



جامعة المنصورة
كلية الآداب

التباين المكاني والزمني لغطاء السحب في مصر خلال المدة (١٩٦٠ - ٢٠١٧)

إعداد

د./ محمد محمد عبد العال إبراهيم

مدرس الجغرافيا الطبيعية بقسم الدراسات الاجتماعية
كلية التربية - جامعة المنصورة - مصر

مجلة كلية الآداب - جامعة المنصورة

العدد الخامس والستون - أغسطس ٢٠١٩

التباين المكاني والزمني لغطاء السحب في مصر

خلال المدة (١٩٦٠ - ٢٠١٧)

د/ محمد محمد عبد العال إبراهيم

مدرس الجغرافيا الطبيعية بقسم الدراسات الاجتماعية

كلية التربية - جامعة المنصورة - مصر

ملخص البحث:

تعد دراسة التباينات المكانية والزمنية لغطاء السحب أحد المفاتيح الرئيسية لفهم المناخ وتغيراته؛ لذا فقد هدف خلال الدراسة الحالية إلى تحديد التباينات المكانية والزمنية لغطاء السحب في مصر وتغيراته، وكذلك أنماطها المكانية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، وتقييم العلاقة بين اتجاهات الغطاء السحابي، وأثرها على بعض عناصر المناخ في مصر، وذلك اعتماداً على سلاسل بيانات شبكية شهرية طويلة الأمد لإجمالي غطاء السحب، ولعدد ٣٥٦ نقطة شبكية في مصر، وذلك من قاعدة البيانات الشبكية العالمية CRU TS V. 3.26، والتي أنتجت وحدة أبحاث المناخ (CRU) *the Climatic Research Unit* في جامعة إيست أنجليا البريطانية، بدقة مكانية ٠.٥ درجة عرضية وطولية. وباستخدام الانحراف المعياري وتحليل المركبات الأساسية لتحليل التباينات المكانية والزمنية وأنماطها، وطريقة انحدار المربعات الصغرى واختبار سبيرمان (رو) لتحديد قيمة التغير واتجاهاتها ودلالاتها الإحصائية، وكذلك تحليل ارتباط بيرسون لتقييم العلاقة الارتباطية بينها وبين بعض عناصر المناخ. وقد بينت الدراسة استحوذ فصلي الربيع والشتاء على أعلى معدلات للسحب، وبتركز واضح في منطقتي الدلتا المصرية وهوامشها، ووادي النيل؛ حيث قلة تشتت قيم غطاء السحب على المستوى المكاني مقارنة ببقية المناطق، كما بينت نتائج تحليل المركبات الأساسية. كما أظهرت الدراسة وجود اتجاه نحو التناقص في إجمالي غطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ على المستوى السنوي والفصلي وبدلالة معنوية واضحة، أيضاً أوضحت الدراسة وجود علاقة ارتباط عكسية بين إجمالي غطاء السحب وبين درجات الحرارة العظمى والصغرى الشهرية بدلالة معنوية واضحة عند مستوى ٠.٠٥، في حين تباينت العلاقة بينها وبين المدى الحراري الشهري خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠٠٩، كما تبين وجود علاقة ارتباط موجبة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ بين إجمالي غطاء السحب وبين كمية المطر الشهرية في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠٠٦. وبذلك يمكن اعتبار الدراسة الحالية مقدمة لعديد من الدراسات الأخرى للسحب بأنواعها؛ لتوسيع الفهم للغطاء السحابي وتبايناته، ودوره المهم في الغلاف الجوي ودورته الهيدرولوجية، وتأثيراته على سطح الأرض.

الكلمات المفتاحية: إجمالي غطاء السحب، تحليل المركبات الأساسية، تحليل الاتجاه، الأمطار، درجة الحرارة، مصر.

Abstract:

Assessing spatial and temporal variability of cloud cover is of particular importance for understanding climate and its processes. This study aims to assess spatiotemporal characteristics of cloud cover in Egypt over the period 1960-2017. Our analysis was based on the monthly gridded data derived from the CRU TS dataset (V.3.26), provided at 0.5° grid interval by the Climate Research Unit (CRU), University of East Anglia, UK. Changes in cloud cover were assessed using the least squares regression model, while their statistical significance was tested using the non-parametric Spearman's Rho statistic. The Principal Components Analysis (PCA) was employed to define the dominant spatial patterns of cloud variability in Egypt. Also, we assessed the links between changes and variability of cloudiness and those of other relevant climatic variables (e.g. maximum and minimum air temperatures, diurnal temperature range [DTR], and rainfall). Results suggest that the amount of cloud cover was mainly higher during spring and winter, especially in the Egyptian Delta, the Nile Valley and its neighboring regions. Trend analysis indicates a statistically significant decrease in cloud cover over the study period. Results demonstrate a statistically significant negative feedback between cloud cover and maximum and minimum air temperatures. For DTR, this dependency was highly variable over space and time. In contrast, the association was positive and statistically significant between cloud cover and rainfall. The findings of this study can contribute significantly to better understanding of cloudiness, its variability and thus more reliable diagnosis of atmospheric and hydrological cycles and their possible impacts in Egypt.

Keywords: Cloud cover; PCA; Trend analysis; Rainfall; Air temperature; Egypt.

مهما في تنظيم تدفق الإشعاع ونفاذه في الطبقات

العليا للغلاف الجوي وعلى السطح، وهي جزء لا

يتجزأ من الدورة الهيدرولوجية في الغلاف الجوي؛

مقدمة:

تمثل السحب عنصراً مهماً في الغلاف

الجوي للنظام المناخي العالمي، حيث تؤدي دوراً

لأنها تسمح لضوء الشمس المرئي بالمرور دون عوائق تقريبا، فالتغيرات في الغطاء السحابي يمكن أن تقلل أو تفاقم من ظاهرة الاحتباس الحراري، وتختلف تلك التأثيرات تبعا لارتفاع السحب وسمكها ومداهما الأفقي وتغيره، والمحتوى المائي وشكله (سائل أم جليد) وحجم القطرات أو البلورات. (Lynch 1996 ; Mace et al.,2006; Warren et al.,2007; Clement et al.,2009). كما أن تأثير السحب خاصة المنخفضة منها على ميزانية إشعاع الأرض أو ما يعرف بالتأثير الإشعاعي السحابي يكون سلبيا بشكل عام في النهار وإيجابيا خلال الليل؛ لأنها تعكس الإشعاع الشمسي خلال النهار وتوقف الأشعة تحت الحمراء خلال الليل؛ حيث تحدد مقدار ما ينفذ من الإشعاع الأرضي الحراري إلى الطبقات العليا من الجو، مما يساعد على ظهور ما يعرف بالجزر الحرارية (Ramanathan et al.,1989; Harrison et al.,1990; Jaswal et al.,2017; Matuszko and Weglarczyk 2018). فحدوث زيادة في السحب المنخفضة بنحو خمسة في المائة على شرق الولايات المتحدة ، والناجمة عن دفع المياه السطحية في المحيط الهادئ الاستوائية، هي المسؤولة عن تبريد ملحوظ مقداره ٠.١ درجة مئوية لكل عقد خلال الـ ٥٠ سنة الماضية. (Milewska e al.,2008).

فدراسة التباينات طويلة الأمد في غطاء السحب تساعد في تحسين فهمنا لدورها في المناخ المعاصر وتغيراته والتنبؤ به ونمذجته، والاهتمام

من خلال تأثيرها الكامل في التوازن بين الإشعاع والتدفئة الكامنة، وبالتالي توزان الطاقة على الأرض. IPCC 2007 ; Chernokulsky et al., 2011). فمن الفضاء، تبدو الأرض كوكبا أزرقا، يتميز بهياكل سحابية بيضاء واضحة، تميزه عن غيره من الكواكب الأخرى (Dai et al.,2006)، حيث تغطي السحب حوالي ثلثي القبة السماوية للكرة الأرضية، وتمارس تأثيرات كبيرة على ميزانية الإشعاع والمنظم للتدفئة الإشعاعية في كوكب الأرض (Ramanathan et al.,1989; Wild et al.,2004 ; Jaswal et al.,2017) من خلال عكسها للأشعة الشمسية، فبينما هي تمتص أو تبدد الإشعاعات الشمسية قصيرة الموجة، إذ هي تعكس أيضا طويلة الموجة منها، كما أنها مصدر للإشعاع، حيث تنبعث منها إشعاعات حرارية، وتؤثر بشكل مباشر على سقوط الأمطار والحرارة والإشعاع الأرضي، فالغيوم لها تأثير هائل على الطقس والمناخ (Cai et al.,2017).

كما تعد دراسة أنواع السحب المختلفة وتغيراتها والتنبؤ بها إلى جانب مظاهر الأرصاد الجوية الأخرى أمرا مهما لتعرف التغذية المرتدة الأساسية التي تحدثها السحب في الدورة الهوائية العامة، خاصة مع التوصل إلى تأثير السحب المنخفضة الملبدة في إحداث تبريد قوي في الغلاف الجوي نهارا؛ لأنها تعكس الإشعاع الشمسي بقوة (الألبيدو)، ولذا فلها أهميتها المناخية الكبيرة بسبب تأثيرها التبريدي على المناخ العالمي، بينما تأثير السحب المرتفعة الرقيقة في إحداث الاحترار؛

أدى إلى وجود عدد محدود من الدراسات المناخية للغيوم وأنواعها وكميتها، خاصة إذ قورنت مع دراسات لدرجات الحرارة أو سقوط الأمطار، وبالأخص للمنطقة العربية وحوض البحر المتوسط وشمال أفريقيا. وقد تعددت الدراسات المهمة بالسحب واتجاهات تغيرها باستخدام بيانات رصدية سطحية، ومنها على سبيل المثال على المستوى العالمي: دراسة (Henderson-sellers 1992 ; Warren et al.,2007) بينما تعددت الدراسات العالمية التي اعتمدت على بيانات شبكية وبيانات أقمار صناعية، ومنها على سبيل المثال دراسة: (Rossow and ;Norris 2000; Wylie Schiffer 1999 et al.,2005; King et al.,2013; McLean 2014) وقد كشفت عن وجود تناقص واضح للغطاء السحابي في أمريكا الجنوبية وأوراسيا وأفريقيا. كما تباينت وتعددت الدراسات الإقليمية لكمية الغطاء السحابي وتغيره في دول ومناطق مختلفة في العالم باستخدام بيانات رصدية سطحية أو شبكية وأقمار صناعية أو المقارنة بينها، ومنها على سبيل المثال دراسة (Kruger 2007;Didier 2007;Maugeri et al.,2001;Wibig 2008;Sanchez-Lorenzo et al., 2012; Hofer et al.,2017) عن أوروبا، ودراسة (Sun 2003 ;Sun and Groisman 2004; Milewska 2004) عن كندا وأمريكا، ودراسة (Sun and Groisman, 2000; Xia 2010; Chernokulsky et al.,2011) عن روسيا والصين، ودراسة (Jaswal 2010) عن الهند، ودراسة (Jovanovic et al.,2011) عن

بما يعرف بالتفاعلات السحابية المناخية ; Warren Cloud Interactions Climate Cess et al.,2007; Jaswal et al.,2017) (etal.,1990). كما أن للسحب رد فعل أو تغذية مرتجعة قوية feedbacks مؤثرة على تقلبات المناخ وتغيراته، وما زالت غير مفهومة بشكل جيد، لذا فالحصول على المعرفة الشاملة حول التغيرات في السحب وأسبابها الأساسية يمثل تحدياً رئيساً لعلم المناخ ومتخصصيه (Norries 2000; Clement et al.,2008; Matuszko and Weglarczyk 2018). ورغم ذلك لا تزال المعرفة بالسحب غير كافية، ويرجع ذلك جزئياً إلى تقلبها، وعدم إمكانية التنبؤ بها، وعدم وجود بيانات مناخية أرضية طويلة الأجل موثوقة ومتجانسة، فضلاً عن نقص البيانات والمعلومات عن دور السحب في التوازن الإشعاعي للأرض، وهو ما يعوق دراسة المناخ وتغيراته بشكل كبير؛ لذا فمن المهم الدمج بين بيانات المحطات الأرضية (ملاحظات الطقس السينوبتيكية) وبيانات الأقمار الصناعية قصيرة الفترة الزمنية، والتأكد من جودتها عبر مقارنتها بالبيانات السطحية، كتكملة حديثة واسعة النطاق من خلال ما يسمى النظم العالمية لمراقبة الطقس، والحصول على قواعد بيانات شبكية جيدة للسحب ولفترات زمنية طويلة الأمد (Wibig 2008; SUN et al.,2015;Matuszko and Weglarczyk 2018).

إن التباين الزمني والمكاني العالي للسحب وزيادة الهباء الجوي من الأنشطة البشرية، ومع قلة محطات قياسها وصعوبات ملاحظتها الكمية

تشمل منطقة الدراسة إجمالي مساحة مصر ذات المليون كم مربع تقريبا، والواقعة بين دائرتي عرض (٢٢°، و ٣٦° ٣١) شمالاً، وبين خطي طول (٢٥°، و ٣٧°) شرقاً، شمال شرق أفريقيا، وبإطلالة على البحر المتوسط بطول (١٠٠٠ كم تقريبا) من ناحية الشمال، وعلى البحر الأحمر من ناحية الشرق بطول (٥٠٠ كم) تقريبا، ويتدرج انخفاض سطحها من الجنوب إلى الشمال، خاصة من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، ويعد منخفض القطارة شمال مصر أخفض أراضيها (-١٣٤ مترا) تحت مستوى سطح البحر، بينما يعد جبل سانت كاترين في سيناء أعلى قممها الجبلية (٢٦٤١ مترا). وببساطة يمكن تقسم مصر إلى أربعة أقسام تضاريسية رئيسية، وهي: الصحروان الغربية، وشبه جزيرة سيناء، ووادي النيل ودلتاه، ويتركز ما يقرب من ٩٧% من سكان مصر في الدلتا والوادي، والتي تمثل ٤% من إجمالي مساحة مصر.

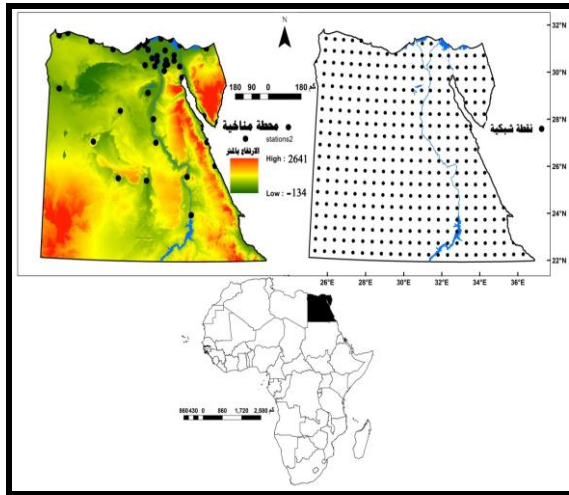
وقد اعتمد على البيانات الشهرية لإجمالي غطاء السحب في مصر (%) من قاعدة البيانات الشبكية العالمية CRU TS V. 3.26، والتي أنتجتها وحدة أبحاث المناخ (CRU) The Climatic Research Unit في جامعة إيست أنجليا البريطانية، بدقة مكانية ٠.٥ درجة عرضية وطولية خلال الفترة ١٩٠١ - ٢٠١٧، وقد تم حسابها من البيانات اليومية والشهرية من قبل هيئات الأرصاد الجوية الوطنية عبر المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، وبالتعاون مع الإدارة الوطنية الأمريكية لعلوم المحيطات

أستراليا، ودراسة (El-Tantawi (2005;Yousef et al.,2019 عن ليبيا والإمارات، وقد أشارت كثير من تلك الدراسات الإقليمية لجنوب أفريقيا وليبيا والإمارات عن وجود تناقص للغطاء السحابي، وكذلك وجود تأثير واضح على كمية المطر. بينما قلت الدراسات عن غطاء السحب وتبايناتها في مصر، وقد تعرضت بعض الدراسات السابقة المحلية للسحب في مصر باعتبارها عاملاً مناخياً مؤثراً، ومنها: دراسة (طلبه ١٩٩٠، مندور ٢٠٠٢، عبد الرحمن ٢٠٠٩)، بذلك تعد الدراسة الحالية أولى الدراسات المناخية التي اقتصت بدراسة تباين غطاء السحب واتجاهات تغيرها في مصر، باستخدام سلسلة بيانات زمنية حديثة وطويلة الأمد.

وتهدف الدراسة الحالية إلى:

- ١- تقديم نظرة تفصيلية وحديثة عن إجمالي غطاء السحب وتغيراته في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.
- ٢- تحديد التباينات المكانية والزمنية وتغيراتها لغطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.
- ٣- توضيح الأنماط المكانية لإجمالي غطاء السحب في مصر خلال فترة ٥٨ عاما.
- ٤- التحقيق في علاقة الارتباط بين اتجاهات الغطاء السحابي وأثرها على بعض عناصر المناخ، وهي: درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى، والمدى الحراري الشهري، والمطر خلال العقود الأخيرة.

أولاً: منطقة الدراسة وبياناتها:



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arcgis v.10.5

شكل رقم (١) منطقة الدراسة ونقاطها الشبكية ومحطاتها المناخية الأرضية.

ثانياً: مناهج الدراسة وأساليبها وأدواتها:

اعتمد على المنهج الوصفي التحليلي أحد أكثر المناهج شيوعاً في البحث العلمي؛ وذلك في دراسة خصائص وأبعاد التباينات المكانية والزمانية لإجمالي غطاء السحب في مصر، وتفسيرها، وعلاقتها بعدد من العناصر المناخية الأخرى، وذلك عبر تجميع البيانات والمعلومات الدقيقة للظاهرة قيد الدراسة وما يرتبط بها من ظواهر أخرى، وتحليلها بدقة وموضوعية. وقد جدولت بيانات الدراسة على مستوى أقاليم مصر الجغرافية التضاريسية الرئيسية (تقسيم طبيعي) لسببين: أولهما وضوح وبساطة تميز الأقاليم عن بعضها البعض، وثانيهما: ارتباط التركيز البشري وتأثره بتلك الأقاليم؛ حيث يعد الدلتا والوادي بؤرة التركيز السكاني مقارنة ببقية الأقاليم نادرة السكان، وبالتالي تتضح الحاجة لدراسة تباينات السحب وتأثيراتها على المناخ في مناطق التركيز البشري،

والغلاف الجوي (NOAA) عبر مركزها الوطني لبيانات المناخ (NCDC)، وغيرها من المصادر الأخرى (Harris et al., 2014)، وتتاح ملفات البيانات بامتدادات ASCII و NetCDF للمتوسطات الشهرية، على الموقع الإلكتروني الآتي:

<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>، وقد مثلت منطقة الدراسة في عدد (٣٥٦) نقطة شبكية Grid، موزعة على كل مناطق مصر، وبسلسلة بيانات شهرية لإجمالي غطاء السحب (%) خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧) وهي فترة تمثل دقة ووفرة نسبية في بيانات الرصد المناخي السطحي في مصر، كما شهدت بدايات الرصد الجوي عبر الأقمار الصناعية في العالم). كذلك اعتمد على سلسلة بيانات متوسطات شهرية لعدد من العناصر المناخية، وهي: متوسط درجة الحرارة العظمى، ومتوسط درجة الحرارة الصغرى، والمدى الحراري، وكمية المطر خلال الفترة ١٩٦٠ - ٢٠٠٩، وذلك لعدد (٤١) محطة مناخية سطحية، موزعة داخل الأراضي المصرية، كما يتضح من الشكل الآتي رقم (١). والجدول رقم (١).

خلال العقدين الأخيرين (Bhowmik and Roy 2006)، وقد استخدمت طريقة (PCA) في عدة دراسات مناخية عن غطاء السحب، ومنها: دراسة (Maugeri et al., 2001; Xueqin et al., 2008; Xiangao 2010; Sanchez-Lorenzo et al., 2012). وقد تم حساب تحليل المركبات الأساسية لمصفوفة البيانات الشهرية لعدد ٥٨ عاما للفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، ولعدد ٣٥٦ نقطة شبكية تغطي كل مصر (٥٨ عاما × ١٢ شهرا × ٣٦٥ نقطة شبكية).

كما استخدمت طريقة انحدار المربعات الصغرى Least-Squares Regression لحساب قيم الاتجاهات الخطية للسلاسل الزمنية لبيانات السحب خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ على المستويات الشهرية والفصلية المختلفة باستخدام برنامج الإكسل، كما اعتمد على اختبار سبيرمان (رو) اللابارامترية في التحقق من الدلالة المعنوية عند مستوى (٠.٠٥)، و (٠.٠١) لاتجاه التغير في غطاء السحب خلال المدة ١٩٦٠-٢٠١٧ خلال المستويات الفصلية والشهرية المختلفة (Sneyers 1990). كذلك اعتمد على معامل الارتباط بيرسون في دراسة علاقة الارتباط بين سلاسل بيانات إجمالي غطاء السحب وبعض عناصر المناخ، وذلك بعد إزالة الاتجاه من سلاسل البيانات الزمنية Detrended Data Series. كما اعتمد على الأسلوب الكارتوجرافي لإنتاج الأشكال والخرائط بدقة، وذلك اعتمادا على برنامجي EXCEL و ArcGis v.10.5، وباستخدام طريقة Inverse Distance

كما وزعت البيانات جغرافيا على مستوى مصر بالكامل (تقسيم مناخي). كما اعتمد على الأسلوب الإحصائي للتحقيق العلمي والمنطقي في أهداف الدراسة عبر استخدام عدة أدوات، ومنها: استخدم اختبار الانحراف المعياري Standard Deviation لقياس مدى التشتت المكاني والزمني لقيم السحب المنخفضة الشهرية على مستوى الجمهورية ومناطقها الطبيعية قيد الدراسة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، كما استخدم اختبار التحليل العاملي Factor Analysis وطريقة تحليل المركبات الأساسية Principle Component Analysis (PCA) الشهرية لإجمالي غطاء السحب Total Cloud Cover (TCC) خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧؛ وذلك لتحديد الأقاليم المكانية المتجانسة أو الأنماط المكانية المتشابهة لتوزيع إجمالي غطاء السحب على مستوى الجمهورية باستخدام الشبكات النقطية Grids، وشكل تلك الأنماط وحدودها المكانية، وتغيرها عبر الزمن من خلال معامل مشاركة أو تشعب المتغيرات أو النقط الشبكية بالعامل أو المجموعة، ومدى تغيره عبر الزمن، بما ينعكس على اختلاف الأنماط أو الأقاليم المكانية المتجانسة وشكلها ومساحتها. وقد استخدمت تلك الأداة في الدراسات المناخية والهيدرولوجية بهدف إضفاء الطابع الإقليمي على متغيراتها من خلال إنشاء مجموعات متجانسة منها، ويعد التحليل العاملي أحد أدوات تحليل البيانات المناخية متعددة المتغيرات التي استخدمت بشكل واسع في دراسات الأرصاد الجوية والمناخ

Weighted أحد أهم طرق الاستكمال المكاني Interpolation لتوزيع البيانات.
جدول رقم (١) محطات المناخ الأرضية المستخدمة في الدراسة وفتراتها.

الارتفاع بالمتراً عن مستوى سطح البحر	فترة البيانات		خطوط الطول		دوائر العرض		المحطة	الكود
	المطر	الحرارة	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة		
4	2006-1961	2009-1960	25°	11'	31°	32'	السلوم	62300
23.61	2006-1961	2009-1960	25°	54'	31°	37'	سيدي براني	62303
25	2006-1961	2009-1960	27°	13'	31°	20'	مطروح	62306
17	2006-1961	2009-1960	28°	28'	30°	56'	الضبعة	62309
2.53	2006-1961	2009-1960	29°	48'	31°	8'	الدخيلة	62316
-3.53	2006-1961	2009-1960	29°	57'	31°	12'	الإسكندرية	62318
1.7	2006-1961	2009-1960	30°	24'	31°	23'	رشيد	62324
1	2006-1961	2009-1960	31°	6'	31°	33'	بلطيم	62325
1.98	2006-1961	2009-1960	31°	49'	31°	25'	دمياط	62330
0.8	2006-1961	2009-1960	32°	17'	31°	16'	بورسعيد	62333
30.57	2006-1961	2009-1960	33°	49'	31°	5'	العريش	62337
3.47	2006-1961	2009-1960	30°	28'	31°	2'	دمنهور	62339
3.75	2006-1961	2009-1960	31°	27'	31°	0'	المنصورة	62343
9.5	2006-1961	2009-1960	30°	12'	30°	49'	جاتكليس	62342
8.35	2006-1961	2009-1960	31°	0'	30°	49'	طنطا	62349
6.5	2006-1961	2009-1960	32°	2'	30°	47'	الصالحية	62437
16	1999-1962	2009-1960	30°	42'	30°	39'	التحرير	62345
10.13	2006-1961	2009-1960	32°	15'	30°	36'	الإسماعيلية	62441
11.5	2006-1961	2009-1960	31°	1'	30°	36'	شبين الكوم	62360
8	2006-1961	2009-1960	31°	30'	30°	35'	الزقازيق	62354
14.9	2006-1961	2009-1960	32°	6'	30°	34'	أبوصوير	62438
29.48	2001-1961	2009-1960	31°	35'	30°	24'	بلبيس	62365
48.98	2006-1961	2009-1960	30°	22'	30°	24'	وادي النظرون	62357
29.77	2006-1961	2009-1960	31°	28'	30°	23'	أنشاص	62364
15.2	2006-1961	2009-1960	30°	52'	30°	19'	الخطاطبة	62351
64.12	2006-1961	2009-1960	31°	24'	30°	8'	القاهرة	62366
2.48	2006-1961	2009-1960	32°	28'	29°	52'	السويس	62450
—	—	2009-1960	30°	54'	29°	18'	الفيوم	62381
—	—	2009-1960	32	37	28	14	الطور	62457
37.15	2006-1961	2009-1960	30°	44'	28°	5'	المنيا	62387
53.87	2006-1982	2009-1960	34°	23'	27°	58'	شرم الشيخ	62460
7.75	2006-1961	2009-1960	33°	46'	27°	17'	الغردقة	62464
52	2006-1961	2009-1960	31°	1'	27°	3'	أسيوط	62393
—	—	2009-1960	27°	58'	27°	0	الفرافرة	62423
8.7	2006-1961	2009-1960	34°	18	26°	8'	القصر	62465
83.64	2006-1961	2009-1960	32°	42'	25°	40'	الأقصر	62405
192.9	2006-1961	2009-1960	32°	47'	23°	58'	أسوان	62414
15	2006-1961	2009-1960	25°	19'	29°	12'	سيوة	62417
127.74	2006-1961	2009-1960	28°	54'	28°	20'	البحرية	62420
106.21	2006-1961	2009-1960	29°	0'	25°	29'	الداخلة	62432
78	2006-1961	2009-1960	30°	32'	25°	27'	الخارجة	62435

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الهيئة العامة للأرصاد الجوية، سجلات المحطات المناخية، قسم المناخ، القاهرة.

ثالثاً: النتائج والمناقشات:

والفصلية والانحراف المعياري لإجمالي غطاء السحب (%) في الأقاليم المورفولوجية الرئيسة في مصر خلال الفترة ١٩٦٠ - ٢٠١٧، والتوزيع

١- بالنسبة للتباين المكاني والزمني لمعدلات

إجمالي غطاء السحب في مصر:

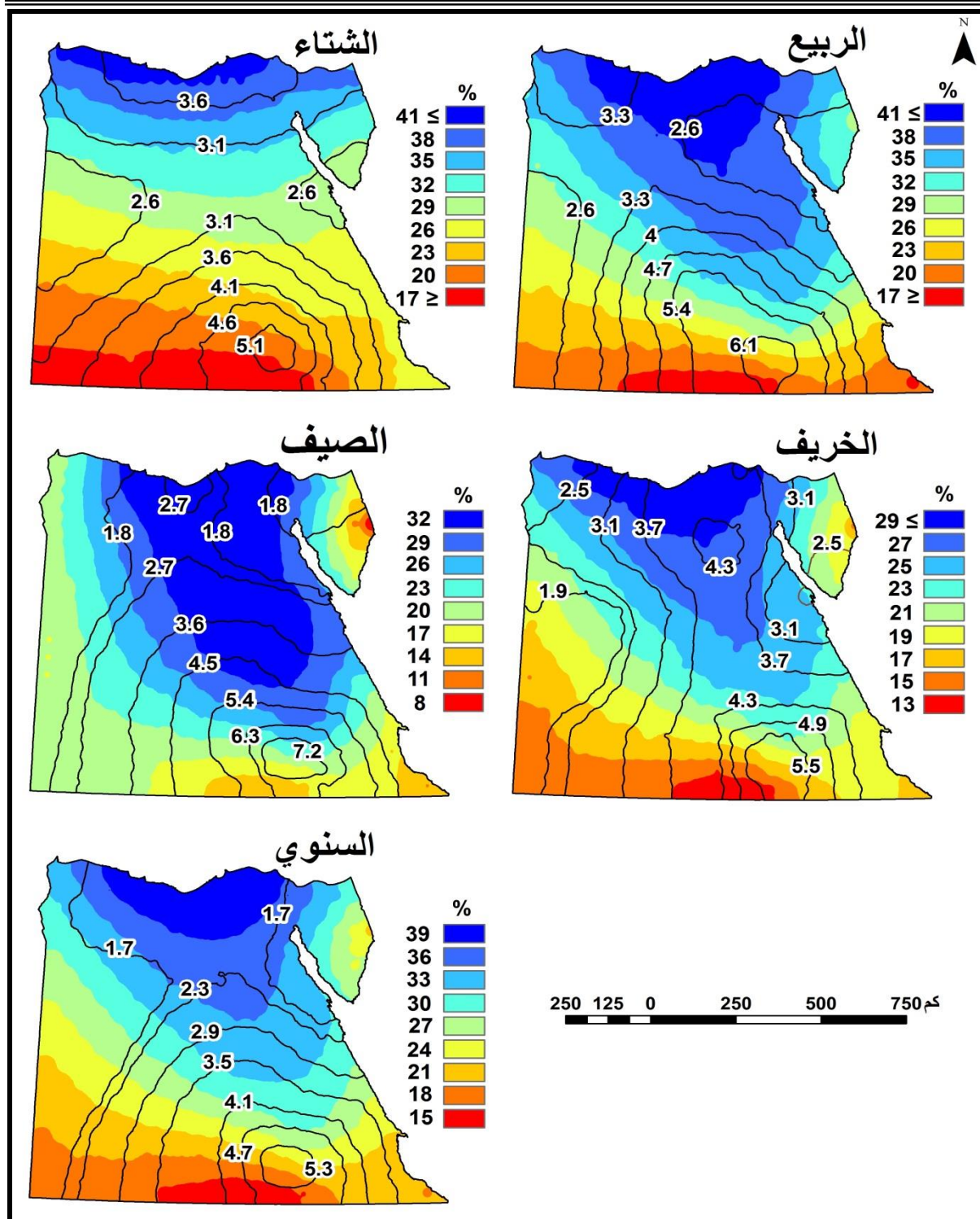
يوضح الجدول الآتي رقم (2) والأشكال

أرقام (٢)، (٣)، (٤) المعدلات الشهرية

الجغرافي لمجموعات تحليل المركبات الأساسية في مصر، وتطور متغيراتها.
جدول رقم (2) المعدلات الشهرية والفصلية والانحراف المعياري لإجمالي غطاء السحب في مصر (%)
وأقاليمها الجغرافية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

إجمالي مصر	الوادي		الدلتا وهوامشها		شبه جزيرة سيناء		الصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر		الصحراء الغربية والساحل الشمالي الغربي			
	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط		
7.1	29.1	3.5	31.1	1.9	40.7	3.8	36.6	1.3	27.7	2.5	27.7	يناير
7.1	30.3	3.7	32.5	1.9	41.5	3.1	35.3	1.6	27.2	3.6	29.5	فبراير
7.1	33.0	3.0	37.9	1.4	44.4	3.0	38.1	3.4	31.3	3.6	31.6	مارس
7.3	35.2	2.7	41.1	1.0	44.0	2.5	37.8	5.0	32.4	5.7	34.4	أبريل
7.4	32.3	2.1	39.7	1.2	40.9	3.2	33.1	4.9	30.7	5.8	31.3	مايو
5.8	25.1	1.9	30.9	1.5	31.8	4.2	20.4	3.9	22.8	5.3	25.1	يونيو
5.4	25.1	1.5	31.3	1.2	32.0	5.3	19.8	3.2	23.3	4.4	24.9	يوليو
4.8	24.4	1.0	30.5	0.9	30.5	4.9	19.8	2.7	24.2	3.6	23.7	أغسطس
4.8	25.3	1.8	31.1	0.8	31.0	4.6	20.4	3.2	23.8	3.8	25.2	سبتمبر
5.0	24.6	0.8	29.0	1.5	30.6	2.7	23.1	2.2	23.9	4.4	24.0	أكتوبر
6.9	24.8	3.1	28.4	1.6	35.2	2.3	28.9	1.1	24.7	3.3	23.2	نوفمبر
6.4	29.4	3.2	30.4	2.2	38.9	3.0	34.0	1.8	27.7	2.3	28.6	ديسمبر
6.8	29.6	3.4	31.3	1.9	40.4	3.3	35.3	1.0	27.6	2.8	28.6	الشتاء
7.2	33.5	2.5	39.6	1.1	43.1	2.7	36.4	4.4	31.5	5.0	32.4	الربيع
5.2	24.9	1.4	30.9	1.1	31.4	4.8	20.0	3.3	23.4	4.4	24.6	الصيف
5.2	24.9	1.8	29.5	1.2	32.3	3.1	24.1	1.7	24.1	3.8	24.1	الخريف
5.8	28.2	2.2	32.8	1.3	36.8	3.2	28.9	2.3	26.6	4.0	27.4	السنوي

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

شكل رقم (٢) المعدلات الشهرية والفصلية والانحراف المعياري لإجمالي غطاء السحب (%) في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ (خطوط التساوي تعبر عن الانحراف المعياري % لكل نقطة شبكية للفترة المدروسة).

٢٠٠٠، ص ٣١٠-٣١٣، وشرف
٢٠٠٠، ص ٤٥٧-٤٦٠). وجاء شهر
أبريل كأعلى شهور العام خلال فصل الربيع
بمعدل بلغ ٣٥%، ثم شهور مارس، ومايو،
وفبراير بنسب ٣٣%، و٣٢%، و٣٠% على
التوالي، بينما أغسطس أقل الشهور بنسبة
٢٤% لإجمالي غطاء السحب في مصر.

استحوذت الدلتا المصرية وهوامشها
الصحراوية كأحدى المناطق الجغرافية
الطبيعية الرئيسة في مصر على أعلى
المعدلات لإجمالي غطاء السحب في مصر
بنسبة ٣٧% على المستوى السنوي، كما بلغ
أعلى معدل فصلي للسحب في فصلي الربيع
والشتاء بنسب بلغت ٤٣%، و٤٠% على
التوالي، وبنسب متساوية تقريبا خلال فصلي
الخريف والصيف. واستحوذ شهري مارس
وأبريل على أعلى معدل بلغ ٤٤% لإجمالي
غطاء السحب، وجاءت شهور فبراير، ومايو،
ويناير بنسب بلغت ٤٠% تقريبا، وبلغت أقل
المعدلات خلال شهري أغسطس وأكتوبر
بنسبة بلغت ٣٠%.

جاءت منطقة وادي النيل في مصر ثاني
أقاليم مصر الجغرافية التي حصلت على
أعلى المعدلات لإجمالي غطاء السحب في
مصر بنسبة ٣٣% على المستوى السنوي،
كما بلغ أعلى معدل فصلي للسحب في فصل
الربيع بنسبة بلغت ٤٠% تقريبا، ثم فصل
الشتاء بنسبة ٣١%. واستحوذت شهور

ويتضح من الجدول رقم (٢) والشكل رقم (٢) ما
يلي:

- بالنسبة لإجمالي مصر بلغ المعدل السنوي
لإجمالي غطاء السحب في مصر ٢٨%،
في حين بلغ أعلى معدل فصلي خلال الربيع
بمقدار ٣٣%، يليه فصل الشتاء بمعدل
٣٠% تقريبا، وبمعدل ٢٥% لفصلي الصيف
والخريف؛ نتيجة تأثر البلاد بالمنخفضات
الجوية الربيعية الخماسينية الأكثر عددا،
والآتية من الشمال والشمال الغربي، وكذلك
المنخفضات الشتوية على طول ساحل البحر
المتوسط، بينما تقل خلال فصلي الخريف
والصيف (سالم ١٩٩٧، ص ٥٤). كما يتأثر
مناخ مصر بعدد من الكتل الهوائية خلال
فصلي الشتاء والخريف، والتي تعد سببا في
تكون السحب وسقوط الأمطار، خاصة بعد
عبورها البحر المتوسط الأدفء من اليايس
وزيادة رطوبتها، ومن أهمها الكتلة الهوائية
القطبية البحرية، التي تنشأ فوق المسطحات
المائية في العروض العليا، خاصة المحيط
الأطلسي، والكتلة القطبية القارية التي تنشأ
فوق اليايس الأوروبي وسهول روسيا والبلقان.
وخلال فصل الربيع وبدايات الصيف يتأثر
مناخ مصر بالكتل الهوائية المدارية القارية
الحارة والجافة، والكتل الهوائية المدارية
البحرية من العروض المدارية في المحيط
الأطلسي؛ حيث تساعد في ظهور السحب
المنخفضة أواخر الشتاء وخلال الربيع (جودة

السحب والاتجاه شمالاً بعداً عن مدار السرطان، فكلما اتجهنا شمالاً زادت كمية السحب والعكس صحيح، حيث بلغت العلاقة الارتباطية على المستوى السنوي ٠.٨٦، وكانت أعلاها فصلياً خلال الشتاء بقيمة ٠.٩٦، ثم فصل الربيع بقيمة ٠.٨٧، والخريف بقيمة ٠.٨١، وكانت أقلها خلال فصل الصيف بقيمة ٠.٥٥، ومن ثم فقد زادت معاملات التحديد (R^2) خلال الفصول ذات الارتباط القوي.

بالنسبة للمتوسط السنوي والفصلي للتباين في إجمالي الغطاء السحابي في مصر: يتضح من خلال قيم الانحراف المعياري على المستوى الزمني والمكاني لإجمالي غطاء السحب في مصر أن المناطق الجغرافية الرئيسة الأكثر سحبا هي الأقل في قيم الانحراف المعياري، بما يعني قلة تشتتها وتباينها مكانياً، وتغطية السحب بشكل واسع على أغلب تلك المناطق؛ حيث بلغ متوسط قيم الانحراف المعياري السنوية في الدلتا والوادي ١.٣%، و٢.٢% على التوالي، بينما جاءت الصحراء الغربية الأعلى في التشتت المكاني لإجمالي غطاء السحب على المستوى السنوي؛ لأنها الأقل سحبا خلال فترة الدراسة. وجغرافياً على مستوى إجمالي مصر تبين زيادة قيم الانحراف المعياري؛ حيث لم تقل عن 5% تقريباً على المستوى السنوي، وخلال كل الفصول، خاصة خلال فصل الربيع وشهوره الأكثر سحبا بقيمة

مارس وأبريل ومايو على أعلى معدل بنسب بلغت ٣٨%، و٤١%، و٤٠% على التوالي لإجمالي غطاء السحب، وبلغت أقل المعدلات في شهري أكتوبر ونوفمبر بنسبة بلغت ٢٩% تقريباً.

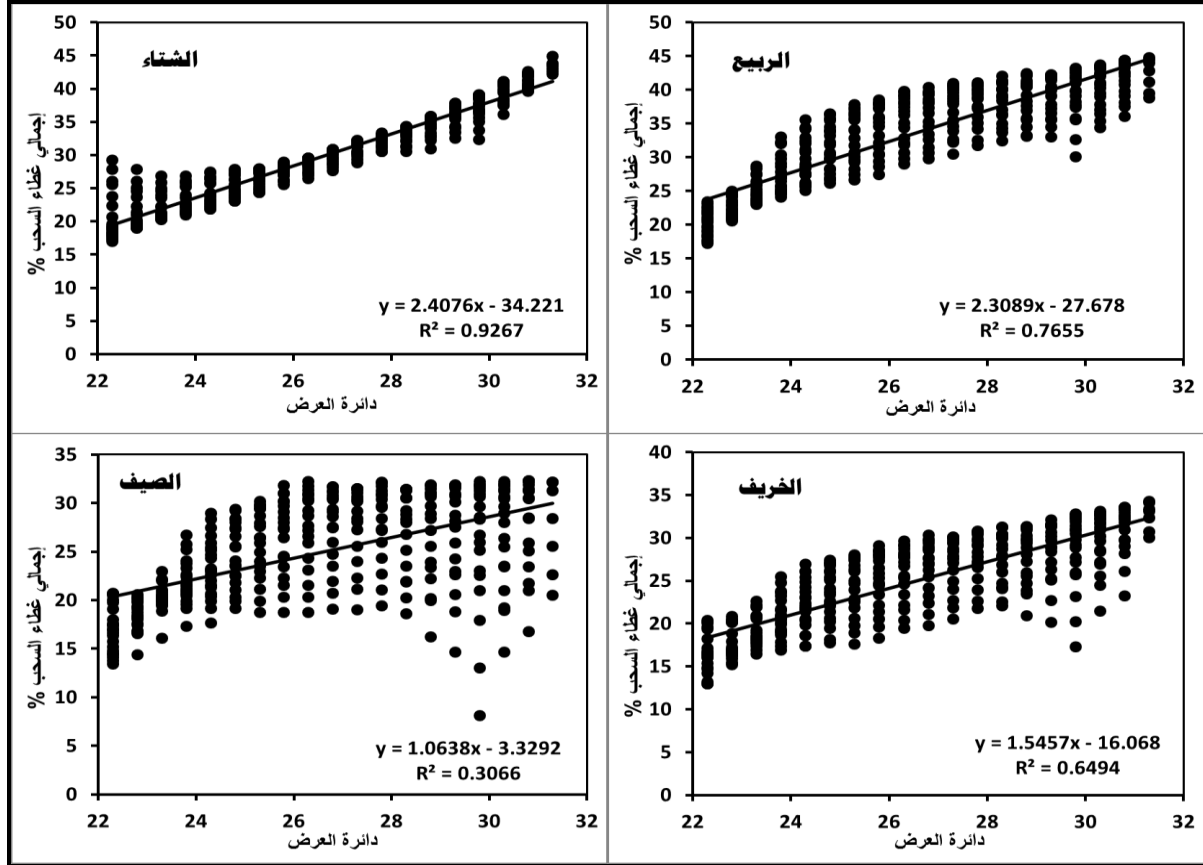
- وفي المرتبة الثالثة بين أقاليم مصر التضاريسية الرئيسة كانت شبه جزيرة سيناء بنسبة ٢٩% على المستوى السنوي لإجمالي غطاء السحب في مصر، وبنسب متشابهة خلال فصلي الشتاء والربيع، بلغت ٣٦% تقريباً، بينما أقلها خلال فصلي الصيف والخريف بنسبة ٢٠% تقريباً.

- بينما جاءت معدلات إجمالي غطاء السحب في الصحراوات متشابهة بنسبة بلغت على المستوى السنوي ٢٧% تقريباً، استحوذ فصل الربيع وشهوره على أعلى المعدلات الفصلية في الصحراوات بنسبة بلغت ٣٢% سنوياً لإجمالي الغطاء السحابي في مصر، ثم فصل الشتاء بنسبة بلغت ٣٠% تقريباً، وبلغ أقل معدل لفصل الصيف ٣٢% في الصحراء الشرقية، وجاء شهر يونيو وأغسطس كأقل الشهور معدلاً للصحراوين بنسبة بلغت ٢٣% تقريباً لإجمالي غطاء السحب في مصر.

- كما يوضح الشكل الآتي رقم (٣) علاقة الارتباط بين المتوسط الفصلي لإجمالي غطاء السحب في مصر ودوائر العرض الفلكية، والذي يشير إلى درجة ارتباط موجبة قوية وذات دلالة إحصائية بين غطاء

وذلك حيث قلة تباين كمية ومعدلات الغطاء السحابي وتشتتها بين مناطق مصر الجغرافية الرئيسية.

انحراف بلغت ٧%؛ مما يعني وجود تباين واضح في معدلات غطاء السحب بين أرجاء الجمهورية ومناطقها، بينما تقل قيم الانحراف المعياري خلال فصلي الصيف والخريف،



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

شكل رقم (٣) علاقة الارتباط بين متوسط غطاء السحب فصليا ودوائر العرض للفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

كالترع، والمصارف، والبحيرات، والأنشطة البشرية.

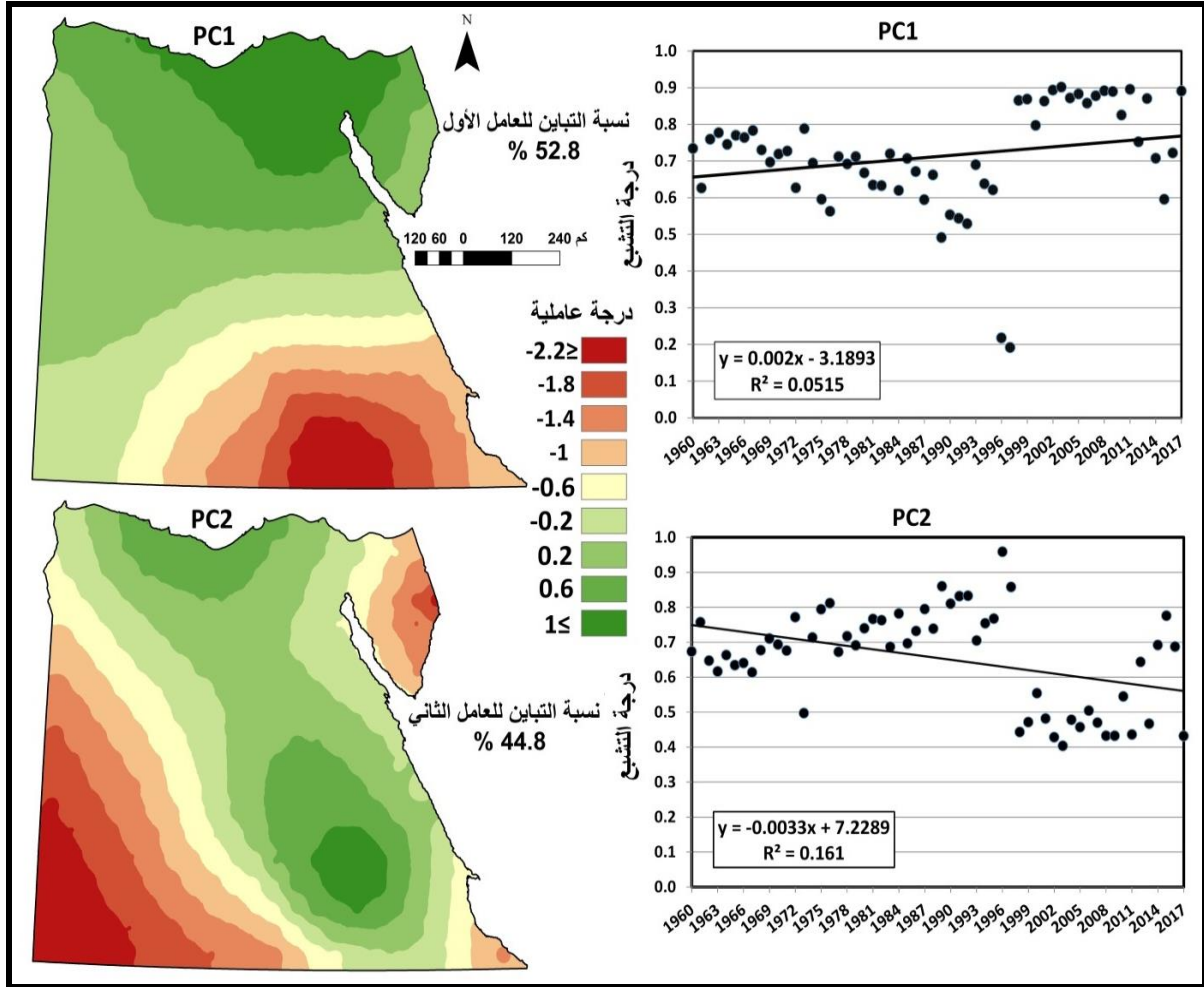
أما على مستوى متوسط وادي النيل بمصر فتبين قلة الانحراف المعياري مقارنة ببقية مناطق الجمهورية على المستوى السنوي وخلال كل الفصول، واتضح التباين خلال فصلي الشتاء والربيع بقيمة انحراف بلغت ٣% تقريبا؛ وذلك لتباين قيم إجمالي غطاء السحب في مصر بين نطاقاتها الجغرافية،

على مستوى متوسط الدلتا وهوامشها لوحظ انخفاض قيمة الانحراف المعياري على المستوى السنوي وخلال كافة الفصول؛ حيث قلة تباين معدلات السحب وتشتتها في ذلك النطاق الجغرافي الأكثر سحبا؛ نظرا لتوفر مصادر مائية للتبخر والتبخر نتج؛ حيث القرب من البحر المتوسط، والكتل الهوائية والمنخفضات الجوية، ووفرة الأراضي الزراعية والمسطحات المائية المكشوفة؛

- ٤ % تقريبا؛ حيث قلة تباين وتشتت معدلات إجمالي غطاء السحب مكانيا في الصحراء الشرقية وأرجائها في تلك الفصول.
- كما يتضح من الشكل رقم (٢) توزيع قيم الانحراف المعياري لكل نقطة شبكية Grid على مستوى مصر فصليا وسنويا خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، أن هناك ارتباطا واضحا على المستوى المكاني بين متوسط إجمالي غطاء السحب وقيم الانحراف المعياري، فمع زيادة كمية أو معدلات السحب تقل معدلات انحرافها المعياري، ويقل تشتتها حول متوسطها مكانيا خلال كل الفصول.
- يتبين أيضا من الشكل الآتي رقم (٤) التوزيع الجغرافي لمجموعات التحليل العالمي (تحليل المركبات الأساسية) في مصر وتطور متغيراتها؛ ووجود عاملين رئيسيين يعبران عن التركيز المكاني لغطاء السحب في مصر، ويمثلان معا ٩٨% تقريبا من إجمالي المتغيرات، ويشكلان إقليمين متجانسين لتركز السحب في مصر، تحدد وتميز كل مجموعة مكانية منها بالقيمة العلمية الموجبة لمعامل ارتباط النقط الشبكية بالعامل أو ما يعرف بمقدار تشبعها داخل كل عامل، والمعروف علميا بمقدار يزيد عن ٥ درجات معلمية. وتمثل نسبة التباين للمجموعة الأولى أو العامل الأول ٥٣% تقريبا، وتتركز في شمال مصر في منطقة الدلتا والساحل الشمالي، بينما المجموعة الثانية أو العامل الثاني خاصة شمال البلاد وجنوبها، في حين قل الانحراف المعياري خلال فصلي الصيف والخريف؛ لقلّة معدلات إجمالي غطاء السحب في مصر مقارنة بالفصول الأخرى، وكذلك قلة تباين قيمها مكانيا في منطقة وادي النيل في مصر بسبب نهر النيل وترعه والنطاق الزراعي والبشري كمصدر للبخر نتح بوادي النيل. أما بالنسبة لمتوسط الصحراء الغربية ف لوحظ زيادة الانحراف المعياري على المستوى السنوي وخلال كل الفصول مقارنة ببقية المناطق الجغرافية، وبلغت أقل قيم الانحراف المعياري خلال فصل الشتاء ٢.٨%؛ حيث يقل التباين لمعدلات غطاء السحب مكانيا بين أرجاء الصحراء الغربية، ويكاد يتركز غطاء السحب في نطاق الساحل الشمالي الغربي مقارنة ببقية مساحة الصحراء الغربية الواسعة. أما بالنسبة لمتوسط شبه جزيرة سيناء ف لوحظ تقارب قيم الانحراف المعياري لأغلب الفصول تقريبا، عدا فصل الصيف بقيمة بلغت ٥% تقريبا؛ مما يعكس التباين الواضح لكمية السحب داخل شبه جزيرة سيناء مكانيا؛ حيث زيادتها في شمالها وغربها نتيجة القرب من المسطحات المائية، بينما تقل معدلاتها في الجزء الشرقي منها؛ حيث القرب من الداخل الصحراوي والمرتفعات الأسيوية. أما بالنسبة لمتوسط الصحراء الشرقية فتبين زيادة الانحراف المعياري خلال فصلي الربيع والصيف مقارنة ببقية الفصول بقيم بلغت

ذات نسبة التباين الأكبر، وأكبر منطقة تركز للسحب في مصر، بينما تناقص واضح مستمر أيضا لمتغيرات العامل الثاني الممثل للنطاق الجغرافي للمجموعة الثانية وثاني أكبر منطقة تركز للسحب في مصر، وبالتالي نقص مساحتها.

بنسبة تباين بلغت ٤٥% تقريبا، وتشمل منطقة وادي النيل بمصر. كما يوضح الشكل التطور الزمني لتشعبات المتغيرات داخل كل عامل، ولوحيظ أن هناك زيادة مستمرة في مقدار التشعبات لمتغيرات العامل الأول؛ مما يعني اتساع مستمر لمنطقة المجموعة الأولى



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

شكل رقم (٤) التوزيع الجغرافي لمجموعات تحليل المركبات الأساسية في مصر وتطور متغيراتها. ٢- بالنسبة لاتجاهات تغير إجمالي غطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧: يوضح الجدولان رقما (٣)، (٣) والشكلان رقما (٥)، (٦) اتجاهات التغير لإجمالي غطاء

والموسمي في مصر ومناطقها الجغرافية خلال الفترة 1960-2017. جدول رقم (٣) اتجاهات التغير لإجمالي غطاء السحب سنويا وفصليا في مصر وأقاليمها الجغرافية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ (% لكل عقد سنوي).

إجمالي مصر	الوادي	الدلتا وهوامشها	شبه جزيرة سيناء	الصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر	الصحراء الغربية والساحل الشمالي الغربي	
0.0	0.1	-0.6	0.4	0.2	-0.1	يناير
-0.2	-0.4	0.0	-0.4	-0.7	-0.1	فبراير
*-0.9	*-1.1	-0.6	-0.2	*-0.8	*-1	مارس
*-0.7	-0.6	*-0.9	-0.7	-0.6	*-0.8	أبريل
0.0	0.01	0.3	0.2	-0.3	0.02	مايو
*-0.5	*-0.7	-0.3	-0.3	*-0.6	*-0.6	يونيو
** -0.9	** -0.9	-0.4	-0.4	** -1.3	** -0.8	يوليو
** -0.7	** -0.9	*-0.5	-0.3	*-0.8	** -0.7	أغسطس
*-0.5	** -0.7	-0.1	0.0	*-0.9	-0.4	سبتمبر
-0.5	-0.5	-0.7	-0.5	-0.3	-0.5	أكتوبر
-0.2	-0.3	0.4	*0.7	-0.5	-0.2	نوفمبر
-0.2	-0.3	-0.8	-0.6	-0.2	-0.1	ديسمبر
-0.2	-0.2	-0.5	-0.2	-0.2	-0.1	الشتاء
*-0.5	*-0.6	-0.4	-0.2	-0.6	*-0.6	الربيع
** -0.7	** -0.8	*-0.4	*-0.3	** -0.9	** -0.7	الصيف
*-0.4	*-0.5	-0.1	0.1	*-0.6	*-0.4	الخريف
*-0.4	*-0.5	*-0.4	-0.2	*-0.6	*-0.4	السنوي
						* دلالة معنوية عند مستوى ٠,٠٥
						** دلالة معنوية عند مستوى ٠,٠١

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

- يتبين على المستوى السنوي: أنه من بين ٣٥٦ نقطة شبكية مناخية لإجمالي غطاء السحب موزعة في مصر، أظهرت ٣٣٩ نقطة شبكية اتجاها نحو النقصان لإجمالي غطاء السحب في مصر وبنسبة ٩٥% من إجمالي النقط الشبكية المستخدمة للدراسة في مصر، وبدلالة إحصائية في ١٩٠ نقطة شبكية تمثل ٥٦% من إجمالي النقط الشبكية ذات الاتجاه السلبي، بينما ١٧ نقطة شبكية فقط شهد اتجاها نحو الزيادة وبنسبة ٥% من إجمالي النقط الشبكية في مصر، ودون دلالة معنوية. وعلى مستوى المناطق الجغرافية الطبيعية الرئيسة في مصر، تبين وجود اتجاه عام نحو النقصان في غطاء السحب وبمستوى ثقة ٩٥% (دلالة معنوية عند مستوى ٠.٠٥) في أغلب المناطق (لم تظهر الدلالة بوضوح في شبه جزيرة سيناء) ولإجمالي مصر على المستوى السنوي، وبوضوح في شمال وشمال غرب مصر ووسط جنوب مصر وجنوب شرقها، وبقيم بلغت - ١ % تقريبا لكل عقد سنوي، بينما ظهر الاتجاه

الموجب أقصى جنوب غرب مصر، وبقيم بلغت ٠.٠٠٦% لكل عقد سنوي. جدول رقم (٤) توزيع أعداد النقط الشبكية تبعا لاتجاه التغير ودلالته المعنوية سنويا وفصليا في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

المستوى	الاتجاه نحو الزيادة	الاتجاه نحو النقصان	الدلالة المعنوية للاتجاه نحو الزيادة	الدلالة المعنوية للاتجاه نحو النقصان
يناير	247	109	0	49
فبراير	152	204	0	12
مارس	17	339	0	86
أبريل	9	347	0	95
مايو	213	143	0	8
يونيو	34	322	0	88
يوليو	0	356	0	204
أغسطس	0	356	0	200
سبتمبر	86	270	0	97
أكتوبر	38	318	0	49
نوفمبر	173	183	26	91
ديسمبر	121	235	0	36
الشتاء	98	258	0	19
الربيع	15	341	0	136
الصيف	0	356	0	249
الخريف	49	307	0	137
السنوي	17	339	0	190

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

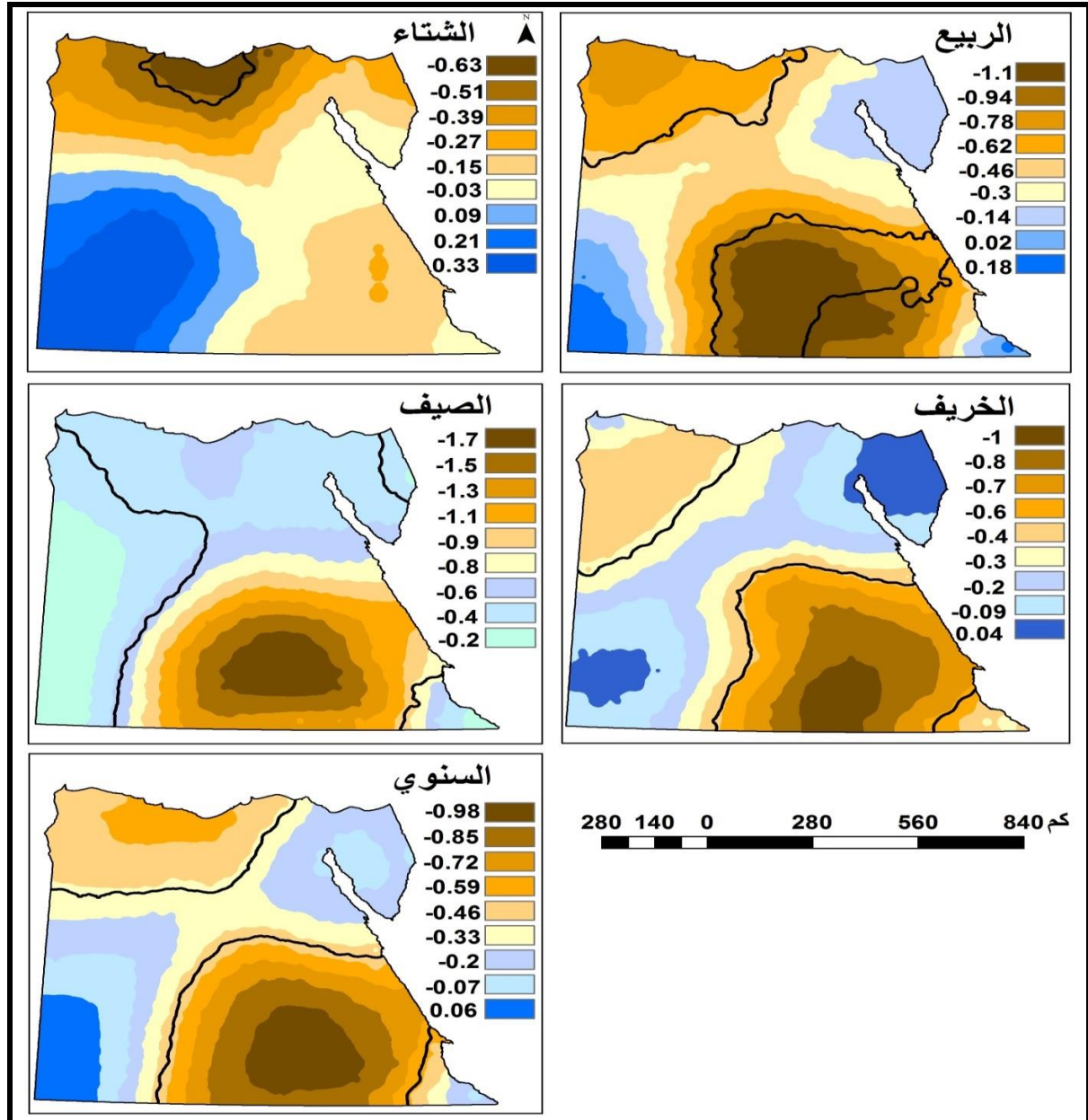
الشبكية المستخدمة في مصر، وبدلالة معنوية فقط في حوالي ٢٧% منها. وعلى مستوى الأقاليم الجغرافية: شهدت أيضا أغلب تلك الأقاليم اتجاها نحو نقصان غطاء السحب، وبقيم أعلى من بقية فصول السنة وبمستوى ثقة ٩٩% (دلالة معنوية عند مستوى ٠.٠١)، وبتركز واضح في جنوب وجنوب شرق البلاد، وبقيم بلغت ٢- % تقريبا لكل عقد سنوي.

- على المستوى الفصلي لوحظ وجود اتجاه نحو النقصان في إجمالي غطاء السحب في كل النقاط الشبكية خلال فصل الصيف، وبدلالة معنوية في ٢٤٩ نقطة منها، تمثل ٧٠% من إجمالي النقاط الشبكية في مصر، خاصة في شهري يونيو وأغسطس، أما خلال شهر يوليو فلو حظ وجود اتجاه موجب دون دلالة معنوية نحو الزيادة في ١٠% فقط من النقط الشبكية، في حين لوحظ اتجاه نحو النقصان في ٩٠% من إجمالي النقط

السحب، ٤٤% منها ذات دلالة إحصائية، و١٤% من النقاط الشبكية ذات اتجاه موجب نحو الزيادة دون دلالة معنوية، واتضح ذلك الاتجاه نحو النقصان ودلالته في الصحراوان (جنوب وجنوب شرق مصر وأقصى شمالها الغربي) وجزء كبير من نطاق وادي النيل بمصر، وبقيم بلغت -١% لكل عقد سنوي، بينما تركز الاتجاه نحو الزيادة دون دلالة معنوية في شمال شرق وجنوب شرق مصر، وبقيم بلغت ٠.٠٤% لكل عقد سنوي. وقد شهد شهر أكتوبر اتجاها واضحا نحو النقصان لإجمالي غطاء السحب في مصر، وذلك لحوالي ٩٠% من إجمالي النقاط الشبكية في مصر وبدلالة معنوية في ١٥% منها فقط، أما خلال شهر سبتمبر فتبين أن ٧٦% من النقاط الشبكية تشهد اتجاها نحو النقصان دون دلالة معنوية، بينما ظهر الاتجاه الموجب نحو الزيادة لغطاء السحب في ٢٤% من النقاط الشبكية بمصر ودون دلالة معنوية، وخلال شهر نوفمبر تناصفت النقاط الشبكية في مصر بين الاتجاهين الموجب والسالب تقريبا، وبدلالة معنوية أوضح للاتجاه السالب بنسبة بلغت ٥٠% من نقطها، بينما كانت الدلالة المعنوية ١٥% من النقاط الشبكية التي أظهرت اتجاها موجبا نحو زيادة غطاء السحب.

- كما لوحظ خلال فصل الربيع أن ٩٦% من النقاط الشبكية تشهد اتجاها سلبيا نحو النقصان في مصر، ٤٠% منها فقط ذات دلالة إحصائية، بينما ٤% فقط ذات اتجاه موجب بالزيادة دون دلالة إحصائية. وتبين خلال شهري مارس وأبريل أن ٩٥% من النقاط الشبكية ذات اتجاه نحو النقصان، وبدلالة معنوية فقط لحوالي ٢٥% منها، بينما لوحظ خلال شهر مايو أن ٦٠% من النقاط الشبكية في مصر شهدت اتجاها نحو الزيادة دون دلالة معنوية، بينما ٤٠% من النقاط الشبكية ذات اتجاه نحو النقصان وبدلالة معنوية ضعيفة في حوالي ٦% منها. كما شهدت كل المناطق الجغرافية في مصر اتجاها نحو نقصان غطاء السحب وبدلالة معنوية عند مستوى ثقة ٩٥% في الصحراء الغربية ووادي النيل بمصر، وبتركز واضح في شمال وشمال غرب مصر ووسط وجنوب مصر، بقيمة بلغت -١.١% لكل عقد سنوي، بينما ظهر الاتجاه الموجب نحو زيادة غطاء السحب في أقصى جنوب غرب وجنوب شرق مصر، وبقيم بلغت ٠.٢% لكل عقد سنوي.

- أما خلال فصل الخريف فلوحظ أن ٨٦% من النقاط الشبكية في مصر أظهرت اتجاها سالبا نحو النقصان في إجمالي غطاء



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU.

شكل رقم (٥) اتجاهات التغير (%) لغطاء السحب سنويا وفصليا في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ (الخط الأسود السميك بداية الدلالة المعنوية عند مستوى ٠.٠٥).

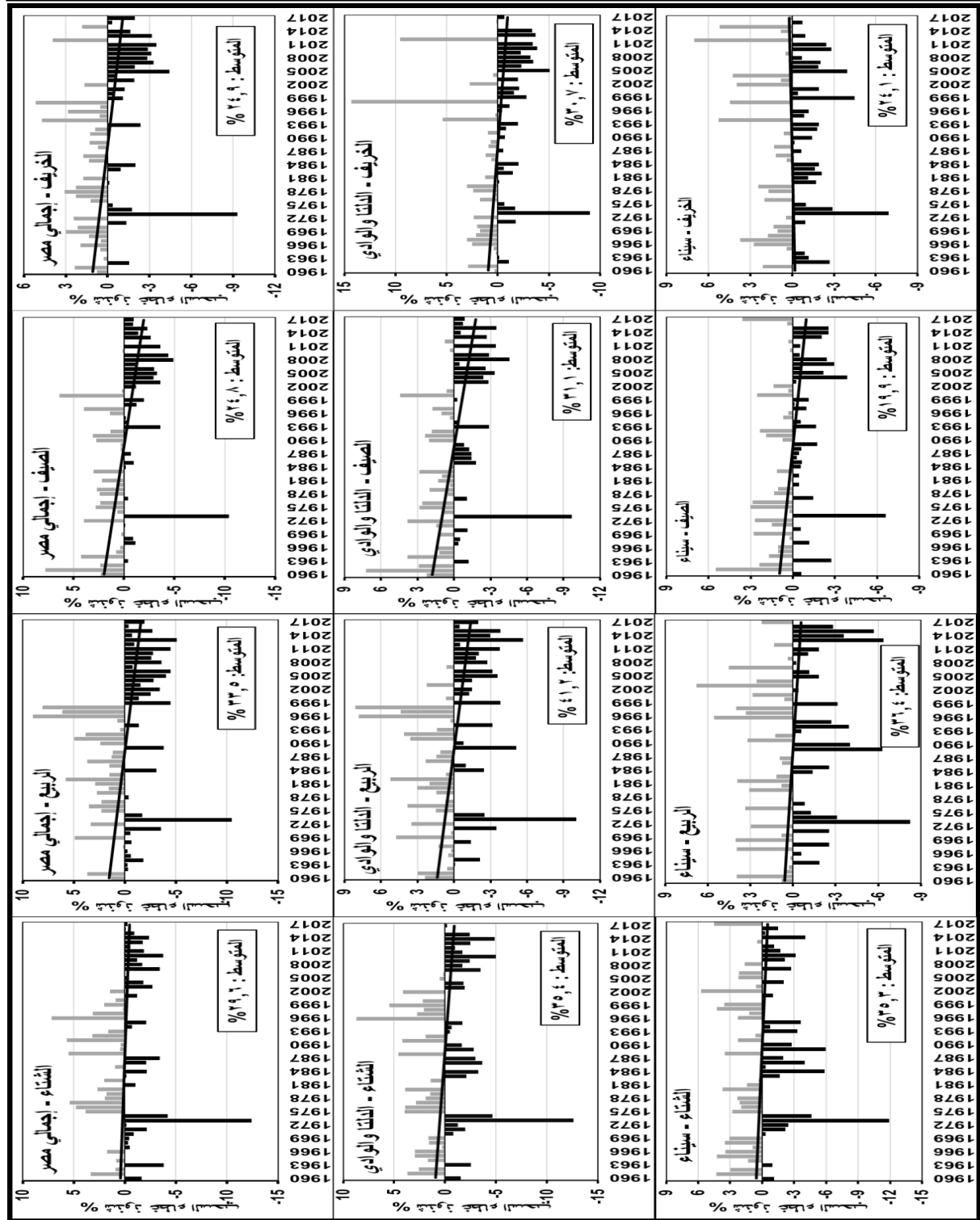
مصر، وبدلالة معنوية قليلة لحوالي ١٠% فقط من النقاط سالبة الاتجاه، تركزت في منتصف الساحل الشمالي وغرب الدلتا، وقيم بلغت -٠.٦% لكل عقد سنوي، بينما ظهر الاتجاه الموجب نحو الزيادة في ٢٥% من إجمالي النقاط الشبكية لغطاء السحب في

- أما بالنسبة لفصل الشتاء: فقد شهد أقل عدد للنقاط الشبكية ذات الاتجاه السالب نحو نقصان غطاء السحب في مصر مقارنة ببقية فصول السنة وذلك لإجمالي مصر وبقية مناطقها الجغرافية الطبيعية الرئيسة، وذلك بنسبة ٧٢% من إجمالي النقاط الشبكية في

خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ وبمعدل شذوذ متوسط بلغ $\pm ٥\%$ ، وبالنسبة لمتوسط مصر لوحظ وجود اتجاه نحو زيادة نسب الشذوذات السالبة، كمؤشر على نقصان إجمالي غطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، خاصة في العقدين الأخيرين، ولكل فصول السنة بمعدل شذوذ بلغ -٥% ، وبدرجة أقل خلال فصل الشتاء. أيضا بالنسبة لمتوسط الدلتا والوادي بمصر لوحظ وجود اتجاه عام نحو زيادة نسب الشذوذات السالبة خلال كل الفصول، وبوضوح في فصلي الصيف والربيع. أما لمتوسط شبه جزيرة سيناء فكان الاتجاه نحو زيادة الشذوذات السالبة لغطاء السحب ونقصان سحبها هو الأقل بين كل الفصول. كذلك اتضح الاتجاه نحو زيادة الشذوذات السالبة لإجمالي غطاء السحب لمتوسط الصحراء الغربية، خاصة في العقدين الأخيرين من فترة الدراسة ولكل الفصول، وبدرجة أقل في الشتاء، كذلك الأمر بالنسبة لمتوسط الصحراء الشرقية.

مصر ودون دلالة معنوية، تركزت في أقصى جنوب غرب مصر، وبقيم بلغت ٠.٣٣% لكل عقد سنوي، وخلال شهر ديسمبر شهدت ٦٦% من النقاط الشبكية في مصر اتجاهها نحو النقصان وبدلالة معنوية في حوالي ١٥% منها فقط، أما في شهر فبراير فكان الاتجاه سالبا نحو النقصان في حوالي ٥٧% من النقاط، وبدلالة معنوية لأقل من ١٠% منها، وشهد شهر يناير زيادة للنقاط الشبكية ذات الاتجاه الموجب نحو زيادة غطاء السحب في مصر بنسبة ٧٠% تقريبا من النقاط الشبكية في مصر ودون دلالة معنوية، بينما ظهر الاتجاه السالب في ٣٠% من النقاط وبدلالة إحصائية في ٤٥% منها.

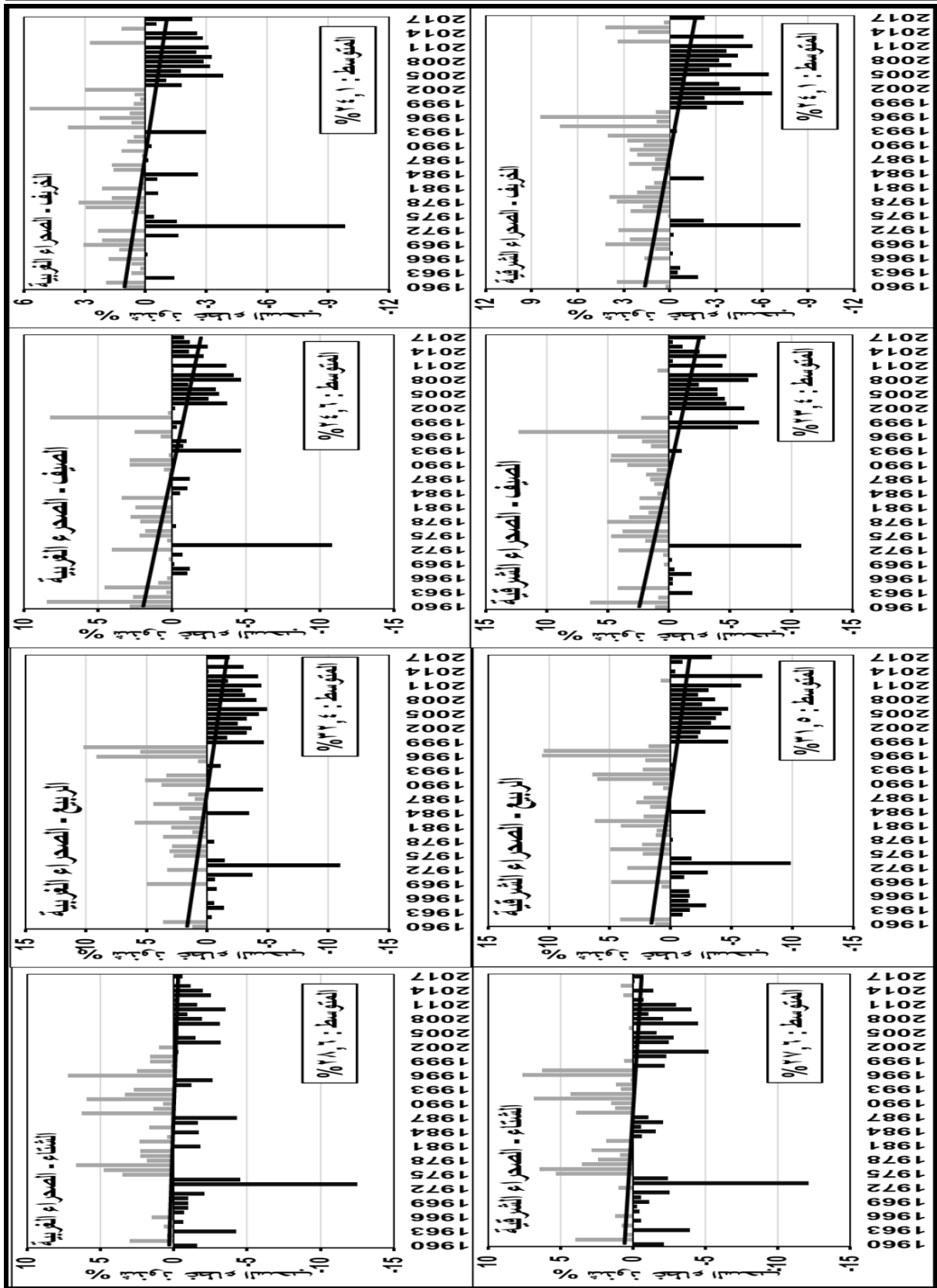
- يوضح الشكل رقم (٦) التغيرات الشذوذية لمتوسط غطاء السحب السنوي والموسمي في مصر ومناطقها الجغرافية خلال الفترة 1960-2017، وذلك بالنسبة لمعدل فترة ٥٨ عاما الماضية لإجمالي غطاء السحب في مصر ومناطقها الجغرافية. ويتبين من شدة تغير الغطاء السحابي في مصر ومناطقها



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على قاعدة بيانات CRU.

شكل رقم (٦) التغيرات الشذوية واتجاهاتها لإجمالي غطاء السحب السنوي والموسمي في مصر

وأقاليمها الجغرافية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧



تابع الشكل رقم (٦)

خلال الرصدات السطحية لعدد ٥٤٠٠ محطة مناخية أرضية موزعة في أنحاء العالم خلال الفترة ١٩٧١-١٩٩٦، حيث بينت وجود اتجاه نحو التناقص الطفيف لإجمالي غطاء السحب على مستوى العالم بمقدار - ٠.٧% لكل عقد سنوي، وفي أوراسيا وأفريقيا ومنطقة البحر المتوسط، وخلال كل فصول السنة.

ذلك توافقت نتيجة الدراسة الحالية مع نتائج عدد من الدراسات الإقليمية، ومنها: ودراسة (Kaiser 1998) عن تحليل لإجمالي كمية السحب في الصين خلال الفترة ١٩٥١-١٩٩٤، وقد بينت تناقصا ذا دلالة معنوية في كمية السحب في الصين وبمقدار بلغ - ٣% لكل عقد سنوي. ودراسة (SUN and GROISMAN 2000) عن تباين غطاء السحب فوق الاتحاد السوفيتي سابقاً، والتي أظهرت انخفاض غطاء السحب المنخفضة وبدلالة معنوية خلال الفترة ١٩٣٦-١٩٩٠، وخلال فصول السنة. ودراسة (Maugeri et al., 2001) عن الاتجاهات لإجمالي غطاء السحب في إيطاليا خلال الفترة ١٩٥١-١٩٩٦، وقد بينت وجود اتجاه سلبي نحو التناقص في إجمالي غطاء السحب فوق إيطاليا وبدلالة إحصائية في كافة فصول السنة، وبنقصان أوضح خلال فصل الشتاء. ودراسة (ELtantawi

- وقد جاءت تلك النتيجة متوافقة مع نتائج عديد من الدراسات العالمية، ومن أهمها: دراسة كل من (Rosow and Duenas 2004) (Cess and Udelhofen 2003) عن التغيرات المناخية والتفاعلات السحابية من قياسات الأقمار الصناعية خلال الفترة ١٩٨٥-١٩٩٩ وليبيانات المشروع الدولي لمناخ السحب باستخدام الأقمار الصناعية ISCCP التابع لوكالة ناسا الأمريكية، والتي أوضحت وجود تناقص في الغطاء السحابي الكلي في جميع المناطق بين ٤٠ درجة عرضية شمالاً وجنوباً، كما أظهرت زيادة في المتوسط العالمي الإجمالي للغطاء السحابي بحوالي ٢% للفترة من ١٩٨٣ إلى ١٩٨٧، تبعها انخفاض في الغطاء السحابي بنحو ٤% للفترة من ١٩٨٧ إلى ٢٠٠١. ودراسة (Norris 2005) عن التغيرات العقدية للغطاء السحابي العالمي وتأثيراتها الإشعاعية، والتي أشارت إلى وجود انخفاضات في الغطاء السحابي على اليابس العالمي بنسبة -١.٥% لكل عقد سنوي خلال الفترة ١٩٧١-١٩٩٦، والمحيطات بنسبة -١.٣% لكل عقد سنوي خلال الفترة ١٩٥٢-١٩٩٧، وذلك في خطوط العرض المنخفضة والمتوسطة في كلا نصفي الكرة الأرضية. ودراسة (Warren et al., 2007) عن مسح للتغيرات في الغطاء السحابي وأنواع السحب على الأرض من

فصول السنة، وبدلالة معنوية واضحة في فصل الربيع. ودراسة (Sanchez- Lorenzo et al.,2012) عن الغطاء السحابي في أسبانيا، والتي أظهرت وجود اتجاه نحو تناقص غطاء السحب في أسبانيا خلال الفترة ١٩٦١-٢٠١٠ على المستوى السنوي دلالة معنوية وبمقدار بلغ -٠.٨٠% لكل عقد سنوي لكل فصول السنة. ودراسة (Hofer et al.,2017) عن انخفاض الغطاء السحابي وأثره على صفيحة جرينلاند الجليدية، والتي أوضحت وجود انخفاض ملحوظ في الغطاء السحابي فوق جرينلاند صيفاً وبمقدار -٠.٩% لكل سنة، مما أدى إلى رفع درجات الحرارة، وذوبان الجليد. ودراسة (JASWAL et al. , 2017) عن تباين غطاء السحب المنخفضة فوق الهند واتجاهات تغيره خلال الفترة ١٩٦١-٢٠١٠، والتي أشارت إلى أن هناك انخفاضا عاما في متوسط غطاء السحب المنخفضة في معظم مناطق الهند خلال كل الفصول، وبمقدار -٠.٤٥% لكل عقد على المستوى السنوي. ودراسة (Yousef et al.2019) عن مناخ إجمالي غطاء السحب في الإمارات خلال الفترة ١٩٨٤-٢٠٠٩؛ حيث بينت الدراسة أن أغلب محطات الدراسة شهدت اتجاها نحو تناقص الغطاء السحابي خلال فترة ما بعد عام ١٩٩٨.

- بينما لم تتوافق النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات الأخرى الإقليمية، ومنها: دراسة

(2005) عن التغيرات المناخية في ليبيا والتصحر في سهل الجفارة؛ حيث أوضحت الدراسة وجود اتجاه نحو تناقص غطاء السحب في أغلب ليبيا وبدلالة معنوية، وذلك للفترتين: طويلة الأمد ١٩٤٦-٢٠٠٠، وقصيرة الأمد ١٩٧٦-٢٠٠٠. ودراسة (Kruger 2007) عن اتجاهات غطاء السحب فوق جنوب أفريقيا خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠٠٥، وقد بينت الدراسة وجود انخفاض عام في متوسط غطاء السحب المنخفضة في معظم جنوب أفريقيا. ودراسة (Milewska 2008) عن أنواع السحب واتجاهاتها في كندا خلال الفترة ١٩٥٣-٢٠٠٣، وقد أشارت إلى أن هناك اتجاها سلبيا نحو التناقص في السحب المنخفضة والمتوسطة، في حين اتجاه موجب نحو الزيادة في السحب المرتفعة على المستوى السنوي في كندا. ودراسة (Wibig 2008) عن تباين غطاء السحب في لودز ببولندا خلال النصف الثاني من القرن العشرين، حيث أوضحت وجود اتجاه للتناقص في كمية السحب ذي دلالة معنوية لكل الفصول، وعلى المستوى السنوي بمقدار بلغ -٠.٠٦% لكل عقد سنوي. ودراسة (Xia 2012) عن اتجاهات غطاء السحب في الصين خلال الفترة ١٩٤٥-٢٠٠٥، وعلاقتها بأيام السماء الصافية والهباء الجوي، وقد بينت الدراسة وجود اتجاه واضح للتناقص في إجمالي غطاء السحب فوق الصين خلال كل

الاتجاه نحو الزيادة في بقية المناطق خلال الفترة ١٩٤٩-٢٠٠٩.

٣- بالنسبة لتأثير إجمالي غطاء السحب وتغيراته على عناصر المناخ في مصر خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦:

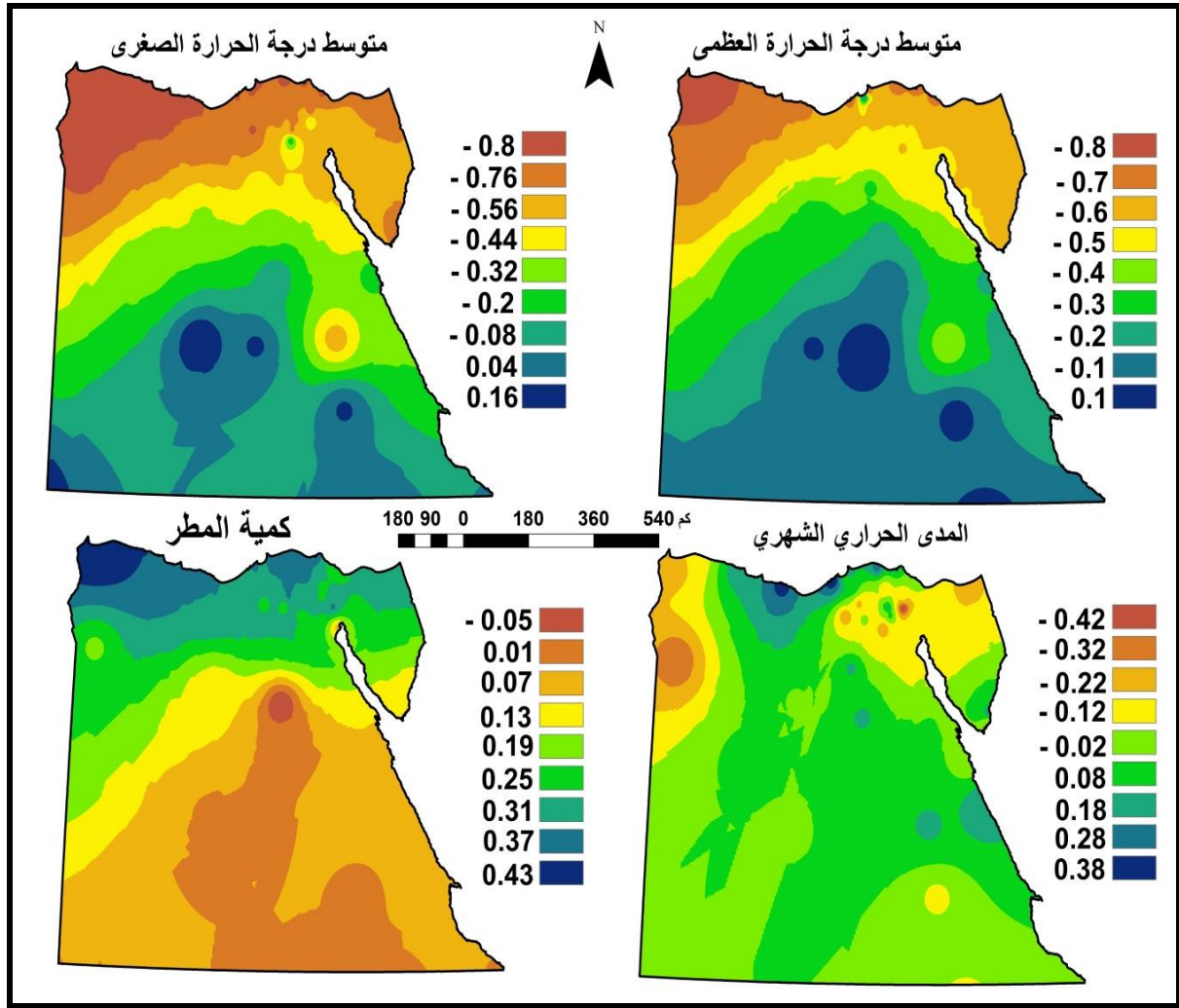
يوضح الجدولان رقما (٥ ، ٦) والشكلان رقما (٧) ، و(٨) التوزيع الجغرافي لعلاقة الارتباط بين إجمالي غطاء السحب وبعض عناصر المناخ في مصر، وشكل الانتشار لتلك العلاقة الارتباطية خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦.

(Jones and Henderson 1992) عن دراسة السجلات التاريخية للتغيم والإشراق في أستراليا خلال الفترة ١٩١٠-١٩٨٩، والتي بينت وجود اتجاه موجب ومعنوي لإجمالي غطاء السحب في أستراليا وبمقدار ٥% لكل عقد سنوي، ودراسة (Free and Sun 2014) عن اتجاهات الغطاء السحابي في الولايات المتحدة الأمريكية، والتي أشارت إلى وجود تباين مكاني للاتجاه؛ حيث شهدت شمال غربها اتجاها نحو التناقص، بينما

جدول رقم (٥) التوزيع النسبي (%) لعلاقات الارتباط ودلالاتها بين إجمالي غطاء السحب وبعض عناصر المناخ لمحطات الدراسة المناخية الأرضية في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

الدلالة الإحصائية				الارتباط		العنصر
للاارتباط السالب		للاارتباط الموجب		سالب	موجب	
غير دال إحصائياً	دال إحصائياً	غير دال إحصائياً	دال إحصائياً			
3	97	50	50	90	10	درجة الحرارة العظمى
0	100	25	75	90	10	درجة الحرارة الصغرى
30	70	17	83	41	59	المدى الحراري
50	50	22	78	5	95	كمية المطر

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على قاعدة بيانات CRU، وبيانات المحطات المناخية الأرضية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU، وبيانات المحطات المناخية الأرضية.

شكل رقم (٧) التوزيع الجغرافي لعلاقة الارتباط بين إجمالي غطاء السحب وبعض عناصر المناخ في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧ (الدلالة معنوية للمستوى (0,05)، (0,01) عند ارتباط بيرسون 0,07 ، (0,1).

ويبين من الجدولين رقمي (٥ ، ٦) والشكلين رقمي (٧ ، ٨) ما يلي:

- بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية: وجود ارتباط عكسي ذي دلالة إحصائية واضحة بمستوى ثقة ٩٥% (دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥) بين إجمالي الغطاء السحابي وبين متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية في مصر خلال الفترة

١٩٦١-٢٠٠٦، وبمعامل تحديد قوي للسلسلتين الشهريتين بلغ R^2 ٠.٣، وهو ما يعني أنه مع زيادة غطاء السحب يحدث انخفاض لمتوسط درجات الحرارة العظمى الشهرية في مصر، وقد لا يكون السبب الوحيد للانخفاض. وتمثل نسبة المحطات التي شهدت علاقة ارتباط سالبة ومرتفعة بين الحرارة العظمى والسحب حوالي ٩٠% من

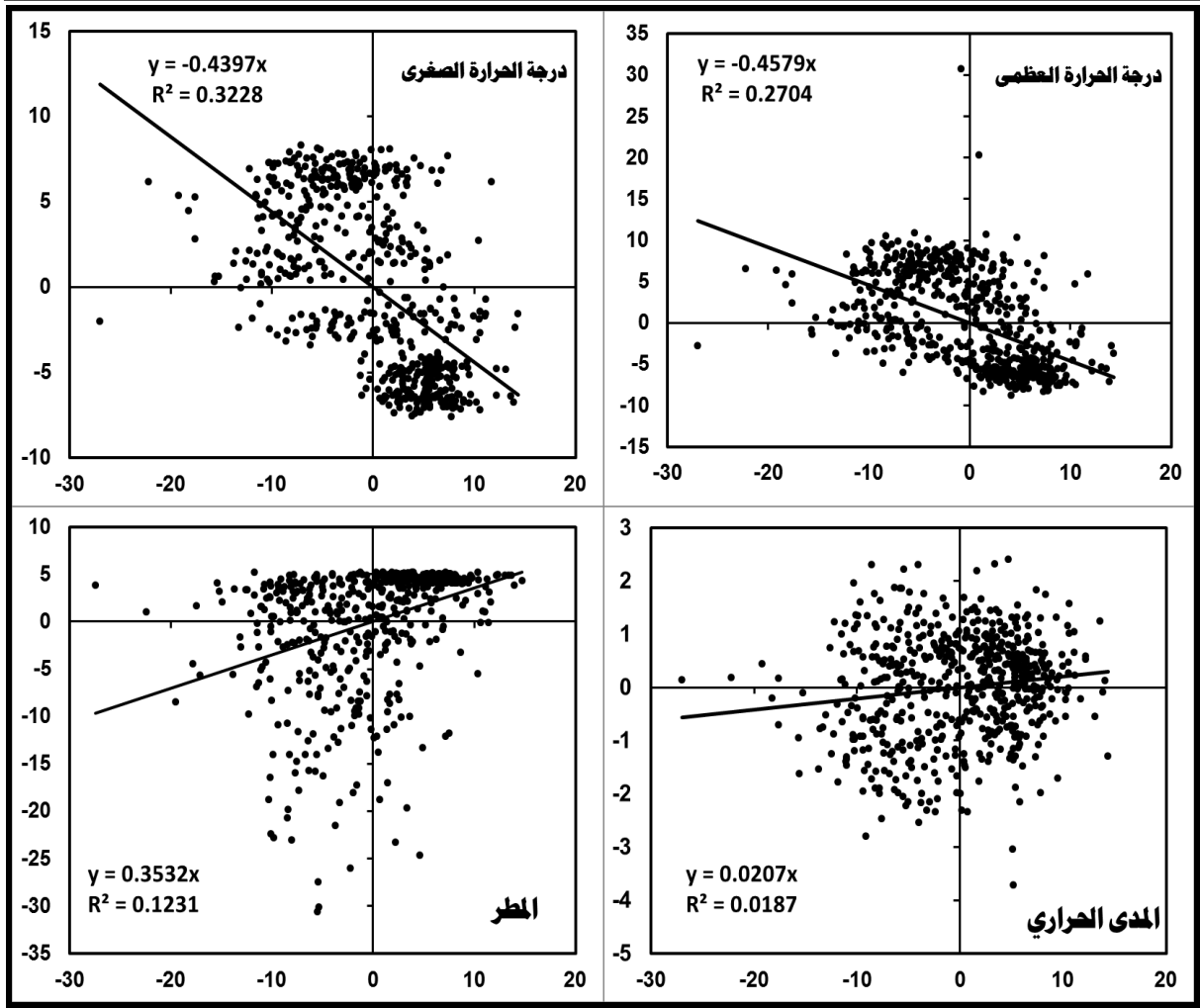
جزيرة سيناء، وبمعاملات ارتباط سالبة قوية بلغت -٠.٨، بينما شهدت فقط من المحطات ١٠% ارتباطاً موجباً وبمستوى ثقة ٩٥% (عند مستوى معنوية ٠.٠٥) لحوالي ٥٠% منها، والتي تركزت في جنوب البلاد حيث ارتفاع درجات الحرارة طوال العام بسبب القرب من مدار السرطان.

إجمالي المحطات الموزعة في الجمهورية بمستوى ثقة ٩٩% في معظمها (عند مستوى معنوية ٠.٠١)، وقد اتخذت العلاقة الارتباطية السالبة بين غطاء السحب ودرجة الحرارة العظمى اتجاهها تدريجياً بزيادة قيمها نحو الشمال المصري، والدلتا (استحوذت على ٥١% من تلك العلاقة السالبة في مصر)، ومناطق واسعة من الصحراء الغربية، وشبه

جدول رقم (٦) التوزيع النسبي (%) لعلاقات الارتباط بين غطاء السحب وبعض عناصر المناخ للمحطات الأرضية داخل أقاليمها المورفولوجية وإجمالي مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

شبه جزيرة سيناء		الصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر		الصحراء الغربية والساحل الشمالي الغربي		الإقليم
ارتباط سالب	ارتباط موجب	ارتباط سالب	ارتباط موجب	ارتباط سالب	ارتباط موجب	نوع الاتجاه
7.3	0.0	7.3	0.0	17.1	4.9	درجة الحرارة العظمى
7.3	0.0	7.3	0.0	17.1	4.9	درجة الحرارة الصغرى
4.9	2.4	2.4	4.9	7.3	14.6	المدى الحراري
0.0	5.3	0.0	7.9	0.0	23.7	كمية المطر
إجمالي مصر		الوادي		الدلتا وهوامشها		الإقليم
ارتباط سالب	ارتباط موجب	ارتباط سالب	ارتباط موجب	ارتباط سالب	ارتباط موجب	نوع الاتجاه
90	10	7.3	4.9	51.2	0.0	درجة الحرارة العظمى
90	10	7.3	4.9	51.2	0.0	درجة الحرارة الصغرى
41	59	2.4	9.8	24.4	26.8	المدى الحراري
5	95	5.3	2.6	0.0	55.3	كمية المطر

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على قاعدة بيانات CRU، وبيانات المحطات المناخية الأرضية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قاعدة بيانات CRU، وبيانات المحطات المناخية الأرضية.

شكل رقم (٨) شكل الانتشار لعلاقة الارتباط بين إجمالي غطاء السحب وبعض عناصر المناخ في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧.

- بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة الصغرى: وجدت أيضا علاقة ارتباط عكسية ذات دلالة إحصائية كبيرة وبمستوى ثقة ٩٩% (دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١) بين إجمالي غطاء السحب وبين متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية في مصر خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦، وبمعامل تحديد كبير بين السلسلتين الشهريتين بلغ $(R^2) ٠.٣$ ، وهو ما يفيد بأن لزيادة الغطاء السحابي تأثيرا واضحا على انخفاض درجات الحرارة
- الصغرى في مصر. وجاءت ٩٠% من محطات الدراسة ذات الارتباط السالب القوي بدلالة معنوية مرتفعة وعند مستوى ثقة ٩٩% لكل المحطات، كما اتخذت العلاقة الارتباطية السالبة اتجاها تدرجيا واضحا نحو الشمال المصري، حيث الدلتا) استحوذت على ٥١% من علاقة الارتباط السالبة على مستوى الجمهورية)، وشمال الصحراء الغربية وشمال غربها، وشبه جزيرة سيناء، وبأعلى قيم بلغت ٠.٨- لها في شمال غرب البلاد، بينما كانت

- ١٠% من المحطات تمثل علاقة ارتباطية موجبة بين غطاء السحب ودرجة الحرارة الصغرى، وبدلالة معنوية عند مستوى (٠.٠١) في حوالي ٧٥% منها، تركزت في جنوب البلاد، بسبب ارتفاع درجات الحرارة طوال العام حيث مدار السرطان، مقارنة ببقية الأراضي المصرية.
- بالنسبة للمدى الحراري الشهري: تباينت العلاقة بين إجمالي غطاء السحب والمدى الحراري الشهري في مصر خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦؛ حيث ظهرت العلاقة الارتباطية السالبة في ٤١% من محطات الدراسة في مصر وبمستوى ثقة قوي ٩٩% (عند مستوى دلالة (٠.٠١) لحوالي ٧٠% من تلك المحطات، وبقية أعلى من قيم العلاقة الارتباطية الموجبة، بينما جاء الارتباط الموجب بين السحب والمدى الحراري في حوالي ٥٩% من محطات الدراسة وبدلالة معنوية عند مستوى ٠.٠١. ولذا لحوالي ٨٣% من تلك المحطات؛ ولذا ظهر معامل التحديد بأقل قيمة، وبلغت ٠.٠٢ (R^2)، ولوحظ تركيز العلاقة الارتباطية السالبة الدالة إحصائياً في أغلب مساحات الدلتا المصرية وسيناء وشمال غرب الصحراء الغربية والبلاد، بينما تركزت قيم علاقة الارتباط الموجب والدالة إحصائياً في الساحل الشمالي الغربي وساحل شمال غرب الدلتا، وبعض مناطق في الساحل الشرقي للبلاد.
- بالنسبة لكمية المطر الشهرية: كانت علاقة الارتباط بين إجمالي غطاء السحب وكمية المطر الشهرية في مصر موجبة في حوالي ٩٥% من محطات الدراسة أغلبها في الدلتا والصحراء الغربية، وبمستوى ثقة كبير بلغ ٩٩% (عند مستوى معنوية ٠.٠١) في ٧٨% من تلك المحطات، بينما شهد ٥% فقط من المحطات (محطتان فقط) علاقة سالبة، وبمعنوية في إحدهما فقط، وقد أخذت العلاقة الارتباطية أيضاً اتجاهها تدريجياً بزيادة قيمها الموجبة نحو الشمال المصري، بلغت ٠.٤ في الساحل الشمالي وشمال غرب البلاد، والعكس جنوباً، وهو ما يكاد يتماشى مع خطوط تساوي المطر في مصر. وقد بلغ معامل تحديد (R^2) ٠.١٢ كما يتضح من شكل الانتشار.
- كما أشارت دراستا (مندور ٢٠٠٣، وعبد الرحمن ٢٠٠٩) إلى وجود علاقة ارتباط عكسية قوية وذات دلالة معنوية بين إجمالي غطاء السحب وبين كمية الإشعاع الشمسي ومدة السطوع الشمسي في مصر، وذلك لعدد من محطات الجمهورية خلال الفترة ١٩٣١-١٩٩٥، فمع زيادة كمية السحب والتغيم تقل كمية الإشعاع الشمسي، وتقل عدد ساعاته الفعلية، والعكس صحيح.
- وقد جاءت تلك النتائج متوافقة مع العديد من نتائج الدراسات الإقليمية، ومنها: دراسة (JASWAL et al., 2017) والتي أشارت إلى أن السحب المنخفضة لها ارتباط سلبي

قوي مع درجات الحرارة العظمى والمدى الحراري، وبارتباط إيجابي قوي مع أعداد الأيام الممطرة في الهند خلال الفترة ١٩٦١ - ٢٠١٠ ، ودراسة (SUN et al.,2000) عن التباين الزمني لعلاقة الارتباط بين غطاء السحب ودرجة حرارة الهواء السطحية، حيث بينت الدراسة وجود علاقة قوية بين أثر الغطاء السحابي على التبريد وخفض درجات حرارة الهواء السطحية في مناطق مختلفة من العالم خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ودراسة (DAI et al.,1999)، والتي أوضحت أن السحب يمكن أن تقلل من معدل المدى الحراري بنسبة ٢٥٪ إلى ٥٠٪ في معظم مناطق اليابسة خلال الفترة ١٩٨٠-١٩٩١. ودراسة (Didier 2015) ، والتي بينت وجود علاقة ارتباط موجبة وقوية بين كل أنواع السحب وبين كمية الأمطار المقدره عبر الأقمار الصناعية، وذلك في غرب أفريقيا وجنوبها خلال الفترة ١٩٩٥ - ٢٠١٠. ودراسة (McLean 2014)، والتي أظهرت أثر تناقص غطاء السحب خاصة السحب المنخفضة على انخفاض درجات الحرارة والاحترار العالمي خلال الفترة ١٩٨٤ - ٢٠٠٩، وبخاصة في نصف الكرة الشمالي. ودراسة (Bao et al.,2017)، والتي أشارت إلى وجود علاقة ارتباط سالبة قوية بين الغطاء السحابي وبين درجة حرارة الهواء فوق هضبة

التبت خلال الفترة ٢٠٠٣ - ٢٠١٥، وباستخدام بيانات أقمار صناعية. كما توافقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج عدد من الدراسات المحلية لمصر ومناطقها الجغرافية، والتي تناولت تغيرات درجات الحرارة واتجاهاتها والجفاف والمطر في مصر، والتي تبين نتائج ارتفاع درجات الحرارة وتطرفاتها، وزيادة أحداث الجفاف في مصر خلال أغلب فصول السنة، وهو ما يؤكد تأثير تناقص السحب في مصر على المناخ، ومنها: دراسة (Hasanean 2004) عن درجات الحرارة الشتوية في مصر وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة؛ حيث أشارت إلى زيادة درجات الحرارة الشتوية في أغلب محطات الدراسة خلال النصف الثاني من القرن العشرين. ودراسة (Hasanean and Abdel basset 2006) عن تباينات درجة الحرارة الصيفية في مصر خلال النصف الثاني من القرن العشرين، والتي أظهرت اتجاهها نحو زيادة درجات الحرارة الصيفية بشكل واضح، خاصة خلال العشرين سنة الأخيرة من القرن العشرين. ودراسة (Hereher 2017) عن اتجاهات السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة السطحية في مصر كإشارة للاحتار العالمي؛ حيث بينت وجود تغيرات مناخية واضحة في مصر من خلال كشفها عن ارتفاع درجات الحرارة بمقدار ٠.٣-١.٠٦ درجة مئوية لكل عقد سنوي خلال الفترة ٢٠٠٣-٢٠١٤، خاصة

واستمرارها وبدلالة إحصائية خلال فترة الدراسة، مع وجود تدرج مكاني واضح من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي.

رابعاً: الخلاصة والتوصيات:

خلاصة النتائج: في نهاية الدراسة يمكن تلخيص أهم نتائجها فيما يلي:

- بلغ المعدل السنوي لإجمالي غطاء السحب في مصر ٢٨%، كما بلغ أعلى معدل فصلي خلال الربيع والشتاء بمقدار ٣٣%، و٣٠% على التوالي، وجاء شهر أبريل بأعلى معدل ٣٥%، بينما أغسطس أقل الشهور بنسبة ٢٤% لإجمالي غطاء السحب في مصر. وقد استحوذت الدلتا المصرية وهوامشها الصحراوية كإحدى المناطق الجغرافية الطبيعية الرئيسة في مصر على أعلى المعدلات لإجمالي غطاء السحب في مصر بنسبة ٣٧% على المستوى السنوي.
- بالنسبة للمتوسط السنوي والفصلي للتباين في إجمالي الغطاء السحابي في مصر تبين أن المناطق الجغرافية الرئيسة الأكثر سحبا هي الأقل في قيم الانحراف المعياري، بما يعني قلة تشتتها وتباينها مكانيا، وتغطية السحب بشكل واسع على أغلب تلك المناطق؛ حيث بلغ متوسط قيم الانحراف المعياري السنوية في الدلتا والوادي ١.٣%، و٢.٢% على التوالي، على المستوى السنوي وخلال كافة الفصول، نظرا لتوفر مصادر مائية للتبخر حيث القرب من البحر المتوسط، والقرب من مسارات المنخفضات الجوية والكتل الهوائية

في الأجزاء الجنوبية من البلاد. ودراسة (إبراهيم، ٢٠١٨) عن الاتجاهات طويلة الأمد لتطرفات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠؛ حيث أشارت إلى وجود اتجاه عام في الدلتا المصرية نحو زيادة درجات الحرارة العظمى والصغرى ومؤشراتها وبمعنوية إحصائية، خاصة خلال فصلي الربيع والصيف، كذلك نقصان ملحوظ في المدى الحراري اليومي خلال كل الفصول، وبدلالة معنوية كبيرة. ودراسة (إبراهيم، ٢٠١٩) عن اتجاهات تغير الجفاف المناخي والهيدرولوجي في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٥٠-٢٠١٥؛ حيث بينت أن هناك اتجاها ذا دلالة إحصائية في زيادة أحداث الجفاف قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل في الدلتا المصرية. ودراسة (Nashwan et al., 2019) عن اتجاهات تطرفات المناخ السنوي والموسمي في مصر خلال الفترة ١٩٤٨-٢٠١٠، حيث أوضحت أن هناك زيادة في درجات الحرارة في مصر، وفي عدد من مؤشرات التطرف الحراري، ومنها زيادة في عدد الأيام الحارة خلال فصل الشتاء، ونقصان للمدى الحراري، مع عدم وجود اتجاه واضح للتغير في كمية المطر. ودراسة (El et al., 2019) اتجاهات التطرفات الحرارية اليومية في مصر وأنماطها المكانية والقوى المؤثرة خلال الفترة ١٩٨٣-٢٠١٥؛ حيث أظهرت زيادة تواتر التطرفات الحارة وشدتها

في مصر، وبنسبة ٩٥% من إجمالي النقط الشبكية Grid المستخدمة للدراسة في مصر، وبدلالة إحصائية في ٥٦% من إجمالي النقط الشبكية ذات الاتجاه السلبي. وعلى مستوى المناطق الجغرافية الطبيعية الرئيسة في مصر، تبين وجود اتجاه عام نحو النقصان في غطاء السحب، وبمستوى ثقة ٩٥% (دلالة معنوية عند مستوى ٠.٠٥) في أغلب المناطق (لم تظهر الدلالة بوضوح في شبه جزيرة سيناء) ولإجمالي مصر على المستوى السنوي، وبوضوح في شمال وشمال غرب مصر ووسط جنوب مصروجنوب شرقها، وبقيم بلغت ١- % تقريبا لكل عقد سنوي، بينما ظهر الاتجاه الموجب أقصى جنوب غرب مصر، وبقيم بلغت ٠.٠٦% لكل عقد سنوي. كما اتضح شدة تغير الغطاء السحابي في مصر ومناطقها خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، وبمعدل شذوذ متوسط بلغ $\pm ٥\%$ ، وبالنسبة لمتوسط مصر لوحظ وجود اتجاه نحو زيادة نسب الشذوذات السالبة، كمؤشر على نقصان إجمالي غطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٧، خاصة في العقدين الأخيرين، ولكل فصول السنة بمعدل شذوذ بلغ -٥%، وبدرجة أقل خلال فصل الشتاء. وجاءت تلك النتائج متوافقة مع نتائج عديد من الدراسات العالمية والإقليمية للسحب وتغيراتها.

كما أظهرت الدراسة الأثر الواضح لإجمالي غطاء السحب وبياناته على عدة عناصر

المختلفة، ووفرة الأراضي الزراعية والمساحات المائية المكشوفة: كالترع، والمصارف، والبحيرات، والأنشطة البشرية؛ حيث يزداد التبخر والتبخر نتح، بينما جاءت الصحراء الغربية الأعلى في التشتت المكاني للنقط الشبكية لإجمالي غطاء السحب على المستوى السنوي، لأنها الأقل سحبا خلال الفترة قيد الدراسة. كما تبين وجود علاقة ارتباط موجبة وقوية بين إجمالي غطاء السحب وبين دوائر العرض على المستوى السنوي والفصلي، وبأعلى قيمة خلال فصل الشتاء فصل السحب، بينما أقلها خلال فصل الصيف قليل السحب.

- كما بينت نتائج التحليل العاملي (تحليل المركبات الأساسية) وجود عاملين رئيسين يعبران عن التركيز أو التتميط المكاني لغطاء السحب في مصر، ويمثلان معا ٩٨% تقريبا من إجمالي المتغيرات، ويشكلان إقليمين رئيسين لتركز السحب في مصر، وتمثل نسبة التباين للمجموعة الأولى أو العامل الأول ٥٣% تقريبا ، وتتركز في شمال مصر في منطقة الدلتا والساحل الشمالي، بينما المجموعة الثانية أو العامل الثاني بنسبة تباين بلغت ٤٥% تقريبا، وتشمل منطقة وادي النيل بمصر.

- بالنسبة لاتجاهات تغير إجمالي غطاء السحب في مصر خلال الفترة ١٩٦٠-

٢٠١٧ على المستوى السنوي تبين وجود اتجاه نحو التناقص لإجمالي غطاء السحب

أغلب نطاقاتها المكانية، وقد أخذت العلاقة الارتباطية أيضا اتجاها تدريجيا بالزيادة نحو الشمال المصري تماشيا مع خطوط تساوي المطر في مصر. وجاءت تلك النتائج متوافقة أيضا مع نتائج عديد من الدراسات المحلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والتطرف الحراري والجفاف في مصر ونطاقاتها الجغرافية المختلفة، والتي أكدت على تعرض البلاد خلال الفترة قيد الدراسة إلى زيادة واضحة في درجات الحرارة وتطرفاتها، وكذلك في أحداث الجفاف، خاصة في الدلتا المصرية في ظل تناقص الغطاء السحابي في مصر.

توصيات الدراسة:

من خلال نتائج الدراسة الحالية يمكن التوصية بضرورة إجراء عدة دراسات مستقبلية عن السحب وأهميتها، ودورها في المناخ كما يلي:

- ضرورة الاهتمام بقياس السحب بأنواعها المختلفة في محطات الأرصاد الجوية، وبشكل مستمر، وبدقة عالية، وذلك بشكل مباشر وعبر الأقمار الصناعية، وتوفير تلك البيانات للباحثين المختصين بالدراسات المناخية والجغرافية وغيرها.
- ضرورة توفير بيانات السحب الرصدية الأرضية للباحثين وذلك من هيئة الأرصاد الجوية؛ لاستخدامها في تقييم بيانات الأقمار الصناعية، و كذلك لإنشاء قواعد بيانات

مناخية في مصر، حيث بينت وجود ارتباط عكسي ذي دلالة إحصائية واضحة بمستوى ثقة ٩٥% (دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥) بين إجمالي الغطاء السحابي وبين متوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى الشهرية في مصر خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦، كمؤشر على أن انخفاض درجة درجات الحرارة العظمى والصغرى مرتبط بتناقص الغطاء السحابي في مصر. وقد اتخذت تلك العلاقة الارتباطية السالبة بين غطاء السحب اتجاها تدريجيا بالزيادة نحو الشمال، وخاصة الشمال الغربي لمصر. أما بالنسبة للمدى الحراري الشهري فقد تباينت العلاقة بين إجمالي غطاء السحب والمدى الحراري الشهري في مصر خلال الفترة ١٩٦١-٢٠٠٦، حيث ظهرت العلاقة الارتباطية السالبة في ٤١% من محطات الدراسة في مصر وبمستوى ثقة قوي ٩٩%) عند مستوى دلالة (٠.٠١) لحوالي ٧٠% من تلك المحطات، وبقيم أعلى من قيم العلاقة الارتباطية الموجبة، بينما جاء الارتباط الموجب بين السحب والمدى الحراري في حوالي ٥٩% من محطات الدراسة وبدلالة معنوية عند مستوى ٠.٠١ لحوالي ٨٣% من تلك المحطات. كما لوحظ وجود ارتباط موجب بين إجمالي غطاء السحب وكمية المطر الشهرية في مصر في حوالي ٩٥% من محطات الدراسة، وبمستوى ثقة ٩٩% (عند مستوى معنوية ٠.٠١) في

الكتل الهوائية، وحركة المنخفضات الجوية، خاصة الشتوية والربيعية وتغيرات مساراتها كليا ، واتجاهات تلك التغيرات؛ وذلك على تباينات غطاء السحب في مصر فصليا وسنوياً.

خامساً: المراجع:

المراجع باللغة العربية:

- إبراهيم، محمد محمد عبد العال (٢٠١٨) الاتجاهات طويلة الأمد لتطورات الحرارة اليومية في الدلتا المصرية دراسة خلال الفترة ١٩٦٠-٢٠١٠ دراسة مناخية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد ١١١، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- إبراهيم، محمد محمد عبد العال (٢٠١٩) اتجاهات التغير في الجفاف المناخي والهيدرولوجي وعلاقتها بالدورات الهوائية العامة في الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٥٠ - ٢٠١٥ (دراسة مناخية)، بحث مقبول للنشر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- جودة، حسنين جودة (٢٠٠٠) جغرافية مصر الطبيعية وخريطة المعمور المصري في المستقبل، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، ص ص ٣١٠-٣١٣.
- سالم، طارق زكريا إبراهيم (١٩٩٧) دور المنخفضات الجوية في مناخ مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، مصر، ص ٥٤.

طويلة الأمد لغطاء السحب بأنواعها المختلفة وبدقات مكانية عالية.

- دراسة أثر تغيرات السحب على تطورات الأمطار في مصر سنويا وفصليا.
- دراسة التباين المكاني والزمني لأنواع السحب المختلفة المنخفضة والمتوسطة والمرتفعة سنويا وفصليا وأثرها على مناخ المنطقة.
- دراسة العلاقة بين التغيرات المكانية والزمانية لغطاء السحب بأنواعه المختلفة وبين الإشعاع الشمسي من حيث الكمية وعدد ساعات السطوع في مصر، وتحديد مدى تأثير مناطق إنتاج الطاقة الشمسية بتلك التغيرات طويلة الأمد، وذلك على مستوى نطاقات مكانية صغيرة.
- دراسة العلاقة بين السحب وتكون الجزر الحرارية بشكل تفصيلي، خاصة في مناطق العمران في الدلتا والوادي.
- دراسة أثر غطاء السحب وتغيراته على مراقبة التغيرات البيئية ورصدها على سطح الأرض عبر صور الأقمار الصناعية؛ لتحديد حجم التغيرات أو الكوارث المختلفة كالزلازل والسيول والفيضانات والحرائق وغيرها؛ وذلك بهدف التخطيط لمواجهةها.
- دراسة أثر الرياح وتغيراتها طويلة الأمد؛ من حيث السرعة والاتجاه على غطاء السحب بأنواعه، وتغيراته في مصر ومناطقها الجغرافية أو أقاليمها المناخية.
- دراسة أثر درجة الاستقرار في الغلاف الجوي والدورات الهوائية العامة والإقليمية، وحركة

- Indian monsoon region, **Atmosfera**, 19(4), 255-265.
- Cai H., Feng X., Chen Q., Sun Y., Wu Z., Tie X.(2017) Spatial and Temporal Features of the Frequency of Cloud Occurrence over China Based on CALIOP, **Advances in Meteorology**, Volume 2017, Article ID 4548357, 11 pages.
- Cess R. D., and Coauthors(1990) Intercomparison and interpretation of climate feedback processes in 19 atmospheric general circulation models, **J. Geophys. Res.**, 95, 16 601–16 615.
- Cess R.D., Udelhofen P.M. (2003) Climate change during 1985–1999: Cloud interactions determined from satellite measurements. **Geophys.Res. Lett.**, 30, 1019, doi:10.1029/2002GL016128.
- Chernokulsky A.V., Bulygina O., Mokhov I.I.(2011) Recent variations of cloudiness over Russia from surface daytime observations, **Environ, Res. Lett.**, 6 (2011) 035202 (6pp).
- Clement A.C., Burgman R., Norris J.R. (2009) Observational and model evidence for positive low-level cloud feedback, **Science**, 325: 460–465.
- Dai A., Trenberth K.E., Karl T.R.(1999) Effects of Clouds, Soil Moisture, Precipitation, and Water Vapor on Diurnal Temperature Range, **Journal of Climate** ,Volume 12.
- Dai A., Karl T. R., Sun B. E., Trenberth K. E.(2006) Recent trends in Cloudiness over the United States: A tale of monitoring inadequacies, **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 87, 597-606.
- Didier N. (2015) Comparison of Spatial and Temporal Cloud Coverage Derived from CloudSat, CERES, ISCCP and Their Relationship with Precipitation Over Africa, **American Journal of Remote Sensing**, 3(2): 17-28.
- El Kenawy A.M, JLopez-Moreno J.I., McCabe M.F.,Robaa S.M.,Domínguez-Castro F.,Peña-Gallardo M.,Trigo R.M., Hereher M.E.,Al-Awadhi T.,Vicente-طلبه، شحاته سيد أحمد(١٩٩٠) المطر في مصر دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، مصر.
- شرف، عبد العزيز طريح (٢٠٠٠) الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، ص ص ٤٥٧-٤٦٠.
- عبد الرحمن، حسن يونس حسن(٢٠٠٩) الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر"دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة طنطا، مصر.
- مندور، مسعد سلامة مسعد(٢٠٠٢) الإشعاع الشمسي في مصر دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة، مصر.
- المراجع باللغة الأجنبية:**
- Bao S., Letu H., Zhao J., Shang H., Lei Y., Duan A., Chen B., Bao Y., He J., Wang T., Ji D., Tana G., Shi J. (2017) Spatiotemporal distributions of cloud parameters and their response to meteorological factors over the Tibetan Plateau during 2003–2015 based on MODIS data, **Int J Climatol.**, 1–12.
- Bhowmik S.K.R. , Roy S.S.(2006)Principal Component Analysis to study spatial variability of errors in the INSAT derived quantitative precipitation estimates over

- Hofer S., Tedstone A.J., Fettweis X., Bamber J.L.(2017)Decreasing cloud cover drives the recent mass loss on the Greenland Ice Sheet, **Science Advances** , 3, e1700584 28 June .
- IPCC 2007 The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon s. et al., (Cambridge: Cambridge University Press)p 996.
- Jaswal A. K., Korep. A. , Singh v.(2017) Variability and trends in low cloud cover over India during 1961-2010, **MAUSAM**, 68, 2 (April), 235-252.
- Jaswal, A. K.(2010)Changes in total cloud cover over India based upon 1961-2007 surface observations, **Mausam**, 61, 4, 455-468.
- Jones P. A. Henderson-Sellers A.(1992) Historical records of cloudiness and sunshine in Australia, **J. Climate**, 5, 260–267.
- Jovanovic, B., Collins, D., Braganza, K., Jakob, D. and Jones, D. A., (2011) A high-quality monthly total cloud amount dataset for Australia, **Clim. Change**, 108, 3, 485-517.
- Kaiser D.P.(1998) Analysis of total cloud amount over China, 1951-1994, **Geophysical Research Letters**, Vol. 25, NO. 19, PAGES 3599-3602, OCTOBER.
- King M.D., Member S., IEEE, Platnick S., Menzel W.P., Ackerman S.A., Hubanks P.A.(2013)Spatial and Temporal Distribution of Clouds Observed by MODIS Onboard the Terra and Aqua Satellites, **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Vol. 51, No. 7, JULY.
- Kruger A.C.(2007) Trends in cloud cover from 1960 to 2005 over South Africa, ISSN 0378-4738 , **Water SA**, Vol. 33 No. 5 October.
- Serrano S.M. (2019) Daily temperature extremes over Egypt: patial patterns, temporal trends, and driving forces, **Atmospheric Research**, Volume 226, 15 September, Pages 219-239.
- El-Tantawi A.M.M.(2005) Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques, **Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Naturwissenschaften**, am Fachbereich Chemie, Pharmazie, Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, Deutschland.
- FREE M. SUN B.(2014) Trends in U.S. Total Cloud Cover from a Homogeneity-Adjusted Dataset, **Journal of Climate**, Volume 27.
- Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J. and Lister, D.H. (2014) Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset. **International Journal of Climatology** 34, 623-642.
- Harrison E. F., Minnis P., Barkstrom B. R., Ramanathan V., Cess R. D., Gibson G. G.(1990) Seasonal variation of cloud radiative forcing derived from the Earth Radiation Budget Experiment, **J. Geophys. Res.**, 95, 18687-18703.
- Hasanean H.M.(2004) Wintertime Surface Temperature in Egypt in Relation to The Associated Atmospheric Circulation, **Int. J. Climatol.**, 24: 985–999 .
- Hasanean H.M., Abdel Basset H.A.(2006) Variability of Summer Temperature Over Egypt, **Int. J. Climatol.**, 26: 1619–1634 .
- Henderson-Sellers A. (1992) Continental cloudiness changes this century, **Geo. J.**, 27:255–262.
- Hereher M.E. (2016) Time series trends of land surface temperatures in Egypt: a signal for global warming, **Environ. Earth. Sci.**, 75. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-6024-4>

- Rossow W.B., Schiffer R.A. (1999) Advances in understanding clouds from ISCCP, **Bull. Am. Meteor. Soc.**, 80:2261–2287.
- Rossow, W.B., Dueñas E.N.(2004) The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) web site, **Bull. Am. Meteorol. Soc.**, 85, 167–172.
- Sanchez-Lorenzo A., Calbo J., Wild M.(2012) Increasing cloud cover in the 20th century: review and new findings in Spain, **Clim. Past**, 8, 1199–1212.
- Sneyers R. (1990). On the statistical analysis of series of observations World Meteorological Organization (WMO), **Technical note No. 143**, Geneva: 192.
- Sun B., Groisman P.Y., Bradley R.S., Keimig F.T.(2000) Temporal Changes in the Observed Relationship between Cloud Cover and Surface Air Temperature, **Journal of Climate**, Volume 13.
- SUN B. , Groisman P.Y.(2000) Cloudiness Variations over The Former Soviet Union, **Int. J. Climatol.** 20: 1097–1111.
- Sun B., Free M., Yoo H.L., Michael J. Foster, Heidinger A., Karlsson K.(2015) Variability and Trends in U.S. Cloud Cover: ISCCP, PATMOS-x, and CLARA-A1 Compared to Homogeneity-Adjusted Weather Observations, **Journal of Climate**, Volume, 28.
- Sun, B.(2003) Cloudiness over the contiguous United States: Contemporary changes observed using ground-based and ISCCP D2 data, **Geophys. Res. Lett.**, 30, 2, doi:10.1029/ 2002GL015887.
- Sun, B., Groisman, P. Y.(2004) Variations in low cloud cover over the United States during the second half of the twentieth century, **J. Climate**, 17, 1883-1888.
- Warren S. G., Eastman R. M. ,Hahn C. J. (2007) A survey of changes in cloud cover and cloud types over land
- Lynch, D. K. (1996) Cirrus clouds: Their role in climate and global change, **Acta Astronaut.**, 38, 859-863, doi:10.1016/S0094-5765(96)00098-7.
- Mace, G. G., Benson, S. and Kato, S.(2006) Cloud radiative forcing at the Atmospheric Radiation Measurement Program Climate Research Facility: 2. Vertical redistribution of radiant energy by clouds, **J. Geophys. Res.**, 111, D11S91 doi:10.1029/ 2005JD005922.
- Matuszko D., and Weglarczyk S.(2018) Long-term variability of the cloud amount and cloud genera and their relationship with circulation (Krakow, Poland), **Int. J. Climatol.** 38 (Suppl.1): e1205–e1220.
- Maugeri M., Bagnati Z., Brunetti M.(2001) Trends in Italian total cloud amount, 1951-1996, **Geophysical Research Letters**, Vol. 28, NO. 24, PAGES 4551-4554, December 15.
- McLean J.(2014) Late Twentieth-Century Warming and Variations in Cloud Cover, **Atmospheric and Climate Sciences**, , 4, 727-742.
- Milewska E.J.(2008) Cloud Type Observations and Trends in Canada, 1953–2003, **Atmosphere-Ocean**, 46 (3), 297–316 doi:10.3137/ao.460302.
- Milewska, E.(2004) Baseline cloudiness trends in Canada 1953-2002, **Atmos. Ocean**, 42, 267-280.
- Nashwan M.S., Shahid S., Abd Rahim N.(2019) Unidirectional trends in annual and seasonal climate and extremes in Egypt, **Theoretical and Applied Climatology** , 136:457–473.
- Norris J.R. (2000) What can clouds observations tell us about climate variability?, **Space Sci. Rev.** 94: 375–380.
- Ramanathan V., Cess R. D., Harrison E. F., Minnis P., Barkstrom B. R., Ahmad E., Hartmann D.(1989)Cloud-radiative forcing and climate: Results from the Earth Radiation Budget Experiment, **Science**, 243, 57-63.

- Xia, X.(2010) Spatiotemporal changes in sunshine duration and cloud amount as well as their relationship in China during 1954–2005, **J. Geophys. Res.**, 15, D00K06, doi:10.1029/2009JD012879,2010.
- Xiangao X.(2010) Spatiotemporal changes in sunshine duration and cloud amount as well as their relationship in China during 1954–2005, **Journal of Geophysical research**, Vol. 115, D00K06, doi:10.1029/2009JD012879.
- Xueqin Z., Lili P., Du Z., Jie T.(2008) Cloudiness variations over the Qinghai–Tibet Plateau during 1971–2004, **J. Geogr. Sci.**, 18: 142-154.
- Yousef L.A., Temimi M., Wehbe Y., Al Mandous A.(2019) Total cloud cover climatology over the United Arab Emirates, **Atmos. Sci. Lett.**, DOI: 10.1002/asl.883.
- from surface observations, 1971-1996, **Journal of Climate**, 20, 717-738.
- Wibig, J.(2008) Cloudiness variations in lodz in the second half of the 20th century, **Int. J. Climatol.**, 28, 479–491.
- Wild M., Ohmura A., Gilgen H., Rosenfeld D. (2004) On the consistency of trends in radiation and temperature records and implications for the global hydrological cycle, **Geophys. Res. Lett.**, 31, 11, L11201.
- Wylie D., Jackson D.L., Menzel W.P., Bates J.J.(2005) Trends in Global Cloud Cover in Two Decades of HIRS Observations, **Journal of Climate**, Volume 18.
- Xia x.(2012) Significant decreasing cloud cover during 1954–2005 due to more clear-sky days and less overcast days in China and its relation to aerosol, **Ann. Geophys.**, 30, 573–582.