الموازنة المائية المناخية بين محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك

ID NO. 3204

(PP 241 - 265)

https://doi.org/10.21271/zjhs.24.1.15

سناء عبدالباقى بكر

قسم الجغرافية - كلية الاداب / جامعة صلاح الدين-اربيل

sanaa.bakir@su.edu.krd

الاستلام:2019/09/19

القـبول : 2019/12/11

النـــشر: 2020/02/20

ملخص

تهدف الدراسة الى تحديد ومعرفة تأثير عناصر المناخ في الموازنة المائية المناخية في محطات أربيل، والسليمانية ، ودهوك، وذلك عن طريق أستخدام المعادلات الرياضية في استخراج قيم الموازنة (الفائض او العجز المائي) لتلك المحطات. مع معرفة تباين قيم الفائض والعجز المائي بين محطات منطقة الدراسة.

لموضوع الدراسة أهمية كبيرة لأسباب عديدة أبرزها:

1- تتميز منطقة الدراسة بظاهرة تذبذب الأمطار الساقطة ، وهي بدورها تؤثر على كافة الجوانب البيئية داخل المدينة.

2- تفعيل مشاريع الحصاد المائي لمعرفة قيمة مياه الأمطار والحاجة الى استغلالها بالشكل الأمثل، وخزنها في أماكن معينة داخل المدن، ولتقليل أثر الفيضانات داخل المدينة.

ولتحقيق اهداف الدراسة تم تقسيمها الى ثلاثة محاور :

1- موقع منطقة الدراسة، وتأثير العناصر المناخية في الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة.

2- طرائق احتساب التبخر / النتح الكامن لمحطات منطقة الدراسة.

3- احتساب الموازنة المائية المناخية للمحطات، واهم ماتوصلت اليه الدراسة من الاستنتاجات والتوصيات التي تخدم موضوع الدراسة .

الكلمات الدالة: الموازنة المائية المناخية ، العجز المائي، الفائض المائي، المحطات.

المقدمة

يعد هذا الموضوع من المواضيع المهمة لدراسة حالة الموازنة المائية المناخية لبعض مدن أقليم كوردستان. حيث ان المناخ بعناصره المختلفة يؤثر في الأنشطة البشرية، ولاسيما المتعلق منها بالمواد المائية، ومع زيادة عدد السكان تزداد الحاجة الى المياه لتلبية الحاجات المنزلية، والزراعية، والصناعية. الأمر الذي أدى الى زيادة أهمية المواضيع الخاصة بمياه، ومنها موضوع الموازنة المائية المناخية، إذ يعد المناخ عاملاً مهما ومؤثراً في عملية التبخر / النتح الكامن، وفي كمية الأمطار الفعالة، اللتين تعدان نتيجة حتمية لعناصر المناخ .

تقدم الموازنة المائية المناخية معلومات عن كميات المياه المتوفرة للاستخدامات المختلفة، وقد تحسب وفق مقياس محلي مثل عمل موازنة مائية مناخية لمنطقة زراعية للحصول على قيمة تقريبية لكمية المياه المتوفرة للزراعة، وكذلك كمية المياه اللازمة للري في حال وجود نقص مائي، ويستفاد منها في معرفة كمية المياه المتوفرة للاستخدامات المنزلية و الصناعية ، وفي عمليات حساب كميات التبخر من البحيرات والسدود و الخزانات، و للتخطيط الأفضل للموارد المائية.

تهدف هذه الدراسة الى معرفة تأثير عناصر المناخ في الموازنة المائية المناخية في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك، وذلك عن طريق أستخدام المعادلات الرياضية في استخراج قيم الموازنة (الفائض او العجز المائي) لتلك المحطات، مع معرفة تباين قيم الفائض والعجز المائي بين محطات منطقة الدراسة.

وتنطلق الدراسة من الفرضيات الآتية :

1- إن لعناصر المناخ تأثيراً في الموازنة المائية المناخية .
2- ان هناك تبايناً في قيم الموازنة المائية المناخية شهرياً وسنوياً بين محطات منطقة الدراسة.
3- إن قيم التبخر/ النتح الكامن مختلفة بين معادلة و أخرى بين محطات منطقة الدراسة .

لموضوع الدراسة أهمية كبيرة لأسباب عديدة أبرزها:

1-تتميز منطقة الدراسة بظاهرة تذبذب الأمطار الساقطة ، وهي بدورها تؤثر على كافة الجوانب البيئية داخل المدينة.

2-تفعيل مشاريع الحصاد المائي لمعرفة قيمة مياه الأمطار والحاجة الى استغلالها بالشكل الأمثل، وخزنها في أماكن معينة داخل المدينة، ولتقليل أثر الفيضانات داخل المدينة.

ولتحقيق أهداف الدراسة وبسبب طبيعة موضوعها، اقتضت طبيعة البحث، اضافة الى المقدمة والاستنتاجات والتوصيات، تقسمه الى ثلاثة محاور رئيسية :

1- موقع منطقة الدراسة وتأثير العناصر المناخية في الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة.

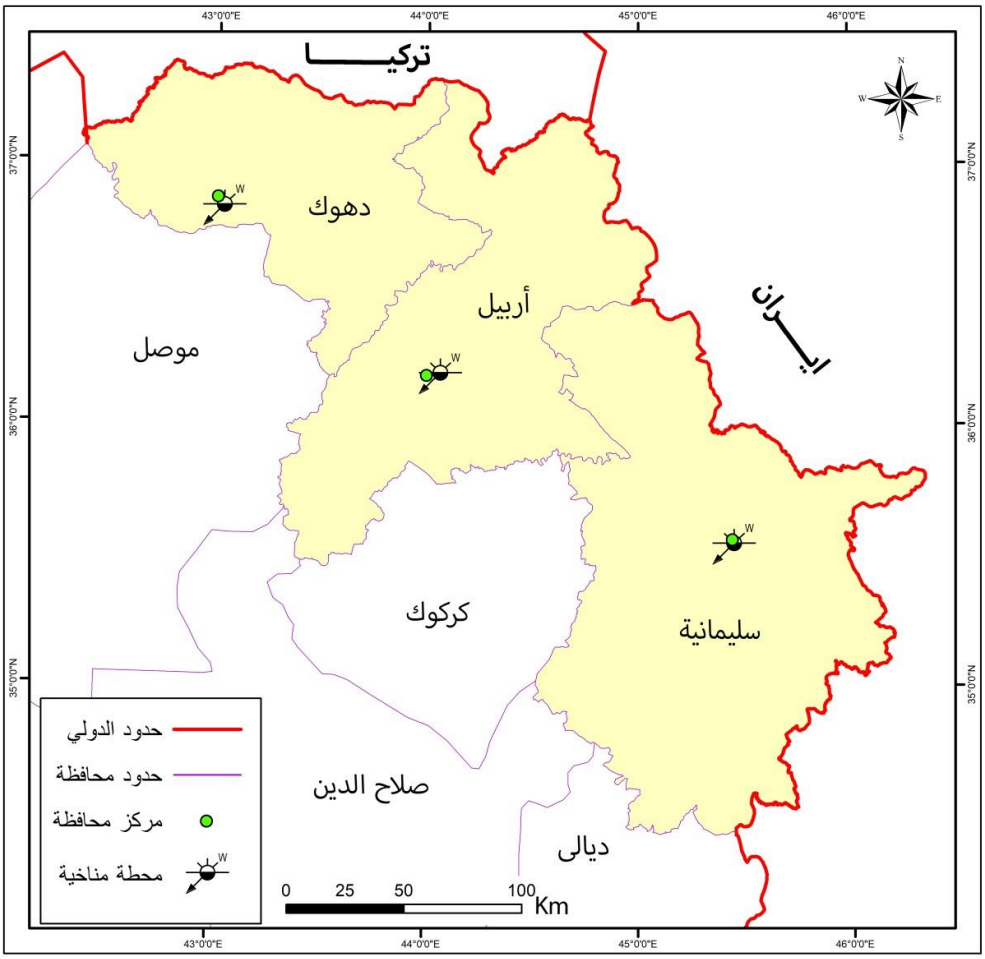
2- طرائق احتساب التبخر / النتح الكامن لمحطات منطقة الدراسة.

3- احتساب الموازنة المائية المناخية للمحطات.

1- موقع منطقة الدراسة وتأثير العناصر المناخية في الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة

أولاً : موقع منطقة الدراسة

تشمل منطقة الدراسة المحافظات الثلاث لإقليم كوردستان العراق، وهي أربيل، والسليمانية، ودهوك. وقد امتدت المنطقةعبر دوائر العرض وخطوط الطول متباينة فيما بينها، اذ تقع محافظة أربيل بين دائرتي العرض (َ30:35° وَ37:37°) شمالاً، وخطي الطول (َ43:22° وَ45:05°) شرقاً، بينما تقع محافظة السليمانية بين دائرتي العرض (َ56:°34 - َ31 : 36°) شمالاً وخطي الطول (َ31 : 44° - 21 : 46°) شرقاً، في حين تقع محافظة دهوك بين دائرتي العرض (19: 36° -َ37:22°) شمالاً وخطي اطول (َ20: 42° -َ18 :44°) شرقاً ، وتم اعتماد محطة واحدة لكل محافظة، وهي محطة أربيل في محافظة أربيل، اذ تقع على دائرة العرض (12 :36°) شمالاً وخط الطول (04: 44°) شرقاً، و محطة السليمانية في محافظة السليمانية، اذ تقع المحطة على دائرة العرض (َ33:35°) شمالاً وخط الطول (45:27 °) شرقاً، و محطة دهوك في محافظة دهوك، اذ تقع المحطة على دائرة العرض (36:50°) شمالاً وخط الطول (َ02: 43°) شرقاً. كما هو موضح في الخارطة(1)والجدول(1).



الخارطة(1) موقع محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك

المصدر:اعتماداً على حكومة اقليم كوردستان، وزارة التخطيط، مديرية المعلومات والخرائط، اقليم كوردستان، 2016.

جدول (1) موقع المحطات بالنسبة لدوائر العرض و خطوط الطول و الارتفاع عن مستوى سطح البحر

المحطات	الموقع من دائرة العرض	الموقع من خطوط الطول	الارتفاع عن مستوى سطح البحر / م
1- أربيل	36° : 12َ	44° : 04َ	470
2- السليمانية	35° :33َ	45° : 27َ	884.8
3- دهوك	36° : 50َ	43° : 02َ	569

المصدر: اعتماداً على اقليم كوردستان العراق ، مديرية الانواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء، سجلات غير منشورة.

ثانياً : تأثير العناصر المناخية في الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة

سوف نتناول العناصر المناخية المؤثرة في الموازنة المائية المناخية في محطات منطقة الدراسة وهي كالاتي :

1- الإشعاع الشمسي

تتباين شدة الإشعاع الشمسي وطول فترة سطوعه على سطح الأرض، تبعاً لاختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض، واختلاف طول النهار على مدار العام بسبب اختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس . (شرف، 2008 ، ص20) .

تتباين زاوية سقوط أشعة الشمس وفترة سطوع الشمس النظرية والفعلية في منطقة الدراسة خلال أشهر و فصول السنة، وتشير الاحصاءات الواردة في الجدول (2) الى :

أ- فيما تخص زاوية سقوط أشعة الشمس : يتضح من الجدول (2) ما يأتي :

- تباين المعدلات الشهرية بين محطات منطقة الدراسة، اذ تصل أعلى هذه المعدلات في شهر حزيران(فصل الصيف) الى (77) درجة في محطة أربيل، بينما تصل الى(30 . 77) درجة في محطة السليمانية، وتصل الى(34 . 76) درجة في محطة دهوك، وهي زاويا شبة عمودية تؤدي الى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً بينما تصل إلى أدنى درجة في شهر كانون الاول، إذ تصل نحو(8 . 30) درجة في محطة أربيل، والى(22 . 31) درجة في محطة السليمانية، في حين تصل في محطة دهوك الى(23) درجة وهي زاوية مائلة تؤدى الى انخفاض درجات الحرارة .
- تصل معدالاتها السنوية الى (12 . 54) درجة في محطة اربيل، و(82 . 53) درجة في محطة السليمانية، في حين بلغت (22 . 53) درجة في محطة دهوك.

إن قيم زاوية سقوط الإشعاع الشمسي تبدأ بالزيادة من شهر آذار ولغاية شهر أيلول، في الوقت نفسه يلاحظ ان مقادير زوايا سقوط الإشعاع الشمسي تكون عالية خلال فصل الصيف، مما يؤدي الى زيادة فترة الإشعاع الشمسي ومن ثم زيادة كمية الأشعة الشمسية المستلمة وبالتالي ارتفاع المعدلات الحرارية وزيادة كمية التبخر/النتح الكامن.

ب- فيما تخص ساعات السطوع الشمس النظرية: يتضح من الجدول(3) تباين معدلات ساعات السطوع الشمس النظرية بين محطات المدروسة على مدار اشهر السنة، حيث تصل أدنى هذه المعدلات أثناء شهر كانون الأول بحدود(56 . 9) ساعة في محطة أربيل، و(61 .9)ساعة في محطة السليمانية، و(50 .9) ساعة في محطة دهوك، ويعزى ذلك الى حدوث الانقلاب الشتوي في هذا الشهر، وتزداد هذه المعدلات بالاقتراب من شهر آذارعلى نحو تكاد تكون الساعات متساوية في هذا الشهر، إذ وصلت الى نحو (47 . 11) ساعة في محطة دهوك.

الجدول (2) معدل زاوية سقوط أشعة الشمس في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المعدل
أربيل	33.05	41	52.2	63.8	72.6	77	75	67.4	56.6	44.8	35.2	30.8	54.12
السليمانية	33.34	41.04	51.59	63.52	73.12	77.30	75.35	67.49	52.21	44.42	35.28	31.22	53.82
دهوك	32.38	40.10	51.06	62.59	72.18	76.34	74.35	66.47	55.29	43.38	34.26	23	52.62

المصدر : استخرج عن طريق جداول خاصة باحتساب زاويا سقوط أشعة الشمس حسب إحداثيات الموقع الكتروني .http://www.patarnott.com/ atms360 /general/simple solar angle .xis

و (77 . 11) ساعة في كل من محطتى أربيل والسليمانية، ويعزى ذلك الى حدوث الاعتدال الربيعي في هذا الشهر .

يستمر تزداد ساعات السطوع النظري خلال أشهر الصيف، إذ تصل ذروتها في شهر حزيران نحو (45 . 14) ساعة في محطة أربيل، و(39 . 14) ساعة في محطة السليمانية، ونحو(10 . 14) ساعة في محطة دهوك ، ويعود ذلك الى حصول الانقلاب الصيفي في هذا الشهر .

بعد ذلك تبدا المعدلات بالتناقص التدريجي حتى تكاد تكون متساوية في شهر ايلول، إذ بلغت نحو (32 . 12) ساعة في محطة أربيل، وبحدود(31 . 12) ساعة في محطة السليمانية، و(10 . 12) ساعة في محطة دهوك ، ويعزى ذلك الى حصول الاعتدال الخريفي في هذا الشهر. بالنظر لصغر منطقة الدراسة، والتي تمتد مابين دائرتي العرض فقط ، فان التباين المكاني فيها ضيئل جداً.

الجدول (3) معدلات ساعات السطوع الشمس النظرية / ساعة في محطات أربيل، السليمانية ، دهوك لفترة(2015-2017)

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول
أربيل	9.8	10.72	11.77	12.95	13.92	14.45	14.25	13.43	12.32	11.18	10.13	9.58
السليمانية	9.85	10.8	11.78	12.93	13.87	14.39	14.2	13.39	12.31	11.2	10.17	9.61
دهوك	9.80	10.48	11.47	12.49	13.42	14.10	13.52	13.10	12.10	11.08	10.16	9.50

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء ، بيانات ساعات السطوع النظرية/ساعة.

جـ - فيما تخص عدد الساعات السطوع الشمس الفعلية: يظهر من خلال الجدول (4) تباين عدد الساعات السطوع الشمس الفعلية مابين محطات منطقة الدراسة على مدار أشهر السنة، إذ تصل أدنى هذه المعدلات اثناء شهر كانون ألاول بحدود (4.5) ساعة في محطة أربيل، و(5.1) ساعة في كل من محطتى السليمانية و دهوك. بينما يزداد عدد الساعات الشمس الفعلية بالاقتراب من أشهر الصيف، إذ تصل ذروتها نحو(11.6) ساعة في محطة أربيل في شهر تموز، و(12.1) ساعة في محطة السليمانية، ونحو (11.26) ساعة في محطة دهوك في الشهر نفسه.

تبين من دراسة الإشعاع الشمسي لمحطات منطقة الدراسة، بأن هناك اختلافاً قليلاً في المعدلاته الشهرية على مدار أشهر السنة من حيث زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، وعدد ساعات السطوع الشمسي النظري والفعلي، إذ تنخفض في أشهر الشتاء نتيجة لقصر النهار، وصغر زاوية سقوط أشعة الشمس وكثرة الأيام الغائمة، بعكس أشهر الصيف التي تتصف عموماً بطول نهارها و كبر زاوية سقوط اشعة الشمس، وصفاء سمائها، وخلوها من الغيوم .

الجدول (4) معدلات ساعات السطوع الشمس الفعلية/ ساعة في محطات أربيل، السليمانية، دهوك لفترة(2015-2017)

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول
أربيل	4.8	6	6.6	7.1	9	11.4	11.6	10.9	10.1	7.9	6.1	4.5
السليمانية	5.2	5.4	5.9	7.6	9.8	12	12.1	11.7	10.4	8	6.2	5.1
دهوك	5.2	6.22	6	8.4	9.7	10.5	11.26	11.24	10.14	6.6	5.8	5.1

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء، بيانات ساعات السطوع الفعلية/ ساعة.

2- **درجات الحرارة :**ان لعنصر الحرارة دوراً مهماً على عملية التبخر/النتح، التي بدورها تؤدى الى زيادة المياه المتبخرة من التربة ومن النبات، فارتفاع درجات الحرارة يؤدى الى ضياع كميات كبيرة من المياه، مما يستلزم التعويض عنها بمياه الري، وهذا يعني زيادة الاستهلاك المائي للنباتات خلال فصل الصيف.

يظهر من خلال الجدول(5)اختلاف المعدلات السنوية في محطات منطقة الدراسة، إذ تصل معدلات درجات الحرارة السنوية الى(20.9)درجة مئوية في محطة أربيل، و(20) درجة مئوية في محطة السليمانية، والى (20.4) درجة مئوية في محطة دهوك. وتختلف المعدلات الشهرية زمانياً و مكانياً، إذ تصل أدنى المعدلات في شهر كانون الثاني الى (8.3) درجة مئوية في محطة أربيل، و(6.8) درجة مئوية في محطة السليمانية، و(7.6) درجة مئوية في محطة دهوك، وتزداد هذه المعدلات وتبلغ أقصى ارتفاع في شهر تموز، إذ بلغت (34.63) درجة مئوية في محطة أربيل، و (34) درجة مئوية في محطة السليمانية، و(33.5) درجة مئوية في محطة دهوك. إن ارتفاع معدلات الحرارة سببته الزيادة الحاصلة في زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وطول النهاروصفاء الجوخلال فصل الصيف، وتزداد معدلات درجات الحرارة بسبب الزيادة في كمية الإشعاع المكتسبة من قبل الأرض.

ولتوضيح درجات الحرارة نعرض معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى على النحو الآتي :

أ- المعدلات العظمى: تتباين المعدلات السنوية العظمى لدرجات الحرارة مابين محطات منطقة الدراسة، إذ تصل المعدلات الى (26.5) درجة مئوية في محطة أربيل، و(25.5) درجة مئوية في محطة السليمانية ، و(25.4) درجة مئوية في محطة دهوك. كما تباينت المعدلات الشهرية بين محطات منطقة الدراسة زمانياً و مكانياً، إذ تصل ذروتها خلال شهر تموز فتبلغ (42) درجة مئوية في محطة أربيل، و (41) درجة مئوية في محطة السليمانية، والى (39.8) درجة مئوية في محطة دهوك، بينما تصل ادناها خلال شهر كانون الثاني، اذ بلغت (12.6) درجة مئوية في محطة اربيل، و (10.9) درجة مئوية في محطة السليمانية، ونحو (11.2) درجة مئوية في محطة دهوك .

الجدول (5) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (°م) في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

المحطات	أربيل			السليمانية			دهوك		
الأشهر	درجات الحرارة العظمى	درجات الحرارة الصغرى	معدل درجات الحرارة	درجات الحرارة العظمى	درجات الحرارة الصغرى	معدل درجات الحرارة	درجات الحرارة العظمى	درجات الحرارة الصغرى	معدل درجات الحرارة

كانون الثاني	12.57	3.98	8.28	10.9	2.7	6.8	11.2	3.92	7.56
شباط	14.30	5.08	9.69	13	3.7	8.4	13.6	6.52	10.06
اذار	18.78	8.22	13.5	18.1	8.1	13.1	18	9.24	13.62
نيسان	24.46	12.95	18.7	23.1	12.3	17.7	23	13.81	18.41
ايار	32.98	18.81	25.9	29.7	17.9	23.8	30.1	18.79	24.45
حزيران	37.23	24.09	30.7	36.3	23.7	30	36.5	23.98	30.24
تموز	42	27.27	34.63	41	27	34	40	27	33.5
اب	40.02	26.82	33.4	40	26.8	33.4	39.1	26.57	32.84
ايلول	34.94	22.47	28.7	35.1	22.2	28.7	34	22	28
تشرين الاول	28.64	17.56	23.1	28.3	16.4	22.4	26.9	17.33	22.11
تشرين الثانى	19.97	10.35	14.2	18.7	8.9	13.8	18.9	9.63	14.26
كانون الأول	13.84	5.91	9.87	13.4	4.8	9.1	13.4	5.66	9.53
المعدل	26.64	15.3	20.97	25.63	14.5	20.1	25.4	15.4	20.4

المصدر: اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، شعبة الإحصاء.1- سجلات درجات الحرارة لمحطة أربيل للفترة (1992-2017).2- سجلات درجات الحرارة لمحطة السليمانية للفترة(1992-2017).3- سجلات درجات الحرارة لمحطة السليمانية للفترة(2000-2017). بيانات غير منشورة.

ب- المعدلات الصغرى: تتباين معدلات الحرارة الصغرى السنوية بين محطات منطقة الدراسة، إذ تصل الى (15.3) درجة مئوية في محطة أربيل، و(14.5) درجة مئوية في محطة السليمانية، وبحدود(15.4) درجة مئوية في محطة دهوك، كما تتباين المعدلات الشهرية زمانياً ومكانياً، إذ تصل أدنى هذه المعدلات في شهر كانون الثاني الى (4) درجة مئوية في محطة أربيل، و(2.7) درجة مئوية في محطة السليمانية، و (3.92) درجة مئوية في محطة دهوك، وبلغت ذروتها في شهر تموز، إذ وصلت الى (27.27) درجة مئوية في محطة أربيل، والى(27) درجة مئوية في كل من محطتي السليمانية و دهوك على التوالي. وبالنظر لصغر مساحة منطقة الدراسة التي تمتد بين دائرتي العرض(35-36°) ، فإن الاختلاف في معدلات درجات الحرارة(الصغرى والعظمى) قليل، ولا يشكل فارقاً كبيراً في درجات الحرارة بين محطة واخرى.

ويتركز تأثير درجات الحرارة خلال ارتفاعها او انخفاضها وعلاقته مع التبخر/النتح الكامن، إذ إن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي الى زيادة امتصاص الماء من التربة لسد النقص في الاستهلاك المائي، وهذا ما يؤدي الى زيادة عملية التبخر/النتح. إذ ان ارتفاع درجات الحرارة صيفاً يسبب في حصول خلل في التوازن المائي للنبات، وفي بعض الاحيان تغلق النباتات ثغورها نتيجة للتطرف في درجات الحرارة، بسبب تجمع ثاني أوكسيد الكاربون داخل خلايا النباتات، أما انخفاض درجات الحرارة فتؤدى الى إغلاق الثغور وبالتالي قلة عملية التبخر/النتح الكامن.

3- الرياح

تعد الرياح من العناصر المناخية المؤثرة في الموازنة المائية المناخية، ويتباين تأثير الرياح وفقاً لسرعتها، إذ ان حركة الرياح السريعة تعمل على إزاحة الطبقة الهوائية المشبعة ببخار الماء فتؤدي الى زيادة عملية التبخر/النتح. ويظهر من خلال الجدول (6) اختلاف المعدلات السنوية لسرعة الرياح، إذ سجل أقل سرعة في محطة دهوك بلغ (1.08)م/ثا، بينما سجل أعلى سرعة في محطة أربيل الذى بلغ (2.17) م/ثا، ويعزى ذلك الى كون منطقة دهوك منطقة جبلية بعكس منطقة أربيل حيث انبساط الأرض ، وقلة وجود العوائق اتضاريسية التي تحد من سرعة الرياح في المنطقة.

تتباين المعدلات الشهرية لسرعة الرياح تبايناً قليلاً بين محطات منطقة الدراسة، إذ تصل أدناها خلال أشهر فصل الخريف، وقد بلغت (0.9) م/ثا في شهر تشرين الثاني في محطة دهوك، و(1.83) م/ثا في محطة أربيل في الشهر نفسه، بينما سجلت محطة السليمانية أدنى معدلها في شهر تشرين الاول فبلغت (1.38) م/ثا، في حين تبدأ هذه المعدلات بالأرتفاع خلال أشهر فصل

الربيع، إذ بلغت أعلى سرعة للرياح خلال شهر آيار (2.59) م/ثا في محطة أربيل، بينما سجلت محطة السليمانية أعلى سرعة للرياح في شهر نيسان وبلغت (2.39) م/ثا، وسجلت محطة دهوك خلال جميع أشهر الربيع سرعة للرياح بلغت (1.2) م/ثا .

الجدول (6) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح م/ ثا في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آ.	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المعدل
أربيل	2.15	2.25	2.39	2.53	2.59	2.39	2.22	1.94	1.89	1.97	1.83	1.91	2.17
السليمانية	1.1	1.57	1.74	2.39	2.34	2.99	1.97	1.61	1.81	1.38	1.49	0.98	1.78
دهوك	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1	1	1	0.9	0.9	1.08

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء، 1-سجلات لسرعة الرياح لمحطة أربيل للفترة(1992-2017)،2-سجلات لسرعة الرياح لمحطة السليمانية للفترة(2000-2017)، 3-سجلات لسرعة الرياح لمحطة دهوك للفترة(2000-2017)، بيانات غير منشورة.

4- الرطوبة النسبية والأمطار والتبخر

توجد علاقة عكسية بين الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة، لأن ارتفاع درجة حرارة هواء تزيد من درجة التشبع، أي أنه عند انخفاض درجات الحرارة تزداد الرطوبة النسبية، لذلك إن أعلى قيم للرطوبة النسبية تسجل في ساعات الصباح الباكر، ثم تنخفض الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجات الحرارة لتصل أدنى قيمها بعد منتصف النهار، كما تتغير قيم الرطوبة النسبية خلال أشهر السنة، إذ ترتفع شتاءً وتنخفض صيفاً .

من تحليل الجدول (7) يظهر تباين المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية بين محطات منطقة الدراسة،إذ تنخفض صيفاً تزامناً مع ارتفاع معدلات درجات الحرارة، وترتفع شتاءً مع انخفاض معدلات درجات الحرارة، لذا وصلت أعلى المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية شتاءً خلال شهر كانون الثاني، إذ بلغت (68.48 %) في محطة أربيل، و(15. 70 %) في محطة السليمانية، و(5. 67 %) في محطة دهوك، ويعزى ذلك الى انخفاض درجات الحرارة، ووصول الكتل الهوائية القطبية cP، ثم تبدء بالتناقص خلال أشهر فصل الربيع مع بدء ارتفاع درجات الحرارة، حيث بلغت (29. 54 %) في شهر نيسان في محطة أربيل، و (89 . 54 %) و (3 .54 %) في كل من محطتي السليمانية ودهوك على التوالي في الشهر نفسه.

تسجل أشهر فصل الصيف أدنى معدلاتها ولاسيما في شهر تموز، إذ بلغت فيها أدنى المعدلات الى(55 . 25 %) في محطة أربيل، و(23.43 %) في محطة السليمانية، و(26 %) في محطة دهوك. لتعود وترتفع في أشهر الخريف لتصل الى (42.18 %) في شهر تشرين الأول في محطة أربيل، و(41.39 %)في كل من محطتي السليمانية و دهوك على التوالي في الشهر نفسه .

الجدول (7) معدلات الرطوبة النسبية الشهرية والسنوية % في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آ.	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المعدل
أربيل	68.48	64.1	57.84	54.29	39.40	27.81	25.55	27.08	31.46	42.18	59.20	68.24	47.14
السليمانية	70.15	65.82	57.04	54.89	40.27	26.38	23.43	24.72	28.78	41.39	58.66	66.08	46.46
دهوك	67.5	65.4	58.5	54.3	40.7	29.6	26	26.7	30.5	41.4	57.2	64.7	46.9

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية ، شعبة الإحصاء ،1-سجلات الرطوبة النسبية لمحطة أربيل للفترة(1992-2017)،2-سجلات الرطوبة النسبية لمحطة السليمانية للفترة(2000-2017)، 3-سجلات الرطوبة النسبية لمحطة دهوك للفترة(2000-2017)، بيانات غير منشورة .

ان لتباين قيم الرطوبة النسبية اثراً مهماً في الموازنة المائية والمناخية عن طريق تأثيرها في عملية التبخر / النتح . إذ ان ارتفاع الرطوبة النسبية تؤدي الى ضعف عملية التبخر /النتح وتؤثر إيجابياً في زيادة الفائض المائي، أما انخفاض الرطوبة النسبية فإنه يؤدي الى زيادة قيم عملية التبخر/النتح، ويؤثر سلبياً في انخفاض الفائض المائي وزيادة معدلات التبخر، لذا تظهر الحاجة الى التعويض بالماء، ولاسيما إذا تزامن ذلك مع ارتفاع درجات الحرارة. وهذا يعني وجود علاقة عكسية بين الرطوبة النسبية ومعدلات التبخر / النتح ، وعلاقة طردية بين الرطوبة النسبية والفائض المائي.

تبدأ المنخفضات الجوية بالمرور فوق الاقليم مع بداية شهر تشرين الاول وتستمر في التأثير لغاية شهر ايار، وهذا لايعنى عدم وجود او مرور منخفضات جوية فوق منطقة الدراسة خلال الأشهر الأخرى،إلآ انها تكون ضحلة وغير قادرة على إحداث تغيرات طقسية واضحة .(الاسدي، 1991، ص 55). ويظهر من خلال الجدول (8) ما يأتي :

الجدول (8) معدلات الامطار الشهرية والسنوية / ملم في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	69.2	56.8	62.9	44.9	15.2	-	-	-	2.5	21.6	43.8	66.4	383.3
السليمانية	128.38	104.25	102.80	84.88	34.28	-	-	-	2.03	32.11	84.25	103.28	676.26
دهوك	125.3	87.4	69.4	53.4	19.4	-	-	-	1.9	25.3	62.1	79.5	523.7

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء، 1-سجلات الامطار لمحطة أربيل للفترة(1992-2017)،2-سجلات الامطار لمحطة السليمانية للفترة(1992-2017)، 3-سجلات الامطار لمحطة دهوك للفترة(2000-2017)، بيانات غير منشورة .

- يتباين المجموع السنوي في محطات منطقة الدراسة، إذ يصل الى(383.3) ملم في محطة أربيل، و(676.26) ملم في محطة السليمانية، وفي حين يصل المجموع السنوي في محطة دهوك الى (523.7) ملم .

- تتباين المعدلات الشهرية في محطات منطقة الدراسة، إذ بلغت في شهر تشرين الاول (21.6) ملم في محطة أربيل، و (32.11) ملم في محطة السليمانية، و(25.3) ملم في محطة دهوك. وتزداد معدلات الأمطار في شهر كانون الثاني لتسجل (69.2) ملم في محطة أربيل، و(128.38) ملم في محطة السليمانية، و(125.3) ملم في محطة دهوك، وينقطع سقوط الأمطار خلال أشهر فصل الصيف .

- يتباين المجموع الفصلي لكمية الأمطار الساقطة، إذ تصل هذه المعدلات الى ذروتها خلال اشهر فصل الشتاء لتسجل (49.9 %) في محطة أربيل، و(49.58 %) في محطة السليمانية، و(55.68 %) في محطة دهوك، وياتي فصل الربيع في المرتبة الثانية، إذ بلغت نسبة الأمطار الربيعية(31.92%) في محطة أربيل، ونحو(32.76 %)في محطة السليمانية، و (27.09 %) في محطة دهوك .

ويأتي فصل الخريف بالمرتبة الثالثة، إذ بلغت نسبة الامطار الخريفية (17.62%)في محطة أربيل، ونحو (17.47 %) في محطة السليمانية، و(17.02 %) في محطة دهوك.

تتصف منطقة الدراسة بتذبذب الامطار،إذ تتواجد أيام و شهور تزداد فيها المطر عن حاجة النبات ما يعنى وجود فائض مائي، كما توجد أيام و شهور تقل فيها كمية الامطار عن حاجة النبات، ما يعنى وجود عجز مائي، لذا فإن لهذا التذبذب آثاراً مهمة على توفير المياه للزراعة ولاسيما المعتمدة على الامطار، والاستفادة من الفائض وخزنها لاوقات العجز، خاصة عندما يكون التبخر/ النتح على أوجها.

وتتباين معدلات التبخر السنوية بين محطات منطقة الدراسة، إذا تحتل محطة أربيل من حيث ارتفاع معدلاتها، والتي تصل الى (2369) ملم ويعزى ذلك الى موقعها السهلي، وارتفاع درجات الحرارة وبالتالي ارتفاع المدى الحراري فيها ،

فضلاً عن انخفاض الرطوبة النسبية. ثم جاءت محطة السليمانية بالمرتبة الثانية ب(2195) ملم ، واحتلت محطة دهوك المرتبة الثالثة ب (1964.1) ملم.

- تتباين المعدلات الشهرية بين محطات منطقة الدراسة، إذ تصل هذه المعدلات إلى أدنى قيمها في شهر كانون الثاني، إذ بلغت (48.05) ملم محطة أربيل، و (43.4) ملم في محطة السليمانية، و(40.3) ملم في محطة دهوك. ويعود ذلك الى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية فضلاً عن قصر النهار، وانخفاض شدة وزاوية سقوط الإشعاع الشمسي خلال أشهر الشتاء، بينما سجل أعلى المعدلات الشهرية في شهر تموزإذ بلغت (398.7) ملم في محطة أربيل ، و(396.8) ملم في محطة السليمانية، و(334.8) ملم في محطة دهوك. والسبب في ذلك هو ارتفاع درجات الحرارة مع انخفاض الرطوبة النسبية، فضلاً عن طول فترة النهار .

الجدول (9) معدلات الشهرية والسنوية لقيم التبخر/ملم من أحواض التبخر صنف(A) في محطات أربيل، السليمانية، دهوك

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	48.05	64.4	116.25	158.7	267.84	355.66	398.66	356.5	279	182.9	87.6	53.32	2.369
السليمانية	43.4	61.6	99.2	138	266.3	333	396.8	353.4	264	148.8	81	49.6	2.195
دهوك	40.3	59.4	96.1	135	220.1	297	334.8	316.2	228	133.3	60.6	43.4	1.964

المصدر : اقليم كوردستان العراق ، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الإحصاء، 1-سجلات الامطار لمحطة أربيل للفترة(1992-2017)،2-سجلات الامطار لمحطة السليمانية للفترة(1993-2017)، 3-سجلات الامطار لمحطة دهوك للفترة(2000-2017)، ب بيانات غير منشورة.

2- طرائق احتساب التبخر/النتح الكامن في محطات منطقة الدراسة

هناك عدة طرائق لاحتساب التبخر/ النتح الكامن، إذ ان القيم المستخرجة منه تحدد زمان ومكان استعمال الري أو عدمه، ويترتب على نتائجها كمية المياه اللازمة للري، فضلاً عن أهميتها فيما يمكن أن تكون عليه مشاريع الخزن والسيطرة، والوضع الإروائي التي تقوم بالدرجة الاولى على الطريقة التي استخرجت فيها قيم التبخر/ النتح .

تم الإعتماد على الطرائق غير المباشرة (التجريبية)، إذ تعتمد هذه الطرائق على حساب قيم التبخر/النتح الكامن على قياس عنصر واحد أو اكثر من العناصر المناخية منها (درجة الحرارة، شدة الإشعاع الشمسي، الرطوبة النسبية و السرعة الرياح)، وعليه فإن استخدام هذه الطرائق يجب أن تناسب خصائص المنطقة المراد دراستها، ونتناول البعض من أهم الطرائق و أكثرها تطبيقاً وهي :

1- **معادلة ثورنثويت:** اعتمد ثورنثويت على درجة الحرارة كأساس لحساب قيمة التبخر/ النتح الكامن، ويتم استخدامها لاحتساب كمية التبخر/النتح الكامن، وذلك وفق المعادلة الآتية: (www.kenanaonlin.com)

$$ETo = 16 \left(\frac{10T}{I}\right) a$$

اذ إن :

ETo = كمية التبخر/ النتح الكامن (ملم)

T = معدل درجة الحرارة (مْ)

I = معامل الحرارة ويتم احتسابه من i <

a = قيمة ثابتة

تشير نتائج معادلة ثورنثويت، التي طبقت على محطات أربيل، السليمانية و دهوك. وكما هوملاحظ من الجدول (10) الى الآتي :

1- سجلت محطة دهوك أدنى مجموع سنوي، إذ بلغ (1257)ملم، في حين سجلت محطة السليمانية اعلى المجموع إذ بلغ (1290.7) ملم أما محطة أربيل فسجلت (1289.9) ملم.

2- تباين المعدلات الفصلية لقيم التبخر/النتح الكامن في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك. إذ بلغت القيم في أشهر الشتاء (9.7 ، 5.9 ، 11.1) ملم في محطة دهوك، في حين بلغت (9.7 ،8.07 ، 27.3) في محطة السليمانية، أما في محطة أربيل فبلغت القيم نحو (13.7 ، 9.8 ، 26.7) ملم .

3- سجلت اعلى قيم التبخر/النتح الكامن في أشهر الصيف(حزيران، تموز، واب)، ويعزى ذلك الى ارتفاع درجات الحرارة، إذ بلغت (227.2 ، 293.5 ، 261.2) ملم في محطة دهوك، و(218.6 ، 287.2 ، 268.9) ملم في محطة السليمانية، و (228.38 ، 294.5 ، 265.5) ملم في محطة أربيل .

الجدول (10) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لكمية التبخر/ النتح الكامن/ ملم المقاسة وفق معادلة ثورنثويت

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	6.87	9.86	26.78	61.66	150.04	228.38	294.5	265.5	159.9	43.9	28.9	13.7	1289.9
السليمانية	5.05	8.07	27.3	55.3	127.9	218.6	287.2	268.9	167.9	89.1	25.7	9.7	1290.7
دهوك	5.9	11.1	28.2	62.1	135.5	227.2	293.5	261.2	155.6	41.1	26.6	9.7	1257.7

المصدر :احتسبت قيم التبخر/ النتح الكامن اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (5) ب – معادلة ثورنثويت

2- معادلة خوسلا

توصل خوسلا الى احتساب الفاقد المائي عن طريق التبخر/ النتح الكامن، بوساطة المعادلة الآتية :(الصالحى والغريرى، 2004، ص25).

$$LM = \frac{TM-32}{9.5}$$

اذ إن :

LM = التبخر / النتح الكامن (بوصة)

TM = معدل درجة الحرارة الشهري (فْ)

بعد تطبيق المعادلة، لابد من تحويل معدلات التبخر/ النتح الكامن بالبوصات الى ملمترات

وتشير نتائج تطبيق المعادلة، وكما هو ملاحظ فى الجدول (11) الى:

1- أن قيم التبخر/النتح الكامن منخفضة، بالقياس الى معادلات التبخر/ النتح الكامن، اذ بلغ المجموع السنوي نحو (1193.6 ، 1157.95 ، 1161.26)ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي:

2- تشير النتائج الى ان المعدلات الشهرية هي الاخرى منخفضة بالقياس الى معادلات التبخر/ النتح الكامن، إذ سجلت أشهر الشتاء قيما تراوحت مابين (39.88- 47.24) ملم في محطة أربيل، وبين(32.51 – 43.94) ملم في محطة السليمانية، وبين (32 – 48) ملم في محطة دهوك .

3- سجلت أشهر الصيف قيماً تراوحت ما بين (145.79 – 160.8) ملم في محطة أربيل، وبين (144.27 - 161.29) ملم في محطة السليمانية، وبين (145.54 – 161.03) ملم في محطة دهوك .

الجدول (11) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لكمية التبخر/ النتح الكامن / ملم المقاسة وفق معادلة خوسلا

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	39.88	46.74	65.02	88.9	122.94	145.79	160.8	158.5	136.14	109.73	71.88	47.24	1193.6
السليمانية	32.51	40.38	62.99	85.34	114.3	144.27	161.29	160.78	138.17	107.69	66.29	43.94	1157.95
دهوك	36.32	48	65.53	88.39	117.60	145.54	161.03	157.73	134.62	105.92	68.58	32	1161.26

المصدر :احتسبت قيم التبخر/ النتح الكامن اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (5) ب – معادلة خوسلا

2- معادلة ايفانوف: اعتمد العالم الروسي ايفانوف على معدل درجة الحرارة ومعدل الرطوبة النسبية، لاستخراج التبخر / النتح الكامن وفق المعادلة الآتية : (السامرائي ، 1990، ص105)**.**

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

E = مقدار التبخر/ النتح الكامن (ملم)

T = معدل درجة الحرارة الشهري (مْ)

A = معدل الرطوبة النسبية الشهرية .

تبين من تطبيق معدلة ايفانوف على محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك، ومن ملاحظة الجدول(12) أن قيم التبخر/ النتح الكامن تتباين خلال فصول السنة :

- بلغت القيم خلال أشهر فصل الصيف نحو(518.4 ، 582.9 ، 554.5) ملم في محطة أربيل، بينما بلغت (536.6 ، 595.7 ، 616.30) ملم في محطة السليمانية للأشهر نفسها، في حين بلغت (492.9 ، 576.1 ، 559.09) ملم في محطة دهوك للأشهر نفسها .
- بلغت القيم خلال أشهر فصل الربيع (123.2 ، 163.6 ، 334.4) ملم في محطة أربيل، بينما بلغت نحو(126.6 ، 156.4 ، 313.4) ملم في محطة السليمانية على التوالي، في حين بلغت (119.8 ، 163.2 ، 313) ملم في محطة دهوك للأشهر نفسها على التوالي .
- بلغت القيم خلال أشهر فصل الخريف(450.7 ، 287.7 ، 119.8) ملم في محطة أربيل على التوالي، بينما بلغت (490.3 ، 393 ، 119.4) ملم في محطة السليمانية للأشهر نفسها على التوالي، في حين بلغت (460.8 ، 290.5 ، 129.4) ملم في محطة دهوك للأشهر نفسها على التوالي .
- بلغت قيم التبخر/النتح الكامن خلال أشهر فصل الشتاء نحو(62.3 ، 60.4 ، 78.2) ملم في محطة أربيل على التوالي، بينما بلغت (70.62 ، 51 ، 70.2) ملم في محطة السليمانية للأشهر نفسها على التوالي، في حين بلغت (43 ، 61 ، 75.6) ملم في محطة دهوك للأشهر نفسها على التوالي، ويعزى ذلك الى انخفاض درجات الحرارة .
- بلغت قيم المعدلات السنوية نحو(3336 ، 3539.5 ، 3285.3) ملم في المحطات الثلاث على التوالي، وقد سجلت محطة دهوك أدنى المعدلات مقارنة بمحطات أربيل والسليمانية، لأشهر السنة كافة ، بينما سجلت محطة السليمانية أعلى معدلات الشهرية ولاسيما في شهر تموز.

الجدول (12) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لكمية التبخر/ النتح الكامن/ ملم المقاسة وفق معادلة ايفانوف

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	60.42	78.21	123.18	163.64	334.4	518.37	582.87	554.45	450.69	287.7	119.82	62.25	3336
السليمانية	51	70.23	126.6	156.40	313.44	536.57	595.71	616.30	490.28	393	119.34	70.62	3539.5
دهوك	61	75.57	119.57	163.19	313	492.89	576.13	559.09	460.81	290.51	129.42	43	3285.4

المصدر :احتسبت قيم التبخر / النتح الكامن اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (5 و7) ب – معادلة ايفانوف

4-معادلة نجيب خروفة

تستخدم هذه المعادلة للمناطق شبة الجافة، وهي على النحو الآتي : (الحسنى والصحاف، 1995، ص89)

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

ETo = التبخر / النتح الكامن (ملم)

P = النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس الشهرية بالنسبة لعددها .

C = معدل درجة الحرارة (مْ) في السنة .

أظهرت معادلة نجيب خروفة، بعد تطبيقها على محطات منطقة الدراسة، كما هو مبين في الجدول (13)الآتي :

1- تباين معدلات التبخر/ النتح الكامن شهرياً بين المحطات، إذ تصل أعلى هذه المعدلات صيفاً مع ارتفاع درجات الحرارة، ولاسيما في شهر تموز، إذ بلغت نحو (143.76 ، 143.79 , 139.78) ملم في محطات أربيل، السليمانية، ودهوك على التوالي. في حين انخفضت المعدلات في فصل الشتاء الى أدنى القيم، ولاسيما في شهر كانون الثاني، إذ بلغت (24.51 ، 20.25 ، 22.78) ملم في المحطات الثلاث على التوالي، وذلك بسبب انخفاض درجات الحرارة، وترتفع المعدلات في فصل الشتاء، ولاسيما في شهر نيسان الى (72.42 ، 69.17 ، 71.06) ملم في المحطات الثلاث على التوالي. بينما تصل في شهر تشرين الاول (فصل الخريف) الى (76.99 ، 75.32 ، 75.62) ملم في المحطات الثلاث على التوالي .

2- سجلت محطة أربيل أعلى مجموع سنوي، إذ بلغت (950.15) ملم، في حين جاءت محطة دهوك ثانية اذ سجلت (933.64) ملم، أما محطة السليمانيه فسجلت مجموع سنوي قدره (923.41) ملم .

الجدول (13) المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لكمية التبخر / النتح الكامن / ملم المقاسة وفق معادلة نجيب خروفة

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	24.51	31.39	48	72.42	107.60	132.14	143.76	133.73	105.41	76.99	45.88	28.32	950.15
السليمانية	20.25	27.4	46.67	69.17	99.77	130.47	143.79	135.20	106.77	75.32	42.18	26.42	923.41
دهوك	22.78	32.63	48.33	71.06	101.43	131.83	139.78	132.81	104.73	75.62	44.74	27.90	933.64

المصدر :احتسبت قيم التبخر / النتح الكامن اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (3 و5) ب – معادلة نجيب خروفة

يعد قياس القيمة الفعلية للأمطار على درجة من الأهمية، لأنه يعطى الصورة الحقيقة القريبة من واقع امكانية الاستفادة منها في مختلف المجالات ولاسيما المجال الزراعي، إذ هناك صيغ رياضية لتقدير معامل المطر الفعال منهما :

1- طريقة لانج

وضع لانج معامل المطر المستخرج عن طريق العلاقة بين كمية الامطار الساقطة ودرجة الحرارة على وفق المعادلة الأتية : (الموسوي وابو رحيل، 2011، ص96)

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

اذ ان :

F = معامل المطر

N = الامطار الساقطة (ملم)

T = معدل درجة الحرارة (مْ)

وفق نتائج المعادلة اعلاه ، قسم لانج العالم الى أربعة مناطق هي :

صفة المنطقة	معامل المطر
شديدة الجاف	صفر – 10

جافة	10 – 40
شبه رطبة	40 – 160
رطبة	اكثر من 160

عند احتساب معامل المطر الفعال وفق طريقة لانج يظهر أنه يتراوح مابين (0.08 - 8.4) ملم في محطة أربيل، وبين (0.07 – 18.9) ملم في محطة السليمانية، وبين (0.06 – 16.6) ملم في محطة دهوك .

ويظهر من تحليل الجدول (14) أن محطة السليمانية احتلت المرتبة الأولى من بين محطات منطقة الدراسة، في المعدلات الشهرية والمجموع السنوي لمعامل المطر، إذ بلغ المجموع السنوي (64.17) ملم في محطة السليمانية، و(48.06) ملم في محطة دهوك ، و(29.15) ملم في محطة أربيل، أما المعدلات الشهرية فإن قيمها تختلف باختلاف فصول السنة، عليه فإن معامل المطر لمحطة أربيل يقع مابين (صفر – 10) وفق تصنيف لانج، لذا فإن محطة أربيل تعد من المناطق شديدة الجفاف حسب هذا التصنيف، أما محطتي السليمانية و دهوك فأنها تقعان ضمن منطقة الجافة .

الجدول (14) المعدلات الشهرية لمعامل المطر الفعال / ملم المقاس وفق طريقة لانج

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	8.4	5.9	4.7	2.4	0.59	-	-	-	0.08	0.78	1.9	4.4	29.15
السليمانية	18.9	12.4	7.8	4.8	1.4	-	-	-	0.07	1.4	6.1	11.3	64.17
دهوك	16.6	8.7	5.1	2.9	0.8	-	-	-	0.06	1.1	4.4	8.4	48.06

المصدر :اعد الجدول اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (5و8) ب – معادلة لانج

2 - طريقة دي مارتون : قسم العالم الى خمس مناطق حسب معامل الجفاف، ووفق المعادلة الآتية : (موسى، 2002، ص 27-28)

$$I = \frac{N}{T+10}$$

اذ أن :

I = معامل الجفاف

N = كمية الامطار الساقطة (ملم)

T = المعدل درجة الحرارة (مْ)

وفق هذه المعادلة ظهرت مناطق الجفاف على النحو الآتي :

معامل الجفاف	غطاء النبات الطبيعي	نوع المناخ
أقل من 5	صحراء	مناخ جاف
5 – 9.9	اعشاب قصيرة	مناخ شبه جاف
10 – 19.9	استيبس	مناخ شبه رطب
20 – 29.9	حشائش مختلطة بالأشجار	مناخ رطب
30 أكثر	غابات	مناخ رطب جداً

الجدول (15) المعدلات الشهرية لمعامل المطر الفعال / ملم المقاس وفق طريقة دي مارتون

أشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	3.8	2.9	2.7	1.6	0.4	-	-	-	0.07	0.7	1.8	3.4	17.37
السليمانية	7.6	5.7	4.5	3	1	-	-	-	1	1	3.5	5.4	32.7
دهوك	7.1	4.4	2.9	1.9	0.6	-	-	-	0.8	0.8	2.6	4	25.1

المصدر : اعتماداً على المصادر الآتية :

أ – الجدول (5 و8) ب – معادلة دي مارتون

أظهرت نتائج تطبيق معادلة دي مارتون على محطات منطقة الدراسة أن معامل الجفاف للمنطقة يقع ما بين(0.6 ، 7.6) ملم، و هذا يعني ان مناطق أربيل والسليمانية ودهوك هي مناطق شبه جافة، إذ بلغ معامل الجفاف فيها بين (0.4، 3.8) ملم في محطة أربيل، وبين(1- 7.6) في محطة السليمانية، وبين (0.6 ، 7.1) ملم في محطة دهوك، عليه يتباين المجموع السنوي بين المحطات، إذ بلغ (17.37) ملم في محطة أربيل، و(25.1) ملم في محطة دهوك، وسجلت محطة السليمانية (32.7) ملم، وجاءت محطة السليمانية بالمرتبة الاولى من حيث معامل المطر الفعال مقارنة بالمحطات الاخرى .

3- احتساب الموازنة المائية المناخية للمحطات

يعد العالم ثورنثويت أول من استخدام مفهوم الموازنة المائية في الدراسات المناخية، إذ اكد أن رطوبة التربة تمثل توازناً ديناميكياً في كميات المياه المضافة اليها سواء كانت عن طريق الأمطار أو الري، وبين كمية ما تفقده التربة من المياه عن طريق التبخر / النتح . (الحسني والصحاف ،1995 ، ص91)

الموازنة المائية هي تعبير عن العلاقة الكمية بين التساقط والتبخر/النتح، فعندما يكون مقدارالتساقط أكبر من مقدار التبخر/النتح يكون هناك فائض مائي، وبالعكس عندما يكون التساقط اقل من التبخر/النتح ينتج عنه عجزاً مائياً. تحدد الموازنة المائية المناخية في ضوء قيمها المستخرجة وقت ومكان استعمال الري او عدمه، كما تحدد الكمية اللازمة للري، وما هو مقدار وحجم مشاريع الري والخزن، كما أن لها دوراً في التخطيط لاستخدام المياه السطحية، والجوفية للأغراض الزراعية، المنزلية والصناعية، وتوليد الطاقة الكهربائية، فضلاً عن مجالات الحياة المختلفة، ولاسيما مقدار حاجة النبات للمياه (الموسوى، 1995، ص277).

احتسبت الموازنة المائية المناخية لمنطقة الدراسة على النحو الآتي :

اولاً : الموازنة المائية المناخية وفق معادلة ثورنثويت

عند تطبيق معادلة ثورنثويت على محطات أربيل والسليمانية، ودهوك لاستخراج الموازنة المائية المناخية، يظهر أن المعادلة اعطت نتائج ايجابية (فائض مائي) خلال أشهر فصل الشتاء وشهرى آذار وتشرين الثاني وللمحطات الثلاث، اي ان هناك فائض مائياً في(5-6) اشهر بالنسبة للمحطات، ويظهر من خلال الجدول (16) والشكل (1)الاتي:

1- بلغ الفائض المائي في أشهر الشتاء (كانون الاول، كانون الثاني، شباط) نحو(52.7 ، 62.33 ، 46.94) ملم في محطة أربيل و(93.58 ، 123.33 ، 96.18) ملم في محطة السليمانية، و (69.8 ، 119.4 ، 76.3) ملم في محطة دهوك . ان قيم التبخر/النتح الكافي يرجع الى قصر ساعات النهارالنظرية والفعلية وكثرة الغيوم، وانخفاض معدلات درجات الحرارة وتساقط الأمطار وارتفاع نسبة الرطوبة النسبية.

2- يستمر الفائض المائي خلال شهري اذار ونيسان (فصل الربيع) في محطة السليمانية لتسجل (75.5 ، 29.58) ملم على التوالي، بينما يستمر الفائض المائي خلال شهر آذار فقط في محطتى أربيل ودهوك لتسجل (36.12 ، 41.2) ملم على التوالي. يبدأ العجز المائي خلال شهري نيسان وآيار (فصل الربيع) ليبلغ (- 16.76 ، -134.84) ملم في محطة أربيل، و(-8.7 ، -116.1) ملم في محطة دهوك، أما بالنسبة لمحطة السليمانية فقد سجلت شهر ايار العجز المائي ب (- 93.62) ملم. على

الرغم من الوجود العجز المائي في فصل الربيع الا أنه يعد أفضل فترة لنمو المحاصيل الحقلية في منطقة الدراسة، فالأمطار الساقطة فيه لها الأثر المباشر في نجاح أو فشل الزراعة الديمية فيها، وذلك لاعتمادها المباشر على مياه الامطار.

3- ترتفع كمية العجز المائي في الموازنة المائية المناخية الى ذروتها خلال أشهر فصل الصيف لتسجل (- 228.38 ، -294.5 ، - 265.5) ملم في محطة أربيل ، والى (- 218.6 ، - 287.2 ، -268.9) ملم في محطة السليمانية ، بينما بلغ العجز (- 227.2 ، - 293.5 ، - 261.2) ملم في محطة دهوك على التوالي . ان زيادة العجز المائي خلال فصل الصيف يرجع الى زيادة في كمية الإشعاع الشمسي وطول ساعات النهار النظرية والفعلية، وانعدام التساقط المطري، وقلة الرطوبة النسبية.

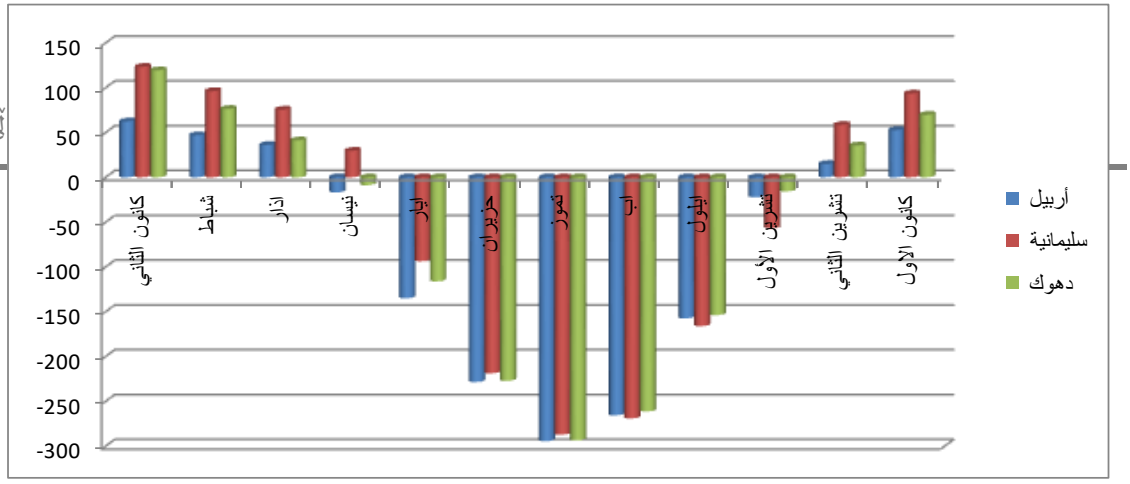
4- تأخذ قيم العجز المائي بالانخفاض خلال شهري أيلول وتشرين الأول (فصل الخريف) إذ بلغت القيم (- 157.4 ، -22.3) ملم في محطة أربيل، و(- 165.87 ، -56.99) ملم في محطة السليمانية، وبلغ العجز المائي في محطة دهوك (- 153.7 ، - 15.8)ملم على التوالي لشهرين المذكورين. بينما سجل فائض مائي في أواخر فصل الخريف خلال شهر تشرين الثاني إذ بلغت (14.9) ملم في محطة أربيل، و (58.55) ملم في محطة السليمانية، و (35.5) ملم في محطة دهوك .

5- وفق نتائج موازنة الثورنثويت، سجلت محطة السليمانية أعلى قيم الفائض المائي السنوي في الموازنة المائية المناخية ، أذ بلغت (476.72) ملم ، بينما جاءت محطة دهوك ثانياً، إذ بلغت القيم الى (342.2) ملم، في حين انخفض الفائض المائي في محطة أربيل الى (212.99) ملم، وسجلت محطة دهوك أدنى كمية العجز المائي السنوي الذي بلغ (-1076.2) ملم، بينما جاءت محطة السليمانية ثانية، إذ بلغ مجموع العجز السنوي (- 1091.18) ملم في حين سجلت محطة أربيل أعلى القيم إذ بلغ عجزها (-1119.68) ملم، ويعزى ذلك الى موقع المحطة الذى يتسم بالانبساط حيث يرتفع ب(470 م)، مقارنة مع موقع محطتي السليمانية ودهوك اللتين يرتفعان ب(884.8 و569)م على التوالي .

الجدول (16) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة ثورنثويت

المحطات	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	كمية الامطار الساقطة ملم	69.2	56.8	62.9	44.9	15.2	-	-	-	2.5	21.6	43.8	66.4	385.3
	التبخر / النتح الكامن / ملم	6.87	9.86	26.78	61.66	150.04	228.38	294.5	265.5	159.9	43.9	28.9	13.7	1289.9
	الموازنة المائية المناخية	+62.33	46.94 +	36.12 +	16.76 -	134.84 -	228.38 -	294.5 -	265.5 -	157.4 -	22.3 -	14.9 +	52.7 +	+212.99 -1119.68
السليمانية	كمية الامطار الساقطة ملم	128,38	104,25	102,80	84,88	34,28	-	-	-	2,03	32,11	84,25	103,28	677,5
	التبخر / النتح الكامن / ملم	5.05	8.07	27.3	55.3	127.9	218.6	287.2	268.9	167.9	89.1	25.7	9.7	1290.7
	الموازنة المائية المناخية	+123.33	96.18 +	75.5 +	29.58 +	93.62 -	218.6 -	-287.2	-268.9	165.87 -	56.99 -	58.55 +	93.58 +	+476.72 -1091.18
دهوك	كمية الامطار الساقطة ملم	125.3	87.4	69.4	53.4	19.4	-	-	-	1.9	25.3	62.1	79.5	524.8
	التبخر / النتح الكامن / ملم	5.9	11.1	28.2	62.1	135.5	227.2	293.5	261.2	155.6	41.1	26.6	9.7	1257.7
	الموازنة المائية المناخية المائية المناخية	119.4 +	76.3 +	41.2 +	8.7 -	116.1 -	227.2 -	-293.5	-261.2	-153.7	15.8 -	35.5 +	69.8 +	+342.2 -1076.2

المصدر: اعتماداً على الجدولي(8 و10).



الشكل(1) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة ثورنثويت .

المصدر: أعتماداً على الجدول(16).

ثانياً : الموازنة المائية المناخية وفق معادلة خوسلا

ظهر من تطبيق معادلة خوسلا، في ايجاد الموازنة المائية المناخية على محطات منطقة الدراسة، ومن ملاحظة الجدول (17) والشكل (2) الآتي :

1- سجلت محطات منطقة الدراسة فائضاً مائياً خلال أشهر فصل الشتاء، إذ بلغ الفائض المائي (+ 19.2، +29.32 ،+ 10.06) ملم في محطة أربيل، و(+ 59.34 ، + 95.87 ، + 63.87) ملم في محطة السليمانية، و(+ 47.5 ،+ 88.98 ،+ 39.4) ملم في محطة دهوك .

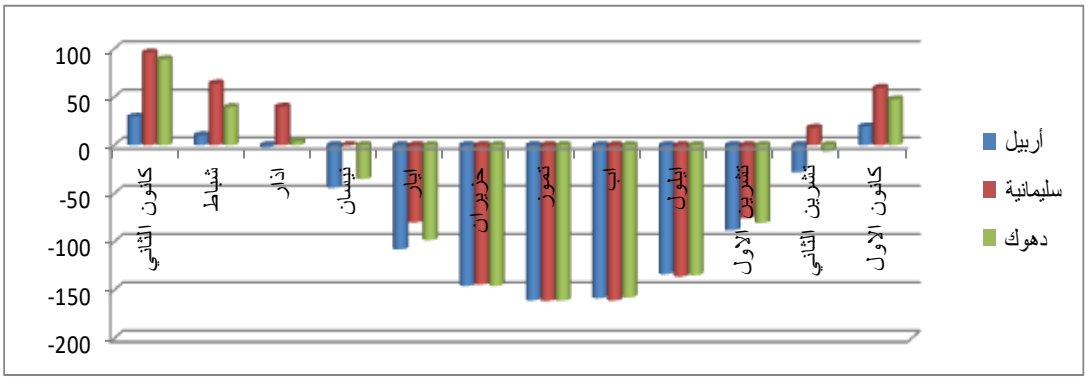
الجدول (17) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة خوسلا

المحطة	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	كمية الامطار الساقطة ملم	69.2	56.8	62.9	44.9	15.2	-	-	-	2.5	21.6	43.8	66.4	385.3
	التبخر / النتح الكامن / ملم	39.88	46.74	65.02	88.9	122.94	145.79	160.8	158.5	136.1	109.7	71.88	47.2	1193.6
	الموازنة المائية المناخية	+29.32	+10.06	-2.12	-44	-107.74	-145.79	-160.8	-158.5	-133.6	-88.1	-28.08	+19.2	+58.58 -868.73
السليمانية	كمية الامطار الساقطة ملم	128.38	104.25	102.80	84.88	34.28	-	-	-	2.03	32.11	84.25	103.28	677.5
	التبخر / النتح الكامن / ملم	32.51	40.38	62.99	85.34	114.3	144.27	161.29	160.78	138.17	107.69	66.99	43.94	1157.95
	الموازنة المائية المناخية	+95.87	+63.87	+39.81	0.46 -	-80.02	-144.27	-161.29	-160.78	-136.14	-75.58	+17.96	+59.34	+276.85 -758.54
دهوك	كمية الامطار الساقطة	125.3	87.4	69.4	53.4	19.4	-	-	-	1.9	25.3	62.1	79.5	524.8

	ملم												
	التبخر / النتح الكامن / ملم	36.32	48	65.53	88.39	117.60	145.54	157.73	134.62	134.62	105.92	68.58	32	1161.26
	الموازنة المائية المناخية المائية المناخية	+88.98	+39.4	+3.87	-34.99	-98.2	-145.54	-161.03	-157.73	-134.62	-80.62	-6.48	+47.5	+179.75 -817.31

المصدر:أعتماداً على الجدولي(8 و11).

2- سجل الفائض المائي خلال شهر اذار (فصل الربيع) في كل من محطتي السليمانية ودهوك (+ 39.8 ، +3.87) ملم على التوالي، بينما سجل العجز المائي خلال شهري نيسان وايار (فصل الربيع) في المحطتين وبلغت (- 0.46 ، - 80.02) في محطة السليمانية، و(- 34.99 ، - 98.2) ملم في محطة دهوك على التوالي، أما في محطة أربيل فقد سجلت العجز المائي خلال أشهر فصل الربيع، إذ بلغ (- 2.12 ، -44 ، - 107.74) ملم على التوالي.



الشكل(2)الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة خوسلا.

المصدر: اعتماداً على الجدول(17).

3- يبدأ العجز المائي بالارتفاع خلال أشهر فصل الصيف، اذ تراوحت القيم في أشهر (حزيران، تموز، اب) مابين (- 145.79 ، -160.8) ملم في محطة أربيل، وبين (- 144.27 ، - 161.29) ملم في محطة السليمانية، و (- 145.54 ،- 161.03) ملم في محطة دهوك، ويعزى ذلك الى انعدام سقوط الامطار، وارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية في هذا الفصل.

4- تأخذ قيم العجز المائي بالانخفاض خلال أشهر فصل الخريف في محطتي أربيل ودهوك، إذ بلغ (- 133.6 ، - 88.1 ، - 28.08) ملم في محطة أربيل على التوالي، و(- 132.72 ،- 80.62 ، - 6.48) ملم في محطة دهوك، بينما شمل العجز المائي شهري أيلول وتشرين الاول في محطة السليمانية، اذ بلغ (- 136.14 ، - 75.58) ملم على التوالي، في حين سجلت محطة السليمانية الفائض المائي خلال تشرين الثاني (+ 17.96) ملم.

5- سجلت محطة السليمانية أعلى قيم الفائض المائي في الموازنة المائية المناخية، إذ بلغ الفائض (+ 276.85) ملم، وجاءت محطة دهوك ثانياً، إذ بلغ فيها نحو(+179.75) ملم، في حين انخفض الفائض المائي في محطة أربيل الى

(+ 58.58) ملم، كما سجلت محطة السليمانية أدنى كمية العجز المائي السنوي الذي بلغ (- 758.54) ملم، بينما جاءت محطة دهوك ثانياً، إذ بلغ مجموع العجز السنوي(- 817.31) ملم، في حين ارتفع مجموع العجز في محطة أربيل الى (- 868.73) ملم .

يظهر مما تقدم أن قيم الموازنة المائية المناخية المستخرجة من معادلة خوسلا منخفضة ولاسيما الشهرية والسنوية في محطات منطقة الدراسة.

ثالثاً : الموازنة المائية المناخية وفق معادلة ايفانوف

يلاحظ عند تطبيق معادلة ايفانوف لاستخراج الموازنة المائية المناخية لمحطات منطقة الدراسة، ومن خلال الجدول (18) والشكل (3) الآتي:

1-سجلت محطتا السليمانية ودهوك فائضاً مائياً خلال أشهر فصل الشتاء، إذ تراوح بين (+ 32.66 ، + 77.38) ملم في محطة السليمانية، أما محطة دهوك فتراوح الفائض بين (+ 11.83 ، +63.4) ملم، بينما سجلت محطة أربيل فائضاً مائياً خلال شهري كانون الأول والثاني فقط، إذ بلغ (+ 4.15 ، + 8.78) ملم .

2- يبدأ العجز المائي خلال أشهر فصل الربيع في محطات أربيل والسليمانية و دهوك، إذ بلغ (-21.41، - 60.28 ،- 118.74) ملم في محطة أربيل، و(-23.8 ،-71.52 ، -279.16) ملم في محطة السليمانية، ونحو(-50.35 ، -109.79 ، -293.6) ملم في محطة دهوك .

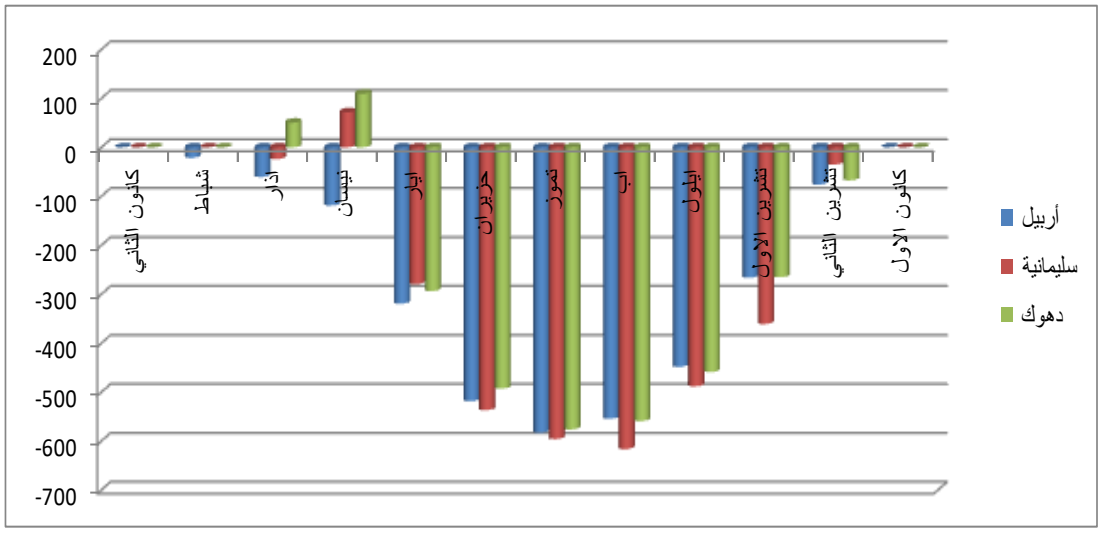
3- يستمر العجز المائي ليبلغ ذروتها خلال أشهر فصل الصيف إذ بلغ العجز(- 518.37 ، -582.87 ، -554.45) ملم في محطة أربيل، و(- 536.57 ، -595.71 ، -616.30) ملم في محطة السليمانية، و(-492.89 ، -576.13 ،-559.09) ملم في محطة دهوك. إذ أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدى الى ارتفاع مقدار العجز المائي، وذلك كنتيجة لازدياد كمية التبخر/ النتح الكامن، وانخفاض الرطوبة النسبية، ويؤدى ذلك الى ازدياد الاستهلاك المائي والضغط على الموارد المائية في منطقة الدراسة.

الجدول (18) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة ايفانوف

المحطات	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	كمية الامطار الساقطة ملم	69.2	56.8	62.9	44.9	15.2	-	-	-	2.5	21.6	43.8	66.4	385.3
	التبخر / النتح الكامن / ملم	60.42	78.21	123.18	163.64	334.4	518.37	582.87	554.45	456.69	287.7	119.82	62.25	3336
	الموازنة المائية المناخية	+8.78	-21.41	-60.28	-118.74	-319.2	-518.37	-582.87	-554.45	-448.19	-266.1	-76.02	+4.15	+12.93 -2965.63
السليمانية	كمية الامطار الساقطة ملم	128.38	104.25	102.80	84.88	34.28	-	-	-	2.03	32.11	84.25	103.28	677.5
	التبخر / النتح	51	70.23	126.6	156.40	313.44	536.57	595.71	616.30	490.28	393	119.34	70.62	3539.5

	الكامن / ملم												
	الموازنة المائية المناخية	+77.38	+34.02	-23.8	71.52	-279.16	-536.57	-595.71	-616.30	-488.25	-360.89	-35.09	+32.66	+144.06 -3039.95
دهوك	كمية الامطار الساقطة ملم	125.3	87.4	69.4	53.4	19.4	-	-	-	1.9	25.3	62.1	79.5	524.8
	التبخر / النتح الكامن / ملم	61.90	75.57	119.75	163.19	313	492.89	576.13	559.09	460.81	290.51	129.42	43	3285.3
	الموازنة المائية المناخية المائية المناخية	+63.4	+11.83	50.55 -	-109.79	-293.6	-492.89	-576.13	-559.09	-458.91	-265.21	-67.32	+36.5	+111.73 -2873.26

المصدر: آعتماداً على الجدولي(8 و 12).



الشكل(3) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة ايفانوف

ا لمصدر: اعتماداً على الجدول(18).

4 - تأخذ قيم العجز المائي بالانخفاض خلال أشهر فصل الخريف في محطات منطقة الدراسة، إذ بلغ (- 448.19 ، -266.1 ، -76.02) ملم في محطة أربيل على التوالي، و (-488.25 ، - 360.89 ، -35.09) ملم في محطة السليمانية، و(-458.91 ، -265.21 ، -67.32) ملم في محطة دهوك .

5-وفق نتائج الموازنة لايفانوف سجلت محطة السليمانية أعلى قيم الفائض المائي السنوي في الموازنة المائية المناخية، إذ بلغ الفائض المائي (+ 144.06) ملم، بينما جاءت محطة دهوك ثانياً، إذ بلغ فيها(+ 111.73)ملم، في حين انخفض الفائض المائي محطة أربيل الى (+ 12.93) ملم، وسجلت محطة دهوك أدنى كمية العجز المائي السنوي الذي بلغ فيها (- 2873.26)ملم، بينما جاءت محطة أربيل ثانياً، إذ بلغ مجموع العجز السنوي(- 2965.63) ملم، في حين سجلت محطة السليمانية أعلى كمية العجز، إذ بلغ مجموع عجزها (-3039.95) ملم .

رابعاً: الموازنة المائية المناخية وفق معادلة نجيب خروفة

تشير نتائج الموازنة المائية المناخية التي توصلت اليها الدراسة من معادلة نجيب خروفة، من خلال الجدول (19) والشكل (4) الى الآتي :

1- سجلت محطات منطقة الدراسة فائضاً مائياً خلال أشهر فصل الشتاء، اذ بلغ الفائض المائي (38.08 ، 44.69، 25.41) ملم في محطة اربيل، و(76.86 ، 108.13 ، 76.85) ملم في محطة السليمانية، و(51.6 ، 102.52 ، 54.77) ملم في محطة دهوك.

2- سجلت محطة السليمانية فائضاً مائياً خلال شهري آذار ونيسان إذ بلغ (+15.71 ، + 56.13) ملم على التوالي، و سجلت المحطة نفسها عجزاً مائياً في شهر ايار بلغ (- 65.49) ملم، أما محطتي أربيل ودهوك فسجلتا فائضاً مائياً خلال شهر آذار بلغ (+14.9 ، +21.07) ملم على التوالي، في حين سجلت محطتى أربيل ودهوك عجزاً مائياً في شهري نيسان وآيار بلغ (- 27.52 ، - 92.4) في محطة أربيل، و(- 17.66 ، -82.03) ملم في محطة دهوك .

3- يستمر العجز المائي بالارتفاع الى أقصاها في فصل الصيف، إذ يصل العجز نحو(- 132.14 ، -143.76 ، - 133.73) ملم في محطة أربيل، و(- 130.47 ، - 143.79 ،- 135.20) ملم في محطة السليمانية، و(-131.83 ، -139.78 ، -132.81) ملم في محطة دهوك .

4-أخذ قيم العجز المائي بالانخفاض عند حلول فصل الخريف الى (-102.91 ، -55.39 ، -2.08) ملم في محطة أربيل، أما محطتي السليمانية و دهوك، فقد سجلتا عجزاً مائياً خلال شهري أيلول وتشرين الأول بلغ (- 104.74 ، -43.21) ملم في محطة السليمانية، على التوالي و(- 102.83 ، - 50.32) ملم في محطة دهوك على التوالي. في حين كلتا سجلت المحطتان سجلتا فائضاً مائياً خلال شهر تشرين الثاني اذ بلغ (+ 42.07 ، +17.36) ملم على التوالي .

5-وفق نتائج الموازنة لخروفة، فقد سجلت محطة السليمانية أعلى قيم الفائض المائي السنوي في الموازنة المائية المناخية اذ بلغ الفائض(+ 375.75) ملم بينما جاءت محطة دهوك ثانياً، إذ بلغ فيها (+ 247.32) ملم، في حين انخفض الفائض المائي في محطة أربيل الى نحو (+ 123,08) ملم، وسجلت محطة السليمانية أدنى قيم العجز المائي في حين كان المجموع السنوي لها بلغ (- 622.9) ملم، بينما سجلت محطة دهوك مجموعاً قدره (- 657.26) ملم، في حين سجلت محطة أربيل أعلى مجموع سنوي للعجز بلغ (689.93) ملم .

يتضح مما تقدم أن جميع المعادلات سجلت فائضاً مائياً خلال أشهر الشتاء، وشهري اذار و نيسان، وتشرين الثاني، ولاسيما معادلة ثورنثويت و خروفة ، ويعود ذلك الى انخفاض معدلات التبخر /النتح الكامن في هذه المعادلات، في حين سجلت معادلات ايفانوف، وخوسلا عجزاً مائياً، استمر(9 – 10) شهراً في محطة أربيل، و (7- 9) شهراً في محطة السليمانية، و(8 - 9) شهراً في محطة دهوك ، ويعود ذلك الى ارتفاع معدلات التبخر /النتح الكامن في هذه المعادلات .

أما المجموع السنوي للعجز المائي فكان ترتيبه وفق المعادلات على النحو الآتي :

احتلت معادلة ايفانوف المرتبة الاولى من حيث ارتفاع قيم العجز السنوي يليها ثورنثويت ثم خوسلا . واخيراً سجلت معادلة خروفة أوطا قيم العجز المائي .أما مجموع الفائض المائي السنوي فكان ترتيبه وفق المعادلات وعلى النحو الآتي :

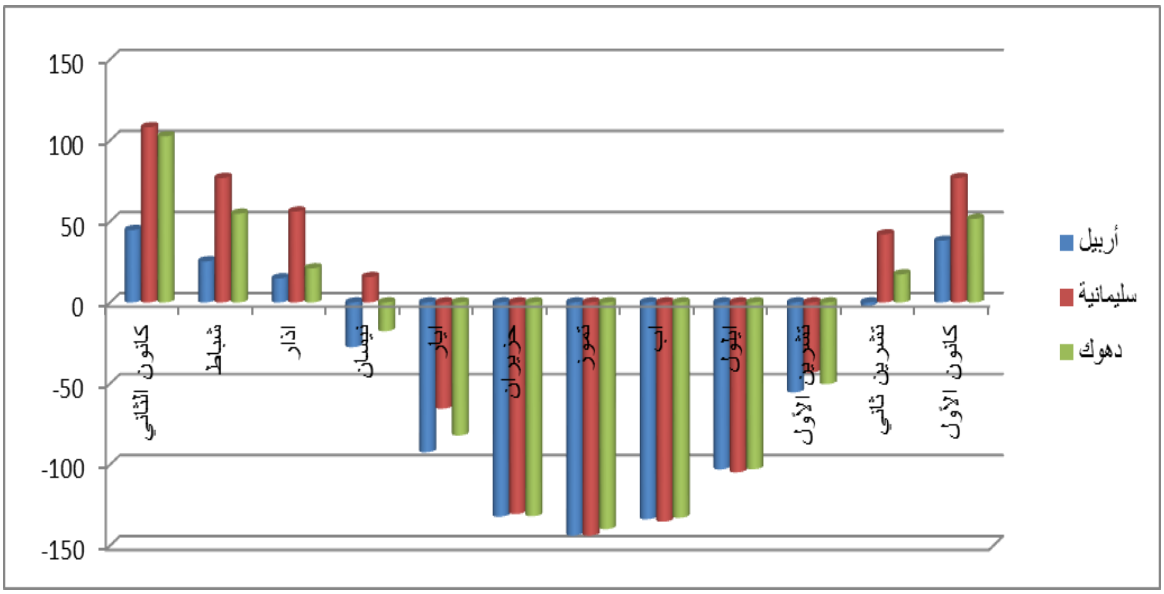
احتلت معادلة ثورنثويت المرتبة الاولى من حيث ارتفاع قيم الفائض المائي يليها خروفة ثم معادلة خوسلا . واخيراً سجلت معادلة ايفانوف أوطا قيم الفائض المائي .

الجدول (19) الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة نجيب خروفة

المحطة	التفاصيل	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين ثاني	كانون الأول	المجموع
أربيل	كمية الامطار الساقطة ملم	69.2	56.8	62.9	44.9	15.2	-	-	-	2.5	21.6	43.8	66.4	385.3
	التبخر /	24.51	31.39	48	72.42	107.60	132.14	143.76	133.73	105.41	76.99	45.86	28.32	950.15

	النتح الكامن / ملم												
	الموازنة المائية المناخية	+44.69	+25.41	+14.9	-27.52	92.4 -	-132.14	-143.76	-133.73	-102.91	-55.39	2.08 -	+38.08	+123.08 -689.93
السليمانية	كمية الامطار الساقطة ملم	128.38	104.25	102.80	84.88	34.28	-	-	-	2.03	32.11	84.25	103.28	677.5
	التبخر / النتح الكامن / ملم	20.25	27.4	46.67	69.17	99.77	130.47	143.79	135.20	106.77	75.32	42.18	26.42	923.41
	الموازنة المائية المناخية	+108.13	+76.85	+56.13	+15.71	-65.49	-130.47	-143.79	-135.20	-104.74	-43.21	+42.07	+76.86	+375.75 -622.9
دهوك	كمية الامطار الساقطة ملم	125.3	87.4	69.4	53.4	19.4	-	-	-	1.9	25.3	62.1	79.5	524.8
	التبخر / النتح الكامن / ملم	22.78	32.63	48.33	71.06	101.43	131.83	139.78	132.81	104.73	75.62	44.74	27.90	933.64
	الموازنة المائية المناخية المائية المناخية	+102.52	54.77	+21.07	-17.66	-82.03	-131.83	-139.78	-132.81	-102.83	-50.32	+17.36	+51.6	+247.32 -657.26

المصدر: آعتماداً على الجدولي(8 و 13).



الشكل(4)الموازنة المائية المناخية (ملم) لمحطات أربيل، السليمانية، دهوك وفق معادلة نجيب خروفة.
المصدر: أعتماداً على الجدول(19).

الاستنتاجات: توصلت الدراسة الى النتائج الآتية :

1- تتـأثرالعناصر المتمثلة بالإشعاع الشمسي، ودرجات الحرارة والرياح والرطوبة النسبية بعملية التبخر/ النتح الكامن، فمن حيث الإشعاع الشمسي توجد علاقة طردية بين زاوية سقوط الأشعة الشمسية، وزيادة عدد الساعات الشمسية النظرية والفعلية، وبين كمية التبخر / النتح الكامن، أما من حيث درجات الحرارة، فلها علاقة طردية أيضاً. وتؤثر سرعة الرياح في زيادة عملية التبخر/ النتح الكامن اذ تتناسب طردياً معها، بينما الرطوبة النسبية تؤثر عكسياً على عملية التبخر / النتح الكامن، إذ تزداد كمية التبخر/ النتح الكامن بانخفاض الرطوبة النسبية وتنخفض بارتفاعها .

2- تتصف منطقة الدراسة بالتطرف، وهذا ما تثبته معدلات عناصر المناخ الآتية :

- الإشعاع الشمسي : بلغت المعدلات الشهرية لزاوية السقوط مابين (30.8 – 77)درجة في محطة أربيل، وبين (31.22 – 77.30)درجة في محطة السليمانية، وبين (30.23 – 76.34) درجة في محطة دهوك. بينما تراوحت معدلات سطوع الشمس النظرية بين (9.6 – 14.45) ساعة في محطة أربيل، وبين(9.6 – 14.39) ساعة في محطة السليمانية، وبين (9.5 – 14.10) في محطة دهوك، في حين بلغت معدلات ساعات السطوع الشمسية الفعلية بين (4.5 – 11.4) ساعة في محطة أربيل، وبين(5.1 – 12) ساعة في محطة السليمانية، وبين(5.1 – 10.5) ساعة في محطة دهوك .
- أما معدلات درجات الحرارة الشهرية فتراوحت ما بين (8.28 –34.63) مْ في محطة أربيل، وبين (6.8 – 34) مْ في محطة السليمانية، وبين(7.56 – 33.4) مْ في محطة دهوك . بينما تراوحت المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى مابين(12.6 – 42) مْ في محطة أربيل ، وبين(10.9 – 41) مْ في محطة السليمانية ، و بين (11.2 – 39.8) مْ في محطة دهوك . في حين تراوحت المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى مابين(4 – 27.3) مْ في محطة أربيل، وبين (2.7 – 27) مْ في محطة السليمانية، وبين(3.9 - 27) مْ في محطة دهوك.
- تراوحت المعدلات الشهرية لسرعة الرياح مابين (1.83 – 2.59) م/ ثا في محطة أربيل، وبين (0.98 - 2.99) م/ثا في محطة السليمانية، وبين (0.9 – 1.2) م/ثا في محطة دهوك .
- تراوحت معدلات الرطوبة النسبية مابين (25.53 – 68.48 %) في محطة أربيل، وبين (24.72 - 70.15 %) في محطة السليمانية، وبين (26 – 67.5 %) في محطة دهوك .
- جاءت كمية الامطار لتعزز قاربة المنطقة الدراسة، إذ بلغ المجموع السنوي للأمطار في محطة أربيل (383.3) ملم، في محطة السليمانية (676.26)ملم، وفي محطة دهوك (523.7) ملم .
- تراوحت المعدلات الشهرية لقيم التبخر المقاس بالأحواض بين (48.05 - 398.66) ملم في محطة أربيل وبين(43.4 – 396.8) ملم في محطة السليمانية، وبين (40.3 – 334.8) ملم في محطة دهوك .

1- اظهرت الدراسة تباين المعدلات الشهرية والسنوية للتبخر/ النتح الكامن وفق المعادلات المستخدمة، وهي كالآتي:

- سجلت معادلة ثورنثويت قيما شهرية متباينة للتبخر/النتح الكامن تراوحت بين(6.87 – 294.5) ملم في محطة أربيل، وبين (5.05 – 287.5) ملم في محطة السليمانية، وبين(5.9 – 293.5) ملم في محطة دهوك. بينما سجلت المعادلة المذكورة، مجموعاً سنوياً بلغ نحو (1289,9 ، 1290,7 ، 1257,7) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي .
- أما معادلة خوسلا فسجلت قيماً شهرية تراوحت مابين (39.88 – 160.8) ملم في محطة أربيل، وبين (32.51 – 161.29) ملم في محطة السليمانية، وبين(36.32 – 161.3) ملم في محطة دهوك، بينما سجلت المعادلة مجموعاً سنوياً بلغ (1193.6 ، 1157.95 ، 1161.26) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي .

- في حين تراوح المعدل الشهري وفق معادلة ايفانوف مابين (60.42 – 582.87) ملم في محطة أربيل، و بين(51 – 595.71) ملم في محطة السليمانية، وبين(43 – 576.13)ملم في محطة دهوك .كما أشارت معادلة خوسلا الى المجموع السنوي الذي بلغ (3336 ، 3539.5 ، 3285.4) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي.
- أما معادلة خروفة فقد تراوحت القيم الشهرية فيها بين (24.51 – 143.76) ملم في محطة أربيل ، وبين (20.25 – 143.79) ملم في محطة السليمانية، وبين (22.78 – 139.78) ملم في محطة دهوك. أما القيم السنوية في المعادلةالمذكورة، فقد بلغت (950.15 ، 923.41 ، 933.64) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي .

2- تشير نتائج معدلات معامل المطر الفعال إلى الآتي :

بلغ معامل المطر الفعال السنوي، وفق معادلات لانج، ودي مارتون (29.15 ، 17.37) ملم في محطة أربيل، و (64.17 ، 32.7) ملم في محطة السليمانية، و(48.06 ، 25.1) ملم في محطة دهوك .

3- اظهرت نتائج الموازنة المائية المناخية المستخدمة في منطقة الدراسة الآتي :

أ- سجلت محطات منطقة الدراسة فائضاً مائياً وعلى النحو الآتي :

- معادلة ثورنثويت: سجلت محطة أربيل فائضاً مائياً خلال أشهر فصل الشتاء، و آذار، وتشرين الثاني، إذ بلغ مجموعه (+ 212.99) ملم، بينما سجلت محطة السليمانية فائضاً مائياً مقداره (+ 476.72) ملم خلال أشهر فصل الشتاء، و آذار ونيسان ، و تشرين الثاني، في حين سجلت محطة دهوك فائضاً مائياً بلغ نحو (342.2) ملم خلال أشهر فصل الشتاء، و اذار، وتشرين الثاني .
- معادلة خوسلا : فقد سجلت فائضاً مائياً لثلاث محطات بلغ مجموعة نحو (58.58) ملم في محطة أربيل خلال أشهر فصل الشتاء، بينما سجلت فائضاً مقداره نحو (276.85) ملم في محطة السليمانية خلال أشهر فصل الشتاء، واذار، وتشرين الثاني، في حين سجلت محطة دهوك فائضاً مائياً بلغ نحو (179.75) ملم خلال أشهر فصل الشتاء واذار .
- معادلة ايفانوف : سجلت فائضاً مائياً لثلاث محطات إذ بلغ مجموعه نحو (12.93) ملم في محطة أربيل وخلال شهري كانون الأول و كانون الثاني، بينما سجلت محطة السليمانية فائضاً مقداره نحو (144.06) ملم خلال أشهر فصل الشتاء، في حين سجلت محطة دهوك فائضاً مائياً بلغ نحو (111.73) ملم خلال أشهر فصل الشتاء .
- معادلة خروفة : سجلت فائضاً مائياً، إذ بلغ مجموعه نحو (123.08) ملم في محطة أربيل خلال أشهر فصل الشتاء و آذار، بينما سجلت محطة السليمانية فائضاً مقداره نحو (375.75) ملم خلال أشهر فصل الشتاء، وآذار ، نيسان ، و تشرين الثاني، في حين سجلت محطة دهوك فائضاً مقداره نحو (247.32) ملم خلال أشهر فصل الشتاء واذار، وتشرين الثاني .

ب- سجلت محطات منطقة الدراسة عجزاً مائياً وعلى النحو الآتي :

- معادلة ثورنثويت: أعطت هذه المعادلة نتائج شهرية تراوحت مابين (- 14.9 ، - 294.5) ملم في محطة أربيل، وبين(- 56.99 ، - 287.2) ملم في محطة السليمانية، وبين(- 8.7 ، - 293.5) ملم في محطة دهوك . أما المجموع السنوي فقد بلغ (- 1119.68 ، - 1091.18 ، - 1076.2) ملم في محطة أربيل و السليمانية و دهوك على التوالي.
- معادلة خوسلا: تراوحت معدلات العجز المائي الشهري بين (- 212 ، -160.8) ملم في محطة أربيل، وبين (-0.46 ، - 161.29) ملم في محطة السليمانية، وبين (- 6.48 ، - 161.03) ملم في محطة دهوك. بينما بلغ المجموع السنوي (868.73 ، - 758.54 ، 817.31) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي.
- معادلة ايفانوف : بلغ العجز المائي الشهري بين (- 21.41 ، - 582.87) ملم في محطة أربيل، وبين(-23.8 ،- 595.71) ملم في محطة السليمانية ، وبين(-50.35 ، - 576.13) ملم في محطة دهوك، في حين بلغ العجز السنوي نحو (- 2965.63 ، - 3039.95 ، - 2873.26) ملم في محطات أربيل و السليمانية و دهوك على التوالي.

- معادلة خروفة : تراوحت معدلات الشهرية بين (- 27.52 ، - 143.76) ملم في محطة أربيل، وبين (- 43.21 ،- 143.79) ملم في محطة السليمانية ، وبين (- 17.36 ، -139.78) ملم في محطة دهوك . بينما كان المجموع السنوي للعجز نحو(-689.93، - 22.9 ، -57.26) ملم في محطات أربيل، والسليمانية، ودهوك على التوالي.

4- يتبين من نتائج الموازنة المائية المناخية أن ترتيب المعادلات وفق تسجيلات الفائض المائي كان كالآتي : معادلة ثورنثويت، خروفة ، خوسلا ، ايفانوف، بينما تبين من نتائج الموازنة المائية المناخية أن ترتيب المعادلات وفق تسجيلات العجز المائي كان كالآتي: ايفانوف، ثورنثويت، خوسلا و خروفة ويعود ارتفاع العجز المائي في معادلة ايفانوف مقارنة بباقي المعادلات الى ارتفاع قيم التبخر/ النتح الكامن فيها، بينما يعود انخفاض العجز المائي في معادلة خروفة الى انخفاض قيم التبخر /النتح الكامن وفق المعادلة المذكورة.

التوصيات: خرجت الدراسة بعدة التوصيات أهمها:

1- استغلال مياه الأمطار بشكل صحيح، وذلك عن طريق تحضير خزانات ضخمة لتجميع مياه الأمطار في فصل الشتاء والعمل على معالجتها ومن ثم توزيعها على المنازل لاستخدامها في الشرب وعمليات التنظيف المختلفة .

2- تشجيع المزارعين على حفر آبار خاصة لتجميع المياه للزراعة واستخدامها في فترات العجز في فصل الصيف .

3- العمل على إقامة السدود والحواجز في أماكن السيول الناتجه عن مياه الأمطار وتجميعها للاستفادة منها في الري .

المصادر

أولاً : الكتب

1- سعدية عاكول الصالحي ، عبدالعباس فضيح الغريري، البيئة الصحراوية وشبة الصحراوية (التغيرات المناخية) ، الطبعة الاولى ، دار الصفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، 2004.

2- عادل سعيد الراوي ، عبدالمجيد السامرائي ، المناخ التطبيق ، دار الحكمة للنشر والطبع ، بغداد ، 1995.

3- على صاحب طالب الموسوي، عبدالحسن مدحون ابو رحيل ، علم المناخ التطبيقي، دارالضياء للطابعة والنشر ،2011.

4- فاضل الحسني ، ومهدي صحاف ، اساسيات علم المناخ التطبيقي ، مطبعة دارالحكمة ، بغداد ، .1995

5- محمد ابراهيم محمد شرف، جغرافية المناخ التطبيقي ، دار المعرفة الجامعية ، 2008.

ثانياً : الرسائل الجامعية

1- كاظم عبدالوهاب حسن الأسدي ، تكرار المنخفضات الجوية واثرها في العراق ومناخه ،رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، 1991 .

ثالثاً :البيانات الرسمية

1- اقليم كوردستان العراق، مديرية العامة لانواء الجوية والرصد الزلزالي، شعبة الاحصاء،بيانات غير منشورة

هاوسەنگی ئاوی و ئاو هەوایی لەنێوان وێستگەکانی هەولێر، سلێمانی، دهۆک

سەناء عبدالباقی بەکر
بەشی جوگرافیا - کۆلێژی ئەدەبیات / زانکۆی صلاح الدین-هەولێر

پوختە
ئامانجی توێژینەوەکە بریتیە لە دەست نیشان کردن و زانینی کاریگەری رەگەزەکانی ئاو هەوا بەسەر هاوسەنگی ئاوی و ئاو هەوایی لە وێستگەکانی هەولێر ، سلێمانی ، دهۆک. ئەمەش لەرێگەی بەکار هێنانی هاوکێشەی بیرکاری بەمەبەستی دەرهێنانی بەهای هاوسەنگی و کەم و زۆریی ئاویی ، لەم وێستگانە دا . ئەم توێژینەوەیە گرینگی خۆی هەیە لەوانەش :.

1- ناوچەی توێژینەوە بەوە دەناسرێتەوە کە زۆر توشی دیاردەی کە م وزوری باران بارین دەبێت کە ئەمەش بۆ خودی خۆی کاریگەری زۆر دەبێت لە سە ر زور لایە نی زینکە یی لە ناو شاردا. .

2- بەگەر خستنی پرۆژەکانی عەمبار کردنی ئاو بۆ زانینی بەهالا ئاوی باران وە بەکارهێنانی بە باشترین رێگە ، وکە مکردنی کاریکە ری لافاو لە شارە کان.

بۆ پێکهێنانی ئامانجی توێژینەوەکە کە سەرەرای پێشەکی و ئەنجام و پێشنیار دابەش کراوە بە سەر سێ تەوەرەی سەرەکی :
تەوەرەی یەکەم : دەست نیشان کردنی ناوچەی توێژینەوە و کاریگەری رەگەزە ئاو و هەواییەکان لەسەر هاوسەنگی ئاویی .
تەوەرەی دووەم: رێگاکانی هەرژمار کردنی بەهەڵم بوون بۆ وێستگەکانی ناوچەکە .
تەوەرەی سێیەم : هەر ژمار کردنی هاوسەنگی ئاویی و هەوایی وێستگەکان .

کلیلی وشەکان: هاوسەنگی ئاویی و هەوایی، کەم ئاویی، زۆریی ئاویی، وێستگەکان.

Climatic water budget between Erbil, Sulaymaniyah and Dohuk station

Sanaa Abdul baqi Bakir
Department of Geography - College of Literature / Salahaddin University-Erbil

Abstract
The aim of this study is to investigate the effect of climate elements on the climatic water budget in Erbil, Sulaymaniyah and Dohuk station by using mathematical equations to extract the budget water values (surplus or water deficit) of these stations. With knowledge of the differences in surplus and water deficit between the stations of the study area.

The subject of study is of great importance for several reasons, most notably:

1 - The study area is characterized by the phenomenon of fluctuation of rain falling on the stations of the study area, which in turn affect the activities of the population.

2- Activate the water harvesting projects to know the value of rainwater and the need to make the best use of it in the areas of rainfall or aggregation, and thus its effects on the various economic aspects of the region in the light of these effects.

To achieve the objectives of the study were divided into three axis:

The first axis: the definition of the study area, and the impact of climatic elements in the climate water budget.

Axis II: Methods for calculating the potential evaporation / transpiration of study station s

The third axis: the calculation of the climate water budget of the stations, and the most important findings of the study of the conclusions and recommendations that serve the subject of the study.

Keywords: Climatic water budget, water surplus, water deficit, stations.