



مجلة

## مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

مجلة علمية محكمة تصدر عن  
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية  
كلية الآداب - جامعة المنوفية

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: 2357-0091

الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: 2735-5284

## مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب – جامعة المنوفية

### مجلة علمية مُحَكَّمة

هيئة التحرير للمجلة	
رئيس التحرير	أ.د/ لطفي كمال عبده عزاز
نائب رئيس التحرير	أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل
مساعد رئيس التحرير	أ.د/ عادل محمد شاويش
السادة أعضاء هيئة التحرير	أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو
	د/ سالم خلف بن عبد العزيز
	د/ محمد فتح الله محمد النتيقة
	د/ طوفان سطاتم حسن البياتي
	د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا
	د/ محمود فوزي محمود فرج
سكرتير التحرير	د/ صابر عبد السلام أحمد محمد
	د/ صلاح محمد صلاح دياب

[موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: https://mkgc.journals.ekb.eg/](https://mkgc.journals.ekb.eg/)

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١  
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

بحث:

## تطبيقات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني-الزماني لتأثير الخصائص الجيومورفولوجية على النمو العمراني بمنطقة المنيا خلال الفترة ١٩٧٣-٢٠٢٣ م

إعداد الدكتور/ كمال سروجي درويش سروجي\*

\* مدرس بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا - [kamal.srogy@mu.edu.eg](mailto:kamal.srogy@mu.edu.eg)

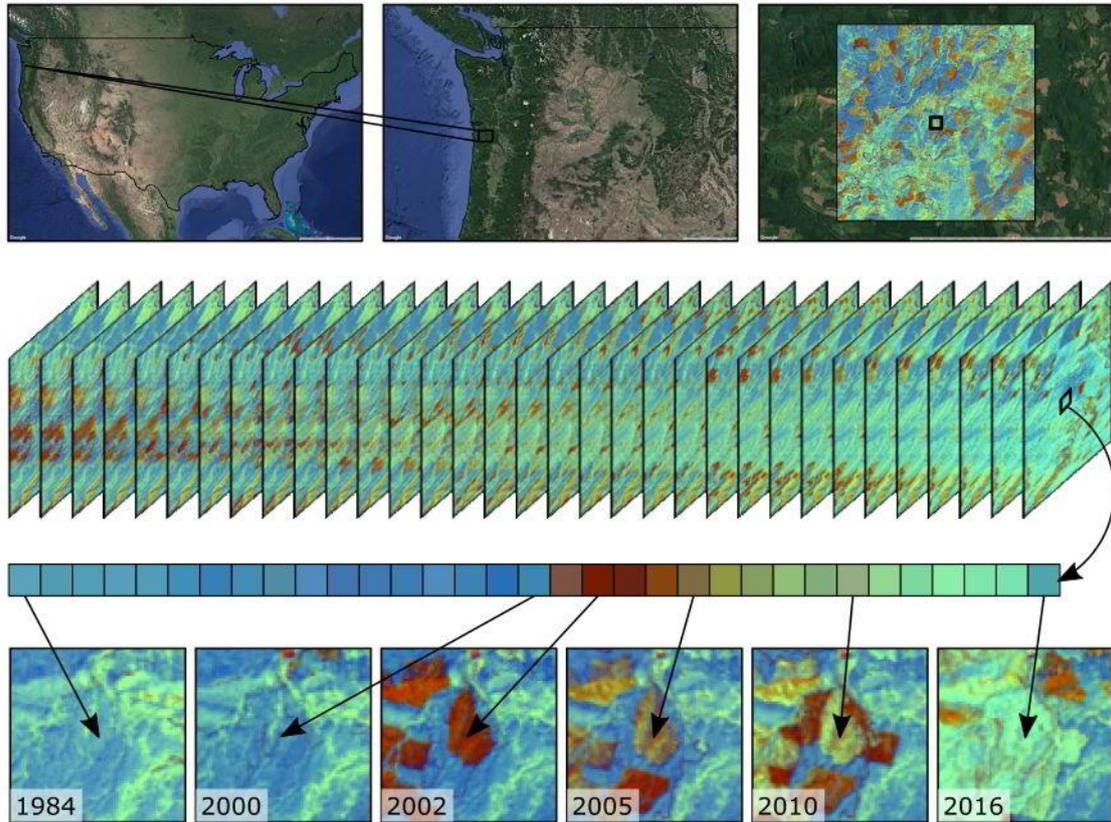
ملخص البحث:

تساهم تكنولوجيا المعلومات المكانية Geospatial Technologies في الأونة الأخيرة بدور فعال في وضع حلول للعديد من المحددات والأخطار البيئية والجيومورفولوجية التي تواجه النمو العمراني والتنمية المستدامة، حيث تمتلك نظم المعلومات الجغرافية القدرة الهائلة على جمع، وتخزين، وعرض، وتحليل، ونمذجة البيانات المكانية الضخمة Geospatial-Big Data المتباينة المصدر، والمقياس، والفترة الزمنية. تهدف هذه الدراسة إلى التحليل المكاني-الزماني Spatiotemporal للعلاقة الديناميكية بين النمو العمراني والتغيرات الجيومورفولوجية بمنطقة المنيا خلال الخمسون عامًا الماضية، بالاعتماد على المرئيات الفضائية المتعددة المصادر والملتقطة على فترات زمنية متتابعة Time series والتي يمكن من خلالها تتبع التغيرات الطارئة في المحلات العمرانية وتحديد اتجاهات نموها وأنماطها. وقد اعتمدت الدراسة بصفة رئيسة على تطبيق نظام معلومات جغرافي لدراسة التباينات وفهم العلاقات والاختلافات المكانية Spatial Variations في أنماط النمو العمراني واتجاه النمو ودراسة الخصائص الأرضية المتكيفة في النمو العمراني. وتتركز الدراسة على تكامل تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار من بعد في إنشاء قاعدة بيانات مكانية Geodatabase تشمل المتغيرات المكانية المؤثرة في النمو العمراني الأفقي بمنطقة الدراسة ومنها (التضاريس، أشكال سطح الأرض، الجيولوجيا، المدن والقرى، الطرق الرئيسية)، بهدف تحليل تأثير أشكال سطح الأرض Landforms والتضرس المحلي Local Relief المتمثلة في الحافات الصخرية، والمجاري المائية، والكتبان الرملية، والأودية الجافة، والمراوح الفيضية، والأخطار الطبيعية المؤثرة على اتجاهات ومعدلات النمو العمراني وأنماطها بمنطقة الدراسة. ويتضح من التحليل أن هناك تأثير كبير لأشكال السطح والخصائص التضاريسية بمنطقة الدراسة على التوزيع المكاني للمحلات العمرانية وأنماط واتجاهات نموها، ففي منطقة السهل الفيضي الذي يتميز بالاستواء النسبي تأثرت الأنماط العمرانية بانتشارها حول المجاري المائية مثل نهر النيل وبحر يوسف، أما في المنطقة الشرقية حيث تمتد الهضبة الجيرية التي تقطعها الأودية الجافة والمراوح الفيضية والحافات الجبلية فإن المحلات العمرانية يرتبط توزيعها بالمراوح الفيضية للأودية الجافة في مواضع وبمحاذاة الحافات الصخرية شديدة الانحدار في مواضع أخرى. وفي ذلك فإن هناك علاقة طردية بين توزيع المحلات العمرانية وأشكال سطح الأرض، وأيضا هناك تأثير واضح لتضاريس سطح الأرض على النمو العمراني، أما على الجانب الغربي من منطقة الدراسة فتؤثر حركة الكتلان الرملية على توزيع المحلات العمرانية واتجاهات نموها.

**الكلمات الدالة:** الجيوموماتية - الملازمة المكانية - الجيومورفولوجية الحضرية - التنمية المستدامة - نظم المعلومات الجغرافية - الاستشعار من بعد - المدن الذكية.

## ١ - مقدمة:

ساعد التطور الهائل في علوم وتكنولوجيا الاستشعار من بعد في الحصول على بيانات دقيقة لسطح الأرض متعددة المصدر والدقة المكانية والطيفية Spectral ومتتابة زمنياً Time series، هذه البيانات يمكن من خلالها دراسة وتتبع التغيرات الطارئة في أشكال السطح المختلفة وعلاقتها بالأنشطة البشرية. ويعد القمر الصناعي الأمريكي لاندسات Landsat أحد أهم الأقمار الصناعية الطويلة الأمد والمتوسطة الدقة المكانية والتي تستخدم في التصوير والرصد المستمر لسطح الأرض Continuous Monitoring منذ عام ١٩٧٢م، وحتى الآن بفواصل زمني ١٦ يوم وبدقة مكانية تتباين تبعاً لنوع المحسات Sensors عبر الزمن (MSS, TM, ETM+, OLI/TIRS2, and OLI/TIRS2). وتتعدد المنصات الإلكترونية Web-based Platforms التي تدعم وتوفر وتحلل البيانات المكانية الضخمة لسطح الأرض بصورة مجانية ومن أهمها USGS Earth Explorer، Google Earth Engine(GEE)، كما يتضح من شكل (١).



شكل (١) السلاسل الزمنية لبيانات القمر الصناعي لاندسات الأمريكي

المصدر: موقع جامعة ولاية أوريغون (Oregon State University's eMapR Lab) (دخول في ١١ أكتوبر ٢٠٢٣م) <https://emapr.github.io/LT-GEE/landtrendr.html>

وتستخدم مرئيات القمر الصناعي لاندسات التي تمتلك أرشيف من البيانات المتتابة يبلغ عمره (٥٠) عامًا بالتكامل مع أدوات التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية في العديد من التطبيقات الجغرافية ومن أهمها تتبع وتقييم التغيرات استخدام الأرض/غطاء الأرض Land Use/Cover الناتج عن التحضر السريع Rapid Urbanization والزيادة السكانية الكبيرة خلال العقود الماضية. وتعد قضايا تقييم ونمذجة ملائمة المواقع الأرضية للتنمية العمرانية المستقبلية، والعقبات الأرضية التي تواجه النمو العمراني الحالي أحد أهم اهتمامات نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الرقمي للمرئيات الفضائية المتعددة النطاقات الطيفية. وتعتمد هذه الدراسة بصفة رئيسة على تطبيق التحليل

المكاني-الزماني Spatiotemporal analysis وهو يعد أحد أشهر التحليلات في علوم الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الوقت الراهن وقد استخدم في العديد من الدراسات ذات الصلة في مواقع عديدة على المستوى العالمي لتحليل ودراسة العلاقة بين الديناميكية الجيومورفولوجية Dynamic Geomorphology والنمو العمراني وقد تزايد استخدام هذا التحليل في الأونة الأخيرة في دراسة، وفهم ديناميكيات سطح الأرض المختلفة وفهم طبيعة التفاعيل بين البيئة الطبيعية والأنشطة البشرية Human-Environmental Interaction.

وتعتبر الأشكال الجيومورفولوجية من أهم العوامل الطبيعية المؤثرة في التخطيط الحضري، حيث تعطي فكرة عن الاختلافات في أشكال الأرض وتسهل بشكل غير مباشر تقييم موارد المنطقة (Pareta, 2012, p.20). وإذا كانت الجيومورفولوجيا علم دراسة أشكال سطح الأرض وتغيرها وتطورها، فإن التخطيط الجيومورفولوجي Geomorphological Planning عبارة عن علم يساعد في إيجاد أفضل الحلول لمشكلات استخدام الأرض الحالية. حيث تعتمد الجيومورفولوجيا على عدة مقاييس زمنية لقضايا التخطيط فمنها المقياس قصير المدى الذي يتراوح بين (١٠-٥٠) سنة، والتي يمكن للعلم خلالها أن يلعب دور مهم في بعض القضايا مثل اختيار مواقع استخدام الأرض، واختيار المواقع العمرانية، وتحديد شكل المحلة العمرانية، وأماكن التخلص من النفايات Solid Waste Disposal (Adeli and Khorshiddoust, 2011, p. 662).

وتوصف الجيومورفولوجية الحضرية أو علوم الأرض الحضرية Urban Geomorphology بأنها ذلك الفرع البيني Interdisciplinary الذي يربط بين الأرض والعلوم الاقتصادية-الاجتماعية للتعرف على المشكلات المرتبطة بالأرض في المناطق الحضرية (Legget, 1973). حيث يرتبط توزيع أنماط المحلات العمرانية بالأنظمة الفيضية Fluvial Systems منذ العصر الحجري الحديث Neolithic، حيث تنتشر في كثير من الأحيان على روافد الأنهار وعند المصببات، كما يرتبط توزيع المحلات العمرانية بخطوط السواحل (Petrus et al., 2018, p.10). وتكمن أهمية هذه الدراسة في رصد وتحليل تأثير الخصائص الجيومورفولوجية النشطة على النمو العمراني بمنطقة الدراسة، حيث تساهم الجيومورفولوجيا بتطبيقات عديدة ذات أهمية كبيرة في العديد من الاتجاهات الخاصة بتقييم الأرض واختيار أنسب مواقع الخدمات التي تدعم الأنشطة البشرية مثل محطات توليد الكهرباء، والسدود، والمجمعات الصناعية، والمناطق السكنية (Keller et al., 2019, p. 27).

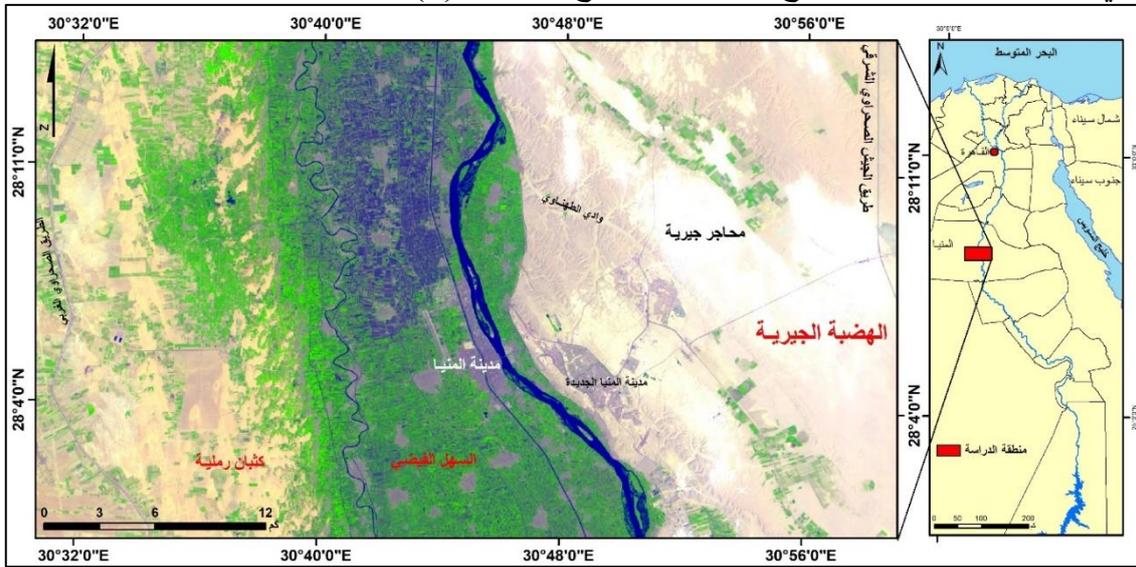
ويقصد بالنمو العمراني ذلك التمدد المكاني الأفقي Spatial Expansion الذي يحدث في الرقعة المبنية Built-up area كنتيجة مباشرة للزيادة السكانية في المحلة العمرانية، فعندما يزداد عدد السكان في منطقة ما أو مدينة فإن حدود المدينة تتمدد لتستوعب النمو السكاني، ويعرف هذا التمدد بالنمو العمراني Sprawl (Bhat et al., 2017)، وتحدث هذه الزيادة عادة؛ نتيجة للتغيرات السكانية خلال فترة زمنية معينة أو كنتيجة لحركة السكان من الريف إلى المدن، ويمثل النمو العمراني للمحلات العمرانية الحالية أحد الحلول المهمة للزيادة المطردة في أعداد السكان بمنطقة الدراسة، ويمكن تلخيص أهداف وتساؤلات الدراسة في النقاط التالية:

- تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في مراقبة ورسم خرائط النمو العمراني وتغيرات استخدام الأرض/ غطاء الأرض Land Use/ Cover على فترات زمنية مختلفة، وذلك لكونها تقنيات فعالة تساهم في تقليل التكلفة وتوفير الوقت (Mosammam et al., 2017, p. 104)، كما تقدم صورة متكاملة لما تحتويه من قدرة هائلة في جمع وربط البيانات المكانية الضخمة.
- دراسة تأثيرات المحددات الجيومورفولوجية والجيولوجية على النمو العمراني، والعوامل والأخطار الطبيعية المؤثرة على نموها تبعاً لنوع الظاهرة المؤثرة.
- تقييم الوضع المكاني الراهن لموقع مدينة المنيا الجديدة وعلاقتها بالخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية والأخطار الطبيعية واستدامة النمو العمراني المستقبلي للمدينة Sustainability .

• التغيرات الجيومورفولوجية والطبوغرافية بمنطقة الدراسة وعلاقتها بالنمو العمراني والتنمية.

## ٢- منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بإقليم محافظة المنيا جنوب القاهرة بحوالي ٢٤٠ كم، وتمتد فلكياً بين خطي طول ٢٣° ١٣' ٥٠" شرقاً حتى ٣٠° ١٣' ٣٠" شرقاً، وبين دائرتي عرض ٢٧° ١٥' ٥٩" شمالاً حتى ٢٤° ١٤' ١٤" شمالاً، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة ٨٠٤,٢ كم<sup>٢</sup>. تمثل منطقة الدراسة قطاعاً عرضياً على السهل الفيضي للنيل يشمل تنوعاً جيومورفولوجياً وجيولوجياً كبيراً. وتتنوع الخصائص الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة بين الخصائص الجبلية (حافات وأحواض تصريف ومراوح فيضيه)، والخصائص الفيضية (المجاري المائية والسهل الفيضي)، والخصائص الهوائية (الرواسب الهوائية والكتبان الرملية). وتنتشر بمنطقة الدراسة العديد من الأنماط العمرانية المختلفة التي تؤثر وتتأثر بأشكال السطح، وذلك كما يتضح من شكل (٢).



شكل (٢) موقع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث، اعتماداً على مرئية فضائية لاندسات-٩ بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢٣ م.

## ٣- الدراسات السابقة

هناك العديد من الدراسات العالمية والإقليمية التي اهتمت بتطبيق الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني-الزمني للنمو العمراني وعلاقته بالعوائق الجيولوجية والجيومورفولوجية، ومنها:

- ١-٣ دراسات تتعلق بالتحليل المكاني-الزمني للتمدد العمراني، ومنها:
  - دراسة (Chao et al., 2023): اعتمدت على التحليل المكاني الزمني للنمو العمراني في المناطق الجبلية بمقاطعة Hindu Kush بجنوب الهيمالايا-الهند خلال الفترة ١٩٧٢-٢٠١٩ م.
  - دراسة (Belbachir and Rahal, 2022): استخدمت مرئيات لاندسات في دراسة النمو العمراني بمدينة وهران-الجزائر خلال الفترة من ١٩٨٧ حتى ٢٠١٥ م.
  - دراسة (Shah et al., 2022): هدفت إلى التحليل المكاني-الزمني للنمو العمراني في مدينة إسلام آباد - باكستان باستخدام بيانات الاستشعار من بعد خلال الفترة من ١٩٧٩-٢٠١٩ م.
  - دراسة (Chakraborty et al., 2021): هدفت إلى التحليل المكاني الزمني للنمو العمراني في مقاطعة كالكوها بالهند معتمداً على التغيرات المكانية في الغطاء الأرضي.

- دراسة (Getu and Bhat , 2021): طبقت التحليل المكاني-الزمني للتمدد العمراني في مدينة باهري دار - إثيوبيا بالاعتماد على مرئيات لاندسات خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٩م.
- دراسة (Moisa and Gameda, 2021): درست العلاقة بين تغيرات الغطاء الأرضي والتمدد العمراني بمدينة أديس أبابا - إثيوبيا خلال الفترة من ١٩٩٠-٢٠٢٠م
- دراسة (Kushwaha et al., 2021): هدفت إلى نمذجة النمو العمراني باستخدام مرئيات الأقمار الصناعية ونموذج Automata-Markov Chain Model.
- دراسة (Prasujya and Nayan, 2021): طبقت التحليل المكاني-الزمني للتغيرات المورفو-ديناميكية لنهر Brahmaputra بالهند.
- دراسة (Prasad and Ramesh, 2019) : طبقت أدوات التحليل المكاني-الزمني لتغيرات الغطاء الأرضي بمنطقة Alappuzha - بدولة الهند.
- دراسة (Yang et al., 2019): درست أنماط التطور العمراني في التجمعات العمرانية الأكبر في العالم وهي (سان فرانسيسكو - نيويورك - هونج كونج - طوكيو) خلال الفترة من ١٩٨٧ - ٢٠١٧م باستخدام مرئيات الأقمار الصناعية في نفس الفترة الزمنية ونوع البيانات.
- دراسة (Dahal et al., 2018): اهتمت بدراسة الأنماط المكانية-الزمنية للتحضر Urbanization في ولاية أيداهو- بالولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة من ١٩٧٤ - ٢٠١٨م.
- دراسة (Almazroui et al., 2017): اعتمدت على مرئيات لاندسات لمراقبة النمو العمراني بمدينة جدة -السعودية خلال الفترة ١٩٧٣-٢٠١٤م.
- دراسة (Akintunde et al., 2016): درست الأنماط المكانية-الزمنية للنمو العمراني في مقاطعة Jos Metropolis بدولة نيجريا.
- دراسة (Kantakumar et al., 2016): استخدمت تقنيات التحليل المكاني الزمني للتمدد العمراني في مقاطعة بون Pune بالهند خلال الفترة من ١٩٩٢-٢٠١٣م.
- دراسة (Dadras et al., 2015): اعتمدت على تطبيقات التحليل المكاني-الزمني للنمو العمراني باستخدام بيانات الاستشعار من بعد في مدينة بندر عباس-إيران.
- ٣-٢ دراسات تتعلق بتأثير العوائق الجيولوجية والجيومورفولوجية على النمو العمراني، ومنها: دراسة (شليبي، وهبه حامد، ٢٠٢٣): قدمت نموذجاً للجيومورفولوجية الحضرية لمدينة السويس، حيث اهتمت بدراسة العلاقة بين النمو العمراني للمدينة وتأثير الخصائص الجيومورفولوجية عليها.
- دراسة (Obaid and Al-Shammery, 2022): حللت العلاقة بين الجيومورفولوجيا الحضرية وتوجيه النمو العمراني في مدينة الكوت بالعراق.
- دراسة (Daoudi and Niang, 2021): اهتمت بدراسة تأثير الخصائص الجيومورفولوجية على النمو العمراني في مدينة جدة - المملكة العربية السعودية باستخدام مرئيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية خلال الفترة من ١٩٦٥-٢٠٢٠م
- دراسة (Halder et al., 2021): هدفت لدراسة ديناميكيات الغطاء الأرضي وعلاقته بالنمو العمراني بمدينة كالكوتا الجنوبية بالهند.
- دراسة (حمد، وليد حنوش وآخرون، ٢٠٢١): قدمت تقييم جيومورفولوجي لمحددات التوسع العمراني للمراكز الحضرية في مدينة الرمادي.
- دراسة (العسال، منا وآخرون، ٢٠٢١): اهتمت برسم خرائط المحددات الجيومورفولوجية للتوسع العمراني بمنطقة أبها الحضرية المملكة العربية السعودية.
- دراسة (Ahadnejad et al., 2016): حللت تأثير العوائق الجيولوجية على النمو والتخطيط الحضري بمدينة طهران-إيران.

- دراسة (Lateef et al., 2010): اهتمت بدراسة تأثير العوائق الجيولوجية على الاستدامة الحضرية بمدينة كينشاسا – الكونغو.
- دراسة (عبدالله، مروة عبد الفتاح صديق، وآخرون، ٢٠١٦): قدمت تحليلاً للنمو العمراني، وأثره على أنماط استخدام الأرض في مدينة السويس.
- دراسة (حماد، عبد القادر إبراهيم عطية، ٢٠١٦): استخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التخطيط والتوجيه السياحي المستقبلي لمحافظة غزة.
- دراسة (Berhane and Walraevens, 2013): قدمت تحليلاً وخرائط لتأثير الموانع والعوائق الجيولوجية والجيوتقنية على النمو العمراني والتخطيط الحضري بمدينة مكلا – أثيوبيا.

#### ٤- مصادر وأدوات الدراسة Materials

اعتمدت الدراسة على العديد من البيانات المكانية المتاحة لمنطقة الدراسة ومن أهمها:

- ١-٤ الخرائط الطبوغرافية  
تم الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ الصادرة عام ١٩٩١م عن الهيئة المصرية العامة للمساحة والتي أنشئت من الصور الجوية الملتقطة عام ١٩٨٨م، وتشمل لوحتان، هما:  
(المنيا NH36 A2b – البرجاية NH36 A2a).

- ٢-٤ الخرائط الجيولوجية  
تم الاعتماد على الخرائط الجيولوجية من إنتاج الهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية والثروة المعدنية بالاشتراك مع شركة كونكو كورال عام ١٩٨٧م مقياس رسم ١: ٥٠٠,٠٠٠ لوحات (أسيوط NG36 NW – بني سويف NG36 SW).

- ٣-٤ المرئيات الفضائية الرقمية للقمر الصناعي الأمريكي Landsat  
تمثل المرئيات الفضائية الملتقطة بواسطة القمر الصناعي الأمريكي لاندسات سجل قيم ومستمر لسطح الأرض خلال العقود الثلاثة الأخيرة منذ ١٩٧٢ (USGS, 2014). كما أنها متاحة مجاناً للباحثين بدرجات وضوح تتباين تبعاً لنوع Sensor وقد تصل إلى ١٥ متر (OLI/Panchromatic band)، مما يجعلها ثروة من البيانات المتصلة بفواصل زمني (١٦ يوم) لمراقبة التغيرات الطارئة في البيئات الطبيعية والبشرية ورسم خرائط للمناطق النائية (Chander et al., 2009; El Bastawesy, 2014).

#### جدول (١) مواصفات المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

Path/row	عدد النطاقات الطيفية Spectral Resolution	الدقة المكانية Spatial Resolution	تاريخ الالتقاط Acquisition Date	المحس Sensor	القمر Satellite
190/40	٤	٦٠	١٩٧٣/٥/١٠م	MSS	لاندسات-١
176/41	٧	٣٠	١٩٨٤/٨/٣م	TM	لاندسات-٥
176/41	٧	٣٠	١٩٩٣/٨/١٢م	TM	لاندسات-٥
176/41	٩	١٥	٢٠٠٣/٢/٥م	ETM+	لاندسات-٧
176/41	١١	١٥	٢٠١٣/٨/٣م	OLI/TIRS	لاندسات-٨
176/41	١١	١٥	٢٠٢٣/٨/٢٣م	OLI/TIRS-2	لاندسات-٩

مصدر البيانات: أرشيف المساحة الجيولوجية الأمريكية <https://earthexplorer.usgs.gov>

#### ٤-٤ بيانات الارتفاع الرقمية (DEM's) Digital Elevation Models

- استخدمت بيانات الارتفاع الرadarية (InSAR) من نوع ALOS-PALSAR بدقة ١٢,٥ متر، لقطة رقم ALPSRP085740550 Granule: Path/Frame 612/550، ملتقطة بتاريخ ٣-٩-٢٠٠٧م. (مصدر البيانات: <https://vertex-retired.daac.asf.alaska.edu>).

#### ٥-٤ بيانات فضائية أخرى (Google Earth Data)

## ٤-٦ الدراسة الميدانية الحقلية.

### ٥- طرق الدراسة Methods

تعتمد الدراسة منهجياً على نظم المعلومات الجغرافية GIS في التحليل المكاني-الزمني لدراسة العلاقة المكانية Spatial Correlation بين النمو العمراني وعلاقته بأشكال سطح الأرض Landforms، بالاعتماد على بيانات الأقمار الصناعية المستشعرة من بعد وتكاملها مع البيانات الطبوغرافية للمستشعر الراداري ALOS-PALSAR والبيانات المكانية المحلية المجموعة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية باستخدام الإرجاع الأرضي Georeferencing، وقد مرت الدراسة بعدة مراحل متتالية:

١-٥ **مرحلة جمع وتجهيز البيانات Data Collection & Pre-Processing** وتشمل هذه المرحلة تنفيذ العمليات والإجراءات الآتية:

٢-٥ **الإسناد الجغرافي للخرائط الطبوغرافية والجيولوجية Georeferencing**

يقصد به الربط الجغرافي للبيانات المكانية المتباينة المصدر، وقد تم إرجاع جميع الخرائط المستخدمة على المسقط المتري العالمي Global Projection المستخدم في المرئيات الفضائية وهو Universal Transverse Mercator (UTM)، كما تم توحيد نظم الجيود والإيسويد على WGS1984 والنطاق المستخدم Zone 36N.

١-٥-١ **المعالجة الأولية للمرئيات الفضائية Imagery Pre-processing**

تهدف إلى تنفيذ المعالجة الأساسية على المرئيات الفضائية لجعلها أكثر وضوحاً وملائمة لعمليات التفسير البصري والرقمي Visual and Digital Interpretation (Lillesand et al, 2015)، وقد استخدمت برامج ArcGIS 10.8; ENVI 5.3; ERDAS Imagine v.2015; للمعالجة الرقمية الآلية للمرئيات الفضائية، وتتمثل المعالجة الأساسية في الآتي:

أ- **التصحيح الهندسي والراديومترى للمرئيات Geometric & Radiometric Corrections**: يهدف إلى تصحيح وإزالة التشوهات الهندسية في المرئيات الفضائية

Geometric Distortions الناتجة عن عيوب التصوير وربط المرئية بمواقعها الطبيعية على سطح الأرض وذلك لتقليل خطأ الإزاحة في عدم تطابق مركز الخلية Pixel مع الموقع الحقيقي على سطح الأرض Geometrical Error، وكذلك تصحيح قيم الانعكاس من DN's values إلى Surface Reflectance، وذلك بهدف التأكد من سلامة وفحص البيانات قبل استخدامها في التحليل المكاني للبيانات وبناء قاعدة بيانات Geodatabase.

ب- **دمج النطاقات الطيفية للمرئية Layer Stacking**: وذلك بهدف دمج النطاقات الطيفية ذات الألوان المتعددة Multi-spectral والتي تكون ذات فائدة كبيرة في التفسير البصري والتعرف على الظواهر الجغرافية.

ت- **تحسين المرئيات الفضائية Enhancement**: يقصد به الوصول لأعلى درجة وضوح في الرؤية يمكن من خلالها الوصول لأدق التفاصيل في المرئية الفضائية، وينقسم إلى ثلاثة أقسام: التحسين المكاني Spatial Enhancement ومن خلاله تم تطبيق العديد من الفلاتر Spatial Filtering التي تساعد في تحسن الرؤية وكشف الظواهر، والتحسين الطيفي Spectral Enhancement ومن خلاله تم تطبيق المركبات الأساسية للصورة PCA، أما التحسين الراديومترى Radiometric Enhancement فيمكن من خلاله إزالة الخطوط السوداء لقيم الخلايا المفقودة Destriping الناتجة عن عيوب المحسات، وكذلك إزالة الضجيج والضوضاء Haze and Noise reduction (Jensen, 2015).

ث- **تصنيف المرئيات الفضائية Classification**: ويمكن من خلاله تقسيم المرئية الفضائية الخام Raw Image إلى مرئية مصنفة لعدد من الفئات تسمى خرائط موضوعية Thematic Image

وينقسم التصنيف إلى نوعين تصنيف قائم على الخلية Pixel-based Classification ويمكن من خلاله تنفيذ التصنيف الموجه المعتمد على المستخدم Supervised Classification، أو بالاعتماد على الحزم الإحصائية للمرئية ويطلق عليه تصنيف غير موجه Unsupervised Classification، كما يوجد أنواع أخرى للتصنيف المعتمد على الهدف Object-based Classification والتصنيف المعتمد على استعمال الألة ML، والتعلم العميق DL، والذكاء الصناعي Machine Learning-Based Classification وهذه تعد من أحدث وأدق أنواع تصنيفات المرئيات الفضائية وخاصة بعد إتاحة حزم الذكاء الصناعي في برامج ArcGIS Pro.

### ج- تطبيق المؤشرات الطيفية: Spectral Indices

تستخدم المؤشرات الطيفية كأحد أفضل الطرق المستخدمة في الاستشعار من بعد لتسحين رؤية الظاهرات والمساعدة في استخراج المعالم الأرضية، ويهدف إلى استخدام المعادلات الرياضية للحصول على أعلى فرصة وضوح للبيانات بالاعتماد على النطاقات الطيفية التي تعطي أعلى قيم انعكاس للظاهرة والنطاقات الطيفية التي تعطي قيم أقل انعكاس، كما يتضح من شكل (٣). وقد استخدمت العديد من المؤشرات الطيفية لاستخراج المناطق العمرانية والزراعية والمساحات المائية من مرئيات لاندسات لإمكانية مقارنتها خلال فترات زمنية متتالية لتحديد محاور واتجاهات ومعدلات النمو العمراني، ومن أهمها هذه المؤشرات (مؤشر الكتلة المبنية (NDBI)، ومؤشر الاخضرار (NDVI)، ومؤشر المياه (NDWI) والذي يمكن تطبيقهم من خلال المعادلات الآتية (Rasul et al., 2018; Zha et al., 2003):

$$\text{Normalized Difference Water Index (NDWI)} = \frac{\rho_{\text{Green}} - \rho_{\text{NIR}}}{\rho_{\text{Green}} + \rho_{\text{NIR}}} \quad (1)$$

$$\text{Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)} = \frac{\rho_{\text{Green}} - \rho_{\text{MIR}}}{\rho_{\text{Green}} + \rho_{\text{MIR}}} \quad (2)$$

$$\text{Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)} = \frac{\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{RED}}}{\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{RED}}} \quad (3)$$

$$\text{Normalized Difference Built - up Index (NDBI)} = \frac{\rho_{\text{SWIR}} - \rho_{\text{NIR}}}{\rho_{\text{SWIR}} + \rho_{\text{NIR}}} \quad (4)$$

حيث يشير كل من:

( $\rho_{\text{Green}}$ ): يشير إلى النطاق الطيفي الأخضر بطول موجي يتراوح بين (٥٢٠-٦٠٠ nm)

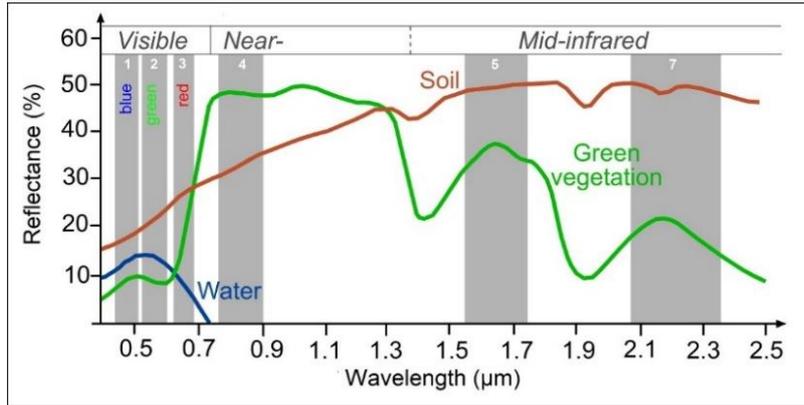
( $\rho_{\text{RED}}$ ): يشير إلى النطاق الطيفي الأحمر بطول موجي يتراوح بين (٦٣٠-٦٩٠ nm)

( $\rho_{\text{NIR}}$ ): يشير إلى النطاق الطيفي تحت الحراري المتوسط بطول موجي يتراوح بين (٧٦٠-٩٠٠ nm)

( $\rho_{\text{MIR}}$ ): يشير إلى النطاق الطيفي تحت الحراري القريب بطول موجي يتراوح بين (١٣٠٠-٣٠٠٠ nm)

( $\rho_{\text{SWIR}}$ ): يشير إلى النطاق الطيفي تحت الحراري القصير الموجه بطول موجي يتراوح بين (١٥٥٠-١٧٥٠ nm)

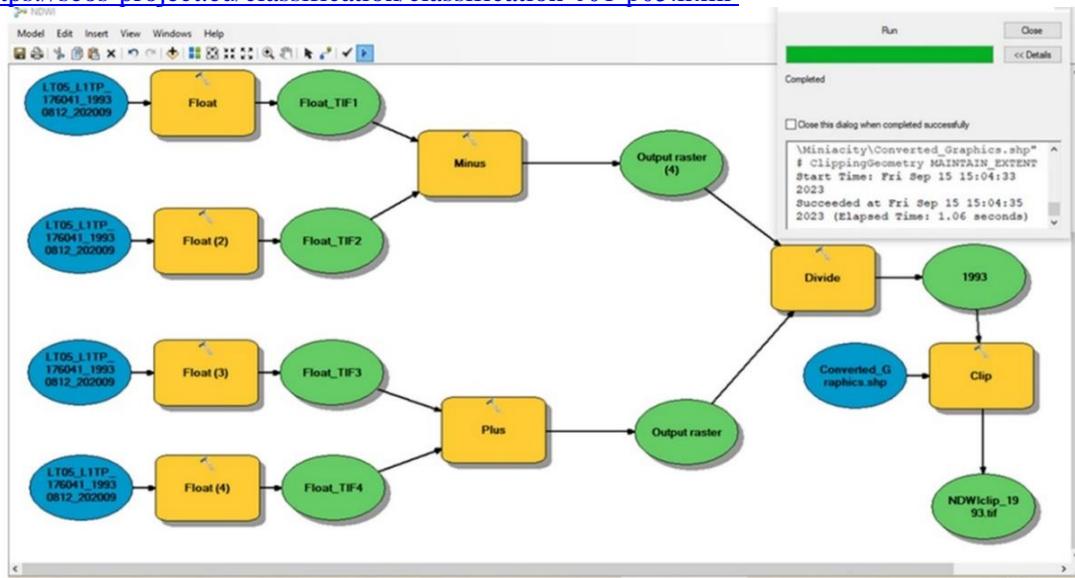
ويعد هذا المؤشر أحد الطرق شائعة الاستخدام في علوم الاستشعار من بعد على المستوى العالمي في فصل المناطق العمرانية عن غيرها، حيث تتراوح قيم نتائج المؤشر NDBI بين (-١ إلى +١) وتشير القيم السالبة المناطق التي ليس بها مباني، بينما تشير القيم الموجبة إلى المناطق المبنية (Zheng et al., 2021; Mcfeeters, 1996; Xu, 2006). وذلك كما يتضح من شكل (٤) الذي يوضح خطوات تنفيذ المؤشرات باستخدام Model Builder Interface، وشكل (٥) الذي يوضح نتائج تطبيق المؤشرات الطيفية لاستخراج الكتلة السكنية والمساحات المائية من مرئيات لاندسات.



شكل (٣) منحنى نسب الانعكاس في النطاقات الطيفية المختلفة

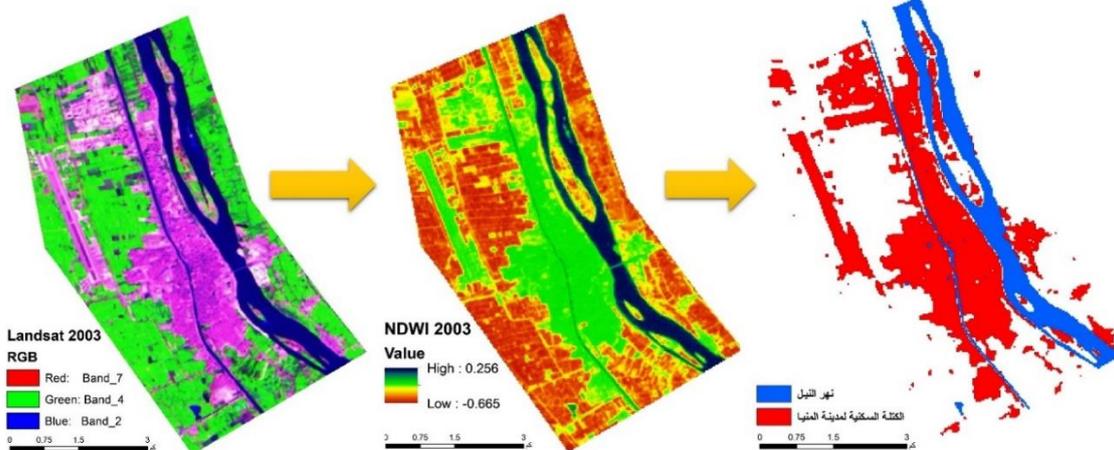
المصدر: موقع SEOS التابع لوكالة الفضاء الأوروبية (دخول في ١١ أكتوبر ٢٠٢٣)

<https://seos-project.eu/classification/classification-c01-p05.html>



شكل (٤) مؤشر NDWI لفصل المسطحات المائية باستخدام ArcGIS ModelBuilder

المصدر: من عمل الباحث، اعتمادًا على مرئيات القمر الصناعي لاندسات -٧.



شكل (٥) نتائج تطبيق المؤشرات الطيفية بهدف فصل المناطق السكنية والمياه من المرئيات الفضائية المتعددة النطاقات الطيفية

المصدر: من عمل الباحث، اعتمادًا على مرئيات القمر الصناعي لاندسات -٧.

## ٥-١-٢ إنشاء نموذج ارتفاع رقمي Digital Elevation Model

تم الاعتماد على البيانات الارتفاع الرادارية من نوع ALOS-PALSAR بدقة أفقية (١٢,٥ مترًا) عن طريق اقتطاع منطقة الدراسة Masking area وتطبيق بعض التعميمات Generalization وتحليلات التجاور Neighborhood analysis باستخدام أدوات التحليل المكاني في برنامج ArcGIS ومن أهمها: Majority Filter – Focal Statistics، بهدف استنباط خطوط الكنتور Contour lines، وشبكة أحواض تصريف الأودية والمجاري المائية.

## ٥-٣ مرحلة إعداد قاعدة البيانات Personal Geodatabase

تعد من أهم مراحل الدراسة حيث تتوقف دقة نتائج الدراسة على دقة البيانات المدخلة Data Input ودقة جمعها ودقة المستخدم (Kang-Tsung, 2018)، وقد تم بناء قاعدة بيانات من نوع Personal Geodatabase باستخدام برنامج ArcGIS 10.6 لإنشاء وربط الطبقات المكانية Raster Dataset، Feature Dataset، ومن أهم هذه الطبقات:

- الطبقات الجيومورفولوجية والطبوغرافية: وهي (الأودية الجافة – أحواض التصريف – الحافات – المجاري المائية – الكتبان الرملية على فترات زمنية متتالية – خطوط الكنتور – نقاط المناسيب).
- الطبقات الجيولوجية: تشمل (الفوالق والصدوع).
- طبقات بشرية: تشمل (المحلات العمرانية – الطرق الرئيسية – الترع والمصارف).

## ٥-٤ مرحلة تحليل البيانات المكانية Spatial Data Analysis

تعد مرحلة التحليل المكاني-الزمني لنماذج البيانات الخطية والخلوية من أهم مراحل الدراسة حيث تتوقف النتائج على دقة اختيار التحليلات المناسبة، وفي ذلك تم استخدام العديد من أدوات التحليل المكاني للتطابق Overlay Analysis، والتجاور Proximity analysis كما تم تنفيذ العديد من أوامر التحليل على البيانات الخلوية Raster data مثل Hydrology analysis لاستخراج أحواض التصريف والأودية الجافة، وإعادة تصنيف المرئيات الفضائية Reclassify. (Bolstad, P., 2016).

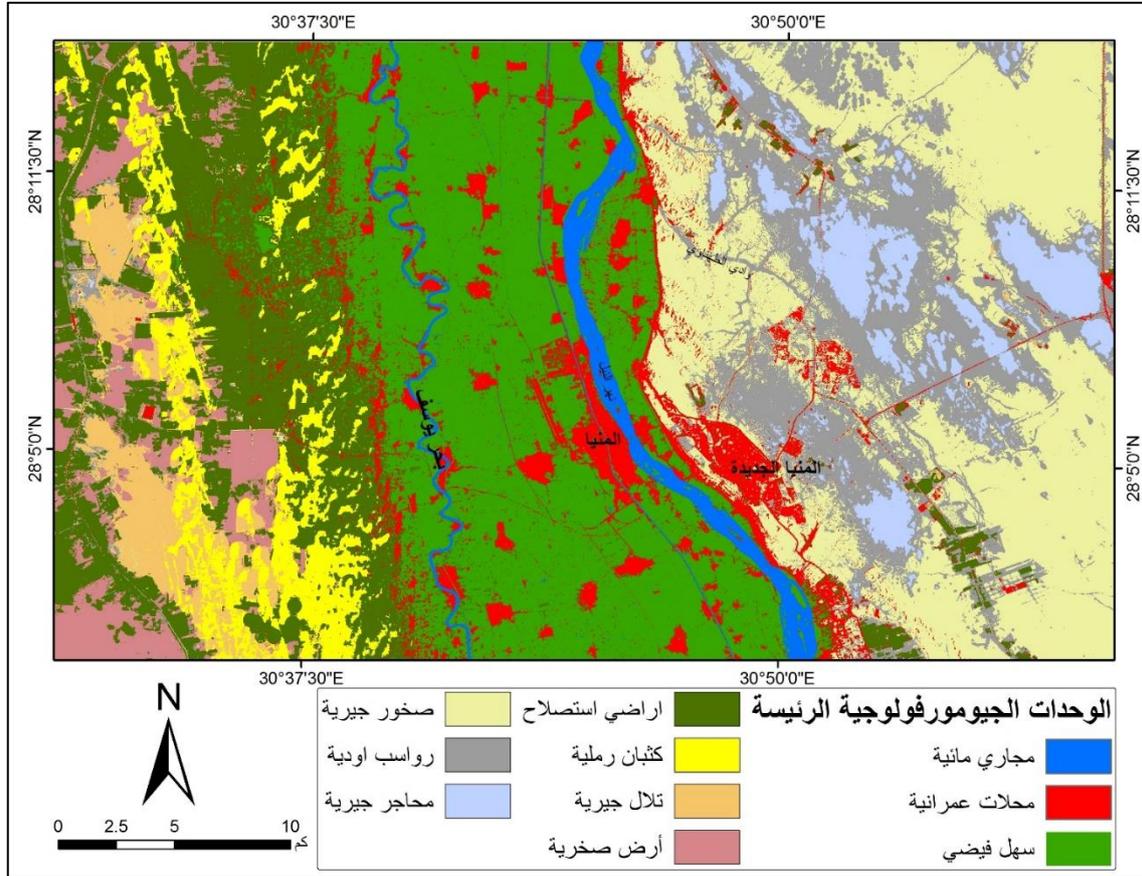
## ٦- الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة Geomorphological Characteristics

يهدف هذا القسم إلى دراسة وتحليل الأشكال الجيومورفولوجية وخصائصها المورفومترية وتغيراتها بمنطقة الدراسة وعلاقتها بمعدلات واتجاهات وأنماط النمو العمراني والتوزيع المكاني للمحلات العمرانية بمنطقة الدراسة، وتلعب أشكال السطح المحلية دور محوري من خلال تاريخ اختيار مواقع المحلات العمرانية، كما تتأثر تنميتها بالجيومورفولوجيا الإقليمية (Bathrellos, 2007). ولدراسة الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، فقد اتضح من فحص الخرائط الطبوغرافية، وتصنيف المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة أن المنطقة تنقسم إلى ثلاث بيئات جيومورفولوجية رئيسية كما يتضح من شكل (٦) وشكل (٧).

### ٦-١ الخصائص الجيومورفولوجية للسهل الفيضي Floodplain Geomorphic Characteristics

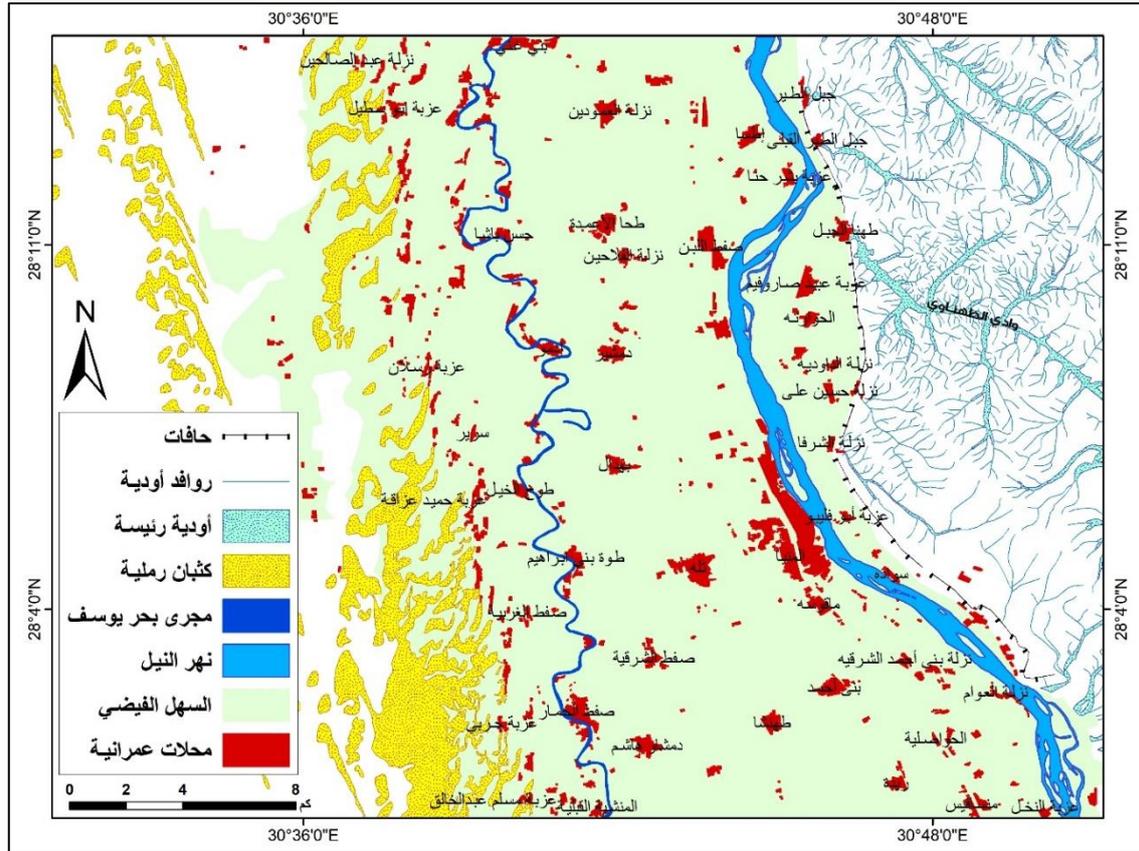
يمثل السهل الفيضي لنهر النيل أحد الأقسام الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة، وهو من الناحية الجيولوجية يعد بيئة فيضيه حديثة التكوين Recent Fluvial Deposits قد ترسبت نتاج عمليات الترسيب الفيضي المتعاقبة على ضفاف مجرى نهر النيل Nile River banks خلال الهولوسين Holocene ويرتبط التوزيع الجغرافي للمحلات العمرانية ومراكز الاستقرار البشري على ضفاف نهر النيل بمنطقة الدراسة منذ أقدم العصور. ويتميز الجانب الغربي من مجرى نهر النيل باتساع السهل الفيضي على حساب الجانب الشرقي للمجرى الذي يتميز بالضيق الشديد وقد يتلاشى في العديد من المواضع. ومن الناحية الطبوغرافية يتميز السهل الفيضي بقلة تضرسه وشبه استوائه نسبيًا مما يجعله أكثر الأقاليم الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة جذبًا واستحوادًا على المحلات العمرانية.

وتتميز بعض المحلات العمرانية الواقعة في هذا القسم بالقرب من المجاري المائية، ومن أهمها نهر النيل، وبحر يوسف، حيث نشأت على ضفافهما موازية لمحاور المجاري المائية في اتجاهات مختلفة هي (شمال-جنوب، شمال غرب-جنوب شرق) كما يتضح من شكل (٨).



### شكل (٦) الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية بمنطقة الدراسة

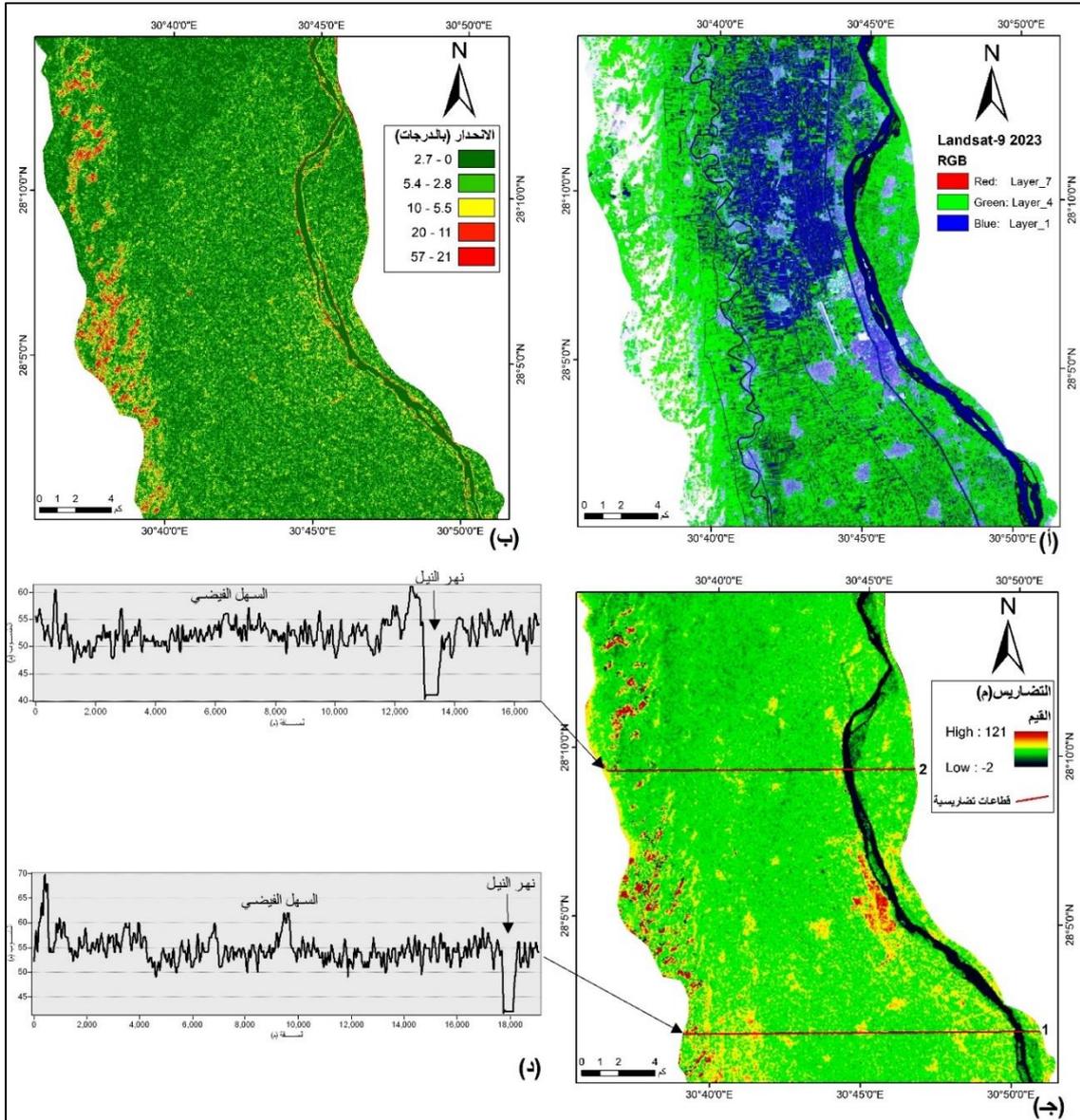
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على المرئيات الفضائية ((Landsat 8 OLI/TIRS-2019)) من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (دخول في ١٠ أكتوبر ٢٠٢٣): <https://earthexplorer.usgs.gov>



شكل (٧) التوزيع المكاني للمحلات العمرانية وعلاقتها بالظواهر الجيومورفولوجية الرئيسية

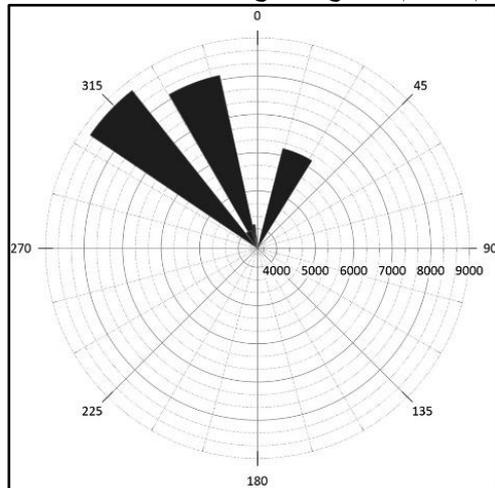
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠,٠٠٠ من إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة ١٩٩١م

ويتضح من تحليل الخصائص المورفومترية للمجري المائية بمنطقة الدراسة أن أقصى اتساع للسهل الفيضي بلغ ١٩ كم، بينما بلغ أقل اتساع بلغ ١٢,٢ كم بمتوسط ١٤,٣ كم. كما يتضح من دراسة الخصائص المورفومترية لمجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة أن طول المجرى بلغ ٣٢,٢ كم بمتوسط عرض بلغ ٠,٧٧ كم، وبلغ أقصى عرض لمجرى النهر ١,٢ كم، أما عدد الجزر بمنطقة الدراسة بلغ (١١) جزيرة بمساحة إجمالية بلغت ١,٧ كم<sup>٢</sup>. ومن تحليل اتجاهات مجرى نهر النيل يتضح أن المجرى يغير مجراه ما بين (شمال-شمال غرب، وشمال-غرب، وشمال-شرق) بنسب (٥٢٪، ٢٨٪، ٢٠٪) من أطوال المجرى على التوالي، كما يتضح من شكل (٩) الذي يبين توجيه مجرى النهر. ومن دراسة التغيرات الجيومورفولوجية لمجرى نهر النيل خلال الفترة (١٩٨٤-٢٠٢٣م) الموضحة في شكل (١٠) يتضح أن المجرى يتميز بالديناميكية ويتباين من حيث الاتساع، وعدد الجزر، ومعدل التعرية الفيضية على ضفاف المجرى.



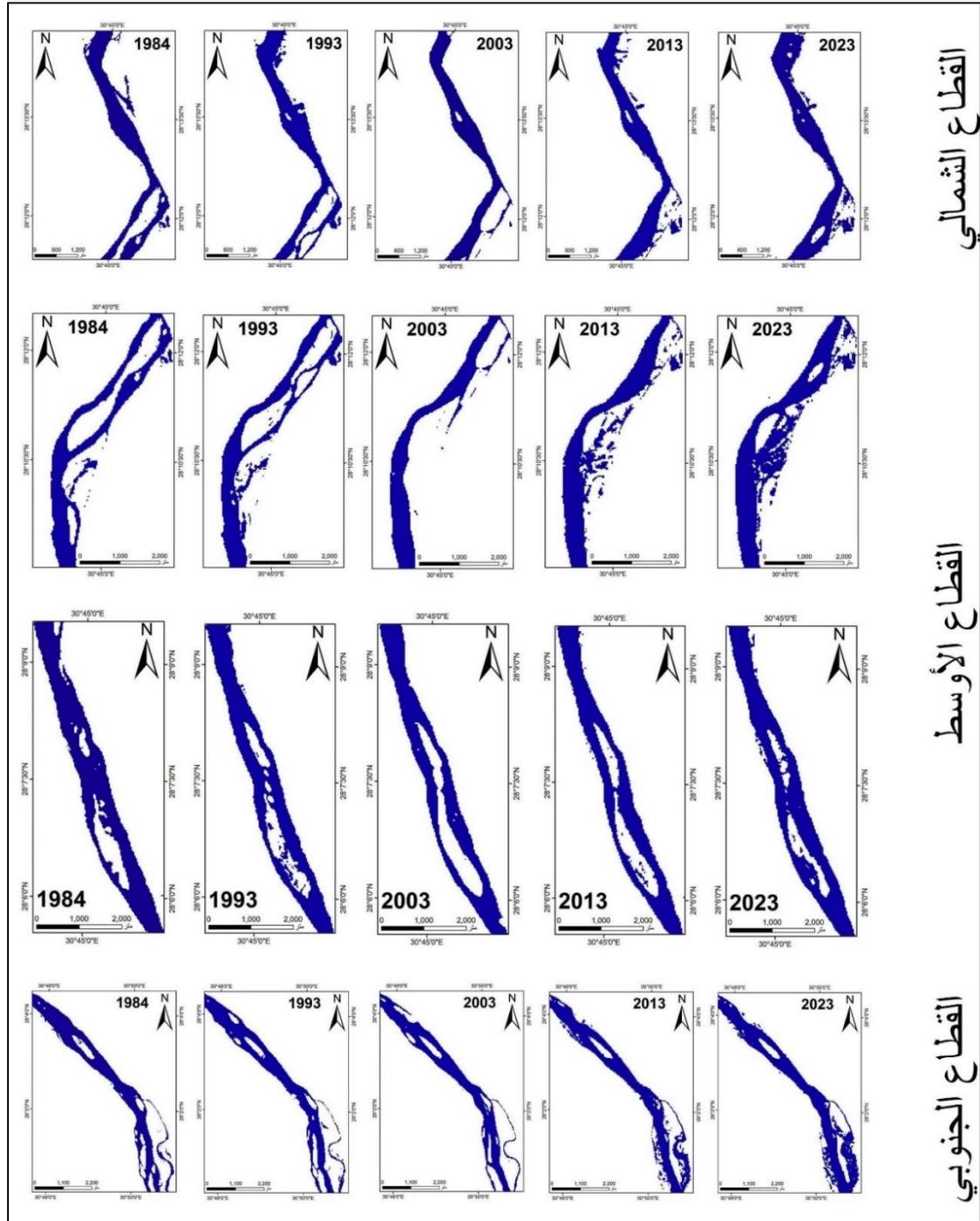
شكل (٨) الخصائص المورفولوجية والطبوغرافية للسهل الفيضي بمنطقة الدراسة

أ. مرئية لاندسات ٩- لمنطقة في أغسطس ٢٠٢٣، ب-خريطة درجات الانحدار، ج-خريطة التضاريس، د-قطاعات تضاريسية عرضية للسهل الفيضي (المصدر: من عمل الباحث، اعتمادًا على المرئيات الفضائية (Landsat-9) لعام ٢٠٢٣م، ونماذج الارتفاع الرقمية ALOS-PALSAR



شكل (٩) توجيه مجرى نهر النيل بمنطقة الدراسة

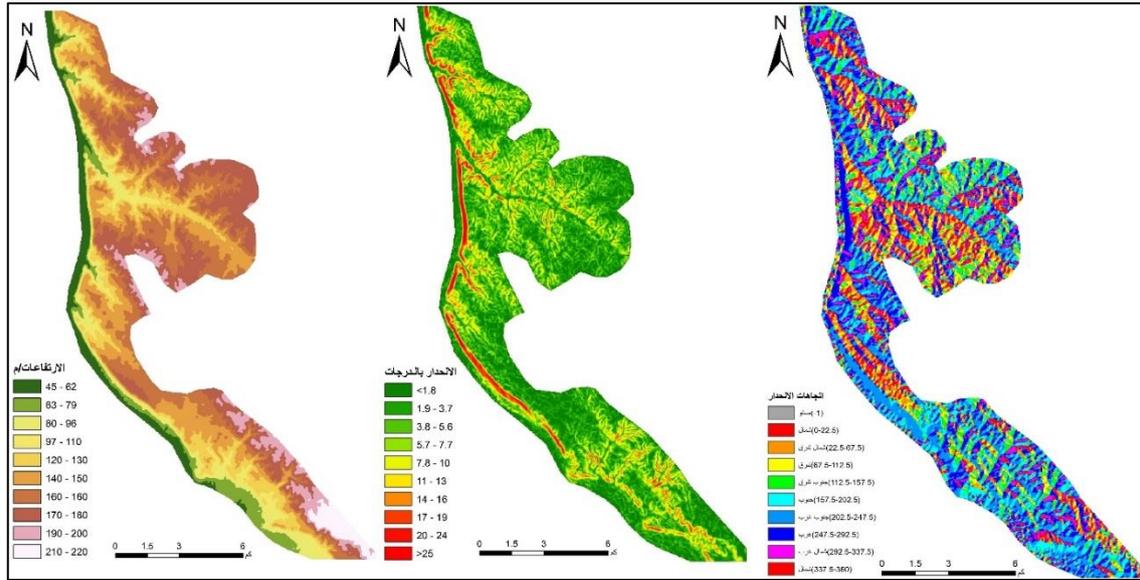
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على القياسات من المرئيات الفضائية المبينة في شكل (٨).



شكل (١٠) التغيرات المورفولوجية لمجري نهر النيل خلال الفترة من ١٩٨٤-٢٠٢٣ م  
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على المرئيات الفضائية لاندسات الملتقطة خلال الفترة من ١٩٨٤ حتى ٢٠٢٣ م

٢-٦ الخصائص الجيومورفولوجية الجبلية Mountain Geomorphic Characteristics  
تمتد الهضبة الجيرية على الجانب الشرقي من منطقة الدراسة موازية للسهل الفيضي للنيل في اتجاه شمال-جنوب، وتتميز بالعديد من الوحدات الطبوغرافية والجيومورفولوجية المؤثرة في توزيع المحلات العمرانية ولها علاقة مباشرة بمعدلات نموها واتجاهاتها، وتعد الحافات الصخرية شديدة الانحدار Scarp، والمراوح الفيضية Alluvial Fans، وأحواض التصريف للأودية الجافة Drainage Basins التي تقطع سطح الهضبة من أهم هذه الظواهر.

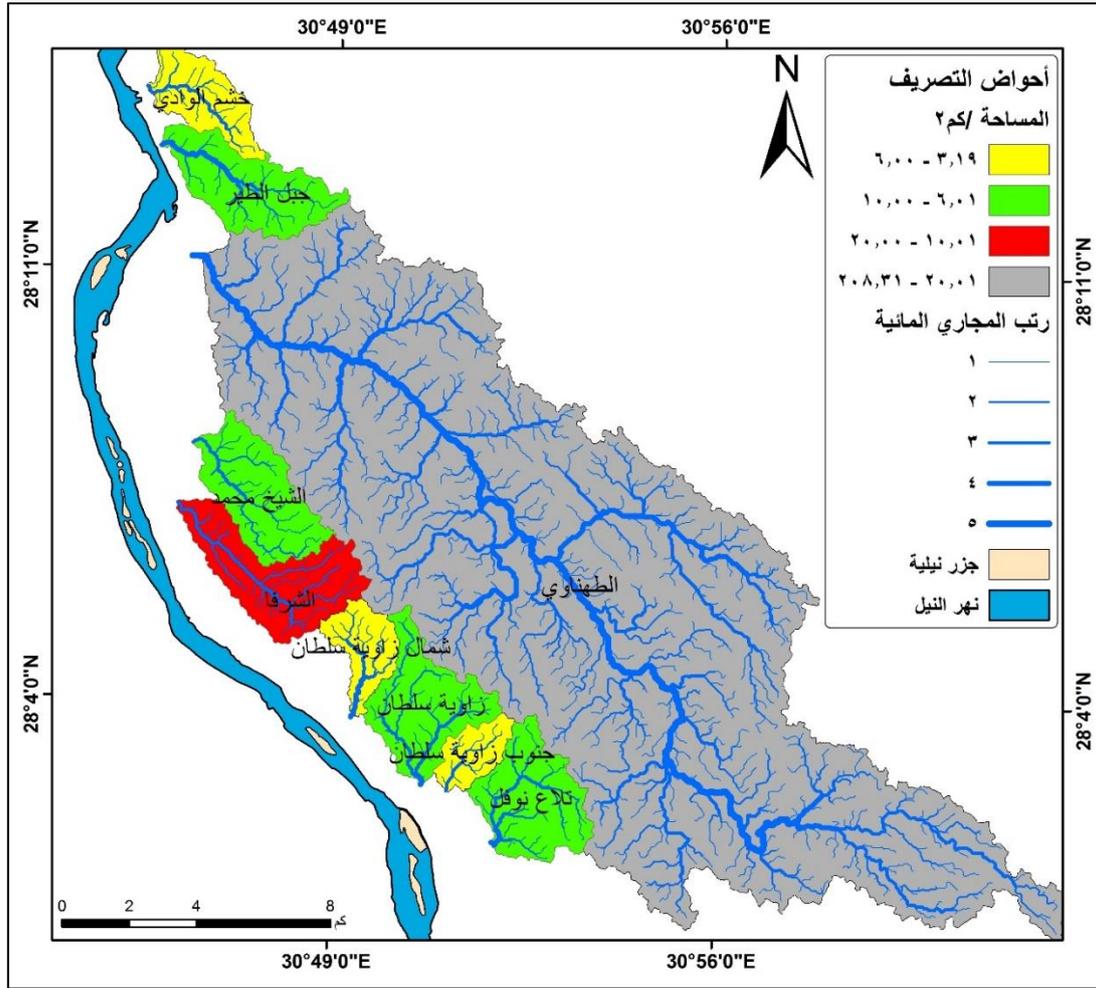
وتتميز الهضبة الجيرية بحافة جرفيه راسية شديدة الانحدار Cliff وهي تمثل الحد الغربي لها ويتجاوز ارتفاعها ١٥٠م وتفصل بينها وبين السهل الفيضي لنهر النيل، ويرتبط توزيع المحلات العمرانية في هذا القسم بالمراوح الفيضية للأودية الجافة، ومن أهمها وادي الشرفا (نزلة الشرفا)، ووادي الطهناوي (قرية طهنا الجبل)، ووادي جبل الطير (قرية جبل الطير)، ووادي الشيخ محمد (نزلة حسين علي). ويوضح شكل (١١) الخصائص التضاريسية لحافة الهضبة ودرجات انحدارها واتجاهات الانحدار. حيث يتضح أن درجة الانحدار للحافة عالية جدا تقترب من (٩٠) درجة في بعض النطاقات، كما يتضح أن سطح الهضبة قليل التضرس يميل للاستواء قليلا مما ساعد على إنشاء مدينة المنيا الجديدة Minia El Gedida التي بدأ إنشاؤها عام ١٩٩١م، وقد شيدت على مراحل أعلى الهضبة الجيرية لاستيعاب الكثافة السكانية بمدينة المنيا.



شكل (١١) الخصائص التضاريسية لحافات الهضبة الجيرية بالجانب الشرقي من منطقة الدراسة  
المصدر: من عمل للباحث اعتمادا نماذج الارتفاع الرقمية ALOS-PALSAR

وتشير الدلائل الجيومورفولوجية، ومصاطب جوانب الأودية، ورواسب قيعان الأودية أن هذه الأودية الجافة كانت أنهارًا جارية في عصور مطيرة سابقة، ثم جفت في الوقت الحالي كنتيجة للتغير المناخي وسيادة الجفاف، وتعد هذه الأودية مصدر خطر كبير على المحلات العمرانية الواقعة في منصرف مياهها وعلى مراوحها الفيضية في حالة تعرضها لجريان سيلبي فجائي Flashflood (Patel, 2013).

ومن التحليل المورفومتري لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة يتضح أن هناك تسعة أودية جافة تقطع سطح الهضبة وتجري في اتجاهات الغرب والشمال الغربي لتصب في نهر النيل، يعد وادي الطهناوي أكبرها من حيث المساحة والطول وعدد الارتفاع وكثافة التصريف والتضرس بطول يبلغ ٣٢ كم في اتجاه (جش-ش غ)، يليه وادي الشرفا ٦,٢ كم، ثم وادي جبل الطير ٥,٨ كم، ويأتي وادي زاوية سلطان بطول ٥,٤ كم. كما يتضح أن وادي الطهناوي هو أكثر الأودية تضرسًا ووعورة وهو أكثرها استتالة بينما تميل معظم الأودية للشكل المستدير. وذلك كما يتضح من شكل (١٢) الذي يوضح خريطة أحواض التصريف بمنطقة الدراسة ويبين جدول (٢) الخصائص والمعاملات المورفومترية لأحواض التصريف.



شكل (١٢) شبكة أحواض التصريف بالجانب الشرقي لمنطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض التصريف المستخرجة من نماذج الارتفاع الرقمية ALOS-PALSAR

### جدول (٢) الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

اسم الوادي	طول الحوض	عدد الترتيب	أطوال المجاري	متوسط أطوال المجاري	تضاريس الحوض	نسبة التضرس	معامل الوعورة	كثافة التصريف	مساحة الحوض	معامل الاستدارة	محيط الحوض
الظهنوي	٣٢,٨٠	١٤٣٨	٥٧٠,٧٦	٣٩٦,٩١	٢١٠	٦,٤٠	٥٧٥,٣٩	٢,٧٤	٢٠٨,٣١	٢٢,٥٠	١١٦,١١
الشرقا	٦,٢٠	٧٧	٢٩,٩٠	٣٨٨,٣٧	١٤٥	٢٣,٣٩	٣٩٦,٥١	٢,٧٣	١٠,٩٤	٦,٦٠	٢٠,٨٨
الشيخ محمد	٥,٠٠	٧١	٢٤,٥١	٣٤٥,٢١	١٤٠	٢٨,٠٠	٣٦٢,٦٨	٢,٥٩	٩,٤٦	٧,٠٠	١٦,٨٦
جبل الظير	٥,٨٠	٧١	٢٤,٤٠	٣٤٣,٦٢	١٤٥	٢٥,٠٠	٣٦٣,٣٢	٢,٥١	٩,٧٤	٦,٧٠	١٨,١٥
تلاع نوفل	٤,٤٠	٦٩	٢٥,٠١	٣٦٢,٤٨	١٣٠	٢٩,٥٥	٣٣٦,٤٠	٢,٥٩	٩,٦٧	٧,٤٠	١٦,٤١
زاوية سلطان	٥,٤٠	٧١	٢٤,٦٠	٣٤٦,٤٢	١٣٠	٢٤,٠٧	٣٢٨,٤٩	٢,٥٣	٩,٧٣	٦,٤٠	١٩,٠٩
شمال زاوية	٣,٦٠	٣١	١٢,١١	٣٩٠,٥٩	١٣٥	٣٧,٥٠	٣٧٣,٩٧	٢,٧٧	٤,٣٧	٤,٧٠	١١,٦٢
جنوب زاوية	٢,٨٠	٢٥	٨,٤٥	٣٣٨,٠٧	١٢٠	٤٢,٨٦	٣١٨,٣٨	٢,٦٥	٣,١٩	٤,٤٠	٩,١٦
خشم الوادي	٤,٨٠	٤١	١٦,٢٢	٣٩٥,٥٩	١١٥	٢٣,٩٦	٣١٤,١٤	٢,٧٣	٥,٩٤	٥,٤٠	١٣,٧٥

الجدول من إعداد الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض التصريف المستخرجة من نماذج الارتفاع الرقمية ALOS-PALSAR  
ملحوظة: استخدم برنامج ArcGIS في حساب المعاملات المورفومترية لأحواض التصريف باستخدام المعادلات الآتية

(Bajabaa et al., 2014):

- ١- طول الحوض والمحيط basin length/ perimeter
- ٢- عدد الترتيب (u) stream order
- ٣- أطوال المجاري
- ٤- Stream length (Lu) = مجموع أطوال جميع رتب المجاري
- ٥- تضاريس الحوض
- ٦- Relief (Rf) = الفارق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض
- ٧- نسبة التضرس (Rr) = (تضاريس الحوض / طول الحوض) \* ١٠٠
- ٨- Drainage density (D) = مجموع أطوال جميع المجاري / مساحة الحوض
- ٩- معامل الوعورة (Rn) = Ruggedness number = تضاريس الحوض / كثافة التصريف
- ١٠- Circularity ratio (Rc) =  $\frac{4}{\pi}$  طنق الحوض / مساحة الحوض

٣-٦ الخصائص الجيومورفولوجية للكثبان الرملية **Dunes Geomorph Characteristics** تمتد على الجانب الغربي من السهل الفيضي رواسب الكثبان الرملية الحديثة النشأة والتكوين والتي تتميز بحركتها ونشاطها في اتجاه منصرف الرياح السائدة Downwind Direction ، وتعد من أهم أشكال السطح ذات التأثير والخطورة على المحلات العمرانية الواقعة في اتجاه منصرف الرمال. ومن التحليل المورفومتري لأبعاد الكثبان الرملية يتضح أن الكثبان الهلالية والهلالية المستعرضة والهلالية المتحولة طولياً هي السائدة بمنطقة الدراسة. حيث بلغ أقصى طول للكثبان ١١٣٦ مترًا بمتوسط ٦٨٧,٧ م وأقصى عرض بلغ ١١٧٠ م بمتوسط ٦٧٨ م، وتتمحور اتجاهات الكثبان بين الجنوب الشرقي، والجنوب الغربي، وذلك كما يتضح من جدول (٣) وشكل (١٣). ويشير يتراوح بين ٢,٥ م - ١٢ م بمتوسط ٥,٩ م.

جدول (٣) أبعاد الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

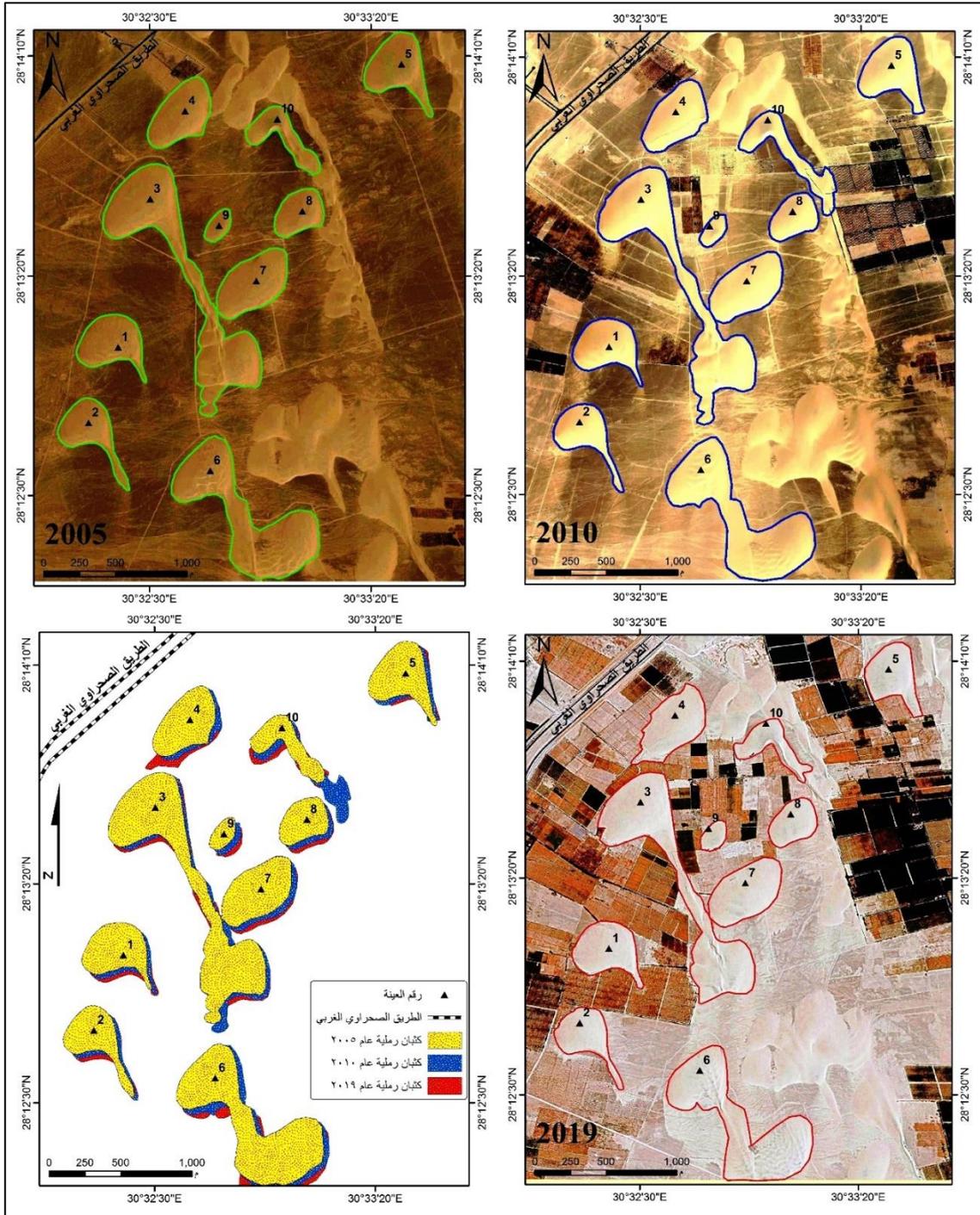
النطاقات	رقم الكثيب	الطول / م	العرض / م	النوع	اتجاه حركة الكثيب / درجة
نطاق ١	١	٤٥٨	١١٧٠	هلالي مستعرض	١٧٦,٩
	٢	٥٨٥	٥١٧	هلالي	١٧٩,٦
	٣	١١٣٦	٧٦٧	هلالي	١٨٦,٦
نطاق ٢	٤	٨٠٥	٥٨٣	هلالي	١٩٠,١
	٥	٦٤٩	٥١٩	هلالي	١٦٦
	٦	٣٠٤	٨٣٦	هلالي مستعرض	١٥٠,٧
نطاق ٣	٧	٦٧٣	٦٠٥	هلالي مركب	١٨٤,٧
	٨	٧٦٨	٥٧٣	هلالي مركب	٢٠١,٤
	٩	٨١١	٥٣٣	هلالي بسيط	١٨١,٢
	المتوسط	٦٨٧,٧	٦٧٨	هلالي مركب	١٧٩,٧

الجدول من إعداد الباحث، بالاعتماد على القياسات من المرئيات الفضائية عالية الدقة Google Earth Pro ومن تحليل معدلات حركة الكثبان الرملية لعدد (١٠) من كثبان منطقة الدراسة، يتضح أن أعلى معدل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة بلغ ١٩ م/عام وأقل معدل بلغ ٦ م/عام خلال الفترة من (٢٠٠٥-٢٠١٠ م) بمتوسط ٩,٧ م/عام، بينما خلال الفترة من (٢٠١٠-٢٠١٩ م) بلغ أعلى معدل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة ٩,١ م/عام وأقل معدل ٣,٢ م/عام، بمعدل ٤,٤ م/عام، وذلك كما يتضح من جدول (٤) وشكل (١٣). كما يتميز هذا القسم بالتضرس نتيجة انتشار التلال الجيرية والأسطح الحصوية ويزداد المنسوب ارتفاعاً كلما اتجهنا صوب الغرب بعيداً عن السهل الفيضي لوادي النيل.

جدول (٤) معدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

رقم العينة	المسافة (٢٠٠٥-٢٠١٠ م)	المعدل (م/عام)	المسافة (٢٠١٠-٢٠١٩ م)	المعدل (م/عام)
١	٤٥,٩	٩,١٨	٢٩,٣	٣,٣
٢	٣٧,٩	٧,٥٨	٣٢,٦	٣,٦
٣	٣٠,٣	٦,٠٦	٣٦	٤,٠
٤	٤٤	٨,٨	٥٧	٦,٣
٥	٣٨,٦	٧,٧٢	٢٣,٣	٢,٦
٦	٩٦,٩	١٩,٣٨	٨٢	٩,١
٧	٤٥	٩	٣٠,٣	٣,٤
٨	٤٢,٩	٨,٥٨	٢٨,٨	٣,٢
٩	٤٥,٦	٩,١٢	٣٤,٩	٣,٩
١٠	٦٢,١٨	١٢,٤٣٦	٤٥,٢	٥,٠

الجدول من إعداد الباحث، بالاعتماد على الصور الفضائية عالية الدقة Google Earth



شكل (١٣) نماذج من حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة  
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على قياس من المرئيات الفضائية عالية الدقة Google Earth Pro

## ٧- النتائج والمناقشة:

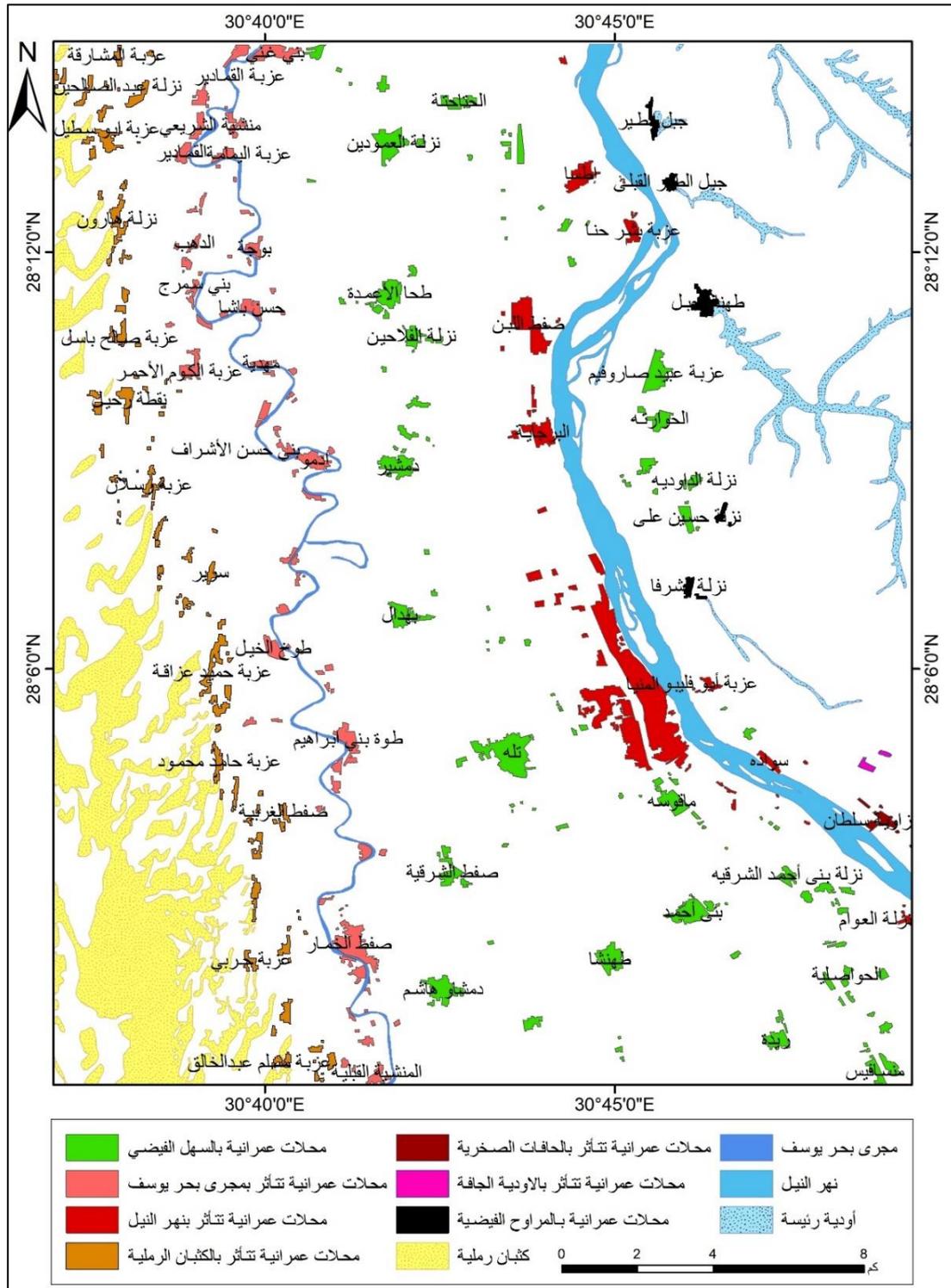
تتحكم الخصائص الجيومورفولوجية والطبوغرافية في النمو العمراني والتنمية العمرانية والزراعية بمنطقة الدراسة، حيث يتضح من التحليل المكاني لتأثير الخصائص الجيومورفولوجية والطبوغرافية بمنطقة الدراسة أن (٥٥) محلة عمرانية تقع على سطح السهل الفيضي بمنطقة الدراسة بنسبة ٤١٪ من إجمالي المحلات العمرانية وتتأثر بالخصائص المورفولوجية في نموها العمراني الإشعاعي في جميع الاتجاهات، وذلك نظراً للاستواء النسبي للسهل الفيضي، بينما يتحكم بحر يوسف في النمو العمراني لعدد (٤٤) محلة عمرانية ريفية (قري وعزب) بنسبة ٣٢,٨٪ من إجمالي المحلات العمرانية بمنطقة الدراسة وتخضع المحلات العمرانية المقامة على ضفاف بحر يوسف للنمو العمراني المحوري على جانبي المجري، أما نهر النيل فيتحكم في النمو العمراني لعدد (١٦) محلة عمرانية بمنطقة الدراسة بنسبة ١١,٩٪ من إجمالي المحلات العمرانية، وتنمو في اتجاه مواز لنهر النيل على جانبيه، وتتحكم الكثبان الرملية في عدد (١٢) محلة عمرانية بنسبة ٨,٩٪ من إجمالي المحلات العمرانية بمنطقة الدراسة وتشكل خطراً كبيراً على النمو العمراني في اتجاهات تحركها كما تتسبب في طمر الطرق وأعمدة الإنارة والأراضي الزراعية المستصلحة مما يعوق النمو العمراني بمناطق تواجدها. ومن ناحية أخرى تؤثر الأودية الجافة وأحواض التصريف على المحلات العمرانية المبنية على أرضية المراوح الفيضية والمدن المبنية والطرق الواقعة في اتجاه منصرف مياهها. وتتحكم المراوح الفيضية في اتجاهات وأنماط العمران الجبلي أسفل الحافات وبعيداً عن مسارات الجريان السيلي في مصبات الأودية مما يعرضها لأخطار التساقط الصخري Rockall، وذلك كما يتضح من شكل (١٤)، وشكل (١٥) الذي يوضح أعداد المحلات العمرانية التي يتأثر نموها بالخصائص الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة.

### ٧-١ تأثير الخصائص الجيومورفولوجية الفيضية على النمو العمراني

تؤثر الظواهر الجيومورفولوجية الفيضية بمنطقة الدراسة والمتمثلة في المجاري المائية (نهر النيل وبحر يوسف) والسهل الفيضي المجاور لهما، ومن الدراسة وتحليل التجاور Proximity Analysis للمجاري المائية، يتضح أن هناك تأثير واضح للمجاري المائية على استقطاب مراكز الاستقرار العمراني منذ القدم وحتى العصر الحديث. ومن التحليل يتضح أن مدينة المنيا قد نشأت ونمت على ضفاف مجرى نهر النيل منذ أقدم العصور، وكان لنهر النيل العامل الرئيس في بناء المدينة على الضفة الغربية للنهر حيث تتخذ المدينة الشكل الطولي، وبوازي محورها محور نهر النيل الذي ينحرف عن الشمال بزاوية مقدارها ٣٤٠ درجة غرباً وقد بلغ أقصى طول للمدينة ٦,٩ كم عام ١٩٧٣م، بينما بلغ أقصى طول المدينة ٨,٩ كم عام ٢٠٢٣م حيث نمت المدينة في نفس الاتجاه الموازي لنهر النيل في اتجاه الشمال-الجنوب والغرب قليلاً وذلك كما يتضح من شكل (١٦) الذي يبين التباينات المكانية-الزمنية لمدينة المنيا خلال الفترة من ١٩٧٣-٢٠٢٣م. ويتضح من التحليل أن مجرى نهر النيل يتميز بالديناميكية والتغيرات المورفولوجية الناتجة عن معدلات النحت والارساب على ضفاف المجرى Bank Erosion والتي تؤثر في أنماط واتجاهات النمو العمراني كما يتضح من شكل (١٦) الذي يوضح التغيرات الجيومورفولوجية في الجزر النيلية بمنطقة الدراسة. كما تتأثر العديد من المحلات العمرانية الواقعة على ضفاف نهر النيل ومن أهمها عزبة العوام، عزبة أبو فليو، قرية البرجاية، قرية صفت اللبن، وعزبة بشير حنا.

ومن دراسة الخصائص الجيومورفولوجية والتحليل المورفومتري لمجرى بحر يوسف يتضح أن هناك العديد من المحلات العمرانية التي نشأت على ضفاف المجرى الذي يتميز بالتعرج الشديد والديناميكية، حيث يظهر تغيير للمجرى الذي ترك خلفه بعض البحيرات المقطعة من المجرى الرئيس. ويتضح من التحليل المكاني الزمني لعدد أربع من القرى على ضفاف مجرى بحر يوسف خلال الفترة الممتدة (١٩٩٣-٢٠١٣) أن اتجاهات النمو العمراني لجميع المحلات العمرانية التي

نشأت حول بحر يوسف قد نمت موازية لمحور بحر يوسف الذي يزيد معامل تعرجه \* *Sinuosity Index* عن ١,٦ مما يجعله شديد التعرج. طبقا لتصنيف المجاري المائية.

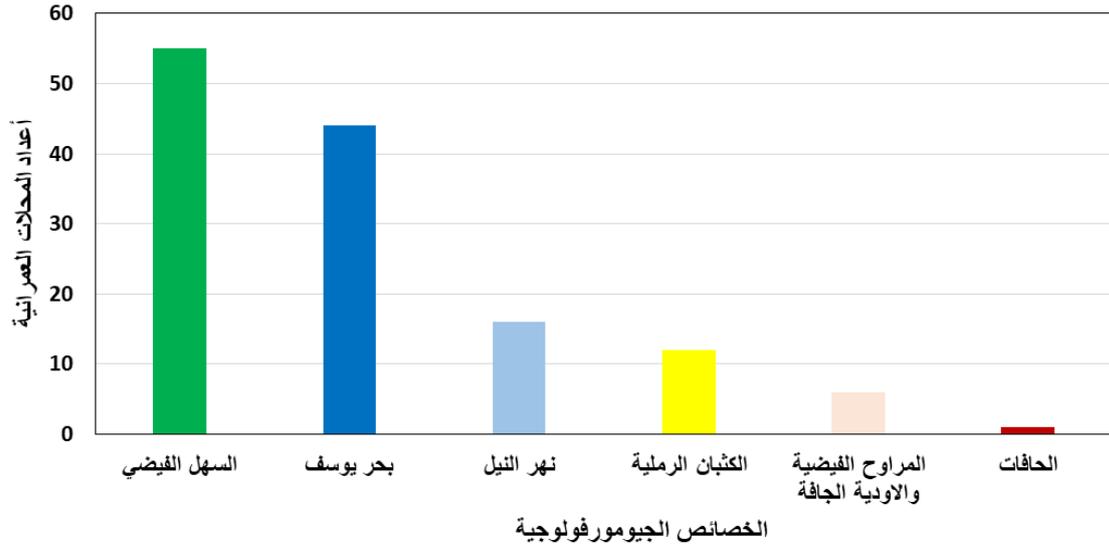


شكل (١٤) الخصائص الجيومورفولوجية المتحكمة في النمو العمراني بمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠,٠٠٠ لعام ١٩٩١م

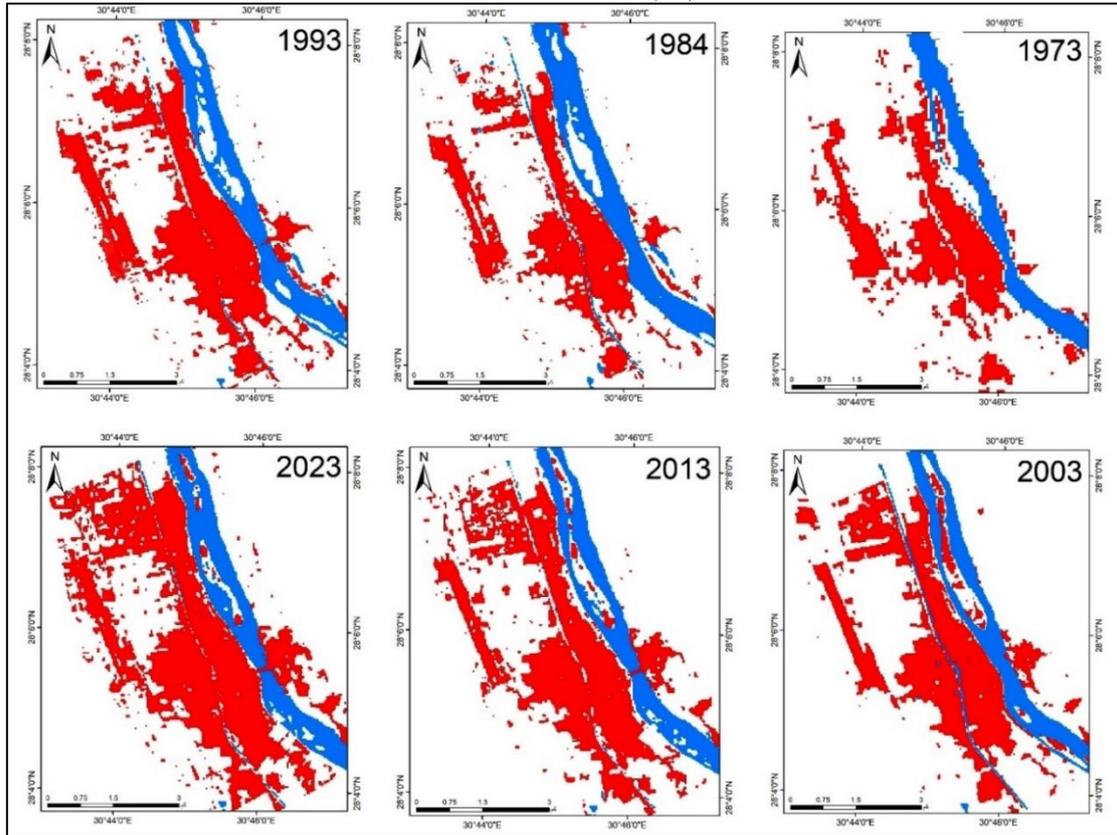
\* يمكن حساب معامل تعرج المجاري المائية من المعادلة الآتية

$$\text{Total sinuosity} = \text{length of channel segments/channel /belt length (Prasuiva and Navan, 2021)}$$



شكل (١٥) أعداد المحلات العمرانية المتأثرة بالخصائص الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على شكل (١٤).



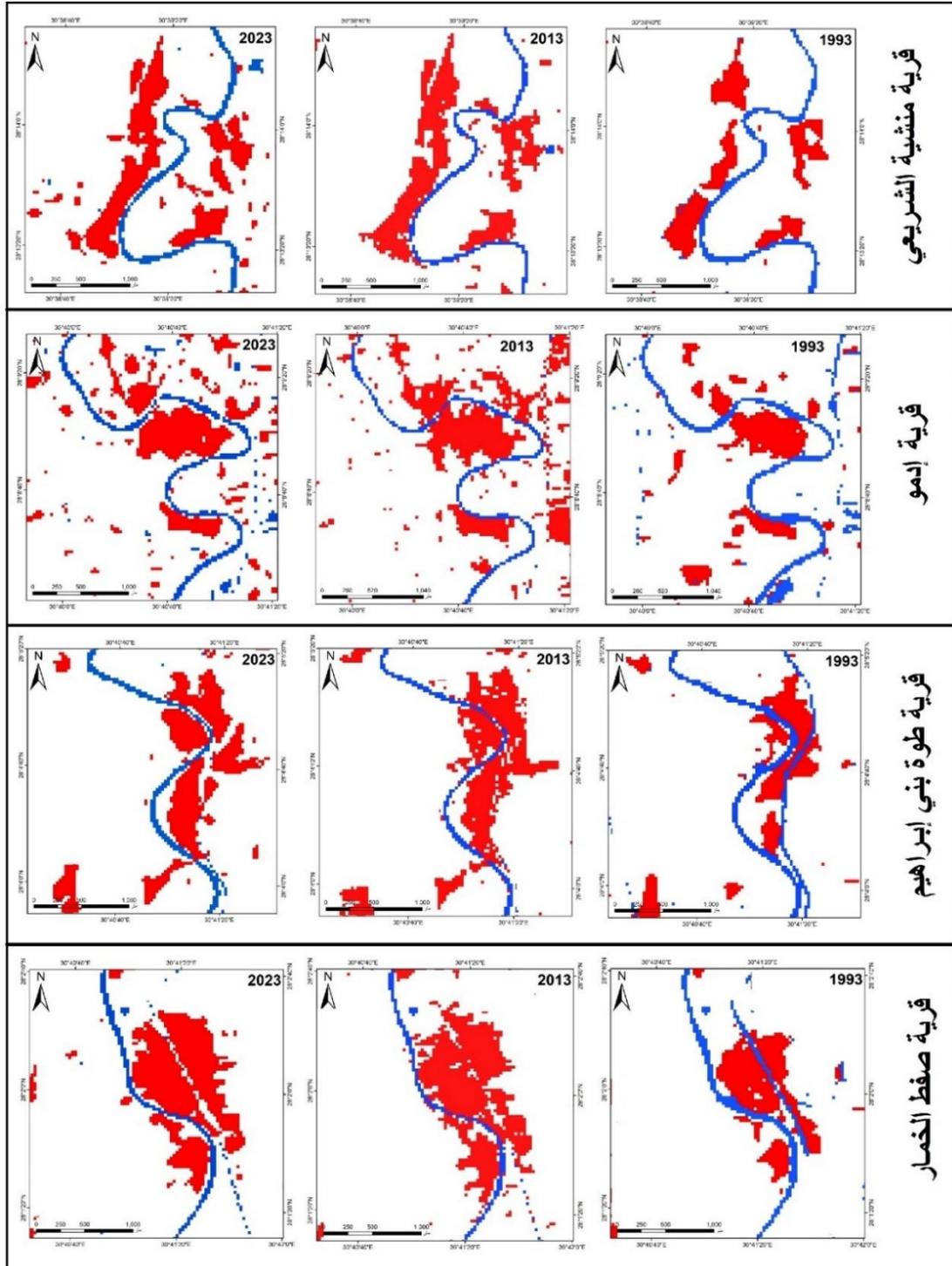
شكل (١٦) العلاقة الديناميكية لنهر النيل والنمو العمراني بمدينة المنيا

خلال الفترة من ١٩٧٣-٢٠٢٣ م

المصدر: من عمل للباحث، اعتمادا على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ١٩٧٣ حتى ٢٠٢٣ م

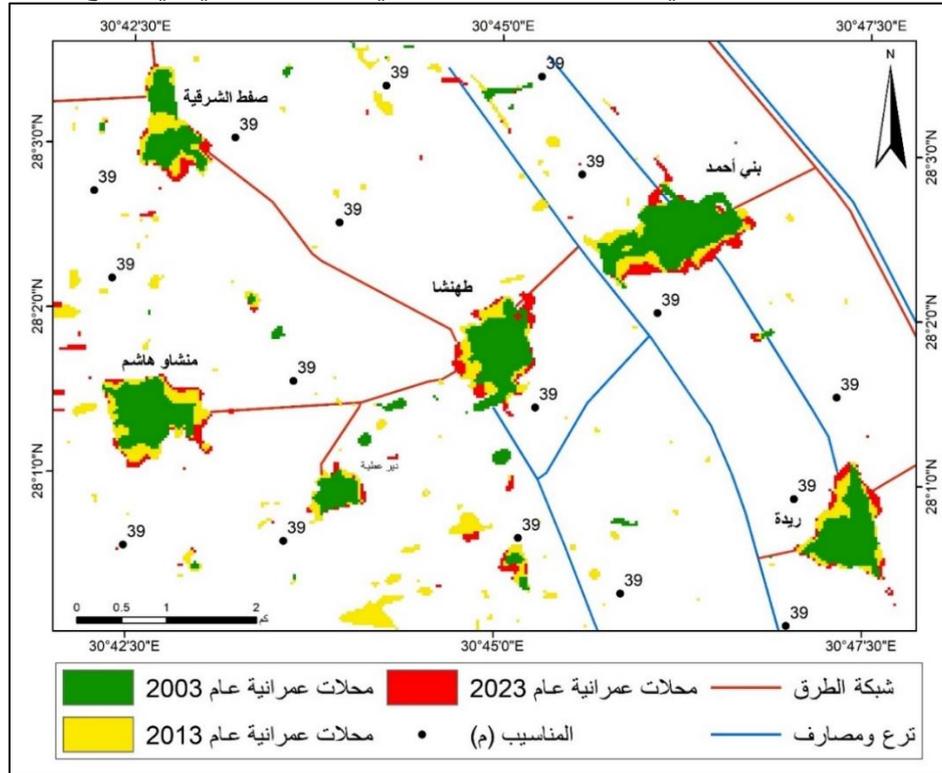
ويوضح شكل (١٧) أهم المحلات العمرانية التي تتأثر (قرية منشية الشريعي - قرية إدمو - طوة بنى إبراهيم - قرية صفت الخمار) التي نشأت على ضفاف مجرى بحر يوسف وقد تأثر النمو العمراني لهذه القرى بمحور مجرى بحر يوسف.

ويتميز السهل الفيضي لنهر النيل باستوائه النسبي حيث لا يزيد متوسط درجة انحداره عن خمس درجات ويتميز بالتربة الطينية الخصبة التي تكونت من طمي النيل على جانبي المجري وتستخدم في الزراعة منذ القدم، وتتميز المحلات العمرانية الواقعة على سطح السهل الفيضي بالنمو العمراني الإشعاعي في جميع الاتجاهات؛ وذلك لاستواء السطح، وتوافر شبكة الطرق والمصارف والمرافق التي تسمح للنمو العمراني المستدام.



شكل (١٧) النمو العمراني للمحلات العمرانية على ضفاف بحر يوسف من ١٩٩٣ حتى ٢٠٢٣ م  
المصدر: من عمل للباحث، اعتماداً على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ١٩٩٣ حتى ٢٠٢٣ م

ويوضح شكل (١٨) أنماط واتجاهها النمو العمراني في السهل الفيضي في عدة محلات عمرانية بمنطقة الدراسة (صفط الشرقية - بني أحمد الغربية - طهنشا - منشأ هاشم - ريده - دير عطية) حيث يتضح من تحليل إن النمو العمراني في الاتجاهات المختلفة لعدم وجود موانع طبوغرافية وجيومورفولوجية تمنع النمو العمراني، حيث يتضح من نقاط المناسيب المحيطة بجميع المحلات العمرانية استوائها على منسوب ٣٩م فوق مستوى سطح البحر مما ساهم في شق الترعر والمصارف ومد شبكات الطرق والمرافق التي ساعدت بشكل مباشر في النمو العمراني في جميع الاتجاهات.



شكل (١٨) النمو العمراني للمحلات العمرانية على السهل الفيضي من ٢٠٠٣ حتى ٢٠٢٣ م  
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ٢٠٠٣ حتى ٢٠٢٣ م

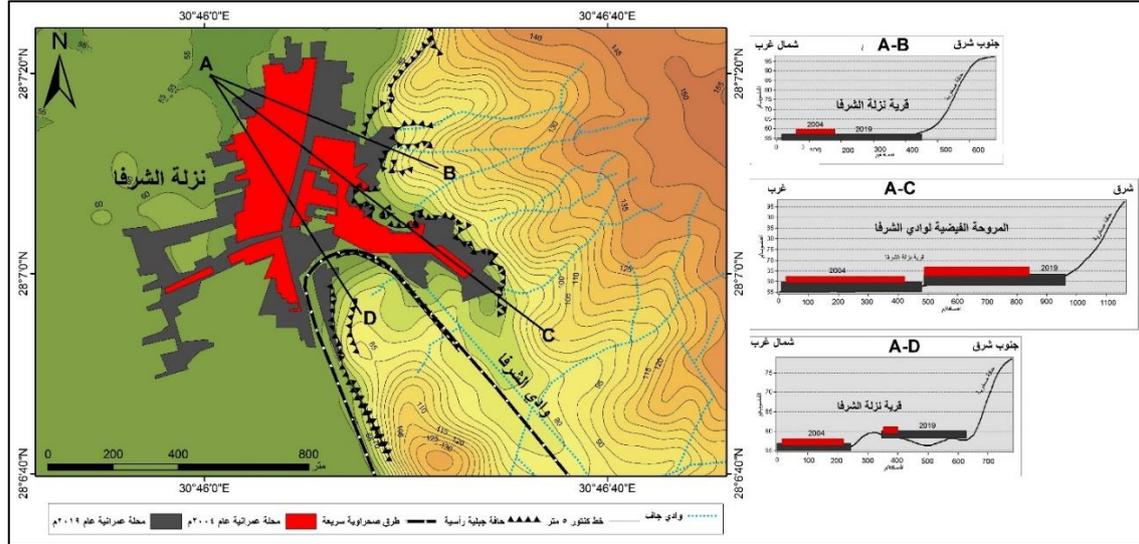
## ٢-٧ تأثير الحافات الصخرية وأحواض التصريف على النمو العمراني

تتحكم الحافات الصخرية الرأسية شديدة الانحدار وأحواض التصريف للأودية الجافة Drainage Basins في التوزيع المكاني للمحلات العمرانية بمنطقة الدراسة واتجاهات نموها على الجانب الشرقي من منطقة الدراسة، حيث تنتشر المحلات العمرانية على المراوح الفيضية Alluvial Fans للأودية الجافة الموضحة في شكل (١٢) وشكل (١٤). وتمثل الأودية الجافة خطراً حقيقياً على المحلات العمرانية الواقعة في اتجاه منصرف الجريان المائي السيلي Flashflood وتؤثر الأبعاد المورفومترية للأودية الجافة في درجة الخطر، وقد تم التحليل التضاريسي-العمراني للنمو العمراني في ثلاث قرى ريفية واقعة في مقدمات الأودية الجافة وفي اتجاه منصرف مياهها وعلى مراوحها الفيضية:

### أ- قرية نزلة الشرفا (المروحة وادي الشرفا)

تقع على المروحة الفيضية لوداي الشرفا كما يتضح من شكل (١٩) ولوحة (١)، ويتضح من التحليل الطبوغرافي للنمو العمراني خلال الفترة من ٢٠٠٤-٢٠١٩م أن القطاع التضاريسي-العمراني AB الواقع شمال القرية والبالغ طوله ٦٩٠م في اتجاه (ش غ - ج ش) يوضح أن العمران للقرية قد امتد مسافة بلغت (٢٧٠م) خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩م، في اتجاه مواز للحافة الصخرية الشمالية للوادي والبالغ منسوبها (٩٥ م) حتى التحمت المباني السكنية بالجسم الصخري،

مما أدى إلى توقف تام للنمو العمراني في هذا الاتجاه كما يتضح من اللوحة رقم (١-ج)، بينما القطاع التضاريسي-العمراني AC الواقع في منتصف القرية والبالغ طوله ١٥٠ متر والذي يوضح امتداد الكتلة السكنية داخل المروحة الفيضية للوادي كنتيجة مباشرة لانخفاض المنسوب والانحدار على سطح المروحة الفيضية حيث امتد العمران لمسافة بلغت ١٠٠ م داخل الوادي وقد توقف نتيجة لوجود حافة صخرية جرفيه شديدة الانحدار. ويوضح القطاع الثالث AD الواقع جنوب القرية والبالغ طوله ٧٨٠ م أن العمران قد نما في هذا الاتجاه مسافة بلغت ٢٣٠ م خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩ م وقد التحم العمران بالحافة الصخرية البالغ منسوبها ٨٥ م حيث توقف تماما نتيجة لشدة انحدار الحافة.



شكل (١٩) النمو العمراني بقرية نزلة الشرفا بالجانب الشرقي لمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث، اعتمادا على صور Google Earth Pro خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩ م ونماذج الارتفاع الرقمية DEM



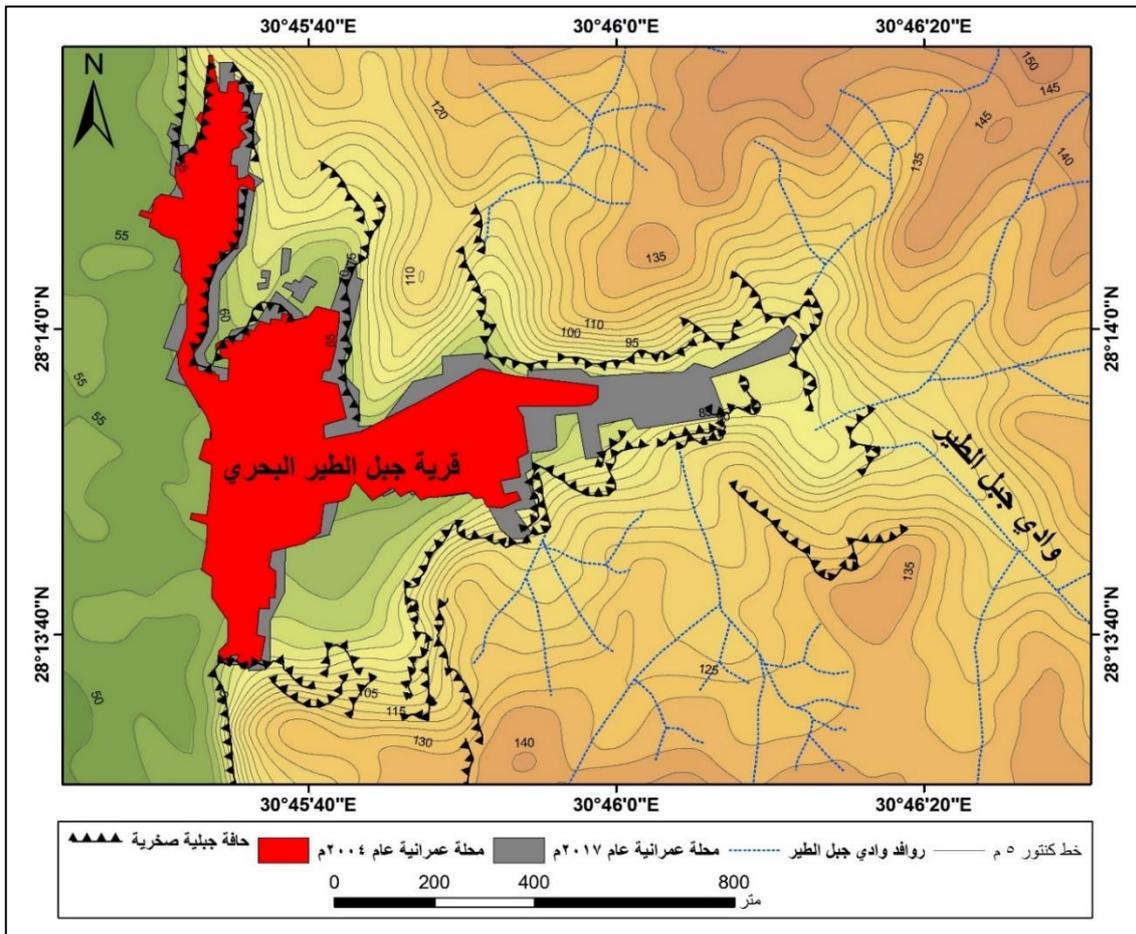
### لوحة (١) تأثير التضاريس على النمو العمراني لقرية الشرفا

(أ) تساقط الكتل الصخرية على المباني، (ب) التحام مباني قرية الشرفا بالحافة الشمالية للوادي، (ج) توقف النمو العمراني نتيجة وود عائق صخري، (د) توقف النمو العمراني نتيجة الحافة شديدة الانحدار

المصدر: من تصوير الباحث، مارس ٢٠١٨ م

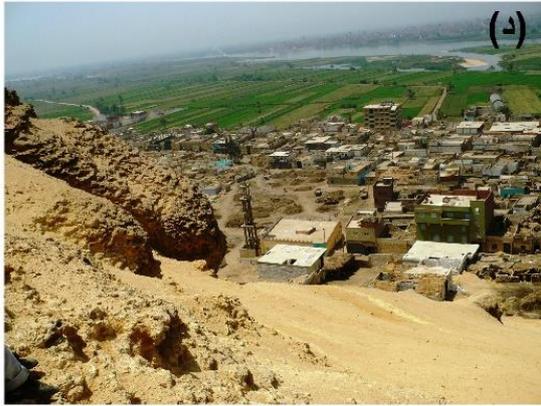
## ب- قرية جبل الطير (المروحة الفيضية لوادي جبل الطير)

تقع قرية جبل الطير البحري على المروحة الفيضية لوادي جبل الطير بالجانب الشمالي الشرقي لمنطقة الدراسة، ويتضح من التحليل التضاريسي للنمو العمراني أن القرية متلاحمة مع الحافات الجبلية التي يتجاوز منسوبها ١٠٠ متر من ناحية الشرق ماعدا المروحة الفيضية للوادي ومن تحليل النمو العمراني خلال الفترة الزمنية من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩م يتضح أن العمران قد تمدد داخل الوادي مسافة تقرب من ٣٠٠ م، وذلك يرجع لقلة الانحدار والمنسوب داخل الوادي، كما يتضح من شكل (٢٠) ولوحة (٢). ويبدو من التحليل الجيومورفولوجي للقرية وقوعها في النطاق الشديد الخطورة لمنصرف مياه الفيضان السيلي والتي تتطلب تنفيذ بعض وسائل الحماية من السيول وذلك لحماية الطرق والممرات والسكان والكتلة السكنية للإزالة والتدمير بفعل الجريان السيلي المحتمل كما حدث على طريق الجيش (الصحراوي الشرقي في مارس ٢٠٢٠) (Darwish, 2023).



### شكل (٢٠) النمو العمراني بقرية جبل الطير البحري بالجانب الشرقي لمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية عالية الدقة من Google Earth Pro خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩م، ونماذج الارتفاع الرقمية DEM



### لوحة (٢) قرية جبل الطير من أعلى الحافة الجبلية المواجهة لها

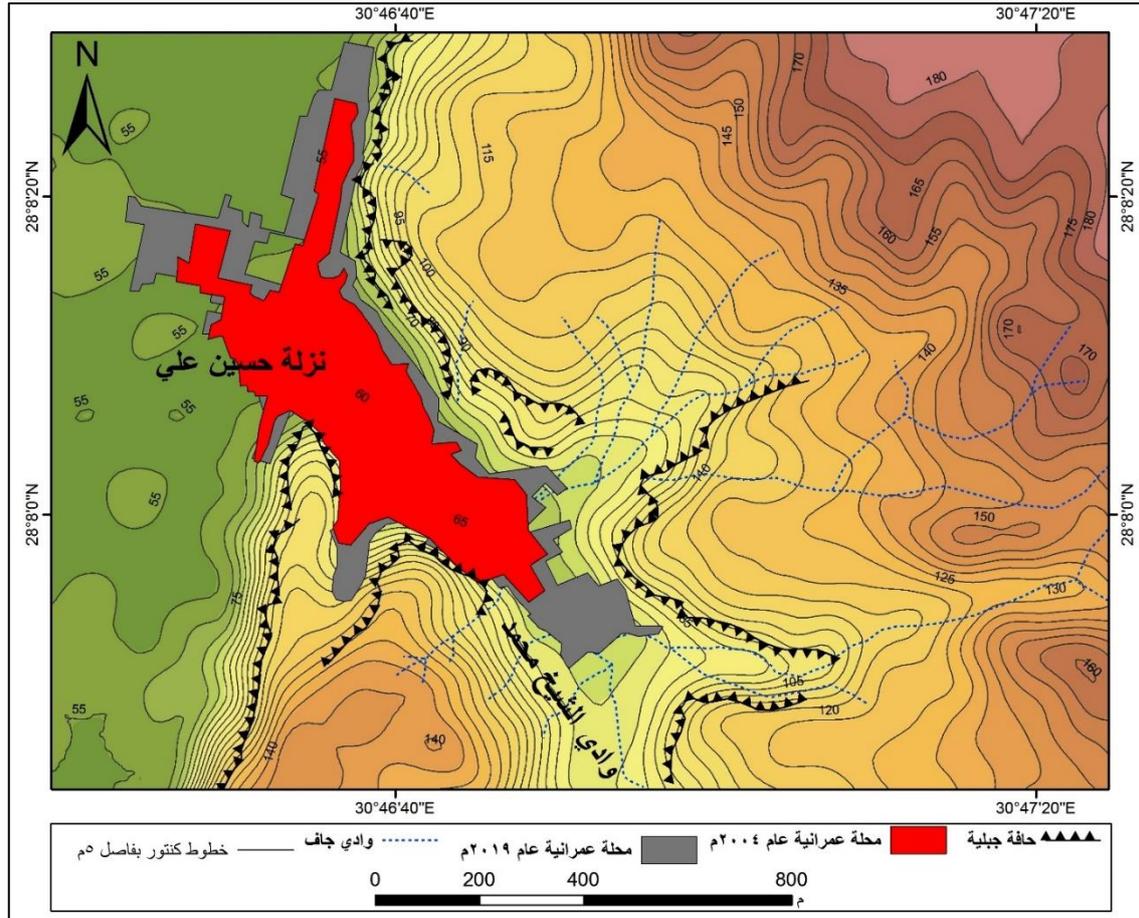
أ- تأثير التلال الصخرية على مد شبكة الطرق، ب- الكتلة السكنية لقرية جبل الطير،

ج- النمو العمراني الجبلي على المراوح الفيضية، د- امتداد العمران بمحاذاة الحافة)

المصدر: من تصوير الباحث مارس ٢٠١٨م

### ت- نزلة حسين علي (المروحة الفيضية لوادي الشيخ محمد)

تقع نزلة حسين علي المروحة الفيضية لوادي الشيخ محمد بالجانب الشرقي من منطقة الدراسة، ويتميز نمط النمو العمراني السائد بمنطقة الدراسة بنموه اتجاه الوادي حيث تحاط القرية من الجانبين الشمالي والجنوبي بحافات صخرية شديدة الانحدار يتجاوز ارتفاعها ١٠٠ متر كما يتضح من شكل (٢١). ومن تحليل النمو العمراني لهذه القرية يتضح الامتداد والنمو بوضوح على المروحة الفيضية للوادي التي تتميز بالضيق الشديد وجوانب من الحافات الصخرية شديدة الانحدار، ويتمدد داخل الوادي لمسافة تبلغ ٢٢٠م خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩م، وتعرض هذه القرية لأخطار الجريان السيلبي Flashflood وتساقط الكتل الصخرية Rock fall نتيجة لتقطع الحافة بالفواصل والفوالق (الصدوع) بالإضافة للعمليات الجيومورفولوجية المتمثلة في التجوية والتعرية التي تعمل على فصل الكتل الصخرية وتجعلها عرضة للسقوط الفجائي بفعل السيول أو الزلازل أو بفعل حركة المواد على المنحدرات Slopes Mass Movement.



شكل (٢١) النمو العمراني بقرية نزلة حسين علي بالجانب الشرقي لمنطقة الدراسة  
المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية عالية الدقة من Google earth pro خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٩م ونماذج الارتفاع الرقمية DEM

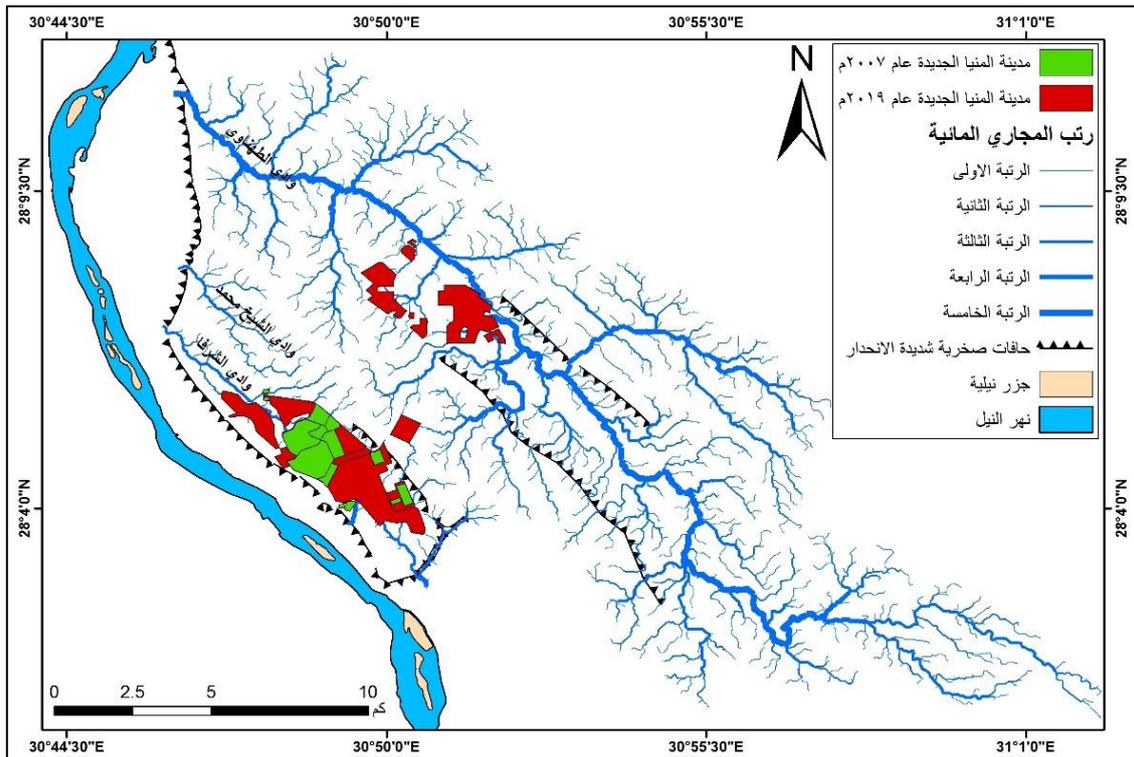
### ٣- التقييم المكاني لموقع مدينة المنيا الجديدة (†) Spatial Site Assessment

هدف هذا الجانب من الدراسة للتقييم المكاني لموقع مدينة المنيا الجديدة الواقعة على سطح الهضبة الجيرية المواجهة لمدينة المنيا على الجانب الشرقي، وتعد مدينة المنيا الجديدة أحد أهم حلول النمو العمراني في الظهير الصحراوي الشرقي والغير متصل بمدينة المنيا القديمة إلا عن طريق واحد فقط وقد تم البدء في تنفيذها منذ عام ١٩٩١م لتوفير السكن للمواطنين واستيعاب الزيادة السكانية والحفاظ على الرقعة الزراعية التي تتعرض للتناقص نتيجة البناء والنمو العمراني العشوائي. وقد اعتمد هذا التقييم على تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في جمع وتنظيم البيانات المكانية المرجعة جغرافيا المتعددة المتمثلة في المرئيات الفضائية Imagery الملتقطة على فترات زمنية متتالية Multi-temporal وشبكات أحواض التصريف والتراكيب الجيولوجية الخطية Faults بالإضافة إلى الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسة بالمنطقة.

وتشير نتائج التقييم إلى أن مدينة المنيا الجديدة تقع على منسوب يتراوح بين ١٤٠-١٥٥ م فوق مستوى سطح البحر وقد بلغت مساحتها ٣,١٥ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٠٧م، بينما زادت مساحة المنطقة المبنية Built-up area إلى ١٢,٧١ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠١٩م. وتقع المنطقة المبنية فوق شبكة من أحواض تصريف الأودية الجافة Drainage Network التي تضم العديد من الروافد المعرضة للجريان السيلي الفجائي ويعد وادي الشرفاء، وادي الشيخ محمد، وادي زاوية سلطان، وادي تلاع نوفل،

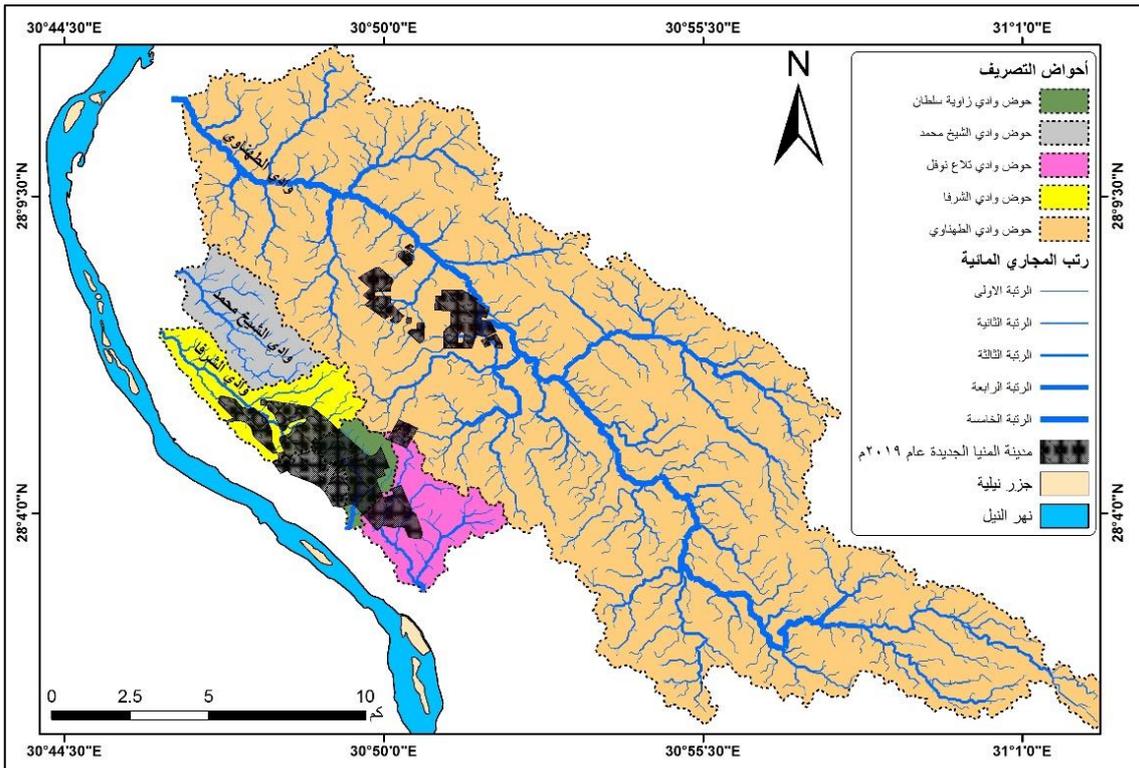
(†) تم إنشاء المدينة بموجب القرار مجلس الوزراء رقم ٢٧٨ لسنة ١٩٨٦م وبدأ العمل بها فعليا سنة ١٩٩١م.

وادي الطهناوي، من أهم الأودية المحيطة بالمدينة والتي تمثل خطراً عليها وتتحكم في النمو العمراني للمدينة واستدامتها، كما يتضح من شكل (٢٢).  
ومن التحليل المورفومتري لأحواض التصريف التي تمثل خطراً كبيراً على الكتلة السكنية والطرق لمدينة المنيا الجديدة من ناحية الشمال والجنوب والشرق بمنطقة الدراسة يتضح أن وادي الطهناوي يمثل أكبر مساحة حوض ٢٠٨ كم<sup>٢</sup> يليه وادي الشرفا ١٠,٩ كم<sup>٢</sup> وتعتبر الأودية المتبقية اصغر من حيث المساحة وبلغ أطوال المجاري بوادي الشرفا ٥٧٠,٧ كم بمتوسط ٣٩٦,٩ م، وبلغ إجمالي أطوال المجاري بوادي الشرفا حوالي ٢٩,٩ كم بمتوسط ٣٨٨ م، ومن تحليل خريطة النمو العمراني لمدينة المنيا الجديدة يتضح أن هناك امتدادا للكتلة السكنية للمدينة (كمين الصفا) قد تم البدء في تنفيذه بداية من عام ٢٠١٩م داخل حوض وادي الطهناوي وفوق المجرى الرئيس مما يشير لخطورة التوسع المستقبلي داخل المجرى الرئيس للوادي الذي يمثل أكبر الأودية بالمنطقة والأكثر تعرضا لسقوط الأمطار الفجائية والجريان السيلبي، كما يتضح من شكل (٢٣) وشكل (٢٤) وجدول (٢). كما يتضح من فحص وتحليل الخرائط الجيولوجية للمنطقة أن مدينة المنيا الجديدة قد شيدت في نطاق نشط ويحتوي على العديد من الفواصل Cracks والفتوك Faults ذات الأطوال الكبيرة نسبياً (Abdel-Meguid et al., 1998)، ويوضح شكل (٢٤) وجود نظامين للفتوك بمنطقة الدراسة تقطع الكتلة السكنية وتتخذ اتجاهها شمال غرب - جنوب شرق، كما توجد فتوك تتخذ اتجاهها شمال شرق-جنوب غرب، وبأطوال بلغت عدة كيلومترات مما يجعل المدينة في نطاق غير مستقر وشديد الخطورة من الناحية الجيولوجية والتكتونية.



شكل (٢٢) يوضح موقع الكتلة السكنية لمدينة المنيا بالنسبة لمجاري الأودية الجافة الرئيسية

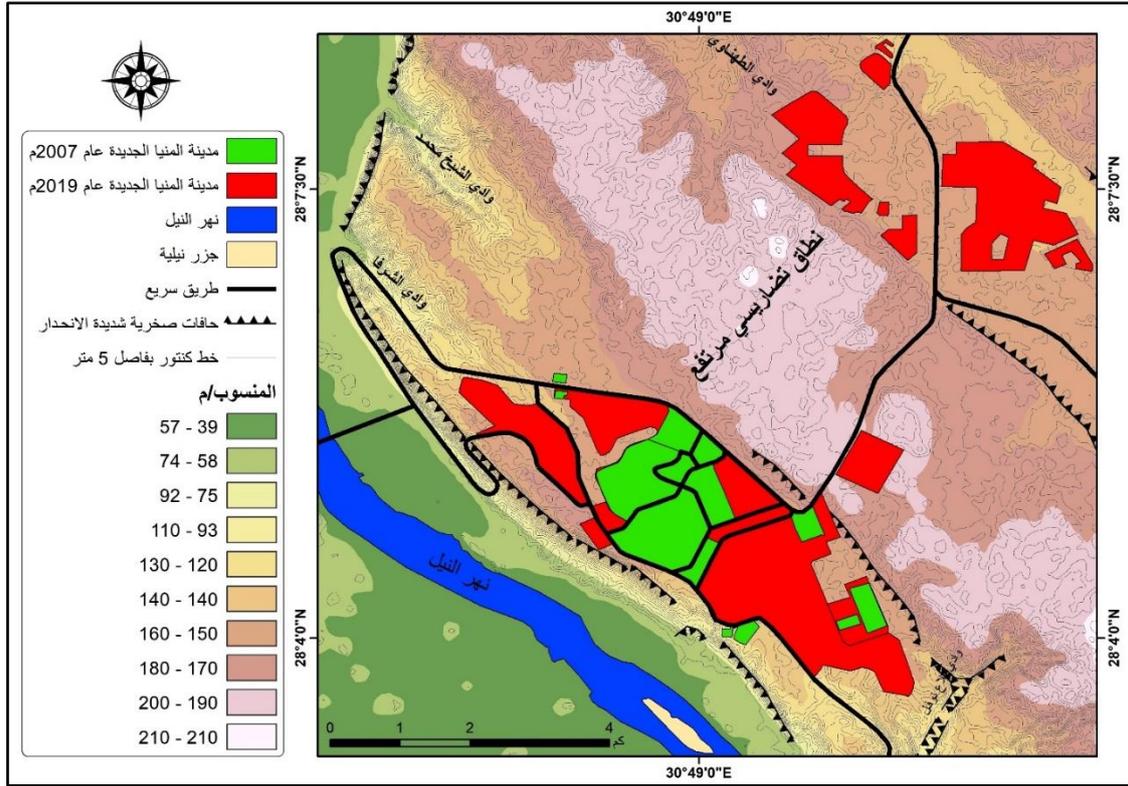
المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرينات Google Earth Pro ونماذج الارتفاع الرقمية DEM



شكل (٢٣) يوضح موقع الكتلة السكنية لمدينة المنيا بالنسبة لأحواض التصريف الرئيسية

المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرئيات Google Earth Pro ونماذج الارتفاع الرقمية DEM

ويتضح من شكل (٢٤) ولوحة (٣) أن العوائق التضاريسية تمثل أيضا عائقا أمام النمو العمراني للمدينة فمن ناحية الغرب تمثل الحافة الصخرية للهضبة الجيرية الشديدة الانحدار والتي يتجاوز منسوبها ١٢٠ مترا والتي تطل على وادي النيل حد طبوغرافيا للمدينة، أما من الشرق فيحد المدينة نطاقا تضاريسيا مرتفعا من التلال الجيرية ويبلغ منسوبه ٢٠٠ متر وعرضه يتجاوز ٤ كم، بالإضافة لوجود بعض الحافات الصخرية والمحاجر الجيرية الطباشيرية بالمنطقة التي تتسبب في العديد من الأخطار البيئية والصحية للسكان وتعوق النمو العمراني مما جعل المدينة تتخطى هذا النطاق التضاريسي المرتفع للتمدد في بطن وادي الطهناوي (المجري الرئيس لتجميع مياه الروافد) الذي يتميز بالاستواء النسبي، ومن ناحية الجنوب يمثل وادي تلاع نوفل حدا جنوبيا للمدينة، حيث يتميز الوادي بشدة الانحدار مما يعوق النمو العمراني للمدينة في اتجاه الجنوب. كما تؤثر على المنطقة العديد من الفوالق الأرضية النشطة ذات الاتجاهات شمال غرب-جنوب شرق، شمال شرق-جنوب غرب.



### شكل (٢٤) المحددات الطبوغرافية لمدينة المنيا الجديدة

المصدر: من عمل للباحث، اعتمادا على المرئيات الفضائية عالية الدقة من Google earth pro خلال الفترة من ٢٠٠٧ حتى ٢٠١٩م ونماذج الارتفاع الرقمية DEM



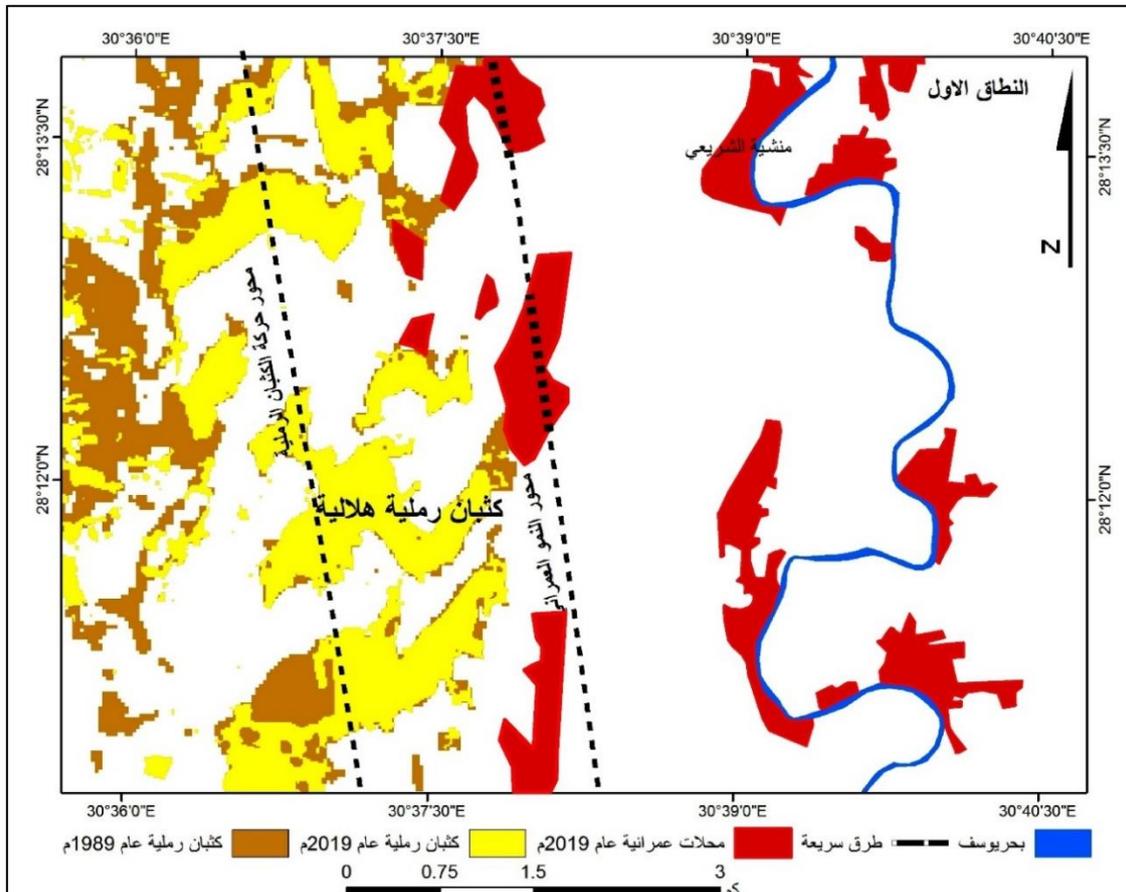
### لوحة (٣) بعض المحددات الطبيعية للنمو العمراني لمدينة المنيا الجديدة

أ- الشقوق والفواصل في الجسم الصخري للهضبة الجيرية، ب- تساقط الكتل الصخرية الضخمة على الطرق الرئيسية، ج- طرق تأسيس المباني على سطح الهضبة الجيرية، د- إزالة الكتل الصخرية في مسارات الطرق، هـ- أحد الفوالق الخطيرة على سطح الهضبة، و- التمدد العمراني حتى حافة الهضبة

المصدر: من تصوير الباحث، أغسطس ٢٠٢٣م.

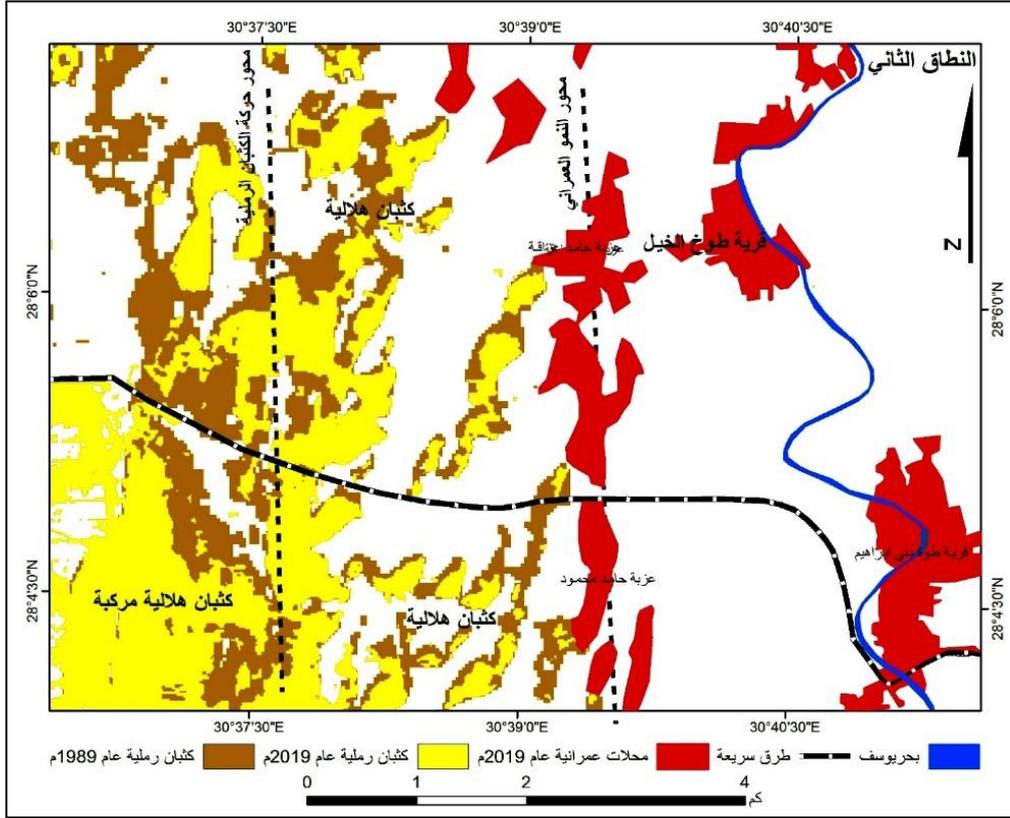
### ٣-٧ تأثير الجيومورفولوجيا الهوائية على النمو العمراني

يقصد بالجيومورفولوجيا الهوائية **Aeolian Geomorphology** تلك أشكال سطح الأرض الناتجة عن فعل الرياح، وتعتبر رواسب الكثبان الرملية النشطة من أهم هذه الأشكال بمنطقة الدراسة، ومن تحليل المرئيات الفضائية يظهر التوزيع المكاني للكثبان الرملية على الجانب الغربي من منطقة الدراسة وتتخذ بصفة عامة اتجاهًا (الشمال الغربي نحو الجنوب، والجنوب الغربي)، وتعد الكثبان الرملية الهلالية **Crescentic Dunes** من أهم الأنواع السائدة بمنطقة الدراسة ومن أشهرها (الكثبان الهلالية البسيطة، والمركبة **Compound Dunes**، والهلالية المتحولة إلى طولية **Barchanoid**) من أكثر الأنواع انتشارًا بمنطقة الدراسة. وتتحرك الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة في اتجاه (الجنوب والجنوب الشرقي) تحت تأثير الرياح السائدة القادمة من الاتجاه (الشمال والشمال الغربي) وأيضا انحدار منطقة الدراسة الوضح من الغرب صوب الشرق في اتجاه وادي النيل (El Gammal and El Gammal, 2010, P.148). ويوضح شكل (٢٥)، وشكل (٢٦)، وشكل (٢٧)، تأثير حركة الكثبان الرملية في ثلاثة نطاقات مختلفة بمنطقة الدراسة على توزيع المحلات العمرانية واتجاهات نموها، حيث يوضح النطاق الأول موازاة المحلات العمرانية لاتجاهات حركة الكثبان بزواوية بلغت ١٧٥ درجة في اتجاه (شمال غرب-جنوب شرق). كذلك يبدو في النطاقان الثاني والثالث فإن اتجاهات النمو العمراني موازية تمامًا لاتجاهات حركة الكثبان الرملية بزواوية بلغت ١٨٠ درجة شمال-جنوب. كما تتسبب الكثبان الرملية في أخطارًا واضحة على الأنشطة البشرية للسكان مثل الزراعة والطرق الرئيسية، ومن أهمها الطريق الرابط بين الطريق الزراعي والصحراوي الغربي، وأعمدة الإنارة، وشبكات الكهرباء، ومحطات الصرف الصحي.

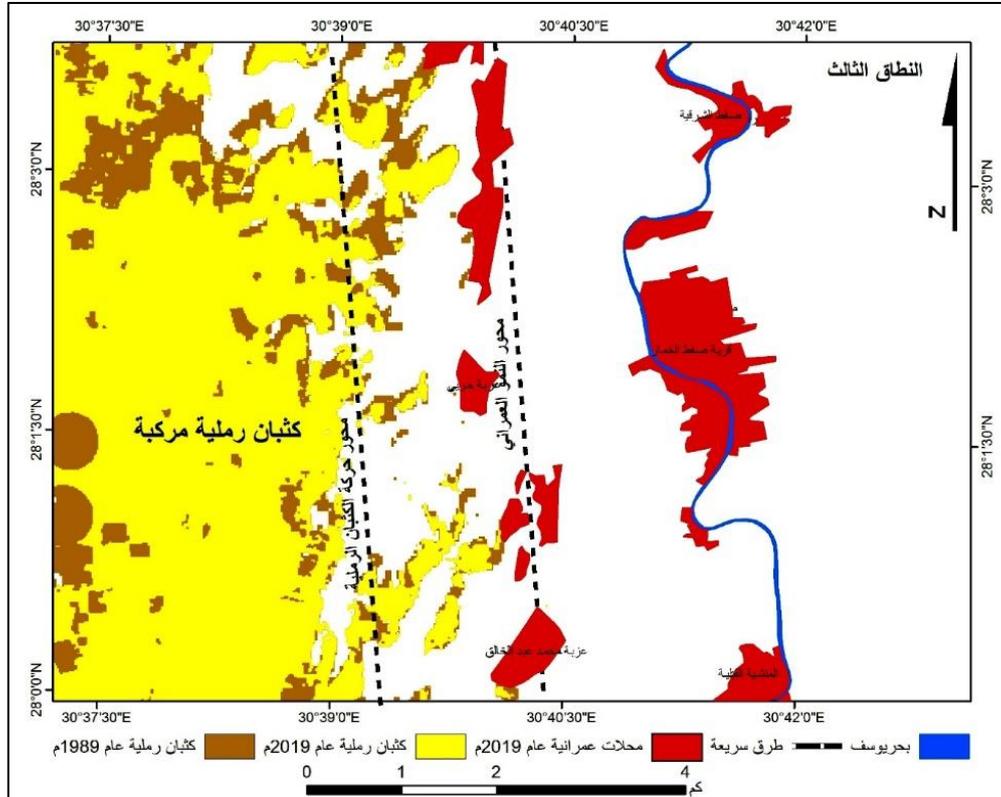


شكل (٢٥) تأثير حركة الكثبان الرملية على النمو العمراني بالنطاق الأول غرب المنيا

المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ١٩٨٩ حتى ٢٠١٩ م



شكل (٢٦) تأثير حركة الكثبان الرملية على النمو العمراني بالنطاق الثاني غرب المنيا  
المصدر: من عمل للباحث، اعتمادا على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ١٩٨٩ حتى ٢٠١٩م



شكل (٢٧) تأثير حركة الكثبان الرملية على النمو العمراني بالنطاق الثالث غرب المنيا  
المصدر: من عمل للباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية المصنفة من نوع لاندسات خلال الفترة من ١٩٨٩ حتى ٢٠١٩م

## الخاتمة والتوصيات:

تمتلك تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية أحدث تقنيات وطرق التحليل المكاني لظواهرات سطح الأرض، ورصد تغيراتها عبر الزمن، وفهم خصائصها، والعلاقات المكانية المؤثرة عليها. وقد استخدمت هذه التقنيات في هذه الدراسة بهدف التحليل المكاني-الزمني لتأثير الخصائص الجيومورفولوجية والطبوغرافية على المحلات العمرانية ومراكز الاستقرار العمراني أن هناك العديد من المحددات المؤثرة والمتحكمة في التوزيع المكاني للمحلات العمرانية واتجاهات نموها ومعدلات النمو وأنماطها وأشكالها. وقد تم التعرف على ثلاث بيئات جيومورفولوجية مؤثرة على النمو العمراني بمنطقة الدراسة؛ حيث تعتبر أشكال السطح الفيضية المتمثلة في المجاري المائية (نهر النيل وبحر يوسف) وما يرتبط بها من سهل فيضي أحد أهم مراكز الجذب العمراني منذ القدم على ضفاف المجاري والسهل الفيضي، فقد ساعد الاستواء النسبي وقلة التضرس المحلي ودرجة الانحدار على سهولة الحركة والتنقل ومد شبكات الطرق والمرافق؛ مما أنتج نمطاً عمرانياً فيضياً تجمعيًا يتميز بالاستقرار والاستدامة وينمو موازيًا لمحاور المجاري المائية إذا وقع على ضفاف المجرى أو بالقرب منه، بينما ينمو على شكل إشعاعي في جميع الاتجاهات إذا وقع على السهل الفيضي وبعيدًا عن المجاري المائية.

كما تؤثر أشكال السطح الهوائية المتمثلة في الكثبان الرملية النشطة والأودية الجافة والحافات الصخرية على نشأة ونمو المحلات العمرانية، فوجد على هوامش الكثبان الرملية نشأة العمران الصحراوي المبعثر وتتسبب الكثبان الرملية في العديد من الأخطار الجيومورفولوجية الناتجة عن زحف الكثبان على المحلات العمرانية والأراضي الزراعية والطرق وشبكات الكهرباء والمياه والصرف الصحي، أما الأودية الجافة فقد أنشأت نمطاً من العمران الجبلي المرتكز على أسطح المراوح الفيضية وأسفل الحافات الجبلية؛ وينمو هذه النمط العمراني في اتجاهات بطون الأودية ويتعرض للعديد من الأخطار الجيومورفولوجية مثل السيول، وتساقط الكتل الصخرية. كما قدمت الدراسة تقييماً مكانياً للموقع الراهن لمدينة المنيا الجديدة والوضع المستقبلي للمدينة وما تواجهه من مخاطر طبيعية وبيئية تؤثر على استدامة النمو العمراني الآمن للسكان من حيث مواقعها بالنسبة للأودية الجافة والحافات الصخرية والنطاقات التضاريسية التي تحدها. وخلصت الدراسة بأن المدينة تقع في نطاق خطير من الناحية الجيولوجية والجيومورفولوجية كما تتأثر بيئياً بالأنشطة البشرية لأعمال التحجير، ومستقبل النمو العمراني للمدينة محدد بالعديد من العوائق الجيومورفولوجية من الجهات الأربعة. وفي ظل التقدم التكنولوجي في طرق ووسائل التحليل الجغرافي في الوقت الراهن والتي تستخدم أحدث تقنيات التحليل المكاني لتقييم الملائمة الأرضية للتنمية العمرانية باستخدام المعايير المتعددة *Multi-criteria Decision analysis* وتطبيق أساليب وتقنيات الذكاء الصناعي الجغرافي *GeoAI* في التخطيط المستقبلي للمدن الذكية والتنبؤ باتجاهات النمو العمراني باستخدام المحاكاة المكانية *Spatial Simulation*.

توصي هذه الدراسة صناع القرار والقائمين على التخطيط العمراني بالأخذ في الاعتبار الخصائص الجيومورفولوجية لسطح الأرض كأحد أهم العوامل الطبيعية المؤثرة في التوزيع المكاني والنمو العمراني للمحلات العمرانية؛ كما توصي الدراسة بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار من بعد، ونظم تحديد المواقع *GPS*، بالإضافة لتقنيات التصوير الجوي العالي الدقة بالمركبات غير المأهولة *UAV's* في رصد الأخطار التي تواجه المحلات العمرانية ورسم خرائط لمواقع ونطاقات الخطر، كما توصي بالتحليل الدقيق والشامل للبيانات المكانية قبل البدء في تخطيط المواقع العمرانية وذلك من أجل اختيار أنسب المواقع للتنمية العمرانية المستدامة.

## المراجع العربية:

١. إسماعيل، يوسف إسماعيل (٢٠٢١): التحليل الجغرافي لمواضع المحلات العمرانية شرقي نهر النيل بمحافظة المنيا. المجلة الجغرافية العربية. إصدار خاص. البحوث العلمية المحكمة من أعمال المجموعة الجغرافية المصرية للتنمية الريفية. مؤتمر ٢٠١١-٢٠٢١. سلسلة بحوث جغرافية. العدد ١٦٨. ديسمبر ٢٠٢١. ص ٢١٣-٢٤٠.
٢. حماد، عبد القادر إبراهيم عطية. (٢٠١٦): استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التخطيط والتوجيه السياحي المستقبلي لمحافظة غزة. مجلة العلوم الاجتماعية، مج ٤٤، عدد ٤. ٢٧٢ - ٢٣٣.
٣. حمد، وليد حنوش؛ والشعباني، سعدون مشرف حسين جديد. (٢٠٢١): التقييم الجيومورفولوجي للمحددات التوسع العمراني للمراكز الحضرية في مدينة الرمادي: دراسة حالة. مجلة الآداب، ملحق. ٣١٢ - ٢٩٣.
٤. شلبي، وهبه حامد حامد (٢٠٢٣). الجيومورفولوجيا الحضرية لمدينة السويس. حولية كلية الآداب، مج ١٢، عدد ٣، ١١٥٣ - ١٢٤٤.
٥. عبداللاه، مروة عبد الفتاح صديق؛ حسن، فيروز محمود محمد؛ والسرسى، مجدي عبد الحميد محمد. (٢٠١٦): النمو العمراني وأثره على أنماط استخدام الأرض في مدينة السويس. مجلة البحث العلمي في الآداب، عدد ١٧، ج ٤، ٣١٩-٣٥٥.
٦. العسال، منة؛ عزيز، نعيمة مباركي؛ ومريم، بنت محمد هادي (٢٠٢١): المحددات الجيومورفولوجية للتوسع العمراني بمنطقة أبها الحضرية المملكة العربية السعودية. رسائل جغرافية، الرسالة ٤٩٠، ٣ - ٥٣.

## المراجع الأجنبية:

1. **Abdel-Meguid, A.A.; Fayed, L.A.; Mostafa, M.E. (1998).** Geotechnical and Environmental Hazards in Desert New Cities: A Case Study of El Minia El Gedida Site, Egypt. Natural Hazards 17, 47-67 (1998). <https://doi.org/10.1023/A:1007923507801>
2. **Abu Seif, E.S.S.; and El-Khashab, M.H. (2019).** Desertification Risk Assessment of Sand Dunes in Middle Egypt: A Geotechnical Environmental Study. Arab J Sci Eng 44, 357-375. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3343-7>
3. **Adeli, Z.; and Khorshiddoust, A. (2011).** Application of geomorphology in urban planning: case study in landfill site selection. Proc Soc Behav Sci 19:662-667.
4. **Ahadnejad V.; Hirt, A.M; and Alizadeh, H. (2016).** Geological constraints on sustainable urban growth and management of the metropolis of Tehran, Iran. Geol Soc Am Spec Pap 520:273-286.
5. **Akintunde, J.A.; Adzandeh, E.A.; and Fabiyi, O. (2016).** Spatio-temporal pattern of urban growth in Jos Metropolis, Nigeria. Remote Sens. Appl. Soc. Environ., 4, 44-54.
6. **Almazroui, M.; Mashat, A.; and Assiri, M.E. (2017).** Application of Landsat Data for Urban Growth Monitoring in Jeddah. Earth Syst Environ 1, 25. <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0028-4>.
7. **Bajabaa, S.; Masoud, M.; and Al-Amri, N. (2014).** Flash flood hazard mapping based on quantitative hydrology, geomorphology and GIS techniques (case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia). Arab J Geosci 7, 2469-2481. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0941-2>.
8. **Bathrellos, G.D. (2007).** An overview in urban geology and urban geomorphology. Bull Geol Soc Greece 40:1354-1364
9. **Belbachir, A.K; and Rahal, D.D. (2022).** Study of the urban expansion of the city of Oran using LANDSAT satellite images and local data. Modeling Earth Systems and Environment volume 8, pages 3283-3292.
10. **Berhane, G.; and Walraevens, K. (2013).** Geological and geotechnical constraints for urban planning and natural environment protection: a case study from Mekelle City, Northern Ethiopia. Environ Earth Sci 69, 783-798. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1963-x>
11. **Bhat, P.A.; Shafiq, M. ul; Mir, A.A.; and Ahmed, P. (2017).** Urban sprawl and its impact on land use/land cover dynamics of Dehradun City, India. Int. J. Sustain. Built Environ. 6, 513-521.

12. **Bolstad, P. (2016).** GIS Fundamentals: A First Textbook on Geographic Information Systems, 5th Edition. Bookmasters Dist.
13. **Chakraborty, S.; Maity, I.; Patel, P. P.; Dadashpoor, H.; Pramanik, S.; Follmann, A.; and Roy, U. (2021).** Spatio-temporal patterns of urbanization in the Kolkata Urban Agglomeration: A dynamic spatial territory-based approach. *Sustainable Cities and Society*, 67, Article 102715. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102715>.
14. **Chander, G.; Markham, B. L.; and Helder, D.L. (2009).** Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Rem. Sen. Envi.* 113 (5), 893–903.
15. **Chao, Z.; Shang, Z.; Fei, C.; Zhuang, Z.; and Zhou, M. (2023).** Spatiotemporal Analysis of Urban Expansion in the Mountainous Hindu Kush Himalayas Region. *Land* 2023, 12, 576.
16. **Dadras, M.; Shafri, H. Z.; Ahmad, N.; Pradhan, B. ; and Safarpour, S. (2015).** Spatio-temporal analysis of urban growth from remote sensing data in Bandar Abbas city, Iran. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 35, 52. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.03.005>.
17. **Dahal, K.R.; Benner, S.; and Lindquist, E. (2018).** Analyzing Spatiotemporal Patterns of Urbanization in Treasure Valley, Idaho, USA. *Appl. Spatial Analysis* 11, 205–226. <https://doi.org/10.1007/s12061-016-9215-1>.
18. **Daoudi, M.; and Niang .A. J. (2021).** Effects of geomorphological characteristics on urban expansion of Jeddah city-Western Saudi Arabia: a GIS and Remote Sensing Data-Based Study (1965–2020), *Journal of Taibah University for Science*, 15:1-1231-1217 , DOI: 10.1080/16583655.2022.2.
19. **Darwish, K. (2023).** GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis for Flash Flood Hazard and Risk Assessment: A Case Study of the Eastern Minya Watershed, Egypt. *Environmental Sciences Proceedings*, 25, no. 1: 87. <https://doi.org/10.3390/ECWS-7-14315>
20. **El Bastawesy, M. (2014).** Hydrological Scenarios of the Renaissance Dam in Ethiopia and Its Hydro-Environmental Impact on the Nile Downstream. *J Hydrol Eng.* 20:7
21. **El Gammal, E. A.; and El Gammal, A. E. (2010).** The Hazard impact and genetic development of sand dunes west of Samalut, Egypt. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 13, 137e151.
22. **Getu, K.; and Bhat, H.G. (2021).** Analysis of spatio-temporal dynamics of urban sprawl and growth pattern using geospatial technologies and landscape metrics in Bahir Dar, Northwest Ethiopia. *Land Use Pol.* 109 (July), 105676. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105676>.
23. **Halder, B.; Banik, P.; and Bandyopadhyay, J. (2021).** Mapping and monitoring land dynamic due to urban expansion using geospatial techniques on South Kolkata. *Saf. Extreme Environ.* 3, 27–42. <https://doi.org/10.1007/s42797-021-00032-2>
24. **Jensen J. R., (2015).** *Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
25. **Kang-Tsung, T. (2018).** *Introduction to Geographic Information Systems.* McGraw-Hill.
26. **Kantakumar, L. N.; Kumara. S.; and Schneiderb, K. (2016).** Spatiotemporal urban expansion in Pune metropolis, India using remote sensing. *Habitat International*, 51: 11–22. doi: 10.1016/j.habitatint.2015.10.007.
27. **Keller, E.; Adamaitis, C.; Alessio, P.; Anderson, S.; Goto, E.; Gray, S.; Gurrola, L.; and Morell, K. (2020).** Applications in Geomorphology. *Geomorphology*, 366, 106729.
28. **Kushwaha, K.; Singh, M.M.; Singh, S.K.; and Patel, A. (2021).** Urban growth modelling using earth observation datasets, Cellular Automata-Markov Chain model and urban metrics to measure urban footprints. *Rem Sens Appl Soc Environ* 22:100479. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100479>.
29. **Lateef, A.S.; Fernandez-Alonso, M; Tack, L.; and Delvaux, D. (2010).** Geological constraints on urban sustainability, Kinshasa City. *Democratic Republic Congo Environ Geosci* 17(1):17–35.
30. **Legget, R. F. (1973).** *Cities and Geology*, McGraw-Hill, New York, pp. 579.

31. **Lillesand, T.M.; Kiefer R.W; and Chipman, J.W. (2015).** Remote sensing and image interpretation, 7th edn. John Wiley & Sons Ltd, New York.
32. **McFeeters, S.K. (1996).** The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int. J. Remote Sens.* 17, 1425–1432.
33. **Moisa, M.B.; and Gemed, D.O. (2021).** Analysis of urban expansion and land use/land cover changes using geospatial techniques: a case of Addis Ababa City, Ethiopia. *Appl Geomat* 13, 853–861. <https://doi.org/10.1007/s12518-021-00397-w>
34. **Mosammam, H.M.; Nia, J.T.; Khani, H.; Teymouri, A.; and Kazemi, M. (2016).** Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city. *Egypt J. Remote Sens. Sp. Sci.* 20, 103–116.
35. **Obaid, N.M; and Al- Shammary, A.A (2022).** Urban Geomorphology and Its Impact on Determining the Trends of Urban Expansion in the City of Kut and Its Future Expectations Using Geographic Information Systems. *Res Militaris (resmilitaris.net)*, vol.12, n°2.
36. **Pareta, K. (2012).** Geomorphic Control on Urban Expansion: A Case Study of Sagar Town, *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, Issue 2, Volume 1.
37. **Patel, D.P.; Gajjar, C.A.; Srivastava, P.K. (2013).** Prioritization of Malesari mini-watersheds through morphometric analysis: a remote sensing and GIS perspective. *Environ Earth Sci* 69:2643–2656.
38. **Petrus, J. M.; Maurici Ruiz, M.; and Estrany, J. (2018).** Interactions between Geomorphology and Urban Evolution since Neolithic Times in a Mediterranean City. In. *Urban Geomorphology, Landforms and Processes in Cities*, Pages 9-35. Elsevier.
39. **Prasad, G.; and Ramesh, M.V. (2019).** Spatio-Temporal Analysis of Land Use/Land Cover Changes in an Ecologically Fragile Area—Alappuzha District, Southern Kerala, India. *Nat Resour Res* 28 (Suppl 1), 31–42. <https://doi.org/10.1007/s11053-018-9419-y>.
40. **Prasujya, G.; and Nayan, S. (2021).** Spatio-temporal study of morpho-dynamics of the Brahmaputra River along its Majuli Island reach. *Environmental Challenges*, 5, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100217>
41. **Rasul, A.; Balzter, H.; Ibrahim, G.R.; Hameed, H.M.; Wheeler, J.; Adamu, B.; Ibrahim, S.; and Najmaddin, P.M. (2018).** Applying Built-Up and Bare-Soil Indices from Landsat 8 to Cities in Dry Climates. *Land*, 7, 81.
42. **Shah, A.; Ali, K.; and Nizami, S.M. (2022).** Spatio-temporal analysis of urban sprawl in Islamabad, Pakistan during 1979–2019, using remote sensing. *GeoJournal* 87, 2935–2948. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10413-6>
43. **Xu, H. (2006).** Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* 27, 3025–3033.
44. **Yang, C.; Li, Q.; Hu, Z.; Chen, J.; Shi, T.; Ding, K.; and Wu, G. (2019).** Spatiotemporal evolution of urban agglomerations in four major bay areas of US, China and Japan from 1987 to 2017: Evidence from remote sensing images. *Sci. Total Environ.* 671, 232–247.
45. **Zha, Y.; Gao, J.; and Ni, S. (2003).** Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 583–594.
46. **Zheng, Y.; Tang, L.; and Wang, H. (2021).** An improved approach for monitoring urban built-up areas by combining NPP-VIIRS nighttime light, NDVI, NDWI, and NDBI. *J. Clean. Prod.* 328, 129488.

## **Abstract:**

### **Remote Sensing and GIS Application in Spatiotemporal Analysis of Geomorphological Effects on Urban Expansion in Minya Area during 1973-2023**

Remote sensing and geospatial technologies have recently played an effective role in mapping human-environmental interaction and developing geospatial solutions for many of the environmental and geomorphological determinants and hazards that threaten urban growth and sustainable development worldwide. GIS have a tremendous ability to collect, store, display, analyze and model geospatial big data from various sources, scales and times. This study aims to conduct a spatiotemporal analysis and assessment of the dynamic relationship between urban growth and geomorphology in the Minya region during the last fifty years (1973-2023). In this study, Landsat time series satellite imagery captured over successive periods (1973, 1984, 1993, 2003, 2013, and 2023) within a 10-year interval was used to track emerging changes in urban areas and determine their growth trends and patterns. This study mainly applied GIS to study spatial variations, relationships and differences in urban growth patterns and directions over time, as well as to study the geomorphological constraints controlling urban growth and development. Remote sensing and GIS techniques were integrated to create a personal geodatabase that includes the spatially significant variables of spatiotemporal analysis of urban growth and geomorphological characteristics of the study area, including terrain, drainage basins and streams, slopes, waterbodies, sand dunes, geology, cities and villages, and roads. The results indicated that geomorphological and terrain characteristics (fluvial, aeolian, alluvial fans and drainage basins) mainly control and detect the spatial distribution of urban areas and their growth patterns and directions. This study recommends the use of advanced geospatial technologies such as high-resolution satellite remote sensing imagery, drones, and GIS-based artificial intelligence techniques for urban growth modeling and spatiotemporal analysis to understand the spatial autocorrelation between local landforms and urban expansion.

**Keywords:** Urban Expansion, Sustainable Development, Geospatial Technology, Spatiotemporal Analysis, Remote Sensing Time Series.