المجلة الجغرافية العربية

تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية

ديناميات حركة الكثبان الرملية وتأثيرها على التنمية بمحور أسيوط الغربي_محافظة المنيا "باستخدام التقنيات الجيومكانية"

د. سحر نور الدين توفيق

مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب – جامعة الأسكندرية

د. هناء رفعت يوسف

مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب – جامعة أسيوط

CC BY NC

كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية
وجميع الأراء الواردة في بحوث هذه السلسلة تعبر عن آراء
أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن وجهات نظر الجمعية الجغرافية المصرية

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ١١١٠ – ١٩١١

الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٦٨٢ – ٤٧٩٥

الموقع على شبكة الانترنت: www.egyptiangs.com

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

قواعد النشر

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التي يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية بالنشاط العلمي الذي تتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه السلسلة" على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التي تهتم بطرح رؤى جديدة في مناهج البحث الجغرافي وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية في مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التي تعد أقدم الجمعيات الجغرافية في العالم العربي، كما تعد رائدة في إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصلية.

وقد تتضمن بحوث هذه "السلسلة" ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراة المجازة في الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط في البحوث التي تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر في هذه السلسلة البحوث التي تتسم بالأصالة وتسهم في تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع البحوث المكتوبة بلغة أجنبية ملخص باللغة العربية.
- لا يزيد البحث عن ١٥٠ صفحة، ويجوز لمجلس الإدارة استثناء البحوث الممتازة من هذا الشرط.
- يشترط ألا يكون العمل المقدم قد سبق نشره أو قدم للنشر في أية جهة أخرى.
- يقدم البحث في صورته الأخيرة المقبولة للنشر من ثلاث نسخ مرفقاً به اسطوانة ليزر (CD) مستخدماً إحدى برمجيات معالجة النصوص مع نظام ويندوز المتوافق مع IBM، على أن تكون الكتابة ببنط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة في صورة JPEG أو Tiff و Resolution ٢٠٠ فأكثر.
- يفضل أن تقدم الخرائط والأشكال البيانية بالألوان بحيث لا تتجاوز مساحتها (١٢سم عرض × ١٨سم طول)، وإن تعذر ذلك تقدم بالأبيض والأسود وفق القواعد الكارتوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث في ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة في مجال التخصص، وفي حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث، مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.
- البحوث التي تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.
- تحتفظ الجمعية بحقوق النشر كاملة.
- يسلم للباحث ١٠ نسخ من بحثه بعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسدد ثمنها طبقاً

هيئة تحرير المجلة

أ.د. محمد زكي السديمي	رئيس مجلس إدارة المجلة
أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل	نائب رئيس مجلس إدارة المجلة ورئيس التحرير
أ.د. مصطفى محمد البغدادي	مدير التحرير
أ.م. د. محمد إبراهيم خطاب	محرر تنفيذي
أ.م. د. كامل مصطفى كامل	محرر تنفيذي
د. محمد ربيع عبد الظاهر	محرر تنفيذي
د. رشا حسين رمضان	محرر تنفيذي
د. بشير الشوربجي	مدقق لغوي

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية

أ.د. محمد زكي السديمي	رئيس مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبد الله علام عبده علام	نائب رئيس مجلس إدارة الجمعية
أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل	أمين عام الجمعية
أ.د. مسعد السيد أحمد بحيري	أمين صندوق الجمعية
أ.د. فتحي محمد أبو عيانة	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. أحمد حسن إبراهيم	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. أحمد السيد الزاملى	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. شحاتة سيد أحمد طلبة	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. مصطفى محمد البغدادي	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عمر محمد علي محمد	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. سامح إبراهيم عبد الوهاب	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عادل عبد المنعم السعدني	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عطية محمود الطنطاوي	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبير ابراهيم عبد الله	عضو مجلس إدارة الجمعية

الهيئة الاستشارية

أ.د. عبد الله يوسف الغنيم	أستاذ الجغرافيا الطبيعية بمركز البحوث والدراسات الكويتية
أ.د. نبيل سيد امبابي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة عين شمس
أ.د. فتحي عبد العزيز أبو راضي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الاسكندرية
أ.د. فاروق كامل عز الدين	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الزقازيق
أ.د. سعيد محمد عبده	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية البنات جامعة عين شمس
أ.د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الفيوم
أ.د. السعيد إبراهيم البدوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الدراسات الأفريقية العليا جامعة القاهرة
أ.د. جودة فتحي التركماني	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة القاهرة
أ.د. كريم مصلح صالح	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة سوهاج
أ.د. محمد نور الدين السبعاوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا
أ.د. عزة أحمد عبد الله	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة بنها
أ.د. مسعد سلامة مندور	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنصورة
أ.د. إبراهيم محمد علي بدوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة دمياط
أ.د. إبراهيم علي عبد الهادي غانم	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة طنطا
أ.د. محمد فوزي عطا	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة بني سويف
أ.د. ايملي محمد حلمي حمادة	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنوفية
أ.م. د. علي الدوسري	أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا – جامعة الملك سعود – السعودية
Dr. Niki Evelpidou	**National & Kapodistrian University of Athens Faculty of Geology and Geoenvironment, Greece**

فهرس المحتويات

م	العنوان	ص
	المستخلص العربي	١
	مقدمة	٢
	موقع منطقة الدراسة	٢
	أهداف الدراسة	٢
	مشكلة الدراسة	٣
	أهمية الدراسة	٤
	بيانات الدراسة ومعالجتها	٤
	مناهج وأساليب الدراسة	٤
	الدراسات السابقة	٧
	أولاً: الخصائص العامة لمنطقة الدراسة	٩
	١. الخصائص الجيولوجية	٩
	٢. خصائص السطح	١٠
	٣. الخصائص المناخية	١١
	ثانيًا: الجوانب التنموية (التوسعات الزراعية–محاور الطرق)	١٢
	١. التوسعات الزراعية	١٢
	٢. محاور الطرق	١٣
	ثالثاً: الخصائص المكانية للكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	١٦
	١. التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية	١٦
	٢. الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية	١٨
	رابعًا: التحليل الكمي لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٢٠
	١. معدلات الحركة على مستوى المناطق التجريبية	٢٠
	٢. معدلات الحركة على مستوى إجمالي المنطقة	٢٤
	خامساً: نمذجة مخاطر حركة الكثبان الرملية(التوسعات الزراعية – محاور الطرق)	٢٦
	١. بناء قاعدة بيانات جغرافية للعوامل المؤثرة فى حركة الكثبان الرملية	٢٦
	٢. تحليل مخرجات النموذج	٣٢

	٣. تقييم المخاطر المحتملة لحركة الكثبان الرملية	٣٤
	الخاتمة	٤١
	النتائج	٤١
	التوصيات	٤٣
	المصادر والمراجع	٤٥
	الملخص باللغة الإنجليزية	٤٨

فهرس الأشكال

م	العنوان	ص
١	موقع منطقة الدراسة	٣
٢	استخدام المؤشر الطيفي NDSI فى الكشف عن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٥
٣	مخطط يوضح نمذجة التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٦
٤	المناطق التجريبة لقياس ورصد حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٧
٥	التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة	١٠
٦	المناسيب الرقمية لسطح منطقة الدراسة	١٠
٧	انحدارات سطح منطقة الدراسة	١١
٨	اتجاهات الميل لسطح منطقة الدراسة	١١
٩	الأراضى الزراعية بمنطقة الدراسة	١٣
١٠	تصنيف شبكة الطرق بمنطقة الدراسة	١٥
١١	التوزيع النسبي لأنماط شبكة الطرق بمنطقة الدراسة	١٥
١٢	التوزيع الجغرافي وأنماط الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	١٧
١٣	رصد حركة الكثبان الرملية فى منطقة الدراسة	٢١
١٤	الخصائص المساحية لمعدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٢٥
١٥	معدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٢٥
١٦	متوسط سرعة الرياح (م/ث) بمنطقة الدراسة	٢٨

١٧	مؤشر NDSI بمنطقة الدراسة	٢٨
١٨	مؤشر شدة الرياح بمنطقة الدراسة	٢٩
١٩	مؤشر درجة حرارة الأرض بمنطقة الدراسة	٢٩
٢٠	مؤشر خشونة السطح بمنطقة الدراسة	٢٩
٢١	مؤشر رطوبة التربة بمنطقة الدراسة	٢٩
٢٢	شبكة خطوط نقل الكهرباء بمنطقة الدراسة	٣٠
٢٣	الغطاءات الأرضية بمنطقة الدراسة	٣٠
٢٤	درجة تأثر منطقة الدراسة بحركة الكثبان الرملية المحتملة	٣٣
٢٥	فئات التأثر المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٣٤
٢٦	تصنيف التأثر المحتمل لحركة الكثبان على شبكة الطرق البرية بمنطقة الدراسة	٣٥
٢٧	التوزيع النسبى لتأثير حركة الكثبان على شبكة الطرق البرية بمنطقة الدراسة	٣٦
٢٨	مخطط يوضح زحف الرمال على طريق بنى مزار /موط/سيوة	٣٦
٢٩	تأثر الطريق الرابط بين أبو قرقاص ومحور أسيوط الصحروای الغربى بحركة الكثبان الرملية	٣٧
٣٠	مدى تأثر طريق درب القمادير شمال بوابة الرسوم بالمنيا بزحف الرمال	٣٧
٣١	التأثير المحتمل لحركة الكثبان على الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة	٣٨
٣٢	النسب المئوية لدرجات تأثر الأراضي الزراعية بحركة الكثبان فى منطقة الدراسة	٣٩
٣٣	قرية نزلة هارون شمال غرب مركز المنيا	٤٠
٣٤	غرب مدينة سمالوط	٤٠
٣٥	غرب مدينة سمالوط	٤٠

٣٦	جنوب غرب مدينة بنى مزار بنحو ٣٠كم	٤٠
٣٧	استخدام أسيجة شجرية لحماية الأراضى الزراعية من زحف الرمال ش.غ مدينة المنيا بحوالي ٣٢كم	٤١

فهرس الصور

م	العنوان	ص
١	توضح تعديات الكثبان على الأرض الزراعية وأعمدة الكهرباء- غربى سمالوط	٣٩
٢	توضح قطاع رأسي بأحد الكثبان الرملية غرب بنى مزار	٣٩

فهرس الجداول

م	العنوان	ص
١	البيانات المكانية المستخدمة فى الكشف عن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٤
٢	المؤشرات الطيفية المستخدمة فى الدراسة	٥
٣	العناصر المناخية لمنطقة الدراسة فى الفترة بين (٢٠٠٠-٢٠٢٢م)	١١
٤	تصنيف شبكة الطرق حسب درجتها الوظيفية في منطقة الدراسة	١٤
٥	الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية الهلالية بمنطقة الدراسة	١٩
٦	الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية الطولية بمنطقة الدراسة	١٩
٧	الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية العرضية بمنطقة الدراسة	٢٠
٨	رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبة الأولي	٢٢
٩	رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبة الثانية	٢٢
١٠	رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبة الثالثة	٢٣
١١	رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبة الرابعة	٢٣
١٢	رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبة الخامسة	٢٤
١٣	الخصائص المساحية لمعدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٢٤
١٤	درجات الأهمية للمعطيات المكانية فى التحليل الهرمي	٢٦
١٥	مصفوفة المقارنة الزوجية للمعطيات المكانية لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٣١

١٦	درجات الأهمية النسبية للمعطيات المكانية لمخاطر الكثبان الرملية	٣٢
١٧	التأثر المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة	٣٣
١٨	التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية على شـــبكة الطرق بمنطقة الدراسة	٣٥
١٩	تصـــنيف الأراضـــى الزراعية حســـب درجة تأثرها المحتملة بحركة الكثبان الرملية	٣٩

المستخلص العربي:

تناولت الدراسة حركة الكثبان الرملية في منطقة غرب المنيا، مع التركيز على مشروعات التوسعات الزراعية وشبكة الطرق، واستخدمت الدراسة صور الأقمار الاصطناعية (Sentinal-2 , Land sat 7,8) من أربع فترات زمنية (٢٠٠٢، ٢٠٠٩، ٢٠١٦، ٢٠٢٤م) لتتبع حركة الكثبان الرملية في خمس مناطق تجريبية تضم ٣٣ كثيبًا رمليًا، وتم دراسة الخصائص الطبيعية وأثرها على نشأة وحركة الكثبان الرملية، والجوانب التنموية في المنطقة، كما تطرقت الدراسة إلى أنواع الكثبان الرملية وتوزيعها الجغرافي وخصائصها الشكلية، حيث تم قياس معدل الحركة السنوي للكثبان والذي تراوح بين (٣,٦٣ إلى ٨,٦ متر) في السنة، واتضح أن فئة حركة الكثبان التي تتراوح بين (٤,٣١ و٤,٨٤ متر/سنة) تشغل أكبر مساحة بالمنطقة بنسبة ٢٥,٦٦٪، كما تناولت الدراسة أيضاً التحليل الهرمي والنمذجة لتحديد المواقع محتملة التأثُر بحركة الكثبان الرملية مع الاعتماد على ١٢ عاملاً، وأظهرت النتائج أن الفئة الثالثة (المواقع ذات التأثُر المتوسط) تمثل ٤٧,٤٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة، تليها الفئة الرابعة (المواقع ذات التأثر المرتفع) بنسبة ٢٦,٩٨٪، كما تناولت الدراسة التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية على شبكة الطرق البرية، مشيرة إلى أن طريق بني مزار/موط يتعرض للإغلاق لفترات زمنية طويلة بسبب تعديات الرمال، إضافة إلى ذلك تم تحديد الأثر المحتمل على الأراضي الزراعية، وكذلك تحدبد وسائل الحماية المناسبة لمواجهة حركة الكثبان الرملية، مع التركيز على الحواجز الشجرية، وقدمت الدراسة نتائج وتوصيات لمساعدة متخذي القرار في حماية مشاريع الاستصلاح الزراعي وشبكة الطرق من أخطار حركة الكثبان الرملية.

الكلمات المفتاحية:

الكثبان الرملية– شبكة الطرق – مشروعات الاستصلاح الزراعي– التحليل الهرمي– النمذجة – غرب المنيا.

مقدمة:

يعتبر غرب محافظة المنيا من المناطق الواعدة في خطط التنمية بمصر، فهي من المناطق الصحراوية ذات الأولوية في مشاريع الاستصلاح الزراعي، لكنها جزء من نظام نشط لحركة الرمال، حيث تتحرك الكثبان الرملية بمعدلات متفاوتة وتتأثر بالرياح (El-Baz and Wolf, 1981)، مما يهدد الأراضي الزراعية والطرق بتعديات الرمال. نالت الأبحاث المتعلقة بالكثبان الرملية اهتمامًا كبيرًا منذ أوائل القرن التاسع عشر (Bagnold, 1941, p. 265)، وأُجريت قياسات وعلاقات كمية بين سرعة الرياح وتدفق الرمال (Livingstone et al., 2007, pp. 239–257)، وساهمت تقنيات الاستشعار منن البُعد مؤخرًا بشكل كبير، من خلال مقارنة صور الأقمار الاصطناعية متعددة الفترات الزمنية في مراقبة وتتبع حركة الكثبان الرملية، حيث تُقدم هذه التقنيات تغطية منتظمة وشاملة؛ لذلك اعتمد على هذه التقنيات وتكاملها مع بيانات المراجعة الميدانية في تتبع ورسم خرائط لمراقبة زحف الكثبان الرملية على التوسعات الزراعية والطرق البرية في منطقة الدراسة، خصوصًا مع تفاقم ظاهرة زحف الرمال.

موقع منطقة الدراسة:

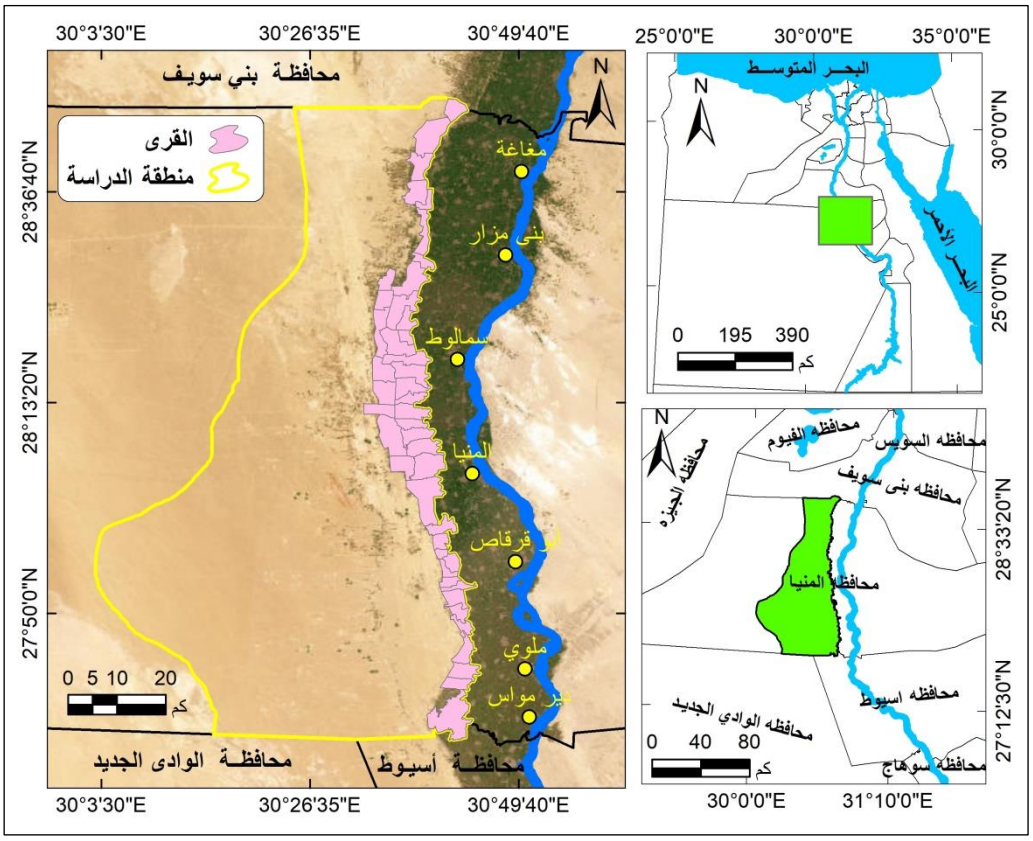
تُعد منطقة الدراسة جزء من محافظة المنيا، وتقع بين خطي عرض ٢٨,٣٥ درجة و ٢٨,٤٥ درجة شمالاً وبين خطي طول ٣٠,٤٥ درجة و ٣٠,٥٠ درجة شرقًا- كما هو موضح بالشكل (١)، وتبلغ مساحتها (٥١٧٩,٦٥كم^{٢})، وتُحيط بها الهضبة الجيرية غربًا ونهر النيل شرقًا ومحافظة أسيوط جنوبًا ومحافظة بني سويف شمالًا، وتضم منطقة الدراسة جزءًا من المشروع القومي للتوسع الزراعي في مصر، وتعبرها شبكة طرق ذات أهمية كبيرة، تشمل محور أسيوط الصحراوي الغربي وطريق بني مزار/الواحات، الذي يربط إقليم شمال الصعيد بالواحات البحرية وسيوة.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

- دراسة التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية وأنماطها وخصائصها المورفومترية.
- رصد ومراقبة وتقييم حركة الكثبان الرملية ورسم خرائط لها لفترة ٢٢ سنة من ٢٠٠٢ إلى ٢٠٢٤م.
- تحديد مدى تأثير حركة الكثبان الرملية على قطاعات الطرق ومواقع التوسعات الزراعية.

- توضيح دور تقنيات الاستشعار من البُعد في دراسة تحرك الكثبان الرملية، مع التركيز على المؤشرات الطيفية (NDSI) لإنشاء خرائط الرمال، وبيان فائدتها في حماية المشاريع التنموية وشبكات الطرق.
- المساعدة في وضع خطط تهدف إلى حماية شبكات الطرق والمشاريع التنموية من خطر تحرك الكثبان الرملية، وتقديم بعض الاقتراحات لمساعدة صانعي القرار للحد من حركة الرمال وتقليل آثارها السلبية.



المصدر/ هيئة التخطيط العمراني، والمرئية الفضائية وصور Google earth باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

مشكلة الدراسة:

تضم منطقة الدراسة جزءًا من الأراضي المخصصة للمشاريع القومية في نطاق التوسعات الزراعية، على الرغم من ذلك، تحتوي المنطقة على حقول من الكثبان الرملية المتحركة. لذا، يعتمد نجاح هذه المشاريع الطموحة بالدرجة الأولى على استيعاب تحركات الكثبان الرملية عبر تقدير وتمثيل التغيرات في أنماط الكثبان الرملية للحفاظ على الموارد المتاحة وتأمين تنميتها المستدامة. فقد تؤدي الرياح في أوقات متكررة إلى زحف الكثبان على بعض مسارات شبكة الطرق، وقد تتوقف الحركة المرورية على بعض هذه المسارات مثل طريق بني مزار/الواحات، إضافة إلى ذلك، تتسبب الرمال في بعض التعديات على الأراضي الزراعية.

أهمية الدراسة:

تتطلب المشاريع التنموية الكبيرة في مواقع الاستصلاح الزراعي الحديثة وشبكات الطرق، إلى مزيد من الدراسات لرصد ومتابعة تحركات الكثبان الرملية، خاصة في مناطق التنمية الممتدة داخل الظهير الصحراوي بمنطقة الدراسة. كما تُبرز أهمية الدراسة من خلال الاستعانة بتقنيات الاستشعار من البُعد لمراقبة حركة الكثبان الرملية بكفاءة، وذلك عن طريق مقارنة صور الأقمار الاصطناعية المتعددة لحماية مناطق التنمية من تقدم الكثبان الرملية.

بيانات الدراسة ومعالجتها:

تم استخدام التقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار من البُعد لتحديد حركة الكثبان الرملية واتجاهها، وتقييم آثارها السلبية على المشاريع الزراعية والطرق في غرب محافظة المنيا. فقد تم الاعتماد على بيانات Land Sat وSentinel لتحديد أماكن الكثبان الرملية وحساب معدلات حركتها على فترات زمنية مختلفة، مثل (٢٠٠٢-٢٠٠٩-٢٠١٦-٢٠٢٤م) – جدول (١). بالإضافة إلى ذلك، البيانات المناخية للمنطقة، وتشمل درجة الحرارة، سرعة واتجاه الرياح وكمية الأمطار وتم الحصول عليها من الموقع المناخي (NASA Power) للفترة ما بين (٢٠٠٠ : ٢٠٢٢م)، كما تم الاستعانة بالبيانات الجيولوجية تبعًا لمشروع المسح الفنلندي عام ١٩٩٢م (هيئة المساحة الجيولوجية، مصر، ٢٠٠٥)، تلي ذلك، معالجة وترميز وتحليل هذه البيانات باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البُعد.

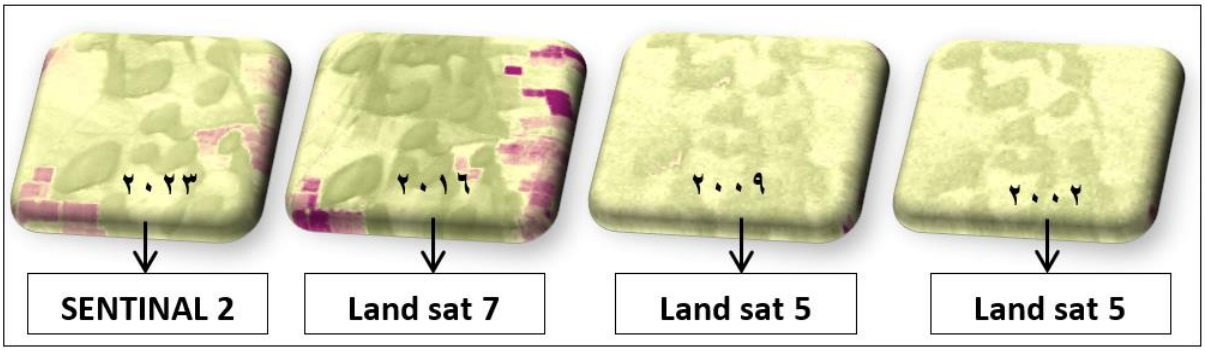
جدول (١) البيانات المكانية المستخدمة فى الكشف عن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

الفترة الزمنية	نوع البيانات	الدقة المكانية(متر)	المصدر
٢٠٠٢/٠٣/٢٩	Landsat 5	30	USGS
٢٠٠٩/٠٢/٠٤	Landsat 7	30	USGS
٢٠١٦/٠٢/٠٩	Sentinel-2 & Landsat 8	10	USGS ،ESA
٢٠٢٤/١٢/٠٨	Sentinel-2 & Landsat 9	10	USGS،ESA

مناهج وأساليب الدراسة:

اعتمدت الدراسة على بعض المناهج والأساليب؛ منها: **المنهج الوصفى التحليلي** Descriptive Analytical Method بهدف وصف الظاهرة (الكثبان الرملية) وحالتها الراهنة من خلال جمع البيانات والمعلومات عنها، **والمنهج الاستقرائى التحليلى** Analytical Inductive Method ويعتمد على فهم أعمق للظواهر والمفاهيم المعقدة من خلال تحليل البيانات والعلاقات والأنماط، ومن خلاله تم جمع ومعالجة

البيانات المدخلة فى الدراسة (النعيمي ، محمد عبدالعال وآخرون، ٢٠١٤، ص٧٣-٧٤)، كما تم توظيف بعض المداخل **كالمدخل الإقليمي** Regional Approach وبهدف معالجة الظاهرة أو المشكلة قيد البحث من خلال ارتباطها بالظروف السائدة في منطقة الدراسة، و**المدخل التاريخي** Historical Approach فى تتبع حركة واتجاه الكثبان الرملية خلال الفترة من ٢٠٠٢م حتى ٢٠٢٤م بالاعتماد على الخرائط والمرئيات الفضائية المتّعددة والدراسات الميدانية، كما اعتمدت الدراسة على بعض الأساليب العلمية منها: **الأسلوب الإحصائي** فى دراسة التحليل المورفومتري للكثبان الرملية وتحليل المنحدرات، **والأسلوب التحليلي** وتم الاعتماد عليه فى نمذجة المخاطر المحتملة لحركة الكثبان الرملية وتطبيق المؤشرات الطيفية، ويأتي فى مقدمتها مؤشر الرمال Normalized difference sand index NDSI (NDSI) – معادلة (١) للكشف عن الكثبان الرملية باستخدام بيانات Sentinel-2 وLandsat OLI8– شكل (٢) وجدول (٢).



المصدر/ تحليل بيانات صور sentinel.

شكل (٢) استخدام المؤشر الطيفي NDSI فى الكشف عن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

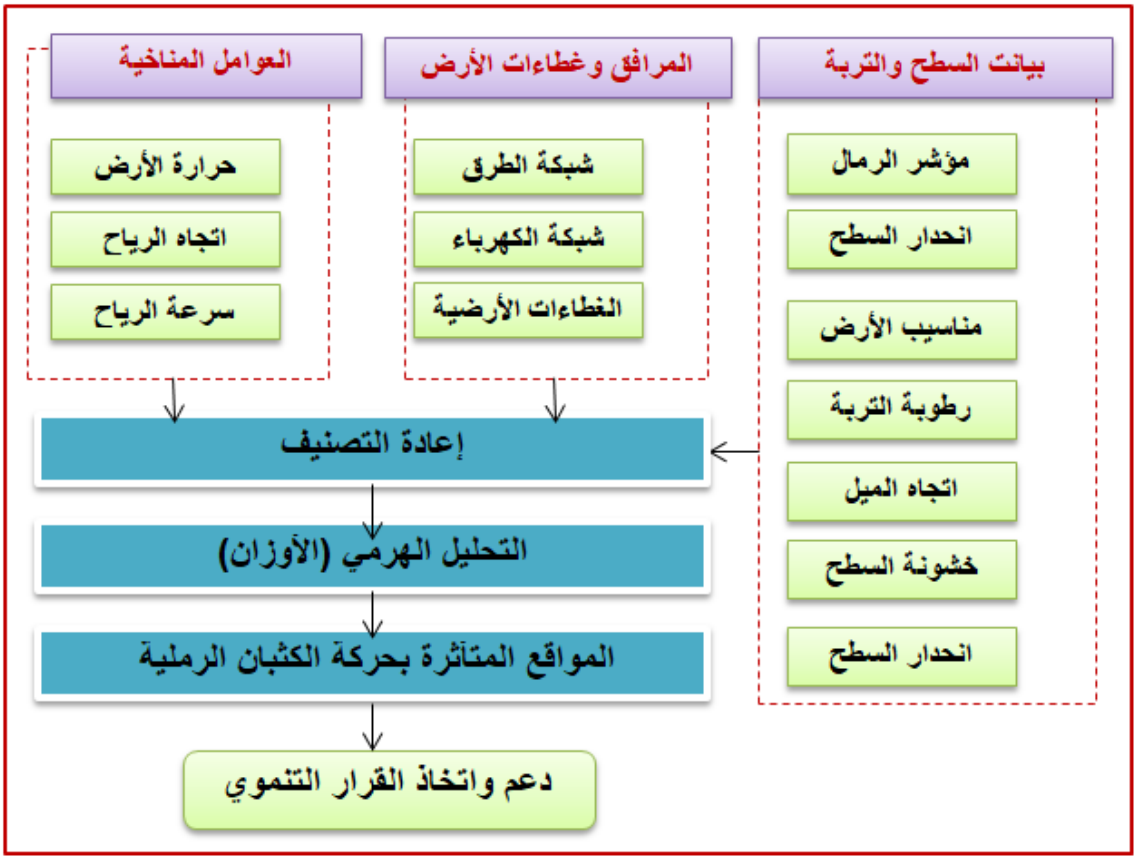
جدول (٢) المؤشرات الطيفية المستخدمة فى الدراسة

رقم المعادلة	القنوات الموجية المستخدمة	المؤشر الطيفي
١	NDESI = Float ("Red"- "Blue")/Float("Red"+"Blue") +Float("SWIR2"-"SWIR1")/Float("SWIR2"+"SWIR1")	دليل فروقات الرمال
٢	NDVI = Float ("NIR"-"Red")/Float("NIR"+"Red")	دليل الاخضرار النباتي
٣	MSAVI = Float (2*"NIR"+1-SquareRoot (Power(2*"NIR"+1,2)-8*("NIR"-"Red")))/2	دليل صحة النبات المعدل
Source: 1-Pan et al. (2018) 2-Khan, et al., (2005) 3- Qi, J. et al. (1994).		

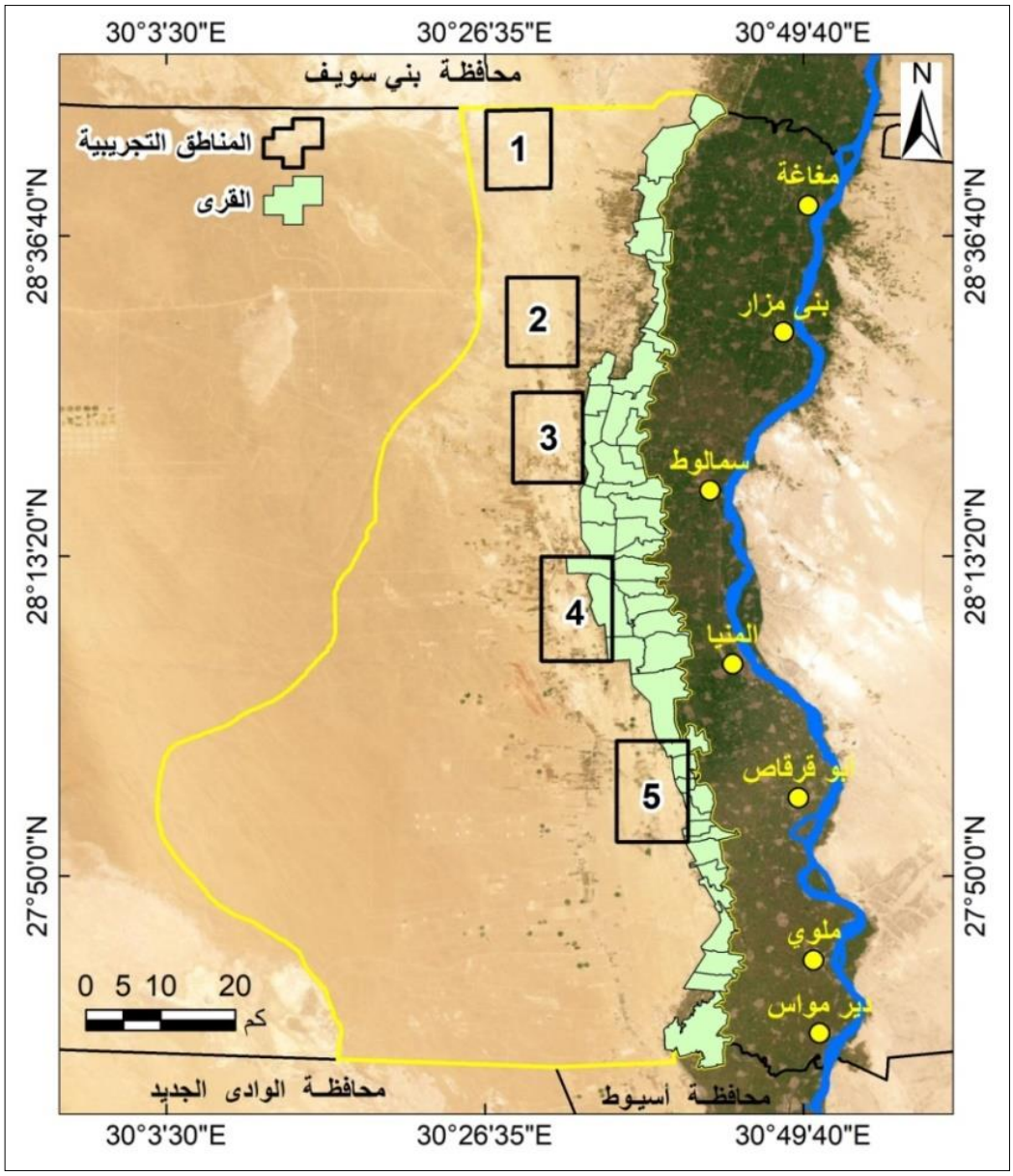
كما تم استخدام مؤشر الغطاء النباتي "NDVI" Normalized Difference Vegetation Index ودليل صحة الغطاء النباتي المحسنMSAVI Soil Adjusted Vegetation Index الذى يعطى دقة عالية بالمقارنة بمؤشر Vegetation Cover Index NDVI ومؤشر درجة حرارة سطح الأرض land (LST) Surface Temperature ومؤشر رطوبة التربة Soil Moisture Index (SMI) فى بناء نموذج مكاني ديناميكى للتعرف على المواقع الأكثر تعرضاً لحركة الكثبان الرملية المحتملة – شكل (٣)، كما اعتمدت

الدراسة على **الأسلوب الكارتوجرافي** فى إنتاج الخرائط المتعددة لرصد حركة الكثبان الرملية وخرائط المخاطر المحتملة على شبكات الطرق ومناطق التوسعات الزراعية، كما اعتمدت الدراسة على بيانات المراجعة الحقلية من خلال **الدراسات الميدانية** لمنطقة الدراسة (ما بين شهرى مارس ويوليو ٢٠٢٤م)، وتم فيها استكمال تصنيف شبكة الطرق وإجراء القياسات الهندسية لأبعاد الكثبان الرملية وقياس درجات الانحدار، ورصد المناطق الأكثر تعرضاً لمخاطر حركة الكثبان الرملية.

وتم اختيار خمس مناطق تجريبية لدراسة شكل وحركة الكثبان الرملية والتي تغطي معظم بيئة المنطقة وتغطي معظم المساحة الخاضعة للتنمية ومحاور شبكة الطرق ويمثلها عينة من الكثبان الرملية تضم (٣٣) كثيب رملي ذات أشكال متعددة، ويبين الشكل (٤) مواقع هذه المناطق التجريبية المرقمة من ١ إلى ٥ والتي سيتم دراستها بشكل مكثف لحركة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة.



شكل (٣) مخطط يوضح نمذجة التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة



المصدر/ إعداد الباحثتان اعتمادا على شكل (٣).

شكل (٤) المناطق التجريبية لقياس ورصد حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

الدراسات السابقة:

من أجل توفير المعلومات الخاصة بديناميات حركة الكثبان الرملية والاستفادة منها فى تغطية الجانب النظرى تم الاطلاع على بعض الدراسات السابقة والمشابهة لهذه الدراسة وجاء فى مقدمتها: دراسة **إمبابى ، نبيل سيد (١٩٧٠، ٢٠٠٥م)** وتناولت دراسة الكثبان الرملية المتحركة فى المناطق الصحراوية ودراسة تطبيقة لطرق تثبيت الكثبان الرملية وعقدت مقارنة بين تجارب الماضى وآفاق المستقبل فى ضوء الدراسات التجريبية الحديثة. دراسة **دسوقى، صابر أمين (١٩٩٢)** وتناولت دراسة جيومورفولوجية الاشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى بشبه جزيرة سيناء، من خلال عرض لأهم عوامل نشأة الكثبان الرملية، وكثافتها وانماطها. دراسة **على، أحمد عبد السلام (١٩٩٣)** والتى

تناولت الاشكال الرملية شرق وجنوب شرق منخفض القطارة ، والخصائص العامة للأشكال الرملية ، وتحليلها مورفومتريا، ودراسة خصائص رواسبها وحركتها. دراسة **صالح، كريم مصلح (٢٠١٢)** وتناولت مخاطر الأشكال الرملية بمنطقة الكوامل غرب سوهاج ، وفيها تم دراسة الخصائص الطبيعية للكثبان الرملية وأنماطها وخصائص الرواسب ، كما تناولت حركة الكثبان الرملية. دراسة **عبد الفتاح، فاطمة عبد الرافع (٢٠١٦)** وتناولت دراسة جيومورفولوجية الكثبان الرملية وأخطارها بمنخفض الخارجة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. دراسة **عبد الأمير، ميثم ماجد وآخرون (٢٠١٧):** وتناولت آلية مراقبة حركة الكثبان الرملية باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة فى جمهورية العراق. دراسة **آل زينه ، ناصر بن سعيد جابر (٢٠١٩):** واهتمت بمراقبة زحف الرمال والتنبؤ بحركتها باستخدام تقنية الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية في محافظة بدر بمنطقة المدينة المنورة. دراسة **عطية، نورة عبد التواب السيد (٢٠١٩):** واهتمت بخصائص رمال الكثبان الهلالية فى منخفض الخارجة – صحراء مصر الغربية. دراسة **Dougrameji, J. and Kaul, R. N. (1972)** واهتمت باستصلاح مواقع الكثبان الرملية في العراق من خلال تحديد الأماكن الأمنة من مخاطر حركة هذه الكثبان. دراسة **Fadhil, A. M, (1988)** وتناولت تأثير حالات التربة في تثبيت الكثبان الرملية في منطقة بيجي، العراق وتوصلت الدراسة لأنسب وسائل الحماية من حركة الكثبان وكانت الأحزمة الشجرية الأفضل. دراسة **Hu, Y. M., Jiang, Y., Chang, Y., Bu, R. C., Li, Y. H., and Xu, C. G, (2002)** وتناولت المراقبة الديناميكية لرمال منطقة هوركين في الصين باستخدام الاستشعار من البعد. دراسة **Philip G., O.E.A. Attia, M.Y.Draz, and M.S. El Banna, (2004)** وتناولت ديناميات الكثبان الرملية وأثرها البيئي على منطقة الاستصلاح الزراعي بشمال غرب سيناء بمصر، وحددت المواقع الأكثر تهديدا بزحف الكثبان الرملية. دراسة **Effat, H.A., Hegazy M.N. , Haack, B. (2011)** وتناولت إعداد خرائط مخاطر الكثبان الرملية المتعلقة بخصائص التضاريس باستخدام بيانات SRTM ونمذجة الخرائط فى مقاطعة آي فيرست، وتوصلت إلى تحديد العلاقة بين حركة الكثبان والتضاريس. دراسة **Manning, J., Free, M., and Bristow, C. (2011)** وتناولت تطبيق تقنيات الاستشعار من البعد في المخاطر التى تتعرض لها خطوط الأنابيب البرية للغاز داخل حقول الكثبان الرملية النشطة وتم نشر هذه الدراسة فى وقائع ورشة عمل الاستشعار من البعد فى مقاطعة فراسكاتي، إيطاليا.

خطة البحث:

أولاً: الخصائص العامة لمنطقة الدراسة.

ثانيًا: الجوانب التنموية (التوسعات الزراعية- محاور الطرق).

ثالثًا: الخصائص المكانية للكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

رابعًا: التحليل الكمي لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

خامسًا: نمذجة مخاطر حركة الكثبان الرملية(التوسعات الزراعية-محاور الطرق).

أولاً: الخصائص العامة لمنطقة الدراسة:

تتمتع منطقة الدراسة بخصائص عامة تميزها عن بقية المناطق التى تقع بالهامش الصحراوي الغربي بأقليم الصعيد، يأتي فى مقدمتها طبيعة السطح ووقوعها ضمن نطاق الاستصلاح الزراعي بالمشروع القومى المليون ونصف المليون فدان، مما انعكس على تطور شبكة الطرق وتوجيه التنمية نحوها بشكل جعلها وجهة استثمارية فى مختلف المشروعات الزراعية والتنموية، وفيما يلى عرضًا لهذه الخصائص:

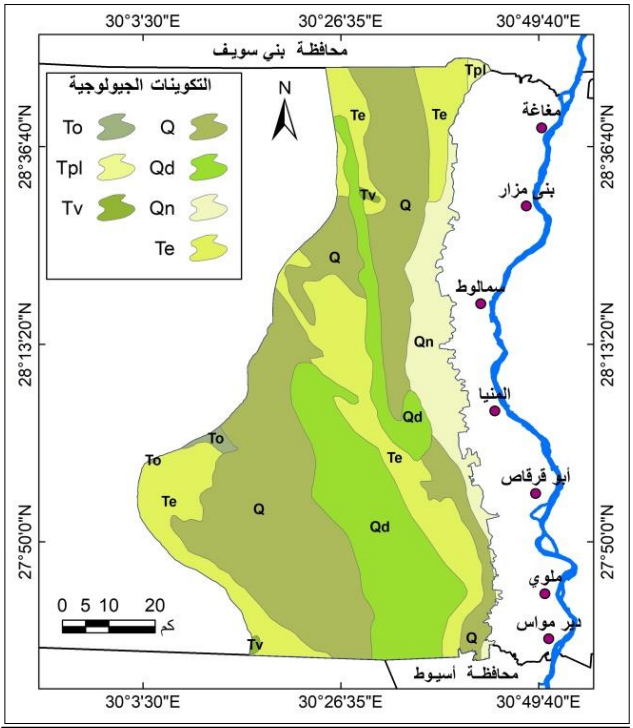
١. الخصائص الجيولوجية:

تم الكشف عن العديد من الوحدات الصخرية بداية من العصر الأيوسيني الأوسط إلى الزمن الرباعي (Ismail, E.; Zaki, R.; Rapantová, N.; M.; Sharawi, H) ويأتي فى مقدمتها: **تكوينات الأيوسين والأوليجوسين:** ويمثلها **تكوينات المنيا وسمالوط وتكوين القطراني** في الأجزاء الشمالية والشرقية من منطقة الدراسة – شكل (٥)، وتم تسجيل **تكوين المنيا** في جبل ناشفة، ويتكون بشكل رئيسي من الحجر الجيري مع تداخلات من الطين والطحالب الحيوية، فى حين يقع **تكوين السمالوط** فى الأجزاء الشرقية من الأراضي الهضبية ويتكون من الحجر الجيري الطباشيري مع تداخلات من الطين والمارل، ومن ناحية أخرى تعلو صخور الأوليجوسين **(تكوين القطراني)** (Abdel Aziz, 1994, Abou Heleika and Niesner, 2009) الذى تم تسجيله في جبل القطراني ويتكون من الحجر الرملي الجيري والحصى مع تداخلات من الطين، ويتميز هذا التكوين بمخزون جوفي يتم استخدامه فى رى المشروعات الزراعية بالمنطقة، وتغطى **تكوينات الزمن الرابع:** الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة والتي تشمل **طمي النيل** ويغطي المنطقة الواقعة بين الحافة الشرقية للأراضي السهلية المحصورة بين من الحجر الجيري غربا ونهر النيل إلى الشرق، وتشغلها بشكل رئيسي الأراضي الزراعية فوق السهل الفيضي لنهر النيل، ويغلب على تكوينها الرمال الناعمة والطمي،

الكثبان الرملية؛ وهى تمتد في اتجاه الشمال الغربي والجنوب الشرقي وتتكون من حبيبات رملية متوسطة إلى ناعمة، ولها تأثير كبير على الأراضي المزروعة.

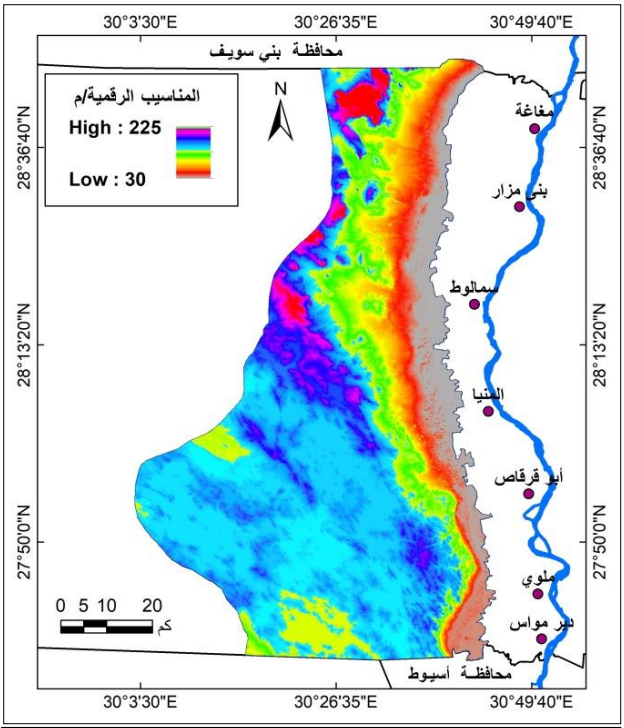
٢. خصائص السطح:

تم التعرف على خصائص المناسيب الرقمية لمنطقة الدراسة من خلال ملف الارتفاع الرقمى (DEM) المنتج من صور الرادار (SRTM) بدقة ١٢,٥م، ومن خلال شكل (٦) نجد أن مناسيب منطقة الدراسة تتراوح بين (٣٠–٢٢٥م) فوق مستوى سطح البحر، وتنخفض تدريجياً من الغرب باتجاه السهل الفيضى ناحية الشرق، وتتراوح انحدارات منطقة الدراسة بين (٠–٣٦ درجة) وتزداد الانحدارات عند حدود الهامش الصحراوى مع اتصال حافة الهضبة بالسهل الفيضي – شكل (٧)، فى حين تنخفض الانحدارات فى الجنوب الغربي من منطقة الدراسة مما ساعد على التوسعات الزراعية خاصة فى مواقع قري الظهير الصحراوي وإلى الغرب من ملوى ودير مواس بمسافة ٣٠كم إلى الغرب، فى حين اتسم وسط المنطقة بانحدارات صوب الشرق والجنوب الشرقي– شكل (٨).



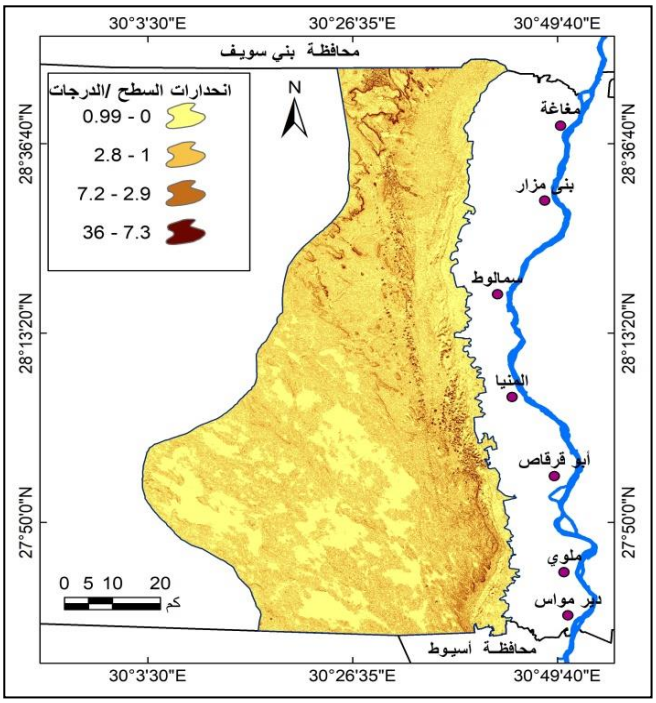
المصدر/ الخريطة الجيولوجية لوحة المنيا، كونوكو، ١٩٨٧ مقياس ١/٥٠٠٠٠٠ باستخدام Arc GIS.

شكل (٥) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة



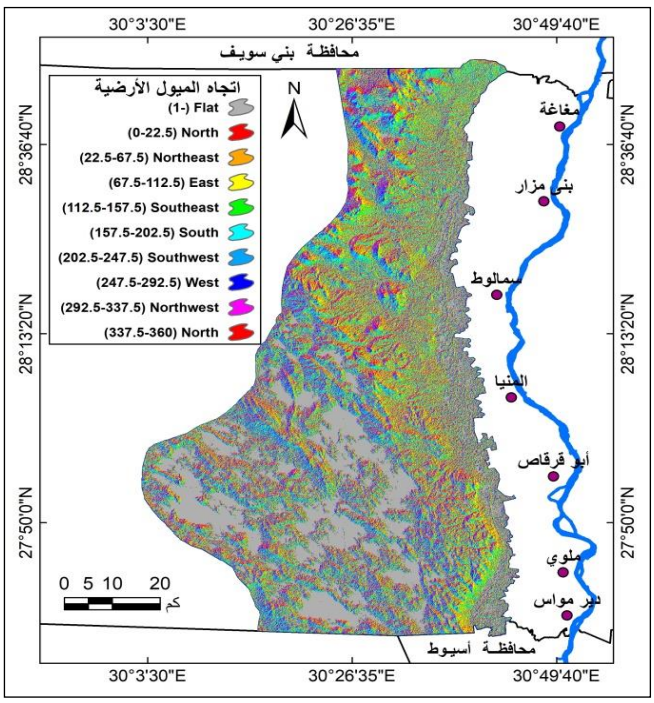
المصدر/ نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة ١٢.٥م، باستخدام Arc GIS.

شكل (٦) المناسيب الرقمية لسطح منطقة الدراسة



المصدر/ نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة ١٢.٥م، باستخدام Arc GIS.

شكل (٧) انحدارات سطح منطقة الواسة



المصدر/ نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة ١٢.٥م، باستخدام Arc GIS.

شكل (٨) اتجاهات الميل لسطح منطقة الواسة

٣. الخصائص المناخية:

ساعدت الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة على تهيئة بيئة نموذجية لحركة الكثبان الرملية بمعدلات مختلفة، فمن خلال جدول (٣) يتضح أن منطقة الدراسة تتسم بدرجات حرارة تتراوح ما بين (١١,٤٩–٤٤,٥٤ درجة مئوية) كما تتراوح زاوية اتجاه حركة الرياح بين (٢٩١,٦٠–٣٠٣,٧٨ درجة) مما يعنى اتخاذها الاتجاه ما بين الشمالي إلى الشمالى الغربي، وتتراوح سرعتها بين (٤,٢٣–٤,٣٠ م/ثانية)، وفيما يخص كمية الأمطار فإنها تتسم بانخفاضها حيث تتراوح بين (٠,٦٤–٠,٩٣ مم/سنة) مما يعطى المنطقة سمات المُناخ الجاف، وينعكس ذلك على حركة الكثبان الرملية.

جدول (٣) العناصر المناخية لمنطقة الدراسة فى الفترة بين (٢٠٠٠–٢٠٢٢م)

م	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
1	0.25	0.31	0.3	0.04	0	0	0	0	0	0.04	0.28	0.44
2	11.85	13.86	17.61	22.33	26.86	29.75	30.87	30.76	28.23	24.07	18.66	13.81
3	32	35.55	40.56	44.7	44.85	47.74	48.35	47.99	44.24	40.97	36.76	33.15
4	2.49	3.22	5.62	9.06	13.61	17.83	20.25	20.66	18.05	13.59	8.94	18.7
5	317.1	322.7	326.2	309.6	241.7	293.1	335.1	351.5	247.8	236.2	285.4	314.7
6	3.66	3.85	4.39	4.62	4.9	5.14	4.81	4.71	4.8	4.44	3.76	3.7

Source/ https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

حيث أن: ١- متوسط كمية الأمطار(مم) ٢- متوسط درجة الحرارة (مئوية) ٣- متوسط درجات الحرارة العظمى (مئوية) ٤-متوسط درجات الحرارة الصغرى (مئوية) ٥- متوسط زاوية اتجاه الرياح ٦- متوسط سرعة الرياح(م/ث).

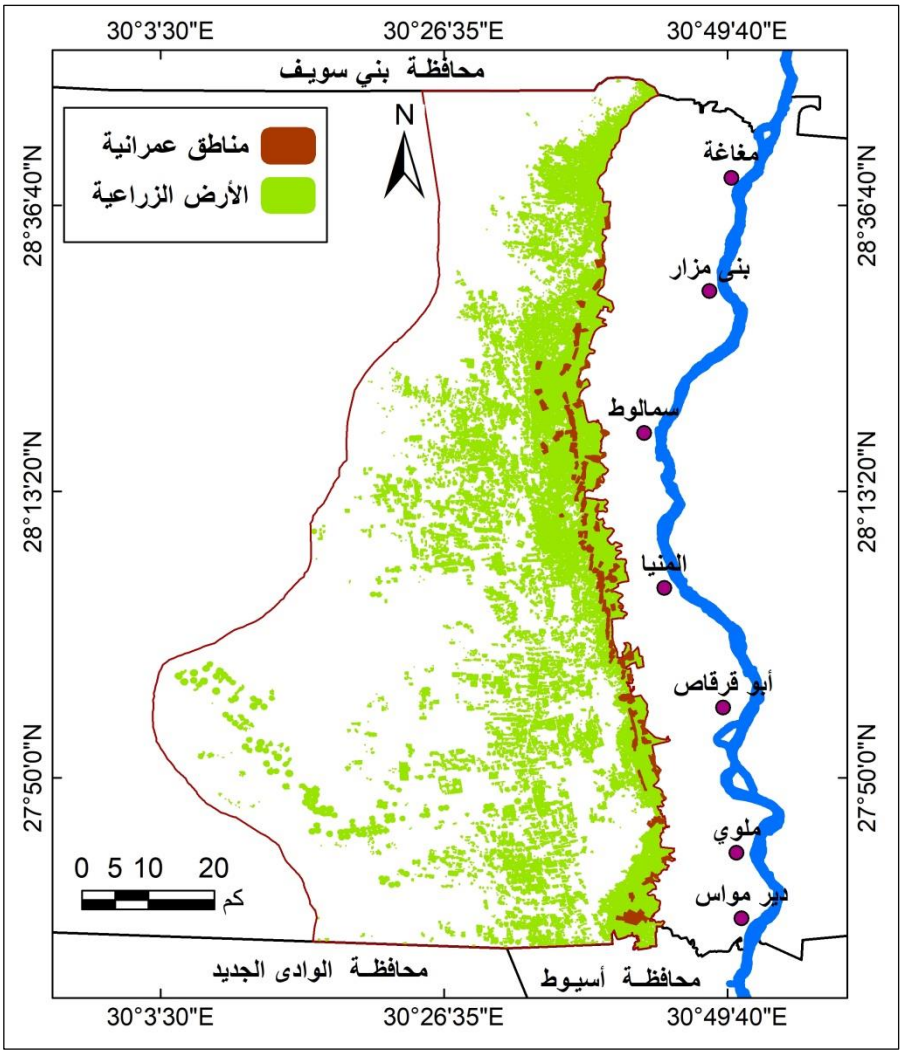
ثانيًا: الجوانب التنموية (التوسعات الزراعية- محاور الطرق):

تمتلك منطقة الدراسة مشروعات قومية كبرى تختص بالتنمية الزراعية وما يخدمها من محاور طرق، فهى تُعد من أهم مناطق الاستصلاح الزراعي المستقبلية التى تجذب الاستثمار المحلي والأجنبي، وبالتالي احتلت موقع مهم على خريطة التنمية بمصر، وفيما يلي عرض لهذه الجوانب:-

١. التوسعات الزراعية:

يُمثل قطاع الزراعة في مصر ركيزة أساسية لتحقيق التنمية المستدامة ودعم الاقتصاد الوطني، فهذا القطاع له دور كبير في توسيع رقعة الأراضي الزراعية، وتوفير فرص العمل، والارتقاء بمستوى المعيشة. استفادت محافظة المنيا بشكل كبير من المشروع القومي لزراعة مليون ونصف المليون فدان، الذي انطلق في ديسمبر ٢٠١٥م بهدف تحقيق الأمن الغذائي وزيادة الصادرات، خُصص لهذا المشروع حوالي ٢٢٠ ألف فدان في منطقة غرب المنيا، مما يُسهم في التنمية الاقتصادية، وتعتمد هذه المساحة على المياه الجوفية كمصدر رئيسي للري، بمعدل تقريبي يصل إلى ٤٠٠ متر مكعب لكل فدان، وذلك باستخدام أنظمة الري المحوري والتنقيط، ويُركز المشروع بمنطقة الدراسة على زراعة محاصيل متنوعة، تشمل المحاصيل الحقلية بنسبة ٧٠٪ والمحاصيل البستانية بنسبة ٣٠٪، بالإضافة إلى الاستثمار في الإنتاج الحيواني والسمكي والصوب الزراعية والتصنيع الزراعي، لزيادة قدرة المنتجات الزراعية على تلبية احتياجات السوق المحلية والأسواق الخارجية (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، ٢٠٢٣).

تم تحليل صور الأقمار الاصطناعية لتقدير مساحة الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة باستخدام صور Sentinel لعام ٢٠٢٤م، حيث بلغت المساحة الزراعية حوالي ٥٥٨.٠١ كم^{٢} (١٣٢٨٥٩.٥٢ فدان)- شكل (٩)، ويُعتبر محصول بنجر السكر من المحاصيل الرئيسة في منطقة الدراسة، ويغطي مساحة ٣٠٠٠ فدان بمتوسط إنتاجية تبلغ ٢٥ طنًا للفدان، وتم التعاقد مع شركات إنتاج السكر لتوريد المحصول، كما تم زراعة القمح في منطقة الدراسة ويتم توريده إلى صوامع وزارة التموين، ويعتمد النظام الزراعي في منطقة الدراسة على الزراعة الآلية بشكل كبير (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي،٢٠٢٣م).



المصدر/ تحليل مرئيات Sentinel-2 واستخدام برنامج Erdas Imagine و Arc GIS.

شكل (٩) الأراضى الزراعية بمنطقة الدراسة

٢. محاور الطرق:

تشهد منطقة الدراسة تحسناً كبيراً في شبكة الطرق البرية، ضمن إطار المشروع الوطني لزراعة مليون ونصف المليون فدان. على الرغم من أن المنطقة تضم شبكة طرق متطورة، إلا أنها تعاني من بعض التحديات، مثل حركة الكثبان الرملية التي تشكل خطراً على بعض المحاور، وفيما يلي تصنيف لهذه الطرق حسب وظائفها:

- **الطرق الرئيسة:**

تتسم بازدواجية الحركة، حيث يتشكل كل مسار من مسارين بعرض بين ٦–٨ أمتار، وتصل هذه الطرق بين عواصم المحافظات والمراكز (الزوكة، ١٩٨٨، ص٣٠٠)، وأشهرها طريق القاهرة/أسيوط الغربي، الذي يُعد شريان التنمية في منطقة غرب النيل، وطريق بني مزار/البويطي، الذي يمتد لمسافة ٢٠٠

كيلومتر ويبلغ عرضه حوالي ١٤ مترًا، ويصل إجمالي طول الطرق الرئيسية في منطقة الدراسة لحوالي ٢٩٥.٩٧ كيلومترًا – شكلي (١٠، ١١) وجدول (٤).

- **الطرق الإقليمية (طرق الدرجة الثالثة):**

وتربط هذه الطرق المراكز الإدارية معًا وتصلها بالقرى الرئيسية في نطاق المحافظة (الزوكة، ١٩٩٧، ص ٣٠٠)، وهي طرق بسيطة تتألف من مسارين دون جُزر وسطية وعرضها حوالي ستة أمتار، ويبلغ طولها الإجمالي في منطقة الدراسة (٢٧٩,١٩ كم).

- **الطرق المحلية المرصوفة:**

وتشمل الوصلات الريفية الداخلية التى تربط القرى ببعضها وتكون أقل كفاءة فى الرصف وتخضع لإشراف المحليات ويقل عرضها عن ٥ متر، ويصل مجموع أطولها بمنطقة الدراسة نحو (٨٦٩,٠٤كم).

- **الطرق الترابية:**

وتوجد داخل القرى وتربط بينها وبين توابعها، وقد تتحول إلى أوحال لزجة تعيق الحركة المرورية في فصل الشتاء، وتمثل أهمية كبيرة لكونها عصب نقل مدخلات عملية الزراعة ومخرجاتها، ويتراوح عرضها بين ٣–٦ متر، ويبلغ إجمالي أطوالها في منطقة الدراسة نحو ٨٦٦,٧٧ كم.

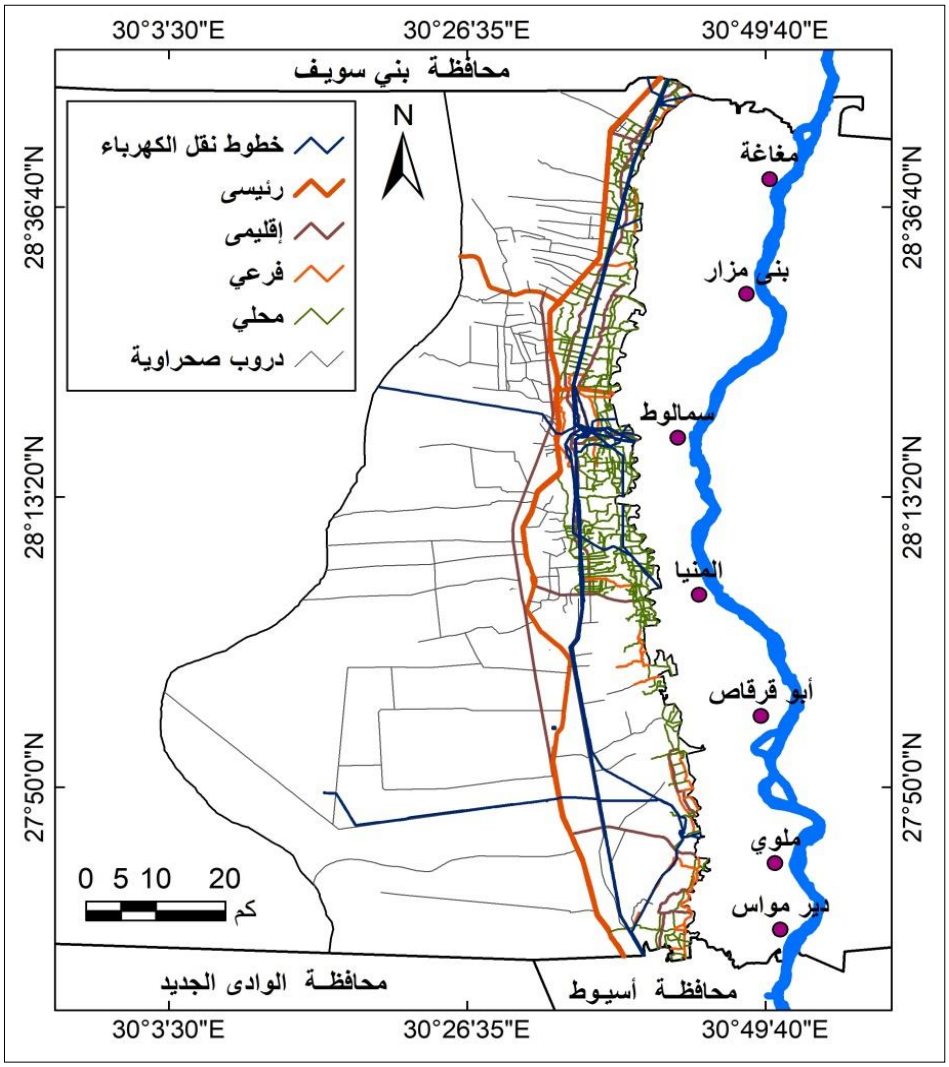
- **الدروب الصحرواية:**

عبارة عن مدقات رملية تمتد داخل منطقة الدراسة خاصة فى مواقع التوسعات الزراعية الجديدة، وتربط مواقع المزارع بالطرق الفرعية والرئيسة، ويصل مجموع أطوالها نحو ٨٨٣,١٤ كم، ويقع معظمها إلى الغرب من الطريق الصحراوى الغربى.

جدول (٤) تصنيف شبكة الطرق حسب درجتها الوظيفية في منطقة الدراسة

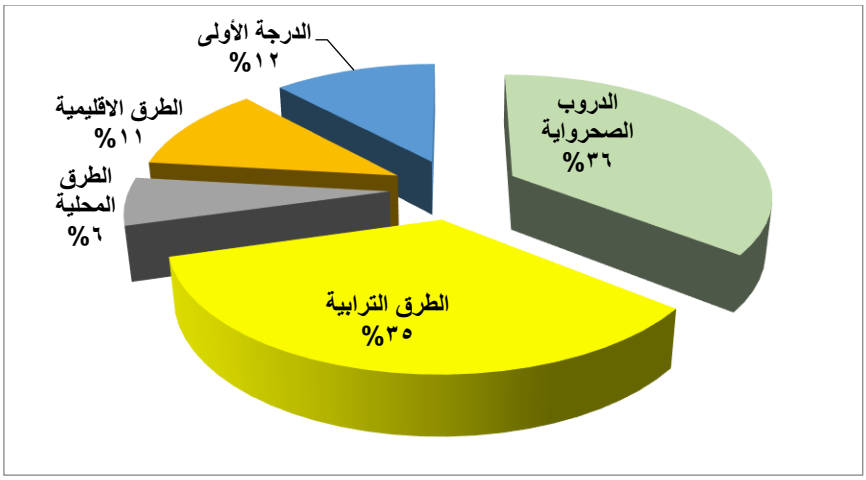
م	نوع الطريق	الدرجة الأولى	إقليمي	محلي	ترابية	دروب الصحرواية	المجموع
١	الطول (كم)	٢٩٥,٩٨	٢٧٩,٢	١٥٤,٤٩	٨٦٩,٠٤	٨٨٣,١٥	٢٤٨١,٨٦
٢	%	١١,٩٣	١١,٢٥	٦,٢٢	٣٥,٠٢	٣٥,٥٨	١٠٠

المصدر/ مديرية الطرق والنقل بمحافظة المنيا وخريطة Open Street Map شركة Esri، والدراسة الميدانية.



المصدر/ مديرية الطرق والنقل بمحافظة المنيا وخريطة Open Street Map والدراسة الميدانية.

شكل (١٠) تصنيف شبكة الطرق بمنطقة الدراسة



المصدر/ بيانات جدول (٤) .

شكل (١١) التوزيع النسبي لأنماط شبكة الطرق بمنطقة الدراسة

ثالثاً: الخصائص المكانية للكثبان الرملية بمنطقة الدراسة:

تمتد الكثبان الرملية بشكل عام فى منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب والجنوب الشرقي وهو امتدادا طبيعيًا لحقول الكثبان الرملية بمنخفض الريان (شمال غرب المنطقة)، وفيما يلي وصف للخصائص المكانية للكثبان الرملية بالمنطقة:

١. التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية:

بالاعتماد على نتائج الدراسة الميدانية وتحليل صور الأقمار الاصطناعية لاند سات من نوع ETM,TM,MSS وصور SENTINAL لسنوات (٢٠٠٢-٢٠٠٩-٢٠١٦-٢٠٢٤م) تم دراسة التوزيع الجغرافي للكثبان بخمس مواقع تجريبية خضعت للدراسة الحالية- شكل (١٢)، وفيما يلى عرضًا لخصائص المناطق التجريبية التى أجريت عليها الدراسة:

أ. المنطقة التجريبية الأولى:

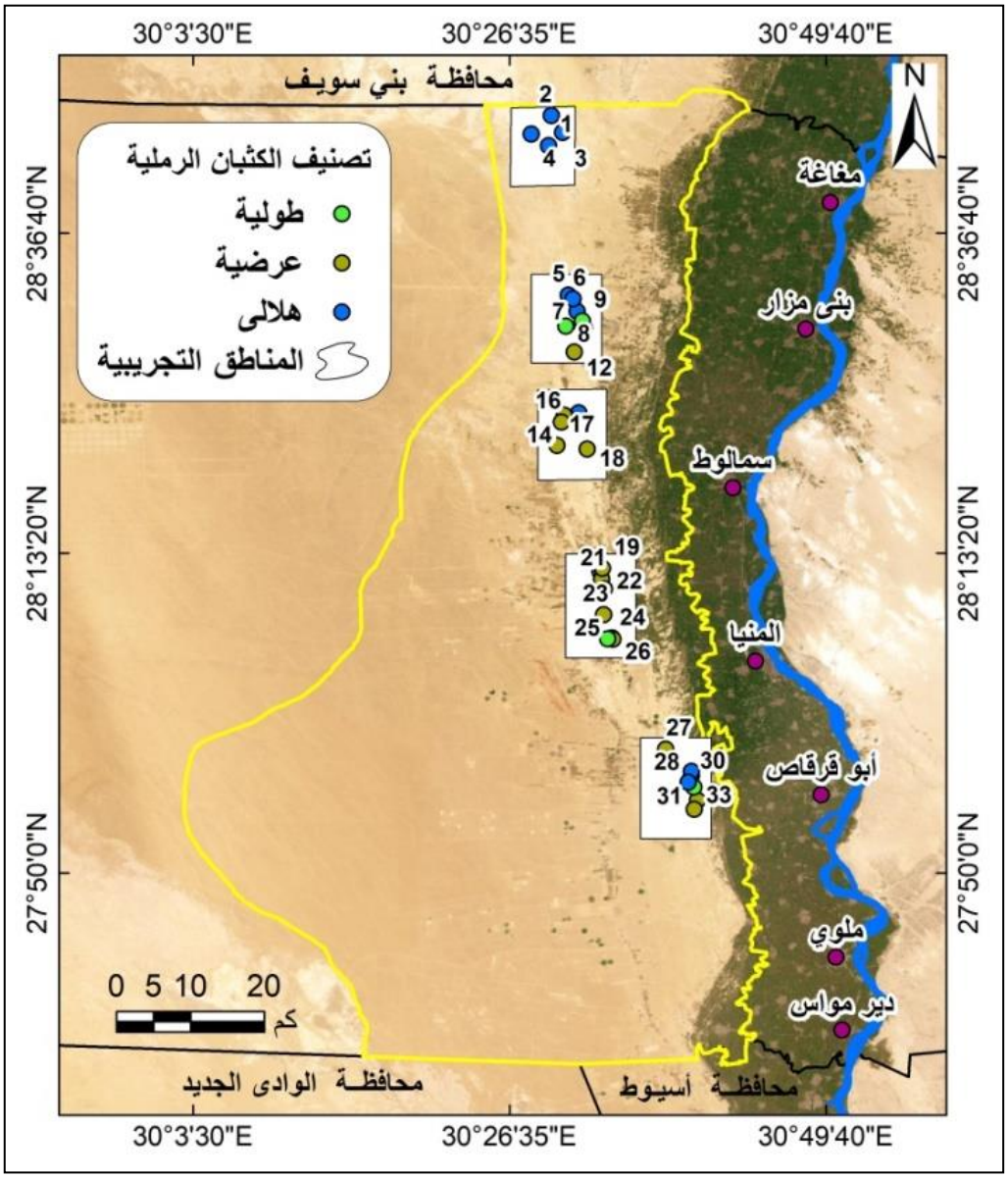
تقع غرب مدينة مغاغة بحوالي (٣٤,١٧٨كم) عند نقطة إحداثى (x = ٢٥٣٦٧٧,٤٦) (y = ٣١٧٩٥٨٣,١٨) ، وتم اختيار ٣٦ نقطة على ثلاثة كثبان رملية هلالية (برخان) فى الفترات الزمنية قيد الدراسة لقياس الفرق الموقعي كدالة لحركة الكثبان الرملية من خلال صور الأقمار الاصطناعية.

ب. المنطقة التجريبية الثانية:

وتقع إلى الغرب من مدينة بنى مزار بحوالي (٢٨,٠٨كم) يتوسطها نقطة إحداثي (x =٣١٥٥٨٧١,٦٦) ، (y = ٢٥٦٩٩٩,٧٦)، والتي تشغلها كثبان رملية (هلالية، طولية، عرضية)، وتم اختيار ٨ كثبان رملية وعدد (٧٦) نقطة على محاور الكثبان بالمنطقة وتشمل ثلاثة كثبان هلالية وأخرى عرضية واثنان كيثب طولي.

ج. المنطقة التجريبية الثالثة:

وتقع إلى شمال غرب مدينة سمالوط بحوالى (٢٠,٥٠كم) يتوسطها إحداثي (x = ٢٥٦٨١٦,٢٨) ، (y = ٣١٤٠٢٠٢,٧٤) وفيها تم اختيار (٥٢) نقطة على ٦ كثبان رملية يمثلها كثيب هلالي و٥ كثبان عرضية لتحديد الازاحة المكانية لحركة الكثبان الرملية وتعتبر هذه المنطقة لها تأثير واضح على التوسعات الزراعية وتهديد شبكة الطرق.



المصدر/ الدراسة الميدانية وصور جوجل أيرث واستخدام برنامج Arc GIS.

شكل (١٢) التوزيع الجغرافي وأنماط الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

د. المنطقة التجريبية الرابعة:

وتمتد إلى شمال غرب مدينة سمالوط بحوالى (٢٠,٥٠كم) يتوسطها إحداثي (x = ٢٥٦٨١٦,٢٨) ، (y = ٣١٤٠٢٠٢,٧٤) وتعتبر هذه المنطقة لها تأثير واضح على التوسعات الزراعية وتهديد شبكة الطرق، وتم اختيار (٦٨) نقطة على ٨ كثبان رملية يمثلها كثيب هلالي وآخر طولي وستة كثبان رملية عرضية لتحديد الازاحة المكانية للحركة.

هـ. المنطقة التجريبية الخامسة:

وتقع إلى شمال غرب مدينة سمالوط بحوالى (٢٠,٥٠كم) يتوسطها إحداثي (x = ٢٥٦٨١٦,٢٨) ، (y = ٣١٤٠٢٠٢,٧٤) وتعد أيضًا من المناطق التى لها تأثير واضح على التوسعات الزراعية ومحاور

شبكة الطرق، وتم اختيار ٦٨ نقطة على ٧ كثبان رملية يمثلها عدد (٣) كثيب هلالي و(٣) كثبان رملية عرضية وكثيب واحد طولي لتحديد الازاحة المكانية لحركة الكثبان.

٢. الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية:

من خلال الدراسة الميدانية وتحليل صور الأقمار الاصطناعية تم قياس الأبعاد الهندسية للكثبان الرملية وخصائص انحدارها بالمناطق التجريبية قيد الدراسة، وبتحليل جداول (٥، ٦، ٧) يتضح الآتي:

أ. الكثبان الهلالية:

وتتراوح أقطارها بين ٨٠ متر و١٠٠ متر، بينما يتراوح ارتفاعها بين ٨ متر و١٤ متر، وهذه الأبعاد توضح أن الكثبان الهلالية تميل إلى الحجم الصغير نسبيًا، مما يعكس تأثير الرياح المتغيرة على شكلها، وتتراوح زوايا الميل للكثبان الهلالية بين ٢٠° و٢٨°، وهى أقل حدة مقارنة بالكثبان الطولية، كما تتراوح زاوية الميل للواجهة الأمامية بين ٢٨° و٣٦°، بينما درجة ميل النهاية تتراوح بين ١٢° و١٦°، وأظهرت هذه الزوايا أن الرياح تؤثر بشكل أكبر على واجهة الكثيب مقارنة بنهايته، مما يعكس تراكم الرمال بشكل أكبر في الاتجاه الأمامي نتيجة للتأثير المباشر للرياح، وتراوحت نسبة الانحدار الجانبي للكثبان الهلالية بين ١:٢ و١:٣.

ب. الكثبان الطولية:

بقراءة جدول (٦) يتضح أن هذه الكثبان تتراوح أطوالها بين ٢٥٠ متر ٣٢٠ متر، بينما يتراوح عرضها بين ٢٠ متر ٢٤ متر، مما يعكس شكلًا طوليًا يمتد عبر المحور في نفس الاتجاه، أما من حيث الارتفاع فتتراوح ارتفاعات الكثبان بين ٨ متر و ١٢ متر، مما يشير إلى أن هذه الكثبان متوسطة الارتفاع، ويعكس ذلك استمرار تراكم الرمال بشكل تدريجي، وتتراوح زاوية الميل للكثبان الطولية بين ٢٠° و٢٨°، مما يوضح أن هذه الكثبان تتمتع بواجهة أكثر حدة، خاصةً في الجبهة الأمامية التي تكون زاوية ميلها بين ٣٠° و٣٨°، ما يسهم في استمرار تراكم الرمال في تلك المناطق، كما تتراوح نسبة الانحدار الجانبي للكثبان الطولية بين ١:٢ و١:٣.

جدول (٥) الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية الهلالية بمنطقة الدراسة

رقم الكثيب	القطر (م)	الارتفاع (م)	زاوية الميل	درجة ميل الواجهة	درجة ميل النهاية	الحجم الكلى (م٣)	نسبة الانحدار الجانبي
١	٨٠	١٠	٢٥	٣٥	١٥	٥٠٠٠	١:٢
٢	١٠٠	١٢	٢٥	٣٦	١٤	٦٥٠٠	١ :٢.٥
٣	٩٠	١٠	٢٣	٣٣	١٥	٥٤٠٠	١ :٢
٤	٨٠	٨	٢٠	٢٨	١٢	٤٨٠٠	١ : ٣
٥	٨٥	١٠	٢١	٣٠	١٣	٥٠٠٠	١ : ٢.٥
٦	٧٢	٩	٢٥	٣٤	١٥	٦٠٠٠	١ : ٣
٧	١٠٠	١٤	٢٨	٣٦	١٦	٦٥٠٠	١ : ٢.٥
١٣	٩٠	١٠	٢٣	٣٢	١٣	٥٤٠٠	١ : ٣
٢٠	٩٥	١١	٢٤	٣٣	١٤	٥٩٠٠	١ : ٣
٢٨	١٠٠	١٣	٢٦	٣٥	١٥	٦٣٠٠	١ :٢.٥
٢٩	٨٥	٩	٢١	٢٩	١٢	٥١٠٠	١ :٢
٣٠	٩٥	١١	٢٤	٣٥	١٤	٥٩٠٠	١ : ٣

المصدر/ الدراسة الميدانية واستخدام برنامج Arc GIS .

جدول (٦) الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية الطولية بمنطقة الدراسة

رقم الكثيب	الطول (م)	العرض (م)	الارتفاع (م)	زاوية الميل	درجة ميل الواجهة	درجة ميل النهاية	الحجم الكلى (م٣)
٨	٢٥٠	٢٠	٨	٢٥	٣٥	١٠	١٠٠٠٠
٩	٣٠٠	٢٥	١٠	٢٠	٣٠	١٥	١٢٠٠٠
٢٤	٢٨٠	٢٢	٩	٢٢	٣٢	١٢	١١٠٠٠
٣١	٣٢٠	٢٤	١٢	٢٨	٣٨	١٤	١٣٠٠٠

المصدر/ الدراسة الميدانية واستخدام برنامج Arc GIS .

جـ. الكثبان العرضية (Cross Dunes):

يوضح الجدول (٧) أن الكثبان العرضية تتراوح أطوالها بين ١٤٠ و١٩٠ متر، وعرضها بين ٤٠ و٥٣ متر، مما يدل على أنها أكبر من الكثبان الطولية أو الهلالية من حيث العرض، كما تتراوح ارتفاعاتها بين ١٠ و١٥ متر، مما يجعلها متوسطة إلى عالية مقارنة بالكثبان الهلالية، وتبلغ زاوية الميل بين ٢٥° و٣٢°، بينما زاوية الميل للواجهة الأمامية تتراوح بين ٣٣° و٤٢°، مما يشير إلى انحدار أكبر في واجهات الكثبان العرضية مقارنة بنهاياتها، وتشير النتائج إلى أن زاوية ميل واجهة الكثيب أكبر من نهايته، مما يدل على تأثير الرياح في تراكم الرمال على الجبهة الأمامية، كما تراوحت نسبة الانحدار الجانبي بين ١:٢ إلى ١:٢.٦.

جدول (٧) الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية العرضية بمنطقة الدراسة

رقم الكثيب	الطول (م)	العرض (م)	الارتفاع (م)	زاوية الميل	درجة ميل الواجهة	درجة ميل النهاية	الحجم الكلى(م^3)
١٠	١٥٠	٤٥	١٢	٣٠	٤٠	١٥	٦٠٠٠
١١	١٨٠	٥٠	١٤	٢٨	٣٨	١٦	٧٢٠٠
١٢	١٦٠	٤٢	١١	٢٧	٣٦	١٤	٦٥٠٠
١٤	١٧٠	٤٨	١٣	٢٩	٣٩	١٥	٧٠٠٠
١٥	١٤٠	٤٠	١٠	٢٦	٣٤	١٣	٥٨٠٠
١٦	١٩٠	٥٢	١٥	٣٢	٤١	١٧	٧٥٠٠
١٧	١٨٠	٤٦	١٢	٣٠	٤٠	١٦	٧٠٠٠
١٨	١٦٠	٤٣	١١	٢٧	٣٥	١٤	٦٢٠٠
١٩	١٧٠	٤٧	١٣	٢٨	٣٧	١٥	٦٩٠٠
٢١	١٥٠	٤٤	١٢	٢٥	٣٣	١٤	٦٠٠٠
٢٢	١٨٠	٥٠	١٤	٣٠	٣٩	١٦	٧٢٠٠
٢٣	١٦٠	٤٢	١٢	٢٩	٣٨	١٥	٦٤٠٠
٢٥	١٥٠	٤٣	١١	٢٨	٣٧	١٤	٥٩٠٠
٢٦	١٨٠	٤٩	١٤	٣١	٤٠	١٥	٧١٠٠
٢٧	١٦٠	٤١	١٢	٢٦	٣٤	١٣	٦٣٠٠
٣٢	١٧٠	٤٨	١٣	٢٩	٣٩	١٦	٧٠٠٠
٣٣	١٩٠	٥٣	١٥	٣٢	٤٢	١٧	٧٦٠٠

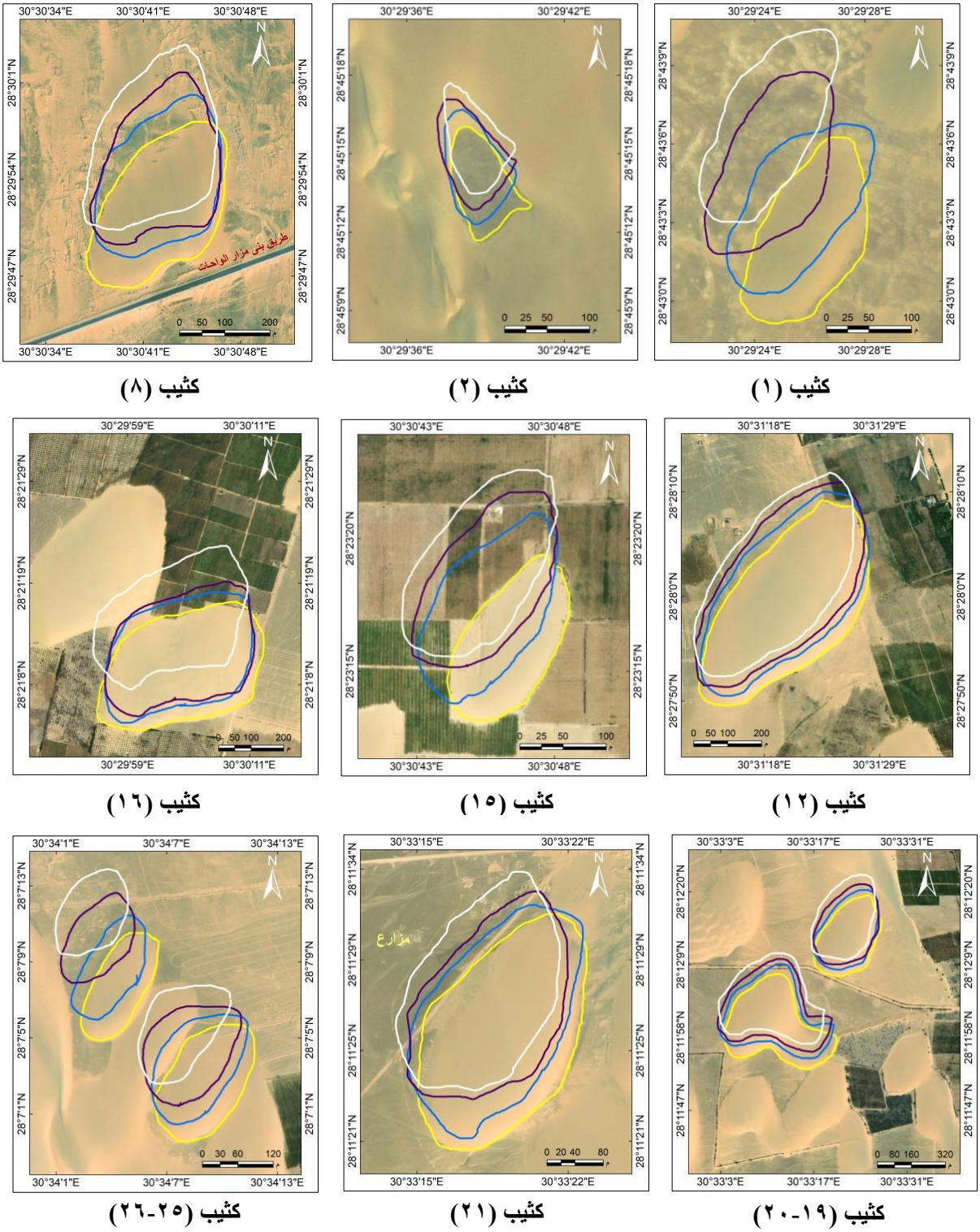
المصدر/ الدراسة الميدانية واستخدام برنامج Arc GIS.

رابعًا: التحليل الكمي لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة:

تم تحديد معدلات الحركة الفعلية للكثبان الرملية واتجاهها بناءً على تتبع الحدود الزمانية المتعددة باستخدام النقاط المترابطة على طول محاور الكثبان وقممها، وتم اشتقاق محاور الكثبان الرملية بالاعتماد على مؤشر الرمال المحسن لبيانات sentinel 2 و land sat 8– وصور جوجل إيرث– شكل (١٣)، وفيما يلى عرض تحليلي للخصائص الكمية لحركة الكثبان الرملية:

١. معدلات الحركة على مستوى المناطق التجريبية:

أظهرت نتائج جدول (٨) أن شكل الكثبان الرملية **بالمنطقة التجريبية الأولى** تم الحفاظ عليه مع التحركات المستمرة نحو الجنوب، وقد تراوحت الإزاحة المكانية لحركة الكثبان الرملية بين (٧٦,١٤، ٨٠,٤٢ م) فى الفترة الزمنية (٢٠٠٢-٢٠٢٤م)، وبمعدل حركة سنوى يتراوح بين (٣,٦٣ ، ٣,٨٣م/سنة)، كما تتخذ حركة معظم الكثبان الرملية اتجاه الجنوب الشرقي قليلاً، حيث يصل متوسط زاوية الحركة (١٦٢,١٢ درجة) مما يشير إلى التوافق الكبير مع اتجاه حركة الرياح السائدة بمنطقة الدراسة.



المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8.

شكل (١٣) مراقبة حركة الكثبان الرملية فى منطقة الدراسة

جدول (٨) رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الأولي

م	رقم الكثيب الرملي	كثيب (١)	كثيب (٢)	كثيب (٣)	كثيب (٤)	نوع الكثيب
الفترة الزمنية	٢٠٠٢-٢٠٠٩ (متر)	٢٣.١٤	١٨.٦٩	١٥.٨٢	٢٣.٦١	هلالى
	٢٠٠٩-٢٠١٦ (متر)	٢٢.٤	٢٢.٢٢	٢٣.٤	٣٠.٢٥	هلالى
	٢٠١٦-٢٠٢٤ (متر)	٣٢.٥٧	٣٥.٢٣	٣٨.١٧	٢٦.٥٧	هلالى
إجمالى الحركة/متر		٧٨.١٢	٧٦.١٤	٧٧.٣٩	٨٠.٤٢	–
معدل الحركة متر/سنة		٣.٧٢	٣.٦٣	٣.٦٩	٣.٨٣	–
زاوية التحرك/درجة		١٧٠.٩١	١٦٢.٧٢	١٥٢.٢٦	١٦٢.٦٢	–
المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8.						

ومن خلال جدول (٩) نُلاحظ تباين حركة الكثبان الرملية فى **المنطقة التجريبية الثانية** فى الفترات الزمنية قيد الدراسة، حيث تراوحت مسافة التحرك بين (٧٠,٨٥ ، ١٨٠,٦٣ م) للفترة قيد الدراسة وبمعدل يتراوح بين (٣,٣٧ ، ٨,٦٠ م/سنة)، ونلاحظ ارتفاع معدلات حركة الكثبان الرملية فى هذه المنطقة مما يشكل خطورة على الطريق المار خلالها والرابط بين بنى مزار والواحات (طريق موط/الواحات)، كما تتخذ حركة جميع الكثبان الرملية اتجاه الجنوب الشرقي قليلاً بمتوسط (١٥٤,٣١ درجة).

جدول (٩) رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الثانية

م	رقم الكثيب	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الفترة الزمنية	نوع الكثيب	هلالي	هلالي	هلالي	طولى	طولى	عرضى	عرضى	عرضى
	٢٠٠٢-٢٠٠٩ (متر)	٢٩.٢	٢٩.٢	٦٨.٧٧	٥٤.٢٣	٤٢.١٧	٣٩.٤٧	٨٢.٣٣	١٦.٢٤
	٢٠٠٩-٢٠١٦ (متر)	١٧.٥٣	٧٣.٧٦	٤٧.٢١	٥٩.٦٨	٤٠.٣٥	٤٧.١٨	٣٢.٦١	٣٥.٨٤
	٢٠١٦-٢٠٢٤ (متر)	٢٤.١٢	٥٣.٨١	٥٢.٦٦	٦٦.٧٢	٤٢.٦٩	٢٢.٦٧	٤٨.٠٤	٣٤.٧٢
إجمالى الحركة/متر		٧٠.٨٥	١٥٦.٧٧	١٦٨.٦٥	١٨٠.٦٣	١٢٥.٢١	١٠٩.٣٢	١٦٢.٩٨	٨٦.٨
معدل الحركة متر/سنة		٣.٣٧	٧.٤٧	٨.٠٣	٨.٦	٥.٩٦	٥.٢١	٧.٧٦	٤.١٣
زاوية التحرك/درجة		١٤٢.٥٢	١٥٤.١٨	١٦٤.٦٤	١٥٨.٣٧	١٥٣.٩	١٥٣.٣٧	١٥٢.٢	١٥٥.٣٥
المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8.									

جدول (١٠) رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الثالثة

م	رقم الكثيب	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الفترة الزمنية	نوع الكثيب	هلالي	عرضى	عرضى	عرضى	عرضى	عرضى
	٢٠٠٢-٢٠٠٩ (متر)	٣٦.٦	٢١.٥٢	٢٩.٦٧	٥٣.٠٤	٢٧.٨٨	٤٢.٥١
	٢٠٠٩-٢٠١٦ (متر)	٤١.٥٣	٢٩.٩٧	١٩.٦٩	٣٣.٩٢	٤٩.٨٢	٤٢.٩٩
	٢٠١٦-٢٠٢٤ (متر)	٤٥.١١	٥٠.٦٦	٣٤.٤٨	٥٤.٣٩	٥٧.٢٨٢	٤٩.٤٧
إجمالى الحركة/متر		١٢٣.٢٤	١٠٢.١٥	٨٣.٨٤	١٤١.٣٥	١٣٤.٩٨	١٣٤.٩٧
معدل الحركة متر/سنة		٥.٨٧	٤.٨٦	٣.٩٩	٦.٧٣	٦.٤٣	٦.٤٣
زاوية التحرك/درجة		١٦١.٢	١٦٤.٧	١٦١.٣٣	١٤٩.٢	١٦٢.٧	١٧٢.٩٥
المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8							

ومن خلال جدول (١٠) يتضح أن حركة الكثبان الرملية للنماذج قيد الدراسة **بالمنطقة التجريبية الثالثة** تتراوح بين (٨٣,٨٤ – ١٤١,٣٥م) للفترة الزمنية المدروسة، وبمعدل سنوى يتراوح بين (٣,٩٩ – ٦,٧٣ متر/سنة) لنفس الفترة الزمنية بمتوسط زاوية تحرك (١٦٢,٠١) درجة، كما تبين من جدول (١١) أن حركة الكثبان الرملية **بالمنطقة التجريبية الرابعة** تتراوح بين (٦٢,٧٠ – ١٩٣,٠٠م) ، وبمعدل سنوى يتراوح ما بين (٣-٩,١٩ متر/سنة) لنفس الفترة الزمنية، ويصل متوسط زاوية الحركة (١٦٢,٧٧) درجة.

جدول (١١) رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الرابعة

م	رقم الكثيب	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
الفترة الزمنية	نوع الكثيب	عرضي	هلالى	عرضى	عرضى	عرضى	طولي	عرضى	عرضى
	٢٠٠٢-٢٠٠٩ (متر)	٤١.٠٣	٤٢.٨٦	٣٢.٢٣	١٨.٦٨	٢٨.١٩	١١٤.٢٥	٤٤.٣٣	٣٧.٨
	٢٠٠٩-٢٠١٦ (متر)	٢٨.١	٢٥.٨	١٢.٩٦	٢٢.٩٥	٤٦.٦٣	٤٣.٢٦	٤٢.٤٢	٢٧.٦٧
	٢٠١٦-٢٠٢٤ (متر)	٣٣.٣١	٤١.٩٩	١٧.٥١	٣٢.٧٤	٥٣.٨٤	٣٥.٤٩	٢٧.٨٢	٢٢.٦٨
إجمالى الحركة/متر		١٠٢.٤٤	١١٠.٦٥	٦٢.٧	٧٤.٣٧	١٢٨.٦٦	١٩٣	١١٤.٥٧	٨٨.١٥
معدل الحركة متر/سنة		٤.٨٧	٥.٢٧	٢.٩٩	٣.٥٤	٦.١٣	٩.١٩	٥.٤٦	٤.٢
زاوية التحرك/درجة		١٧١.٥٢	١٧٩.٤٢	١٥٥.٥٤	١٥٩.٩٢	١٦٥.٢٣	١٦٢.٧٦	١٥٢.٨٤	١٥٤.٩٦
المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8									

ويتضح من خلال جدول (١٢) أن معدلات حركة الكثبان الرملية **بالمنطقة التجريبية الخامسة** تتراوح بين (٦٢,٧٠–١٩٣,٠٠م) للفترة الزمنية المدروسة بمعدل سنوى يتراوح ما بين (٢,٦٢–٤,٧٨ م/سنة)، وبزاوية تحرك (١٥٨,٣٠) درجة.

جدول (١٢) رصد حركة الكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الخامسة

م	رقم الكثيب	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
الفترة الزمنية	نوع الكثيب	عرضي	هلالي	هلالي	هلالي	طولي	عرضى	عرضى
	٢٠٠٢-٢٠٠٩ (متر)	٢٨.٣٨	٢١.٩٥	٢١.٩٥	٣٢.٤١	١٨.٩٦	٢٨.٦٣	١٨.٧٦
	٢٠٠٩-٢٠١٦ (متر)	٣٥.٨٣	٢٧.٣٩	١٥.٧	٢٤.٥٧	٢١.٨٥	١٥	٣٠.٦٤
	٢٠١٦-٢٠٢٤ (متر)	٣٦.١٦	٣٨.٣٧	٢٩.٣٦	٣١.٢٩	١٤.١٩٨	٣٦.٠٩	٢١.٤٧
اجمالى الحركة/م		١٠٠.٣٧	٨٧.٧٢	٦٧.٠٣	٨٨.٢٨	٥٥.٠١	٧٩.٧٢	٧٠.٨٧
معدل الحركة م/سنة		٤.٧٨	٤.١٨	٣.١٩	٤.٢	٢.٦٢	٣.٨	٣.٣٧
زاوية التحرك/ درجة		١٦٣.٢٤	١٦٩.٨٣	١٦٠	١٥٧.١٥	١٤٨.٢١	١٦٢	١٤٧.٧١

المصدر/ تحليل صور الأقمار الاصطناعية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8

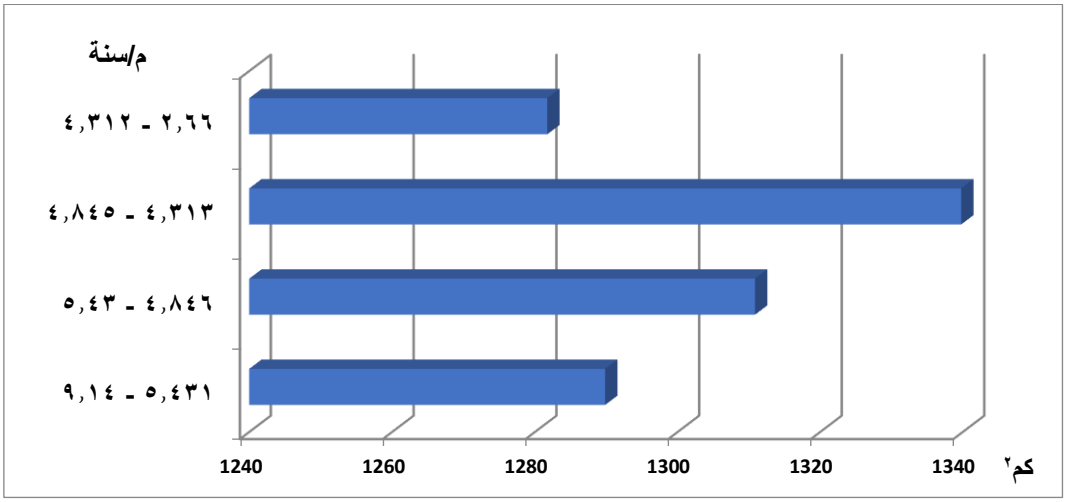
٢. معدلات حركة الكثبان على مستوى إجمالي المنطقة:

باستخدام نماذج الاستكمال المكاني من خلال أداة (IDW) داخل برنامج Arc Toolbox تم التعرف على معدلات حركة الكثبان الرملية بشكل عام على مستوى منطقة الدراسة، ويتبين من شكلي (١٤، ١٥) وجدول (١٣) أن معدلات الحركة تراوحت مابين (٢,٦٦ : ٩,١٤ م/سنة) على مستوى أربعة فئات، واستحوذت الفئة الثانية التى تتراوح معدلات حركة الكثبان الرملية بها بين (٤,٣١ : ٤,٨٤ م/سنة) على المساحة الأكبر بنسبة (٢٥.٨٧٪) من إجمالى مساحة المنطقة، في حين جاءت الفئة الأولى التى تتراوح معدلات حركة الكثبان الرملية بها بين (٢,٦٦ : ٤,٣١ م/سنة) على التغطية أقل بنسبة (٢٤.٧٥٪) من إجمالى مساحة منطقة الدراسة.

جدول (١٣) الخصائص المساحية لمعدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

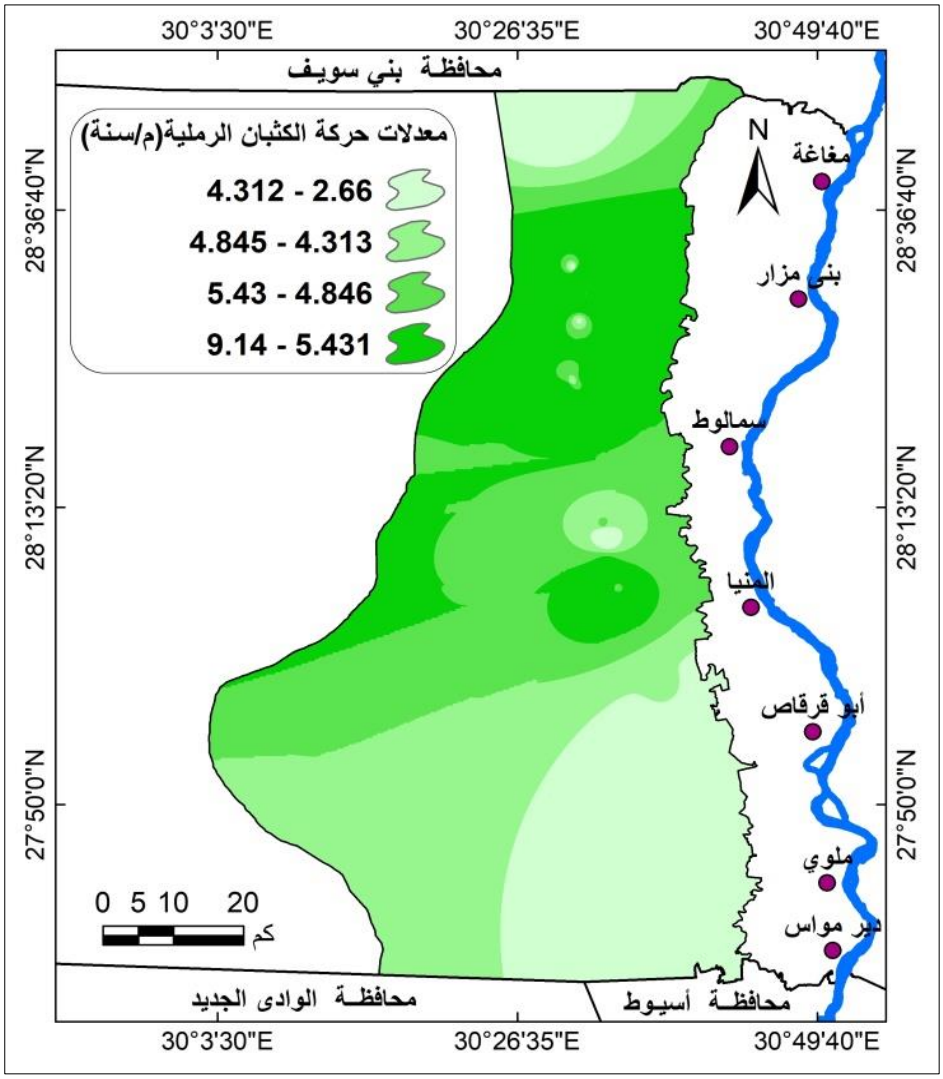
معدل الحركة (م/سنة)	٢.٦٦ - ٤.٣١	٤.٣١ - ٤.٨٤	٤.٨٤ - ٥.٤٣	٥.٤٣ - ٩.١٤	المجموع
المساحة	١٢٨١.٧٤	١٣٣٩.٧٨	١٣١٠.٨٦	١٢٤٧.٢٧	٥١٧٩.٦٥
%	٢٤.٧٥	٢٥.٨٧	٢٥.٣١	٢٤.٠٨	١٠٠

المصدر/ القياسات الميدانية واستخدام برنامج Arc GIS,10.8.



المصدر/ بيانات جدول (١٣).

شكل (١٤) الخصائص المساحية لمعدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة



المصدر/ القياسات الميدانية واستخدام أدوات التحليل المكاني في برنامج Arc GIS.

شكل (١٥) معدلات حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

كما اتضح أن معدلات الحركة ترتفع شمال المنطقة خاصة فى القطاع الواصل بين بنى مزار وسمالوط، ويمر من خلالها طريق بنى مزار/موط، كما ترتفع معدلات حركة الكثبان الرملية بغرب مدينة المنيا، فى حين تنخفض معدلات الحركة للكثبان فى الجتوب الشرقي وجنوب المنطقة، مما ساعد على التوسعات الزراعية بهذه المناطق. ويتبين من العرض السابق أن معدلات حركة الكثبان الرملية تتناسب مع مدة الرياح وانحدار المنطقة، والذي يتجه من الغرب إلى الشرق صوب وادي النيل، مما يؤدي إلى حركة الرمال نحو الأسفل؛ نتيجة لذلك، يُتوقع أن تتركز الكثبان الرملية في الجزء الشرقي، الأمر الذي يهدد الحقول الزراعية وشبكات الطرق على هوامش السهل الفيضى للنيل.

خامساً: نمذجة مخاطر حركة الكثبان الرملية(التوسعات الزراعية – محاور الطرق):

يُشكل زحف الكثبان الرملية تهديدًا بيئيًا وجغرافيًا كبيرًا في المناطق الجافة، مما يؤثر سلبًا على البنية التحتية والزراعة ويؤدي إلى خسائر اقتصادية وتهديدات للمشروعات التنموية، ولتحديد المواقع المهددة بحركة الكثبان الرملية فى منطقة الدراسة تم استخدام التحليل الهرمي بالاقتران مع نظم المعلومات الجغرافية، وتم تحديد أوزان المعايير المؤثرة في حركة الكثبان الرملية من خلال تطبيق مصفوفة المقارنات الزوجية التي تقيم الأهمية النسبية لمعيارين باستخدام مقياس مستمر من ٩ نقاط، حيث تعكس القيم ١ و٣ و٥ و٧ و٩ مستويات مختلفة من الأهمية (متساوية، معتدلة، قوية، قوية جدًا، وبالغة الأهمية)، بينما تمثل القيم الزوجية ٢ و٤ و٦ و٨ مستويات متوسطة من الأهمية (Saaty, 2008) - جدول (١٤).

جدول (١٤) درجات الأهمية للمعطيات المكانية فى التحليل الهرمي

البدائل	أهمية قليلة	أهمية متوسطة	أهمية كبيرة	أهمية كبيرة جداً	أهمية مطلقة	درجات بينية بين الأحكام
درجة الأهمية	١	٣	٥	٧	٩	الدرجات (٢-٤-٦-٨)

المصدر/ Saaty, 2008.

وتلى ذلك بناء نموذج لتحديد المناطق المُعرضة لمخاطر حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة على النحو التالي:

١. بناء قاعدة بيانات جغرافية للعوامل المؤثرة فى حركة الكثبان الرملية:

اعتمد النموذج على ١٢ معامل تم اختيارها بناءً على قدرتها على التأثير في حركة الكثبان الرملية خلال الفترة من ٢٠٠٢ إلى ٢٠٢٤م، وهى كما يلي:

التكوينات الجيولوجية: وهى أحد العوامل التي تؤثر على حركة الكثبان الرملية خاصة اذا اشتملت هذه التكوينات على رواسب تنمى للزمن الرابع، وفى دراستنا الحالية تضم منطقة الدراسة (٣٢٢٣ كم^{٢}) من رواسب تنتمى للزمن الرابع وتشمل (كثبان رملية، وفرشات رملية)– شكل (٥).

مؤشر الرمال NDSI: وتم تطبيقه لاشتقاق الرمال من صور الأقمار الاصطناعية وتم حسابه من خلال المعادلة (١) وشكل (١٧).

سرعة واتجاه الرياح: ويؤثران بشكل كبير على خصائص وحركة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة، وتشير بيانات جدول(٣) إلى أن متوسط سرعة الرياح يتراوح بين ٣.٦٦ و٥.١٤ م/ث، بينما يتراوح اتجاهها بين ٢٤١.٧٣ و٣٥١.٥٤ درجة- شكل (١٦)

معامل حركة الكثبان الرملية: تم حساب معدلات حركة الكثبان الرملية من خلال دراسة التغير المكاني في محاور الكثبان على مدار أربعة فترات زمنية (٢٠٠٢، ٢٠٠٩، ٢٠١٦، ٢٠٢٤م)- شكل (١٥).

معامل الانحدار: وهو أحد العوامل الطبوغرافية التي تؤثر على حركة الكثبان الرملية، حيث تنخفض معدلات حركتها مع زيادة زاوية المنحدر، بشرط توافر العوامل الأخرى، وتم إنشاء خريطة للمنحدرات باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ١٢,٥ متر وبمدى من ٠ إلى ٨٩ متر- شكل (٧).

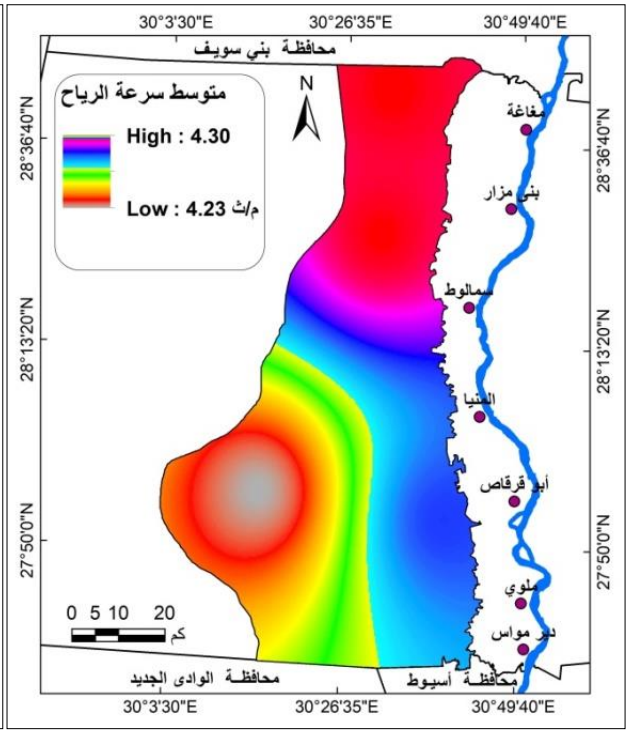
معامل التعرض للرياح Wind Exposition: وهو مؤشر يستخدم لمعرفة تأثير الرياح حسب الشكل المورفولوجي للمنطقة حيث تشير القيم الأقل من ١ إلى المناطق قليلة التأثر بالرياح، بينما تشير القيم الأعلى من ١ إلى المناطق المعرضة للرياح، وتم حسابه باستخدام برنامج SAGA GIS من خلال أدوات تحليل السطوح- شكل (١٧).

درجة حرارة سطح الأرض LST: ويؤثر هذا المعامل على حركة الكثبان الرملية فينتج عن ارتفاع حرارة السطح عدم تماسك حبيبات الرمال، مما يعمل على عدم تثبيت الكثيب وتزداد احتمالية تحركه فى حالة توافر العوامل الأخرى- شكل (١٩).

معامل خشونة سطح الأرض Terrain Ruggedness Index (TRI) **(TRI):** ويسلط الضوء على مقدار فرق الارتفاع بين الخلايا المجاورة في نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ويعرف بمؤشر خشونة التضاريس، وتم استخدامه لتحديد طبيعة سطح المنطقة، سواء كان خشنًا أو متوسط الوعورة، وتم حسابه باستخدام برنامج SAGA GIS من خلال أدوات تحليل السطوح- شكل (٢٠).

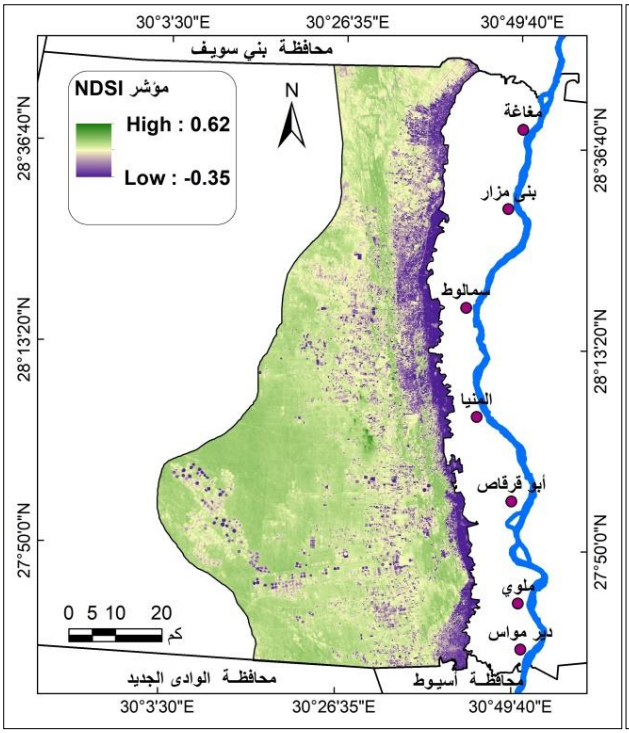
مؤشر رطوبة التربة Soil Moister: ومن خلاله يمكن قياس المحتوى الرطوبى للتربة، الذى بدورة يؤثر فى مدى تماسك حبيباتها، فعندما ترتفع قيم هذا المؤشر تزداد درجة تماسك الحبيبات ومن ثم تعتبر شبه مقاومة لعمليات التعرية الريحية، وفيما يخص الكثبان الرمليه بالمنطقة فإنه تم حساب هذا المعامل بالاعتماد على مؤشر الاخضرار النباتي NDVI ودرجة حرارة السطح LST كما هو موضح فى شكل (٢١).

استخدامات وغطاءات الأرض LULC: لهذا المعامل تأثير كبير في حركة الكثبان الرملية، وتم إعداد طبقة استخدامات وغطاءات الأرض من خلال التصنيف الموجه لصور Landsat 8 OLI لعام ٢٠٢٤م، وتم التصنيف إلى ثلاث فئات لاستخدام الأراضي/الغطاء الأرضي، تشمل: المناطق الزراعية، العمران والغطاءات الرملية- شكل (٢٣).



المصدر/ بيانات المناخ واستخدام برنامج Arc GIS.

شكل (١٦) متوسط سرعة الرياح (م/ث) بمنطقة الواسة

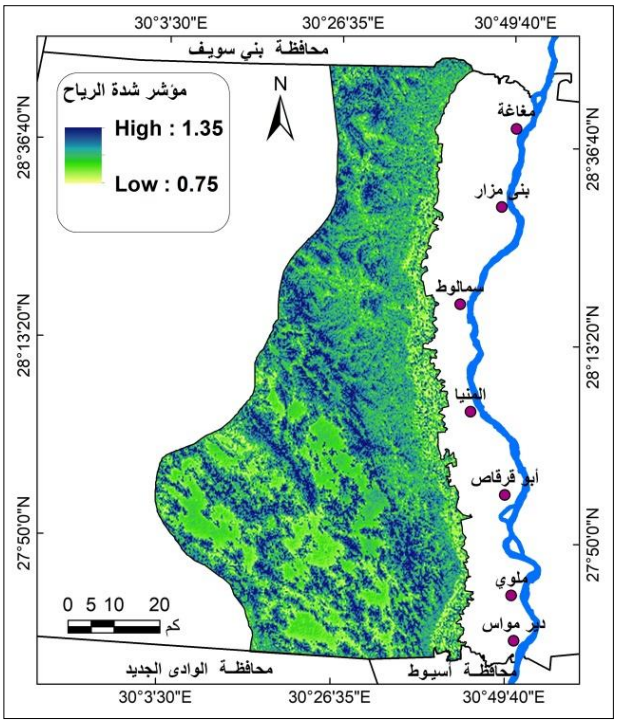


المصدر/ معادلة (١) جدول(٢) واستخدام برنامج Arc GIS.

شكل (١٧) مؤشر NDSI بمنطقة الواسة

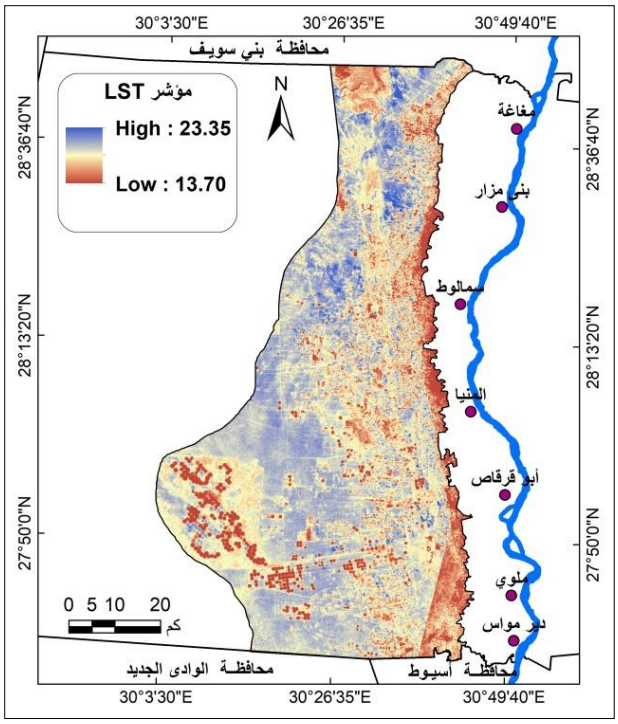
شبكة الطرق: وهى تمثل محاور النقل والتنمية فى منطقة الدراسة خاصة فى حالات نقل المعدات والمحاصيل الزراعية ونقل العاملين فى مجال الزراعة وكذلك مخرجات عمليات الانتاج الزراعي، وتم الحصول على شبكة الطرق باستخدام عملية الترقيم داخل برنامج Arc GIS بالاعتماد على مصورات جوجل ايرث وخرائط (OSM) وتم تصنيف الشبكة حسب نوع الطريق وحالة الرصف وعدد الحارات- شكل (١٠).

شبكة الكهرباء: شهدت محافظة المنيا عدد من المشروعات فى مجال الكهرباء جاء فى مقدمتها انشاء مركز تحكم اقليمى لمحافظات الصعيد بسمالوط شمال محافظة المنيا، وكذلك محطة محولات بنى مزار شمال المحافظة.وتمتد شبكة الكهرباء فى بعض مواقع الكثبان الرملية، وبالتالي زيادة تعرضها لمخاطر حركة الرمال- شكل (٢٢).



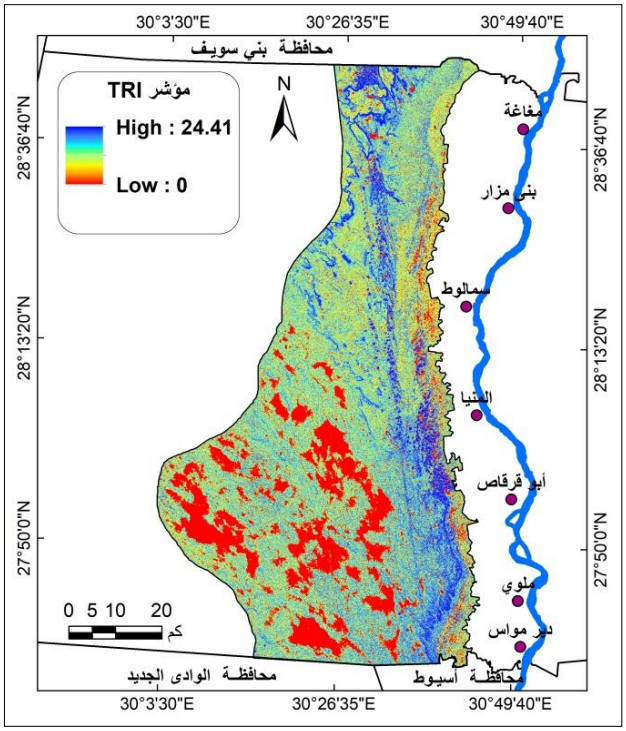
المصدر/ بيانات المناسيب الرقمية واستخدام برنامج SAGA GIS.

شكل (١٨) مؤشر شدة الرياح بمنطقة الدراسة



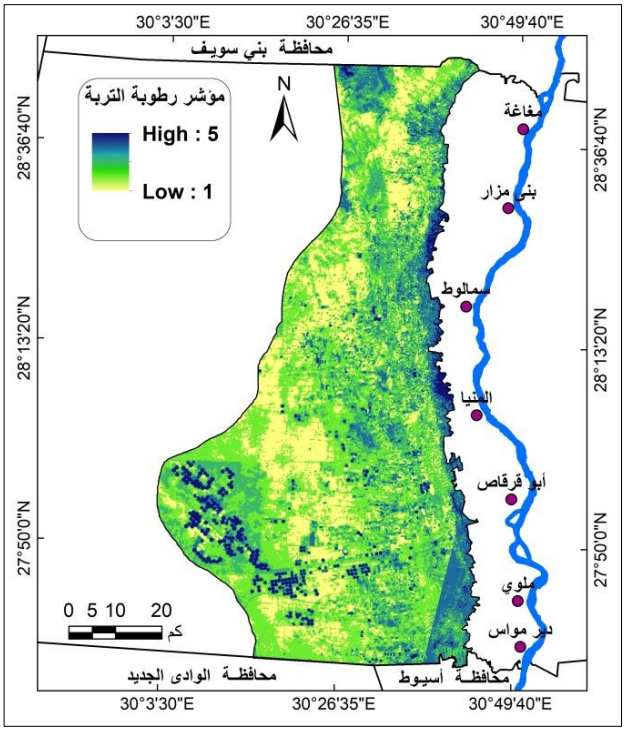
المصدر/ تحليل صور Sentinal-2 واستخدام برنامج Arc GIS.

شكل (١٩) مؤشر درجة حرارة الأرض بمنطقة الدراسة



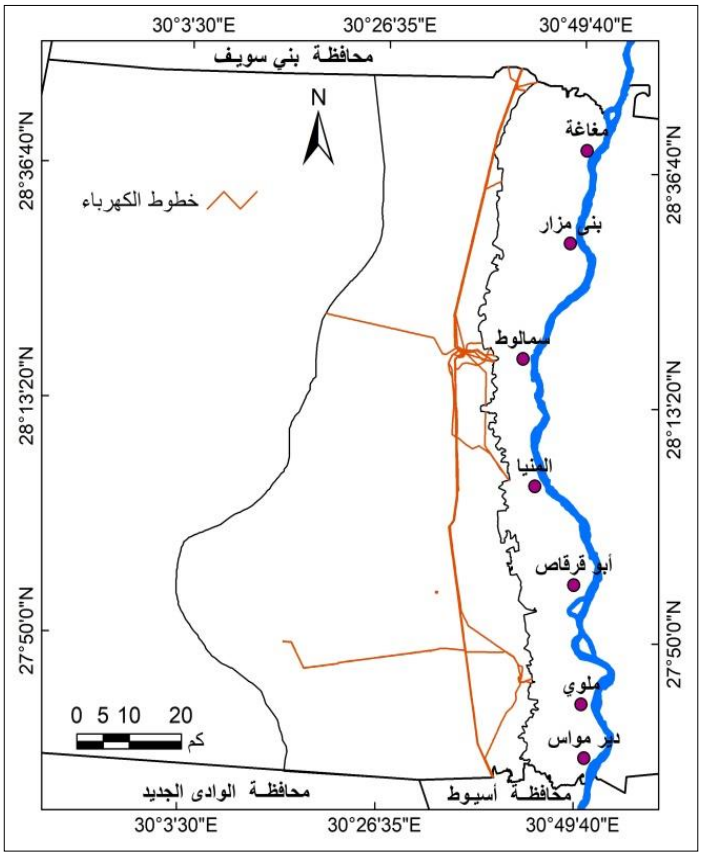
المصدر/ نموذج الانحدار الرقمى واستخدام برنامج SAGA.

شكل (٢٠) مؤشر خشونة السطح بمنطقة الدراسة



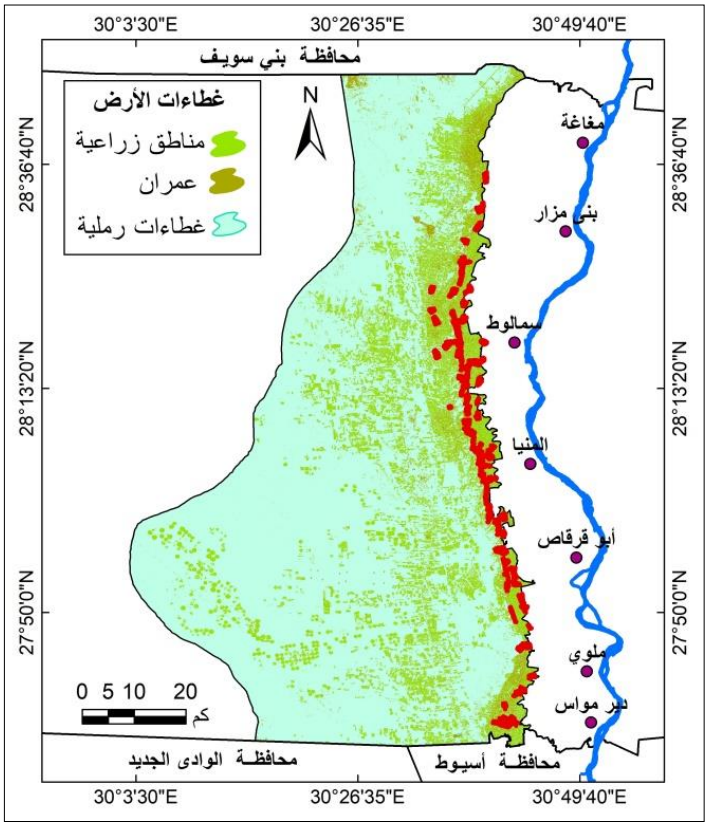
المصدر/ مرئيات SINTINAL واستخدام برنامج ENVI.

شكل (٢١) مؤشر رطوبة التربة بمنطقة الدراسة



المصدر/ الشركة المصرية لنقل الكهرباء، عام ٢٠٢٣.

شكل (٢٢) شبكة خطوط نقل الكهرباء بمنطقة الواسة



المصدر/ مرئيات SINTINAL واستخدام برنامج ENVI.

شكل (٢٣) الغطاءات الأرضية بمنطقة الواسة

تلي ذلك إعداد طبقات المسافات للظاهرات الاتجاهية (الطرق وشبكة الكهرباء) وطبقات إعادة التصنيف لكل المعاملات المدخلة وإعطاء الأوزان المناسبة لكل فئة تصنيفية باستخدام أداة إعادة التصنيف Reclassify فى برنامج Arc toolbox، ولتحديد الأهمية النسبية لكل مدخل فإنه تم استخدام تحليل (AHP) لاعداد مصفوفة المقارنات الزوجية للعوامل المتحكمة فى حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة – جدولي (١٥، ١٦)، ومن خلال أداة الحاسبة الخلوية فى برنامج Arc GIS تم إعداد طبقة خلوية (Raster) تمثل النتيجة المتوقعة للمخاطر المحتملة للكثبان الرملية – شكل (٢٣).

جدول (١٥) مصفوفة المقارنة الزوجية للمعطيات المكانية لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

	التكوينات الجيولوجية	مؤشر الرمال	سرعة واتجاه الرياح	معدلات حركة الكثبان الرملية	الانحدار	معامل التعرض للرياح	معامل الحرارة	معامل خشونة السطح	رطوبة التربة	استخدامات وغطاءات الأرض	شبكة الطرق	شبكة الكهرباء
التكوينات الجيولوجية	١											
مؤشر الرمال	١	١										
سرعة واتجاه الرياح	١	٠,٥	١									
معدلات حركة الكثبان الرملية	١	٠,٥	١	١								
الانحدار	٠,٥	٠,٥	١	١	١							
معامل التعرض للرياح	٠,٥	٠,٥	١	١	١	١						
معامل الحرارة	٠,٣	١	٠,٥	٠,٥	١	١	١					
معامل خشونة السطح	٠,٣	٠,٣	٠,٥	٠,٥	١	١	١	١				
رطوبة التربة	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٥	٠,٥	١	١	١			
استخدامات وغطاءات الأرض	٠,٢	٠,٢	٠,٣	١	٠,٥	٠,٣	٠,٥	٠,٥	١	١		
شبكة الطرق	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	١	١	١	
شبكة الكهرباء	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	١	١	١	١

المصدر/ التحليل الهرمي للمعطيات المكانية لحركة الكثبان الرملية. https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php

جدول (١٦) درجات الأهمية النسبية للمعطيات المكانية لمخاطر الكثبان الرملية

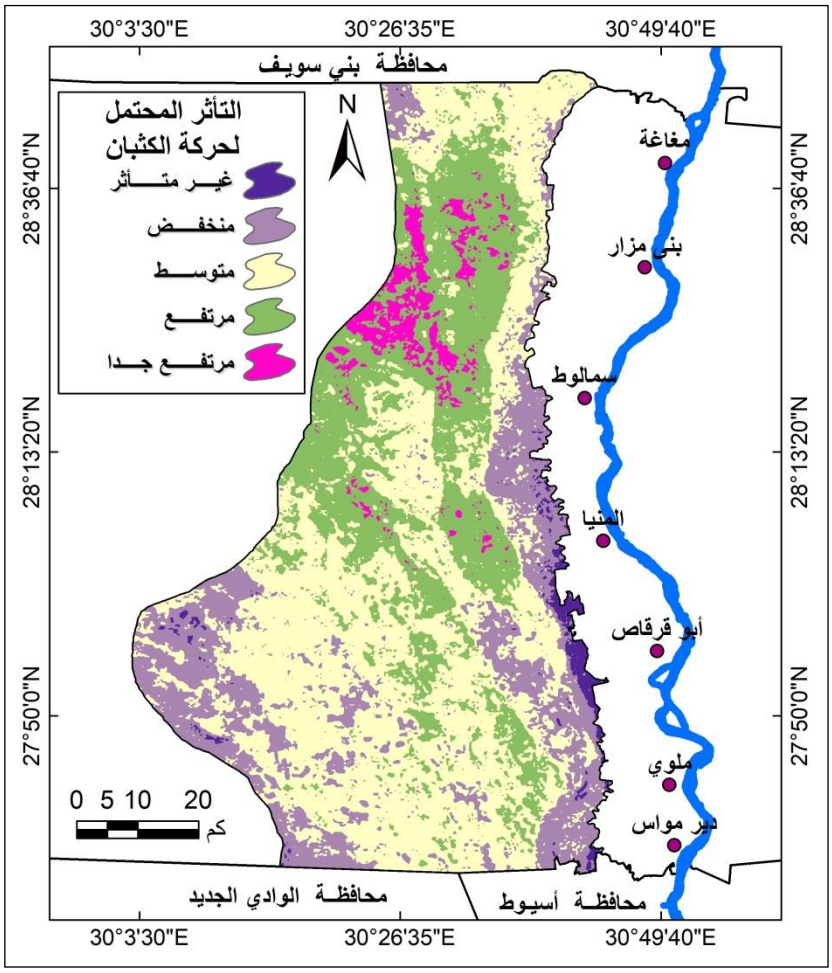
	المعامل	Priority	Rank	(+)	(-)
1	التكوينات الجيولوجية	16.00%	2	3.20%	3.20%
2	مؤشر الرمال	16.70%	1	4.00%	4.00%
3	سرعة واتجاه الرياح	11.80%	3	2.50%	2.50%
4	معامل حركة الكثبان الرملية	10.80%	4	3.20%	3.20%
5	الانحدار	8.60%	6	1.40%	1.40%
6	معامل التعرض للرياح	8.90%	5	1.60%	1.60%
٧	درجة حرارة سطح الأرض	7.40%	7	3.00%	3.00%
8	معامل خشونة سطح الأرض	6.50%	8	1.30%	1.30%
9	رطوبة التربة	4.60%	9	1.10%	1.10%
10	استخدامات وغطاءات الأرض	3.90%	10	2.20%	2.20%
11	شبكة الطرق	2.40%	11	0.50%	0.50%
12	شبكة الكهرباء	2.40%	11	0.50%	0.50%

المصدر/التحليل الهرمي(AHP) للمعطيات المكانية الخاصة بالدراسة . https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php.

٢. تحليل مخرجات النموذج:

بقراءة شكلي (٢٤، ٢٥) وجدول (١٧) يمكن تحليل التباين المكاني للمناطق محتملة التأثر بحركة الكثبان الرملية على النحو الآتي:

- الفئة الأولى (المواقع غير المتأثرة): وتضم مساحة حوالي ٧٧,٤٦كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة بنسبة ١,٤٩٪، وهى تمثل الأراضي الزراعية بحدود الهامش الصحراوي وأقصى غرب منطقة الدراسة.
- الفئة الثانية (المواقع ذات التأثر المنخفض): وتضم حوالي ١٠٦٢,١٥كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة بنسبة ٢٠,٥٠٪ ، وتمثل الأراضي الزراعية المجاورة للفئة الأولى جهة الغرب.
- الفئة الثالثة (المواقع ذات التأثر المتوسط): وتضم نحو٢٤٥٧,١٢كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة بنسبة ٤٧,٤٣٪، وتمثل الأراضى التى تغطيها الفرشات الرملية، فى شمال المنطقة إلى الغرب من مدينتي مغاغة ودير مواس.
- الفئة الرابعة (المواقع ذات التأثر المرتفع): وتضم نحو ١٣٩٧,٨٧كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة بنسبة ٢٦,٩٨٪، وهى تمثل قطاع الكثبان الرملية المتركز ما بين مدينتي المنيا ومغاغة، وتتميز باحتمالية حركة مرتفعة.
- الفئة الخامسة (المواقع ذات التأثر المرتفع جدا): وتشغل حوالي ١٨٥,٠٤كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة بنسبة ٣,٥٧٪، وتمثل الأراضي التى تضم الكثبان الرملية المتحركة في القطاع المتركز ما بين مدينتي سمالوط وبنى مزار جهة الغرب، وتتميز بمعدلات حركة مرتفعة لذا تشكل الأكثر احتمالية فى معدلات الخطورة على أوجه التنمية بمنطقة الدراسة.

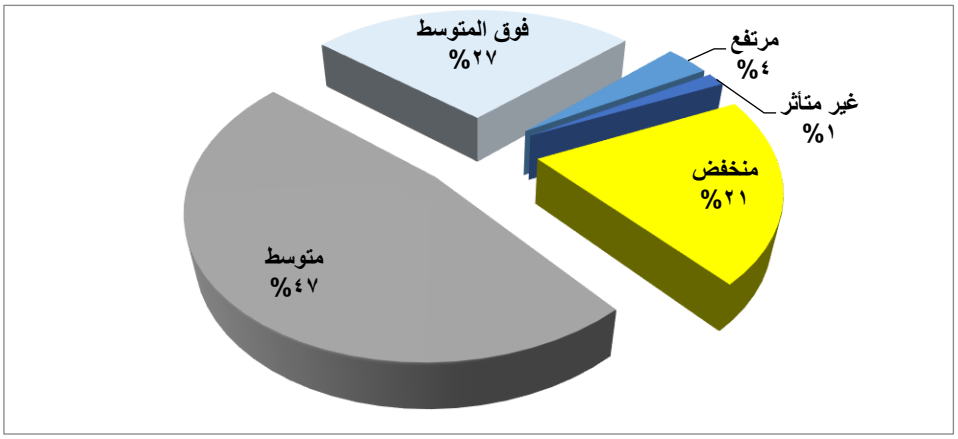


المصدر/ تحليلات النمذجة باستخدام برنامج Arc GIS والدراسة الميدانية.

شكل (٢٤) درجة التأثر المحتمل بحركة الكثبان الرملية المحتملة في منطقة الدراسة

جدول (١٧) التأثر المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

درجة التأثر	غير متأثر	منخفض	متوسط	مرتفع	مرتفع جدا	المجموع
المساحة/كم^2	٧٧.٤٦	١٠٦٢.١٥	٢٤٥٧.١٢	١٣٩٧.٨٧	١٨٥.٠٤	٥١٧٩.٦٥
%	١.٤٩	٢٠.٥	٤٧.٤٣	٢٦.٩٨	٣.٥٧	١٠٠
المصدر/ تحليلات النمذجة فى برنامج Arc GIS والدراسة الميدانية.						



شكل (٢٥) فئات التأثر المحتمل لحركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

٣. تقييم المخاطر المحتملة لحركة الكثبان الرملية:

من خلال التحليلات المكانية لمخاطر حركة الكثبان الرملية، نجد تأثر واضح لشبكة الطرق البرية وبعض مواقع المشروعات الزراعية وخطوط الكهرباء بحركة الكثبان، وفيما يلى رصد لهذه المشكلات المكانية:

أ. محاور الطرق:

شهدت منطقة الدراسة شق ورصف للطرق التي تسهل الوصول إلى أراضي الاستصلاح الزراعي ومنها طريق البويطي/ بني مزار ويربط بين منطقة غرب المنيا –التي يقع بها مشروع التوسعات الزراعية– محور أسيوط الصحراوي الغربي، إلى جانب ذلك يوجد ثلاث دروب غير مرصوفة يمكن الوصول من خلالها للمنطقة وهى درب القمادير ويقع شمال بوابة الرسوم بالمنيا بنحو ثلاث كيلومترات، ودرب الروبي ويقع شمال نقطة مرور سمالوط بحوالي ٢ كيلو متر.

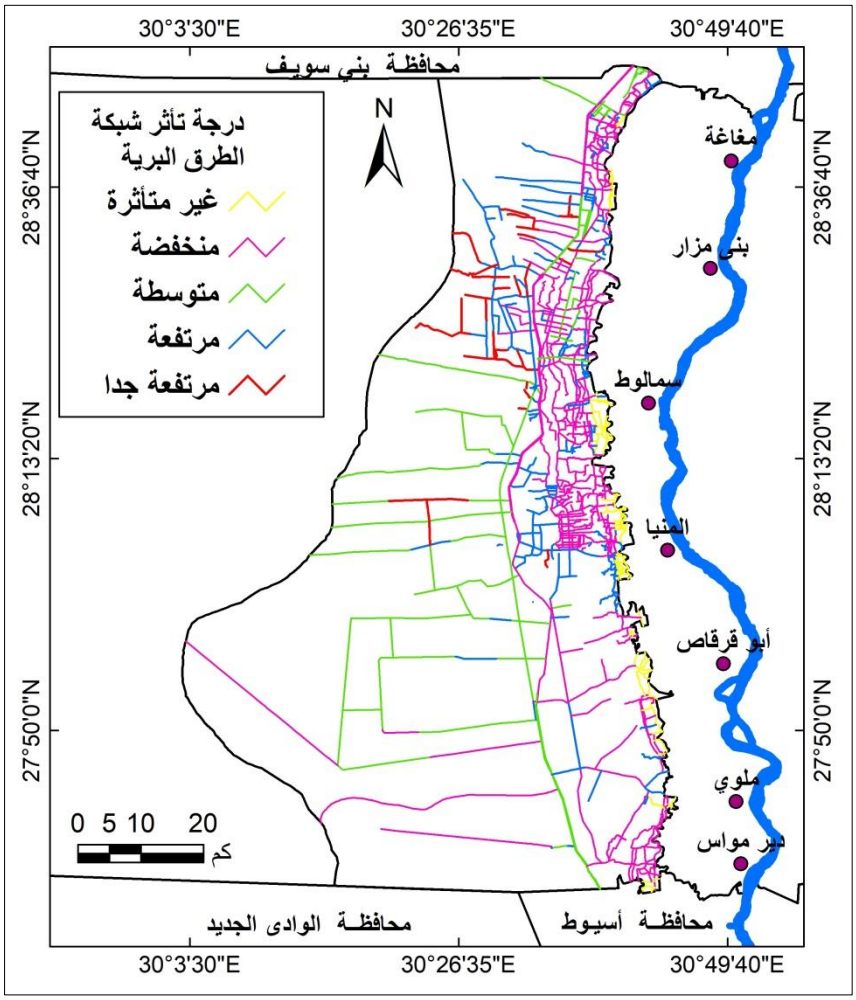
وتشهد هذه الطرق والقرى المتاخمة تحرك للكثبان الرملية بفعل الرياح، مما يتسبب في غلق بعضها، مثل طريق البهنسا/البويطي نتيجة تراكمات الرمال بكميات كبيرة بالمدخل الشرقي من الطريق وتخطيها للحواجز الخرسانية، ما يتسبب في وقوع حوادث متعددة على الطريق وإصابة ووفاة العشرات (الإدارة العامة للمرور، محافظة المنيا، ٢٠٢٤م)، وقد تصل مسافات تراكم الكثبان الرملية على الطريق واحد كيلومتر، وقد تفشل محاولات إزالتها أكثر من مرة لعودتها بقوة.

ومن خلال التحليلات المكانية وتحليل صور الأقمار الاصطناعية والدراسة الميدانية تم تصنيف شبكة الطرق بمنطقة الدراسة حسب التأثر بحركة الكثبان الرملية المحتملة– شكلي (٢٦، ٢٧) وجدول (١٨)، فقد بلغت أطوال الطرق ذات التأثر المنخفض بحركة الكثبان الرملية نحو ١٢٢١.٥كم ينسبة ٤٩.٢٢٪ تليها الطرق ذات التأثر المتوسط بنحو ٥٢٠.٢١كم ونسبة ٢٠.٩٦٪ ثم الطرق ذات التأثر

المرتفع بنحو ٤٤٢.٣٢كم ونسبة ١٧.٨٢٪، فب حين بلغت أطوال الطرق ذات التأثر المرتفع جدا نحو ١٣٥.٠٨ بنسبة ٥.٤٤٪، ولوحظ تأثر بعض الطرق البرية على اختلاف درجتها الوظيفية بحركة الكثبان الرملية، ومنها مدخل طريق البهنسا/البويطي بمحور أسيوط الصحراوي الغربي بمحافظة المنيا – شكل (٢٨)، مما يتسبب في حدوث اختناق بالحركة المرورية بعمق قد يصل لمسافة ٢ كيلومتر بمدخل الطريق.

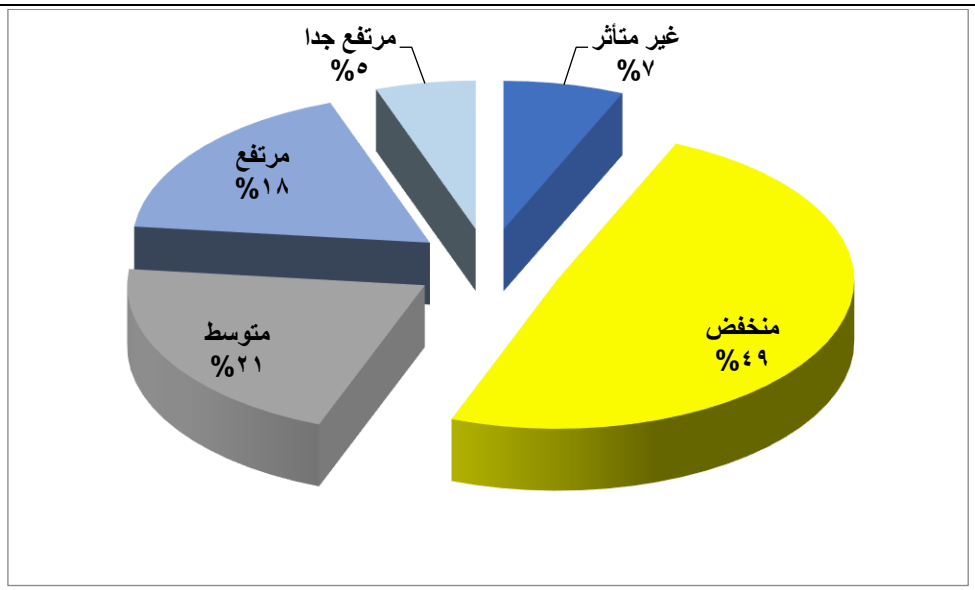
جدول (١٨) التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية على شبكة الطرق بمنطقة الدراسة

درجة التأثر	غير متأثر	منخفض	متوسط	مرتفع	مرتفع جدا	المجموع
الطول/كم	162.8	1221.45	520.21	٤٤٢.٣٢	135.08	2481.82
%	6.56	49.22	20.96	17.82	5.44	100
المصدر/ الاعتماد على تحليلات النمذجة فى برنامج Arc GIS والدراسة الميدانية.						

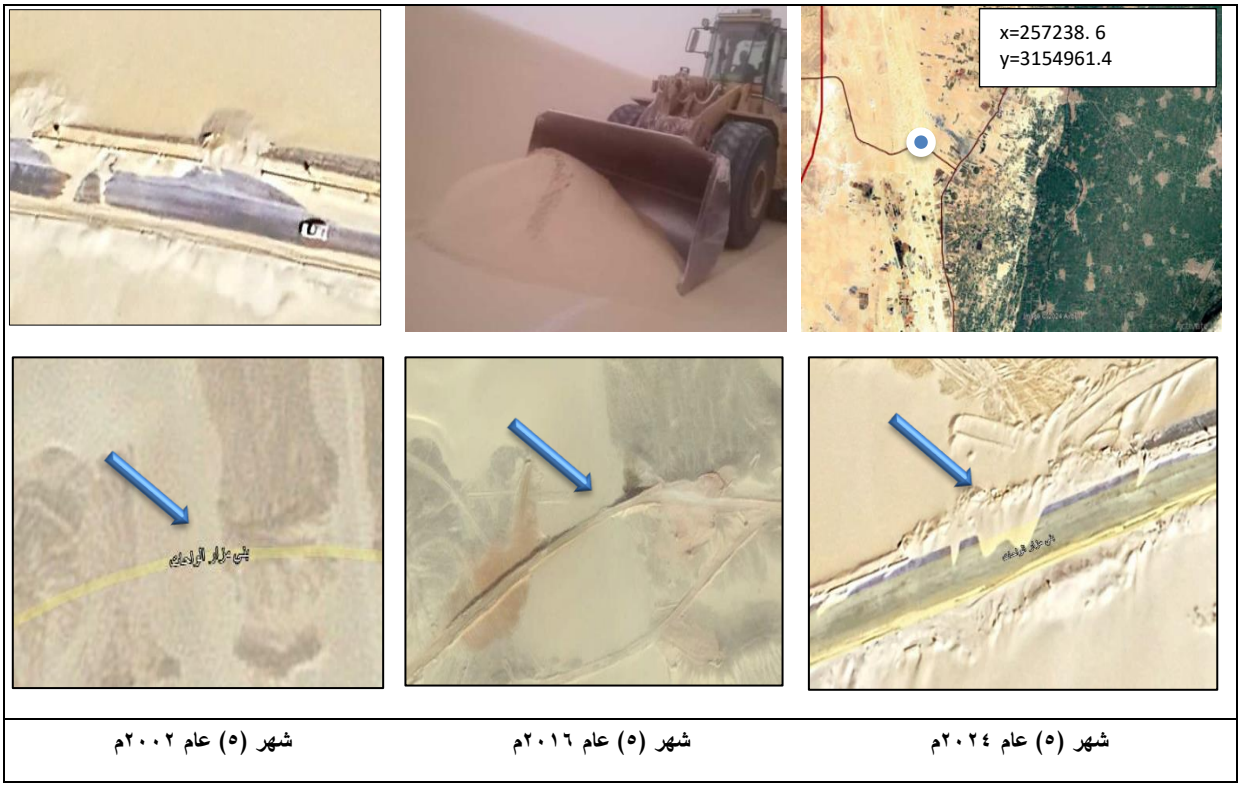


المصدر/ الاعتماد على تحليلات النمذجة فى برنامج Arc GIS والدراسة الميدانية.

شكل (٢٦) تصنيف التأثر المحتمل لحركة الكثبان على شبكة الطرق البرية بمنطقة الدراسة



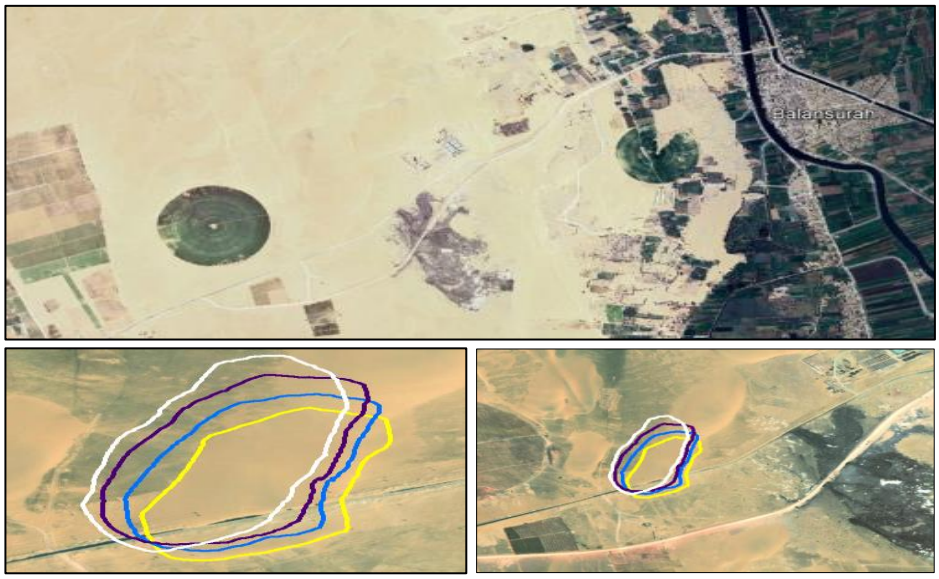
شكل (٢٧) التوزيع النسبى لتأثير حركة الكثبان على شبكة الطرق البرية بمنطقة الدراسة



شكل (٢٨) مخطط يوضح زحف الرمال على طريق بنى مزار/موط/سيوة

وقد رصدت الدراسة تعرض الطريق الرابط بين مدينة أبو قرقاص ومحور أسيوط الصحراوي الغربي لحركة الكثبان الرملية – شكل (٢٩)، وتكمن أهمية هذا الطريق فى تسهيل الحركة المرورية وتنمية المناطق الصناعية غربي النيل وربطها بالمجتمعات العمرانية الجديدة من خلال شبكة الطرق الرئيسة التى تتصل بالطريق الصحراوى الغربى؛ لذا تتوجه الجهات المختصة لرفع الرمال المتراكمة على محور هذا الطريق "بنزلة أسمنت" وإعادة تسيير الحركة المرورية بهدف بهدف سهولة الحركة وتفادي وقوع

أي حوادث أو خسائر في الأرواح أو تلفيات. كما تبين من خلال صور الأقمار الاصطناعية والرصد الميداني اضطرار المركبات (ركاب–بضائع) استخدام طريق موازى يمتد فى شكل نصف قوس يدور حول الطريق الرابط بين مدينة أبو قرقاص ومحور أسيوط الصحراوي الغربي من ناحية الجنوب ويتفادى منطقة زحف الرمال، وهو عبارة عن درب صحروای رملي لا يتناسب مع حجم حركة المركبات الثقيلة – شكل (٢٩)، كما يتعرض أيضا درب القمادير لمخاطر زحف الرمال ومعاناة الحركة المرورية عليه–شكل (٣٠).

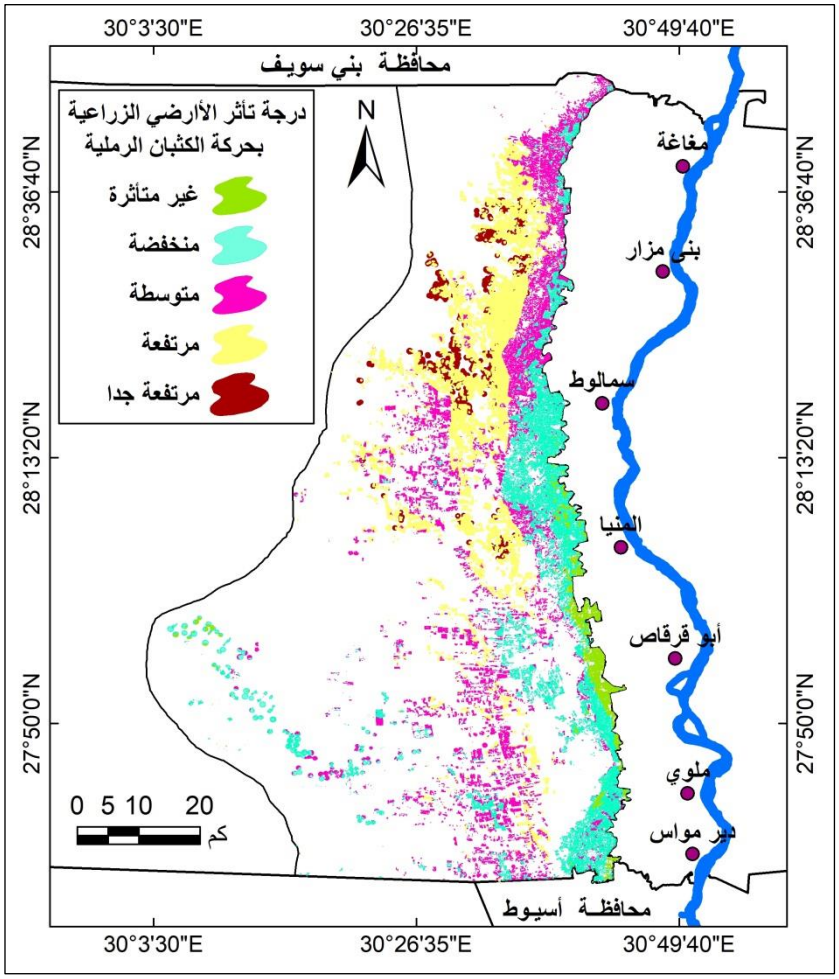


شكل (٢٩) تأثر الطريق الرابط بين أبو قرقاص ومحور أسيوط الصحروای الغربى بحركة الكثبان الرملية

شكل (٣٠) مدى تأثر طريق درب القمادير شمال بوابة الرسوم بالمنيا بزحف الرمال

ب. التأثير المحتمل لحركة الكثبان الرملية على مشروعات التوسع الزراعي:

تم تصنيف الأراضي الزراعية حسب درجة تأثرها بحركة الكثبان الرملية إلى خمس فئات – شكلي (٣١، ٣٢) وجدول (١٩)، ولوحظ تباين مساحات هذه الفئات، فمثلت الأراضي الزراعية غير المتأثرة بحركة الكثبان الرملية نحو ٣٩,٠٨كم٢ بنسبة ٧٪ وتقع هذه الفئة على حدود هامش السهل الفيضي وتعتبر محمية طبيعيًا من حركة الكثبان الرملية، فى حين بلغت مساحة الأراضي الزراعية ذات التأثر المنخفض نحو ٢١٢,٧٩كم٢ بنسبة ٣٨,١٣٪ من إجمالى مساحة الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة، كما بلغت مساحة الأراضى الزراعية ذات التأثير المتوسط والمرتفع والمرتفع جدًا نحو (٢١١,١١-٩٥,٠٣-٣.٢٦ كم٢) وبنسب تبلغ (٣٧,٨٣-١٧,٠٣-٠,٥٨٪) على التوالي، ولوحظ أن الأراضي الزراعية التى تقع ضمن فئتي التأثر المرتفع والمرتفع جدا تتركز فى شمال غرب منطقة الدراسة والتى تتسم بمعدلات مرتفعة لحركة الكثبان الرملية.

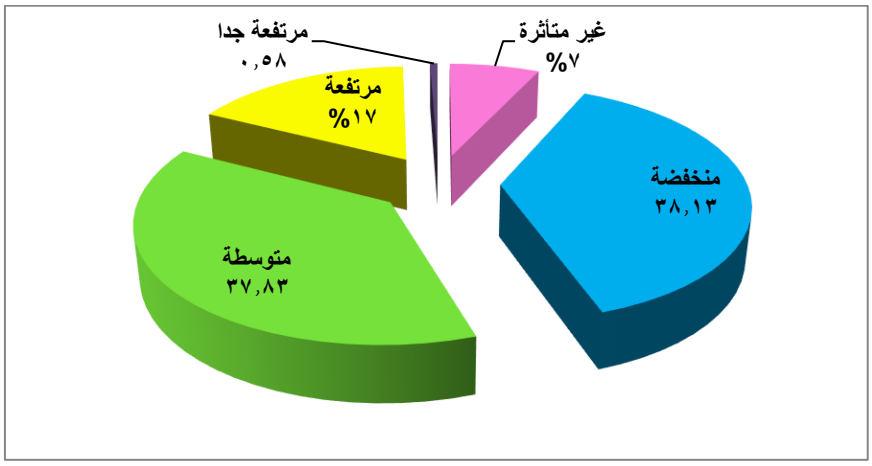


المصدر/ الاعتماد على تحليلات النمذجة فى برنامج Arc GIS.

شكل (٣١) التأثير المحتمل لحركة الكثبان على الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة

جدول (١٩) تصنيف الأراضى الزراعية حسب درجة تأثرها المحتملة بحركة الكثبان الرملية

درجة التأثر	غير متأثرة	منخفضة	متوسطة	مرتفعة	مرتفعة جدا	المجموع
المساحة/كم٢	٣٩.٠٨	٢١٢.٧٩	٢١١.١١	٩٥.٠٣	٣.٢٦	٥٥٨.٠١
النسبة %	٧	٣٨.١٣	٣٧.٨٣	١٧.٠٣	٠.٥٨	١٠٠
المتوسط /كم٢	٠.٣٢٥	٠.٥٨٩	٠.٥٠٩	٠.٤٨	٠.٠٢	–
المصدر/ اعتمادا على تحليلات النمذجة فى برنامج Arc GIS.						



شكل (٣٢) النسب المئوية لدرجات التأثر المحتمل للأراضي الزراعية بحركة الكثبان فى منطقة الدراسة

صورة (١) توضح تعديات الكثبان على الأرض الزراعية وأعمدة الكهرباء – غربى سمالوط

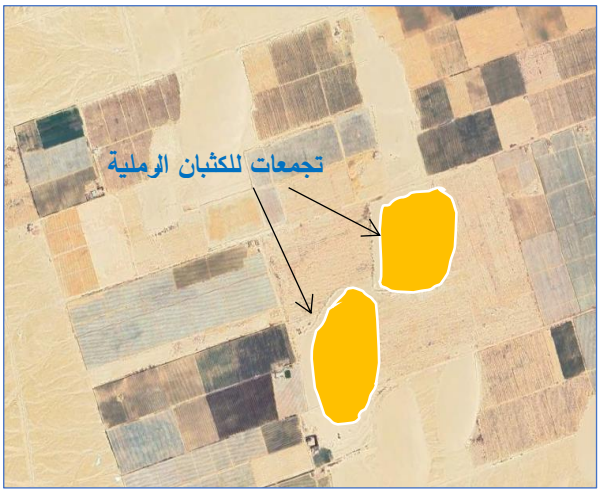
صورة (٢) توضح قطاع رأسي بأحد الكثبان الرملية غرب بنى مزار

ومن خلال الرصد الميداني وتحليل صور الأقمار الاصطناعية تبين تأثر بعض الأراضي الزراعية في شمال غرب مدينة المنيا وغرب مدينة سمالوط وجنوب غرب مدينة بنى مزار نتيجة موقعها فى مواجهة حركة الكثبان الرملية– صورة (١، ٢)، وتوضح أشكال (٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٦) بعض هذه المواقع.

X= 266844.63 – Y= 3121373.02

شكل (٣٣) قرية نزلة هارون شمال غرب مركز المنيا

X= 255783.06 – Y= 3143364.12

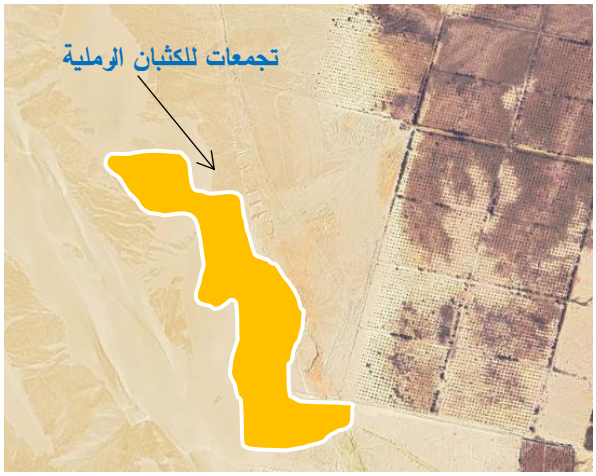


شكل (٣٤) غرب مدينة سمالوط

X= 258073.06 – Y= 3143651.88

شكل (٣٥) غرب مدينة سمالوط

X=259243.83 –Y= 3152942.22



شكل (٣٦) جنوب غرب مدينة بنى مزار بنحو ٣٠كم

جـ. وسائل الحماية من حركة الكثبان الرملية:

تتعدد وسائل الحماية من حركة الكثبان الرملية بالعديد من دول العالم الواقعة فى البيئات الجافة؛ ويرجع ذلك للخصائص الطبيعية، وتعد الأسوار فى مقدمة هذه الوسائل وتتنوع ما بين أسوار احتجاز وأسوار تحويل وقد تتخذ شكل رقعة الشطرنج، ويعتمد اختيار نوعها على الخصائص الجيومورفية للمنطقة وتوافر مادة السياج، فقد يتم بناؤها من بقايا النباتات (مثل سعف النخيل) أو الخشب أو المواد الخرسانة، كما قد تتخذ شكل أسوار منفردة تميل بزاوية ٤٥ درجة تقريبًا من اتجاه الرياح، ويعاب عليها أن كونها تتحكم بشكل مؤقت من مخاطر حركة الرمال.

شكل (٣٧) استخدام أسيجة شجرية لحماية الأراضى الزراعية من زحف الرمال ش.غ مدينة المنيا بحوالي ٣٢كم

وتُعد التدابير البيولوجية من الطرق الفعالة التى تناسب منطقة الدراسة من خلال تقليل سرعة الرياح عن طريق إقامة مصدات الرياح، وتوفير غطاء النباتي الذي يعد الحل الدائم الأكثر جاذبية ويتم تحقيقه من خلال زراعة أحزمة الحماية التي يمكنها البقاء على قيد الحياة في الظروف البيئية المحلية، لذا يعتبر الغطاء النباتي هو الإجراء العلاجي الفعال والدائم للتحكم في الرمال في منطقة الدراسة– شكل (٣٧)، ولكن يعيقه نقص المياه في الظروف الصحراوية، لذا ينبغي وضع تصور لحصاد المياه من الندى والأمطار أو استخدام مياه الصرف الصحي، ويجب وضع خطة لكل حقل من الكثبان الرملية بناءً على أنماطها وموقعها الجغرافي والظروف المناخية المحلية ونوعية المياه الجوفية وعمقها.

الخاتمة

تتحرك الكثبان الرملية فى منطقة الدراسة بشكل نشط مما يشكل تهديدًا للأنشطة البشرية واستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي الحالي، ولمساعدة صناع القرار والمخططين في المشاريع التنموية الجديدة للحد من المخاطر الطبيعية الناجمة عن تحركات الكثبان الرملية، وفى هذا السياق توصلت الدراسة لعدد من النتائج والتوصيات كما يلي:

النتائج:

- تبلغ مساحة الأرض الزراعية بالمنطقة نحو ٥٥٨,٠١ كم^{٢} ما يعادل ١٣٢٨٥٩,٥٢ فدان.
- يعد محصول بنجر السكر من أهم المحاصيل الزراعية التى نجحت زراعتها في منطقة الدراسة.
- تُعد الدروب الصحراوية غير المرصوفة أكثر الطرق طولا بالمنطقة فتبلغ نحو (٨٨٣,١٤ كم)، ويقع معظمها إلى الغرب من محور أسيوط الصحراوي الغربى.

- تراوحت مسافة التحرك للكثبان الرملية فى المنطقة التجريبية الأولى بين (٧٦,١٤، ٨٠,٤٢م) فى الفترة الزمنية (٢٠٠٢ : ٢٠٢٤م)، وتراوح معدل الحركة السنوى فى هذه المنطقة بين (٣,٦٣ : ٣,٨٣ م/سنة).
- تراوحت مسافة تحرك الكثبان الرملية في المنطقة التجريبية الثانية بين (٧٠,٨٥ ، ١٨٠,٦٣ م) للفترة الزمنية قيد الدراسة وبمعدل يتراوح بين (٣,٣٧ ، ٨،٦٠ م/سنة).
- تراوحت مسافة تحرك الكثبان الرملية بالمنطقة التجريبية الثالثة بين (٨٣,٨٤ – ١٤١,٣٥م) للفترة الزمنية المدروسة، وبمعدل سنوى (٣,٩٩ –٦,٧٣ م/سنة).
- تراوحت مسافة تحرك الكثبان الرملية بالمنطقة التجريبية الرابعة بين (٦٢,٧٠ – ١٩٣,٠٠م) للفترة الزمنية المدروسة، وبمعدل سنوى يتراوح بين (٣ – ٩,١٩ م/سنة).
- تراوحت مسافة تحرك الكثبان الرملية بالمنطقة التجريبية الخامسة بين (٦٢,٧٠–١٩٣,٠٠م) للفترة الزمنية المدروسة (٢٠٠٢ : ٢٠٢٤)، وبمعدل سنوى يتراوح بين (٢,٦٢–٤,٧٨ م/سنة)، وبزاوية تحرك تجاه الجنوب الشرقي نحو(١٥٨,٣٠) درجة.
- تصل مساحة المواقع غير المتأثرة بحركة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة نحو ٧٧,٤٦كم^{٢} من إجمالى مساحة المنطقة بنسبة ١,٤٩٪، وهى تمثل الأراضي الزراعية بحدود الهامش الصحراوي وأقصى غرب المنطقة.
- تصل مساحة المواقع ذات التأثر المنخفض بحركة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة نحو ١٠٦٢,١٥كم^{٢} من إجمالي المساحة بنسبة ٢٠,٥٠٪، وتمثلها الأراضي الزراعية غرب الفئة الأولى.
- تراوحت مساحة المواقع ذات التأثر المتوسط بحركة الكثبان نحو ٢٤٥٧,١٢كم^{٢} من إجمالى مساحة المنطقة وبنسبة ٤٧,٤٣٪.
- تبلغ مساحة المواقع ذات التأثر المرتفع نحو ١٣٩٧,٨٧كم^{٢} من إجمالى مساحة منطقة الدراسة وبنسبة ٢٦,٩٨٪، وهى تمثل مواقع الكثبان الرملية التي تتسم باحتمالية حركة مرتفعة في شمال المنطقة.
- تصل مساحة المواقع ذات التأثر المرتفع جدًا نحو ١٨٥,٠٤كم^{٢} من إجمالى المساحة بنسبة ٣,٥٧٪، وتمثلها الأراضى الزراعية الممتدة فى مواقع الكثبان الرملية ذات معدلات الحركة

المرتفعة، وبالتالي تزداد احتمالية تعرضها لمخاطر زحف الرمال مما يؤثر على أوجه التنمية بمنطقة الدراسة.

- بلغت أطوال الطرق ذات التأثر المنخفض بحركة الكثبان الرملية نحو ١٢٢١.٥كم ينسبة ٤٩.٢٢٪ تليها الطرق ذات التأثر المتوسط بنحو ٥٢٠.٢١كم ونسبة ٢٠.٩٦٪ ثم الطرق ذات التأثر المرتفع بنحو٤٤٢.٣٢كم ونسبة ١٧.٨٢٪، في حين بلغت أطوال الطرق ذات التأثر المرتفع جدا نحو ١٣٥.٠٨ بنسبة ٥.٤٤٪.
- يتعرض المدخل الشرقي من قطاع طريق البهنسا/البويطي إلى الغلق المستمر بسبب حركة الكثبان الرملية وتخطيها للحواجز الخرسانية، مما ينتج عنه وقوع حوادث مرورية متعددة وما يرتبط به من خسائر في الأرواح والممتلكات.
- يتعرض قطاع الطريق الرابط بين مدينة أبو قرقاص والقرى التابعة لها ومحور أسيوط الصحراوي الغربي لتراكم كميات كبيرة من الرمال.
- تضم الأراضي الزراعية غير المتأثرة بحركة الكثبان الرملية نحو ٣٩,٠٨كم^{٢} بنسبة ٧٪ وتقع هذه الفئة على حدود هامش السهل الفيضى وتعتبر محمية طبيعيًا من حركة الكثبان الرملية.
- بلغت مساحة الأراضى الزراعية ذات التأثر المنخفض نحو ٢١٢,٧٩كم^{٢} بنسبة ٣٨,١٣٪ من إجمالى المساحة الكلية للأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة.
- بلغت مساحة الأراضى الزراعية ذات التأثر المتوسط والمرتفع والمرتفع جدًا نحو (٢١١,١١ – ٩٥,٠٣ – ٣,٢٦كم^{٢}) وبنسب تبلغ (٣٧,٨٣ – ١٧,٠٣ – ٠,٥٨٪) على التوالي.
- تُعد التدابير البيولوجية خاصة الأسيجة الشجرية من الوسائل الفعالة للحماية من مخاطر حركة الكثبان الرملية.

التوصيات:

- ضرورة حماية مناطق التنمية الزراعية وشبكات الطرق من حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.
- التوسع فى استخدام الأسيجة الشجرية كوسائل للحماية المؤقتة والدائمة للحد من مخاطر حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.
- ضرورة اعتماد نظام معلوماتي للمراقبة والتنبؤ بحركة الكثبان الرملية وتقييم أضرارها على شبكة الطرق ومشروعات التوسعات الزراعية.

- توصي الدراسة بحماية مناطق التوسعات الزراعية شمال غرب المنطقة مع تعزيز التوسع الزراعي فى الجنوب الغربي.
- توصي الدراسة بحماية شبكة الطرق شمال غرب المنطقة باستخدام سياجات من الأشجار المناسبة للنمو فى البيئات الجافة.
- الاستفادة من التجارب والخبرات الدولية لمعالجة زحف وانتشار الكثبان الرملية.
- التوسع نحو مزيد من الدراسات والأبحاث فى مجال حركة الكثبان الرملية فى مواقع المشروعات التنموية.
- ضرورة الاستفادة من تقنيات الاستشعار من البُعد فى رصد ومراقبة حركة الكثبان الرملية فى مصر.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر

- الإدارة العامة للمرور (٢٠٢٤): بيانات الحوادث المرورية، بيانات غير منشورة، محافظة المنيا.
- هيئة المساحة الجيولوجية المصرية (١٩٩٢): بيانات غير منشورة.
- هيئة المساحة الجيولوجية والمعادن المصرية (٢٠٠٥): خرائط جيولوجية المنيا، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، القاهرة، مصر.
- وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي: تقارير وزارة الزراعة لاستصلاح ١,٥ مليون فدان، (٢٠٢٣م).
- ـــــــــــــــــــــــ: قطاع الشئون الاقتصادية، بيانات غير منشورة، نتائج التعداد الزراعي، (٢٠٢٣م).
- https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php (موقع متخصص فى التحليل الهرمي).
- https://earthexplorer.usgs.gov/ موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية، السيرفر الخاص بالبيانات المكانية.
- https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/ بيانات المناخ وكالة ناسا.

ثانياً: المراجع العربية:

- آل زينه، ناصر بن سعيد جابر (٢٠١٩): مراقبة زحف الرمال والتنبؤ بحركتها باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في محافظة بدر، بمنطقة المدينة المنورة بواسطة: منشور.
- الزوكة، محمد خميس (١٩٨٨): جغرافية النقل، دار المعرفة الجامعية، جامعة الاسكندرية.
- النعيمي، محمد عبد العال وآخرون (٢٠٠٩): طرق ومناهج البحث العلمي، الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- إمبابى، نبيل سيد (١٩٧٠): الكثبان الرملية المتحركة فى المناطق الصحراوية، الجمعيةِ الجغرافية المصرية.
- ـــــــــــ (٢٠٠٥): طرق تثبيت الكثبان الرملية– تجارب الماضى وآفاق المستقبل فى ضوء الدراسات التجريبية الحديثة، ندوة البحث العلمى ودوره فى مكافحة التصحر وتثبيت الكثبان الرملية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، جامعة الزقازيق.
- دسوقى، صابر أمين (١٩٩٢): جيومورفولوجية الاشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى بشبه جزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٢٤، القاهرة .

- صالح، كريم مصلح (٢٠١٢): الأشكال الرملية غرب سوهاج، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٥٦، القاهرة .
- عبد الأمير، ميثم ماجد وآخرون (٢٠١٧): مراقبة الكثبان الرملية باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر العلمي الأول لمكافحة التصحر، العراق.
- عبد الفتاح، فاطمة عبد الرافع (٢٠١٦): جيوموروفولوجية الكثبان الرملية وأخطارها بمنخفض الخارجة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراة، كلية الدراسات الإنسانية، جامعة الأزهر
- على، أحمد عبد السلام (١٩٩٣): الأشكال الرملية شرق وجنوب شرق منخفض القطارة شمال الصحراء الغربية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- عطية، نورة عبد التواب السيد (٢٠١٩): خصائص رمال الكثبان الهلالية فى منخفض الخارجة – صحراء مصر الغربية، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

- *Abdel Aziz, R. S. (1994). Geological and sedimentological studies in west El Minia–Beni Mazar area, Egypt (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis).*
- *Abou Heleika, M. M., & Niesner, E. (2009). Configuration of the limestone aquifers in the central part of Egypt using electrical measurements. Hydrogeol. J, 17(2), 433-446.*
- *Bagnold, R.A. (1941). The Physics of Blown Sand and Desert Dunes Chapman and Hall, London pp 265.*
- *Dougrameji, J., & Kaul, R. N. (1972). Sand dune reclamation in Iraq-present status and future prospects.*
- *Effat, H. A., Hegazy, M. N., & Haack, B. (2011). Mapping sand dunes risk related to their terrain characteristics using SRTM data and cartographic modeling. Journal of land use science, 6(4), 231-243.*
- *El-Baz, F., Wolf, R., (1981). Wind Patterns in the Western Desert of Egypt. Annals of the Egyptian Geological Survey, vol. XI, Cairo, Egypt.*
- *Fadhil, A. M. (2003). Evaluation of Sand Dunes Stabilization Techniques in Baiji District, Iraq. Journal of Earth Science, 14(1), 59-64.*
- *Fadhil, A. M. (2013, March). Sand dunes monitoring using remote sensing and GIS techniques for some sites in Iraq. In PIAGENG 2013: Intelligent information, control, and communication technology for agricultural engineering (Vol. 8762, pp. 28-36). SPIE.*
- *H. Ashri, (1997). The Movement of Sand Dune at Kharga Oasis. Presented at the Eighth Annual Meeting," The Geological Society of Egypt, pp. 21-24.*

- *Hu, Y. M., Jiang, Y., Chang, Y., Bu, R. C., Li, Y. H., & Xu, C. G. (2002). The dynamic monitoring of horqin sand land using remote sensing. Chinese geographical science, 12, 238-243.*
- *Khan, N. M., Rastoskuev, V. V., Sato, Y., & Shiozawa, S. (2005). Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. Agricultural Water Management, 77(1-3), 96-109.*
- *Leprince, S., Barbot, S., Ayoub, F., & Avouac, J. P. (2007). Automatic and precise orthorectification, coregistration, and subpixel correlation of satellite images, application to ground deformation measurements. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45(6), 1529-1558.*
- *Livingstone, I., Wiggs, G. F., & Weaver, C. M. (2007). Geomorphology of desert sand dunes: A review of recent progress. Earth-science reviews, 80(3-4), 239-257.*
- *Manning, J., Free, M., & Bristow, C. Application of remote sensing technologies for engineering for onshore pipelines in active dune fields. In Proceedings of the Workshop of the Geological Remote Sensing Group (GRSG) & Oil & Gas Earth Observation Group (OGEO), 'Advances in Geological Remote Sensing', ESA, Frascati, Italy.*
- *Misak, R. F., & El Shalzy, M. (1982). Studies on blown sands at some localities in Sinai and Northern Western Desert. Egypt J Geol, special issue (part 1), 47-56.*
- *Pan, X., Zhu, X., Yang, Y., Cao, C., Zhang, X., Shan, L., (2018). Applicability of Downscaling Land Surface Temperature by Using Normalized Difference Sand Index. Scientific reports, 8(1), 1-14.*
- *Philip, G., Attia, O. E. A., Draz, M. Y., & El Banna, M. S. (2004). Dynamics of sand dunes movement and their environmental impacts on the reclamation area in NW Sinai, Egypt. In Proceeding of the 7th Conf. Geology of Sinai for development, Ismailia (pp. 169-180).*
- *Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A. R., Kerr, Y. H., & Sorooshian, S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index. Remote sensing of environment, 48(2), 119-126.*
- *Yin, S. B., & Sarina, Y. H. (2004). Research on sandy desertification in inner Mongolia by remote sensing and GIS. Journal of Arid Land Resources and Environment, 18, 58-62.*
- *Yousif, M., Sabet, H. S., Ghoubachi, S. Y., & Aziz, A. (2018). Utilizing the geological data and remote sensing applications for investigation of groundwater occurrences, West El Minia, Western Desert of Egypt. NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics, 7(2), 318-333.*

Dynamics of Sand Dune Movement and Its Impact on Development Along the Western Assiut Axis – Minya Governorate Using Geospatial Techniques

ABSTRACT:

The study investigates the movement of sand dunes in the western Minya region, with a focus on agricultural expansion projects and the road network. Satellite imagery (Sentinel-2 and Landsat 7, 8) from four different periods (2002, 2009, 2016, and 2024) was used to track the movement of dunes across five test areas comprising 33 dunes. The study examined the natural characteristics and their impact on the formation and movement of dunes, as well as developmental aspects in the region. It also addressed the types of dunes, their geographical distribution, and morphological features. The annual movement rate of the dunes was measured, ranging from 3.63 to 8.6 m/yr. It was found that the movement category between 4.31 and 4.84 m/yr occupied the largest area in the region, representing 25.66% of the total area. The study also conducted hierarchical analysis and modeling to identify areas potentially affected by dune movement, based on 12 factors. Results showed that category 3 (moderately affected sites) represents 47.43% of the total area, followed by category 4 (highly affected sites) at 26.98%. Additionally, the study examined the potential impact of dune movement on the road network, noting that the Beni Mazar–Mut road is frequently closed for extended periods due to sand encroachment. Furthermore, the study assessed the potential impact on agricultural lands and identified appropriate protection measures to mitigate dune movement, with a focus on vegetative barriers. The study concludes with results and recommendations to assist decision-makers in protecting agricultural reclamation projects and road networks from the risks posed by migrating dunes.

KEYWORDS:

Sand dune dynamics – Road networks – Agricultural expansion – Hierarchical analysis – Geospatial modeling – Western Minya.