في حين وصلت إلى (11.3 و 13.4 ملم) في محطة النجف و (12.1 و 15.1 ملم) في محطة كربلاء و (17.4 و 10.7 ملم) في محطة السماعة في كل من شهري آذار ونيسان على التوالي، ومن ثم تأخذ بالانعدام في أشهر الفصل الحار وتقل كثيراً في شهر ايلول بمجموع (0.24 ملم) في منطقة الدراسة بسبب قلة وصول المنخفضات الجوية المتوسطة وضعفها ، إلا أنها تبدأ بالزيادة مع تغير الحركة الظاهرية

للشمس وانتقالها الى النصف الجنوبي لتبدأ معها حركة المنظومات الضغطية التي تؤثر في تزايد حركة المنخفضات الجوية بدءاً من شهر تشرين الاول وتشيرين الثاني وبنحو (5.18 و 19.02 ملم) لكل منها على التوالي. ويتبين ان كمية الامطار الساقطة في جميع محطات منطقة الدراسة تزداد في محطات (الحلة والديوانية واجزاء من النجف والسماوة) ونقل في محطتي كربلاء واجزاء من محطة النجف، ووفق المعطيات يمكن تصنيفها بأنها قليلة وغير كافية للحفاظ على رطوبة التربة مما يتطلب تعويضها بالري لإقامة أي نشاط زراعي.

6- خصائص التبخر Evaporation characteristics

تعتمد عملية التبخر على عدد من العوامل منها المناخية المتمثلة بـ (الاشعاع الشمسي، درجة الحرارة، سرعة الرياح، كمية الرطوبة والامطار) والتربة بخصائصها مثل (تركيب التربة، نسجتها، غطائها النباتي ومحتواها الرطوبي) و يرتبط التبخر بعلاقة طردية مع درجة الحرارة وتؤثر فيه بصورة مباشرة، اذ يزداد ذلك التأثير عند اقترانها بالجفاف فتصل كمية التبخر الى (15ملم) في اليوم الواحد، إلا أن تناقص الرطوبة في الأشهر الحارة مرتبط بتزايد درجات الحرارة والتي يزداد معها قيم التبخر، الأمر الذي يعمل على تزايد فقدان المائي من التربة والنبات وزيادة الضائعات المائية من السطوح المكشوفة يساعدها في ذلك سرعة واتجاه الرياح، إذ تقوم الرياح بحمل الهواء الرطب ليحل محله هواء جاف لاسيما وأن الرياح الهابة في منطقة الدراسة هي رياح غربية وشمالية غربية جافة تسهم في زيادة الجفاف ونشاط التبخر، الأمر الذي يعمل على زيادة الضائعات المائية و فقدان المائي من التربة، ونظراً لتباين خصائص المناخ فإن قيم التبخر تتباين كذلك في منطقة الدراسة، إذ يتضح من الجدول (6) يظهران قيم التبخر تتفاوت مكانياً وزمانياً، اذ تزداد في محطة السماوة بنحو (3510.3 ملم) ونقل في محطة الحلة بنحو (2263 ملم) والتي تتباين فيها كميات التبخر ابتداءً من شهر كانون الثاني بنحو (53.5 ملم) ثم تأخذ بالتزايد لتصل اعلاها بنحو (330.7 ، 353.6 و 316.9 ملم) لكل من أشهر حزيران وتموز واب على التوالي.

جدول (6) كمية التبخر (ملم) في محطات منطقة الفرات الأوسط للمدة (1981-2018 م)

المحطة الاشهر	الحلة	كربلاء	النجف	الديوانية	السماوة
ك2	53.5	61.1	82.7	82.2	88.8
شباط	77.2	92.6	116.6	107	119
آذار	134.8	166.7	195.3	185.2	205.7
نيسان	186.8	235.2	270.9	266.8	275.6
آيار	268	328.7	388.9	370.6	393.9
حزيران	330.7	410.3	487.5	465.1	489.8
تموز	353.6	448.2	526.7	498.4	544.9
اب	316.9	400.6	499.1	455.9	509.5
ايلول	243.7	303.7	364.3	344.8	384.4
ت1	160.8	200.2	253.1	248.4	271
ت2	80.6	99.4	129.4	134.8	137.3
ك1	56.4	63.3	86.8	89.7	90.4
المجموع	2263	2810	3401.3	3248.9	3510.3

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق ، وزارة النقل الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2019 .

كما تتناقص كمية التبخر كذلك في محطة كربلاء لاسيما خلال شهري كانون الاول والثاني بواقع (63.3 و 61.1 ملم) لكل منها على التوالي ويرجع السبب الى تناقص درجات الحرارة وقلة سرعة الرياح، فضلا عن تزايد الرطوبة النسبية وكثرة الغيوم مما يؤثر بصورة ايجابية في المحتوى الرطوبي للتربة وقلة الضائعات المائية، ثم تأخذ تلك القيم بالزيادة التدريجية لتصل اعلى مقاديرها خلال شهر تموز بواقع (448.2 ملم)، اما محطة النجف فتقل قيم التبخر فيها في شهر كانون الثاني بنحو (82.2 ملم) وتزداد في شهري تموز وآب ويعود سبب التزايد الى طول مدة السطوع الشمسي والتزايد الملحوظ في درجات الحرارة مع تناقص الرطوبة وانعدام التساقط وزيادة سرعة الرياح مما يؤدي الى ازدياد عملية التبخر وحدوث التضائل الكبير في المخزون الرطوبي للتربة ومن ثم انعكاسه تزايد الجفاف.

اما في محطتي الديوانية والسماوة فيظهر التباين الزمني واضحاً كما في باق المحطات الاخرى، اذ يبدأ قلة التبخر في شهري كانون الثاني وشباط بنحو (82.2 و 88.8 ملم) و(107 و 119 ملم) لكل منها على التوالي، ثم تأخذ بالتزايد الى ان تصل الى (498.4 و 544.9 ملم) في شهر تموز لكل من محطتي الديوانية والسماوة على التوالي. ويظهر هذا التباين . مما سبق يتضح ان كمية الأمطار تتناقص كثيرا عن كمية التبخر في منطقة الدراسة، الامر الذي ينعكس في جفاف الطبقة السطحية للتربة فينجم عن ذلك قلة تماسك دقائقها مما يعرضها الى التعرية ومن ثم تأثيرها بصورة عكسية على نسجة التربة وقدرتها في الاحتفاظ بالماء .

أ- خصائص الجفاف في منطقة الفرات الاوسط بإستعمال عدد من المعادلات الرياضية.

تتباين المعادلات المستعملة في تقدير قيم الجفاف في اي منطقة في العالم وهذا يعتمد على الخصائص المناخية لاسيما معدلات درجات الحرارة وكميات الامطار الساقطة التي تؤثر في طبيعة خزن التربة للمياه وجاهزيتها في إيصال الرطوبة اللازمة لنمو النبات سواء المزروع منها أو الطبيعي، إذ أوضحت معظم الدراسات أن منطقة الدراسة تتسم بالجفاف، وظهر ذلك عند تطبيق معادلة ثورنثويت*² ولانج، ومن أجل تحديد درجة الجفاف لابد توضيح فعالية المطر،*³ إذ ان الجفاف يقوم على المطر الفعال، يتبين من الجدول(7) أن أعلى نسبة للمطر الفعال في شهر تشرين الثاني (14, 10.7, 12.04, 14.7, 15.05ملم) في (الحلة وكربلاء, النجف, الديوانية والسماوة)لكل منها، ويرجع

جدول(7) معدلات المطر الفعال في محطات منطقة الفرات الأوسط للمدة (1989-2018)

المحطات الاشهر	الحلة	كربلاء	النجف	الديوانية	السماوة	المعدل
2ك	12.8	11.5	9.5	14.4	13.5	12.34
شباط	11.3	10.9	10.1	10.2	10.8	10.66
آذار	10.9	12.9	8.4	9.07	13.05	10.864
نيسان	10.3	9.7	10.7	12.08	8.56	10.268
آيار	2.16	2	2.5	2.5	3.44	2.52
حزيران	0	0	0	0	0	0

* 2 تم أستخراج معدلات الجفاف وفق معادلة ثورنثويت الآتية

$$T = 1.65 \left(\frac{r}{T + 12.2} \right)^{10/9}$$

للمزيد ينظر مثنى فاضل علي، التباين المكاني لتغير انطقة الجفاف المناخي في العراق دراسة مقارنة لعدد من المعايير، مجلة أورك، جامعة المثنى، المجلد(8)، العدد(2)، 2015، ص245

* 3 تم استخراج القيمة الفعلية للأمطار من خلال ضرب كمية الامطار في معامل المطر المذكور تبعاً لسليخوزيروم .

0	0	0	0	0	0	تموز
0	0	0	0	0	0	آب
0	0	0	0	0	0	أيلول
3.592	3.7	3.4	4.06	3.4	3.4	ت1
13.298	15.05	14.7	12.04	10.7	14	ت2
10.924	14.6	9.8	9.3	8.9	12.02	ك1
74.466	82.7	76.15	66.6	70	76.88	المجموع

المصدر: بالإعتماد على الجدول (11) وباستعمال Microsoft Excel 2016.

سبب الارتفاع الى طبيعة العلاقة القائمة بين كمية الأمطار والتبخر، فضلاً عن الأمطار ودرجات الحرارة، إذ يتسم هذا الشهر بتزايد كمية الأمطار وفعاليتها التي تستطيع التربة ان تحتفظ به لزيادة مخزونها، ويتزامن سقوطها مع بدء تناقص معدلات درجات الحرارة وتناقص قيم التبخر الممكن، لذا يحقق المطر فاعلية، إلا أن تلك الفاعلية تتناقص مع تزايد معدلات درجات الحرارة وتناقص كمية الأمطار مسببة حدوث الجفاف لاسيما في المدد التي يفوق فيها التبخر/النتج المحتمل كمية المياه الموجودة في التربة بالمرحلة التي يقل فيه المحتوى الرطوبي للتربة عن قيم التبخر، و عند مقارنة تصنيف ثورنثويت مع ماتم التوصل اليه من نتائج يتضح أن منطقة الدراسة منطقة جافة تعاني من قلة الفائض المائي ونقص في محتوى رطوبة التربة، لذا يجب الاعتماد على الارواء في الزراعة وعلى الانهار في تزويد المظاهر الحياتية الأخرى بالمياه اللازمة.

أظهرت الدراسة وفق تطبيق معادلة ثورنثويت ولانج في الجدول (8) ان المنطقة جافة بل شديدة الجفاف ويرجع سبب ذلك الى أن منطقة الدراسة تتبع في نظام سقوط الأمطار في البحر المتوسط من حيث فصليتها وتذبذبها من سنة لأخرى وقلتها، وقد أسهمت هذه الظروف في حدوث الجفاف الذي يتواجد أينما تفوق قيم التبخر كمية الأمطار وتزايد معدلات درجات الحرارة، إذ يتضح من الجدول (8) أن الجفاف يسود منطقة الدراسة ويتباين زمانياً ومكانياً وأنه يتماشى مع مقومات الموقع، فقد سجلت سنة الدراسة (2018) أعلى قيم الجفاف لاسيما في محطة الحلة بواقع (10.55 ملم)، وترتبط هذه المعدلات المرتفعة بقيم الأشعة المكتسبة وتزايد معدلات درجة الحرارة يرافقها تزايد قيم التبخر/النتج الممكن وتناقص كمية الأمطار، فضلاً عن خصائص الرياح.

جدول (8) تحديد درجة الجفاف (ملم) لسنوات مختارة من المدة (1989-2018) في محطات منطقة الفرات الاوسط

السنوات	الحلة		كربلاء		النجف		الديوانية		السماوة	
	لانج	ثورنثويت	لانج	ثورنثويت	لانج	ثورنثويت	لانج	ثورنثويت	لانج	ثورنثويت
2008	2.12	2.42	3.05	3.65	2.82	3.39	1.74	1.98	2.24	2.61
2009	2.10	2.42	1.24	1.352	2.51	2.974	1.80	2.06	1.40	1.56
2010	3.37	4.14	3.16	3.90	1.86	2.18	1.83	2.13	1.52	1.72
2011	3.43	4.07	4.02	4.93	2.82	3.37	3.17	3.86	2.30	2.68
2012	5.08	6.43	3.10	3.75	1.88	2.17	3.75	4.69	2.83	3.39
2013	7.71	10.05	7.57	9.96	6.17	8.03	4.78	6.11	9.76	13.37
2014	5.06	6.39	4.18	5.24	3.84	4.79	4.10	5.13	4.15	5.22
2015	5.33	6.80	4.62	5.87	5.31	6.89	5.35	6.93	2.36	2.80
2016	5.52	7.02	6.87	9.11	3.55	4.42	2.63	3.15	1.99	2.31

2.007	2.34	1.12	1.23	1.42	1.60	1.92	2.22	2.84	3.36	2017
6.70	8.98	7.16	9.63	5.71	7.61	1.92	9.46	7.92	10.55	2018

المصدر: بالإعتماد على الجدولين (7, 11).

في حين سجلت سنة (2009) أقل القيم بسبب تزايد كمية الأمطار. في حين سجلت معادلة لانج الذي اعتمد في استخراج نتائجها على درجة الحرارة والأمطار قيم متباينة الا أنها

جدول (9) قيم معاملات تصنيف المناخ ونوعه وفقاً لثورنتويت ولانج

لانج		ثورنتويت	
نوع المناخ		نوع المناخ	المعامل
شديد الجفاف	10-0	رطب جداً	اكثر من 128
جاف	40-10	رطب	64-127
شبه رطب	160-40	شبه رطب	32-63
رطب	160 فأكثر	شبه جاف	16-32
		جاف	اقل من 16

المصدر: مثنى فاضل علي، التباين المكاني لتغير انطقة الجفاف المناخي في العراق دراسة مقارنة لعدد من المعايير، مجلة أورك، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة المثنى، المجلد (8)، العدد (2)، 2015، ص 255.

متناقصة مقارنة بمعامل ثورنتويت، إذ سجلت اعلى القيم في سنة (2018) في محطة الحلة بواقع (7.92 ملم) بحكم درجات الحرارة وتناقص الامطار.

ب - تحليل موجات الجفاف الموسمي باستخدام مؤشر المطر القياس (SPI).

يعتقد عدد من العلماء ممن يدرسون تأريخ المناخ أن تزايد درجات الحرارة قد يؤدي الى دفع عدد من الاقاليم نحو موجة جفاف عظمى (والتي عادة ما يتم تعريفها أنها فترة الجفاف المستمر لمدة 20 عاماً أو أكثر)، ويعد هذا مصدر قلق كبير في كثير من الدول التي عانت بالفعل من صعوبة تلبية الاحتياجات المائية خلال ما يقرب من عقدين من الجفاف، و يشير العالم (Park Williams) المتخصص في علم المناخ الحيوي في مرصد لامونت دورتي للأرض بجامعة كولومبيا الى أن موجات الجفاف العظمى السابقة لها ظروف غير معروفة لنا ويرى أن هنالك توافق محتملا من حيث الشدة وإذا استمر فقد يمثل أول موجة جفاف عظمى في عصر تغير المناخ الذي يسببه الإنسان، وقد وضعت العديد من القرائن من قبل الباحثين في مختلف التخصصات منها في مجال المناخ والزراعة والهيدرولوجيا من اجل تحديد واضح للمدة الجافة سواء على المستوى الشهري او الفصلي او السنوي وذلك من خلال وضع وصف حسابي (Numerical Description) للجفاف ومن ثم توظيفه في حساب شدته وكذلك مراقبة الجفاف،

ومن هذه القرائن لاسيما تلك التي تعتمد على عنصر مناخي واحد وهو الامطار (دليل المطر القياسي، طريقة العشريات لجيبس وماهر، ودليل الجفاف، والنسبة المئوية للتساقط الطبيعي).

وقد اعتمدنا في توضيح صفة الجفاف في منطقة الدراسة على مؤشر دليل المطر القياسي*⁴ الذي صمم من قبل العالم (McKee Teal) و يمثل مصطلح SPI رمزاً لدليل المطر القياسي (Standardized Precipitation Index) والذي يستعمل من قبل الباحثين في تقييم العجز في التساقط وقد تم تطوير مؤشر المطر القياسي SPI من اجل فهم تأثير النقص في الأمطار على رطوبة التربة ليناسب عدّة مقاييس زمنية لتحليل الأمطار ودراسة تأثير الجفاف على الأنواع المختلفة لمصادر المياه ولهذا تم احتساب قيم SPI لمدد تبلغ 3 ، 6 ، 12 ، 24 شهراً حسب الغاية من التحليل.

ويُعد (SPI) مؤشر نسبي في تصنيف مدد الجفاف والرطوبة ، إذ يتعامل مع كل محطة مناخية بشكل منفرد ومستقل عن المحطات الاخرى، ويُمثل المعدل العام للمطر في تلك المحطة الحد الفاصل بين الرطوبة والجفاف وبذلك فأَنَّ مصطلح الجفاف لا يرتبط بالمحطات ذات معدلات المطر الواطنة كما لا يرتبط مصطلح الرطوبة بالمحطات ذات معدلات المطر العالية فعلى سبيل المثال إذا كانت كمية الأمطار الساقطة في سنة ما على محطة مطرية ذات معدل (1000ملم) تساوي (900 ملم) فأَنَّ هذه السنة تصنف على أنها سنة جافة أمّا إذا سقطت كمية أمطار (120) ملم والمعدل العام كان (100) ملم فأَنَّ هذه السنة تصنف على أنها سنة رطبة ضمن السنوات الرطبة في تلك المحطة، ويعتمد مؤشر المطر القياسي (SPI) في كثير من المراكز البحثية المتقدمة والجامعات والمراكز الوطنية للأرصاد

جدول (10) فئات مؤشر SPI

التصنيف	قيم Spi
شديد الرطوبة جدا	≤ 2
شديد الرطوبة	1.50 – 1.99
متوسط الرطوبة	1 – 1.49
معتدل الرطوبة	0 – 0.99
معتدل الجفاف	-0.99 – 0
متوسط الجفاف	-1 – -1.49
شديد الجفاف	-1.50 – -1.99
شديد الجفاف جدا	≤ -2

Source: McKee, T. B. Doesken, N.J& Kleist, J. "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints", Eight conf. on Applied Climatology, "Anaheim California, USA", (2003), PP.179–184

* 4 دليل المطر القياسي يتم استخراجه وفق معادلة

$$SPI^k_{i,j} = X^k_{i,j} - U^k_{i,j} / 6K^k_j$$

إذ أن :

$X^k =$ مجموع التساقط لكل سنة.

$U^k_{i,j} =$ المعدل العام للأمطار لكل السنوات.

$6K^k_j =$ الانحراف المعياري لكل السنوات ويستخرج وفق المعادلة:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

راجع المصدر: طالب حسين زاير الرمahi , دراسة الظواهر الغبارية في العراق بأستعمال تقنية الاستشعار عن بعد، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الكوفة، 2021 , ص100.

الجوية وأبرزها المركز الوطني للتخفيف من آثار الجفاف في الولايات المتحدة الأمريكية (NDMC) National Drought Mitigation Center ، إذ يقوم هذا المركز برصد ظاهرة الجفاف أسبوعياً وشهرياً وسنوياً ويظهر توزيعها المكاني والزمني على شكل نماذج من الخرائط ، فضلاً عن الولايات المتحدة الأمريكية ويستعمل مؤشر المطر القياسي في العديد من الدول الأوربية مثل اليونان فضلاً عن المكسيك وغيرها من الدول المتقدمة، أن مدة الجفاف تحدث عندما تكون قيم SPI سالبة والتي تكون مصنفة حسب الفئات المحددة في جدول (10)، إذ تعد الفئة (0-0.99-) معتدل الجفاف وتدرج الى ان تصل اشدها في الفئة (-2) لتصنف بأنها شديدة الجفاف جداً، وتنتهي مدة الجفاف هذه عندما تصبح قيم (SPI) موجبة وبذلك فأن كل فترة جفاف لها بداية ونهاية، ويفضل في حساب (SPI) عدم وجود بيانات مفقودة في السلسلة الزمنية ، إذ تكون المدة المطلوبة للدراسة اكثر من (30 سنة) وتم تحديد الجفاف والذي اتضح من خلاله أن المواسم الجافة و الرطوبة سجلت تبايناً زمنياً ومكانياً في تكرار المواسم الرطبة والجافة والشديدة الجفاف وكالاتي:- (الجدول (11) وشكل (2))

■ سجل الصنف (خفيف الجفاف) أعلى تكراراً في محطات منطقة الدراسة وبلغ تكراره 13 موسم في محطتي السماوة والنجف بينما اقل تكرار له كان في محطة الديوانية وبلغ 5 سنة

جدول (11) تكرار السنوات الجافة والرطبة وفق مؤشر المطر القياسي SPI خلال مدة الدراسة في محطات منطقة الفرات

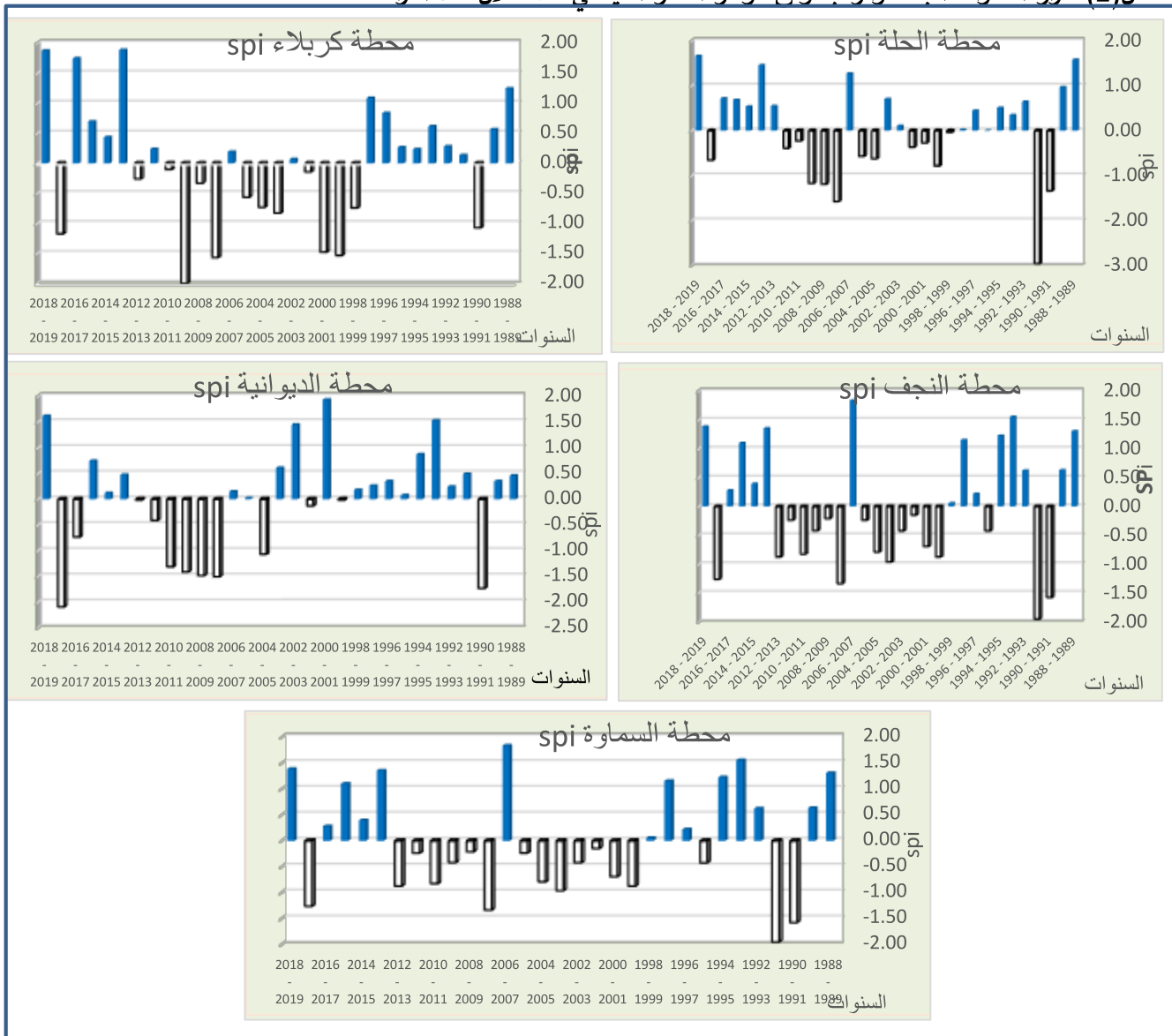
الايوسط

السماءة	الديوانية	كربلاء	الحلة	النجف	المحطة	الشدة
-----	1	-----	1	----	التكرار	شديد
-----	%3	---	%3	---	النسبة%	الجفاف جدا
2	2	3	1	2	التكرار	شديد
%6	%6	%10	%3	%6	النسبة%	الجفاف
2	4	3	3	2	التكرار	جاف
%6	%13	%10	%10	%6	النسبة%	متوسط
13	5	8	9	13	التكرار	جاف معتدل
%42	%16	%26	%29	%42	النسبة%	
6	15	12	13	6	التكرار	رطب معتدل
%20	%48	%38.7	%42	%20	النسبة%	
6	1	2	2	6	التكرار	متوسط
%20	%3	%6	%6	%20	النسبة%	الرطوبة
2	3	3	2	2	التكرار	شديد
%6	%10	%10	%6	%6	النسبة%	الرطوبة
---	---	---	---	---	التكرار	شديد
---	---	---	---	---	النسبة%	الرطوبة جدا
17	12	14	14	17	السنوات الجافة	
14	19	17	17	14	السنوات الرطبة	

المصدر: بالاعتماد على جدول (5) وباستعمال برنامج (Drinc 1.7).

- سجل الصنف (جفاف متوسط) المستوى الثاني في عدد المواسم الجافة وبلغ ما بين 2 في محطة السماوة والنجف بينما اعلی تكرار له في محطة الديوانية وبلغ 4 مواسم بينما في محطة كربلاء وبابل بلغ 3 مواسم جافة .
- الصنف (شديد الجفاف) جاء بالمستوى الثالث من حيث تكرار مواسم الجفاف وبلغ تكراره ما بين سنة واحدة في محطة بابل الى 3 سنوات في محطة كربلاء وموسمين في بقية المحطات.
- الصنف (شديد الجفاف جدا) اقتصر تكرار هذا الصنف على محطتي الحلة والديوانية بواقع موسم واحد لكل منهما. أما المواسم الرطبة فقد تباينت في تكرارها في منطقة الدراسة للمدة (1989-2018) وكالاتي:
1- سجل الصنف (معتدل الرطوبة) أعلى تكرارا في محطات منطقة الدراسة وبلغ تكراره (15موسم) في محطة الديوانية, في حين اقل تكرار له كان في محطتي السماوة والنجف بواقع 5سنة

شكل(2) تكرار السنوات الجافة والرطبة وفق مؤشر المطر القياسي SPI خلال مدة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على جدول(5) وباستعمال برنامج Microsoft Excel 2016.

- 2- الصنف (شديد الرطوبة) جاء بالمستوى الثالث من حيث تكرار مواسم الرطوبة وبلغ تكراره ما بين سنتين في محطة (بابل، السماوة والنجف) الى 3 سنوات في (محطة كربلاء والديوانية) لكل منهما على التوالي .
- 3- الصنف (شديد الرطوبة جدا) لم يسجل هذا الصنف أي تكرار خلال مدة الدراسة ولجميع المحطات.
- 4- سجل الصنف (متوسط الرطوبة) المستوى الثاني في عدد المواسم الرطبة وبلغ ما بين 2 في محطة السماوة والنجف لكل منهما على التوالي، في حين اعلى تكرار له في محطة الديوانية وبلغ (4 مواسم)، أما في محطة كربلاء وبابل بلغ (3 مواسم) جافة لكل منهما على التوالي
- يتضح مما سبق أن النتائج المستحصل عليها وفق المعاملات التي درست تعطي إنطباعاً أن منطقة الدراسة تتسم بأنها جافة وشديدة الجفاف، ويرجع السبب الى عمليتي التبخر والنتح الكامنين والى طبيعة الخصائص المناخية الحارة الجافة، فقد سجلت معدلات مرتفعة في كمية الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، وهذه الصفة تختلف زمانياً ومكانياً لاسيما اذا اقترنت بتزايد معدلات درجات الحرارة وقلة الامطار، الأمر الذي جعل الجفاف يظهر في أغلب أشهر السنة، لذا يجب الاعتماد على مياه الري لسد حاجة المحاصيل الزراعية وفي حالة توفير المياه ينبغي مراعاة وحساب قيم التبخر وقيم الأمطار أو مياه الري ووقت اضافتها لكي تتم استفادة التربة منها حتى لا تتعرض الى التبخر بفعل تلك الخصائص.

النتائج

- 1- للخصائص المناخية تأثيرا كبيرا في حدوث الجفاف في منطقة الفرات الاوسط، إذ بلغت كمية الاشعاع الشمسي بنحو (478.44ملي واط/سم²) بمعدل درجة حرارة (24.4م°)، اما معدل سرعة الرياح فقد كانت بنحو (2.36م/ثا) والرطوبة النسبية (44.56%) ومجموع كمية الأمطار الساقطة بنحو (103.62ملم). هذه الخصائص بمجملها اسهمت في تحديد درجة الجفاف في التربة ومدى احتوائها على الرطوبة اللازمة لأتمام عملية الأنبات لمعظم المحاصيل الزراعية. وهنا تأكدت صحة الفرضية
- 2- تتباين الخصائص المناخية زمانيا ومكانيا في منطقة الفرات الاوسط ويغلب التطرف المناخي مجمل العناصر المناخية لاسيما معدل درجة الحرارة وكمية الامطار.
- 3- تتزايد كمية التبخر/ النتح وهذه من اخطر المشاكل المناخية المسببة للجفاف فضلا عن الاضرار بالأنشطة الزراعية.
- 4- اثبتت النتائج المستحصل عليها وفق طريقة ثورنثويت ولانج لمعامل الجفاف أن منطقة الفرات الاوسط جافة وشديدة الجفاف وهذا ما يؤكد قبول الفرضية القائلة بوجود الجفاف.
- 5- أظهر مؤشر (SPI) أن السنوات الأكثر جفافاً كانت الأكثر تكراراً من السنوات الرطبة.

التوصيات

- 1- العمل على الحد من ظاهرة الجفاف باستخدام الأساليب المنظمة والمدروسة. الحرص على استغلال الموارد المتاحة لتحقيق الاكتفاء بشتى المجالات، والأمن البيئي، والمائي .
- 2- تحقيق قدرٍ ممتازٍ من المستوى الإنتاجي وتطوره.
- 3- السعي لرفع مستوى الفرد المعيشي. البحث في الأمور التي تساهم في تحقيق التوازن البيئي.

المصادر

- 1- أسماعيل، أنور فتح الله، الجفاف المناخي، ط1، الوطنية للنشر والتوزيع، طرابلس، ليبيا، 2014.
- 2- جاسم، راضية عبدالله، تحديد ظاهرة الجفاف في إقليم كردستان العراق، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة صلاح الدين، 2012.

- 3- الرماحي, طالب حسين زابر, دراسة الظواهر الغبارية في العراق باستعمال تقنية الاستشعار عن بعد, اطروحة دكتوراه, كلية الآداب , جامعة الكوفة, 2021.
- 4- العزاوي, عمار مجيد مطلق , تحليل اثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الجفاف في العراق, اطروحة دكتوراه, جامعة تكريت, كلية التربية للعلوم الانسانية, 2019.
- 5- الوائلي, مثنى فاضل علي, التباين المكاني لتغير انطقة الجفاف المناخي في العراق دراسة مقارنة لعدد من المعايير, مجلة أورك, جامعة المثنى, المجلد (8), العدد (2), 2015.
- 6- الوائلي, مثنى فاضل علي, تحليل جغرافي لواقع الجفاف والعجز المائي المناخي والإمكانات المقترحة لمعالجتهما (دراسة تطبيقية على محافظة النجف), مجلة آداب الكوفة - العدد (2), 2008.
- 7- المؤتمر الإقليمي السادس والعشرون للشرق الأدنى, جمهورية إيران الإسلامية, طهران, بتاريخ 9-13 مارس, 2002.
- 8- منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة, الاطار الوطني للادارة المتكاملة لمخاطر الجفاف في العراق دراسة تحليلية, 2014.
- 9- البرنامج المتكامل لإدارة الجفاف , المنظمة العالمية للأرصاد الجوي, رقم 1164.
- 1- Ismail, Anwar Fathallah, Climate Drought, 1st Edition, National Publishing and Distribution, Tripoli, Libya, 2014.
 - 2- Jassim, Radhia Abdullah, Determining the Drought Phenomenon in the Kurdistan Region of Iraq, Master Thesis, College of Education, Salah al-Din University, 2012.
 - 3- Al-Ramahi, student of Hussein Zayer, studying dusty phenomena in Iraq using remote sensing technology, PhD thesis, College of Arts, University of Kufa, 2021.
 - 4- Al-Azzawi, Ammar Majid Mutlaq, Analysis of the Effect of Seasonal Changes in Climate Elements on the Intensity of Drought Waves in Iraq, Ph.D. Thesis, Tikrit University, College of Education for Human Sciences, 2019.
 - 5- Al-Waeli, Muthanna Fadel Ali, Spatial Variation of Climate Drought Zones Change in Iraq, A Comparative Study for a Number of Standards, Urk Journal, University of Al-Muthanna, Volume (8), Issue (2), 2015).
 - 6- Al-Waeli, Muthanna Fadel Ali, A geographical analysis of the reality of drought and the water-climatic deficit and the proposed possibilities to treat them (Applied study on Najaf Governorate), Kufa Adab Journal - Issue (2), 2008.
 - 7- The Twenty-sixth Regional Conference for the Near East, Islamic Republic of Iran, Tehran, on 9-13 March, 2002.
 - 8- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, the national framework for the integrated management of drought risks in Iraq, an analytical study, 2014.
 - 10- Integrated Drought Management Programme, World Meteorological Organization, No. 1164,
 - 11- John E. Griffith, Applied Climatology, An introduction, Oxford University Press, London, 1966
 - 12- American Scientific magazine met Williams earlier this month for his research at the annual meeting of the Washington: للمزيد زيارة الموقع الإلكتروني <https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/features/western-drought-ranks-among-the-worst-of-the-last-millennium/>
 - 13- McKee, T. B. Doesken, N.J& Kleist, J. "The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Seales. Preprints", Eight conf. on Applied Climatology, "Anaheim California, USA", 1993.