جامعة المنصورة
كليـة الآداب

إستخدام المرئيات الفضائية عالية الدقة فى دراسة الاخطار البيئية للكثبان الرملية على بحيرة السد العالي

إعـــداد

د/ ابراهيم صلاح الدين خضر
رئيس وحدة نظم المعلومات الجغرافية
بمعهد بحوث صيانة القنوات المائية
المركز القومى لبحوث المياة

م/ ميادة عبد القادر عبدالعزيز
مدرس جغرافيا مناخيه ونظم معلومات جغرافيه
بقسم جغرافيا كليه الاداب
جامعه بورسعيد

مجـلة كلـية الآداب – جامعـة المنصـورة
العدد الثانى و الستون – يناير ٢٠١٨

إستخدام المرئيات الفضائية عالية الدقة فى دراسة الاخطار البيئية للكثبان الرملية على بحيرة السد العالي

د/ ابراهيم صلاح الدين خضر م/ ميادة عبد القادر عبدالعزيز

ملخص

تعد حركة الكثبان الرملية نحو المسطحات المائية بعامة وبحيرة السد العالى بخاصة من المشكلات البيئية الخطيرة التي يجب دراستها ومتابعتها بإستمرار، ووضع الحلول والبدائل لمواجهتها، حيث تمثل الإحتياطي الإستراتيجي المائي المصري من جهة، وتعتبر مصدر من مصادر الثروة السمكية من جهة أخرى، ونظراً لوقوعها ضمن الإقليم الجاف الذى يتسم بزيادة درجات الحرارة والتبخر من جهة ونشاط الرياح وجفاف السطح وقلة الأمطار وندرة الغطاء النباتي من جهة ثانية، وإنخفاض السطح ومجاورته لحقول الرمال بالجهة الغربية من جهه ثالثة، مما جعلها من المناطق المعرضة للإصابة بسافي الرمال، والذي يؤثر سلبا علي السعة التخزينية لها. بالإضافة إلى ما تحويه هذه الرمال من العناصر الثقيلة والتي تعتبر من أهم الملوثات والمشاكل التى تواجها مياه البحيرة. ويهدف هذا البحث إلى تحديد المناطق التي تتعرض لمخاطر زخف الكثبان الرملية وسافى الرمال وإنتاج خريطة توزيعيه لها بالإضافة إلى حصر أعدادها وتوضيح خصائصها الشكلية والحجميه وتصنيف الكثبان الرملية إعتماداً على القرب أو البعد من المسطح المائى للبحيرة، وينتهى بمناقشة بعض أساليب الحماية المختلفة مع التوصية بتطبيق المناسب منها للحد من زحف الكثبان.

الكلمات الداله: *بحيرة ناصر- بحيرة السد العالى – الكثبان الرملية – المرئيات الفضائية – سافى الرمال*

مقدمة

تهدد الأخطار الجيوبيئية كالسيول والإنهيالات الصخرية وتأكل الشواطئ وزحف الرمال، حياة الإنسان وأنشطته الإقتصادية من جهة، وتؤثر سلباً على الدخل القومى للدول التى تتعرض لها من جهة أخرى، ويعتبر الإنسان من العوامل المساعدة على حدوث مثل هذه الأخطار، حيث يتخذ من مواضع الأخطار مواقع لإنشاء أنشطته الإقتصادية (صناعيه وزراعية وسياحية ...الخ) دون دراسة علمية عن طبيعة المكان وما يهدده من أخطار، فيصبح كفاعل ومفعول به فى جملة خبرها الأخطار الجيوبيئية والخسائر المادية الهائلة. كما يلعب غياب الدورالحكومى فى التخطيط الإقليمى وضعف أجهزة الرقابة وعدم تنفيذ القوانين والتشريعات أثره البالغ فى تعرض حياة الإنسان وانشطته المختلفة للاخطار (إبراهيم صلاح الدين خضر، ٢٠١٣، ص.٢١٠).

أدى إتساع الفجوة بين ما هو متاح من موارد طبيعية وما هو مطلوب منها للوفاء بالإحتياجات المتزايدة لخطط وبرامج التنمية نظراً لقلة الموارد بدول العالم الثالث- ومنها مصر- من جهه وزيادة عدد السكان وتركزهم في وادى النيل الضيق من جهه أخرى الى التفكير فى التنمية الزراعية للهوامش الصحراوية التي تصلح لذلك، بدايه بتنمية الهوامش الشرقية والغربية لدلتا النيل، حيث القرب من مياه فرعى رشيد ودمياط، ثم تنمية

منخفضـــات الصـــحراء الغربيـــة حيـــث الميـــاه الجوفيـه، وأخيـراً التنميـة الزراعيـة الواعـدة فـى الجانـب الغربـى لبحيـرة ناصـر، والتـي تعـد مـن الموارد الطبيعة الهامة بمصر، حيث وفرة المياه بالإضـافة إلـى خصـائص جيولوجيـة وطبوغرافيـة تسمح بإقامة مشروعات التنمية الزراعية بها.

تقع بحيرة السد العالى بين دائرتى عرض ٤٥.٧″ ١٠ ′ ٢١ °و١٩.٣٥″ ٥٨ ′ ٢٣ °مـالاً، وبين خطى طول ١٥.٣٤ ″ ٣٩ ′ ٣٠ °و٨.٦٧ ″ ١٤ ′ ٣٣ °شـرقاً، فهـى تمتـد علـى محـور شمالى جنوبي من السد العالى شمالاً حتى خور العلاقـى علـى الضـفة الشرقية لمسـافة ١٠٠ كـم تقريباً، ثم تأخذ محورشمال شرق–جنوب غرب إلـى نهايتهـا علـى بعـد ٥٥٠ كـم جنـوب السـد العـالى، تسـير مـنهم٣٥٠ كـم داخـل الحـدود المصـــرية وحـــوالى١٥٠ كـــم داخـــل الحـــدود السـودانية، ويبلـغ متوسـط عرضـها١٠ كـم تقريبـاً وتبلـغ مساحتها حوالى ٥٠٠٠ كم٢ تقريباً، شكل رقم (١)

تعتبـر مشـروعات التنميـة الزراعيـة المقامـه على الهوامش الغربية لبحيرة السد العالى أحد أهم المشـاريع العملاقـة التـي تقوم بهـا الدولـة بغـرض زيـادة مسـاحة الرقعـة الزراعيـة، وخلـق مجتمـع زراعي وصناعي جديد بالمنطقة قادر علي خلق فـرص عمـل للشـباب والخـريجين بصـعيد مصـر وجذب المواطنين من الوادي المزدحم بالسكان. هـذا بالإضـافة إلـي تحقيـق الإكتفـاء الـذاتي فـي المحاصـيل الإسـتراتيجية وزيـادة النـاتج القـومي. لهـذا فـان حمايـة البحيـرة مـن رواسـب الكثبـان الرملية من أهم أهداف هذا البحث وذلك من اجل الحفاظ على السعه التخزينيه للبحيرة والحفاظ على الأراضي الزراعية المجاورة لها والمقامه عليها من زحف الرمال السافية، وضياع المحاصيل وتقليل إنتاجية المشاريع الزراعية المقامه عليها.

تعتبر المرئيات الفضائية بعامة وعالية الدقة منها بخاصة وسيلة قوية وفعالة فى عملية رصد ومتابعة الأخطار التى تهدد المسطحات والمجارى المائيـة فـي مصـر، فهـى وسـيلة فعالـة فـي رصـد ومتابعـة التغيـرات المورفولوجيـة التـي تحـدث عـن عمليـات النحـت والترسـيب بمجـرى وجسـور نهـر النيل، كما تعتبـر وسـيلة ناجحـة فـي عمليـة رصـد ومتابعـة التعديات البشرية علـى هوامش البحيـرات ومجـرى وجسـور نهـر النيـل وفروعـه والرياحـات والترع الكبرى، وكذلك رصد ومتابعة مواقع إنتشار الحشـائش المائيـة بأنواعهـا المختلفـة، ومـن أهـم مـا تقدمه بيانات الإستشعار من البعد بعامة والمرئيات عاليـة الدقـة بـالأخص هـو عمليـة رصـد ومتابعـة حركـة الكثبـان الرمليـة وسـافى الرمـال وأثـره علـى المجـارى والمسـطحات المائيـة فـي مصـر بصـفة عامة وبحيرة ناصر بصفة خاصة.

الهدف من البحث

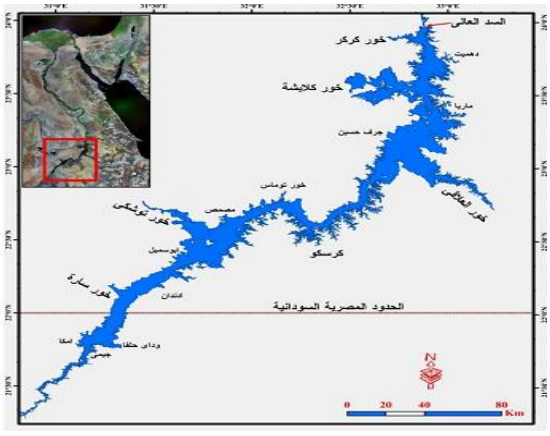
يســتهدف البحــث حصــر الكثبــان الرمليــة الواقعة في الجانب الغربى لبحيرة السد العالى مع رصـد دقيـق لأبعادهـا الموفومتريـة للتعـرف علـى خصائصـها وتحديـد المنـاطق المعرضـة للإطمـاء ومناقشـة الإنعكاسـات السـلبية لزحـف الكثبـان والفرشات الرملية وسافى الرمال على بحيرة السد العـالى وهوامشـها الغربيـة، وإنتـاج خريطـة أخطـار

توضح الأجزاء المعرضة لأخطار زحف الرمال ، كما يهدف البحث إلى قياس معدل حركة وامتداد الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة. ويمكن توضيح الاهداف التفصيلية للبحث على النحو التالي:

- تحديد المناطق التي تتعرض لمخاطر زحف الكثبان الرملية وسافى الرمال بالجهة الغربية للبحيرة.
- إنتاج خريطة توزيع الكثبان الرملية، وحصر أعدادها، وتوضيح خصائصها الشكلية والحجميه.
- تصنيف الكثبان الرمليه إعتماداً على مدى القرب أو البعد من المسطح المائى للبحيرة.
- مناقشة بعض الإنعكاسات السلبية لزحف الكثبان الرملية على بيئة البحيرة وهوامشها .

شكل رقم (١)

موقع منطقة الدراسة



٣- الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

تتأثر حركة الرياح وحمولتها من الرمال بالظروف الطبيعية السائدة فى منطقة الدراسة، فوجود مصدر وفير للرمال يتمثل فى تكوينات جيولوجية مناسبة ومفتتات على السطح، بالإضافة إلى خصائص السطح من حيث الإستواء الذى يسمح بمرور الرياح بحرية مع سيادة ظروف الجفاف التى تتميز بها الصحارى. كل هذه الظروف بلا شك لها أثاراً واضحة على تكوين الكثبان الرملية فى مناطق دون غيرها، كما أن لها أيضاً أثاراً واضحة على الشكل والنمط السائد من الكثبان. كما أن سرعة الرياح وقدرتها على تحريك الرمال لها آثر واضح على معدلات حركتها وسيتم تناول منها ما يلى:

٣-١ الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة

تغطى ترسيبات الحقب الرابع والمتمثلة فى الكثبان والغرود الرملية بمنطقة الدراسة صخور القاعدة الأساسية، حيث تشغل أكثرمن ٥٠% من سطح المنطقة، وفى ما يلي عرض لأهم التكوينات الجولوجية بمنطقة الدراسة من الأحدث إلى الأقدم كما يلى(معهد بحوث صيانة القنوات المائية، ٢٠١٠، ص.٧):

- الطفوح البركانية: تتكون من صخور شديدة الصلابة والتماسك مثل البازلت والتراكيت وهى تظهر فى أماكن كثيرة خاصة فى الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، وتعتبر الطفوح البركانية من أهم المصادر الرئيسية لإمداد الكثبان والغرود الرملية بالمعادن والعناصر الثقيلة بالمنطقة .
- التكوينات الجيرية (الإيوسين– الباليوسن): تتكون هذه التكوينات من الصخور الجيرية بجميع أنواعها مثل الصخور الجيرية المتبلورة وجيرية طباشيرية والمارل مع تداخلات قليلة من الطفلة، وتعتبر هذه التكوينات المصدر

الرئيســي لإمـداد الكثبـان والغـرود الرمليـة بالحبيبات الجيرية فى منطقة الدراسة.

- التكوينـات الطفليـة أو الطينيـة (الكريتاسـى العلوي): تتكون هذه الرواسب من الصـخور الطفليـة مـع تـداخلات محـددة مـن الصـخور الجيريـة والرمليـة والرواسب الفوسفاتية، والتى توجد علـى هيئـة عدسـات ويصـل سمك هذا التكوين إلى حوالي ٣٠٠ متر .
- التكوينـات الرمليـة (الكريتاسـى السـفلى إلـى الحقب القـديم): تتكـون هـذه التكوينـات فـى الغالب من الصخور الرملية مختلفة الأشكال والأحجـام مـع تـداخلات قليلـة مـن الطفلـة والسـلت والصـخور الجيريـة والدولوميـة، وتعتبـر هـذه الصـخور الرمليـة مـن أهـم مصـادرالغرود والكثبـان الرمليـة بمنطقـة الدراسة.
- صـخور الأسـاس (النارية والمتحولـة): تتكون مـن صـخور متحولـة مثـل النـايس والشيسـت، وصـخور نارية حديثة مثل الجرانيت الحديث وصـخور الـديوريت والجرانيـت القديم بأنواعـه المختلفة. وتعتبر هذه الصخور هى المصدر الأساسـي للكثبـان والغـرود الرمليـة، ويوجـد بـداخلها كثيـر مـن الخامـات والمعـادن والتـى يمكن استغلالها .

٣-٢ الخصـائص الجيمورفولوجيـه لمنطقـة الدرراسة.

أثرت التضـاريس بشكل واضـح علـى تكوين وتشـكيل الكثبـان فـى منطقـة الدراسـة، حيـث أن الإرتفاعـات والإنخفاضـات تـؤدى معـاً لحـدوث إضـطرابات فـى الريـاح، فتسـاعد علـى الإرسـاب وتكـوين الأشـكال الرمليـة المختلفـة. ففـى المنخفضات تتكون الأشكال الرملية المحدبة التى مـا تلبـث أن تتـراكم حتـى ترتفـع إلـى حـدود المنخفض–عادة ما تكون بدايات الغرود– ثم تبدأ فى تكوين الحافات الرملية، وبالتالى تكون الكثبان الطوليـة. بينمـا الحـواف الصـخرية والـتلال تتكـون أيضاً فى ظلالها الكثبان.

تنقسـم منطقـة الدراسـة إلـى عـدة وحـدات جيومورفولوجية كما يلى :-

- الكثبـان الرمليـة: وهـى رمـال ناعمـة تتحـرك وتتأثربحركة الرياح السائدة، وتنتشر فى غرب بحيـرة السد العالى،وتأخـذ غالبـاً إتجـاه شـمالى جنـوبى، وتتعـدد أشكالها المورفولوجية بمنطقة الدراسـة أهمهـا كثبـان الظـل والكثبـان الطوليـة، كمـا تنتشـر بالمنطقـة الفرشـات الرمليـة والتـي تغطى مساحات كبيرة من منطقة الدراسة.
- الهضبة السينية: وهى هضبة تمتد من الشرق إلـى الغـرب مـن مـنخفض حـوض النيـل شـرقاً إلـي مـنخفض الواحـات غربـاً ويصـل إرتفاعهـا إلـى ٥٠٠ متـر فـوق سـطح البحـر، وتنسـاب بعض الأودية من تلك الهضبة المرتفعة وتتجه جنوبـاً لتصـب فـى حـوض النوبـة أهمهـا أوديـة توشكى والدكة وكركر.
- حـوض النوبـة: وهوحـوض نهـر النيـل الـذى يتكون من السهل الفسيح الذى يمتد من الحافة الشـــرقية لهضـــبة واجهـــة الجبـــل (سن الكداب) غربـاً حتـى نهـر النيـل وضـفافه شـرقاً، ويوجـد فـى هـذا السـهل بقايـا الجبـال

والتلال والكتل الصخرية والتي نتجت من التعرية و التذرية المتفاوتة للصخور ونتاج ذلك جبل سرى وجبل العصر وغيرها. كما توجد المنخفضات ومسارات الأودية القديمة والتي أثرت على تشكيل وتكوين الكثبان والغرود الرملية، وهذه السهول الفسيحة ودلتا الأودية القديمة هي البيئة التي تساعد على تكوين الفرشات الرملية المترامية الإطراف.

- واجهة سن الجبل: تمثل الحد الفاصل بين هضبة سن الكداب والحوض النوبي، وتأخذ إتجاهاً متعرجاً، يبدأ من الإتجاه الشمالى الجنوبي ثم الإتجاه الشرقي الغربي وأخيراً الإتجاه الجنوبي الشمالي شرق منخفض الوادي الجديد (الخارجة). وهذه الواجهة تؤثر على سرعة سريان الكثبان الرملية.
- الهضبة الرملية: وهى هضبة رملية تحتل مساحات شاسعة من الحوض النوبي، وتعد المكونة للحوض المواجه لسن الجبل وضفاف بحيرة السد العالي من الناحيتين الغربية والشرقية، وتتميزالناحية الغربية منها بإنتشار الكثبان والفرشات الرملية .
- التلال المنعزلة: تنتشرالتلال المخروطية والمسطحة غرب بحيرة السد العالى، وقد تكونت هذه التلال نتيجة التقطيع المستمرللحافات الشرقية من هضبة سن الكداب وعمليات النحت وإزالة التكوينات اللينة، حيث تظهر كالجزر وسط السهول الصحراوية، ولهذه التلال تأثيراً مباشراً على تكوين الغرود والكثبان الرملية إذ تمثل عائقاً أمام الرياح السائدة بالمنطقة، مما ينتج عنه تكوين ظلال الرمال ونتيجة لمرور التيارات الهوائية على جانبى العائق يتكون غرد سيفى مصاحب لغرد ظلال الرمال مكوناً الغرود المركبة (معهد بحوث صيانة القنوات المائية، ٢٠١٠، ص.١٢).

٣-٣ الخصائص المناخية لمنطقة الدرراسة.

تؤثر بعض العناصر المناخية على تكوين وتشكيل الكثبان الرملية أكثر من غيرها، وتتمثل هذه العناصر فى الحرارة والرياح والأمطار فلكل منها تأثيره المباشر وغير المباشر على تكوين الكثبان الرملية ومعدلات حركتها، فقد أدى إرتفاع درجات الحرارة بمنطقة الدراسة معظم أيام السنة إلى إرتفاع معدلات التبخر، مما يعمل على تفكك حبيبات الرمال ساعد على ذلك إنخفاض نسبة الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة، التى بلغت نسبتها أقصاها في شهور الشتاء،وتقل كثيراً في شهورالربيع والصيف بسبب هبوب رياح الخماسين النشطة في شهور الربيع والحرارة المرتفعة في شهورالصيف(موسوعة توشكي،٢٠٠٤، ص ٤٣).

ويرجع إرتفاع درجات الحرارة إلى وقوع منطقة الدراسة ضمن الإقليم الصحراوي الجاف، ويتضح من تحليل جدول رقم(١) وشكل رقم(٢)عن متوسطات درجات الحرارة العظمي والصغرى لمحطة أبوسمبل خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٦ أن أعلي قيم لمتوسطات درجات الحرارة بشهور الصيف يونيو ويوليو وأغسطس (٣٣.٦ و ٣٢.٩ و ٣٢.٥ ْم).

جدول (١)

الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة طبقا محطة أبوسمبل خلال الفترة من ١٩٩٠ – ٢٠٠٦م

الشهور	متوسط درجة الحرارة (مئوية)	سرعة الرياح بالعقدة	المطر (مم)	الرطوبة النسبية (%)	التبخر (مم/ السنة)
يناير	١٥.٧	٨.٠	٠.٠٧	٤٣	١٩٢.٢
فبراير	١٦.٥	٨.٤	٠.٠	٣٨	٢٠٤.٤
مارس	٢١.٨	٩.١	٠.٠	٣٠	٢٨٢.٠
أبريل	٢٧.٢	٩.٣	٠.٠٢	٢٤	٣٢٤.٠
مايو	٣٠.٩	٨.٨	٠.٠٨	٢٢	٤٣٤.٠
يونيه	٣٣.٦	٩.٠	٠.٠	٢٢	٤٦٨.٠
يوليو	٣٢.٩	٨.٢	٠.٠	٢٠	٤٤٠
أغسطس	٣٢.٥	٨.٥	٠.٠١	٢٠	٤٠٩.٢
سبتمبر	٣٠.٦	٨.٢	٠.٠	٢٤	٣٨٤.٠
أكتوبر	٢٨.١	٨.١	٠.٠	٢٩	٣٤١.٠
نوفمبر	٢٢.٠	٧.٨	٠.٠	٣٦	٢٧٣.٠
ديسمبر	١٧.٢	٨.٥	٠.٠	٤٢	١٩٥.٣
المتوسط	٢٥.٧٥	٨.٥	٠.٠١٥	٢٩.٣	٣٢٨.٩
الإجمالي	-	-	٠.١٧	-	٣٩٤٧.٣

المصدر الهيئة العامة للأرصاد الجوية

كما يعد عنصرالرياح من أهم عناصر المناخ التي تساهم في تكوين وتشكيل الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، حيث تكثر بها المواد المفككة نتيجة مجاورتها لسهل صحراوي فسيح من الشمال والغرب والذى يعد مصدراً للرمال، حيث يسهل علي الرياح حملها ونقلها من مكان إلى آخر لإستخدامها في تكوين الكثبان الرملية.

كما تبين من دراسة إتجاهات الرياح، أن الرياح السائدة في منطقة الدراسة هي الرياح الشمالية بنسبة ٤٠% من جملة الإتجاهات، وتأتى الرياح الشمالية الغربية في المرتبة الثانية بنسبة ٢٧% من جملة الإتجاهات، وتبلغ نسبتهما مجتمعين٦٧% من جملة إتجاهات الرياح. كما تتغير سرعة الرياح من فصل لأخر حيث تزداد سرعة الرياح في فصلى الربيع والصيف، وتبلغ متوسط سرعتها٩عقدة وتصل أحياناً إلى ١٤ عقدة خلال العواصف الرملية في فصل الربيع، بينما يصل إلى٨.٥ عقدة في شهور الصيف. وتقل في فصل الشتاء ليصل متوسط سرعتها إلى٨.٢ عقدة (جدول رقم٢).

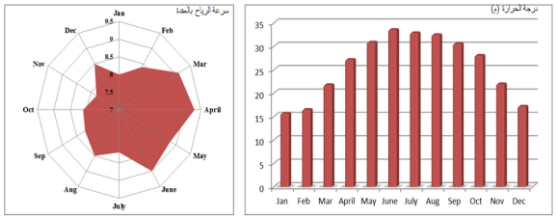
جدول (٢)

خصائص عنصر الرياح بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٢ – ٢٠٠٦م

(المصدر: El Bana, 2012)

المحطة	سرعة الرياح السائدة		إتجاهات الرياح السائدة		اعلى سرعة مسجلة للرياح (العقدة)	إتجاه أعلى سرعات الرياح	المحصلة النهائية لإتجاهات الرياح
	العقدة	%	الإتجاه	%			
جرف حسين	٧–١١	٤٠.٧	ش– ش ش غ	٨٣	١٧–٢١	ش	ش ش غ
وادى العرب	٧–١١	٢٩.٧	ش ش غ– ش– غ ش غ	٦١	٢١	ش ش غ	ش ش غ
امادا	١–٤	٣٦.٦	ش ش ق –ش– ش ش غ	٥٥.٥	١٧–٢١	ش	ش
توشكى	١–٤	٣٤.٨	ش ش غ	٥٨	١١–١٧	ش ش غ	ش ش غ
ابوسمبل	٤–٧	٤١.١	ش– ش ش غ	٤٩.٦	١٧–٢١	ش ش غ	ش
ادندان	٧–١١	٣٢.٤	ش– ش ش غ	٥٩.٢	٢١	ش ش غ	ش

أما من حيث المطر فتتميز منطقة الدراسة بشدة الجفاف، فالمطر قليل ونادر الحدوث وكمياته القليلة تسقط في الفترة من نوفمبر إلي مارس.أما شهورالصيف تكون جافة تماماً، وتتركز الأمطار النادرة بصفة خاصة في فصل الربيع. وبلغت أكثر كمية مطرسجلت خلال الفترة من ١٩٧٤–٢٠٠٢ ٦.٨مم في إبريل ١٩٧٤م.



المصدر الهيئة العامة للأرصاد الجوية

شكل (٢)

متوسط درجات الحرارة (م) وسرعة الرياح (عقدة) بمنطقة الدراسة

٤– خصائص المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة:

- المرئيات الفضائية World View-2 تتكون من ٨ باند، وتتميز بدقة مكانية (تفريقية) تبلغ ٥٣ سم في الباند الأبيض والأسود (البانوكرامتيك) وتبلغ الدقة المكانية ٢.٨٨ متراً في الباندات الملونة، بتاريخ يونيه ويوليو ٢٠١٤ نظراً لاتساع منطقة الدراسة وعدم توافرها في تاريخ واحد، شكل رقم (٣).
- المرئيات الفضائية QuickBird تتكون من ٥ باند، وتتميز بدقة مكانية (تفريقية) تبلغ ٦٢سم في الباند الأبيض والأسود (البانوكرامتيك) وتبلغ الدقة المكانية ٢.٦٦ متراً في الباندات الملونة، بتاريخ مارس ٢٠٠٩ لمنطقة جرف حسين– خور توماس، جدول رقم (٣)

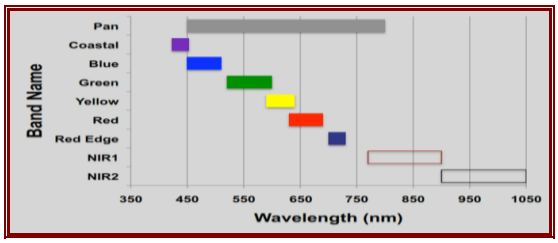
جدول (٣)

يوضح بعض خصائص المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

DigitalGlobe Satellites	QuickBird	WorldView-2 (Q3-09)
Resolution	60 cm	50 cm
Swath Width	16.5 km	16.4 km
Avg. Revisit	2.4 days	1.1 days
Slew Time	62 seconds	9 seconds
Spectral Bands	Pan + 4 MS	Pan + 8 MS
*Accuracy Spec.	24M CE90	6.5M CE90
Collection	210,000 km² per day	975,000 km² per day

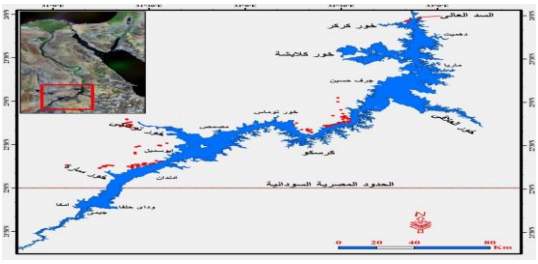
شكل (٣)

يوضح الأطوال الموجيه للباندات المختلفة للمرئيات الفضائية World View-2



٥- توزيع الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة:

ينتشر على سطح منطقة الدراسة عدد ١١١ كثيباً تم رصدهم من واقع المرئيات الفضائية عالية الدقة World View-2 لعام ٢٠١٤، تتركز في منطقتين، الأولى تمتد من جرف حسين شمالاً حتى خور توماس جنوباً مروراً بمناطق الديوان ووادى العرب وكشتمنة وجبل جزر لمسافة ٢٧٥ كم تقريباً وتحتوى على ٤٠ كثيب، وتقع المنطقة الثانية جنوب مدينة أبوسمبل، وتمتد من خورأبوسمبل غرب شمالاً إلى خورسارة جنوباً لمسافة ١٩٨ كم تقريباً، بعمق يصل إلى١٢ كم تقريباً وتضم ٥٣ كثيب، شكل رقم (٤)،علاوة على ذلك تم رصد بعض الكثبان غرب خورتوشكى وبعض الفرشات الرملية شمال خور الرملة وعشرة كثبان طولية جنوب قطاع جيمى بالسودان.



شكل رقم (٤)

توزيع الكثبان الرملية غرب بحيرة السد العالى

٦- الخصائص الموفومترية للكثبان الرملية بمنطقة الدراسة:

يعتبر التحليل المورفومترى أحد أهم جوانب الدراسات الجيومورفولوجية، فهى تعطى فكرة واضحة عن الأبعاد المختلفة للظاهرة، بالإضافة إلى تحديد العلاقات بين هذه الأبعاد، وتتكون الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة من كثبان بسيطة ومركبة، تتميز الكثبان البسيطة بأن لها حافة واحدة أو حافتين على الأكثر تتميز بأطوالها وعرضها وإرتفاعاتها المتواضعة، وغالبيتها كثبان ظل أى تتكون في ظل التضاريس الموجبة، والتي تتمثل في التلال المنعزلة والجبال والحافات الصخرية التي تمثل النهايات الشرقية لهضبة سن الكداب مثل جبل أبودروه جنوب جرف حسين وقارة الهرم والمخروط جنوب خور توشكى، وتعتبر كثبان منطقة الدراسة من الكثبان الطولية حيث تتكون خلف التلال في إتجاه منصرف الرياح من جانبين ينحدران في إتجاهين متضادين يلتقيان في حافة، قد تكون حادة أحياناً أو محدبة أحياناً أخرى، يطلق على هذه الحافة خط القمم، حيث تمتد القمم على طولها ويفصل بينها أجزاء منخفضة تعرف بالسروج (Tsoar, saddles, 1978, P.26).

وقد إعتمدت الدراسة الحالية على القياس من المرئيات الفضائية عالية الدقة WV-2 بالإضافة إلى بعض القياسات الميدانية التي إعتمدت على القياس بإستخدام أجهزة GPS أثناء الدراسة الميدانية عام ٢٠١٤. ومن الأبعاد المتعارف على إستخدامها فى دراسة التحليل المورفومترى للكثبان

الطولية، الطول والعرض والإرتفاع وطول الموجة بالإضافة إلى المساحة التى تحدد مدى إنتشار الرمال فى المنطقة، وقد حددت دراسات عديدة كيفية قياس هذه الأبعاد ومن هذه الدراسات (Breed, C.,S. & Grow, 1979) قد أمكن التعرف على خصائص أبعاد كثبان منطقة الدراسة من خلال قراءة وتحليل جدول رقم (٤) كما يلى:

جدول (٤)

بعض الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

م	الموقع	عدد الكثبان الرملية	متوسط اطوال الكثبان	متوسط عرض الكثبان	متوسط الارتفاع الكثبان
1	جرف حسين – خور توماس	٤٠	٤٦٠	٦٩	٢٣
2	جنوب خور توشكى	٨	٧٧٤	٦٨	٢٠
3	ابوسمبل – سارة	٥٣	٣٩٦	٥٠	٢٠
4	جنوب قطاع جيمى	١٠	٧٢٥	٦٩	٢٨

المصدر :بيانات الطول والعرض مقاسة من المرئيات الفضائية World View-2 لعام ٢٠١٤ والارتفاعات بعضها مقاس ميدانيا والأخرمقدر من المرئيات الفضائية مع الخرائط الطبوغرافية مقارنتاً بالتضاريس المحلية

٦-١- أطوال الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

تراوحت أطوال الكثبان بمنطقة الدراسة بين٩٣-١٧٠٠متراً تقريباً، بمتوسط قدرة ٤٧٦ متراً، تختلف هذه القيم بكل منطقة عن الأخرى فيتراوح متوسط أطوال كثبان منطقة جرف حسين- خور توماس ٤٦٠ متراً، بينما بلغ متوسط أطوال الكثبان بمنطقة أبوسمبل- خور سارة ٣٩٦ متراً، وتزيد عن ذلك في منطقة جنوب قطاع جيمى وشمال خور الرمله. وأطول كثيب بالمنطقة هو كثيب يقع الى الشمال الغربى لمطار أبو سمبل ويبلغ طوله ١٦٩٦ متراً، وتكون خلف تل منعزل يقارب إرتفاعه ٣٠٠ متراً، ويليه فى الطول كثب تكون جنوب قارة الهرم شمال مطار أبوسمبل، وبيلغ طوله ١٦٧٠ متراً تقريباً. ومن دراسة مواقع الكثبان من المرئيات الفضائية تبين أن الكثبان التي تزيد أطوالها عن ١٠٠٠ متر تبلغ عددها ١١ كثيب، تتركز في منطقة جنوب خور توشكى ومنطقة أبوسمبل وجنوب قطاع جيمى بالسودان، بينما بلغ عدد الكثبان التي تتراوح أطوالها بين ٥٠٠ و١٠٠٠ متراً ٢٣ كثيب تقع نصفها بمنطقة جرف حسين وخور توماس، ونصفها الآخر بين خور أبوسمبل غرب وخور سارة، وتقل أطوال ٧٧ كثيب الباقيه عن٥٠٠ متراً.

٦-٢- عرض الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

تراوح عرض الكثبان بمنطقة الدراسة بين ٢٥-١٤١متراً تقريباً، بمتوسط عرض قدرة ٦١ متراً، تختلف هذه القيم بكل منطقة عن الأخرى، فيتراوح متوسط عرض كثبان منطقة جرف حسين-خور توماس٦٩ متراً، بينما بلغ متوسط عرض الكثبان بمنطقة أبوسمبل- خورسارة ٥٠ متراً، وتزيد عن ذلك في منطقة جنوب خور توشكى، وقد لوحظ اثناء الدراسة الميدانية وتحليل

المرئيات الفضائية عالية الدقة أن هناك علاقة إرتباط قوية بين عرض الكثبان الرملية ومساحة وإرتفاع وحجم التلال المنعزلة التي تكون الكثيب في ظلها، فقد بلغ معامل الإرتباط ٠.٩٣ بمنطقة جرف حسين– خور توماس، وبلغ معامل الإرتباط ٠.٩٥ بمنطقة أبوسمبل– خور سارة. كما إتضح من مصفوفة معامل الإرتباط لأبعاد الكثبان الرمليه بالمنطقة وجود علاقة موجبة بين كل من الطول والعرض، حيث بلغ معامل الإرتباط بينهما٠.٦ تباين من منطقة الى أخرى، فقد بلغ ٠.٤٩ في منطقة جرف حسين و ٠.٦١ بمنطقة ابوسمبل– خورسارة، وعموماً هى علاقة موجبه لم تتجاوز ٠.٦، جدول رقم (٥)

٦–٣– إرتفاع الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

تباينت إرتفاعات الكثبان بمنطقة الدراسة بين ١٢–٣٩ متراً تقريباً، بمتوسط قدرة ٢٢ متراً، تختلف هذه القيم من منطقة إلى الأخرى فتتراوح متوسط إرتفاعات كثبان منطقة جرف حسين– خور توماس ٢٣ متراً، بينما بلغ متوسط إرتفاعات الكثبان بمنطقة أبوسمبل– خور سارة ٢٠ متراً، وتزداد إرتفاعات الكثبان الرمليه عن ذلك في منطقة جنوب قطاع جيمى، حيث يبلغ معدل إرتفاعها ٢٨ متراً. وقد تبين من مصفوفة الارتباط بين الأبعاد وجود علاقة إرتباط ضعيفة بين الإرتفاع والعرض بلغت ٠.٢ بينما بلغت قيمة العلاقة ٠.١ بين الإرتفاع والطول.

جدول (٥)

بعض الخصائص المورفومترية لكثبان منطقة الدراسة

	الطول	العرض	الارتفاع
الطول	١	–	–
العرض	٠.٦	١	–
الارتفاع	٠.١	٠.٢	٠.١

٧–حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة:

تعتبرحركة الكثبان الرملية من الموضوعات الهامة فهى ليست ظاهرة عشوائية بينما هي ظاهرة تحاكى في أنماطها نظم التصريف النهرى (Wilson, I.G., 1971)، ونظراً لأن كثبان منطقة الدراسة من نوع الكثبان الطولية وكثبان ظل، وحيث أنه من الثابت في كثير من الدراسات أن مثل هذه الكثبان لا تنتقل ولا تتحرك وإنما تمتد (Bagnold, 1941, P.225) فالكثبان الطولية تمتد من أطرافها، بينما تمتد كثبان الظل من الطرف البعيد عن التضاريس الموجبه التي تكون خلفها الكثيب.

ومن تحليل المرئيات الفضائية عالية الدقة للأعوام ٢٠٠٩ و٢٠١٤، تبين أن كثبان منطقة الدراسة تتحرك بإمتداد أطرافها الجنوبية، وللتعرف على معدلات حركة الكثبان الرملية تم قياس الحركة لعدد ١٥ كثيب من واقع المرئيات الفضائية عالية الدقة، واختصت منطقة جرف حسين–خور توماس فقط بدراسة الحركة ولم تحظ المناطق الاخرى، بذلك نظراً لعدم توفر مرئيات فضائية تصلح للمقارنة.

وقد تم رصد إنحراف نقطة النهاية الجنوبية للكثبان قيد الدراسة(١٥كثيب)عن أهداف ثابتة كتقاطع الطرق وقمم بعض التلال المنعزلة، حيث تم رسم مثلث لكل كثيب رأسه عند النقطة الثابتة وقاعدته تمثل النهايه الجنوبية للكثيب في كل عام(مارس٢٠٠٩ ويونيه٢٠١٤)، وبذلك تمثل طول قاعدة المثلث (الفرق بين النهايتين للكثيب) إجمالى الحركة خلال٦٣ شهراً تقريباً، وجديربالذكرأن المرئيات الفضائية المستخدمة في عملية حساب الحركة ليست من نفس النوع، وانما متقاربه في الدقة المكانية التي تتراوح بين ٢.٦٦ للمرئية الفضائية ذات التاريخ الأول (Quickbird، مارس٢٠٠٩) و٢.٨٨ متراًللمرئية الفضائية(WorldView-2، يونيه ٢٠١٤).

وإتضح من خلال النتائج أن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة تمتد في إتجاه الجنوب بمعدل سنوي يتراوح بين ٧ و٢٥ متراً بمتوسط قدرة ١٨ متراً/عام، وهى نتيجة تزيد بها معدل الحركة أو الإمتداد للكثبان عن ما جاء من نتائج دراسة (El Bana,2011, P.195) غرب بحيرة ناصر بإستخدام مرئيات فضائية من نوع لاندسات، والتي أوضحت ان معدل حركة الكثبان بالمنطقة يتراوح بين ٣.٣ متراً/عام و ١٨.٨ متراً/عام، كما تقل نتيجة معدلات الحركة بهذه الدراسة عن نتائج دراسات كثير في الصحراء الغربية منها دراسة(احمد عبد السلام، ١٩٩٩، ص٣٣٩) والتي إتضح منها أن معدل حركة الكثبان الطوليه بمنخفض البحرية يتراوح بين ٢٠ و٣٠ متراً/عام. وجدير بالذكر أن نوع الكثيب وشكه وحجمه وإرتفاعه وزوايا إنحداره وأحجام رماله كلها عناصر تتحكم مجتمعه في معدلات حركة الكثيب.

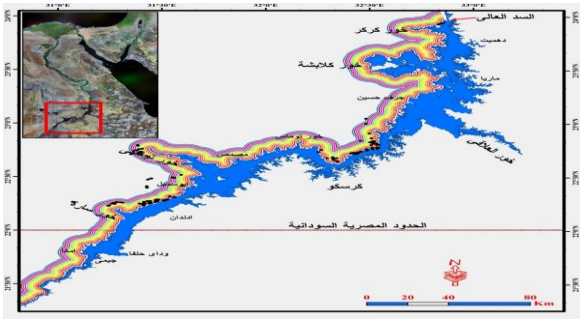
٨- إنتاج خريطة أخطار الكثبان الرملية.

تم إنتاج خريطة لدرجات خطورة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة إعتماداً على القرب من المسطح المائى للبحيرة، بإستخدام برنامج ArcGIS_ArcInfo_10.3 حيث تم تصنيف عناصر المرئيات الفضائية World View-2 لعام ٢٠١٤ Supervised Classification بعد تجميعها في مرئيه واحدة إلى عدة عناصر Classes أهمها المسطح المائى للبحيرة، ثم تم تحويلها الى Vector Format وإستخراج خط الشاطئ Shoreline الغربى للبحيرة. وتم إنتاج نطاقات Buffer Zones حول خط الشاطئ لكل ١ كم لمسافة ١٠ كم إلى الغرب من خط الشاطئ.

تم إنشاء طبقة GIS Layer من نوع خطوط Lines وتم رسم الكثبان الرملية على شكل خط القمم لكل كثيب، ثم تم تقطيع هذه الطبقة بطبقة النطاقات Buffers Zones وأصبح لدينا الكثبان الرملية بكل نطاق على حده، فالكثبان التي تقع من خط الشاطئ وحتى ١٠٠٠ متر تم تميزها إعتماداً على الخطوات السابقة ليصبح لدينا تصنيفاً للكثبان الرملية حسب القرب أو البعد من خط الشاطئ الغربى للبحيرة، وبناءً عليه فتم إنتاج خريطة أخطار للكثبان الرملية بالجانب الغربى لبحيرة السد العالى، شكل رقم (٥) ومنها أمكن

إستنتاج الجدول (ملحق رقم١)، والذى يتضح من قراءته ما يلى:

- بلغ عدد الكثبان التي تبعد عن خط الشاطئ الغربى لبحيرة السد العالى بمسافة تقل عن ١ كيلـومتر ٣٠كثيبـاً، يتركـز اكثـر مـن نصـفها(١٧كثيب) بمنطقـة جـرف حسـين– خور توماس، بينما يقع ثمانية كثبان منها بمنطقة أبوسمبل– خورسارة، وتوجد خمسة كثبان أخرى بالحبس الواقع إلى الجنوب من قطاع جيمى بالسودان.
- بلغ عدد الكثبان التي تبعد عن خط الشاطئ الغربـى لبحيـرة السـد العـالى بمسـافة تزيـد عـن١كـم وتقـل عـن٢ كيلـومتر ١٩ كثيبـاً، يتركز أكثر من نصفها(١٠ كثبان) بمنطقة أبوسمبل– خورسارة، بينما يقع سبعة منها بمنطقـة جـرف حسـين– خـور تومـاس، بالإضـافة إلـى كثيبين جنوب قطـاع جيمـى بالسودان. جدول رقم (٦).
- وبنـاءً علـى بيانـات الجـدول السـابق فقد بلـغ عـدد الكثبـان التـي تبعـد عـن خـط الشـاطئ الغربى لبحيرة السد العالى بمسافة تقل عن٣ كيلـومتر٦٨ كثيبـاً، يتركـز٤٥% منهـا (٣١ كثيباً) بمنطقـة جـرف حسـين– خـور تومـاس، بينمـا يقـع ٤١% منهـا بمنطقـة أبوسـمبل– خـور سـارة (٢٨ كثيبـاً) والبـاقى حـوالى ٩ كثبـان تقـع فـي السـودان جنـوب قطاع جيمى.



شكل رقم (٥)

خريطة أخطار الكثبان الرملية تبعاً للقرب أوالبعد عن البحيرة

جدول (٦)

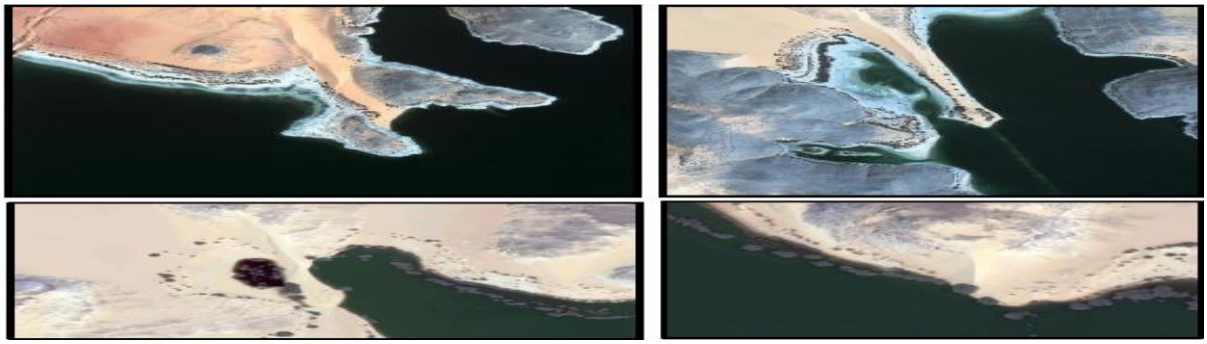
تصنيف درجة خطورة الكثبان الرملية حسب القرب أو البعد من خط الشاطىء

النطاق (م)	جرف حسين – خور توماس	خور توشكى	ابوسمبل – خور سارة	جنوب قطاع جيمى بالسودان	الجملة
اقل من ١٠٠٠	١٧	–	٨	٥	٣٠
٢٠٠٠ -	٧	–	١٠	٢	١٩
٣٠٠٠ -	٧	–	١٠	٢	١٩
٤٠٠٠ -	٥	١	٣	١	١٠
٥٠٠٠ -	٢	١	٥	–	٨
٦٠٠٠ -	–	٤	٣	–	٧
٧٠٠٠ -	–	٢	٤	–	٦
٨٠٠٠ -	–	–	٢	–	٢
٩٠٠٠ -	٢	–	١	–	٣
٩٠٠٠ فاكثر	–	–	٧	–	٧
الجملة	٤٠	٨	٥٣	١٠	١١١

٩- أثر زحف الرمال على بحيرة السد العالى وهوامشها الغربية:

تعد حركة الكثبان الرملية نحو المسطحات المائية بعامة وبحيرة السد العالى بخاصة من المشكلات الخطيرة التي يجب دراستها ومتابعتها بإستمرار، ووضع الحلول والبدائل لمواجهتها، نظراً لوقوعها ضمن الإقليم الجاف، والذى يتسم بنشاط الرياح وجفاف السطح وقلة الأمطار وندرة الغطاء النباتي من جهة، وإنخفاض السطح ومجاورته لحقول الرمال بالجهه الغربية من جهة أخرى، مما جعلها من المناطق المعرضة لأخطار زحف الكثبان الرملية والإصابة بسافي الرمال والذي يؤثر سلبا علي السعة التخزينية للبحيرة، ويساعد علي نمو وإنتشار الحشائش المائية المغمورة على أطرافها. بالإضافة إلى ما تحوية هذه الرمال من عناصر ثقيلة والتى تعتبر من أهم الملوثات والمشاكل التى تعانى منها البحيرة.

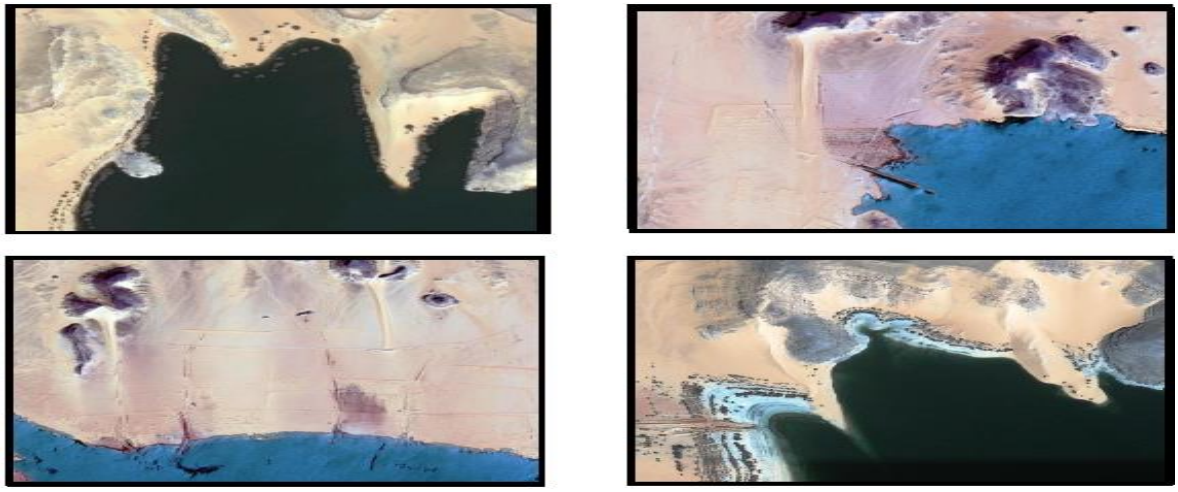
كما تبين من تحليل المرئيات الفضائية أن الكثبان الرملية بمختلف أنواعها وأحجامها بالإضافة إلى الفرشات الرملية وسافى الرمال تهاجم البحيرة من الجهه الغربية وتلقى بحمولات كبيرة من الرواسب الرملية بالجانب الغربى من بحيرة السد العالى وخاصة في المواقع الموضحة سابقاً، مما يؤدى تدريجياً إلى رفع منسوب هذه الأجزاء والتي لا تلبث أن ترتفع مناسيبها فتصبح ظاهرة، وعلى الرغم من صغر حجم هذه الكثبان إلا أن إستمرارية زيادة حجمها يؤدى فى النهاية إلى إنطمار بعض الأخوار الصغيرة بالإضافة إلى الإطماء لبعض أجزاء الأخوار الكبيرة (الأشكال رقم ٦ و٧) . ويزيد من حدة المشكلة أن هذه الكثبان قبل أن تهاجم البحيرة تقوم بمهاجمة مناطق الإستثمار الزراعى غرب البحيرة، مما يؤدى إلى إنطمارها تحت رمال الكثبان بالإضافة إلى ضعف إنتاجيتها، ولا تقتصر المشكلة علي تغطية الرمال لمساحات كبيرة من الأراضي الزراعية، بل يتعدى ذلك إلي حدوث تغيير واضح للخواص النسيجية والكيمائية لتربة الأراضي الزراعية، وخاصة في منطقة أبوسمبل – خور سارة (صورة رقم ١)، حيث تضاف رواسب الرمال بإستمرار إلي التربة الزراعية، مما يعمل علي التغيير في نوعية التربة. الأمر الذي ينعكس بالضرورة علي إنتاجيتها من المحاصيل المختلفة. وكذلك تسبب العواصف الرملية أضرار عديدة على الزراعة ،حيث أنها تضر بالنبات في فترة ظهور البراعم وهى الفترة التي تنشط فيها تلك العواصف (فصل الربيع وأوائل الصيف)، وكذلك يؤدي هبوبها إلى إنخفاض ملحوظ في الرطوبة النسبية بالجو مما يضاعف من أضرارها بالنسبة للمحاصيل الزراعية (محمد صبري محسوب،١٩٩٦،ص ٣١٧)



شكل رقم (٦)

بعض النماذج لمهاجمة الكثبان الرملية لبحيرة السد العالى

ومناطق الإستصلاح الزراعى بمنطقة جرف حسين – خور توماس



رقم (٩)

بعض النماذج لمهاجمة الكثبان الرملية لبحيرة السد العالى

ومناطق الإستصلاح الزراعى بمنطقة أبوسمبل– خور سارة

صور رقم (١)

بعض النماذج الميدانيه لقياس أبعاد بعض الكثبان الرملية بجنوب غرب خور توشكى وأبوسمبل

وقياس إرتفاعاتها بإستخدام أجهزة تحديد المواقع العالميه GPS

الخلاصة :

تعد حركة الكثبان الرملية نحو بحيرة السد العالى من المشكلات الخطيرة التي يجب دراستها ومتابعتها بإستمرار، وقد خلصت الدراسة إلى إنتشار عدد ١١١ كثيباً على سطح منطقة الدراسة، تم رصدها من واقع المرئيات الفضائية عالية الدقة **World View-2** لعام ٢٠١٤، تتركز في منطقتين، الأولى تمتد من جرف حسين شمالاً حتى خورتوماس جنوباً مروراً بمناطق الديوان ووادى العرب وكشتمنة وجبل جزر وتحتوى على ٤٠ كثيب، وتقع المنطقة الثانية جنوب مدينة أبوسمبل وتمتد من خور أبوسمبل غرب شمالاً إلى خور سارة جنوباً وتضم ٥٣ كثيباً، علاوة على ذلك تم رصد بعض الكثبان غرب خور توشكى وبعض الفرشات الرملية شمال خور الرملة وعشرة كثبان طولية جنوب قطاع جيمى بالسودان.

تتكون الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة من كثبان بسيطة ومركبة، تتميز الكثبان البسيطة بأن لها حافة واحدة او حافتين على الأكثر تتميز بأطوالها وعرضها وإرتفاعاتها المتواضعة، وغالبيتها كثبان ظل أى تتكون في ظل التضاريس الموجبه، والتي تتمثل في التلال المنعزلة والجبال والحافات الصخرية التي تمثل النهايات الشرقية لهضبة سن الكداب مثل جبل أبودروه جنوب جرف حسين وقارة الهرم والمخروط جنوب خور توشكى. وتعتبر كثبان منطقة الدراسة من الكثبان الطولية، حيث تتكون خلف التلال في إتجاه منصرف الرياح من جانبين ينحدران في إتجاهين متضادين يلتقيان في حافة قد تكون حادة أحياناً أو محدبة أحياناً أخرى.

تراوحت أطوال الكثبان بمنطقة الدراسة بين ٩٣ –١٧٠٠متراً تقريباً، بمتوسط قدره ٤٧٦ متراً، بينما تراوحت عروضها بين ٢٥– ١٤١متراً تقريباً، بمتوسط عرض قدره ٦١ متراً، في حين تباينت إرتفاعاتها بين ١٢– ٣٩ متراً تقريباً، بمتوسط قدرة ٢٢ متراً. وهى بذلك تعد كثبان متواضعة الأبعاد بالمقارنة بمناطق الصحراء الغربية الأخرى.

كما تبين من تحليل المرئيات الفضائية عالية الدقة للأعوام ٢٠٠٩ و٢٠١٤ أن كثبان منطقة الدراسة تتحرك بإمتداد أطرافها الجنوبية، وللتعرف على معدلات حركة الكثبان الرملية تم قياس الحركة لعدد ١٥ كثيب من واقع المرئيات الفضائية عالية الدقة، واتضح من خلال النتائج أن الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة تمتد في إتجاه الجنوب بمعدل سنوي يتراوح بين ٧ و٢٥ متراً بمتوسط قدره ١٨ متراً/عام، وهى نتيجة تزيد بها معدل الحركة أو الإمتداد للكثبان عن ما جاء من نتائج دراسة (El Bana, 2011, P.195) غرب بحيرة ناصر بإستخدام مرئيات فضائية من نوع لاندسات، والتي أوضحت أن معدل حركة الكثبان بالمنطقة تتراوح بين ٣.٣ متراً/عام و ١٨.٨ متراً/عام ، كما تقل معدلات الحركة بهذه الدراسة عن نتائج دراسات كثير في الصحراء الغربية منها دراسة (احمد عبد السلام، ١٩٩٩، ص٣٣٩) والتي إتضح منها أن معدل حركة الكثبان الطوليه بمنخفض البحرية يتراوح بين ٢٠ و٣٠ متراً/عام .

تبين من الدراسة أن عدد الكثبان التي تبعد عن خط الشاطئ الغربى لبحيرة السد العالى بمسافة تقل عن ١ كيلومتر بلغ ٣٠ كثيباً، يتركز أكثر من نصفها (١٧ كثيب) بمنطقة جرف حسين – خور توماس، كما تبين من الدراسة أن عدد الكثبان التي تبعد عن خط الشاطئ الغربى لبحيرة السد العالى بمسافة تقل عن ٣ كيلومترتمثل ٦٨ كثيباً، يتركز ٤٥ % منها (٣١ كثيباً) بمنطقة جرف حسين – خور توماس، بينما يقع ٤١% منها بمنطقة أبوسمبل – خور سارة (٢٨ كثيباً) والباقى حوالى ٩ كثبان تقع في السودان جنوب قطاع جيمى.

المراجع

١- إبراهيم صلاح الدين خضر، ٢٠٠٨، إستخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الجيومورفولوجيا التطبيقية لمنخفض سيوة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب جامعة بنها.

٢- إبراهيم صلاح الدين خضر، ٢٠١٣، الجيومورفولوجيا البيئية للسهل الساحلى الشرقى لسيناء بين رأس دهب شمالاً ورأس محمد جنوباً بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراة منشورة، كلية الآداب جامعة القاهرة.

٣- أحمد عبد السلام، ١٩٩٩، جيمورفولوجية الكثبان الطولية شمال شرق منخفض البحرية (الصحراء الغربية– مصر)، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والثلاثون، الجزء الثانى (ص ص.٣٢٢ – ٣٦٦).

٤- عزة أحمد عبد الله ،٢٠٠٢، الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل، دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق، يونيو ٢٠٠٢.

٥- محمد صبري محسوب،١٩٩٦، البيئة الطبيعية– خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربى، القاهرة.

٦- معهد بحوث صيانة القنوات المائية، ٢٠١٠، التقرير الفني النهائي عن دراسة إستكمال متابعة حركة الكثبان الرملية والترسيبات، ونمو وإنتشار الحشائش المائية والطحالب وتأثيرها على نوعية المياه بمشروع جنوب الوادي، معهد بحوث صيانة القنوات المائية، القناطر الخيرية.

٧- معهد بحوث صيانة القنوات المائية، ٢٠١٥، تقرير تمهيدى عن دراسة تقييم طرق حماية ترعة الشيخ زايد من زحف الكثبان الرملية، مكتبة معهد بحوث صيانة القنوات المائية، القناطرالخيرية.

٨- موسوعة توشكي، ٢٠٠٤، المشروع القومى لتنمية جنوب مصردراسة مكانية تطبيقية علمية – وزارة الموارد المائية والرى، القاهرة.

9- **1-Bagnold, R. , 1941,** The Physics of Blown Sand and Desert Dunes,6- Methan &co.1td, London.

10- **Bread, G.S., Grow, T., 1979.** Morphology and Distribution of Dunes in sand seas observed by

Remote sensing, Ch. J., U.S. Ceol. Survey Prof. Paper 1052, A study of Global sand seas, E.D., E.D., McKee, (ed.), pp. 257-302.

11- **Burrouh; P.A., 1998,** Principles of Geographic information systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, oxford Unvi.

12- **El Bana, M. M. S., 2012,** Hazard Effect of the Migration of aeolian deposits in lake nasser area, south egypt,annals Geol. Surv. Egypt. V.XXXI (2009-2011), pp.185-198.

13- **Goudie, A., 2003,** Geomorphological Hazards in Arid Land: Present and future, Bull soc. Geo. Egypt.

14- **Tsoar, H. ,1978,** The dynamics of longitudinal dunes. Final Technical Report, European, Research Office, U.S. Army, London 171 pp.

15- **Wilson, I. G., 1972,** Aeolian landforms — Their development and origins. Sedimentology, 19,173–210.