



ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: <https://eduj.uowasit.edu.iq>

Dr. Mohammed .W.
Hassan ALssadi

Maysan Education
Directorate

Email:

sa3dy.1363@gmail.com

Keywords:

climate change,
CMIP5, maximum
temperature, RCP.

Article info

Article history:

Received 20.NOV.2023

Accepted 10.JAN.2023

Published 10.FEB.2024



Projecting the effects of climate change on maximum temperatures at the Baghdad station, based on climate models (CMIP5) and radiative forcing scenarios (RCP)

A B S T R A C T

Climate changes and their effects on climatic phenomena and elements, as well as imbalances in the ecosystem as a result of these changes, have become the talk of the world, which calls for studying and tracking the observed changes, and even expectations and forecasts, regarding the occurrence of the ecosystem on Earth. Therefore, the goal of the research is to predict the maximum temperature for the period (2025. -2045), based on the maximum temperature observed at the Baghdad station for the forecast base period (1985-2005) based on radiative forcing scenarios (RCP,) and climate models (CMIP5) published by the Working Group on Global Climate Change (IPCC), by employing downscaling technology. The range (statistical downscaling) SDSM, to obtain expectations of climate and environmental change, shows that the summer months witnessed a significant increase in expected temperatures by 3 degrees Celsius, which represents half the increase expected globally, 1.5 degrees Celsius, while the seasonal averages witnessed an increase of about 2 degrees, and this rate shows its convergence. With the global temperature increase, statistical techniques have also demonstrated the ability to predict climate elements recorded at Iraqi stations.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol54.Iss1.3760>

إسقاط تأثيرات تغير المناخ على درجات الحرارة العظمى في محطة بغداد، بالاعتماد
على النماذج المناخية (CMIP5) وسيناريوهات التأثير الإشعاعي (RCP)

م.د. محمد وحيد حسن الساعدي

وزارة التربة / مديرية تربية ميسان

المستخلص:

أصبحت التغيرات المناخية وتأثيراتها على الظواهر و العناصر المناخية فضلا عن الاختلالات في النظام البيئي جراء احداث هذه التغيرات حديث العالم مما يستدعي لدراسة وتتبع التغيرات المرصودة لا بل التوقعات والتنبؤات في أحداث النظام البيئي على الكرة الأرضية، لذا هدف البحث، للتعرف بدرجة الحرارة العظمى للفترة (٢٠٢٥-٢٠٤٥)، اعتمادا على درجة الحرارة العظمى المرصودة في محطة بغداد لفترة الأساس للتنبؤ (١٩٨٥-٢٠٠٥) بالاعتماد على سيناريوهات التأثير الإشعاعي (RCP) والنماذج المناخية (CMIP5) المنشورة بواسطة فريق العمل المعني بالتغيرات المناخية العالمية IPCC وذلك من خلال توظيف تقنية التصغير النطاق (التصغير الاحصائي) SDSM، للحصول على توقعات التغير المناخي والبيئي، شهدت اشهر الصيف تزايدا كبيرا في درجات الحرارة المتوقعة بمقدار ٣ درجات مئوية وتمثل أعلى بنصف الزيادة المتوقعة عالميا ١,٥ درجة مئوية في حين شهدت المعدلات الفصلية تزايدا بلغ نحو ٢ درجة و هذا المعدل يبين تقاربه مع التزايد الحراري العالمي، كما أظهرت تقنيات الإحصائية القدرة على عمليات التنبؤ للعناصر المناخية المسجلة في محطات العراق.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، CMIP5، درجة الحرارة العظمى، RCP.

١ - المقدمة:

بما أن توقعات تغير المناخ تعتمد على نتائج النماذج المناخية، على مر السنين، ينظم المجتمع العلمي مشاريع دولية منتظمة للمقارنة بين هذه النماذج و نمط المراحل المختلفة لمشروع مقارنة النماذج المزدوجة (CMIP) بشكل مطرد من حيث عدد المشاركين والتأثيرات العلمية، أدت المخرجات النموذجية التي أتاحتها المرحلة الثالثة من CMIP (CMIP3) إلى مئات المنشورات وقدمت مدخلات مهمة لتقرير التقييم الرابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ. ومن المتوقع أيضًا أن تخدم المرحلة الخامسة، CMIP5، المجتمع العلمي لسنوات عديدة وأن تقديم مدخلات رئيسية لتقرير التقييم الخامس القادم للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (Dufresne et al., 2013). يشير مصطلح "تقليص الحجم" إلى استخدام نماذج جوية رقمية دقيقة النطاق مكانيًا (خفض النطاق الديناميكي)، أو علاقة إحصائية (خفض النطاق الإحصائي) من أجل تحقيق بيانات جوية إقليمية ومحلية مفصلة. عادة ما تكون نقطة البداية لتقليص النطاق عبارة عن نموذج جوي واسع النطاق أو نموذج محيطي-جوي مقترن يتم تشغيله عالميًا (GCM) يمكن بعد ذلك إدراج البيانات عالية الدقة التي تم تصغير حجمها في أنواع أخرى من أدوات المحاكاة العددية مثل النماذج الهيدرولوجية والزراعية والبيئية (Castro et al., 2005). ان أهمية التغير المناخي في جميع انحاء العالم جعلت دراسة اثار هذه الظاهرة محط اهتمام مختلف الباحثين، اذ تعد زيادة نسبة تراكيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي من اهم الأسباب التي أدت الى التغير المناخي (Shen et al., 2013)، لذا في الوقت الحاضر من اهم التحديات التي تواجه البشرية، تتمثل بقضية تغير المناخ وآلية مجابتهها، اذ تكمن أهميتها الى حد ما من خلال ما قامت به الأمم المتحدة من انشاء مؤسسة تسمى الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC لدراسة تغير المناخ والاحترار العالمي (Hassan & Al-Asadi, 2023a).

تعد درجة الحرارة و الأمطار من اهم مؤشرات تغير المناخ على الكرة الأرضية، وهذا ما تأكده معظم الدراسات المناخية ونتائج بيانات الأرصاد ان الانبعاثات الغازات الدفيئة مصدرها الأنشطة البشرية المختلفة ،لذلك من أجل نمذجة وتوقع مستقبل مناخ الأرض، انتج العلماء سيناريوهات مختلفة لانبعاثات الغازات لمحاكاة تغير المناخ، وتتنبأ هذه السيناريوهات بغازات الدفيئة المستقبلية والهباء الجوي وملوثات الهواء والتغير في استخدام الأراضي المستقبلية، تتيح سيناريوهات الانبعاثات العالمية طويلة الأجل تحليل تغير المناخ وتأثيراته واستراتيجيات الاستجابة في المستقبل من خلال توفير نظرة ثاقبة للتطورات المستقبلية المحتملة وربط عناصر البحث المناخية المختلفة (Hassan & Al-Asadi, 2023b). تلعب مثل هذه السيناريوهات دورًا حاسمًا في أدبيات تغير المناخ التي تقدم معلومات عن تقارير تقييم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) وتدعم صانعي السياسات (Pedersen et al., 2022) ، تحظى تأثيرات المناخ المتغير على البيئة الأرضية باهتمام متزايد، وقد أتاحت نماذج الدوران العام، توقعات تغير المناخ في المستقبل الناجم عن التقلبية الطبيعية أو الأنشطة البشرية (Watanabe et al., 2012)، للانبعاثات البشرية المنشأ من ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى آثار خطيرة على نظام المناخ العالمي. لخص الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) في تقرير التقييم الثالث الأخير الخاص به إلى أن التغير في متوسط درجة الحرارة العالمية من ١,٤ إلى ٥,٨ درجة مئوية، إلى جانب التغيرات في هطول الأمطار وزيادة تواتر الظواهر الجوية المتطرفة، من المرجح أن تحدث حتى عام ٢١٠٠. (Shokouhi et al., 2018) ،وفي هذا الاطار ان المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المزوجة (CMIP5) مجموعة بيانات حديثة متعددة النماذج مصممة لتعزيز معرفتنا بتقلبية المناخ وتغير المناخ. يقوم الباحثون في جميع أنحاء العالم بتحليل مخرجات النموذج ويقدمون نتائج من المؤمل أن تشكل أساس تقرير التقييم الخامس من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، يتضمن (CMIP5) عمليات محاكاة "طويلة الأجل" لمناخ القرن العشرين وإسقاطات للقرن الحادي والعشرين وما بعده (Taylor et al., 2012). وأيضاً أصدرت الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ، باعتبارها اهم مصدر لبحوث وتوقعات تغير المناخ ، عدة أجيال من سيناريوهات الانبعاثات واستنادا الى نتائج نماذج مختلفة لتغير المناخ ، نشرت ستة تقارير لتقييم تغير المناخ ،وفي احدث تقرير للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ ،نماذج التغيير تحاكي النماذج المناخية لسلسلة CMIP6 بموجب سيناريوهات تعرف باسم SSP (Arias et al., 2021). تشير نماذج الدوران العامة (GCMS) إلى أن زيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري سيكون لها آثار كبيرة على المناخ على المستويين العالمي والإقليمي، كما تتمتع منهجيات التصغير الإحصائي بالعديد من المزايا العملية مقارنة بالتصغير الديناميكي. في الحالات التي تتطلب تقييمًا منخفض التكلفة وسريعًا لتأثيرات تغير المناخ المحلية للغاية، يمثل تقليص النطاق الإحصائي (حاليًا) الخيار الواعد للدراسة. (Wilby et al., 2002).

٢- مشكلة الدراسة:

- ١- هل باستطاعة النماذج المناخية التنبؤ بالتغيرات المناخية؟
 - ٢- ما مدى التغير في درجة الحرارة العظمى لفترات الدراسة بالمقارنة مع فترة الأساس ١٩٨٥-٢٠٠٥ في محطة بغداد؟
 - ٤- هل يوجد تباين بين درجة الحرارة العظمى لفترة الأساس مع سيناريوهات التغير المدروسة؟
- ## ٣- فرضية الدراسة:

- ١- ان النماذج المناخية لها القدرة بالتنبؤ لها القدرة في تحديد سلوك التغير لدرجات الحرارة العظمى لمحطة بغداد.
- ٢- ثبت تغير في درجات الحرارة العظمى المتوقعة مقارنة بفترة الأساس.
- ٤- تتباين التنبؤات لدرجة الحرارة العظمى لفترة الأساس بين شهر واخر فضلا عن سنة وأخرى على غرار السيناريوهات.

٤- الحدود المكانية:

تتمثل منطقة الدراسة بالحدود الإدارية لمحافظة بغداد اذ تقع في الجزء الاوسط من العراق والتي تتحصر بين دائرة عرض (٣٣,٢٠) شمالا وخطي طول (40 44) شرقا، كما يتمثل البعد الزمني لفترة الأساس للدراسة (١٩٨٥-٢٠٠٥) وفترة التنبؤ للتغير بدرجات الحرارة العظمى لسنة (٢٠٢٥-٢٠٤٨).

٥- منهجية البحث:

تم الاعتماد في هذه الدراسة على البيانات اليومية لمحطة بغداد، اذ اتبعت منهجية البحث، اعتماد فترة أساس للقيم المسجلة لدرجة الحرارة العظمى لمحطة بغداد من عام ١٩٨٥-٢٠٠٥ بهدف مقارنتها مع قيم المستخرجة من السيناريوهات المنتجة باستخدام تقنية *SDSM* اذ تخضع هذه التقنية لـ ٢٦ مؤشرا كما هو في الجدول (١).

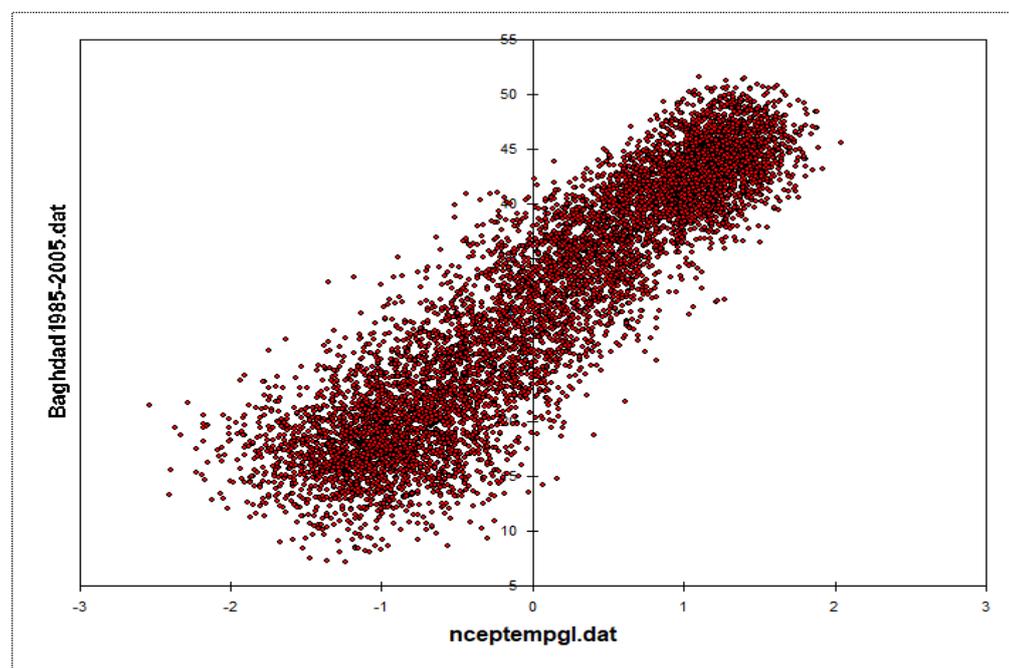
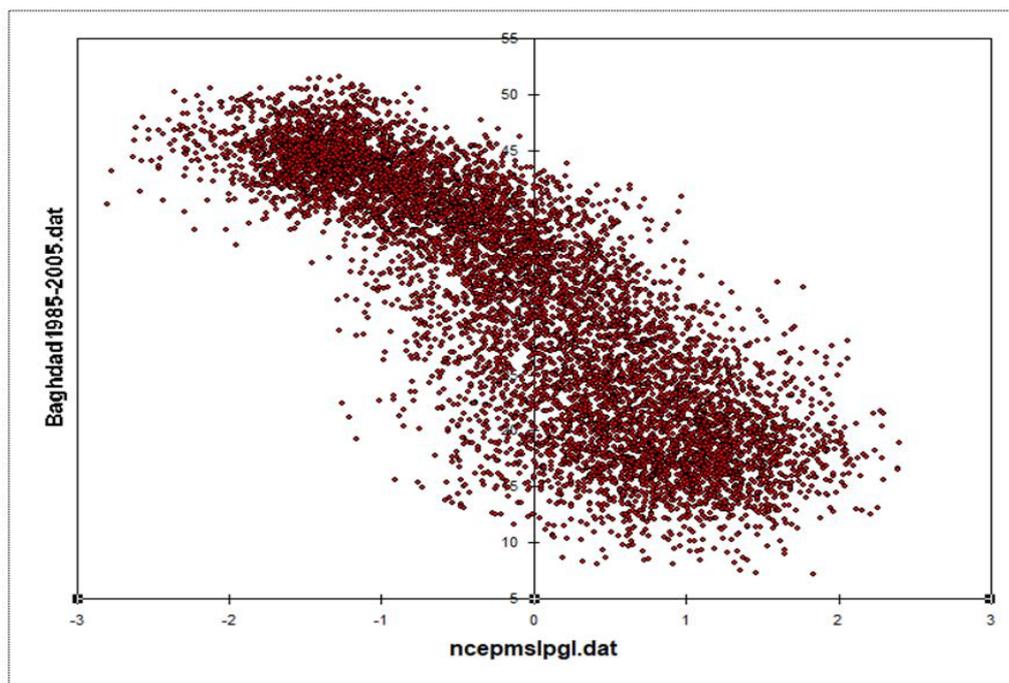
جدول (١) المتغيرات المعتمدة في تقنية تصغير النطاق (*SDSM*)

No	Predictor variables	predictor description	No	Predictor variables	predictor description
1	mslpaf	mean sea level pressure	14	p5zhaf	500hpa divergence
2	p_faf	surface air flow strength	15	p8_faf	850hpa air flow strength
3	p_uaf	surface zonal velocity	16	p8_uaf	850 hpa zonal velocity
4	p_vaf	Surface meridional velocity	17	p8_vaf	850 hpa meridional velocity
5	p_zaf	surface vorticity	18	p8_zaf	850 hpa vorticity
6	p_thaf	surface wind direction	19	p850af	850 hpa geopotential height
7	p_zhaf	surface divergent	20	p8thaf	850hpa wind direction
8	p5_faf	500hpa airflow strength	21	p8zhaf	850hpa divergence
9	p5_uaf	500hpa zonal velocity	22	pr500af	Relative humidity at 500hpa
10	p5_vaf	500hpa meridional velocity	23	pr850af	Relative humidity at 850hpa
11	p5_zaf	500hpa vorticity	24	rhumaf	Near surface relative humidity
12	p500af	500hpa geopotential height	25	shumaf	Surface specific humidity
13	P5thaf	500hpa wind direction	26	tempaf	Mean temperature at 2 metre

المصدر: (عثمان & علي، ٢٠٢٢).

تقتضي المرحلة الأولى من العمليات المطلوبة ادخال بيانات فترة الأساس (١٩٨٥-٢٠٠٥) التي تمثلت بالبيانات اليومية لمحطة بغداد للبرنامج وذلك بهدف التأكد من جودتها اذ تعرف هذه المرحلة بـ (*Quality Control*) في حين خلال المرحلة الثانية التي تعرف بـ (*Screen variables*) تقوم بفحص المتغيرات وقياس مدى ارتباطها مع درجات الحرارة و اختيار اكثر المتغيرات ارتباطا بها، اذ اتضح كما في الشكل (١) ان اكثر المتغيرات ارتباطا هما (متوسط الضغط الجوي السطحي) و (معدل درجة حرارة سطح الأرض). اذ تعد هذه المرحلة من اهم مراحل انتاج قيم السيناريوهات لأنها تعتمد على المتغيرات المسجلة بحسب تقرير الخامس للهيئة الدولية المعنية بالتغير المناخي.

شكل (١) الارتباط بين درجة الحرارة العظمى لمحطة بغداد مع المتغيرات المدروسة



المصدر: بالاعتماد على *sds* v6.0.

كما خلال المرحلة الثالثة، تخضع البيانات اليومية لدرجة الحرارة العظمى لمعايرة النموذج، إذ تعرف بـ (*calibrate* *Model*) وتعتمد هذه المرحلة على تحليل علاقة الانحدار بين بيانات درجة الحرارة العظمى مع بيانات المتغيرات الأكثر ارتباطاً والمستخرجة في المرحلة السابقة لنموذج *CMIP5*. و خلال المرحلة الرابعة نقوم بإنشاء السيناريو وتعد هذه المرحلة، مرحلة استخراج الملفات التي تحاكي السيناريوهات الطقسية المتوقع حدوثها وذلك بتوظيف النتائج المستخرجة من مرحلة المعايرة للمرحلة السابقة.

٦- التعريف بالسيناريوهات المعتمدة في الدراسة:

النماذج المناخية هي تمثيل للعمليات المهمة في النظام المناخي للأرض بالاستعانة بالعمليات الرياضية، إذ اعتمد في التقرير الخامس للهيئة الحكومية المعنية بالتغير المناخي على النماذج المناخية منها (النماذج المثالية البسيطة، النماذج الأكثر تعقيداً، نموذج دوران العام *GCM*) إذ هذا النموذج الأخير يحاكي الكثير من الجوانب المناخية بما في ذلك درجة حرارة الغلاف الجوي و المحيطات، كميات الامطار، الرياح، السحب، و التيارات المحيطية و نطاق الجليد، وللحصول على اسقاطات التغير المناخ، تستخدم نماذج المناخ، المعلومات الواردة في سيناريوهات انبعاث غازات الاحتباس الحراري وانبعاثات الملوثات الهواء و انماط تغير استخدام الأراضي، إذ تسمى المجموعات المعيارية للسيناريوهات المستخدمة في التقرير الخامس بـ مسارات التركيز النموذجية (*RCPS*). (Change, 2014), (Bloom et al., 2008) (Change, 2014) (2008) لنموذج وتوقع المناخ في المستقبل من الضروري وضع افتراضات حول الظروف الاقتصادية والاجتماعية والتغيرات الفيزيائية في بيئتنا التي ستؤثر على تغير المناخ. إذ تعد مسارات التركيز التمثيلية (*RCPS*) هي طريقة لالتقاط تلك الافتراضات في نطاق مجموعة من السيناريوهات. يتم استخدام شروط كل سيناريو في عملية نمذجة المستقبل المحتم لتطور المناخ. تحدد *RCPS* تركيزات غازات الدفيئة التي ستؤدي إلى زيادة التأثير الإشعاعي الكلي بمقدار الهدف (سنوات المتوقعة للدراسة) بحلول عام ٢١٠٠، وذلك بالنسبة لمستويات ما قبل الصناعة. ويعد إجمالي التأثير الإشعاعي لغازات الدفيئة هو الفرق بين الإشعاع الوارد والصادر في الجزء العلوي من الغلاف الجوي. تم تحديد أهداف التأثير الإشعاعي لعام ٢١٠٠ إذ تم تعيينه عند ٢,٦ و ٤,٥ و ٦,٠ و ٨,٥ واط لكل متر مربع ($W \cdot m^{-2}$) ليشمل نطاقاً واسعاً من المستقبل المعقول لسيناريوهات الانبعاثات وهذه الأهداف مدمجة في أسماء *RCPS*؛ *RCP2.6*، *RCP4.5*، إذ تمثل مسارات *RCP* مجموعة واسعة من النتائج المناخية وليست توقعات ولا سياسة التوصيات. وهي تشمل مجموعة كبيرة من الافتراضات المتعلقة بالنمو السكاني والاقتصادي، التنمية والابتكار التكنولوجي والمواقف من الاستدامة الاجتماعية والبيئية. كل يمكن تلبية المسار من خلال مجموعة من الافتراضات الاجتماعية والاقتصادية المختلفة (Van Vuuren et al., 2011).

- *RCP2.6*:

ويعرف هذا السيناريو بـ سيناريو التخفيف الصارم إذ يؤدي إلى مستوى تأثير منخفض للغاية. تمت الإشارة أيضاً إلى السيناريو (*RCP2.6*) باسم *RCP3PD*، وهو الاسم الذي يؤكد على مسار الإجماع (الذهاب أولاً إلى مستوى تأثير الذروة البالغ ٣ وات / م^٢ متبوعاً بانخفاض (الذروة - الانحدار) (Van Vuuren et al., 2011).

: *RCP4.5*

وهو مسار متوسط وأحد مسارات التركيز النموذجية للتأثير الإشعاعي إذ يستقر التأثير عند ٤,٥ واط/م^٢.

: *RCP8.5*

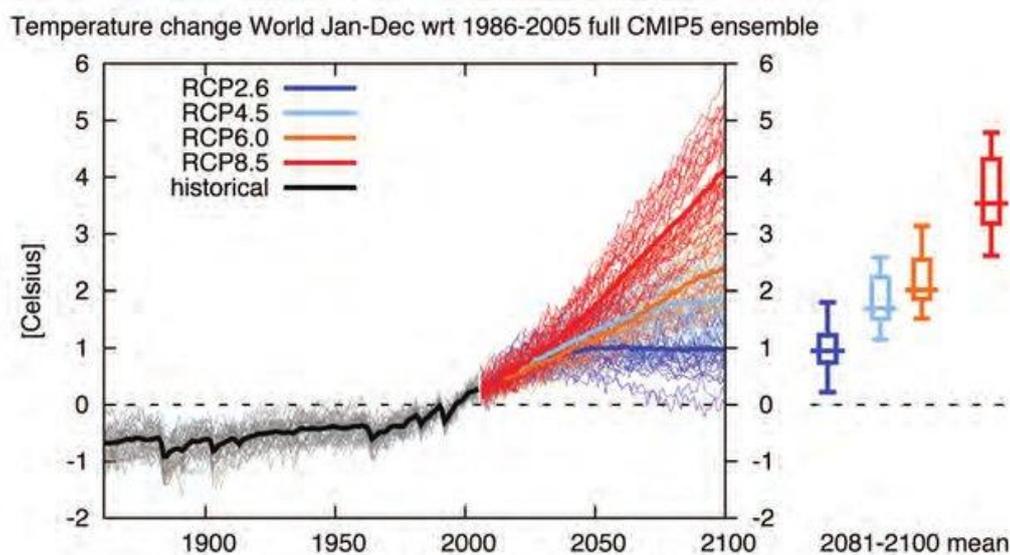
إذ يعد مسار مرتفع يصل فيه القسر (التأثير) الإشعاعي نحو ٨,٥ واط/م^٢ بحلول عام ٢١٠٠ ويستمر الارتفاع لفترة من الزمن. (Pedersen et al., 2022) الجدول (٢) يمثل اتجاه تغير درجات الحرارة العالمية بحسب السيناريوهات.

جدول (٢) التغيرات في درجات الحرارة العالمية المتوقعة بحسب سيناريوهات الدراسة

RCP	Change in temperature (°C) by 2081-2100
RCP2.6	1.6 (0.9-2.3)
RCP4.5	2.4 (1.7-3.2)
RCP6.0	2.8 (2.0-3.7)
RCP8.5	4.3 (3.2-5.4)

Source: (Van Vuuren et al., 2011).

شكل (٢) التغيرات درجات الحرارة العالمية المتوقعة بحسب سيناريوهات الدراسة



Source: <https://www.air-worldwide.com/blog/posts/2019/11/climate-change-rcps-and-the-emissions-gap/>

٧- التغيرات الشهرية في درجة الحرارة العظمى لمحطة بغداد:

تبين نتائج الجدول (٣) والشكل (٣) ان هناك تزايداً ملحوظاً في المعدلات الشهرية المتوقعة مقارنة بفترة الأساس (١٩٨٥-٢٠٠٥) اذ بلغت القيم لسيناريو **RCP2.6** ولأشهر (كانون الاول، كانون الثاني، شباط) بمقدار (١٨,٦٩، ١٨,٥٦، ١٨,٥٨) (١٧,٠٤، ١٧,٢٦، ١٦,٠٦) (١٩,٩، ١٩,٢٦، ١٩,٥٨) على التوالي، كما يتضح أيضاً ان السيناريو **RCP4.5** توقع درجات متطرفة مقارنة بالسيناريوهات التغير المناخي الأخرى ضمن مشروع نماذج التغير **CMIP5**، كما هو الحال لأشهر الربيع (اذار، نيسان، مايس) اذ بلغت درجات الحرارة العظمى المتوقعة وفق السيناريوهات التغير المناخي نحو (٢٤,٧٨، ٢٥,٠٥، ٢٤,٧) (٣٢,٨، ٣٢,٩، ٣٢,٨٥) على التوالي، في حين ان اشهر الصيف (حزيران، تموز، اب) سجلت قيم متطرفة جداً مقارنة بفترة الأساس اذ بلغت نحو (٤٤,٥٨، ٤٤,٥٧، ٤٤,٤٩) (٤٧,٣١، ٤٧,٣١، ٤٧,٣٢) (٤٧,١٨، ٤٧,١٤، ٤٧,١٧) على التوالي، في حين ان فصل الخريف (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) أيضاً سجل تطرفاً واضحاً مقارنة بفترة الأساس بحسب السيناريوهات التغير اذ بلغت قيم هذا الفصل (٤٣,١٠، ٤٣,٠١)

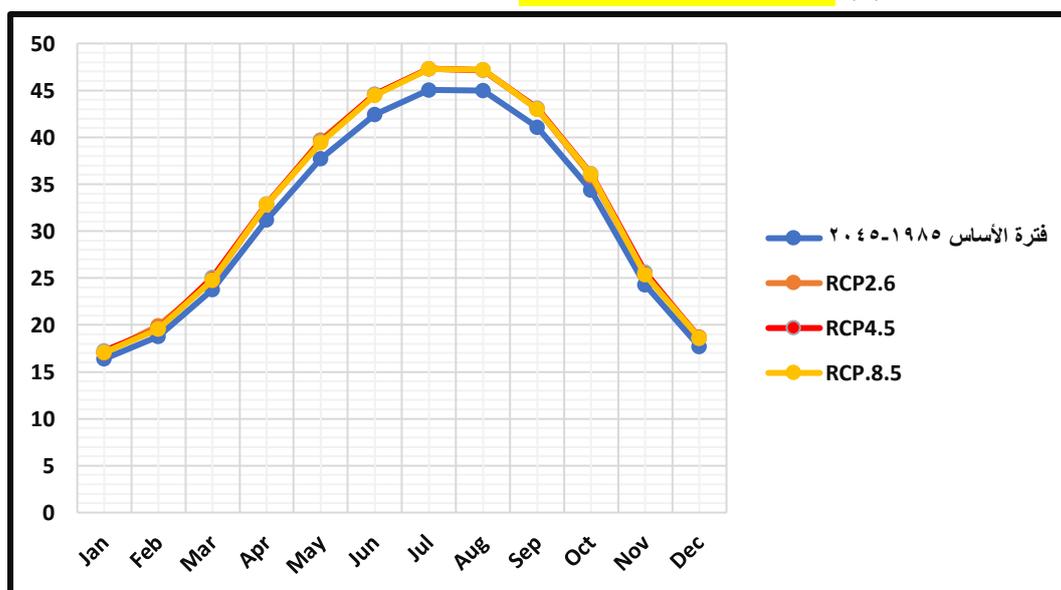
٤٢,٩٩(٣٦,٠٥، ٣٦,١٢، ٣٥,٨٨) (٣٦,٠٥، ٣٦,١٢، ٣٥,٨٨) على التوالي. نستنتج مما ورد اعلاه ان التغيير خلال أشهر الشتاء والصيف كان أكثر وضوحا اذ بلغ خلال شهر أيلول بمقدار (٢) مقارنة بفترة الأساس (١٩٨٥-٢٠٠٥) وخلال أشهر الصيف لاسيما شهري تموز واب بمقدار (٣) والسبب في هذه الزيادة يرجع بالأساس لموقع المحطة التي تتأثر بشكل واضح بزواوية وصول الاشعاع العمودي على المحطة، اذ هذا الفارق بين فترة الأساس وسيناريوهات يتماشى مع ما كان متوقعا من نتائج الدراسات الهيئة الحكومية المعنية بالتغير المناخي وأيضا ما ورد في الجدول (٢).

جدول (٣) التغيرات الشهرية المتوقعة لدرجة الحرارة العظمى للفترة (٢٠٢٥-٢٠٤٥)

الاشهر	فترة الأساس ١٩٨٥-٢٠٠٥	RCP2.6	RCP4.5	RCP.8.5
كانون الثاني	16.3786	17.0423	17.2636	17.0686
شباط	18.7537	19.9079	19.5658	19.5863
اذار	23.7749	24.748	25.0587	24.7817
نيسان	31.2041	32.8142	32.9051	32.8553
مايس	37.7229	39.6982	39.5412	39.3974
حزيران	42.455	44.5816	44.5786	44.4969
تموز	45.0517	47.3104	47.3161	47.282
اب	44.9623	47.1816	47.1461	47.1796
أيلول	41.0488	43.0192	43.1016	42.9923
تشرين الأول	34.3714	35.8854	36.1246	36.0536
تشرين الثاني	24.2789	25.3938	25.6283	25.3722
كانون الاول	17.7058	18.6928	18.5665	18.5803

المصدر: بالاعتماد على مخرجات تقنية SDSM.

شكل (٣) درجات الحرارة العظمى المتوقعة للفترة ٢٠٢٥-٢٠٤٥ لمحطة بغداد



المصدر: بالاعتماد على جدول (٣).

٨- التغييرات السنوية في درجات الحرارة العظمى بالاعتماد على نماذج المناخية وسيناريوهات التأثير الإشعاعي:

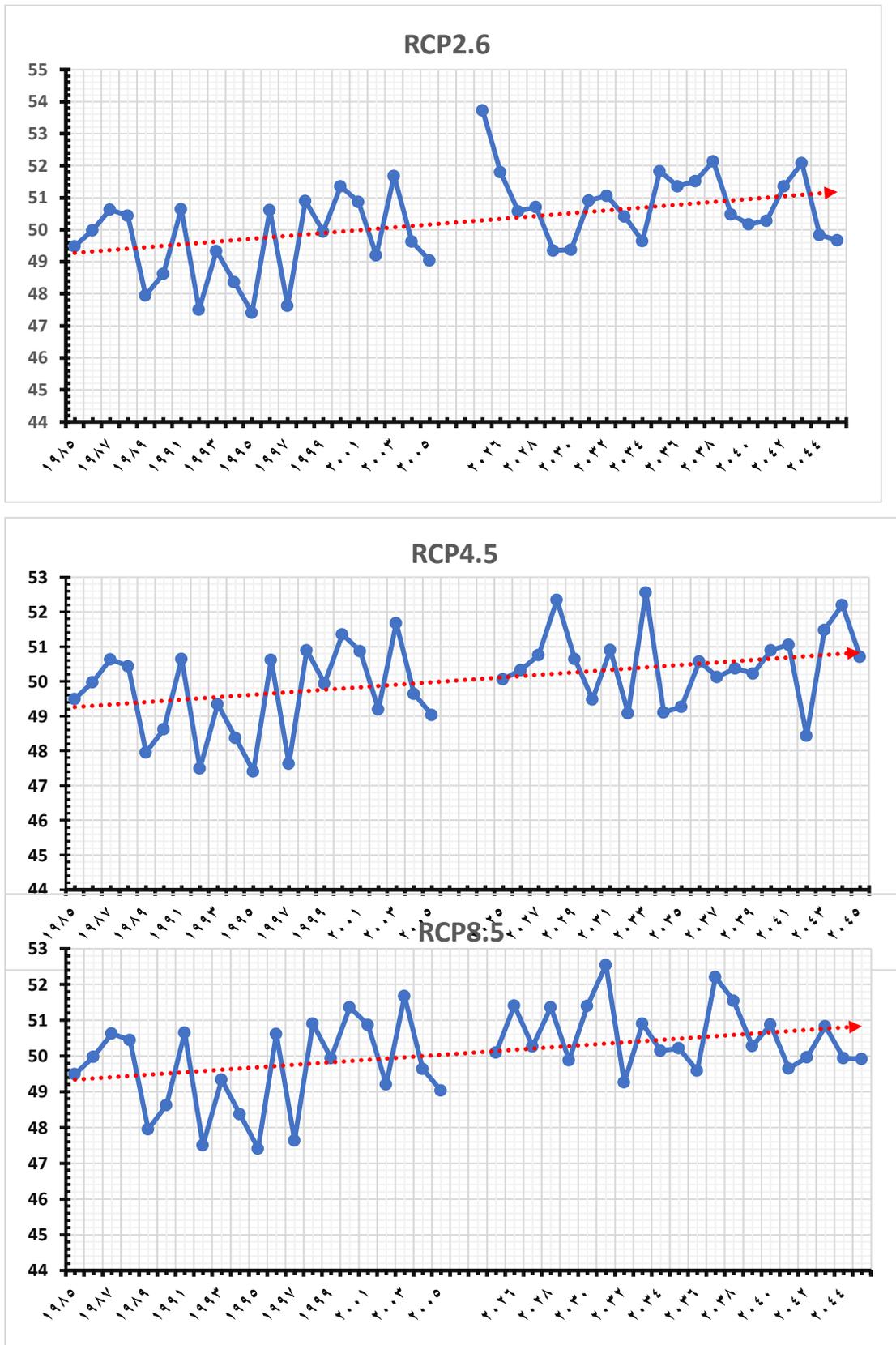
يبين الجدول (٤) والشكل (٤) هناك تبايناً واضحاً بين سيناريوهات التغيير المناخي إذ تبين ان أعلى قيمة متوقعة لعام ٢٠٢٥ لسيناريو **RCP2.6** بمقدار (٥٣,٧) في حين انعكس الأمر لعام ٢٠٢٦ إذ أعلى قيم تغيير مسجلة لسيناريو **RCP2.6,8.5** بمقدار (٥١,٨، ٥١,٤) على التوالي ، كما ان درجات الحرارة المتطرفة التي زادت قيمها عن (٥٠) لسيناريو **RCP.2.6** تكررت بنحو (١٤) مرة خلال سنوات المتوقعة ٢٠٢٥-٢٠٤٥، في حين ان أعلى قيم لدرجة الحرارة العظمى المتوقعة بالاعتماد على سيناريو التأثير الإشعاعي **RCP4.5**، وبذلك التي زادت عن (٥٠) بلغ تكرارها نحو (١٦) مرة إذ أعلى قيمة لدرجة الحرارة العظمى متوقعة ضمن هذا السيناريو كانت بنحو (٥٢,٥٦) لعام ٢٠٣٣، كما انخفض عدد تكرار درجات الحرارة العظمى المتطرفة تلك التي زادت عن (٥٠) لسيناريو **RCP8.5**، وبلغت نحو (١٤) تكراراً، و أعلى درجة متوقعة خلال هذا السيناريو بلغت (٥٢,٥٤) لعام ٢٠٣١، أيضاً نستنتج مما ورد أعلاه ان التغييرات المرصودة تتماشى مع التغييرات المسجلة ضمن معايير المتبعة لأعلى ارتباط مع درجة الحرارة العظمى ، بمعنى ان المعايير والمتغيرات المتبعة للهيئة الحكومية المعنية بالتغير المناخي العالمي ، تعطي مصداقية أكثر من خلال نتائج التغيير المتوقعة في المعدلات السنوية ، ان التنبؤ يأخذ مساراً تصاعدياً خلال السنوات القادمة بفعل عدم الاخذ بعين الاعتبار، بالحد من ارتفاع نسبة الغازات الاحتباس الحراري ، فضلاً عن عدم اتباع الطرق الكفيلة لاسيما تلك المتعلقة باستخدام الطاقة البديلة .

جدول (٤) درجة الحرارة العظمى السنوية المتوقعة للفترة (٢٠٢٥-٢٠٤٥)

السنوات	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
2025	53.729	50.062	50.096
2026	51.802	50.33	51.412
2027	50.577	50.755	50.264
2028	50.706	52.354	51.368
2029	49.345	50.65	49.879
2030	49.378	49.484	51.404
2031	50.914	50.904	52.545
2032	51.058	49.083	49.265
2033	50.415	52.562	50.899
2034	49.644	49.107	50.144
2035	51.832	49.266	50.22
2036	51.357	50.568	49.59
2037	51.513	50.126	52.204
2038	52.138	50.369	51.549
2039	50.48	50.225	50.272
2040	50.173	50.895	50.874
2041	50.284	51.061	49.648
2042	51.354	48.441	49.964
2043	52.087	51.475	50.834
2044	49.832	52.193	49.938
2045	49.681	50.713	49.918

المصدر: بالاعتماد على مخرجات تقنية *SDSM*.

شكل (٤) درجة الحرارة العظمى السنوية المتوقعة للفترة ٢٠٢٥-٢٠٤٥



المصدر: بالاعتماد على جدول (٤).

الاستنتاجات:

- ١- بينت الدراسة ان تقانات الإحصائية لديها القدرة على تتبع التنبؤ بقيم درجات الحرارة العظمى لمحطة بغداد
- ٢- اتضح ان النماذج المناخية وسيناريوهات التغير المناخي لها تأثير واضح وعلاقة قوية ارتباطية بالتغير المرصود والمتوقع في محطة الدراسة
- ٣- ان اعلى قيمة تغير للمعدل السنوي المتوقع و للأعوام التنبؤ ٢٠٢٥-٢٠٤٥ كان لعام (٢٠٣٣) بمقدار (٥٣,٧) ولسيناريو **RCP2.6**. كما ان سيناريو **RCP4.5**، سجل اعلى قيمة لدرجة الحرارة المتوقعة لعام ٢٠٣٣ نحو(٥٢,٥٦) و الحالة تنطبق على سيناريو **RCP8.5** بمقدار (٥٢,٥٤) لعام ٢٠٣١.
- ٤- ان تأثيرات التغير المناخي لسيناريوهات التوقع سجلت قيم متطرفة وزادت عن الارتفاع المتوقع من قبل الهيئة الحكومية للتغير المناخي (١,٥م) اذ بلغ التغير المتوقع وفق سيناريوهات التأثير الاشعاعي لاسيما لأشهر الصيف (تموز،اب) نحو (٣م) في حين ان شهر أيلول سجل تطرف بقيمة درجة الحرارة العظمى المتطرفة نحو (٢م) مقارنة بباقي اشهر الخريف.

- Arias, P., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R., Krinner, G., Marotzke, J., Naik, V., Palmer, M., Plattner, G.-K., & Rogelj, J. (2021). *Climate Change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; technical summary.*
- Bloom, A., Kotroni, V., & Lagouvardos, K. (2008). *Climate change impact of wind energy availability in the Eastern Mediterranean using the regional climate model PRECIS.* *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(6), 1249–1257. <https://doi.org/10.5194/nhess-8-1249-2008>
- Change, I. P. O. C. (2014). *Ippc.* *Climate Change.*
- Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023a). *Analysis of large-scale correlations on temperatures over Iraq.* *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 41(1), 2–17. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-05-2022-0046>
- Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023b). *Synchronous Impact of the North Atlantic Oscillation (NAO) and Southern Oscillation Index (SOI) (Poles on Temperature and Rain Over Iraq.* *Israa University Journal for Applied Science*, 7, 290–302. <https://doi.org/10.52865/EXZS7896>
- Pedersen, J. T. S., van Vuuren, D., Gupta, J., Santos, F. D., Edmonds, J., & Swart, R. (2022). *IPCC emission scenarios: How did critiques affect their quality and relevance 1990–2022?* *Global Environmental Change*, 75, 102538.
- Shen, Y., Li, S., Chen, Y., Qi, Y., & Zhang, S. (2013). *Estimation of regional irrigation water requirement and water supply risk in the arid region of Northwestern China 1989–2010.* *Agricultural Water Management*, 128, 55–64.
- Shokouhi, M., Sanaei-Nejad, S. H., & Bannayan Aval, M. (2018). *Evaluation of simulated precipitation and temperature from CMIP5 climate models in regional climate change studies (case study: Major rainfed wheat-production areas in Iran).* *Water and Soil*, 32(5), 1013–1014.
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., & Meehl, G. A. (2012). *An overview of CMIP5 and the experiment design.* *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4), 485–498.
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., & Lamarque, J.-F. (2011). *The representative concentration pathways: an overview.* *Climatic Change*, 109, 5–31.
- Watanabe, S., Kanae, S., Seto, S., Yeh, P. J., Hirabayashi, Y., & Oki, T. (2012). *Intercomparison of bias-correction methods for monthly temperature and precipitation simulated by multiple climate models.* *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D23).
- Wilby, R. L., Dawson, C. W., & Barrow, E. M. (2002). *SDSM—a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts.* *Environmental Modelling & Software*, 17(2), 145–157.
- SDSM. عثمان، & علي، أ. (٢٠٢٢). *نمذجة التغير في درجة الحرارة العظمى في منطقة زوارة للفترة (١٩٦١–٢٠٥٠) باستخدام تقنية*