تقييم حساسية المواقع الأثرية للانهيارات الأرضية في محافظة أسوان

" دراسة حالة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية "

إعداد

د/ مجدي موسي أحمد إسماعيل

دكتوراة الجغرافيا الطبيعية وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد

كلية الآداب - جامعة القاهرة

أ.د/ متولي عبد الصمد عبد العزيز

أستاذ الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية

ووكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب - كلية الآداب - جامعة القاهرة

المستخلص:

تهدف الدراسة إلى تقييم حساسية الانهيارات الأرضية والتنبؤ بها حول المواقع الأثرية في محافظة أسوان باستخدام تقنيات الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية ؛حيث تم إعداد خريطة تحليل القرار المتعددة المعايير Multi Criteria Model والتي تعتمد على عوامل مثل درجات الانحدار وخصائص التربة والصخور والتصريف، وذلك لتحديد المناطق الأكثر تعرضا للانهيارات الأرضية بناء على العوامل الجيولوجية والجغرافية, والعمل على تقييم المخاطر الناجمة عن الانهيارات الأرضية في محيط المواقع الأثرية؛ ومن ثم فقد اعتمدت الخريطة على هذه العوامل لتقييم إمكانية حدوث الانهيارات في كل منطقة وتصنيفها حسب مدى التعرض لهذا الخطر.

وقد أظهرت النتائج أن ما نسبته ٦٣٪ من منطقة الدراسة تعد معرضة لخطر الانهيارات الأرضية في المتوسط، كما ربطت الدراسة المواقع الأثرية التابعة لحقب ما قبل التاريخ في الوادي بدرجة عالية من التعرض، وقد أوضحت النتائج أن الأنشطة البشرية مثل البناء والتحجير وتغيير استخدام الأراضي وممارسات الري غير الملائمة تساهم في زيادة حدوث الانهيارات الأرضية في المنطقة، وقد أوصت الدراسة بضرورة التركيز خصوصا على المواقع الأثرية التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ

الكلمات المفتاحية: النمذجة، الحساسية للانهيارات الأرضية، جيواركيولوجى, أسوان, انزلاقات أرضية ، الأخطار الطبيعية ، ماقبل التاريخ ، نظم المعلومات الجغرافية ، وادى أبو صبيرة.

❖ مقدمة

تعتبر الانهيارات الأرضية من أهم المخاطر الطبيعية التي تهدد البيئات الحضرية والمواقع الطبيعية والأثرية، حيث تؤدي الانزلاقات الأرضية إلى فقدان الأراضي وتدمير البنية التحتية فضلاً عن الخسائر في الأرواح, ويعتبر تقييم حساسية الانهيارات الأرضية خطوة أساسية لفهم مدى التعرض وإيجاد سبل الحماية والوقاية، وذلك بالإضافة إلى الأضرار المادية ، يمكن أن يكون للانهيارات الأرضية أيضًا تأثير كبير على المواقع الأثرية والتراثية على سبيل المثال قد يتسبب الانهيار الأرضي في فقدان معلومات مهمة حول تاريخ وثقافة مجتمع معين أو فترة زمنية معينة، كما يمكن أن يكون هذا مدمرًا بشكل خاص للمواقع التي لم تتم دراستها أو فهمها بالكامل بعد ومازالت في مرحلة الاستكشاف والحفائر، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تتسبب الانهيارات الأرضية في فقدان المعالم الثقافية الهامة والمواقع التراثية , مما قد يكون له تأثير سلبي على المجتمعات التي تعتمد عليها في السياحة والأنشطة الاقتصادية الأخرى .

❖ أهداف البحث

١. تحديد المناطق الأكثر عرضة للانهيارات الأرضية حول المواقع الأثرية في محافظة أسوان.
٢. تقييم حساسية وقابلية هذه المناطق لحدوث الانهيارات.
٣. تحديد العوامل الجيولوجية والجغرافية الرئيسية المؤثرة في حدوث الانهيارات.
٤. دراسة أثر الأنشطة البشرية مثل البناء والتحجير والري غير الملائم على تفاقم مشكلة الانهيارات.
٥. تقديم توصيات واقتراحات للتحكم في عوامل الخطر وتعزيز الحفاظ على التراث الثقافي.
٦. توفير قاعدة بيانات دقيقة يمكن استخدامها في وضع خطط للتنمية المستدامة والإدارة الصحيحة للموارد.

❖ مشكلة البحث

ضرورة تقييم حساسية الانهيارات الأرضية وتحديد أكثر المناطق عرضة للخطر، وذلك من أجل توفير الحماية ووضع السياسات والخطط اللازمة للحد من الآثار السلبية على مواقع التراث الثقافي والتاريخي.

❖ مناهج البحث وأساليبه

أعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي وذلك من خلال دراسة الخصائص والعلاقات المكانية والزمانية لظاهرة الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة، وتحليل عوامل التأثير وإيجاد علاقات سببية ،أما الأساليب المستخدمة فهي:

- استخدام تقنيات استشعار الأقمار الصناعية ونظم المعلومات الجغرافية لجمع وتحليل البيانات اللازمة عن المنطقة، ومنها دراسة الخصائص الجيولوجية والجغرافية للمنطقة من خلال الخرائط والصور الفضائية ونماذج الارتفاع.
- إعداد نموذج خريطة تحليل القرار المتعدد المعايير باستخدام الوزن النسبي لعوامل التصنيف.

- إجراء دراسة مسح أرضي لمناطق انهيارات سابقة لتدعيم وتوضيح النتائج.

❖ موقع منطقة الدراسة

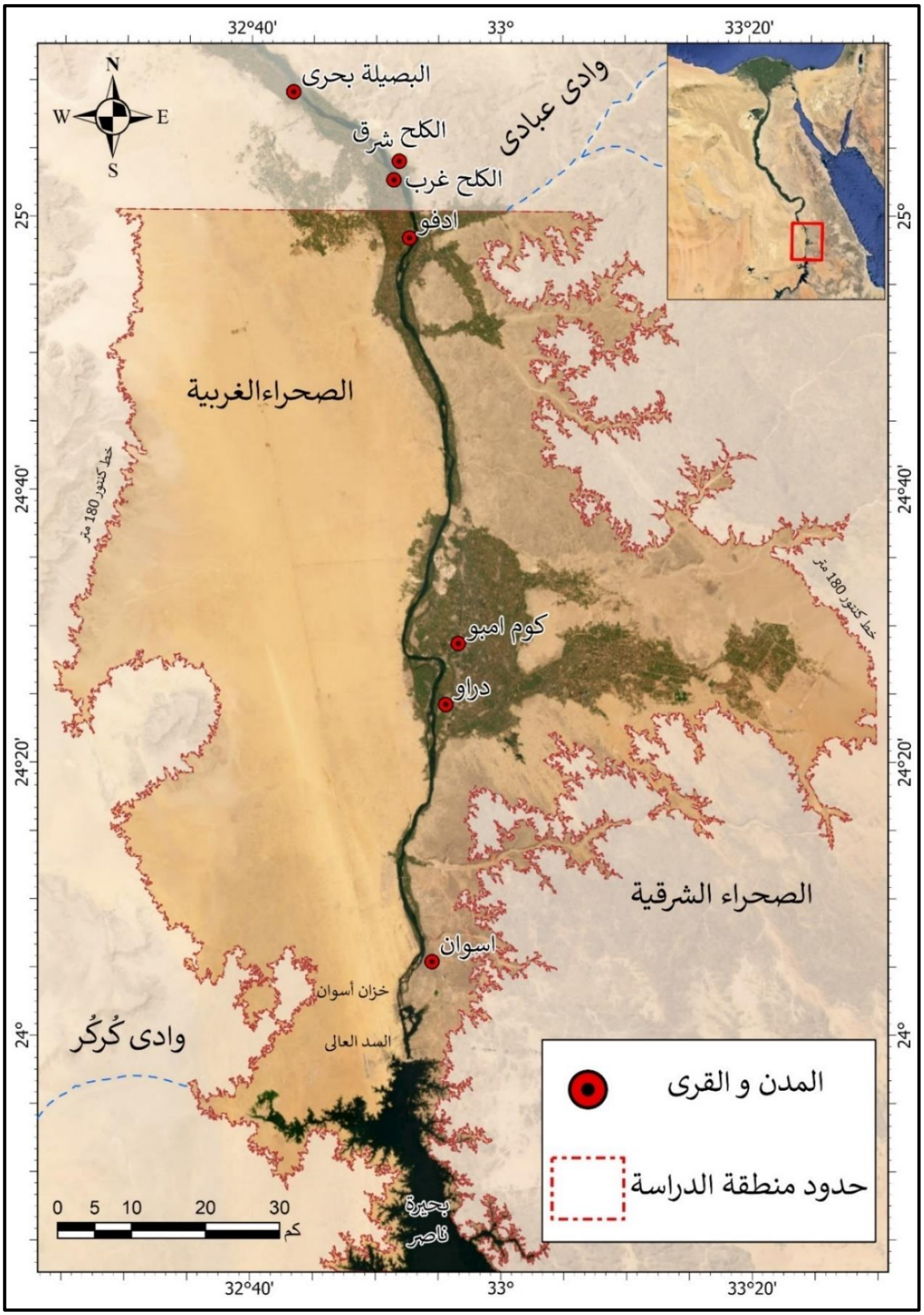
تقع منطقة الدراسة ضمن إقليم مصر العليا جنوب جمهورية مصر العربية، وتقع إدارياً ضمن حدود محافظة أسوان آخر المحافظات المصرية صوب الجنوب، والتي تقع على الحدود مع دولة شمال السودان، وتمتد منطقة الدراسة من وادي عبادي شمالاً والذي يشغله حاليا طريق (إدفو – مرسي علم) عند دائرة عرض ٣٢ درجة و١٨ دقيقة و١٣ ثانية شمالاً حتى وادي كُركُر جنوباً عند دائرة عرض ٣٢ درجة و٢ دقيقة و٤٠ ثانية شمالاً وبذلك تمتد منطقة الدراسة الى ما يقرب من ١٢٢ كم (شكل ١).

يحد المنطقة من الشرق والغرب خط كنتور ١٨٠ متراً وهو اقصى امتداد للمدرجات الفيضية القديمة التي نشأة عليها حضارات ذكرت بالمراجع التاريخية التي تناولت المنطقة بالدراسة.

تتميز منطقة الدراسة بالتنوع الطبوغرافي والإيكولوجي حيث تتنوع مظاهر السطح وكذا الأشكال الجيومورفولوجية، من حيث مجرى نهر النيل وسهله الفيضي على جانبيه، المدرجات النهرية أعلى سهله الفيضي ويعتبر الشاهد على تذبذب مستوى النهر وكذلك على بقايا الحضارات التي قامت في تلك المنطقة عبر العصور، كذلك مع ظهور واضح لظاهرة الجزر النيلية التي ترصع مجرى النيل في منطقة الدراسة والتي قامت عليها حضارات مثل جزيرة إلفنتين، ذلك الى جانب المحميات الطبيعية متمثلة في محمية سالوجا وغزال بمجرى النيل قرب السد العالي.

تتكون الصخور السائدة في المنطقة من الحجر الجيري والصخور الرسوبية الطبقية الهشة والقابلة للتآكل، تتعرض المنطقة لمعدلات عالية من التعرية بفعل التجوية و الرياح ، مما يؤدي إلى حدوث انهيارات أرضية وانزلاقات صخرية، كما تتوزع التربة في المنطقة بين تربة حصوية ضحلة فوق التلال والجبال وتربة رملية سلتيه فوق السهول الفيضية.

تتميز منطقة الدراسة أيضاً بالمناخ الصحراوي حيث ان ليس هناك هطول فعلي للأمطار خلال العام يعتبر المناخ هنا BWh بحسب تصنيف مناخ كوبن - حيث متوسط درجة الحرارة السنوي هو ٢٦,٨ درجة مئوية في أسوان وحوالي ١ ملم من الأمطار تهطل سنويًا.



(شكل١) حدود منطقة الدراسة

❖ تمهيد:

يطلق مصـــطلح انهيارات أرضـــية Mass wasting على كل العمليات التي ينتج عنها نقل للمواد الصـــخرية فوق الســـفوح والذي يختلف في طبيعته من حيث الحجم والســـرعة ونوع التكوينات الصـــخرية المنقولة والأخطار التي تنجم عنها، (محســـوب وأرباب ،١٩٩٨، ص١٤٣)،وهناك نوعان رئيســـان من الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة من خلال الاستكشاف الميداني على النحو الآتي:

- **السقوط الصخري Rockfall**: هو نوع من الانهيارات الأرضية حيث تسقط الصخور والحطام السائب من منحدر أو جرف شديد الانحدار، يمكن أن يحدث هذا بشكل طبيعي بسبب التآكل أو التجوية أو النشاط التكتوني، أو يمكن أن يحدث بسبب النشاط البشري، مثل أعمال البناء أو التعدين، يمكن أن تكون الانهيارات الصخرية خطيرة وتسبب أضرارًا للبنية التحتية والممتلكات، فضلاً عن الإصابات أو الوفيات (محسوب وأرباب ،١٩٩٨، ص١٤٤).
- **الانزلاقات Sliding**: وفيها تتحرك المواد الصخرية كوحدة منزلقة على سطح الانهيار عندما تسيل وتبدو في تحركها أشبه ما يكون بالمادة في حالة السيولة، ويسبب الاحتكاك أثناء الانزلاق اهتزازاً للتربة (المفتتات) مما يجعلها تتحرك في شكل متدفق على سفح اقل انحداراً (محسوب وأرباب ،١٩٩٨، ص١٤٤).
- بشكل عام، يمكن أن تسبب الانهيارات الأرضية أضرارًا للمباني والهياكل الأثرية، وكذلك المصنوعات اليدوية كما، قد يتسبب الانهيار الأرضي في انهيار مبنى مما قد يؤدي إلى إتلاف أو تدمير القطع الأثرية والمواد الأخرى الموجودة بداخله وخاصة تلك المتاحف او المعابد التي تقع على أو بجوار منحدرات، وبالمثل، قد يتسبب الانهيار الأرضي في تحول التربة مما قد يؤدي إلى تعريض أو إتلاف القطع الأثرية أو المواد الأخرى المدفونة تحت الأرض.
- بالإضافة إلى الأضرار المادية يمكن أن يكون للانهيارات الأرضية أيضًا تأثير ثقافي كبير على المواقع الأثرية والتراثية، على سبيل المثال قد يتسبب الانهيار الأرضي في فقدان معلومات مهمة حول تاريخ وثقافة مجتمع معين أو فترة زمنية معينة، يمكن أن يكون هذا مدمرًا بشكل خاص للمواقع التي لم تتم دراستها أو فهمها بالكامل بعد ومازالت في مرحلة الاستكشاف والحفائر، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تتسبب الانهيارات الأرضية في فقدان المعالم الثقافية الهامة والمواقع التراثية مما قد يكون له تأثير سلبي على المجتمعات التي تعتمد عليها في السياحة والأنشطة الاقتصادية الأخرى وهناك امثله على ذلك حول العالم كما تم الذكر سابقاً في المقدمة.

وفى السطور التالية دراسة لخصائص المنحدرات بمنطقة الدراسة، الى جانب توزيع لمناطق المنحدرات المرتبطة بمواقع أثرية بهدف إنشاء خريطة للمناطق الأكثر عرضه (حساسية) لأخطار الانزلاقات الأرضية وسرد الطرق الممكنة للحد من شدتها وذلك بعد سردية سريعة لخصائص السهل الفيضي في منطقة الدراسة والذي يعد من أحد اهم محدداته المنحدرات محط الدراسة.

أولاً: خصائص السهل الفيضي في المنطقة المحصورة بين ادفو واسوان:

يبدأ السهل الفيضي في شمال منطقة الدراسة متسعاً نسبياً عند أدفو بمتوسط اتساع ٩ كم من الشرق عند وادى العبادي الى الغرب عن نهاية السهل الفيضي بالقرب من دير الشهداء كما هو

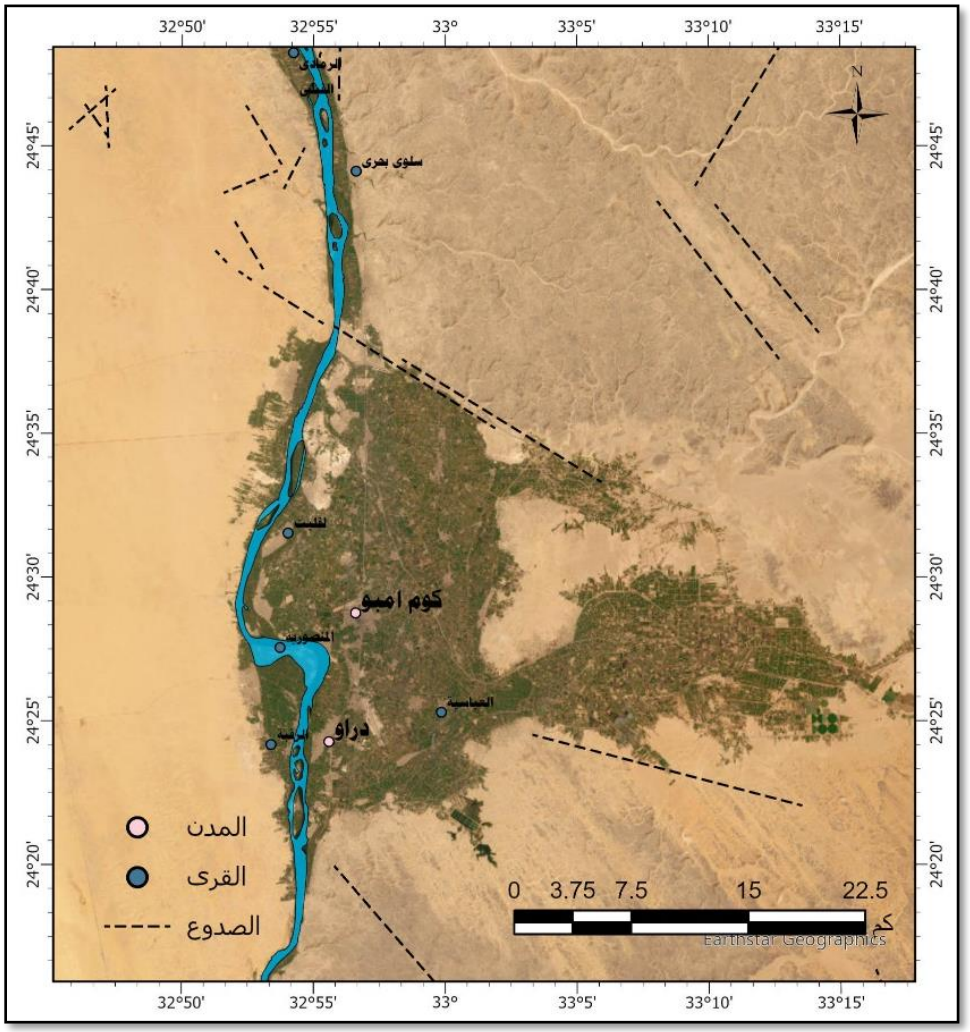
موضح بالقطاع التضاريسى رقم ١ (بالشكل ٣) ، يظل السهل الفيضي متسعاً نسبياً حتى قرية الرمادى القبلى جنوباً بمتوسط اتساع يصل الى ٣ كم من شرق النيل الى ضفته الغربية و يظل السهل الفيضى ضيقاً نسبياً لمسافة تقرب من ١٠ كم حتى بداية سهل كوم امبو لا يتسع فيهل إلا في مواضع الأودية مثل وادى أبو على ، وادى أبو طنقورة وعايد من الشمال الى الجنوب .

يعد سهل كوم أمبو (حوض كوم أمبو) ومن اهم الظاهرات المورفولوجية بمنطقة الدراسة حيث يتميز بتضاريسه المنبسطة والمنخفضة، يقع السهل على الضفة الشرقية لنهر النيل ويتكون بشكل أساسي من الرواسب الغرينية التي رسبها النهر بمرور الوقت ؛ فالسهل منبسط نسبيًا ، ومنحدراته لطيفة تنحدر نحو نهر النيل، يتكون السهل بشكل أساسي من رواسب دقيقة الحبيبات مثل الطين والطمي ، والتي ترسبها نهر النيل أثناء الفيضانات، تم ضغط هذه الرواسب وتثبيتها بمرور الوقت ، لتشكيل طبقة من التربة الصلبة المقاومة للتآكل، يعتبر سهل كوم امبو الاستثناء الوحيد في ضيق وادى النيل من اسوان حتى ادفو حيث يتسع السهل الفيضي بشكل مفاجئ شمال نجع الحجر من ما يقرب ٢كم الى ما يقرب ١٠ كم الى الشرق من جزيرة المنصورية على امتداد خط عرض ثنية المنصورية كما يتضح من القطاع التضاريسى رقم ٢ بالشكل المرفق ، يظهر سهل كوم أمبو على المرئيات الفضائية في شكل مثلث رأسه في الشرق و قاعدته مستندة على مجرى النيل(من خانق السلسة في الشمال الى جزيرة الطويسه جنوباً) و ضلعاه ممتدان على محوري صدعان رئيسان تأخذ الاتجاه (شمالي غبى- جنوبي شرق) شمالاً و جنوباً (شكل ٢)، وكان لسهل كوم امبو ظروف محليه في تكوينه حيث انه ملتقى عديد من الأودية المنحدرة من الصحراء الشرقية أهمها وادى شعيت شمالاً ووادي خريط جنوباً ، يكاد يختفى السهل الفيضي الى الجنوب من سهل كوم أمبو حتى أسوان نظرا لطبيعة القطاع الصخرية الى انه أيضا أدى بناء سد أسوان في الستينيات إلى تقليل كمية الرواسب التي تصل إلى المصب بشكل كبير ، مما ساهم بشكل أكبر في تضييق السهل الفيضي.

ثانياً: خصائص المنحدرات في المنطقة المحصورة بين ادفو واسوان:

تتميز المنحدرات الواقعة بين إدفو وأسوان في مصر بشكل أساسي بجيومورفولوجيتها، والتي تتشكل من نهر النيل والمناظر الطبيعية الصحراوية المحيطة بها، لقد حفر نهر النيل قنوات عميقة ووديان عبر التضاريس الصخرية، مما أدى إلى تكوين منحدرات شديدة الانحدار ونتوءات صخرية، تتكون الصحراء المحيطة في الغالب من كثبان رملية مع بعض مناطق التضاريس الصخرية.

كما تتميز المنطقة بوجود منحدرات جروف منحدرة أو تلال تكونت بفعل التعرية وارتفاع الأرض، تتكون هذه الجروف من الطبقات المتناوبة من الصخور الصلبة والناعمة التي تشكل جيولوجيا المنطقة، تشكل طبقات الصخور الصلبة، مثل الحجر الرملي والجرانيت، المنحدرات، بينما تشكل الطبقات الصخرية اللينة، مثل الطين والطمي، الوديان والسهول، بالإضافة إلى ذلك، تشتهر المنطقة بآثارها القديمة ومعابدها، مثل معبد إدفو ومعبد كوم أمبو، تم بناء هذه الآثار على أرض مرتفعة تطل على نهر النيل، مما يجعلها مثالًا مثيرًا للاهتمام لكيفية تفاعل النشاط البشري مع الجيومورفولوجيا الطبيعية.



(شكل ٢) سهل كوم امبو

ثالثاً: تحليل المنحدرات باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

يُمكن استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في دراسة المنحدرات لتحليل وتصور ونمذجة خصائص وديناميكيات التضاريس ، كما يمكن أن توفر نظم المعلومات الجغرافية مجموعة أدوات قوية لدراسة الخصائص الجيومورفولوجية للمنحدرات مثل زاوية الانحدار slope angle ، جانب المنحدر Aspect ، والتقوس Curvature والتي يمكن تصورها على الخرائط وتحليلها لتحديد الأنماط والعلاقات بالإضافة إلى ذلك ، يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لنمذجة ديناميكيات المنحدرات، مثل انهيار المنحدرات Slopes Failure أو حركة الكتلة ، من خلال دمج البيانات المتعلقة بخصائص المنحدرات والجيولوجيا والتربة والغطاء النباتي، يمكن استخدام هذه النماذج للتنبؤ باحتمالية فشل المنحدر وتحديد مناطق الخطر المحتملة.

قام الباحث باستخدام صور الأقمار الصناعية Sentinel 2 إصدار عام ٢٠٢٢ بالإضافة الى بيانات نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة مكانية ٣٠ م وعمل التحليلات باستخدام برامج GLOBAL MAPPER، ذلك بالإضافة الى برنامج ARC GIS Pro وكانت نتائج التحليلات بالنسبة للعناصر التالية وذلك تمهيداً لإنتاج خريطة للمناطق الأكثر عرضه لمخاطر الانزلاقات الصخرية:

١. زوايا الانحدار Slope angle:

يُمكن أن تساهم دراسة درجات زوايا المنحدرات من وجهة النظر الجيومورفولوجية في تحديد مناطق عدم الاستقرار كما يمكن أن تشير زوايا المنحدرات إلى مناطق عدم الاستقرار ، مثل تلك المعرضة للانهيارات الأرضية أو الانهيارات الصخرية أو تآكل التربة ، سيتم تحليل زوايا الانحدار وفقاً لنموذج المنحدرات الأشهر للعالم أنتوني يانج (جدول ١) الصادر في عام ١٩٧٢(YOUNG D) ، M، 1974 ، وهو طريقة لتصنيف المنحدرات في التضاريس والذى يحدد ستة فئات من المنحدرات بناءً على درجة الانحدار: (مستوي ، هين الانحدار ، متوسط الانحدار، منحدر ، منحدر جدا ، شديد الانحدار)، يتم تحديد هذه الفئات باستخدام كل من تدرج المنحدر (نسبة الارتفاع الرأسي إلى المسافة الأفقية) والمظهر المرئي للمنحدر، تنطبق فئة المستوى على المنحدرات بنسبة ٠-٣٪ وشديدة الانحدار للمنحدرات التي تزيد عن ٤٠٪، وهو يستخدم على نطاق واسع في الجيومورفولوجيا والهندسة لتحليل التضاريس وتقييم ثبات المنحدرات.

(جدول ١) تصنيف فئات المنحدرات عن يانج ١٩٧٤

الفئات	درجات الانحدار (°)
مستوى	صفر – ٥
هين الانحدار	٥-٨
متوسط الانحدار	٨-١٢
منحدر	١٢-٣٠
منحدر جدا	٣٠-٦٠
شديد الانحدار	>٦٠

Slope Classification scheme from (Young,1974)

تم تطبيق دراسة المنحدرات على المساحة المتاخمة للسهل الفيضي فقط مع إغفال كامل حدود منطقة الدراسة التي تتطابق مع خط كنتور ١٨٠م المحدد لآخر مستوى المدرجات الفيضية القديمة بالمنطقة ويعزى ذلك لسببان الأول كون المناطق الأثرية محط الدراسة ترتبط بالسهل الفيضي فقط ولا تناهز في ارتفاعها خط كنتور ١٨٠م ، والثاني لتسهيل عملية التحليل بواسطة البرمجيات و تجنب شذوذ قيم التحليلات عن الارتفاعات محط الدراسة وكان الاستثناء الوحيد في الجهة الشرقية من النيل في وادى أبو صوبيرة المتعمق في الصحراء الشرقية وذلك لارتباطه بنقوش هامه ترجع الى عصور ماقبل التاريخ.

أظهرت نتائج تحليل نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة بالنسبة لزوايا الانحدار الحقائق الآتية:

أ. تتراوح فئات الانحدار وفقاً لتصنيف يانج في منطقة الدراسة من صفر- ٦٠ °.

ب. يقع حوالي ٨٧٪ من إجمالي مساحة الدراسة في فئة الانحدارات الهينة ويرجع ذلك لطبيعة المنطقة السهلية نوعاً ما بالإضافة للمساحة الشاسعة التي يغطيها سهل كوم أمبو.

ج. تمثل فئات الانحدار المتوسط حوالي ١٤٪ من مساحة منطقة الدراسة وتتوزع في منحدرات جوانب الأودية مثل وادي أبو صوبيرة ، وادى الكوبانيه ، وادى عبادى و دايي شعيت وخريط و التي تعتبر المحددات الطبيعية لسهل كوم أمبو شمالاً وجنوباً.

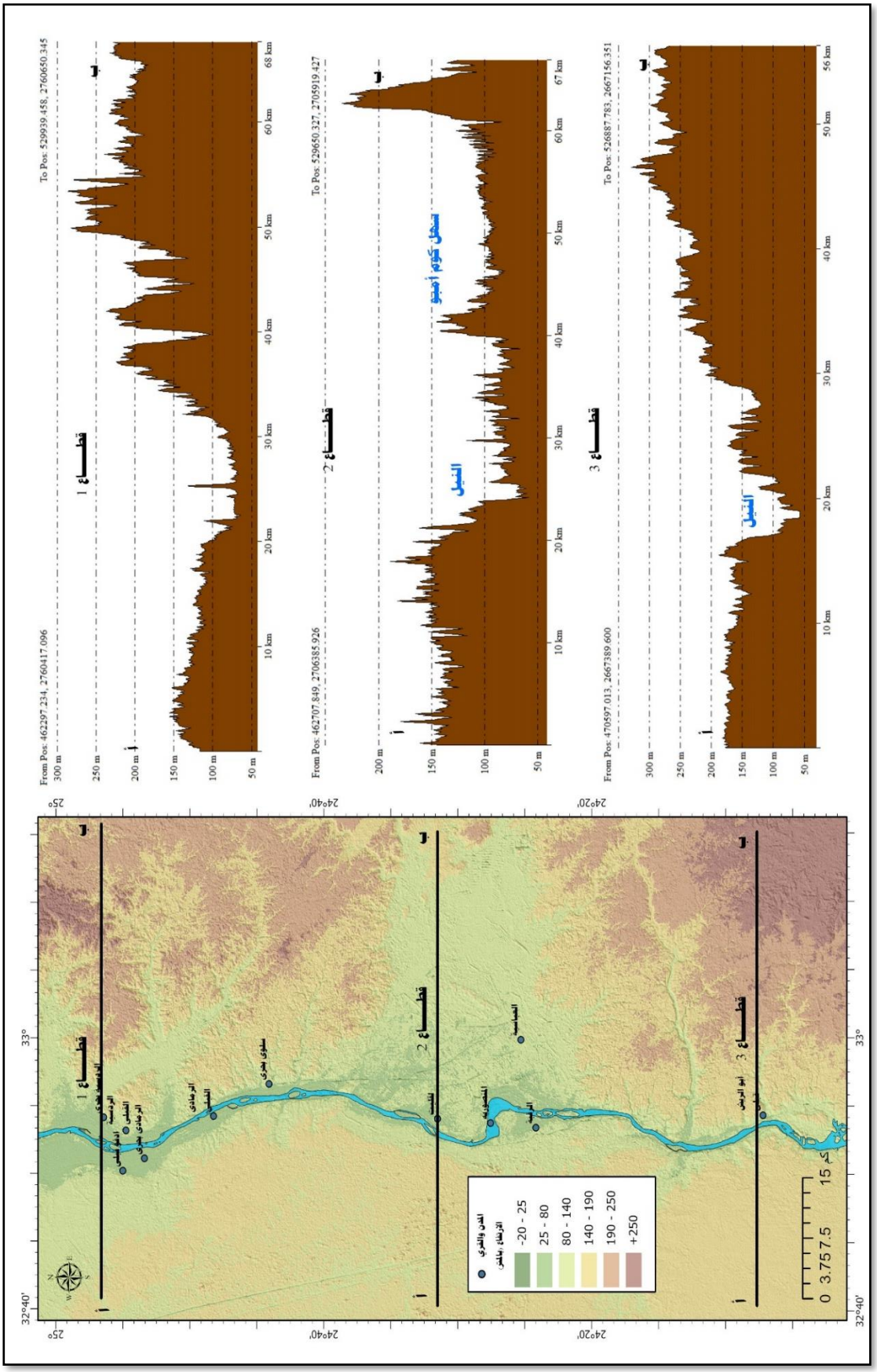
د. غابت فئة المنحدرات الشديدة اكبر من ٦٠درجة عن التمثيل في منطقة الدراسة وربما يرجع ذلك لتقدمة المنطقة في المرحلة الجيومورفولوجية .

ه. مما سبق يوضح أن المنطقة قد قطعت شوطاً كبيرا في المرحلة الجيومورفولوجية على الرغم من وجود بعض المنحدرات نوعا ما ربما يرجع ذلك الى شدة صلابة تلك الصخور بالإضافة الى جفاف المنطقة وما ترتب عليها من توقف لعملية النحر المائي.

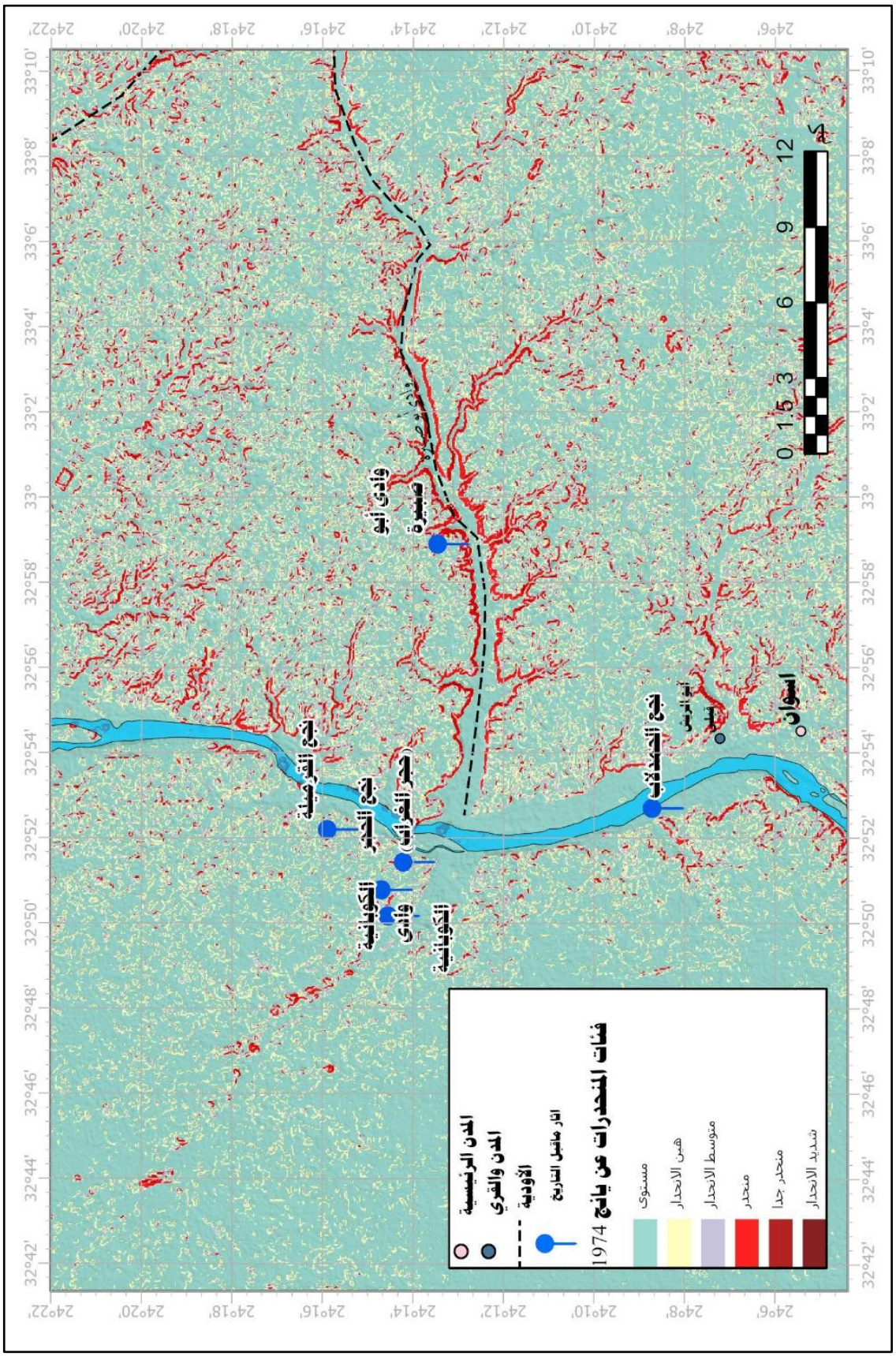
(جدول ٢) خصائص الحافات الصخرية بمنطقة الدراسة

الفئات	فئات الانحدار (°)	المساحة (كم٢)	النسبة المئوية (%)
مستوى	صفر – ٥	٦١٨٣,٥٧	٧١,٢٢
هين الانحدار	٥-٨	١٣٢١,٣٣	١٥,٢٢
متوسط الانحدار	٨-١٢	٧٧٢,٤٥	٨,٩٠
منحدر	١٢-٣٠	٤٠٣,٣٦	٤,٦٥
منحدر جدا	٣٠-٦٠	١,٤٠	٠,٠٢
شديد الانحدار	>٦٠	٠,٠٠	٠,٠٠
المجموع		٨٦٨٢,١٢	١٠٠٪

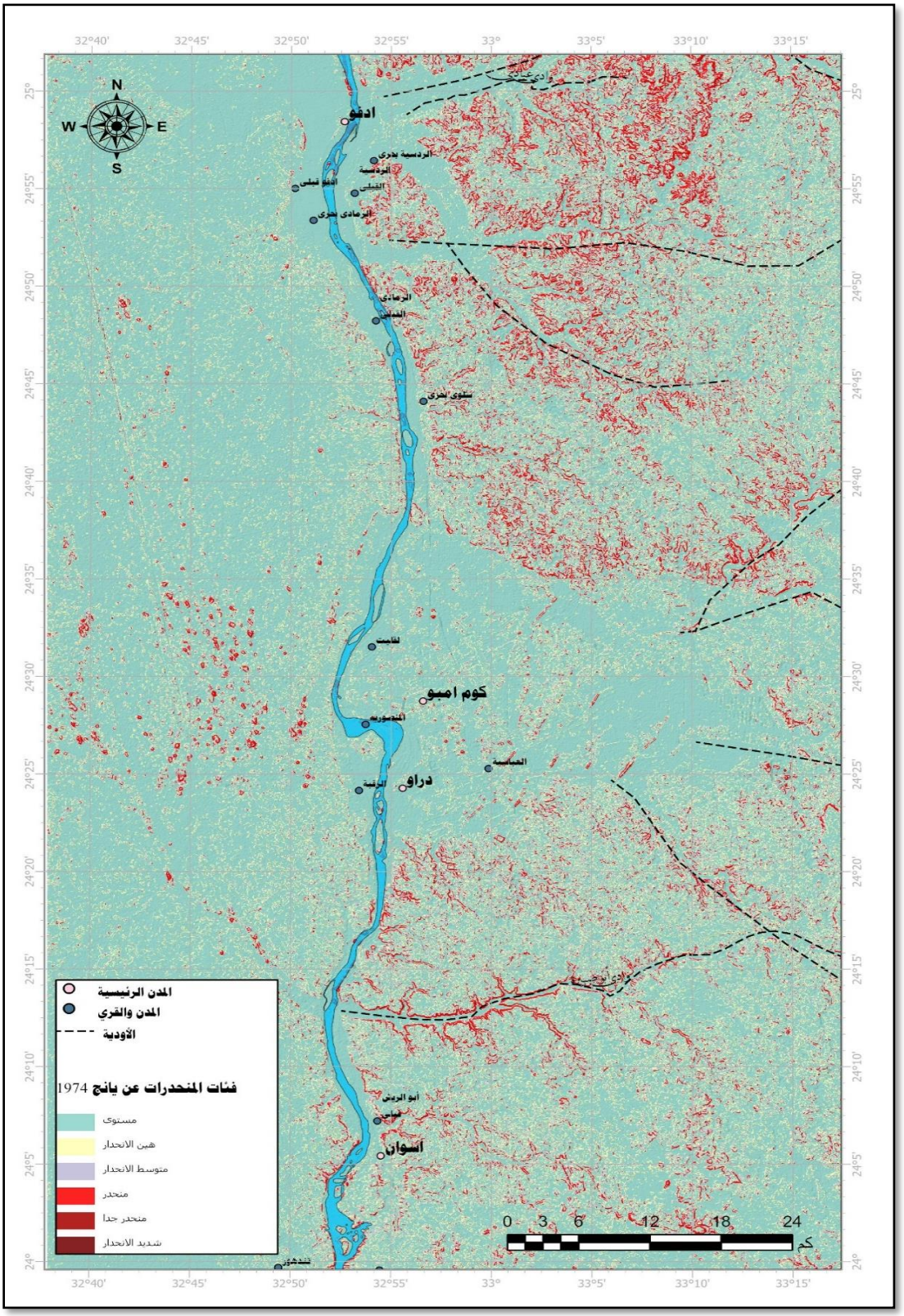
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM



(شكل ٣) القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة (المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة).



(شكل ٤) ارتباط آثار ما قبل التاريخ بمناطق المنحدرات



(شكل ٥) تصنيف المنحدرات في منطقة الدراسة

٢. تحليل اتجاهات الانحدار Slope Aspect:

هو مقياس للاتجاه الذي يواجه المنحدر في التحليل الجيومورفولوجي ،غالبًا ما يتم استخدام جانب المنحدر كطريقة لفهم كيف يمكن أن تؤثر الجوانب المختلفة للمنحدر (المواجه للشمال والجنوب وما إلى ذلك) على جيومورفولوجيا المنطقة، على سبيل المثال ، قد تكون المنحدرات المواجهة للشمال أكثر برودة ورطوبة من المنحدرات المواجهة للجنوب ، مما قد يؤثر على أنواع النباتات التي تنمو على المنحدر ومعدل التعرية ، يمكن أن يساعد فهم جانب المنحدر للمنطقة أيضًا في تحديد المخاطر المحتملة مثل الانهيارات الأرضية أو الانهيارات الصخرية.

تم تطبيق تحليلات اتجاهات المنحدرات على المناطق المرتبطة بمناطق اثرية وقد أظهرت نتائج تحليل الحقائق الآتية:

أ. يتبين من خلال (الشكل ٦) والجدول (رقم ٣) أن المناطق المستوية التي يقل انحدارها عن (-١ درجة) تمثل الاتجاه السائد في منطقة الدراسة بشكل عام بنسبة ١٤, ١٪ من مساحات منطقة الدراسة وهذا يبدو منطقياً لوقوع منطقة الدراسة في منطقة سهل فيضي وكذلك ان نسبة كبيرة من منطقة الدراسة تقع داخل منطقة سهل كوم امبو وكذلك مناطق بطون الأودية.

ب. **الاتجاه الجنوبي** : تأخذ حوالى ٣٢,١٪ من إجمالي مساحات منحدرات منطقة الدراسة الاتجاه الجنوبي ، ويمثله منحدرات جوانب وادى أبو صوبيرة وادى الكوبانية، وبالنسبة لوادي أبو صوبيرة كما يتبين من الشكل (٧,٦) فقد اتخذت الحافات الشمالية للوادي واجهة جنوبيه وهى نفس الواجهة المرصعة بنقوش صخرية تعود لعصور ما قبل التاريخ ومن حيث التحليل الجيومورفولوجي تكون المنحدرات المواجهة للجنوب أكثر دفئًا وجفافًا بشكل عام ، مما يجعلها أكثر عرضة للانهيارات الأرضية والانهيارات الصخرية لأن درجات الحرارة الأكثر دفئًا يمكن أن تسرع من معدل التجوية والتعرية ، كذلك تكون المنحدرات الجنوبية أكثر عرضه للإشعاع الشمسي مما يؤثر في عملية التجوية وقد أكدت تلك الفرضية الدراسة الميدانية لخور أبو صوبيرة كما يتضح من الصورة في (شكل ٦) من اثر نشاط عمليات التجوية و التفلق الصخري لصخور الحافة الشمالية لخور أبو صوبيرة .

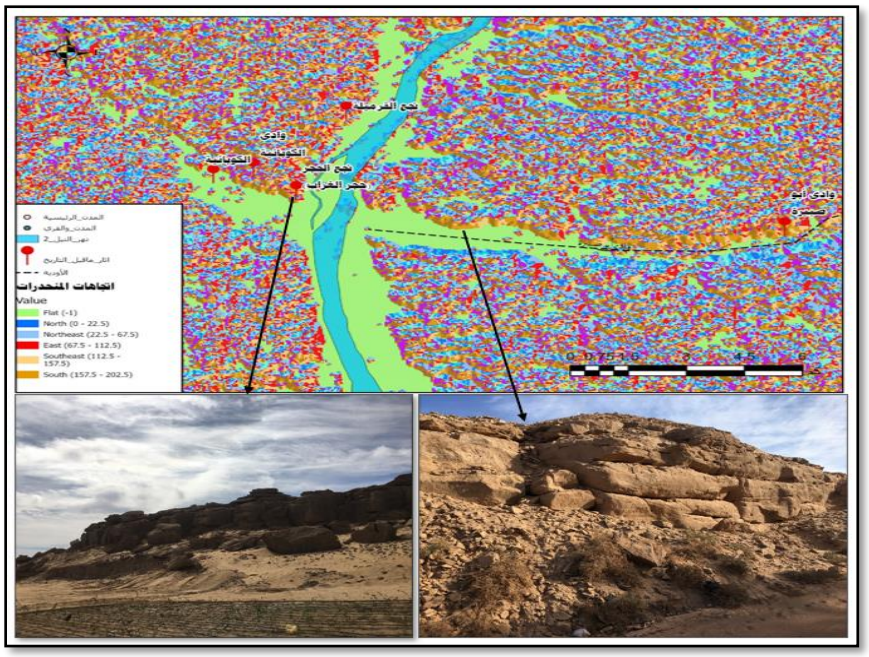
ج. **الاتجاه الشمالي:** بلغت المساحات التي تأخذ اتجاهات شمالية بمنطقة الدراسة حوالي ٣١٪ من إجمالي مساحات منحدرات منطقة الدراسة، عادةً ما تتلقى المنحدرات المواجهة للشمال إشعاعًا شمسيًا أقل ولها ظروف أكثر برودة ورطوبة مقارنة بالمنحدرات المواجهة للجنوب، والتي يمكن أن تؤثر على خصائصها الجيومورفولوجية، تتضمن بعض التفسيرات الجيومورفولوجية المحتملة للمنحدرات المواجهة للشمال ما يلي:

- ارتفاع الغطاء النباتي ورطوبة التربة بسبب انخفاض معدلات التبخر، والتي يمكن أن تدعم المزيد من نمو النبات وتطور التربة مقارنة بالمنحدرات المواجهة للجنوب.
- يلاحظ ان مناطق السهل الفيضي على جانب نهر النيل وكذلك في سهل كوم امبو تأخذ اللون الأخضر المستوى وهي تمثل السواد الأعظم من الاتجاهات بنسبة ١٤٪ من إجمالي المساحات بالمنطقة.

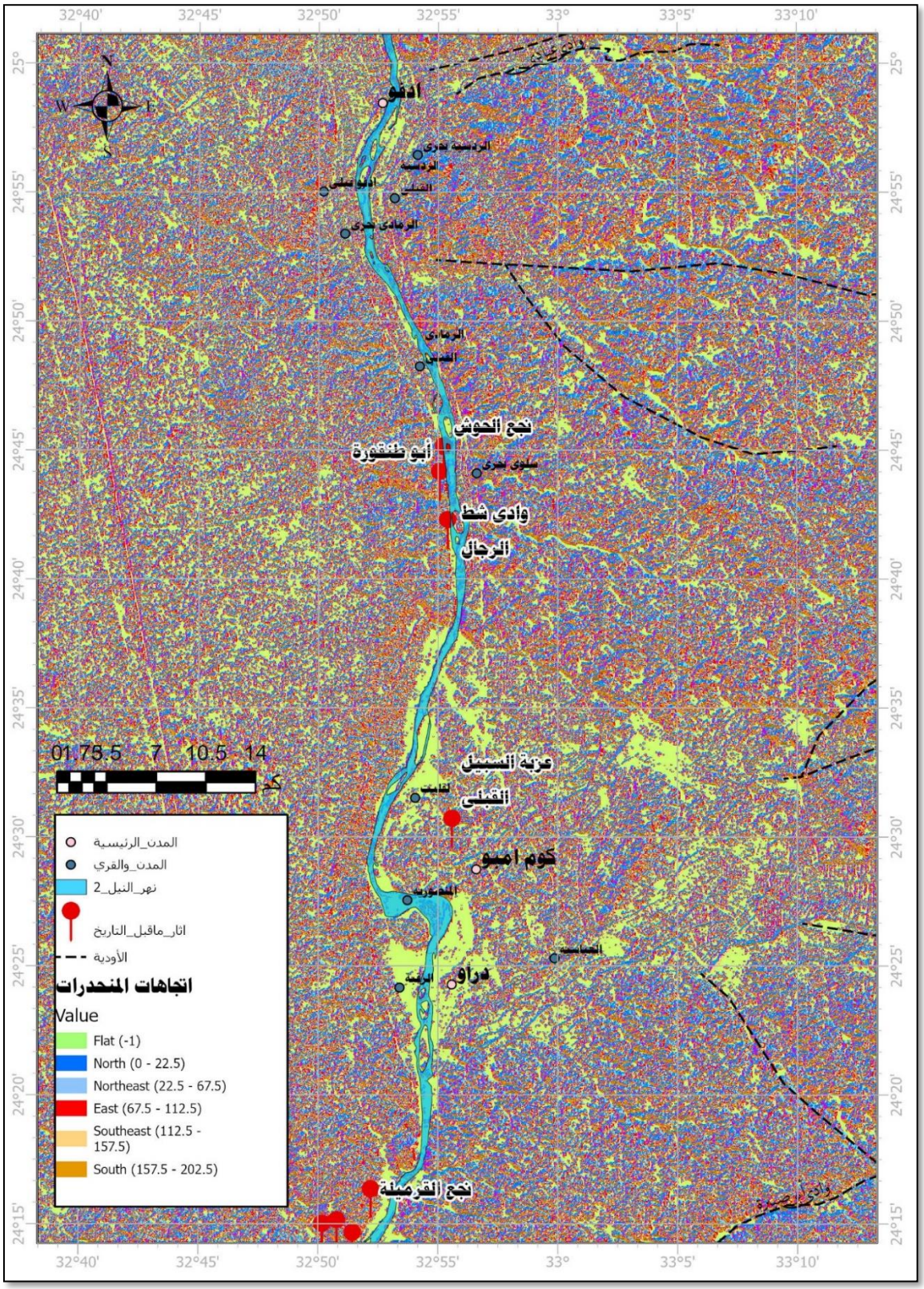
(جدول ٣) اتجاهات المنحدرات الصخرية بمنطقة الدراسة

الفئات	المساحة (كم٢)	النسبة المئوية (%)
شمال	٧٨٦,٩٨	٩,٠٧
جنوب	٨٧٤,٩٧	١٠,١
جنوب شرق	٨٧٩,٩٤	١٠,١
شرق	٩٣٨,١٢	١٠,٨
شمال غرب	٩٤١,٧٩	١٠,٩
غرب	٩٧٢,٤١	١١,٢
شمال شرق	١٠٢٣,٢٠	١١,٨
جنوب غرب	١٠٣٠,٠٧	١١,٩
مستوى	١٢٢٧,٧٩	١٤,٢
المجموع	٨٦٨٢,١٢	٪١٠٠

المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمى DEM.



(شكل ٦) الواجهة الجنوبية للحافة الشمالية لخور أبو صوبيرة (يمين)، ومنحدرات نجع الحجر (يسار)



(شكل ٧) خريطة اتجاهات المنحدرات بمنطقة الدراسة

٣. تحليل القابلية التعرض للانهيارات الأرضية Landslide susceptibility

تهدف دراسات الحساسية للانهيارات الأرضية إلى تحديد المناطق المعرضة للانهيارات الأرضية، وتقييم الأضرار المحتملة التي يمكن أن تحدث بسبب الانهيارات الأرضية، وتقديم توصيات لتدابير التخفيف، تستخدم هذه الدراسات تقنيات مختلفة، بما في ذلك الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، والتحقيقات الميدانية، لتحديد مواقع الانهيارات الأرضية المحتملة.

من أوائل الدراسات التي ناقشت هذه الطريقة في التوقع بالمخاطر الجيومورفولوجية بواسطة تقنيات الاستشعار من البعد و نظم المعلومات الجغرافية هي دراسة هونج و زملاءه (S, K, Hong et al 2004,) في هذه الورقة ، استخدم المؤلفون نظم المعلومات الجغرافية لتطوير نموذج تقييم حساسية الانهيارات الأرضية لأحواض التصريف في كوريا ، بدمج عوامل مختلفة مثل خصائص المنحدرات ، والصخور ، واستخدامات الأراضي ، وكثافة التصريف.

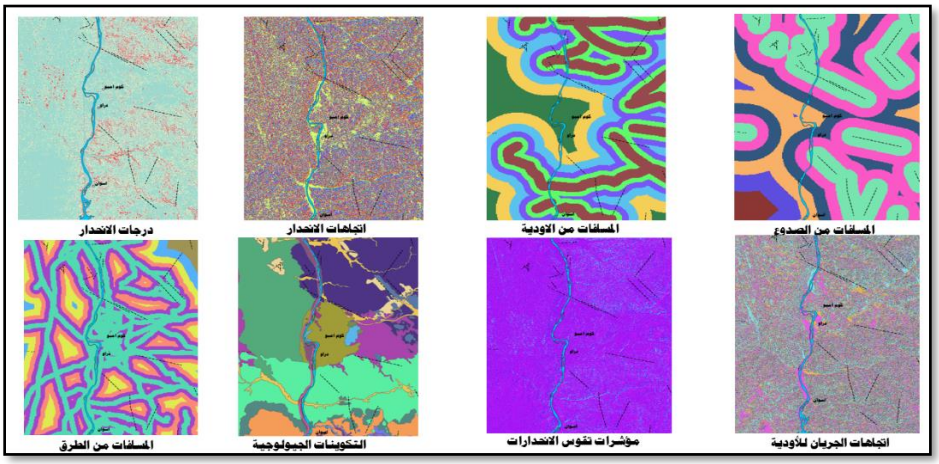
وتقوم منهجية دراسة الحساسية (القابلية) للانهيارات الأرضية على عمليات متشابكة ومتداخلة فيما بينها داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية كما هو موضح فى المخطط التفصيلي (شكل ٩) وذلك عن طريق صياغة نموذج جغرافى إحصائى Model معتمد على الأوزان النسبية لكل مدخل من مدخلات النموذج؛ للخروج بخريطة توزيع للمناطق الأكثر قابلية لخطر الانهيارات الأرضية، ومرتبة ترتيباً تصاعدياً من الأكثر قابلية إلى قليل الخطورة، وقد قدمت العديد من الدراسات بالعديد من النماذج، وكذلك من الطرق المشروحة على مواقع الانترنت لإنتاج خريطة القابلية للتعرض للانهيارات الأرضية وقد قام الباحث بتطوير النموذج الخاص بمنطقة الدراسة واختيار الأوزان النسبية وفقًا لما ترآى له من شدة التأثير فى القابلية للانهيارات الأرضية حسب الظروف البيئية لمنطقة الدراسة التى تختلف عن مناطق التطبيق فى الكثير من الدراسات التى طُبقت فى شمال أوربا المختلفة مناخياً عن منطقة الدراسة، وكان من تلك الدراسات التى اعتمد عليها الباحث فى مدخلات النموذج دراسة (Tassetti et al.,2008) ، وسيقوم بناء النموذج على الخطوات التالية:

- بناء طبقة لسجل الانهيارات الأرضية السابقة بمنطقة الدراسة.
- تحديد العناصر المؤثرة بصورة مباشرة وغير مباشرة فى حدوث الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة ومن ثم بناء طبقة فى نظام المعلومات الجغرافي لكل عنصر من العناصر المؤثرة.
- إعادة تصنيف الطبقات Reclassification لتحويل كل طبقة إلى عدة رتب Classes.
- تحديد الوزن النسبى لكل طبقة من الطبقات فى تحديد التأثير على قابلية الانهيار الأرضي حسب بيئة منطقة الدراسة.
- انتاج خريطة القابلية للتعرض للانهيارات الأرضية ومن ثم تحليل النتائج.
- إضافة طبقة المواقع الأركيولوجية على خريطة القابلية لتحديد وقوع كل موقع فى أي نطاق من نطاقات الخطورة.

أ- **معايير النموذج Model Parameters :**

أستخدم الباحث عدة معايير تتوافق مع الكثير من الدارسات التى تناولت نفس الموضوع ولكن ركز على البعض واستبعد البعض لعدم وجود دلالة واقعية مثل طبقة الأمطار التى ليس لها تأثير فى منطقة الدراسة نظراً لشدة جفافها على مدار العام، وكانت المعايير على النحو التالي:

- سجل الانهيارات الأرضية: ومن ضمن هذه العمليات عملية الرصد الميدانى لرصد الانهيارات الأرضية وتسجيلها وهى سجل الانهيارات الأرضية السابقة فى منطقة الدراسة (Landslide inventory) ، ولعدم توافر بيانات معتمدة أو قاعدة بيانات منشورة، لذا أستقصى الطالب لسجل الانهيارات الأرضية فى منطقة الدراسة، قام بالاستعاضة عن ذلك بتتبع مناطق المنحدرات من خلال صور الأقمار الصناعية والدراسات الميدانية لمناطق السقوط الصخرى وتوثيقها بالإحداثيات و إنشاء طبقة لها داخل قاعدة بيانات النموذج، وجدير بالذكر أنه على الرغم من أن الباحث قام بتتبع تلك المناطق ولكن لم يستخدمه كمعيار ولكن استخدمها كطبقة مقارنة مع مخرجات الخريطة للتأكد من صحة مخرجات خريطة الحساسية (القابلية للانهيارات الأرضية).
- تحليلات نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط: تمت عدة عمليات على نموذج الارتفاع الرقمى وهي:
  - تم استخلاص الأودية آلياً من خلال نموذج الارتفاع الرقمى DEM ووضع المسميات من خلال الدراسة الميدانية والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠، وكذلك تحليلات درجات الانحدار، واتجاهات الانحدار ومعامل التقوس كما يتضح فى (الشكل ٨).
  - الطبقات المستخلصة آلياً من نموذج الارتفاع الرقمي: الانحدار، اتجاهات الانحدار.
  - البيانات الجيولوجية: التكوينات الجيولوجية، الصدوع.
  - طبقة الطرق الرئيسية.



(شكل ٨) بعض التحليلات المستخدمة كمدخلات للنموذج

ب- نتائج النموذج (خريطة الحساسية للانهيارات الارضية:

يتبع النموذج منهج تحليل القرار متعدد المعايير **Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)** لتقييم العوامل المختلفة وإنتاج خريطة الحساسية، في هذا النهج يتم تعيين وزن نسبى لكل عامل بناءً على أهميته ودرجة تأثيره على حدوث الانهيارات الأرضية، ثم يتم تجميع الدرجات باستخدام معادلة رياضية لإنتاج درجة حساسية نهائية لكل موقع، وعليه قد تم تخصيص وزن نسبي لكل عامل من العوامل وإدخالها في بيئة النموذج تبعاً لأهميته وتأثيره على النحو الآتي:

(جدول ٤) الأوزان النسبية للعوامل المؤثرة على الانهيارات الأرضية

م	العوامل المؤثرة في حدوث الانهيارات الأرضية	الوزن النسبي (%)
١	الانحدار Slope	٣٠
٢	اتجاهات الانحدارAspect	١٠
٣	الارتفاعات Elevations	٢٠
٤	معامل التقوس Curvature	١٠
٥	المسافات من الصدوع	١٥
٦	المسافات من الأودية	١٥
	المجموع	١٠٠

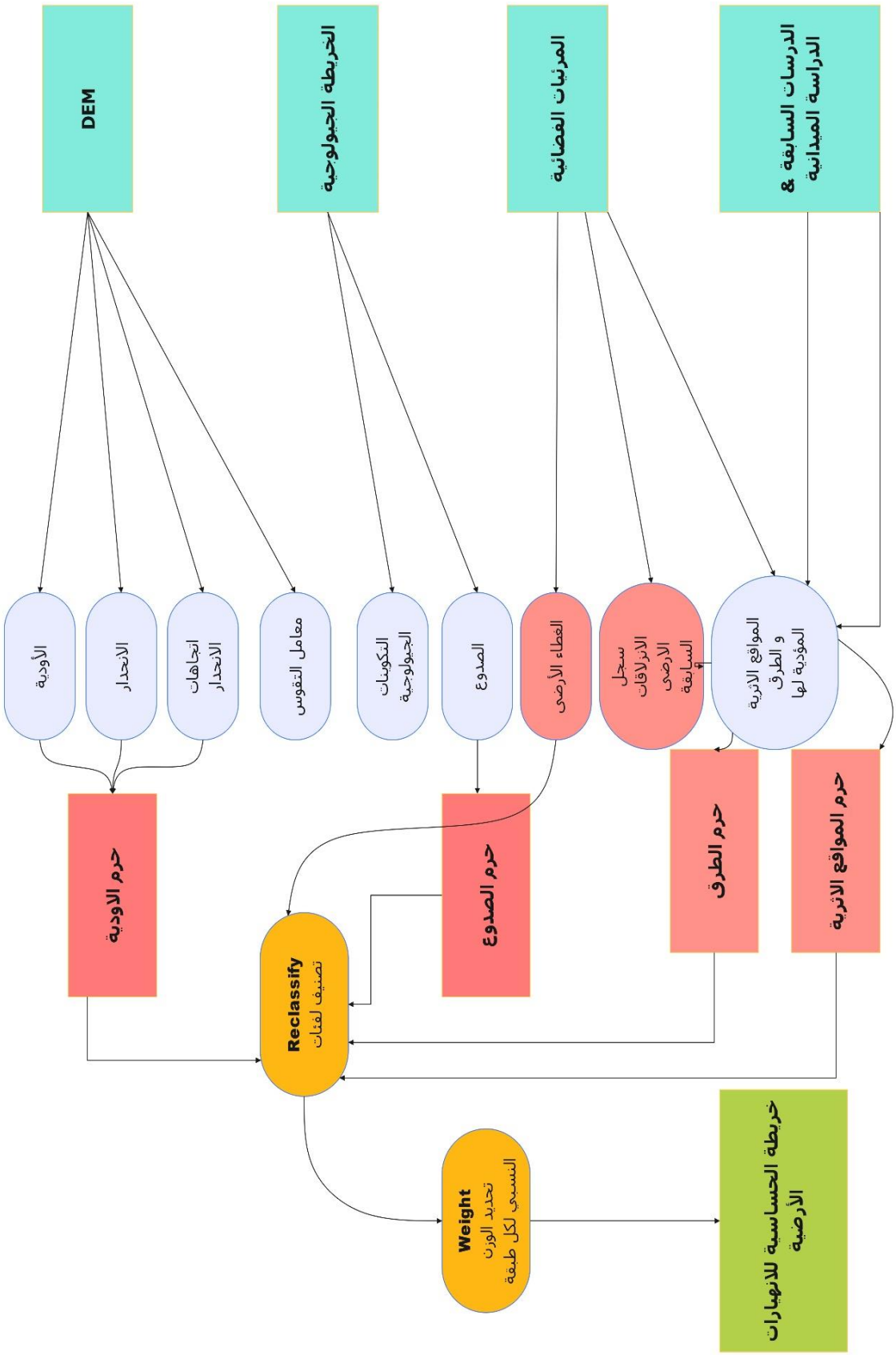
المصدر: الاوزان النسبية من تقييم الباحث.

ومن خلال ذلك النموذج تم انتاج خريطة القابلية للانهيارات الأرضية (شكل ١٠) وكذلك (جدول ٤) الخاص بتحديد مدى الحساسية لانهيارات الأرضة مرتبة تصاعدياً من قليل التعرض الى شديد التعرض جداً، ومن تحيل الخريطة تبينت بعض الحقائق التالية:

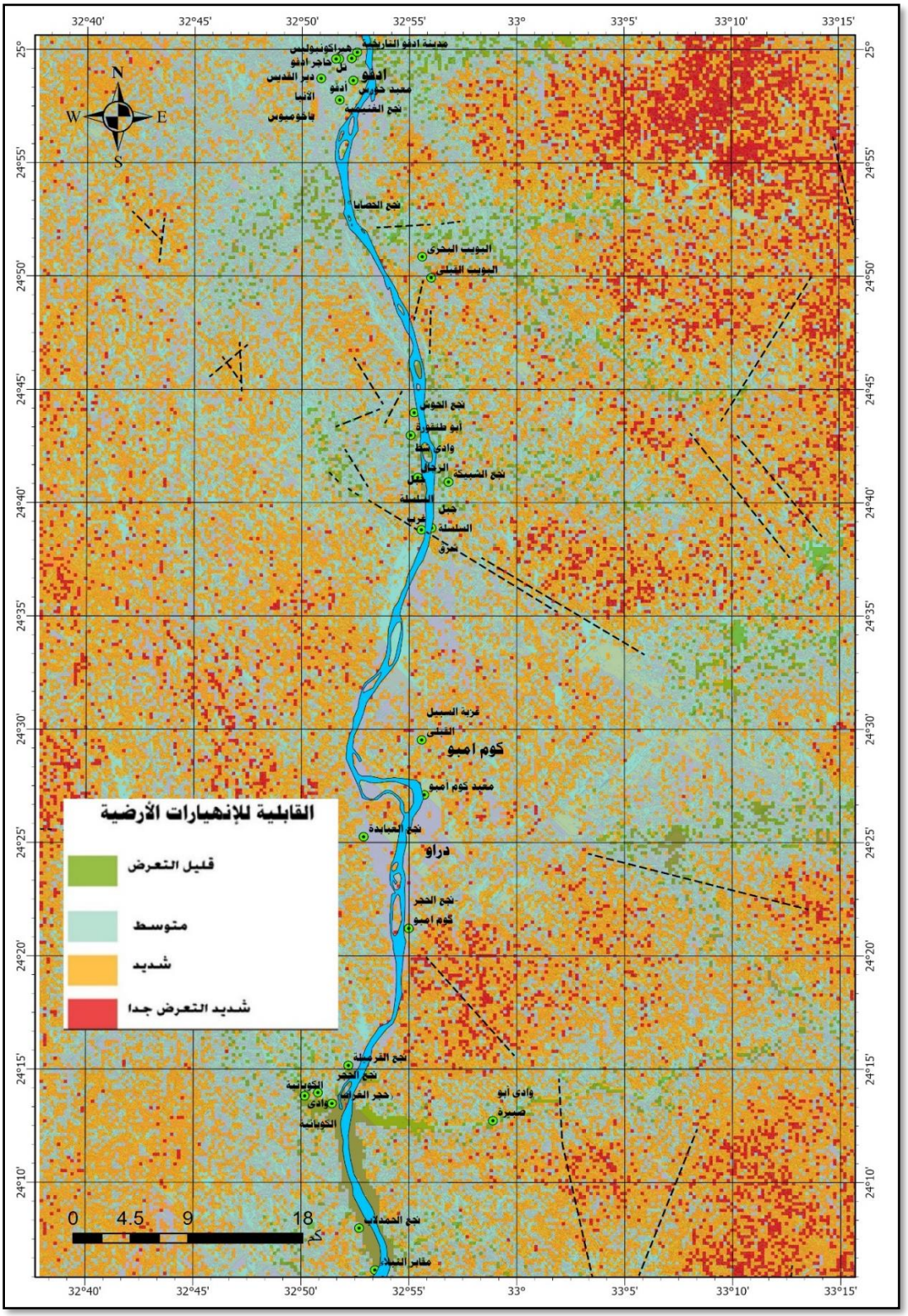
- يقع حوالي ٦٣٪ من منطقة الدراسة في نطاق المناطق متوسطة التعرض للانهيارات الأرضية، وربما يرجع ذلك الى تقدم المنطقة نوعاً ما في مرحلتها الجيومورفولوجية.

- أظهرت نتائج النموذج توافقًا مع اختبارات ميدانية ببعض المواقع من حيث التفكك والتفصل الصخري وآثار بعض الانزلاقات الصخرية في السابق كما هو موضح (بشكل ٦).

- ارتبطت مناطق النقوش الصخرية التابعة لحقبة ماقبل التاريخ بمعامل قابلية للتعرض للانهيارات الأرضية (شديدة) في أبو صوبيرة، ووادي شط الرجال وربما يرجع ذلك لارتباطها بمناطق اودية وكذلك ارتفاعها النسبي وازدياد نشاط عوامل التجوية ويوصي الباحث بالانتباه لتلك المواقع التي تحوي الكثير من النقوش النادرة (صور ١:٤).



شكل (٩) مخطط نموذج تحليل المناطق الأكثر حساسية للانهيارات الأرضي (من عمل الباحث)



(شكل ١٠) خريطة القابلية للانهيارات الأرضية

(جدول ٥) مصفوفة تقييم الحساسية للانهيارات الأرضية للمواقع الأثرية في منطقة الدراسة

م	الموقع الأثري	قليل التعرض	متوسط التعرض	شديد التعرض	شديد التعرض جدا	الحضارة التابع لها
١	عزبة السبيل القبلى					العصر الحجري الحديث الأعلى
٢	وادى ابوصبيرة					
٣	نجع القرميلة					
٤	جزيرة فيله					الحضارة الفرعونية
٥	جزيرة إجيليكا					
٦	المسلة الناقصة (المحجر الفرعونى)					
٧	معبد كوم أمبو					
٨	نجع الحمدلاب					
٩	مقابر النبلاء					
١٠	معبد كلابشة					
١١	معبد حورس (أدفو)					
١٢	جزيرة إلفنتين					
١٣	دير الأنبا سمعان					العصر الروماني
١٤	دير القديس الأنبا باخوميوس					العصر الروماني
١٥	الجبانة الفاطمية					العصر الإسلامي
١٦	نجع الحوش					الحضارة الفرعونية
١٧	نجع الحجر(الغراب)					العصر الحجري الحديث الأعلى
١٨	جبل السلسلة شرق					الحضارة الفرعونية
١٩	جبل السلسلة غرب					الحضارة الفرعونية
٢٠	نجع الشبيكة					العصر الرومانى
٢١	وادي شط الرجال					الحضارة الفرعونية
٢٢	أبو طنقورة					ما قبل التاريخ
٢٣	نجع العبابدة					ما قبل التاريخ
٢٤	حاجر ادفو					الحضارة الفرعونية
٢٥	نجع الغنيمية					ما قبل التاريخ
٢٦	نجع الحصايا					الحضارة الفرعونية

م	الموقع الأثري	قليل التعرض	متوسط التعرض	شديد التعرض	شديد التعرض جدا	الحضارة التابع لها
٢٧	البويب البحرى					اثار قبطية (العصر الروماني)
٢٨	البويب القبلي					اثار قبطية (العصر الروماني)
٢٩	تل أدفو					الحضارة الفرعونية
٣٠	مدينة ادفو التاريخية					الحضارة الفرعونية
٣١	وادي الكوبانية					ما قبل التاريخ
٣٢	نجع الحجر- كوم امبو					العصر الروماني

المصدر: من عمل الباحث بناء على مخرجات خريطة القابلية للانهيارات الأرضية (شكل ١٠).

(صورة ٢) توضح الانزلاق الصخري بمنطقة ابوطنقورة (عصور ما قبل التاريخ)

(صورة ٣) توضح تساقط الحطام Debris Fall بوادى أبو صوبيرة

(صورة ٤) توضح السقوط الصخري بوادى شط الرجال

رابعاً: أثر الإنسان في الانزلاقات الأرضية بمنطقة الدراسة:

على الرغم من كون الانهيارات الأرضـــية هي حدث طبيعي يمكن أن تســـببه عدة عوامل مثل هطول الأمطار والزلازل والنشـاط البركاني، ومع ذلك يمكن للأنشـطة البشـرية أن تسـاهم أيضًـا في الانهيارات الأرضية، وهذا يتضح بشكل خاص في حالة منطقة الدراسة.

هناك العديد من العوامل البشرية التي يمكن أن تسـهم في الانهيارات الأرضـية في في منطقة الدراسـة، واحدة من أهم أنشـطة البناء، تتطور المدينة بسـرعة، ويمكن لأنشـطة البناء أن تزعزع اسـتقرار المنحدرات وتتسبب في انهيارات أرضـية، يمكن أن تؤدي الحفريات والآلات الثقيلة ومواد البناء إلى إضـعاف اسـتقرار التربة، مما يجعلها أكثر عرضـة للانهيارات الأرضـية، ويتجلى هذا بشـكل خاص في المناطق التي يتم فيها البناء على منحدرات شديدة الانحدار.

كما يعتبر التغيرات في اسـتخدام الأراضـي عاملاً بشـريًا مهمًا في حدوث الانهيارات الأرضـية؛ حيث من الممكن أن يؤدي تحويل الأراضـي الزراعية إلى مناطق حضـرية أو إنشـاء طرق إلى تغيير أنماط الصـرف الطبيعي للمنطقة وزيادة مخاطر الانهيارات الأرضـية، كما هو الحال في منطقة خور أبو صـوبيرة شـرق النيل حيث رصد الباحث ميدانية تغير استخدامات الأراضي و الزحف العمراني ببطن الوادي و بالقرب من الحافات التي تحوى نقوش عصور ماقبل الاسرات (صورة ٥).

(صـــورة ٥) الزحف الزراعى والعمراني بجانب حافات خور ابوصـــوبيرة (ناظرا صوب الجنوب الغربي).

الري هو عامل بشـري آخر يمكن أن يسـاهم في الانهيارات الأرضـية، حيث يمكن أن يغير الري محتوى الرطوبة في التربة ويؤثر على ثباتها، يمكن أن تؤدي ممارسـات الري غير السليمة، مثل الإفراط في الري أو أنظمة الري سـيئة التصـــميم ، إلى زيادة مخاطر الانهيارات الأرضـــية ربما نتيجة لذلك التجأت الدولة لاســـتخدام الري بالتنقيط و الرش للاند ســـكيب الطبيعي بالتجمعات العمرانية الجدية بالقرب من مناطق المنحدرات كما رصد الباحث بالقرب من نجع حجر الغراب (صورة ٦) .

(صورة ٦) نظم الري بالتنقيط بالقرب من نجع حجر الغراب

عامل بشري آخر يساهم في الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة وهو أنشطة التحجير، المدينة هي موطن للعديد من المحاجر التي تستخرج مواد مثل الرمل والحجر الجيري والجرانيت و بالتالي تُضعف أنشطة الحفر المنحدرات؛ مما يؤدي إلى زيادة عدم الاستقرار وحدوث الانهيارات الأرضية، ومن أوضح الأمثلة هو التحجير بالحافة الشمالية لوادي ابوصوبيرة في نفس الاتجاه المجاور لنقوش عصور ماقبل التاريخ مما يهدد تلك النقوش بالانهيار نتيجة نشطا عمليات التحجير ، و الجدير بالذكر أن خلال زيارة الباحث الميدانية بصحبة مفتش أثار المنطقة رصدوا تعديات تحجيريه بجوار منطقة أبو صوبيرة و تم تسجيلها لاتخاذا الإجراءات حيالها من قبل منطقة أثار اسوان و النوبة (صورة ٧) .

(صورة ٧) أنشطة التحجير على الحافة الشمالية لوادي ابوصوبيرة (ناظرا صوب الشمال الشرقي)

ويرى الباحث للتخفيف من آثار العوامل البشرية على الانهيارات الأرضية، من الضروري تنفيذ ممارسات التنمية المستدامة، ويشمل ذلك التخطيط السليم وتنظيم أنشطة البناء، وممارسات التعدين المسؤولة والمراقبة من جهة السلطات المختصة، وتدابير الحفاظ على التربة.

خامساً: النتائج والتوصيات

فيما يلي أبرز النتائج التي توصل إليها البحث:

١- أنتجت الدراسة خريطة لحساسية المواقع الأثرية للإنهيارات الأرضية بمحافظة أسوان و لما لها من أهمية في تحديد المواقع الأكثر عرضة للخطر لوضع خطط للحماية والحفاظ عليها ، وتحديد أولويات الحفاظ على المواقع الأثرية، توفير المعلومات اللازمة لوضع استراتيجيات ملائمة لتقليل أضرار الانهيارات الأرضية.

٢- ارتبطت مناطق النقوش الصخرية التابعة لحقبة ماقبل التاريخ بمعامل قابلية للتعرض للانهيارات الأرضية (شديدة) خاصة في أبو صوبيرة، ووادي شط الرجال وربما يرجع ذلك لارتباطها بمناطق أودية وكذلك ارتفاعها النسبي وازدياد نشاط عوامل التجوية ويوصي الباحث بالانتباه لتلك المواقع التي تحوي الكثير من النقوش النادرة التي لازالت تحت الدراسة والبحث.

واستنادًا إلى هذه النتائج، يقترح البحث عددًا من التوصيات:

١- إنشاء نظام مراقبة وتسجيل حوادث المخاطر الجيومناخية خاصة في المناطق الأثرية و السياحية لضمان الحصول على بيانات دقيقة ومستمرة عبر الوقت.
٢- إجراء مزيد من الأبحاث حول تأثير تغير المناخ على تكرار حوادث المخاطر الجيولوجية المناخية في المنطقة.
٣- توصى الدراسة بضرورة التركيز خصوصا على المواقع الأثرية التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ نظرا لكونها مواقع مكشوفة ومن طبيعتها أكثر عرضة لعوامل التعرية و مخاطر الانهيارات الأرضية. وتزداد أهمية الحفاظ عليها لما تزال تحت الدراسة والتأريخ لما تحمله من معلومات قيمة حول تطور الفكر البشري ونظريات الهجرات البشرية وحال المناخات القديمة.

قائمة المراجع

- **المراجع العربية:**

- مرغني، على كامل (٢٠٠٢)، ارتفاع مستوى المياه الأرضية كخطر طبيعي في بعض قرى ومدن مصر من منظور جيومورفولوجي. مجلة كلية الآداب، جامعة بنها،١(٨)، ١-٣٩.
- محسوب ، محمد صبري و أرباب ، محمد إبراهيم ، (١٩٩٨). الأخطار والكوارث الطبيعية (الحدث والمواجهة) معالجة جغرافية، دار الفكر العربي.
- عبد العزيز، متولي عبد الصمد (٢٠٠١). حوض وادي وتير شرق سيناء (رسالة دكتوراة غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- ضياء، رحمة (٢٠١٩، يناير ١)، مشروع بحثي يجد الحل لأزمة ارتفاع منسوب المياه الجوفية في أسوان .
https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/research-project-finds-solution-to-crisis-of-the-rise-of-water-table-in-aswan/ ↗

- **المراجع الأجنبية:**

- Beven, K. J., & Kirkby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin, 24(1), 43-69.
- Church, M., & Warren, S.G. (Eds.). (2013). Encyclopedia of Geomorphology (Vol 1). Routledge.
- Doherty, D.E. (2010). Andes Mountains. In D. Richardson (Ed.), Encyclopedia of Geography (Vol. 2, pp. 2825-2832). Wiley.
- Garrote, L., Bras, R. L., & Band, L. E. (2017). Regional flash flood guidance system for small Mediterranean watersheds. Natural Hazards and Earth System Sciences, 17(9), 1647-1658.
- Horton, R. E. (1932). Geological studies in the Colorado river basin. U.S. Geological Survey Report.
- Megahed, H. (2020). Hydrological and archaeological studies to detect the deterioration of Edfu temple in upper Egypt due to environ mental changes during the last five decades. SN Applied Sciences, 2(1), 1-18.

- Reddy, P.O., Maji, A.K., & Gajbhiye, K.S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in a basaltic terrain, Central India - A remote sensing and GIS approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 16, 316-324.

- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 63(11), 1117-1142.

- Tassetti, Anna & Bernardini, Annamaria & Malinverni, Eva. (2008): Use of Remote Sensing Data and GIS Technology for Assessment of Landslide Hazards in Susa Valley, Italy.

- Vergara, I., Moreiras, S. M., Araneo, D., & Garreaud, R. (2020). Geo-climatic hazards in the eastern subtropical Andes: Distribution, climate drivers and trends. Natural Hazards and Earth System Sciences, 20(5), 1353–1367. https://doi.org/10.5194/nhess-20-1353-2020 ↗

- Young, A., & Young, D.M. (1974). Slope Development. Macmillan Education.

Assessment of Landslide Susceptibility around Archaeological Sites in Aswan Governorate

"A case study using remote sensing techniques and geographic information systems"

Abstract

The study aims to evaluate landslide susceptibility and predict occurrences around archaeological sites in Aswan Governorate through the use of remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). A Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) map was developed, incorporating factors such as slope gradient, soil and rock characteristics, and drainage patterns to identify areas most vulnerable to landslides based on geological and geographical parameters. Additionally, the research focused on assessing the risks posed by landslides in proximity to archaeological sites. The MCDA map was employed to evaluate the likelihood of landslide occurrences in different areas and categorize them according to their level of exposure to this hazard.

The study's findings indicated that approximately 63% of the study area has a moderate susceptibility to landslides. Furthermore, prehistoric archaeological sites in the valley were identified as being highly exposed to landslide risks. The results also demonstrated that human activities, including construction, quarrying, land-use changes, and inadequate irrigation practices, significantly contribute to the increased frequency of landslides in the region. The study recommended paying particular attention to prehistoric archaeological sites, as their exposed nature makes them more susceptible to erosion and landslide hazards.

Key Words: Modeling ,Landslide Susceptibility, Geoarchaeology, Aswan , Landslides ,Natural Hazards ,Prehistoric ,Geographic Information Systems (GIS) ,Wadi Abu Subira