Zanco Journal of Human Sciences (ZJHS)

TYPE: Original article
DOI https://doi.org/10.21271/zjhs.29.5.4

التحليل الجغرافي للموازنة المائيه المناخية في سهل شهرزور

OPEN ACCESS
*Corresponding author
Aso Swar Namiq
aso.namaiq@su.edu.krd

ئاسو سوار نامق/ قسم الجغرافية،كلية االآداب،جامعة صلاح الدين- أربيلةإقليم كوردستان،العراق
هوزان صادق مولود/ قسم الجغرافية،كلية االآداب،جامعة صلاح الدين- أربيلةإقليم كوردستان،العراق

RECEIVED :28 /07/2024
ACCEPTED :08/01/ 2025
PUBLISHED :15/10/ 2025

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الموازنة المائية في منطقة سهل شهرزور، لتحديد مستوى الفائض المائي والعجز المائي، وتحديد أفضل الاستراتيجيات للاستفادة من فترات الفائض المائي في القطاع الزراعي. يتوقع أن تساهم الدراسة بشكل كبير في تحسين استخدام الموارد المائية وتطوير الزراعة في المنطقة." شملت الدراسة ثلاث محطات لاستخدام البيانات المناخية خلال الفترة (2008- 2023) طبقت معادلات)بنمان- ثورنثويت- خروفه) لحساب الموازنة المائية. وقد أشارت الدراسة إلى وجود فترتين متباينتين في توزيع الموازنة المائية، حيث تباينت نتائج معادلة بنمان-مونتث في فترة الفائض المائي، والتي تمتد من شهر تشرين الثاني حتى نهاية آذار، وبلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (356.4) ملم في محطة السليمانية، و(329.5) ملم في محطة هلبجه، و(315.7) ملم في محطة دربنديخان، و(333.8) ملم في المعدل. وبطريقة ثورنتويت، فإن فترات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد من شهر تشرين الثاني حتى نهاية نيسان، وبلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (485.47 - 454.0 - 432.9- 457.45) ملم على التوالي في المحطات. أما بطريقة خروفة فترات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد من شهر كانون الأول حتى نهاية آذار باستثناء محطة السليمانية من تشرين الثاني حتى نهاية آذار وبلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (336.5- 297.37- 265.0 - 295.0)ملم على التوالي المحطات وبالنسبة لفترة العجز المائي، فتمتد من شهر نيسان حتى نهاية تشرين الأول، وفقًا لمعادلة بنمان-مونتث، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي على التوالي (660.9) ملم في محطة السليمانية، و(675.0) ملم في محطة هلبجه، و(707.6) ملم في محطة دربنديخان، و(668.16) ملم في المعدل. وباستخدام معادلة ثورنتويت، فإن فترة العجز المائي تمتد من شهر مايس حتى نهاية تشرين الأول، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي على التوالي (716.17 - 1016.4 - 1206.94 - 979.83) ملم على . أما باستخدام معادلة خروفه، فإن فترة العجز المائي تمتد من شهر نيسان حتى نهاية كانون الأول باستثناء محطة السليمانية إلى نهاية نهاية تشرين الثاني، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي (1577.4- 1717.0 - 1873.3 -1718.2) ملم على التوالي في المحطات

الكلمات المفتاحية:
الموازنة المائية ،
التبخر – نتح الكامن،
الفائض المائي ،
العجز المائي.

About the Journal
Zanco Journal of Humanity Sciences (ZJHS) is an international, multi-disciplinary, peer-reviewed, double-blind and open-access journal that enhances research in all fields of basic and applied sciences through the publication of high-quality articles that describe significant and novel works; and advance knowledge in a diversity of scientific fields. https://zancojournal.su.edu.krd/index.php/JAHS/about

1-المقدمة

تناولت الدراسة الموازنة المائية المناخية التي ترتبط بصلة وثيقة بالدراسات الهيدرولوجية وعلم المناخ. وقد وضعت الموازنة المائية على العلاقة الكمية بين التساقط وكمية التبخر الناتج لمعرفة مقدار الفائض والعجز المائي في منطقة معينة، وتتأثر الموازنة بشكل أساسي ببعض العوامل المناخية، وخاصة كمية التساقط ودرجات الحرارة، حيث يمكن من خلالهما معرفة مقدار التبخر. حيث تتأثر منطقة الدراسة بالتغيرات المناخية الذي انعكاس على انخفاض الامطار وارتفاع درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تقليل كمية المياه المتاحة وزيادة العجز المائي في المنطقة. تعد منطقة سهل شهرزور منطقة زراعية رئيسية في محافظة السليمانية، حيث يتم زراعة محاصيل متنوعة، مثل الحبوب والفاكهة والخضروات، وتعتمد الزراعة في المنطقة بشكل كبير على الموارد المائية. ولذلك، فإن إدارة الموارد المائية في المنطقة تعد من أهم القضايا التي تواجهها المنطقة. ويتم استخدام العديد من الطرق الرياضية لحساب معادلات الموازنة المائية، بما في ذلك طريقة (بنمان – مونتيثPenman– Monteith – ثورنثوايت Thornth Waite– خروفه Kharofa) التي تستخدم لحساب التبخر– النتح الكامن. وتتمثل هذه الطريقة في حساب التبخر– النتح الكامن باستخدام البيانات المناخية خلال المدة (2005–2023) رطوبة التربة والجريان السطحي. . وتساعد هذه الدراسة في تحديد العجز المائي في المنطقة، وتحديد الإجراءات اللازمة لتحسين استخدام الموارد المائية في المنطقة وزيادة كفاءة إنتاج المحاصيل الزراعية وتحسين جودتها

اولاً/ أهمية البحث:

تبرز أهمية دراسة الموازنة المائية المناخية في سهل شهرزور من خلال الآتي:

1– تعد منطقة الدراسة واحدة من أكبر المناطق الزراعية الرئيسية في اقليم كردستان. وبالتالي يزيد اهتمام البحث بتحسين استخدام الموارد المائية في المنطقة، من خلال وضع إجراءات مثل الحصاد المائي لخزن المياه في موسم الزيادة المائية، واستخدام التقنيات الحديثة في الري وتحسين إدارة المياه، وتحديد أفضل السياسات الزراعية التي تحسن استخدام الموارد المائية في المنطقة. إذ يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة إنتاجية الزراعة.

2– تعد أهمية البحث من خلال تحديد الموازنة المائية في منطقة الدراسة، وتحديد مقدار الفائض المائي والعجز المائي خلال أشهر السنة وتتعرض المنطقة لتغيرات مناخية ملحوظة، حيث شهدت في السنوات الأخيرة ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض في كمية الأمطار، مما أدى إلى زيادة العجز المائي بالتالي زيادة الحاجة المائية.

ثانياً/ مشكلة الدراسة:

3– تتخلص مشكلة البحث الرئيسة في السؤال الآتي:–

4– ماهي الخصائص المناخية التي تؤثرفي فترات العجز والفائض المائي في منطقة الدراسة؟

5– كم يبلغ مقدار العجز المائي في منطقة الدراسة خلال شهور السنة المختلفة؟

6– ما هو مقدار الفائض المائي الذي يحدث خلال الموسم المطري في منطقة الدراسة؟

7– ماهي علاقة بين الموازنة المائية المناخية بعملية التبخر– النتح الكامن؟

ثالثاً/ فرضية الدراسة:

تحاول الدراسة إلى تلخيص إجابة عن التساؤلات الخاصة بمشكلة البحث التي تتناولها بالشكل التالي.

1- تعد موسمية الأمطار والاختلافات الكبيرة في درجات الحرارة من أبرز الخصائص المناخية التي تؤثر في فترات العجز والفائض في منطقة الدراسة.

2- تعاني منطقة الدراسة من فترات طويلة من العجز المائي خلال شهور السنة.

3- من الممكن استغلال الفائض المائي خلال فصل الشتاء لتلبية الاحتياجات المائية خلال فترات العجز.

4- وجود علاقة وثيقة بين الموازنة المائية المناخية وعملية التبخر /النتح الكامن لكل منطقة.

رابعاً/ أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يلي:

1- تهدف الدراسة إلى إبراز العوامل المؤثرة في الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة.

2- تحديد مواسم الفائض والعجز المائي في منطقة الدراسة.

3- تحديد حجم الفائض والعجز المائي في منطقة الدراسة حسب شهور السنة.

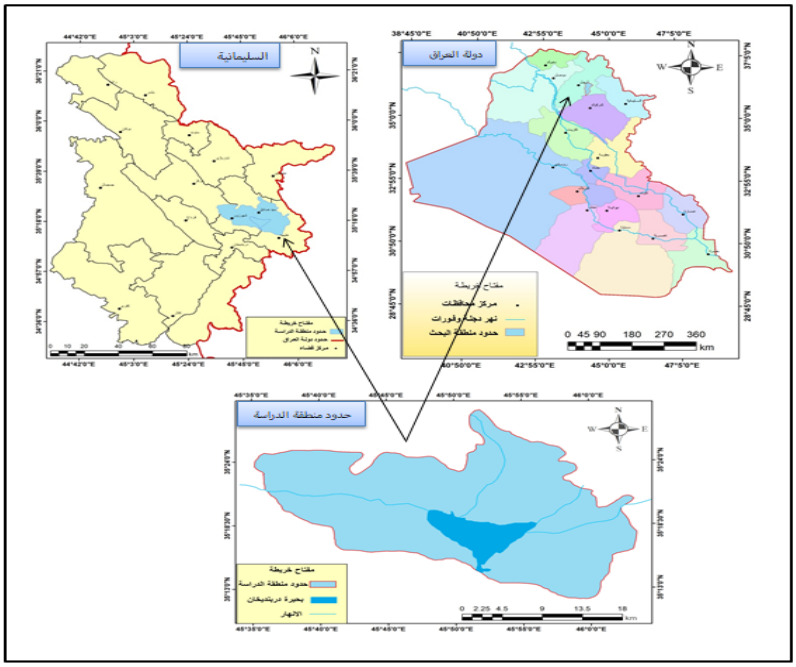
خامساً/ منهجية البحث:

استخدام المنهج الوصفي الاستقرائي المعتمد على البيانات المناخية المسجلة في محطات المنطقة. وسيتم استخدام الأسلوب الكمي الإحصائي لتبويب البيانات وتحليلها واستخراجها بالشكل الذي يتناسب مع متطلبات البحث.

سادساً/حدود البحث:

يقع سهل شهرزور في محافظة السليمانية في إقليم كردستان العراق، في الأجزاء الشمالية الشرقية من العراق ضمن المنطقة الجبلية. فلكياً يقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (35o.12- 35o.31) و (35o.31- 35o .44) شمالاً وخطي طول (44o. 31- 45o. 35) خريطة (1).جغرافياً، يقع سهل شهرزور ويحده قضاء بنجوين من الشمال، وهلبجة من الجنوب والشرق، مدينة السليمانية من الجهة الشمالية الشرقية، وقضاء دربنديخان من الجهة الجنوبية الغربية. يبلغ أقصى طول للسهل بين الجنوب الشرقي والشمال الشرقي حوالي(43.5)كم. ويتراوح معدل العرض بين (12.3-27.4) كم.وتبلغ مساحة سهل شهرزور حوالي(715)كم2.

خريطة(1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: حكومة إقليم كردستان، وزارة التخطيط، مديرية إحصاء السليمانية، مركز تكنلوجيا المعلومات قسم (GIS)، 2020، بيانات غير منشورة.

سابعاً/ هيكلية البحث: لتحقيق أهداف البحث، سيتم تقسيم موضوع البحث إلى ثلاث محاور رئيسية وهي:

1- العناصر المناخية المؤثرة على الموازنة المائية في منطقة الدراسة:

2- قياس التبخر- النتح الكامن لسهل شهرزور.

3- الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة.

اولا: العناصر المناخية المؤثرة على الموازنة المائية في منطقة الدراسة

1- عناصر فقدان المياه و توفرها:

1-1عناصر فقدان المياه:Elements of Water Losses

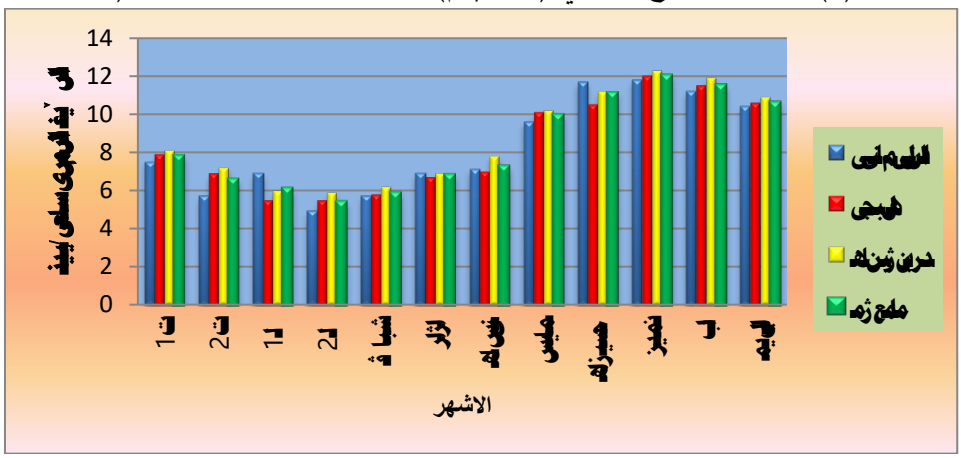
يعد السطوع الشمسي ودرجات الحرارة و سرعة الرياح والتبخر من العناصر االأساسية لفقدان المياه:

1-1- 1السطوع الشمسي:Sun Shine

مدة السطوع الشمسي تعني عدد ساعات الشمس الفعلية في يوم واحد، وهي تؤثر على درجات الحرارة ورطوبة الجو إضافة إلى معدل التبخر (عزيز،2007،ص48). يوجد تباين كبير في معدلات سطوع الشمس خلال أشهر السنة.

من البيانات المذكورة في الجدول (1) والشكل (1)، يمكن أن يلاحظ أن أعلى معدل لسطوع الشمس في فصل الشتاء سجل في شهر كانون الثاني، حيث يصل (5.4) ساعة/يوم في المعدل العام، و (4.9) ساعة/يوم و (5.5) ساعة/يوم و (5.9) ساعة/يوم في المحطات (السليمانية – هلبجه– دربنديخان). وتترافق هذه نقصان في سطوع الشمس مع انخفاض درجات الحرارة وارتفاع قيم الرطوبة النسبية. أما في فصل الصيف، فإن أعلى معدل لسطوع الشمس يحدث في شهر تموز، حيث يصل (12.0) ساعة/يوم في المعدل العام، و (11.8) ساعة/يوم و (12.0) ساعة/يوم و (12.3) ساعة/يوم في المحطات على التوالي. وتترافق هذه الزيادة في سطوع الشمس مع ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض قيم الرطوبة النسبية. ويبلغ المعدل السنوي لسطوع الشمس في المحطات المدرجة في الدراسة حوالي (8.0) ساعة/يوم، وهو متوسط يتفاوت بشكل ضئيل في المحطات المختلفة.

الشكل(1) معدلات السطوع الشمسي (ساعة/يوم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)



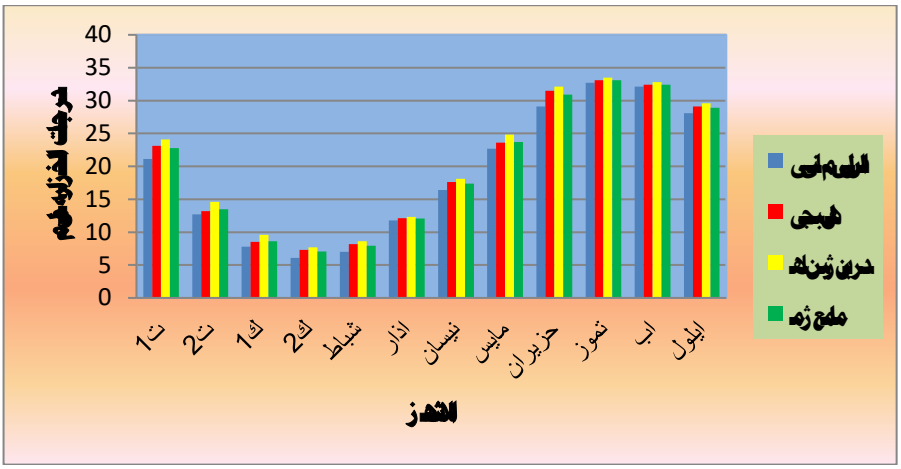
من عمل الباحث: اعتماداًعلى جدول (1).

1-1-2 درجة الحرارة: Tempearture

تعتبر درجة الحرارة من العناصر المناخية التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على العناصر المناخية الأخرى، وتلعب دورًا مهمًا في الموازنة المائية المناخية، حيث تتناسب عكسيًا مع كمية الأمطار والرطوبة النسبية، كما أنها عامل مهم في زيادة التبخر والنتح الكامن(نامق، 2008، ص29)

من خلال الرجوع إلى البيانات المناخية الخاصة بدرجات الحرارة في الجدول (1) والشكل (2)، يتضح أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة هو (19.9)م، بينما تتراوح المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في محطات السليمانية وهلبجة ودربنديخان على التوالي بين (19.0 و 19.9 و 20.6)م. كما يلاحظ أن أعلى معدل لدرجات الحرارة سجل في فصل الصيف خلال شهر تموز، حيث يبلغ المعدل العام (33.1) م°. (32.7 – 33.2 33.5) م في المحطات على التوالي. سجلت أدنى درجات الحرارة في فصل الشتاء خلال شهر كانون الثاني، حيث يبلغ المعدل العام(7.0)م. وتتراوح (6.1- 7.3-7.7)م على التوالي في المحطات المختارة.

الشكل(2) معدلات درجات الحرارة (ملم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)

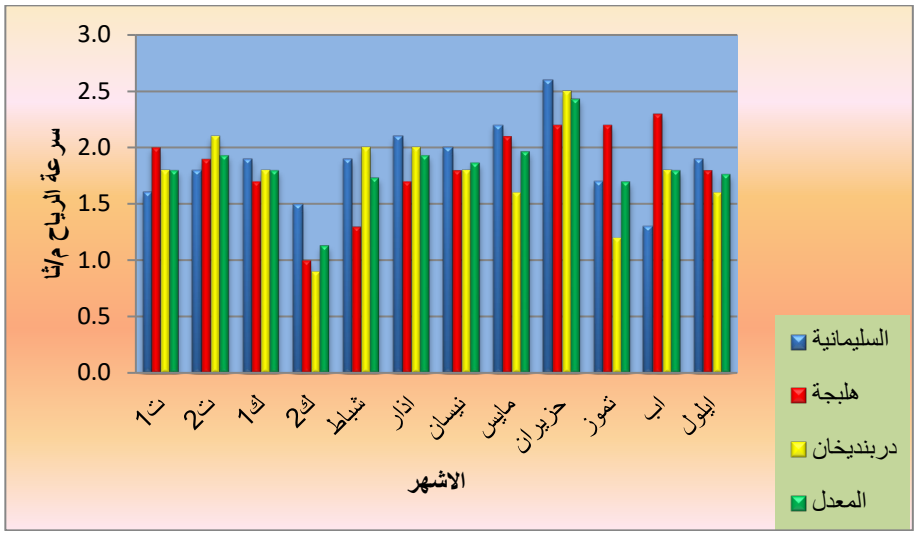


من عمل الباحث: اعتماداًعلى جدول (1).

3-1-1 الرياح:Wind

تعد سرعة الرياح أحد العوامل المؤثرة في فقدان الماء، كونها في زيادة عمليات التبخر. فيما يخص سرعة الرياح يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح للمحطات المعتمدة في منطقة الدراسة (1.8)م/ثا، بينما بيلغ للمحطات (السليمانية – هلبجة – دربنديخان) (1.9- 1.8- 1.7)م/ثا. وقد سجل أعلى معدل سرعة الرياح في حزيران حيث بلغ (2.6- 2.2- 2.5) م/ثا على التوالي للمحطات التي تمتاز بارتفاع درجات الحرارة مما تسبب نشاط تيارات الحمل الصاعدة نتيجة لملامسة الهواء لسطح الارض الساخن.أما أدنى معدل لسرعة الرياح فكان في شهر كانون الثاني إذ بلغ (1.5- 1.0- 0.9) على التوالي للمحطات. الجدول (1) ولشكل (3).

الشكل(3) معدلات سرعة الرياح (م/ثا) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)



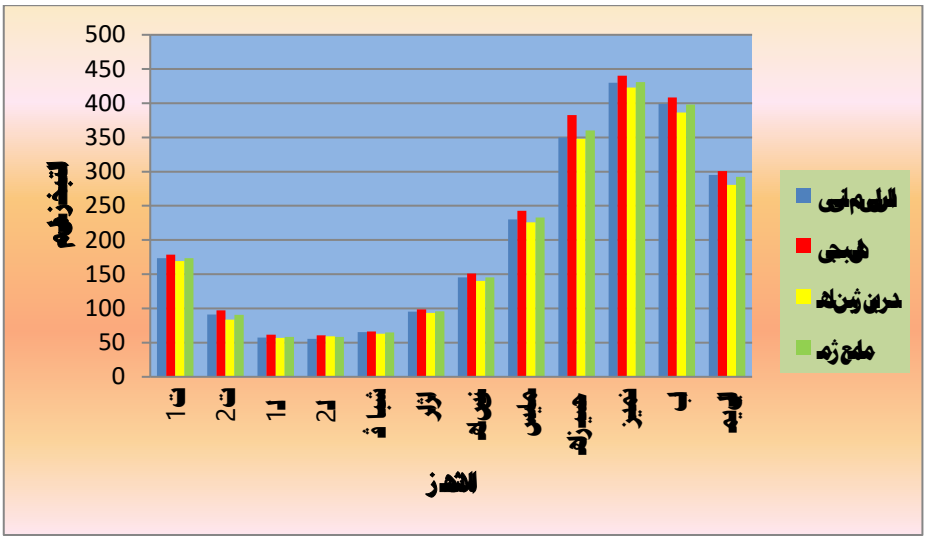
من عمل الباحث: اعتماداًعلى جدول (1).

4-1-1 التبخر:Evaporation

يُعدّ التبخر عنصراً أساسيًا في الدورة الهيدرولوجية، حيث يساهم في تحديد الموازنة المائية، ويتأثّر بعدة عوامل منها درجة الحرارة والرطوبة النسبية ومقدار الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح. يتسبّب التبخر في فقدان كميات كبيرة من المياه السطحية والجوفية (النبوي، 2002، ص36). يتفاوت معدّل التبخر حسب شهور السنة، حيث يبلغ أعلى في فصل الصيف وخاصةً في شهر تموز حيث يصل إلى (431.0) ملم، بينما ينخفض بشكل ملحوظ في فصل الشتاء وخاصة شهر كانون الثاني حيث يبلغ (58.3) ملم. كما يختلف معدّل التبخر حسب مواقع المحطات، حيث سجلت محطات السليمانية وهلبجة ودربنديخان (430.1-440.1-422.8) ملمّ على التوالي، وفي الشهور نفسها كانت معدلات التبخر يبلغ (55.3-60.6-59.1) ملمّ على التوالي. يبلغ المعدل

السنوي للتبخر (2401.2) ملم، في حين كانت المعدلات في المحطات المختارة (2382.6–2387.6–2328.2) ملم التوالي الجدول(4) والشكل (4) .

الشكل(4) معدلات التبخر (ملم) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005–2023)



من عمل الباحث: اعتماداًعلى جدول (1).

جدول (1) المعدلات الشهرية للسطوع الشمسي و درجات الحرارة والرياح والتبخر في المحطات منطقة الدراسة للمدة (2005–2023)

	السليمانية				هلبجة				دربندیخان				المعدل			
الاشهر	السطوع الشمسي	درجات الحرارة	الرياح	التبخر	السطوع الشمسي	درجات الحرارة	الرياح	التبخر	السطوع الشمسي	درجات الحرارة	الرياح	التبخر	السطوع الشمسي	درجات الحرارة	الرياح	التبخر
ت1	7.5	21.1	1.2	173.3	7.9	23.1	2.4	178.5	8.1	24.1	2	169.1	7.8	22.8	1.3	173.6
ت2	5.7	12.7	1.1	91.2	6.9	13.2	2.3	97.2	7.2	14.6	2	83.6	6.6	13.5	1.7	90.7
ك1	6.9	7.8	1.3	57.2	5.5	8.5	2.2	61.5	6	9.6	1.9	56.9	6.1	8.6	1.7	58.5
ك2	4.9	6.1	0.9	55.3	5.5	7.3	1.5	60.6	5.9	7.7	1.4	59.1	5.4	7.0	1.8	58.3
شباط	5.7	7.0	1.6	65.2	5.8	8.2	2	66.2	6.2	8.6	1.6	62.9	5.9	7.9	1.9	64.8
اذار	6.9	11.8	1.3	95.3	6.7	12.1	2.1	98.4	6.9	12.3	1.7	93.2	6.8	12.1	2.0	95.6
نيسان	7.1	16.4	1.6	145.2	7	17.6	2	150.9	7.8	18.1	1.9	140.2	7.3	17.4	1.9	145.4
مايس	9.6	22.7	1.8	230.3	10.1	23.6	1.9	242.8	10.2	24.8	2.1	225.9	10.0	23.7	1.9	233.0
حزيران	11.7	29.1	2	350.1	10.5	31.5	1.6	382.8	11.2	32.1	2.3	347.8	11.1	30.9	1.8	360.2
تموز	11.8	32.7	1.9	430.1	12	33.1	1.7	440.1	12.3	33.5	2.2	422.8	12.0	33.1	1.8	431.0
اب	11.2	32.1	1.7	399.2	11.5	32.4	1.7	408.2	11.9	32.8	2.2	386.3	11.5	32.4	1.8	397.9
ايلول	10.4	28.1	1.6	295.2	10.6	29.1	1.6	300.7	10.9	29.6	2.1	280.4	10.6	28.9	1.8	292.1
المعدل	8.2	19.0	1.9		8.3	19.9			8.7	20.6			8.4	19.9		
المجموع				2382.6				2387.6								2401.2

حكومةت اقليم كردستان العراق، وزارة الزراعة والموارد المائية، مديرية زراعة السليمانية، قسم الأنواء الجوية، البيانات المناخية للمدة (2005-2023) غير منشورة.

1.2عناصر توفر المياه: Water Availability Elements

من أهم العناصر التي تساهم في توفير المياه لمنطقة الدراسة هي الأمطار (P) والرطوبة النسبية (RH%) تلعب هذه العناصر دوراً فعالاً في تحديد المناخ، حيث تؤثر على توافر المياه وزيادة الموارد المائية في المنطقة.

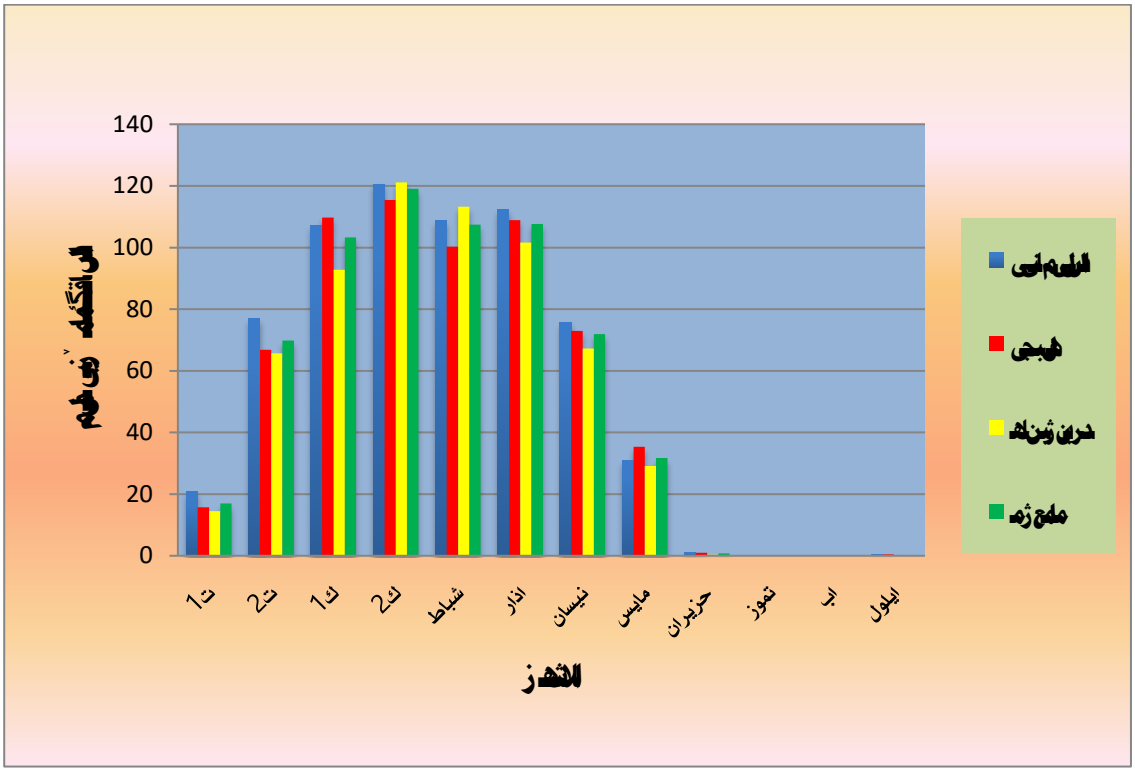
2-1-1الساقط المطري: Rain Fall

يعد الساقط المطري أهم عنصر في الموازنة المائية وفي تغذية المياه السطحية والجوفية. ونظراً لأن منطقة الدراسة تقع ضمن مناخ البحر المتوسط الذي يتسم بتساقط الأمطار في فصلي الشتاء والربيع في حين يتميز فصل الصيف بالجفاف(النقشبندي، 1997،ص7).

يتضح من المعدلات الشهرية للساقط المطري في منطقة الدراسة جدول (2) والشكل (5) يبدأ موسم الأمطار من شهر تشرين الأول وينتهي في شهر آيار وتمثل الفترة الممطرة موسم تغذية المياه السطحية والجوفية، في حين يبدأ موسم الجفاف في شهر حزيران وينتهي في شهر أيلول. ان المعدل المجموع السنوي للأمطار في محطات منطقة الدراسة تصل إلى (629.9)ملم. بينما يصل إلى (655.5- 627.5 -606.8)ملم في محطات (السليمانية، هلبجة، دربنديخان) على التوالي وجود تباين كبيرا بين المعدلات الشهرية لتساقط المطري في منطقة الدراسة إذ نجد أن أعلى معدل شهري للأمطار الساقطة سجل في شهر كانون الثاني حيث بلغ (120.6 – 115.4-121.1) ملم على التوالي للمحطات و أدناه في شهر حزيران حيث لا يزيد عن (1) ملم في جميع المحطات منطقة الدراسة.

الشكل(5) معدلات الشهرية للساقط المطري لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)

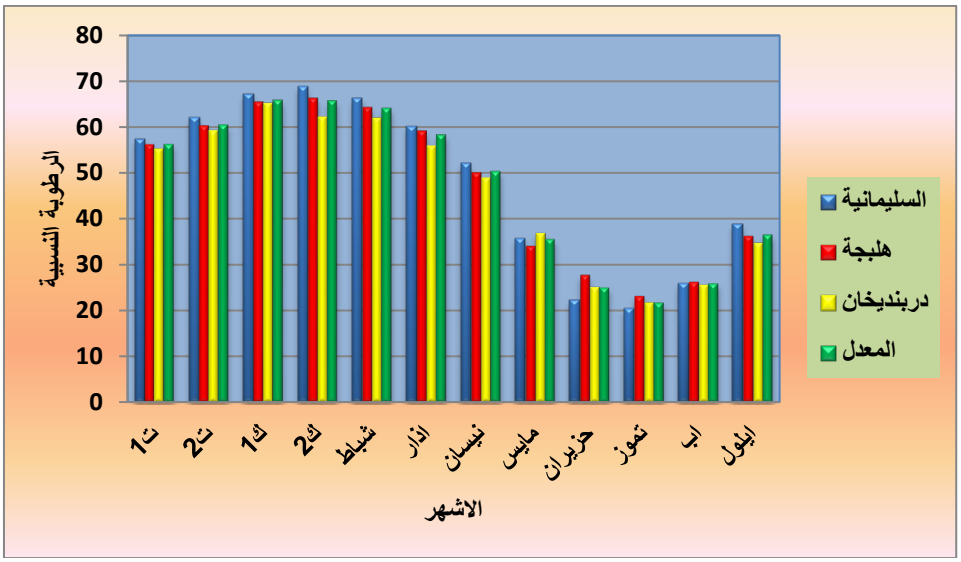
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على : جدول (2)



2-1الرطوبة النسبية:Relative Humidity

تؤثر الرطوبة النسيبة على تغذية المياه السطحية والجوفية بشكل كبير عندما تكون الرطوبة النسبية عالية، فان البخار يتكثف ويتساقط على الأرض على شكل أمطار، مما يزيد من كمية المياه السطحية والجوفية (النبيوي،2002، ص32). اتشير المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في محطات (السليمانية، هلبجة، دربنديخان) تكون ارتفاعها خلال فصل الشتاء ومنخفضة خلال فصل الصيف، حيث بلغت أعلى قيم لها في شهر كانون الثاني (68.9%، 66.2%، و62.1%) على التوالي ، ويرجع سبب هذا الارتفاع إلى كمية الأمطار التي تساقطت خلال هذا الموسم بسبب تأثير المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط، بالإضافة إلى كثرة الغيوم وانخفاض درجات الحرارة. أما في شهر تموز، فتشير المعدلات المسجلة في منطقة الدراسة إلى انخفاض الرطوبة النسبية إلى (20.4%، 23.1%، 21.7%) على التوالي، ويرجع بسبب ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وجفاف الهواء، بالإضافة إلى بعد المنطقة عن التأثيرات البحرية في هذا الفصل لجدول (2) والشكل(6).

الشكل(6) معدلات الشهرية للرطوبة النسبية (%)لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على : جدول (2)

جدول(2) معدلات الشهرية للأمطار والرطوبة النسبية لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2005-2023)

	السليمانية		هلبجة		دربنديخان		المعدل	
الاشهر	الامطار	الرطوبة النسبية	الامطار	الرطوبة النسبية	الامطار	الرطوبة النسبية	الامطار	الرطوبة النسبية
ت1	20.7	57.4	15.7	56.1	14.5	55.2	17.0	56.2
ت2	76.9	62.1	66.8	60.2	65.7	59.2	69.8	60.5
ك1	107.2	67.2	109.7	65.4	92.8	65.1	103.2	65.9
ك2	120.6	68.9	115.4	66.2	121.1	62.1	119.0	65.7
شباط	108.7	66.3	100.3	64.2	113.3	61.9	107.4	64.1
اذار	112.4	60.1	108.9	59.1	101.6	55.8	107.6	58.3
نيسان	75.7	52.1	72.9	50	67.2	48.9	71.9	50.3
مايس	30.8	35.8	35.4	34	29.1	36.8	31.8	35.5

حزيران	1	22.2	1	27.7	0.4	25.1	0.8	25.0
تموز	0	20.4	0	23.1	0	21.7	0.0	21.7
اب	0	25.9	0	26.2	0	25.6	0.0	25.9
ايلول	1.5	38.8	1.4	36.2	1.1	34.7	1.3	36.6
المعدل		48.1		47.3		46.0		47.2
المجموع	655.5		627.5		606.8		629.9	

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على : حكومة اقليم كردستان العراق، وزارة الزراعة والموارد المائية، مديرية زراعة السليمانية، قسم الأنواء الجوية، البيانات المناخية للمدة (2005-2023) غير منشورة.

ثانيا: قياس التبخر – النتح الكامن في منطقة الدراسة

1- قياس التبخر- نتح الكامن:Measurement Of Potential Evapotranspiratio

يلعب التبخر-النتح الكامن دوراً مهما في الدراسات الهيدرولوجية، إن معرفة كمية المياه العائدة إلى الجو من خلال عمليتي التبخر من السطح الأرض والنتح من النباتات لها أهمية كبيرة لعرفة الاحتياجات المائية ضمن منطقة لأغراض مختلفة (جبوري،1988،ص102). وتستخدم طرق رياضية مختلفة لحساب قياس التبخر التبخر- النتح الكامن منها (بنمان – مونتيثPenman- Monteith – ثورنثوايت Thornth Waite – خروفه Karfa). وذلك لكونها أكثر الطرق ملائمة لمناخ منطقة الدراسة فضلاً عن توفير البيانات المطلوبة وسهولة تطبيقها .

2-1 قياس التبخر- النتح الكامن حسب معادلة بنمان – مونتيث(Penman- Monteith)

تعد معادلة بنمان – مونتيث(Penman- Monteith) لتقدير معدلات التبخر- النتح الكامن بدقة سواء كانت في الظروف المناخية الجافة أو الرطبة، لذلك اعتمدت منظمة الغذاء والزراعة الدولية(F.A.O) هذه المعادلة كأسلوب مثالي لحساب معدلات التبخر- النتح الكامن ، ويمكن إجراء بعض التعديلات على صيغة المعادلة لتصبح على النحو التالي:

$$PE= C[(W.Rn)+(1-W).F(U).(ed- ed)]$$

حيث إن:

ETO= التبخر/النتح ملم

C= معامل تصحيح محلي يستخرج لكل موقع معتمداً على أعلى معدلات الرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي وسرعة الرياح.

W= معامل العلاقة الوزنية لدرجات الحرارة ويعتمد على معدلات درجات الحرارة وارتفاع المنطقة عن السطح.

Rn= مقدار الإشعاع الضوئي (صافي الاشعاع) الذي يمثل الفرق بين الاشعاع الداخل (قصير المدى) والاشعاع الخارج (طويل المدى).

R(u)= دالة سرعة الرياح. وتستخرج من المعادلة الآتية: $F(U)= 0.27(1+U2/100)$

U2 = سرعة الرياح (كم/يوم).

ea= معدل ضغط بخار الماء المشبع (ملليبار) بدرجة الحرارة/م.

ed= معدل ضغط بخار الماء المشبع الفعلي (ملليبار) المحسوب من المعادلة الآتية:

$$Ed= ea*RH/100$$

RH= معدل الرطوبة النسبية. (Monteith, J.L. 1965,p205-212)

ويعتمد برنامجCROWAT على إدخال معدلات كل من: درجات الحرارة الصغرى، ودرجات العظمي، وساعات السطوع الفعلية، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح. بعد ادخال اسم المحطة والدولة التي تقع فيها المحطة،وارتفاع المحطة عن سطح البحر، ودائرة عرض المحطة وخط طولها، إذ تعد هذه البيانات، لاسيما دوائر العرض ضرورية لحساب قيمة كل من (W) الذي يعني العامل

المعياري لتأثير الإشعاع على التبخر/ نتح وقيمتة ترتبط بدرجة الحرارة و دائرة عرض المحطة وكذلك تعتمد كمية الاشعاع الواصل إلى أعلى الغلاف الغازي(Ra) على دائرة العرض والوقت خلال السنة، كما أن قيمة(N) التي تعني عدد الساعات الشمسية القصوى المحتملة أي طول النهار النظري يستخرج بالاعتماد على دائرة العرض (Doorenbos and W.O.Pruit,p18-19-26). بعد تطبيق البرنامج على منطقة الدراسة تم الحصول على بيانات قياسات التبخر- النتح الكامن موضح في جدول (3) قيم PE تشير النتائج إلى أن أعلى قيمة للتبخر الكامن كانت خلال فصل الصيف،لاسيما في شهر تموز حيث سجلت في السليمانية (141.3)ملم، هلبجة (148.1)ملم، دربنديخان (149.1)ملم، ليكون المعدل (146.1)ملم، أما أدنى قيمة للتبخر- النتح الكامن فقد سجلت في فصل الشتاء لاسيما في شهر كانون الثاني على النحو التالي: السليمانية (21.0)ملم، هلبجة (22.2)ملم، دربنديخان (22.8)ملم، ليكون المعدل العام (22.0)ملم. وبالنسبة للمجموع السنوى لقيم التبخر- نتح الكامن فقد بلغت (960.0)ملم، (973.0)ملم،(973.0.)ملم،(998.7)ملم، (977.2)ملم.

جدول (3) قيم التبخر- النتح الكامن بطريقة بنمان – مونتيث لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2008-2023)

المحطات	الأشهر	ت1	ت2		ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	المجموع
السليمانية	التبخر -النتح الكامن	74.0	37.8		22.2	21.0	30.5	57.9	80.1	114.7	133.5	141.3	136.0	111.0	960.0
هلبجة	التبخر -النتح الكامن	76.3	37.8		23.2	22.2	30.8	57.6	79.8	117.8	133.8	148.1	136.4	109.2	973.0
دربنديخان	التبخر -النتح الكامن	79.0	40.8		24.8	22.8	32.2	58.2	83.7	120.5	137.1	149.1	139.8	110.7	998.7
المعدل	التبخر -النتح الكامن	76.4	38.8		23.4	22.0	31.2	57.9	81.2	117.7	134.8	146.1	137.4	110.3	977.2

المصدر: جدول(2)- (3).

2-2 قياس التبخر- النتح الكامن حسب معادلة ثورنثوايت (Thornth Waite): تعتبر طريقة ثورنثويت إحدى الطرق المستخدمة لتقدير قيم التبخر- نتح الكامن التي تعتمد على معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية، وتنص المعادلة الآتية: (Wilson,1998,p.309):

$$PE = LF\ 16(\frac{10t}{J})^a$$

$$J=\sum_{1=1}^{12} j$$

$$a=(675 \times 10^9)J^3 - (771 \times 10^{-7})J^2 + (179 \times 10^{-4})J + 0.492$$

حيث إن:-

PE= التبخر - نتح الكامن (ملم لكل شهر)

LF= عامل تصحيح اعتماداً على خطوط العرض (باستخدام جداول خاصة)

t= المعدل الشهري لدرجات الحرارة (م^5)

j= معامل الحرارة الشهري

J= ثابت الحرارة السنوية

A= ثابت

يوضح الجدول (3) قيم PE بطريقة ثورنثوايت في المحطات المختارة. لاحظ الباحث ارتفاع قيم التبخر في فصل الصيف، حيث سجل في شهر تموز أعلى معدلات التبخر في جميع المحطات قد بلغت (السليمانية، وهلبجة، ودربنديخان، والمعدل) على التوالي (262.76، 280.23، 297.03، و280.01) ملم. أقل قيم لمعدلات التبخرفي فصل الشتاء، لاسيما في شهر كانون الثاني، حيث بلغت معدلات التبخر في المحطات على التوالي (4.80، 5.72، 5.88، 5.47) ملم. وبلغ المجموع السنوي لقيم التبخر المحسوبة بطريقة ثورنثوايت للمحطات (1171.05، 1289.97، 1381.99، و1281.0) ملم على التوالي .

3-2 قياس التبخر- النتح الكامن حسب معادلة خروفة (Kharofa):

تعتمد هذه الطريقة على درجات الحرارة والسطوع الشمسي وتعد ملائمة جداً لمناخ شمال العراق كونها اعتمدت على ظروف مناخ العراق. وتنص معادلة الآتية(Kharofa,1985,p.14): $PE= P/3\ t^{1.31}$

حيث إن:-

PE= التبخر – نتح الكامن (ملم لكل شهر)

P=النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الشهري إلى عدد ساعات السطوع الشمسي السنوي.

t= المعدل الشهري لدرجات الحرارة (م5)

j= معامل الحرارة الشهري

J= ثابت الحرارة السنوية

A= قيمة ثابت

محطة		ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	المجموع
السليمانية	t	21.1	12.7	7.8	6.1	7.0	11.8	16.4	22.7	29.1	32.7	32.1	28.1	
	La	0.97	0.86	0.85	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	
	$(\frac{t}{5})^{1.514}$	8.85	4.12	1.95	1.35	1.66	3.67	6.04	9.88	14.39	17.19	16.70	13.67	
	a	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	
	PE	79.71	23.54	7.92	4.80	6.33	23.90	49.39	116.58	200.15	262.76	237.71	158.26	1171.05
هلبجه	t	23.1	13.2	8.5	7.3	8.2	12.1	17.6	23.6	31.5	33.1	32.4	29.1	
	La	0.97	0.86	0.85	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	
	$(\frac{t}{5})^{1.514}$	10.15	4.35	2.23	1.77	2.11	3.81	6.72	10.48	16.23	17.49	16.93	14.39	
	a	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
	PE	95.06	22.68	7.98	5.72	7.34	22.15	53.86	124.68	245.43	280.23	251.36	173.48	1289.97
دربنديخان	t	24.1	14.6	9.6	7.7	8.6	12.3	18.1	24.8	32.1	33.5	32.8	29.6	
	La	0.97	0.86	0.85	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	
	$(\frac{t}{5})^{1.514}$	10.82	5.07	2.68	1.92	2.27	3.91	7.01	11.30	16.70	17.81	17.25	14.77	
	a	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	
	PE	103.94	26.76	9.40	5.88	7.67	24.99	54.99	139.15	262.99	297.03	265.91	183.28	1381.99
المعد	PE	92.90	24.33	8.43	5.47	7.11	23.68	52.75	126.80	236.19	280.01	251.66	171.67	1281.00

شير نتائج تطبيق المعادلة في أعلاه يلاحظ جدول (4) يظهر تباين معدلات التبخر/النتح الكامن خلال اشهر السنة في

محطات المختارة. وقد أظهرت النتائج ملحوظاً في قيم التبخر – نتح الكامن خلال فصل الصيف، حيث سجل شهر تموز أعلى معدلات للتبخر– نتح الكامن في جميع المحطات، وهي السليمانية (262.76)ملم وهلبجه (280.23) ملم و دربنديخان (297.03)ملم و المعدل العام (280.01)ملم. أما في فصل الشتاء فقد سجل شهر كانون الثاني أقل قيم لمعدلات التبخر – نتح الكامن للمحطات على التوالي (4.80)ملم في السليمانية (5.72) ملم في هلبجة (5.88)ملم في دربنديخان (5.47) ملم. وبالنسبة للمجموع السنوي لقيم التبخر –نتح الكامن قد تصل (1896.5 – 2047.1– 2215.1 –2052.9) ملم

جدول (3) قيم التبخر– النتح الكامن بطريقة ثورنثويت لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2008–2022

المصدر: جدول (1)

جدول (4) قيم التبخر– النتح الكامن بطريقة خروفه لمحطات منطقة الدراسة للمدة (2008–2022)

محطة		ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	المجموع
السليمانيه	T	21.1	12.7	7.8	6.1	7.0	11.8	16.4	22.7	29.1	32.7	32.1	28.1	
	p	7.8	6.8	5.3	4.9	5.7	6.9	7.1	9.6	10.1	11.8	11.2	10.4	
	PE	141.1	63.2	26.0	17.45	24.3	58.3	92.3	191.2	278.5	379.1	351.2	273.9	1896.55
هلبجه	T	23.1	13.2	8.5	7.3	8.2	12.1	17.6	23.6	31.5	33.1	32.4	29.1	
	p	7.9	6.9	5.6	5.5	5.8	6.7	7.0	10.1	10.5	12.0	11.5	10.6	
	PE	161.0	67.5	46.7	24.7	30.43	35.1	99.9	211.6	321.2	391.7	365.0	292.3	2047.13
دربندیخان	T	24.1	14.6	9.6	7.7	8.6	12.3	18.1	24.8	32.1	33.5	32.8	29.6	
	p	8.1	7.2	6.0	5.9	6.2	6.9	7.8	10.2	11.2	12.3	11.9	10.9	
	PE	174.5	80.4	38.7	28.5	35.1	61.5	118.0	228.1	351.2	407.9	383.9	307.3	2215.1
المعدل		158.9	70.4	37.1	23.6	29.9	51.6	103.4	210.3	317.0	392.9	366.7	291.2	2052.9

المصدر : جدول (1)

ثالثا: الموازنة المائية: (Water Balance)

هي تعبير عن العلاقة بين التساقط والتبخر/ النتح الذي يمثل المقارنة بين التساقط المطري والتبخر والتشبع والتسرب للوصول إلى فائض المطر المسبب للجريان السطحي أو عجزه عن طاقة التبخر / النتح.الذي يعد مؤشرا مهما في حسابات الموازنة المائية، من أجل التعرف على مقدار الزيادة المائية التي بإمكانها أن تغذي المياه السطحية من مياه الأمطار(الجبوري، 2005، ص34). تبين وجود فصلين متميزين هما:

Input= Ou put + ΔS

ΔS=Input+ Ou put

1- فصول الزيادة المائية تعني زيادة كمية الهطول عن كمية التبخر- نتح الكامن من خلال فترة محدودة من الزمن.

WS = P–PE : P>PE

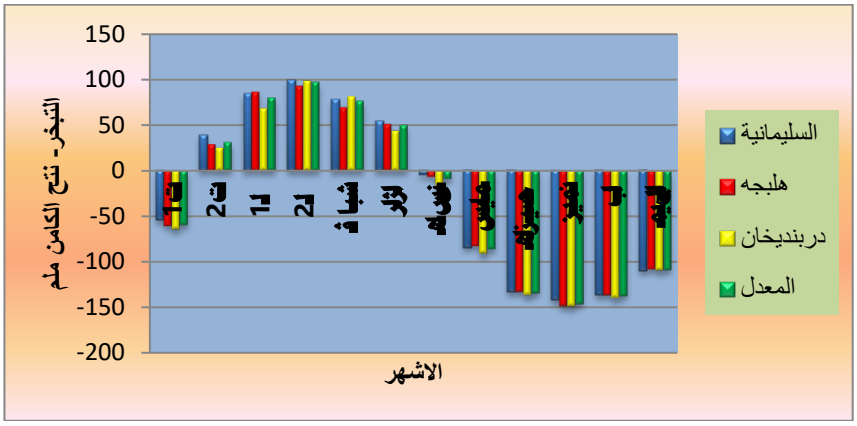
من خلال تحليل نتائج الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة خلال الشهور السنة من جدول (5) وشكل (7) وتشمل الفترة الممتدة بين من شهر تشرين الثاني إلى نهاية آذار في جميع المحطات (باستخدام قيم PE المحسوبة بطريقة بنمان مؤنتث) بلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (356.4)ملم في محطة السليمانية و(329.5)ملم في محطة هلبجه و(315.7)ملم في محطة دربنديخان بمعدل (333.8)ملم في المعدل. حسب ثورنتويت تعد أوقات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد من شهر تشرين الثاني إلى نهاية نيسان إذ بلغ مجموع الزيادة مائية السنوية (485.47- 454.0- 432.9- 457.45)ملم على التوالي. حسب خروفة فترات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد من شهر كانون الأول حتى نهاية أذار باستثناء محطة السليمانية من تشرين الثاني حتى نهاية آذار وبلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (336.5- 297.37- 265.0 – 295.0)ملم على التوالي.

3- فصل العجز المائي: يقصد به أن كمية التبخر – نتح الكامن (PE) أكبر من الأمطار المتساقطة خلال فترة محدودة من الزمن.

WD = P–PE:P< PE

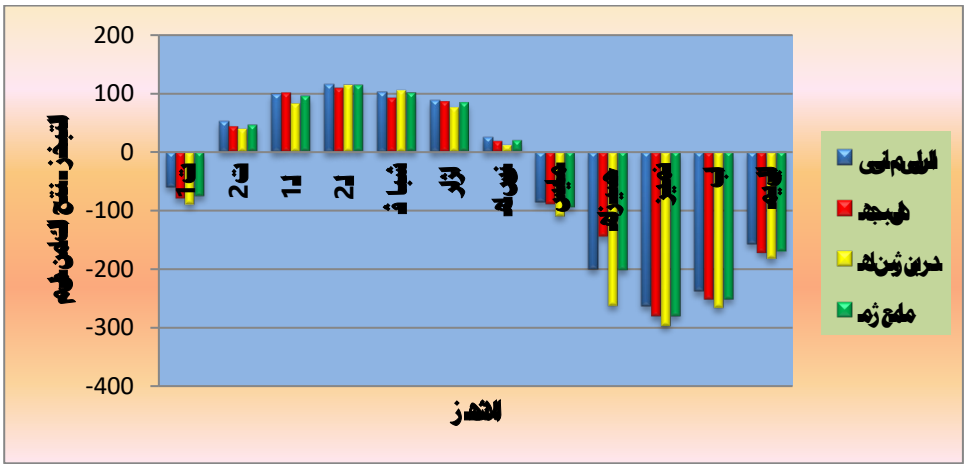
تشمل الفترة الممتدة من شهر نيسان إلى نهاية شهر تشرين الاول (باستخدام قيم PE المحسوبة بطريقة بنمان مونتث)، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي في محطة السليمانية (660.9)ملم ومحطة هلبجه (675.0)ملم ومحطة دربنديخان(707.6)ملم والمعدل (668.16)ملم. بينما بطريقة ثورنثويت تمتد من شهر مايس إلى نهاية تشرين الاول إذ بلغ مجموع العجز المائي السنوي (716.17- 1016.4- 1206.94 – 979.83)ملم على التوالي. أما النتائج حسب معادلة خروفه يبين لنا أن فترة العجز المائي تمتد من شهر نيسان حتى نهاية كانون الأول باستثناء محطة السليمانية التي تنتهي في نهاية تشرين الثاني، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي (1577.4- 1717.0 – 1873.3- 1718.2) ملم في المحطات الرصد على التوالي جدول (5) وشكل (7).

شكل (7) الموازنة المائية المناخية حسب طريقة بنمان – مونتث



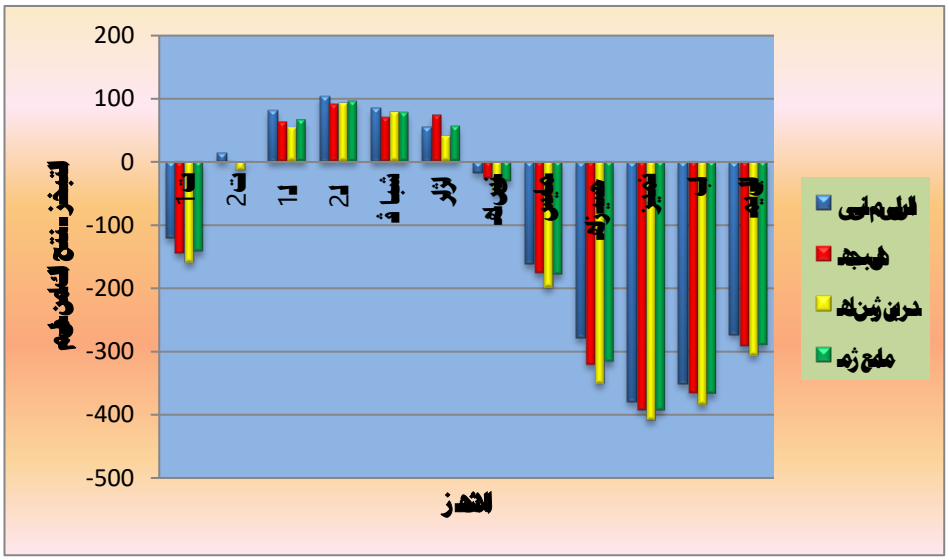
من عمل الباحث بالاعتماد على جدول(3)

شكل (5)الموازنة المائية المناخية حسب ثورنتويت



من عمل الباحث بالاعتماد على جدول(4)

شكل (9)الموازنة المائية المناخية حسب طريقة خروفه



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول(5)

جدول (5) الموازنة المائية المناخية حسب طريقة بنمان – مونتث

المحطات	الاشهر													
	الامطار والتبخر-نتح	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	Total
السليمانية	P(m)	20.7	76.9	107.2	120.6	108.7	112.4	75.7	30.8	1.0	0	0	1.5	655.5
	PE(m)	74.0	37.8	22.2	21.0	30.5	57.9	80.1	114.7	133.5	141.3	136.0	111.0	960.0
	WS(m)		39.1	85.0	99.6	78.2	54.5							356.4
	WD(m)	53.3						4.4	83.9	132.5	141.3	136.0	109.5	660.9
هلبجه	P(m)	15.7	66.8	109.7	115.4	100.3	108.9	72.9	35.4	1.0	0	0	1.4	627.5
	PE(m)	76.3	37.8	23.2	22.2	30.8	57.6	79.8	117.8	133.8	.1814	136.4	109.2	973.0
	WS(m)		29.0	86.5	93.2	69.5	51.3							329.5
	WD(m)	60.6						6.9	82.4	132.8	148.1	136.4	107.8	675.0
دربندیخان	P(m)	14.5	65.7	92.8	121.1	113.3	101.6	67.2	29.1	0.4	0	0	1.1	
	PE(m)	79.0	40.8	24.8	22.8	32.2	58.2	83.7	120.5	137.1	149.1	139.8	110.7	998.7
	WS(m)		24.9	68.0	98.3	81.1	43.4							315.7
	WD(m)	64.5						16.5	91.4	136.7	149.1	139.8	109.6	707.6
المعدل	(PE(m	76.4	38.8	23.4	22.0	31.2	57.9	81.2	117.7	134.8	146.2	137.4	110.3	
	WS(m)		31.0	79.8	97.0	76.3	49.7							333.8
	WD(m)	59.5						9.3	85.9	134.0	146.2	137.4	109.0	681.3

المصدر: جدول (2)(3)

المحطات	الاشهر												
	الامطار والتبخر- نتح الكامن ملم	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	Total
السليمانية	P(m)	20.7	76.9	107.2	120.6	108.7	112.4	75.7	30.8	1.0	0	0	1.5	655.5
	PE(m)	79.71	23.54	7.92	4.80	6.33	23.90	49.39	116.58	200.15	262.76	237.71	158.26	1171.05
	WS(m)		53.36	99.2	115.8	102.3	88.5	26.31						485.47
	WD(m)	59.0							85.7	199.1	262.76	237.71	156.7	1000.97
هلبجه	P(m)	15.7	66.8	109.7	115.4	100.3	108.9	72.9	35.4	1.0	0	0	1.4	627.5
	PE(m)	95.06	22.68	7.98	5.72	7.34	22.15	53.86	124.68	245.43	280.23	251.36	173.48	1289.97
	WS(m)		44.1	101.7	109.6	92.9	86.7	19.0						454.0
	WD(m)	79.3							89.2	144.4	280.2	251.3	172.0	1016.4
دربندیخان	P(m)	14.5	65.7	92.8	121.1	113.3	101.6	67.2	29.1	0.4	0	0	1.1	
	PE(m)	103.94	26.76	9.40	5.88	7.67	24.99	54.99	139.15	262.99	297.03	265.91	183.28	1381.99
	WS(m)		39.9	83.4	115.2	105.6	76.6	12.2						432.9
	WD(m)	89.4							110.0	262.5	297.03	265.91	182.1	1206.94
المعدل	PE(m)	92.9	24.3	8.4	5.5	7.1	23.7	52.7	126.8	236.2	280.0	251.7	171.7	
	WS(m)		45.8	94.8	113.5	100.3	83.9	19.2						457.5
	WD(m)	75.9							280.00	202.00	280.00	251.64	170.27	1259.8

جدول(6) الموازنة المائية المناخية حسب طريقة ثورنثوايت

من عمل الباحث باعتمادا على : جدول (2)(4)

جدول(6) الموازنة المائية المناخية حسب طريقة خروفه

المحطات	الاشهر													
	الامطار والتبخر- نتح الكامن ملم	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	Total
السليمانية	P(m)	20.7	76.9	107.2	120.6	108.7	112.4	75.7	30.8	1.0	0	0	1.5	655.5
	PE(m)	141.1	63.2	26.0	17.45	24.3	58.3	92.3	191.2	278.5	379.1	351.2	273.9	1896.55
	WS(m)		13.7	81.2	103.15	84.4	54.1							336.55
	WD(m)	120.2						16.6	160.4	277.5	379.1	351.2	272.4	1577.4
هلبجه	P(m)	15.7	66.8	109.7	115.4	100.3	108.9	72.9	35.4	1.0	0	0	1.4	627.5
	PE(m)	161.0	67.5	46.7	24.7	30.43	35.1	99.9	211.6	321.2	391.7	365.0	292.3	2047.13
	WS(m)			63.0	90.7	69.87	73.8							297.37
	WD(m)	145.3	0.7					27.0	176.2	320.2	391.7	365.0	290.9	1717.0
دربنديخان	P(m)	14.5	65.7	92.8	121.1	113.3	101.6	67.2	29.1	0.4	0	0	1.1	
	PE(m)	174.5	80.4	38.7	28.5	35.1	61.5	118.0	228.1	351.2	407.9	383.9	307.3	2215.1
	WS(m)			54.1	92.6	78.2	40.1							265.0
	WD(m)	160	14.7					50.8	199.0	350.8	407.9	383.9	306.2	1873.3
المعدل	PE(m)	158.9	70.4	37.1	23.6	29.9	51.6	103.4	210.3	317.0	392.9	366.7	291.2	2052.9
	WS(m)			66.1	95.4	77.5	56.0							295.0
	WD(m)	141.9	0.6					31.5	178.5	316.2	392.9	366.7	289.9	1718.2

من عمل الباحث باعتمادا على : جدول (2)(5)

الاستنتاجات:

توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، يمكن عرضها على النحو التالي:

اولاً: كانت قيم التبخر/ النتح الكامن حسب المعادلات المستخدمة على النحو الآتي:

1- حسب معادلة التبخر/ النتح الكامن لمحطات منطقة الدراسة وفق معادلة طريقة بنمان –مونتث تكون أعلى قيم التبخر/ النتح الكامن كانت في فصل الصيف لاسيما في شهر تموز، حيث بلغت في السليمانية (141.3)ملم ، هلبجة (148.1)ملم، دربنديخان (149.1)ملم، المعدل (146.1)ملم، أما أدنى قيمة لها في فصل الشتاء لاسيما في شهر كانون الثاني، حيث بلغت على التوالي السليمانية (21.0)ملم، هلبجة (22.2)ملم، دربنديخان (22.8)ملم، المعدل (22.0)ملم على التوالي.

2- المجموع السنوى لقيم التبخر- نتح الكامن المحسوبة بطرقة بنمان – مونتث على النحو التالي (960.0)ملم، (973.0)ملم، (973.0.)ملم،(998.7)ملم، (977.2)ملم.

3- حسب معادلة ثورثنويت فان معدل التبخر/ النتح الكامن في محطات منطقة الدراسة، يظهر ارتفاع قيم التبخر في فصل الصيف، حيث سجل شهر تموز في جميع المحطات، وكانت القيم (السليمانية، وهلبجة، ودربنديخان، والمعدل) على التوالي (262.76، 280.23، 297.03، و280.01) ملم. أما في فصل الشتاء، في شهر كانون الثاني أقل قيم لمعدلات التبخر للمحطات على التوالي (4.80، 5.72، 5.88، 5.47) ملم.

4- المجموع السنوي لقيم التبخر المحسوبة بطريقة ثورنثوايت للمحطات: السليمانية (1171.05 ملم)، هلبجة (1289.97 ملم)، دربنديخان (1381.99 ملم)، على التوالي والمعدل الكلي (1281.0 ملم).

5- باستخدام طريقة خروفه قيم التبخر- نتح ارتفعت قيم التبخر – نتح الكامن في فصل الصيف خلال شهر تموز سجلت المحطات أعلى معدلات للتبخر (السليمانية وهلبجه و دربنديخان و المعدل) على التوالي(262.76-280.23 – 297.03-280.01)ملم قيم التبخر – نتح الكامن خلال فصل الشتاء في شهر كانون الثاني سجلت للمحطات أدنى معدلات التبخر-

على التوالي (4.80 – 5.72 –5.88 –5.47) ملم.

5– المجموع السنوي لقيم التبخر–نتح الكامن المحسوبة بطريقة ثورنثويت بلغ السليمانية (1896.5) ملم وهلبجه (2047.1)ملم و دربنديخان (2215.1)ملم والمعدل(2052.9)ملم.

ثانيا/ تشير الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة، حسب المعادلات المستخدمة على النحو التالي:

1– تبدأ فترة الزيادة المائية لمنطقة الدراسة، الفترة الممتدة من شهر تشرين الثاني إلى نهاية آذار، في جميع المحطات (باستخدام قيم PE المحسوبة بطريقة بنمان مؤنتث) بلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (356.4)ملم في محطة السليمانية، و(329.5)ملم في محطة هلبجه، و(315.7)ملم في محطة دربنديخان، (333.8)ملم في المعدل العام.

2– أما بطريقة ثورنتويت ، فتعد أوقات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد من شهر تشرين الثاني إلى نهاية نيسان اذ بلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (485.47 ملم) في محطة السليمانية، (454.0 ملم) في محطة هلبجة، (432.9 ملم) في محطة دربنديخان، و(457.45 ملم) في المعدل الكلي للمحطات.

3– بطريقة خروفة فترات الزيادة المائية عند حساب PE تمتد عادة من شهر كانون الأول حتى نهاية آذار باستثناء محطة السليمانية التي تكون الفترة من تشرين الثاني حتى نهاية آذار وبلغ مجموع الزيادة المائية السنوية (336.5– 297.37– 265.0 – 295.0)ملم على التوالي المحطات.

4– تبدأ فترة العجز المائي لمنطقة الدراسة، من شهر نيسان إلى نهاية شهر تشرين الأول (باستخدام قيم PE المحسوبة بطريقة بنمان مونتث)، وبلغ مجموع العجز المائي السنوي في محطة السليمانية (660.9)ملم ومحطة هلبجه (675.0)ملم ومحطة دربنديخان(707.6)ملم والمعدل الكلي (668.16)ملم.

5– أما بطريقة ثورنثوايت، فتمتد فترة العجز المائي من شهر مايس إلى نهاية تشرين الأول إذ بلغ مجموع العجز المائي السنوي وفقًا لهذه الطريقة (716.17 ملم) في محطة السليمانية، (1016.4 ملم) في محطة هلبجة، (1206.94 ملم) في محطة دربنديخان، و(979.83 ملم) في المعدل الكلي للمحطات.

6– وفقاً لطريقة خروفه، تبدأ فترة العجز المائي من شهر نيسان وتستمر حتى نهاية كانون الأول، باستثناء محطة السليمانية التي تنتهي فيها فترة العجز بنهاية تشرين الثاني، وقد بلغ مجموع العجز المائي السنوي (1577.4– 1717.0 – 1873.3 –1718.2) ملم على التوالي في المحطات

التوصيات:

1– يفضل استخدام نظام حصاد المياه للاستفادة من الموارد المائية المتاحة في منطقة الدراسة، وذلك عن طريق جمع وتخزين المياه الناتجة عن الأمطار واستخدامها في الري التكميلي للمحاصيل. يهدف هذا النظام إلى زيادة الإنتاجية وتعويض نقص المياه اللازمة لنمو المحاصيل بسبب قلة الهطول المطري. يجب الاعتماد في ذلك على الأسس والدراسات المتخصصة لضمان الكفاءة والجودة في استخدام الموارد المائية.

2– يُفضل استخدام طرق الري الحديثة وتجنب الطرق التقليدية مثل الري السطحي، حيث يمكن استخدام طرق الري بالتنقيط والري بطريقة رش التي تعد من الطرق الحديثة والتي تقلل من الفاقد المائي. وتتميز هذه الطرق بأنها تقلل من كمية المياه التي تتسرب إلى الأعماق، كما أنها أكثر اقتصادية في استخدام المياه للري .

3– يمكن استخدام وسائل الإعلام لنشر التوعية بين المواطنين في المنطقة، ورفع معرفتهم و درايتهم حول مخاطر هدر المياه الزائدة وسوء استخدام الموارد المائية.

4- تركيز الدراسات والأبحاث الجغرافية على المياه والمناخ والمشكلات المتعلقة (بالعجز المائي، تلوث المياه، التغير المناخي، الجفاف والتصحر. هدف هذه الدراسات هو إيجاد اقتراح من أجل الحصول على حلول مناسبة لمواجهة هذه المشكلات بما يتناسب مع خصائص المناطق المتأثرة بها.

المصادر والمراجع:

- الجبوري، صباح توما. (1998). علم المياه و ادارة احواض الانهر. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة موصل.
- النبيوي، افراح كافي محمد. (2002). هيدرولوجية وهيدروكيميائية حوض حرير- كردستان العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة صلاح الدين، أربيل.
- النقشبندي، أزاد محمدامين. (1997). الموازنة المائية المناخية لمحافظة أربيل. مجلة زانكو للعلوم الإنسانية المجلد (1)، العدد (1)، أربيل.
- عبدالرحيم، عزير تحسين. (2007). التباين المكاني لمياه الينابيع في محافظة السليمانية. أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة المستنصرية، بغداد.
- علي العنائزة. (1996). الموازنة المائية بناءً على معدلات الأمطار وكميات التبخر/النتح في حوض وادي الكرك. مجلة مؤتة للبحوث والدراسات، جامعة مؤتة، الأردن، المجلد الحادي عشر والعدد الخامس.
- نامق، سوار نامق. (2016). الخصائص الهيدرولوجية لحوض حجران وامكانية استثمار مياهه. أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، كلية التربية.
- الحكومة اقليم كردستان، وزارة التخطيط، المديرية الاحصاء السليمانية، مركز التكنولوجية المعلومات قسمGIS) ، .(2020بيانات غير منشور.
- الحكومة اقليم كردستان العراق، وزرارة الزراعة والموارد المائية، مديرية زراعة السليمانية، قسم الانواء الجوية. (2005-2023). بيانات المناخية للمدة. بيانات غير منشورة.

- Allen, R. G., Pereira, L, S., Raes, D., and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, ROME 300 (9):D05109.
- J. Doorenbos and W. O. Pruitt. (op. cit), p. 18, 19, 26.
- 11-Kharrufa, N.S.(1985) Simplified Equation for Evaporation in A rid region, Beitrage Zur Hydro ogre.
- Monteith, J.L. (1965). Evaporation and environment. In: Fogg, G.E. (Ed.), The State and Movement of Water in Living Organisms, Symposium of the Society for Experimental Biology, Cambridge University Press, Cambridge .
- Wilson, E.M. (1987). Engineering Hydrology.3rd. Ed. Macmillan Education Ltd. London.

شیکردنەوەی جوگرافی بۆ هاوسەنگی ئاویی ئاووهەوای لە دەشتی شارەزوور

ئاسو سوار نامق
بەشی جوگرافیا، کۆلێژی ئاداب، زانکۆی سەلاحەددین-هەولێر، هەرێمی کوردستانی عێراق
aso.namaiq@su.edu.krd

هۆزان صادق مولود
بەشی جوگرافیا، کۆلێژی ئاداب، زانکۆی سەلاحەددین-هەولێر، هەرێمی کوردستانی عێراق
hozan.mawlood@su.edu.krd

پوختە:
ئامانج لەم توێژینەوەیە بریتیە لە دیاریکردنی هاوسەنگی ئاویی لە ناوچەی شارەزوور ئەمەش لە پێناو دیاریکردنی ئاستەکانی سەرپێژی و کورتهێنانی ئاوی و دیاریکردنی باشترین ستراتیژییەکانی سوود وەرگرتن لە ماوەکانی سەرپێژی ئاویی لە کەرتی کشتوکاڵ دا. پێشبینی دەکرێت توێژینەوەکە بەشداریەکی کارا بکات لە باشترکردنی بەکارهێنانی دەرامەتی ئاویی لە پەرەپێدانی کشتوکاڵ لە ناوچەکەدا. بۆ هەژمارکردنی هاوسەنگی ئاویی بە پشتبەستن بە داتای ئاووهەوایی سێ وێستگە لە ماوەی ساڵەکانی (2008-2023) هاوکێشەکانی (بنمان و ثورنثویت – خروفە) پراکتیزەکراوە. ئەنجامەکانی توێژینەوەکە ئاماژە دەکات بە بوونی دوو ماوە لە دابەشکردنی هاوسەنگی ئاویی. بەپێی ئەنجامەکانی هاوکێشەی (بنمان-مونتث) ماوەکانی زیادەی ئاویی لە نێوانی مانگەکانی تشرینی دووەم تا ئازار درێژ دەبێتەوە و تیایدا سەرجەمی زیادەی ئاویی سالانە دەگاتە (356.4) ملم, (329.5) ملم, (315.7) ملم, (333.8) ملم لە وێستگە ئاووهەواییەکانی سلێمانی, هەڵەبجە و دەربەندیخان و تێکرای بەدواییەکدا. بەپێی دەرهاویشتەکانی هاوکێشەی (ثورنثویت) ماوەکانی زیادەی ئاویی بە هەژمارکردنی (PE) درێژدەبێتەوە لە نێوان مانگەکانی تشرینی دووەم تا کۆتایی مانگی نیسان و تیایدا سەرجەمی زیادەی ئاویی سالانە دەگاتە (485.47 - 454.0 - 432.9 -457.45) ملم لە وێستگە ئاووهەواییەکانی سلێمانی, هەڵەبجە و دەربەندیخان وتێکرای بەدواییەکدا. وەهەروەها بەپێی دەرهاویشتەکانی هاوکێشەی (خروفە) ماوەکانی زیادەی ئاویی بە هەژمارکردنی (PE) درێژدەبێتەوە لە نێوان مانگەکانی کانوونی یەکەم تا کۆتایی مانگی نیسان جگە لە وێستگەی سلێمانی نەبێت لەتشرین دووەمەوە و تیایدا سەرجەمی زیادەی ئاویی سالانە دەگاتە(336.5- 297.37- 265.0 – 295.0) ملم لە وێستگە ئاووهەواییەکانی سلێمانی, هەڵەبجە و دەربەندیخان وتێکرای بەدواییەکدا. سەبارەت بە ماوەکانی کوتهێنانی ئاویی بە پێی دەرهاویشتەکانی هاوکێشەی (بنمان-مونتث), ماوەی کورتهێنانی ئاویی لە نێوان مانگەکانی نیسان تا کۆتایی تشرینی یەکەم درێژدەبێتەوە و تیایدا سەرجەمی کورتهێنانی سالانە دەگاتە (660.9) ملم لە وێستگەی سلێمانی, (675.0) ملم لە وێستگەی هەڵەبجە, (707.6) ملم لە وێستگەی دەربەندیخان و (668.16) ملم تێکڕا. بە پێی دەرهاویشتەکانی هاوکێشەی (ثورنثویت), ماوەی کورتهێنانی ئاویی لە نێوان مانگەکانی نیسان تا کۆتایی تشرینی یەکەم درێژدەبێتەوە و تیایدا سەرجەمی کورتهێنانی سالانە دەگاتە (716.17 - 1016.4 - 1206.94 - 979.83) ملم لە وێستگە ئاووهەواییەکانی سلێمانی, هەڵەبجە و دەربەندیخان بەدواییەکدا. وە هەروەها بە پێی دەرهاویشتەکانی هاوکێشەی (خروفە), ماوەی کورتهێنانی ئاویی لە نێوان مانگەکانی نیسان تا کۆتایی تشرینی یەکەم درێژدەبێتەوە جگە لە وێستگەی سلێمانی لە تشرین دووەمەوەیە و تیایدا سەرجەمی کورتهێنانی سالانە دەگاتە (716.17 - 1016.4 - 1206.94 - 979.83) ملم لە وێستگە ئاووهەواییەکانی سلێمانی, هەڵەبجە و دەربەندیخان وتێکڕا بەدواییەک.

وشە سەرەکییەکان: هاوسەنگی ئاویی – بەهەڵمبوونی ئاودەردانی – شاراوە - زیادەی ئاویی – کورتهینانی ئاویی

Geographic Analysis of the Climatic Water Balance in the Shahrazur Plain

Aso Swar Namiq
Department of Geography, College of Art, Salahaddin University- Erbil, Kurdistan Region, Iraq
aso.namaiq@su.edu.krd

Hozan Sadiq Mawoold
Department of Geography, College of Art, Salahaddin University- Erbil, Kurdistan Region, Iraq
hozan.mawlood@su.edu.krd

Abstract
This study aims to determine the water budget in the Shahrazur Plain region, to determine the level of water surplus and water deficit, and to determine the best strategies to benefit from periods of water surplus in the agricultural sector. The study is expected to contribute significantly to improving the use of water resources and developing agriculture in the region The study included three stations using climate data during the period (2008-2020).3) and equations were applied (Penman-Thornthwaite-Sheep) to calculate the water budget. The study indicated that there were two periods Two different things In the distribution of the water budget, the results of the Penman-Montez equation varied during the period of water surplus, which extends from the month of November until the end of March, and the total annual water increase amounted to (356.4) mm in the Sulaymaniyah station, and (329.5) mm in the Helbaja station, and (315.7) mm at Darbandikhan station, and (333.8) mm on average. By Thornthwaite's method, the periods of water increase when calculating PE extends from November until the end of April, and the total annual water increase reached (485.47 - 454.0 - 432.9 - 457.45) mm, respectively, at the stations. But in a sheep way Periods of water increase when calculating PE extends from a month December To the end March, with the exception of Sulaymaniyah station, from November until the end of March The total annual water increase

was(336.5- 297.37- 265.0-295.0 mm respectively at the stops For the period of water deficit, So it stretchesFrom April until the end of October, according to the Penman-Monteith equation, the total annual water deficit was respectively(660.9) mm at Sulaymaniyah station, (675.0) mm at Halbaja station, (707.6) mm at Darbandikhan station, and (668.16) mm on average. Using the Thornthwaite equation, the period of water deficit extends from May until the end of October, and the total annual water deficit was respectively (716.17 - 1016.4 - 1206.94 - 979.83) mm on. As for and using Equips sheep The period of water deficit extends from one month April to the end December, with the exception of Sulaymaniyah station, until the end of November the total annual water deficit reached (1577.4 - 1717.0 - 1873.3 - 1718.2) mm, respectively, in the stations.
Keywords: Water Balance, Potential Evapotranspiration, Water Surplus,Water Deficit.