



المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على
الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية
والاقتصادية في المنطقة العربية

اتجاهات تغيير المناخ في المنطقة العربية وأثرها على الموارد المائية



تقرير تقني



المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على
الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية
والاقتصادية في المنطقة العربية

اتجاهات تغيير المناخ في المنطقة العربية وأثرها على الموارد المائية

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية
تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية



المركز العربي لدراسات المناطق
الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

تقرير تقني

حقوق النشر محفوظة © 2018

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا).

جميع الحقوق محفوظة بموجب الاتفاقيات ذات الصلة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه الوثيقة أو نقله في أي شكل وبأي وسيلة، سواء بطريقة إلكترونية أو آلية، بما في ذلك الاستنساخ الفوتوغرافي، أو التسجيل أو استخدام أي نظام من نظم تخزين المعلومات واسترجاعها، دون الحصول على إذن خطي مسبق من الناشر. وترسل الاستفسارات إلى شعبة سياسات التنمية المستدامة في لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، صندوق بريد: 11-8575، بيروت، لبنان.

البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org
الموقع الإلكتروني: www.unescwa.org; www.riccar.org

متوفر عبر:

United Nations Publication

E/ESCWA/SDPD/2018/RICCAR/TechnicalReport.4/rev.1

يشار إليه كمرجع بما يلي:

.Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD).2017

إتجاهات تغيير المناخ في المنطقة العربية وأثرها على الموارد المائية.

RICCAR Technical Report, Beirut, E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/TechnicalReport.4/rev.1

المؤلف:

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

إخلاء المسؤولية:

ليس في التسميات المستخدمة في هذا المنشور، و لا في طريقة عرض مادته، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان للأمانة العامة للأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة، أو بشأن سلطات أي منها، أو بشأن تعيين تخومها أو حدودها.

إن الآراء الواردة في هذه المادة الفنية هي آراء المؤلفين، وليست بالضرورة آراء الدول الأعضاء في الأمم المتحدة، أو الحكومة السويدية، أو حكومة جمهورية ألمانيا الاتحادية، أو جامعة الدول العربية أو الأمانة العامة للأمم المتحدة.

صدر هذا التقرير دون تحرير رسمي.

تصميم الغلاف: غزل لبايدي

توطئة

إن المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (ريكار) مبادرة مشتركة بين الأمم المتحدة وجامعة الدول العربية أطلقت في عام 2010.

وتنفذ ريكار عبر شراكة قائمة على التعاون بين 11 منظمة إقليمية ومخصصة هي لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (فاو)، ووكالة الألمانية للتعاون الدولي في مجال التنمية، وجامعة الدول العربية، والمعهد السويدي للأرصاد الجوية والهيدرولوجية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومكتب منظمة الأمم المتحدة للتربية و العلم و الثقافة (اليونسكو) في القاهرة، ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، ومعهد جامعة الأمم المتحدة للمياه والبيئة والصحة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. وتتولى الإسكوا تنسيق المبادرة الإقليمية، وقدمت تمويلها الحكومة السويدية وحكومة جمهورية ألمانيا الاتحادية.

وتنفذ ريكار برعاية المجلس الوزاري العربي للمياه وتستمد أهدافها من القرارات التي اعتمدها هذا المجلس، كما من مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة، واللجنة العربية الدائمة للأرصاد الجوية، والدورة الوزارية الخامسة والعشرين للإسكوا.

فريق إعداد التقرير

- الدكتور إيهاب جناد
- الدكتور يوسف مرعي
- الدكتور قاسم نتوف
- المهندس محمد بشار عرابي
- المهندسة هيام الأشقر
- الأناثة إيمان السيروان
- مدير إدارة الموارد المائية في المركز العربي- أكساد
- خبير موارد مائية
- خبير هيدرولوجيا
- خبير مُناخ
- خبيرة نظم معلومات جغرافية
- طباعة وتدقيق

تقديم

تعدّ المنطقة العربية من أكثر المناطق شحاً بالموارد المائية في العالم، حيث تقع اثنتا عشرة دولة منها تحت مستوى الندرة المطلقة للمياه (500 م³ للفرد سنوياً)، في حين تقترب خمس دول أخرى من عتبة الفقر المائي (1000 م³ للفرد سنوياً)، وقد اعتبرت الاستراتيجية العربية للأمن المائي في المنطقة العربية - لمواجهة التحديات والمتطلبات المستقبلية للتنمية المستدامة (2020 - 2030)، والتي أعدت عبر عملية تشاورية مع الدول العربية، وبإشراف المجلس الوزاري العربي للمياه، أنّ تغيير المناخ يمثل أحد أهم التحديات الرئيسية التي تواجه التنمية المستدامة في المنطقة العربية، وأنه يشكل تهديداً رئيساً للأمن المائي في المنطقة العربية، لذا لا بدّ من وضعه على سلم أولويات السياسات المائية، وسياسات الأمن الغذائي، التي تتبعها دول هذه المنطقة.

ومع تزايد حدة التغيرات المناخية، من المتوقع أن تشهد المنطقة العربية زيادة ملحوظة في التحديات المتعلقة بالموارد المائية، بما في ذلك توفير المياه العذبة الصالحة للشرب، وتلبية متطلبات الزراعة والصناعة، وضمان الاستدامة البيئية، وإدارة الموارد المائية المشتركة على النحو المناسب، ومن المتوقع أيضاً أن تزداد وتيرة الظواهر المناخية المتطرفة حاملةً معها انعكاسات سلبية على الموارد المائية المتاحة، والنظم البيئية الهشة أصلاً في المنطقة العربية.

إن فهم الآثار المحتملة للتغيرات المناخية بات يمثل ضرورةً لا بد منها في سياق وضع استراتيجيات وإجراءات التكيف مع تلك الآثار، وفي هذا الصدد تأسست "الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)" عام 1988 من قبل "برنامج الأمم المتحدة للبيئة"، و"المنظمة العالمية للأرصاد الجوية"، وتتمثل المهمة الأساسية للهيئة بتقييم إذا ما كان مناخ الأرض سيتغير أم لا؟ ويختار أعضاؤها من دول ومؤسسات أكاديمية متعددة. وقد قامت الهيئة حتى الآن بنشر خمسة تقارير، خلال الأعوام 1990، و1995، و2001، و2007، و2014، حول الآثار المحتملة للتغيرات المناخية على الصعيدين العالمي والإقليمي.

من أهم الصعوبات التي تواجه الدول العربية في اختيار إجراءات الحدّ من التغيرات المناخية، والتكيف مع آثارها هو أنه لم تُجرَ حتى الآن أي دراسة لتقييم أثر تغير المناخ في المنطقة العربية كوحدة جغرافية متكاملة. وعلاوةً على ذلك، لم يكن هناك أي محاولة لإجراء تقييم متكامل لتأثير تغير المناخ في موارد المياه العذبة، أو لتقدير حساسية المنطقة العربية للتغيرات المناخية، باستخدام أدوات النمذجة المناخية إقليمياً.

لقد استُخدم في السابق تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المبنية على النماذج المناخية العالمية (GCMs)، ولكن هذه التقارير لم تُعامل المنطقة العربية كوحدة جغرافية متكاملة، بل قسمتها بين قارتي آسيا وإفريقيا، كما أن نتائج لنماذج المستخدمة لم تكن تراعي خصوصيات المنطقة، وقد افترضت تباعدات مكانية كبيرة نسبياً (300 كم).

من جهةٍ أخرى لم توفر الدراسات الوطنية التي نُفّذت في بعض الدول العربية صورةً شاملةً للمنطقة العربية ككل، إذ لا يمكن تجميعها معاً لتوفير صورة كاملة للمنطقة العربية بالنظر إلى الاختلافات في الافتراضات والسيناريوهات الموضوعية، والأساليب والنماذج المستخدمة، والبيانات المتوافرة في تقدير التغيرات المناخية المتوقعة. ويصبح الأمر أكثر تعقيداً عندما يتم ربط نتائج النماذج المناخية العالمية مع النماذج الهيدرولوجية، أو نماذج إدارة الموارد المائية بشكل عام على الصعيدين الوطني والإقليمي. لذلك فهناك ضرورة واضحة لإجراء تقييمٍ للتغيرات المناخية على مستوى المنطقة العربية ككل، مع وضع الخصائص الإقليمية المتعلقة بالموارد المائية بالحسبان.

إنّ حدود الأحواض الصبابة للأنهار، وحدود أحواض المياه الجوفية، لا تتطابق مع الحدود السياسية للدول، لذا فإن هذه الأحواض قد تكون مشتركة في أحيانٍ كثيرة بين عدة دول، لذلك فإن تقييم آثار تغير المناخ في الموارد المائية، التي تجرى على الصعيدين الوطني والإقليمي يجب أن تضع بالحسبان مصادر هذه الموارد المائية، حتى لو كانت واقعةً خارج حدود البلد المدروس.

لقد طالب الإعلان الوزاري العربي حول تغير المناخ، الذي اعتمده مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة في ديسمبر/ كانون الأول 2007، بتطوير ونشر منهجيات وأدوات تقييم آثار تغير المناخ، واقتراح تدابير للتكيف معها، تنسجم مع أهداف التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما صدر عن القمة العربية الاقتصادية والاجتماعية المنعقدة في الكويت عام 2009 القرار رقم 8/ د.ع (1) – ج 4/ تاريخ 2009/01/20، المتضمن تكليف المجلس الوزاري العربي للمياه بوضع استراتيجية للأمن المائي في المنطقة العربية، لمواجهة التحديات والمتطلبات المستقبلية للتنمية المستدامة، كما كلف القرار المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة – أكساد بإعداد الوثائق التفصيلية اللازمة للمشاركة الخمسة الرئيسية المنبثقة عن مشروع الإدارة المتكاملة للموارد المائية، الذي أقرته أيضاً القمة، كجزءٍ من الخطة التنفيذية للاستراتيجية، ومن ضمنها مشروع تأثير ظاهرة تغير المناخ في الموارد المائية المتاحة بالمنطقة العربية، وقد عُرضت هذه الوثائق بعد الانتهاء من إعدادها على المجلس الوزاري العربي للمياه الذي وافق عليها، وكُلف معالي الأمين العام للجامعة العربية بمتابعة تأمين التمويل المطلوب، لتنفيذ هذه المشاريع، بالتعاون مع المركز العربي – أكساد، عن طريق صناديق ومؤسسات التمويل العربية.

من جهةٍ ثانية أطلق مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة في ديسمبر/ كانون الأول 2009 مبادرة إقليمية عربية لتطوير ونشر منهجيات وأدوات لتقييم آثار تغير المناخ، واقتراح تدابير للتكيف معها، تنسجم مع أهداف التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة العربية، وبناءً على ذلك باشر المركز العربي – أكساد اتصالاته مع مؤسسات التمويل الدولية، والمنظمات الإقليمية والدولية، للبحث عن مصادر لتمويل مشروع لدراسة تأثير التغيرات المناخية في المنطقة العربية، وهو أحد المشاريع الخمسة التي أقرتها كما ذُكر سابقاً قمة الكويت الاقتصادية والاجتماعية، وقد استجابت في حينه الوكالة الكندية للتعاون الدولي (IDRC)، متعهدةً بتقديم تمويلٍ جزئي للمشروع، فبدأ المركز العربي بإعداد مسودة وثيقة المشروع وفقاً لمتطلبات الوكالة الكندية، إلا أن الوكالة انسحبت لاحقاً لنقص التمويل. لكن من جهةٍ أخرى أبدت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية

والاجتماعية لغرب آسيا (الاسكوا)، بعد اتصالاتٍ معها موافقتها على التعاون مع المركز العربي - أكساد، لتنفيذ هذا المشروع، وعليه قام الطرفان بإعداد وثيقة متكاملة للمشروع، والحصول على موافقة الوكالة السويدية للتنمية (SIDA)، على تمويله على أن يشارك في تنفيذه معهد الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا في السويد (SMHI). وقد انضم إليهم فيما بعد الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة/ المكتب الإقليمي لدول غرب آسيا (UNEP/ROWA)، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO)، وعُرض هذا المشروع بكافة مكوناته على المجلس الوزاري العربي للمياه عام 2010، الذي وافق على تنفيذه كجزءٍ من المبادرة العربية التي أطلقها مجلس الوزراء العرب المسؤولين عن شؤون البيئة، أو كأحد المشاريع الخمسة التي أقرتها القمة العربية الاقتصادية والاجتماعية في الكويت عام 2009.

تستند هذه الدراسة على أربع ركائز رئيسة هي:

- إجراء دراسة مرجعية.
- تحليل أثر تغير المناخ في المنطقة العربية، وتقييم حساسيتها لهذا التغير.
- زيادة الوعي، ونشر المعلومات ذات الصلة.
- بناء القدرات، وتعزيز المؤسسات.

وهي تستجيب لطلب الحكومات العربية بضرورة تقييم تأثير التغيرات المناخية في الموارد المائية العربية، من خلال العمل تحت مظلة جامعة الدول العربية، والمنظمات التابعة للأمم المتحدة، والاستفادة من تجربة معهد الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا السويدي في تطبيق النماذج المناخية الإقليمية، والنماذج الهيدرولوجية في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن خبرة المركز العربي - أكساد، والاسكوا، والفاو وGIZ، وUNEP، في بناء القدرات لجهة تقييم آثار تغير المناخ، والتكيف معه في قطاع المياه.

وإذ يؤكد المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد على أهمية النتائج التي توصلت إليها الدراسة، في المساعدة على اختيار الأساليب الناجعة للتكيف مع التغيرات المناخية الحالية والمستقبلية.

يتقدم بالشكر الجزيل لفريق العمل الذي تولى إنجاز الدراسة، ويأمل في الوقت ذاته أن تلقى نتائج الرعاية والدعم من الجهات ذات الصلة في الدول العربية، لإعداد سياسات التكيف الملائمة خدمةً للتنمية المنشودة.

والله وليُّ التوفيق،،،،

المدير العام

الدكتور رفيق علي صالح

فهرس المحتويات

1	المُلخَص
6	الفصل الأول
6	التغيرات الحالية في المُناخ
7	1-1-1 جغرافية المنطقة العربية:
7	1-1-1 العوامل المؤثرة في جغرافية المنطقة العربية:
8	2-1-1 الأقاليم الجغرافية في المنطقة العربية:
10	1-2 المُناخ في المنطقة العربية:
10	1-2-1 العوامل المؤثرة في مُناخ المنطقة العربية:
12	2-2-1 الأقاليم المُناخية في المنطقة العربية:
14	3-2-1 ظاهرة الاحتباس الحراري أو الدفينة:
15	4-2-1 العوامل الطبيعية التي تسهم في التغير المُناخي:
15	1-4-2-1 ظاهرة النينو
15	2-4-2-1 ظاهرة النينا
16	5-2-1 دور الإنسان في تغير المُناخ:
16	6-2-1 التغيرات المُناخية الحالية في المنطقة العربية:
17	1-6-2-1 المحطات المُناخية المدروسة:
17	1- محطة الرياض - السعودية:
17	2- محطة جدة - السعودية:
18	3- محطة مسقط - عُمان
19	4- محطة صنعاء - اليمن
20	5- محطة اللاذقية - سورية
20	6- محطة مطار بيروت - لبنان
21	7- محطة بغداد - العراق
22	8- محطة الرطبة - العراق
22	9- محطة الإسكندرية- مصر
23	10- محطة أسوان - مصر
23	11- محطة مرسى مطروح - مصر
24	12- محطة الخرطوم - السودان
25	13- محطة قرطاج - تونس
25	14- محطة جندوبة - تونس
26	15- محطة الرباط - المغرب
27	16- محطة مراكش - المغرب
27	17- محطة الدار البيضاء - المغرب
28	18- محطة مطار طرابلس - ليبيا
29	19- محطة سبها - ليبيا

29	20- محطة عنابة - الجزائر
30	21- محطة تمنراست – الجزائر
31	22- محطة نواكشوط - موريتانيا
31	1-2-6-2 التغيرات في درجات الحرارة:
31	1. في إقليم شبه الجزيرة العربية:
31	- محطة الرياض
34	- محطة جدة:
36	- محطة مسقط
38	2. في إقليم المشرق العربي:
38	- محطة اللاذقية
40	- محطة مطار بيروت
42	- محطة بغداد
44	- محطة الرطبة
46	3. في إقليم شمال شرق إفريقيا:
46	- محطة الإسكندرية
48	-محطة أسوان
51	- محطة مرسى مطروح:
53	- محطة الخرطوم
55	4. في إقليم جبال الأطلس:
55	- محطة الدار البيضاء:
57	- محطة الرباط:
58	- محطة عنابة:
61	- محطة قرطاج
62	5. في إقليم الصحراء الكبرى:
62	-محطة مطار طرابلس:
64	-محطة سبها:
67	- محطة تمنراست:
69	- محطة نواكشوط:
71	ملخص تغيرات درجة الحرارة الحالية:
72	1-2-7 التغيرات في الهطولات المطرية
72	1- في إقليم شبه الجزيرة العربية:
72	-محطة الرياض
74	-محطة جدة:
76	-محطة مسقط
78	-محطة صنعاء
79	2-في إقليم المشرق العربي:
79	-محطة اللاذقية

81	- محطة مطار بيروت:
83	- محطة بغداد:
85	- محطة الرطبة:
87	3-في إقليم شمال شرق إفريقيا:
87	-محطة الاسكندرية:
89	- محطة أسوان:
91	-محطة مرسى مطروح:
93	-محطة الخرطوم:
95	4-في إقليم جبال الأطلس:
95	-محطة عنابة:
97	- محطة قرطاج:
99	- محطة جندوبة:
102	- محطة الرباط:
103	- محطة مراكش:
105	- محطة دار البيضاء:
107	5- في إقليم الصحراء الكبرى:
107	- محطة مطار طرابلس:
109	- محطة تمراست:
111	- محطة سبها:
113	- محطة نواكشوط:
116	ملخص تغيرات الهطول المطري الحالية
118	الفصل الأول - المراجع:
120	مواقع تحميل البيانات المناخية:
121	الفصل الثاني
121	التغيرات المناخية المستقبلية
122	1-2 مقدمة:
122	2-2 النماذج المناخية العالمية
122	3-2 النماذج المناخية الإقليمية
123	4-2 سيناريوهات التغير المناخي
125	5-2 المجال المناخي العربي:
127	6-2 التغير المتوقع في درجات الحرارة
129	1-6-2 التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5
132	1-6-2-1 إقليم شبه الجزيرة العربية:
132	-فترة منتصف القرن ا (2046 - 2065):
133	- فترة نهاية القرن (2081 – 2100):
134	2-1-6-2 إقليم المشرق العربي:
134	-فترة منتصف القرن (2046 - 2065)

136	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
137	.....	3-1-6-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
137	.....	فترة منتصف القرن (2046 - 2065).
139	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100).
141	.....	4-1-6-2 إقليم القرن الإفريقي:
141	.....	فترة منتصف القرن (2046 - 2065)
143	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100):
144	.....	5-1-6-2 إقليم جبال الأطلس:
144	.....	فترة منتصف القرن (2046 - 2065)
146	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
148	.....	6-1-6-2 إقليم الصحراء الكبرى:
148	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065).
150	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
152	.....	2-6-2 التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5
154	.....	1-2-6-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:
154	.....	فترة منتصف القرن (2046 - 2065)
155	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100):
158	.....	2-2-6-2 إقليم المشرق العربي:
158	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065).
160	.....	فترة نهاية القرن (2081-2100):
162	.....	3-2-6-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
162	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065).
164	.....	فترة نهاية القرن (2081-2100)
167	.....	4-2-6-2 إقليم القرن الإفريقي :
167	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065):
168	.....	فترة نهاية القرن (2081-2100) :
170	.....	5-2-6-2 إقليم جبال الأطلس:
170	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065).
171	.....	فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
174	.....	6-2-6-2 إقليم الصحراء الكبرى:
174	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065).
176	.....	فترة نهاية القرن (2081-2100)
180	.....	ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في درجات الحرارة
181	.....	7-2 التغير المتوقع في الهطول المطري
181	.....	1-7-2 التغيرات المتوقعة في الهطول المطري وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5
183	.....	فترة منتصف القرن (2046-2065):
184	.....	فترة نهاية القرن (2081-2100):

185	1-1-7-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:
185	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
187	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
190	2-1-7-2 إقليم المشرق العربي:
190	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
193	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
196	3-1-7-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
196	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
199	-فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
202	4-1-7-2 إقليم القرن الإفريقي:
202	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
205	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
208	5-1-7-2 إقليم جبال الأطلس:
208	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
212	-فترة نهاية القرن (2081 - 2100)
214	6-1-7-2 إقليم الصحراء الكبرى:
214	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
217	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
220	2-7-2 التغيرات المتوقعة في الهطول المطري وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5
221	- فترة منتصف القرن (2046-2065):
222	- فترة نهاية القرن (2081- 2100):
224	1-2-7-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:
224	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
226	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
231	2-2-7-2 إقليم المشرق العربي:
231	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
234	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
238	3-2-7-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
238	-فترة منتصف القرن (2046 - 2065)
241	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
245	4-2-7-2 إقليم القرن الإفريقي:
245	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
247	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
252	5-2-7-2 إقليم جبال الأطلس:
252	-فترة منتصف القرن (2046- 2065)
254	-فترة نهاية القرن (2081- 2100)
258	6-2-7-2 إقليم الصحراء الكبرى:

258.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
261.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
265.....	ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في الهطولات المطرية
266.....	8-2 التغير المتوقع في الجريان السطحي
266.....	1-8-2 النمذجة الهيدرولوجية:
267.....	النموذج الهيدرولوجي (Hydrological Predictions for the Environment) HYPE model:
267.....	النموذج الهيدرولوجي (Variable Infiltration Capacity Macroscale) VIC model:
269.....	2-8-2 الموارد المائية السطحية:
269.....	1-2-8-2 نهر النيل:
270.....	2-8-2-2 نهرا دجلة والفرات:
270.....	2-8-2-3 الأودية الموسمية:
271.....	3-8-2 التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5
271.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
271.....	مجالات الزيادة:
272.....	مجالات النقصان:
272.....	-فترة منتصف القرن (2081-2100)
272.....	مجالات الزيادة:
273.....	مجالات النقصان:
274.....	1-3-8-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:
274.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
277.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
281.....	2-3-8-2 إقليم المشرق العربي:
281.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
283.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
286.....	3-3-8-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
286.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
289.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
292.....	4-3-8-2 إقليم القرن الإفريقي:
292.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
295.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
297.....	5-3-8-2 إقليم جبال الأطلس:
297.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
300.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
302.....	6-3-8-2 إقليم الصحراء الكبرى:
302.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
305.....	-فترة نهاية القرن (2081-2100)
308.....	4-8-2 التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5
309.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)
312.....	1-4-8-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:
312.....	-فترة منتصف القرن (2046-2065)

315.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
320.....	2-4-8-2 إقليم المشرق العربي:
320.....	-فترة منتصف القرن (2065-2046)
323.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
327.....	3-4-8-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:
327.....	-فترة منتصف القرن (2065-2046)
330.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
334.....	4-4-8-2 إقليم القرن الإفريقي:
334.....	-فترة منتصف القرن (2065-2046)
336.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
340.....	5-4-8-2 إقليم جبال الأطلس:
340.....	-فترة منتصف القرن (2065-2046)
343.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
347.....	6-4-8-2 إقليم الصحراء الكبرى:
347.....	-فترة منتصف القرن (2065-2046)
350.....	-فترة نهاية القرن (2100-2081)
355.....	ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في الجريان السطحي
356.....	الفصل الثاني - المراجع:
357.....	النتائج

فهرس الأشكال

9.....	الشكل (1.1) الأقاليم الجغرافية الرئيسية في المنطقة العربية
14.....	الشكل (2.1) الأقاليم المناخية الرئيسية في المنطقة العربية
16.....	الشكل (3.1) المحطات المناخية المدروسة في المنطقة العربية
2015-1952	الشكل (4.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 2015-1952
33.....	.....
33.....	الشكل (5.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 2015-1952
35.....	الشكل (6.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 2016-1951
36.....	الشكل (7.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 2016-1951
37.....	الشكل (8.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مسقط للفترة 2016-1970
38.....	الشكل (9.1) اختبار التجانس لمعدل درجة الحرارة السنوي وخط المنحى له لمحطة مسقط للفترة 2016-1970
38.....	الشكل (10.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة السنوي، وخط المنحى له لمحطة اللاذقية للفترة 2015-1968
39.....	.....
40.....	الشكل (11.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة اللاذقية للفترة 2015-1968
41.....	الشكل (12.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مطار بيروت للفترة 1970-
41.....	2016
42.....	الشكل (13.1) اختبار التجانس للمعدل لدرجة الحرارة السنوي وخط المنحى له لمحطة مطار بيروت للفترة 2016-1970

- الشكل (14.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة بغداد للفترة 1970-2014 43
- الشكل (15.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة بغداد للفترة 1970-2014..... 44
- الشكل (16.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الرطبة للفترة 1971-2008 45.....
- الشكل (17.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة الرطبة للفترة 1971-2008..... 46
- الشكل (18.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الإسكندرية للفترة 1945- 47..... 2016
- الشكل (19.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الإسكندرية للفترة 1945-2016..... 48
- الشكل (20.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 1925-2016 50.....
- الشكل (21.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 1925-2016..... 50
- الشكل (22.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 1951-2016..... 52
- الشكل (23.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 1951-2016..... 52
- الشكل (24.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 1925- 54..... 2016
- الشكل (25.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 1925-2016..... 54
- الشكل (26.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الدار البيضاء للفترة 1924- 56..... 2016
- الشكل (27.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة الدار البيضاء للفترة 1924-2016..... 56
- الشكل (28.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الرباط للفترة 1966-2016 58.....
- الشكل (29.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة الرباط للفترة 1966-2016..... 58
- الشكل (30.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة عنابة للفترة 1951-2016 60.....
- الشكل (31.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة عنابة للفترة 1951-2016..... 60
- الشكل (32.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة قرطاج للفترة 1925-2016 62.....
- الشكل (33.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة قرطاج للفترة 1925-2016..... 62
- الشكل (34.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مطار طرابلس للفترة 1944-2013..... 64
- الشكل (35.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة مطار طرابلس للفترة 1944-2013..... 64
- الشكل (36.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة سبها للفترة 1947-2013 66.....
- الشكل (37.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة سبها للفترة 1947-2013..... 66
- الشكل (38.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة تمنراست للفترة 1951-2016 68.....
- الشكل (39.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة تمنراست للفترة 1951-2016..... 68
- الشكل (40.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة نواكشوط للفترة 1970- 70..... 2015
- الشكل (41.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة نواكشوط للفترة 1970-2015..... 70

- الشكل (41.1) تصنيف المحطات المناخية حسب تزايد درجات الحرارة..... 71
- الشكل (42.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 1964-2014. 73
- الشكل (43.1) اختبار التجانس للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 1964-2014..... 73
- الشكل (44.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 1970-2014 75.....
- الشكل (45.1) اختبار التجانس للمجموع السنوي للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 1970-2014..... 75
- الشكل (46.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مسقط – عُمان للفترة (1893 - 2011)..... 77
- الشكل (47.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مسقط للفترة (1893 – 2011)..... 77
- الشكل (48.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة صنعاء للفترة 1963-2012.. 78
- الشكل (49.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة صنعاء للفترة 1963-2012..... 79
- الشكل (50.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة اللاذقية -سورية للفترة 1966- 2015..... 80
- الشكل (51.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1966-2015..... 81
- الشكل (52.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مطار بيروت -لبنان للفترة 1949-2015..... 82
- الشكل (53.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مطار بيروت-لبنان للفترة 1949-2015..... 83
- الشكل (54.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة بغداد للفترة 1961-2010..... 84
- الشكل (55.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة بغداد للفترة 1961-2010..... 85
- الشكل (56.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحى له لمحطة الرطبة للفترة 1928-2007.... 86
- الشكل (57.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الرطبة للفترة 1928-2007..... 86
- الشكل (58.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الاسكندرية للفترة 1958-2016 88.....
- الشكل (59.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الاسكندرية للفترة 1958-2016..... 88
- الشكل (60.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 1957-2016.. 90
- الشكل (61.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة أسوان للفترة 1957-2016..... 90
- الشكل (62.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 1949- 2013..... 92
- الشكل (63.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 1949-2013..... 92
- الشكل (64.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 1960-2015 94
- الشكل (65.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الخرطوم للفترة 1960-2015..... 94
- الشكل (66.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة عنابه للفترة 1961-2016.... 96
- الشكل (67.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة عنابه للفترة 1961-2016..... 96
- الشكل (68.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحى له لمحطة قرطاج للفترة 1960-2016.... 98
- الشكل (69.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة قرطاج للفترة 1960-2016..... 99
- الشكل (70.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة جندوبة للفترة 1910-2005 101
- الشكل (71.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة جندوبة للفترة 1910-2005..... 101
- الشكل (72.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للهطول المطري، وخط المنحى له لمحطة الرباط للفترة 1961- 2016..... 102
- الشكل (73.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الرباط للفترة 1961-2016..... 103

- الشكل (74.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مراكش للفترة 1961-2016 104
- الشكل (75.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مراكش للفترة 1961-2016..... 105
- الشكل (76.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الدار البيضاء للفترة 1962-2016 106.....
- الشكل (77.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الدار البيضاء للفترة 1962-2016..... 107
- الشكل (78.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مطار طرابلس للفترة 1940- 2010..... 108
- الشكل (79.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 1940-2010..... 109
- الشكل (80.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة تمنراست- للفترة 1961-2013 110.....
- الشكل (81.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة تمنراست للفترة 1961-2013..... 111
- الشكل (82.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة سبها للفترة 1970-2013... 112
- الشكل (83.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة سبها للفترة 1970-2013..... 113
- الشكل (84.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحى له لمحطة نواكشوط للفترة 1977-2015 114
- الشكل (85.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة نواكشوط للفترة 1977-2015..... 115
- الشكل (1.2) سيناريوهات الانبعاثات الغازية..... 125
- الشكل (2.2) المجال المناخي العربي..... 126
- الشكل (3.2) مخطط حساب متوسط المتحولات المناخية المختلفة..... 127
- الشكل (4.2) توزع مجالات معدل درجات الحرارة السنوية في المنطقة العربية خلال الفترة المرجعية الممتدة من 1986 حتى 2005 128.....
- الشكل (5.2) التغير في متوسط درجات الحرارة في المنطقة العربية خلال الفترة 2046- 2065 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 4.5..... 131
- الشكل (6.2) التغير في متوسط درجات الحرارة في المنطقة العربية خلال الفترة 2081- 2100 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 4.5..... 131
- الشكل (7.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجات الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية..... 132
- الشكل (8.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية..... 134
- الشكل (9.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم المشرق العربي..... 135
- الشكل (10.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم المشرق العربي..... 137
- الشكل (11.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا..... 138
- الشكل (12.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا..... 140
- الشكل (13.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجات الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم القرن الإفريقي..... 142
- الشكل (14.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم القرن الإفريقي..... 144

الشكل (15.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم جبال الأطلس.....	145
الشكل (16.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم جبال الأطلس.....	148
الشكل (17.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم الصحراء الكبرى.....	150
الشكل (18.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم الصحراء الكبرى.....	152
الشكل (19.2) التغير في متوسط درجات الحرارة خلال الفترة 2046-2065 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 8.5.....	153
الشكل (20.2) التغير في متوسط درجات الحرارة خلال الفترة 2081-2100 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 8.5.....	153
الشكل (21.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.....	155
الشكل (22.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.....	157
الشكل (23.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة خلال فترة منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 في إقليم المشرق العربي.....	159
الشكل (24.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة خلال فترة نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم المشرق العربي.....	161
الشكل (25.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.....	163
الشكل (26.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.....	166
الشكل (27.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم القرن الإفريقي.....	168
الشكل (28.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم القرن الإفريقي.....	169
الشكل (29.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم جبال الأطلس.....	171
الشكل (30.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم جبال الأطلس.....	173
الشكل (31.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم الصحراء الكبرى.....	176
الشكل (32.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم الصحراء الكبرى.....	178
الشكل (33.2) مجالات التغير المتوقع في متوسط الهطول السنوي خلال فترة منتصف القرن (2046-2065) مقارنة مع فترة الأساس (1986 – 2005) وفقاً للسيناريو RCP 4.5.....	182
الشكل (34.2) مجالات التغير المتوقع في متوسط الهطول السنوي خلال فترة نهاية القرن (2081-2100) مقارنة مع فترة الأساس (1986 – 2005) وفقاً للسيناريو RCP 4.5.....	183

- الشكل (55.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 205
- الشكل (56.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن..... 206
- الشكل (57.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 207
- الشكل (58.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 208
- الشكل (59.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 209
- الشكل (60.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 210
- الشكل (61.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 211
- الشكل (62.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 212
- الشكل (63.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 213
- الشكل (64.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 214
- الشكل (65.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 215
- الشكل (66.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 216
- الشكل (67.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 217
- الشكل (68.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 218
- الشكل (69.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 219
- الشكل (70.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 220
- الشكل (71.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الهطول المطري في المنطقة العربية وفقاً للسيناريو المرتفع RCP 8.5 لفترة منتصف القرن..... 223
- الشكل (72.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الهطول المطري في المنطقة العربية وفقاً للسيناريو المرتفع RCP 8.5 لفترة نهاية القرن..... 223
- الشكل (73.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن..... 224
- الشكل (74.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن..... 225

- الشكل (95.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 249
- الشكل (96.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 250
- الشكل (97.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن. 252
- الشكل (98.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن. 254
- الشكل (99.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن. 255
- الشكل (100.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 256
- الشكل (101.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن. 258
- الشكل (102.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن. 259
- الشكل (103.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن. 260
- الشكل (104.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن. 261
- الشكل (105.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 262
- الشكل (106.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 263
- الشكل (107.2) العمليات الهيدرولوجية الرئيسية في النموذج الهيدرولوجي HYPE. 267
- الشكل (108.2) العمليات الهيدرولوجية الرئيسية في النموذج الهيدرولوجي VIC. 268
- الشكل (109.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 لفترة منتصف القرن. 273
- الشكل (110.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 لفترة نهاية القرن. 274
- الشكل (111.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن. 275
- الشكل (112.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن. 276
- الشكل (113.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن. 277
- الشكل (114.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن. 278
- الشكل (115.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن. 279

- الشكل (136.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 300
- الشكل (137.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن..... 301
- الشكل (138.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 302
- الشكل (139.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن..... 303
- الشكل (140.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 304
- الشكل (141.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن..... 305
- الشكل (142.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن..... 306
- الشكل (143.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 307
- الشكل (144.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن..... 308
- الشكل (145.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 8.5 لفترة منتصف القرن..... 311
- الشكل (146.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 8.5 لفترة نهاية القرن..... 312
- الشكل (147.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن..... 313
- الشكل (148.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن..... 314
- الشكل (149.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن..... 315
- الشكل (150.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن..... 316
- الشكل (151.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن..... 317
- الشكل (152.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن..... 318
- الشكل (153.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن..... 320
- الشكل (154.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن..... 321
- الشكل (155.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن..... 322

- الشكل (176.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن. 347
- الشكل (177.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن. 349
- الشكل (178.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن. 350
- الشكل (179.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن. 351
- الشكل (180.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 352
- الشكل (181.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن. 353

فهرس الجداول

15	الجدول (1.1) غازات الدفيئة.....
26	الجدول (2.1) الهطول المطري في معتمديات ولاية جندوبة – تونس
32	الجدول (3.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرياض للفترة 1952-2015 (درجة مئوية)
34	الجدول (4.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة جدة للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)
36	الجدول (5.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مسقط للفترة 1970-2016 (درجة مئوية)
38	الجدول (6.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1968-2015 (درجة مئوية)
40	الجدول (7.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار بيروت للفترة 1970-2016 (درجة مئوية)
42	الجدول (8.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة بغداد للفترة 1970-2014 (درجة مئوية)
44	الجدول (9.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرطبة للفترة 1971-2008 (درجة مئوية)
46	الجدول (10.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الإسكندرية للفترة 1945-2016 (درجة مئوية)
49	الجدول (11.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة أسوان للفترة 1925-2016 (درجة مئوية)
51	الجدول (12.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)
53	الجدول (13.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الخرطوم للفترة 1925-2016 (درجة مئوية)
55	الجدول (14.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الدار البيضاء للفترة 1924-2016 (درجة مئوية)
57	الجدول (15.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرباط للفترة 1966-2016 (درجة مئوية)
59	الجدول (16.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة عنابة للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)
61	الجدول (17.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة قرطاج للفترة 1925-2016 (درجة مئوية)
63	الجدول (18.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 1944-2013 (درجة مئوية)
65	الجدول (19.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة سبها للفترة 1947-2013 (درجة مئوية)
67	الجدول (20.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة تمنراست للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)
69	الجدول (21.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة نواكشوط للفترة 1970-2015 (درجة مئوية)
72	الجدول (22.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرياض للفترة 1964-2014 (ملم)
74	الجدول (23.1) الهطول المطري السنوي لمحطة جده للفترة 1970-2014 (ملم)
76	الجدول (24.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مسقط للفترة 1893-2011 (ملم)
78	الجدول (25.1) الهطول المطري السنوي لمحطة صنعاء للفترة 1963-2012 (ملم)
79	الجدول (26.1) الهطول المطري السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1966-2015 (ملم)
81	الجدول (27.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مطار بيروت للفترة 1949-2015 (ملم)
83	الجدول (28.1) الهطول المطري السنوي لمحطة بغداد للفترة 1961-2010 (ملم)
85	الجدول (29.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرطبة للفترة 1928-2007 (ملم)
87	الجدول (30.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الاسكندرية للفترة 1958-2016 (ملم)
89	الجدول (30.1) الهطول المطري السنوي لمحطة أسوان للفترة 1957-2016 (ملم)
91	الجدول (32.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 1949-2013 (ملم)
95	الجدول (34.1) الهطول المطري السنوي لمحطة عنابه للفترة 1961-2016 (ملم)
97	الجدول (35.1) الهطول المطري السنوي لمحطة قرطاج للفترة 1960-2016 (ملم)
100	الجدول (36.1) المجموع السنوي للهطول المطري لمحطة جندوبة للفترة 1910-2005 (ملم)
102	الجدول (37.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرباط للفترة 1961-2016 (ملم)
103	الجدول (38.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مراكش للفترة 1961-2016 (ملم)
105	الجدول (39.1) الهطول المطري السنوي لمحطة دار البيضاء للفترة 1962-2016 (ملم)
107	الجدول (40.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 1940-2010 (ملم)
109	الجدول (41.1) الهطول المطري السنوي لمحطة تمنراست للفترة 1961-2013 (ملم)
111	الجدول (42.1) الهطول المطري السنوي لمحطة سبها، للفترة 1970-2013 (ملم)
113	الجدول (43.1) المجموع السنوي الهطول المطري لمحطة نواكشوط للفترة 1977-2015 (ملم)
124	الجدول (1.2) قوة التأثير الإشعاعي، وتركيز CO2 المكافئ في الغلاف الجوي وفق السيناريوهات المختلفة

المُلخَص

أصبحت مسألة استمرار تغير المناخ أمراً حتمياً تدلّ عليه سجلات الرصد المناخي والبيئي في مختلف أنحاء العالم، ويُعدّ تغير المناخ واحداً من أهم التحديات الرئيسية التي تواجه التنمية المستدامة في المنطقة العربية. حيث سيكون له انعكاسات سلبية على العديد من القطاعات الاقتصادية، مثل انخفاض الإنتاج الزراعي وتراجع الغطاء النباتي، وفقدان التنوع الحيوي، والنقص في القدرة على تأمين الغذاء والماء.

يمكن تجنب العديد من آثار تغير المناخ في البيئة والموارد الطبيعية، والنظم الاقتصادية والزراعية القائمة، وذلك بالاستعداد لإدارة مخاطر التغيرات المناخية، والجفاف عن طريق اتخاذ إجراءات رصد وتقييم التأثير، والقيام بإجراءات التكيف لمجابهة المخاطر المحتملة.

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التغيرات المناخية الحالية والمستقبلية في المنطقة العربية، وتحديد آثار هذه التغيرات في الموارد المائية المتاحة فيها. وبناءً عليه حُلّت في البداية بيانات الحرارة والأمطار المقيسة خلال الخمسين سنة الماضية لتحديد نمط التغيرات المناخية التي حصلت فعلاً خلال هذه الفترة. بعد ذلك استُخدم النموذج المناخي الإقليمي RCA4 (Rossby Centre Regional Atmospheric Model) المُعدّ من قبل باحثي المناخ في معهد الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا السويدي (SMHI)، لتحديد التغيرات المناخية المستقبلية عند نهاية القرن الحالي، باستخدام سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفع RCP8.5، وسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5. وقد تمّ الحصول على هذه النتائج لكامل المجال العربي بتباعد مكاني (Resolution) قدره 50 كم.

ومن أجل تحديد أثر التغيرات المناخية في الموارد المائية، أُستعمل النموذجان الهيدرولوجيان HYPE وVIC لتقدير التغير في الجريان السطحي والتبخر-النتح لغاية عام 2100، حيث استُخدمت نتائج النماذج المناخية كمدخلات للنماذج الهيدرولوجية.

يمكن تلخيص أهم نتائج هذه الدراسة بما يأتي:

التغيرات المناخية الحالية

لدراسة التغيرات المناخية الحالية في المنطقة العربية حُلَّت القياسات الفعلية لدرجات الحرارة والهطول المطري والاتجاه العام لهما خلال الفترة الماضية لـ 22 محطة مُناخية، موزعةً في الأقاليم الجغرافية الرئيسية في المنطقة العربية فكانت النتائج كما يأتي:

التغيرات في درجات الحرارة

دلت نتائج تحليل البيانات المقيسة لدرجات الحرارة خلال الفترة المدروسة أن المناخ في المنطقة العربية **بدأ بالتغير فعلاً**. فقد بينت النتائج أن جميع المحطات المدروسة شهدت زيادة معنوية في درجات الحرارة وفقاً لاختبار مان كندل عند مستوى ثقة يساوي 0.05، وبلغ متوسط معدل الزيادة في درجات الحرارة 0.30 درجة مئوية/العقد، وكانت أعلى معدلات لزيادة درجات الحرارة في محطات الرطبة (0.81 درجة مئوية/العقد)، ومحطة بغداد (0.57 درجة مئوية/العقد) ومحطة بيروت (0.54 درجة مئوية/العقد)، والرياض (0.50 درجة مئوية/العقد)، ومسقط (0.45 درجة مئوية/العقد)، ونواكشوط (0.43 درجة مئوية/العقد). بينما كان أقل معدل لزيادة درجات الحرارة في محطات الإسكندرية (0.09 درجة مئوية/العقد)، وجدة (0.11 درجة مئوية/العقد)، والدار البيضاء وأسوان (0.15 درجة مئوية/العقد)، وعنابة وطرابلس (0.17 درجة مئوية/العقد). بالنسبة للأقاليم الجغرافية المدروسة، بلغ متوسط معدل الزيادة في درجات الحرارة 0.35، 0.18، 0.28، و 0.16 درجة مئوية/العقد في أقاليم المشرق العربي، وشبه الجزيرة العربية، والصحراء الكبرى، وجبال الأطلس، وشمال شرق إفريقيا، على التوالي.

التغيرات في الهطول المطري

حُلَّت بيانات الهطول المطري السنوي في 22 محطة مُناخية موزعةً في الأقاليم الجغرافية المختلفة للمنطقة العربية، وقد بينت النتائج أن التناقص في ثلاث محطات مدروسة كان معنوياً (significant) وفقاً لاختبار مان كندل (عند مستوى ثقة 0.05)، وهي محطة مطار طرابلس (-17.9 ملم/العقد)، ومحطة بغداد (-14.3 ملم/العقد)، ومحطة مرسى مطروح (-7.4 ملم/العقد). أما المحطة الوحيدة، التي شهدت تزايداً في مجموع الهطول المطري السنوي، وكان هذا التزايد معنوياً (significant) وفقاً لاختبار مان كندل (عند مستوى ثقة 0.05)، فهي محطة نواكشوط (+20.9 ملم/العقد).

أما باقي المحطات فلم تشهد تغيراً واضحاً باتجاه التناقص أو التزايد.

بالنسبة للأقاليم الجغرافية المدروسة، يمكن القول بشكل عام إن المناطق الشمالية من إقليم شمال شرق إفريقيا وإقليم الصحراء الكبرى شهدت تناقصاً في الهطولات المطرية، وكذلك إقليم المشرق العربي، أما المناطق الجنوبية من أقاليم الصحراء الكبرى فشهدت زيادة في الهطولات المطرية. وبالنسبة لأقاليم شبه الجزيرة العربية وجبال الأطلس، فلم تشهد تغيراً ملحوظاً في الهطول المطري.

التغيرات المستقبلية المتوقعة في درجات الحرارة

دلّت نتائج النماذج المناخية بشكلٍ عام على ارتفاع متوقع في درجات الحرارة في كامل المنطقة العربية. في أفضل تقدير، ومع إتباع نظم جيدة للتخفيف من الانبعاثات الغازية وفقاً لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5، من المتوقع أن تبلغ الزيادة في درجة الحرارة 1.48 درجة مئوية في فترة منتصف القرن (2046 - 2065)، وبحدود 1.90 درجة مئوية مع نهاية هذا القرن (2081 - 2100). في أسوأ السيناريوهات التي لا تُتخذ فيها تدابير وإجراءات أكثر مما هو جارٍ حالياً لتقليل الانبعاثات الغازية، من المتوقع أن يصل ارتفاع درجة الحرارة 2.15 درجة مئوية خلال فترة منتصف القرن، و 4.03 درجة مئوية مع نهايته.

أكثر المناطق تأثراً بارتفاع درجات الحرارة هي إقليم شمال شرق إفريقيا، حيث إنّه من المتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى زيادة درجات الحرارة فيها بمقدار 2.07 درجة مئوية، و 2.63 درجة مئوية في فترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي من أجل سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5، كما أنه من المتوقع وفقاً للنماذج المناخية أن ترتفع درجات الحرارة فيها بمقدار 2.90 درجة مئوية، و 5.46 درجة مئوية في فترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي، من أجل سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5.

يمكن توضيح الزيادة في درجات الحرارة في أهم المناطق كما يأتي:

التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة (درجة مئوية)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+4.95.+2.90]	[+2.58.+1.52]	[+2.47.+1.40]	[+1.88.+1.08]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+4.99.+2.67]	[+2.77.+1.38]	[+2.49.+1.27]	[+1.96.+0.99]	إقليم المشرق العربي
[+5.46.+2.99]	[+2.90.+1.60]	[+2.63.+1.45]	[+2.07.+1.05]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+5.01.+2.62]	[+2.61.+1.38]	[+2.50.+1.26]	[+1.90.+0.96]	إقليم القرن الإفريقي
[+5.02.+2.78]	[+2.63.+1.45]	[+2.31.+1.25]	[+1.80.+0.98]	إقليم جبال الأطلس
[+5.21.+3.08]	[+2.80.+1.66]	[+2.55.+1.44]	[+1.98.+1.00]	إقليم الصحراء الكبرى

التغيرات المستقبلية المتوقعة في الهطولات المطرية

دلت نتائج النماذج المناخية أنه في فترة منتصف القرن سيتعرض نحو 47% من مساحة المنطقة العربية لتناقص في متوسط الهطول المطري السنوي، بينما ستعرض نسبة 53% منها إلى زيادة في قيم متوسط الهطولات المطرية السنوية. أما في فترة نهاية القرن فستبلغ المساحة التي ستعرض لتناقص في متوسط الهطول المطري السنوي نسبة 41%، والمساحة التي ستعرض إلى زيادة في قيم متوسط الهطولات المطرية السنوية ستبلغ نسبتها 59% من مساحة المنطقة العربية.

كما وُجد أن قيم التغير في متوسط الهطول المطري تختلف من حيث التزايد أو التناقص حسب الموقع الجغرافي، فتركز المناطق التي سيحصل فيها انخفاض في الهطولات المطرية في شرق وجنوب البحر الأبيض المتوسط وشرق البحر الأحمر وأعلى نهر النيل وسلسلة جبال الأطلس ووسط شبه الجزيرة العربية.

بينما تتركز المناطق التي سيحصل فيها تزايد في الهطول المطري في جنوب موريتانيا وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية والقرن الإفريقي (جيبوتي والصومال) وجبال الأحجار في جنوب الجزائر وجنوب سرت في ليبيا. أما بالنسبة لحوضي نهري دجله والفرات فمن المتوقع أن يشهدا تزايداً في الهطول المطري بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5 في فترتي منتصف ونهاية القرن، أما بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5، فمن المتوقع أن يتناقص الهطول المطري في الحوضين المذكورين.

يمكن توضيح التغير في الهطولات المطرية في أهم المناطق كما يأتي:

التغيرات المتوقعة في الهطولات المطرية (ملم/السنة)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+100.-118]	[+64.-67]	[+112.-85]	[+53.-103]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+51.-168]	[+35.-65]	[+40.-52]	[+74.-28]	إقليم المشرق العربي
[+165.-120]	[+73.-79]	[+64.-93]	[+44.-102]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+186.-30]	[+106.-39]	[+141.-25]	[+106.-38]	إقليم القرن الإفريقي
[-1.-337]	[+4.-177]	[+18.-164]	[+8.-149]	إقليم جبال الأطلس
[+94.-62]	[+57.-41]	[+57.-30]	[+54.-42]	إقليم الصحراء الكبرى

التغيرات المستقبلية المتوقعة في الجريان السطحي

دلت نتائج النماذج المناخية أن قيم التغير المتوقع في قيم الجريان السطحي تختلف من حيث التزايد أو التناقص حسب الموقع الجغرافي، فتركز المناطق التي سيحصل فيها انخفاض في الجريانات السطحية في شرق البحر الأبيض المتوسط وجبال اليمن وعسير وأعلى نهر النيل وسلسلة جبال الأطلس والجبل الأخضر في ليبيا. بينما تتركز المناطق التي سيحصل فيها تزايد في الجريان السطحي في جنوب موريتانيا وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية والقرن الإفريقي (جيبوتي والصومال) وجبال الأحجار في جنوب الجزائر والسفوح الجنوبية لجبال الأطلس. أما بالنسبة لحوضي نهري دجلة والفرات، فمن المتوقع أن يشهدا تزايداً في الجريان السطحي بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5 في فترتي منتصف القرن ونهاية القرن، أما بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5، فمن المتوقع أن يتناقص الجريان السطحي في الحوضين المذكورين.

يمكن توضيح التغير في الجريان السطحي في أهم المناطق كما يأتي:

التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي (مم/السنة)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+526.-347]	[+59.-26]	[+65.-29]	[+38.-37]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+406.-155]	[+32.-61]	[+40.0]	[+50.-23]	إقليم المشرق العربي
[+99.-84]	[+42.-50]	[+34.-57]	[+28.-53]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+76.-3]	[+46.-12]	[+68.-3]	[+45.-7]	إقليم القرن الإفريقي
[+10.-253]	[+97.-143]	[+19.-118]	[+20.-118]	إقليم جبال الأطلس
[+66.-29]	[+59.-20]	[+42.-7]	[+54. 0]	إقليم الصحراء الكبرى

الفصل الأول
التغيرات الحالية في المناخ

1-1- جغرافية المنطقة العربية:

1-1-1 العوامل المؤثرة في جغرافية المنطقة العربية:

تتوسط أراضي المنطقة العربية قارات آسيا، وإفريقيا، وأوروبا، وتشغل مساحة تبلغ نحو 13.15 مليون كم²، تحدها من الشمال الشواطئ الجنوبية والشرقية للبحر المتوسط، ومن الغرب المحيط الأطلسي، ومن الشرق الخليج العربي، ومن الجنوب المحيط الهندي والصحراء الكبرى، وتقع المنطقة العربية فلكياً بين دائرتي العرض 2 جنوباً و38 شمالاً، وبين خطي الطول 16 غرباً و60 شرقاً.

أراضي المنطقة العربية بصورة عامة منبسطة، وتنتشر فيها الصحاري الشاسعة اعتباراً من سواحل المحيط الأطلسي وحتى البحر الأحمر، وتشمل الصحراء الموريتانية والجزائرية والليبية، والصحراء الغربية والنوبية في مصر والسودان، كما أن صحراء النفوذ والربع الخالي تمثل امتداداً لهذا الحزام الصحراوي حتى الخليج العربي، وتحتل هذه المناطق المنبسطة نحو 80% من المساحة الإجمالية، ولا يقطع انبساطها ورتابتها سوى عدد محدود من المرتفعات الجبلية، التي تشمل جبال الأهمقار 3300 متر فوق سطح البحر في جنوبي الجزائر، وتيبستي 3265 متر فوق سطح البحر في الجنوب الليبي، وجبل العوينات 1892 متر فوق سطح البحر في المنطقة الحدودية المشتركة، بين مصر وليبيا والسودان، ومرتفعات دارفور 3071 متر فوق سطح البحر، وكردفان 1460 متر فوق سطح البحر في السودان.

وكثيراً ما تشكل السلاسل الجبلية حدوداً للصحاري والمناطق المنبسطة، وتمتد هذه السلاسل محاذية لسواحل البحر المتوسط والبحر الأحمر، وغالباً ما تكون منتظمة في سلسلتين رئيسيتين، ساحلية وداخلية، تحصر بينها أودية واسعة أو هضاباً ضيقة، ويتوسطها أنهار رئيسية كنهري العاصي والأردن في المشرق العربي، ونهري المجردة والشليف في المغرب. ومن هذه السلاسل جبال الأطلس، التي تحتل الركن الشمالي الغربي من المنطقة العربية، ويصل أعلى ارتفاع فيها إلى 4165 متر فوق سطح البحر (قمة طبقال)، وفي الشرق تمتد الجبال على طول الانهدام العربي الإفريقي، كسلسلتي جبال لبنان الغربية والشرقية، حيث ترتفع السلسلة الغربية إلى 3088 متر فوق سطح البحر (قمة القرنة السوداء)، والشرقية إلى 2814 متر فوق سطح البحر (قمة جبل الشيخ)، وهناك أيضاً جبال أخرى، منها سلسلة جبال طوروس كيليكية 3734 متر فوق سطح البحر، وجبال روست في شمالي العراق 3607 متر فوق سطح البحر.

وفي شبه الجزيرة العربية تمتد المرتفعات الجبلية على طول ساحل البحر الأحمر مشكلة سلسلة جبال الحجاز وعسير التي تكون الدرع العربي، ويزداد ارتفاع هذه السلسلة باتجاه الجنوب، حيث يصل إلى 3050 متراً فوق سطح البحر في عسير، وإلى 3700 متر فوق سطح البحر في اليمن (جبل شعيب).

واعتباراً من مضيق باب المندب يتغير اتجاه الجبال الساحلية، لتصبح محاذيةً لسواحل بحر العرب، وتأخذ اتجاه شرق- غرب في اليمن.

وعلى الساحل الغربي للبحر الأحمر تمتد عبر كلٍ من مصر والسودان سلسلة مناظرة لسلسلة جبال الحجاز وعسير تنحصر بين وادي النيل غرباً والبحر الأحمر شرقاً، ويزداد ارتفاعها باتجاه الجنوب ليصل إلى قرابة 2200 متر فوق سطح البحر، وتُعد مرتفعات الصومال امتداداً للهضبة الحبشية، وهي تنحدر نحو الشرق لتنتهي بسهولٍ ساحلية ضيقة عند خليج عدن.

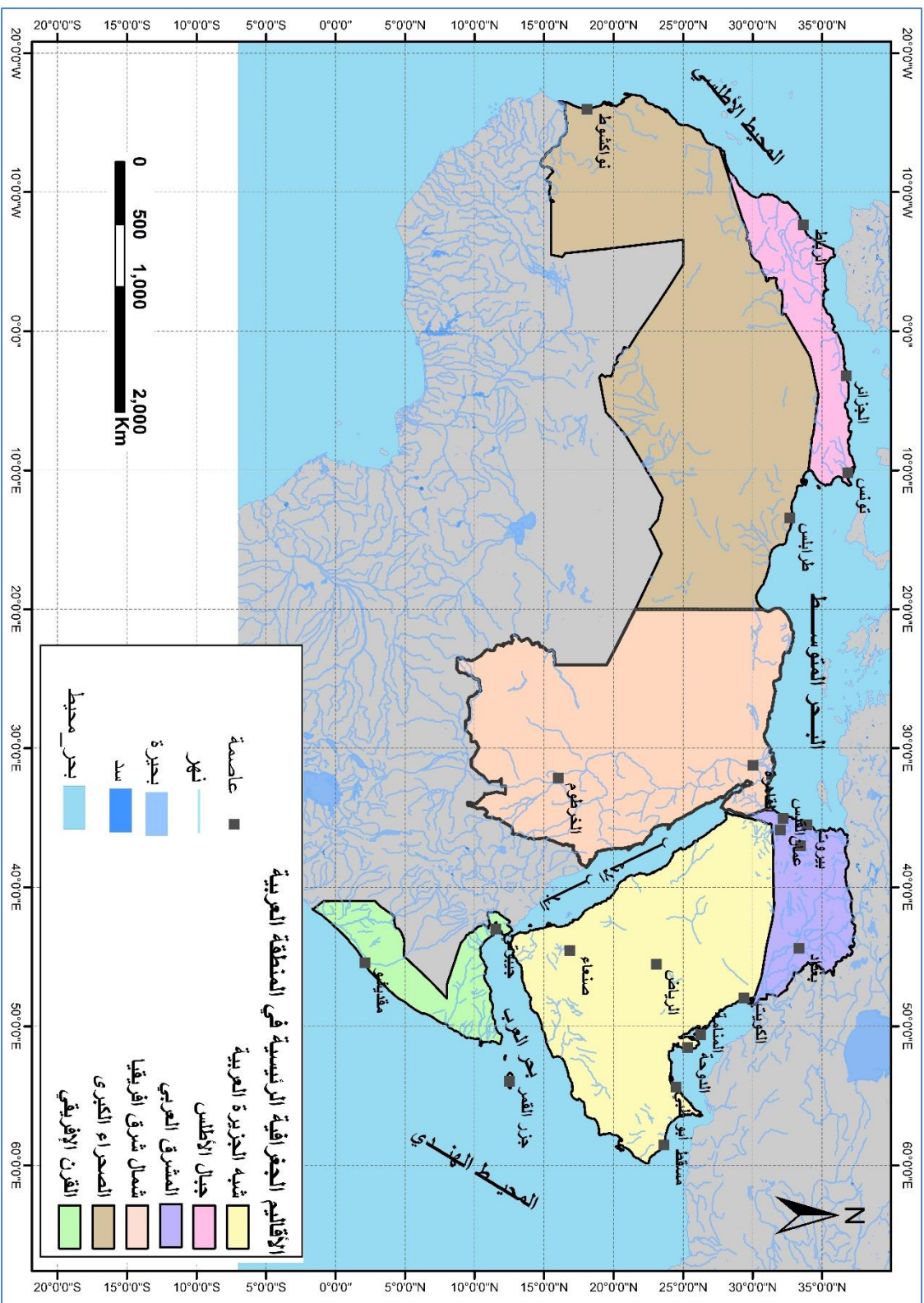
وفي أقصى الشرق تمتد سلسلة من الجبال ممثلة بجبال عُمان وزاغروس، وتُراوح ارتفاعاتها بين 3100 متر فوق سطح البحر في عُمان (الجبل الأخضر)، و3460 متر فوق سطح البحر في العراق.

أما سهول المنطقة العربية فتُصادف في أحواض الأنهار الرئيسية والأودية والأغوار وسفوح الجبال وشواطئ البحار، وغالباً ما تكون هذه الأخيرة ضيقةً، وتتسع أحياناً عندما تبتعد الجبال الساحلية عن الشواطئ، مثل السهول الساحلية في سورية ولبنان والجزائر والمغرب وتونس، وتتميز هذه السهول بخصوبتها، وهي تعتمد على الأمطار المتساقطة عليها مباشرة (سورية، لبنان، الجزائر،...) أو على الأمطار المتساقطة على الجبال المطلة عليها مثل سهول تهامة والباطنة.

2-1-1 الأقاليم الجغرافية في المنطقة العربية:

يمكن استناداً على الأوضاع الجغرافية الموصوفة أعلاه، والأوضاع المناخية السائدة في المنطقة العربية توزيع هذه المنطقة إلى عدة أقاليم (الشكل 1.1)، هي:

1. إقليم شبه الجزيرة العربية.
2. إقليم المشرق العربي.
3. إقليم شمال شرق إفريقيا.
4. إقليم القرن الإفريقي.
5. إقليم جبال الأطلس.
6. إقليم الصحراء الكبرى.



الشكل (1.1) الأقاليم الجغرافية الرئيسية في المنطقة العربية

2-1 المناخ في المنطقة العربية:

أسهم الامتداد الكبير للمنطقة العربية على درجات العرض، في تنوع مناخه وتمايز غطائه النباتي، ويمكن تحديد الملامح العامة للمنطقة العربية بأنه دافئ عموماً، وقلماً يهبط متوسط درجات الحرارة فيه عن 10°م، وتسيطر الصفة القارية فيها، لضعف تأثير المسطحات المائية المحيطة بها، وقلة الأذرع المائية التي تخترقها، فتقل الفروق الحرارية اليومية والفصلية في جنوبها وشمالها، وتزداد في وسطها، والمنطقة العربية فقيرة عموماً بالأمطار، حيث يحصل 5% فقط من مساحتها على معدل أمطار يزيد على 500 مم سنوياً، بينما 75% من مساحتها تقل معدلات أمطارها عن 200 مم سنوياً، كما يُلاحظ تذبذب في كميات ومواعيد الهطول.

1-2-1 العوامل المؤثرة في مناخ المنطقة العربية:

تسهم جملة من العوامل في تنوع وتمايز خصائص المناخ في المنطقة العربية، وهي الموقع الفلكي وأثره في الحرارة، وتشكل الضغوط الجوية التي تتحكم بالرياح، والقرب والبعد عن البحر، الذي يتحكم بدرجة القارية، والتضاريس التي يؤثر ارتفاعها واتجاهها في درجة الحرارة والإشعاع الشمسي والهطول.

(أ). **الموقع الفلكي:** ينعكس امتداد المنطقة العربية على دوائر العرض من 2° جنوباً حتى 38° شمالاً على شدة الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، ونظام الضغوط الجوية والرياح، وعلى كمية ونظام الهطول السائد.

(ب). **الإشعاع الشمسي:** تتزايد كمية الإشعاع الشمسي الواصلة إلى الأرض من الشمال نحو الجنوب، حيث تصبح هذه الأشعة عمودية أو قريبة من العمودية طوال السنة في جنوب جمهورية السودان، وبما أن درجة الحرارة تتزايد طردياً مع تزايد كمية الإشعاع، فيكون متوسط درجة الحرارة شتاءً في أجزاء من المنطقة العربية الشمالية (6 – 15°م) ليرتفع في جنوبها إلى أكثر من 25°م، وفي الصيف لا يزيد متوسط درجة الحرارة في الشمال على 30°م، لكنها ترتفع في الأجزاء الوسطى إلى 35°م، كما في جنوب الجزائر بفعل سيادة الظروف الصحراوية، لكنها تعادل نسبياً في جنوبي السودان والصومال (20 – 30°م)، نتيجة توافق سقوط الأمطار مع فصل الصيف، وانتشار الغطاء النباتي.

تُحدد الضغوط الجوية المسيطرة على المنطقة العربية طبيعة المناخ فيها، حيث تتميز هذه الضغوط بالانزياح الدائم نحو الشمال صيفاً، ونحو الجنوب شتاءً، لارتباطها بحركة الشمس الظاهرية.

ففي فصل الشتاء يمتد تأثير الضغط الجوي السيبيري المرتفع حتى شبه الجزيرة العربية، على شكل رياح شمالية شرقية باردة نحو مناطق الضغط المنخفض فوق البحر الأحمر، مما يؤدي إلى حدوث موجات من الصقيع، ويتمركز الضغط الجوي المرتفع شبه المداري فوق الصحراء الكبرى، وتهب منه رياح شمالية شرقية نحو مناطق الضغط المنخفض الاستوائي المتمركز جنوب خط الاستواء، وتؤدي إلى جفاف الأجزاء الجنوبية والوسطى من

المنطقة العربية، وفي هذا الوقت يكون البحر المتوسط ممراً للمنخفضات الجوية الأطلسية، ومقراً لتشكل منخفضات جبهية فوق سطحه، ومن أهم المناطق التي تتشكل فيها المنخفضات قبرص وجنوه، وتؤدي هذه المنخفضات إلى هطول الأمطار على الأجزاء الشمالية من المنطقة العربية بدءاً من شهر تشرين الأول/أكتوبر من كل عام.

أما في فصل الصيف فتتحرك الضغوط الجوية شمالاً، فيمتد الضغط المنخفض الهندي السطحي فوق الخليج العربي والشمال الإفريقي وبلاد الشام، كما يتحرك الضغط المنخفض الاستوائي شمالاً، ليبلغ جنوب جمهورية السودان، مما يؤدي لهطول أمطار على الأطراف الجنوبية من المنطقة العربية، بفعل الرياح الجنوبية الغربية الرطبة، وتتناقص كمياتها نحو الشمال، كما يمتد الضغط المرتفع الأزوري فوق الأجزاء الغربية من البحر المتوسط، فيسيطر الجفاف على المنطقة العربية المتوسطة كلها، رغم أن هناك رياح شمالية وشمالية غربية تهب أحياناً على شمال المنطقة، الذي تكون درجة حرارته أعلى من حرارة هذه الرياح، مما يؤدي إلى انخفاض الرطوبة النسبية، وابتعادها عن درجة الندى، وهذا يعيق تشكل الأمطار.

تتميز الفصول الانتقالية (الربيع والخريف) بهبوب رياح محلية تُسمى بأسماء محلية مختلفة، فتُعرف في مصر برياح الخماسين، وتُسمى في ليبيا رياح القبلي، وفي بلاد المغرب تُعرف بالشرقي، وفي السودان بالهبوب، والسموم في بلاد الشام، وهي رملية شديدة السرعة، تضر بالمزروعات، وأبار المياه.

(ج). القرب والبعد عن البحر: تُطل المنطقة العربية من الشمال على البحر المتوسط، ومن الغرب على المحيط الأطلسي، ومن الجنوب الشرقي على المحيط الهندي، ويتوغل في أراضيها الخليج العربي والبحر الأحمر، لكن مساهمة هذه المسطحات المائية في تعديل المناخ محدودة باستثناء البحر المتوسط، حيث تقل الرطوبة بالابتعاد عنه شرقاً وجنوباً، وتزداد درجات الحرارة بالاتجاه نفسه صيفاً، وتنخفض شتاءً.

وللخليج العربي والبحر الأحمر تأثير مباشر في ارتفاع الرطوبة النسبية في المناطق الساحلية المطلة عليهما، ويهب من الخليج العربي نسيم بحري قوي يتوغل أحياناً مسافات بعيدة إذا توافقت اتجاهه واتجاه الرياح السائدة في تلك المناطق، كما يتشكل فوق البحر الأحمر في الخريف والشتاء منخفض جوي يتمدد باتجاه الشمال، ويؤدي إلى بعض حالات عدم الاستقرار الجوي في شمال الجزيرة العربية وبلاد الشام.

يؤدي مرور تيار كناريا البارد بمحاذاة سواحل المغرب العربي المطلة على المحيط الأطلسي إلى تشكل الضباب، والحد من سقوط الأمطار عليها.

أما سواحل الصومال المطلة على المحيط الهندي، فإن اتجاه الرياح الموازي للساحل يؤدي إلى سيطرة الجفاف عليها، وكذلك الحال بالنسبة لساحل خليج سرت في ليبيا، وساحل مصر المتوسطي.

(د). أثر التضاريس: تتناقص درجات الحرارة مع الارتفاع، لتبلغ أدناها فوق المرتفعات الجبلية كجبال الأطلس في المغرب العربي، وجبال العراق وبلاد الشام، وترتفع درجة

الحرارة في المناطق المنخفضة كبحيرة طبرية (-212م)، والبحر الميت (-417م)، بمعدل خمس درجات مئوية عما يجاورها، كما تزداد الأمطار مع الارتفاع، وتتركز على السفوح المواجهة للبحر، بينما تقل على السفوح الداخلية والمناطق الواقعة في الظل المطري، مثل منطقة الغاب في سورية، وسهل البقاع في لبنان.

2-2-1 الأقاليم المناخية في المنطقة العربية:

يتباين نظام الأمطار ودرجة الحرارة بين شمال المنطقة العربية ذات الأمطار الشتوية، وجنوبها ذات الأمطار الصيفية، ويفصل بينهما منطقة انتقالية تتمثل في نطاق الصحارى العربية تكون هوامشها الشمالية ذات تساقط شتوي غير منتظم، وهوامشها الجنوبية ذات تساقط صيفي غير منتظم، ويمكن تقسيم المنطقة العربية إلى أربعة أقاليم مناخية كبرى:

(أ). **الإقليم المتوسطي:** يمتد إلى الشمال من دائرة العرض 30° شمالاً، وينتشر في الدول العربية المحيطة بالبحر المتوسط بالإضافة للعراق.

يتميز الإقليم المتوسطي بصيفٍ طويلٍ حارٍ وجاف، وبشتاءٍ معتدلٍ ماطر، تزداد فيه الأمطار على المرتفعات، وقد تتساقط الثلوج، كما تقل هذه الأمطار بالابتعاد شرقاً عن البحر المتوسط، وتتناقص كذلك من الشمال نحو الجنوب، بينما تزداد الأمطار في العراق كلما اتجهنا شمالاً تبعاً لزيادة الارتفاع عن سطح البحر، حيث تراوح بين 400-1000 مم سنوياً، أما درجات الحرارة، فهي معتدلة قرب البحر على مدار العام، ويزداد المدى الحراري بالابتعاد عنه.

الغطاء النباتي الطبيعي في هذا الإقليم عبارة عن غابات متوسطة دائمة الخضرة، ومن أشجارها السنديان والغار والصنوبر في المرتفعات التي تزيد على 1000 م فوق سطح البحر، فيما تنمو شجيرات الماكي على السفوح الأقل ارتفاعاً، وتكثر الأعشاب مثل الأقحوان والزنبق والرياحين في المناطق المنخفضة، ويفصل الإقليم المتوسطي عن الإقليم الصحراوي منطقة انتقالية تُسمى السهوب.

(ب). **الإقليم الصحراوي:** يمتد بين دائرتي العرض 18° و30° شمالاً، ويشغل هذا الإقليم أكثر من 80% من مساحة المنطقة العربية، ويُعد أكثر أجزاء المنطقة العربية حرارةً في الصيف، حيث تصل في ليبيا إلى 58°م، ثم تنخفض إلى 10°م تقريباً في فصل الشتاء، وتهطل الأمطار الشتوية على الأجزاء الشمالية من هذا الإقليم، والأمطار الصيفية على أجزائه الجنوبية، ولا تزيد كمية الأمطار وسط هذا الإقليم على 25 مم سنوياً، وتتشابه نباتات هذا الإقليم في الشمال مع نباتات الإقليم المتوسطي، وفي الجنوب مع نباتات الإقليم المداري، كالتين الشوكي والنخيل والأعشاب المتحملة للجفاف كالشوح والقيصوم.

(ج). **الإقليم المداري:** يمتد بين دائرتي العرض 8° و18°م شمالاً في السودان، وجنوبي الجزيرة العربية، والصومال، وموريتانيا، ولا تنخفض درجة الحرارة في هذا الإقليم عن

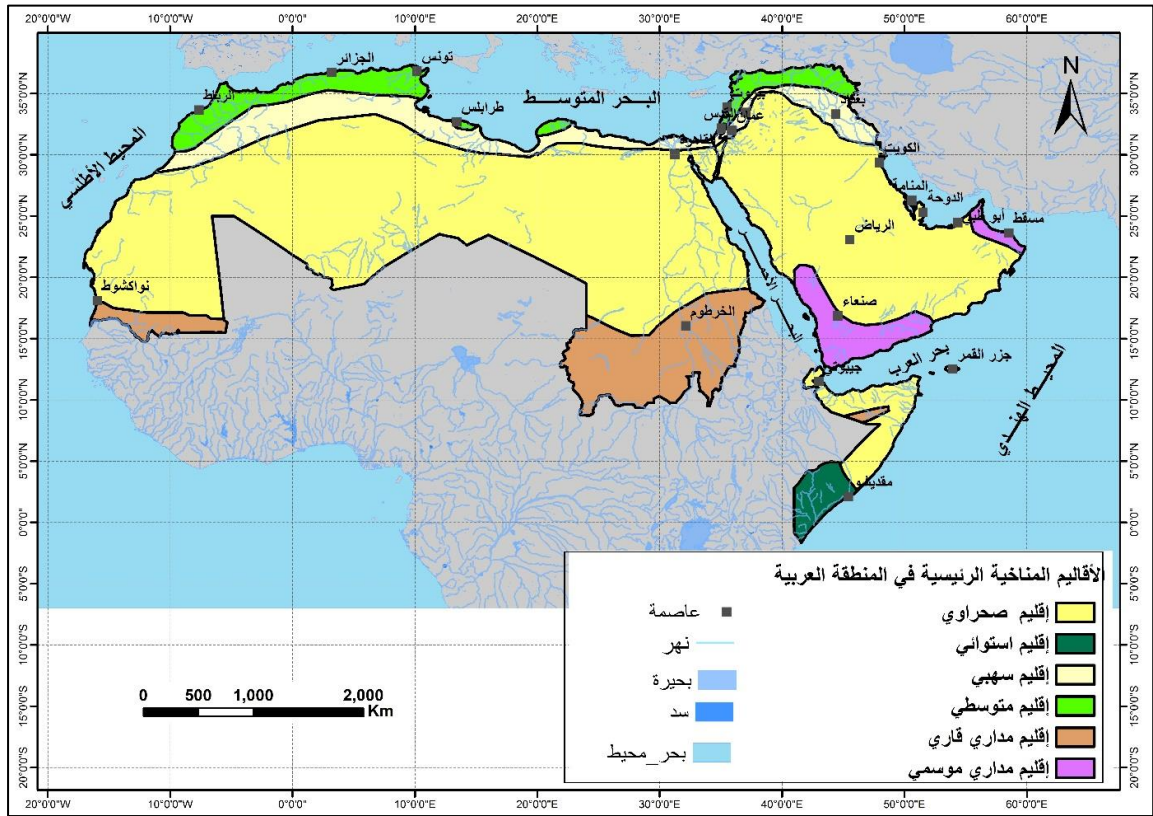
18°م في أبرد شهور السنة، ويرتفع معدل الحرارة صيفاً حتى يبلغ 32°م تقريباً، ويميز هذا الإقليم نموذجان مطريان، مداري قاري، ومداري موسمي.

- **الأمطار المدارية القارية:** هي أمطار صيفية ترتبط بتقدم المنخفض الاستوائي نحو الشمال، وتتميز هذه الأمطار بعدم انتظام هطولها، الذي يؤدي إلى تذبذب الإنتاج الزراعي، ولاسيما في المناطق القريبة من الإقليم الصحراوي، مما يسفر عن سنوات من المجاعات، ويزيد من هذه المعضلة توافق فصل المطر وفصل الحرارة الشديدة، فتزداد الأمطار في الأجزاء الجنوبية من السودان، لتقل نحو الشمال (150 مم/السنة في الخرطوم).

- **الأمطار المدارية الموسمية:** تكون صيفية تسببها الرياح الموسمية الجنوبية الغربية المتجهة نحو مناطق الضغط المنخفض الهندي الموسمي، وتتركز فوق جبال اليمن والمناطق الجنوبية الغربية من شبه الجزيرة العربية، وتقل نحو الجبل الأخضر في عُمان، بمعدل سنوي يُراوح في المجال (400-1000مم)، ويبلغ متوسط درجة الحرارة صيفاً مايقارب 30°م.

الإقليم المداري غني بالغابات، لكنها أقل كثافة من الغابات الاستوائية، ومن أهم أشجارها السنطيات والكينا، واليامبو (الخيزران).

(د). **الإقليم شبه الاستوائي والاستوائي:** يمتد الإقليم شبه الاستوائي في المنطقة العربية بين دائرتي العرض 5° و8° شمالاً، حيث ينتشر في وسط جنوبي السودان، يليه الإقليم الاستوائي الذي يمتد بين 30° جنوباً و5° شمالاً، وينتشر في أقصى جنوب السودان، وأقصى جنوبي الصومال، ويتميز هذان الإقليمان بمتوسط درجة حرارة لا يقل عن 25°م، وتهطل الأمطار طوال العام، كما ينخفض المدى الحراري السنوي، وعلى الرغم من أن درجة الحرارة لا تنخفض ليلاً عن 20°م، فإنها تُعد منخفضة بالنسبة إلى ساكني الإقليم، لذا يُقال إن الليل هو شتاء الأقاليم الاستوائية، وتتميز نباتات الإقليم الاستوائي بكثافتها وضخامة أشجارها مثل الماهوجني، والأبنوس، والمطاط. ويبين الشكل (2.1) الأقاليم المناخية الرئيسية في المنطقة العربية.



الشكل (2.1) الأقاليم المناخية الرئيسية في المنطقة العربية

3-2-1 ظاهرة الاحتباس الحراري أو الدفيئة

الدفيئة هي ظاهرة يحبس فيها الغلاف الجوي بعضاً من طاقة الشمس، ويشكل ثنائي أكسيد الكربون أحد أهم الغازات التي تساهم في مضاعفة هذه الظاهرة، وينتج هذا الغاز أثناء حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي في مصانع الطاقة والسيارات وغيرها، إضافة إلى إزالة الغابات بشكلٍ واسع، وغاز الدفيئة، المؤثر الآخر هو الميثان المنبعث من مزارع الأرز وتربية الأبقار ومطامر النفايات وأشغال المناجم وأنابيب الغاز، ويبين الجدول (1.1) أهم غازات الدفيئة (Greenhouse Gases - GHG).

الجدول (1.1) غازات الدفيئة

ملاحظة	الغاز بالإنكليزية	الصيغة	الغاز بالعربية
	Carbon dioxide	CO ₂	ثنائي أكسيد الكربون
	Methane	CH ₄	الميثان
	Nitrous oxide	N ₂ O	أكسيد النيتروز
مجموعة من الغازات	Hydro fluorocarbon	HFCs	هايدرو فلوروكربون
مجموعة من الغازات	Perfluorocarbon	PFCs	بيرفلوروكربون
	Sulfur hexafluoride	SF ₆	سداسي فلور الكبريت

4-2-1 العوامل الطبيعية التي تسهم في التغير المناخي

1-4-2-1 ظاهرة النينو

النينو أو الـ نينو El Nino هي ظاهرة طبيعية مناخية تسبب ازدياد درجة حرارة المياه السطحية بشكل ملحوظ بالأخص في الفترة بين نهاية فصل الصيف وفصل الخريف، ويؤدي ارتفاع درجة حرارة المياه هذه إلى حدوث كتل وتيارات مائية دافئة، تحدث بالمناطق المدارية التي تقع على خط الاستواء بين الساحل الغربي لقارة أمريكا الجنوبية، والساحل الشرقي لقارة آسيا والشمال الشرقي لقارة أستراليا، التي يحيطها المحيط الهادي، وتتصف بانتقال كتل هائلة من المياه الحارة في المحيط الاستوائي من الشرق إلى الغرب.

انتشرت ظاهرة النينو على الكرة الأرضية بين عامي 1997 و1998 وتسببت في اضطرابات مناخية هائلة في المناطق الاستوائية، وفي القارة الأمريكية الشمالية، فانتشرت الحرائق الهائلة في اندونيسيا والبرازيل، واستمرت أشهراً عديدة، كما حدثت كوارث وفيضانات على شواطئ أمريكا اللاتينية وشرق القارة الإفريقية.

1-4-2-2 ظاهرة النينا

هي ظاهرة مناخية تحدث نتيجة برودة غير عادية لسطح المياه في المنطقة الاستوائية في المحيط الهادي، وتحدث عادة في فترة تراوح بين سنتين وسبع سنوات، وتظهر في خريف النصف الشمالي للكرة الأرضية، فخلال حدوث ظاهرة النينا تنخفض درجة حرارة سطح الماء في مناطق المحيط الهادي الاستوائية، وتصبح أقل من المعدل العام، وتتجه حركة المياه إلى الغرب بينما تكون الرياح الغربية قوية بدل أن تكون ضعيفة

يُعد كل من الإشعاع الشمسي والبراكين من العوامل الطبيعية التي تساهم أيضاً في حدوث التغيرات المناخية.

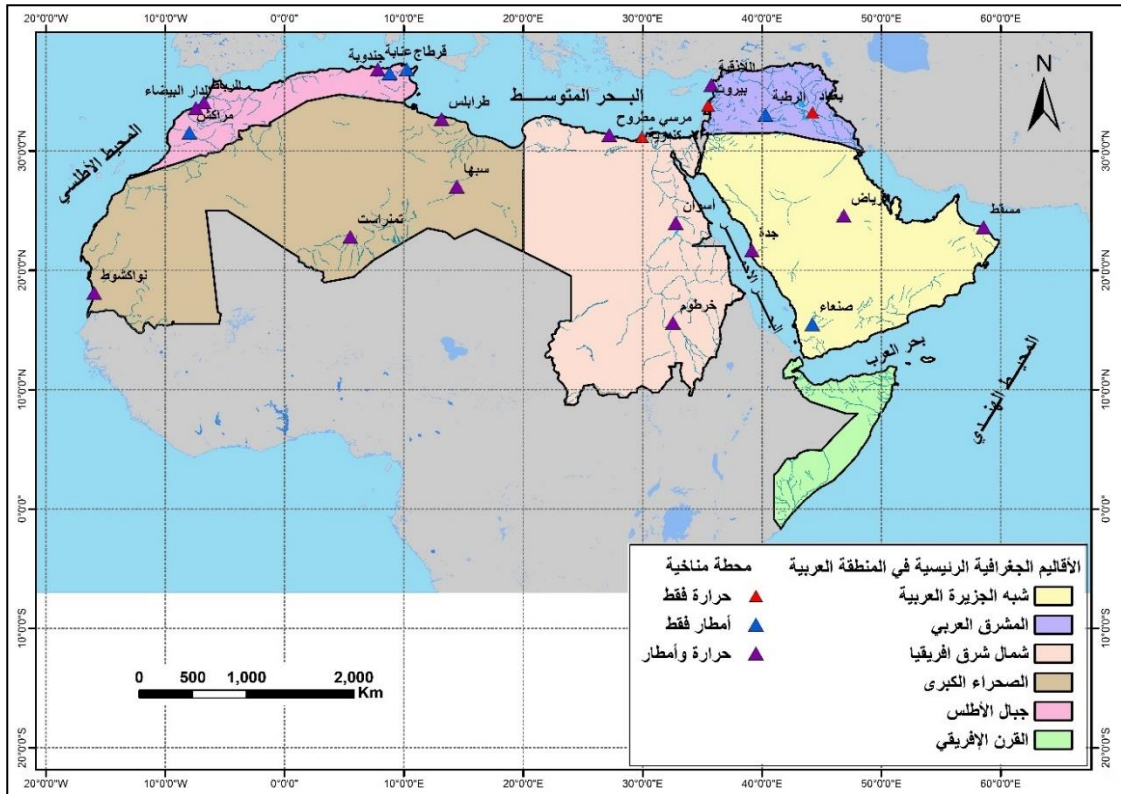
1-2-5 دور الإنسان في تغير المناخ

يحصل التغير المناخي بسبب رفع النشاط البشري لنسب غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. فكلما اتبعت المجتمعات البشرية أنماط حياة أكثر تعقيداً، اعتمدت أكثر على الآلات واحتاجت إلى مزيدٍ من الطاقة، وارتفع الطلب على الطاقة يعني حرق المزيد من الوقود الأحفوري (النفط-الغاز-الفحم)، وبالتالي رفع نسب الغازات الحابسة للحرارة في الغلاف الجوي.

بقي تركيز غازات الدفيئة لأكثر من 1000 عام مضت ثابتاً تقريباً في الغلاف الجوي. ومنذ الثورة الصناعية في منتصف القرن الثامن عشر، زاد تركيز ثنائي أكسيد الكربون بمعدل 30%، ولا يزال يزداد بمعدل 0.4 % كل عام، نتيجة استخدام الوقود الأحفوري، وإزالة الغابات. من جهة أخرى تزداد تراكيز غاز الميثان وأكسيد النترور بسبب النشاط الصناعي والزراعي وغيرهما، وتزداد كذلك تراكيز غازات مثل أكسيد الأزوت وثنائي أكسيد الأزوت وأول أكسيد الكربون في الجو.

1-2-6 التغيرات المناخية الحالية في المنطقة العربية:

لدراسة التغيرات المناخية الحالية في المنطقة العربية حُللت درجات الحرارة والهطول المطري والميل العام لهما لعددٍ من المحطات المناخية موزعة في مناطق مختلفة من المنطقة العربية (الشكل 3.1).



الشكل (3.1) المحطات المناخية المدروسة في المنطقة العربية

1-6-2-1 المحطات المناخية المدروسة:

1- محطة الرياض - السعودية:

تقع مدينة الرياض على دائرة العرض 24.7° شمال خط الاستواء، وخط الطول 46.71° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 635 متر فوق مستوى سطح البحر على هضبة رسوبية، في الجزء الشرقي من هضبة نجد.

تتغير طبوغرافية مدينة الرياض بين التلال والأودية، فتتحد من منسوب 1010 متر بالشمال الغربي إلى منسوب 500 متر في الجنوب الشرقي، وتصرف السيول في واديين هما وادي السلي الذي يقع شرق مدينة الرياض، ووادي حنيفة ويقع غرب المدينة.

مناخ مدينة الرياض صحراوي قاري، حار جاف صيفاً، ممطر ورطب أحياناً ومعتدل في الخريف، بارد ورطب وممطر أحياناً في الشتاء، ودافئ ممطر في الربيع. ويعد شهر حزيران/يوليو/أحر أشهر السنة، بمتوسط حرارة يبلغ 43.5 درجة مئوية، وفي المقابل فإن أبرد شهور السنة هو شهر كانون الثاني/يناير/ حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة 9 درجات مئوية، أما الأمطار في مدينة الرياض كباقي المدن الصحراوية فتتميز بتطرف هطولها وشذوذها عن المعدل كثيراً، فقد تسجل سنة 150% فوق المعدل، ولا تسجل السنة التي تليها أي قطرة مطر، والأمطار بشكل عام قليلة الهطول وغير منتظمة.

يسجل الهطول في مدينة الرياض بشكل أكبر في فصل الربيع حيث يهطل ما يقارب 50% من المعدل السنوي. والرياح السائدة في مدينة الرياض بشكل عام هي الرياح الشمالية، وتحديداً الشمالية الشرقية، وعند هبوبها في فصل الصيف أو الربيع بشكل نشط فإنها تكون مغبرة وتساهم في اعتدال الحرارة، بينما تقوم على خفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر أحياناً إذا هبت من هذا الاتجاه في فصل الشتاء، ويبلغ معدل مجموع عدد أيام الغبار في السنة 5.4 أيام، ويُعد شهر نيسان/إبريل/ أكثر أشهر السنة إثارة للغبار، وذلك بمعدل يومي في الشهر تقريباً. حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.

2- محطة جدة - السعودية:

تقع مدينة جدة على دائرة العرض 21.7° شمال خط الاستواء، وخط الطول 39.15° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 15 متر فوق مستوى سطح البحر، ضمن سهول تهامة على الساحل الغربي من المملكة العربية السعودية، عند منتصف الشاطئ الشرقي للبحر الأحمر جنوب مدار السرطان، ويوجد بامتداد ساحلها سلاسل متوازية من الشعب المرجانية.

يتأثر مناخ جدة مباشرةً بموقعها الجغرافي، حيث ترتفع درجة الحرارة، ونسبة الرطوبة خلال فصل الصيف، فتصل درجة الحرارة إلى بداية الأربعينات مئوية، وتتعرض المدينة أثناء ذلك لتأثير امتداد منخفض موسمي عبارة عن كتلة هوائية حارة وصلبة. من جهةٍ أخرى تصل

الرطوبة إلى معدلات أعلى في فصل الصيف بسبب ارتفاع حرارة مياه البحر، وتنخفض في فصل الشتاء، نتيجة تأثير المنطقة بالكتلة الهوائية المعتدلة المرافقة للمرتفع الجوي. الرياح السائدة على مدينة جدة هي الرياح الشمالية الغربية، وذلك لموقعها الساحلي على شاطئ البحر الأحمر وعادة ما تكون هذه الرياح رياحاً خفيفة إلى معتدلة في معظم أيام السنة. كما تهب أحياناً رياح جنوبية خلال فصول الشتاء والربيع والخريف يصحبها ارتفاع في درجة الحرارة. وقد تنشط الرياح أحياناً، وتزداد سرعتها مثيراً عواصف ترابية ورملية، وقد تصحبها أيضاً عواصف رعدية، وهطول أمطار. معظم الأمطار من نوع الزخات المصحوبة بالعواصف الرعدية. وتهطل عادةً خلال فصل الشتاء، وكذلك في الربيع والخريف، نتيجة مرور المنخفضات الجوية من الغرب إلى الشرق والتقاءها مع امتداد منخفض السودان الحراري على المنطقة. **خُلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.**

3- محطة مسقط - عُمان

تقع مدينة مسقط على دائرة العرض 23.58° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 58.28° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 15 متر فوق سطح البحر، وتطل المدينة على بحر العرب على طول خليج عُمان قريباً من مضيق هرمز، وتهيمن جبال الحجار الصخرية الغربية على صورة مدينة مسقط. تتميز مسقط بمناخٍ حارٍ وجافٍ في معظم أيام السنة، حيث تطول أيام فصل الصيف وتقل بذلك أيام الشتاء الدافئ نسبياً. يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في مسقط، 28.2 درجة مئوية في العام، وأكثر الشهور حرارةً خلال العام هو شهر يونيو/حزيران، مع متوسط درجة حرارة يبلغ 34.3 درجة مئوية، وتصل درجات الحرارة في الصيف إلى ما فوق 45 درجة مئوية. أما شهر يناير/كانون الثاني هو أكثر الشهور برودة خلال العام عند 21.6 درجة مئوية في المتوسط.

يبلغ متوسط هطول الأمطار 92 ملم، وهي تتساقط في أشهر الشتاء، من منتصف تشرين الثاني/نوفمبر إلى منتصف آذار/مارس، وقد شهدت مسقط في السنوات الأخيرة أحداثاً مناخية هامة، نتج عنها هطول أمطارٍ غزيرة، تسببت بجريانات كبيرة ضمن المدينة. ومن أهم هذه الأحداث إعصار جونو في تموز/يونيو/ 2007، وإعصار فيت في تموز/يونيو/ 2010، حيث

تجاوزت كمية الأمطار 100 مم خلال يومٍ واحد، مع رطوبة وصلت إلى 40-60%. خلّلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.

4- محطة صنعاء - اليمن

تقع مدينة صنعاء على دائرة العرض 15.51° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 44.2° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 2206 متر فوق سطح البحر، ويحيط بها سلسلة جبلية من الجهات الثلاث الشرقية والجنوبية والغربية أشهرها جبل نقم من الجهة الشرقية، وجبال عيبان من الجنوب، وجبل عصر من الجهة الغربية. وتقع المدينة في منخفضٍ واسع، ومستوٍ، ذي طابعٍ سهلي يمتد بشكلٍ طولي من الجنوب إلى الشمال، ويتميز هذا السهل باتساعه في الجزئيين الجنوبي والشمالي، في حين تضيق مساحته نسبياً في الجزء الأوسط، كما ينحدر تدريجياً باتجاه الشمال.

مناخ صنعاء معتدل في الصيف وبارد في الشتاء، ويبلغ معدل درجة الحرارة في فصل الصيف ليلاً نحو 12 درجة مئوية، هذا في وقت قد ترتفع درجة حرارة النهار إلى أكثر من 30 درجة مئوية، أمّا في الشتاء فيصل معدل درجة حرارة النهار إلى نحو 22 درجة مئوية، في حين يكون معدل درجة الحرارة الدنيا قرابة درجتين مؤبتيين. وقد تهبط أحياناً إلى 6 درجات مئوية تحت الصفر.

تُعد مدينة صنعاء من المناطق غزيرة المطر بعد مدينتي إب وتعز، فتسقط الأمطار الصيفية فيها بكمياتٍ متوسطة، كما تسقط فيها الأمطار الشتوية ولكن بكميات بسيطة ونادرة، حيث تبلغ كميات الأمطار المتساقطة خلال السنة 170.0 ملم، حسب محطات الرصد الرئيسية لعام 2004 م. تتمتع المدينة بموسمين للأمطار، الأول يقع بين شهر نيسان/أبريل، وشهر أيار/مايو، وهو قصير نسبياً. ويقع الثاني بين شهر حزيران/يوليو، وأب/أغسطس، وأيلول/سبتمبر، وهو الأكثر طولاً. يصل معدل نسبة الرطوبة السنوي في صنعاء إلى 41.8% كونها بعيدة عن المسطحات المائية مقارنةً بمدينة تعز التي يصل المعدل السنوي للرطوبة فيها 55.9%، وترتفع الرطوبة النسبية عموماً في أعقاب المواسم الممطرة. خلّلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية.

5- محطة اللاذقية - سورية

تقع مدينة اللاذقية على دائرة العرض 35.53° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 35.76° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 7 متر فوق سطح البحر، ويحدها من الغرب والشمال البحر الأبيض المتوسط، أما من الجنوب فتحدها مجموعة من القرى والسهول الزراعية قبل أن تصل إلى مدينة جبلة التابعة لها، أما من ناحية الشرق، فتحدها سلسلة جبال اللاذقية المرتفعة، التي تشكل حاجزاً طبيعياً بينها وبين سهل الغاب.

يُعدُّ مناخ المدينة مناخاً متوسطياً معتدلاً يتميز بأربع فصول واضحة، فهناك فصل الصيف الحار والجاف، وفصلا الربيع والخريف المعتلان، وفصل الشتاء البارد والممطر.

يبلغ متوسط الهطول المطري السنوي في اللاذقية 741 ملم، ومتوسط درجة الحرارة العظمى السنوية 19° درجة مئوية، ومتوسط درجة الحرارة الدنيا السنوية 16° درجة مئوية، وتبلغ درجات الحرارة ذروتها في شهري حزيران/يوليو، وآب/أغسطس، والأمر نفسه بالنسبة للرطوبة، أما شهرا كانون الثاني/يناير، وشباط/فبراير، فهما الأكثر برودة. ولا تتساقط الثلوج في المدينة، إلا أنها تتساقط بغزارة في المناطق القريبة منها، وعلى الجبال المحيطة بها، كصانفة. حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.

6- محطة مطار بيروت - لبنان

تقع مدينة بيروت على دائرة العرض 33.81° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 35.48° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 29 متر فوق سطح البحر، وتتجه المدينة لواجهة الغرب نحو البحر المتوسط، على بعد 94 كيلومتر شمال الحدود الفلسطينية.

يحد المدينة من الشرق سلسلة جبال لبنان الغربية، وهي تتخذ شكلاً مثلثاً، بسبب وقوعها على تلين هما، تل الأشرفية، وتل المصيطب.

مناخ مدينة بيروت معتدل إجمالاً، إذ يسود المناخ المتوسطي المتمثل بفصل صيفٍ حار، عالي الرطوبة، وربيع وخريف معتدلين، وشتاء بارد ممطر. ويُعد شهر آب / أغسطس/ أكثر شهور السنة حرّاً، حيث يمكن أن يصل معدل درجة الحرارة إلى 29° مئوية، كما يُعد شهرا كانون الثاني/يناير، وشباط/فبراير، أكثرها برودةً، حيث يصل معدل درجات الحرارة في الشهر إلى 10° مئوية. يكون اتجاه الرياح في المدينة غربياً خلال فترة بعد الظهر والمساء، أي أنه

يهب من البحر إلى اليابسة، أما في الليل، فيتغير الاتجاه إلى الشرق، أي أنه يهب من اليابسة نحو البحر.

يبلغ المعدل السنوي للأمطار في بيروت 860 ميليمتر، يتساقط معظمها خلال أشهر الشتاء، والقليل منها يتساقط في الخريف والربيع. ويكون معظم التساقط خلال عددٍ محدود من الأيام، أما الثلج فيندر أن يتساقط في بيروت، وبحال تساقط فإنه لا يتراكم، ويُستثنى من ذلك شتاء السنوات 1920، 1942، و1950، حيث هبّت ثلاث عواصف ثلجية كبيرة على لبنان أدت إلى هطول الثلوج على الساحل. **خُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.**

7- محطة بغداد - العراق

تقع بغداد على دائرة العرض 33.23° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 44.23° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 34 متر على نهر دجلة، في المنطقة الوسطية للعراق، حيث تقع ما بين المدن الرئيسية شمالاً وجنوباً، فتبعد عنها البصرة 445 كم إلى الجنوب، بينما تقع شمالاً كل من الموصل على بعد 350 كم، وأربيل على بعد 320 كم.

يُعدُّ مناخ بغداد مناخاً صحراويّاً، يتميز بشدة جفافه، وتشهد المدينة أحد أعلى درجات الحرارة في العالم أثناء هذا الفصل. وقد لازم ارتفاع درجات الحرارة في بغداد خلال السنوات الأخيرة ظاهرة هبوب العواصف الترابية الشديدة. ويعلل الخبراء شدة هذه الظواهر في صيف بغداد بعد عام 2003، إلى الاحتباس الذي يعانيه الجو في البلاد، وازدياد نسبة الكربون في الجو، وتوسع ظاهرة التصحر، وانجراف التربة، والجفاف، وتغيير البيئة العراقية.

يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في بغداد 22.6 درجة مئوية في العام، ويبلغ متوسط درجة الحرارة 34.2 درجة مئوية في شهر يوليو/تموز، الذي يُعدُّ أكثر الشهور حرارة خلال العام. أما شهر يناير/كانون الثاني، ففيه أدنى متوسط لدرجة الحرارة خلال العام، ويصل إلى 10.0 درجة مئوية.

يبلغ المتوسط السنوي لهطول الأمطار في مدينة بغداد 157 ملم، يهطل معظمها خلال أشهر كانون الأول/ديسمبر/، وكانون الثاني/يناير/، وشباط/فبراير/، وآذار/مارس/، ونيسان/أبريل/ من الموسم المطري، ويبلغ متوسط المطري لهذه الأشهر 26 ملم/السنة. **خُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.**

8- محطة الرطبة - العراق

تقع الرطبة على دائرة العرض 33.03° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 40.28° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 615 متر فوق سطح البحر، وفي منطقة غرب العراق ضمن محافظة الأنبار، وهي تُعد حلقة وصل بين الأنبار والمملكة العربية السعودية. تبعد عن مركز المحافظة 310 كم وهي اقرب مدينة لها، وعن مدينة القائم 320 كم، ويتكون سطحها من وحدتين تضريسييتين، هما حوض الحماد، والوديان العليا، وتحدها الرطبة ثلاث دول هي المملكة العربية السعودية، والمملكة الأردنية الهاشمية، والجمهورية العربية السورية.

يُصنف مُناخ مدينة الرطبة حسب معامل لانغ ضمن المُناخ شديد الجفاف، ويُصنف حسب ديمارتون بأنه صحراوي حار، وتسود في المدينة الرياح الغربية والرياح الشمالية الغربية، مما يجعل الأمطار قليلة ومتذبذبة الهطول.

يبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة 18.8 درجة مئوية، ويُعد شهر أغسطس/آب أكثر الشهور حرارة خلال العام. ويبلغ متوسط درجة الحرارة فيه 29.9 درجة مئوية، أما أدنى متوسط درجة حرارة خلال العام، فيكون في شهر يناير/كانون الثاني، حيث تكون درجة الحرارة 6.9 درجة مئوية.

يصل المتوسط السنوي لهطول الأمطار 117 ملم، وتهطل أكبر كمية من الأمطار خلال شهر أبريل/نيسان، بمعدل قدره 19 ملم. **حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات حرارة.**

9- محطة الإسكندرية- مصر

تقع مدينة الإسكندرية على دائرة العرض 31.2° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 29.95° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 2- متر على ساحل البحر الأبيض المتوسط، بطول يساوي نحو 55 كم شمال غرب دلتا النيل. يحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب بحيرة مريوط حتى الكيلو 71 على طريق القاهرة الإسكندرية الصحراوي، ويحدها من جهة الشرق خليج أبو قير ومدينة إدكو، ومن الغرب منطقة سيدي كير حتى الكيلو 36.30 على طريق الإسكندرية - مطروح السريع.

تتميز الإسكندرية بمناخ معتدل، إذ يسود فيها مناخ البحر المتوسط، الذي يتميز بصيفه الحار والجاف، وشتائه الرطب والمعتدل والممطر. يمتد فصل الشتاء في الإسكندرية عبر شهور كانون الأول/ديسمبر/، وكانون الثاني/يناير/، وشباط/فبراير/، وتراوح درجة الحرارة العظمى فيه بين 12 و 18 درجة مئوية، وتتعرض الإسكندرية خلال هذا الفصل إلى العديد من العواصف الرعدية الشديدة والبرد والأمطار الغزيرة. أما فصل الصيف في الإسكندرية، فيمتد عبر شهور حزيران/يونيو/، وتموز/يوليو/، وآب/أغسطس/، وتراوح درجة الحرارة فيه بين 25 و 30 درجة مئوية، ويتميز صيف الإسكندرية بالجفاف، وارتفاع نسبة الرطوبة، أما فصلا الربيع والخريف فيُعدان أفضل وقت لزيارة المدينة، وفيهما لا تزيد درجة الحرارة العظمى على 22 درجة مئوية باستثناء زمن الموجات الخماسينية، التي تصل فيها الحرارة في أشهر الربيع إلى 32 درجة مئوية أحياناً. أما متوسط الأمطار السنوية في الإسكندرية فيبلغ نحو 183 ملم، ويهطل معظمها في شهر ديسمبر/كانون الأول، بمتوسط يساوي 51 ملم. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

10- محطة أسوان - مصر

تقع أسوان جنوب جمهورية مصر العربية، على دائرة العرض ° 23.96 شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول ° 32.78 شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 194 متر فوق سطح البحر، ويحدها شمالاً محافظة الأقصر، وشرقاً محافظة البحر الأحمر، وغرباً محافظة الوادي الجديد، وجنوباً السودان عند دائرة العرض 22 درجة شمال مدار السرطان.

تتميز أسوان بمناخ جافٍ وحار في الصيف، ومعتدل في الشتاء (مناخ صحراوي)، يبلغ متوسط درجة الحرارة في الصيف 31.9°م وفي الشتاء 17.1°م، وتتركز فترات الحر الشديد في شهر آب/أغسطس، أما أبرد الفترات فتكون خلال شهري كانون الأول/ديسمبر، وكانون الثاني/يناير.

تهطل معظم الأمطار في شهر مايو/آيار، بمتوسط سنوي يساوي 1 ملم فقط، وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

11- محطة مرسى مطروح - مصر

تقع مدينة مرسى مطروح على دائرة العرض ° 31.33 شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول ° 27.21 شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 25 متر فوق سطح البحر، إلى الغرب من مدينة

الإسكندرية بنحو 298 كم، وإلى الشرق من الحدود الليبية بقرابة 217 كم، على الطريق الساحلي الدولي.

المُنَاخ في مرسى مطروح مُنَاخ صحراوي، حيث يبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة 19.6 درجة مئوية، مع متوسط يصل إلى 25.3 درجة مئوية في شهر أغسطس/آب، الذي يُعد أعلى الشهور حرارة، أما في شهر يناير/كانون الثاني، فيبلغ متوسط درجة الحرارة 13.1 درجة مئوية، وهو أدنى معدل لدرجة الحرارة خلال العام كله.

يبلغ المعدل السنوي لهطول الأمطار 150 ملم، يهطل معظمها خلال شهر يناير/كانون الثاني بمتوسطٍ يساوي 36 ملم. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

12- محطة الخرطوم – السودان

تقع مدينة الخرطوم على دائرة العرض 15.6° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 32.54° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 382 متر فوق سطح البحر، وذلك في وسط المساحة المأهولة من الأراضي السودانية تقريباً، وتتمدد مساحتها البالغة 20736 كيلو متر مربع بين الضفة الغربية لنهر النيل الأزرق، من الناحيتين الشرقية والشمالية، والضفة الشرقية للنيل الأبيض من الغرب وسهل الجزيرة تجاه الجنوب، وهي المنطقة القابلة لتمدد المدينة عمراًياً. وتتوسط الخرطوم ولايات كسلا والقضارف والنيل والجزيرة والنيل الأبيض وشمال كردفان.

يُعدُّ مُنَاخ الخرطوم في معظم أشهر السنة مُنَاخاً صحراوياً يمتاز بالحر الشديد والجفاف، باستثناء أشهر يوليو / تموز، وأغسطس / آب، وسبتمبر/أيلول، حيث تسقط الأمطار المدارية الشديدة، بمعدل 123 ملم، ويبلغ المعدل السنوي للأمطار 135 ملم، وفي الفترة من الممتدة من شهر ديسمبر/كانون الأول، وحتى فبراير / شباط، تنخفض درجة الحرارة نسبياً.

تتصف مدينة الخرطوم بأنها واحدة من المدن الأعلى حرارةً في العالم. فقد تتجاوز درجات الحرارة فيها 48 درجة مئوية في منتصف الصيف، إلا أن المتوسط السنوي لدرجات الحرارة القصوى يبلغ نحو 29.9 درجة مئوية، وتهبط درجات الحرارة فيها بمعدلاتٍ كبيرة خلال الليل، فتصل إلى أدنى من 15 درجة مئوية لدرجات الحرارة الدنيا في شهر يناير/كانون الثاني في المتوسط. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

13- محطة قرطاج - تونس

تقع مدينة قرطاج على دائرة العرض 36.83° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 10.23° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 3 متر فوق سطح البحر، وهي ليست بعيدة عن مدينة تونس العاصمة، فالمسافة الواقعة بينها لا تتجاوز 15 كلم، ويمتد شريطها الساحلي على قرابة 3 كلم، ويحدها البحر الأبيض المتوسط شرقاً، وبلدية سيدي أبي سعيد شمالاً، وبلدية المرسى غرباً، وبلدية الكرم جنوباً.

يخضع مُناخ قرطاج للتأثيرات المتوسطة، فهو مناخ دافئ ومعتدل، ويختلف مناخ قرطاج المتوسطي عن مناخ العاصمة، بلطف شتائها وبرودة صيفها، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في قرطاج 18.0 درجة مئوية في العام، وأكثر شهور دفئاً خلال العام هو شهر أغسطس/آب، مع متوسط درجة حرارة يبلغ 26.5 درجة مئوية، أما شهر يناير/كانون الثاني، فهو أكثر الشهور برودة خلال العام، مع متوسط درجة حرارة يبلغ 10.6 درجة مئوية. يهطل معظم المطر في قرطاج في فصل الشتاء، مع مطر قليل نسبياً في الصيف، ويبلغ متوسط هطول الأمطار 434 ملم في السنة، والشهر الأكثر جفافاً هو شهر يوليو/تموز مع هطولٍ مطري يساوي 3 ملم فقط. أما في شهر يناير/كانون الثاني، فإن هطول الأمطار يصل إلى ذروته مع متوسط هطولٍ يصل حتى 65 ملم. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

14- محطة جندوبة - تونس

تقع مدينة جندوبة عاصمة ولاية جندوبة على دائرة العرض 36.48° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 8.8° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 143 متر فوق سطح البحر في أقصى الشمال الغربي للجمهورية التونسية. تحدها شرقاً ولاية باجة، وغرباً القطر الجزائري، وجنوباً ولايتا سليانة والكاف، وشمالاً البحر الأبيض المتوسط، ويجري في وسطها وادي نهر مجردة، وهو أطول نهر بالبلاد التونسية .

تتميز ولاية جندوبة بمناخٍ رطب ذو شتاء دافئ على مستوى الواجهة البحرية (طبرقة)، وشتاءٍ شبه رطب على مستوى المرتفعات (عين دراهم) وفرنانة وغار الدماء. وتُعد ولاية جندوبة من أكثر مناطق البلاد التونسية وفرة بالهطولات المطرية، مع ملاحظة وجود تباين بين جنوب وشمال الولاية.

تراوح كميات الأمطار السنوية في ولاية جندوبة بين 450 ملم في جنوب الولاية، و1000 ملم على السواحل، وقد تتجاوز 1500 ملم في المرتفعات الجبلية مثل عين دراهم. هذا ويبيّن الجدول (2.1) معدل الأمطار في معتمديات ولاية جندوبة خلال 50 سنة، هذا، ويُذكر أن الثلوج تتساقط في ولاية جندوبة في منطقة عين دراهم، وقد سجلت كميات كبيرة نسبياً من الثلوج خلال شتاء 2012، حيث فاقت 1.5 متر، ويختلف عدد الأيام التي تتساقط فيها الثلوج حسب الأشهر، لكن يبقى شهرا كانون الثاني/يناير، وشباط/فبراير الأكثر مناسبة لهطول الثلوج.

تتميز ولاية جندوبة بدرجات حرارة معتدلة تختص، ويُعد شهر كانون الثاني/يناير الشهر الأكثر برودة، حيث تصل درجة الحرارة إلى أقل من 9 درجات مئوية، ويُعد شهر تموز/يوليو الشهر الأعلى حرارة، فدرجة الحرارة في هذا الشهر تراوح بين 24 و28 درجة مئوية. وتخفي هذه المعدلات في درجات الحرارة الاختلافات المسجلة على مستوى المحطة الساحلية (طبرق) والمحطة الجبلية (عين دراهم) والمحطة القارية (جندوبة). وقد خُلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية فقط.

الجدول (2.1) الهطول المطري في معتمديات ولاية جندوبة - تونس

المنطقة	جندوبة	بوسالم	غار الدماء	فرنانة	عين دراهم	طبرق
معدل الأمطار خلال 50 سنة (مم)	475	455	451	849	1584	1067

15- محطة الرباط - المغرب

تقع مدينة الرباط على دائرة العرض 34.05° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 6.76° غرب خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 84 متر فوق سطح البحر، على ساحل المحيط الأطلسي في سهلٍ منبسّط فسيح، وعلى الضفة اليسرى لمصب نهر أبي رقراق، الذي يفصل المدينة عن سلا المدينة القديمة، وهي عاصمة المغرب.

يتميز مُناخ المدينة بارتفاع نسبة الرطوبة، بسبب قربها من البحر، ويصل معدل الهطول المطري فيها إلى 485 ملم في السنة، ويُراوح عدد الأيام الممطرة في السنة بين 60 و75 يوم، ويمكن نظام الهطولات المطرية الشهرية من تمييز فصلين، هما الشتاء الممطر الذي يمتد من شهر تشرين الأول /أكتوبر إلى نيسان /أبريل (90% من الهطولات المطرية السنوية)، والصيف الجاف الذي يمتد من شهر أيار/مايو إلى أيلول /سبتمبر (10% من الهطولات المطرية السنوية)، ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في الرباط 17.9 درجة مئوية، ويُعد شهر أغسطس/آب أعلى الشهور حرارة خلال العام، فمتوسط درجة الحرارة فيه يبلغ 23.4 درجة مئوية، وكذلك فإن شهر يناير/كانون الثاني هو أكثر الشهور برودة خلال العام، فمتوسط درجة الحرارة فيه يبلغ 12.6 درجة مئوية، وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

16- محطة مراكش - المغرب

تقع مدينة مراكش على دائرة العرض 31.61° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 8.03° غرب خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 468 متر فوق سطح البحر، وعلى بعد 327 كلم جنوب غرب الرباط، و580 كلم جنوبي غربي طنجة، و239 كلم جنوب غرب الدار البيضاء، و196 كلم جنوبي غربي بني ملال، و177 كلم شرقي الصويرة، و153 كلم شمال شرق أغادير.

تتمتع مراكش بمناخٍ شبه جاف (مناخ السهوب المحلية)، حيث الشتاء معتدل ورطب، والصيف جاف وحار، ويبلغ معدل درجة الحرارة في المدينة 28-29 درجة مئوية صيفاً و12 درجة مئوية شتاءً، ويمائل نمط هطول الأمطار شتاءً في مراكش باقي مناطق البحر الأبيض المتوسط، لكن بمعدلاتٍ أقل، فمتوسط هطول الأمطار فيها يبلغ 250 ملم/السنة فقط، ويتساقط معظم الهطول في شهر فبراير/شباط بمعدلٍ يساوي 35 ملم، وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية فقط.

17- محطة الدار البيضاء - المغرب

تقع مدينة الدار البيضاء على دائرة العرض 33.56° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 7.66° غرب خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 62 متر فوق سطح البحر، وهي تنتمي للمجال الجغرافي للشاوية السفلي. يحدها شمالاً هضبة بلاد زعير، وجنوباً الامتداد الطبيعي للشاوية، ومن الشمال الغربي المحيط الأطلسي، ومن الشرق هضبة بن سليمان.

يتصف مُناخ الدار البيضاء بالاعتدال، وبحكم موقعها على ساحل المحيط الأطلسي، فإنها تتأثر بالموثرات البحرية، حيث يصل عمق هذه المؤثرات إلى مسافة 60 كلم نحو الداخل، حيث يساعد التفاعل المستمر لعاملي الرطوبة والرياح على تلطيف درجات الحرارة في فصل الصيف، واعتدالها في فصل الشتاء، فمعدل الحرارة السنوي يقارب 18°، وتكون درجات الحرارة عند أعلى مستوى لها في شهر أغسطس/آب، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة خلاله نحو 23.3 درجة مئوية، ويُعد شهر يناير/كانون الثاني أكثر الشهور برودة خلال العام، فمتوسط درجة الحرارة يساوي 12.4 درجة مئوية، أما المعدل السنوي للهطول المطري فيبلغ 433.60 ملم، ويصل الفرق في معدل هطول الأمطار بين أكثر الشهور جفافاً، وأكثر الشهور الممطرة إلى قرابة 79 ملم. وقد خُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

18- محطة مطار طرابلس - ليبيا

تقع مدينة طرابلس على دائرة العرض 32.66° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 13.15° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 80 متر فوق سطح البحر، في الشمال الغربي لليبيا. المدينة مقامة على رأس صخري يطل على البحر الأبيض المتوسط مقابل الرأس الجنوبي لجزيرة صقلية. يحدها شرقاً منطقة تاجوراء، وغرباً جنزور، وجنوباً منطقة السواني، وشمالاً البحر الأبيض المتوسط.

يسود في المدينة مُناخ متوسطي يمتاز باعتدال درجات الحرارة فيه، ووفرة هطولاته المطرية نسبياً في الشتاء، إلا أن اقتراب الصحراء من البحر على وجه العموم في معظم أجزاء الساحل الليبي، ووقوع المدينة في ظل الأمطار للجبال المغربية، يضعفان من صفة الاعتدال في هذا المُناخ، ويجعلان نصيب المدينة ومحيطها منه محدوداً، إذ يشتد الحر في الصيف، وتتعرض السهول المحيطة بالمدينة للرياح الحارة الجافة المحملة بالأتربة، وتقل الأمطار الشتوية، فمتوسط درجة الحرارة السنوي في طرابلس يساوي 19.7 درجة مئوية، وأكثر شهور حرارةً خلال العام هو أغسطس/آب، مع متوسط درجة حرارة يصل إلى 26.3 درجة مئوية، أما شهر يناير/كانون الثاني فيشهد أدنى متوسط لدرجة الحرارة خلال العام، حيث يصل حتى 12.1 درجة مئوية.

يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي 266 ملم، ويُعد شهر يوليو/تموز الشهر الأكثر جفافاً، ويكون معظم هطول الأمطار خلال شهر يناير/كانون الثاني. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

19- محطة سبها - ليبيا

تقع مدينة سبها على دائرة العرض 27.01° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 14.43° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 435 متر فوق سطح البحر، في الجزء الجنوبي الغربي من ليبيا، وتبعد عن مدينة طرابلس قرابة 750 كم. يحدها من الشمال منطقة زلاف الصحراوية ومن ثم وادي الشاطئ. وتُعد أكبر مدن الجنوب الليبي.

تتمتع سبها بمناخ قاري شديد الحرارة صيفاً، وشديد البرودة شتاءً، ولا يوجد هطول فعلي للأمطار على مدار العام فيها. يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي فيها 22.8 درجة مئوية وتكون درجات الحرارة عند أعلى مستوي لها في شهر يونيو/حزيران، فتصل حتى 31.6 درجة مئوية، أما في شهر يناير/كانون الثاني، فيبلغ متوسط درجة الحرارة 11.4 درجة مئوية، وهو أدنى معدل لدرجة الحرارة خلال العام كله.

يبلغ متوسط هطول الأمطار 9 ملم/السنة، ويصل الفرق في معدلات هطول الأمطار بين أكثر الشهور جفافاً، وأكثرها مطراً إلى 2 ملم. وقد حُللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

20- محطة عنابة - الجزائر

تقع مدينة عنابة على دائرة العرض 36.83° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 7.81° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 4 متر فوق سطح البحر، على السفوح الشرقية لكنتلة إيدوغ الجبلية في شمال سهل محصور بين مرتفعات تمتد إلى البحر مباشرة في الشمال، وميناء خليج عنابة (البحر الأبيض المتوسط) من الشرق وبين التلال التي تضم مدينة بونة الأثرية وكنيسة سانت أوغستين في الجنوب، وقد توسعت جهة الغرب على السهل الغربي بين جبال إيدوغ و جبل بوقنطاس، وهي في توسع مستمر، حيث توشك على الالتحام بالمناطق الحضرية الحديثة باقليم بلدية البوني من جهة الجنوب، لتشكل منطقة حضرية كبرى تمتد لغاية الحجار وسيدي عمار، فيما يتواصل توسعها على سفوح جبال إيدوغ في الشمال والغرب.

يتميز مُناخ المدينة بشتاءٍ دافئٍ شهد تذبذباً واضحاً بهطولاته المطرية في السنوات الأخيرة، وبصيفٍ حارٍ مع رطوبةٍ عاليةٍ نتيجة موقعها الجغرافي المحصور بين الجبال وخليجٍ عنابة، ويبلغ متوسط درجة الحرارة في عنابة 18.4 درجة مئوية، ويُعد شهر أغسطس/آب أكثر الشهور ارتفاعاً في درجات الحرارة خلال العام، بمتوسطٍ يساوي 25.7 درجة مئوية، أما في شهر يناير/كانون الثاني، فيبلغ متوسط درجة الحرارة 11.9 درجة مئوية، وهو أدنى معدل لدرجة الحرارة خلال العام كله،

يبلغ متوسط الهطول في محطة عنابة 712 ملم، يهطل معظمها خلال شهر يناير/كانون الثاني، بمتوسطٍ يساوي 122 ملم، أما أقل هطول للأمطار فيكون في يوليو/تموز، بمتوسطٍ يساوي 3 ملم. وقد حلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

21- محطة تمنراست – الجزائر

تقع مدينة تمنراست على دائرة العرض 22.83° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 5.51° شرق خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 1364 متر فوق سطح البحر، وفي منطق ذات تضاريس جبلية تضم سلسلة جبال الهقار، وهي تبعد مسافة 1981 كلم جنوب الجزائر العاصمة.

يتصف مُناخ مدينة تمنراست بأنه مُناخ صحراوي قاري بسبب موقعها ضمن الصحراء الكبرى، ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي 21.2 درجة مئوية في العام، حيث أكثر الشهور دفئاً خلال العام هو يوليو/تموز، مع متوسط درجة حرارة يساوي 28.5 درجة مئوية، ويُعد شهر يناير/كانون الثاني أكثر الشهور برودة خلال العام، مع متوسط درجة حرارة يساوي 11.7 درجة مئوية.

لا يوجد هطول فعلي للأمطار على مدار العام، وتسقط كمية معتبرة من الأمطار في فصل الصيف خلال شهر أغسطس/آب، ويبلغ متوسط الهطول المطري في هذا الشهر 8 ملم، وهو ما يؤدي الى سيولٍ خطيرة في الوديان. ويُعد شهر فبراير/شباط الشهر الأكثر جفافاً، مع متوسط هطول مطري يصل حتى 1ملم فقط. وقد حلت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

22- محطة نواكشوط - موريتانيا

تقع مدينة نواكشوط على دائرة العرض 18.1° شمال خط الاستواء، وعلى خط الطول 15.95° غرب خط غرينيتش، وعلى ارتفاع 2 متر فوق سطح البحر، على ساحل المحيط الأطلسي من الساحل الغربي لأفريقيا.

تتصف نواكشوط بمناخ صحراوي (صيف حار وشتاء دافئ)، وبسبب موقعها، تكون درجات الحرارة عالية جداً في معظم أوقات السنة، ومع ذلك، تمتاز نواكشوط باعتدال درجات الحرارة فيها مقارنةً مع مدن أخرى تقع في نطاقٍ مناخي من النوع ذاته.

يكون متوسط درجات الحرارة ثابت عند حدود 32 درجة مئوية، ويروح متوسط درجات الحرارة المنخفضة بين 24 درجة مئوية خلال فصل الصيف، و13 درجة مئوية خلال فصل الشتاء. ويبلغ متوسط درجات الحرارة المنخفضة 10 درجة مئوية خلال أشهر الشتاء في نواكشوط. أما متوسط هطول الأمطار في المدينة فيبلغ 159 ملم/ السنة، ويسقط الجزء الأكبر من الأمطار عادةً في شهر آب/أغسطس، وهو الشهر الذي يشكل الموسم الرطب القصير جداً في المدينة. وقد خللت لهذه المحطة بيانات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة.

1-2-6-2 التغيرات في درجات الحرارة:

إن إسقاطات مناخ الحالة الراهنة، وتقييم التأثير بتغيير المناخ يتم استناداً على المؤشرات والقرائن المناخية، وبناءً عليه حُلل معدل درجة الحرارة السنوية والمتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوية، والمنحى العام للمتوسط المتحرك لفترة تاريخية للمحطات المناخية العربية، وذلك حسب الأقاليم الجغرافية للمنطقة العربية، فكانت نتائج التحليل حسب الآتي:

1. في إقليم شبه الجزيرة العربية:

- محطة الرياض

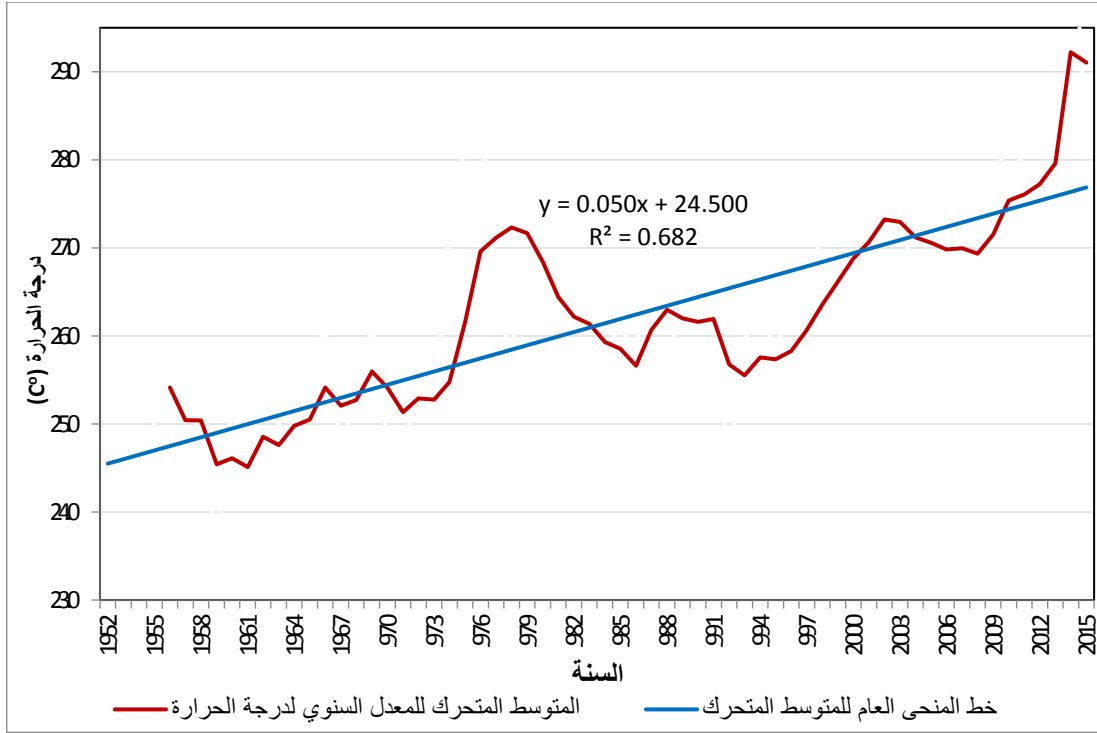
خللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرياض تمتد لـ 64 عاماً للفترة 1952-2015 (الجدول 3.1).

الجدول (3.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرياض للفترة 1952-2015 (درجة مئوية)

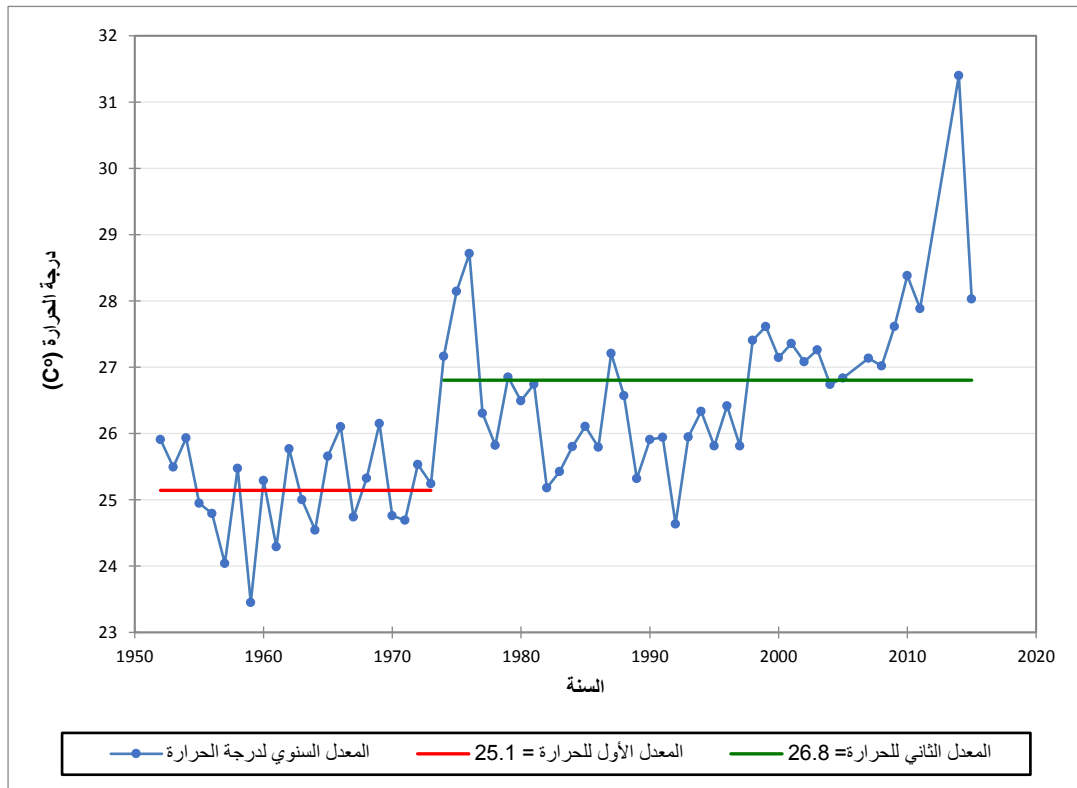
السنة	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
معدل درجة الحرارة السنوي	25.9	25.5	25.9	25.0	24.8	24.0	25.5	23.5	25.3	24.3	25.8	25.0
السنة	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
معدل درجة الحرارة السنوي	24.5	25.7	26.1	24.7	25.3	26.2	24.8	24.7	25.5	25.2	27.2	28.1
السنة	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
معدل درجة الحرارة السنوي	28.7	26.3	25.8	26.8	26.5	26.7	25.2	25.4	25.8	26.1	25.8	27.2
السنة	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
معدل درجة الحرارة السنوي	26.6	25.3	25.9	25.9	24.6	25.9	26.3	25.8	26.4	25.8	27.4	27.6
السنة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
معدل درجة الحرارة السنوي	27.1	27.4	27.1	27.3	26.7	26.8	-	27.1	27.0	27.6	28.4	27.9
السنة	2012	2013	2014	2015								
معدل درجة الحرارة السنوي	-	-	31.4	28.03								

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 29.7°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) (significance level $\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 4.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 5.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1973، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة، المعدل الأول 25.1°C ، للفترة 1952-1973، والمعدل الثاني 26.8°C ، للفترة 1974-2015، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.7°C . أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى العام لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.50 درجة مئوية/العقد. وهذه النتائج متوافقة بالمنحى العام مع ما توصل إليه (Narsallah et al., 1996)، ومع دراسة (Almazroui et al., 2012)، الذي درس التغيير الحديث في مناخ شبه الجزيرة العربية للفترة 1978 – 2009 من خلال تحليل بيانات عدة محطات مناخية، من ضمنها محطة الرياض، وقد قدر التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة على مستوى المملكة بنحو 0.60 درجة مئوية/العقد، مع الوضع بالحسبان الارتياح الإحصائي الناتج عن اختلاف الفترة الزمنية المدروسة (Liebmann et al., 2010).



الشكل (4.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 2015-1952



الشكل (5.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 1952-2015

- محطة جدة:

حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة جدة، تمتد لـ 66 عاماً للفترة 1951-2016 (الجدول (4.1)).

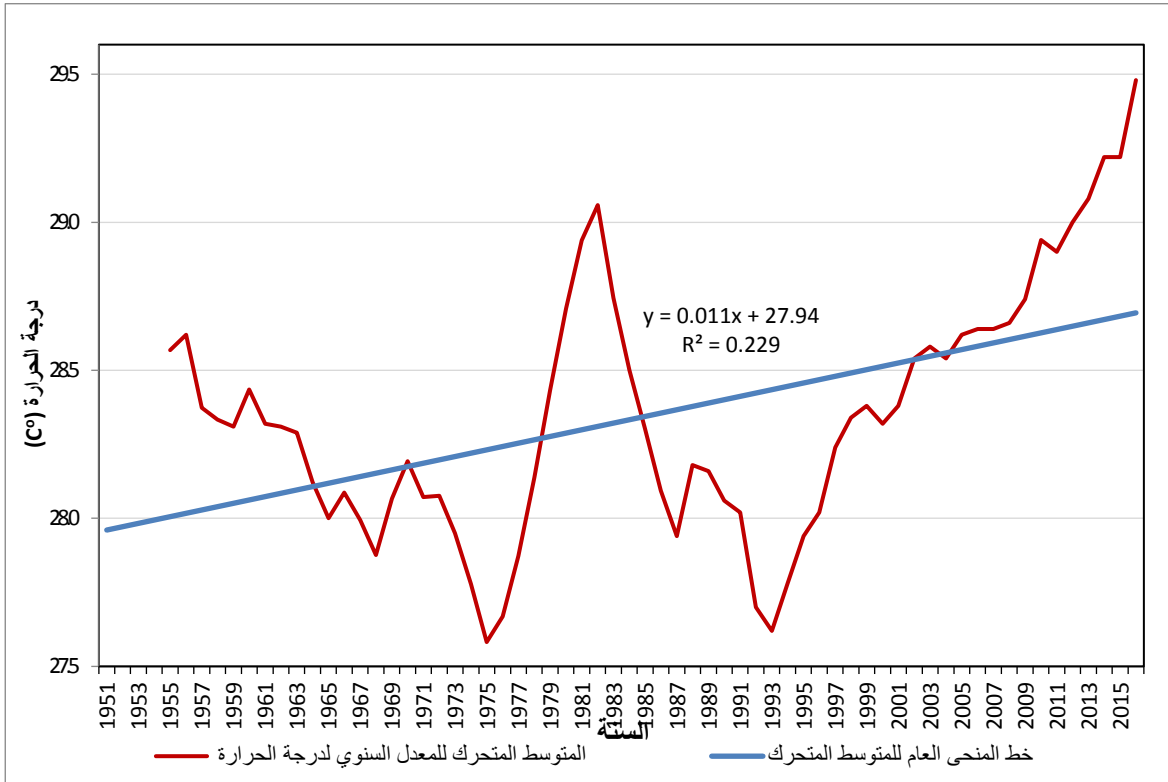
الجدول (4.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة جدة للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)

السنة	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
معدل درجة الحرارة السنوي	28	29.3	29.1	28.4	28.0	28.3	28.0	28.9	28.3	28.7	27.7	28.0
السنة	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
معدل درجة الحرارة السنوي	28.8	27.5	28.1	28.2	27.5	28.2	28.4	28.7	27.6	-	-	27.6
السنة	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
معدل درجة الحرارة السنوي	27.7	28.0	-	-	-	-	-	-	27.3	27.8	28.1	28.1
السنة	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
معدل درجة الحرارة السنوي	28.4	28.5	27.7	27.6	27.9	26.8	28.1	28.5	28.4	28.3	27.9	28.6
السنة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
معدل درجة الحرارة السنوي	28.7	28.1	28.6	28.7	28.8	28.5	28.5	28.7	28.7	28.9	28.9	29.5
السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016						
معدل درجة الحرارة السنوي	28.5	29.2	29.3	29.6	29.5	29.8						

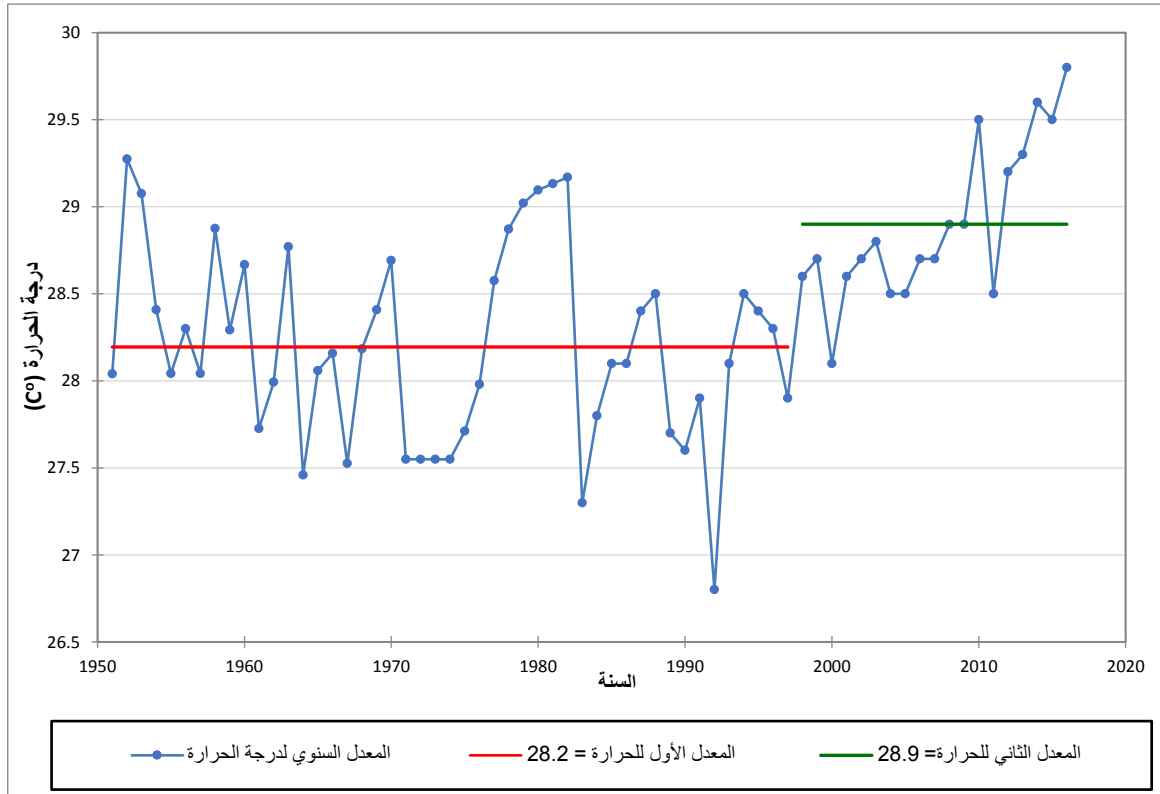
مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد وترميم من الموقع en.tutiempo.net/climate

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 28.4°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall)

، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 6.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (Homogeneity test) (الشكل 7.1). وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1997 ليصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 28.2°C ، للفترة 1951-1997، والمعدل الثاني 28.9°C للفترة 1998-2016، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.71°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى العام لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.11 درجة مئوية/العقد، وهي نتيجة متوافقة مع (Rehman et al., 2012)، حيث قدرت هذه الدراسة الزيادة الحاصلة في المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطة جدة بـ 0.167 درجة مئوية/العقد لفترة الدراسة 1970 - 2006.



الشكل (6.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 2016-1951



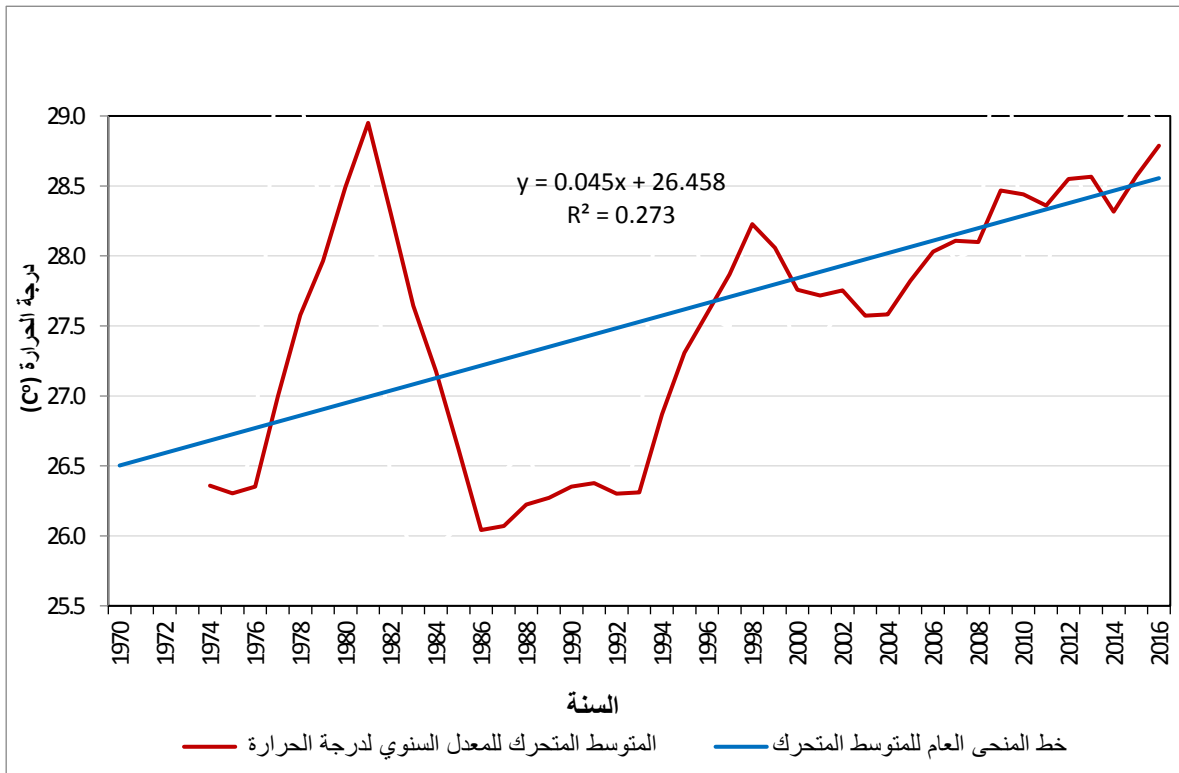
الشكل (7.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 1951-2016
- محطة مسقط
حالات سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مسقط تمتد لـ 47 عاماً للفترة
(1970-2016)، الجدول (5.1).

الجدول (5.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مسقط للفترة 1970-2016 (درجة مئوية)

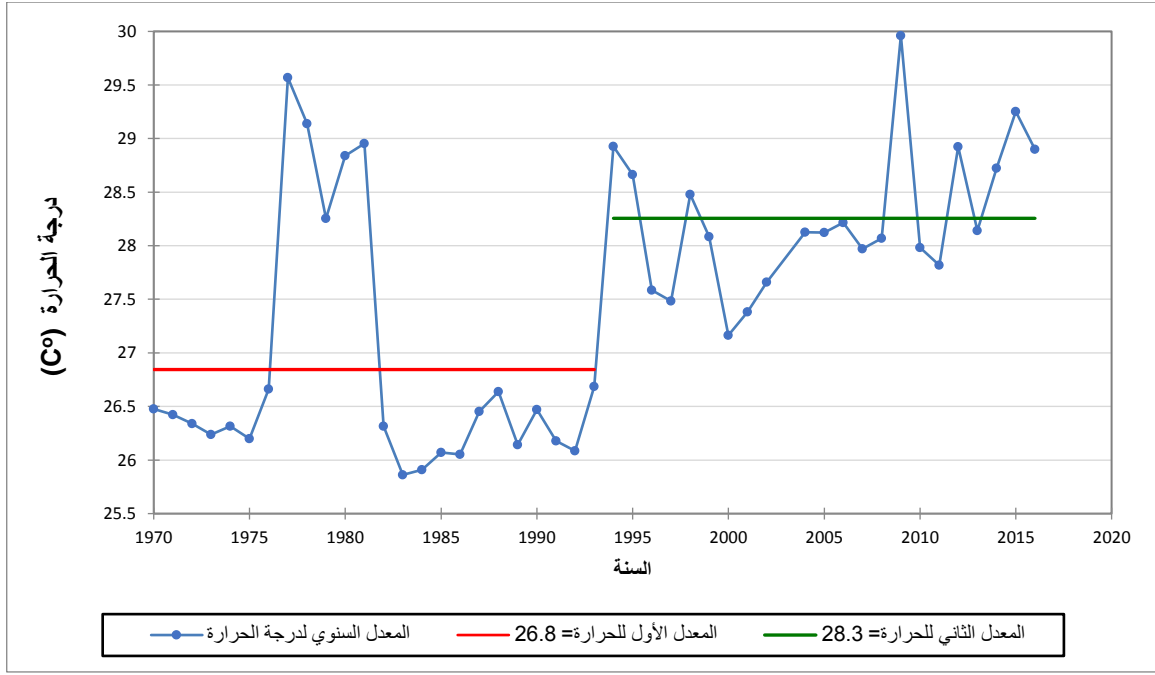
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
معدل درجة الحرارة السنوي	26.5	26.4	26.3	26.2	26.3	26.2	26.7	29.6	29.1	28.3	28.8	29.0
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
معدل درجة الحرارة السنوي	26.3	25.9	25.9	26.1	26.1	26.5	26.6	26.1	26.5	26.2	26.1	26.7
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
معدل درجة الحرارة السنوي	28.9	28.7	27.6	27.5	28.5	28.1	27.2	27.4	27.7		28.1	28.1
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
معدل درجة الحرارة السنوي	28.2	28.0	28.1	30.0	28.0	27.8	28.9	28.1	28.7	29.3	28.9	

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لا كساد ومن الموقع en.tutiempo.net/climate

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 28.5 C° ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 8.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 9.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1993 ليصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة، المعدل الأول 26.8 C° ، للفترة 1970-1993 والمعدل الثاني 28.3 C° ، للفترة 1994-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.5 C° ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ 0.45 درجة مئوية/العقد.



الشكل (8.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحنى له لمحطة مسقط للفترة 2016-1970



الشكل (9.1) اختبار التجانس لمعدل درجة الحرارة السنوي وخط المنحى له لمحطة مسقط للفترة 1970-2016

2. في إقليم المشرق العربي:

- محطة اللاذقية

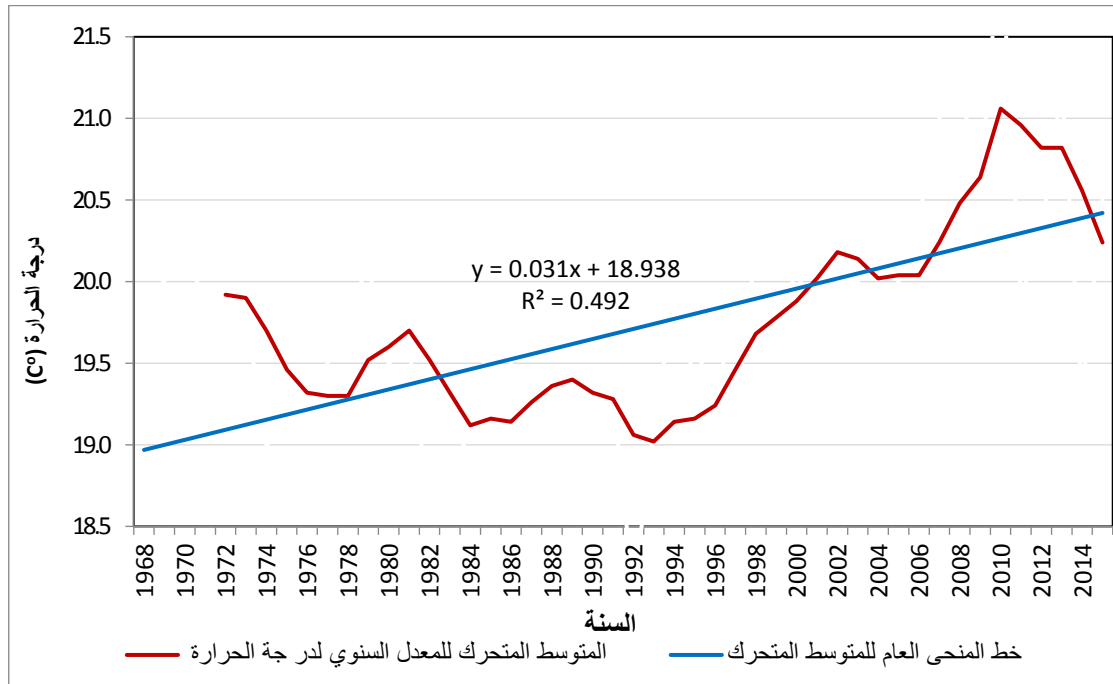
خللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة اللاذقية تمتد لـ 48 عاماً، للفترة 1968-2015 (الجدول 6.1).

الجدول (6.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1968-2015 (درجة مئوية)

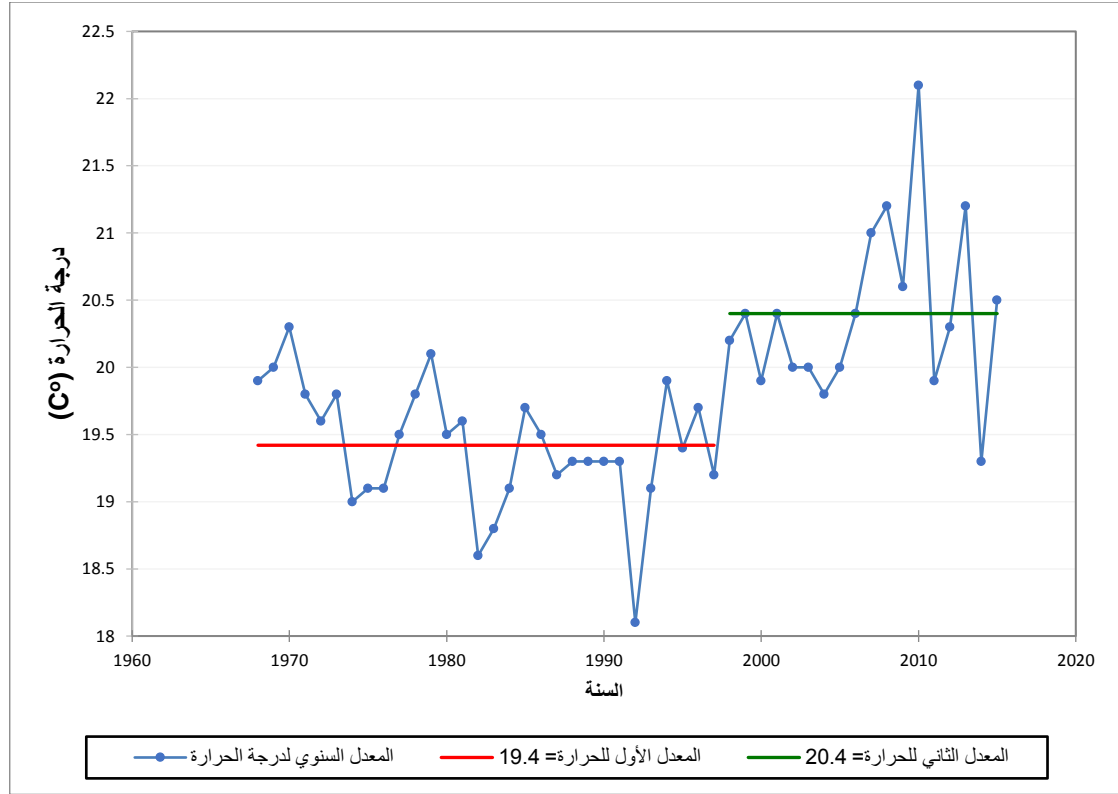
السنة	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
معدل درجة الحرارة السنوي	19.90	20.00	20.30	19.80	19.60	19.80	19.00	19.10	19.10	19.50	19.80	20.10
السنة	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
معدل درجة الحرارة السنوي	19.50	19.60	18.60	18.80	19.10	19.70	19.50	19.20	19.30	19.30	19.30	19.30
السنة	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
معدل درجة الحرارة السنوي	18.10	19.10	19.90	19.40	19.70	19.20	20.20	20.40	19.90	20.40	20.00	20.00
السنة	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
معدل درجة الحرارة السنوي	19.80	20.00	20.40	21.00	21.20	20.60	22.10	19.90	20.30	21.20	19.30	20.50

مصدر البيانات: الموارد المائية السورية

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 19.8 C° ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 10.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 11.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1997، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة، المعدل الأول 19.4 C° ، للفترة 1970-1997، والمعدل الثاني 20.4 C° ، للفترة 1998-2015، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1 C° ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.31 درجة مئوية/العقد، وتتوافق هذه النتيجة مع ما وتوصلت اليه دراسة (Jalab et al., 2014)، حيث بينت أن الاتجاه العام لدرجات الحرارة الجافة السنوية متزايد بشكل معنوي في محطة اللاذقية خلال الفترة 1978 – 2011، حيث بلغت الزيادة 0.3 درجة مئوية/العقد.



الشكل (10.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة السنوي، وخط المنحنى له لمحطة اللاذقية للفترة 2015-1968



الشكل (11.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة اللاذقية للفترة 2015-1968

- محطة مطار بيروت

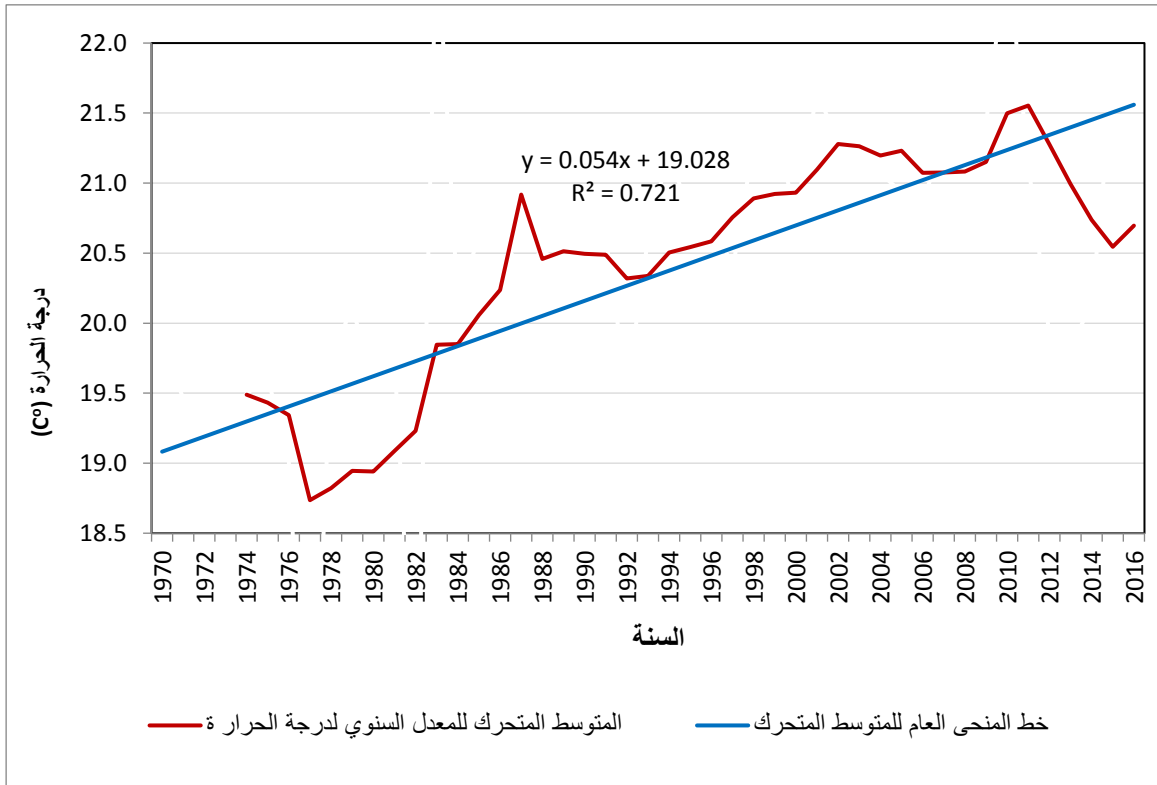
حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار بيروت تمتد لـ 47 عاماً للفترة 2016-1970 (الجدول 7.1).

الجدول (7.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار بيروت للفترة 2016 - 1970 (درجة مئوية)

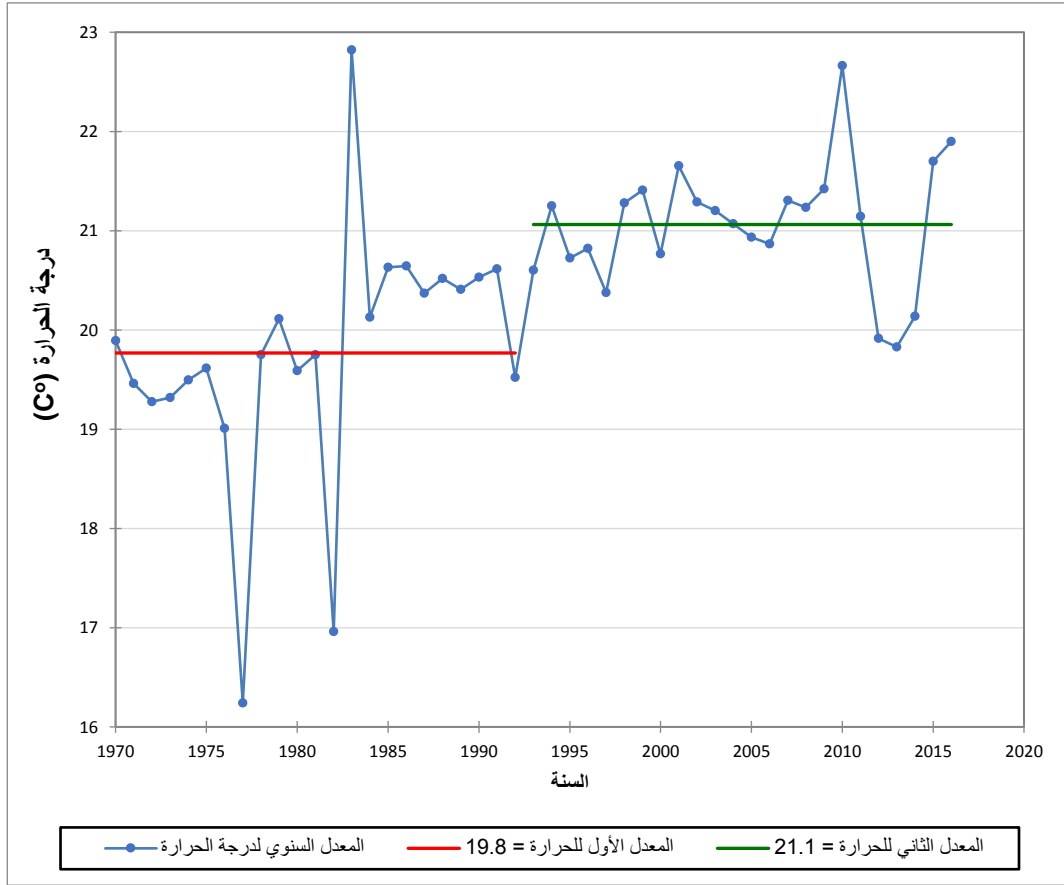
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
معدل درجة الحرارة السنوي	19.9	19.5	19.3	19.3	19.5	19.6	19.0	16.2	19.7	20.1	19.6	19.7
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
معدل درجة الحرارة السنوي	17.0	22.8	20.1	20.6	20.6	20.4	20.5	20.4	20.5	20.6	19.5	20.6
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
معدل درجة الحرارة السنوي	21.2	20.7	20.8	20.4	21.3	21.4	20.8	21.7	21.3	21.2	21.1	20.9
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
معدل درجة الحرارة السنوي	20.9	21.3	21.2	21.4	22.7	21.1	19.9	19.8	20.1	21.7	21.9	

مصدر البيانات: من الموقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 20.4 C° ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 12.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 13.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1992، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 19.8 C° ، للفترة 1970-1992، والمعدل الثاني 21.1 C° ، للفترة 1993-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.3 C° ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.54 درجة مئوية/العقد.



الشكل (12.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحنى له لمحطة مطار بيروت للفترة 2016-1970



الشكل (13.1) اختبار التجانس للمعدل لدرجة الحرارة السنوي وخط المنحى له لمحطة مطار بيروت للفترة 2016-1970

- محطة بغداد

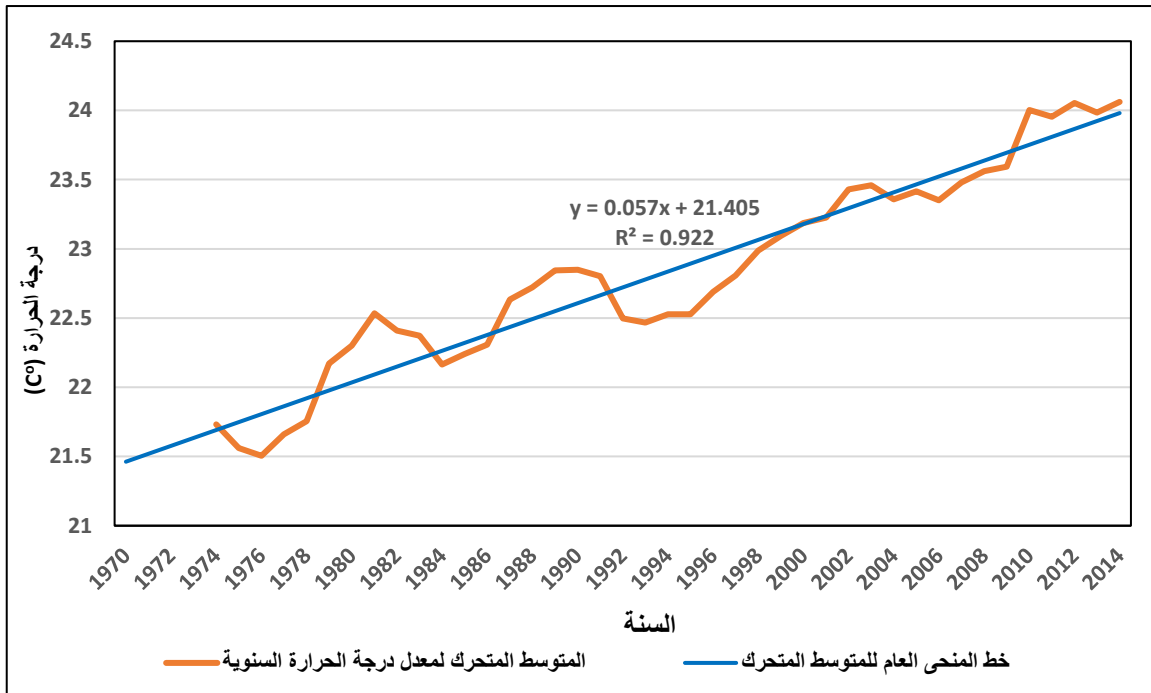
حُلّت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة بغداد تمتد 45 عاماً للفترة 1970-2014 في الجدول (8.1):

الجدول (8.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة بغداد للفترة 1970-2014 (درجة مئوية)

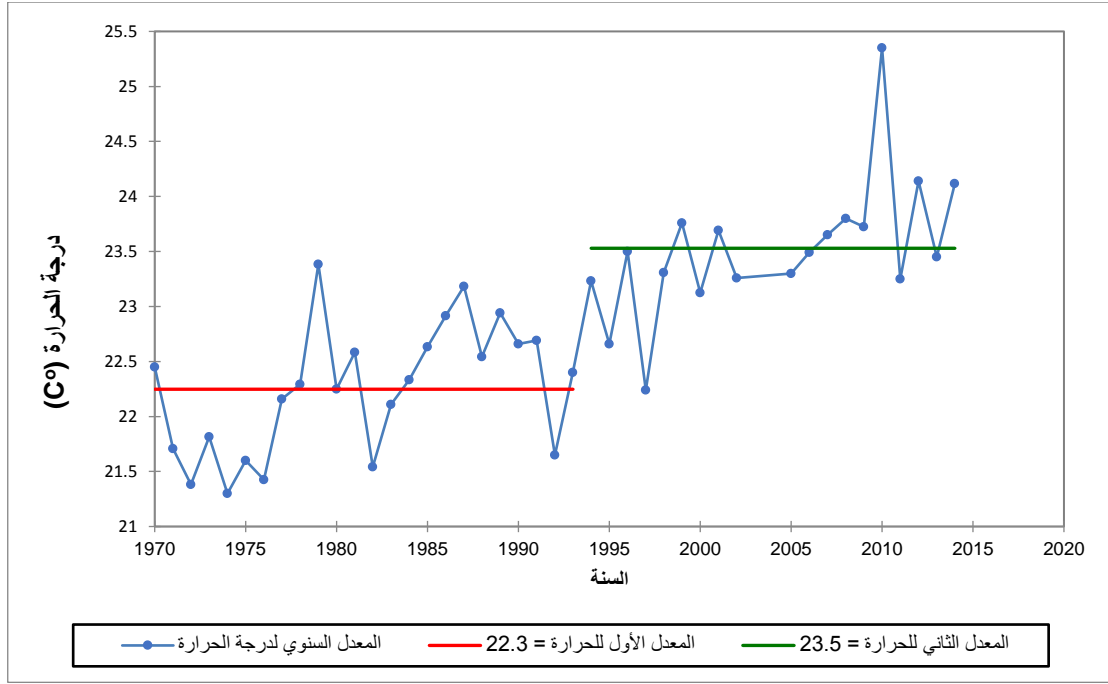
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
معدل درجة الحرارة السنوي	22.5	21.7	21.4	21.8	21.3	21.6	21.4	22.2	22.3	23.4	22.3	22.6
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
معدل درجة الحرارة السنوي	21.5	22.1	22.3	22.6	22.9	23.2	22.5	22.9	22.7	22.7	21.7	22.4
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
معدل درجة الحرارة السنوي	23.2	22.7	23.5	22.2	23.3	23.8	23.1	23.7	23.3	-	-	23.3
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
معدل درجة الحرارة السنوي	23.5	23.7	23.8	23.7	25.4	23.3	24.1	23.5	24.1			

مصدر البيانات: الأرصاد الجوية العراقية

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 22.8°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 14.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 15.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1993، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 22.3°C ، للفترة 1970-1993، والمعدل الثاني 23.5°C ، للفترة 1994-2014، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.2°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.57 درجة مئوية/العقد، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج البلاغ الوطني الأول للعراق لعام 2015، الذي بين أن أقل ارتفاع في درجات الحرارة حصل في محطة بغداد، حيث بلغت قيمة معامل الانحدار لمعدل درجات الحرارة السنوية 0.01 . وكذلك مع (Robaa et al., 2012)، التي وجدت أن درجات الحرارة في محطة بغداد ارتفعت بمقدار 0.5 درجة مئوية/العقد خلال فترة الدراسة 1941 - 2010 .



الشكل (14.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحنى له لمحطة بغداد للفترة 1970-2014



الشكل (15.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة بغداد للفترة 1970-2014

- محطة الرطبة

خللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرطبة تمتد لـ 38 عاماً للفترة 1971-2008 في الجدول (9.1):

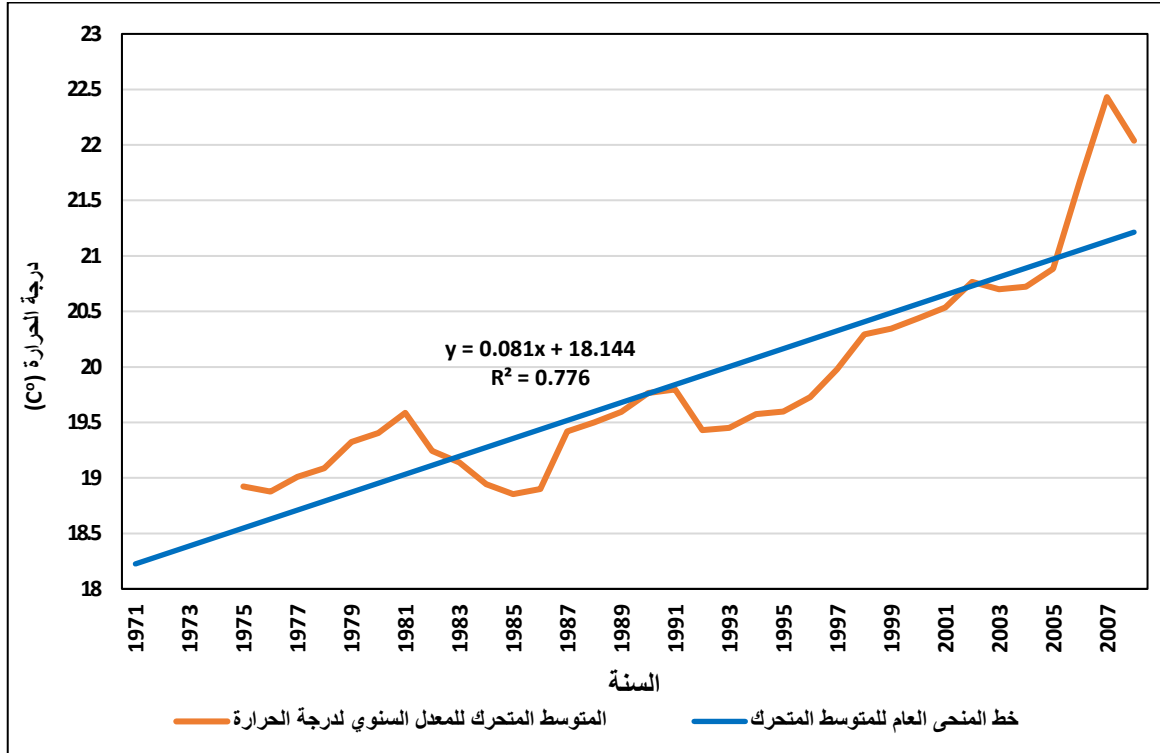
الجدول (9.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرطبة للفترة 1971-2008 (درجة مئوية)

السنة	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
معدل درجة الحرارة السنوي	18.9	18.5	19.1	19.1	19.0	18.7	19.2	19.5	20.3	19.4	19.6	17.5
السنة	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
معدل درجة الحرارة السنوي	19.0	19.3	19.0	19.8	20.1	19.4	19.8	19.8	20.0	18.2	19.5	20.4
السنة	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
معدل درجة الحرارة السنوي	19.9	20.6	19.5	21.0	20.6	20.4	22.7	-	-	-	-	22.7
السنة	2007	2008										
معدل درجة الحرارة السنوي	22.2	21.3										

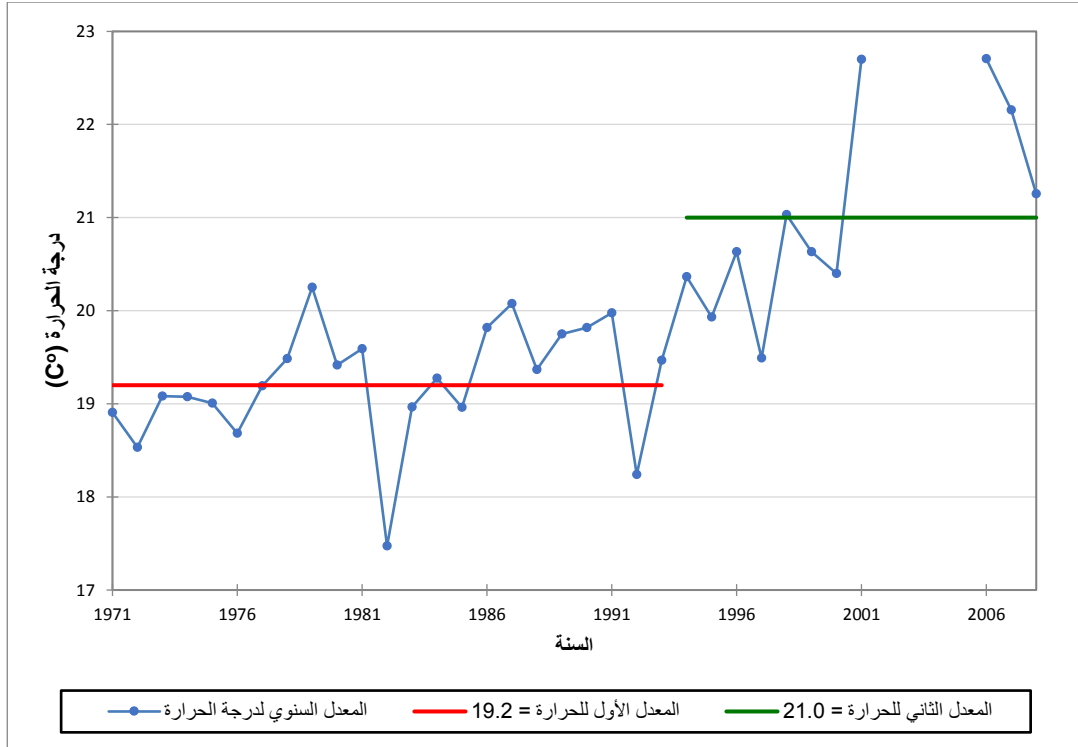
مصدر البيانات: الأرصاد الجوية العراقية

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 19.8°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 16.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 17.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1993، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 19.2°C ، للفترة 1971-1993،

والمعدل الثاني 21.00°C ، للفترة 1994-2008، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.8°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.81 درجة مئوية/العقد. وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج البلاغ الوطني الأول للعراق لعام 2015، الذي بين أن ارتفاع درجات الحرارة في محطة الرطبة كان أعلى منه في محطة بغداد، حيث بلغت قيمة معامل الانحدار لمعدل درجات الحرارة السنوية في محطة الرطبة 0.05.



الشكل (16.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الرطبة للفترة 2008-1971



3. في إقليم شمال شرق إفريقيا:

- محطة الإسكندرية

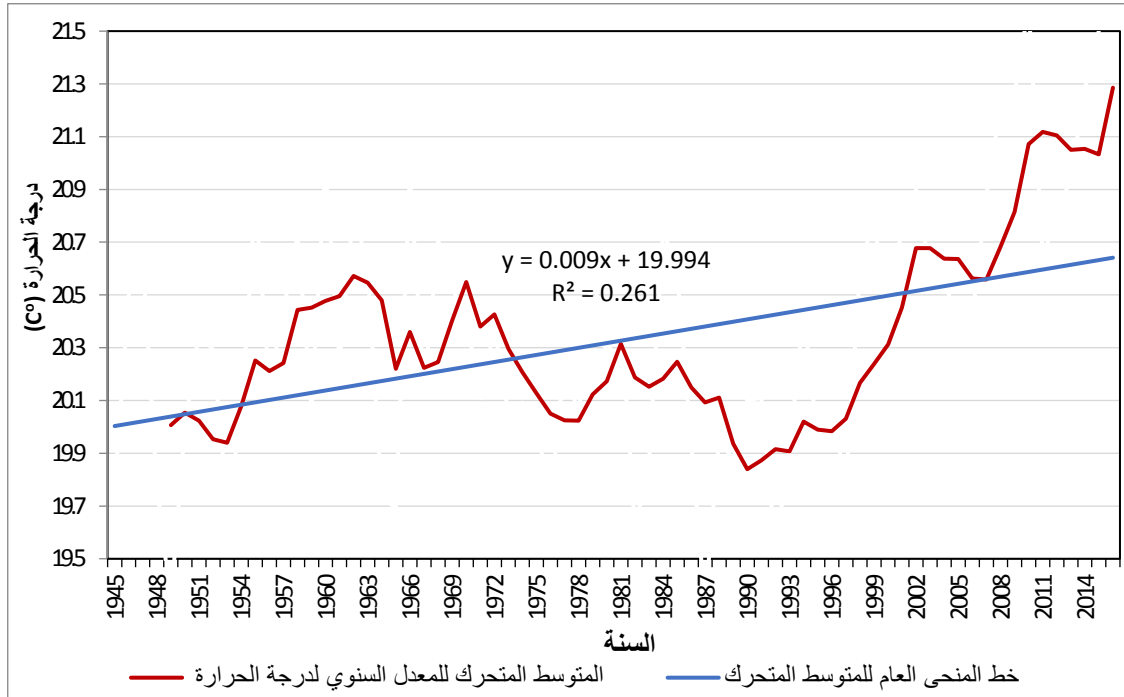
خللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الإسكندرية تمتد لـ 72 عاماً للفترة 1945-2016، (الجدول 10.1).

الجدول (10.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الإسكندرية للفترة 1945 - 2016 (درجة مئوية)

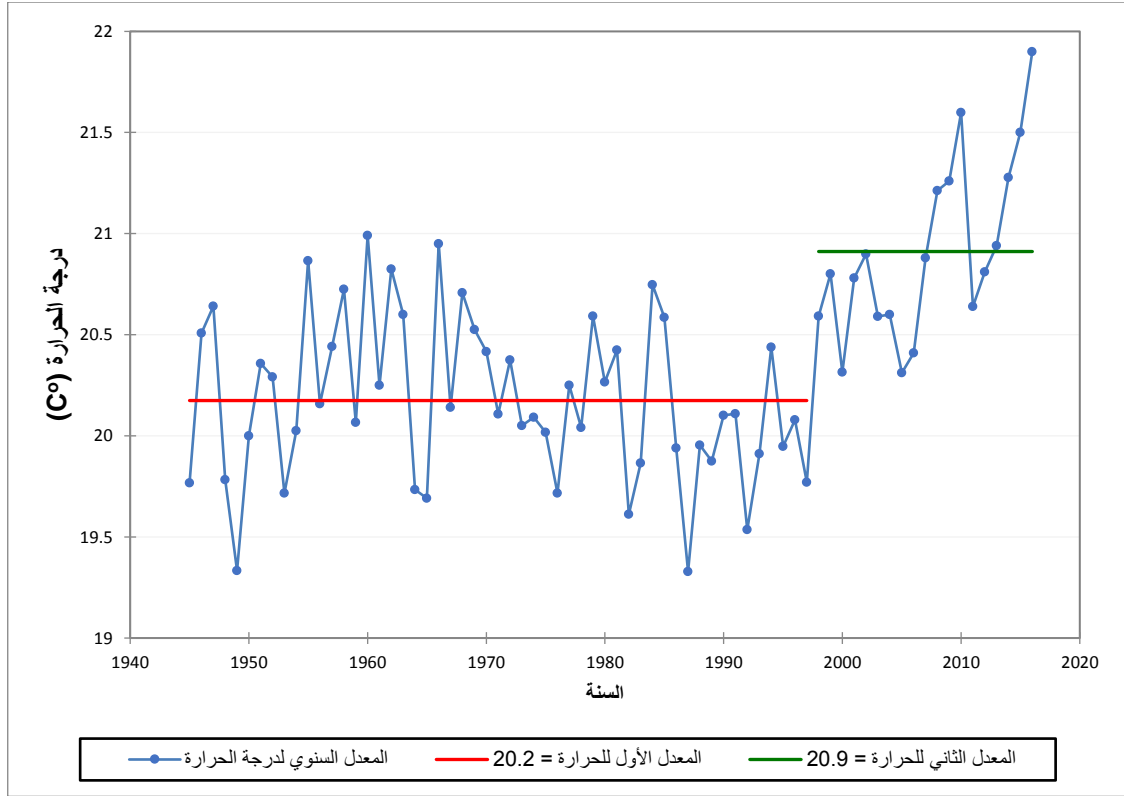
السنة	1956	1955	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945
معدل درجة الحرارة السنوي	20.2	20.9	20.0	19.7	20.3	20.4	20.0	19.3	19.8	20.6	20.5	19.8
السنة	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961	1960	1959	1958	1957
معدل درجة الحرارة السنوي	20.7	20.1	21.0	19.7	19.7	20.6	20.8	20.3	21.0	20.1	20.7	20.4
السنة	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	1970	1969
معدل درجة الحرارة السنوي	20.3	20.6	20.0	20.3	19.7	20.0	20.1	20.1	20.4	20.1	20.4	20.5
السنة	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981
معدل درجة الحرارة السنوي	19.5	20.1	20.1	19.9	20.0	19.3	19.9	20.6	20.7	19.9	19.6	20.4
السنة	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
معدل درجة الحرارة السنوي	20.6	20.6	20.9	20.8	20.3	20.8	20.6	19.8	20.1	19.9	20.4	19.9
السنة	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
معدل درجة الحرارة السنوي	21.9	21.5	21.3	20.9	20.8	20.6	21.6	21.3	21.2	20.9	20.4	20.3

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 20.4 C° حسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل Mann Kendall $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 18.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوية، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 19.1)، وُحُدت سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1997، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 20.2 C° ، للفترة 1945-1997، والمعدل الثاني 20.9 C° ، للفترة 1998-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.7 C° ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.09 درجة مئوية/العقد، وهذه القيمة في الزيادة متوافقة مع التقرير التقييمي الرابع الصادر عن IPCC لعام 2007، حيث بين أن ارتفاع درجات الحرارة في الإسكندرية خلال الفترة 1979 – 2005 تراوح في المجال $0.05 - 0.15$ درجة مئوية/العقد.



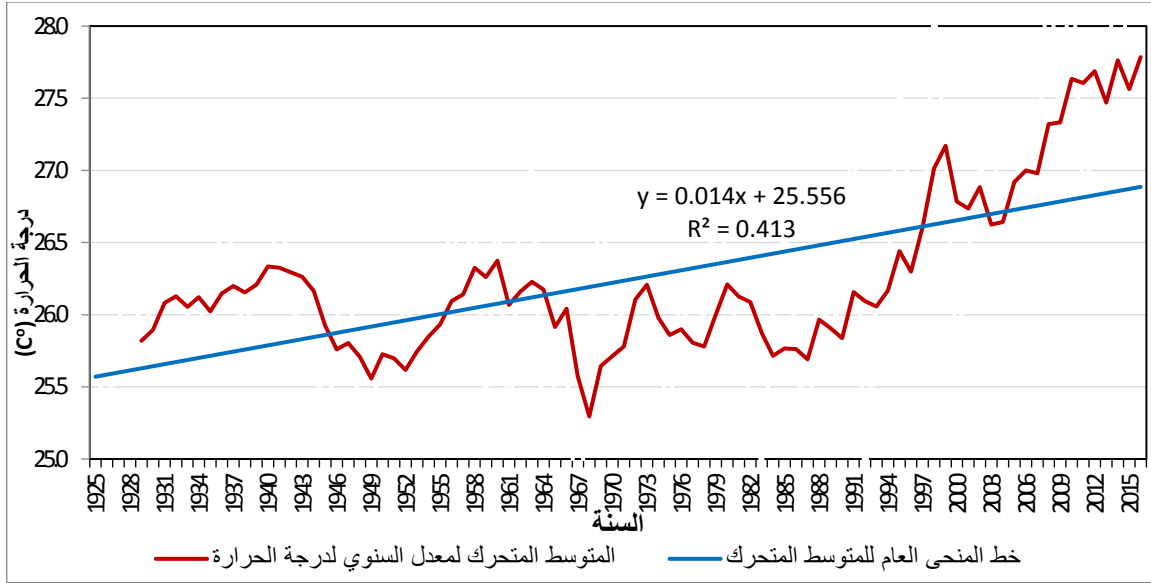
الشكل (18.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الإسكندرية للفترة 1945-2016



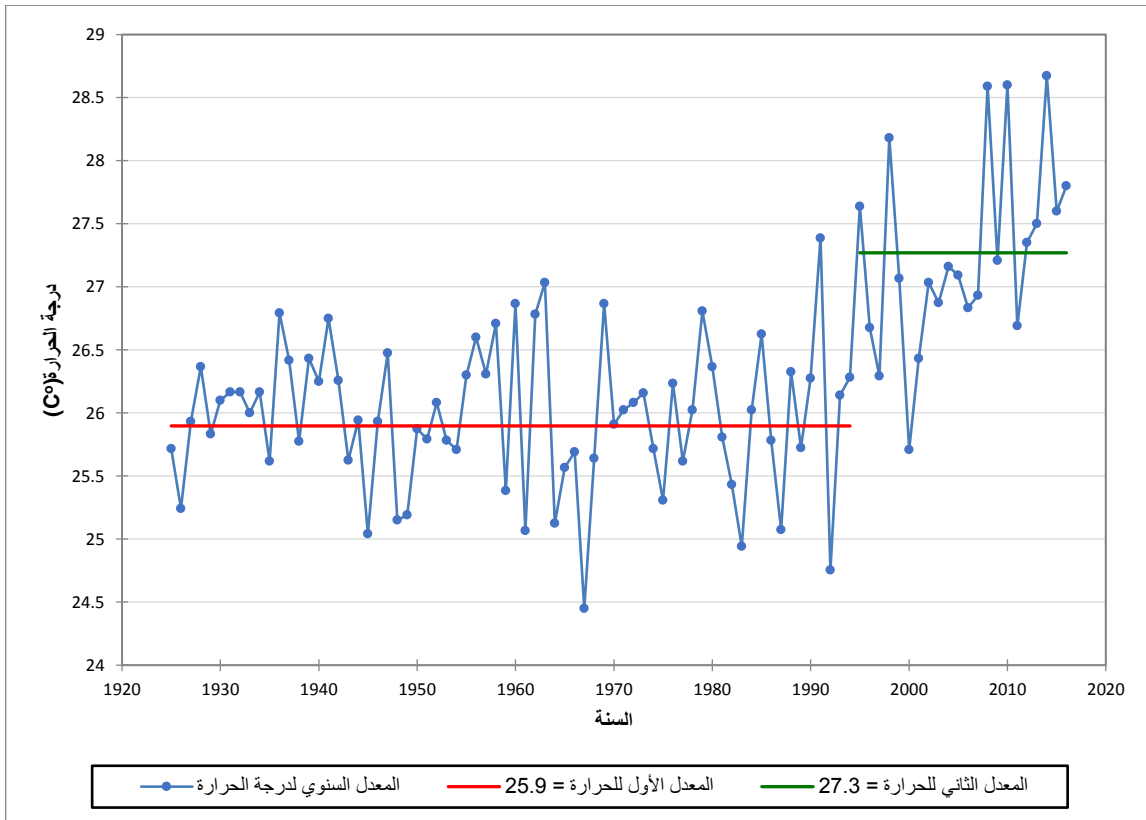
الشكل (19.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة الإسكندرية للفترة 2016-1945

محطة أسوان

حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة أسوان تمتد لـ 92 عاماً للفترة 1925-2016 (الجدول 11.1).



الشكل (20.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 2016-1925



الشكل (21.1) اختبار التجانس للمعدل السوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 1925-2016

- محطة مرسى مطروح:

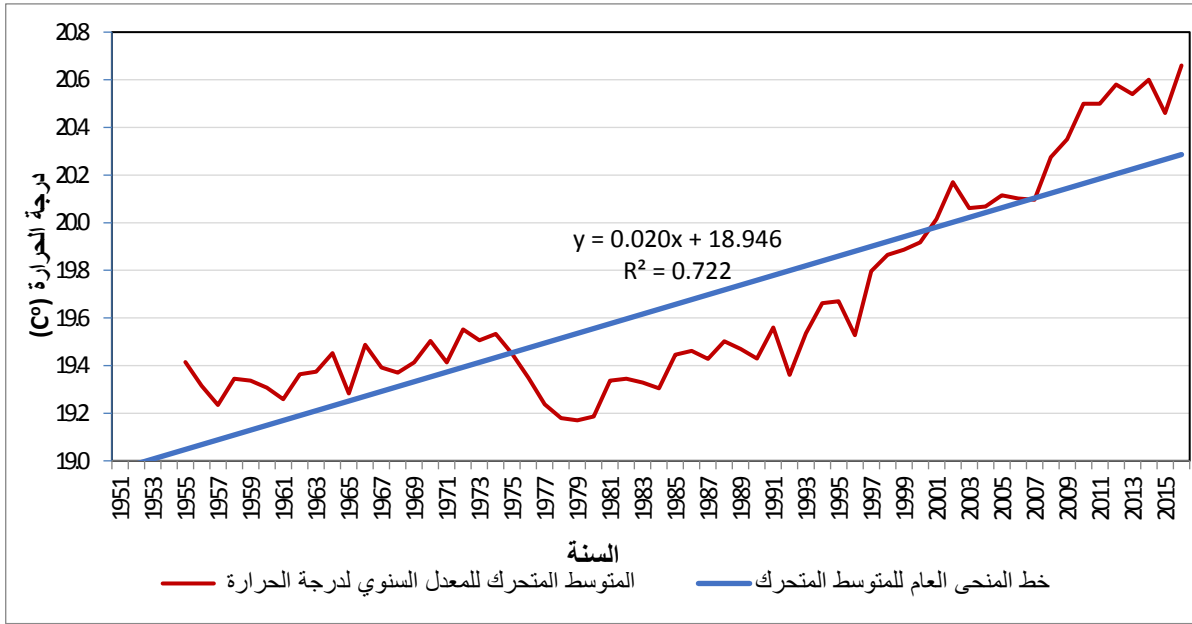
خلّلت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مرسى مطروح تمتد لـ 66 عاماً للفترة 1951-2016 (الجدول 12.1).

الجدول (12.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)

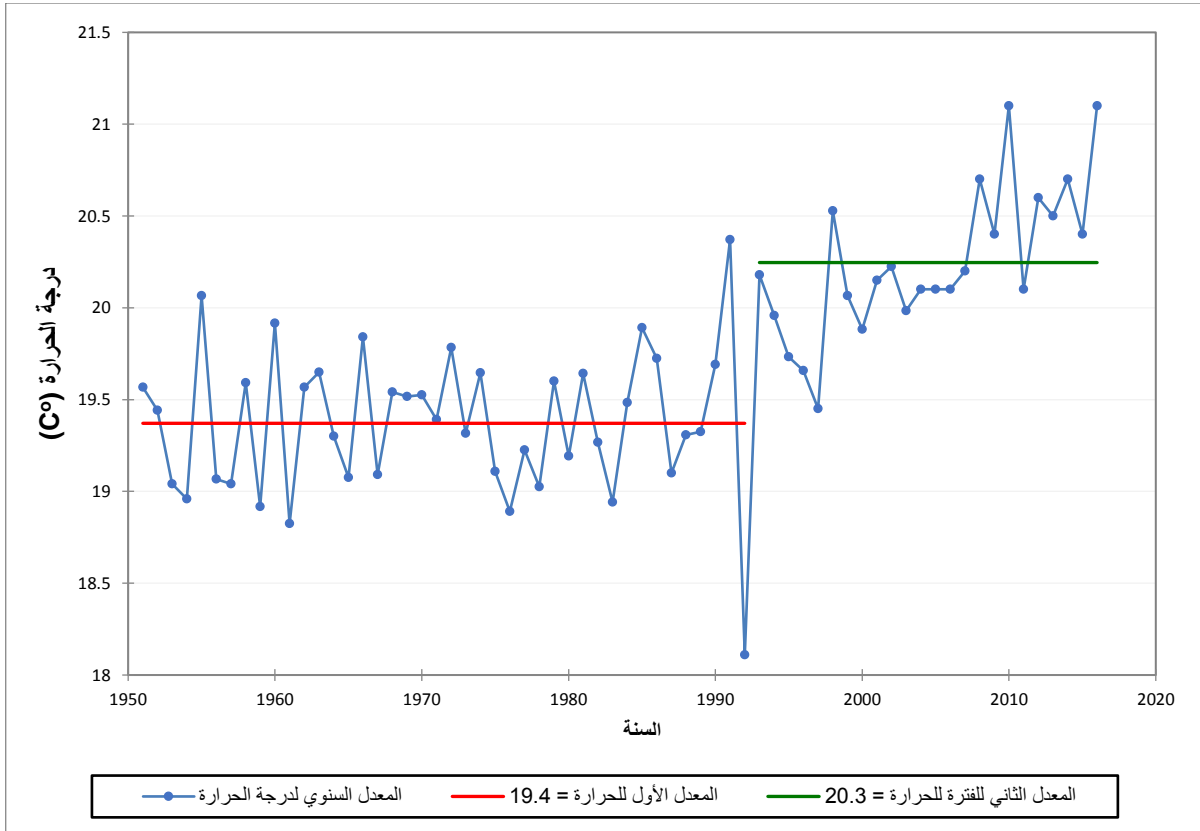
1962	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1954	1953	1952	1951	السنة
19.6	18.8	19.9	18.9	19.6	19.0	19.1	20.1	19.0	19.0	19.4	19.6	معدل درجة الحرارة السنوي
1974	1973	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	السنة
19.6	19.3	19.8	19.4	19.5	19.5	19.5	19.1	19.8	19.1	19.3	19.7	معدل درجة الحرارة السنوي
1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	السنة
19.7	19.9	19.5	18.9	19.3	19.6	19.2	19.6	19.0	19.2	18.9	19.1	معدل درجة الحرارة السنوي
1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	السنة
20.5	19.5	19.7	19.7	20.0	20.2	18.1	20.4	19.7	19.3	19.3	19.1	معدل درجة الحرارة السنوي
2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	السنة
21.1	20.4	20.7	20.2	20.1	19.9	20.1	20.0	20.2	20.2	19.9	20.1	معدل درجة الحرارة السنوي
						2016	2015	2014	2013	2012	2011	السنة
						21.1	20.4	20.7	20.5	20.6	20.1	معدل درجة الحرارة السنوي

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة 19.7°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوية لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 22.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوية، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 23.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1992، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 19.4°C ، للفترة 1951-1992، والمعدل الثاني 20.3°C ، للفترة 1993-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.9°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.2 درجة مئوية/العقد. وتتفق هذه النتيجة مع (Schütt et al., 2010).



الشكل (22.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 2016-1951



الشكل (23.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 2016-1951

- محطة الخرطوم

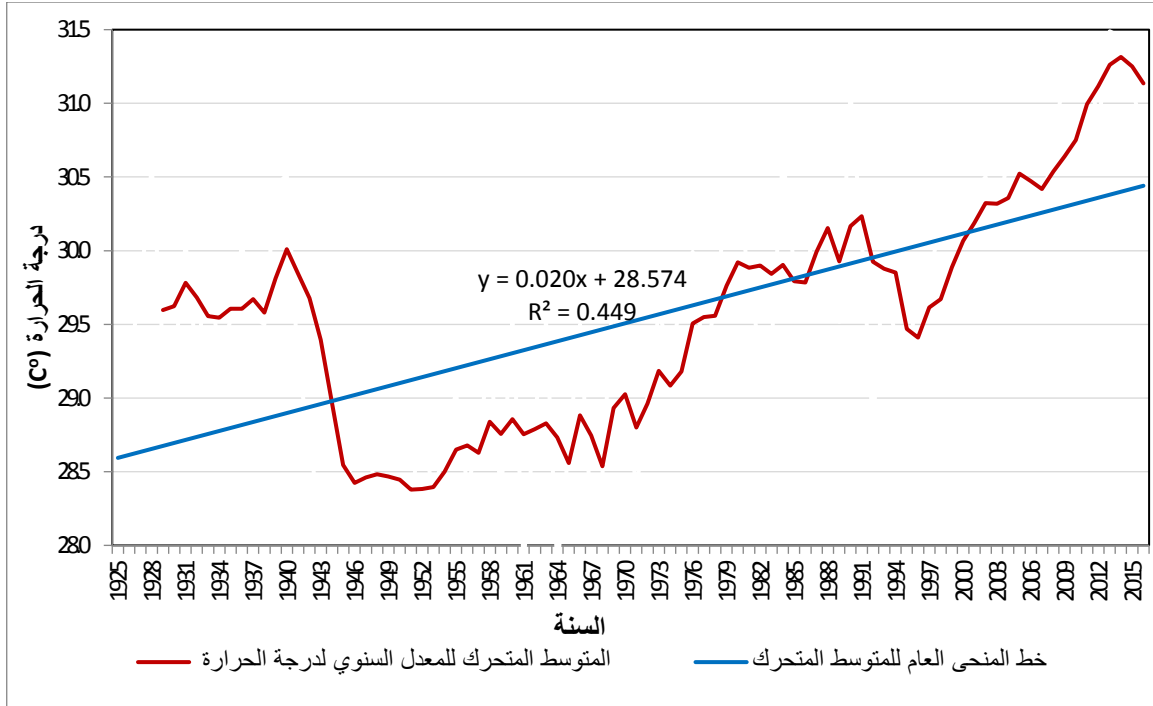
خلّلت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الخرطوم تمتد لـ 92 عاماً للفترة 2016-1925 (الجدول 13.1).

الجدول (13.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الخرطوم للفترة 2016-1925
(درجة مئوية)

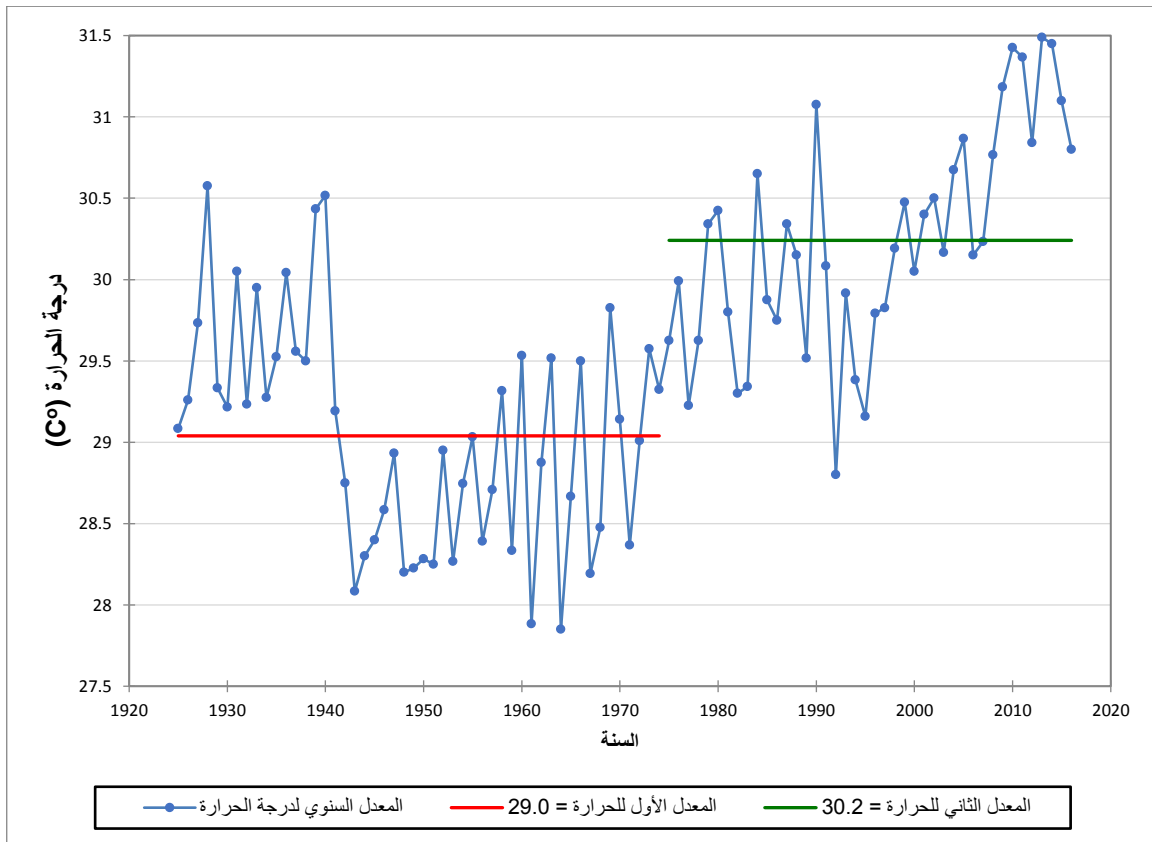
السنة	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
معدل درجة الحرارة السنوي	29.1	29.3	29.7	30.6	29.3	29.2	30.1	29.2	30.0	29.3	29.5	30.0
السنة	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
معدل درجة الحرارة السنوي	29.6	29.5	30.4	30.5	29.2	28.8	28.1	28.3	28.4	28.6	28.9	28.2
السنة	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
معدل درجة الحرارة السنوي	28.2	28.3	28.3	29.0	28.3	28.7	29.0	28.4	28.7	29.3	28.3	29.5
السنة	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
معدل درجة الحرارة السنوي	27.9	28.9	29.5	27.9	28.7	29.5	28.2	28.5	29.8	29.1	28.4	29.0
السنة	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
معدل درجة الحرارة السنوي	29.6	29.3	29.6	30.0	29.2	29.6	30.3	30.4	29.8	29.3	29.3	30.7
السنة	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
معدل درجة الحرارة السنوي	29.9	29.8	30.3	30.2	29.5	31.1	30.1	28.8	29.9	29.4	29.2	29.8
السنة	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
معدل درجة الحرارة السنوي	29.8	30.2	30.5	30.1	30.4	30.5	30.2	30.7	30.9	30.2	30.2	30.8
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
معدل درجة الحرارة السنوي	31.2	31.4	31.4	30.8	31.5	31.5	31.1	30.8				

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 29.6 C° ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 24.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 25.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1974، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 29.0 C° ، للفترة 1925-1974، والمعدل الثاني 30.20 C° ، للفترة 1975-2016، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.2 C° ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.2 درجة مئوية/العقد، وهي نتيجة تتفق مع دراسة (Elagib et al. , 2000)، حيث حددت الارتفاع الحاصل في درجات الحرارة في السودان خلال الفترة 1941 - 1996 بالمجال $0.076 - 0.2$ درجة مئوية/العقد.



الشكل (24.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 2016-1925



الشكل (25.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 2016-1925

4. في إقليم جبال الأطلس:

- محطة الدار البيضاء:

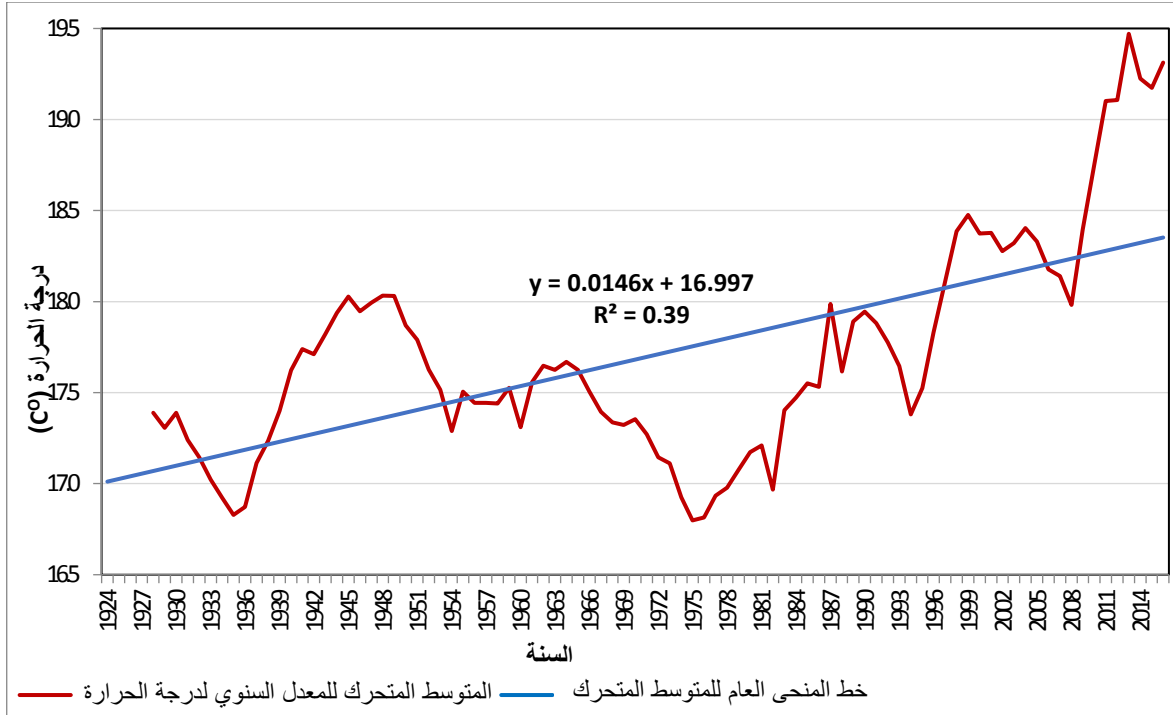
خللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الدار البيضاء تمتد لـ 93 عاماً للفترة 2016-1924 الجدول (14.1).

الجدول (14.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الدار البيضاء للفترة 2016-1924 (درجة مئوية)

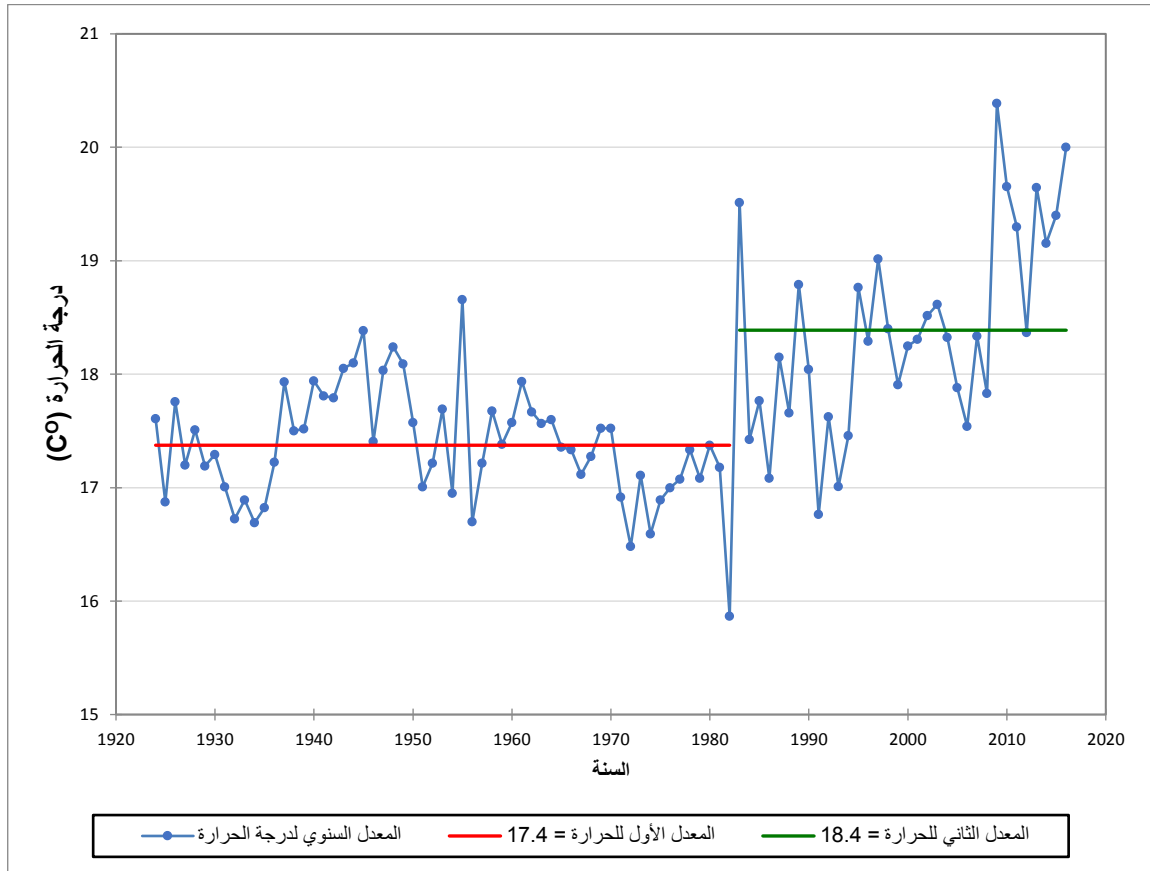
السنة	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
معدل درجة الحرارة السنوي	17.6	16.9	17.8	17.2	17.5	17.2	17.3	17.0	16.7	16.9	16.7	16.8
السنة	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947
معدل درجة الحرارة السنوي	17.2	17.9	17.5	17.5	17.9	17.8	17.8	18.1	18.1	18.4	17.4	18.0
السنة	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
معدل درجة الحرارة السنوي	18.2	18.1	17.6	17.0	17.2	17.7	17.0	18.7	16.7	17.2	17.7	17.4
السنة	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
معدل درجة الحرارة السنوي	17.6	17.9	17.7	17.6	17.6	17.4	17.3	17.1	17.3	17.5	17.5	16.9
السنة	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
معدل درجة الحرارة السنوي	16.5	17.1	16.6	16.9	17.0	17.1	17.3	17.1	17.4	17.2	15.9	19.5
السنة	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
معدل درجة الحرارة السنوي	17.4	17.8	17.1	18.2	17.7	18.8	18.0	16.8	17.6	17.0	17.5	18.8
السنة	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
معدل درجة الحرارة السنوي	18.3	19.0	18.4	17.9	18.3	18.3	18.5	18.6	18.3	17.9	17.5	18.3
السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
معدل درجة الحرارة السنوي	17.8	20.4	19.7	19.3	18.4	19.6	19.2	19.4	20.0			

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لا كساد وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة $17.7C^{\circ}$ وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 26.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 27.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1982، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول $17.4C^{\circ}$ ، للفترة 1924-1982، والمعدل الثاني $18.4C^{\circ}$ للفترة 1983-2016، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين $1.0C^{\circ}$ ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.146 درجة مئوية/العقد، وقد أكد تقرير (McSweeney et al., 2006) أن معدل درجات الحرارة السنوية في المغرب ازداد بمقدار 0.9 درجة مئوية منذ عام 1960.



الشكل (26.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الدار البيضاء للفترة 1924-2016



الشكل (27.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة الدار البيضاء للفترة 1924-2016

- محطة الرباط :

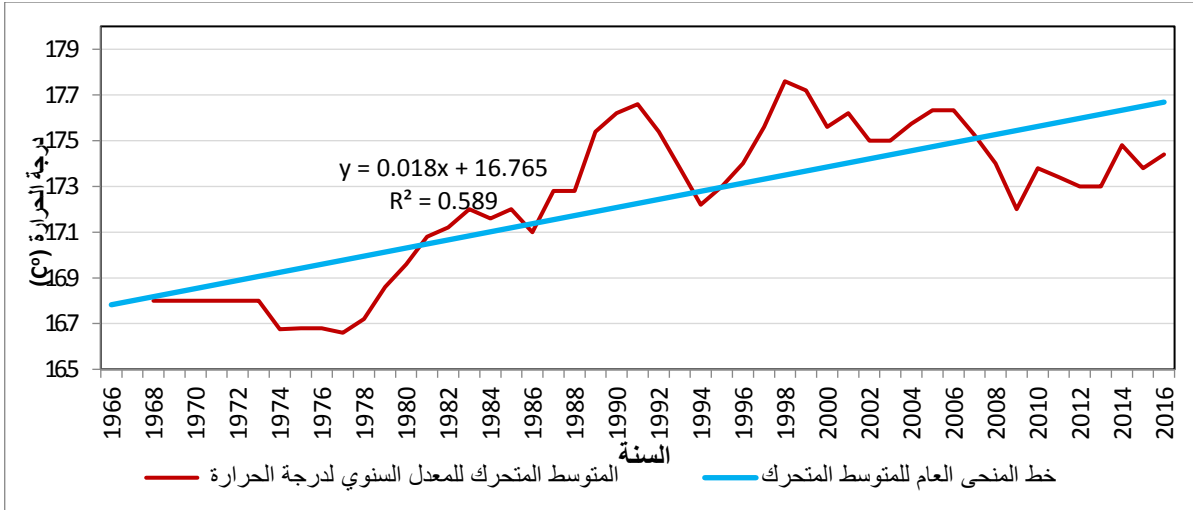
حُلّت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرباط تمتد 51 عام للفترة 1966-2016 الجدول (15.1).

الجدول (15.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة الرباط للفترة 1966-2016 (درجة مئوية)

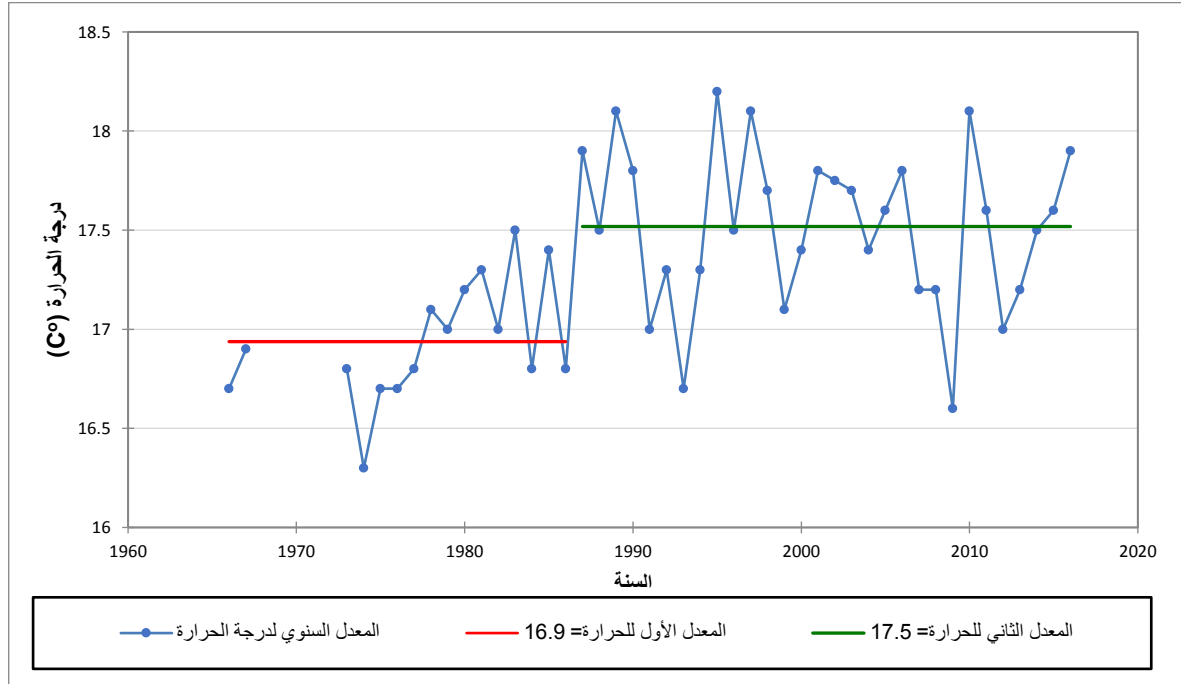
السنة	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966
المعدل السنوي لدرجة الحرارة	16.8	16.7	16.7	16.3	16.8	-	-	-	-	-	16.9	16.7
السنة	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978
المعدل السنوي لدرجة الحرارة	18.1	17.5	17.9	16.8	17.4	16.8	17.5	17	17.3	17.2	17	17.1
السنة	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
المعدل السنوي لدرجة الحرارة	17.8	17.4	17.1	17.7	18.1	17.5	18.2	17.3	16.7	17.3	17	17.8
السنة	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
المعدل السنوي لدرجة الحرارة	17.2	17	17.6	18.1	16.6	17.2	17.2	17.8	-	17.4	17.7	
السنة	2016	2015	2014									
المعدل السنوي لدرجة الحرارة	17.9	17.6	17.5									

مصدر البيانات: من الموقع en.tutiempo.net/climate

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 17.3°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 28.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 29.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1986، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 16.9°C ، للفترة 1966-1986، والمعدل الثاني 17.5°C ، للفترة 1987-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.6°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.18 درجة مئوية/العقد، وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة (Khomsi et al., 2015)، حيث حدد التزايد الحاصل في درجات الحرارة في محطة الرباط خلال النصف الثاني من القرن العشرين بالمجال 0.15 – 0.19 درجة مئوية/العقد.



الشكل (28.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة الرباط للفترة 2016-1966



الشكل (29.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة الرباط للفترة 2016-1966

- محطة عنابة:

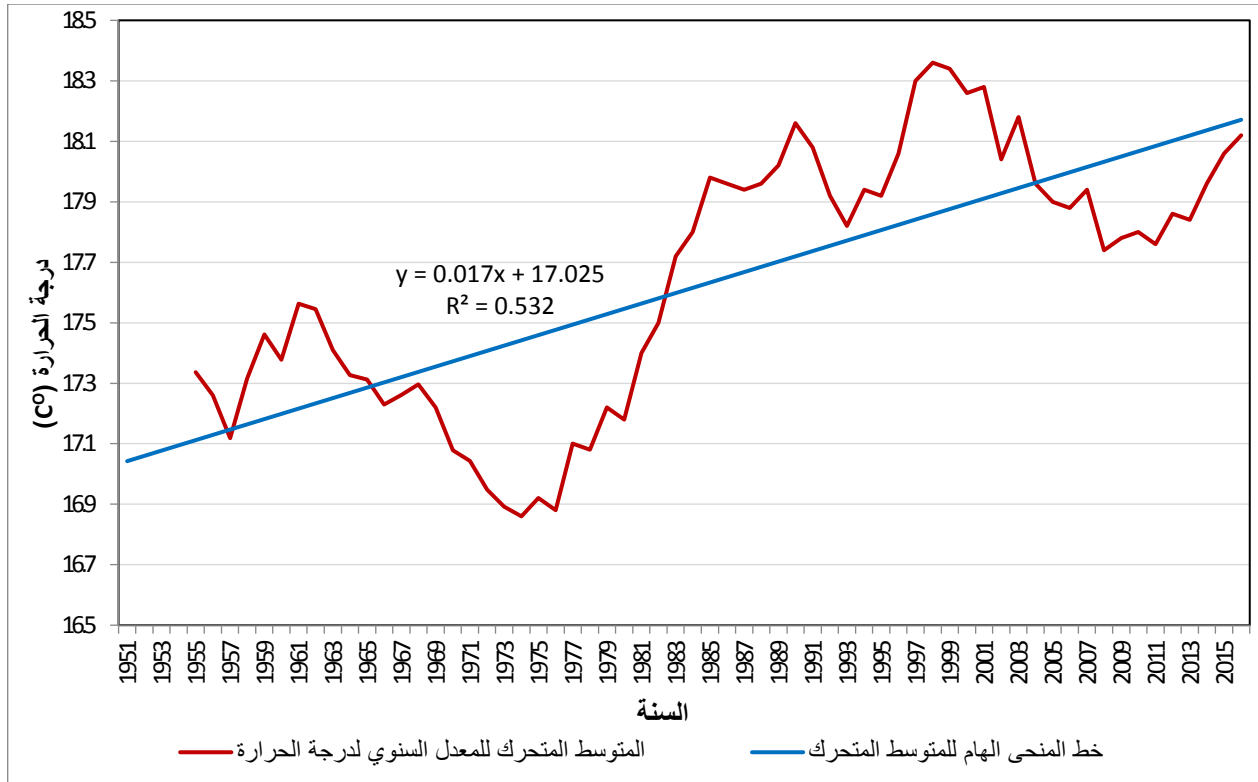
حُللت سلاسل زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة عنابة تمتد 66 عاماً للفترة 1951-2016 الجدول (16.1).

الجدول (16.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة عنابة للفترة 1951-2016 (درجة مئوية)

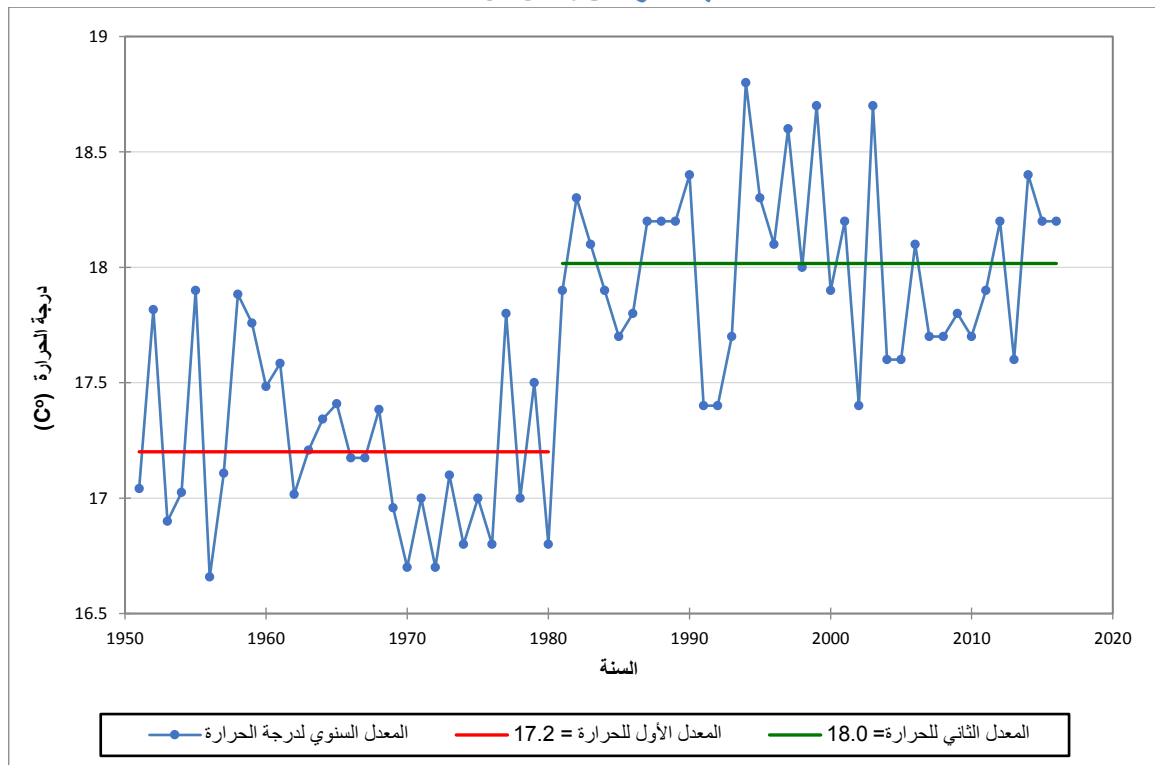
السنة	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
معدل درجة الحرارة السنوي	17.0	17.8	16.9	17.0	17.9	16.7	17.1	17.9	17.8	17.5	17.6	17.0
السنة	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
معدل درجة الحرارة السنوي	17.2	17.3	17.4	17.2	17.2	17.4	17.0	16.7	17	16.7	17.1	16.8
السنة	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
معدل درجة الحرارة السنوي	17	16.8	17.8	17	17.5	16.8	17.9	18.3	18.1	17.9	17.7	17.8
السنة	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
معدل درجة الحرارة السنوي	18.2	18.2	18.2	18.4	17.4	17.4	18.8	18.3	18.3	18.1	18.6	18
السنة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
معدل درجة الحرارة السنوي	18.7	17.9	18.2	17.4	18.7	17.6	17.6	18.1	17.7	17.7	17.8	17.7
السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016						
معدل درجة الحرارة السنوي	17.9	18.2	17.6	18.4	18.2	18.2						

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 17.6°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 30.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 31.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1980، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 17.2°C ، للمدة 1951-1980، والمعدل الثاني 18.0°C ، للمدة 1981-2016، وبلغ مقدار التغير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.8°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.17 درجة مئوية/العقد، وتتوافق هذه النتيجة إلى حد ما مع ما وجدته (Taibi et al., 2012) من خلال تحليل بيانات درجة الحرارة للفترة 1936 – 2008، حيث وجد أن الفترة الزمنية بين 1970 – 1980 هي الأبرد، ومن ثم حصل ارتفاع في درجات الحرارة بين 1992 – 2002 بلغ 0.6 درجة مئوية.



الشكل (30.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة عنابة للفترة 1951-2016



الشكل (31.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة عنابة للفترة 1951-2016

- محطة قرطاج

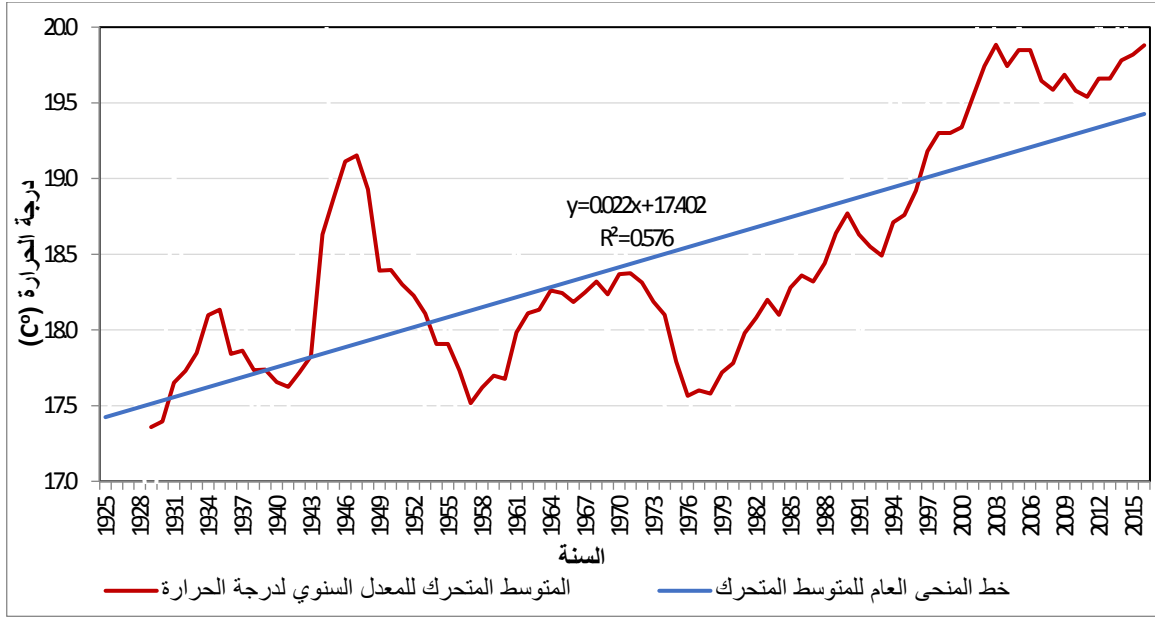
حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة قرطاج تمتد لـ 92 عاماً للفترة 2016-1925 الجدول (17.1):

الجدول (17.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة قرطاج للفترة 2016-1925 (درجة مئوية)

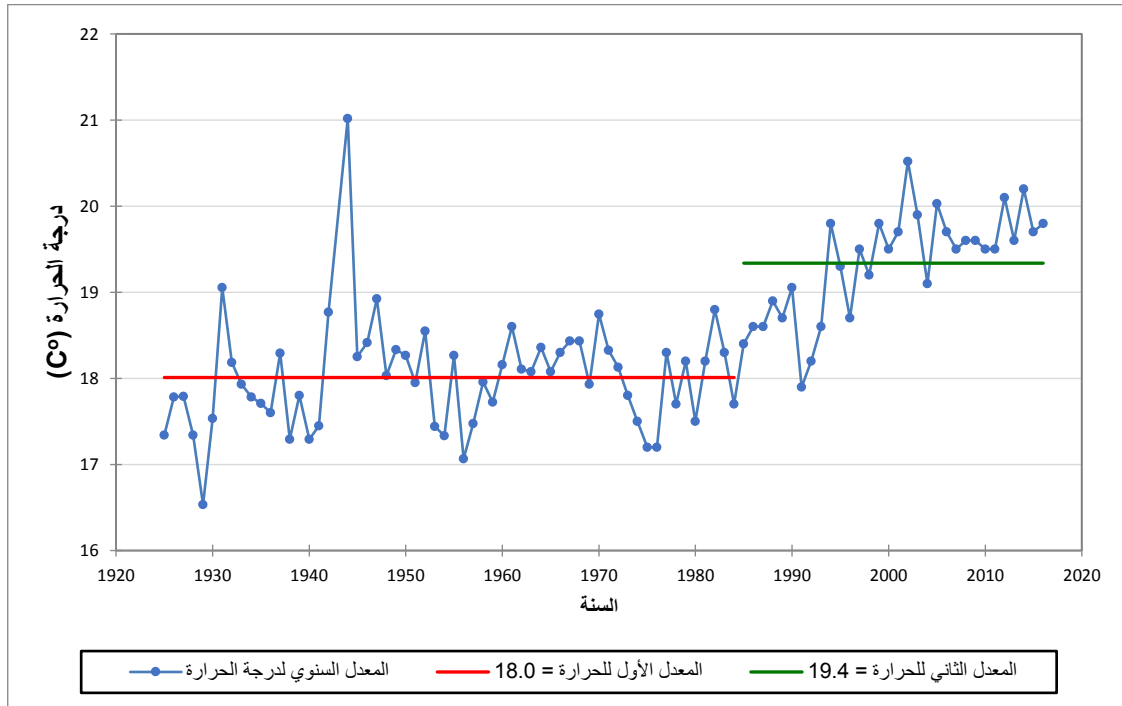
السنة	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
معدل درجة الحرارة السنوي	17.3	17.8	17.8	17.3	16.5	17.5	19.1	18.2	17.9	17.8	17.7	17.6
السنة	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
معدل درجة الحرارة السنوي	18.3	17.3	17.8	17.3	17.5	18.8		21.0	18.3	18.4	18.9	18.0
السنة	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
معدل درجة الحرارة السنوي	18.3	18.3	18.0	18.6	17.4	17.3	18.3	17.1	17.5	18.0	17.7	18.2
السنة	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
معدل درجة الحرارة السنوي	18.6	18.1	18.1	18.4	18.1	18.3	18.4	18.4	17.9	18.7	18.3	18.1
السنة	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
معدل درجة الحرارة السنوي	17.8	17.5	17.2	17.2	18.3	17.7	18.2	17.5	18.2	18.8	18.3	17.7
السنة	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
معدل درجة الحرارة السنوي	18.4	18.6	18.6	18.9	18.7	19.1	17.9	18.2	18.6	19.8	19.3	18.7
السنة	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
معدل درجة الحرارة السنوي	19.5	19.2	19.8	19.5	19.7	20.5	19.9	19.1	20.0	19.7	19.5	19.6
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
معدل درجة الحرارة السنوي	19.6	19.5	19.5	20.1	19.6	20.2	19.7	19.8				

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 18.5°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 32.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 33.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1984، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 18.0°C ، للفترة 1984-1925، والمعدل الثاني 19.4°C ، للفترة 2016-1985، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.4°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة فبلغ نحو 0.22 درجة مئوية/العقد.



الشكل (32.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة قرطاج للفترة 2016-1925



الشكل (33.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة قرطاج للفترة 2016-1925

5. في إقليم الصحراء الكبرى:

- محطة مطار طرابلس:

خُلّلت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار طرابلس تمتد 70 عاماً للفترة 2013-1944 الجدول التالي (18.1).

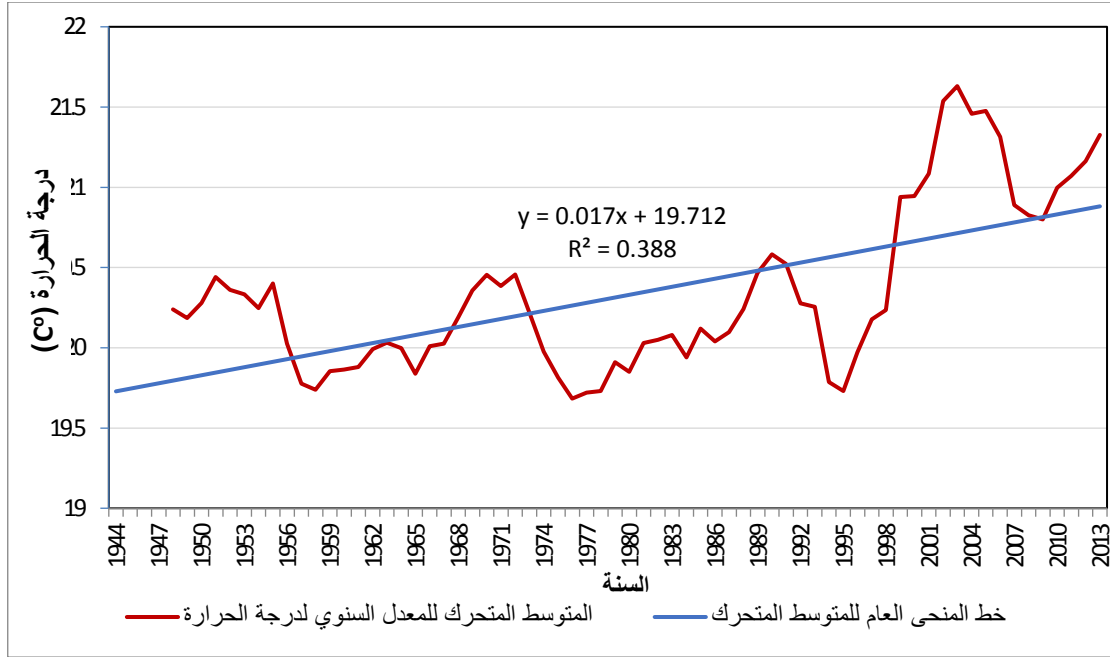
الجدول (18.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 1944-2013(درجة

مئوية)

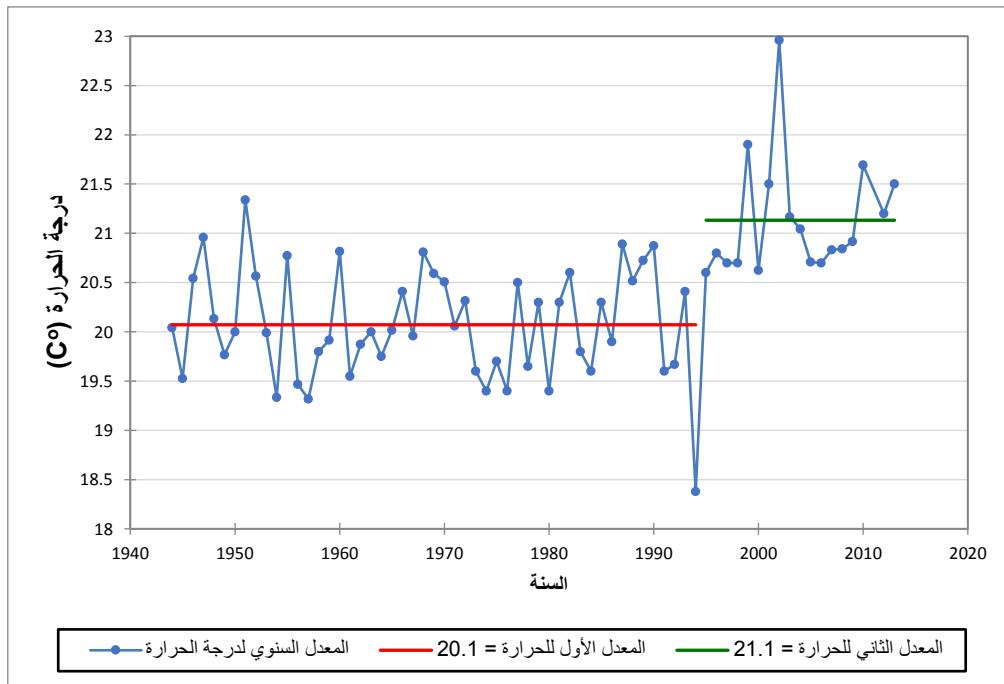
السنة	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
معدل درجة الحرارة السنوي	20.0	19.5	20.5	21.0	20.1	19.8	20.0	21.3	20.6	20.0	19.3	20.8
السنة	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
معدل درجة الحرارة السنوي	19.5	19.3	19.8	19.9	20.8	19.6	19.9	20.0	19.8	20.0	20.4	20.0
السنة	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
معدل درجة الحرارة السنوي	20.8	20.6	20.5	20.1	20.3	19.6	19.4	19.7	19.4	20.5	19.7	20.3
السنة	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
معدل درجة الحرارة السنوي	19.4	20.3	20.6	19.8	19.6	20.3	19.9	20.9	20.5	20.7	20.9	19.6
السنة	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
معدل درجة الحرارة السنوي	19.7	20.4	18.4	20.6	20.8	20.7	20.7	20.6	20.6	21.5	23.0	21.2
السنة	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
معدل درجة الحرارة السنوي	21.0	20.7	20.8	20.8	20.8	20.9	21.7	-	21.2	21.5		

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة $20.3C^{\circ}$ ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 34.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 35.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1994، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول $20.10C^{\circ}$ ، للفترة 1944-1985، والمعدل الثاني $21.1C^{\circ}$ ، للفترة 1986-2013، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين $1.0C^{\circ}$ ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.17 درجة مئوية/العقد. وقد أشارت دراسة (Ageena et al., 2012) إلى أن المنحنى العام لدرجات الحرارة الصغرى في محطة مطار طرابلس في ليبيا للفترة 1945 – 2009 كان متزايداً بشكل معنوي.



الشكل (34.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة مطار طرابلس للفترة 2013-1944



الشكل (35.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة مطار طرابلس للفترة 2013-1944

محطة سبها:

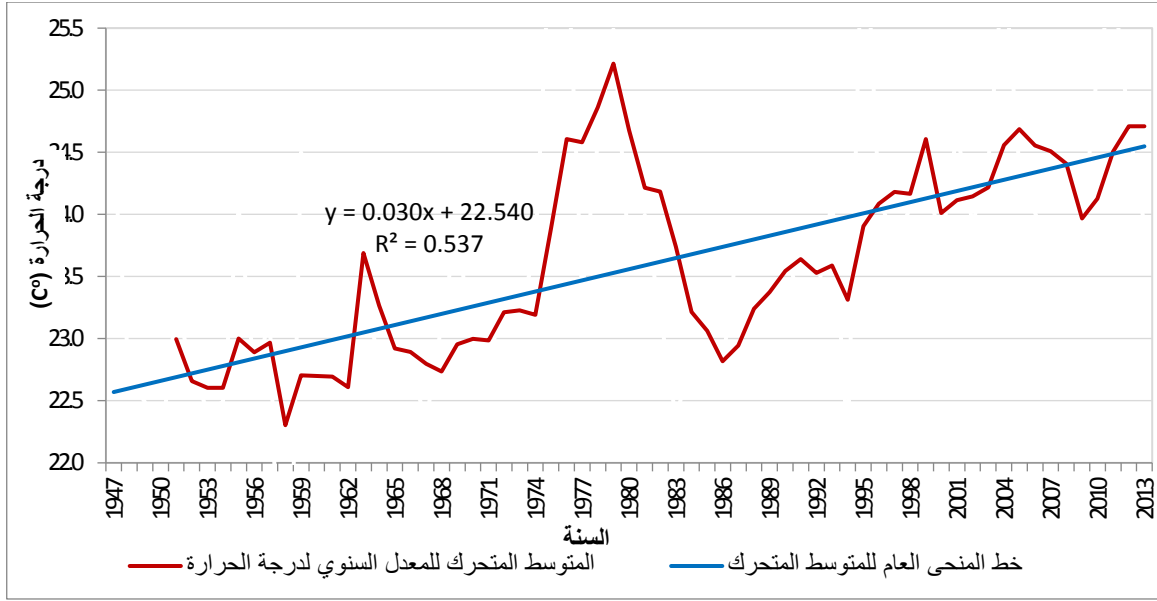
حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة سبها تمتد 67 عاماً للفترة 1947-2013 الجدول (19.1).

الجدول (19.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة سبها للفترة 1947-2013 (درجة مئوية)

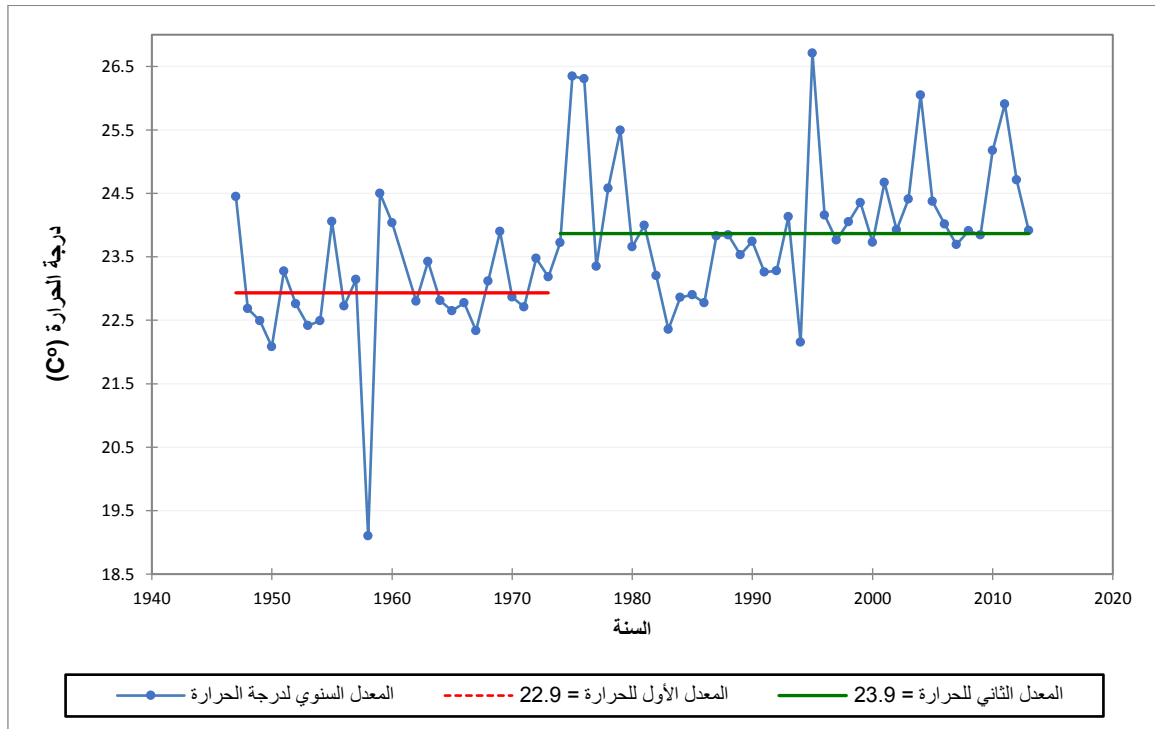
السنة	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
معدل درجة الحرارة السنوي	24.5	22.7	22.5	22.1	23.3	22.8	22.4	22.5	24.1	22.7	23.1	19.1
السنة	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
معدل درجة الحرارة السنوي	24.5	24.0	-	22.8	23.4	22.8	22.7	22.8	22.3	23.1	23.9	22.9
السنة	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
معدل درجة الحرارة السنوي	22.7	23.5	23.2	23.7	26.3	26.3	23.3	24.6	25.5	23.7	24.0	23.2
السنة	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
معدل درجة الحرارة السنوي	22.4	22.9	22.9	22.8	23.8	23.8	23.5	23.7	23.3	23.3	24.1	22.2
السنة	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
معدل درجة الحرارة السنوي	26.7	24.2	23.8	24.1	24.4	23.7	24.7	23.9	24.4	26.1	24.4	24.0
السنة	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013					
معدل درجة الحرارة السنوي	23.7	23.9	23.8	25.2	25.9	24.7	23.9					

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 23.9°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 36.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 37.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1973، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 22.9°C ، للفترة 1947-1973، والمعدل الثاني 23.9°C ، للفترة 1974-2013، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 1.0°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.30 درجة مئوية/العقد. وقد أشارت دراسة (Ageena et al., 2012)، التي درست المنحنى العام لدرجات الحرارة الصغرى في عدة محطات في ليبيا للفترة 1945 – 2009، إلى أن محطة سبها أظهرت منحنى متزايداً معنوياً أكبر منه في محطة مطار طرابلس، ويتوافق هذا مع نتيجة هذه الدراسة.



الشكل (36.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة سبها للفترة 2013-1947



الشكل (37.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة سبها للفترة 2013-1947

- محطة تمراست:

حُللت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة تمراست تمتد لـ66 عاماً للفترة 1951-2016 الجدول (20.1).

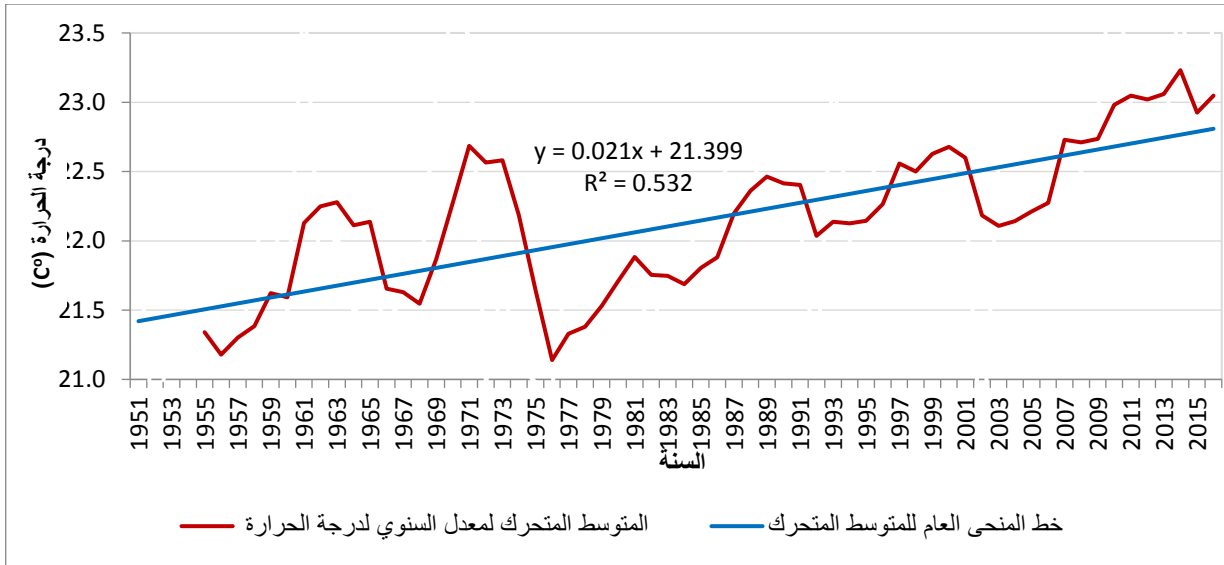
الجدول (20.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة تمراست للفترة 1951-2016 (درجة

مئوية)

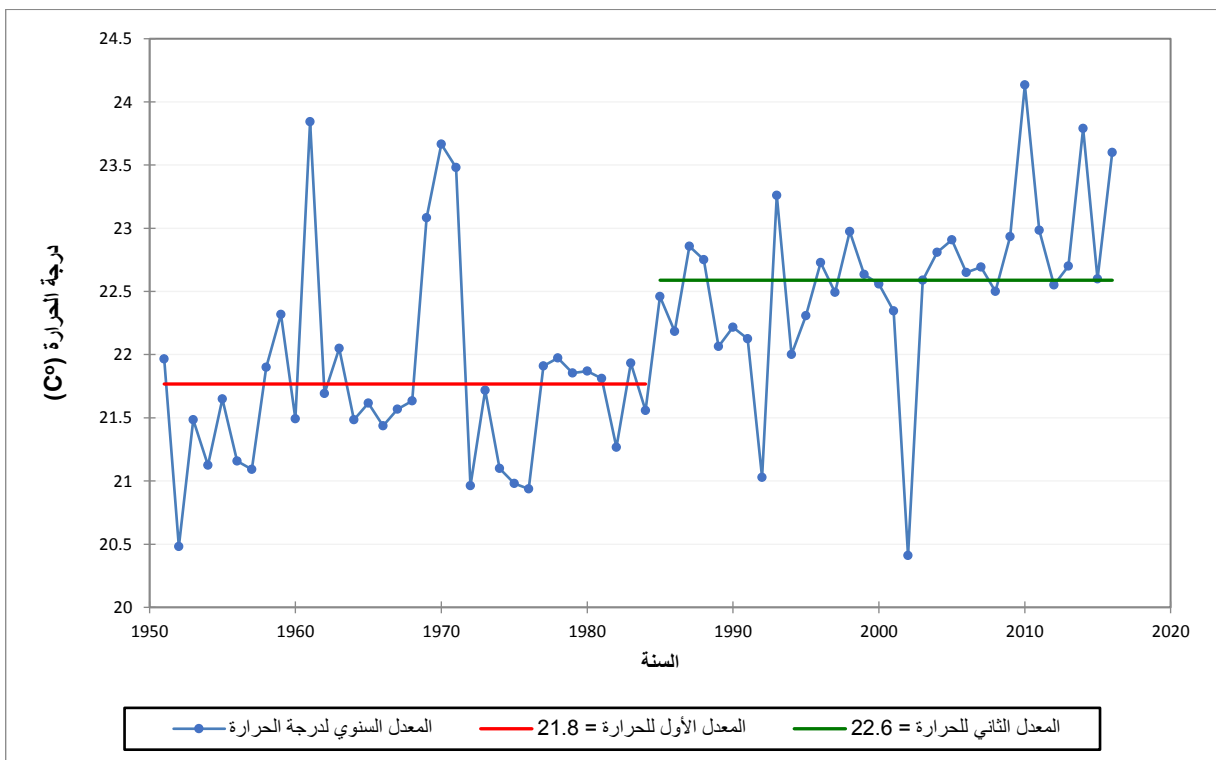
السنة	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
معدل درجة الحرارة السنوي	22.0	20.5	21.5	21.1	21.7	21.2	21.1	21.9	22.3	21.5	23.8	21.7
السنة	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
معدل درجة الحرارة السنوي	22.1	21.5	21.6	21.4	21.6	21.6	23.1	23.7	23.5	21.0	21.7	21.1
السنة	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
معدل درجة الحرارة السنوي	21.0	20.9	21.9	22.0	21.9	21.9	21.8	21.3	21.9	21.6	22.5	22.2
السنة	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
معدل درجة الحرارة السنوي	22.9	22.8	22.1	22.2	22.1	21.0	23.3	22.0	22.3	22.7	22.5	23.0
السنة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
معدل درجة الحرارة السنوي	22.6	22.6	22.3	20.4	22.6	22.8	22.9	22.7	22.7	22.5	22.9	24.1
السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016						
معدل درجة الحرارة السنوي	23.0	22.6	22.7	23.8	22.6	23.6						

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد، وترميم من موقع wunderground.com

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 22.2°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 38.1)، تبين أنه يوجد منحى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 39.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1984، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 21.8°C ، للفترة 1951-1984، والمعدل الثاني 22.6°C ، للفترة 1985-2016، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.8°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.21 درجة مئوية/العقد.



الشكل (38.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة تمرناست للفترة 1951-2016



الشكل (39.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة وخط المنحى له لمحطة تمرناست للفترة 1951-2016

- محطة نواكشوط:

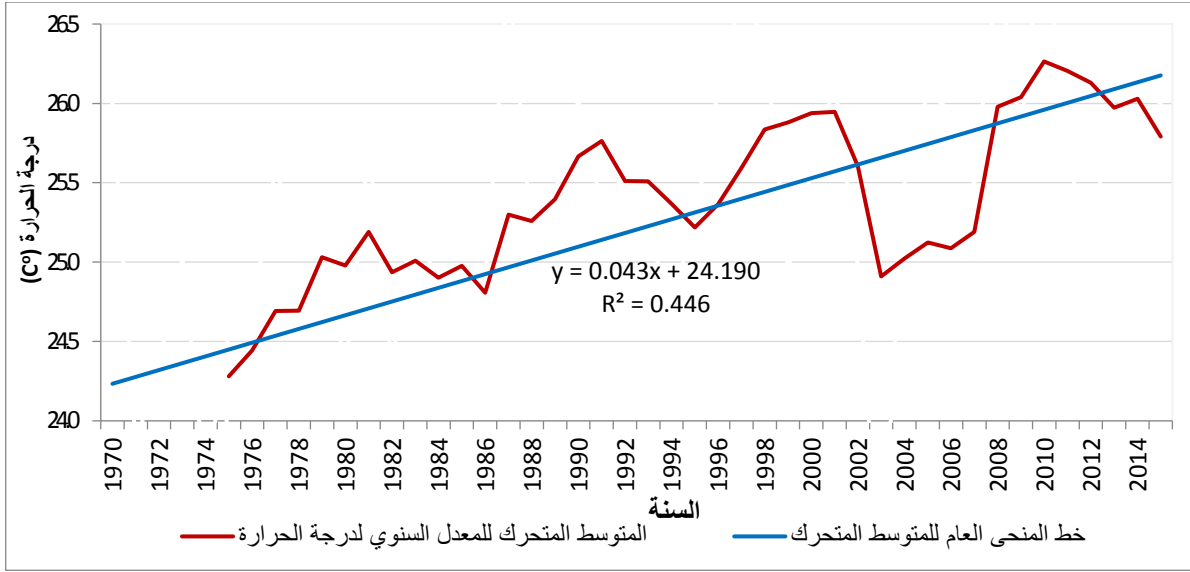
حُلّت سلسلة زمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لمحطة نواكشوط تمتد لـ 46 عاماً للفترة 1970-2015. الجدول (21.1).

الجدول (21.1) معدل درجة الحرارة السنوي لمحطة نواكشوط للفترة 1970-2015 (درجة مئوية)

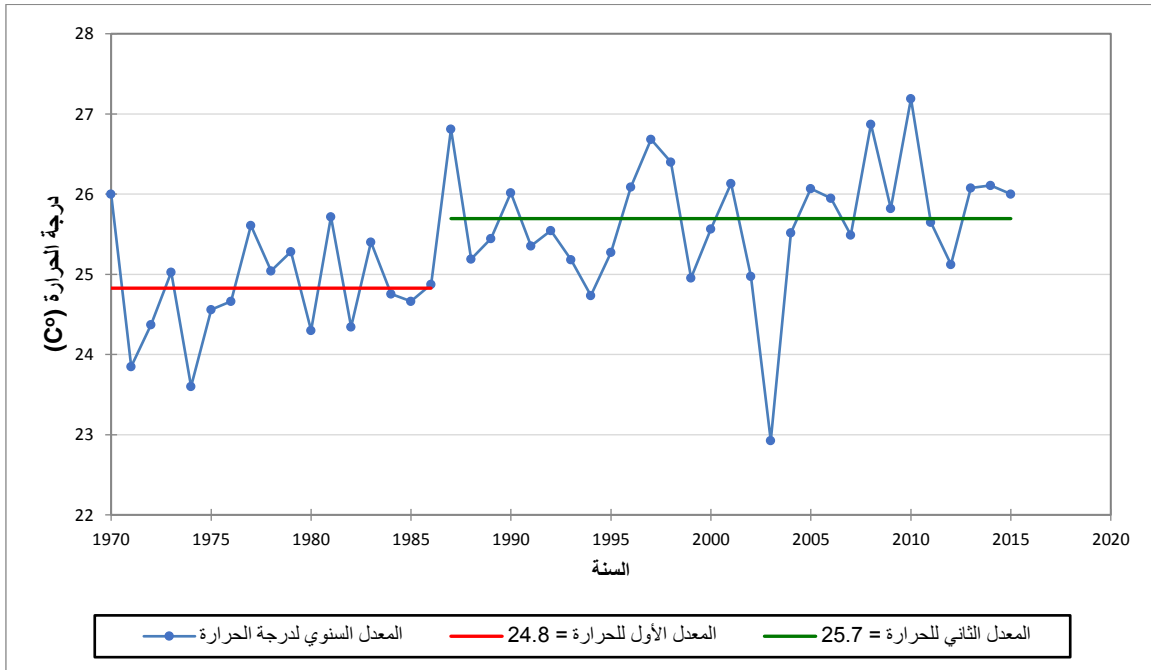
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
معدل درجة الحرارة السنوي	26.0	23.9	24.4	25.0	23.6	24.6	24.7	25.6	25.0	25.3	24.3	25.7
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
معدل درجة الحرارة السنوي	24.3	25.4	24.8	24.7	24.9	26.8	25.2	25.4	26.0	25.4	25.5	25.2
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
معدل درجة الحرارة السنوي	24.7	25.3	26.1	26.7	26.4	25.0	25.6	26.1	25.0	22.9	25.5	26.1
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
معدل درجة الحرارة السنوي	26.0	25.5	26.9	25.8	27.2	25.7	25.1	26.1	26.1	26.0		

مصدر البيانات: من الموقع met office Hadley center

بلغ معدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة 25.4°C ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمعدل درجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (MannKendall) ($\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمعدل درجة الحرارة السنوي (الشكل 40.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمعدل درجة الحرارة السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 41.1)، وقد تم تحديد سنة التغيير في المعدل لدرجة الحرارة السنوي في العام 1986، وأصبح هناك معدلان لدرجة الحرارة السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 24.8°C ، للفترة 1970-1986، والمعدل الثاني 25.7°C ، للفترة 1986-2015، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في معدل درجة الحرارة السنوي من خلال التفاضل بين المعدلين 0.9°C ، أما مقدار التزايد الحاصل وفق خط المنحنى لمعدل درجة الحرارة السنوي خلال الفترة المدروسة، فبلغ نحو 0.43 درجة مئوية/العقد.

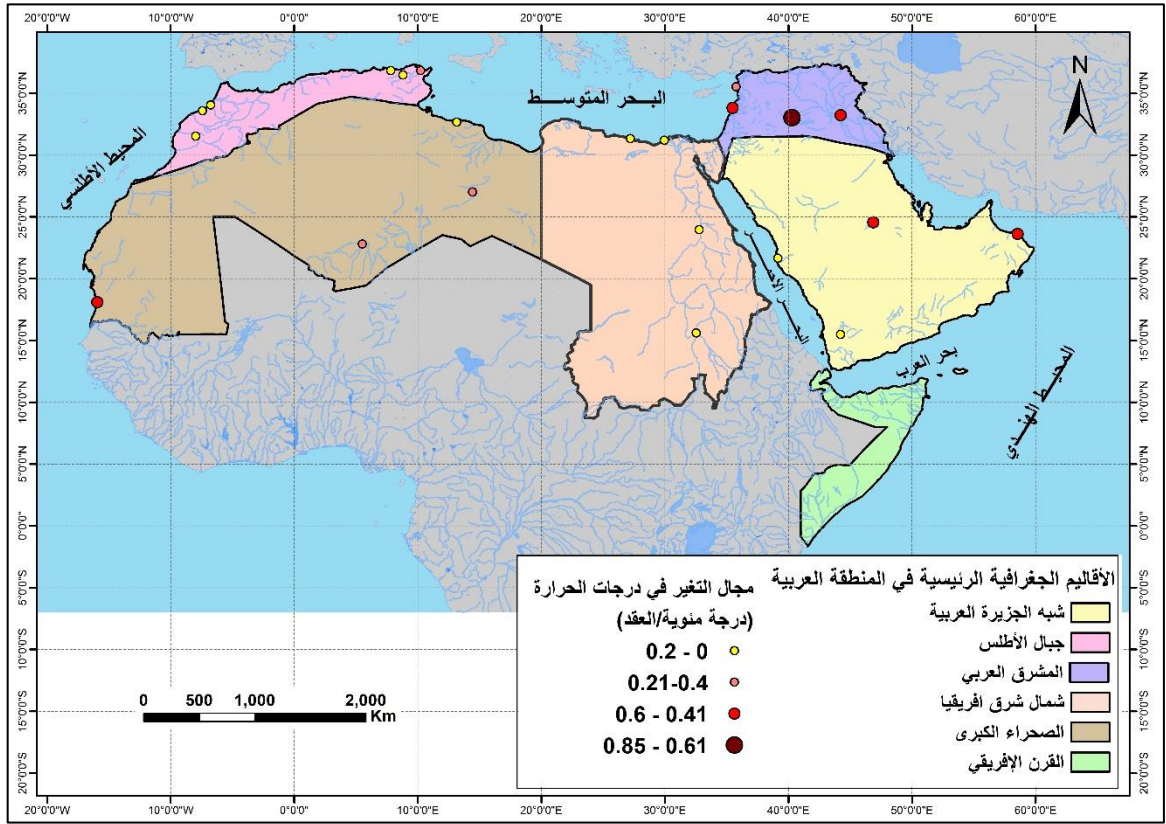


الشكل (40.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمعدل السنوي لدرجة الحرارة، وخط المنحى له لمحطة نواكشوط للفترة 2015-1970



الشكل (41.1) اختبار التجانس للمعدل السنوي لدرجة الحرارة لمحطة نواكشوط للفترة 2015-1970

ملخص تغيرات درجة الحرارة الحالية:



الشكل (42.1) تصنيف المحطات المناخية حسب تزايد درجات الحرارة.

يتضح من الشكل (42.1) أن إقليم المشرق العربي شهد أكبر ارتفاع في معدلات درجات الحرارة السنوية بنحو 1.27 درجة مئوية، حيث شهدت مدينة الرطبة ارتفاعاً في معدلات درجات الحرارة السنوية قدره 0.81 درجة مئوية/العقد تليها محطة بغداد بارتفاع قدره 0.57 درجة مئوية / العقد خلال فترة الدراسة.

كذلك شهد إقليم شبه الجزيرة العربية ارتفاعاً في درجات الحرارة بلغ في محطة الرياض 0.5 درجة/العقد، وفي محطة مسقط 0.45 درجة مئوية/العقد.

وشهد إقليم الصحراء العربية ارتفاعاً في درجات الحرارة و كان أكبر ما يمكن في محطة نواكشوط على سواحل المحيط الأطلسي إذ بلغ 0.43 درجة مئوية/العقد تليها سبها بارتفاع قدره 0.3 درجة مئوية/العقد.

بينما شهد كل من إقليم جبال الأطلس، وإقليم شمال شرق أفريقيا زيادة طفيفة في درجات الحرارة لم تتجاوز 0.22 درجة مئوية/السنة.

1-2-7 التغيرات في الهطولات المطرية

يتباين نظام الأمطار بين شمال المنطقة العربية، الذي يتميز بأمطار شتوية، وجنوبها الذي يتميز بأمطار صيفية، ويفصل بين الشمال والجنوب منطقة انتقالية، تتمثل بنطاق الصحارى العربية التي تكون هوامشها الشمالية ذات تساقط شتوي غير منتظم، وهوامشها الجنوبية ذات تساقط صيفي غير منتظم أيضاً، ومن خلال هذه الدراسة تم تقييم التغيرات في قيم الهطول المطري السنوي، التي طرأت على بعض المحطات الواقعة ضمن كل إقليم جغرافي من خلال التحليل الإحصائي لسلاسل رصد الهطول المطري السنوي المتوافرة.

1- في إقليم شبه الجزيرة العربية:

- محطة الرياض

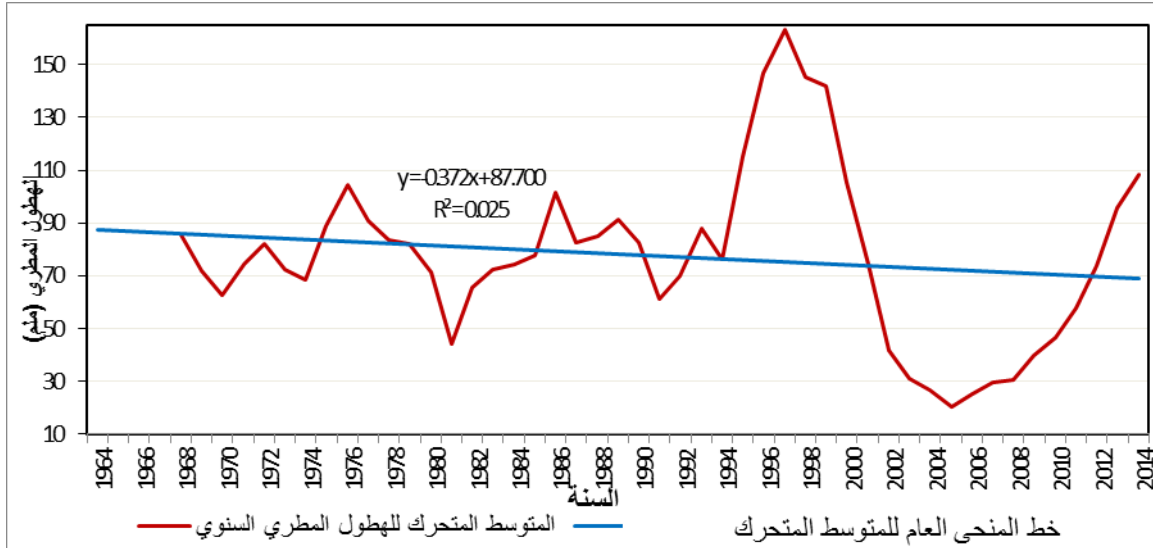
حُلَّت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة الرياض تمتد 51 عاماً للفترة 1964- (الجدول 22.1).

الجدول (22.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرياض للفترة 1964-2014 (مم)

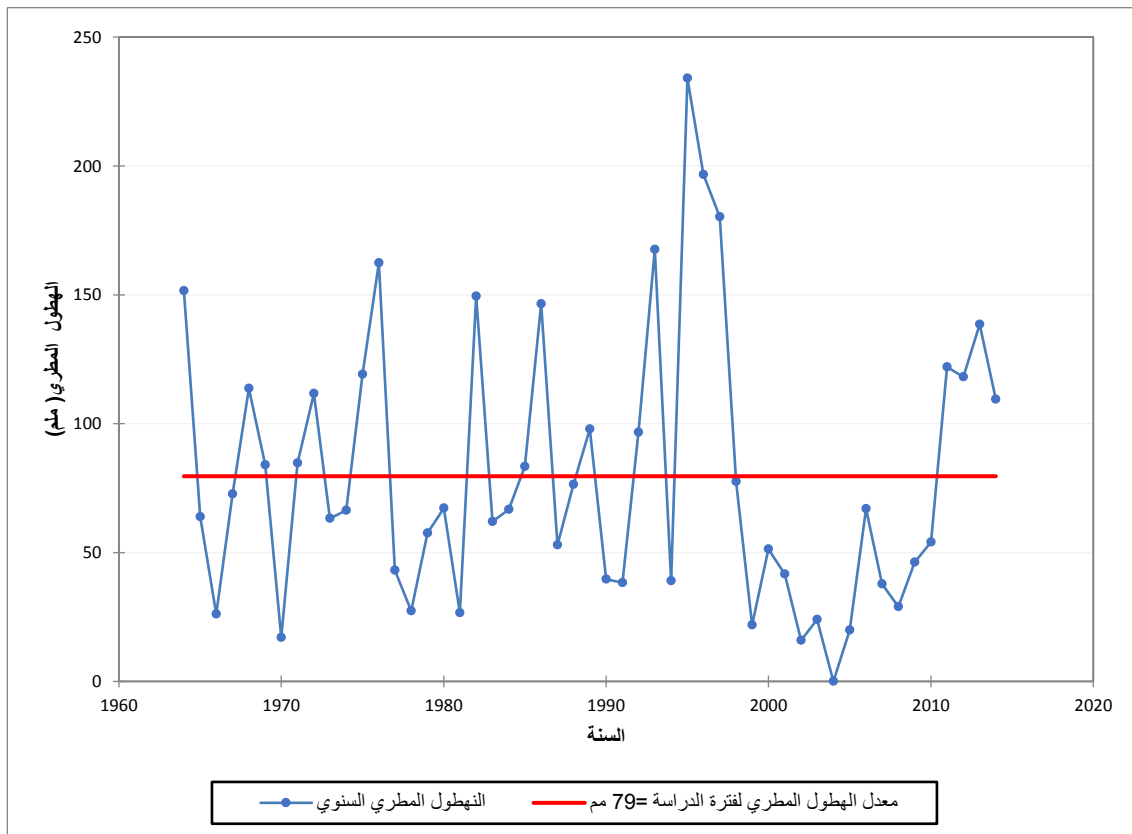
السنة	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
المجموع السنوي للأمطار	151.6	63.9	26.1	72.7	113.7	84.0	17.1	84.7	111.7	63.2	66.3	119.1
السنة	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
المجموع السنوي للأمطار	162.3	43.1	27.4	57.5	67.2	26.6	149.5	62.0	66.7	83.4	146.5	53.0
السنة	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
المجموع السنوي للأمطار	76.4	79.9	39.6	38.3	96.6	167.6	39.0	234.0	196.6	180.2	77.5	21.9
السنة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
المجموع السنوي للأمطار	51.3	41.7	15.9	24.0	0.0	19.9	67.0	37.8	29.0	46.2	54.0	122.0
السنة	2012	2013	2014									
المجموع السنوي للأمطار	118.1	138.5	109.5									

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لأكساد من الأرصاد الجوية السعودية

بلغ معدل الهطول المطري للفترة المدروسة 79.6 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمجموع السنوي للأمطار خلال فترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Man Kendall) ($\alpha=0.05$ significance level)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات الشكل (42.1) تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص في المجموع السنوي للهطول المطري، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) الشكل (44.1). وقد أشار (al., 2012 Almazroui et) إلى وجود تناقص في المنحى العام لهطولات محطة الرياض إلا أنه غير معنوي.



الشكل (43.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 2014-1964



الشكل (44.1) اختبار التجانس للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة الرياض للفترة 2014-1964

محطة جدة:

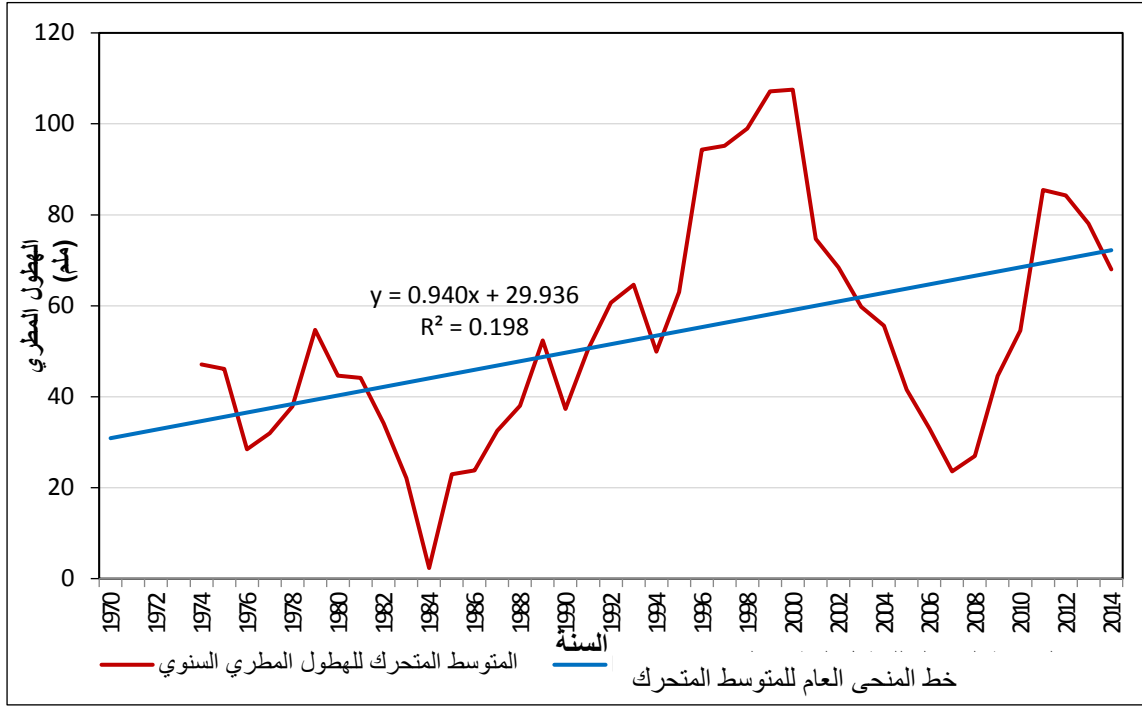
خُلت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة جده تمتد لـ 45 عاماً للفترة 1970-2014 (الجدول 23.1).

الجدول (23.1) الهطول المطري السنوي لمحطة جده للفترة 1970-2014 (ملم)

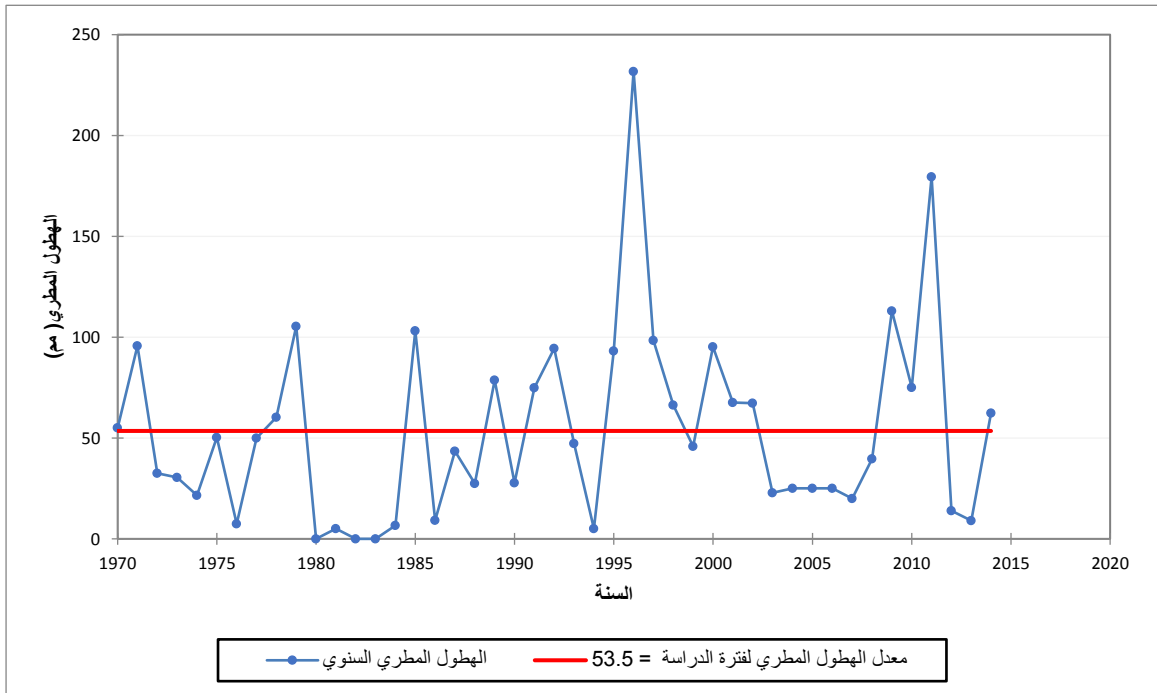
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
المجموع السنوي للأمطار	55.1	95.7	32.5	30.5	21.5	50.3	7.5	49.9	60.3	105.4	0	5
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
المجموع السنوي للأمطار	0	0	6.6	103.2	9.2	43.5	27.4	78.7	27.8	74.9	94.5	47.3
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
المجموع السنوي للأمطار	5	93.2	231.8	98.4	66.3	45.9	95.2	67.6	67.2	22.9	25	25
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
المجموع السنوي للأمطار	25	20	39.7	113	75	179.5	14	9	62.4			

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لأكساد من الأرصاد الجوية السعودية

بلغ معدل الهطول المطري للفترة المدروسة 53.5 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمجموع السنوي للأمطار خلال فترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل Mann Kendall $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 45.1) تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص في المجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test (الشكل 46.1).



الشكل (45.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 1970-2014



الشكل (46.1) اختبار التجانس للمجموع السنوي للهطول المطري وخط المنحى له لمحطة جدة للفترة 1970-2014

- محطة مسقط

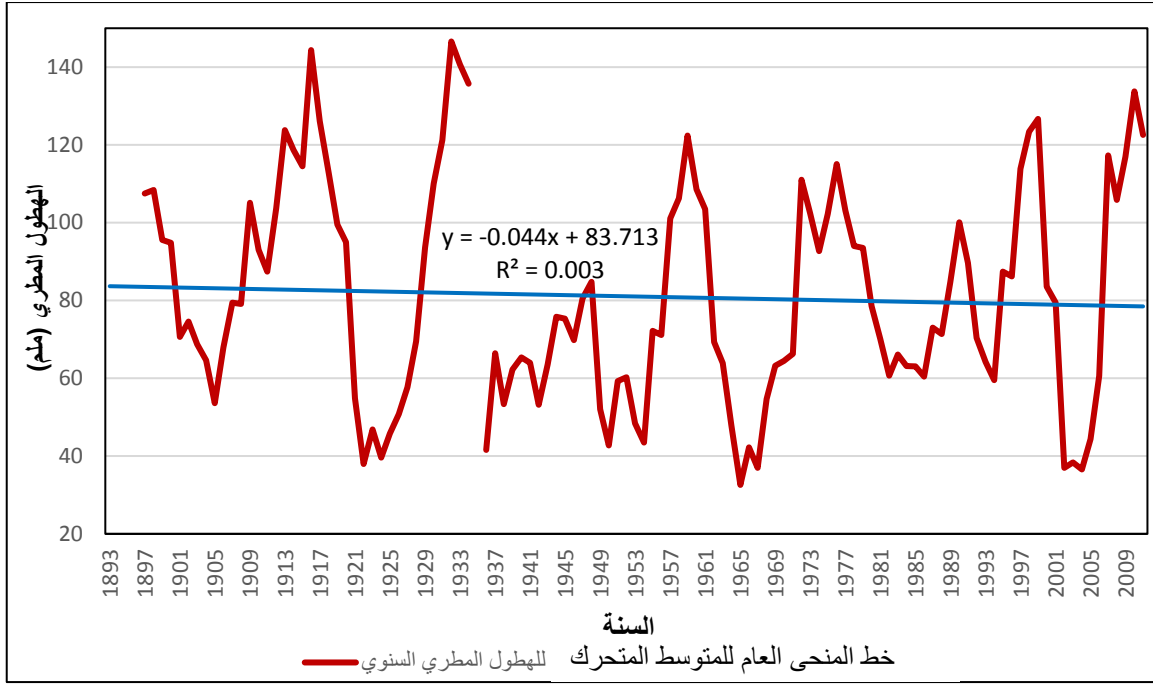
خُلّلت ساسلة زمنية للهطول المطري تمتد لـ 119 عاماً للفترة 1893 - 2011، (الجدول 24.1).

الجدول (24.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مسقط للفترة 1893-2011 (ملم)

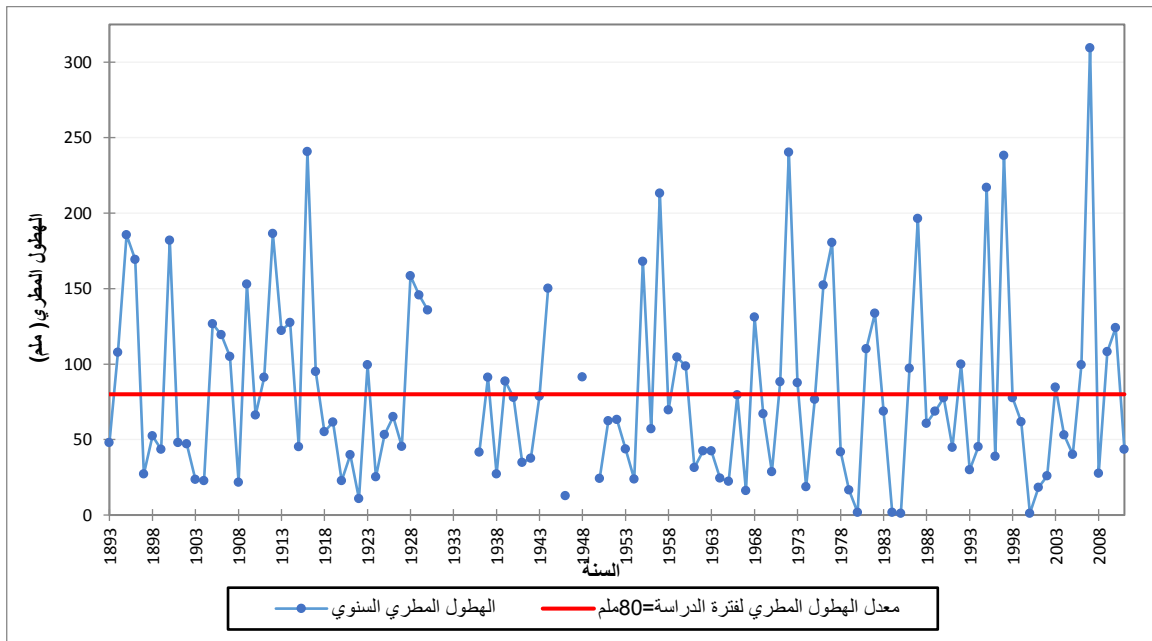
السنة	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902
المجموع السنوي للأمطار	48	107.7	185.5	169.2	27.2	52.5	43.4	181.9	48	47
السنة	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
المجموع السنوي للأمطار	23.6	22.6	126.7	119.5	104.9	21.7	153	66.1	91.3	186.4
السنة	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922
المجموع السنوي للأمطار	122.2	127.5	45.2	240.8	95	55.2	61.5	22.6	39.8	10.8
السنة	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
المجموع السنوي للأمطار	99.5	25.3	53.3	65.1	45.3	158.4	145.7	135.7	-	-
السنة	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942
المجموع السنوي للأمطار	-	-	-	41.6	91.3	27.2	88.7	77.9	34.8	37.5
السنة	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
المجموع السنوي للأمطار	78.7	150.2	12.7	91.4	63.3	62.4	24.1	63.3	62.4	24.1
السنة	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
المجموع السنوي للأمطار	43.7	23.7	167.9	57	213.2	69.5	104.6	98.6	31.3	42.5
السنة	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
المجموع السنوي للأمطار	42.5	24.3	22.3	79.5	16.1	131	67.1	28.7	88.3	240.2
السنة	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
المجموع السنوي للأمطار	87.6	18.7	76.6	152.3	180.6	41.8	16.5	1.8	110.0	133.5
السنة	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
المجموع السنوي للأمطار	68.8	1.8	1.2	97.1	196.5	60.6	68.8	77.6	44.7	100.0
السنة	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
المجموع السنوي للأمطار	30.0	45.3	217.1	38.8	238.2	77.6	61.8	1.2	18.2	25.9
السنة	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
المجموع السنوي للأمطار	84.7	52.9	40.0	99.4	309.4	27.6	108.2	124.1	43.5	

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 80مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية لمجموع السنوي للأمطار خلال فترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 47.1) لفترة الدراسة تبين أنه لا يوجد منحنى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للمجموع السنوي للهطول المطري، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test (الشكل 48.1). وتأتي هذه النتيجة متوافقة مع ما توصل إليه (Kwarteng et al., 2009)، حيث لم يظهر المنحنى العام للهطولات المطرية السنوية في محطة مسقط اتجاهها متزايداً أو متناقصاً خلال الفترة 2003-1977.



الشكل (47.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مسقط - عُمان للفترة (2011 - 1893)



الشكل (48.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مسقط للفترة (2011 - 1893)

- محطة صنعاء

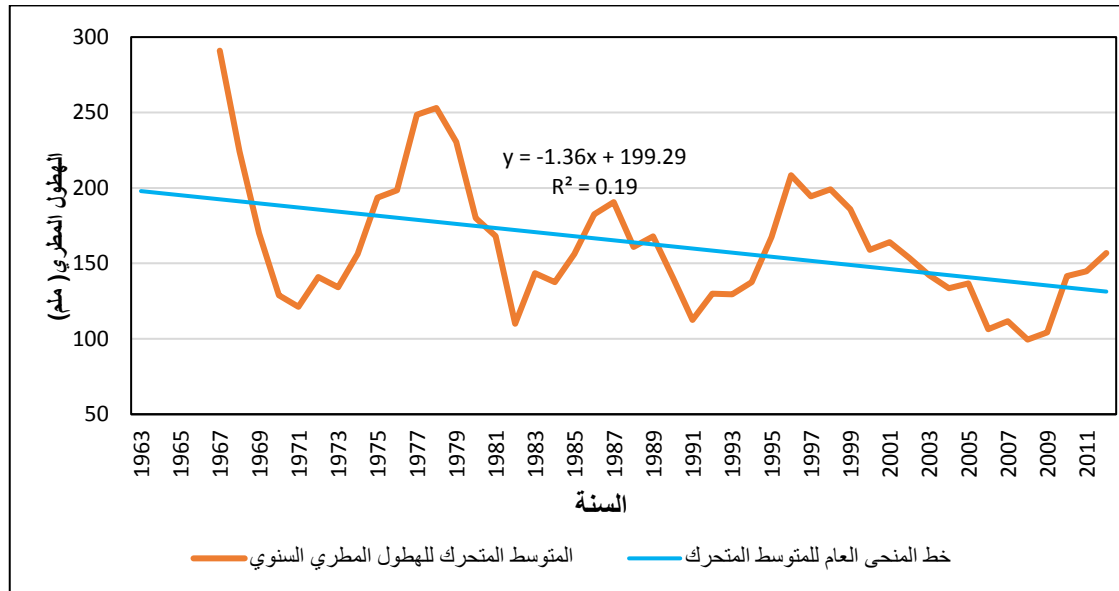
حُللت سلسلة زمنية للمجموع السنوي للهطول المطري في محطة صنعاء تمتد لـ 51 عاماً للفترة 1963 - 2012 (الجدول 25.1).

الجدول (25.1) الهطول المطري السنوي لمحطة صنعاء للفترة 1963-2012 (مم)

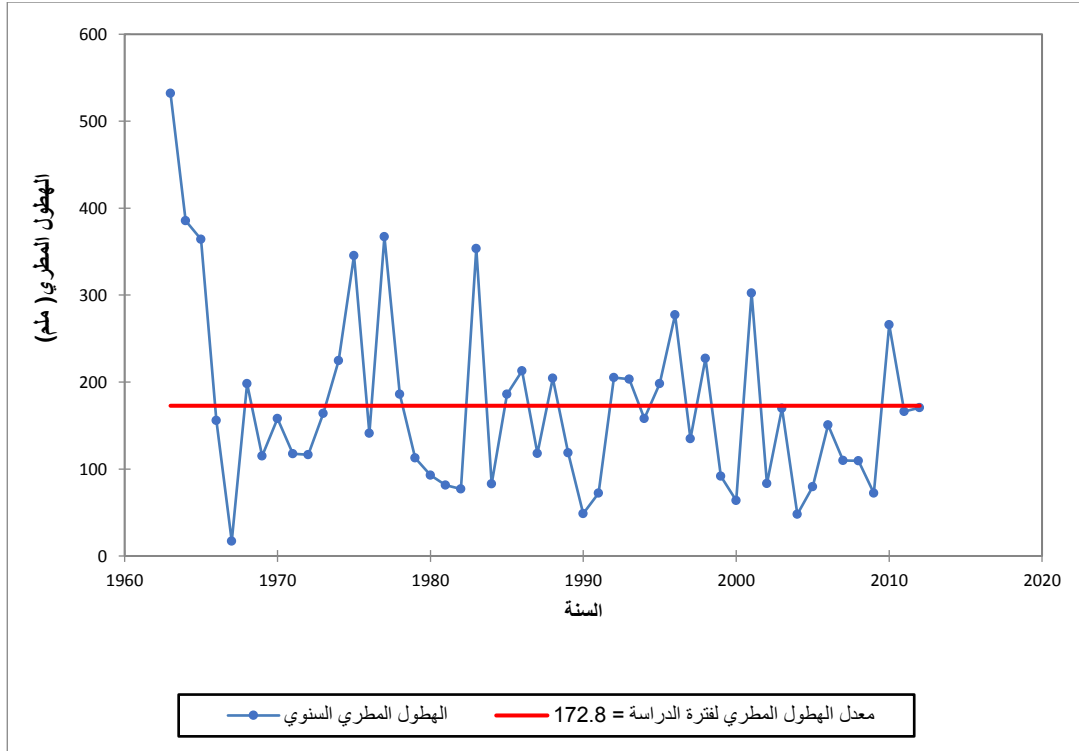
السنة	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
المجموع السنوي للأمطار	532.0	385.7	364.3	156.0	17.0	198.1	115.0	158.0	117.6	116.5
السنة	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
المجموع السنوي للأمطار	163.9	224.8	345.5	141.2	367.2	185.9	112.9	93.0	81.4	77.1
السنة	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
المجموع السنوي للأمطار	353.4	82.8	186.2	212.8	117.9	204.5	118.7	48.8	72.4	205.0
السنة	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
المجموع السنوي للأمطار	203.2	158.2	198.3	277.3	134.8	227.4	91.9	63.9	302.2	83.4
السنة	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
المجموع السنوي للأمطار	170.0	48.1	79.5	150.6	109.9	109.4	72.3	265.8	166.1	170.4

مصدر البيانات: الأرصاد الجوية اليمنية

بلغ معدل الهطول المطري السنوي لفترة الدراسة 172.8 مم وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل للهطول المطري لفترة الدراسة وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للهطول المطري السنوي، تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي، في الشكل (49.1) وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) في الشكل (50.1)



الشكل (49.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة صنعاء للفترة 2012-1963



الشكل (50.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة صنعاء للفترة 1963-2012

2- في إقليم المشرق العربي:

- محطة اللاذقية

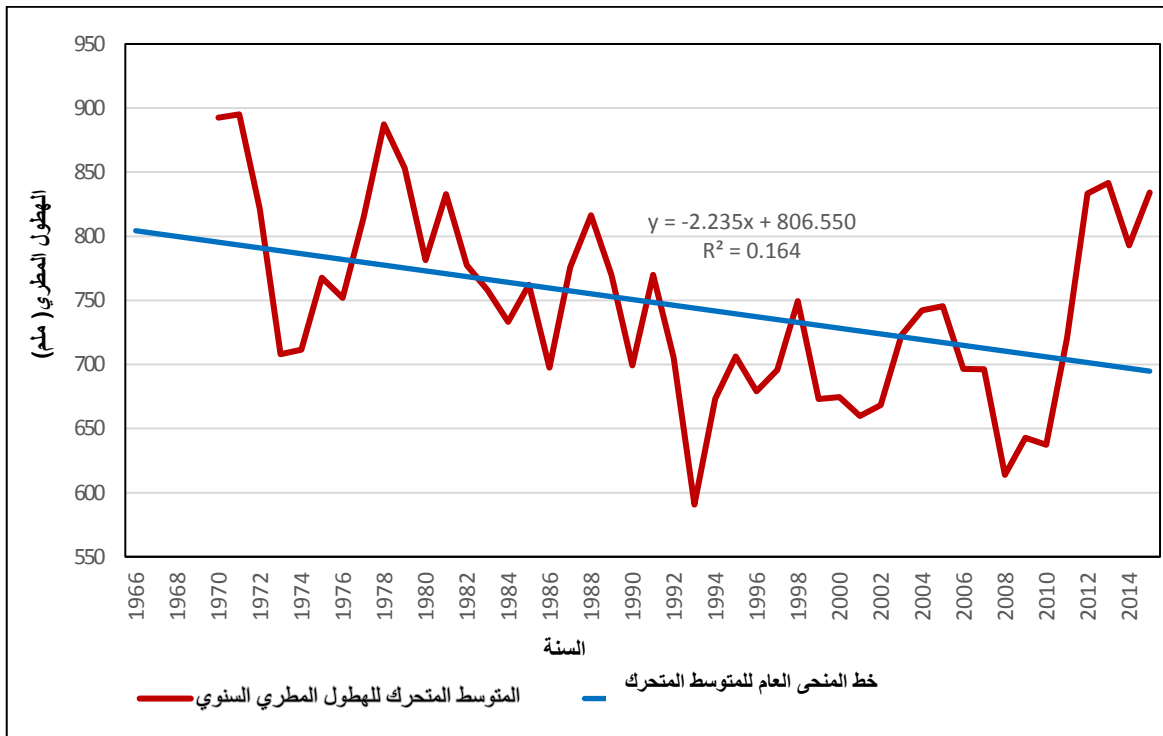
خللت سلسلة زمنية لمجموع الهطول المطري مدتها 50 عاماً للفترة 1966 – 2015 (الجدول 26.1).

الجدول (26.1) الهطول المطري السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1966-2015 (مم)

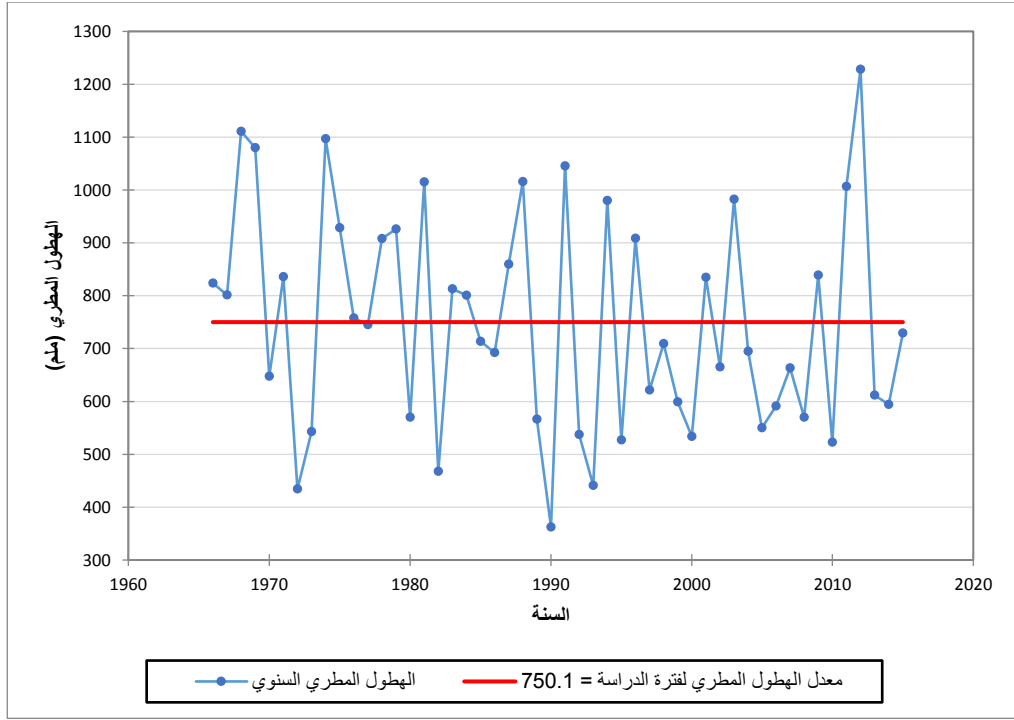
السنة	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
المجموع السنوي للأمطار	823.9	801.1	1110.7	1080	647.5	836.2	434.3	542.5	1096.8	928.8
السنة	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
المجموع السنوي للأمطار	758	745.1	908.2	925.9	569.8	1015.2	467.8	812.8	801	713.7
السنة	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
المجموع السنوي للأمطار	692.2	859.5	1016	566.5	362.6	1045.4	537.6	441.3	980.2	527.3
السنة	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
المجموع السنوي للأمطار	908.4	621.8	709.1	599	533.9	834.7	664.9	982.5	694.7	550
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
المجموع السنوي للأمطار	591.1	663.6	570.1	838.9	522.8	1006.8	1228.5	611.6	594.4	729.1

مصدر البيانات: الموارد المائية السورية

بلغ معدل الهطول المطري السنوي لفترة الدراسة 750.1 مم وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ للهطول المطري لفترة الدراسة، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي الشكل (51.1)، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test في الشكل (52.1)، وتتفق هذه النتيجة مع ما وجدته دراسة (Jalab et al., 2014)، حيث أشارت الى وجود تراجع غير معنوي في الاتجاه العام لأمطار اللاذقية خلال الفترة 1978 – 2011.



الشكل (51.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة اللاذقية - سورية للفترة 1966-2015



الشكل (52.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة اللاذقية للفترة 1966-2015

- محطة مطار بيروت:

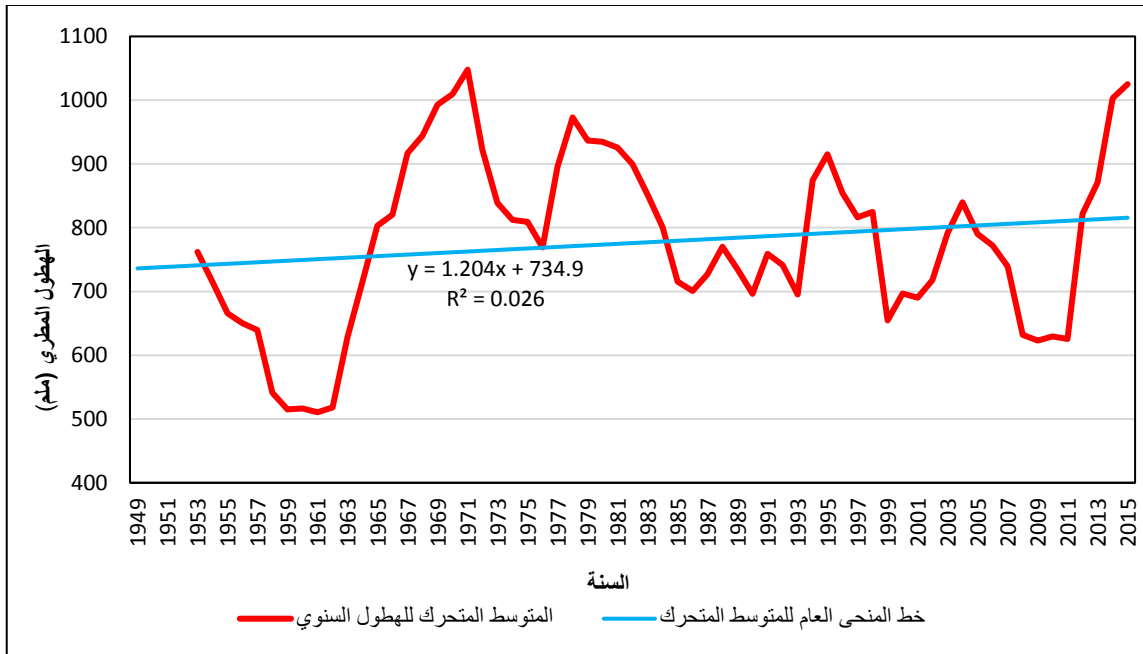
خلّلت سلسلة زمنية لمجموع الهطول المطري مدتها 66 عاماً للفترة 1949-2015، الجدول (27.1).

الجدول (27.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مطار بيروت للفترة 1949-2015 (مم)

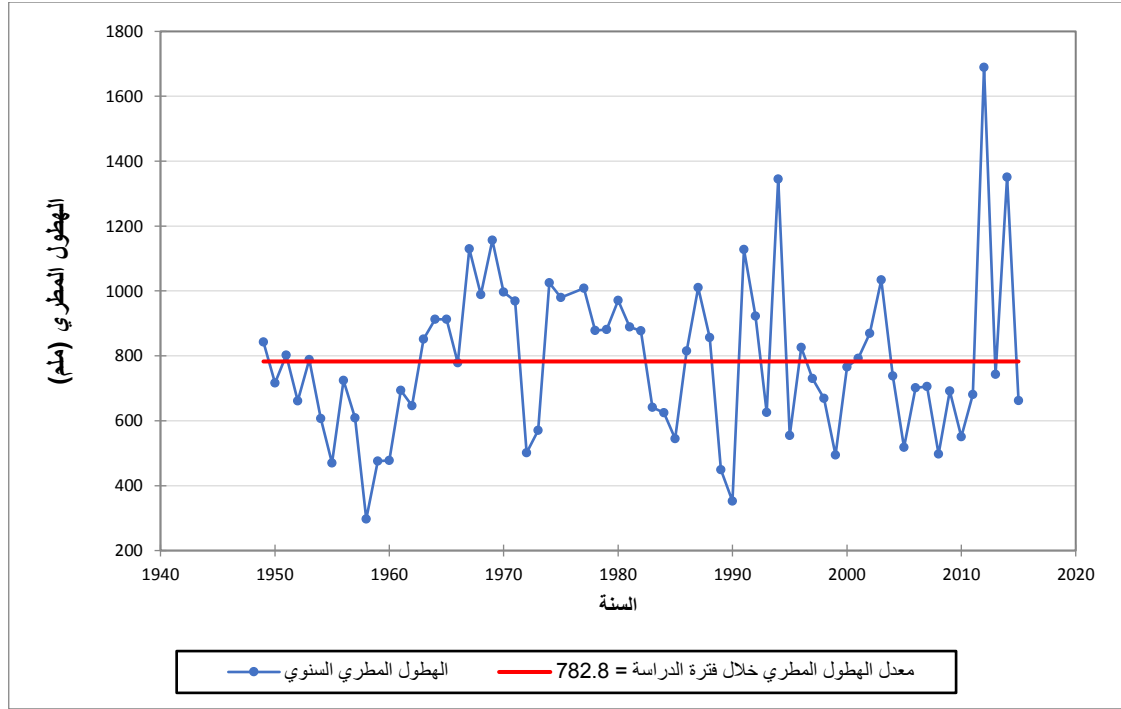
السنة	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
المجموع السنوي للأمطار	842.8	716	801.8	661.4	788.7	606.4	469.7	724	609.2	297.1
السنة	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
المجموع السنوي للأمطار	475.3	477.9	693.4	646.5	851.6	912.8	912.2	778.2	1129.4	988.4
السنة	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
المجموع السنوي للأمطار	1156	996.5	969	501.4	570.6	1025	980.1		1008.7	877.7
السنة	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
المجموع السنوي للأمطار	881.2	971.3	889.4	877.3	641.2	624.1	545	815.3	1009.9	856.8
السنة	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
المجموع السنوي للأمطار	448.5	351.8	1127	922.2	625.6	1345.0	554.5	826.0	730.0	669.0
السنة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
المجموع السنوي للأمطار	494.0	766.0	792.0	869.0	1034.0	737.9	518.4	701.2	705.9	497.6
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
المجموع السنوي للأمطار	691.7	550.5	681.0	1689.0	743.0	1351.0	662.5			

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لا كساد مرممة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري السنوي لفترة الدراسة 782.8 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ للهطول المطري لفترة الدراسة، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي الشكل (53.1)، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test في الشكل (54.1)، وكذلك لم يشير (Karam et al., 2010) إلى أي اتجاه ملحوظ لتغير الهطول المطري السنوي في محطة بيروت خلال الفترة 1921 – 1999، بينما لاحظ اتجاهها نحو التناقص في المعدلات العقدية للهطولات المطرية.



الشكل (53.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مطار بيروت -لبنان للفترة 2015-1949



الشكل (54.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مطار بيروت-لبنان للفترة 1949-2015

- محطة بغداد:

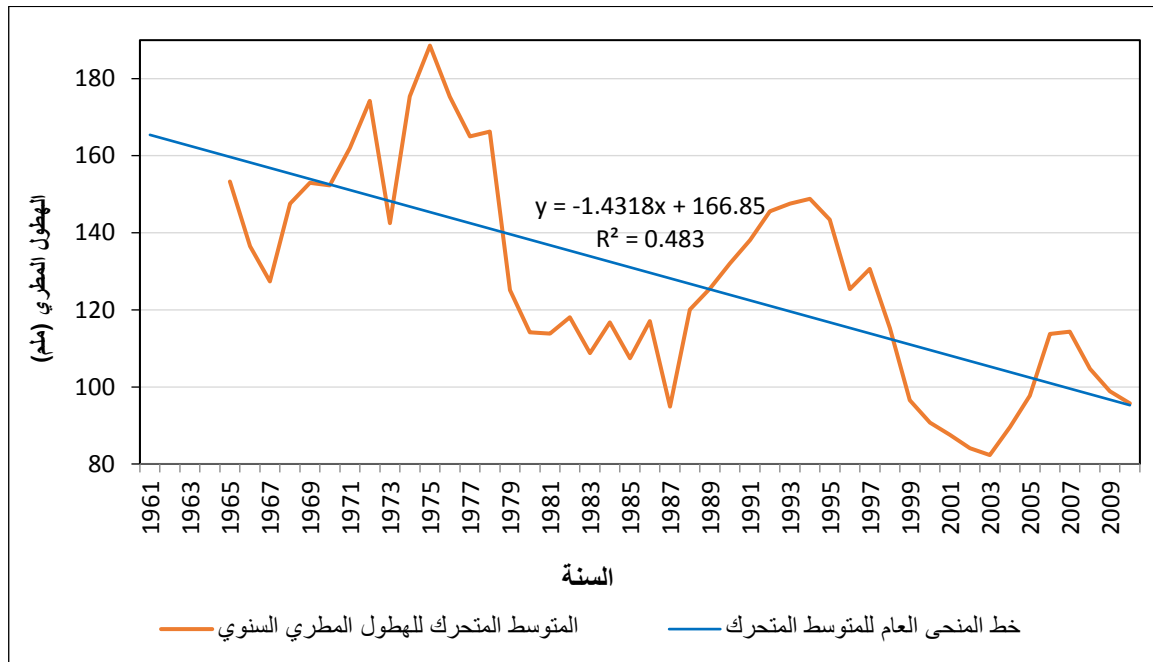
حُللت سلسلة زمنية للهطول المطري لمحطة بغداد تمتد لـ 50 عاماً 1961 - 2010 (الجدول 28.1).

الجدول (28.1) الهطول المطري السنوي لمحطة بغداد للفترة 1961-2010(مم)

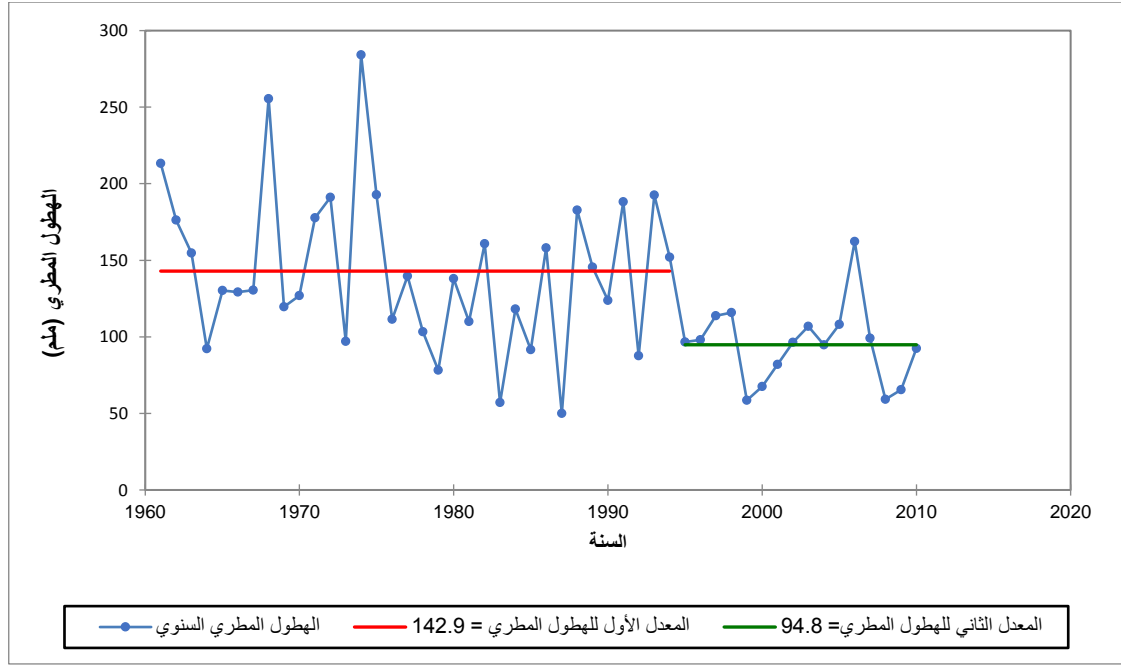
السنة	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961	المجموع السنوي للأمطار
	126.9	119.6	255.6	130.4	129.2	130.2	92.3	154.7	176.2	213.3	
السنة	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	المجموع السنوي للأمطار
	138.1	78.2	103.4	139.7	111.5	192.7	284.1	97.1	191.2	177.8	
السنة	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	المجموع السنوي للأمطار
	123.8	145.6	182.8	49.9	158.0	91.5	118.1	57.0	160.7	109.9	
السنة	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	المجموع السنوي للأمطار
	67.6	58.5	115.8	113.8	98.0	96.7	152.0	192.5	87.6	188.3	
السنة	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	المجموع السنوي للأمطار
	92.5	65.4	59.1	99.2	162.3	108.2	94.8	106.9	96.5	82.0	

مصدر البيانات: الأرصاد الجوية العراقية

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 127.6 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 55.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للمجموع السنوي للهطول المطري، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test (الشكل 56.1). وقد تم تحديد سنة التغير 1994 وأصبح هناك معدلان للهطول المطري خلال فترة الدراسة، المعدل الأول للفترة 1961-1994 مقداره 142.9 مم، والمعدل الثاني للهطول للفترة 1995-2010، ومقداره 94.8 مم، وبلغ مقدار التغير الحاصل في المعدل السنوي للهطول المطري من خلال التفاضل بين المعدلين 48.1 مم. أما مقدار التناقص الحاصل وفق خط المنحنى العام في معدل الهطول المطري فبلغ نحو (14.31 -) ملم/العقد. ولا بد من الإشارة إلى أن البلاغ الوطني الأول للعراق لعام 2015 أكد نتيجة تناقص الهطولات المطرية في محطة بغداد خلال الفترة 1938 - 2009 حيث كانت قيمة معامل الانحدار -0.93.



الشكل (55.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحنى له لمحطة بغداد للفترة 2010-1961.



الشكل (56.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة بغداد للفترة 1961-2010

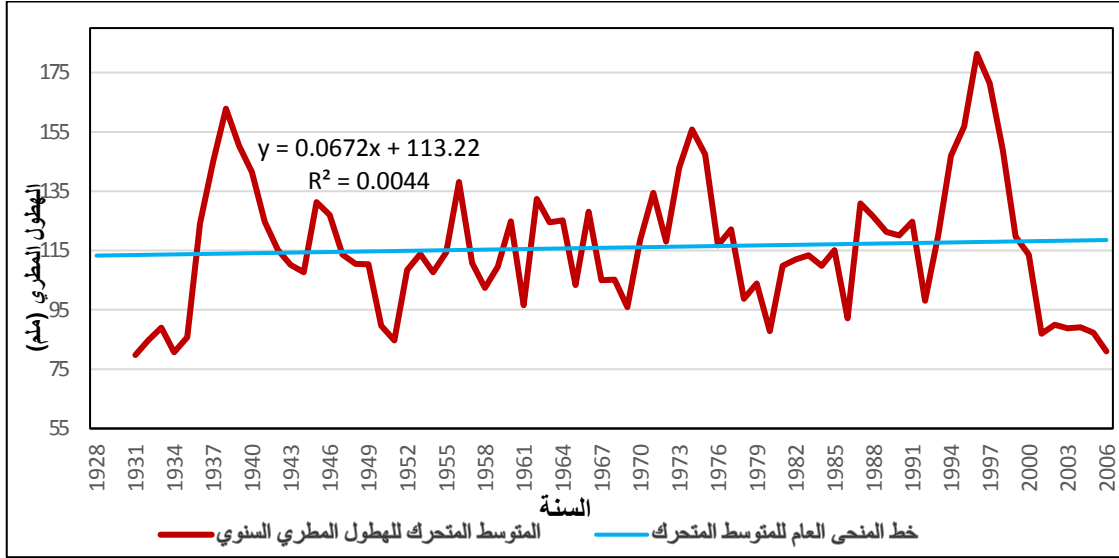
- محطة الرطبة :

خلّلت سلسلة زمنية للهطول المطري لمحطة رطبة تمتد لـ 80 عاماً 1928-2007 (الجدول 29.1).

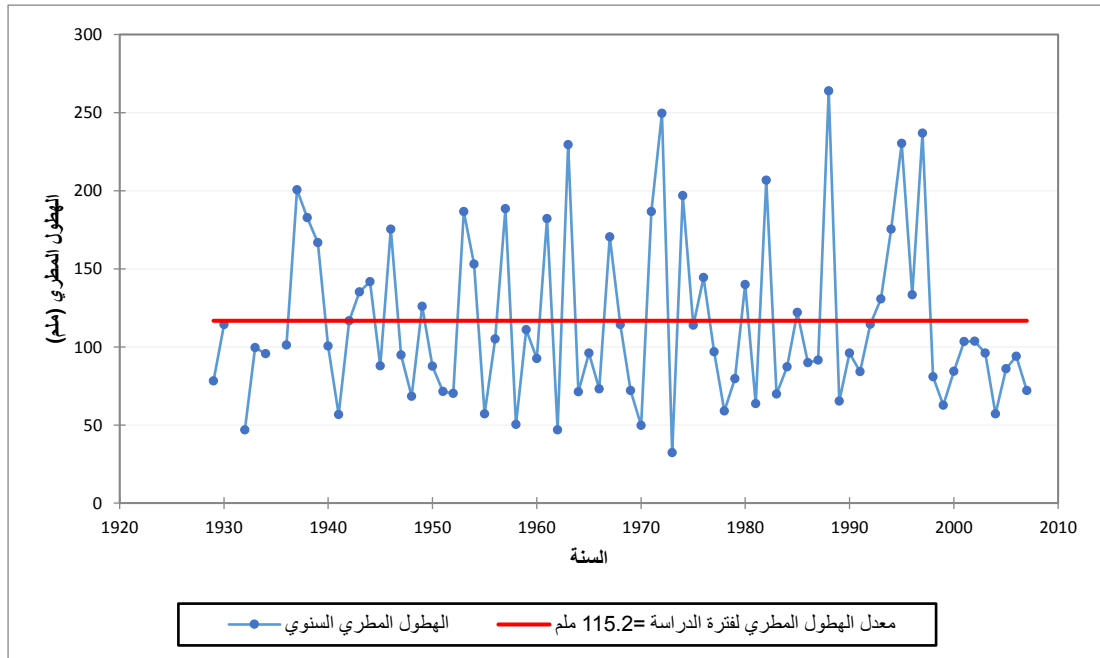
الجدول (29.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرطبة للفترة 1928-2007 (مم)

السنة	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
المجموع السنوي للأمطار	-	78.2	114.2	-	46.9	99.5	95.6	-	101.1	200.6
السنة	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947
المجموع السنوي للأمطار	182.7	166.8	100.5	56.7	116.7	135.2	141.8	87.8	175.3	94.8
السنة	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
المجموع السنوي للأمطار	68.4	125.9	87.7	71.4	70.2	186.7	153.0	57.1	105.1	188.4
السنة	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
المجموع السنوي للأمطار	50.3	110.9	92.6	182.1	46.9	229.4	71.3	96.1	73.1	170.4
السنة	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
المجموع السنوي للأمطار	114.2	72.1	49.6	186.6	249.6	32.2	196.8	113.8	144.3	96.8
السنة	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
المجموع السنوي للأمطار	59.0	79.70	139.90	63.70	206.6	69.8	87.1	122.1	89.90	91.50
السنة	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
المجموع السنوي للأمطار	263.80	65.20	96.1	84.10	114.50	130.60	175.40	230.20	133.40	236.9
السنة	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
المجموع السنوي للأمطار	80.90	62.60	84.40	103.30	103.50	96.0	57.0	86.0	94.0	72.0

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 115.2 مم ، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 57.1)، تبين أنه لا يوجد منحنى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للمجموع السنوي للهطول المطري، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity test (الشكل 58.1).



الشكل (57.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحى له لمحطة الرطبة للفترة 2007-1928.



الشكل (58.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الرطبة للفترة 2007-1928

3- في إقليم شمال شرق إفريقيا:

- محطة الاسكندرية:

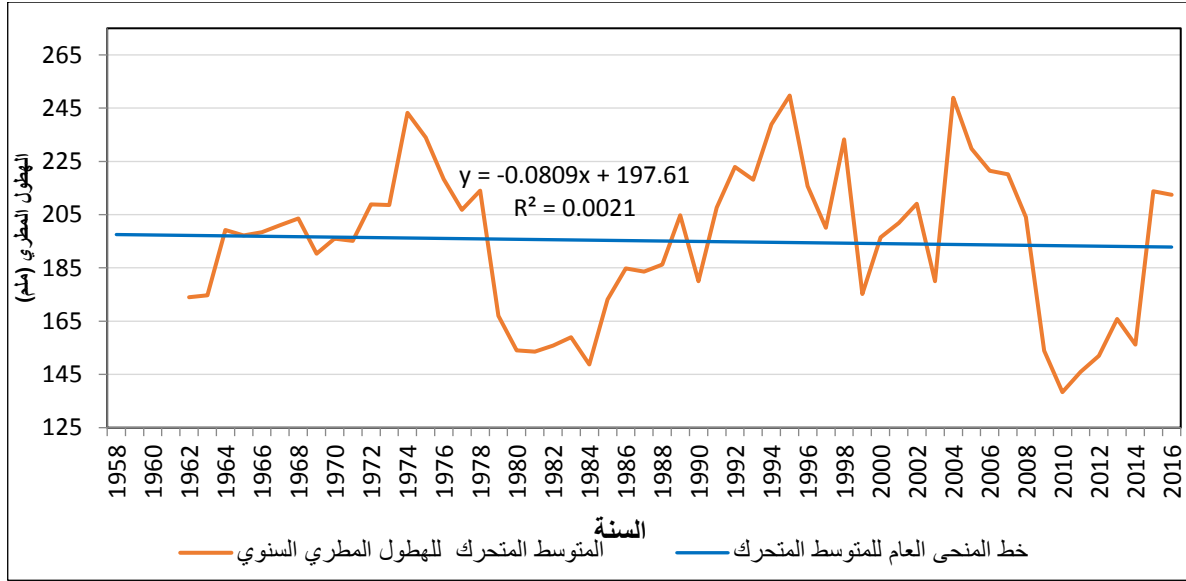
خُلّلت سلسلة زمنية للهطول المطري السنوي لمحطة الاسكندرية تمتد لـ 59 عاماً للفترة 2016-1958، (الجدول 30.1).

الجدول (30.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الاسكندرية للفترة 2016-1958 (ملم)

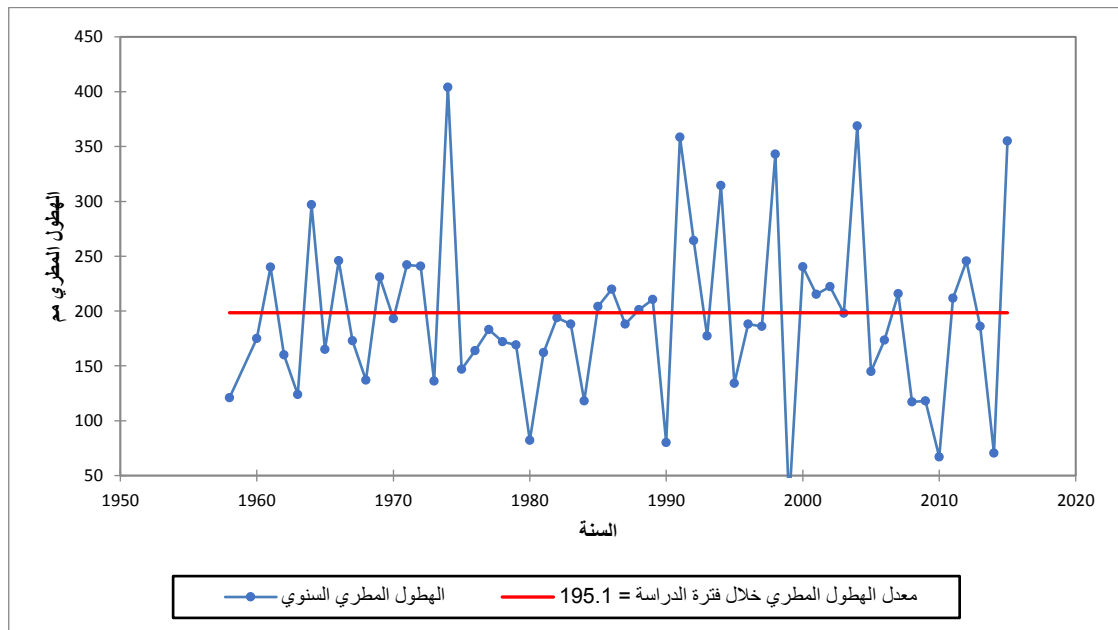
السنة	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
المجموع السنوي للأمطار	120.9	-	175.0	240.0	160.0	124.0	297.0	165.0	246.0	173.0	137.0	231.0
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
المجموع السنوي للأمطار	193.0	242.0	241.0	136.0	404.0	147.0	164.0	183.0	172.0	169.0	82.0	162.0
السنة	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
المجموع السنوي للأمطار	194.0	188.0	118.0	204.0	220.0	188.0	201.2	210.6	80.6	358.7	264.2	177.3
السنة	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
المجموع السنوي للأمطار	314.5	134.1	188.2	186.2	343.2	24.4	240.2	215.2	222.3	198.1	368.8	144.8
السنة	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
المجموع السنوي للأمطار	173.5	215.9	117.1	118.1	67.1	211.8	245.6	186.2	70.3	355.1	205.2	

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة من بيانات رقمية واردة من الأرصاد الجوية المصرية

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 195.1 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، و تحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمجموع السنوي للأمطار (الشكل 59.1)، تبين أنه لا يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمجموع الهطول المطري السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 60.1).



الشكل (59.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الاسكندرية للفترة 2016-1958



الشكل (60.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الاسكندرية للفترة 2016-1958

- محطة أسوان :

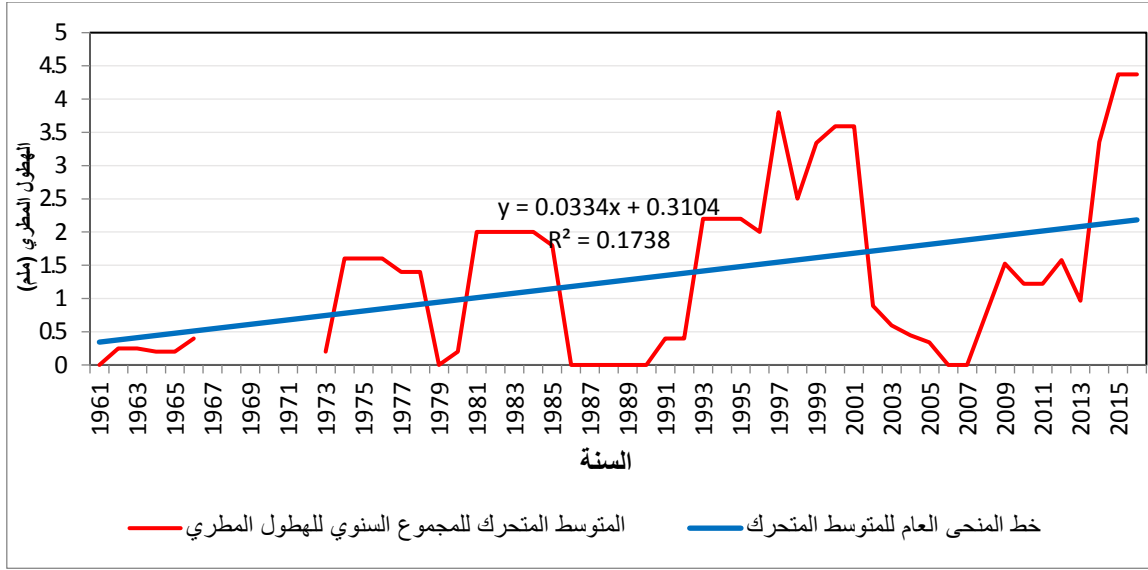
خلّلت سلسلة زمنية للهطول المطري السنوي لمحطة أسوان تمتد لـ60 عاماً للفترة 1957-2016، (الجدول 30.1).

الجدول (30.1) الهطول المطري السنوي لمحطة أسوان للفترة 1957-2016(ملم)

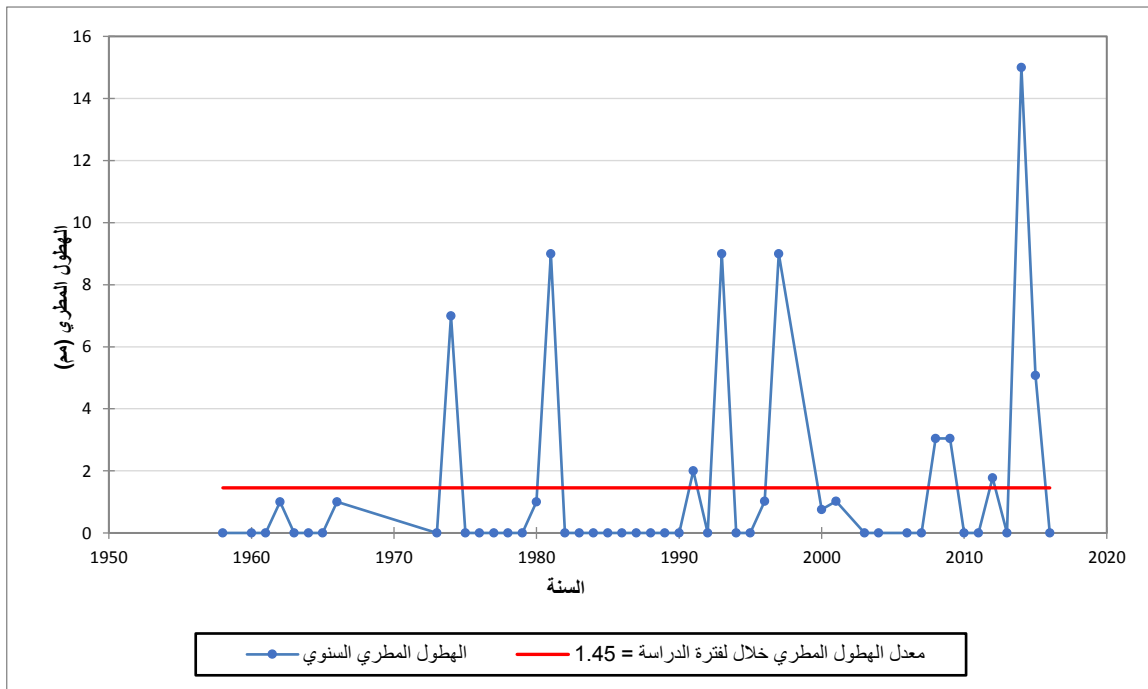
السنة	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
المجموع السنوي للأمطار	-	0.0		0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-	-
السنة	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
المجموع السنوي للأمطار					0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
السنة	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
المجموع السنوي للأمطار	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
السنة	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
المجموع السنوي للأمطار	9.0	0	0	1.02	9.0	-	-	0.8	1.0		0.0	0.0
السنة	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
المجموع السنوي للأمطار		0.0	0.0	3.1	3.1	0.0	0.0	1.8	0.0	15.0	5.1	0.0

مصدر البيانات: من الموقع en.tutiempo.net/climate ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 1.45م، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، و تحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمجموع السنوي للأمطار (الشكل 61.1)، تبين أنه لا يوجد منحنى عام متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمجموع الهطول المطري السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 62.1).



الشكل (61.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة أسوان للفترة 2016-1957



الشكل (62.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة أسوان للفترة 2016-1957

- محطة مرسى مطروح :

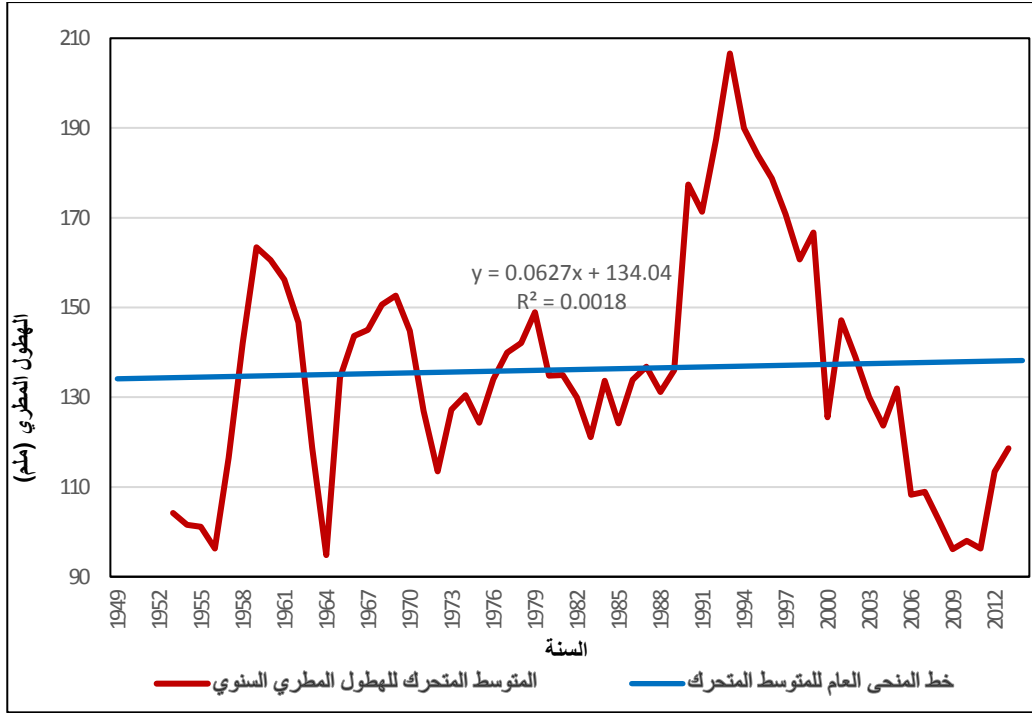
خُلّلت سلسلة زمنية للهطول المطري السنوي لمحطة مرسى مطروح تمتد لـ65 عاماً للفترة 1949-2013، (الجدول 32.1).

الجدول (32.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 1949-2013(ملم)

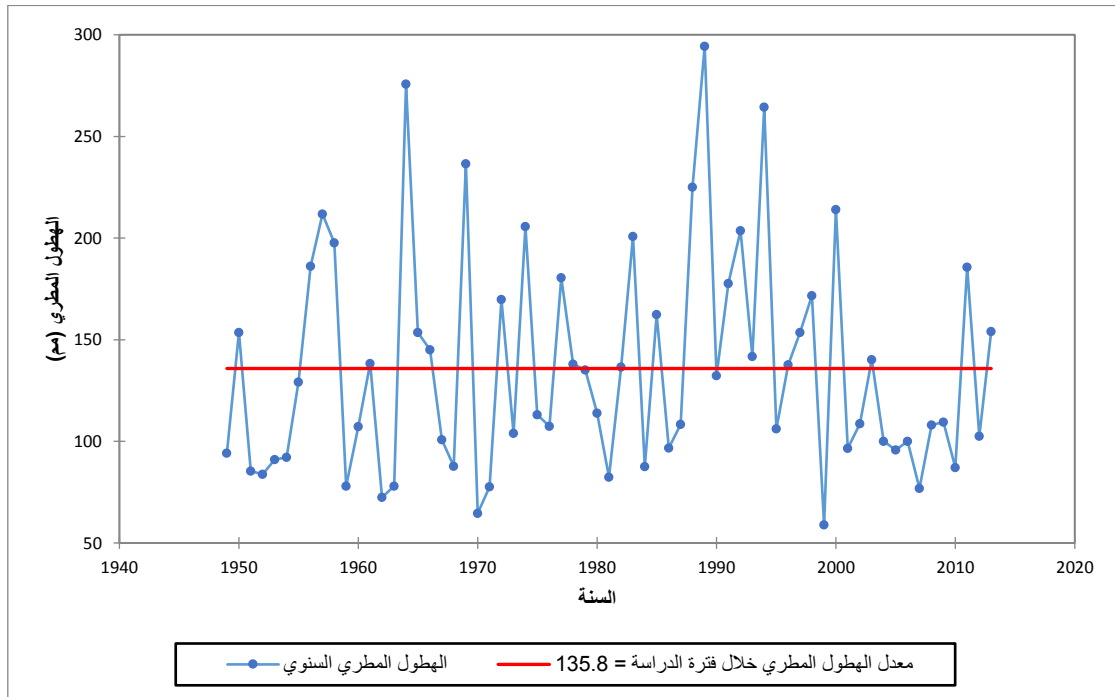
السنة	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
المجموع السنوي للأمطار	94.2	153.5	85.3	83.8	91.0	92.2	129.2	186.1	211.9	197.6
السنة	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
المجموع السنوي للأمطار	78.0	107.3	138.3	72.5	78.0	275.8	153.6	145.1	100.8	87.8
السنة	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
المجموع السنوي للأمطار	236.5	64.6	77.7	169.7	103.9	205.7	113.1	107.4	180.5	138.0
السنة	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
المجموع السنوي للأمطار	135.1	113.8	82.3	136.5	200.8	87.5	162.4	96.7	108.4	225.0
السنة	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
المجموع السنوي للأمطار	294.4	132.3	177.6	203.7	141.8	264.5	106.1	137.6	153.5	171.7
السنة	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
المجموع السنوي للأمطار	58.9	214.1	96.6	108.8	140.1	100.1	95.7	99.98	76.8	108.0
السنة	2009	2010	2011	2012	2013					
المجموع السنوي للأمطار	109.5	87.1	185.7	102.6	154.1					

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لأكساد من الأرصاد الجوية المصرية

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 135.9 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري، أما تحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للأمطار (الشكل 63.1)، فبين أنه يوجد منحى عام متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة لمجموع الهطول المطري السنوي وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 64.1). وقد تم تحديد سنة التغير 1999 وأصبح هناك معدلان للهطول المطري خلال فترة الدراسة، المعدل الأول للفترة 1949-1999 مقداره 144.6 مم، والمعدل الثاني للهطول للفترة 2000-2014 ومقداره 72.6 مم وبلغ مقدار التغير الحاصل في المعدل السنوي للهطول المطري من خلال التفاضل بين المعدلين 72 مم. أما مقدار التناقص الحاصل وفق خط المنحنى العام في معدل الهطول المطري فبلغ نحو (7.40 -) ملم/العقد. وقد بينت دراسة (Schütt et al., 2010) حول منحى الهطولات المطرية السنوية لسلسلة زمنية طويلة الأمد أن العديد من الأحداث الرطبة قد حدثت في النصف الأول من القرن الماضي، بينما تكررت الأحداث الجافة بشكل أكبر في النصف الثاني من القرن.



الشكل (63.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مرسى مطروح للفترة 2013-1949



الشكل (64.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مرسى مطروح للفترة 2013-1949

- محطة الخرطوم :

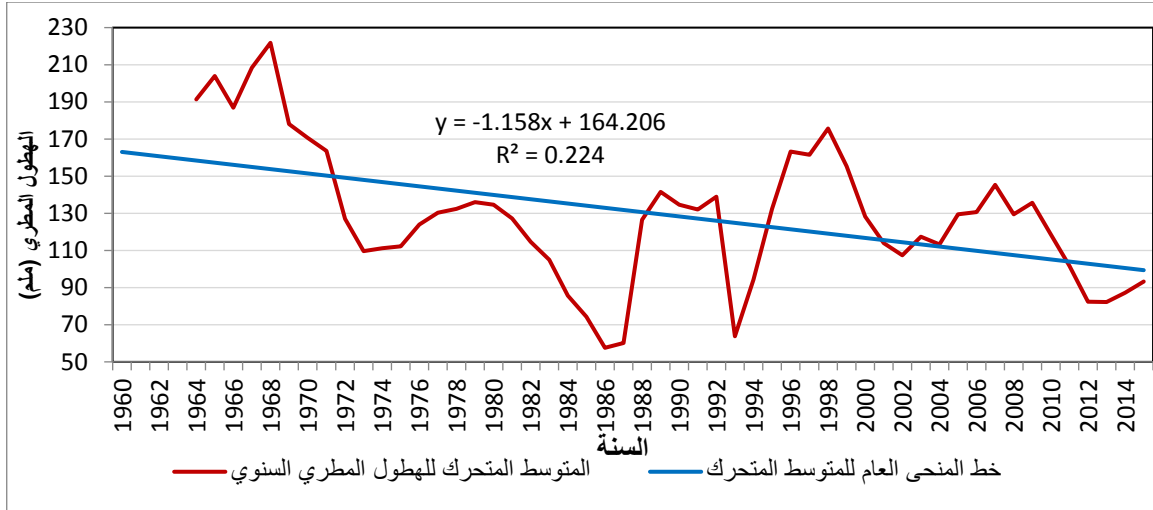
خلّلت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة الخرطوم تمتد لـ 56 عاماً للفترة 1960-2015 (الجدول 33.1).

الجدول (33.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الخرطوم للفترة 1960-2015 (ملم)

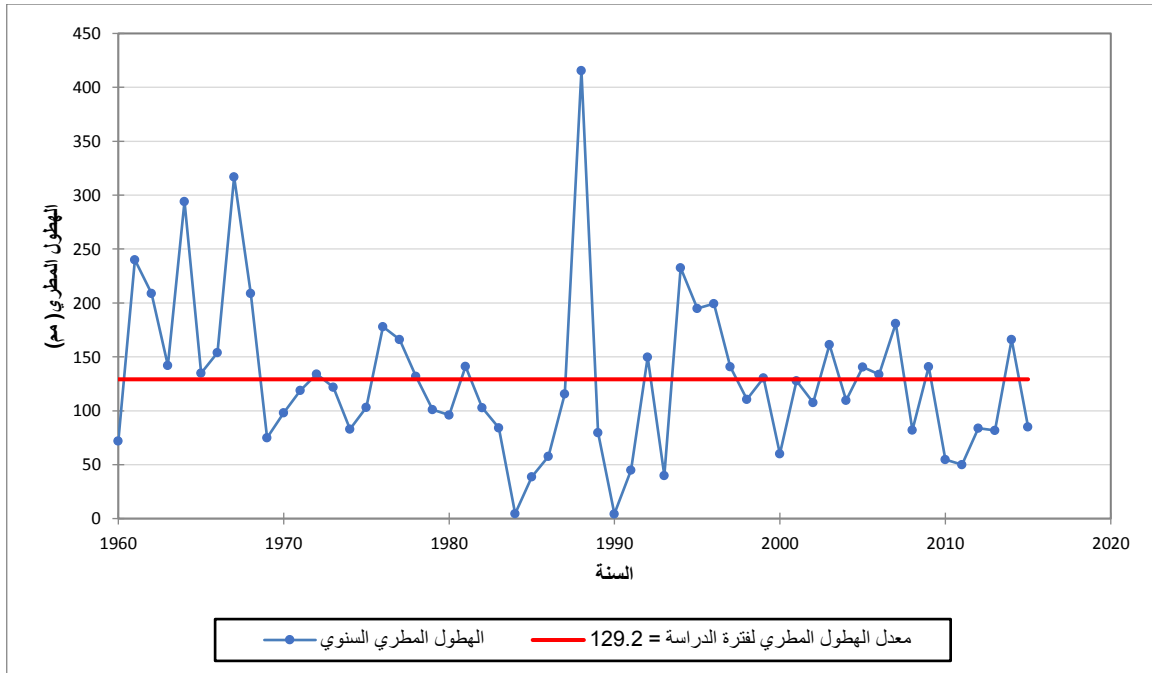
السنة	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
المجموع السنوي للأمطار	72.0	240.0	209.0	142.0	294.0	135.0	154.0	317.0	209.0	75.0	98.0	119.0
السنة	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
المجموع السنوي للأمطار	134.0	122.0	83.0	103.0	178.0	166.0	132.0	101.0	96.0	141.1	102.7	84.0
السنة	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
المجموع السنوي للأمطار	4.7	38.8	57.7	115.6	415.5	79.8	4.4	44.9	149.9	39.8	232.6	195.0
السنة	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
المجموع السنوي للأمطار	199.3	141.0	110.7	130.6	60.0	127.8	107.5	161.4	109.7	140.7	133.7	180.9
السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
المجموع السنوي للأمطار	82.2	141.0	54.8	49.9	83.8	81.7	166.2	85.0				

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لأكساد من الأرصاد الجوية السودانية

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 129.2مم، وحسب تحليل السلسلة للهطول المطري السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات الشكل (65.1)، تبين أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (الشكل 66.1). وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Mohamed et al., 2014)، حيث درس تغير اتجاهات الهطول المطري بين 1960 – 2010، ولم يلحظ تغيراً معنوياً في هطولات محطة الخرطوم.



الشكل (65.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الخرطوم للفترة 2015-1960



الشكل (66.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الخرطوم للفترة 2015-1960

4- في إقليم جبال الأطلس:

- محطة عنابة :

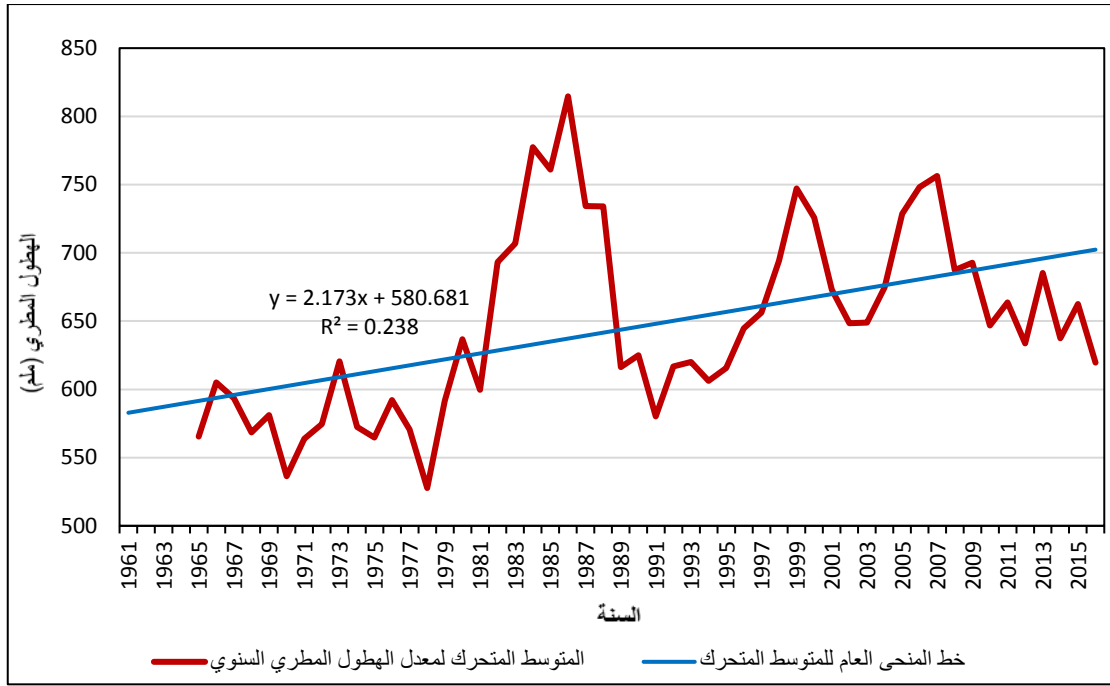
خلّلت سلسلة زمنية للهطول المطري السنوي لمحطة عنابة تمتد لـ 56 عاماً 1961 – 2016 (الجدول 34.1).

الجدول (34.1) الهطول المطري السنوي لمحطة عنابة للفترة 1961-2016 (ملم)

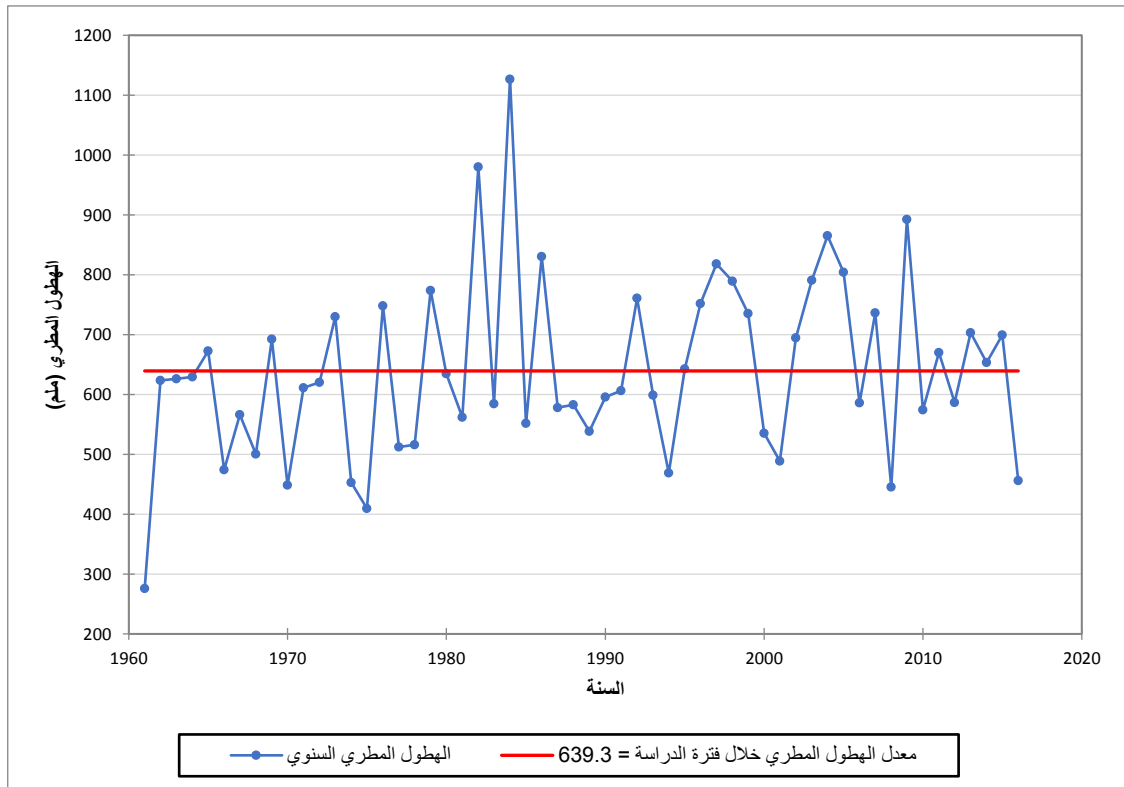
السنة	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
المجموع السنوي للأمطار	275.7	623.6	625.9	629.5	672.4	474.2	566.0	500.5	692.5	448.6	611.1	620.1
السنة	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
المجموع السنوي للأمطار	730.0	683.1	409.5	747.9	512.3	515.7	773.5	634.6	561.8	980.2	584.4	1126.6
السنة	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
المجموع السنوي للأمطار	551.9	830.4	578.1	583.0	538.2	595.6	606.5	761.0	599.0	469.0	642.5	752.0
السنة	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
المجموع السنوي للأمطار	818.0	789.0	735.0	535.0	488.5	694.5	791.0	865.0	804.0	586.0	736.0	445.5
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
المجموع السنوي للأمطار	892.5	574.0	670.0	586.5	703.0	653.5	699.5	456.0				

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لمحطة عنابة خلال فترة الدراسة 639.3 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل ($\alpha=0.05$) (Mann Kendall)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 67.1)، تبين أنه لا يوجد منحى عام متناقص للسلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 68.1). وهذا ما أكدته دراسة (Taibi et al, 2012)، حيث لم يُلاحظ تغير واضح في منحى الهطول المطري للفترة 1936 – 2009.



الشكل (67.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة عنابه للفترة 2016-1961



الشكل (68.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة عنابه للفترة 2016-1961

- محطة قرطاج :

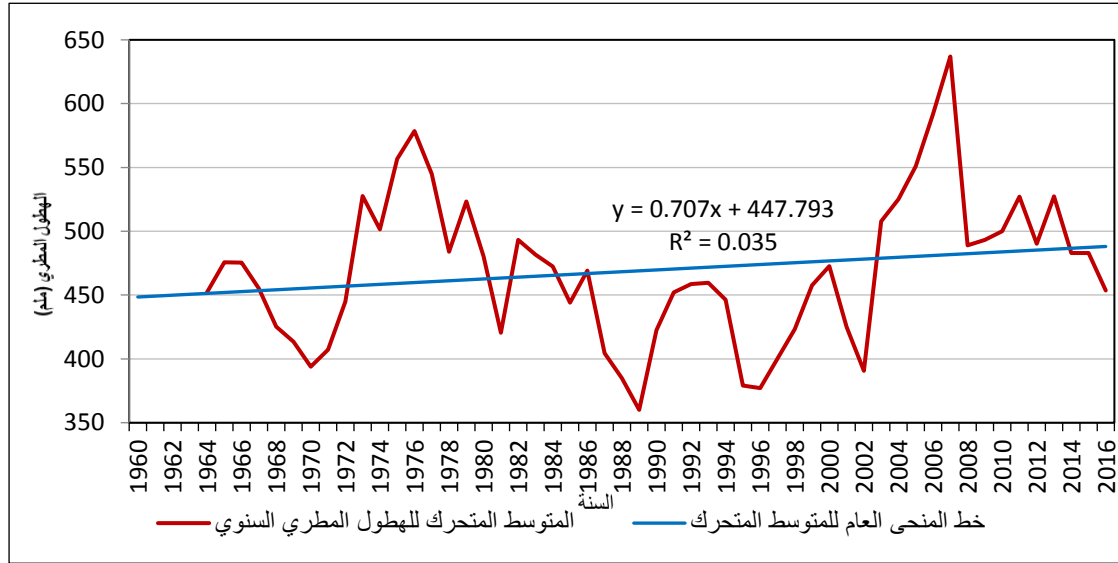
حُللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة قرطاج تمتد لـ 57 عاماً للفترة 1960-2016 (الجدول 35.1).

الجدول (35.1) الهطول المطري السنوي لمحطة قرطاج للفترة 1960-2016 (مم)

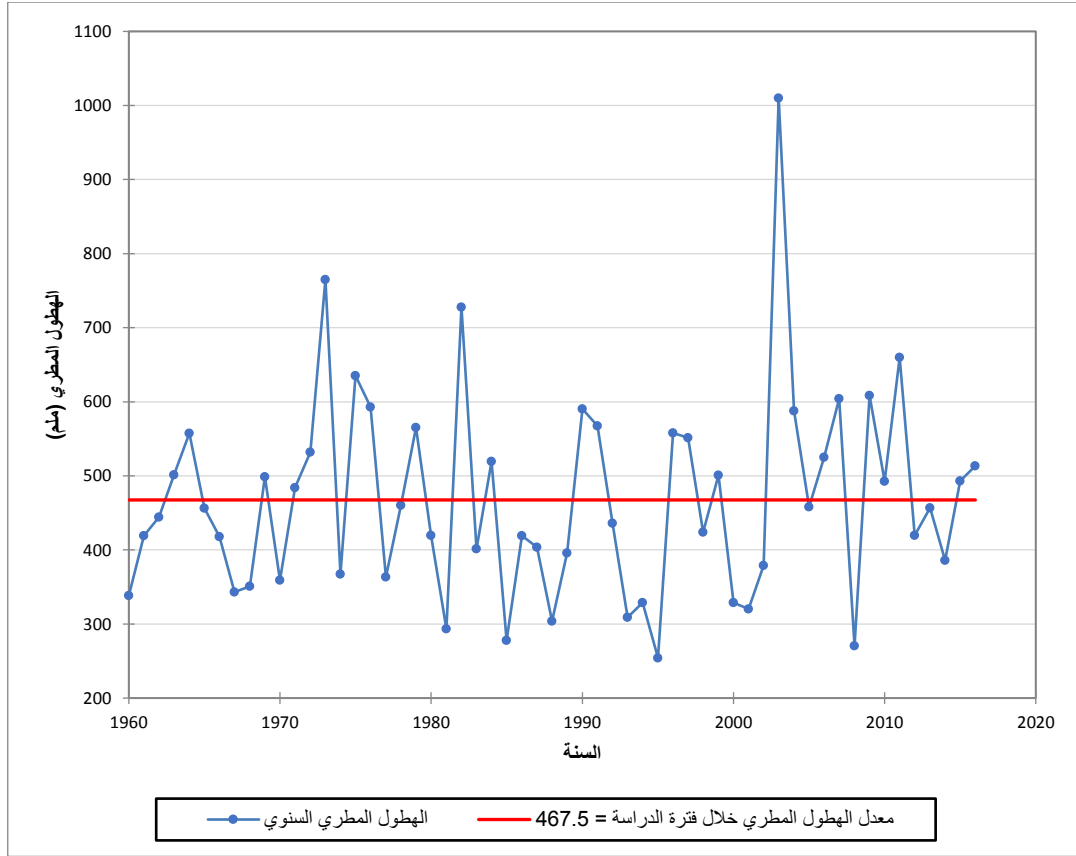
السنة	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
المجموع السنوي للأمطار	338.2	419.1	444.4	501.3	557.3	456.5	418.0	343.0	351.1	498.5	359.3	483.8
السنة	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
المجموع السنوي للأمطار	531.8	764.8	367.5	635.3	593.1	363.4	460.1	565.3	419.8	293.6	727.9	401.4
السنة	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
المجموع السنوي للأمطار	519.6	227.8	419.2	403.7	303.8	395.9	590.3	567.4	436.0	308.9	328.7	254.2
السنة	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
المجموع السنوي للأمطار	558.1	551.4	423.7	501	329	320.0	379	1010.0	587.7	458	525.0	604.0
السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
المجموع السنوي للأمطار	270.5	608.3	492.7	659.9	419.6	456.7	385.8	493.2	513.3			

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة في محطة قرطاج 467.5 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل $\alpha=0.05$ Mann Kendall المتوسط المتحرك لخمس (الشكل 69.1) أنه لا يوجد منحنى عام للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 70.1). وهذا ما أكدته (Tramblay et al., 2013) عن وجود تزايد في المنحنى العام للهطول المطري السنوي للمحطات الواقعة شمال إقليم المغرب العربي ولكنه ليس معنوياً.



الشكل (69.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحنى له لمحطة قرطاج للفترة 2016-1960



الشكل (70.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة قرطاج للفترة 2016-1960

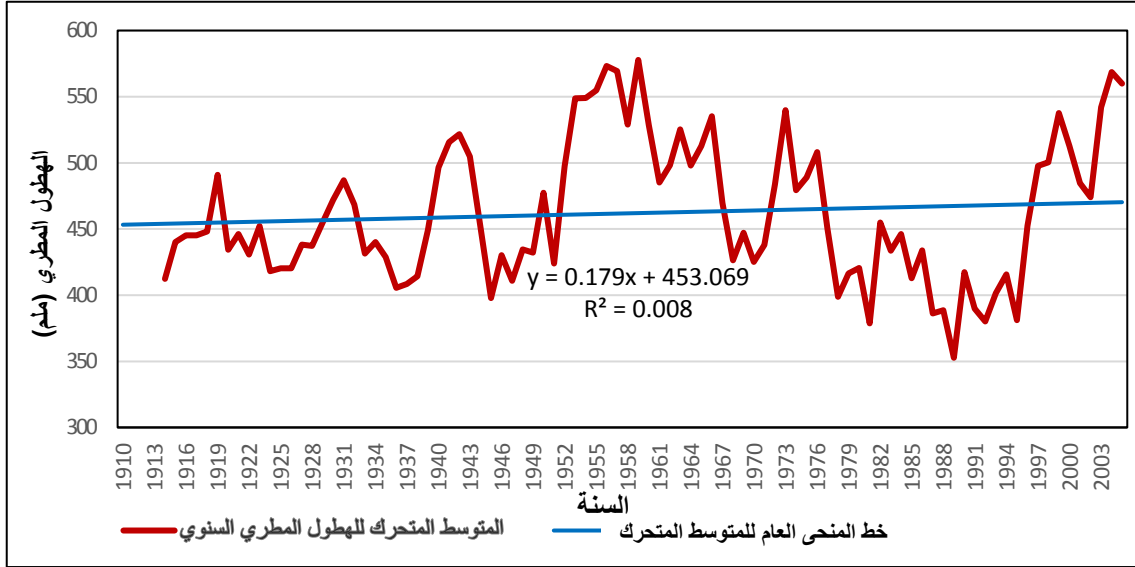
- محطة جندوبة:

حُللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة جندوبة تمتد لـ 96 عاماً للفترة 1910-2005 (الجدول 36.1).

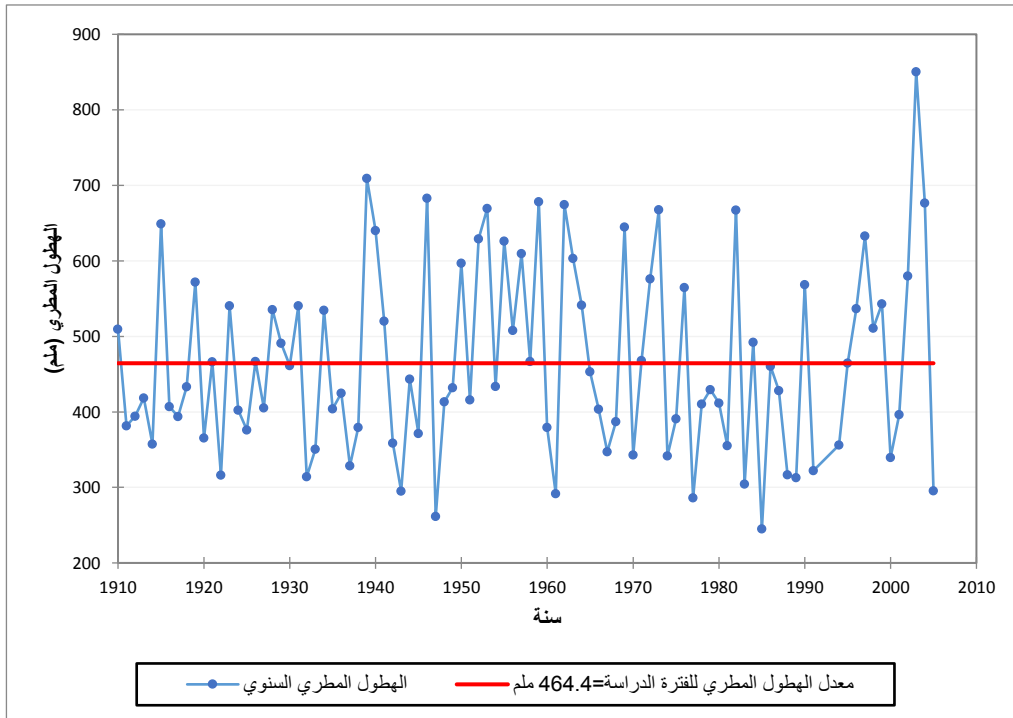
بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 464.4 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann $\alpha=0.05$)، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 70.1)، تبين أنه لا يوجد منحنى عام للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 71.1). وهذه النتيجة متفقة مع ما وجدته (Labani, 2005) حيث درس تغير الهطول المطري خلال الفترة (1901-2001)، ولم يُلاحظ منحنى عام للتغير.

الجدول (36.1) المجموع السنوي للهطول المطري لمحطة جندوبة للفترة 1910-2005 (مم)										
1919	1918	1917	1916	1915	1914	1913	1912	1911	1910	السنة
571.9	433.2	393.7	407.1	648.9	357.6	418.4	394.5	381.7	509.4	المجموع السنوي للأمطار
1929	1928	1927	1926	1925	1924	1923	1922	1921	1920	السنة
490.9	535.6	405.4	466.8	376.0	402.2	540.7	316.3	466.4	365.5	المجموع السنوي للأمطار
1939	1938	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1931	1930	السنة
709.4	379.5	328.4	424.9	404.2	534.5	350.5	314.0	540.6	461.2	المجموع السنوي للأمطار
1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	السنة
432.1	413.2	261.4	682.8	371.5	443.5	295.3	358.5	520.4	640.0	المجموع السنوي للأمطار
1959	1958	1957	1956	1955	1954	1953	1952	1951	1950	السنة
678.2	466.9	609.8	507.9	626.1	433.7	669.4	629.1	415.8	597.1	المجموع السنوي للأمطار
1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961	1960	السنة
644.7	386.9	347.2	403.5	453.2	541.5	603.1	674.5	291.8	379.3	المجموع السنوي للأمطار
1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	1970	السنة
429.4	410.5	286.1	564.6	391.1	341.7	667.7	576.1	467.9	343.0	المجموع السنوي للأمطار
1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980	السنة
313.1	316.7	428.1	460.6	244.9	492.4	304.4	667.2	355.5	411.7	المجموع السنوي للأمطار
1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	السنة
543.0	511.0	632.8	536.8	464.5	356.3			322.3	568.7	المجموع السنوي للأمطار
				2005	2004	2003	2002	2001	2000	السنة
				295.6	676.8	850.6	579.8	396.4	339.8	المجموع السنوي للأمطار

مصدر البيانات: بيانات رقمية واردة لأكساد من الأرصاد الجوية التونسية



الشكل (71.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة جندوبية للفترة 2005-1910



الشكل (72.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة جندوبية للفترة 2005-1910

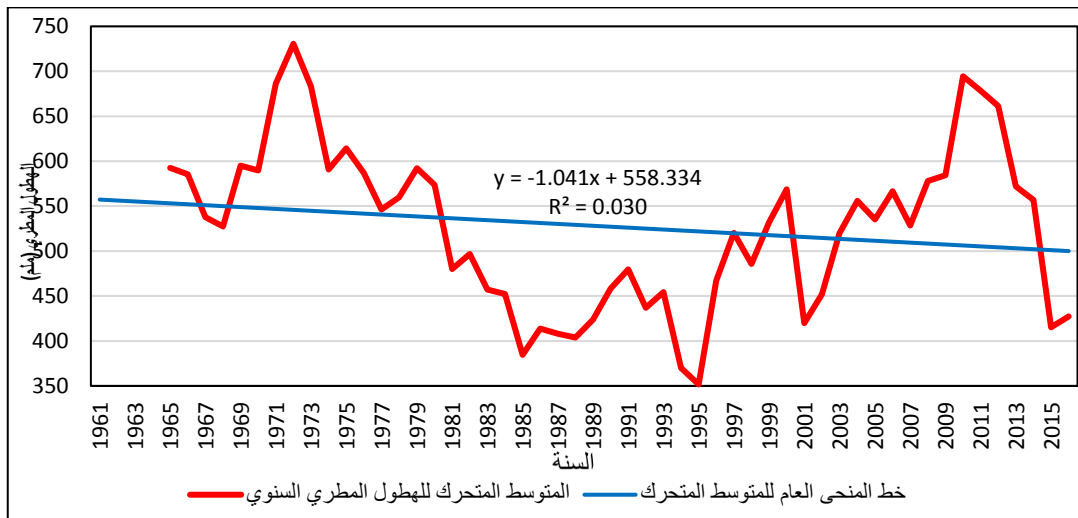
- محطة الرباط:

حُلَّت سلسلة زمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لمحطة الرباط تمتد لـ 56 عاماً 1961 - 2016 (الجدول 37.1).

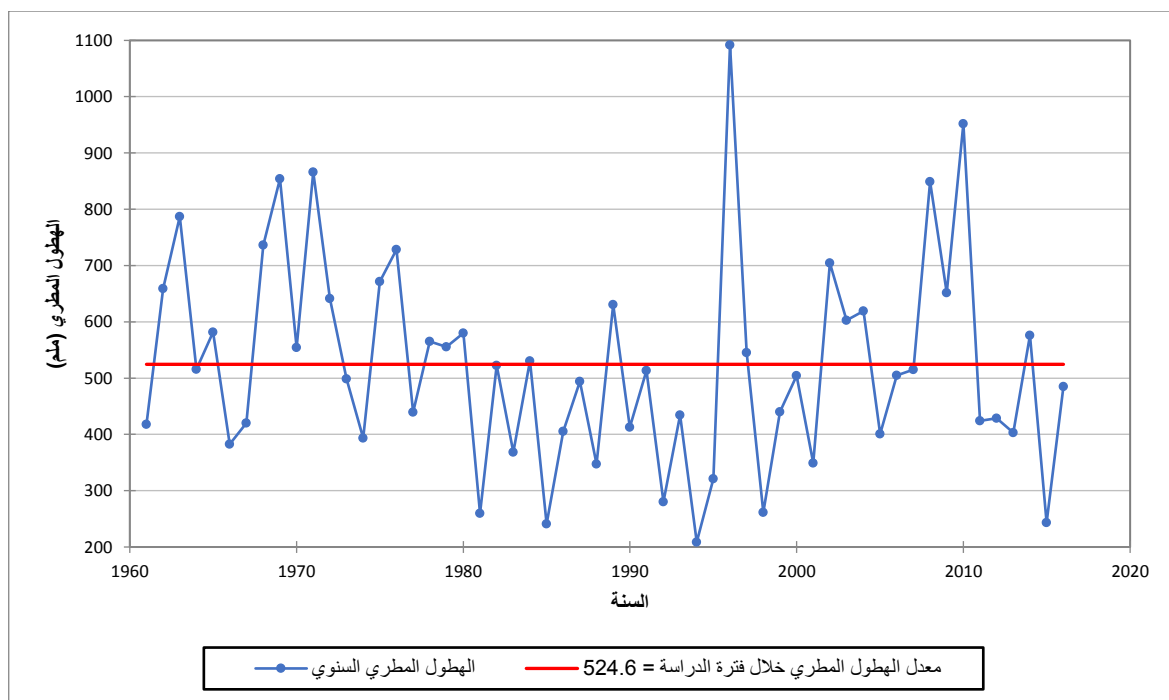
الجدول (37.1) الهطول المطري السنوي لمحطة الرباط للفترة 1961-2016(ملم)

السنة	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961
المجموع السنوي للأمطار	641.4	866.2	554.4	854.4	736.6	420.1	382.7	581.9	516.0	787.0	659.1	418.1
السنة	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973
المجموع السنوي للأمطار	530.3	368.6	522.8	259.9	579.8	555.7	565.4	439.7	728.3	671.6	393.5	498.8
السنة	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985
المجموع السنوي للأمطار	1091.7	321.1	208.8	434.6	280.4	513.6	413.0	630.7	347.4	494.3	405.6	241.1
السنة	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
المجموع السنوي للأمطار	848.9	514.9	505.2	401.0	619.0	602.5	704.5	349.0	504.2	440.0	261.4	545.3
السنة	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009				
المجموع السنوي للأمطار	485.0	243.3	576.3	402.9	429	424.4	951.8	651.5				

بلغ معدل الهطول المطري لمحطة الرباط خلال فترة الدراسة 524.6 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 71.1) تبين أنه لا يوجد منحى عام متناقص أو متزايد للسلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 73.1)، كما وجدت دراسة (Khomsi et al., 2015)، حيث كانت اتجاهات تناقص الأمطار خلال الفترة (1977- 2003) في محطة الرباط ضعيفة جداً، ولم تتجاوز 3- مم/السنة.



الشكل (73.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للمجموع السنوي للهطول المطري، وخط المنحى له لمحطة الرباط للفترة 2016-1961



الشكل (74.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الرباط للفترة 2016-1961

- محطة مراكش :

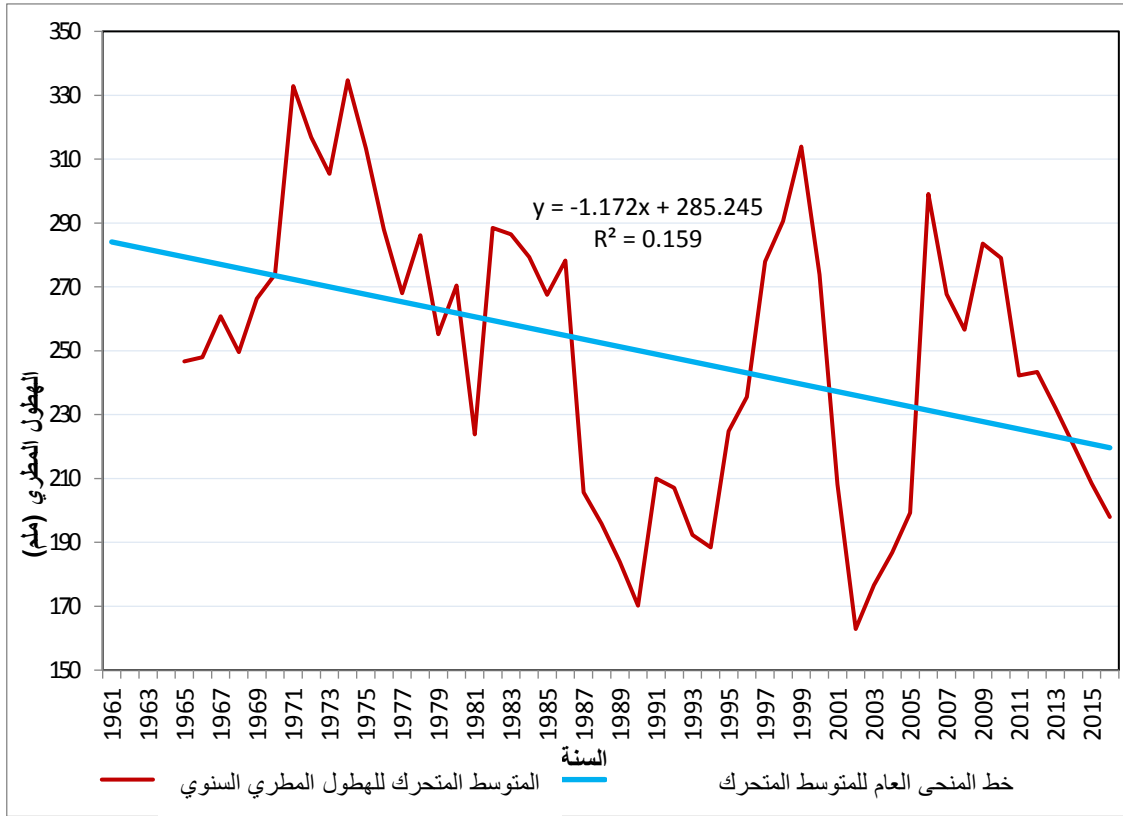
خلّلت سلسلة زمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لمحطة مراكش تمتد لـ 56 عاماً للفترة 2016 - 1961 (38.1).

الجدول (38.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مراكش للفترة 2016-1961 (مم)

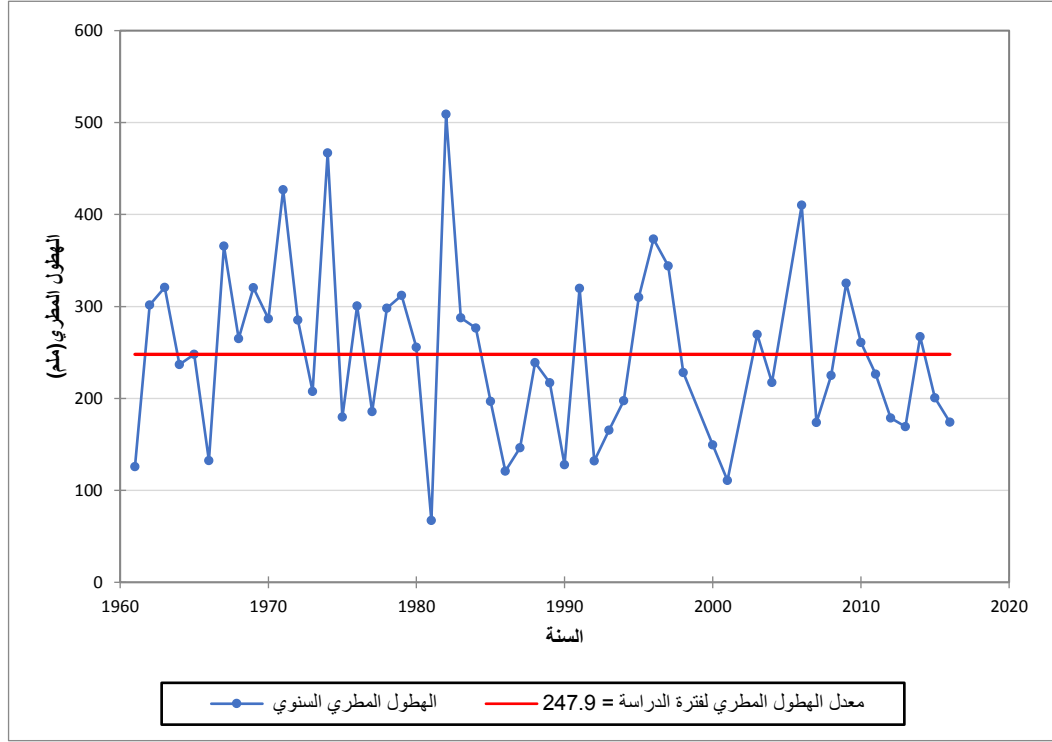
السنة	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962	1961
المجموع السنوي للأمطار	285.4	427.0	286.6	320.4	264.9	365.6	132.4	248.1	237.0	320.9	301.5	125.8
السنة	1984	1983	1982	1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973
المجموع السنوي للأمطار	276.6	287.8	509.0	67.3	255.8	312.2	298.2	518.5	300.4	179.7	466.8	207.6
السنة	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985
المجموع السنوي للأمطار	373.4	309.9	197.4	165.4	131.9	319.8	128.0	216.9	238.8	146.3	120.9	196.8
السنة	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
المجموع السنوي للأمطار	225.0	173.8	410.2	-	217.4	269.5	-	110.7	149.6	-	228.3	343.9
السنة	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009				
المجموع السنوي للأمطار	174.3	200.65	267.0	169.2	178.8	226.5	260.9	325.3				

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم السائيس

بلغ معدل الهطول المطري لمحطة مراكش خلال فترة الدراسة 247.9 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (75.1)، تبين أنه لا يوجد منحنى عام متناقص أو متزايد للسلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 76.1). من جهة أخرى تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة (Khoms et al., 2015)، حيث كانت اتجاهات تناقص الأمطار خلال الفترة (1977-2003) في محطة مراكش ضعيفة جداً، ولم تتجاوز -3 مم/السنة، وكذلك (McSweeney et al., 2006)، حيث أشار إلى عدم وجود تغير ملحوظ في المنحنى العام للهطولات المطرية السنوية منذ عام 1960 في المملكة المغربية كلها.



الشكل (75.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحنى له لمحطة مراكش للفترة 2016-1961



الشكل (76.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مراکش للفترة 1961-2016

- محطة دار البيضاء :

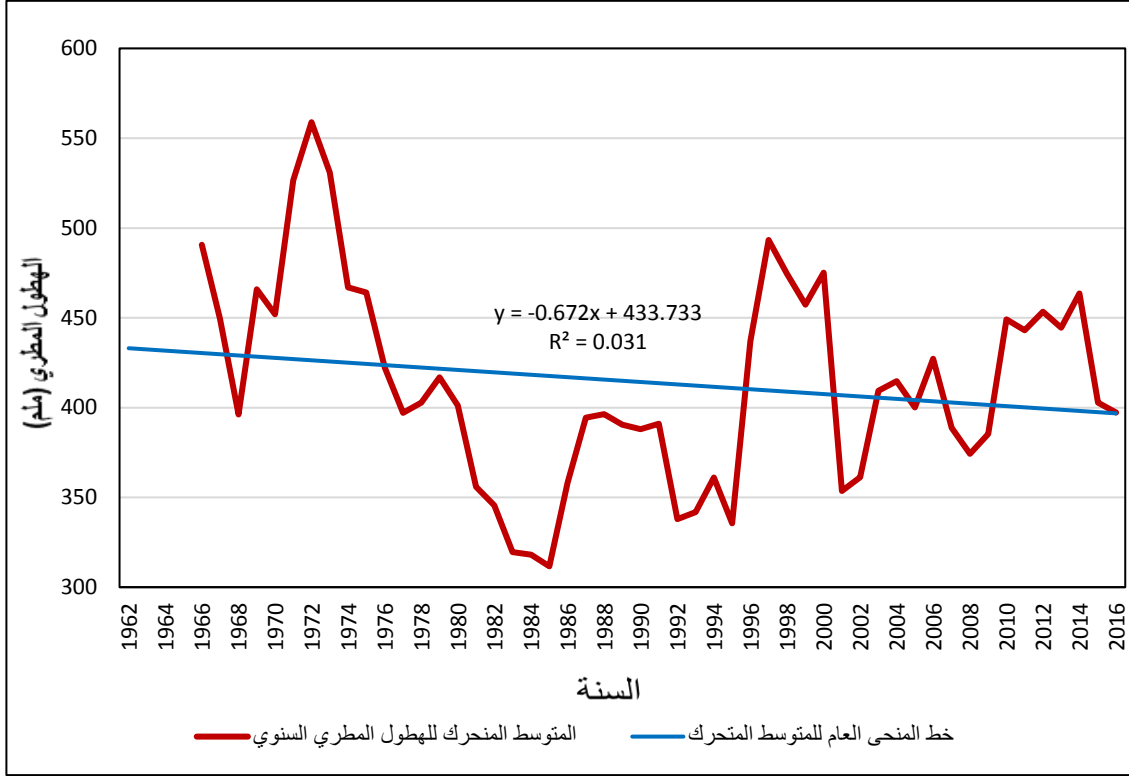
حُللت سلسلة زمنية للهطول المطري السنوي لمحطة الدار البيضاء تمتد لـ 55 عاماً من عام 1962 حتى 2016 (الجدول 39.1).

الجدول (39.1) الهطول المطري السنوي لمحطة دار البيضاء للفترة 1962-2016 (مم)

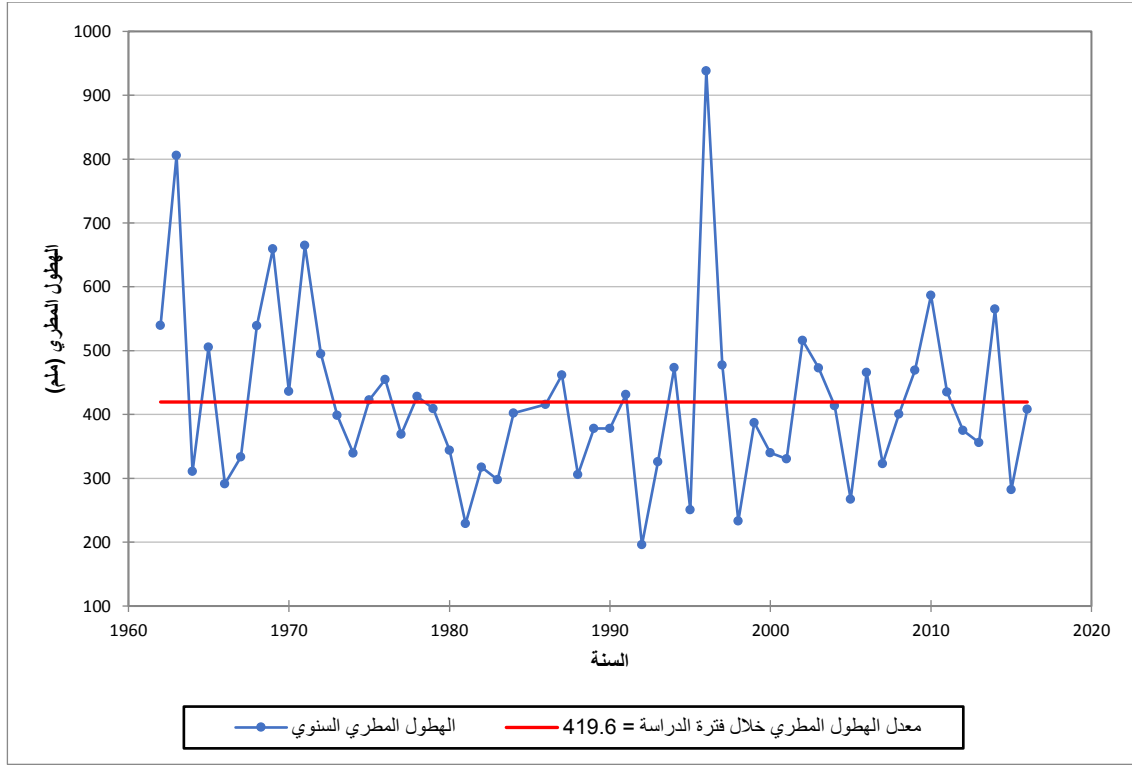
السنة	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
المجموع السنوي للأمطار	539.4	805.7	311.1	505.6	291.3	333.6	539.1	659.4	436.3	665	494.7	398.9
السنة	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
المجموع السنوي للأمطار	339.5	422.8	455.0	369.0	428.0	409.4	344.1	229.0	317.6	297.9	402.0	-
السنة	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
المجموع السنوي للأمطار	415.0	462.0	306.0	378.0	378.0	431.5	224.3	196.0	326.0	473.5	938.20	477.5
السنة	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
المجموع السنوي للأمطار	233.0	387.0	340.09	330.5	516.0	473.0	413.9	267.5	466.0	323.0	400.5	469.5
السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
المجموع السنوي للأمطار	596.5	435.5	375.0	356.0	565.0	282.5	408.0					

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لمحطة دار البيضاء خلال فترة الدراسة 419.6 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 77.1)، تبين أنه لا يوجد منحى عام متناقص للسلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 78.1). وكذلك أشار تقرير (McSweeney et al.,2006) إلى عدم وجود تغير ملحوظ في المنحى العام للهطولات المطرية السنوية منذ عام 1960 في المملكة المغربية كلها.



الشكل (77.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة الدار البيضاء للفترة 2016-1962



الشكل (78.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة الدار البيضاء للفترة 1962-2016

5- في إقليم الصحراء الكبرى:

- محطة مطار طرابلس :

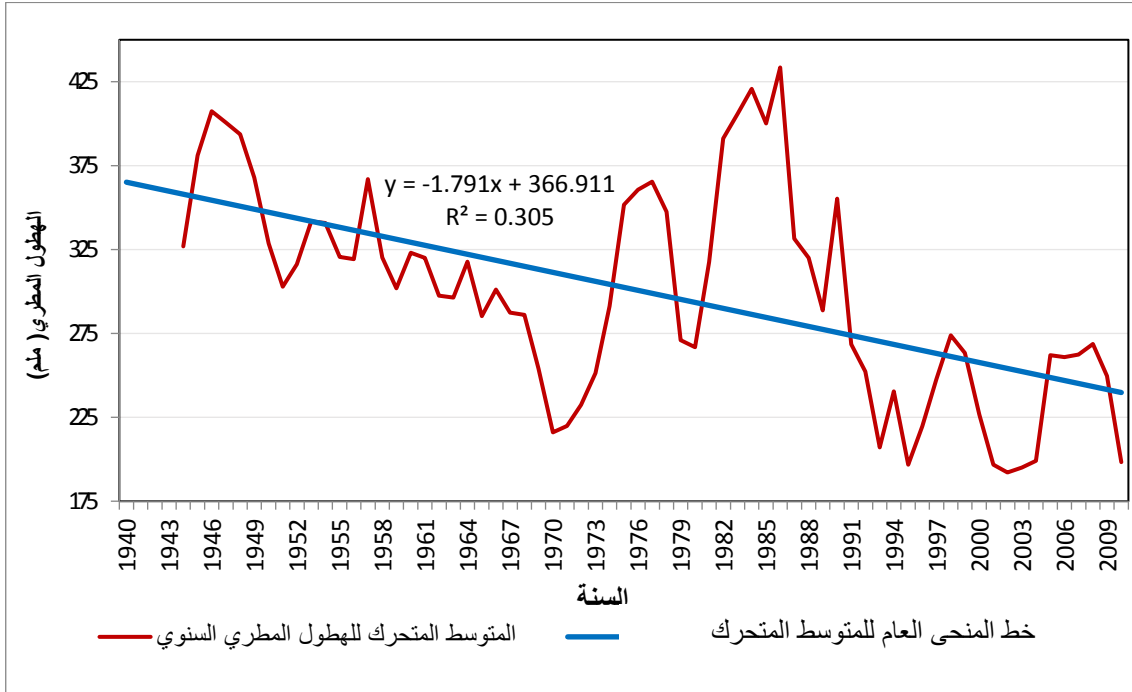
خللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة مطار طرابلس تمتد لـ 71 عاماً للفترة 1940-2010، (الجدول 40.1).

الجدول (40.1) الهطول المطري السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 1940-2010 (مم)

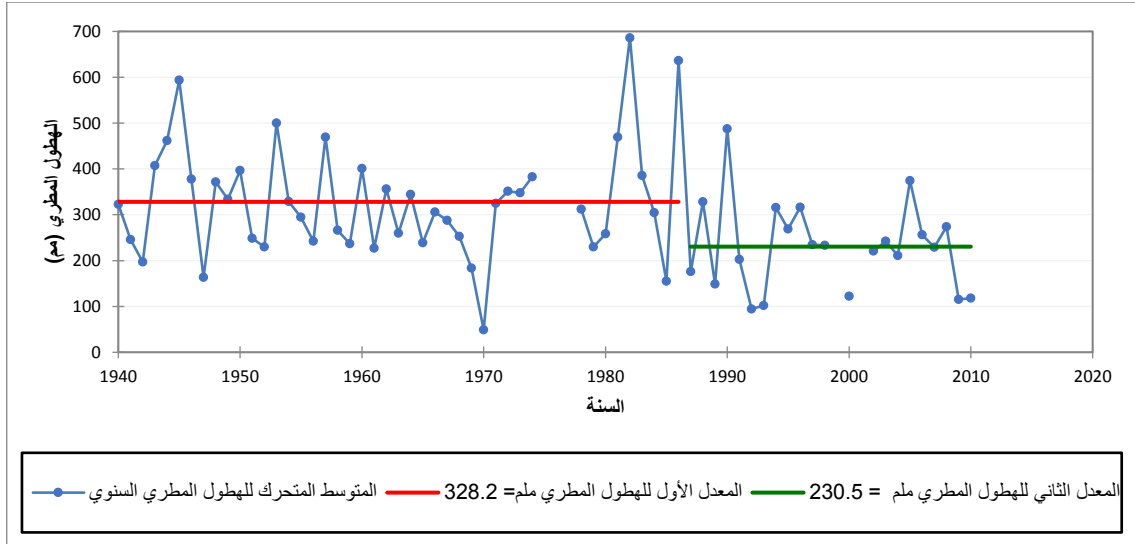
السنة	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
المجموع السنوي للأمطار	323.0	246.0	197.0	407.0	461.8	593.6	377.6	163.5	371.5	333.7	396.5	248.8
السنة	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
المجموع السنوي للأمطار	230.0	500.0	329.0	295.0	242.0	469.0	266.0	237.0	401.0	227.1	356.5	259.8
السنة	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
المجموع السنوي للأمطار	344	239.0	306.0	288.0	253.0	184.0	49	325	351	348	383	-
السنة	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
المجموع السنوي للأمطار	-	-	312	230	258.3	469.4	686.1	385.6	304.6	155	636.3	176
السنة	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
مجموع الأمطار السنوي	327.9	148.9	487.7	202.2	94.5	102.1	316	268.7	316.5	234.7	233.4	-
السنة	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
المجموع السنوي للأمطار	121.9	-	221	242	211	374	256	229	273.9	115	118	

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة من الموقع en.tutiempo.net/climate

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة في محطة مطار طرابلس 295.6 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للهطول المطري السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل Mann (Kendall) $\alpha=0.05$ ، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات (الشكل 79.1)، تبين أنه يوجد منحنى عام متناقص في الهطول المطري، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس (homogeneity test) (الشكل 80.1). وقد تم تحديد سنة التغير في العام 1986، لينتج معدلان للهطول المطري خلال فترة الدراسة، المعدل الأول 328.2 ملم، للفترة 1940-1986، والمعدل الثاني 230.5 ملم، للفترة 1987-2010. وبلغ مقدار التغير الحاصل في المعدل السنوي للهطول المطري من خلال التفاضل بين المعدلين (97.7 -) ملم، أما مقدار التناقص الحاصل وفق خط المنحى العام لمعدل الهطول المطري فبلغ نحو (17.91 -) ملم/العقد. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Hafi, 2016)، حيث أكد في دراسته حول تغير الهطول المطري خلال الفترة 1929 – 2009 على وجود تناقصٍ معنوي.



الشكل (79.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة مطار طرابلس للفترة 2010-1940



الشكل (80.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة مطار طرابلس للفترة 2010-1940

- محطة تمراست :

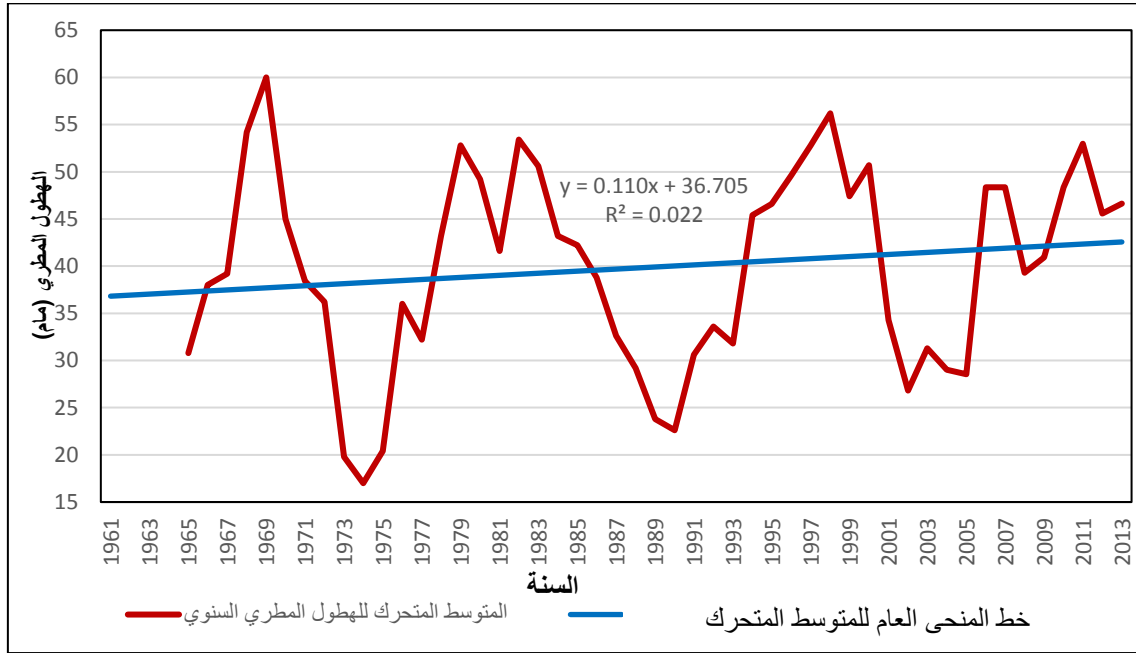
خللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة تمراست تمتد لـ 53 عاماً للفترة 1961-2013 (الجدول 41.1).

الجدول (41.1) الهطول المطري السنوي لمحطة تمراست للفترة 1961-2013 (ملم)

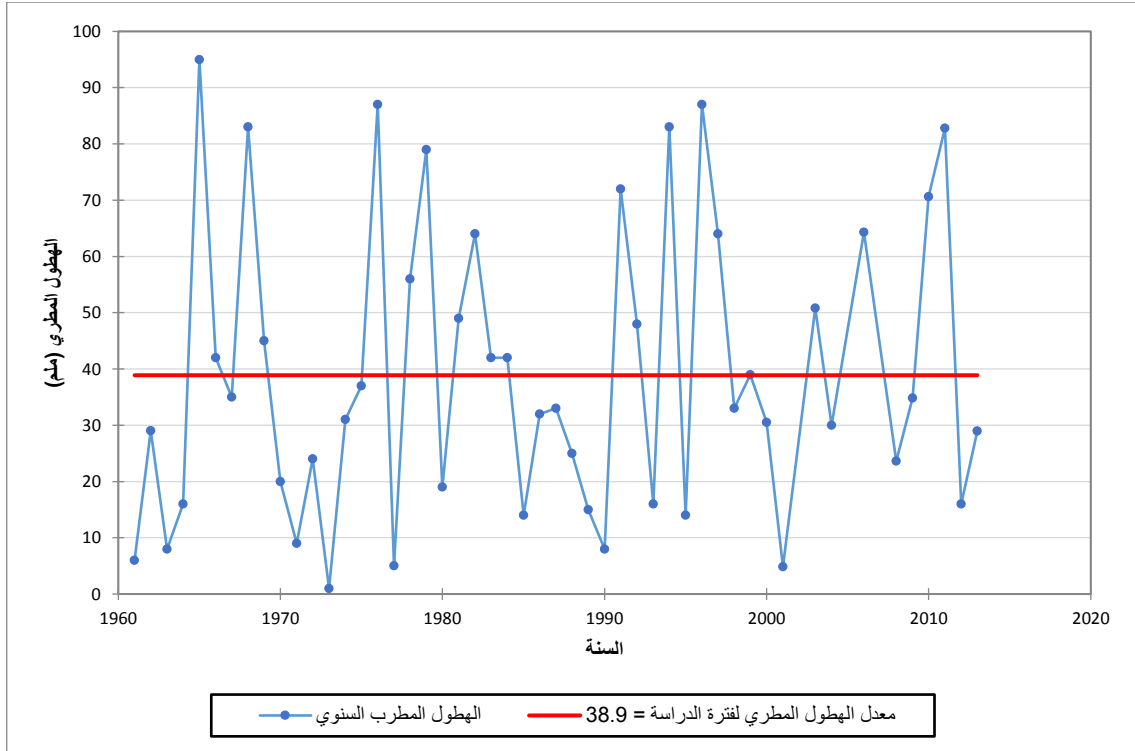
السنة	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
المجموع السنوي للأمطار	6.0	29.0	8.0	16.0	95.0	42.0	35.0	83.0	45.0	20.0
السنة	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
المجموع السنوي للأمطار	9.0	24.0	1.0	31.0	37.0	87.0	5.0	56.0	79.0	19.0
السنة	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
المجموع السنوي للأمطار	49.0	64.0	42.0	42.0	14.0	32.0	33.0	25.0	15.0	8.0
السنة	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
المجموع السنوي للأمطار	72.0	48.0	16.0	83.0	14.0	87.0	64.0	33.0	39.053	53.0
السنة	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
المجموع السنوي للأمطار	4.8	-	50.8	29.9	-	64.3	-	23.6	34.8	70.6
السنة	2011	2012	2013							
المجموع السنوي للأمطار	82.8	16.0	28.9							

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 38.9مم، وبين اختبار مان كندل (Mann Kendall) $\alpha=0.05$ للهطول المطري لفترة الدراسة أنه لا يوجد منحى عام متزايد أو متناقص للسلسلة الزمنية المدروسة للهطول المطري السنوي، وتحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لمجموع السنوي للأمطار (الشكل 80.1)، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس homogeneity (test) (الشكل 82.1).



الشكل (81.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة تمراس- للفترة 2013-1961



الشكل (82.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة لتمنراست للفترة 1961-2013.

- محطة سبها :

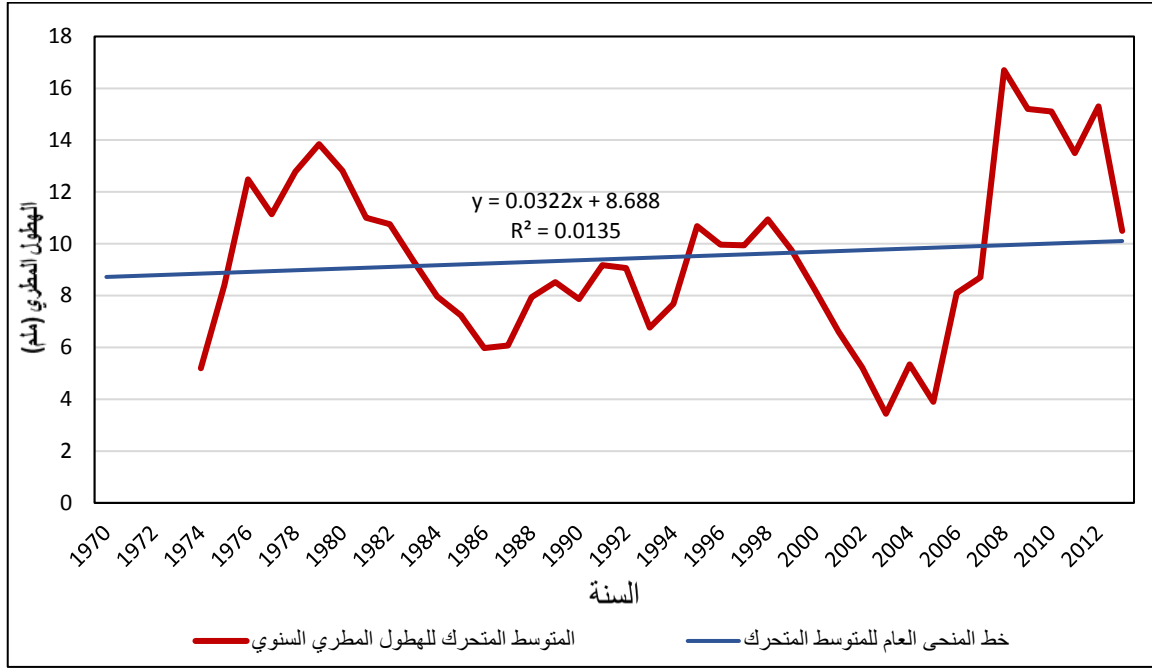
خللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة سبها تمتد لـ 44 عاما للفترة 1970-2013 (الجدول 42.1).

الجدول (42.1) الهطول المطري السنوي لمحطة سبها، للفترة 1970-2013 (مم)

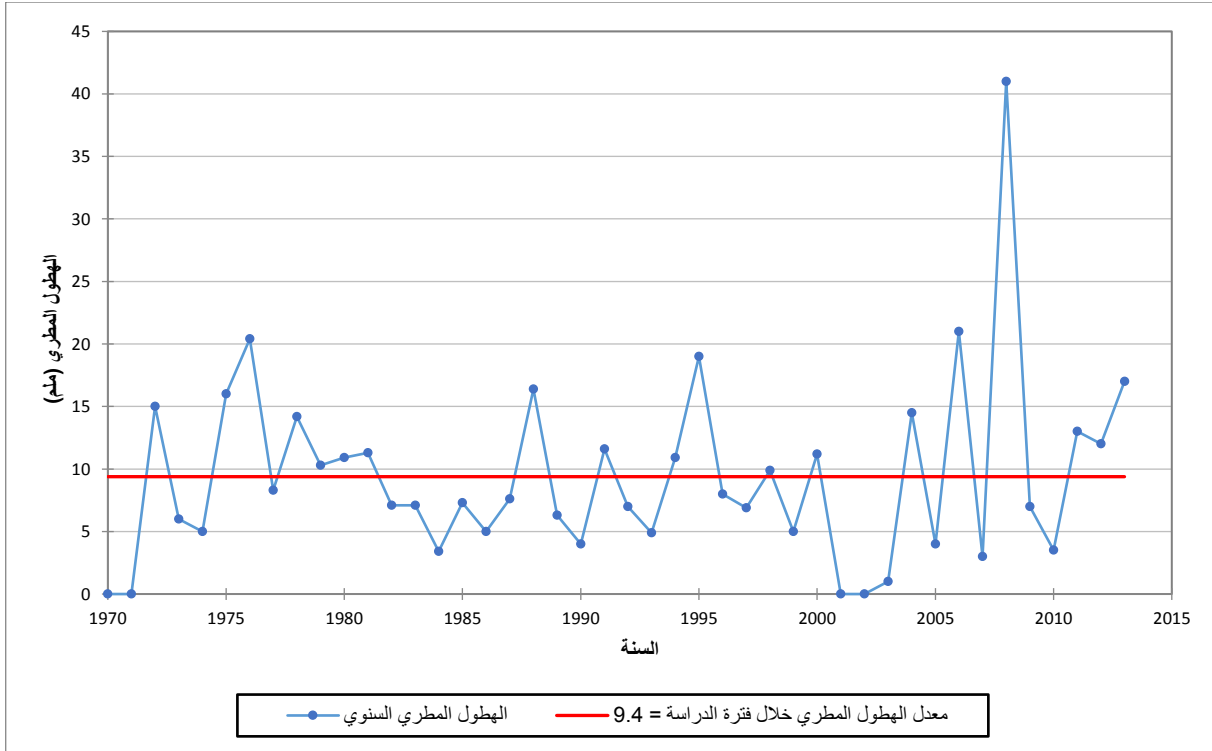
السنة	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
المجموع السنوي للأمطار	0	0	15.0	6.0	5.0	16.0	20.4	8.3	14.2	10.3	10.9
السنة	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
المجموع السنوي للأمطار	11.3	7.1	7.1	3.4	7.3	5.0	7.6	16.4	6.3	4.0	11.6
السنة	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
المجموع السنوي للأمطار	7.0	4.9	10.9	19.0	8.0	6.9	9.9	5.0	11.2	0	0
السنة	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
المجموع السنوي للأمطار	1	14.5	4	21.0	3.0	41.0	7.0	3.5	13	12	10

مصدر البيانات: من الوثائق الفنية الواردة لأكساد ومستكملة ومدققة من الموقع dwd.de موقع بيانات لأقليم الساديس

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة في محطة سبها 9.4 ملم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للهطول المطري السنوي لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann-Kendall)، $\alpha=0.05$ ، تبين أنه لا يوجد منحنى عام متناقص أو متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمجموع الهطول المطري، ويتوافق ذلك مع تحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي (الشكل 83.1)، ومع نتائج اختبار التجانس لهذه السلسلة الزمنية (الشكل 84.1)، وكذلك لم تُشر دراسة (Zeleňáková et al., 2013) لم تُشر إلى اتجاه ملحوظ لتغير الهطول المطري لمحطات ليبيا، خلال 30 عاماً، ومنها محطة سبها.



الشكل (83.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي، وخط المنحى له لمحطة سبها للفترة 2013-1970.



الشكل (84.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة سبها للفترة 2013-1970

- محطة نواكشوط:

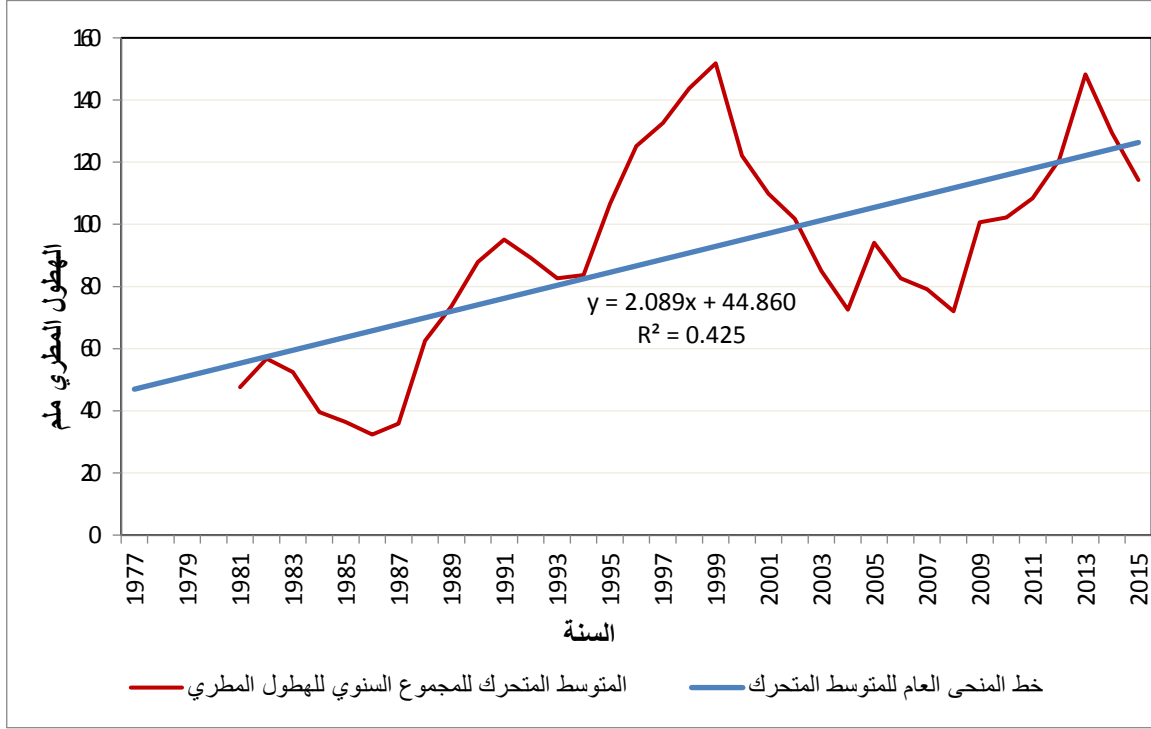
خللت سلسلة زمنية لمجموع الأمطار السنوي لمحطة نواكشوط تمتد لـ 39 عاماً للفترة 1977-2015، (الجدول 43.1).

الجدول (43.1) المجموع السنوي الهطول المطري لمحطة نواكشوط للفترة 2015-1977 (مم)

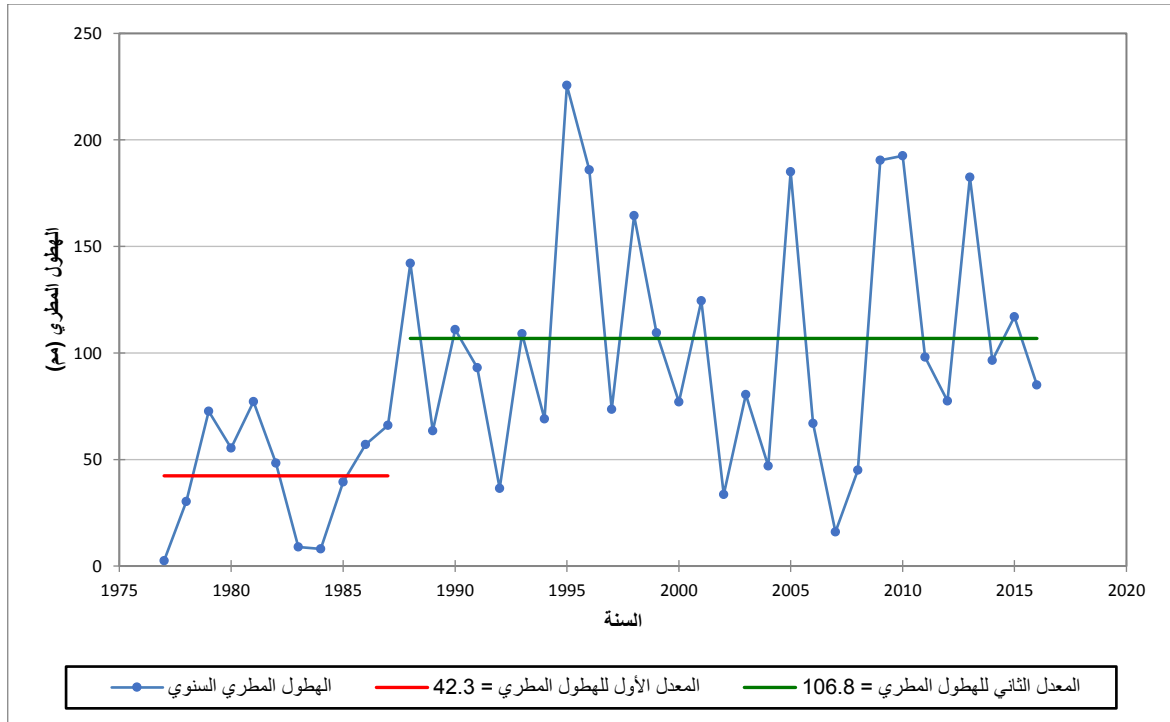
السنة	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
المجموع السنوي للأمطار	2.5	30.2	72.6	55.4	77.2	48.3	9.0	8.0	39.5	57.0	66.0	142.0
السنة	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
المجموع السنوي للأمطار	63.5	111.0	93.0	36.5	109.0	69.0	225.6	186.0	73.5	164.5	109.5	77.0
السنة	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
المجموع السنوي للأمطار	124.5	33.5	80.5	47.0	185.0	67.0	16.0	45.0	190.5	192.5	98.0	77.5
السنة	2013	2014	2015									
المجموع السنوي للأمطار	182.5	96.0	117.0									

بلغ معدل الهطول المطري لفترة الدراسة 89.2 مم، وحسب تحليل السلسلة الزمنية للمجموع السنوي للهطول المطري لفترة الدراسة من خلال اختبار مان كندل (Mann Kendall)، $\alpha=0.05$ ، تبين أنه لا يوجد منحى عام متناقص أو متزايد للسلسلة الزمنية المدروسة لمجموع الهطول المطري السنوي، إلا أن تحليل المتوسط المتحرك لخمس سنوات لهذه السلسلة الزمنية بين أنه يوجد منحى عام متزايد في الهطول المطري (85.1)، وكذلك كانت نتيجة اختبار التجانس $\alpha=0.05$ (homogeneity test) (الشكل 86.1). وقد تم تحديد سنة

التغيير في العام 1987، وأصبح هناك معدلان للهطول المطري السنوي لفترة الدراسة، المعدل الأول 42.3 ملم، لفترة (1977-1987)، والمعدل الثاني 106.8 ملم، لفترة (1988-2015)، وبلغ مقدار التغيير الحاصل في المعدل السنوي للهطول المطري من خلال التفاضل بين المعدلين 46.5 مم، أما مقدار التزايد وفق خط المنحى العام للمعدل السنوي للهطول المطري، فبلغ نحو 20.89 ملم/العقد. وهذه النتيجة متفقة مع ماورد في دراسة (Ahmedou et al., 2008)، حيث تبين وجود تزايد معنوي في الهطولات المطرية جنوب موريتانية خلال الفترة 1983–2003.



الشكل (85.1) المتوسط المتحرك لخمس سنوات للهطول المطري السنوي وخط المنحى له لمحطة نواكشوط للفترة 1977-2015



الشكل (86.1) اختبار التجانس للهطول المطري السنوي لمحطة نواكشوط للفترة 1977-2015

ملخص تغيرات الهطول المطري الحالية

الجدول (44.1) نتائج اختبار مان كندل (Mann Kendal Test) لتغيرات الهطول المطري للمحطات المناخية المدروسة.

الاتجاه العام لتغير الهطول المطري	الانحدار	المحطة	الإقليم
لا يوجد تغيير	-0.333 (غير معنوي)	الرياض	شبه الجزيرة العربية
لا يوجد تغيير	0.4 (غير معنوي)	جدة	
لا يوجد تغيير	-0.097 (غير معنوي)	مسقط	
لا يوجد تغيير	-1.455 (غير معنوي)	صنعاء	
لا يوجد تغيير	-3.211	اللاذقية	المشرق العربي
لا يوجد تغيير	-0.98 (غير معنوي)	مطار بيروت	
تناقص	-1.429 (معنوي)	بغداد	
لا يوجد تغيير	0.025 (غير معنوي)	الرطبة	
لا يوجد تغيير	0.5 (غير معنوي)	الإسكندرية	شمال شرق إفريقية
لا يوجد تغيير	0	أسوان	
تناقص	-0.147 (معنوي)	مرسى مطروح	
لا يوجد تغيير	-0.9 (غير معنوي)	الخرطوم	
لا يوجد تغيير	-0.67 (غير معنوي)	دار البيضاء	جبال الأطلس
لا يوجد تغيير	-1.0 (غير معنوي)	الرباط	
لا يوجد تغيير	-1.1 (غير معنوي)	مراكش	
لا يوجد تغيير	-2.191 (غير معنوي)	عنابة	
لا يوجد تغيير	0.208 (غير معنوي)	تمنراست	الصحراء الكبرى
لا يوجد تغيير	0.822 (غير معنوي)	قرطاج	
لا يوجد تغيير	0.154 (غير معنوي)	جندوبة	
تناقص	-1.867 (معنوي)	مطار طرابلس	
لا يوجد تغيير	+0.03 (غير معنوي)	سبها	
تزايد	+2.1 (معنوي)	نواكشوط	

من الجدول (44.1) يتبين أن معدل الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية اتجه عموماً نحو الثبات فلم يتغير في مسقط والرياض وجدة وصنعاء، وفي إقليم المشرق العربي اتجهت الهطولات المطرية نحو الثبات أو التناقص، فلم تتغير معدلات الهطول المطري خلال الفترة المدروسة في اللاذقية ومطار بيروت والرطبة، وانخفضت في بغداد من 142.9 ملم/السنة قبل عام 1994 إلى 94.8 ملم/سنة بعد ذلك العام، أي بنقصان قدره 48.1 ملم، وفي إقليم شمال شرق إفريقيا اتجهت قيمة معدلات الهطول المطري نحو الثبات، فلم تتغير معدلات الهطول المطري خلال الفترة المدروسة في الإسكندرية وأسوان ومرسى مطروح والخرطوم وفي إقليم جبال الأطلس اتجهت قيمة معدلات الهطول المطري نحو الثبات فلم تظهر محطات عنابة وقرطاج وجندوبة والرباط ومراكش ودار البيضاء أي اتجاه نحو الزيادة أو النقصان. أما في إقليم

الصحراء الكبرى قيمة معدلات الهطول المطري تراوحت بين النقصان والثبات والزيادة، فقد بلغ مقدار التناقص في الهطولات المطرية وفق خط المنحى في طرابلس 17.9 ملم/العقد، واتجهت الهطولات المطرية نحو الثبات في محطة تمنراست في الجزائر وفي محطة سبها في ليبيا وفي محطة نواكشوط ازداد معدل الهطول المطري السنوي من 42.3 ملم/ السنة قبل عام 1988 إلى 106.8 ملم/السنة بعد ذلك العام.

الفصل الأول - المراجع:

- Ageena, I., Macdonald, N., Morse, A.P.,(2013).“Variability of minimum temperature across Libya (1945–2009)”.International Journal of Meteorology, vol(33):641–653.
- Ahmedou, O. C. A., Nagasawa, R., A. E., Hattori, K.,(2008).” Rainfall variability and vegetation dynamics in the Mauritanian Sahel”. Climate Research journal. Vol.(38): 75–81.
- Almazroui,M.,Islam, M. N., Athar, H., Jones, P. D., Rahman, M. A., (2012). “Recent climate change in the Arabian Peninsula: annual rainfall and temperature analysis of Saudi Arabia for 1978–2009”. International Journal of Climatology.vol(32):953–966.
- Bulletin of American Meteorological Society 91: 1485–1491, DOI: 10.1175/2010BAMS3030.1.
- Elagib,N.A.,Mansell, G.M.,(2000).” Recent trends and anomalies in mean seasonal and annual temperature over Sudan”. Journal of Arid Environments.45:263–288.
- Jalab, A., Mahfoud, I., Ismaiel, F., (2014).” Temperature and rainfall changes in Lattakia, kasaab and Slenfeh during 1978–2011 “Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3):286 – 303.
- Hafi,Z.B.,(2016).” Trend Analysis of Annual Rainfall Time Series in Northwest Libya”.The Libyan Journal of Science, Vol.(19A):39–54
- Karam,F., Sarraf,S.,(2010).” Strategic planning for water resources management and agricultural development for drought mitigation in Lebanon “in conference proceeding of”Food Security and Climate Changes in Dry Areas”.Amman, Jordan.149–156.

- Khomsji, K. , Mahe, G. , Trambly, Y. , Sinan,M., Snoussi,M. (2015).” Trends in rainfall and temperature extremes in Morocco”. Natural Hazards Earth System Sciences Discussions.vol(3):1175–1201.
- Kwarteng, A.Y., Dorvlo,A.S., Kumar,G.T.V.,(2009).” Analysis of a 27– year rainfall data (1977–2003) in the Sultanate of Oman.” International Journal of Climatology” vol(29): 605–617.
- Labane, Y. (2005). “Urban development vulnerability to climate change in Tunisia: Which tools”. Conference proceedings, The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, Vol. (07–001):2329–2336.
- Liebmann B, Dole RM, Jones C, Blade I, Allured, D.(2010). “Influence of choice of time period on global surface temperature trend estimates.
- McSweeney, C.,New,M.,Lizcano,G.,(2006). “UNDP Climate Change Country Profiles–Morocco”.
- Ministry of Environment , (2015). “Initial National Communication”.
- Mohamed,N.A.H., Osman,H.M.F. el Deen,S.Z.,(2014).”Rainfall Changes in Central Sudan Between 1960–2010”. International Journal of Geosciences and Geomatics, Vol (2):61 – 67.
- NASEF,M.,A.,(2012).” Using GIS and statistical methods to detect the multi–decadal variability for temperature trends on Egypt:1960 – 2000”. Geographia Technica Journal, Vol(1):46–60
- Nasrallah, H.A., Balling, R.C.Jr.,(1996). “Analysis of recent climatic changes in the Arabian Peninsula region”.Theoretical and Applied Climatology. Vol(53): 245–252.
- Rehman,Sh.,Al–Hadhrami, L. M., (2012). “Extreme Temperature Trends on the West Coast of Saudi Arabia”. Atmospheric and Climate Sciences. 2:351–361.

- Robaa, S. M., AL-Barazanji, Z. J., (2013). "Trends of Annual Mean Surface Air Temperature over Iraq ".Nature and Science Journal.11(12):138 –145.
- Schütt, B., Ducke,K., Krause,J.,(2010)." A cluster–analysis–based climate classification for NE Africa". from the book "African Paleoenvironments and Geomorphic Landscape Evolution".chapter11:199–225
- Taibi,S., Souag,D., (2012)."Impact of climate change in northern Algeria:current tendency of precipitation and temperature". In International Conference MarCoastEcos proceeding "Climate changes and their impacts; climatology; meteorology".Tirana. Albania.
- Tramblay,Y.,Al Adlouni, S., Servat,E., (2013)." Trends and variability in extreme precipitation indices over Maghreb countries" Nat. Hazards Earth Syst. Sci.,vol. (13): 3235–3248.
- Zeľňáková,M., Purcz,P., Gargar,I., Hlavatá,H.,(2013)." Comparison of precipitation trends in Libya and Slovakia" .WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol(172):365–374.
- Zurigar,Y.H., Sawaqe, N.M., Al–Hinai, H., Jubran, B.A., (2014). "Analysis of Typical Meteorological Year for Seeb/Muscat, Oman". International Journal of Low Carbon Technologies. Vol(2/4):323–338.

مواقع تحميل البيانات المناخية:

<https://www.wunderground.com>

<https://en.tutiempo.net/climate/>

<http://ds.data.jma.go.jp/gmd/tcc/tcc/products/climate/climatview/frame.php?&s=2&r=0&y=2017&m=9&e=0&t=141&l=371&k=0&s=2>

ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_global/CLIMAT/

الفصل الثاني

التغيرات المناخية المستقبلية

1-2 مقدمة:

يمكن التنبؤ جزئياً بتغيرات المناخ الناجمة عن مؤثرات خارجية، لاسيما على المستوى الإقليمي أو العالمي، وبما أن تسبب الإنسان بإصدار غازات الدفيئة ناجم عن مؤثر خارجي، لذا يمكن التنبؤ بالتغير المناخي الناجم عنها، ولكن القدرة على ذلك تظل محدودة بسبب عدم القدرة على التنبؤ بالتغير السكاني، والنمو الاقتصادي، والتطور التقني.

تُستخدم النماذج المناخية لدراسة النظم المناخية، والتغيرات التي تطرأ عليها سواء كانت طبيعية أم ناجمة عن النشاط البشري. وتُعرف النماذج المناخية بأنها قوانين فيزيائية تصف ديناميكية الجو والمحيطات بعلاقات رياضية، ويمكن عن طريقها معرفة التغير في المناخ نتيجة الأنشطة الحالية، والتنبؤ به مستقبلاً، كما يمكن مقارنة النتائج التي تعطيها هذه النماذج، مع التغيرات المقاسة فعلاً بأجهزة الرصد المناخي، مما يساعد في تحديد دقة هذه النماذج.

2-2 النماذج المناخية العالمية

تُعرف هذه النماذج أيضاً بنماذج الدوران العام (General Circulation Models (GCMs)). وهي تعتمد على القوانين الفيزيائية الممثلة في معادلات رياضية، وتُحل باستخدام شبكة ثلاثية الأبعاد حول العالم. ولا بد لمحاكاة المناخ من تمثيل العناصر الرئيسية للنظام المناخي في النماذج الفرعية (الغلاف الجوي، والمحيطات وسطح الأرض، و..الخ) ومن أهم مخرجات هذه النماذج التوقعات المناخية لهطول الأمطار ودرجة الحرارة والضغط الجوي، وغطاء الغيوم، والرطوبة، ومجموعة من المتغيرات المناخية الأخرى بتواتر زمني يومي أو شهري أو سنوي.

لقد طُوّر العديد من هذه النماذج من قبل المنظمة الحكومية لتغير المناخ IPCC، بحسب سيناريوهات زيادة النمو السكاني، وتغير النشاط الاقتصادي، واستخدام الطاقة. ويمكن تشغيل النماذج على سيناريو مفترض، مثل ارتفاع تركيز غازات الدفيئة، ثم ثباته، وتراوح الدقة المكانية Spatial Resolution لهذه النماذج في المجال 150-300 كم أفقياً، لكن هذه الدقة غير كافية لاستخدام مخرجات هذه النماذج المناخية كمدخلات للنماذج المستخدمة في دراسة أثر التغيرات المناخية في القطاعات المختلفة، مثل النماذج الهيدرولوجية، ونماذج النمو النباتي، التي تتطلب عادة تباعداً مكانياً لا يزيد على 50 كم. لذلك تُستخدم النماذج المناخية الإقليمية (Regional Climate Model) (RCM) للحصول على توقعات التغيرات المناخية بالدقة المطلوبة.

3-2 النماذج المناخية الإقليمية

النموذج المناخي الإقليمي هو عبارة عن نموذج مناخي ذي دقة مكانية عالية (يكون التباعد عادة أقل من 50 كم)، ويتم تطبيقه على منطقة محددة، وهو يستخدم مخرجات النماذج

المناخية العالمية كشرط ابتدائية ومحيطية. إن النماذج المناخية الإقليمية تضع بالحسبان التغيرات الطبوغرافية، واستخدامات الأراضي بدقة أفضل من النماذج المناخية العالمية.

استخدم في هذه الدراسة النموذج المناخي الإقليمي RCA4 (Rossby Centre Regional Atmospheric Model) الذي أُعدّ من قبل باحثي المناخ في المعهد السويدي للأرصاد والهيدرولوجيا (SMHI)، واستخدمت مخرجات ثلاثة نماذج مناخية عالمية EC-Earth، CNRM، و GFDL-ESM كشرط ابتدائية ومحيطية له.

- لقد تحسنت الثقة في قدرة النماذج المناخية على التنبؤ المستقبلي بالمناخ للأسباب الآتية:
- تحسن فهم العمليات المناخية وتمثيلها في النماذج المناخية، بما في ذلك دور بخار الماء وديناميكيات الجليد البحري، وانتقال حرارة المحيطات.
 - محاكاة بعض النماذج الحديثة للمناخ الحالي بشكل مُرضٍ، دون حاجة لتعديلات التدفقات الحرارية والمائية في السطح الفاصل بين الجو والمحيطات التي استُخدمت في النماذج السابقة.
 - أظهرت عمليات المحاكاة التي تتضمن تقديرات التأثيرات الطبيعية والبشرية في المناخ، تغيرات كبيرة رُصدت في درجة حرارة الهواء السطحي خلال القرن العشرين. ويمكن استخدام هذا الاتساق بين النماذج والقياسات، لإعطاء صورة عن معدلات الاحتباس الحراري خلال العقود المقبلة في إطار سيناريو معين للإصدارات الغازية.
 - تحسن بعض جوانب محاكاة النماذج لظاهرة التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينو والرياح الموسمية في شمال الأطلسي، فضلاً عن بعض الفترات المناخية السابقة.

4-2 سيناريوهات التغير المناخي

إن آثار تغير المناخ في البيئة والمجتمع البشري لا يتوقف على مقدار استجابة الطبيعة فقط، وإنما يعتمد أيضاً على كيفية استجابة الإنسان من خلال التغيرات الحاصلة في التكنولوجيا والاقتصاد والسياسة ونمط الحياة. وباعتبار أن هناك حالة من عدم اليقين حول مقدار استجابة الإنسان، يتم عادة استخدام سيناريوهات مستقبلية لتأخذ خيارات مختلفة لهذه الاستجابة، بحيث توفر هذه السيناريوهات مجموعة من الخيارات للحكومات وغيرها من المؤسسات المعنية في العالم.

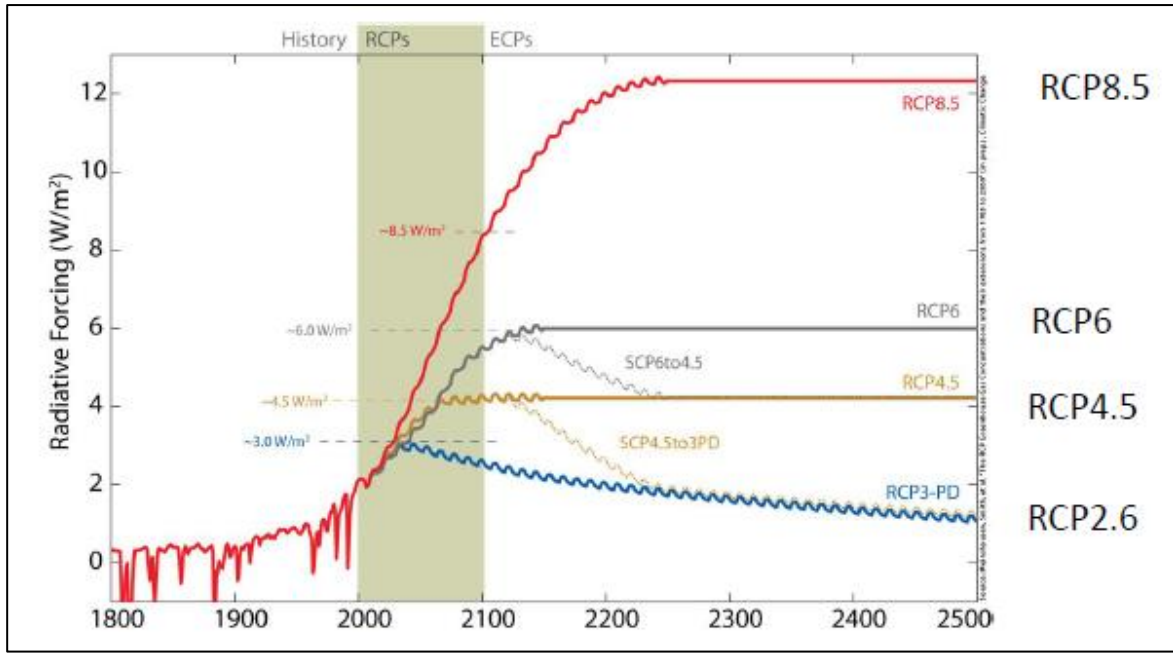
قامت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في تقريرها الخامس (AR5) لتقييم أثر التغيرات المناخية بطرح سيناريوهات جديدة (RCPs) لانبعاثات المواد التي من المحتمل أن تكون نشطة إشعاعياً مثل غازات الدفيئة والأهباء الجوية استناداً على مجموعة افتراضات مترابطة ومتسقة داخلياً بخصوص القوى المحركة، مثل التطور السكاني والاجتماعي والاقتصادي، والتغير التكنولوجي، ويغطي كلٌّ من هذه السيناريوهات (RCPs) الفترة الزمنية 1850 - 2100، ويمكن تلخيص هذه السيناريوهات كما هو موضح في الشكل (1.2) والجدول (1.2) بالآتي:

- **سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP 8.5):** يفترض هذا السيناريو بقاء الأمور على حالها وعدم اتخاذ إجراءات للتخفيف من الانبعاثات الغازية، وقد طُوّر من قبل المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية في النمسا، ويتميز بزيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تؤدي إلى زيادة عالية بتركيز غازات الدفيئة مع الزمن، ووفقاً لهذا السيناريو فإنه بحلول عام 2100 يصل التأثير الإشعاعي إلى 8.5 واط/م²، وتتضاعف انبعاثات CO₂ ثلاث مرات عن المستوى الحالي.
- **سيناريو الانبعاثات المتوسطة (RCP 6):** طُوّر هذا السيناريو من قبل المعهد الوطني للدراسات البيئية في اليابان، ويفترض تطبيق مجموعة من التقنيات والاستراتيجيات للحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، ووفقاً لهذا السيناريو يستقر التأثير الإشعاعي عند قيمة 6 واط/م² بعد فترة وجيزة من حلول عام 2100، وتبلغ ذروة انبعاثات CO₂ عام 2060 بنسبة 75% فوق المستويات الحالية، ثم تنخفض إلى 25% تحت المستويات الحالية.
- **سيناريو الانبعاثات المتوسطة (RCP 4.5):** طُوّر هذا السيناريو من قبل المختبر الوطني لشمال غرب المحيط الهادئ في الولايات المتحدة، وهو سيناريو متفائل نسبياً من حيث تخفيض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، ووفقاً لهذا السيناريو يستقر التأثير الإشعاعي عند قيمة 4.5 واط/م² بعد فترة وجيزة من حلول عام 2100، وتحصل زيادته مستقبلية بسيطة في زيادة انبعاثات CO₂ قبل أن يبدأ التراجع بحلول عام 2040.
- **سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP 2.6):** طُوّر هذا السيناريو من قبل وكالة التقييم البيئي الهولندية، وهو سيناريو متفائل يفترض انخفاض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري مع الزمن، ووفقاً لهذا السيناريو فإن التأثير الإشعاعي يصل إلى 3.1 واط/م² قبل أن ينخفض إلى 2.6 واط/م² بحلول عام 2100، وهو يفترض أن انبعاثات CO₂ تحافظ على المستوى الحالي لغاية عام 2020 ثم تبدأ بالتراجع لتصل إلى قيم سالبة بحلول عام 2100.

الجدول (1.2) قوة التأثير الإشعاعي، وتركيز CO₂ المكافئ في الغلاف الجوي وفق

السيناريوهات المختلفة

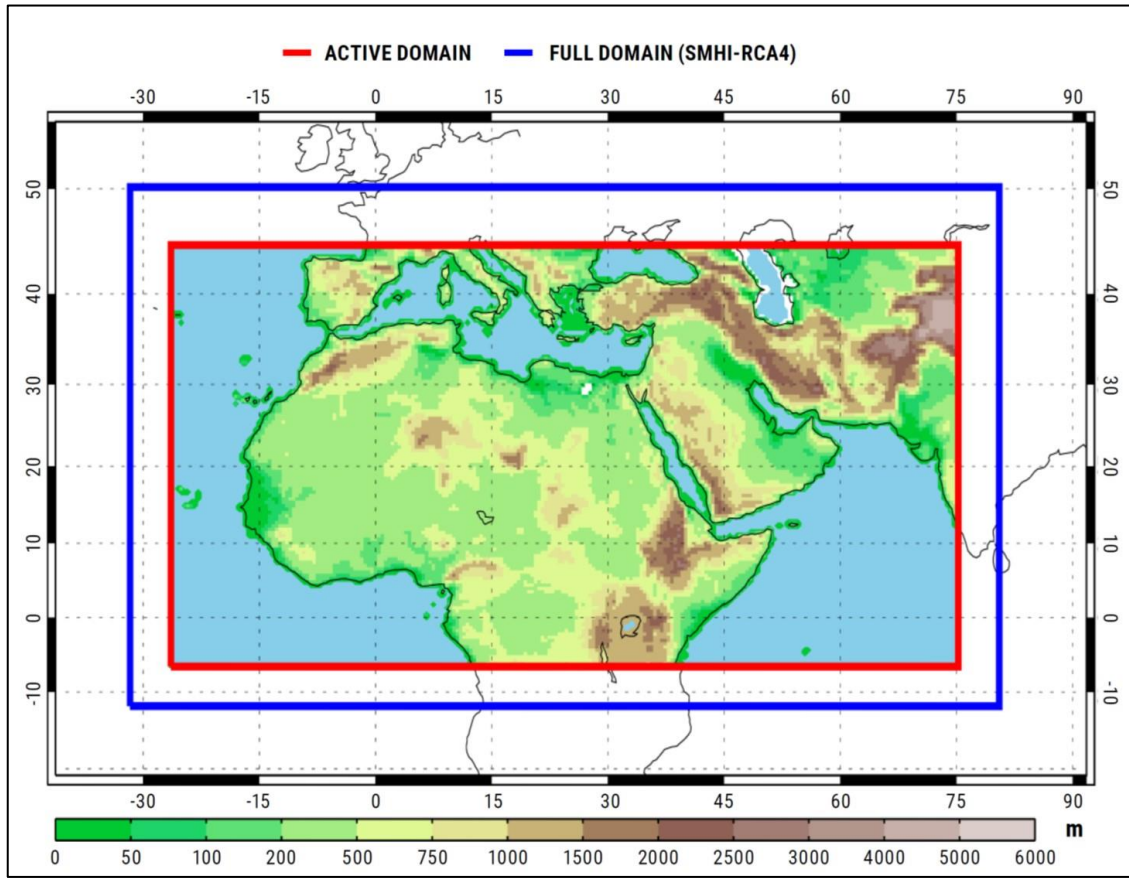
زمن الحدوث	تركيز CO ₂ المكافئ في الغلاف الجوي (ppm)	قوة التأثير الإشعاعي (Radiative forcing) (W/m ²)
يستقر بحلول عام 2100	>1370	8.5
يستقر بعد عام 2100	850	6
يستقر بعد عام 2100	650	4.5
يصل إلى الذروة قبل عام 2100 ثم يبدأ بالانخفاض.	490	2.6



الشكل (1.2) سيناريوهات الانبعاثات الغازية

5-2 المجال المناخي العربي:

تم من خلال هذه الدراسة تحديد المجال المناخي العربي باستخدام النماذج المناخية الرياضية والبيانات المناخية المرصودة، وذلك بالتعاون بين المركز العربي-أكساد والمعهد السويدي للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا SMHI، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا ESCWA، وتم اعتماد هذا المجال المناخي عالمياً من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وجميع مراكز البحث العلمي العاملة في مجال المناخ والتغيرات المناخية. والجدير بالذكر أن هذا العمل يُنجز لأول مرة عالمياً، حيث أُضيف إلى باقي النطاقات المناخية العالمية (الشكل 2.2).

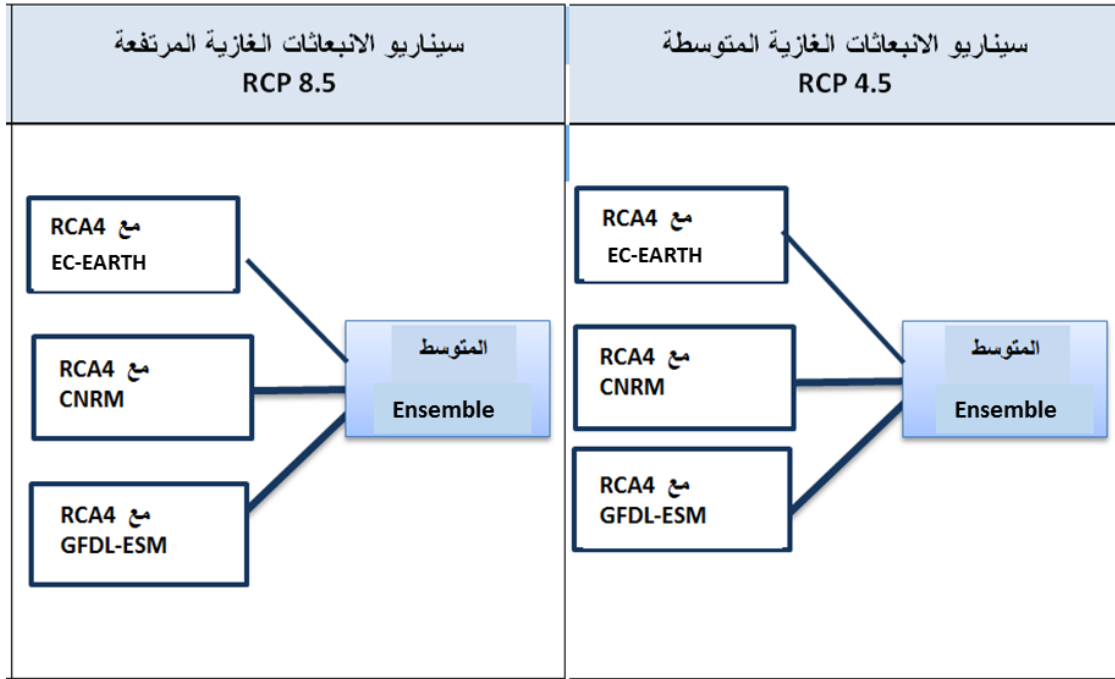


الشكل (2.2) المجال المناخي العربي

تم في هذه الدراسة تشغيل النموذج المناخي الإقليمي RCA4 لثلاث حالات:

1. النموذج الإقليمي RCA4 باستخدام شروط محيطية من نموذج الدوران العالمي EC-EARTH
2. النموذج الإقليمي RCA4 باستخدام شروط محيطية من نموذج الدوران العالمي CNRM
3. النموذج الإقليمي RCA4 باستخدام شروط محيطية من نموذج الدوران العالمي GFDL-ESM

وتم في كل حالة تشغيل النموذج من أجل سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5، وسيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP8.5، ومن ثم حُسب المتوسط (ensemble mean) للحالات الثلاثة لكل متحولٍ من المتحولات المناخية وفقاً لكل سيناريو على حده، كما هو موضح في الشكل (3.2).



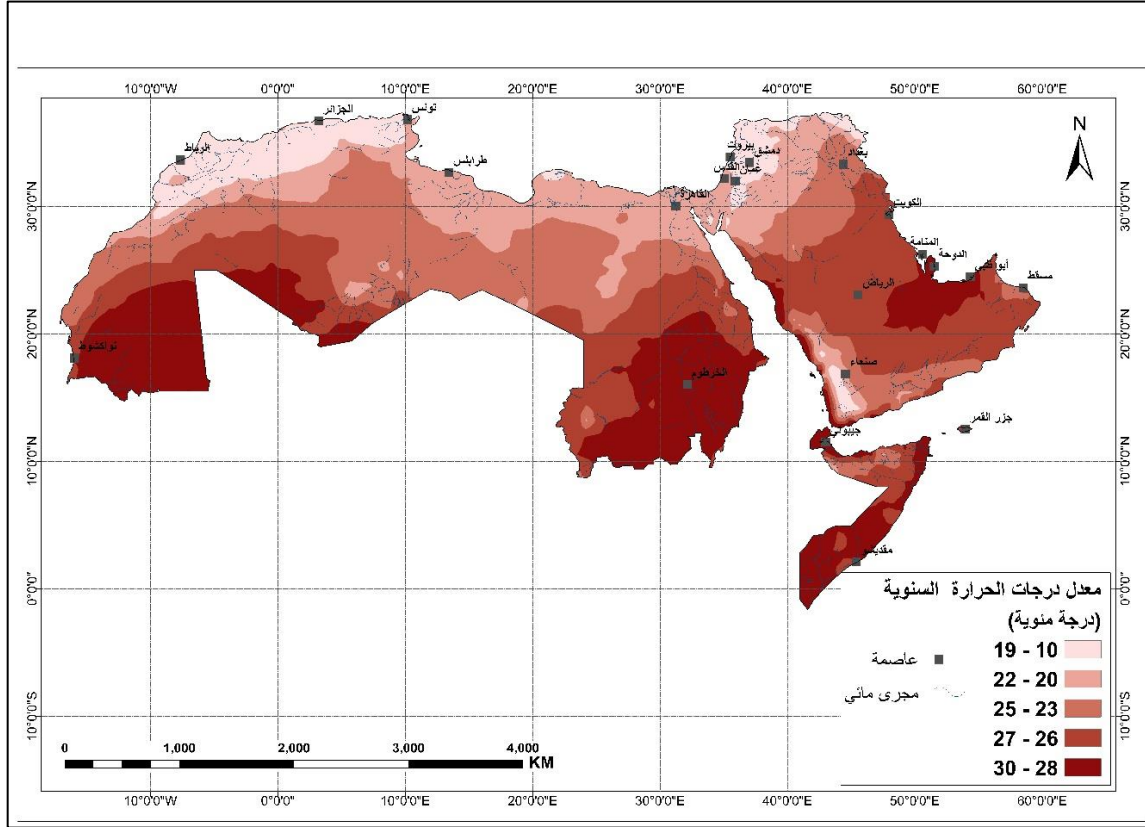
الشكل (3.2) مخطط حساب متوسط المتحولات المناخية المختلفة

6-2 التغير المتوقع في درجات الحرارة

تقع المنطقة العربية في المناطق المدارية شمال خط الاستواء، حيث تمتد الصحراء الكبرى في شمال إفريقيا، والصحراء العربية في شبه الجزيرة العربية، واللذان تُعدان من المناطق الأعلى حرارة في العالم، وتصل عموماً أعلى المعدلات السنوية لدرجات الحرارة المتوسطة حتى 30 درجة مئوية في المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية من موريتانيا وسهول تهامة الجنوبية على البحر الأحمر، ومنطقة الربع الخالي وغرب الساحل الصومالي الشمالي المطل على خليج عدن، وصحراء الصومال المتاخمة لأثيوبيا وكينيا.

تبلغ أدنى المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في جبال الأطلس في المغرب العربي، حيث تصل درجات الحرارة إلى 9° م، تليها مرتفعات سورية ولبنان 9-11° م، وجبال الأطلس الصحراوي 13° م، ثم المرتفعات الجنوبية الغربية في شبه الجزيرة العربية 13° م أيضاً.

من أجل رصد التغيرات المتوقعة في معدل درجات الحرارة السنوية في المنطقة العربية حُسبت معدلات الحرارة السنوية خلال الفترة من 1986 حتى 2005 وذلك وفق معطيات النماذج الرياضية المناخية، كما هو مبين في الشكل (4.2)، ووُزعت قيم هذه المعدلات إلى خمسة مجالات لدرجات الحرارة وفق توزيع الفواصل الطبيعية وهي:



الشكل (4.2) توزيع مجالات معدل درجات الحرارة السنوية في المنطقة العربية خلال الفترة المرجعية الممتدة من 1986 حتى 2005

أ. **المجال الأول:** حيث يقع المعدل السنوي لدرجات الحرارة بين 10°C و 19°C ، ويضم مناطق أعالي سلسلة جبال الأطلس الأعلى المطلّة على المحيط الأطلسي، التي ترتفع نحو 3700 متر عن سطح البحر، وأعالي جبال الريف المطلّة على البحر المتوسط، ومناطق بلعباس الواقعة في الأجزاء الشمالية الغربية لأطلس الصحراء، والمرتفعات الجبلية بين قسنطينة وباطنة شمال شرق الجزائر، كما تنتمي لهذا المجال أعالي سلسلة جبال لبنان الشرقية التي ترتفع نحو 2800 متر عن سطح البحر، وأعالي جبال زاغروس في أقصى شمال شرق المنطقة العربية، وأعالي جبال اليمن.

ب. **المجال الثاني:** إذ يقع المعدل السنوي لدرجات الحرارة في هذا المجال بين 20°C و 22°C ، ويضم المناطق المطلّة على المحيط الأطلسي والبحر المتوسط في المغرب العربي والجبل الأخضر في ليبيا، والأجزاء الداخلية لمناطق شرق المتوسط وجبال اليمن وسهول تهامة المطلّة على سواحل البحر الأحمر جنوب غرب شبه الجزيرة العربية.

ج. **المجال الثالث:** يقع المعدل السنوي لدرجات الحرارة لهذا المجال بين 23°م و25°م، ويشمل المناطق الداخلية من المغرب العربي وسواحل البحر الأبيض المتوسط الممتدة من سواحل تونس الشرقية إلى سواحل شبه جزيرة سيناء وكذلك مناطق من بلاد الشام، والجزء الجنوبي من سواحل البحر الأحمر الشرقية.

د. **المجال الرابع:** يقع المعدل السنوي لدرجات الحرارة الوسطى في هذا المجال بين 26°م و27°م، ويضم هذا المجال في المغرب العربي كلاً من الصحراء الغربية، وسواحل المحيط الأطلسي، والصحاري والسلاسل الجبلية الداخلية، مثل عرق الشيخ وصحراء الحمادة الصفراء وهضبة تادميت وجبال الأحجار والحمادة الحمراء وجبال أكاكاس وواحة فزان وبحر رمال ربيانة وواحات الكفرة ورمال السارة وجنوب غرب مصر وشمال غرب السودان، كما تنتمي لهذا المجال مناطق أواسط وادي النيل والصحراء الشرقية المطلة على السواحل الغربية للبحر الأحمر.

في المشرق العربي تنتمي لهذا المجال المساحات الواقعة في حوضي نهري دجلة والفرات، ومعظم مساحة شبه الجزيرة العربية، وخصوصاً الأجزاء الجنوبية منها مثل اليمن، والأجزاء الغربية منها الممتدة للسفوح الشرقية لجبال عسير واليمن، وكذلك الأجزاء الشمالية الشرقية لشبه الجزيرة العربية مثل وادي الباطن.

هـ. **المجال الخامس:** يقع المعدل السنوي لدرجات الحرارة الوسطى في هذا المجال بين 28°م و30°م، ويشمل كامل المساحة الواقعة جنوب مدار السرطان من المنطقة العربية في المغرب العربي ويشمل مرتفعات أوكار في موريتانيا والسهول الداخلية المطلة على المحيط الأطلسي، وفي الجزائر المناطق الجنوبية من الصحراء الكبرى حتى سبخة المقراني ويشمل في السودان مجاري النيل حتى صحراء النوبة، وكامل القسم المطل على المحيط الهندي في القرن الإفريقي، ويشمل في شبه الجزيرة العربية صحراء الربع الخالي وصولاً إلى سواحل الخليج العربي.

2-6-1 التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة

RCP4.5

يبين الشكلان (5.2) و(6.2) نتائج النماذج المناخية لتقدير التغير في متوسط درجات الحرارة السنوي خلال فترتي منتصف القرن (2046-2065)، ونهاية القرن (2081-2100) مقارنةً مع فترة الأساس 1986-2005، وفقاً للسيناريو RCP4.5، الذي يفترض تخفيض قيم انبعاثات الغازات، مما يؤدي إلى استقرار التأثير الإشعاعي بعد فترة وجيزة من حلول عام 2100، وكما هو ملاحظ في هذين الشكلين، من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة على كامل مساحة المنطقة العربية خلال فترة منتصف القرن الحالي، وأن يكون مدى هذه الزيادة بين 0.96 درجة مئوية و2.07 درجة مئوية، ويمكن توزيع هذه الزيادة إلى ثلاثة مجالات هي:

● مجال زيادة منخفضة تراوح بين 0.96 درجة مئوية و1.38 درجة مئوية، ويغطي 36% من مساحة المنطقة العربية، ويشمل ذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط من إقليم المشرق العربي، وسواحل بحر العرب من إقليم شبه الجزيرة العربية، وسواحل البحر الأبيض المتوسط والمناطق الداخلية المطلة عليها من أقاليم شمال شرق إفريقيا والصحراء الكبرى وجبال الأطلس، وكذلك المساحات الداخلية من إقليم الصحراء الكبرى وكامل إقليم القرن الإفريقي.

● مجال زيادة متوسطة بين 1.39 درجة مئوية و1.63 درجة مئوية، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي والمساحات الداخلية من إقليم شبه الجزيرة العربية وسواحل البحر الأحمر الشرقية، والمساحات الداخلية من إقليم شمال شرق إفريقيا، والجنوبية من إقليم الصحراء الكبرى، والمساحات الداخلية من إقليم جبال الأطلس.

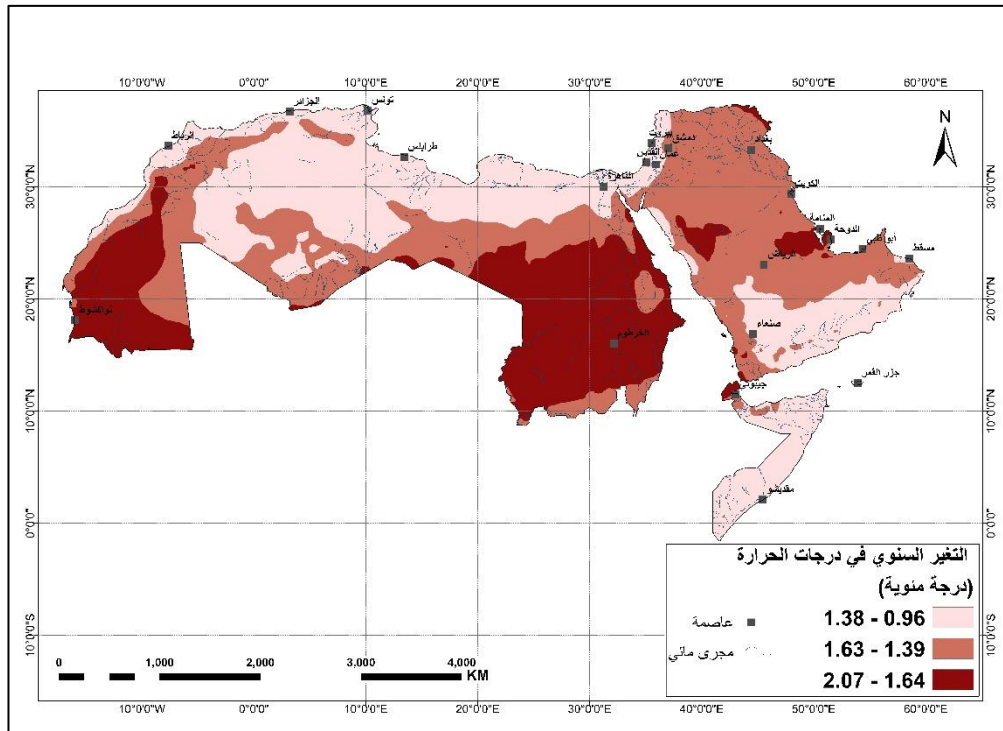
● مجال زيادة مرتفعة بين 1.64 درجة مئوية و2.07 درجة مئوية، ويشمل ذلك أجزاء متفرقة من إقليمي المشرق العربي، وشبه الجزيرة العربية، ومعظم المساحات الجنوبية من إقليم شمال شرق إفريقيا أي السودان، ومعظم المساحات الجنوبية الغربية من إقليم الصحراء الكبرى أي موريتانيا.

من جهة ثانية من المتوقع أن ترتفع قيمة الزيادة المتوقعة على معدلات درجات الحرارة السنوية في نهاية القرن وفق السيناريو ذاته لتصل إلى 2.63 درجة مئوية، ويمكن توزيع هذه الزيادة إلى ثلاثة مجالات هي:

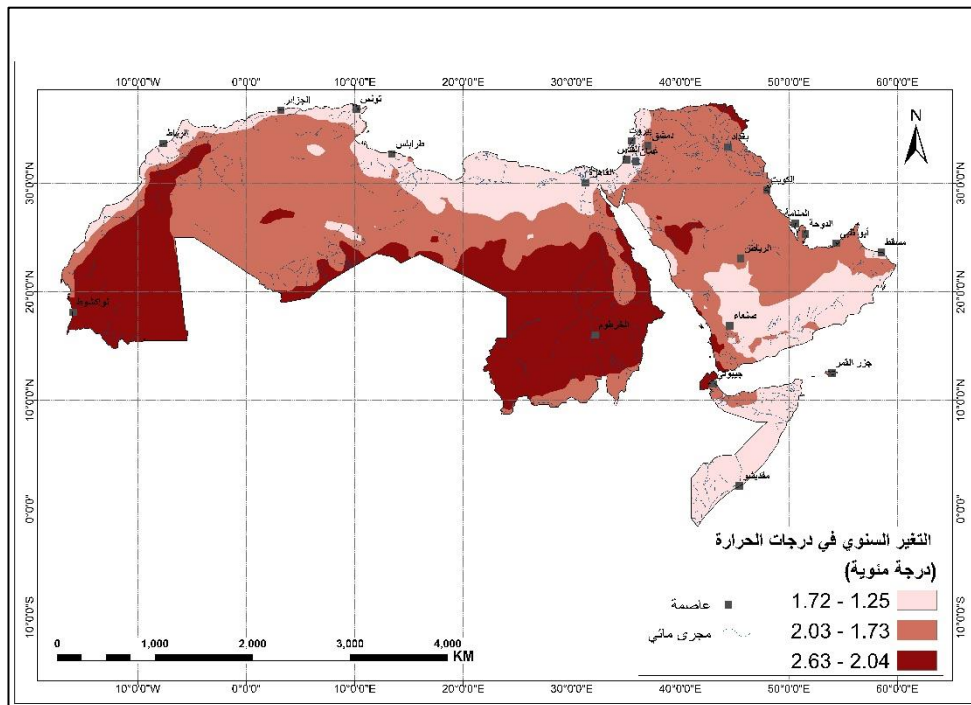
● زيادة منخفضة بين 1.25 درجة مئوية و1.72 درجة مئوية، وتغطي 22% من مساحة المنطقة العربية، وتكون المناطق المشمولة بهذا المجال متطابقة تقريباً مع المناطق المشمولة عند منتصف القرن.

● زيادة متوسطة بين 1.73 درجة مئوية و2.03 درجة مئوية، وتبلغ النسبة المئوية لهذا المجال 50% من مساحة المنطقة العربية،

● مجال زيادة مرتفعة بين 2.04 درجة مئوية و2.63 درجة مئوية، ويغطي نسبة 28% من مساحة المنطقة العربية.



الشكل (5.2) التغير في متوسط درجات الحرارة في المنطقة العربية خلال الفترة 2046-2065 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 4.5



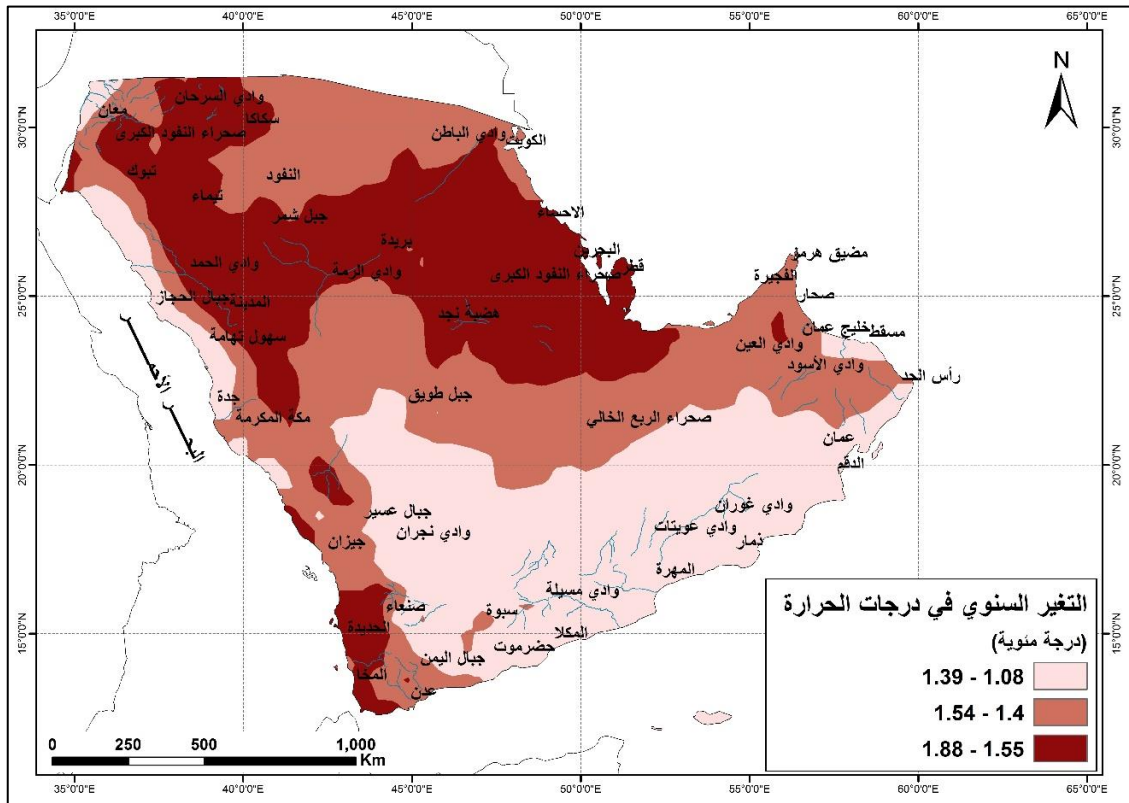
الشكل (6.2) التغير في متوسط درجات الحرارة في المنطقة العربية خلال الفترة 2081-2100 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 4.5

وفيما يلي التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة لكل إقليم جغرافي لفترتي منتصف ونهاية القرن وفقا للسيناريو RCP 4.5:

1-1-6-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:

فترة منتصف القرن ا (2046 - 2065):

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في شبه الجزيرة العربية حتى منتصف القرن الحالي، وتبلغ أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة نحو 1.89 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة نحو 1.09 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع درجة الحرارة نحو 1.46 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شبه الجزيرة العربية على ثلاثة مجالات (الشكل 7.2)، يُلاحظ الآتي:



الشكل (7.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجات الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.

- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع لمعدل درجة الحرارة (من 1.08 درجة مئوية إلى 1.39 درجة مئوية) في سهول تهامة المطلة على البحر الأحمر، والأودية والسهول المطلة على بحر العرب وخليج عدن، كرأس الحد ووادي مقش ووادي مسقلية وسهول ذمار والمهرة وجبال حضرموت، وكذلك في السفوح الشرقية لجبال عسير كوادي نجران ووادي الدواسر.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.40 درجة مئوية إلى 1.54 درجة مئوية) في الجبل الأخضر المطل

على خليج عدن وفي صحراء الربع الخالي وجبل طويق وجبال اليمن وقمم جبال عسير، وشمال شرق إقليم شبه الجزيرة العربية. ✓
تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.55 درجة مئوية إلى 1.88 درجة مئوية) في السواحل الشرقية للخليج العربي، أي مناطق قطر والبحرين والأحساء والكويت وصحاري الدهناء والنفوذ الصغرى وهضبة نجد ووادي الباطن ووادي الرمة وجبل شمر وجبال الحجاز وجبال مدين وصحراء النفوذ الكبرى.

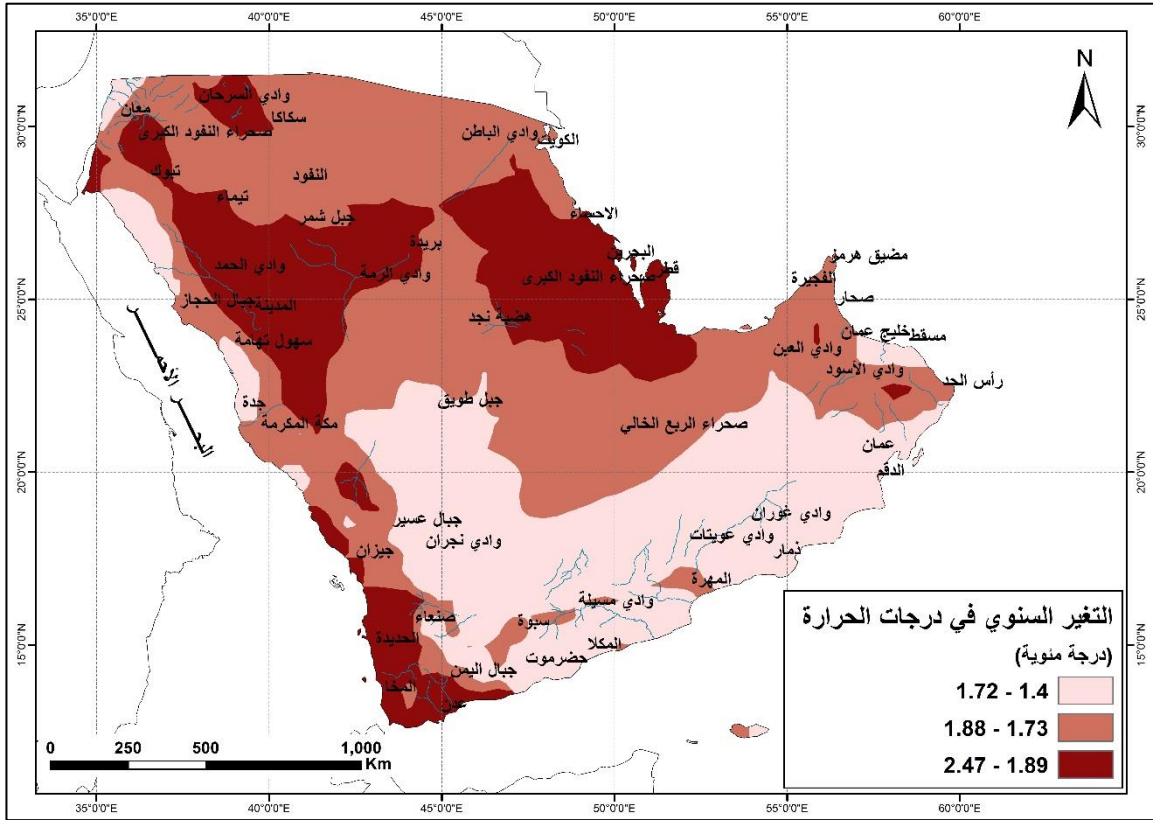
- فترة نهاية القرن (2081 – 2100):

من المتوقع أن يستمر ارتفاع معدل درجة الحرارة في شبه الجزيرة العربية حتى نهاية القرن الحالي، وتكون القيمة العظمى لارتفاع درجة الحرارة نحو 2.47 درجة مئوية، والقيمة الدنيا لارتفاع درجة الحرارة نحو 1.4 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع درجة الحرارة نحو 1.79 درجة مئوية.
بتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شبه الجزيرة العربية على ثلاثة مجالات (الشكل 8.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة في نهاية القرن (من 1.4 درجة مئوية إلى 1.72 درجة مئوية) في جنوب شبه الجزيرة العربية أي سواحل عُمان المطلّة على بحر العرب وجبال حضرموت في اليمن والسفوح الشرقية لجبال عسير كوادي الدواسر، ومن المتوقع أن ينحسر هذا المجال في سهول تهامة ليبقى على شكل بقع ساحلية محدودة.

✓ من المتوقع في نهاية القرن أن تتوسع المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (1.73 درجة مئوية إلى 1.88 درجة مئوية) وهي مناطق الجبل الأخضر المطل على خليج عُمان وصحراء الربع الخالي وهضبة نجد وكامل جبال عسير والسفوح الغربية لجبال الحجاز وشمال شرق شبه الجزيرة العربية منطقة الباطن، والكويت وصحراء النفوذ الكبرى.

✓ من المتوقع في نهاية القرن أن تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.89 درجة مئوية إلى 2.46 درجة مئوية) على السواحل الغربية للخليج العربي في قطر والبحرين والأحساء وصحاري الدهناء والنفوذ الكبرى ووادي الرمة وجبل شمر والسفوح الشرقية لجبال الحجاز.



الشكل (8.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.

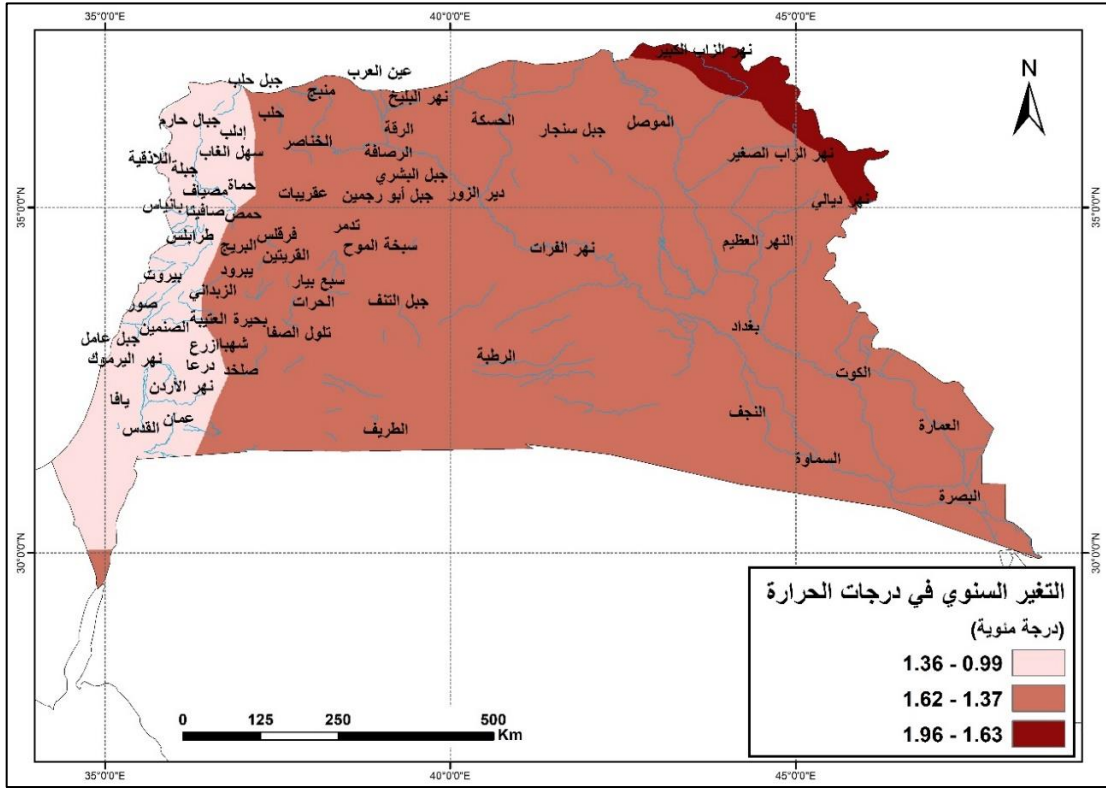
2-1-6-2 إقليم المشرق العربي:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي حتى منتصف القرن الحالي، وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتبلغ أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.96 درجة مئوية، وأقل قيمة 0.99 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.48 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي على ثلاثة مجالات (الشكل 9.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 0.99 درجة مئوية إلى 1.36 درجة مئوية) في السواحل الشرقية للبحر الأبيض المتوسط والجبال المطلّة عليه، وتشمل هذه المناطق الأجزاء الغربية من سورية ولبنان والأردن وفلسطين، يُذكر من هذه المناطق من الشمال إلى الجنوب (جبل حلب وجبل سمعان وعفرين وإدلب وجبال اللاذقية وحماة والسهول الساحلية الممتدة بين نهري الكبير الشمالي والكبير الجنوبي وسهل عكار والزبداني ودمشق والحرمون والجولان وحوارن ودرعا والسويداء والأقسام الغربية من جبل العرب)، ومن المدن الهامة التي تنتمي لهذا

المجال اللاذقية وطرطوس وحلب وإدلب وحماة وحمص ودمشق ودرعا والسويداء والقنيطرة.



الشكل (9.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم المشرق العربي.

كما تنتمي لهذا المجال سلاسل جبال لبنان الشرقية وجبال لبنان الغربية وسهل البقاع وحوض نهر الليطاني ونهر القاسمية وجبل عامل، ومن المدن الهامة التي تنتمي لهذا المجال بعلبك وطرطوس وبيروت وصيدا وصور والناقورة، ومن الخلجان خليج جونية.

وتنتمي أيضاً لهذا المجال الأجزاء الشمالية الشرقية من الأردن مثل المفرق والزرقاء وعمّان والبحر الميت وأريحا وعجلون وطبريا وجبال نابلس والخليل والقدس، وكامل مناطق فلسطين.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (1.37 درجة مئوية إلى 1.62 درجة مئوية) الأجزاء الداخلية والشرقية من سورية والأجزاء الشرقية من الأردن، وكامل مساحة العراق باستثناء أقصى الشمال الشرقي منه، ويُذكر من هذه المناطق من الغرب باتجاه الشرق كل من شرق حلب وحوض نهر الفرات في سورية وجبل البشري والجبال التدمرية الشمالية والجبال التدمرية الجنوبية وبادية الحماد وبادية الحرات وتلّول الصفا وغيرها، كما تنتمي لهذه المناطق شعب الركبان في الأردن وخباري البستارن والبرقع وتلّول الأساقيف وأم القطين وغيرها.

كما تنتمي لهذا المجال المنطقة المسماة مابين النهرين (الفرات ودجلة) وتضم منطقة الجزيرة شمال شرق سورية وجبل سنجار ومنخفض الثرثار، وكذلك بادية الشام والأودية المتجهة نحو نهر الفرات مثل وادي عرعر ووادي الغدق ومناطق نهر الخابور والزاب الكبير والزاب الصغير والسليمانية وبعقوبة وبغداد وكربلاء والنجف والأهوار والبصرة والأجزاء الغربية من شط العرب.

✓ تنحصر المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (1.63 درجة مئوية إلى 1.96 درجة مئوية) في المجاري العليا لأنهار ديالي والزاب الصغير والزاب الكبير في أقصى شمال شرق العراق.

-فترة نهاية القرن (2081-2100)

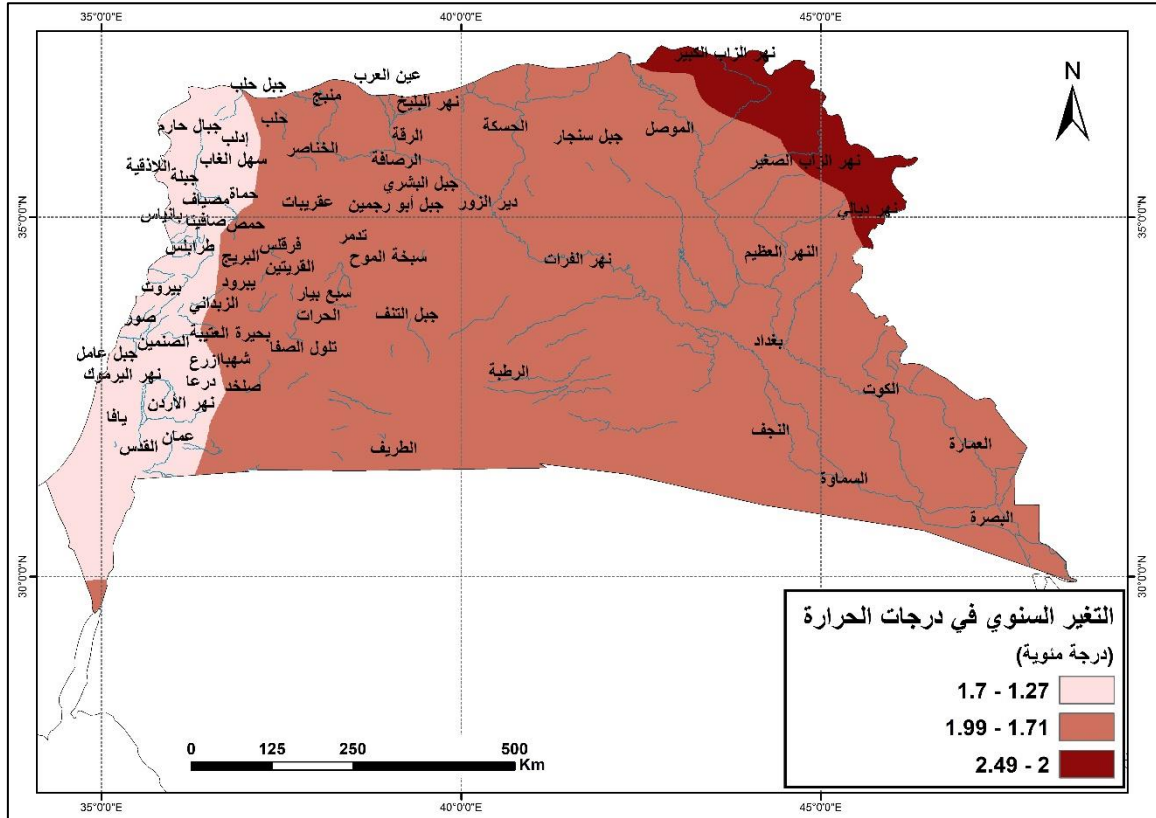
من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي حتى نهاية القرن الحالي، وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.49 درجة مئوية، وأقل قيمة 1.27 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.84 درجة مئوية. وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي، كما هو مبين بالشكل (10.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.27 درجة مئوية إلى 1.70 درجة مئوية) في السواحل الشرقية للبحر المتوسط والجبال المطلة عليه، وتشمل هذه المناطق الأجزاء الغربية من سورية ولبنان والأردن وفلسطين.

✓ تتمركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.71 درجة مئوية إلى 1.99 درجة مئوية) في الأجزاء الداخلية والشرقية من سورية، وكامل مساحة العراق باستثناء أقصى الشمال الشرقي منه، والتي يمكن إجمالها بمناطق حوضي نهري دجلة والفرات وبوادي الحماد والشام والجبال التدمرية الشمالية والجنوبية وسهول حوران وشرق الأردن ومناطق جرش وعمّان في الأردن.

✓ تنحصر المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (2°م إلى 2.49°م) في أقصى شمال شرق العراق.

بمقارنة التغيرات المتوقعة في نهاية القرن الحالي مع التغيرات المتوقعة في فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منطقة المشرق العربي، يُلاحظ فرقاً في قيم التغيرات، إذ تزداد قيمتها، وتتوسع كذلك المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى للتغيرات المتوقعة، لتشمل أيضاً أحواض المجاري الوسطى لأنهار ديالي والزاب الصغير والزاب الكبير في أقصى شمال شرق العراق.

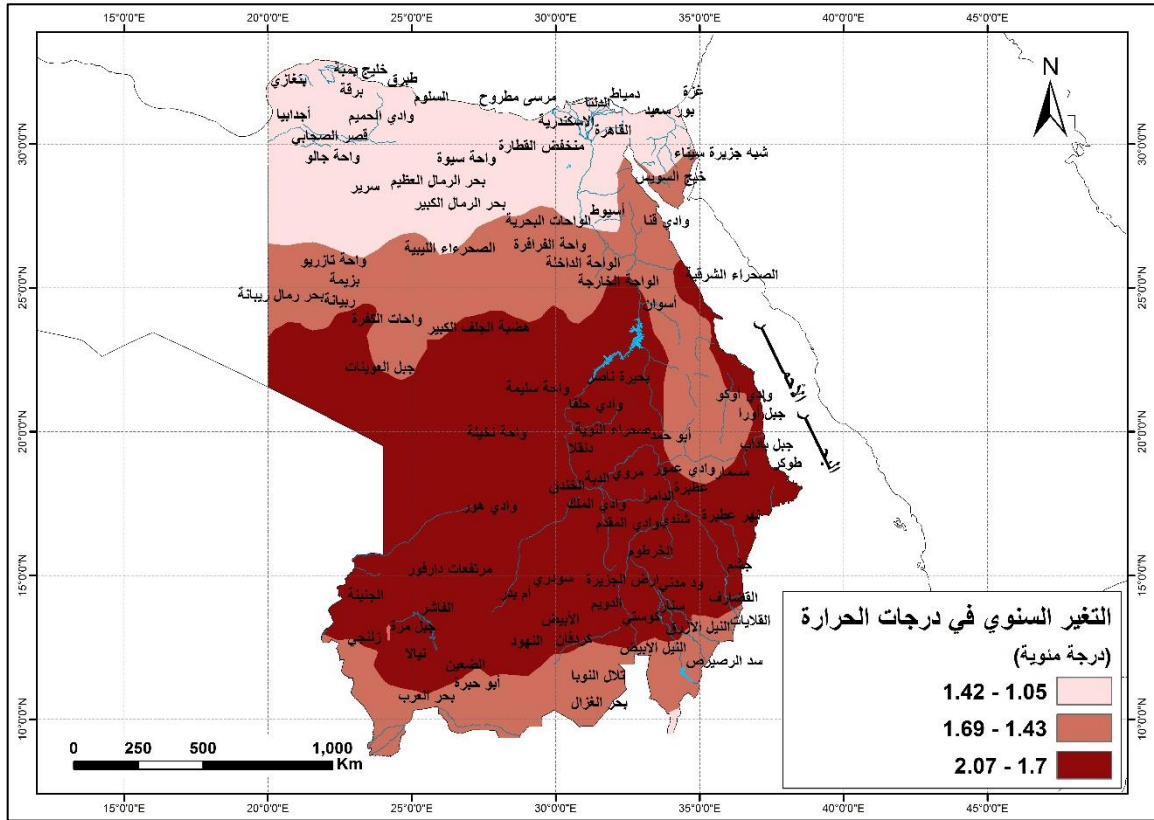


الشكل (10.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم المشرق العربي.

3-1-6-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:

فترة منتصف القرن (2046 - 2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتبلغ أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.07 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.05 درجة مئوية، ويصل متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة إلى 1.62 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا على ثلاثة مجالات، كما هو مبين بالشكل (11.2) يُلاحظ الآتي:



الشكل (11.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.05 درجة مئوية و1.42 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من شبه جزيرة سيناء حتى خليج سرت، وبعمر يصل حتى 600 كلم داخل القارة الإفريقية، ويشمل ذلك المدن الساحلية المصرية وجنوب غزة، وبورسعيد، ودمياط، والإسكندرية، ومرسى مطروح، والمدن الساحلية الليبية: سيدي براني، والسلوم، وطبرق، وأم الدارة، والبيضاء، وبنغازي.

كذلك تنتمي إلى هذا المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة مناطق النصف الشمالي من شبه جزيرة سيناء، ومدينة السويس، ومدن أسيوط والقاهرة، ومناطق دلتا النيل شمال مصر، وكذلك منخفض القطارة، وقصر الغرارة، وواحة سيوة، وفي ليبيا بحر الرمال العظيم وواحة جالو وبرقة والحسيات وسوس والجبل الأخضر وغيرها.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.43 درجة مئوية و1.69 درجة مئوية) في المنطقة الوسطى من مصر، والمناطق الشرقية والجنوبية من السودان.

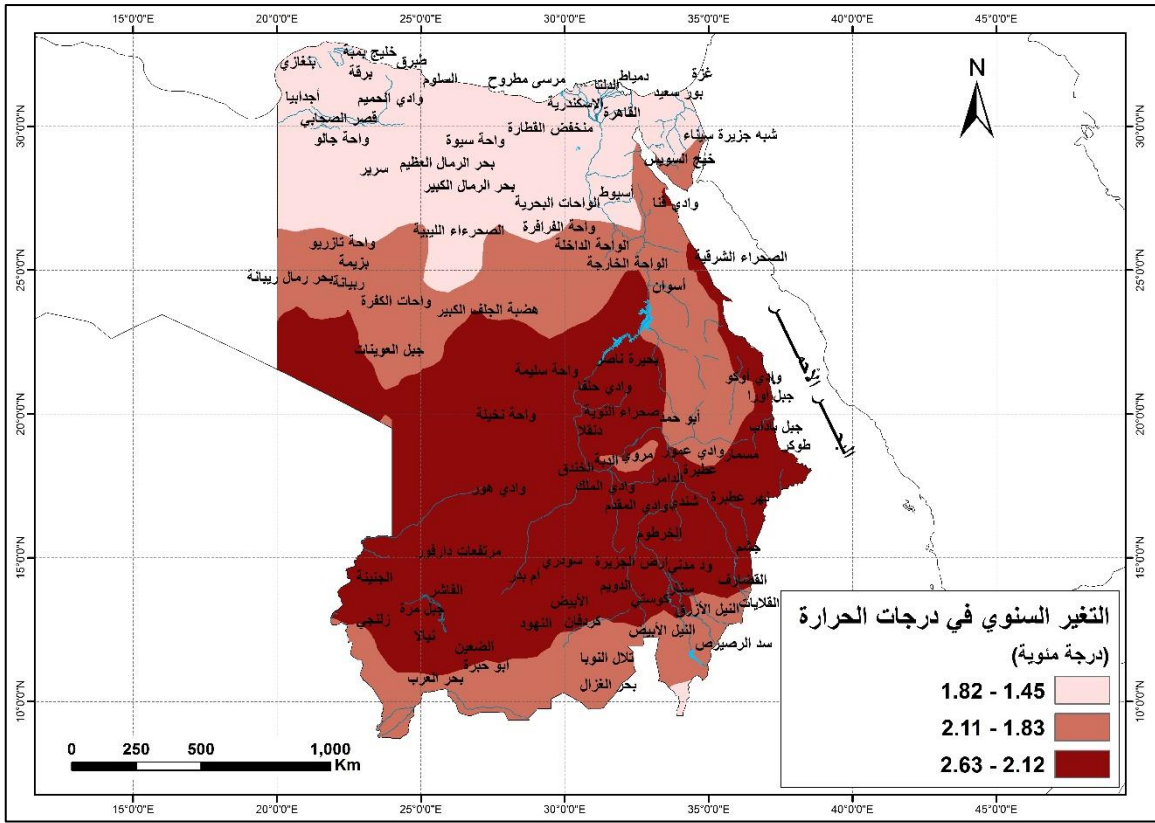
في مصر تنتمي لهذا المجال مناطق جنوب شبه جزيرة سيناء وسواحل خليج العقبة الغربية وسواحل خليج السويس الشرقية والغربية والمناطق المحيطة بخليج السويس

ووادي قنا والواحة الداخلة والواحة الخارجة وواحة الفرافرة والواحات البحرية ومنطقة موت وواحة الكفرة، وفي السودان تنتمي إلى هذا المجال مناطق جبل أورا وشرق أبو حمد والأجزاء الشرقية من صحراء النوبة وجبل سويتزبا وفي جنوب السودان تنتمي إلى هذا المجال مناطق القلابات والرصيرص والمجرى الأدنى لنهر النيل الأزرق والمجرى الأدنى لنهر النيل الأبيض ورشاد وكادقلي والمجلد وحوض نهر بحر العرب وبرام.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (بين 1.7 درجة مئوية و2.07 درجة مئوية) في السودان على السواحل الغربية للبحر الأحمر وكذلك في وسط السودان والمناطق الجنوبية الشرقية من السودان، ووسط السودان وشماله والمناطق الشمالية الغربية من السودان والمناطق الجنوبية من مصر والمناطق الجنوبية الشرقية من ليبيا. ويُذكر من هذه المناطق في السودان بور السودان وسواكر وطوكر وكسلا وحوض نهر عطبرة وواد مدني ومنطقة الجزيرة بين النيلين الأزرق والأبيض وكوستي والخرطوم وأم درمان وشندي وصحراء البيوضة وكريمة ومروي والدبة ودنقلا ودلقو ووادي حلفا وواحة سليمة وواحة المطرون وأودية القدم والملك وهور، وكذلك مناطق توستي والأبيض والنهود وجبل مرة وغيرها، وفي مصر يُذكر مناطق بحيرة ناصر ومعبد أبو سنبل، ومن الصحارى يُذكر صحراء النوبة والصحراء الكبرى.

فترة نهاية القرن (2081 - 2100)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا من المنطقة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتبلغ أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.63 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.45 درجة مئوية، ويصل متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة إلى 2.02 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا على ثلاثة مجالات، كما هو مبين بالشكل (12.2) يُلاحظ الآتي:



الشكل (12.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.45 درجة مئوية و1.82 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من شبه جزيرة سيناء حتى خليج سرت، وبعمر يصل حتى 600 كلم داخل القارة الإفريقية. يشمل ذلك كل المدن الساحلية المصرية مثل بورسعيد، دمياط، الإسكندرية، ومرسى مطروح، والمدن الساحلية الليبية سيدي براني، السلوم، طبرق، أم الدارة، البيضاء، وبنغازي. كذلك تنتمي إلى هذا المجال المناطق الداخلية النصف الشمالي من شبه جزيرة سيناء، ومدينة السويس، ومدن أسبوط والقاهرة، ومناطق دلتا النيل شمال مصر، وكذلك منخفض القطارة، وقصر الغرارة، وواحة سيوة، وفي ليبيا بحر الرمال العظيم وواحة جالو وبرقة والحسيات وسوس والجبل الأخضر وغيرها.

بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن، وفترة نهاية القرن يُلاحظ أن هذه المساحات متقاربة أو يطرأ تغير على الحدود الجنوبية لهذا المجال فتتراجع نحو الجنوب قرابة 20 كم في شبه جزيرة سيناء، و200 كم في الصحراء الكبرى وصحراء النوبة، فضلاً عن المساحات المذكورة أعلاه، ويشمل هذا المجال في نهاية القرن مدينة أسبوط وجنوبها وواحة الفرارة وجنوبها.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.83 درجة مئوية و2.11 درجة مئوية) في المنطقة الوسطى من مصر والمناطق الشرقية من السودان والمناطق الجنوبية من السودان.

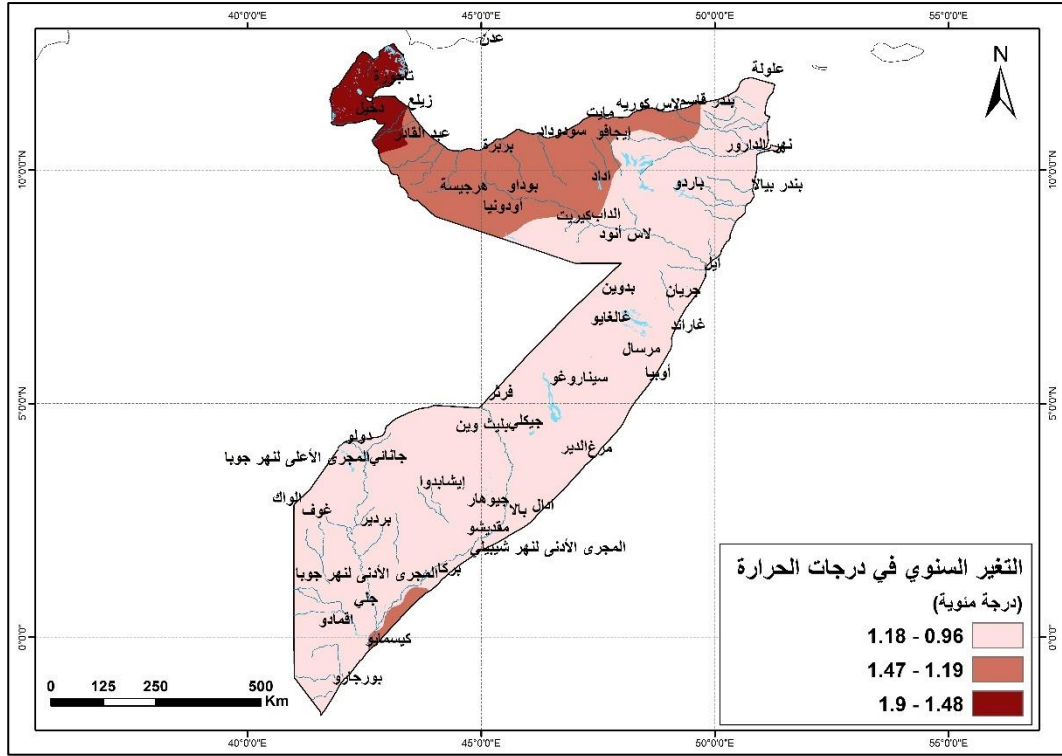
في مصر تنتمي لهذا المجال مناطق أقصى جنوب شبه جزيرة سيناء وسواحل خليج العقبة الغربية وسواحل خليج السويس الشرقية والغربية والمناطق المحيطة بخليج السويس ووادي قنا والواحة الداخلة والواحة الخارجة وواحة الفرافرة والواحات البحرية أما منطقة موت ومنطقة واحة الكفرة وجنوبها فتخرجان في نهاية القرن من هذا المجال لتتضمنا للمجال المنخفض كما ورد سابقاً، وفي السودان تنتمي إلى هذا المجال مناطق جبل أورا وشرق أبو حمد والأجزاء الشرقية من صحراء النوبة وجبل سويتزبا أو تنضم كذلك إلى هذا المجال مناطق صحراء مروى والبيوضة، وفي جنوب السودان تنتمي إلى هذا المجال مناطق القلابات والرصيرص والمجرى الأدنى لنهر النيل الأزرق والمجرى الأدنى لنهر النيل الأبيض ورشاد وكادقلي والمجلد وحوض نهر بحر العرب وبرام.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 2.12 درجة مئوية و2.63 درجة مئوية) في السودان على السواحل الغربية للبحر الأحمر، وكذلك في وسطه والمناطق الجنوبية الشرقية منه وفي شماله وفي المناطق الشمالية الغربية منه، وفي المناطق الجنوبية من مصر والمناطق الجنوبية الشرقية من ليبيا.

4-1-6-2 إقليم القرن الإفريقي:

فترة منتصف القرن (2046 – 2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في القرن الإفريقي حتى منتصف القرن الحالي، وتبلغ أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة نحو 1.90 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة 0.96 درجة مئوية، ويصل متوسط ارتفاع درجة الحرارة في القرن الإفريقي إلى نحو 1.13 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم القرن الإفريقي على ثلاثة مجالات كما في الشكل (13.2)، يُلاحظ الآتي:



الشكل (13.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجات الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم القرن الإفريقي.

- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع لمعدل درجة الحرارة (من 0.96 درجة مئوية إلى 1.18 درجة مئوية) مناطق كيريت والداب ولاس أنود وباردو وعلولة وبندر بيبالا وحوض نهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراندر ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير وجيوهار وادال وبالا ومقديشو وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي وإيشابدوا وتلال جوبا العليا والواك وغوف وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارو ورأس شيامبوني.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.19 درجة مئوية إلى 1.47 درجة مئوية) مناطق زيلع وبربرة وهرجيسة وأودونيا وبوداو ومايت وسودوداد واداد وإيجافو ولاس كوريه وبندر قاسم وجياماما.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.48 درجة مئوية إلى 1.90 درجة مئوية) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيوتي وعبد القادر.

فترة نهاية القرن (2081 – 2100):

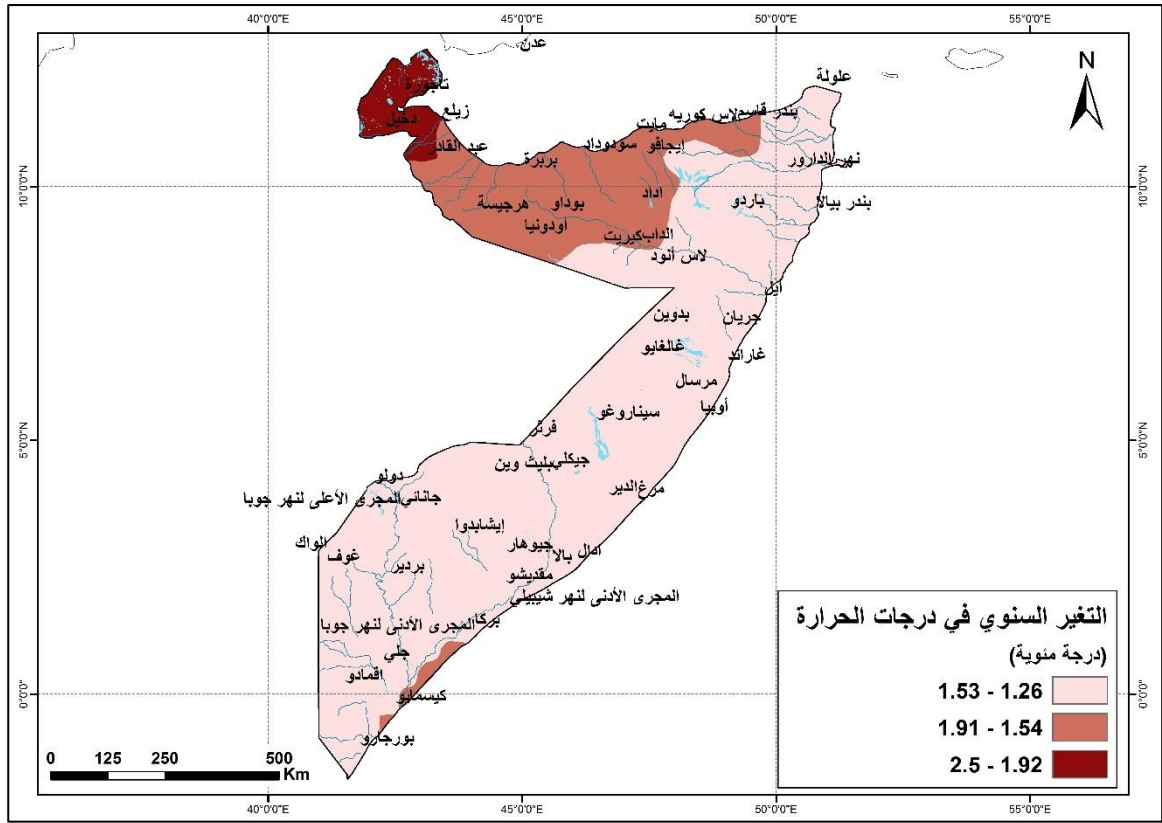
من المتوقع أن يستمر ارتفاع معدل درجة الحرارة في القرن الإفريقي حتى نهاية القرن الحالي، وتكون القيمة العظمى لارتفاع درجة الحرارة نحو 2.50 درجة مئوية، والقيمة الدنيا لارتفاع درجة الحرارة نحو 1.26 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع درجة الحرارة في القرن الإفريقي قرابة 1.47 درجة مئوية.

بتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم القرن الإفريقي على ثلاثة مجالات كما في الشكل (14.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة في نهاية القرن (من 1.26 درجة مئوية إلى 1.53 درجة مئوية) مناطق كيريت ولاس أنود وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير وجيوهار وادال وبالا ومقديشو وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي وإيشابدوا وتلال جوبا العليا والواك وغوف وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارورأس شيامبوني.

✓ من المتوقع في نهاية القرن أن تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (1.54 درجة مئوية إلى 1.91 درجة مئوية) مناطق زيلع وبربرة وهرجيسة وأودونيا وبوداو ومايت وسودوداد واداد والداب وإجافو ولاس كوريه وبندر قاسم.

✓ من المتوقع في نهاية القرن أن تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.92 درجة مئوية إلى 2.50 درجة مئوية) في مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيبوتي وعبد القادر.

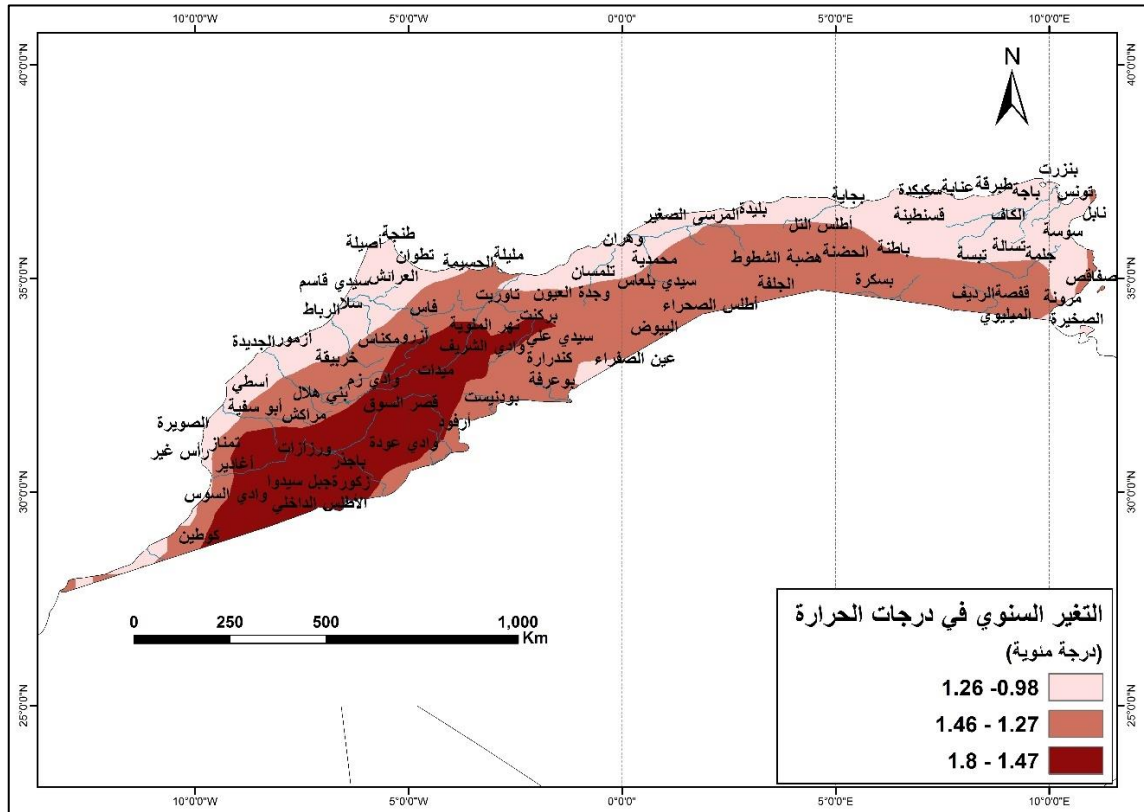


الشكل (14.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم جبال الأفرقي.

5-1-6-2 إقليم جبال الأطلس:

فترة منتصف القرن (2046 - 2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.76 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 0.96 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.34 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس على ثلاثة مجالات، كما هو مبين بالشكل (15.2) يُلاحظ الآتي:



الشكل (15.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الاتبعات المتوسطة RCP4.5 في إقليم جبال الأطلس.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 0.98 درجة مئوية و1.26 درجة مئوية) على سواحل البحر الأبيض المتوسط الممتدة من خليج قابس حتى طنجة ومن سواحل المحيط الأطلسي الممتدة من طنجة حتى سيدي أفندي، ويشمل ذلك المدن الساحلية والمناطق الداخلية والمتوسطة: المحرس وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان وسوسة والنفيضة وزغوان ونابل ومنزل تميم وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليون ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس والكاف والقلعة الجرداء وتسالة وعنابة وسكيكدة وقسنطينة وبجاية وبليدة والعاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية ووهران وتلمسان كما يشمل هذا المجال المدن والمناطق الداخلية الأطلسية التالية: عين الحسيمة والحسيمة وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والفنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير ووادي تديسيفت وسيدي بنور وسطات برشيد وسهول طاولة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.27 درجة مئوية و1.46 درجة مئوية) في المناطق الداخلية من المغرب العربي ويشمل ذلك في تونس الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والقصرين وجملة وجبل الشعبيني والرديف والميلوي. و في

الجزائر يشمل تبسة وباطنة وبسكرة والحضنة والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء وسيدي بلعاس والبيوض أما في المغرب فيشمل هذا المجال وجدة العيون وجرادة ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت وجبال الريف وفاس ومكناس وأغادير وسيدي أفندي وكوطين ووادي السوس ومراكش وأبو سفية وبني هلال ونهر أم الربيع وخربيقة ووادي زم ووادي عودة وبودنيست.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 1.47 درجة مئوية و1.80 درجة مئوية) في جنوب المغرب ويشمل ذلك مناطق بركنت وسيدي علي ونهر الملوية والأطلس الأوسط والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وجبل طوبقال وجبل تامدروست وزكورة وباجذر وورزازات والأطلس الأعلى وأزررو وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود.

فترة نهاية القرن (2081 - 2100)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.31 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.25 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.80 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس على ثلاثة مجالات، كما هو مبين بالشكل (16.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.25 درجة مئوية و1.62 درجة مئوية) على سواحل البحر الأبيض المتوسط وعلى سواحل المحيط الأطلسي ويضم هذا المجال في تونس زغوان وقرطاجنة وتونس ونهر المليون ووادي المجردة ومامو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس والكاف، ويضم في الجزائر المناطق والمدن التالية عنابة وسكيكدة وبجاية والعاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية ووهران، أما في المغرب فتتنتمي لهذا المجال المناطق والمدن التالية عين الحسيمة والحسيمة وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور وسطات برشيد.

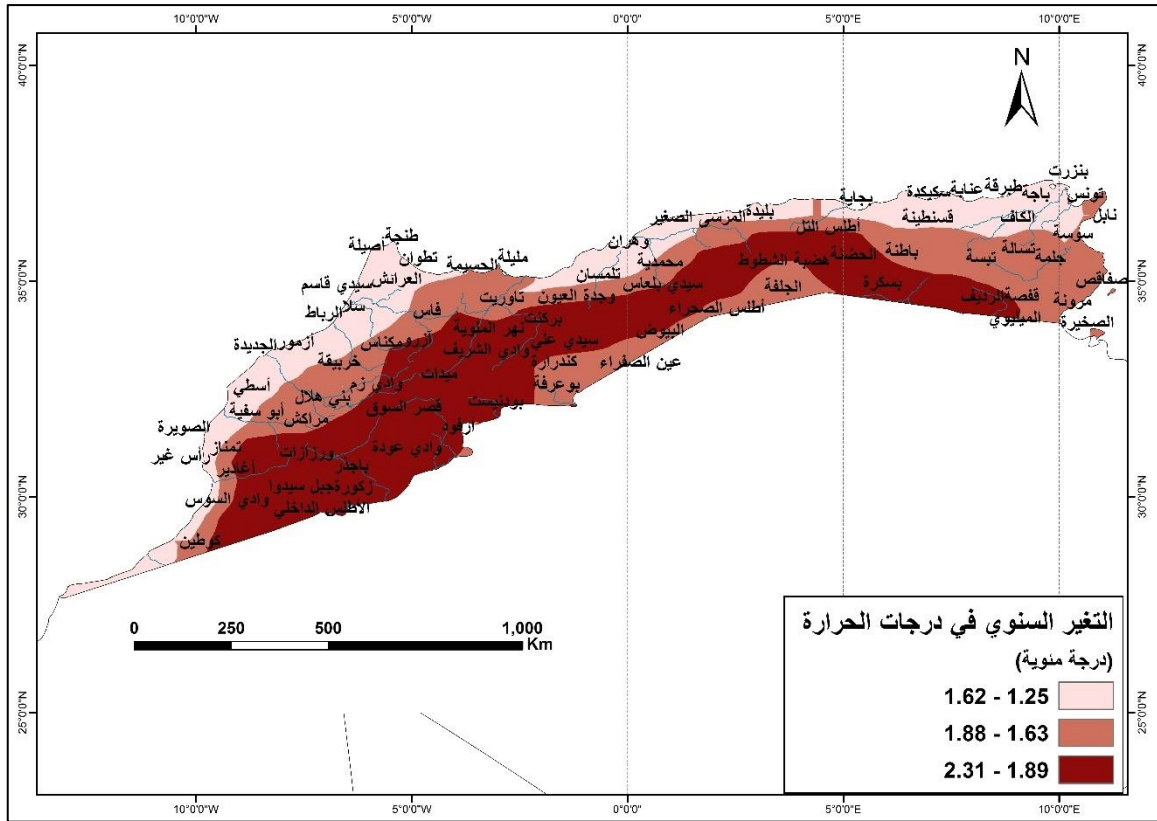
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.63 درجة مئوية و1.88 درجة مئوية) في المساحات والمناطق الوسطى من المغرب العربي وتنتمي لهذا المجال مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وفريسان والمحرس وصفاقص وجببانة وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكنين وسوسة والنفيسة ونابل ومنزل تميم وجملة وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس والقلعة الجرداء وتسالة وجبل

الشعبيني في تونس، أما في الجزائر فتنتهي لهذا المجال مناطق تبسة وقسنطينة وبليدة والجلفة وسيدي بلعاس وتلمسان والبيوض وعين الصفراء، وأخيراً في المغرب تنتمي لهذا المجال كل من وجدة العيون ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت وجبال الريف وفاس ومكناس وكوطين ووادي السوس ومراكش وبنو هلال ونهر أم الربيع وخربيقة وسهول طاولة ووادي زم.

بمقارنة المساحات التي تنتمي للمجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن مع مثيلاتها خلال فترة منتصف القرن يُلاحظ أن هذه المساحات تتقلص بشدة في نهاية القرن وتنحسر لتتحصّر في السهول الساحلية المتوسطة والأطلسية والمناطق الجبلية المطلة عليها.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (بين 1.89 درجة مئوية و2.31 درجة مئوية) في المناطق الجنوبية من تونس والجزائر والمغرب، ويشمل ذلك كلاً من قفصة والرديف والميلبوي في تونس، ومناطق باطننة وبسكرة والحضنة وهضبة الشطوط وأطلس النزل وأطلس الصحراء في الجزائر، ومناطق جرادة وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرة وبوعرفة ونهر الملوية والأطلس الأوسط والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدي ووجبل طوبقال وجبل تامدروست وزكورة وبادجر وورزازات والأطلس الأعلى وأزرو وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست في المغرب.

بمقارنة المساحات التي تنتمي للمجال المرتفع وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن مع مثيلاتها خلال فترة منتصف القرن يُلاحظ أن هذه المساحات تتوسع بشدة في نهاية القرن لتشمل جنوب الجزائر وتونس، بينما كانت في منتصف القرن محصورة في المناطق الداخلية المغاربية.



الشكل (16.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم جبال الأطلس.

6-1-6-2 إقليم الصحراء الكبرى:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

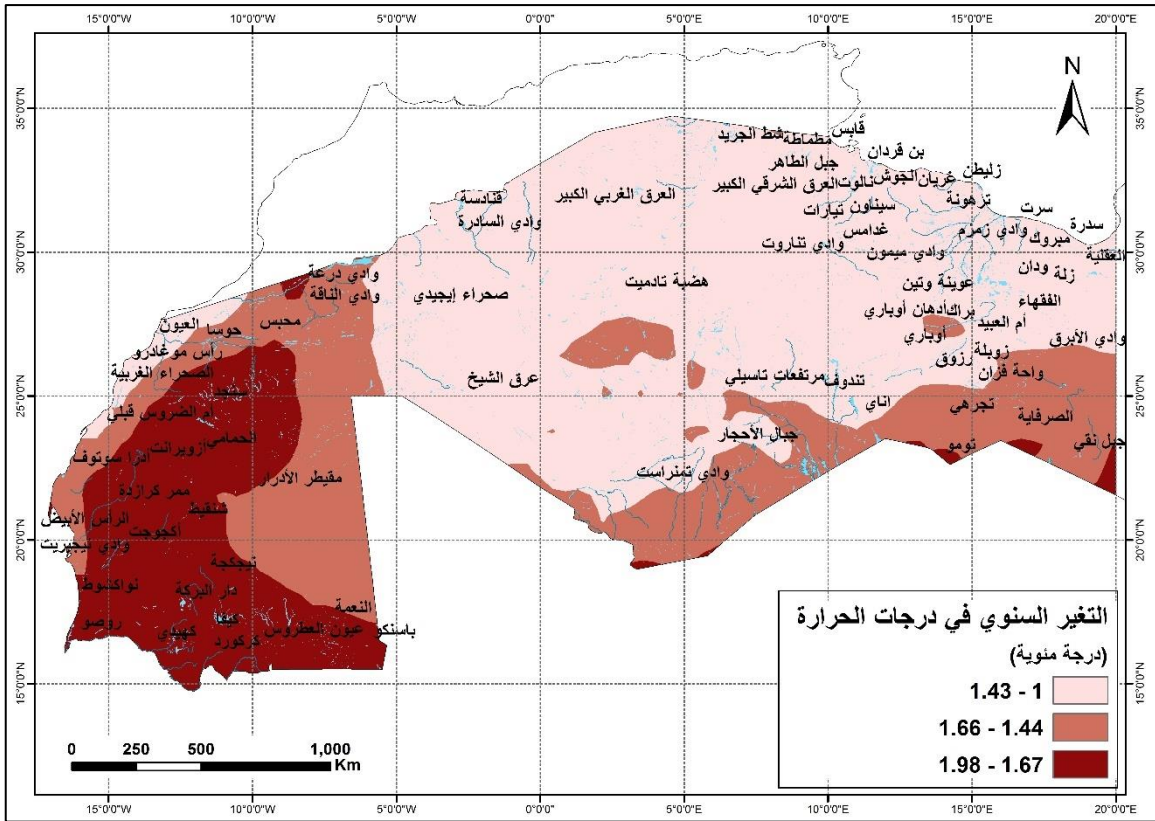
من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.98 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.00 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.46 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى على ثلاثة مجالات كما هو مبين بالشكل (17.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.00 درجة مئوية و1.43 درجة مئوية) على سواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من خليج سرت حتى طرابلس حتى المناطق الداخلية المتمثلة بالسفوح الشرقية لسلسلة جبال الأطلس الصحراوي، وبعمق حتى 1600 كلم داخل القارة الإفريقية، ويشمل صحراء سرت وصحراء الحمادة وصحراء الحمراء وغدامس وجبل نفوسة ومناطق العرق الشرقي الكبير والهرق الغربي الكبير وفزان ومرتفعات الأهقار.

من المدن والأودية الرئيسية التي تنتمي لهذا المجال البريقة والعقيلة رأس لانوف وسدرة وسرت ومبروك وواحة الجفرة ووادي الكبير ووادي شباريم والفقهاء ومصارته وزليطين وطرابلس وترهونة واوادي زمزم والزنزان وغدامس وصحراء الحمادة الحمراء وجبل السوداء وواحة فزان ومرتفعات تاسيلي وهضبة تادميت وصحراء لإيجيدي ووادي تمانراست.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.44 درجة مئوية و1.66 درجة مئوية) في المناطق الجنوبية الشرقية من الصحراء الكبرى والمناطق الشرقية والشمالية الغربية من موريتانيا ويشمل ذلك وادي الأبرق وبحر ومال ربيانة وسرير يبستي وجبل نقي وجبل بني غنيمة ووادي الكبير والصرفاية والقطرون ومدروسة وتجريه واناوي وعين الزارة وجنوب تمناست وصحاري تاسيلي وهوجر وكذلك تنتمي لهذا المجال مناطق الحمادة الصفراء وحمادة درعة وحمادة تندوف وعرق الشيخ وعين البركة والحنك والجوف وحدود موريتانيا مع مالي والصحراء العربية في موريتانيا وسواحل المحيط الأطلسي من نواذيبو حتى شمال نواكشوط، ويضم ذلك الرأس الأبيض وجزيرة تيدرا ورأس تميرس.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (بين 1.67 درجة مئوية و1.98 درجة مئوية) في وسط موريتانيا على سواحل المحيط الأطلسي، ويشمل ذلك بئر أم قرن وسنجد وأم الضروس شمالي وأم الضروس قبلي الحمامي وأفديك وشنقيط وأكار وممر كرزادة ووادي عطوي وأدراسوتون وتيجيكة والجوجيت ووادي تيجيريت ومدينة نواكشوط وباسنكو والنعمة وعيون العطروس ولولومبين وكينا وكركور ودار البركة وكهيدي وروصو، أي الضفة اليمنى لنهر السنغال، وحوض وادي أمشا.



الشكل (17.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم الصحراء الكبرى.

فترة نهاية القرن (2081 - 2100)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى من المنطقة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.55 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.44 درجة مئوية، ويصل متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة إلى 1.96 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى على ثلاثة مجالات، كما هو مبين في الشكل (18.2) يُلاحظ الآتي:

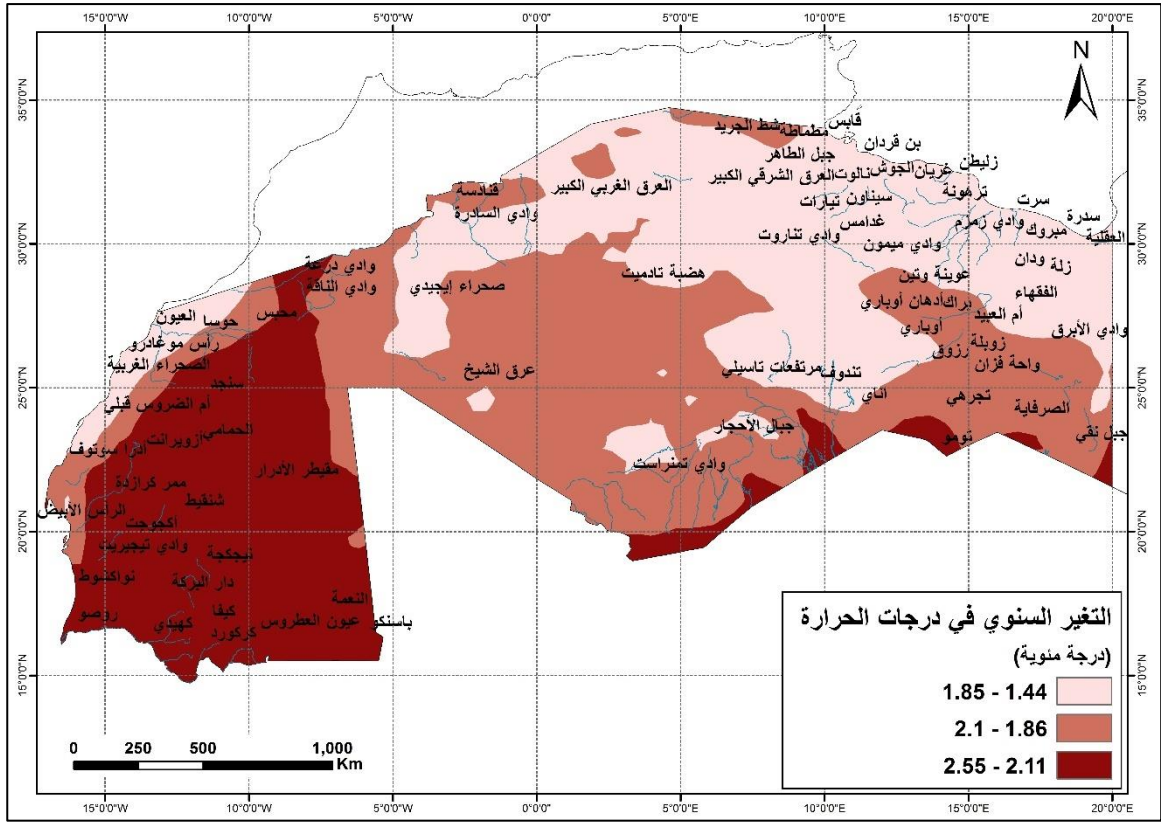
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.44 درجة مئوية و1.85 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من خليج سرت حتى جنوب تونس، وبعمرق يصل حتى 500 كلم داخل القارة الإفريقية، ويشمل ذلك كل المدن الساحلية الليبية أي رأس لانوف ومرسى الويجة وسرت ومصراته وزليطن والخمس وطرابلس وصبراتة والزاوية والعجيلة وزوارة وسيدي سعيد، وفي تونس بحيرة الببيان وجرجيس وجزيرة جربة وخليج قابس وقابس، وأما من المناطق الداخلية، فتتنتمي لهذا المجال البريقة والعقيلة ووادي الكبير ووادي شاديم والنوفلية ومبروك وواحة الجفرة وزلة وودان وبئر الوشلة والفقهاء والهروج السود ووادي بي الكبير ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة وبني وليد ومزدة والقرية الشرقية والعزيفية وغريان والزنتان والجوش ونالوت

وغماس والحماة الحمراء وأوباري، وأما في تونس فتنتهي لهذا المجال مناطق بن قردان وبومدين وجبل الطاهر والجنابين وتيارات والدويرات ومطماطة وقابس وصبرين، وفي الجزائر تنتمي لهذا المجال مناطق العرق الشرقي الكبير والجريد وتوقرت والعرق الغربي الكبير، ويلاحظ في فترة نهاية القرن تراجع المناطق المتوقع انتمائها إلى المجال المنخفض لارتفاع معدل درجة الحرارة لتتنمي إلى المجال المتوسط كما سيرد لاحقاً.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.86 درجة مئوية و2.10 درجة مئوية) في مساحات شاسعة من المناطق الجنوبية من ليبيا، ومن المناطق الجنوبية من الجزائر، وشريط طولاني شمال غرب موريتانيا.

في ليبيا تنتمي إلى المجال المتوسط لارتفاع معدل درجة الحرارة مناطق وادي الأبرق وبحر رمال ربيانة وحبل تقي ويبستي والصرفاية وواد الكبير وحبل بني غنيمة وتجرهي ومدروسة والقطرون وواحة فزان وزويلة وسبها وام العبيد ووادي الشاطئ وبراك وجبل السواد وعوينة وتين، وفي الجزائر مناطق هضبة تاديمانت ومرتفعات وجبال الهقار ووادي تمانراست وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي.

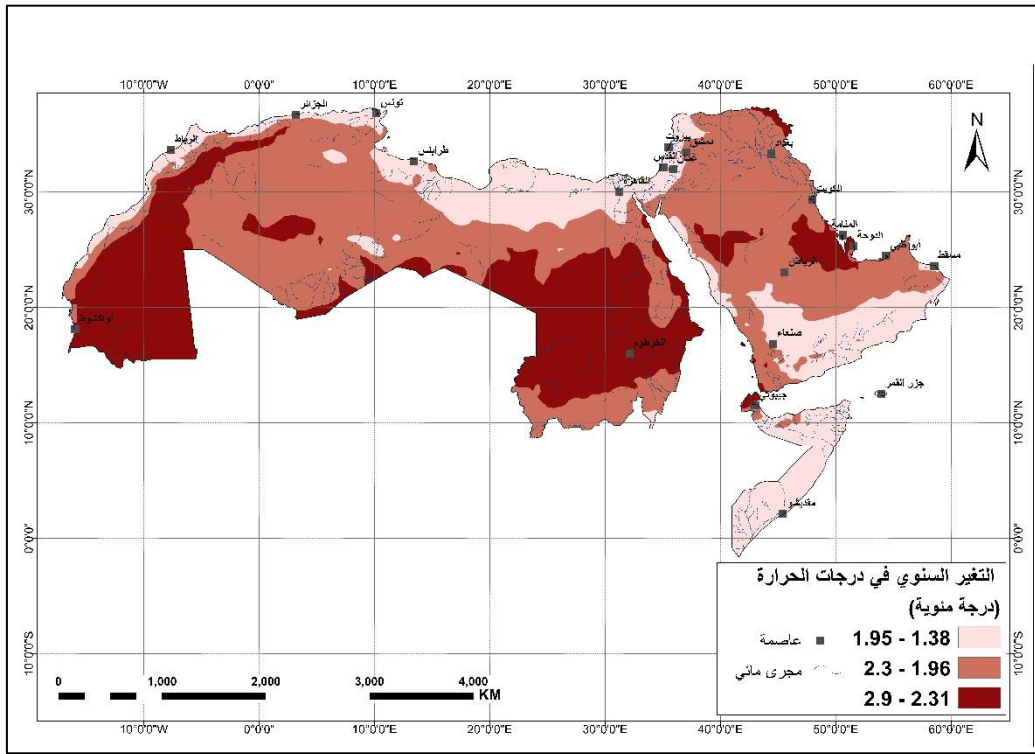
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (بين 2.11 درجة مئوية و2.55 درجة مئوية) في تندوف ومميس وعرق الشيخ وبيير أم قرن وسنجد وأم الضروس شمالي وأم الضروس قبلي والحمامي ومقيطر أدرار وشنقيط وأزوفرايت وأوزيدك وممر كرازة وأطار وأدرار سوتوف ووادي عطويجة ووادي البركة وكيفا وعيون العطروس والنعمية ووادي لولو مبين وكرورد وكهيدي وروصو.



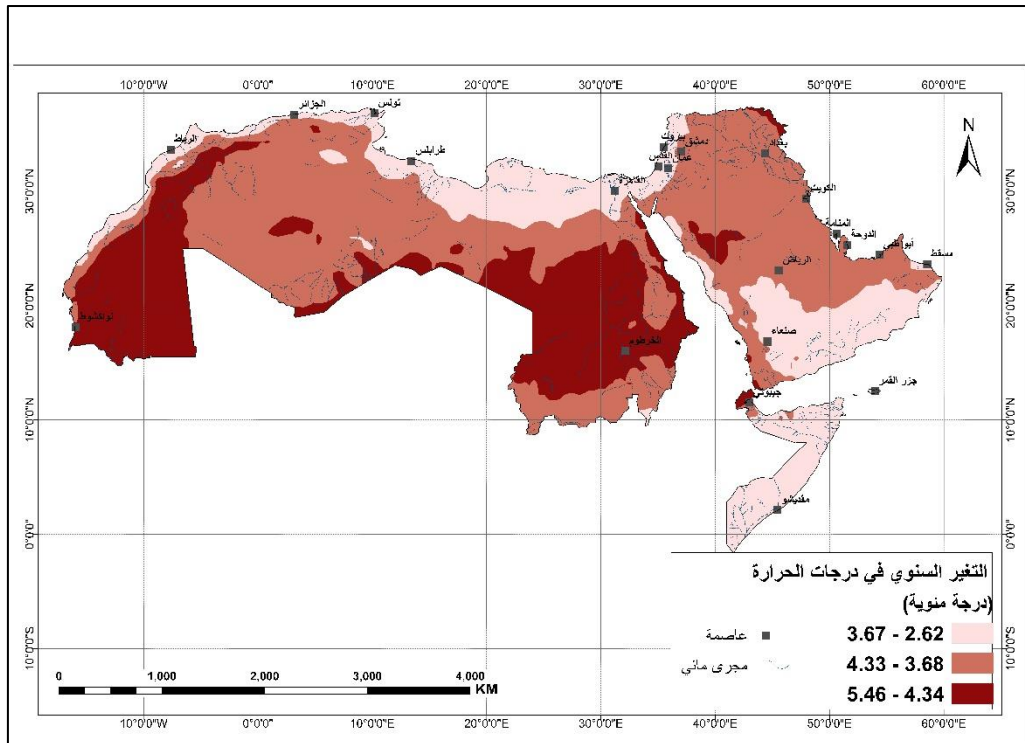
الشكل (18.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في إقليم الصحراء الكبرى.

2-6-2 التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5

يبين الشكلان (19.2) أو (20.2) نتائج النماذج المناخية لتقدير التغير في متوسط درجات الحرارة السنوي خلال فترتي منتصف القرن (2046-2065)، وعند نهاية القرن (2081-2100) مقارنة مع فترة الأساس 1986-2005 وفقاً للسيناريو RCP8.5، حيث من المتوقع أن تزداد معدلات درجات الحرارة السنوية في المنطقة العربية خلال فترة منتصف القرن ويبلغ المدى الكلي لهذه الزيادة بين 1.38 درجة مئوية و2.90 درجة مئوية، وبتوزيع هذا المدى على ثلاثة مجالات وفقاً لتوزيع الفواصل الطبيعية لجنكز يُلاحظ أن :



الشكل (19.2) التغير في متوسط درجات الحرارة خلال الفترة 2046-2065 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 8.5



الشكل (20.2) التغير في متوسط درجات الحرارة خلال الفترة 2081-2100 مقارنة مع فترة الأساس 1986 – 2005 وفقاً للسيناريو RCP 8.5

- المجال المنخفض للزيادة يقع بين 1.38 درجة مئوية، و 1.95 درجة مئوية، ويغطي 22% من مساحة المنطقة العربية
 - المجال المتوسط الذي يكون بين 1.96 درجة مئوية و 2.30 درجة مئوية ويغطي مساحة 49% من مساحة المنطقة العربية
 - المجال المرتفع لزيادة معدلات درجات الحرارة السنوية بين 2.31 درجة مئوية و 2.90 درجة مئوية، ويغطي 29% من مساحة المنطقة العربية.
- من جهة ثانية من المتوقع أن ترتفع قيمة الزيادة المتوقعة على معدلات درجات الحرارة السنوية في نهاية القرن وفق السيناريو ذاته لتصل إلى 2.63 درجة مئوية، ويمكن توزيع هذه الزيادة إلى ثلاثة مجالات هي:
- مجال زيادة منخفضة بين 2.63 درجة مئوية و 3.67 درجة مئوية، ويغطي 22% من مساحة المنطقة العربية،
 - مجال زيادة متوسطة بين 3.68 درجة مئوية و 4.33 درجة مئوية، ويغطي 51 % من مساحة المنطقة العربية،
 - مجال زيادة مرتفعة بين 4.34 درجة مئوية و 5.46 درجة مئوية، ويغطي 26% من مساحة المنطقة العربية.

1-2-6-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:

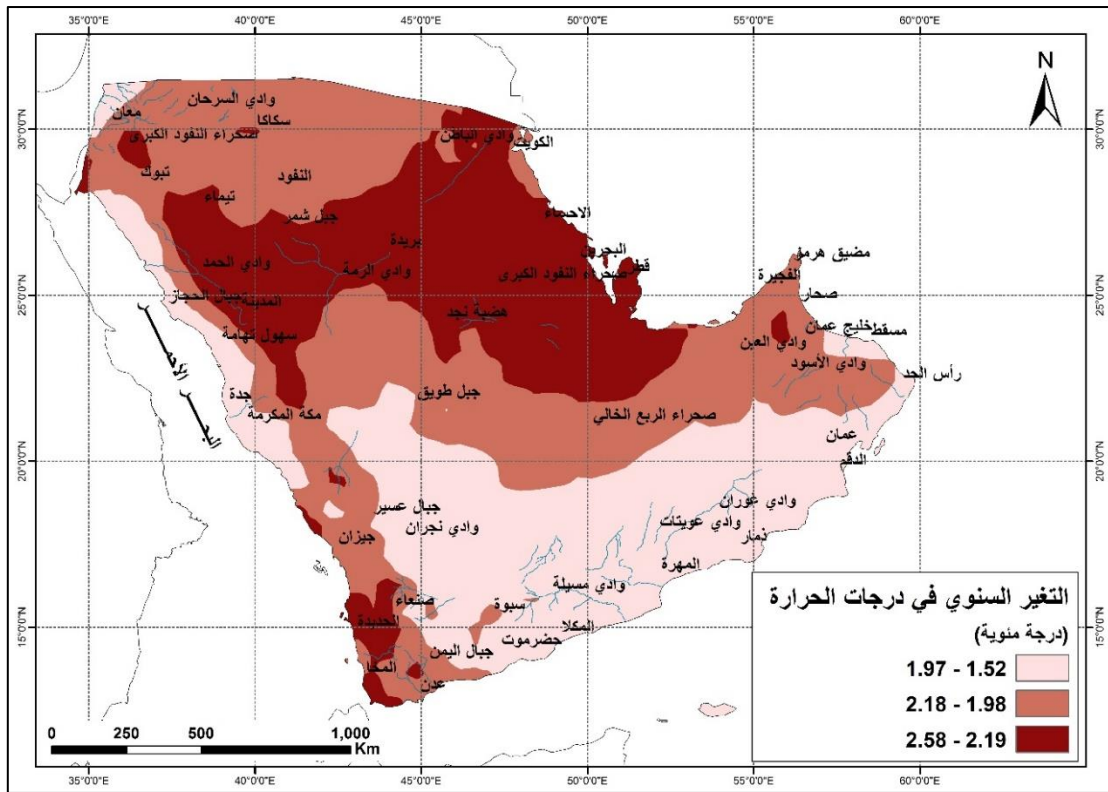
- فترة منتصف القرن (2046 – 2065):

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في شبه الجزيرة العربية في منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة 2.58 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة 1.5 درجة مئوية، ومتوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 2.06 درجة مئوية. بتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق هذا السيناريو على ثلاثة مجالات، كما في الشكل (21.2)، يُلاحظ الآتي:

- ✓ لن يطرأ تغير كبير على المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوقع فيه ارتفاع منخفض لمعدل درجة الحرارة (من 1.52 درجة مئوية إلى 1.97 درجة مئوية) في منتصف القرن مقارنةً مع سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتبقى المناطق هي سهول تهامة على البحر الأحمر، وسواحل بحر العرب، وخليج عدن كراس الحد وخليج القمر والأودية الداخلية كوادي مقش ووادي مسقلية وسهول ذمار والمهرة وجبال حضرموت، وكذلك السفوح الشرقية لجبال عسير كوادي نجران ووادي الدواسر.
- ✓ تتشابه المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.98 درجة مئوية إلى 2.18 درجة مئوية) مع نظيراتها من المجال المتوسط وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 باستثناء شمال غرب إقليم شبه الجزيرة العربية، أي مناطق جبال مدين التي تنتمي وفق سيناريو الانبعاثات

المرتفعة RCP8.5 إلى المجال المتوسط، وعليه تكون مناطق هذا المجال هي الجبل الأخضر في عُمان، وصحراء الربع الخالي وجبال عسير وصحراء النفوذ الكبرى وجبال مدين والسفوح الغربية لجبال الحجاز.

✓ إجمالاً يمكن القول إن المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع في ارتفاع معدل درجة الحرارة (2.19 درجة مئوية إلى 2.58 درجة مئوية) تنحسر مساحاتها مقارنة مع نظيراتها من المجال المرتفع لمنتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، ولكنها تبقى مناطق السواحل الشرقية للخليج العربي، أي مناطق قطر والبحرين والكويت وشط العرب والأحساء وصحاري الدهناء والنفوذ الصغرى وهضبة نجد ووادي الباطن ووادي الرمة وجبل شمر وجبال الحجاز وصحراء النفوذ الكبرى.

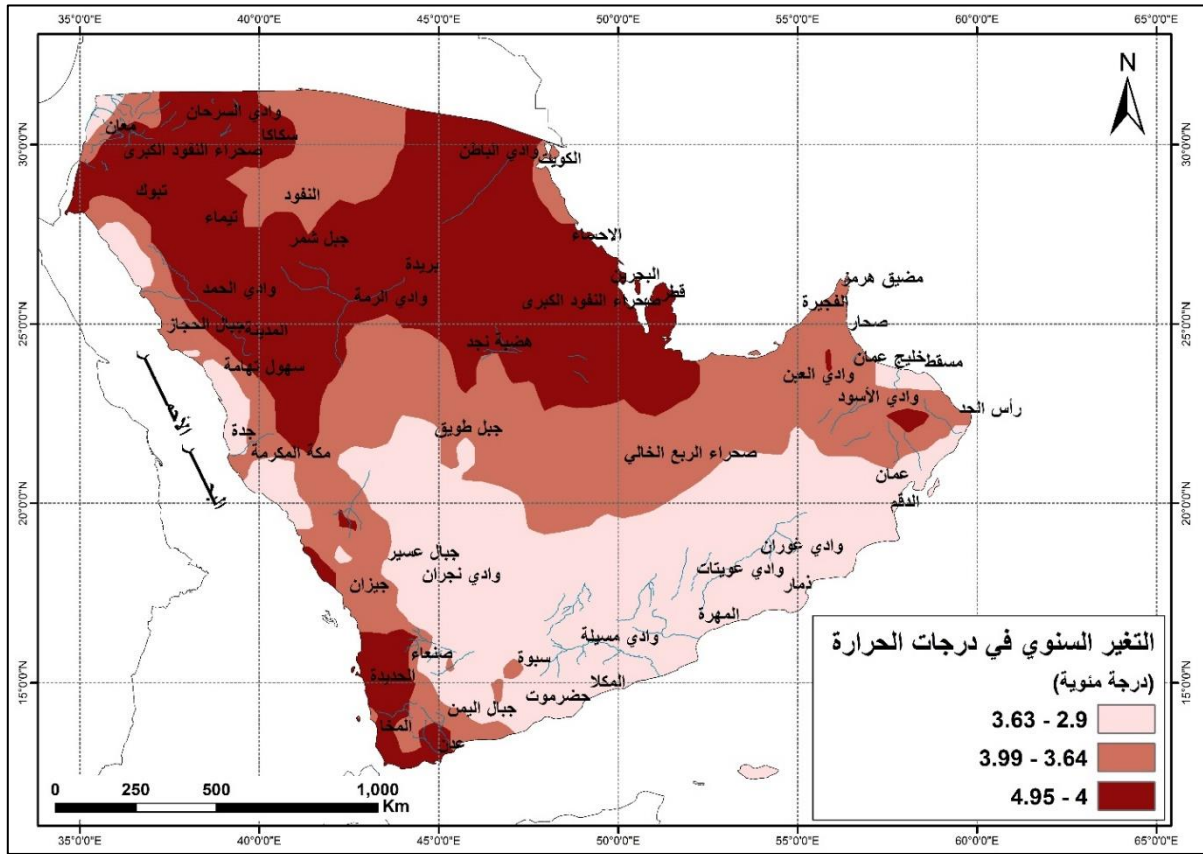


الشكل (21.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.

فترة نهاية القرن (2081 – 2100):

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في شبه الجزيرة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة نحو 4.95 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة 2.9 درجة مئوية، ومتوسط ارتفاع درجة الحرارة في هذا الإقليم 3.82 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شبه الجزيرة العربية في نهاية القرن وفق هذا السيناريو على ثلاثة مجالات، كما هو مبين في الشكل (22.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق هذا السيناريو في نهاية القرن (من 2.9 درجة مئوية إلى 3.63 درجة مئوية) في المناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية، أي كامل جبال وسواحل عُمان، وجبال حضرموت وسواحلها، والسفوح الشرقية لجبال عسير (وادي نجران ووادي الدواسر)، وجنوب صحراء الربع الخالي. أما على سواحل البحر الأحمر، فيتمثل هذا المجال ببقع محلية محدودة المساحة.
- ✓ تمتد المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 3.64 درجة مئوية إلى 3.99 درجة مئوية) من سواحل خليج عُمان والسواحل الجنوبية للخليج العربي، ومضيق هرمز إلى الأجزاء الشمالية من صحراء الربع الخالي حتى جنوب هضبة نجد، وكذلك قمم جبال عسير وسفوحها الغربية والسفوح الغربية لجبال الحجاز.
- ✓ تشغل المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 4.00 درجة مئوية إلى 4.95 درجة مئوية) تقريباً النصف الشمالي لإقليم شبه الجزيرة العربية من السواحل الشرقية للخليج العربي (قطر والبحرين والكويت وشط العرب)، وكذلك مناطق الأحساء وصحراء النفوذ الكبرى ومناطق الباطن، لتستمر باتجاه الداخل، وتشمل هضبة نجد ووادي الرمة وجبل شمر وكامل جبال الحجاز وسفوحها الشرقية، وجبال مدين وصحراء النفوذ الكبرى وخليج العقبة.



الشكل (22.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.

يبين الجدول (2.2) قيم مجالات التغير في معدل درجة الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بها فيما يخص إقليم شبه الجزيرة العربية، ويتضح أن قيم التغير المتوقعة في معدل درجات الحرارة السنوية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 متقاربة خلال فترتي منتصف القرن ونهاية القرن، ولكن التغير سيحدث في المساحات المشغولة بهذه المجالات، أما قيم هذه التغيرات وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، فستزداد بمقدار الضعف تقريباً خلال فترة نهاية القرن عما هي عليه خلال فترة منتصف القرن، وستبقى النسب المئوية للمساحات المشغولة بهذه المجالات متقاربة.

الجدول (2.2) مقارنة النسب المئوية للمساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق المجالات المختلفة لقيم التغير في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 والانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شبه الجزيرة العربية.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5			سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5		
	المنخفض	المتوسط	الأعلى	المنخفض	المتوسط	الأعلى
القرن 2050 منتصف	القيمة (درجة مئوية)	1.39-1.07	1.54-1.40	1.88-1.55	1.97-1.52	2.58-2.19
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	32	37	31	32	28
القرن 2100 نهاية	القيمة (درجة مئوية)	1.72-1.4	1.88-1.73	2.46-1.89	3.63-2.9	4.95-4.00
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	10	14	76	31	35

2-2-6-2 إقليم المشرق العربي:

فترة منتصف القرن (2065-2046)

من المتوقع ارتفاع معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.77 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.38 درجة مئوية، ويبلغ متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 2.06 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي على ثلاثة مجالات (الشكل 23.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تتمركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.38 درجة مئوية إلى 1.87 درجة مئوية) على السواحل الشرقية للبحر الأبيض المتوسط والجبال المطلة عليه، وتشمل هذه المناطق الأجزاء الغربية من سورية ولبنان والأردن وفلسطين.

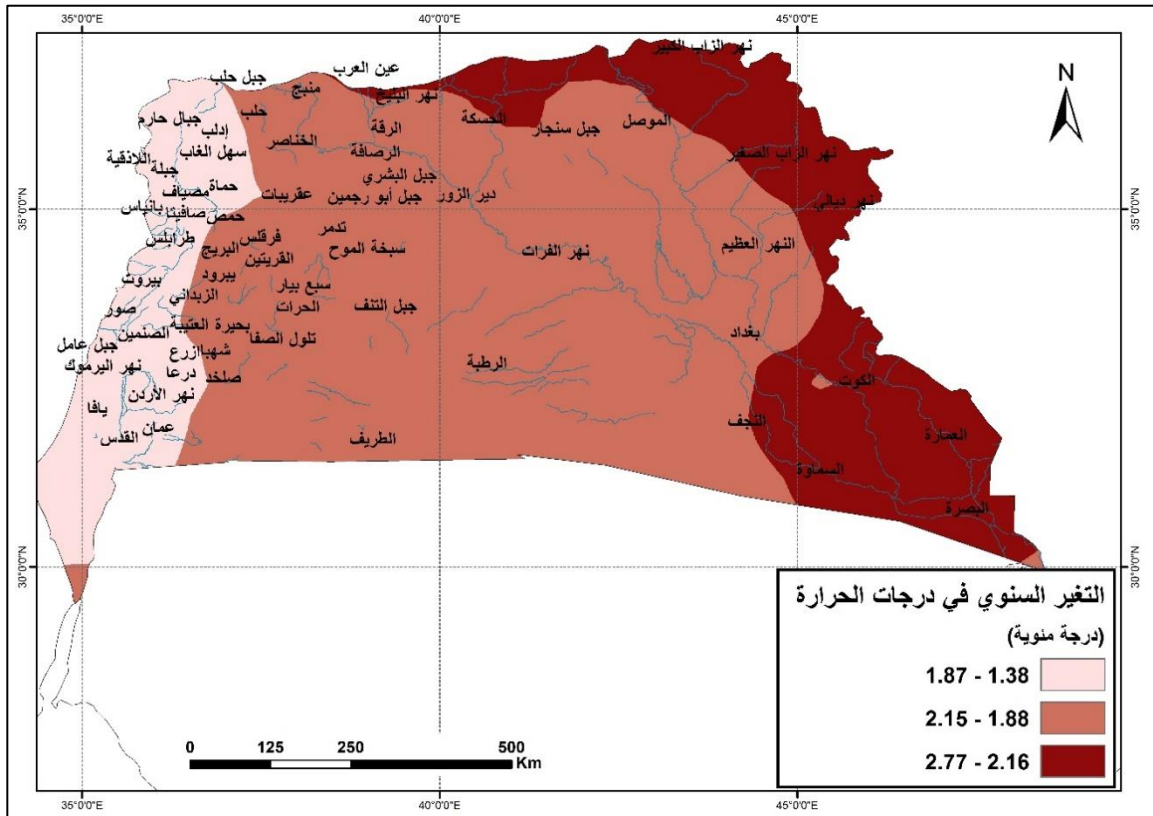
بمقارنة التغيرات المتوقعة خلال فترة منتصف القرن بين سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في المجال المنخفض لكليهما يُلاحظ أن المناطق التي تنتمي لهذا المجال هي ذاتها وفق السيناريوهين، إلا أن الفرق الواضح سيكون في أعلى وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة، فبينما تكون أقل قيمة للارتفاع وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 مساوية 0.99 درجة مئوية تكون أقل قيمة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 مساوية 1.38 درجة مئوية، وبينما تكون أعلى قيمة للارتفاع لهذا المجال 1.36 درجة مئوية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 تكون أعلى قيمة لهذا الارتفاع 1.88 درجة مئوية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.88 درجة مئوية و 2.15 درجة مئوية) في الأجزاء الداخلية والشرقية من سورية، والأجزاء الوسطى والمركزية من العراق، والأجزاء

الشرقية من الأردن، نذكر من هذه المناطق شرق حلب والرقعة وجبال البشري والتدمرية الشمالية والتدمرية الجنوبية وبادية الحماد وبادية الشام وشعب الركبان وبعقوبة والثرثار والموصل وغيرها.

بمقارنة نتائج النمذجة الرياضية المناخية لفترة منتصف القرن (2046-2065) وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 مع نتائجها وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، يتبين أن أجزاء واسعة من العراق وأقصى شمال شرق سورية كانت تنتمي إلى المجال المتوسط لتغير درجة الحرارة أصبحت تنتمي إلى المجال الأعلى، وهذه هي مناطق شمال الحسكة وشط العرب والعمارة والكوت والبصرة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 2.16 درجة مئوية و 2.77 درجة مئوية) في شمال شرق المشرق العربي، وهي مناطق شمال الحسكة في سورية، والمجرى الأعلى لنهر الزاب الكبير والمجرى الأعلى لنهر الزاب الصغير والمجاري العليا وروافد نهر ديالى، وكذلك مناطق المجرى الأدنى لنهر دجلة والفرات أي الكوت وجنوب السماوة والعمارة والبصرة والأهوار وشط العرب في العراق.



الشكل (23.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة خلال فترة منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 في إقليم المشرق العربي.

فترة نهاية القرن (2081-2100):

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي حتى نهاية القرن الحالي، وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 4.99 درجة مئوية، وأقل قيمة 2.68 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 3.90 درجة مئوية. وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم المشرق العربي على ثلاثة مجالات (الشكل 24.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 2.67 درجة مئوية إلى 3.62 درجة مئوية)، مثل السواحل الشرقية للبحر المتوسط والجبال المطلّة عليه، وتشمل هذه المناطق: الأجزاء الغربية من سورية ولبنان والأردن وفلسطين.

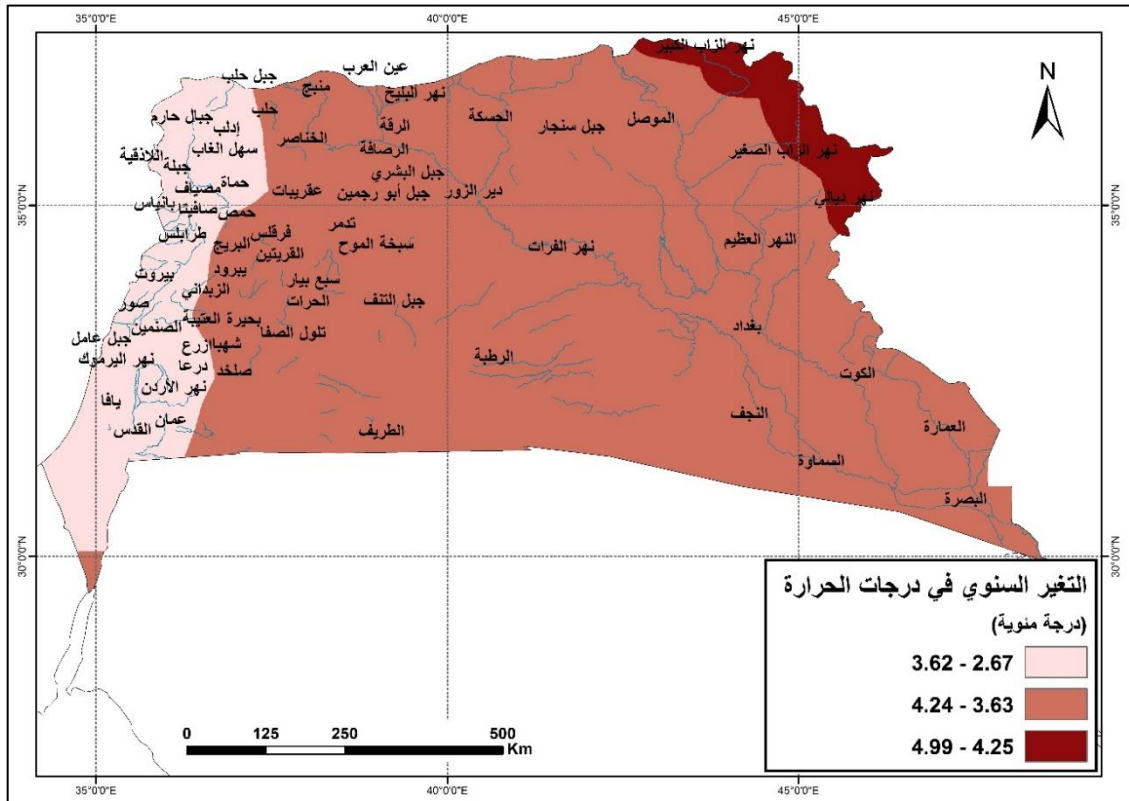
بمقارنة التغيرات المتوقعة خلال فترة نهاية القرن بين سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 وسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، في المجال المنخفض لكليهما، يُلاحظ أن المناطق التي تنتمي لهذا المجال هي ذاتها وفق السيناريوهين، إلا أن الفرق الواضح سيكون في أعلى وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة، فبينما تكون أقل قيمة للارتفاع وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة 1.27 درجة مئوية، تكون أقل قيمة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة هي 2.67 درجة مئوية، وبينما تكون أعلى قيمة للارتفاع وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة 1.70 درجة مئوية، تكون أعلى قيمة لهذا الارتفاع وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة 3.62 درجة مئوية.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 3.63 درجة مئوية و4.24 درجة مئوية) في الأجزاء الداخلية والشرقية من سورية وكامل مساحة العراق باستثناء أقصى الشمال الشرقي منه، التي يمكن إجمالها بمناطق حول نهري دجلة والفرات وبوادي الحماد والشام والجبال التدمرية الشمالية والجنوبية وسهول حوران وشرق الأردن ومناطق جرش وعمان في الأردن، وتنتمي لهذا المجال المنطقة المسمّاة ما بين النهرين (الفرات ودجلة) وتضم منطقة الجزيرة شمال شرق سورية وجبال سنجار ومنخفض الثرثار والأودية المتجهة نحو المجرى الأدنى لنهر الفرات مثل وادي عرعر ووادي الغدق ومناطق نهر الخابور وأنهار الزاب الكبير والزاب الصغير والسليمانية وبعقوبة وبعقاد وكربلاء والنجف والأهوار والبصرة وشط العرب.

بمقارنة نتائج النمذجة الرياضية المناخية لفترة نهاية القرن للمجال المتوسط وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 ونتائجها وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 يتبين أن المناطق التي تنتمي إلى هذا المجال هي ذاتها وفق السيناريوهين، إلا أن الفرق الواضح يكون في حدود هذا المجال، فبينما تتراوح حدود هذا المجال وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 بين 1.70 درجة

مئوية و1.99 درجة مئوية، تتراوح حدود هذا المجال وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة بين 3.62 درجة مئوية و4.24 درجة مئوية.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة (بين 4.25 درجة مئوية و4.99 درجة مئوية) في أقصى شمال شرق إقليم المشرق العربي، وهي المجاري العليا لأنهار الزاب الكبير والزاب الصغير ونهر ديايي، ويذكر هنا أن المناطق الإضافية التي صنفت كمجال الأعلى في فترة منتصف القرن وفق هذا السيناريو عادت لتخرج من المجال الأعلى وتنتمي إلى المجال المتوسط خلال فترة نهاية القرن.



الشكل (24.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة خلال فترة نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم المشرق العربي.

يبين الجدول (3.2) قيم مجالات التغير المتوقعة في معدل درجة الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بهذه المجالات فيما يخص إقليم المشرق العربي، ويتضح وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 ستكون قيم التغير متقاربة خلال فترتي منتصف القرن ونهاية القرن وكذلك ستتقارب المساحات المشغولة بهذه المجالات.

أما وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 فإن قيم التغير ستتضاعف تقريباً خلال نهاية القرن عما ستكون عليه خلال منتصف القرن الحالي، وستختلف كذلك المساحات المشغولة بمجالات التغير المختلفة، مما يدل على أن آثار سيناريو الانبعاثات المرتفعة ستكون أكبر من آثار سيناريو الانبعاثات المتوسطة.

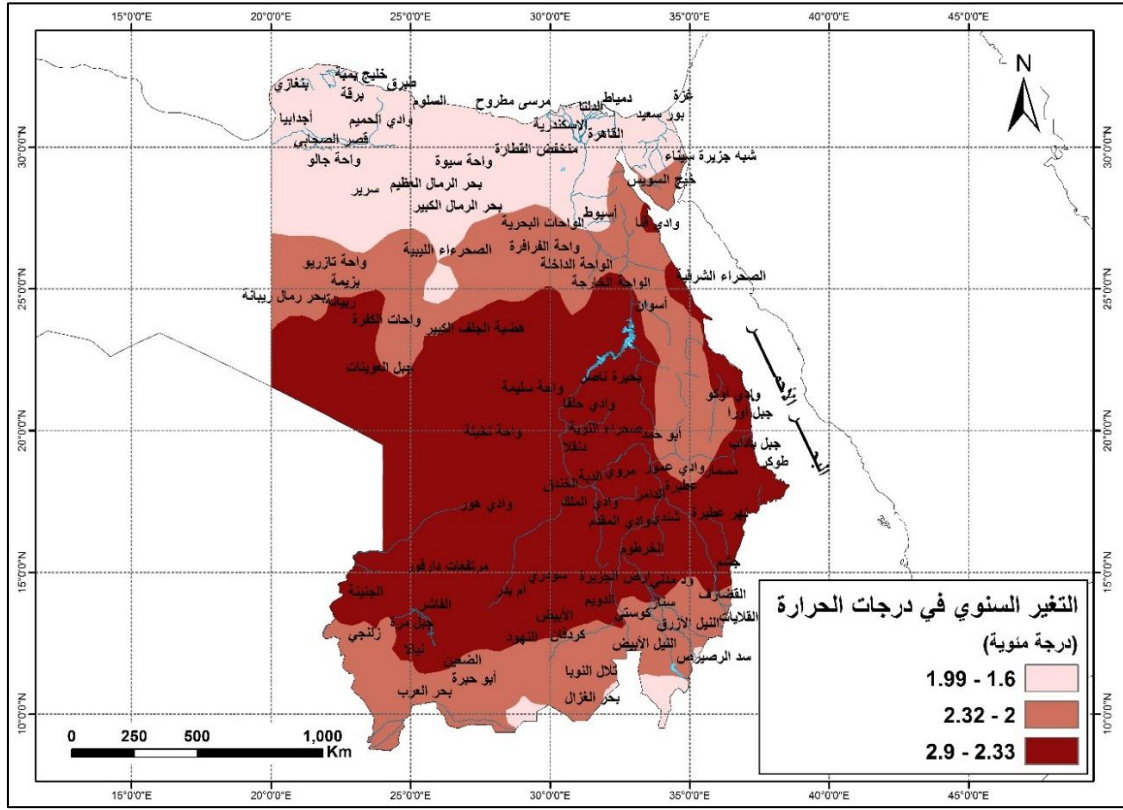
الجدول (3.2) مقارنة المساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق مجالات التغير المختلفة في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريوهي الانبعاثات في إقليم المشرق العربي.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5			سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5		
	المنخفض	المتوسط	الأعلى	المنخفض	المتوسط	الأعلى
منتصف القرن 2050	0.99-1.36	1.37-1.62	1.63-1.96	1.38-1.87	1.88-2.15	2.16-2.77
	10	87	3	10	66	24
نهاية القرن 2100	1.27-1.70	1.71-1.99	2.00-2.49	2.67-3.62	3.63-4.24	4.25-4.99
	10	85	5	10	86	4

3-2-6-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.90 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.60 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 2.24 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا على ثلاثة مجالات، كما هو مبين في الشكل (25.2) يُلاحظ الآتي:



الشكل (25.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.60 درجة مئوية و1.99 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من شبه جزيرة سيناء حتى خليج سرت، وبعمرق حتى 600 كلم داخل القارة الإفريقية، أو يشمل ذلك كل المدن الساحلية المصرية أو الليبية حتى خليج سرت. كذلك تنتمي إلى هذا المجال المناطق الداخلية من مصر وليبيا (شبه جزيرة سيناء حتى القاهرة ودلتا النيل ومنخفض القطارة، وقصر الغرارة، وواحة سيوة، وبحر الرمال العظيم وواحة جالو وبرقة والجبل الأخضر وغيرها).

بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن والمساحات المنتمية للمجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن أيضاً يُلاحظ أن هذه المساحات متقاربة، ويطرأ تغير بسيط على الحدود الجنوبية لهذا المجال فتتراجع نحو الجنوب قرابة 20 كم في الصحراء الكبرى وصحراء النوبة إلا أن التغير الواضح يطرأ على أقل قيمة للتغير فبينما تكون 1.60 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 تبلغ 1.05 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة

RCP4.5، وكذلك بالنسبة للقيمة الأعلى للتغير، فبينما تبلغ 1.42 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 فهي 1.99 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 2.00 درجة مئوية و2.32 درجة مئوية) في المنطقة الوسطى من مصر والمناطق الشرقية من السودان والمناطق الجنوبية من السودان. تبقى تفاصيل تسميات المناطق التي تنتمي لهذا المجال كما وردت في الفقرة السابقة خلال فترة منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وعلى الخريطة يتضح أن الحدود الشمالية لهذا المجال تنتقل نحو 20 كم باتجاه الجنوب في صحراء النوبة والصحراء الكبرى، وكذلك تنقل الحدود الجنوبية نحو 80 كم باتجاه الشمال.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 2.33 درجة مئوية و2.90 درجة مئوية) في السودان على السواحل الغربية للبحر الأحمر، وكذلك في وسط السودان والمناطق الجنوبية الشرقية وسطه وشماله والمناطق الشمالية الغربية منه والمناطق الجنوبية من مصر والمناطق الجنوبية الشرقية من ليبيا.

بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن والمساحات المنتمية للمجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن أيضاً يُلاحظ أن هذه المساحات متقاربة على الخريطة، ويتضح أن الحدود الشمالية لهذا المجال تتوسع نحو 20 كم باتجاه الشمال في صحراء النوبة والصحراء الكبرى، وتتوسع كذلك الحدود الجنوبية نحو 100 كم باتجاه الجنوب إلا أن التغير الواضح يطرأ على أقل قيمة للتغير فبينما تكون 1.99 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 تبلغ 1.42 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وكذلك بالنسبة للقيمة الأعلى للتغير، فبينما تبلغ 2.32 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 فهي 1.69 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

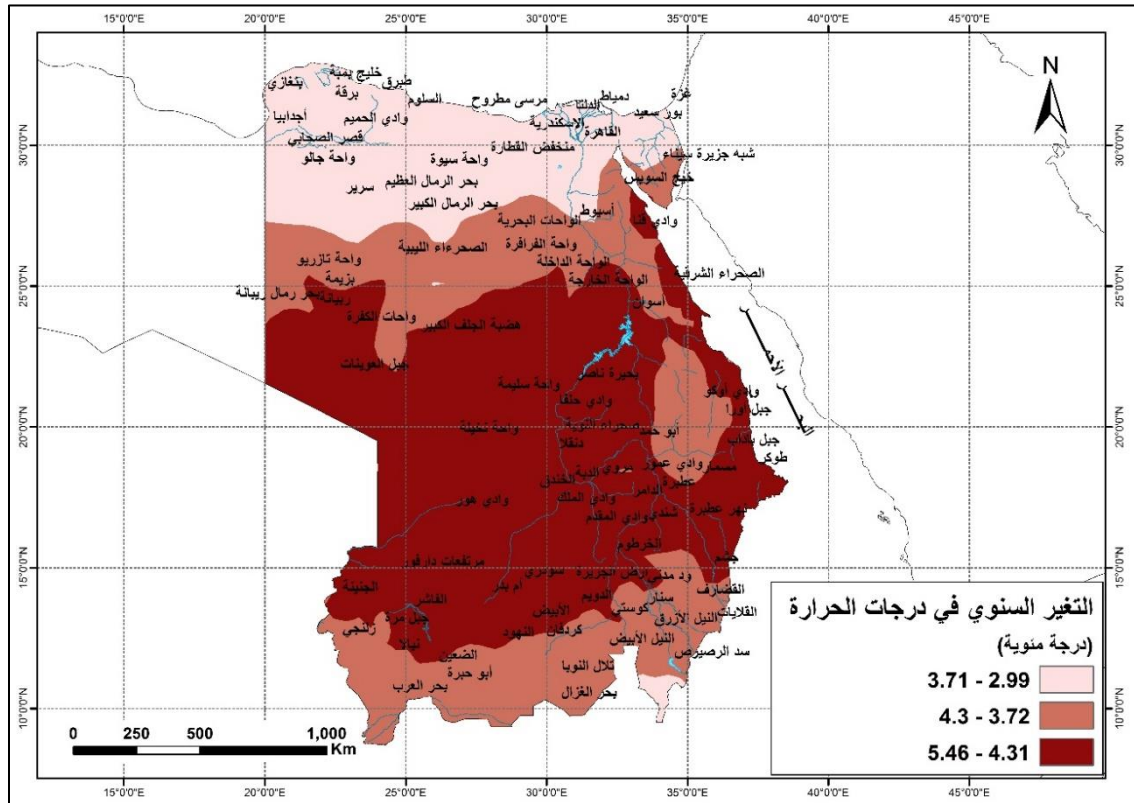
من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا من المنطقة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 5.46 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.99 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 4.18 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم شمال شرق إفريقيا على ثلاثة مجالات، (الشكل 26.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 2.99 درجة مئوية و 3.71 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من شبه جزيرة سيناء حتى خليج سرت، وبعمرق يصل حتى 500 كلم داخل القارة الإفريقية. أو يشمل ذلك كل المدن الساحلية المصرية، والمدن الساحلية الليبية حتى خليج سرت. كذلك تنتمي إلى هذا المجال المناطق الداخلية من مصر وليبيا (شبه جزيرة سيناء حتى القاهرة ودلتا النيل ومنخفض القطارة، وقصر الغرارة، وواحة سيوة، وبحر الرمال العظيم وواحة جالو وبرقة والجبل الأخضر وغيرها).

بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن والمساحات المنتمية للمجال المنخفض وفق السيناريو نفسه خلال فترة نهاية القرن أيضاً يُلاحظ أن التغيير يطرأ على الحدود الجنوبية لهذا المجال فتتراجع نحو الشمال بنحو 30 كم من الصحراء الكبرى و صحراء النوبة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 3.72 درجة مئوية و 4.30 درجة مئوية) في المنطقة الوسطى من مصر والمناطق الشرقية من السودان والمناطق الجنوبية من السودان.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 4.31 درجة مئوية و 5.46 درجة مئوية) في السودان على السواحل الغربية للبحر الأحمر، وكذلك في وسط السودان والمناطق الجنوبية الشرقية من السودان ووسطه وشماله والمناطق الشمالية الغربية منه والمناطق الجنوبية من مصر والمناطق الجنوبية الشرقية من ليبيا.



الشكل (26.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.

يبين الجدول (4.2) قيم مجالات التغير المختلفة في معدل درجة الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بها فيما يخص إقليم شمال إفريقيا، ويتضح أنه وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 ستكون قيم التغير والنسب المئوية متقاربة خلال فترتي منتصف ونهاية القرن أما وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 فستضاعف قيم الزيادة في معدلات درجات الحرارة السنوية وستكون النسب المئوية للمساحات المشغولة بالمجالات المختلفة متقاربة.

الجدول (4.2) مقارنة المساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق مجالات القيم المختلفة في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم شمال شرق إفريقيا.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						
	سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5			سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5			
	مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			
	الأعلى	المتوسط	المنخفض	الأعلى	المتوسط	المنخفض	
منتصف القرن 2065-2046	القيمة (درجة مئوية)	-2.33	-1.99	-1.60	-1.70	-1.43	-1.05
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	2.90	2.32	2.00	2.07	1.69	1.42
نهاية القرن 2100-2081	القيمة (درجة مئوية)	%49	%29	%22	51%	%28	%21
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	-4.31	-3.72	-2.99	-2.12	-1.83	-1.45
		5.46	4.30	3.71	2.63	2.11	1.82
		51	30	19	46	29	25

4-2-6-2 إقليم القرن الإفريقي :

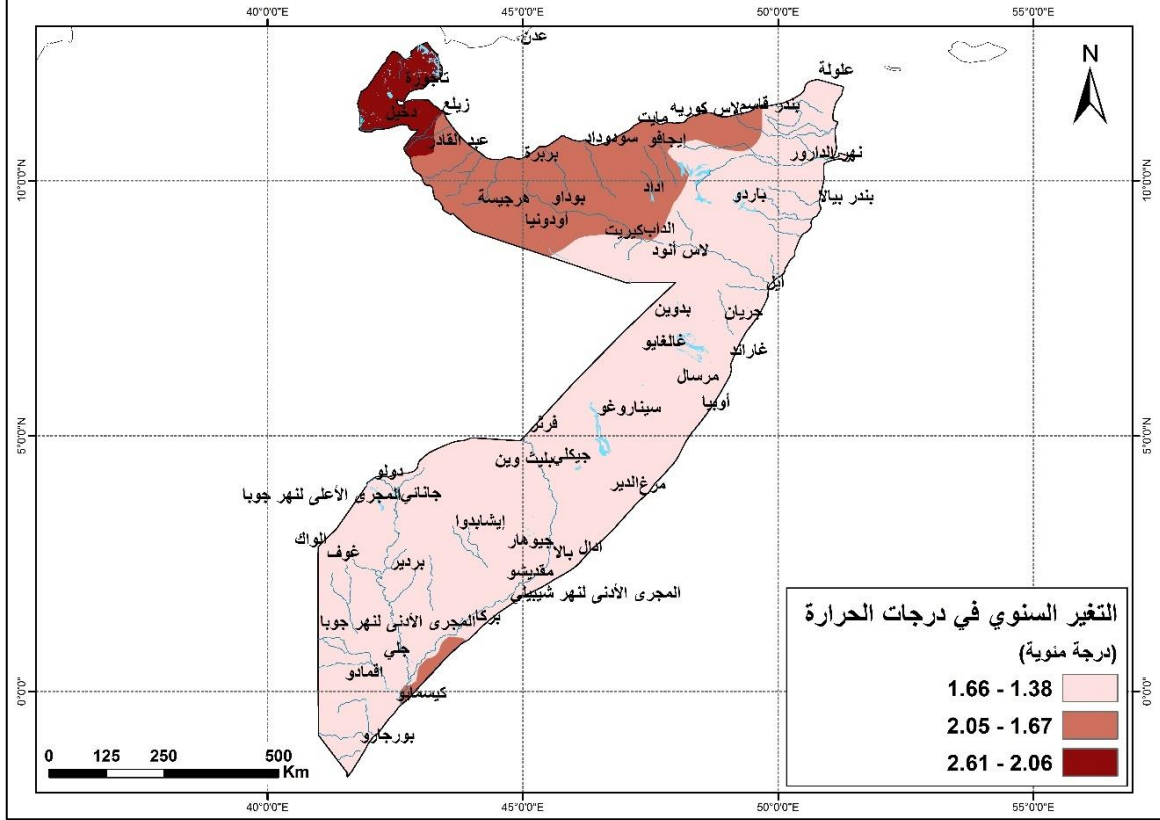
فترة منتصف القرن (2065-2046):

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في القرن الإفريقي في منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة 2.61 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة 1.38 درجة مئوية، ومتوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 1.59 درجة مئوية، أو بتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم القرن الإفريقي وفق هذا السيناريو على ثلاثة مجالات مبينة في الشكل (27.2)، يُلاحظ الآتي:

✓ المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.38 درجة مئوية إلى 1.66 درجة مئوية) في منتصف القرن هي مناطق كيريت والداب ولاس أنود وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير وجيوهار وادال وبالا ومقديشو وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي وإيشابدوا وتلال جوبا العليا والواك وغوف وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارو ورأس شيامبوني.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 1.67 درجة مئوية إلى 2.05 درجة مئوية) مناطق زيلع وبربرة وهرجيسة وأودونيا وبوداو ومايت وسوداد واداد وإجافو ولاس كوريه وبندر قاسم.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع في ارتفاع معدل درجة الحرارة (2.06 درجة مئوية إلى 2.61 درجة مئوية) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيبوتي و عبد القادر.



الشكل (27.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم القرن الإفريقي.

فترة نهاية القرن (2081-2100) :

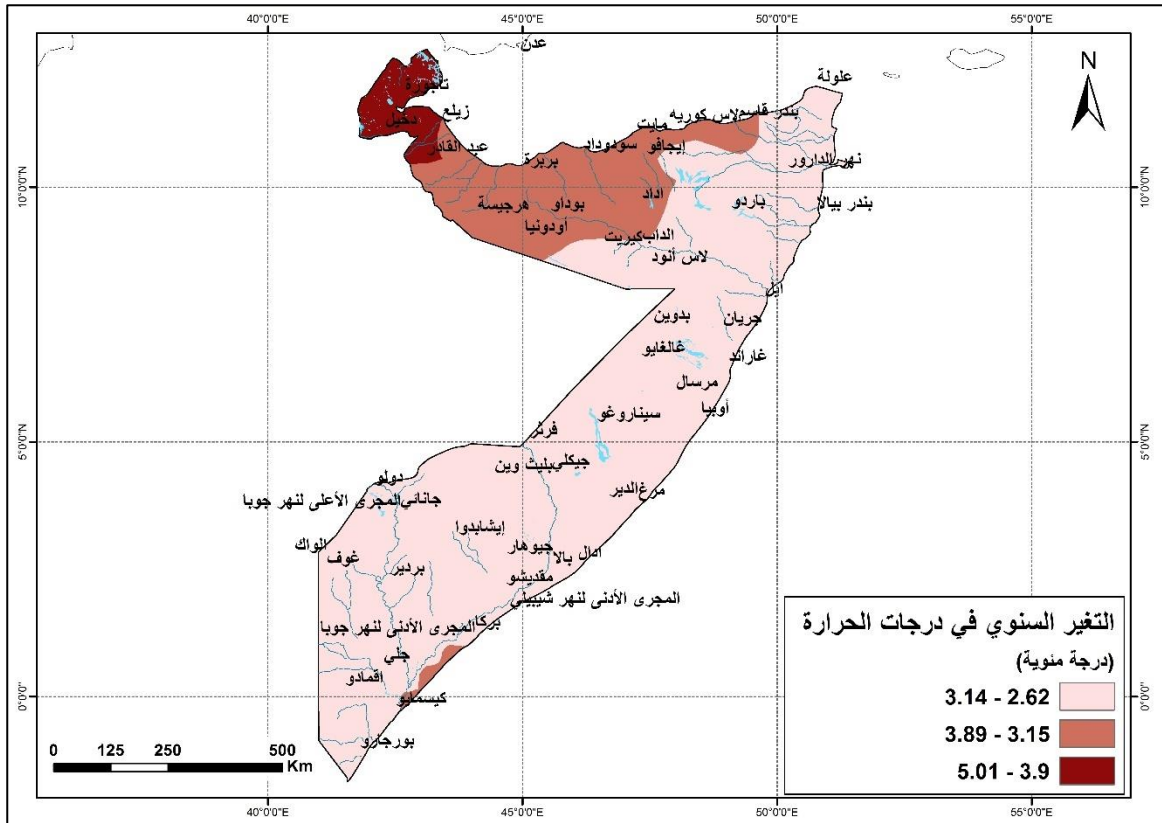
من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في القرن الإفريقي في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع درجة الحرارة 4.95 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع درجة الحرارة 2.9 درجة مئوية، ومتوسط ارتفاع درجة الحرارة في هذا الإقليم 3.82 درجة مئوية، أو بتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم القرن الإفريقي في نهاية القرن وفق هذا السيناريو على ثلاثة مجالات، (الشكل 2.28) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق هذا السيناريو في نهاية القرن (من 2.62 درجة مئوية إلى 3.14 درجة مئوية) في مناطق كيريت والداب ولاس أنود وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاران ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرتر وبليث وبن وجيكلي ومرغ والدير وجيوهار وادال وبال

ومقديشو وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي وإيشابدوا وتلال جوبا العليا والواك وغوف وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارورأس شيامبوني.

✓ تمتد المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 3.15 درجة مئوية إلى 3.89 درجة مئوية) مناطق زيلع وبربرة وهرجيسة وأودونيا وبوداو ومايت وسودوداد واداد وإيجافو ولاس كوريه وبندر قاسم.

✓ تشغل المناطق التي تنتمي إلى المجال الأعلى المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (من 3.90 درجة مئوية إلى 5.01 درجة مئوية) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيبوتي وعبد القادر.



الشكل (28.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم القرن الإفريقي.

يبين الجدول (5.2) قيم مجالات التغير المختلفة في معدل درجة الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بها فيما يخص إقليم القرن الإفريقي، ويتضح تقارب هذه القيم ونسب المساحات المشغولة بها وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وتضاعف هذه القيم تقريباً وتقارب نسب المساحات المشغولة بها وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5.

الجدول (5.2) مقارنة المساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق المجالات المختلفة لقيم التغير في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 والانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم القرن الإفريقي.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5			سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5			
	مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			
	المنخفض	المتوسط	الأعلى	المنخفض	المتوسط	الأعلى	
القرن منتصف 2050	القيمة (درجة مئوية)	1.18 - 0.96	1.47 - 1.19	1.90 - 1.48	1.66 - 1.38	2.05 - 1.67	2.61 - 2.06
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	78	18	4	76	20	4
القرن نهاية 2100	القيمة (درجة مئوية)	1.53 - 1.26	1.91 - 1.54	2.50 - 1.92	3.14 - 2.62	3.89 - 3.15	5.01 - 3.90
	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)	76	20	4	78	18	4

5-2-6-2 إقليم جبال الأطلس:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.63 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.45 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 2.10 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الأطلس على ثلاثة مجالات، الشكل (29.2) يُلاحظ الآتي:

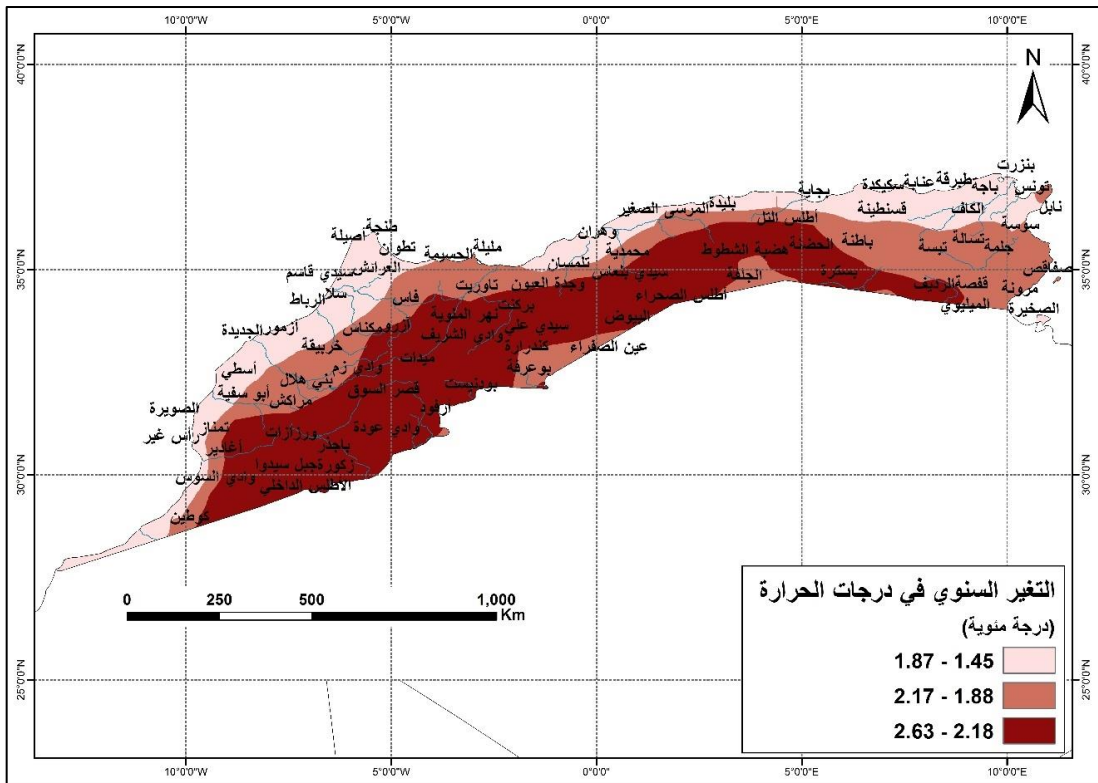
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.45 درجة مئوية و1.87 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط ففي تونس تنتمي لهذا المجال مناطق زغوان ونابل وخليج تونس وقرطاجنة وتونس ونهر المليان ووادي مجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس والكاف وفي الجزائر تنتمي لهذا المجال مناطق عنابة وسكيكدة وبجاية والعاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ووهران، أما في المغرب فتتنتمي لهذا المجال مناطق جزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي وكوطين ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور وسطات برشيد وسهول طاولة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.88 درجة مئوية و2.17 درجة مئوية) في المناطق الداخلية من تونس والجزائر والمغرب ويضم ذلك:

في تونس الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وفريسان والمحرس وصفاقص وجببانة وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقبروان والقصرين والمهدية والمكئين وسوسة والنفيضة وجملة والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني. وفي الجزائر تبسة وقسنطينة وبليدة ومحمدية وتلمسان وعين الصفرة وفي المغرب وجدة العيون ومليلة

ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت وعين الحسيمة والحسيمة وجبال الريف وفاس ومكناس ووادي السوس ومراكش وبنى هلال ونهر أم الربيع وخريقة ووادي زم.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 2.18 درجة مئوية و2.63 درجة مئوية) في قفصة والرديف والميليوي في تونس، أما في الجزائر فتضم وباطنة وبسكرة والحضنة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء وسيدي بلعاس والبيوض وجرادة ويضم هذا المجال كذلك في المغرب مناطق بركنت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة ونهر الملوية والأطلس الأوسط والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وجبل طوبقال وجبل تامدروست وزكورة وباجذر وورزازات والأطلس الأعلى وأزر ووميديات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.

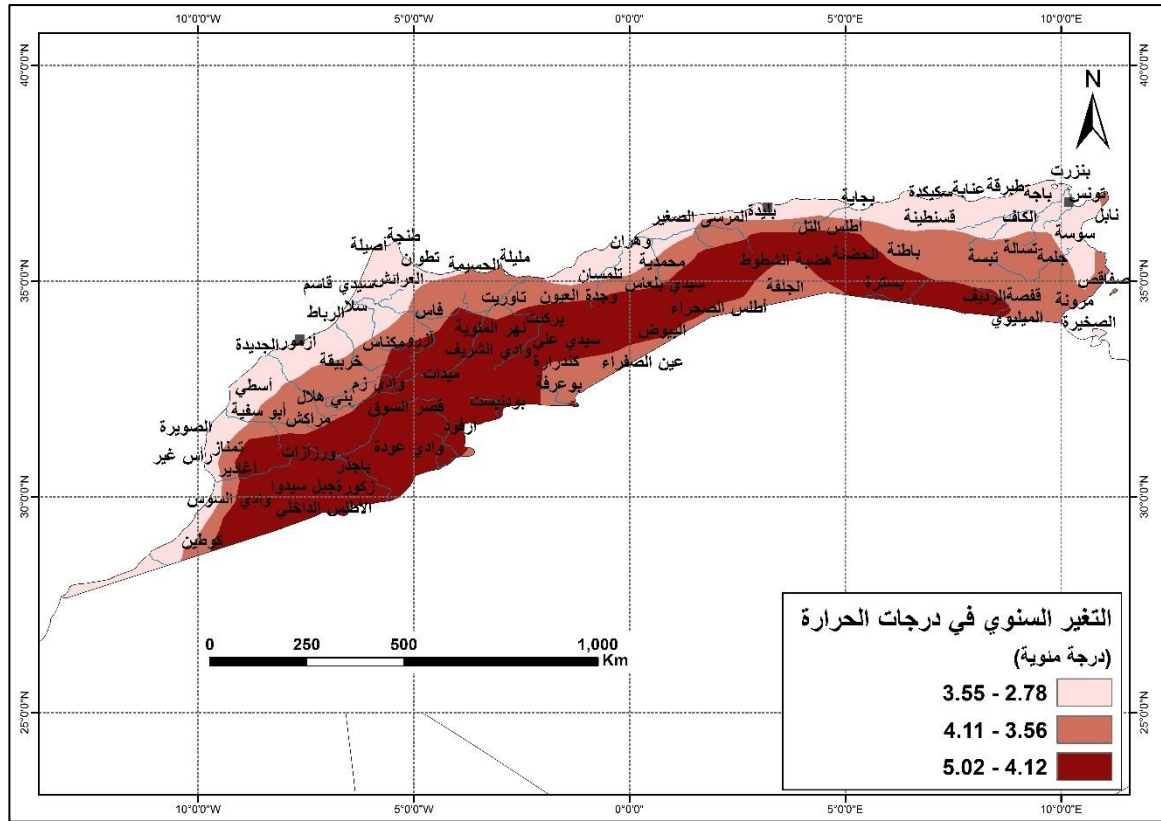


الشكل (29.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم جبال الاطلس.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الاطلس من المنطقة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 5.02 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.78 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 3.95 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم جبال الاطلس على ثلاثة مجالات (الشكل 30.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 2.78 درجة مئوية و3.55 درجة مئوية) مناطق سبخة سيدي هاني وسوسة والنفيضة وزغوان ونابل وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليون ووادي مجردة ومامو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس والكاف وعنابة وسكيدة وبجاية والعاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية ووهران وعين الحسيمة والحسيمة وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي وكوطين ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور وسطات برشيد.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 3.56 درجة مئوية و4.11 درجة مئوية) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وفريسان والمحرس وصفاقص وجببانية ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكنين ومنزل تميم وجملة وقلية ورأس الطيب والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني وتبسة وقسنطينة وبليدة والجلفة وتلمسان وعين الصفراء ووجدة العيون ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت وجبال الريف وفاس ومكناس ووادي السوس ومراكش وبني هلال ونهر أم الربيع وخربيقة وسهول طاولة ووادي زم.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة الحرارة (بين 4.12 درجة مئوية و5.02 درجة مئوية) مناطق قفصة والرديف والميلوي وباطنة وبسكرة والحضنة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء وسيدي بلعاس والبيوض وجرادة وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة ونهر الملوية والأطلس الأوسط والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وجبل طوبقال وجبل تامدروست وزكورة وباجذر وورزازات والأطلس الأعلى وأزرو وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.



الشكل (30.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم جبال الأطلس.

ويبين الجدول (6.2) قيم مجالات التغير في معدل درجة الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بها فيما يخص إقليم جبال الأطلس ويتضح أن هذا الإقليم سيزداد تأثره في فترة نهاية القرن مقارنة بفترة منتصف القرن وفق كلا السيناريوهين.

علماً أن زيادة معدل درجات الحرارة ستكون الضعف تقريباً وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، ستبلغ نحو ثلاثة أضعاف وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة، أما المساحات المشغولة بمجالات الزيادة، فمن المتوقع أن تكون متقاربة خلال منتصف القرن ونهاية القرن وفق السيناريوهين، فيما عدا المساحة المشغولة بالمجال الأعلى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة، فإنها ستزداد في نهاية القرن عما ستكون عليه في منتصف القرن.

الجدول (6.2) مقارنة المساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق مجالات القيم المختلفة في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم جبال الاطلس.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5			سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5		
	مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
	المنخفض	المتوسط	الأعلى	المنخفض	المتوسط	الأعلى
منتصف القرن 2065-2046	القيمة درجة مئوية					
	1.26-0.98	1.46-1.27	1.80-1.47	1.62-1.25	1.88-1.63	2.31-1.89
نهاية القرن 2100-2081	القيمة (درجة مئوية)					
	1.87-1.45	2.19-1.88	2.63-2.20	3.55-2.78	4.11-3.56	5.02-4.12
منتصف القرن 2065-2046	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	29	49	22	22	31	47
نهاية القرن 2100-2081	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	22	34	44	23	33	43

6-2-6-2 إقليم الصحراء الكبرى:

فترة منتصف القرن (2065-2046)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى من المنطقة العربية حتى منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 2.80 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 1.66 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 2.23 درجة مئوية، وبتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى على ثلاثة مجالات كما (الشكل 31.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 1.66 درجة مئوية و2.09 درجة مئوية) على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من البريقة والعقيلة ورأس لانوف وسدرة وسرت ومبروك حتى واحة الجفرة ووادي الكبير ووادي شباريم والفقهاء ومصراته وزليطين وطرابلس وترهونة ووادي زمزم والزننتان وغدامس وصحراء الحمادة الحمراء وجبل السوداء وواحة فزان وبن قردان وبومدين وجبل الطاهر والجنابن وتيارات والدويرات ومطماطة وقابس وصبرين، أما في الجزائر فتتقلص المساحة المنتمية لهذا المجال، لتتحصر في الصحارى الواقعة شرق الجزائر على الحدود مع ليبيا.

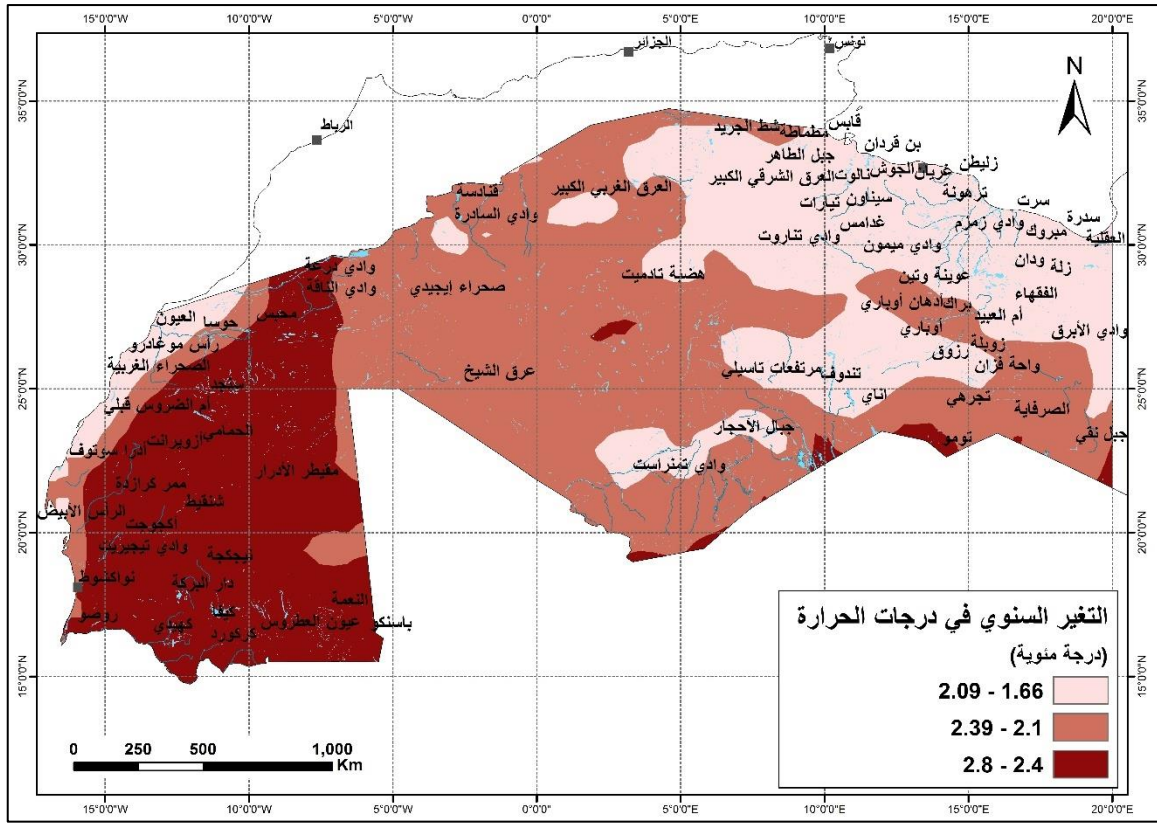
بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن مع المساحات المنتمية للمجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5

خلال فترة منتصف القرن أيضاً يُلاحظ أن هذه المساحات تنقلص كثيراً لتتنمي إلى المجال المتوسط إلا أن التغير يكون طفيفاً على مجالات قيم التغير، فتكون أقل قيمة للتغير 1.60 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتبلغ 1.44 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وكذلك بالنسبة للقيمة الأعلى للتغير، فتكون 1.85 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتبلغ 2.09 درجة مئوية بالنسبة لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة (بين 2.10 درجة مئوية و2.39 درجة مئوية) في المناطق الجنوبية من ليبيا أي مناطق أم العبيد ووادي الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وجبل نقي وتجريهي ومدروسة والقطرون والأحال وبراك وعوينة وتين ومعظم المساحات الصحراوية من الجزائر أي مناطق شط الجريد والعرق الغربي الكبير وهضبة تادميت وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي وجبل عنتر وقنادسة وحماة تونسين وحماة دي درا وفي تونس شط الفجاج، كما تنتمي لهذا المجال مساحة محدودة من موريتانيا هي مناطق الساقية الحمراء وحوسة والرأس الأبيض قرب المحيط الأطلسي.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة (بين 2.40 درجة مئوية و2.80 درجة مئوية) في موريتانيا، وتغطي معظم مساحتها الجغرافية، وتشمل مناطق وادي درعة وأدرار سوتوف ومحبس وبيرام قرن وسنجد وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي والحمامي وأزويرانت وممر كرازة ومقيطر الأدرار وشنقيط وتيجكجة وباسنكو والنعمة وعيون العطروس وكيفا وكركوردي وكهيدي ودار البركة وأكجوجت ووادي تيجيريت وبيديرا وروصو وأدرا سوتوف ووادي الناقة ووادي الما.

بمقارنة المساحات التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن والمساحات المنتمية للمجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن أيضاً يُلاحظ أن هذه المساحات متقاربة على الخريطة وكذلك تكون قيم المجال متقاربة خلال الفترتين.



الشكل (31.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في منتصف القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم الصحراء الكبرى.

فترة نهاية القرن (2100-2081)

من المتوقع أن يرتفع معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى من المنطقة العربية في نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وتكون أعلى قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 5.21 درجة مئوية، وأقل قيمة لارتفاع معدل درجة الحرارة 3.08 درجة مئوية، ويكون متوسط ارتفاع معدل درجة الحرارة 4.22 درجة مئوية، وتوزيع خريطة التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في إقليم الصحراء الكبرى على ثلاثة مجالات، (الشكل 32.2) يلاحظ الآتي:

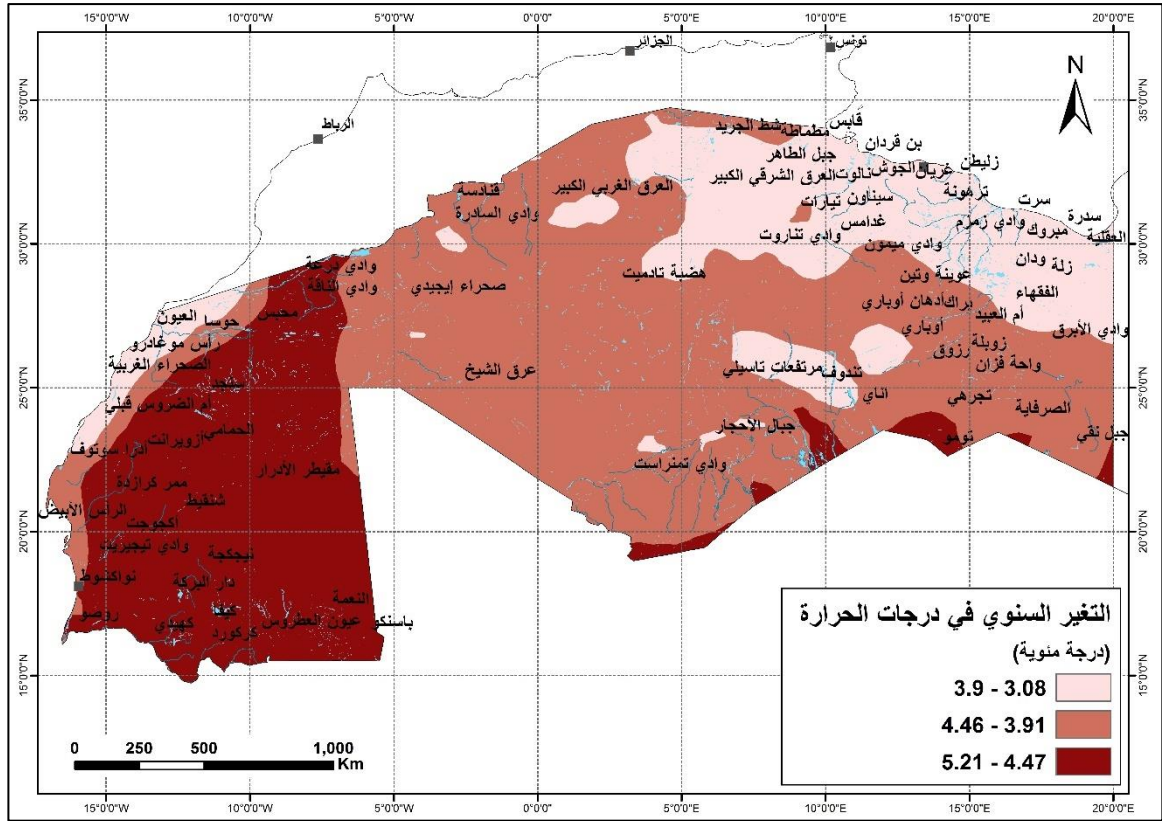
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة بين 3.08 درجة مئوية و3.90 درجة مئوية، على السواحل الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط الممتدة من خليج سرت حتى خليج قابس، ويشمل ذلك المساحات الشمالية الشرقية من ليبيا أي مناطق البريقة والعقلية ورأس لانوف وسدرة ومرسى العريجة وسرت وسبخة تادوغا ومصراثة وزليطن والخمس والزاوية والعجيلات وسيدي سعيد والنوفلية ومبروك وزلة وواحة الجفرة وودان وبئر الوشلة ووادي الكبير والفقهاء ووادي تامغيت ووادي بي الكبير ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة والقرية الشرقية ووادي تاروت وغدامس ووادي ميمون وسيناون والزنتان ونالوت والجوش وغريان وتندوف، كما تنتمي لهذا المجال المناطق الجنوبية من تونس أي مناطق بن قردان والمشهد والذهيبات وتيارات والجناين وفم

تطادين وجبل الطاهر وهضاب مطماطة ومطماطة وقابس وشط الفجاج، أما المساحات التي تنتمي للمجال المتوسط من إقليم الصحراء الكبرى في الجزائر فهي العرق الشرقي الكبير ومن موريتانيا مناطق الصحراء الغربية وعلى سواحل المحيط الأطلسي مناطق رأس موغادرو والعيون.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط المتوقع فيه ارتفاع معدل درجة الحرارة بين 3.91 درجة مئوية و4.46 درجة مئوية، في جنوب ليبيا، أي مناطق وادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود وأم العبيد وبحر رمال ريبانة ووادي الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقيوتجرهي ومدروسة والقطرون وزوبلة والأحال ورزوق واناوي وبراك وأدهان أو باري وعوينة وتين، كما تنتمي لهذا المجال المساحة الكبرى من الجزائر وخصوصاً المساحات الصحراوية مناطق شط الجريد والعرق الغربي الكبير وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي ووادي تمنراست وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي وجبل عنتر ووادي السادرة وقنادسة وحمادة توناسين وحمادة دي درا، ومن موريتانيا تنتمي لهذا المجال مناطق الرأس الأبيض والساقية الحمراء وحوسا ونهر امشا ونواكشوط على المحيط الأطلسي.

بمقارنة المساحات المنتمية للمجال المتوسط وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة وسيناريو الانبعاثات المرتفعة يتضح أن مساحات شاسعة من الصحراء الكبرى كانت تنتمي إلى المجال المنخفض وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة أصبحت تنتمي إلى المجال المتوسط وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه ارتفاع درجة حرارة بين 4.47 درجة مئوية و5.21 درجة مئوية، في موريتانيا.



الشكل (32.2) التغيرات المتوقعة على معدل درجة الحرارة في نهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم الصحراء الكبرى.

يبين الجدول (7.2) قيم مجالات التغير المختلفة في معدل درجات الحرارة السنوية والنسب المئوية للمساحات المشغولة بها فيما يخص إقليم الصحراء الكبرى، ويتضح من الجدول أن قيم التغير ستكون متقاربة خلال فترتي منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، أما النسب المئوية للمساحات المشغولة بهذه المجالات فستختلف في نهاية القرن عما ستكون عليه في منتصف القرن وفق هذا السيناريو، أما وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة فستضاعف تقريباً قيم التغير في نهاية القرن عما ستكون عليه في منتصف القرن، وستبقى النسب المئوية للمساحات المشغولة بالمجالات متقاربة.

الجدول (7.2) مقارنة المساحات التي يتوقع أن يرتفع فيها معدل درجة الحرارة وفق مجالات القيم المختلفة في منتصف ونهاية القرن وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة، وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في إقليم الصحراء الكبرى.

الفترة	سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5					
	سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5			سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5		
	مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
	الأعلى	المتوسط	المنخفض	الأعلى	المتوسط	المنخفض
منتصف القرن 2065-2046	القيمة (درجة مئوية)					
	-2.40	-2.10	-1.67	-1.66	-1.44	-1.00
نهاية القرن 2100-2081	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	2.80	2.39	2.09	1.98	1.66	1.43
منتصف القرن 2065-2046	القيمة (درجة مئوية)					
	25	46	29	18	26	56
نهاية القرن 2100-2081	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	-4.47	-3.91	-3.08	-2.11	-1.86	-1.44
نهاية القرن 2100-2081	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	5.21	4.46	3.90	2.55	2.10	1.85
نهاية القرن 2100-2081	النسبة المئوية للمساحة المشغولة بالمجال (%)					
	27	52	21	26	39	35

ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في درجات الحرارة

دلّت نتائج النماذج المناخية بشكل عام على ارتفاع متوقع في درجات الحرارة في كامل المنطقة العربية.

في أفضل تقدير، ومع إتباع نظم جيدة للتخفيف من الانبعاثات الغازية وفقاً للسيناريو المتوسط RCP 4.5، من المتوقع أن تبلغ الزيادة في درجة الحرارة 1.48 درجة مئوية في فترة منتصف القرن (2046-2065)، وفي حدود 1.90 درجة مئوية مع نهاية هذا القرن (2081-2100). في أسوأ السيناريوهات التي لا تتخذ فيها تدابير وإجراءات أكثر مما هو جارٍ حالياً لتقليل الانبعاثات الغازية، من المتوقع أن يصل ارتفاع درجة الحرارة 2.15 درجة مئوية خلال فترة منتصف القرن، و4.03 درجة مئوية مع نهايته.

أكثر المناطق تأثراً بارتفاع درجات الحرارة هي إقليم شمال شرق إفريقيا، حيث إنه من المتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى زيادة درجات الحرارة فيها بمقدار 2.07 درجة مئوية، و2.63 درجة مئوية في فترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي من أجل سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسط RCP 4.5، كما أنه من المتوقع وفقاً للنماذج المناخية أن ترتفع درجات الحرارة فيها بمقدار 2.90 درجة مئوية، و5.46 درجة مئوية في فترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي، من أجل سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفع RCP 8.5.

يمكن توضيح الزيادة في درجات الحرارة في أهم المناطق كما يأتي:

التغيرات المتوقعة في درجات الحرارة (درجة مئوية)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+4.95.+2.90]	[+2.58.+1.52]	[+2.47.+1.40]	[+1.88.+1.08]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+4.99.+2.67]	[+2.77.+1.38]	[+2.49.+1.27]	[+1.96.+0.99]	إقليم المشرق العربي
[+5.46.+2.99]	[+2.90.+1.60]	[+2.63.+1.45]	[+2.07.+1.05]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+5.01.+2.62]	[+2.61.+1.38]	[+2.50.+1.26]	[+1.90.+0.96]	إقليم القرن الإفريقي
[+5.02.+2.78]	[+2.63.+1.45]	[+2.31.+1.25]	[+1.80.+0.98]	إقليم جبال الأطلس
[+5.21.+3.08]	[+2.80.+1.66]	[+2.55.+1.44]	[+1.98.+1.00]	إقليم الصحراء الكبرى

7-2 التغير المتوقع في الهطول المطري

حددت التغيرات المتوقعة في متوسط الهطول السنوي على كامل المجال العربي لكل من سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5، وسيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP 8.5.

1-7-2 التغيرات المتوقعة في الهطول المطري وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5

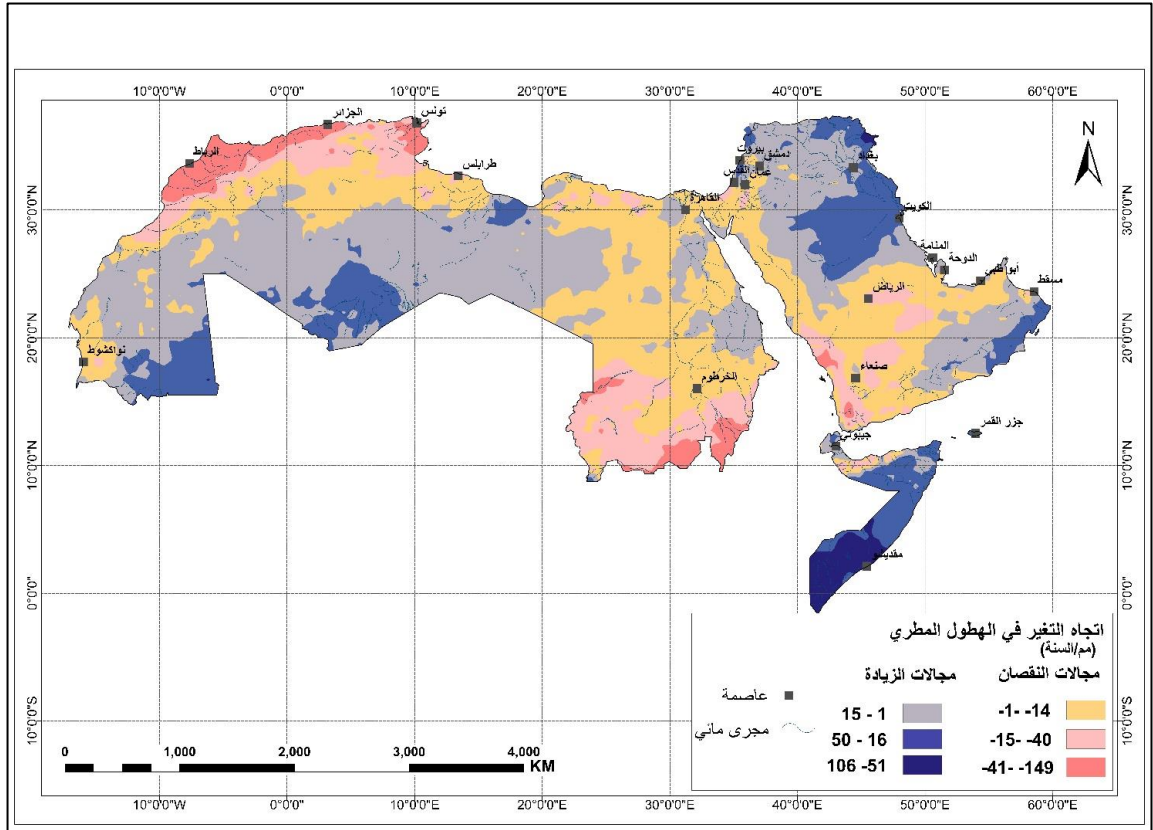
يبين الشكلان (33.2) أو (34.2) التغيرات المتوقعة على معدلات الهطول المطري في المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترتي منتصف القرن (2046 - 2065)، وبنهاية القرن (2081 - 2100) مقارنةً مع فترة الأساس 1986-2005، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الهطول المطري السنوية خلال فترة منتصف القرن، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين +1 مم/السنة، و+106 مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الهطول المطري نحو 53% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك في إقليم المشرق العربي، الأردن، ولبنان، وسورية، والعراق، في إقليم المشرق العربي، ويشمل كذلك شمال شرق شبه الجزيرة العربية، وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية أي عُمان بسواحلها ومناطقها الداخلية، وكذلك من المتوقع زيادة الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي، وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

كما يتوقع نقصان معدلات الهطول المطري السنوية على مساحات واسعة أيضاً في المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن، إذ يُراوح المدى الكلي للنقصان بين 1- ملم/السنة و-149 ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بنقصان الهطول المطري نحو 47% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم غرب شبه الجزيرة العربية، والمساحات الداخلية منه، أي مناطق صحراء الربع الخالي وجبال عسير واليمن، وكذلك إقليم جبال الأطلس وشمال غرب ليبيا وجنوب غرب موريتانيا.

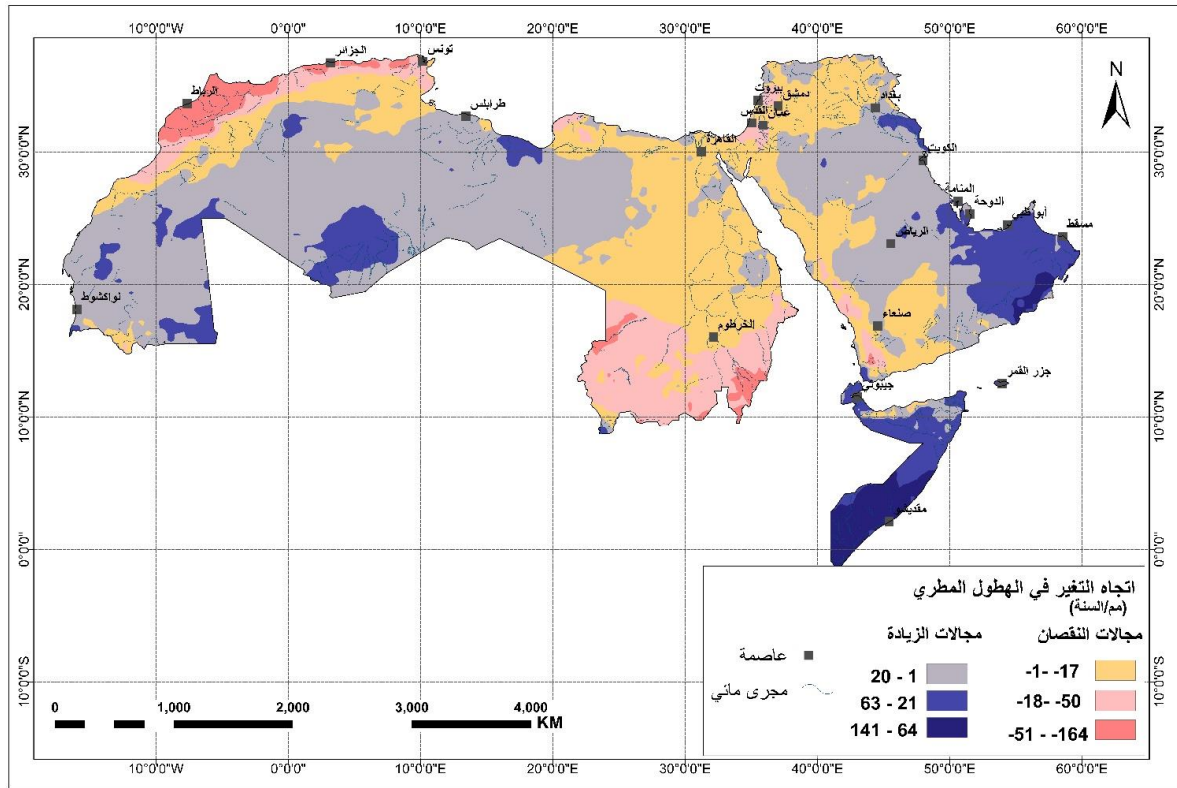
كما أن التغيرات المتوقعة على معدلات الهطول المطري في المنطقة العربية، وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن، تتوزع بين الزيادة والنقصان، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الهطول المطري السنوية، إذ يُراوح المدى الكلي للزيادة بين +1 مم/السنة، و+141 مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الهطول المطري نحو 59% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، وتشمل المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، أي بادية الشام والحمام، وكذلك شمال شرق شبه الجزيرة العربية، وجنوب شرقها أي عُمان بسواحلها ومناطقها الداخلية، وكذلك من المتوقع زيادة الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي، وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

من جهة ثانية، يتوقع نقصان معدلات الهطول المطري السنوية على مساحات واسعة أيضاً في المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن، إذ

يتراوح المدى الكلي للنقصان بين 1 - ملم/السنة و 164 - ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بنقصان الهطول المطري نحو 41% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم غرب شبه الجزيرة العربية، والمساحات الداخلية منه، أي مناطق صحراء الربع الخالي وجبال عسير وجبال اليمن، وشمال شرق إفريقيا، وكذلك إقليم جبال الأطلس وشمال غرب ليبيا وجنوب غرب موريتانيا



الشكل (33.2) مجالات التغير المتوقع في متوسط الهطول السنوي خلال فترة منتصف القرن (2046 - 2065) مقارنةً مع فترة الأساس (1986 - 2005) وفقاً للسيناريو RCP 4.5



الشكل (34.2) مجالات التغير المتوقع في متوسط الهطول السنوي خلال فترة نهاية القرن (2081-2100) مقارنة مع فترة الأساس (1986 – 2005) وفقاً للسيناريو RCP 4.5

يبين الشكلان (33.2) أو (34.2) توزيع كل من المدى الكلي للزيادة والنقصان على ثلاثة مجالات وفق تصنيف الفواصل الطبيعية لجنكز.

فترة منتصف القرن (2046-2065):

مجالات الزيادة: يمكن تمييز ثلاث مجالات لزيادة الهطولات المطرية موزعه كالاتي:

- مجال الزيادة المنخفضة (بين 1 ملم/السنة و15 ملم/السنة) ينتشر على 73% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري، ويشمل ذلك إقليم المشرق العربي باستثناء مساحات أقصى شمال شرق العراق والمساحات الداخلية لعمان، وأجزاء من إقليم شمال شرق إفريقيا، ومساحات واسعة من إقليم الصحراء الكبرى.
- مجال الزيادة المتوسطة (بين 16 ملم/السنة و50 ملم/السنة) وتنتشر على 24% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري ويشمل ذلك أقصى جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، أي سواحل عُمان، وكذلك الأجزاء الداخلية من شمال شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وأقصى شمال شرق العراق، والأجزاء الشمالية لإقليم القرن

الإفريقي، ومناطق جنوب شرق الجزائر، أي مرتفعات الأهقار، وجنوب شرق موريتانيا.

- المساحة المتبقية من مساحة زيادة الهطول المطري أي 3% فتنتهي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه زيادة الهطول المطري الذي يراوح بين 51 ملم/السنة، و106 ملم/السنة، وتتركز في مناطق في أقصى شمال شرق العراق في إقليم المشرق العربي وأقصى جنوب الصومال في إقليم القرن الإفريقي.

مجالات النقصان : يمكن تمييز ثلاث مجالات لنقصان الهطولات المطرية موزعه كالاتي:

- المجال المنخفض للنقصان (بين 1- ملم/السنة و14- ملم/السنة)، يغطي 66% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري ويشمل شمال غرب إقليم شبه الجزيرة العربية، أي جبال الحجاز ومدين، وكذلك صحراء الربع الخالي والأجزاء الشرقية من اليمن، وكذلك شبه جزيرة سيناء، ومساحات واسعة من إقليم شمال شرق إفريقيا، أي شمال السودان، والأجزاء الداخلية من إقليم جبال الأطلس أي السفوح الشرقية لهذه الجبال.
- المجال المتوسط للنقصان (بين 15- ملم/السنة، و40- ملم/السنة)، يغطي 24% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري، ويشمل ذلك جبال اليمن وعسير من إقليم شبه الجزيرة العربية، وبعض المساحات الداخلية في صحراء الربع الخالي، ومساحات من جنوب السودان وقمم جبال الأطلس، وجنوب غرب موريتانيا.
- أما المساحة المتبقية من مساحة نقصان الهطول المطري أي 9%، فتنتهي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 41- ملم/السنة و149- ملم/السنة)، وتتركز هذه المناطق في قمم جبال عسير وأقصى جنوب السودان والسفوح الشمالية الغربية لجبال الأطلس، وبعض المساحات الداخلية من تونس.

-فترة نهاية القرن (2081-2100):

مجالات الزيادة:

- المجال المنخفض للزيادة بين 1+ ملم/السنة و20 ملم/السنة ويغطي 78% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.
- المجال المتوسط للزيادة بين 21 ملم/السنة و63 ملم/السنة ويغطي 18% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.
- المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري بين 64 ملم/السنة، و141 ملم/السنة، ويغطي 4% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.

مجالات النقصان:

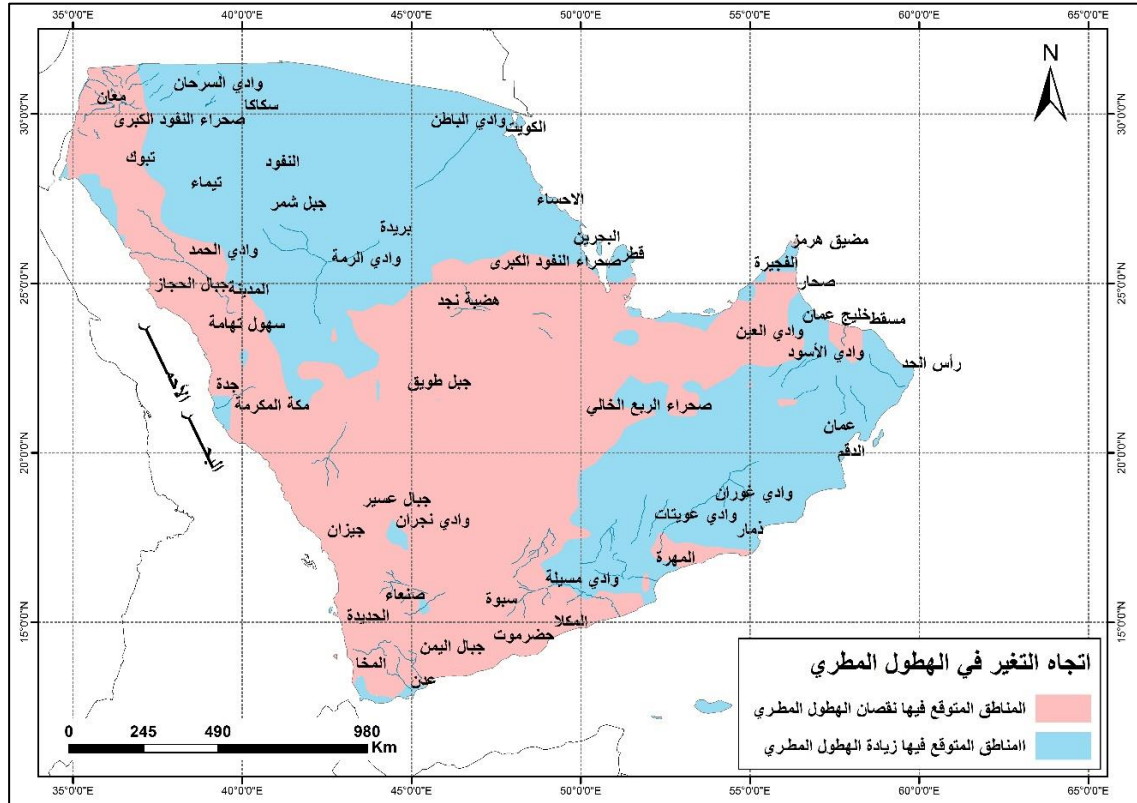
- مجال النقصان المنخفض (بين 1- ملم/السنة و17- ملم/السنة) وسيغطي 66% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري،
- مجال النقصان المتوسط (بين 18- ملم/السنة، و50- ملم/السنة) وسيغطي 24% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري،

- أما المساحة المتبقية من مساحة نقصان الهطول المطري أي 9%، فننتهي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري الذي يراوح بين 51- ملم/السنة و164- ملم/السنة. وفيما يلي التغيرات المتوقعة على الهطولات المطرية مفصلةً في كل إقليم جغرافي على حدة:

1-1-7-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:

فترة منتصف القرن (2046- 2065)

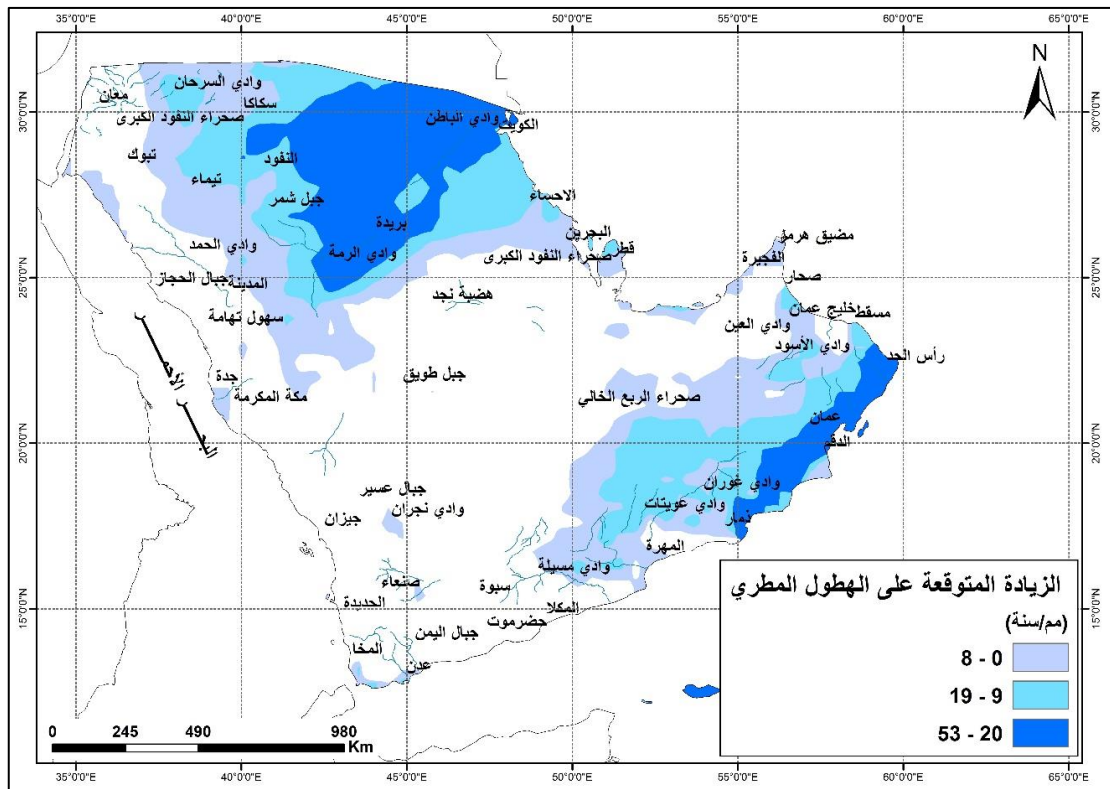
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (35.2)، حيث إن 48% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك شمال شرق شبه الجزيرة العربية وسواحل الخليج العربي وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية وسواحل بحر العرب، وأن 52% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية ويشمل ذلك جبال الحجاز وعسير وسفوحها المطلة على البحر الأحمر، والأجزاء المركزية من شبه الجزيرة العربية.



الشكل (35.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 36.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق سكاكا وتيماء ووادي نجران وذيمار والمهرة والجبل الأخضر وخليج عُمان ومضيق هرمز وقطر و عدن وجدة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 9 ملم/السنة و 19 ملم/السنة) مناطق وادي لسرحان و صحراء النفود الكبرى وجبل شمر والبحرين والأحساء أو وادي غوران ووادي عوينات ومسقط وصحار.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 20 ملم/السنة و 53 ملم/السنة) مناطق الكويت ووادي الباطن وبريدة ووادي الرمة وعمان ورأس الحد والدقم.

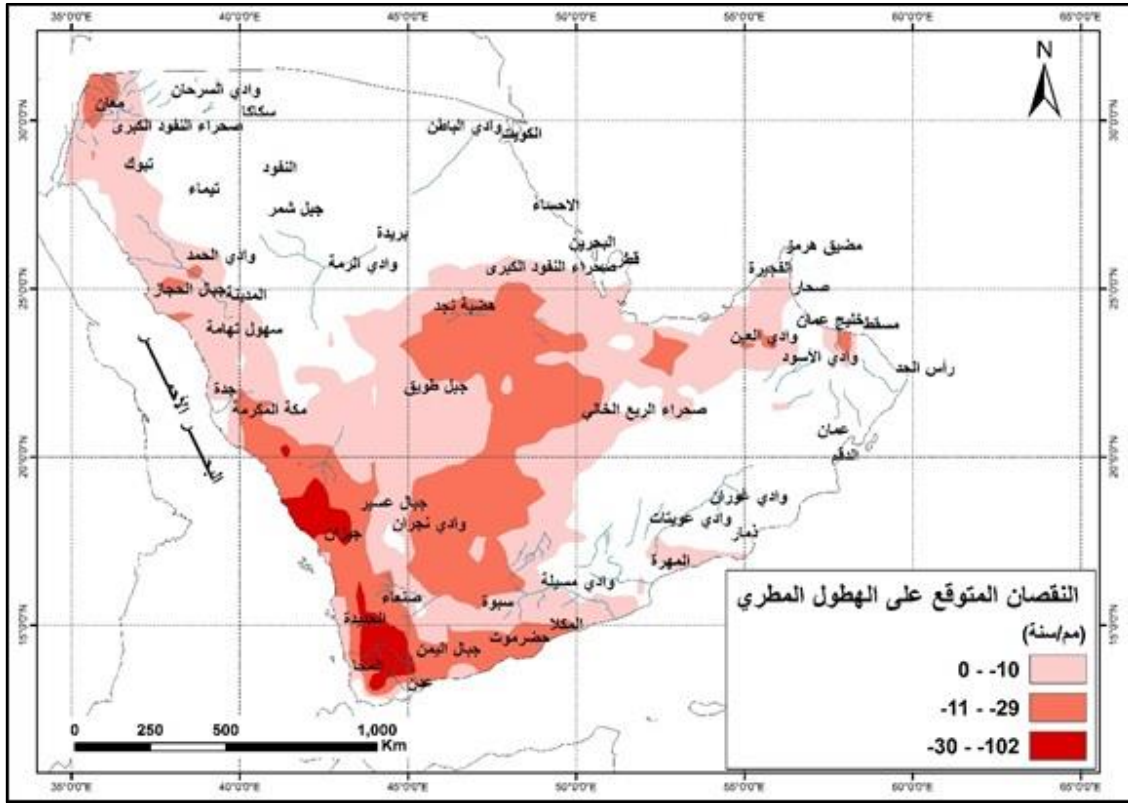


الشكل (36.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks)، (الشكل 37.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) في معان وتبوك وسكاكا والنفود ووادي الحمد وتيماء وخليج العقبة و صحراء النفود الكبرى وجبال الحجاز وجبال عسير وسهول تهامة و صحراء النفود الكبرى و صحراء الربع الخالي وهضبة نجد وجبل طويق وجبال اليمن وحضرموت ووادي مسيلة و قطر والبحرين والأحساء والحديدة وصنعاء وجيزان وشبوة ومساحة من المكلا وصحار والمدينة ومكة.

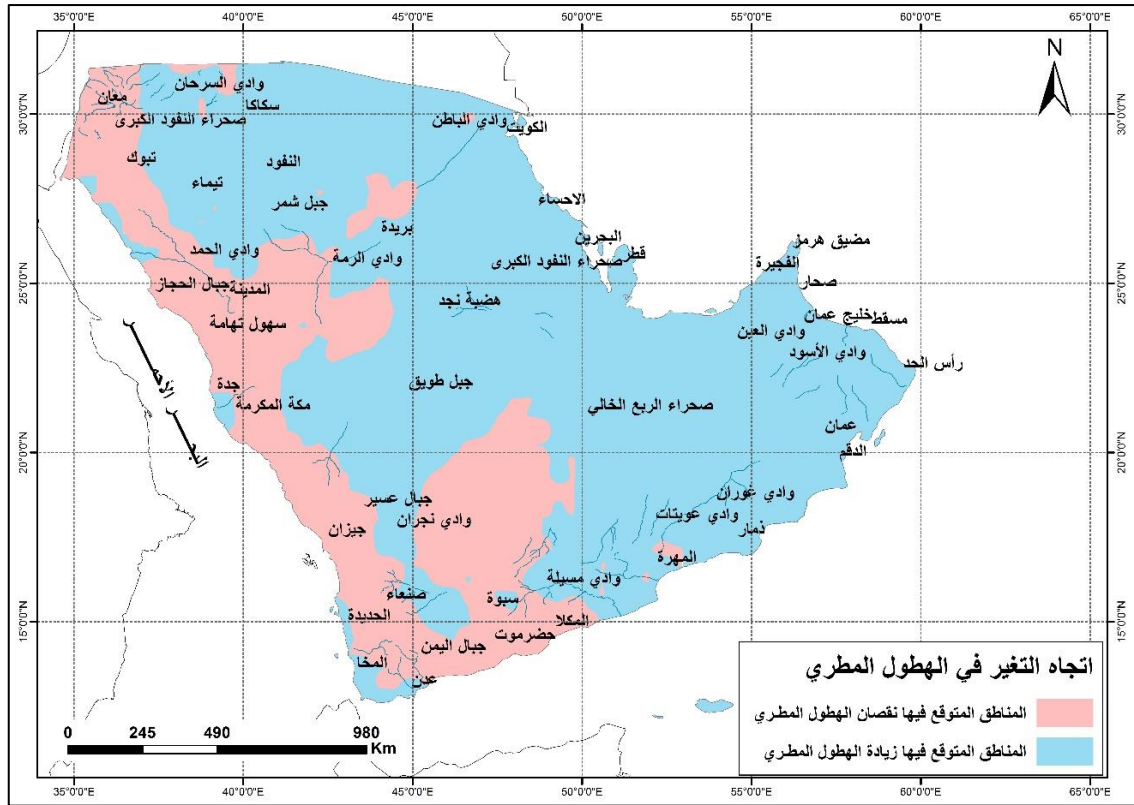
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 11 ملم / السنة و 29 ملم / السنة) في معان عسير وهضبة نجد وحضرموت وصنعاء وجيزان ومساحة من المكلا.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 30 ملم/السنة و 102ملم/ السنة) في جبال اليمن وشمال جيزان.



الشكل (37.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن .

فترة نهاية القرن (2010-2100)

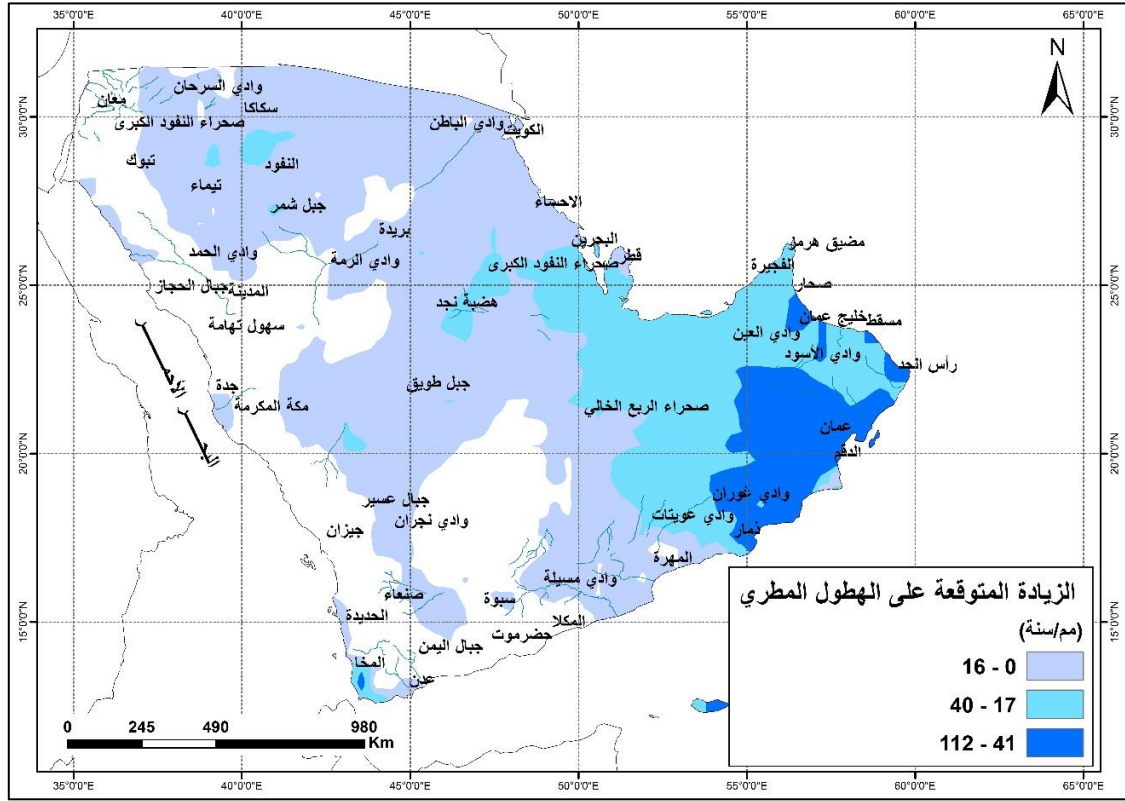
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في شبه الجزيرة العربية خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (38.2)، حيث إن 71% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك مساحة النصف الشرقي من إقليم شبه الجزيرة العربية بما في ذلك سواحل الخليج العربي وخليج عمان، وبحر العرب، وأن 29% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك جنوب غرب إقليم شبه الجزيرة العربية وجبال عسير وجبال الحجاز وسواحل البحر الأحمر.



الشكل (38.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، (الشكل 39.2) يتبين الآتي:

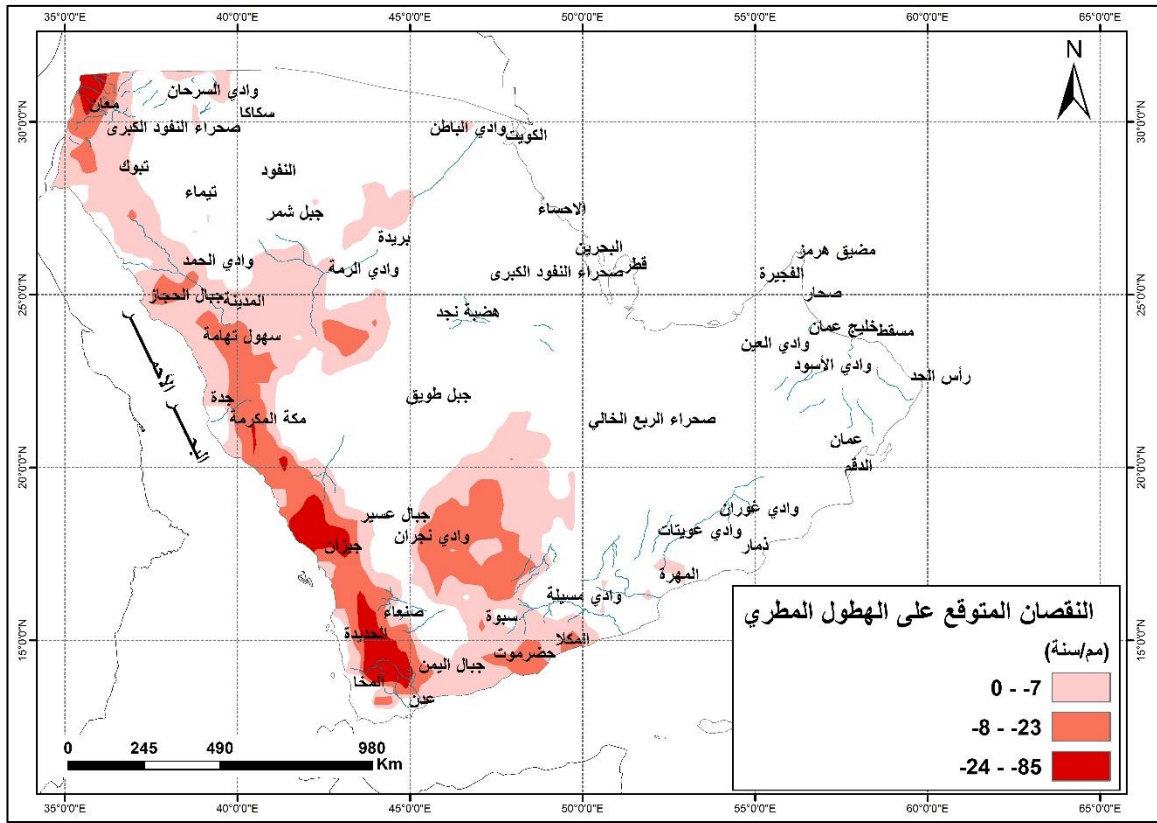
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 16 ملم/السنة) مناطق سكاكا ووادي السرحان والكويت ووادي الباطن وبريدة والنفود وتيماء وصحراء النفود الكبرى وجبل شمر ووادي نجران وصحراء الربع الخالي وهضبة نجد ووادي الرمة وجبل طويق ووادي السيلة والمهرة والأحساء وعدن والحديدة وجدة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 17ملم/السنة و40 ملم/السنة) مناطق زمار ومضيق هرمز وقطر والبحرين والمخا ووادي غوران ووادي الأسود ووادي العين.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 41 ملم/السنة و112 ملم/السنة) مناطق عمان ورأس الحد والجبل الأخضر وخليج عمان ووادي العوينات والدقم ومسقط وصحار.



الشكل (39.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الإنبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (40.2) يتبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 7- ملم/السنة) مناطق تبوك، ووادي الحمد، وجبال الحجاز، وجبال عسير، وسهول تهامة، وشبوة، والمكلا، والمدينة، ومكة المكرمة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 8- ملم/السنة و 23- ملم/السنة) مناطق معان، وخليج العقبة، وجبال اليمن، وحضرموت، وصنعاء، وجيزان.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 24- ملم/السنة و 85- ملم/السنة) مناطق جبال اليمن، وشمال جيزان.

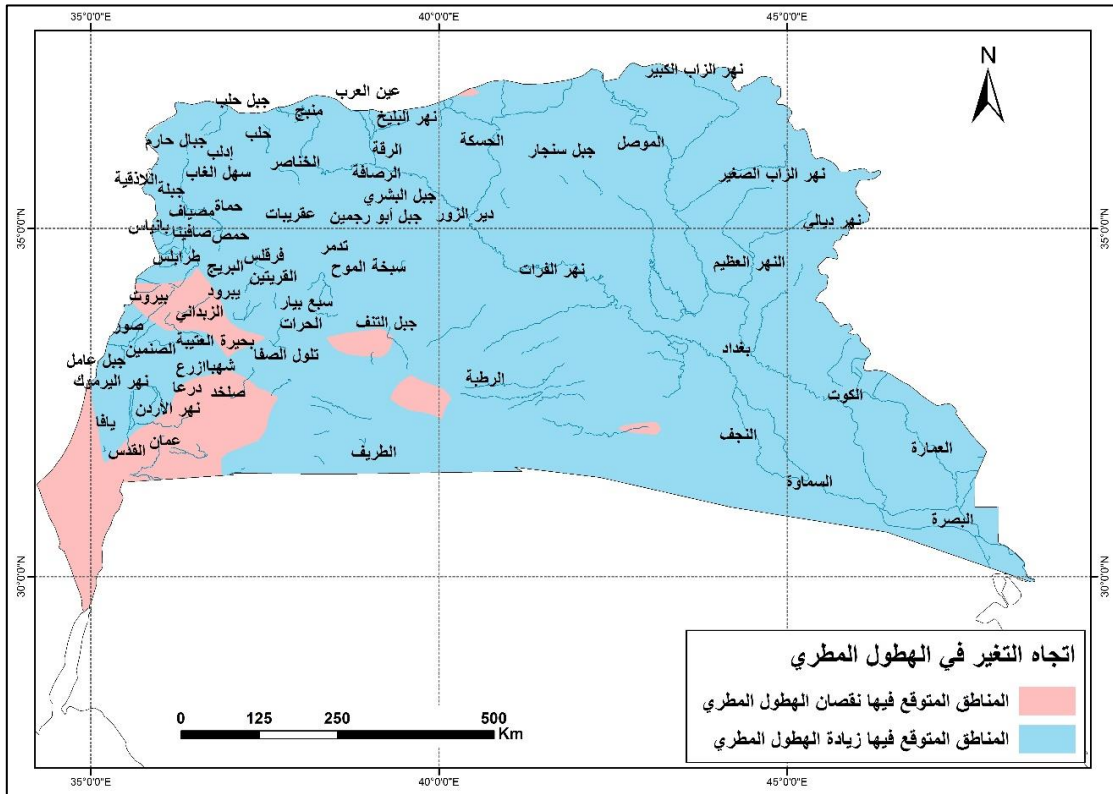


الشكل (40.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

2-1-7-2 إقليم المشرق العربي:

فترة منتصف القرن (2065 - 2046)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم المشرق العربي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان (الشكل 41.2)، حيث إن 93% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك مساحة العراق كاملاً ومعظم مساحة سورية وجزءاً من مساحة الأردن، وأن 7% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك أجزاء من سلسلة جبال لبنان الشرقية في سورية، والأجزاء الشمالية من سلسلة جبال لبنان الغربية في لبنان، وكذلك منطقة جبل العرب في سورية والأجزاء الوسطى من الأردن.



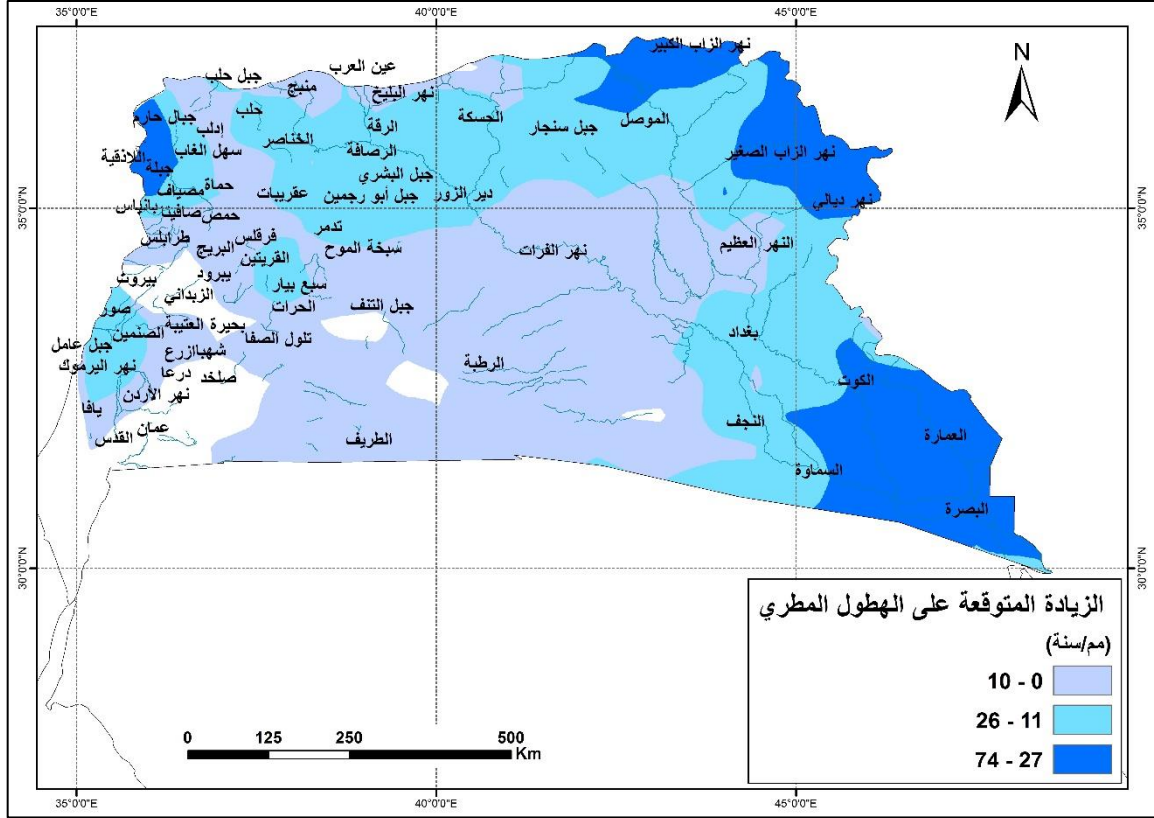
الشكل (41.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 42.2) يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) مناطق جبل حلب ونهر عفرين وجبل سمعان والرستن وحمص وبحيرة قطينة وصافيتا ونهر الكبير الجنوبي وخليج عكار والفرقلس والبريج ودير عطية ودرعا وإزرع والصنمين واللجاة وتلول الصفا والحراث وبحيرة صيقل وبادية الحماد والقريتين وسبخة الموح وتدمر والسلمية وخصاصر وحوض نهر البليخ وحوض نهر الفرات في سورية، وفي الأردن مناطق حوض نهر الأردن، وفي لبنان منطقة طرابلس، كما تنتمي لهذا المجال الأجزاء الجنوبية الشرقية من العراق.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 11ملم/ السنة و26 ملم/ السنة) مناطق نهر قويق وحلب وسلسلة الجبال التدمرية الشمالية وجبل الشاعر وجبل أبو رجمين وجبل البشري ومنيج وبحيرة الأسد والرصافة والرقعة ودير الزور وجبل سنجان والحسكة وفي العراق مناطق الموصل وجزء من نهر الزاب الصغير وبغداد والكوت والنجف والسماوة.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 27 ملم/السنة و74 ملم/ السنة) مناطق سواحل البحر الأبيض المتوسط والمناطق المطلة عليها أي رأس البسيط وحوض نهر الكبير الشمالي واللاذقية والقرداحة وجبله وبانياس وسهل الغاب في سورية، وفي العراق أحواض نهر الزاب الكبير ونهر ديالى وشط العرب والكوت والعمارة والبصرة.



الشكل (42.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

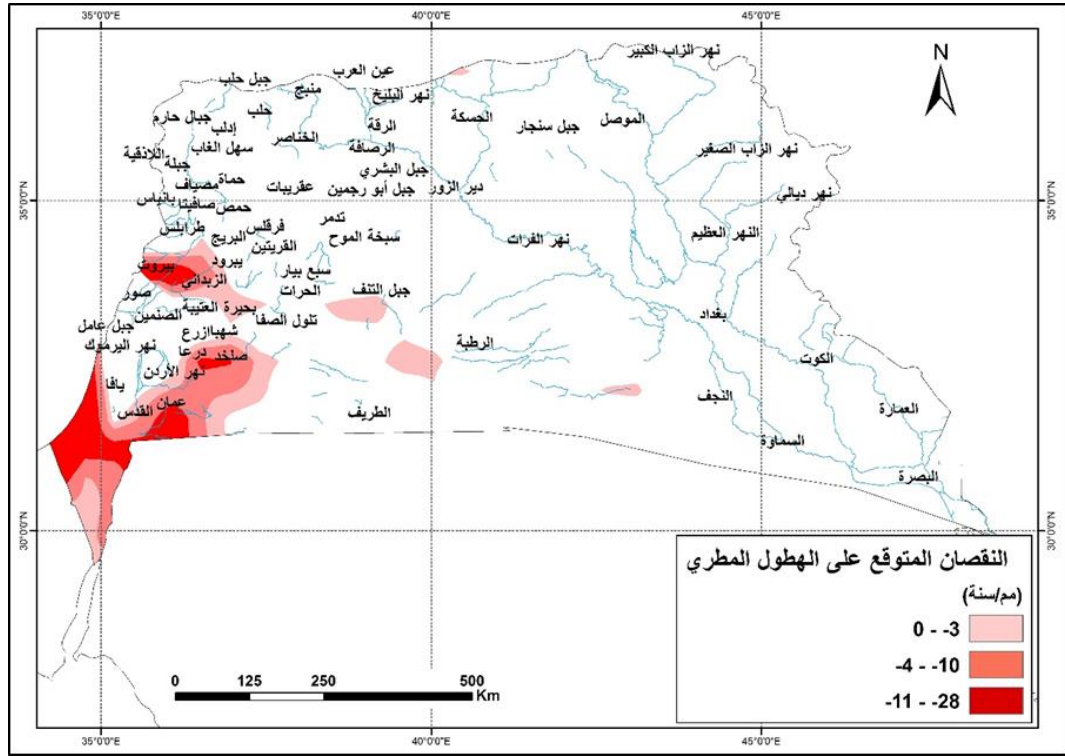
بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks) كما هو مبين في الشكل (43.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 3ملم/السنة) على شكل شريط يحيط بمنطقة جبل العرب في سورية وأجزاء من البادية السورية حتى بلدة العتيبة وبلدة بيرود وكذلك مناطق التنف والرطبة وأجزاء من فلسطين تقع غرب مدينة يافا.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 4 ملم / السنة و10 ملم /السنة) في منطقة جبل العرب في سورية، ومناطق عمان في الأردن، وجنوبي القدس في فلسطين والأردن ومناطق القلمون والزبداني بين سورية ولبنان.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (من 11 ملم/السنة و28ملم/السنة) في بيروت والأجزاء الوسطى في لبنان وكذلك

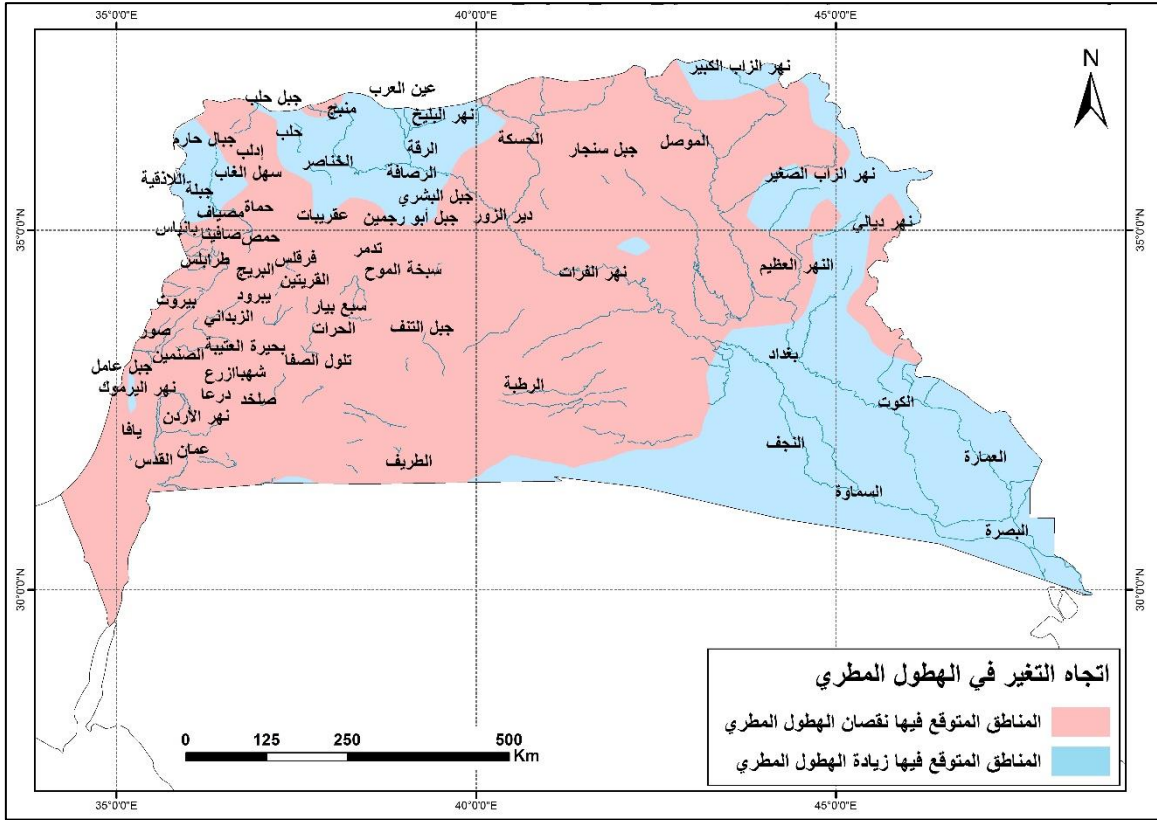
غرب الزبداني من سورية واصلد من سورية، وجنوب غرب عمان من الأردن.



الشكل (43.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

-فترة نهاية القرن (2010- 2100)

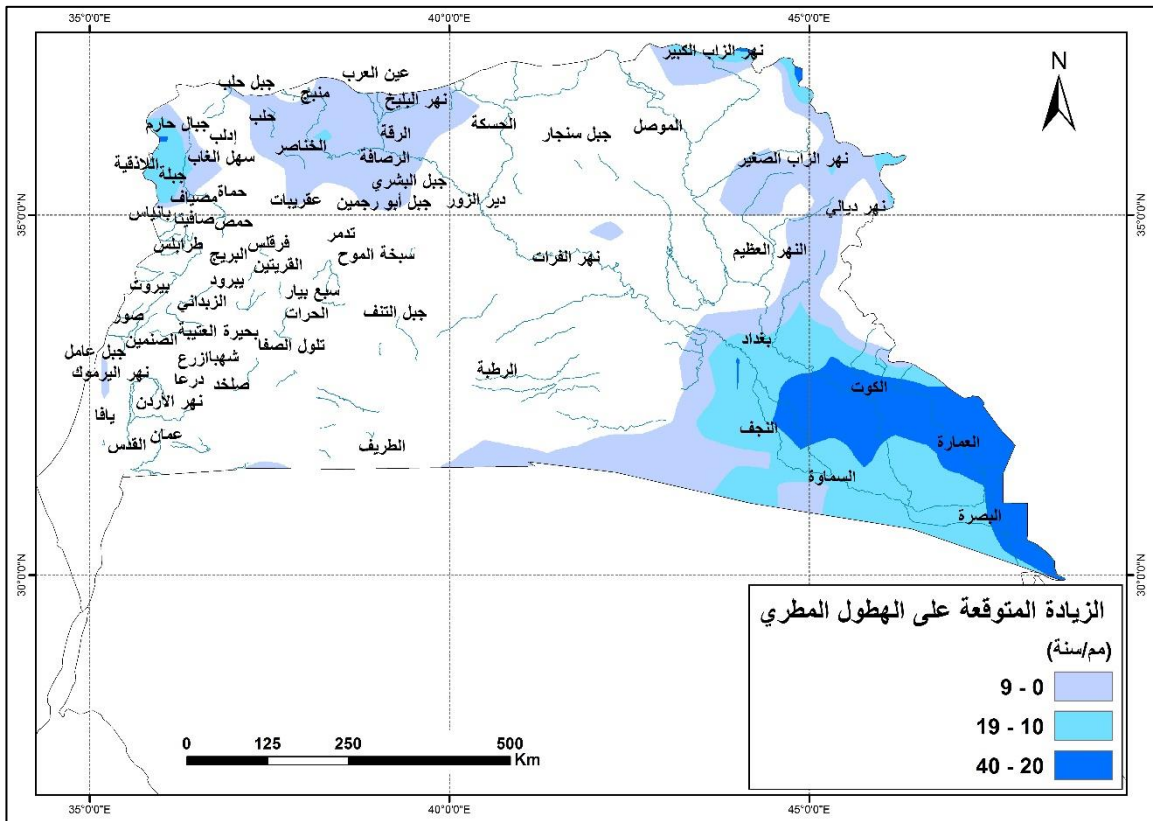
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم المشرق العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان (الشكل (44.2) . حيث إن 34% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك مساحة جنوب شرق العراق، وجزء من شمال سورية، وأن 66% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية ويشمل ذلك معظم مساحة سورية والأجزاء الشمالية من الأردن وفلسطين.



الشكل (44.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، (الشكل 45.2) يُلاحظ الآتي:

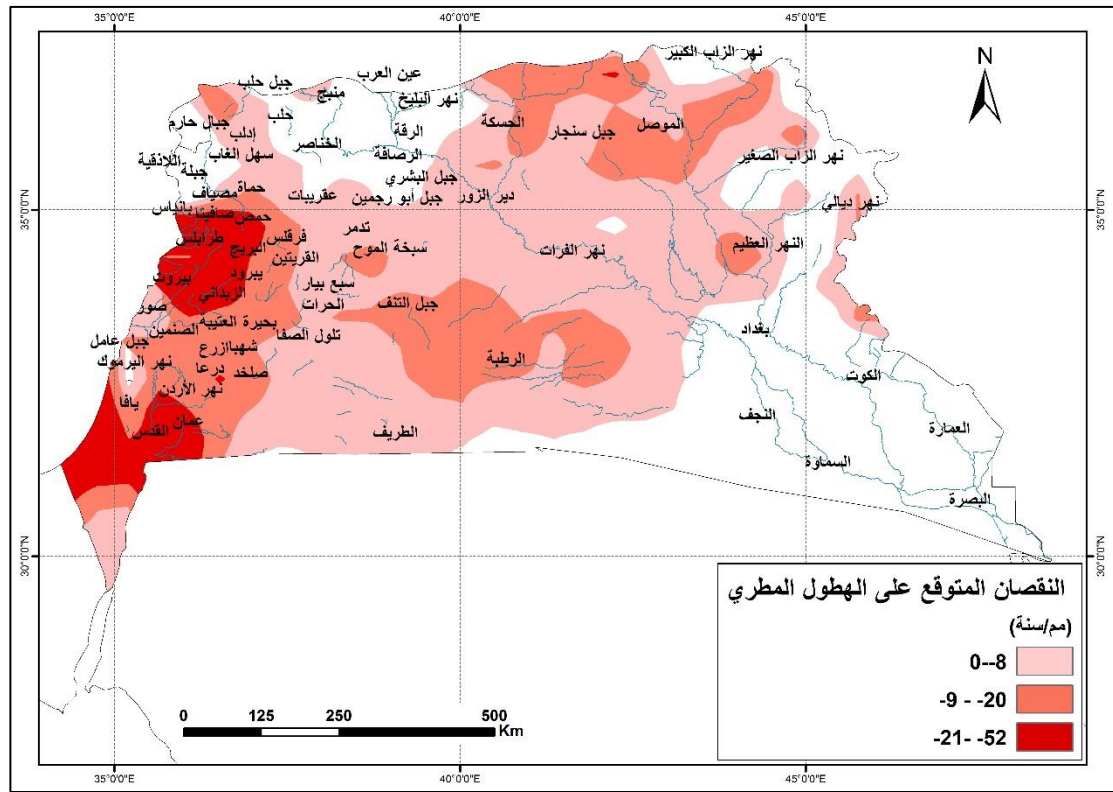
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 9 ملم/السنة) مناطق حوض نهر قويق وجبل الزاوية ومعرة النعمان وجبل البشري وخصاصر ومنبج وعين العرب وبحيرة الأسد والرصافة والرقعة ونهر البليخ في سورية، كما تنتمي لهذا المجال مناطق الزاب الكبير والزاب الصغير وديالي والسماوة في العراق وكذلك الأجزاء الجنوبية الشرقية منه.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 10ملم/السنة و19 ملم/السنة) مناطق سهل الغاب وحوض نهر الكبير الشمالي وجبال اللاذقية واللاذقية والقرداحة وجبل رأس البسيط وبانياس في سورية، كما تنتمي لهذا المجال مناطق بغداد والنجف والعمارة والبصرة في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 20 ملم/السنة و40 ملم/السنة) مناطق أقصى جنوب غرب العراق فقط عند المجرى الأدنى لنهر دجلة، والسفوح الغربية لجبال زاغروس.



الشكل (45.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل (46.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق جبل حلب ونهر عفرين وجبل سميعان وجبل حارم وحلب وإدلب وخان شيخون وأواسط نهر العاصي ومصيفات وتلول الصفا وسبع بيار وبادية الحماد وسبخة الموح وتدمر وسلسلة الجبال التدمرية الشمالية وجبل الشاعر وجبل أبو رجمين ودير الزور ونهر الفرات والحسكة والطريف في سورية، كما تنتمي لهذا المجال بعض المساحات غرب العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 9ملم/السنة و20 ملم/السنة) مناطق حماة وحوض نهر الساروت والفرقلس والقنيطرة وحوض نهر اليرموك ودرعا وإزرع والصنمين واللجاة وشهبا والسويداء وجبل العرب وصلخد وبحيرة العتيبة والحرات وبحيرة صيقل والتنف وسلسلة الجبال التدمرية الجنوبية والقرينتين والسلمية وجبل سنجان في سورية، كما تنتمي لهذا المجال مناطق الموصل والنهر العظيم والرطبة في العراق.



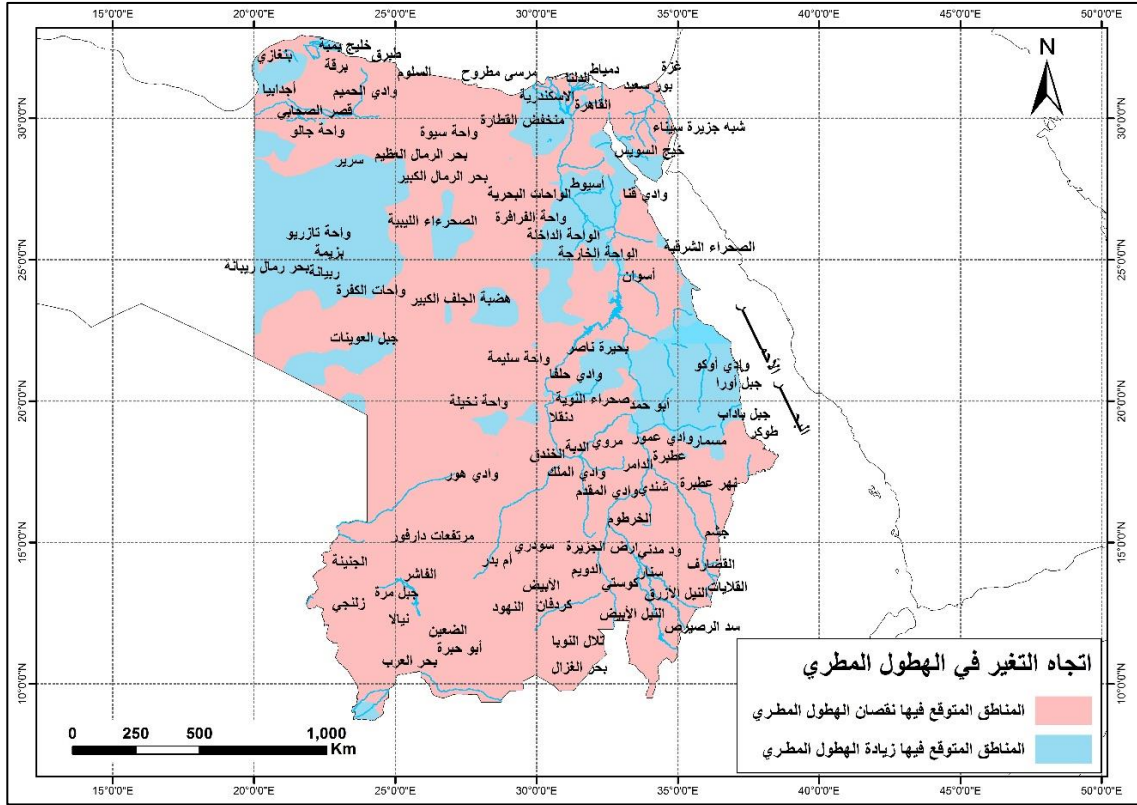
الشكل (46.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 21 ملم/السنة و52 ملم/السنة) مناطق الرستن وحمص وبحيرة قطينة وصافيتا ونهر الكبير الجنوبي وخليج عكار والبريج ودير عطية والنبك وبيروود وسلسلة جبال لبنان الشرقية والزبداني في سورية، وفي لبنان جبال لبنان الغربية وطرابلس وخليج جونبة، وفي الأردن مناطق عمان وحوض نهر الأردن، وفي فلسطين القدس.

3-1-7-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:

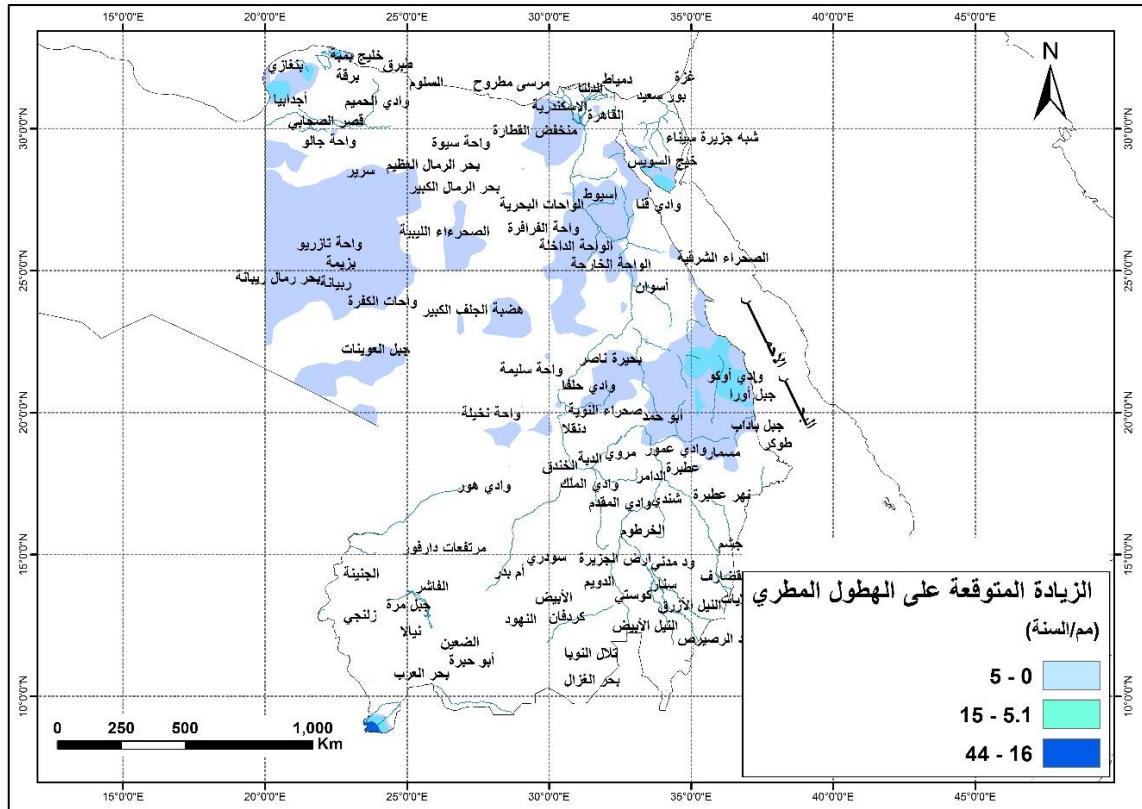
فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (47.2) حيث إن 23% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، وأن 77% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية.



الشكل (47.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

- بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، (الشكل 48.2) يتبين الآتي:
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 5 ملم/السنة) مناطق بحر رمال رييانة وجبل باداب وبورت سودان ووادي أوكو والواحة الخارجة وأسيوط وواحات الكفرة ورييانة وبزيمة وواحة تازريو والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم وسرير وبنغازي.
 - ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 6 ملم/السنة و 14 ملم/السنة) مناطق جبل أورا ورأس أبو شجرة الذي يقع على سواحل السودان المطلة على البحر الأحمر ومنطقة خليج السويس.
 - ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 15 ملم/السنة و 44 ملم/السنة) بقعة صغيرة تقع أقصى جنوب غرب السودان.



الشكل (48.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

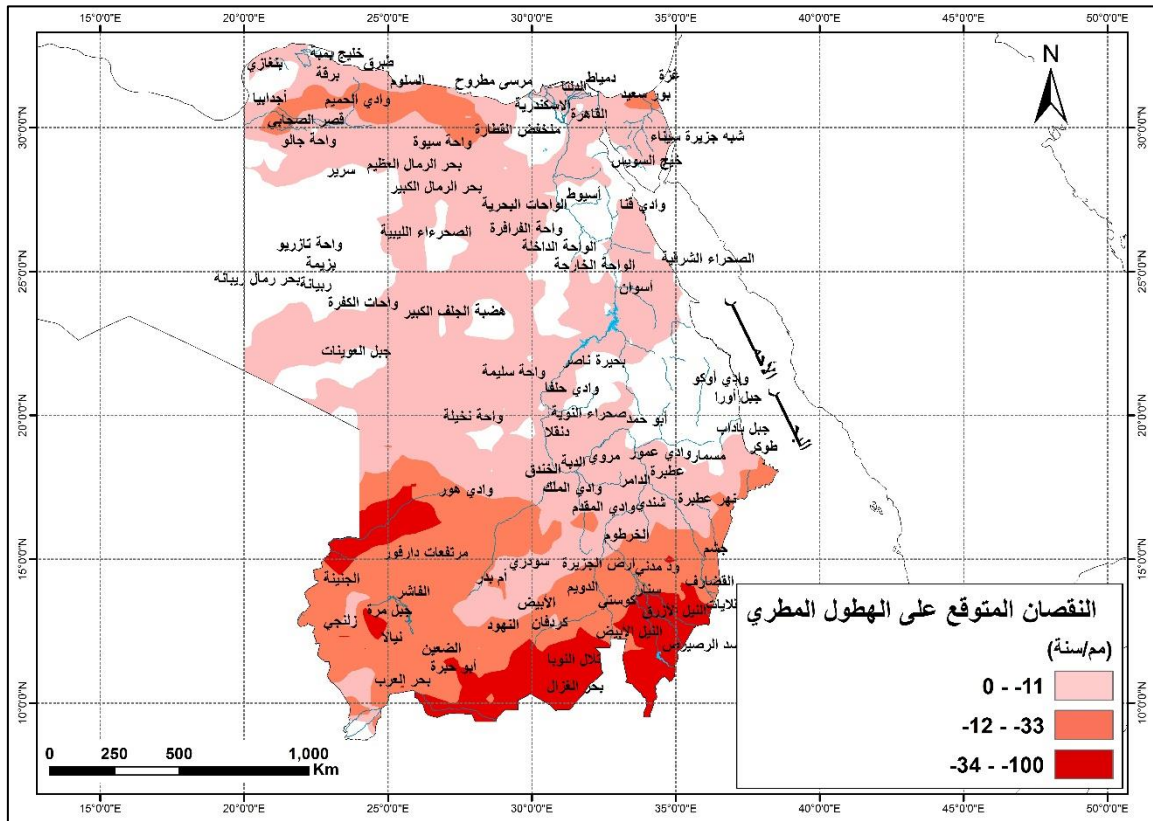
بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks) (الشكل (49.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 11 ملم/السنة) في محيط نهر بحر العرب ونهر بحر الغزال وتلال النوبا والضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي وجبل مرة والفاشر والجنينة ومرتفعات دارفور والنهود وكردفان والأبيض والنيل الأبيض وسد الرصيرص والنيل الأزرق وسنار وكوستي والدويم وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء والقلايات والقضارف وود مدني وارض الجزيرة والخرطوم وجشم وكسلا وأبو دليق وحوض نهر عطبرة وشندي ووادي المقدم ووادي الملك ووادي هور والصحراء الشمالية والداير وعطبرة وطوكر ومسمار ووادي عمور وأبو حمد وصحراء النوية وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة وواحة سليمة ووادي حلفا وبحيرة ناصر وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير وأسوان والصحراء الشرقية والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا ومنخفض القطارة وواحة سيوة وواحة جغبوب وبرقة وشبه جزيرة سيناء والدلتا وبور سعيد والاسكندرية ومرسى مطروح والسلموط وطبرق وواحة جالو وقصر الصحابي ووادي الحميم وأجدابيا والجبل الأخضر في ليبيا وخليج بمبة والقاهرة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (12 ملم/السنة و33 ملم/السنة) في بحر العرب والضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي والفاشر

والجنيينة ومرتفعات دارفور والنهود وكردفان وكوستي والدويم وود مدني وارض الجزيرة وجشم وكسلا ووادي هور ومنخفض القطارة وقصر الصحابي.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (من 34 ملم/السنة إلى 100ملم/السنة) في بحر الغزال وتلال النوبا وجبل مرة والنيل الأبيض وسد الرصيرص والنيل الأزرق وسنار والقلايات والقضارف.



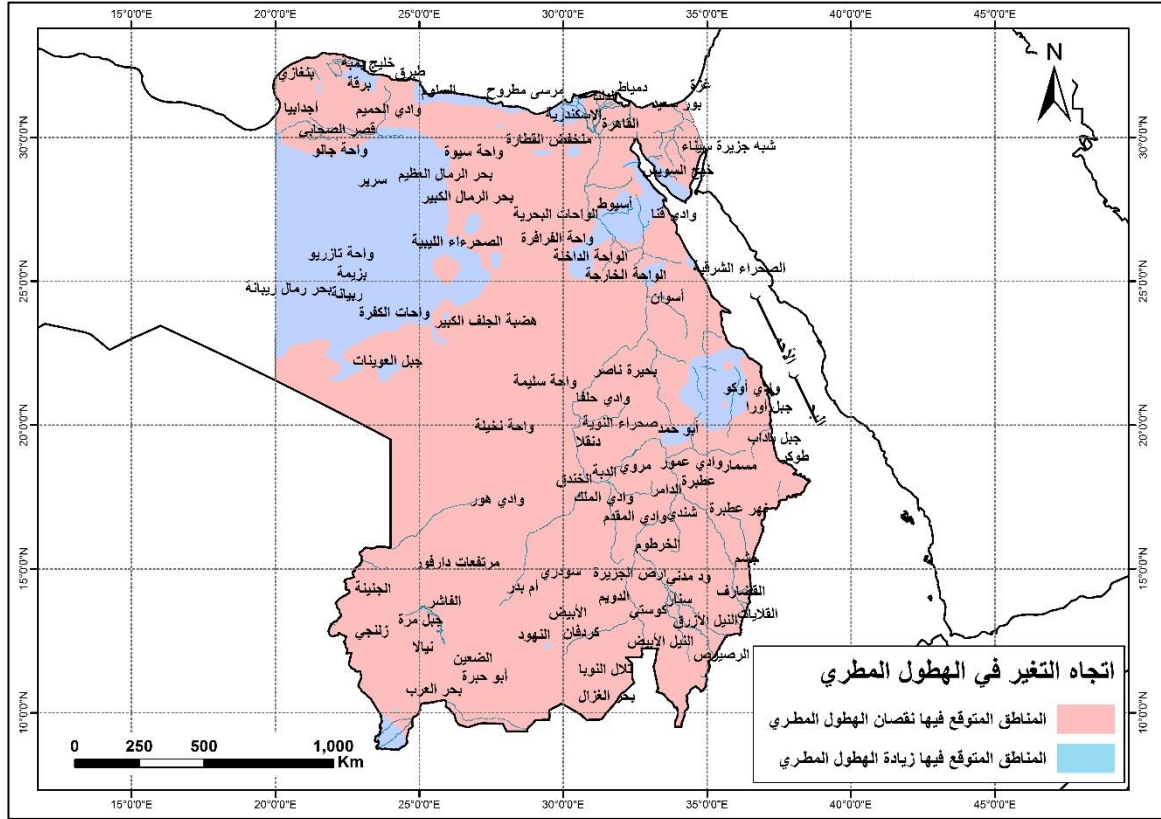
الشكل (49.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081 - 2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في شمال شرق إفريقيا خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (50.2) حيث إن 19% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية ويشمل ذلك المساحات الشمالية الغربية من إقليم شمال شرق إفريقيا وأن 81% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في

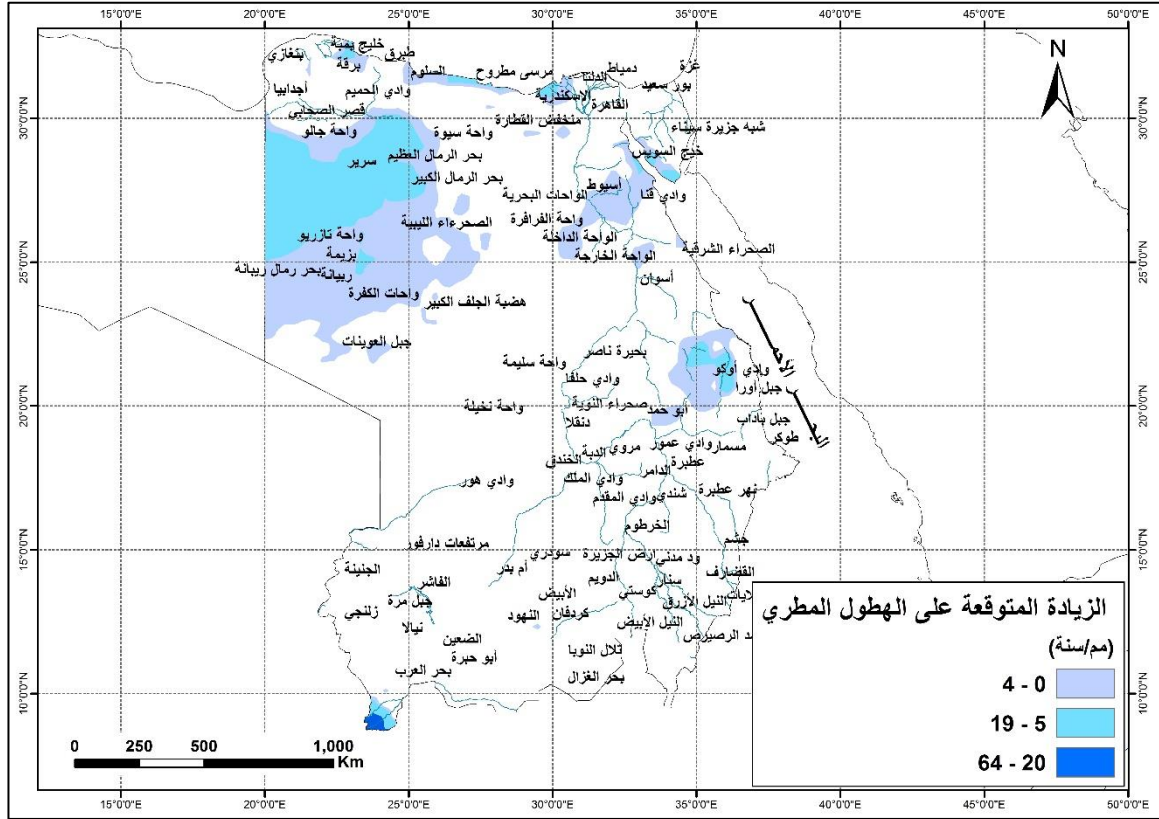
هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك معظم مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا بما في ذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط وسواحل البحر الأحمر.

الشكل (50.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.



بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 51.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 4 ملم/السنة) مناطق بحر رمال رييانة ووادي أوكو وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير وواحة سيوة وواحة جغبوب وخليج السويس وأسيوط والسلم وواحات الكفرة ورييانة وبزيمة والصحراء الليبية وواحة جالو
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 5ملم/السنة و 19 ملم/السنة) مناطق الاسكندرية ومرسى مطروح وواحة تازريو وبحر الرمال العظيم وسرير وخليج بمبة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 20ملم/السنة و 64 ملم/السنة) بقعة صغيرة تقع أقصى جنوب غرب السودان

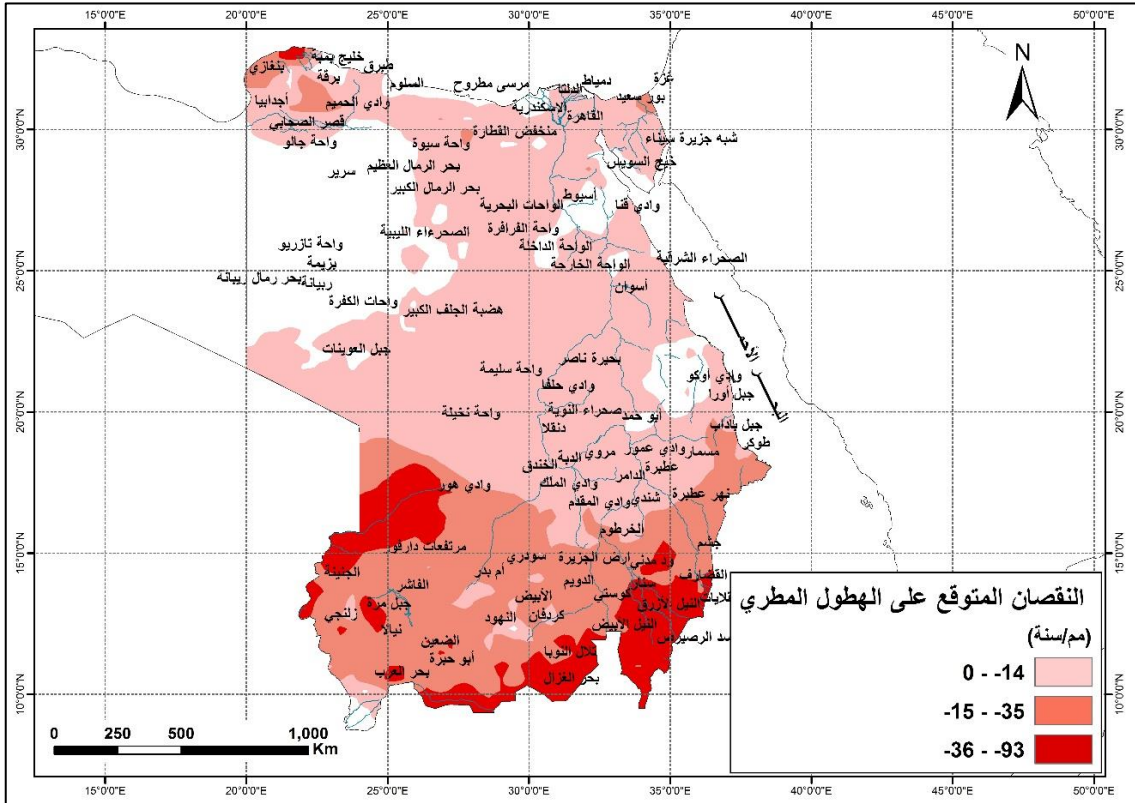


الشكل (51.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، (الشكل 52.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 14 ملم/السنة) مناطق الأبييض وأبو دليق ونهر عطبرة وشندي ووادي المقدم ووادي الملك والدامر وعطبرة وطوكر ومسمار وبورت سودان ووادي عمور وأبو حمد وصحراء النوية وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة وواحة سليمة ووادي حلفا وبحيرة ناصر وجبل أورا ورأس أبو شجرة وأسوان والصحراء الشرقية والواحة الخارجة والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا ومنخفض القطارة وشبه جزيرة سيناء والدلتا وبور سعيد وطبرق وقصر الصحابي وأجدابيا والقاهرة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 15 ملم/السنة و35 ملم/السنة) مناطق بحر العرب والضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي والفاشر والجنينة ومرتفعات دارفور والنهود وكردفان والنيل الأبيض وكوستي والدويم وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء وود مدني وارض الجزيرة

والخرطوم وجشم وكسلا والصحراء الشمالية وجبل باداب وبرقة ووادي الحميم
والجبل الأخضر في ليبيا وبنغازي
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 36 ملم/السنة و93
ملم/السنة) مناطق بحر الغزال وتلال النوبا وجبل مرة وسد الرصيرص والنيل
الأزرق وسنار والقلابات والقضارف ووادي هور.

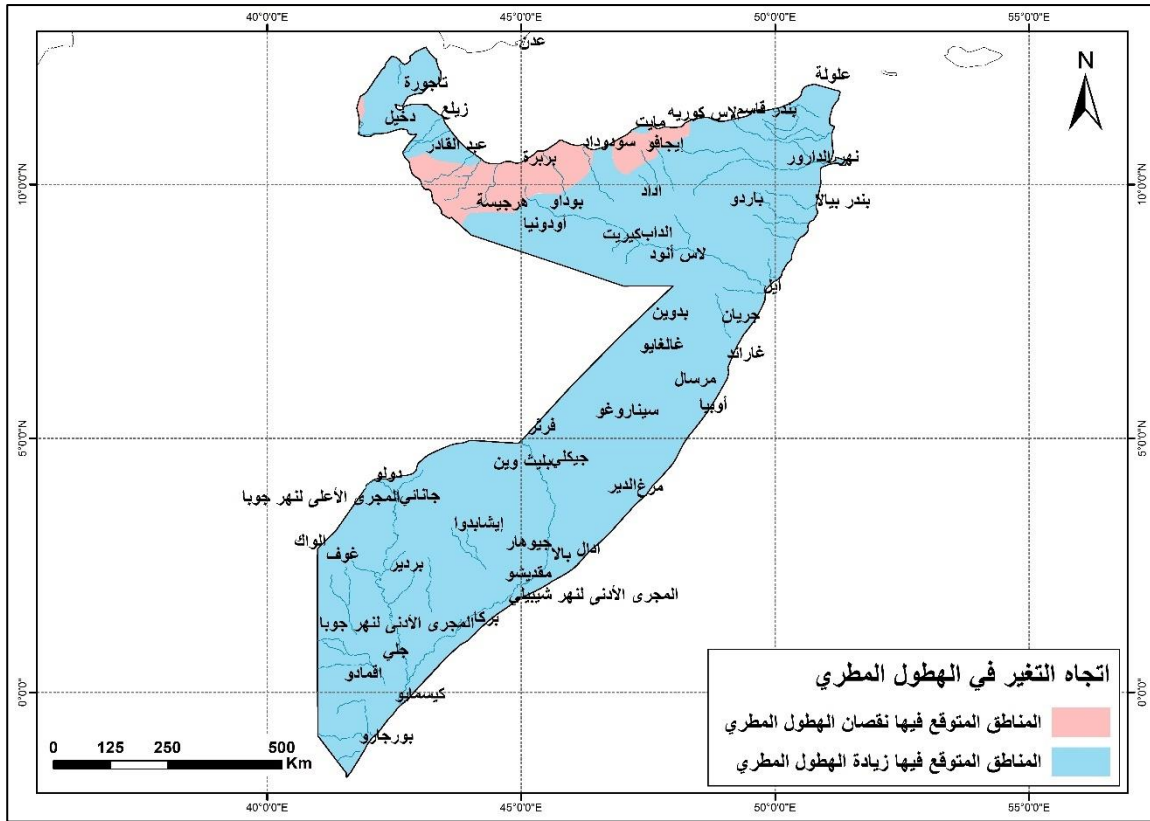


الشكل (52.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

4-1-7-2 إقليم القرن الإفريقي:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

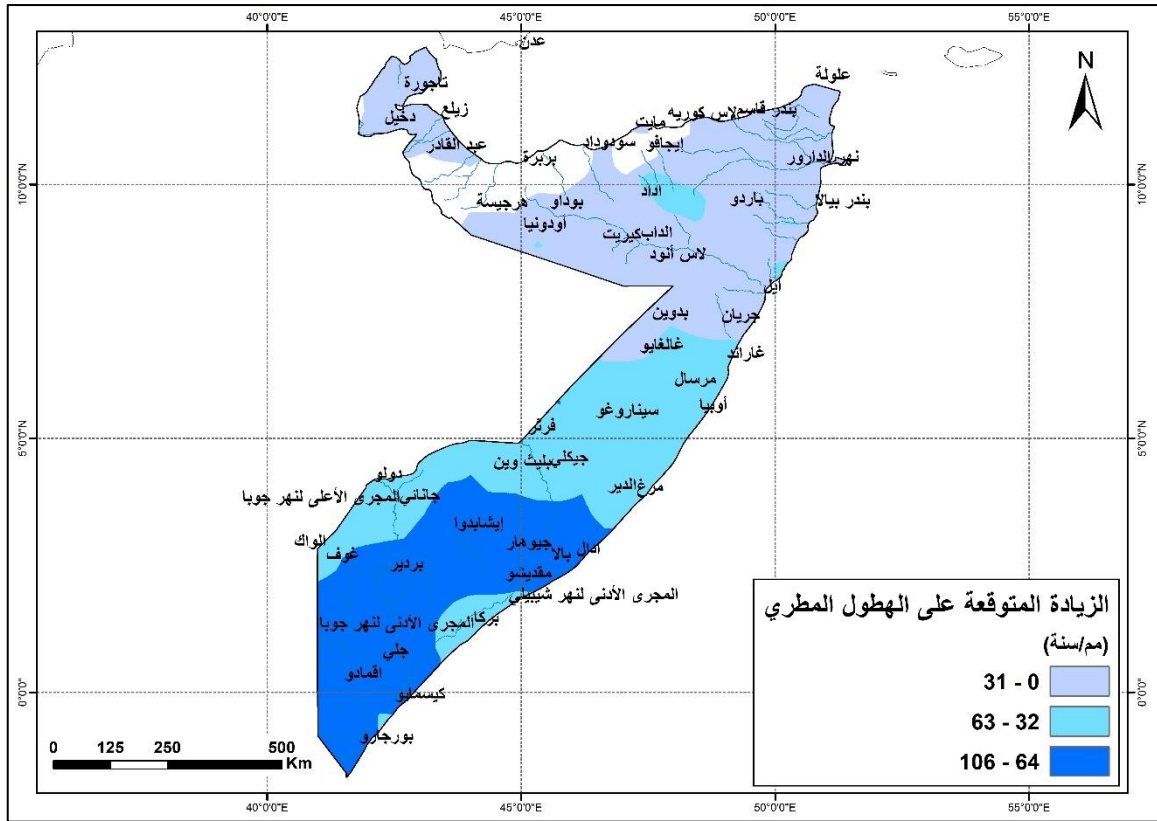
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان (الشكل 53.2)، حيث إن 93% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية وأن 7% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية.



الشكل (53.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في فترة منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 54.2) يُلاحظ الآتي:

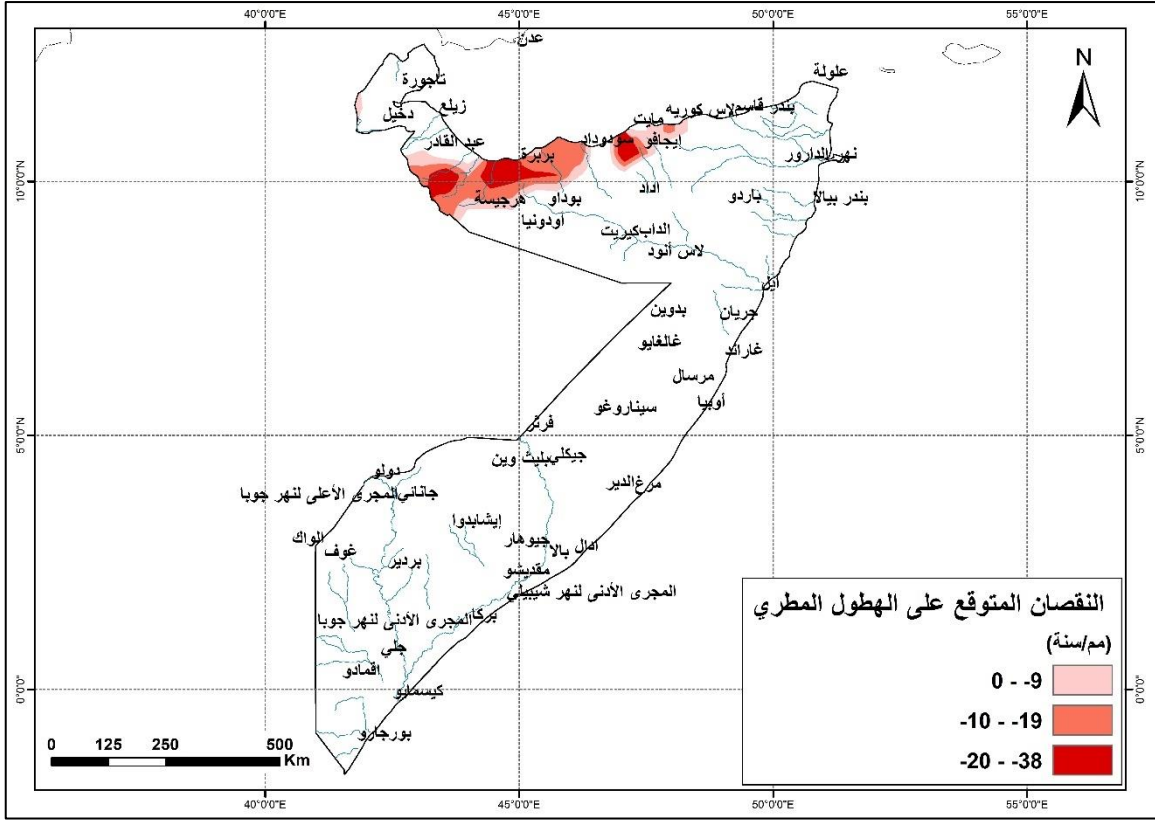
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 31 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيبوتي وزيلع وهرجيسة وأودونيا وبوداو واداد وكيريت والداب ولاس أنود وبندر قاسم وباردو وعلولة وبندر بيالا وحوض نهر الدارور وإيل وجريان وبدوين وغالغايو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 32 ملم/السنة و63 ملم/السنة) مناطق غاراند ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف .:
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 64 ملم/السنة و106 ملم/السنة) مناطق جيوهار وادال وبالا ومقديشو وإيشابدوا وتلال جوبا العليا وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارورأس شيامبوني.



الشكل (54.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks) كما هو مبين في الشكل (55.2)، يُلاحظ الآتي:

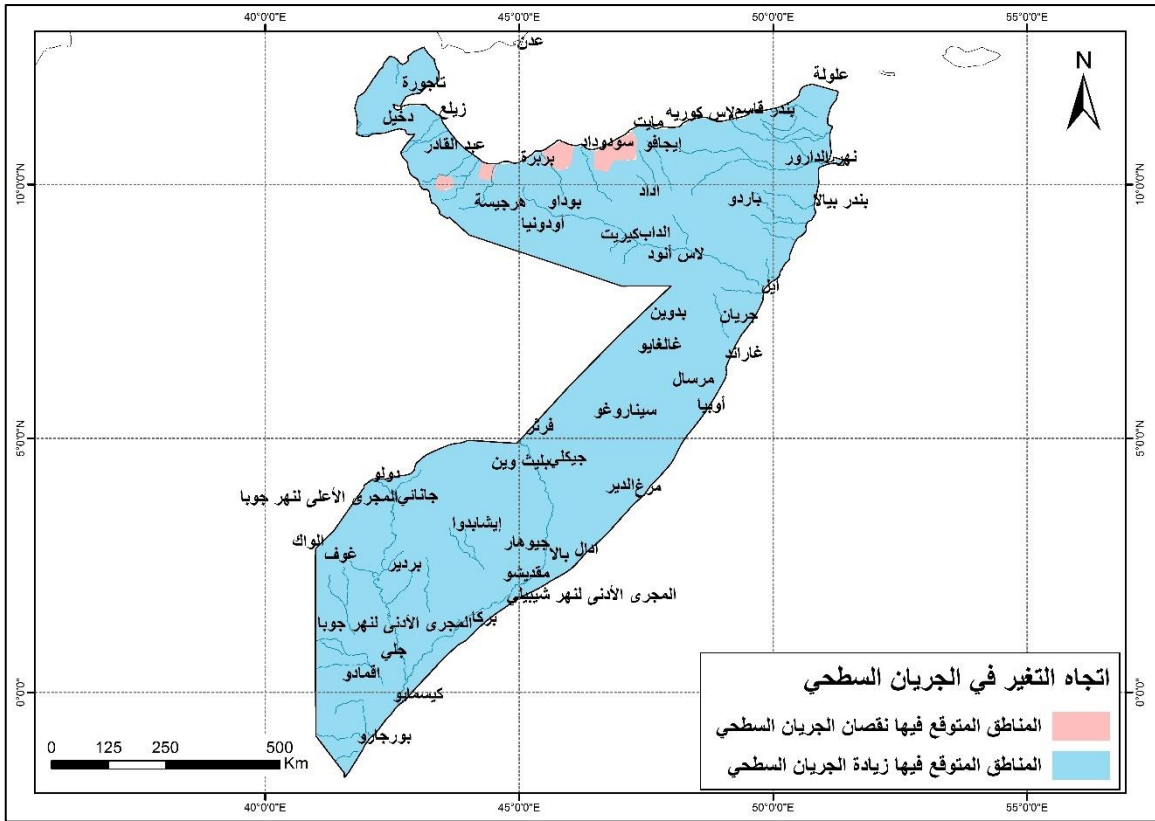
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 9 ملم/السنة) مناطق عبد القادر ومايت ولاس كوريه.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 10ملم/السنة و19 ملم /السنة) منطقة إيجافو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 20 ملم/السنة و 38ملم/السنة) مناطق بربرة وسودوداد.



الشكل (55.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2010-2100)

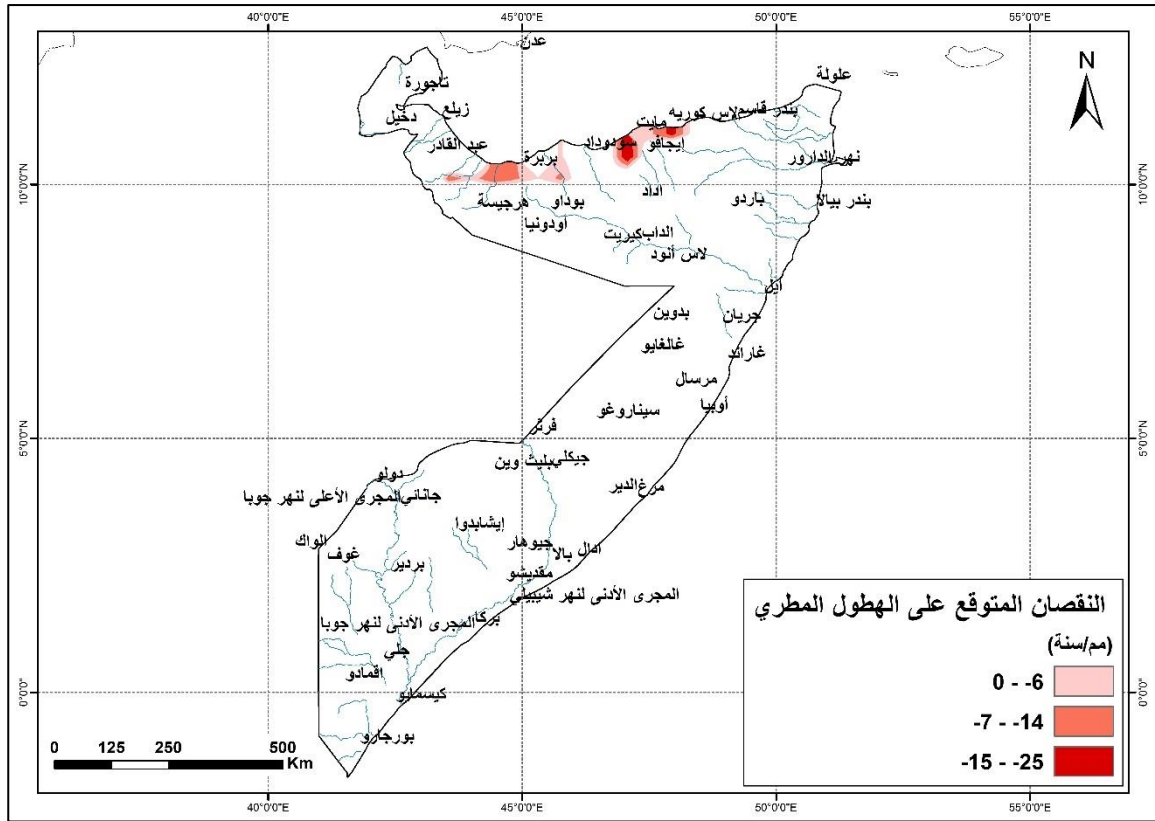
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في القرن الإفريقي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، (الشكل 56.2) حيث إن 98% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية، وأن 2% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية.



الشكل (56.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 57.2)، يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 48 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وجيبوتي وزيلع وعبد القادر وأودونيا وبوداو واداد وكيريت والداب ولاس أنود وإيجافو ولاس كوريه وبندر قاسم وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 49 ملم/السنة و 91 ملم/السنة) مناطق هر جيسة وغاران ومرسال وأوبيا وسينار وغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير ومقديشو وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 92 ملم/السنة و 141 ملم/السنة). مناطق جيوهار وادال وبالوا وإيشابدوا وتلال جوبا العليا وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجار ورأس شيامبوني.

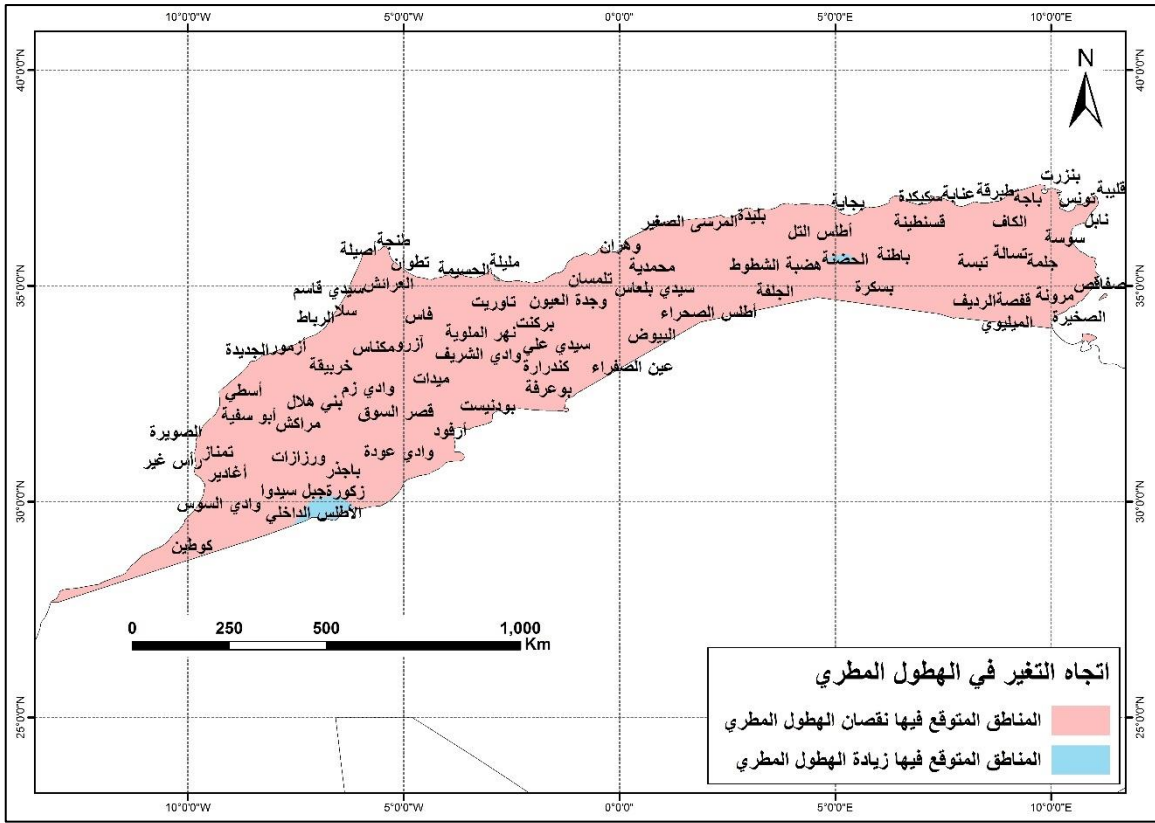


الشكل (58.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

5-1-7-2 إقليم جبال الأطلس:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

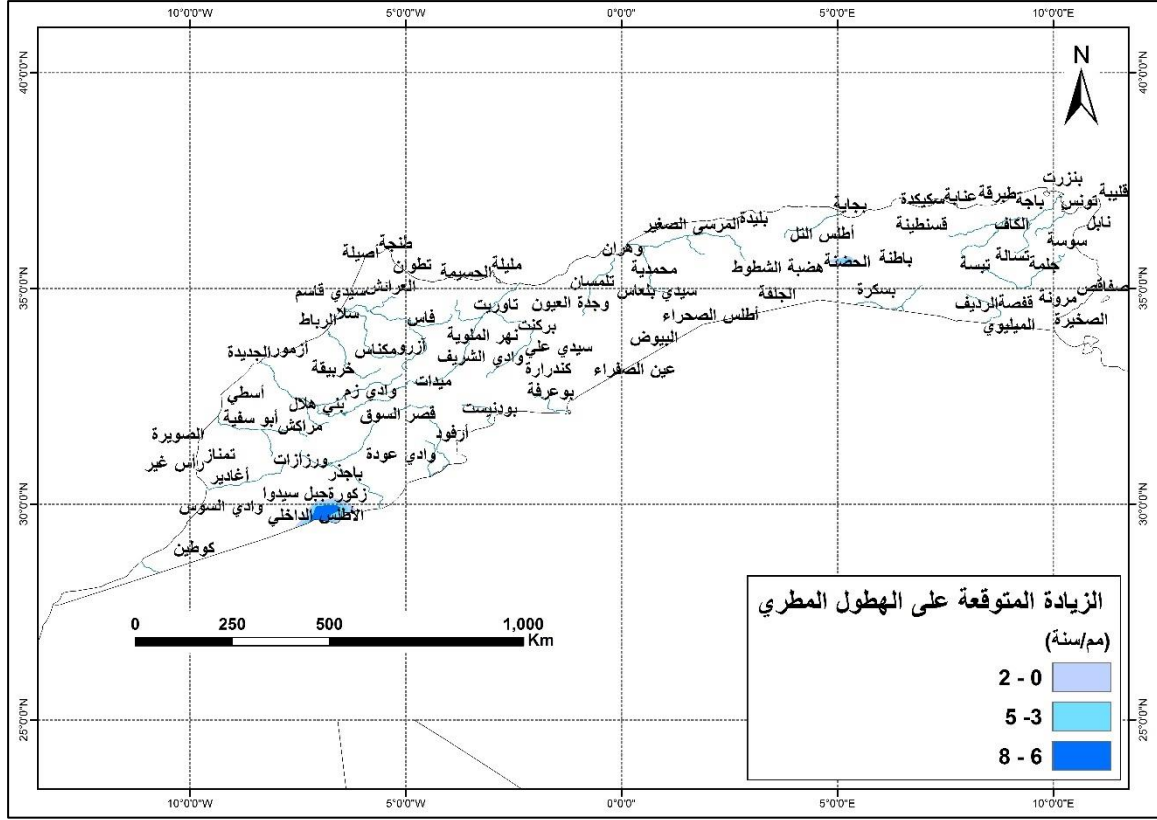
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان (الشكل 2.59)، حيث إن 1% فقط من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية وذلك شمال شرق الصحراء الغربية قرب نهر درعة، وأن 99% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية ويشمل ذلك جبال الأطلس صحراوي والتلي وأطلس الريف وسواحل المتوسط وسواحل الأطلسي والمناطق الجبلية والسهلية المطلة عليها في المغرب العربي.



الشكل (59.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الاطلس وفق سيناريو الأنبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، من الشكل (60.2) يمكن تمييز المجالات الثلاثة الآتية:

- ✓ المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 2 ملم/السنة) وسيغطي مساحة 300 كم² فقط.
- ✓ المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 3 ملم/السنة و 5 ملم/السنة) وسيغطي مساحة 297 كم² فقط.
- ✓ المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 6 ملم/السنة و 8 ملم/السنة) وسيغطي مساحة 265 كم² فقط.

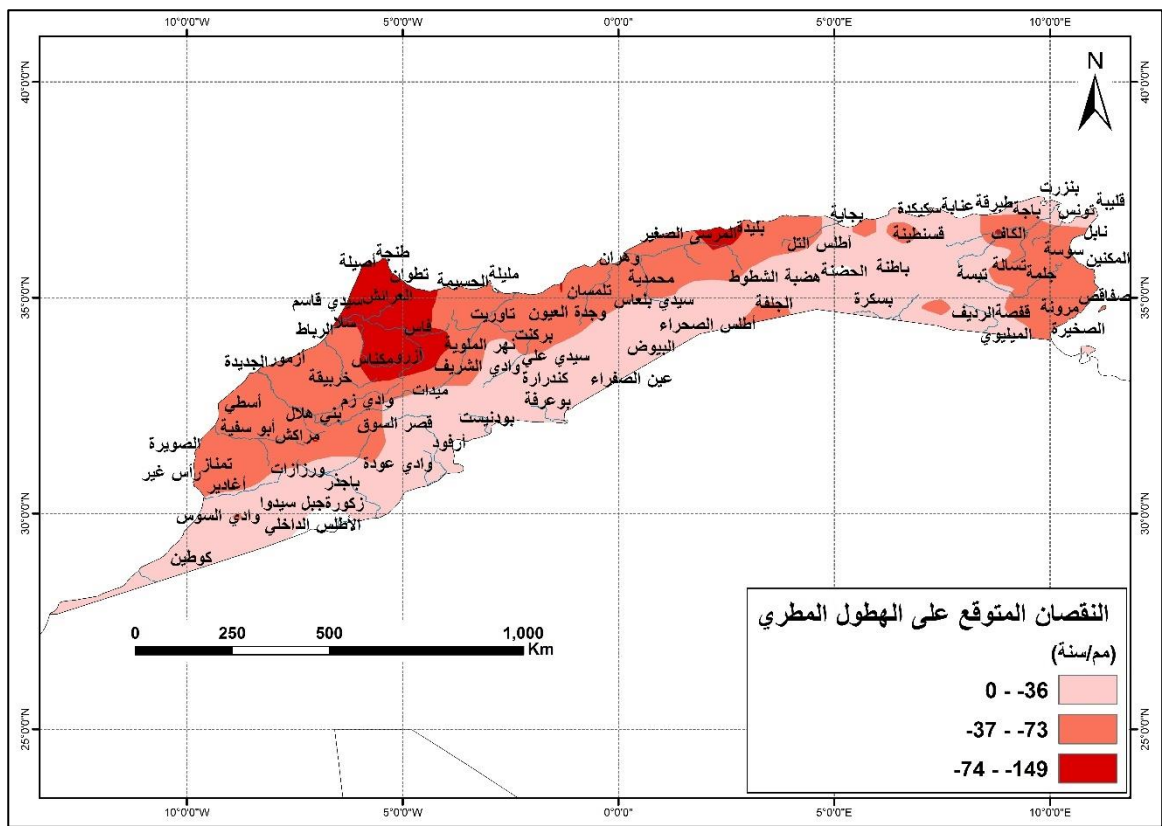


الشكل (60.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

- بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks)، (الشكل 61.2) يُلاحظ الآتي:
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 36 ملم/السنة) في مناطق جبل عرباطة وقفصة وفريسان ومنزل تميم وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة وتونس وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال مجردة والكاف والقلعة الجرداء وجبل الشعبيني والرديف والميليوي وتبسة وعنابة وسكيدة وقسنطينة وباطنة وبسكرة وبجاية والحضنة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء والبيوض وعين الصفراء وبركننت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة وأغادير وسيدي أفندي وكوطين والأطلس الداخلي والأطلس الصغير ووادي السوس وجبل سيدوا وباجذر وورزازات وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.
 - ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 37 ملم / السنة و73 ملم /السنة) مناطق الصخيرة ومرونة والمكناسي والمحرس وصفاقص وجببانية وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكين وسوسة والنفيسة وزغوان ونابل وجملة ونهر المليان ووادي المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس وتسالة والعاصمة الجزائر والجلفة والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية وسيدي بلعاس ووهران وتلمسان ووجدة العيون وجردة ومليلة ورأس الشعب الثلاث

والناصور وتاوريت ونهر الملوية وعين الحسيمة والحسيمة وجبال الريف والأطلس الأوسط والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تديسيفت وأبو سفية وسيدي بنور وبني هلال ونهر أم الربيع وخربيقة ووسطات برشيد وسهول طاوله ووادي زم والأطلس الأعلى.

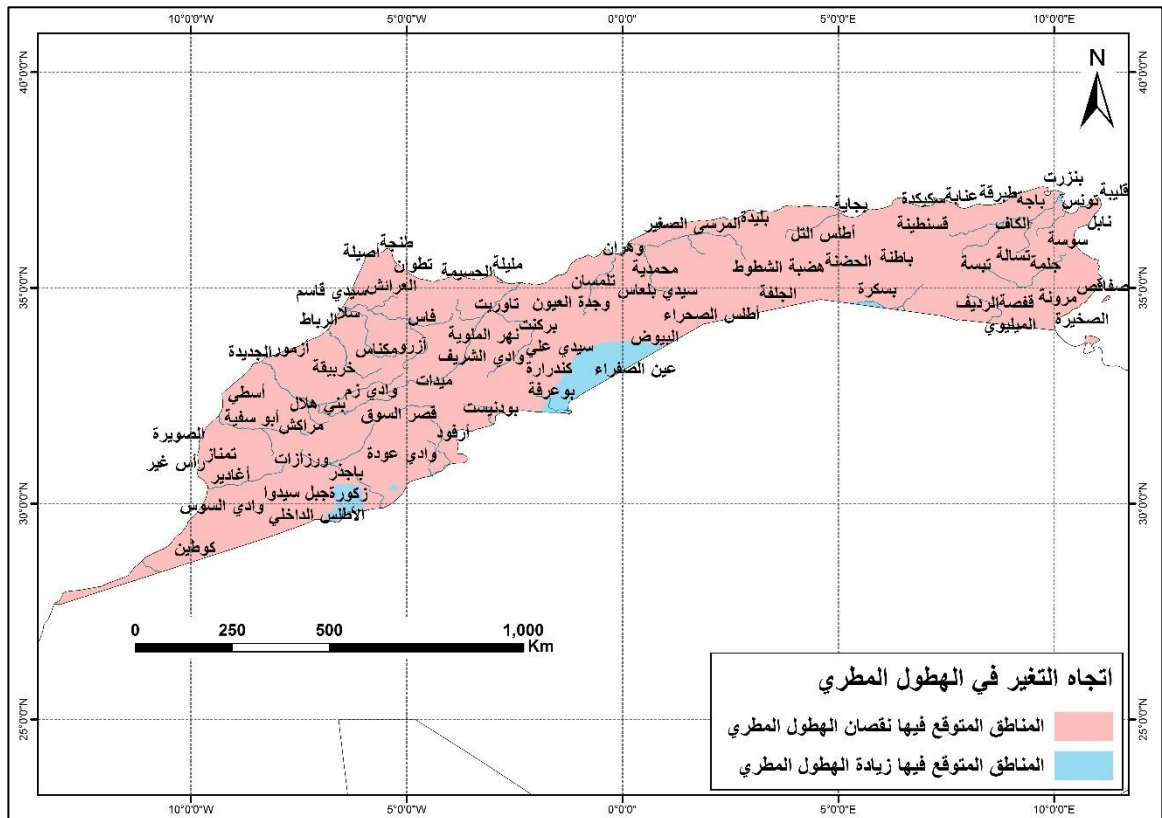
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 74 ملم/السنة و149ملم/السنة) مناطق بلدية وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وفاس ومكناس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم وآزو.



الشكل (61.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الاطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081 - 2100)

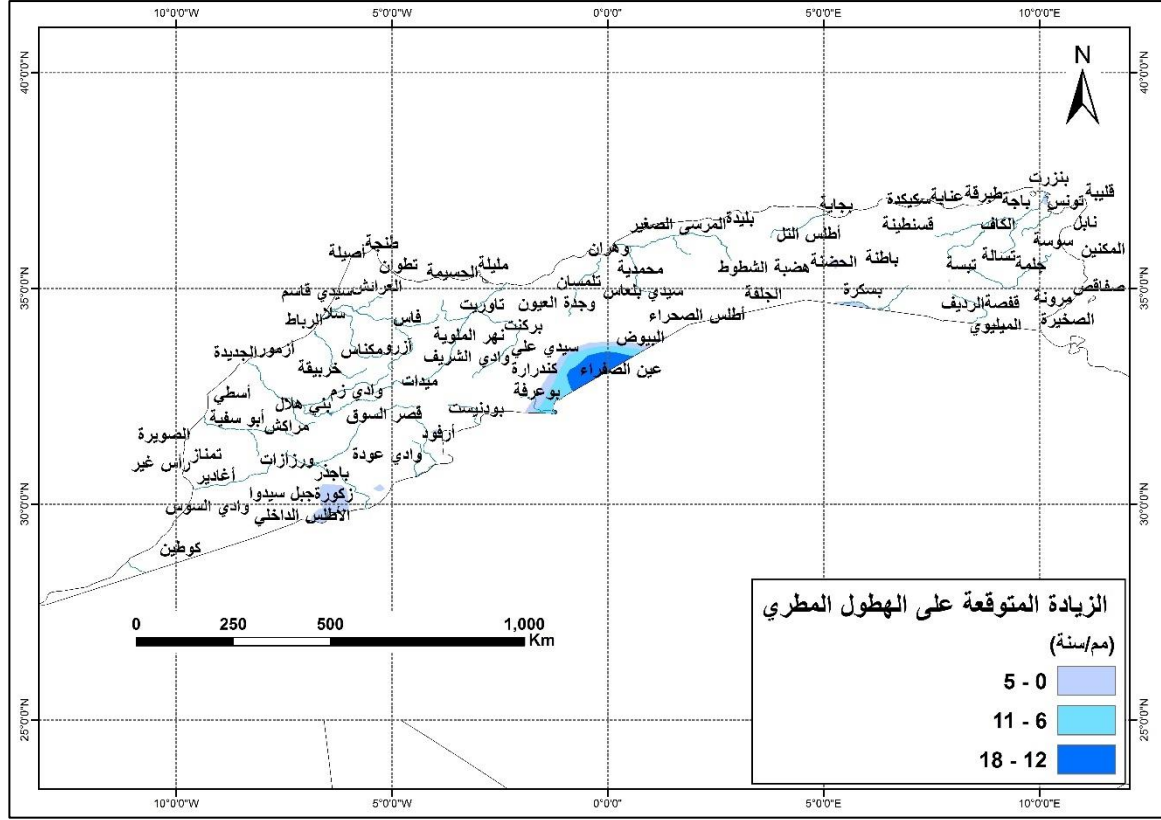
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في المغرب العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (62.2)، يتضح من الشكل أن 4% من مساحة إقليم جبال الاطلس فقط يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية، وأن 96% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية ويشمل جنوب إقليم جبال الاطلس ومعظم مساحاته الداخلية.



الشكل (62.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الاطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 2.63) يتبين الآتي:

- ✓ تبلغ المساحة التي تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 5 ملم/السنة) نحو 16449 كم².
- ✓ تبلغ المساحة التي تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 6 ملم/السنة و 11 ملم/السنة) نحو 9475 كم².
- ✓ تبلغ المساحة التي تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 12 ملم/السنة و 18 ملم/السنة) نحو 8368 كم².



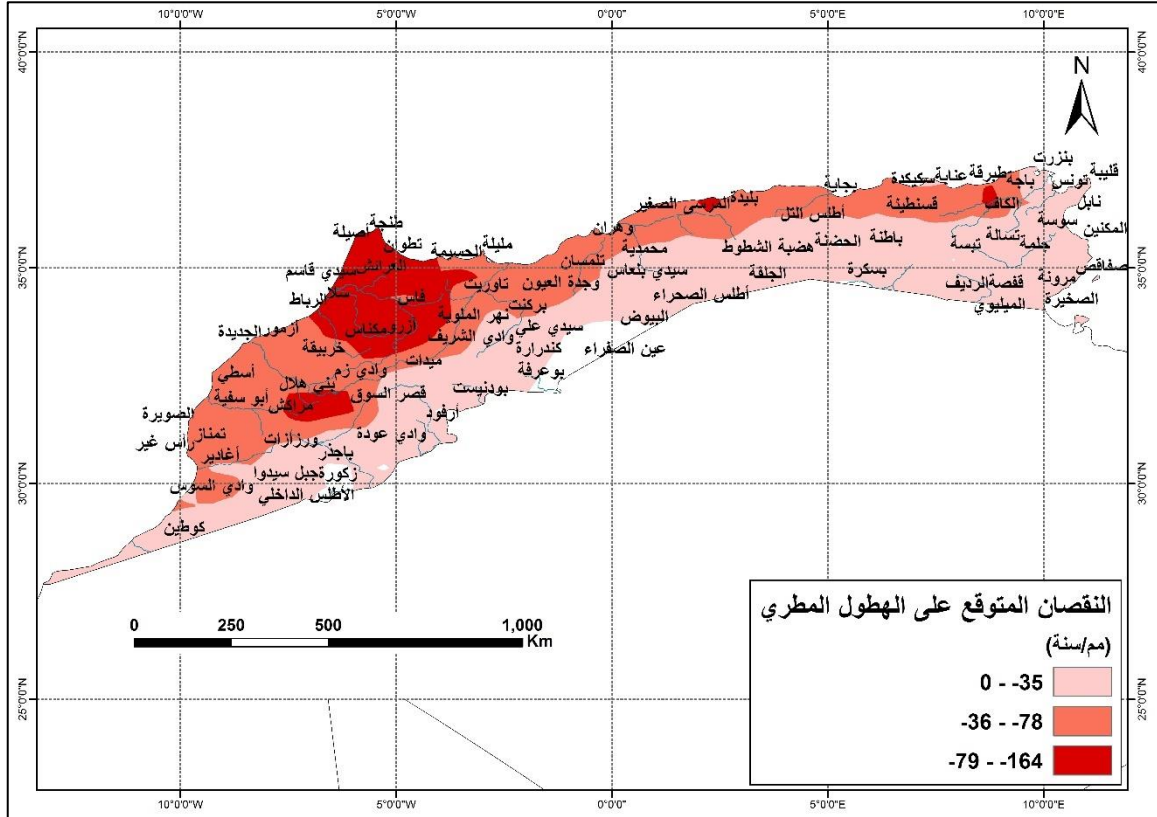
الشكل (63.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 64.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 35 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والمحرس و صفاقص وجبيانة وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكنين وسوسة والنفيضة وزغوان ونابل ومنزل تميم وجملة وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليان ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني والرديف والميليوي وتبسة وقسنطينة وباطنة والحضنة والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء ومحمدية وسيدي بلعاس وبركننت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة وسيدي أفندي وكوطين والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وزكورة وباجدر وورزازات وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 36 ملم/السنة و78 ملم/السنة) مناطق جبال مجردة وباجة وطبرقة والكاف و عنابة وسكيكدة وبجاية وبلدية العاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ووهران وتلمسان ووجدة العيون وجرادة ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت ونهر الملوية وعين الحسيمة والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة

والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير ووادي السوس وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور ونهر أم الربيع وخربيقة وسطات برشيد وسهول طاولة ووادي زم والأطلس الأعلى.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 79 ملم/السنة و164 ملم/السنة) مناطق سوق الخميس والحسيمة وجبال الريف والأطلس الأوسط وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وفاس ومكناس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية وبني هلال وآزو.



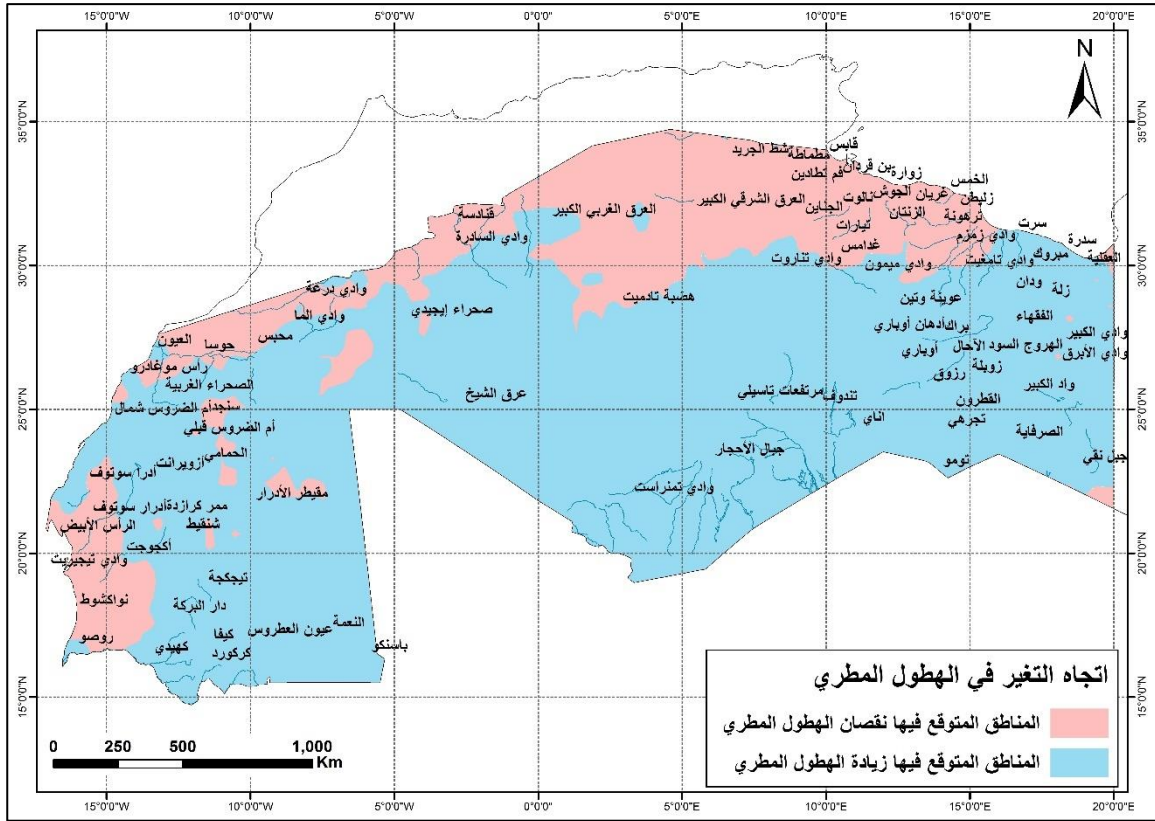
الشكل (64.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

6-1-7-2 إقليم الصحراء الكبرى:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة (الشكل 65.2) حيث إن 76% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى، يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية ويشمل ذلك الصحراء الكبرى أي جنوب ليبيا وجنوب الجزائر، وأن 24% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية ويشمل ذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط

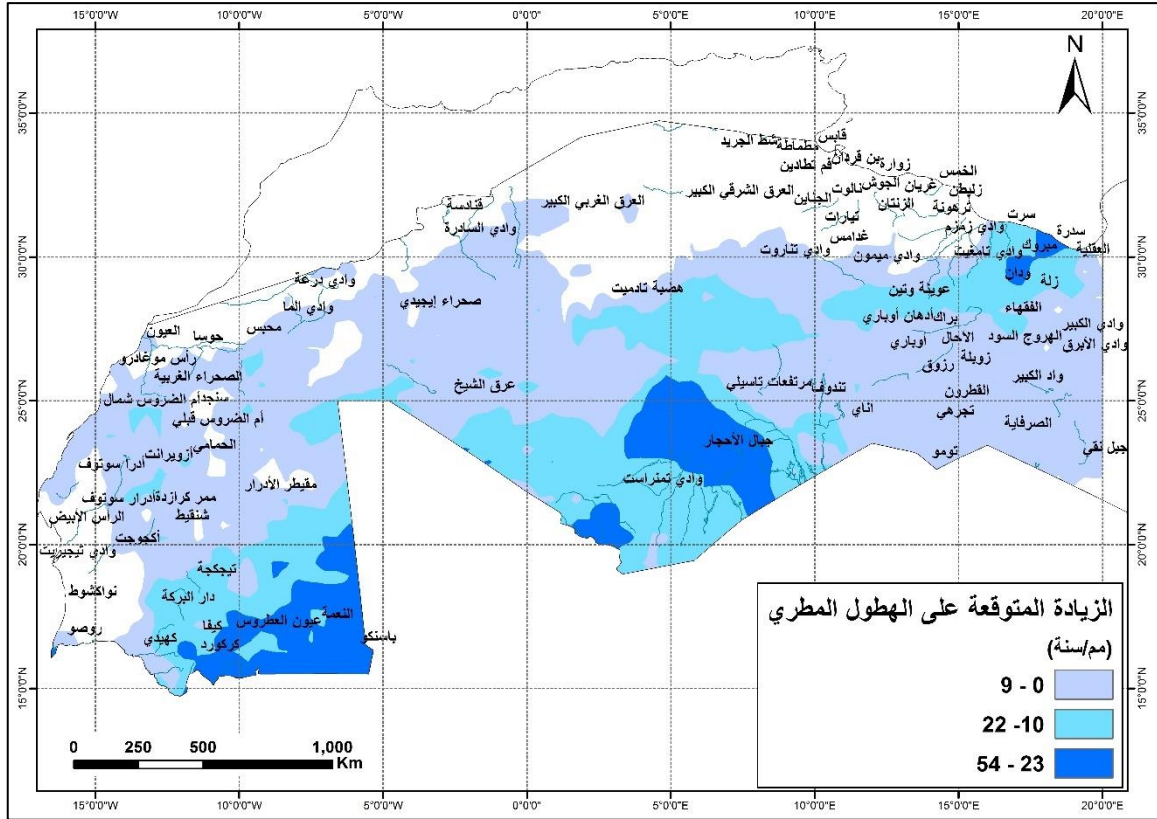
من خليج سرت حتى خليج قابس والسفوح الجنوبية الشرقية لسلسلة جبال الأطلس وجزء من سواحل الأطلسي في موريتانيا.



الشكل (65.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الأنبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

- بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، ومن الشكل (66.2) يُستنتج الآتي:
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 9 ملم/السنة) مناطق البريقة ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود وأم العبيد وواد الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقي وتجرهي ومدروسة والقطرون وزوبلة والأحال ورزوق وتومو واناي وبراك وأوباري ووادي ميمون وتندوف والعرق الغربي الكبير وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي وأدرار سوتوف ورأس موغادرو والعيون وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي والحمامي وأزويرانت وممر كرازة وأدرار سوتوف والرأس الأبيض أكجوجت ووادي تيججيت نواكشوط وكهيدي وروصو النعمة وكون العطروس وكيفا كركورد ودار البركة وتيجكجة
 - ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 10 ملم/السنة و22 ملم/السنة) مناطق العقليّة ومرسى العريجة وسرت ومبروك وزلة وودان وبئر الوشلة والفقهاء وأدهان أوباري ووادي تامغيت وعوينة وتين ووادي تمنراست وتيجكجة والنعمة وكيفا وكركورد ودار البركة.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 23 ملم/السنة و 54 ملم/السنة) مناطق رأس لانوف و سدرة و النوفلية و واحة الجفرة و جبال الأحجار و باسنكو و عيون العطروس.



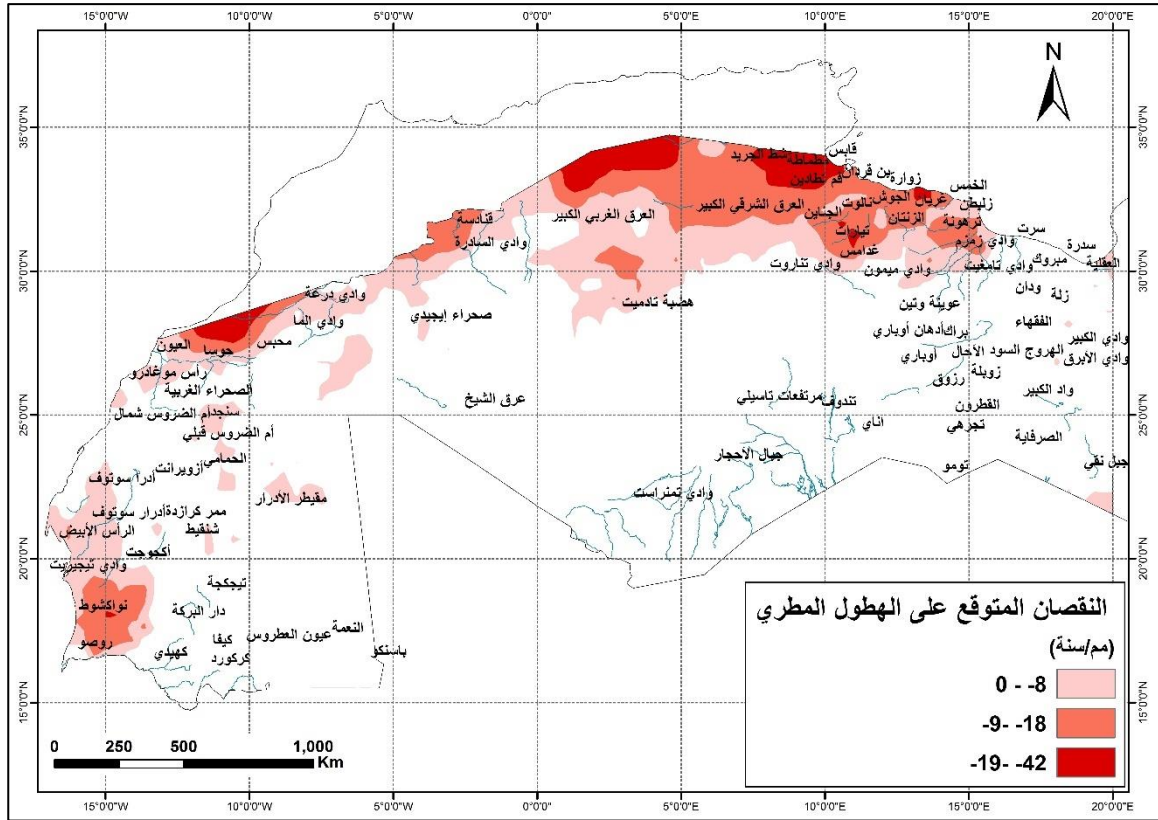
الشكل (66.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية (Natural breaks)، ومن الشكل (67.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) سبخة تادوغا ومصراته وزليطن ووادي زمزم والقرية الشرقية ووادي تناروت و غدامس ووادي درعة والصحراء الغربية والرأس الأبيض ومحبس والساقية الحمراء وحوسا وبيرام قرن و سنجد ووادي تيجيريت ونهر امشا و نواكشوط وأدرا سوتوف وجبل عنتر ووادي السادة وحمادة دي درا ووادي الناقة.

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 9 ملم / السنة و 18 ملم /السنة) في الخمس والزاوية والعجيلات وسيدي سعيد ووادي بي الكبير ووادي سوق الجبن و ترهونة و سيناون و الزنتان و نالوت و الجوش و غريان و بن قردان و المشهد و الدهيبات و تيارات و الجناب و فم تطادين و جبل الطاهر و العرق الشرقي الكبير وبيديرا و قنادسة.

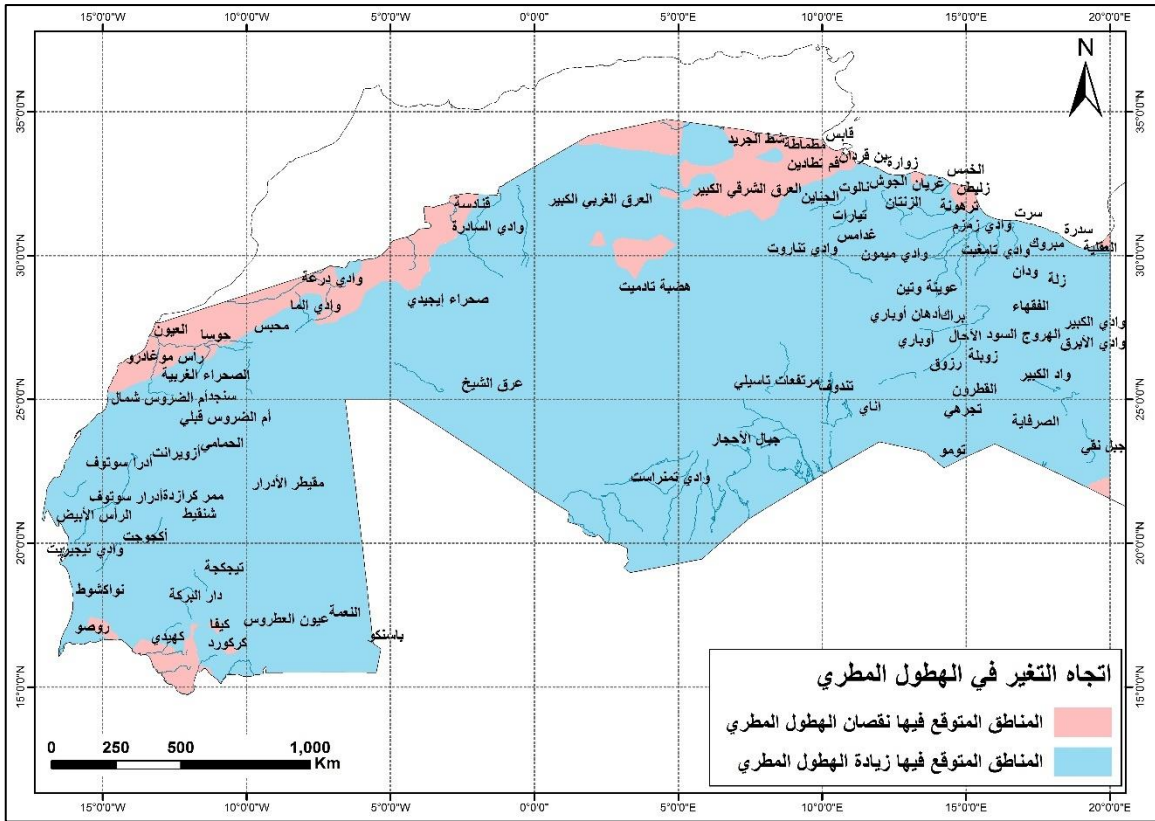
✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (من 19 ملم/السنة و 42 ملم/السنة) في هضاب مطماطة ومطماطة وقابس وشط الفجاج وشط الجريد.



الشكل (67.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في الصحراء الكبرى خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (68.2)، حيث إن 81% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية ويشمل إقليم الصحراء الكبرى جنوب ليبيا والجزائر وشرق موريتانيا، وأن 19% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية، ويشمل جزء من سواحل البحر الأبيض المتوسط وسفوح جبال الأطلس وسواحل المحيط الأطلسي.



الشكل (68.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، (الشكل 69.2) يُلاحظ الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة)

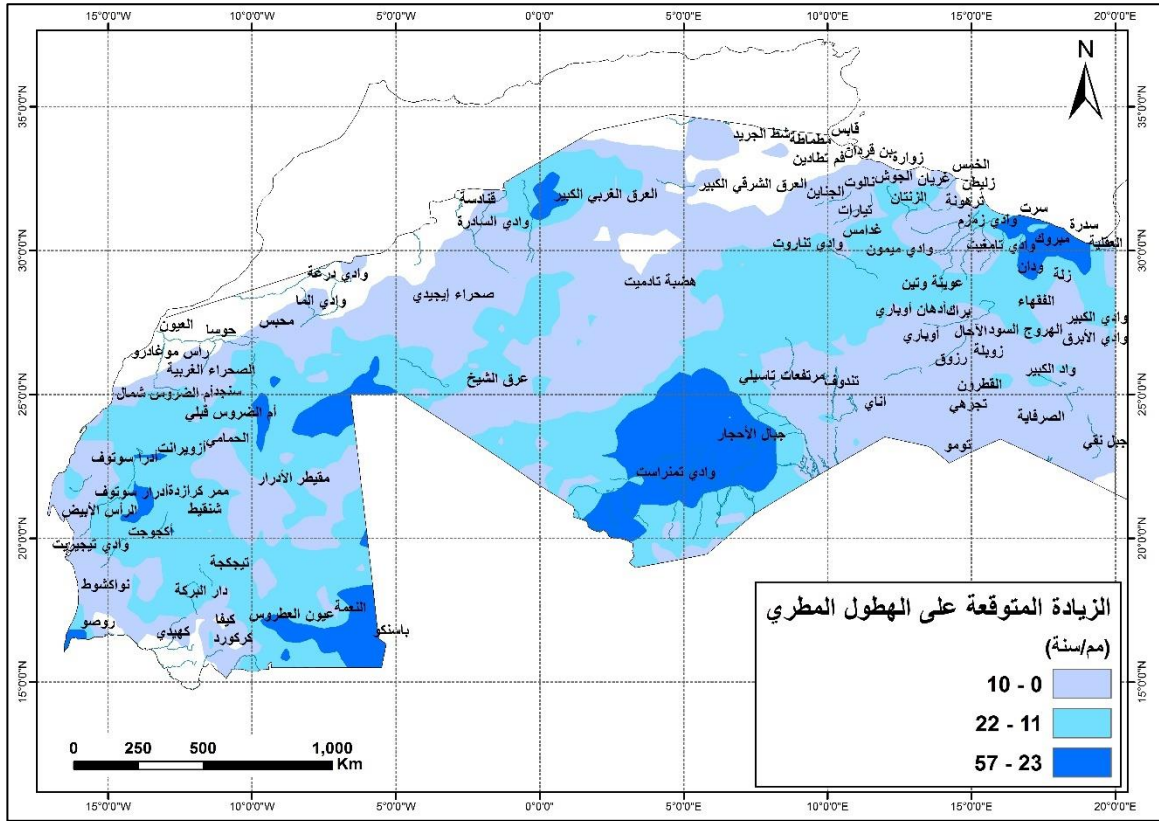
مناطق الخمس والزاوية والعجيلات وسيدي سعيد وزلة ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق وأم العبيد وواد الكبير والصرفاية وواحة فزان وجبل نقي وتجريه ومدروسة والقطرون وزوبلة والأحال ورزوق وتومو وناي وبراك وأوباري ووادي بي الكبير ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة والقرية الشرقية ووادي تناروت وغدامس وسيناون ونالوت والجوش وتندوف وبن قردان والمشهد والدهيبات وتيارات والجنابن وفم تطادين وجبل الطاهر وشط الجريد وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي والرأس الأبيض ومحبس وبيبرام قرن وسنجد والحمامي ومقيطر الأدرار وكيفا ووادي تيجيريت ونهر امشا ونواكشوط وأدرا سوتوف وحمادة توناسين ووادي الناقة ووادي الماء.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 11ملم/السنة و22

ملم/السنة) مناطق البريقة وسبخة تادوغا وودان وبنر الوشلة والهروج السود والفقهاء وجبل بني غنيمة وأدهان أوباري وعوينة وتين ووادي ميمون والزنتان وغريان ووادي تمنراست وأدرار سوتوف وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي

وأزويرانت وممر كرازة وشنقيط وتيجكجة والنعمة وكركور ودار البركة وأكجوجت.

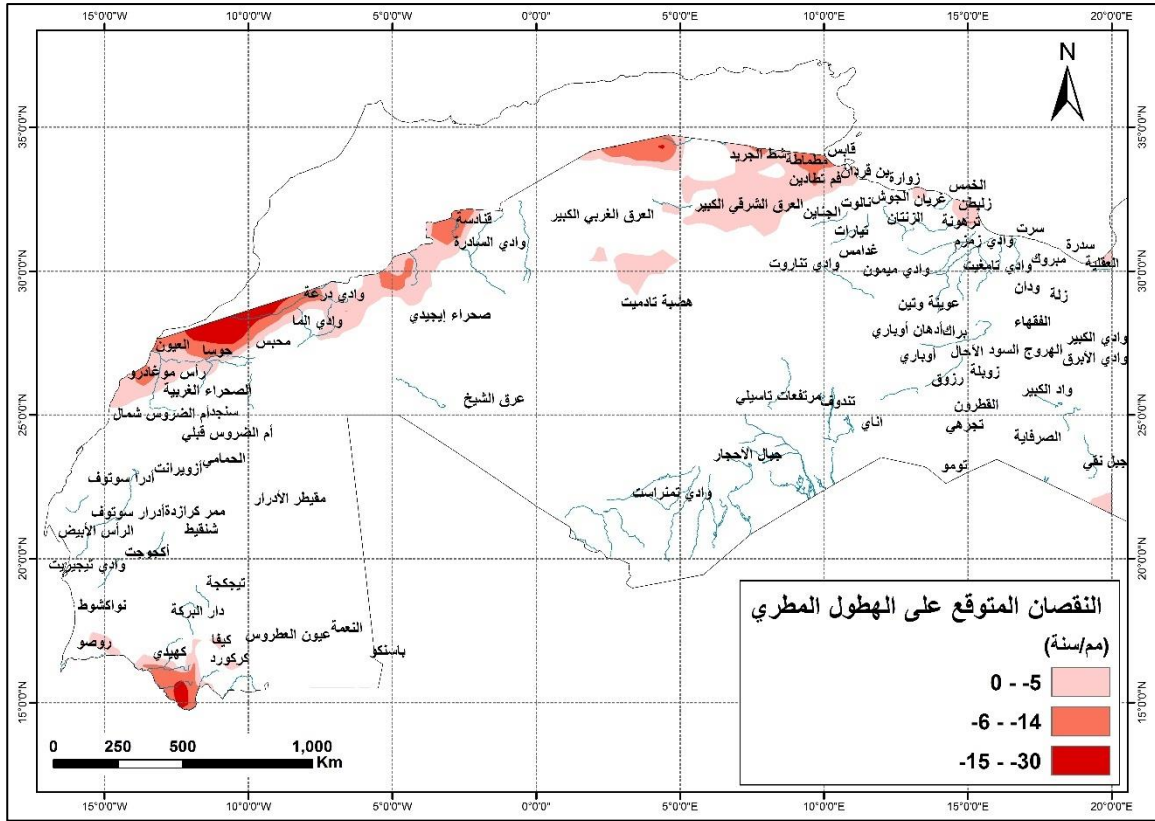
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 23 ملم/السنة و 57 ملم/السنة) مناطق العقالية ورأس لانوف وسدرة ومرسى العريجة وسرت والنوفلية ومبروك وواحة الجفرة ووادي تامغيت والعرق الغربي الكبير وجبال الأحجار وباسنكو وعيون العطروس وروصو.



الشكل (69.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو التبعثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) (الشكل 70.2) يتضح الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 5 ملم/السنة) مناطق مصراته وزليطن وهضاب مطماطة ومطماطة والعرق الشرقي الكبير ووادي درعة والصحراء الغربية ورأس موغادرو والساقية الحمراء وحوسا والعيون وكهيدي وبيديرا وجبل عنتر ووادي السادرة وحمادة دي درا.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 6 ملم/السنة و 14 ملم/السنة) مناطق قابس وشط الفجاج وقنادسة .
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 15 ملم/السنة و 30 ملم/السنة) مساحة صغيرة تقع شمال الصحراء الغربية.



الشكل (70.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

2-7-2 التغيرات المتوقعة في الهطول المطري وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5

يبين الشكلان (71.2) و(72.2) التغيرات المتوقعة على معدلات الهطول المطري في المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترتي منتصف القرن (2046 - 2065)، وبنهاية القرن (2081 - 2100) مقارنةً مع فترة الأساس 1986-2005، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الهطول المطري السنوية خلال فترة منتصف القرن، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين 1+ مم/السنة، و106+ مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الهطول المطري نحو 46% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك شمال شرق شبه الجزيرة العربية، وأيضاً جنوب شرق شبه الجزيرة العربية، وكذلك من المتوقع زيادة الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي، وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

من جهة أخرى يتوقع نقصان معدلات الهطول المطري السنوية على مساحات أوسع في المنطقة العربية خلال فترة منتصف القرن، إذ يُراوح المدى الكلي للنقصان بين 1- ملم/السنة و177- ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بنقصان الهطول المطري نحو 54% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم غرب شبه الجزيرة العربية، وجبال عسير وجبال اليمن، وكذلك إقليم جبال الأطلس وشمال غرب ليبيا وجنوب غرب موريتانيا.

تتوزع هذه التغيرات خلال فترة نهاية القرن، بين الزيادة والنقصان، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الهطول المطري السنوية، إذ يراوح المدى الكلي للزيادة بين 1+ مم/السنة، و186+ مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الهطول المطري نحو 58% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم شمال شرق شبه الجزيرة العربية، وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية أي عُمان بسواحلها ومناطقها الداخلية، وكذلك من المتوقع زيادة الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وجنوب إقليم شمال شرق إفريقيا أي السودان، وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

من جهة ثانية، يتوقع نقصان معدلات الهطول المطري السنوية على مساحات واسعة في المنطقة العربية خلال فترة نهاية القرن، إذ يراوح المدى الكلي للنقصان بين 1- ملم/السنة و377- ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بنقصان الهطول المطري نحو 42% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم غرب شبه الجزيرة العربية، والمساحات الداخلية منها أي مناطق صحراء الربع الخالي وجبال عسير وجبال اليمن، وكذلك إقليم جبال الأطلس وشمال ليبيا وجنوب غرب موريتانيا على سواحل الأطلسي، والأجزاء الشمالية من إقليم شمال شرق إفريقيا.

تم توزيع كل من المدى الكلي للزيادة والنقصان على ثلاثة مجالات وفق تصنيف الفواصل الطبيعية لجنكز:

- فترة منتصف القرن (2046-2065):

مجالات الزيادة:

- المجال المنخفض للزيادة (بين 1 ملم/السنة و18 ملم/السنة) ويغطي 77% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري .
- المجال المتوسط للزيادة (بين 19 ملم/السنة و52 ملم/السنة) ويغطي 19% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري .
- المجال المرتفع للزيادة (بين 53 ملم/السنة، و106 ملم/السنة) ويغطي 3% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري .

مجالات النقصان :

- مجال النقصان المنخفض (بين 1 ملم/السنة و17 ملم/السنة) ويغطي 82% من المساحة المشمولة بالنقصان.
- مجال النقصان المتوسط (بين 18 ملم/السنة، و57 ملم/السنة) ويغطي 13% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري.
- المساحة المتبقية من مساحة نقصان الهطول المطري أي 5%، تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 58 ملم/السنة و177 ملم/السنة).

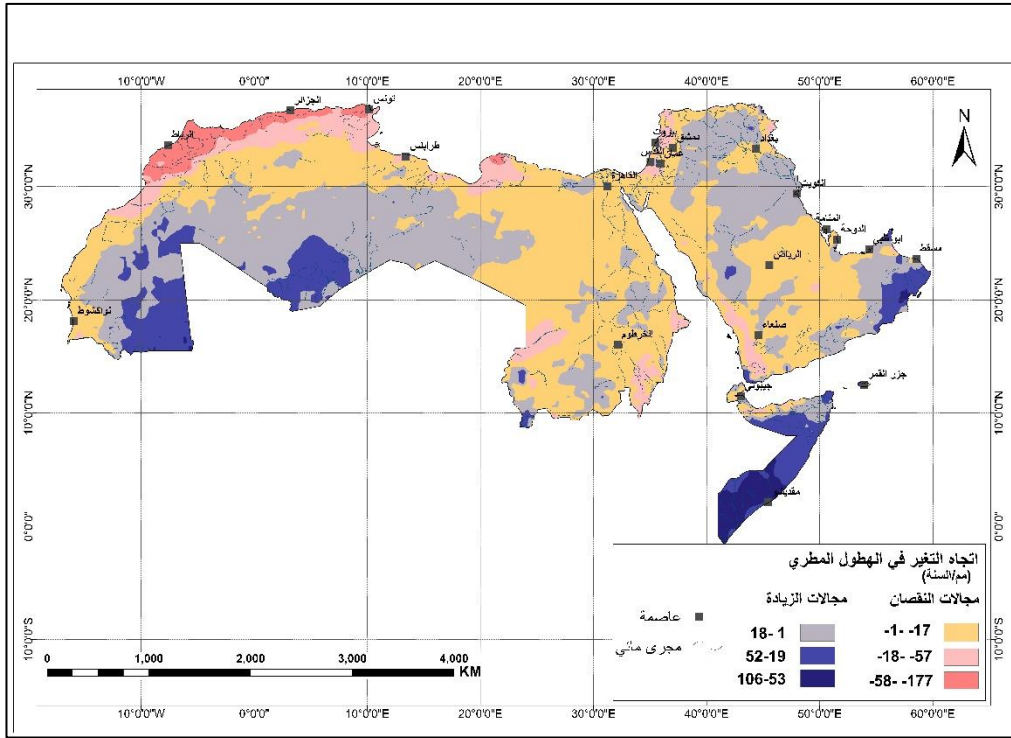
- فترة نهاية القرن (2081-2100):

مجالات الزيادة:

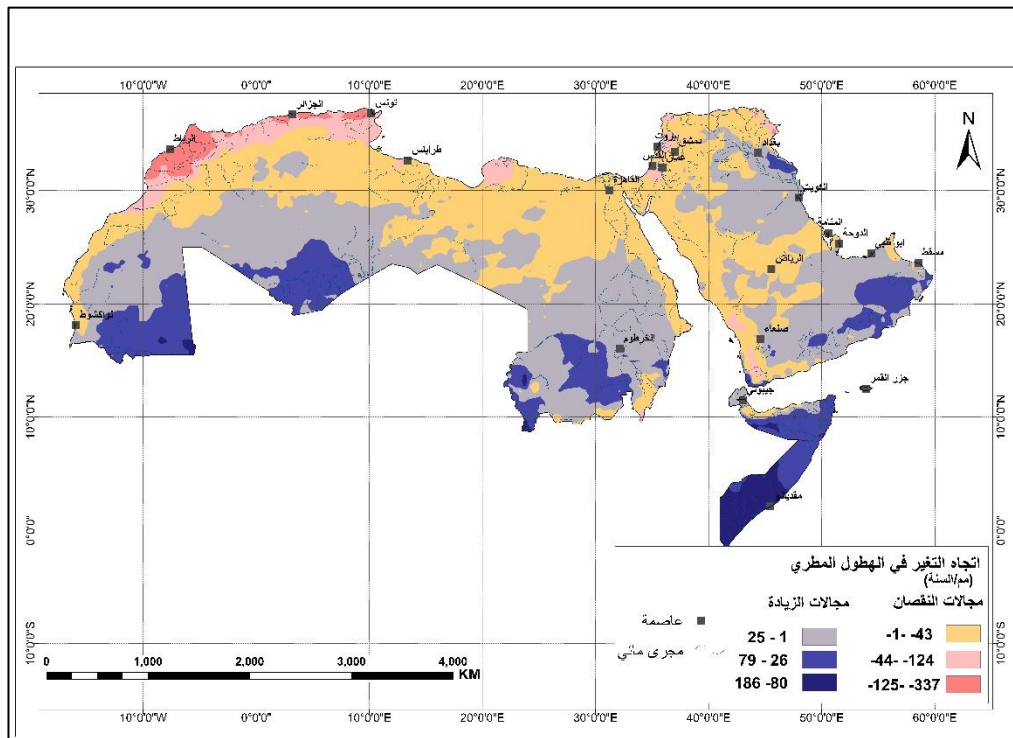
- مجال الزيادة المنخفضة (بين 1+ ملم/السنة و 25 ملم/السنة) ويغطي 86% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.
- مجال الزيادة المتوسطة (بين 26 ملم/السنة و 79 ملم/السنة) ويغطي 23% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.
- مجال الزيادة المرتفع (بين 80 ملم/السنة، و 186 ملم/السنة ويغطي) 4% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الهطول المطري.

مجالات النقصان:

- مجال النقصان المنخفض بين 1 ملم/السنة و 43 ملم/السنة،
- مجال النقصان المتوسط بين 44 ملم/السنة، و 124 ملم/السنة، ويغطي 10% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الهطول المطري،
- المساحة المتبقية من مساحة نقصان الهطول المطري أي 4%، تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 125 ملم/السنة و 337 ملم/السنة).



الشكل (71.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الهطول المطري في المنطقة العربية وفقاً للسيناريو المرتفع RCP 8.5 لفترة منتصف القرن



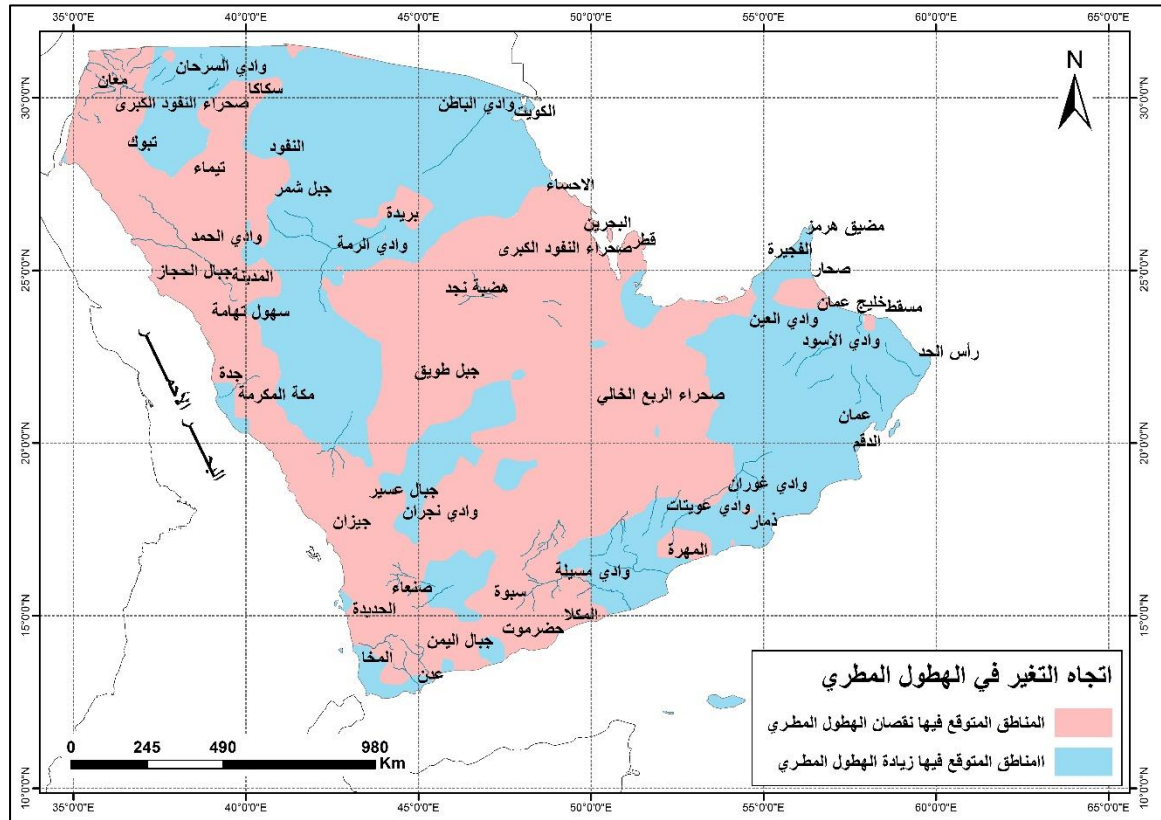
الشكل (72.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الهطول المطري في المنطقة العربية وفقاً للسيناريو المرتفع RCP 8.5 لفترة نهاية القرن

فيما يلي التغييرات المتوقعة على الهطولات المطرية مفصلة في كل إقليم جغرافي على حدة:

1-2-7-2 إقليم شبه الجزيرة العربية:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

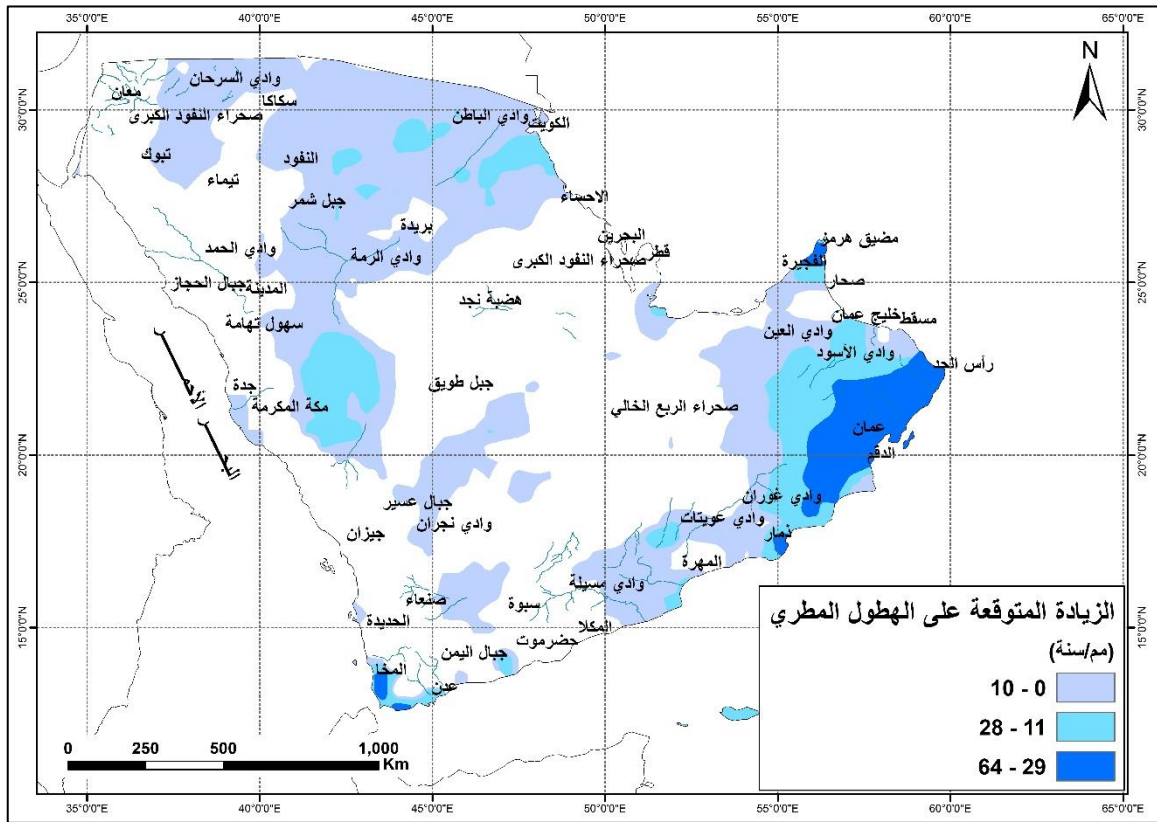
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغييرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (73.2)، يتضح من الشكل أن 45% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية ويشمل ذلك الثلث الشمالي من الإقليم والأجزاء الداخلية من جنوب وجنوب شرق هذا الإقليم، وأن 55% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية والوسطى من إقليم شبه الجزيرة العربية.



الشكل (73.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

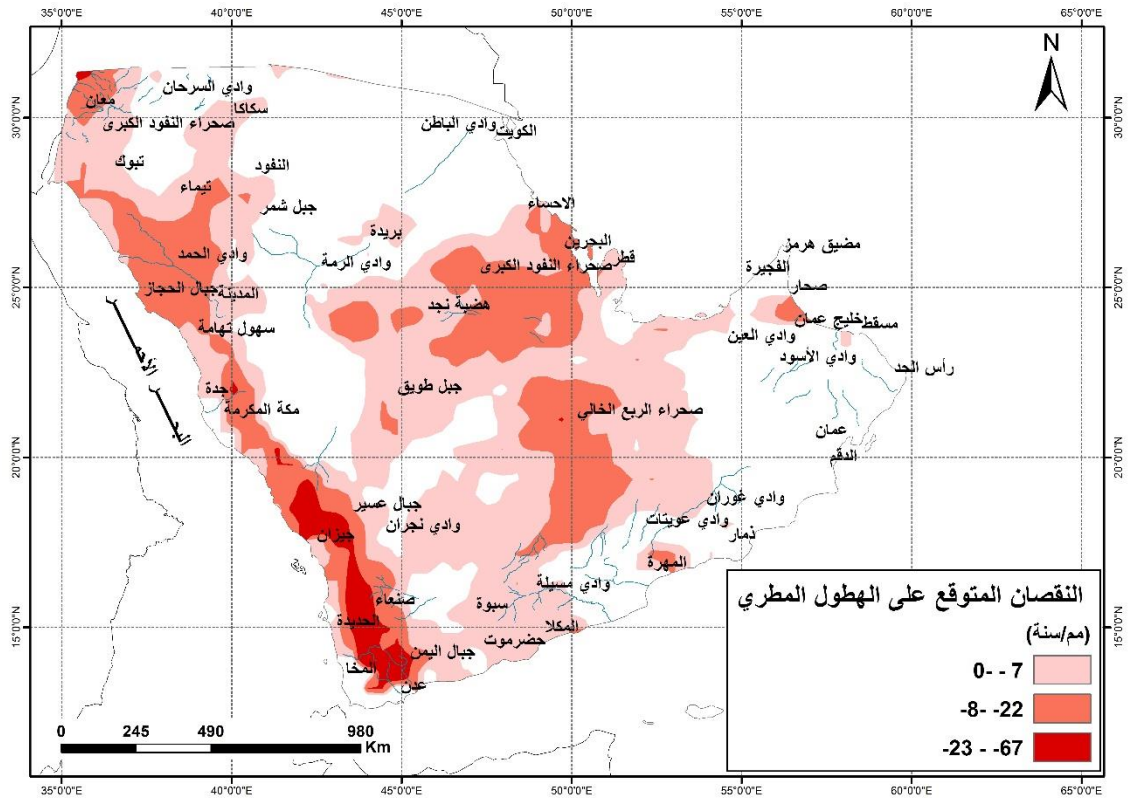
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (74.2) يتبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) مناطق وادي السرحان ووادي الباطن وبريدة وجبل شمر ووادي نجران ووادي الرمة وذمار والمهرة ووادي غوران ووادي العين ومسقط.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 11 ملم/السنة و28 ملم/السنة) مناطق الكويت والجبل الأخضر وخليج عمان وعدن ووادي عوينات ووادي الأسود والفجيرة وجدة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (29 ملم/السنة و64 ملم/السنة) مناطق عمان ورأس الحد ومضيق هرمز والمخا والدقم.



الشكل (74.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (75.2) تبين أن:

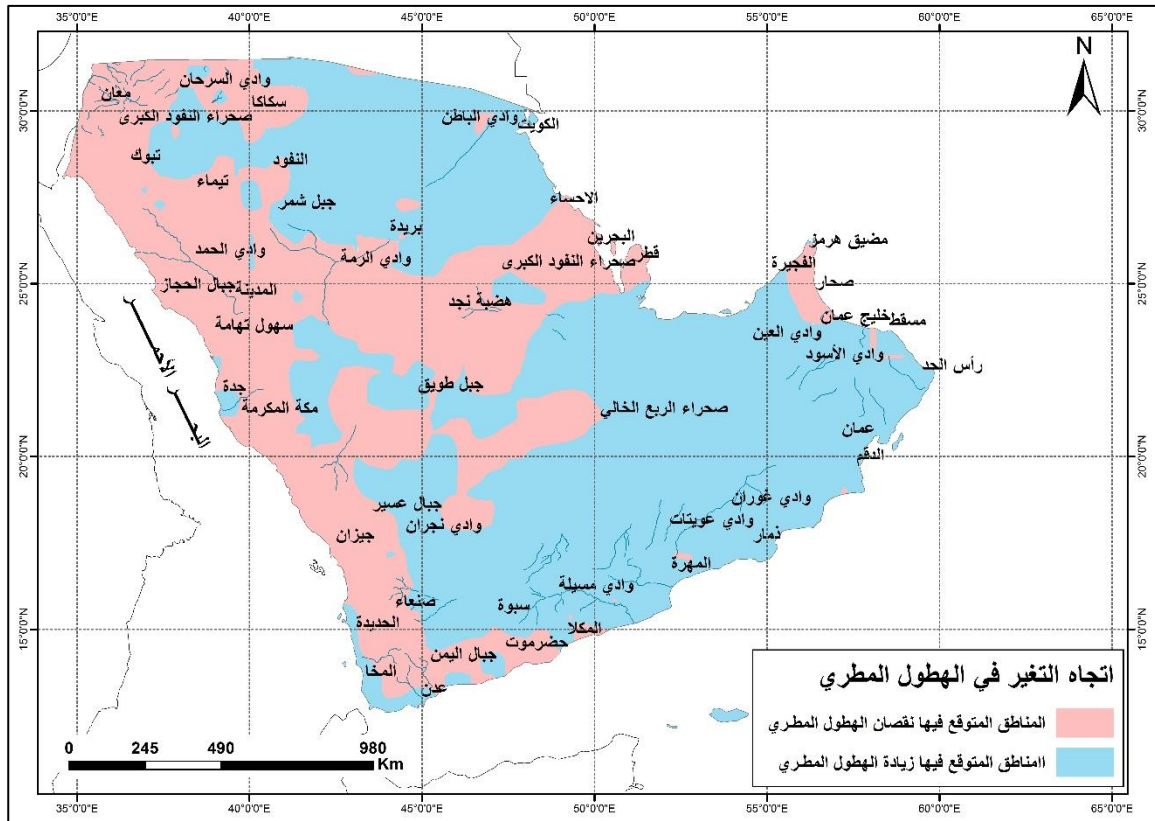


الشكل (75.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 7 ملم/السنة) مناطق تبوك وسكاكا والنفود وتيماء وخليج العقبة وصحراء النفود الكبرى وجبال الحجاز وسهول تهامة وهضبة نجد وجبل طويق وحضرموت ووادي مسيلة و قطر والاحساء والحديدة وجيزان وشبوة والمكلا والمدينة ومكة المكرمة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 8 ملم/السنة و22 ملم/السنة) مناطق معان ووادي الحمد وجبال عسير وصحراء النفود الكبرى وصحراء الربع الخالي والبحرين وصحار.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 23 ملم/السنة و67 ملم/السنة) جبال اليمن وصنعاء.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (76.2).

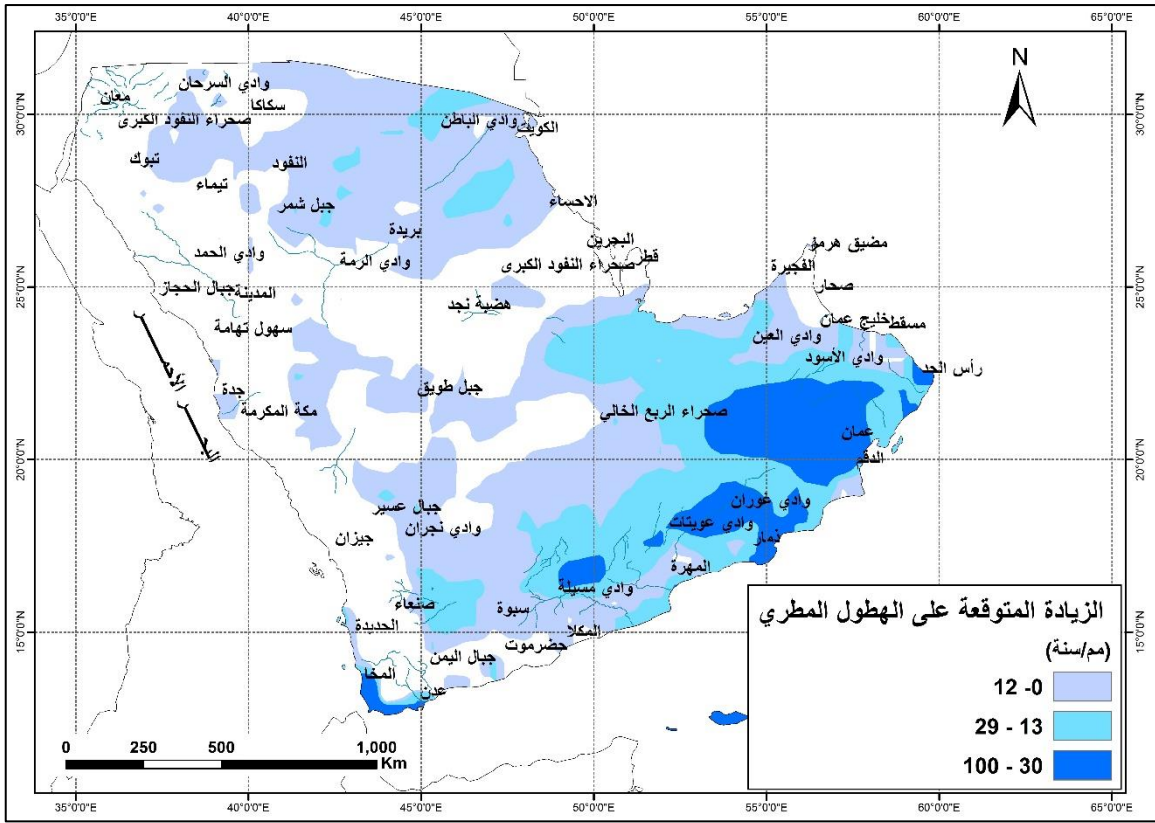


الشكل (76.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

يتضح من الشكل السابق أنه وفق هذا السيناريو فإن 60% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك شمال شرق الإقليم وجنوب غربه وبعض أجزاءه الجنوبية، وأن 40% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك سواحل البحر الأحمر الشرقية والسلاسل الجبلية المطلة عليها وبعض الأجزاء الوسطى من الإقليم.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (77.2) يُستنتج أن:

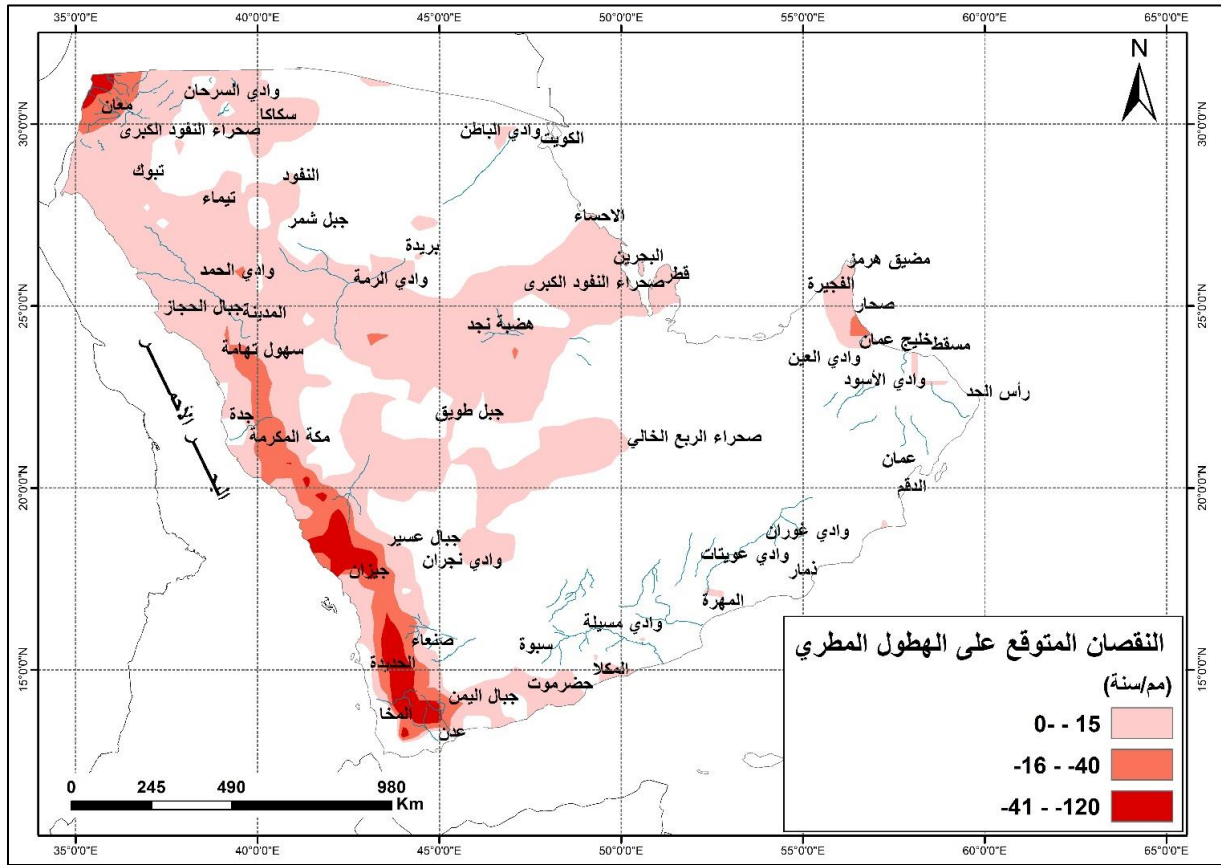
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 12 ملم/السنة) مناطق وادي السرحان والكويت ووادي الباطن وبريدة وصحراء النفود الكبرى وجبل شمر ووادي نجران وجبل طويق ووادي مسيلة والاحساء والحديدة وشبوة والمكلا ووادي العين وجدة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 13ملم/السنة و29 ملم/السنة) مناطق ذمار والمهرة والجبل الأخضر وخليج عمان والدقم ووادي الأسود ومسقط.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 30 ملم/السنة و100 ملم/السنة) مناطق عمان ورأس الحد وعدن والمخا ووادي غوران ووادي عوينات.



الشكل (77.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (78.2) يُلاحظ أن:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 15 ملم/السنة) مناطق سكاكا والنفود ووادي الحمدة وتيماء وخليج العقبة وجبال الحجاز وجبال عسير وسهول تهامة وصحراء النفود الكبرى وصحراء الربع الخالي وهضبة نجد ووادي الرمة ومضيق هرمز وقطر والبحرين والفجيرة وجيزان وحضرموت والمدينة ومكة المكرمة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 16 ملم/السنة و40 ملم/السنة) مناطق معان وصنعاء وحصار.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 41 ملم/السنة و120 ملم/السنة) مناطق تبوك وجبال اليمن وشمال جيزان.



الشكل (78.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يوضح الجدول (8.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

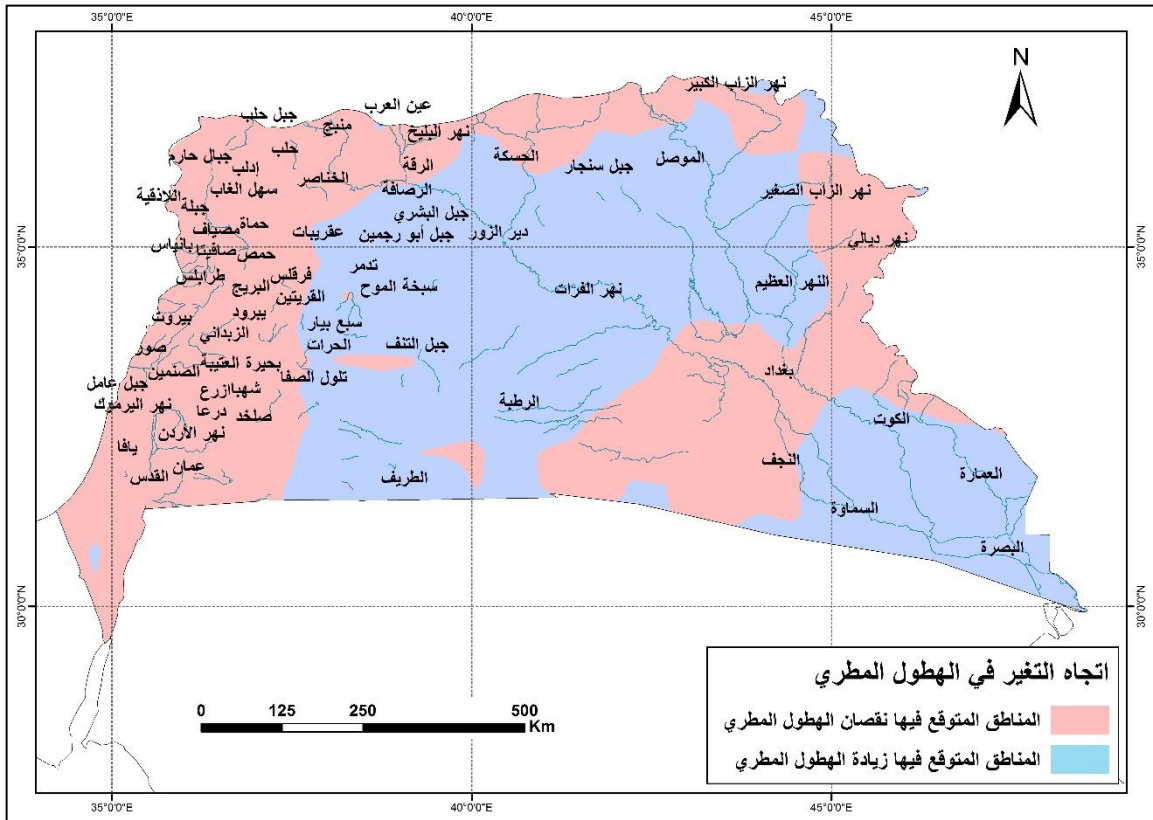
الجدول (8.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5							سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5							فترة منتصف القرن
[65+ ، 67-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				[53+ ، 103-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري				نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري				
55			45				52			48				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
[67- ، 23-]	[22- ، 8-]	[7- ، 0]	[64+ ، 29+]	[28+ ، 11+]	[10+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[103- ، 30-]	[29- ، 11-]	[10- ، 0]	[53+ ، 20+]	[19+ ، 9+]	[8+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
64	32	4	9	19.00	72.00	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	61	36	4	27	33	41	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
[99+ ، 118-]							[112+ ، 58-]							فترة نهاية القرن
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري				نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري				
40			60				29			71				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
[118- ، 41-]	[40- ، 16-]	[15- ، 0]	[100+ ، 30+]	[29+ ، 13+]	[20+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[85- ، 24-]	[23- ، 8-]	[7- ، 0]	[112+ ، 41+]	[18+ ، 41+]	[4+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
86	10	4	12	28	60	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	64	29	6	9	24	66	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	

2-2-7-2 إقليم المشرق العربي:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم المشرق العربي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (79.2)، حيث إن 55% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية ويشمل ذلك الأجزاء الداخلية من سورية وأقصى شمال من العراق، وكذلك أقصى جنوبه، وأن 45% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية ويشمل ذلك الأجزاء الغربية من مساحة سورية والأجزاء الشمالية من سورية والأجزاء المركزية من العراق، ومن المتوقع أن تتناقص الهطولات المطرية وفق هذا السيناريو في شمال الأردن وفلسطين.



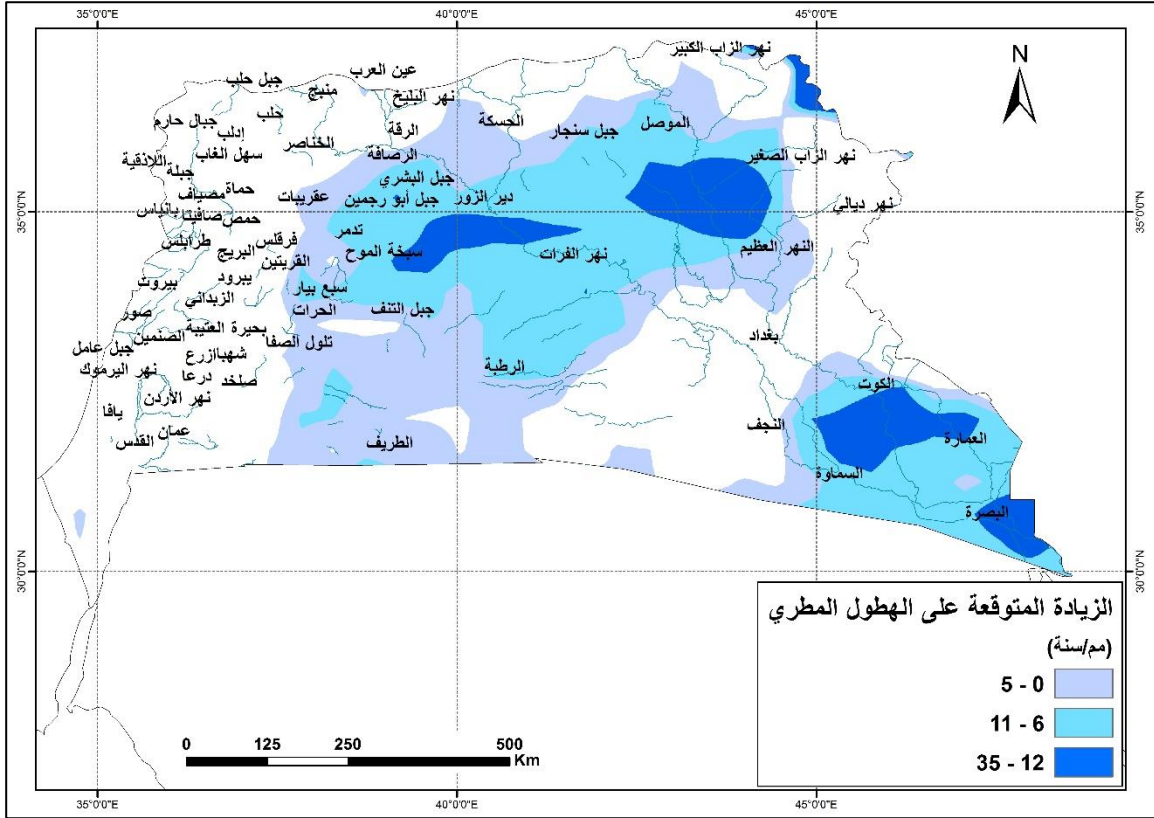
الشكل (79.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (80.2) حيث يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 5 ملم/السنة) مناطق سبع بيار وسبخة الموح وتدمر وسلسلة الجبال التدمرية الشمالية وجبل الشاعر والرصافة

وجبل سنجار والحسكة في سورية، ومنطقة النهر العظيم والسماوة والرطبة والطريف في العراق.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 6 ملم/السنة و 11 ملم/السنة) مناطق بادية الحماد وجبل أبو رجمين وجبل البشري ودير الزور وحوض نهر الفرات في سورية، ومناطق الموصل والكوت والعمارة والبصرة في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (12 ملم/السنة و 35 ملم/السنة) بعض البقع المتفرقة في البوادي الداخلية في سورية والعراق.



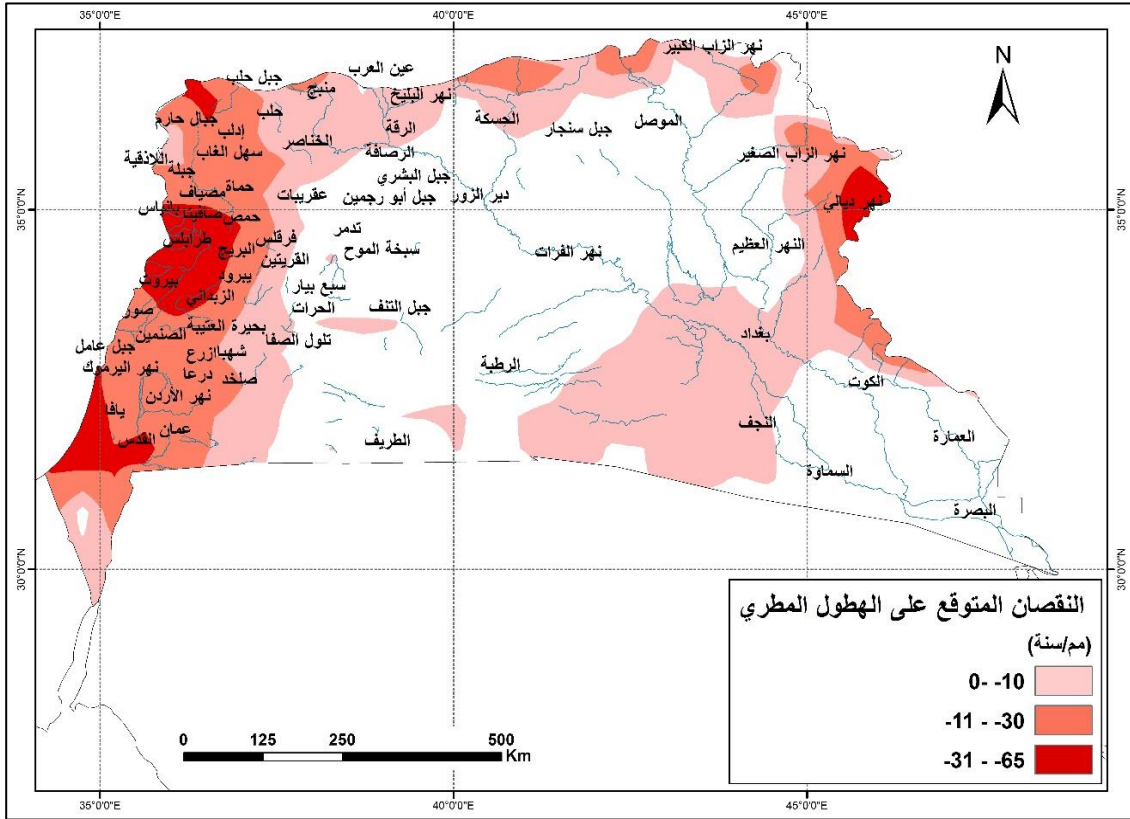
الشكل (80.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (81.2) ينتج أن:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) مناطق تلؤل الصفا وبادية الحرات وبحيرة الصيقل وجبل التنف وسلسلة الجبال التدمرية والخصائر ومنبج وعين العرب وبحيرة الأسد والرقعة ونهر البليخ في سورية، ونهر الزاب الكبير وبغداد والنجف في العراق.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 11 ملم/السنة و 30 ملم/السنة) مناطق جبل حلب ونهر عفرين وجبل سمعان وجبال حارم ونهر قويق وحلب وإدلب وسهل الغاب وجبل الزاوية ومعرة النعمان وجبال اللاذقية واللاذقية والقرداحة وجبله وخان شيخون وحماة ونهر الساروت ونهر العاصي وبانياس والرستن وفرقلس ودير عطية والقنيطرة ونهر اليرموك ودرعا وازرع والصنمين واللجاة وشهبا السويداء وجبل العرب وصلخد وبحيرة العتيبة والقريتين والسلمية في سورية، ومناطق بيروت وصيدا وصور ونهر القاسمية وجبل عامل في لبنان، وفي العراق حوض نهر ديالي، وفي الأردن عمان وحوض نهر الأردن.

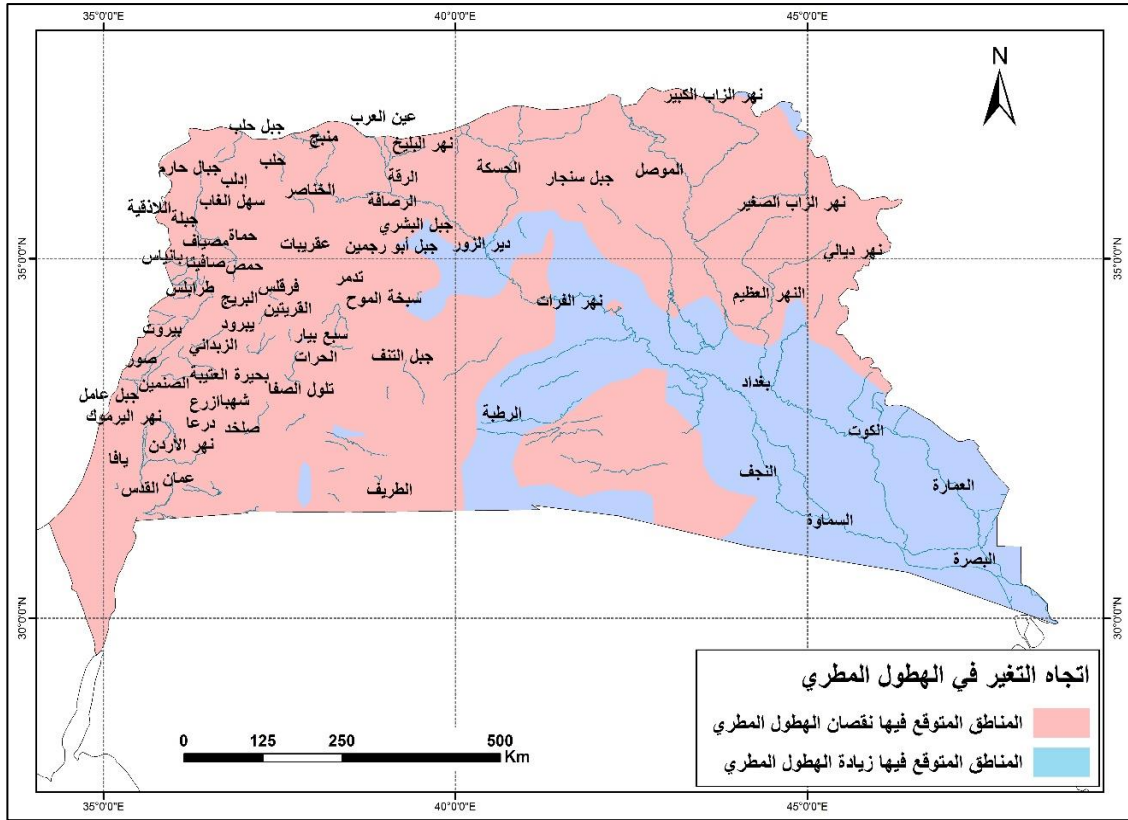
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 31 ملم/السنة و 65 ملم/السنة) مناطق مصياف وحمص وبحيرة قطينة وصافيتا وحوض نهر الكبير الجنوبي وخليج عكار والبريج وبيروود والزبداني في سورية، ومناطق طرابلس وسلسلة جبال لبنان الشرقية وجبال لبنان الغربية وخليج جونبة في لبنان.



الشكل (81.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081- 2100)

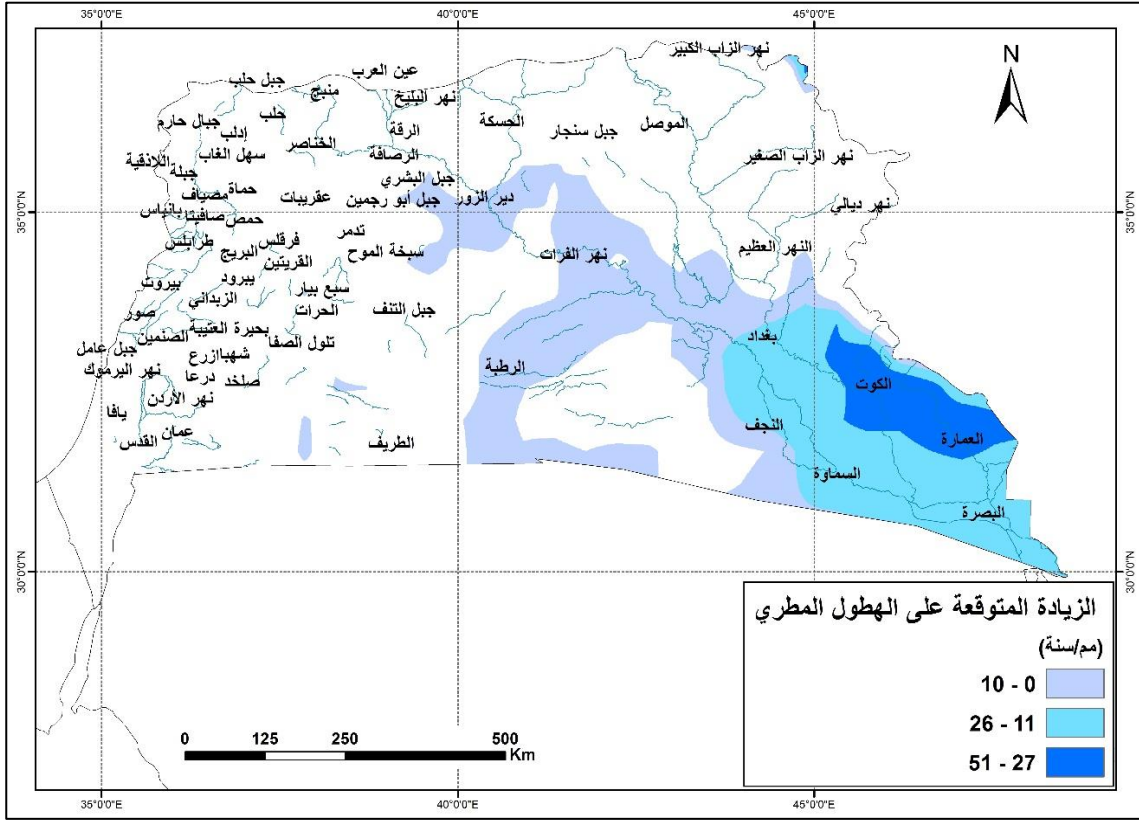
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم المشرق العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (82.2) حيث يتضح من الشكل أنه وفق هذا السيناريو، فإن 31% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك مساحة جنوب شرق العراق أي المجرى الأدنى لنهري دجلة والفرات، وكذلك أجزاء من سورية تقع على ضفاف نهر الفرات، وأن 69% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك معظم الأراضي السورية والأراضي الشمالية من الأردن وفلسطين، وكذلك النصف الشمالي من الأراضي العراقية.



الشكل (82.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (83.2) يتضح أنه:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) المجرى الأوسط لنهر الفرات بين سورية والعراق وكذلك منطقة النجف في العراق ونهوض الرطبة جنوب شرق سورية.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 11ملم/السنة و26 ملم/السنة) مناطق البصرة والسماءة وشرق النجف وبغداد وجنوبها في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 27 ملم/السنة و51 ملم/السنة) مناطق أقصى جنوب غرب العراق فقط مثل العمارة والكوت على السفوح الغربية لجبال زاغروس.



الشكل (83.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

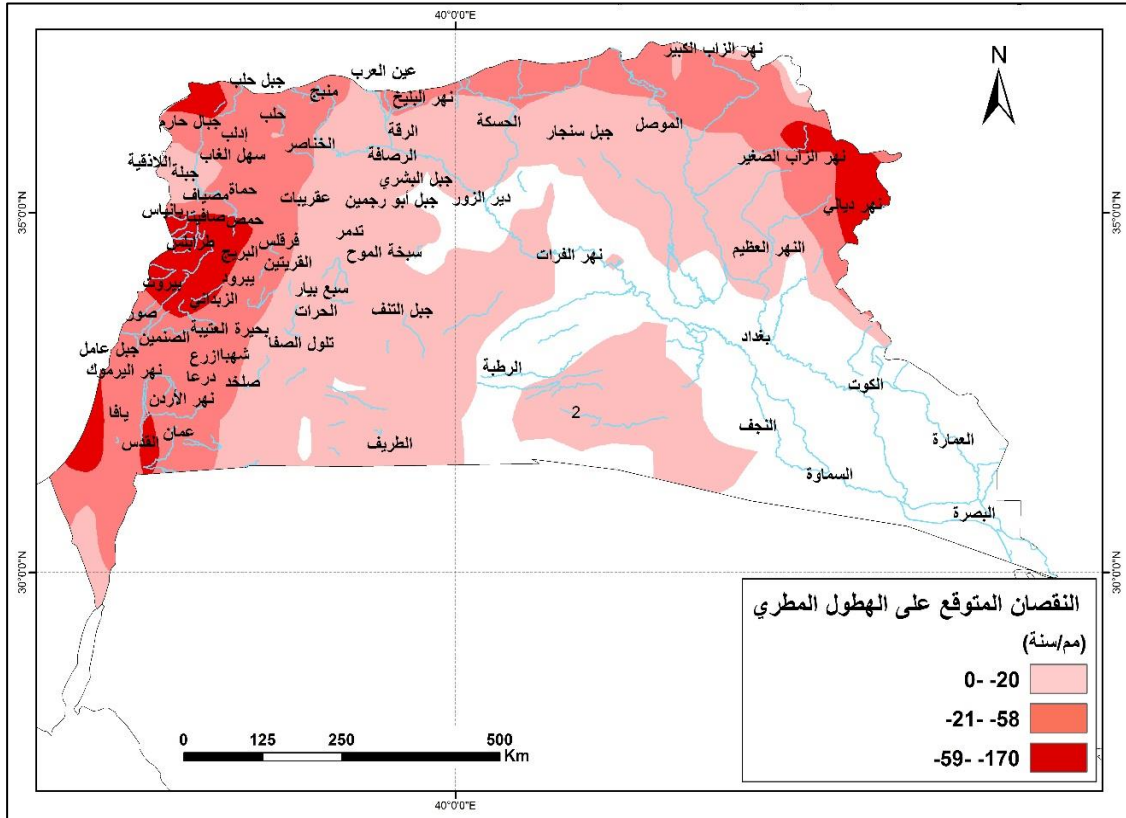
بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (84.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 20 ملم/السنة) مناطق سهل الغاب وجبل الزاوية ونهر الكبير الشمالي وجبال اللاذقية واللاذقية والقرداحة وجبله ورأس البسيط وبانياس وتلول الصفا والحرث وسبع بيار وجبل التنف وبادية الحماد وسلسلة الجبال التدمرية الجنوبية وسبخة الموح وتدمر وسلسلة الجبال التدمرية الشمالية وجبل الشاعر وجبل أبو رجمين وجبل البشري وعين العرب وبحيرة الأسد والرصافة

والرقة ونهر البليخ ونهر الفرات وجبل سنجار والحسكة في سورية، وفي العراق الموصل ونهر الزاب الصغير والنهر العظيم والطريف.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 21 ملم/السنة و58 ملم/السنة) مناطق جبل حلب ونهر عفرين وجبل سمعان وجبال حارم ونهر قويق وحلب وإدلب ومعرة النعمان وخان شيخون وحماة ونهر الساروت ونهر العاصي ومصيايف وفرقلس ودير عطية والذبيك وبيروود والقنيطرة وحوض نهر اليرموك ودرعا وازرع والصنمين واللجاة وشهبا والسويداء وجبل العرب وصلخد وبحيرة العتيبة وبحيرة صيقل والقريتين وعقربيات والسلمية والخناصر ومنبج في سورية، وفي لبنان بيروت وصيدا وصور وحوض نهر القاسمية وجبل عامل، وفي العراق حوض نهر الزاب الكبير وحوض نهر ديالي، وفي فلسطين والأردن مناطق يافا وعمان وحوض نهر الأردن والقدس.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 59 ملم/السنة و170 ملم/السنة) مناطق الرستن وحمص وبحيرة قطينة وصافيتا ونهر الكبير لجنوبي وخليج عكار والبريج وسلسلة جبال لبنان الشرقية والزداني في سورية، وفي لبنان جبال لبنان الغربية وطرابلس وخليج جونبة.



الشكل (84.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

ويوضح الجدول (9.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

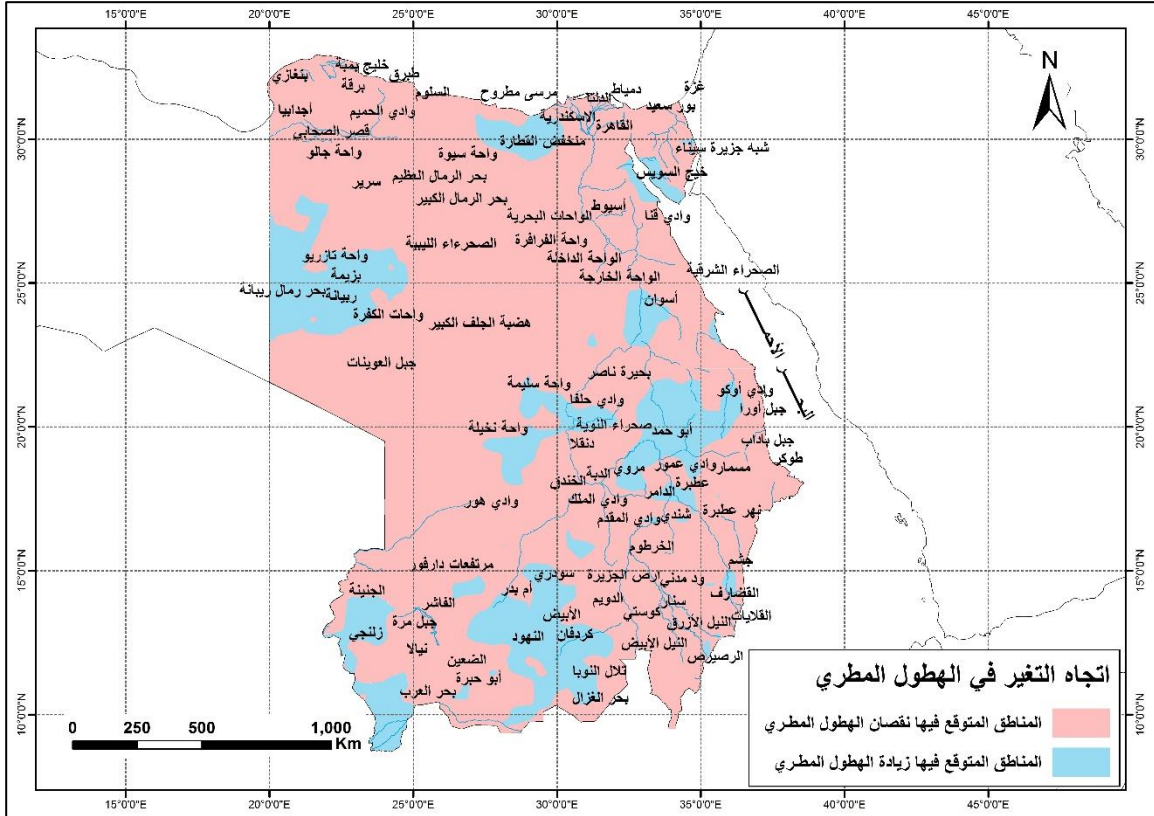
الجدول (9.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة منتصف القرن
[35+ ، 65-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[74+ ، 28-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
45			55			7			93				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[-31،-]	[30-،11-]	[10- ، 0]	[35+،12+]	[11+،6+]	[5+ ، 0]	[28-،11-]	[10- ، 4-]	[3- ، 0]	[27+ ، 74+]	[26+ ، 11+]	[10+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
8	29	63	15	42.50	42.50	13	32	55	26	50	24	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
[50.5+ ، 168-]						[40+ ، 52-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة نهاية القرن
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
69			31			66			34				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[-59،-]	[58-،21-]	[20- ، 0]	[51+،26+]	[26+،11+]	[10+،0]	[52-،21-]	[20- ، 8-]	[7- ، 0]	[40+ ، 2+]	[19+ 10+]	[9+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
6	27	67	12	35	53	%6	%36	%58	17	31	51	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	

3-2-7-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:

-فترة منتصف القرن (2046 - 2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (85.2)، يتضح من الشكل أن 22% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك بقعاً صغيرة متفرقة منتشرة ضمن الإقليم، وأن 78% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك معظم مساحاته.



الشكل (85.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

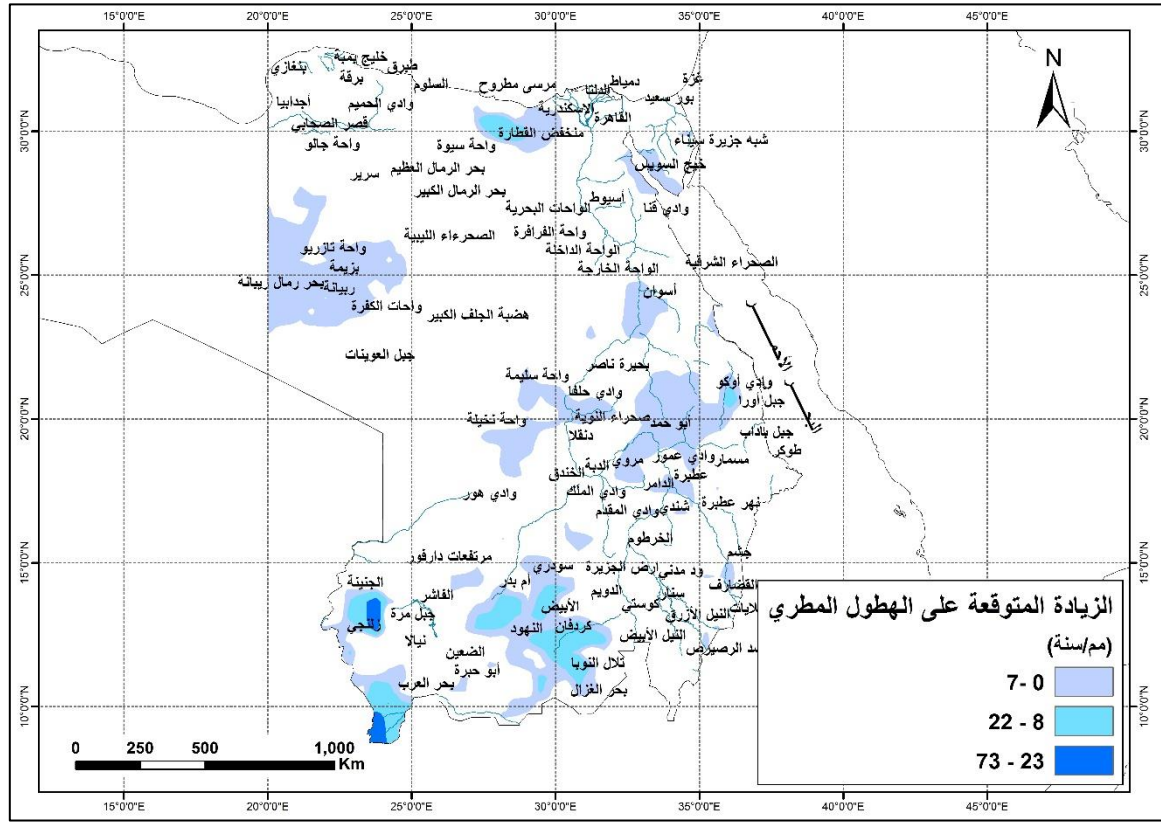
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (86.2) يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 7 ملم/السنة) مناطق بحر رمال ريبيانة وزلنجي والجنينة والنهود وأم بدر وسودري وعطبرة ووادي عمور

وأبو حمد وواحة سليمة ووادي حلفا وأسوان وخيخ السويس وواحات الكفرة وربيبانة وبزيمة وواحة تازريو.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 8 ملم/السنة و22 ملم/السنة) مناطق تلال النوبا وكردفان والأبيض.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (23 ملم/السنة و73 ملم/السنة) بقع صغيرة تقع جنوب غرب السودان.



الشكل (86.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

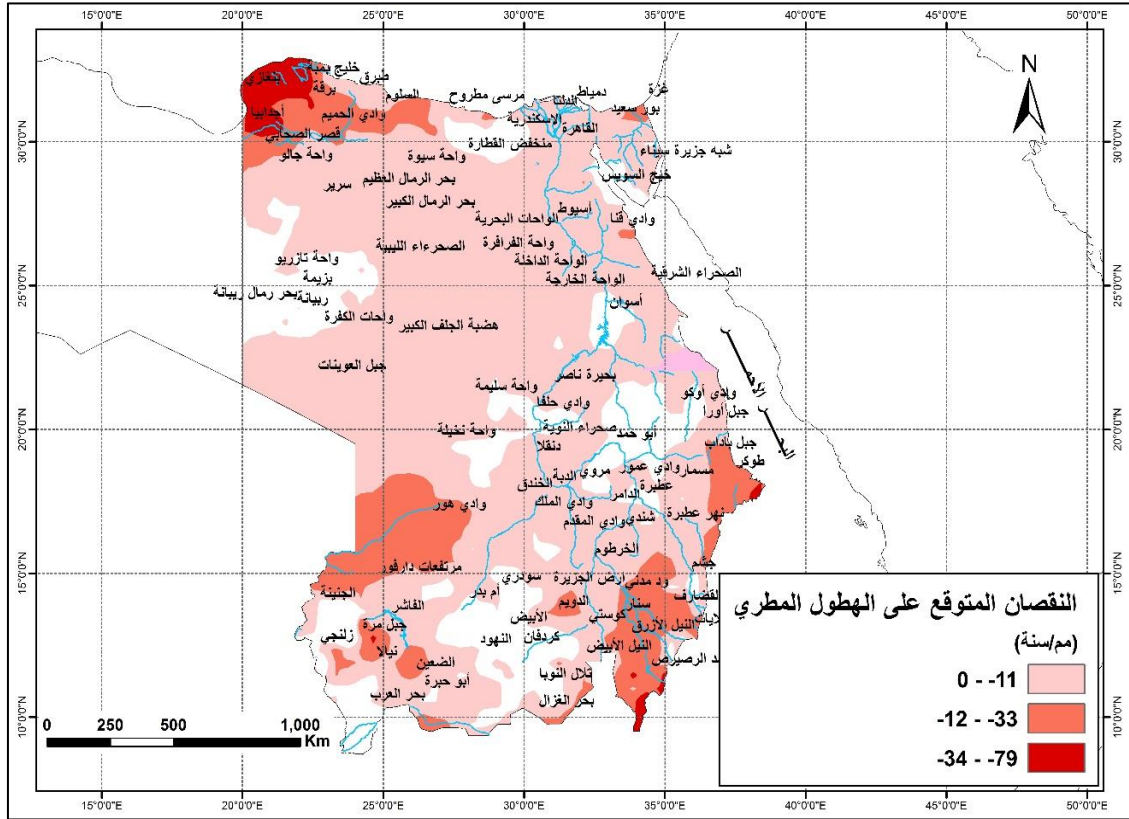
بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (87.2) يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 11 ملم/السنة) مناطق بحر العرب وبحر الغزال وأبو حبرة ونيالا والفاشر والنيل الأبيض وكوستي والدويم

ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء وارض الجزيرة والخرطوم وجشم وكسلا وأبو دليق ونهر عطبرة وشندي ووادي المقدم ووادي الملك والصحراء الشمالية والدامر ومسمار وجبل باداب وبورت سودان وصحراء النوبة وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة وبحيرة ناصر وجبل أورا ووادي أوكو ورأس أبو شجرة وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير والصحراء الشرقية والواحة الخارجة والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا ومنخفض القطارة وواحة سيوة وواحة جغبوب وشبه جزيرة سيناء والدلتا وأسيوط وبور سعيد والاسكندرية ومرسى مطروح والسلوم وطبرق والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم وسرير وواحة جالو وخليج بمبة والقاهرة.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 12 ملم/السنة و 33 ملم/السنة) مناطق الضعين وجبل مرة ومرتفعات دارفور وسد الرصيرص والنيل الأزرق وسنار والقلايات والقضارف وود مدني ووادي هور وطوكر وبرقة وقصر الصحابي ووادي الحميم.

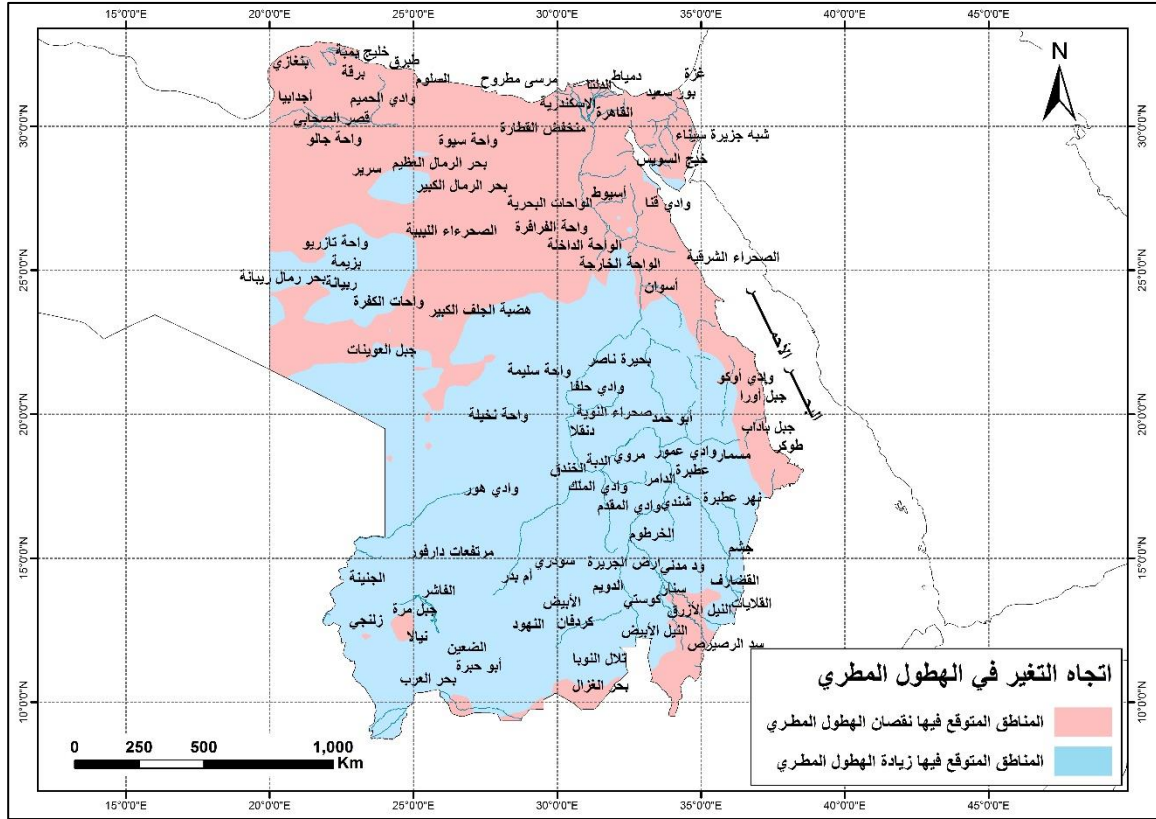
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 34 ملم/السنة و 79 ملم/السنة) مناطق أجدابيا والجبل الأخضر وبنغازي في ليبيا.



الشكل (87.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (88.2)، حيث يتضح أنه وفق هذا السيناريو فإن 59% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك الأجزاء الجنوبية من الإقليم، وأن 41% من مساحة الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك الأجزاء الشمالية منه.



الشكل (88.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

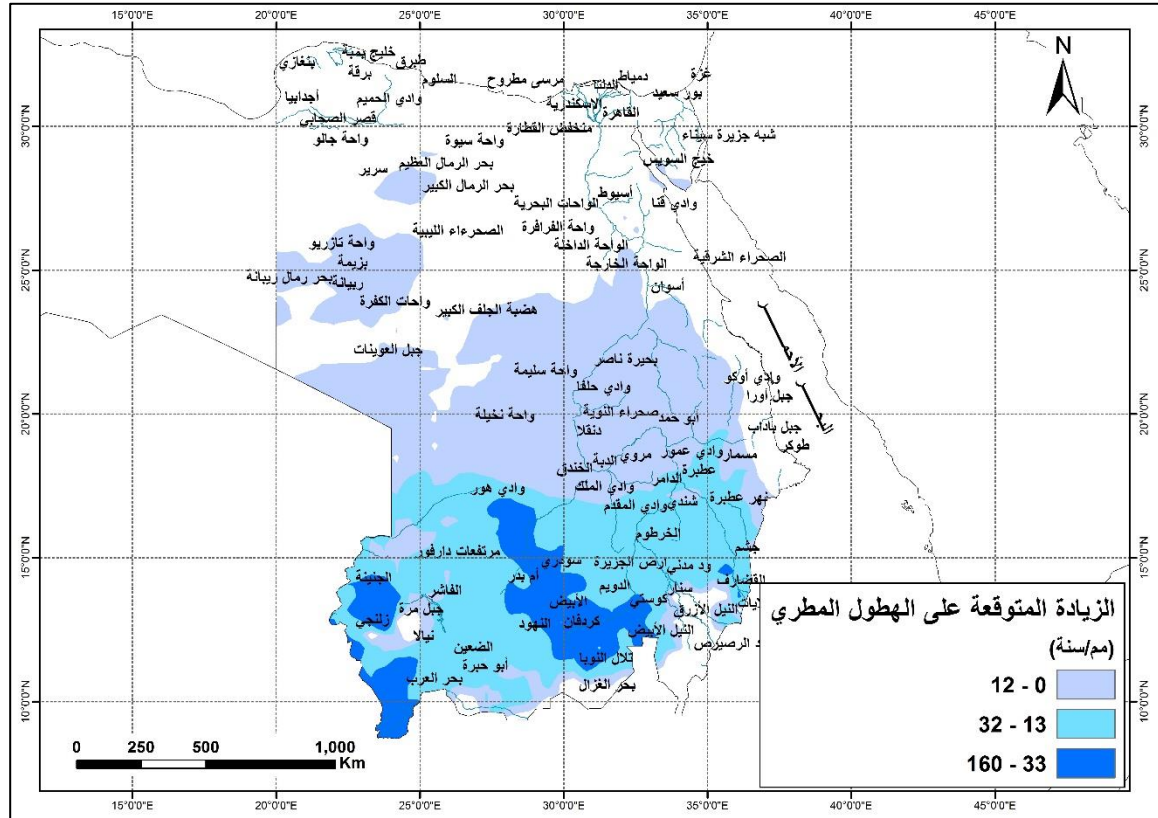
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (89.2) يُستنتج أن:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 12 ملم/السنة) مناطق بحر رمال ريبيانة والفاشر وسنار والقلايات ووادي المقدم ووادي الملك ومسمار ووادي عمور وأبو حمد وصحراء النوبة وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة

وواحة سليمة ووادي حلفا وبحيرة ناصر ووادي أوكو ووحدات الكفرة وبزيمة والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 13 ملم/السنة و 32 ملم/السنة) بحر العرب وتلال النوبا والضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي وجبل مرة ومرتفعات دارفور والنهود والدويم ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء وود مدني وارض الجزيرة والخرطوم وجشم وكسلا وأبو دليق وحوض نهر عطبرة وشندي ووادي هور والصحراء الشمالية والداير وعطبرة.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 33 ملم/السنة و 160 ملم/السنة) مناطق الجنيينة وكردفان والأبيض والنيل الأبيض وكوستي وأم بدر وسودري.



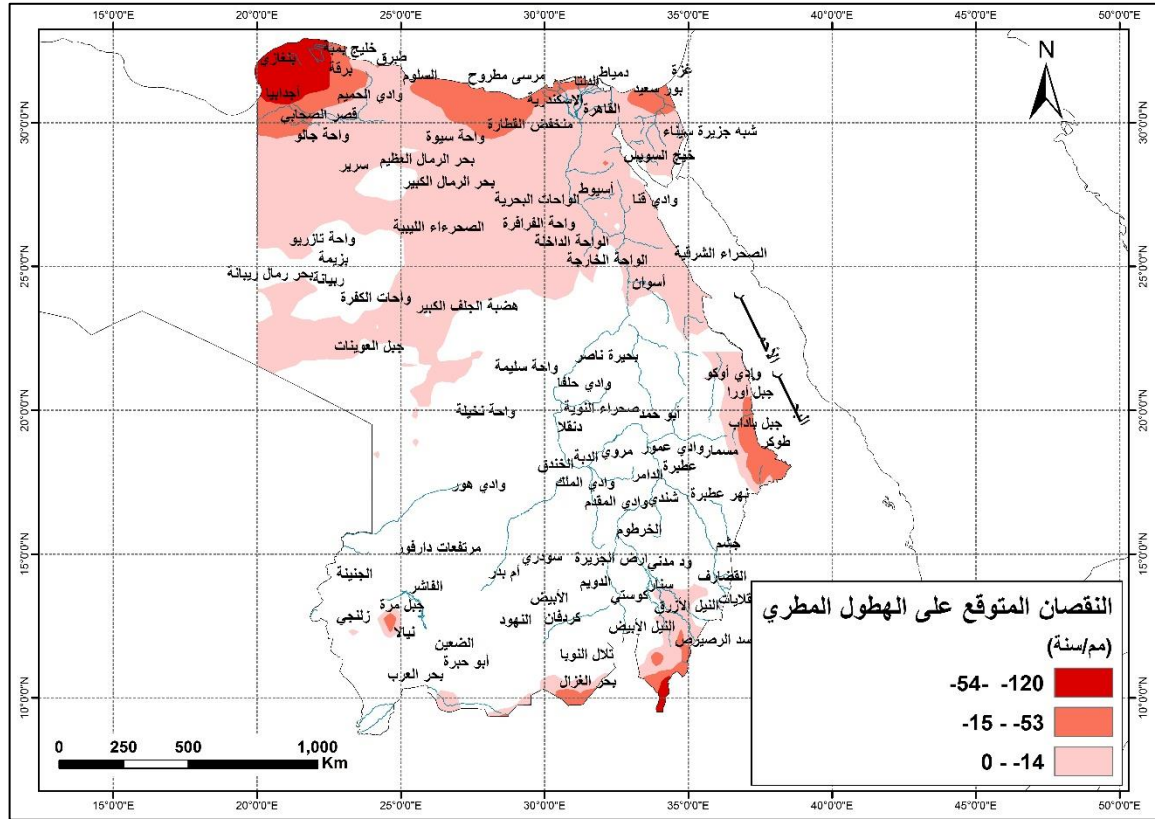
الشكل (89.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (90.2) يتضح أن:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 14 ملم/السنة) مناطق سد الرصيرص والنيل الأزرق والقضارف وجبل باداب وجبل أورا ورأس أبو

شجرة وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير وأسوان والصحراء الشرقية والواحة الخارجية والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا وواحة سيوة وواحة جغبوب وخليج السويس وشبه جزيرة سيناء والدلتا وأسيوط والسلوم وطبرق وربيانة وواحة تازريو وسرير وواحة جالو ووادي الحميم والقاهرة.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 15 ملم/السنة و53 ملم/السنة) مناطق بحر الغزال وطوكر وبورت سودان ومنخفض القطارة وبور سعيد والاسكندرية ومرسى مطروح وقصر الصحابي وأجدابيا وخليج بمبة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 54 ملم/السنة و120 ملم/السنة) مناطق برقة والجبل الأخضر في ليبيا وبنغازي.



الشكل (90.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (10.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

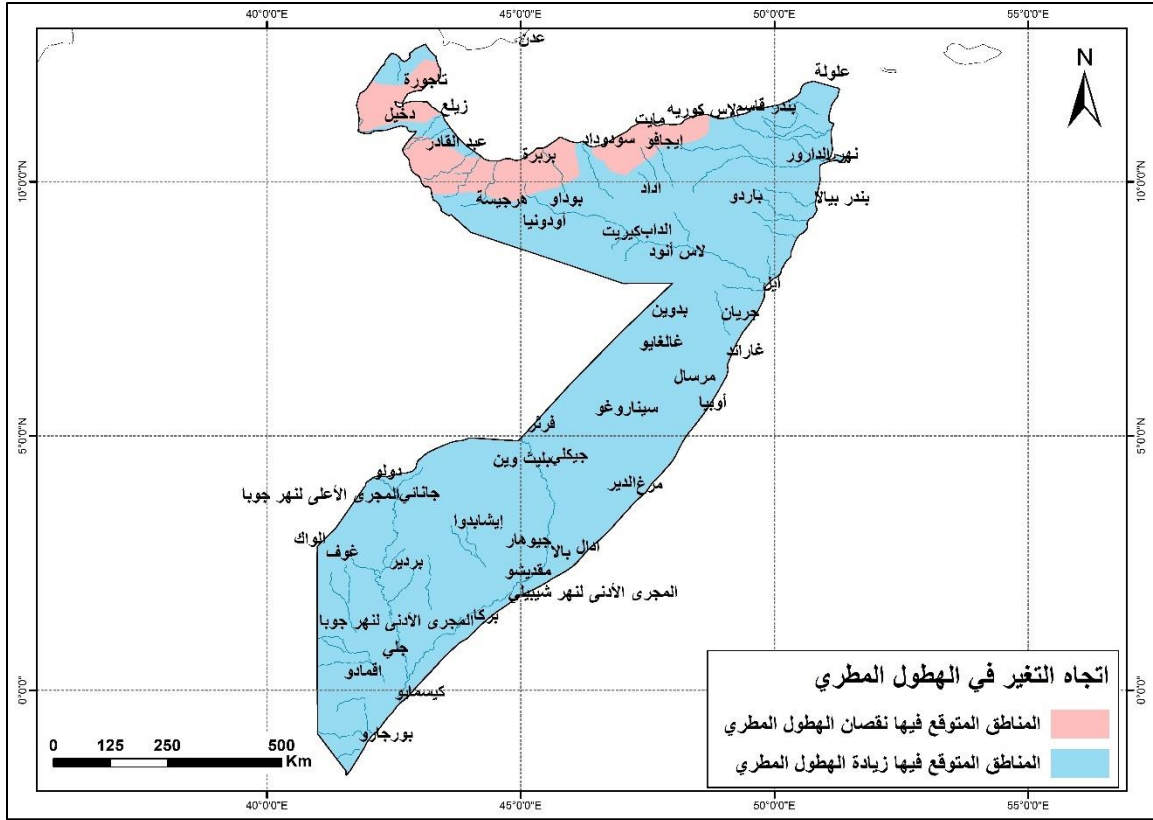
الجدول (10.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة منتصف القرن
[73+ ، 79-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[44+ ، 102-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
78			22			77			23				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[79- ، 34-]	[33-،12-]	[11- ، 0]	[73+،23+]	[22+،8+]	[7+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)		
						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
2	16	82	2	16	83	63	27	10	1	15	85		
[165+ ، 120-]						[64+ ، 93-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة نهاية القرن
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
41			59			81			19				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[120- ، 54-]	- ، 15-]	[14- ، 0]	، 33+]	32+ ، 13+]	[12+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)	القيمة (ملم/السنة)		
						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
4	12	84	11	34	54	11	28	61	1	34	65		

4-2-7-2 إقليم القرن الإفريقي:

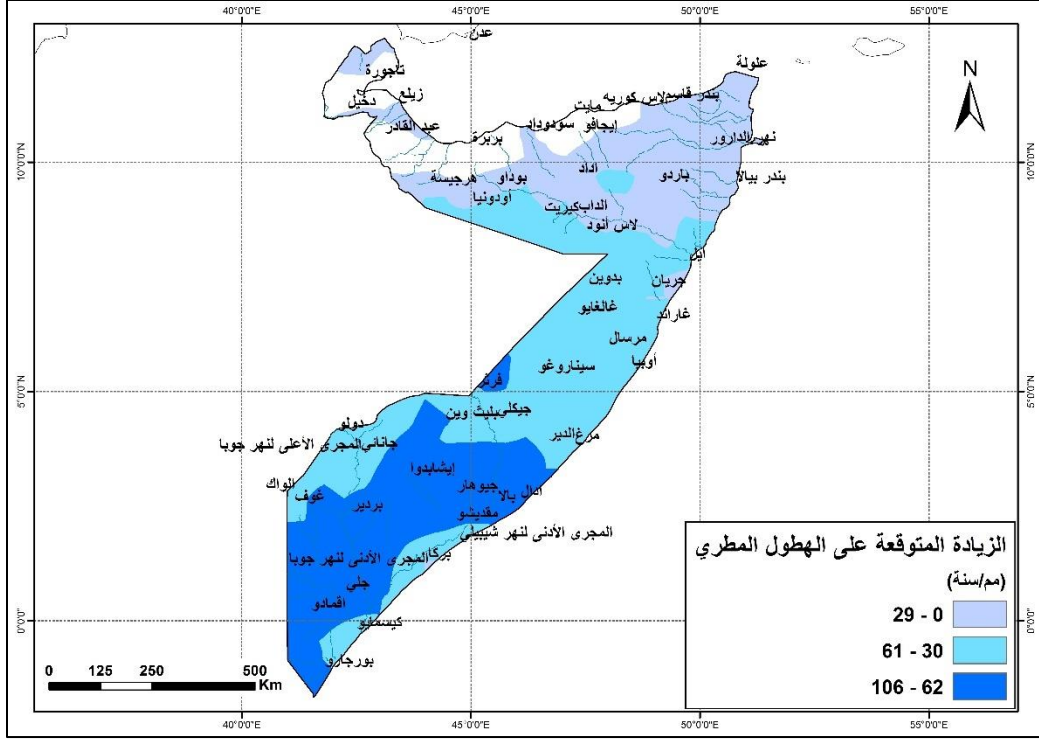
فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (91.2)، يتضح من الشكل أن 91% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية، وأن 9% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية.



الشكل (91.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (92.2) حيث يتبين الآتي:

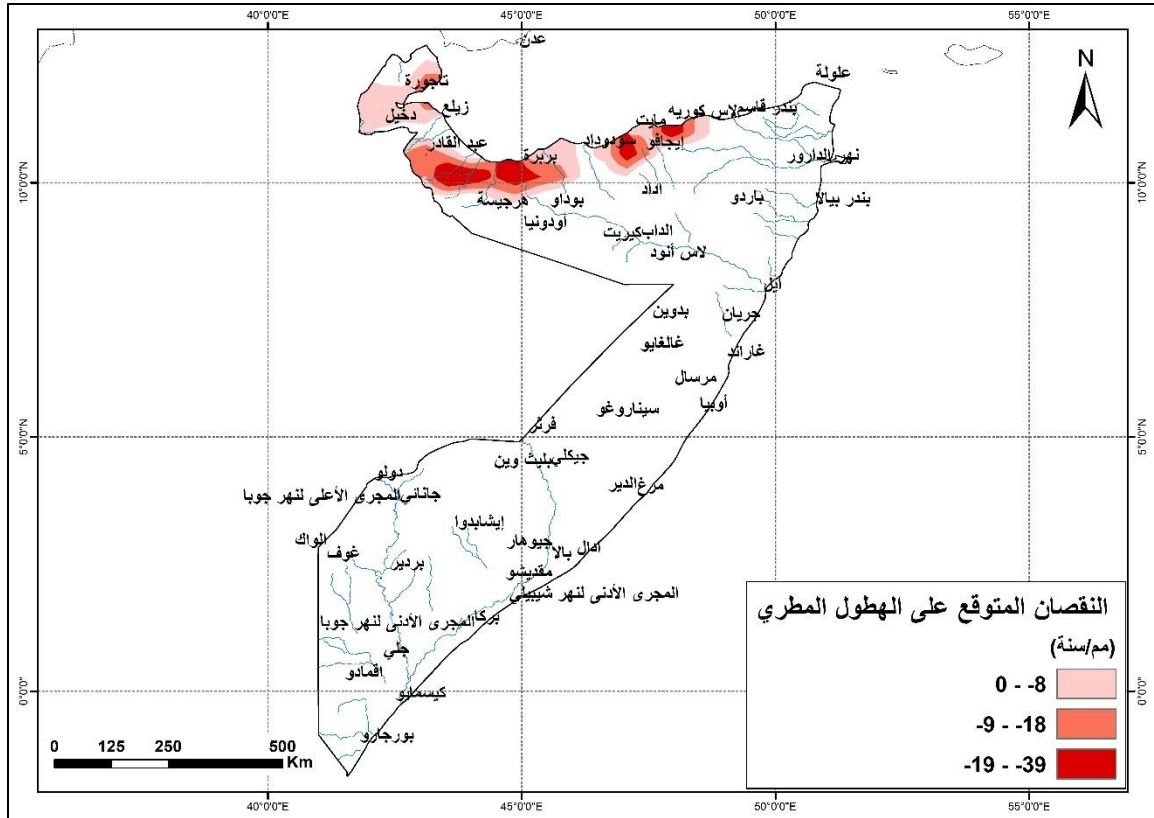


الشكل (92.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 29 ملم/السنة): مناطق دخيل وزيلع وهرجيسة وأودونيا وبوداو واداد والداب وبندر قاسم وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وبركا.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 30 ملم/السنة و 61 ملم/السنة) مناطق كيريت ولاس أنود وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف وجياماما وكيسمايو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (62 ملم/السنة و 106 ملم/السنة) مناطق جيوهار وادال وباللا ومقديشو وإيشابدوا وتلال جوبا العليا وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجيوميو واقمادو وبورجار ورأس شيامبوني.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (93.2) يُلاحظ الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق تاجورة وميت.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 9 ملم/السنة و 18 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وجيبوتي وإيجافو ولاس كورية.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 19 ملم/السنة و 39 ملم/السنة) مناطق عبد القادر وبربرة وسود وداو.

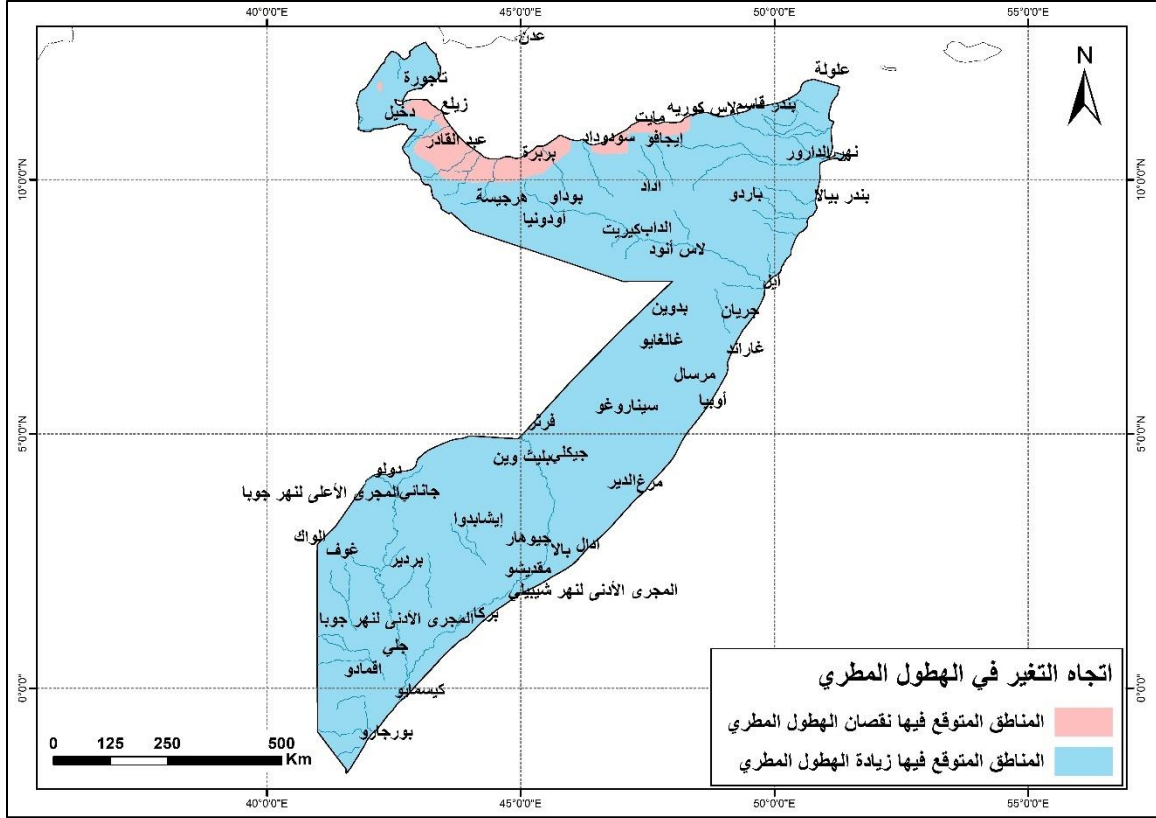


الشكل (93.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (94.2).

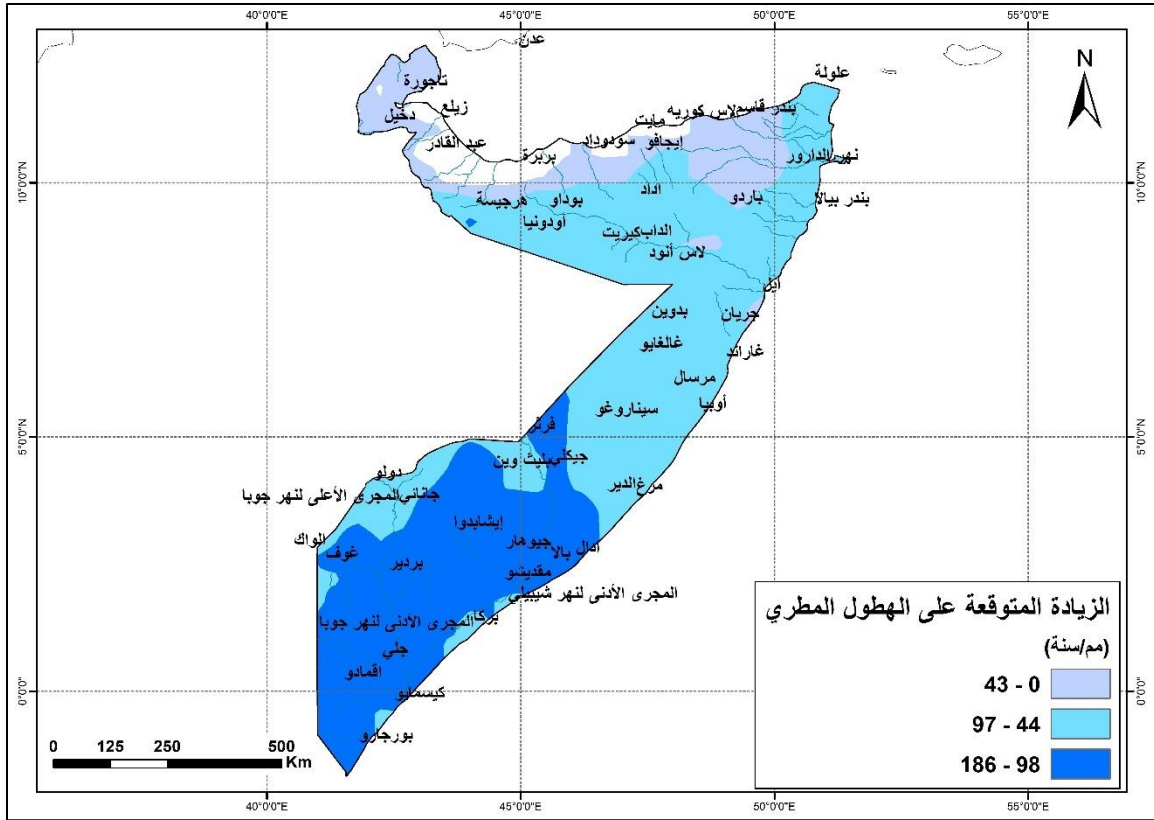
يتضح من الشكل أنه وفق هذا السيناريو فإن 95% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، وأن 5% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية.



الشكل (94.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (95.2) يتبين الآتي:

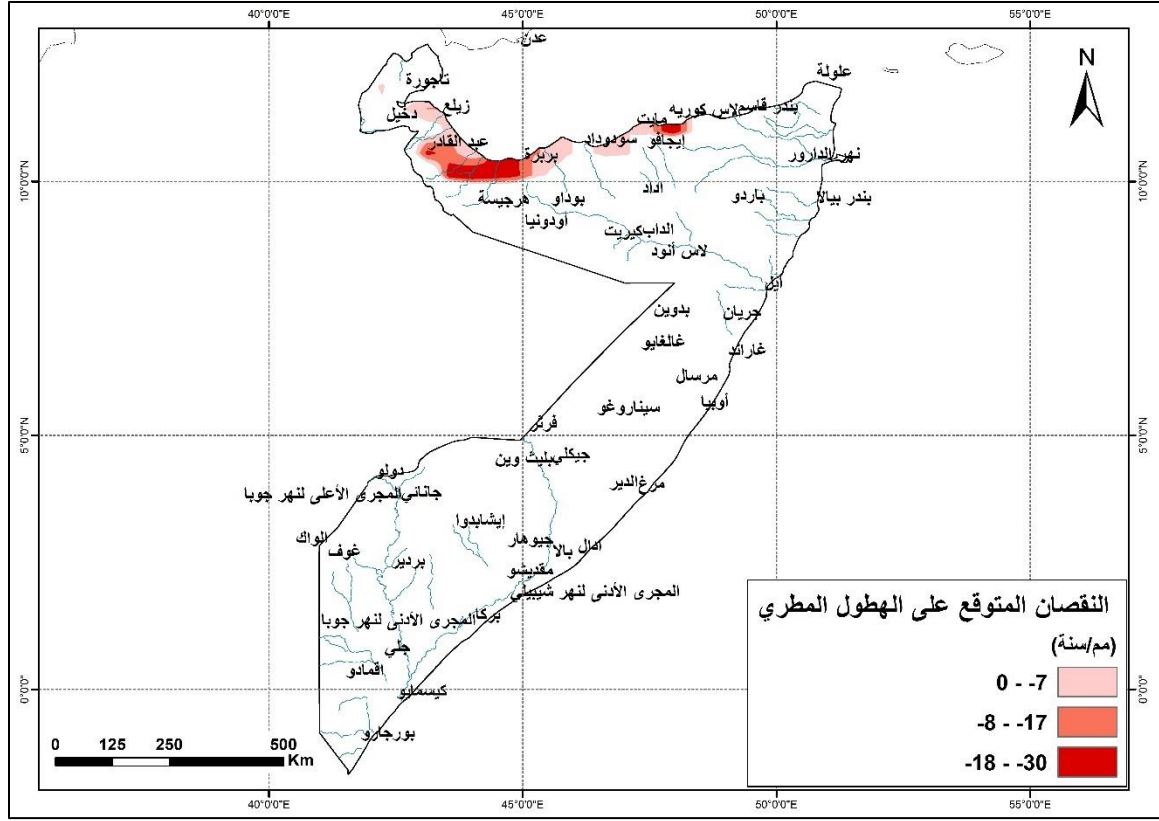
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 43 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وتاجورة ودخيل وسودوداد وإيجافو وبندر قاسم ونهر الدارور.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 44ملم/السنة و97 ملم/السنة) مناطق هرجيسة وأودونيا وبوداو واداد وكيريت والداب ولاس أنود وباردو وعلولة وبندر بيالا وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراندا ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر ومرغ والدير وبركا والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 98 ملم/السنة و186ملم/السنة) مناطق بليث وين وجيكلي وجيوهار وادال وبالامقديشو والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي وإيشابدوا وتلال جوبا العليا والواك وغوف وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو وبورجارورأس شيامبوني.



الشكل (95.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (96.2) يتبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 7 ملم/السنة). مناطق جيبوتي وزيلع ومايت ولاس كوريه
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 8 ملم/السنة و17 ملم/السنة) منطقة بربرة..
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 18 ملم/السنة و30 ملم/السنة) منطقة عبد القادر.



الشكل (96.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (11.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

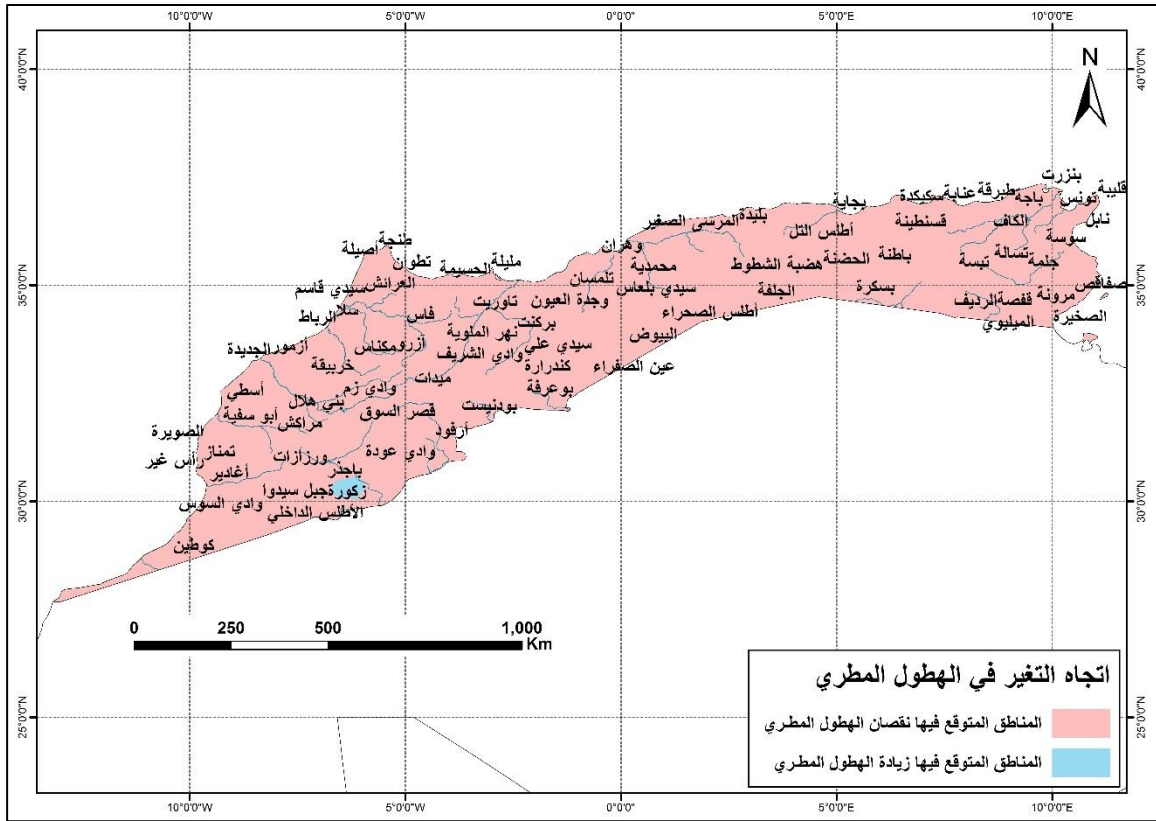
الجدول (11.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن	
[106+ ، 39-]			المدى الكلي للتغير ملم/السنة			[106+ ، 38-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
9			91			7			93				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[39- ، 19-]	[18- ، 9-]	[8- ، 0]	62+] ، [106+	[61+،30+]	، 0 [29+	القيمة ملم/السنة	- ، 20- [38	- ، 10- [19	[9- ، 0]	64+] ، [106+	[63+ ، 32+]	[31+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)
16	30	53	30	43	28	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	22	44	34	29	30	4	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
[186+ ، 30-]			المدى الكلي للتغير ملم/السنة			[141+ ، 25-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)				
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
5			95			2			98				
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		
[30- ، 18-]	[17- ، 8-]	[7- ، 0]	98+] ، [186+	، 44+] [97+	، 0 [43+	القيمة (ملم/السنة)	- ، 15- [25	[14- ، 7-]	[6- ، 0]	،92+] [141+	[91+ ، 49+]	[48+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)
20	24	55	34	52	14	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	9	31	59	25	29	45	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)

5-2-7-2 إقليم جبال الأطلس :

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5 وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (97.2)، ويتضح من الشكل أن 0.5% فقط من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، وأن 95.5% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك كامل مساحة إقليم جبال الأطلس تقريباً.



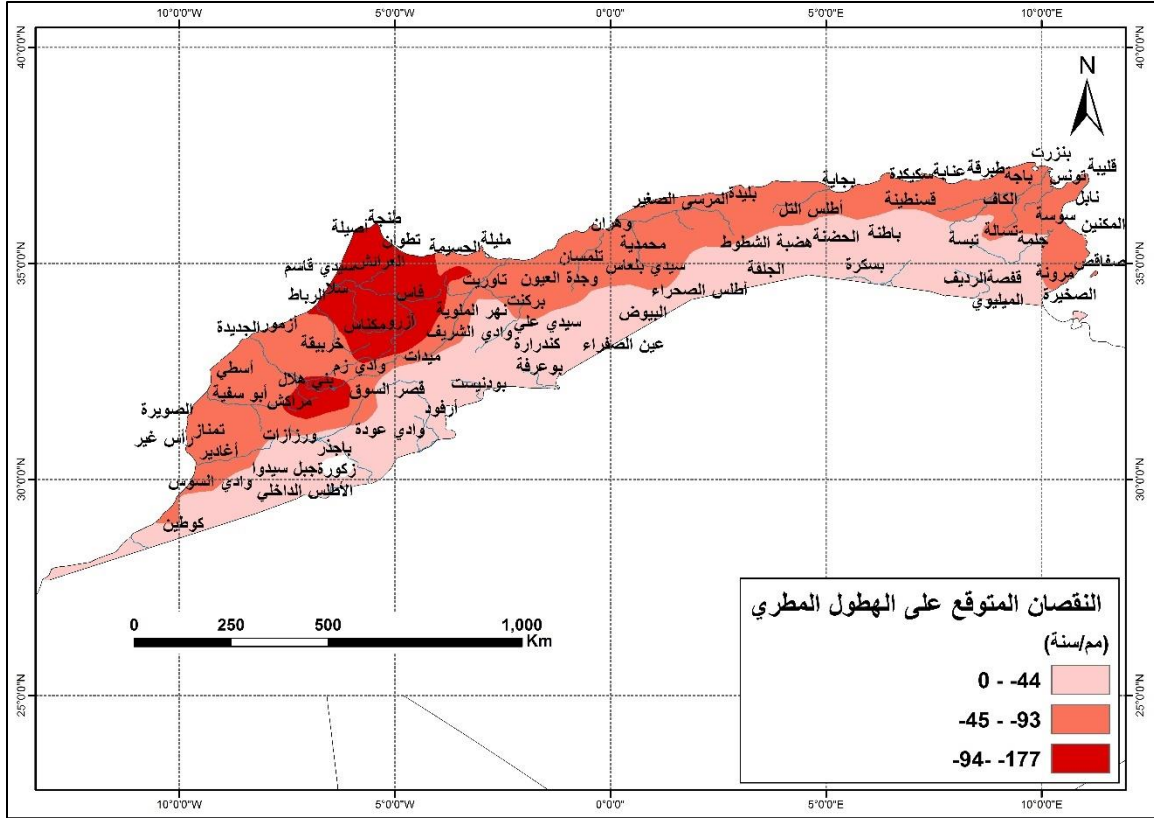
الشكل (97.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بسبب صغر المساحة التي يتوقع حدوث زيادة في الهطول المطري فيها، وبسبب قلة قيم الزيادة لم يجر توزيع الزيادات على مجالات، في حين تم توزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (98.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 44 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان ووادي الزرود والقيروان والقصرين وجملة والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني والرديف والميليوي وتبسة وباطنة وبسكرة والحضنة والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس الصحراء والبيوض وعين الصفراء وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة وكوطين والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيديوا وزكورة وباجذر وورزازات وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 45 ملم/السنة و93 ملم/السنة) مناطق المحرس و صفاقص وجببانة وسبخة سيدي هاني والمهدية والمكنين وسوسة والنيفضة وزغوان ونابل ومنزل تميم وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليون ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس والكاف وعنابة وسكيكدة وقسنطينة وبجاية وبليدة والعاصمة الجزائر وأطلس التل والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية وسيدي بلعاس ووهران وتلمسان ووجدة العيون وجرادة ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور وتاوريت ونهر الملوية وعين الحسيمة والأطلس الأوسط والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي ووادي السوس وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور ونهر أم الربيع وخربيقة وسطات برشيد وسهول طاولة ووادي زم والأطلس الأعلى.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 94 ملم/السنة و177 ملم/السنة) مناطق الحسيمة وجبال الريف وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وفاس ومكناس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية وبني هلال وآزرو.

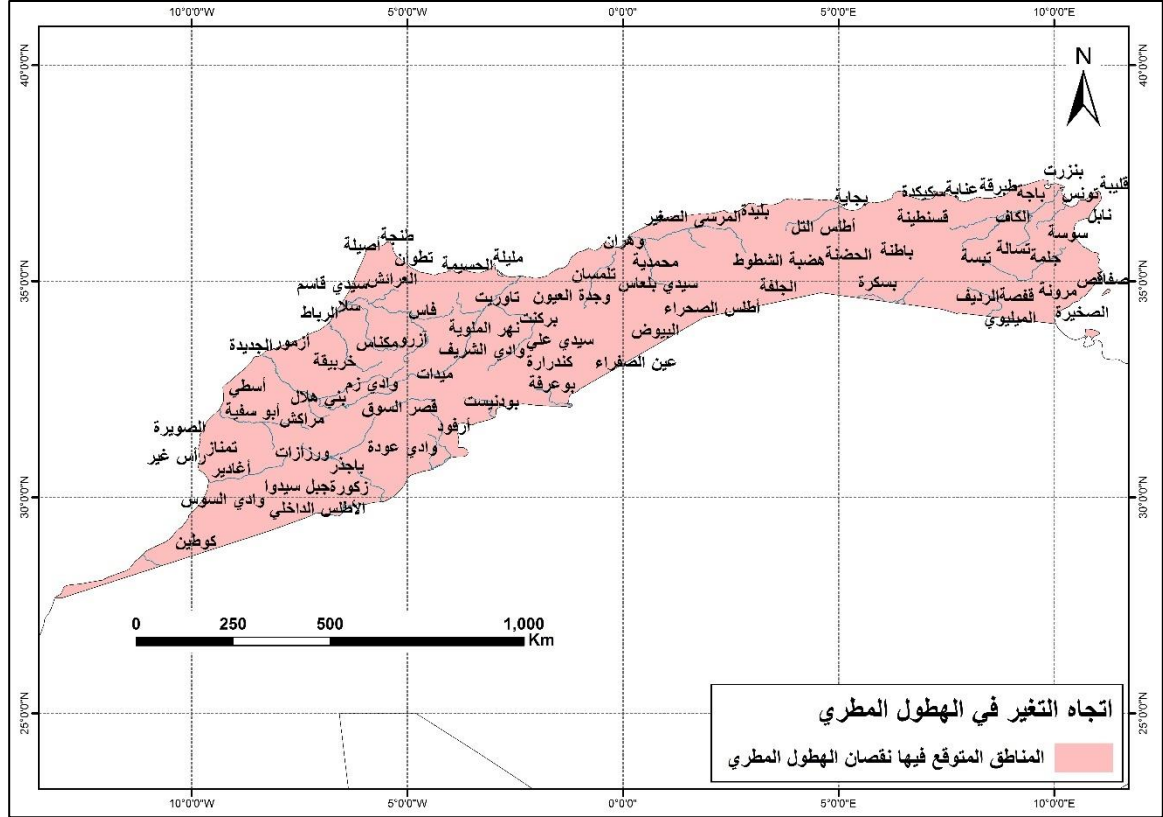


الشكل (98.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2100- 2081)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، كما هو موضح في الشكل (99.2).

ويتضح أنه وفق هذا السيناريو تغيب مساحة إقليم جبال الأطلس التي يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية، وأن 100% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية، ويشمل ذلك كامل مساحة الإقليم.



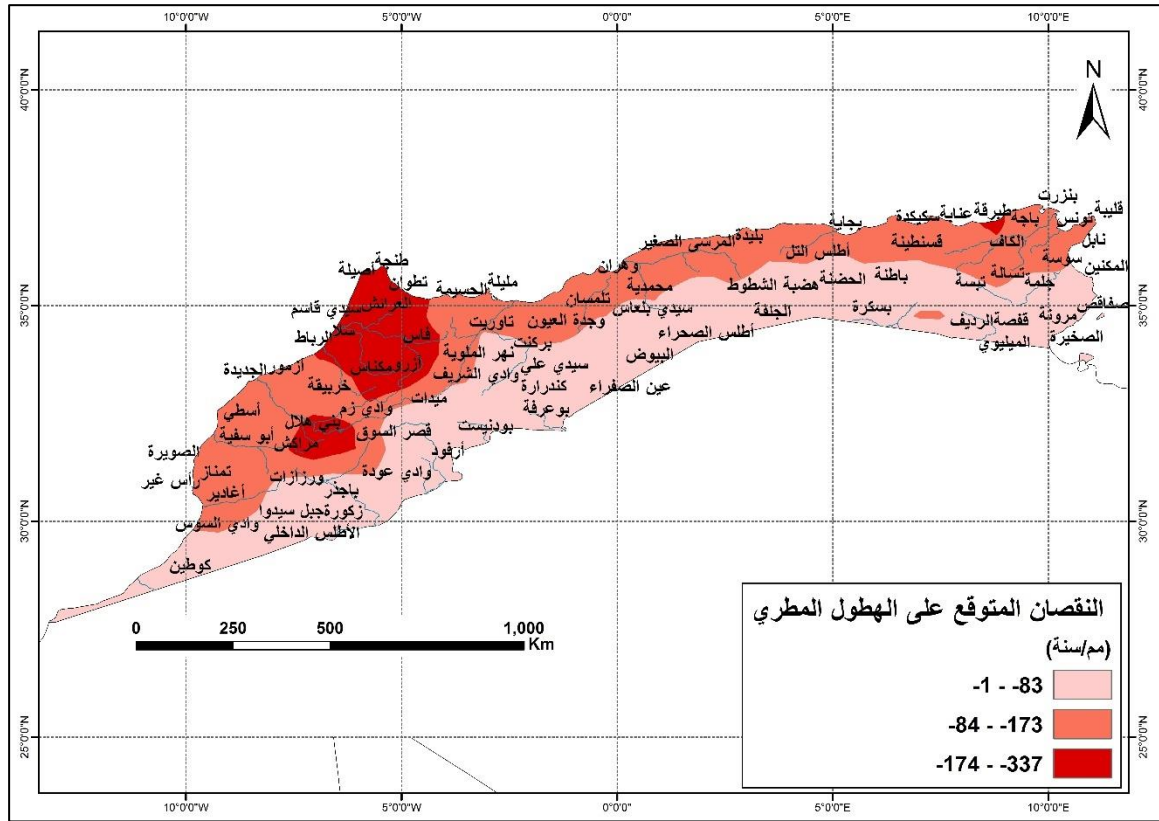
الشكل (99.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (100.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (بين 1 و 83 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والمحرس وصفاقص وجببانية وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكين وسوسة وجملة وجبل الشعبيني والرديف والميليوي وتيسة وباطنة وبسكرة والحصنة والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء وسيدي بلعاس والبيوض وعين الصفراء وجراة وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف وكندرارة وبوعرفة وتاوريت وسيدي أفندي وكوطين والأطلس الداخلي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وزكورة وباجنر وورزازات وميدات وجبل عياشي وقصر السوق وأرفود ووادي عودة وبودنيست.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 84 ملم/السنة و 173 ملم/السنة) مناطق النفيضة وزغوان ونابل ومنزل تميم وقلية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليان ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وباجة وسوق الخميس والكاف والقلعة الجرداء وتسالة وعنابة وسكيكدة وقسنطينة وبجاية وبليدة والعاصمة الجزائر والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية ووهران وتلمسان ووادة العيون

ومليلة ورأس الشعب الثلاث والناضور ونهر الملوية وعين الحسيمة والحسيمة وجبال الريف والأطلس الأوسط والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة والوليد وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير ووادي السوس وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تندسيفت وأبو سفية وسيدي بنور ونهر أم الربيع وخربيقة وسطات برشيد وسهول طاولة ووادي زم والأطلس الأعلى.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 174 ملم/السنة و337 ملم/السنة) مناطق جبال المجردة وطبرقة وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وفاس ومكناس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية وبني هلال وأزرو.



الشكل (100.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يوضح الجدول (12.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

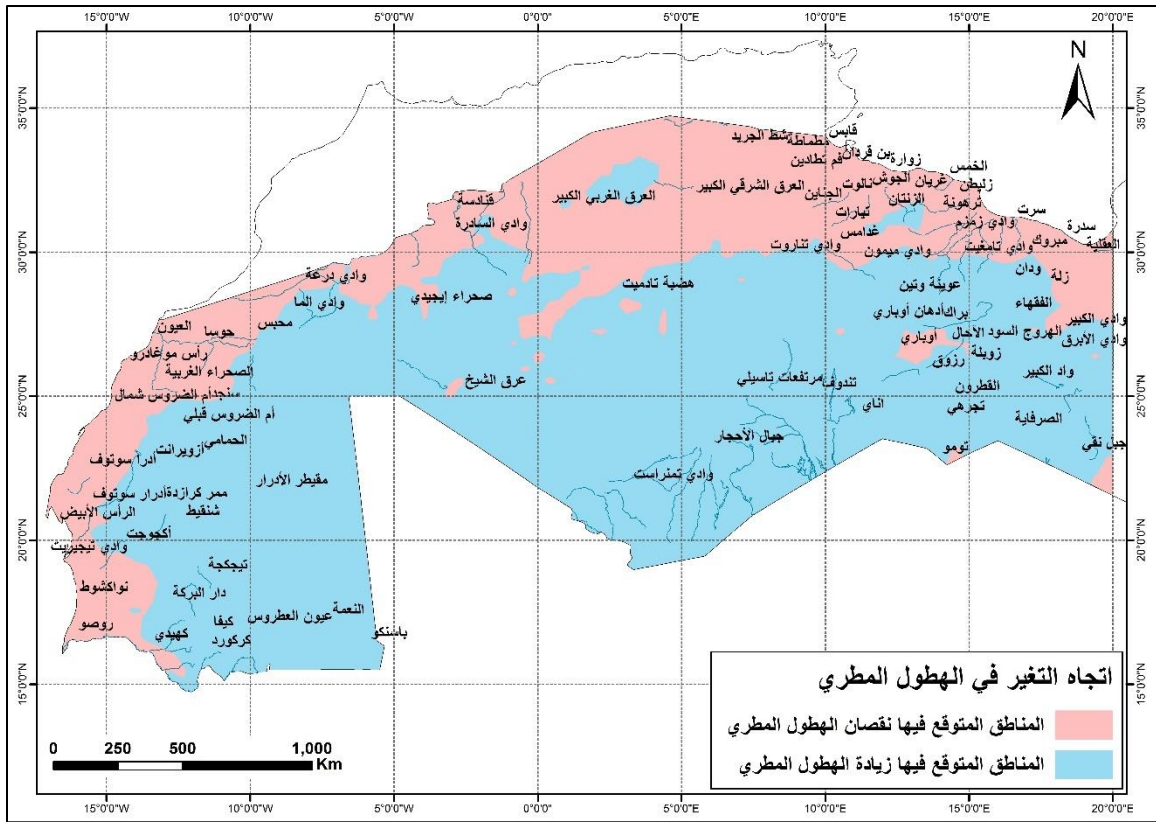
**الجدول (12.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5
وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن**

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن
[4+ ، 177-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[8+ ، 492-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
100			1			99			1			
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			القيمة (ملم/السنة)
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	
[177- ، 94-]	[93- ، 45-]	[44- ، 0]	-	-	-	القيمة (ملم/السنة)	[149- ، 74-]	- ، 37- [73]	[36- ، 0]	[8+ ، 5+]	[4+ ، 3+]	[2+ ، 0]
10	45	45	-	-	-	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	7	42	51	34	33	33
[1- ، 337-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[18+ ، 164-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			فترة نهاية القرن
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري				اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
100			-			96			4			
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			القيمة (ملم/السنة)
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	
[337- ، 174-]	- ، 84- [174]	[83- ، 1-]	-	-	-	القيمة (ملم/السنة)	[164- ، 78-]	- ، 36- [78]	-- ، 0 [35]	18+ ، 12+ []	[11+ ، 6+]	[5+ ، 0]
10	40	50	-	-	-	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	11	35	53	24	28	48

6-2-7-2 إقليم الصحراء الكبرى:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (101.2)، ويتضح أن 77% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع حدوث زيادة في هطولها المطرية ويشمل ذلك الأجزاء الجنوبية من مساحة الإقليم أي المناطق الداخلية من ليبيا والجزائر وموريتانيا، وأن 23% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولها المطرية، ويشمل ذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط من خليج سرت حتى خليج قابس وسفوح جبال الأطلس وسواحل المحيط الأطلسي.



الشكل (101.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

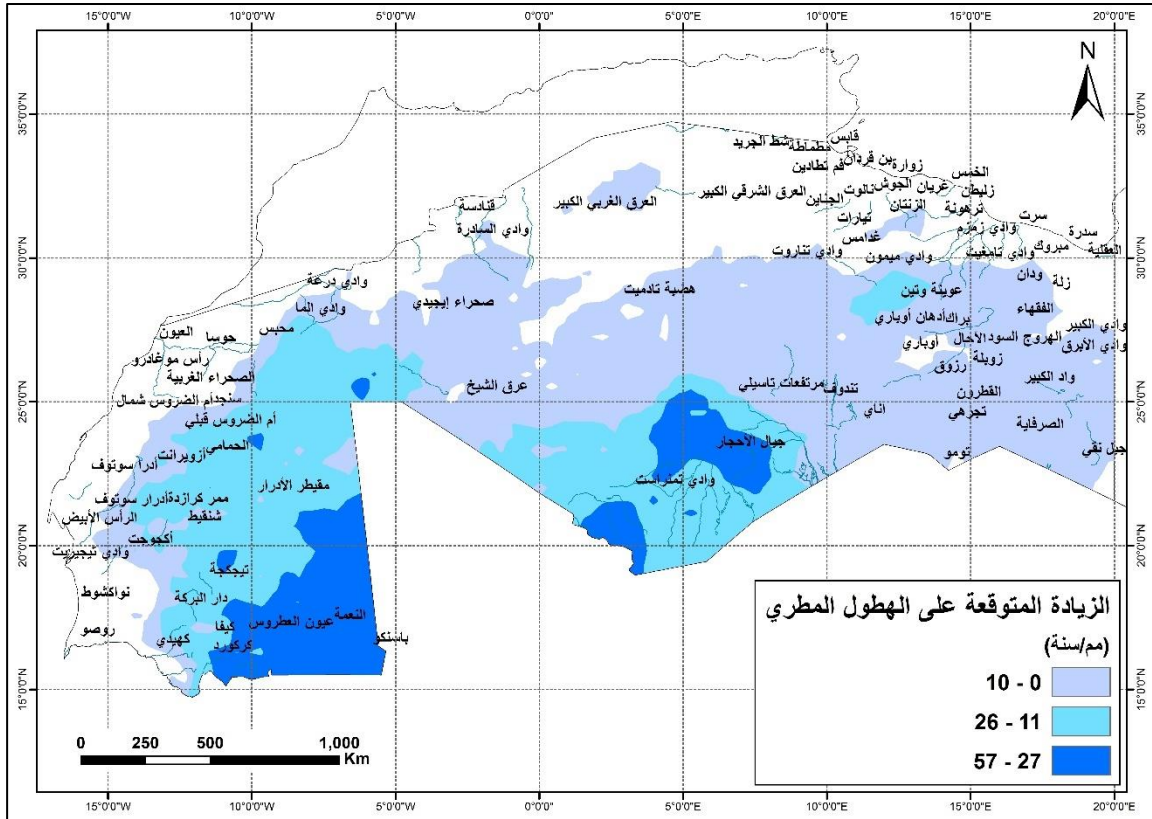
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (102.2) حيث يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 10 ملم/السنة) مناطق زلة وواحة الجفرة وودان وبئر الوشلة ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد ووادي الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقي

وتجرهي ومدروسة والقطرون وزوبلة ورزوق وتومو واناي وبراك وأوباري وأدهان أوباري وتندوف وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي وأدرار سوتوف وسنجد وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي وأزويرانت وكهيدي وأكجوجت وحمادة دي درا ووادي الناقة.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 11 ملم/السنة و 26 ملم/السنة) مناطق عوينة وتين ووادي تمنراست والحمامي وممر كرازة ومقيطر الأدرار وشنقيط وتيجكجة وكيفا وكركور ودار البركة ووادي الما.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (27 ملم/السنة و 57 ملم/السنة) مناطق جبال الأحجار وباسنكو والنعمة وعيون العطروس.



الشكل (102.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

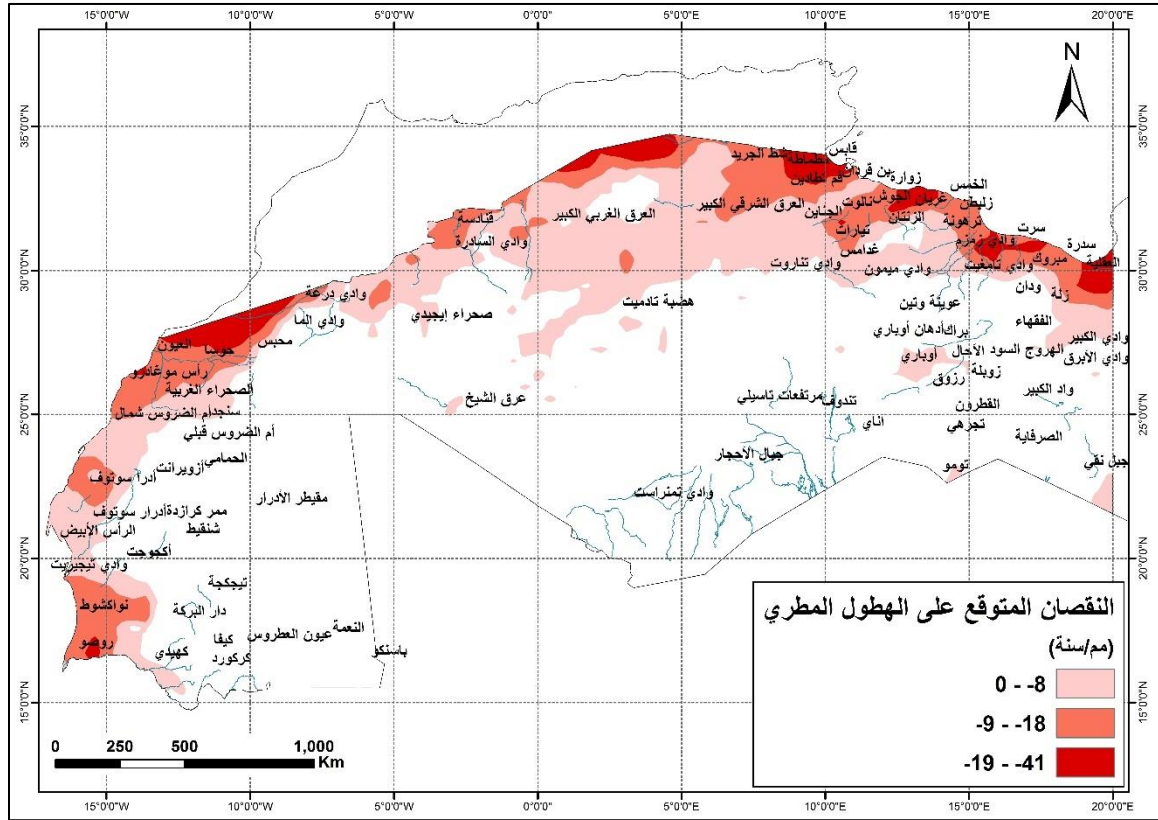
بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (103.2) يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق مبروك والآحال ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة والقرية الشرقية ووادي تناروت وغدامس ووادي ميمون وبن قردان وتيارات وجبل الطاهر والعرق الغربي الكبير ووادي

درعة والرأس الأبيض ومحبس وبييرام قرن ووادي تيجيريت وجبل عنتر ووادي السادرة وحمادة توناسين.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 9 ملم/السنة و 18 ملم/السنة) مناطق رأس لانوف وسدرة وسرت وسبخة تادوغا ومصراته وزليطن والخمس وسيدي سعيد والنوفلية ووادي تامغيت ووادي بي الكبير وسيناون والزنتان ونالوت والجوش وغريان والمشهد والذهبيات والجنابن وفم تطادين وشط الجريد والعرق الشرقي الكبير والصحراء الغربية ورأس موغادرو والساقية الحمراء وحوسا والعيون ونهر امشا ونواكشوط وروصو وأدرا سوتوف وقنادسة.

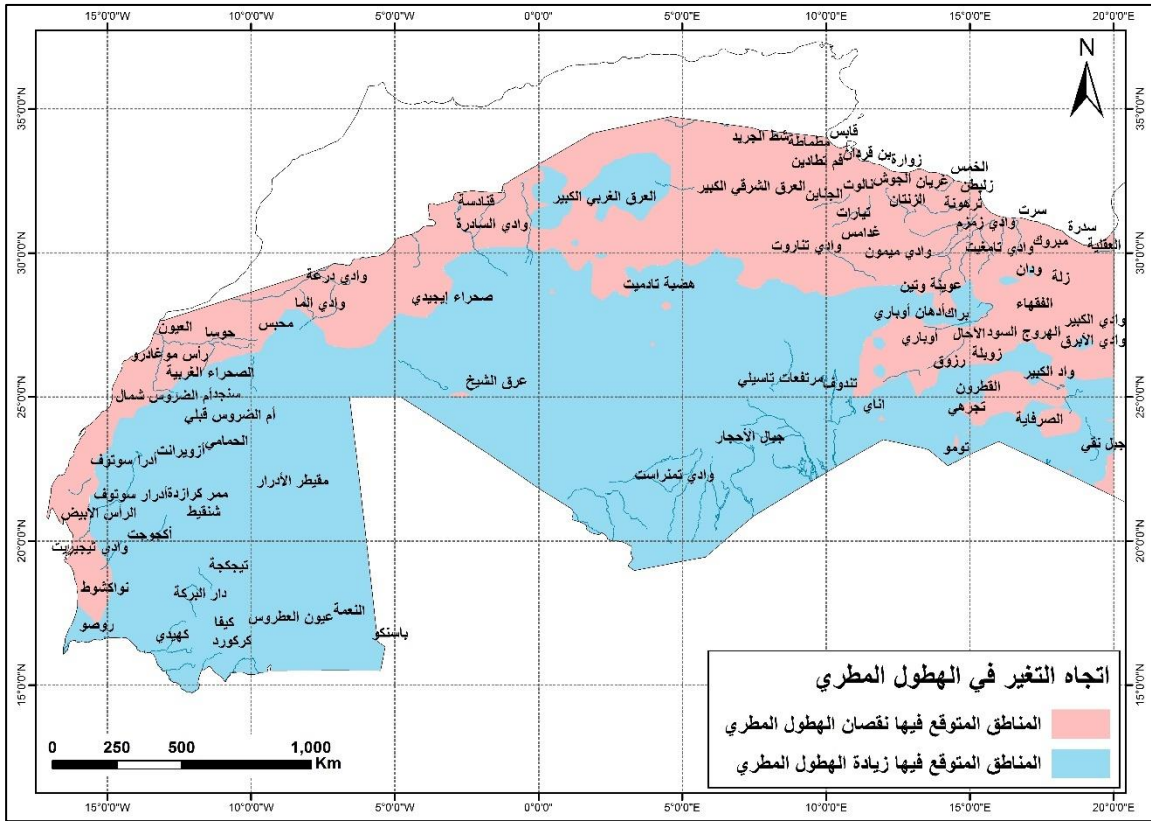
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 19 ملم/السنة و 41 ملم/السنة) مناطق البريقة والعقلية ومرسى العريجة والزاوية والعجيلات وهضاب مطماطة ومطماطة وقابس وشط الفجاج وبيديرا.



الشكل (103.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081- 2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (104.2)، ويتضح أنه وفق هذا السيناريو فإن 64 % من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع حدوث زيادة في هطولاتها المطرية، ويشمل ذلك أقصى الجنوب الليبي ومعظم الجنوب الجزائري ومعظم شرق موريتانيا وأن 36% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في هطولاتها المطرية ويشمل ذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط والمناطق الداخلية القريبة منها وسفوح جبال الأطلس وسواحل المحيط الأطلسي.



الشكل (104.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

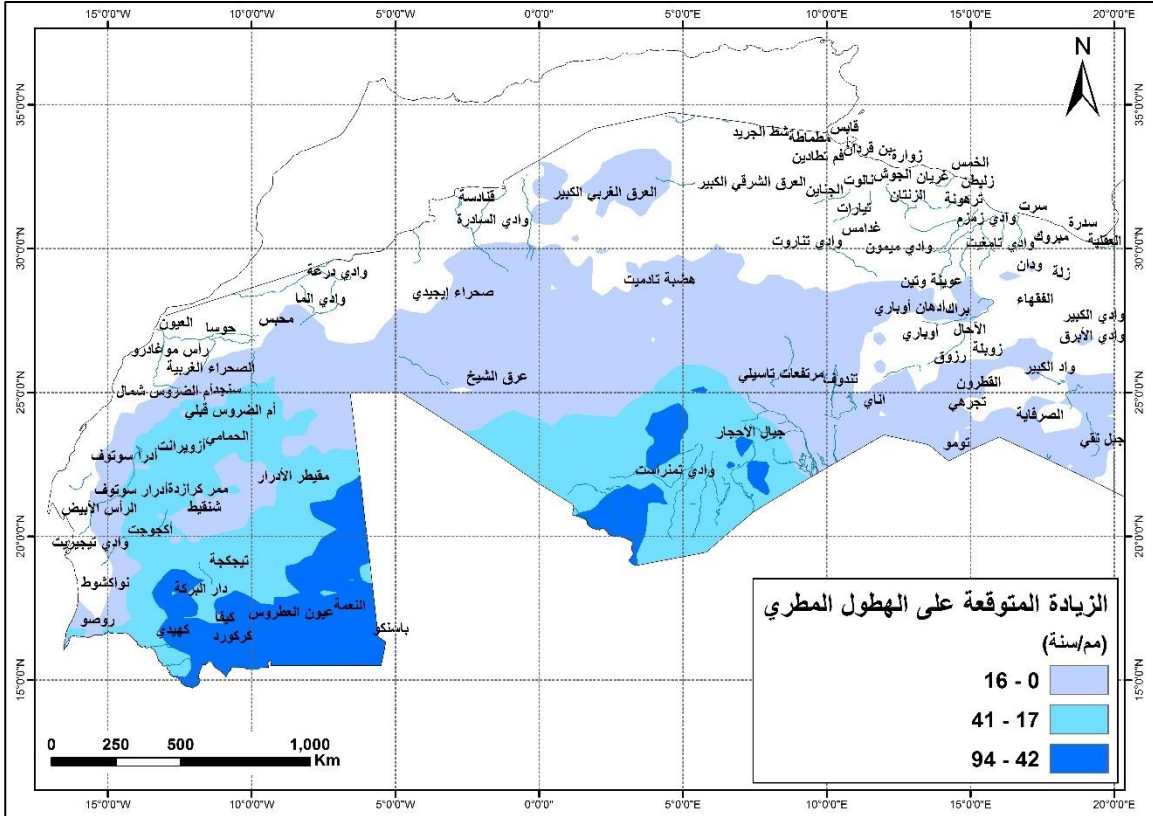
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (105.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الهطول المطري (أقل من 16 ملم/السنة) مناطق دان ووادي شباريم والصرفاية وواحة فزان وجبل نقي أو تجرهي ومدروسة والقطرون وتومو واناي وأدهان أو باري وعوينة وتين وتندوف والعرق الغربي الكبير ومرتفعات تاسيلي

وعرق الشيخ وبيبر أم قرن وسنجد وأم الضروس شمال ومقيطر الأدرار وشنقيط وبيديرا وأدرا سوتوف ووادي الماء.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الهطول المطري (بين 17 ملم/السنة و 41 ملم/السنة) مناطق جبال الأحجار ووادي تمنراست وأدرار سوتوف وأم الضروس قبلي والحمامي وأزويرانت وممر كرازدة وتيجكجة وكهيدي وأكجوجت وروصو.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الهطول المطري (بين 42 ملم/السنة و 94 ملم/السنة) مناطق باسنكو والنعمة وعيون العطروس وكيفا وكركور ودار البركة.



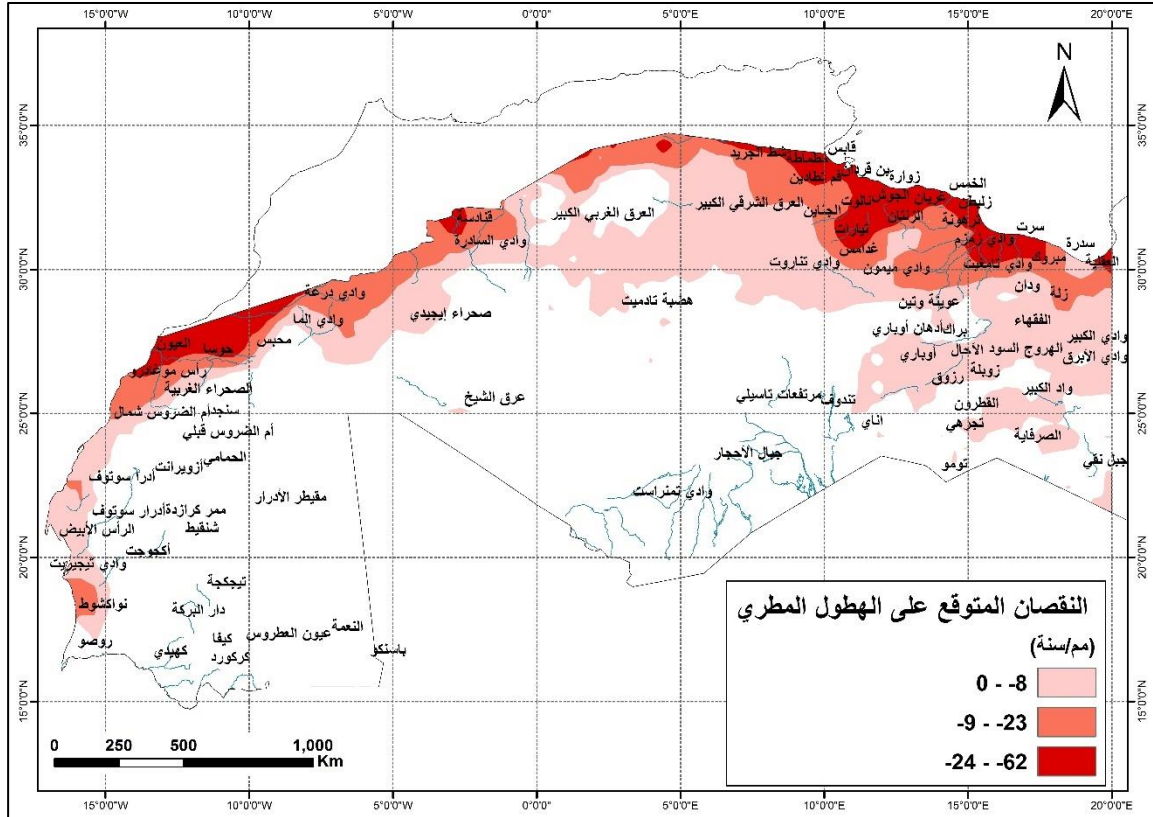
الشكل (105.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الهطولات المطرية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (106.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الهطول المطري (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق العقالية ورأس لانوف وسدرة وزلة وواحة الجفرة وبئر الوشلة ووادي الكبير ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد ووادي الكبير وجبل بني غنيمة وزوبلة والأحال ورزوق وبراك وأوباري ووادي تناروت والعرق الشرقي الكبير وهضبة تادميت وصحراء إيجيدي والرأس الأبيض ووادي تيجيريت وحمادة توناسين ووادي الناقعة.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الهطول المطري (بين 9 ملم/السنة و 23 ملم/السنة) مناطق البريقة والنوفلية ومبروك ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة والقرية الشرقية وغدامس ووادي ميمون وتيارات والجنابن وفم تطادين وجبل الطاهر وشط الجريد ووادي درعة والصحراء الغربية ورأس موغادرو ومحبس والساقية الحمراء وحوسا ونهر امشا ونواكشوط وجبل عنتر ووادي السادرة وحمامة دي درا.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الهطول المطري (بين 24 ملم/السنة و 62 ملم/السنة) مناطق مرسى العريجة وسرت وسبخة تادوغا ومصراته وزليطن والخمس والزاوية والعجيلات وسيدي سعيد ووادي تامغيت ووادي بي الكبير وسيناون والزنتان ونالوت والجوش وغريان وبن قردان والمشهد والذهيبات وهضاب مطماطة ومطماطة وقابس وشط الفجاج والعيون وقنادسة.



الشكل (106.2) توزيع النقصان المتوقع على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (13.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

الجدول (13.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الهطول المطري في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن						
[57+ ، 41-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[52+ ، 42-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)									
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			
23			77						24			76						
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض						
[41- ، 19-]	[18- ، 8-]	[7- ، 0]	[57+ ، 27+]	[26+،11+]	[10+ ، 0]	القيمة ملم/السنة	[42- ، 19-]	[18- ، 8-]	[7- ، 0]	[53+ ، 23+]	[22+ ، 10+]	[9+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)					
9	28	63	13	30	57	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	4	14	82	8	48	44	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)					
[94+ ، 62-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)						[57+ ، 30-]						فترة نهاية القرن
نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			نقصان الهطول المطري			زيادة الهطول المطري			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			
36			64						19			81						
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض						
[62- ، 24-]	[23- ، 9-]	[8- ، 0]	[94+ ، 42+]	[41+ ، 17+]	[16+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[30- ، 15-]	[14- ، 5-]	[4- ، 0]	[57+ ، 23+]	[22+ ، 11+]	[10+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)					
12	26	62	13	30	57	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	2	29	69	7	28	64	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)					

ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في الهطولات المطرية

دلت نتائج النماذج المناخية أنه في فترة منتصف القرن سيتعرض نحو 47% من مساحة المنطقة العربية لتناقص في متوسط الهطول المطري السنوي، بينما ستعرض نسبة 53% منها إلى زيادة في قيم متوسط الهطولات المطرية السنوية. أما في فترة نهاية القرن فستبلغ المساحة التي ستعرض لتناقص في متوسط الهطول المطري السنوي نسبة 41%، والمساحة التي ستعرض إلى زيادة في قيم متوسط الهطولات المطرية السنوية ستبلغ نسبتها 59% من مساحة المنطقة العربية.

كما وُجد أن قيم التغير في متوسط الهطول المطري تختلف من حيث التزايد أو التناقص حسب الموقع الجغرافي، فتركز المناطق التي سيحصل فيها انخفاض في الهطولات المطرية في شرق وجنوب البحر الأبيض المتوسط وشرق البحر الأحمر وأعلى نهر النيل وسلسلة جبال الأطلس ووسط شبه الجزيرة العربية.

بينما تتركز المناطق التي سيحصل فيها تزايد في الهطول المطري في جنوب موريتانيا وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية والقرن الإفريقي (جيبوتي والصومال) وجبال الأحجار في جنوب الجزائر وجنوب سرت في ليبيا. أما بالنسبة لحوضي نهري دجلة والفرات فمن المتوقع أن يشهدا تزايداً في الهطول المطري بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP 4.5 في فترتي منتصف ونهاية القرن، أما بالنسبة للسيناريو المرتفع RCP 8.5، فمن المتوقع أن يتناقص الهطول المطري في الحوضين المذكورين.

ويُلخص الجدول الآتي التغير في الهطولات المطرية في الأقاليم الجغرافية المخالفة في المنطقة

العربية.

التغيرات المتوقعة في الهطولات المطرية (ملم/السنة)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+100.-118]	[+64.-67]	[+112.-85]	[+53.-103]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+51.-168]	[+35.-65]	[+40.-52]	[+74.-28]	إقليم المشرق العربي
[+165.-120]	[+73.-79]	[+64.-93]	[+44.-102]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+186.-30]	[+106.-39]	[+141.-25]	[+106.-38]	إقليم القرن الإفريقي
[-1.-337]	[+4.-177]	[+18.-164]	[+8.-149]	إقليم جبال الأطلس
[+94.-62]	[+57.-41]	[+57.-30]	[+54.-42]	إقليم الصحراء الكبرى

8-2 التغير المتوقع في الجريان السطحي

تُعد المياه السطحية أهم عنصر من عناصر الدورة الهيدرولوجية وهي المياه الجارية فوق سطح التربة والتي عادة ما تعرف بالسيول، ويبدأ الجريان السطحي عادة في الطبيعة في القنوات والمجاري الصغيرة في المناطق المرتفعة ثم تتجمع لتشكيل قنوات أكبر، وتنتهي في الأودية التي تحمل المياه لتصب في البحار أو تتسرب إلى المياه الجوفية.

من جهة أخرى تُعد الأمطار المصدر الرئيسي للجريان السطحي وتتأثر كمية المياه الجارية بكمية الأمطار فمع زيادة كمية الأمطار الساقطة يزداد الجريان السطحي ويحدث العكس مع انخفاض كمية الأمطار حيث تنخفض كمية المياه الجارية

من أجل تحديد أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية، استُعملت النمذجة الهيدرولوجية لتقدير التغير في الجريان السطحي والتبخر-النتح لغاية عام 2100، حيث اعتمد على نتائج النماذج المناخية كمدخلات للنماذج الهيدرولوجية.

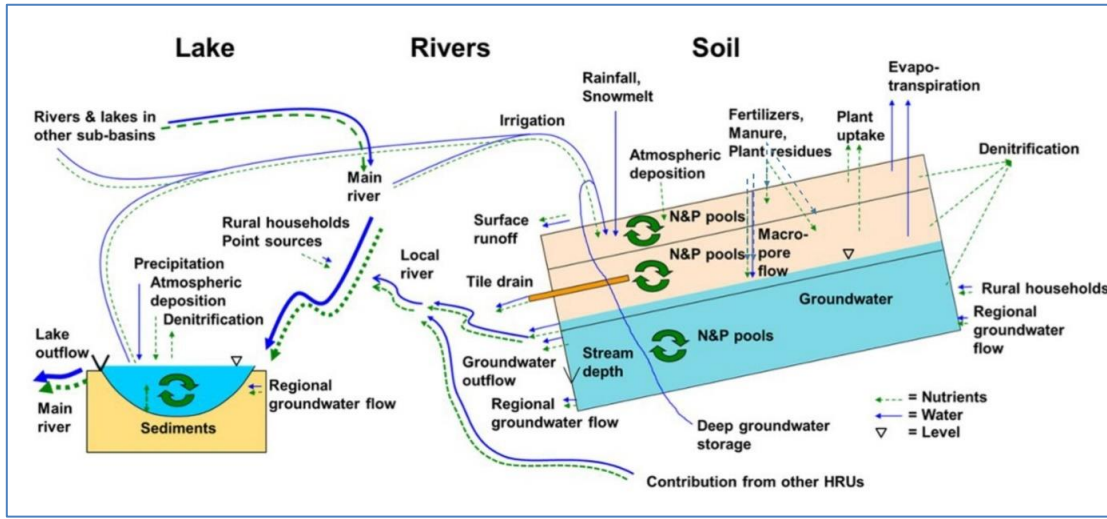
1-8-2 النمذجة الهيدرولوجية:

تُستخدم النماذج الهيدرولوجية لمحاكاة العلاقة بين الهطولات المطرية والجريان السطحي، وكذلك محاكاة العلاقة بين المياه السطحية والجوفية، وتحديد التبخر-النتح، وهناك عشرات النماذج الهيدرولوجية المتوافرة في أنحاء العالم، وقد تم في هذه الدراسة وضع المعايير المبينة أدناه لاختيار النماذج الهيدرولوجية المستخدمة في دراسة أثر التغيرات المناخية في الموارد المائية:

- أن يكون النموذج قابلاً للتطبيق على الأحواض الساكنة (watershed) ذات المساحات الكبيرة والصغيرة.
- أن يكون النموذج قد استخدم من قبل في دراسات الموازنة المائية
- أن يكون ذا درجة تعقيد مقبولة من حيث محاكاة (simulation) العمليات الهيدرولوجية الأساسية، مثل محاكاة العلاقة بين الهطولات المطرية والجريان السطحي (runoff)، والعلاقة بين المياه السطحية والجوفية، وحساب التبخر-الذبح الفعلي (Evapotranspiration).
- أن يحتاج لأقل عددٍ من المدخلات التي من الممكن الحصول عليها بسهولة
- أن يكون قادراً على توفير مخرجات بتباعد زمني يومي (daily time interval).
- أن يكون قابلاً للربط مع قواعد البيانات العالمية (البيانات المناخية، وبيانات التربة، وبيانات استعمالات الأراضي، و... الخ)
- أن يكون متاحاً بشكل مجاني (public domain).

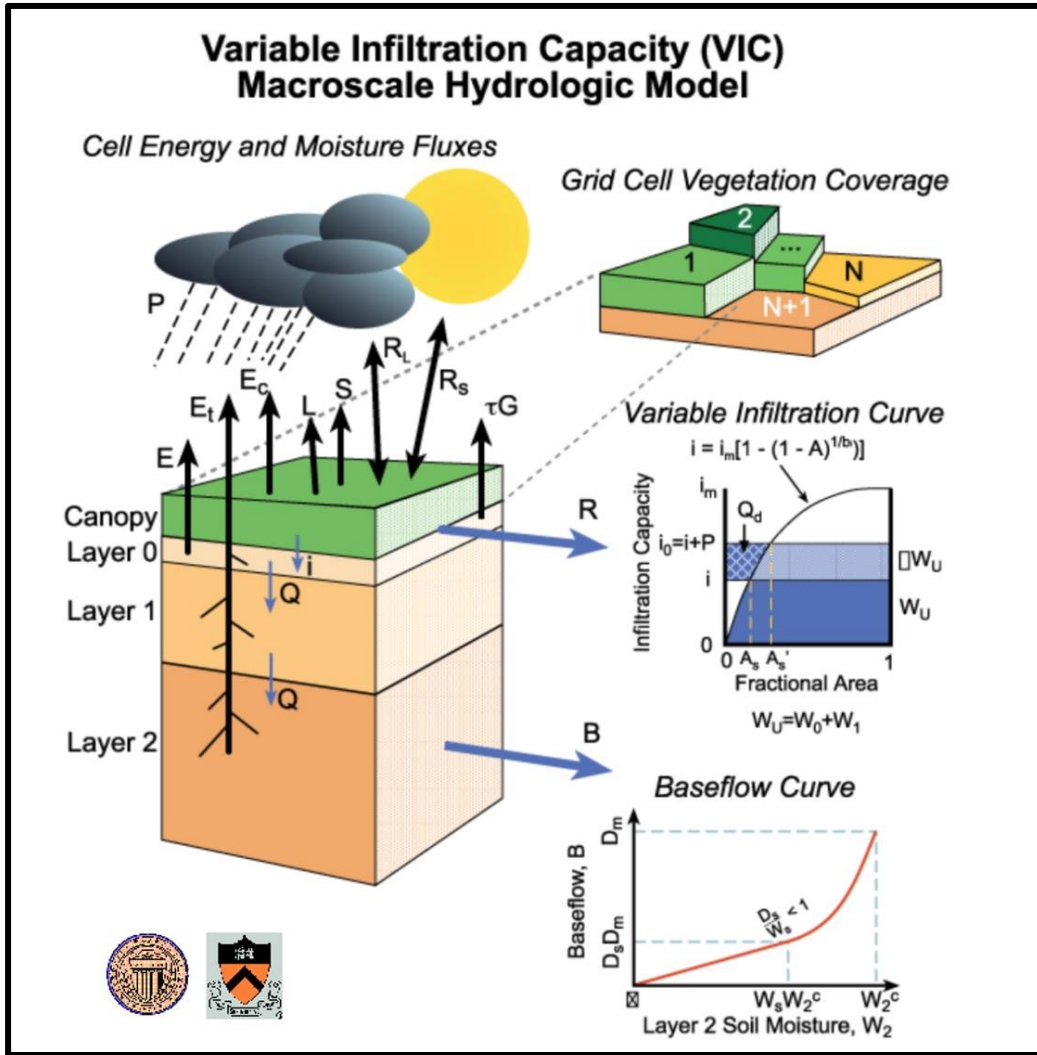
وبناءً على هذه المعايير اختيرت النماذج الهيدرولوجية الآتية:

❖ **النموذج الهيدرولوجي HYPE model (Hydrological Predictions for the Environment):** طُوِّر هذا النموذج عام 2008 في معهد الأرصاد الجوية والهيدرولوجيا السويدي (SMHI)، وهو نموذج ديناميكي يتضمن جميع العمليات الهيدرولوجية الرئيسية الشكل (107.2)، ويتم فيه تقسيم الحوض الساكب الرئيسي إلى أحواض فرعية، وقد تم استخدام هذا النموذج بشكلٍ كبير في السويد، وفي دول أوروبية أخرى.



الشكل (107.2) العمليات الهيدرولوجية الرئيسية في النموذج الهيدرولوجي HYPE

❖ **النموذج الهيدرولوجي VIC model (Variable Infiltration Capacity Macroscale):** طُوِّر هذا النموذج في الولايات المتحدة الأمريكية (Liang et al.. 1994; Liang et al.. 1996)، وهو يتضمن جميع العمليات الهيدرولوجية الرئيسية (الشكل 108.2)، ويتم في هذه النموذج تقسيم الحوض الساكب إلى خلايا، وحل معادلة الموازنة المائية في كل من هذه الخلايا، وقد استُخدم هذا النموذج في الدراسات الهيدرولوجية في العديد من دول العالم.



الشكل (108.2) العمليات الهيدرولوجية الرئيسية في النموذج الهيدرولوجي VIC

إن النماذج المذكورة أعلاه تتطلب البيانات الآتية كمدخلات:

- بيانات يومية للهطول المطري: استُخدمت البيانات اليومية المقاسة المتاحة وبيانات من WATCH Forcing data المعدة من قبل Centre for Ecology & Hydrology ضمن مشروع (Water and Global Change) "WATCH" (EU FP 6 project)، المنفذ خلال الفترة 2007-2011، وتتوافر هذه البيانات كبيانات يومية للفترة 1901-2001 بدقة مكانية $0.5^0 \times 0.5^0$.

- نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model): استُخدم نموذج الارتفاع الرقمي HydroSHEDS بدقة مكانية تساوي (90 m) من قبل وكالة الفضاء الأوروبية بدقة مكانية حتى 300 متر.
- خارطة الغطاء الأرضي: استُخدم Glob. Land Cover من قبل وكالة الفضاء الأوروبية بدقة مكانية حتى 300 متر.
- خارطة التربة: استُخدم Soil Map of the World المعدة من قبل UNESCO وFAO بمقياس 1:5000000
- قياسات الجريان السطحي: استُخدمت البيانات المقاسة فعلياً، والتي تم الحصول عليها من بعض الدول العربية، وبيانات من قاعدة البيانات العالمية Global Runoff Data Centre. وقد استخدمت هذه البيانات لمعايرة النماذج الهيدرولوجية.

2-8-2 الموارد المائية السطحية:

تعكس الظروف البيئية القاحلة السائدة في المنطقة العربية بصماتها على التصريف الطبيعي في أنحائه، فإذا ما استثنينا الأنهار الكبرى العابرة لأراضيه، والتي تستمد مياهها في الأصل من مناطق غزيرة الأمطار خارج حدودها، فإن معظم أقطارها تفتقر بشكل عام إلى شبكات هيدروغرافية كبيرة ذات جريان مستدام.

سيتم هنا باختصار توصيف الأنهار الرئيسية الكبرى في المنطقة العربية، وهي النيل ودجلة والفرات والأودية الموسمية:

1-2-8-2 نهر النيل:

تشكل بحيرة فيكتوريا التي تقع في هضبة البحيرات الاستوائية التي يبلغ معدل الهطول السنوي فيها 1150 ملم الخزان الطبيعي، الذي ينبع منه نهر النيل على ارتفاع 1139 متراً فوق سطح البحر، ولا يلبث نهر النيل أن يهبط سريعاً إلى حوض السودان الجنوبي عبر عددٍ كبير من المساقط العالية العنيفة، لذا يطلق عليه بحر الجبل الذي يلتقي مع روافده بحر الغزال وبحر العرب في منطقة مقرن البحوث في جنوبي السودان، ليشكل النيل الأبيض الذي يستمر متجهاً نحو الخرطوم. أما النيل الأزرق فهو ينبع من بحيرة تانا في الهضبة الحبشية خارج حدود السودان على ارتفاع 1845 متر فوق سطح البحر، حيث يصل معدل الهطول السنوي إلى 1400 ملم، والرافد الرئيسي الثالث للنيل هو نهر عطبرة الذي ينحدر من سفوح الهضبة الحبشية أيضاً، ويخترق النيل أراضي السودان ومصر حتى مصبه في البحر المتوسط، ويبلغ طول مسار النهر من مخرجه من بحيرة فيكتوريا حتى مصبه نحو 6000 كم، أما جملة تصريف النيل السنوي من فروعه الثلاثة (الأبيض والأزرق وعطبرة)، فتبلغ عند أسوان في جنوبي مصر نحو 84 مليار م³.

2-2-8-2 نهرا دجلة والفرات:

ينبع هذان النهران من هضبة الأناضول جنوب شرق تركيا، وهي مناطق رطبة وشبه رطبة يتجاوز معدل الهطول السنوي فيها 1000 ملم، ويخترق نهر الفرات في مساره الأراضي السورية حيث ترفده بعض الأنهار الصغيرة، وهي الساجور والبليخ والخابور، وذلك قبل دخوله الأراضي العراقية، حيث يلتقي مع نهر دجلة عند القرنة، ويقدر متوسط وارد نهر الفرات السنوي عند دخوله الأراضي السورية 26 مليار م³، وطوله من منابعه وحتى التقائه مع دجلة يساوي 2800 كم. أما نهر دجلة فترفده في الأراضي العراقية عدة أنهار، منها الزاب الكبير والزاب الصغير والنشط العظيم وديالي، ويقدر تصريفه بنحو 48.700 مليار م³. أما طول مساره فيبلغ 1800 كم.

يشكل نهرا دجلة والفرات بعد التقائهما شط العرب الذي يصب في الخليج العربي بعد مسيرة نحو 190 كم، ويبلغ متوسط الوارد السنوي للنشط عند البصرة 21 مليار م³، وفي نهايته 35.2 مليار م³.

3-2-8-2 الأودية الموسمية:

تنتشر في أنحاء المنطقة العربية شبكات من الأودية الموسمية متباينة في كثافتها تبعاً لطبوغرافية المنطقة ونوع التربة والبيئة السائدة، وكمية الهطول السنوي، وغالباً ما تجري مياه هذه الأودية لفترات محدودة سنوياً تراوح بين بضع ساعات إلى عدة أيام أو أشهر، وذلك تبعاً لظروف الهطول، وفي بعض المناطق شديدة الجفاف تفيض مرة كل عدة سنين.

تنحدر أهم الأودية في الجزيرة العربية من الجبال المحاذية للبحر الأحمر وخليج عُمان، وهي جبال الحجاز وعسير واليمن وسلسلة جبال عمان، وتساهم السيول المنحدرة بغزارة من الأحباس العليا لهذه الأودية في تغذية الطبقات المائية الضحلة الممتدة على مسار الأودية أو الطبقات المائية الساحلية، ويُستفاد من مياهها مباشرة بإرواء الأراضي الزراعية عن طريق نشر هذه المياه وغمر الأراضي، ومن أهم الأودية الساحلية، أودية سهل الباطنة في سهل عمان، وأودية سهول تهامة في السعودية والجمهورية العربية اليمنية. أما شبكات الأودية الداخلية فهي أقل كثافة وأهمية. ومن أمثلتها أودية عُمان الداخلية، وأودية سهول رأس الخيمة- البريمي في دولة الإمارات العربية المتحدة، وأودية حضرموت ومأرب والدواسر ونجران، وجميعها نشأت في السفوح الشرقية لمرتفعات الدرع العربي ومنطقة الهضاب المتاخمة لها.

توجد كذلك نظم صرف موسمية هامة في السفوح الجنوبية لسلسلة جبال الأطلس في دول المغرب العربي وفي مرتفعات دارفور وكردفان. أما الأودية الموسمية التي تنحدر من المرتفعات الساحلية المحاذية لسواحل البحر الأحمر وخليج عدن في الصومال وجيبوتي والسودان ومصر، فرغم أهمية السيول التي تمر خلالها كمصادر مائية لمناطق شديدة الجفاف، فإنها محدودة الإمكانيات كموارد مائية قومية.

3-8-2 التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5

يبين الشكلان (109.2 أو 110.2) التغيرات المتوقعة على معدلات الجريان السطحي في المنطقة العربية، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الجريان السطحي السنوية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين 0 مم/السنة، و+50 مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الجريان السطحي نحو 78% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك الأردن، ولبنان، وسورية، والعراق، مع بادية الشام والحماد، وكذلك شمال شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، ما عدا جبال اليمن وبعض المساحات الداخلية في الإقليم، وكذلك من المتوقع زيادة الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وإقليم القرن الإفريقي وكامل إقليم الصحراء الكبرى، من جهة ثانية من المتوقع أن يشهد 22% من مساحة المنطقة العربية نقصاناً في معدلات الجريان السطحي، إذ يتراوح المدى الكلي للنقصان بين 0 مم/السنة، أو 118 مم/السنة، ويشمل ذلك إقليم جبال الأطلس وأقصى جنوب إقليم شمال شرق أفريقيا ومساحات من جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية.

أما خلال فترة نهاية القرن (2081 – 2100)، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الجريان السطحي السنوية، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين 0 مم/السنة، و+68 مم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الجريان السطحي نحو 81% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك إقليم المشرق العربي، وشبه الجزيرة العربية، وكذلك من المتوقع زيادة الجريان السطحي في شمال إقليم شمال شرق إفريقيا، وإقليم القرن الإفريقي، وكامل إقليم الصحراء الكبرى، من جهة ثانية من المتوقع في فترة نهاية القرن أن يشهد 19% من مساحة المنطقة العربية نقصاناً في معدلات الجريان السطحي ويبقى المدى الكلي للنقصان مشابهاً لقيمة خلال فترة منتصف القرن، أي بين 0 ملم/السنة أو 118 ملم/السنة، ويشمل ذلك إقليم جبال الأطلس ومعظم مساحة السودان ومساحات من إقليم المشرق العربي.

تم توزيع كل من المدى الكلي للزيادة والنقصان على ثلاثة مجالات وفق تصنيف الفواصل الطبيعية لجنكز:

-فترة منتصف القرن (2046- 2065)

مجالات الزيادة:

- مجال الزيادة المنخفضة (بين 0 ملم/السنة و 5 ملم/السنة) ويغطي 73% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل ذلك إقليم المشرق العربي والمساحات الغربية من إقليم شبه الجزيرة العربية، والمساحات الشرقية من إقليم شمال شرق إفريقيا، ومساحات واسعة من إقليم الصحراء الكبرى،

- مجال الزيادة المتوسطة (بين 6 ملم/السنة و16 ملم/السنة) ويغطي 21% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، ومساحات جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وكذلك الأجزاء الداخلية من شمال شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وأقصى شمال شرق العراق، والأجزاء الجنوبية من إقليم القرن الإفريقي، ومناطق جنوب شرق الجزائر، أي مرتفعات الأهقار وجنوب موريتانيا،
- تنتمي المساحة المتبقية من مساحة زيادة الجريان السطحي أي 6% إلى المجال المرتفع المتوقع فيه زيادة الجريان السطحي والذي يراوح (بين 17 ملم/السنة، و50 ملم/السنة)، وتتركز هذه المناطق في أقصى شمال شرق العراق في إقليم المشرق العربي وأقصى جنوب الصومال في إقليم القرن الإفريقي.

مجالات النقصان:

- مجال النقصان المنخفض (بين 0 ملم/السنة و11 ملم/السنة) ويسود على سواحل الخليج العربي، وضمن صحراء الربع الخالي وجنوب غرب إقليم شمال شرق إفريقيا، وشمال غرب إقليم الصحراء الكبرى، والسفوح الداخلية لجبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا، وهو يغطي 81% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الجريان السطحي.
- مجال النقصان المتوسط (بين 12 ملم/السنة، 40 ملم/السنة) ويغطي 17% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الجريان السطحي، ويشمل ذلك بشكل رئيسي إقليم جبال الأطلس وجنوب شرق إقليم شمال شرق إفريقيا،
- تنتمي المساحة المتبقية من مساحة نقصان الجريان السطحي أي 2% إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 41 ملم/السنة و118 ملم/السنة)، وتتركز هذه المناطق في قمم جبال الأطلس.

فترة منتصف القرن (2081-2100)

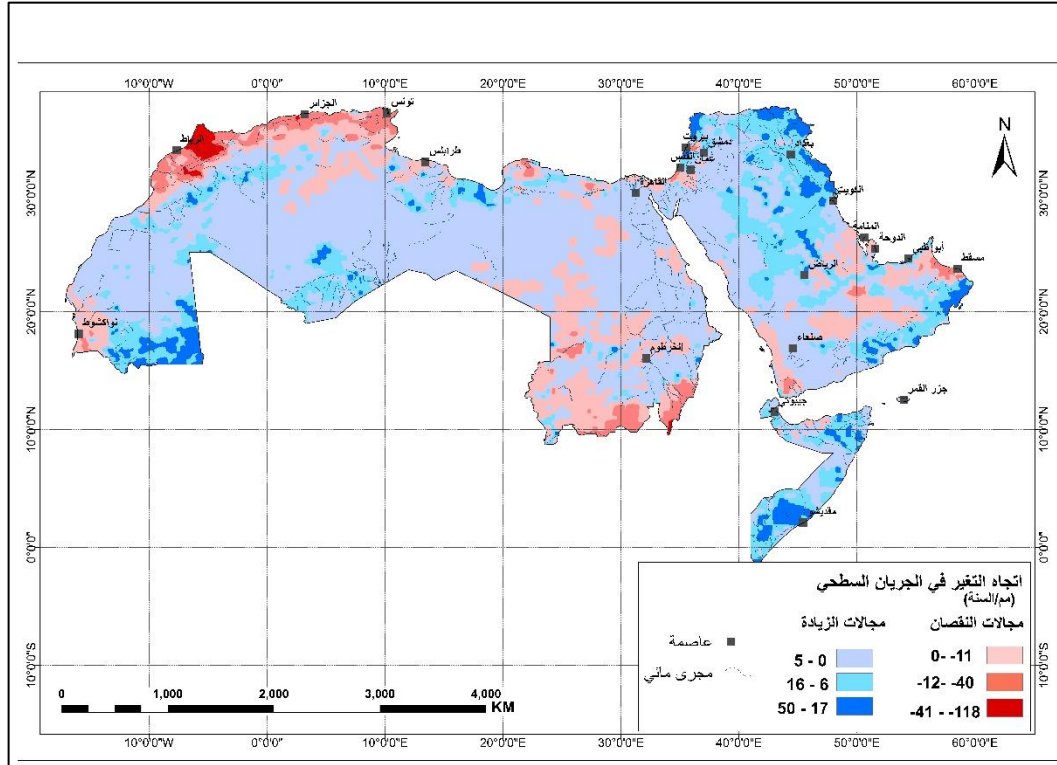
مجالات الزيادة:

- مجال الزيادة المنخفضة (بين 0 ملم/السنة و8 ملم/السنة) ويغطي 76% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل مساحات واسعة من إقليم المشرق العربي وخصوصاً المساحات الغربية منه، والمساحات الشمالية من إقليم شمال شرق إفريقيا، ومساحات واسعة من إقليم الصحراء الكبرى،
- مجال الزيادة المتوسطة (بين 9 ملم/السنة و26 ملم/السنة) ويغطي 21% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل ذلك مساحات جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وأقصى شمال غرب سورية، والأجزاء الجنوبية من إقليم القرن الإفريقي، ومناطق جنوب شرق الجزائر، أي مرتفعات الأهقار وجنوب موريتانيا،

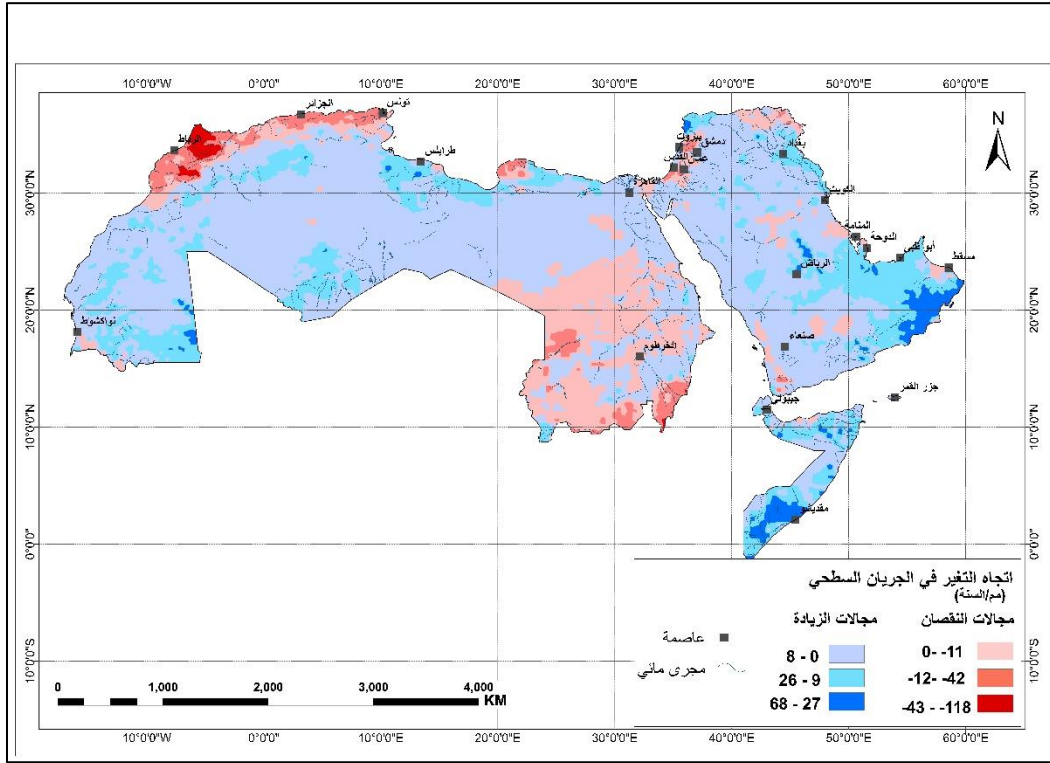
- تنتمي المساحة المتبقية من مساحة زيادة الجريان السطحي أي 3% إلى المجال المرتفع المتوقع فيه زيادة الجريان السطحي الذي يراوح بين 27 ملم/السنة، و68 ملم/السنة، تتوزع هذه المساحة في أقصى جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية وأقصى جنوب الصومال في إقليم القرن الإفريقي.

مجالات النقصان:

- مجال النقصان المنخفض (بين 0 ملم/السنة و 11 ملم/السنة)، ويغطي 80% من المساحة المتوقعة للنقصان، ويشمل ذلك المساحات الداخلية والجنوبية والغربية لإقليم شمال شرق إفريقيا، وقمم السفوح الساحلية لجبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا،
- مجال النقصان المتوسط (بين 12 ملم/السنة، و 42 ملم/السنة) ويغطي 17% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الجريان السطحي، ويشمل ذلك بشكل رئيسي إقليم جبال الأطلس وأقصى جنوب شرق إقليم شمال شرق إفريقيا،
- تنتمي المساحة المتبقية من مساحة نقصان الجريان السطحي أي 3%، إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 43 ملم/السنة و 118 ملم/السنة)، وتتوزع هذه المساحة في القمم الشمالية الغربية لجبال الأطلس.



الشكل (109.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 لفترة منتصف القرن.



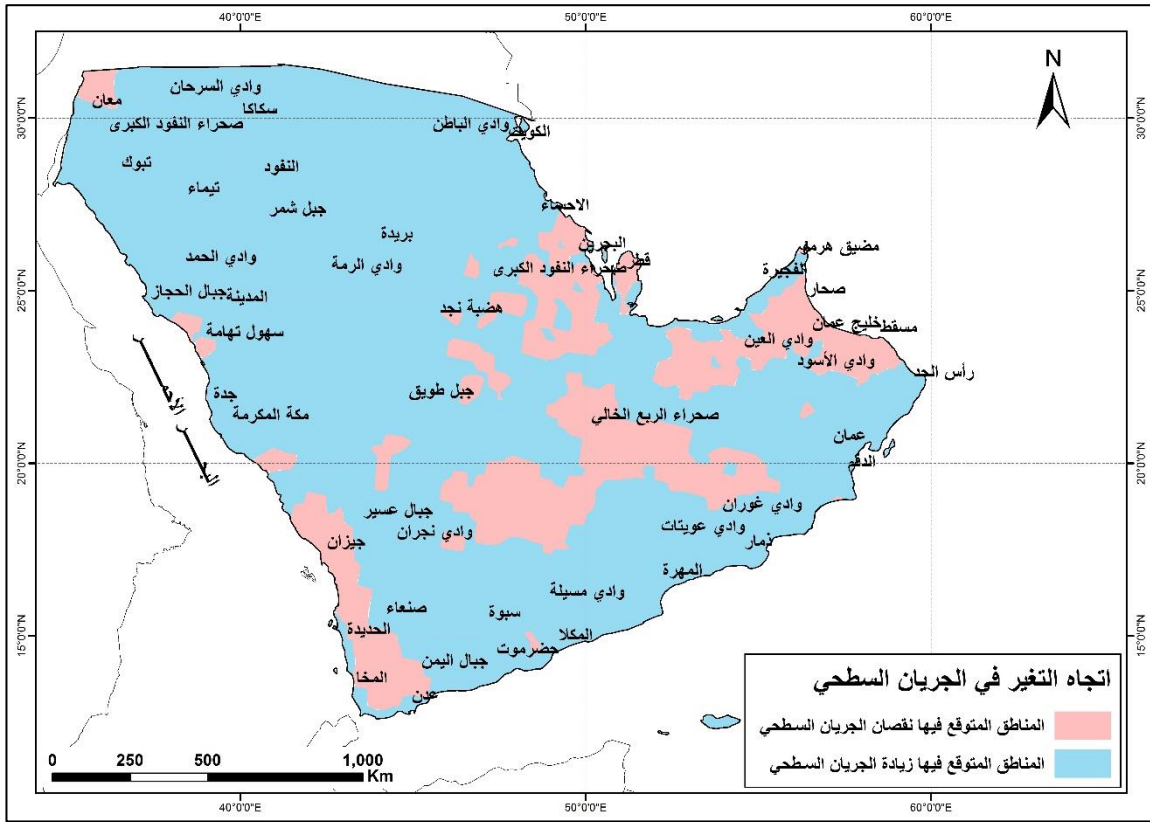
الشكل (110.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 لفترة نهاية القرن

فيما يلي التغيرات المتوقعة على الجريانات السطحية مفصلة في كل إقليم جغرافي على حدة :

2-8-3-1 إقليم شبه الجزيرة العربية:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (111.2)، حيث إن 80% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك كامل إقليم شبه الجزيرة العربية باستثناء سواحل خليج عُمان والجبال المطلة عليه وصحراء الربع الخالي وجبال اليمن والسهول المطلة على جنوب البحر الأحمر، وأن 20% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك الجبل الأخضر في عُمان والجبال والسهول المطلة على خليج عُمان ومساحة واسعة من صحراء الربع الخالي والجبال والسهول المطلة على جنوب البحر الأحمر.



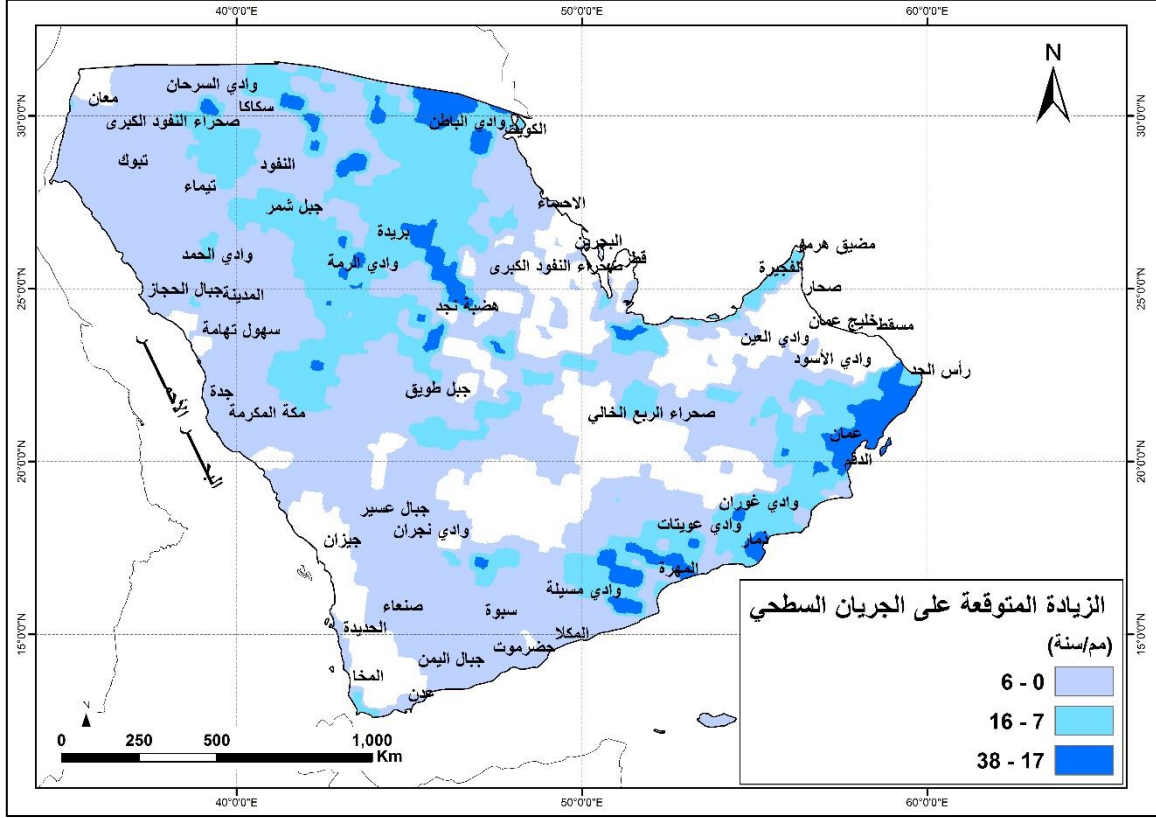
الشكل (111.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (112.2) حيث تبين الآتي:

تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 6 ملم/السنة) مناطق: باير والغدق والشومري وأبو عامود وأبو طرفة وموسى وأعلي وادي العرعر وأعلي وادي الحر وأودية مقش ومسيلة وأودية جبال اليمن ونجران والدواسر والرمة وأودية سهول تهامة.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 7 ملم/السنة و16 ملم/السنة) أودية موسى وجزء من أعالي وادي العرعر وجزء من أعالي وادي الحر وشعب الكرى وشعب الدفينة والباطن ومقش والرمة.

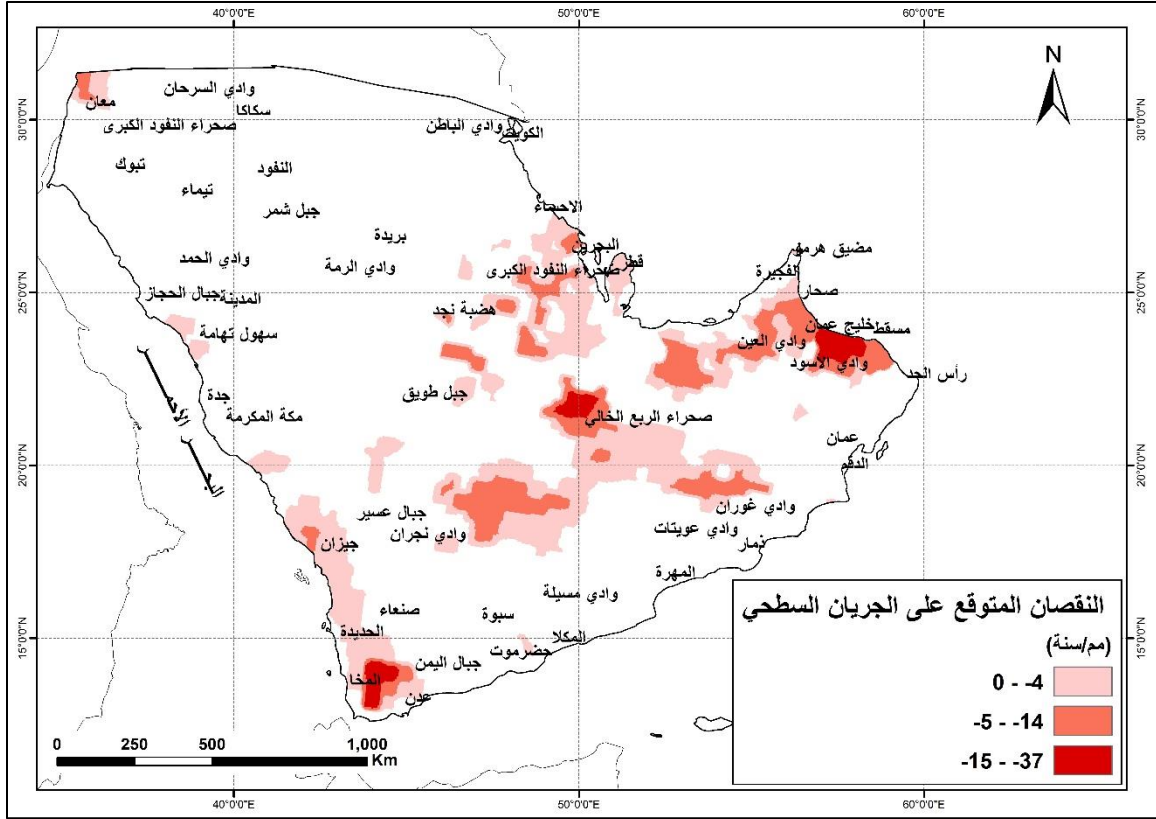
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 17 ملم/السنة و38 ملم/السنة) أجزاء من وادي شعب الكرى ووادي شعب الدفينة ووادي مقش ووادي الرمة.



الشكل (112.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (113.2) الذي يبين الآتي:

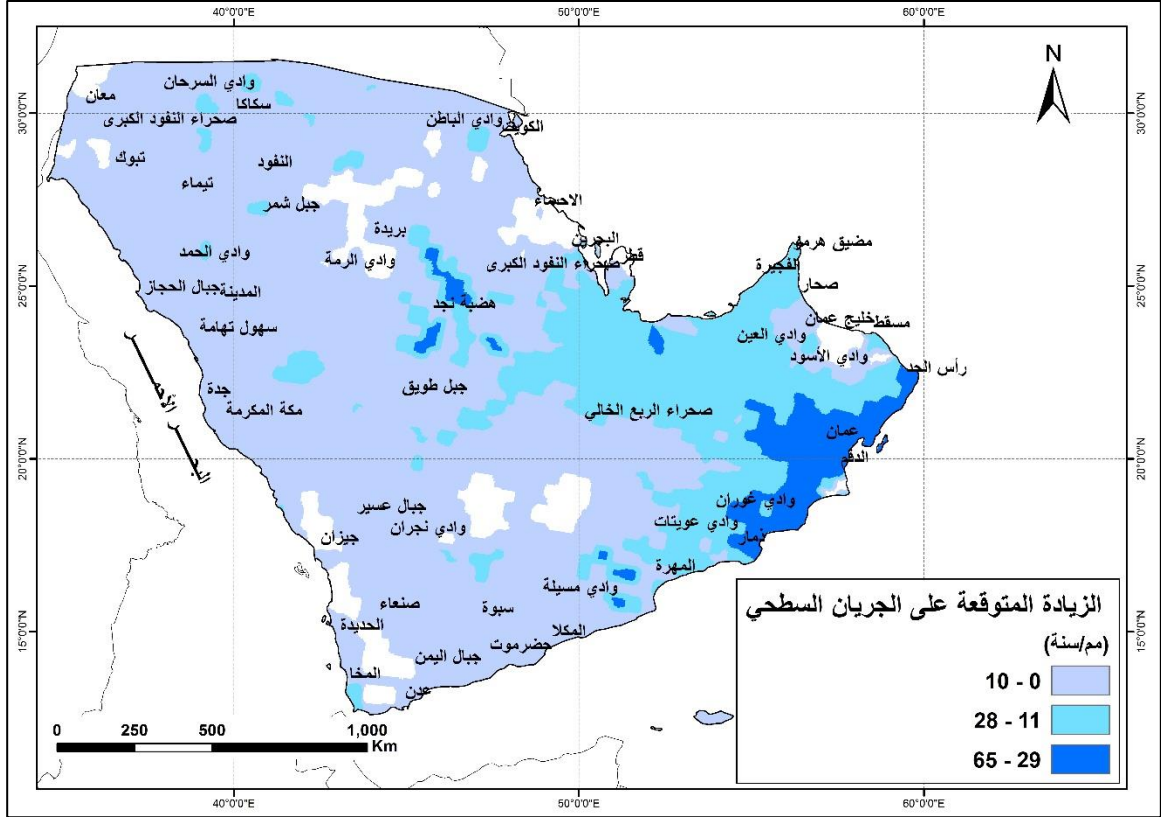
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى نقصان الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) في وادي الحسا ووادي الشومري ووادي الرويشدات ووادي مقش وأودية جبال اليمن ووادي الدواسر.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى نقصان الجريان السطحي (بين 5 ملم/السنة و14 ملم/السنة) أجزاء من وادي الحسا وأجزاء من أودية جبال اليمن وأجزاء من وادي الدواسر
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى نقصان الجريان السطحي (بين 15 ملم/السنة و37 ملم/السنة) الأجزاء الغربية من جبال اليمن ومساحة صغيرة تقع شمال صحراء الربع الخالي.



الشكل (113.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 وتوزيع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (114.2)، حيث إن 93% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك كامل مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية، ما عدا قمة الجبل الأخضر في عمان، وبعض قمم جبال اليمن، إن 7% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، تشمل قمة الجبل الأخضر المطل على خليج عُمان، وقمم جبال اليمن المطل على البحر الأحمر.

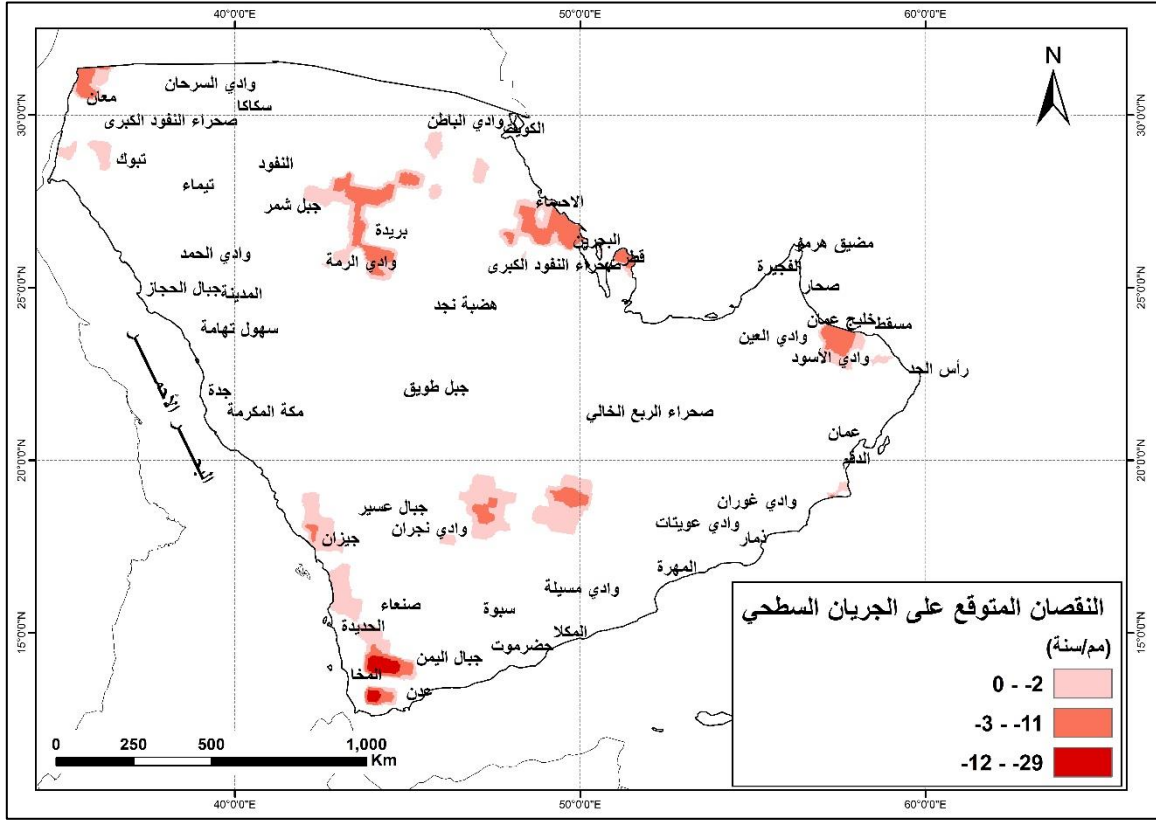


الشكل (115.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (116.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) وادي الحسا ووادي الرويشدات ووادي الباطن وأودية جبال اليمن ووادي الرمة وبعض المساحات المطلة على خليج العقبة أو ضمن جبال اليمن وجيزان.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 11 ملم/السنة) أجزاء من وادي الحسا ووادي الرويشدات وادي الرمة وقمم الجبل الأخضر ومساحة من خليج عمان ومساحة من الأحساء.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 12 ملم/السنة و 29 ملم/السنة).

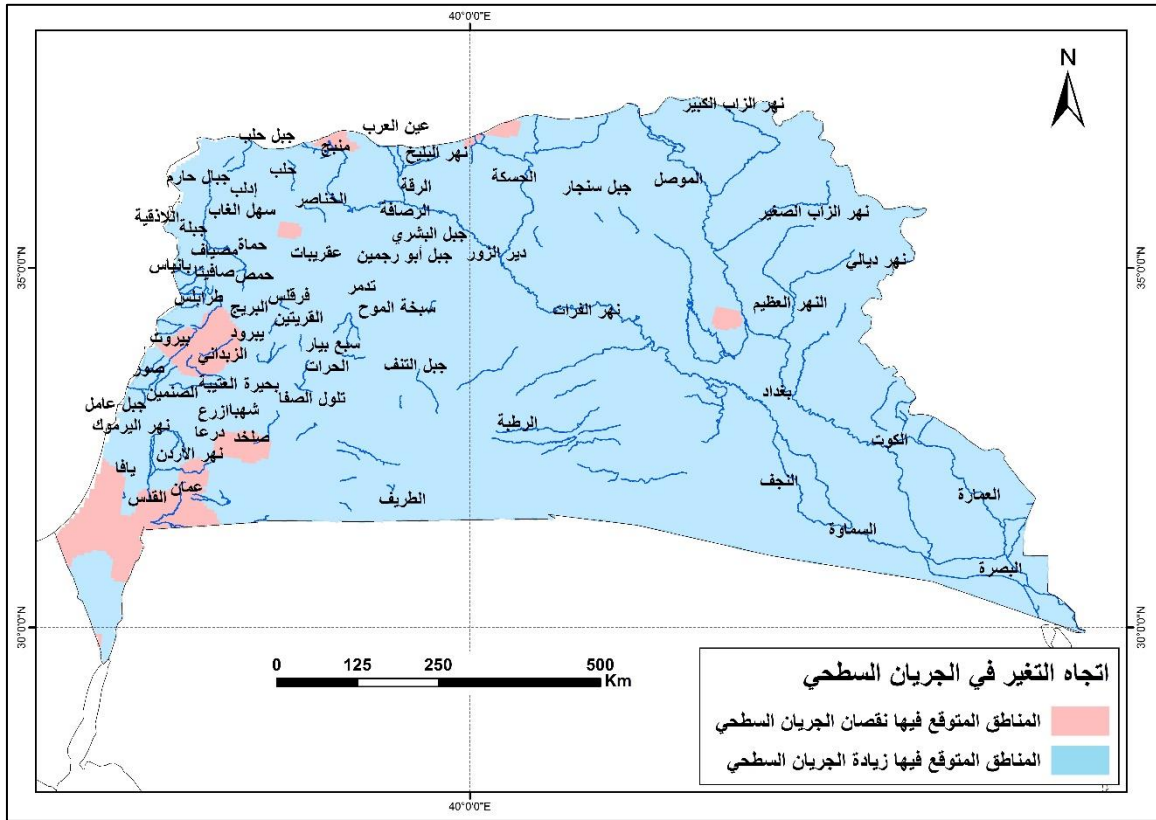


الشكل (116.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

2-3-8-2 إقليم المشرق العربي:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

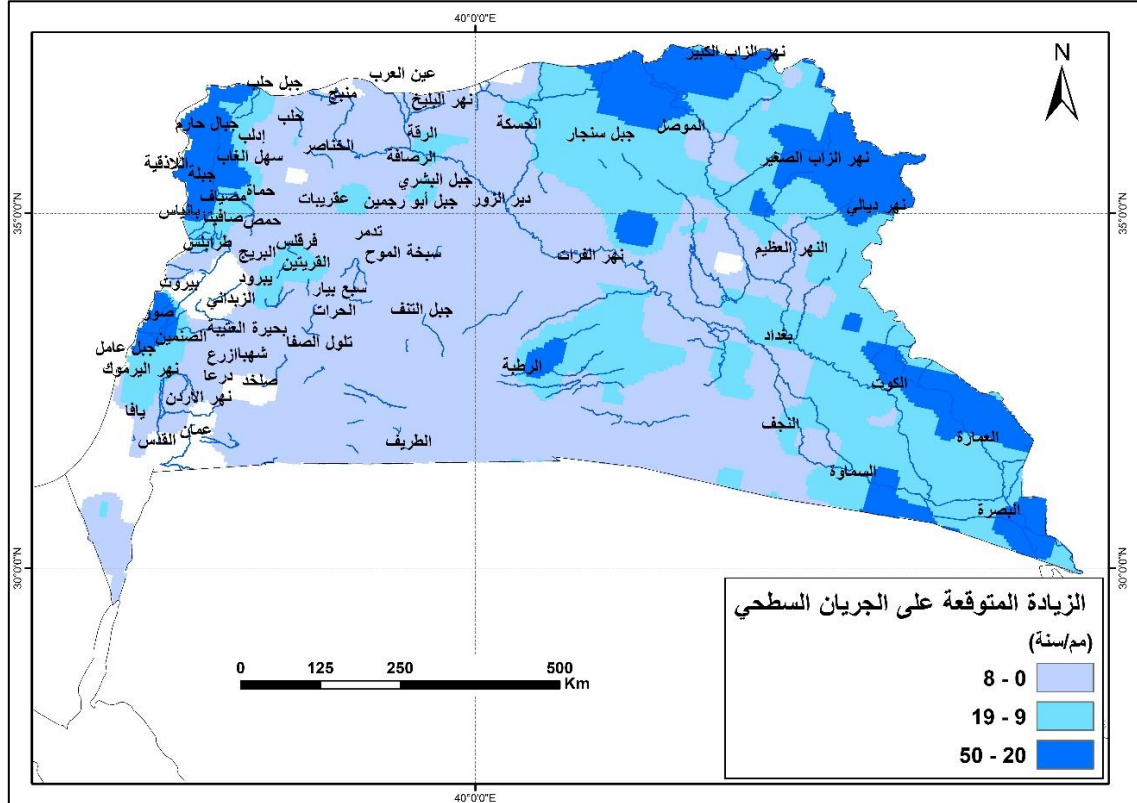
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (117.2)، حيث إن 96% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك مساحة العراق كاملاً ومعظم مساحة سورية، وجزء من مساحة الأردن، وأن 4% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك سلسلة جبال لبنان الشرقية في سورية والأجزاء الشمالية وجبل العرب في سورية والأجزاء الوسطى من الأردن.



الشكل (117.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (118.2) تبين الآتي:

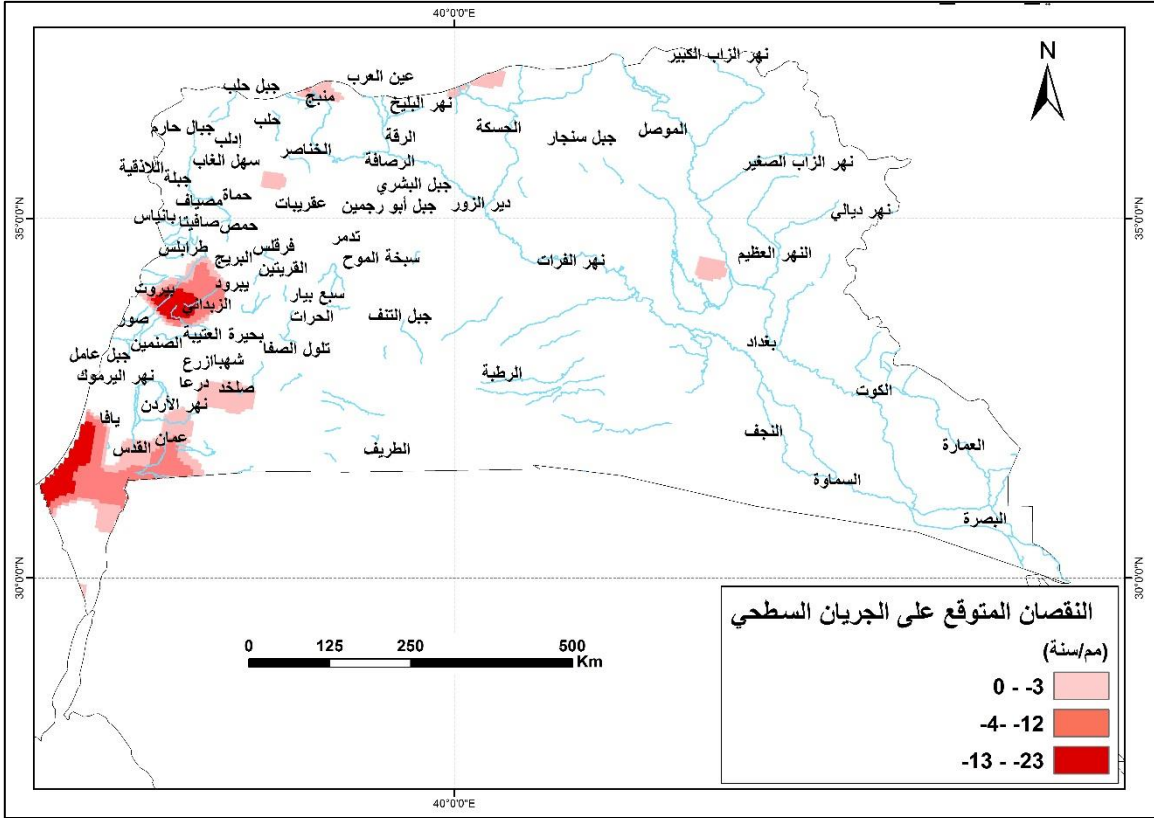
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 8 ملم/السنة) أحواض نهر ديالي ونهر دجلة ونهر الزاب الكبير في العراق، وفي سورية نهر بردى ونهر اليرموك ونهر الأعوج ونهر الفرات ونهر البليخ ونهر قويق ونهر العاصي ونهر الساجور ونهر الخابور وفي لبنان نهر الجوزة ونهر الباراد ونهر أبو علي ونهر إبراهيم وفي الأردن حوض نهر الأردن.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (9 ملم/السنة و19 ملم/السنة) أحواض نهر عفرين ونهر الكلب ونهر الكبير الجنوبي وأجزاء من حوض نهر الفرات ونهر الخابور ونهر الأعوج وجزء من حوض نهر اليرموك ونهر العاصي في سورية، وفي العراق نهر دجلة ونهر ديالي ونهر الزاب الكبير ونهر الزاب الصغير، وفي الأردن نهر الأردن.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 20 ملم/السنة و50 ملم/السنة) أحواض نهر بيروت ونهر الدامور ونهر الولي ونهر الزهراني ونهر أبو أسود ونهر الليطاني في لبنان، وفي سورية نهر الفرات ونهر العاصي ونهر الكبير الشمالي ونهر السن، وفي العراق نهر دجلة ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالي.



الشكل (118.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

من الشكل (119.2) يُلاحظ أنه :

✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى نقصان الجريان السطحي (بين 0 ملم/السنة و 23 ملم/السنة) في حوض نهر الساجور وسلسلة جبال لبنان الشرقية التي تضم أعالي نهر العاصي والبريج ودير عطية والذبيك ويبرود وبعلبك والزبداني وأعالي نهر الليطاني وسهل البقاع ومنطقة جبل العرب في سورية، ومناطق المفروق والزرقا وعمان وجبال البلقاء ومأدبا والبحر الميت في الأردن، علماً أن هذه المناطق تكون على شكل بقع متفرقة صغيرة المساحة نسبياً لا توزع على مجالات واضحة.

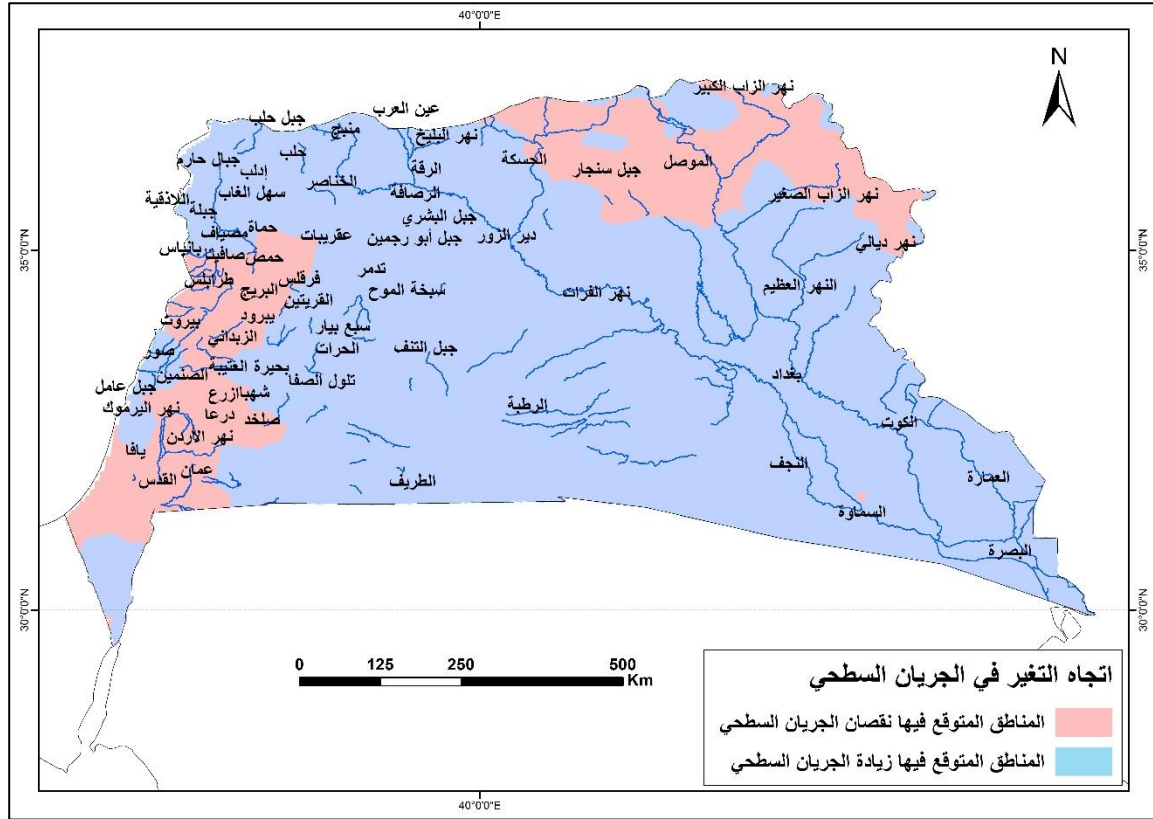


الشكل (119.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (120.2)، حيث إن 82% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك مساحة العراق ما عدا شماله، ومساحة سورية ما عدا الأجزاء الوسطى والغربية منها، وأن 18% من مساحة هذا الإقليم

يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم شمال العراق، وغرب سورية، ومساحة لبنان وأجزاء من الأردن وفلسطين.



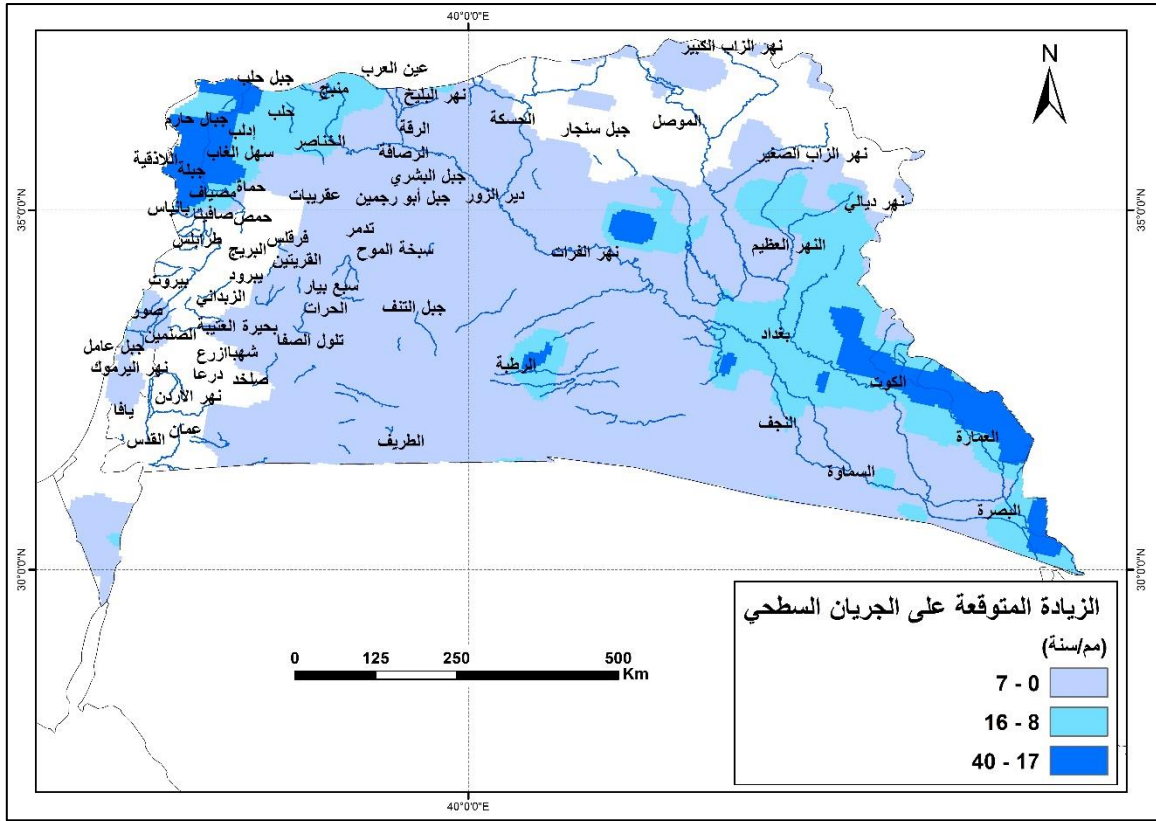
الشكل (120.2) توزيع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (121.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 7 ملم/السنة) أحواض أنهار دجلة والزاب الصغير وديالي في العراق، وأحواض أنهار الفرات والخابور والعاصي وبردی والأعوج في سورية، وأحواض أنهار بيروت والدامور والليطاني في لبنان، كما تنتمي لهذا المجال الأودية المنتشرة في بوادي السماوة والحماة والبادية السورية.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 8 ملم/السنة و16 ملم/السنة) أحواض أنهار الدامور والولي والزهراني وأبو أسود والليطاني في

لبنان، وجزء من حوض نهر الفرات ونهر العاصي ونهر عفرين ونهر قويق ونهر الساجور في سورية، ونهر ديالي في العراق.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 17 ملم/السنة و40 ملم/السنة) أحواض أنهار العاصي وعفرين والكبير الشمالي والسن في سورية.



الشكل (121.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

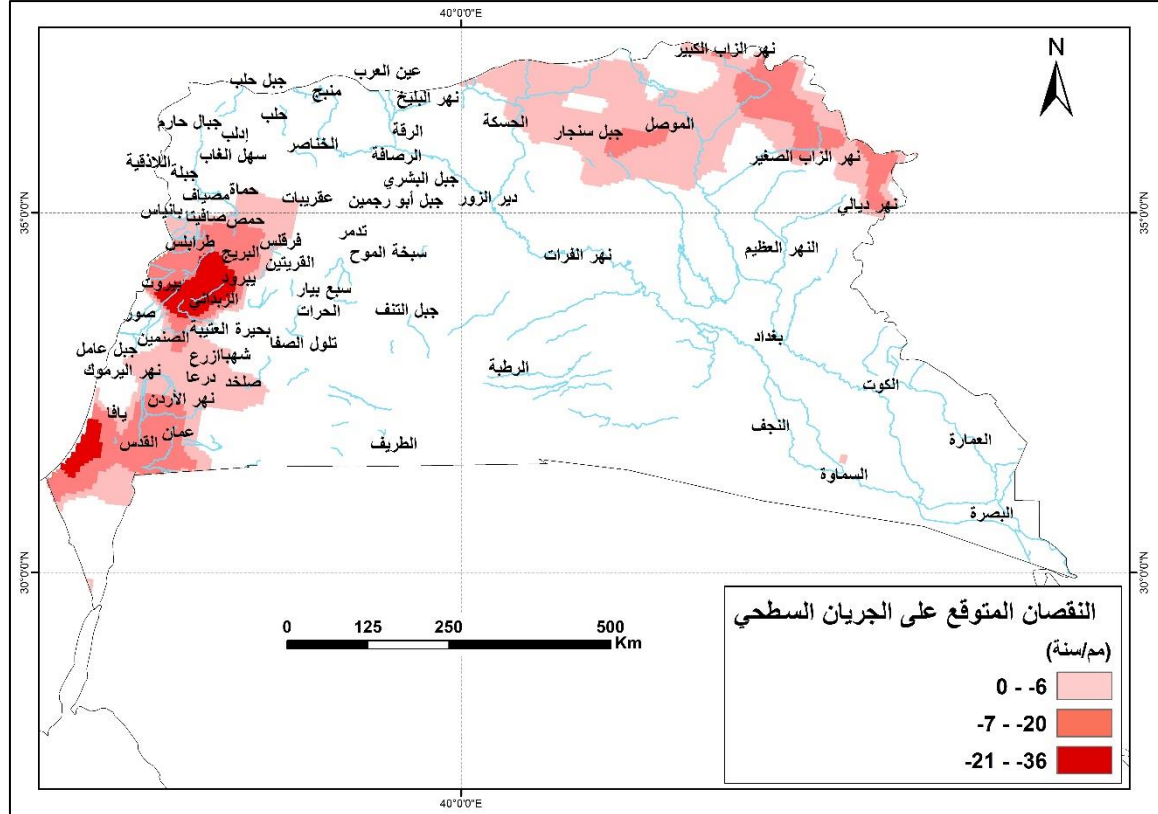
بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (122.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 6 ملم/السنة) أعالي نهر بيروت في لبنان، وأنهار الخابور والعاصي واليرموك وبردی والأعوج والكبير الجنوبي في سورية، وأنهار دجلة والزاب الصغير والزاب الكبير وديالي والأردن في الأردن.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 7 ملم/السنة و20 ملم/السنة) حوض نهر البارد ونهر أبو علي ونهر إبراهيم ونهر الجوزة ونهر الكلب

في لبنان وأعالي نهر العاصي وحوض نهر اليرموك ونهر بردى ونهر الأعوج في سورية ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالي في العراق وجزء من حوض نهر الأردن في الأردن.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 21 ملم/السنة و36 ملم/السنة) المجرى الأعلى لنهر بردى في سورية.



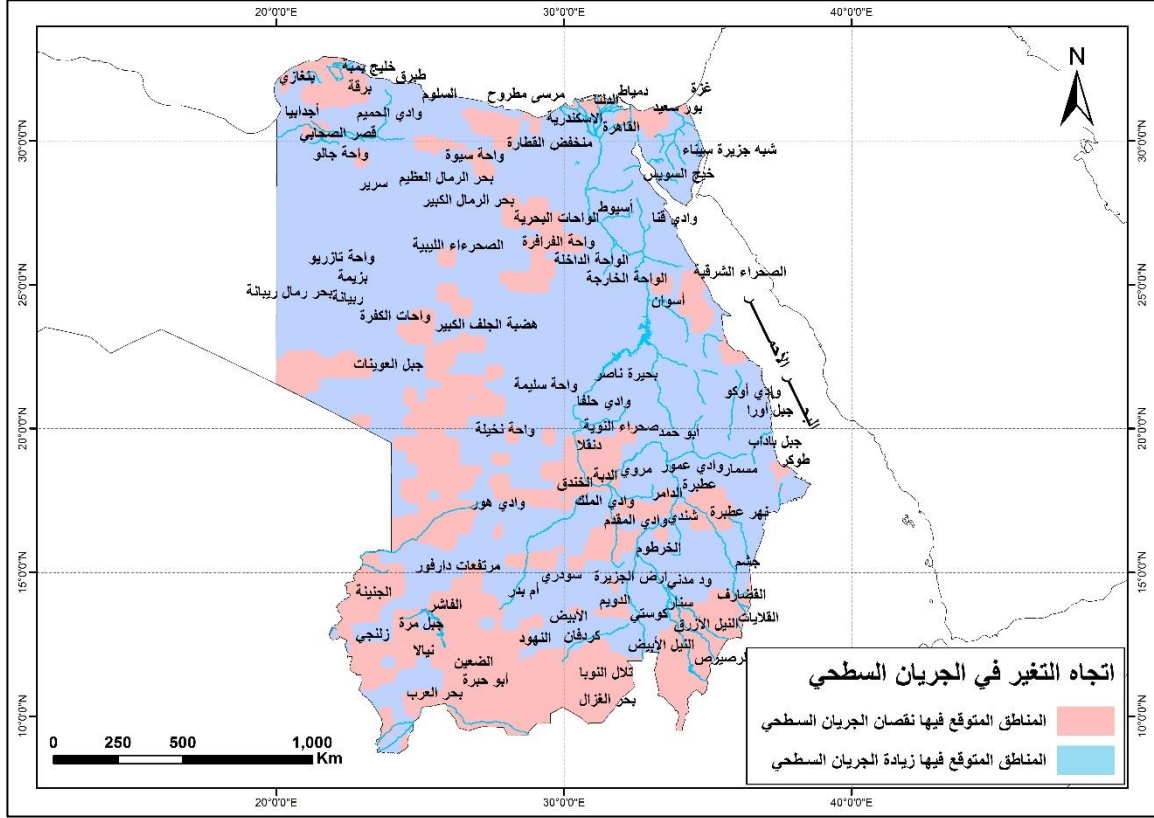
الشكل (122.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

3-3-8-2 إقليم شمال شرق إفريقيا:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (123.2)، حيث إن 65% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك معظم إقليم شمال شرق إفريقيا أي شمال غرب السودان

ومعظم مساحة مصر، أو أن 35% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك جنوب وغرب السودان والواحات الداخلية في مصر.

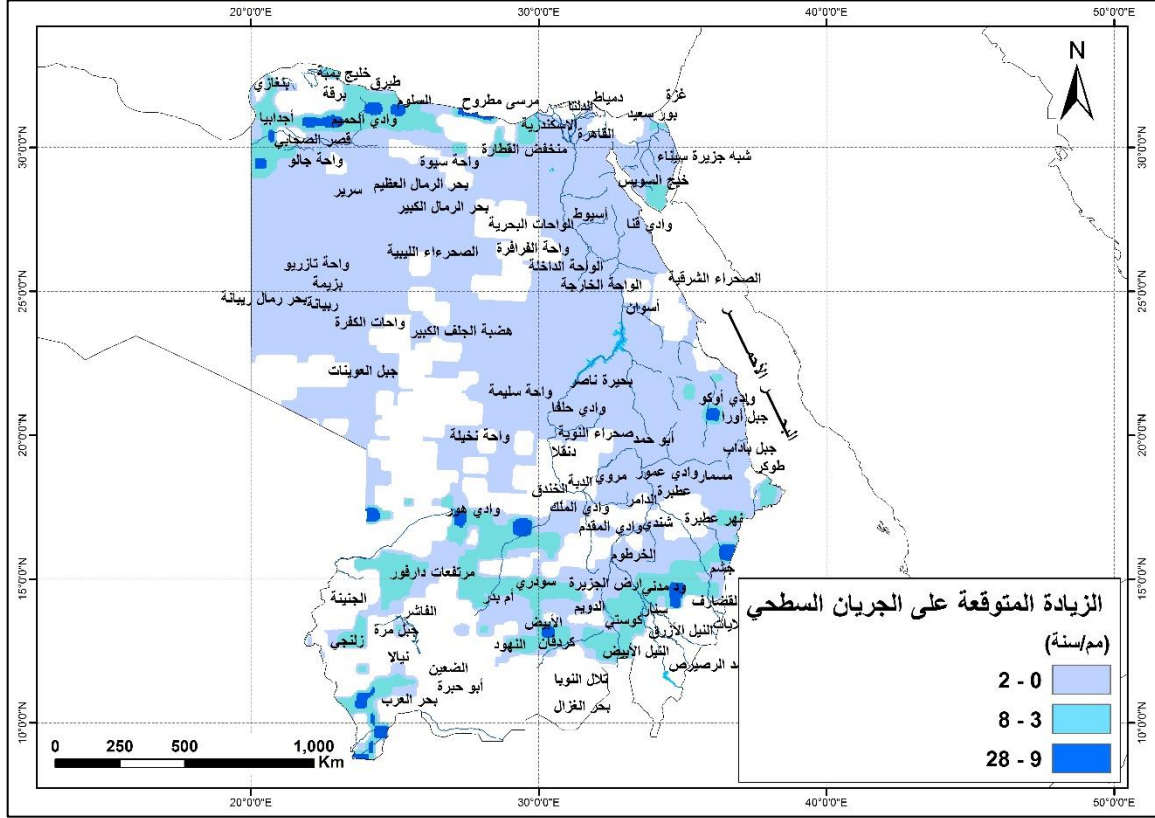


الشكل (123.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (124.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) أحواض نهر بحر العرب والنيل الأبيض ونهر النيل الأزرق ونهر عطبرة وأواسط النيل ونهر النيل عند بحيرة ناصر ودلتا النيل، ومن المناطق بحر رمال ريابانة وكردفان والأبيض وكوستي والدويم وسد جبل الأولياء وارض الجزيرة والخرطوم ووادي المقدم والصحراء الشمالية وواحة نخيلة وواحة سليمة ووادي حلفا والواحة الخارجة ووادي قنا ومنخفض القطارة وواحة سيوة وواحة جغبوب وخليج السويس وشبه جزيرة سيناء وواحات الكفرة وواحة تازربو والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم وواحة جالو.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 8 ملم/السنة) أجزاء من أحواض كل من نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب والنيل الأبيض، ومناطق ومرتفعات دارفور وسنار وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وود مدني وكسلا والسلوم وطبرق وقصر الصحابي ووادي الحميم وأجدابيا.
- ✓ ينتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 9 ملم/السنة و 28 ملم/السنة) جزء من حوض نهر بحر العرب في جنوب السودان، ومنطقة مرسى مطروح في مصر على البحر المتوسط.

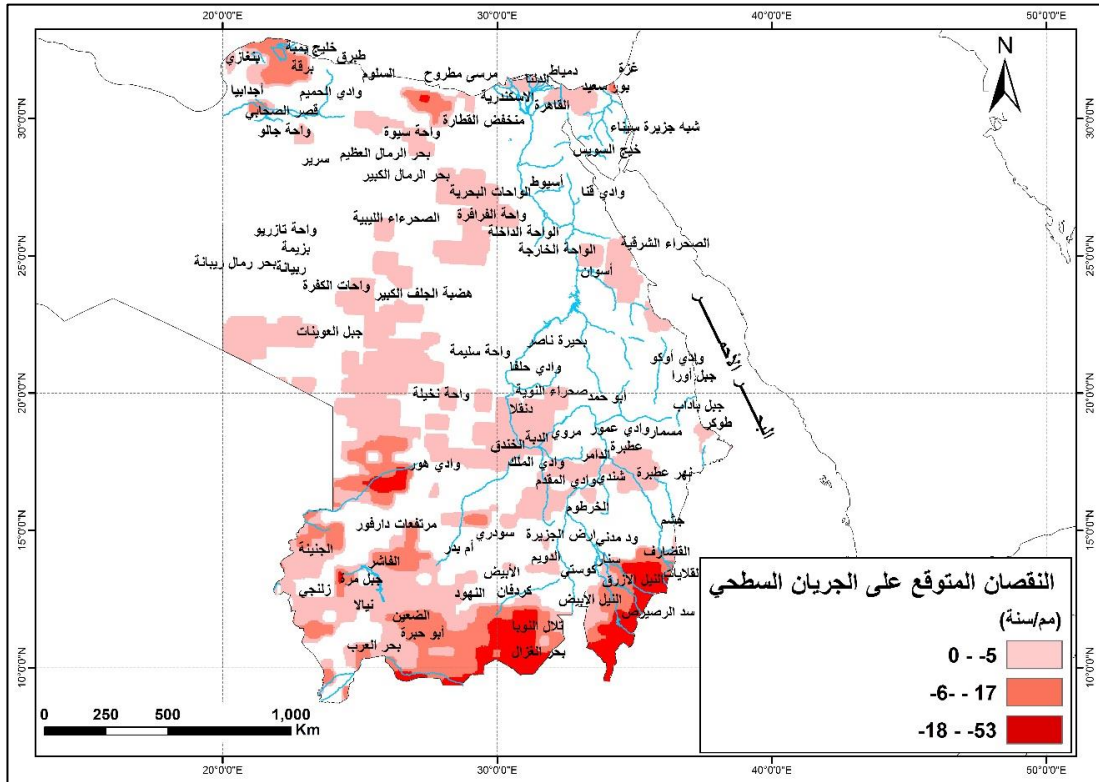


الشكل (124.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (125.2) يُلاحظ أنه:

- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 5 ملم/السنة) في حوض أواسط النيل ودلتا النيل وأجزاء من حوض نهر النيل الأزرق وأجزاء من حوض نهر عطبرة وأجزاء من حوض نهر بحر العرب وأجزاء من حوض النيل الأبيض وكذلك مناطق الضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي والفاشر والجنينة والنهود ووادي الملك وطوكر وصحراء النوية وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا

- وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير والصحراء الشرقية والواحة الداخلة وواحة
 الفرافرة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير والدلتا وبور سعيد وخليج بمة.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 6
 ملم/السنة و17 ملم/السنة) في مناطق جبل مرة والنيل الأزرق والقضارف ووادي هور
 وبرقة والجبل الأخضر في ليبيا.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 18
 ملم/السنة و53 ملم/السنة) مناطق بحر الغزال وتلال النوبا وسد الرصيرص والقلايات.

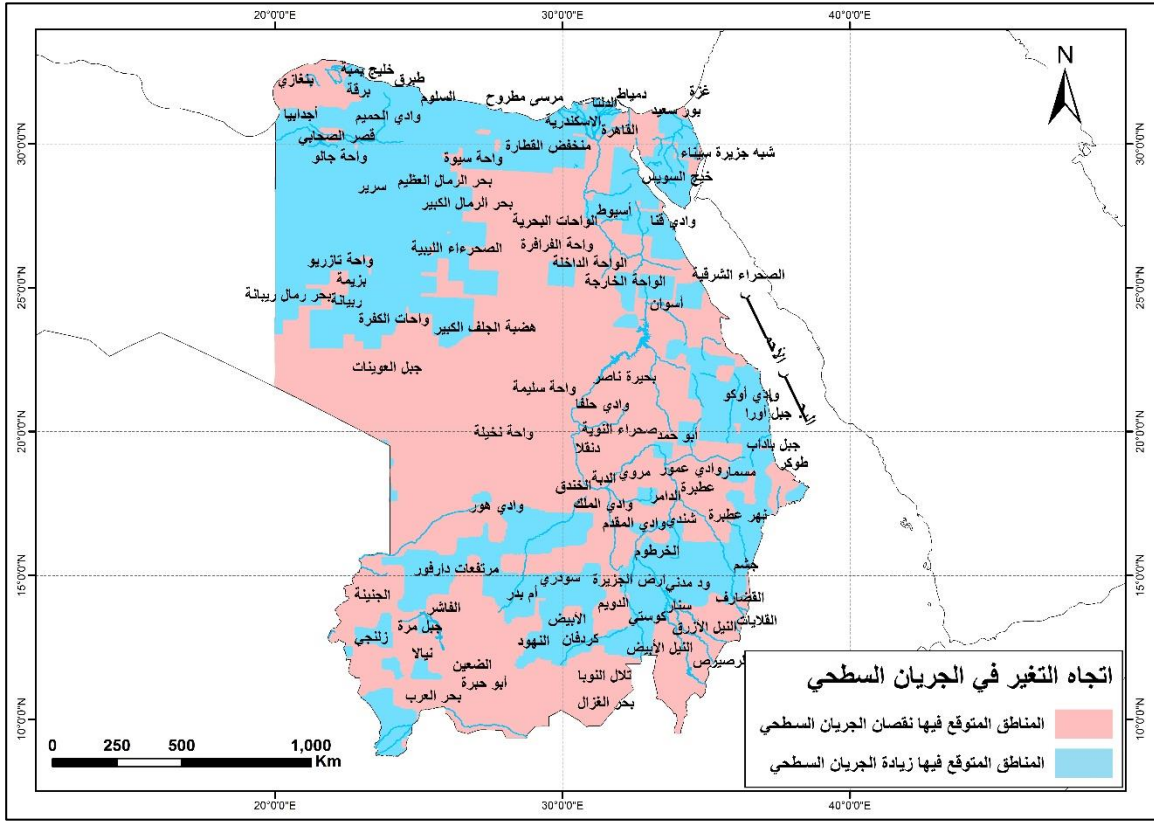


الشكل (125.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 وتوزيع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (126.2)، حيث إن 53% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا أي سواحل البحر الأحمر والنصف الشمالي من مساحة مصر والمساحات

المركزية من السودان، وأن 47% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية تشمل جنوب مصر وشمال السودان وجنوب غرب السودان.

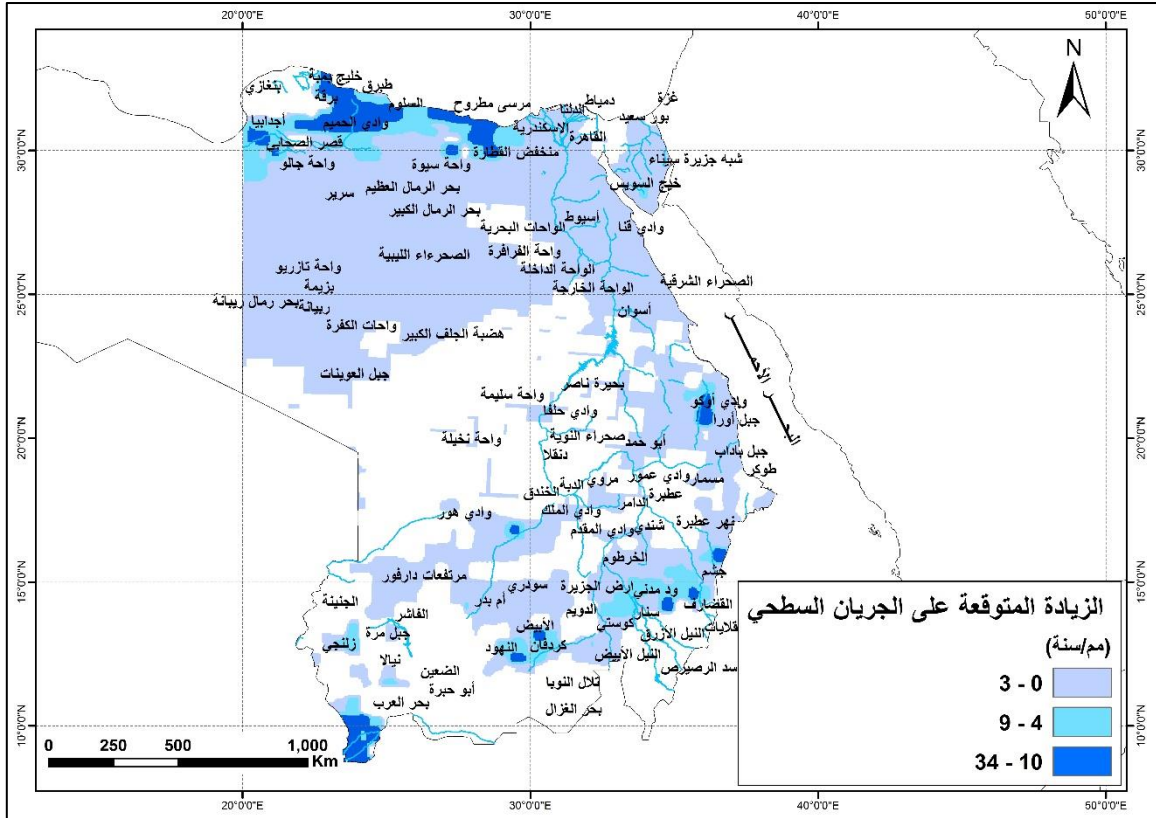


الشكل (126.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (127.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 3 ملم/السنة) حوض أواسط النيل وحوض النيل عند بحيرة ناصر ودلتا النيل وأجزاء من أحواض نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب والنيل الأبيض ودلتا النيل دمياط ومناطق بحر رمال رييانية ومرتفعات دارفور والأبيض وسنار وكوستي وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء وارض الجزيرة والخرطوم وجشم وكسلا وأبو دليق وشندي ووادي المقدم والصحراء الشمالية وجبل باداب وبورت سودان وأبو حمد وواحة سليمة ووادي حلفا وجبل أورا ووادي أوكو ورأس أبو شجرة وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير والصحراء الشرقية والواحة الخارجة والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والواحات البحرية وقنا ومنخفض القطارة وواحة سيوة وواحة جغبوب وخليج السويس وشبه جزيرة سيناء والدلتا وأسيوط والإسكندرية وواحات الكفرة ورييانية وبزيمه وواحة تازريو والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم وسرير وواحة جالو

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 4 ملم/السنة و 9 ملم/السنة) أجزاء من أحواض نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب والنيل الأبيض ومناطق كردفان وود مدني والسلوم وطبرق وقصر الصحابي ووادي الحميم وأجدابيا
- ✓ ينتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 10 ملم/السنة و 34 ملم/السنة)، جزء من حوض نهر بحر العرب ومرسى مطروح وخليج بمبة.

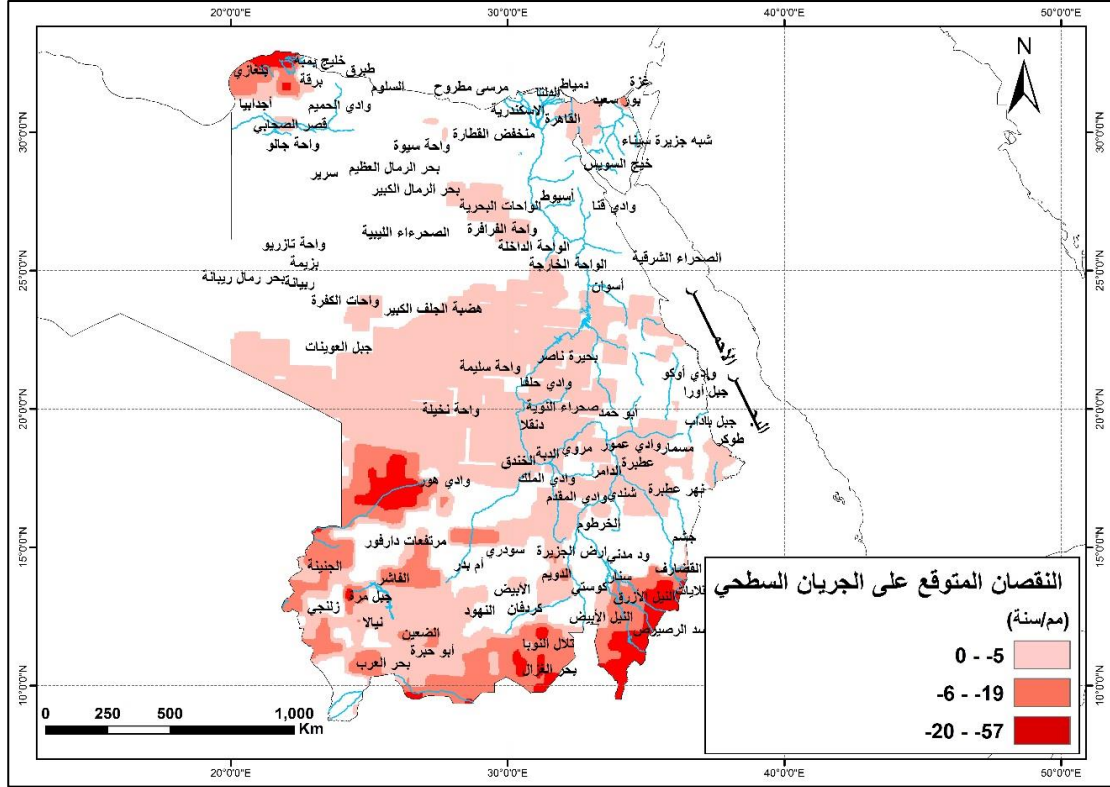


الشكل (127.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (128.2) تبين الآتي:

- ✓ ينتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 5 ملم/السنة) حوض أواسط النيل وحوض النيل عند بحيرة ناصر وحوض نهر النيل الأزرق وحوض نهر عطبرة وحوض نهر بحر العرب وحوض النيل الأبيض وكذلك مناطق الضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي والفاشر والجنيينة والنهود والدويم ونهر عطبرة ووادي الملك والدامر وعطبرة وطوكر ومسمار ووادي عمور وصحراء النوبة وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة وبحيرة ناصر وأسوان وبحر الرمال الكبير وبرقة وبور سعيد

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 6 ملم/السنة و 19 ملم/السنة) أجزاء من أحواض حوض نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب وكذلك مناطق بحر الغزال وتلال النوبا وجبل مرة والقضارف وبنغازي.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 20 ملم/السنة و 57 ملم/السنة) أجزاء من حوضي نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة وكذلك مناطق سد الرصيرص والقلايات ووادي هور والجبل الأخضر في ليبيا.

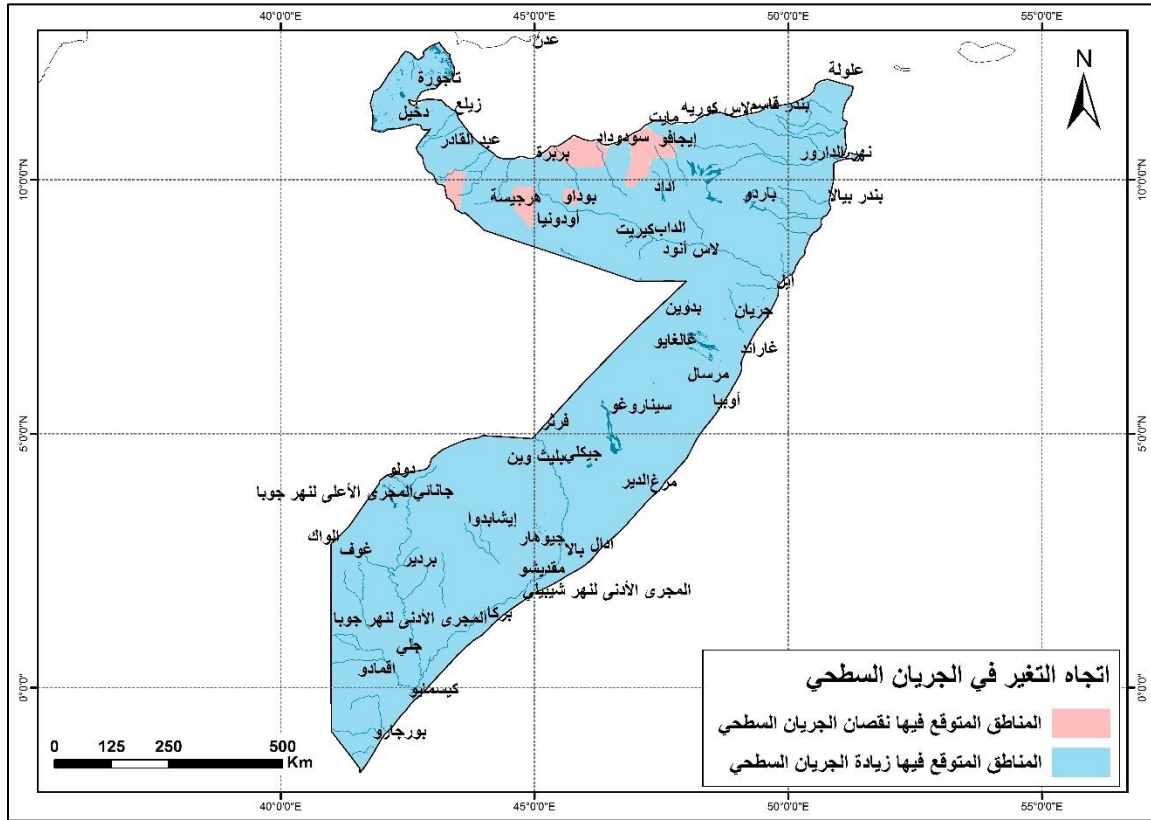


الشكل (128.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

4-3-8-2 إقليم القرن الإفريقي:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (129.2)، حيث إن 97% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية وأن 3% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.

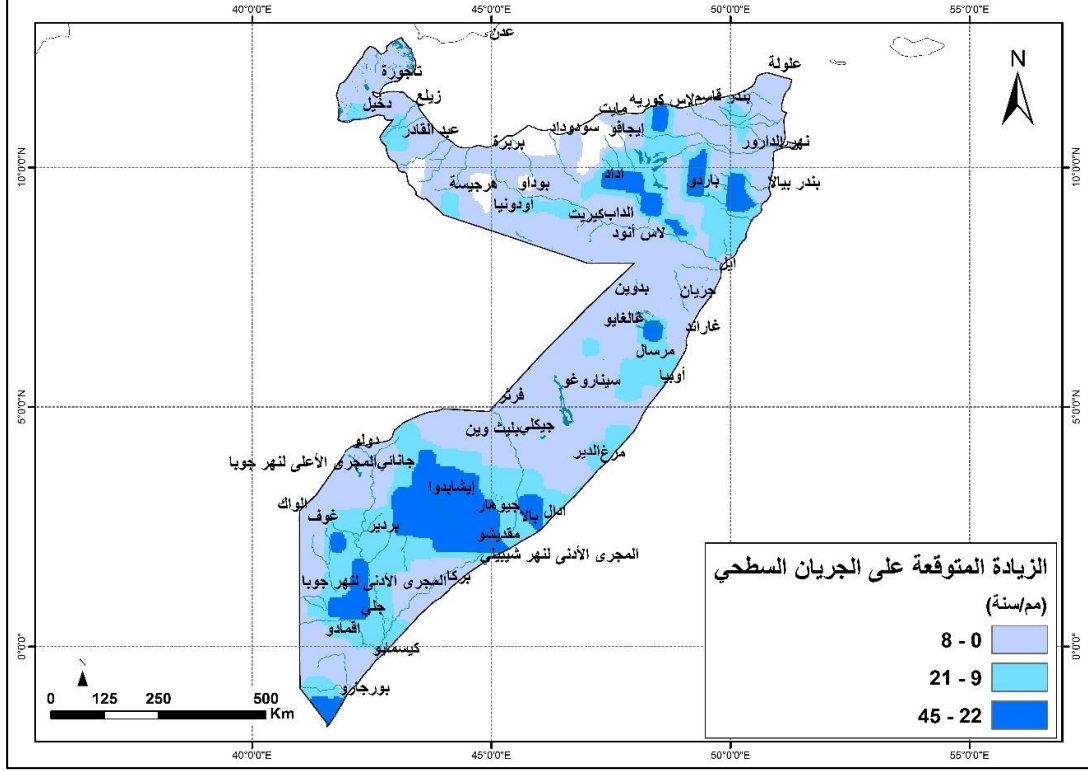


الشكل (129.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الأنبيعات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (130.2)، تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وتاجورة وجيوتي وزيلع وبربرة وأودونيا وبوداو وكيريت والداب ولاس أنود وبندر قاسم وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند وأوبيا وسيناروغو وفرثر وبليث وبين وجيكلي وبركا والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف وكيسمايو واقمادو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (9 ملم/السنة و 21 ملم/السنة) مناطق دخيل وعبد القادر وهرجيسة ولاس كوريه ومرسال ومرغ والدير وجيوهار وادال وبالا ومقديشو والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي وتلال جوبا العليا وبردير والمجرى الأدنى لنهر جوبا وجياماما وجيومبو.

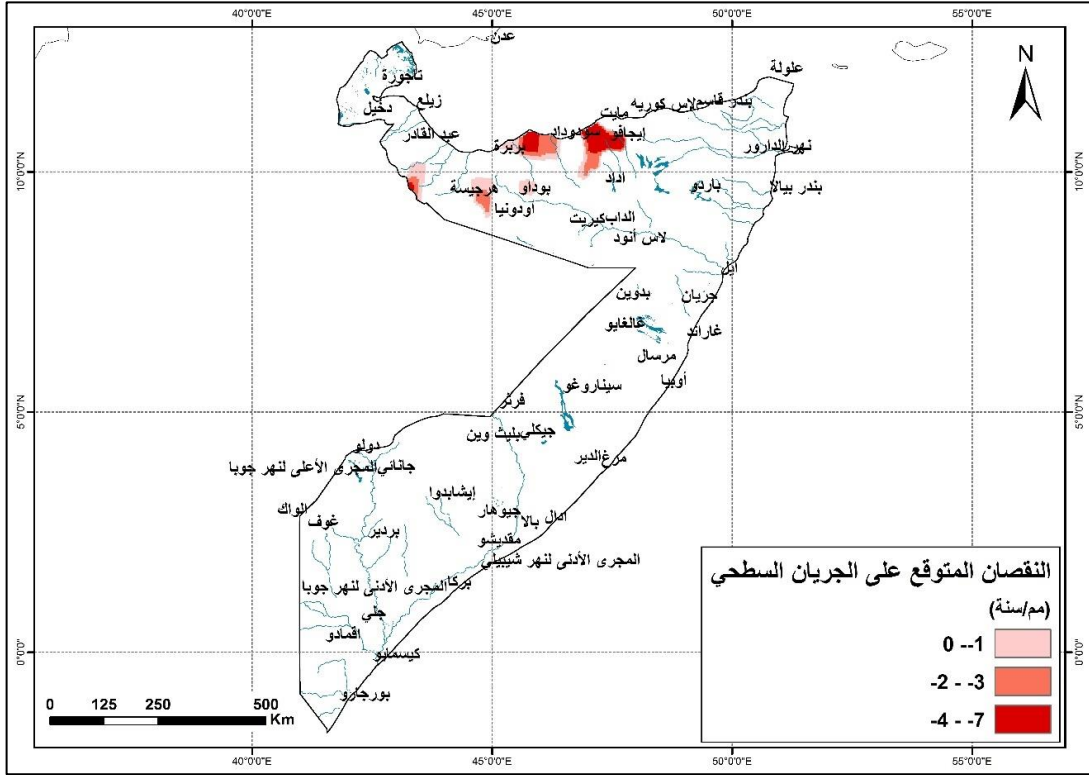
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 22 ملم/السنة و 45 ملم/السنة) مناطق اداد وباردو وإيشابدوا وجلي وبورجارورأس شيامبوني



الشكل (130.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (131.2) يلاحظ أنه :

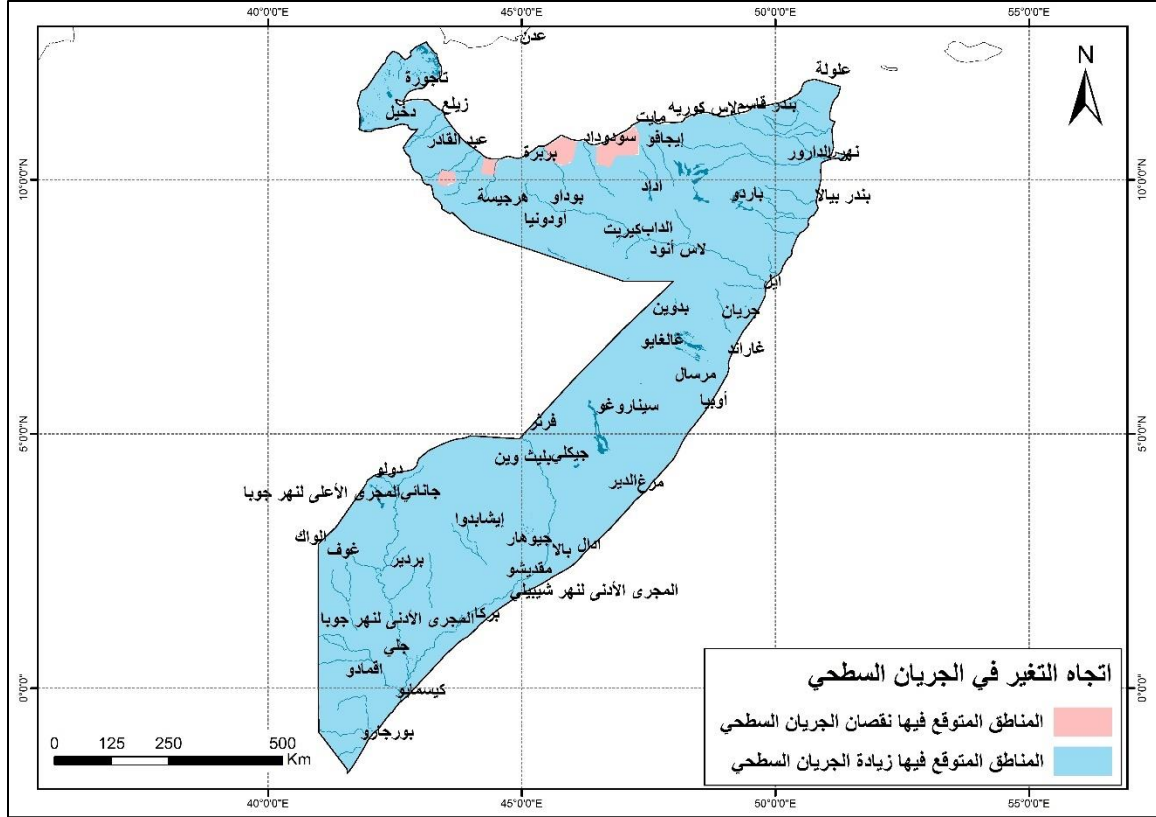
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 1 ملم/السنة) منطقة مايت.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 2 ملم/السنة و 3 ملم/السنة) منطقة محيطة بمايت.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 4 ملم/السنة و 7 ملم/السنة) مناطق سوداد وإيجافو.



الشكل (131.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

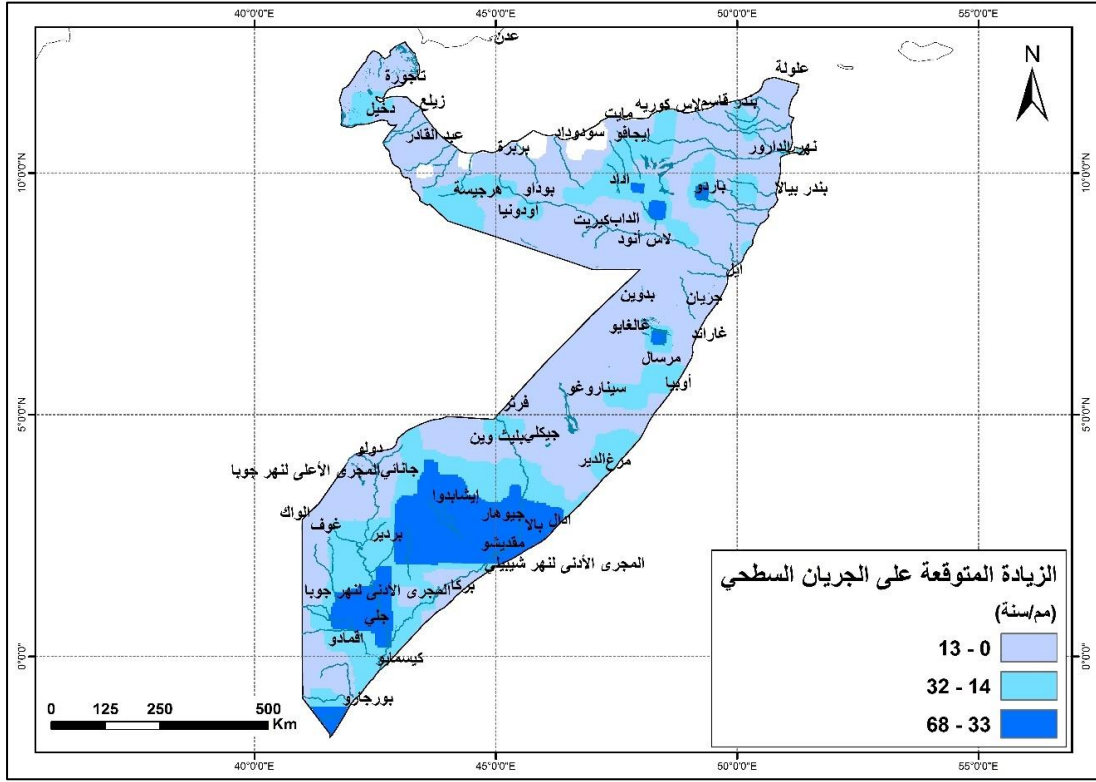
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، كما هو موضح في الشكل (132.2)، حيث إن 99% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية وأن 1% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.



الشكل (132.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الأنبيعات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (133.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 13 ملم/السنة) مناطق خليج تاجورة وتاجورة وجيبوتي وزيلع وعبد القادر وبربرة وأودونيا وكيريت والداب ولاس أنود وإيجافو وبندر قاسم وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند ومرسال وأوبيا وسيناروغو وجيكلي وبركا والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف واقمادو
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 14 ملم/السنة و32 ملم/السنة) مناطق دخيل وهرجيسة وبوداو واداد ولاس كوريه وباردو وفرثر وبليث وين ومرغ والدير والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي وتلال جوبا العليا وبردير وجياماما وكيسمايو وجيومبو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 33 ملم/السنة و68 ملم/السنة). مناطق جيوهار وادال وبالا ومقديشو وإيشابدوا وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وبورجارورأس شيامبوني

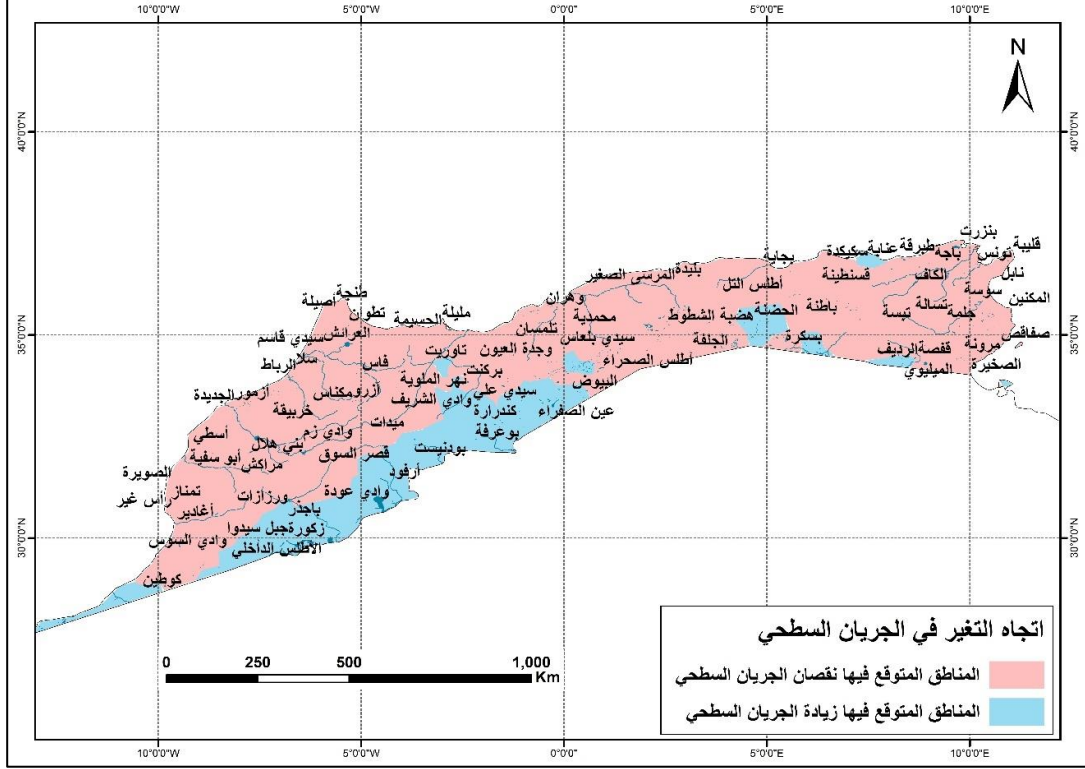


الشكل (133.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

5-3-8-2 إقليم جبال الأطلس:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

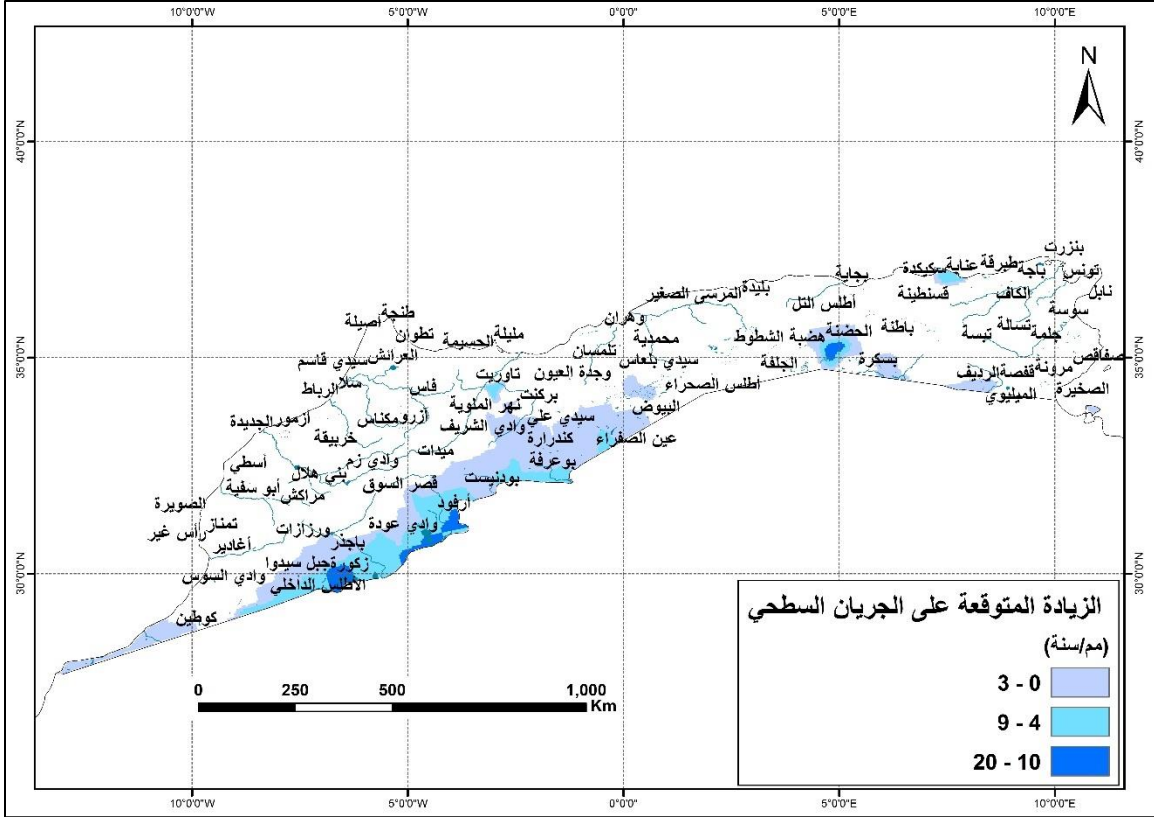
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (134.2)، حيث إن 21% من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، وأن 79% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.



الشكل (134.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (135.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 3 ملم/السنة) مناطق الرديف والميلوي والبيوض وعين الصفراء وسيدي علي ووادي الشريف وكندراة وكوطين والأطلس الداخلي وباجذر وورزازات وقصر السوق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (4 ملم/السنة و 9 ملم/السنة) مناطق عنابة والحضنة وبوعرفة وتاوريت وأرفود ووادي عودة وبودنيست
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 10 ملم/السنة و 20 ملم/السنة) منطقة زكورة.



الشكل (135.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

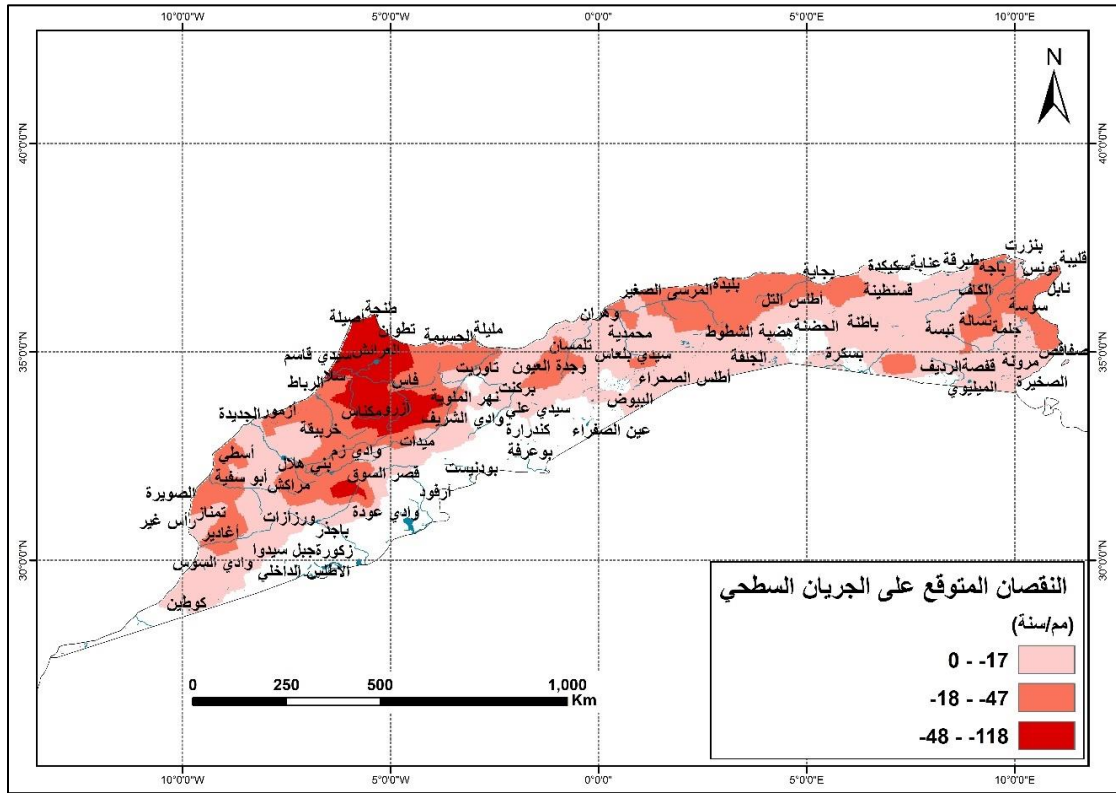
بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (135.2) يُلاحظ أنه :

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 17 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والمحرس وصفاقص وجبيانة ووادي الزرود والقيروان والقصرين وجملة وقرطاجة وجبال المجردة وطبرقة وسوق الخميس والكاف والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني وتبسة وسكيكدة وقسنطينة وباطنة وبسكرة والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس الصحراء والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية وسيدي بلعاس ووهران ووجدة العيون وجرادة وبركنت وعين الحسيمة وسهل دقالة وأزمور والجديدة وتمناز ورأس غير وسيدي أفندي والأطلس الصغير وجبل سيدوا وجبل طوبقال ومراكش وأبو سفية وسيدي بنور وخربيقة وسطات برشيد وميدات وجبل عياشي.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 18 ملم/السنة و47 ملم/السنة) مناطق سبخة سيدي هاني والمهدية والمكنين وسوسة والنفيسة وزغوان ونابل ومنزل تميم وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وتونس ونهر المليان ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وباجة وبجاية وبلدية والعاصمة الجزائر

وأطلس التل وتلمسان ومليلة والناضور ونهر الملوية والحسيمة وجبال الريف والقنيطرة وسلا والرباط والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية والوليد وأسطي والصويرة وأغادير ووادي السوس وجبل تامدروست ووادي تنسيفت وبني هلال ونهر أم الربيع وسهول طاولة ووادي زم.

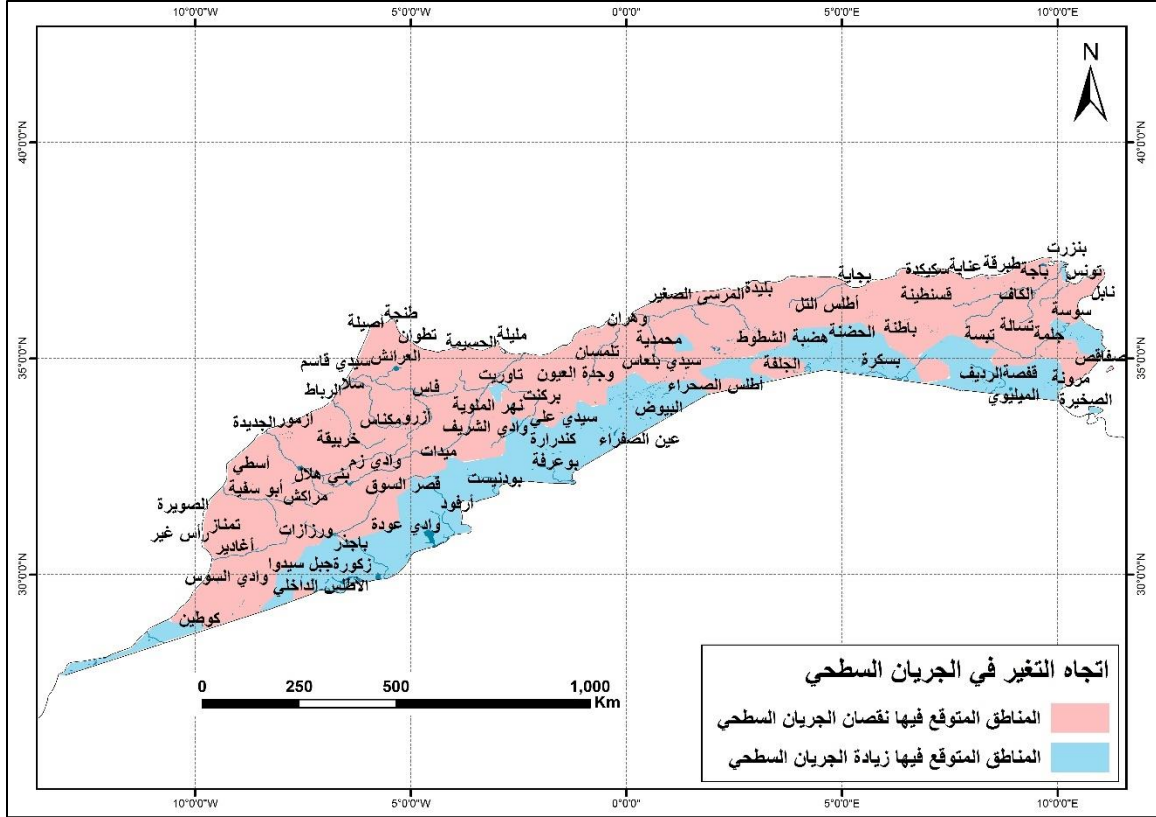
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 48 ملم/السنة و118 ملم/السنة) مناطق الأطلس الأوسط وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وفاس ومكناس وتطوان وطنجة وأصيلة والعرائش والقصر الكبير وسيدي قاسم والمائدة المراكشية والأطلس الأعلى وأزرو.



الشكل (136.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2010-2081)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (137.2)، حيث إن 70% من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، وأن 30% من مساحة الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.



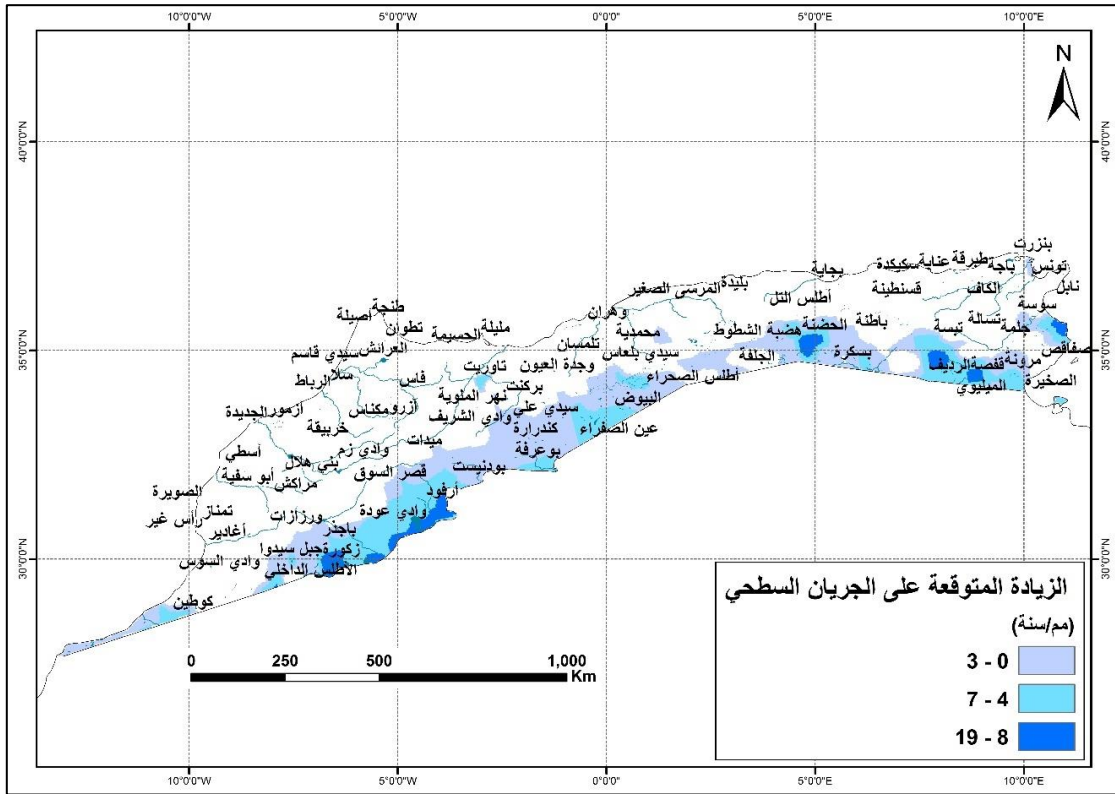
الشكل (137.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (138.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 3 ملم/السنة) مناطق الصخيرة والمكناسي ووادي الزرود والقيروان وسوسة وقرطاجة وجبل الشعبيني وباطنة وبسكرة والجلفة وأطلس الصحراء وسيدي علي ووادي الشريف وكندراة وبوعرفة وباجذر وورزازات.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 4 ملم/السنة و 7 ملم/السنة) مناطق جبل عرباطة ومرونة وسبخة سيدي هاني والرديف والميليوي وتبسة والحضنة والبيوض وعين الصفراء وتاوريت وكوطين وقصر السوق وأرفود وبودنيست.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 8 ملم/السنة و 19 ملم/السنة) مناطق قفصة والمهدية والمكنين وزكورة ووادي عودة.

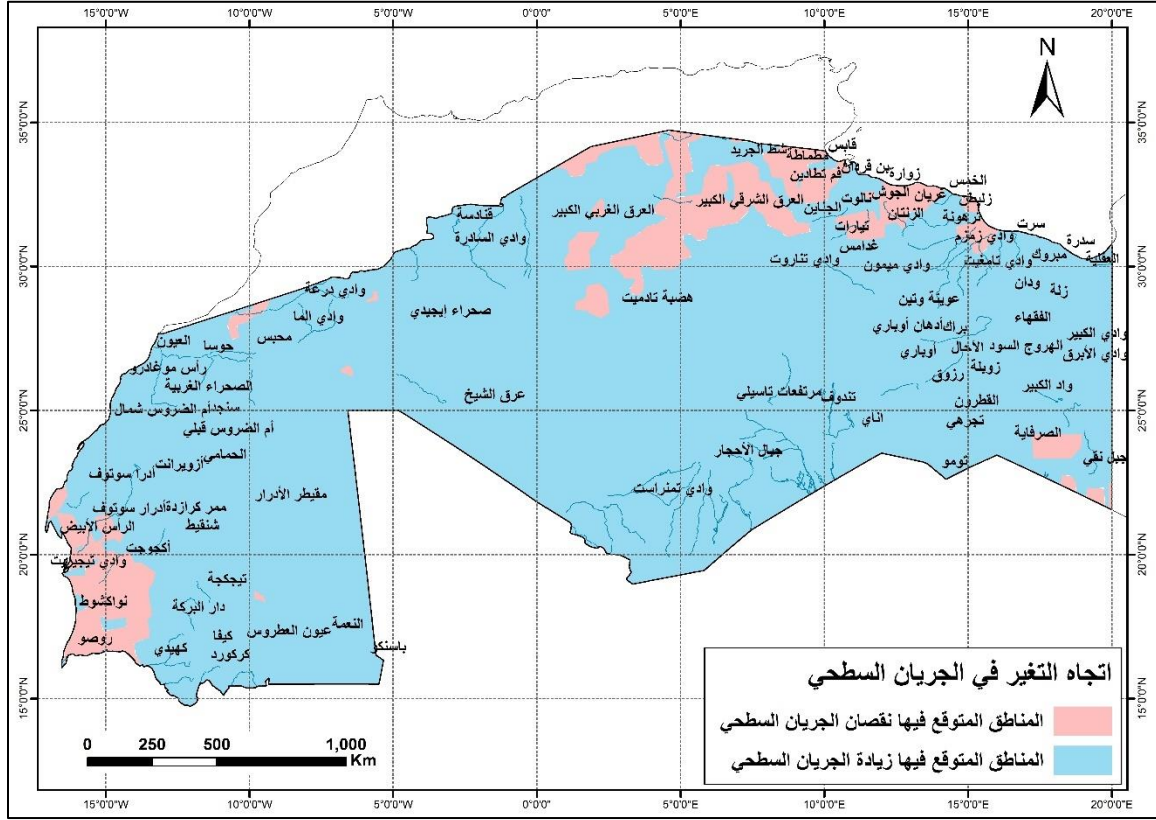


الشكل (138.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

2-8-3-6 إقليم الصحراء الكبرى:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (139.2)، حيث إن 90% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك معظم إقليم الصحراء الكبرى، وأن 10% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك سفوح جبال الأطلس وسواحل الأطلسي في موريتانيا فقط.



الشكل (139.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في منتصف القرن.

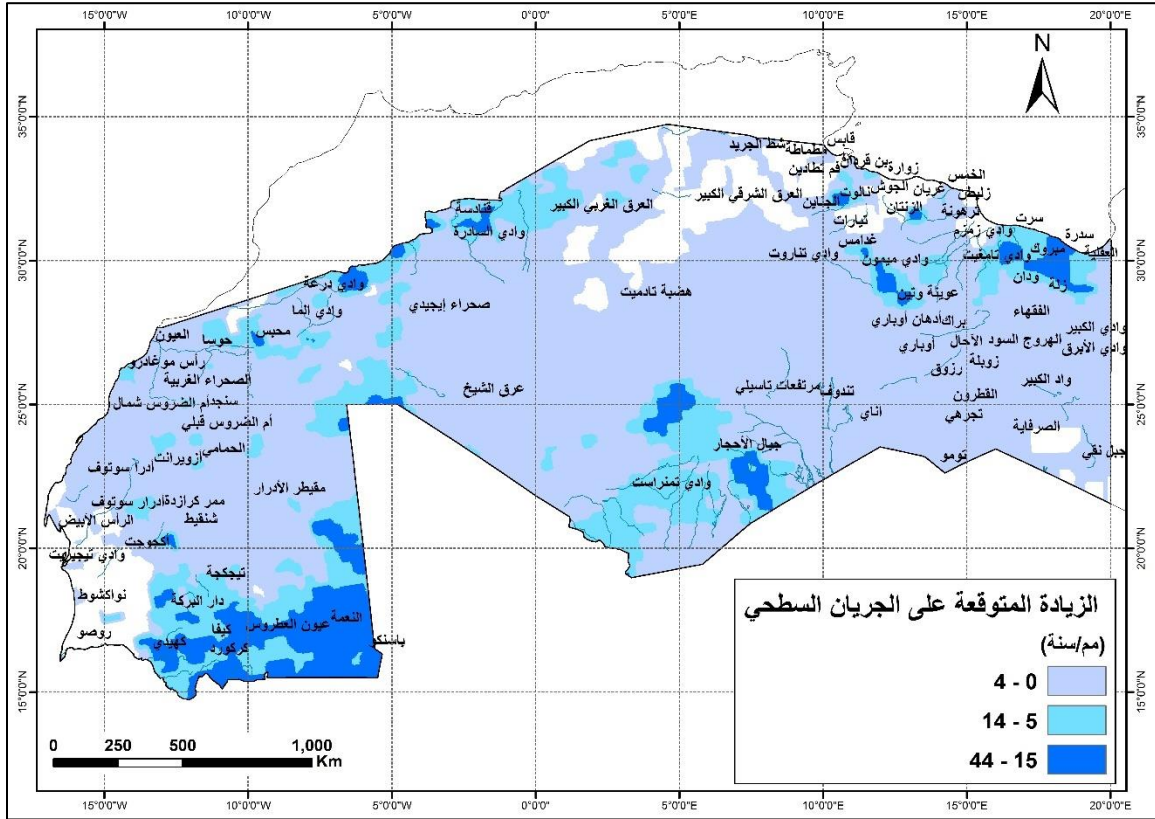
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (140.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) مناطق زليطن وسيدي سعيد وزلة وودان وبئر الوشلة ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد ووادي الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقي وتجري ومدروسة والقطرون وزوبلة والآحال ورزوق وتومو وناي وبراك وأوباري وأدهان أوباري ووادي زمزم ووادي سوق الجبن وترهونة والقرية الشرقية ووادي تناروت وغدامس وسيناون والجوش وتندوف وبن قردان والمشهد وتيارات والجنابين وفم تطادين وجبل الطاهر ومطماطة وقابس وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي ووادي درعة والصحراء الغربية وأدرار سوتوف والرأس الأبيض والساقية الحمراء وحوسا والعيون وبيرام قرن وسنجد وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي والحمامي

وأزويرانت وممر كرازدة ومقيطر الأدرار وشنقيط ونهر امشا وأدرا سوتوف ووادي السادرة وحمادة توناسين وحمادة دي درا ووادي الناقة ووادي الما.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (5 ملم/السنة و 14 ملم/السنة) مناطق العقالية ومرسى العريجة وسرت وواحة الجفرة وعوينة وتين ووادي ميمون ونالوت والعرق الغربي الكبير وجبال الأحجار ووادي تمرناست ورأس موغادر و تيجكجة وكركورد ودار البركة وجبل عنتر وقنادسة.

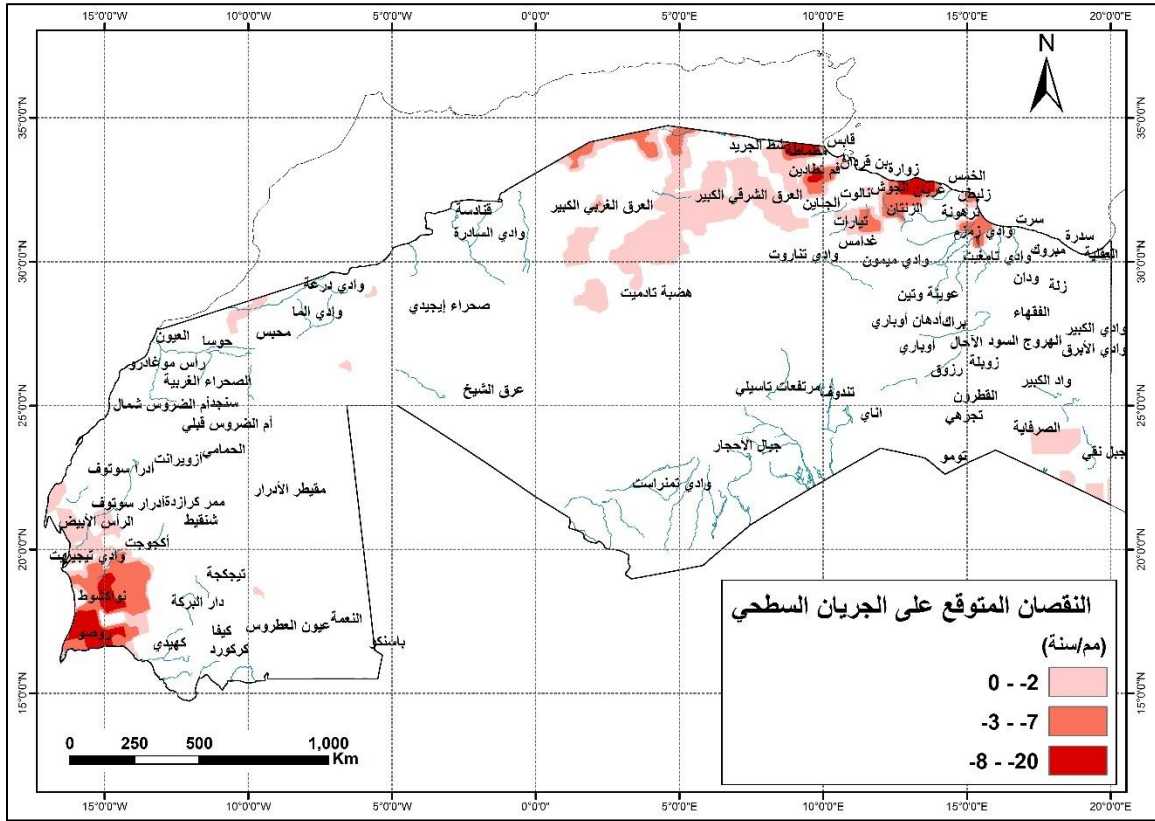
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 15 ملم/السنة و 44 ملم/السنة) مناطق رأس لانوف وسدرة والنوفلية ومبروك ووادي تامغيت والذهيبات ومحبس وباسنكو والنعمة وعيون العطروس وكيفا وكهيدي.



الشكل (140.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (141.2) يُلاحظ أنه:

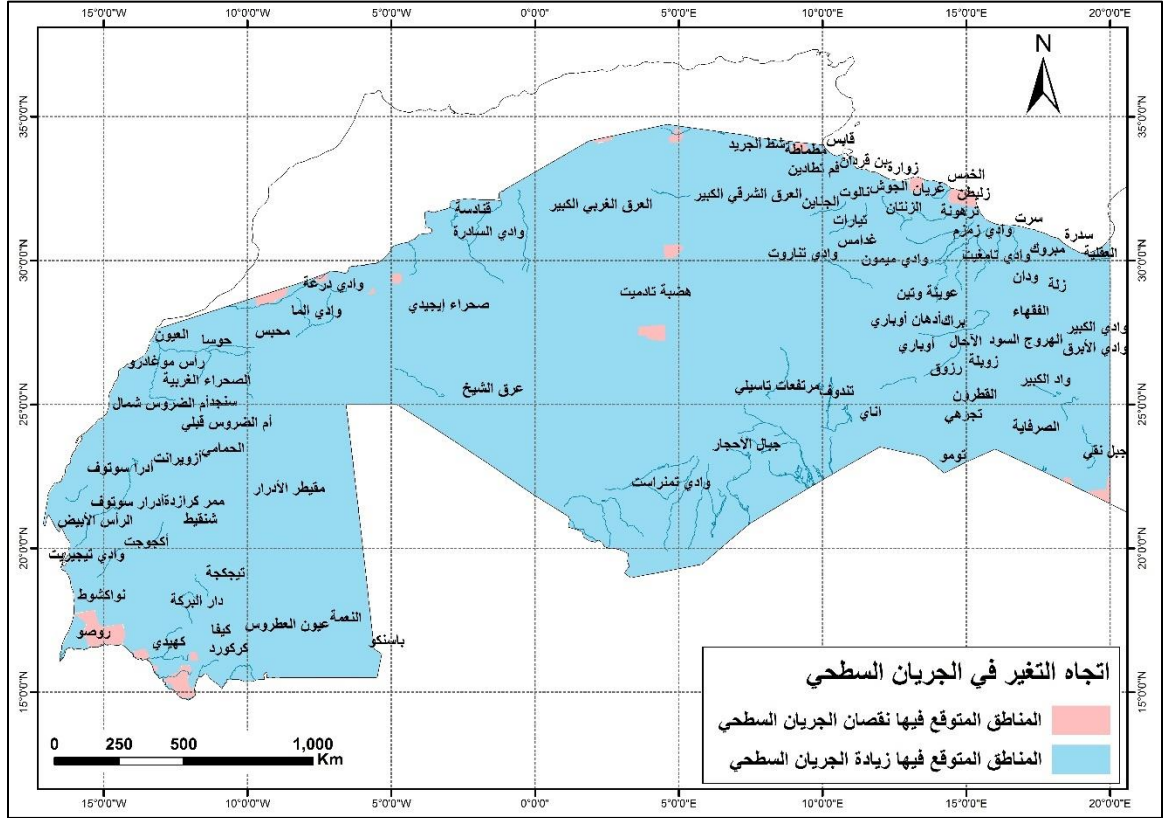
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) في سبخة تادوغا وسيدي سعيد أو وادي بي الكبير وشط الجريد والعرق الشرقي الكبير ونواكشوط.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 7 ملم/السنة) في مناطق مصراته والعجيلات والزنتان وغريان وأكجوجت ووادي تيجيريت وروصو.
- ✓ تتركز المناطق التي تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 8 ملم/السنة و 20 ملم/السنة) مناطق الزاوية وشط الفجاج وبيديرا.



الشكل (141.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2100-2081)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 كما هو موضح في الشكل (142.2)، حيث إن 99% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم مساحة إقليم الصحراء الكبرى، وأن 1% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.



الشكل (142.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 في نهاية القرن.

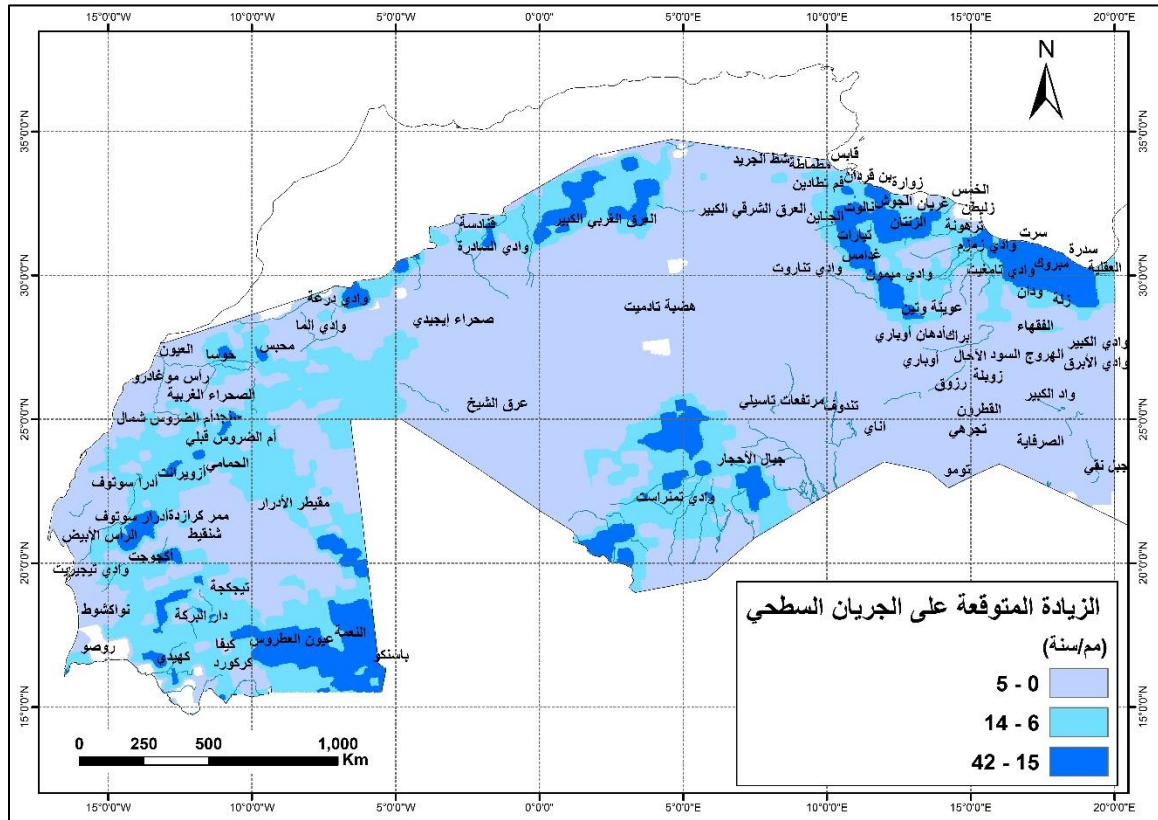
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (143.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 5 ملم/السنة) مناطق زلة وودان ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد وواد الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقي أو تجرهي ومدروسة والقطرون وزوبلة والأحال ورزوق وتومو وناي وبراك وأوباري وأدهان أوباري ووادي سوق الجين والقرية الشرقية ووادي تناروت وتندوف وقابس وشط الجريد والعرق الشرقي الكبير وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي ووادي درعة والصحراء الغربية ورأس موغادرو والرأس الأبيض وحوسا والعيون وأم الضروس شمال وممر كرازدة ومقيطر الأدرار وشنقيط ونهر امشا ونواكشوط وأدرا سوتوف وجبل عنتر ووادي السادرة وحمادة توناسين وحمادة دي درا ووادي الناقة ووادي الما.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 6 ملم/السنة و 14 ملم/السنة) مناطق البريقة وسبخة تادوغا والعجيلات وواحة الجفرة وبئر الوشلة ووادي بي الكبير

وادي زمزم وترهونة وعوينة وتين و غدامس و غريان وبن قردان وتيارات و الجناين و فم تطادين و جبل الطاهر و هضاب مطماطة و مطماطة و العرق الغربي الكبير و جبال الأحجار و وادي تمنراست و أدرار سوتوف و الساقية الحمراء و بيرانم قرن و سنجد و أم الضروس قبلي و الحمامي و أزويرانت و تيجكجة و النعمة و كيفا و كركورد و كهيدي و دار البركة و أكجوجت و وادي تيجيريت و روصو و قنادسة

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 15 ملم/السنة و 42 ملم/السنة) مناطق العقلية و رأس لانوف و سدرة و مرسى العريجة و سرت و سيدي سعيد و النوفلية و مبروك و وادي تامغيت و وادي ميمون و سيناون و الزنتان و نالوت و الجوش و المشهد و الدهيات و محبس و ياسنكو و عيون العطروس

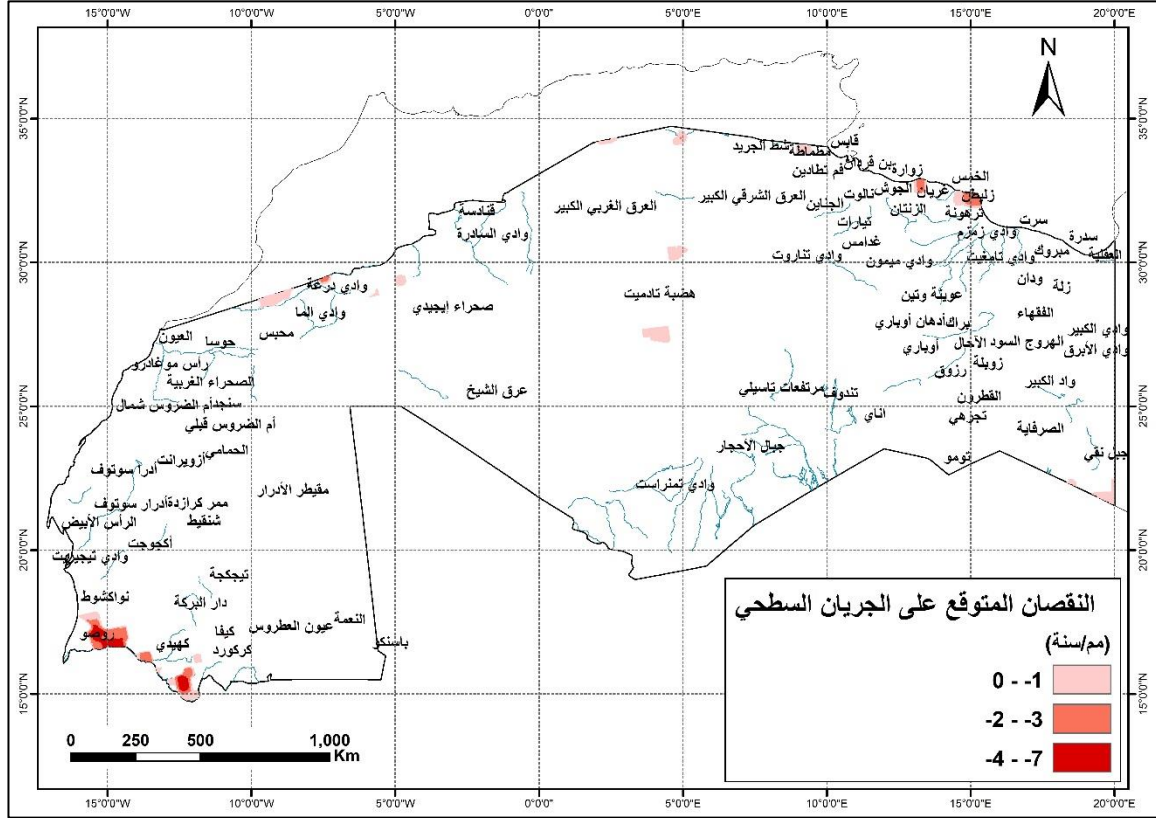


الشكل (143.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (144.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 1 ملم/السنة) مناطق زليطن و شط الفجاج

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 2 ملم/السنة و 3 ملم/السنة) منطقة مصراته.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 4 ملم/السنة و 7 ملم/السنة) منطقة بيديرا.



الشكل (144.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 خلال فترة نهاية القرن.

4-8-2 التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5

يبين الشكلان (145.2 و 146.2) اختلاف التغيرات المتوقعة على معدلات الجريان السطحي في المنطقة العربية، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الجريان السطحي السنوية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين 0 ملم/السنة، و 59 ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الجريان السطحي نحو 75% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، وكذلك معظم مساحة إقليم شبه

الجزيرة العربية، ما عدا جبال اليمن، وبعض المساحات الداخلية في الإقليم، أو من المتوقع كذلك زيادة الجريان السطحي في جنوب إقليم شمال شرق إفريقيا وإقليم القرن الإفريقي وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

أما خلال فترة نهاية القرن، فمساحات واسعة من المنطقة العربية يتوقع فيها زيادة معدلات الجريان السطحي السنوية، إذ يتراوح المدى الكلي للزيادة بين 0 ملم/السنة، و99+ ملم/السنة، وتبلغ النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بزيادة الجريان السطحي نحو 84% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، وكذلك إقليم شبه الجزيرة العربية ما عدا جبال اليمن ومنطقة شط العرب، ومن المتوقع كذلك زيادة الجريان السطحي في جنوب إقليم شمال شرق إفريقيا وإقليم القرن الإفريقي وكامل إقليم الصحراء الكبرى.

تم توزيع كل من المدى الكلي للزيادة والنقصان على ثلاثة مجالات وفق تصنيف الفواصل الطبيعية لجنكز:

فترة منتصف القرن (2046-2065)

مجالات الزيادة:

- مجال الزيادة المنخفضة أي بين 0 ملم/السنة و 7 ملم/السنة، ويغطي 77% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، والمساحات الغربية من إقليم شبه الجزيرة العربية، والمساحات الجنوبية الشرقية من إقليم شمال شرق إفريقيا، ومساحات واسعة من إقليم الصحراء الكبرى.
- مجال الزيادة المتوسطة (بين 8 ملم/السنة و 21 ملم/السنة) ويغطي 18% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل ذلك المساحات الداخلية من إقليم شبه الجزيرة العربية، والأجزاء الجنوبية من إقليم القرن الإفريقي، ومناطق جنوب شرق الجزائر، أي مرتفعات الأهقار وجنوب موريتانيا.
- المساحة المتبقية من مساحة زيادة الجريان السطحي أي 5% فتنتهي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه زيادة الجريان السطحي، الذي يراوح بين 22 ملم/السنة، و59 ملم/السنة، وتتركز هذه المساحة في أقصى جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وأقصى جنوب الصومال في إقليم القرن الإفريقي، وأقصى جنوب شرق موريتانيا.

مجالات النقصان :

- مجال النقصان المنخفض (بين 0 ملم/السنة و 14- ملم/السنة)، وتبلغ النسبة المئوية لهذه المساحة 84% من المساحة بالنقصان على سواحل الخليج العربي، وصحراء الربع الخالي وغرب إقليم شمال شرق إفريقيا، وشمال غرب إقليم الصحراء الكبرى، والسفوح الداخلية لجبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا.

- مجال النقصان المتوسط (بين 15- ملم/السنة، و50- ملم/السنة) ويغطي 12% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الجريان السطحي، ويشمل ذلك بشكل رئيسي إقليم جبال الأطلس.
- المساحة المتبقية من مساحة نقصان الجريان السطحي أي 4%، فتنتهي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 51 ملم/السنة و143 ملم/السنة) وتتركز هذه المساحة في قمم جبال الأطلس.

فترة نهاية القرن (2081-2100):

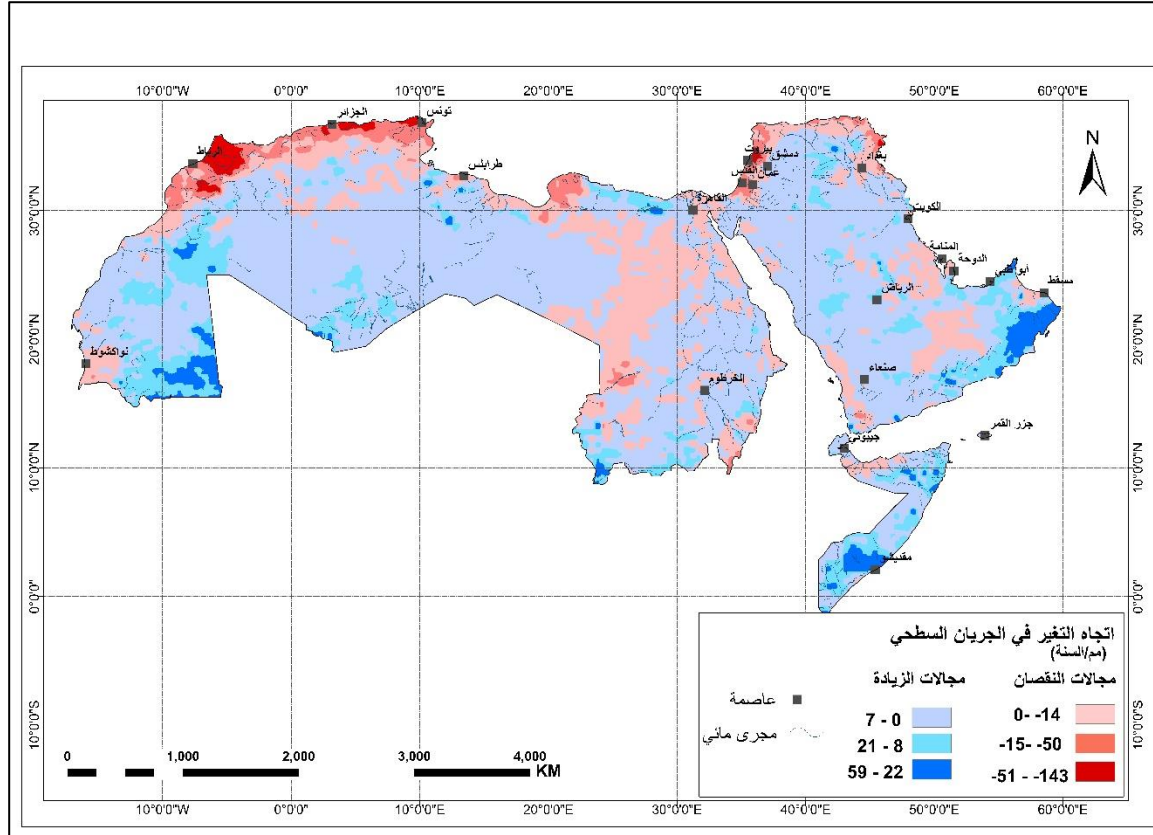
مجالات الزيادة:

- مجال الزيادة المنخفضة (بين 0 ملم/السنة و9 ملم/السنة)، ويغطي 75% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل المساحات الداخلية من إقليم المشرق العربي، والمساحات الداخلية والغربية من إقليم شمال شرق أفريقيا، ومساحات واسعة من إقليم الصحراء الكبرى.
- مجال الزيادة المتوسطة (بين 10 ملم/السنة و28 ملم/السنة)، ويغطي 19% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها زيادة الجريان السطحي، ويشمل المساحات الداخلية من جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، والأجزاء الجنوبية من إقليم القرن الإفريقي، ومناطق جنوب شرق الجزائر، أي مرتفعات الأهقار وجنوب موريتانيا.
- المساحة المتبقية من مساحة زيادة الجريان السطحي أي 6% تنتهي إلى المجال المرتفع المتوقع فيه زيادة الجريان السطحي (بين 29 ملم/السنة، و99 ملم/السنة)، وتتركز هذه المساحة في أقصى جنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية وأقصى جنوب الصومال في إقليم القرن الإفريقي.

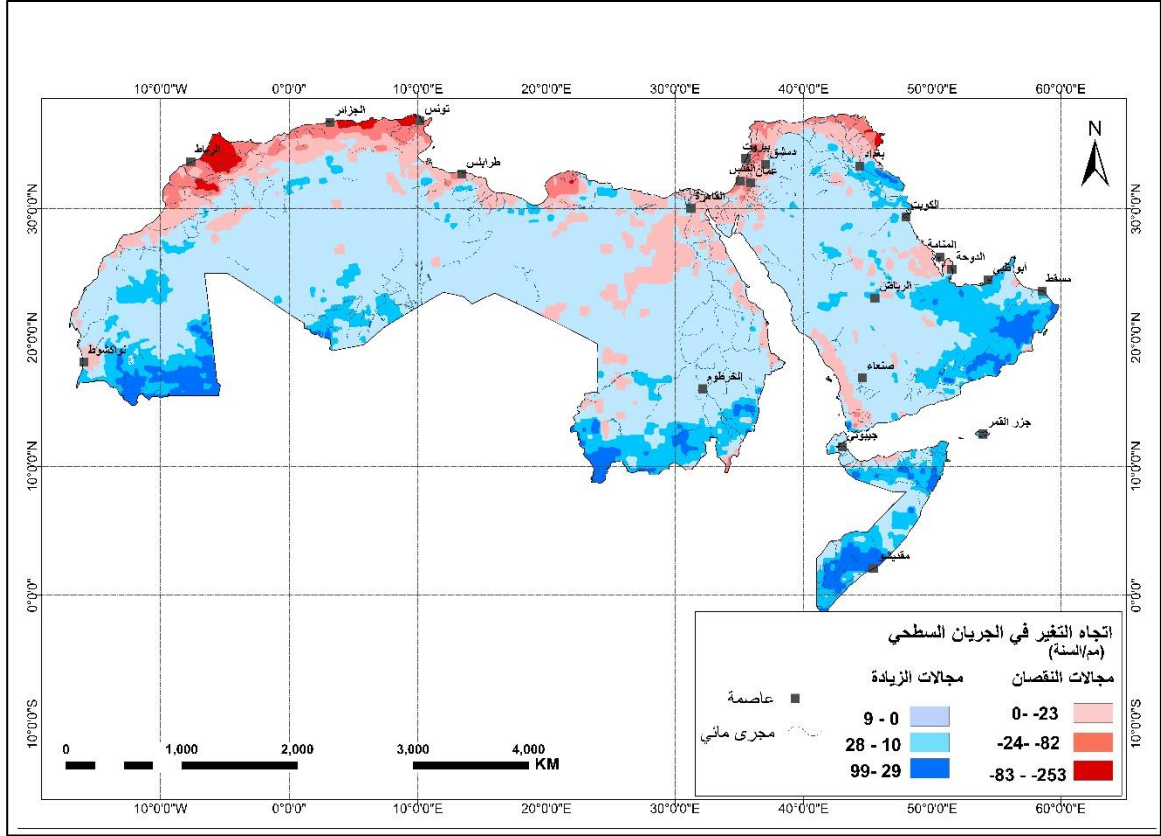
مجالات النقصان:

- مجال النقصان المنخفض (بين 0 ملم/السنة و23 ملم/السنة)، ويغطي 78% من المساحة المتوقع فيها نقصان الجريان السطحي، ويشمل سواحل الخليج العربي وسواحل البحر الأحمر وشمال غرب إقليم الصحراء الكبرى، والسفوح الداخلية لجبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا.
- مجال النقصان المتوسط (بين 24 ملم/السنة، و82 ملم/السنة)، ويغطي 17% من المساحة الإجمالية المتوقع فيها نقصان معدل الجريان السطحي، ويشمل بشكل رئيس إقليم جبال الأطلس، وشمال غرب إقليم شمال شرق أفريقيا.

- المساحة المتبقية من مساحة نقصان الجريان السطحي أي 5%، تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 83 ملم/السنة و253 ملم/السنة)، وتتركز هذه المساحة في قمم جبال الأطلس.



الشكل (145.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 8.5 لفترة منتصف القرن.



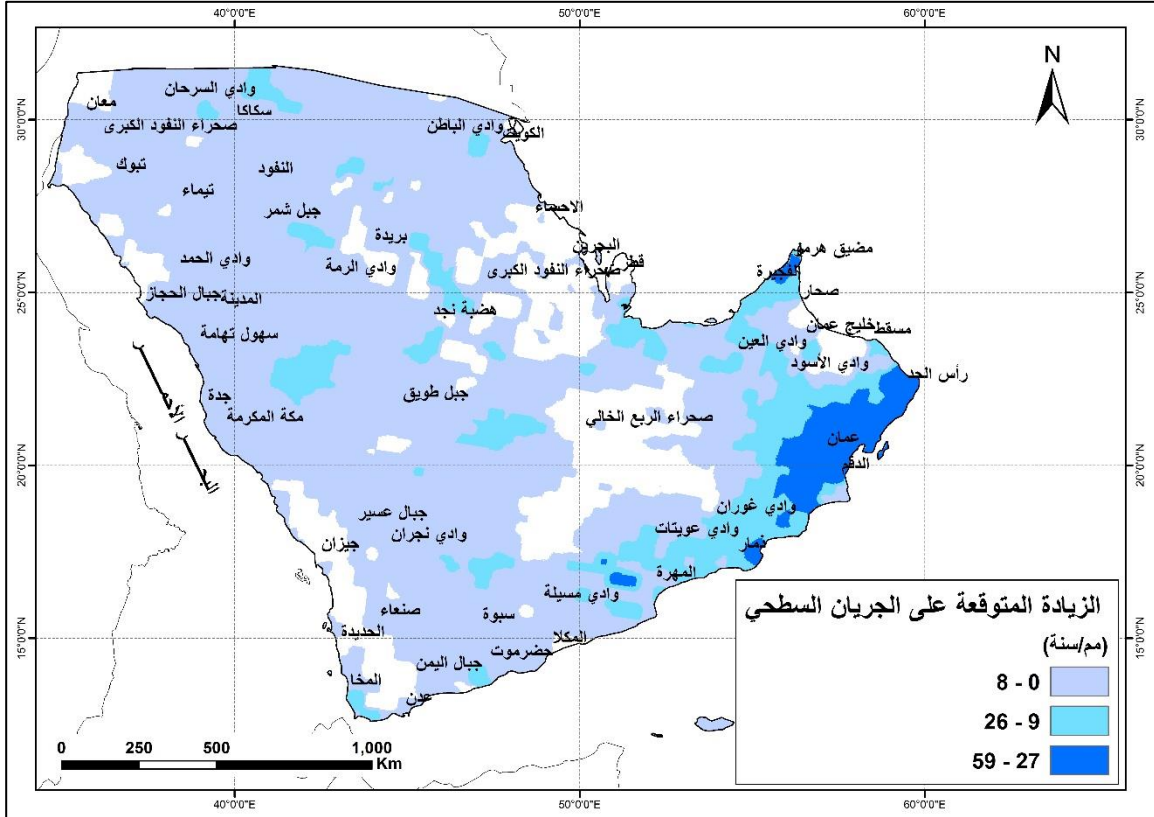
الشكل (146.2) توزع مجالات الزيادة والنقصان في الجريان السطحي في المنطقة العربية وفقاً لسيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 8.5 لفترة نهاية القرن.

فيما يأتي التغيرات المتوقعة على الجريانات السطحية مفصلةً في كل إقليم جغرافي على حدة:

2-8-4-1 إقليم شبه الجزيرة العربية:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

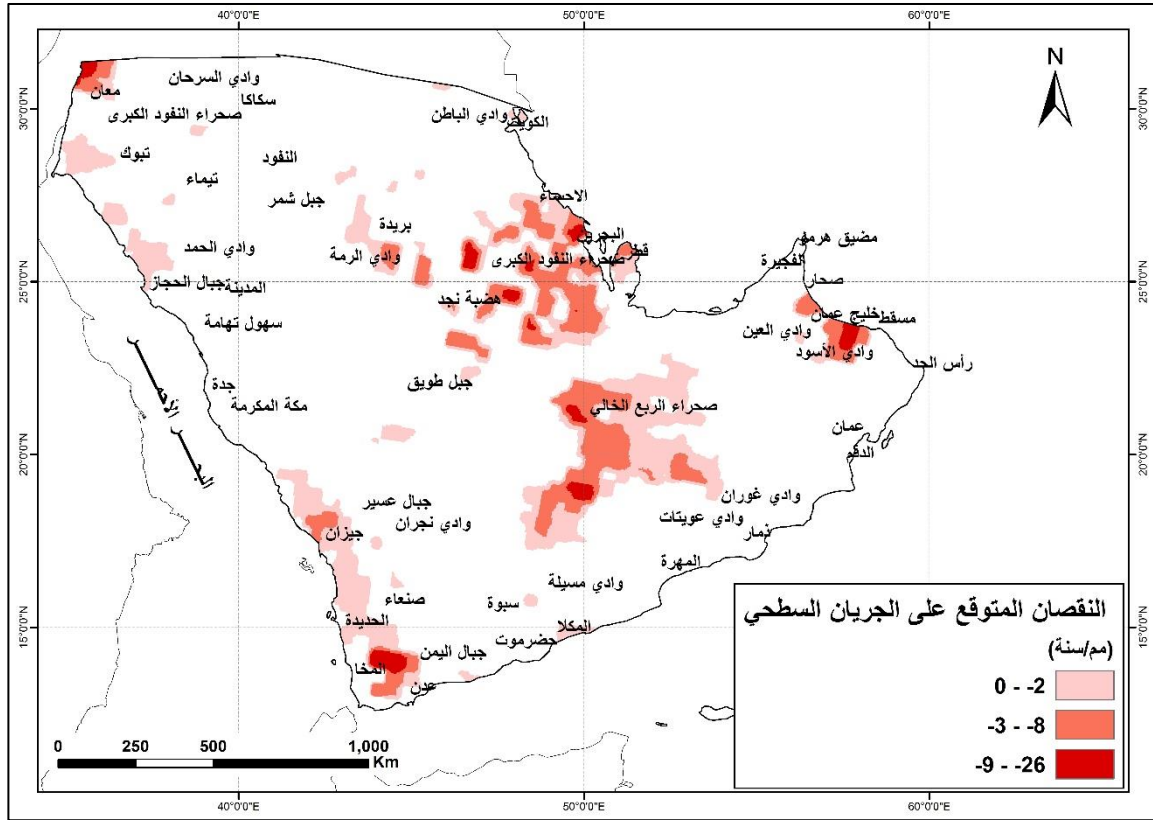
أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (147.2)، حيث إن 83% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم مساحة شبه الجزيرة العربية باستثناء الجبل الأخضر في عُمان وقطر والبحرين وصحراء الدهناء وجبال اليمن المطلة على البحر الأحمر وخليج العقبة، وأن 17% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك المناطق المستنثاة من المجال السابق.



الشكل (148.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (149.2) تبين الآتي:

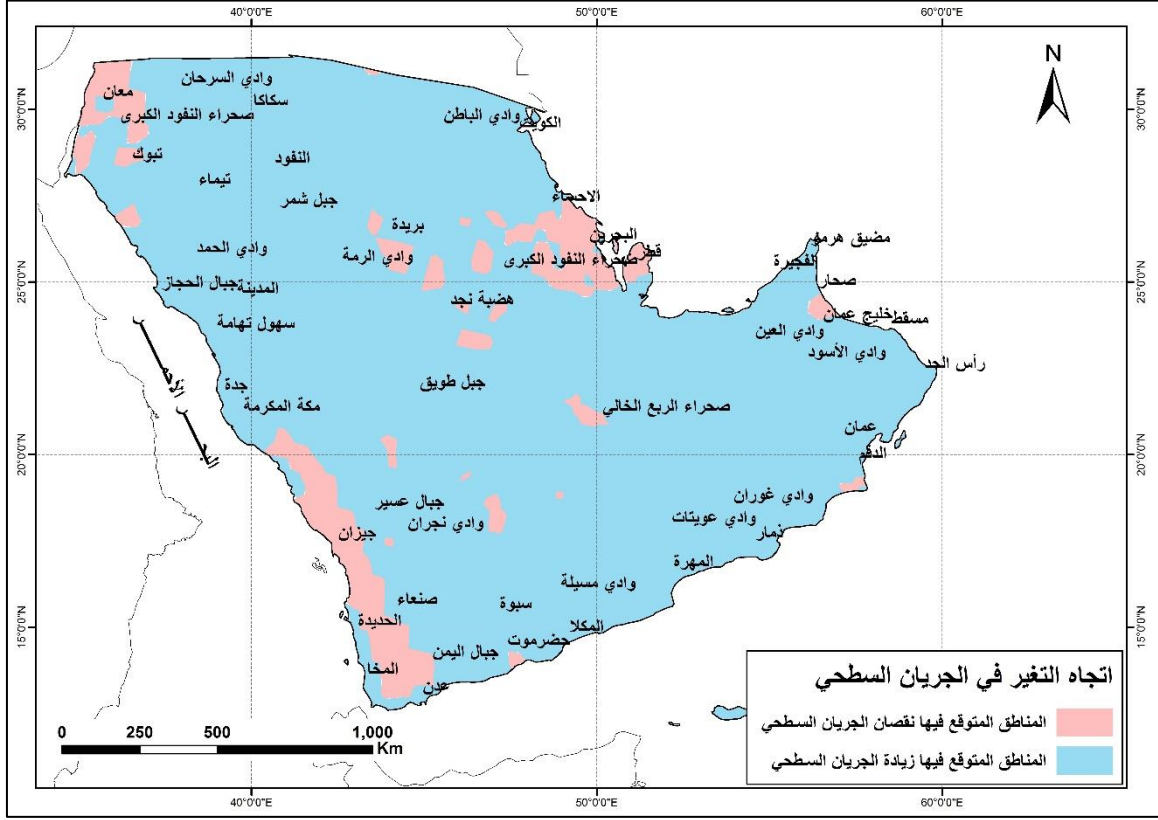
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) وادي الغدق ووادي الحسا ووادي الشومري ووادي الرويشدات ووادي أبو عامود ووادي مسيلة وأودية جبال اليمن ووادي نجران ووادي الدواسر ووادي الرمة وخليج العقبة وجبال اليمن وقطر والحديدة وجيزان والمكلا وصحار.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 8 ملم/السنة) وادي الحسا ووادي الرويشدات وأودية جبال اليمن ومساحات من صحراء النفود الكبرى وصحراء الربع الخالي والجبل الأخضر وخليج عُمان والاحساء.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 9 ملم/السنة و 26 ملم/السنة) وادي الحسا وقمة الجبل الأخضر في عمان.



الشكل (149.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2100-2081)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (150.2)، حيث إنه وفق هذا السيناريو 91% من مساحة إقليم شبه الجزيرة العربية يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم مساحة شبه الجزيرة العربية، وأن 9% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك بعض الأودية والقمم الجبلية المتفرقة.

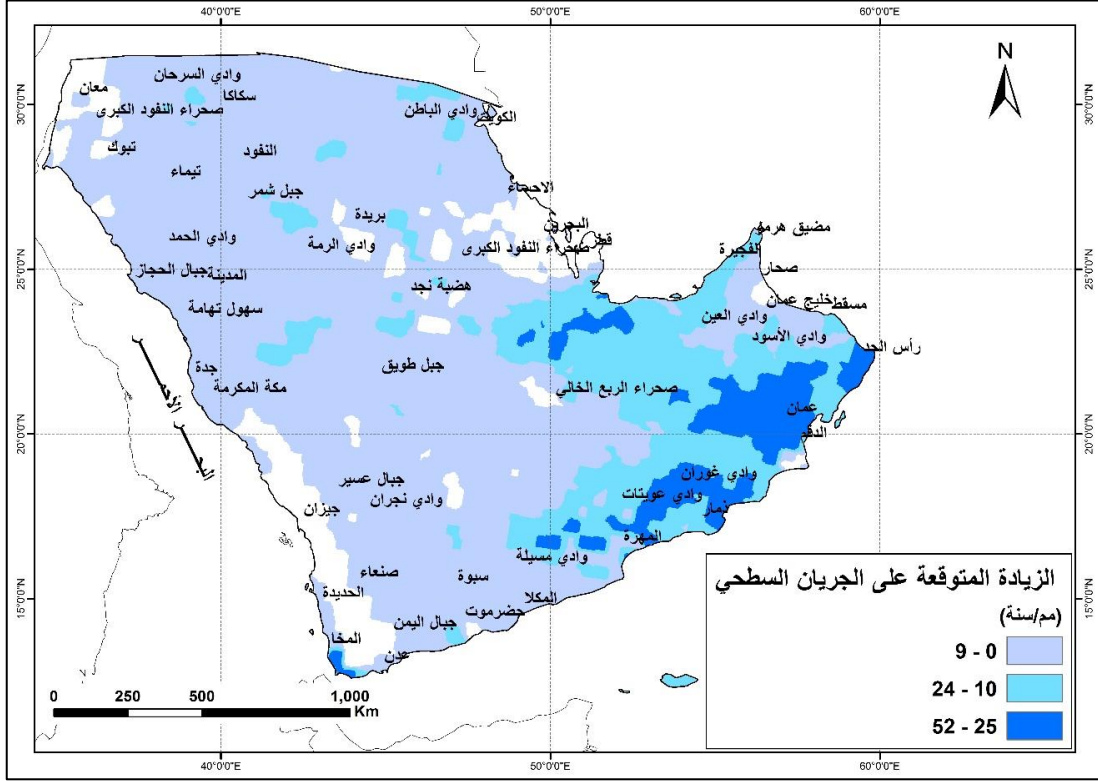


الشكل (150.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (151.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 9 ملم/السنة) وادي باير ووادي الغدق ووادي الشومري ووادي موسى وادي عالي ووادي العرعر وأعلى وادي الحر ووادي شعب الكرى ووادي شعب الدفينة ووادي الباطن ووادي مسيلة وأودية جبال اليمن ووادي نجران ووادي الدواسر ووادي الرمة وأودية سهول تهامة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 10 ملم/السنة و24 ملم/السنة) وادي مقش ووادي الباطن ومساحات من مناطق ذمار والمهرة ومضيق هرمز والمخا والدقم ووادي الأسود ومسقط.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 25 ملم/السنة و52 ملم/السنة) بقع متفرقة في وادي مقش ومساحات من عمان مثل رأس الحد ووادي غوران ووادي عوينات.

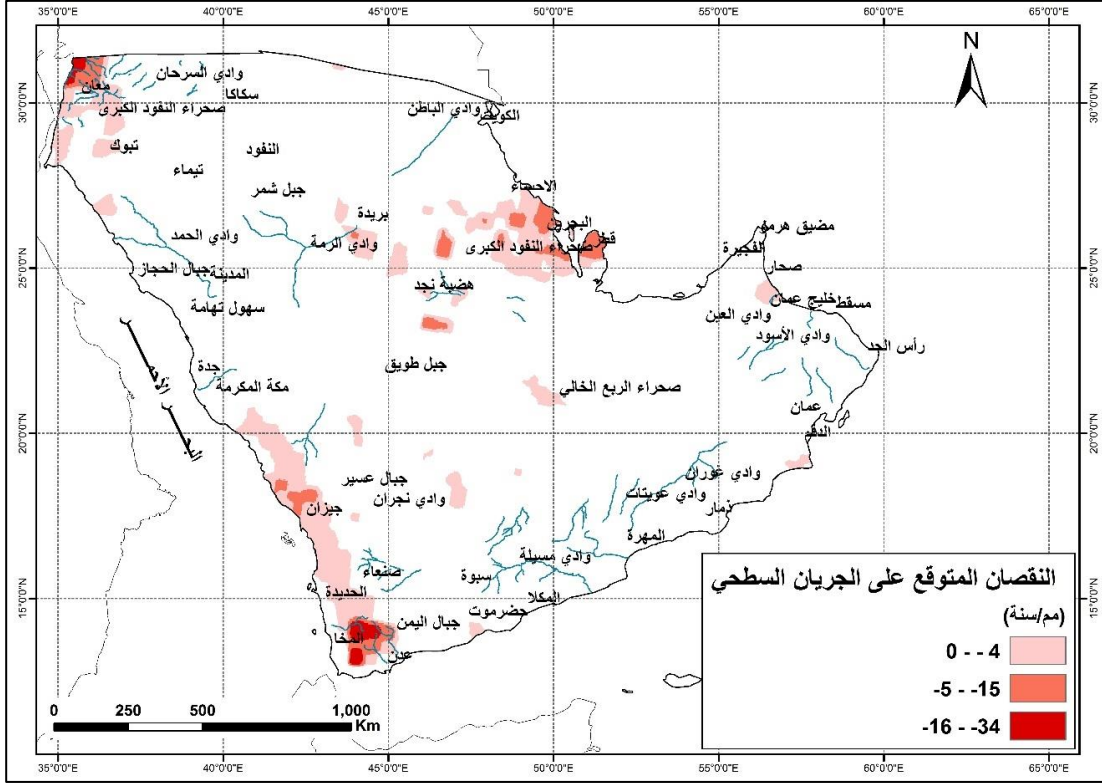


الشكل (151.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (152.2) تبين الآتي:

- ✓ ينتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) وادي الغدق ووادي الشومري ووادي الرويشدات ووادي أبو عامود ووادي أبو طرفة ووادي موسى وأودية جبال اليمن ووادي نجران ووادي الدواسر ووادي الرمة وأودية سهول تهامة.
- ✓ ينتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 5 ملم/السنة و15 ملم/السنة) وادي الحسا ومساحة من وادي الرويشدات ومساحة من وادي موسى وجزء من أودية جبال اليمن.

✓ ينتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 16 ملم/السنة و 34 ملم/السنة) وادي الحسا وبعض القمم في جبال اليمن.



الشكل (152.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (14.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

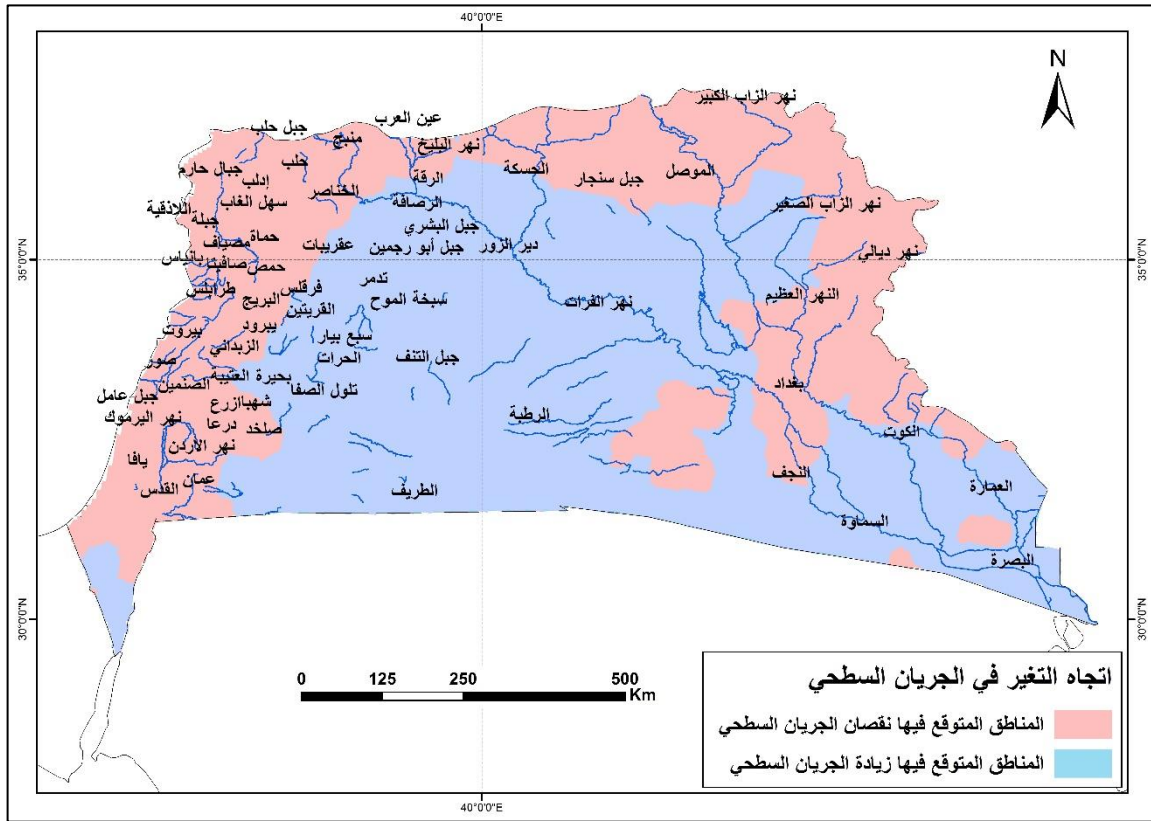
الجدول (14.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شبه الجزيرة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة منتصف القرن	
[59+ ، 26-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[38+ ، 37-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)					
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	80	
17			83			20			80			النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				القيمة (ملم/السنة)	
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع		المتوسط	المنخفض
[28-،9-]	- ، 3-] [8	[2- ، 0]	، 27+] [59+	، 9+] [26+	[8+ ، 0]	[37- ، 15-]	- ، 5-] [14	[4- ، 0]	، 17+] [38+	، 7+] [17+	[6+ ، 0]	، 17+] [38+	، 7+] [17+	[6+ ، 0]
5	33	61	5	15	80	6	28	66	6	28	66	6	28	66
[40+ ، 155-]						[40+ ، 36-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	فترة نهاية القرن	
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
9			91			7			93			النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				القيمة (ملم/السنة)	
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع		المتوسط	المنخفض
[34-،16-]	- ، 5-] [15	[4- ، 0]	، 25+] [52+	، 10+] [24+	[9+ ، 0]	- ، 12-] [29	- ، 3-] [11	[2- ، 0]	، 29+] [65+	، 11+] [28+	10+ ، 0] [، 29+] [65+	، 11+] [28+	[
4	17	79	8	21	71	3	32	65	6	22	72	6	22	72
النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		

2-4-8-2 إقليم المشرق العربي:

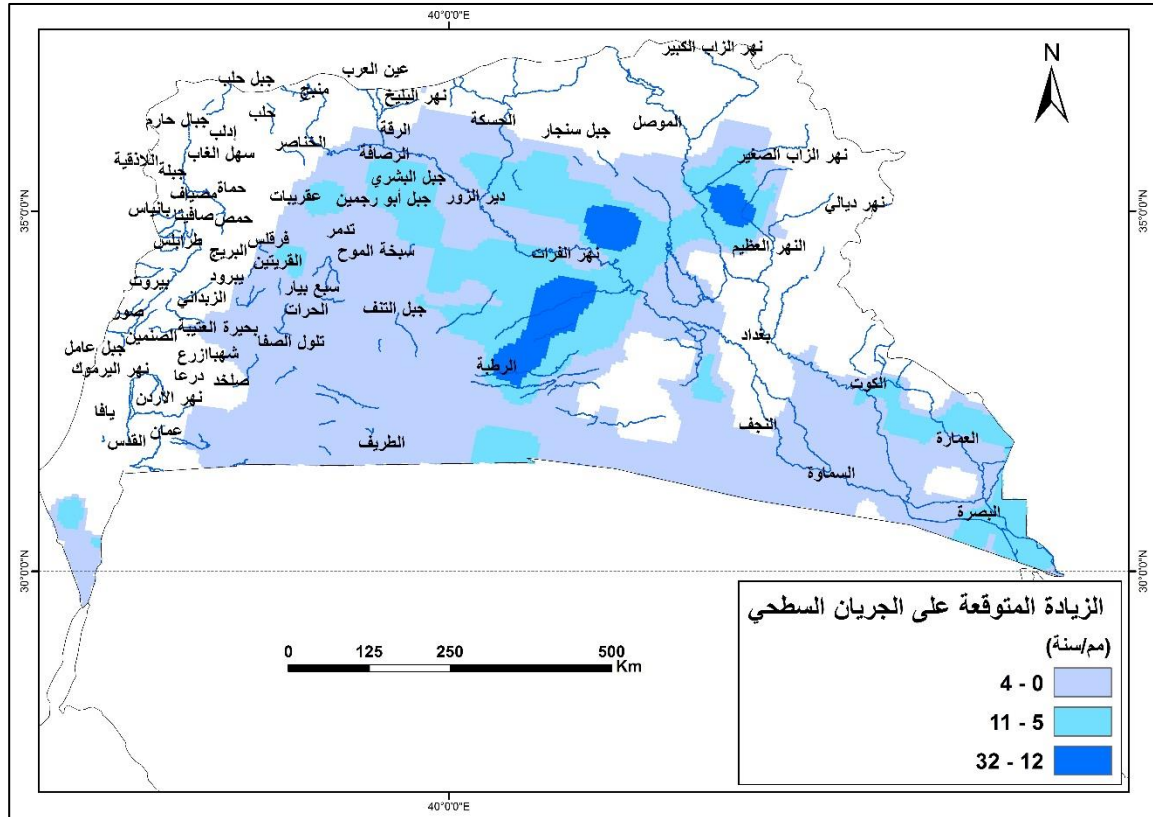
فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (153.2)، حيث إن 61% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك المساحات الوسطى من سورية، والمناطق الجنوبية والغربية من العراق، وكذلك أقصى شرق الأردن، وأن 39% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك الأجزاء الشمالية والغربية من مساحة سورية ومساحة لبنان كاملة والأجزاء الشمالية والشرقية من العراق كما من المتوقع أن تتناقص الهطولات المطرية وفق هذا السيناريو في غرب الأردن وفلسطين.



بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (154.2) يتبين الآتي:

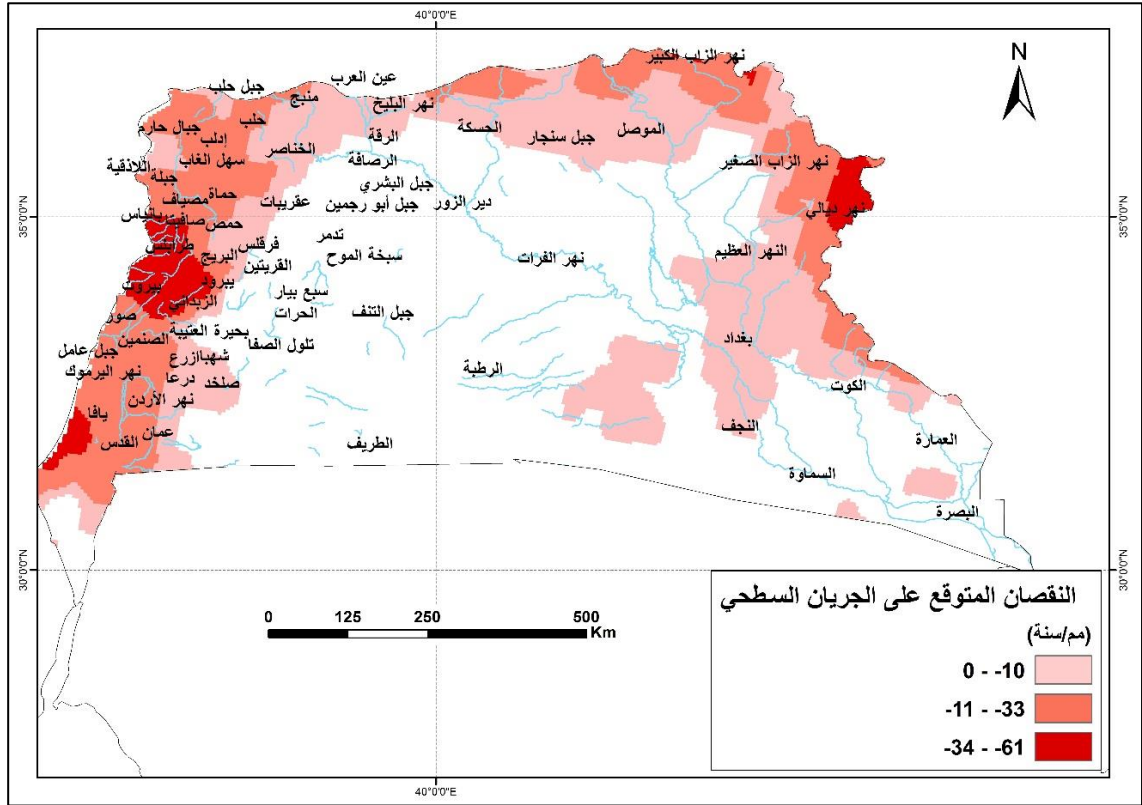
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) أحواض نهر الفرات ونهر الخابور ونهر البليخ ونهر بردى ونهر الأعوج في سورية ونهر دجلة ونهر الزاب الصغير في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 5 ملم/السنة و11 ملم/السنة) أجزاء من حوض نهر الفرات وأجزاء من حوض نهر الخابور في سورية وأجزاء من حوض نهر دجلة وأجزاء من حوض نهر الزاب الصغير في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 12 ملم/السنة و32 ملم/السنة) أجزاء من حوض نهر الزاب الصغير في العراق.



الشكل (154.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (155.2) تبين الآتي:

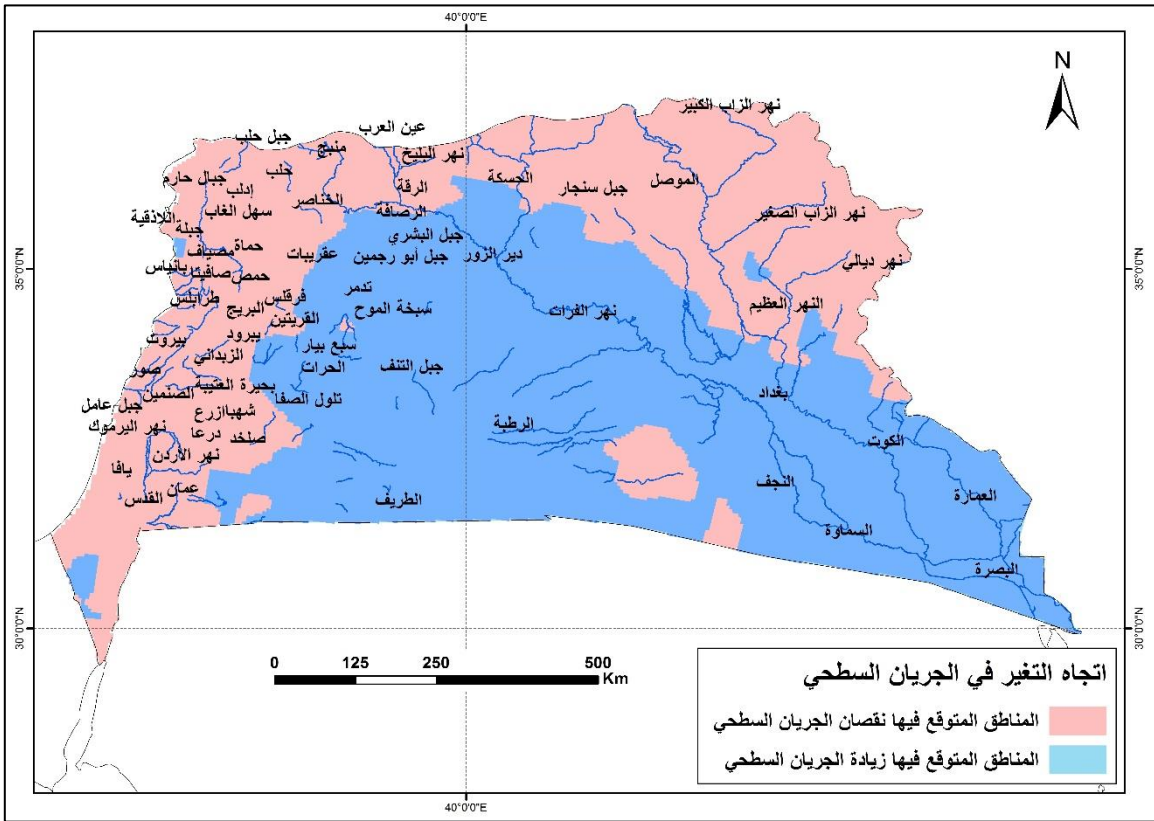
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 10 ملم/السنة) أجزاء من حوض نهر الفرات وأجزاء من حوض نهر الخابور ونهر البليخ ونهر العاصي ونهر عفرين ونهر الكبير الشمالي ونهر بردى ونهر الأعوج ونهر الساجور في سورية ونهر دجلة وأجزاء من حوض نهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالى في العراق.
- ✓ ينتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 11 ملم/السنة و33 ملم/السنة) حوض نهر بيروت ونهر الدامور ونهر الولي ونهر الزهراني ونهر أبو أسود ونهر الليطاني في لبنان وجزء من حوض نهر الخابور ونهر العاصي ونهر عفرين ونهر اليرموك ونهر الكبير الشمالي ونهر قويق ونهر بردى ونهر الأعوج ونهر السن ونهر الساجور في سورية ونهر دجلة ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالى في العراق جزء من حوض نهر الأردن في الأردن.
- ✓ ينتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 34 ملم/السنة و61 ملم/السنة) حوض نهر البارد ونهر أبو علي ونهر إبراهيم نهر الجوزة ونهر الكلب في لبنان ونهر العاصي ونهر بردى ونهر الكبير الجنوبي في سورية ونهر الزاب الكبير ونهر ديالى في العراق.



الشكل (155.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغيير في متوسط الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (156.2) حيث إنه وفق هذا السيناريو 60% من مساحة إقليم المشرق العربي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك المناطق الداخلية من سورية والمنطقة الجنوبية من العراق، وأن 40% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك غرب وشمال الأراضي السورية وأراضي لبنان والمناطق الغربية من الأردن وفلسطين، وكذلك النصف الشمالي من الأراضي العراقية.

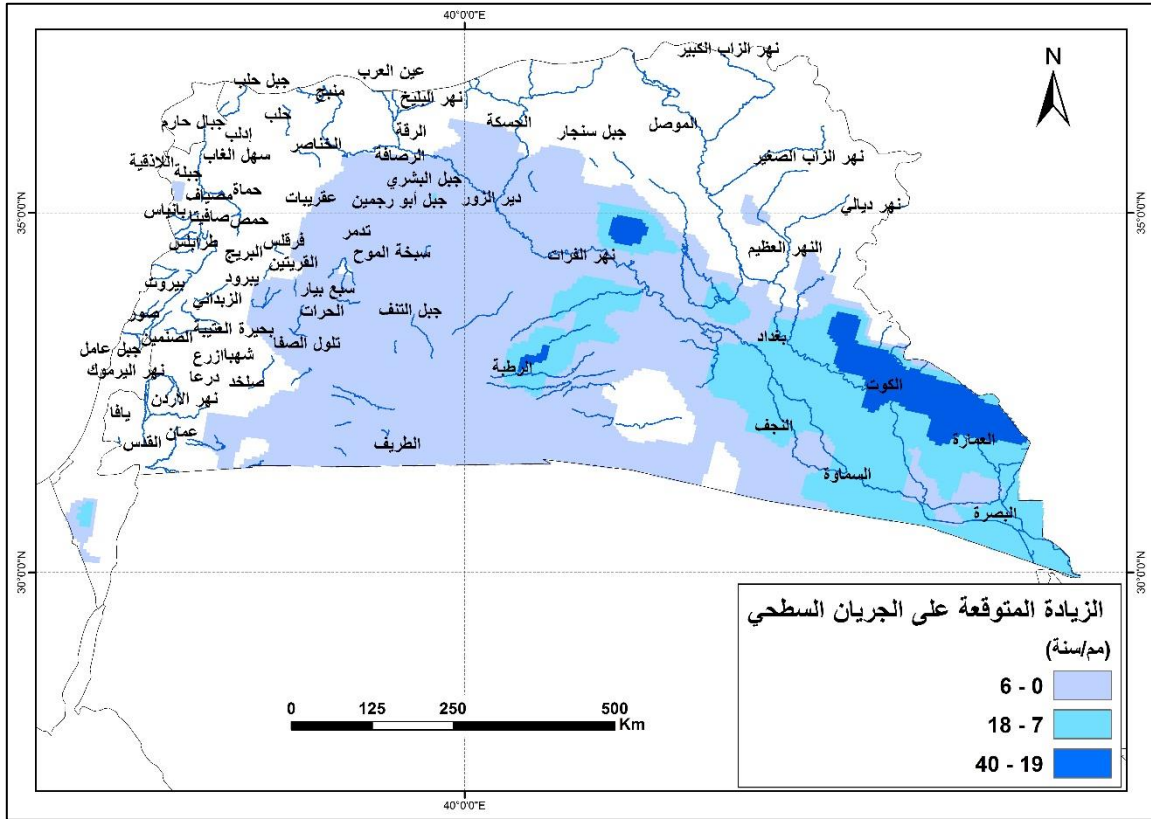


الشكل (156.2) توزع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (157.2) تبين الآتي:

✓ ينتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 6 ملم/السنة) حوض نهر الفرات ونهر الخابور ونهر السن في سورية ونهر دجلة ونهر ديالي في العراق.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 7 ملم/السنة و 18 ملم/السنة) أجزاء من حوض نهر الفرات وأجزاء من حوض نهر ديالي في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 19 ملم/السنة و 40 ملم/السنة) بقع متفرقة من العراق في وادي الحريمي وجنوب غرب منخفض الثرثار.



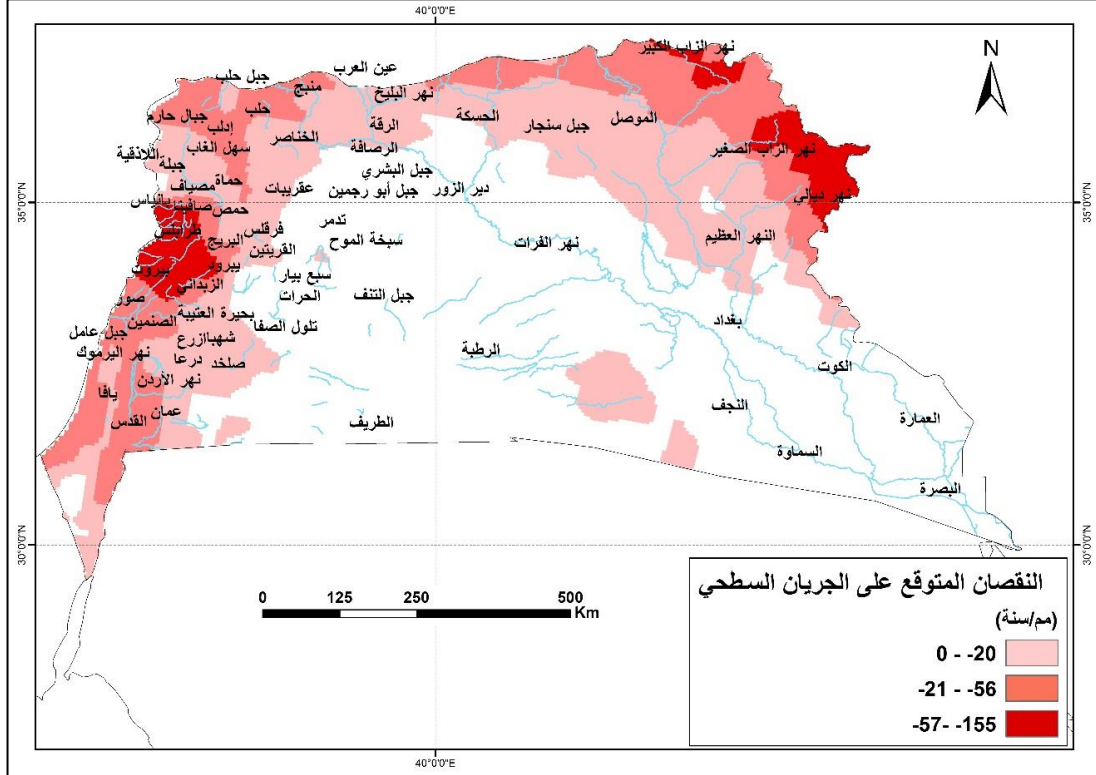
الشكل (157.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (158.5) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 20 ملم/السنة) حوض نهر الفرات ونهر الخابور ونهر البليخ ونهر العاصي ونهر عفرين ونهر اليرموك ونهر الكبير الشمالي ونهر بردى ونهر الأعوج ونهر السن ونهر الساجور في سورية ونهر دجلة ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالي في العراق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 21 ملم/السنة و 56 ملم/السنة) أحواض نهر بيروت ونهر الدامور ونهر الولي ونهر الزهراني ونهر أبو أسود ونهر الليطاني في لبنان ونهر الخابور ونهر العاصي ونهر عفرين ونهر

اليرموك ونهر قويق ونهر بردى ونهر الأعوج ونهر الساجور في سورية، ونهر دجلة ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالي في العراق ونهر الأردن في الأردن.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 57 ملم/السنة و155 ملم/السنة) حوض نهر البارد ونهر أبو علي ونهر إبراهيم ونهر الجوزة ونهر الكلب في لبنان ونهر العاصي ونهر بردى ونهر الكبير الجنوبي في سورية ونهر الزاب الصغير ونهر الزاب الكبير ونهر ديالي في العراق.



الشكل (158.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن

يبين الجدول (15.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

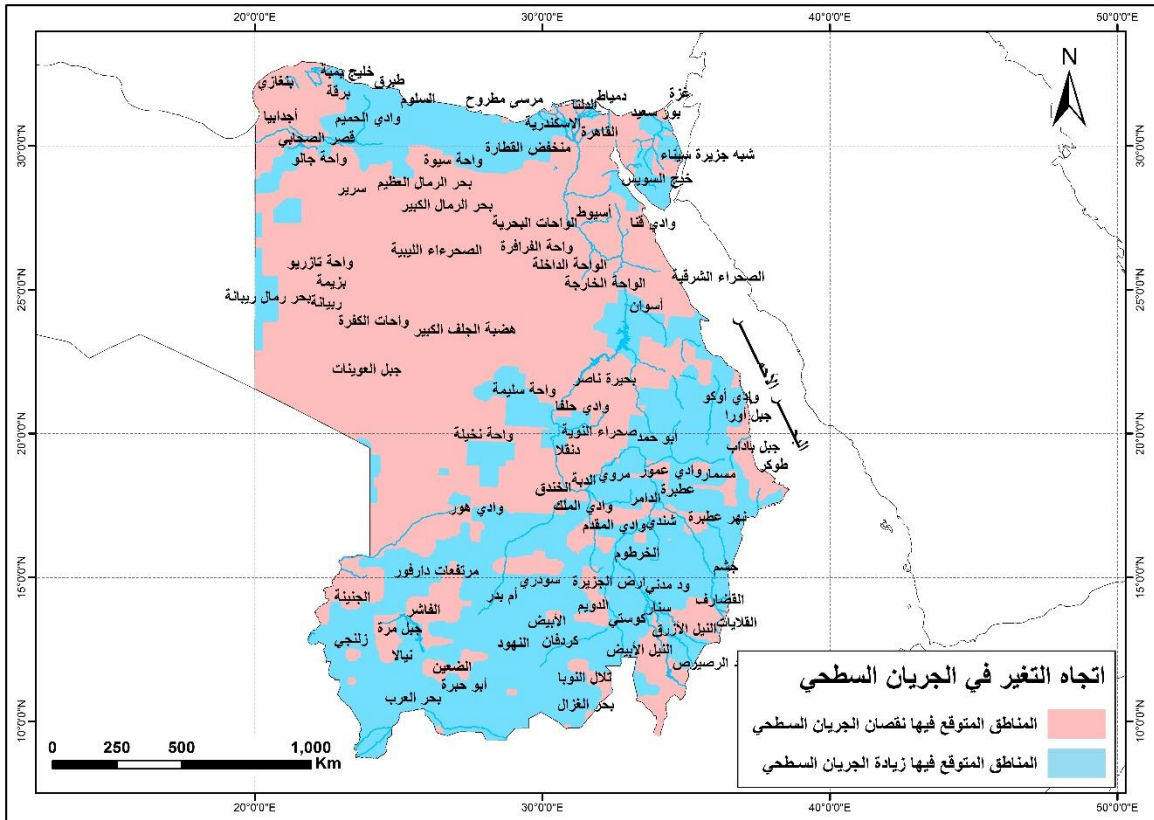
الجدول (15.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم المشرق العربي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن
[32+ ، 61-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[50+ ، 23-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
39			61			4			96			
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	
[61- ، 34-]	[33- ، 11-]	10- ، 0]	[32- ، 12-]	[11- ، 5-]	[4- ، 0]	-	-	-	[50+ ، 20+]	[19+ ، 9+]	[8+ ، 0]	
7	32	61	4	26	69	-	-	-	34	33	33	
[40+ ، 155-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[40+ ، 36-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
40			60			18			82			
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	
[155- ، 57-]	[56- ، 21-]	[21- ، 0]	[40+ ، 19+]	[18+ ، 7+]	[6+ ، 0]	[36- ، 21-]	[20- ، 6-]	[6- ، 0]	[40+،17+]	[16+ ، 8+]	[7+ ، 0]	
10	29	6	6	24	7	11	35	53	24	28	48	
			النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			

2-8-4-3 إقليم شمال شرق إفريقيا:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (159.2)، حيث إن 57% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك معظم مساحة شمال شرق إفريقيا جنوب وشمال شرق السودان وغرب وشمال مصر وأن 43% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك غرب السودان والواحات الداخلية في مصر.



الشكل (159.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

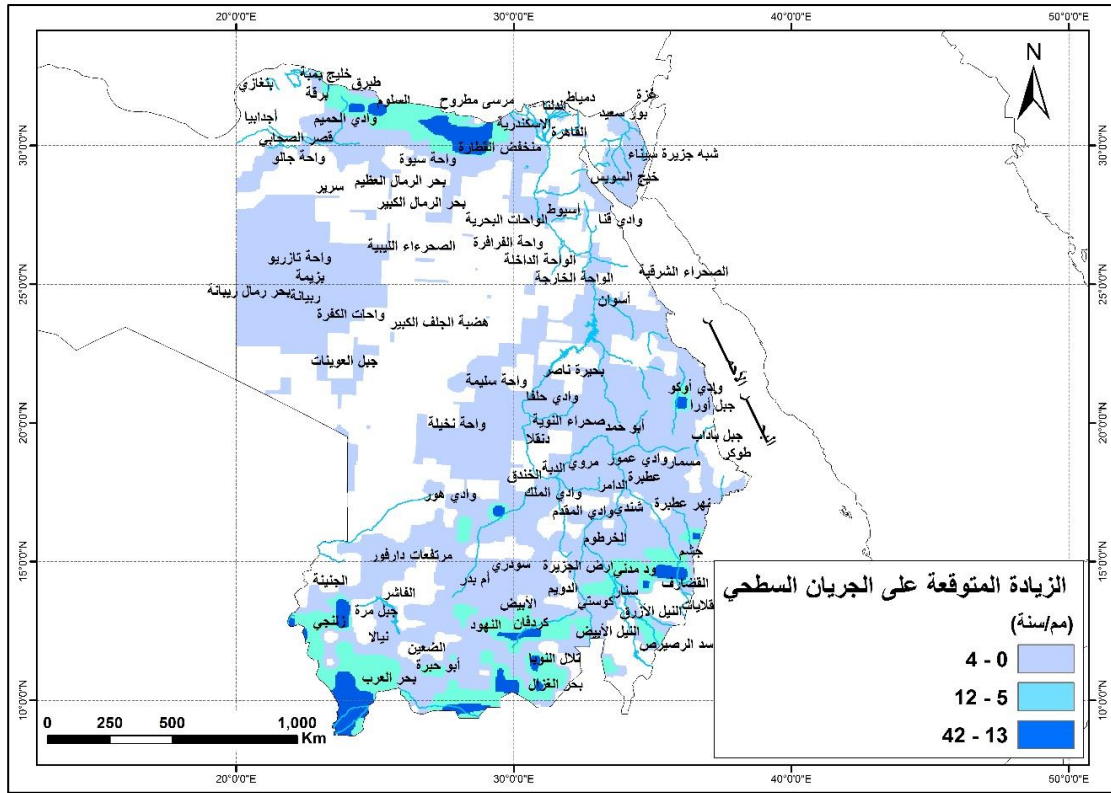
بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (160.2) يتبين الآتي:

✓ ينتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) حوض أواسط النيل وحوض النيل عند بحيرة ناصر ودلتا النيل وحوض نهر النيل الأزرق وحوض نهر عطبرة وحوض نهر بحر العرب وحوض النيل الأبيض وكذلك مناطق بحر رمال رييانة

وأبو حبرة ونيالا والفاشر والجينية ومرتفعات دارفور والنهود والأبيض وكوستي والدويم وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء وأرض الجزيرة والخرطوم وكسلا وأبو دليق وشندي ووادي المقدم ووادي الملك وعطبرة ومسمار وجبل باداب ووادي عمور وأبو حمد وكريمة ومروي وواحة نخيلة وواحة سليمة ووادي حلفا وبحيرة ناصر وجبل أورا ووادي أوكو ورأس أبو شجرة وأسوان والواحة الخارجة ومنخفض القطارة وخليج السويس وشبه جزيرة سيناء وأسيوط وطبرق وواحات الكفرة ورببانة وبزيمة وواحة تازريو والصحراء الليبية وسرير وواحة جالو ووادي الحميم.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 5 ملم/السنة و 12 ملم/السنة) أجزاء من أحواض ونهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب والنيل الأبيض ومناطق تلال النوبا وزلنجي وكردفان وسنار وود مدني وجشم ومرسى مطروح والسلوم وخليج بمبة.

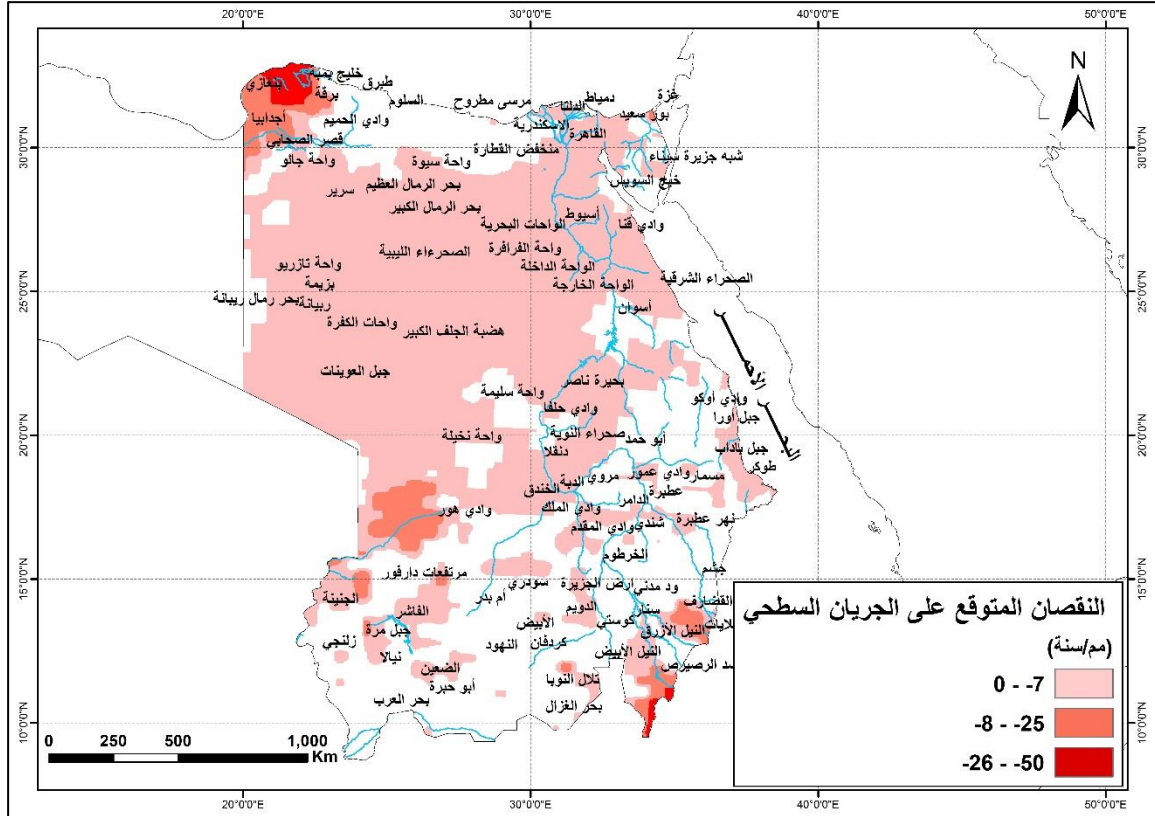
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (13 ملم/السنة و 42 ملم/السنة) أجزاء من حوضي نهري عطبرة وبحر العرب.



الشكل (160.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (161.2) تبين الآتي:

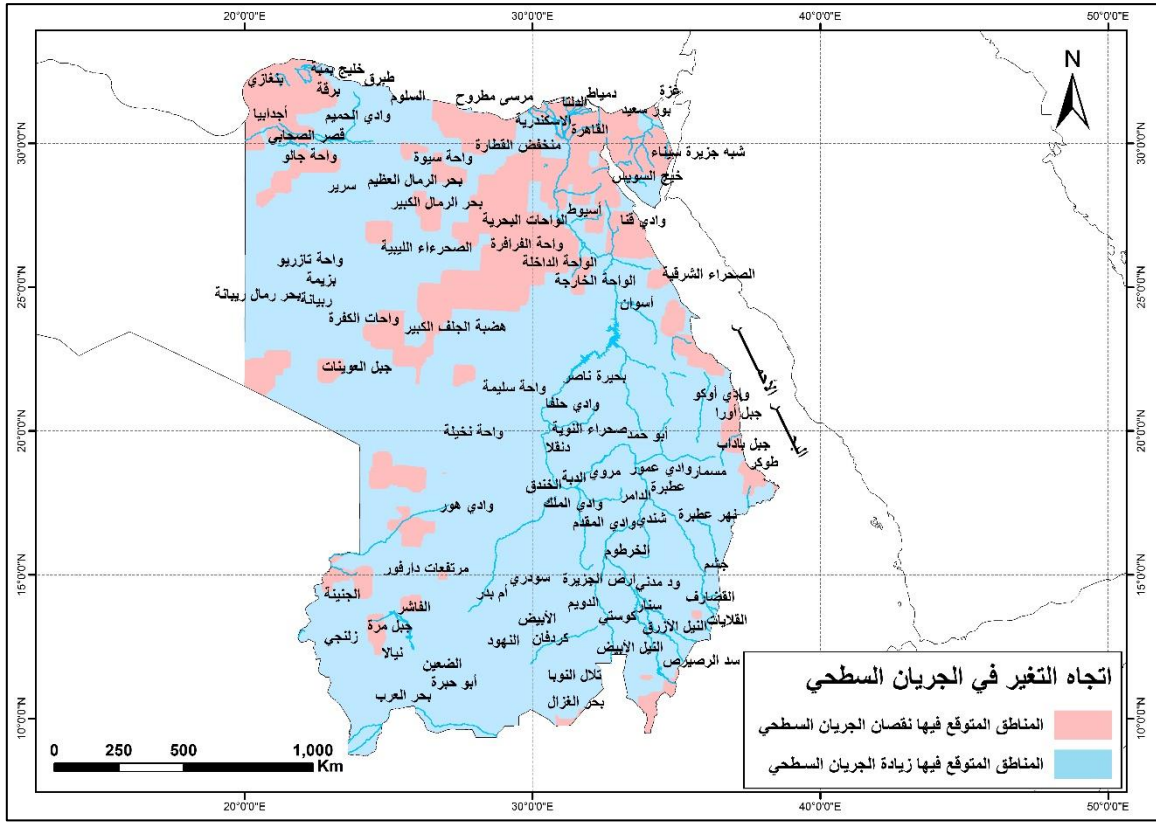
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 7 ملم/السنة) حوض أواسط النيل وحوض النيل عند بحيرة ناصر وادلتا النيل وحوض نهر النيل الأزرق وحوض نهر عطبرة والنيل الأبيض وكذلك مناطق الضعين والصحراء الشمالية والدامر وطوكر وبورت سودان وصحراء النوبة والدبة والخندق ودنقلا وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير والصحراء الشرقية والواحة الداخلة وواحة الفرازة والواحات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا وواحة سيوة وواحة جغبوب والادلتا وبور سعيد والاسكندرية وبحر الرمال العظيم وقصر الصحابي والقاهرة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 8 ملم/السنة و25 ملم/السنة) أجزاء من حوض نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ومناطق جبل مرة وسد الرصيرص والقلايات والقضارف ووادي هور وبرقة وأجدابيا وبنغازي.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 26 ملم/السنة و50 ملم/السنة) منطقة الجبل الأخضر في ليبيا.



الشكل (161.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (162.2)، حيث إنه وفق هذا السيناريو فإن 80% من مساحة إقليم شمال شرق إفريقيا يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل معظم مساحة مصر باستثناء الواحات الداخلية ومعظم مساحة السودان باستثناء بقع متفرقة، وأن 20% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك شمال شرق مصر وأقصى شمال غربها.



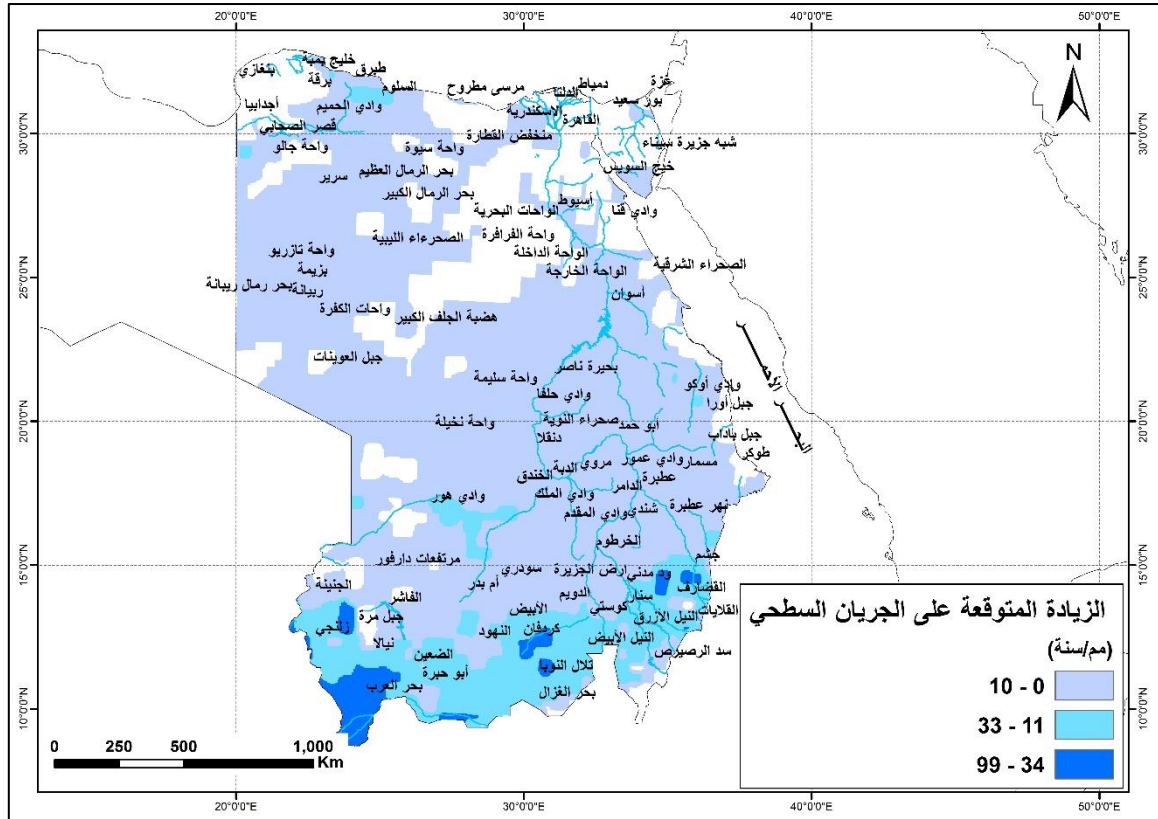
الشكل (162.2) توزع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (163.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 10 ملم/السنة) حوض أواسط النيل وحوض النيل عند بحيرة ناصر ودلتا النيل وحوض نهر النيل الأزرق وحوض نهر عطبرة وحوض نهر بحر العرب وحوض النيل الأبيض وكذلك مناطق بحر رمال رييانة وجبل مرة والفاشر والجنيانة ومرتفعات دارفور والنهود وسد

الرصيرص وسنار وكوستي والدويم وأم بدر وسودري ومنطقة دار حامد وسد جبل الأولياء والقلايات والقضارف وود مدني وارض الجزيرة والخرطوم وكسلا وأبو دليق ونهر عطبرة وشندي ووادي المقدم ووادي الملك والصحراء الشمالية والداير وعطبرة ومسمار وجبل باداب ووادي عمور وأبو حمد وصحراء النوية وكريمة ومروي والدبة والخندق ودنقلا وواحة نخيلة وواحة سليمة ووادي حلفا وبحيرة ناصر وجبل أورا ووادي أوكو وأسوان والواحة الخارجة ومنخفض القطارة وواحة سيوة وواحة جغبوب وأسيوط والسلوم وطبرق وواحات الكفرة ورببانة وبزيمة وواحة تازريو والصحراء الليبية وبحر الرمال العظيم وسرير وواحة جالو وقصر الصحابي ووادي الحميم وخليج بمبة.

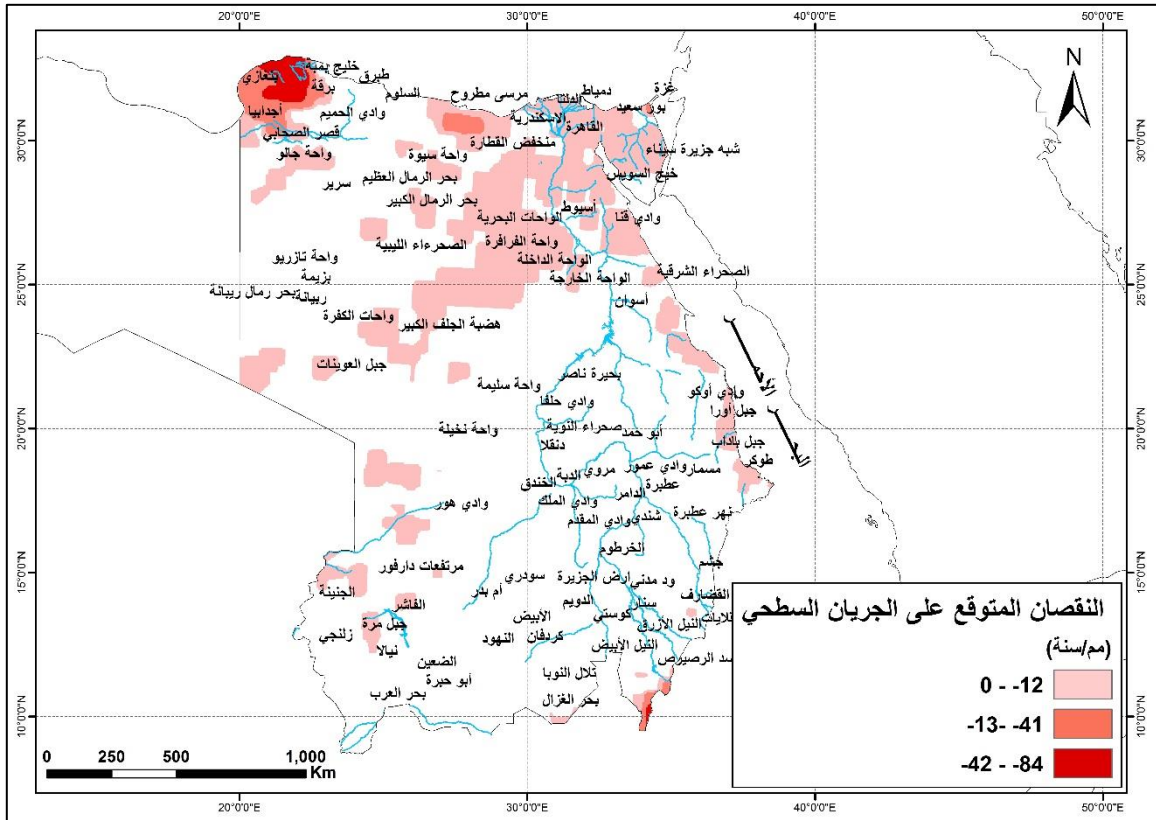
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 11 ملم/السنة و33 ملم/السنة) حوض نهر النيل الأزرق ونهر عطبرة ونهر بحر العرب والنيل الأبيض ومناطق بحر الغزال وتلال النوبا والضعين وأبو حبرة ونيالا وزلنجي وكردفان والأبيض والنيل الأبيض والنيل الأزرق وجشم ووادي هور.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 34 ملم/السنة و99 ملم/السنة) أجزاء من حوضي بحر العرب ونهر عطبرة.



الشكل (163.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (164.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 12 ملم/السنة) مناطق طوكر وبورت سودان ورأس أبو شجرة وجبل العوينات وهضبة الجلف الكبير والصحراء الشرقية والواحة الداخلة وواحة الفرافرة والوحدات البحرية وبحر الرمال الكبير ووادي قنا وخليج السويس وشبه جزيرة سيناء والدلتا وبور سعيد والاسكندرية ومرسى مطروح وأجدايبا والقاهرة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 13 ملم/السنة و 41 ملم/السنة) مناطق برقة وبنغازي في ليبيا.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 42 ملم/السنة و 84 ملم/السنة) الجبل الأخضر في ليبيا.



الشكل (164.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (16.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

الجدول (16.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم شمال شرق إفريقيا وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة

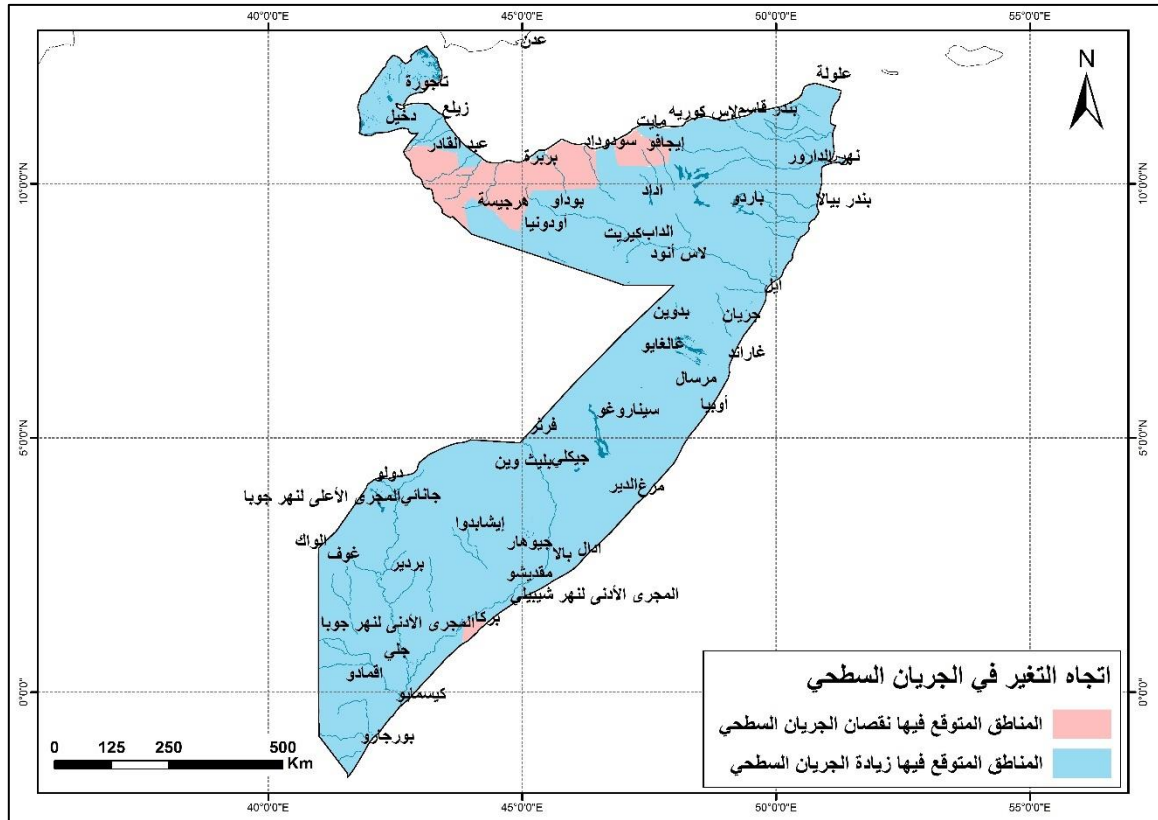
RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي				
[42+ ، 50-]						[28+ ، 53-]						الاتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
43			57			35			65			الاتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	القيمة (ملم/السنة)	
[26،50-]	[25-،08-]	[7-،0]	، 13+ [42+	5+] [12+،	[4+ ، 0]	[53- ، 18-]	[17- ، 6-]	[5- ، 0]	[28+ ، 9+]	[8+ ، 3+]	[2+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
2	9	90	4	15	81	9	18	73	2	16	82	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
[99+ ، 84-]						[34+ ، 57-]						الاتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
20			80			47			53			الاتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير				
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	القيمة (ملم/السنة)	
-،42-] [84	[41- ، 13-]	[12- ،0]	، 34+] [99+	33+،11+] [	، 0] [10+	[57- ، 20-]	[19- ، 6-]	[5- ، 0]	34+ ، 10+]	9+ ، 4+]	[3+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	
النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	
3	7	9	3	15	82	6	16	78	4	10	86	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	

4-4-8-2 إقليم القرن الإفريقي:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (165.2)، ويتضح من الشكل أن 92% من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، وأن 8% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.

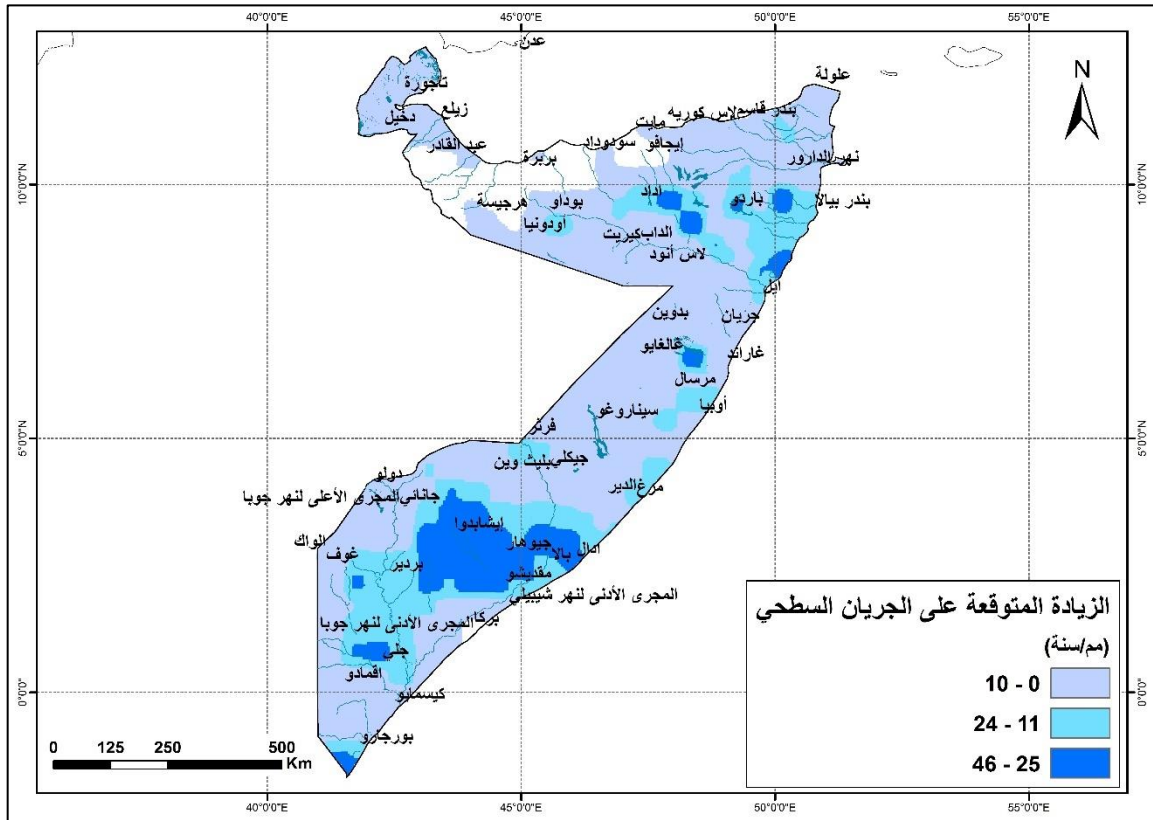


الشكل (165.2) توزع المناطق المتوقعة فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (166.2) يتبين أن:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 10 ملم/السنة) مناطق تاجورة ودخيل وجيبوتي وزيلع وهرجيسة وأودونيا وبوداو وكيريت والداب ولاس أنود ولاس كوريه وبندر قاسم وعلولة ونهر الدارور وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند

ومرسال وأوبيا وسيناروغو وفرثر وجيكلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو. ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 11 ملم/السنة و 24 ملم/السنة) مناطق اداد وباردو وبندر بيالا وإيل وبليث وين ومرغ والدير وبالا ومقديشو والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي وتلال جوبا العليا وبردير وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وبورجارو ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (25 ملم/السنة و 46 ملم/السنة) مناطق جيوهار وادال وإيشابدوار أس شيامبوني.

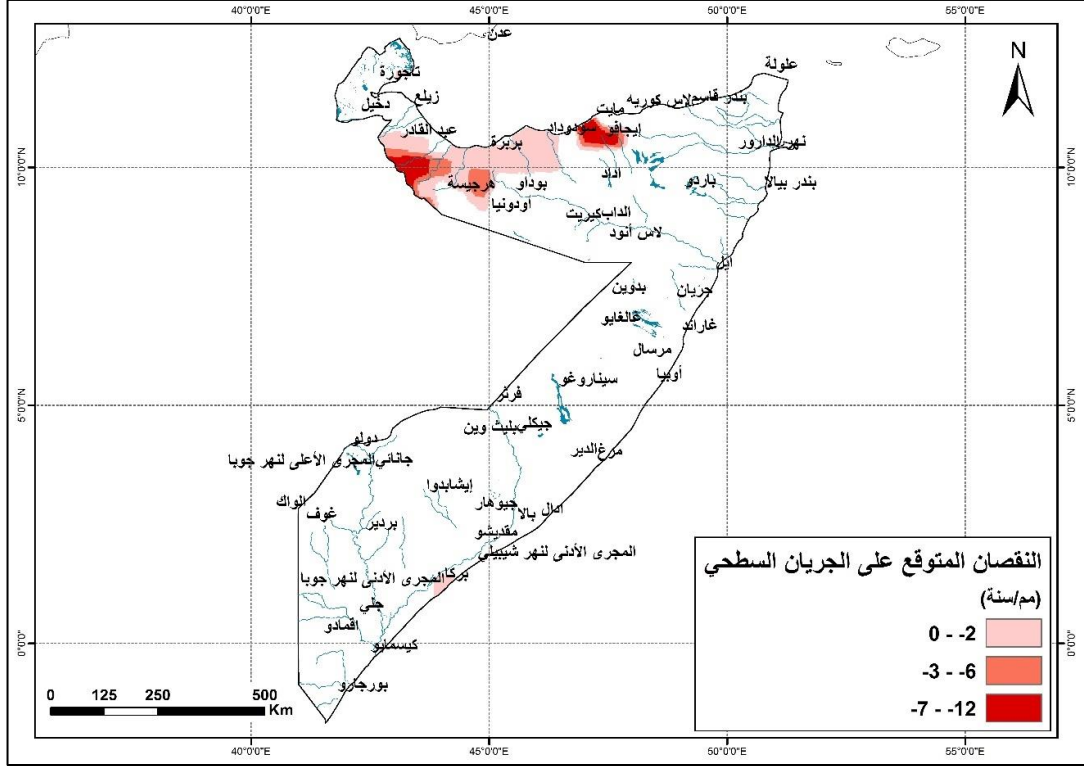


الشكل (166.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (167.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) منطقة مايت.

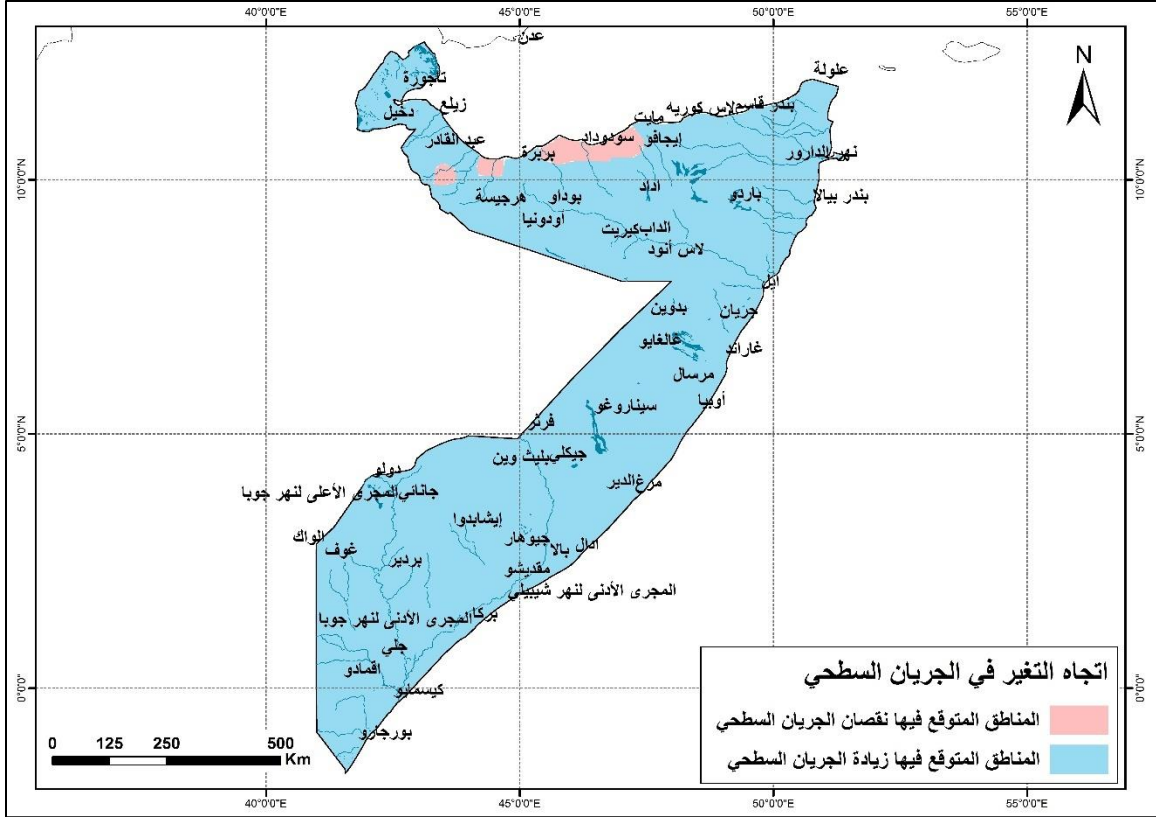
- ✓ ينتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 6 ملم/السنة) نطاق يحيط بالمنطقة السابقة
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 7 ملم/السنة و 12 ملم/السنة) منطقة سوداد



الشكل (167.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2010-2081)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، كما هو موضح في الشكل (168.2)، حيث إنه وفق هذا السيناريو 98 % من مساحة إقليم القرن الإفريقي يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، وأن 2% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.

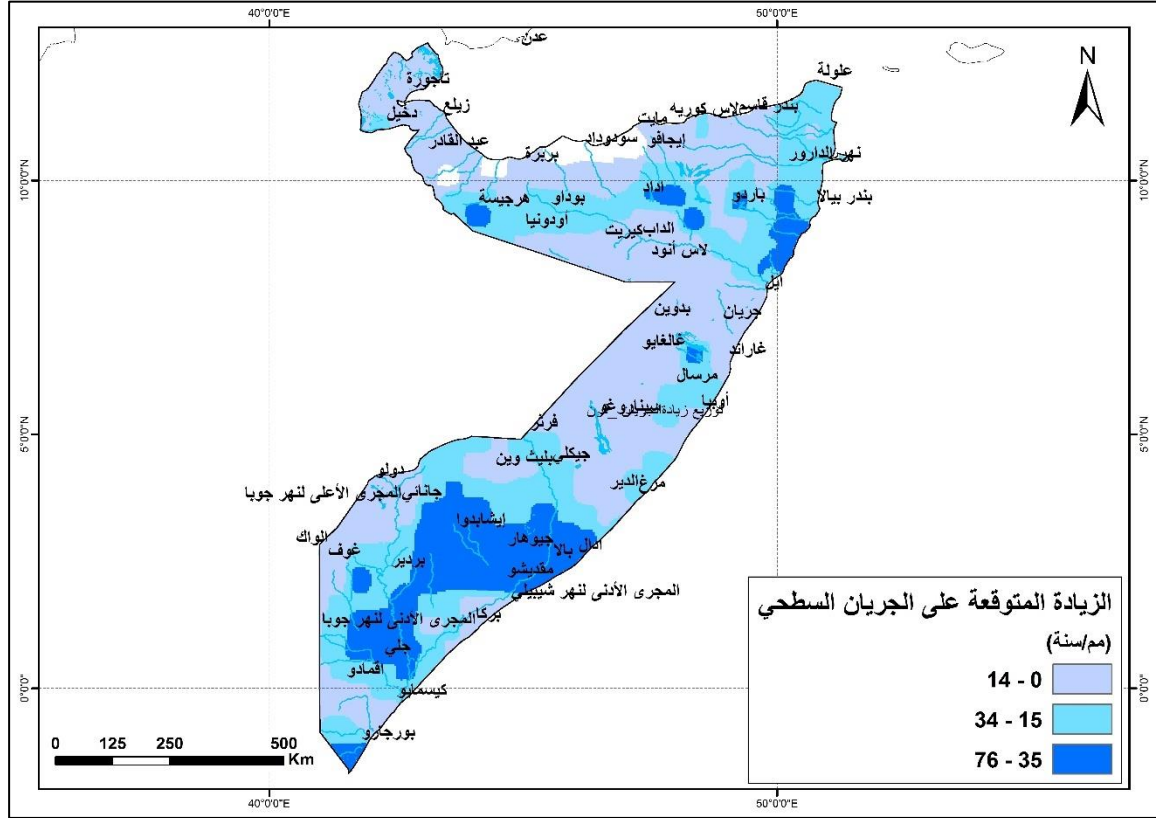


الشكل (168.2) توزع التغير في الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (169.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 14 ملم/السنة)، مناطق خليج تاجورة وتاجورة وجيبوتي وزيلع وعبد القادر وبربرة وكيريت والداب ولاس أنود ولاس كوريه وبندر قاسم وايل وجريان وبدوين وغالغايو وغاراند وأوبيا وسيناروغو وبركا والمجرى الأعلى لنهر جوبا ودولو وجانائي والواك وغوف.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 15 ملم/السنة و34 ملم/السنة). مناطق دخيل وأودونيا وبوداو واداد وباردو وعلولة وبندر بيالا ونهر الدارور ومرسال وفرثر وبليث وين وجيكلي ومرغ والدير والمجرى الأدنى لنهر شيبيلي والمجرى الأوسط لنهر شيبيلي وتلال جوبا العليا وبردير وجياماما وكيسمايو وجيومبو واقمادو

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 35 ملم/السنة و76 ملم/السنة) مناطق هرجيسة وجيوهار وادال وبالا ومقديشو وإيشابدوا وجلي والمجرى الأدنى لنهر جوبا وبورجارورأس شيامبوني.



الشكل (169.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (17.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

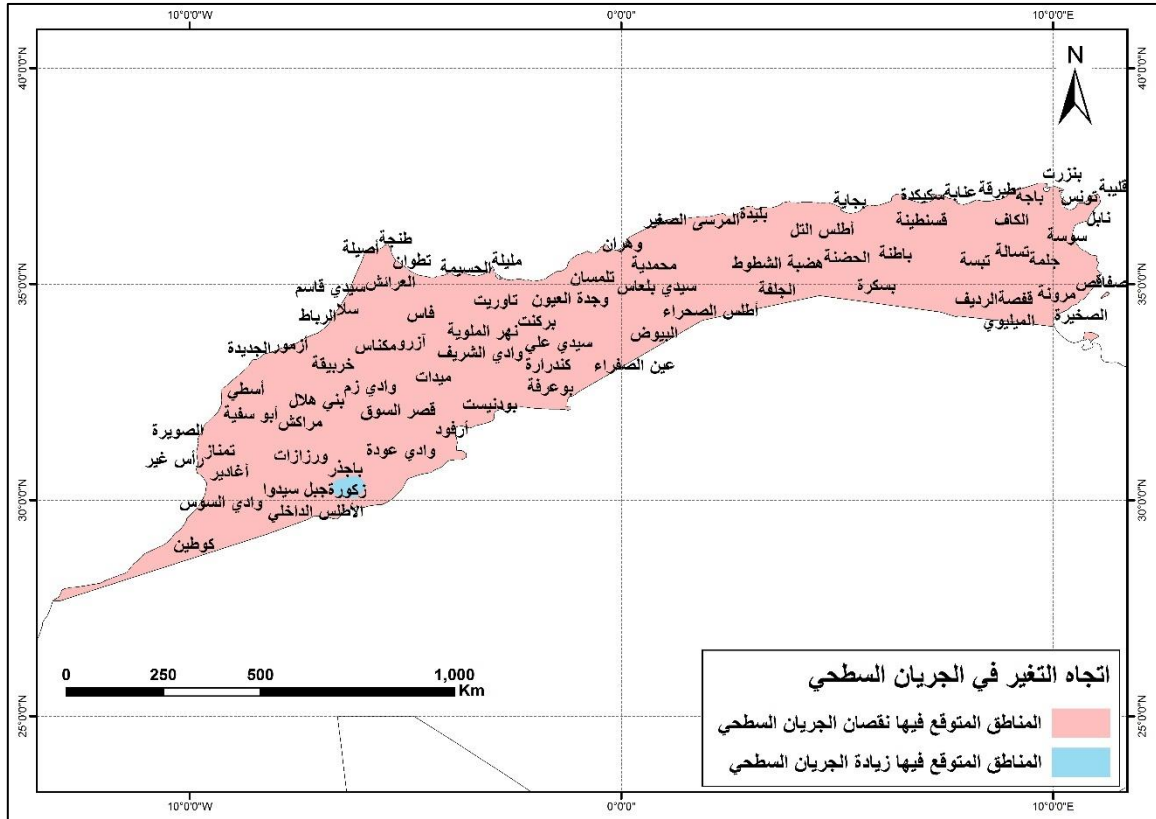
الجدول (17.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم القرن الإفريقي وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن											
[46+ ، 12-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[45+ ، 7-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)														
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)								
8			92						3			97											
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير											
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض							
[12-، 7-]	[6-، 3-]	[2-، 0]	، 25+ [46+]	، 11+ [24+]	[10+، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[7-، 4-]	[3-، 2-]	[1-، 0]	، 22+ [45+]	، 10+ [21+]	[9+، 0]	القيمة (ملم/السنة)	، 22+ [45+]	، 10+ [21+]	[9+، 0]	القيمة (ملم/السنة)						
14	18	68	10	22	68	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	27	31	42	12	26	61	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	12	26	61	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						
[76+ ، 3-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)						[68+ 3-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)					
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)								
2			98						1			99											
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير						مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير											
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض		المرتفع	المتوسط	المنخفض							
-	-	-	، 35+ [76+]	[34+، 15+]	[14+، 0]	القيمة (ملم/السنة)	-	-	-	[68+، 33+]	[32+، 14+]	[13+، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[68+، 33+]	[32+، 14+]	[13+، 0]	القيمة (ملم/السنة)						
-	-	-	17	33	50	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	-	-	-	13	27	60	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	13	27	60	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						
[76+ ، 3-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)						[68+ 3-]						المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)					

5-4-8-2 إقليم جبال الأطلس:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، كما هو موضح في الشكل (170.2)، ويتضح من الشكل أن 83% من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، وأن 17% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.

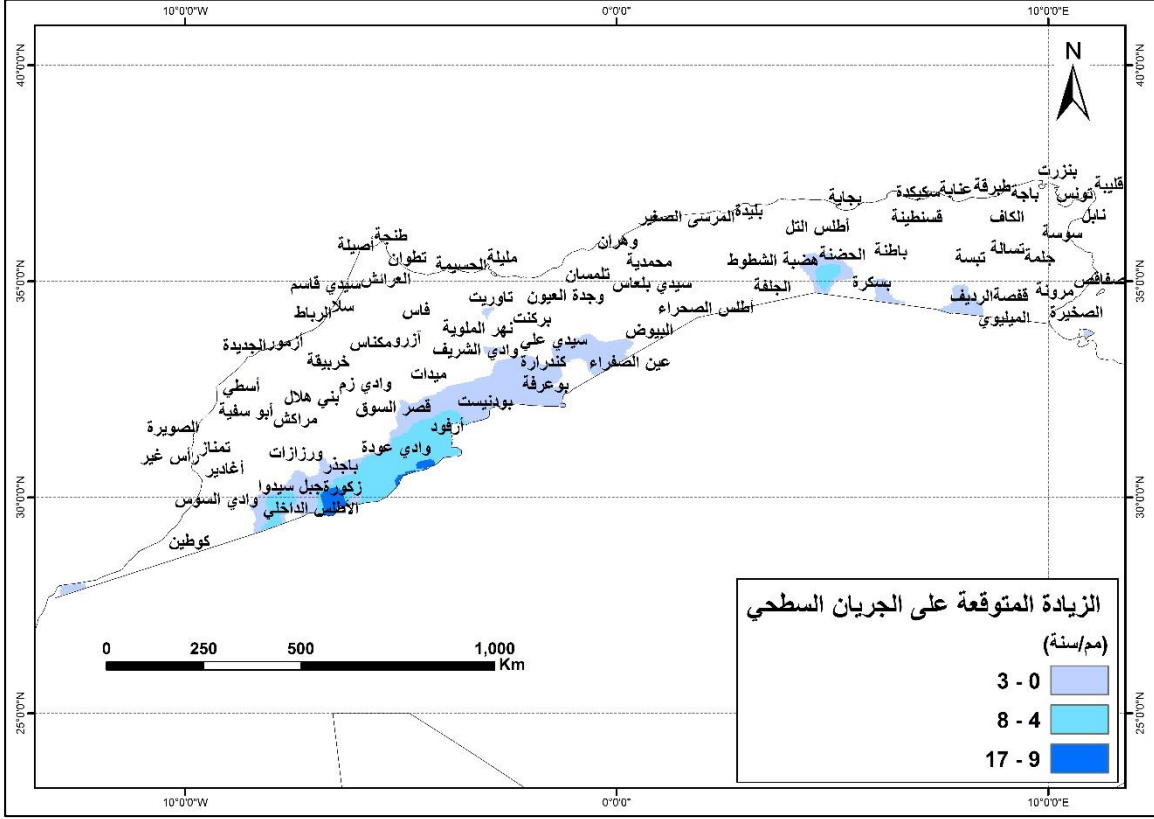


الشكل (170.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (171.2) يتبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 3 ملم/السنة) مناطق الرديف والميليوي والحضنة والبيوض وكندرارة وبوعرفة وتاوريت والأطلس الداخلي وياجذر وقصر السوق.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 4 ملم/السنة و 8 ملم/السنة) مناطق أرفود ووادي عودة وبودنيست.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (9 ملم/السنة و 17 ملم/السنة) منطقة زكورة.



الشكل (171.2) توزع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

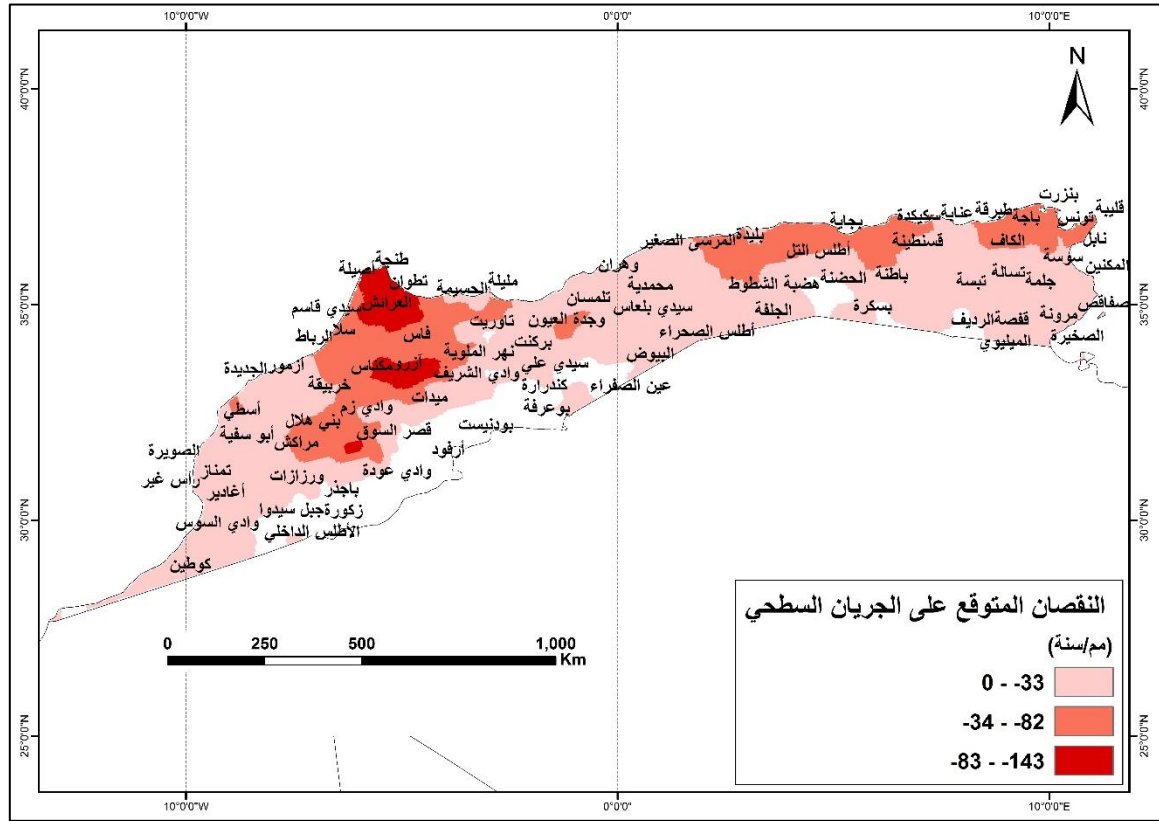
بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (172.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 33 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والمحرس و صفاقص وجبيانة وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكين وسوسة والنفيضة وجملة والكاف والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني وتبسة وعنابة وباطنة وبسكرة والعاصمة الجزائر والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية وسيدي بلعاس ووهران وتلمسان وعين الصفراء ووجدة العيون وجرادة وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف ومليلة والناضور وعين الحسيمة والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة وأسطي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي

وكوطين والأطلس الصغير ووادي السوس وجبل سيديا وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تنسيفت وأبو سفية وسيدي بنور وورزازات وخربيقة ووسطات برشيد وميدات وجبل عياشي.

✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 34 ملم/السنة و82 ملم/السنة) مناطق زغوان ونابل ومنزل تميم وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة وتونس ونهر المليان ووادي المجردة وماطو والرأس الأبيض وبنزرت وجبال المجردة وباجة وطبرقة وسوق الخميس وسكيكدة وقسنطينة وبجاية وبليدة ونهر الملوية والحسيمة وجبال الريف والأطلس الأوسط وفاس ومكناس والعرانش والقصر الكبير والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والوليد وبنو هلال ونهر أم الربيع وسهول طاوله ووادي زم

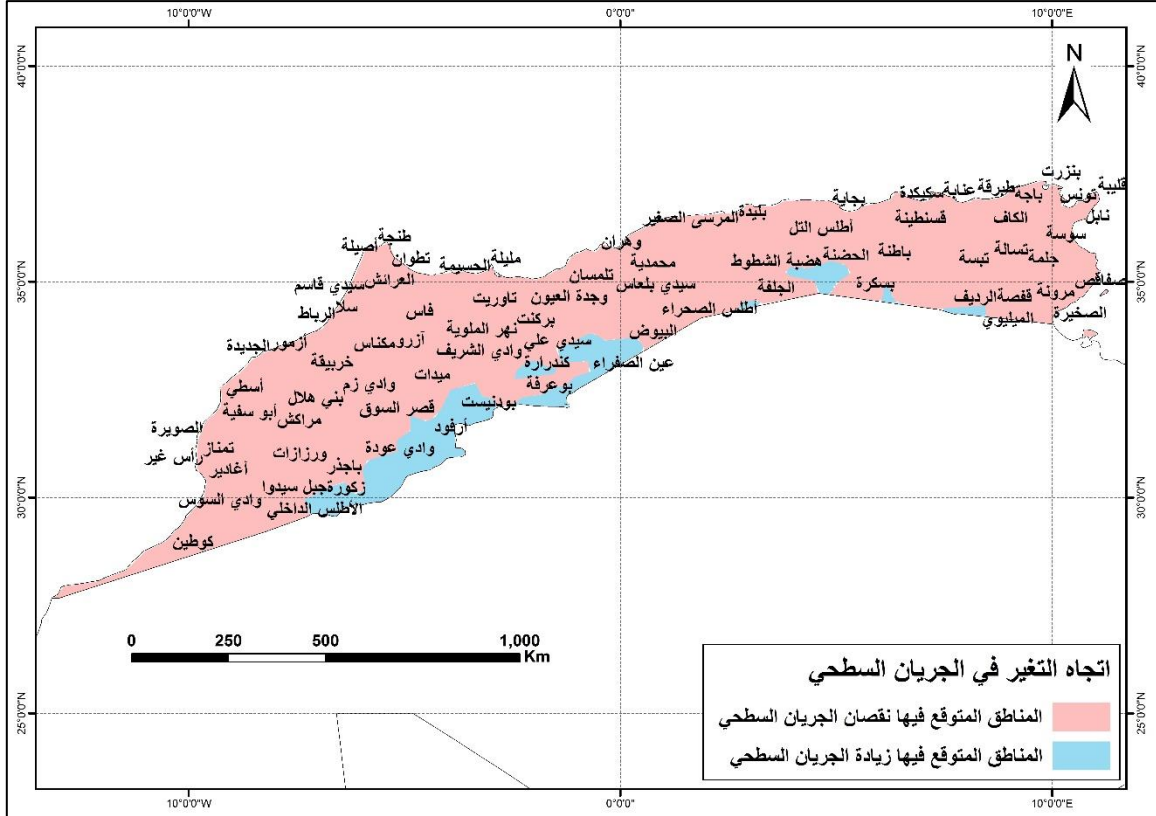
✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 83 ملم/السنة و143 ملم/السنة) مناطق جزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة وسيدي قاسم والأطلس الأعلى وآزرو.



الشكل (172.2) توزع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

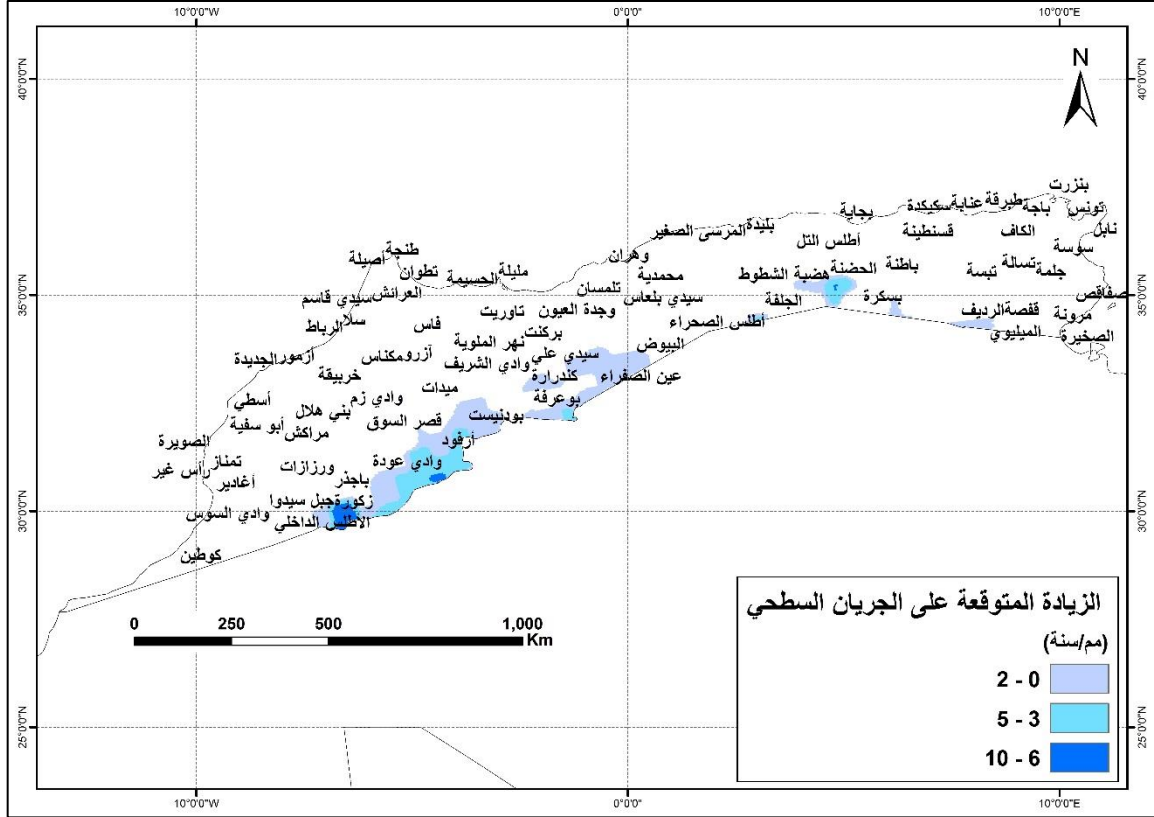
فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (173.2)، ويتضح من الشكل أنه وفق هذا السيناريو فإن 10% من مساحة إقليم جبال الأطلس يتوقع حدوث زيادة في جرياناتها السطحية وأن 90% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية.



بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (174.2) تبين الآتي:

- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) مناطق الرديف والميليوي والبيوض وعين الصفراء وكندرارة وبوعرفة وأرفود وبودنيست.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و5 ملم/السنة) مناطق الحضنة ووادي عودة.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 6 ملم/السنة و10 ملم/السنة) منطقة زكورة.

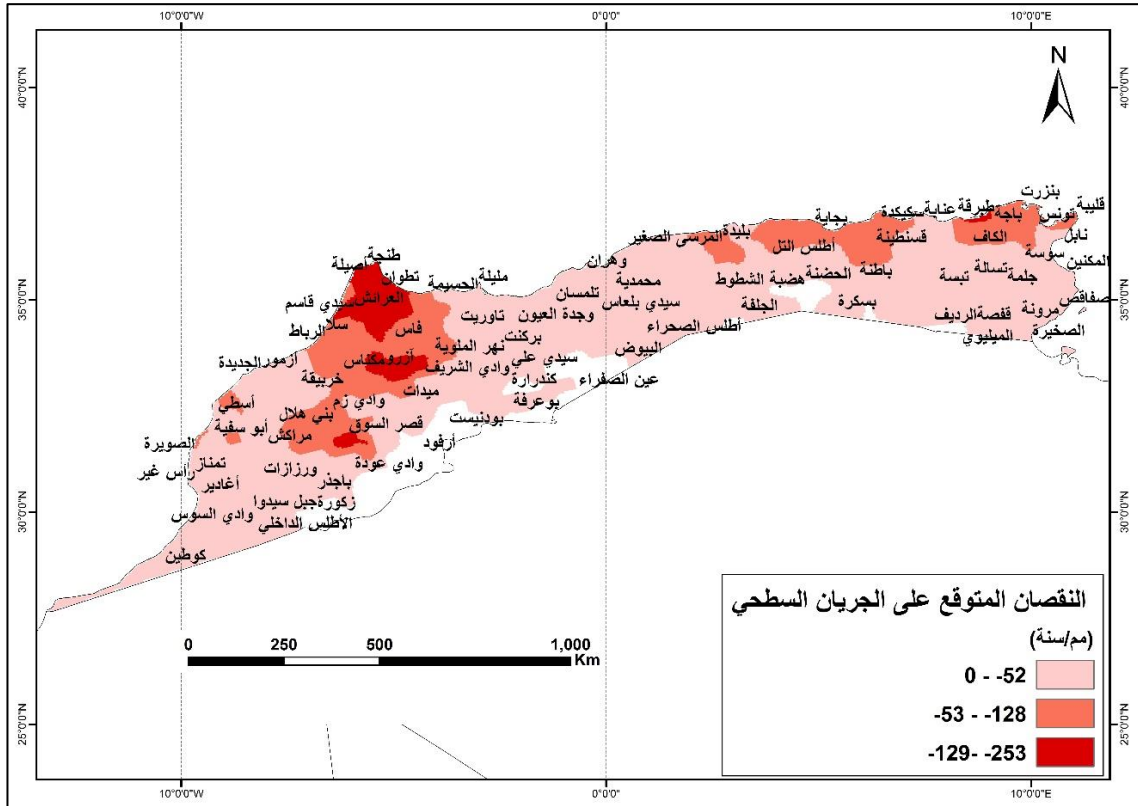


الشكل (174.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks) كما هو موضح في الشكل (175.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 52 ملم/السنة) مناطق الصخيرة وجبل عرباطة ومرونة والمكناسي وقفصة وفريسان والمحرس وصفاقص وجبيانة وسبخة سيدي هاني ووادي الزرود والقيروان والقصرين والمهدية والمكنين وسوسة والنفيضة وزغوان ونابل وجملة وتونس والكاف والقلعة الجرداء وتسالة وجبل الشعبيني وتبسة وعنابة وباطنة وبسكرة والعاصمة الجزائر والجلفة وهضبة الشطوط وأطلس التل وأطلس الصحراء والمرسى الصغير ومستغانم ومحمدية وسيدي بلعاس ووهران وتلمسان ووادة العيون وجرادة وبركنت وسيدي علي ووادي الشريف ومليلة والناضور وتاوريت ونهر الملوية وعين الحسيمة والمحمدية والدار البيضاء وسهول الشاوية وسهل دقالة وأزمور والجديدة وأسفي والصويرة وتمناز ورأس غير وأغادير وسيدي أفندي وكوطين والأطلس الداخلي والأطلس الصغير ووادي السوس وجبل سيدوا وجبل طوبقال وجبل تامدروست ومراكش ووادي تنسيقت وأبو سفية وسيدي بنور وباجذر وورزازات وخربيقة وسطات برشيد وميدات وجبل عياشي وقصر السوق.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 53 ملم/السنة و128 ملم/السنة) مناطق منزل تميم وقلبية ورأس الطيب وخليج تونس وقرطاجة ونهر المليان ووادي المجردة ومامو والرأس الأبيض وبنزرت وبادجة وسوق الخميس وسكيكدة وقسنطينة وباداية وبليدة والحسيمة وجبال الريف والأطلس الأوسط وفاس ومكناس والعرائش والقنيطرة وسلا والرباط والمائدة المراكشية والوليد وبني هلال ونهر أم الربيع وسهول طاوله ووادي زم.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 129 ملم/السنة و253 ملم/السنة) مناطق جبال المجردة وطبرقة وجزر أبو ميرا وجبل الخميس وتطوان وطنجة وأصيلة والقصر الكبير وسيدي قاسم والأطلس الأعلى وآزرو.



الشكل (175.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (18.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

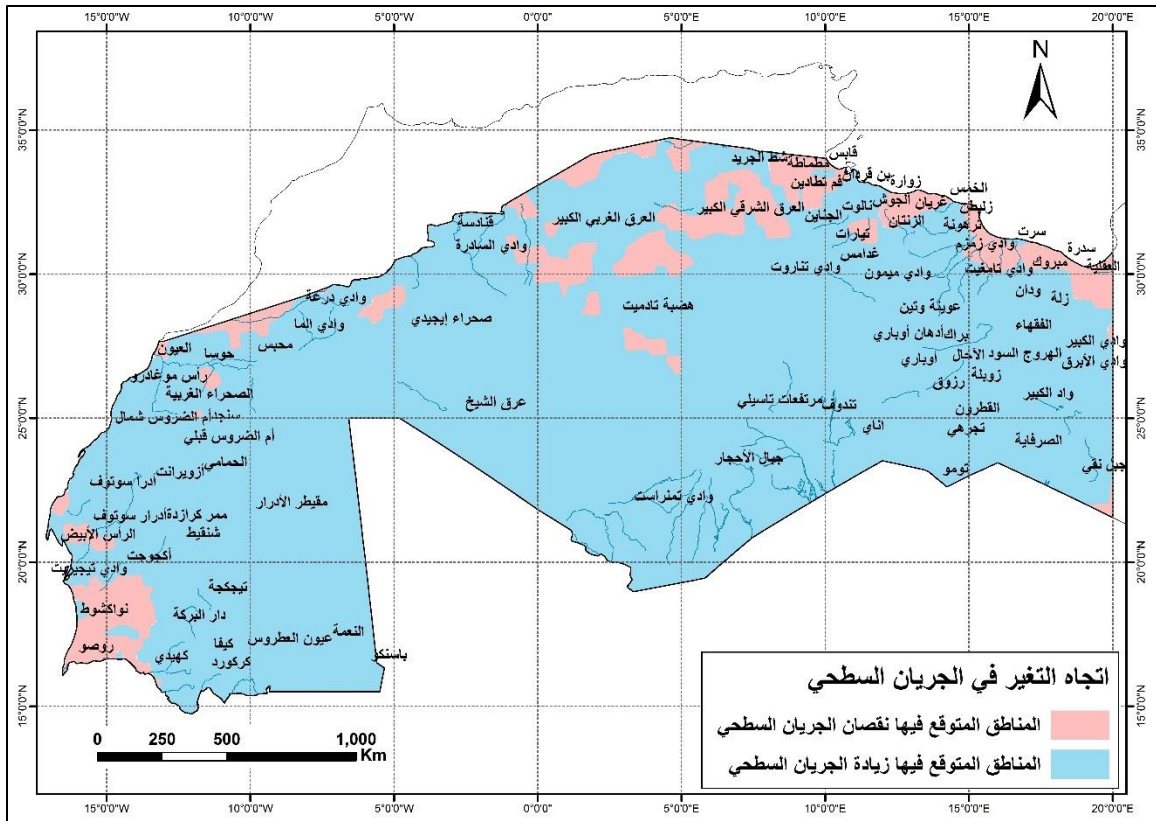
**الجدول (18.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم جبال الأطلس وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5
وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن**

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5						فترة منتصف القرن					
[17+ ، 143-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[20+ ، 118-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)								
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
17			83			79			21			79			21		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
[143- ، 83-]	[82- ، 34-]	[33- ، 0]	[17+ ، 9+]	[4+ ، 8+]	[3+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	- ، 48-]	- ، 18-]	- ، 0]	، 10+]	[9+ ، 4+]	[3+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[118	[47	[17	[20+
4	25	71	4	32	64	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	9	35	57	6	28	67	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)				
[10+ ، 253-]						[19+ ، 118-]						فترة نهاية القرن					
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			نقصان الجريان السطحي				زيادة الجريان السطحي			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)	
90			10			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)			30			70			اتجاه التغير والنسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
- ، 129-]	- ، 52-]	[52- ، 0]	[10+ ، 6+]	[5+ ، 3+]	[2+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	- ، 59-]	[58- ، 23-]	- ، 0]	19+ ، 8+]	[7+ ، 7+]	[3+ ، 0]	القيمة (ملم/السنة)	[118	[22	[[
5	19	76	5	27	68	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)	6	25	69	8	31	61	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)				

2-8-4-6 إقليم الصحراء الكبرى:

-فترة منتصف القرن (2046-2065)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة منتصف القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتنوع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان كما هو موضح في الشكل (176.2)، حيث إن 90% من مساحة إقليم الصحراء الكبرى يتوقع فيها حدوث زيادة في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك معظم مساحة الصحراء الكبرى. وأن 10% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية ويشمل ذلك سواحل المتوسط في ليبيا، والسواحل الأطلسية في جنوب موريتانيا.



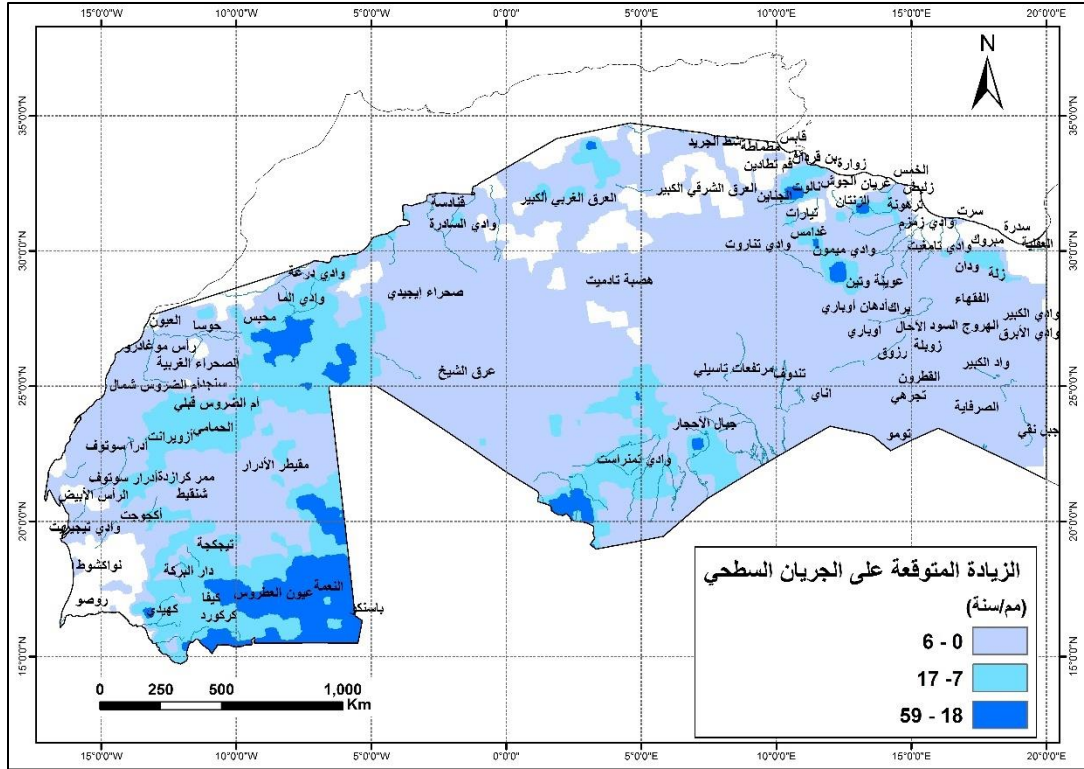
الشكل (176.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في منتصف القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (177.2) يتبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 6 ملم/السنة) مناطق سرت وزليطن وسيدي سعيد ومبروك وزلة وواحة الجفرة وودان وبئر الوشلة ووادي الكبير

ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد وواد الكبير والصرفاية وجبل بني غنيمة وواحة فزان وجبل نقي وتجريهي ومدروسة والقطرون وزوبلة والآحال ورزوق وتومو واناي وبراك وأوباري وأدهان أوباري ووادي زمزم ووادي سوق الجبن والقرية الشرقية ووادي تناروت وغدامس وسيناون والجوش وتندوف وتيارات والجناين وفم تطادين وهضاب مطماطة ومطماطة وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وجبال الأحجار وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي ووادي درعة والصحراء الغربية وأدرار سوتوف ورأس موغادرو والرأس الأبيض والساقية الحمراء وحوسا والعيون وبيير أم قرن وسنجد وأم الضروس شمال وممر كرازدة ومقيطر الأدرار وشنقيط وأكجوجت ووادي تيجيريت ونهر امشا ونواكشوط وأدرا سوتوف وجبل عنتر ووادي السادرة وقنادسة وحمادة توناسين.

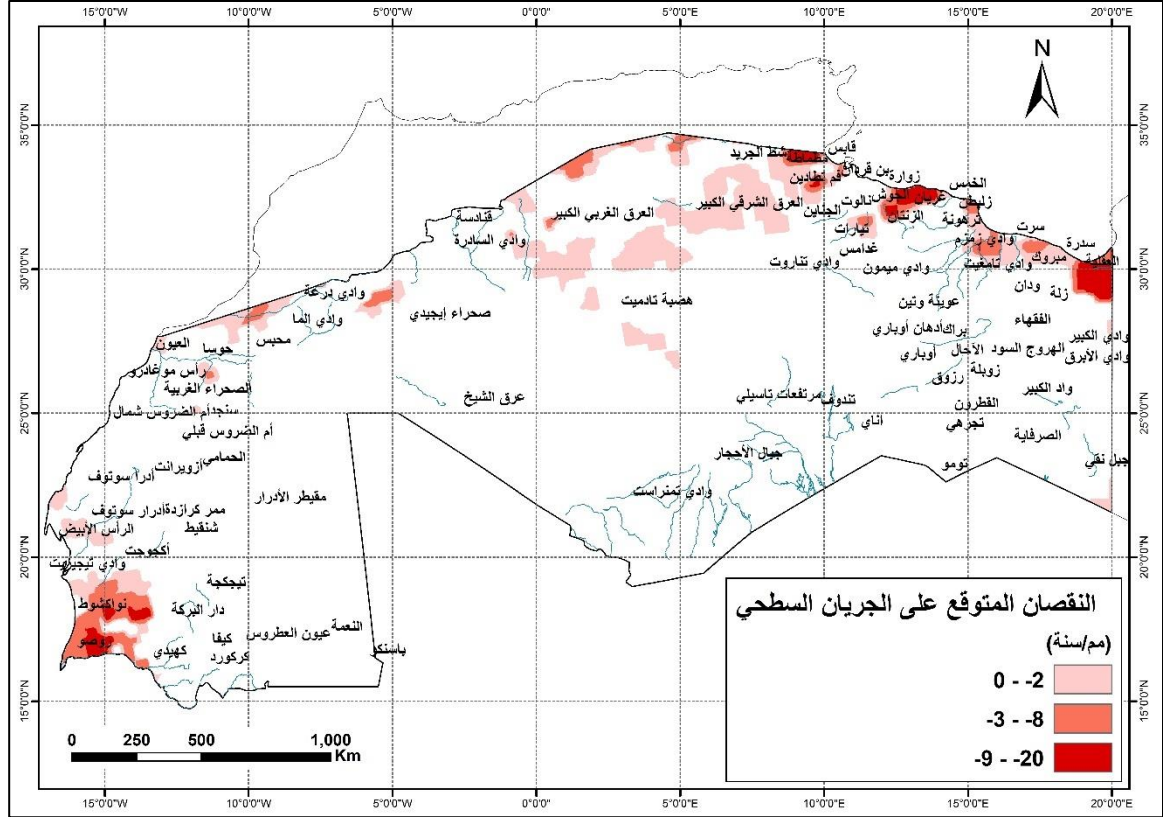
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 7 ملم/السنة و 17 ملم/السنة) مناطق ترهونة وعوبنة وتين ووادي ميمون ونالوت وبن قردان والمشهد وجبل الطاهر ووادي تمنراست ومحبس وأم الضروس قبلي والحمامي وأزويرانت وتيجكجة وكيفا وكركورد وكهيدي ودار البركة وحمادة دي درا ووادي الناقة ووادي الما.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 18 ملم/السنة و 59 ملم/السنة) مناطق الدهيبات وباسنكو والنعمة وعيون العطروس.



الشكل (177.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (178.2) تبين الآتي:

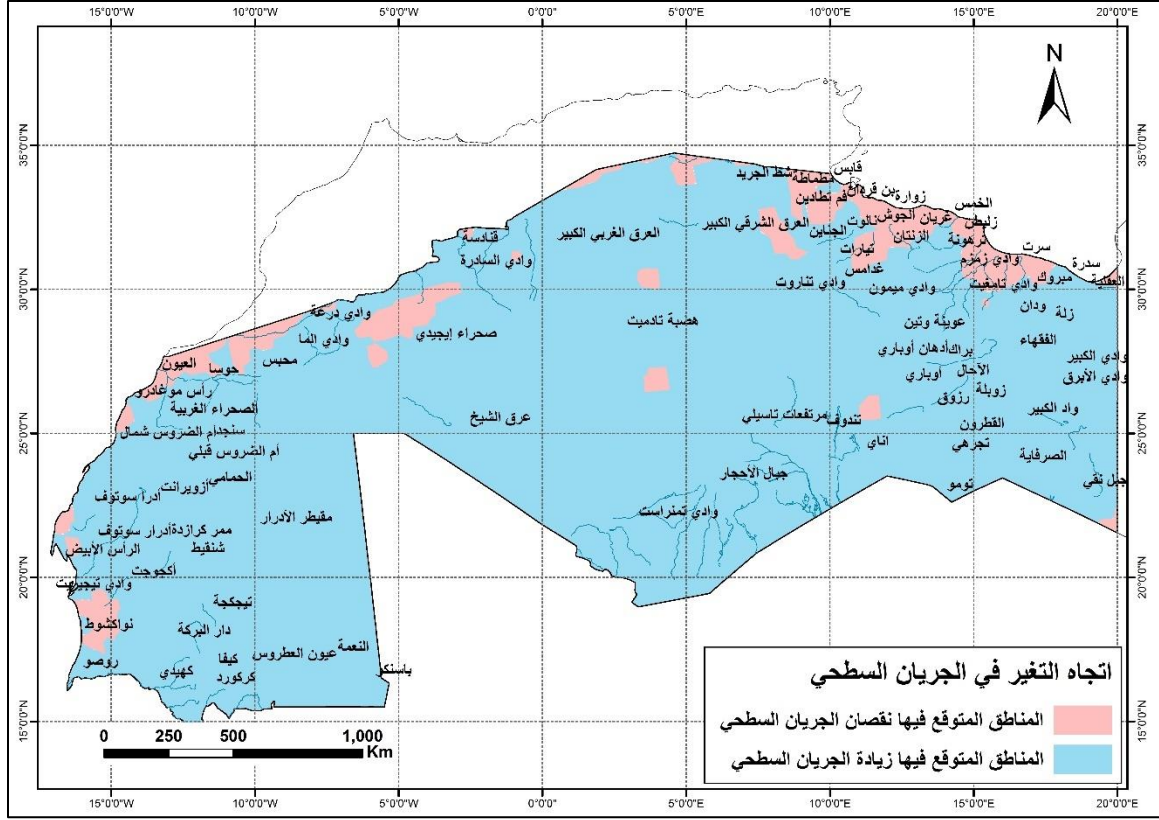
- ✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 2 ملم/السنة) مناطق رأس لانوف وسدره وسبخة تادوغا والخمس والنوفلية ووادي تامغيت وغريان وقابس وشط الجريد والعرق الشرقي الكبير.
- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 3 ملم/السنة و 8 ملم/السنة) مناطق مرسى العريجة ومصراثة ووادي بي الكبير والعرق الغربي الكبير وروصو.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 9 ملم/السنة و 20 ملم/السنة) مناطق البريقة والعقلية والزاوية والعجيلات والزنتان وشط الفجاج وبيديرا.



الشكل (178.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن.

فترة نهاية القرن (2081-2100)

أظهرت نتائج النماذج المناخية توقع حدوث تغير في متوسط الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى خلال فترة نهاية القرن الحالي وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5، وتتوزع هذه التغيرات بين الزيادة والنقصان، كما هو موضح في الشكل (179.2)، حيث يتوقع أن 93 % من مساحة إقليم الصحراء الكبرى سيتعرض لزيادة في جرياناتها السطحية، بينما 7% من مساحة هذا الإقليم يتوقع حدوث نقصان في جرياناتها السطحية، ويشمل ذلك سواحل الأطلسي.



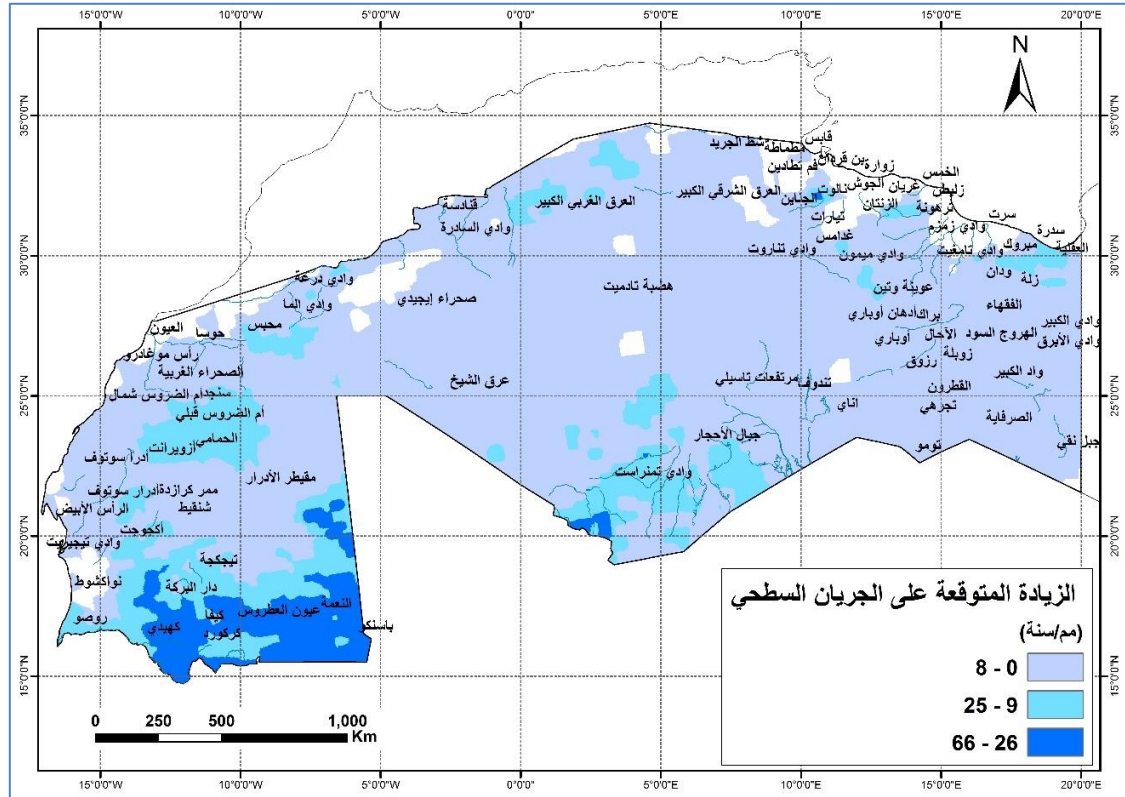
الشكل (179.2) توزيع المناطق المتوقع فيها زيادة ونقصان الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 في نهاية القرن.

بتوزيع الزيادات المتوقعة على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (180.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لزيادة الجريان السطحي (أقل من 8 ملم/السنة) مناطق سدرة والنوفلية ومبروك وزلة وواحة الجفرة وودان وبئر الوشلة ووادي الكبير ووادي شباريم ووادي الأبرق والهروج السود والفقهاء وأم العبيد وواد الكبير والصرفاية وجبل بني غزيمة وواحة فزان وجبل نقي وتجريهي ومدروسة والقطرون وزوبلة والآحال ورزوق وتومو واناي وبرك وأوباري وأدهان أوباري ووادي زمزم ووادي سوق الجبن والقرية الشرقية وعوينة وتين ووادي تناروت وغدامس ونالوت وتندوف والمشهد وتيارات والجنابن وفم تطادين وجبل الطاهر وهضاب مطماطة ومطماطة وقابس وشط الجريد والعرق الشرقي الكبير والعرق الغربي الكبير وهضبة تادميت ومرتفعات تاسيلي وجبال الأحجار وعرق الشيخ وصحراء إيجيدي ووادي درعة والصحراء الغربية وأدرار سوتوف ورأس موغادرو والرأس الأبيض والساقية الحمراء وحوسا وبيرام قرن

وسنجد وممر كرازدة ومقيطر الأدرار وشنقيط وأكجوجت ونهر امشا وبيديدرا وأدرا سوتوف وجبل عنتر ووادي السادرة وقنادسة وحمادة دي درا ووادي الناقة ووادي الما. ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لزيادة الجريان السطحي (بين 9 ملم/السنة و 25 ملم/السنة) مناطق العقالية ورأس لانوف وترهونة ووادي ميمون والدهيبات ووادي تمنراست ومحبس وأم الضروس شمال وأم الضروس قبلي والحمامي وأزويرانت وتيجكجة ودار البركة وروصو.

✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لزيادة الجريان السطحي (بين 26 ملم/السنة و 66 ملم/السنة) مناطق باسنكو والنعمة وعيون العطروس وكيفا وكركور وكهيدي.

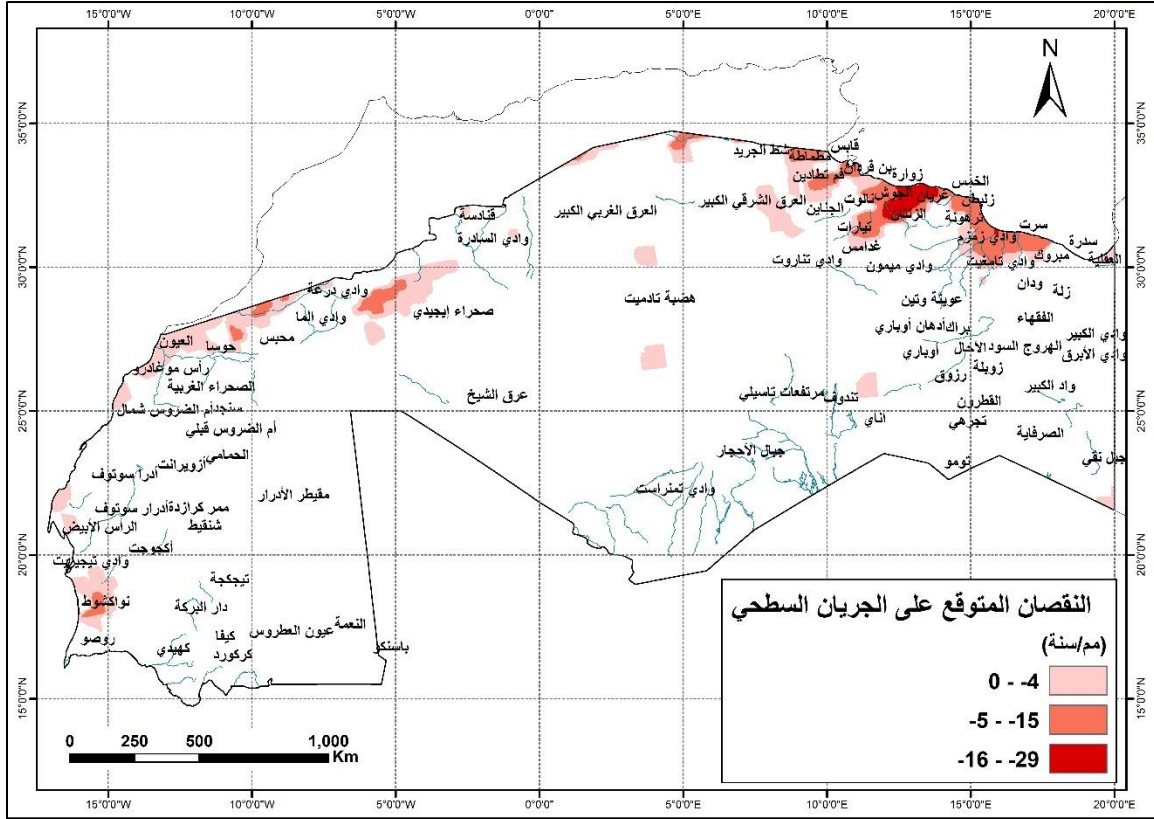


الشكل (180.2) توزيع الزيادة المتوقعة على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

بتوزيع النقصان المتوقع على الجريانات السطحية على ثلاثة مجالات باستخدام توزيع الفواصل الطبيعية لجنكز (Natural breaks)، كما هو موضح في الشكل (181.2) تبين الآتي:

✓ تنتمي إلى المجال المنخفض لنقصان الجريان السطحي (أقل من 4 ملم/السنة) مناطق سيناون والجوش وبن قردان والعيون ووادي تيجيريت ونواكشوط وحمادة توناسين.

- ✓ تنتمي إلى المجال المتوسط لنقصان الجريان السطحي (بين 5 ملم/السنة و15 ملم/السنة) مناطق مرسى العريجة وسرت وسبخة تادوغا ومصراثة وزليطن وسيدي سعيد ووادي تامغيت ووادي بي الكبير وشط الفجاج.
- ✓ تنتمي إلى المجال المرتفع لنقصان الجريان السطحي (بين 16 ملم/السنة و29 ملم/السنة) مناطق الزاوية والعجيلات والزنتان وغريان.



الشكل (181.2) توزيع النقصان المتوقع على الجريان السطحي في إقليم الصحراء الكبرى وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة نهاية القرن.

يبين الجدول (19.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن.

الجدول (19.2) ملخص التغيرات المتوقعة على الجريان السطحي المنطقة العربية وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 خلال فترة منتصف القرن وفترة نهاية القرن

سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5						سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5					
[59+ ، 20-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[44+ ، 20-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)		
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي		
10			90			10			90		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
[20- ، 9-]	[8- ، 3-]	[2- ، 0]	[59+ ، 18+]	[17+ ، 7+]	[6+ ، 0]	[20- ، 8-]	[7- ، 3-]	[2- ، 0]	[44+ ، 15+]	[14+ ، 5+]	[4+ ، 0]
10	23	68	6	20	74	11	24	65	8	17	76
[66+ ، 29-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)			[42+ ، 7-]			المدى الكلي للتغير (ملم/السنة)		
نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي			نقصان الجريان السطحي			زيادة الجريان السطحي		
7			93			1			99		
مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير			مجال قيمة التغير		
المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض	المرتفع	المتوسط	المنخفض
[29- ، 6-]	- ، 5- [15]	[4- ، 0]	[66+ ، 26+]	[25+ ، 9+]	[8+ ، 0]	[7- ، 4-]	[3- ، 2-]	[1- ، 0]	[42+ ، 15+]	[14+ ، 6+]	[5+ ، 0]
4	26	70	6	16	78	65	35	0	9	26	65
			النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)						النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)		

ملخص التغيرات المستقبلية المتوقعة في الجريان السطحي

دلت نتائج النماذج المناخية أن قيم التغير المتوقع في قيم الجريان السطحي تختلف من حيث التزايد أو التناقص حسب الموقع الجغرافي، فتركز المناطق التي سيحصل فيها انخفاض في الجريانات السطحية في شرق البحر الأبيض المتوسط وجبال اليمن وعسير وأعلى نهر النيل وسلسلة جبال الأطلس والجبل الأخضر في ليبيا. بينما تتركز المناطق التي سيحصل فيها تزايد في الجريان السطحي في جنوب موريتانيا وجنوب شرق شبه الجزيرة العربية والقرن الإفريقي (جيبوتي والصومال) وجبال الأحجار في جنوب الجزائر والسفوح الجنوبية لجبال الأطلس. أما بالنسبة لحوضي نهري دجله والفرات فمن المتوقع أن يشهدا تزايداً في الجريان السطحي بالنسبة لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسط RCP4.5 في فترتي منتصف القرن ونهاية القرن، أما بالنسبة للسيناريو المرتفع RCP 8.5، فمن المتوقع أن يتناقص الجريان السطحي في الحوضين المذكورين.

و يلخص الجدول الآتي التغير في الجريان السطحي في الأقاليم الجغرافية المختلفة في المنطقة العربية:

التغيرات المتوقعة في الجريان السطحي (مم/السنة)				المنطقة الجغرافية
وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP 8.5		وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5		
نهاية القرن	منتصف القرن	نهاية القرن	منتصف القرن	
[+526.-347]	[+59.-26]	[+65.-29]	[+38.-37]	إقليم شبه الجزيرة العربية
[+406.-155]	[+32.-61]	[+40.0]	[+50.-23]	إقليم المشرق العربي
[+99.-84]	[+42.-50]	[+34.-57]	[+28.-53]	إقليم شمال شرق إفريقيا
[+76.-3]	[+46.-12]	[+68.-3]	[+45.-7]	إقليم القرن الإفريقي
[+10.-253]	[+97.-143]	[+19.-118]	[+20.-118]	إقليم جبال الأطلس
[+66.-29]	[+59.-20]	[+42.-7]	[+54.0]	إقليم الصحراء الكبرى

الفصل الثاني - المراجع:

Liang, X., Lettenmaier, D. P., Wood, E. F. and Burges, S. J. (1994). A Simple Hydrologically Based Model of Land Surface Water and Energy Fluxes for General Circulation Models. *Journal of Geophysical Research*, 99(D7): p. 14415–14428.

Liang, X., D. P. Lettenmaier, E. F. Wood. (1996). One-dimensional Statistical Dynamic Representation of Subgrid Spatial Variability of Precipitation in the Two-Layer Variable Infiltration Capacity Model, *J. Geophys. Res.*, 101(D16) 21,403–21,422.

النتائج

باتت التغيرات المناخية، وما قد ينجم عنها من آثار سلبية تمثل أمراً واقعاً في المنطقة العربية، التي تعاني أصلاً من سيطرة مناخاتٍ جافة وشبه جافة، تمتاز بدرجات حرارة مرتفعة، ومعدلات هطولات منخفضة، وكميات تبخر كبيرة، وشبكة مجارٍ مائية فقيرة، فيما عدا المياه القادمة من الدول المجاورة.

بينت الدراسة الحالية الجارية على البيانات المناخية المتوافرة (درجة حرارة وهطول مطري) في 22 محطة مناخية موزعة على الأقاليم الجغرافية العربية أن المنطقة العربية شهدت خلال الفترة الماضية تزايداً في درجات الحرارة،راوح معدله بين 0.1 درجة مئوية/العقد في إقليم شمال شرق إفريقيا، و0.5 درجة مئوية/العقد في إقليم المشرق العربي، أي بمتوسط يبلغ 0.3 درجة مئوية/العقد.

أما بالنسبة للهطول المطري، فقد دلّ تحليل البيانات المسجلة حوله في المحطات المناخية المدروسة أن إقليم المشرق العربي والمناطق الغربية من إقليم جبال الأطلس شهدت تناقصاً في معدل الهطول المطري، بينما شهدت المناطق الجنوبية من إقليم الصحراء الكبرى زيادةً في معدلات الهطول المطري وصل في محطة نواكشوط إلى 24.30 ملم/العقد. وبالنسبة لإقليمي شبه الجزيرة العربية، وشمال شرق إفريقيا، فقد شهدت بعض مناطقها زيادة في معدلات الهطول المطري، وشهد بعضها الآخر تناقصاً في معدلات الهطول المطري، وذلك تبعاً للموقع الجغرافي.

دلت نتائج التحليل المتعلق بالتغيرات المستقبلية المتوقعة لدرجات الحرارة في المنطقة العربية أن عموم المنطقة سيشهد زيادةً في درجات الحرارة وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5، وأن هذه الزيادة ستراوح بين 1.48 درجة مئوية في فترة منتصف القرن (2045-2065)، و1.90 درجة مئوية في فترة نهاية القرن (2081-2100)، وستكون هذه الزيادة أكبر وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP8.5، وستراوح بين 2.15 درجة مئوية، و4.03 درجة مئوية خلال فترة نهاية القرن (2081-2100).

كما دلت النتائج على أن إقليم شمال شرق إفريقيا سينال الزيادة الأكبر من درجات الحرارة، فهي ستراوح بين 2.07 و2.63 درجة مئوية لفترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي، وفق سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP4.5، وبين 2.90 و5.46 درجة مئوية لفترتي منتصف ونهاية القرن على التوالي، وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RCP8.5.

أشارت النتائج إلى أن التغير المتوقع في معدلات الهطول المطري الذي ستشهده المنطقة العربية وفق السيناريوهات المفترضة لن يكون باتجاه واحد، بل سيتوزع بين زيادةٍ ونقصانٍ في كل سيناريو.

فوفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5، وخلال فترة منتصف القرن يُتوقع زيادة في معدلات الهطول المطري، تراوح في المجال (1.0-106 مم/السنة)، وستغطي هذه الزيادة نحو 53% من مساحة المنطقة العربية (شمال شرق وجنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وسورية والعراق، والأردن، ولبنان في إقليم المشرق العربي، وإقليم القرن الإفريقي، وإقليم

الصحراء الكبرى)، ويُتوقع وفق السيناريو ذاته، والفترة الزمنية نفسها نقصان في معدلات الهطول المطري، يراوح في المجال (1.0-149 م/السنة)، وسيغطي هذا النقصان 47% من مساحة المنطقة العربية (غرب إقليم شبه الجزيرة العربية، وصحراء الربع الخالي، وجبال عسير، واليمن، وإقليم جبال الأطلس، وشمال غرب ليبيا، وجنوب غرب موريتانيا).

وفي فترة نهاية القرن، ووفق سيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5 ستشهد معدلات الهطول المطري زيادة في بعض المناطق العربية، ونقصاناً في مناطق أخرى، وستراوح الزيادة في المجال (1.0-141 م/السنة)، وستشمل 59% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية (بادية الشام وحوض الحماد من إقليم المشرق العربي، وشمال شرق وجنوب شرق من إقليم القرن الإفريقي وإقليم الصحراء الكبرى)، أما النقصان في معدلات الهطول المطري، فسيراوح في المجال (1.0-164 م/السنة)، وسيغطي 41% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية (صحراء الربع الخالي، وجبال عسير وجبال اليمن والمنطقة الغربية من إقليم شبه الجزيرة العربية، وإقليم شمال شرق إفريقيا، وإقليم جبال الأطلس، وشمال غرب ليبيا، وجنوب غرب موريتانيا).

أما وفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5، وخلال فترة منتصف القرن فَيُتوقع زيادة في معدلات الهطول المطري تراوح في المجال (1.0-106 م/السنة)، وستغطي هذه الزيادة 46% من مساحة المنطقة العربية (شمال شرق وجنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، وإقليم القرن الإفريقي، وإقليم الصحراء الكبرى)، ويُتوقع وفق السيناريو ذاته، والفترة الزمنية نفسها نقصان في معدلات الهطول المطري يراوح في المجال (1.0-177 م/السنة)، وسيغطي هذا النقصان 54% من مساحة المنطقة العربية (جبال عسير وجبال اليمن والمنطقة الغربية من إقليم شبه الجزيرة العربية، وإقليم جبال الأطلس، وشمال غرب ليبيا، وجنوب غرب موريتانيا).

وفي فترة نهاية القرن، ووفق سيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5 ستشهد معدلات الهطول المطري زيادة في بعض أجزاء المنطقة العربية، ونقصاناً في مناطق أخرى، وستراوح الزيادة في المجال (1.0-186 م/السنة)، وستغطي هذه الزيادة 58% من مساحة المنطقة العربية (شمال شرق وجنوب شرق إقليم شبه الجزيرة العربية، والقرن الإفريقي، وجنوب إقليم شمال شرق إفريقيا، وإقليم الصحراء الكبرى)، ويُتوقع وفق السيناريو ذاته، والفترة الزمنية نفسها نقصان في معدلات الهطول المطري يراوح في المجال (1.0-377 م/السنة)، وسيغطي هذا النقصان 42% من مساحة المنطقة العربية (جبال عسير وجبال اليمن والمنطقة الغربية من إقليم شبه الجزيرة العربية، وإقليم جبال الأطلس، وشمال ليبيا، وجنوب غرب موريتانيا، والأجزاء الشمالية من إقليم شمال شرق إفريقيا).

باستخدام النماذج الهيدرولوجية المناسبة دلت النتائج المتعلقة بالتغيرات المتوقعة على قيم الجريانات السطحية في المنطقة العربية الموافقة لسيناريو الانبعاثات الغازية المتوسطة RCP4.5 على أن زيادة متوقعة ستطرأ على معدلات الجريان السطحي خلال فترة منتصف القرن تراوح في المجال (0-50 م/السنة)، وستشغل هذه الزيادة نسبة 78% من المساحة الإجمالية للمنطقة العربية (الأردن ولبنان وسورية والعراق في إقليم المشرق العربي، وشمال شرق إقليم شبه الجزيرة العربية ما عدا جبال اليمن وبعض المناطق الداخلية منه، وإقليم شمال شرق إفريقيا، وإقليم القرن الإفريقي،

وإقليم الصحراء الكبرى)، أما بقية المناطق من الأراضي العربية (22%)، فستشهد نقصاناً في الجريانات السطحية يراوح في المجال (0-118 م/السنة).

وفي فترة نهاية القرن سيشهد 81% من مساحة المنطقة العربية وفق السيناريو السابق زيادة في معدلات الجريان السطحي تراوح في المجال (0-68 م/السنة)، وسيشمل ذلك معظم إقليمي المشرق العربي، وشبه الجزيرة العربية، وشمال إقليم شمال شرق إفريقيا، وإقليم القرن الإفريقي، وإقليم الصحراء الكبرى. من جهةٍ أخرى ستعرض المساحة الباقية (19%) من الأراضي العربية لنقصانٍ في المعدلات السنوية للجريان السطحي يراوح في المجال (0-118 م/السنة).

أما فيما يتعلق بالتوقعات حول التغير المتوقع في معدلات الجريان السطحي وفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RPC8.5، فقد دلّت النتائج على أن 75% من مساحة المنطقة العربية سيشهد زيادة في هذه المعدلات ضمن المجال (0-59 م/السنة)، وسيشمل ذلك المناطق الداخلية من إقليم المشرق العربي، ومعظم مساحة شبه الجزيرة العربية، وجنوب إقليم شمال شرق إفريقيا، والقرن الإفريقي، وإقليم الصحراء الكبرى. أما المساحة المتبقية (25%)، فستشهد وفق السيناريو ذاته، والفترة الزمنية نفسها نقصاناً في معدلات الجريان السطحي، وسيراوح هذا النقصان في المجال (0-143 م/السنة)، وسيشمل سواحل الخليج العربي، وصحراء الربع الخالي، وغرب إقليم شمال شرق إفريقيا، وشمال غرب الصحراء الكبرى، وإقليم جبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا.

وبالنسبة لفترة نهاية القرن، ووفق سيناريو الانبعاثات الغازية المرتفعة RPC8.5، فستطراً زيادة على معدلات الجريان السطحي، تراوح في المجال (0-99 م/السنة)، وتشمل المناطق الداخلية من إقليم المشرق العربي، والمساحات الداخلية والغربية من إقليم شمال شرق إفريقيا، ومعظم إقليم الصحراء الكبرى، وكذلك جنوب شرق الجزيرة العربية، والأجزاء الجنوبية من إقليم القرن الإفريقي، وجنوب شرق الجزائر، وجنوب موريتانيا.

من جهةٍ أخرى سيطراً نقصان على معدلات الجريان السطحي يراوح في المجال (0-253 م/السنة)، وسيشمل هذا النقصان سواحل الخليج العربي والبحر الأحمر، وشمال غرب الصحراء الكبرى، وإقليم جبال الأطلس، وأقصى جنوب غرب موريتانيا، وشمال غرب إقليم شمال شرق إفريقيا.