جيومورفولوجية مدينة الكرك وأثرها في تحديد استعمالات الأراضي

محمد جميل القراله (*)
عمر فرحان السقرات (*)

الملخص

هدفت الدراسة إلى تقييم اثر جيومورفولوجية مدينة الكرك في تحديد استعمالات الأراضي،والعمليات الجيومورفولوجية الناتجة عنها، وكيفية تجنب الآثار الجيومورفولوجية السلبية لاستعمالات الأراضي. تم تسجيل ثلاث مناطق خطرة في المنطقة وهي: (منطقة البركة، ومنطقة الشهابية، ومنطقة المرج) على التوالي. كما تم إنتاج خارطة جيومورفولوجية للمنطقة باستخدام مرئية فضائية ذات قدرة تمييزية عالية تبين الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسة، ومناطق الخطر، كما استخدم نظام التوقيع العالمي (GPS) لتحديد مواقع المنازل التي تعرضت للانهيارات الأرضية، والهبوط الأرضي في المنطقة الناتجة عن: التوسع الحضري على منحدرات التلال، ونوعية التربة، والتراكيب الجيولوجية، وإنشاء الطرق.

الكلمات الدالة : استعمالات الأراضي، الآثار الجيومورفولوجية، الانهيارات الأضية، نظام التوقيع العالمي.

---

* أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا /كلية العلوم الاجتماعية-جامعة مؤتة.
* أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا /كلية العلوم الاجتماعية-جامعة مؤتة.

The Geomorphology of AL-karak City and Its Impact on Defining Land Usage

Mohammad Jamil AL-qaralleh
Omar Farhan AL- Sagarat

Abstract

The study aimed to evaluate the impact of geomorphology of Alkarak city on defining land use and defining the geomophological process resulted from land use, and how to avoid the negative geomorphological impact due to land use. Three hazard zones recorded in the area: (Alberka zone, the Ashabeia and the Almarj area) respectively. Geomorphological map of the area was produced using high resolution satellite image showing the main geomorphologic units and the hazard zones, GPS was used to define the location of houses subjected to mass wasting, and modern subsidence in the area resulted from: urban expansion along the hill slopes, soil quality, geological structure, and roads construction .

Key word: Land uses, geomorphological Impacts, Mass Wasting, GPS

المقدمة:

للجيومورفولوجيا دور بارز في تحديد أثر المشاريع الهندسية على هيئة واستعمالات الأراضي، بدايةً من عمليات الاستكشاف،وفي مراحل التحقق من مدى ملاءمة الأماكن للاستغلال، وذلك لتقييم الأخطار المحتملة في ضوء أشكال الأرض، واصل نشأتها، ومكونات المواد، والعمليات الجيومورفولوجية الحالية (Doornkamp, J. C.; at el. 1979)، فالانهيارات الأرضية تمثل مجموعة من العمليات الجيولوجية، والجيومورفولوجية ذات الأهمية، وهذه العمليات يمكن أن تسبب الحوادث، وتتسارع نتيجة لإشغال مناطق المنحدرات غير المستقرة.

ولكي يتم الحكم على دور الجيومورفولوجيا في تقييم اثر النشاطات البشرية على البيئة ، فان تقييم الأثر البيئي يجب أن يتم لمشاريع محددة لكي يتم تقييم ملاءمتها لتلك البيئة. كما يجب الأخذ في الاعتبار بان أي نشاط لأي مشروع مخطط له يجب أن يؤخذ في الاعتبار الآثار على جميع العناصر البيئية المختلفة، والتي يجب أن تفحص لمعرفة أخطارها الجيومورفولوجية، وينبغي عند الحديث عن علاقة الانسان بالبيئة والنشاطات التي يمارسها أن يؤخذ في الاعتبار تأثير الظروف الجيومورفولوجية للبيئة على هذه النشاطات. فالانتشار والتوسع ظاهرة عامة لمعظم المدن، كما أن المحددات الجيولوجية للتوسع مرتبطة بجيومورفولوجية المنطقة، وخصائصها الهندسية.

لقد حددت جيومورفولوجية مدينة الكرك نمط استعمالات الأرضي فيها كما ساهمت استعمالات الأراضي، في تعديل أشكال السطح. لذا كان لابد من دراسة تأثير استعمالات الأراضي المختلفة للمدينة التي ساهمت في تعديل أشكال الأرض، وتأثير جيومورفولوجية المنطقة على نمط استعمالات الأراضي فيها، علما بان مدينة الكرك تقع على هضبة مثلثة الشكل تحيط بها الأودية من جوانبها الثلاثة (وادي الست من الشرق، ووادي الإفرنج من الغرب، ووادي الكرك من الشمال) لتلتقي معاً عند عين سارة التي تقع على مسافة 2 كم غرب المدينة .

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد اثر جيومورفولوجية مدينة الكرك على تحديد استعمالات الأراضي وآثار هذه الاستعمالات على حدوث ظاهرات ذات آثار تدميرية ينجم عنها الكثير من الأخطار البيئية، ومن أهداف الدراســة ما يلي :

- التعرف على العوامل الطبيعية لمدينة الكرك.
- تحديد العمليات الجيومورفولوجية الناتجة عن استعمالا ت الأراضي.
- كيفية تجنب الآثار الجيومورفولوجية السلبية الناتجة عن استعمالات الأراضي
- عمل خريطة جيومورفولوجية لمدينة الكرك.

مبررات الدراسة:

1. ظهور مشكلات بيئية جيومورفولوجية خطرة كالانهيارات الأرضية في الفترة الراهنة.
2. افتقار مدينة الكرك للدراسات الجيومورفولوجية.
3. العمل على توفير بيانات جيومورفولوجية عن مدينة الكرك.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية الدراسة في تناولها لجيومورفولوجية مدينة الكرك، في محاولةً لسد جزء من النقص في مثل هذا النوع من الدراسات والتي تتناول دور العمليات الجيومورفولوجية في تحديد استعمالات الأراضي في مدينة الكرك، وتوجيه الامتداد العمراني للمدينة نحو الأطراف (الضواحي) نتيجة لمحدودية المساحة، وتجنباً لأخطار الانهيارت الأرضية المتكررة.

الدراسات السابقة:

تفتقر منطقة الدراسة إلى دراسات جيومورفولوجية متخصصة ، سوى بعض المحاولات المحدودة التي تناولت بالدراسة أثر العوامل الطبيعية والبشرية والخصائص الجيومورفولوجية لحوض وادي الكرك، وطبيعة استعمالات الأراضي في مدينة الكرك، وعدا ذلك فقد ركزت باقي الدراسات على دراسة التركيب الوظيفي وتقييم واقع الخدمات في المدينة. أو دراسات مماثلة في مدن أردنية أخرى، وكان من بين هذه المحاولات :

دراسة (الرواشدة، 1995). فقد تناولت التركيب الوظيفي للمدينة من حيث تحديد العوامل الطبيعة والبشرية التي أثرت على المدينة ورسمت التركيب الحالي للوظائف في المدينة لخدمة سكانها، وتحديد اتجاهات النمو العمراني.

أما فيما يتعلق **بدراسة (هلسة، 1986).** فقد قامت بدراسة تأثير العوامل الطبيعة، والبشرية على جيومورفولوجية حوض وادي الكرك.

كما **درست(الحديدي،2001)**،استعمالات الأراضي في مدينة الكرك من الداخل لفهم العلاقات بين مختلف أوجه الاستعمالات والأنشطة داخل المدينة لإبراز العناصر الجغرافية فيها.

ودراسة (التكروري، 2000). توقيع ومعالجة خرائط استعمالات الأرض في مدينة المفرق من خلال نظام المعلومات الجغرافي . أشارت الدراسة إلى استعمالات الأراضي في مدينة المفرق والتطور المساحي الذي حدث لهذه المدينة باستخدام الخرائط والصور الجوية ، اعتمادا على تقنية نظم المعلومات الجغرافيـــة (برمجية مايكروستيشن) حيث هدفت هذه الدراسة إلى الوصول إلى أفضل الطرق وأسرعها في إعداد الخرائط التي تعكس الوضع الحالي لاستعمالات الأرضي في مدينة المفرق

أما **دراسة (أبو عياش، 1990)**. لاستخدامات الأرض في الاقتصاد الحضري في الأردن ، فقد تناولت هذه الدراسة العلاقة بين استخدامات الأرض المختلفة ونوعية الأنشطة الاقتصادية المرتبطة بها لتحقيق التوازن بين الإمكانات المحدودة لمساحات الأرض والطلب المتنامي على الحيز الحضري من قبل الأنشطة الاقتصادية في المملكة كما هدفت هذه الدراسة إلى التركيز على المشكلات الاقتصادية للأراضي والأنشطة الحضرية التي حدثت، بسبب التوسع العشوائي، وغياب التخطيط، واستعراض الحلول، والمعالجات لاحتواء هذه المشاكل وانتهت بتوصيات بعيدة المدى ؛ لضبط النمو والتوسع في الأنشطة الاقتصادية.

- **دراسة (العنانزة، 1996)**.عن الموازنة المائية لحوض وادي الكرك بناء على معدلات الأمطار وكميات التبخر والنتح المحتملة.

- **دراسة (سلامة ،1982)**.عن الشبكة المائية والخصائص المورفومترية لعدد كبير من الأحواض المائية في الأردن ، فقد عالجت هذه الدراسة الخصائص المساحية والشكلية، والخصائص التضاريسية، والشبكة المائية لهذه الأحواض .

أما الدراسات الأجنبية فإن من أهمها:

- **دراسة كل من (Aspinol ,Millir and Birnie,1993)**، وقد الدراسة إلى التخطيط لاستخدام الأراضي الريفية بوساطة نظم المعلومات الجغرافية، حيث أجرى مكتب البيئة الاسكتلندية مشروع الغطاء الأرضي لاسكتلندا والتي ستزود بإحصائيات الغطاء الأرضي لاسكتلندا بمقياس 2500:1 وجاء استخدام GIS كتطبيق تكنولوجي، حيث صنف الاستخدام إلى:زراعي، وغابات، ومساكن، وصناعي، وصيانة غابات، بحيث استخدمGIS لمراقبة التغيرات التي تطرأ على استعمال الأرض، وتقييم هذا التغير، والتنبوء بالموقع، والتوسع المحتمل للتغيرات ،وذلك باستخدام الصور الجوية ذات مقياس 24000:1 ، وخرائط بمقياس 25000:1 .

- **دراسة (Jose, M., P., -G & Lazaro, V. Z., 2006.)** التي تناولت المنطقة الشاطئية لمنطقةAngra dos Reis and Itaguai في ولاية ريوديجانيرو في البرازيل، والتي تأثرت بالجاذبية لحركات الكتل الأرضية الناتجة عن العمليات الطبيعية (انزلا قات أرضية، زحف تربة، وهبوط صخري،... الخ) والمتعلقة بالتطورات الأرضية، والتدخلات البشرية التي سارعت في تلك الانهيارات.

- **دراسة (Cavallin, A. at el. 1994)** المتعلقة بتحديد دور الجيومورفولوجيا في تقييم آثار النشاطات البشرية على البيئة ، حيث أن كل نشاط مخطط له آثر على العناصر البيئية المختلفة، ونظراً لوجود أنواع مختلفة من المرئيات الفضائية فقد تم إنتاج أنواع مختلفة من الخرائط تظهر توزيع الانهيارات الأرضية. وقد ساهم استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تسريع عملية التنبؤ

وتحديد ومعالجة مناطق الخطر.

- **دراسة (Fernandes, N. F., at el., 2009)** والتي تم فيها توضيح أخطار الانزلاقات الأرضية على الإنسان عندما تنزلق الترب والكتل الصخرية نحو منحدرات المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية من البرازيل والمكتظة بالسكان ،و تشهد توسعاً عمرانياً كما أنها تحظى بنصيب وافر من الامطار.

- **دراسة (Jasmi Ab. Talib. 1997)** المتعلقة باستخدام معلومات الاستشعار عن بعد وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تقييم عدم استقرار المنحدرات في مرتفعات كاميرون في شمال غرب ولاية باهانج في ماليزيا، وقد اعتبر الباحث بان عدم استقرار المنحدرات نابع من إنشاء الطرق عليها، بالإضافة إلى استعمالات الأرض.

- **دراسة (Ramakrishnan, at el. 2002)** المتعلقة بأخطار الانزلاقات الأرضية فقد ركزت منهجيته على تحديد المناطق المعرضة للانزلاقات الأرضية باستخدام المسح الجوي، مع نظام المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد لمنطقة صغيرة في Kothagiri في مقاطعة Nigiris في الهند. باستخدام خرائط Orthophotoو من الصور الجوية، كما تم اشتقاق الكنتور بفاصل 2 م من نموذج الارتفاعات الرقمية، واشتقاق خارطة لمنحدرات، وأخرى لاتجاهها، كما تم استخدام خارطة استعمالات الأراضي، والغطاء الأرضي، وخارطة التربة، والخارطة الجيولوجية، وخارطة شبكة المواصلات في انتاج خارطة للمناطق التي يحتمل أن تقع فيها انزلا قات أرضية من خلال تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

- **دراسة (R.J Aspinol ,Millir,Birnie,1993)** والتي هدفت تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط لاستخدام الأراضي الريفية بالتعاون مع مكتب البيئة في اسكتلندا وقد اعتمد في الحصول على المعلومات المكانية على صور جوية بمقياس25000:1 وانتهت الدراسة إلى التعرف إلى ستة أنماط من الاستخدام الأرضي الريفي .

- **دراسة(Wieslaw Z. Michalak,1993))** أوضحت هذه الدراسة أهمية نظم المعلومات الجغرافية في التطوير، والتطبيقات لغاية الأبحاث الحضرية، والإقليمية المعاصرة ،حيث إنها أداة للتخزين، والمعالجة والتحليل، وفيما بعد الخروج بمعطيات جديدة، كما أن مراقبة تغير استخدام الأرض يتطلب معلومات مستمرة، ودقيقة لاستخدام الأرض، وغطائها.

منهجية الدراسة:

أعتمدت المنهجية المتبعة في هذه الدراسة على المنهج الوصفي المسحي الذي تضمن مسحاً مكتبياً بالرجوع إلى المراجع، والمصادر لبناء الإطار النظري للدراسة، والاستطلاع الميداني لجمع البيانات. كما استخدم المنهج التاريخي؛

لدراسة التطور التاريخي لمدينة الكرك، ومراحل نموها بالاعتماد على الصور الجوية لمنطقة الدراسة لعام 1953 بمقياس رسم 1: 25000، وعلى الصورة الفضائية لمدينة الكرك وضواحيها بمقياس رسم 1: 25000، إضافة إلى المنهج الوصفي لإظهار صفات، وسمات المدينة، وبيان التوسع العمراني للمدينة، وأثره على البيئة الطبيعية للمنطقة، وذلك استناداً للبيانات التي تم الحصول عليها من الدوائر الرسمية المختلفة.

استخدام برنامج (Arc view 3.2) لإنتاج خارطة منطقة الدراسة، وترقيم الخارطة الطبوغرافية المأخوذة من الخارطة الطبوغرافية لمدينة الكرك مقياس1:25000 ، كما تم ترقيم الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة بالاعتماد على الخارطة الجيولوجية مقياس1:250.000 ، كما تم إجراء مسح جيومورفولوجي لمنطقة الدراسة، وبالاستعانة بالمرئية الفضائية، تم إنشاء خارطة جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 1: 50000 تبين الوحدات الجيومورفولوجية المتوفرة، وتوضح المناطق التي تعرضت للتصدع، والمؤهلة لحدوث انزلا قات أرضية. كما تم إجراء مسح ميداني وبالاستعانة بنظام التوقيع العـــالمي(GPS) لتحديد مواقع القطع والمنازل التي تعرضت للانزلاقات الأرضية والهبوط الأرضي وتصويرها للتعرف على حجم الأضرار التي لحقت بالمنازل.

الخصائص الطبيعية لمدينة الكرك:

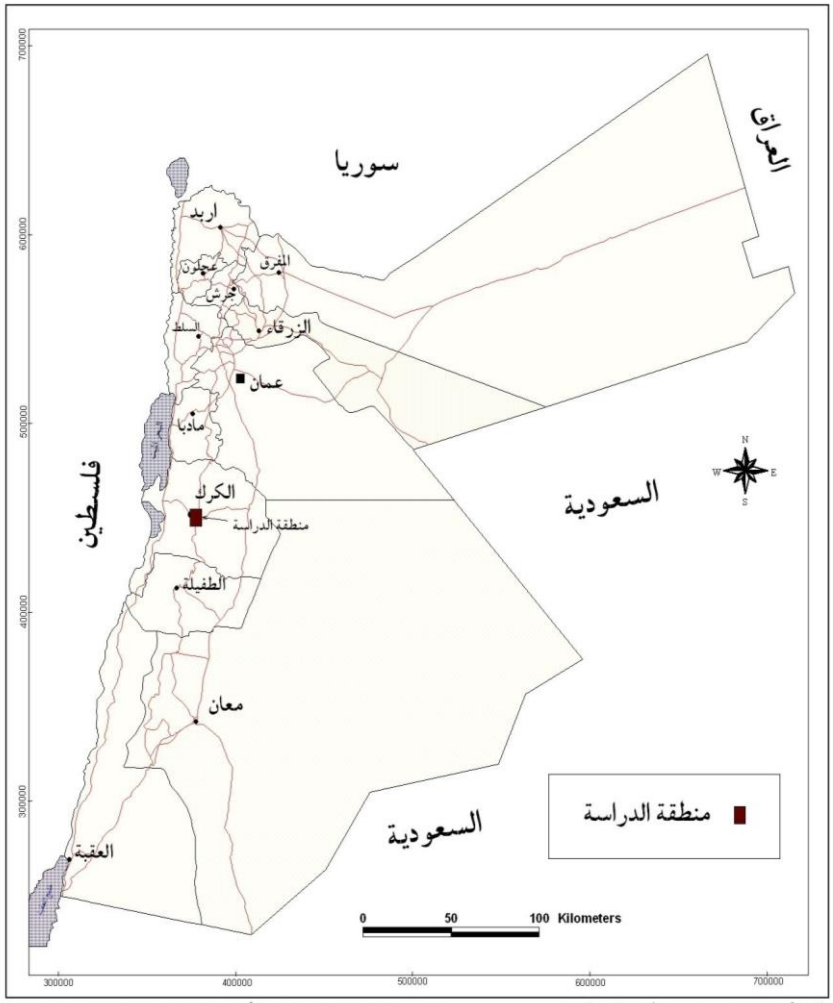
الموقع :

تقع مدينة الكرك على بعد 130كم جنوب العاصمة عمان على منسوب 1000م على الحافة الغربية لسهل الكرك، وتشرف على المناطق المحيطة. وتشكل 3% من مساحة المحافظة الكلية، والبالغة حوالي 3552كم^2 الشكل (1). عند تقاطع خط طول ´42 و 35 شرقاً مع دائرة عرض ´12 و °31 شمالاً، وهي تمثل مركز محافظة الكرك.

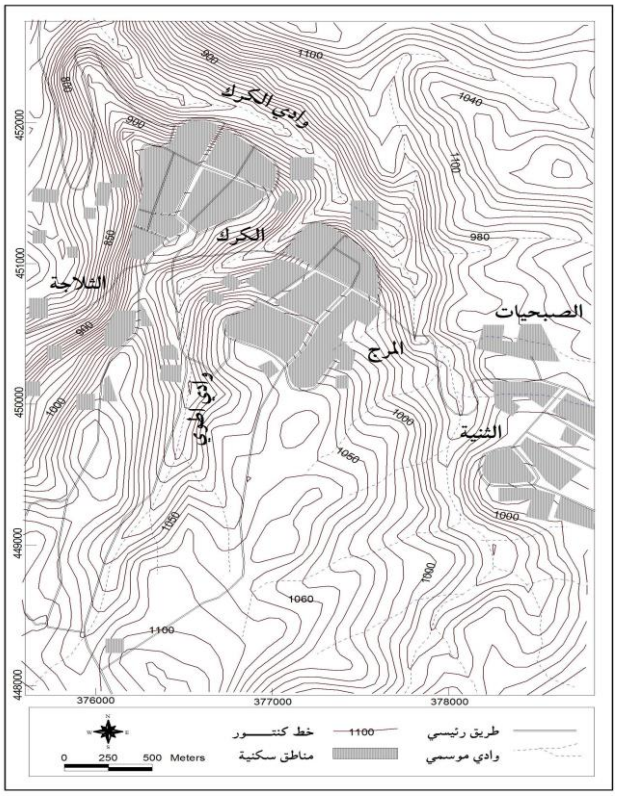
ولواء القصبة يتوسط جميع هذه الوحدات الإدارية، وتقع المدينة في شرقي النصف الجنوبي من البحر الميت، الذي أكسبها أهمية الموقع الجغرافي؛ فكان محط اهتمام الحضارات القيمة التي توافدت عليها واصبحت مركزاً لها، وتصبح مركزاً إدارياً ووظيفياً لمحافظة الكرك في الوقت الراهن.

وبسبب موقع مدينة الكرك المتوسط بين مدن الحضارات القديمة، والحديثة فقد كان لها حضور عبر فترات التاريخ. وكان لها شخصية، ووظيفة مختلفة في كل زمان، فقد كانت الكرك في عهد ميشع تسمى باسم كير مؤاب، أو كير حارست وكان للمدينة دوراً هاماً في عهد الحضارة المؤابية، حيث ثار الملك ميشع على الاسرائليين في عام 830 ق.م وأجبر ملك السامرة، وملك أورشليم على فك الحصار عن مدينة الكرك (1) . يتبع المدينة أحياء رئيسة تطورت حالياً إلى ما يعرف بضواحي المدينة؛ وهي : الثلاجة كجزء من المدينة القديمة، وهي حي صغير

يقع في مواجهة القلعة أي المنطقة الجنوبية، و منطقة المرج، وهي منطقة جبلية مقابلة للمدينة في الجهة الجنوبية الشرقية، في حين أن منطقة الكرك الجديدة تشكل سهل شرقي الكرك القديمة وهو المدخل الرئيس للمدينة، الشكل(2).



الشكل (1) موقع منطقة الدراسة. المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني،(2006) ، خرائط التقسيمات الادارية



الشكل (2) الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة.

المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني، **2005** ، الخارطة الطبوغرافية لمحافظة الكرك، مقياس رسم **1:25000** ، عمان، الأردن.

المناخ:

يتبع مناخ مدينة الكرك لمناخ شرق حوض البحر المتوسط، وتتعرض المنطقة لتأثير الرياح

الشمالية، والشمالية الشرقية، ويتراوح متوسط الحرارة في فصل الشتاء ما بين (8 - 10) درجة مئوية، وقد تنخفض إلى ما دون الصفر، أما في فصل الصيف فتتراوح ما بين (20 -22) درجة مئوية. يصل معدل هطول الأمطار السنوي 350 ملم، وفي بعض الأحيان تزيد الأمطار في معدلاتها، ويحدث فيضانات في مجاري الأودية، لها آثار تدميرية حيث بلغ معدل هطول الأمطار في عام 1991 إلى 638.8 ملم، الجدول(3).

الجيولوجيا:

تبرز أهمية دراسة التركيب الصخري للمدينة لمعرفة طبيعة التكوينات الصخرية، وحقبها الزمنية، وخاصة أن المنطقة تعرضت لحركات تكتونية،

وإرسابات، وتغيرات مناخية عبر العصور الجيولوجية المختلفة، ودراسة التركيب الصخري يساعد في بيان صلابة الطبقات الصخرية ومقاومتها للضغط الذي تتعرض له من جراء التوسع العمراني، ومدى تأثيره على حدوث أخطار بيئية مثل الانهيارات الأرضية. وتعتبر مدينة الكرك متأثرة بحفرة الانهدام، كونها تقع على الحافة الصدعية الشرقية للحفرة، كما يعتبر وادي الكرك أحد المضاعفات الجانبية الشرقية لحفرة الانهدام ؛ إذ تشكل بفعل الحركات التكتونية التي أثرت على المنطقة. يغلب على البنية الجيولوجية لمدينة الكرك الصخور الجيرية، والدولوميت، والصخور الكلسية الطينية في المناطق المرتفعة في المناطق المرتفعة منها، أما المناطق المنخفضة فيغلب عليها الصخور الرملية نتيجة لتعرض المنطقة لعمليات إرسابية وهي من أقدم التكوينات الموجودة في المنطقة. تعتبر منطقة الدراسة من مناطق النشاط الزلزالي، وهي غير مستقرة جيولوجياً وقد تعرضت إلى الكثير من الزلازل في فترات زمنية مختلفة.

وعلى العموم يمكن التمييز في منطقة الدراسة التراكيب الصخرية التالية[3]:

رواسب هولوسين – حديث . وهي إمتداد لعصر البليستوسين، وتظهر في مجرى وادي الكرك كمزيج من الحصى المائل للإستدارة والمشتق من الحجر الكلسي، والصوان، وبعض الرمل والمارل، ومن الأتربة الناجمة عن عمليات النحت الرأسي والجانبي للأودية، التي لا تستطيع الأودية حملها إلى منطقة المصب.

تكوين الموقر: يرجع عمره إلى ماسترختيان-الباليوسين ويعتبر المارل البني إلى الأحمر الوردي، والمارل الطباشيري بداية تكوين الموقر الطباشيري المارلي الذي يعلو تكوين الحسا الفوسفاتي وقد دلت آبار الحفر في أخدود الكرك على وجود 110م من تكوين الموقر.

تكوين الحسا الفوسفاتي :يرجع عمره إلى الماسترختيان تتواجد فيه مستحاثات ويحتوي الجزء العلوي منه على الامونيت.

تكوين عمان: يرجع عمره إلى كامبنيان- ماسترختيان وتبلغ سماكته 60م بطبقتين من الصوان الرمادي الداكن اللون، والذي يحتوي على كثير من المستحثات وبزيادة نسبة الحجر الجيري المارلي، والفوسفاتي، ويتألف هذا التكوين من حجر جيري فوسفاتي وصوان فوسفاتي وطبقات دقيقة من الدولومايت الطباشيري، وصوان عقدي رمادي اللون، ومارل، وطبقات من الحجر الجيري، ويتواجد الفوسفات على شكل متكورات (بعضها بقايا عظام)، وبقايا عضوية عدسية الشكل.

تكوين شعيب : يتواجد الجبص أعلى هذا التكوين على شكل طبقات تبلغ سمكها 2م، ووجود نسبة عالية من طبقات الطين والمارل.

تكوين أم الغدران: يرجع عمره إلى كونيسيان – سانتونيان يشكل مجموعة البلقاء التي تعلو مجموعة عجلون، وتبلغ سماكته 84 م، يتميز الحد السفلي لهذا

التكوين بحجر طباشيري اصفر إلى ابيض اللون يحتوي على مستحاثات، وتتوضع على السطح العلوي غير المنتظم من تكوين وادي السير

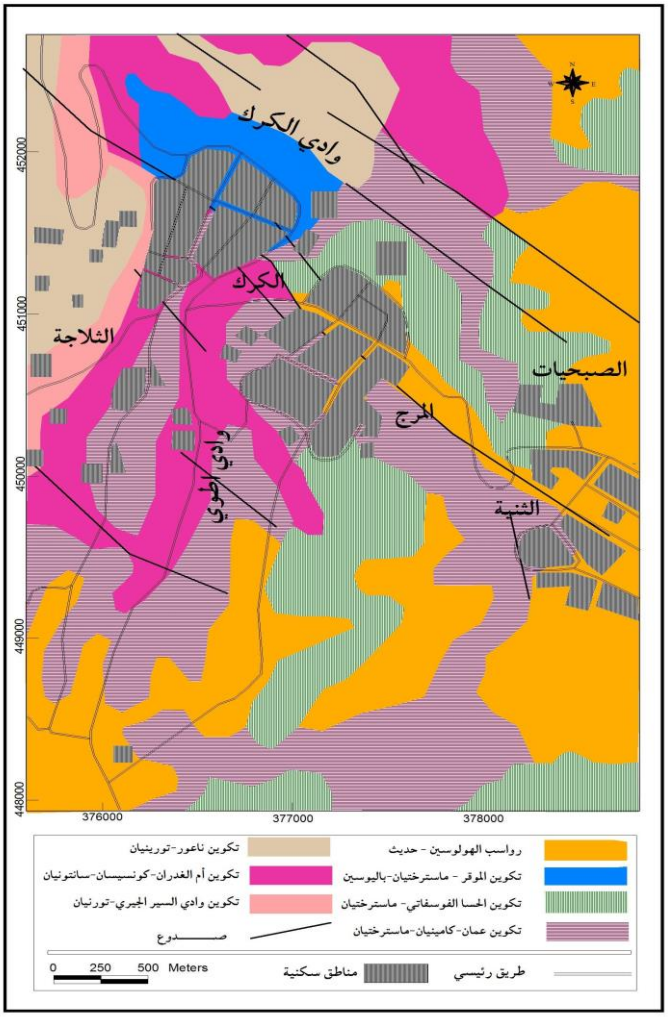
تكوين وادي السير: يرجع عمره إلى تورنيان ويعلو تكوين شعيب ويتكون من حجر جيري دولوميت مميز اصفر اللون يعلوه سحنة صخرية جيرية تحتوي على حجر دولومايتي مع عقد من الصوان رمادي اللون وتتواجد طبقات من الجبص المتطبق والعقدي بالقرب من بداية هذا التكوين وبصوره عامة طبقات هذا التكوين غنية بأنواع من المستحاثات .

أما وادي الكرك فانه يتكون من الصخور الرملية العائدة للعصر الكامبري، والصخور الكلسية، والطينية. وقد مر على الكرك خلال الزمن الجيولوجي الطويل بيئات مختلفة أدت إلى تكوين الصخور الرسوبية في وادي الكرك، كما كان لعمليات التعرية المائية في العصور المطيرة دوراً هاماً في تحديد شكل مدينة الكرك، وترسمها بهذا الشكل الهضبي، مما أظهر أن مدينة الكرك تستند على قاعدة صلبة يمتد تاريخها الجيولوجي إلى بدايات الأزمنة الجيولوجية، وقد أعطى للمدينة الاستقرار المكاني في موضعها الحالي. ويوجد في الجهة الغربية للمدينة حافات صدعية، وأودية عميقة، ومنحدرة بشدة، ولها آثار سلبية على توسع، وامتداد المدينة في هذه الجهة. ويبلغ حجم الترسبات الرسوبية، والطباشيرية في وادي الكرك حوالي 60 م ويقل هذا السمك بالاتجاه شرقا الشكل(3).

التربة :

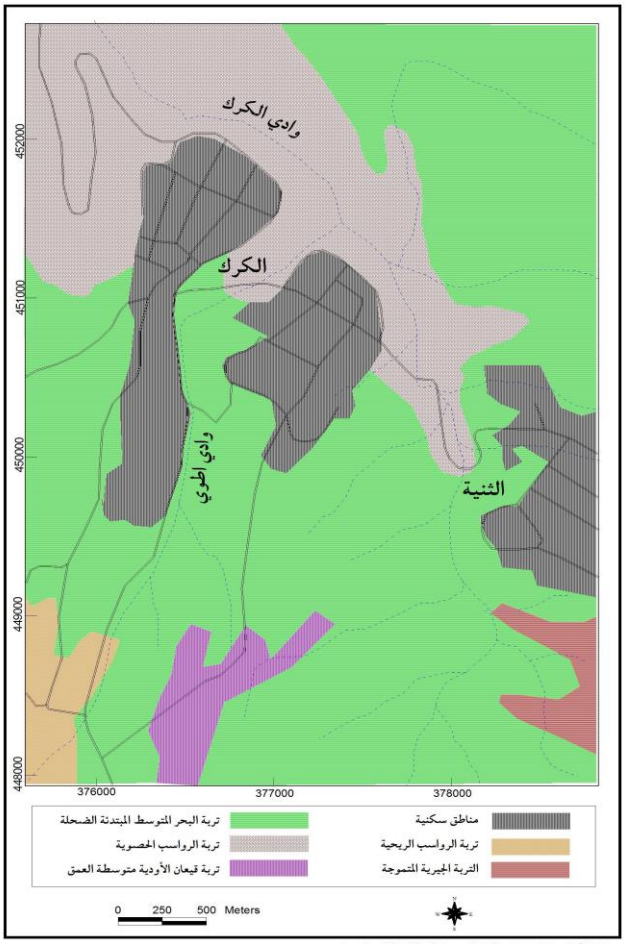
وفقاً للمشروع الوطني لمسح التربة في الأردن والذي نفذ عام 1995 ضمن المرحلة شبه التفصيلية ؛ فقد تم التعرف في مدينة الكرك إلى انواع الترب التالية: [4]: الشكل (4):

- تربة الرواسب الريحية. - التربة الجيرية المتموجة. - تربة البحر المتوسط المبتدئة الضحلة. - تربة الرواسب الحصوية .
- تربة قيعان الأودية.



الشكل (3) الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

المصدر: سلطة المصادر الطبيعية، 1988، الخارطة الجيولوجية، لوحة الكرك، مقياس رسم 1:50000 .



الشكل (4) خارطة التربة لمنطقة الدراسة.

المصدر: وزارة الزراعة،1995 ، المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الاراضي، عمان، الاردن.

استعمالات الأرض في الكرك:

لقد تعددت استعمالات الأرض لمدينة الكرك، وتطورت أثناء فترات التاريخ، واتسمت بالحركة، والتغير المستمر لكي تواجه وتحل مشكلات المجتمع الحضري السائد. ومهما كانت الوظيفة التي تؤديها المدينة فقد كانت تخضع للتغير المستمر استجابة للاحتياجات المتغيرة للمجتمع.

أما عن النمط الوظيفي السائد لمدينة الكرك الحالية فأنه يعتبر من الأنظمة الوظيفية المعقدة وذلك بسبب التداخل في عدة وظائف تقوم بها المدينة، وتؤديها مع بعضها بدون عزل واحدة عن الأخرى.ومن أهم هذه الوظائف:

الوظيفة السكنية: احتلت الوظيفة السكنية أعلى النسب من مساحة المدينة، وقد تطور هذا الاستعمال مع زيادة عدد السكان وتنافس الأنشطة الاقتصادية، والاجتماعية مما كان له الأثر في توسع حدود المدينة نحو (المرج، والثلاجة، والثنية)، ووفقاً لنتائج تحليل الصورة الجوية لمنطقة الدراسة لعام 1953 بمقياس 1: 25000، والصورة الفضائية لمدينة الكرك وضواحيها لعام 2008 بمقياس، 1: 25000؛ فقد كانت مساحة الاستعمال السكني لعام 1953(225) دونماً من المساحة الكلية للمدينة والمقدرة بـ (312,5) دونم،أي ما نسبته (72%)، بينما بلغت مساحة الاستعمال السكني لعام 2008م حوالي(5022) دونم من أصل مساحة المدينة المتطورة والبالغة (16100) دونم، وبنسبة (31%). الصـــــور (2,1)، ويمكن إدراك حجم التطور في الاستعمال السكني للأراضي في مدينة الكرك ؛من خلال استعراض التطور التأريخي لعدد رحص البناء الصادرة عن بلدية مدينة

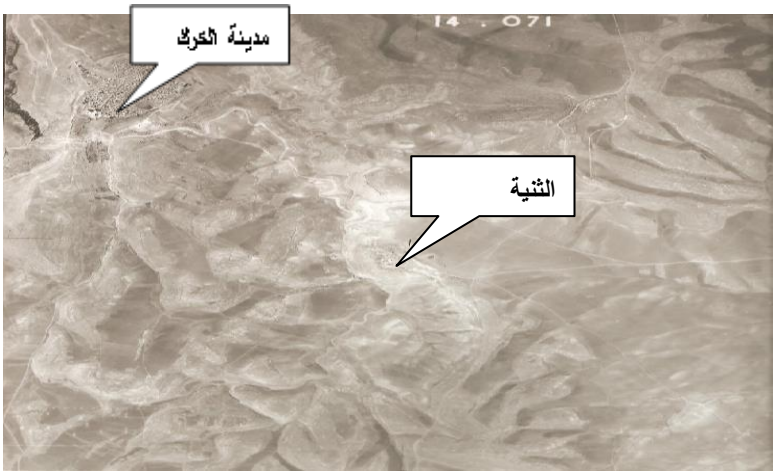
الجدول (1)

عدد رخص البناء الصادرة عن بلدية مدينة الكرك خلال الفترة بين1970-2002م

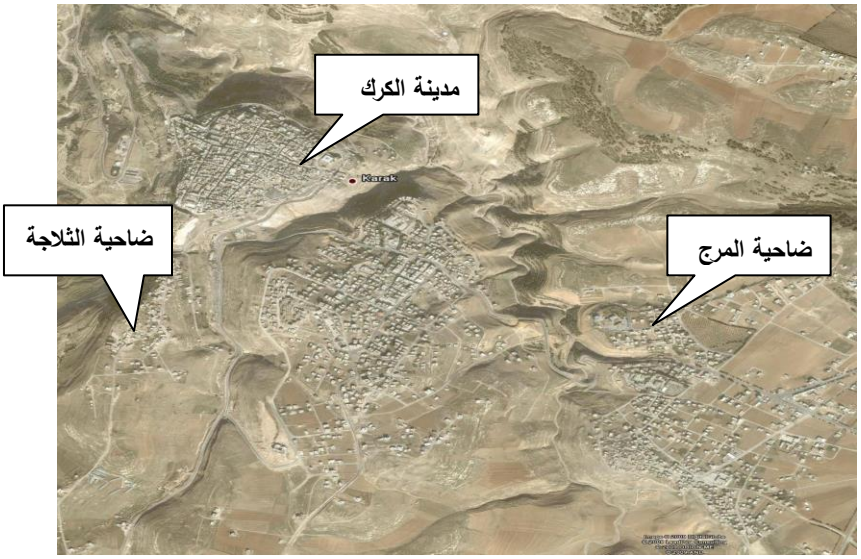
السنوات	عدد رخص الأبنية
1970	58
1972	53
1974	37
1976	55
1978	104
1980	138
1982	107
1984	111
1986	90
1988	115
1990	107
1992	151

السنوات	عدد رخص الأبنية
1994	149
1996	195
1998	150
2000	145
2001	150
2002	132

المصدر: بلدية مدينة الكرك، 2002.



الصورة (1) صور جوية بمقياس 1: 25000 تبين التطور العمراني لمدينة الكرك وضواحيها لعام1953



الصورة(3)صورة فضائية بمقياس 1: 25000 تبين التطور العمراني لمدينة الكرك وضواحيها لعام 2008 (عن جوجل أيرث)

الوظيفة التجارية: شهدت الكرك حركة تجارية مزدهرة باعتبارها مركز المدينة التجاري الذي يخدم أهالي المدينة نفسها، وسوقاً تجارياً يؤمه سكان المناطق المجاورة .

الوظيفة الصناعية: تطور الاستعمال الصناعي في المدينة نتيجة لتوفر الأيدي العاملة الرخيصة، وتوفر وسائل النقل، وطرق المواصلات بالإضافة لموقع المدينة الإستراتيجي حيث ظهرت الصناعات الغذائية المتمثلة في طحن الحبوب (قمح).

الوظيفة الزراعية: اعتمدت المدينة ولفترة طويلة على الزراعة خاصة زراعة الحبوب، والزيتون وذلك لتوفر الظروف المناخية، والتربة الملائمة، والمصادر المائية ففي عام 1984وصلت المساحة المزروعة 8،24% أي مساحة (2000) دونماً، أما في عام 1998 وصلت (1567) دونما وهذا يتفق مع انخفاض مساحة الأراضي الزراعية، وتحولها إلى مناطق عمرانية، ويتفق مع التوسعات الإدارية في المدينة.

الوظيفة الإدارية: تبرز أهمية هذا الاستعمال من خلال وجود الدوائر الرسمية في المدينة كونها مركزاً إدارياً. وتم نقل الدوائر الحكومية إلى المناطق المجاورة لتخفيف الضغط على المدينة، ولتقليل التشوه الحضاري كونها منطقة أثرية، ولكن هذا لم يلغ أهميتها الإدارية.

الاستعمال السياحي: تتوفر في المدينة أماكن معينة لقضاء وقت الفراغ مثل حديقة الظاهر بيبرس وحديقة حابس المجالي التي أنشئت بالتعاون مع جامعة مؤتة، والقلعة

ذات الجذور التاريخية العريقة، ووجود النوادي، والمطاعم.
الوظيفة الخدمية: وتشتمل على الاستعمالات الصحية، والتعليمية، والخدمية، والمرورية والتي أثرت على ازدياد حجم المدينة سكانياً واتساع مساحتها، وهذا كله أدى إلى ضغط على الطبقات الصخرية من خلال عمليات الحفر، والردم، والهدم لبناء المنشآت، فساهم في تشكيل خطر بيئي يعرف بالانهيارات الأرضية في مدينة الكرك، وهذا يؤكد صحة الفرضية المتعلقة بتأثير استعمالات الأرض المختلفة في حدوث هذا الخطر البيئي.

جيومورفولوجية مدينة الكرك
الوحدات الأرضية:

تتألف مظاهر أشكال السطح لمدينة الكرك من عدة وحدات أرضية مختلفة الشكل (5) أهمها ما يلي:
- **وحدة الهضاب**: تعتبر جزء من الهضاب الشرقية للبحر الميت، وتبدأ من وادي الحسا في الجنوب إلى أن تنتهي جنوب عمان، وهي مجموعة هضاب كلسية وصوانية عند البحر الميت في الغرب، وقد نتجت هذه الهضبة عن طريق الحركات الأرضية الرافعة بشكل التواءات، وقباب[2] .
- **وحدة المرتفعات الجبلية:** تشكلت بفعل الحركات الأرضية الإلتوائية مثل جبل الظهيرة والذي يبلغ منسوبه 1000 م بالإضافة للمرتفع الذي قامت عليه مدينة الكرك ، ويبلغ منسوبه 876 م، وهي تتكون من سطح مستوى تميل باتجاه الشمالي الغربي، وتشرف هضبة مدينة الكرك على الأغوار الجنوبية التي تقع غرب الهضبة والتي تشكل جزءاً من حفرة الانهدام وهي تطل عليها بانحدار شديداً جداً بسبب الصدع في هذه الجهة وأما انحدار الهضبة باتجاه الشرق فهو انحدار تدريجي خفيف يفضي إلى جبل المرج (900 م) إلى الجنوب الشرقي من مدينة الكرك.
- **وحدة التلال:** التلال:تمتاز بانحدارها العام من الشرق إلى الغرب، تقطعها شبكة من الأودية تأثرت بالحركات التكتونية وعوامل التعرية التي نجمت عنها أشكال أرضية حيث تتواجد مجموعة من الأخاديد والأودية. كما توجد في المنطقة الشمالية الشرقية من حوض الكرك أما الجزء الشرقي فتوجد أراضي سهلية لا يزيد انحدارها عن 5 درجات.
- **وحدة الأودية**: وتشكل وحدة جيومورفولوجية تشمل عدة أودية أهمها: وادي الكرك ، ووادي الإفرنج ، ووادي الست .

وللوقوف على طبيعة منطقة الكرك تم إنشاء خارطة جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة تبين الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسة، ومناطق الخطر، والمناطق المعرضة لحدوث انهيارات أرضية. وتم رصد المناطق التي تعرضت فيها المنازل لعمليات التصدع والانهيارات الأرضية. الجدول(2)، والشكل(6).

الآثار الجيومورفولوجية لتوسع مدينة الكرك:

إن تعدد استعمالات الأراضي في مدينة الكرك، وأهمها التوسع العمراني، وما ارتبط بها من شق الطرق قد أدى إلى حدوث آثار جيومورفولوجية منها:

- الانهيارات الأرضية:

تعد الانهيارات الأرضية من الكوارث البيئية ، وتكثر في مناطق متعددة من العالم، وخاصة في المناطق المنحدرة. وفي الأردن توجد عدة انهيارات قديمة، وصدوع منتشرة في المناطق المتاخمة لحفرة الانهدام، منطقة العدسية (طريق ناعور /القدس)، وفي منطقة طريق جرش والتي ألحقت أضراراً بالغةً في عدة مشاريع (طرق، وابنيه)، وفي أراض زراعية أخرى.

تعتبر عملية الانهيار الأراضي من العمليات الشائعة في المناطق الجبلية، وعلى منحدراتها، ولها دوراً هاماً في تشكيل الأودية المجاورة لها، ويحدث الانهيار بشكل انزلاق سريع لجزء من طبقة صخرية بحافة جبل، وخاصة إذا كانت مرتكزة على طبقة أخرى مكونة من مواد قابلة للتفكك مثل المواد الطينية، والصلصالية فعندما تتسرب المياه إلى هذه الطبقة تحولها لمادة طينية لينة فتنزلق الطبقة التي فوقها، وتقوم بنقل كميات ضخمة من المناطق المرتفعة إلى المناطق المنخفضة دفعة واحدة وبشكل فجائي، ومن أشكال الانهيارات الأرضية :- السقوط الصخري rock fall وهو انهيار فجائي لجزء من حافة جبلية على الأراضي المنخفضة المجاورة لها، وانزلاق الحطام debris slide،وهو انزلاق المواد الصخرية المفككة التي تتراكم على سطح حافة، والتدفق الطيني mud flow ، ويقصد به انزلاق المواد الطينية، وزحف التربة soil creep ويقصد به تدفقها ببطيء شديد على جوانب المنحدرات اللطيفة الانحدار بفعل قوة الجاذبية الأرضية. وتساعد الهزات الأرضية على سرعة انفصال بعض أجزاء الحافة، وقد يؤدي هذا النوع إلى حدوث كوارث مروعة إذا هبطت على أماكن مسكونة. أما في الكرك فقد حدثت ثلاثة انهيارات خلال سنوات السيول أهمها :

الجدول (2)

الانهيارات الأرضية في مدينة الكرك لسنوات معينة.

الانهيار	السنة	الموقع
الأول	1987	منطقة البركة مجمع الباصات الداخلي
الثاني	1993	المدخل الغربي للكرك (انهيار الشهابية)
الثالث	1999	منطقة المرج في مطعم شهريار

1- انهيار البركة : حدث الانهيار في عام 1987 في شارعي البركة، والميدان نتيجة لوجود مباني فوق مواد الردم غير المناسبة، ونتيجة للضغط السكاني الذي رافقه زيادة عدد المباني أدى إلى هبوط المنطقة، أما المواد التي تم استخدامها في عمليات

الردم فلم تكن حسب المواصفات المطلوبة.

2. انهيار الشهابية: يحدث في الأجزاء من صخر وادي السير السيليسي حيث تنزلق هذه الأجزاء للأسفل بفعل وجود انحدارات حادة ناتجة عن عمليات التعرية، ووجود مواد غير متجانسة مثل الطباشير، والمارل التي تساعد على حدوث انزلاق، وفي حالة التوسع العمراني إذ تتعرض العديد من مواقع المدينة إلى انهيارات بمختلف أنواعها، إما إنزلاقات دورانية مفردة، أو دورانية مركبة، وانزلاقات صخرية، وزحف التربة، وانهيار صخري. أما في حوض وادي الكرك تظهر الإنزلاقات الأرضية على شكل نطاق يحيط بالمجرى الأوسط للوادي في الأجزاء الشرقية حيث تتواجد تكوين رمل الكرنب ووحدة الحجر الكلسي العقدي، والجزء الأسفل الحجر الكلسي الأكنودي، وتبلغ المساحة المعرضة للانهيار في حوض الكرك حوالي 13% من مساحته لاحتوائه على صخور رملية، ومارل طيني، ومارل كلسي دولوميني، وهي سهلة التفتت.

3.انهيار ضاحية المرج : تقع ضاحية المرج في الحي الشرقي من مدينة الكرك، وعلى الامتداد الشارع الرئيس إذ حدثت انهيارات أرضية، وتصدعات في الأبنية المقامة في الحي الغربي من الضاحية، وتقع المنطقة المتأثرة على التكوين الجيولوجي(الموقر الطباشيري المارلي MCM)، وهو عبارة عن طبقات صخرية مارلية، ومارل طباشيري، والتي تحتوي على المعادن الطينية. وتتأثر المنطقة بشكل مباشر بنظام صدوع الكرك- الفيحاء ضمن منطقة الخسف.

ويمكن تحديد أسباب الانهيارات الارضبة في منطقة ضاحية المرج بمايلي:

- **التراكيب والتكوينات الصخرية:** تكوين الجيولوجي (الموقر الطباشيري المارلي، MCM) والمحصور في نظام صدوع الكرك- الفيحاء، يحتوي هذا التكوين على معادن وصخور طينية، وغضارية قابلة الانزلاق في حالة تأثرها بالمياه، ومعظمها من النوع الذي لا يسمح للمياه بالتسرب.
- **وقوع المنطقة المتأثرة بالانهيار فوق نظام صدوع الكرك- الفيحاء**: والذي يكون حركة شدية (اتجاه شمال غرب- جنوب شرق) تعمل على إحداث تفكيك في النظام الصخري، وإحداث شروخات موازية لاتجاه الصدع الرئيس .
- **طبيعة التربة:** (مارل كلسي)، والمارل الأصفر الذي يسهل عليه عملية الانزلاق بفعل تشبع التربة بالماء في فترات سقوط الأمطار، وجفاف التربة في فصل الصيف وقد أدى ذلك إلى انهيار الطابق الأول من فندق شهريار.
- **الزيادة السكانية**: في منطقة المرج وما يرافقها من زيادة في عدد المباني لهذا يضمن حفر أساسات في التربة وقطع طبقات صخرية في مناطق ذات انحدارات يحدث هناك ضغط جانبي للتربة lateral pressure الناتج عن وزن المبنى ويعامل على أنه surcharge حمل إضافي حيث انه عندها يجب إسناد هذه الحفريات الترابية للصفائح لمنع حدوث إنزلاقات وإزاحات جانبية .

ويمكن إجمال أسباب الانهيار الأرضي في المدينة بشكل عام:

- **طبيعة التربة**: وهي تربة غير متماسكة سريعة التشبع بالمياه في فترات المطير

فتقوم المياه بإذابة المياه المواد اللاحمة فتصبح تربة مفككة سهلة الانزلاق.
- البناء في سفوح شديدة الانحدار: البناء بشكل عشوائي، وبدون اخذ الاحتياطات اللازمة لتثبيت هذه المنحدرات.
-الأمطار: ان أهم ما يميز أمطار محافظة الكرك بعامة ومنطقة الدراسة بخاصة هو مفارقتها السنوية الكبيرة عن المعدل العام طويل الامد إضافة إلى أنها تسقط بشكل مفاجئ ومدمر؛ ومن خلال استعراض الجدول (3) الذي يمثل كميات الأمطار السنوية في محطة الربة الزراعية لمحافظة الكرك خلال المدة الزمنية (1980-2000) نلحظ المفارقات الكبيرة في التوزع السنوي لكميات الأمطار وتركزها في سنوات دون غيرها ؛ فاعلى كميات للهطول خلال فترة التسجيل كانت في موسمي 1991 و1992 وقد اعتبرت هذه الفترة من أغزر المواسم على مستوى الأردن خلال المدة الزمنية بين 1960و2000 وقد رافق هذين الموسمين عواصفتين ثلجيتين تركت اضراراً مادية كبيرة على مستوى الأردن ومنطقة الدراسة؛ حيث تسببت بانهيارات ارضية في مشآت عمرانية في ضاحية المرج،الشكل (6) .

الجدول (3)
كميات الأمطار السنوية (ملم) في محطة الربة الزراعية/ محافظة الكرك
خلال الفترة بين 1980-2000

السنة	كمية الامطار / ملم	عدد الايام المطيرة	أعلى كمية هطول/ ملم / يوم	أدنى كمية هطول / ملم / يوم
1980	485.5	45	90	0.2
1981	203.9	7	37	0.4
1982	391.6	43	43	0.2
1983	396.0	47	66	0.2
1984	289.4	15	42	0.2
1985	383.5	33	67	0.3
1986	279.6	28	31.4	0.5
1987	234.9	43	39	0.1
1988	507.6	52	47	0.2
1989	342.3	31	82	0.2
1990	304.1	33	59	0.2
1991	638.8	19	88	0.5
1992	587.1	51	40.3	0.2
1993	238.6	32	54	0.2
1994	518.2	25	43	0.5
1995	123.5	49	40.8	0.2
1996	286.2	38	33	0.1

السنة	كمية الامطار / ملم	عدد الايام المطيرة	أعلى كمية هطول/ ملم / يوم	أدنى كمية هطول / ملم / يوم
1997	409.8	39	31.5	0.1
1998	243.9	35	27.2	0.1
1999	163.1	17	52.2	0.1
2000	256.3	23	39	0.1

المصدر : الأرصاد الجوية الأردنية،محطة الربة الزراعية. النشرة السنوية للمعلومات المناخية في الأردن.

الحفر الامتصاصية: وهي نظام صرف صحي تقليدي ساهم كل من طبوغرافية المكان والتركز السكاني على شيوعه في مدينة الكرك، وقد أدى السحب المتكرر لمياه الصرف الصحي من الحفر الامتصاصية إلى تشكل كهوف أرضية سرعان ما تفقد رطوبتها فتجف ثم تنهار.

التربة في المنطقة: هي تربة منقولة، وليست أصلية، وعمليات الردم عشوائية غير موضوعة ضمن المواصفـــات (بدون عمليات دك للتربة)، وع توالي نوبات الجفاف والرطوبة ما بين الصيف والشتاء،ونتيجة لتزايد الحركة عليها فإنها تنزلق.

الأمطار: تؤدى الأمطار إلى زيادة الرطوبة وبالتالي تؤدى إلى نقصان مقاومة القص، وهذا بدوره يؤدى إلى انهيار أرضي.

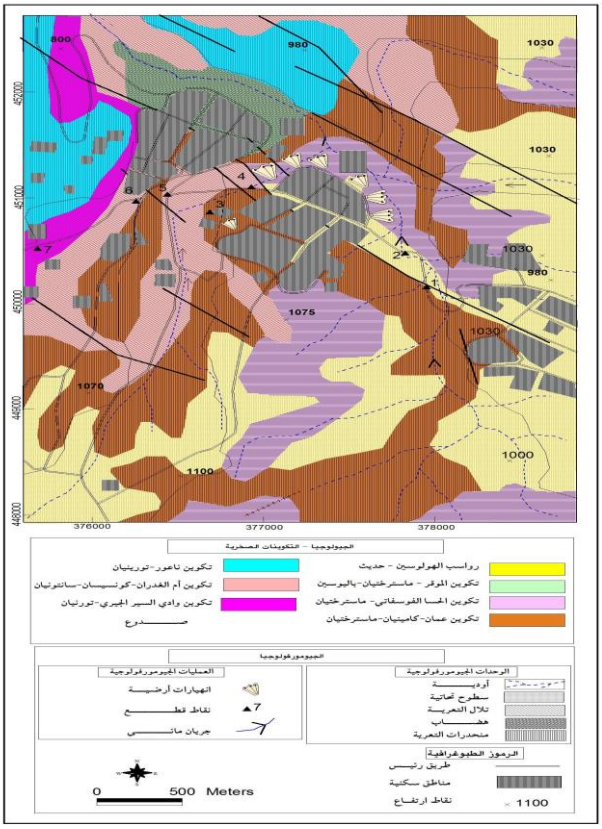
الأنشطة البشرية المختلفة: والمتمثلة باستعمالات الأرض المختلفة وأعمال الحفر والردم، وإنشاء طرق والقص غير الواعي لبعض الطبقات الصخرية على جوانب الطريق، وكل ما من شأنه أن يؤثر في نظم التصريف المائي وشبكة المجاري الطبيعية كالاودية؛ فقد أثر إقامة المنشآت العمرانية وشق الطرق المعيدة وتحويل الجريان المائي وأعمال الحراثة وبناء المصاطب الزراعية وحفر الآبار الارتوازية وغير ذلك على تصريف الأساس لوادي الكرك من خلال التأثير على المنطقة الترابية التي تسمح في تسرب المياه وبالتالي تغذية المياه الجوفية. و عند دراسة التصريف المائي نجد أن أعلى تصريف للوادي كان في 1982-1983 حيث بلغ مجموع التصريف 10.748م م3 وكانت معدلات الأمطار الهطالة في تلك الفترة 391.6 ملم، وقد أشارت تقارير الارصاد الجوية حينها ان طبيعة العاصفة المطرية التي اتسمت بغزارة الهطول والتركز المطري خلال فترة قصيرة مما يقلل من خاصية التماسك للتربة. وقد عملت طبيعة العاصفة على ارتفاع المنسوب المائي في وادي الكرك الأمر الذي ترتب علية تقويض لإساسات الأبنية المقامة على ضاحية المرج- مدينة الكرك ، وبالتالي حدوث انهيارات أرضية، الشكل(5) والجدول (4).

الجدول (4)
أحداثيات وارتفاع (متر) مناطق القطع والأبنية المتصدعة في منطقة الدراسة

الرمز	الموقع	E	N	Z	ملاحظات
أ	الجسر الحديث	35 43 9.1	31 10 18.6	954	-10m
ب	بعد الجسر	35 42 59.2	31 10 30 .50	955	
ج	مناطق الانهيارات/ المرج	35 42 23.8	31 10 44.3	985	
د	منطقة القيروان	35 42 34 .9	31 10 47 .5	971	
هـ	الجسر القديم	35 42 34 .9	31 10 47.1	942	
و	سفح الثلاجة	35 42 .00	31 10 44.9	957	
ز	سفح الشهابية	35 41 32.4	31 10 18.7	846	

المصدر: العمل الميداني

الشكل(5)الخارطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.
المصدر: الخارطة الطبوغرافية والخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس 50000:1، والعمل الميداني



الشكل (6 أ) مناطق القطع لإنشاء الجسر الحديث

(6 ب) مناطق القطع بعد الجسر الحديث

الشكل (6 ج) مناطق الانهيارات، وتشقق المباني /المرج

الشكل (6 د) مناطق القطع /القيروان الشكل

الشكل (6 هـ) مناطق القطع والردم/ الجسر القديم

الشكل (6 و) مناطق مناطق القطع/ سفح الشهابية

الشكل (6 ز) القطع/ سفح الثلاجة

الشكل (6) مواقع مناطق القطع وآثار الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة
المصدر: العمل الميداني

النتائج:

- ترتب على النمو السكاني الذي شهدته مدينة الكرك خلال المدة بين (1979-2004) (من11490 ألى 18592 نسمة على التوالي)؛ زيادةٌ في عدد المباني التي ساهم حفر اساساتها في الطبقات الصخرية على حدوث انهيارت أرضية.

- لعب موقع منطقة الدراسة المحاذي لحفرة الانهدام إضافة إلى تراكيبها الصخرية (الرملية والكلسية الطباشيرية) دوراً بارزاً في تكرار حالات الانهيارت الأرضية.

- أدت جيومورفولوجية مدينة الكرك والتي تتمثل بالموقع المتضرس، المحاط بالعديد من الأودية الجافة، والسحيقة إلى تعرضها لعمليات قطع، صعدت من تكرار حدوث حالات الانهيارات الأرضية، وأثر على الامتداد المكاني للنمو العمراني بحيث اقتصر نمو المدينة في مراحلها الأولى على المدينة القديمة.

- ساهم كل من البنية الجيولوجية الضعيفة لمدينة الكرك، والنمو السكاني المضطرد في امتداد النمو العمراني نحو الضواحي المجاورة للمدينة؛(الثلاجة، والمرج، وأبو حمور، والثنية) .

- تعدد الوظائف التي تؤديها مدينة الكرك القديمة في خدمة القرى المجاورة ؛ باعتبارها أقليم عقدي(Nodal Region) يقدم خدمات متعدد للضواحي وقرى المحافظة (تجارية، أو سكنية، وأخرى) إلى جانب تطور استعمالات الأراضي ، والنمو السكاني المضطرد، شكل ضغطاً على الرقعة المساحية الهشة المحدودة للمدنية مما ساهم في تكرار حوادث الانهيارات الأرضية.

- كان للأمطار الفجائية الغزيرة دور في زيادة نشاط العمليات الجيومورفولوجية (التجوية والتعرية) مما صعد من حوادث الانهيارات الأرضية في المقاطع الأرضية الهشة بالإضافة إلى زيادة نسب قابلية التربة للإنجراف .

-أدى سوء استعمال الأراضي (قطع الطبقات الصخرية لإنشاء مباني أو طرق، الحفر الامتصاصية، التطور العمراني المباني) في مدينة الكرك وضواحيها ،إلى تكرار حوادث الانهيارات ألأرضية.

- أدى تكرار تعرض مدينة الكرك الأثرية وضواحيها (المرج، والثلاجة، والشهابية) لانهيارات أرضية في سنوات متعددة إلى انخفاض أسعار الأراضي في مناطق الانهيار، وإلحاق أضرار مالية بالسكان.

- كان للإجراءات التي نفذتها الحكومة في التصدي لظاهرة الانهيارت الأرضية في منطقة الدراسة، ممثلةً ببرامج التوعية والإرشاد وتشجير المنحدرات و بناء السلاسل والجدران الاستنادية، إضافةً إلى إنشاء شبكات للصرف الصحي، ونقل بعض الدوائر إلى مناطق مجاورة ؛ اثر بارز في تراجع عدد وحدة حوادث الانهيارات الأرضية والاضرار المادية والبشرية الناجمة عنها .

- إنتاج خارطة جيومورفولوجية للمنطقة باستخدام مرئية فضائية ذات قدرة تمييزية عالية تبين الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسة

التوصيات

-بناء الجدران الإستنادية من سلاسل حديدية مملوءة بالحجارة ضمن مسافات محددة محشوة بالخرسانة بارتفاع 1م كحل سريع وتنظيف المنطقة المنهارة.
-تغير خواص التربة وذلك بخلطها مع الكلس مما يؤدي إلى تحسين تحمل التربة في الأراضي اللينة.
-إنشاء أكتاف للجسور.
-القيام بدراسات جيومورفوهندسية قبل القيام بأي مشروع يتم فيه قطع الطبقات الصخرية لتفادى حدوث انهيار في المنطقة.
-زراعة الأشجار الحرجية في مناطق الانهيارات للتقليل من خطرها .
- الحد من العمران في مناطق حدوث الانهيار، أو القريبة منها، وتشجيع السكان بالتوجه نحو المناطق الأقل خطراً لتحقيق توازن في التوزيع الجغرافي لسكان مدينة الكرك، وتخفيف الضغط على مركز المدينة.
- تفعيل الإجراءات التي تتخذها الحكومة من أجل الحد من هذه الظاهرة ومن هذه الإجراءات: -إنشاء شبكات صرف صحي تتلاءم وطبيعة المنطقة لتخفيف أثر الحفر الامتصاصية (تم تنفيذها)، تفعيل الخطط المتعلقة بنقل الدوائر الحكومية من مركز المدينة إلى ما يسمى بالكرك الجديدة، - لتقليل الضغط السكاني، والتجاري، والحرفي (الصناعي) في مناطق الانهيارات.
- إنشاء قاعدة بيانات تضم جميع الاستخدامات في المدينة، مما يوفر وقتاً وجهداً في الحصول على المعلومات.
- تقييم الخطر الزلزالي في مدينة الكرك للتعرف على قابلية تحمل المنشآت، والمباني في المدينة لهذه الزلازل، وخاصة لتنوع ألأنشطة الاقتصادية.
- إجراء دراسات جيومورفولوجية تفصلية للمدينة.

الهوامش:

1- القسوس، 1993.
2 - هلسة، 1988.
3.- عابد،2000.
4- وزارة الزراعة،1995.

المراجـــــــــــع:

أ- المراجع العربية:

أبو عياش ، عبد الإله ،1995. استخدامات الأرض في الاقتصاد الحضري في الأردن ، المدينة العربية العدد 44.
الحديدي، غيداء، 2001م. استعمالات الأرض المختلفة في مدينة الكرك، رسالة ماجستير، الأردنية.
التكروري ، سامر ، 2000. توقيع ومعالجة خرائط استعمالات الأرض في مدينة المفرق من خلال نظام المعلومات الجغرافي، رسالة ماجستير، غير منشورة.
الفرحان، يحيى،، 1989م. دراسات في جيومورفولوجية جنوب الأردن، الطبعة الأولى، مطبعة الجامعة الأردنية، عمان.
الرواشدة، مظفر، 1995. التركيب الوظيفي لمدينة الكرك، جامعة الموصل، رسالة ماجستير غير منشورة.
القسوس ، خولة ، 1993.الكرك جوهرة الصحراء، ، جامعة مؤتة.
المركز الجغرافي الملكي، 2006 . خرائط التقسيمات الادارية.
العنانزه، علي 1996. الموازنة المائية بناء على معدلات الأمطار وكميات التبخر والنتح المحتملة في حوض وادي الكرك. مؤتة للبحوث والدراسات ، المجلد الحادي عشر، العدد الخامس.
بلدية الكرك، 2000-1980. بيانات غير منشورة.
دائرة الإحصاءات العامة، 2004.التعداد العام للسكان والمساكن.
دائرة الأرصاد الجوية، محطة الربة، 1990م. بيانات غير منشورة.
دائرة الأراضي والمساحة، 2000. بيانات ومخططات غير منشورة، عمان، الأردن.
سلامه،حسن،1980.التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، دراسات- العلوم الإنسانية، مجلد 7، عدد 1.
سلطة المصادر الطبيعية، 2000. بيانات غير منشورة، عمان.
عمارين، إيهاب، 1993. المدينة على النسيج العمراني في الحي المسيحي مدينة الكرك القديمة، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنيةالأردنية.
عبد القادر، عابد، 2000. جيولوجيا الأردن وبيئته ومياهه، منشورات نقابة الجيولوجي طبعة 2000م، دار النهضة الإسلامية.
هلسه، جاكلين، 1986. جيومورفولوجية حوض وادي الكرك، رسالة ماجستير غير

منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.
وزارة الزراعة، 1995، المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي.

ب- المراجع الأجنبية:

Aspinall ,R.J, Millir,D.R Birnie, R.V., 1993. Geographical Information System for Rural Land use Planning , Applied Geography, Vol.(13).Issue 1, p54-60.

Cavallin, A. Marchetti, M. Panizza, M. and Soldati, M. 1994. The Role of Geomorphology in Environmental Impact Assessment, Geomorphology, Vol. (9) Issue2 P, 143-153.

Doornkamp, J. C.; Brunsden, D.; Jones, D. K. C.; Cooke, R. U. and Bush, P. R. 1979. Rapid Geomorphological Assessments for Engineering, Quarterly Journal of Engineering Geology& Hydrology, Vol. 12; No. 3; p. 189-204.

Fernandes, N. F.; Guimaraes, R. F.; Gomes, R. A. ; Carvalho, O. A., jr; Amaral, C. P.; Vargas, E. A., jr; Campos, T. M. 2009. Rainfall Induced Landslides in Barazil: Geomorphological Controls and Land-use Effects, American Geophysical Union, Fall Meeting.

Jasmi Ab. Talib. 1997. Slope Instability and Hazard Zonation Mapping Using Remote Sensing and GIS Techniques in the Area of Cameron Highlands, Malaysia. GIS Development Proceedings , ACRS.

Jose, M. P. G. & Lazaro, V. Z., 2006. Landslides Inventory in the Angra dos Reis and Itaguai Region of the State of Rio de Janerro, Brazil, The Geological Society of London, IAEG paper No. 93.

Ramakrishnan, S. S.,Sanjeevi Kumar, V. Zaffar Sadiq, M. G. S. M., Arulraj, M. and Venugopal, K., 2002. Landslide Disaster Management and Planning- A GIS Based Approach. Indian Cartographer, p 192-195.

Wieslaw Z Michalak, 1993. GIS in land use change analysis : integration of remotely sensed data into GIS, Applied Geography, Vol. (13), Issue 1, p. 28-44.