Kufa Journal of Arts
June 2024. No. 60, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٠، حزيران ٢٠٢٤م، ص ١٩٧ - ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

حساب العجز المائي باستخدام الموازنة المائية المناخية فـــي محافظة المثنى للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

سحر مجهول هارون كاظم البياتي
جامعة المثنى - كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية
hi-geo1.sahermajhool@mu.edu.iq

أ.م.د عدنان عودة فليح الطائي
جامعة المثنى - كلية التربية للعلوم الإنسانية - قسم الجغرافية
dr.adnanaltai@gmail.com

الملخص:

تعد دراسة الموازنة المائية المناخية من الدراسات الحديثة والبالغة الاهمية لارتباطها المباشر بالعناصر المناخية وتأثيرها في مقدار التبخر/ النتح الكامن ، اذ يهدف البحث الى بيان العلاقة بين كمية التساقط وكمية التبخر / النتح لحساب العجز المائي في محطات البحث (سماوة ، ناصرية ، نجف) ، باستخدام المعادلات الرياضية حسب طريقتي (نجيب خروفه، و ايفانوف) . وتوصل البحث الى منطقة الدراسة تعاني من عجز مائي (شهري ، فصلي ، سنوي) والذي يزداد في فصل الصيف ويقل في فصل الشتاء ، وإن اختلاف قيم الموازنة المائية المناخية بين محطات منطقة الدراسة يعود الى اختلاف ارتفاعات تلك المحطات عن مستوى سطح البحر ، وكمية التبخر المقاسة لأحواض التبخر في المحطات .

الكلمات المفتاحيّة : العجز المائي ، الموازنة المائية المناخية ، التبخر/النتح الكامن، معامل المطر الفعال .

Calculating the water deficit using the climatic water budget in Al-Muthanna Governorate for the period (2000-2021)

Sahar Majhoul Haroun
Al-Muthanna University / College of Education for Human

Dr. Adnan Odeh Falih Al-Taei
Al-Muthanna University / College of Education for Human

Abstract:

This The study of the climatic water balance is one of the most recent and extremely important studies because it is directly related to the climatic elements and its impact on the amount of latent evaporation / transpiration. Mathematical equations according to my method (Najib Kharoufa, and Ivanov). The research found that the study area suffers from a water deficit (monthly, seasonal, and annual), which increases in the summer and decreases in the winter. evaporation basins in the stations.

Key words: water deficit, climatic water balance, latent evapotranspiration, effective rain coefficient.

DOI: https://doi.org/10.36317/kaj/2023/v1.i57.11587
Kufa Journal of Arts by University of Kufa is licensed under a Creative Commons Attribution 4. 0 International License.
مجلة آداب الكوفة - جامعة الكوفة مرخصة بموجب ترخيص المشاع الإبداعي ٤,٠ الدولي.

المقدمة

يعد حساب قيمة التوازن المائي المناخي(balance Climatic water) لأي جزء على سطح الأرض، احد العوامل الرئيسة في الادارة المثلى للمياه فيه ، اذ انها توفر للمخطط و الباحث فكرة عن الفترات التي يكون فيها فائض المياه و عجزها تحدث في تلك المنطقة ، من اجل تبني برنامج علمي من خلاله يمكن زيادة الانتاج الزراعي كمياً و نوعياً ، و يمكن تقليل الفارق السنوي فيه بتحديد طريقة الري المناسبة ، أي من اجل تحقيق المنفعة الاقتصادية بمعناها الواسع من خلال السيطرة الكاملة على الموارد المائية المتاحة لها. ونظراً لوقوع منطقة الدراسة ضمن مناخ جاف وشبه جاف ذا موارد مائية محدودة ومعدلات تبخر عالية . فان ما يسقط من المطر لا يعطي صورة حقيقية عن تأثيرها الفعلي . ويرى بعض الباحثين ، إن تحديد وضع الموازنة المائية المناخية يتم من خلال عملية ضرب لمُعدلات الأمطار لكل شهر في معامل المطر الفعال لهذا الشهر ، ثم طرح قيم التبخر/النتح الكامن من قيمة الأمطار الفعالة المستخرجة من تلك العملية ولكل شهر . اذ يحدث العجز المائي water deficit ، حينما تكون كمية التبخر/النتح الكامن أكبر من كمية المطر الفعال ، مما يدل على ان المنطقة جافة ، والعكس صحيح عندما يكون هنالك فائض مائي water surplus ، اذ تفوق كميات الأمطار الفعالة كميات التبخر/ النتح الكامن ، وهذا يعني ان المنطقة رطبة. لذلك تعد مسألة التوازن المائي المناخي من الموضوعات الحيوية والمهمة التي ازدادت اهتماماً مؤخراً من قبل الباحثين المتخصصين في مجال الهيدرولوجيا والمناخ و التخطيط و الجيمورفولوجيا.

مشكلة البحث:

ما مقدار العجز المائي في محافظة المثنى للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)؟ وهل بالإمكان حسابه من خلال الموازنة المائية المناخية للمحطات (السماوة، الناصرية، النجف)؟

فرضية البحث:

ان ارتباط الموازنة المائية المناخية بعناصر المناخ، وعملية التبخر/النتح الكامن، وكمية الأمطار الفعالة، تؤدي الى تباين قيم العجز المائي بين محطات منطقة الدراسة خلال مدة الدراسة.

أهمية البحث:

ان حساب حجم العجز المائي باستخدام الموازنة المائية المناخية ذا أهمية كبيرة لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، وذلك لأنه من خلاله يمكن الكشف عن العديد من العمليات الهيدرولوجية، التي لها فائدة كبيرة في التعرف على حجم الاجهاد البيئي الذي تتعرض المنطقة وفي جميع القطاعات لاسيما القطاع الزراعي والتخطيط لعمليات الري، والتعرف على درجة تعويض مياه الري في المناطق التي تتصف بأمطارها الفصلية، والذي يؤثر على مدى نجاح الزراعة في الفصل الجاف. أما إذا وجدت المياه بكثرة فهناك حاجة ملحة لاستخدامها بشكل معتدل للحد من الإسراف في الاستعمال، إذ تتدهور وينخفض عائد الكثير من الأراضي الزراعية بسبب عدم كفاءة استهلاك مياه الري.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

اهداف البحث :

يهدف البحث الى اظهار مدى التباين الزماني للتوازن المائي المناخي و عجزه في الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة ، مع الاخذ في الاعتبار إن هذا الحساب سيكون شهرياً وموسمياً وسنوياً و للمواقع نفسها ، و بين عنصري التساقط و مقدار التبخر / النتح الكامن للاستفادة منه في التخطيط المستقبلي لمدى التوسع في الإنتاج الزراعي وغيره من المجالات الأخرى المتطلبة للمياه.

حدود البحث:

تقع محافظة المثنى في الجزء الجنوبي الغربي من العراق ، يحدها من الشمال محافظتي الديوانية والنجف الاشرف ، ومن الشمال الشرقي تحدها محافظة ذي قار ، ومن الجنوب الشرقي محافظـة البصرة ومن الغرب محافظة النجف ، وحدودها الجنوبية مشتركة مع حدود المملكة العربية السعوديـة . تمتد حدود منطقة الدراسة بشكل فلكي بين دائرتي العرض (32°7 -42 -29º) شمالاً ، وخطي طول (5°46 -37 –43°) شرقاً، الخريطة (1) .

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق

المصدر: الباحثة اعتماداً على : ١- وزارة الموارد المائية، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الادارية، ٢٠١٦. ٢- وزارة الموارد المائية، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة محافظة المثنى الادارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠ ، ٢٠١٨ ، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8 .

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

اولاً : تحليل عناصر الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة:

تعد العناصر المناخية المتمثلة بـ(السطوع الشمسي(النظري والفعلي) ، ومعدلات درجة الحرارة ودرجات الحرارة العظمى والصغرى، و معدل الرياح ، والرطوبة النسبية ، وكمية الامطار) ، ذات أهمية كبيرة في تحليل الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة لأنها تؤدي دوراً مهماً واساسياً في في حساب العجز المائي . اذ توضح نتائج التحليل ما يأتي:

١- ان عدد ساعات سطوع الشمس النظري تختلف بين محطات الدراسة تبعاً لموقعها من دوائر العرض ، ونجد ان معظم المحطات تتلقى كميات متقاربة من السطوع الشمسي النظري، لذلك لوحظ ان أدنى معدل شهري للسطوع النظري خلال فصل الشتاء كان في شهر كانون الأول والذي بلغ (١٠,٠٣ساعة/ يوم)، وسجلت محطتي السماوة والنجف أدنى ساعات للسطوع خلال هذا الشهر بلغت (١٠ساعة /يوم)، في حين بلغ أعلى معدل شهري (14:03ساعة/يوم) في شهر حزيران، وسجلت محطة الناصرية أعلى قيمة خلال هذا الشهر إذ بلغت (١٤:٠٩ ساعة/يوم) ، وبلغ أدنى معدل سنوي لساعات السطوع النظري (١٤ ساعة/يوم) في محطتي السماوة والنجف للشهر نفسه ، وأعلى معدل سنوي سجلته محطة الناصرية إذ بلغ(١١,٩٨ ساعة/يوم) . كما في الجدول (١) .

جدول (١) المعدلات الشهرية والسنوية للسطوع النظري (ساعة/ يوم) لمنطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	10:13	11	12	12:55	13:45	14	13:57	13:19	12:02	11:25	10:28	10	11:95
الناصرية	10:02	11:01	12:01	12:55	13:44	14:09	13:58	13:13	12:22	11:26	10:36	10:09	11.98
النجف	11:08	11	12	12:05	13:04	14	13:05	13:01	12:02	11:02	10:02	10	11.94
المعدل الشهري	١٠:٤١	١١	١٢	١٢:٣٧	١٣:٣١	١٤,٠٣	١٣:٣٨	١٣:١١	١٢:٠٨	١١:١٧	١٠:٢٢	١٠:٠٣	———

المصدر: الباحثة اعتمادا على وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

٢- ان اطول مدة لساعات السطوع الشمسي الفعلي لمنطقة الدراسة سُجلت في اشهر الصيف (حزيران وتموز واب) بعدد(١٠,٤ ، ١٠,٤١ ،١٠,٦٨ ساعة/يوم) لكل منها على التوالي ، لاسيما محطتي السماوة والنجف اللاتي سجلتا أعلى عدد ساعات سطوع

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

شمسي فعلي خلال اشهر الصيف بمعدل (١١ ساعة)، وذلك بسبب عمودية اشعة الشمس خلال فصل الصيف ، وقلة الغطاء النباتي الذي يعكس ويمتص جزءً من الاشعة فضلاً عن صفاء السماء ، وسجل أدنى معدل شهري في فصل الشتاء وتحديداً بشهر كانون الأول ، نظراً لتواجد الغيوم التي تُقلل من ساعات السطوع الشمسي الفعلي، إذ بلغ المعدل الشهري (6:2 ساعة) ، أما المعدل السنوي للسطوع الفعلي للمحطات في منطقة الدراسة فقد تم تسجيل أدناه في محطة الناصرية ، وذلك بسبب الزيادة في الظواهر الغبارية فيها ، إذ بلغ (٧:٨٧ ساعة،/ يوم) ، في حين كان المعدل السنوي الاعلى في محطة النجف(٨:٥٤ ساعة/يوم) ، ولساعات السطوع الفعلي الأثر الكبير في ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف ، مما يُؤثر على زيادة اقيام التبخر وتفاقم ظاهرة الجفاف . يساهم الاختلاف في عدد ساعات السطوع الشمسي اليومي والفصلي في ارتفاع درجات الحرارة وزيادة أقيام التبخر من المياه والتربة والنبات.كما في الجدول(٢).

المعدل الشهري والسنوي لساعات السطوع الفعلي (ساعة/ يوم) في منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	7	7:6	7:9	8:5	9:4	11:6	11:8	11:4	9:9	8:6	7:5	6:2	8:51
الناصرية	6:5	7:5	7:7	7:9	9:1	9:9	9:9	10	9:6	8:4	7	6	7:87
النجف	6:5	7:3	8	8:6	9:7	11:5	11:6	11:1	10:2	8:5	7:3	6:5	8:54
المعدل الشهري	6:36	7:04	7:38	7:73	9:04	10:4	10:41	10:68	9:39	8:5	7:3	6:2	—

المصدر: الباحثة اعتمادا على وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

٣- يرتبط ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة بعدة عوامل، منها الموقع الفلكي، والقرب والبعد عن المسطحات المائية، وصفاء السماء، مما يسمح بتوغل السطوع الشمسي، وبالاتي ارتفاع درجات الحرارة [١]. وتؤدي درجات الحرارة المرتفعة الى زيادة معدلات التبخر من المياه السطحية المستخدمة للري، وكمية المياه الجوفية والتصريفية، ويظهر من المعدل الشهري لدرجات الحرارة، ان أعلى معدل شهري قد سجل في شهر تموز والذي بلغ (.736 م°) ، يليه شهر حزيران بمعدل (٣٦,٣ م°) ، في حين بلغ ادنى معدل شهري (١٢,٨٥م°) في شهر كانون الثاني، يليه شهر كانون الأول بمعدل (٣,٢ م°) ، وسجل اعلى معدل سنوي لدرجات الحرارة في محطة السماوة بواقع (٢٥,٩م°) . الا ان جميع محطات الدراسة قد سجلت معدل سنوي متساوي تقريبا بلغ (٢٥م°) . الجدول (٣).

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (٣) المعدل الشهري والسنوي لدرجات الحرارة (م°) في منطقة الدراسة للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	11.3	13.7	18.9	24.8	31.2	35.1	36.7	36.4	32.8	26.9	18.3	13.3	25.9
الناصرية	12.4	14.6	19.5	25.6	31.7	35.3	37.2	37.2	33.9	28.1	19.6	14.0	25.7
النجف	`10.6	13.1	17.5	24.0	29.6	33.9	36.2	35.4	32.3	26.0	18.0	12.2	25.3
المعدل الشهري	11.85	13.8	18.6	24.8	30.8	34.8	36.7	36.3	33	27	18.6	13.2	——

المصدر : الباحثة اعتمادا على وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

ومن الجدول (٤) يتضح لنا ان ادنى معدل درجات حرارة عظمى شهري بلغ حوالي (17.2م°) في كانون الثاني ، وأعلى معدل شهري فقد سجل في شهر تموز والذي بلغ (44.9م°)، اما بالنسبة لأدنى معدل سنوي لدرجة الحرارة العظمى فقد سجلتها محطة النجف (٣١,٥م°) تليها محطة الناصرية بمعدل بلغ (30 م°) ، لتسجل محطة السماوة أعلى معدل سنوي لدرجة الحرارة العظمى في منطقة الدراسة بواقع (٣٢,٢ م°) .

جدول(4) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م°) في منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	17.1	20.4	25.7	31.9	38.1	42.9	44.4	44.5	41.2	35.0	25.2	19.6	32.2
الناصرية	18.0	20.7	26.1	32.2	39.2	43.6	45.6	45.9	42.5	36.1	26.5	19.8	33.0
النجف	16.5	19.5	24.6	31.2	37.7	42.2	44.7	44.2	40.6	33.5	24.4	18.3	31.5
المعدل الشهري	17.2	20.2	25.5	31.8	38.3	42.9	44.9	44.8	41.4	34.9	25.4	19.2	——

المصدر: الباحثة اعتمادا على وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

أمــا درجات الحرارة الصغرى فهي اقل تطرفاً من درجات الحرارة العظمى، نظراً لموقع العراق القريب نسبياً من مدار السرطان، ويلاحظ من الجدول (٥)، يتضح ان أدني معدل شهري لدرجة الحرارة الصغرى قد سجل في شهر كانون الثاني والذي بلغ (٦ م°)، يعود سبب هذا الانخفاض في درجات الحرارة الصغرى إلى الانخفاض في قيم زوايا السطوع الشمسي المصاحب للانخفاض في عدد ساعات النهار وزيادة عدد ساعات الليل مما يسمح بتسرب كمية كبيرة من السطوع الأرضي وكذلك وصول الكتل الهوائية الباردة مثل الكتلة القطبية القارية. اما

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

اعلى معدل شهري لدرجات الحرارة الصغرى فقد سجل في شهر تموز اذ بلغ (٢٨,٦م°) يليه شهر اب بمعدل بلغ (٢٨,١ م°). وسجلت محطة الناصرية أعلى معدل سنوي لدرجات الحرارة الصغرى بلغ (١٨,٤ م°)، بسبب قربها من مدار السرطان، ومن المياه الدافئة للخليج العربي. في حين سجلت محطة السماوة أدني معدل سنوي لدرجات الحرارة الصغرى. كما في الجدول (٥).

جدول (5) المعدل الشهري والسنوي لدرجات الحرارة الصغرى(م°) في منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	5.8	7.7	11.9	17.6	23.3	26.2	27.9	27.2	23.5	19.1	12.1	7.8	17.5
الناصرية	6.7	8.5	12.8	18.9	24.2	26.9	28.7	28.5	25.2	20.0	12.7	8.2	18.4
النجف	5.5	7.6	11.8	17.9	23.1	26.8	29.1	28.5	24.7	19.4	12.0	7.4	17.8
المعدل الشهري	6	7.9	12.2	18.1	23.5	26.6	28.6	28.1	24.5	19.5	12.3	7.8	——

المصدر: الباحثة اعتمادا على وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

٤- اما المعدل الشهري والسنوي للرياح سجل تقارباً بين المحطات في منطقة الدراسة ، إذ بَلغ أَدنى مُعدل شهري (2.2م/ثا) في تشرين الثاني ، لكثرة تكرار المرتفعات الجوية على العراق والتي تمتاز بسكون الهواء في هذا الشهر ، فضلاً عن الانخفاض في درجات الحرارة مما يساهم ايضاً باستقرار الهواء ، في حين سُجل أعلَى مُعدل شهري لسرع الرياح (4.1 م/ثا) في شهري (حزيران وتموز) ، وهذا يعود الى درجات الحرارة العالية التي تساعد في عملية الاضطرابات الجوية السطحية، أما بالنسبة للمعدلات السنوية لسرعة الرياح ضمن منطقة الدراسة ، فنجد ان محطة النجف سجلت ادنى المعدلات السنوية للرياح (١,٩ م/ثا) - في حين بلغ اعلى معدل سنوي في منطقة الدراسة في محطة الناصرية والذي بلغ (٤,١ م/ثا) نتيجة زيادة العواصف الغبارية في محطة الناصرية . جدول (٦).

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (٦) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ثا) في منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	2.7	3.2	3.5	3.8	3.7	4.0	3.9	3.4	3.1	2.7	2.4	2.6	3.3
الناصرية	3.2	3.7	4.0	4.2	4.4	5.6	5.6	4.8	3.9	3.3	3.0	2.9	4.1
النجف	1.3	1.8	2.2	2.2	2.2	2.8	2.9	2.3	1.7	1.5	1.2	1.1	1.9
المعدل الشهري	2.4	2.9	3.2	3.4	3.4	4.1	4.1	3.5	2.9	2.5	2.2	2.3	——

المصدر: الباحثة اعتماداً على وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

٥- ان معدل الرطوبة في محطات منطقة الدراسة قد بلغت نسبته (40%) ، يعود سبب انخفاض قيم الرطوبة النسبية الى الموقع القاري ، وبعد المنطقة عن المُسطّحات المائيـة ، لاسيما الهضبة الغربية ذات الهواء الجاف وقلّة او ندرة الغطاء النباتي ، باستثـناء الخليج العربي الذي يكون تأثيره محدوداً لصغر مساحتـه[٢] ، وبلغ أدنى معدل شهـري للرطوبة النَسبية (٢٢,٤٪) في شهر تموز، نظراً لارتفاع درجات الحرارة التي تسجل أَعلى معداتها في هذا الشهر، في حين سجل شهر كانون الثاني أعلى معدل شهري بلغ (66.7%) ، نتيجة كثرة كمّيات الأَمطار المُتساقِطة في هذا الشهر ، والتي تعمل على زيادة الرطوبة في الهواء الجوي ، أما المعدل السنوي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة ، فقد سجلت محطة السماوة (٤٠,٤٪) وهو أدنى قيمة سنوية للرطوبة النسبية وذلك بسبب قربها من منطقة الهضبة الغربية الجافة. في حين سجلت محطة النجف اعلى معدل سنوي للرطوبة السنوية بلغ (41.5%). الجدول (٧).

جدول (٧) المعدل الشهري والسنوي للرطوبة النسبية (%) في منطقة الدراسة للمدة (2000-2021)

المحطات	ك ٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت ١	ت ٢	ك ١	المعدل السنوي
السماوة	64.7	57.1	46.8	39.1	29.2	23.5	22.3	23.8	27.4	36.8	52.2	61.7	40.4
الناصرية	67.1	58.3	47.7	40.9	30.3	22.3	21.3	23.0	27.1	37.1	52.8	64.4	41.0
النجف	68.2	57.5	48.7	43.5	33.1	26.2	23.5	24.8	30.1	39.6	55.7	46.8	41.5
المعدل الشهري	66.7	57.6	47.7	41.2	30.9	24	22.4	23.9	28.2	37.8	53.6	57.6	——

المصدر: الباحثة اعتمادا على وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي / قسم المُناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٢.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

ثانياً: حساب الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة

تتطلب معرفة وحساب العلاقة بين كمية المياه المتساقطة على الارض في أي جزء من سطحها وإمكانية جمع جزء منها في ذلك المكان لغرض الاستفادة منها في الاستخدامات المختلفة في المجالات المنزلية، والزراعية، والصناعية معرفة الظروف الجوفية لتلك المنطقة، حساب التبخر/ النتح الكامن ومعامل المطر الفعال الذي تشهدهما تلك المنطقة، ومن ثم الوصول الى احتساب وحساب الموازنة المائية المناخية فيها، وبالاتي حساب مقدار العجز المائي فيها، وتم ذلك كما يأتي:

١- التبخر/النتح الكامن Latent evapotranspiration

يعني عملية فقدان الماء بواسطة عمليتين منفصلتين تحدثان معاً هما: التبخر: ويعني فقـدان المـاء من سطـح التربـة. والنتح: ويقصد به فقدان المـاء من النباتات [٣]. يتم حسابه من خلال اعتماد طرائق مباشرة تتمثل بـ(مقياس اللايسيمتر، الطريقة الحقلية، طريقة التوازن المائي)، وأخرى تجريبية غير مباشرة تعتمد على حساب قيم التبخر/النتح الكامن الذي يقيس عنصراً واحد اً أو أكثر من العَناصر المُناخية المتمثلة بـ (السطوع الشمسي، درجة الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الامطار). لذلك يجب ان يتناسب استخدام هذه الطرائق مع خصائص المنطقة المُراد دراستـها[4] . ونظراً لأهمية هذه الطرائق في الموازنة المائية المناخية، لذا تناولت هذه الدراسة أهم وأكثر الطرائق التجريبية تطبيقاً وملاءمة لمناخ منطقة الدراسة، والتي تقيس قيم التبخر النتح/ الكامن باستخدام المعادلات الرياضية، وهما معادلتي (نجيب خروفة، وايفانوف) وكما يأتي:

أ- معادلـة نجيب خَروفة:

في عام ١٩٨٥، استطاع نجيب خروفة استنباط معادلة للمناطق الجافة وشبه الجافة، بعد اجراء تعديلات على مُعادلة بليني – كريدل لتجنب معامل التصحيح المستخدم فيها، وذلك بإيجاد علاقة خطية بين معدل درجة الحرارة وطـول النهار من ناحية، وكمية التبخر/النتح الكـامن من الناحية الاخرى. بافتراض وجود اختلاف خطي في طول النهار (p)، واختلاف خطي في درجة الحرارة (TC) وعلى النحو الآتي [٥]:

$$ETo = C.P.Tc^{1.31}$$

اذ ان:

ETO = التبّخر/النّتح الكـامِن (ملم).

P = النسبة المئويـة لعَدد ساعات النّهار الشهرية الى عَددها السّنوي وتُحسب من الجَدول (٤٠).

TC = مُعدل درجة حَرارة (°م)

C = مُعامل مَحلي يتم احتسابَهُ من مُعدلات البيانات المُناخية للأشهر (حزيران ، تموز ، اب) .

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

وتم اعتماد صيغة أُخرى لمعادلة خروفة تعطي نتائج قريبة للصيغة الأُولى. وهي ايضاً تعديل لبعض المعادلات العالمية، وتتناسب مع الظروف المناخية للعراق وهي كالاتي[1] :

$$ETo = \frac{P}{3} C^{1.31}$$

اذ ان:

ETo = التبـخر/النتـح الكـامن(ملم) ، P = النّسبة المئوية لساعات السطوع الشمسي الشهري نسبة لعددها في السنة ، ملحق (١) ، C = معدل درجات الحرارة بـ(°م).

يبين جدول (٨) وشكل (١) نتائج تطبيق معادلة نجيب خروفة على محطات منطقة الدراسة، اذ تباينت معدلات التبخر/النتح الكامن (فصلياً) بين محطات الدراسة، اذ وصلت أعلاها صيفاً مع ارتفاع درجات الحرارة لاسيما خلال شهر تموز الى نحو (٣٦٥,٥١، ٣٧٣,٠٦، ٣٥٩,٠٢ ملم) في محطات السماوة، والناصرية، والنجف على الترتيب. وتناقصت بشكل تدريجي خلال أشهر الربيع، فانخفضت في اذار الى نحو (١٣١,١٦، ١٣٦,٦٣، ١١٨,٥٥ ملم) في المحطات الثلاث على الترتيب. في حين وصلت خلال فصل الخريف، لاسيما شهر (تشرين ثاني) الى نحو (١٠٦,٧٩، ١١٦,٨٤، ١٠٤,٤٩ ملم) في المَحطات الثلاث على الترتيب. اما في فصل الشتاء فانخفضت معدلات التبخر النتح /الكامن الى أدنى القيم، لاسيما في شهر كانون الثاني، اذ وصلت الى (٥٧,٥٠، ٦٤,٩٤، ٥٢,٨٧ ملم) في المحطات الثلاث على الترتيب، وهذا يعود الى انخفاض درجات الحرارة في هذا الفصل. وسجلت محطة الناصرية اعلى مجموع سنوي بلغ نحو (٢٥٦٢,٨٧ ملم)، في حين ان محطة السماوة جاءت بالمرتبة الثانية بمجموع سنوي بلغ (٢٤٦٨,٦٧ ملم). اما محطة النجف فكان مجموعها السنوي (٢٣٦٣,٠٩ ملم).

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (٨)

المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية لـكمية التبخر/النتح الكامن (ملم) حسب معادلـة نجيب خروفة لمحطات منطقة الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطات / الأشهر	محطة السماوة					محطة الناصرية					محطة النجف				
	معدل درجات الحرارة	P *(%)	P/3	C 1.31	ETo	معدل درجات الحرارة	P (%)	P/3	C 1.31	ETo	معدل درجات الحرارة	P (%)	P/3	C 1.31	ETo
ك٢	١١,٣	٧,٢٠	٢,٤	٢٣,٩٦	57.50	١٢,٤	٧,٢٠	٢,٤	٢٧,٠٦	64.94	١٠,٦	٧,٢٠	٢,٤	٢٢,٠٣	52.87
شباط	١٣,٧	٦,٩٧	٢,٣٢	٣٠,٨٣	71.53	١٤,٦	٦,٩٧	٢,٣٢	٣٣,٥١	77.74	١٣,١	٦,٩٧	٢,٣٢	٢٩,٠٨	67.47
اذار	١٨,٩	٨,٣٧	٢,٧٩	٤٧,٠١	131.16	١٩,٥	٨,٣٧	٢,٧٩	٤٨,٩٧	136.63	١٧,٥	٨,٣٧	٢,٧٩	٤٢,٤٩	118.55
نيسان	٢٤,٧	٨,٧٢	٢,٩١	٦٦,٧٤	194.21	٢٥,٦	٨,٧٢	٢,٩١	٦٩,٩٥	203.55	٢٤	٨,٧٢	٢,٩١	٦٤,٢٨	187.05
مايس	٣١,٢	٨,٦٣	٢,٨٨	٩٠,٦٤	261.04	٣١,٧	٨,٦٣	٢,٨٨	٩٢,٥٥	266.54	٢٩,٦	٨,٦٣	٢,٨٨	٨٤,٦٠	243.65
حزيران	٣٥,١	٩,٦٠	٣,٢	١٠٥,٧٦	338.43	٣٥,٣	٩,٦٠	٣,٢	١٠٦,٥٥	340.96	٣٣,٩	٩,٦٠	٣,٢	١٠١,٠٥	323.36
تموز	٣٦,٧	٩,٧٧	٣,٢٦	١١٢,١٢	365.51	٣٧,٢	٩,٧٧	٣,٢٦	١١٤,١٣	373.06	٣٦,٢	٩,٧٧	٣,٢٦	١١٠,١٣	359.02
اب	٣٦,٤	٩,٨٢	٣,٢٧	١١٠,٩٢	362.71	٣٧,٢	٩,٨٢	٣,٢٧	١١٤,١٣	372.21	٣٥,٤	٩,٨٢	٣,٢٧	١٠٦,٩٥	349.73
أيلول	٣٢,٨	٨,٩٤	٢,٩٨	٩٦,٧٨	288.40	٣٣,٩	٨,٩٤	٢,٩٨	١٠١,٠٥	301.11	٣٢,٣	٨,٩٤	٢,٩٨	٩٤,٨٥	282.65
ت١	٢٦,٩	٨,٩٣	٢,٩٧	٧٤,٦٤	221.68	٢٨,١	٨,٩٣	٢,٩٧	٧٩,٠٣	234.72	٢٦	٨,٩٣	٢,٩٧	٧١,٣٨	211.99
ت٢	١٨,٣	٧,١١	٢,٣٧	٤٥,٠٦	106.79	١٩,٦	٧,١١	٢,٣٧	٤٩,٣٠	116.84	١٨	٧,١١	٢,٣٧	٤٤,٠٩	104.49
ك١	١٣,٣	٧,٠٥	٢,٣٥	٢٩,٦٦	69.70	١٤	٧,٠٥	٢,٣٥	٣١,٧٢	74.54	١٢,٢	٧,٠٥	٢,٣٥	٢٦,٤٩	62.25
المجموع					2468.67	المجموع				2562.87	المجموع				2363.09

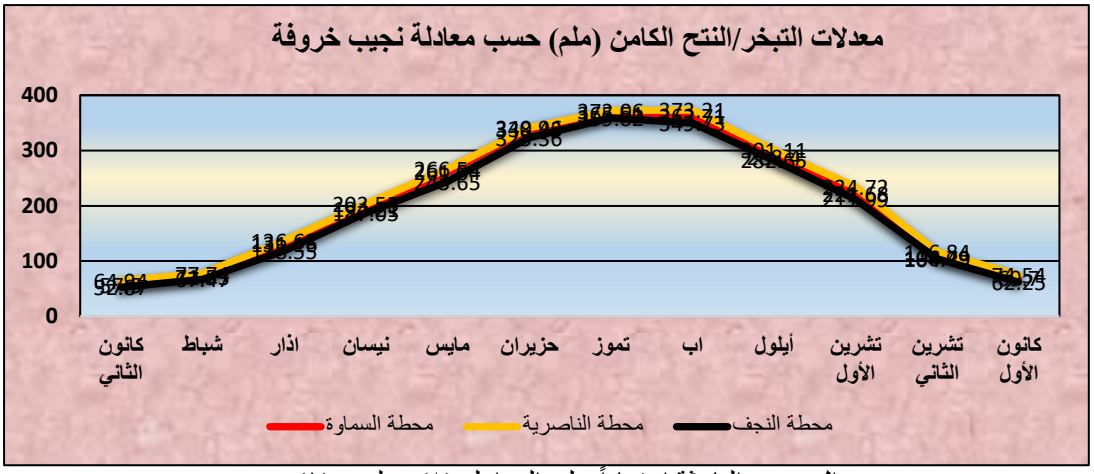
المصدر: الباحثة اعتماداً على جدول (٣) وملحق (١).

Kufa Journal of Arts
December 2025. No. 66, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٦، كانون الأول ٢٠٢٥م، ص ١٩٧ - ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

شكل (١) المعدلات الشهرية والسنوية للتبخر/ النتح الكامن (ملم) لمحطات الدراسة حسب معادلة نجيب خروفة.



المصدر: الباحثة اعتماداً على الجداول (٨) وملحق (١).

ب- معادلة ايفانوف

اعتمد العالم الروسي ايفانوف، على معدّلي درجة الحرارة والرطوبة النسبية لاستخراج التبخر/النتح الكامن وفقاً للمعادلة الاتية [٦]:

$$E = 0.0018(T+25)^2(100-A)$$

اذ ان:

E = مقدار التبخر/النتح الكامن (ملم).

T = معدل درجة الحرارة الشهري (°م).

A = معدل الرطوبة النسبية الشهري.

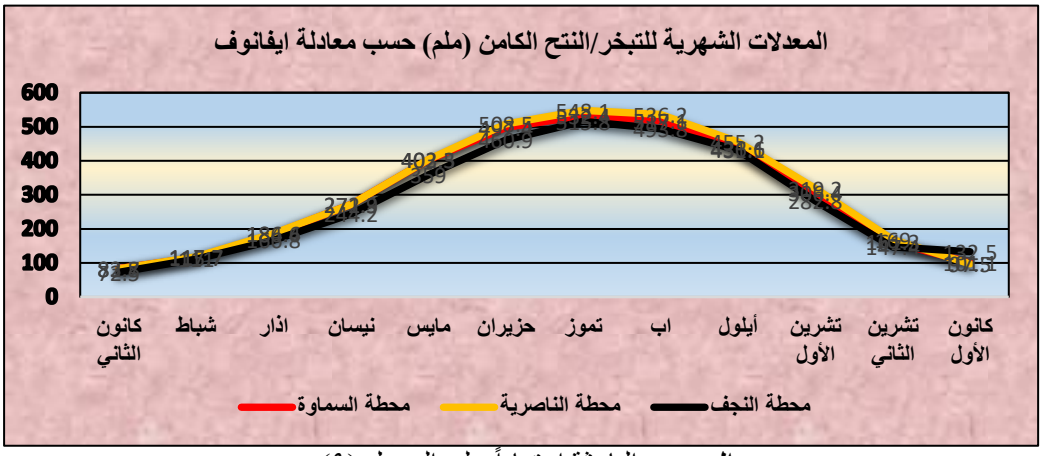
يتضح من تطبيق مُعادلة ايفانوف على محطات الدراسة في الجدول (٩) وشكل (٢)، ان قيم التبخر/النتح الكامن تتفاوت فيما بين أشهر السنة، اذ بلغت خلال أشهر الصيف (حزيران وتموز واب) (٤٩٧,٤، ٥٣٢,٤، ٥١٧,١ ملم) على الترتيب بالنسبة لمحطة السماوة، في حين بلغت نحو (٥٠٨,٥، ٥٤٨,١، ٥٣٦,٢ ملم) في محطة الناصرية للأشهر الثلاث نفسها، اما بالنسبة لمحطة النجف فقد بلغت قيم التبخر / النتح الكامن نحو (٤٦٠,٩، ٥١٥,٨، ٤٩٣,٨ ملم) في أشهر الصيف نفسها.

وفي الأشهر الربيعية اذار، ونيسان، ومايس) بلغت القيم بحدود (١٨٤,٦، ٢٧١,٩، ٤٠٢,٥ ملم) في محطة السماوة، بينما بلغت حوالي (١٨٦,٤، ٢٧٢,٣، ٤٠٣,٣ ملم) في محطة الناصرية للأشهر نفسها على الترتيب، في حين بلغت (١٦٦,٨، ٢٤٤,٢، ٣٥٩ ملم) في محطة النجف لأشهر الربيع نفسها على التوالي. اما في فصل الخريف فبلغت قيم التبخر / النتح الكامن نحو (٤٣٦,٦، ٣٠٦,٤، ١٦١,٣ ملم) لمحطة السماوة للأشهر (ايلول، وتشرين اول، وتشرين

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

ثاني) على الترتيب، في حين بلغت القيم (٤٥٥,٢، ٣١٩,٢، ١٦٩ ملم) في محطة الناصرية لأشهر الخريف نفسها، اما في محطة النجف فقد بلغت القيم نحو (٤١٣,١، ٢٨٢,٨، ١٤٧,٤ ملم) لذات الأشهر. نتيجة ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف، وانخفاضها تدريجياً في فصل الخريف. اما في الأشهر (كانون اول، وكانون ثاني، وشباط) فكانت القيم حوالي (١٠١,١، ٨٣,٧، ١١٥,٧ ملم) على الترتيب في محطة السماوة، وبلغت (٣٦٩٦,٤، ٨٢,٨، ١١٧,٧ ملم) في محطة الناصرية للأشهر نفسها، و (٣٣٩٩,٨، ٧٢,٥، ١١١ ملم) في محطة النجف وللأشهر ذاتها. نظراً لانخفاض درجات الحرارة. ان المجموع السنوي للتبخر/ النتح الكامن في المحطات الثلاث بلغ نحو (٣٦١٠,٩، ٣٦٩٦,٤، ٣٣٩٩,٨ ملم) على الترتيب. سجلت محطة الناصرية اعلى المجاميع السنوية بواقع (٣٦٩٦,٤) ملم، في حين سجلت محطة النجف أدنى المجاميع السنوية للتبخر/ النتح الكامن ولأشهر السنة كافة، كما نلاحظ ان محطة الناصرية سجلت اعلى المعدلات الشهرية، لاسيما خلال شهر تموز بواقع (٥٤٨,١ ملم)، في حين انخفضت المعدلات البعيدة عن شهر تموز تدريجياً حتى وصلت ادناها شتاءً لاسيما شهر في كانون الثاني. اذ سجلت محطة النجف أدنى مجموع سنوي للتبخر النتح/الكامن خلال شهر كانون الثاني بمجموع بلغ (٧٢,٥ ملم).

شكل (٢) معدلات التبخر/ النتح الكامن (ملم) الشهرية لمحطات الدراسة حسب معادلة ايفانوف



المصدر: الباحثة اعتماداً على الجدول (٩).

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (٩)
المـعدلات الشـهرية والمجاميع السنوية لقيم التبخر/النتح الكامن(ملم) حسب معادلة ايفانوف للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)

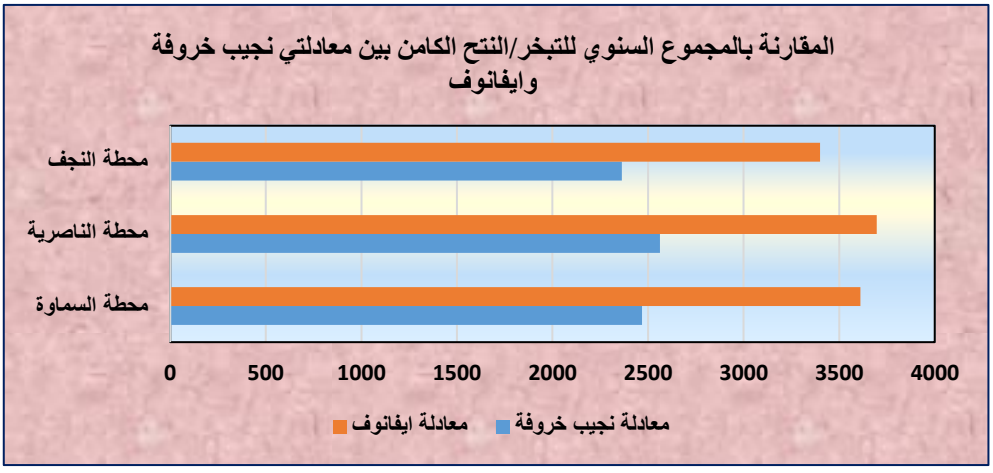
الشهر / المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع السنوي
السماوة	٨٣,٧	١١٥,٧	١٨٤,٦	٢٧١,٩	٤٠٢,٥	٤٩٧,٤	٥٣٢,٤	٥١٧,١	٤٣٦,٦	٣٠٦,٤	١٦١,٣	١٠١,١	٣٦١٠,٩
الناصرية	٨٢,٨	١١٧,٧	١٨٦,٤	٢٧٢,٣	٤٠٣,٣	٥٠٨,٥	٥٤٨,١	٥٣٦,٢	٤٥٥,٢	٣١٩,٢	١٦٩	٩٧,٥	٣٦٩٦,٤
النجف	٧٢,٥	١١١	١٦٦,٨	٢٤٤,٢	٣٥٩	٤٦٠,٩	٥١٥,٨	٤٩٣,٨	٤١٣,١	٢٨٢,٨	١٤٧,٤	١٣٢,٥	٣٣٩٩,٨

المصدر: احتَسبت الباحثة قيم التبخر/النتح الكامن، اعتماداً على المصادر الاتية:
أ. جدولي (٣, ٧)
ب. معادلة ايفانوف

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

ولوحظ ان معادلة ايفانوف اعطت نتائج عالية من حيث المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية لكمية التبخر/النتح الكامن في محطات الدراسة ، مقارنة بمخرجات معادلة نجيب خروفة ، إذ سجلت معادلة ايفانوف قيم اعلى من التي سجلتها المعادلة الوضعية لنجيب خروفة . يرجع التباين في القيم لهذه المعادلات إلى حقيقة تعدد وتنوع العوامل التي تؤثر على عملية التبخر/النتح الكامن ، ولذلك فإن الاختلاف في استخدام هذه العوامل من قبل الباحثين أدى الى اختلاف القيم ، وهذه هي المشكلة التي لا تزال تواجه قياس التبخر/النتح الكامن ، الشكل (٣) .اما بالنسبة للمجموع السنوي للتبخر/النتح الكامن ، فقد سجلت محطة الناصرية اعلى معدلات التبخر/النتح الكامن مقارنة ببقية المحطات وفي المعادلتين ، وجاءت محطة السماوة بالمرتبة الثانية ، في حين جاءت محطة النجف بالمرتبة الثالثة . كما سجلت محطات الدراسة معدلات شهرية عالية خلال فصل الصيف ، لاسيما في شهر (تموز)، اما في فصل الشتاء فقد انخفضت معدلات التبخر/النتح الكامن، لاسيما في (شهر كانون الثاني).

شكل (٣) المجموع السنوي لكمية التبخر/النتح الكامن لمحطات الدراسة للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)



المصدر / الباحثة اعتماداً على الجداول (٨ ، ٩).

٢ـ القيمة الفعليـة للأمطار:

ليس كل كميات الامطار الساقطة تصل الى سطح الارض وتستفاد منها النباتات، اذ ان جزء منها يتبخر اثناء سقوطها في الهواء الجوي ، في حين يصل جزء آخر الى سطح الارض ، وجزء ثالث يتساقط فوق اوراق النباتات فيتبخر قسم منها وقسم اخر يصل الى سطح الارض ، لتجري بعدها المياه في صورة مياه سطحية ، ثم يتسرب جزء منها الى داخل التربة لتصل نحو منطقة الجذور في النباتات ، في حين يتسرب الجزء الآخر نحو اعماق التربة متغلغلاً فيها حتى يصل الى خزانات تحتجز المياه الجوفية[٧]. عليه فان التعرف على كمية الامطار المتساقطة

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

وتوزيعها، لا يعطي لنا الصورة الحقيقية لـواقع الأمطار الفعلية ومدى فعاليتها، اذ قد تتسـاوى منطقتين بكميات الأمطار الساقطة، لكن أثرها يختلف ما بينهما. وهذا يرجع الى عدة عوامل كالمناخ والتربة والنبات. لذلك فان القيمة الفعلية للأمطار تعني ما تبقى من الامطار مطروحاً منها الفواقد (االضائعات او الخسائر) المائية[٨].

يُعد قياس قيمة الأمطار الفعلية على درجة كبيرة من الأهمية، لأنه يعطي صورة حقيقية قريبة من واقع امكانيـة الاستفـادة منـها في مجالات مختلفة، لاسيما في الزراعة، اذ حاول نخبة من العلماء تطوير معادلات رياضية لتقديـر مُعامل المَطر الفعّال ومنهم: شرف، ولانج، وكلينسر ، وكوبن، وثورنثويت، وجي مارتون [٩] وستتناول الدراسة المعالجات الرياضية لكل من (شرف ولانج) وعلى النحو الاتي:

١ـ طريقـة شرف:

اقترح شرف (١٩٥١) في دراسَة مُقارنة لمعادلات مُعامل الأمطار الفعالة، بما في ذلك معادلات كوبن ودي مارتون، وهي طريقة أطلق عليها متوسط المعادلات، تميزت ببساطتها وسهولة تطبيقها وكالاتي (١٠):

$$E = \frac{P}{T+9}$$

إذ انَّ :-

E = مُعامل المَطر الفعّال ، P= كمية المطر الشهرية او السنوية (ملم) ، ف = المعدل الشهري او السنوي لدرجة الحرارة (°م).

عند تطبيـق العلاقة أعلاه لتحديد مُعامل المطر للمنطقة، بدا ان المُعدلات الشهرية لُمعامل الأمطار تختلف خلال أشهر السنة، اذ تراوحت مابين (٠,١-٠,٩ ملم) في محطة السماوة، في حين تراوحت مابين(٠,٠٠٢-٠,٩ ملم) في محطة الناصرية، وتراوحت مابين (٠,١-٠,٨ ملم) في محطة النجف. جدول (١٠) . ويعود هذا الانخفاض في معامل مطر منطقة الدراسة الى شدة السطوع الشمسي، وارتفاع درجات الحرارة، وقلّة كميات التساقط وتذبذبه. كما يتباين المجموع السنوي لمعامل المطر الفعال بين محطات الدراسة الثلاث، فقد وصل نحو (٤,١٠٢ ملم) في محطة الناصرية، و(٣,٨ ملم) في محطة السماوة، اما في محطة النجف فقد انخفض الى (٣,٦ ملم). كما موضح في الجدول (١٠).

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (١٠) قياس المعدلات الشهرية لمُعامل المطر الفعال(ملم) حسب طريقة شرف للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)

الشهر / المحطة	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع السنوي
السماوة	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0.1	0.9	0.7	3.8
الناصرية	0.7	0.4	0.5	0.4	0.1	0.002	0	0	0	0.2	0.9	0.9	4.102
النجف	0.8	0.5	0.2	0.5	0.1	0	0	0	0	0.2	0.7	0.6	3.6

المصدر: الباحثة اعتمادا على المصادر الاتية :

أ : المعدلات الشهرية للأمطار .

ب- جدول (3).

ت : معادلة شرف .

مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٦، كانون الأول ٢٠٢٥م، ص ١٩٧ - ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

Kufa Journal of Arts
December 2025. No. 66, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

٢- طريقـة لانج:

وضع لانج معامل المطر المستخرج من العلاقة بين كمية المطر الساقط ودرجة الحرارة وفقاً للمعادلة الاتية[11]:

$$F = \frac{N}{T}$$

اذ انّ:

F = مُعامل المَطر.

N = كمية الأمطار الساقطة (ملم).

T = مُعدل درجات الحرارة (°م).

وحسب نتائج المعادلة أعلاه، قسم لانج العالم من حيث معامل المطر الفعال الى أربع مناطق هي:

١-مناطق شديدة الجفاف : ذات مطر فعال يتراوح مابين (صفر -١٠ ملم).

٢- مناطق جافة : ذات مطر فعال يتراوح مابين (١٠-٤٠ ملم).

٣-مناطق شبه رطبة : امطارها الفعالة تتراوح بين (١٦٠-٤٠ ملم) .

٤- مناطق رطبة: تصل امطارها الفعالة الى أكثر من ١٦٠ ملم.

تبين من خلال احتساب معامل المطر الفعال حسب طريقة لانج بانه يتراوح ما بين (٠,٢-١,٢ ملم) في محطة السماوة، وبين (٠,٠٠٢-١,٤ ملم) في محطة الناصرية، وبين (٠,١-١,٥ ملم) في محطة النجف، كما في الجدول (١١). وهذا يدل على ان منطقة الدراسة تتصف بانها شديدة الجفاف وفق معادلة لانج.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (١١)

قياس المعدّلات الشهريّة لمُعامل المطر الفعّال(ملم) حسب طريقـة لانـج للمدّة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)

الشهر / المحطة	كانون ثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول	المجموع السنوي
السماوة	1.2	0.8	0.7	0.4	0.2	0	0	0	0	0.2	1.3	1.2	6
الناصرية	1.2	0.7	0.8	0.6	0.2	0.002	0	0	0	0.2	1.3	1.4	6.402
النجف	1.5	0.8	0.4	0.7	0.1	0	0	0	0	0.2	1.04	1.04	5.78

المصدر: الباحثة اعتمادا على المصادر الاتية:

أ: المعدلات الشهرية للأمطار.

ب: جدول (٣)

ت: معادلة لانج.

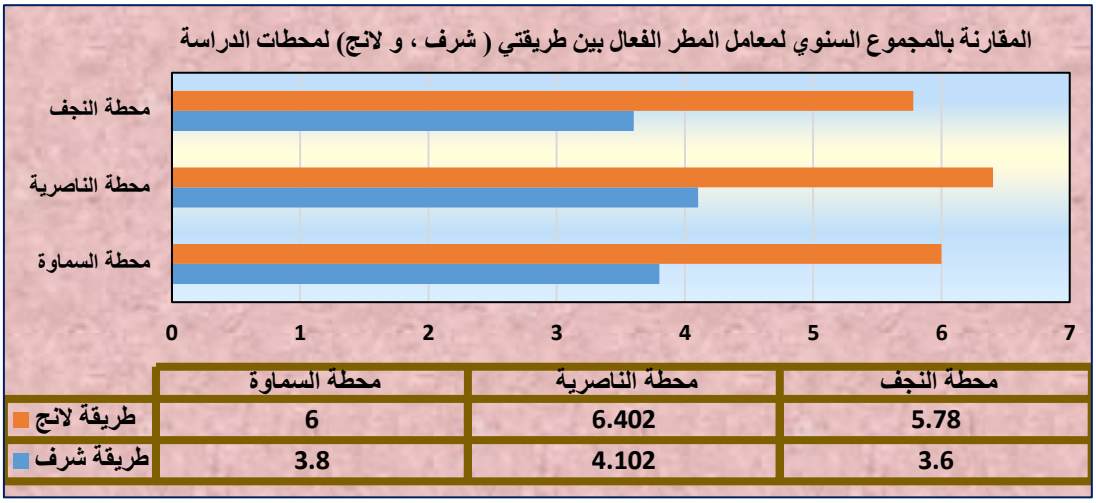
مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٦، كانون الأول ٢٠٢٥م، ص ١٩٧ ـ ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

Kufa Journal of Arts
December 2025. No. 66, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

وخلاصة ذلك يتضح بان المجموع السنوي لمعامل المطر الفعال ، يتباين بين الطرائق المختلفة ، اذ بلغ اعلى مجموع معامل سنوي في محطة الناصرية نحو(4.102 ، 6.402 ملم) وفق طريقتي (شرف و لانج) على الترتيب ، في حين انخفض المجموع السنوي في محطة النجف الى نحو (3.6 ، ٥,٧٨ ملم) حسب طريقتي (شرف و لانج) على الترتيب ، في حين جاءت محطة السماوة بالمرتبة الثانية ، اذ سجلت مجموع سنوي نحو (٣,٨ ، ٦ ملم) حسب الطريقتين على الترتيب ينظر شكل(٤).

شكل (٤) المجموع السنوي لمعامل المطر الفعال لمحطات الدراسة



	محطة السماوة	محطة الناصرية	محطة النجف
طريقة لانج	6	6.402	5.78
طريقة شرف	3.8	4.102	3.6

المصدر / الباحثة اعتماداً على الجداول (١٠،١١)

٣- مفهوم المُوازنة المائية المُناخية: Climatic water budget

يقصد بالموازنة المائية المناخية، العلاقة مابين كمية الأمطار المتساقطة وبين مقدار الضائعات المائية التي تُحتسب من كمية التبخر /النتح، وما يتسرب من مياه خلال مسامات التربة ليضاف الى المياه الالجوفية، ضلا عما يتكون من جريان سطحي ينساب نحو الأنهار والبحيرات والجداول وغيرها [12]. في حين اكد العالم ثورنثويت ((الذييعد أول من استخدَمَ مفهوم الموازنة المائية المناخية واتخذه كأساس في التصنيف المناخي سنة ١٩٤٨) ، على أن رطوبة التربة، تمثل توازناً ديناميكياً بين كميات المياه المضافة اليها سواء عن طريق المطر أو الري ، وما تفقده التربة من الماء بالتبخر/النتح ، لذا فالموازنة المائية تمثل العلاقة الكمية بين التساقط والتبخر/النتح . اذ عندما تكون كمية الهطول أكبر من كمية التبخر/النتح ، يتكون فائض مائي ، اما اذا كان الهطول اقل من التبخر/النتح فيتكون فيها عجز مائي[١٣]. وتعد الموازنة المائية

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

المناخية بعناصرها الست (درجة الحرارة ، التبخر النتح ، التساقط ، الفائض المائي ، العجز المائي ، الضائعات) احد اهم الطرائق المهمة التي تحدد الاحتياجات المائية في المناطق المختلفة ، لاسيما المناطق الجافة وشبه الجافة .الا ان ما يسقط من المطر لا يعطي صورة حقيقية عن تأثيرها الفعلي . ويرى بعض الباحثين ، إن تحديد وضع الموازنة المائية المناخية يتم من خلال عملية ضرب لمُعدلات الأمطار لكل شهر في معامل المطر الفعال لهذا الشهر ، ثم طرح قيم التبخر/النتح الكامن من قيمة الأمطار الفعالة المستخرجة من تلك العملية ولكل شهر . اذ يحدث العجز المائي water deficit ، حينما تكون كمية التبخر/النتح الكامن أكبر من كمية المطر الفعال ، مما يدل على ان المنطقة جافة ، والعكس صحيح عندما يكون هنالك فائض مائي water surplus ، اذ تفوق كميات الأمطار الفعالة كميات التبخر/ النتح الكامن ، وهذا يعني ان المنطقة رطبة[١٤]. وللموازنة المائية المناخية أهمية كبيرة وذلك لكونها تساهم في الكشف عن العديد من العمليات الهيدرولوجية وكما يأتي[١٥]:

١ - تستخدم الموازنة المائية المناخية لتقدير تصريف الانهار ،لا سيما في احواض الانهار التي تحتوي على محطات هيدرولوجية .
٢- تستخدم في تقدير العجز المائي الذي له فائدة كبيرة في الاجهاد البيئي الذي تتعرض له النباتات الطبيعية والاحياء الأخرى، وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة .
٣- لها دور كبير في التخطيط لاستخدام المياه السطحية والجوفية في الأغراض الزراعية ، والمنزلية ، والصناعية ، والتمييز بين أنوَّاع الجفاف المختلفة، وقياس درجاته ، وتوليد الطاقة الكهربائية ، وتحديد مقدار حاجة النباتات للمياه (١٦).
٤- لها أهمية كبيرة في التخطيط لعمليات الري ، و التعرف على درجة تعويض مياه الري في المناطق التي تتصف بأمطارها الفصلية ، والذي يؤثر على مدى نجاح الزراعة في الفصل الجاف ، تبعاً لدرجة التعويض هذه . أما إذا وجدت المياه بكثرة فهناك حاجة ملحة لاستخدامها بشكل معتدل للحد من الإسراف في الاستعمال ، إذ تتدهور وينخفض عائد الكثير من الأراضي الزراعية بسبب عدم كفاءة استهلاك مياه الري . وتم احتساب الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة على النحو الاتي:

أ- احتساب الموازنة المائية المناخية حسب معادلة خروفه :

احتُسبت الموازنة المائية المناخية باستخدام معادلة نجيب خروفة ، الجدول (١٢) والشكل (٥) . اذ سجلت جميع محطات الدراسة عجزا مائياً وفي جميع فصول السنة وهذا يعني ان منطقة الدراسة تعاني من عجز مائي واضح جداً ، ففي أشهر الشتاء (كانون الاول ، كانون الثاني ، وشباط) ، وصل العجز المائي الى حدود(58.8- ، 47.9- ، 65.7- ملم) في محطة السماوة لأشهر الشتاء على الترتيب ، و(56.6- ، 54.9- ، 73.8- ملم) في محطة الناصرية ، و(54.6- ، 39.8- ، 62.2- ملم) في محطة النجف ، وذلك بسبب الانخفاض في درجات الحرارة الى أدناها خلال فصل الشتاء.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

ثم ارتفعت قيم العجز المائي تدريجياً خلال اشهر الربيع ، اذ بلغ مقدار كمية العجز في اشهر (آذار، نيسان، مايس) ، نحو (124.1- ، 191.1- ، 260.5- ملم) في محطة السماوة ، و(129.0- ، 197.7- 266- ملم) في محطة الناصرية ، و(117.3- ، 178.9- ، 243.2- ملم) في محطة النجف . وذلك يعود الى بدأ الارتفاع في درجات الحرارة في هذه الأشهر . واستمر الارتفاع بالعجز المائي الى أقصاهُ في أشهر الصيف(حزيران ، تموز ، آب) ، اذ بلغ نحو (338.4- ، 365.5- ، 362.7- ملم) في محطة السماوة ، و(341- ، 373.1- ، 372.2- ملم) في محطة الناصرية ، و(323.4- ،359- ، 349.7- ملم) في محطة النجف ، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة . بعد ذلك تأخذ كميات العجز المائي بالانخفاض تدريجياً عند حلول فصل الخريف لتصل الى (288.4- ، 221.2- ، 85.8- ملم) للأشهر(ايلول ، تشرين الاول ، وتشرين الثاني) في محطة السماوة، و(301.1- ،233.4- ، 94.2- ملم) في محطة الناصرية ، و(282.7- ، 210.7- ، 91.3- ملم) في محطة النجف . ويرجع ذلك الى ابتداء درجات الحرارة بالانخفاض مما يؤدي الى انخفاض كميات التبخر/النتح الكامن ، مما ينتج عنه انخفاض قيم ونسب العجز المائي.

سجلت محطة النجف أدنى مجموع سنوي ، للموازنة المائية المناخية ، اذ بلغ (2363.1- ملم) ، في حين سجلت محطة السماوة مجموعاً سنوياً قدره (2468.7- ملم) ، اما محطة الناصرية فسجلت اعلى مجموع ، اذ بلغ (2562.9- ملم) .

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (١٢) المُوازنة المائية الُمناخية (ملم) لمحطات السماوة، الناصرية والنجف حسب معادلة خروفه للتبخر النتح/ الكامن ومعادلة (لانج) للمطر الفعال للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطة	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
السماوة	كمية المطر الفعال (ملم)	9.52	5.8	7.05	3.12	0.5	0	0	0	0	0.46	20.97	10.92	9.52
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	٥٧,٥	٧١,٥٣	١٣١,١٦	194.21	261.04	338.43	365.51	362.71	288.4	221.68	106.79	69.7	2468.67
	الموازنة المائية المناخية	-47.9	-65.7	-124.1	-191.1	-260.5	-338.4	-365.5	-362.7	-288.4	-221.2	-85.8	-58.8	-2468.7
الناصرية	كمية المطر الفعال (ملم)	10.08	3.92	7.6	5.88	0.54	0.0002	0	0	0	1.32	22.68	17.91	10.08
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	64.94	77.74	136.63	203.55	266.54	340.96	373.06	372.21	301.11	234.72	116.84	74.54	2562.87
	الموازنة المائية المناخية	-54.9	-73.8	-129.0	-197.7	-266	-341	-373.1	-372.2	-301.1	-233.4	-94.2	-56.6	-2562.9
النجف	كمية المطر الفعال (ملم)	13.04	5.3	1.28	8.15	0.44	0	0	0	0	1.22	13.16	7.68	13.04
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	52.87	67.47	118.55	187.05	243.65	323.36	359.02	349.73	282.65	211.99	104.49	62.25	2363.09
	الموازنة المائية المناخية	-39.8	-62.2	-117.3	-178.9	-243.2	-323.4	-359	-349.7	-282.7	-210.7	-91.3	-54.6	-2363.1

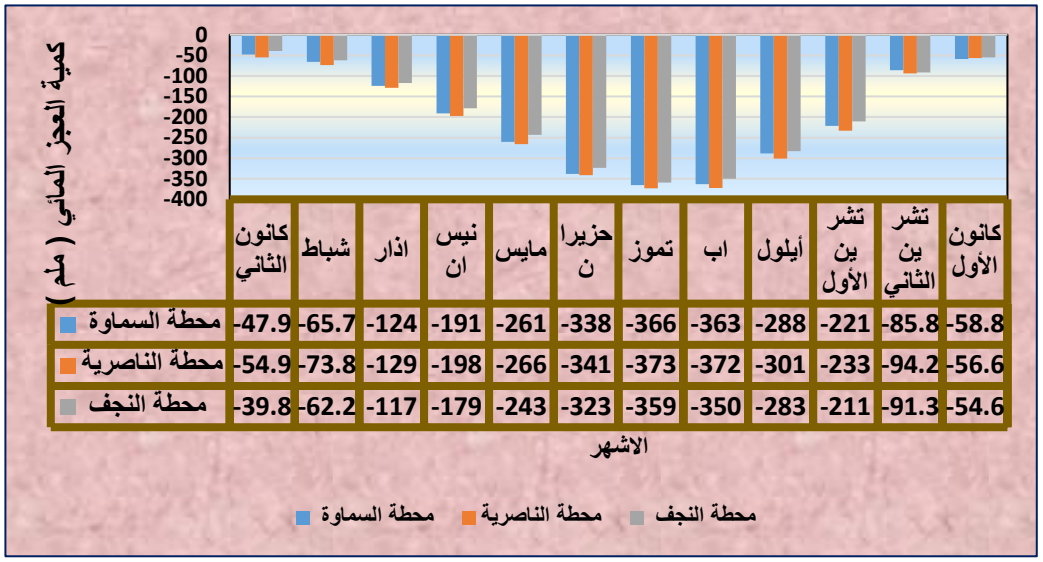
المصدر: الباحثة اعتماداً على الجداول (٨ , ١١)

مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٦، كانون الأول ٢٠٢٥م، ص ١٩٧ ـ ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

Kufa Journal of Arts
December 2025. No. 66, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

شكل (٥) الموازنة المائية المناخية(ملم) لمحطات الدراسة حسب معادلة خروفة، للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١).



المصدر / الباحثة اعتماداً على الجدول (١٢)

ب- احتساب الموازنة المناخية حسب معادلة ايفانوف:

أظهرت معادلة ايفانوف نتائج سلبية تمثلت بالعجز المائي في جميع أشهر السنة ، جدول (١٣) وشكل (٦) ، اذ سجلت محطة النجف ادنى عجز مائي في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء بلغ (59.5- ملم) . اما محطتي السماوة والناصرية فسجلتا عجزاً للشهر نفسه بحدود تقاربت فيما بينها اذ بلغت نحو (74.2- ، 72.7- ملم) لكل منهما على الترتيب . يرجع ذلك الى الانخفاض في درجات الحرارة خلال هذا الفصل .

ثم ارتفعت قيم العجز المائي تدريجياً في فصل الربيع ، اذ بلغ العجز المائي في الاشهر (اذار ، نيسان ، مايس) نحو (177.5- ، 268.8- ، 402- ملم) في محطة السماوة ، و(178.8- ، 266.4- ، 402.7- ملم) في محطة الناصرية ، و(165.5- ، 236.1- ، 358.6- ملم) في محطة النجف . وهذا يعود الى بدأ ارتفاع درجات الحرارة اشهر الربيع .

ويستمر العجز المائي بالارتفاع خلال فصل الصيف ، اذ وصل ذروته في أشهر (حزيران ، تموز ، اب) اذ بلغ العجز (497.4- ، 532.4- ، 517.1- ملم) في محطة السماوة ، و(508.5- ، 548.1- ، 536.2-) ملم في محطة الناصرية ، و(460.9-، 515.8- ، 493.8- ملم) في محطة النجف .

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

وعند حلـول فصـل الخريـف تهبط قيم العجز المائي الى (436.6- ، 305.9- ، 140.3- ملم) للأشهر(ايلول ، تشرين الاول ، وتشرين الثاني) في محطة السماوة ، و(455.2-،317.8- ، - 146.3 ملم) في محطة الناصرية ، و(413.1- ، 281.6- ، 134.2- ملم) في محطة النجف. ويرجع ذلك الى بدأ الانخفاض في درجات الحرارة ، التي تؤثر في انخفاض كميات التبخر/النتح الكامن ، مما ينعكس في انخفاض قيم ونسب العجز المائي .

سجلت محطة النجف ادنى مجموع سنوي لقيم الموازنة المائية المناخية ،والذي بلغ نحو (- 3399.8 ملم) ، في حين سجلت محطة السماوة مجموعاً قدره (3610.9- ملم) ، اما محطة الناصرية فسجلت اعلى مجموع سنوي بلغ (3696.4- ملم) .

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

جدول (١٣) المُوازنة المائية المُناخية لمحطات السماوة، الناصرية والنجف حسب معادلة ايفانوف للتبخر النتح/ الكامن ومعادلة (لانج) للمطر الفعال للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢١)

المحطة	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
السماوة	كمية الامطار الفعالة (ملم)	9.52	5.8	7.05	3.12	0.5	0	0	0	0	0.46	20.97	10.92	9.52
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	٨٣,٧	١١٥,٧	١٨٤,٦	٢٧١,٩	٤٠٢,٥	٤٩٧,٤	٥٣٢,٤	٥١٧,١	٤٣٦,٦	٣٠٦,٤	١٦١,٣	١٠١,١	٣٦١٠,٩
	الموازنة المائية المناخية	-74.2	-109.9	-177.5	-268.8	-402	-497.4	-532.4	-517.1	-436.6	-305.9	-140.3	-90.18	-3610.9
الناصرية	كمية الامطار الفعالة (ملم)	10.08	3.92	7.6	5.88	0.54	0.0002	0	0	0	1.32	22.68	17.91	10.08
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	٨٢,٨	١١٧,٧	١٨٦,٤	٢٧٢,٣	٤٠٣,٣	٥٠٨,٥	٥٤٨,١	٥٣٦,٢	٤٥٥,٢	٣١٩,٢	١٦٩	٩٧,٥	٣٦٩٦,٤
	الموازنة المائية المناخية	-72.7	-113.8	-178.8	-266.4	-402.7	-508.5	-548.1	-536.2	-455.2	-317.8	-146.3	-79.6	-3696.4
النجف	كمية الامطار الفعالة (ملم)	13.04	5.3	1.28	8.15	0.44	0	0	0	0	1.22	13.16	7.68	13.04
	التبخر/النتح الكامن (ملم)	٧٢,٥	١١١	١٦٦,٨	٢٤٤,٢	٣٥٩	٤٦٠,٩	٥١٥,٨	٤٩٣,٨	٤١٣,١	٢٨٢,٨	١٤٧,٤	١٣٢,٥	٣٣٩٩,٨
	الموازنة المائية المناخية	-59.5	-105.7	-165.5	-236.1	-358.6	-460.9	-515.8	-493.8	-413.1	-281.6	-134.2	-124.8	-3399.8

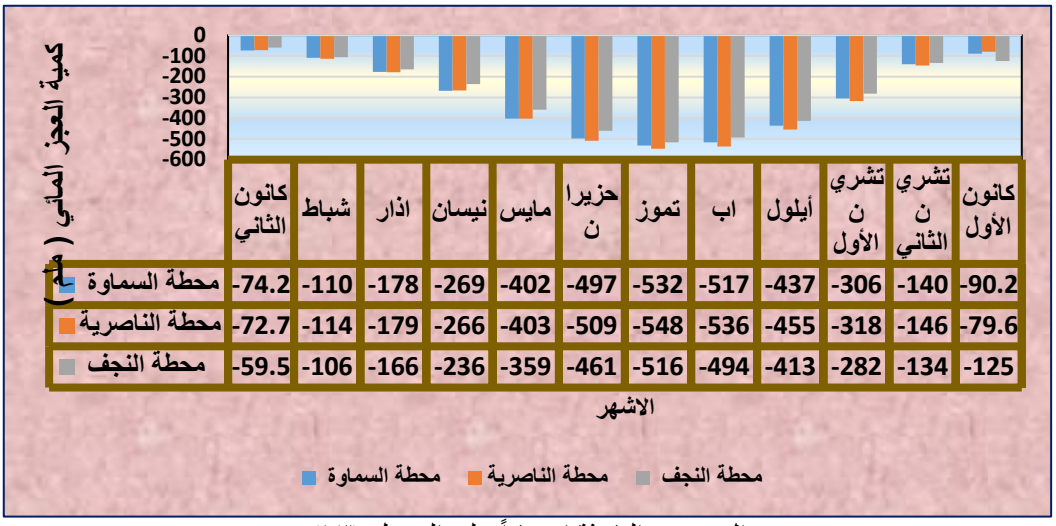
المصدر: الباحثة اعتماداً على الجداول (٩ , ١١)

مجلة آداب الكوفة
العدد ٦٦، كانون الأول ٢٠٢٥م، ص ١٩٧ ـ ٢٢٦
كلية الآداب، جامعة الكوفة

Kufa Journal of Arts
December 2025. No. 66, P 197 - 226
Faculty of Arts, University of Kufa.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

شكل (٦) الموازنة المائية المناخية(ملم) لمحطات الدراسة حسب معادلة ايفانوف، للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢١)



	كانون الأول	تشري ن الثاني	تشري ن الأول	أيلول	اب	تموز	حزيرا ن	مايس	نيسان	اذار	شباط	كانون الثاني
محطة السماوة	-90.2	-140	-306	-437	-517	-532	-497	-402	-269	-178	-110	-74.2
محطة الناصرية	-79.6	-146	-318	-455	-536	-548	-509	-403	-266	-179	-114	-72.7
محطة النجف	-125	-134	-282	-413	-494	-516	-461	-359	-236	-166	-106	-59.5

المصدر / الباحثة اعتماداً على الجدول (١٣)

النتائج:

١. تتحكم عناصر المناخ المتمثلة بالسطوع الشمسي ، ودرجات الحرارة (المعدل ، والعظمى، والصغرى) ، والرياح ، والرطوبة النسبية) بعملية التبخر/النتح الكامن .
٢. اظهرت الدراسة تباين المعدلات الشهرية والسنوية للتبخر/النتح الكامن على وفق المعادلات (نجيب خروفه ، ايفانوف .
٣. يتبين من نتائج الموازنة المائية المناخية ان سجلت جميع محطات الدراسة عجزا مائيا واضحا لجميع شهور السنة ، ويعود ارتفاع العجز المائي في معادلة ايفانوف الى ارتفاع قيم التبخر /النتح الكامن فيها ، بينما يعود انخفاض العجز المائي في معادلة خروفة الى انخفاض قيم التبخر /النتح الكامن على وفق هذه المعادلة .

التوصيات:

تقترح الباحثة عدداً من التوصيات التي يمكن من خلالها التقليل من الفاقد بعملية التبخر /النتح الكامن ، للتقليل من حجم العجز المائي ، بما يزيد من قيمة المطر الفعال ، وعلى النحو الاتي :

١. الحث على الاهتمام بتجميع مياه الامطار ، والاستفادة من كل قطرة تسقط وعدم تركها تنساب على سطح الأرض بصورة كيفية ، اذ يمكن ان تحتجز مياه الامطار في مستنقعات طبيعية وصناعية معدة مسبقاً، ويحتفظ بالمياه الى وقت العجز والضروره لتوجيهها نحو المناطق التي تحتاجها .
٢. استخدام الوسائل ةالعلمي والتكنولوجية في اسقاط المطر صناعياً، لزيادة كمية الامطار الساقطة ، لاسيما خلال السنوات والاشهر الجافة.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

٣. ضرورة توجيه الاعلام الى التعريف بمساوئ الهدر في الثروة المائية وسوء استخدامها ، وإرشاد الناس إلى الطرائق الحديثة المساهمة في الاقتصاد بالمياه ، للمحافظة على ديمومة هذا المورد الطبيعي الهام في مختلف مجالات الحياة .
٤. اختيار زراعة المحاصيل التي لا تتطلب كميات كبيرة من المياه ، لتتناسب مع واقع منطقة الدراسة والعجز المائي فيها.

1- Data Availability Statement: (The manuscript includes all the data used in the study.)
2- Conflict of Interest Statement: (The authors confirm that there are no conflicts of interest that could affect the content of this research.)
3- Funding Statement: This research was fully funded by the authors without any financial support from other entities.

الهوامش:

١. محمد ، رفاه مهنى ، اثر الموازنة المائية المناخية في تحديد الاحتياجات المائية لنماذج بعض المحاصيل الزراعية في محافظة المثنى ، بحث منشور ، مجلة الأستاذ للعلوم الإنسانية والاجتماعية ، مجلد (٦١) ، العدد (١)، ٢٠٢٢.
2. C.Massari.and othersk, Evapotranspiration enhancement drives the European water-budget deficit during multi-year droughts .2021 .p 6.
٣. عبد الرزاق خيون خضير جاسم ال محيميد ، الموازنة المائية المناخية في العراق واثرها في الاحتياجات المائية لمحصولي القمح والشعير في إقليم المناخ الجاف ، أطروحة دكتوراه ، كلية الآداب – جامعة البصرة ، ٢٠٠٨ ، ص٦٣.
٤. علي كاظم جواد الخزاعي ، التقييم الجغرافي للاحتياجات المائية لمحصول الحنطة في المنطقة الصحراوية في محافظة كربلاء للموسم الزراعي (٢٠١٦-٢٠١٧) ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة كربلاء ، ٢٠١٨ ، ص١٠٨.
5. Kharrufa . N , and Alkawaz Ismail .H , studies on crons consumptive use of waten Iraq , Baghdad , 1978 , p:12-18.
٦. عبد الكريم محمد يوسف عبد الله ، القيمة الفعلية للامطار في اليمن ، بحث منشور ، كلية الاداب – جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا ، مجلة الاندلس للعلوم الاجتماعية والتطبيقية ، المجلد ٣، العدد الخامس ، ٢٠١٠،ص٨٣.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

7. N.G.Dastance , Effective Rainfall in Irrigated Agriculture , F.A.O. 25 , Rome , 1974 , p.3.
8. Nadhir Al-Ansari, Ammar A. Ali, Sven Knutsson, Iraq Water Resources Planning: Perspectives and Prognoses, Jeddah Saudi Arabia Jan 26-27, 13 (01) Part XIII, 2015,P2099.

٩. سلام هاتف احمد الجبوري ، علم المناخ التطبيقي ، ط١، كلية التربية ،جامعة بغداد ، ٢٠١٤ .
١٠. عبد الرزاق خيون خضير جاسم ال محيميد ، الموازنة المائية المناخية في العراق واثرها في الاحتياجات المائية لمحصولي القمح والشعير في إقليم المناخ الجاف ، أطروحة دكتوراه ، كلية الآداب – جامعة البصرة ، ٢٠٠٨ .
١١. جاسم محمد احمد الحمداني، اثر التغير المناخي في الموازنة المائية المناخية في محافظة صلاح الدين ، أطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة تكريت ، ٢٠٢٠ .
١٢. جاسم محمد احمد الحمداني ، اثر التغير المناخي في الموازنة المائية المناخية في محافظة صلاح الدين ، أطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة تكريت ، ٢٠٢٠ ، ص٨٣-٨٤.
١٣. مثنى فاضل علي الوائلي ، الموازنة المائية المناخية في محافظة النجف – دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٤ ، ص٧٦.
١٤. سوسن كمال احمد ، الموازنة المائية في محطات محافظتي أربيل والانبار في العراق ، بحث منشور ، كلية ابن رشد ، جامعة بغداد ، مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد ٣٤، ٢٠١٩، ص٣٦٦-٣٦٧.
١٥. سلام هاتف احمد الجبوري، الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل , بغداد والبصرة , إطروحة دكتوراه، كلّية التربية – ابن رشد – جامعة بغداد ٢٠٠٥.
١٦. سلام هاتف احمد الجبوري , الموازنة المائية المناخية لمحطات الموصل، بغداد والبصرة، المصدر نفسه ، ص٢٠٩.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317

ملحق (١) النسبة المئوية لعدد الساعات المضيئة خلال مختلف الأشهر بالنسبة لعددها خلال العام وفقاً لموقع مكان منطقة الدراسة من دوائر العرض (شمـال خط الاستواء)

الاشهر	دوائر العرض							
	°26	°28	°30	°32	°34	°36	°38	°40
ك٢	7.49	7.40	7.30	7.20	7.10	6.99	6.87	6.73
شباط	7.12	7.07	7.03	6.97	6.91	6.86	6.79	6.73
اذار	8.40	8.39	8.38	8.37	8.36	8.35	8.34	8.30
نيسان	8.64	8,68	8.72	8.72	8.80	8.85	8.90	8.92
مايس	9.37	9.46	9.53	9.63	9.72	9.81	9.92	9.99
حزيران	9.30	9.38	9.49	9.60	9.70	9.83	9.95	10.08
تموز	9.49	9.58	9.67	9.77	9.88	9.99	10.10	10.34
اب	9.10	9.16	9,22	9.28	9.33	9.40	9.47	9.56
أيلول	8.32	8.32	8.34	8.94	8.36	9.36	8.38	8.41
ت١	8.06	8.02	8.99	7.93	7.90	7.85	7.80	7.78
ت٢	7.36	7.27	7.19	7.11	7.02	6.92	6.82	6.73
ك١	7.35	7.27	7.14	7.05	6.92	6.79	6.66	6.35

المصدر: علي كاظم جواد الخزاعي ، التقييم الجغرافي للاحتياجات المائية لمحصول الحنطة في المنطقة الصحراوية في محافظة كربلاء للموسم الزراعي (٢٠١٦-٢٠١٧) ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة كربلاء ، ٢٠١٨ ، ص١٠٩.

ISSN (Print): 1994-8999, ISSN (online): 2664-469X. DOI Prefix: 10.36317