

الأمطار والسيول فى مصر وتأثيرها على الحوادث المرورية بطرق النقل البرية السريعة خلال الفترة (٢٠٠٠-٢٠١٧م) دراسة فى المناخ التطبيقي(*)

الباحثة / فاطمة فتحي محمد عبد الله علي

تحت إشراف

شحاتة سيد أحمد طلبة

كلية الآداب - جامعة القاهرة

الملخص:

يتناول البحث دراسة الأمطار والسيول فى مصر، وتعد دراسة خصائص المطر ذات أهمية كبيرة فى تخطيط الطرق البرية، حيث تساعد على دقة تصميم الطرق، وكذلك دراسة العلاقة الارتباطية بين كمية المطر والحوادث. وذلك من خلال دراسة كمية تحليلية للعلاقة بين المطر وأعداد الحوادث المرورية على الطرق البرية السريعة، ووسائل السلامة والحد من الحوادث المرورية الناتجة عن الظواهر المناخية. وقد خلص البحث إلى تناقص كمية المطر بمنطقة الدراسة بالاتجاه جنوبا، وهناك علاقة عكسية بين كمية المطر وعدد الحوادث فى بعض الطرق مثل القاهرة/الإسكندرية الزراعى، والقاهرة/الإسماعيلية الصحراوى، وذلك بسبب سلوك السائقين من حيث اتخاذ المزيد من الحذر وتقليل السرعة. فى حين سجل طريق القاهرة/الفيوم الصحراوى علاقة طردية. كما يلاحظ تعرّض الطرق فى الهضبة الشرقية للسيول بشكل دائم، حيث أنها تتخذ من مجارى الأودية مسارات لها. وكذلك أثرت مجموعة الأودية التى تنتشر بشبه جزيرة سيناء تأثيرا سلبيا على شبكة الطرق، وذلك لتعامد الطرق على مجارى الأودية وروافدها، مما يؤدى إلى تدميرها عند حدوث السيول، ويتطلب هذا إنشاء الممرات المائية وتكسية جوانب الطرق، وبالتالي زيادة تكاليف إنشاء الطرق وصيانتها.

الكلمات الدالة: السيول، الحادثة المرورية، الطرق السريعة، الطرق الشريانية، أحواض التصريف.

(*) مجلة كلية الآداب جامعة القاهرة المجلد (٨٢) العدد (٥) يوليه ٢٠٢٢.

Abstract

The research deals with the study of rain and torrential rain in Egypt. The study of rain characteristics is of great importance in the planning of land roads, as it helps in the accuracy of road design. It is also important to examine, through a quantitative analytical study, the correlation between the amount of rain and accidents, safety means and the reduction of traffic accidents resulting from climatic phenomena. The research concludes with a number of findings: a decrease in the amount of rain in the study area heading south, an inverse relationship between the amount of rain and the number of accidents in some roads, such as Cairo/ Alexandria agricultural, and Cairo / Ismailia desert, due to the behavior of drivers in terms of taking more caution and reducing speed, while the Cairo/Fayoum desert road recorded a positive relationship. It is also noted that the roads in the eastern plateau are permanently exposed to torrential rain, as they take from the streams of the valleys as paths for them. Moreover, the group of valleys that spread across the Sinai Peninsula had a negative impact on the road network, due to the perpendicularity of the roads to the valleys streams and their tributaries, which result in their destruction when torrential rains occur.

Key words: Floods, Traffic accidents, Highway.

المقدمة:

تعد حوادث الطرق من المشكلات الخطيرة التي تواجه العالم حيث تتسبب في حدوث أضرار اقتصادية وبشرية هائلة. ويشهد العالم كل عام نحو ١,٣ مليون متوفى، وما بين (٢٠ - ٥٠) مليون مصاب نتيجة حوادث الطرق، وتأتي مصر في المرتبة ١٦ عربياً، و١٠٩ عالمياً (من ١٨٠ دولة) من حيث متوسط معدلات وفيات الحوادث، حيث بلغ ١٢,٨ متوفى لكل ١٠٠ ألف نسمة، وذلك طبقاً لتقرير منظمة الصحة العالمية (WHO) للوفاة نتيجة حوادث الطرق عام ٢٠١٥. وتمثل الحوادث على الطرق السريعة ١٤,٤% من إجمالي عدد حوادث الطرق في مصر عام ٢٠١٥ (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، ٢٠١٦، ص ٧، ٨. وتؤثر الأمطار في الطرق السريعة،

حيث يؤدى سقوط الأمطار الغزيرة فى فصل الشتاء إلى غمر الطرق بالمياه ، ويساعد على ذلك عدم وجود مجارى لتصريف المياه ، مما يسبب انزلاق المركبات وخروجها عن مسار الطريق. الأمر الذى يعيق استخدام الطريق وتعطيل وسائل النقل، وبالتالي التسبب فى وقوع الحوادث. كما يؤدى تجمع المياه فوق الطرق إلى حدوث حفر فى الطريق التى سرعان ما تتسع وتتعمق مما يصعب عبور السيارات فوقها، وبالتالي وقوع الحوادث. فى حين تؤدى السيول إلى تدمير الطرق وتحطيم السيارات التى يصادف مرورها وقت حدوث الجريان السيلى.

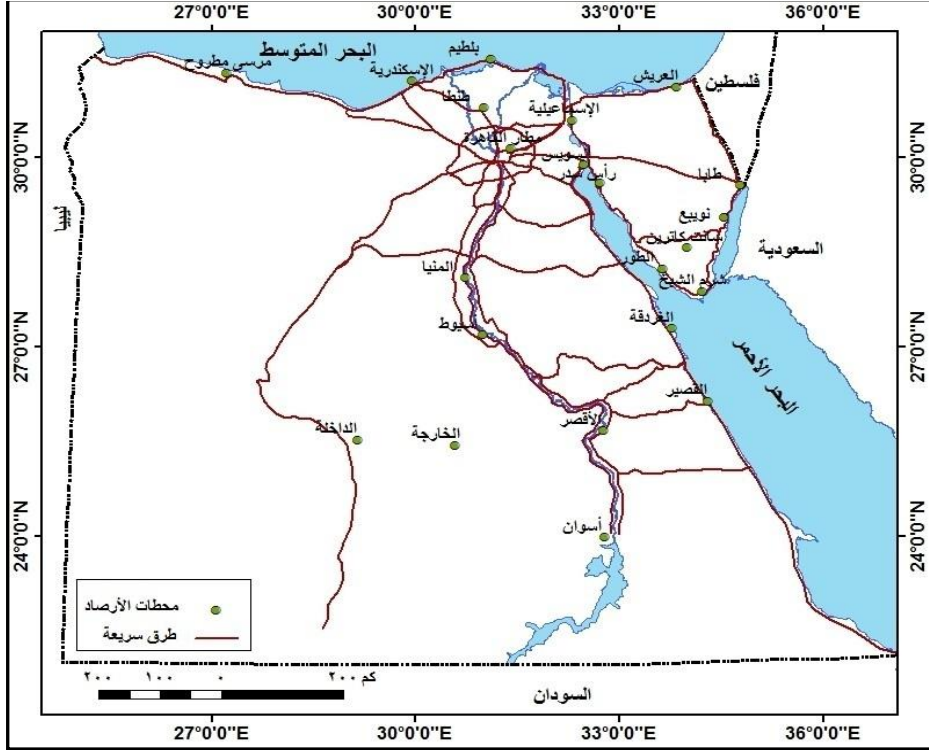
١ . موقع منطقة الدراسة

تمتد شبكة الطرق السريعة فى مصر بواقع ٣٢ طريقًا جدول (١)، وشكل (١)، وتعد الطرق السريعة Highways هى الطرق المصممة والمشيدة خصيصا لحركة المرور السريعة ولا تخدم المنشآت العمرانية المحاذية لها، وتمثلها الطرق ذات الاتجاهين التى لا يوجد بها تقاطعات إلا عن طريق الكبارى العلوية (اتحاد النقل الدولى ولجنة الأمم الاقتصادية لأوروبا، ٢٠٠٨ ، ص ٤١)، مما يساعد على انسياب حركة النقل فى سرعة وأمان. بينما عرف (سعيد عبده ، ٢٠٠٧، ص ص ٤٦ ، ٤٧) الطرق السريعة على أنها طرق لها وظيفة واحدة أساسية هى حركة المرور بسرعة كبيرة وبأحجام كبيرة ولمسافات أطول، وتمتد هذه الطرق إلى خارج المدن تربط بين مراكز الحضر ببعضها بعضًا وبطاقة استيعابية تصل إلى حوالى ٦٠ ألف سيارة فى اليوم.

جدول (١) طرق النقل البرية السريعة وأطولها في مصر (٢٠١٨ م).

طول الطريق (كم)	الطريق	طول الطريق (كم)	الطريق
١٠٢٨	الجيزة / البحرية / الداخلة / الخارجة	١٣٤	القاهرة / السويس الصحراوي
٣٥٠	مرسى مطروح / سيوة	٣٣٦	القاهرة / القنطرة / العريش / رفح
١١٥	إدفو / مرسى علم	٢٠٠	القاهرة / الإسماعيلية / بورسعيد الصحراوي
١٦٥	الكريمات / الزعفرانة	١٣٠	القاهرة / الإسماعيلية الزراعي
٢٣٨	الشيخ فضل / رأس غارب	١١٠	القاهرة الدائري
١٦٢	قنا / سفاجا	٤٠٠	القاهرة الدائري الإقليمي
١٧٦	قفط / القصير	٣٩	شبرا / بنها الحر
٧١١	الداخلة / شرق العوينات	١٢٠	القاهرة القطامية / العين السخنة
٢٥٧	رفح / طابا	٢٢٩	القاهرة / الإسكندرية الصحراوي
٢٢٠	بنى مزار / الواحات	٢٣٠	القاهرة / الإسكندرية الزراعي
١٣٤	وادي النطرون / العلمين	٨٩	القاهرة / الفيوم الصحراوي
٣٧٥	سوهاج / سفاجا	٨٥٢	القاهرة / أسوان شرق النيل
١٠٧٥	الساحلي الدولي	٥٨٧	القاهرة / أسيوط غرب النيل
٥٧٠	الشط / شرم الشيخ / دهب / ويبع / طابا	٩٠٥	القاهرة / أسوان غرب النيل حتى وادي حلفا
٦٠	سانت كاترين / نويبع	١٢٠	النفق / رأس النقب
١٢٨٠	الجيزة / الواحات البحرية / الداخلة / أسيوط	١٠٧٥	الساحلي السويس / الزعفرانة / سفاجا حتى حلايب

المصدر: اعتمادا على بيانات وزارة الدفاع ، الشركة الوطنية لإنشاء وتنمية وإدارة الطرق ، إدارة التحكم والسيطرة الآلية ، جهاز مشروعات الخدمة الوطنية للقوات المسلحة ، بيانات غير منشورة ، ٢٠١٨ .



المصدر: اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية لهيئة المساحة المصرية ، ٢٠١٦م، ووزارة الدفاع ، الهيئة الهندسية للقوات المسلحة ، ٢٠١٨م.

شكل (١) طرق النقل البرية السريعة في مصر، ومحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

٢. أسباب اختيار موضوع البحث:

- أ. قلة الدراسات - في حدود ما أعلم- التي تناولت أثر العناصر المناخية على الحوادث بالطرق السريعة في مصر.
- ب. وقوع الدراسة في إطار الدراسات التطبيقية التي تسهم في مجالات التخطيط والتنمية.
- ج. إظهار حجم الأضرار البشرية والاقتصادية التي تخلفها الحوادث الناتجة عن الأخطار المناخية على الطرق في مصر عامة ومنطقة الدراسة خاصة.

٣. **مشكلة الدراسة:** تتمثل مشكلة الدراسة في صعوبة الحصول على بيانات المناخ، نظرا لارتفاع تكلفة الحصول عليها، وصعوبة الحصول على بيانات وخرائط الطرق البرية السريعة، وكذلك بيانات الحوادث وأسبابها عليها، خاصة بعد أن أصبح معظمها تحت إشراف الشركة الوطنية لإدارة وتنمية الطرق، ويتطلب هذا موافقة وزارة الدفاع والأمن العام. وتم التغلب على هذه الصعوبات من خلال أخذ التصاريح الأمنية، من الجهات المعنية للموافقة على الحصول على بيانات الحوادث المرورية على الطرق.

٤. **هدف وأهمية البحث:** يهدف هذا البحث إلى الدراسة التحليلية لكمية المطر بمنطقة الدراسة، وتقييم العلاقة بين كمية المطر والحوادث المرورية بالطرق البرية السريعة بمنطقة الدراسة، والتعرف على الأخطار المناخية التي تواجه الطرق البرية السريعة في مصر، ودراسة مدى تأثير شبكة الطرق السريعة في مصر بالأحوال الجوية غير المستقرة. وذلك لمحاولة التعرف على مسببات الحوادث على الطرق، ورصدها لكي يسهل مقاومتها والتقليل من مخاطرها، وذلك باقتراح بعض الحلول للحد من تلك الأخطار، أو التقليل منها من أجل النهوض بالطرق البرية السريعة وتنميتها.

٥. الدراسات السابقة

أ- دراسات جغرافية باللغة العربية

- **دراسة (طلبة، ١٩٩٠):** تناولت دراسة العوامل المؤثرة على الأمطار وتوزيعها، والانخفاضات الجوية، وتغيرات المطر واتجاهه في مصر خلال الفترة المعاصرة وأسبابه.
- **دراسة (عطا، ٢٠٠٤):** وتناولت طبيعة السطح، الأقسام التضاريسية لشبه جزيرة سيناء، ودراسة أهم العناصر المناخية التي تؤثر على طرق ووسائل النقل في سيناء خلال الفترة (١٩٩٥-١٩٨٠).
- **دراسة (طلبة، ٢٠٠٥):** تناولت دراسة الطرق البرية الرئيسية

السريعة فى المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية، ودراسة الظواهر المناخية المسببة للحوادث المرورية فى المنطقة الغربية، والعلاقة بين الظواهر المناخية وعدد الحوادث المرورية، وكذلك دراسة وسائل السلامة المرورية للحد من الحوادث الناتجة عن الظواهر المناخية بمنطقة الدراسة.

- **دراسة (عبد المالك، ٢٠٠٦):** قام الباحث بدراسة التوزيع الجغرافى لشبكة النقل البرى فى مصر، وتطور شبكة الطرق، وتصنيف شبكة الطرق المصرية على أساس مدى السرعة المسموح بها على الطرق، ودرجة الأتساع، وحالة الرصف، وحجم الحركة على الطريق، ودراسة تأثير عنصر (الحرارة، والرياح، والمطر) على طرق النقل البرى فى مصر.
- **دراسة (قاسم، ٢٠٠٦):** اشتملت الدراسة على الإطار الجغرافى الطبيعى والبشرى لطريق القاهرة/أسيوط الصحراوى شرقى النيل، والتوزيع والتحليل الجغرافى للحوادث، ومستقبل الحوادث والخدمات على الطريق.
- **دراسة (العوضى، ٢٠٠٨):** درس الباحث العوامل المؤثرة على عناصر المناخ فى منطقة الدراسة، وعناصر المناخ المؤثرة على الحوادث (الحرارة، والرياح، والرطوبة، والأمطار، والظواهر المناخية التى تعوق الرؤية الأفقية)، كما تناول شبكة الطرق وتصنيفها، وتصنيف الحوادث وتطور أعدادها بمنطقة الدراسة، والعلاقة بين عناصر المناخ والحوادث، والأضرار الناتجة عن حوادث الطرق والمناخ بمنطقة وسط الدلتا.

ب- دراسات جغرافية باللغة الإنجليزية

- **دراسة (Alrikai, A., et al., 2015):** تناولت دراسة مخاطر السيول على الأحواض الفرعية لوداى فيران بشبه جزيرة سيناء، ودراسة مخاطر السيول على طريق السويس/ شرم الشيخ، وطريق فيران/كاترين باستخدام التحليل المورفومتري، وإنتاج خريطة لمخاطر السيول على هذه الطرق.

▪ **دراسة (Chung et al., 2005):** واهتمت بدراسة تأثير المطر على السفر، وأعداد الحوادث بالطريق السريع متروبوليتان بطوكيو، اليابان خلال الفترة من أبريل ١٩٩٨ حتى مارس ٢٠٠٤، وذلك لخمس محطات مناخية بمنطقة الدراسة.

▪ **دراسة (Bijleveld & Churchill, 2009):** واهتمت بدراسة تأثير التساقط ودرجة الحرارة على سلامة الطرق، وتحليل العلاقة الارتباطية بين عناصر المناخ وحوادث الطرق، ووضع المعايير للحد من الحوادث المرورية أثناء الأحوال الجوية المتطرفة.

٦. تساؤلات وفرضيات الدراسة:

أ. تساؤلات الدراسة:

- كيف تؤثر الأمطار والسيول على حوادث الطرق السريعة في مصر ؟
- ما العلاقة بين الأمطار والحوادث المرورية في مصر ؟
- كيف يمكن مواجهة الأخطار المناخية المسببة للحوادث المرورية ؟
- ما هي الإجراءات التي يمكن اتخاذها لتقليل أعداد الحوادث المرورية ؟

ب. فرضيات الدراسة:

- تؤثر الأمطار والسيول على الطرق البرية السريعة.
- توجد علاقة بين كمية المطر وأعداد الحوادث المرورية على الطرق.
- هناك العديد من الوسائل لمواجهة الأخطار المناخية على الطرق.

٧. مناهج وأساليب الدراسة: اعتمدت الدراسة على استخدام المناهج

والأساليب التالية:

- **مناهج الدراسة:** اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة الطرق البرية السريعة في مصر، ودراسة الأمطار والسيول، وتقييم أثر هذه الظواهر على الحوادث المرورية، وإبراز كيفية تقليل خسائر حوادث الطرق الناتجة عن الظروف المناخية السائدة.

أ- **أساليب الدراسة:** اعتمدت الدراسة على تطبيق الأسلوب الكمي في

معالجة وتحليل البيانات المتوفرة، وإيجاد العلاقة بين عناصر المناخ وحوادث الطرق باستخدام بعض المعادلات مثل معامل الارتباط (بيرسون)، ومعادلة خط الانحدار باستخدام برنامج Excel. والأسلوب الكارتوجرافى لإظهار المعلومات المكانية على هيئة خرائط وأشكال بيانية وذلك من خلال استخدام بعض البرامج مثل: Arc GIS ، Excel. والأسلوب الفوتوغرافى حيث تم التقاط الصور الفوتوغرافية لبعض الطرق السريعة.

٨. مصادر الدراسة: اعتمدت الدراسة الحالية على عدد من المصادر، لعل أهمها ما يلى:

- أ- الخرائط: اعتمدت الدراسة على الخرائط التالية:
- خريطة بمقياس ١ : ٢ مليون صادرة عن الهيئة العامة المصرية للمساحة، الإدارة العامة للخرائط الطبوغرافية، طبعة عام ٢٠١٦.
 - خريطة الطرق فى مصر بمقياس ١ : ٢ مليون، الهيئة العامة للتخطيط العمرانى ، ٢٠١٦ م.
 - خريطة المخطط المستقبلى لشبكة طرق الجمهورية بمقياس ١ : ٦٠٠,٠٠٠، وزارة الدفاع، الهيئة الهندسية للقوات المسلحة، ٢٠١٨ م.

ب- مصادر البيانات

- **البيانات المناخية:** اعتمدت الدراسة على سجلات هيئة الأرصاد الجوية للحصول على بيانات شهرية للعناصر المناخية، مثل بيانات شهرية للمطر لعدد (٢٢) محطة رصد خلال الفترة (١٩٧٦ - ٢٠١٧) ، وبيانات لأقصى كمية مطر سقطت خلال يوم واحد وذلك لعدد (١٥) محطة رصد للفترة (٢٠٠٥-١٩٧٦)، وعدد (٦) محطة رصد للفترة (١٩٨٤-٢٠١٠).
- **بيانات الطرق والحوادث:** اعتمدت الدراسة على بيانات وزارة الدفاع، والشركة الوطنية لإنشاء وتنمية الطرق، وإدارة التحكم والسيطرة الآلية،

وجهاز مشروعات الخدمة الوطنية للقوات المسلحة للحصول على بيانات الطرق السريعة وأطوالها عام ٢٠١٨. ووزارة النقل، والهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى، ونظام متابعة حوادث المرور، للحصول على بيانات سنوية لأعداد الحوادث.

ت- الدراسة الميدانية: تم القيام بدراسة ميدانية بتاريخ (١٤ أغسطس ٢٠٢٠) لطريق القاهرة/الإسكندرية الصحراوى، وتم التقاط بعض الصور للطريق وأحد عيوب الطرق الأسفلتية (الشقوق) المنتشرة عليه.

أولاً: التوزيع الموسمى للأمطار

تخضع مصر لنوعين من الأمطار، هما: أمطار المنخفضات الجوية (أمطار الجبهات أو الأمطار الإعصارية) وتسود فى نطاق ساحل البحر المتوسط والدلتا بمصر، وتتباين كمية المطر الإعصارى تبايناً كبيراً من منخفض إلى آخر، ومن سنة لأخرى تبعاً لنشاط المنخفضات الجوية. وأمطار العواصف الرعدية (أمطار التصعيد) وهى أمطار ترتبط بحالات عدم الاستقرار التى تنشأ نتيجة لتسخين الهواء عند سطح الأرض وارتفاعه إلى أعلى، مما يؤدى إلى تشكيل سحب ركامية أو ركامية مزنية. ويسود هذا النوع فى الجهات الجنوبية من البلاد والجهات الجنوبية الشرقية (شحاتة طلبة، ١٩٩٠، ص٧). وتسقط غالباً فى فصل الربيع، ويتميز بعدم الانتظام، فتطرف موقع هذه الجهات يجعلها بعيدة عن تأثير منخفضات البحر المتوسط الجوية. وتتفاوت كميات المطر السنوية بمنطقة الدراسة، حيث تتناقص كمية المطر بالاتجاه جنوباً نظراً لمرور المنخفضات الجوية بموازاة ساحل البحر المتوسط، ويمكن القول: إن المنطقة الواقعة جنوب دائرة عرض ٢٨° شمالاً نادرة الأمطار (كامل سليمان، ١٩٧٨، ص٥٣). وتسقط الأمطار فى الفترة المعتدلة للحرارة من أكتوبر إلى شهر مايو، أما شهور الصيف فيستقر الطقس ولا تسقط أمطار إلا على الساحل فى حالات نادرة وتكون عادة امتداداً للربيع وتسقط فى أوائل شهر يونيو أو أوائل الخريف وتسقط فى النصف الثانى من شهر أغسطس. ويعود السبب فى ندرة

المطر صيفا إلى التأثير بمركز الضغط المرتفع الأزورى الذى يتزحزح ويتسع شمالا مع حركة الشمس الظاهرية ، ويحول هذا الضغط المرتفع دون وصول المؤثرات المحيطية الغربية إلى سواحل البحر المتوسط على كل من الجانب الأفريقى وأوربا، مما يحول دون تشكيل السحب (إيملى حمادة، ٢٠٠٢، ص ٣٠).

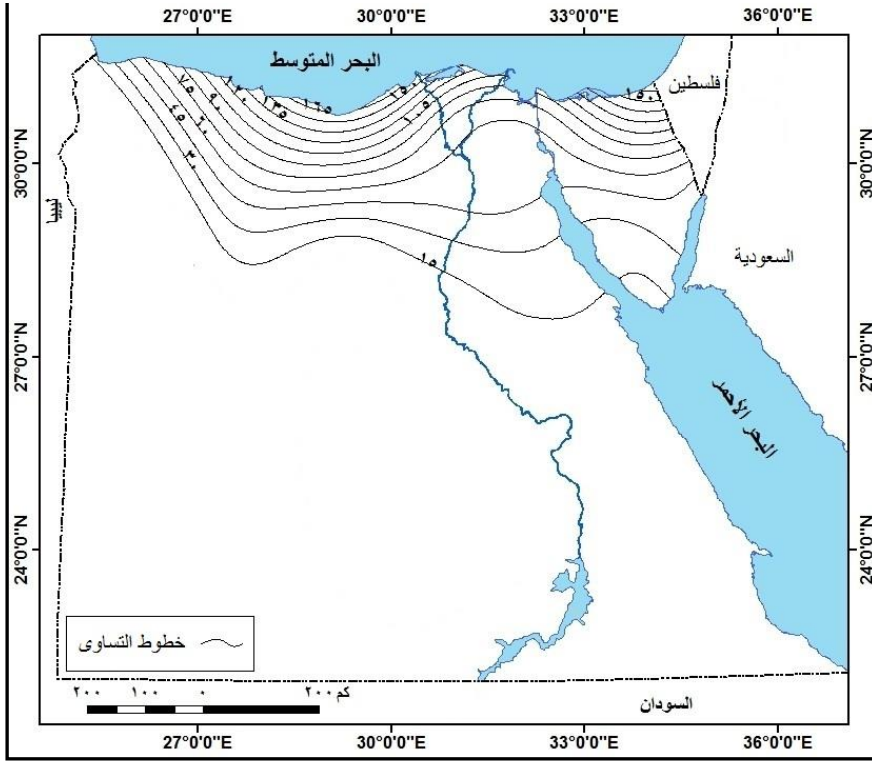
أ. التوزيع السنوى لكمية المطر

يلاحظ من خلال دراسة الجدول (٢)، والشكل (٢)، تقارب خطوط تساوى المطر السنوى فى المنطقة الشمالية، لذا تستحوذ منطقة الساحل الشمالى على أكبر كميات مطر سنوية تصل إلى ١٧٩،١ ملم بالإسكندرية، و١١٠،٤ ملم بمرسى مطروح. ويعود السبب فى اختلاف كمية المطر الساقطة بالإسكندرية عن مرسى مطروح، أن الإسكندرية جغرافيا تمتد كلسان داخل البحر المتوسط، مما يساعد على نشاط نسيم البحر، حيث يتحرك الهواء من البحر نحو اليابس وتتنشأ حالة من عدم الاستقرار الجوى (Hafez, et al., 2000, p. 177). بينما تتخفض كمية المطر لتصل إلى ١,٧ ملم بأسوان، و١,٢ ملم بالداخل، و٧,٢ ملم بالقصير. و١٣ ملم بشرم الشيخ، نظرا لضعف تأثير المنخفضات الجوية كلما تقدمت نحو الداخل أو زحفت باتجاه الشرق، كما أن الرياح الغربية والشمالية الغربية الجالبة للأمطار، والمصاحبة لتلك المنخفضات يضمحل تأثيرها عند مسافة (٥٠ كم) تقريبا من خط الساحل (محمود عنبر، ٢٠١٠، ٢٢٥).

جدول (٢) المتوسط السنوى والفصلى لكمية المطر (مم). ونسبتها إلى المجموع السنوى بمحطات منطقة الدراسة لفترة (٢٠١٧-١٩٧٦).

محطات الأرصاد	فصل الشتاء	النسبة (%)	فصل الربيع	النسبة (%)	فصل الخريف	النسبة (%)	المجموع السنوى
مرسى مطروح	٧٣,٨	٦٦,٨	١٢,٢	١١,١	٢٤,٤	٢٢,١	١١٠,٤
الإسكندرية	١٠١,٥	٥٦,٧	١٢,٤	٦,٩	٦٥,٢	٣٦,٤	١٧٩,١
بلطيم	٨٨,٨	٦٥,٢	٩,٨	٧,٢	٣٧,٥	٢٧,٦	١٣٦,١
العريش	٩٦,٩	٦٠,٣	٢٨,٨	١٧,٩	٣٥	٢١,٨	١٦٠,٧
طنطا	٣٧	٤٩,٩	١٦,٥	٢٢,٣	٢٠,٦	٢٧,٨	٧٤,١
مطار القاهرة	٢٦,٤	٤٦,٩	٨,٨	١٥,٦	٢١,١	٣٧,٥	٥٦,٣
المنيا	٥,٦	٦٠,٩	١,٦	١٧,٤	٢	٢١,٧	٩,٢
أسيوط	٢,١	٤٨,٨	١	٢٣,٣	١,٢	٢٧,٩	٤,٣
الأقصر	١	٣٠,٣	٠,٧	٢١,٢	١,٦	٤٨,٥	٣,٣
أسوان	٠,٨	٤٧,١	٠,٥	٢٩,٤	٠,٤	٢٣,٥	١,٧
الداخلية	٠,٤	٣٣,٣	٠,٤	٣٣,٣	٠,٤	٣٣,٣	١,٢
الخارجية	٠,٨	٢٦,٧	٠,٧	٢٣,٣	١,٥	٥٠	٣
الإسماعيلية	٣٣,٨	٥٥	١٤,٦	٢٣,٧	١٣,١	٢١,٣	٦١,٥
السويس	٢٨,٤	٥٦,٥	١١,٦	٢٣,١	١٠,٣	٢٠,٥	٥٠,٣
رأس سدر	٢٣	٥٣,١	٩	٢٠,٨	١١,٣	٢٦,١	٤٣,٣
طابا	٢١,٣	٥٤,٥	٩,١	٢٣,٣	٨,٧	٢٢,٣	٣٩,١
سانت كاترين	٩,٩	٥٠,٣	٣,٥	١٧,٨	٦,٣	٣٢	١٩,٧
الطور	٦,٧	٤٥,٩	٤,٢	٢٨,٨	٣,٧	٢٥,٣	١٤,٦
شرم الشيخ	٦	٤٦,٢	٣,١	٢٣,٨	٣,٩	٣٠	١٣
نويبع	٢١,٣	٥٤,٥	٩,١	٢٣,٣	٨,٧	٢٢,٣	٣٩,١
الغردقة	٢,٢	٣٠,١	٢	٢٧,٤	٣,١	٤٢,٥	٧,٣
القصر	٢,٧	٣٧,٥	٠,٧	٩,٧	٣,٨	٥٢,٨	٧,٢

المصدر: الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة.



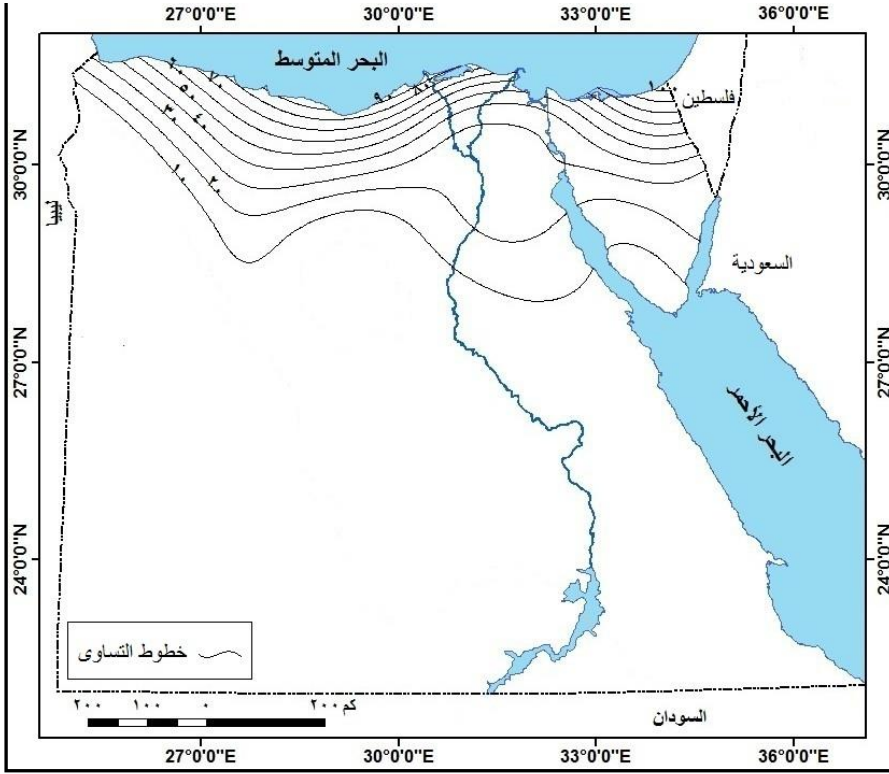
المصدر: اعتمادا على بيانات الجدول (٢).

شكل (٢) توزيع خطوط كمية المطر السنوي المتساوية بمنطقة الدراسة للفترة (١٩٧٦-٢٠١٧) .

ب. التوزيع الفصلي لكمية المطر

■ فصل الشتاء: تتأثر منطقة الدراسة بمنخفضات قبرص الجوية خلال الفترة ما بين أواخر الخريف حتى أواخر الربيع، ويبدأ المنخفض القبرصي بمرور هواء بارد قادم من شرق أوروبا أو من تركيا ويمر هذا الهواء على البحر المتوسط، الذي يكون أدفأ نسبياً فيتحمل كميات من بخار الماء، ويكون مصحوباً بامتداد منخفض جوي في طبقات الجو العليا، والذي يساعد على رفع الهواء لأعلى، وبذلك يتكاثف بخار الماء وتتكون السحب (على معوض، إيمان شاكر، ٢٠١٦، ص ٥٠). ونتيجة للاختلاف الكبير في درجات حرارة الهواء على المستوى السطحي، والهواء في طبقات الجو العليا في مستوى ٥٠٠ هكتوبسكال، ويكون الفرق في درجات الحرارة أكثر من ٤٠ درجة سيليزية،

والذى يؤدي إلى عدم استقرار فى الأحوال الجوية، ويؤدى ذلك لسقوط الأمطار بكميات كبيرة على شمال وشرق البحر المتوسط. كما تغزو الرياح الغربية الساحل الشمالى لمصر فى فصل الشتاء، وتتميز الرياح الغربية باتجاهاتها الثلاثة بكونها رياحًا بحرية رطبة ترتفع رطوبتها النسبية، وحينما تبلغ درجة حرارتها نقطة الندى تتشكل السحب الركامية، وسحب الركام المزنى فيسقط المطر بكميات تختلف باختلاف سمك وكمية رطوبتها (إيملى حمادة، ٢٠٠٢، ص ٢٨). ويعتبر فصل الشتاء أكثر الفصول مطرا، ويزداد المطر على الساحل الشمالى ليصل إلى ١٠١,٥ ملم وبنسبة ٥٦,٧% من المجموع السنوى لكمية المطر بالإسكندرية. و٧٣,٨ ملم وبنسبة ٦٦,٨% بمرسى مطروح. وتتنخفض كمية المطر بالاتجاه جنوبا لتصل إلى ٠,٤ ملم وبنسبة ٣٣,٣% بالداخلة، ويرجع قلة كميات الأمطار بالمناطق الداخلية والجنوبية، بسبب البعد عن مسار منخفضات البحر المتوسط، كما أنه يقل تأثير الرياح الغربية على مسافة ٥٠ كم من خط الساحل (نشوة مغربى، ٢٠٠٦، ص ١٦١). وتقل كمية المطر بالتوغل جنوبا على ساحل البحر الأحمر سيناء، حيث تتراوح كمية المطر ما بين ٣٣,٨ ملم أى ما يمثل ٥٥% بالإسماعيلية، و٢,٢ ملم وبنسبة ٣٠,١% بالغردقة. بينما تبلغ كمية المطر ٢١,٣ ملم أى نحو ٥٤,٥% فى كل من طابا ونويبع، وتتنخفض إلى ٦ ملم وبنسبة ٤٦,٢% بشرم الشيخ شكل (٣).

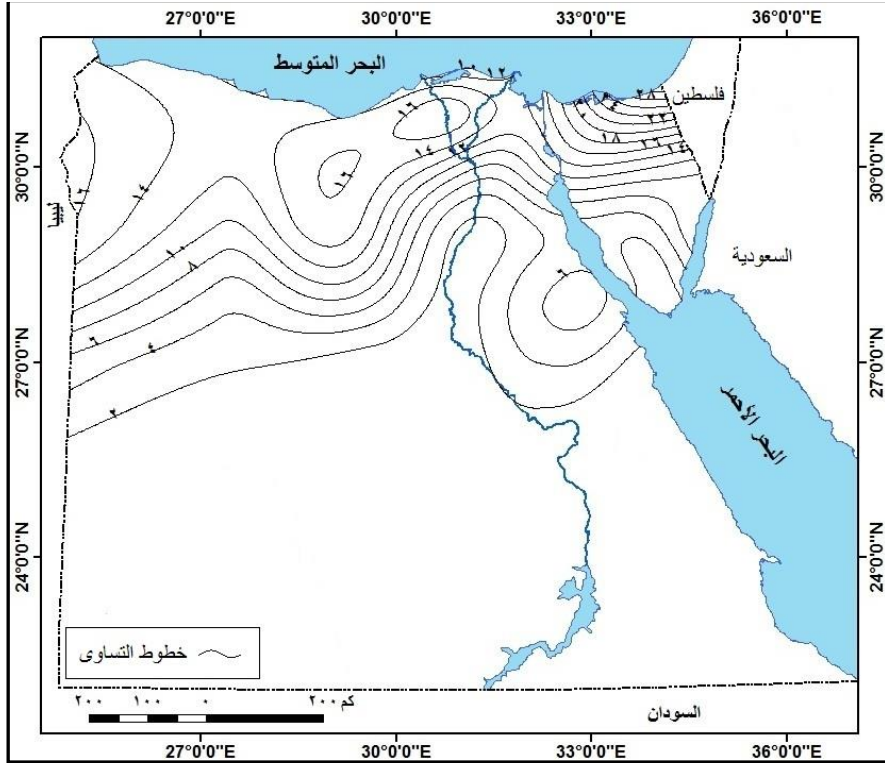


المصدر: اعتمادا على بيانات الجدول (٢).

شكل (٣) توزيع خطوط كمية المطر المتساوية خلال فصل الشتاء بمنطقة الدراسة للفترة (١٩٧٦-٢٠١٧).

فصل الربيع: انحصرت منطقة الدراسة خلال هذا الفصل بين خطي تساوي ٢م[°] في وسط مصر و٢٨م[°] في أقصى الشمال الشرقي، كما تقل الأمطار بشكل ملحوظ في فصل الربيع على الساحل الشمالي بالاتجاه شرقا، حيث تبلغ كمية المطر ١٢,٤ ملم أي حوالي ٦,٩% من جملة المطر السنوي بالإسكندرية، و١٢,٢ ملم وبنسبة ١١,١% بمرسى مطروح، و٢٨,٨ ملم وبنسبة ١٧,٩% بالعريش. ولا يعنى هذا أن كمية المطر التي قد تتساقط خلال يوم واحد تقل هي أيضا بنفس النسبة، لأن بعض أمطار الربيع تكون أكثر غزارة من أمطار الشتاء، وبخاصة على الساحل الشرقي للبحر من بورسعيد إلى العريش. بينما تتميز الأمطار في جنوبي مصر بالرغم من قلتها، إلا أنها

تحدث أساسا في الربيع والخريف وليس الشتاء. وذلك لتأثرها بالمنخفضات الصحراوية التي تمر على المناطق الجنوبية معطية أمطارا (محمد عيسى، ٢٠٠١، ص ١٢). لذا تبلغ كمية المطر ٠,٤ ملم و ٣٣,٣% من جملة المطر السنوي بالداخلة، و ٠,٥ ملم وبنسبة ٢٩,٤% بأسوان شكل (٤).

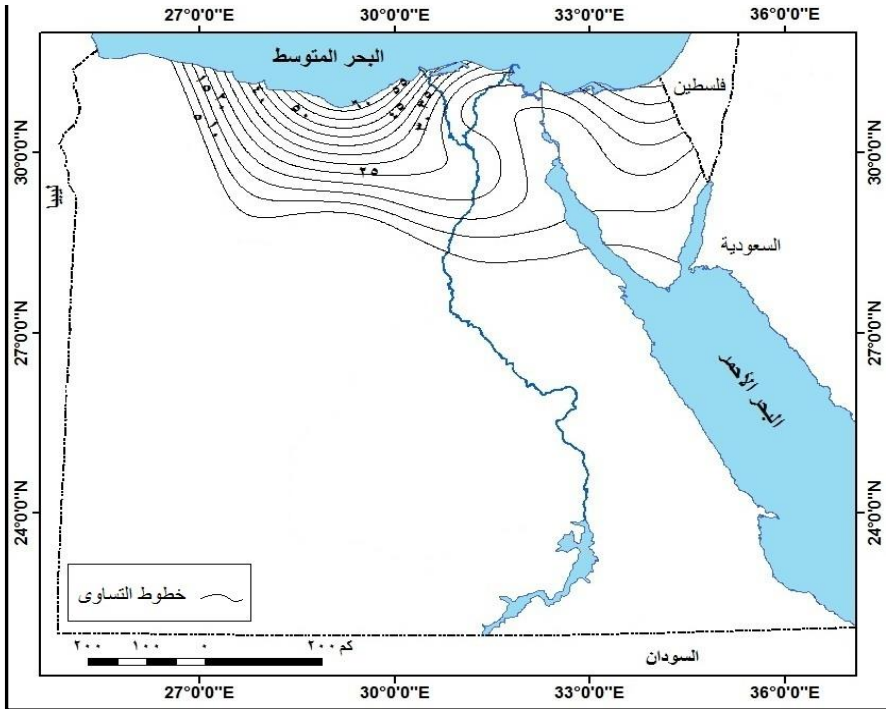


المصدر: اعتمادا على بيانات الجدول (٢).

شكل (٤) توزيع خطوط كمية المطر المتساوية خلال فصل الربيع بمنطقة الدراسة للفترة (١٩٧٦-٢٠١٧).

فصل الخريف: يعد فصل الخريف فصلاً انتقالياً ما بين فصلي الصيف والشتاء. والفصول الانتقالية تتميز دائما بالتقلبات الجوية الحادة والسريعة، حيث تكون الأمطار غزيرة وتصل إلى حد السيول على سلاسل جبال البحر الأحمر وسيناء ومصر الوسطى وجنوبى البلاد. نظرا لامتداد منخفض السودان شمالا يصاحبه هواء ساخن رطب، ووجود منخفض متعمق في طبقات الجو العليا

يتقاطع مع منخفض السودان الموسمى، ويسبب هواء شديد البرودة من طبقات الجو العليا، وكذلك وجود تيار نفاث قادم من جنوبى ووسط أوربا. وإذا تحققت هذه العناصر ينتج عنها حالة من عدم الاستقرار الشديدة مسببة سقوط الأمطار الغزيرة التى تصل إلى حد السيول فى المناطق السابق ذكرها (أحمد إبراهيم وآخرون، ٢٠٠٢، ص ٨). ويتضح من خلال دراسة الشكل (٥) تركز خطوط التساوى بالمنطقة الشمالية لتصل تبلغ كمية المطر ٦٥،٢ ملم بالإسكندرية، و٣٥ ملم بالعريش، وتخفض كمية المطر إلى ٠،٤ ملم بأسوان، وتتراوح قيم كمية المطر على ساحل البحر الأحمر ما بين ١٣،١ ملم بالإسماعيلية، و٣،١ ملم بالغردقة، بينما تبلغ كمية المطر ١١،٣ ملم برأس سدر، و٣،٩ ملم بشرم الشيخ.



المصدر: اعتمادا على بيانات الجدول (٢).

شكل (٥) توزيع خطوط كمية المطر المتساوية خلال فصل الخريف بمنطقة الدراسة للفترة (١٩٧٦-٢٠١٧).

ج. التوزيع الشهري لكمية المطر

■ ينذر سقوط المطر في فصل الصيف، ويتركز التساقط تحديداً خلال الفترة المحصورة من شهر أكتوبر إلى شهر أبريل، حيث يسقط خلال تلك الفترة ما بين (٩٩-٩٠) من مجموع المطر السنوي، بعد فترة من الجفاف دامت نحو خمسة أشهر (محمود عنبر، ٢٠١٠، ٢٢٧). ويستحوذ شهر يناير على النصيب الأكبر من المطر، حيث تزيد كمية المطر في ١٧ محطة بمنطقة الدراسة جدول (٣)، لذا يصل معدل كمية المطر لشهر يناير إلى ١٣,٨ ملم بالإسماعيلية و ١٢,١ ملم بالسويس، و ٩,٦ بطابا، بينما يبلغ متوسط المطر لشهر ديسمبر ٥,٦ ملم، و ٨٥ ملم، و ٦,٣ ملم بالإسماعيلية والسويس وطابا على الترتيب. بينما تحظى ٥ محطات بالنصيب الأكبر في شهر ديسمبر (مطار القاهرة، وطنطا، والإسكندرية، ومرسى مطروح، وشم الشيخ). ويبلغ متوسط كمية المطر لشهر ديسمبر ١٩,٨ ملم، و ١٤,٦ ملم، و ٤٥,٧ ملم، و ٣٩,٨ ملم، و ٢,٥ ملم بينما يبلغ متوسط شهر يناير ٤ ملم، و ١١,٧ ملم، و ٤٢,٢ ملم، و ٢٠,٦ ملم، و ٢,٣ ملم بالمحطات السابقة على الترتيب. ويتركز المطر في شهرى ديسمبر ويناير - ذروة فصل الشتاء - لارتباط المطر بعدد المنخفضات الجوية وقوتها وعمقها ورطوبة هوائها وعنفها.

■ يمثل شهر نوفمبر قمة المطر الخريفي، حيث تبلغ كمية المطر ٣١,٩ ملم بالإسكندرية، و ٢٥,٥ ملم بالعريش، و ٢١,٦ ملم ببليطيم. كما تبلغ كميات المطر في شهر فبراير ٢٣,٣ ببليطيم، و ٢٧,٥ ملم بالعريش، و ١٣,٦ ملم بالإسكندرية. أما جنوبي وادي النيل والواحات فتزيد كمية المطر في شهر يناير على شهر ديسمبر، حيث تصل كمية المطر ٠,٩ ملم بالأقصر، و ٠,٥ ملم بالخارجة وذلك في شهر يناير، بينما تبلغ ٠,١ ملم لكل منهما في شهر ديسمبر. ويعد شهر سبتمبر أقل الشهور مطرا خاصة على المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية من البلاد، وذلك لأنه يعتبر امتداداً لفصل الصيف المستقر مناخيا.

جدول (٣) المتوسط الشهرى لكمية المطر بمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٧).

المحطة	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الخريف		
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مرسى مطروح	٣٩,٨	٢٠,٦	١٣,٤	٥,٤	٥,٣	١,٥	١,٨	٤,٩	١٧,٧
الإسكندرية	٤٥,٧	٤٢,٢	١٣,٦	٦,٨	٥,٢	٠,٤	٣,١	٣٠,٢	٣١,٩
بلطيم	٢٩,٨	٣٥,٧	٢٣,٣	٦,٦	٢,٥	٠,٧	٣,٤	١٢,٥	٢١,٦
العريش	٢٨,٦	٤٠,٨	٢٧,٥	١٩,٧	٧,٥	١,٦	٠,٤	٩,١	٢٥,٥
طنطا	١٤,٦	١١,٧	١٠,٧	٤,٢	١٠,٧	١,٦	٠,٤	٧,٦	١٢,٦
مطار القاهرة	١٩,٨	٤	٢,٦	٤	٤,٧	٠,١	٠,٨	١٠,٤	٩,٩
المنيا	١,٩	٢,٤	١,٣	١,١	٠,٤	٠,١	صفر	٠,٣	١,٧
أسيوط	٠,٤	١	٠,٧	٠,٧	٠,٢	٠,١	صفر	٠,٧	٠,٥
الأقصر	٠,١	٠,٩	صفر	٠,٢	٠,٢	٠,٣	صفر	٠,٥	١,١
أسوان	٠,١	٠,٥	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,٣	صفر	٠,٢	٠,٢
الداخلية	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,١	صفر	٠,٢	٠,٢
الخارجية	٠,١	٠,٥	٠,٢	٠,٣	٠,٢	٠,٢	صفر	٠,٨	٠,٧
الإسماعيلية	٩,٦	١٣,٨	١٠,٤	٨,٣	٥	١,٣	٠,٢	٤,٦	٨,٣
السويس	٨,٥	١٢,١	٧,٨	٧,٤	٢,٦	١,٦	٠,٦	٤,٢	٥,٥
رأس سدر	٧,١	٩,٣	٦,٦	٥,٩	٢,٣	٠,٨	٠,٤	٣,٥	٧,٤
طابا	٦,٢	٩,٦	٥,٥	٥,٦	٢	١,٥	٠,٧	٣,٩	٤,١
سانت كاترين	٣,١	٤,٥	٢,٣	٢,٤	٠,٧	٠,٤	٠,١	٣	٣,٢
الطور	٢,٢	٢,٨	١,٧	٣	٠,٨	٠,٤	صفر	١,٢	٢,٥
شرم الشيخ	٢,٥	٢,٣	١,٢	٢,٣	٠,٦	٠,٢	صفر	١,٤	٢,٥
نويبع	٦,٢	٩,٦	٥,٥	٥,٦	٢	١,٥	٠,٧	٣,٩	٤,١
الغردقة	٠,٦	١,٣	٠,٣	١,٢	٠,٥	٠,٣	صفر	١,٧	١,٤
القصر	١,١	١,٤	٠,٢	٠,٣	٠,١	٠,٣	صفر	١,٨	٢

المصدر: الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة.

ثانياً: العلاقة بين الأمطار وعدد حوادث الطرق السريعة: تتعدد أسباب وقوع الحوادث بسبب الأمطار، فمنها تساقط الجلاميد على الطريق فجأة أمام السائق، الأمر الذي يؤدي إلى ارتبائه ووقوفه مرة واحدة وبالتالي انقلاب السيارة، فضلاً عن تكون مادة لزجة نتيجة اتحاد مياه المطر مع المواد المترسبة على الطريق من عوادم السيارات (أمل معتوق، ٢٠١٥، ص ١٧٤)، والتي تعمل على انزلاق السيارات وعدم القدرة على التحكم في عجلة القيادة ووقوع الحوادث. وقد ذكرت دراسة (شحاتة طلبة، ٢٠٠٥، ص ١٧٩) أن الأمطار الغزيرة تساهم في زيادة نسبة الحوادث المرورية بزيادة قدرها ١٧% من معدل الحوادث على شبكة الطرق بالمنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية.

ويلاحظ من خلال دراسة الجدول (٤)، والشكل (٦) وجود علاقة عكسية بين كمية المطر وعدد الحوادث بطريق القاهرة/الإسكندرية الزراعي وطريق القاهرة/الإسماعيلية الصحراوي بمعامل ارتباط بلغ نحو (-٠,٤٦)، و (-٠,١٨) لكل منهما على الترتيب. وقد اتفقت هذه النتائج مع دراسة (حبيب العوضى، ٢٠٠٨، ص ١٣٣) حيث سجلت منطقة وسط الدلتا علاقة عكسية بين حوادث الطرق وكمية المطر عام ٢٠٠٣، فقد بلغت قيمة معامل الارتباط (-٠,٣٤) بكفر الشيخ، و (-٠,٨) بالغربية، و (-٠,٧) بالمنوفية. وكذلك دراسة (Yannis, G., Matthew, G., 2009, P. 7) حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بين كمية المطر وعدد الحوادث بإقليم أثينا خلال الفترة (١٩٨٦ - ٢٠٠٧) نحو (-٠,٨٥) وذكرت هذه الدراسة أن الزيادة في هطول الأمطار تقلل من إجمالي عدد الحوادث وعدد الوفيات وحوادث المشاة، وعلى الرغم من أن النتيجة تبدو مخالفة لما قد يبدو منطقياً. إلا أنه قد يكون ذلك بسبب سلوك السائقين من حيث اتخاذ المزيد من الحذر وتقليل السرعة.

وقد ذكرت دراسة (Bijleveld, F., Churchill, T., 2009, P. 13) أن زيادة سقوط الأمطار في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة (١٩٧٥ - ٢٠٠٠) هو السبب في انخفاض حوادث المرور المميتة، حيث أن ١٠ سم من

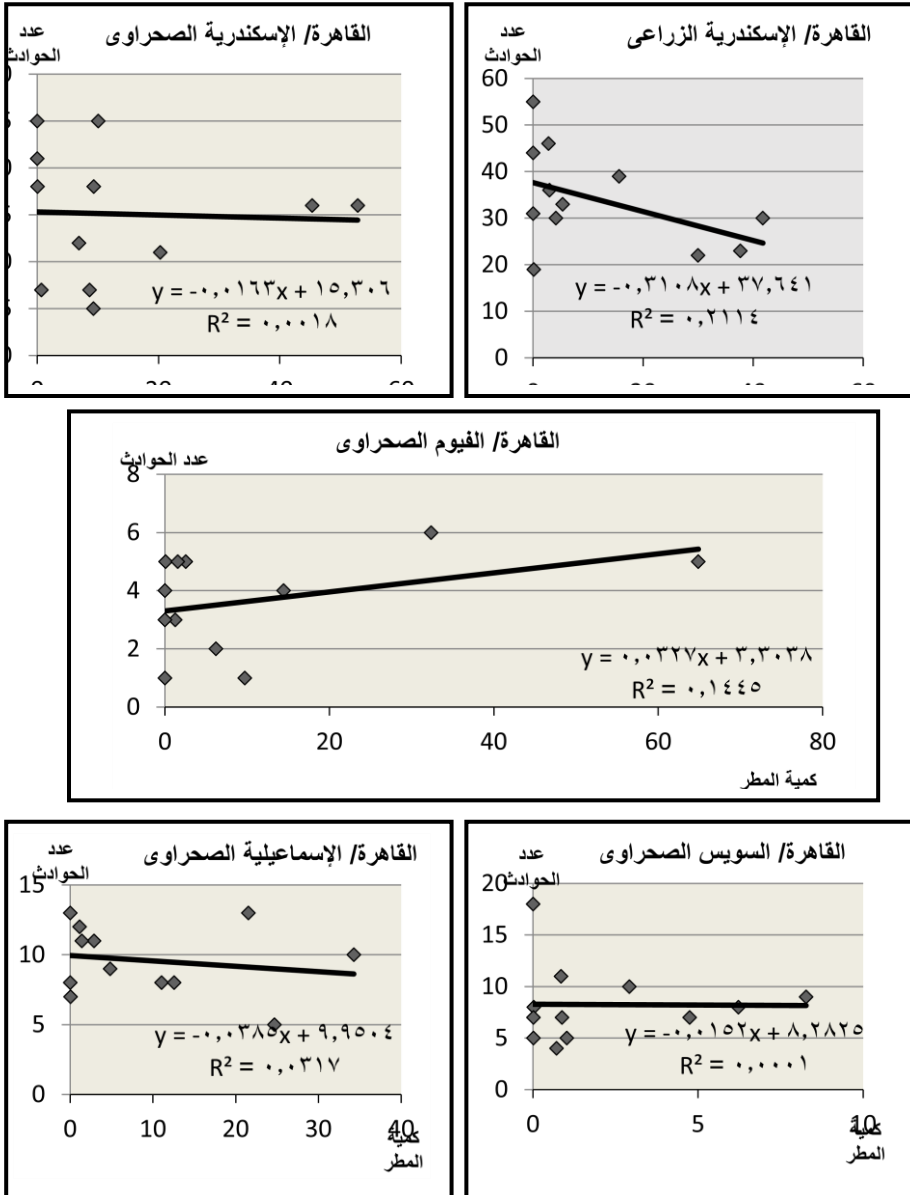
الأمطار فى الشهر يرتبط بانخفاض ٣,٧% من معدل الاصطدام القائل. وتعد السيارات الملاكى الخاصة أكثر عرضة للخطر مقارنة بالسيارات الأجرة وحافلات النقل العام، نظرا لتأجيل السفر عند سقوط الأمطار الغزيرة. فى حين سجل الطريق القاهرة/ الفيوم الصحراوى علاقة طردية بمعامل ارتباط يبلغ قيمته ٠,٣٨، وانعدمت العلاقة تقريبا بطريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوى، والقاهرة/السويس الصحراوى.

جدول (٤) أعداد حوادث الطرق السريعة وكمية المطر ومعامل الارتباط بينهما بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٧.

الشهر	القاهرة / الزراعية		القاهرة / الإسكندرية		القاهرة / الإسماعيلية		القاهرة / السويس		القاهرة / الفيوم	
	عدد الحوادث	كمية المطر	عدد الحوادث	كمية المطر	عدد الحوادث	كمية المطر	عدد الحوادث	كمية المطر	عدد الحوادث	كمية المطر
ديسمبر	٣٠	٤,١٥	١٨	٩,٣	٩	٤,٨١	٧	٠,٨٨	٥	٢,٥٤
يناير	٣٦	٢,٩٨	٧	٨,٦٤	١١	٢,٨٧	٤	٠,٧١	٣	١,٢٣
فبراير	٣٣	٥,٤	٥	٩,٢٦	٨	١١,٠٣	٩	٨,٢٧	٢	٦,٢١
مارس	١٩	٠,١٣	٧	٠,٦٨	١٢	١,١٢	١٠	٢,٩٢	٥	٠,٠٧
إبريل	٣٠	٤١,٧٨	١٦	٥٢,٨٢	٥	٢٤,٦٧	٥	١,٠٢	٦	٣٢,٣٩
مايو	٣١	صفر	١٨	٠,٠٤	٧	٠,٠٤	٨	٠,٠٢	٣	صفر
يونيو	٣٩	١٥,٦٦	١٢	٦,٩	٨	١٢,٥٧	١١	٠,٨٥	١	٩,٧١
يوليو	٤٦	٢,٨	٢٥	١٠,٠٤	١١	١,٤١	٧	٠,٠١	٥	١,٥٥
أغسطس	٥٥	صفر	٢٥	صفر	٨	صفر	١٨	صفر	١	صفر
سبتمبر	٤٤	صفر	٢١	صفر	١٣	٠,٠١	٥	٠,٠١	٤	صفر
أكتوبر	٢٣	٣٧,٦٩	١٦	٤٥,٣٢	١٠	٣٤,٢٧	٨	٦,٢٢	٤	١٤,٤٥
نوفمبر	٢٢	٢٩,٩٦	١١	٢٠,٢٨	١٣	٢١,٥٣	٧	٤,٧٤	٥	٦٤,٨٨
معامل الارتباط	٠,٤٦-		٠,٠٤-		٠,١٨-		٠,٠١-		٠,٣٨	

المصدر: اعتماداً على بيانات اعتماداً على بيانات وكالة ناسا الأمريكية من الموقع

<https://power.larc.nasa.gov/> ، والهيئة العامة للطرق والكبارى والنقل البرى ، نظام متابعة حوادث المرور



المصدر: اعتمادا على جدول (٤).

شكل (٦) العلاقة الخطية بين أعداد حوادث الطرق السريعة وكمية المطر عام ٢٠١٧.

تعد دراسة خصائص المطر ذات أهمية كبيرة فى تخطيط الطرق البرية، حيث تساعد على دقة تصميمها، وتحديد كيفية تصريف مياه الأمطار، وأماكن إنشاء الجسور، وبذلك يمكن حماية الطرق من التعرض للانجرافات أو الانزلاقات الأرضية عند سقوط الأمطار الغزيرة. ويلاحظ من الزيارة الميدانية لطريق القاهرة/الإسكندرية الصحراوى وجود خنادق لتصريف مياه الأمطار (صورة ١)، ولكنها لا توجد على كثير من أجزاء الطريق، ويؤدى تجمع الأمطار بهذه الأجزاء واختلاط المياه على الطريق بالرمال والأتربة فى تكوين الوحل، مما يساعد على انزلاق السيارات وانحرافها عن مسار الطريق، كما تتلف المياه المواد المكونة للطريق عن طريق الإذابة، وبالتالي تفكك جزيئاتها وتظهر الحفر صورة (٢) التى سرعان ما تتسع مع استمرار سقوط الأمطار (محمد شرف، ٢٠٠٨، ص ٦٥)، وتصطدم إطارات السيارات بها مما يتسبب فى تلف المركبات وانقلابها. وكذلك طريق القاهرة/أسيوط الصحراوى وطريق العين السخنة/الزعفرانة الذى لا يوجد بهما أية خنادق لتصريف مياه الأمطار على طول الطريق.



صورة (١) خنادق لتصريف مياه الأمطار على طريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوى ، بتاريخ ٢٠٢٠/٨/١٤م. "ناظرا صوب الجنوب الشرقى".



صورة (٢) انتشار الشقوق بالقطاعات التي لا توجد بها خنادق لتصريف مياه الأمطار على طريق القاهرة / الإسكندرية الصحراوي ، بتاريخ ٢٠٢٠/٨/١٤ م ، " ناظرًا صوب الجنوب الشرقي".

يساعد تغلغل مياه الأمطار إلى طبقة الأساس التي تحولت إلى محلول حمضي، بسبب اتحادها مع غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء على تقويض الطريق، وقد يتصافد أن تكون طبقات الأساس لجسم الطريق بها مواد قابلة للتمدد مثل الطفلة، فيحدث تمدد للتربة ويزداد حجمها مما يتسبب في انهيار جسم الطريق (أمل معتوق، ٢٠١٥، ص ١٧٢).

كما تؤدي الأمطار إلى انخفاض واضح في مدى الرؤية بالنسبة لقائد المركبة ومستخدمى الطريق. وقد ذكرت دراسة (ناصر الركابي، عباس ناجي، ٢٠٢٠، ص ٤٩٧) أن هناك علاقة قوية بين عدد الأيام المطيرة وكمية المطر الساقطة وعدد الحوادث المرورية، حيث إن ٣٣% من مجموع الحوادث المرورية بمحافظة بابل بالعراق خلال الفترة من (٢٠١٧-٢٠٠٧م) كانت خلال الأيام الممطرة بواقع ٩،٤ حادث مروري/يوم ممطر، ويتباين عدد الحوادث المرورية خلال الأيام المطيرة اعتمادا على كمية المطر وعدد الأيام المطيرة. كما ذكرت دراسة (Chung, E., et al., 2005, p. 3) أن معدل الحوادث المرورية خلال ساعات المطر بلغت (١،٥ حادث/ساعة) خلال الفترة (٢٠٠٤-١٩٩٨) و يبلغ معدل المطر اليومي ١٣ ملم يوميا وذلك بالطريق السريع متروبوليتان

بطوكيو، وهو من الطرق المهمة بالعاصمة اليابانية، ويبلغ طوله ٢٨٣ كم وحجم المرور السنوى به ١،١٤ مليون مركبة أى حوالى ٢٨% من حجم المرور بالطرق الشريانية بالعاصمة اليابانية. وتسهم الأمطار فى انخفاض كبير فى حجم حركة المرور، حيث تؤدى الأمطار الغزيرة إلى انخفاض الرؤية، فقد وجد أن البعض منهم يلجأ أثناء سقوط المطر إلى خفض معدلات السرعة أثناء السير وتجنب الأخطار والالتزام بالحارة المرورية ، وينخفض متوسط السرعة إلى أقل من ٦٠ ميل فى الساعة مع بداية سقوط المطر ثم ترتفع إلى ٧٠ ميلاً فى الساعة بعد مرور ساعة من سقوط الأمطار (Yichuan, P., et al., 2018,) (p. 6).

ثالثا: السيول وأخطارها على الطرق السريعة فى مصر:

السيول هو اندفاع المياه بكميات كبيرة وبشدة من أماكن مرتفعة إلى أماكن منخفضة مدمرا فى طريقه المنشآت والطرق وكل ما يعترضه، وتسمى مسارات السيول بمخزات السيول. وظهرت مشكلة السيول وأثارها التدميرية فى الفترة الأخيرة وذلك بعد عمليات التعمير والتنمية، بهدف التوسع العمرانى وإنشاء الطرق بشكل عشوائى فى معظم الأحيان، ولم يكن لدى المخطط تصور عن السيول ومسارها ومواسمها وعدد مرات تكرارها وحجمها. حيث إن الأودية فى المناطق الجافة نادرا ما تتعرض للجريان السيلى. كما أنه يفصل بين السيول فترات زمنية طويلة، لذلك كثيرا ما يتناسى خطر السيول والتعامل معه على أنه حدث مؤقت. وعادة ما تؤدى السيول إلى تدمير أجزاء كبيرة من الطرق وتحطيم عدد من السيارات التى يصادف مرورها وقت حدوث الجريان السيلى. وتختلف درجة التدمير وفقا لقوة الجريان السيلى وخصائص شبكة التصريف بالوادي، والأسلوب الذى تم به مد الطريق. وقد بلغ عدد القتلى بسبب السيول فى مصر خلال الفترة من ١٩٧٩ إلى ٢٠١٠م حوالى ٦٨٦ فردا، بالإضافة إلى المشردين والخسائر المادية فى شكل منازل هدمتها مياه السيول، وطرق تم تدميرها وسيارات جرفت (أحمد صابر، أميرة البنا، ٢٠١٣، ص ٤٩١)، ويتحكم فى الجريان السيلى عدد من العوامل هى:

١. الأمطار: تقع مصر بصفة عامة ضمن اقليم المناخ الجاف الذى يتميز بندرة الأمطار وهناك بعض المناطق التى قد تمر عليها سنوات عديدة دون سقوط قطرة ماء، وعلى الرغم من ذلك فهناك فترات تسقط فيها كميات كبيرة من الأمطار خلال فترة زمنية قصيرة، فتندفع المياه من المرتفعات نحو الأماكن المنخفضة. وتحدث السيول عادة فى فصلى الربيع والخريف، حيث يتأثر مناخ مصر بمنخفض السودان الموسمى والذى يتمركز على شمال السودان، والذى يتحرك شمالا ليؤثر على مصر برياح جنوبية شرقية تمر على البحر الأحمر وتحمل كميات كبيرة من الرطوبة، ويتزامن ذلك مع وجود منخفض جوى فى طبقات الجو العليا وتيار هواء نفاث، مما يساعد على رفع الهواء المحمل ببخار الماء وتكون السحب الرعدية على سلاسل جبال البحر الأحمر وسيناء، يصاحبها سقوط الأمطار الغزيرة والرعدية، ونظرا للطبيعة الجغرافية لهذه المناطق التى تساعد على تجمع الأمطار، وتدفعها نحو الأماكن المنحدرة وتتكون السيول. (إيمان شاكر، ٢٠١٨، ص ١٨).

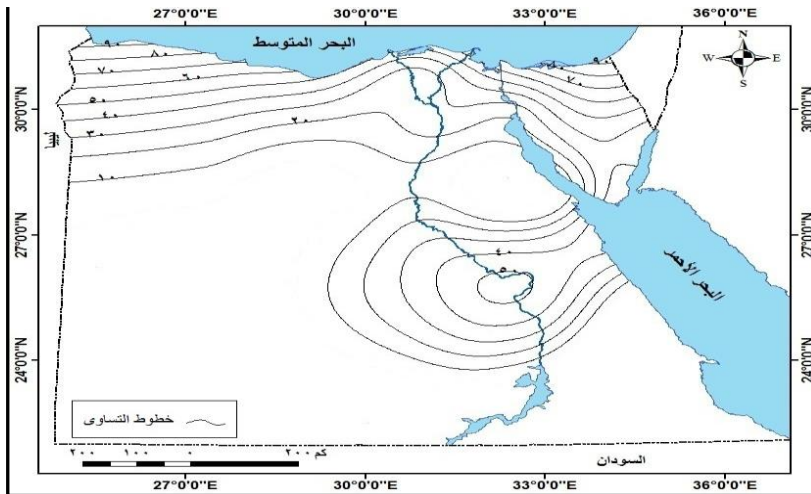
يوضح الجدول (٥) ، والشكل (١٠) أقصى كمية مطر سقطت خلال يوم واحد بمنطقة الدراسة، ويتضح من خلال دراستهم الملاحظات التالية:

تزداد قيم خطوط تساوى المطر كلما اقتربت من ساحل البحر المتوسط، حيث تبلغ أقصى كمية مطر سقطت فى يوم واحد ٧٩ ملم بمطروح، تليها محطة بلطيم بنحو ٥٧,٣ ملم ، والإسكندرية ٥٣,١ ملم، ويمكن أن يرجع ذلك لتأثر المناطق الساحلية الشمالية بمنخفضات البحر المتوسط ، تليها الأقصر بحوالى ٥٠ ملم، وشرم الشيخ ٤٨,٣ ملم، والإسماعيلية ٤٥,٨ ملم، والغردقة ٤١,٣ ملم، وذلك نظرا لتأثر هذه المناطق خلال فصلى الربيع والخريف بمنخفض السودان الموسمى، وما يصاحبه من سقوط أمطار غزيرة قد تصل إلى السيول على المناطق الجنوبية للبلاد، وعلى سواحل البحر الأحمر وسيناء. بينما تقل كمية المطر الساقطة فى يوم واحد إلى أدناها بالدخلة إلى ٦ ملم، والمنيا ٨ ملم، وأسوان ٨,٦ ملم.

جدول (٥) أقصى كمية مطر سقطت خلال يوم واحد بمنطقة الدراسة .

فترة الرصد	المحطة	كمية المطر	التاريخ	فترة الرصد	المحطة	كمية المطر	التاريخ
١٩٧٦)	مرسى مطروح	٧٩	١٩٨٩/٩/٧	١٩٧٦)	الإسماعيلية	٤٥,٨	١٩٨١/٣/٢٥
	الإسكندرية	٥٣,١	٢٠٠٤/١/١٣		السويس	٢٢	١٩٩٠/١/٢٦
	بلطيم	٥٧,٣	١٩٨٩/١/٣		الغردقة	٤١,٣	١٩٩٦/١١/١٧
	طنطا	٢٥,٨	١٩٨٥/١٢/١٧		القصر	٢٠,٦	١٩٧٩/٥/٣
٢٠٠٥)	مطار القاهرة	٣٠	١٩٩٤/١١/١	١٩٨٤)	رأس سدر	٢١,٢	١٩٩٤/٣/١١
	المنيا	٨	١٩٩١/٣/٢١		طابا	٣٥,٣	١٩٩٤/١١/٢
	أسيوط	٢٤	١٩٩٤/١١/١		سانت كاترين	٣٧,١	١٩٩٥/٥/٢٧
	الأقصر	٥٠	١٩٧٧/١٢/٢		الطور	١٨,٦	١٩٩٤/١١/٢
	أسوان	٨,٦	١٩٩٧/١٠/١٧		شرم الشيخ	٤٨,٣	١٩٩٦/١١/١٧
	الداخلة	٦	١٩٩٦/١١/١١		نوبيع	٣٤,٧	١٩٩٤/١/١
	الخارجة	٢٨,٢	١٩٧٦/٩/٢٢				

المصدر: الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة.



المصدر: اعتمادا على بيانات الجدول (٥).

شكل (٧) أقصى كمية مطر سقطت خلال يوم واحد بمنطقة الدراسة في الفترة (١٩٧٦ - ٢٠١٠).

٢. **الفاقد عن طريق التبخر:** تتحكم فى كمية الفاقد عن طريق البخر مجموعة من العوامل أهمها: الإشعاع الشمسى، درجة الحرارة، والرطوبة الجوية، ورطوبة التربة، وسرعة الرياح، وكمية التساقط. وترتفع نسبة التبخر بمصر فى ستة أشهر بداية من شهر يناير حتى تصل إلى أعلى كمية بخر فى شهر يونيو وتسمى هذه الشهور بأشهر الشحن، بينما تنخفض كمية البخر التدريجى بداية من شهر يوليو حتى تصل إلى أدنى كمية بخر فى شهر ديسمبر وتسمى هذه الفترة بشهور التفريغ، وتبلغ كمية البخر ٣,٤٥ م/يوم بالساحل الشمالى للبحر المتوسط (محمد عبد الله، ٢٠١٥، ص ص ٢٥١-٢٥٢)، و ٨,٥٢ م/يوم بساحل البحر الأحمر.

٣. **الفاقد عن طريق التسرب:** يتحكم فيه عدة عوامل أهمها: رطوبة التربة، والبنية، ونوع التكوينات الجيولوجية، ويبلغ معدل الفاقد عن طريق التسرب فى الصخور المسامية ١٠ م/ دقيقة، ويتراوح بين ٣-٥ م/ دقيقة فى مفتتات الصخور الأقل مسامية والناعمة، وتنخفض إلى ٢ م/ دقيقة فى الصخور البلورية. ويزيد معدل الفاقد عن طريق التسرب فى نطاق السهل الساحلى لشمال شبه جزيرة سيناء، مما يقلل من أخطار السيول، ويقل فى المناطق الجبلية والهضبية (عزة عبد الله، ٢٠٠٠، ص ٥٦٢)، مما يساعد على حدوث جريان سطحى لمياه السيول وبالتالي يزيد من خطورتها.

كما تتوقف شدة السيل على مدى اتساع حوض الصرف الذى تتجمع مياهه لتندفع فى المجرى الرئيس، ودرجة انحدار هذا المجرى وبالتالي سرعة المياه به، هذا بالإضافة لنوعية الصخور التى يجرى فوقها السيل ومدى مساميتها التى تسمح بتسرب الماء إلى ما تحت السطح، وتوافر الغطاء النباتى الذى يعرقل من حركة المياه. وتنقسم مصر إلى أربعة أحواض صرف أساسية هى: حوض البحر الأحمر وخليج السويس والعقبة، وحوض وادى النيل، وحوض البحر المتوسط، وحوض الصحراء الغربية.

وتضم هذه الأحواض ٣٢ حوضاً رئيسياً للصرف، وهى التى تتحكم فى

مجارى السيول، منها ٦ أحواض يحدث بها سيول كبيرة وخطيرة هى: وادى قنا، ووادى زيدون، ووادى جيزة، ووادى شيعث، ووادى الخريط، ووادى القفة (نعمات نظمى، ٢٠٠٩، ص ٣). ويمكن تقسيم نظم التصريف المائى فى مصر إلى:

أ- نظم التصريف المائى فى الصحراء الشرقية: تجرى معظم أودية البحر الأحمر فوق صخور نارية ومتحولة صماء غير منفذة للماء، وبالتالي فإن فرصة نفاذ مياه الأمطار خلال هذه الصخور ضعيفة. ويمتد خط تقسيم مياه الهضبة الشرقية قريبا من البحر الأحمر عنه فى وادى النيل، وينتج عن ذلك تقل مساحة أحواض تصريف أودية البحر الأحمر بالمقارنة بمثلتها فى وادى النيل. كما أن أودية البحر الأحمر أشد انحدارا من أودية وادى النيل، ويرجع ذلك لارتفاع مناسيب جبال البحر الأحمر، كما أنها تحظى بكميات أكبر من مياه الأمطار أثناء العواصف الممطرة. لذا تشكل خطورة أكبر عند تعرضها للسيول حيث تكون شدة اندفاع المياه أكثر وبالتالي تزيد من قوتها التدميرية.

ب- نظم التصريف المتجهة نحو البحر الأحمر شرقا: تتخذ الطرق السريعة فى الهضبة الشرقية محورين أفقى ورأسى، المحور الأفقى يتمثل فى الطرق العرضية التى تربط بين المدن على وادى النيل بمدن البحر الأحمر عابرة الصحراء الشرقية، وهى طرق تتخذ من مجارى الأودية مسارات لها، لذا فإنها تتعرض للسيول بشكل دائم، وهى من الشمال إلى الجنوب: القاهرة/ الإسماعيلية الصحراوى ، والقاهرة/ السويس الصحراوى، والقطامية/ العين السخنة، والكريمات/ الزعفرانة، والشيخ فضل/ رأس غارب، وقنا/ سفاجا ، وقفط/ القصير، وإدفو/ مرسى علم شكل (٨). ويعد وادى الجفرا أهم الأودية التى تتقاطع مع طريق القاهرة/ الإسماعيلية الصحراوى، كما يمتد الطريق فى الأجزاء الدنيا لوادى الوطن، وكذلك يمتد الجزء الغربى من الطريق مع روافد وادى الفرن والبالغ عددها ١٩ رافداً.

ويتقاطع طريق القاهرة/ السويس الصحراوى مع وادى الجرة ، ووادى الجفرا ، ووادى الفرن. ونظرا لأهمية طريق القاهرة/ الإسماعيلية الصحراوى ،

وطريق القاهرة/ السويس الصحراوي، فقد تم عمل البرابخ^(١) عند مواضع تقاطع الأودية، ويتقاطع طريق القطامية/ العين السخنة مع روافد وادي سنور، ثم يمتد الجزء الشرقي من الطريق مع وادي عربة، كما يتعامد الطريق في أجزاء من امتداده على القطاعات الطولية لبعض روافد أودية دجلة والجفرا وغويبة (جيهان أبو اليزيد، محمد خطاب، ٢٠٢١، ص ٢٦٣).

كما يلزم طريق قنا/ سفاجا وادي أم تاغر من الكيلو ١٣٩ حتى الكيلو ١٥٩,٥، ويبلغ طول الوادي ٤٠ كم وتتميز جوانبه بشدة انحدارها (أسماء عبد المنعم، ٢٠١٢، ص ٢١٣)، حيث تبدو في صورة جروف تصل إلى ٦٠٠ متر فوق مستوى قاع الوادي، وتتحد من تلك الجروف مجارى سيلية ذات انحدارات شديدة للغاية (محمد محسوب، ١٩٩٠، ص ١٧٥)، كما تكثر المنحنيات والتي بلغ عددها هذه المنحنيات ٣٩ منحنى والتي تمتد بداية من الكيلو ٥ من سفاجا حتى الكيلو ٨٥.

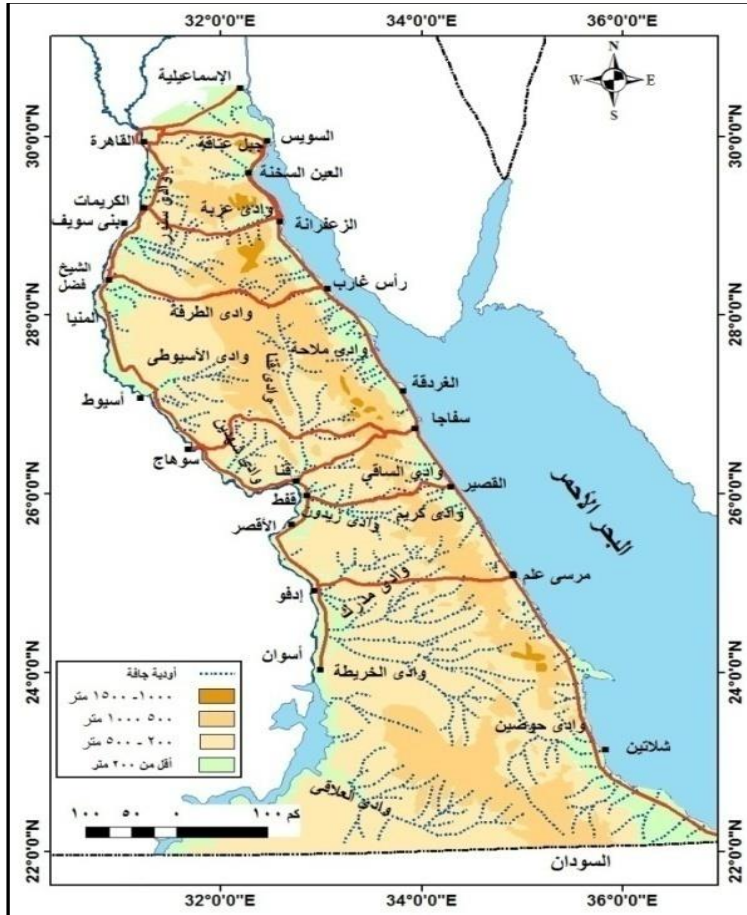
ويمتد طريق مرسى علم/ إدفو في القطاعات الطولية للعديد من الأودية في الهضبة الشرقية منها وادي علم الرئيس وأبو النواطير، ويبلغ طول الطريق في حوض وادي علم ٣٤,٦ كم، ويبلغ اتساعه ٦م، وتوجد له أكتاف ترابية بعرض ٣م من كل جانب، وقد تعرض هذا الطريق للهدم جزئياً بواسطة الجريانات السيلية (محمد خطاب، عمرو محسوب، ٢٠٢٠، ص ١٩)، وخاصة عند مناطق التقاء الروافد مع الأودية الرئيسية التي يمتد فيها الطريق.

أما المحور الرأسى فيمثل في الطريق الساحلى السويس/حلايب، وهو طريق طولى يمتد من الشمال إلى الجنوب ويتعامد على مسارات الأودية. وتتعدد الأودية المنحدرة نحو البحر الأحمر والتي تزيد على مائة وادي، وكل

(١) البرابخ هي عبارة عن فتحات أو مواسير تسمح بمرور مياه السيول أسفل الطرق دون أن تضر السيارات المارة عليهما، ولكن بعض هذه الفتحات تبدو كأنها قد ردمت بعض أجزائها مما يستلزم تطهيرها بصفة دورية حتى تعمل بكفاءة عالية (سمية مصطفى، ٢٠١٥، ص ٩٨).

وإدى منها له حوضه المستقل بذاته وله مصبه الخاص به، ومن أهم الأودية التى تتحدر اتجاه البحر الأحمر ما يلى:

- **حوض وادى فالق السهل:** تبلغ مساحة حوضه ١٤٨ كم^٢، ويبلغ انحدار الوادى ١٤٣٢ مترًا، وتغطى صخور الجرانيت كثيرة التشققات وقليل من الصخور البركانية أعلى مناطق الحوض، أما بقية مساحة الحوض فتغطيه الرمال الجبس والحجر الرملى، وتكون الأودية فيه ضحلة ومنتازية. لذا فى حالة حدوث سيل فإن اندفاع المياه يكون ضعيف بسبب قلة انحدار الوادى واتساعه نسبيًا، بالإضافة إلى تسرب المياه عبر الصخور الرملية التى تغطى مساحة كبيرة من الحوض.
- **حوض وادى حمراوين:** ينبع من جبل حمراوين وهو من الأودية الصغيرة نسبيًا، حيث يبلغ طول مجراه ٢٩ كم، وتبلغ مساحة الحوض ٨٣ كم^٢، وعدد روافده ٧٠ رافداً. وتغطى الصخور البركانية والجرانيت الجزء الغربى من الحوض، وتشكل ١٥%، وتشغل باقى المساحة صخور جيرية ورملية ورمل. ويقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل مما يساعد على وصول السيول فى زمن أقل إلى المصب.
- **حوض وادى العمباجى:** هو أحد أكبر أودية البحر الأحمر، حيث يبلغ طول مجراه الرئيس ٧٢ كم، وتبلغ مساحة حوض التصريف ١١٦٨,٨ كم^٢، وتغطى الصخور البركانية والمتحولة ٦٠% من مساحة الحوض، ويقترب شكل الحوض من الشكل الدائرى، وهو الأكثر خطورة عند حدوث سيول، هذا بالإضافة إلى التقاء الأودية الكبيرة التى تصب فى مجرى الوادى الرئيس فى نقطة التقاء واحدة، أو على مسافات متقاربة تعمل على تجميع كميات كبيرة من مياه الأمطار فى وقت واحد، وتزداد درجة انحداره مما يزيد من سرعة المياه المتجمعة وقوة تدميرها. وبالالاتجاه جنوبا ما بين القصير ورأس بناس يوجد أكثر من ٥٨ واديا منها وادى غدير والجمال (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، ١٩٩٤، ص ٤٠).



المصدر: اعتمادا على الخريطة الطبوغرافية لهيئة المساحة المصرية ، ٢٠١٦م، وزارة الدفاع ، الهيئة الهندسية للقوات المسلحة ، ٢٠١٨م..

شكل (٨) توزيع شبكة الطرق السريعة ومسارات الأودية الجافة في الهضبة الشرقية.

نظم التصريف المتجهة نحو وادي النيل غربا: تتميز قيعان الكثير من هذه الأودية بوجود نباتات عشبية وبعض الحشائش والشجيرات مثلما في وادي أسيوط ووادي سنور، كما أنها عندما تقترب من الوادي غربا تتسع مجاريها وتنتهي بدالات واضحة المعالم ، وكثيرا ما تترسب في بطونها وفي أجزائها الدنيا رمال مصاحبة للرياح الشمالية السائدة بالمناطق الشمالية من الصحراء الشرقية، ومن أهم هذه الأودية وادي دجلة، وادي حوف، ووادي سنور، ووادي

طرفا، ووادى أسيوط، ووادى قنا. ويتقاطع وادى بنديرة ورسيس وسليمان مع الطريق الدائرى عند منطقة التجمع الأول. بينما يتقاطع وادى أسود مع طريق القاهرة/ السويس عند الكيلو ١٧ من القاهرة، ويتعامد وادى الناصورى على هذا الطريق ويصب شمالا بروافده وادى أسعد ووادى الطل فى منطقة الهايكستب وكذلك وادى الفرن بروافده.

▪ **حوض وادى طرفة:** يلتقى بوادى النيل إلى الشمال من مدينة المنيا عند بلدة بنى مزار، وينبع من جبل أم تناصيب قرب دائرة عرض ٢٨ ° شمالا. ويتبعه طريق المنيا/ رأس غارب.

▪ **حوض وادى قنا:** ويمتد الوادى بصفة عامة من الشمال إلى الجنوب وينبع قرب دائرة عرض ٢٨ ° شمالا ويصب نحو مدينة قنا على وادى النيل، ويبلغ طول الوادى الرئيس نحو ٢٤٠ كم، وقد يصل عرض الوادى إلى حوالى ٥٠ كم، بينما يضيق فى مناطق أخرى إلى ٥ كم، وذلك تبعا للقرب أو البعد من الكتل التلية (محمد محسوب، ١٩٩٠، ص ٢١٤). ويمتد الطريق السريع قنا/ سفاجا الصحراوى متتبعا مجارى وروافد الأودية لحوض وادى قنا، ويتبع الطريق لمسافة ٦ كم وادى أم سليمان- أحد روافد وادى قنا- بداية من الكيلو ١٢ حتى الكيلو ١٨، ثم يلتقى وادى أم سليمان بمصبه حوض وادى قنا والتي يتعرض فيها للتآكل والتدمير عن طريق مياه السيول، كما يتبع الطريق وادى القرية بداية من الكيلو ٣٠ حتى الكيلو ٤٢، الذى يلتقى بجميع روافده عند هذه النقطة فى منطقة بئر القرية. وبداية من الكيلو ٥٨ حتى ٨٥ يلزم الطريق وادى المرخ وتكثر فى هذه المنطقة الانحناءات والتعرجات، حيث ينعطف الطريق مع تعرجات الوادى (أسماء عبد المنعم، ٢٠١٢، ص ٢٠٦).

ب- **أحواض الصرف الرئيسية فى سيناء:** تبلغ مجموع أطوال أودية سيناء نحو ٩٥٠ كم، وتبلغ مساحة الأحواض ٤١ ألف كم^٢، وتضم أحواض وادى العريش، وأحواض خليجى السويس والعقبة شكل (٩).

- **حوض وادى العريش:** وتبلغ مساحته ٢٠ ألف كم^٢ ويتكون وادى العريش من مجموعة كبيرة من الروافد. وينبع الوادى قرب حافة هضبة العجمة عند رأس جنيانة ، ويستمر شمالا حتى مصبه قرب مدينة العريش ممتداً لمسافة ٢٥٠ كم، وتتعدد روافد وادى العريش لتصل إلى ٤٤٤ رافداً، وللوادى رافدان رئيسيان هما وادى العقبة القادم من الجنوب الشرقى، ووادى بروك القادم من الجنوب الغربى حيث يلتقيان ليكونا المجرى الرئيس لوادى العريش (محمد محسوب، ١٩٨٩، ص ص ٧٥-٧٧)، وتقطع الروافد العليا لوادى العريش طريق النقب/السويس الذى يمتد شمال سيناء.

- **أحواض خليج العقبة:** وتبلغ مساحة الإقليم ١٢،٥٠٠ كم^٢ ، وتبلغ مساحة الأحواض بها ٦،٩١٣ كم^٢، ويتميز السطح بشدة الانحدار من الغرب إلى الشرق ، ويمتد من رأس النقب شمالا حتى رأس محمد جنوبا، وأهم الأودية به وادى وتير، وأكبرها مساحة حيث تبلغ مساحته نحو ٣٥٩٣ كم^٢، ويمر طريق نوبيع/ كاترين بدلتا وادى وتير، كما تتجمع فيه مياه الأودية الفرعية لوادى وتير لتصب فى خليج العقبة مروراً بمدينة نوبيع ويصب جنوب مدينة نوبيع. ووادى ذهب ويشغل مساحة ٢٢٠٤ كم^٢، ويتبعه طريق ذهب/ سانت كاترين ويتجه شرقاً نحو خليج العقبة ليصب قرب مدينة ذهب، ووادى كيد بمساحة ١٠٥٩،٥ كم^٢، ووادى أم عدوى بمساحة ٣٨٦،١٥ كم^٢ (فاتن العليمى، ٢٠١٦، ص ٣٨)، ويتبعهما طريق شرم الشيخ/ ذهب.

- **أحواض خليج السويس:** وتقدر مساحة أحواض الأودية بهذا الإقليم ٩،٣١٩ كم^٢، وتضم العديد من الروافد أهمها وادى فيران ويبلغ مساحة حوض التصريف به ١٧٨٥ كم^٢ ومحيطه ٢٢٩٠ كم ، ويتكون من صخور نارية ومنحولة، وينقسم إلى ١٣ حوضاً فرعياً، ويبلغ إجمالى طول الطريق الذى يقطع الحوض ١٥٥ كم (P. 1594، 2015، et al.،A.،Alrikabi)، كما يتعامد الطريق الموازى لخليج السويس النفق/ شرم الشيخ الذى يمتد من الشمال إلى الجنوب مع عدد كبير من الأودية أهمها وادى سدر، ووادى

وردان، ووادى غرندل، ووادى سدر، ووادى فيران، كما يتبع طريق دهب/ نوبيع مسار وادى دهب.

وقد أثرت مجموعة الأودية التى تنتشر بشبه جزيرة سيناء تأثيرا سلبيا على شبكة الطرق، حيث يشكل مرور الطرق فى بطون الأودية واتخاذ مساراتها نفس أشكال الأودية وتعرجاتها ، خطورة على مستخدمى الطرق، خاصة عندما تشتد هذه المنحنيات، ففى كثير من المواقع لا يستطيع قائد السيارة رؤية السيارات القادمة من الاتجاه المقابل، وتصبح الرؤية فجائية خاصة فى المواقع حادة الانحناء، وبالتالي تزيد احتمالات التصادم بين السيارات (محمد عطا ، ٢٠٠٤، ص ٨٣).

وقد قامت دراسة (عزة عبد الله، ٢٠٠٠، ص ٥٦٤) بتقسيم درجات خطورة السيول على الطرق فى سيناء، واعتمدت الدراسة على عدد من العوامل هى: كمية الأمطار السنوية، وأعلى كمية مطر يومية، وأدنى كمية مطر يومية، والفاقد عن طريق التبخر والتسرب، ونوع الرواسب السطحية، وشكل وانحدار السفوح، وشكل الأحواض، وتتمثل درجات خطورة السيول على الطرق فى سيناء فيما يلى:

طرق ذات خطورة عالية: تتمثل فى طريق الشط / نخل/ نوبيع ، وخاصة الجزء الأوسط منه حيث يقطعه روافد وادى العريش، وطريق طابا/ شرم الشيخ الموازى لخليج العقبة وذلك لممره بوادى وتير، وقد أدت السيول التى حدثت على هذا الوادى خلال الفترة من ١٥ إلى ١٨ أكتوبر ١٩٨٧ إلى تدمير الطريق، وخاصة الجزء الأدنى قرب مصب الوادى، كما دمرت وجرفت عدداً من السيارات، وغرق بعض الركاب والأمتعة. كما تم تحطيم نفس الطريق نتيجة سيول ١٩٩٧، ٢٠٠٤، ٢٠١٠، وطريق كاتزين دهب لممره بوادى دهب. وكثيرا ما يحدث تساقط صخرى وانهيار جوانب الطرق فى مناطق المنحنيات، وانتشار الرواسب الطميية من مجارى الروافد عند النقائنها مع الطريق.

ومن أمثلة السيول التى أثرت على الطرق السريعة فى مصر:

- سيل ١٥-٢٠ أكتوبر ١٩٧٩م: اندفعت السيول بواى قنا وروافده، مما أدى إلى تدمير طريققنا/ القصير حيث هدمت أجزاء كبيرة منه، وكذلك الطريق بين قنا ونجع حمادى شرق النيل.
- سيول أكتوبر ١٩٨٧م: تدفقت مياه السيول فى يومى ١٥-١٦ أكتوبر ١٩٨٧ بواى حجول الذى تبدأ منابعه من جبل عتاقة ، وقد أدت مياه السيول إلى قطع الطريق بين السويس والبحر الأحمر عند الكيلو ٢٥ وحاصرت ٣٠ سيارة. كما أدى تدفق السيل بواى وتير خلال الفترة من ١٥-١٨ أكتوبر إلى تدمير طريق نوبيع/النفق كاملا فى الجزء الأدنى منه قرب المصب، ودمرت وجرفت عددًا من سيارات الأفراد وسيارات نقل السياح (أحمد صالح، ١٩٩٩، ص ٥). كذلك تدفقت مياه السيول خلال الفترة من ٢٠-٢٤ أكتوبر فى وادى سفاجا، وسمنة، والقويح، وقد تم إغلاق طريق الغردقة/رأس بناس، وطريق بنى مزار/الزعرانة.
- سيول ٢٠-٢٤ أكتوبر ١٩٩٠م: سقطت خلال هذه الفترة كمية كبيرة من الأمطار نتج عنها تكون السيول المنحدرة من الجبال، بسبب تجمع الأمطار فوقها وذلك بشمال وجنوبى سيناء، وبلغت سرعتها فى بعض المناطق ٦٠ كم/ ساعة ، وارتفاعها من نصف متر إلى مترين اثنين، وبلغ كميتها ٢٥ مليون متر مكعب، الأمر الذى أدى إلى إغلاق بعض الطرق داخل سيناء، وأصيب طريق النقب/ نوبيع بتلفيات شديدة خاصة عند الكيلو ١٢، ١٦، و٤٥ ، و٥٢، و٨٠. كما أغلق طريق رأس بناس/ حلايب حيث امتلأ بالمياه والرواسب والحجارة التى تم جلبها من المرتفعات الجبلية (طارق سالم ، ١٩٩٣، ص ٢٨٤).
- سيول ٢-٣ نوفمبر ١٩٩٤م: بدأت الأمطار فى حوالى الساعة الثانية

والنصف من بعد ظهر يوم ٢ نوفمبر ١٩٩٤م، واستمرت بشدة لمدة ٧٥ دقيقة وهذأت قليلا ثم تكررت بشدة مرة أخرى الساعة الخامسة من مساء نفس اليوم، واستمر انسياب المياه إلى البحر حتى يوم ٣ نوفمبر ١٩٩٤م. وتركزت القوة التدميرية للسيول في أودية شمال القصير (وادي الجاسوس، والحمراوين أبو حمرة، والقصير القديم، والعنز)، وأودية جنوب القصير (وادي أم غيخ، والشرم القبلي، والشرم البحري، وأسل، والعمباجي). وبلغ ارتفاع منسوب المياه في حوض وادي العمباجي ١،٥ متر، وقد أدت مياه السيول إلى توقف حركة المواصلات (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، ١٩٩٤، ص ص ١٤-١٦)، وانقلاب سيارتي نقل بالطريق الساحلي الموازي للبحر الأحمر في المنطقة بين شمال سفاجا حتى جنوب مدينة القصير، وانهار الطريق الأسفلتي وقطعه لمسافة ١٠٠ متر عند الكيلو ٣٠، ولمسافة ٢٠٠ متر عند الكيلو ٢٧ ولمسافة ٦٠ متر عند الكيلو ٢٤ جنوب القصير. وكذلك تدمير أجزاء من طريق القاهرة/أسيوط الصحراوي شرق النيل، فقد بلغت كمية المطر في محطة أسيوط ٦٩،٢ ملم ، مما أدى إلى خلل في بنية الطريق بسبب إزالتها لبعض مواضعه (سيد قاسم، ٢٠٠٦، ص ٣٥٤).

كما تدمير طريق الشيخ فضل/رأس غارب لمسافة ٦٥ كم بداية من الكيلو ١٦٥ حتى الكيلو ١٠٠ من رأس غارب ، وذلك بنسبة ٣٠% من إجمالي الطريق، وتمثلت الأضرار في هبوط بعض المناطق لمسافة تصل إلى ٨ كم ، وإزالة الترسية على جانبي الطريق. كما تم تدمير طريق بنى سويف/المنيا لمسافة ١،٢ كم عند الكيلو ٤٥ عند مصب وادي القرن حيث بلغ ارتفاع المياه متران (أمل معتوق ، ٢٠١٥، ص ١٦٨).

- سيل ١٧-١٩ نوفمبر ١٩٩٦م: أدت مياه السيول إلى قطع عدة طرق

مثل طريق الزعفرانة/ رأس غارب، وطريق الغردقة/ سفاجا، وطريق قنا/ سفاجا، حيث وصلت سرعة المياه داخل مخزات السيول ٨٠ كم/ ساعة، كما ارتفع منسوب المياه بمخر السيل بقنا إلى ٤ أمتار فكانت أكبر من طاقة المخر الاستيعابية، ففاضت المياه على جانبيه وعلى جانبى طريق قنا/سفاجا.

- سيل ١٦-١٨ أكتوبر ٢٠٠٠م: وقد أدى سقوط مياه السيول على ساحل البحر الأحمر إلى تدمير الطريق الساحلى من السويس وحتى حلايب، وكانت نسبة التدمير أكبر فى القطاع من مدينة القصير حتى حلايب (أسماء عبد المنعم، ٢٠١٢، ص ٣٠٩-٣١١).

- سيل ٢ نوفمبر ٢٠٠٢م: وبلغت كمية المطر ٣٨مم، و ٣٤مم بمحطتى سانت كاترين ورأس النقب بجنوب سيناء، وقد تم فتح المرور على هذه الطرق بعد إزالة القطوع والإطماءات والأحجار الصخرية، كما تعرض طريق دهب/ سانت كاترين للهبوط فى بعض أجزاء الطريق ، وكذلك انهيار الطبقة التحتية لطريق رأس النقب/نوبيع (محمد هانى، ٢٠٠٦، ص ٢٩٥).

- سيل ٣٠ أكتوبر ٢٠٠٤م: وصلت مياهه إلى دلتا وادى وتير الساعة: ٦:٤٥ مساء يوم ٢٩، واستمرت بقوة إلى الساعة ٣ صباح يوم ٣٠، ثم أخذت فى الانخفاض تدريجيا حتى الساعة ٦ مساءً، ووصلت سرعة المياه ٦-٨ أمتار/ثانية عند مدخل الدلتا، ومنسوب المياه ٢ متر كما بلغت كمية التى عبرت الوادى ٢٢ مليون متر مكعب، وانتشرت مياه السيول فى روافد (الغولة - صوانة - زلجة)، مما أدى إلى انهيار كامل للرصيف الأسفلتى بطريق نوبيع/ رأس النقب فى المسافة من ٣٧ حتى الكيلو ٧١، بالإضافة إلى تساقط الأحجار الضخمة بطول ١٤ كم، مما أدى إلى غلق الطريق بطول ١٠٥ كم، وكذلك حدوث إطماءات على طريق نوبيع/ طابا من الكيلو

١٥ وحتى الكيلو ٥٥ بكمية تبلغ ٥٥٠٠٠ م^٣.

- **سيل فى الفترة ٢٨ - ٣٠ ديسمبر ٢٠١٠م:** وقد أدى إلى حدوث إطماءات على طريق الزعفرانة/ رأس غارب، ونحر الأكتاف الترابية فى المسافة بين الكيلو ٢٥ إلى الكيلو ٣٠ اتجاه رأس غارب الزعفرانة، وكذلك المسافة بين الكيلو ٧٥ إلى الكيلو ٨٠ اتجاه الزعفرانة رأس غارب، كما أدت مياه السيل إلى قطع طريق القاهرة/أسيوط شرق النيل لمسافة ٦٠٠ متر، مما أدى إلى جرف أتوبيس للتلاميذ بعد توقفه فى مسار السيل عند الكيلو ٢٨ الساعة السادسة مساء يوم الأربعاء الموافق ٢٩ ديسمبر ٢٠١٠، نتج عنه إصابة ٤٧ تلميذاً ووفاة ١٠ آخرين، بالإضافة إلى انهيار الطبان والميل الجانبى من الجانب الغربى للطريق بطول ٦٠٠ متر، وجزء من الطبان الأسفلتى لمسافة ٢٥ مترا ويعرض ٤ أمتار، وتراكم المياه فى الجزء المنهار من الطبان بارتفاع نحو متر واحد، الأمر الذى منع المرور بمعرفة الأجهزة الأمنية بين محافظتى المنيا وأسيوط، ابتداء من كمين عرب العوامر بأسيوط إلى كمين الصفا بالمنيا من الساعة السادسة مساء يوم الأربعاء إلى الثانية صباح يوم الخميس ٣٠ ديسمبر (أمل معتوق، ٢٠١٥، ص ١٧٠).

- **سيل ١٨ يناير ٢٠١٠م:** حدث السيل فى الساعة التاسعة صباحا بحوض وادى وتير وروافده(صوانه- قديرة- الحيثى- صوانة)، واستمر حتى الساعة الرابعة فجرا يوم ١٩/١/٢٠١٠، وبلغ منسوب المياه ١,٥ متر، مما أدى إلى إطماءات فى مواقع مختلفة بطريق نوبيع/ طابا بارتفاع يتراوح بين ٧٠-١٠٠ سم (شيماء عباس، ٢٠١١، ص ١٦٢). كما تعرضت منطقة جنوب البحر الأحمر، وجنوب وادى النيل لسيول أدت إلى قطع وإغلاق منظمة النقل فى طريق قنا/ سفاجا ، وطريق قنا/ أسوان شرق النيل.

- **سيل ٢٦-٢٨ أكتوبر ٢٠١٦م:** امتد منخفض السودان الموسمى يوم

٢٦ أكتوبر إلى البحر الأحمر ووصل إلى جنوب سيناء وبلغت قيمة الضغط بداخله ١٠٠٦ ملليبار، واتجاه الرياح جنوبية شرقية قادمة من المحيط الهندى مروراً بالبحر الأحمر ومحملة بكميات كبيرة من بخار الماء، ويصاحب ذلك تيار هواء نفاث فى طبقات الجو العليا وتكونت السحب الرعدية وخاصة على سلاسل جبال البحر الأحمر وجنوب سيناء (إيمان شاكر، ٢٠١٨ ، ص ٢٥). بلغت كمية المطر الساقطة على مدينة الغردقة ٩١،٥ ملم. وتم إغلاق منظومة النقل بالطريق الساحلى للبحر الأحمر القطاع الممتد من رأس غارب/ حلايب، وطريق مرسى علم/ إدفو، وطريق قنا/ سفاجا ، وطريق القاهرة/ أسوان القطاع الممتد من قنا/ أسوان شرق النيل.

رابعاً: الحلول المقترحة للحد والتقليل من الحوادث المرورية بالطرق السريعة:

- ١- تطوير وإنشاء وصيانة شبكات الطرق:
- تطبيق برامج للصيانة الدورية للطرق، وذلك من خلال المتابعة الدورية لحالة الطرق، وإنشاء وحدة مستقلة لتلقى شكاوى المواطنين والمجتمع المدنى، وتنويع مصادر تمويل صيانة الطرق.
- مراجعة وتحديث العلامات الإرشادية بالطرق؛ حيث يجب أن تُرى هذه العلامات على مسافة مناسبة حتى يتمكن السائق من قراءة اللافتة فى الوقت المناسب.
- إزالة تأثير العوامل المناخية مثل مياه الأمطار والثلوج من سطح الطرق بصفة مستمرة، وكذلك رش المواد المانعة للترحلق بالطرق التى يتساقط بها الثلوج مثل طريق سانت كاترين/نوبيع.

- تزويد الطرق بانحدارات جانبية أكثر انحدارا، وذلك فى الأماكن التى يمكن أن تتجمع فيها مياه الأمطار على سطح الطريق، كذلك رصف الطرق بمواد تجعله أكثر خشونة حيث إنها أقل خطورة من الطرق الملساء، حيث يقلل من انزلاق السيارات خاصة عند سقوط الأمطار.
- رصد أماكن تكرار الحوادث المرورية على الطرق السريعة (النقاط السوداء)، ودراسة أسبابها وإيجاد الحلول المناسبة لها، وذلك بالتنسيق مع الجهات المختصة.
- استخدام المرايا المحدبة عند المنعطفات الشديدة الانحدار فى الطرق الجبلية ، وتعمل على إعلام السائق بعدم وجود سيارات قادمة فى الاتجاه المعاكس فى المناطق التى لا توفر مجال رؤية جيد ، خاصة فى الطرق المنفردة والضيقة.
- الاستعانة بحواجز الأمان وهى حواجز طولية تستخدم لحماية مستخدمى الطريق من أى حوادث محتملة وتقليل أثر هذه الحوادث إن وقعت، وكذلك الحد من خروج المركبات من المسار الطبيعى، وتخفيف حدة الإصابات، وعلى الرغم من أهمية هذه الحواجز، إلا أن الاعتماد على نطاق واسع لا يخلو من الخطورة ، حيث يؤدى الاصطدام بها إلى حدوث أضرار بالغة بالسيارة والأشخاص.
- ٢- **التوعية المرورية:**
- التنسيق مع وسائل الإعلام والأجهزة المعنية الأخرى لتنمية الوعى المرورى لدى مستخدمى الطريق، وزيادة تعاونهم مع جهاز المرور وتأكيد احترام القانون لتحقيق السلامة العامة.
- إصدار مجلات خاصة بالتوعية المرورية ، وإنشاء مواقع للثقافة المرورية على شبكة الإنترنت.

- إجراء حملات توعية لتوضيح مدى أضرار ومخاطر السرعات العالية، وتقديم علامات إلكترونية بهدف اجتياز تغيير السرعات عند المواقع المختلفة فى حالة الظروف الطارئة، وكذلك إنشاء مراكز إعادة تأهيل السائقين الذين سبق إدانتهم بتعدى حدود السرعات.
- إعلام السائقين بحالة الطريق، وذلك من خلال الاستعانة باللوحات الإرشادية التى يدون عليها حالة الطريق وما يطرأ عليها من مستجدات.
- ٣- تعد رعاية المصابين قبل وصولهم إلى المستشفى من الأمور المهمة حيث أن التأخر لبضعة دقائق من الممكن أن يحدث فرقا بين الحياة والموت، ولذلك يجب وضع نظم رعاية طوارئ منظمة ومتكاملة سابقة لدخول المستشفى، والعمل على استخدام الإسعاف الجوى لسرعة إسعاف المصابين فى حوادث الطرق، مما يؤدى من تقليل حجم الأضرار.
- ٤- يساعد التوسع فى تطبيق برامج النقل الذكى (ITS) بالطرق السريعة على تحسين السلامة المرورية والتقليل من معدلات الحوادث، وتحسين كفاءة الطرق، وتسهيل حركة المرور عن طريق التحكم فى الإشارات الضوئية المرورية، حيث إن السيطرة الأتوماتيكية على حركة المركبات على الطريق، وما ينتج عنها من انتظام لسرعة المركبات والمسافات بينها داخل كل مسار سيرفع من معدل تدفق المركبات، مما سيؤدى إلى زيادة السعة التشغيلية للطريق. كذلك التقليل من الآثار الناجمة عن النقل البرى على البيئة والطاقة، وذلك عن طريق التقليل من انبعاثات العوادم الضارة للمركبة ، والتقليل من الوقود المهدر بسبب الازدحام وعدم اختيار الطريق المناسب.
- ٥- ضرورة متابعة الباحثين لدراسة تأثير المناخ على الطرق، مع استخدام الأدوات البحثية المتخصصة المناسبة لدراسة هذا الموضوع، كذلك أهمية

تمويل الجهات الحكومية والهيئات التخطيطية للدراسات التطبيقية، وأن يؤخذ بنتائجها.

الخاتمة:

أولاً: النتائج

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات ، والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:

- يتمتع الساحل الشمالى بأكبر كمية مطر سنوى، نظرا لاتجاه الساحل بهذه المنطقة الذى يتعامد على اتجاه الرياح الممطرة، وتتنخفض كمية المطر بالاتجاه جنوبا وذلك بسبب البعد عن مسار منخفضات البحر المتوسط. ويعد فصل الشتاء أكثر الفصول مطرا خاصة بالمنطقة الشمالية، فى حين يمثل الربيع والخريف فصلى سقوط الأمطار فى جنوبى مصر، وذلك لتأثرها بالمنخفضات الصحراوية التى تمر على المناطق الجنوبية معطية أمطارا.
- يلاحظ وجود علاقة عكسية بين كمية المطر وعدد الحوادث بطريق القاهرة/الإسكندرية الزراعى وطريق القاهرة/الإسماعيلية الصحراوى، ويمكن أن يرجع ذلك إلى قيام الأجهزة الأمنية بمنع المرور على الطرق وخاصة السريعة أثناء سقوط الأمطار الغزيرة، وبالتالي التقليل من أعداد الحوادث، وعلاقة طردية موجبة بطريق القاهرة/الفيوم الصحراوى.
- تعد السيول أحد أهم الأخطار الرئيسية التى تؤثر على الطرق البرية السريعة فى مصر، خاصة الطرق التى تعبر الصحراء الشرقية حيث إنها تتخذ من مجارى الأودية الجافة مسارات لها، وكذلك الطرق بشبه جزيرة سيناء نظرا لتعامد الطرق على مجارى الأودية وروافدها. الأمر الذى يؤدى

فى بعض الأحيان إلى عزل مناطق كثيرة لفترات مختلفة، بالإضافة إلى ما ينتج عنها من خسائر بشرية ومادية.

ثانياً: التوصيات

- اعتماد نظام جيد لصرف الأمطار أثناء تصميم الطرق ، وتشتمل وسائل صرف الأمطار للطرق على البرابخ، وقنوات الصرف وبلوعات صرف الأمطار. كذلك يجب إمداد الطريق بوسائل لتقليل الأضرار الناجمة من ارتفاع منسوب المياه الجوفية، وذلك من خلال إمداد الطريق بمواسير مثقبة لتجميع المياه الجوفية وتصريفها بعيداً عن الطريق.
- تقليل سرعة السيارات خاصة أثناء سقوط الأمطار على الطرق الزلقة، وتجنب الوقوف المفاجئ أثناء السرعة العالية، لأن ذلك يمكن أن يؤدي إلى انقلاب السيارة.
- توفير دوريات للشرطة وسيارات للإسعاف بالمواقع التى تتعرض للحوادث بشكل متكرر.
- توفير سيارات الإغاثة بالطرق السريعة طوال ٢٤ ساعة، بهدف توفير الأمن والأمان على الطرق فى حالة تعرض إحدى المركبات لأعطال مفاجئة أو حوادث.
- إذاعة الأخبار المتخصصة عن الحالة المرورية يوميا، للتعرف على الحالة المرورية وكذلك الحالة الجوية وأماكن الاختناقات المرورية ، بالتنسيق مع الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

المراجع

أولاً: المصادر والمراجع العربية

- (١) اتحاد النقل الدولي ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (٢٠٠٨): معجم إحصائيات النقل، الطبعة الرابعة.
- (٢) أحمد إبراهيم محمد صابر، أميرة محمد محمود البنا (٢٠١٣): أسلوب مقترح لتحديد معايير درجات خطورة السيول في مصر، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق، العدد ٦٤، مارس ٢٠١٣ م ص ٤٨٤-٥٢٤.
- (٣) أحمد حبيب إبراهيم، فتحى محمد عشموى، إيهاب عبد الرزاق سيد، عبد الغفار آدم (٢٠٠٢): تقرير عن فصل الخريف، مجلة الأرصاد الجوية، السنة السابعة، العدد الثالث والعشرون، أبريل ٢٠٠٢ م. ص ٧-١٠.
- (٤) أحمد سالم صالح (١٩٩٩): السيول فى الصحارى نظريا وعمليا، دار الكتاب الحديث، مدينة نصر، القاهرة.
- (٥) أسماء إبراهيم عبد المنعم حسب الله (٢٠١٢): الأخطار الطبيعية على نماذج من شبكة الطرق البرية فى الصحراء الشرقية "دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات الإنسانية، جامعة الأزهر.
- (٦) الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠١٦): دراسة التكلفة الاقتصادية لحوادث الطرق فى مصر عام ٢٠١٥، إصدار أغسطس ٢٠١٦.
- (٧) الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، وزارة الصناعة والثروة المعدنية (١٩٩٤): سيول نوفمبر ١٩٩٤، محافظة البحر الأحمر.
- (٨) أمل عبد العظيم عبد المقصود معتوق (٢٠١٥): المناخ والنشاط البشرى فى صحراء مصر الشرقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا نظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

(٩) إيمان عبد اللطيف شاكر (٢٠١٨): عنف الطبيعة. سيول رأس غارب، مجلة الأرصاد الجوية ، السنة الرابعة عشر، العدد ٥٢، يناير ٢٠١٨م. ص ص ١٨-٢٥.

(١٠) إيملى محمد حلمى حمادة (٢٠٠٢): خصائص المطر على ساحل مصر الشمالى: "دراسة فى الجغرافيا المناخية"، مجلة الأرصاد الجوية، السنة السابعة، العدد الثانى والعشرون، يناير ٢٠٠٢م. ص ص ٢٧-٣١.

(١١) جيهان محمد أبو اليزيد، محمد إبراهيم محمد خطاب (٢٠٢١): رصد وتقييم النقاط السوداء على طريق القطامية- العين السخنة- الزعفرانة: "دراسة جغرافية تطبيقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، العدد السادس والثلاثون، الجزء الأول. ص ص ٢٥٢ - ٣٤٢.

(١٢) حبيب أبو المجد محمد العوضى (٢٠٠٨): المناخ وأثره على حوادث الطرق فى وسط الدلتا "دراسة فى المناخ التطبيقى"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة طنطا.

(١٣) سعيد أحمد عبده (٢٠٠٧): جغرافية النقل الحضرى: مفهومها، ميدانها، ومناهجها، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، العدد ٣٢١.

(١٤) سمىة مصطفى على حسن (٢٠١٥): التغيرات الجيومورفولوجية فى الهامش الصحراوى بشرق دلتا النيل، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة القاهرة.

(١٥) سيد أحمد سالم قاسم (٢٠٠٦): دراسة جغرافية تحليلية لحوادث النقل على طريق القاهرة/أسيوط الصحراوى شرقى النيل، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد السابع والأربعون، الجزء الأول، ص ص ٣٤٩ - ٤٠٠.

- (١٦) شحاته سيد أحمد طلبية (١٩٩٠): المطر في مصر: دراسة في الجغرافية المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- (١٧) شحاتة سيد أحمد طلبية (٢٠٠٥): الظواهر المناخية المسببة للحوادث المرورية في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، جامعة المنوفية، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بمدينة السادات، العدد الثامن، يونيو ٢٠٠٥ م. ص ص ٢١٧-١٣٦.
- (١٨) شيماء عباس السيد عباس (٢٠١١): المردود الاقتصادي للحد من مخاطر السيول في جنوب سيناء، دراسة ميدانية "وادي وتير- نوبيع"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية والقانونية والإدارية البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.
- (١٩) طارق زكريا إبراهيم سالم (١٩٩٣): مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر: "دراسة في الجغرافيا المناخية"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.
- (٢٠) عزة أحمد عبد الله (٢٠٠٠): الأخطار الجيومورفولوجية على الطرق الرئيسية في شبه جزيرة سيناء، المؤتمر السنوى الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين شمس، ص ص ٥٨٢-٥٥٦.
- (٢١) على عبد العظيم معوض، إيمان عبد اللطيف شاكر (٢٠١٦): شتاء قارص ٢٠١٦ : الأسباب والتفاصيل، مجلة الأرصاد الجوية، السنة الثانية عشر، العدد ٤٥، أبريل ٢٠١٦ م. ص ص ٦٤-٥٠.
- (٢٢) فاتن سامى أبو المحاسن العليمى (٢٠١٦): أثر الضوابط الطبيعية على كفاءة شبكة الطرق بمحافظة جنوب سيناء، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنها.

- (٢٣) كامل حنا سليمان (١٩٧٨): مناخ جمهورية مصر العربية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.
- (٢٤) محمد إبراهيم محمد خطاب، عمرو محمد صبرى محسوب (٢٠٢٠): التحليل الهيدروجيوميورفولوجى لحوض وادى علم وأثره على السيول ، باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، حولية كلية الآداب ، جامعة بنى سويف، مايو ٢٠٢٠. ص ص ٧ - ٧٥.
- (٢٥) محمد إبراهيم محمد شرف (٢٠٠٨): جغرافية المناخ التطبيقى، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- (٢٦) محمد فوزى أحمد عطا (٢٠٠٤): المناخ والنقل فى شبه جزيرة سيناء: "دراسة فى المناخ التطبيقى"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة السادسة والثلاثون، العدد الثالث والأربعون، الجزء الأول. ص ص ٧٥ - ١٢٢.
- (٢٧) محمد صبرى محسوب سليم (١٩٨٩): جغرافية الصحارى المصرية (الجوانب الطبيعية)، الجزء الأول شبه جزيرة سيناء، دار النهضة العربية ، القاهرة.
- (٢٨) محمد صبرى محسوب سليم (١٩٩٠): جغرافية الصحارى المصرية: الجوانب الطبيعية، الجزء الثانى الصحراء الشرقية، دار النهضة العربية، القاهرة.
- (٢٩) محمد محمد عبد الله عبد الوهاب (٢٠١٥): المناخ وأثره على البحر نتح القياسى فى مصر، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا نظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بنى سويف.
- (٣٠) محمد محمود عيسى (٢٠٠١): مناخ الربيع، مجلة الأرصاد الجوية، السنة السادسة، العدد التاسع عشر، إبريل ٢٠٠١م. ص ص ١١ - ١٣.
- (٣١) محمد هانى سعيد عبد المالك (٢٠٠٦): المناخ وأثره على طرق النقل البرى فى مصر دراسة فى المناخ التطبيقى، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط.

(٣٢) محمود عبد الفتاح محمود عبد اللطيف عنبر (٢٠١٠): مناخ شرقى دلتا النيل وآثاره البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

(٣٣) ناصر والى فريح الركابى، عباس ناجى شاطى (٢٠٢٠): أثر التساقط المطرى على الحوادث المرورية فى محافظة بابل للمدة (٢٠١٧-٢٠٠٧)، مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الإجتماعية، المجلد (٣)، العدد ٣٨، تموز ٢٠٢٠م. ص ص ٤٨٦ - ٥٠٣.

(٣٤) نشوة محمد إبراهيم مغربى (٢٠٠٦): المناخ وأثره على بعض جوانب النشاط البشرى فى صحراء مصر الغربية، دراسة فى المناخ التطبيقى، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية البنات، جامعة عين شمس.

(٣٥) نعمات محمد نظمى (٢٠٠٩): كارثة السيول فى مصر بالتركيز على دراسة حالة لإحدى القرى المنكوبة: قرية درنكة بمحافظة أسيوط ، مجلة القطاع الهندسى لجامعة الأزهر، المجلد الرابع ، العدد الثانى عشر، يوليو ٢٠٠٩م. ص ص ١ - ١٤.

ثانيا: المراجع الأجنبية

1. **Alrikabi,A., Elmewafey, M., Beshr, A., and Elnaggar, A. A., (2015),** Using GIS based morphometry estimation of Flood hazard impacts on Desert Roads in south Sinai, Egypt, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 6, Issue 7, July-2015. PP. 1593- 1599.
2. **Bijleveld, F.,and Churchill, T., (2009),** The influence of Weather conditions on Road safety, An assessment of the effect of Precipitation and Temperature, SWOV Institute for road safety Research, The Netherlands. PP. 1-47.
3. **Chung, E., Ohtani, O., Warita, H., Kuwahara, M., and Morita, H., (2005),** Effect of Rain on travel demand and traffic accidents, IEEE intelligent Transportation systems, International Conference in Vienna, Austria. PP. 1-3.

4. **Hafez, Y. Y., and Hasanean, H. M., (2000)**, The variability of wintertime Precipitation in the northern Coast of Egypt and its relationship with the north Atlantic oscilation, Astronomy and Meteorology Department, Faculty of Science, Cairo University, Giza, PP. 175-186.
5. **Yannis, G., and Matthew, G.,(2009)**, Weather Effects on Daily Traffic Accidents and Fatalities: A Time series count data approach, Department of Transportation planning and Engineering, National technical University of Athens, Greece.
6. **Yichuan, P., Yuming, J., Jian, L., and Yajie, Z., (2018)**, Examining the effect of adverse Weather on Road Transportation using Weather and traffic sensors, Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai, P.R. China, October, 2018 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205409>). PP. 1- 14.