# مورفولوجية النباك في منخفض الواحات البحرية د.عزة أحمد عبد الله\*

#### مقدمة:

النباك Nebak جمع نبكة وهى عبارة عن تجمعات من الرمال المتراكمة حول الحشائش والنباتات الصحراوية، وتتشكل النباك عندما تعترض حركة الرياح المحملة بالرمال عوائق نباتية على اختلاف أشكالها وأحجامها.

ويطلق على النباك عدة مسميات مثل الكثبان الوليدة أو الكثبان الذيلية (نبيل سيد العبان الذيلية (نبيل سيد العبابي ومحمود محمد عاشور، 1985)، والعقد الكثيبية (Pve, 1983) Sandhills وكثبان الكدوات Hummock dune والتلال الرملية

وتوجد النباك على شكل تراكمات رملية متعددة الأشكال تتباين فى أبعادها، وأحجامها وخصائصها المورفولوجية فى حقول صغيرة المساحة، فى المناطق المنخفضة المنسوب والقريبة من القرى والآبار وعيون المياه فى منخفض الواحات البحرية، وتمثل النباك أحد الظاهرات الجيومورفولوجية فى المنخفض الناتجة عن أرساب الرياح، والتى لم يسبق إعداد دراسة جيومورفولوجية عنها.

#### أهداف الدراسة:

نظراً لأن ظاهرة النباك لم تحظى بدراسة جيومورفولوجية دقيقة، تهدف هذه الدراسة إلى إعداد دراسة جيومورفولوجية عن النباك في الواحات البحرية من خلال:

- 1 إعداد دراسة جيومورفولوجية عن الخصائص المورفولوجية للنباك وتشمل أبعاد النباك، وأحجامها ومراحل تطورها.
  - 2 إعداد دراسة مورفمترية عن سفوح النباك.
  - 3 حراسة الخصائص الطبيعية والكيميائية لرمال النباك.
  - 4 تحديد العوامل المسئولة عن نشأة النباك في المنخفض موضوع الدراسة.

# الدراسات السابقة:

بدأ الاهتمام بدراسة الأشكال الرملية في مصر في العقود الأخيرة من القرن الماضي وشملت دراسة التوزيع الجغرافي وأنماط وحركات الأشكال الرملية المختلفة، إلا أن الدراسات الخاصة بظاهرة النباك لا تزال محدودة، ومن أهم الدراسات السابقة عن النباك دراسة بحيري

<sup>\*</sup> أستاذ الجيومورفولوجيا المساعد بكلية الآداب فرع بنها جامعة الزقازيق.

1979 (Behery, 1967)، عن أنواع الأشكال الرملية وتصنيفاتها المختلفة، ودراسة بدراسة (Behery, 1967) عن الظاهرات الريحية في الصحراء الجنوبية، ودراسة نبيل سيد أمبابي ومحمود محمد عاشور (1985) عن الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر، ثم دراسة عبد الحميد كليو ومحمد إسماعيل الشيخ (1986) عن نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت، ودراسة محمود محمد عاشور وآخرون (1991) عن السبخات في شبه جزيرة قطر، ودراسة صابر أمين دسوقي عاشور وآخرون (1991) عن الأشكال الرملية في حوض واديي الحاج والجدى، وأخيراً دراسة عزة أحمد عبد الله (2002) عن الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل.

يتضح من العرض السابق للدراسات السابقة أن ظاهرة النباك بصفة عامة والنباك في منخفض الواحات البحرية بصفة خاصة لم تكن هدفاً أصيلاً لأي من الدراسات السابقة.

### طرق وأساليب الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة في نتائجها على الدراسة الميدانية، وعلى النتائج الإحصائية والرقمية التي تم الحصول عليها من خلال القياسات الحقلية الدقيقة والتحليل المعملي والمعالجة الإحصائية للبيانات، وقد تم في الدراسة الميدانية ما يلي:

- 1 تحديد موقع حقول النباك بالمنخفض وقياس مساحتها، وتوقيعها على الخريطة.
- 2 إجراء قياسات مورفمترية لعدد "25 نبكة" شملت القياسات أبعاد النباك "الطول العرض الارتفاع"، الاتجاه بالدرجات، كما تم قياس متوسط زوايا الانحدار لسطوح النباك "الانحدار الأمامي\*، الانحدار الخلفي\*، انحدار الجوانب الشمالية الشرقية، انحدار الجوانب الجنوبية الغربية"، كذلك تم قياس متوسط ارتفاع النبات فوق سطح النبكة، مع تسجيل الملاحظات الخاصة بدرجة حيوية النبات، وكثافته، وشكل النبكة، وحجمها، والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها.
- 3 قياس سبعة قطاعات عرضية على سطح النباك، حيث تم قياس زوايا الانحدار والمسافات الأرضية على كل من الانحدار الأمامي والانحدار الخلفي للعينة المختارة، وذلك بهدف التعرف على أشكال منحدرات النباك، وتحديد زوايا الانحدار السائدة، ولحساب قيم التقوس.
- 4 جمع عدد (24) عينة من رمال النباك منها (12) عينة من الانحدار الأمامى و (12) عينة من الانحدار الخلفى، من مواضع مختلفة وتحليلها ميكانيكياً للتعرف على خصائص حجم وشكل الرمال، وكيميائياً لتحديد العناصر الكيميائية التى توجد فى الرمال، وتحديد مصادر رمال النباك.

\_

<sup>\*</sup> المقصود بالانحدار الأمامي مقدمة النبكة، والانحدار الخلفي ذيل النبكة.

- 5 التقاط عدد من الصور الفوتوغرافية التي تبرز الخصائص الجيومورفولوجية للنباك.
- 6 المتخدام الحاسب الآلى في إجراء التحليلات الإحصائية والرسوم البيانية للتعرف على أهم
  العوامل والمتغيرات التي تؤثر في نشأة وتطور ظاهرة النباك في منخفض الواحات البحرية.

#### محتويات البحث:

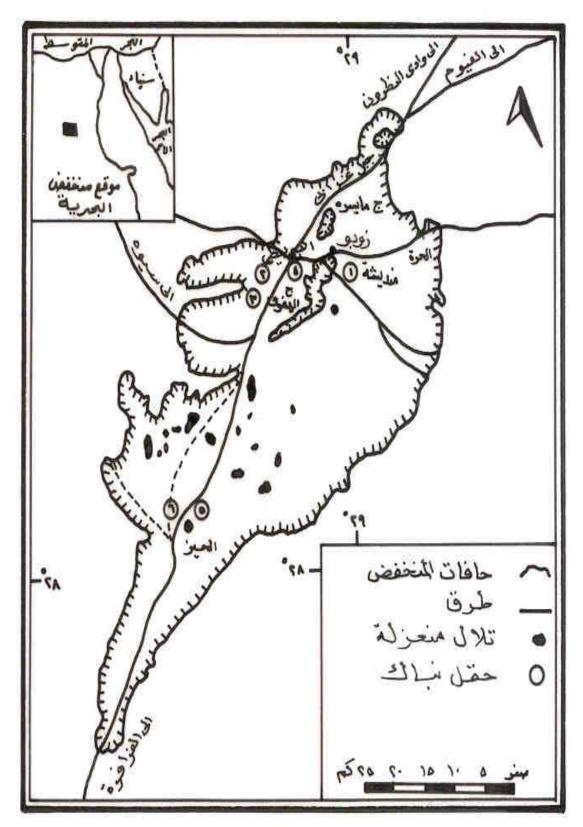
تشمل هذه الدراسة التوزيع الجغرافي للنباك في منخفض الواحات البحرية، الخصائص المورفولوجية للنباك، السمات المورفمترية لسفوح النباك، تحليل رمال النباك، وعوامل تكوين النباك في منخفض الواحات البحرية.

# أولاً: التوزيع الجغرافي لحقول النباك في منخفض الواحات البحرية

توجد النباك في منخفض الواحات البحرية على شكل تراكمات رملية حول النبات الطبيعي، في حقول صغيرة المساحة في المناطق التالية:

- 1 -حقل شرق منديشة: يقع شرق قرية منديشة في شمال شرق المنخفض، وتبلغ مساحته \$\text{S2} \sigma 20 وتوجد النباك متباعدة عن بعضها البعض، وتفصل بينها مسافات تتراوح بين \$\text{C3} و 00م تقريباً، ويتراوح حجم النباك بين متوسطة الحجم، وكبيرة الحجم، كما توجد بعض القصائم التي تتكون من التحام \$2-4 نبكة، أما الشكل العام للنباك في هذا الحقل هو الشكل القبابي، والنباك الذيلية ، والنباك في هذا الحقل معظمها في مرحلتي الشباب والنضج شكل (1).
- 2 -حقل جنوب غرب البويطى 7كم: تبلغ مساحته 5كم2 تقريباً، تتراوح المسافة التى تفصل بين النباك بين 3م إلى 10م تقريباً، والنباك فى هذا الحقل تتراوح أحجامها بين نباك صغيرة إلى كبيرة الحجم، ويغلب على هذا الحقل شكل النباك القبابية، والمخروطية ومعظم النباك فى هذا الحقل فى مرحلتى الشباب والنضج.
- 3 حقل جنوب غرب البويطى 9كم: تبلغ مساحته 2.5كم2 تقريباً، توجد النباك على مسافات متباعدة تتراوح بين 2م و 15م، ويتراوح حجم النباك بين متوسطة وكبيرة الحجم، كما توجد بعض القصائم التي تتكون من التحام 3-4 نباك.

<sup>\*</sup> القصائم جمع قصيم، والقصيم يتكون من التحام عدد من النباك.



شكل (١) التوزيج الجغرافي للسائك في منخفض الواحات البحرية

تبين من الدراسة الميدانية لهذا الحقل أن معظم النبات الطبيعى شبه جاف، كما توجد فراغات بين سيقان النبات تساعد على مرور الرياح بحمولتها من الرمال، كما توجد تشققات على السطح في أراضي ما بين النباك، وتشققات على سطح بعض النباك مما يدل على انخفاض منسوب الماء الباطنى الذي تتغذى عليه النباتات الطبيعية. صورة (1)، يتراوح الشكل العام للنباك في هذا الحقل بين قبابي وذيلي، وبعض النباك في هذا الحقل في المرحلة الجنينية بداية التكوين، وبعضها في مرحلتى الشباب والنضج، كما وجدت آثار لنباك تحولت إلى مصدر للرمال نتيجة وصولها إلىمرحلة الشيخوخة . صورة (2).

- 4 حقل جنوب شرق البويطى 5كم: تبلغ مساحته 4كم2 تقريباً، وتسود فيه النباك صغيرة الحجم، ومعظمها في المرحلة الجنينية وبداية مرحلة الشباب، ويتميز هذا الحقل بكثافة وتقارب في النبات الطبيعي، والشكل العام للنباك ذات شكل بيضاوي.
- 5 حقل شمال شرق الحيز: يقع هذا الحقل على بعد 40كم جنوب شرق قرية البويطى، تبلغ مساحته ما يقرب من 15كم2، وتوجد النباك متباعدة عن بعضها بمسافات تتراوح بين 2م، 10م، كما توجد بعض القصائم التى تتكون من اتحاد ما يتراوح بين 3 إلى 8 نباك، تتراوح أحجام النباك في هذا الحقل بين متوسطة إلى كبيرة الحجم، ويسود شكل البناك الذيلية، ومعظم النباك في هذا الحقل في مرحلتي الشباب والنضح.
- 6 حقل شمال غرب الحيز: يقع جنوب غرب البويطى بنحو 45كم، تبلغ مساحته 20كم2، وتوجد النباك على مسافات تتراوح بين 2م و 8م، كما توجد بعض القصائم التى تتكون من اتحاد ما يتراوح بين 2 إلى 8 نبكة، يتراوح حجم النباك بين المتوسطة وكبيرة الحجم، ويسود في هذا الحقل الشكل القبابي، والذيلي.

تبين من الدراسة الميدانية أن كثافة النبات الطبيعى هى العامل الرئيسى المتحكم فى شكل النبكة، كما تبدو بعض القصائم على شكل شبه مستدير، ومعظم النباك فى هذا الحقل تمر بمرحلتى الشباب والنضج.

#### ثانياً: الخصائص المورفولوجية للنباك

تشمل دراسة الخصائص المورفولوجية للنباك، دراسة الأبعاد، حجم النباك اتجاه محاور النباك.

#### أ-أبعاد النباك:

اعتمدت هذه الدراسة على قياس أبعاد النباك من الحقل مباشرة، حيث تم قياس أبعاد (20) نبكة و (5) قصائم، تم قياس الطول (م)، متوسط العرض (م)، الارتفاع (م)، متوسط ارتفاع

النبات فوق سطح النبكة (م)، كما تم تسجيل درجة حيوية النبات، وشكل النبكة، وحجمها والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها. ملحق (1).

تم تحليل البيانات إحصائياً، وشملت هذه التحليلات، المتوسط الحسابى Mean، أدنى قيمة Standard Deviation، الانحراف المعيارى Maximum، أقصى قيمة Skewness، الانحراف المعيارى Skewness ومعامل الالتواء Skewness لكل متغير، جدول رقم (1)، ثم تم حساب قيمة معامل الارتباط ومعادلة خط الانحدار لكل متغيرين وجدول (2).

جدول (1) نتائج التحليل الإحصائى لأبعاد النباك في منخفض الواحات البحرية

ارتفاع النبات	ارتفاع النبات	الارتفاع	متوسط	الطول (م)	
(م)	فوق سطح	(م)	العرض (م)		التحليل الإحصائي
	النبكة (م)				
0.9	0.3	0.6	2.2	2.6	أدنى قيمة
5.9 3.09	2.0	3.9	16	17	أقصىي قيمة
1.33	0.98 0.49	2.12 1.06	6.68 3.62	10.05 3.63	المتوسط
0.378-	0.705	0.069-	0.976	0.149-	المنوسط المعياري
					معامل الالتواء

### يتضح من الجدول رقم (1) ما يلى:

1 - تتراوح أطوال النباك في منطقة الدراسة بين 2.6م و 17م، ويبلغ متوسط الطول 10.05م، بانحراف معياري قدره 3.63م، وبلغت قيمة معامل الالتواء -0.149، وهذا يشير إلى أن منحنى توزيع أطوال النباك متماثل وبصفة عامة يزيد طول النباك في الحقول أرقام 1، 2، 5 عن الحقلين رقمي 3، 4 ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية وكثافة النبات الطبيعي، مما يؤدي إلى زيادة معدل تراكم الرمال وتماسك حبيباتها مما يحول دون انتقالها إلى مناطق جديدة.

تراوحت أطوال القصائم بين 26م و 110م، وبصفة عامة تزيد أطوال القصائم في حقل رقم (6) عن حقل رقم (5)، والحقول الأخرى، ويرجع ذلك للأسباب السابق الإشارة إليها.

2 - يتراوح عرض النباك بين 2.2م و 16م، ويبلغ متوسط العرض 6.68م بانحراف معيارى قدره 3.62م، ويلاحظ وجود التواء موجب جداً لمنحنى العرض حيث بلغت قيمة معامل الالتواء

- 0.976، كذلك تراوح عرض القصائم بين 11م و 29م، وبصفة عامة يزيد عرض النباك مع زيادة الطول.
- 3 يتراوح ارتفاع النباك عن الأرض المحيطة بها بين 0.6م و 3.9م، ويبلغ متوسط ارتفاع النباك 2.12م، بانحراف معيارى قدره 1.06م، ومنحنى توزيع الارتفاع متماثل، ويتراوح ارتفاع القصائم بين 3م و 3.5م، وبصفة عامة يزيد ارتفاع النباك مع زيادة الطول والعرض.
- 4 تراوح ارتفاع النبات الطبيعى بين 0.9م و 5.9م بمتوسط قدره 3.09م، وانحراف معيارى قدره 1.33م أما منحنى الالتواء لارتفاع النبات الطبيعى فهو سالب حيث بلغت قيمة معامل الالتواء -0.378، كذلك تراوح ارتفاع النبات في القصائم بين 4.6م و 5.9م.

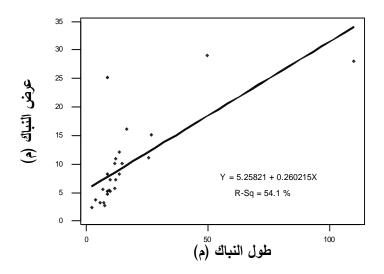
لدراسة العلاقة بين أبعاد النباك تم حساب قيم معامل الارتباط Correlation بين أبعاد النباك جدول (2).

جدول (2) مصفوفة معامل الارتباط بين أبعاد النباك في منخفض الواحات البحرية

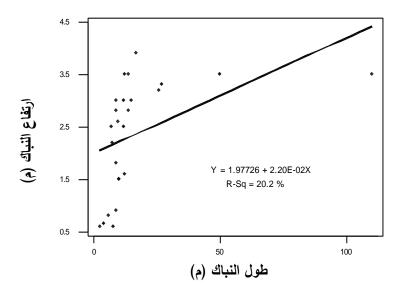
ارتفاع النبات	ارتفاع النباك	عرض النباك	طول النباك	الأبعاد
0.737 0.760 0.942 1.00	0.782 0.768 1.00	0.853 1.00	1.00	طول النباك عرض النباك ارتفاع النباك
				ارتفاع النبات

### من الجدول رقم (2) يتضح ما يلى:

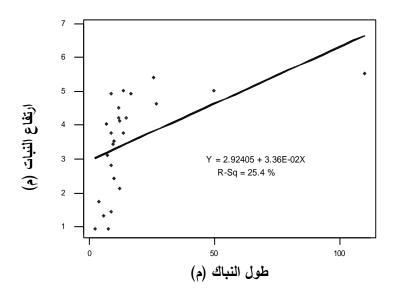
- 1 -يوجد علاقة ارتباط موجبة قوية طردية بين طول النباك وكل من العرض والارتفاع وارتفاع النبات، حيث بلغت قيم معامل الارتباط 853، 0.782، 0.737 على التوالي شكل (2، 3، 4).
- 2 يوجد علاقة ارتباط موجبة قوية طردية بين عرض النباك وكل من الطول، وارتفاع النباك ولا يوجد علاقة ارتباط 0.760، 0.768، 0.853 على التوالى، وارتفاع النبات، حيث بلغت قيم معامل الارتباط 0.853، 0.768، 0.760 على التوالى، شكل (2، 5، 6).



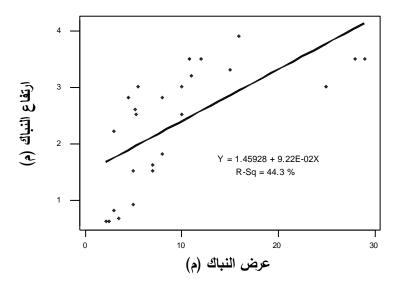
شكل (2): العلاقة الإحصائية بين طول وعرض النباك



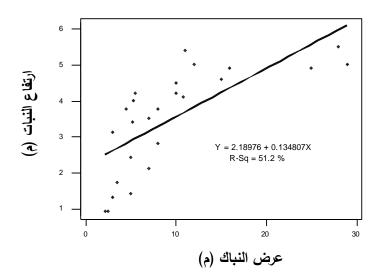
شكل (3): العلاقة الإحصائية بين طول وارتفاع النباك



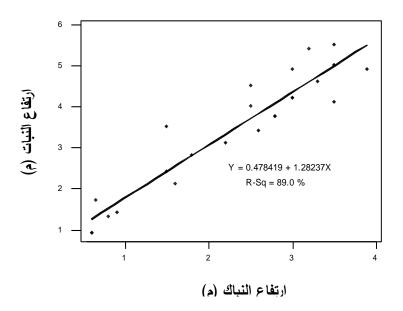
شكل (4): العلاقة الإحصائية بين طول النباك وارتفاع النبات



شكل (5) : العلاقة الإحصائية بين عرض وارتفاع النباك



شكل (6): العلاقة الإحصائية بين عرض النباك وارتفاع النبات



شكل (7): العلاقة الإحصائية بين ارتفاع النباك وارتفاع النبات

- 3 جيوجد علاقة ارتباط موجبة قوية طردية بين ارتفاع النباك وكل من الطول، والعرض وارتفاع النبات، حيث بلغت قيم معامل الارتباط 0.782، 0.768، 0.782، على التوالى شكل 3، 7.
  5 7 .
- 4 يوجد علاقة ارتباط موجبة قوية طردية بين ارتفاع النبات الطبيعى وكل من الطول، العرض، والارتفاع، حيث بلغت قيم معامل الارتباط 0.737، 0.760، 0.942 شكل 4، 6، 7 ومن الدراسة الميدانية تبين أن نبات الطرفاء قد سجل ارتفاعاً ملحوظاً في الحقلين رقمي 5، 6 شمال الحيز، وقد ارتبط بذلك أقصى ارتفاع للنباك والقصائم.

ومن العرض السابق يتضح أن أبعاد النباك تنمو بمعدلات ثابتة في أي مرحلة من مراحل تطورها، كذلك تشير نتائج قيم معامل الارتباط أن عامل ارتفاع النبات الطبيعي، وعامل ارتفاع النباك هما العاملان الرئيسيان اللذان يتحكمان في بعدى الطول والعرض، فمع ارتفاع النباك عن طريق تراكم المزيد من الرمال يزداد طول وعرض النبكة، كذلك يؤدى زيادة ارتفاع النباك إلى ضرورة تفرع الرياح في الاتجاهات الجانبية وترسيب جزء من حمولتها على هذه الجوانب، ومن ثم يزداد عرض النبكة، وإلى جانب ذلك يؤدى زيادة ارتفاع النباك إلى زيادة إنهيال الرمال على الجوانب بفعل عامل الجاذبية الأرضية، كذلك يؤدى ارتفاع النبات وحيويته وكثافته إلى إصطياد أكبر كمية ممكنة من الرمال التي تحملها الرياح مما يؤدى إلى زيادة طول وعرض وارتفاع النباك.

#### (ب) أحجام النباك:

تم تصنيف أحجام النباك في منخفض الواحات البحرية وفقاً لأبعادها "الطول، العرض، الارتفاع"، والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها على النحو التالي:

### 1-نباك صغيرة الحجم:

هي النباك التي لا يزيد طولها عن 7م، وعرضها لا يتعدى 2م، وارتفاعها لا يزيد عن 0.50م.

يكثر وجود هذا النوع من النباك في الحقلين رقمي 3، 4، العينات أرقام 8، 9، 11 ملحق (1)، وهذا النوع من النباك يرتبط بالشجيرات الصحراوية القصيرة، وهي تمثل مرحلة الشباب من مراحل نمو النباك، وعادة ما تتخذ النباك في هذه المرحلة الشكل القبابي، وتتراوح زوايا انحدار المقدمة بين 13-28°، وتتراوح زوايا انحدار الذيل بين 6-25° (محمود محمد عاشور، 1991، ص 399). صورة (3)

#### 2-نباك متوسطة الحجم:

هى النباك التى تتراوح أطوالها بين 7م و 15م، ويتراوح عرضها بين 2م و 5م، ويتراوح ارتفاعها بين 5.0م و 1.0م وهذا النوع من النباك يمثل مرحلة النضج، وتتخذ هذه النباك شكل مثلث متطاول (وتعرف بالبناك الذيلية)، تتراوح فيه زوايا انحدار المقدمة بين 16-45° بمتوسط قدره 25.7°، بينما تتراوح زوايا انحدار الذيل بين 8-30° بمتوسط قدره 18.5°.

يوجد هذا النوع من النباك في جميع الحقول باستثناء الحقل رقم (4)، وهو الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة، كذلك تبين من الدراسة الميدانية وجود ارتباط قوى بين حيوية النبات الطبيعي وزيادة كثافته ووجود هذا الشكل من النباك. صورة (4).

#### 3-نباك كبيرة الحجم:

هى النباك التى تتراوح أطوالها بين 15م و 25م، ويتراوح عرضها بين 5م و 10م، ويتراوح ارتفاعها بين 1م و 1.5م، ويوجد هذا النوع من النباك فى حقول شمال الحيز، وهى المناطق التى تتميز بكثافة وارتفاع النبات الطبيعى الذى يساعد على تصيد الرمال وتثبيتها.

تتراوح زوايا انحدار المقدمة في هذا النوع بين 37° و 39°، بينما تتراوح زوايا انحدار الذيل بين 23° و 30°، ويمثل هذا النوع من النباك مرحلة نضب متأخر، وهي مرحلة تعد أكثر تطوراً للنباك متوسطة الحجم نتيجة ورود كميات إضافية من الرمال إلى أجسام النباك المتوسطة الحجم تؤدي إلى نمو أبعاد النباك تدريجياً مكونة هذا النوع من النباك.

#### 4-القصائم:

يتكون القصيم من التحام مجموعة من النباك كبيرة الحجم، مما ينتج عنه شكل مركب ومعقد وضخم، ويتكون القصيم نتيجة تقارب النباك من بعضها البعض حيث تتقل الرمال من نبكة إلى أخرى، ومن ثم تلتحم مجموعة من النباك مكونة قصيم.

تراوحت أطوال القصائم في العينة المختارة بين 26م و 110م، وتراوح عرضها بين 11م و 29م، وتراوح الارتفاع بين 3م و 3.5م، وتراوحت زوايا انحدار الذيل بين  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  وتراوحت زوايا انحدار المقدمة بين  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  و روايا انحدار المقدمة بين  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$  و  $^{\circ}$ 

وبصفة عامة توجد القصائم في الحقلين رقمي 5، 6 شمال الحيز، وحقل شرق منديشة، وهذه المناطق تتميز بسطح مستوى تسوده الانحدارات الخفيفة إلى جانب قرب هذه الحقول من القرى والآبار والعيون مما يساعد على ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية وقرب الحقلين رقمي 5، 6

من حافة المنخفض ومصادر الرمال، ويؤدى ذلك إلى زيادة أحجام النباك وإيقاف حركتها ومن ثم التحامها مكونة القصائم. صورة (5)

#### ح-اتجاه محاور النباك:

من دراسة المتوسط السنوى لاتجاهات الرياح في منخفض الواحات البحرية تبين أن الاتجاه السائد للرياح هو اتجاه الشمال ويمثل 18.5% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح، يليه من حيث الأهمية كل من اتجاه شمال الشمال الشرقي وشمال الشمال الغربي بنسبة 15.2% و 9.5% من المجموع الكلى لاتجاهات الرياح، ملحق (2)

فى فصل الشتاء تسود الرياح من جهة شمال الشمالى الغربى بنسبة 7.9% ويليها من حيث الأهمية الرياح الشمالية بنسبة 6.1% من جملة الاتجاهات، أما فى فصل الصيف تسود الرياح الشمالية بنسبة 33% يليها من حيث الأهمية كل من الرياح التى تهب من شمال الشمال الشرقى، وشمال الشمال الغربى بنسبة 20% و 13.9% على التوالى.

من حساب محصلة الرياح وفقاً للمتوسط السنوى تبين أن الاتجاه السائد هو اتجاه الشمال بزاوية قدرها 349°، أما في فصل الشتاء تبين أن الاتجاه السائد هو الاتجاه الشمالي الغربي بزاوية قدرها 358°، وفي فصل الصيف يسود الاتجاه الشمالي بزاوية قدرها 358°.

تتراوح اتجاهات محاور النباك موضوع الدراسة بين 300 إلى 330° وهذا يتفق مع اتجاه الرياح السائدة في منخفض البحرية 0 كذلك تتبع 60% من جملة اتجاهات محاور النباك موضوع الدراسة المحصورة بين زاويتي 315°-330° اتجاه شمال الشمال الغربي، أما النسبة الباقية 40% والمحصورة بين 300°-310° تتبع محور شمالي غربي.

# ثالثاً: السمات المورفمترية لسفوح النباك

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على السمات المورفمترية لسفوح النباك بمنطقة الدراسة، ولتحقيق هذا الهدف تم قياس متوسط زوايا انحدار اتجاهات عينة من النباك بلغ عددها (20) نبكة، والقصائم وبلغ عددها (5) قصيم، كذلك تم قياس سبعة قطاعات عرضية على سفوح النباك، وتشمل الدراسة تحليل توزيع زوايا الانحدار على سفوح النباك، تحليل القطاعات العرضية، ثم دراسة قيم التقوس على سفوح النباك.

#### أ-زوايا الانحدار:

تم قياس متوسط زوايا الانحدار على مقدمات النباك "الانحدار الأمامى"، وذيل النباك "الانحدار الخلفى"، وانحدار الجوانب الشمالية الشرقية، والجوانب الجنوبية الغربية، لعينة النباك والقصائم ملحق (1)، ثم تم حساب أدنى قيمة، وأعلى قيمة، والمتوسط، والانحراف المعيارى ومقياس الالتواء. جدول (3)

جدول (3) نتائج التحليل الإحصائى لمتوسط درجات انحدار سفوح النباك

انحدا الجوانب	انحدار الجوانب	الانحدار	الانحدار الأمامي	البيان الإحصائي
الجنوبية الغربية	الشمالية الشرقية	الخلفي "الذيل"	"المقدمة"	
11 45 25.72 7.40 0.474	15 42 28.28 6.50 0.216	4 30 16.8 7.77 0.339	12 45 27.16 9.56 0.214	أدنى قيمة أعلى قيمة المتوسط الانحراف المعيارى مقياس الالتواء

### من الجدول السابق يتضح ما يلى:

1 - تتراوح زوايا الانحدار على المنحدرات الأمامية "المقدمة" على سطح النباك بين 12°، و 45° بمتوسط قدره 27.16°، وانحراف معيارى قدره 9.56°، ومنحنى التوزيع موجب وتمثل درجات الانحدار الشديدة 48% من إجمالى درجات الانحدار على المنحدرات الأمامية، يليها من حيث الأهمية، الانحدارات المتوسطة ثم الانحدارات الشديدة جداً بنسبة 40%، و 12% على التوالي من إجمالى درجات الانحدار على سطح السفوح الأمامية للنباك وتختفى تماماً الانحدارات الخفيفة، جدول (4).

جدول (4) النسبة المئوية لزوايا الانحدار على محاور النباك

المجموع		ىدار %	محاور النباك		
	شدید جداً + 39°	شدید 25 – 39°	متوسط 24 - 10	خفیف صفر – 9°	
100	12	48	40	_	الانحدار الأمامي
100	_	20	64	16	الانحدار الخلفي
100	8	64	28	_	الانحدارات الشمالية الشرقية
100	4	56	40	_	الانحدارات الجنوبية الغربية
%100	6	47	43	4	إجمالي الانحدارات

- 2 تتراوح زوايا الانحدار على الانحدارات الخلفية "الذيل" على سطح النباك بين 4° إلى 30°، بمتوسط قدره 16.8°، وانحراف معيارى قدره 7.77°، مع وجود منحنى توزيع موجب جداً، ويتضح من الجدول رقم (4) ارتفاع النسبة المئوية التى تشغلها زوايا الانحدارات المتوسطة (64%) من إجمالى زوايا الانحدار على سطح الانحدارات الخلفية للنباك ويليها من حيث الأهمية كل من الانحدارات الشديدة والخفيفة بنسبة 20% و 16% على التوالى، وتختفى تماماً قيم الانحدارات الشديدة جدا.
- 3 تتراوح زوايا انحدار الجوانب الشمالية الشرقية بين 15° و 42° بمتوسط قدره 28.28°، وانحراف معيارى قدره 6.50°، ومنحنى التوزيع موجب، تمثل الانحدارات الشديدة 64% من إجمالي زوايا الانحدار على السفوح الشمالية الشرقية للنباك يليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة ثم الشديدة جداً بنسبة 28% و 8% على التوالى، وتختفى تماماً زوايا الانحدار الخفيفة على هذه السفوح.
- 4 تتراوح زوايا الانحدار على السفوح الجنوبية الغربية للنباك بين 11° و 45°، بمتوسط قدره 25.72°، وانحراف معيارى قدره 7.40°، ومنحنى التوزيع موجب جداً، تمثل الانحدارات الشديدة 65% من إجمالى درجات الانحدار على السفوح الجنوبية الغربية، يليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة وتمثل 40% وتنخفض قيم الانحدارات الشديدة جداً حيث تمثل 4% فقط.
- 5 من الجدول رقم (4) يتضح سيادة الانحدارات الشديدة والمتوسطة على جميع محاور النباك بنسبة 47% و 43% على التوالى، وتنخفض قيم كل من الانحدارات الشديدة جداً والخفيفة بنسبة 6% و 44% على التوالى. تمثل الانحدارات الشديدة 47% من إجمالى زوايا الانحدار، وتسود على كل من الانحدارات الشمالية الشرقية، والجنوبية الغربية، والأمامية، يليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة وتمثل 43% من إجمالى زوايا الانحدار، وتتمثل على جميع محاور النباك، تمثل الانحدارات الشديدة جداً 6% من إجمالى زوايا الانحدار وتختفى تماماً على الانحدارات الخلفية، وتتمثل على الانحدار الأمامى ويليها من حيث الأهمية الانحدارات الشمالية الشرقية ثم الانحدارات الجنوبية الغربية،كذلك يلاحظ من الجدول أن الانحدارات الخفيفة تمثل 4% من إجمالى زوايا الانحدار وتتمثل على الانحدارات الخلفية فقط.

من حساب قيم معامل الارتباط بين زوايا الانحدار على سفوح النباك وأبعادها تبين وجود علاقة ارتباط موجبة بين زوايا الانحدار على السفوح الأمامية للنباك وكلاً من ارتفاع النباك،

وارتفاع النبات، ويرجع ذلك إلى أثر اصطدام الرياح المحملة بالرمال بالنباتات، فتتخفض سرعتها وترسب حمولتها ومن ثم يزداد ارتفاع النباك كما تزيد انحدارات مقدماتها.

كذلك تبين وجود علاقة ارتباط عكسية ضعيفة بين أطوال النباك وزوايا انحدار السفوح الأمامية والخلفية حيث بلغت قيم معامل الارتباط –0.312، و –0.182 على التوالى، بينما توجد علاقة ارتباط موجبة قوية بين درجات الانحدار الأمامي والخلفي حيث بلغت قيمة معامل الارتباط 0.716.

#### ب-تحليل القطاعات العرضية:

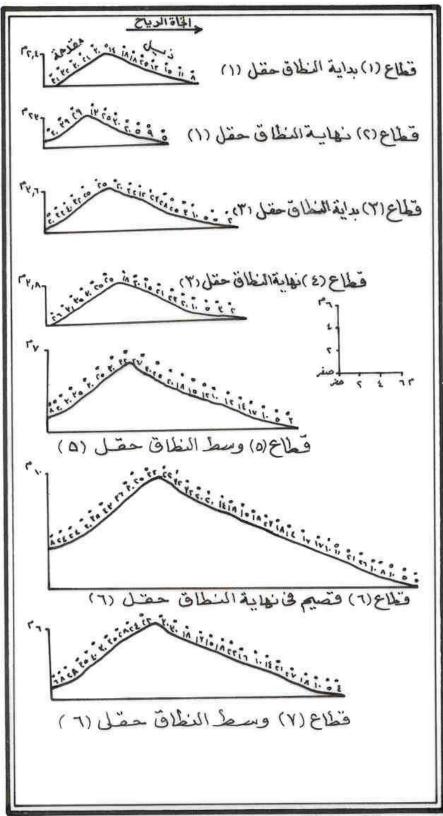
تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على التوزيع التكرارى لزوايا الانحدار على سفوح النباك، وتحديد الزوايا السائدة التى تميز سفوح هذه الظاهرة، والتعرف على السمات المورفولوجية لها، بالإضافة إلى ذلك يساعد التوزيع التكرارى في معرفة مرحلة التطور التي تمر بها هذه الظاهرة.

ولتحقيق الأهداف السابقة تم قياس سبعة قطاعات عرضية على سفوح النباك في مواضع مختلفة من منطقة الدراسة، حيث تم قياس زوايا الانحدار والمسافات الأرضية على الانحدارات الأمامية والخلفية لكل نبكة شكل (8).

### تحليل زوايا الانحدار على سفوح النباك:

من الشكل رقم (8) يلاحظ أن زوايا الانحدار على سفوح النباك تتراوح بين درجتان و 43°، وبصفة عامة تزيد درجات الانحدار على مقدمات النباك عنها في الذيل، ومن الشكل رقم (9) يتضح ما يلى:

- 1 تمثل مجموعة الانحدارات الخفيفة 16.1% من إجمالي المسافات الأرضية وترتبط بالأجزاء الدنيا من القطاعات، بينما تمثل الانحدارات المتوسطة 38.5%، والانحدارات الشديدة 42.4% من إجمالي المسافات الأرضية، و ترتبط بالأجزاء العليا والوسطي من القطاعات، وتمثل الانحدارات الشديدة جداً 3% من إجمالي المسافات الأرضية وترتبط بالأجزاء العليا من مقدمات النباك.
- 2 تعتبر الزاوية 5° هي الزاوية المميزة Characteristic angle المجموعة الانحدارات الخفيفة وتمثل 6.5% من جملة الأطوال، والزاوية 18° هي الزاوية المميزة للانحدارات المتوسطة وتمثل 6.2% من جملة الأطوال، والزاوية 30° هي المميزة للانحدارات الشديدة وتمثل 9.8% من جملة الأطوال، والزاوية 40° هي المميزة لمجموعة الانحدارات الشديدة جداً، وتمثل 2% من جملة الأطوال.



ألمعدر: فتياس ميداني

شكل (٨) الفتطاعات العرضية للسياك في منخفض البحررية

- 30 تعتبر الزاوية 30° هي أكثر زوايا الانحدار تكراراً على سفوح النباك في منخفض الواحات البحرية، وتسود في الأجزاء العليا والوسطى من المنحدرات الأمامية والخلفية وتليها من حيث الأهمية الزاوية 5°.
- 4 تعتبر الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الخفيفة (4°)، والحدية العليا (8°)، أما الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات المتوسطة (16°)، والحدية العليا (20°)، أما الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الشديدة هي (29°)، والحدية العليا (25°)، وتعتبر الزاوية (43°) هي الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الشديدة جداً.
- 5 تبين من حساب قيم معامل الارتباط بين زوايا الانحدار ونسبة ما تشغله من مسافات أرضية عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما.

### توزيع زوايا الانحدار على السفوح الأمامية للنباك "المقدمة":

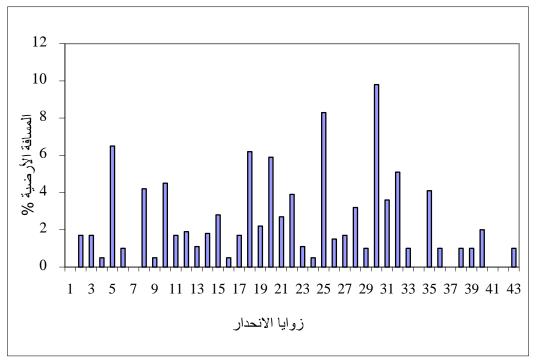
يتضح من الشكل رقم (10) أن زوايا الانحدار على السفوح الأمامية للنباك تتراوح بين 5° و 43°، وتسود الانحدارات الشديدة حيث تمثل 67.3% من جملة المسافات الأرضية للانحدارات الأمامية للنباك يليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة والخفيفة بنسبة 16.3% و 10.2% على التوالى، أما الانحدارات الشديدة جداً فهى تمثل 6.2% من جملة المسافات الأرضية للسفوح الأمامية للنباك.

تعتبر الزاوية (8°) هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات الخفيفة، و (22°) لمجموعة الانحدارات المتوسطة، و (30°) لمجموعة الانحدارات الشديدة، والزاوية (40°) لمجموعة الانحدارات الشديدة جداً، حيث تمثل هذه الزوايا نسبة 6.1%، 4.1%، 6.3%، 4.1% من جملة المسافات الأرضية على التوالي، وتعد الزاوية (30°) هي الزاوية المميزة للسفوح الأمامية للنباك.

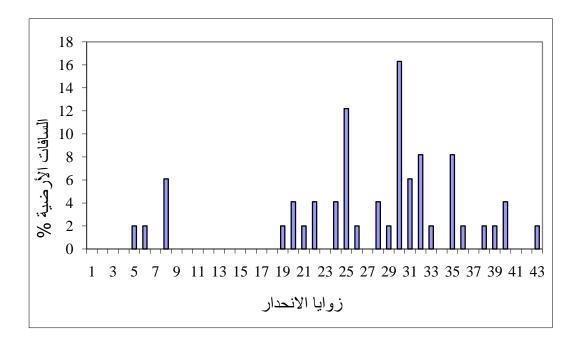
يتضح من الشكل (10) أن الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الخفيفة والمتوسطة والشديدة والشديدة جداً هي 5°، 21°، 29°، 43° على التوالى، أما الزاوية الحدية العليا لمجموعة الانحدارات المتوسطة والشديدة والشديدة جداً هي 24°، 32°، 43°، على التوالى.

#### توزيع زوايا الانحدار على السفوح الخلفية للنباك "الذيل":

يتضح من الشكل (11) أن زوايا الانحدار على السفوح الخلفية للنباك تتراوح بين درجتان و 32°، وتسود الانحدارات المتوسطة حيث تمثل 60.6% من جملة الأطوال على السفوح الخلفية للنباك، يليها من حيث الأهمية الانحدارات الخفيفة والشديدة بنسبة 21.8% و 17.5% على التوالى.



شكل (9) : توزيع زوايا الانحدار على سفوح النباك



شكل رقم (10): توزيع زوايا الانحدار على السفوح الأمامية للنباك

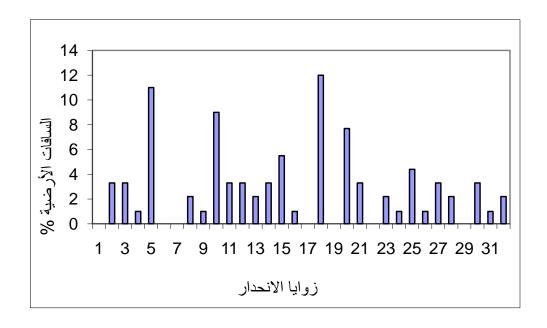
تعتبر الزاوية (5°) هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات الخفيفة وتمثل 11% من جملة المسافات الأرضية للنباك، والزاوية (18°) هي الزاوية المميزة لمجموعة الانحدارات المتوسطة وتمثل 12%، وفي الانحدارات الشديدة تعتبر الزاوية (25°) هي الزاوية المميزة وتمثل 4,4% من جملة أطوال السفوح الخلفية للنباك، وتعد الزاوية (18°) هي الزاوية المميزة للسفوح الخلفية للنباك.

يتضح من شكل (11) أن الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الانحدارات الخفيفة والمتوسطة والشديدة هي 9°، 16°، 25°، أما الزاوية الحدية العليا هي 2°، 10°، 28° حيث تمثل كل منها 3,3%، 9%، 3,3% من جملة المسافات الأرضية على السفوح الخلفية للنباك.

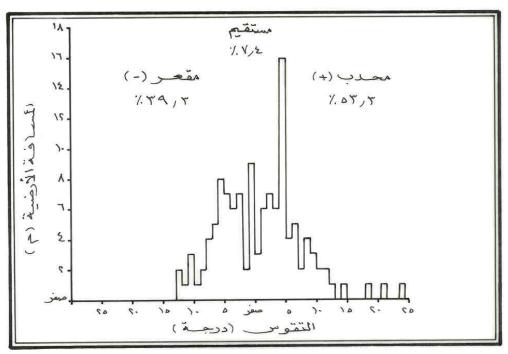
#### ح-تقوس سطح النباك:

تهدف دراسة تقوس سطح النباك إلى التعرف على أشكال سطح النباك بطريقة كمية، وقد تم حساب قيم التقوس وفقاً لطريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel Rahman, et al., 1980)، حيث تم حساب قيم التقوس لسطح النباك، وقيم التقوس لكل من السفوح الأمامية والخلفية للنباك وقد تبين أن قيم التقوس على سطح النباك تتقسم إلى ثلاث مجموعات هي:

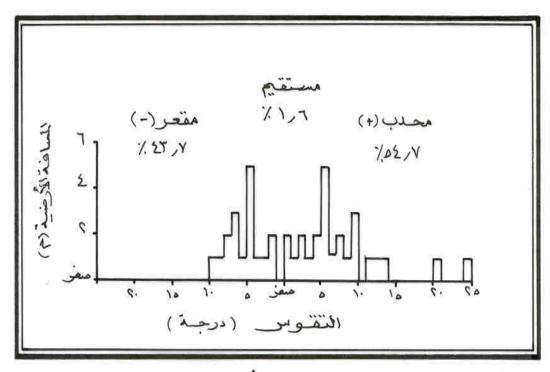
- المجموعة الأولى: تشير إلى الأجزاء المستقيمة التى لا يتغير فيها الانحدار، وهى تمثل 7.4% من إجمالى الأطوال على سطح النباك شكل (12)، وتمثل 1.6% من إجمالى الأطوال على السطح الأمامى للنباك شكل (13)، و5.7% على السطح الخلفى للنباك شكل (14)، وتظهر عادة في الجزئين الأعلى والأوسط من سطح النباك.
- المجموعة الثانية: وتشير إلى تحدب السطح، وتتراوح بين درجة واحدة و 24 ° وتشغل 53.3% من إجمالي أطوال سطح النباك، وتتراوح على السطح الأمامي بين درجة واحدة و 24° بنسبة 54.76% من إجمالي أطوال السطح الأمامي، بينما تتراوح بين درجة واحدة و 22° على السطح الخلفي بنسبة 55,7%، وبذلك تمثل هذه المجموعة قيم تقوس متوسطة، وتظهر عادة على الأجزاء الوسطى والسفلي في كل من الانحدار الأمامي والخلفي، مع وجود أجزاء محدبة على القسم العلوي من مقدمات النباك.
- المجموعة الثالثة: وتشير إلى تقعر السطح وتتراوح بين درجة واحدة و 10 وتشغل 39.3% من إجمالي أطوال سطح النباك، وتتراوح بين درجة واحدة و 10 درجات على السطح الأمامي للنباك، بنسبة 43,6% من إجمالي أطوال السطح الأمامي، بينما تتراوح بين درجة واحدة و 12° على السطح الخلفي وتشغل 38,6% من إجمالي أطوال السطح الخلفي للنباك، وبهذا تمثل هذه المجموعة قيم تقوس خفيفة ومتوسطة وتظهر دائماً على الأجزاء العليا وبعض الأجزاء الوسطى في كل من الانحدار الأمامي والخلفي للنباك، مع وجود أجزاء مقعرة على القسم الأدنى من سطح بعض النباك.



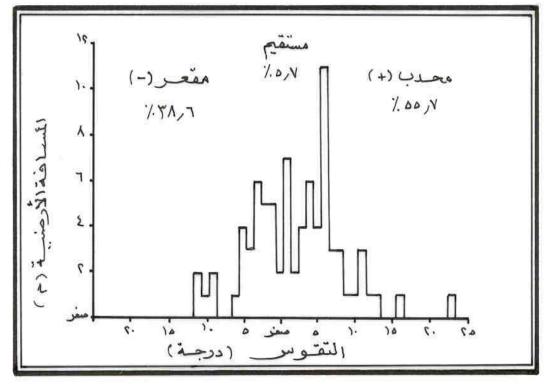
شكل (11) : توزيع زويا الانحدار على السفوح الخلفية للنباك



شكل (١٢) قيم تقوس سطح النباك في الواحات البحرية



شكل ١٣١١ قيم تقوس الانحدار الأماحي لسطح النباك



شكل (١٤) قيم تقوس الانحدار الخلفي أسطح السباك

تنقسم مجموعة العناصر المحدبة على سطح النباك إلى مجموعتين فرعيتين، تمثل التقوسات الخفيفة 43.4% من جملة الأطوال، بينما تمثل التقوسات المتوسطة 9.9% من جملة الأطوال.

تنقسم مجموعة العناصر المقعرة على سطح النباك إلى مجموعتين فرعيتين، تمثل التقوسات الخفيفة 34.4%، والتقوسات المتوسطة 4.9% من جملة الأطوال ونظراً لأن النسبة العظمى من العناصر المحدبة والمقعرة ذات انحدارات خفيفة فهذا يشير إلى أن التغير في الانحدار على سطح النباك يكاد يكون تدريجي.

#### رابعاً: تحليل رمال النباك:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الخصائص الطبيعية والكيميائية لرمال النباك في منخفض البحرية، وتحديد العوامل المؤثرة فيها إلى جانب تحديد مصادر الرمال المغذية لها، ولتحقيق هذه الأهداف، تم جمع عدد (24) عينة منها (12) عينة من الانحدار الأمامي للنباك وأطلق عليها العينات الأمامية، و(12) عينة من الانحدار الخلفي للنباك وأطلق عليها العينات الخلفية.

#### الخصائص الطبيعية لرمال النباك:

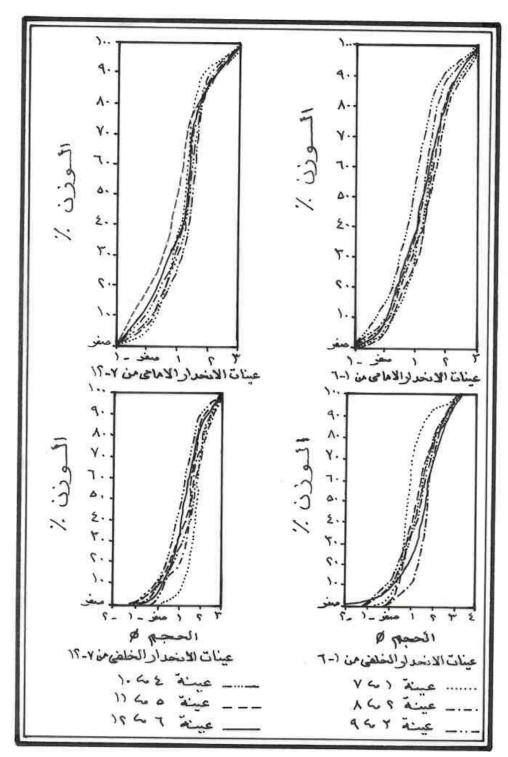
تشمل دراسة الخصائص الطبيعية لرمال النباك دراسة أحجام الرمال، وشكلها من حيث الاستدارة والكروية.

### أ-التحليل الحجمى Size analysis :

تم إجراء التحليل الميكانيكي ألجميع العينات، ثم تم حساب بعض المعاملات الإحصائية لجميع العينات مثل المتوسط، والانحراف المعياري لقياس مدى تصنيف العينة، والالتواء لقياس مدى تماثل منحنى توزيع الأحجام، والتفلطح لقياس شكل المنحنى إذا كان مدببا أو مفلطحاً، وتم الاستعانة بمجموعة المعادلات التي أوردها (Flok & Word, 1957)، (جودة حسنين جودة وآخرون، 1991، ص(5.4))، ويوضح الملحق رقم (5.4) والشكل رقم (5.4) ما يلى : 1 -يتراوح حجم رمال النباك في منخفض الواحات البحرية في جميع العينات بين الرمل الخشن جداً (5.4) والرمل الناعم جداً (5.4).

\_

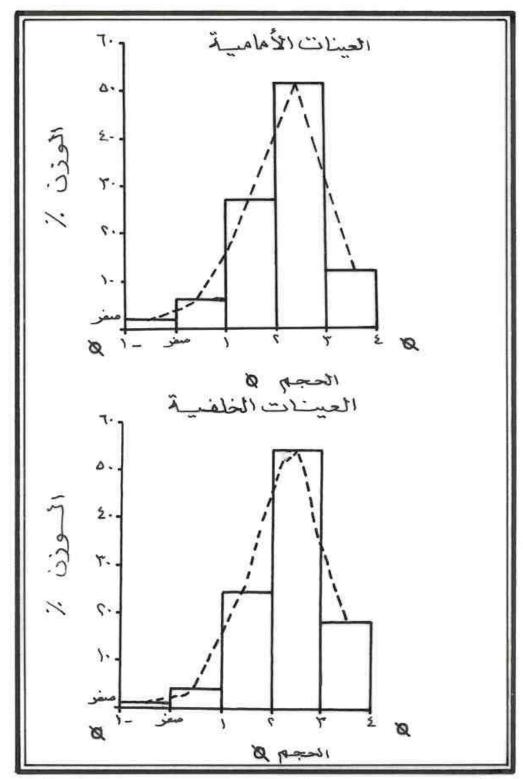
<sup>\*</sup> تم التحليل الميكانيكي لجميع العينات في معملي قسم الجغرافيا بكلية الآداب وقسم الجيولوجيا بكلية العلوم فرع بنها، جامعة الزقازيق.



شكل (١٥) المنحنيات التراكيية للتحليل الحجمى ومال النباك في منخفض البحرية

- 2 -يتراوح متوسط حجم رمال النباك فى جميع العينات بين 87 و  $\phi$  و  $\phi$  و 1.83 بمتوسط عام قدره (1.28  $\phi$ )، وهذا يشير إلى أن أحجام حبيبات رمال النباك فى المنخفض تتحصر فى مدى محدود.
- 3 يتراوح متوسط أحجام الرمال في العينات الأمامية بين 87 و  $\phi$  و 0 و 0 بمتوسط عام قدره (1.2  $\phi$ )، وتمثل الرمال الخشنة نسبة محدودة من العينات بلغت قيمتها 8.3% من إجمالي العينات الأمامية، بينما تمثل الرمال المتوسطة 0 0 من إجمالي العينات الأمامية.
- 4 -يتراوح متوسط أحجام الرمال في العينات الخلفية بين 1  $\phi$  و 1.83  $\phi$  بمتوسط عام قدره 1.36  $\phi$ ، وهذا يشير إلى أن متوسط حجم رمال العينات الخلفية يقع في فئة الرمل المتوسط.
- 5 يوضح شكل (16) ارتفاع نسبة الرمل الناعم (2: 3 \$\phi\$) في جميع العينات، حيث تتراوح نسبتها بين 37.6% و 63.5% في العينات الأمامية، وتراوحت بين 42.1% و 65.8% من العينات الخلفية 0 وهذا يشير إلى أن أحجام الرمال موزعة توزيعاً أحادياً، مما يدل على تركز حجم الرمال في حجم معين ينحصر بين الرمل المتوسط والناعم.
- 6 حمثل الرمال المتوسط (1: 2 ¢) الفئة التالية للرمال الناعمة حيث تراوحت النسبة بين 6.5% و 4.5% بمتوسط قدره 27,1% من العينات الأمامية، وتراوحت بين 4.5% و 40.5% بمتوسط قدره 23.6% في العينات الخلفية.
- 7 ترتفع نسبة الرمال الناعمة (2: 3  $\phi$ ) والرمال الناعمة جداً (3: 4  $\phi$ ) في العينات الخلفية حيث تمثل 7.15% من إجمالي وزن العينات عن العينات الأمامية والتي تمثل قيمتها 64.2% من إجمالي وزن العينات الأمامية شكل (16).
- 8 ترتفع نسبة الرمال الخشنة جداً (-1: صفر ф) والرمال الخشنة (صفر: 1 ф) في العينات الأمامية حيث تمثل 25.2% من إجمالي وزن العينات الأمامية، في حين أنها تمثل 14.1% من إجمالي وزن العينات الخلفية، ويرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجي للرواسب المحمولة بواسطة الرياح، حيث يمثل النبات عقبه تعترض اتجاه الرياح المحملة بالرمال، فترسب الحمولة الخشنة أولاً عند مقدمات النباك، ثم يتم ترسيب المواد الأقل حجماً في منصرف الرياح عند ذيل النباك.

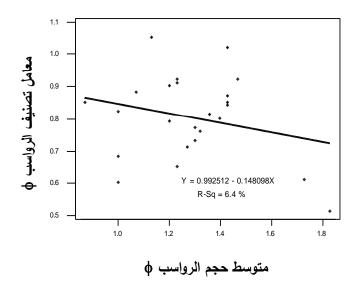
من حساب قيم الانحراف المعيارى Standard Deviation للعينات لقياس مدى تصنيف العينات تبين أن تصنيف رمال النباك تراوح بين تصنيف ردئ ومتوسط، حيث تراوحت قيم الانحراف المعيارى بين 0.51  $\phi$  و 0.51  $\phi$  بمتوسط قدره 0.78  $\phi$ ، وتمثل الرمال المتوسطة التصنيف 0.78 من إجمالى العينات، وهذا يشير إلى قرب مصدر رمال النباك، وسرعة الترسيب مع إصطدام الرياح بالنبات.



شكل (١٦) المدرج التكرارى ومنحنى توزيع متوسط أحجام رمال الناك

تراوحت قيم معامل التصنيف في العينات الأمامية بين  $0.68~\phi$  و  $1.05~\phi$  ، بينما تراوحت بين  $0.51~\phi$  و  $0.51~\phi$  في العينات الخلفية.

من حساب قيم معامل الارتباط بين متوسط حجم رمال النباك وقيم التصنيف تبين وجود علاقة ارتباط عكسية ضعيفة فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الارتباط - 0.253 شكل (17).



شكل (17) العلاقة الإحصائية بين متوسط حجم الرواسب ومعامل التصنيف

تراوحت قيم التواء عينات رمال النباك بين -0.05  $\phi$  و 1.31  $\phi$ ، وتراوحت قيم التواء العينات الأمامية بين -0.50  $\phi$  و 0.50  $\phi$  .

يتضح من شكل (18) أن 41.7% من منحنيات التوزيع ذات التواء سالب جداً، بينما تمثل منحنيات التوزيع ذات الالتواء الموجب تمثل منحنيات التوزيع ذات الالتواء الموجب 20.18%، أما النسبة الباقية فتمثل الالتواء الموجب جداً والمتماثل والسالب بنسبة 16.7%، 12.5%، 8.3% على التوالي.

كذلك يشير شكل (18) إلى أن قيم جميع المنحنيات غير متماثلة في الانحدار الأمامي للنباك، وتمثل منحنيات التوزيع ذات الالتواء السالب والسالب جداً 58.3% من إجمالي العينات الأمامية، وهذا يشير إلى أن هذه المنحنيات تميل بذيل نحو الأحجام الخشنة، أما في العينات الخلفية يلاحظ أن المنحنيات المتماثلة والموجبة والموجبة جداً تمثل 58.3% من إجمالي العينات الخلفية، وهذا يشير إلى أن هذه المنحنيات تميل بذيل نحو الأحجام الدقيقة.

يوضح شكل (19) أن التوزيع البياني للعينات يتوزع بين تفلطح شديد وشديد التدبب حيث يتراوح معامل التفلطح بين 0.59  $\phi$  0.59  $\phi$  بمتوسط قدره (1.33  $\phi$ )، يمثل التفلطح المتوسط 0.59 من إجمالي العينات يليه من حيث الأهمية فئة التفلطح المدبب وشديد التدبب بنسبة 0.59 و 0.59 من إجمالي العينات، ويمثل كل من التفلطح الشديد والتفلطح 0.59 من إجمالي العينات.

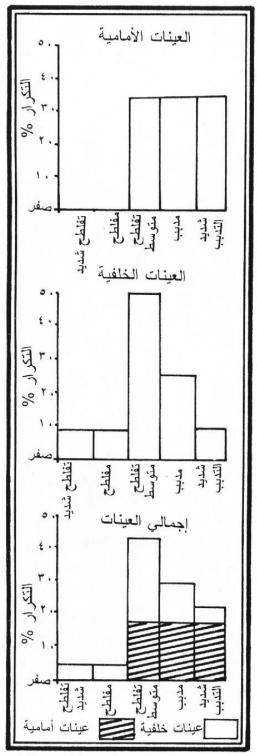
كذلك يتضح من شكل (19) أن التوزيع البياني للعينات الأمامية يتوزع بين التفلطح الشديد ومدبب وشديد التدبب بنسبة 33.8% لكل منهم، وتختفي فئتي التفلطح الشديد والمفلطح وفي العينات الخلفية يمثل التفلطح المتوسط 50% يليها من حيث الأهمية فئة مدبب بنسبة 25% من إجمالي العينات الخلفية بينما يمثل كل من فئة التفلطح الشديد، والمفلطح وشديد التدبب 8.3% من إجمالي العينات الخلفية.

تتفق النتائج السابق الإشارة إليها مع النتائج التى توصل إليها (أحمد عبد السلام على، 1999) فى دراسته عن الكثبان الطولية شمال شرق منخفض البحرية، حيث أشار فى دراسته إلى أن رمال المنطقة متوسطة الحجم وتقترب من الرمال الناعمة، وأن معامل التصنيف متوسط بلغ 0.62 \$\dip كما أن تفلطح العينات متوسط بلغ 1.01 \$\dip \$.

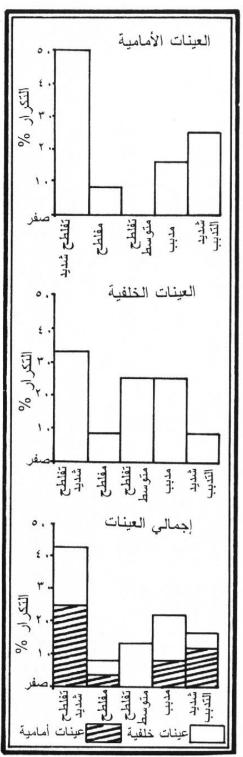
# ب-تحليل شكل الرمال Sand Shape analysis

لدراسة شكل حبيبات الرمال موضوع الدراسة تم اختيار خمس عينات من مواقع مختلفة، ثم تم اختيار 50 حبة رمل عشوائياً من الرمال الخشنة من كل عينة، ثم فحصت تحت الميكروسكوب ثنائى العدسات Ordinary Bincoular streo-microscope لتحديد استدارة وكروية حبة الرمال، وقد تم الاعتماد في ذلك على لوحة (Bowers, 1953).

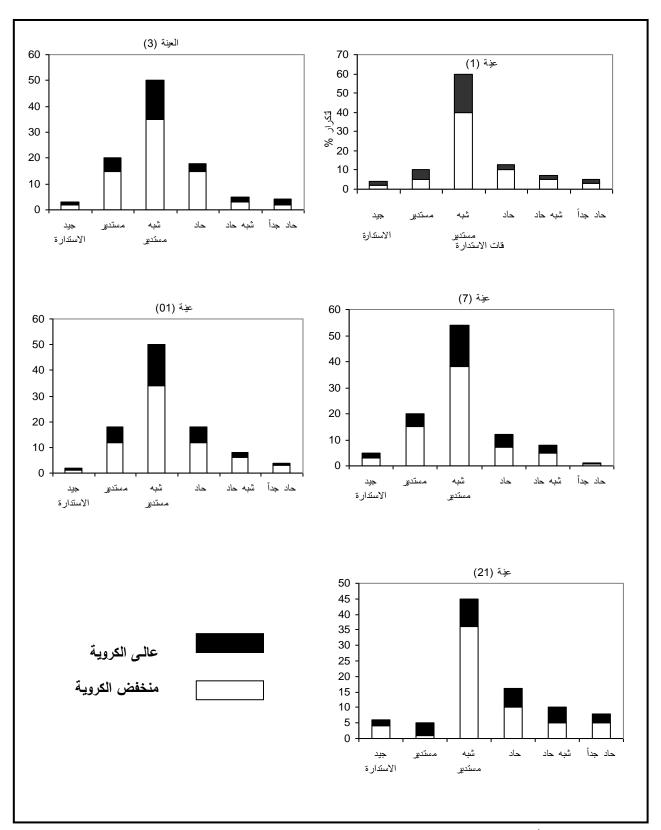
من الشكل رقم (20) يتضح أن متوسط استدارة العينات تراوحت بين فئة جيد الاستدارة وحاد جداً، وتمثل فئة شبه مستدير أعلى نسبة بين الفئات الأخرى حيث تراوحت قيمها بين 45.1% و 60.2% من إجمالى عدد حبيبات الرمال، يليها من حيث الأهمية فئة مستدير حيث تراوحت قيمها بين 10.1% و 20.2% ثم فئة حاد، ويرجع هذا إلى نشاط التعرية الهوائية المسئولة عن تكوين ظاهرة النباك، أما فيما يتعلق بالعلاقة بين معدل تغير الاستدارة والمسافة التى تحركتها حبيبات الرمال فقد تبين عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما، وقد يرجع ذلك إلى أن الرمال قد مرت بدورات سابقة في بيئات مختلفة قبل تكوين النباك.



شكل (۱۹) المدرج التكرارى لتفلطح توزيع أحجام رمال النباك



شكل (۱۸) المدرج التكرارى لإلتواء توزيع أحجام رمال النباك



إعداد الباحثة

شكل (20) : نتائج تحليل شكل رمال النباك

أوضح فحص الكروية لعينات رمال النباك انخفاض كرويتها حيث تمثل الفئات المنخفضة الكروية ما يتراوح بين 50.3% و 75.6% من إجمالي عدد الحبيبات، وقد يرجع ذلك إلى الأصل الذي اشتقت منه الرمال، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (احمد عبد السلام، 1999) في الدراسة السابق الإشارة إليها.

#### الخصائص الكيميائية لرمال النباك:

لدراسة العناصر الكيميائية التي تتكون منها رمال النباك تم إجراء تحليل كيميائي لعدد 12 عينة من العينات السابق الإشارة إليها ملحق (5) وقد تبين ما يلي:

- 1 تتراوح نسبة الكالسيوم بين 10.5% و 32.1% وهي تمثل أعلى نسبة من الكاتيونات، ويرجع ذلك إلى وجود الحجر الجيرى السائد في تكوينات شمال الصحراء الغربية، ويليها من حيث الأهمية الماغنسيوم الذي تتراوح قيمة بين 7.3% و 20.2% ثم الصوديوم، وتتراوح قيمة بين 3.6% و 15.2%، ويفسر ارتفاع نسبة الصوديوم في العينات المأخوذة من المواقع القريبة من قرية البويطي إلى تسرب مياه الصرف الصحي من المناطق السكنية ومياه الصرف من الأراضي الزراعية وتعرضها للتبخر بسبب شدة درجة الحرارة.
- تتراوح نسبة الكلوريد بين 11.3% و 32.0% من الإنيونات، ويليها من حيث الأهمية نسبة الكبريت الذي يتراوح بين 5.2% و 31.9%، وتراوحت نسبة الكربونات بين 2.4% و 8.1%
- 3 تراوحت نسبة الملوحة بين 1312 و 4980 جزء في المليون، ويلاحظ أن نسبة الملوحة مرتفعة في رمال النباك القريبة من المناطق السكنية بالواحة مثل العينات أرقام 1، 6، 10، 11، 12 صورة (6).

### خامساً: عوامل تكوين النباك:

يتحكم فى تكوين النباك فى منخفض الواحات البحرية مجموعة من العوامل تقوم بدوراً هاماً فى نشأة النباك وإكسابها خصائصها الجيومورفولوجية، ويمكن حصر هذه العوامل على النحو التالى:

#### أ-الرياح:

تتحكم الرياح في نشأة النباك، وتحديد الاتجاه العام لها، وكذلك في خصائصها الشكلية من خلال اتجاه الرياح وسرعتها.

### 1-اتجاه الرياح:

تشير البيانات الخاصة باتجاهات الرياح في محطة البحرية خلال الفترة من 1967 إلى 1975 إلى :

- توضح قيم المتوسط السنوى خلال الفترة المذكورة أن الاتجاه السائد للرياح هو اتجاه الشمال يليه من حيث الأهمية كل من اتجاه شمال الشمال الشرقي وشمال الشمال الغربي بنسبة

(The على التوالى من إجمالى اتجاهات الرياح 9.5 ، 15.2 ، 18.5 Meterological Authority, 1975)

- توضح قيم المتوسط الشهرى أن الاتجاه السائد للرياح فى فصل الصيف هو اتجاه الشمال وشمال الشمال الشرقى وشمال الشمال الغربى بنسبة 26.4%، 26.4%، 9.3 على التوالى.
- يبلغ المتوسط السنوى للسكون 37.3%، وتتراوح قيم سكون الرياح بين 24.3% في الصيف و 53.2% في الشتاء.
- يمثل كل من اتجاه الشمال والشمال الشرقى والشمال الغربى 52.6% من إجمالى اتجاهات الرياح على منخفض البحرية، وهى الرياح التى تقوم بالدور الرئيسى فى تكوين وتشكيل ظاهرة النباك بما تحمله من كميات كبيرة من الرمال،كذلك ينعكس تأثير هذه الرياح على الاتجاه العام الذى تتبعه محاور النباك فى المنخفض، كما سبق أن أوضحنا أن محاور عينة النباك موضوع الدراسة كانت تتفق مع الاتجاه العام للرياح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية.

#### 2-سرعة الرياح:

تتراوح سرعة الرياح في منخفض البحرية يبين 3.7 عقدة و 5.9 عقدة، بمتوسط سنوى قدره 4.9 عقدة أي ما يعادل 9.1كم/ساعة، وهذا يشير إلى أن سرعة الرياح في منخفض البحرية ضعيفة بصفة عامة، كذلك تشير القياسات الخاصة بطاقة الرياح في بعض محطات الصحراء الغربية جدول (5) إلى انخفاض طاقة الرياح وحركة الرمال في منخفض البحرية إذا ما قورن بباقي محطات الصحراء الغربية وهذا يفسر نشأة النباك في المنخفض، وصغر المساحات التي تشغلها هذه الظاهرة إلى جانب انتشار النباك الصغيرة والمتوسطة الحجم بالمنخفض.

جدول (5) بعض بيانات الرياح لمحطات مختارة من الصحراء الغربية

الخارجة	الداخلة	البحرية	النطرون	الإسكندرية	الضبعة	مطروح	سیدی برانی	السلوم	المحطة
31	12.9	8	39.9	29.8	48.9	43.8	41.9	33.1	النسبة المئوية للرياح المحركة للرمال
245.4	72.8	71.2	612.2	285.3	717.2	606.6	550.2	391.7	حركة الرمال

(Embabi, 1995, p.77): المصدر

#### ب-طبوغرافية السطح:

أوضحت الدراسات السابقة لكل من (Cornish, 1900)، (Beadnell, 1910)، (Bagnold, 1944)، (Bagnold, 1944)، أن الرمال تميل للتجمع في المناطق المنخفضة، ويرى كورنيش أن حبيبات الرمال متى وصلت إلى منطقة حوضية منخفضة ترسب الحبيبات الخشنة فوق قاع الحوض مكونة الفرشة الأولى، وتساعد بعد ذلك على تراكم الحبيبات الدقيقة.

ومن دراسة التوزيع الجغرافي لحقول النباك السابق الإشارة إليه تبين أنها ترتبط في نشأتها بالمناطق الحوضية المنخفضة المنسوب والمحصورة بين التلال المنعزلة وحافات المنخفض، فعلى سبيل المثال توجد حقول النباك المحيطة بقرية البويطي على منسوب 113م فوق سطح البحر، ويحيط بها جبل الهفوف الذي يبلغ ارتفاعه 130م عن قاع المنخفض، وجبل الدست الذي يبلغ ارتفاعه 251م فوق مستوى سطح البحر، أما حقول شمال الحيز فهي تقع بين مجموعة من التلال المنعزلة والتي يتراوح ارتفاعها بين 25م و 50م عن قاع المنخفض.

#### ح-النبات الطبيعي:

يرى باجنولد (Bagnold, 1944, p.183) أن الشجيرات والأعشاب الصحراوية تعد من العوائق الهامة التي تساعد على احتجاز الرمال المتحركة مع الهواء بفضل فروعها وأوراقها التي تصد الرمال السافية، وهي بهذا تعد عائقاً تتوقف عنده سرعة الرياح وتتخفض إلى الصفر.

كذلك يرى كورنيش (Cornish, 1900, p.10) أن جذور النباتات التي تنتشر في كومات الرمال المتراكمة تعمل على تماسك حبيبات الرمال وتمنحها القدرة على مقاومة الحركة بفعل الرياح.

أوضحت الدراسة الميدانية وجود ارتباط وثيق بين تواجد النبات الطبيعى والنباك، وخاصة نبات الطرفا، وأيضاً بين حيوية النبات وإزدياد حجمه وارتفاعه وزيادة محتواه الخضرى وبين حجم النباك وارتفاعها كما سبق أن أوضحنا، صورة (7).

# د-الرطوبة الأرضية:

أشارت الدراسات من قبل إلى أهمية دور الرطوبة الأرضية في وقف تقدم الرمال وتراكمها فوق سطح المناطق المشبعة بالرطوبة، ونتيجة لذلك لوحظ وجود علاقة بين توزيع حقول النباك والقرى السكنية في منخفض البحرية، فعلى سبيل المثال يقع حقل (1) شرق منديشة، وتقع الحقول أرقام (2، 3، 4) حول قرية البويطى، ويقع حقلى (5، 6) شمال الحيز، وجميع هذه المناطق تمثل مناطق منخفضة المنسوب ترتفع فيها نسبة الرطوبة الأرضية بسبب تسرب مياه الري ومياه الينابيع ومياه الصرف الصحى والزراعي من القرى مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية في الطبقة السطحية.

#### هـ وجود مصدر دائم للرمال:

تشير الدراسات السابقة إلى تعدد مصادر الرمال في الصحراء الغربية، فعلى سبيل المثال يرى (Beadnell, 1910) أن مصدر رمال الصحراء الغربية مشتق من المنخفضات الكبرى الممتدة من واحة سيوة وحتى وادى النظرون، والتي ترجع إلى عصرى الإليجوسين والميوسين، بينما يرى كل من (El Baz & Prestel, 1982) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل في خطوط التصريف المنحدرة نحو البحر المتوسط ونهر النيل، حيث قامت الرياح بنقل الرمال منها بعد حلول الجفاف.

ويرى إمبابى (Embabi, 2000) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل فى رواسب الأنهار القديمة التى كانت تجرى على السطح خلال عصرى الأليجوسين ومنتصف الميوسين، والتى كانت تتبع من جبال البحر الأحمر، وترسبت على الهضبة الميوسينية وفى مناطق مختلفة من الصحراء الغربية، ثم إعيد تشكيلها ونقلها فى الفترات الجافة، ويؤكد هذا الرأى أن مصدر الرمال الكوارتزية والتى تكون 98: 99% من بحار الرمال وحقول الكثبان فى الصحراء الغربية مشتقة من الصخور النارية المنتشرة فى الصحراء الشرقية وصخور الحجر الرملى النوبى.

ويرى كل من (Pye & Tsoar, 1990) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل في الرمال المشتقة من الإرسابات الفيضية، كما أن معظم الرمال المكونة لبحار الرمال جنوب القطارة، وكثبان شرق وجنوب شرق القطارة وغرد أبو المحاريق مشتقة من المواد التي تم نحتها من منخفض القطارة (Embabi, 2000, P.80).

ويرى أحمد عبد السلام (1999) أن مصدر رمال الكثبان شمال شرق منخفض البحرية هي الرمال الناتجة عن حفر منخفض القطارة، خاصة وأن التحليل الحجمي والمعدني والميكروسكوبي للرمال أثبت أنها تتفق مع خصائص تكوينات الميوسين.

من العرض السابق يمكن أن نرجح أن يكون مصدر رمال النباك في منخفض البحرية هو نفس مصدر رمال الكثبان شمال شرق المنخفض، وخاصة أن نتائج التحليل الميكانيكي والكيميائي لعينات رمال النباك تكاد تتفق مع النتائج التي توصل إليها أحمد عبد السلام في دراسته عن الأشكال الرملية شرق وجنوب شرق منخفض القطارة (1993)، وعن الكثبان الرملية شمال شرق منخفض البحرية (1999).

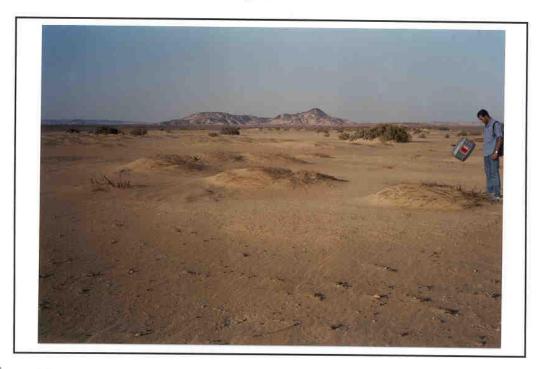
#### الخاتمة:

- أوضحت دراسة النباك في منخفض الواحات البحرية النتائج التالية:
- 1 -توجد النباك في منخفض الواحات البحرية على شكل تراكمات رملية حول النبات الطبيعي في حقول صغيرة تراوحت مساحتها بين 2.5كم2 و 20كم2 حول قرية البويطي وشرق قرية منديشة وشمال الحيز.
- 2 خوجد علاقة ارتباط موجبة قوية بين أبعاد النباك، مما يدل على أن أبعاد النباك تنمو بمعدلات ثابتة في أي مرحلة من مراحل تطورها، كما تشير الدراسة إلى أهمية عامل ارتفاع النبات وعامل ارتفاع النباك وأثرهما في كل من بعدى الطول والعرض.
- 3 تتباين أحجام النباك في الواحات البحرية، وتعتبر النباك المتوسطة الحجم والتي تمر بمرحلتي الشباب والنضع هي الأكثر انتشاراً.
- 4 تتفق اتجاهات محاور النباك مع اتجاه الرياح السائدة على المنخفض، وهى الرياح الشمالية والشمالية الغربية.
- 5 -أوضحت دراسة زوايا الانحدار سيادة الانحدارات الشديدة والمتوسطة على جميع محاور النباك، وتسود الانحدارات الشديدة على الجوانب الأمامية والشمالية الشرقية والجنوبية الغربية للنباك ويليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة، بينما تسود الانحدارات الخفيفة على الانحدارات الخلفية للنباك.
- 6 تشير قيم التقوس على سطح النباك إلى أن النسبة العظمى من العناصر المحدبة والمقعرة ذات انحدارات خفيفة، وهذا يدل على أن التغير في الانحدار على سطح النباك يكاد يكون تدريجي.
- 7 -أوضح التحليل الحجمى لرمال النباك ارتفاع نسبة الرمال المتوسطة فى العينات الأمامية حيث تمثل 40.5% من إجمالى العينات، بينما ترتفع نسبة الرمال الناعمة والناعمة جداً فى العينات الخلفية، ويرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجي للرواسب المحمولة بواسطة الرياح.
- 8 أوضحت قيم الانحراف المعيارى إلى أن رمال النباك متوسطة التصنيف، كما تشير قيم التفاطح إلى أنها تتراوح بين تفاطح شديد وشديد التدبب.

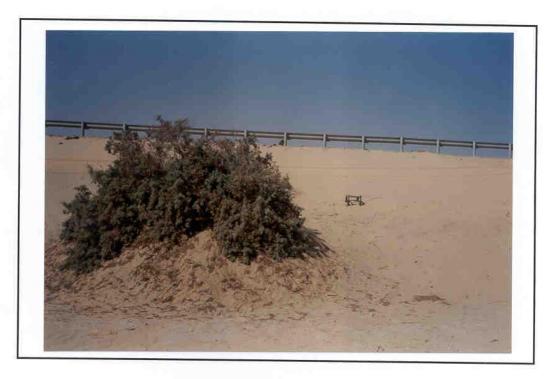
- 9 تبين من تحليل شكل حبيبات الرمال أن متوسط الاستدارة تراوح بين جيد الاستدارة وحاد جداً، وتمثل فئة شبه مستدير أعلى نسبة بين الفئات مع انخفاض كرويتها.
- 10 أوضح التحليل الكيميائي للعينات ارتفاع نسبة كل من الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، ونسبة الملوحة في العينات القريبة من المناطق السكنية.
- 11 ترجع نشأة النباك في منخفض البحرية إلى عدة عوامل يأتي في مقدمتها عامل الرياح المسئول عن نشأة النباك، واتجاه محاورها، وتشكيلها، والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها، ويشترك مع عامل الرياح كل من عوامل طبوغرافية السطح، والنبات الطبيعي ووجود مصدر دائم للرمال.
- 12 أوضحت الدراسة أن المصدر الرئيسي لرمال النباك في منخفض البحرية هو الرمال الناتجة عن حفر منخفض القطارة، وهو ما اتفقت عليه الدراسات الحديثة في هذا الشأن.



صورة رقم (١): تشققات على سطح أراضى ما بين النباك في حقل رقم (٣) ناظراً صوب الشمال



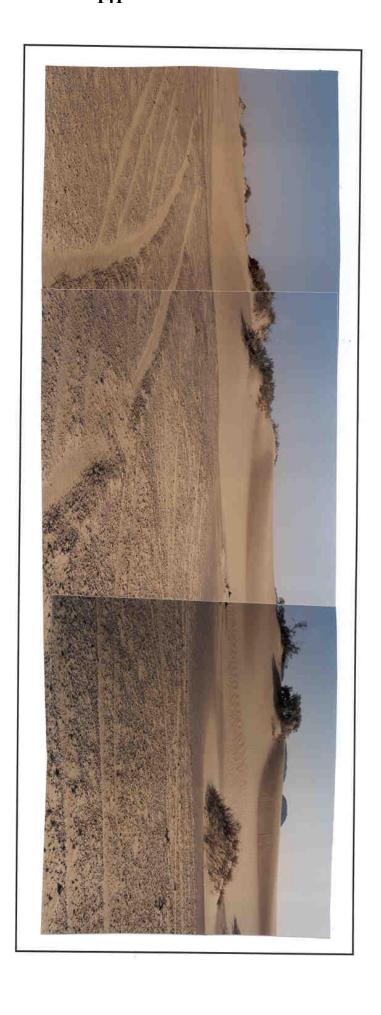
صورة رقم (٢): نباك في مرحلة الشيخوخة تحولت إلى مصدر للرمال في حقل (٣) ناظراً صورة رقم (٢):



صورة رقم (٣) : نبكه على شكل قبابي في حقل شرق منديشة ناظر اصوب الشمال الغربي



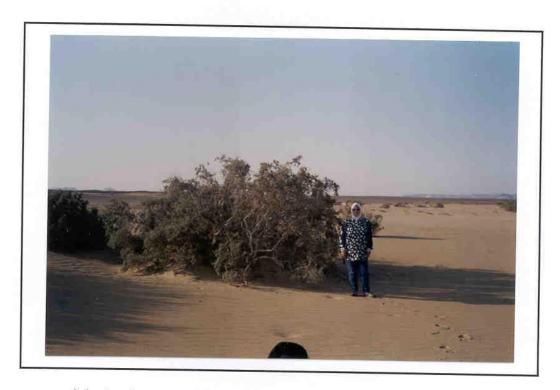
صورة رقم (٤): نبكه ذيلية ويلاحظ كثافة النبات في مقدمة النبكه حقل رقم (٥)



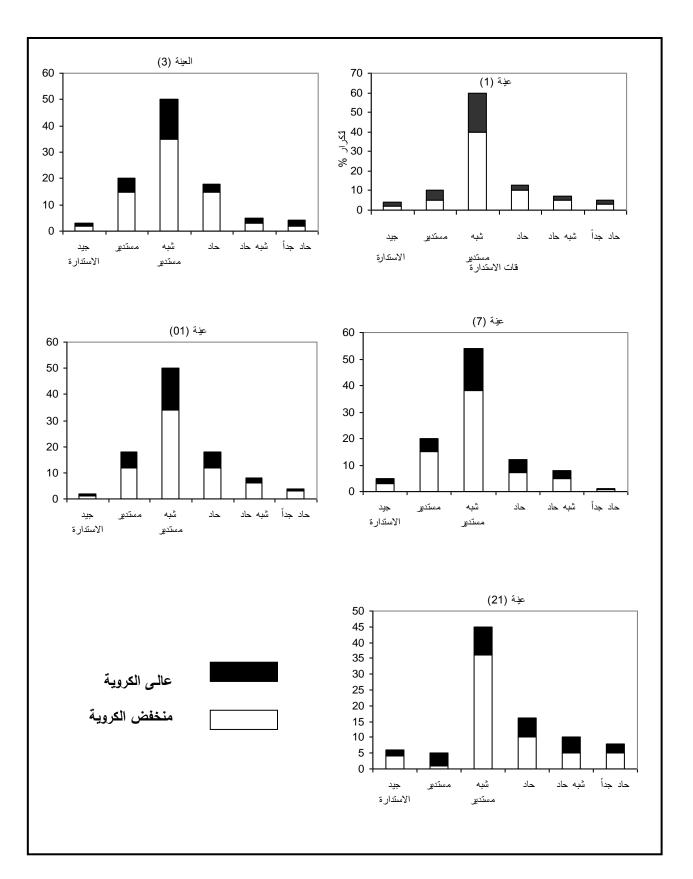
صورة رقم (٥) : قصيم تكون من التحام ثمانية نباك في حقل رقم (٥)



صورة رقم (٦): قشرة رقيقة من الأملاح تظهر على سطح نبكه في حقل رقم (١)



صورة رقم (٧) : ارتفاع وكثافة نبات الطرفا في حقل رقم (٦)



شكل (20) : نتائج تحليل شكل رمال النباك

أوضح فحص الكروية لعينات رمال النباك انخفاض كرويتها حيث تمثل الفئات المنخفضة الكروية ما يتراوح بين 50.3% و 75.6% من إجمالي عدد الحبيبات، وقد يرجع ذلك إلى الأصل الذي اشتقت منه الرمال وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (أحمد عبد السلام، 1999) في الدراسة السابق الإشارة إليها 0

## العناصر الكيميائية في رمال النباك:

لدراسة العناصر الكيميائية التي توجد في رمال النباك تم إجراء تحليل كيميائي لعدد 12 عينة من العينات السابق الإشارة إليها ملحق (5) وقد تبين ما يلي :

- 4 تتراوح نسبة الكالسيوم بين 10.5 و 32.1 وهي تمثل أعلى نسبة من الكاتيونات، ويرجع ذلك الله وجود الحجر الجيرى السائد في تكوينات شمال الصحراء الغربية، ويليها من حيث الأهمية الماغنسيوم الذي تتراوح قيمة بين 7.3 و 20.2 ثم الصوديوم، وتتراوح قيمة بين 3.6 و 15.2 و 15.2 ثم المواقع القريبة من قرية و 15.2، ويرجع ارتفاع نسبة الصوديوم في العينات المأخوذة من المواقع القريبة من قرية البويطي إلى تسرب مياه الصرف الصحي من المناطق السكنية ومياه الصرف من الأراضي الزراعية وتعرضها للتبخر بسبب شدة درجة الحرارة 0
- 5 تتراوح نسبة الكلوريد بين 11.3 و 32.0 من الإنيونات، ويليها من حيث الأهمية نسبة الكبريت الذي يتراوح بين 5.2 و 31.9، وتراوحت نسبة الكربونات بين 2.4 و 8.1 0
- 6 تراوحت نسبة الملوحة بين 1312 و 4980 ppm ، ويلاحظ أن نسبة الملوحة مرتفعة في رمال النباك القريبة من المناطق السكنية بالواحة مثل العينات أرقام 1، 6، 10، 11، 12 صورة (6)0

## خامساً: عوامل تكوين النباك:

يتحكم فى تكوين النباك فى منخفض الواحات البحرية مجموعة من العوامل تقوم بدوراً هاماً فى نشأة النباك وإكسابها خصائصها الجيومورفولوجية، ويمكن حصر هذه العوامل على النحو التالى:

# أ-الرياح:

تتحكم الرياح في نشأة النباك، وتحديد الاتجاه العام لها، وكذلك في خصائصها الشكلية من خلال اتجاه الرياح وسرعتها 0

## 1-اتجاه الرياح:

تشير البيانات الخاصة باتجاهات الرياح في محطة البحرية خلال الفترة من 1967 إلى : 1975 إلى :

- توضح قيم المتوسط السنوى خلال الفترة المذكورة أن الاتجاه السائد للرياح هو اتجاه الشمال يليه من حيث الأهمية كل من اتجاه شمال الشرال الشرقى وشمال الشمال الغربى بنسبة لليه من حيث الأهمية كل من اتجاه شمال الشرالي اتجاهات الرياح 0 3.5% على التوالى من إجمالي اتجاهات الرياح 0
- توضح قيم المتوسط الشهرى أن الاتجاه السائد للرياح فى فصل الصيف هو اتجاه الشمال وشمال الشمال الشرقى وشمال الشمال الغربى بنسبة 26.4%، 26.4%، 9.3 على التوالى 0
- في فصل الشتاء يمثل اتجاه شمال الشمال الغربي والشمال وشمال الشمال الشرقي الاتجاهات السائدة بنسبة 7.9%، 7.6% على التوالي0
- يبلغ المتوسط السنوى للسكون 37.3%، وتتراوح قيم سكون الرياح بين 24.3% في الصيف و 53.2% في الشتاء 0
- يمثل كل من اتجاه الشمال والشمال الشرقى والشمال الغربى 52.6% من إجمالى اتجاهات الرياح على منخفض البحرية، وهى الرياح التى تقوم بالدور الرئيسى فى تكوين وتشكيل ظاهرة النباك بما تحمله من كميات كبيرة من الرمال 0 كذلك ينعكس تأثير هذه الرياح على الاتجاه العام الذى تتبعه محاور النباك فى المنخفض، كما سبق أن أوضحنا أن محاور عينة النباك موضوع الدراسة كانت تتفق مع الاتجاه العام للرياح الشمالية والشمالية الغربية 0 والشمالية الغربية 0

# 2-سرعة الرياح:

تتراوح سرعة الرياح في منخفض البحرية يبين 3.7 عقدة و 5.9 عقدة، بمتوسط سنوى قدره 4.9 عقدة أي ما يعادل 9.1كم/ساعة، وهذا يشير إلى أن سرعة الرياح في منخفض البحرية ضعيفة بصفة عامة 0 كذلك تشير القياسات الخاصة بطاقة الرياح في بعض محطات الصحراء الغربية جدول (5) إلى انخفاض طاقة الرياح وحركة الرمال في منخفض البحرية إذا ما قورن بباقي محطات الصحراء الغربية 0 وهذا يفسر نشأة النباك في المنخفض، وصغر المساحات التي تشغلها هذه الظاهرة إلى جانب انتشار النباك الصغيرة والمتوسطة الحجم بالمنخفض 0

جدول (5) بعض بيانات الرياح لمحطات مختارة من الصحراء الغربية

الخارجة	الداخلة	البحرية	النطرون	الإسكندرية	الضبعة	مطروح	سیدی برانی	السلوم	المحطة
31	12.9	8	39.9	29.8	48.9	43.8	41.9	33.1	النسبة المئوية للرياح المحركة للرمال
245.4	72.8	71.2	612.2	285.3	717.2	606.6	550.2	391.7	حركة الرمال

(Embabi, 1995, p.77): المصدر

### ب-طبوغرافية السطح:

أوضحت الدراسات السابقة لكل من (Cornish, 1900)، (Bagnold, 1910)، (Bagnold, 1994)، (Bagnold, 1994)، أن الرمال تميل للتجمع في المناطق المنخفضة، ويرى كورنيش أن حبيبات الرمال متى وصلت إلى منطقة حوضية منخفضة ترسب الحبيبات الخشنة فوق قاع الحوض مكونة الفرشة الأولى، وتساعد بعد ذلك على تراكم الحبيبات الدقيقة 0

ومن دراسة التوزيع الجغرافي لحقول النباك السابق الإشارة إليه تبين أنها ترتبط في نشأتها بالمناطق الحوضية المنخفضة المنسوب والمحصورة بين التلال المنعزلة وحافات المنخفض، فعلى سبيل المثال توجد الحقول المحيطة بقرية البويطي على منسوب 113م فوق سطح البحر، ويحيط بها جبل الهفوف الذي يبلغ ارتفاعه 130م عن قاع المنخفض، وجبل الدست الذي يبلغ ارتفاعه 251م فوق مستوى سطح البحر، أما حقول شمال الحيز فهي تقع بين مجموعة من التلال المنعزلة والتي يتراوح ارتفاعها بين 25م و 50م عن قاع المنخفض 0

#### ح-النبات الطبيعى:

يرى باجنولد (Bagnold, 1944, p.183) أن الشجيرات والأعشاب الصحراوية تعد من العوائق الهامة التي تساعد على احتجاز الرمال المتحركة مع الهواء بفضل فروعها وأوراقها التي تصد الرمال السافية، وهي بهذا تعد عائقاً تتوقف عنده سرعة الرياح وتتخفض إلى الصفر 0

كذلك يرى كورنيش (Cornish, 1900, p.10) أن جذور النباتات التى تنتشر فى كومات الرمال المتراكمة تعمل على تماسك حبيبات الرمال وتمنحها القدرة على مقاومة النحت بفعل الرياح0

أوضحت الدراسة الميدانية وجود ارتباط وثيق بين تواجد النبات الطبيعى والنباك، وخاصة نبات الطرفا، وأيضاً بين حيوية النبات وإزدياد حجمه وارتفاعه وزيادة محتواه الخضرى وبين حجمه النباك وارتفاعها كما سبق أن أوضحنا، صورة (7)0

### د - الرطوية الأرضية:

أشارت الدراسات السابقة إلى أهمية دور الرطوبة الأرضية في وقف تقدم الرمال وتراكمها فوق سطح المناطق المشبعة بالرطوبة، ومن الدراسة السابقة يلاحظ وجود ارتباط بين توزيع حقول النباك والقرى السكنية في منخفض البحرية، فعلى سبيل المثال يقع حقل (1) شرق منديشة، وتقع الحقول أرقام 2، 3، 4 حول قرية البويطى، ويقع حقلى 5، 6 شمال الحيز، وجميع هذه المناطق تمثل مناطق منخفضة المنسوب ترتفع فيها نسبة الرطوبة الأرضية بسبب تسرب

مياه الرى ومياه الينابيع ومياه الصرف الصحى والزراعى من القرى مما يؤدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية في الطبقة السطحية 0

### ه-وجود مصدر دائم للرمال:

تشير الدراسات السابقة إلى تعدد مصادر الرمال في الصحراء الغربية، فعلى سبيل المثال يرى (Beadnell, 1910) أن مصدر رمال الصحراء الغربية مشتق من المنخفضات الكبرى الممتدة من واحة سيوة وحتى وادى النظرون، والتي ترجع إلى عصرى الإليجوسين والميوسين بينما يرى كل من (El Baz & Prestel, 1982) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل في خطوط التصريف المنحدرة نحو البحر المتوسط ونهر النيل، حيث قامت الرياح بنقل الرمال منها بعد حلول الجفاف 0

ويرى إمبابى (Embabi, 2000, p.80) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل في رواسب الأنهار القديمة التي كانت تجرى على السطح خلال عصرى الأليجوسين ومنتصف الميوسين، والتي كانت تتبع من جبال البحر الأحمر، وترسبت على الهضبة الميوسينية وفي مناطق مختلفة من الصحراء الغربية، ثم إعيد تشكيلها ونقلها في الفترات الجافة، ويؤكد هذا الرأى أن مصدر الرمال الكوارتزية والتي تكون 98: 99% من بحار الرمال وحقول الكثبان في الصحراء الغربية مشتقة من الصخور النارية المنتشرة في الصحراء الشرقية وصخور الحجر الرملي النوبي 0

ويرى كل من (Pye & Tsoar, 1990) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل في الرمال المشتقة من الإرسابات الفيضية، كما أن معظم الرمال المكونة لبحار الرمال جنوب القطارة، وكثبان شرق وجنوب شرق القطارة وغرد أبو المحاريق مشتقة من المواد التي تم نحتها من منخفض القطارة0

ويرى أحمد عبد السلام أن مصدر رمال الكثبان شمال شرق منخفض البحرية هي الرمال الناتجة عن حفر منخفض القطارة، خاصة وأن التحليل الحجمي والمعدني والميكروسكوبي للرمال أثبت أنها تتفق مع خصائص تكوينات الميوسين 0

من العرض السابق يمكن أن نرجح أن يكون مصدر رمال النباك في منخفض البحرية هو نفس مصدر رمال الكثبان شمال شرق المنخفض، وخاصة أن نتائج التحليل الميكانيكي والكيميائي لعينات رمال النباك تكاد تتفق مع النتائج التي توصل إليها أحمد عبد السلام في دراسته عن الأشكال الرملية شرق وجنوب شرق منخفض القطارة (1993)، وعن الكثبان الرملية شمال شرق منخفض البحرية (1999)

#### الخاتمة:

- أوضحت دراسة النباك في منخفض الواحات البحرية النتائج التالية:
- 13 توجد النباك في منخفض الواحات البحرية على شكل تراكمات رملية حول النبات الطبيعي في حقول صغيرة تراوحت مساحتها بين 2.5كم2 و 20كم2 حول قرية البويطي وشرق قرية منديشة وشمال الحيز 0
- 14 يوجد علاقة ارتباط موجبة قوية بين أبعاد النباك، مما يدل على أن أبعاد النباك تنمو بمعدلات ثابتة في أي مرحلة من مراحل تطورها، كما تشير الدراسة إلى أهمية عامل ارتفاع النبات وعامل ارتفاع النباك وأثرهما في كل من بعدى الطول والعرض 0
- 15 تتباين أحجام النباك في الواحات البحرية، وتعتبر النباك المتوسطة الحجم والتي تمر بمرحلتي الشباب والنضج هي الأكثر انتشاراً 0
  - 0 تتفق اتجاهات محاور النباك مع اتجاه الرياح السائدة على المنخفض -16
- 17 أوضحت دراسة زوايا الانحدار سيادة الانحدارات الشديدة والمتوسطة على جميع محاور النباك، وتسود الانحدارات الشديدة على الجوانب الأمامية والشمالية الشرقية والجنوبية الغربية للنباك ويليها من حيث الأهمية الانحدارات المتوسطة، بينما تسود الانحدارات الخفيفة على الانحدارات الخلفية للنباك 0
- 18 تشير قيم التقوس على سطح النباك إلى أن النسبة العظمى من العناصر المحدبة والمقعرة ذات انحدارات خفيفة، وهذا يدل على أن التغير في الانحدار يكاد يكون تدريجي
- 19 أوضح التحليل الحجمى لرمال النباك ارتفاع نسبة الرمال المتوسطة فى العينات الأمامية حيث تمثل 40.5% من إجمالى العينات، بينما ترتفع نسبة الرمال الناعمة والناعمة جداً فى العينات الخلفية، ويرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجي للرواسب المحمولة بواسطة الرياح0
- 20 أوضحت قيم الانحراف المعيارى إلى أن رمال النباك متوسطة التصنيف، كما تشير قيم التفلطح إلى أنها تتراوح بين تغلطح شديد وشديد التدبب0
- 21 تبين من تحليل شكل حبيبات الرمال أن متوسط الاستدارة تراوح بين جيد الاستدارة وحاد جداً، وتمثل فئة شبه مستدير أعلى نسبة بين الفئات مع انخفاض كرويتها0

- 22 أوضح التحليل الكيميائي للعينات ارتفاع نسبة كل من الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، ونسبة الملوحة في العينات القريبة من المناطق السكنية 0
- 23 ترجع نشأة النباك في منخفض البحرية إلى عدة عوامل يأتي في مقدمتها عامل الرياح المسئول عن نشأة النباك، واتجاه محاورها، وتشكيلها، والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها، ويشترك مع عامل الرياح كل من طبوغرافية السطح، والنبات الطبيعي ووجود مصدر دائم للرمال 0
- 24 أوضحت الدراسة أن المصدر الرئيسي لرمال النباك في منخفض البحرية هو الرمال الناتجة عن حفر منخفض القطارة 0