التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول والفيضان في محافظة أريحا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد

د. رائد الحلبي

جامعة الاستقلال

الفصل الأول

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إجراء عمليات التحليل المكاني لخطر السيول والفيضان التي تتعرض لها محافظة أريحا، وقد تم إجراء تحليل مكاني لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد؛ مما استلزم بناء قاعدة معلومات مكانية لمنطقة الدراسة للاستفادة منها في تحليل تضاريس سطح الأرض عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمي (**Digital Elevation Model (DEM**)، وأسلوب تحليل السطوح (**Surface Analysis**)، وتحليل طبوغرافية للسطح (**Topographic Surface**)، وكذلك تحليل درجة الانحدار واتجاهه، واستهدفت الدراسة كذلك تحليل مائية السطح، وتحليل التدفق المائي التراكمي واتجاهه، ولتوضيح الأهداف خلصت الدراسة إلى: إنتاج خرائط تحديد المناطق السكنية، والعمرانية، والزراعية، والطرق المهددة بمخاطر السيول والفيضانات في المحافظة، من أجل العمل على الحد من تأثيراتها والتقليل من الخسائر التي تنجم عن السيول والفيضان.

وتناولت منطقة الدراسة (وادي العوجا، وفصايل، ووادي الديوك، ومدينة أريحا)، حيث بين التحليل أن مرتفعات منطقة الدراسة تنحدر من الغرب إلى الشرق، وبينت الدراسة التجمعات السكنية والزراعية والطرق الممتدة عليها، وهذه الطرق تتعرض للسيول والفيضانات بمستوى مرتفع وخطير في حال حدوثها، كما يبينه مصب الأحواض في الشكل رقم (5) والشكل رقم (6).

وانتهت الدراسة بمجموعة من التوصيات من أهمها: إجراء دراسات تفصيلية لتصريف المياه الناجمة عن السيول في أحواض التصريف المائي التي تغطي الأحياء التالية: (العوجا، وفصايل، وأريحا، ووادي الديوك)، إذْ تكثر بها الأودية، وتشهد نموا عمرانيا، وزراعيا، والطرق خاصة بعد قدوم السلطة الوطنية الفلسطينية بعد عام (1994).

كلمات مفتاحية: نظم معلومات جغرافية، استشعار عن بعد، تحليل مكاني، خطر السيول والفيضان، محافظة أريحا.

Spatial Analysis of Areas Threatened by Torrential Streams and Flood in Jericho Governorate by Using the Geographical Information Systems (GIS)

ABSTRACT

This study aimed to conduct the processes of spatial analysis of the danger of torrential streams and floods affecting Jericho Governorate. A spatial analysis was carried out using the Geographical Information systems. This called to build a spatial database to be used in the analysis of the contours of the land surface by analyzing the Digital Elevation Model (DEM), Surface analysis, analyzing the Topographic Surface, analyzing the slope and its direction,The study aimed analyzing the water of the surface, analyzing the accumulative water flow and its direction, and producing maps delineating residential, urban and agricultural areas and roads which are threatened by torrential streams and floods in the Governorate. This is in order to work on limiting their effects and decreasing the losses resulted from them. The study of the spatial analysis concluded at the elevation of the area declines from the west to the east They study's area includes (Wadi Al-Ouja, Fasayel, Wadi Al-Duyouk, the city of Jericho) , the residential and agricultural gatherings and the roads extending to them and which are exposed to the torrential streams and floods at a high and dangerous level in case they occur as indicated by the drain of the basins as shown in Figures No. (5) and (6). The study came up with the most important recommendations; Detailed studies should be carried out to drain the water resulted from the torrential streams in the basins of the water drainage which cover the following neighborhoods : (Al-Ouja, Fasayel, Jericho, Wadi al-Duyouk) which are characterized by the density of valleys, the speed of its urban and agricultural growth and roads especially after the advent of the Palestinian National Authority since 1994.

Key words: Geographical Information Systems, Spatial Analysis, Danger of Torrential Streams and Flood, Governorate of Jericho.

المقدمة:

تحدث السيول والفيضانات بصورة متكررة في محافظة أريحا والأغوار، نتيجة عدة عوامل وخصائص متمثلة في: التكوين الطبوغرافي، والخصائص الهيدرولوجية، والجيولوجية، والمناخية للمنطقة وبخاصة الأمطار والأعاصير الفجائية التي تشهدها المنطقة، لذا فقد أصبح من الضروري القيام بالتحليل المكاني لخطرها، وذلك للحصول على تقديرات، ومعلومات دقيقة لتحديد حجم المخاطر وتوزيعها وتأثيراتها المكانية. وقد طبق عدد من الباحثين دراسات عديدة على هذا الصعيد، منها قيام شانج وآخرين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية لاستخدامه للوقاية من مخاطر السيول والفيضانات، وقام أيضا جاسروتيا وسنج باستخدام طريقة منحنى الأرقام في دراسة الجريان السطحي وتآكل الثربة للاستفادة من (GIS) نظام معلومات جغرافية، وكذلك قام شين و آخرون بتقدير مخاطر السيول والفيضانات باستخدام نموذج رياضي لتوضيح العلاقة بين العاصفة المطرية والجريان السطحي. كما قام دونجكوان وآخرون بتطوير نظام معلومات جغرافي لحساب المعاملات المورفولوجية للأودية بطريقة آلية. وستساعد هذه الدراسة في سد النقص في توفير معلومات قيمة عن عناصر السيول والفيضانات في منطقة الدراسة.

إن معرفة هذة العناصر تقلل من تعرض سكان المنطقة لمخاطر يمكن الحد منها والوقاية من مخاطرها. وسوف تكون نتائج هذه الدراسة مفيدة لكل من سكان المنطقة، وأخص بالذكر السكان الذين يتعرضون لمخاطرها.

موقع منطقة الدراسة وجغرافيتها (Location of the Study Area).

تقع محافظة أريحا في الجزء الجنوبي من الجانب الغربي لغور الأردن) (Jordan Gohr, الذي يفصل الكتلة الفلسطينية من الغرب عن كتلة شرق الأردن، وهي جزء من انهدام البحر الميت (Dead Sea Rift)، إذ تنحصر فلكيا بين خطي طول 25ِ، 35ْ، 30ِ، 35ْشرقاً وبين دائرتي عرض50ِ، 31ْ، 54ِ، 31ْشمالا (انظر شكل (1)، وتبلغ مساحتها (592كم2) وتقع مدينة أريحا ضمن هذه المنطقة، وتنخفض (376م) عن مستوى سطح البحر، بحيث تعتبر مدينة أريحا مركزا إداريا لها، وهي مركز المحافظة، وتشتمل محافظة أريحا على التجمعات السكانية الآتية:

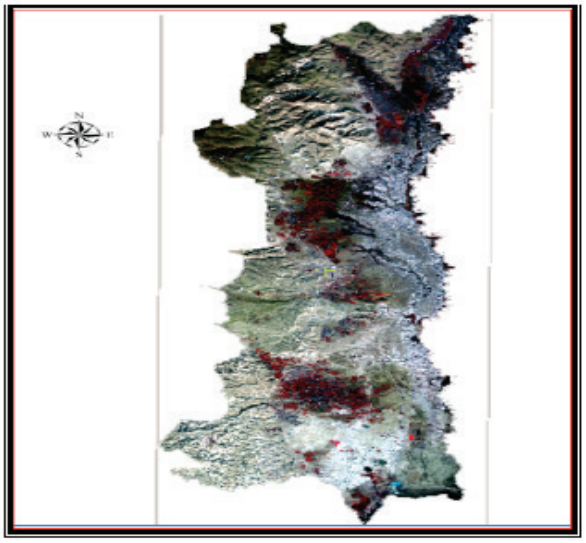
(مدينة أريحا، ومرج نعجة، والزبيدات، ومرج غزال، وفصايل، والعوجا، والنويعمة، وعين الديوك الفوقا، وعين الديوك التحتا، ومخيم عقبة جبر، ومخيم عين السلطان، والجفتلك). وتعتبر محافظة أريحا من أهم محافظات الضفة الغربية في فلسطين، بحكم موقعها الاستراتيجي الحدودي كبوابة إلى الشرق عبر الأردن، وبالإضافة إلى ذلك اتصالها المباشر مع أبرز المحافظات الفلسطينية: القدس، ورام الله البيرة، ونابلس، وبيت لحم.

- ينظر خريطة رقم (1) التي تبين موقع منطقة الدراسة وحدود المحافظة.

وقد اكتسبت منطقة الدراسة أهمية خاصة باعتبارها من أهم المناطق المطلة على البحر الميت، ولا سيما أنها تقع في بقعة منخفضة بالنسبة لباقي المناطق على الضفة الغربية لنهر الأردن، إذْ تجعل المنطقة نقطة لتجميع مياه الأمطار القادمة من المناطق المجاورة للنهر، الأمر الذي جعلها غنية في المياه الجوفية، وواحة كبيرة لها ميزة جغرافية لوقوعها في أخفض بقعة في العالم, فالموقع والتربة الخصبة، والمياه العذبة جعلت لها مكانة خاصة إضافة إلى كونها أقدم مدينة، إذ يعود تاريخها إلى (7000ق.م.)، ويمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث مناطق:

1. المنطقة الشمالية (عين البيضاء، بردلة، مرج نعجة، الزبيدات، مرج الغزال).
2. المنطقة الوسطى (فصايل، الجفتلك، فروش، بيت دجن).
3. المنطقة الجنوبية(أريحا، النويعمة، والديوك، مخيم عين السلطان، مخيم عقبة جبر، العوجا) (النجوم, 2000، ص18).

شكل رقم (1) المرئية الفضائية التي غطت منطقة الدراسة (Image Spot 2016)



المصدر: بتصرف الباحث المركز الجغرافي الفلسطيني.

مشكلة الدراسة وأبعادها:

تتعرض محافظة أريحا كغيرها من مناطق العالم لمخاطر طبيعية مختلفة كالسيول والفيضانات، وقد تعرضت أماكن عديدة في منطقة الدراسة لأمطار غزيرة أدت إلى ارتفاع منسوب المياه في الشوارع والطرقات؛ مما أدى إلى تعطيل حركة المرور بها. ويرى الباحث أنه من المستحيل دفع مخاطرها أو منع حدوثها، ولكن بالإمكان العمل على الحد من تأثيراتها والتقليل من خسائرها التي تنجم عنها، وذلك بإجراء تحليل مكاني للخصائص الهيدرولوجية للأودية في منطقة الدراسة، وإجراء البحوث والدراسات التي تحسن من عمل شبكات الرصد، ونظم الإنذار المبكر لها، وفي سبيل ذلك ستحاول الدراسة الإجابة على الأسئلة الآتية:

1. ما هي العناصر التي تؤدي إلى حدوث السيول والفيضانات في منطقة الدراسة؟
2. أين تتوزع مناطق التمدد العمراني، والنمو السكاني التي يمكن أن تتعرض لمخاطر السيول والفيضانات؟
3. ما هي الطرق والمناطق الزراعية المهددة بمخاطر السيول والفيضانات في منطقة الدراسة؟
4. كيف يمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني للخصائص الهيدرولوجية للأودية المتعرضة لمخاطر للسيول والفيضانات في منطقة الدراسة؟

أهداف الدراسة:

1. إجراء عمليات التحليل المكاني لمنطقة الدراسة وللمواقع المعرضة لخطر السيول والفيضان.
2. تحديد عناصر مخاطر السيول والفيضانات في منطقة الدراسة (أودية، أحواض مائية، وسيول، وطبوغرافية السطح)، وتحليلها في نظام المعلومات الجغرافي.
3. معرفة (المناطق السكنية، والعمرانية، والمنشآت الحضرية، والطرق، والمناطق الزراعية) المتعرضة لمخاطر تدفق مياه السيول والفيضانات في منطقة الدراسة؛ لإعطائها أولوية في مشاريع تصريف المياه والصرف الصحي.
4. إنتاج الخرائط الرقمية التي يمكن الاستفادة منها للتخفيف والحماية من خطر السيول والفيضانات ودرئها وتطويعها بما يخدم سكان منطقة الدراسة.
5. وضع اقتراحات وتوصيات مناسبة بالاعتماد على نتائج التحليل المكاني لتساعد في وضع خطط مبنية على أسس ومعايير عملية وعلمية تسهم في تطوير التخطيط السليم واتخاذ القرار.

أهمية الدراسة:

1. استخدام تقنية وأداة فعالة في التحليل المكاني للظواهر الجغرافية متمثلة في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد.
2. تحدد المواقع المكانية للمناطق التي يمكن أن تتعرض للسيول والفيضان، من أجل الحد من تأثيرها والوقاية من خطرها.

منهجية الدراسة وإجراءاتها:

1. المنهج التحليلي: من خلال هذا المنهج تم تحليل بيانات الدراسة المتمثلة في الصور الفضائية، ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لمنطقة الدراسة.
2. المنهج التجريبي الكمي: وهو منهج يعتمد على الطرق التجريبية الكمية في معالجة الأشكال الأرضية، وذلك ضمن وصف الأشكال وصفا كميا من خلال إجراء التحليلات الخاصة، وذلك مثل المعادلات الهيدروموفومترية للأحواض والأودية لتقدير كمية التصريف، وتحليلات الجداول، وتمثيلها بيانيا.
3. المنهج الوصفي: يعتبر هذا المنهج أداة واسعة ومرنة تتضمن عددا من المناهج والأساليب الفرعية مثل المنهج المسحي، ودراسات الحالة، والدراسة الميدانية وغيرها. إذ إن المنهج الوصفي يقوم على أساس تحديد خصائص الظاهرة ووصف طبيعتها ونوعية العلاقة بين متغيراتها وأسبابها واتجاهاتها، وما إلى ذلك من جوانب تدور حول مشكلة أو ظاهرة معينة والتعرف على حقيقتها ومعاينتها.

إجراءات الدراسة:

لقد تم معالجة البيانات المتوافرة باستخدام أسلوب التحليل المكاني في منطقة الدراسة، حيث اشتمل على:

1. الصور الفضائية: تم الحصول عليها من المركز الجغرافي الفلسطيني، واعتمدت عليها في تحديد شبكات التصريف المائي وأحواض التجميع، ومناطق المنابع والمصبات، وكذلك الأودية الرئيسة فيها، وشبكة الطرق، والتوسع العمراني، والمخططات السكنية الجديدة. وقام الباحث بإجراء بعض المعالجات على هذه الصورة قبل استخدامها وفق الآتي:

- المعالجة الأولى: خضعت هذه الصور لعملية التصحيح الهندسي التي سهلت عملية انطباقها مع شبكة التصريف المائي، وتحسينها، وإسقاط حدود منطقة

الدراسة والتجمعات السكنية عليها، واستقطاع الجزئية الخاصة بمنطقة الدراسة (Clip). ومن ثم قام الباحث بإجراء عملية تجميع للنطاقات التي تفيد فيها الدراسة (للنطاقات Bands) (Layer Stacking) B2.B3.B4)، وذلك لأن الصورة تتكون من (7) نطاقات، واختار الباحث منها النطاقات الثلاث هذه؛ لأنها تفيدفي عملية تصنيف الصورة وتفسيرها.

– المعالجة الثانية: قام الباحث فيها بتصنيف الصورة اعتماداً على التصنيف غير المحكم. ثم بعد ذلك تم التأكد من عملية التصنيففي العمل الميداني.

– المعالجة الثالثة: إنتاج خريطة استعمالات أراضي اعتمدت عليها في تحديد أنماط استعمالات أرض في منطقة الدراسة.

العمل على برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS- V10.2 وتم استخدام الواجهات الرئيسة الثلاث لبرنامج (Arc GIS) وهي تضمن الآتي:

ـ واجهة برنامج (Ar Catalog لبناء الطبقات النقطية، والخطية، والمساحية من حيث نظام الإسقاط المستخدم ومرجع الإحداثيات الجغرافية.

ـ واجهة برنامج (Arc Map للرسم والترقيم ثم عرض جميع البيانات المختلفة ومطابقتها وتعديلها، وتفسيرها وحساب الأطوال، والمساحات لحاجتها في التحليل المكاني لها، ورسم خريطة جيولوجية، ومنها أمكن تحديد أنواع التكوينات الجيولوجية، وخريطة التربة، وخريطة شبكة المواصلات لمنطقة الدراسة، والتربة، وشبكة المواصلات التي تغطي أحواض التصريف، وتتعرض لخطر السيول والفيضان.

ـ واجهة برنامج (Arc Toolbox لعرض أدوات التحليل الهيدرولوجي، والبدء بعملية الدراسة وتحليل بيانات الدراسة، ومعالجة نموذج الارتفاع الرقمي (DEM، وهو يشكل المحور الأساسي الذي تدور حوله الدراسة، فهويشكل القاعدةالتي تم الاعتماد عليها؛ لاستنتاج المعلومات المتعلقة بالنمذجة الهيدرولوجية للأودية، وذلك لاحتوائه على قاعدة بيانات متكاملة، ويعبر عن الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة بشكل ثلاثي الأبعاد؛ مما يسهل التعامل معها في تطبيقات برمجية مختلفة. وتم كذلك استخدام أدوات التحليل الطبوغرافي الملحق الخاص بالتحليل المكاني في برنامج نظم المعلومات الجغرافية(Arc Map، في إنتاج خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة، واعتمدت عليها في تحديد أحواض التصريف وشبكاتها ثم

استخراجها، حيث ضمت: طبقة الأودية الرئيسة طبقة أحواض التجمع الفرعية لكل وادٍ رئيس، وطبقة شبكات التصريف لكل وادٍ. واستخدمت أدوات التحليل المكاني الأنسب لكل طبقة معلوماتية، وقد ساعدت ذلك في معالجة بيانات الدراسة، وبناء قواعد البيانات المكانية لعرضها وتحويلها وتحليلها مكانيا، ونمذجتها، وإخراجها على شكل خرائط ببعدين أو ثلاثة أبعاد.

الدراسات السابقة:

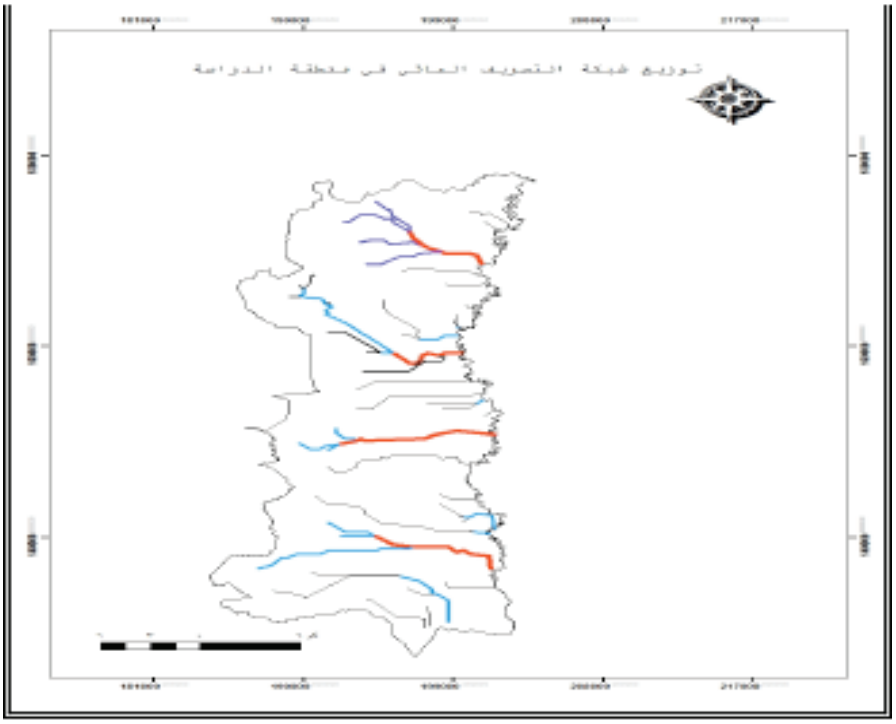
تم تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية كتقنية عالية الكفاءة في التحليل المكاني، وتحديد مخاطر الفيضانات من قبل عدد من الباحثين: وعلى سبيل المثال قام شانج وآخرون بالاعتماد على نظم المعلومات للوقاية من مخاطر الفيضانات بدراسة العلاقة بين مخاطر الفيضانات والتغير في أنماط استخدامات الأراضي، وقام جاسروتيا وسنج، باستخدام طريقة منحنى الأرقام في دراسة الجريان السطحي، وتآكل الثرية في إطارٍ لتطوير(GIS)نظام معلومات جغرافية، كذلك قام شين و آخرون، بتقدير مخاطر الفيضان من خلال نموذج رياضي للعلاقة بين العاصفة المطرية والجريان السطحي، كما قام دونجكوان وآخرون، بتطوير نظام معلومات جغرافي لحساب المعاملات المورفولوجية للأودية بطريقة آلية، أما جوبتا وبانيجراهيا، فقد قاما بتطبيق عدة أنواع من المعلومات والبيانات المكانية لدراسة خصائص الفيضانات في إطار نظام معلومات جغرافية، لإنشاء خرائط تبين مخاطر الفيضانات (GIS)، وقام جيوجاس وآخرون بتطبيق ذلك أما كارماكر وآخرون، فقد طوروا نظام معلومات جغرافية لتقدير الفيضانات في كندا يسمح بتقدير احتمالية الفيضان، وتقييم المخاطر المكانية المتوقعة التي تبينها الخرائط.

الفصل الثاني

التصريف المائي:

عند استعراض توزيع شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة، كما هو مبين في بالشكل رقم (2)، فإننا نجد أن شبكة التصريف المائي تغطي بشكل مكثف منطقة (العوجا، وفصايل، ووادي الديوك، ومدينة أريحا)، وبالتالي فإنَّ هذه المناطق هي الأكثر عرضة للسيول. أما التصريف المائيّ المتوسط الكثافة (النويعمة، والديوك، ومخيم عين السلطان، ومخيم عقبة جبر)، في حين أن نمط التصريف المائي المنخفض يلاحظ في المناطق (عين البيضاء، وبردلة، ومرج نعجة، والزبيدات، ومرج الغزال)، انظر الأشكال رقم (2،3،4).

شكل رقم (2) توزيع شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث (2017)

1- الأمطار في منطقة الدراسة:

أ- كمية التساقط.

تعدِ الأمطار المصدر الرئيس للمياه في منطقة الدراسة، فهي المغذي للخزَّان الجوفيِّ والمجاري المائية، والأودية والسيول والفيضان، ويُستفاد منها في ريِّ مساحات واسعة من الأراضي الزراعية خصوصا البعلية منها. وتتذبذب كمية الأمطار في منطقة الدراسة من سنة لأخرى، ومن منطقة لأخرى تِبعا للظروف المناخية والطبوغرافية من حيث الارتفاع والانخفاض عن سطح البحر، وظروف موقع المنطقة. وتمتد فترة سقوط المطر في منطقة الدراسة من شهر أيلول سبتمبر إلى شهر أيار مايو، وتبلغ ذروتها في الفترة من كانون أول ديسمبر وحتى آذار مارس من كل عام.

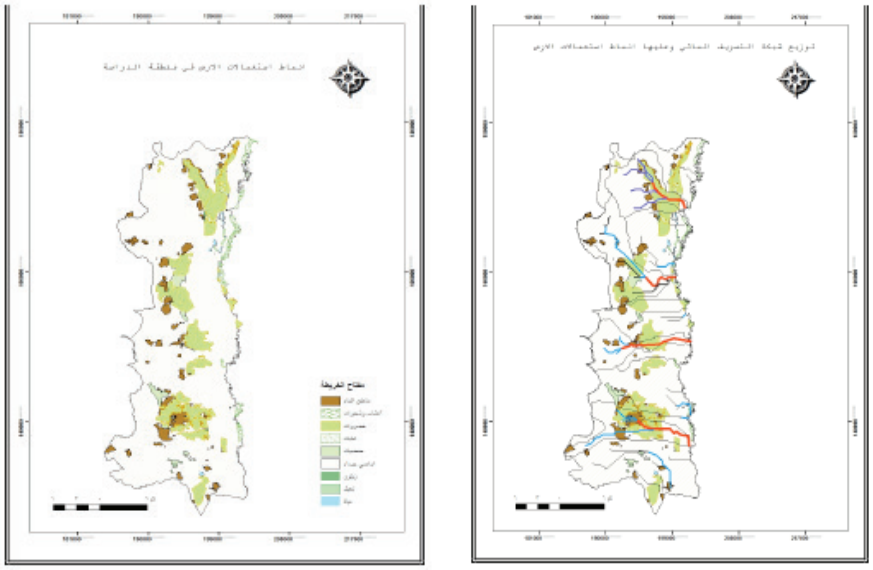
وتكثر الأمطار على شريط المرتفعات في المنحدرات الغربية، وتقل في منطقة غور الأردن. وكمية المطر الساقطة على المرتفعات الجبلية أكثر من كمية الأمطار الساقطة على الشريط الساحلي.

ويتراوح معدل كمية الأمطار الساقطة في منطقة البحر الميت، و500-600 ملم في المنحدرات الغربية، و100-450 ملم في المنحدرات الشرقية (وفا،2007).

2- أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة:

سوف يتم في هذه الدراسة استخدام مفهوم أنماط استعمالات الأرض؛ ليعبر عن جميع الأنشطة البشرية التي ينتج عنها أنماط استعمالات الأرض كافة، وهي لها شكل مساحي كالأراضي العمرانية، والزراعية، والغابات، والمياه، والأراضي الجرداء، والأراضي المتجددة، والشجيرات، وأنواع الأراضي ذات الامتداد الخطي كالطرق، والمجاري المائي.

شكل رقم (3) أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة وشكل رقم (4) توزيع شبكة التصريف المائي وعليها أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة



المصدر: إعداد الباحث (2017)

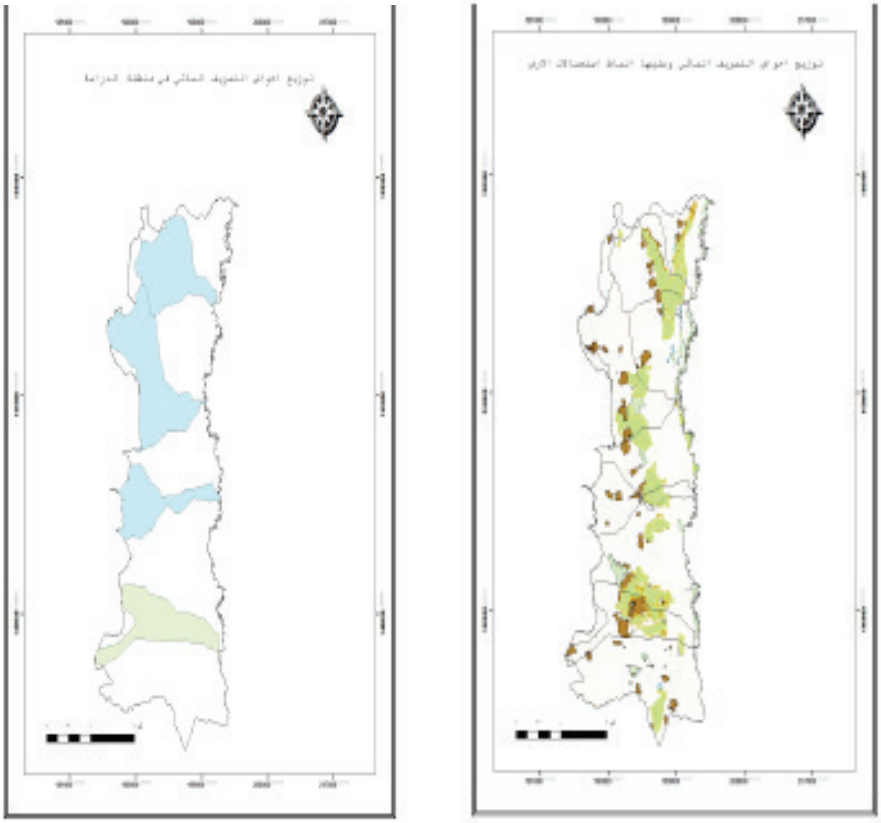
2- أحواض التصريف المائي.

يوجد في منطقة الدراسة أربع أحواض تصريف مائية وهي:

الحوض الأول: حوض الفارعة، ويغطي معظم التجمعات السكنية الآتية: (عين البيضاء، وبردلة، ومرج نعجة، والزبيدات، ومرج الغزال). وتبلغ مساحته (53) كلم2، وتتجه مجارية نحو الشرق، وتصب في الطريق الدائري الشرقي، وهذا الحوض من الدرجة الخامسة حسب طريقة ستايبلر التي تم تمثيلها في الشكل رقم (5)، والحوض الثاني هو حوض وادي العوجا الغربي ويقع بة التجمعات السكنية الآتية: (العوجا، وفصايل، ووادي الديوك) وتبلغ مساحته (72). كلم2، ومجاريه تتجه نحو الشرق، وهو من الدرجة الرابعة، والحوض الثالث هو حوض وادي الديوك الذي يغطي التجمعات السكنية الآتية: (منطقة أريحا، والنويعمة، والديوك، ومخيم عين السلطان، ومخيم عقبة جبر، وجزء من أراضي العوجا)، وتبلغ مساحته (38)كلم2. ومجاريه تتجه نحو الشرق، وتصريف هذا الحوض من الدرجة الرابعة. أما الحوض الرابع حوض فهو وادي القلط، ويغطي مساحة تبلغ (47) كلم2. ومجاريه تتجه نحو الشرق، وتصريفه من الدرجة الخامسة.انظر الشكلين رقم (6،5).

شكل رقم (5) توزيع أحواض التصريف المائي في منطقة الدراسة

شكل رقم (6) توزيع أحواض التصريف المائي وعليها أنماط استعمالات الأرض



المصدر: إعداد الباحث (2017)

5- علاقة التكوينات الجيولوجية بالتصريف المائي.

لاشك أن البنية والتركيب الجيولوجي لهما تأثير مباشر على التصريف المائي، والمظهر العمراني، وشبكة النقل والمواصلات، ولهما علاقة أيضا في مكونات التربة، وتحديد نوع الغطاء النباتي، ونمط استعمال الأرض، وتعتبر معرفة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة ضرورية للمخططين، وتؤخذ بعين الاعتبار عند إقامة المشاريع التي تعمل على التنمية والنهوض في المنطقة، وإن التعرف إلى الأخطار البيئية المحتملة من حدوث سيول وفيضانات، وما تلحقه من دمار في المباني والمنشآت المختلفة والانحرافات، والانهيارات الأرضية، وتجنب المواقع

التي يمكن أن تتعرض لمثل هذه الأخطار، وتعتبر من الموجهات الأساسية في عملية التخطيط عند استعراض توزيع الوحدات الجيولوجية في منطقة الدراسة كما هو مبين في الشكل رقم (7)، ويلاحظ وجود تنوع في التكوينات الجيولوجية المنتشرة في منطقة الدراسة، وبالتالي فإن تسرب مياه الأمطار لباطن الأرض في هذه الطبقات يكون مختلف من منطقة إلى أخرى حسب نوع التكوين، وفيما يلي أهم التكوينات المنتشرة في منطقة الدراسة:

1. تكوين اللسان (تكوين دامية): تنتشر هذه التكوينات فوق الجزء الشمالي للبحر الميت وحتى الشونة الشمالية وهذه التكوينات لها درجة عالية من التسريب المائي حيث أنها سميكة في معظمها.

2. الرسوبيات الحديثة: وهي التي بدأت في التكوين خلال البليوسين أي منذ 11ألف سنة، وما زالت تترسب حتى العصر الحديث.

3. التكوينات في فترة البليوسين (مرحلة اصدم) (Usdom Formation) أو مرحلة تكوين طبقات الملح السميكة): وتوجد في حوض البحر الميت، وتنتشر في الجزء الجنوبي والشمالي، وتعود هذه التكوينات في فترة البليوسين أي في أواخر العصر الثلاثي (Tertiary) أي قبل حوالي 7-3 مليون سنة من الوقت الحاضر.

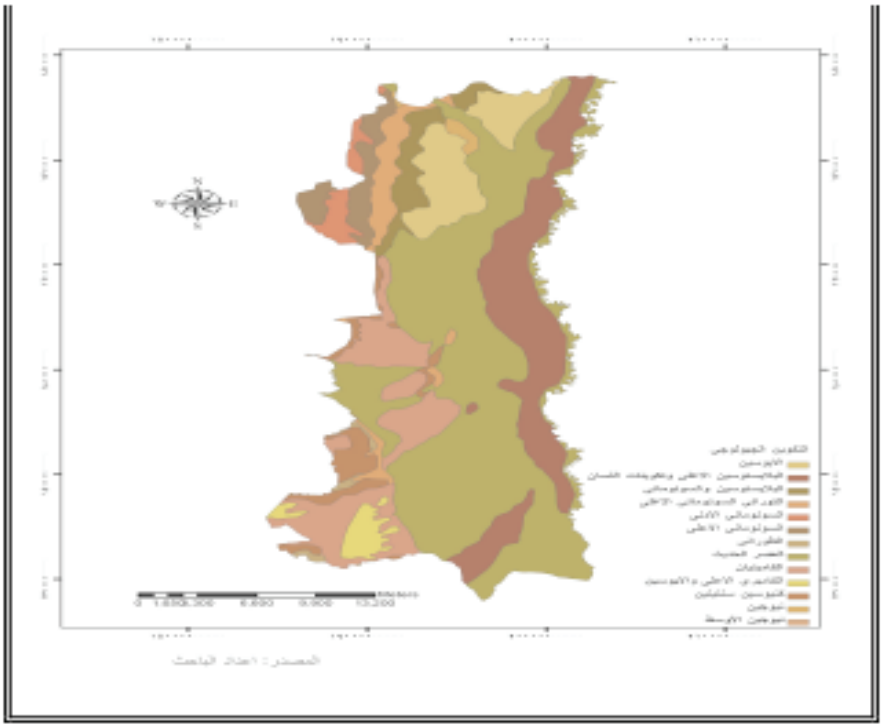
4. التكوين في عصر البلايستوسين والسونوماني مرحلة غور الكتار (Ghor el Katar Formation): تنكشف هذه التكوينات على بعد (27كم) شمال البحر الميت، وسماكة التكوين (350متر)، ويتكون من صخور الكونجلومرات والحجر الرملي، والغرين، والصخور الطينية والحجر الجيري بألوان حمراء، ورمادية وبيضاء، ويعود هذا التكوين إلى عصر البلايستوسين الأسفل (عابد، 1985).

5. البلايستوسين الأعلى تكوين السمرة (Samra): تنتشر على بعد (6كم) شمال شرق أريحا، وتتكون من صخور الحجر الرملي الجيري بسماكة من(6-10متر) مع تعاقب طبقات مارلية جيرية رقيقة.

6. تكوين نيوجين المتوسط والحديث، تكوينات الكامبنيان (Campanian): تنتشر في الجزء الجنوبي الغربي من المحافظة. (حسن, 1999, ص433).

7. تكوين الأيوسين:(Eocene): تتمثل تكوينات عصر الأيوسين في صخور العصر الجيري الذي يعد مناسبا للزراعة والبناء، وتنبع أهمية هذا العصر في طبقاته التي هي عبارة عن مصادر للمياه الجوفية، ومصدر إلى أعمال البناء والتشييد (باشا.1996,ص293).

شكل رقم (7) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



6- علاقة شبكة الطرق بالتصريف المائي.

تمثل شبكة الطرق لأغراض النقل أحد أهم الاستعمالات الحضرية في المدينة، إذ تسهم في تحديد أهم الشوارع التي تخترق النسيج العمراني الذي قد يتعرض لخطر السيول والفيضان في منطقة الدراسة، ويشكل الأساس عند عملية التخطيط في المحافظة، فحركة المواصلات يجب أن تتضمن التوازن بين مختلف أنواع المواصلات سواء أكانت عامة أم خاصة، ويمكن تصنيف الطرق في منطقة الدراسة إلى ثلاثة أصناف:

1. طرق رئيسة: وهي التي تخترق وسط المدينة ويبلغ عرضها **24**مترا.
2. طرق إقليمية: وهي التي تربط بين محافظة أريحا، ومختلف محافظات الضفة الغربية (نابلس, القدس, رام الله, طوباس).
3. طرق فرعية: وهي التي تربط بين أحياء المدينة والتجمعات السكنية، وتكون الطرق ذات اتجاه واحد.

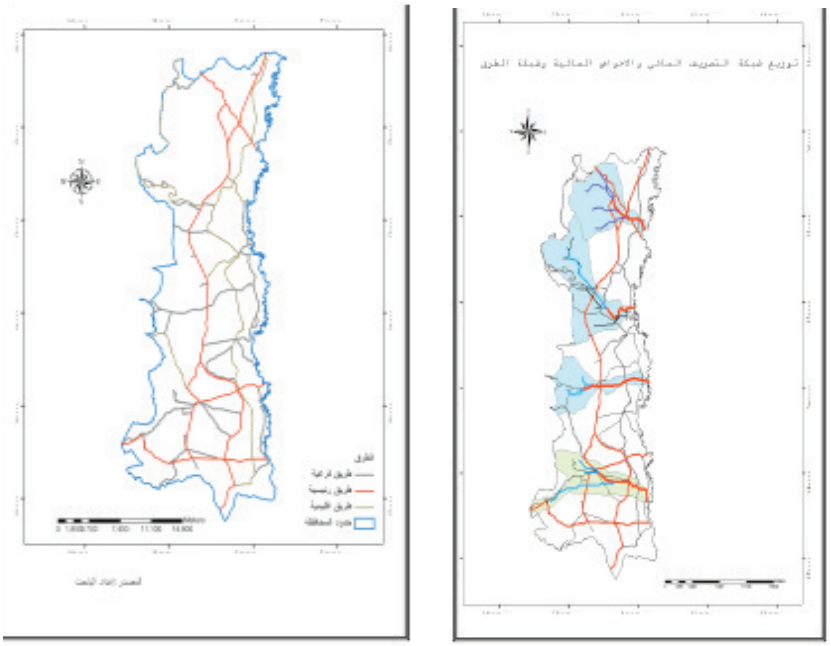
جدول (1) توزيع شبكة الطرق حسب النوع والطول في المحافظة

نوع الطريق	العرض م	الطول م
طريق إقليمية	30	120076
طريق رئيسة	24	150156
طريق فرعية	12	165461

إعداد الباحث: المسح الميداني (2017)

وقد تم اختيار مجموعة النقاط تلتقي عندها مسارات الأودية والشعاب لمناطق التجميع (Catchment Area) في منطقة الدراسة، يمكن اعتبار هذه الأماكن هي مواقع خطرة، حيث تتجمع فيها المياه السطحية الجارية. ولتفادي خطرها يمكن تخزين مياه الأمطار والسيول، بعمل إحدى الحلول والبدائل، مثل جدران اصطناعية، أو سدود، أو خرسانية، أو حفر آبار وبرك لتجميع مياه السيول، انظر الشكلين الآتيين رقم (8،9) يوضحان ذلك.

شكل رقم (8) توزيع شبكة الطرق في منطقة الدراسة شكل رقم (9) توزيع شبكة التصريف المائي والأحواض المائية وشبكة الطرق في منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث (2017)

7- علاقة التربة بالتصريف المائي.

تؤدي التربة دوراً مهما في الصمود في وجه الفيضانات والسيول، إذْ يتوقف عليها قوة الجريان المائي والرواسب المفككة التي تقام عليها أساسيات المباني، وكذلك تؤدي نوعية التربة دورا أساسيا في التقليل من حدة الفيضانات وجريان المياه، عن طريق إبطاء تصريف المياه في المجاري المائية، لذا يجب دراسة نوع التربة وتحديد خصائصها ومدى ملاءمتها للبناء، ولزراعة المحاصيل، والأشجار حتى لا تتعرض حياة السكان للخطر، فالتربة الطينية المدارية اللزجة تربة غير صالحة للزراعة، ويراعى عدم البناء عليها؛ لأنها ستصبح لزجة غير صالحة لأي استخدام حين تتعرض للمياه، وكذلك التربة الطينية البنية يراعى عدم التأسيس عليها عند تعرضها لأي نوع من أنواع المياه، مثل مياه الصرف تضغط وتحلل الجذور النباتية، ويؤدي ذلك إلى هبوط المبنى، فهي تصلح للاستخدام الزراعي، والتربة الطينية البنية الغامقة تصلح لممارسة النشاط الزراعي، وعند التأسيس عليها فإن المواد الطفيلية تتفكك عند تسرب المياه إليها، ويراعى عدم التأسيس عليها في المناطق التي تعلو منسوب البحر، أما التربة الملحية فهي تربة بها نسبة عالية من الأملاح مثل كلوريد الصوديوم أو كبريتات، ونتجت هذه التربة من تحليل الصخور والمعادن بالعوامل الجوية والصناعية قرب منطقة البحر الذي يعتبر مصدر الأملاح، وتعتبر هذه التربة غير صالحة لزراعة أي نوع من أنواع النباتات، وتستغل للبناء واستخراج كميات الملح منها، وهي من المصادر الطبيعية في منطقة الدراسة.

وتصلح تربة الرواسب الرملية لمحاصيل مثل أشجار النخيل، وينصح في استغلال هذه التربة للبناء، إذْ تحتوي هذه التربة على خصائص ذات مقاومة كبيرة للهبوط (البنا, 1998)، في حين إن التربة الجيرية التي تحتوي على نسبة من الجير تكون صالحة للبناء، وإقامة المصانع؛ لأن الجير مادة إسمنتية تساعد على تثبيت التربة وتماسكها. (خلوصي, 1991, ص15)، انظر جدول (2) والشكل رقم (10) فهما يوضحان ذلك، ويمكن تصنيف التربة في منطقة الدراسة إلى الأنواع الآتية :

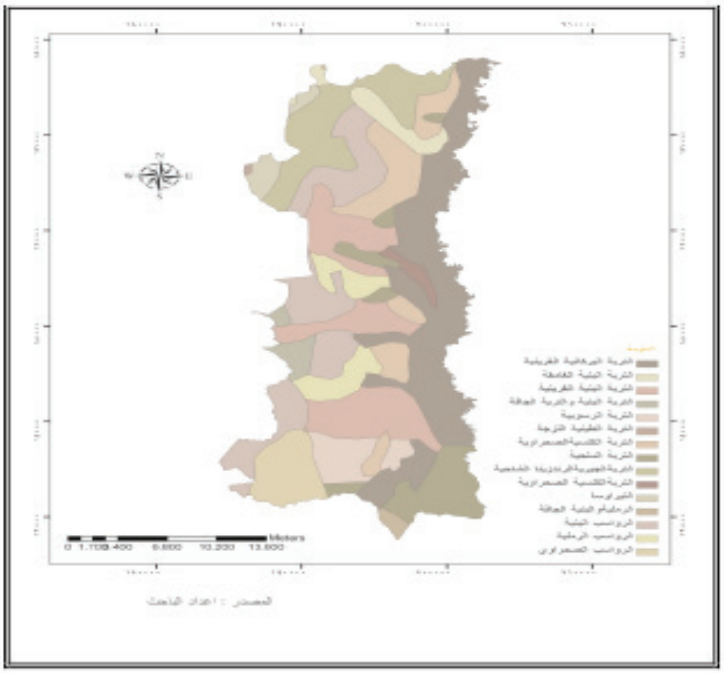
جدول (2) أنواع التربة ومساحتها ونسبتها وعمقها في منطقة الدراسة:

نوع التربة	المساحة ل م2	النسبة	العمق بالمتر
التربة البنية الغرينية	86721183,5913	14,8	4
التربة البنية والرواسب الصحراوية	42871541,5026	7,1	5
الرواسب البنية	70683222,4219	12.1	5
التربة الجيرية الرندزينا	58496682,1215	10	30

التربة الكلسية الصحراوية	60287287,9601	10	9
التربة البنية الغامقة	15537930,6326	2,6	16
التربة الطينية اللزجة	513276,9452	0,008	20
التربة البنية الجافة	10189274,496	1,7	3
الرواسب الرملية	50186165,3821	8,5	7
التربة البركانية الغرينية	132514309,7697	22,5	6
التربة البركانية الغرينية الرملية والبنية الجافة	3516223,9721	0,006	6
التربة الملحية	46195456,2578	8	9
الرند زينا والتيراروسا البنية	1011226,2546	1,7	25

المصدر: إعداد الباحث معالجة المرئية الفضائية والمسح الميداني.

شكل رقم (10) توزيع التربة في منطقة الدراسة



الفصل الثالث

التحليل المكاني للمناطق المهددة بالسيول والفيضان

استعمال نظم المعلومات الجغرافية كتقنية في التحليل المكاني، وكذلك التطور في علم الخرائط في معرفة توزيع الظاهرات الجغرافية، والاعتماد على هذه التقنيات في زيادة ثقة المخططين في دراساتهم، أدت إلى تطوير أساليب التعامل مع الظاهرات بما يتلاءم وطبيعة موضوع الدراسة، وفي هذه الدراسة تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأداة وتقنية فعالة، ودقيقة للحصول على المعلومات اللازمة، حيث تم تخزين البيانات المكانية وتحليل المعلومات في نظام معلوماتي مكاني قابل للإضافة والتعديل، وتم تخزينها على شكل قاعدة بيانات جغرافية في بيئة الـ (GIS)، وإنتاج البيانات نفسها على هيئة خرائط استخدمت في تحليل مخاطر التدفق المائي للسيول والفيضان في منطقة الدراسة.

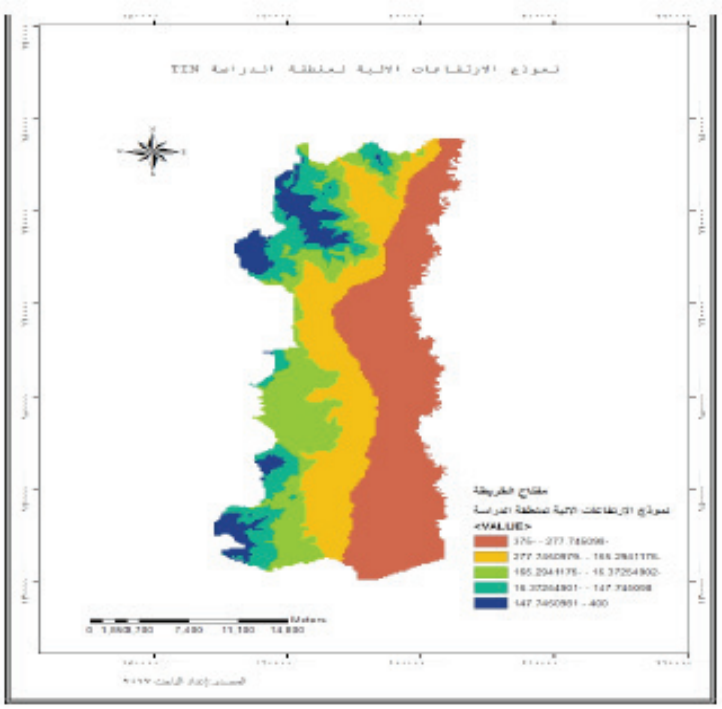
1- النمذجة المكانية.

النموذج هو تمثيل بسيط للظاهرة أو النظام يوضح المراحل المختلفة لتطور الظاهرة وعلاقتها بالمتغيرات المكانية وغير المكانية التي تؤثر فيها وتتأثر بها، وإعادة تصنيف تلك العلاقات ونتائجها. إن نظم المعلومات الجغرافية تهتم بمحاكاة الواقع المكاني وتمثيله بطرق ووسائل ومساقط متنوعة، وهذه الوسائل والطرق للتمثيل تفعل عن طريق ما يسمى بالنماذج المكانية (Spatial Model). والنموذج المكاني: تمثيل للواقع المكاني (الظواهر أو المعالم الجغرافية الحقيقة). ويشمل ذلك معلومات الظاهرة وعلاقتها المختلفة وخصائصها الفيزيائية كافة، وذلك لتسهيل فهم الصيغ المكانية وطرق معالجتها من أجل محاكاة واقع العالم الحقيقي من خلال هذا النموذج. وبهذا نخلص إلى أن النموذج المكاني يعد الحد الأدنى من المعلومات والطرق والصيغ الرياضية التي يمكن من خلالها تمثيل عالم الواقع ومحاكاته بعد معالجة هذه المعلومات المعالجة السليمة وإدخاله في الحاسب الآلي لقد أصبحت النمذجة (Modeling) بنظم المعلومات الجغرافية أعظم نضجا خلال العقدين الماضيين (شرف، 2008)، فبعد أن كانت يوما ذات أهداف فردية ووصفية، أصبحت الآن أكثر تعقيدا وتنظيما ومتعددة الأهداف. ويعد هذا نتيجة للتطوير المتزايد الذي يتمتع به مستخدمو نظم المعلومات الجغرافية. ويظهر منمذجو (صناع القرار) نظمَ المعلومات الجغرافية اليوم إدراكا متزايدا بغية قدرة البرامج على نمذجة مجموعة واسعة من مجالات التطبيق المتنوعة، وحالات نمذجية مكانية معقدة. ومع الزيادة المطردة في السرعة الحاسوبية مع الزيادات الكبيرة في قدرات التخزين، يتوقع أن يزيد من استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأداة للنمذجة بوتيرة أسرع من السابق، وفي هذه الدراسة تم عمل نمذجة تجاه التدفق المائي المتراكم، والمناطق المهددة بالسيول في محافظة أريحا، ونمذجة السطوح (Surfaces) مثل الشبكة المثلثية غير المنتظمة (TIN) من خلال أدوات التحليل المكاني.

2- شبكة المثلثات غير المتساوية (TIN Triangulated Irregular Network):

اعتمادا على ملفات نماذج البيانات النقطية (Raster) تم إنتاج نموذج البيانات الاتجاهية (Vector)، وتم إنشاء كل من نموذج شبكة المثلثات غير المتساوية (TIN)، ونموذجي (DEM Digital Elevation Model)، وأصبح متاحا في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية إنشاء كل من نموذجي (TIN)،(DEM)، والتحويل بينهما. وتم بناء نموذج الارتفاعات، (DEM Digital Elevation Model) لظاهرات سطح الأرض من خلال برنامج (ARC GIS)، ويتألف هذا النموذج الهندسي من مثلثات متجاورة وغير متقاطعة، وهذا يعني أن لكل مثلث ثلاثة رؤوس، كل رأس فيها على هيئة نقطة معروفة الإحداثيات (XY) إلى جانب ذلك معلومة جديدة، وهي قيمة (Z) التي تمثل عنصر الارتفاع الذي يعدٍ بالنسبة لظاهرات سطح منطقة الدراسة أهم خصائصها على الإطلاق، ويرجع ذلك إلى أن ظاهرات سطح الأرض كلها ترتبط به بعلاقات موجبة أو سالبة (عودة، 2005). وبالاعتماد على خريطة نموذج شبكة المثلثات غير المتساوية تم تصنيف منطقة الدراسة إلى حسب قيم المناسيب، انظر الشكلين رقم (11،13) اللذين يوضحان ذلك.

شكل رقم (11) نموذج الارتفاعات الآلية لمنطقة الدراسة (TIN)



3- تحليل السطوح والانحدار(Surface Analysis).

الانحدار هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو الميلان الذي يرتبط بين نقطتين مختلفتين في المنسوب، أو الزاوية التي يصنعها سطح الأرض مع الأفق (سلامة، 2004)، كما هو الحال بالنسبة لمنطقة الدراسة تم تحديد أعلى نقطة كانت (+375م) وأخفض نقطة كانت (-400) كما هو مبين في الشكل رقم (10) السابق الذكر، وبناءً علية تم تمثيل نموذج الانحدار، وتم التعبير عنة بالدرجات انظر شكل (12)، وقد صنفت المنحدرات حسب درجة انحدارها إلى الأنواع الآتية:

جدول (3) تصنيف المنحدرات حسب درجة انحدارها

درجات الانحدار	نوع الانحدار
أكثر من 42	حاد جدا Cliff
16 42-	حاد Steep
16-10	حاد معتدل Moderate Steep
10-3	معتدل Moderate
أقل من3-	مستوي Level

المصدر: الباحث،2017.

تعطى الخصائص الانحدارية أهمية بارزة في الجريان السطحي للمياه, وتحدد درجة الانحدار سرعة المياه ودرجة تدفقها أو ومدى تأثيرها على الاستعمالات المختلفة منطقة الدراسة، وتوزع درجات الانحدار في منطقة الدراسة كما هو في الجدول رقم (4) و الشكل رقم (12).

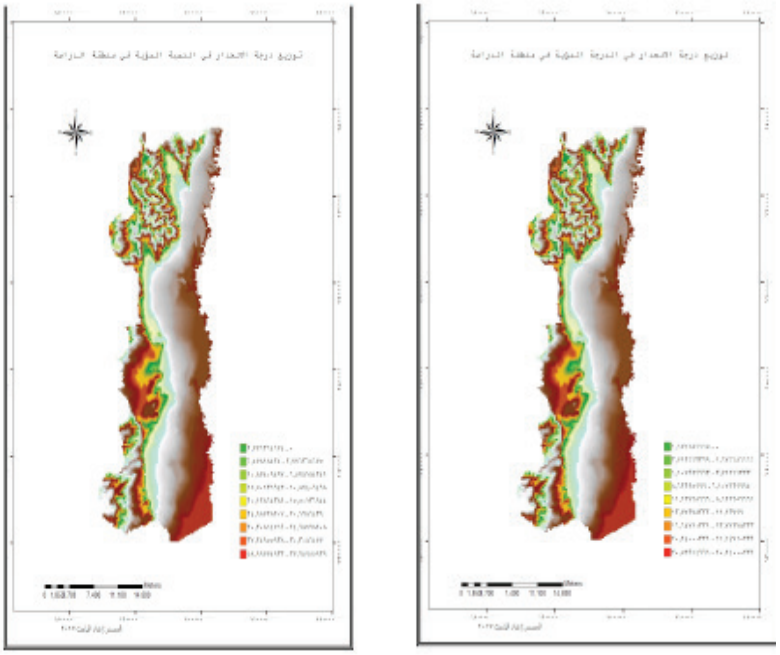
جدول (4) توزيع درجات الانحدار ونسبتها ومساحتها في منطقة الدراسة

درجة الانحدار	المساحة لكل م2	النسبة المئوية
أقل من 3-	367635851,8036	62%
10-3	76895858,3414	13%
16-10	57374331,2234	10%
22-16	44594418,5611	8%
31-22	20550603,7762	3%

42-31	11345561,4072	2%
55-42	5925232,5285	1%
68-55	5295549,8671	0,008
أكبرمن68	2799333,3713	0,05

المصدر: الباحث،2017

شكل رقم (12) توزيع درجات الانحدار في منطقة الدراسة



3- التحليل الطبوغرافي للسطح (Topographic Surface):

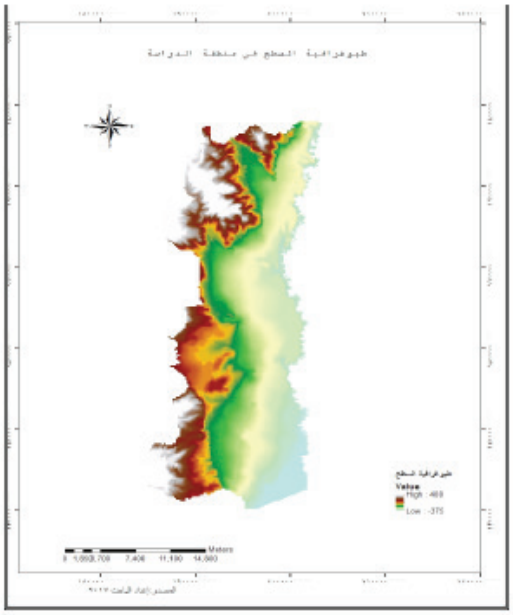
تؤثر طبوغرافية السطح تدفق السيول والفيضانات داخل منطقة الدراسة، وفي خطة البناء من حيث شكل المحافظة (دائري، مستطيل، شريطي) واتجاه توسعها، وتكون المناطق السهلية أكثر تعرضا لخطر للسيول والفيضان من المناطق الجبلية الوعرة، إذْ تؤثر شدة تضرس السطح وعدم الاستوائية إلى شدة التعرض لسرعة الجريان السطحي والتدفق المائي، وقد اكتسبت منطقة الدراسة أهمية خاصة من حيث درجة الانحدار، والارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح

البحر، باعتبارها منطقة حيوية مطلة على البحر الميت، ويتراوح منسوبها مابين (400-م إلى +375)م فوق مستوى سطح البحر، انظر شكل (13)، إذ تنحدر الأراضي السهلية من الغرب باتجاه الشرق من 195 إلى 300م، ومن الشمال إلى الجنوب من -240- إلى300-م دون مستوى سطح البحر، وتنكشف صخور مرحلة غور الكتار على بعد 27كم شمال البحر الميت إلى الغرب من نهر الأردن، وتتكون من صخور الحجر الرملي والغرين والصخور الطينية والحجر الجيري بألوان حمراء رمادية، وجميع هذه الصخور من الحجر الجيري الذي نِقل من أعالي الجبال الشرقية والغربية، أما المنطقة السهلية الممتدة بين كثبان الكتار(أي التلال القريبة من نهر الأردن) تشكل مرحلة من مراحل الحت والانخفاض للغور، ومن أهم مظاهر السطح وجود الصدوع والالتواءات. أما الطيات والمحدبات والمقعرات فهي أقل أهمية من الصدوع في تشكيل منطقة الغور، ويوجد في منطقة الدراسة مجموعة من الحافات الانكسارية والصدوع منها:

1- الصدوع الجانبية -2 الصدوع العرضية.

يوجد لهذه الصدوع علاقة مباشرة في عملية الخفض والتحريك المستمر، وخفض منطقة الدراسة، وتشكيل حوض البحر الميت، وانخفاضه عن مستوى سطح البحر، وتنتشر هذه الصدوع باتجاه شمالي جنوبي في منطقة الدراسة (عابد, 1985).

شكل رقم (13) طبوغرافية السطح في منطقة الدراسة



4- تحليل تطابق الطبقات (layer Overlay).

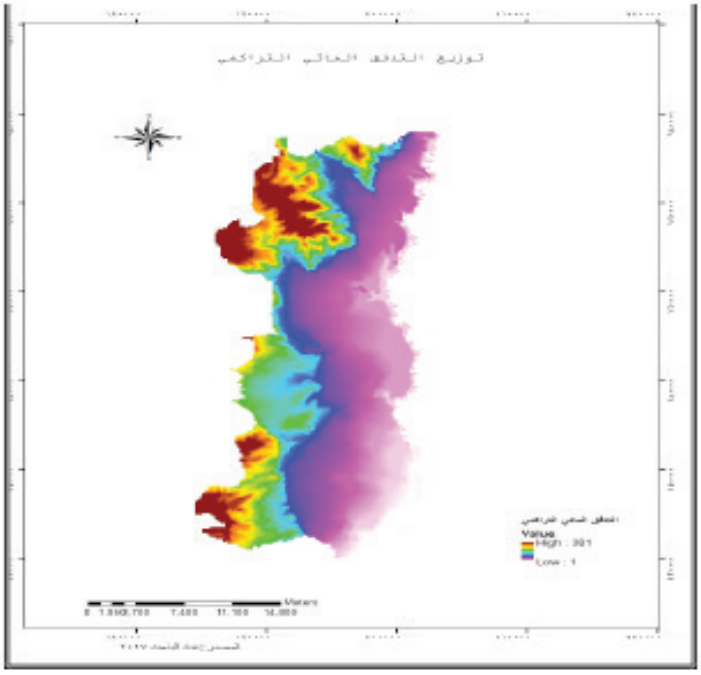
تعدِ عملية مهمة من عمليات المقارنة بين الطبقات **(Map Comparison)** التي يستفاد منها في دراسة العلاقات المكانية بين الظاهرات، وهي نقطة البداية التي تنطلق منها عمليات تحليل البيانات بواسطة نظم المعلومات الجغرافية. ويعني تطابق الخرائط تجميع بيانات من خريطتين أو أكثر لإنتاج بيانات جديدة أو خريطة جديدة تكون محصلة عملية التطابق الدالة على مدى تداخل أو تقاطع الظاهرات، واتجاهات التغير المكاني للظاهرات واستبدال مواقعها، مما يسهل فهم العوامل المؤثرة في توزيع الظاهرات وتغييرها المكاني على حساب ظاهرات أخرى، أو مدى استقلالها عنها، ومدى تطور توزيع الظاهرة عبر الزمن، وتعد القدرة التحليلية الفائقة إحدى أهم مميزات نظم المعلومات الجغرافية الإلكترونية، والتحليل المكاني **(Spatial Analysis)** عملية تمثيل واختيار واختبار وتفسير لنتائج النماذج المكانية. وهنا تم استخدام البيانات والمعلومات التي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية كافة لتحليل السيول في منطقة الدراسة، فتم ربط البيانات ذات العلاقة مع بعضها لغرض التحليل والتوصل إلى مواقع مخاطر التدفق المائي في محافظة أريحا. ومن ثم تم تحويل البيانات المتوفرة إلى خرائط لسهولة قراءتها والاستفادة منها. وقد تم عمل تطابق ظاهرة مساحية مع ظاهرة مساحية **(Polygon In-Polygon-)**، من خلال تطابق الخرائط بطريقة التقاطع**(Intersect)**، وتستخدم هذه الطريقة بهدف عمل التطابق في المواقع التي تتقابل فيها عناصر الخريطة المدخلة مع عناصر الخريطة المنطبعة فقط، أو المواقع التي يتواجد فيها كل من عناصر الخريطة المدخلة، وعناصر الخريطة المنطبعة فقط، وفي هذه الحالة سوف تشتمل الخريطة المخرجة على العناصر المشتركة في مساحة واحدة بين الخريطتين، أما المساحات التي لا يتقابل فيها العنصران في مساحة واحدة فلا تشتمل عليها الخريطة المخرجة. وتم هنا عمل التطابق بين خريطتين الأولى خريطة أحواض التصريف المائي التي تحتوي على الظواهر المساحية والثانية خريطة استخدامات الأرض التي تحتوي على الظواهر المساحية، وكان الهدف من ذلك تحديد أنماط استعمالات الأرض التي تقع داخل أحواض التصريف المائي. كما هي في الشكل رقم **(5)** ورقم **(6)** الذي يبين ذلك **(شرف، 2008)**.

5- تحليل التدفق المائي التراكمي.

يتحدد من خريطة اتجاه التدفق المائي السطحي اتجاه التدفق المائي من خلية إلى خلية أخرى مجاورة لها، وفي حالة اتفاق اتجاه التدفق من الخلية الأولى إلى الخلية الثانية مع اتجاهه من الخلية الثانية إلى الخلية الثالثة فهذا يعني أن الخلية الثالثة سيصل إليها الماء الذي تدفق من الخلية الأولى إلى الثانية ثم أضيف إلى الماء المتدفق من الخلية الثانية إليها، وهذا يعني أن الخلية الثالثة ستستقبل كمية من المياه تراكمت من خليتين أعلى منها في الارتفاع، وهكذا في حالة ما تشابه اتجاه التدفق المائي في ثلاث خلايا متجاورة، فهذا يعني أن الخلية الرابعة

المتجه إليها التدفق ستستقبل كمية الماء المتدفق إليها من الخلايا الثلاثة المجاورة لها.انظر الشكل رقم (14).

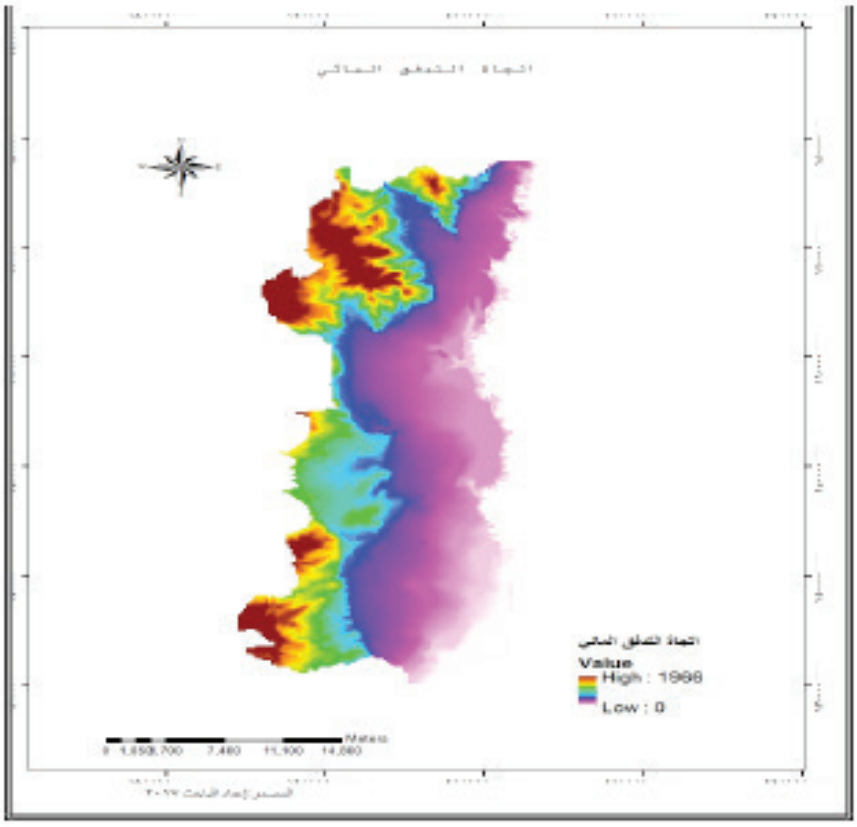
شكل رقم (14) التدفق المائي التراكمي في منطقة الدراسة



6- تحليل اتجاه التدفق المائي

يعتمد تحليل اتجاه التدفق المائي السطحي على خريطة مناسيب سطح الأرض، حيث يتم إنتاج شبكة تأخذ كل خلية فيها قيمة الفارق في المنسوب بين الخلية باعتبارها الخلية المركز، وثماني خلايا مجاورة لها في نطاق 3 أسطر 3 x أعمدة، ثم يتم إنتاج شبكة تحدد داخل كل خلية قيمة الانحدار بين كل خلية والخلايا الثمانية المجاورة لها، ويتحدد اتجاه التدفق المائي بالاتجاه من الخلية المركز نحو الخلية التي تنخفض عنها، وتحمل أكبر فارق في المنسوب بينها، وبين الخلية المركز، ثم يتم تكرار حساب اتجاه التدفق لباقي خلايا الشبكة بالطريقة ذاتها. وتحمل خلايا شبكتها قيما تعبر عن اتجاه التدفق. كما هو في الشكل الآتي:

شكل رقم (15) اتجاه التدفق المائي في منطقة الدراسة



النتائج:

1. تغطي منطقة الدراسة أربعة أحواض تصريف مائية رئيسة وهي: الحوض الأول حوض الفارعة، وتبلغ مساحته (53) كلم2، والحوض الثاني حوض وادي العوجا، وتبلغ مساحة (72) كلم2، والحوض الثالث حوض وادي الديوك، وتبلغ مساحة(38)كلم، والحوض الرابع وتبلغ مساحة(47) كلم2.

2. تبين من التحليل المكاني إن المرتفعات تنحدر متدرجة من الشرق إلى الغرب، وتضم المناطق الآتية: (وادي العوجا، وادي فصايل، وادي الديوك، أريحا)، وهذا تهديد للتجمعات السكنية والزراعية والطرق الممتدة فيها، ويبين هذا مصب الأحواض كما هو في شكل رقم (5)، وشكل رقم (6). وتتعرض هذه المنطقة للسيول والفيضانات بمستوى مرتفع وخطير في حال حدوثها.

3. أعلى نسبة لانحدار السطح في منطقة الدراسة أكبر من(68 %). إذْ تبلغ مساحتها من منطقة الدراسة (2799333) لكل م2، وتنتشر في الجزء الغربي من المحافظة. وأخفض نسبة انحدار كانت (أقل من3-) وتبلغ مساحتها من منطقة الدراسة(367635851) لكل م2، وتنتشر في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة.

4. تبين أن حوضي رقم (4) ورقم (2) يحتويان أكبر مساحة للمناطق السكنية والزراعية والطرق، بينما يحتوي الحوضان رقم (1) ورقم (3)على أقل مساحة للمناطق السكنية كما هو مبين في الشكل رقم (5)، ورقم (6).

5. تبين من خلال الدراسة أن هناك نموا عمرانيا تجاه الشرق من حدود منطقة الدراسة، وذلك خلال المقارنة عبر فترات زمنية مختلفة. وعندما توسعت هذه الأحياء فإن الأودية تتوسط العمران؛ مما يشكل خطرا عليها عندما تسقط الأمطار وتجري فيها المياه.

6. اتضح أن منطقة (العوجا، وفصايل، والديوك، وأريحا) تتعرض للسيول بمستوى مرتفع وخطير. وعين البيضاء، وبردلة، ومرج نعجة، والزبيدات، ومرج الغزال تتعرض للسيول بمستوى متوسط. لذا يجب معالجتها وتخفيض المخاطر الطبيعية من تدفق مياه السيول والفيضانات، مما سيسهم في التنبؤ المبكر للمخاطر ويدعم التخطيط السليم في اتخاذ القرار.

7. تضم منطقة الدراسة عددا من الطرق المهمة التي تبلغ مجموع أطوالها (435693)

م، وأهمها الشارع الرئيس وهو ما يطلق علية شارع رقم (90) الذي يمر في المحافظة من شمالها إلى جنوبها؛ مما يشكل خطرا عليه عندما تسقط الأمطار، وتجري بها المياه، وتكون عالية المنسوب عندما تحدث السيول والفيضانات. وكذلك أيضا شارع المعرجات الذي تكون نسبة الانحدار فيه عالية وشديدة، ويكون معرضا لخطر شديد عند حدوث السيول والفيضانات.

8. تبين من خلال الدراسة أن هناك انتشارا للمناطق الزراعية في اتجاه وسط المحافظة وشرقها. وعندما تسقط السيول والفيضانات، فإن الأودية تتوسط المناطق الزراعية؛ مما يؤدي إلى غرقها وتدميرها.

التوصيات:

1. الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في دراسات السيول والفيضانات لما تقدمة من إمكانيات ستسهم في التنبؤ المبكر لمخاطرها، وتدعم التخطيط السليم والمساعدة على الوصول إلى أفضل القرارات.

2. إنشاء قنوات أو عبَّارات لتصريف مياه الأمطار والسيول في المناطق المكتظة بالعمران والسكان المناطق الزراعية، وتحذير السكان من أخطار السيول وأماكن الخطر، وإرشادهم إلى الأماكن الآمنة للتوسع العمراني والزراعي.

3. الأخذ في الاعتبار كميات السيول ومساراتها عند وضع مشاريع كالطرق مع مراعاة مستوى الطرق حتى لا تشكل حاجزا للسيول، وتنفيذ حلول لتصريف مياه الأمطار والسيول التي تتجمع فيها.

4. إجراء دراسات تفصيلية لتصريف المياه الناجمة عن السيول في أحواض التصريف المائي التي تغطي الأحياء الآتية: (حوض وادي العوجا، وفصايل، وحوض وادي الديوك، ومدينة أريحا)، التي تمتاز بكثافة الأودية، وسرعة نموها العمراني.

المراجع العربية:

- النجوم، هاني (2000)، دراسة إمكانية تنمية إقليم الأغوار الفلسطينية وإقامة قطب تنموي موازي لأريحا، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.
- البنا، بركات (1998)، ميكانيكا التربة والمياه، الطبعة الأولى، مطبعة البردى، المنصورة.
- باشا، سعد (1996)، الجيولوجيا العامة والبيئة، عمان، الطبعة الثانية.
- حسن، يوسف (1990)، أساسيات علم الجيولوجيا، عمان، دار المنهل.
- خلوصي, محمد (1991)، استطلاع الموقع وأبحاث التربة والأساسيات، الطبعة الأولى.
- عابد، عبد القادر (1985)، جيولوجية البحر الميت نشأته ومياهه وأملاحه وقناة البحرين، ط1، عمان، دار الأرقم.
- عودة، سميح (2005)، أساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في رؤية جغرافية، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- سلامة، رمضان (2004)، أصول الجيوموفولوجيا، ط1، عمان، دار المسيرة.
- شرف، محمد إبراهيم (2008)، جغرافية المناخ التطبيقي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- شرف، محمد إبراهيم (2010)، التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- مركز المعلومات الوطني الفلسطيني، وفا (2017)، بيانات منشورة.

المراجع الأجنبية:

- A. Youssef, B. Pradhan, and A. Hassan. "Flash flood risk estimation along the St. Katherine road,southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery", Environmental Earth Science, DOI 10.1007/s12665-010-0551-1, Published on line April 27, 2010.
- A. Saleh, and S. Al-Hatrushi. "Torrential flood hazards assessment, management, and mitigation, in wadi Aday, Muscat area, Sultanate of Oman, a GIS & RS approach", Egypt. Journal of Remote Sensing and Space Sciences., 12, 2010, pp. 71-86.
- H. Chang, J., Franczyk, and C. Kim. "What is responsible for increasing flood risks? The case of Gangwon Province, Korea", Natural Hazards, (48), 2009, pp. 339–354.
- A. Jasrotia, and R. Singh. "Modeling runoff and soil erosion in a catchment area, using the GIS, in the Himalayan region, India", Environmental Geology, (51), 2006, pp 29–37.
- J. Chen, A. Hill, and L. Urbano. "A GIS-based model for urban flood inundation", Journal of Hydrology, 373, 2010, pp. 184–192
- Z. Dongquan, C. Jining, W. Haozheng, T. Qingyuan, C. Shangbing, and S. Zheng. "GIS-based urban rainfall-runoff modeling using an automatic catchment-discretization approach: a case study in Macau", Environmental Earth Sciences, (59), 2009, pp. 465–472.
- P. Guptaa, and S. Panigrahya. "Geo-spatial modeling of runoff of large land mass: Analysis, approach and results for major river basins of India", Proceedings. Of the international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing, 2008.
- D. Gogoase, I. Armaş, and C. Ionescu. "Inundation Maps for Extreme Flood Events at the Mouth of the Danube River", International Journal of Geosciences, (2), 2011, pp. 68-74.
- S. Karmakar, S. Simonovic, A. Peck, and J. Black. "An information system for risk-vulnerability assessment to flood", Journal of Geographic Information System, No. 2, 2010, pp. 129-146..