نمذجة التغيرات المناخية في الاقليم الجبلي من العراق وأثرهُ في الموازنة المائية المناخية

أشتي سلام صديق

قسم جغرافيا، فاكلتي التربية ، جامعة كويه ، اقليم كوردستان، العراق

المستخلص

ان هذه الدراسة الموسومة بـــ(نمذجة التغيرات المناخية في أقليم الجبلي من العراق وأثرهُ على الموازنة المائية المناخية)، من خلال مقارنة بين قيم العناصر المناخية لاربعة العقود من (1980-2020)، فضلاً عن استعمال الطرق الاحصائية الكثيرة مثل (معامل التغير، الانحراف المعياري، معامل الاتجاه، والكثير من معادلات الرياضية)، مستهدفين وراء ذلك إبراز مقدار التغير ونسبة التغير في قيم معدلات الحرارة وكميات الامطار الساقطة سنوياً وشهرياً واتجاهات الموازنة المائية المناخية وتحديد مسارها الزمني العقدية من (1980-2020)في المحطات المناخية لمنطقة الدراسة، وتقييم ونمذجة التغيرات والنماذج المحتملة لتغيرات في العنصري درجات الحرارة والتساقط المطري في الاقليم الجبلي من العراق ودراسة خصائصها المناخية المختلفة .

تضمنت هذه الدراسة خمسة محاور، اولاً، حدود منطقة الدراسة وثانياً، تحليل الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة وثالثاً، التغير والاتجاه العام للمعدل السنوي والشهري لمنطقة الدراسة ورابعاً، النماذج المناخية لمنطقة الدراسة وخامساً، طريقة احتساب الموازنة المائية المناخية على ضوء التغيرات المناخية. توصل الباحث في النهاية الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات الموضحة بالخرائط والاشكال التي تتضمن إتجاهات التغير في عنصري الحرارة والمطر وتاثيراتها على الموازنة المائية المناخية، التي تم رسمها من خلال تنفيذ برامج الاحصائية عن طريق ادخال بيانات تتضمن مجموعة من المتغيرات المتمثلة بدرجات الحرارة وكميات الامطار الساقطة، لقد اظهرت نتائج تنفيذ البرامج الاحصائية بوضوح مايأتي :

1- ان درجات الحرارة في منطقة الدراسة تتجه نحو الارتفاع في معدلات الشهرية والفصلية والسنوية في جميع المحطات المعتمدة في الدراسة خلال مدة المدروسة .

2- ان كميات الامطار الساقطة، تتجهُ نحو الانخفاض في معدلاتها السنوية والشهرية والفصلية .

أظهرت الدراسة ان تلك المتغيرات لها أثر كبير في اتجاه قيم الموازنة المائية المناخية واظهار النماذج المناخية جديدة والتي تم حصرها في النقاط الاتية :

1- تحول مناخ منطقة الدراسة حسب النماذج المناخية نحو المناخ أكثر جفافاً وحرارةً، وتقلص مساحة النماذج المناخية الرطبة وشبه الرطب واتسعت مساحة الانماط المناخية الجافة وشبه الجافة .

2- ظهور انماط مناخية جديدة (حاروجافة)، من الانماط التي لم تكن موجوداً سابقاً، اختفاء المناخ الرطب حسب النماذج المناخية لمنطقة الدراسة .

3- ارتفع مقدار العجز المائي حسب تطبيق معادلة (ثورنثويت-ايفانوف) في جميع المحطات المعتمدة في الدراسة خلال المدة المحصورة بين (1980-2020)

الكلمات المفتاحية : التغيرات المناخية، الموازنة المائية المناخية، النماذج التغير المناخي، العجز المائي، الفائض المائي .

١. المقدمة

ان التغيرات المناخية بمجمل عناصرها وظواهرها واحداً من اهم المشاكل التي تواجه الانسان وبيئته وأبرزها منذ القدم وحتى يومنا هذا، ولما كان المناخ يهتم بمشاكل الإنسان ونشاطاتهِ المختلفة، لذا تعد دراسة التغيرات المناخية وتاثيراتها أمراً حيوياً وجوهرياً استحوذت على اهتمام العلماء سواءاً كانوا مناخيين او هايدرولوجين او بايولوجيين وغيرهم، لاسيماً مع ظهور تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة على الموارد المائية في معظم بلدان العالم ومنها العراق . اكدت الدراسات البحثية والمنظمات الدولية والاقليمية المخصصة بالشأن المناخي ان مناخ الارض في حالة التغير مستمر وان لذلك التغير تأثيرات ومخاطر على الموارد المائية لاسيما السطحية منها، ومنطقة الدراسة ليس بمعزل عن هذا التغير شأنه في ذلك الشأن مناطق الواسعة من العالم، اذ تشير الدلائل التاريخية والبيولوجية والجيولوجية والهيدرولوجية ان الموارد المائية والموازنة المائية

كۆنفرانسی نێودەوڵەتیی گۆڕانکارییەکانی ئاووهەوا و مەترسییە ژینگەییەکانی لە ڕوانگەی جوگرافییەوە
زانکۆی کۆیە شوباتی ٢٠٢٢
ئیمەیلی تویژەر:

المناخية في العراق شهدت عدة تغيرات فهي لم تكن بهذا الشكل الذي هي عليه اليوم، ومن هذا المنطلق جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على موضوع حيوي ومهم وهو الربط بين نمذجة التغيرات المناخية في الاقليم الجبلي من العراق واثرهُ على الموازنة المائية المُناخية .

مشكلة البحث :

تمثل مشكلة البحث جزء الرئيس من البحث العلمي وتصاغ على الشكل الاتي :

١. هل توجد مؤشرات تغير اتجاه العام للعنصري درجات الحرارة والامطار الساقطة زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة .

٢. هل التغيرات المناخية لاسيماً التغيرات الحديثة في درجات الحرارة والامطار التي تساهم في تغير اتجاهات الموازنة المائية المناخية سينتج عنهُ أثار المناخية وهيدرولوجية في الوقت الحاضر .

فرضية البحث :

يمكن صياغة فرضية الدراسة كالاتي :

١. توجد مؤشرات تغير اتجاه العام للعنصري درجات الحرارة والامطار الساقطة زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة .

٢. للتغير المناخي لاسيماً التغيرات الحديثة في درجات الحرارة والامطار أثر على الموازنة المائية المناخية .

اهداف الدراسة :

يهدف البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي يمكن تلخيصها على النحو الآتي :

١. تهدف إلى إبراز وتحديد الخصائص الرئيسة لمناخ منطقة الدراسة المتمثلة بـ(درجات الحرارة والامطار)والتباينات الموجودة في هذه الخصائص بين منطقة وأخرى .

٢. التعرف على مقدار التغير ونسبة التغير في قيم معدلات الحرارة وكميات الامطار الساقطة سنوياً وشهرياً واتجاهات الموازنة المائية المناخية وتحديد مسارها الزمني العقدية من (1980-2020)في المحطات المناخية لمنطقة الدراسة.

٣.كيفية استخدام المعادلات الرياضية خاصة في استخراج قيم الموازنة المائية المناخية لاظهار مقدار العجز المائي او الفائض المائي .

٤. تقييم ونمذجة التغيرات والنماذج المحتملة لتغيرات في العنصري درجات الحرارة والتساقط المطري في الاقليم الجبلي من العراق ودراسة خصائصها المناخية المختلفة .

٥. وضع الخطط والبرامج التي تستند الى قيم الموازنة المائية المناخية من قبل المخططين والمسؤلين عن إدارة المياه .

اهمية البحث:

تحتل التغيرات المناخية موقعاً رئيساً يشغل اهتمام المختصين والباحثين، وهذه الاهمية تاتي في مختلف المجالات البشرية وهي :

١. فمن ناحية الاستهلاك البشرية المباشرة للمياه، تؤثر الموازنة المائية المناخية تاثيراً فعالاً في مدى توفير هذه المادة الضرورية لاستمرار الحياة البشرية، التي لاغنى للانسان عنها .

٢. في حين في مجال الزراعي يمكن في ضوئها معرفة نوع المحصول الزراعي الذي يمكن زراعتهُ، ومقدار كميتهُ، وعلاقة ذلك بالمتطلبات المائية للمحصول على اشهر السنة، سواءً كانت المحصول شتوياً او صيفياً، أو كونه من المحاصيل الدائمية، فضلاً عن ذلك فإن الموازنة المائية المُناخية تاثيراً كبيراً على وجود المراعي، وكثافتها، ومقدار المساحة التي تشغلها. وتلبية الحاجات المائية المختلفة للمنطقة .

منهجية البحث :

لإتمام الدراسة بشكل علمي ومنهجي منتظم تم الاعتماد على عدد من المناهج العلمية المنهج الوصفي والمنهج التحليلي والأسلوب الكمي، لوصف وتحليل التغيرات المناخية واثرها على الموازنة المائية المناخية، من خلال تحليل البيانات المختلفة، وخاصة معدلات الحرارة وكميات الامطار الهاطلة على منطقة الدراسة، واستخدام بعض المقاييس الاحصائية ومنها (الانحراف المعياري ونسبة التغير والمعادلات الرياضية وبناء النماذج المناخية)، بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة تخدم الدراسة، وتم التوصل عن طريقها إلى بناء النماذج المناخية وتحديد فترات الفائض المائي وعجزها. ودعم البحث بأشكال توضيحية للقيم المناخية من خلال أستخدام برنامج (Excel) .

تنظيم محتوى البحث :

انتظمت البحث الى خمس محاور فضلاً عن الاستنتاجات والتوصيات وهي كالاتي:

اولاً: حدود منطقة الدراسة :

ثانياً: تحليل الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة :

ثالثاً: التغير والاتجاه العام للمعدل السنوي والشهري لمنطقة الدراسة :

رابعاً: النماذج المناخية لمنطقة الدراسة :

خامساً: طريقة احتساب الموازنة المائية المناخية على ضوء التغيرات المناخية:

اولاً: حدود منطقة الدراسة :

تمثلت حدود البحث بالبعدين لمنطقة الدراسة :

اولاً: البعد المكاني :

تشمل منطقة الدراسة، (أقليم جبال العراق)المنطقة الجبلية من كوردستان العراق والذي يعد أقليماً جغرافياً متميزاً في كوردستان العراق وبغية تحديد هذا الاقليم بشكل دقيق نرى من الافضل تحديد موقعهُ فلكياً وجغرافياً وعلى النحو الاتي:

١. الموقع الاحداثي للاقليم: فلكياً يقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض(12 35)و(42 37) شمالاً وخطي طول(26 42)و(25 46)شرقاً، يحتل مساحة قدرها (23270كم2)أي حوالي (5%) من مساحة العراق، خريطة (1) .

٢. الموقع الجغرافي للاقليم: يحتل منطقة الدراسة الجزء الشمالي والشمال الشرقي من العراق وقد حدد من قبل العديد من الجغرافيين العراقيين والاجانب في دراساتهم الخاصة بجغرافية أقليم كوردستان العراق. فالحدود الشمالية والشمالية الشرقية لهذا الاقليم تمتد مع الحدود السياسية لدولة العراق مع كل من تركيا وإيران وتطل على سوريا في طرفها الشمال الغربي في حين هناك إتفاق بين الجغرافيين بأن الحدود الجنوبية والجنوبية الغربية لهذا الاقليم تسير مع الخط الجنوبي لسلاسل الجبال الالتوائية البسيطة والتي تأخذ عموماً إتجاه الشمال الغربي والجنوب الشرقي وتتمثل بالجبال بيخير، الابيض(جيا سبي)، زاويته، ئاكري، بابه جيجك، بيرمام، باواجي، هيبت سلطان، هنجيره، سكرمه، قرداغ، وزرديداغ .

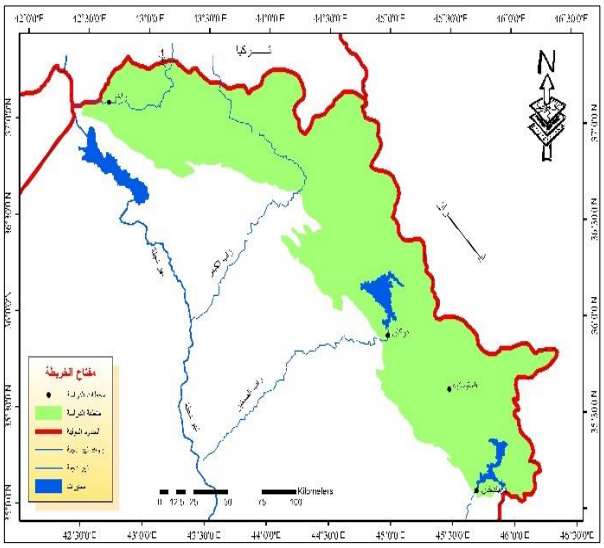
بغية التعريف بأقليم جبال اقليم كوردستان العراق بشكل جيد نرى من الضروري التعرف على الخصائص الرئيسية لهُ والتي جعلت من الاقليم حيزاً جغرافياً متميزاً على نطاق كوردستان العراق وابرز هذه الخصائص على النحو الاتي :

١. يتباين ارتفاع الارض في هذا الاقليم التي تبدا من (400)م فوق مستوى سطح البحر كما هو الحال في الاجزاء الغربية من سهل سندي الى أكثر من (3607)م عند قمة هلكورد في جبل حصاروست، خريطة (2) .
٢. وجود وديان عميقة تنخفض عن الجبال بحوالي (1000)م .

٣. تنوع محدات التضاريسية حيث على رغم اطلاق تسمية الجبال على الاقليم الا انهُ يمكن ملاحظة العديد من الوحدات التضاريسية الثانوية وهي على النحة الاتي :

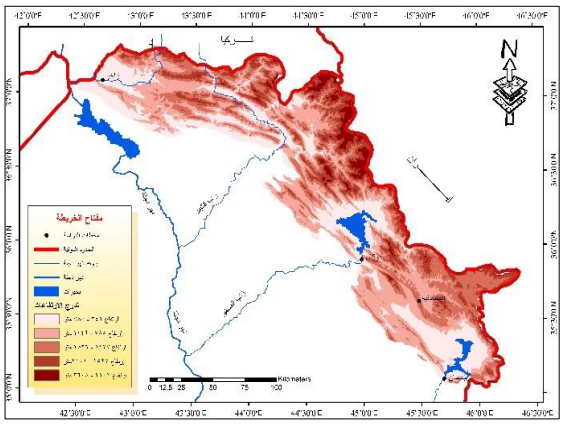
- منطقة الجبال الالتوائية البسيطة :
- منطقة السهول الجبلية :
- منطقة الجبال الالتوائية المعقدة :

خريطة (1) المنطقة الجبلية من العراق



المصدر: د. هاشم ياسين الحداد، ئةتلةسى هةريَمى كوردستانى عيراق، عيراق وجيهان، ض1، هةوليَر، 2009 .

خريطة (2) الوحدات التضاريسية وتدرج الاتفاعات في المنطقة الجبلية



المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على أنموذج التضرس الرقمي (DEM) وباستخدام برنامج (10,4,1ArcGIS) .

اولاً: البعد المكاني :

الحدود الزمانية للدراسة فيتمثل بدورة مناخية مدتها (40)عاماً تمتد من 1980 لغاية 2020، تم إختيار هذا العدد من السنوات لكونها سلسلة زمنية معتمدة علمياً يمكن أن تظهر خلالها تغيرات مناخية واضحة. كما ان إختيار هذه المدة بالذات، وذلك لكون البيانات متوافرة فيها ولجميع المحطات. وان إختيار هذه المحطات المناخية ذات السجل المناخي مناسب يحقق لنا اسلوباً للمقارنة بالمدد المناخية لمعرفة حجم التغيرما بين مدة وأخرى، وخلالهُ نستطيع المقارنة الزمانية ما بين المدد المكانية على النطاق المكاني ضمن مواقع المحطات والبحث عن التغيرات الحاصلة ما بين محطات منطقة الدراسة لهذا تم إختيار (4)محطات المناخية موزعة مكانياً ضمن منطقة الدراسة من الشمال الى الجنوب جدول(1) وخريطة (1) .

جدول (1) المحطات المناخية لمنطقة الدراسة

ت	المحطة المناخية	الموقع الاحداثي		الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م)
		دائرة العرض	خط الطول	
1	زاخو	09 37	42 34	433
2	دوكان	57 35	57 44	690
3	السليمانية	33 35	27 45	884.8
4	دربندخان	06 35	45 41	513

المصدر: عمل الباحث وأعتماداً على :
أقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة لانواء الجوية، سجلات المناخ، بيانات غير منشورة .

ثانياً: تحليل الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة:

٢.١. الدرجات الحرارة وخصائصهُ في أقليم الجبلي :

الحرارة شكل من أشكال الطاقة، وهي تعد أحد عناصر المناخ البالغة الاهمية، فهي تؤثر تأثيراً مباشراً على نشاط الانسان ولباسه ومسكنه وغذائه، كما تؤثر على العناصر الاخرى للنظام الحيوي، وتؤثر درجة الحرارة على معظم العناصر المناخية الاخرى مثل الضغط الجوي، والرياح، والتبخر، والرطوبة النسبية، والتكاثف(شحادة،2009،ص71).وتعرف درجة الحرارة على أنها درجة الاحساس بالبرودة أو السخونة، فهي الطاقة التي يمكن الشعور بها عن طريق اللمس أو قياسها بواسطة أجهزة قياس الحرارة لذلك سميت بالطاقة الحسية(غانم،2003،ص67). وبإمكان توضيح خصائص درجات الحرارة في أقليم الجبلي عن طريق دراستنا تباين المكاني للمعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجات الحرارة من جهة، والانحراف والتذبذبات السنوية لدرجات الحرارة للمحطات المعتمدة في الدراسة من جهة اخرى وعلى النحو الاتي : فيما يخص التباين المكاني للمعدلات السنوية والفصلية والشهرية لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة، تشير الاحصاءات الواردة في جدول (2) الى ما يلي:-

١. يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة للمحطات المعتمدة في الدراسة (20.4)مْ، إلا أن هناك تباين بين محطة وأخرى. حيث تسجل المحطات (زاخو، دربندخان)

معدلات سنوية أعلى من المعدل العام لمنطقة الدراسة(20.8 و 21.4)مْ على التوالي، في حين تسجل بقية المحطات (دوكان والسليمانية) معدلات سنوية أدنى من المعدل العام لمنطقة الدراسة(20 و19.4)مْ على التوالي .

٢. تسجل محطة دربندخان اعلى معدلات سنوية لدرجات الحرارة (21.4)مْ، في حين تسجل محطة السليمانية أدنى معدل سنوي لدرجات الحرارة (19.4)مْ، وهذا يعني ان اعلى تباين مكاني للمعدلات السنوية لدرجات الحرارة، اعتماداً على محطات منطقة الدراسة قد بلغ(2)مْ .

٣. يبلغ المعدل الفصلي لمعدل درجات الحرارة لمحطات منطقة الدراسة للفصول الشتاء والربيع والصيف والخريف(8.2 و 1.18 و 32.8 و22.3)مْ على التوالي. الا ان هناك تبايناً بين محطة واخرى حيث تسجل محطة زاخو اعلى المعدلات الفصلية خلال فصل الشتاء ومحطة دربندخان تسجل اعلى معدلات الفصلية في الفصول الباقية (الربيع والصيف والخريف)، في حين تسجل محطة السليمانية ادنى المعدلات الفصلية خلال جميع فصول السنة .

٤. فيما يخص التباين الزماني لمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة، نلاحظ بان :

- يعد شهر تموز أحر أشهر السنة في المحطات المعتمدة في الدراسة .
- وإن أبرد درجة حرارة سجلت في شهر كانون الثاني .
- اقصى تباين مكاني يسجل خلال شهر حزيران حيث يبلغ (3.2) درجة مئوية، في حين أدنى تباين مكاني يسجل خلال شهر تشرين الثاني حيث بلغ (1) درجة مئوية.

1- عموماً يبدأ المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة بالانخفاض أبتداءاً من شهر تشرين الاول ولغاية شهر كانون الثاني(ابرد أشهر السنة) حيث يبدأ بعدها بالارتفاع ليصل أعلاها في شهر تموز .

2-2. الامطار وخصائصهُ في أقليم الجبلي :

حيث تشير المعطيات الواردة في الجدول رقم (3) الخاصة بالمعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للامطار الساقطة في اقليم الجبلي من العراق الى ما يأتي :-

1- يبلغ مجموع السنوي لكميات الامطار الساقطة في منطقة الدراسة(625.2)ملم، إلا أن هناك تباين بين محطة وأخرى. حيث تسجل محطتي (السليمانية ودوكان) مجموع سنوية أعلى من المعدل العام لمنطقة الدراسة(694.2 و 667.4)ملم على التوالي، في حين تسجل بقية المحطات (زاخو ودربندخان) مجموع سنوية أدنى من المعدل العام لمنطقة الدراسة وبلغت(613.3 و525.7) ملم على التوالي، من خلال ما تقدم يتبين ان :

الجدول (2) المعدلات السنوية والفصلية والشهرية لدرجات الحرارة (مْ) في المحطات أقليم الجبلي للفترة (1980-2020)

المحطات	فصل الشتاء			معدل فصل الشتاء	فصل الربيع			معدل فصل الربيع	فصل الصيف			معدل فصل الصيف	فصل الخريف			معدل فصل الخريف	المعدل
	كانون الاول	كانون الثاني	شباط		اذار	نيسان	مايس		حزيران	تموز	اب		ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني		
زاخو	10	8	9.8	9.2	13.6	17.8	24.4	18.6	30.3	34.2	33.8	32.7	29.3	23.1	14.9	22.4	20.8
دوكان	8.6	6.3	7.5	7.4	11.6	16.9	23.6	17.3	30.5	34.2	33.8	32.8	29.6	22.7	14.3	22.2	20
السليمانية	8.5	6	7.2	7.2	11.7	17.3	23	17.3	28.6	33.2	33	31.6	28.7	22	14	21.5	19.4
دربندخان	9.7	7.4	9.6	8.9	14.4	18.5	25.2	19.3	31.8	35.8	34.8	34.1	30.9	23.9	15	23.2	21.4
المعدل	9.2	6.9	8.5	8.2	12.8	17.6	24.1	18.1	30.3	34.4	33.9	32.8	29.6	22.9	14.6	22.3	20.4

المصدر من عمل الباحث باعتماد على : -

- أقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، مديرية العامة لانواء الجوية، سجلات المناخ، بيانات غير منشورة.
- تتزايد كميات الامطار السنوية من الجنوب الى الشمال وبشكل تدريجي، حيث يتراوح المجموع السنوي في منطقة الدراسة ما بين (525.7)ملم في محطة دربندخان في الجنوب من منطقة الدراسة و(613.3)ملم في محطة زاخو.
- الجهات الشمالية من الاقليم تستلم أكبر كمية من المطر سنوياً، تليها الجهات الوسطى ثم الجنوبية .
- إزدياد كميات الامطار الساقطة سنوياً بشكل كبير بعد إجتياز المنطقة شبة الجبلية نحو المنطقة الجبلية ويظهر أثر عامل التضاريس في توزيع كميات الامطار، وهذه حقيقة علمية (زيادة التساقط بزيادة الآرتفاع) .

2- يتبين من تحديد فترة الموسم المطري في منطقة الدراسة، ان الامطار تسقط خلال ثلاثة فصول من السنة، أذ يبدأ سقوطها في فصل الخريف بكميات قليلة، ثم تزداد في فصل الشتاء، وتعود تقل في فصل الربيع، وتنقطع مع بداية فصل الخريف، الجدول (3)، فإنها تتباين فصلياً، حيث بلغ معدل الامطار المتساقطة خلال اشهر الخريف(ايلول، تشرين الاول، تشرين الثاني) في منطقة الدراسة (93.9)ملم، ويشكل(15.01%)من المجموع السنوي للامطار في أقليم الجبلي، فيما بلغ مجموعها خلال أشهر الشتاء(كانون الاول، كانون الثاني، شباط)، (333.8)ملم، وبنسبة مقدارها(53.39%)من مجموع السنوي، اما خلال أشهر الربيع(أذار، نيسان، مايس)فقد بلغ مجموع الامطار(195.05)ملم، وبنسبة مقدارها(31.1%)من المجموع

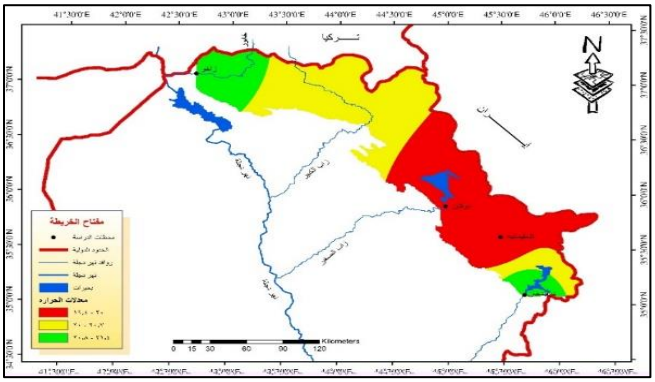
السنوي، وينقطع أو تقل تساقط الامطار في منطقة الدراسة خلال اشهر الصيف وبلغ (2,9)ملم، وبنسبة قدرها(0.39%)من مجموع السنوي.

3- لايقتصر التباين المكاني في المعدلات السنوية والفصلية للامطار الساقطة في محطات الدراسة، بل يكون التباين في منطقة الدراسة اكثر وضوحا بالنسبة للمعدلات الشهرية للامطار الساقطة، ويشير المعطيات الواردة في الجدول (3) والشكل (2) الى مايلي :

- حيث يختلف المجموع الشهري للامطار الساقطة في الاقليم الجبلي من مكان الى اخر اختلافاً كبيراً ضمن الشهر نفسهُ، حيث سجل شهر كانون الاول أعلى المعدلات الشهرية في محطات (زاخو، دوكان) لتصل الى(104.3ملم و120.7ملم) على التوالي. ولكن في محطتي(السليمانية ودربندخان) سجل شهر كانون الثاني أعلى معدلات الشهرية لكمية الامطار الساقطة وبلغ(118.9ملم و124.3ملم) على التوالي .
- بينما سجل شهر تموز ادنى المعدلات الشهرية للامطار الساقطة في جميع المحطات لمنطقة الدراسة .
- وهذا يعني ان اعلى تباين مكاني للمعدلات الشهرية للامطار المتساقطة سجلت في شهر كانون الثاني وبلغ (21.7)ملم، وأدناها سجل في شهر تموز وبلغ (0,2)ملم.

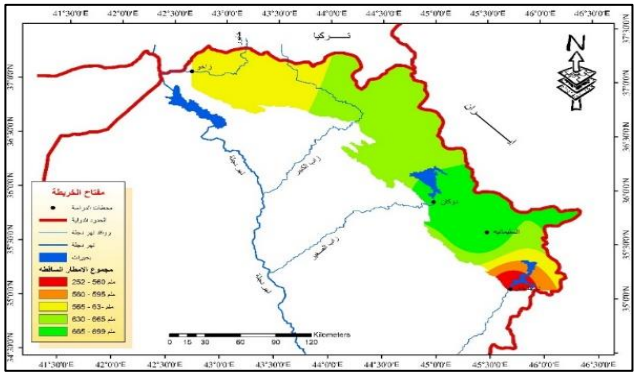
خريطة (3) يمثل خطوط الحرارة المتساوية وكميات الامطار الساقطة

أ- يمثل الخطوط الحرارة المتساوية لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على جدول (2)

ب- يمثل كميات الامطار الساقطة لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على جدول (3)

الجدول (3) المجموع السنوية والفصلية والشهرية لكميات الامطار الساقطة (ملم) في المحطات أقليم الجبلي للفترة (1980-2020)

المحطات	الشتاء			معدل فصل الشتاء	الربيع			معدل فصل الربيع	الصيف			معدل فصل	الخريف			معدل فصل	مجموع
	كانون الاول	كانون الثاني	شباط		اذار	نيسان	مايس		حزيران	تموز	اب		ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني		
زاخو	104.3	102.6	98.6	305.5	101.2	74.5	22.8	198.5	4.6	0	0.8	5.4	1.3	36.1	66.5	103.9	613.3
دوكان	120.7	115.7	115.1	357.5	110	68.8	23	201.8	1.6	0.2	0	1.8	1.7	32.3	78.3	112.3	667.4
السليمانية	113.6	118.9	108.1	340.6	104.3	81.7	36.7	222.7	1.4	0	0	1.4	1.6	34.4	93.5	129.5	694.2
دربندخان	107.9	124.3	105.2	337.4	87.2	50.8	19.2	157.2	0.9	0	0.3	1.2	0.6	21.2	8.1	29.9	525.7
المعدل	111.6	115.4	106.8	333.8	100.7	69.0	25.4	195.05	2.1	0.1	0.3	2.45	1.3	31	61.1	93.9	625.2

المصدر من عمل الباحثان باعتماد على : -

- أقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، مديرية العامة لانواء الجوية، سجلات المناخ، بيانات غير منشورة .

ثالثاً: التغير والاتجاه العام للمعدل السنوي (لدرجات الحرارة والامطار) في منطقة الدراسة :

تعد الاساليب الاحصائية إحدى الوسائل المستعملة لتبين التغير المناخي، في هذا المحور من الدراسة استعمال اسلوب الاتجاه العام ومعدل التغير من اجل إيضاح التغيرات الحاصلة في العناصر المناخية بمنطقة الدراسة ولكشف عن الاتجاه العام ومعدل التغير. في هذه المنطقة تم حساب الاتجاه العام للمعدلات السنوية للسلاسل الزمنية للعنصري (الحرارة والمطر)، وتم التعبير عن معامل الاتجاه بالنسبة المئوية لمجمل المتغيرات في المعدلات التغير السنوي لدرجات الحرارة وكمية الامطار الساقطة وفق المعادلة الاتية(ابو زيد،2010،ص311):-

حيث ان :

$C = bi \div y \times 100$

C = معدل التغير السنوي(*) .

by = معامل الاتجاه

y = المتوسط الحسابي

ويمكن استخراج (bi) في المعادلة التالية(صيام،1994،ص71) :

$Bi = X2 - X1 / T1-T \times 100$

حيث ان :

= الفرق بين الوسطين . X2 – X1

= الفرق بين الزمنين . T2 –T1

1-3: التغير والاتجاه العام للمعدل السنوي لمعدل درجة الحرارة (مْ) :

تشير الاحصاءات الواردة في جدول (4) والشكل (3) الخاص بمعدل التغير(%) ومعدل التغير السنوي والاتجاه العام لمعدل درجة الحرارة(مْ) في المحطات منطقة الدراسة، كالاتي :

1- معامل الاتجاه العام لمعدل درجة الحرارة (مْ) يميل نحو الارتفاع بمقدار موجب في جميع المحطات الدراسة وقدرهُ (0.20 و0.047 و0.017 و0.059)، وبمعدل تغير لمدة الدراسة قدرهُ (3.74 و8.69 و3.39 و10.17) لمحطات (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان)على التوالي .

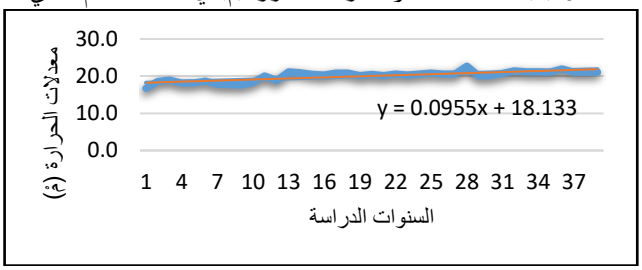
2- سجل أعلى مقدار التغير في محطة دربندخان بمقدار(10.17)، في حين سجل ادنى مقدار للتغير في محطة زاخو وبلغ (3.74) .

جدول (4) معدل التغير(%)ومعدل التغير السنوي والاتجاه العام لمعدل درجة الحرارة (مْ) في محطات منطقة الدراسة

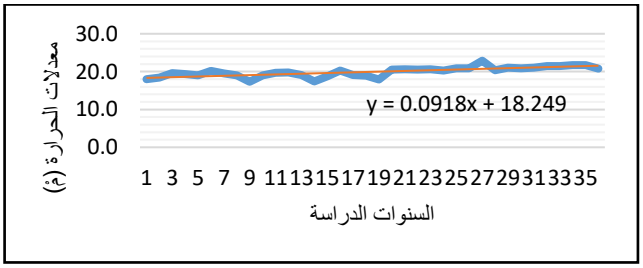
المحطات	مدة السلسلة الزمنية	الوسط الحسابي	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
زاخو	2020-1981	20.8	39	0.20	0.096	3.74
دوكان	2020-1984	20	37	0.047	0.235	8.69
السليمانية	2020-1981	19.4	39	0.017	0.087	3.39
دربندخان	2020-1983	21.4	37	0.059	0.275	10.17

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الملحق رقم (1)

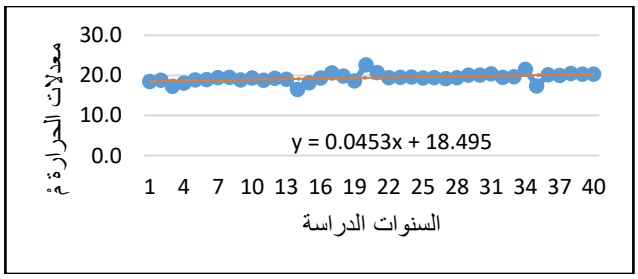
الشكل (1) المعدلات السنوية لدرجات الحرارة (مْ) في المحطات أقليم الجبلي



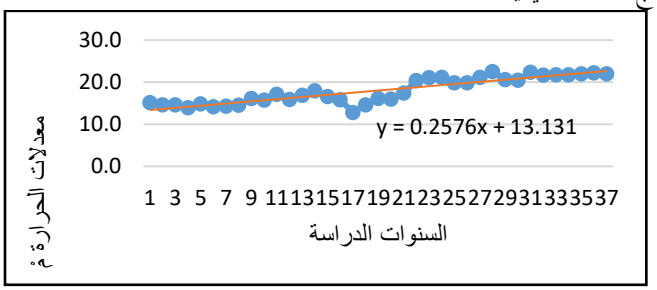
أ- محطة زاخو



ب- محطة دوكان



ج- محطة السليمانية



د- محطة دربندخان

المصدر : من عمل الباحث باعتماد على جدول (4)

(*) تم استخراج معدل التغير لمدة الدراسة بضرب معدل التغير السنوي في عدد السنوات .

2-3: التغير والاتجاه العام لمجموع السنوي لكمية الامطار الساقطة (ملم) :

يتضح من الجدول (5)والشكل (2) بأن :

1- معامل الاتجاه لمعدل المجموع السنوي للامطار الساقطة (ملم)، يميل نحو النق

2- صان بمقدار سالب في مجموع المحطات الدراسة (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان)، وقدرهُ (-0.484 و-4.062و -0.007 و-0.929)وبمعدل تغير(%) قدرهُ (-3.04 و-4.03 و-11.62 و-6.51) لمحطات الدراسة (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان) على التوالي .

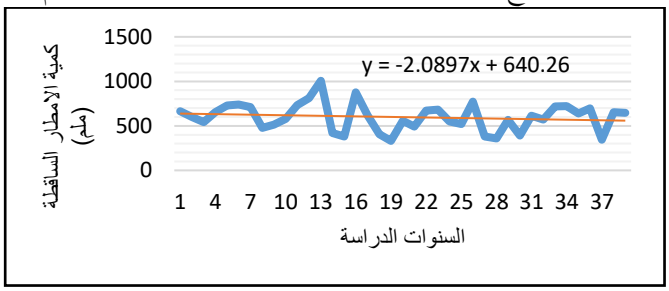
3- سجل ادنى مقدار للتغير بالانخفاض في مقدار الامطار الساقطة في محطة زاخو بمقدار (-3.04) في حين سجل مقدار التغير(%) في محطة السليمانية بـ(-11.62) .

جدول (5) معدل التغير(%)ومعدل التغير السنوي والاتجاه العام لكميات الامطار الساقطة(ملم) في محطات منطقة الدراسة

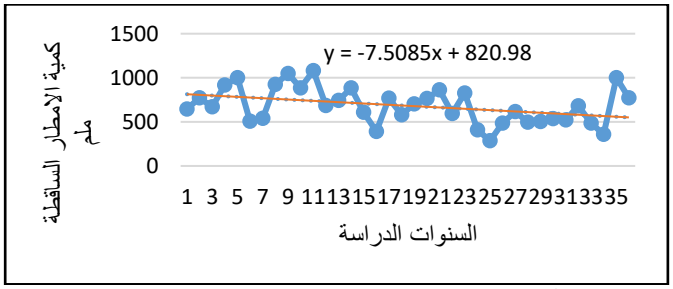
المحطات	مدة السلسلة الزمنية	الوسط الحسابي	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي	معدل التغير لمدة الدراسة (%)
زاخو	2020-1981	613.3	39	0.484-	0.078-	3.04-
دوكان	2020-1984	667.5	37	4.062-	0.109-	4.03-
السليمانية	2020-1981	694.3	39	2.007-	0.298-	11.62-
دربندخان	2020-1983	525.7	37	0.929-	0.176-	6.51-

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الملحق رقم (2) .

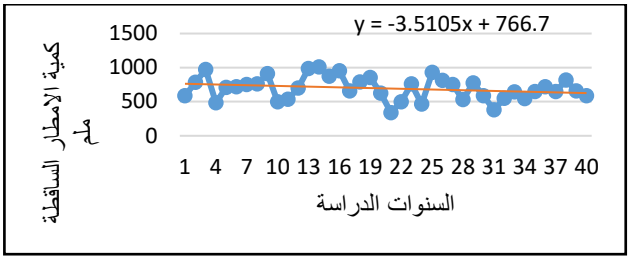
الشكل (2) المجموع السنوية والفصلية والشهرية لكميات الامطار الساقطة (ملم)



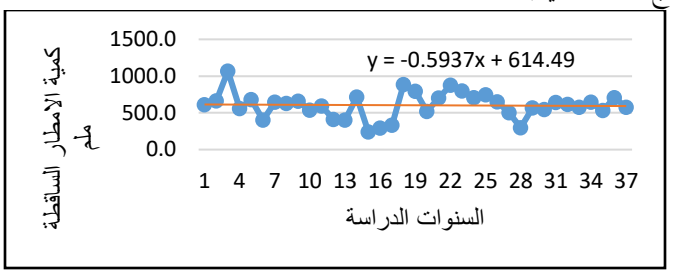
أ - محطة زاخو



ب- محطة دوكان



ج- محطة السليمانية



د- محطة دربندخان

المصدر : من عمل الباحث باعتماد على جدول (5)

رابعاً: النماذج المناخية لمنطقة الدراسة :

يستعمل النموذج من اجل تحقيق الفرضية ومطابقتها مع الواقع وبشكل المبسط ويساعد الباحث على الاستنتاج في ضوء الارتباط بين الظاهرة في الواقع والنموذج الذي يمثلهُ بشكل بسيط وبصيغة سهلة، ويسهل استعمالها لرصد الظاهرة وضبطها وعمل الاستنتاجات فيها(العتيبي والطائي،2013،ص307). ولغرض وضع نموذج مناخي يتم من خلاله نمذجة مناخ منطقة الدراسة من خلال عنصري (الحرارة والمطر) خلال مدة الدراسة(1980 - 2020) في محطات (زاخو، دوكان، السليمانية، دربنديخان) . اعتماداً على البيانات الانواء الجوية الخاصة بدرجات الحرارة وكميات الامطار الساقطة للمحطات المذكورة انفاً عن طريق التحليل الاحصائي باستخراج قيم الانحراف المعياري[1]، لدرجات الحرارة والامطار الساقطة لتوضيح النماذج المناخية في المنطقة الدراسة نقوم بالمقارنة في اربع دورات المناخية لكل من المحطات المعتمدة في الدراسة اي في اوقات المختلفة. تشير المعلومات الواردة في جدول(6) والخريطة(5) .

1- توصلت الدراسة من خلال نمذجة مُناخ منطقة الدراسة من خلال عنصري (الحرارة والمطر) ان النموذجي (معتدل شبه الرطب ومعتدل شبه جاف) اكثر تكراراً خلال مدة الدراسة .

2- سجلت النماذج (معتدل بارد ومعتدل شبه رطب ومعتدل وبارد شبه رطب)خلال العقد الاول من المدة الدراسة لمحطات (زاخو و دوكان و السليمانية و دربنديخان) على التوالي، كانت النماذج (بارد ورطب) من النماذج السائدة خلال العقد الاول من الدراسة. بينما سجلت النماذج (معتدل جاف وحار جاف ومعتدل شبه جاف ومعتدل حار) على التوالي، حيث سجل النماذج (حار وجاف)خلال العقد الاخير من مدة.

جدول رقم (6) النماذج المناخية لمنطقة الدراسة

المحطات	معدلات الحرارية	الانحراف المعياري لدرجات الحرارة	كميات التساقط المطري	الانحراف المعياري لكميات المطر	دورات المناخية	معدلات الحرارة	نسبة التغير	قيمة التغير للحرارة	معدلات المطر	نسبة التغير	قيمة التغير للمطر	3+	2+	1-و1+	2-	1-	النموذج المناخي الوصف
زاخو	20.7	0.7	611.1	33.6	1	13.9	3.5	2-	632.3	5.3	0.6			R		T	معتدل بارد
					2	21.1	3.31	0.5	669.9	5.01	2.6	R		T			حار رطب
					3	20.3	3.44	0.5-	614.6	5.4	0.1			TR			معتدل
					4	20.5	3.41	0.2-	538.5	6.2	2.1-			T		R	معتدل جاف
دوكان	19.9	1.2	670.1	40	1	19.1	6.2	0.6-	721.9	5.5	1.2		R	T			معتدل شبه رطب
					2	18.9	6.3	0.6-	767.1	5.2	2.4	R		T			معتدل رطب
					3	20.4	5.8	0.4	617.5	6.4	1.3-			T	R		معتدل شبه جاف
					4	21.1	5.6	1.1	579.7	6.9	2.2-		T			R	حار جاف
السليمانية	19.4	1.1	694.7	35.9	1	18.8	5.8	0.5-	700.6	5.1	0.16			TR			معتدل
					2	19.5	5.6	0.09	758.3	4.7	1.7		R	T			معتدل شبه رطب
					3	19.7	5.5	0.2	642.1	5.5	1.4-			T	R		معتدل شبه جاف
					4	20	5.5	0.5	659.4	5.4	1-			T	R		معتدل شبه جاف
دربندخان	18.1	3.1	597.7	35.2	1	14.5	21.3	1.1-	657.2	5.3	1.6		R			T	بارد شبه رطب
					2	16	19.3	0.6-	519.7	6.7	2.2-			T		R	معتدل جاف
					3	20.5	15.1	0.7	639.4	5.5	1.1		R	T			معتدل شبه رطب
					4	22	14	1.2	580.6	6	0.4-		T	R			معتدل حار

3- الدراسة، إن مقارنة النماذج المناخية بعضها عن البعض خلال العقود الاربعة تعطي نتائج واضحة لتحديد مقدار التغيرات واتجاهاتها خلال العقود المعتمدة في الدراسة، وهذا من المؤشرات الواضحة على الارتفاع درجات الحرارة بفعل ظاهرة الاحتباس الحراري التي يشهدها العالم والمنطقة الدارسة.

4- تحول مناخ منطقة الدراسة حسب النماذج المناخية نحو المناخ أكثر جفافاً وحرارةً .

5- تقلص مساحة النماذج المناخية الرطبة وشبه الرطب واتسعت مساحة الانماط المناخية الجافة وشبه الجافة .

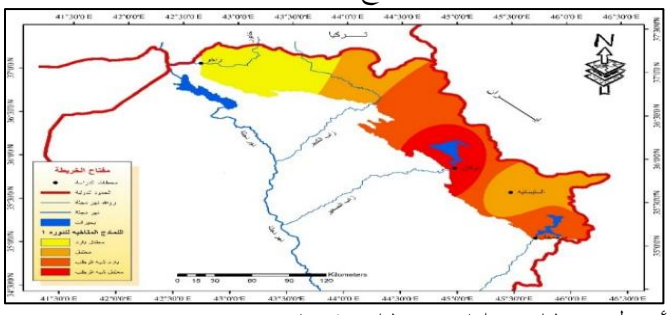
6- ظهور انماط مناخية جديدة (حاروجافة)، من الانماط التي لم تكن موجوداً سابقاً .

7- اختفاء المناخ (البارد والرطب وشبه الرطب) حسب النماذج المناخية لمنطقة الدراسة .

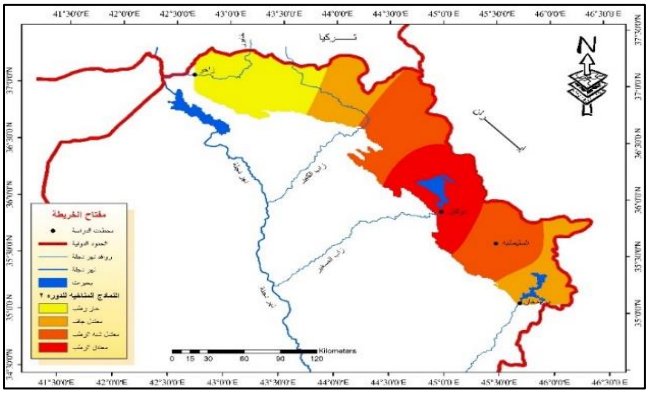
8- زحف مواقع المحطات نحو النماذج المناخية جافة وشبه الجافة وحارة خلال العقد الاخير من الدراسة .

9- وقوع أكثر السنوات الحارة الجافة في المدة الاخيرة من المدة المشمولة بالدراسة، (2010 - 2020)، في حين وقع أكثر السنوات الرطبة والباردة (الممطرة) ضمن الفترة الاولى من المدة المشمولة بالدراسة .

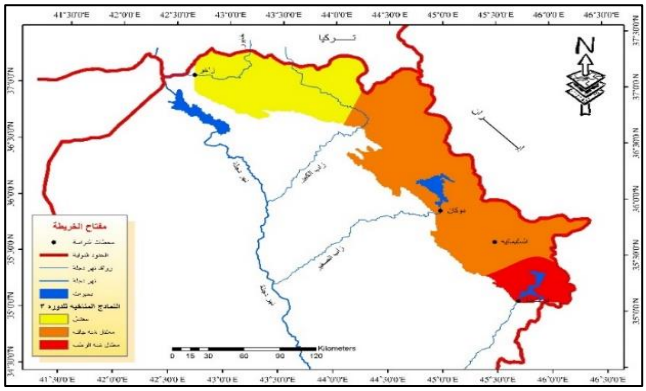
خريطة (5) النماذج المناخية لمنطقة الدراسة



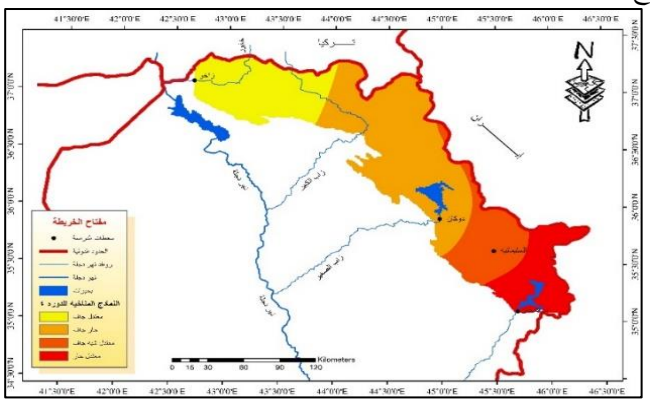
أ – النمذجة المناخية خلال دورة المناخية الاولى



ب – النمذجة المناخية خلال دورة المناخية الثانية



ج – النمذجة المناخية خلال دورة المناخية الثالثة



د – النمذجة المناخية خلال دورة المناخية الثالثة

المصدر : من عمل الباحث باعتماد على جدول (6)

خامساً: طريقة احتساب الموازنة المائية المناخية على ضوء التغيرات المناخية :

وتعرف الموازنة المائية المناخية بانها العلاقة بين كمية الامطار الساقطة وكمية التبخر الكلي الذي يشمل التبخر/النتح الممكن والتبخر الحقيقي(الجبوري،2015،ص194)، كما تعرف بانها العلاقة بين كمية الامطار الساقطة في المناطق احواض الانهار، ومختلف اشكال التحول، والتوزيع التي يسلكها المياه من الجريان، وتبخر، واستهلاك المائي، وتشبع، وتسرب، وذلك للوصول الى توزيع المكاني، والزماني الفائض، وعجز الامطار عن طاقة التبخر النتح، فهي تعكس العلاقة بين كمية الامطار الساقطة (الايرادات) ومقدار الضائعات المائية التي يعتمد في حسابها على مقدار التبخر النتح(السامرائي،1999،ص202).

واخيراً ان نتيجة هذه العلاقة اما ان يحدث فائض مائي اذا كانت كمية الامطار الساقطة اكثر من كمية التبخر/النتح الكلية، او ان يحدث عجز مائي اذا كانت كمية الامطار الساقطة اقل من كمية التبخر/النتح الكلية . ولتحديد الموازنة المائية المناخية في منطقة الدراسة استخدم الباحث طريقة معادلة (ثورنثويت[2] – ايفانوف[3]، لمحطات المعتمدة في الدراسة وحسب الدورات المناخية. وتشير الاحصاءات الواردة في جدول (7)الخاص بالموازنة المائية المناخية حسب معادلة ثورنثويت في محطات منطقة الدراسة واظهر النتائج التالية :

1- ان نمط التوزيع المكاني لقيم التبخر تختلف تماماً عن نمط التوزيع المكاني لكميات الامطار الساقطة، فالعلاقة بينها عكسية، اذ ان معدلات التبخر تقل باتجاه من الجنوب الى الشمال. بينما كميات الامطار الساقطة تزداد باتجاه من الجنوب الى الشمال .

2- ازدياد معدلات العجز المائي زمنياً بالانتقال من اشهر الشتاء الى اشهر الربيع، ثم الصيف. لتصل الى اعلى معدلاتها في هذا الفصل الجاف، ويمثل فصل الصيف اعلى معدلات النقص المائي على المستوى الاقليم الجبلي بسبب انعدام التساقط وارتفاع درجات الحرارة وارتفاع قيم التبخر .

3- عند المقارنة في قيم الموازنة المائية المناخية على مستوى الدورات المناخية السنوية والشهرية لمحطات منطقة الدراسة تبين :

- وجود اتجاه نحو الارتفاع في قيم العجز المائي السنوي في المحطات المعتمدة في الدراسة من (-1664.2ملم و-1770.6ملم و-1788.6ملم و-1193.3ملم) لمحطات (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان)على التالي بين الاعوام (1980-2020) الى (-1959.4ملم و-2017.4ملم و-1855.2ملم و-2353.4ملم)بين الاعوام اي ارتفع قيم العجز المائي بمقدار(295ملم و246ملم و66.6ملم و1161.1ملم) .
- يعد العقد الاخير(2010-2020) سجلت اعلى قيم من العجز المائي في جميع المحطات المعتمدة في الدراسة، ويزيد عن قيم العجز المائي للعقد الثالث(2000 - 2010) بمقدار(15.6ملم و 39 ملم و24.7ملم و477.7ملم) في المحطات (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان) .
- نستنتج مما سبق ان اتجاه العام من قيم الموازنة المائية المناخية يميل نحو الارتفاع بمقدار السالب في جميع المحطات المعتمدة في الدراسة، وهذا مؤشراً واضحاً على حدوث بداية تغير مُناخي إذا ما استمر هذا الاتجاه في المستقبل .

جدول (7) الموازنة المائية المناخية حسب معادلة (ثورنثويت - ايفانوف) في المحطات الاقليم الجبلي حسب الدورات المناخية

المحطات	دورات المناخية	الامطار والتبخر (ملم)	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
زاخو	1	الامطار	94.1	115.6	102.4	85.4	23.0	10.5	0.0	0.3	0.2	37.6	79.0	84.2	632.3
		التبخر-النتح/الممكن	4.31	5.50	17.67	47.60	100.40	156.56	212.61	168.08	128.16	70.01	24.68	9.62	945.20
		التبخر-النتح/الحقيقي	61.92	69.87	91.35	139.01	232.06	360.50	445.87	442.10	359.47	275.53	107.84	71.17	2656.70
		العجز او الفائض	89.8	110.1	84.7	37.8	-232.1	-360.5	-445.9	-442.1	-359.5	-275.5	54.3	74.6	-1664.2
	2	الامطار	119.15	79.3	112.69	88	35.18	3.53	0.03	1.78	3.2	47.28	74.34	105.43	669.9
		التبخر-النتح/الممكن	5.99	9.92	25.23	59.73	131.72	236.28	329.23	261.59	194.20	95.36	26.25	9.59	1385.10
		التبخر-النتح/الحقيقي	70.28	88.15	112.96	161.56	262.68	421.79	510.87	498.33	408.44	257.64	122.40	79.84	2994.93
		العجز او الفائض	113.2	69.4	87.5	28.3	-262.7	-421.8	-510.9	-498.3	-408.4	-257.6	48.1	95.8	-1917.6
	3	الامطار	102.8	95.3	107.6	65.7	14.1	3.2	0.2	1.0	0.2	30.7	59.1	135.0	614.6
		التبخر-النتح/الممكن	5.46	8.32	22.42	58.80	134.73	215.64	298.04	220.60	155.45	82.28	30.00	12.21	1243.95
		التبخر-النتح/الحقيقي	71.80	86.47	110.28	166.85	270.80	416.22	504.56	486.49	387.86	306.17	127.70	85.97	3021.18
		العجز او الفائض	97.3	87.0	85.2	6.9	-270.8	-416.2	-504.6	-486.5	-387.9	-306.2	29.1	122.8	-1943.8
	4	الامطار	94.46	106.11	82.11	59.1	18.87	1.19	0	0	1.77	28.78	53.55	92.56	538.5
		التبخر-النتح/الممكن	5.87	10.02	29.10	46.95	126.54	222.17	301.41	236.13	169.73	93.82	26.58	8.98	1277.32
		التبخر-النتح/الحقيقي	71.65	89.16	117.73	152.64	261.69	419.15	499.57	488.31	391.16	259.93	121.38	78.60	2950.95
		العجز او الفائض	88.6	96.1	53.0	12.1	-261.7	-419.2	-499.6	-488.3	-391.2	-259.9	27.0	83.6	-1959.4
دوكان	1	الامطار	78.6	127.1	121.7	56.4	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	84.2	200.0	721.9
		التبخر-النتح/الممكن	3.27	5.02	16.22	51.23	120.49	206.77	282.99	208.97	170.36	83.56	24.97	6.42	1180.26
		التبخر-النتح/الحقيقي	59.89	66.50	95.90	143.29	259.27	421.83	489.98	480.27	417.20	262.90	189.43	71.61	2958.08
		العجز او الفائض	75.3	122.1	105.5	5.2	-259.3	-421.8	-490.0	-480.3	-417.2	-262.9	59.2	193.6	-1770.6

	2	الامطار	157.6	127.5	116.9	90.1	22.8	2.5	0.4	0.1	2.8	30.0	97.7	118.9	767.1
		التبخر-النتح/الممكن	4.10	4.99	15.84	46.28	115.51	201.13	265.55	212.56	154.71	80.89	29.15	8.26	1138.98
		التبخر-النتح/الحقيقي	59.76	63.71	92.08	137.16	251.47	417.73	475.51	486.97	394.38	258.04	197.39	76.91	2911.11
		العجز او الفائض	153.5	122.5	101.1	43.8	-251.5	-417.7	-475.5	-487.0	-394.4	-258.0	68.6	110.6	-1684.0
	3	الامطار	118.6	113.2	90.6	61.6	28.0	2.9	0.0	0.0	1.5	33.8	66.5	100.9	617.5
		التبخر-النتح/الممكن	3.38	5.59	23.89	51.32	127.53	241.53	314.52	251.76	186.44	97.50	24.46	7.24	1335.15
		التبخر-النتح/الحقيقي	58.19	67.00	108.91	144.93	262.77	445.83	501.10	507.45	419.27	277.49	140.23	77.48	3010.64
		العجز او الفائض	115.2	107.6	66.7	10.3	-262.8	-445.8	-501.1	-507.4	-419.3	-277.5	42.0	93.7	-1978.4
	4	الامطار	96.9	96.2	114.5	63.6	24.0	0.5	0.3	0.0	2.1	28.5	66.3	86.9	579.7
		التبخر-النتح/الممكن	4.37	6.87	21.32	53.77	130.14	265.98	356.32	277.03	204.87	93.09	25.07	8.48	1447.32
		التبخر-النتح/الحقيقي	60.84	69.29	103.68	147.44	262.93	445.05	510.97	506.86	422.41	273.66	140.28	78.69	3022.10
		العجز او الفائض	92.5	89.3	93.2	9.8	-262.9	-445.0	-511.0	-506.9	-422.4	-273.7	41.2	78.4	-2017.4

من عمل الباحث، بأعتماد على جدول (2) ونتائج معادلات (ثورنثويت وايفانوف).

جدول (8)

المحطات	دورات المناخية	الامطار والتبخر (ملم)	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
السليمانية	1	الامطار	95.0	113.4	115.9	77.5	39.0	0.9	0.0	0.0	0.6	39.6	108.8	109.8	700.6
		التبخر-النتح/الممكن	3.90	5.63	18.21	54.18	107.51	186.67	254.06	204.74	162.56	78.63	25.36	7.62	1109.07
		التبخر-النتح/الحقيقي	43.54	53.92	96.99	141.53	254.48	400.36	482.05	492.24	404.87	260.13	120.83	55.48	2806.40
		العجز او الفائض	91.1	107.8	97.7	23.3	-254.5	-400.4	-482.1	-492.2	-404.9	-260.1	83.4	102.2	-1788.6
	2	الامطار	144.9	105.0	110.5	94.4	39.9	3.2	0.0	0.0	2.2	29.4	105.6	123.2	758.3
		التبخر-النتح/الممكن	3.67	4.17	18.59	52.90	120.03	191.48	278.99	217.26	164.32	88.72	31.31	10.19	1181.62
		التبخر-النتح/الحقيقي	64.89	54.32	90.98	152.41	239.35	356.82	486.64	494.82	415.25	251.80	92.16	56.84	2756.28

		العجز او الفائض	141.2	100.8	91.9	41.5	-239.4	-356.8	-486.6	-494.8	-415.3	-251.8	74.3	113.0	-1681.9
	3	الامطار	125.2	121.0	80.3	81.8	30.4	0.5	0.0	0.0	1.8	38.3	64.2	98.9	642.4
		التبخر-النتح/الممكن	3.86	6.86	26.32	55.34	119.78	210.64	267.07	221.21	159.41	85.81	24.79	8.34	1189.45
		التبخر-النتح/الحقيقي	67.46	69.71	106.01	158.56	247.75	378.38	475.07	504.32	414.20	256.65	93.87	60.60	2832.58
		العجز او الفائض	121.3	114.1	54.0	26.5	-247.8	-378.4	-475.1	-504.3	-414.2	-256.6	39.4	90.6	-1830.5
	4	الامطار	111.3	87.8	108.3	70.1	36.9	0.5	0.0	0.0	2.0	28.2	89.5	124.8	659.4
		التبخر-النتح/الممكن	5.41	8.45	23.85	59.20	125.00	170.00	294.62	239.01	175.17	87.67	26.78	8.22	1223.37
		التبخر-النتح/الحقيقي	74.65	76.09	104.34	167.18	257.20	342.02	488.73	526.33	436.80	263.98	100.08	65.42	2902.81
		العجز او الفائض	105.9	79.4	84.4	10.9	-257.2	-342.0	-488.7	-526.3	-436.8	-264.0	62.7	116.6	-1855.2
دربندخان	1	الامطار	79.9	149.7	108.2	40.5	14.3	0.8	0.0	0.0	0.0	28.4	68.9	166.6	657.2
		التبخر-النتح/الممكن	2.63	6.41	18.28	39.30	81.80	118.80	164.26	142.31	102.03	63.22	26.08	10.82	775.93
		التبخر-النتح/الحقيقي	43.24	57.18	73.69	120.56	209.35	296.95	364.24	379.93	278.33	173.81	63.16	57.08	2117.52
		العجز او الفائض	77.3	143.3	89.9	1.2	-209.3	-296.9	-364.2	-379.9	-278.3	-173.8	42.8	155.8	-1192.3
	2	الامطار	130.8	71.3	87.6	44.8	10.9	1.9	0.0	0.0	0.8	12.9	66.1	92.5	519.7
		التبخر-النتح/الممكن	6.54	9.74	22.07	45.21	87.83	131.27	185.93	141.32	107.91	62.85	25.86	13.68	840.22
		التبخر-النتح/الحقيقي	52.49	67.44	84.21	141.41	233.75	327.37	403.36	382.02	304.01	188.57	68.40	67.78	2320.81
		العجز او الفائض	124.3	61.6	65.5	-141.4	-233.7	-327.4	-403.4	-382.0	-304.0	-188.6	40.2	78.8	-1610.1
	3	الامطار	158.8	125.9	71.8	72.7	20.5	0.3	0.0	1.0	1.1	13.5	81.1	92.8	639.4
		التبخر-النتح/الممكن	4.13	7.56	29.64	48.86	127.46	234.77	345.20	231.79	175.79	97.09	21.90	6.75	1330.93
		التبخر-النتح/الحقيقي	60.80	88.42	127.79	163.84	294.65	423.54	513.37	465.81	398.58	264.02	106.72	69.68	2977.22
		العجز او الفائض	154.7	118.3	42.2	23.8	-294.6	-423.5	-513.4	-465.8	-398.6	-264.0	59.2	86.0	-1875.7
	4	الامطار	116.4	72.9	84.8	39.7	34.7	0.2	0.0	0.0	0.3	35.9	111.4	84.3	580.6

		التبخر-النتح/الممكن	3.67	7.63	23.50	61.36	151.33	276.76	389.53	316.66	228.00	94.98	29.39	8.98	1591.81
		التبخر-النتح/الحقيقي	72.69	105.84	131.41	191.62	321.78	453.48	525.86	532.60	447.16	277.49	134.44	82.12	3276.49
		العجز او الفائض	112.7	65.3	61.3	-191.6	-321.8	-453.5	-525.9	-532.6	-447.2	-277.5	82.0	75.3	-2353.4
المحطات	دورات المناخية	الامطار والتبخر (ملم)	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
السليمانية	1	الامطار	95.0	113.4	115.9	77.5	39.0	0.9	0.0	0.0	0.6	39.6	108.8	109.8	700.6
		التبخر-النتح/الممكن	3.90	5.63	18.21	54.18	107.51	186.67	254.06	204.74	162.56	78.63	25.36	7.62	1109.07
		التبخر-النتح/الحقيقي	43.54	53.92	96.99	141.53	254.48	400.36	482.05	492.24	404.87	260.13	120.83	55.48	2806.40
		العجز او الفائض	91.1	107.8	97.7	23.3	-254.5	-400.4	-482.1	-492.2	-404.9	-260.1	83.4	102.2	-1788.6
	2	الامطار	144.9	105.0	110.5	94.4	39.9	3.2	0.0	0.0	2.2	29.4	105.6	123.2	758.3
		التبخر-النتح/الممكن	3.67	4.17	18.59	52.90	120.03	191.48	278.99	217.26	164.32	88.72	31.31	10.19	1181.62
		التبخر-النتح/الحقيقي	64.89	54.32	90.98	152.41	239.35	356.82	486.64	494.82	415.25	251.80	92.16	56.84	2756.28
		العجز او الفائض	141.2	100.8	91.9	41.5	-239.4	-356.8	-486.6	-494.8	-415.3	-251.8	74.3	113.0	-1681.9
	3	الامطار	125.2	121.0	80.3	81.8	30.4	0.5	0.0	0.0	1.8	38.3	64.2	98.9	642.4
		التبخر-النتح/الممكن	3.86	6.86	26.32	55.34	119.78	210.64	267.07	221.21	159.41	85.81	24.79	8.34	1189.45
		التبخر-النتح/الحقيقي	67.46	69.71	106.01	158.56	247.75	378.38	475.07	504.32	414.20	256.65	93.87	60.60	2832.58
		العجز او الفائض	121.3	114.1	54.0	26.5	-247.8	-378.4	-475.1	-504.3	-414.2	-256.6	39.4	90.6	-1830.5
	4	الامطار	111.3	87.8	108.3	70.1	36.9	0.5	0.0	0.0	2.0	28.2	89.5	124.8	659.4
		التبخر-النتح/الممكن	5.41	8.45	23.85	59.20	125.00	170.00	294.62	239.01	175.17	87.67	26.78	8.22	1223.37
		التبخر-النتح/الحقيقي	74.65	76.09	104.34	167.18	257.20	342.02	488.73	526.33	436.80	263.98	100.08	65.42	2902.81
		العجز او الفائض	105.9	79.4	84.4	10.9	-257.2	-342.0	-488.7	-526.3	-436.8	-264.0	62.7	116.6	-1855.2
دربندخان	1	الامطار	79.9	149.7	108.2	40.5	14.3	0.8	0.0	0.0	0.0	28.4	68.9	166.6	657.2

		التبخر-النتح/الممكن	2.63	6.41	18.28	39.30	81.80	118.80	164.26	142.31	102.03	63.22	26.08	10.82	775.93
		التبخر-النتح/الحقيقي	43.24	57.18	73.69	120.56	209.35	296.95	364.24	379.93	278.33	173.81	63.16	57.08	2117.52
		العجز او الفائض	77.3	143.3	89.9	1.2	-209.3	-296.9	-364.2	-379.9	-278.3	-173.8	42.8	155.8	-1192.3
	2	الامطار	130.8	71.3	87.6	44.8	10.9	1.9	0.0	0.0	0.8	12.9	66.1	92.5	519.7
		التبخر-النتح/الممكن	6.54	9.74	22.07	45.21	87.83	131.27	185.93	141.32	107.91	62.85	25.86	13.68	840.22
		التبخر-النتح/الحقيقي	52.49	67.44	84.21	141.41	233.75	327.37	403.36	382.02	304.01	188.57	68.40	67.78	2320.81
		العجز او الفائض	124.3	61.6	65.5	-141.4	-233.7	-327.4	-403.4	-382.0	-304.0	-188.6	40.2	78.8	-1610.1
	3	الامطار	158.8	125.9	71.8	72.7	20.5	0.3	0.0	1.0	1.1	13.5	81.1	92.8	639.4
		التبخر-النتح/الممكن	4.13	7.56	29.64	48.86	127.46	234.77	345.20	231.79	175.79	97.09	21.90	6.75	1330.93
		التبخر-النتح/الحقيقي	60.80	88.42	127.79	163.84	294.65	423.54	513.37	465.81	398.58	264.02	106.72	69.68	2977.22
		العجز او الفائض	154.7	118.3	42.2	23.8	-294.6	-423.5	-513.4	-465.8	-398.6	-264.0	59.2	86.0	-1875.7
	4	الامطار	116.4	72.9	84.8	39.7	34.7	0.2	0.0	0.0	0.3	35.9	111.4	84.3	580.6
		التبخر-النتح/الممكن	3.67	7.63	23.50	61.36	151.33	276.76	389.53	316.66	228.00	94.98	29.39	8.98	1591.81
		التبخر-النتح/الحقيقي	72.69	105.84	131.41	191.62	321.78	453.48	525.86	532.60	447.16	277.49	134.44	82.12	3276.49
		العجز او الفائض	112.7	65.3	61.3	-191.6	-321.8	-453.5	-525.9	-532.6	-447.2	-277.5	82.0	75.3	-2353.4

من عمل الباحث، بأعتماد على جدول (2) ونتائج معادلات (ثورنثويت وايفانوف).

الاستنتاجات

لقد توصلت الدراسة الى مجموعة من الاستنتاجات التي يمكن تلخيصها في كالاتي :

1- تتباين المعدلات السنوية والفصلية والشهرية لدرجات الحرارة في المحطات المعتمدة في الدراسة .

2- ان المتغير (العامل التضاريسي) من الاكثر المتغيرات ذات العلاقة الطردية مع المستوى السنوي والفصلي والشهري للامطار، وهو ما يفسر ارتفاع كمية الامطار الساقطة على المحطات الجبلية من الاقليم، بينما المحطات الاقل ارتفاعاً لاتحظى بنفس كمية المطر.

3- ظهرت من خلال الدراسة وجود مؤشرات واضحة لحدوث التغيرات في مسار عنصري (الحرارة والمطر) في المحطات المعتمدة في الدراسة للمدة (1980 - 2020) ويمكن عدها مؤشراً واضحاً على حدوث بداية تغير مُناخي اذا ما استمر هذا الاتجاه في المستقبل .

4- وجود اتجاه نحو الارتفاع لمعدلات درجات الحرارة في جميع المحطات منطقة الدراسة وبلغ معدل التغير(3.74 و 8.69 و3.29 و10.15) لمحطات الدراسة (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان) على التوالي .

5- وجود اتجاه نحو الانخفاض في كمية الامطار الساقطة في جميع محطات المعتمدة في الدراسة وبلغ معدل التغير لمدة الدراسة (-3.04 و-4.03 و-11.62 و-6.51) لمحطات الدراسة (زاخو، دوكان، السليمانية، دربندخان) على التوالي .

6- فيما تخص التغيرات الحاصلة في النماذج المناخية، فإنها على النحو الاتي:

أ- تحول مناخ منطقة الدراسة حسب النماذج المناخية نحو المناخ أكثر جفافاً واكثر ارتفاعا في درجات الحرارة.

ب- تقلص مساحة النماذج المناخية الرطبة وشبه الرطب واتسعت مساحة الانماط المناخية الجافة وشبه الجافة .

ت- ظهور انماط مناخية جديدة (حاروجافة)، من الانماط التي لم تكن موجوداً سابقاً .

ث- اختفاء المناخ الرطب حسب النماذج المناخية لمنطقة الدراسة .

ج- زحف مواقع المحطات نحو النماذج المناخية جافة وشبه الجافة وحارة خلال العقد الاخير من الدراسة .

ح- وقوع اكثر السنوات الحارة الجافة في المدة الاخيرة من المدة المشمولة بالدراسة، (2010 - 2020)، في حين وقع اكثر السنوات الرطبة والباردة (الممطرة) ضمن الفترة الاولى من المدة المشمولة بالدراسة .

7- ادى ارتفاع معدلات درجات الحرارة السنوية والفصلية والشهرية، وانخفاض كميات الامطار الساقطة الى زيادة عمليتي التبخر والنتح وقيم الموازنة المائية المناخية في المحطات الدراسة .

8- ارتفع مقدار العجز المائي حسب تطبيق معادلة (ثورنثويت-ايفانوف) في جميع المحطات المعتمدة في الدراسة خلال المدة المحصورة بين (1980-2020) .

التوصيات

1- ضرورة التعامل مع التغيرات المناخية بجدية أكثر، وعدم الاكتفاء بوصف الظاهرة .

2- القيام بدراسة مماثلة لمناطق اخرى في البلاد لغرض متابعة أثار تغير المناخ على الموازنة المائية المُناخية .

3- التخطيط الامثل لاستثمار الموارد المائية، اذ يعط التخطيط القاعدة الاساسية لانطلاقه اي عمل ما نحو الافضل لذا فمن الضروري وضع خطة من قبل مديرية الموارد المائية في البلد توضح فيها كمية المياه الممكن استثمارها في المجال الزراعي والصناعي والحيواني والسكاني او في مجال الخزن المائي بما يتناسب مع الواردات المائية الداخلة للاقليم الجبلي وبما يتناسب مع الوضع المناخي في السنة المائية .

المصادر

نعمان شحادة، علم المناخ، دار الصفاء للطباعة، عمان، ط1، 2009 .

علي احمد غانم، الجغرافيا المناخية، دار المسيرة للنشروالتوزيع والطباعة، عمان، ط2003،2 .

سامي عزيز عباس العتيبي واياد عاشور الطائي، الاحصاء والنمذجة في الجغرافية، مكتبة ومطبعة اكرم للطباعة والاستنساخ، بغداد، 2013 .

كامل فليفل وفتحي حمدان، الاحصاء، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، 2009، ص74 .

عادل سعيد الراوي ود.قصي عبد المجيد السامرائي,المناخ التطبيقي، دار ابن الاثير، الموصل، 1990 .

سلام هاتف الجبوري، اساسيات علم المناخ الزراعي، ط1، بغداد، 2015 .

هاشم ياسين الحداد، ئةتلةسى هةريَمى كوردستانى عيراق، عيراق وجيهان، ض1، هةولير، 2009 .

محمد جعفر السامرائي، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الاقاليم المائية، مجلة جمعية الجغرافية، العدد 42، 1999.

محمد صدقة ابو زيد، التغيرات الحالية للامطار السنوية في جنوب محافظة طائف بالمملكة السعودية، مجلة العلوم الارصاد والبيئية وزراعة المناطق الجافة، جامعة الملك عبدالعزيز، مجلد (2)، عدد (2)، 2010 .

نادر محمد صيام، لاتجاهات الامطار في بعض المواقع في سوريا دراسة الاحصائية تحليلية ، مجلة دمشق، مجلد (14)، العدد الثاني، 1994 .

أقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة لانواء الجوية، سجلات المناخ، بيانات غير منشورة .

ملحق (1) المجاميع السنوية لمعدلات الحرارة (مْ)

	الزمن (السنوات)		حرارة(المعدل)	
	الزمن 2	الزمن 1	المعدل الزمن 2	المعدل الزمن 1
زاخو	2020	1981	20.9	20.2
دوكان	2020	1984	20.7	19
السليمانية	2020	1981	19.8	19.1
دربندخان	2020	1983	21.2	19

ملحق (2)

المجاميع السنوية لكميات الامطار الساقطة (ملم)

	الزمن (السنوات)		حرارة(المعدل)	
	الزمن 2	الزمن 1	المعدل الزمن 2	المعدل الزمن 1
زاخو	2020	1981	604.2	623.1
دوكان	2020	1984	598.2	748.5
السليمانية	2020	1981	649.8	728.1
دربندخان	2020	1983	580.8	615.2

پەراویزەکان

[1] . ان الانحراف المعياري هو مقياس يحدد مدى تباعد القراءات عن وسطها الحسابي، او وتعبر قيم الانحراف المعياري احصائياً بالمعادلة الاتية:

$$Ax = \sqrt{\frac{\sum (X - r)^2}{n}} \times 100$$

حيث ان

Ax = الانحراف المعياري.

X = متوسط درجات الحرارة السنوية (مْ).

r = متوسط درجات الحرارة خلال مدة من الزمن.

n = عدد السنوات.

المصدر: كامل فليفل وفتحي حمدان، الاحصاء، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، 2009، ص74 .

[2] . إستخدام معادلة ثورنثويت لقياس التبخر- النتح / الممكن :

$$E = 16 \left(\frac{T \times 10}{I}\right)^a$$

حيث أن كمية التبخر- النتح /الممكن الشهرية مقاساً بـ(ملم/شهر) = E

المعدل الشهري لدرجات حرارة الهواء = T

معامل الحرارة ويساوي

أي مجموع قيم (i) لجميع الاشهر = $\sum I$ i

ويمكن ايجاد قيمة (i) من الملحق الاحصائي (رقم 1)(الخاص), حيث تكون مساوية لدرجة الحرارة للشهر (مْ) للمنطقة المطلوبة

بدلالة

(I) تستخرج قيمة (a)من الملحق الاحصائي = a

المصدر : د.عادل سعيد الراوي ود.قصي عبد المجيد السامرائي,المناخ التطبيقي، دار ابن الاثير، الموصل، 1990, ص105.

[3] . إستخدام معادلة إيفانوف لقياس التبخر- النتح /الكلي : خ = 0,0018 (25 + ح)2 (100 – رن) .

حيث إن : خ = مقدار التبخر-النتح/الكلي (ملم) . و ح = معدل الحرارة السنوية مقيساً(مْ) . و رن = الرطوبة النسبية .

للمزيد انظر : علي حسن موسى، المناخ الحيوي، دار نينوى للدراسات والنشروالتوزيع، دمشق،2002، ص28 .

- في حالة كون المطر أكثر من التبخر-النتح/الممكن فتستعمل الصيغة : AC = P – PE

حيث أن : AC = التبخر الحقيقي . و P = التساقط . و PE = التبخر- النتح/الممكن (نتائج ثورنثويت) .

- وفي حالة كون الامطار أقل من التبخر- النتح/الممكن فتستعمل نتائج معادلة إيفانوف .