

# التغيرات المناخية وأثرها على الأمن المائي في إقليم كردستان العراق (تحليل جيوبوليتيكي)

فراق عويد كاسم المسعودي<sup>١</sup>، ناصر والي فرج الركابي<sup>٢</sup>

<sup>١،٢</sup> قسم جغرافيا، كلية الآداب، جامعة واسط، العراق

## المستخلص

إن ظاهرة التغير المناخي هي في الأصل ظاهرة طبيعية تحدث كل عدة آلاف من السنين، ولكن مع تزايد الأنشطة البشرية أدى ذلك إلى تسارع حدوث التغير المناخي. وبما أن المناخ هو متوسط الأحوال الجوية المتعاقبة في مكان ما لفترة طويلة فقد تكون شهراً أو موسماً أو سنة أو عدة سنوات. ولذلك نجد أن علم المناخ يهتم بإظهار متوسط أو متوسط الأحوال الجوية السائدة في منطقة ما بدلاً من إظهار التغيرات اليومية للأحوال الجوية في المنطقة. يعتبر علم المناخ من العوامل الطبيعية المؤثرة في تكوين سطح الأرض وفي مختلف جوانب الحياة النباتية والحيوانية والإنسانية. كما يهتم علم المناخ بالتطبيقات العلمية لتحديد أنماط الظروف الجوية وتفسيرها وإمكانية استخدامها لصالح الإنسان. تقع منطقة الدراسة ضمن تدرجات مناخية شديدة الانحدار في هطول الأمطار ودرجات الحرارة. الخريطة (1)، خاصة مع التغيرات المناخية الأخيرة التي شهدتها الأرض والتي ترتفع من المناطق المحيطة إلى المناطق القارية (1) (Seppälä, 2018, P71)، تقدر بمتوسط درجة الحرارة العالمية التي تتراوح بين  $0.13 \pm 0.99$  درجة مئوية فوق خط الأساس قبل بداية الثورة الصناعية، وأضافت الملوثات التي ساهمت في رفع درجات الحرارة في الأعوام (1850-1900)، ثم معرفة تأثير تغير المناخ على كمية الأمطار الغزيرة المرتبطة بتغير المناخ والتركيز على كمية الأمطار وعلاقتها بحجم السيول المتكررة.

## ١. المقدمة

كمية الأمطار وعلاقتها بحجم السيول المتكررة. وتحدث الشدات المطرية لتغيرات مناخية مختلفة المستويات تتمثل بمستوى سطحي تكرر المنخفضات الجوية والتسخين المحلي والعالمي ومستويات علوية، تتمثل بتيارات نفثة واحاديد عليا فضلا عن اتجاه المحوري للتضاريس الارضية السطحية التي تساهم في توجيه الفعاليات الجوية، بما تكون بؤر مناخية تتسبب في التساقط المطري الشديد، ومع تكرار المنخفضات الجوية تحدث موجات السيول العارمة في منطقة الدراسة التي تقع شرق محافظة ميسان.

تعد ظاهرة التغير المناخي في الأصل ظاهرة طبيعية تحدث كل عدة آلاف من السنين ولكن نظراً للنشاطات البشرية المتزايدة أدى ذلك إلى تسارع حدوث تغير المناخ. وبما ان المناخ متوسط أحوال الجو المتعاقبة في مكان ما لمدة طويلة قد تكون شهراً أو فصلاً أو سنة أو عدة سنوات، لذلك نجد أن علم المناخ يهتم بإظهار متوسط أو معدل أحوال الجو التي تسود منطقة ما بدلاً من إظهار التغيرات اليومية لأحوال الجو في المنطقة وتنبع أهمية علم المناخ من كونه عامل طبيعي مؤثر في تشكيل سطح الأرض وفي مختلف نواحي الحياة النباتية والحيوانية والبشرية، كذلك يهتم علم المناخ بالتطبيقات العلمية لتحديد أنماط أحوال الجو وتفسيرها وإمكانية استخدامها لمصلحة الإنسان. ثم معرفة تأثير تغير المناخ على كمية الأمطار الغزيرة المصاحبة لتغير المناخ والتركيز على

**حدود منطقة الدراسة:** تتمثل الحدود المكانية بمساحة الاودية والاحواض شرق محافظة ميسان اذ تشكل التضاريس دوراً مهماً في تحديد التباين المناخي داخل منطقة الدراسة تقع منطقة الدراسة في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية من منطقة السهل الرسوبي في العراق الذي يقع بين دائرتي عرض (9'58'30°) و (55'55'32°) شمالاً، وخطي طول (59'10'46°) و (54'51'47°) شرقاً، بلغت مساحة التي تمتد على شكل شريط طولي بين العراق وإيران 2211132.96 كم<sup>2</sup> اذ تقع منطقة الدراسة ضمن تدرجات مناخية شديدة الانحدار في التساقط المطري ودرجات الحرارة. ينظر خريطة (1)، (2)

**فرضية الدراسة:** بان التغيرات المناخية تؤثر بصورة مباشرة على الخصائص المناخية وتحديد كمية الامطار وتدرجها الكثافي وعلاقة ذلك بموجات السيول الموسمية ضمن

كوفرانسي نيوده لفتي كور انكاريه كاني ثاووهما و مهترسيه زينكه ييه كاني له روانكي جوكرافيهوه  
زاكوى كويه شوباقى ٢٠٢٢  
تجهلى تويزه:

nasirwali@uowasit.edu.iq

bf428621@gmail.com

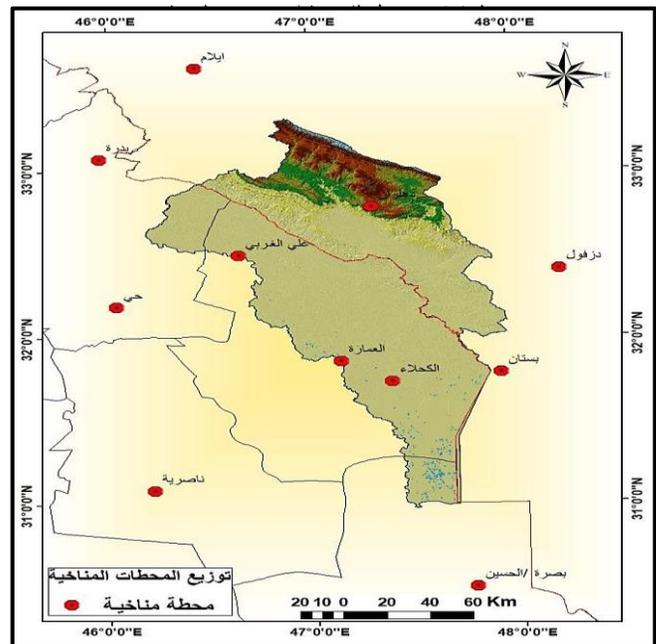
الاودية الجافة في منطقة الدراسة.

### 1-1 . التغيرات المناخية العالمية الاخيرة

ولا سيما مع التغيرات المناخية الاخيرة التي شهدتها الارض الاخذه في الارتفاع من المناطق المحيطية إلى المناطق القارية (Seppälä,2018. P71). اذ يُقدر متوسط درجة الحرارة العالمية متفاوتة بين  $0.13 \pm 0.99$  درجة مئوية فوق خط الأساس السابق لبداية الثورة الصناعية وما اضافته من ملوثات ساهمت في رفع درجات الحرارة في السنوات (1850-1900)، وبذلك فأثرت على العوامل المناخية الاخرى التي منها الشدات المطرية. وتعد سنة 2018 أكثر السنين دفئا على الاطلاق التي تدرجت من سنة 2013 وحتى 2018. (WMO,2019. P6) ولقد ارتبط مفهوم التغير المناخي بالمدة الزمنية التي يسودها التقلب او التغير او التذبذب او التبدل فعلى سبيل المثال فان التبدل يشمل معظم سطح الارض ولمدة طويلة جدا , ولمعرفة ميل المناخ نحو الجفاف او الرطوبة او البرودة والدفء فانه يتم خلال فترة زمنية , ويحدث اضطراب في النظام الهيدرولوجي (Upset Hydrology) حيث تتغير حالة الماء ومساره في مخازنه الارضية السطحية والجوفية وبالتالي تتغير انماط سقوط الامطار وحدثت الفيضانات والجفاف وسريان الانهار اذ اختفت المياه في كثير من الاماكن التي كانت موجودة فيها وظهرت في اماكن لم تكن فيها ومع ازدياد درجات الحرارة يزداد النشاط في الغلاف الغازي محدثا تكون سحب وعواصف شديدة الاضطراب بسبب كثافة التبخر وبسبب ذلك ازداد المتوسط العالمي للأمطار بمقدار 10% في اثناء القرن العشرين. (السعيدى , 2015, ص375) قبل قرنين من الزمن كان النصف الشمالي من الكرة الارضية يمر من عصر ثلجي صغير وقبل الالف سنة الماضية ضمن العصور الوسطى كانت منطقة الدراسة تمر بحقبة دافئة في حين كان الاهتمام قبل أكثر من عقد بالاهتمام بالبرودة العالمية. (الموسوي, 2008, ص16-17) ينظر خريطة (2).

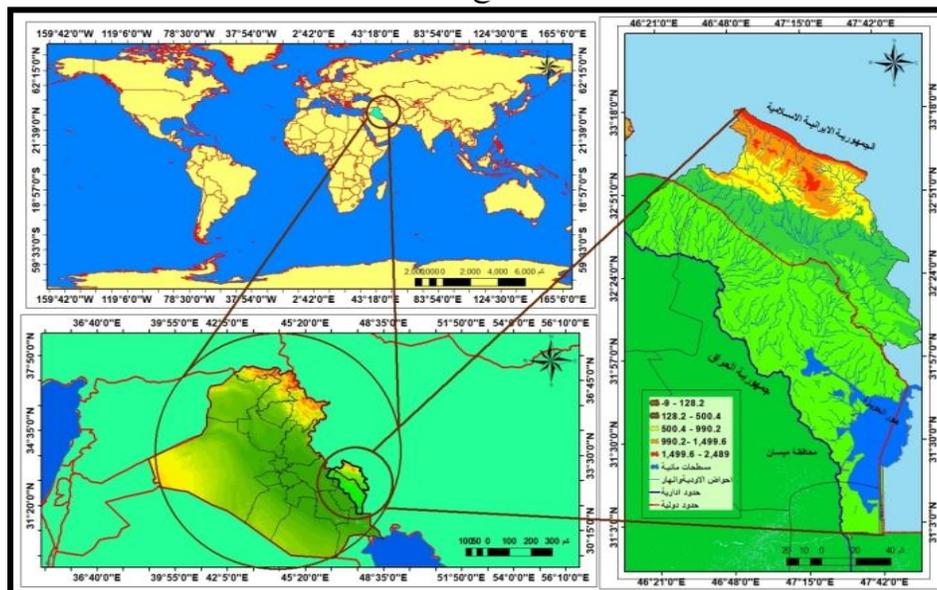
**مشكلة الدراسة:** وتناولت المشكلة الرئيسية تأثير التغيرات المناخية على موجات السيول والفيضانات في منطقة الدراسة اذ تعاني منطقة الدراسة التي تقع ضمن الاقليم الجاف من تساقط مطرية كثيف ترتب عليه حدوث سيول الفيضانية الموسمية بعد ان تم تحديد الفرضية .

**هدف الدراسة:** اما هدف الدراسة هو العمل على معرفة تأثير التغيرات المناخية للحد المستقبلي من ارتباط غزارة الامطار واحجام السيول الموسمية في منطقة الدراسة اعتادا على المحطات المناخية الاساسية ضمن موقع الدراسة والمحطات الضابطة المسيطرة خارج منطقة الدراسة ينظر خريطة (1)



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على برنامجgisوالانواء الجوية العراقية

خريطة (٢) موقع منطقة الدراسة



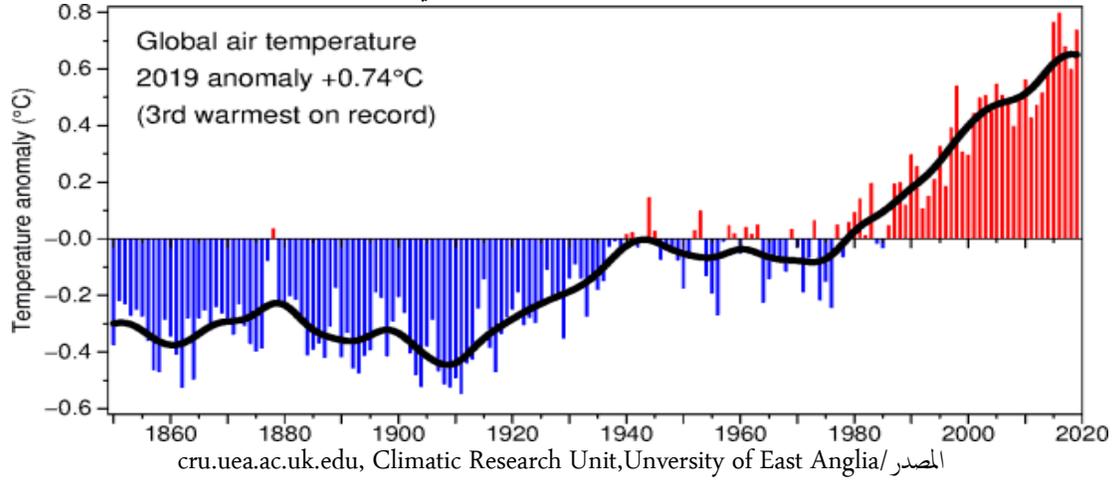
المبرد التي تعد من الدوافع الرئيسة للتقلبية الطبيعية في النظام المناخي، وهي بخلاف عامي 2010 و1998 التي عدت من الاعوام الاشد حرارة بسبب ظاهرة التذبذب الجنوبي. بلغت درجات الحرارة وفق تقرير IPCC فوق مستويات العصر الصناعي ما بين 0.8-1.2 للعامين 2017-2018، ومن المرجح ان الاحتراز يزداد كل سنة ما بين 0.1، 0.3، 0.5 درجة مئوية ينظر شكل (1)، (2)، (3).

المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8 وما ان منطقة الدراسة وبسبب الاحتراز العالمي مرت بفترات جفاف لذلك تم التركيز على فترات التساقط المطري الموجبة وهي كما يأتي /

### 2-1/ التغير في درجات الحرارة العالمية

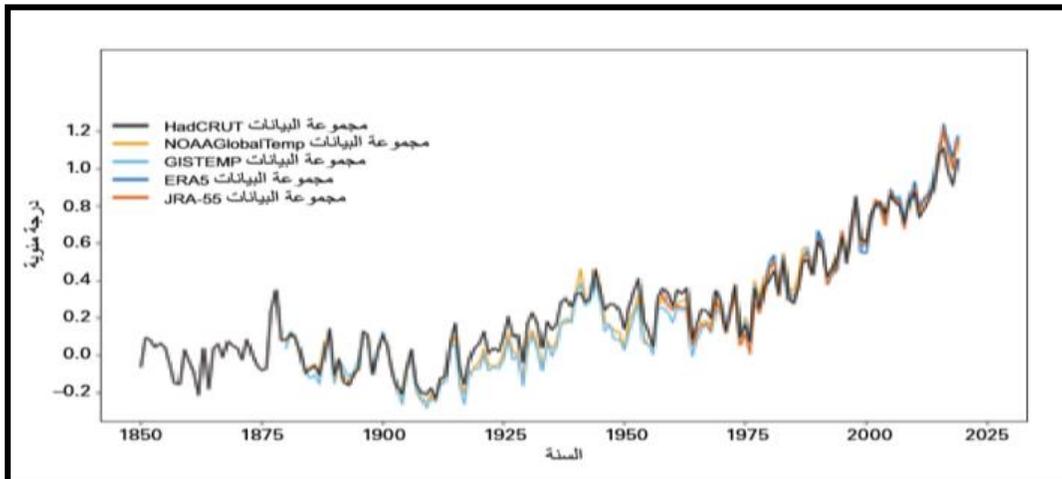
يتعادل عام 2013 مع عام 2007 باعتبارهما احمر سادس عام مسجل منذ عام 1850، اذ بلغ متوسط الحرارة العالمي فيه 0.50، كما كانت قيمة متوسط في عامي 2011-2012 0.43 درجة مئوية، 0.46 درجة مئوية رغم انها شهدا اوضاع التينا

شكل (1) تغير درجات الحرارة العالمي



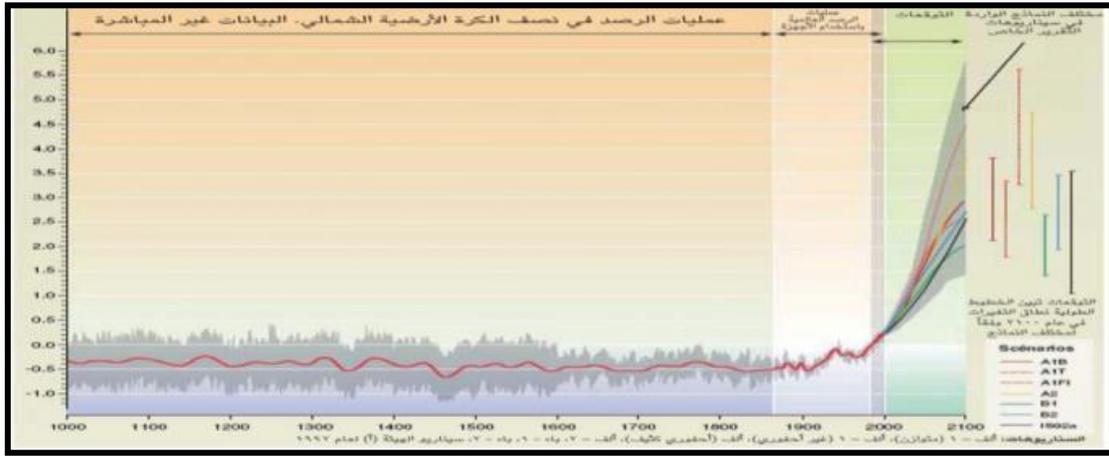
<http://www.cru.uea.ac.uk/>

شكل (2) هيتوغراف تغير درجات الحرارة العالمي



المصدر/ بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2019، مطبوع المنظمة رقم 1248، ص 6.

شكل (3) توقعات ارتفاع درجة الحرارة السطحية من 1000 سنة الى 2100\*



المصدر / N. Nakicenovic ,IPCC Special Report on Emissions Scenarios, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom ..and New York, NY, USA,2000,P 599

اتجاهها نحو التناقص في المنخفضات المتوسطة والاسلندية والسودانية والماندية بينما تبين ان المنخفضات الهندية وشبه الجزيرة العربية قد اتخذت اتجاهها في التزايد مما قللت كميات التساقط في منطقة الدراسة (السعيدى, 2011,ص107). لكنها تعرضت بعد ذلك الى نظم متكررة خارجة عن المنطقة المدارية بين السنوات 2013-2018 تسببت بتساقط مطري متطرف ورياح شديدة وعواصف شديدة متكررة جلبت امطار على مدار 24 ساعة تجاوزت 200ملم وزيادة نشاط المنخفضات الاخرى (المنظمة العالمية للأرصاد الجوي, 2019, ص18,9,6) وقياس الشدة المطرية فلم تعتمد المنظمة العالمية للأرصاد الجوي على المتوسطات الشهرية والسنوية البسيطة ,لكنها وضعت عدد من المؤشرات التي توفر معلومات اضافية منها مقاييس الايام الرطبة المتتالية (CWDs) الذي يعطي اطول غزارة مطرية خلال الايام في فترة معينة ,ومقياس (RX5)الذي يسجل اعلى معدل لهطول الامطار على مدى 5ايام بموجب ذلك تم رصد حالات شذوذ موجبة كبيرة اعلى من متوسط فوق بحر قزوين ومناطق شمال شرق بحر العرب وشبه الجزيرة العربية اذ تسببت الامطار بحدوث فيضانات مفاجئة في اواخر تشرين الاول اكتوبر وتشرين الثاني نوفمبر اذ تجاوزت كميات الامطار 84ملم خلال 6ساعات بسبب حدوث منخفض جوي متمركز على البحر المتوسط ادى الى فيضانات ورياح عاتية في عام 2018 ( المنظمة العالمية للأرصاد الجوي, 2018,ص22).

#### 1-4. مستوى سطح البحر

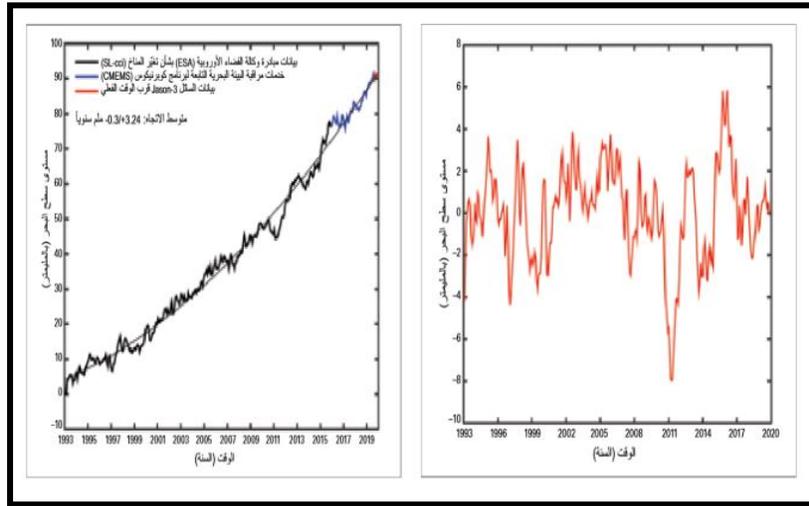
ارتفاع مستوى سطح المياه استمر مستوى سطح البحر بالارتفاع فبلغ المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر اعلى قيمة له منذ بدأ سجل قياس الارتفاعات اذ يقدر (3.24) +/- (0.3) بسبب تزايد فقدان الصفائح الجليدية فضلا عن تزايد التهاطل المطري بفعل الاحترار ( Ablain , 38, 2017) ينظر شكل (4)

### 1-3/ الامطار والتلوج

تحدث الامطار في منطقة الدراسة نتيجة تكون المنخفضات الجوية بالدرجة الاولى في مواسم المطر وتنشا هذه المنخفضات الجوية نتيجة وجود تدرج حراري قوي بين العروض العليا والعروض الدنيا حيث تعمل المنخفضات على نقل وتبادل الطاقة بين هذه العروض ,ومع ارتفاع درجات الحرارة تزداد الفروق الحرارية محدثة تغيرا في نظم الامطار او تزحزحا ,ولايضاح ذلك فان الهطول العالمي خلال عام 2013لنتوس فشوهدت اوضاع مطيرة أكثر من المتوسط في شبه الجزيرة العربية, اما عن تهاطل الثلوج فان التغير المناخي تسبب في تراكم الثلج من 10-15كانون الاول بسبب عواصف ثلجية نادرة ضربت الشرق الاوسط وانخفضت درجات الحرارة الى اقل من -16درجة مئوية ( المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ , 2013, ص4,6,8). الفترة 1961-1990البالغ 1033ملم طبقا للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA ,

كذلك تعرضت الجمهورية الاسلامية سنة 2018-2019 الى فيضانات مدمرة في اواخر اذار واوائل نيسان اذ بلغت على مدى 24 ساعة 188ملم ولقد تعرضت اغلب الدول في تلك السنة الى ظروف مشابهة وذلك يشير الى ان سبب السيول والفيضانات هو زيادة الاحترار العالمي الذي يغير اتجاهات المناخ نحو التطرف ,او الشذوذ او حدوث موجات حر او برد (CRED , 2021), كما رصدت المنظمة في نصف الكرة الشمالية نشاط أكثر من 72اعصار مداري مثل اعاصير اليونيدو مقارنة بالمتوسط الذي يبلغ 59اعصار.بذلك فقد ربطت منظمة الارصاد الجوي شدة تساقط الامطار مع التغيرات المناخية ,اما فيما يخص الانظمة المناخية فان منطقة الدراسة بسبب التغير المناخي من سنة 1994-2001 اتخذت

شكل(4) متوسط اتجاه مستوى سطح البحر



المصدر/ بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2019، مطبوع المنظمة رقم 1248، ص 12.

الزمنية يتم توقع المستقبل. (السعيد، التغيرات المناخية، 2015، ص 390-391)

$$C = \left( \frac{bi}{y} \right) \times 100$$

c = معدل التغير السنوي

bi = معامل الاتجاه

Y = المتوسط الحسابي

ونستخرج bi من المعادلة التالية :-

$$bi = \frac{x_2 - x_1}{T_2 - T_1}$$

اذ ان :-

X2 - X1 = الفرق بين الوسطين

T2 - T1 = الفرق بين الزمنين (البديري، 2012 ص 28). ينظر الجدول (1)

#### 7-1 / الانحراف عن المعدل في السطوع الفعلي والنظري

يتضح من الجدول (1) أن السطوع الشمسي الفعلي اتخذ اتجاهًا متناقصًا في اثناء مدة الدراسة في جميع المحطات ، وتراوحت معدلات التناقص للسطوع الشمسي الفعلي لأهميته ما بين ( - 8 % و 16 % ) ولتوضيح التغيرات الزمنية للسطوع الشمسي ، فقد تم حساب الاتجاه العام للسلسلة الزمنية ويوضح الشكل (5) وجود اتجاه نحو الانخفاض ونلاحظ تناقص السطوع الشمسي الفعلي في جميع محطات الدراسة وهذا مؤشر على انخفاض السطوع الشمسي الفعلي ويرجع سبب انخفاض السطوع الشمسي هو زيادة ظاهرة الغبار في المحطات المدروسة فضلا عن ظاهرة التغير ينظر جدول (1) وخريطة (3) وشكل (5)

#### 5-1 / بالوعات ثاني اوكسيد الكربون والميثان واوكسيد النتروز

يحتفظ كوكبنا بدفئة نتيجة تأثير الدفيئة (احتباس الطاقة) بدل من رجليها خارج الغلاف الغازي وتبديدها في الفضاء وتسد هذه الآلية التنظيمية غازات بتراكيز ضعيفة جدا لتحقيق التوازن المناخي للكوكب اذ كان غاز ثاني اوكسيد كاربون قبل الثورة الصناعية يتراوح 270 جزء من المليون (اوغستين كوليت، 2013، ص 12). ومع زيادة النشاط البشري ارتفع معدل زيادة ثاني اوكسيد الكاربون، واستمر تزايد بالوعات ثاني اوكسيد الكاربون الأرضية والمحيطية استجابة لتزايد تركيزات ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي. وتزايد في المائة 45 بالوعات ثاني اوكسيد الكاربون الأرضية والمحيطية من جميع انبعاثات ثاني اوكسيد الكاربون البشرية المنشأ (المنظمة العالمية للأرصاد الجوي، 2018، ص 29، 25، 9). اذ ازداد بمقدار 405.5 جزء من المليون +/- 0.1 PPM والميثان 1859 +/- 2 جزء من البليون PPD، واوكسيد النتروز 329.9 +/- 0.1 جزء من البليون PPD عن سنة 1750 (Friedlingstein, 2019).

#### 6-1 / مؤشرات التغيرات في العناصر المناخية والتصاريف السيلية في منطقة الدراسة

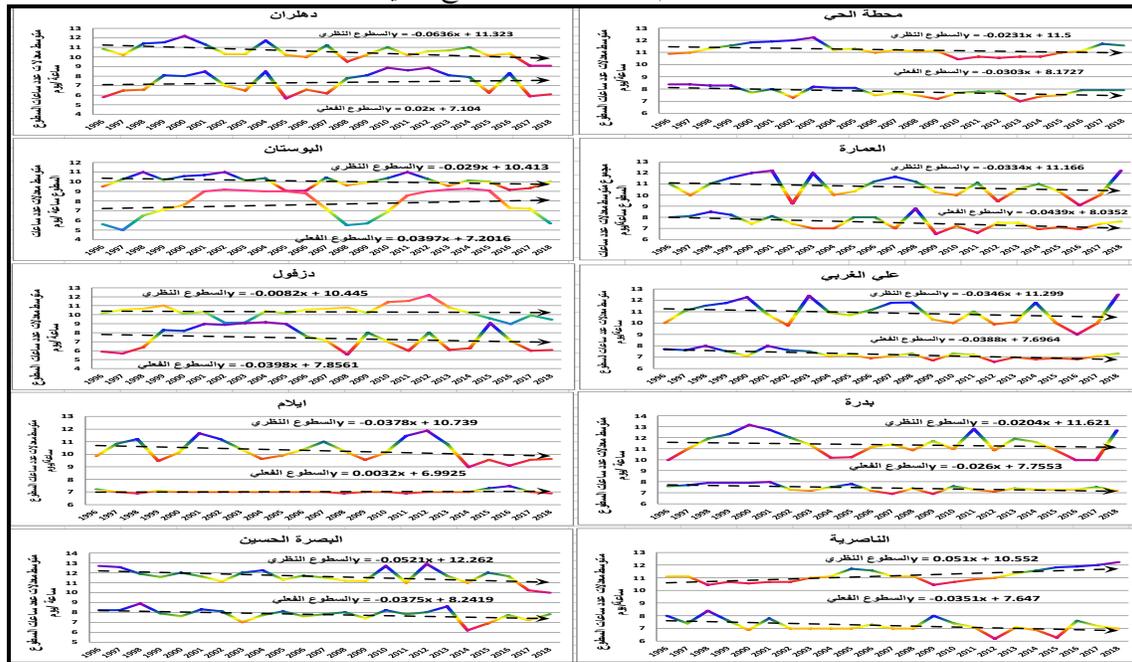
لمعرفة تأثير الغير المناخي ما بين سنة 1996-2018 لمدة 23 سنة والتي تمثل دورتين صغرى لمنطقة الدراسة اعتمدنا الطريقة الاحصائية (Statistical) وهي طريقة تستخدم لتنبؤ للوصول الى التغيرات المناخية لبعض عناصر المناخ وبالذات درجات الحرارة في الماضي والبحث عن انتظام معين في مسارها وهو ما يسمى بالمنحنى الزمني لتلك العناصر ، فاذا وجد منحنى معين لسلوك الحرارة خلال الفترة

جدول (1) معدل التغير والانحراف للسطوع الشمسي الفعلي والنظري ( ساعة / يوم ) لمحطات

عدد ساعات السطوح النظري						
المحطة	الاتجاهات العام للسطحات في اثناء مدة التسجيل	متوسط معدلات عدد ساعات السطوح	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة ( % )	المعدل السنوي للتغير ( % )
الحي	-1996 2018	11.2	23	-0.0231	-4.74375	-0.20625
المارة		10.8	23	-0.0334	-7.11296	-0.30926
علي الغربي		10.9	23	-0.0346	-7.30092	-0.31743
بدره		11.4	23	-0.0204	-4.11579	-0.17895
ناصرية		11.1	23	-0.0351	-7.27297	-0.31622
بصرة الحسين		11.6	23	-0.0521	-10.3302	-0.44914
الامام		10.3	23	-0.0378	-8.44078	-0.36699
دزفول		10.4	23	-0.0082	-1.81346	-0.07885
البوستان		10.1	23	-0.029	-6.60396	-0.28713
دهلران		10.6	23	-0.0636	-13.8	-0.6
عدد ساعات السطوح الفعلي						
المحطة	متوسط معدلات عدد ساعات السطوح الفعلي	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة ( % )	المعدل السنوي للتغير ( % )	
الحي	7.8	23	-0.0303	-8.93462	-0.38846	
المارة	7.5	23	-0.0439	-13.4627	-0.58533	
علي الغربي	7.2	23	-0.0388	-12.3944	-0.53889	
بدره	7.4	23	-0.026	-8.08108	-0.35135	
ناصرية	7.2	23	0.051	16.29167	0.708333	
بصرة الحسين	7.7	23	-0.0375	-11.2013	-0.48701	
الامام	7	23	0.0032	1.051429	0.045714	

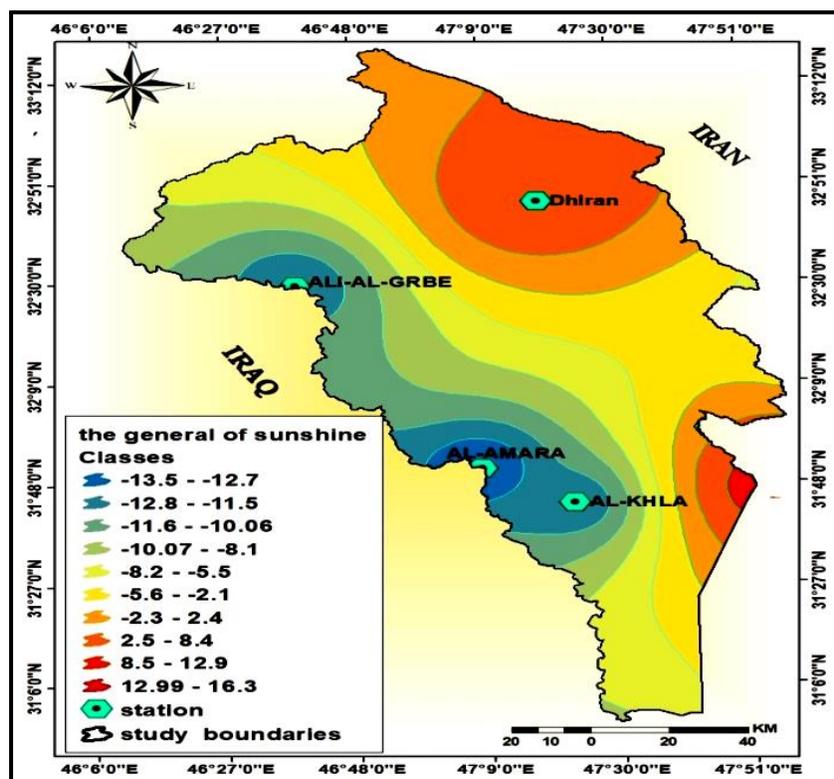
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد ، 2021, (بيانات غير منشورة) .

شكل (5) الاتجاه العام لتغير عدد ساعات السطوح الفعلي والنظري



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد ، 2021, (بيانات غير منشورة) . جدول (1)

خريطة (3) الاتجاه العام في عدد ساعات السطوح الفعلي في منطقة الدراسة من سنة 1980-2018



المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول (1)

#### 1-8 / مؤشر التغير لدرجات الحرارة الاعتيادية

درجات الحرارة الاعتيادية , من خلال حساب الاتجاه العام , للسلسلة الزمنية الشكل ( 7 ) نلاحظ ارتفاع درجات الحرارة في جميع محطات الدراسة وهذا مؤشر على ارتفاع درجة الحرارة الاعتيادية عن المعدل الطبيعي . ينظر جدول (2) وخريطة (4) وشكل (6),(7)

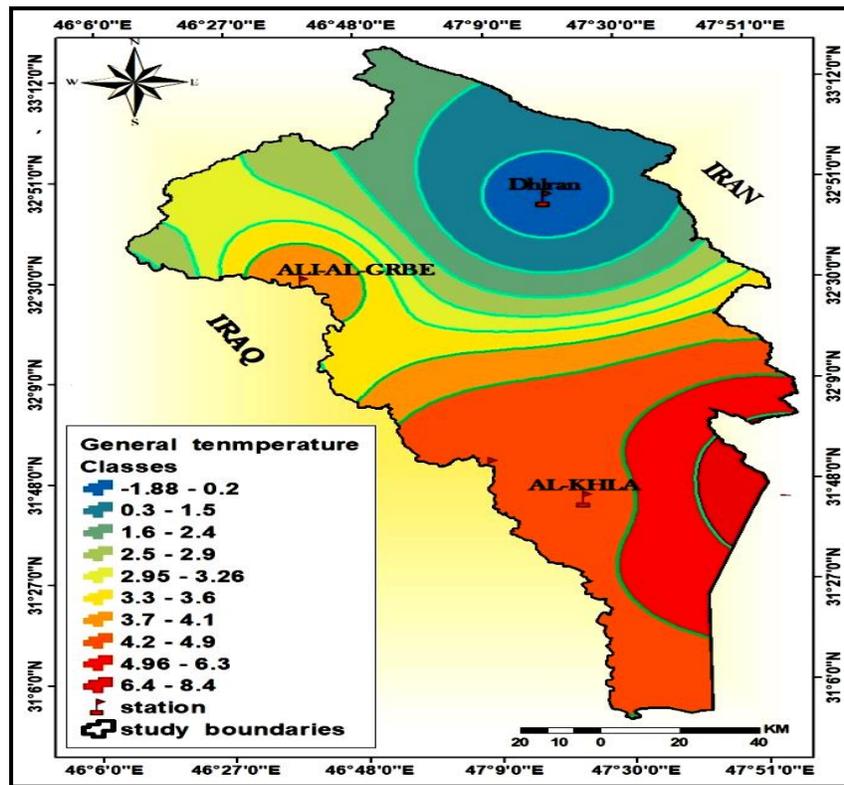
يتضح من الجدول (2) أن معدلات درجات الحرارة الاعتيادية السنوية اتخذت اتجاهها متزايدا في معظم محطات منطقة الدراسة وتراوحت معدلات التزايد بين (0.4%) باستثناء محطتي الحي ودهلران ولتوضيح التغيرات الزمنية في

جدول (2) معدل التغير في درجات الحرارة الاعتيادية لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).

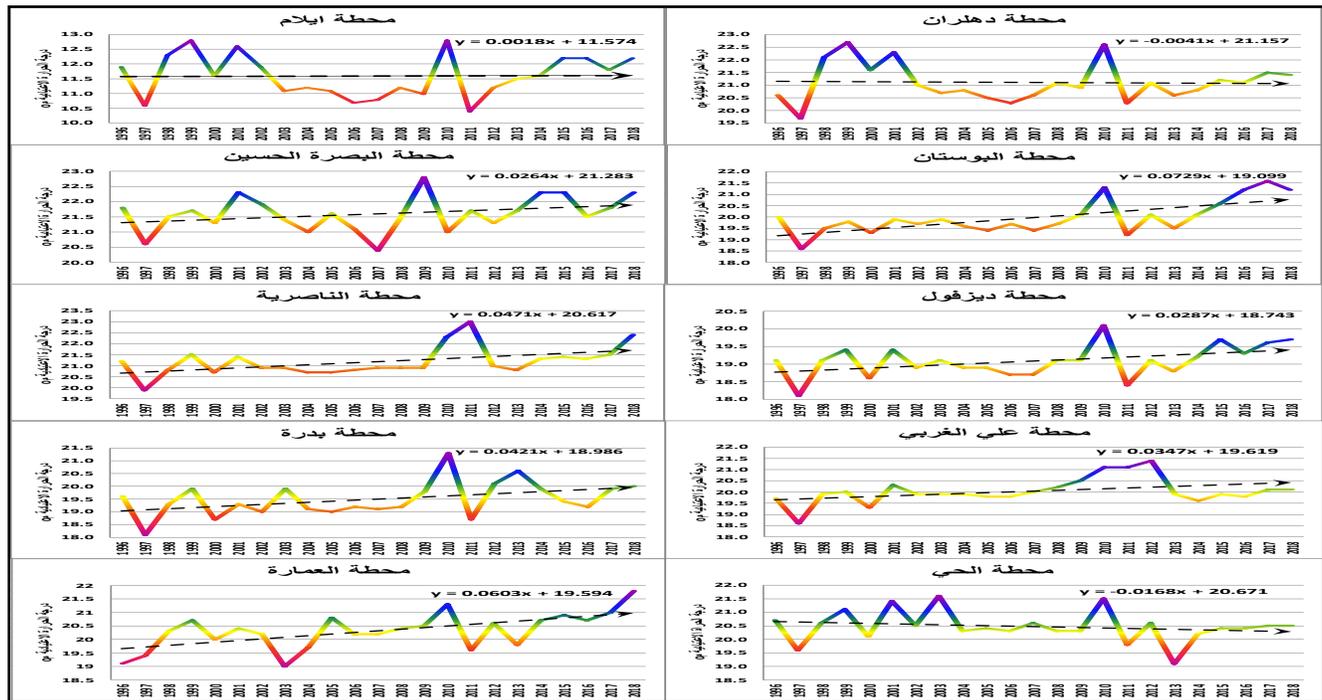
المحطة	متوسط درجات الحرارة الاعتيادية م	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة (%)	المعدل السنوي للتغير (%)
الحي	20.5	23	-0.017	-1.888	-0.082
العمارة	20.3	23	0.0421	4.77	0.207
علي الغربي	20	23	0.0347	3.985	0.173
بدره	19.5	23	0.0421	4.966	0.216
الناصرية	21.2	23	0.0471	5.11	0.222
البصرة/الحسين	21.6	23	0.0264	2.811	0.122
ايلام	11.6	23	0.0018	0.357	0.016
دزفول	19.1	23	0.0287	3.458	0.15
البوستان	20	23	0.0729	8.384	0.365
دهلران	21.1	22	-0.004	-0.447	-0.019

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ , بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة) .

خريطة (4) معدل التغير في درجات الحرارة الاعتيادية لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).

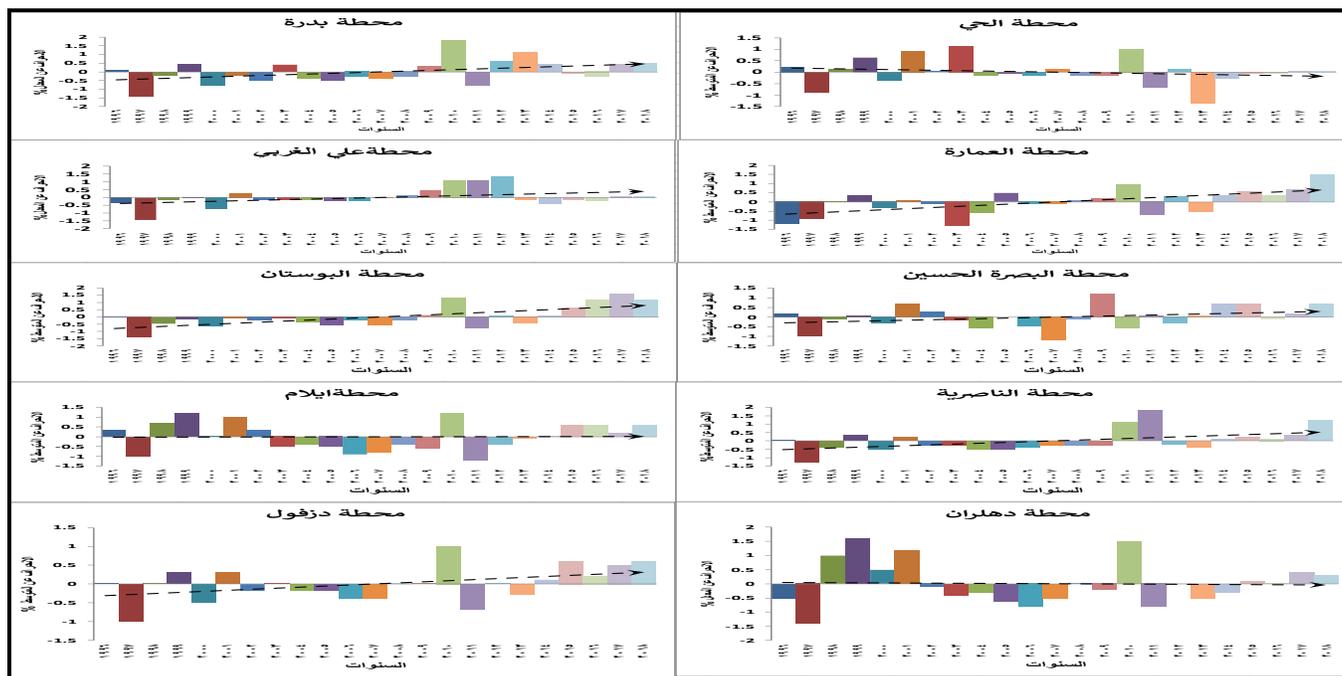


المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول(2)  
 شكل (6) معدل التغير في درجات الحرارة الاعتيادية لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(2)

شكل(7) الانحراف السنوي \*\* لدرجات الحرارة الاعتيادية



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(2)

ولتوضيح التغيرات الزمنية لدرجة الحرارة الصغرى، فقد تم حساب الاتجاه العام للسلسلة الزمنية ويتضح من الشكل (8) وجود اتجاه نحو الارتفاع في جميع محطات الدراسة ينظر جدول (3) وخريطة (5) وشكل (8)،(9).

#### 9-1/ درجات الحرارة الصغرى

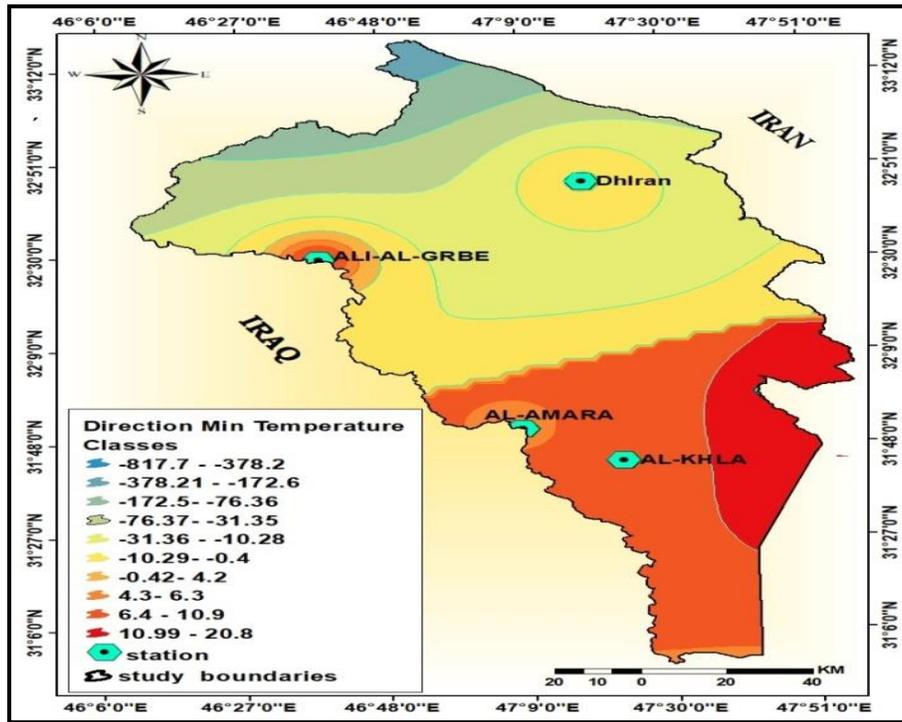
يتضح من الجدول(3) أن الاتجاه لدرجات الحرارة الصغرى قد اتخذ اتجاهها متزايداً في اثناء مدة الدراسة في معظم المحطات ، وتراوحت معدلات التزايد ما بين (0.5 % و 20,8 % ) باستثناء المحطات ايلام البصرة وبدرة

جدول (3) معدل التغير في درجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).

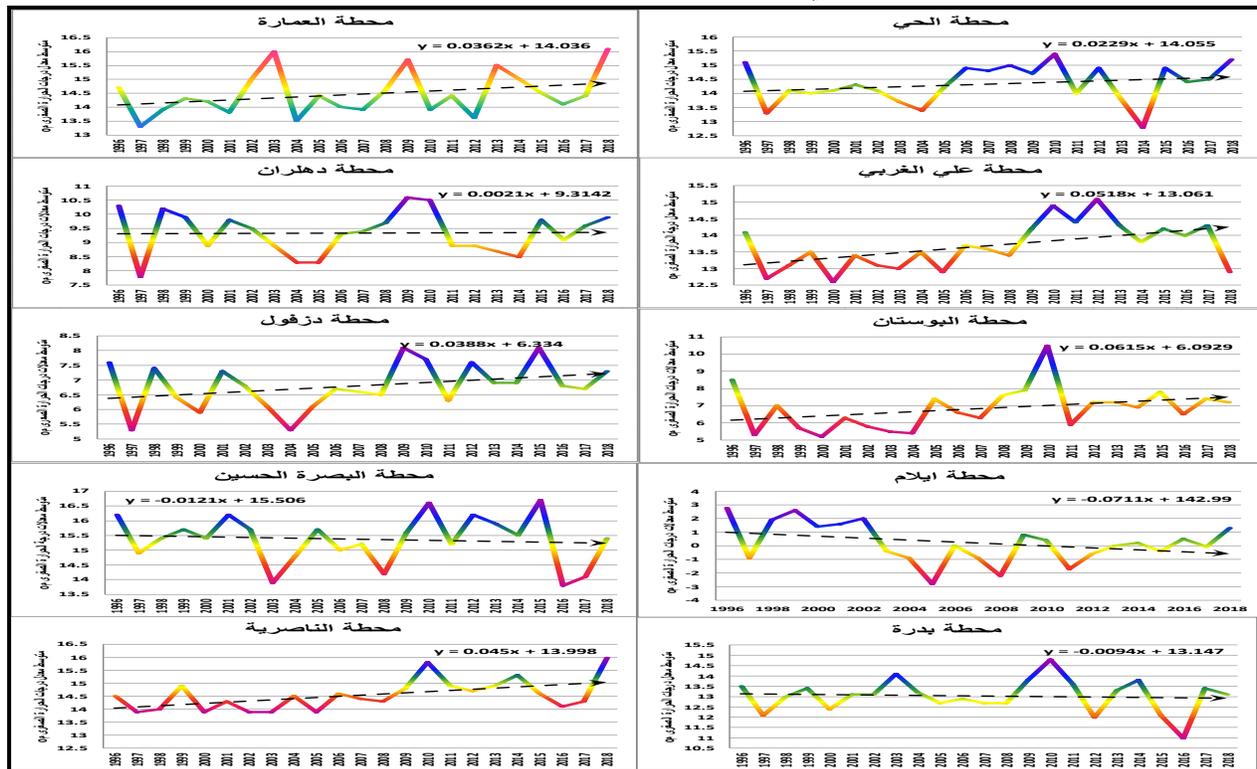
المحطة	متوسط معدل درجة الحرارة الصغرى	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة %	المعدل السنوي للتغير %
الحجي	14.3	23	0.0229	3.6832	0.1601
الحمارة	14.4	23	0.0362	5.7638	0.2506
علي الفريسي	13.7	23	0.0518	8.6964	0.3781
بدرة	13.0	23	-0.009	-1.6631	-0.0723
الناصرية	14.5	23	0.045	7.1379	0.3103
بصرة/حسين	15.3	23	-0.0121	-1.8190	-0.0791
ايلام	0.2	23	-0.071	-817.6500	-35.5500
ديرفول	6.8	23	0.0388	13.1235	0.5706
البوستان	6.8	23	0.0615	20.8015	0.9044
دهلران	9.3	23	0.0021	0.5194	0.0226

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة).

خريطة (5) معدل التغير في درجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).

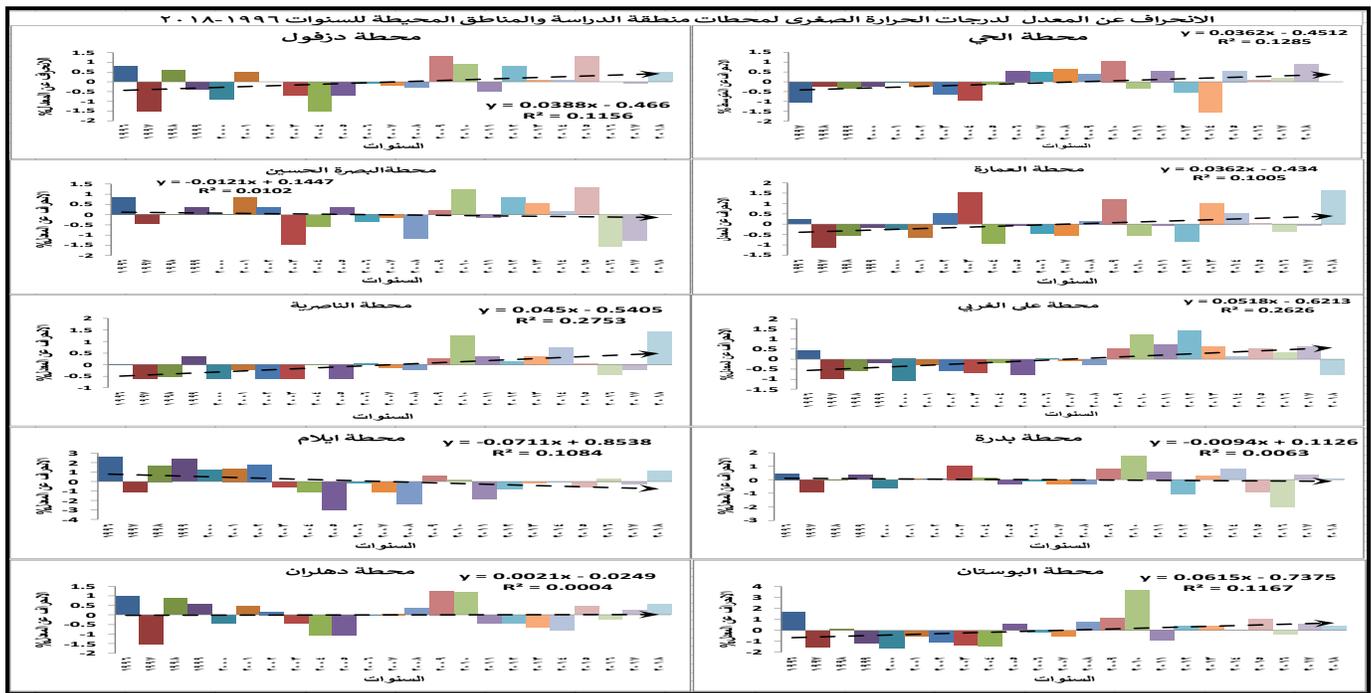


المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول (3)  
 شكل(8) معدل التغير في درجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة) . جدول (3)

شكل (9) الانحراف السنوي لدرجات الحرارة الصغرى



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد ، 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(3)  
 10-1. درجات الحرارة العظمى  
 فقد تم حساب الاتجاه العام , للسلسلة الزمنية

الشكل (11) يدل على وجود اتجاه نحو الارتفاع ينظر جدول (4)  
 وخريطة (6) وشكل (10), (11)

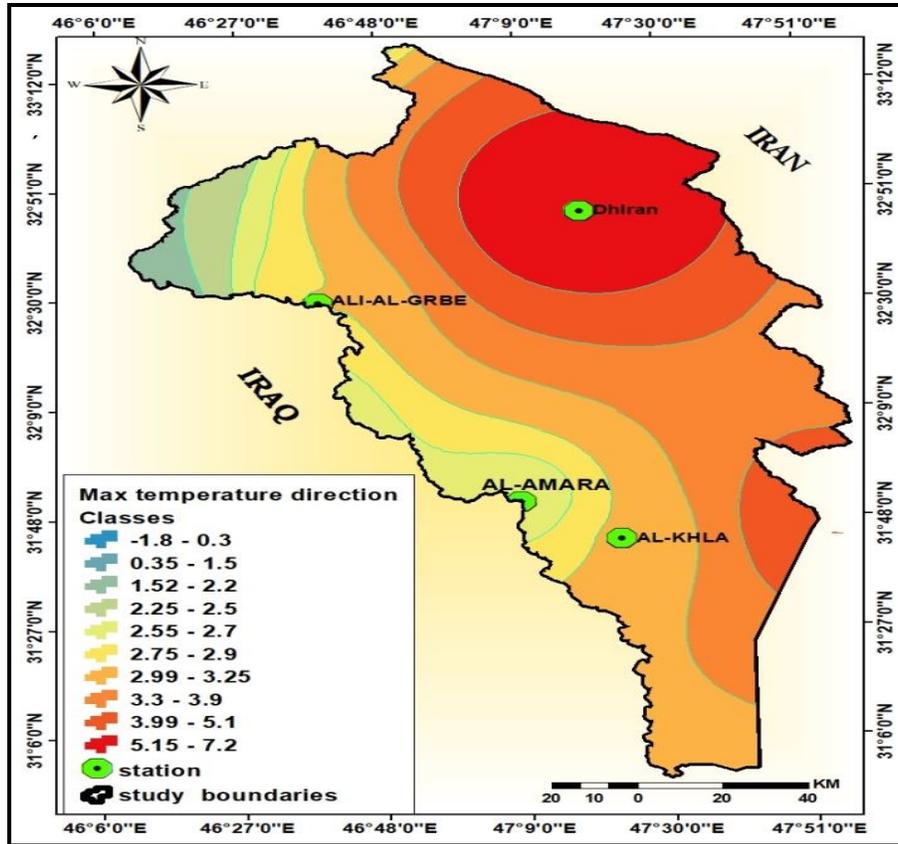
يتضح من الجدول (4) أن معدلات درجات الحرارة العظمى السنوية اتخذت اتجاهها متزايدا في جميع محطات الدراسة , وتراوحت معدلات التزايد بين ( + 5.9 و + 10.6 ) باستثناء محطة الحلي, وتوضيح التغيرات الزمنية لدرجات الحرارة العظمى .

جدول(4) معدل التغير في درجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).

المحطة	متوسط معدل درجة الحرارة العظمى °م	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة%	المعدل السنوي للتغير %
الحلي	27	23	-0.021	-1.78889	-0.07778
العمارة	27.3	23	0.0293	2.4685	0.10733
علي الغربي	26.78	23	0.0337	2.8943	0.12584
بدره	26.2	23	0.0186	1.6328	0.07099
الناصرية	27.9	23	0.0436	3.5945	0.15627
البصرة /الحسين	28.36	23	0.0293	2.3762	0.10332
ايلام	23.85	23	0.0113	1.0898	0.04738
ديزفول	32.35	23	0.0377	2.6804	0.11654
البوستان	33.1	23	0.0731	5.0728	0.22056
دهلران	32.3	23	0.1007	7.17564	0.31198

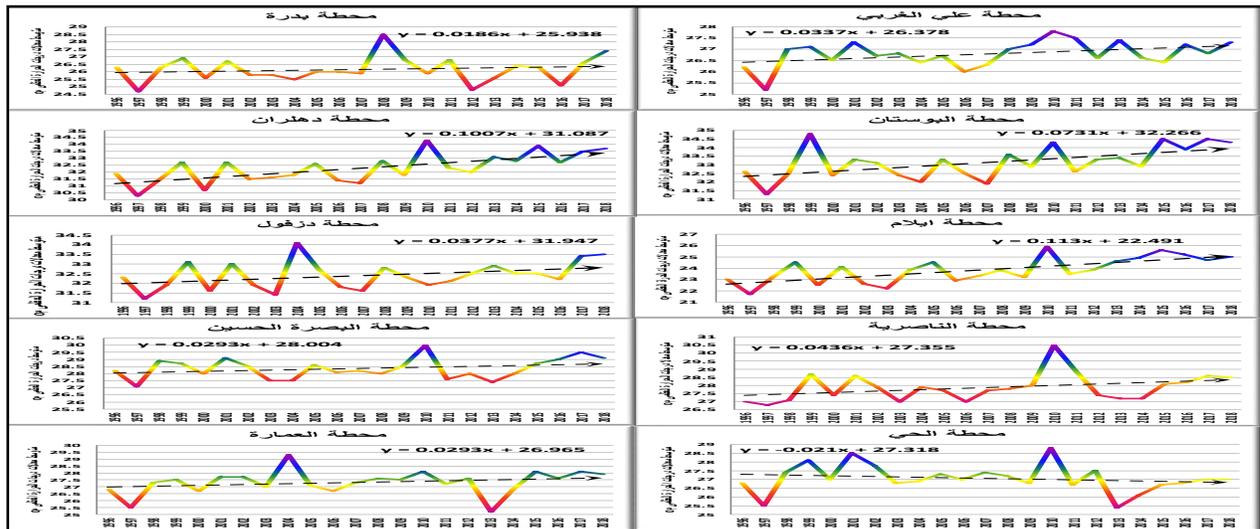
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(4)

خريطة (6) معدل التغير في درجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018).



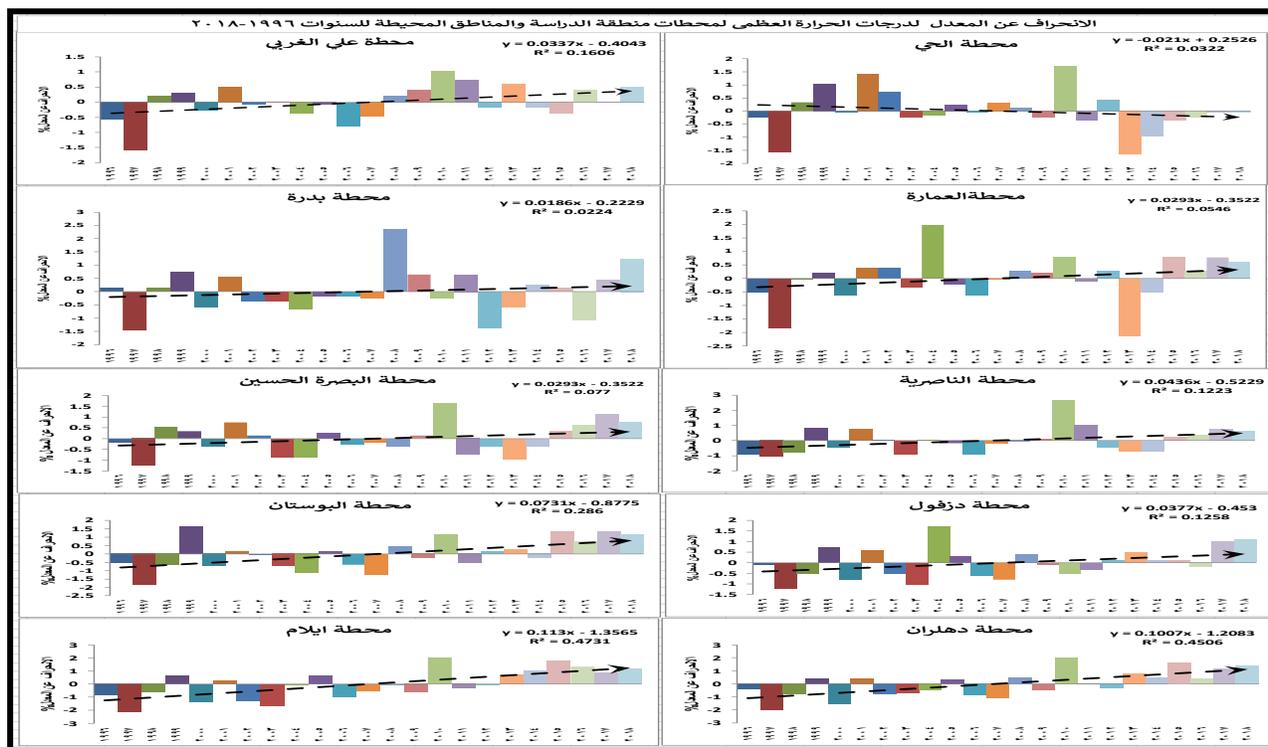
المصدر /عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول(4)

شكل (10) معدل التغير في درجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة للمدة ( 1996 – 2018)



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ , بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(4)

شكل(11) الانحراف السنوي لدرجة الحرارة العظمى



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأناواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(4)

باستثناء المحطات العمارة وعلي الغربي والحي ينظر جدول (5) وخريطة (7) وشكل (12).

#### 11-1. الضغط الجوي

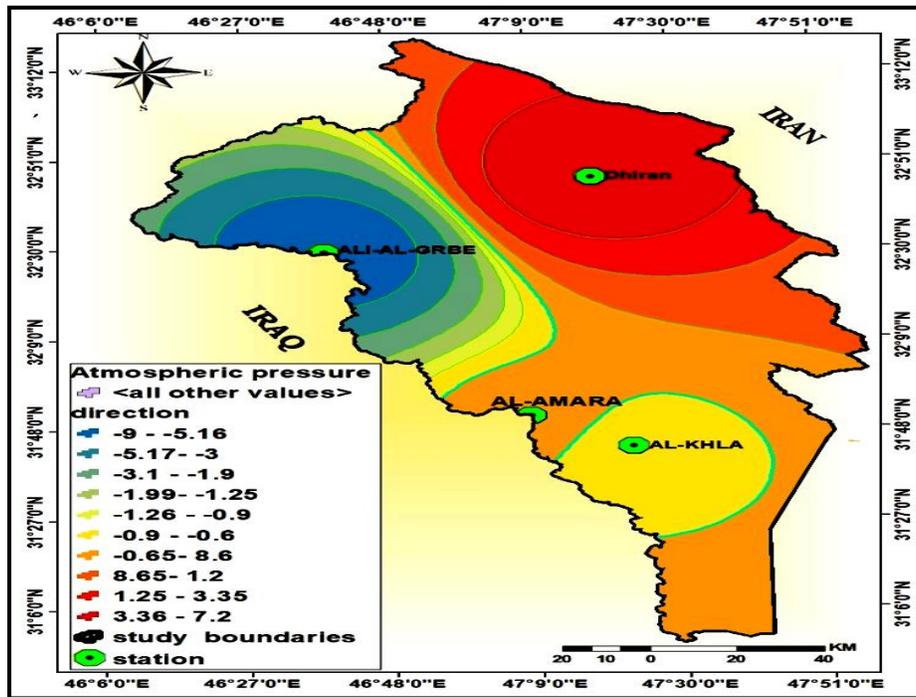
يتضح من الجدول (5) أن الاتجاه العام اتخذ اتجاهها متزايدا في اثناء مدة الدراسة في جميع المحطات ، وتراوحت معدلات التزايد ما بين (0.01% - 0.3%)

جدول(5) معدل التغير للضغط الجوي لمحطات الدراسة للمدة (1996 – 2018).

المحطة	متوسط معدل الضغط الجوي هيكتوباسكال	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة (%)	المعدل السنوي للتغير (%)
بدرية	1014.8	23	0.0609	0.1380	0.0060
العمارة	1015	23	-0.0616	-0.1396	-0.0061
علي الغربي	1013.6	23	-0.3904	-0.8859	-0.0385
الحي	1015.9	23	-0.0267	-0.0604	-0.0026
الناصرية	1015.1	23	0.0078	0.0177	0.0008
البصرة/الحسين	1014.7	23	0.0062	0.0141	0.0006
ايلام	1016.4	23	0.0489	0.1107	0.0048
دزفول	1012.3	23	0.1426	0.3240	0.0141

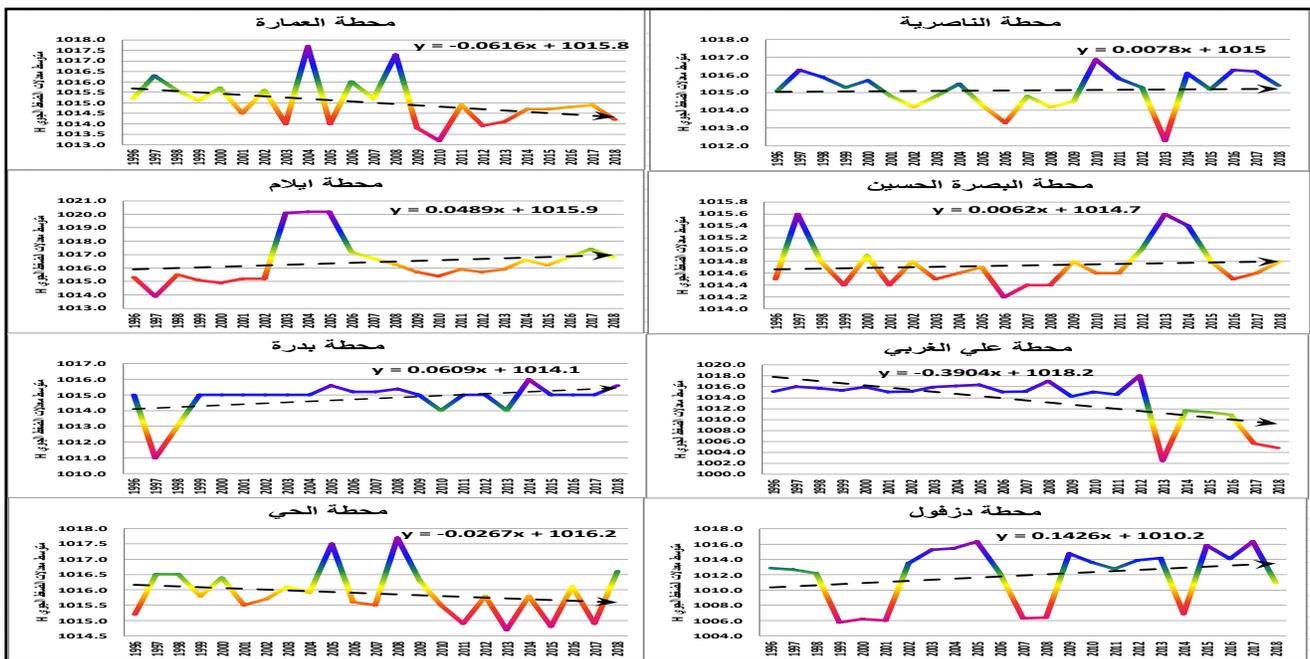
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأناواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة).

خريطة (7) معدل التغير للضغط الجوي لمحطات الدراسة للمدة (1996 – 2018).



المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, (جدول 5)

شكل (12) معدل التغير للضغط الجوي لمحطات الدراسة للمدة (1996 – 2018).



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بغداد ، 2021, (بيانات غير منشورة). (جدول 5)

12-1/ سرعة الرياح

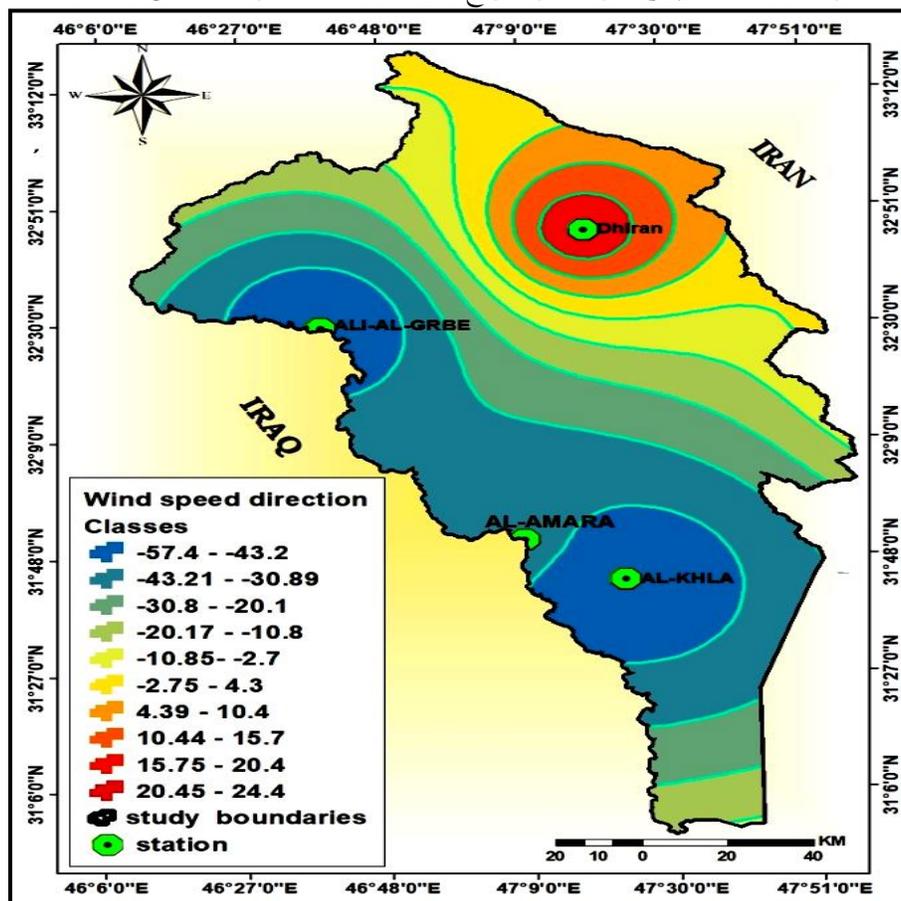
( % ) باستثناء المحطات البصرة ، ايلام ، ديزفول ودهلران ، ينظر جدول (6) وخريطة (8) وشكل (13).

يتضح من الجدول (6) أن الاتجاه لسرعة الرياح اتخذ اتجاهات متناقصا في اثناء مدة الدراسة في معظم المحطات ، وتراوحت معدلات التناقص ما بين 0.1- و 57 %

جدول (6) معدل التغير والانحراف لسرعة الرياح (متر / ثانية) لمحطات الدراسة للمدة من (1980-2018)

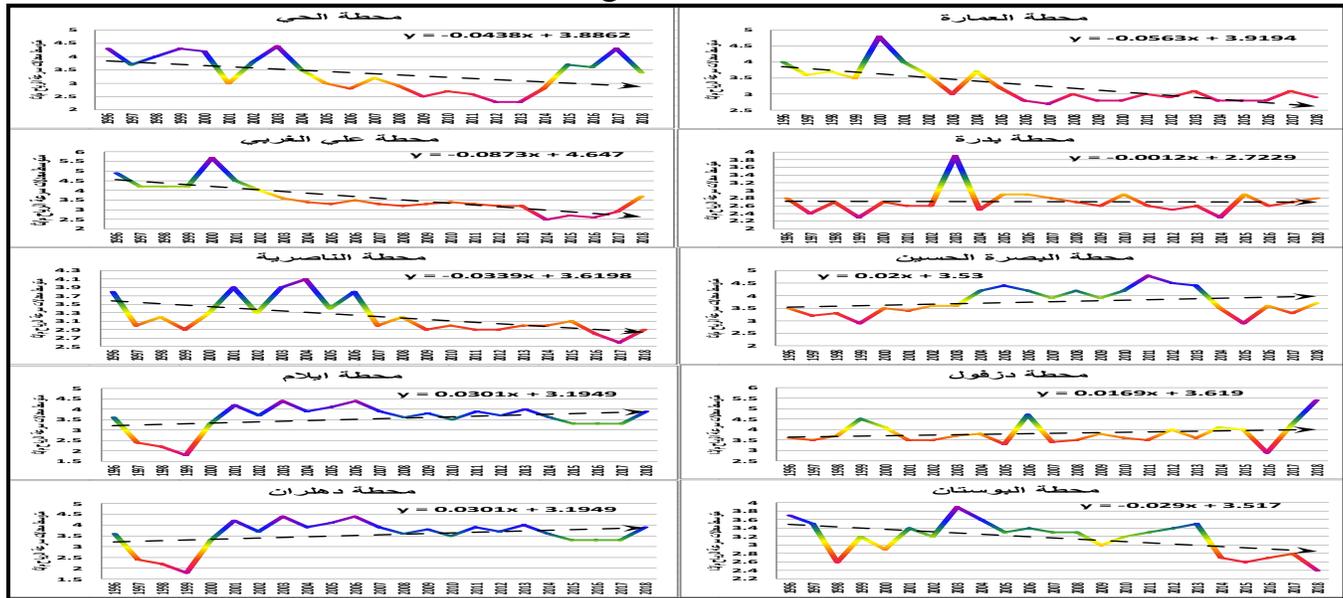
المحطة	متوسط معدلات سرعة الرياح م/ثا	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة (%)	المعدل السنوي للتغير (%)
المحي	3.3	23	-0.0438	-30.5273	-1.3273
العارة	3.2	23	-0.0563	-40.4656	-1.7594
علي الغربي	3.5	23	-0.0873	57.3686	2.4943
بدره	2.7	23	-0.0012	1.0222	0.0444
الناصرية	3.2	23	-0.0339	24.3656	1.0594
البصرة/الحسين	3.8	23	0.02	12.1053	0.5263
ايلام	3.6	23	0.0301	19.2306	0.8361
دزفول	3.9	23	0.0169	9.9667	0.4333
البوستان	3.1	23	-0.029	21.5161	0.9355
دهلران	3.6	23	0.0301	19.2306	0.8361

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ , بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة) .  
خريطة (8) معدل التغير والانحراف لسرعة الرياح (متر / ثانية) لمحطات الدراسة للمدة من (1980)



المصدر / عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول(6)

شكل (13) معدل التغير والانحراف لسرعة الرياح (متر / ثانية) لمحطات الدراسة



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(6)

و 22% ( باستثناء المحطات دهلران علي الغربي والحلي , ينظر جدول (7) وخريطة (9) وشكل (14).

### 13-1/ الرطوبة النسبية

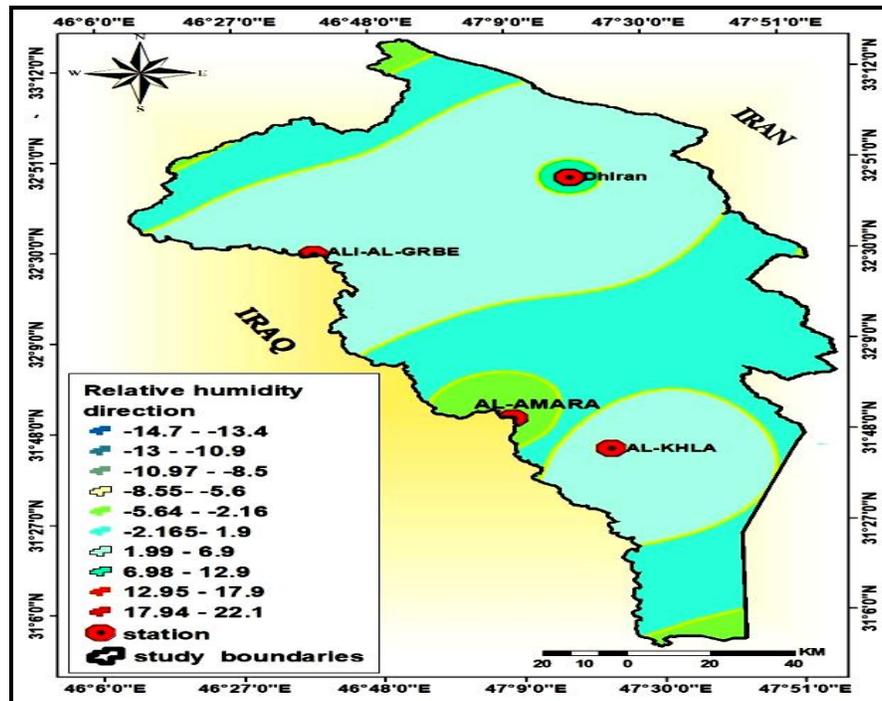
يتضح من الجدول (7) أن الاتجاه للرطوبة النسبية اتخذ اتجاهًا متناقصًا في أثناء مدة الدراسة في معظم المحطات ، وتراوحت معدلات التناقص ما بين (5-%)

جدول (7) معدل التغير والانحراف للرطوبة النسبية ( % ) لمحطات الدراسة

المحطة	متوسط معدل الرطوبة النسبية %	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة ( % )	المعدل السنوي للتغير ( % )
الحلي	51.9	23	0.1394	6.1777	0.26859
العمارة	53	23	-0.1285	-5.576	-0.24245
علي الغربي	54.9	23	0.1551	6.4978	0.28251
بدرية	51.2	23	-0.2636	-11.84	-0.5148
الناصرية	48.3	23	-0.4652	-22.1399	-0.9626
البصرة/الحسين	48.2	23	-0.3029	-14.45	-0.628
ايلام	50.1	23	-0.3198	-14.68	-0.638
ديزفول	76.67	23	-0.1998	-5.993	-0.26058
البوستان	70.50	23	-0.1554	-5.069	-0.22
دهلران	62.7	23	0.1984	7.2753	0.3163

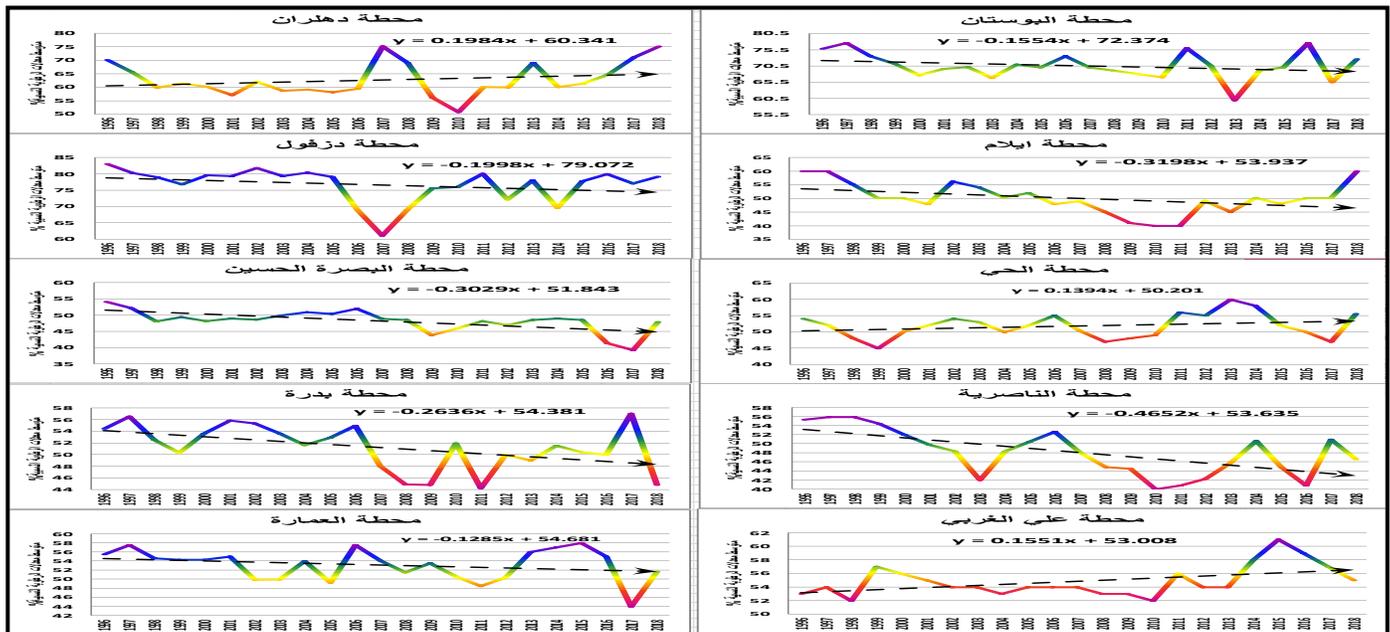
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة).

خريطة (9) معدل التغير والانحراف للرطوبة النسبية ( % ) لمحطات الدراسة



المصدر /عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8, جدول(7)

شكل (14) معدل التغير والانحراف للرطوبة النسبية ( % ) لمحطات الدراسة



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد ، 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(7)

للسطوع الشمسي ، فقد تم حساب الاتجاه العام للسلسلة الزمنية ويوضح الشكل (16) وجود اتجاه نحو الانخفاض في جميع محطات الدراسة وهذا مؤشر على انخفاض في المحطات المدروسة ينظر جدول (8) وخريطة (10) وشكل (15)،(16).

#### 14-1. مؤشر تغير الامطار

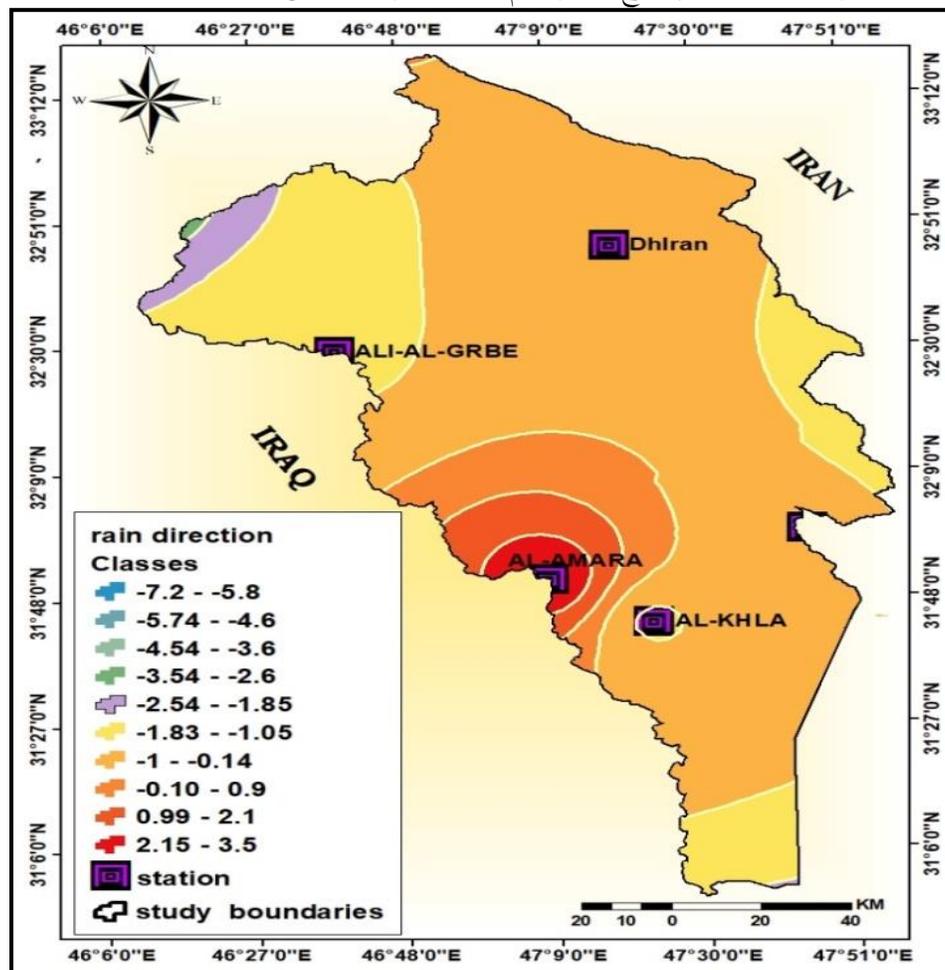
يتضح من الجدول(8) أن الاتجاه لأمطار اتخذ اتجاهها متناقصا في اثناء مدة الدراسة في معظم المحطات ، وتراوحت معدلات التناقص ما بين (-1% و 7477% ) باستثناء محطتي العمارة وايلام ولتوضيح التغيرات الزمنية

جدول (8) معدل التغير مجموع الأمطار ( ملم ) لمحطات الدراسة للمدة من (1996 – 2018) .

المحطة	مجموع معدلات كمية الامطار ملم/ثا	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة ( % )	المعدل السنوي للتغير ( % )
بدره	522	-1697	-7.2	-325.096
علي الغربي	452.7	-0.2294	-1.1655	-0.05067
اليلام	1037.5	1.5962	3.538564	0.153851
العارة	442.1	0.6192	3.221353	0.140059
الناصرية	282.6	-0.3163	-2.57427	-0.11192
الحي	291.2	-0.0858	-0.67768	-0.02946
البصرة/الحسين	266.7	-0.4135	-3.56599	-0.15504
ديزفول	942	-1.2164	-2.96998	-0.12913
دهلران	666.2	-0.2255	-0.77852	-0.03385
البوستان	492.3	-0.1846	-0.86244	-0.0375

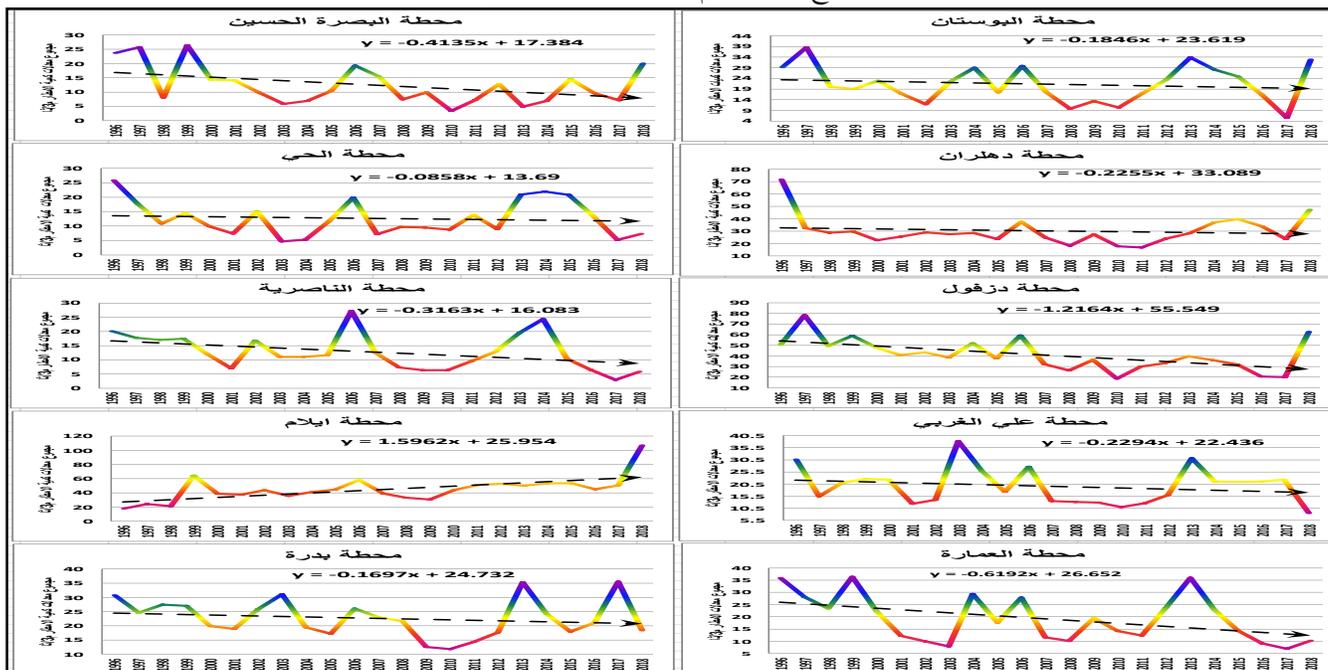
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة) .

خريطة(10) معدل التغير مجموع الأمطار ( ملم ) لمحطات الدراسة للمدة من (1996 – 2018) .



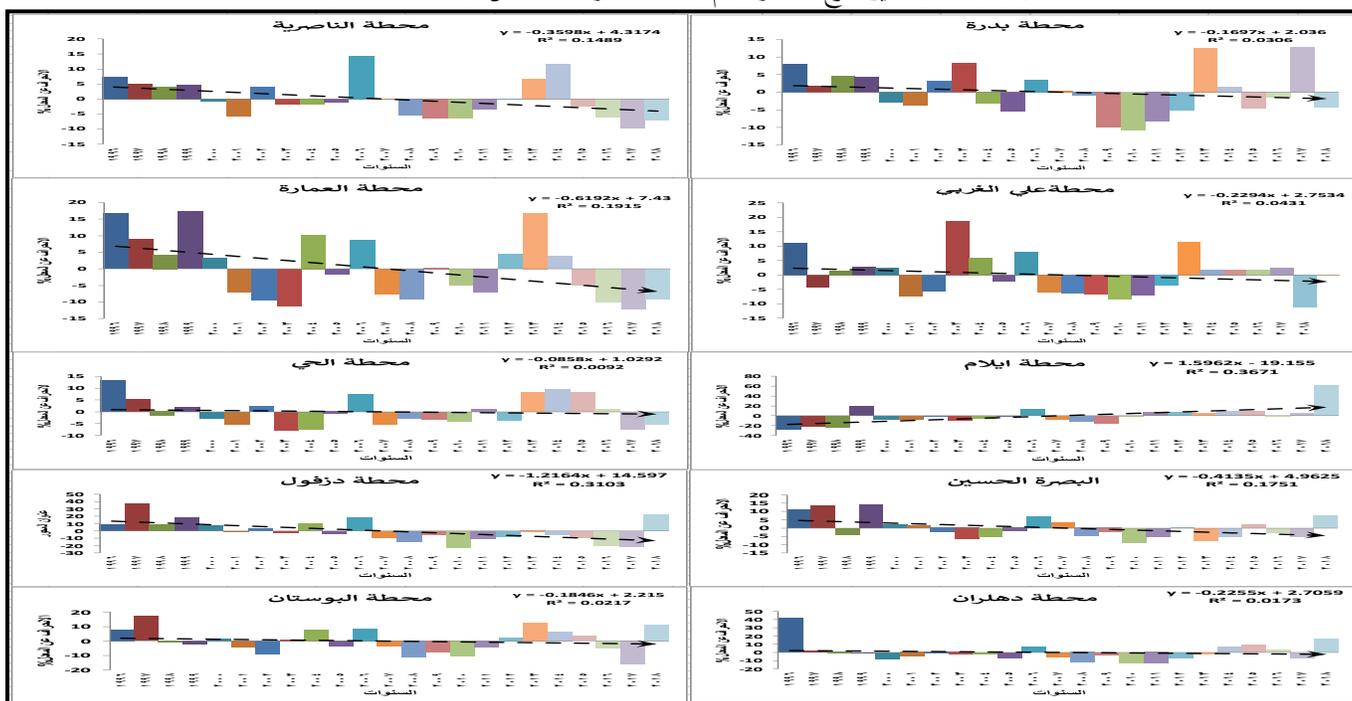
المصدر /عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8,جدول(8)

شكل (15) معدل التغير مجموع الأمطار ( ملم ) لمحطات الدراسة للمدة من (1996 – 2018) .



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(8)

شكل (16) معدل التغير مجموع الأمطار ( ملم ) لمحطات الدراسة للمدة من (1996 – 2018) .



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة). جدول(8)

يؤدي إلى زيادة التبخر من المسطحات المائية ( القريشي، 2008، ص78) ،  
 ويوضح من الجدول(9) أن الاتجاه للتبخر القياسي اتخذ اتجاهًا متناقصًا في  
 اثناء مدة الدراسة في معظم المحطات ، وتراوحت معدلات التناقص ما بين  
 (-0.7% و 2.9% ) ينظر جدول (9) وشكل (17)، وخرطة(11)

15-1. التبخر القياسي

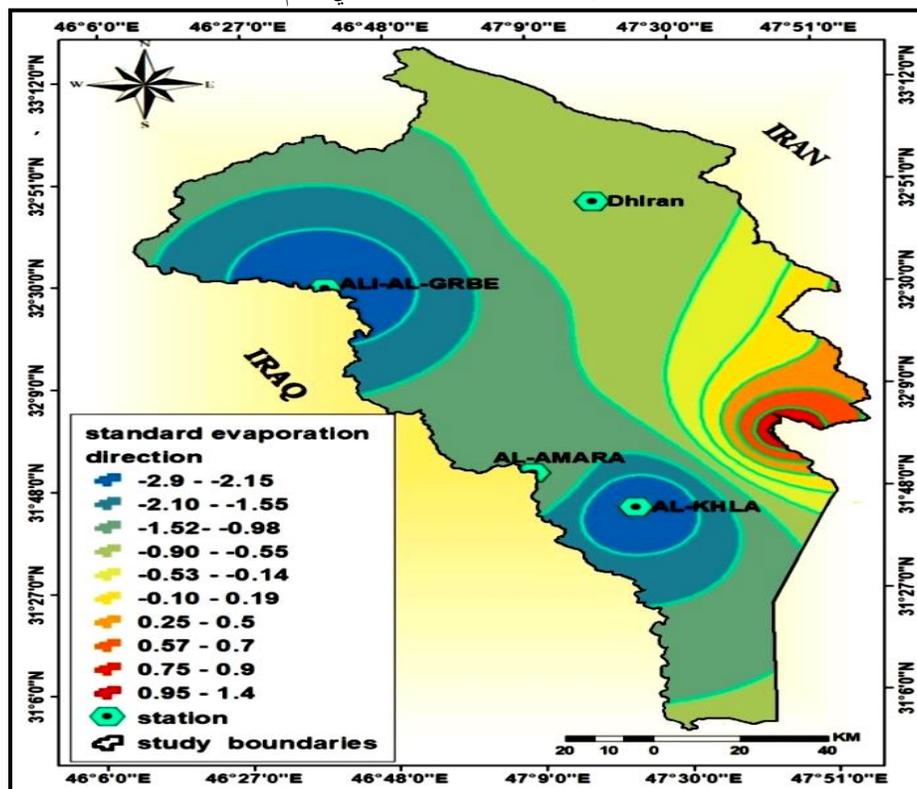
تؤثر على عملية التبخر عدة عوامل منها الرياح والفرق في الضغط الجوي  
 وحجم المسطح المائي وطبيعة المنطقة المحيطة وحركة الماء والأمواج والأملاح ،  
 وارتفاع معدلات الحرارة وعدد ساعات السطوع وزيادة كمية الإشعاع ،

جدول (9) معدل التغير والانحراف لكميات التبخر القياسي ( ملم ) لمحطات الدراسة(1980-2018)

المحطة	مجموع معدلات التبخر القياسي ملم	معامل الاتجاه	معدل التغير لمدة الدراسة( % )	المعدل السنوي للتغير( % )
بدره	3783.6	-1.1058	-0.6722	-0.02923
الحي	4520.8	-1.8864	-0.95972	-0.04173
علي الغربي	4249.5	-5.2717	-2.85326	-0.12405
العماره	3568	-1.5921	-1.0263	-0.04462
ناصرية	4262.6	0.5054	0.272702	0.011857
بصرة الحسين	3858.8	-1.1177	-0.66619	-0.02896
ايلام	4946.2	0.0169	0.007859	0.000342
دهلران	3307.704	-1.0771	-0.74896	-0.03256
البوستان	2365.6	0.8997	0.874751	0.038033
دزفول	1900	0.9456	1.144674	0.049768

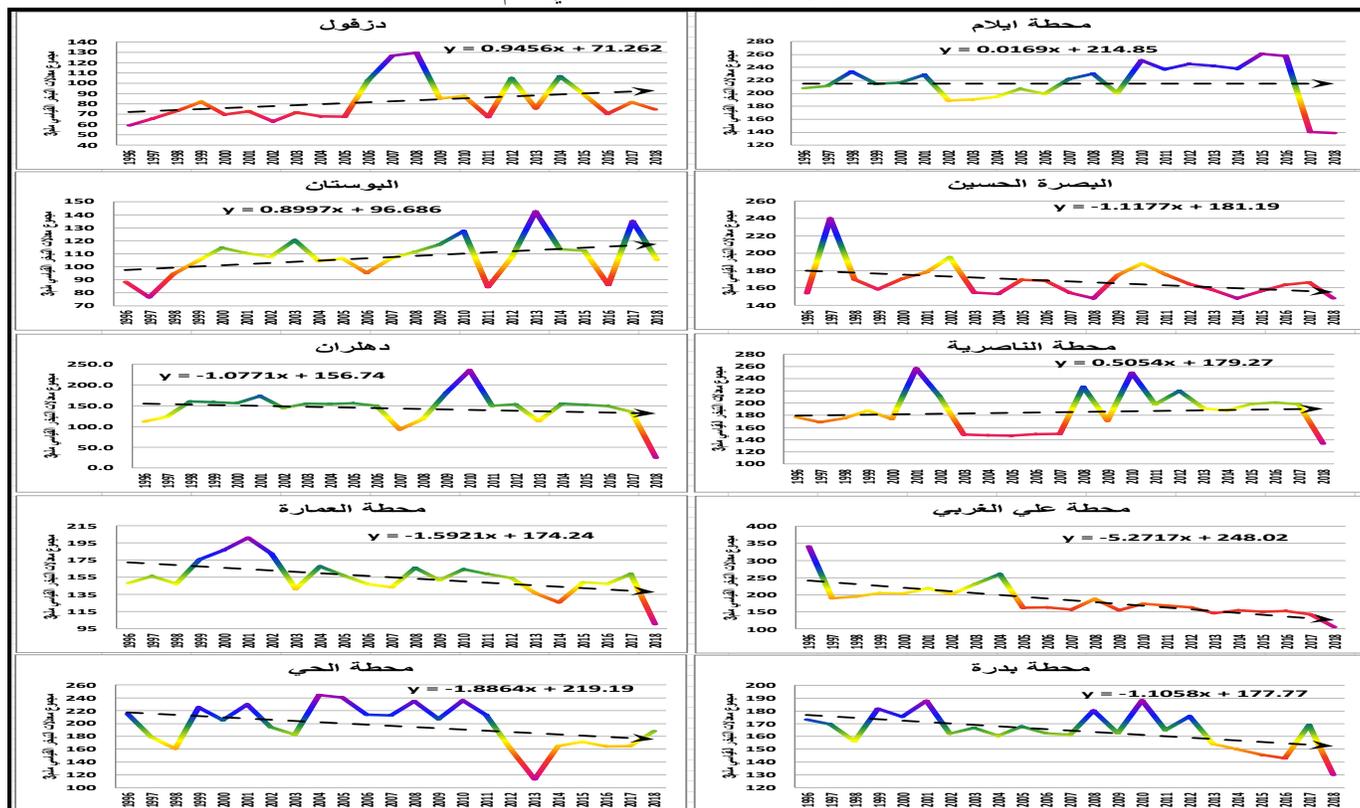
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بغداد , 2021, (بيانات غير منشورة).

خريطة(11) معدل التغير والانحراف لكميات التبخر القياسي ( ملم ) لمحطات الدراسة



المصدر /عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS ARCMAP 10.8.جدول(9)

شكل (17) معدل التغير والانحراف لكميات التبخر القياسي (ملم) لمحطات الدراسة



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بغداد ، 2021، (بيانات غير منشورة). جدول(9)

وترفع هذه القيم للتغيرات المناخية في النسب فرص حدوث موجات فيضانية عالية في احواس المنطقة. وتمثلت اعلى التصاريح بالاتي.

١. بلغت سيول اودية الحفنة والمزلية وقره تبة والزعفران من جهة علي الغربي حدوده القصوى باتجاه نهر دجلة اذ سجلت تصاريح عالية مقدارها (60-120)م/ثا وهي سيول متقطعة حسب الوارد من الشدات المطرية في جهات محافظة ميسان الشرقية.

٢. سيول نهري(الطيب والدويرج)وهما نهران موسميان ،اذ بلغت حدود تصاريحها في السنوات الاخير حدود قصوى فكانت (1500)م/ثا لنهر الطيب ،في حين بلغت في نهر دويرج(1000)م/ثا.

٣. سيول جلات عند علي الغربي ،تدخل هذه السيول من داخل الاراضي الايرانية خلال مواسم التساقط المطري وتعتمد كميته على مدد الشدات المطرية .

٤. سيول وادي جني وخزينة وتليل وسر خاتون وقره تبة ،وجرو، خويسة، ووادي عروس ميسان اذ تعطي تصاريح عالية تتراوح ما بين (250-300)م/ثا لنتهي الى مسطح الشاشير الذي تحيط به سداد الشاشير .

اما سيول بقية الاودية فهي سيول متقطعة تصل حدودها القصوى الى ( 60 ) م/ثا فما دون (المسعودي ،2021،ص110. ينظر شكل (18)

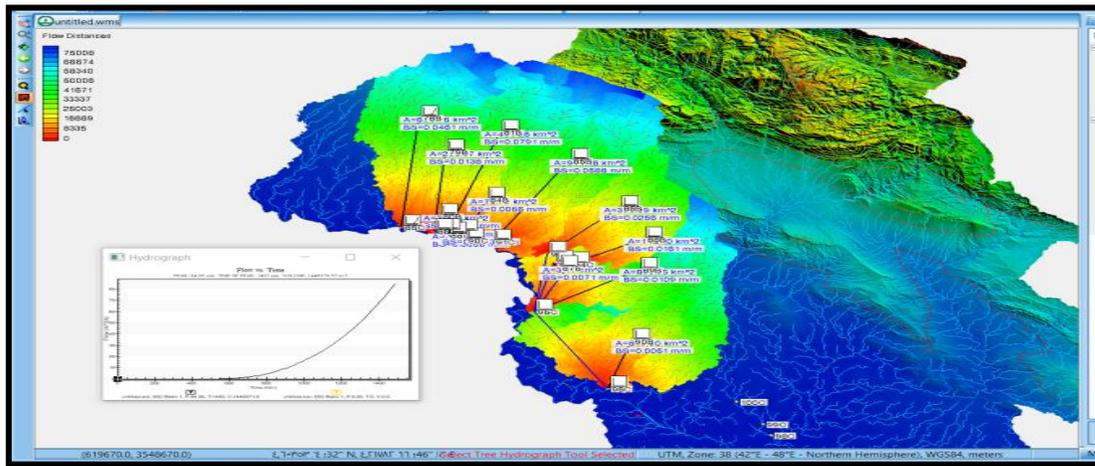
اما الطريقة الثانية فهي طريقة احصائية منحنى وتوزيع كامل لفترات هطول مختلفة تبدأ (15-30-60-180-360-720-1440)وذلك في اثناء الاشهر المطرة. (الحجيد (2018،

#### احتساب حجم السيول في منطقة الدراسة

بلغت كثافة التصريف في احواس اودية الدراسة الشمالية (1.0208836) م<sup>3</sup>، بينما بلغت كثافة التصريف للأودية الوسطى (0.910255)م<sup>3</sup>، في حين بلغت كثافة التصريف للمجموعة الجنوبية (0.911296)، وبلغ اجمالي كثافة التصريف (2.842435)م<sup>3</sup>، ويدل ذلك على زيادة تصريف الوديان وحدثت الموجات الفيضانية في منطقة الدراسة بسبب تغيرات الخصائص المناخية. (مخرجات برنامج wms وبرنامج arc map) اعتمادا على كمية الامطار بلغت اعماق الشدات المطرية ما بين (4-16) م<sup>3</sup> وكانت تكراراتها (298) في فصل الربيع للمحطات (علي الغربي، الكحلاء، ايلام، البوستان، دهبران) المسيطرة على منطقة الدراسة، اما المستوى (17-50م<sup>3</sup>) فكان تكراراتها خلال مدة الدراسة (69)، بينما كانت تكرارات المستوى (51-180) م<sup>3</sup> (4) مرات، في حين كان مجموع تكرارات الشدات المطرية ما بين 4-180م<sup>3</sup>/ساعة (371) لسنوات الدراسة.

(المسعودي،2021،ص448).

شكل (18) أحجام السيول 3م الموسمية اعتادا على كميات التساقط المطري



#### الاستنتاجات

1. تعرض منطقة الدراسة لتغيرات متطرفة فوق المعدل في اثناء مدة الدراسة.
2. شهدت المحطات الايرانية تغيرات واضحة لكل العناصر المناخية المدروسة.
3. تمتاز المحطات المناخية في العراق باتجاه تغير موجب منطقة بينما المحطات الايرانية فتمتاز اغلبها بتغير مناخي سالب.
4. شهدت منطقة الدراسة بتطرف مناخي خاصة في درجات الحرارة والامطار.
5. يتضح وجود علاقة بين التغير في العناصر المناخية خاصة كمية الامطار وترافقتها موجات سيول موسمية.

#### المصادر

ضياء الدين عبد الحسين القريشي، الخصائص الحرارية للجزء الأوسط والجنوبي من السهل الرسوبي في العراق - دراسة في الجغرافية المناخية، رسالة ماجستير في الجغرافية، ( غير منشورة ) كلية التربية - ابن رشد، جامعة بغداد، 2008، ص 78 .

علي غليس ناهي السعدي، أثر تغير المناخ في تغيير المنظومات الشمولية السطحية المؤثرة في العراق خلال الفصل المطير، قسم جغرافية، كلية التربية، جامعة البصر، 2011، ص 107.

عيسى علي إبراهيم، الأساليب الإحصائية والجغرافية، الطبعة الثانية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1999، ص 102 .

فراق عبيد كاظم المسعودي، اثر الشدات المطرية على موجات السيول الفيضانية شرق محافظة ميسان باستخدام برنامج GIS، اطروحة دكتوراه، جامعة واسط، كلية التربية، قسم جغرافية، 2021.

مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED)، قاعدة البيانات الدولية للكوارث (EM-DAT)، 2021.

محمد المحميد، العوامل الإقليمية لحساب الشدة المطرية (التوزيع الحدي كامل)، 2018.

ميسون طه محمود السعدي، التغيرات المناخية العالمية اسبابها دلالتها توقعاتها المستقبلية، مجلة كلية التربية الاساسية، مجلد 21، العدد 89، 2015، ص 375. علي صاحب الموسوي، مثنى فاضل علي، التغيرات المناخية في الغلاف الجوي وتأثيراتها الحيوية على الكائنات الحية، مجلة البحوث الجغرافية العدد 11، 2008، ص 16-17.

ميسون طه محمود السعدي، التغيرات المناخية، مصدر سابق، ص 390-391.

احمد لفنة حمد البديري، مؤشرات التغير المناخي وأثرها في زيادة مظاهر الجفاف في محافظة بابل، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة بغداد ابن رشد، 2012، ص 28.

اوغستين كولين، منظمة الامم المتحدة، اتفاقية التراث العالمي، دراسة حالات عن التغير المناخي، 2013، ص 12.

بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2013، مطبوع المنظمة رقم 4.6,8، ص 1130.

بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2018، مطبوع المنظمة رقم 1233، ص 22.

بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2018، مطبوع المنظمة رقم 1233، ص 29، 9.

بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوي عن حالة المناخ عام 2019، مطبوع المنظمة رقم 6.9,18، ص 1248.

Ablain, M. et al: Satellite altimetry-based sea level at global and regional scales. *Surveys in Geophysics*, 38, 2017.

Friedlingstein, Global Carbon Budget, *Earth System Science Data*, 2019 <https://doi.org/10.5194/essd-11-1783-2019>

Risto Seppälä.. Pia Katila. ADAPTATION OF FORESTS AND PEOPLE TO CLIMATE CHANGE – A Global Assessment Report. IUFRO World Series Vol. 22 Helsinki.2018, P71.

WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018. WMO-No. 1233 © World Meteorological Organization, 2019 P6.

\* اعتماد بيانات غير مباشرة منها حلقات جذوع الأشجار, المرجان, وباطن الجليد, السجلات التاريخية

\*\* الانحراف المتوسط Mean Deviation

يعرف الانحراف المتوسط ( Md ) بأنه متوسط مجموع الانحرافات المطلقة عن متوسطها الحسابي, واستعمل من اجل إيضاح الانحرافات ( لعناصر المناخ ) . ويتم استخراجها باستخدام المعادلة الآتية

$$MD = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n}$$