

Trends in temperature and rain change in Iraq and its future projections

Dr. Ahmed Lafta Hamad Al-Budeiri
Ministry of Education - Wasit Education Directorate
ahmedlalbudeiri@gmail.com

DOI: [10.31973/aj.v3i137.1129](https://doi.org/10.31973/aj.v3i137.1129)

Abstract:

The current study provides a spatial and temporal assessment of temperature trends and rainfall in Iraq for the period from 1979 to 2018, based on the data of the Iraqi Meteorological Organization, and the use of the Mann- Kendall test at significance levels (0.01 -0.05), in addition to assessing the rates of change using the Sen's test. The results of the study revealed an increase in the lowest temperatures in the study period in all seasons of the year, and the summer season recorded faster trends towards warmth (exceeding 3 ° C during the study period) in some monitoring stations, as in the stations of Khanaqin and Najaf. The results of the rain trend analysis have clear spatial and temporal variations, taking into account that most of the stations were characterized by a decrease in the amounts of rain during the spring and autumn seasons and at the annual level as well, while the autumn recorded an increase in the amounts of rain in most of the stations, and the study was concerned with what was mentioned in the evaluation of future changes In terms of temperatures and rainfall, depending on the data derived from the Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX), through two models, and two scenarios (RCP4.5 & RCP8.5), we have adopted the assessment of the projections. Climate acceptability on the comparison of climate forecasts for the future period (2021-2060) for the base period (1979-2018) and the results showed that the minimum temperatures for the RCP4.5 moderate scenario will increase by (-1.1 1.7) ° C during the next four decades, while it is expected that Maximum temperatures are higher than current rates by (1.6 -2.7) ° C, Compared to the current climate, according to the high scenario RCP8.5, rainfall will decrease by (58-69) in most parts of Iraq according to scenarios RCP4.5 RCP8.5, particularly the southern regions, and accordingly future climate changes will add more environmental and economic pressures in Iraq, particularly the agricultural production sectors, water resources, energy consumption, etc., which requires the development of policies and strategies for adaptation to climate change.

Keywords: trend, temperatures, rain, climate change, climate projections.

اتجاهات التغير في درجات الحرارة والامطار في العراق واسقاطاتها المستقبلية

م.د احمد لفته حمد البديري

وزارة التربية / المديرية العامة لتربية واسط

ahmedalbudeiri@gmail.com

(مُلخَصُ البَحْث)

تقدم الدراسة الحالية تقييماً مكانياً وزمانياً لاتجاهات درجات الحرارة وكميات الامطار في العراق للمدة من 1979 الى 2018، اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، و استخدام اختبار مان كاندل عند مستويات دلالة (0.01 - 0.05)، إضافة الى تقييم معدلات التغير باستخدام اختبار سين، و قد كشفت نتائج الدراسة عن زيادة في درجات الحرارة الصغرى في مدة الدراسة في جميع فصول السنة، وسجّل فصل الصيف اتجاهات اسرع نحو الدفء (تجاوزت 3°م خلال مدة الدراسة) في بعض محطات الرصد، كما في محطتي خانقين والنجف، وفي المقابل اوضحت نتائج تحليل الاتجاه للأمطار تباينات مكانية وزمانية واضحة، مع الأخذ بالحسبان ان اغلب المحطات اتسمت بتناقص في كميات الامطار خلال فصلي الربيع والخريف وعلى المستوي السنوي ايضاً، بينما سجل الخريف تزايداً في كميات الامطار في أغلب المحطات ، وقد اهتمت الدراسة الى جانب ما ذكر بتقييم التغيرات المستقبلية في درجات الحرارة وكميات الأمطار، معتمداً على البيانات المستمدة من مشروع تقليص النطاقات الإقليمية المنسقة **CORDEX** ، من خلال نموذجين ، وسناريوهين (**RCP4.5 & RCP8.5**)، وقد اعتمدنا تقييم الاسقاطات المستقبلية للمناخ على مقارنة توقعات المناخ للفترة المستقبلية (2021-2060) (للمدة الأساسية 1979-2018)، وقد أظهرت النتائج ان درجات الحرارة الصغرى للسيناريو المعتدل **RCP4.5** سترتفع بمقدار (1.1 - 1.7)°م خلال العقود الأربعة القادمة، بينما يُتوقع ان تزيد درجات الحرارة العظمى عن المعدلات الحالية بمقدار (1.6 - 2.7) °م، مقارنة بالمناخ الحالي، حسب السيناريو المرتفع **RCP8.5** ، اما كميات الامطار ستشهد تناقص بمقدار (- 69) % (58) في معظم أرجاء العراق بحسب السيناريوهين **RCP4.5 RCP8.5** ، لا سيما المناطق الجنوبية، وتبعاً لهذا فأن التغيرات المناخية المستقبلية ستضيف مزيداً من الضغوط البيئية والاقتصادية في العراق، خاصة قطاعات الانتاج الزراعي، والموارد المائية، واستهلاك الطاقة، وغيرها، الأمر الذي يتطلب وضع سياسات واستراتيجيات مستقبلية ملائمة للتكيف مع التغيرات المناخية.

الكلمات المفتاحية: الاتجاه، درجات الحرارة، الامطار، التغير المناخي، الاسقاطات المناخية.

اولاً: المقدمة

لقد اتضح بشكل قاطع بأن الاحترار العالمي هو حقيقة لا لبس فيها وانه حقيقة ماثلة بحسب ما أفادت به الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والتي اكدت معظم الزيادات الملحوظة في متوسط درجات الحرارة عالمياً منذ منتصف القرن العشرين ناجمة عن الزيادة الملحوظة في تراكيزات الغازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية وذكرت ان متوسط درجة الحرارة السطحية في نصف الكرة الشمالية بلغ اكثر من (١) °م في القرن العشرين مقارنة بالفترة ما قبل الصناعة (IPCC 2007, p30)، وبما يؤشر ان هذه الزيادة في درجات الحرارة تمثل خطراً ينعكس على مختلف قطاعات الحياة، عبر التأثير على وفرة المياه (Sheffield et al., 2012)، والامن الغذائي (Parry et al., 2004)، والبيئة، و صحة الانسان (Gosling et al. 2009)، والتنوع البيولوجي، فضلاً عن الاتجاه المتزايد في تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وهو سبب مهم يصعد الاحتباس الحراري وبه يحصل تغير حاد في المناخ (IPCC 2001,p6)، والمعروف ان عصر ما قبل الصناعة قد بدأت الغازات بالزيادة بشكل ملحوظ في الغلاف الجوي، ومن المتوقع القريب ان تستمر هذه الزيادة اذا لم تتخذ إجراءات وتدابير قوية تحد من هذه الغازات واللافت للنظر ان الهيئة الدولية تعضد هذا الرأي حيث انها ذكرت في تقريرها الرابع ان معدل درجة الحرارة السنوي للأرض سيرتفع بنحو (٠.١) °م للعقد حتى لو استقرت الغازات الدفيئة عند مستوى عام ٢٠٠٠ (IPCC 2007,p12)، وبناءً على هذا سيكون تأثير الاحترار العالمي كبيراً جداً على درجات الحرارة وتساقط الامطار (word Bank 2013,p20)، ولا سيما على منطقة الشرق الأوسط اذ انها الأكثر سخونة في العالم، وهذا ما ثبت من خلال دراسات قائمة على الرصد الفعلي التي اكدت زيادة درجات الحرارة، وتغير في أنماط تساقط الامطار (Zittis, 2018) يضاف على ذلك هو ان منطقة الشرق الأوسط عرضة بشكل خاص للتقلبات والتغيرات المناخية على نطاق واسع خاضعة لديناميكية المناخ اذ تقع بين منطقة المناخ المعتدل ومنطقة المناخ القاري (WCRP 2013p,31)، والذي ثبت بعد ثمانينيات القرن الماضي هو تسارع معدل الاحترار في المنطقة اعلى من المتوسط العالمي (Cramer et al., 2018.p977).

وتشير جميع الإسقاطات الذي تظهره أن درجات الحرارة ستشهد ارتفاعاً في المنطقة العربية خلال القرن الحالي والتغير العام في درجات الحرارة بحسب السيناريو المعتدل RCP4.5 والذي يبيّن زيادة مُسَقَّطة تتراوح بين (١.٢- ١.٩) درجة مئوية في منتصف

القرن، وترتفع (١.٥- ٢.٣) درجة مئوية مع نهايته. وبحسب السيناريو المرتفع RCP 8.5، سترتفع هذه الزيادة لتتراوح بين (١.٧- ٢.٦) درجة مئوية في منتصف القرن و بين (٣.٢ - ٤.٨) درجة مئوية مع نهايته، واما المستوى المحلي اكدت دراسة البديري (البديري، ٢٠١٨) ارتفاع معدلات درجات الحرارة في المستقبل لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى، التي تراوحت بين (٠.٥١ - ١.٧٩) °م وفق النموذج CCSM.2.6 و HadGEM.2.6 ولأن العراق يقع في المناطق الجافة وشبه الجافة، فإنه سيتأثر بالتغيرات المناخية العالمية والاقليمية، التي تشكل عائقاً مؤثراً على الموارد المائية و الإنتاج الزراعي والتنمية المستدامة، والتخطيط وغيرها ، وتاريخياً فقد شهدت العقود الأخيرة ارتفاعاً واضحاً في درجات الحرارة ، اذ بلغ معدل التغير اكثر من (٠.٥) °م للعقد الواحد (Muslih & Krzysztof, 2016) وشهدت ايضاً اتجاهات متناقصة في كمية الامطار بمقدار (-١٣.١٥) ملم للعقد الواحد (البديري ، ٢٠١٨) ، تتبعه زيادة في ظاهرة الجفاف (الشجيري، ٢٠١٩) وتناقص الغطاء المائي (العزاوي ، ٢٠١٩) وليس بعيداً عن سياق الاحتراز العالمي والمحلي ان تنعكس هذه التغيرات المرصودة في الوقت الحاضر والمستقبل على الغطاء النباتي والموارد المائية والبيئة والتنمية الحضرية ،فضلا عن تكرار الأحداث المتطرفة لموجات الحر والبرد وتواتر حالات الجفاف والفيضانات.

وفي ضوء هذه التحديات يلزم ان ندرس في محطاته؛ المناخ في المستقبل لتقييم اثار التغيرات المناخية المحتملة ليكون امام صانعي القرار والمؤسسات صورة واضحة لوضع الخطط والتدابير اللازمة للتكيف مع التغيرات المناخية واعتماداً على القناعة الفاعلة التي ترى بأن النماذج المناخية هي أحد الادوات الاساسية لدراسة المناخ في المستقبل بما توفر من معلومات فهي صورة قريبة من الحقيقة يجب الاهتمام بمخرجاتها.

ومن الناحية المكانية فأن النماذج الإقليمية توفر دقة مكانية تتراوح بين ١ كم و اقل من ٢٥ كم وهذا يفسر افضلية الاعتماد على النماذج المناخية الإقليمية عند اجراء دراسات مناخية تطبيقية محلية او إقليمية؛ نظراً لدقتها المكانية الأعلى مقارنةً بالنماذج المناخية العالمية التي غالباً ما تكون فيه البيانات المكانية اقل دقة نسبياً في رصد بعض التفاصيل المكانية المؤثرة في المناخ المحلي او الإقليمي كالطبوغرافية التفصيلية او التغيرات في أنماط استخدام الأراضي وغيرها (القناوي ، ٢٠٢٠ ، ص٣٢). ونظراً للخصائص المتنوعة التي يمتاز بها العراق فأننا نحتاج الى معلومات إقليمية اوسع لان النماذج الإقليمية هي الأكثر ملائمة لدراسة حالة المناخ في العراق ، للحصول على توقعات المناخ المستقبلي بصورة دقيقة، ان تقنية الحصول على اسقاطات مناخية عالية الدقة يتحصل من النماذج المناخية الإقليمية مقلصة النطاقات (Giorgi & Mearns 1999,p6335)

١. حدود منطقة الدراسة:

يقع العراق في الجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا عند دائرتي عرض (29°.6)، (37°.27) وخطي طول (38°.39، 48°.36) شرقاً ، تبلغ مساحته (435052) كم^٢ يحده من الشمال تركيا ومن الشرق ايران ومن الغرب سوريا والأردن ومن الجنوب السعودية والكويت والخليج العربي (السعدي ، ٢٠٠٩ ، ص٧) خريطة (١)

٢. بيانات الدراسة ومنهجية التحليل:

اعتمدت الدراسة على بيانات الهيئة العامة للأتواء الجوية العراقية لاثنتي عشرة محطة رصد جوي من (1979 - 2018) جدول (١) ، وقبل تحليل البيانات درجات الحرارة والامطار المرصودة خضعت الى فحوصات دقيقة للحصول على بيانات متجانسة من خلال اتباع ثلاثة خطوات مهمة وهي: (مراقبة الجودة ، استكمال البيانات المفقودة ، واختبار التجانس) جميع هذه الخطوات تم اجراءها في استخدام الرزمة المناخية (climatol) ضمن برنامج (R(Guijarro, 2011) ، فضلا عن اعتماد بيانات مخرجات النماذج المناخية الإقليمية RCMS المستمدة من مشروع المقارنة بين النماذج المناخية المتقارنة المرحلة الخامسة CMIP5 واعتمدت على نموذجين هما، نموذج الادارة الوطني للمحيطات والغلاف الجوي لنظام الأرض الذي وضعه مختبر ديناميكيات السوائل الجيوفيزيائية نوا - NOAA GFDL-GFDL-ESM2M ، والنموذج البريطاني التابع لمركز هادلي - MOHC HadGEM2-ES تحت اطار سيناريوهين السيناريو المعتدل RCP4.5 و السيناريو المرتفع RCP8.5 ، وقد تم الحصول على البيانات الشبكية من موقع <https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl/> على شكل ملفات بصيغة netcdf واستخرجت منها بيانات محطات العراق وفق محطات الرصد المختارة.

الجدول (١)

الموقع الفلكي للمحطات المناخية المختارة ومعدلات درجات الحرارة والامطار *

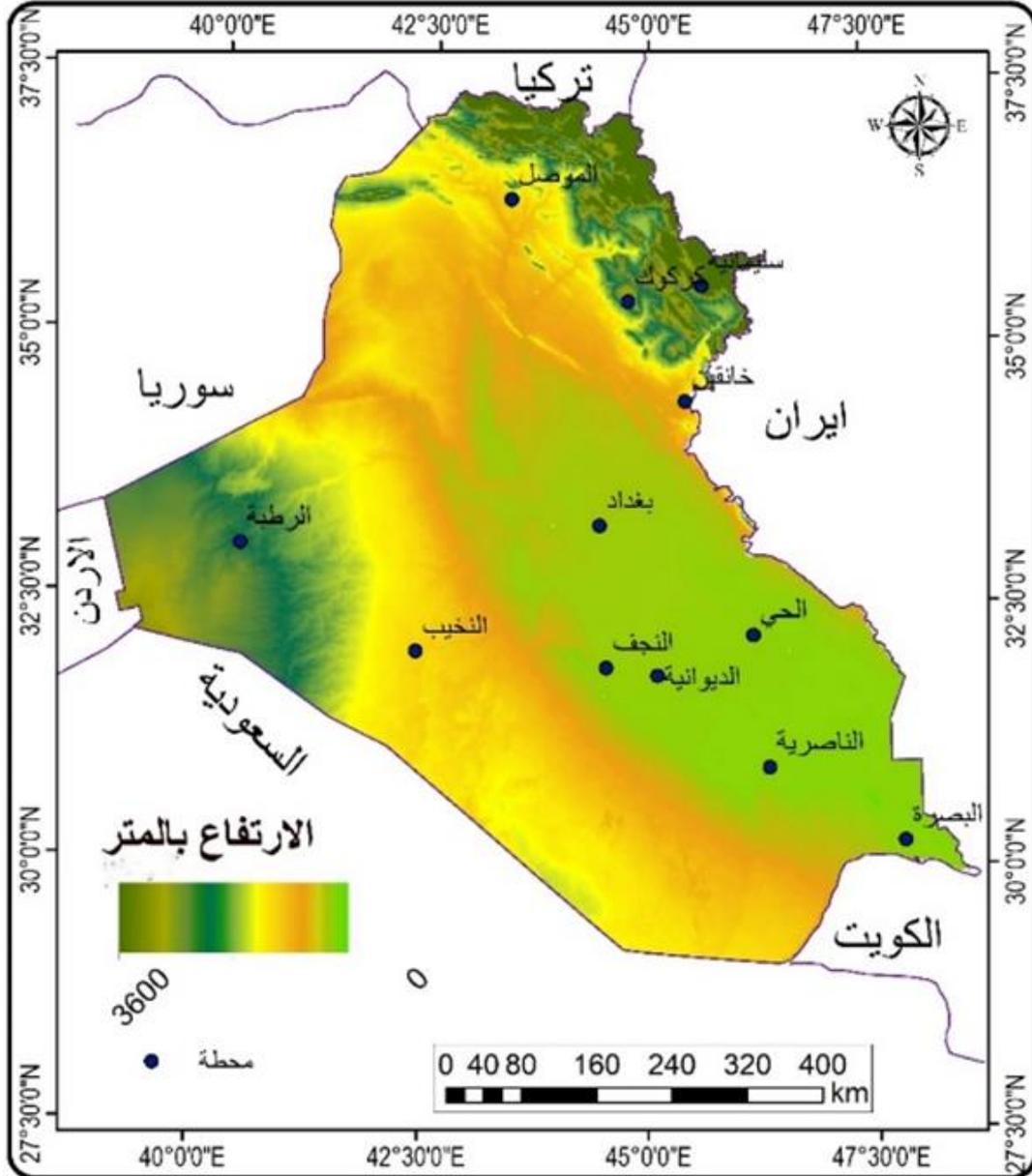
ID	المحطة	LON	LAT	الارتفاع	Tmin	Tmax	pr
1	البصرة	47.47	30.31	2	19.8	33.6	131
2	الناصرية	46.14	31.1	5	18.2	33.3	122
3	الديوانية	44.57	31.57	20	17.8	32.0	104
4	النجف	44.19	31.57	53	18.1	31.7	93.3
5	النخيب	42.17	32.02	305	15.1	30.1	81.8
6	الحي	46.2	32.8	17	18.1	32.3	132
7	بغداد	44.24	33.18	32	15.6	30.9	120
8	الربطبة	40.17	33.2	630	13.2	26.8	110

291	31.0	16.2	175	34.21	45.23	خانقين	9
341	28.9	16.4	331	35.28	44.24	كركوك	10
686	24.8	14.1	843	35.32	45.27	سليمانية	11
350	28.0	13.1	223	36.19	43.9	الموصل	12

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بغداد، ٢٠١٩ (بيانات غير منشورة)

* LON خطوط الطول ، LAT دوائر العرض ، Tmin درجة الحرارة الصغرى ، Tmax درجة الحرارة العظمى ، pr الامطار

خريطة (١) الموقع الفلكي والجغرافي ومحطات الدراسة المختارة



المصدر الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي ، اطلس مناخ العراق، بغداد، العراق ١٩٩٩ ، ونموذج الارتفاع الرقمي

اما منهجية الدراسة اعتمدت على المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل مسار واتجاه درجات الحرارة والامطار ، وكذلك استخدمت المنهج الاستقرائي، والمنهج المقارن لمقارنة النتائج العالمية والإقليمية مع النتائج المحلية باستخدام اختبار مان كاندل (MK) (Mann–Kendall (Man, 1945: Kendall, 1975) وهو من الاختبارات المناسبة للكشف عن التغيرات المناخية ؛ لأنه اقل تأثر بالقيم المتطرفة ولا يتطلب توزيع اعتدالي في البيانات المستخدمة، فضلا عن استخدام ميل سين (Sen's Slope (Hirsch, Robert M) et al, 1982) للكشف عن اتجاهات درجات الحرارة والامطار ودلالاتها الإحصائية بين (0.05 – 0.001) بواسطة برنامج (XLSTAT2019) فضلا عن استخدام برنامج GIS لرسم الخرائط وتحديد النطاقات المكانية باستخدام طريقة (Inverse Distance Weighting (IDW) للاشتقاق المكاني واستخدام برنامج EXCEL لرسم الاشكال البيانية.

ثانياً: نتائج الدراسة:

١. التغير والاتجاه في درجات الحرارة الصغرى للمدة المرصودة:

يُظهر الجدول (٢) ان الاتجاه العام لدرجات الحرارة الفصلية يتجه نحو الارتفاع في جميع المحطات ذات دلالة إحصائية، باستثناء محطة الرطبة وخانقين في فصل الشتاء، ومحطة كركوك وسليمانية في فصل الخريف ، وتراوح مقدار التغير (0.5 – 3.9) °م للمدة المرصودة، ونلاحظ ايضاً مقادير التغير قد تباينت مكانياً وزمانياً ، اذ بلغ في فصل الربيع اعلى مقدار للتغير (3) °م في محطتي (الديوانية والحي)، بينما سجل فصل الصيف اعلى مقدار للتغير بلغ (3.9) °م (في محطتي الناصرية وخانقين)، في حين شهد فصل الخريف اعلى مقدار للتغير بلغ (3.4) °م في محطة (الناصرية) ، اما فصل الشتاء فقد سجل اعلى مقدار للتغير بمقدار (2.2) °م في محطة الحي ، اما على المستوى السنوي سجل اعلى مقدار للتغير بمقدار (2.8) °م في محطات (الناصرية والنجف والحي) وبلغ معدل التغير في العراق (2.2) °م ونلاحظ ارتفاع درجات الحرارة منذ عقد التسعينيات ، وبلغ اعلى انحراف (2) °م كما في الشكل (١)، اما على المستوى المكاني فتظهر الخريطة (٢) ان التغيرات في درجات الحرارة تمثلت في ثلاثة نطاقات مكانية الأول بلغ التغير (1.7) °م الذي ضم ثلاث محطات (سليمانية، الرطبة، النخيب) وهو النطاق الأقل تغير ، اما النطاق الثاني بلغ التغير فيه (2.1) °م وهو شكل مساحة كبيرة من العراق توزع في الجهة الشمالية والشمالية الشرقية والجهة الغربية والجنوبية الغربية ، بينما بلغ تغير النطاق الثالث (2.7) °م توزع في الجهة الجنوبية الشرقية باستثناء أجزاء من محافظة (البصرة).

جدول (٢) معدل التغير والاتجاه لدرجة الحرارة الصغرى ° م لمحطات الدراسة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)

المحطة	الربيع	Sig.	الصيف	Sig.	الخريف	Sig.	الشتاء	Sig.	السنوي	Sig.
البصرة	1.7	***	3.5	***	1.6	**	2.1	**	2.2	***
الناصرية	2.7	***	3.9	***	3.4	***	1.3	*	2.8	***
النجف	2.9	***	3.3	***	2.7	***	2.0	**	2.8	***
الديوانية	3.0	***	3.3	***	2.4	***	1.9	**	2.5	***
الحي	3.0	***	3.5	***	2.5	***	2.2	**	2.8	***
النخيب	1.6	*	1.5	**	1.6	*	1.7	**	1.3	***
بغداد	2.3	***	3.8	***	2.7	***	1.8	*	2.6	***
الربطبة	2.3	***	2.2	***	1.7	**	0.9	O	1.7	***
خانقين	2.7	***	3.9	***	3.1	***	0.8	O	2.5	***
كركوك	2.2	***	3.1	***	0.8	O	1.6	*	2.0	***
سليمانية	2.4	***	1.8	**	0.5	O	1.8	**	1.4	***
الموصل	2.6	***	1.8	**	2.5	**	1.4	*	2.0	***

*** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.001 / ** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.01

O / الاتجاه غير معنوي

* الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 / Δ الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.1

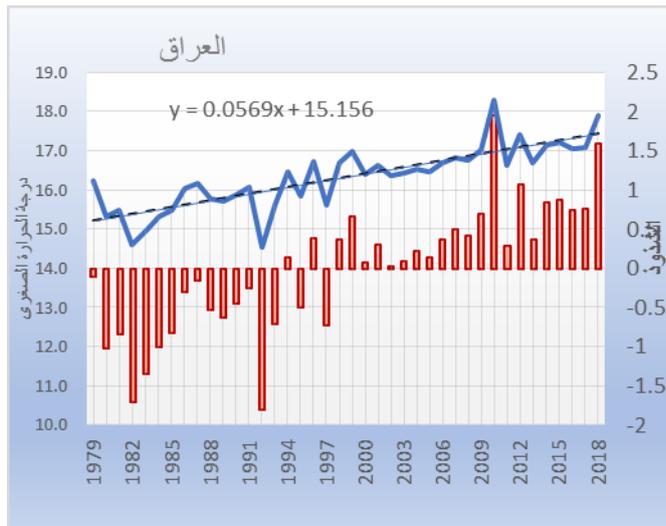
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

شكل (١) الاتجاه العام لدرجات الحرارة الصغرى السنوية ° م

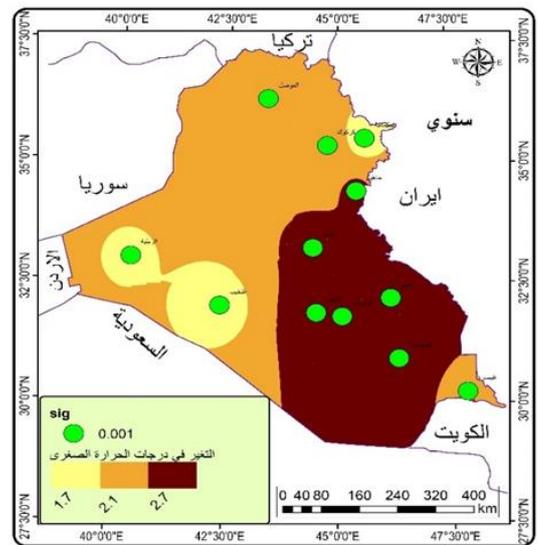
الخريطة (٢)

التوزيع المكاني لاتجاهات درجات الحرارة الصغرى السنوية لمحطات الدراسة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)

° م للمحطات المختارة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

٢. التغير والاتجاه في درجات الحرارة العظمى للمدة المرصودة:

يتضح من الجدول (٣) ان الاتجاه العام لدرجات الحرارة الفصلية يتسم بالتزايد في جميع محطات الدراسة وتراوح مقدار التغير بين (0.8 - 4) °م ذات دلالة إحصائية، وان هذا التغير تباين زمنياً ومكانياً، اذ سجل فصل الربيع في جميع المحطات اتجاهاً متزايداً وبلغ اعلى مقدار للتغير (3.9) °م في محطة (خانقين)، اما فصل الصيف سجل اعلى مقدار للتغير بلغ (4) °م في محطة النجف، بينما شهد فصل الخريف اقل الفصول تغيراً وبلغ اعلى مقدار للتغير (2.7) °م في محطة الموصل، في حين سجل فصل الشتاء اعلى مقدار للتغير (3.3) °م في محطة السليمانية، اما على المستوى السنوي سجل اعلى مقدار للتغير (3.2) °م في محطة النجف وبلغ معدل التغير في العراق (2.4) °م، وكما في الشكل (٢) فأنا نلاحظ ارتفاع درجات الحرارة يبدأ من عقد التسعينيات، وسجل اعلى انحراف (1.9) °م في عام ٢٠١٠، اما على المستوى المكاني توضح من الخريطة (٣) ان التغيرات توزعت في ثلاثة نطاقات مكانية الأول (1.8) °م الذي تمثل في الجهة الغربية والجنوبية الغربية من العراق، اما النطاق الثاني (2.4) °م الذي شمل مساحة واسعة من الشمال الى الجنوب من العراق، في حين سجل النطاق الثالث اعلى مقدار للتغير بمقدار (3.2) °م، اذ مثل مساحة صغيرة من العراق في محطتي النجف وخانقين .

جدول (٣)

معدل التغير والاتجاه لدرجة الحرارة العظمى °م لمحطات الدراسة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)

المحطة	الربيع	Sig.	الصيف	Sig.	الخريف	Sig.	الشتاء	Sig.	السنوي	Sig
البصرة	1.7	***	3.5	***	1.6	**	2.1	**	2.2	***
الناصرية	2.4	***	3.2	***	1.3	Δ	2.4	*	2.2	***
الديوانية	3.1	***	2.0	***	1.2	*	3.0	***	2.4	***
الحي	2.3	**	2.9	***	0.8	O	1.3	*	1.7	**
بغداد	2.9	***	2.2	***	1.1	Δ	1.7	**	2.1	***
الربطبة	1.9	**	1.9	***	1.4	*	1.6	*	1.7	***
كركوك	2.2	***	2.4	***	2.0	**	2.0	**	2.1	***
الموصل	3.1	***	1.8	***	2.7	**	2.2	**	2.4	***
خانقين	3.9	***	3.8	***	2.1	**	2.5	*	3.0	***
النجف	3.4	***	4.0	***	2.5	***	2.7	***	3.2	***
سليمانية	3.5	***	2.3	***	0.8	+	3.3	***	2.4	***
النخيب	2.7	**	3.2	***	1.9	**	1.6	Δ	2.0	***

*** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.001 / ** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.01 / O الاتجاه غير معنوي
* الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 / Δ الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.1

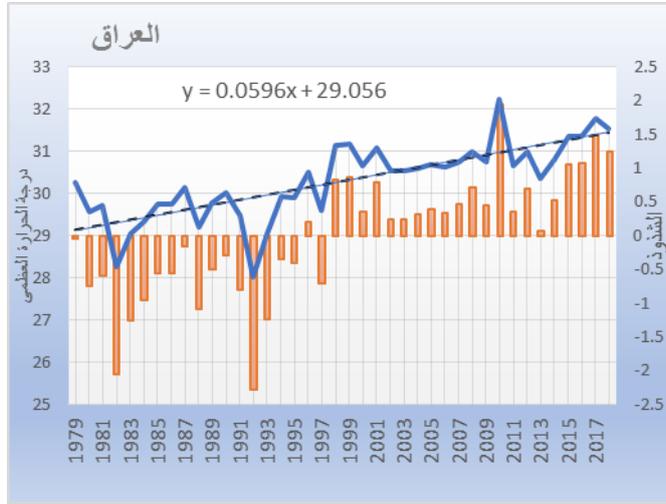
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

الخريطة (٣)

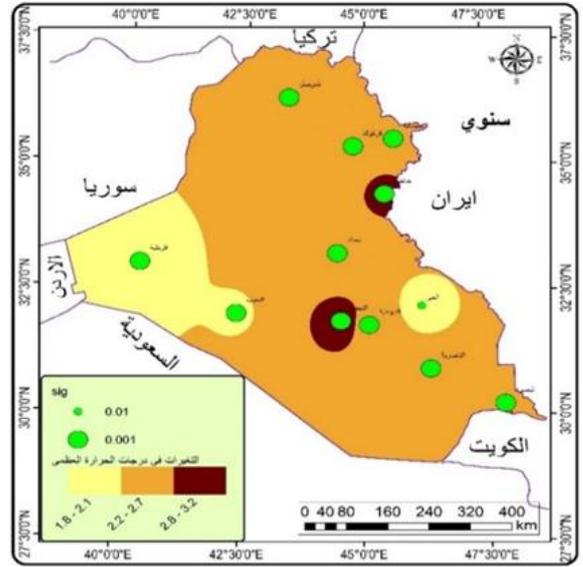
شكل (٢) الاتجاه العام لدرجات الحرارة العظمى السنوية °م

التوزيع المكاني لاتجاهات درجات الحرارة العظمى السنوية للمحطات المختارة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)

°م للمحطات المختارة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

٣. التغير والاتجاه في كميات الامطار للمدة المرصودة:

يتضح من الجدول (٤) ان الاتجاهات العامة للأمطار للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨) متباينة بين التزايد والتناقص زمنياً ومكانياً في كميات الامطار المتساقطة على العراق، اذ تراوح مقدار التغير (- 155-21.2) ملم ، و سجل فصل الربيع في اغلب محطات اتجاهات متناقصاً ما عدا محطتي (الحي، بغداد) التي سجلت اتجاهات معاكساً ، وكانت اغلب المحطات بدون دلالة إحصائية باستثناء محطتي الحي و خانقين، وبلغ اعلى مقدار للتغير الإيجابي في محطة بغداد (11.8) ملم و اعلى مقدار للتغير السلبي (-55.1) ملم في محطة السليمانية، اما فصل الخريف فقد تباينت فيه الاتجاهات اذ سجل في اغلب المحطات اتجاهات متزايداً ما عدا اربع محطات سجلت اتجاهات متناقصاً وهي محطات (الحي، النخيب، كركوك، الموصل) وبلغ اعلى مقدار للتغير الإيجابي (21.1) ملم في محطة سليمانية و اعلى مقدار للتغير السلبي (-20.3) ملم في محطة كركوك ، في حين شهد فصل الشتاء في جميع محطات اتجاهات نحو التناقص اغلبها بدون دلالة إحصائية باستثناء اربع محطات وبلغ اعلى مقدار للتغير السلبي (-138) ملم في محطة خانقين ذات دلالة إحصائية ، اما على المستوى السنوي سجلت اغلب المحطات اتجاهات متناقصاً باستثناء محطة بغداد ، ونلاحظ هنا ان سنوات الانخفاض بدأت منذ عقد التسعينيات بشكل واضح كما في الشكل (٣)، وبلغ مقدار التغير السلبي في العراق بمقدار (-55) ملم ، و اعلى انحراف نحو الزيادة (97) ملم

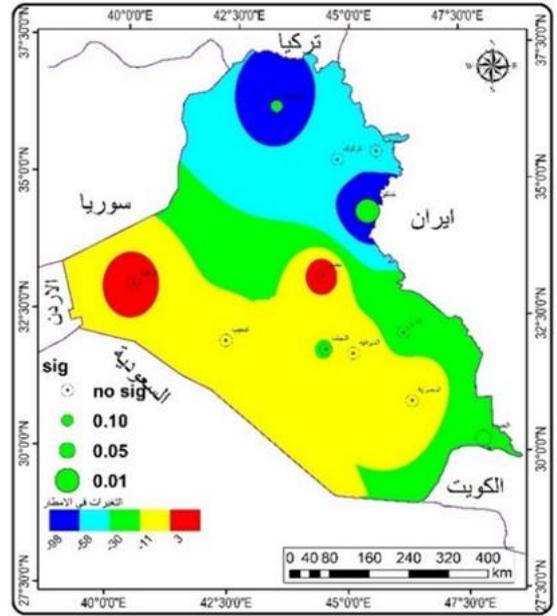
سنة ٢٠١٨ ، اما التوزيع المكاني يتضح من الخريطة ان التغيرات في كميات الامطار تتوزع في خمسة نطاقات مكانية، الأول تمثل في الجزء الشمالي ومحطة خانقين بمقدار تغير (-98) ملم، اما النطاق الثاني فقد شمل المنطقتين الشمالية الشرقية والشمالية الغربية وبمقدار تغير (-55) ملم ، بينما سجل النطاق الثالث مقدار تغير بلغ (-30) ملم ضم جزء من المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية وجزء من المنطقة الوسطى وجزء من الجهة الشمالية الغربية، في حين شهد النطاق الرابع مقدار تغير (-11) ملم توزع في المنطقة الغربية والجنوبية الغربية، اما النطاق الخامس سجل مقدار تغير إيجابي طفيف بمقدار (3) ملم لذي شمل محطتي بغداد والرطبة

جدول (٤)								
معدل التغير والاتجاه للأمطار ملم لمحطات الدراسة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)								
المحطة	الربيع	sig	الخريف	sig	الشتاء	sig	السنوي	sig
البصرة	-5.2	○	0.8	○	-44.3	*	-51	*
الناصرية	-0.7	○	6.8	○	-32.3	+	-14	○
النجف	-8.2	○	0.1	○	-26.2	*	-31	○
الديوانية	-3.5	○	5.1	○	-23.8	○	-16	+
الحي	8.4	*	-1.1	○	-27.7	○	-33	○
النخيب	-5.2	○	-2.7	○	-4.5	○	-21	○
بغداد	11.8	○	5.1	○	-21.2	○	3	○
الرطبة	-8.0	○	1.4	○	-7.4	○	-4	○
خانقين	-45.0	+	12.5	○	-138.0	***	-155	**
كركوك	-16.4	○	-20.3	○	-67.1	○	-85	○
سليمانية	-55.1	○	21.2	○	-42.7	○	-91	○
الموصل	-34.6	○	-19.7	○	-46.1	○	-118	+
*** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.001 / ** الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.01 / O / 0.01 الاتجاه غير معنوي * الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 / Δ الاتجاه معنوي عند مستوى الدلالة 0.1								

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

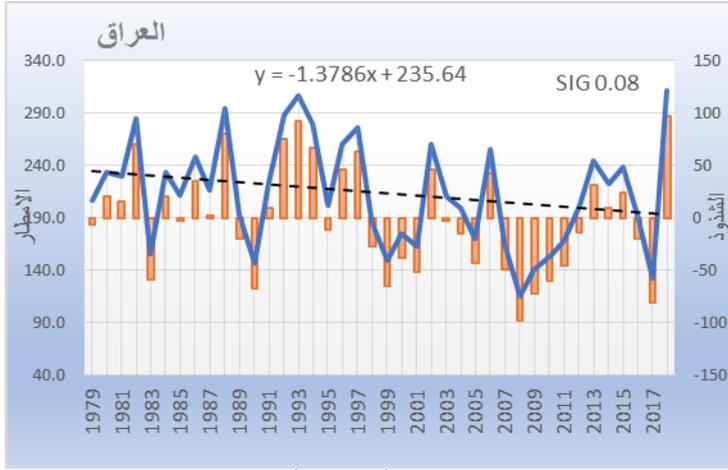
الخريطة (٤)

التوزيع المكاني لاتجاهات الامطار السنوية ملم للمحطات
المختارة للمدة (١٩٧٩ - ٢٠١٨)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأقواء الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

شكل (٣) الاتجاه العام للأمطار السنوية ملم لمحطات المختارة للمدة
(١٩٧٩ - ٢٠١٨)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الهيئة العامة للأقواء الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠١٨، (بيانات غير منشورة)

٤. التغير في درجات الحرارة الصغرى وفق الاسقاطات المستقبلية:

يُظهر الجدول (٥) ان اتجاهات درجات الحرارة الصغرى المستقبلية من عام (٢٠٢١ - ٢٠٦٠) تتجه نحو الارتفاع في جميع المحطات على المستوى الفصلي والسنوي باستثناء محطة الرطبة في فصل الشتاء في النموذج Tmin HadGEM4.5، وتباينت هذه الاتجاهات اذ سجل فصل الربيع في جميع المحطات اتجاهاً نحو التزايد وتراوح مقدار التغير (0.5 - 2.7) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير (2.7) في محطتي السليمانية وكركوك وفق النموذج Tmin NOAA-GDFL8.5، اما فصل الصيف فإنه سيشهد تغيرات كبيرة في درجات الحرارة الصغرى المتوقعة اذ تراوح مقدار (1 - 3.6) °م، وبلغ اعلى مقدار للتغير (3.6) °م في محطتي الناصرية والحي حسب النموذج TminHadGEM8.5، في حين سجل فصل الخريف في جميع المحطات والنماذج اتجاهاً متزايداً نحو الارتفاع وتراوح مقدار التغير (0.6 - 3.4) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير (3.4) °م في محطتي النخيب والرطبة في النموذج TminHadGEM8.5، اما فصل الشتاء تراوح مقدار التغير (-0.1 - 1.9) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير (1.9) °م في محطتي الناصرية والبصرة وفق النموذج TminHadGEM8.5، اما الاتجاهات السنوية تراوح مقدار التغير (1.1 - 2.7) °م كما في الشكل (٤) وبلغ اعلى مقدار للتغير (2.7) °م في محطتي الناصرية والحي، وبهذا نجد ان فصل الصيف شهد اعلى مقدار للتغير

جدول (٥) معدل التغير والاتجاه لدرجة الحرارة الصغرى ° م السنوية المستقبلية لمحطات الدراسة للمدة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)

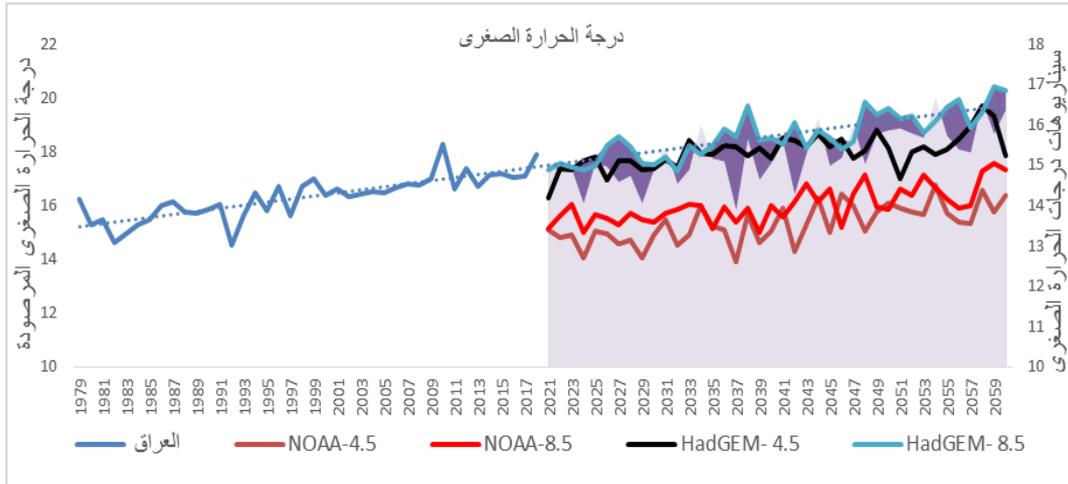
السنوي		الشتاء		الخريف		الصيف		الربيع		المحطة
RCP8.5	RCP 4.5	Had								
2.4	1.3	1.9	0.4	2.8	2.1	3.1	1.6	2.4	0.5	البصرة
2.7	1.2	1.9	0.6	3.2	2.3	3.6	1.6	2.5	0.8	الناصرية
2.5	1.2	1.7	0.6	3.2	1.9	3.1	1.7	2.2	1.1	النجف
2.5	1.1	1.7	0.5	3.2	1.9	3.1	1.6	2.2	1.0	الديوانية
2.7	1.4	1.8	0.3	3.3	2.3	3.6	1.3	2.3	1.0	الحي
2.5	1.3	1.3	0.5	3.4	1.9	3.2	1.8	2.1	1.1	النخيب
2.4	1.3	1.1	0.4	3.1	2.0	3.2	1.7	1.8	1.1	بغداد
2.5	1.2	1.0	-0.1	3.4	2.2	3.3	1.7	2.1	1.4	الربطبة
2.5	1.5	1.3	0.5	3.3	2.2	3.3	1.7	2.1	1.6	خانقين
2.5	1.5	1.1	0.7	3.1	2.2	3.3	1.8	2.0	1.7	كركوك
2.4	1.6	1.2	0.6	2.8	2.2	3.1	1.8	2.0	1.8	سليمانية
2.4	1.5	1.1	0.6	3.0	2.5	3.0	1.8	2.0	1.8	الموصل

السنوي		الشتاء		الخريف		الصيف		الربيع		GFDL
1.6	1.5	0.9	1.3	0.9	1.2	2.3	1.9	2.2	1.5	البصرة
1.7	1.5	0.9	1.3	0.9	1.9	2.4	1.8	2.6	1.2	الناصرية
1.6	1.6	0.8	1.4	0.8	2.1	2.5	1.6	2.3	1.4	النجف
1.7	1.6	0.8	1.3	0.8	2.0	2.7	1.7	2.3	1.4	الديوانية
1.8	1.6	0.8	1.4	0.8	2.0	2.6	1.8	2.6	1.2	الحي
1.7	1.5	0.9	1.3	0.6	2.1	2.7	1.4	2.4	1.3	النخيب
1.6	1.6	0.8	1.4	0.9	2.3	2.4	1.3	2.4	1.6	بغداد
1.5	1.5	0.6	1.4	0.7	2.1	2.6	1.3	2.1	1.4	الربطبة
1.7	1.7	0.9	1.4	1.2	2.1	2.4	1.6	2.5	1.6	خانقين
1.6	1.6	0.8	1.5	1.0	2.0	2.5	1.3	2.7	1.3	كركوك
1.6	1.5	0.9	1.3	1.0	2.2	2.3	1.2	2.7	1.4	سليمانية
1.6	1.5	0.8	1.4	1.2	2.1	2.2	1.0	2.5	1.4	الموصل

<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsi/> المصدر

شكل (٤)

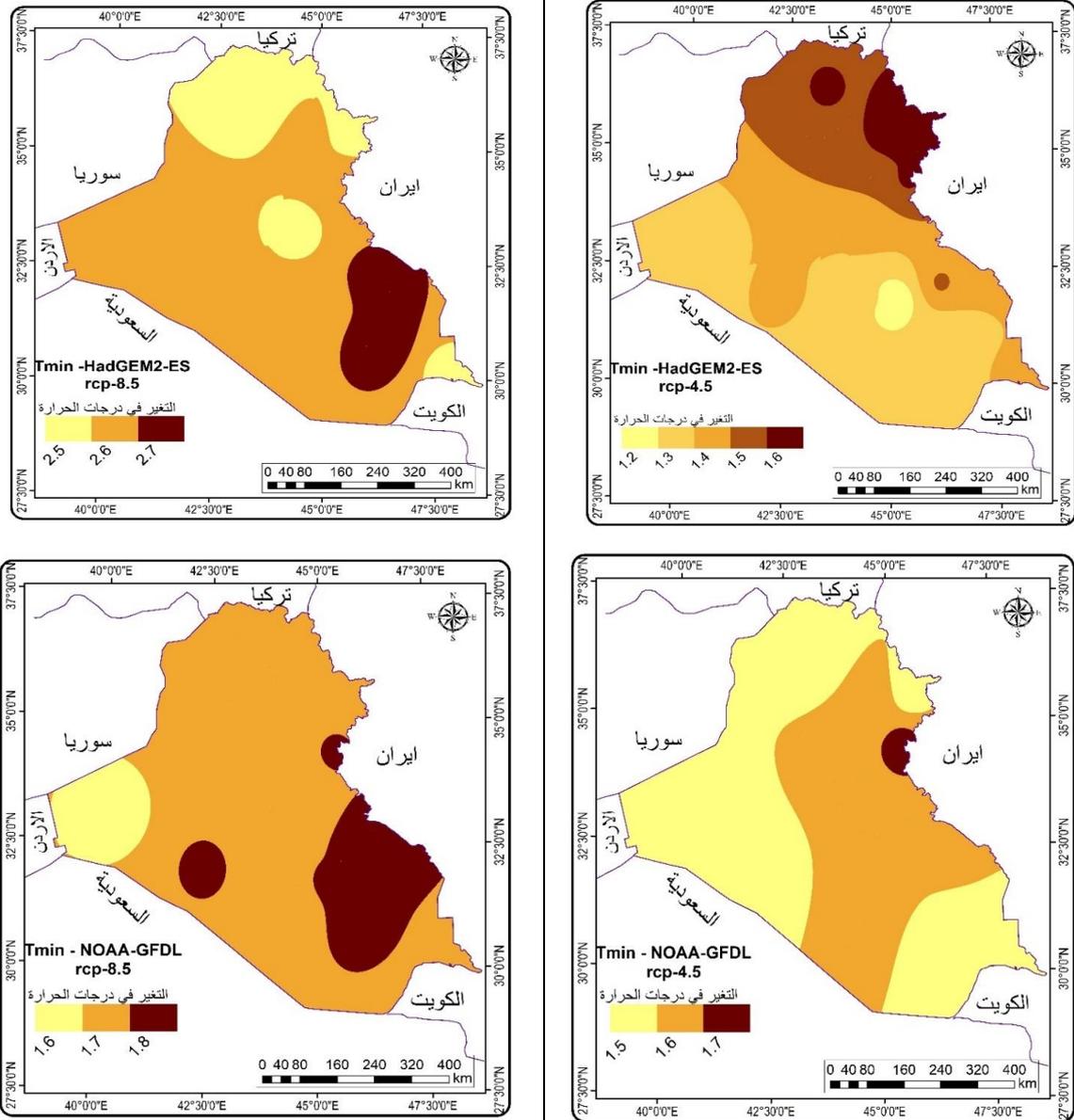
الاتجاه العام لدرجات الحرارة الصغرى للنماذج والسيناريوهات المختارة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية وبيانات الموقع (<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl/>)

اما على المستوى المكاني فأن الخريطة (٥) تشير ان نطاقات درجة الحرارة السنوي الصغرى تتجه نحو الارتفاع اذ توزعت في النموذج **TminHadGEM4.5** في خمسة نطاقات، تراوحت مقادير التغير (1.2-1.6) °م، وبلغ اعلى مقدار للتغير في المناطق الشمالية، واقل مقدار للتغير في المناطق الجنوبية، اما النموذج **TminHadGEM8.5** يشير الى تغيرات كبيرة في درجات الحرارة الصغرى توزعت في ثلاثة نطاقات مكانية كان النطاق الأول (2.5) °م في المناطق الشمالية وفي محطة بغداد، اما النطاق الثاني (2.6) °م توزع في مناطق العراق والنطاق الثالث (2.7) °م ضم جزء من الجهة الجنوبية الشرقية من العراق، في حين جاء النموذج **Tmin NOAA-GDFL4.5** في ثلاثة نطاقات للتغير، الأول (1.5) °م توزع في اغلب مناطق العراق ضم الجهة الشمالية والشمالية الغربية والجهة الغربية وجزء من الجهة الجنوبية الغربية، جاء النطاق الثاني (1.6) °م في الجهة الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية والجهة الجنوبية الغربية، اما النطاق الثالث الذي سجل اعلى مقدار للتغير بمقدار (1.7) °م تمثل في محطة خانقين، وشهد النموذج **Tmin NOAA-GDFL8.5** ثلاثة نطاقات للتغير، بلغ الأول مقدار التغير (1.6) °م الذي مثل في جزء من الجهة الغربية من العراق والنطاق لثاني (1.7) °م الذي مثل في اغلب مناطق العراق، اما النطاق الثالث فقد بلغ مقداره التغير فيه (1.8) °م تمثل في الجهة الجنوبية الشرقية وفي محطتي خانقين والنخيب.

الخريطة (٥) التغيرات المكانية لاتجاهات درجات الحرارة السنوية^٥م الصغرى للنماذج والسيناريوهات المستقبلية في العراق من (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥) وبرنامج GIS 10.7 ، وبرنامج XLSTAT 2019

٥. التغير في درجات الحرارة العظمى وفق الاسقاطات المستقبلية:

يتضح من الجدول (٦) ان اتجاهات درجات الحرارة العظمى تتجه نحو الارتفاع في جميع المحطات والنماذج على المستوى الفصلي والسنوي باستثناء محطة الرطبة في النموذج TmaxHadGEM2-ES-4.5 ، وهذه التغيرات تباينت في الفصول والنماذج ، اذ سجل فصل الربيع في جميع المحطات والنماذج اتجاهاً نحو التزايد وتراوح مقدار التغير (3.2- 0.7) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير في محطة السليمانية ، في حين سيشهد فصل الصيف في جميع النماذج والمحطات اتجاهاً نحو التزايد وتراوح مقدار التغير (1 - 3.6) °م ، وبلغ اعلى مقدار للتغير (3.6) °م في عدة محطات وهي النجف الديوانية النخيب والرطبة.

جدول (٦)

معدل التغير والاتجاه لدرجة الحرارة العظمى ° م السنوية المستقبلية لمحطات الدراسة للمدة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)

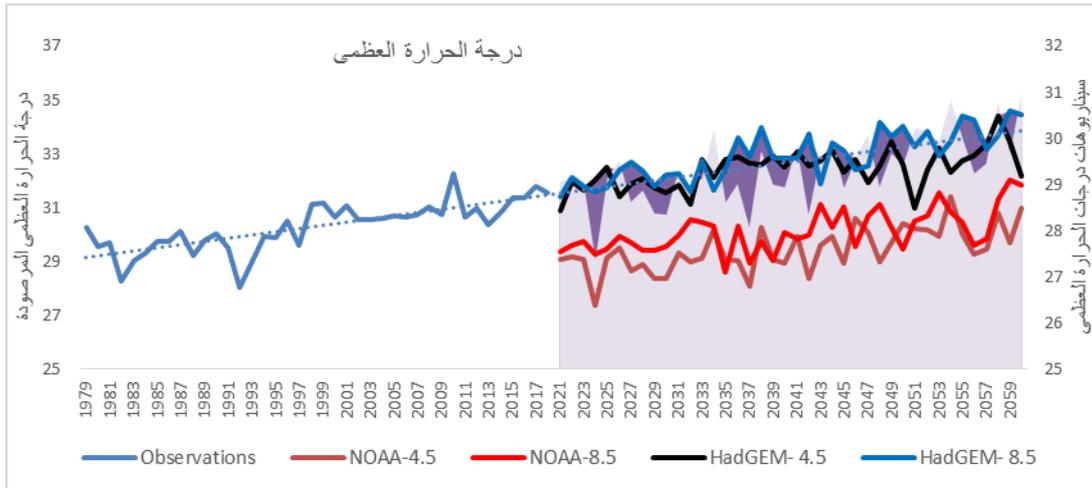
السنوي		الشتاء		الخريف		الصيف		الربيع		المحطة
RCP8.5	RCP 4.5	HadGEM								
2.4	1.4	2.0	0.5	2.8	1.8	3.2	1.7	2.1	0.8	البصرة
2.5	1.4	1.8	0.7	2.9	2.0	3.3	1.9	2.2	0.9	الناصرية
2.6	1.4	1.4	0.6	3.1	1.9	3.6	2.0	2.2	1.1	النجف
2.6	1.3	1.6	0.2	3.0	1.9	3.6	1.9	2.1	0.7	الديوانية
2.6	1.5	1.8	0.8	2.9	2.0	3.3	1.9	2.2	1.1	الحي
2.6	1.3	1.5	-0.1	2.9	1.8	3.6	2.0	2.2	0.9	النخيب
2.5	1.5	1.4	0.4	2.7	2.1	3.4	2.0	2.1	1.3	بغداد
2.7	1.3	1.2	-0.2	2.7	1.8	3.6	2.0	2.2	1.1	الربطبة
2.5	1.6	1.5	0.6	2.5	2.1	3.3	2.1	2.2	1.6	خانقين
2.6	1.7	1.6	1.1	2.3	2.0	3.3	2.1	2.3	1.7	كركوك
2.5	1.8	1.7	1.2	2.5	2.0	3.3	2.1	2.4	1.8	سليمانية
2.4	1.7	1.3	1.2	2.3	2.0	3.4	2.1	2.2	1.9	الموصل

السنوي		الشتاء		الخريف		الصيف		الربيع		GFDL
1.7	1.7	1.0	1.9	0.6	2.0	2.1	2.0	2.4	1.1	البصرة
1.8	1.7	1.4	1.8	0.7	2.5	2.3	1.7	2.5	1.2	الناصرية
1.7	1.6	1.4	1.5	0.5	2.5	2.3	1.5	2.4	1.3	النجف
1.7	1.7	1.4	1.6	0.5	2.5	2.4	1.6	2.4	1.3	الديوانية
1.8	1.8	1.5	1.8	0.6	2.6	2.3	1.6	2.5	1.3	الحي
1.6	1.5	1.3	1.7	0.7	2.5	2.3	1.4	2.4	1.2	النخيب
1.7	1.7	1.3	1.7	0.7	2.5	2.3	1.5	2.5	1.5	بغداد
1.6	1.6	1.2	1.9	0.5	2.3	2.2	1.3	2.4	1.3	الربطبة
1.7	1.8	1.5	1.5	0.6	2.6	2.3	1.3	2.7	1.7	خانقين
1.9	1.7	1.9	1.6	0.7	2.6	2.2	1.2	3.0	1.4	كركوك
1.8	1.8	1.8	2.0	0.8	2.5	2.2	1.1	3.2	1.6	سليمانية
2.0	1.8	1.9	1.7	0.5	2.5	2.1	1.0	2.9	1.7	الموصل

<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl/> المصدر

اما فصل الخريف فقد شابه نتائج فصلي الربيع والصيف من حيث الاتجاه والتغير الذي تتراوح (3.1 - 0.5) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير في محطة النجف ، بينما اتصف فصل الشتاء بتغيرات اقل من الفصول الأخرى ، وتراوح مقدار التغير (-0.1 - 2) °م وبلغ اعلى مقدار للتغير في محطة البصرة ، اما الاتجاهات السنوية كانت نتائجها متجانسة مع الاتجاهات الفصلية وتراوح مقدار التغير (2.7 - 1.3) °م والملاحظ هنا هو تسارع كبير في درجات الحرارة كما في الشكل (٥)

شكل (٥) الاتجاه العام لدرجات الحرارة العظمى السنوية للنماذج والسيناريوهات المختارة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)

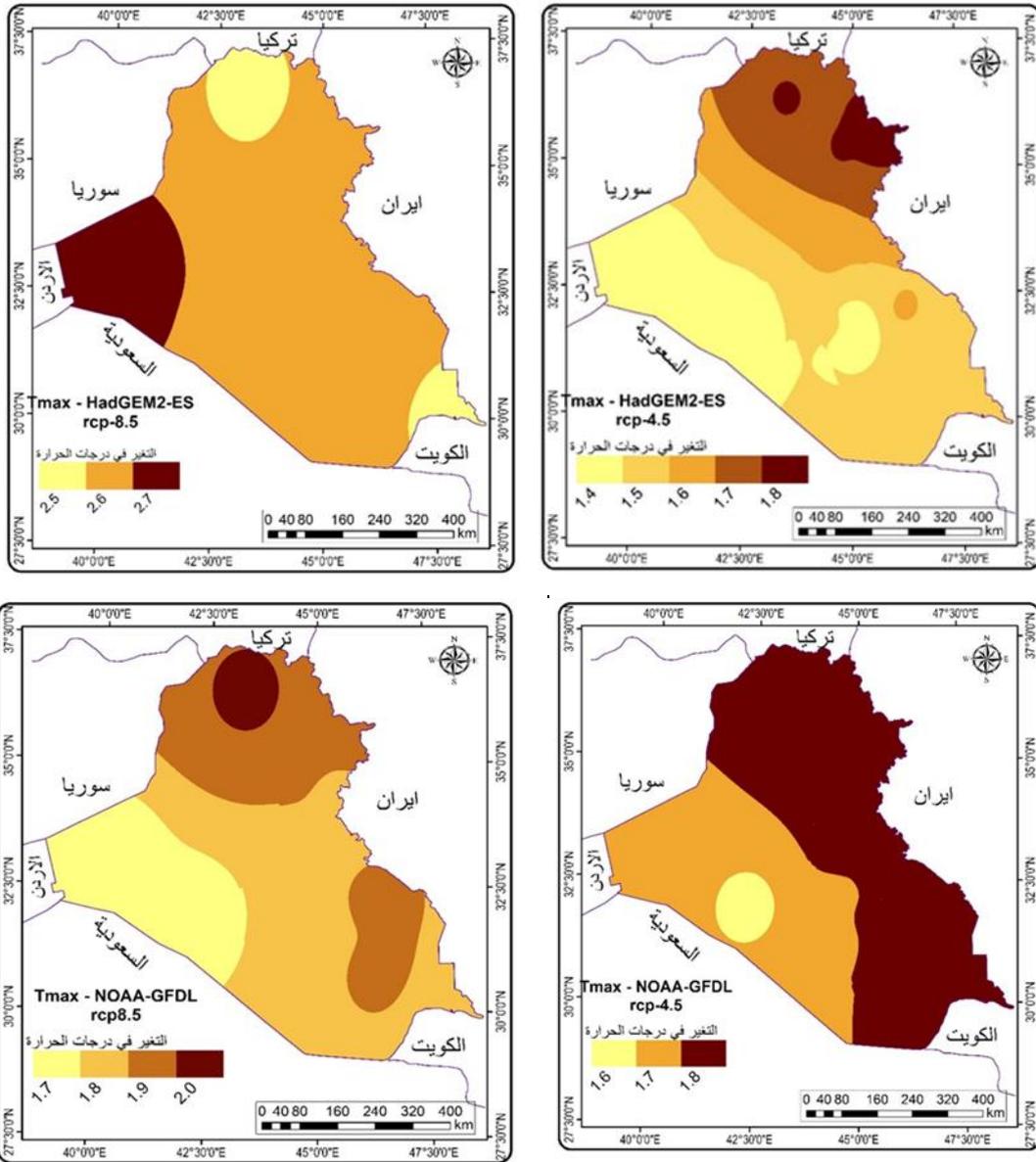


المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية وبيانات الموقع (<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl>)

اما التوزيع المكاني لدرجات الحرارة السنوية الخريطة (٦) فنلاحظ ان النموذج **TmaxHadGEM2-ES-4.5** اتصف بخمسة نطاقات مكانية وتراوح مقدار التغير فيه (1.8 - 1.4) °م ، قد كانت المناطق الشمالية هي الأكثر تغيراً في ارتفاع درجات الحرارة العظمى مقارنة بالمنطقة الجنوبية والغربية من العراق ، اما النموذج **TmaxHadGEM2-ES-4.5** فقد تميز بثلاثة نطاقات مكانية ، الأول بمقدار تغير (2.5) °م تمثل في جزء بسيط من شمال العراق وجزء من المنطقة الجنوبية الشرقية ، والنطاق الثاني وهو تمثل في اغلب العراق من الشمال الى الجنوب بمقدار (2.6) °م ، والثالث بمقدار (2.7) °م في الجهة الشرقية ن، ويأتي النموذج **Tmin NOAA-GDFL4.5** ممثلاً لثلاثة نطاقات ايضاً للتغيرات المكانية ، الأول مثل (1.6) °م في محطة النخيب والثاني بمقدار (1.7) °م ضم الجهة الغربية والجزء الجنوبي الغربي من العراق ، اما النطاق الثالث وهو الأعلى تغيراً بمقدار (1.8) °م تمثل في اغلب مناطق العراق خصوصاً في المنطقة الشمالية والشرقية والجنوبية الشرقية من العراق ، واتصف النموذج **Tmin NOAA-GDFL8.5** في كونه

يظهر لنا اربعة نطاقات مكانية ، الأول بمقدار (1.7) °م تمثل في المنطقة الغربية والثاني بمقدار (1.8) °م شمل المنطقة الوسطى ومناطق الفرات الأوسط والثالث (1.9) °م وضم المناطق الشمالية وجزء من المنطقة الجنوبية الغربية ، اما النطاق الرابع بلغ (2) °م تمثل في محطة السليمانية .

الخريطة (٦) التغيرات المكانية لاتجاهات درجات الحرارة العظمى السنوية °م للنماذج والسيناريوهات المستقبلية في العراق من (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥) وبرنامج GIS 10.7 ، وبرنامج XLSTAT 2019

٦. التغيرات في كميات الامطار وفق الاسقاطات المستقبلية

يتضح لنا من الجدول (٧) ان اتجاهات الامطار المستقبلية للمدة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠) تتباين زمانياً ومكانياً في المحطات والنماذج ، اذ تراوح مقدار للتغير (50 - 98) ملم ، وبدءً من فصل الشتاء فإنه سيشهد (29 %) اتجاهات موجبة و (71) اتجاهات سالبة ،

وبلغ اعلى مقدار للتغير السلبي (- 71.7) ملم ، واعلى مقدار للتغير الإيجابي (25.3) ملم في محطة السليمانية وفق النموذج **pr NOAA-GDFL L** في السيناريوهين ، اما فصل الربيع لا يختلف عن سابقه اذ سجل (31 %) اتجاهاً موجباً و (69 %) اتجاهاً سالباً وبلغ اعلى مقدار للتغير الإيجابي (6.1) ملم في محطتي بغداد والرطبة وفق النموذج **pr HadGEM2-ES-4.5** واعلى مقدار تغير سلبي (- 34.9) ملم في محطة السليمانية، اما فصل الخريف فقد تباينت الاتجاهات ايضاً ، وبلغت الاتجاهات الإيجابية (40%) والاتجاهات السلبية (60 %) وبلغ اعلى مقدار للتغير الإيجابي (49.8) ملم في محطة الموصل واعلى مقدار للتغير السلبي (- 20.9) ملم في محطة كركوك ، في حين جاءت نتائج الاتجاهات السنوية منسجمة مع الاتجاهات الفصلية اذ بلغت الاتجاهات الموجبة (40%) و الاتجاهات السلبية (60 %) ، وبلغ اعلى مقدار للتغير الإيجابي (39.3) ملم في محطة الموصل وبلغ اعلى مقدار تغير سلبي (- 97.9) ملم ، وبهذا نجد ان مخرجات النماذج المستقبلية وفق السيناريوهات المعتدلة والمرتفعة

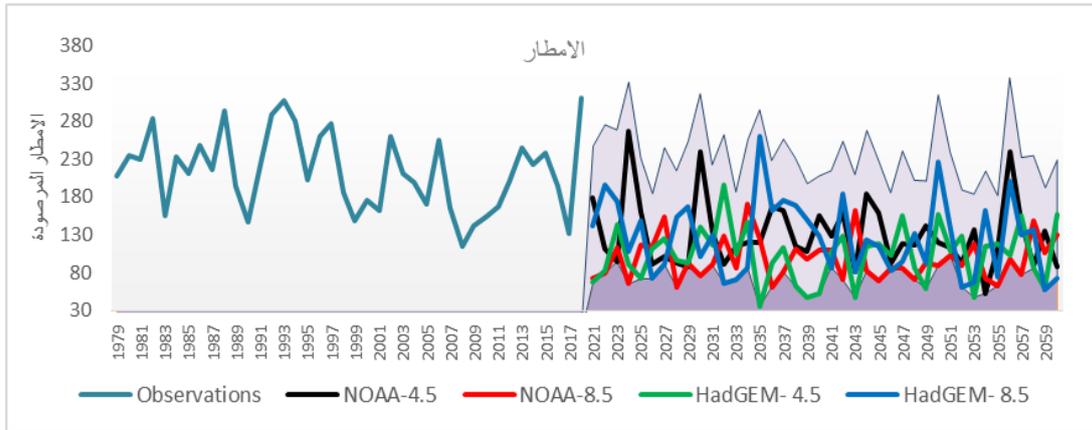
جدول (٧) معدل التغير والاتجاه للأمطار ملم السنوية المستقبلية لمحطات الدراسة للمدة (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)

السنوي		الخريف		الربيع		الشتاء		المحطة
RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	HadGEM
5	4.5	5	4.5	5	4.5	5	4.5	
-7.7	-12.4	-3.3	-4.3	-3.2	0.4	-1.0	-4.0	البصرة
3.2	-8.0	-5.2	1.4	5.1	-1.8	0.0	-12.1	الناصرية
-0.1	10.0	-7.3	7.7	2.6	0.5	0.4	-0.4	النجف
-4.0	3.4	-8.0	4.6	3.4	-0.5	0.3	-5.2	الديوانية
12.0	-0.3	-3.0	5.7	4.3	0.2	1.7	-8.8	الحي
-8.7	21.6	-5.4	17.4	5.2	-3.6	-3.7	-1.0	النخيب
4.1	16.0	-6.7	7.4	6.1	2.1	-3.1	-4.2	بغداد
4.1	15.9	-6.7	18.7	6.1	2.2	-3.1	-0.8	الرطبة
4.1	3.5	-0.8	4.8	-10.5	-2.3	-0.2	-3.3	خانقين
-8.4	6.7	-8.1	24.8	-19.4	-4.7	4.2	-15.3	كركوك
23.6	18.4	-1.9	35.8	-20.4	-5.2	6.4	-9.7	سليمانية
25.4	39.3	-0.4	49.8	-9.5	0.7	15.3	-5.0	الموصل
السنوي		الخريف		الربيع		الشتاء		NOAA-GDFL
RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	RCP8.	RCP	
5	4.5	5	4.5	5	4.5	5	4.5	

6.7	-36.2	1.2	-6.1	-3.1	-3.4	-1.2	-9.1	البصرة
-39.4	-31.7	-0.2	-15.1	-11.2	-2.9	-14.0	-2.0	الناصرية
-15.8	-4.8	1.9	-3.2	-9.1	0.7	-6.4	1.3	النجف
-20.2	-6.3	0.2	-6.6	-8.8	2.0	-5.2	1.8	الديوانية
-28.7	-32.9	10.5	-9.8	-7.0	-11.0	-22.7	0.1	الحي
-22.4	-31.7	-6.3	-15.1	-11.7	-2.9	-7.4	-2.0	النخيب
-19.2	5.0	0.4	-5.3	-5.6	-3.2	-14.8	2.6	بغداد
-19.8	5.1	-9.8	1.8	-6.3	-7.4	-10.6	0.1	الربطبة
-26.1	-18.4	7.1	-5.5	-10.8	-20.1	-22.3	5.5	خانقين
-72.0	1.9	4.8	-20.9	-18.1	-5.8	-51.9	11.5	كركوك
-97.9	-6.6	18.2	-19.8	-34.9	-27.9	-71.7	25.3	سليمانية
-54.8	-6.4	12.5	-10.1	-23.3	-18.6	-53.2	-0.4	الموصل

<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl/> المصدر

شكل (٦) الاتجاه العام لدرجات لأمطار السنوية للنماذج والسيناريوهات المختارة (٢٠٦٠ - ٢٠٢١)

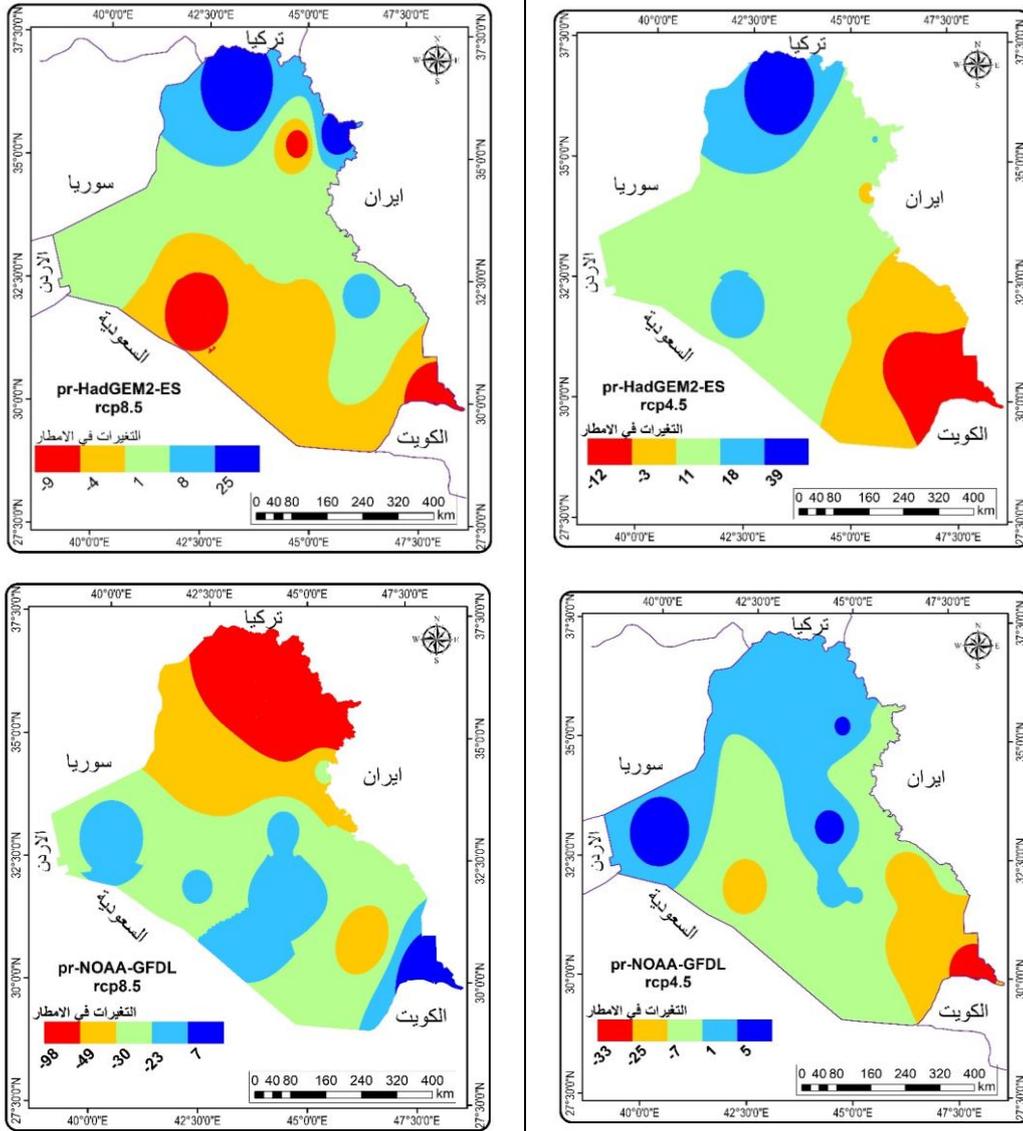


المصدر: بيانات الهيئة العامة للأحوال الجوية وبيانات الموقع (<https://esgf-node.ipsl.upmc.fr/projects/esgf-ipsl/>)

تشير ان هناك تباين في اتجاهات الامطار نتيجة صفة الامطار المتذبذبة في العراق هي لذا كانت النتائج منسجمة مع أنماط الامطار في العراق كما في الشكل (٦). اما على المستوى المكاني فقد شهدت مخرجات النماذج المناخية المختارة ، تباينات مكانية وزمانية كما في الخريطة (٧) ، و سجل النموذج **prHadGEM2-ES-4.5** ستة نطاقات مكانية تراوحت (- 21 - 39) ملم كانت اغلبها تزايد في الامطار المتوقعة اذ سجلت المناطق الجنوبية تناقصاً في كميات الامطار، توزعت في الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية شهدت اربعة نطاقات تزايد في كميات الامطار المستقبلية ، توزعت في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية والغربية واغلب مناطق الفرات الأوسط .

الخريطة (٧) التغيرات المكانية لاتجاهات الامطار السنوية

للمناذج والسيناريوهات المستقبلية في العراق من (٢٠٢١ - ٢٠٦٠)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٧) وبرنامج GIS 10.7 ، وبرنامج XLSTAT 2019 وجاء النموذج **prHadGEM2-ES-8.5** لا يختلف عن سابقه إذ انصف بخمسة نطاقات مكانية تراوحت (- 9 - 25) ملم وتوزعت نطاقات تناقص الامطار في محطتي السليمانية والبصرة وفي الجزء الجنوبي الغربي من العراق ، في حين تركزت نطاقات التزايد في المناطق الشمالية والغربية والمناطق الوسطى والمناطق الجنوبية الشرقية من العراق ، بينما اوضح لنا النموذج **pr NOAA-GFDL 4.5** خمسة نطاقات مكانية تراوح مقدار التغير فيها (- 33 - 5) ملم ، اذ سجلت كميات تناقص الامطار في ثلاثة نطاقات مكانية توزعت في المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية اذ تراوح مقدار التغير فيها (- 33 - -6) ملم ، في حين شهدت نطاقات التزايد في كميات الامطار في المناطق الشمالية والشمالية الغربية والمناطق الغربية وجزء بسيط من المناطق الوسطى بلغ مقدار

التزايد (1 - 5) ملم ، بينما تميز النموذج **pr NOAA-GDFL 8.5** بخمسة نطاقات مكانية اغلبها تشير الى تناقص كميات الامطار ، وتراوح مقدار التغير فيها (- 98 - - 23) ملم توزعت في اغلب مناطق العراق من الشمال الى الجنوب ، في المقابل كان هناك نطاقاً صغيراً جداً يشير الى تزايد كميات الامطار المستقبلية بمقدار (7) ملم تمثل في محطة البصرة ، وبهذا نجد ان التباين في مخرجات النماذج المستقبلية اذ ان السيناريو المعتدل يشير الى زيادة في الامطار المستقبلية ، بينما يشير السيناريو المرتفع يشير الى انخفاض كميات الامطار المستقبلية في العراق .

ثالثاً: المناقشة:

تعد درجة الحرارة والامطار من اهم عناصر المناخ المؤثرة على سطح الارض، لذا فإن أي ارتفاع في درجات الحرارة وتذبذب في كميات الامطار يؤثر على البيئة ومختلف مناخي الحياة، قد كشفت الدراسة تقلب وتغير في درجات الحرارة والامطار المرصودة، وأثبتت الدراسة وفق اختبار (MK) بوجود اتجاه تصاعدي في درجات الحرارة الصغرى والعظمى على المستوى الفصلي والسنوي ذات دلالة إحصائية وتراوح مقدار التغير فيها (1.7- 3.2)°م على المستوى السنوي وهذا ما أكدته دراسات عالمية وإقليمية ومحلية ، و منها منظمة الأرصاد العالمي (WMO 2018) التي اشارت ان متوسط درجة الحرارة العالمية لعام ٢٠١٨ بلغ (0.99)°م و على مستوى الشرق الأوسط فإن التغير بلغ (0.5- 0.6)°م (IPCC2013) اما على المستوى المحلي فإن دراسة البديري (البديري، ٢٠١٨) اثبتت تغير درجات الحرارة تراوح (1.8-2.9)°م للعراق للمدة (١٩٧١ - ٢٠١٥)، وكان فصل الصيف هو الأعلى تغيراً في ارتفاع درجات الحرارة الصغرى ، والعظمى و هذه النتائج تأتي منسجمة مع دراسة مصلح (Muslih & Krzysztof, 2016) التي اكدت ان فصل الصيف هو الأعلى تغيراً ذات دلالة إحصائية بنسبة (٨٩ %) ، اما تقلبات درجات الحرارة فقد شهد العراق في ٢٠١٠ ارتفاعاً المدة المدروسة وهذا متطابق مع دراسات إقليمية وعالمية ويمكن تفسير ذلك هو الطور السلبي لذبذبة المنطقة القطبية الشمالية (AO) وتذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) في نصف الكرة الأرضية الشمالية في عام ٢٠١٠ ، وفي المقابل سجل أعلى شذوذ سلبي عام ١٩٩٢ كما في الشكل (٢ ، ٣) وقد فسر من قبل بعض الدراسات الإقليمية بأن سببه ثوران بركان Pinatubo اذ نتج عنه غبار بركاني بما سبب انخفاض درجات الحرارة بعد ثوران البركان ، اذ لوحظ شذوذ سلبي عامي ١٩٩١ - ١٩٩٢ بعد انتهاء ثوران البركان لاسيما في منطقة الشرق الأوسط (Tayanc et al., 2009) و العراق جزء منه لذا اثر على مناخ العراق ، اما اتجاهات الامطار فقد اتصفت بالتباين في الاتجاهات على المستوى الفصلي والسنوي ، اذ شهد فصلي الربيع والشتاء في اغلب المحطات اتجاهاً

نحو التناقص ما عدا محطتي الحي وبغداد في حين سجل فصل الخريف في اغلب المحطات اتجاهاً نحو التزايد وهذا يتفق مع دراسة البديري (البديري، ٢٠١٨) التي أشارت الى انخفاض كمية الامطار بمقدار (-13.15) ملم للعقد ، وان هذه الامطار تتخذ قطبية التوزيع المكاني ويفسر سببه انخفاض كميات الامطار في العراق للمعدلات السنوية وتباينت الدلالة الإحصائية بين المحطات بسبب صفة الامطار في العراق في انها لا تتبع التوزيع الطبيعي ، اذ تتصف بالعشوائية والتذبذب على المستوى الفصلي والسنوي (الشجيري، ٢٠١٩) ، وان ظاهرة الاحتباس الحراري هي التي أدت الى التغير في أنماط سقوط الامطار من حيث الكمية والشدة (Donat et al., 2014).

اما مناقشة التغيرات المستقبلية تشير الاسقاطات المناخية ان درجة الحرارة الصغرى ستشهد ارتفاعاً ملحوظاً في منتصف القرن الحالي ، ويظهر معدل درجات الحرارة الصغرى للسيناريو **RCP4.5** زيادة تتراوح بين (1.1 - 1.7) م° ، في حين ستبلغ في السيناريو **RCP8.5** (1.6 - 2.7) م° وفق النماذج المختارة ، اما الأنماط المكانية فيشير السيناريو **RCP4.5** الى ان المناطق الشمالية والشرقية هي الأكثر ارتفاعاً من المناطق الأخرى بينما سيشهد السيناريو **RCP8.5** الى ان المناطق الجنوبية والشرقية هي الأكثر تغيراً بالتزايد ، في حين يظهر معدل درجات الحرارة العظمى وفق السيناريو **RCP4.5** زيادة متوقعة تتراوح بين (1.3 - 1.8) م° في المدة المدروسة بينما سيشهد السيناريو المرتفع **RCP8.5** زيادة قدرها (1.6 - 2.6) م° ، واما النطاقات المكانية فأنها تتباين لذا ستشهد المناطق الشمالية والجنوبية اعلى الزيادات المتوقعة في درجات الحرارة وفق السيناريو **RCP8.5** ، اما السيناريو المرتفع الذي يظهر في المناطق الشمالية وجزء من المناطق الشرقية ، ويسجل اعلى الزيادات في درجات الحرارة المستقبلية وعلى الرغم من اجراء عدة دراسات لتقييم التغيرات المستقبلية ، في درجات الحرارة والامطار على النطاقين العالمي والإقليمي فأنها قليلة على المستوى المحلي فقد أجريت في العراق، وشرق البحر المتوسط ، وشبه الجزيرة العربية ، وهذه الدراسات تختلف في النماذج المختارة للعراق مقارنة بالنماذج الموجودة ، الا انها تشابهت من نتائج مخرجات النماذج مع دراسة البديري (البديري ٢٠١٨) التي اكدت وجود ارتفاع درجات الحرارة العظمى والصغرى لأربع نماذج مناخية مختارة للعراق وسيناريوهين تراوح مقدار التغير فيهما لدرجات الحرارة الصغرى بمقدار (0.51 - 1.73) م° و (0.53 - 1.73) لدرجات الحرارة العظمى للمدة ٢٠١١ - ٢٠٥٥ ، ومثلها دراسة (Salman et al., 2018) الذي استخدم أربعة نماذج GCMS وهي HadGEM2-AO و HadGEM2-ES و MIROC5 و MIROC-ESM الأكثر ملائمة لإسقاط درجة حرارة العراق. كشف متوسط تغير درجة الحرارة الصغرى تراوح (1.5 - 6.2) م° ، و (6.8

-1.7 °م في جميع السيناريوهات المختارة خلال المدة (٢٠٧٠ - ٢٠٩٩) وكان المتوقع ان تكون الزيادة في درجات الحرارة في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية اعلى من المناطق الاخرى، اما على النطاق الإقليمي دراسة (Lelieveld et al., 2016) التي استخدمت جميع النتائج لنماذج المناخ CMIP5 لسيناريوهين في تقييم درجات الحرارة الصغرى والعظمى في الشرق الأوسط وشمال افريقيا اذ اكدت على ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف، بينما يكون في فصل الشتاء هناك تغير اكبر في أماكن أخرى وتوقع تتسارع الأيام الدافئة وبحسب الدراسة فأن متوسط درجة الحرارة في الأيام الأكثر حرارة ٤٣ °م والتي يمكن ان ترتفع الى ٤٦ °م مع حلول منتصف القرن ، اما مخرجات نتائج الامطار المستقبلية فأن النماذج تشير الى التباين في نتائج الاتجاهات المستقبلية ، اذ توقع السيناريو المعتدل **RCP4.5** تغيراً في كميات الامطار بمقدار (-36.2 - 39.3) ملم موزعة على المناطق الشمالية والشرقية ، والتي ستشهد زيادة في كميات الامطار ، وفي المقابل فأن المناطق الجنوبية ستشهد تناقص في حين جاءت مخرجات السيناريو المرتفع **RCP8.5** بنتائج لا تختلف كثيراً عن السيناريو السابق، وتراوح مقدار التغير (-97.9 - 25.3) ملم، وتشابهت نتائج النموذج **pr- NOAA-GDFL RCP4.5** مع السيناريو السابق من حيث الأنماط المكانية ، حيث انخفضت ، و شهد النموذج **pr- NOAA-GDFL RCP8.5** نتائج لا تشابه النماذج الأخرى ونتائج هذه الدراسة تختلف وتتفق في آن واحد مع دراسة (Salman et al., 2020) التي درست مدينة بغداد باختيار نموذج مستقبلي BCC-CSM1-1 طوره مركز بكين للمناخ وكشفت النتائج في عدم اليقين في توقع اسقطات الامطار الا ان النتائج تشير الى تزايد وتناقص في كميات الامطار وفق السيناريوهات المستقبلية ، وبشكل عام فأن الامطار ستشهد انخفاضاً كبيراً من (- 13.5 - 7.5) % للمدة ٢٠١٠ - ٢٠٣٩ في جميع السيناريوهات، في حين من المتوقع ان تزداد الامطار بنسبة (3.5) % في RCP2.6 ، وتنخفض بنسبة (- 6.2) % في RCP6.0 خلال ٢٠٧٠ - ٢٠٩٩ ، والنتيجة لم تكن مفاجئة حيث لوحظ بدراسات مشابهة لمنطقة شرق المتوسط توقعت انخفاض كميات الامطار المستقبلية في دراسة (Peleg & Morin, 2015) ويرجح ان أسباب ذلك هو تغير النظام المناخي نتيجة الاحترار العالمي الذي أدى الى توسع خلية هادلي (Frierson et al., 2007) بما اثر على تغير مسارات المنخفضات الجوية وان تغير المسارات ينعكس على تغير انماط الامطار مكانياً في المنطقة (Enzel et al., 2003)، ومن المرجح ان تشهد المنطقة ظروفاً أكثر جفافاً، والتغيرات في الامطار تؤدي الى تغيرات في النظام الهيدرولوجي مما يسبب انخفاض كميات الجريان السطحي .

رابعاً: الاستنتاجات:

بحثت الدراسة التحليل الزمني والمكاني لاتجاهات درجات الحرارة والامطار وتقلباتها على المستوى الفصلي والسنوي ، في العراق عبر استخدام بيانات مرصودة ومستقبلية لنموذجين مختلفين وسيناريوهين مختارين للإسقاطات المستقبلية من أرشيف CORDEX، وكشفت نتائج الدراسة وجود اتجاهٍ نحو الزيادة في درجات الحرارة الصغرى والعظمى على المستويين الفصلي، والسنوي، وبلغ معدل التغير (٢.٣ - ٢.٤)°م على المستوى السنوي لمدة الدراسة على التوالي، اما على مستوى الفصول كان فصل الصيف هو الأكثر تغيراً ، وقد لوحظ مظاهر الاحترار بعد عقد التسعينيات ، ومن المتوقع: بحسب ما قدمته الدراسة: ان تستمر هذه الزيادات خلال العقود الاربعة القادمة، اذ يتوقع ان تزداد درجات الحرارة الصغرى بمقدار (١.٢ - ٢.٧)°م ، وفق السيناريوهات المختارة، وتزداد درجة الحرارة العظمى بمقدار (١.٤ - ٢.٧)°م، مقارنة بالمناخ الحالي، وكشفت ايضاً، وجود تناقصاً معنوياً في كميات الامطار في العراق خلال المناخ الحالي (١٩٧٩-٢٠١٨)، اذ بلغ معدل التناقص (-٥٥) ملم كمعدل عام للعراق، وكان اعلى مقدار للتناقص في محطة خانقين، ومكانياً فقد كنت المناطق الشمالية هي الأكثر انخفاضاً في كميات الامطار، وفي الأفق المستقبلي فان النماذج تشير الى ان التناقص تزداد حدته ، اذ ان هذا التناقص: بحسب النتائج : في كميات الامطار السنوية في العراق الى نهاية عام ٢٠٦٠ ستشهد تناقص بمقدار ٥٨-٦٩%، مقارنة بكميات الامطار الحالية، لا سيما في جنوب العراق بحسب النماذج HadGEM2-ES-4.5 ، HadGEM2-ES-8.5 ، NOAA-GDFL 4.5 ، وبناءً على ما تقدم فإن البلد سيشهد احتراراً مناخياً وتغير في انماط الامطار الى جانب تأثيرات خطيرة على حياة الانسان والبيئة ، في ظرفٍ مواجهة المناطق الجافة وشبه الجافة التي تواجه مشكلات في التنمية الاجتماعية والاقتصادية، لهذا كله توصي الدراسة بالتوسع في التحليلات المناخية القائمة علي الاسقاطات المناخية، بهدف معرفة الاثار المترتبة للتغير المناخي مستقبلا في العراق، لا سيما في القطاعات ذات الأهمية القصوى كقطاعي الموارد المائية، وانتاج الغذاء، وبهذا يمكن المساعدة في التخفيف من مخاطر الجفاف وخلق حالة مناسبة من التكيف.

المصادر باللغة العربية

- البديري، احمد لفته حمد (٢٠١٨)، أثر التغيرات المناخية على اتجاهات التبخر-نتح الممكن وسيناريوهاتها المستقبلية في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية، جامعة بغداد.
- القناوي، احمد محمد (٢٠٢٠)، تقييم الاتجاهات العالمية الحديثة في ادبيات المناخ التطبيقي من ١٩٩٠ الى ٢٠٢٠. الجمعية الجغرافية المصرية، سلسلة بحوث جغرافية، القاهرة، ١ - ٧٦.
- العزاوي، عمار مجيد مطلق (٢٠١٩) تحليل أثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الجفاف في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة تكريت.

- الشجيري، عمر حمدان عبد الله (٢٠١٩)، أثر الذبذبة الضغطية في تغير انماط الجو العليا وعلاقتها بالجفاف المناخي في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية، جامعة بغداد.
- السعدي، عباس فاضل (٢٠٠٩) جغرافية العراق: إطارها الطبيعي، نشاطها الاقتصادي، جانبها البشري، الدار الجامعية، بغداد.

References:

- Al-Azzawi, A. M. M. (2019). Analyzing the effect of seasonal changes in Iraq climate elements on the severity of droughts, PhD thesis (Unpublished) College of Education for Human Sciences, University of Tikrit.
- Al-Budeiri, A. L. H. (2018). Effect of climate changes on Potential Evapotranspiration trends and their future scenarios in Iraq, PhD thesis (Unpublished) College of Education Ibn- Rushd for Human Sciences, University of Baghdad.
- Al-Saadi, A. F. (2009), Iraq's geography (its natural framework, economic activity, its human side), 1st edition, aldaar aljamieiat for publication, Baghdad.
- Al-shujairy, O. H. A. (2019). The Effect Pressures Oscillation in Change Upper Atmospheric Patterns and Relationship Climatic Drought in Iraq, PhD thesis (Unpublished) College of Education Ibn- Rushd for Human Sciences, University of Baghdad.
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, A., ... & Penuelas, J. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11), 972-980.
- Donat, M. G., Peterson, T. C., Brunet, M., King, A. D., Almazroui, M., Kolli, R. K., ... & Nada, T. A. A. (2014). Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long- term trends and variability related to ENSO and NAO. *International Journal of Climatology*, 34(3), 581-592.
- El- Kenawy A. M. (2020). A Review of Recent Global Research Directions in Applied Climatology from 1990 to 2020, Egyptian Geographical Society, Geographical Research Series, Cairo, 1-76.
- Enzel, Y., Bookman, R., Sharon, D., Gvirtzman, H., Dayan, U., Ziv, B., & Stein, M. (2003). Late Holocene climates of the Near East deduced from Dead Sea level variations and modern regional winter rainfall. *Quaternary Research*, 60(3), 263-273.
- Frierson, D. M., Lu, J., & Chen, G. (2007). Width of the Hadley cell in simple and comprehensive general circulation models. *Geophysical Research Letters*, 34(18).
- Giorgi, F., & Mearns, L. O. (1999). Introduction to special section: Regional climate modelling revisited. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 104(D6), 6335-6352.
- Gosling SN, Lowe JA, McGregor GR, Pelling M, Malamud BD (2009) Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature. *Clim Chang* 92(3-4): 299-341.
- Guijarro, J. A. (2011). User's guide to climatol. An R contributed package for homogenization of climatological series, Report, State Meteorological Agency, Balearic Islands Office, Spain.
- Hirsch, Robert M., James R. Slack, and Richard A. Smith. "Techniques of trend analysis for monthly water quality data." *Water resources research* 18.1 (1982): 107-121.

- IPCC, (2001). The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom, 881.
- IPCC, tocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., ... & Midgley, P. M. (2013). Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 1535.
- Kendall, M. (1975). Multivariate analysis (No. BOOK). Charles Griffin.
- Lelieveld, J, Y Proestos, and P Hadjinicolaou. 2016. "Strongly Increasing Heat Extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st Century." Climatic Change: 245–60. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-016-1665-6>.
- Lelieveld, J., Proestos, Y., Hadjinicolaou, P., Tanarhte, M., Tyrllis, E., & Zittis, G. (2016). Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st century. Climatic Change, 137(1-2), 245-260.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. Econometrica: Journal of the econometric society, 245-259.
- Muslih, K. D., & Błażejczyk, K. (2017). The inter-annual variations and the long-term trends of monthly air temperatures in Iraq over the period 1941–2013. Theoretical and Applied Climatology, 130(1-2), 583-596.
- Parry, M. L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., & Fischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. Global environmental change, 14(1), 53-67.
- Peleg, N., Bartov, M., & Morin, E. (2015). CMIP5- predicted climate shifts over the East Mediterranean: implications for the transition region between Mediterranean and semi- arid climates. International journal of climatology, 35(8), 2144-2153.
- Peleg, N., Morin, E., Gvirtzman, H., & Enzel, Y. (2012). Rainfall, spring discharge and past human occupancy in the Eastern Mediterranean. Climatic change, 112(3-4), 769-789.
- Salman, S. A., Shahid, S., Ismail, T., Ahmed, K., & Wang, X. J. (2018). Selection of climate models for projection of spatiotemporal changes in temperature of Iraq with uncertainties. Atmospheric Research, 213, 509-522.
- Salman, S., Houmsi, M. R., Ziarh, G. F., & Ismail, T. (2020). Projection of rainfall under representative concentration pathways scenarios in a data scarce region of Iraq. European Journal of Climate Change, 32-37.
- Salman, S., Houmsi, M. R., Ziarh, G. F., & Ismail, T. (2020). Projection of rainfall under representative concentration pathways scenarios in a data scarce region of Iraq. European Journal of Climate Change, 32-37.
- Schellnhuber, H. J., Hare, B., Serdeczny, O., Schaeffer, M., Adams, S., Baarsch, F., ... & Piontek, F. (2013). Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience.
- Sheffield, J., Wood, E. F., & Roderick, M. L. (2012). Little change in global drought over the past 60 years. Nature, 491(7424), 435-438.
- Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., & Karaca, M. (2009). Climate change in Turkey for the last half century. Climatic Change, 94(3-4), 483-502.
- WCRP (2013) The World Climate Research PROGRAMME Achievements Report. WMO Report no 3/2013
- WMO. (2019). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018.

-
- World Bank (2013) Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. A report for the World Bank by the Potsdam institute for climate impact research and climate analytics. Washington, DC: World Bank.
 - Zittis, George. "Observed rainfall trends and precipitation uncertainty in the vicinity of the Mediterranean, Middle East and North Africa." Theoretical and applied climatology 134.3-4 (2018): 1207-1230.