

فحص تجانس بيانات الأمطار ودرجات الحرارة في منطقة اقليم كردستان-العراق

رنا محمد عبد قصاب باشي
عبد الوهاب محمد يونس
عمر مقداد عبد الغني محمود اغا
rana.enp106@student.uomosul.edu.iq
gazzal@uomosul.edu.iq
o.agma@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم هندسة السدود والموارد المائية

تاريخ القبول: 7/7/2021

تاريخ الاستلام: 8/5/2021

الخلاصة:

تم في هذه الدراسة إجراء فحص التجانس لسلاسل الأمطار و درجات الحرارة الشهرية والسنوية المرصودة باعتماد طرق الاختبار التالية Pettitt test و Buishand test (BRT) و Standard Normal Homogeneity test (SNHT) و Van Neumann test (VNT) عند مستوى ثقة 5% لـ 9 محطات مسجلة في مناطق مختلفة من كردستان العراق للفترة من 1981-2020. تم تعويض القيم المفقودة لسلاسل الأمطار الزمنية باستعمال طريقة المعدل الحسابي البسيط وطريقة النسبة الاعتيادية. وتم تعويض القيم المفقودة لدرجات الحرارة باستعمال طريقة المعدل الحسابي البسيط وعن طريق القمر الصناعي Terec التابع لوكالة ناسا NASA. أظهرت نتائج اختبارات التجانس لبيانات سجلات الأمطار الشهرية ان اغلب المحطات كانت متجانسة لأشهر الشتاء والربيع والخريف وغير متجانسة في أشهر فصل الصيف. اما فيما يخص بيانات سجلات درجات الحرارة الشهرية فكانت اغلب المحطات بياناتها غير متجانسة ماعدا محطتي صلاح الدين و شقلاوة كان طابع التجانس يطغى على اغلب أشهر السنة اما البيانات السنوية للأمطار ودرجات الحرارة فأصبحت بيانات جميع المحطات متجانسة بعد معالجة البيانات الشهرية.

الكلمات المفتاحية:

اختبار Pettitt، اختبار BRT، اختبار SNHT، اختبار VNT، السلاسل الزمنية درجات الحرارة.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).
<https://rengj.mosuljournals.com>

1. المقدمة:

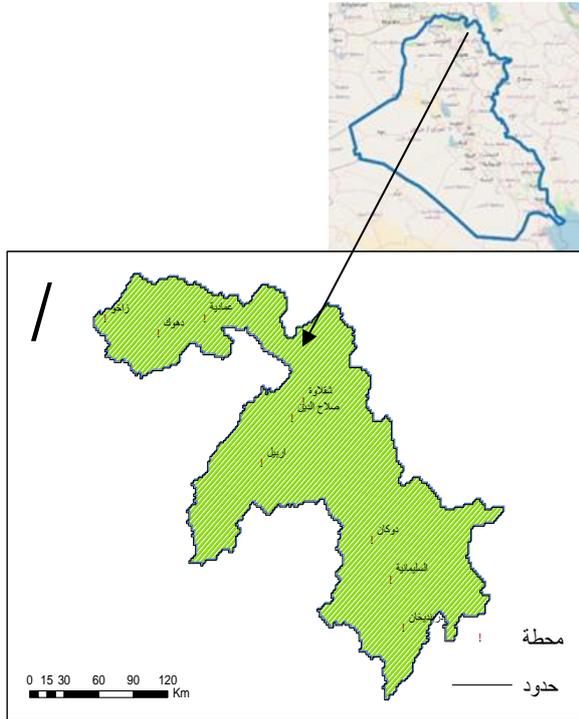
المطلقة Absolute method والتي تأخذ كل محطة على حدا والثانية الطريقة النسبية Relative method والتي تعطي نتائج أفضل عن سابقتها كونها تعتمد على المحطات المجاورة في حال توفر عدد كافي من البيانات والمحطات مع وجود ارتباط قوي بين المحطات الموزعة عشوائياً [24]. هنالك العديد من الدراسات المتعلقة باختبارات تجانس بيانات الأمطار ودرجات الحرارة في انحاء مختلفة من العالم حيث استخدم [1] في كندا اختبار SNHT لأحجام عينات مختلفة تتراوح ما بين 10 و 250 وكان الهدف من الاختبار هو لاكتشاف نقاط التحول في اتجاه السلسلة الزمنية عند النهايات بشكل أفضل وتطوير الاختبار وتوصلوا الى ان هذا الاختبار الاحصائي مفيدة لاختبار تجانس البيانات المناخية ولتقييم تقلبات المناخ. كما بين [2] الحاجة إلى نموذج يمكن منة خلاله التوصل إلى البيانات الأكثر سهولة في الاستعمال لضمان الحد من التعرض للتغيرات المناخية. وطور [6] طرق اختبار التجانس للحد من تأثير العوامل غير المناخية على بيانات السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة في اسبانيا. اختار [21] تطبيق اختباري الـ BRT و Pettitt لاختبار التجانس للسلاسل الزمنية للأمطار اليومية. وفي دراسة اخرى لـ [5] استخدم اختبار التجانس لـ 76 محطة أرصاد جوية في ماليزيا للفترة 1975 - 2010 واستخدمت الاختبارات الاربعة Pettitt و BT و SNHT و VNT لتقييم السلسلة الزمنية اليومية والسنوية للأمطار وصنفت نتائج المحطات على انها مفيدة و مشكوك بها و مرفوضة كما و أظهرت النتائج أن 22% من بيانات السلسلة الزمنية كانت غير متجانسة و 78% متجانسة. اما [8] أجرى مقارنة بين اختبار Bayesian والانحراف

تعرف البيانات على انها متجانسة عندما تكون السلسلة مستقلة ومتمائلة ولا يوجد اختلاف غير معنوي في معدلاتها الطبيعية. عرف (1950) Conrad and Pollack مفهوم التجانس للسلاسل الزمنية بان الاختلاف الذي يحدث في معدلاتها هو نتيجة الطقس والمناخ فقط فيما بين [4]. ان اختبار التجانس يعتمد على عدد البيانات للسلاسل الزمنية وعدد المحطات المجاورة فكما كانت أكثر كانت النتائج ادق ويعتبر اختبار التجانس وسيلة احصائية مهمة في البحوث والدراسات المتعلقة بحق الموارد المائية.

ان عدم تجانس البيانات يعكس مصدراً خطيراً لعدم اليقين في الدراسات المتعلقة بها، وان تزايد البيانات المناخية بمرور الزمن من حيث الحجم والتعقيد [2] وتعرضها للعوامل المناخية [25] وغير المناخية مثل اخطاء في النماذج الاحصائية المستخدمة، التغير في موقع المحطة، التغيرات في طبيعة المنطقة وبيئة المحطة، الاعطال في الجهاز او تغير الجهاز المستخدم للقياس وممارسات الرصد وغيرها [15] هذه العوامل تجعل بيانات السلاسل عرضة للتغير في معدلاتها عن معدلاتها الطبيعية. ان تزايد اعداد مستخدمي هذه البيانات في المجتمع بشكل عام ومن قبل الباحثين بشكل خاص أصبح من الضروري التحقق من مصداقية وموثوقية هذه البيانات واخضاعها للتقييم لضمان التوصل الى نتائج دقيقة قبل الاستعمال. يعد اختبار التجانس من أكثر الطرق الاحصائية استعمالاً للتحقق من البيانات وتصنيفها فيما إذا كانت "مفيدة" او "مشكوك بها" او "مرفوضة" هناك طريقتان تستخدمان لهذا الاختبار الاولى هي الطريقة

2. موقع الدراسة والبيانات المستخدمة :

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق (إقليم كردستان-العراق)، والتي تبلغ مساحتها (50,000) كيلو متر مربع تقريباً. وتقع بين دوائر عرض 35° و $37^{\circ}4$ و بين خطي طول $42^{\circ}24'$ و $45^{\circ}24'$. كما مبين في الشكل (1). تم الحصول على البيانات المناخية الشهرية (أمطار و درجة حرارة) لـ 9 محطات موزعة في جميع انحاء الإقليم (دهوك ، العمادية ، زاخو ، اربيل ، صلاح الدين ، شقلاوة ، سلیمانیة ، دوكان ، دربندیخان) عن طريق المديرية العامة للأرصاد الجوية والزلازل في إقليم كردستان-العراق. الجدول (1) يبين بعض المعلومات الهيدرولوجيا والاحصائية عن السلاسل الزمنية للأمطار ودرجات الحرارة للمحطات الواقعة قيد الدراسة. يتضح من خلال هذه الجدول الاختلاف والتباين من محطة الى أخرى في مجموع الأمطار ومعجلات درجات الحرارة، حيث تزداد كمية الأمطار وتنخفض درجة الحرارة كلما زادت الارتفاعات عن مستوى سطح البحر وتجهنا الى الشمال والشمال الشرق والعكس صحيح.



الشكل (1) يوضح موقع الدراسة والمحطات

جدول رقم (1) يوضح بيانات السلاسل الزمنية للأمطار ودرجات الحرارة لمحطات منطقة الدراسة

اسم المحطة	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (متر)	دوائر العرض	خطوط الطول	طول الفترة الزمنية (سنة)	مدة الفترة الزمنية	معدل الأمطار السنوية (ملم)	الانحراف المعياري (ملم)	معدل درجات الحرارة السنوية (°C)	الانحراف المعياري (°C)
دهوك	596	36	43.02	31	1989-2020	549.85	185.45	20.30	0.49
عمادية	1195	37.05	43.24	31	1989-2020	825.53	248.07	15.64	1.13
زاخو	433.8	37.08	42.41	39	1981-2020	624.08	203.52	21.16	0.62
اربيل	470	36.12	44.04	40	1980-2020	420.39	152.45	21.84	0.80
صلاح الدين	1087	36.23	44.13	38	1982-2020	612.96	179.73	17.99	0.74
شقلاوة	975	36.4	44.3	36	1984-2020	496.10	161.32	17.74	0.89
السلیمانیة	884	35.33	45.27	47	1973-2020	714.23	208.74	19.53	0.64
دوكان	516	35.6	45.1	33	1984-2017	653.66	197.29	20.99	0.89
دربندیخان	513	35	45.4	30	1987-2017	589.13	194.19	21.96	0.79

التراكمي Cumulative Deviations واختبار VNT لاختبار تجانس بيانات السلاسل الزمنية للأمطار الشهرية في إيران للفترة 1966-2005 عند مستوى ثقة 0.05 لـ 41 محطة ، و وجدوا أن سلاسل بيانات الأمطار الشهرية لجميع المحطات متجانسة "مفيد" باستعمال Bayesian Cumulative Deviations بينما كشف اختبار VNT عدم تجانس 7 محطات وأن اختبار VNT أكثر حساسية لاكتشاف عدم التجانس في السلاسل الزمنية للأمطار من الاختبارات الاثنية الذكر و في الصين قام [10] باختبار تجانس البيانات للسلاسل الزمنية للمطرية لـ 404 محطة و للسلاسل الزمنية لدرجات الحرارة لـ 397 محطة للفترة 1978-2015. كشفت نتائج الدراسة عن وجود الكثير من نقاط التحول بعد سنة 2000. كما اجريت دراسة لـ [11] في فيتنام لاختبار التجانس لبيانات السلاسل الزمنية للأمطار في 9 محطات للفترة 1978-2015 باستعمال الاختبارات الاربعة وبمستوى ثقة 0.05 حيث اظهرت النتائج ان جميع بيانات المحطات متجانسة ماعدا اختبار Pettitt الذي اظهر عدم التجانس وكشف نقاط توقف للبيانات للفترة 2008-2015.

في العراق اجريت العديد من الدراسات حول هذا الموضوع بسيناريوهات متعددة [9] أجرى اختبار التجانس للتأكد من مصداقية السلاسل الزمنية للأمطار السنوية للفترة 1981-2010 باستعمال اختبارات التجانس الاربعة لـ 36 محطة. بينت النتائج أن 70% من المحطات كانت بياناتها متجانسة وصنفت على انها مفيدة والـ 30% غير متجانسة وصنفت ما بين مرفوضة ومشكوك بها. واستخدم [13] اختبار Pettitt و BRT و Double mass curve لاختبار تجانس السلاسل الشهرية للأمطار في 13 محطة للفترة 1970-2010 وبينت النتائج ان بيانات جميع المحطات كانت متجانسة باستعمال اختبار Pettitt فيما اظهر اختبار BRT عدم تجانس البيانات. وعندما أجرى [14] اختبار التجانس على البيانات الشهرية للأمطار لـ 22 محطة ونفس الفترة حيث توصلوا الى ان بيانات جميع المحطات كانت مفيدة ماعدا محطة الرمادي فكان مشكوك بها. قام [15] بدراسة "تحليل البيانات الشهرية" للتحري عن تجانس البيانات في سلاسل الأمطار الموسمية والسنوية لـ 9 محطات في شمال العراق باستعمال الاختبارات الاربعة وتحويل السلاسل الزمنية للمحطات الغير المتجانسة الى متجانسة باستعمال طريقة Double mass curve. درست [24] اختبارات التجانس باستعمال الاختبارات الاربعة لـ 18 محطة للفترة 1981-2018 موزعة في مناطق مختلفة من العراق باستثناء إقليم كردستان العراق اشارت الدراسة الى وجود اختلاف في النتائج باختلاف فصول السنة وكذلك اختلاف في نتائج الاختبارات الاربعة لنفس بيانات المحطة الواحدة وفي نهاية الدراسة صنفت كل بيانات المحطات بانها مفيدة ماعدا محطتي النخيب والنجف التي صنفت بياناتها على أنها مشكوك بها. ونظراً لعدم تطرق الدراسات السابقة الى دراسة تجانس بيانات الأمطار ودرجات الحرارة الشهرية، لذا فان الدراسة الحالية سوف تكون عن دراسة تجانس بيانات الأمطار ودرجات الحرارة الشهرية والسنوية لمجموعة من المحطات الموزعة في مناطق مختلفة من إقليم كردستان-العراق ومن ثم تقييم تلك المحطات وتصحيح المحطات المشكوك بها والمرفوضة بطريقة Double mass curve.

3. البيانات المفقودة :

ان سجلات البيانات التاريخية للسلاسل الزمنية تعاني من نقص وانقطاع لعدة اسباب منها تقنية تتعلق بخلل في اجهزة القياس وأخرى تعود للظروف غير الطبيعية التي مرت بها المنطقة خلال الفترة المنصرمة لذلك يتوجب علينا تعويض هذا النقص بالطرق المتاحة.

ولاً- تعويض القيم المفقودة للسلاسل الزمنية للأمطار بطريقتين الأولى طريقة المعدل الحسابي البسيط (AAM) والتي تعتمد على المحطات المجاورة وتستخدم عندما لا يتجاوز الاختلاف في المجموع المطري بين المحطات المراد حساب بياناتها المفقودة والمحطات المجاورة 10% وتحسب بالمعادلة التالية [12].

$$P_x = \frac{1}{M} [P_1 + P_2 + \dots + P_m] \quad \dots\dots\dots (1)$$

وفي حال تجاوز الاختلاف 10% فتحسب قيمة المجموع المطري بطريقة النسبة الاعتيادية (NRM) والتي تعتمد على وزن المجموع المطري للمحطات المجاورة كما في المعادلة التالية [23].

$$P_x = \frac{N_x}{M} \left[\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \dots + \frac{P_m}{N_m} \right] \quad \dots\dots (2)$$

حيث ان

- P_x : القيمة المفقودة للمجموع المطري في المحطة x
- P_i : المجموع المطري للمحطات 1، 2، ... ، m
- N_x : معدل الأمطار في المحطة x
- N_i : معدل الأمطار في المحطة 1، 2، ... ، m
- m : عدد المحطات المجاورة

ثانياً - تعويض القيم المفقودة لسلاسل درجات الحرارة بطريقتين الأولى طريقة المعدل الحسابي البسيط (AAM) والتي تعتمد على المحطات المجاورة وتستخدم عندما لا يتجاوز الاختلاف في درجات الحرارة بين المحطات المراد تعويض بياناتها والمحطات المجاورة 5% [7] ويحسب بالمعادلة (1) المذكورة اعلاه [18]. ولكن في حال تجاوز الاختلاف بين المحطات المجاورة 5% اعتمدت بيانات الأقمار الصناعية وذلك لعدم توفر البيانات في المحطات المجاورة ولفترات طويلة لأسباب ذكرت سابقاً بالإضافة الى ان الكثير من المحطات في الاقليم كانت محطات زراعية ولا تمتلك سجلات لدرجات الحرارة من الأساس وان لطبيعية طوبوغرافية وجيولوجية المنطقة وزيادة معدل الاختلاف في معدل درجات الحرارة والانحراف المعياري من محطة الى اخرى يجعل من الصعب التنبؤ بهاذه البيانات. [17] قاموا بأجراء مقارنة بين بيانات درجات الحرارة المأخوذة من الأقمار الصناعية ودرجات الحرارة المسجلة في المحطات الارضية فوجدوا ارتباطاً قوياً بين الاثنين. واعتبر [16] ان بيانات الأقمار الصناعية طريقة ممكنة لتعويض البيانات المفقودة كما ويمكن الحصول على خريطة كاملة لدرجة حرارة سطح الكرة الأرضية بأكملها، هنالك العديد من الدراسة اكدت وجود ارتباط قوي بين بيانات الأقمار الصناعية وبيانات المحطات الرضية اخرها دراسة ل [19]. وفي الدراسة الحالية عوضت البيانات المفقودة عن طريق القمر الصناعي Tereع التابع لوكالة ناسا في المركز الوطني للملاحة الجوية وإدارة الفضاء National Aeronautics and Space Administration (NASA) وهو نظام أقمار صناعية للاستشعار عن بعد [22].

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

4. اختبار التجانس Homogeneity test :

الغاية من اجراء هذا الاختبار هي معرفة تجانس البيانات للسلاسل الزمنية بعد تعويض القيم المفقودة. هنالك العديد من اختبارات طرق التجانس منها Pettitt , BRT , SNHT , VNT .

تنص فرضية العدم في هذا الاختبارات على ان بيانات السلاسل الزمنية مستقلة وعشوائية اي "متجانسة" على العكس من ذلك فقد نصت الفرضية البديلة على وجود نقطة توقف وتحول في اتجاه المعدل للسلسلة الزمنية اي "عدم التجانس". يتميز كل من اختبار Pettitt و BRT بفعالية عالية في كشف نقطة التحول في وسط السلسلة الزمنية، بينما يكون اختبار SNHT أكثر فعالية في كشف نقطة التحول في أطراف (بداية ونهاية) السلسلة الزمنية ، اما اختبار VNT فينبؤنا بوجود تحول فقط في اتجاه السلسلة لكنه غير قادر على كشف مكان نقطة التحول للسلسلة الزمنية.

1.4. Pettitt test

طور هذا الاختبار من قبل Pettitt, (1979) وتنص فرضية العدم في هذا الاختبار بان البيانات عشوائية ومستقلة وتتبع نفس التوزيع، ويعتبر اختبار Pettitt أكثر فعالية في الكشف عن التحول في اتجاه المعدل اي تحديد سنة التحول في وسط السلسلة الزمنية، حيث تعطى ارقام لكل قيمة في السلسلة الزمنية من 1 الى n و ان n تمثل عدد البيانات الكلية ثم يتم ايجاد قيمة $V_{i,n}$ ويمكن حسابه على النحو الاتي:

$$V_{i,n} = n + 1 - 2R_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

حيث ان R_i : رتبة القيم

و نقوم بايجاد قيمة U_i بالمعادلة التالية :

$$U_i = U_{i-1} - V_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

وان $U_1 = V_1$

ثم نحسب قيمة K_N وعلى النحو التالي :

$$K_N = \max_{1 \leq i \leq n} |U_i| \quad \dots\dots\dots (5)$$

اما قيمة الـ p-value فتحسب على النحو التالي :

$$p_{value} = 2 e^{-\left(\frac{6K_N^2}{(n^3+n^2)}\right)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

2.4. Buishand Range test (BRT)

اقترحة هذا الاختبار من قبل Buishand, (1982) يعتمد على مقدار الانحراف التراكمي للمعدل وهو مشابه لاختبار Pettitt في فرضية العدم ، كما ويعتبر اكثر حساسية في كشف نقطة التحول في وسط السلسلة (1982) Buishand, ويمكن حسابه على النحو الاتي

$$S'_k = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots (7)$$

حيث ان:

- X_i : بيانات السلسلة الزمنية
- \bar{X} : معدل السلسلة الزمنية

$$S''_i = \frac{S'_i}{sd} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

و يتم ايجاد قيمة Q على النحو التالي :

$$Q = \max_{0 \leq i \leq n} |S''_i| \quad \dots\dots\dots (10)$$

3.4. Standard Normal Homogeneity test (SNHT)

اقترح من قبل Alexanderson, (1986) يعتبر من الاختبارات المهمة وهو مشابه لاختبار Pettitt في فرضية العدم [3] ، تعتبر طريقة (SNHT) اكثر حساسية في كشف عن التحول في اطراف السلسلة الزمنية ويمكن حسابه على النحو الاتي :

$$T_k = k\bar{Z}_1^2 + (n - k)\bar{Z}_2^2 \quad k = 1, 2, \dots, n \quad \dots (11)$$

$$\bar{Z}_1 = \frac{1}{k} \frac{\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X})}{sd}, \quad \bar{Z}_2 = \frac{1}{n-k} \frac{\sum_{i=k+1}^n (X_i - \bar{X})}{sd} \quad \dots (12)$$

و يتم ايجاد قيمة T_0 على النحو التالي :

$$T_0 = \max T_k \quad \dots\dots\dots (13)$$

في شهر اذار (1990) ، كما وصفت بيانات شهر حزيران بالمفيدة لجميع المحطات ماعدا محطتي زاخو و العمادية والتي كانت غير متجانسة وذلك لوجود نقطة تحول في سنة (2004) و (2008) على التوالي . كما اجتازت بيانات شهر تموز واب اختبارات التجانس في ثلاث محطات وهي شقلاوة والسليمانية ودوكان في حين كانت بيانات محطة العمادية غير متجانسة ومشكوكاً بها والجدول (2) يوضح نتائج شهر تموز لجميع المحطات. بينما كانت بيانات محطات العمادية ودهوك وزاخو في شهر ايلول (2007) مشكوك بها وبيانات محطة صلاح الدين مرفوضة، اما بيانات شهر كانون الاول فكانت كلها مفيدة ماعدا محطتي دوكان ودرينديخان التي اظهرتا عدم التجانس في اختبار BRT في سنة 2003 و 1992 على التوالي وعدم التجانس في اختبار VNT.

اما فيما يتعلق بالبيانات السنوية فقد اظهرت النتائج عدم التجانس في محطتي دوكان ودرينديخان قبل تصحيح البيانات الشهرية، في حين أصبح التجانس واضحاً في جميع المحطات بعد التصحيح. الجدول (3) يبين نتائج اختبار التجانس لسلاسل الأمطار السنوية ولجميع المحطات.

ثانياً - بيانات سلاسل درجات الحرارة الشهرية : بينت نتائج اختبارات التجانس ان اغلب المحطات كانت غير متجانسة لمختلف اشهر السنة و ظهور اكثر من نقطة تحول للسلسلة و لمختلف الاختبارات فمثلاً كشفت نتائج اختبار بيانات محطة العمادية في شهر كانون الاول ظهور تحول في سنة (2008) عند اختبار Pettitt وفي (1995) لاختبار SNHT وفي (1993) لاختبار BRT ويسبب ذلك كان من الصعوبة ذكر جميع تفاصيل الاختبارات ولجميع المحطات ويعود السبب الرئيسي في هذا الاختلافات الى الحساسية العالية لدرجات الحرارة عند تعرضها لتأثير العوامل المناخية الأخرى وغير المناخية. اظهرت النتائج اجتياز بيانات شهر كانون الثاني لمحطات زاخو و اربيل و صلاح الدين و شقلاوة لاختبارات التجانس فيما فشلت بيانات باقي المحطات في اجتياز الاختبارات ، بينما كشفت نتائج اختبار بيانات شهر شباط فشل بيانات محطات العمادية و اربيل و السليمانية و دوكان و درينديخان في اجتياز اختبارات التجانس وصنفت بالمرفوضة ولم تكن نتائج اختبار بيانات شهر اذار بأفضل منها فقد اظهرت نجاح بيانات محطتي دهوك و شقلاوة فقط في اجتياز اختبارات التجانس وفشل بيانات بقية المحطات في اجتياز الاختبارات . وصنف نتائج بيانات محطة السليمانية على انها مشكوك بها عندما اظهر اختبار Pettitt و BRT عدم تجانس البيانات في شهر نيسان (1997) و ايار (1993) ، اما في اشهر فصل الصيف حزيران و تموز واب فأشارت النتائج بفشل اغلب بيانات المحطات في اجتياز اختبارات التجانس ماعدا ثلاث محطات الجدول(4) يوضح نتائج اختبارات بيانات شهر تموز لجميع المحطات، وفي شهر ايلول صنفت بيانات محطات العمادية و اربيل و دوكان و درينديخان على انها مرفوضة وكانت بيانات محطة صلاح الدين مشكوك بها، بينما اجتازت بيانات محطات دهوك و صلاح الدين و شقلاوة و السليمانية اختبار التجانس في شهر تشرين الأول كما غلب طابع النجاح لبيانات جميع محطات في اجتيازها لاختبارات التجانس خلال شهر تشرين الثاني ماعدا محطة درينديخان فكانت بياناتها مرفوضة في سنة (1997) وفي جميع الاختبارات.

اما بالنسبة للسلاسل السنوية لدرجات الحرارة، فقد فشلت جميع بيانات المحطات في اجتياز اختبارات التجانس ماعدا بيانات محطة شقلاوة التي اجتازت بياناتها الاختبارات بعد تصحيح البيانات الشهرية. الجدول (5) يبين نتائج اختبار التجانس لسلاسل درجات الحرارة السنوية لجميع المحطات.

تم في هذا البحث معالجة جميع البيانات غير المتجانسة لسلاسل الامطار ودرجات الحرارة وتحويلها الى بيانات متجانسة بتقنية المنحني التراكمي المزدوج وشكل (2) يبين اختبارات التجانس باستخدام كل من اختبار Pettitt و BRT و SNHT لسلاسل أمطار شهر شباط قبل وبعد التصحيح لمحطة درينديخان وشكل (3) لسلاسل درجات الحرارة لشهر اب قبل وبعد التصحيح لمحطة اربيل.

4.4. Van Neumann test (VNT)

اقترح من قبل Von Neumann, (1941) يعتبر من اقدم الاختبارات واكثرها شيوعاً وهو مشابه لاختبار Pettitt في فرضية العدم لكنه يختلف عنه في الفرضية البديلة والتي تفترض بان السلسلة الزمنية لا تتوزع توزيعاً عشوائياً ، ويختلف كذلك في عدم قدرته على كشف نقطة التحول بالمعدل ، و يمكن حسابه على النحو الاتي :

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - X_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (14)$$

ترفض فرضية العدم اذا كانت قيمة الـ p-value اقل من قيمة α للطرق الاربعة Pettitt و BRT و SNHT و VNT حيث ان α هيا قيمة مستوى الثقة .

يمكن تصنيف نتائج بيانات المحطة بالاعتماد على اختبار التجانس للطرق الاربعة الى بيانات مفيدة عندما تكون البيانات متجانسة في الطرق الاربعة او ثلاثة منها ، وتكون مشكوك بها doubtful اذا كانت متجانسة في اثنين منها واثنين غير لك، وتعتبر مرفوضة suspect في حالت عدم تجانس في ثلاث او اربعة من الطرق ، عند مستوى ثقة معين [14] .

5. تقنية المنحني التراكمي المزدوج Double mass curve : techniqu

يتم استعمال هذه التقنية لتحويل بيانات السلاسل الزمنية غير المتجانسة (مشكوك بها ، مرفوضة) الى متجانسة ، ان مبدأ عمل هذه التقنية هو ان البيانات المسجلة من نفس المصدر يجب ان يكون لها منحني تراكمي بميل واحد فقط وهذا يدل على تجانسها وفي حال ظهور اكثر من ميل تصحح البيانات بهذه التقنية حيث يتم ايجاد المعدل المطري للمحطات المتجاورة والمتجانسة وتكون ما بين (5-10) محطات ثم تجمع جماً تراكمياً $(\sum P_{av})$ وكذلك الحال بالنسبة للمحطة المعنية نجد المجموع التراكمي لها $(\sum P_x)$ وترسم علاقة خطية بينهما ويتم حساب الميل فاذا كان هناك اي تحول في اتجاه الميل يجب تصحيحه على النحو الاتي [26] :

$$d_{ax} = d_x \frac{m_a}{m_b} \dots\dots\dots (15)$$

حيث ان :

- d_{ax} : البيانات المصححة للمحطة X
- d_x : البيانات قبل التصحيح للمحطة X
- m_b : ميل المنحني التراكمي قبل التحول
- m_a : ميل المنحني التراكمي بعد التحول

6. النتائج والمناقشة :

في الدراسة الحالية عوضت البيانات المفقودة للأمطار بطريقة (AAM) وطريقة (NRM) ودرجات الحرارة بطريقة (AAM) وعن طريق بيانات الاقمار الصناعية ثم اجريت اختبارات التجانس للبيانات الشهرية باستعمال الاختبارات الاربعة للتجانس عند مستوى ثقة 5% وقسمت نتائج الاختبارات الى قسمين:

اولاً- بيانات السلاسل المطرية الشهرية: حيث بينت نتائج اختبارات التجانس ان جميع المحطات كانت متجانسة وصنفت بياناتها على انها مفيدة لأغلب اشهر السنة، فجاءت نتائج شهر شباط متجانساً للمحطات جميعها عدا محطة درينديخان التي صنفت على انها مرفوضة لظهور عدم التجانس في بياناتها و لجميع الاختبارات في سنة (1993) ، اما في شهر اذار(2018) فشلت بيانات محطتي دهوك و زاخو في اجتياز اختبارات Pettitt و SNHT و VNT للتجانس وكذلك الحال بالنسبة لبيانات محطة درينديخان

جدول (2) يوضح نتائج اختبار التجانس لسلاسل الأمطار في شهر تموز في جميع المحطات

Stations	Pettitt test		SNHT test		Buishand test		Van Neumann test		No. of Reject	Result
	K_N	p-value	T_0	p-value	Q	p-value	N	p-value		
Duhok	70	0.15	6.96	0.22	7.44	0.07	1.10	0.0029*	1	useful
Amediye	124 (2010)	0.0066*	7.89	0.18	7.8 (2010)	0.0078*	1.75	0.11	2	doubtful
Zakho	170 (2013)	< 0.0001*	20.4 (2013)	0.0093*	11 (2013)	< 0.0001*	0.62	0.0001*	4	suspect
Erbil	40 (2019)	< 0.0001*	40 (2019)	< 0.0001*	6.3 (2019)	< 0.0001*	1.03	< 0.0001*	4	suspect
Salahaddin	73	0.95	1.35	0.88	4.03	0.85	1.79	0.09	0	useful
Shaqalawa	220 (1996)	< 0.0001*	1.00	0.97	2.85	0.98	2.06	0.20	1	useful
Sulaymaniyah	56	0.57	4.23	0.38	5.63	0.34	2.08	0.56	0	useful
Dukan	78	0.32	2.89	0.56	4.89	0.35	1.82	0.28	0	useful
Darbandikhan	72 (2015)	< 0.0001*	37 (2015)	0.0014*	8.5 (2015)	0.0014*	0.53	< 0.0001*	4	suspect

جدول (3) يوضح نتائج اختبار التجانس لسلاسل الأمطار السنوية في جميع المحطات

Stations	Pettitt test		SNHT test		Buishand test		Van Neumann test		No. of Reject	Result
	K_N	p-value	T_0	p-value	Q	p-value	N	p-value		
Duhok	110	0.59	2.58	0.73	4.94	0.54	2.07	0.60	0	useful
Amediye	86	0.39	1.99	0.83	4.34	0.61	2.34	0.87	0	useful
Zakho	142	0.51	4.37	0.40	6.42	0.19	2.17	0.70	0	useful
Erbil	94	0.56	3.36	0.54	4.24	0.66	2.03	0.54	0	useful
Salahaddin	152	0.95	3.22	0.59	4.90	0.61	1.68	0.13	0	useful
Shaqalawa	81	0.92	3.57	0.47	4.66	0.38	2.23	0.74	0	useful
Sulaymaniyah	105	0.36	11.71	0.06	4.79	0.60	1.87	0.30	0	useful
Dukan	130	0.20	6.10	0.13	6.66	0.10	1.27	0.014*	1	useful
Darbandikhan	166	0.13	4.68	0.31	6.52	0.15	1.47	0.0407*	1	useful

جدول (4) يوضح نتائج اختبار التجانس لسلاسل درجات الحرارة في شهر تموز في جميع المحطات

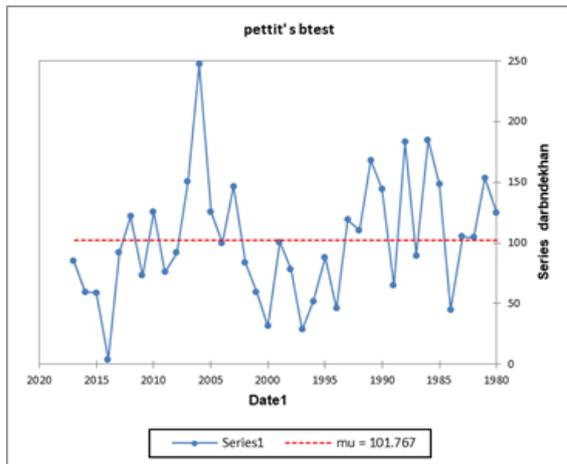
Stations	Pettitt test		SNHT test		Buishand test		Van Neumann test		No. of Reject	Result
	K_N	p-value	T_0	p-value	Q	p-value	N	p-value		
Duhok	69	0.69	3.90	0.44	3.26	0.79	1.88	0.36	0	useful
Amediye	206 (1999)	< 0.0001*	18.9 (1999)	< 0.0001*	11.5 (1999)	< 0.0001*	0.68	< 0.0001*	4	suspect
Zakho	245 (1999)	0.0052*	12.3 (1998)	0.0028*	11.2 (1998)	0.001*	1.24	0.0054*	4	suspect
Erbil	300 (1997)	0.0002*	15.3 (1997)	< 0.0001*	12.6 (1997)	< 0.0001*	1.41	0.0259*	4	suspect
Salahaddin	157	0.05	7.36	0.06	7.5 (2001)	0.0391*	1.44	0.0477*	2	doubtful
Shaqalawa	144	0.13	7.19	0.06	6.44	0.13	1.23	0.0092*	1	useful
Sulaymaniyah	173	0.40	3.43	0.41	5.99	0.24	1.95	0.32	0	useful
Dukan	264 (2003)	< 0.0001*	18.3 (2003)	< 0.0001*	12.5 (2003)	< 0.0001*	0.88	0.0002*	4	suspect
Darbandikhan	230 (2003)	< 0.0001*	21.5 (2003)	< 0.0001*	13 (2003)	< 0.0001*	0.59	< 0.0001*	4	suspect

جدول (5) يوضح نتائج اختبار التجانس لسلاسل درجات الحرارة السنوية في جميع المحطات

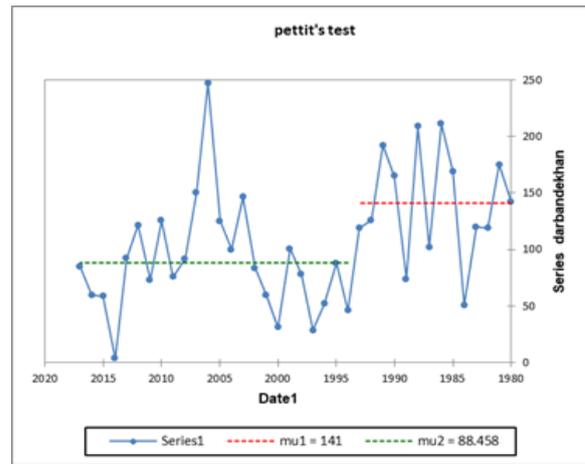
Stations	Pettitt test		SNHT test		Buishand test		Van Neumann test		No. Reject	Result
	T_{mean}		T_{mean}		T_{mean}		T_{mean}			
	K_N	p-value	T_0	p-value	Q	p-value	N	p-value	T_{mea}	T_{mean}
Amediye	220 (2000)	< 0.0001*	18.6 (2000)	< 0.0001*	11.67 -2000	< 0.0001*	0.3479666	< 0.0001*	4	suspect
Duhok	147 (1997)	0.034*	8.3237356	0.0887	7.5 (1997)	0.0206*	2.0676275	0.5795	2	doubtful
Zakho	304 (1992)	< 0.0001*	19.5 (1992)	< 0.0001*	12.9 (1992)	< 0.0001*	0.8822282	< 0.0001*	4	suspect
Erbil	346(1997)	< 0.0001*	15.9 (2004)	0.0001*	12.7(1997)	< 0.0001*	1.0483367	0.0003*	4	suspect
Salahaddin	87	0.9534	3.8279613	0.4648	5.7497535	0.1703	1.9333988	0.4144	0	useful
Shaqlaw	124	0.312	9.6 (2015)	0.0169*	5.9029733	0.1858	0.596667	< 0.0001*	2	doubtful
Sulaymaniyah	412 (1997)	< 0.0001*	20.6 (1998)	< 0.0001*	15.2 (1998)	< 0.0001*	0.967532	0.0002*	4	suspect
Dukan	285 (2002)	< 0.0001*	22.9 (2002)	< 0.0001*	14.1 (2002)	< 0.0001*	0.5590367	< 0.0001*	4	suspect
Darbandikhan	234 (1999)	< 0.0001*	23.7 (1998)	< 0.0001*	13.5 (1999)	< 0.0001*	0.3708904	< 0.0001*	4	suspect

6. الاستنتاجات :
 كان من الصعب اكتشاف التحول في اتجاه معدل السلاسل الزمنية للأمطار خاصة عندما يكون هناك تغيرات كبيرة في اتجاه السلسلة الزمنية. اما فيما يخص السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة فكشف التحول في اتجاه المعدل أصعب من دون استعمال اختبار التجانس كونها أكثر حساسية في تأثرها بالعوامل المناخية وغير المناخية، ومن خلال نتائج البحث تم التوصل للاستنتاجات التالية
 ظهور عدم التجانس ونقاط تحول في سلاسل الأمطار لأشهر فصل الصيف في السنوات الاخيرة (2013 ، 2016 ، 2018 ، 2019) لكثير من المحطات ويعود السبب في ذلك الى ظاهرة الطقس المتطرف الذي يسببه الاحتباس الحراري والذي ينتج عنه هطول الأمطار في اوقات غير معتادة [22].
 كان اختبار VNT اكثر فعالية في كشف عدم التجانس لبيانات أشهر فصل الشتاء واختبار BRT الاقوى في كشف سنة التحول في اتجاه السلاسل الزمنية للأمطار، بينما كان اختبار SNHT اقوى في كشف عدم التجانس واطهار سنة التحول في اتجاه السلاسل الزمنية للأمطار في اشهر فصل الربيع، على العكس من ذلك فان اختبار Pettitt كان الاقوى من بين الاختبارات في أشهر فصل الصيف ثم يليه اختبار BRT ، و تساوى اختبار

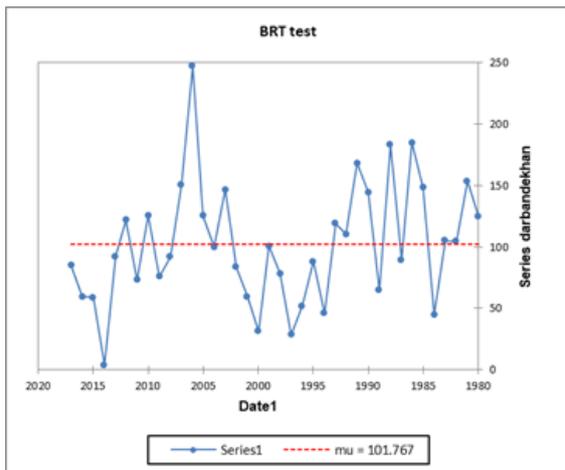
مع اختبار Pettitt في قوته لاكتشاف التحول في اتجاه السلاسل الزمنية للأمطار واطهار عدم التجانس لأشهر الخريف
 كانت سلاسل درجات الحرارة تحوي في كثير من الاشهر ولجميع المحطات على أكثر من نقطة تحول في اتجاه المعدل للسلسلة الزمنية الواحدة وكانت الاختبارات الثلاثة Pettitt, BRT, SNHT متوازيا تقريبا في قوتها في كشف عدم التجانس والتحول في اتجاه السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة الشهرية والسنوية في جميع فصول السنة اما اختبار VNT فقد كان الاقوى في أشهر الصيف في كشف عدم التجانس والاقلى في بقية الأشهر مقارنة مع بقية الاختبارات.
 ظهور عدم التجانس في السنوات الاخيرة لسلاسل درجات الحرارة ويعود السبب في ذلك الى ظاهرة الطقس المتطرف وهي ظهور ارتفاع في درجة الحرارة في الشتاء وموجات حر وغير ذلك من التذبذب المناخي والنتائج عن الاحتباس الحراري وهذا ما اكدته اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ Intergovernmental panel on Climate Change (IPCC) التابعة للأمم المتحدة [22].



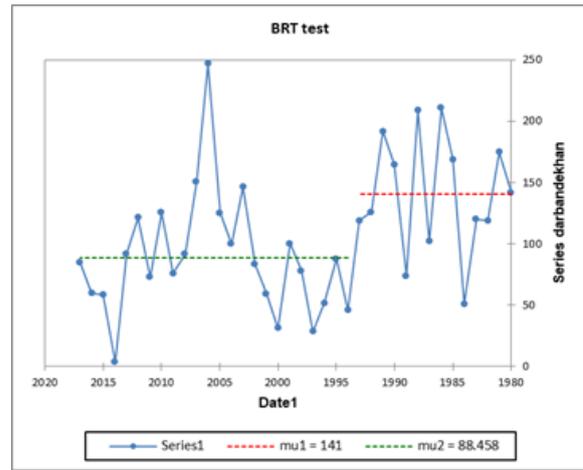
اختبار pettit بعد التصحيح



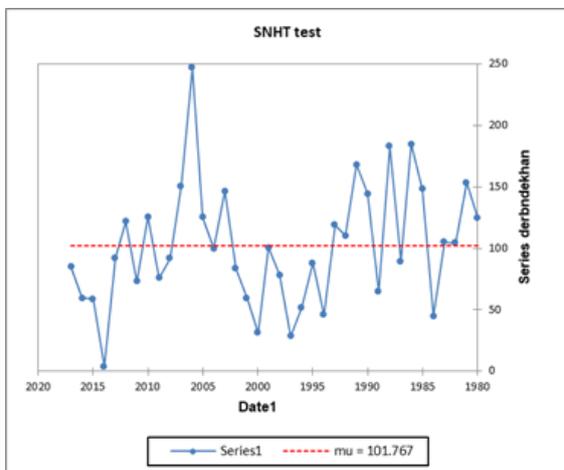
اختبار pettit قبل التصحيح



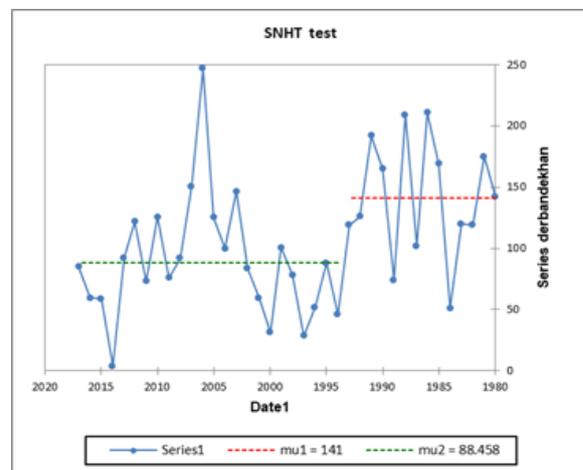
اختبار BRT بعد التصحيح



اختبار BRT قبل التصحيح

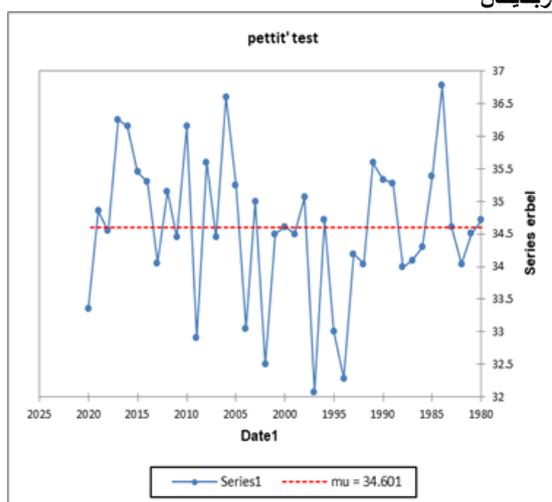


اختبار SNHT بعد التصحيح

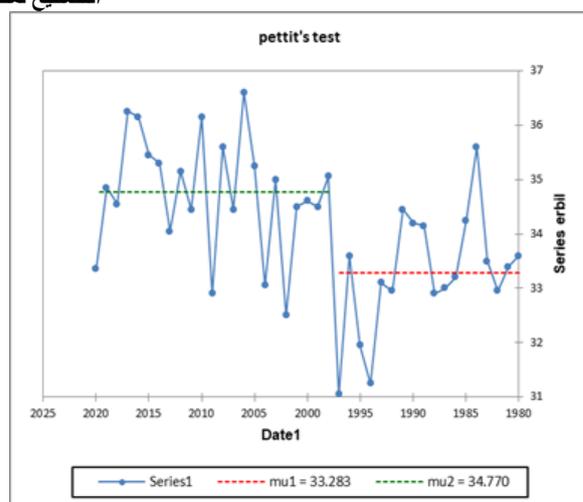


اختبار SNHT قبل التصحيح

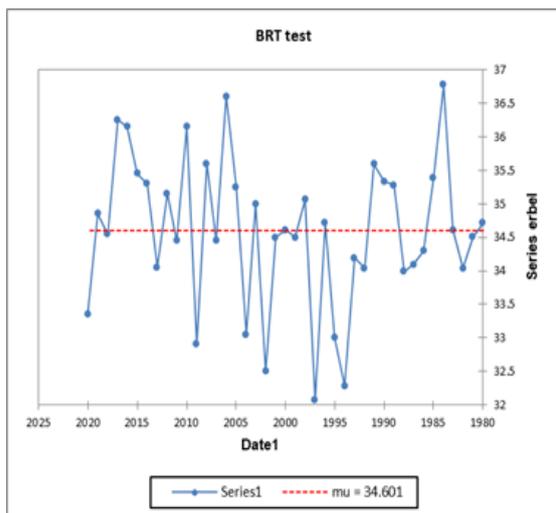
شكل (2) يبين اختبار التجانس باستخدام اختبار Pettitt و BRT و SNHT لسلسلة أمطار شهر شباط قبل وبعد التصحيح لمحطة دربنديخان



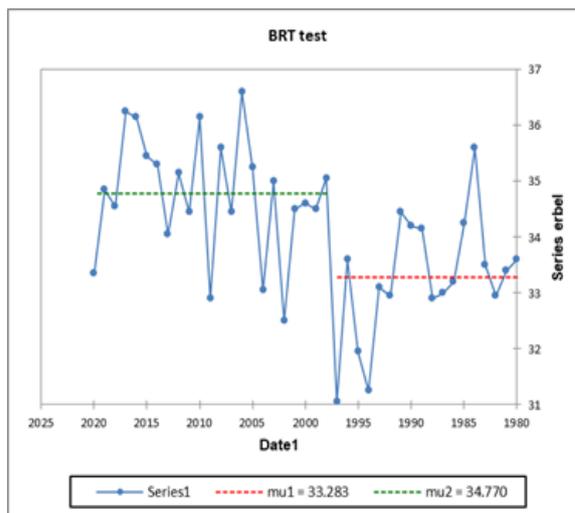
اختبار pettit بعد التصحيح



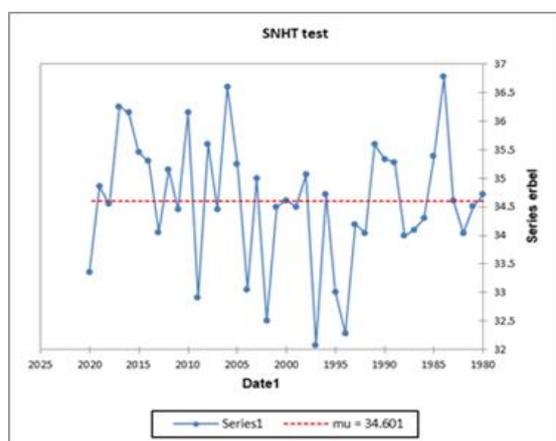
اختبار pettit قبل التصحيح



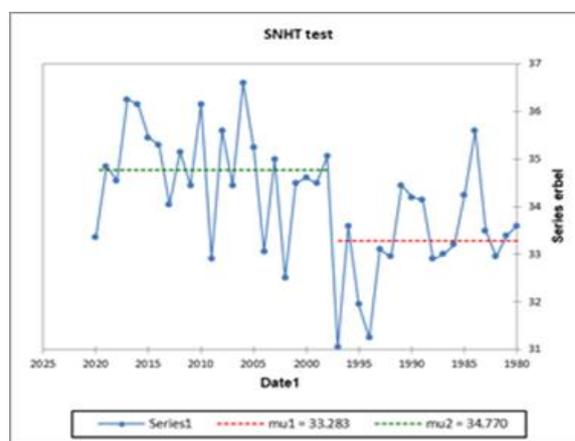
اختبار BRT بعد التصحيح



اختبار BRT قبل التصحيح



اختبار SNHT بعد التصحيح



اختبار SNHT قبل التصحيح

شكل (3) يبين اختبار التجانس باستخدام اختبار Pettitt و BRT و SNHT لسلسلة درجات الحرارة لشهر اب قبل وبعد التصحيح لمحطة اربيل

References

- [1] Khaliq, M. N., & Ouarda, T. B. (2007). On the critical values of the standard normal homogeneity test (SNHT). *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(5), 681-687.
- [2] Overpeck, J. T., Meehl, G. A., Bony, S., & Easterling, D. R. (2011). Climate data challenges in the 21st century. *science*, 331(6018), 700-702.
- [3] Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of climatology*, 6(6), 661-675.
- [4] Sahin, S., & Cigizoglu, H. K. (2010). Homogeneity analysis of Turkish meteorological data set. *Hydrological Processes: An International Journal*, 24(8), 981-992.
- [5] Ahmad, N. H., & Deni, S. M. (2013). Homogeneity test on daily rainfall series for Malaysia. *MATEMATIKA: Malaysian Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 29, 141-150.
- [6] Toreti, A., Kuglitsch, F. G., Xoplaki, E., Della-Marta, P. M., Aguilar, E., Prohom, M., & Luterbacher, J. (2011). A note on the use of the standard normal homogeneity test to detect inhomogeneities in climatic time series. *International Journal of Climatology*, 31(4), 630-632.
- [7] Firat, M., Dikbas, F., Koc, A. C., & Gungor, M. (2012). Analysis of temperature series: estimation of missing data and homogeneity

- test. *Meteorological Applications*, 19(4), 397-40.
- [8] Talae, P. H., Kouchakzadeh, M., & Some'e, B. S. (2014). Homogeneity analysis of precipitation series in Iran. *Theoretical and applied climatology*, 118(1), 297-305.
- [9] AL-Lami, A. M., AL-Timimi, Y. K., & AL-Salihi, A. M., "The Homogeneity Analysis of Rainfall Time Series for Selected Meteorological Stations in Iraq", *Diyala Journal for pure Sciences*, Vol.10, No.2, PP.(66-70), (2014).
- [10] Lingling Shen, Li Lu, Tianjie Hu, Runsheng Lin, Ji Wang, and Chong Xu, "Homogeneity Test and Correction of Daily Temperature and Precipitation Data (1978–2015) in North China", *Transylvania review Journal*, Vol. 2018, PP. 17, (2018).
- [11] Truong An, DANG, Ngoc Quynh, Nguyen , "Homogeneity Analysis of Rainfall Data Series in the Long Xuyen Quadrangle of Vietnam", *Transylvania review Journal*, (2019).
- [12] Rabee Rustum , Adebayo J. Adeloje, Faïdess Mwale, "Spatial and temporal Trend Analysis of Long Term rainfall records in data-poor catchments with missing data, a case study of Lower Shire floodplain in Malawi for the Period 193-2010 *Hydrol Earth Syst. Sci.*
- [13] Najm Obaid Salim Alghazali, Dhelal Adnan Hussein Alawadi. "some stations in Iraq", *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* , Vol.5, No. 5 ,(2014).
- [14] Awchi, T., A.& Jasim , " Rainfall Data Analysis and study of Meteorological Draught in Iraq for the Period 1970-2010". *Tikrit Journal of Engineering Sciencec*, Vol. 24, No.1, PP.(110-121), (2017).
- [15] Omar M. A. Mahmood Agha, S. Çağatay Bağcı, Nermin Şarлак, " Homogeneity Analysis of Precipitation Series in North Iraq". *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSRJAGG)*, Vol. 5, Issue 3 Ver. II , PP.(57- 63), (2017).
- [16] Basist, A., Grody, N. C., Peterson, T. C., & Williams, C. N. (1998). Using the Special Sensor Microwave/Imager to monitor land surface temperatures, wetness, and snow cover. *Journal of Applied Meteorology*, 37(9), 888-911..
- [17] Chevrel, M., Courtois, M. I. C. H. E. L., & Weill, G. (1981). The SPOT satellite remote sensing mission. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 47, 1163-1171.
- [18] Shabalala, Z. P., Moeletsi, M. E., Tongwane, M. I., & Mazibuko, S. M. (2019). Evaluation of infilling methods for time series of daily temperature data: case study of Limpopo Province, South Africa. *Climate*, 7(7), 86.
- [19] Sobrino, J. A., Julien, Y., & García-Monteiro, S. (2020). Surface temperature of the planet earth from satellite data. *Remote Sensing*, 12(2), 218.
- [20] Bai, J., Chen, X., Dobermann, A., Yang, H., Cassman, K. G., & Zhang, F. (2010). Evaluation of NASA satellite-and model-derived weather data for simulation of maize yield potential in China. *Agronomy Journal*, 102(1), 9-16.
- [21] Ho Ming Kang1 and Fadhilah Yusof , "Homogeneity Tests on Daily Rainfall Series in Peninsular Malaysia", *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, Vol. 7, No. 1, PP.(9 - 22), (2012).
- [22] <https://ar.wikipedia.org/wiki/>
- [23] Kiliana, M.M. (2013) Modeling and Analysis of Drought in the North of Iraq. M. Sc Thesis , College of Engineering , University of Mosul
- [24] .-Kassim, S. M.; A.M. Younis; O.M. Agha (2020) Testing of the Homogeneity of the Rain Chains in Some Selected Areas of Iraq. *AREJ* , No.1 , Vol.25, pp126-137
- [25] Abu Amra, I. S. (2014) Using Path Analysis in Studying the Climatic Factors Affecting the Amount of Rain in Ram Allah Governorate. A Doctoral Dissertation Batch
- [26] Hasan, M.S. ;B.Kh.Dawwood; S.M. Al – Rawi (1992) (Editors) **Engineering Hydrology**. Baghdad: National Library.643

Testing the Homogeneity of Rainfall and Temperature Data in the Kurdistan Region- Iraq

Rana M. A. Qasab Bashi
rana.enp106@student.uomosul.edu.iq

Abdel Wahab M. Younes
gazzal@uomosul.edu.iq

Omar M. A. Mahmood Agha
o.agma@uomosul.edu.iq

Dams and Water Resources Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

ABSTRACT

In this study, the homogeneity test of the rain series and the observed monthly and annual temperatures was carried out using the following test methods: Pettitt test, Buishand test (BRT), Standard Normal Homogeneity test (SNHT) and Van Neumann test (VNT) at a confidence level of 5% for 9 stations registered in Various regions of Iraqi Kurdistan for the period from 1981-2020.

The missing values for the rain time series were compensated using the simple arithmetic method and the normal ratio method. The missing temperature values were compensated using the simple arithmetic rate method and via the NASA Teree satellite.

The results of the homogeneity tests of the monthly rain records data showed that most of the stations were homogeneous for the winter, spring and autumn months and were not homogeneous in the summer months. As for the data of the monthly temperature records, most of the stations had inconsistent data, except for the stations of Salah al-Din and Shaqlawa. The character of homogeneity prevailed over most of the months of the year. As for the annual data of rain and temperatures, the data of all stations became homogeneous after processing the monthly data.

key words :

Pettitt test , BRT test , SNHT test , VNT test , temperature time series .