



الجمعية الجغرافية المصرية

**الاتجاهات طويلة الأمد لتطرفات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية
خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م (دراسة مناخية)**

د. محمد محمد عبد العال إبراهيم

مدرس الجغرافيا الطبيعية بقسم الدراسات الاجتماعية
كلية التربية - جامعة المنصورة

سلسلة بحوث جغرافية

العدد المائة وإحدى عشر - ٢٠١٨

لا يسمح إطلاقاً بترجمة هذا الكتاب الى أية لغة أخرى، أو بإعادة إنتاج أو طبع أو نقل أو تخزين أى جزء منه، على أية أنظمة استرجاع بأى شكل أو بأى وسيلة، سواء اليكترونية أو ميكانيكية أو مغناطيسية أو غيرها من الوسائل، قبل الحصول على موافقة خطية مسبقة من الجمعية الجغرافية المصرية.

Copyright © 2018, Printed by Al-Resala Press, Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

قواعد النشر

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصلية التى يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمى الذى تتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه "السلسلة" على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التى تهتم بطرح رؤى جديدة فى مناهج البحث الجغرافى وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية فى مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التى تعد أقدم الجمعيات الجغرافية فى العالم العربى، كما تعد زائدة فى إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصلية.

وقد تتضمن بحوث هذه "السلسلة" ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراة المجازة فى الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط فى البحوث التى تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر فى هذه السلسلة البحوث التى تنسم بالأصالة وتسهم فى تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع البحوث المكتوبة بلغة أجنبية ملخص باللغة العربية.
- لا يزيد البحث عن ١٥٠ صفحة، ويجوز لمجلس الإدارة استثناء البحوث الممتازة من هذا الشرط.
- يشترط ألا يكون العمل المقدم قد سبق نشره أو قدم للنشر فى أية جهة أخرى.
- يقدم البحث فى صورته الأخيرة المقبولة للنشر من ثلاث نسخ مرفقاً به اسطوانة ليزر (CD) مستخدماً إحدى برمجيات معالجة النصوص مع نظام ويندوز المتوافق مع IBM، على أن تكون الكتابة بينط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة فى صورة JPEG أو Tiff و Resolution ٢٠٠ فأكثر.
- يفضل أن تقدم الخرائط والأشكال البيانية بالألوان بحيث لا تتجاوز مساحتها (١٢ سم عرض × ١٨ سم طول)، وإن تعذر ذلك تقدم بالأبيض والأسود وفق القواعد الكارتوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث فى ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة فى مجال التخصص، وفى حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.
- البحوث التى تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.
- تحتفظ الجمعية بحقوق النشر كاملة.
- يسلم للباحث ٥٠ نسخة من بحثه بعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسد ثمنها طبقاً لسعر البيع الذى تحدده الجمعية.



فهرس المحتويات

صفحة	الموضوع
١١	الملخص
١١	أولاً : المقدمة.
١٤	ثانياً : تحديد منطقة الدراسة.
١٦	ثالثاً : بيانات الدراسة.
١٨	رابعاً : مناهج الدراسة وأساليبها.
٢١	خامساً : النتائج والمناقشات.
٢١	(١) التباين المكاني لمعدلات التطرف الحراري اليومية في الدلتا المصرية.
٢٦	(٢) اتجاهات التغير طويلة الأمد لمؤشرات التطرف الحراري اليومية وتقييمها في الدلتا المصرية.
٥٥	(٣) العلاقة الارتباطية بين مؤشرات التطرف الحراري وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة.
٦٧	سادساً : الخاتمة.
٦٧	- خلاصة النتائج.
٧٠	- توصيات الدراسة.
٧٢	المصادر والمراجع.

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	مؤشرات التطرف الحراري اليومية المستخدمة في الدراسة.	٢٠
٢	معدلات مؤشرات التطرف الحراري اليومية، الشهرية، والفصلية، وقيم تشتتها للدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٢
٣	معدلات الاتجاه لمؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية.	٢٧

فهرس الخرائط والأشكال

م	عنوان الخريطة أو الشكل	صفحة
١	منطقة الدراسة وحدودها بالنسبة لمصر، والنقاط الشبكية المستخدمة في الدراسة.	١٥
٢	نسب الدلالة المعنوية لاتجاه التغير السنوي لمؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٨
٣	نسب الدلالة المعنوية لاتجاهات التغير الشهرية في بعض مؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٩
٤	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أدفء ليلة في الدلتا المصرية للفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٠
٥	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أبرد ليلة في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣١
٦	خط الاتجاه لبعض مؤشرات التطرف الحراري اليومي ذات الدلالة المعنوية الواضحة في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٢
٧	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أحر يوم في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٤
٨	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أبرد يوم في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٦
٩	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر المدى الحراري اليومي في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٧
١٠	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الليالي الباردة في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٣٨
١١	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الليالي الدافئة في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٤٠
١٢	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الباردة في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٤١

٤٢	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الدافئة في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٣
٤٣	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أمد فترة البرودة في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٤
٤٥	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أمد فترة الدفء في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٥
٤٦	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الصيفية في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٦
٤٧	اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الليالي المدارية في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٧
٥٦	معاملات ارتباط بيرسون بين مؤشرات التطرف الحراري اليومية وأنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٨
٥٧	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أدفء ليلة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	١٩
٥٨	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أحر يوم وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٠
٥٩	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أبرد ليلة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢١
٦٠	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر المدى الحراري اليومي وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٢
٦١	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الليالي الباردة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٣
٦١	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الليالي الدافئة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٤
٦٢	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الباردة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٢٥

٢٦	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الدافئة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٦٢
٢٧	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر أمد فترة الدفء وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٦٣
٢٨	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر أمد فترة البرودة وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٦٤
٢٩	الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الصيفية وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.	٦٥



الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى تقييم الاتجاهات الزمانية والمكانية لتطرفات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية وعلاقتها الارتباطية ببعض أنماط الدورات الهوائية العامة العالمية والإقليمية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م، وذلك اعتماداً على سلسلة بيانات يومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى من قاعدة برينستون الشبكية المناخية طويلة الأمد ذات الدقة المكانية (ربع درجة عرضية وطولية)، وباستخدام (١٣) مؤشراً لقياس التطرفات الحرارية اليومية وتحديدها، وقد بينت نتائج الدراسة وجود اتجاهات عامة نحو الاحترار في الدلتا المصرية؛ نتيجة وجود اتجاهات عامة واضحة نحو الزيادة ذي دلالة معنوية واضحة عند مستوى (٠,٠٥) لمؤشرات التطرف الحراري الدافئة لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى، خاصة خلال فصلي الصيف والربيع، وخاصة في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة، وهي مؤشرات: أدفء ليلة، مؤشر أحر يوم، مؤشر الليالي الدافئة، مؤشر الأيام الدافئة، مؤشر أمد فترة الدفء، ومؤشر الليالي المدارية، في حين لوحظ اتجاهات نحو النقصان دون دلالة معنوية لمؤشرات التطرف الحراري الباردة لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، وهي مؤشرات: أبرد يوم، مؤشر الليالي الباردة ومؤشر أمد فترة البرودة، كذلك بينت الدراسة وجود نقصاناً واضحاً ذا دلالة معنوية للمدى الحراري اليومي خلال كل الفصول. كما بينت نتائج الدراسة أن نمط تذبذب شمال الأطلسي أو الناو (وجهه السالب) هو أكثر أنماط الدورات الهوائية العامة تأثيراً على معظم مؤشرات التطرف الحراري - خاصة الدافئة في الدلتا المصرية خلال أغلب فصول السنة؛ بذلك تتضح أهمية نتائج هذه الدراسة، والتي من شأنها أن يكون لها انعكاسات على قطاعات عديدة، ومنها: الموارد المائية، وإنتاجية المحاصيل، والزراعة المحمية، والسياحة، والصحة البشرية، واستهلاك الطاقة.

الكلمات المفتاحية: درجات الحرارة العظمى اليومية، درجات الحرارة الصغرى اليومية، قاعدة برينستون، مؤشرات التطرف، الدورات الهوائية العامة، الاحترار.

أولاً - المقدمة :

ركزت غالبية الدراسات المهمة بتغير المناخ خلال العقود الحديثة الماضية على التحقق من تغير متوسطات أو معدلات عناصر المناخ خاصة للحرارة والمطر، واتجاهات ذلك التغير وأسبابه، وساعد على ذلك توافر بيانات ذات سجلات طويلة الأمد على

المستوى الشهري والفصلي والسنوي وعلى مستوى مكاني واسع تقريبًا، خاصة بعد تجاوب معظم دول العالم مع مبادرة النظام العالمي لمراقبة لمناخ (The Global Climate Observing System, GCOS)؛ لتحسين وتوفير البيانات المناخية الشهرية كمًا ونوعًا، في حين أنه قد لوحظ قلة الدراسات المهمة بتغيرات أحداث التطرف المناخي المختلفة بسبب عدم توافر سلاسل بيانات طويلة الأمد مكتملة، وذات جودة على المستوى اليومي للمجتمعات البحثية المحلية والدولية لمناطق واسعة من العالم، علمًا بأن أحداث التطرف المناخي اليومية لها التأثير الأكبر والمباشر على الحياة بكافة جوانبها خاصة الاقتصادية والاجتماعية؛ لذا يُعد التركيز فقط على دراسة تغيرات المتوسطات أو المعدلات للعناصر المناخية مؤشرًا عامًا على تغير الظروف المناخية خلال مدى زمني طويل (Peterson and Vose, 1997; Jones and Moberg, 2003; Hurrell and Mann, 2003; Alexander, et al., 2006).

ونظرًا للتأثيرات البيئية المختلفة في مناطق واسعة من العالم والناجمة من أحداث التطرف المناخي اليومية، خاصة مع تغير حدثها وتكرارها وكثافتها وفترة حدوثها خلال العقود الأخيرة الحديثة، وكذلك بهدف تحديد ما هو الحدث المتطرف؟ ولتوحيد معايير قياسه على مستوى العالم بشكل تقريبي؛ لذا كان الاشتراك بين لجنة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لعلم المناخ (CCI)، والبرنامج العالمي للبحوث المناخية (WCRP)، ومشروع التغيرات المناخية وإمكانية التنبؤ بها (CLIVAR)، وفريق الخبراء المعني بالكشف عن التغير المناخي ومراقبته ومؤشراته (ETCCDMI)، وذلك للاهتمام بقضية التطرف المناخي اليومي ومراقبته، وجاءت أهم نتائج هذا التعاون العلمي في تحديد مجموعة من المؤشرات وعددها (٢٧) مؤشرًا تناسب أغلب الظروف المناخية للحرارة والأمطار على سطح الأرض، وقد تم استخراجها من بيانات يومية للحرارة والمطر يمكن تطبيقها، واستخراج قيم تلك المؤشرات عند توافر البيانات اليومية للحرارة والمطر، وباستخدام برامج مخصصة مثل: RCLimDex أو FCLimDex (Peterson and Nicholls, 1995; Karl et al., 1999; Peterson, 2005; Coauthors, 2001)، ويمكن الرجوع إلى تلك المؤشرات والبرامج على الموقع الإلكتروني الآتي: <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>.

أكدت أغلب الدراسات واتفقت حول حدوث تغير مناخي خلال القرن العشرين، حيث لوحظ ارتفاع متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية بمقدار ٠,٦ درجة مئوية، تركزت هذه الزيادة خلال فترتين: الأولى ١٩١٠ - ١٩٤٥ وبمعدل زيادة بلغ ٠,١٤ درجة مئوية لكل عقد سنوي، والثانية ١٩٧٦ - ٢٠٠٠ وبمعدل زيادة أعلى بلغ ٠,١٧ درجة مئوية لكل

عقد سنوي، وما بينهما فترة نقصان في درجة الحرارة خلال ١٩٤٦-١٩٧٥، ويُعتقد أن أهم أسباب هذه الزيادة هي النشاطات البشرية المختلفة، ومن المتوقع أن تستمر تلك الزيادة لترتفع بين ١: ٣,٥ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠ ميلادية، وقد جاءت تلك الزيادة نتيجة حدوث تغير في تكرار أحداث الطقس والمناخ المتطرفة اليومية وكثافتها، فقد زادت درجة الحرارة الصغرى بمقدار ٠,٢ درجة مئوية لكل عقد سنوي، وهي ضعف مقدار زيادة درجة الحرارة العظمى فوق نطاق واسع من اليابس العالمي خلال الفترة ١٩٥٠-١٩٩٣، وهو نصف معدل الزيادة فوق المحيطات، وقد أدى ذلك إلى نقصان سريع وملحوظ للمدى الحراري في نطاق واسع من اليابس العالمي (Karl, et al., 1997; Easterling, et al., 2000; Foland, et al., 2001).

وقد اهتمت العديد من الدراسات بتغيرات التطرف المناخي اليومي على المستوى العالمي ومنها: دراسة Easterling, et al., 1997; Easterling, et al., 2000; Frich, et al., 2002; Kiktev et al., 2003; Alexander, et al., 2006; Donat and Coauthors, 2013 ودراسات على المستوى الإقليمي والقارات ومنها دراسة: Peterson, et al., 2002; Yan et al., 2002; Klein Tank and Können, 2003; Vincent et al., 2005; Aguilar et al., 2005; Kostopoulou and Jones, 2005; Xuebin Zhang and Coauthors, 2005; Klein Tank and Coauthors, 2006; Hertig et al., 2010; Donat and Coauthors, 2013، ودراسات على المستوى المحلي لدول مجاورة وفي نطاقات عرضية مختلفة ومنها: Wibig and Glowicki, 2002; Zhai and Pan, 2003; Rusticucci and Renom, 2008; Ageena, et al., 2013; Acar Deniz and Gönençgil, 2015; Gönençgil and Deniz, 2016; Filahi, et al., 2016.

كما اتجهت عديد من أبحاث التغير المناخي حديثاً إلى الاعتماد على قواعد بيانات شبكية Gridded Database متباينة مكانياً وزمانياً للعالم، وذلك في دراسة اتجاهات التغير المناخي خاصة للحرارة والمطر وتطرفاتهما؛ بسبب دقتها المكانية العالية وبياناتها طويلة الأمد، وكذلك إمكانية استخدامها في إنشاء النماذج المناخية والبيئية ومعايرتها والتحقق من صحتها ودقتها، وكذلك استخدامها في الدراسات المناخية التطبيقية في حيز مكاني محدود (Srivastava, et al., 2009; Caesar and Alexander, 2006; Efthymiadis, et al., 2011; Donat, et al., 2013). وقد تعددت الدراسات التي اهتمت بإنشاء قواعد بيانات شبكية مناخية خاصة للحرارة، ولمقارنة نتائج التغير المناخي بين قواعد البيانات الشبكية وبيانات المحطات الرصدية Raw Station Data ومنها دراسة: Kiktev, et al., 2003; Caesar

and Alexander, 2006; Kiktev 2007; Srivastava, et al., 2009; Alexander and Arblaster, 2009; Chaney, et al., 2014; Onyutha, 2016.

أما على مستوى مصر ومنطقة الدراسة فقد ركزت أغلب الدراسات المناخية على تغيرات درجات الحرارة الفصلية والسنوية دون التطرق إلى دراسة اتجاهات التطرفات اليومية لدرجات الحرارة اليومية العظمى والصغرى باستخدام مؤشرات التطرف المحددة دولياً (٢٧ مؤشراً)، وعلاقة تلك التطرفات بالدورات الهوائية العامة، كما اعتمدت تلك الدراسات على بيانات رصدية لمحطات مناخية أقل عدداً وتوزيعاً في مصر ولفترات زمنية أقصر، ولأجزاء من منطقة الدراسة، وذلك بالمقارنة بالبيانات الشبكية المستخدمة في الدراسة الحالية، طويلة الأمد والأكثر انتشاراً في الدلتا المصرية، ومن تلك الدراسات: دراسة أبو راضي، ١٩٧٢؛ يوسف، ١٩٨٢؛ طلبة، ١٩٩٤؛ حسان، ٢٠٠٩؛ Hasanean, 2004; Demroes and El-Tantawi, 2005; Hasanean and Abdel basset, 2006; Kenawy, et al., 2010; Said et al., 2012; Hussein and Mohamed, 2014, 2016; Gamal, 2017.

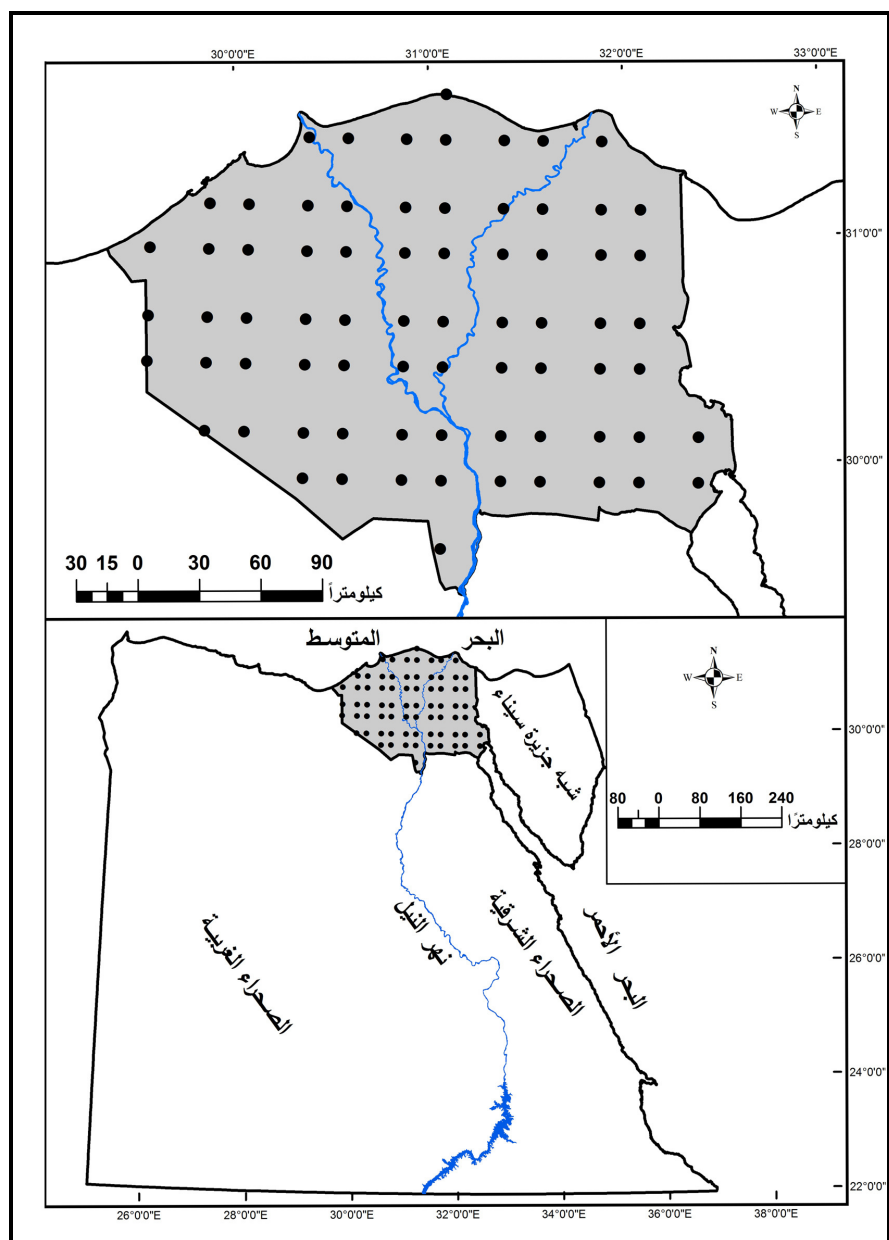
لذلك فقد هدفت هذه الدراسة إلى :

- تقييم اتجاهات التغير للتطرفات الحرارية اليومية في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م على المستوى الزماني والمكاني.
- التحقق من دقة إحدى أهم قواعد البيانات المناخية الشبكية العالمية والإقليمية طويلة الأمد وكفاءة وهي: برينستون Princeton، وذلك من خلال مقارنة نتائجها في الدراسة الحالية بغيرها من نتائج الدراسات الأخرى العالمية والإقليمية والمحلية.
- تقييم العلاقة عن بعد Teleconnections بين أهم أنماط الدورات الهوائية العامة والتطرفات الحرارية اليومية في الدلتا المصرية.

ثانياً - تحديد منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة أقصى شمال مصر، بين دائرتي عرض ٢٩ و ٣٢ شمالاً، وبين خطي طول ٢٩ و ٣٢ شرقاً، متمثلة في الدلتا المصرية الفيضية وهوامشها الصحراوية بما فيها معظم مساحات محافظات القناة، يحدّها من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب الحد الإداري الجنوبي لمحافظة القاهرة وطريق القطامية العين السخنة والحد الإداري الجنوبي لمحافظة الجيزة، كما يحدّها من الشرق والجنوب الشرقي قناة السويس وخليج

السويس، ومن الغرب والجنوب الغربي الحد الإداري الغربي والجنوب الغربي لمحافظة الإسكندرية والبحيرة والجيزة، كما يتضح من الشكل رقم (١).



شكل (١) : منطقة الدراسة وحدودها بالنسبة لمصر، والنقاط الشبكية المستخدمة في الدراسة.

تشغل منطقة الدراسة مساحة تقريبية تقدر بـ ٤٨٠٧٧ كم مربع^(١)؛ تمثل حوالي ٤,٨٪ من إجمالي مساحة مصر، ضمت تلك المساحة (١٤) محافظة إدارية وهي: القاهرة، الدقهلية، الشرقية، القليوبية، المنوفية، دمياط، بورسعيد، السويس، الإسماعيلية، كفر الشيخ، طنطا، البحيرة، الإسكندرية والجيزة، وبالرغم من ضيق مساحة منطقة الدراسة ونسبتها مقارنة بمصر؛ إلا إنها موطن النقل البشري؛ حيث يتركز فيها ٦٩٪^(٢) من إجمالي السكان في مصر، طبقاً لإحصاء سبتمبر ٢٠١٧، وذلك بعدد سكان بلغ (٦٥,٧٣٢,٤١٠) نسمة تقريباً، كذلك تستحوذ منطقة الدراسة على ٦٥٪ و ٦٢٪ من إجمالي مساحة الحيازات للأراضي الزراعية وأعدادها على التوالي، وذلك من إجمالي مساحة وأعداد الحيازات الزراعية في مصر والبالغة (٩,٧٣٠,٧٨٦) فدانا، (٤,٤٣٩,٥٣٢) حيازة على التوالي، كما تستحوذ منطقة الدراسة أيضاً على مقدار (٢٤,٢٠٥,١٤٠) متراً مكعباً للمياه، بنسبة ٦٤٪ من إجمالي كمية المياه المستخدمة لري المحاصيل العروات الثلاثة والفاكهة في مصر، والمقدرة بـ (٣٧,٧٩٤,٤٥٤) متراً مكعباً عام ٢٠١٠، كما يتركز فيها ٨٧٪ من أعداد المباني السكنية وغيرها في مصر عام ٢٠١٧، أيضاً يتركز فيها ٦٠٪ من إجمالي عدد القرى والبالغ عددها في مصر ٤٧٤٠ قرية، وتستحوذ كذلك على ٥٣٪ و ٥٥٪ من إجمالي عدد المدن ومدن المجتمعات العمرانية الجديدة والبالغ عددها في مصر ٢٢٦ و ٢٧ مدينة وتجمعاً عمرانياً جديداً على التوالي، كما تستحوذ على ٥٧٪ من إجمالي الطرق المرصوفة على مستوى الجمهورية بطول بلغ (١٠٠,٣٥٧) كم، من إجمالي (١٧٤,٦٢٣) كم في مصر عام ٢٠١٦م، كذلك تستحوذ على أكثر من ٧٣٪ من إجمالي الطرق الترابية في مصر.

ثالثاً - بيانات الدراسة :

اعتمد خلال الدراسة على سلاسل البيانات الشبكية اليومية Gridded Daily Series لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م، والموجود على الموقع الإلكتروني التالي لجامعة برينستون Princeton Global Forcings (المجموعة البحثية لعلوم الهيدرولوجية الأرضية) <http://hydrology.princeton.edu/data/pgf>

(١) تم تحديد مساحة منطقة الدراسة باستخدام برنامج ArcGIS.

(٢) البيانات والأرقام الواردة مصدرها: الكتاب الإحصائي السنوي - الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، القاهرة، ٢٠١٧.

وتتمتاز تلك البيانات بتباين دقتها المكانية والزمانية، وقد اعتمد على قاعدة بيانات ذات الدقة المكانية (ربع درجة عرضية وطولية)، وبذلك مثلت منطقة الدراسة بعدد (٧١) نقطة شبكية كما يوضح الشكل رقم (١)، وتمثل كل منها بيانات متوسط Grid لمنطقة مساحتها ٢٥ كم مربع، ولكل نقطة سلسلة بيانات يومية طويلة الأمد خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، وتوجد تلك البيانات في شكل ملفات بصيغة (NetCDF) للعالم، تم عمل قصص Cut لبيانات منطقة الدراسة وخريطتها الموضحة أعلاه، وتحويلها إلى ملفات بصيغة TxT حتى يسهل التعامل معها، وتعد تلك البيانات من نوع Observational-Reanalysis Hybrid، أي نتاج من خليط لبيانات رصدية وبيانات معاد تحليلها.

أما بالنسبة لمؤشرات أنماط التأثير عن بعد في الغلاف الجوي Atmospheric Teleconnections Indices والخاصة بالدورات الهوائية العامة والإقليمية فقد اعتمد على أهم خمسة أنماط منها، وهي: نمط الذبذبة الجنوبية (The Southern Oscillation (SOI) ذو الصلة بظاهرة النينو (El Niño-Southern Oscillation (ENSO)، والذبذبة الجنوبية هي قياس للفرق في قيم الضغط الجوي السطحي بين محطتين أحدهما في داروين في أستراليا (جنوب أندونيسيا) والأخرى في تاهيتي شرق وسط المحيط الهادي الاستوائي، وتشير قيم الذبذبة السالبة إلى النينو، والموجبة إلى النينا (الوجه الآخر للنينو)، ونمط ذبذبة شمال الأطلسي (The North Atlantic Oscillation (NAO) الذي يعد من أكثر الأنماط تأثيراً على الظروف المناخية وتغيراتها في منطقة حوض البحر المتوسط وأوروبا، ويحدد من خلال قياس الفرق في الضغط الجوي بين محطة في جزر الأزور (المرتفع الأزوري) في شمال المحيط الأطلسي ومحطة في جزيرة أيسلندا (المنخفض الأيسلندي) أقصى شمال المحيط الأطلسي، ونمط تذبذب شرق الأطلسي - غرب روسيا - The East Atlantic Western Russian Oscillation (EA/WR)، والذي يعد أحد أهم الأنماط المؤثرة على أوراسيا على مدار العام ويقاس بالفرق أو الشذوذ بين قيم الضغط الجوي عند مستوى ٧٠٠ هيكوباسكال في منطقتين هما: بحر قزوين، وغرب أوروبا.

ونمط تذبذب البحر المتوسط (القاهرة - الجزائر) Mediterranean Oscillation Index, MOI ويعرف بأرجوحة تذبذب البحر المتوسط، وهو عبارة عن نظامين معاكسين للضغط الجوي، على ارتفاع جهدي Geopotential Heights ٥٠٠ هيكوباسكال، يتم مراقبتهما، أحدهما في شرق حوض البحر المتوسط فوق القاهرة والآخر في غرب حوض البحر المتوسط فوق الجزائر، وحينما يزداد الضغط الجوي في الغرب ينخفض في الشرق

والعكس صحيح، ونمط تذبذب غرب البحر المتوسط The Western Mediterranean Oscillation Index (WeMOI)، وهو أحد الأنماط الإقليمية للاتصال عند بعد في منطقة البحر المتوسط، ويقاس من خلال الفرق في قيم الضغط الجوي لمنطقتين، هما: بادو أو بادوفا في شمال إيطاليا (حيث تأثير المرتفعات الجوية لوسط أوروبا)، وسان فرناندو جنوب غرب أسبانيا (حيث تأثير المرتفع الجوي الأزوري)، وقد تم الحصول على البيانات المعيارية لأنماط التذبذب من المواقع الالكترونية الآتية:

http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/tele_index.nh (NAO-EAWR)
<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtml.shtml> (SOI).
<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/moi/> (MOI-Cairo Algiers).
<http://www.ub.edu/gc/en/2016/06/08/wemo/> (WEMOI).

رابعاً - مناهج الدراسة وأساليبها :

اعتمد خلال الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في وصف اتجاهات التطرف الحراري اليومية وتحديداتها في منطقة الدراسة، بدءاً من تحديد البيانات الكمية المناخية المرتبطة بموضوع الدراسة واستخلاصها وتجميعها وتبويبها، ثم إخضاعها للتحليلات الإحصائية المختلفة، مراعاة للدقة والموضوعية لتلافي حدوث أي أخطاء؛ بهدف الوصول إلى نتائج واقعية حقيقية؛ وذلك بهدف التعرف على اتجاهات التطرف الحراري في منطقة الدراسة، وأنماط تلك الاتجاهات مكانياً، ومحاولة التحقق من تلك الاتجاهات وتفسيرها في ضوء الدراسات السابقة على المستوى المحلي والإقليمي والعالمي، وكذلك توضيح العلاقة بينها وبين تغيرات أهم أنماط الدورات الهوائية العامة (أبو راضي، ٢٠٠٠؛ خير، ٢٠٠٠). وقد اعتمد على عدد من الأساليب: حيث تم تحديد مقدار الاتجاه لمؤشرات التطرف الحراري اليومية باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (Ordinary - Least Square Method) اعتماداً على عملية Slopes باستخدام برنامج Excel، وتم حسابها لكل عقد سنوي (١٠ سنوات) على المستوى السنوي والشهري والفصلي: الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير)، الربيع (مارس - أبريل - مايو)، الصيف (يونيو - يوليو - أغسطس)، الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر)، أما بالنسبة لتحديد الدلالة المعنوية للاتجاه فقد اعتمد على معامل The Spearman's (Rho) باستخدام برنامج SPSS، وقد تم تقييم الدلالة المعنوية للاتجاه باختبار ذي اتجاهين (Two Tailed Test)، وعند مستويين دلالة للمعنوية Level of Significance ٠,٠٥ (%٩٥)، ٠,٠١ (%٩٩).

ويُعد اختبار (The Spearman's (Rho من أكثر الاختبارات اللابارامترية المستخدمة في تقييم الدلالة المعنوية للاتجاهات لسلاسل البيانات المناخية- الهيدرولوجية The Hydro-Climatological Time Series، وكذلك اختبار Mann-Kendall، حيث تتفق نتائجهما في تحديد دلالة الاتجاه، وهي اختبارات لا تشترط التوزيع الطبيعي الاعتدالي لسلاسل البيانات، وأقل تأثراً بوجود القيم الشاذة أو خوارج النطاق Outliers في السلسلة، وأي أشكال أخرى من عدم الاعتدال (Lanzante, 1996; Kundzewicz et al., 2000; Yue et al., 2002; Kundzewicz and Radziejewski, 2006; El Kenawy et al., 2009; Dashkhuu et al., 2015; Gumus et al., 2017).

كذلك اعتمد خلال الدراسة على معامل الارتباط بيرسون Person Correlation؛ لتقييم علاقة الارتباط بين مؤشرات التطرف الحراري اليومية وأهم أنماط الدورات الهوائية العامة العالمية والإقليمية، حيث تم تحويل بيانات مؤشرات التطرف الحراري إلى درجات معيارية؛ لتتناسب مع تحليل ارتباط بيرسون عند مستويين للمعنوية ٠,٠٥ (٩٥٪)، ٠,٠١ (٩٩٪)، كما تم عزل الاتجاه العام الخطي Liner Trend أو استبعاد أثر الزمن فيما يعرف بـ Detrending من سلاسل بيانات مؤشرات التطرف الحراري اليومية ومؤشرات أنماط الدورات الهوائية العامة Atmospheric Circulation؛ بهدف تثبيت الاستقرار الإحصائية لسلاسل البيانات الزمنية طويلة الأمد خاصة لوسطها الحسابي والتباين، ضمن أساليب اختبار الاستقرار الإحصائية للسلاسل الزمنية Testing Stationarity of Time Series والمستخدم في الدراسات المناخية والهيدرولوجية (المحمدي، ٢٠١١، Orun and Kocak, 2009; Renom, 2011; Elkenawy et al., 2012; Donat, 2013).

كما اعتمد على مؤشري قياس التشتت المطلق والنسبي للبيانات، وهما: الانحراف المعياري، ومعامل الاختلاف؛ لتبيان مدى تباعد معدلات مؤشرات التطرف أو تقاربها عن بعضها البعض أو وسطها الحسابي في منطقة الدراسة، ومقارنة مقدار التشتت بين كل مؤشرات التطرف على المستوى المكاني، أما بالنسبة لمؤشرات التطرف المطري فقد اعتمد على عدد (١٣) مؤشراً؛ لتوضيح التطرف الحراري اليومي واتجاهاته في منطقة الدراسة، كما يوضح الجدول رقم (١)، وهي مؤشرات اختيرت من عدد أكبر من مؤشرات أخرى لمراقبة أحداث التطرفات اليومية للحرارة والمطر بلغ عددها (٢٧ مؤشراً)، تم استبعاد بعضها لعدم تناسبها مع الظروف المناخية وبيانات منطقة الدراسة، وحُسبت قيم مؤشرات التطرف من البيانات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج Excel، ويمكن مراجعة تلك المؤشرات وتوضيحاتها من خلال الموقع الإلكتروني الآتي : http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

جدول (١) : مؤشرات التطرف الحراري اليومية المستخدمة في الدراسة.

الوحدة	تعريف المؤشر	المؤشر	م
درجة مئوية	أعلى درجات الحرارة الصغرى اليومية (أدفء ليلة - Warmest night)	TNx	1
درجة مئوية	أقل درجات الحرارة الصغرى اليومية (أبرد ليلة - Coldest night)	TNn	2
درجة مئوية	أعلى درجات الحرارة العظمى اليومية (أحر يوم - Hottest day)	TXx	3
درجة مئوية	أقل درجات الحرارة العظمى اليومية (أبرد يوم - Coldest day)	TXn	4
درجة مئوية	المدى الحراري اليومي (الفرق بين درجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية)	DTR	5
% من الأيام	الليالي الباردة (عدد أيام الحرارة الصغرى الأقل من المئتين ١٠ لسلسلة البيانات)	TN10p	6
% من الأيام	الليالي الدافئة (عدد أيام الحرارة الصغرى الأكثر من المئتين ٩٠ لسلسلة البيانات)	TN90p	7
% من الأيام	الأيام الباردة (عدد أيام الحرارة العظمى الأقل من المئتين ١٠ لسلسلة البيانات)	TX10p	8
% من الأيام	الأيام الدافئة (عدد أيام الحرارة العظمى الأكثر من المئتين ٩٠ لسلسلة البيانات)	TX90p	9
فترة (يوم)	مؤشر أمد فترة البرودة (عدد الأيام المتتالية وعددها ٦ أيام تكون فيها درجة الحرارة الصغرى أقل من المئتين ١٠ لسلسلة البيانات)	CSDI	10
فترة (يوم)	مؤشر أمد فترة الدفء (عدد الأيام المتتالية وعددها ٦ أيام تكون فيها درجة الحرارة العظمى أكثر من المئتين ٩٠ لسلسلة البيانات)	WSDI	11
يوم	الأيام الصيفية (عدد الأيام ذات الحرارة العظمى الأكبر من ٢٥ درجة مئوية)	SU	12
يوم	الليالي المدارية (عدد الأيام ذات الحرارة الصغرى الأكبر من ٢٠ درجة مئوية)	TR	13

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على الموقع الإلكتروني الآتي: http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

كما اعتمد على الأسلوب الإحصائي في التعامل مع البيانات الأولية Row Data المناخية لمتوسطات درجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية والمقدرة بعدد بلغ (١,٣٢١,٦٦٥) قيمة حرارية لمنطقة الدراسة، كذلك استُخدمت أساليب العرض الجدولي للبيانات نتائج التحليلات الإحصائية لمؤشرات التطرف الحراري اليومية في منطقة الدراسة، وكذلك أسلوب الرسم البياني (الخطي والأعمدة)، والكارتوجرافي الكمي وغير الكمي بطريقتي التوزيع النسبي والنقطي؛ وذلك لتمثيل نتائج البيانات المعاد تحليلها زمنيًا ومكانيًا وتلخيصها بشكل واضح يتناسب مع أهداف الدراسة (أبو راضي ٢٠٠٠، خير ٢٠٠٠)، وقد اعتمد على عدد من البرامج الإحصائية والكارتوجرافية وهي: برنامج Excel، SPSS، Arc GIS.

خامساً - النتائج والمناقشات :

(١) التباين المكاني لمعدلات التطرف الحراري اليومية في الدلتا المصرية :
يوضح الجدول التالي رقم (٢) معدلات مؤشرات التطرف الحراري اليومية، الشهرية، والفصلية، والسنوية لمتوسط الدلتا المصرية، وقيم تشتتها (الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف) على المستوى المكاني (قيم المتوسط والانحراف طبقاً لنوع المؤشر من الجدول السابق، ومعامل الاختلاف %).

ومن خلال الجدول ونتائج الدراسة يتبين ما يلي:

- بالنسبة لمؤشر (أدفع ليلة TNx): على المستوى السنوي بلغ معدل أعلى درجة حرارة صغرى يومية ١٨ درجة مئوية لمتوسط الدلتا المصرية، وبلغ أعلى المعدلات خلال الصيف ٢٣ درجة مئوية، وأدناه خلال فصل الشتاء ١١ درجة مئوية، كما أوضحت أعلى معدل سنوي لمتوسط شمال الدلتا المصرية وشرقها بقيم بلغت ١٨,١، ١٨,٣ درجة مئوية على التوالي، وكذلك خلال كل الفصول، عدا فصل الربيع؛ حيث شهد أعلى معدل درجات الحرارة الصغرى اليومية لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وشرقها، وجاء الانحراف المعياري السنوي لمعدل أعلى درجة حرارة صغرى يومية بقيمة ٠,٤ درجة مئوية في الدلتا المصرية، كما بلغ معامل الاختلاف ٢,٣%؛ مما يدل على قلة تشتت متوسطات قيم المؤشر السنوية والفصلية على المستوى المكاني في منطقة الدراسة، خاصة عند مقارنتها بقيم مؤشرات التطرف.

جدول (٢) : معدلات مؤشرات التطرف الحراري اليومية، الشهرية، والفصلية، وقم تشتتها للداتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المؤشر	يناير		فبراير		مارس		أبريل		مايو		يونيو		يوليو		أغسطس		سبتمبر										
	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V									
TNx	11.1	0.5	4.6	11.4	0.5	4.2	13.7	0.6	4.3	16.7	0.6	3.7	20.0	0.6	2.9	22.3	0.4	1.6	23.4	0.5	1.9	23.6	0.4	1.6	22.3	0.4	1.8
TNn	5.7	0.7	12.6	5.7	0.7	13.0	7.1	0.8	10.9	9.8	0.7	7.3	12.7	0.6	5.0	16.5	0.5	3.0	19.6	0.5	2.8	19.9	0.5	2.5	17.8	0.6	3.3
TXx	22.8	0.4	2.0	24.7	0.6	2.6	28.2	1.0	3.7	32.1	1.5	4.7	35.3	1.8	5.2	36.7	1.7	4.7	35.9	1.1	3.1	36.1	1.1	3.1	35.4	1.0	2.7
TXn	15.8	0.6	4.1	16.3	0.8	4.7	18.3	0.8	4.4	22.1	0.9	4.1	25.8	1.1	4.2	29.4	1.1	3.9	30.6	0.9	2.8	31.1	0.8	2.6	29.3	0.8	2.6
DTR	10.5	0.8	7.4	11.3	0.9	7.5	12.0	1.0	8.6	13.1	1.2	9.1	13.6	1.3	9.4	13.0	1.5	11.3	11.6	1.2	10.2	11.6	1.1	9.5	11.8	1.0	8.7
TN10p	48.5	2.9	6.0	40.3	2.0	5.1	13.9	1.6	11.5	0.8	0.6	80.7	0.0	0.1	114.8	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—
TN90p	0	0	—	0	0	—	0.001	0.034	842.6	0.02	0.5	199.7	0.7	3.3	98.6	9.0	5.9	16.6	42.1	4.2	10.3	52.5	5.7	10.8	12.7	2.7	15.8
TX10p	53.5	3.5	6.6	33.2	2.7	8.2	9.8	1.8	18.6	0.1	0.1	59.7	0	0	—	0	0	—	0.0	0.0	—	0	0	—	0	0	—
TX90p	0	0	—	0	0	—	0.023	0.034	147.7	0.8	0.5	55.1	7.7	3.3	42.9	25.1	5.9	23.7	30.6	4.2	13.7	36.9	5.7	15.4	14.2	2.7	19.0
CSDI	0.9	0.2	18.8	0.5	0.1	18.0	0.1	0.024	23.4	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—
WSDI	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0.01	0.02	138.7	0.1	0.1	49.6	0.3	0.1	42.8	0.7	0.2	30.9	0.03	0.02	52.6
SU	0.2	0.1	53.2	0.8	0.5	65.8	6.1	2.7	44.8	20.7	4.6	22.1	30.2	0.9	3.1	30.0	0.002	0.01	31.0	0	0.0	31.0	0	0	30.0	0	0
TR	0	0	—	0	0.002	842.6	0.01	0.01	216.8	0.04	0.1	145.9	1.4	1.0	69.1	13.7	3.3	24.1	27.4	2.9	10.6	28.8	2.0	7.0	17.7	4.0	22.6
المؤشر	أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر		الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		السنة												
	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V											μ	σ	C.V	μ	σ	C.V	μ	σ	C.V		
TNx	20.6	0.4	2.1	17.2	0.5	2.8	13.1	0.6	4.4	11.9	0.5	4.3	16.8	0.6	3.5	23.1	0.4	1.6	20.0	0.4	1.6	20.0	0.4	2.0	18.0	0.4	2.3
TNn	14.6	0.6	4.1	10.2	0.7	6.4	6.9	0.6	9.0	6.1	0.7	11.0	9.9	0.7	7.0	18.7	0.5	2.6	14.2	0.6	4.1	12.2	0.6	4.1	12.2	0.6	4.8
TXx	33.7	0.9	2.7	29.7	0.6	2.0	25.0	0.5	2.0	24.2	0.5	2.1	31.9	1.5	4.6	36.2	1.3	3.6	32.9	0.8	2.5	31.3	1.0	3.2	31.3	1.0	3.2
TXn	25.5	0.8	3.1	20.5	0.6	2.9	17.1	0.6	3.4	16.4	0.6	4.0	22.1	0.9	4.2	30.4	0.9	3.0	25.1	0.7	2.8	23.5	0.8	3.3	23.5	0.8	3.3
DTR	11.5	0.9	8.2	11.0	0.8	7.5	10.6	0.7	7.0	10.8	0.8	7.3	12.9	1.2	9.0	12.1	1.2	10.3	11.5	0.9	8.1	11.8	1.0	8.1	11.8	1.0	8.6
TN10p	0.01	0.02	331.5	0.6	0.4	59.9	17.3	1.0	5.9	35.3	0.7	2.0	4.9	0.7	14.4	0	0	—	0.2	0.1	61.3	10.1	0.02	0.2	10.1	0.02	0.2
TN90p	1.2	0.8	52.9	0.01	0.04	220.6	0	0	—	0	0	—	0.2	1.3	101.3	34.5	1.0	2.9	4.6	1.1	17.9	9.8	0.01	0.1	9.8	0.01	0.1
TX10p	0	0	—	1.0	0.2	16.0	23.2	1.8	7.9	36.6	0.5	1.4	3.3	0.6	18.9	0.0	0.0	—	0.3	0.1	16.0	10.1	0.02	0.2	10.1	0.02	0.2
TX90p	3.4	0.8	23.2	0.1	0.04	38.5	0	0	—	0	0	—	2.9	1.3	43.9	30.9	1.0	3.2	5.9	1.1	19.1	9.9	0.01	0.1	9.9	0.01	0.1
CSDI	0	0	—	0	0	—	0.1	0.04	30.8	1.6	0.26	16.3	0.1	0.02	23.4	0	0	—	0	0	—	0	0	—	1.7	0.3	15.5
WSDI	0.001	0.003	591.5	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0.01	0.02	138.7	1.11	0.24	21.2	0.03	0.02	53.4	1.2	0.2	20.0	1.2	0.2	20.0
SU	30.1	0.7	2.2	14.4	2.6	18.4	1.1	0.5	42.2	2.1	1.1	50.5	57.0	8.1	14.1	92.0	0.0	0.0	74.5	3.3	4.4	226	12.0	5.3	226	12.0	5.3
TR	4.0	1.8	46.1	0.1	0.05	68.3	0	0	—	0.0	0.0	842.6	1.4	1.0	71.2	69.9	7.8	11.1	21.7	5.6	25.9	93.1	13.5	14.5	93.1	13.5	14.5

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية من قاعدة بيانات برينستون.

- بالنسبة لمؤشر (أبرد ليلة TNn): على المستوى السنوي بلغ معدل أقل درجة حرارة صغرى يومية ١٢,٢ درجة مئوية لمتوسط الدلتا المصرية، وزاد لأعلاه ١٨,٧ درجة مئوية خلال فصل الصيف وتناقص لأدناه خلال فصل الشتاء فبلغ ٦,١ درجة مئوية، وكان أقل معدل سنوي لمؤشر أقل درجة حرارة صغرى يومية لمتوسط شمال الدلتا المصرية ووسطها بقيمتي ١١,٦، ١١,٧ درجة مئوية على التوالي، وكذلك لبقية فصول السنة، بينما زادت قيم المؤشر لتصل إلى أعلاها لمتوسط شرق الدلتا المصرية وغربها بقيمتي ١٢,٦، ١٢,٣ درجة مئوية على التوالي، كما جاءت قيم الانحراف المعياري لمؤشر أقل درجة حرارة صغرى يومية قليلة ومتشابهة على المستوى السنوي والفصلي والشهري، كذلك بلغ معامل الاختلاف ٤,٨٪ على المستوى السنوي، وزاد إلى ٧٪، ١١٪ خلال فصلي الربيع والشتاء على التوالي، وذلك حيث يزداد التشتت والتباين المكاني لقيم المؤشر في الدلتا المصرية خاصة خلال شهور الشتاء والربيع.
- بالنسبة لمؤشر (أحر يوم TXx): فقد بلغت أعلى درجة حرارة عظمى يومية ٣١,٣ درجة مئوية على المستوى السنوي لمتوسط الدلتا المصرية، ووصلت لأعلاها خلال فصل الصيف بقيمة ٣٦,٢ درجة مئوية، واتضحت أعلى قيمة المؤشر لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وشرقها بقيم بلغت ٣٢,٢، ٣١,٢ درجة مئوية على التوالي، وكذلك خلال بقية الفصول، بينما بلغت أقل معدلاتها في شمال الدلتا المصرية بقيمة ٣٠ درجة مئوية، كذلك لوحظ تناقص قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف على المستوى السنوي والفصلي للمؤشر مقارنة ببقية المؤشرات، وذلك لقلّة تشتتها مكانيًا.
- أما بالنسبة لمؤشر (أبرد يوم TXn): فكانت أقل درجة حرارة عظمى يومية ٢٣,٥ درجة مئوية على المستوى السنوي لمتوسط الدلتا المصرية، وبلغت أعلى قيمة لها خلال فصل الصيف ٣٠,٤ درجة مئوية، وأدنى قيمة لها ١٦,٤ درجة مئوية خلال فصل الشتاء وبفارق ملحوظ، وتركزت أعلى قيم المؤشر لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وشرقها على المستوى السنوي بقيم ٢٤، ٢٣,٥ درجة مئوية على التوالي، وكذلك خلال أغلب الفصول، وأتضح قلّة التشتت المكاني للمؤشر في الدلتا المصرية.

- كذلك لوحظ أن أعلى قيمة لمؤشر المدى الحراري اليومي (DTR) بلغت ١٢,٩ درجة مئوية خلال فصل الربيع، في حين كانت ١١,٨ درجة مئوية على المستوى السنوي، وكانت أقلها خلال فصل الشتاء ١٠,٨ درجة مئوية، كما بلغت أعلى قيمة للمؤشر على المستوى المكاني لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وغربها وشرقها بقيم بلغت ١٢,٨، ١١,٥، ١١,٤ درجة مئوية على التوالي، كما زادت قليلاً قيم الانحراف المعياري خاصة خلال فصلي الصيف والربيع، وبلغت ١,٢ درجة مئوية، وبلغ معامل الاختلاف السنوي ٨,٦٪، وقيم أعلى خلال فصل الصيف والربيع ١٠,٣، ٩٪ على التوالي.
- أما بالنسبة لمؤشر الليالي الباردة (TN10p): فقد بلغت نسبة الليالي الباردة على المستوى السنوي ١٠,١٪ لمتوسط الدلتا المصرية، وزادت بوضوح خلال فصل الشتاء إلى ٣٥٪، في حين قلت بوضوح خلال بقية الفصول، وغابت عن فصل الصيف، ولوحظ تساوي قيم المؤشر مكانياً في الدلتا المصرية على المستوى السنوي وخلال أغلب الفصول، عدا فصل الخريف حيث بلغت أعلاها لمتوسط شمال منطقة الدراسة بقيمة ٠,٤٤٪، لذا كانت أعلى قيمة لمعامل الاختلاف خلال فصلي الخريف والربيع ٦١,٣٪، ١٤٪ على التوالي؛ مما يعكس التشتت المكاني لقيم المؤشر مكانياً في الدلتا المصرية خلال الفصلين.
- أما بالنسبة لمؤشر الليالي الدافئة (TN90p): فقد بلغت نسبتها على المستوى السنوي ٩,٨٪ لمتوسط الدلتا المصرية، وزادت خلال فصل الصيف إلى ٣٤,٥٪، وكانت أعلى نسبة خلال شهر أغسطس بمقدار ٥٢٪ لمتوسط الدلتا المصرية، في حين ضعفت نسبتها بشكل ملحوظ خلال بقية الفصول وغابت عن فصل الشتاء، وعلى المستوى المكاني أتضح تماثل نسب المؤشر السنوية بين كل مناطق الدلتا المصرية، بينما أتضح تباينها وتشتتها فصلياً، فخلال فصلي الربيع والخريف بلغت أعلى نسبها في جنوب الدلتا المصرية وشرقها، بينما زادت خلال فصل الصيف في شمال الدلتا المصرية ووسطها وغربها، ويبين ذلك زيادة قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف، حيث بلغ معامل الاختلاف ١٠,١٪، ١٨٪ خلال فصلي الربيع والخريف على التوالي.

- كما بلغت نسبة مؤشر الأيام الباردة (TX10p) ١٠,١٪ على المستوى السنوي لمتوسط الدلتا المصرية، زادت نسبة الأيام الباردة إلى ٣٦,٦٪ خلال فصل الشتاء، وكانت أعلى نسبة له في شهر يناير ٥٣٪، وزادت قليلاً في جنوب الدلتا المصرية وشرقها خلال الشتاء فبلغت ٣٧٪، ٣٦,٥٪ على التوالي وذلك عن بقية أجزاء منطقة الدراسة، في حين غابت عن فصل الصيف، وبلغت أعلى قيم للانحراف المعياري ومعامل الاختلاف خلال فصلي الربيع والخريف كدليل على التشتت المكاني لقيم المؤشر.
- أما مؤشر الأيام الدافئة (TX90p): فقد بلغت نسبته على المستوى السنوي ٩,٩٪، وزادت لأقصاها خلال فصل الصيف إلى ٣١٪، وغاب بالكامل خلال فصل الشتاء، وعلى المستوى المكاني لمنطقة الدراسة تشابهت نسب وجود المؤشر على المستوى السنوي وفصل الصيف، بينما تباينت خلال فصلي الربيع والخريف، حيث زادت في جنوب الدلتا المصرية خلال الربيع، وفي شمال الدلتا المصرية ووسطها وغربها خلال فصل الخريف، ويتضح التشتت والتباين المكاني لقيم المؤشر في منطقة الدراسة من خلال قيم الانحراف المعياري ومعاملات الاختلاف المرتفعة خلال الربيع والخريف.
- أما بالنسبة لمؤشر أمد فترة البرودة (CSDI): فقد بلغ معدله السنوي والشتوي للدلتا المصرية ١,٧، ١,٦ فترة (يوم) على التوالي، بينما بلغ ٠,١ فترة (يوم) خلال فصل الربيع، وغاب بالكامل خلال فصل الصيف والخريف، وقد اتضح زيادة قيم المؤشر لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وشرقها على المستوى السنوي والشتوي بقيم بلغت ١,٧ فترة، ١,٨ فترة، وذلك مقارنة بشمال الدلتا المصرية ووسطها حيث بلغت ١,١، ١,٤ فترة، كما بلغت قيمة الانحراف المعياري السنوي ٠,٤ فترة ومعامل الاختلاف السنوي ١٥٪ مقارنة ببقية المؤشرات؛ مما يعكس تشتت قيم المؤشر على المستوى المكاني لمنطقة الدراسة.
- كذلك بالنسبة لمؤشر أمد فترة الدفء (WSDI) لمتوسط الدلتا المصرية، فقد جاءت أعلى قيم له على المستوى السنوي والصيفي ١,٢، ١,١ فترة (يوم) على التوالي، بينما لم يتضح وجود المؤشر خلال فصل الشتاء، وتباينت قيم المؤشر على المستوى المكاني لمنطقة الدراسة مقارنة ببقية المؤشرات، كما يتبين من قيم معامل الاختلاف خاصة خلال فصلي الربيع والخريف.

- أما بالنسبة لمؤشر الأيام الصيفية (SU): فقد بلغ معدلها السنوي لمنطقة الدراسة ٢٢٥ يوماً، وبلغ أعلى معدل موسمي لها خلال أيام الصيف كاملة، وجاء فصل الخريف والربيع في الترتيب بعد ذلك بقيم بلغت ٧٤ ، ٥٧ يوماً على التوالي، كما أتضح تباعد قيم المؤشر عن المتوسط المكاني من خلال قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف؛ بما يعكس تشتتها، ووجود مناطق ذات قيم مرتفعة وأخرى منخفضة، فقد جاءت أعلى قيم للمؤشر على المستوى السنوي والفصلي لمتوسط جنوب الدلتا المصرية وشرقها حيث زادت عن ٢٣٣ يوماً سنوياً، و٧٥ يوماً خلال الخريف، و٦٠ يوماً خلال الربيع، ويومين ونصف خلال الشتاء، بينما بلغت أقلها لمتوسط شمال منطقة الدراسة حيث بلغت ٢٠٥ يوماً سنوياً، و٦٨ يوماً خلال الخريف، و٤٣ يوماً خلال الربيع، و١,٢ يوماً خلال الشتاء.
- أما بالنسبة لمؤشر الأيام المدارية (TR): فقد بلغ معدلها السنوي ٩٣ يوماً لمتوسط الدلتا المصرية، كما بلغ أعلى معدلها الموسمي خلال فصل الصيف بقيمة ٧٠ يوماً، ثم فصل الخريف ٢٢ يوماً، بينما كانت أقل قيم خلال فصلي الشتاء والربيع، أيضاً تباينت قيم المؤشر على المستوى المكاني فزادت قيم معاملات الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف بشكل واضح، خاصة خلال فصل الشتاء الأقل استحواداً لتلك الأيام، فقد استأثر متوسط شمال الدلتا المصرية وشرقها على أعلى القيم سنوياً، حيث زادت قليلاً عن ١٠٠ يوماً، وخلال الصيف بقيم زادت قليلاً عن ٧٥ يوماً، وخلال فصل الخريف بقيم زادت عن ٢٤ يوماً، بينما بلغت أقلها لمتوسط جنوب منطقة الدراسة حيث بلغت سنوياً ٨٤ يوماً، وخلال الصيف ٦٣ يوماً، وخلال فصل الخريف ١٨ يوماً، وخلال فصل الربيع بقيم لم تزد عن يومين.

٢) اتجاهات التغير طويلة الأمد لمؤشرات التطرف الحراري اليومية وتقييمها في الدلتا المصرية:

يوضح الجدول والأشكال التالية معدلات الاتجاه لمؤشرات التطرف لمتوسط الدلتا المصرية، والتوزيع الجغرافي لاتجاهات التغير لمؤشرات التطرف الحراري اليومية، ودلالاتها المعنوية على المستوى السنوي والفصلي لكل عقد سنوي خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

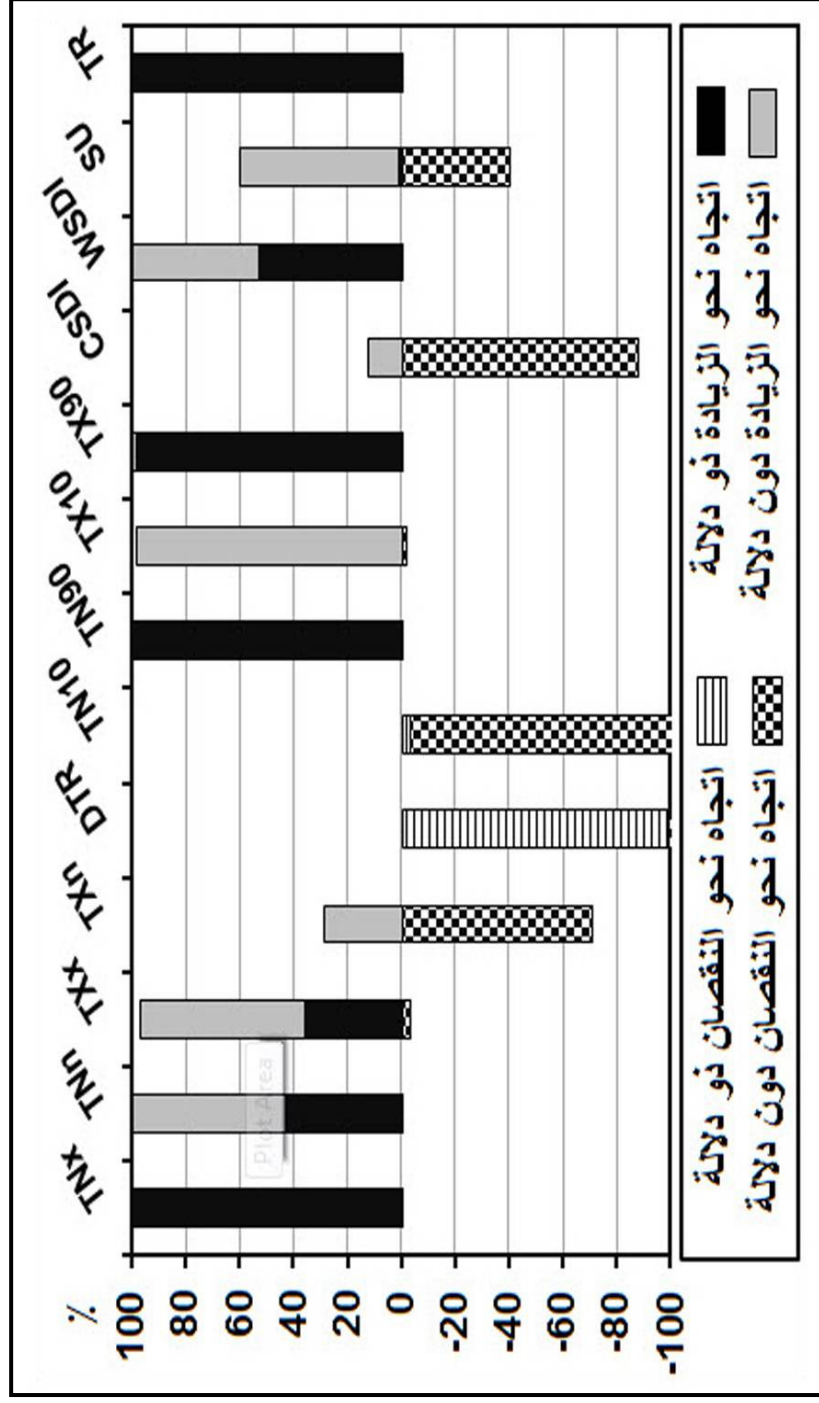
جدول (٣) : معدلات الاتجاه لمؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية .

	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
TNx	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
TNn	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	-0.1	-0.01
TXx	0.2	0.027	0.015	-0.014	0.2	0.05	0.2	0.2	0.3	-0.2	0.1	0.02
TXn	-0.02	-0.4	-0.2	-0.1	0.001	0.003	0.2	0.1	0.2	-0.02	-0.1	-0.01
DTR	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.02	-0.2	-0.04	-0.1
TN10p	-4.5	-0.8	0.6	-0.004	0.015	0	0	0	0	0	0.1	-0.7
TN90p	0	0	0.001	-0.003	0.5	2.3	11.9	7.6	4.2	0.4	-0.006	0
TX10p	-0.5	0.8	1.8	-0.04	0	0	0	0	0	0	0.2	0.3
TX90p	0	0	0.01	0.01	1.1	0.1	5.8	2.9	3.5	-0.4	-0.1	0
CSDI	-0.16	0.04	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.01
WSDI	0	0	0	0	0.01	0.03	0.11	0.10	0.02	0	0	0
SU	0.05	0.01	-0.18	0.15	0.002	0	0	0	0	0.09	0.14	-0.03
TR	0	0	0.01	0.01	0.7	1.8	1.0	0.5	1.8	1.0	-0.01	0

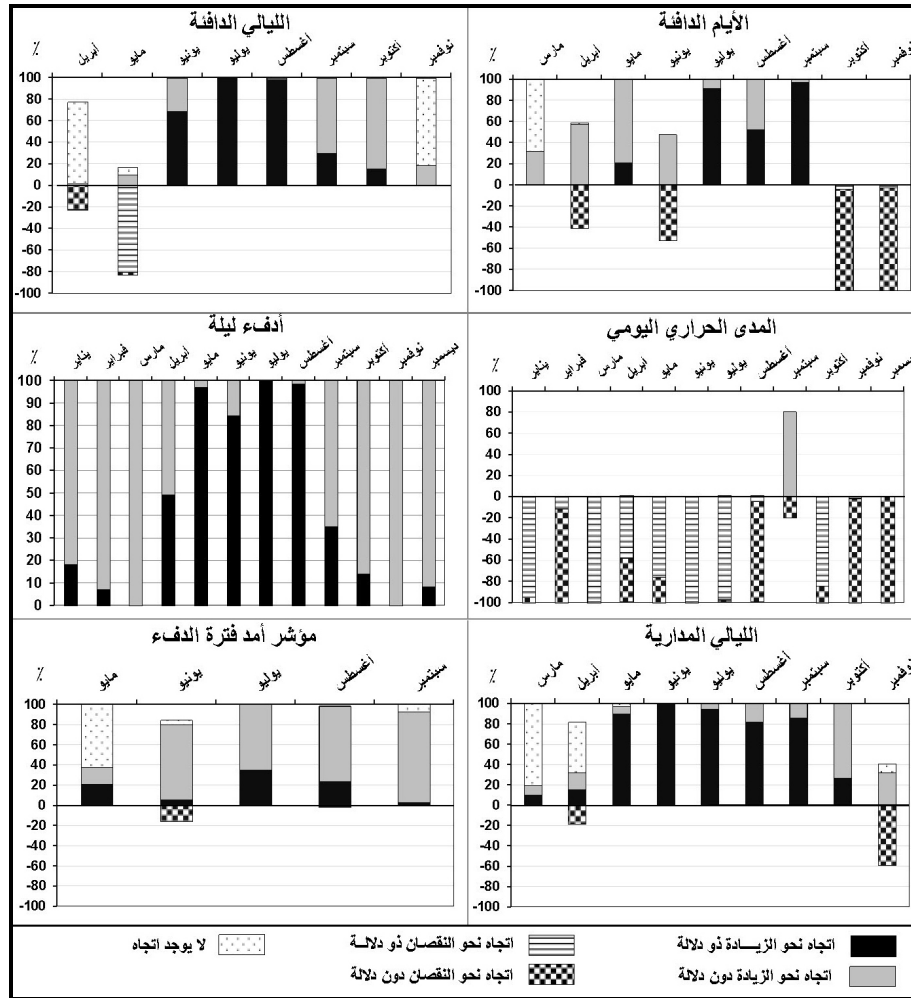


	TNx	TNn	TXx	TXn	DTR	TN10p	TN90p	TX10p	TX90p	CSDI	WSDI	SU	TR
الشتاء	0.2	0.03	0.1	-0.1	-0.1	-2.0	0	0.2	0	-0.1	0.0	0.03	0
الربيع	0.3	0.05	0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.2	0.6	0.4	0.04	0.01	-0.03	0.6
الصيف	0.3	0.3	0.2	0.1	-0.1	0	7.3	0	2.9	0	0.2	0	3.0
الخريف	0.2	0.1	0.1	0.01	-0.1	0.04	1.5	0.1	1.0	0	0.02	0.2	2.4
المتنوي	0.2	0.1	0.1	-0.02	-0.1	-0.4	2.2	0.2	1.1	-0.1	0.3	0.2	5.9

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات بريستون الشبكية. (لكل عقد سنوي).

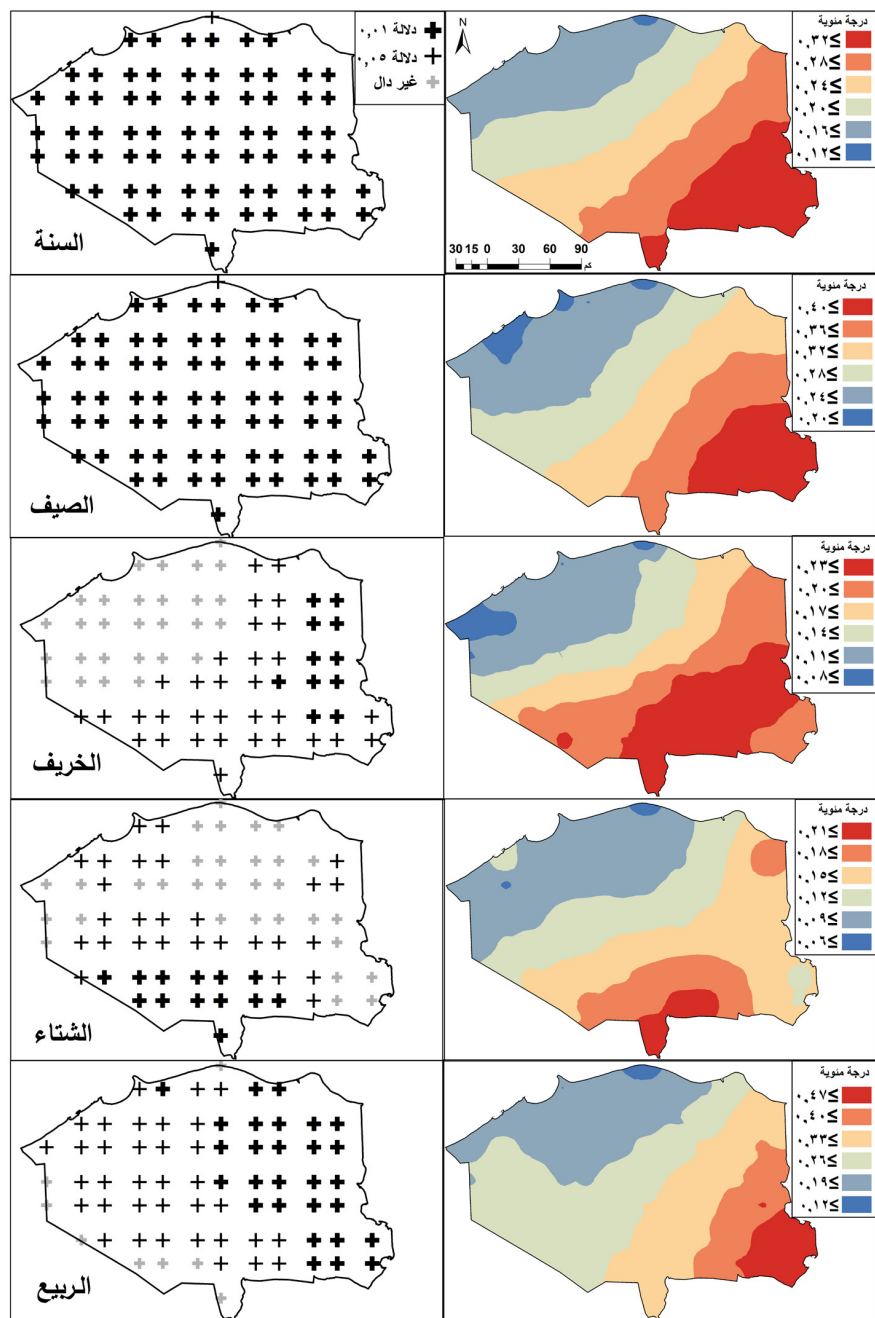


شكل (٢) : نسب الدلالة المعنوية لاتجاه التغير السنوي لمؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م. المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٣) : نسب الدلالة المعنوية لاتجاهات التغير الشهرية في بعض مؤشرات التطرف الحراري اليومية للدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

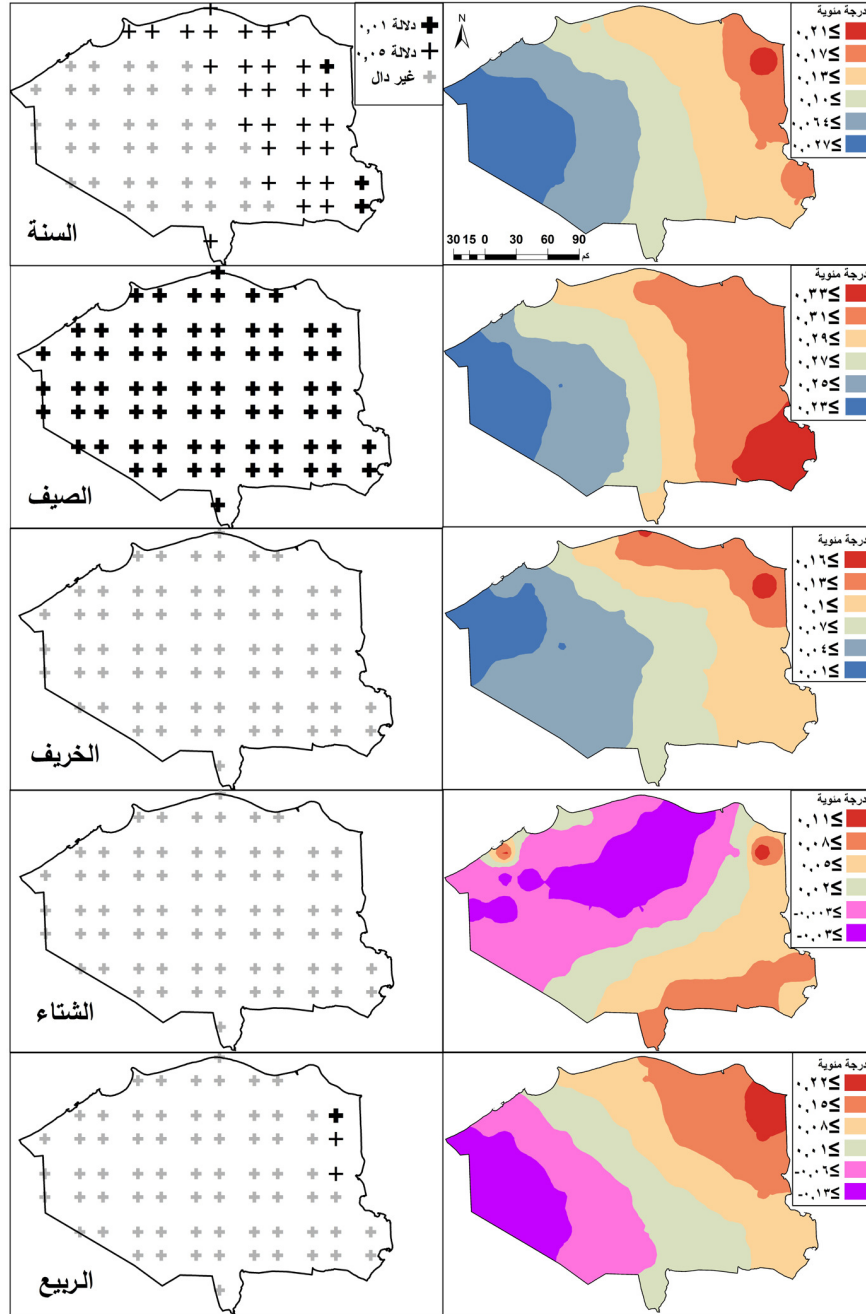
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٤) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أدفء ليلة في الدلتا المصرية

للفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

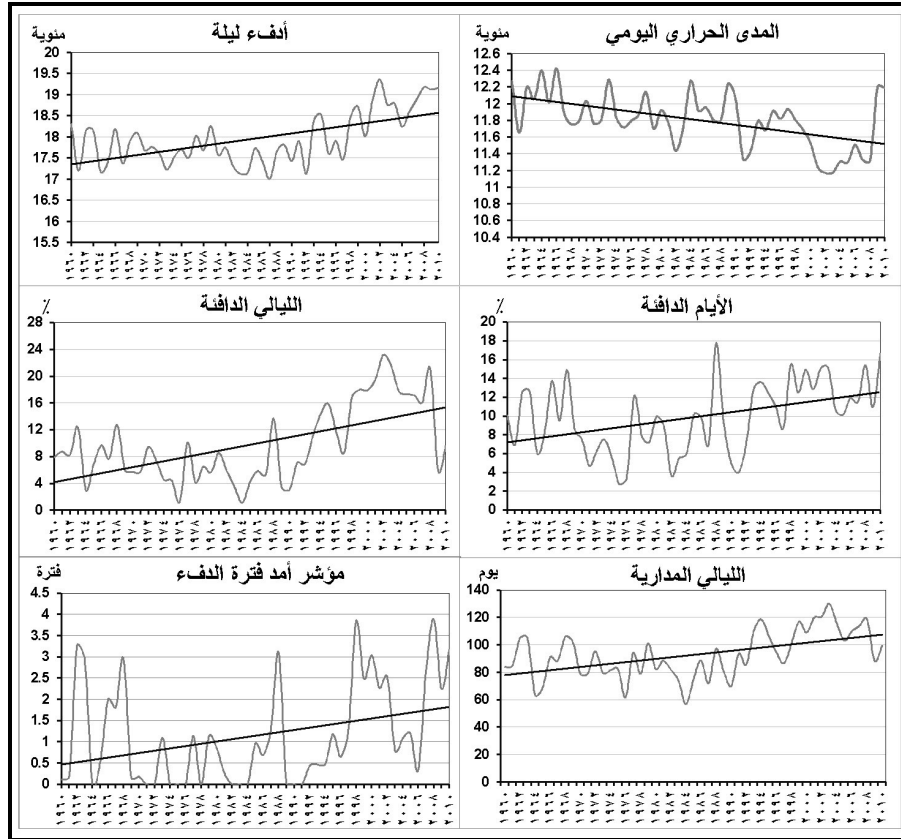
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٥) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أبرد ليلة في الدلتا المصرية

خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٦) : خط الاتجاه لبعض مؤشرات التطرف الحراري اليومي ذات الدلالة المعنوية الواضحة في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

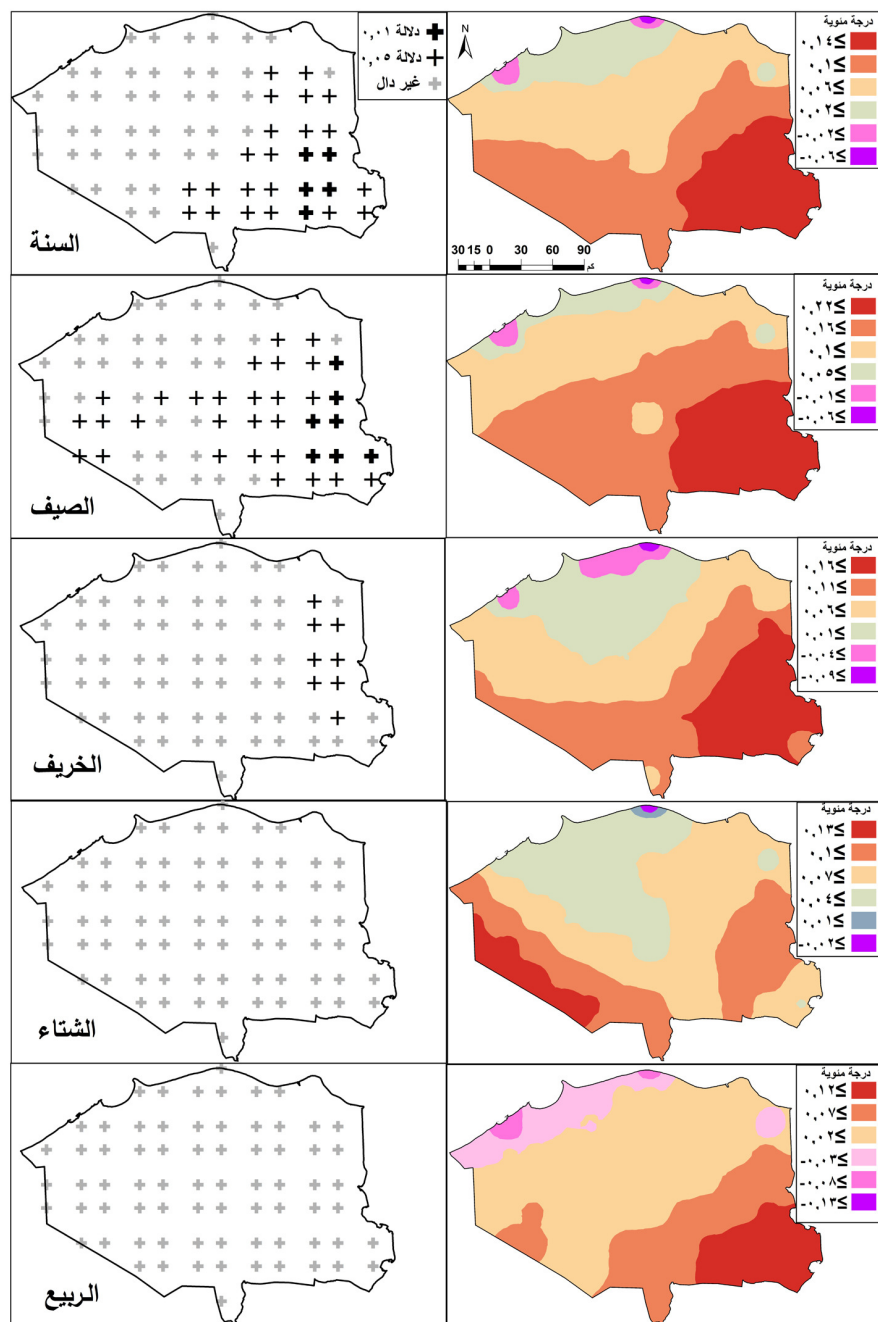
يتبين من الجدول والأشكال السابقة ما يأتي:

- بالنسبة لمؤشر أدفع ليلية (TNx) لوحظ على المستوى السنوي وجود اتجاهها عاماً موجباً نحو الزيادة لمؤشر أعلى درجة حرارة صغرى يومية لمتوسط الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، حيث بلغ مقدار معدل الاتجاه الموجب (٠,٢) درجة مئوية لكل عقد سنوي، وذلك بدلالة معنوية واضحة عند مستوى ٩٩٪، وعلى المستوى الفصلي اتضحت تلك الزيادة بدلالة معنوية عند مستوى ٩٩٪ (٠,٠١) خلال فصل الصيف وبقية (٠,٣) درجة مئوية لكل عقد سنوي، أما على المستوى الشهري فقد اتضحت الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب خلال شهور الصيف وأغلب

شهور الربيع، وارتفعت الدلالة المعنوية عند مستوى ٩٩٪ خلال شهور يوليو وأغسطس ومايو، أما مكانيًا فقد اتضحت الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب نحو الزيادة في كل الدلتا المصرية خاصة على المستوى السنوي والصيفي، كما لوحظ التدرج الواضح للزيادة في مقدار الاتجاه الموجب ودلالته المعنوية من الشمال الغربي نحو الجنوب والجنوب الشرقي للدلتا المصرية سنويًا وفصليًا.

- بالنسبة لمؤشر أبرد ليلة (TNn) لوحظ على المستوى السنوي وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة لمؤشر أقل درجة حرارة صغرى يومية لمتوسط الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، وبلغ معدل الاتجاه الموجب (٠,١) درجة مئوية لكل عقد سنوي، وقد تباينت الدلالة المعنوية للاتجاه، حيث بلغت نسبة النقاط الشبكية ذات الدلالة المعنوية على المستوى السنوي ٤٤٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، و ٥٦٪ دون دلالة معنوية، وظهرت الدلالة المعنوية بوضوح خلال فصل الصيف عن بقية فصول السنة التي شهدت اتجاهًا موجبًا دون دلالة معنوية، أما على المستوى المكاني فقد اتضحت الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب نحو الزيادة في كافة الدلتا المصرية خلال الصيف، كما لوحظ على المستوى السنوي تركيز الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب نحو الزيادة في شمال الدلتا المصرية وشرقها وجنوب شرقها، كما ظهر اتجاه سالب نحو النقصان في حوالي ٣٣٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، تركزت في وسط الدلتا المصرية وشمالها وغربها دون دلالة معنوية خلال فصلي الشتاء والربيع.

- بالنسبة لمؤشر أحر يوم - أعلى درجة حرارة عظمى يومية (TXx): فقد تبين من الشكل الآتي رقم (٧) وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة للمؤشر على المستوى السنوي وبقية الفصول، ولكن بدلالة معنوية أقل وبمعدل بلغ ١,١ درجة مئوية لكل عقد سنوي لمتوسط الدلتا المصرية، فعلى المستوى السنوي بلغت نسبة النقاط الشبكية ذات الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب ٣٧٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، بينما بلغت خلال الصيف ٥٠٪ من إجمالي النقاط الشبكية في الدلتا المصرية، وقد تركزت الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب على المستوى السنوي والصيفي في شرق الدلتا المصرية وجنوب شرقها، كما لوحظ التدرج الواضح للزيادة في مقدار الاتجاه الموجب من الشمال إلى الجنوب والجنوب الشرقي خلال أغلب الفصول وعلى المستوى السنوي عدا فصل الشتاء، كذلك تبين وجود اتجاهًا سالبًا نحو النقصان خلال فصلي الخريف والربيع خاصة في شمال منطقة الدراسة وشمال غربها دون دلالة معنوية.

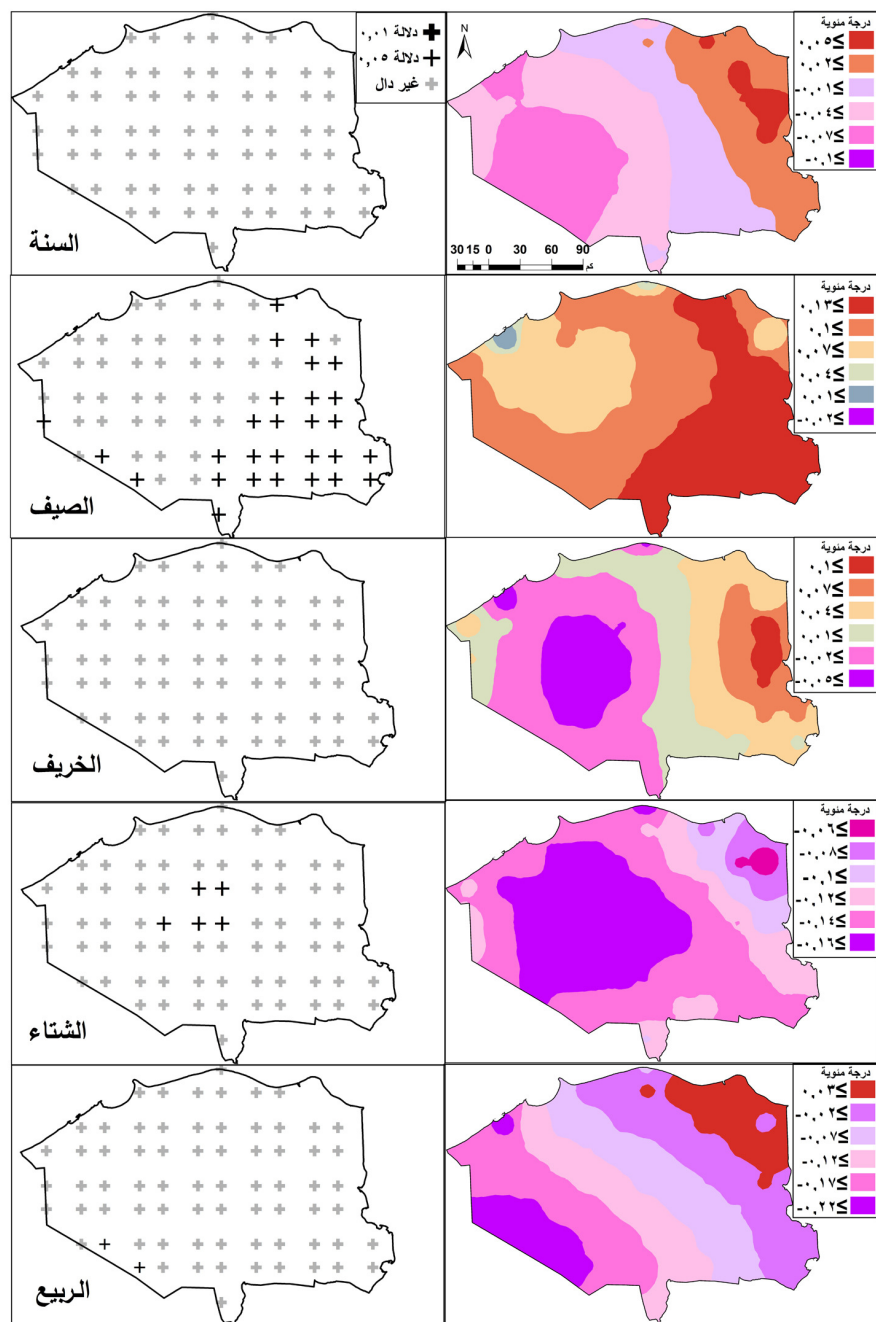


شكل (٧) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أحر يوم في الدلتا المصرية

خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر : من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

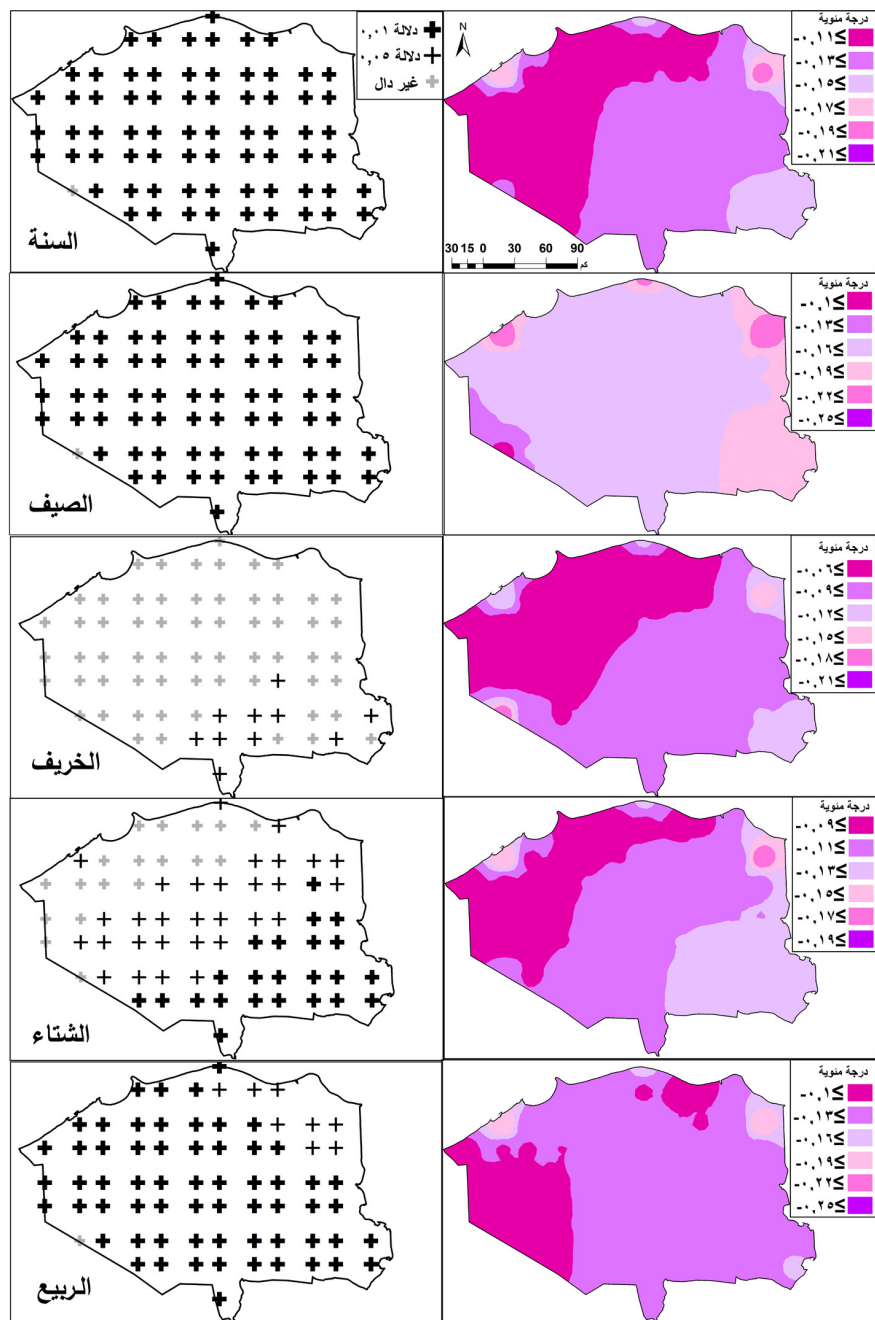
- بالنسبة لمؤشر أبرد يوم - أقل درجة حرارة عظمى يومية (TXn)، تبين من الشكل الآتي رقم (٨) وجود اتجاهًا عامًا سالبًا نحو النقصان دون دلالة إحصائية واضحة للمؤشر لمتوسط الدلتا المصرية على المستوى السنوي والربيع والشتاء بمعدلات بلغت -٠,٠٢، -٠,١، -٠,١ درجة مئوية لكل عقد سنوي على التوالي، بينما لوحظ وجود اتجاهًا موجبًا نحو الزيادة خلال فصلي الصيف والخريف بمعدلات بلغت ٠,١، ٠,١ درجة مئوية لكل عقد سنوي على التوالي، وتركزت الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب خلال فصل الصيف في ٤٠٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، تركزت في شرق الدلتا المصرية.
- بالنسبة لمؤشر المدى الحراري اليومي (DRT) فقد لوحظ من الأشكال (٢، ٣، ٦، ٩) على المستوى السنوي والفصلي وجود اتجاهًا عامًا واضحًا نحو النقصان للمؤشر بمعدل -٠,١ درجة مئوية لكل عقد سنوي لمتوسط الدلتا المصرية، وقد اتضحت الدلالة المعنوية على المستوى السنوي والفصلي فيما عدا فصل الخريف الذي شهد اتجاه عام نحو النقصان دون دلالة معنوية، مع وجود اتجاهًا نحو الزيادة خلال شهر سبتمبر دون دلالة معنوية، وقد استأثرت أشهر يونيو ومارس ويوليو ويناير بأعلى نسب الدلالة المعنوية للاتجاه السالب نحو النقصان، وعلى المستوى المكاني لوحظت الدلالة المعنوية للاتجاه السالب نحو النقصان لكافة الدلتا المصرية على المستوى السنوي والصيف والشتاء، بينما لوحظ عدم وجود دلالة إحصائية في شمال الدلتا المصرية وشمالها الغربي خلال الشتاء، وخلال فصل الخريف تركزت الدلالة المعنوية للاتجاه السالب في جنوب الدلتا المصرية، وقد لوحظ وجود تدرجًا عامًا في مقدار الاتجاه نحو النقصان من الشمال نحو الجنوب والجنوب الشرقي للدلتا المصرية.
- بالنسبة لمؤشر الليالي الباردة (TN10p) أضح من الشكلين رقمي (٢، ١٠) وجود اتجاهًا عامًا سالبًا نحو النقصان لمؤشر الليالي الباردة على المستوى السنوي والشتوي بمعدل بلغ -٠,٤٪، -٢٪ لكل عقد سنوي على التوالي لمتوسط الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، في حين جاء الاتجاه العام موجبًا لفصلي الخريف والربيع، بينما غاب المؤشر بالكامل عن فصل الصيف، وتفرّد الاتجاه بعدم وجود دلالة معنوية على المستوى السنوي والفصلي، ومكانيًا لم يُلاحظ وجود دلالة معنوية للاتجاه في الدلتا المصرية.



شكل (٨) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أبرد يوم في الدلتا المصرية

خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

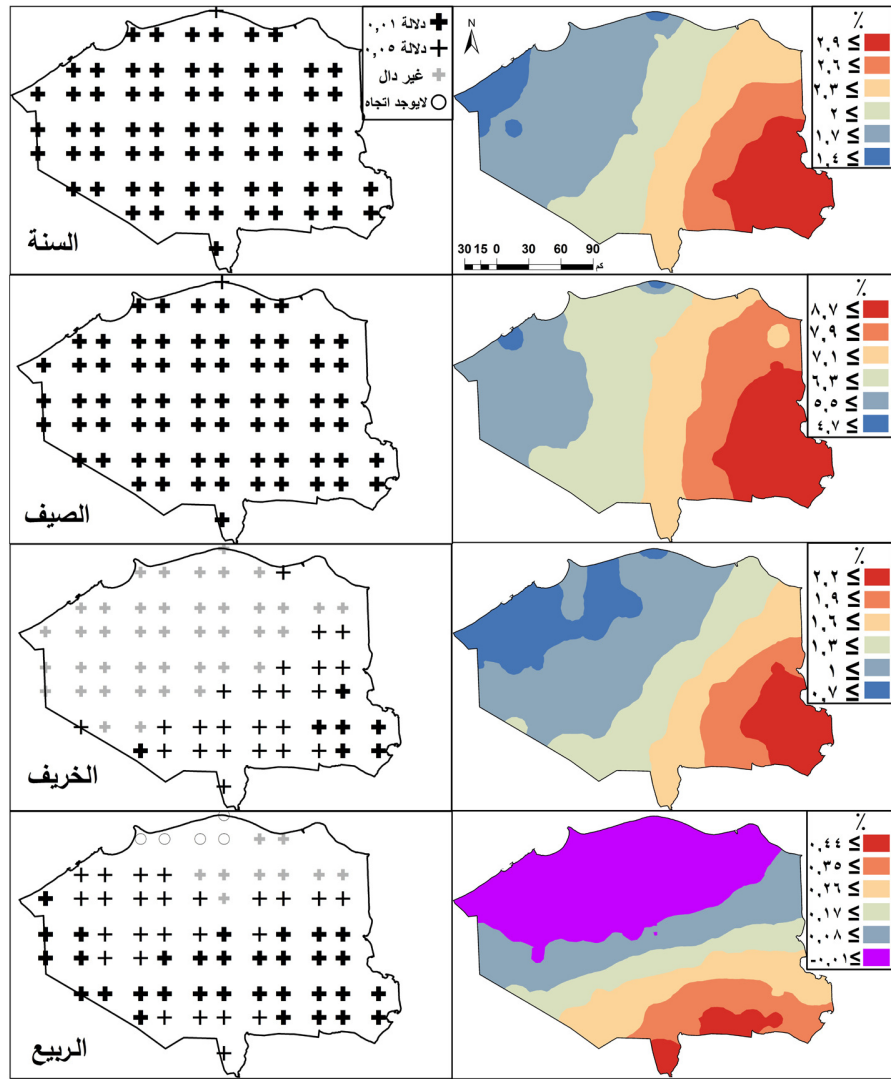


شكل (٩) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر المدى الحراري اليومي

في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

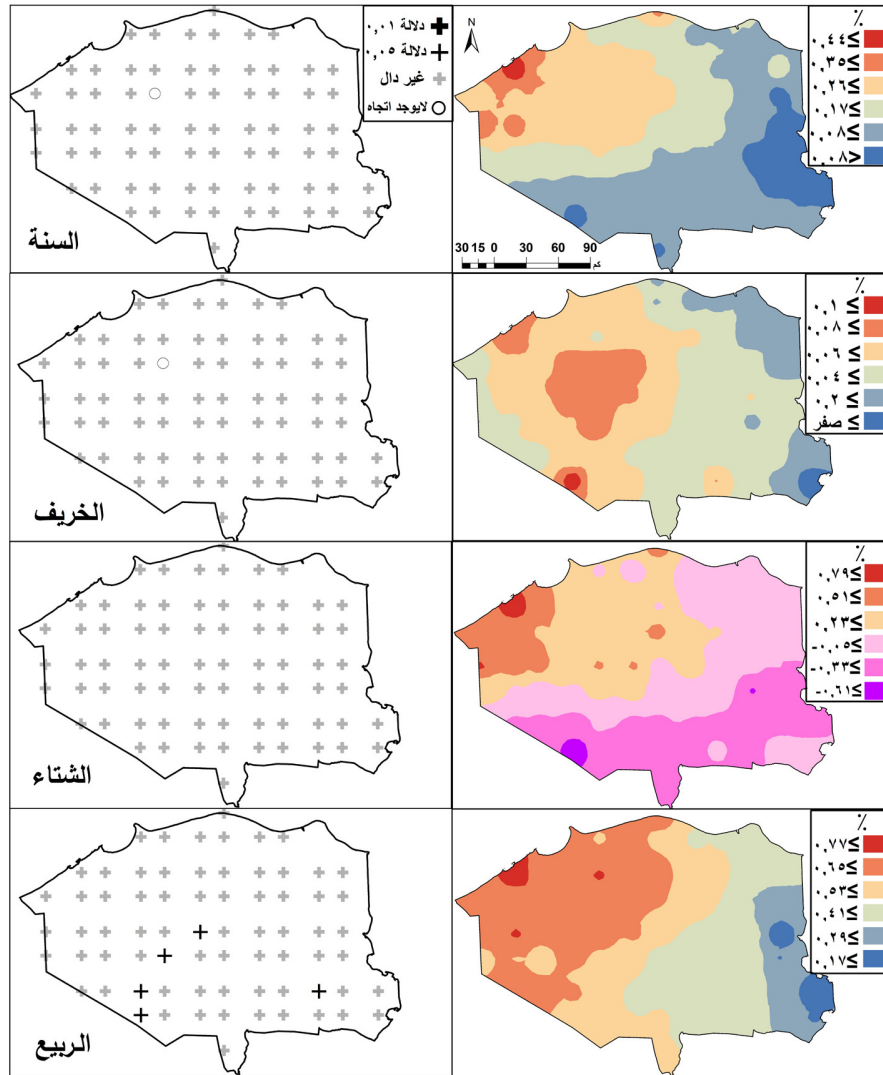
- أما مؤشر الليالي الدافئة (TN90p) فقد تبين من الأشكال أرقام (٢، ٣، ١١) على المستوى السنوي والفصلي، وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة لمؤشر الليالي الدافئة، حيث بلغ معدل الزيادة ٢,٢٪، ٧,٣٪، ١,٥٪، ٠,٢٪ لكل عقد سنوي على المستوى السنوي والصيفي والخريفي والربيعي، وبلغت أعلى قيمها خلال شهري يوليو وأغسطس؛ حيث استأثر فصل الصيف بأعلى قيم للاتجاه لكل عقد سنوي، وقد اتضحت الدلالة الإحصائية للاتجاه الموجب على المستوى السنوي والصيفي في منطقة الدراسة كلها، بينما تباينت الدلالة المعنوية للنقاط الشبكية خلال فصلي الربيع والخريف، حيث شهد فصل الربيع عدم وجود دلالة معنوية للساحل الشمالي، وكذلك خلال فصل الخريف لم يحظ شمال منطقة الدراسة وغربها بالدلالة المعنوية للاتجاه، وعلى المستوى المكاني لوحظ وجود تدرجًا واضحًا نحو الزيادة من الشمال والشمال الغربي تجاه الجنوب والجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة.
- بالنسبة لمؤشر الأيام الباردة (TX10p) تبين من الشكل رقم (٢، ١٢) على المستوى السنوي والفصلي وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة لمؤشر الأيام الباردة، حيث بلغ المعدل السنوي لمتوسط الدلتا المصرية ٠,٢٪ لكل عقد سنوي، وجاء الاتجاه غير دال معنويًا في كل المستويات السنوية والفصلية، عدا فصل الصيف غاب عنه المؤشر، ولوحظ تدرج قيم المؤشر للدلتا المصرية من الشمال الغربي حيث القيم الأعلى نحو الجنوب الشرق والجنوب حيث القيم الأقل، كما شهدت منطقة الدراسة وجود اتجاهًا نحو النقصان غير دال معنويًا خلال فصل الشتاء، خاصة في شهر يناير، تركز ذلك النقصان في مناطق واسعة في شمال الدلتا المصرية وشرقيها، وجنوبها، وجنوب غربها.
- بالنسبة لمؤشر الأيام الدافئة (TX90p) فقد تبين من الأشكال أرقام (٢، ٣، ١٣) أنه على المستوى السنوي والفصلي وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة لمؤشر الأيام الدافئة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، حيث بلغ المعدل السنوي لمتوسط الدلتا المصرية ١,١٪ لكل عقد سنوي، وزاد المعدل خلال فصل الصيف إلى ٢,٩٪ لكل عقد سنوي، بينما لم تظهر قيم المؤشر خلال فصل الشتاء، وقد اتضحت الدلالة المعنوية على المستوى السنوي والصيفي والخريفي وتنوعت بين المستويين (٩٥٪، ٩٩٪)، بينما غابت الدلالة الإحصائية للاتجاه خلال فصل الربيع، واقتصرت على الجزء الشرقي من الدلتا المصرية، كذلك لوحظ التدرج الواضح لقيم المؤشر بالزيادة من الشرق والشمال الشرقي تجاه الجنوب والجنوب الشرقي للدلتا المصرية خلال أغلب الفصول عدا فصل الربيع.



شكل (١١) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الليالي الدافئة

في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

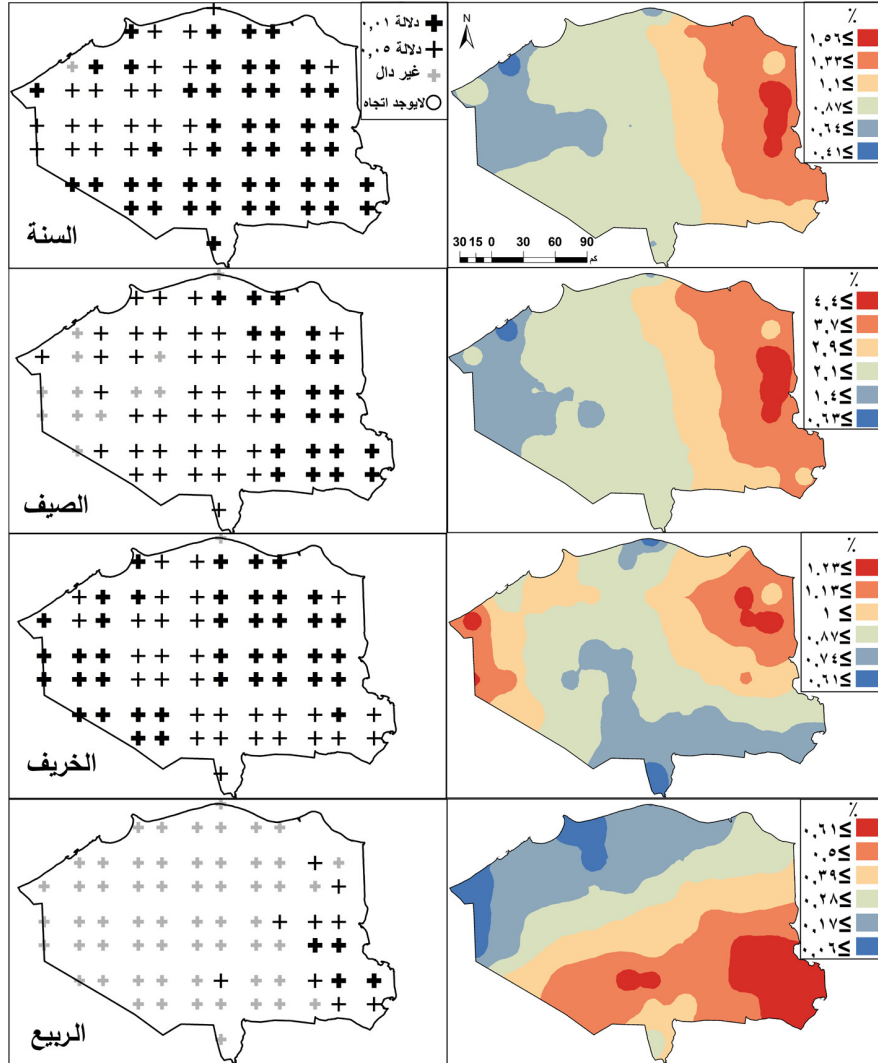
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (١٢) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الباردة

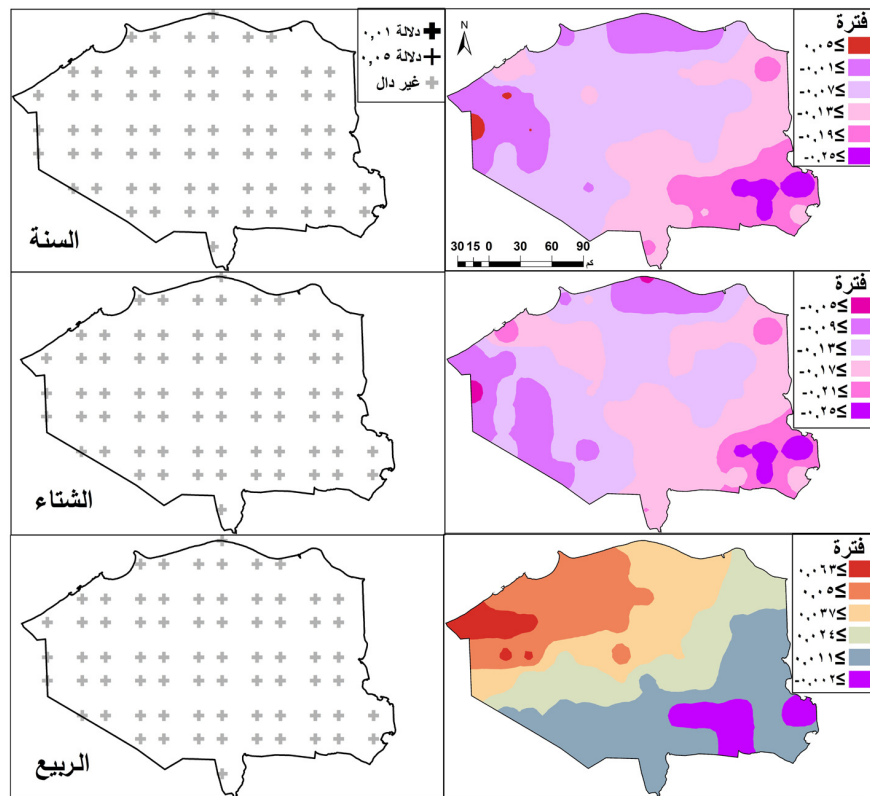
في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (١٣) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الدافئة
في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- بالنسبة لمؤشر أمد فترة البرودة (CSDI) فقد أتضح من الشكلين رقمي (٢، ١٤) أن هناك اتجاهًا عامًا سالبًا نحو النقصان لمؤشر أمد فترة البرودة على المستوى السنوي لمنطقة الدراسة، حيث بلغ المعدل السنوي والشتوي لها -٠,١٪ لكل عقد سنوي، بينما لوحظ اتجاه موجب نحو الزيادة خلال فصل الربيع بقيمة ٠,٠٤٪ لكل عقد سنوي لمتوسط الدلتا المصرية، وجاءت كل الاتجاهات دون دلالة معنوية خلال كل الفصول ومنطقة الدراسة بالكامل، ولوحظ قلة قيم اتجاه المؤشر تدريجيًا من الجنوب الشرقي إلى الشمال والشمال الغربي، عدا فصل الربيع الذي أخذت فيه القيم بالنقصان تدريجيًا بالاتجاه من الشمال الغربي إلى الجنوب والجنوب الشرقي.



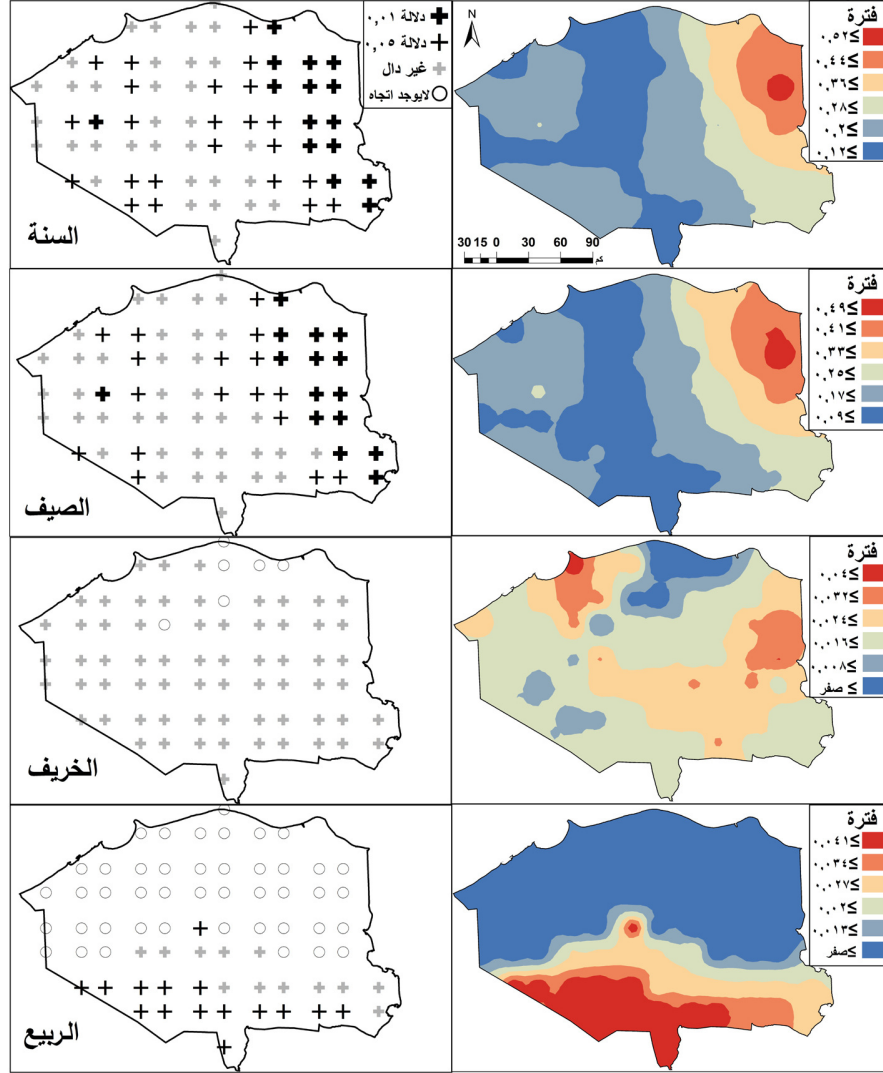
شكل (١٤) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أمد فترة البرودة

في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- بالنسبة لمؤشر أمد فترة الدفء (WSDI) فقد تبين من الشكل رقم (٢، ٣، ١٥) أنه على المستوى السنوي والفصلي لوحظ اتجاه عام موجب نحو الزيادة لمتوسط الدلتا المصرية، فقد بلغ معدل الاتجاه السنوي لمتوسط منطقة الدراسة ٠,٣ فترة (يوم) لكل عقد سنوي، بلغ أعلاه في فصل الصيف مقارنة ببقية الفصول بمعدل ٠,٢ فترة (يوم) لكل عقد سنوي، بينما غاب المؤشر كلياً عن فصل الشتاء، وقد اتضحت الدلالة المعنوية على المستوى السنوي في ٥٣٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية بمنطقة الدراسة، توزعت معظمها في الشرق مستأثراً بأعلى قيم للاتجاه، ونقل بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الغربي في منطقة الدراسة، وخلال فصل الصيف ظهرت الدلالة المعنوية في ٤٥٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية في منطقة الدراسة تركزت أغلبها في شرقها أيضاً، وقد اتضحت الدلالة الإحصائية بشكل أكبر في شهري يوليو وأغسطس، بينما اختفت الدلالة المعنوية خلال فصل الخريف، وظهرت في ١٩٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية بمنطقة الدراسة خلال الربيع، وتركزت في جنوب الدلتا المصرية الذي استحوذ على القيم الأعلى للاتجاه، والتي تقل بالاتجاه شمالاً في منطقة الدراسة، كما شهد فصل الربيع أكبر نسبة من النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، والتي تشير إلى عدم وجود اتجاه.
- بالنسبة لمؤشر الأيام الصيفية (SU) لوحظ من الشكلين رقمي (٢، ١٦) أنه قد شهدت منطقة الدراسة على المستوى السنوي والخريفي والشتوي اتجاهًا عامًا نحو الزيادة لمؤشر الأيام الصيفية، عدا فصل الربيع، الذي شهد اتجاهًا سالبًا نحو النقصان، فقد بلغ معدل الاتجاه على المستوى السنوي ٠,٢ يوم لكل عقد سنوي، ولم تتضح الدلالة المعنوية للاتجاه ككل لمؤشر الأيام الصيفية في الدلتا المصرية على المستوى السنوي والفصلي، كما تباين التوزيع المكاني لقيم الاتجاهات الموجبة والسالبة في منطقة الدراسة.
- بالنسبة لمؤشر الليالي المدارية (TR) تبين من الأشكال أرقام (٢، ٣، ١٧) على المستوى السنوي والفصلي شهدت منطقة الدراسة اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة، وذو دلالة معنوية واضحة لمؤشر الليالي المدارية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، فقد بلغ المعدل السنوي للاتجاه ٥,٩ يومًا لكل عقد سنوي، والصيفي ٣ أيام لكل عقد سنوي، والخريفي ٢,٤ يوم لكل عقد سنوي، وقد حظيت شهور الصيف وشهرا مايو وسبتمبر بأعلى نسب الدلالة المعنوية للاتجاه الموجب لمؤشر الليالي المدارية، أما

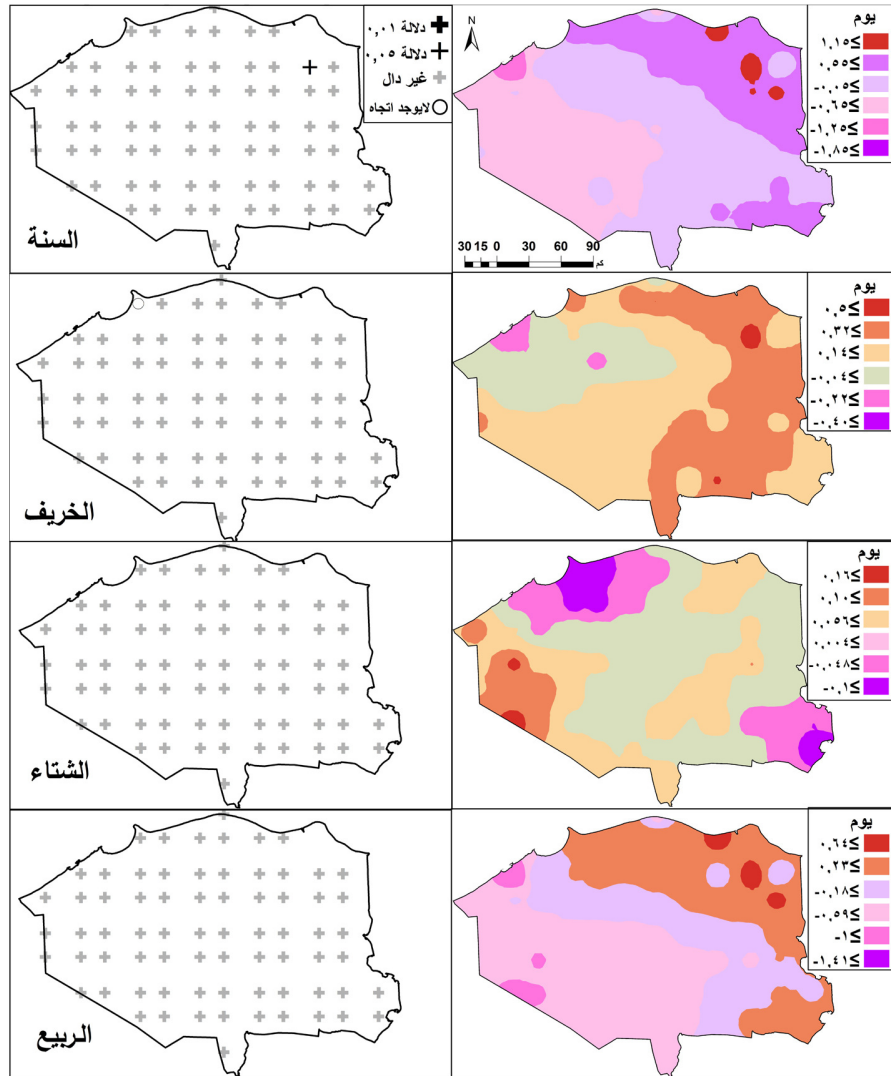
على المستوى المكاني جاء التدرج العام لزيادة قيم الاتجاه الموجب من الشمال والشمال الغربي إلى الجنوب والجنوب الشرقي.



شكل (١٥) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر أمد فترة الدفء

في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

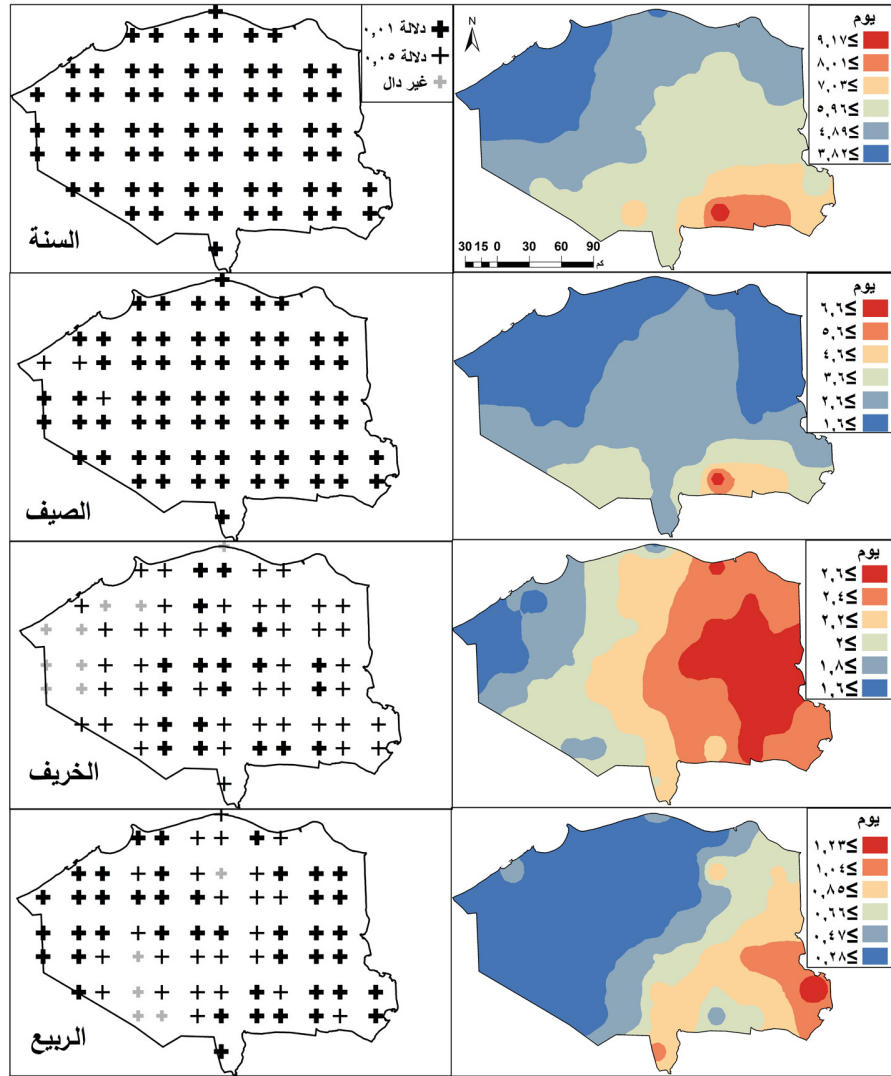
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (١٦) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الأيام الصيفية

في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (١٧) : اتجاهات التغير ومعنويته لمؤشر الليالي المدارية
في الدلتا المصرية ١٩٦٠-٢٠١٠م.
المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

وبمقارنة نتائج اتجاهات التغير طويلة الأمد لمؤشرات التطرف الحراري اليومية في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠ بنتائج الدراسات العالمية والإقليمية والمحلية عن تطرفات درجات الحرارة اليومية، جاءت نتائج الدراسة الحالية متشابهة مع عديد من تلك الدراسات، وأهمها كالآتي :

أ- بالنسبة للدراسات العالمية :

- دراسة (Frich et al., 2002)، عن التغيرات الملحوظة والمتساوية للتطرفات المناخية خلال النصف الثاني من القرن العشرين، والتي أشارت إلى تأثير اليباس العالمي بأحداث تطرف مناخي قوية وبدلالة معنوية واضحة خلال الفترة ١٩٦٤-١٩٩٩م، خاصة التطرفات الحرارية، وأن اليباس العالمي أصبح أكثر دفئاً ورطوبة، على الرغم من عدم تمثيل مساحات كبيرة مثل أفريقيا وأمريكا الجنوبية، حيث بينت الدراسة على وجود أنماطاً مكانية متصلة وذات دلالة معنوية واضحة خاصة لزيادة الليالي الدافئة ونقصان أيام الصقيع والمدى الحراري.
- دراسة (Kiktev et al., 2003)، عن المقارنة بين اتجاهات مؤشرات التطرف المناخي اليومية المرصودة والمنمذجة، والتي أشارت إلى نقصان واضح ومعنوي في أيام الصقيع، وزيادة معنوية واضحة في الليالي الدافئة، خاصة في نصف الكرة الشمالي، والتي تعود أسبابها إلى زيادة الغازات الدفيئة بفعل التأثيرات البشرية.
- دراسة (Vose et al., 2005)، عن اتجاهات الحرارة العظمى والصغرى للعالم: تحديث خلال ٢٠٠٤، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الزيادة، وذو دلالة معنوية لدرجات الحرارة الصغرى (٠,٢٠٤ درجة مئوية لكل عقد سنوي) والعظمى (٠,١٤١ درجة مئوية لكل عقد سنوي)، وبدرجة أسرع لدرجات الحرارة الصغرى، وذلك في أغلب أنحاء العالم، خاصة نصف الكرة الشمالي، على المستوى السنوي والفصلي، وكذلك وجود اتجاهًا عامًا سالبًا نحو النقصان، وذو دلالة معنوية للمدى الحراري السنوي (-٠,٠٦٦ درجة مئوية لكل عقد سنوي) خلال الفترة ١٩٥٠-٢٠٠٤م.

- دراسة (Alexander et al., 2006)، عن التغيرات العالمية الملحوظة في تطرفات المناخ اليومي لدرجات الحرارة والأمطار، والتي أشارت إلى وجود تغير موجب ملحوظ في تطرفات درجات الحرارة مصحوبة بزيادة أحداث الدفء على المستوى السنوي وخلال الربيع، خاصة بالنسبة لمؤشرات درجات الحرارة الصغرى اليومية التي شهدت تحولاً إيجابياً في توزيعها على مستوى العالم، فقد بينت الدراسة أن ٧٠٪ من يابس العالم يشهد انخفاضاً ذو دلالة عند مستوى ٩٥٪ لمؤشرات الليالي الباردة Cold Night، وزيادة ذات دلالة معنوية لمؤشرات الليالي الدافئة Warm Night على المستوى السنوي، كما أظهرت مؤشرات درجات الحرارة العظمى نتائج مماثلة ولكنها أقل حدة، كذلك بينت الدراسة أن ٤٠٪ من يابس العالم قد شهد انخفاضاً ذا دلالة معنوية لمؤشر المدى الحرارى اليومي.
- دراسة (Guirguis et al., 2011) عن التطرفات الحديثة اليومية الشتوية الدافئة والباردة في نصف الكرة الشمالي، والتي أشارت إلى تعرض عديد من المناطق خلال السنوات الأخيرة إلى أحداث التطرف الدافئة الحادة، خاصة في منطقة حوض البحر المتوسط والشرق الأوسط.
- دراسة (Perkins et al., 2012)، عن زيادة تكرار موجات الحر وكثافتها وأمدتها Heat wave وفترات الدفء Warm spell المرصودة عالمياً خلال الفترة ١٩٥٠-٢٠١١م، والتي أشارت إلى وجود زيادة في تكرار وكثافة وأمد موجات الحر وفترات الدفء سنوياً على مستوى العالم، خاصة في نصف الكرة الشمالي.
- دراسة (Donat et al., 2013)، عن أحدث تحليلات لمؤشرات تطرف الحرارة والأمطار منذ القرن العشرين باستخدام قاعدة بيانات The HadEX2، والتي أشارت نتائجها إلى وجود تغيرات نحو الزيادة والدفء واسعة النطاق، وذات دلالة معنوية لتطرفات الحرارة، ومتطابقة مع الاحترار العالمي، خاصة بالنسبة لمؤشرات التطرفات الحرارية اليومية الصغرى خلال الفترة ١٩٠١-٢٠١٠م، ومنها: (أقل وأعلى درجة حرارة صغرى، ومؤشرا فترة البرودة والدفء، ومؤشرا الليالي الدافئة والباردة)، وذلك بدرجة أقوى خلال العقود الحديثة، وذلك على المستوى السنوي والفصلي، وبزيادة واضحة خلال شهور البرودة.

ب- بالنسبة للدراسات الإقليمية والمحلية (مرتبة جغرافياً):

- دراسة (Zhang et al., 2005)، عن اتجاهات مؤشرات التطرف المناخي في الشرق الأوسط خلال الفترة ١٩٥٠-٢٠٠٣م، في ٥٢ محطة موزعة في ١٥ دولة (عدا مصر)، والتي أشارت إلى وجود اتجاهات ذات دلالة إحصائية لمؤشرات الحرارة المرتبطة بزيادة درجات الحرارة والدفء على نطاق مكاني واسع، حيث أظهرت وجود اتجاهات معنوية نحو الزيادة للحد الأدنى والأقصى السنوي لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية، والأيام الدافئة والليالي الدفئة والأيام الصيفية وأدفع ليلة وأبرد ليلة، كما بينت الدراسة وجود اتجاهًا عامًا نحو النقصان ذو دلالة معنوية لليالي والأيام الباردة.
- دراسة (Donat et al., 2013)، عن تغيرات تطرفات الحرارة والأمطار في المنطقة العربية: الاتجاهات طويلة الأمد وعلاقتها بنمطي تذبذب شمال الأطلسي والتذبذب الجنوبي، وقد اعتمدت الدراسة على عدد من المحطات المناخية الموزعة على أغلب الدول العربية (محطتا القاهرة والإسكندرية في مصر ١٩٧٦-٢٠٠٥م)، وقد أشارت الدراسة إلى وجود اتجاهًا عامًا نحو الزيادة خاصة منذ بداية السبعينيات للمتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، و لمؤشرات الأيام والليالي الدافئة وأحر يوم، ومؤشر أمد فترة الدفء، في حين بينت وجود اتجاهًا نحو النقصان ذو دلالة معنوية لمؤشري الأيام والليالي الباردة، ومؤشر أمد فترة البرودة، وذلك على مستوى مكاني واسع وواضح في المنطقة العربية.
- دراسة (Hertig et al., 2010)، عن تطرفات الحرارة في منطقة البحر المتوسط: الاتجاه في الماضي خلال الفترة ١٩٦١-١٩٩٩م والتقييم للمستقبل، والتي أوضحت نتائجها وجود اتجاهًا نحو الزيادة لمؤشري التطرف الحراري: المئين (٩٥) لدرجات الحرارة العظمى الصيفية، والمئين (٥) لدرجات الحرارة الصغرى الشتوية وبدلالة معنوية عند مستوى ٩٠٪.
- دراسة (Kostopoulou and Jones, 2005)، عن تقييم التطرفات المناخية في الجانب الأوروبي من شرق البحر المتوسط (١٠ دول) خلال الفترة ١٩٥٠-٢٠٠٠م، وقد أوضحت النتائج وجود اتجاهات موجبة نحو الاحترار ذات دلالة إحصائية لمؤشرات تطرفات الحرارة العظمى والصغرى وموجات الحر

خاصة خلال الصيف، بينما أظهرت اتجاهات سالبة نحو النقصان الليلي الباردة في الشتاء خاصة خلال الصيف.

- دراسة (Tank and Konnen, 2003)، عن اتجاهات مؤشرات تطرفات الحرارة والمطر في أوروبا خلال الفترة ١٩٤٦-١٩٩٩م، اعتمادًا على بيانات يومية لعدد ١٠٠ محطة مناخية، والتي أشارت نتائجها إلى أن هناك اتجاهًا عامًا في أوروبا نحو الاحترار، خاصة خلال الفترة ١٩٧٦-١٩٩٩م؛ نتيجة زيادة أحداث التطرف الحراري الدافئة، ونقصان أحداث التطرف الحراري الباردة.

- دراسة (New et al., 2006)، عن دلائل اتجاهات التطرف المناخي اليومي في جنوب أفريقيا وغربها خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٠م، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا عامًا نحو الاحترار لمؤشرات التطرف الحراري في أغلب المنطقة خاصة لمؤشرات التطرف الدافئ Hot Extremes (في ٦٠٪ من محطات المنطقة)، فقد أتضح وجود اتجاهًا نحو النقصان ذو دلالة لمؤشرات التطرف الحراري الباردة كالأيام والليالي الباردة ومؤشر أمد فترة البرودة، في حين زيادة ذو دلالة معنوية لمؤشرات التطرف الحراري الدافئة كالأيام والليالي الدافئة أو الصيفية ومؤشر أمد فترة الدفء، كما أتضح أن حوالي ٦٠٪ من محطات الدراسة شهدت اتجاهًا سالبًا نحو النقصان لمؤشر المدى الحراري اليومي.

- دراسة (Klein Tank et al., 2006)، عن تغيرات التطرفات اليومية لدرجات الحرارة والمطر في جنوب آسيا وغربها خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٠م، والتي بينت الدراسة وجود اتجاهًا عامًا نحو الاحترار، حيث شهدت ٧٠٪ من المحطات اتجاهًا موجبًا نحو الزيادة وذ دلالة إحصائية لمعظم مؤشرات التطرف الحراري خاصة للأيام والليالي الدافئة، والعكس للأيام والليالي الباردة والمدى الحراري.

- دراسة (Ageena et al., 2013)، عن تغيرات درجات الحرارة الصغرى في ليبيا خلال الفترة ١٩٤٥-٢٠٠٩م، اعتمادًا على بيانات يومية لدرجات الحرارة الصغرى لعدد ١٥ محطة (أغلبها شمال ليبيا)، وقد بينت الدراسة وجود اتجاهًا موجبًا نحو الزيادة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في ليبيا وبدلالة معنوية مرتفعة، وقد اتضحت معنوية الاتجاه في ٨٨٪ من المحطات الساحلية، و ٦٧٪ من المحطات الداخلية، خاصة خلال فصلي الصيف والخريف.

- دراسة (Almazroui et al., 2014)، عن اتجاهات تطرفات الحرارة في السعودية خلال الفترة ١٩٨١-٢٠١٠، اعتمادًا على بيانات عدد ٢٧ محطة مناخية، وقد أوضحت النتائج وجود اتجاهًا موجبًا ذا دلالة معنوية نحو الدفء، والزيادة في أحداث التطرف الحراري الباردة والدفئة على المستوى السنوي، وبمقدار أسرع خلال الفترة ١٩٩٦-٢٠١٠، حيث أظهرت أن ٩٢٪ (٨٩٪) من المحطات شهدت زيادة معنوية سنوية للأيام (الليالي) الدفئة، بينما شهدت ٩٦٪ (٩٣٪) من المحطات نقصانًا ذا دلالة معنوية سنوية للأيام (الليالي) الباردة.
- دراسة (Ben-Gai et al., 1999)، عن الاتجاه المكاني والزمني لأنماط الحرارة في إسرائيل^(١) خلال النصف الثاني من القرن العشرين، اعتمادًا على بيانات يومية لعدد ٤٠ محطة، وقد بينت نتائج الدراسة وجود اتجاهًا موجبًا ذا دلالة معنوية للحرارة الصغرى والعظمى اليومية خلال فصول الدفء خاصة الصيف (زيادة درجة الحرارة الصغرى بوضوح أكثر من درجة الحرارة العظمى)، بينما لوحظ وجود اتجاهًا سالبًا نحو النقصان ذا دلالة معنوية خلال فصول البرودة خاصة الشتاء (نقصان درجات الحرارة العظمى بوضوح أكثر من نقصان درجات الحرارة الصغرى)، فأصبح الصيف أكثر دفئًا والشتاء أكثر برودة.
- دراسة (Filahi et al., 2016)، عن اتجاهات مؤشرات التطرفات اليومية لدرجات الحرارة والأمطار في المغرب خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠١٢، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا نحو الاحترار ذا دلالة معنوية في أغلب المحطات خاصة خلال فصلي الصيف والربيع، كما بينت الدراسة وجود اتجاهًا موجبًا نحو الزيادة على المستوى السنوي للأيام والليالي الدافئة ومؤشر أمد فترة الدفء ومؤشر أحر يوم ومؤشر أدفء ليلة، في حين اتجاه نحو النقصان للأيام والليالي الباردة وبدلالة معنوية.
- دراسة (Acar Deniz and Gonencgil, 2015)، عن اتجاهات تطرفات درجات الحرارة الصغرى اليومية الصيفية في تركيا، والتي بينت وجود اتجاهًا نحو الزيادة في الأيام الدافئة ومتطرفة الدفء بدلالة معنوية في حوالي ٤٦٪ من المحطات، في حين اتجاه نحو النقصان في الأيام الباردة والمتطرفة البرودة وذلك بدلالة إحصائية في حوالي ٢٠٪ من المحطات قيد الدراسة.

(١) هي دولة فلسطين العربية وعاصمتها القدس الشريف، والمختلة من قبل كيان صهيوني يُدعى إسرائيل.

- دراسة (Gonencgil and Deniz, 2016)، عن تطرفات الحرارة العظمى والصغرى في ساحل البحر المتوسط في تركيا خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠١٠، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا موجبًا ذو دلالة إحصائية لمؤشري الأيام الدافئة وأمد فترة الدفء، واتجاهًا سالبًا ذو دلالة إحصائية لمؤشري الليالي الباردة وأمد فترة البرودة.
- دراسة (El Kenawy et al., 2011)، عن الاتجاهات الحديثة لدرجات الحرارة اليومية المتطرفة في شمال شرق أسبانيا خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠٠٦، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا نحو الزيادة ذا دلالة معنوية على المستوى السنوي لمؤشرات التطرف الحراري الدافئة: كالليالي الدافئة والأيام الدافئة والليالي المدارية، في المقابل شهدت أغلب مؤشرات التطرف الحراري الباردة: كالأيام الباردة والليالي الباردة اتجاهًا نحو النقصان دون دلالة معنوية واضحة.
- دراسة (طلبة، ١٩٩٤)، عن موجات الحر والبرد في مصر وتأثيرها على المحاصيل الزراعية، اعتمادًا على بيانات يومية لمتوسط درجات الحرارة اليومية ودرجات الحرارة العظمى والصغرى خلال الفترة ١٩٧٣-١٩٩١، وحُدد خلالها موجة الحر التي (تزيد فيها درجات الحرارة بالنسبة للمتوسط اليومي والعظمى والصغرى عن ١٢٠٪ من المعدل الشهري) وموجة البرد التي (تقل فيها درجات الحرارة بالنسبة للمتوسط اليومي والعظمى والصغرى عن ٨٠٪ من المعدل الشهري)، وقد بينت الدراسة أن الموجات طويلة الأمد التي استمرت أكثر من ٦ أيام شكلت حوالي ٥٪ من إجمالي المجموع الكلي للموجات خلال فترة الدراسة، بينما الموجات التي استمرت ثلاثة أيام فأقل شكلت أكثر من ٨٠٪ من إجمالي المجموع الكلي للموجات خلال فترة الدراسة، كما أوضحت الدراسة أن الأجزاء الشمالية من مصر كانت الأكثر تأثرًا بالموجات الحارة والباردة، كما تركزت أعلى نسب لموجات البرد خلال فصل الشتاء، بينما استحوذ فصل الربيع على أعلى نسب لموجات الحر، في حين كان فصل الصيف أكثر فصول السنة استقرارًا في ظروفه الجوية، بينما يُعد فصل الصيف خلال الدراسة الحالية من أكثر فصول السنة التي شهدت اتجاهات تغير ذات دلالة معنوية لمؤشرات التطرف الحرارية اليومية خاصة الدافئة، ويمكن تفسير سبب ذلك التباين في النتائج خلال الصيف إلى: اختلاف

الفترة الزمنية المدروسة، أو اختلاف مؤشرات التطرف المستخدمة ومعادلاتها، أو اختلاف الأساليب الإحصائية المستخدمة لتحديد اتجاهات التغير، أو إلى حدوث تغير حقيقي في الظروف المناخية.

- دراسة (Hasanean, 2004)، عن درجات الحرارة السطحية الشتوية في مصر وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات شهرية لعدد ١٨ محطة طقسية خلال الفترة ١٩٠٨-٢٠٠٠، وقد أشارت الدراسة إلى وجود اتجاهًا نحو الزيادة والاحترار لدرجة حرارة الشتاء في أغلب المحطات دون دلالة معنوية، مع وجود اتجاهًا نحو النقصان في محطات مصر العليا دون دلالة معنوية.

- دراسة (Domroes and El-tantawi, 2005)، عن أحدث التغيرات الزمانية والمكانية للحرارة في مصر خلال الفترة ١٩٤١-٢٠٠٠، اعتمادًا على بيانات شهرية لعدد ٩ محطات مناخية في مصر، والتي أشارت إلى وجود اتجاهًا عامًا موجبًا ذا دلالة معنوية نحو زيادة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في مصر، بينما لوحظ اتجاه سالب نحو النقصان لدرجات الحرارة العظمى دون دلالة معنوية واضحة، وذلك خلال الفترة ١٩٧١-٢٠٠٠، كما لوحظ وجود اتجاهًا عامًا نحو الزيادة والاحترار لدرجات الحرارة خلال أغلب الفصول خاصة فصل الصيف والخريف وبدلالة معنوية واضحة.

- دراسة (Hasanean and Abdel Basset, 2006)، عن تغييرات درجة الحرارة الصيفية في مصر خلال الفترة ١٩٠٦-٢٠٠٠، اعتمادًا على بيانات شهرية لعدد ١٩ محطة مناخية موزعة في مصر، وقد أشارت إلى وجود اتجاهًا عامًا موجبًا نحو الاحترار لدرجات حرارة خلال الصيف وبدلالة معنوية في أغلب المحطات، خاصة خلال الـ ٢٢ سنة الأخيرة.

- دراسة (Kenawy et al., 2010)، عن تغييرات درجة الحرارة على طول ساحل البحر المتوسط في مصر وعلاقتها بأنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٥٧-٢٠٠٦، وذلك اعتمادًا على بيانات شهرية لعدد ١٢ محطة مناخية موزعة في مصر، وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود اتجاهًا موجبًا واضحًا لدرجات الحرارة العظمى خاصة خلال فصلي الصيف والخريف،

كذلك وجود اتجاهها نحو الاحترار ذا دلالة معنوية واضحة لدرجات الحرارة الصغرى على المستوى السنوي والفصلي، ويزداد الاتجاه للاحترار بشكل أسرع بالاتجاه للداخل المصري.

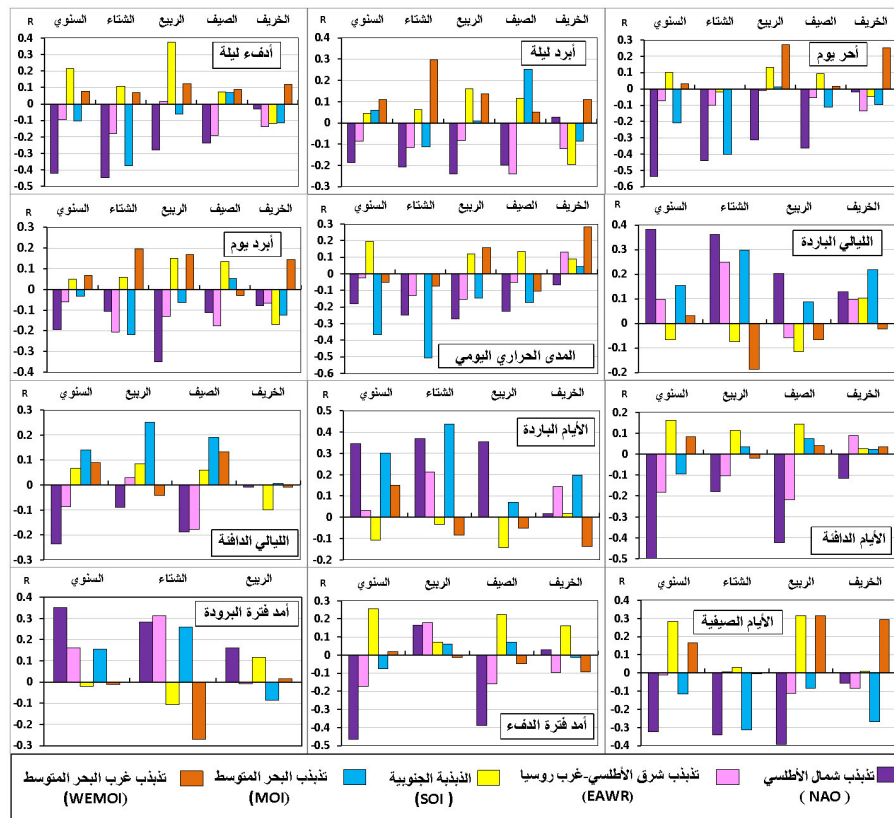
- دراسة (حسان، ٢٠٠٩)، عن وجود انخفاضاً في درجة الحرارة العظمى وارتفاعاً قليلاً في درجات الحرارة الصغرى خلال الشتاء والربيع لعدد (٥) محطات مناخية بالدلتا خلال الفترة ١٩٦١-١٩٩٦، وذلك دون دلالة معنوية.
- دراسة (Gamal, 2017)، عن الاتجاهات المستقبلية لمؤشرات التطرف الحراري في شبه جزيرة سيناء بمصر، والتي اعتمدت على بيانات يومية لسيناريوهات مستقبلية من النموذج المناخي الكندي (CRCM4)، وذلك للفترة ٢٠١٦-٢٠٥٠، ولعدد ٩ محطات مناخية في سيناء، وباستخدام ثمانية مؤشراً للتطرف، وقد أشارت إلى وجود اتجاهًا عامًا نحو الزيادة ذا دلالة لمؤشرات الأيام والليالي الدافئة، والليالي الصيفية، ومؤشر أمد فترة الدفء، في حين وجود اتجاهًا عامًا نحو النقصان ذا دلالة معنوية لمؤشرات الأيام والليالي الباردة، ومؤشر أمد فترة البرودة.

٣) العلاقة الارتباطية بين مؤشرات التطرف الحراري وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة :

أما بالنسبة لتأثير أنماط الدورات الهوائية العامة على اتجاهات التطرف الحراري اليومية في الدلتا المصرية، خاصة التي شهدت اتجاهًا نحو التغير ذا دلالة إحصائية، فينبين ذلك من خلال النتائج والأشكال التالية:

- بالنسبة لمؤشر أدفء ليلة (TNx) تبين من الشكلين رقمي (١٨)، (١٩) وجود ارتباط معنوي عند مستوى دلالة ٩٩٪ و ٩٥٪ بين المؤشر وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة، وأهمها مؤشر النوا أو تذبذب شمال الأطلسي (NAO)، والذي أضح تأثيره في مؤشر أعلى درجة حرارة صغرى يومية على المستوى السنوي والشتوي بدلالة معنوية لكل منطقة الدراسة، عدا فصل الخريف، وكان الارتباط بالوجه السالب لمؤشر النوا، بينما تباينت الدلالة المعنوية للارتباط بالوجه السالب لمؤشر النوا خلال فصل الربيع، الذي اتضحت خلاله الدلالة الإحصائية لحوالي ٥٠٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية، والمنتشرة في النصف الشمالي من منطقة الدراسة، أما خلال فصل الصيف فقد ظهرت

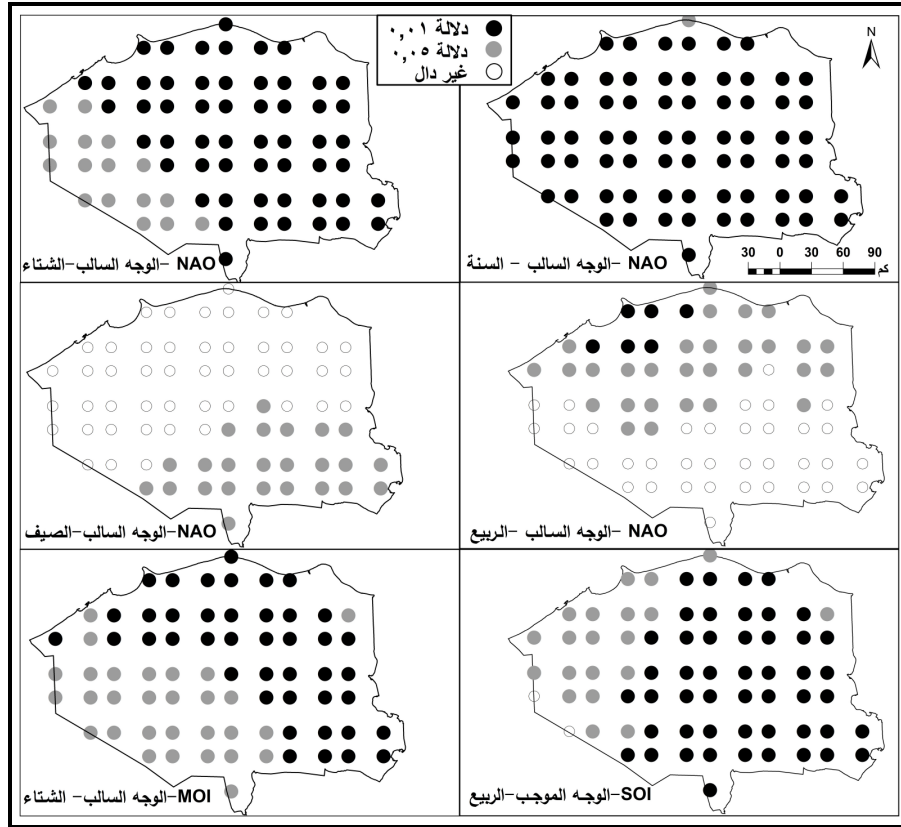
الدلالة المعنوية في ٢٠٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية والمنتشرة في جنوب الدلتا المصرية وجنوب شرقها، ويمكن تفسير ذلك إلى أنه خلال الوجه السالب لتذبذب شمال الأطلسي أو النانو يحدث أن يضعف مركزا الضغط الجوي المرتفع (الأزرو) والمنخفض (الأيسلندي) ويتحركا صوب الجنوب نسبياً، وينتج عن ذلك ضعف حركة الرياح الغربية العكسية العابرة للمحيط الأطلسي وانتقال الهواء الدافئ والرطب مع كثرة توالي المنخفضات الجوية نحو وسط أوروبا وجنوبها وحوض البحر المتوسط وشمال غرب أفريقيا، وبالتالي حدوث ارتفاع لدرجات الحرارة، وزيادة في كمية المطر في تلك المناطق، ويبلغ ذروته خلال فصل الشتاء (Hurrell, 1995; Cullen et al., 2002).



شكل (١٨) : معاملات ارتباط بيرسون بين مؤشرات التطرف الحراري اليومية

وأنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (١٩) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أدفء ليلة

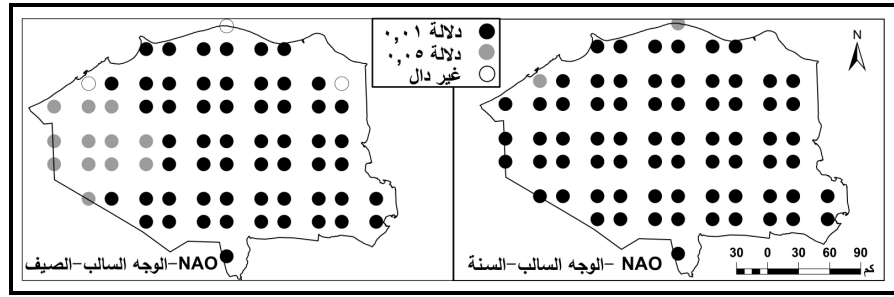
وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- كما بينت النتائج التأثير الواضح لمؤشر أدفء ليلة بالتذبذب الجنوبي (ENSO) أو الوجه الموجب (النينا)، وذلك خلال فصل الربيع الذي شهد ارتباطاً موجباً ذا دلالة معنوية مرتفعة في أغلب منطقة الدراسة، كما أتضح أيضاً تأثير مؤشر (TNx) بنمط تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI) (القاهرة - الجزائر)، وذلك خلال فصل الشتاء بارتباط سالب ومعنوي واضح في كافة الدلتا المصرية، فقد أدت استطالة شكل البحر المتوسط وحجمه إلى اقتراح العلماء قياس الاختلاف في قيم الضغط الجوي بين شرق البحر المتوسط وغربه، لذا يمثل نمط (MOI) أرجوحة التذبذب بين شرق البحر المتوسط وغربه ذات التأثير المتباين

على المناخ والتغير المناخي في حوض البحر المتوسط، فعند حدوث انخفاض شديد وشاذ للضغط الجوي (السالب) في شرق البحر المتوسط تتحرك الكتل الهوائية الدافئة من شمال أفريقيا والصحراء الكبرى لترفع من درجات الحرارة وأحداث الدفء خلال أغلب الفصول خاصة الشتاء (Maheras and Kutiel, 1999; Woodward, 2009).

- أما بالنسبة لمؤشر أحر يوم (TXx) فقد تأثرت قيمه واتجاهاتها ذات الدلالة المعنوية في الدلتا المصرية بنمط تنذب شمال الأطلسي أو الناو على كافة المستويات، وقد اقتضت الدلالة المعنوية للارتباط على المستوى السنوي والصيفي بشكل واضح، وذلك من خلال علاقة الارتباط السالبة أو بالوجه السالب للنمط وبدلالة معنوية مرتفعة، كما يتضح من الشكلين رقمي (١٨، ٢٠).



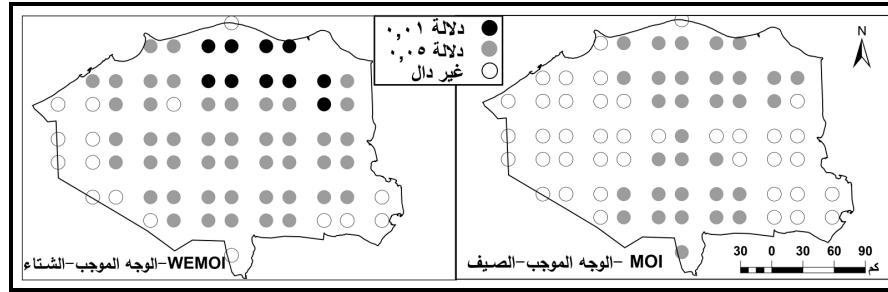
شكل (٢٠) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أحر يوم

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- أما بالنسبة لمؤشر أبرد يوم (TNn) فقد ظهر متأثراً بنمطي تنذب غرب البحر المتوسط (WEMOI) وتنذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI) (القاهرة - الجزائر)، وذلك خلال فصلي الشتاء والصيف على التوالي، فقد اتضحت الدلالة المعنوية للارتباط بالوجه الموجب لنمط (WEMOI) لتشمل مساحة أوسع تمثل ٧٧٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء، وخلال الوجه الموجب لنمط (WEMOI) يتحرك المرتفع الجوي الأزوري نحو جنوب غرب شبه جزيرة أيبيريا، بينما يتواجد الضغط المنخفض فوق خليج جنوه بإيطاليا، وتتحرك

الرياح الغربية والكتل الهوائية الدافئة باتجاه حوض البحر المتوسط وترفع من درجات الحرارة العظمى على ساحل البحر المتوسط، بينما يحدث العكس خلال الوجه السالب (Lana et al., 2016; Merino et al., 2017)، بينما بلغت نسبة النقاط الشبكية ذات الدلالة المعنوية للارتباط الموجب مع نمط (MOI) ٤٥٪ من إجمالي النقاط بمنطقة الدراسة، وذلك خلال فصل الصيف، كما يتضح من الشكلين رقمي (٢١، ١٨).



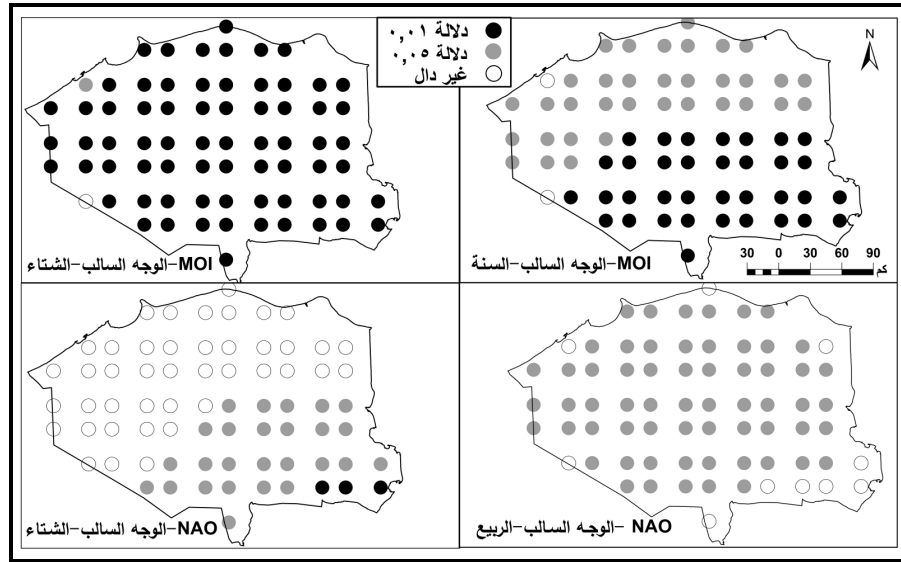
شكل (٢١) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر أبرد ليلة

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

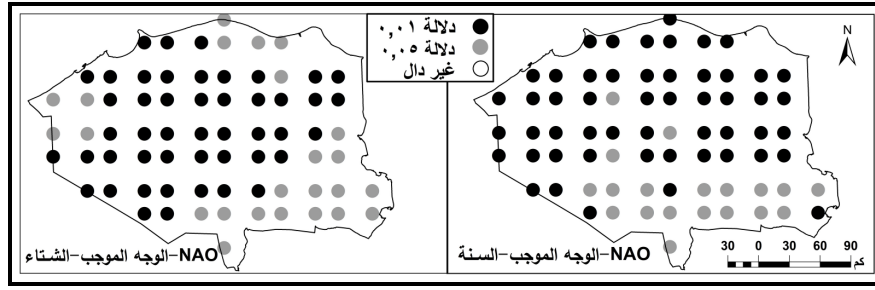
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- أما بالنسبة لمؤشر المدى الحراري اليومي (DTR) فظهر أنه متأثراً بنمطي تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وتذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI)، فكانت أغلب الدلالة معنوية للارتباط السالب بين المؤشر ونمط (MOI) عند مستوى ٩٩٪ خلال الشتاء وعلى المستوى السنوي، بينما كانت العلاقة الارتباطية السالبة بين نمط الناو (الوجه السالب) والمؤشر عند مستوى دلالة ٩٥٪ لأغلب منطقة الدراسة خلال فصل الربيع، وفي جنوب منطقة الدراسة وجنوبها شرقها خلال فصل الشتاء في ٤٠٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، كما يتضح من الشكلين رقمي (٢٢، ١٨).

- أما النسبة لمؤشري الليالي الباردة (TN10) والليالي الدافئة (TN90) فقد اتضحت الدلالة المعنوية للارتباط بين المؤشرين ونمط تذبذب شمال الأطلسي الناو، فعلى المستوى السنوي والشتوي لمؤشر الليالي الباردة كان الارتباط بالوجه الموجب للنمط، وبدلالة معنوية مرتفعة لكافة منطقة الدراسة، أما العلاقة الارتباطية السنوية بين مؤشر الليالي الدافئة ونمط الناو فجاءت سالبة وذات دلالة معنوية عند مستوى ٩٥٪، حيث بلغت نسبة النقاط الشبكية التي شهدت دلالة معنوية للارتباط بالوجه السالب للناو ٤٦٪ من إجمالي النقاط الشبكية في منطقة الدراسة، تركزت في وسط الدلتا المصرية وغربها، كما تأثر مؤشر الليالي الدافئة بنمط تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI) (القاهرة - الجزائر)، ويتضح ذلك من خلال العلاقة الارتباطية الموجبة ذات الدلالة الإحصائية عند مستوى ٩٥٪ في أغلبها، والتي تتركز نقاطها الشبكية في النصف الشمالي من الدلتا المصرية في حوالي ٤٦٪ من إجمالي عدد النقاط الشبكية المستخدمة لمنطقة الدراسة، كما يتضح من الأشكال أرقام (١٨، ٢٣، ٢٤).



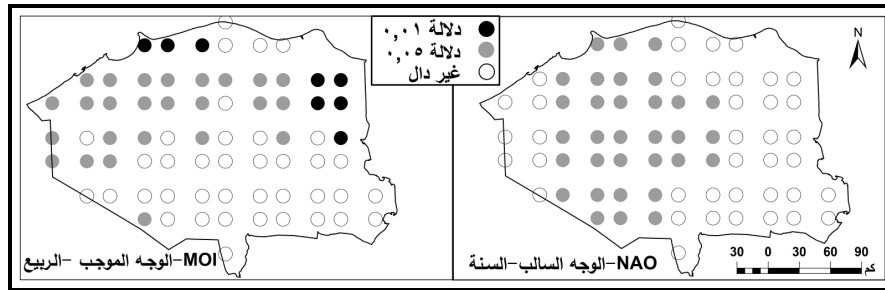
شكل (٢٢) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون بين مؤشر المدى الحراري اليومي وبعض أنماط الدورات الهوائية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٢٣) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الليالي الباردة

وبعض أنماط الدورات الهوائية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



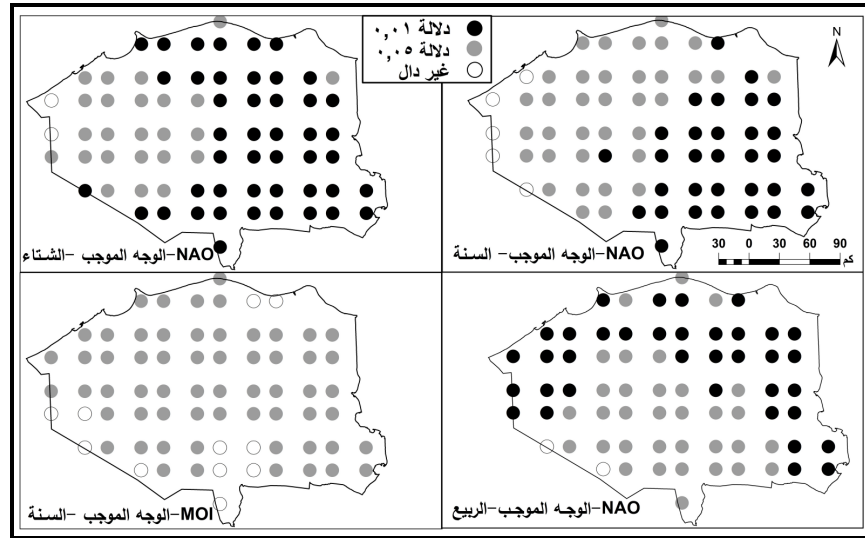
شكل (٢٤) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الليالي الدافئة

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- أما بالنسبة لمؤشري الأيام الباردة (TX10) والأيام الدافئة (TX90) فقد اتضحت العلاقة الارتباطية للمؤشرين مع نمط تنذب شمال الأطلسي الناو، كما يتضح من الأشكال (١٨، ٢٥، ٢٦)، فكانت علاقة الارتباط بين مؤشر الأيام الباردة ونمط الناو ذات دلالة معنوية واضحة على المستوى السنوي والفصلي ولكنها مع الوجه الموجب للمؤشر، كما ظهرت الدلالة المعنوية الواضحة للارتباط الموجب السنوي بين مؤشر الأيام الباردة ونمط تنذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI)، أما مؤشر الأيام الدافئة فقد جاءت علاقته الارتباطية ذات دلالة معنوية عند مستوى ٩٩٪ مع الوجه السالب لمؤشر تنذب شمال الأطلسي الناو على المستوى السنوي والصيفي، ودون دلالة واضحة مع الوجه السالب لنمط تنذب شرق الأطلسي - غرب روسيا (EAWR) في فصل الصيف، حيث إنه خلال الوجه السالب له ترتفع درجات الحرارة السطحية عن معدلها الطبيعي في غرب

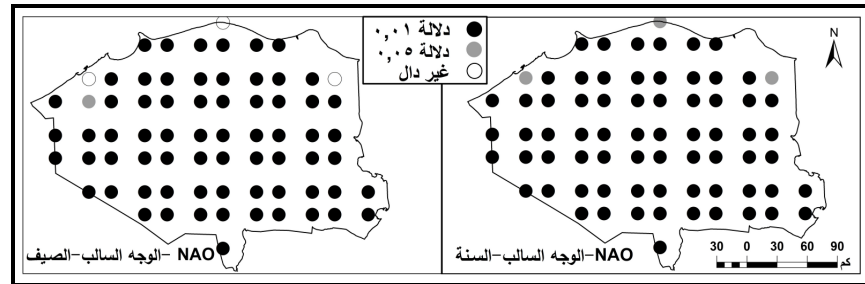
روسيا، وشرق أوروبا، وشمال شرق أفريقيا، والشرق الأوسط نتيجة وجود ضغط جوي مرتفع شاذ فوق بحر قزوين وجنوب غرب روسيا في حين يوجد ضغط جوي منخفض شاذ فوق شمال غرب أوروبا؛ مما يجعل حركة الكتل الهوائية من الجنوب تجاه الشمال والشمال الغربي، فتجذب معها الهواء الدافئ من اليابس الآسيوي فوق منطقة شرق البحر المتوسط (Krichak et al., 2002; Krichak et al., 2005; Lim, 2015).



شكل (٢٥) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الباردة

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

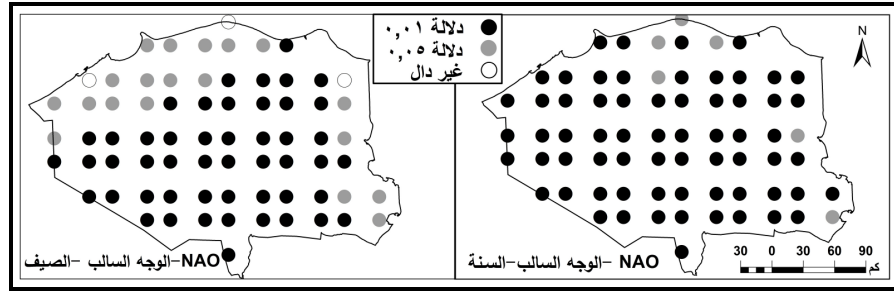


شكل (٢٦) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الدافئة

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- أما بالنسبة لمؤشر أمد فترة البرودة (CSDI) فالبرغم من عدم وضوح دلالة معنوية للاتجاه لذلك المؤشر في منطقة الدراسة؛ إلى أنه قد شهد علاقة ارتباط سنوية واضحة ذات دلالة معنوية مع الوجه الموجب لنمط تذبذب شمال الأطلسي الناو وضعيفة خلال فصل الشتاء، كما تبين تأثر المؤشر أيضاً بالوجه الموجب لنمط تذبذب شرق الأطلسي - غرب روسيا (EAWR)، والوجه السالب لنمط تذبذب غرب البحر المتوسط (WEMOI) خلال فصل الشتاء وبدلالة معنوية عند مستوى ٩٥٪ في معظمها بمنطقة الدراسة، كذلك لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ذات دلالة معنوية واضحة عند مستوى ٩٩٪ بين مؤشر أمد فترة الدفء (WSDI) مع نمط تذبذب شمال الأطلسي الناو، وذلك على المستوى السنوي والصيفي شملت أغلب منطقة الدراسة، كما يتضح من الأشكال أرقام (١٨، ٢٧، ٢٨).



شكل (٢٧) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر أمد فترة الدفء

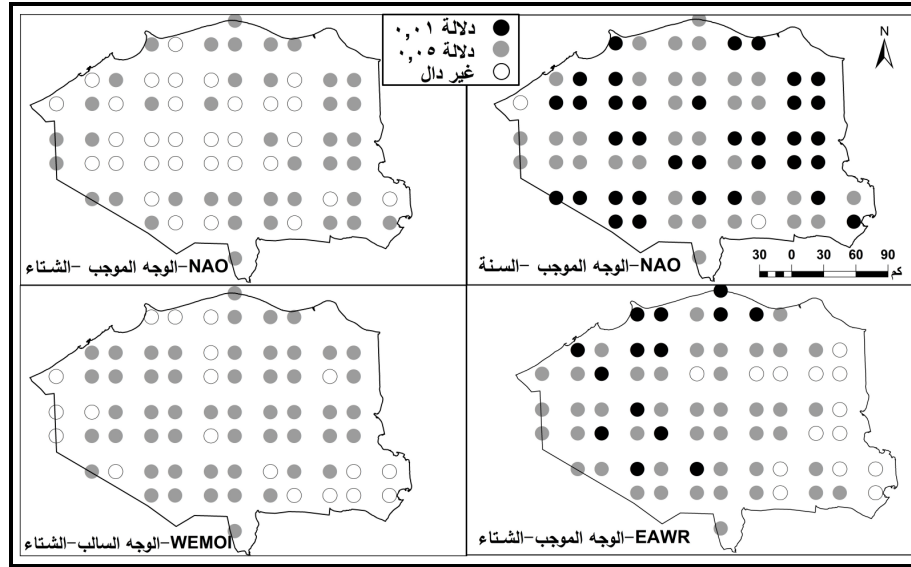
وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

- أما بالنسبة لمؤشر الأيام الصيفية (SU) فقد تأثر بأكثر من نمط، أهمها نمط تذبذب شمال الأطلسي الناو على المستوى السنوي والشتوي والربيعي، حيث الارتباط مع الوجه السالب للمؤشر وبدلالة معنوية أغلبها عند مستوى ٩٥٪، كما أتضح تأثر المؤشر السنوي والربيعي بالوجه الموجب (النينا) أيضاً لمؤشر التذبذب الجنوبي (ENSO)، فخلال الوجه الموجب يحدث انخفاض مفاجئ لدرجة الحرارة السطحية في شرق المحيط الهادي الاستوائي مع ارتفاع مفاجئ للضغط الجوي السطحي، بينما يحدث ارتفاع لدرجة الحرارة السطحية غرب المحيط الهادي الاستوائي جنوب إندونيسيا مع انخفاض مفاجئ للضغط الجوي السطحي فيما يعرف بالنينا،

وهي الوجه العكسي للنينو السالب أو الذبذبة الجنوبية السالبة، وينتج عن تلك التآرجحات في نظم الضغط الجوية اتصالات عن بعد Teleconnections، تُحدث تغيرات مناخية متباينة واسعة النطاق على مستوى العالم (WMO, 2014)، كذلك ظهرت علاقة الارتباط الموجبة ذات الدلالة المعنوية مع نمط تذبذب غرب البحر المتوسط (WEMOI) خلال فصل الخريف، عند مستوى دلالة ٩٥٪، والربيع عند مستوى دلالة ٩٩٪، كما يتضح من الشكلين رقمي (١٨، ٢٩).

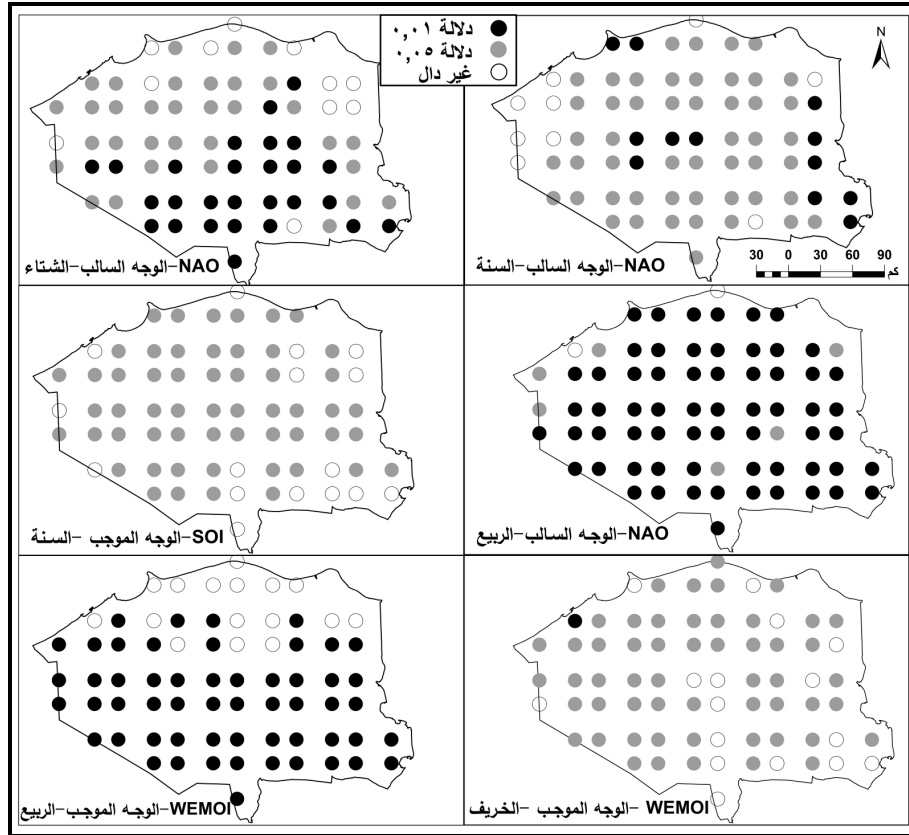
أما بالنسبة لمؤشر الليالي المدارية (TR) فقد تأثر بالوجه السالب لنمط تذبذب شمال الأطلسي الناو على المستوى السنوي والربيع والصيف، ولكن دون دلالة معنوية واضحة، كما لوحظ وجود ارتباطاً بينه وبين الوجه الموجب لنمط الذبذبة الجنوبية SOI خلال فصل الربيع دون دلالة معنوية، كذلك لوحظ وجود ارتباطاً موجباً مع نمط تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI) دون دلالة معنوية خاصة خلال فصل الربيع.



شكل (٢٨) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر أمد فترة البرودة

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.



شكل (٢٩) : الدلالة المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون لمؤشر الأيام الصيفية

وبعض أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠م.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على البيانات المناخية من قاعدة بيانات برينستون الشبكية.

وبمقارنة نتائج الدراسة الحالية عن العلاقة الارتباطية بين مؤشرات التطرف الحراري اليومية المستخدمة في منطقة الدراسة وأهم أنماط الدورات الهوائية العامة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠؛ وذلك بنتائج أهم الدراسات العالمية والإقليمية والمحلية، أتضح تشابه كبير للنتائج، كما يتضح من نتائج الدراسات الآتية:

- دراسة (Efthymiadis et al., 2011) عن اتجاهات درجات الحرارة الشبكية المتطرفة في حوض البحر المتوسط وتأثرها بأنماط الدورات الهوائية العامة، والتي أوضحت تأثر أحداث الدفء اليومية المتطرفة واتجاهاتها بالوجه السالب لنمط تذبذب شمال المحيط الأطلسي الناو (NAO) ونمط تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI)

خلال فصل الشتاء والصيف في منطقة حوض البحر المتوسط ، كما تبين وجود علاقة ارتباط قوية بين أحداث البرودة اليومية المتطرفة والوجه الموجب لنمط تذبذب شرق الأطلسي - غرب روسيا (EAWR)، خاصة في شرق حوض البحر المتوسط، ودراسة (WMO, 1993) عن النظام المناخي العالمي، والتي أشارت إلى حدوث انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة عن المعتاد خلال الوجه الموجب لنمط تذبذب شمال الأطلسي، وذلك في منطقة الشرق الأوسط، ويحدث العكس مع الوجه السالب للنمط.

- دراسة (Maheras and Kutiel, 1999) عن التغيرات المكانية والزمانية لدرجات حرارة نظام البحر المتوسط وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة خلال القرن الماضي، والتي أشارت لأهمية نمط تذبذب البحر المتوسط MOI وتأثيره على درجات الحرارة بشكل مختلف في حوض البحر المتوسط، ودراسة (Donat and Coauthors, 2013) عن اتجاهات التغير لتطرفات الحرارة والمطر في المنطقة العربية وعلاقتها بنمط تذبذب شمال الأطلسي الناور (NAO) و نمط النينو أو التذبذب الجنوبي (ENSO)، حيث أشارت إلى وجود ارتباط قوي ومعنوي لأحداث التطرف اليومية الدافئة والوجه السالب لنمط تذبذب شمال الأطلسي الناور، خاصة في الجهة الغربية من المنطقة العربية حيث غرب أفريقيا والساحل الجنوبي للبحر المتوسط، وارتباط ضعيف في الجهة الشرقية من المنطقة العربية، بينما لوحظ تأثير قوي ومعنوي للوجه الموجب لنمط التذبذب الجنوبي النينو على أحداث التطرف اليومية الدافئة في الجهة الشرقية من المنطقة العربية (شبه الجزيرة العربية وشمال شرق أفريقيا)، في حين ارتباط ضعيف في الجهة الغربية وساحل البحر المتوسط العربي.
- دراسة (Filahi et al., 2016) عن اتجاهات مؤشرات التطرف اليومية للحرارة والأمطار في المغرب، والتي أشارت إلى وجود علاقة ارتباط سنوية قوية وذات دلالة عند مستوى ٩٥٪ بين مؤشرات التطرف اليومية الحرارية ونمط تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI)، ونمط تذبذب غرب البحر المتوسط (WEMOI)، وضعيفة مع نمط تذبذب شمال المحيط الأطلسي الناور (NAO)، ودراسة (El Kenawy et al., 2013; Merino et al., 2017) عن أحداث تطرفات الحرارة العظمى وخلال فصل الصيف وعلاقتها بأنماط الدورات الهوائية العامة وخطرها المحتمل على شبه جزيرة أيبيريا، والتي أشارت إلى تأثير تطرفات الحرارة العظمى بالوجه السالب لنمط تذبذب غرب البحر

المتوسط (WEMOI) خلال أغلب الفصول، ونمط تذبذب شمال الأطلسي الناو خلال فصل الشتاء، ودراسة (Turkes and Erlat, 2009) عن تغيرات متوسط درجة الحرارة الشتوية في تركيا وعلاقتها بنمط تذبذب شمال الأطلسي الناو، وقد أشارت إلى وجود علاقة ارتباط بين أحداث الدفء خلال الشتاء والوجه السالب لنمط الناو.

- دراسة (Hassanean, 2004) عن درجة حرارة السطحية الشتوية في مصر وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة، والتي أشارت إلى تأثير درجات الحرارة الشتوية بالوجه السالب لنمط تذبذب شمال الأطلسي الناو والاتجاه لفترات أكثر دفئاً بشكل غير عادي، في حين يتضح تأثير نمط التذبذب الجنوبي النينو خلال الشتاء في عدد قليل المحطات، بينما أتضح تأثير (الوجه السالب) لنمط تذبذب شرق الأطلسي - غرب روسيا (EAWR) وبدلالة معنوية مرتفعة عند مستوى ٩٩٪، ودراسة (Kenawy et al., 2010) عن تغيرات درجة الحرارة على طول ساحل البحر المتوسط وعلاقتها بأهم أنماط الدورات الهوائية العامة، والتي أشارت إلى وجود علاقة ارتباط سالبة بين اتجاهات درجات الحرارة العظمى - خاصة الشتوية، ونمط تذبذب شمال الأطلسي، ووجود علاقة ارتباط سالبة واضحة بين اتجاهات درجات الحرارة العظمى والصغرى ونمط نمط تذبذب شرق الأطلسي - غرب روسيا (EAWR) خلال الصيف والخريف، وارتباط أقل وضوحاً خلال فصل الشتاء.

سادساً - الخاتمة (خلاصة النتائج والتوصيات) :

خلاصة النتائج :

- هُدف خلال الدراسة الحالية إلى تقييم الاتجاهات الزمانية والمكانية لتطرفات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠، وذلك اعتماداً على بيانات يومية من قاعدة برينستون الشبكية المناخية طويلة الأمد ذات الدقة المكانية (ربع درجة عرضية وطولية) مثلت في ٧١ نقطة شبكية تغطي منطقة الدراسة، والتي تمثل حوالي ٤,٨٪ من إجمالي مساحة مصر، ورغم ضيق مساحتها مقارنة بمصر إلا إنها موطن النقل البشري في مصر، حيث يتركز بها أعلى نسبة للسكان والأنشطة الاقتصادية والعمرانية في مصر، كذلك هدفت الدراسة إلى التحقق من كفاءة قاعدة بيانات برينستون ودقتها، ومدى تمثيلها للواقع المناخي الحراري لمنطقة

الدراسة، وذلك من خلال مقارنة نتائجها بنتائج الدراسات الأخرى العالمية والإقليمية والمحلية، كما هُدف إلى تقييم العلاقة عن بعد Teleconnections بين تلك التطرفات الحرارية اليومية وبين أهم أنماط الدورات الهوائية العامة، وعددها خمسة، وهي: (NAO, ENSO, EAWR, MOI, WEMOI)؛ لتحديد أكثر تلك الأنماط تأثيراً في مؤشرات التطرف الحرارية الباردة والدافئة في الدلتا المصرية.

- اعتمد في تحديد التطرفات الحرارية على عدة مؤشرات مناخية؛ لقياس التطرفات الحرارية تم التوافق عليها من قبل مؤسسات وفرق بحثية في مجال التغيرات المناخية تحت مظلة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بلغ عددها ٢٧ مؤشراً، تم تحديدها لقياس التطرفات المناخية للحرارة والأمطار بما يتناسب مع أغلب الظروف المناخية في العالم، وقد استخدم منها خلال الدراسة الحالية ١٣ مؤشراً، واستبعد غير المناسب منها مع الظروف المناخية وبيانات منطقة الدراسة.

- تبين من الدراسة استحواذ فصلي الصيف والخريف على أعلى معدل فصلي لمؤشرات التطرف (أدفء ليلة، أبرد ليلة، أحر يوم، أبرد يوم) في الدلتا المصرية، كما أوضحت قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لمتوسطات مؤشرات التطرف للنقاط الشبكية في الدلتا المصرية قلة تشتتها وتباينها (لا توجد فروق كبيرة بين متوسطها للدلتا المصرية ولكل النقاط الشبكية)، وذلك على المستوى المكاني في الدلتا المصرية، كما تشابهت معدلات المدى الحراري اليومي على المستوى الفصلي والسنوي لمتوسط منطقة الدراسة، ولكن أتضح نسبياً التشتت بين قيم النقاط الشبكية وتباينها مكانياً في منطقة الدراسة، خاصة خلال فصلي الصيف والربيع.

- أما بالنسبة لمؤشرات الأيام واليالي الباردة (الأيام والليالي الدافئة) فقد تركزت أعلى نسب معدلاتها لمتوسط منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء والربيع و(والصيف والخريف)، وظهرت أعلى معدلات التشتت مكانياً (قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف) خلال فصلي الربيع والخريف، كذلك أوضحت الدراسة وجود تركز واضح لمؤشري أمد فترة البرودة و(أمد فترة الدفء) خلال فصلي الشتاء و(الصيف)، وبمعدلات فصلية وسنوية تظهر تشتتاً واضحاً في قيم المؤشرين على مستوى النقاط الشبكية لمنطقة الدراسة، خاصة خلال فصلي الربيع والخريف الأقل في متوسطات ومعدلات المؤشرين، أيضاً بالنسبة لمؤشري الأيام الصيفية والليالي المدارية فقد أتضح التركيز الشديد لمؤشر الليالي المدارية خلال فصل الصيف ثم

الخريف، وخلال فصول الصيف والخريف والربيع لمؤشر الأيام الصيفية ودلت قيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف للمؤشرين على التشتت الواضح على المستوى المكاني خاصة خلال فصل الشتاء، حيث ضعف تمثيل المؤشر في فصل البرودة.

- أتضح من نتائج الدراسة أن هناك اتجاهًا عامًا نحو الاحترار في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦١-٢٠١٠؛ نتيجة الزيادة في أحداث الدفء اليومية ومؤشراتها ونقصان أحداث البرودة ومؤشراتها، وتتركز الدلالة المعنوية للاتجاه نحو الزيادة في مؤشرات التطرفات الحرارية اليومية الدافئة لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى على المستوى السنوي والفصلي، خاصة خلال فصلي الصيف والربيع ومنها: مؤشر أعلى درجة حرارة صغرى يومية (أدفء ليلة)، مؤشر أعلى درجة حرارة عظمى يومية (أحر يوم)، مؤشر الليالي الدافئة، مؤشر الأيام الدافئة، مؤشر أمد فترة الدفء، مؤشر الليالي المدارية، كما تبين وجود اتجاهًا عامًا نحو النقصان ذا دلالة معنوية واضحة لمؤشر المدى الحراري اليومي خلال كل الفصول، واتجاهًا عامًا نحو النقصان دون دلالة معنوية لمؤشرات التطرفات الحرارية اليومية الباردة لدرجات الحرارة العظمى والصغرى ومنها: أقل درجة حرارة عظمى يومية (أبرد يوم)، مؤشر الليالي الباردة ومؤشر أمد فترة البرودة، كما لوحظ التدرج الواضح للاتجاه نحو التغير - خاصة في مقدار الزيادة من الشمال والشمال الغربي نحو الجنوب والجنوب الشرقي للدلتا المصرية، وقد تشابهت نتائج الدراسة مع نتائج العديد من الدراسات العالمية والإقليمية والمحلية.

- كما أتضح خلال الدراسة أن نمط تذبذب شمال الأطلسي الناو هو أكثر أنماط الدورات الهوائية العامة تأثيرًا على أغلب مؤشرات التطرف الحراري في منطقة الدراسة خلال وجهه السلبي، خاصة لمؤشرات التطرف الحراري الدافئة، مثل: مؤشر أعلى درجات حرارة عظمى (أدفء ليلة)، مؤشر الأيام الدافئة، الليالي الدافئة، الأيام الصيفية، ومؤشر أمد فترة الدفء، فقد كانت قيم معامل ارتباط بيرسون سالبة في أغلبها بين مؤشرات التطرف والناو وذات دلالة معنوية عند مستوى ٩٩٪، ٩٥٪، كما تباينت الأنماط الأخرى في ارتباطها وتأثيرها على مؤشرات التطرف الحراري في منطقة الدراسة، فمثلاً أتضح التأثير الأقوى لنمطي تذبذب أرجوحة البحر المتوسط (MOI) (القاهرة - الجزائر) وتذبذب غرب البحر المتوسط (WEMOI) على مؤشرات

التطرف الباردة، كذلك أتضح تأثر مؤشر الأيام الصيفية ومؤشر أدفء ليلة بالوجه الموجب لنمط النينو أو التذبذب الجنوبي (ENSO)، خاصة خلال الربيع، واتفقت تلك النتائج مع أغلب نتائج الدراسات الأخرى الإقليمية.

توصيات الدراسة :

- يُوصى خلال الدراسة بالوثوق في بيانات درجات الحرارة لقاعدة البيانات الشبكية العالمية برينستون Princeton، واستخدامها في الدراسات المناخية والتطبيقية، خاصة بعد أن جاءت نتائجها في الدراسة الحالية متشابهة مع أغلب نتائج دراسات تطرفات المناخ العالمية والإقليمية والمحلية، بالرغم من اعتماد تلك الدراسات الأخرى على بيانات مختلفة المصدر والشكل، كما يوصى بمعايرة بيانات تلك القاعدة قواعد البيانات الأخرى الشبكية وغيرها العالمية والإقليمية ذات الدقة المختلفة.
- يُوصى خلال الدراسة الحالية بمعايرة قواعد البيانات الشبكية العالمية والإقليمية المختلفة طويلة الأمد، وتحديد أفضلها وأنسبها تمثيلاً لمناخ منطقة الدراسة ومصر كافة، وذلك لكل عناصر المناخ باستخدام طرق التحقق والمعايرة المختلفة، ومنها: Princeton, ERA40, ERA-Interm-Princeton وغيرها؛ حتى ينتهي استخدام بياناتها اليومية ودقتها المكانية المرتفعة في عدد من الدراسات المناخية والهيدرولوجية والهيدرولوغيا التطبيقية.
- يُتوقع من نتائج الدراسة ارتفاع معدلات استهلاك الكهرباء على كافة المستويات؛ وذلك لمواجهة تلك الزيادة في أحداث التطرف اليومية الدافئة للمناخ والطقس في الدلتا المصرية، ومناطقها المأهولة والمكتظة بالسكان في الدلتا الزراعية، ومدنها الجديدة في هوامشها الصحراوية؛ لذا يُوصى بتكثيف الدراسات حول العلاقة بين تطرفات الحرارة وكذلك عناصر المناخ الأخرى وبياناتها ذات الدقة المكانية العالية وبين معدلات استهلاك الكهرباء، ومستقبل ذلك الاستهلاك، وعمل سيناريوهات مستقبلية، وربطها بخطط الاستهلاك المستقبلية.
- يُتوقع من نتائج الدراسة زيادة التبخر - نتح في الدلتا المصرية، خاصة المناطق الزراعية منها في منطقة الدلتا المصرية الزراعية ومناطق الاستصلاح الزراعي الهامشية؛ مما يُعد نذير خطر لما ستواجهه الدلتا أو أجزاء منها من خطر التصحر في المستقبل، خاصة مع توقعات بانخفاض منسوب مياه لنهر النيل وفروعه وترعه

المغذية للدلتا ولأراضيها؛ لذلك يُوصى بدراسات عن اتجاهات التغير الزمانية والمكانية للتبخر - نتج في منطقة الدراسة، وأنماط ذلك التغير، وتقدير الآثار المحتملة للتغيرات المستقبلية على مصادر المياه في الدلتا المصرية ومصر العليا، ووضع سيناريوهات مستقبلية محتملة بدرجات خطورة مختلفة.

- يُتوقع من نتائج الدراسة حدوث تأثير للمحاصيل الزراعية؛ نتيجة ارتفاع درجات الحرارة الصغرى، ونقصان أحداث التطرف الباردة، وموجات الدفء، وبالتالي زيادة الرطوبة وحدوث تغيرات مناخية وطقسية في مواعيد بدء موسم الزراعة والري وموسم الحصاد، وهو ما بينته نتائج دراسة (طلبة، ١٩٩٤) عن تأثير موجات الحر و البرد في مصر على بعض المحاصيل الزراعية كالقمح والطمطم والبرتقال خلال الفترة ١٩٩٧-١٩٩١م؛ لذا يُوصى بدراسات حديثة تطبيقية تفصيلية حول مدى تأثير المحاصيل الزراعية بتغيرات المناخ وتطرفاته في الدلتا والوادي خلال فترات طويلة الأمد، وذلك من حيث مساحاتها وإنتاجيتها وجودتها، وكذلك مدى تأثير الجدارة الإنتاجية للتربة بالتطرفات المناخية.

- يُتوقع من نتائج الدراسة تأثير النظم الزراعية الحديثة كالزراعة المحمية التقليدية، والمنتشرة في الدلتا المصرية وهوامشها الصحراوية الشرقية والغربية، والتي تُعد من أكثر المناطق التي شهدت اتجاهًا نحو الزيادة لمؤشرات التطرف الحراري الدافئة ونقصانًا في أحداث التطرف الباردة، وما قد ينتج عنها من ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة داخل الصوبات، ونظم التغطية الأخرى، وذلك عن معدلها الطبيعي المحسوب والمطلوب للنبات خلال مراحل نموه؛ مما يؤثر على النبات من حيث نموه الخضري وإنتاجيته، خاصة وأنها من النظم التي تُعظم الإنتاجية المحصولية في وحدات مساحية صغيرة، وبتكاليف مادية مرتفعة مقارنة بالزراعة المكشوفة؛ لذا يُوصى بعمل دراسات حول مدى تأثير الزراعات المحمية بحدوث تطرفات مناخية، خاصة لدرجات الحرارة والرطوبة والرياح، وذلك لتحديد المواعيد المناسبة لبدء التغطية والزراعة، والأوقات اللازمة للتهوية والتغطية خلال موسم نموه والمتأثرة بحدوث وتكرار وكثافة موجات البرد والدفء، ومن ثم تحديد المناطق والمواعيد المثلى للزراعات المحمية بكافة أنواعها (الصوبات - الأقبية البلاستيكية - الأغشية أو المالش).

المصادر والمراجع

أولاً - المصادر والمراجع باللغة العربية :

١. أبو راضي، فتحي عبد العزيز (١٩٧٢)، الجغرافيا المناخية للدلتا، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٢. أبو راضي، فتحي عبد العزيز (٢٠٠٠)، مقدمة الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٣. المحمدي، ناظم عبد الله عبد الله، طعمة، سعدية عبد الكريم (٢٠١١)، استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد ٤، العدد ٧.
٤. حسان، وليد عباس عبد الراضي (٢٠٠٩)، التغير في بعض عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة عين شمس، القاهرة.
٥. خير، صفوح (٢٠٠٠)، الجغرافيا موضوعها ومناهجها وأهدافها، دار الفكر، دمشق، سوريا.
٦. طلبة، شحات سيد أحمد (١٩٩٤)، موجات الحر والبرد في مصر وأثرها على المحاصيل الزراعية، دراسة، في المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٧. يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٨٢)، الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

ثانياً - المصادر والمراجع باللغة الأجنبية :

1. Acar Deniz Z., Gonencgil B. (2015), Trends of summer daily maximum temperature extremes in Turkey, Physical Geography, Vol. 36, No. 4, 268-281.
2. Ageena I., Macdonald N., Morse A.P. (2012), Variability of minimum temperature across Libya (1945-2009), International Journal of Climatology, 33: 641-653.
3. Aguilar E., et al. (2005), Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America 1961-2003, Journal of Geophysical Research, 110, D23107, doi:10.1029/2005JD006119.

4. Alexander L.V. and Coauthors (2006), Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290.
5. Alexander L.V., Arblaster J.M. (2009), Assessing trends in observed and modeled climate extremes over Australia in relation to future projections, *International Journal of Climatology*, 29: 417–435.
6. Almazroui M., Islam M.N., Dambul R., Jonesa P.D. (2014), Trends of temperature extremes in Saudi Arabia, *Int J Climatol*, 34: 808–826.
7. Ben-Gai T., Bitan A. , Manes A., Alpert P., Rubin S. (1999), Temporal and Spatial Trends of Temperature Patterns in Israel, *Theoretical and Applied Climatology*, 64, 163:177.
8. Caesar J., Alexander L. (2006), Large-scale changes in observed daily maximum and minimum temperatures: Creation and analysis of a new gridded data set, *J Geophys Res*, Vol. 111, D05101, doi:10.1029/2005JD006280.
9. Caesar J., Alexander L., Vose R. (2006), Large-scale changes in observed daily maximum and minimum temperatures: Creation and analysis of a new gridded data set, *J Geophys Res*, 111, D05101, doi:10.1029/2005JD006280.
10. Chaney N.W., Sheffield J., Villarini G., Wood E. (2014), Development of a High- Resolution Gridded Daily Meteorological Dataset over Sub-Saharan Africa: Spatial Analysis of Trends in Climate Extremes, *Journal of Climate*, Vo. 27.
11. Cullen H.M., Kaplan A., Arkin P.A., Demenocal P.B. (2002), Impact of The North Atlantic Oscillation On Middle Eastern Climate and Streamflow, *Climatic Change*, 55: 315–338.
12. Dashkhuu D., Kim J. P., Chun J. A., Lee W. (2015), Long-term trends in daily temperature extremes over Mongolia, *Weather and Climate Extremes*, 8,26–33.
13. Domroes M., EL-Tantawi A. (2005), Recent Temporal And Spatial Temperature Changes In Egypt, *Int J Climatol.*, 25: 51-63.
14. Donat M.G., et al. (2013), Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long-term trends and variability related to ENSO and NAO, *Int J Climatol*, (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.3707.
15. Donat and Coauthors (2013), Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset, *J Geophys Res*, Vol. 118, 2098–2118, doi:10.1002/jgrd.50150.
16. Donat M.G., Alexander L.V., Yang H., Durre I., Vose R., Caesar J. (2013), Global Land- Based Datasets for Monitoring Climatic Extremes, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 94, Issue 7, pp. 997-1006.
17. Easterling D.R., et al. (1997), Maximum and minimum temperature trends for the globe, *Science*, 277: 364-367.
18. Easterling D.R., Meehl G.A., Parmesan C., Chanson S.A., Karl T.R., Mearns L.O. (2000), Climate extremes: Observations, modeling, and impacts. *Science*, 289: 2068–2074.
19. Easterling D.R., Evans J.L., Groisman P.Ya., Karl T.R., Kunkel K.E., Ambenje P. (2000), Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 87, No. 3, March.
20. Efthymiadis, D., Goodess C.M., Jones P.D. (2011), Trends in Mediterranean gridded temperature extremes and large-scale circulation influences, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11: 2199–2214.

21. El Kenawy A., Lopez-Moreno J.L., Vicente-Serrano S.M. (2011), Recent trends in daily temperature extremes over northeastern Spain (1960–2006), *Nat Hazards Earth Syst Sci.*, 11: 2583-2603.
22. El Kenawy A.M., López-Moreno J.I., Vicente-Serrano S.M., Mekld M.S. (2009), Temperature trends in Libya over the second half of the 20th century, *Theoretical Applied Climatology*, 98:1–8.
23. El Kenawy A. , López-Moreno J.I. , Vicente-Serrano S.M. (2012)Trend and variability of surface air temperature in northeastern Spain (1920–2006): Linkage to atmospheric circulation, *Atmospheric Research*, 106: 159-180.
24. El Kenawy A., López-Moreno J.I., Vicente-Serrano S.M. (2013), Summer temperature extremes in northeastern Spain: spatial regionalization and links to atmospheric circulation (1960–2006), *Theor Appl Climatol.*, 113: 387-405.
25. Filahi S., Tanarhte M., Mouhir L., El Morhit M., Trambly Y. (2016), Trends in indices of daily temperature and precipitations extremes in Morocco, *Theor Appl Climatol.*, 124: 959-972.
26. Folland, C.K., et al. (2001), Observed climate variability and change, in *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, pp. 108-109, Cambridge Univ. Press, New York.
27. Frich, P., Alexander L. V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein A.M.G., Peterson T., (2002), Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century, *Climate Research*, 19: 193–212.
28. Gamal G., (2017), Future Analysis of Extreme Temperature Indices for Sinai Peninsula-Egypt, *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, Vol. 3, Issue 1.
29. Gönençgil B., Deniz Z.A. (2016), Extreme Maximum And Minimum Air Temperature In Mediterranean Coasts In Turkey, *Geography. Environment. Sustainability*, 01 (09).
30. Guirguis K, Gershunov A., Schwartz R., Bennett S. (2011), Recent warm and cold daily winter temperature extremes in the Northern Hemisphere, *Geophysical Research Letters*, Vol. 38, L17701, doi:10.1029/2011GL048762.
31. Gümüş V., Soydan N G., Şimşek O., Algin H M., Aköz M S., Yenigun K. (2017), Seasonal and annual trend analysis of meteorological data in Sanliurfa, Turkey, *European Water*, 59:131-136.
32. Hasanean H.M., Abdel basset H. (2006), Variability Of Summer Temperature Over Egypt, *Int J Climatol.*, 26: 1619–1634.
33. Hassanean H.M. (2004), Winter time surface temperature in Egypt in relation to the associated atmospheric circulation. *Int J Climatol.*, 24(8): 985– 999.
34. Hertig, E., Seubert, S., Jaccobeit, J. (2010), Temperature extremes in the Mediterranean area: trends in the past and assessments for the future, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: 2039–2050.
35. Hundecha Y. and Bardossy A. (2005), Trends in Daily Precipitation and Temperature Extremes Across Western Germany in The Second Half of the 20TH Century, *Int J Climatol.*, 25: 1189-1202.
36. Hurrell, J.W., (1995), Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation, *Science*, 269: 676-679.
37. Hussein M.M.A., Mohamed E.E.E. (2016), Temperature Trend over Nile Delta, Egypt in 20th Century, *Advances in Research*, 7(2):1-14, Article no.AIR.25466.

38. Jones P. D. and Moberg A. (2003), Hemispheric and Large-Scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001, *Journal of Climate*, Volume 16, 15 January.
39. Karl T. R., Nicholls N., Gregory J. (1997), *The Coming Climate*, Scientific American, May, 79-83.
40. Karl, T.R., Nicholls N., Ghazi A. (1999), CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes: Workshop summary, *Climatic Change*, 42: 3-7.
41. Kenawy A., Moreno J.I.L., Serrano S.M.V., Abdelaal M. (2010), Temperature variability along the mediterranean coast and its link to large scale atmospheric circulations (1957-2006), *Bulletin of the Egyptian Geographical Society*, Vol. 83.
42. Kiktev D., Caesar J., Alexander L.V., Shiogama H., Collier M. (2007), Comparison of observed and multimodeled trends in annual extremes of temperature and precipitation, *Geophysical Research Letters*, Vol. 34, L10702, doi:10.1029/2007GL029539.
43. Kiktev D., Sexton D.M.H, Alexander L., Folland C.K. (2003), Comparison of Modeled and Observed Trends in Indices of Daily Climate Extremes, *Journal of Climate*, Vol. 16.
44. Klein Tank A.M.G. and Coauthors (2006), Changes in daily temperature and precipitation extremes in central and South Asia, *J Geophys Res*, 111: D16105, DOI: 10.1029/2005JD006316.
45. Klein Tank A.M.G. and Können G.P. (2003), Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe 1946–99, *Journal of Climate*, 16: 3665–3680.
46. Kostopoulou E, Jones P.D. (2005), Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 89: 69–85.
47. Krichak S.O., Alpert P. (2005), Decadal Trends In The East Atlantic–West Russia Pattern and Mediterranean Precipitation, *Int J Climatol.*, 25: 183–192.
48. Krichak S.O., Kishcha P., Alpert P. (2002), Decadal trends of main Eurasian oscillations and the eastern Mediterranean precipitation, *Theor Appl Climatol.*, 72: 209-220, pp. 210-213.
49. Kundzewicz Z.W., Radziejewski M. (2006), Methodologies for trend detection, *Climate Variability and Change-Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November, IAHS Publ. 308.*
50. Kundzewicz, Z.W., Robson, A.J. (2000), *Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data*. World Climate Programme - Data and Monitoring, World Meteorological Organization, Geneva.
51. Lana X., Burgueño A., Martínezc M.D., Serraa C. (2016), Complexity and predictability of the monthly Western Mediterranean Oscillation index, *Int J Climatol.*, 36: 2435–2450.
52. Lanzante JR. (1996), Resistant, robust and non-parametric techniques for the analysis of climate data: theory and examples, including applications to historical radiosonde station data, *Int J Climatol.*, 16:1197–1226.

53. Lim Y. (2015), The East Atlantic/West Russia (EA/WR) teleconnection in the North Atlantic: climate impact and relation to Rossby wave propagation, *Climate Dynamics*, 44:3211–3222.
54. Maheras P., Kutiel H. (1999), Spatial and Temporal Variations in the Temperature Regime in the Mediterranean and their Relationship with Circulation during the Last Century, *Int J Climatol*, 19: 745–764 (1999), p. 763.
55. Mark New and Coauthors (2006), Evidence of trends in daily climate extremes over southern and west Africa, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, D14102, doi:10.1029/2005JD006289.
56. Merino A., Martín M.L., Fernández-González S., Sánchez J.L., Valero F. (2017), Extreme maximum temperature events and their relationships with large-scale modes: potential hazard on the Iberian Peninsula, *Theor Appl Climatol*, DOI 10.1007/s00704- 017-2203-9.
57. Mohamed E.E.E., Hussein M.M.A. (2014), Observed changes in minimum and maximum temperatures in Nile Delta, Egypt in 20th century. *Journal of King Abdul- Aziz University, Marine Science*, 25(1): 117-140.
58. New M., et al. (2006), Evidence of trends in daily climate extremes over southern and west Africa, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, D14102, doi:10.1029/2005JD006289.
59. Nicholls, N. (1995), Long-term climate monitoring and extreme events, *Climatic Change*, 31: 231–245.
60. Onyutha C. (2016), Geospatial Trends and Decadal Anomalies in Extreme Rainfall over Uganda, East Africa, *Advances in Meteorology*, Article ID 6935912, 15 pages.
61. Orun M., Kocak K. (2009), Application of detrended fluctuation analysis to temperature data from Turkey, *Int. J. Climatol.*, 29: 2130–2136.
62. Perkins S.E., Alexander L.V., Nairn J.R.(2012), Increasing frequency, intensity and duration of observed global heat waves and warm spells, *Geophysical Research Letters*, Vol. 39, L20714, doi:10.1029/2012GL053361.
63. Peterson T.C. and Vose R.S. (1997), An Overview of the Global Historical Climatology Network Temperature Database, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 78, No. 12, December.
64. Peterson T.C., et al. (2002), Recent changes in climate extremes in the Caribbean region, *J Geophys Res*, 107(D21), 4601, doi:10.1029/ 2002JD002251.
65. Peterson, T.C., 2005: Climate Change Indices. WMO Bulletin, 54 (2), 83-86.
66. Peterson, T.C., and Coauthors (2001), Report on the Activities of the Working Group on WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 143 p.
67. Renom M., Rusticucci M., Barreiro M. (2011), Multidecadal changes in the relationship between extreme temperature events in Uruguay and the general atmospheric circulation, *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-010-0986-9.
68. Rusticucci M. and Renom M. (2008) Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay, *International Journal of Climatology*, 28, 1083–1095, DOI: 10.1002/joc.1607.
69. Said M.A., Tarek El-Geziry M., Radwan A.R. (2012), Long-Term Trends of Extreme Climate Events over Alexandria Region, Egypt, INOC-CNRS, International Conference on “Land-Sea Interactions in the Coastal Zone” Jounieh - LEBANON, 06-08 November.

70. Srivastava A.K., Rajeevan M., Kshirsagar S.R. (2009), Development of a high resolution daily gridded temperature data set (1969–2005) for the Indian region, *Atmospheric Science Letters*, 10: 249–254.
71. Tank A.M.G.K., Konnen G.P. (2003), Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946 – 99, *Journal of climate*, 15 November.
72. Turkes M., Erlat E. (2009), Winter mean temperature variability in Turkey associated with the North Atlantic Oscillation, *Meteorol Atmos Phys*, 105:211–225.
73. Unkasevic, M., Tomic, I. (2013), Trends in temperature indices over Serbia: relationships to large-scale circulation patterns, *International Journal of Climatology*, 33: 3152–3161.
74. Vincent, L. A., et al. (2005), Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000, *Journal of Climate*, 18(23), 5011-5023.
75. Vose R.S., Easterling D.R., Gleason B. (2005), Maximum and minimum temperature trends for the globe: An update through 2004, *Geophysical Research Letters*, Vol. 32, L23822, doi:10.1029/2005GL024379.
76. Wibig J, Glowicki B. (2002), Trends of minimum and maximum temperature in Poland, *Climate Research*, 20: 123–133.
77. WMO (World meteorological organization) (2014), El Niño/ Southern Oscillation, WMO-No. 1145. Geneva 2, Switzerland.
78. WMO. 1993. The global climate system review. WMO-No 819.
79. Woodward J., (2009), *The physical geography of the Mediterranean*, oxford university press, New York, p. 74, online.
80. Xuebin Zhang and Coauthors (2005), Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, D22104, doi:10.1029/2005JD006181.
81. Yan, Z., et al. (2002), Trends of extreme temperatures in Europe and China based on daily observations, *Climatic Change*, 53: 355-392.
82. Yue S., Pilon P., Cavadias G. (2002), Power of the Mann-Kendall and spearman's tests for detecting monitoring trends in hydrological series, *journal of hydrology*, 259: 254-271.
83. Zhai, P. M., and Pan X. (2003), Trends in temperature extremes during 1951–1999 in China, *Geophs Res Lett*, 30(17), 1913, doi:10.1029.
84. Zhang X., et al. (2005), Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, D22104, doi:10.1029/2005JD006181.

ج- المواقع الإلكترونية :

1. <http://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>
2. <http://hydrology.princeton.edu/data/pgf>
3. http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/tele_index.nh (NAO -EAWR)
4. <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtml.shtml> (SOI).
5. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/moi/> (MOI-Cairo Algiers).
6. <http://www.ub.edu/gc/en/2016/06/08/wemoi/> (WEMOI).

Long-term Trends of Daily Extremes Temperature in The Egyptian Delta during The Period 1960-2010 “A Climatological Study”

Dr. Mohammed Mohammed Abdelaal Ibrahim

Lecturer in Physical Geography, Department of Social Studies,
Faculty of Education, Mansoura University

ABSTRACT

This work assesses spatial and temporal characteristics of daily temperature extremes in the Egyptian delta during the past few decades (1960-2010) and their possible connections with large-scale atmospheric circulation. Here, we employed daily gridded maximum and minimum air temperature data from PRINCETON global dataset at a grid interval of 0.25 degree. This study applied 13 extreme temperature indices to characterize extreme temperature in the study domain. Results suggest a general statistically significant increasing trend at $p < 0.05$ for majority of warm indices, particularly during summer and spring, especially in south and southeastern parts of the Egyptian delta. This includes the indices of the warmest night, the warmest day, warmest nights, warm spell duration, and tropical nights. In contrast, we noted a statistically significant decrease in cold indices, such as the coldest day, coldest nights and cold spell duration. Correspondingly, the diurnal temperature range (DTR) witnessed a significant decrease in all seasons. This study also indicates that, in comparison to other indices, the negative NAO is the circulation pattern mostly affecting changes in daily temperature extremes in the Egyptian delta, especially warm extremes in all seasons. Our results could have particular implications for some sectors, including water resources, agriculture, crop yield, protected agriculture, tourism, human health and energy consumption.

Key Words: Daily Maximum air temperature, Daily Minimum air temperature, PRINCETON, Extreme Weather Indices, Circulation Patterns, Global warming.

الإصدارات السابقة لسلسلة البحوث الجغرافية

١. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
٢. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامي، ١٩٩٧.
٣. القرى المدمرة في فلسطين حتى عام ١٩٥٢، أ.د. يوسف أبو مائلة وآخرون، ١٩٩٨.
٤. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، ١٩٩٩.
٥. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية في مصر، د. أحمد عاطف دردير، ٢٠٠١.
٦. صورة الأرض في الريف، د. محمد أبو العلا محمد، ٢٠٠١.
٧. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامي محمود، ٢٠٠٣.
٨. الماء والأفلاج والمجتمعات العمرانية، د. طه عبد العليم، ٢٠٠٤.
٩. المناطق الخضراء في القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزامل، ٢٠٠٥.
١٠. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبى على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، ٢٠٠٥.
١١. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، ٢٠٠٦.
١٢. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، ٢٠٠٦.
١٣. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم غانم، ٢٠٠٦.
١٤. الجغرافيا الاقتصادية في ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. إبراهيم الديب، ٢٠٠٦.
١٥. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية في مصر، د. فاطمة محمد أحمد، ٢٠٠٦.
١٦. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحطة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، ٢٠٠٧.
١٧. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية في محافظة الوادى الجديد، د. المتولي السعيد، ٢٠٠٧.
١٨. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٤، د. أشرف عبده، ٢٠٠٧.
١٩. مياه الشرب في مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠٠٧.
٢٠. الجيوب الريفية المحتواة في التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف عبده، ٢٠٠٧.
٢١. الأبعاد الجيومورفوجرافية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام ٢٠٠٥، د. سالم عبد الوهاب، ٢٠٠٨.
٢٢. الأوقاف الخيرية في مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، ٢٠٠٩.
٢٣. صناعة السيارات في مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٤. المناخ والملابس في مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، ٢٠٠٩.

٢٥. قضايا الطاقة في مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٦. الثروة المعدنية في محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠٠٩.
٢٧. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة، ٢٠٠٩.
٢٨. التحليل الجغرافي لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقة عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف، ٢٠٠٩.
٢٩. تحليل جغرافي لمنطقتين عشوائيتين في مدينة جدة، د. أسامة جستنية و أ. مشاعل المالكي، ٢٠٠٩.
٣٠. الفقر في غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، ٢٠١٠.
٣١. بعض ملامح التنمية العمرانية في محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، ٢٠١٠.
٣٢. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف، ٢٠١٠.
٣٣. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هندواوى، ٢٠١٠.
٣٤. التجديد العمراني للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١١.
٣٥. تغير المعطيات المكانية وأثرها في التنمية السياحية بقرية البهنسا، د. ماجدة جمعة، ٢٠١١.
٣٦. الاتجاهات الحديثة في جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، ٢٠١١.
٣٧. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهة يقطان الجابري، ٢٠١١.
٣٨. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد صابر، ٢٠١١.
٣٩. أحجار الزينة في المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، ٢٠١١.
٤٠. التنوع الحيوى بإقليم الجبل الأخضر بالجمهورية العربية الليبية، د. عادل معتمد، ٢٠١١.
٤١. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (١٣٦٩-١٤٥٠هـ) الموافق (١٩٥٠-٢٠٢٨م)، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١١.
٤٢. المراوح الفيضية وأثرها على طريق قفط - القصير، د. محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠١٢.
٤٣. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، ٢٠١٢.
٤٤. التنوع المكاني لأنماط النمو الريفي في المنطقة الغربية بالسعودية، د. محمد مشخص، ٢٠١٢.
٤٥. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، ٢٠١٢.
٤٦. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، ٢٠١٢.
٤٧. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد صابر، ٢٠١٢.
٤٨. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، د. محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢.
٤٩. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية، د. طارق كامل، ٢٠١٢.

٥٠. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفر الشيخ، د. محروس المعداوى، ٢٠١٢.
٥١. الضوابط المناخية للعجز المائي في شبه جزيرة سيناء، د. صلاح عماشة، ٢٠١٢.
٥٢. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٢.
٥٣. مواقف السيارات والأزمة المرورية بمحافظة القاهرة، د. رشا حامد سيد حسن بندق، ٢٠١٢.
٥٤. ثلاثون عاما من النمو العمراني الحضرى بمحافظة أسوان، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٢.
٥٥. الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٢.
٥٦. المدينة الصناعية الثانية بمدينة الرياض، د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة، ٢٠١٢.
٥٧. التغير الكمي والنوعي لاستخدامات الأرض بأحياء المدينة المنورة، د. عمر محمد على، ٢٠١٢.
٥٨. استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد ومعالجة مشكلة العشوائيات السكنية بالمدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١٢.
٥٩. شارع بورسعيد بالقاهرة : دراسة تحليلية في جغرافية النقل، د. منى صبحي، ٢٠١٢.
٦٠. التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١٣.
٦١. التحليل المكاني لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة، د. عمر محمد، ٢٠١٣.
٦٢. تحليل جغرافي للتعليم الأساسي بقرى مركز أطفح، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣.
٦٣. نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموي، د. عاطف حافظ سلامة، ٢٠١٣.
٦٤. جيومورفولوجية قاع الفريح شرق المدينة المنورة وإمكانات التنمية، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٣.
٦٥. ملامح الفقر الحضري وخيارات التنمية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٣.
٦٦. Abha Town (Kingdom of Saudi Arabia): A Study in Social Area Analysis. (In English) by "Dr. Ismail Youssef Ismail" (2013).
٦٧. نحو صناعة مطورة لحماية البيئة في محافظة أسيوط، د. أحمد عبد القوى أحمد، ٢٠١٣.
٦٨. الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط م الرياض، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٣.
٦٩. تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية فى إقليم قناة السويس، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٣.
٧٠. استخدامات الأرض في حلوان، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣.
٧١. تحليل جغرافى لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية، د. منى صبحي، ٢٠١٤.
٧٢. خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٤.
٧٣. تيسير الوصول إلى الخدمات العامة فى مدينة أسوان، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٤.
٧٤. الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا، د. محمد حسانين، ٢٠١٤.
٧٥. التباين المكاني لمحطات الوقود في المدينة المنورة، د. أشرف على عبده، ٢٠١٤.

٧٦. المخلفات الصلبة في مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٤.
٧٧. جيومورفولوجية ساحل البحر الأحمر بين رأسى بناس وغارب، د. محمد عبد الحليم، ٢٠١٤.
٧٨. التحولات العمرانية في منطقة النواة بمدينة أبو عريش، د. سعيد محمد الحسيني، ٢٠١٤.
٧٩. الضجة المرورية والسائدة بمدينة شبين الكوم، د. إسماعيل علي إسماعيل، ٢٠١٤.
٨٠. الأبعاد الجغرافية للاتصالات السلكية واللاسلكية في مدينة طنطا، د. عبدالسلام عبدالستار، ٢٠١٤.
٨١. مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية في مصر، د. صبري زيدان عبد الرحمن، ٢٠١٤.
٨٢. تغير مساحة الأراضي الزراعية غربى دلتا النيل، د. بهاء فؤاد مبروك، ٢٠١٤.
٨٣. أماكن النحر بمنى، د. فائزة محمد كريم جان عبد الخالق، ٢٠١٤.
٨٤. جغرافية النقل العام بالحافلات في محافظة الدقهلية، د. محمد صبحي إبراهيم، ٢٠١٥.
٨٥. التقييم الاقتصادي والبيئي لخريطة التغيرات في استخدامات الأرض، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥.
٨٦. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الإناث في المملكة العربية السعودية، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٥.
٨٧. التحليل المكاني لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفاعتها في مدينة بنها، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥.
٨٨. الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠١٥.
٨٩. الأبعاد المكانية للإصابة بعدوى أنفلونزا الطيور في مصر، د. صبحي رمضان، ٢٠١٦.
٩٠. الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة فوهة الوعية بالسعودية، د. هيا بنت محمد العقيل، ٢٠١٦.
٩١. رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادي، د. أحمد صابر، ٢٠١٦.
٩٢. التجارة الخارجية المصرية مع الأسواق العربية (٢٠٠٠-٢٠١٤م)، د. رضا سليم، ٢٠١٦.
٩٣. جيومورفولوجية جبل القارة بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية، د. محمد عبد الحليم، ٢٠١٦.
٩٤. الأبعاد المكانية لحالات العنف ضد المرأة في مدينة الرياض، د. ابتسام إبراهيم القاضي، ٢٠١٦.
٩٥. الشوارع التجارية الرئيسية في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.
٩٦. الحراك السكاني في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.
٩٧. التحليل الجيومورفولوجي لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية، د. هبه صابر دسوقي، ٢٠١٧.
٩٨. السياحة الثقافية والصناعات التراثية بمناطق العمران التقليدي بسلطنة عمان، د. سيد رمضان، ٢٠١٧.

٩٩. الصقيع وتأثيره على بعض المحاصيل الزراعية بمنطقتي حائل والقصيم، مشبب بن محمد، ٢٠١٧.
١٠٠. العمالة السياحية في محافظة البحر الأحمر، د. راوية محسوب، ٢٠١٧.
١٠١. تراتبية العمالة وفقا للجنسية في سوق العمل في سلطنة عمان، د. منتصر إبراهيم وآخرون، ٢٠١٧.
١٠٢. حالة الهواء ومواقع المنشآت التعليمية والصحية بمدينة سوهاج، د. إسماعيل علي إسماعيل، ٢٠١٧.
١٠٣. الشروم على الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية، د. وفاء صالح على الخريجي، ٢٠١٧.
١٠٤. الفاعلية التسويقية لبورصة الأسماك بمحافظة كفر الشيخ، د. إيهاب لطفي البرنس، ٢٠١٧.
١٠٥. مظاهر الضعف الصخري ودورها الجيومورفولوجي في تشكيل هشيم المنحدرات، د. أحمد صابر، ٢٠١٧.
١٠٦. الاحترار العالمي ومستقبل استهلاك الطاقة المنزلية في مصر (الأثر والتكيف). د. محمد توفيق محمد إبراهيم، ٢٠١٨.
١٠٧. ديناميكية استخدام الأرض بالعزيرية في مكة المكرمة، عفاف عبد الله أحمد القاسمي و أ.د. عاطف حافظ سلامة، ٢٠١٨.
١٠٨. التباين المناخي بين ساحلي المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، د. سهام بنت صالح العلولا، ٢٠١٨.
١٠٩. معبر سمندو النهري بين محافظتي الدقهلية والغربية، د. محمد صبحي إبراهيم، ٢٠١٨.
١١٠. أخطار التجوية على هرمى هواره واللاهون بمنخفض الفيوم، د. هويدا توفيق أحمد حسن، ٢٠١٨.

الجمعية الجغرافية المصرية

مجلس الإدارة

(رئيس مجلس الإدارة)	الأستاذ الدكتور / السيد السيد الحسينى إبراهيم
(نائب الرئيس)	/ فتحى محمد أحمد أبو عيانة " "
(الأمين العام)	/ شحاته سيد احمد طلبه " "
(أمين الصندوق)	/ محمد عبد الرحمن الشرنوبى " "
عضو مجلس إدارة	/ نبيل سيد إمبابى عبد الرازق " "
عضو مجلس إدارة	/ احمد حسن إبراهيم " "
عضو مجلس إدارة	/ فتحى محمد مصيلحى خطاب " "
عضو مجلس إدارة	/ فتحى عبد العزيز أبو راضى " "
عضو مجلس إدارة	/ محمد إبراهيم محمد شرف " "
عضو مجلس إدارة	/ أحمد السيد محمد الزاملى " "
عضو مجلس إدارة	/ عبدالله علام عبده علام " "
عضو مجلس إدارة	/ مصطفى محمد محمد البغدادى " "
عضو مجلس إدارة	/ المتولى السعيد احمد احمد " "
عضو مجلس إدارة	/ محمد نور الدين السبعاوى " "
عضو مجلس إدارة	/ عمر محمد على محمد " "

المراسلات :

جميع المراسلات المتصلة بهذه الدورية توجه إلى الأستاذ الدكتور رئيس مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية (١٠٩ شارع قصر العبنى - صندوق بريد ٤٢٢ محمد فريد - القاهرة - تليفون : ٢٧٩٤٥٤٥٠ - فاكس : ٢٧٩٥٦٧٧١).

البريد الإلكتروني : E-mail : ggeoegypt@gmail.com

موقع الجمعية الجغرافية المصرية على شبكة الانترنت : www.EgyptianGS.com

رئيس التحرير: الأستاذ الدكتور/ شحاته سيد احمد طلبه