

الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل دراسة جيومورفولوجية د. عزة أحمد عبد الله*

مقدمة :

تمثل الأشكال الرملية المظهر الجيومورفولوجي السائد في شمال شبه جزيرة سيناء، حيث تبلغ إجمالي المساحة التي تشغلها هذه الأشكال 12.200 كم²، ويبلغ طول امتداد نطاق هذه الأشكال 120 كم من الشرق إلى الغرب، كما يتراوح الامتداد بين 30 إلى 120 كم من الشمال إلى الجنوب. (Embabi, 2000, P.62)

وتعد الأشكال الرملية في شبه جزيرة سيناء أحد الأخطار الجيومورفولوجية التي تعوق مسيرة التنمية، بما تمثله من خطر على مشروعات التنمية الاقتصادية في شمال سيناء، والتي تشمل التوسع الزراعي، وما يرتبط بذلك من إقامة مجتمعات عمرانية جديدة، إلى جانب أخطارها على الطرق الرئيسية والتي تمثل أهمية استراتيجية كبرى في مجال التنمية⁰ ومن هنا كان من الضروري الاهتمام بإعداد دراسات جيومورفولوجية عن هذه الأشكال الرملية للحد من أخطارها.

وتمثل منطقة الدراسة جزءاً من بحر الرمال شمال سيناء تتعدد فيه الأشكال الرملية، ويتحكم في ذلك عدة عوامل ترتبط بطبوغرافية السطح، واتجاه الرياح، ونسبة الرطوبة، ومورفولوجية الجانب الشرقي من بحيرة البردويل، وتمثل هذه الأشكال الرملية خطراً على مشروعات التنمية في هذا القطاع من شمال سيناء.

موقع منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة شرق بحيرة البردويل بشمال سيناء، ويحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الجنوب دائرة عرض 00° 31 شمالاً تقريباً، ومن الشرق قرية الميدان ومن الغرب قرية المزار 0 فلكياً تقع المنطقة بين دائرتي

(*) مدرس الجيومورفولوجيا، كلية الآداب، فرع بنها، جامعة الزقازيق

عرض 00° 31° و 10° 31° شمالاً، وخطى طول 23° 33° و 35° 33° شرقاً يبلغ أقصى امتداد لمنطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب 17 كم، ومن الشمال إلى الجنوب 18 كم، وتبلغ مساحتها نحو 490 كم² 0

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل، والعوامل والعمليات المسؤولة عن تكوينها، واتجاه ومعدلات حركتها، وأثر ذلك على مشروعات التنمية الاقتصادية فى شمال سيناء، كما تهدف الدراسة أيضاً إلى إجراء تحليل مورفمتري للأشكال الرملية، وتحديد القيمة الاقتصادية للرواسب الرملية بالمنطقة موضوع الدراسة.

الدراسات السابقة :

تمثل دراسة الأشكال الرملية فى مصر بصفة عامة أحد الدراسات التى بدأ الاهتمام بها فى القرن الماضى، حيث اهتمت الدراسات فى العقود الثلاثة الأخيرة بدراسة التوزيع الجغرافى وأنماط وحركات الأشكال الرملية المختلفة، ويمكن تقسيم الدراسات السابقة عن الأشكال الرملية فى شبه جزيرة سيناء إلى:

1- دراسات عامة : وتشمل دراسات عامة عن بحر الرمال فى سيناء مثل دراسة فرج (Farag, 1950) وميساك وعطيه 1981 عن الكتبان الرملية فى شبه جزيرة سيناء.

2- دراسات جيولوجية : مثل دراسة سكيك وآخرون (Sckick et al., 1974) عن مورفولوجية وديناميكية الكتبان الرملية فى العريش، وميساك والشاذلى (Misak & Shazly, 1982) عن الرمال المتحركة فى بعض مواقع سيناء وصحارى شمال مصر، ودراسة الشاذلى وآخرون (El Shazly, et al., 1986) عن الكتبان الرملية فى منطقة المساعيد غرب العريش، ودراسة كامل (Kamel, 1989) عن الكتبان الرملية شرق بحيرة البردويل، ودراسة ميساك ودراز (Misak & Draz, 1990) عن التحكم فى الكتبان الساحلية والصحراوية.

3- دراسات جيومورفولوجية : وبصفة عامة فإن الدراسات الجيومورفولوجية عن الأشكال الرملية فى شبه جزيرة سيناء قليلة واقتصرت بعضها على

مورفولوجية وحركة الكثبان الرملية فى منطقة العريش، مثل دراسة تسور (Tsoar, 1974, 1982, 1983)، دراسة دسوقى (1988) عن التحليل المورفومتري للكثبان الرملية الهلالية فى الجزء الأدنى من حوض وادى المساجد شمال سيناء، و(1992) عن الأشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى، و(2000) عن الكثبان الطولية شرق قناة السويس. يتضح من العرض السابق أن دراسة الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل لم تكن هدفاً أصيلاً لأى من الدراسات السابقة، ومن هنا وقع الاختيار على دراستها.

طرق وأساليب الدراسة :

لتحقيق أهداف الدراسة الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل تم الاعتماد على :

1 -تحليل الخرائط مثل الخريطة الجيولوجية لسيناء لوحة رقم (5) مقياس 1 : 250000 للتعرف على الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة، والخرائط الطبوغرافية لوحتى مزار والميدان مقياس 1 : 50000، ولوحات الموزيك مقياس 1 : 50000 للتعرف على التوزيع الجغرافى والمكانى للأشكال الرملية، وقياس أبعاد الكثبان الرملية، وكذلك التعرف على السمات العامة لطبوغرافية السطح والتي تتحكم فى تكوين الأشكال الرملية واتجاه ومعدل حركة الكثبان الرملية.

2 -الدراسة الميدانية : تم خلال الدراسة الميدانية ما يلى :

أ-قياس ست قطاعات عرضية على سطوح الكثبان الرملية باستخدام جهاز ابني ليفيل وشريط قياس للتعرف على أشكال منحدرات الكثبان، وتحديد زوايا الانحدار السائدة فى قطاعات الكثبان.

ب-تسجيل الملاحظات الميدانية الخاصة بأثر حركة الرياح على الكثبان الرملية، وخاصة الرياح المعاكسة، كما تم تسجيل أبعاد أشكال السطح الدقيقة مثل التموجات الرملية والنباك والتي تظهر على سطح الكثبان الرملية.

د-النقاط عدد من الصور الفوتوغرافية التى توضح السمات المورفولوجية للأشكال الرملية بمنطقة الدراسة.

3- استخدام الحاسب الآلى فى إجراء التحليلات الإحصائية والرسوم
البيانية⁰

أجزاء البحث :

سوف يضم البحث المحاور التالية :

- السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة : الدراسة الجيولوجية، السمات العامة للسطح، الأحوال المناخية، أشكال السطح الرئيسية.
- الخصائص المورفولوجية للأشكال الرملية : الكثبان الرملية، التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية وكثافتها، والسمات المورفولوجية لأنماط الكثبان الرملية، والسمات المورفومترية لسفوح الكثبان الرملية، دراسة الغطاءات الرملية والنباتك والتموجات الرملية.
- حركة الكثبان الرملية.
- عوامل تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل.
- الأهمية الاقتصادية للرمال شرق بحيرة البردويل.

السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة

تتحكم السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة فى تنوع الأشكال الرملية، وفى توزيعها الجغرافى، وأنماطها، واتجاهات حركتها، وتنقسم الدراسة فى هذا الجزء إلى :

أولاً : جيولوجية منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة داخل القسم الشمالى من سيناء، والمعروف بالسهول الشمالية، وتتكون المنطقة من سهل ساحلى منبسط ومنخفض وتبرز فوقه الكثبان الرملية بأشكالها وأحجامها المختلفة⁰ (محسوب، 1998، ص342).

يتضح من تحليل الخريطة الجيولوجية لسيناء لوحة رقم "5" والشكل رقم (1) أن التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة تنتمى إلى عصر الهولوسين Holocene ويمكن تقسيمها إلى :

1-سحنات قارية Land Facies، وتشمل فرشات وكثبان رملية بأشكال وأحجام مختلفة تتكون من رمال يتراوح حجمها بين 16/1م إلى 2م، والرمال المكونة للكثبان ذات لون أصفر، كما توجد بعض الرمال السوداء فى منطقة الشاطئ، كما توجد بعض الرمال الصلصالية Sandy Clay ذات لون رمادى مختلطة ببعض الحبيبات الخشنة الحادة الزوايا.

2-سحنات ساحلية Coastal Facies، ويمثلها رواسب السبخات Sabkha Deposits، وهى رواسب سوداء اللون مغطاة بقشرة ملحية رقيقة تمتد شمال منطقة الدراسة.

تشير دراسة البنية الجيولوجية فى شمال سيناء إلى وجود نطاقات التواء Folding Belts "الأقواس السورية" مكونة التواءات غير منتظمة Asymmetrical Folds ذات محور شمالى شرقى-جنوبى غربى، وترتبط هذه الالتواءات بصدعين محاورهما شمالى شرقى - جنوبى غربى، وشمالى غربى - جنوبى شرقى (Fikry, et al., 1997, P.12-13).

تعرضت منطقة الدراسة خلال التاريخ الجيولوجى لعمليات ترسيب فوق السطح مع تتابع غمر البحر للمنطقة وإنحساره عنها، مرتبط فى ذلك بارتفاع أو انخفاض السطح بالتعرية أو بالتكوينات الأرضية، أو بالذبذبة الإيوستاتية لبحر تنش فى الشمال، وبهذا ترسبت فوق سطح المنطقة خلال العصور الجيولوجية تكوينات صخرية رسوبية تحتوى على حفريات لأحياء البحر الجيولوجى القديم، (محسوب، 1998، ص340)

ثانياً : السمات العامة للسطح :

1-التضرس النسبى :

من دراسة الخرائط الطبوغرافية يتضح أن منطقة الدراسة جزء من إقليم ساحل البحر المتوسط، ويتميز ساحل البحر فى المنطقة بوجود تقوس يتبع محور شمالى غربى - جنوبى شرقى.

يتراوح الارتفاع فى منطقة الدراسة ما بين واحد متر وواحد وخمسون متراً فوق منسوب سطح البحر، وبصفة عامة يزيد الارتفاع كلما اتجهنا جنوباً ولدراسة

السمات العامة للسطح فى المنطقة تم إعداد خريطة التضرس النسبى⁽¹⁾، شكل (2) من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، حيث قسمت كل خريطة إلى وحدات مساحية بلغت مساحة كل وحدة 2 كم²، ثم تم حساب الفرق بين أدنى وأعلى منسوب فى كل وحدة مساحية، وتلا ذلك تصنيف نواتج الفروق إلى أربع فئات هى أقل من 10م، 10-20م، 20-30م، + 30م، وأعطى لكل فئة رمز معين، وقد تبين ما يلى :

أ-يشغل التضرس المحلى المنخفض ومقداره أقل من 10م (22.4%) من إجمالى مساحة المنطقة ويشغل الجزء الشمالى من منطقة الدراسة.

ب-يشغل التضرس المتوسط وتتراوح قيمته ما بين 10م - 20م (22.4%) من إجمالى مساحة منطقة الدراسة ويوجد فى الجزء الشمالى والغربى من منطقة الدراسة.

ج-يشغل التضرس فوق المتوسط وتتراوح قيمته ما بين 20م إلى 30م (37.3%) من إجمالى مساحة المنطقة، ويوجد فى الجزء الشرقى والأوسط من منطقة الدراسة.

د-يشغل التضرس الشديد + 30م (17.9%) من إجمالى مساحة منطقة الدراسة ويوجد فى الجزء الجنوبى من المنطقة.

2-الانحدارات :

لدراسة انحدارات السطح فى منطقة الدراسة تم إعداد الشكل رقم (3) الذى يوضح درجات الانحدار فى المنطقة، حيث تم حساب درجات الانحدار من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، وتم تقسيم المنطقة إلى وحدات مساحية قيمة كل وحدة 2كم²، ثم تم تصنيف درجات الانحدار إلى أربع فئات هى أقل من 1°، 1-2°، 2-3°، + 3°، وقد تبين ما يلى :

أ-تراوحت درجات الانحدار فى منطقة الدراسة بين 0.3 درجة و 6 درجات وبصفة عامة توجد الانحدارات اللطيفة فى شمال منطقة الدراسة، بينما تسود

(1) توضح هذه الخريطة مدى الاختلاف بين المناسيب المرتفعة وما يجاورها من مناسيب منخفضة، وبصفة عامة كلما زاد الاختلاف زاد التضرس، والعكس صحيح.

الانحدارات + 3° في جنوب منطقة الدراسة، ويدل هذا على سيادة الانحدارات اللطيفة بالمنطقة.

ب-تشكل السطوح التي تقل فيها درجات الانحدار عن 1° ما يقرب من 47.8% من إجمالي مساحة السطح، بينما تشغل السطوح التي تراوحت درجات الانحدار فيها ما بين 1-2° ما يقرب من 43.3%، وبذلك يكون إجمالي مساحة السطح الذي تقل فيه درجات الانحدار عن 2° يمثل 91.1% من إجمالي مساحة المنطقة، ويدل هذا على سيادة الانحدارات اللطيفة على السطح، وهو من العوامل الرئيسية التي أسهمت في تكوين الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة.

ج-تسود السطوح التي تقل درجات انحدارها عن 1° شمال منطقة الدراسة وهي تشغل 47.8% من إجمالي مساحة المنطقة، وتمثل الأراضي التي تشغلها السبخات الساحلية والشواطئ الساحلية والغطاءات الرملية.

د-تسود السطوح التي تتراوح درجات انحدارها بين 1-2° والتي تشغل 43.3% من إجمالي مساحة المنطقة شرق وغرب منطقة الدراسة.

هـ-توجد السطوح التي تتراوح درجات انحدارها بين 2-3° وتشغل 5.9% من إجمالي مساحة المنطقة موضوع الدراسة في أجزاء محدودة وسط منطقة الدراسة.

و-توجد السطوح التي تزيد درجات انحدارها عن 3° وتشغل 3% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة في الجنوب.

ثالثاً : الأحوال المناخية :

وفقاً لموقع منطقة الدراسة سيتم دراسة الأحوال المناخية من خلال المعدلات المناخية لمحطة العريش خلال الفترة من 1980-1994 :

1-الحرارة :

يوضح شكل (4) معدلات درجات الحرارة في مدينة العريش، ومنه تبين أن المتوسط السنوي للحرارة في شهر يناير 12.9°م، و25.2°م في شهر يوليو، وأدنى درجة حرارة 7.3°م، وأعلى درجة حرارة هي 30.6°م، وتتراوح درجات حرارة نصف السنة الشتوى (أكتوبر - مارس) بين 7.3°م وهي متوسط الحرارة

الدنيا لشهر يناير، و28.4°م وهي متوسط الحرارة العظمى لشهر أكتوبر، وتتراوح درجات حرارة نصف السنة الصيفى (إبريل - سبتمبر) بين 12.7°م وهي متوسط الحرارة الدنيا لشهر إبريل و29.5°م، وهي متوسط الحرارة العظمى فى سبتمبر. بذلك يلاحظ من العرض السابق أن درجات الحرارة مرتفعة معظم شهور العام مما يؤدي إلى سرعة تبخر مياه الأمطار أو الرطوبة الجوية التي تتكاثف على سطوح الكثبان الرملية أو تتسرب فى الطبقة السطحية منها، ومعنى ذلك بقاء الرمال جافة مفككة مما يساعد على تحركها فى حالة هبوب رياح متوسطة السرعة.

2- الأمطار :

يوضح شكل (4) توزيع الأمطار على شهور السنة فى العريش خلال الفترة المذكورة ومنه يتضح أن أعلى كمية مطر هي 19مم سقطت فى شهر ديسمبر، وأدنى كمية مطر هي 2مم وسقطت فى شهر مايو، وينعدم سقوط الأمطار تماماً فى شهور الصيف خلال الفترة من يونية إلى سبتمبر، وهذا يضع منطقة الدراسة ضمن المناطق الجافة فى العالم، كما تتميز المنطقة بسقوط الأمطار على شكل رحات قصيرة شديدة التركيز وسريعة، فقد سجلت أقصى كمية مطر سقطت فى يوم واحد فى مدينة العريش 79مم فى يوم 19/11/1986، وسقطت نفس الكمية فى اليوم التالى مباشرة.

ويتضح من العرض السابق تأثير الأمطار على الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة ويكون على النحو التالى :

أ-ينتج عن سقوط الأمطار أو السيول تسرب مياهها فى الطبقة السطحية للكثبان الرملية، وقد قدر دامس ومور (Dames & Moore, 1985) أن 60% من متوسط المطر السنوى فى سيناء يفقد بالتبخر، و5% تجرى إلى البحر، و35% تتسرب لتغذى خزانات المياه الجوفية (Fikry, et al., 1997, P.3)، ووفقاً للبيانات المذكورة عن متوسط الأمطار والسيول فى منطقة الدراسة، فإن ما يتسرب من مياهها فى الكثبان الرملية يتراوح ما بين 6مم و28مم تقريباً، وهذا يؤدي إلى تماسك حبيبات الرمال طول فترة بقاء المياه فيها، وبالتالي تقل معدل حركة الرمال خاصة فى شهور الشتاء حيث أنه

من المعروف أن الرياح تتحول من النحت إلى الإرساب فى حالة ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية، كما أن إرتفاع نسبة الرطوبة بين رمال الكثبان يعمل على تثبيت الكثبان فى مواقعها.

ب-يؤدى سقوط الأمطار على أسطح الكثبان الرملية وتسرب 35% من مياه الأمطار بين حبيبات الرمال، وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية إلى 70% على مدار العام وعلى طول الساحل إلى نمو بعض الأعشاب الصحراوية مما يؤدى إلى زيادة عرض الكثبان الرملية بسبب تراكم الرمال حولها، كما تساهم أيضاً فى تكوين النباك على أسطح الكثبان، ويؤدى هذا إلى بطء معدل حركة الكثبان الرملية بسبب تماسك حبيبات الرمال بواسطة جذور النباتات.

3-الرياح :

سوف تعالج الرياح من جانبين هما :

أ-اتجاه الرياح :

يوضح شكل (4) اتجاهات الرياح وترددتها فى محطة العريش، ومنه يلاحظ أن الرياح تهب من جميع الاتجاهات بنسب مختلفة، وتسود الرياح الشمالية الغربية فى فصل الصيف وتمثل 37.1% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح، وتمثل 20.7% فى فصل الشتاء، ويليهما من حيث الأهمية الرياح الشمالية وتمثل 21.9% صيفاً، و17.7% شتاءً من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح، ويلى ذلك من حيث الأهمية الرياح التى تهب من الجنوب الغربى فى فصل الشتاء، وتمثل 18.6% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح، ثم الرياح التى تهب من الجنوب شتاءً وتمثل 16.5%، وفى فصل الصيف تهب رياح من الجنوب وتمثل 12.1% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح.

ويتضح من العرض السابق سيادة الرياح الشمالية الغربية والشمالية وهى أكثر الرياح ثباتاً واستقراراً على مدار السنة، وهى التى يتحدد على أساسها اتجاهات الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، أما الرياح التى تهب من الجنوب الغربى والجنوب شتاءً وصيفاً فهى المسؤولة عن تعقيد شكل الكثبان الرملية كما سيتضح فيما بعد.

ب-سرعة الرياح :

يتضح من نسب تكرار هبوب الرياح فى فئات السرعة بالعقدة فى الفترة من 1980-1994 فى العريش أن الرياح التى تقل سرعتها عن 11 عقدة تمثل 71.3% فى فصل الشتاء، و69.3% فى فصل الصيف، وهى رياح عديمة الأهمية فى تكوين وحركة الكثبان الرملية، وتمثل الرياح المتوسطة السرعة والتى تتراوح سرعتها ما بين 11 و 21 عقدة 25.2% فى فصل الشتاء، و35.6% فى فصل الصيف، أما الرياح القوية التى تزيد سرعتها عن 22 عقدة فهى تمثل 1.5% فى فصل الشتاء، و0.1% فى فصل الصيف، وبذلك يمكن القول أن الرياح المؤثرة فى تكوين وحركة الكثبان الرملية بالمنطقة وهى ذات سرعات متوسطة وقوية تمثل 26.7% شتاءً، و35.7% صيفاً، وهذه الرياح تقوم بدوراً هاماً فى حركة الكثبان الرملية خاصة فى فصل الصيف 0 كذلك لا تعد الرياح القوية التى تزيد سرعتها عن 22 عقدة من الظواهر الجوية الشائعة الحدوث فى منطقة الدراسة، فهى تمثل نسبة ضئيلة 1.5% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح التى تهب على المنطقة شتاءً، و0.1% صيفاً، وبذلك يقتصر دور هذه الرياح على حدوث تعديل طفيف فى شكل الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

رابعاً : أشكال السطح :

يتضح من دراسة الخريطة المورفولوجية لمنطقة شرق البردويل شكل (5)

أن أشكال السطح بالمنطقة هى :

1-الغطاءات الرملية :

تقع شمال منطقة الدراسة، وتشغل مساحة قدرها 80كم² أى نحو 16.32% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وهى فرشات من الرمال ذات لون أصفر وأبيض، ترتفع فيها نسبة الرطوبة، كما توجد حواجز من الرمال السوداء Black Sands على طول خط الساحل يتراوح لونها بين الرمادى إلى الأسود كذلك توجد بعض الكثبان الهلالية على هيئة كثبان منعزلة Isolated Sand Dunes منتشرة بشكل عشوائى على سطح التموجات الرملية بالقرب من الساحل، وهى كثبان منخفضة المنسوب لا يزيد ارتفاعها عن 8م فوق منسوب سطح البحر، ويميل لون رمال الكثبان المنعزلة إلى اللون الأسود.

2-السيخات :

تشغل السيخات مساحة قدرها 119 كم² أى ما يقرب من 24.29% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ومن الشكل رقم (5) يلاحظ وجود تباين واضح فى أبعاد ومساحات السيخات، وأكبر السيخات مساحة سبخة الكوفرى والتي تبلغ مساحتها 50 كم²، ويتراوح طولها بين 0.9 كم و7.5 كم، ومتوسط طولها 4 كم، ويتراوح عرضها بين 0.5 كم و7 كم ومتوسط عرضها 3.2 كم، ويليهما من حيث المساحة ملاحه دراع الديب وسبخة السباعى والتي يبلغ امتدادها على طول الساحل 7 كم، ويتراوح عرضها بين 1.5 كم و4 كم، ومتوسط عرضها 3.3 كم، أما السيخات التى فى الأراضى المنخفضة المنسوب بين الكثبان الرملية فتتراوح مساحتها ما بين 2 كم² إلى 10 كم² مثل سيخات أبو هديهد، المرابعات، أبو سمارة. صورة (1).

وبصفة عامة تتميز السيخات شمال منطقة الدراسة بارتفاع سطحها نحو الجنوب وتتراوح درجات انحدار سطحها بين 0.2 و0.6 درجة، وتتكون من رواسب طينية مختلطة برواسب رملية، ويميل لون السطح إلى اللون الأسود، ويغضى السطح بقشرة ملحية بيضاء اللون.

وترجع نشأة السيخات بمنطقة الدراسة للأسباب التالية :

- انخفاض منسوب السطح فى منطقة الساحل وبطء الانحدار مما يؤدي إلى تغطية هذه المناطق بمياه المد، مع حدوث تسرب من مياه البحر وبحيرة البردويل وارتفاع درجات الحرارة.
- تراجع البحر عن الجزء الشمالى من منطقة الدراسة فى عصر البلايستوسين، وترسيب الأملاح على القاع فى المياه الضحلة، ومع استمرار تراجع البحر وزيادة معدلات التبخر وسفى الرمال فى العصر الحديث تكونت هذه السيخات.
- ارتفاع منسوب المياه الجوفية فى الأراضى المنخفضة المنسوب بين الكثبان الرملية، ومع ارتفاع درجة الحرارة تتبخر المياه الجوفية وتتكون قشرة ملحية على السطح.

الخصائص المورفولوجية لأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل

تضم منطقة شرق بحيرة البردويل عدة أشكال رملية تشمل الكثبان الرملية والغطاءات الرملية، والنباك، وفيما يلي دراسة تفصيلية عن الخصائص المورفولوجية لهذه الأشكال.

أولاً : الكثبان الرملية :

يتضح من فحص الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، ولوحات الفوتوموزيك الجوية مقياس 1 : 50000، والخريطة المورفولوجية شكل (5) أن الكثبان الرملية تغطي 59.39% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وأنها توجد فى القسم الأوسط والجنوبى منها.

1-التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية :

تنقسم دراسة التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية إلى توزيع مكانى للكثبان، وكثافة الكثبان :

أ-التوزيع المكانى للكثبان الرملية :

يتضح من الشكل رقم (5) أن منطقة شرق بحيرة البردويل تنتوع فيها أشكال الكثبان الرملية ما بين هلالية، طولية، وطولية مركبة، وعرضية، وتوجد الكثبان الهلالية على هيئة كثبان منعزلة شمال منطقة الدراسة، وتنتشر بشكل عشوائى يعتمد على عدم انتظام شكل السطح، وتوزيع الغطاء النباتى، والسبخات، ويتراوح ارتفاع هذه الكثبان ما بين 5 إلى 8 مترا.

تنتشر الكثبان الطولية فى الجزء الأوسط من منطقة الدراسة وجميعها تتبع محور شمالى غربى - جنوبى شرقى، يتراوح ارتفاعها ما بين 10م إلى 50م، وتوجد الكثبان الطولية على هيئة حافات رملية طولية ومتصلة، ومن دراسة الخرائط الطبوغرافية يلاحظ أن ارتفاع هذه الكثبان يزداد كلما اتجهنا نحو الجنوب والجنوب الشرقى من منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال يبلغ ارتفاع الكثبان الطولية فى القسم الغربى من منطقة الدراسة 12م، وفى الجنوب الشرقى 50م.

تنتشر الكثبان العرضية شرق وغرب وجنوب منطقة الدراسة، ويتراوح ارتفاعها ما بين 10م و40م، ويلاحظ من الشكل رقم (5) أن الكثبان العرضية

عشوائية التوزيع وسط منطقة الدراسة، وبصفة عامة يلاحظ أن ارتفاع الكثبان العرضية غرب وجنوب منطقة الدراسة أعلى من مثيلاتها في الشرق، أما الكثبان الطولية المركبة فهي توجد بشكل عشوائي في منطقة الدراسة، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين 10م و45م.

ب- كثافة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل :

تهدف دراسة كثافة الكثبان الرملية إلى تحديد سمات وطبيعة توزيعها في منطقة الدراسة، وبهذا يمكن تحديد العوامل المتحكمة في هذا التوزيع، وتعتمد هذه الدراسة على الدراسات السابقة عن الكثبان الرملية مثل دراسة إمبابي (Embabi, 1982) و(أمبابي وعاشور، 1983)، حيث يتم إعداد خريطة بلانيمترية لمنطقة الكثبان، ويتم إعداد هذه الخريطة من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، حيث يتم تقسيم المساحة التي تغطيها الكثبان الرملية إلى مربعات، مساحة كل منها واحد كيلو متر مربع موازية للاتجاه العام لمحاور الكثبان الرملية الطولية بزاوية قدرها (309°)، وقد تم ترقيم الأضلاع الموازية للاتجاه العام بالأرقام 1، 2، 3، 4 000 الخ، وتم ترقيم الأضلاع العمودية على اتجاه الرياح السائدة، وتلى ذلك القيام بحصر عدد الكثبان الرملية في كل مربع على حدة، وتمثل هذه الأرقام كثافة الكثبان الرملية في مساحة قدرها واحد كيلو متر مربع 0 (المرجع السابق، ص58).

يتضح من الشكل رقم (6) أن الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل تنتشر في مساحة قدرها 222 كم²، ويصل مجموع الكثبان الرملية في المنطقة إلى 228 كثيباً، وهذا يعني أن الكثافة العامة للكثبان في المنطقة تصل إلى 1.03 كثيب لكل كيلو متر مربع.

كذلك يوضح الشكل رقم (6) أن كثافة الكثبان الرملية في المنطقة تتراوح بين كثيب واحد/ 2 كم² و5 كثيب/ 2 كم²، وبصفة عامة تزيد كثافة الكثبان الرملية جنوب منطقة الدراسة عن الجزء الأوسط فيها.

ويلاحظ من العرض السابق عن التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل وكثافتها، وجود ارتباط واضح بين تضرس السطح وتوزيع وكثافة الكثبان الرملية بالمنطقة، فكما سبقت الإشارة تزيد كثافة الكثبان الرملية كلما

اتجهنا جنوب منطقة الدراسة مع زيادة نسبة تضرس السطح، ويرجع ذلك إلى تعذر الكثبان الرملية تسلق الأراضي المرتفعة جنوباً.

2- السمات المورفولوجية لأنماط الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل:

تضم منطقة الدراسة ثلاث أنماط رئيسية للكثبان هي الطولية، الطولية المركبة، العرضية وفيما يلي دراسة لكل نمط من هذه الأنماط :

أ-الكثبان الطولية :

تغطي الكثبان الطولية Longitudinel dunes مساحة قدرها 85كم² أى ما يعادل 17.3% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي تشغل القسم الأوسط والجنوبى من المنطقة، وتمتد بمحور شمالى غربى - جنوبى شرقى، يبلغ عدد الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة (102) كتيب.

يتميز هذا النوع من الكثبان بأن طوله يفوق عرضه بكثير، وله جانبان ينحدران فى اتجاهين متضادين ويلتقيان فى قمة حادة عادة ما تكون متعرجة بامتداد المحور الطولى للكتيب، ويتميز هذا النوع من الكثبان بوجود حافة واحدة تمتد لمسافة طويلة ومستمرة.

ويتخذ القطاع العرضى للكثبان الطولية شكل مثلث متساوى الساقين Isosceles Traingle، ويتميز القطاع العرضى لهذه الكثبان بأنه ذو انحدار خفيف غير منتظم، ويدل هذا على وجود قمم مستوية إلى متموجة، وبصفة عامة يتخذ القطاع الطولى لهذه الكثبان شكل القوس المستطيل بانحدار معتدل فى الجانب المظاهر للرياح.

وترجع نشأة هذا النوع من الكثبان فى منطقة الدراسة إلى تأثير الرياح التى تهب من اتجاهات متعددة يسود من بينها اتجاه سائد وهو الاتجاه الشمالى الغربى والشمالى، والذى يحدد المحور العام لاتجاه سلاسل الكثبان الطولية والتى سبقت الإشارة إليها، وتمثل الرياح التى تهب من الجهات الأخرى الجانبية تقاطع مع محور الكثبان بزوايا تتراوح بين الحادة والمنفرجة.

وتمتد الكثبان الطولية فى منطقة الدراسة على شكل سلاسل متوازية تفصل بينها ممرات ضيقة، وتتراوح المسافة التى تفصل بين السلسلة والتي تليها ما بين 200م و700م ويتحكم فى ذلك طبيعة السطح وانتشار بعض التلال

المنعزلة الصغيرة الحجم والسبخات، ويتفق هذا مع رأى مابوت (Mabutt, 1977, P.285) والذي يرى أن المسافات التي تفصل بين سلاسل الكثبان تتراوح ما بين 200 و500م، وتدل قيم المسافات المنخفضة على خاصية التفرع Branching، بينما تدل القيم المرتفعة على وجود حافات متوازية منتظمة، وبصفة عامة يزداد ارتفاع الكثيب مع زيادة المسافة 0 ويرى مابوت أن حافات الكثبان قد تمتد إلى مئات الكيلومترات، وفي الأنماط المتفرعة Branching Patterns تتكون حافات الكثبان من أقسام يبلغ طولها بضعة كيلومترات.

ويتضح من الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة أن قيم المسافات التي تفصل بين الكثبان الطولية وسط المنطقة ذات قيم مرتفعة تراوحت بين 500 إلى 700م، وقد ساعد ذلك على وجود حافات متوازية منتظمة للكثبان الطولية، أما في جنوبي منطقة الدراسة تنخفض قيم المسافات بين الكثبان الطولية وهي تتراوح ما بين 200 - 400م مما يدل على خاصية التفرع، وتتكون حافات الكثبان من أقسام، ويبلغ طولها بضعة كيلو مترات.

كذلك أوضحت الدراسة الميدانية، وفحص لوحات الفوتوموزيك الجوية مقياس 1 : 50000 والخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000 أن الكثبان الطولية بمنطقة شرق البردويل تنقسم إلى :

- كثبان طولية مستقيمة، وتوجد في غرب منطقة الدراسة، وهي تشبه الكثبان الطولية الموجودة في الجزء الجنوبي من الصحراء الغربية، وهذا النمط من الكثبان يتميز بوجود قمم حادة.
- كثبان طولية متعرجة، وتوجد في القسم الأوسط والشرقي والجنوبي من منطقة الدراسة صورة (2)، حيث تبين أن المحاور الطولية لهذا النمط من الكثبان تتغير في توجيهها عدة مرات، ولكنها تحتفظ بالشكل الطولي على طول اتجاه معين يتفق مع الاتجاه السائد للرياح، كما تبين أن خط القمة يهبط ويرتفع على مسافات تكاد تكون منتظمة مكونة سلسلة من القمم 0 وتتميز القطاعات العرضية لهذا النمط من الكثبان بأنها ذات قمم حادة وجانبين غير متماثلين، ويحدث تبادل لواجهات الإنزلاق على امتداد المحاور الطولية لهذه الكثبان بسبب الرياح المحلية، وقد لوحظ أن ارتفاع وجه الانزلاق يمثل ثلث الارتفاع الكلي للكثيب صورة (3)،

ويتراوح ارتفاع واجهات الانزلاق ما بين أقل من متر إلى عشرات الامتار0 ويتفق هذا مع ما توصل إليه (Pye & Tsoar, 1990, P.18)، ودسوقي في دراسته عن الكثبان الطولية شرق قناة السويس (دسوقي، 2000، ص253).

*أبعاد الكثبان الطولية :

تم قياس أبعاد الكثبان الطولية من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000 لوحتي مزار والميدان سنة 1995، حيث تم قياس الطول والعرض والارتفاع لكل كتيب، ثم تم تحليل البيانات إحصائياً، وشملت هذه التحليلات المتوسطات الحسابية، وأدنى قيمة وأعلى قيمة والانحراف المعياري لكل متغير، ثم تم حساب قيمة معامل الارتباط ومعادلة خط الانحدار لكل متغيرين، وقد تبين ما يلي :

- تتراوح أطوال الكثبان الطولية بين 150م و2600م، ويبلغ متوسط الطول 885م، بانحراف معياري قدره 657.03، وتمثل الكثبان الطولية التي تتراوح أطولها بين 500م و750م 37.8% من إجمالي عدد الكثبان بينما بلغت نسبة الكثبان الطولية التي تتراوح أطولها بين 2250م و2500م 2.8% من إجمالي عدد الكثبان.
- يتراوح عرض الكثبان الطولية بين 40م و200م، بمتوسط قدره 93.5م، بانحراف معياري قدره 44.21، وتمثل الكثبان الطولية التي يتراوح عرضها بين 90م و110م 32.4% من إجمالي عدد الكثبان الطولية.
- يتراوح ارتفاع الكثبان الطولية بين 10م و50م، بمتوسط قدره 23م وانحراف معياري قدره 8.05، وتمثل الكثبان الطولية التي يتراوح ارتفاعها بين 20-30م 40.5% من إجمالي عدد الكثبان الطولية.
- من حساب قيمة معامل الارتباط بين أبعاد الكثبان الطولية السابق الإشارة إليها، تبين أن قيمة معامل الارتباط بين طول وعرض الكثبان الطولية 0.314، وبين الطول والارتفاع 0.145، وبين العرض والارتفاع 0.192، بمستوى ثقة قدره 95%، وهذا يدل على عدم وجود علاقة ارتباط بين أبعاد هذا النوع من الكثبان. شكل (7)

العلاقة بين اتجاه محاور الكثبان الطولية واتجاهات الرياح السائدة :

لدراسة هذه العلاقة تم حساب محصلة الرياح في محطة العريش لمعرفة الاتجاه السائد للرياح، ثم تم قياس درجة انحراف الكثبان الطولية عن اتجاه الشمال من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، وتبين ما يلي :

• تبين من حساب محصلة الرياح لمحطة العريش تبين أن الاتجاه السائد للرياح في فصل الشتاء هو غرب الشمال الغربي بزاوية قدرها 285°، وفي فصل الصيف هو شمالي غربي بزاوية قدرها 320°، ومتوسط محصلة الرياح لفصل الشتاء والصيف هو الاتجاه غرب الشمال الغربي بزاوية قدرها 309° شكل(8).

• يتبين من قياس درجة انحراف الكثبان الطولية عن اتجاه الشمال أن جميع اتجاهات محاور الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة تنحصر بين 270° و 330°، أي أنها تقع جميعها في الاتجاه الغربي والشمالي الغربي وشمال الشمال الغربي.

• تبلغ نسبة 62.8% من جملة اتجاهات محاور الكثبان الطولية المحصورة بين 290-309 درجة، أي أنها تأخذ اتجاه غرب الشمال الغربي، وتليها نسبة 20.6% من جملة اتجاهات محاور الكثبان تنحصر بين 270-289 درجة وتأخذ اتجاه غرب الشمال الغربي، وتمثل محاور الكثبان المحصورة بين 310-329 درجة نسبة 16.6% من جملة اتجاهات محاور الكثبان الطولية وهي تتبع اتجاه الشمال الغربي.

ب-الكثبان الطولية المركبة :

توجد الكثبان الطولية المركبة في القسم الغربي والجنوبي من منطقة الدراسة، ويوجد عدد قليل منها في القسم الأوسط من المنطقة ويبلغ عددها (20) كتيب، ويلاحظ من فحص الخرائط الطبوغرافية ولوحات الفوتوموزيك أن الكثبان الطولية المركبة تظهر على شكل حافتين أو أكثر متقاربتين ومتداخلتين، وبمقارنتها بالكثبان الطولية أتضح أنها أكثر طولاً وعرضاً وارتفاعاً، وينتظم هذا النوع من الكثبان في نمط متوازي تقريباً ويتبع نفس محور اتجاه الكثبان الطولية السابق الإشارة إليه.

وفى داخل هذا النمط المتوازي العام تتشعب الكثبان الطولية المركبة أو تتحد وفقاً لطبوغرافية السطح، مكونة النمط المعروف بـ Y Junctions، وفى منطقة شرق البردويل تم تسجيل نمطين لهذا الاتصال هما :

• نمط الاتصال العادى المفتوح فى اتجاه مقتبل الرياح، ويوجد بالقسم الغربى والأوسط والجنوبى من منطقة الدراسة، وهو النمط الأكثر شيوعاً، ويرجع تكوين هذا النمط إلى طبيعة انحدار السطح فى اتجاه منصرف الرياح مما أدى إلى اتحاد الكثبان مع بعضها البعض وتكوين فتحة فى اتجاه مقتبل الرياح.

• نمط الاتصال المعكوس والمفتوح فى اتجاه منصرف الرياح، ويوجد فى وسط منطقة الدراسة وفى القسمين الجنوبى والجنوبى الغربى منها، ويرجع تكوين هذا النمط إلى ارتفاع السطح مما يؤدي إلى تشعب الرياح، وبالتالي يتفرع كثيب ثانوى من جسم الكثيب الرئيسى وتكون الفتحة فى اتجاه منصرف الرياح. صورة (4)

وهذان النمطان السابق الإشارة إليهما واللذان تم تسجيلهما بمنطقة الدراسة يتفقان مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة عن الكثبان الطولية المركبة فى مناطق أخرى من العالم مثل (Greeley & Iversen, 1985) و (Pye & Tsoar, 1990) و(دسوقى، 2000)

*أبعاد الكثبان الطولية المركبة :

تم قياس أبعاد الكثيب الطولية المركبة من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000 وتم معالجتها إحصائياً، وقد اتضح ما يلى :

• يتراوح طول الكثبان الطولية المركبة ما بين 350م و3000م بمتوسط طول قدره 1430م وانحراف معيارى قدره 789.15، وتبلغ نسبة الكثبان الطولية المركبة التى تتراوح أطوالها بين 600م إلى 900م 26% من إجمالى عدد الكثبان، وأقل نسبة 9% وتمثلها الكثبان التى يتراوح طولها بين 2700م و3000م.

• يتراوح عرض الكثبان الطولية المركبة ما بين 100م و500م، ويبلغ متوسط عرض هذا النوع من الكثبان 280م بانحراف معيارى قدره 120.62،

وتمثل الكثبان التي يتراوح عرضها بين 200م -250م 30% من إجمالي عدد الكثبان، وأقل نسبة 4% للكثبان التي يتراوح عرضها بين 350م-400م.

• يتراوح ارتفاع الكثبان الطولية المركبة ما بين 10م و45م، بمتوسط قدره 27م، وانحراف معياري قدره 8.29، وتمثل الكثبان التي يتراوح ارتفاعها بين 30-35م 35% من إجمالي عدد الكثبان وأقل نسبة 4% للكثبان التي يتراوح ارتفاعها بين 10-15م.

• تبين من دراسة قيمة معامل الارتباط بين أبعاد الكثبان الطولية المركبة أن قيمة معامل الارتباط بين طول وعرض الكثبان المركبة 0.317 وبين الطول والارتفاع 0.173، وبين العرض والارتفاع 0.233 بمعامل ثقة قدره 95%0 شكل (9)، وهذا يشير إلى عدم وجود علاقة ارتباط بين أبعاد الكثبان الطولية المركبة مما يدل على عدم نمو هذه الكثبان بمعدل ثابت.

ج-الكثبان العرضية :

تبدو الكثبان العرضية على هيئة موجات رملية ممتدة متتالية بعضها أمام البعض الآخر، وتكون هذه الموجات الرملية عمودية على اتجاه الرياح السائدة، ومن ثم جاءت تسميتها باسم الكثبان العرضية لأنها تبدو وكأنها تعترض حركة الرياح السائدة 0 (إمبابي وعاشور، 1983، ص92).

ينتضح من فحص الخرائط الطبوغرافية ولوحات الفوتوموزيك، ومن الشكل رقم (5) أن الكثبان العرضية توجد على شكل خطوط متوازية تتبع محور شرقي-غربي، وتنتشر الكثبان العرضية وسط وشرق وغرب منطقة الدراسة، كما يوجد نطاق منها جنوب المنطقة، ويبلغ عددها (58) كتيب، ويرتبط توزيع الكثبان العرضية بالمنطقة بوجود الأودية المدفونة Buried valley، أو وفقاً للخصائص الجيومورفولوجية للسطح (Fikry, et al., 1997, P.61).

*أبعاد الكثبان العرضية :

تم قياس أبعاد الكثبان العرضية من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50000، وتم معالجتها إحصائياً، وقد تبين ما يلي :

• يتراوح طول الكثبان العرضية بين 200م و1500م بمتوسط طول قدره 600م وانحراف معياري قدره 332.72، وتمثل الكثبان العرضية التي يتراوح

طولها بين 300-500م 44% من إجمالي عدد الكثبان، وتمثل الكثبان التي يتراوح طولها بين 1300-1500م 4% فقط من إجمالي عدد الكثبان.

- يتراوح عرض الكثبان العرضية بين 30م و200م بمتوسط عرض قدره 114م وانحراف معياري قدره 44.56، وتمثل الكثبان العرضية التي يتراوح عرضها بين 80-100م 72% من إجمالي عدد الكثبان العرضية، بينما تمثل الكثبان التي يتراوح عرضها بين 100-120م 4% فقط من إجمالي عدد الكثبان العرضية.

- يتراوح ارتفاع الكثبان العرضية بين 10م و40م بمتوسط ارتفاع قدره 23.9م، وانحراف معياري قدره 10.27، وتمثل الكثبان العرضية التي يتراوح ارتفاعها بين 10-14م 25% من إجمالي عدد الكثبان العرضية ويبلغها من حيث الأهمية الكثبان العرضية التي يتراوح ارتفاعها بين 35-40م.
- تبين من حساب قيمة معامل الارتباط بين أبعاد الكثبان العرضية وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين أطوال الكثبان العرضية وعرضها حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.805، وتبين وجود علاقة ارتباط موجبة متوسطة بين أطوال الكثبان العرضية وارتفاعها، حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.616، وعلاقة ارتباط موجبة ضعيفة بين عرض الكثبان العرضية وارتفاعها، حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.519 شكل (10)، وهذا يدل على أن الكثبان العرضية تنمو بمعدل ثابت، وهذا يختلف مع النتائج السابق الإشارة إليها والخاصة بالكثبان الطولية والطولية المركبة.

3- السمات المورفومترية لسفوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل :

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على السمات المورفومترية لسفوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل، ولتحقيق هذا الهدف تم قياس عدد (6) قطاعات عرضية لعينات من الكثبان الرملية في منطقة الدراسة وهي قطاع 1، 2 من الكثبان الطولية، 3، 4 من الكثبان الطولية المركبة، 5، 6 من الكثبان العرضية، حيث تم قياس المسافات الأرضية وزوايا الانحدار على جانبي الكثيب من القاعدة إلى القمة ثم إلى القاعدة شكل (11).

أ-زوايا الانحدار :

للتعرف على السمات العامة لتوزيع زوايا الانحدار على سفوح الكثبان الرملية تم تجميع المسافات الأرضية التي تشغلها زوايا الانحدار على القطاعات التي تم قياسها على طول محاور هذه الكثبان، ثم رسمت على هيئة هستوجرام

ليوضح النسب المئوية التي تشغلها كل درجة انحدار على طول القطاعات التي تم قياسها، ويوضح شكل (12) ما يلي :

• تمثل مجموعة الانحدارات الخفيفة التي تتراوح بين (صفر - 9 درجة) 30.4% من إجمالي المسافات الأرضية، وتشكل مجموعة الانحدارات المتوسطة التي تتراوح بين (10-24 درجة) 48.3% من جملة المسافات الأرضية، وتشكل الانحدارات الشديدة (25-39 درجة) 21.3% من جملة المسافات الأرضية.

• يتضح من الشكل (12) أن الزاوية المميزة لجميع القطاعات هي 8 درجة وهي تمثل 10.4% من إجمالي المسافات الأرضية.

• تعتبر الزاوية 8 درجة هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات الخفيفة وتمثل 10.4% من إجمالي المسافات الأرضية، والزاوية 15 درجة هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات المتوسطة وتمثل 9.4% من إجمالي المسافات الأرضية، والزاوية 30 درجة هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات الشديدة وتمثل 7.3% من إجمالي المسافات الأرضية.

• تعتبر الزاوية 3 درجة هي الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الخفيفة والزاوية 7 درجة هي الزاوية الحدية العليا لها، بينما تعد الزاوية 14 درجة هي الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات المتوسطة، والزاوية 12 درجة هي الزاوية الحدية العليا لها، وتمثل الزاوية 28 درجة الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الشديدة، والزاوية 33 درجة هي الحدية العليا لها.

• تبين من دراسة العلاقة بين زوايا الانحدار ونسبة ما تشغله من مسافات أرضية عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.199.

يتضح من العرض السابق أن القطاعات العرضية التي تم قياسها توضح أنها ذات انحدارات خفيفة ومتوسطة غير منتظمة، مع وجود تباين واضح بين القطاعات، حيث تظهر عدد من القمم في بعض الكثبان، ولبعض القمم وجه انزلاق واضح كما سبقت الإشارة، ويرجع ذلك إلى تغير تأثير الرياح الثانوية من حافة إلى أخرى ومن جزء لآخر على طول سفح الكثيب(0)

ب- تقوس سطوح الكثبان :

تهدف دراسة تقوس سطوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل إلى التعرف على أشكال سطوح الكثبان الرملية وسماتها وذلك بطريقة كمية.

والتقوس Curvature وفقاً لتعريف ينج هو "معدل التغير في زاوية الانحدار مع المسافة الأرضية في اتجاه الانحدار الحقيقي، ويحسب بالدرجات لكل 100 متر" (Young, 1972, P.143)

ونظراً لوجود أوجه قصور في المعادلة التي وضعها ينج لحساب قيم التقوس تم الاعتماد في هذه الدراسة على طريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel Rahman, et al., 1980)، وفي هذه الطريقة يتم التعبير عن قيم التقوس في نقطة ما بالدرجات، ومن ثم تكون السفوح المقعرة ذات قيم سالبة، والسفوح المحدبة ذات قيم موجبة، وتتراوح قيم التقوس بين $+90$ ، و -90 ، حيث تمثل القيمة الأولى التغير في التقوس بين 90 درجة إلى صفر درجة، بينما تمثل القيمة الثانية التغير في التقوس من صفر درجة إلى 90 درجة، وإذا كانت قيمة التقوس صفر، فإن ذلك يعنى عدم وجود تغير في درجة الانحدار.

يتضح من حساب قيم التقوس على سطوح الكثبان الرملية في العينة السابق الإشارة إليها، ومن الشكل رقم (13) أن سطوح الكثبان الرملية تتخذ شكلاً محدباً مقعراً بوجه عام، وتشغل المحدبات الأجزاء العليا من سطح الكثيب، بينما تشغل المقعرات الأجزاء السفلى، كذلك توجد أجزاء مقعرة صغيرة على الأجزاء العليا من بعض الكثبان، بحيث يتخذ القطاع شكل مقعر - محدب - مقعر، كما هو واضح في القطاعات أرقام 3، 4، 5، ويرجع ظهور العناصر المقعرة على الأجزاء العليا من القطاعات المشار إليها بسبب هبوب رياح معاكسة لاتجاه الرياح السائدة.

يتضح من الشكل (13) أن قيم التقوس على سطوح الكثبان تنقسم إلى ثلاث مجموعات هي :

- المجموعة الأولى وتشير إلى الأجزاء المستقيمة التي لا يتغير فيها الانحدار، وهي تضم 24%، وتظهر عادة في الجزئين الأعلى والأوسط من سطح الكثيب.
- المجموعة الثانية وتشير إلى تحذب السطح، وتتراوح بين أقل من 0.5 درجة إلى $+3$ درجة وتشغل 50.3%، وهي ذات قيم تقوس منخفضة، وتظهر الأجزاء المحدبة دائماً على الأجزاء العليا من سطح الكثيب.
- المجموعة الثالثة وتشير إلى تفرع أجزاء من سطح الكثيب، وتتراوح بين أقل من 0.5 درجة إلى 2.5 درجة، وتشغل 25.7%، وتوجد في الأجزاء

الدنيا من سطح الكثيب، ومع وجود أجزاء مقعرة على القسم العلوى من سطوح بعض الكثبان.

• نظراً لأن النسبة العظمى من الدرجات المقعرة والمحدبة تقل عن درجتين، فإن هذا يشير إلى أن التغير فى الإنحدار على سطوح الكثبان تدريجى.

ثانياً : الغطاءات الرملية Sand Sheet :

تنتشر شمال منطقة الدراسة، ويحيط بها من الجنوب حقل الكثبان الرملية، وتبدأ من ارتفاع 10م فوق مستوى سطح البحر، ويقل ارتفاعها كلما اتجهنا صوب الشمال حيث تمتد السبخات الساحلية، شكل (5)، وتوجد الغطاءات الرملية على هيئة فرشاة من الرمال وتتميز باستواء سطحها إلى حد كبير، ولا يظهر على سطحها سوى علامات تموج مؤقتة مرتبطة بسرعة الرياح، وتتكون الغطاءات الرملية من رمال تتراوح أحجامها ما بين 0.063 مم إلى 2مم، وتتمو الأشجار فى مساحات محدودة مبعثرة فى المناطق المنخفضة المنسوب، كما تنمو بعض النباتات الصحراوية على سطح الغطاءات الرملية عقب سقوط الأمطار.

ثالثاً : النباك Ne back :

هى تجمعات من الرمال المترakمة حول الحشائش، والنباتات الصحراوية، وتعد النباك أحد الأشكال الرملية الواضحة على سطح السبخات، وعلى قمم وقاعدة بعض الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة صورة (5) وتتكون النباك من رمال تتراوح أحجامها ما بين الرمال الناعمة 0.125مم إلى رمال خشنة 2مم. أوضحت الدراسة الميدانية تباين أحجام النباك، حيث تراوح الطول والعرض بين متر وستة أمتار، بينما تراوح الارتفاع بين عدة سنتيمترات ومتر واحد، ويختلف شكل النباك ما بين الشكل الطولى والشكل الهرمى، وتتخذ سفوح جوانب النباك الشكل المحدب - المقعر بصفة عامة، وتتراوح زوايا الانحدار ما بين 20-30 درجة فى الجانب المواجه للرياح، أما فى الجانب المظاهر للرياح تراوحت زوايا الانحدار ما بين 2-15 درجة، ويسود عليها الشكل المحدب - المقعر.

كذلك أوضحت الدراسة الميدانية أن النباك التي تظهر على سطح بعض الكثبان الرملية شمال منطقة الدراسة تمر بمرحلة النضوج، حيث تبين أن النباك تأخذ الشكل النموذجي حيث تكون الجوانب المواجهة للرياح قصيرة، تتراوح أطوالها ما بين متر - 3 متر، شديد الانحدار، وتتراوح زوايا الانحدار ما بين 20-30 درجة، أما الجانب المظاهر للرياح فهو أقل طولاً وانحداراً، فقد تتراوح أطوالها ما بين مترين إلى ستة أمتار، وتتراوح زوايا الانحدار ما بين 2 - 15 درجة.

أما النباك التي تظهر على سطح بعض الكثبان الرملية جنوب منطقة الدراسة، تمر بمرحلة الشباب، حيث تتخذ النباك الشكل البيضاوي، يتراوح ارتفاعها ما بين 70سم ومتر واحد، وتتراوح زوايا انحدار سطحها ما بين 20-27 درجة، ويظهر فيها الجانب المواجه للرياح أشد انحداراً من الجانب المظاهر لها.

ويرجع تكوين النباك في منطقة الدراسة للأسباب الآتية :

- سيادة ظروف الجفاف لفترة زمنية طويلة.
- هبوب رياح متوسطة السرعة معظم شهور العام كما سبقت الإشارة إليها.
- توافر مصدر للرمال.
- وجود النباتات الصحراوية على سطح السبخات وبعض الكثبان الرملية.
- سيادة الانحدارات اللطيفة على السطح.

رابعاً : التموجات الرملية Sand Ripples :

هي إحدى الملامح المميزة التي تظهر على سطح فرشات الرمال والكثبان الرملية مع هبوب الرياح، وهي تشبه تموجات المسطحات المائية، وتشير الدراسات السابقة مثل دراسة باجنولد (Bagnold, 1944, P.144) ومابوت (Mabutt, 1977, P.227) إلى وجود علاقة بين سرعة الرياح وظهور التموجات الرملية، ويرى باجنولد أن طول الموجة يتزايد مع قوة الرياح، ففي الرمال المتجانسة التي يتراوح حجم حبيباتها بين 0.18 و 0.3 مم يصل طول الموجة 2.4سم، في حالة سرعة الرياح المنخفضة، وعندما تزيد سرعة الرياح تنسطح التموجات وتترك السطح ممهداً، وتخفى التموجات عندما تزيد الرياح من سرعتها بالنسبة لحجم حبيبات الرمال، وفي الرمال ذات الأحجام المتجانسة.

ويرى مابوت (Mabutt, 1977, P.227) أن طول الموجة يتوقف على حجم حبيبات الرمال، وأن زيادة قوة الرياح تؤدي إلى زيادة في طول الموجة إلى حد معين يتوقف على حجم حبيبات الرمال في قمة الموجة. أوضحت الدراسة الميدانية لمنطقة شرق بحيرة البردويل ظهور التموجات الرملية على سطح الكثبان الرملية، وتتميز هذه التموجات بوجود جانب مواجه للرياح Wind Ward Slope تراوحت زوايا انحداره ما بين 10-12 درجة، وجانب مظاهر للرياح Lee Ward Slope تراوحت زوايا انحداره ما بين 30-33 درجة، وتتكون قمم هذه التموجات من رمال خشنة تراوح حجمها ما بين 1-2 مم مستقرة على رمال ناعمة طباقية صورة (6)، ومع حركة الحبيبات الخشنة إلى أعلى ومع وصولها إلى القمة نتيجة لقفز الرمال تتقدم الموجة في اتجاه الرياح بمعدل ملليمترات قليلة في الدقيقة.

كذلك تم في الدراسة الميدانية قياس أبعاد عينة تتكون من (10) تموجات رملية حيث تم قياس طول وارتفاع كل موجة وتبين أن طول التموجات الرملية تراوح بين 15 سم و60 سم، وبلغ متوسط الطول 34.6 سم بانحراف معياري قدره 16.22، ويتراوح ارتفاع التموجات الرملية بين 2 سم و5.4 سم، وبلغ متوسط الارتفاع 3.4 سم بانحراف معياري قدره 1.15، وتراوحت نسبة نضوج التموجات الرملية Maturity Ratio⁽¹⁾ ما بين 5 سم و15 سم بمتوسط قدره 9.43 سم، وبلغت نسبة النضوج العام للتموجات⁽²⁾ الرملية شرق بحيرة البردويل 9.72 سم، كذلك تبين من حساب قيمة معامل الارتباط بين طول وارتفاع التموجات الرملية وجود علاقة ارتباط موجبة قوية فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.873 بمعامل ثقة قدره 95%.

$$(1) \text{ نسبة النضوج} = \frac{\text{طول الموجة}}{\text{ارتفاع الموجة}}$$

$$(2) \text{ نسبة النضوج العام} = \frac{\text{متوسط طول التموجات الرملية}}{\text{متوسط ارتفاع التموجات الرملية}}$$

حركة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل

تتحرك رمال الكثبان مع هبوب الرياح، حيث تقوم التيارات الهوائية الأفقية برفع الرمال معها في حركة قفز نتيجة لضغط تيارات الهواء عليها، فترتفع وتندفع إلى الأمام، حتى إذا ما اصطدمت بحبيبات الرمال الكبيرة المستقرة على السطح تطايرت وتعرضت من جديد لضغط الهواء والاصطدام بالسطح مرة أخرى، وهكذا تعمل الرياح على تقدم الرمال في اتجاهها.

ويتحكم في حركة الرمال ومعدلات تقدمها عدد من العوامل أهمها سرعة الرياح، متوسط نصف قطر الحبيبة، درجة خشونة السطح، كمية ونوع الغطاء النباتي، كمية الرطوبة في الرمال. (Fryberger, 1976, P.146) ولقد قرر مابوت (Mabutt, 1977, P.218) معدل حركة الرمال بما يعادل نصف سرعة الرياح المقاسة في المتر، ويرى أن حبيبات الرمال الكبيرة والتي يتراوح حجمها بين 0.25 إلى 2مم تتدحرج على السطح، ويقدر معدل حركتها بما يقل عن 1سم/دقيقة، أما الحبيبات التي يقل حجمها عن 0.15مم تنتقل كحمولة عالقة.

هذا، ويقدر معدل تحرك الرمال في منطقة شمال سيناء بنحو 8م/3م/السنة في اتجاه ج85ق، وتمثل منطقة الدراسة جزء من القطاعين الأكثر تعرضاً لزحف الرمال من الطريق الدولي وهما قرية الخربة والنجاح، والقطاع الممتد من قرية التلول إلى الكيلو (20) غرب مدينة العريش (Fikry, et al., 1997, P.1)

ولقد أوضحت الدراسة الميدانية أن بعض الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة نشطة Active، وتتحرك مع هبوب رياح متوسطة السرعة، حيث يتم تدرية الجانب اللطيف الانحدار من الكثيب، والإرساب على الجانب الآخر، وعادة ما تبدأ التدرية عند أقدام الجانب اللطيف الانحدار، ولقد أمكن من خلال الدراسة الميدانية قياس سمك رمال التدرية وذلك من خلال قياس طول الجزء المكشوف من جذور النباتات وتبين أنه يتراوح ما بين 5سم ومتر ونصف.

وتجدر الإشارة إلى أن معدل تحرك الرمال يختلف على مدار العام وفقاً لسرعة الرياح، فكما سبقت الإشارة إلى أن الرياح المؤثرة في تكوين وحركة الكثبان بالمنطقة، وهي الرياح ذات السرعات المتوسطة والتي تتراوح سرعتها بين 11 و 21 عقدة، والرياح القوية التي تزيد سرعتها عن 22 عقدة تمثل 26.7%

شتاءاً و35.7% صيفاً، وبهذا يمكن القول أن سرعة حركة الرمال تزيد في فصل الصيف مع زيادة سرعة الرياح إلى جانب ارتفاع درجة الحرارة في هذا الفصل حيث يصل متوسط الحرارة العظمى في العريش 30.6°م مما يعمل على تبخر المياه التي توجد بين حبيبات الرمال، ويزيد من سرعة حركتها0. يتضح من العرض السابق خطورة حركة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل والتي تهدد بالخطر طريق القنطرة شرق - العريش الدولي، ومناطق التنمية الحديثة في شمال سيناء والتي سيتم زراعتها اعتماداً على مياه ترعة الشيخ جابر الصباح، وخاصة المنطقة الخامسة من مشروع تنمية شمال سيناء، والتي تبلغ مساحتها 135 ألف فدان والمعروفة باسم السر والقوارير. (الهيئة العامة للاستعلامات، 1996، ص28).

عوامل تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل

يمكن تحديد العوامل التي ساعدت على تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل على النحو التالي :

1-وجود مصدر دائم للرمال :

قد يكون من الضروري لتكوين الأشكال الرملية وجود مصدر دائم للرمال، وتتعدد مصادر الرمال المكونة للأشكال الرملية شرق البردويل، وذلك وفقاً للدراسات السابقة عن بحر الرمال شمال سيناء ونذكر منها دراسة شكري وفيليب (Shukri & Philip, 1959)، الفار (Al Far, 1964)، ميساك والشاذلي (Misak & El Shazly, 1982)، الشاذلي وآخرون (El Shazly, et al., 1986)، وكامل (Kamel, 1989)، حيث أوضحت هذه الدراسات تعدد مصادر الرمال المكونة للأشكال الرملية على النحو التالي :

- رمال من أصل نيلي Nile Sediments.
- رمال ناتجة عن نحت الصخور بوادي العريش بسيناء، حملتها الرياح إلى المنطقة.
- رمال حملتها مياه الأودية التي تقطع سطح شمال ووسط سيناء خلال الفترة المطيرة.
- رمال منقولة بواسطة الرياح من رواسب الشاطئ.

2-طبوغرافية السطح :

أوضح كل من بيدنل (Beadnell, 1910) وياجنولد (Bagnold, 1944, P.168) أن الرمال تميل للتجمع فى المناطق المنخفضة المنسوب، كذلك يؤيد هيوم هذا الرأى، ويرى أن عامل الجاذبية هو المسئول عن أرساب الرمال فى المناطق المنخفضة.

ومن خلال الدراسة السابقة عن السمات العامة لسطح المنطقة موضوع الدراسة وتحليل خريطة التضاريس النسبية، وخريطة الانحدارات، يتضح أن المنطقة تتميز بانخفاض المنسوب، وسيادة الانحدارات الخفيفة مما ساعد على تكوين الأشكال الرملية بها.

3-الرياح :

أوضحت الدراسات السابقة عن اتجاهات الرياح بمحطة العريش أنها تهب من جميع الاتجاهات بنسب مختلفة، ويسود الاتجاه الشمالى الغربى والشمالى، وهذه الرياح أكثر ثباتاً واستقراراً على مدار السنة، وهى التى حددت اتجاهات الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، أما الرياح التى تهب من الجنوب الغربى والجنوب فهى المسئولة عن تعقيد شكل الكثبان بالمنطقة.

4-الرطوبة الأرضية :

تعمل الرطوبة الأرضية على وقف تقدم الرمال وتراكمها فوق سطح المنطقة المشبعة بها، وتتميز منطقة شرق بحيرة البردويل بارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية بها، ويرجع ذلك لوقوع المنطقة على ساحل البحر المتوسط وشرق بحيرة البردويل، مما ساعد على تكوين الأشكال الرملية المختلفة بالمنطقة.

الأهمية الاقتصادية للرمال شرق البردويل

تتميز الرمال فى شمال سيناء وبصفة عامة وفى منطقة الدراسة بصفة خاصة باحتوائها على نسب عالية من المعادن الثقيلة ذات القيمة الاقتصادية وتشير الدراسات السابقة إلى ارتفاع نسب المعادلة الثقيلة فى الرمال بالقرب من بحيرة البردويل.

كذلك أوضحت دراسة كامل (Kamel, 1989, P.163) التى تم فيها قياس إشعاعية رواسب الرمال السوداء Radioactivity of Black Sands وجود قراءات إشعاعية عالية نسبياً فى الرواسب التحت سطحية Sub-Surface

والتي تتراوح بين 44 و 180 (CPS)، بينما قدر أشعاعية الرمال فى الرواسب السطحية Surface بما يتراوح بين 16 و 100 (CPS)، ويرجع ذلك لوجود نسبة مرتفعة من الزيركون والمونازيت المشعيين.

ويمكن الاستفادة من المعادن الثقيلة فى رمال شرق البردويل فى المجال الصناعى حيث يستفاد من الزيركون فى صناعة السيراميك والأدوات الصحية وفى الصناعات النووية، بينما يستخدم المونازيت فى صناعة الأدوات الكهربائية. (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية، ص3)

كذلك أوضح التحليل المعمل⁽¹⁾ الذى قامت به الباحثة لعينات الرمال شرق بحيرة البردويل أن نسبة المواد الكلسية فى جميع العينات تتراوح بين 0.33% و 3.1% من إجمالى وزن العينات، وهذا يشير إلى صلاحية رمال الكثبان كمادة بناء نظراً لانخفاض نسبة المواد الكلسية فيها، وهذا يختلف مع النتائج التى توصل إليها (دسوقى، 1992، ص266)، فى دراسته عن الأشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى.

النتائج :

- 1- أوضحت الدراسة الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق البردويل ما يلى :
1 - أن منطقة الدراسة تمثل منطقة منخفضة المنسوب، ويزيد الارتفاع كلما اتجهنا جنوباً، كما تسود الانحدارات الخفيفة على سطح المنطقة بصفة عامة، حيث بلغت إجمالى المساحة التى تشغلها الانحدارات التى لا تزيد عن درجتين 90.1% من إجمالى مساحة المنطقة.
- 2 - ساعدت العوامل المناخية المتمثلة فى ارتفاع درجات الحرارة معظم شهور العام، وسقوط الأمطار والسيول، وارتفاع نسبة الرطوبة وهبوب الرياح مع طبوغرافية سطح المنطقة فى تكوين الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة وإكسابها صفات جيومورفولوجية خاصة.
- 3 - تتنوع الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة بين كثبان طولية وطولية مركبة، وعرضية، وهلالية، وتنتشر الكثبان فى القسم الأوسط والجنوبى من المنطقة مع وجود كثبان عشوائية التوزيع فى القسم الشمالى، وتشغل

(1) تم إجراء التحليل المعلمى للعينات بمعمل قسم الجغرافية بكلية الآداب فرع بنها، جامعة الرقازيق.

- الكثبان الرملية مساحة قدرها 59.39% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتصل الكثافة العامة للكثبان الرملية إلى 1.03 كثيب/كم²، وتتراوح كثافة الكثبان بين كثيب واحد/كم² إلى 5 كثيب/كم².
- 4 -تغطي الكثبان الطولية مساحة قدرها 17.3% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتمتد بمحور شمالي غربى - جنوبى شرقى، وتنقسم إلى كثبان طولية مستقيمة، وكثبان طولية متعرجة مع الاحتفاظ بالشكل الطولى، وتتميز بعض الكثبان الطولية بوجود واجهات انزلاق يصل ارتفاع بعضها إلى ثلث ارتفاع الكثيب.
- 5 -توجد الكثبان الطولية المركبة فى القسم الغربى والجنوبى من منطقة الدراسة، وقد سجل بالمنطقة نمطين لهذا النوع من الكثبان وهما نمط الاتصال العادى المفتوح فى اتجاه مقتبل الرياح، ونمط الاتصال المعكوس، ويرجع ذلك لخصائص طبوغرافية السطح.
- 6 -تمتد الكثبان العرضية على هيئة موجات رملية ممتدة متتالية عمودية على اتجاه الرياح، وأوضحت الدراسة الإحصائية وجود علاقة ارتباط موجبة بين أبعاد هذا النوع من الكثبان مما يدل على أنها تنمو بمعدل ثابت، وذلك عكس نتائج الدراسة الإحصائية لأبعاد الكثبان الطولية والطولية المركبة.
- 7 -من دراسة السمات المورفومترية لسفوح الكثبان الرملية تبين أن سطوح الكثبان تتميز بسيادة الانحدارات الخفيفة الغير منتظمة، ووجود تباين واضح بين القطاعات بسبب ظهور بعض القمم وواجهات الإنزلاق فى بعض الكثبان تحت تأثير الرياح الثانوية، كذلك تتخذ سطوح الكثبان شكلاً محدباً مقعراً بوجه عام وتسود المحدبات الأجزاء العليا، وتشغل المقعرات الأجزاء السفلى، وبصفة عامة تقل النسبة العظمى للدرجات المحدبة والمقعرة عن درجتين، مما يشير إلى أن التغير فى الانحدار على سطوح الكثبان تدريجى.
- 8 -توجد بعض النباك على سطح السبخات وبعض الكثبان الرملية، وتتخذ سفوحها الشكل المحدب -المقعر، وتمر النباك شمال منطقة الدراسة بمرحلة النضج، بينما تمر النباك جنوب منطقة الدراسة بمرحلة الشباب، ويرجع العامل الأساسى فى تكوينها إلى وجود النباتات الصحراوية على سطح الكثبان.

9 - أوضحت الدراسة الميدانية أن بعض الكثبان بمنطقة الدراسة نشطة، وتتحرك مع هبوب الرياح متوسطة السرعة، وقد تراوح سمك رمال التذرية بين 5سم ومتر ونصف، وبصفة عامة تتحرك الكثبان بمنطقة الدراسة فى اتجاه الجنوب والجنوب الشرقى مما يهدد بالخطر طريقة القنطرة شرق - العريش الدولى، ومناطق التنمية الحديثة فى شمال سيناء.

10 - أوضحت الدراسة احتواء الرمال على نسب عالية من المعادن الثقيلة مما يزيد من قيمتها الاقتصادية لصلاحيتها لعدد من الصناعات، كذلك أوضح التحليل المعملى صلاحية رمال الكثبان كمادة بناء نظراً لانخفاض نسبة المواد الكلسية بها.

صورة (1) سبخة أبو سمارة جنوب طريق العريش

صورة (2) كثبان طولية متعرجة شرق المزار جنوب طريق العريش 7كم

صورة (3) وجه إنزلاق يمثل ثلث الارتفاع الكلى لكثيب طولى شرق المزارع 8كم

صورة (4) كثيب مركب مفتوح فى اتجاه منصرف الرياح شمال شرق المزارع على بعد 6كم

صورة (5) نباك على سطح وقاعدة كثيب رملي شرق المزار 10كم

صورة (6) تموجات رملية على سطح كيب رملي تتكون قمم التموجات من رمل
حشنة مستقرة على رمال ناعمة

المصادر والمراجع

أولاً : المصادر :

- 1 - الهيئة العامة للمساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس 1 : 50000، طبعة 1995 0
- 2 - الهيئة العامة للمساحة العسكرية، لوحات الموزيك الجوية لمنطقة الدراسة، مقياس 1 : 50000، طبعة 1966 0
- 3 - الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، الخريطة الجيولوجية لسيناء "لوحه رقم 5"، مقياس 1 : 250000، طبعة 1992 0
- 4 - الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، "الرمال السوداء"، وزارة الصناعة والثروة المعدنية، جمهورية مصر العربية 0
- 5 - الهيئة العامة للأرصاد الجوية، البيانات المناخية لمحطة العريش، (الفترة من 1980-1994) 0

ثانياً : المراجع العربية :

- 6 - إمبابى وعاشور، نبيل سيد، محمود محمد (1983) : "الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر"، الجزء الأول، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة 0
- 7 - الهيئة العامة للاستعلامات (1966) : "ترعة السلام والعبور الثانى لسيناء"، وزارة الإعلام 0
- 8 - دسوقى، صابر أمين (1992) : "جيومورفولوجية الأشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى بسيناء"، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والعشرون، الجمعية الجغرافية المصرية 0
- 9 - دسوقى، صابر أمين (2000) : "الكثبان الطولية شرق قناة السويس : تحليل جيومورفولوجى"، المجلة الجغرافية العربية، العدد الخامس والثلاثون، الجزء الأول، الجمعية الجغرافية المصرية 0
- 10 - محسوب، محمد صبرى (1998) : "جغرافية مصر الطبيعية"، الطبعة الأولى، دار الفكر العربى 0

ثالثاً : المراجع الأجنبية :

- 11- Abdel Rahman, M. A., et al., (1980-1981) : "Some geomorphological aspects of Siwa Region", Bull. Soc. Geog. De Egypt, Vol. 53-54, PP.17-41.
- 12- Al – Far, D.M., (1964) : "The black sands of North Sinai, Mediterranean coast", Bull. Inst. Egypt. Vol. XLVI, PP.1-27.
- 13- Bagnold, R.A., (1944) : "The physics of blown sand and desert dunes", Methan and co. Ltd., London.
- 14- David, B., (1977) : "Sediments : Sources and methods in geography", First pub. London.
- 15- Embabi, N. S., (1995) : "Types and patterns of sand dunes in Egypt", Bull. Soc. Geog. D'Egypte, Vol. 68, PP.57-89.
- 16- Embabi, N.S., (2000) : "Sand dunes in Egypt", Sedimentary Geology of Egypt. Geol. Dept. Bldg. Fac. Sciences, Ain Shams Univ. Cairo, 11566, Egypt. PP. 44-87.
- 17- El Shazly, M.M., et al., (1986) : "Studies on Beach and dune sands on the Mediterranean sea Coast. At El Masaid, West of El Arish, Sinai", Egypt, J. Geol. 30, No.1-2, PP.1-8.
- 18- El Shazly, M.M., (1990) : "Genesis Formation and Classifications of soils of the coastal plain of Sinai peninsula. Egypt", Egypt. J. Soil. Sci. Cairo, Egypt. Vol. 30, No.1-2, PP.59-72.
- 19- Fikry, K. et al., (1997) : "Preliminary assessmnt of the impacts of the drifting sands on the development activities in North Western Sinai, Egypt", Remo. Sensi. And Spac. Scien.
- 20- Fryberger, S.G., (1979) : "Dune forms and wind regime", In "A study of global sand seas", Editor : Mckee, D., Geol. Surv. Prof. Paper, 1052, PP.137-170.
- 21- Kamel, A.F., El Rakaiby, M.M., & El Kassas, I.A., (1982) : "Photointer pretation of sand dune belts in nothwestern Sinai, Egypt", J. Geol. Special Issue, Part 1, PP.57-70.
- 22- Kamel, A.E., (1989) : "Geomorphic setting and radioactivity of the sand deposits east El Bardawil, North Sinai, Egypt", Asw. Sci. Tech. Bull. Vol. 10, PP.155-169.
- 23- Mabutt, (1977) : "Desert Landforms", First Edit. Mit Press, Cambridge.
- 24- Misak, R.F., & El Shazly, M. M., (1982) : "Studies on the blown sands at some localities in Sinai and Northern Western Desterst, Egypt", J. Geol. Special Issue, part 1, PP.47-56.
- 25- Misak, R.F., & Attia, S.H., (1983) : "On the sand dunes of Sinai Peninsula, Egypt", Egypt J. Geol. 27, No.1-2, PP.115-131.
- 26- Misak, R.F., & Draz, M.Y., (1990) : "Sand drift control of coastal and desert dunes : Selected case studies", 9th symp. Quaternary Develop. Egypt, fac. Sci. Mansoura, Egypt, P.9.
- 27- Pye, K., & Tsoar, H., (1990) : "Aeolian sand and sand dunes, Unwin Hyman, Ltd. L.
- 28- Trask, M.R., (1930) : "Mechanical analysis of sediments by centrifuge" Jour. Geol. Vol. 25.
- 29- Young, A., (1972) : "Slopes", Longman.