

Surface Sediment Distribution and Determination of Depositional Environments on Wadi Qandil Beach

Dr. Samer Ghadeer Ghadeer *
Hazar Abdullah Alnukkari**

(Received 15 / 4 / 2022. Accepted 5 / 2 / 2023)

□ ABSTRACT □

The surface sediments of Wadi Qandil beach, located north of Latakia, were studied, approximately along a 1.8 km shoreline. The study aimed to identify the sedimentation characteristics and the deposition environments of surface sediments and their transportation mode. 59 sediment samples were collected at different depths, starting from the shore towards the sea, during the summer period. The triangular diagrams indicate the presence of four sedimentary types are: gravel, sandy gravel, gravelly sand, and slightly gravelly sand. The results of statistical parameters (Mean, Sorting, Skewness, Kurtosis) shows that the sediments of the study area ranged from coarse sand to fine gravel, moderately well sorted to moderately sorted, negatively skewed to very negatively skewed and finally mesokurtic. The results of Linear distinction functions (LDF) analysis performed on the samples indicated beach deposition environments with less impact from shallow marine and fluvial processes. The CM diagram shows that the taken sediments were transported by rolling. All these factors indicate that the wave energy conditions were high enough to transport and distribute the coarse sediments along the shoreline.

Keywords: Surface sediments – Grain Size Analysis – Statistical Parameters – Linear distinction functions – CM diagram.

* Associate Professor, Department of Marin Geology, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Latakia, Syria.

**Master Student, Department of Marin Geology, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Latakia, Syria.

توزع الرسوبيات السطحية وتحديد بيئات الترسيب في منطقة شاطئ وادي قنديل

د. سامر غدير غدير*

هزار عبدالله النكري**

(تاريخ الإيداع 15 / 4 / 2022. قُبِلَ للنشر في 5 / 2 / 2023)

□ ملخص □

تمت دراسة الرسوبيات السطحية لشاطئ وادي قنديل الواقع شمال مدينة اللاذقية، تقريباً بطول خط شاطئ 1.8 كم. هدفت الدراسة إلى التعرف على الخصائص الترسيبية وبيئات الترسيب للرسوبيات السطحية ونمط نقلها. تم جمع 59 عينة رسوبية على أعماق مختلفة بدءاً من الشاطئ وبتجاه البحر خلال فترة الصيف. أشارت المخططات الثلاثية إلى وجود أربعة نماذج رسوبية وهي: حصى، حصى رملي، رمل حصوي، رمل حصوي بنسبة ضئيلة. أظهرت نتائج دراسة المعاملات الإحصائية (المتوسط، الفرز، الالتواء، التفرطح) على أن رسوبيات منطقة الدراسة تتراوح بين الرمال الخشنة إلى الحصى الناعمة، ذات فرز معتدل جيد إلى معتدل، ذات ميل سلبي إلى سلبي جداً وأخيراً متوسطة التفرطح. أشارت نتائج تحاليل التميز الخطية (LDF) المنفذة على العينات إلى بيئات ترسيب شاطئية مع تأثير أقل للعمليات البحرية الضحلة والنهرية. أظهر مخطط الـ CM أن الرسوبيات المأخوذة تم نقلها بواسطة الدرجة. أشارت جميع هذه العوامل إلى أن ظروف طاقة الأمواج كانت عالية بما يكفي لنقل وتوزع الرسوبيات الخشنة على طول خط الشاطئ.

الكلمات المفتاحية: الرسوبيات السطحية - تحاليل الحجم الحبي - معاملات إحصائية - دالات التمييز الخطية - مخطط CM.

* أستاذ مساعد، قسم الجيولوجيا البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.
*** طالبة ماجستير، قسم الجيولوجيا البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.

مقدمة:

يعتبر النظام البيئي البحري من أكبر الأنظمة البيئية المائية في العالم، فهو يغطي 70% من سطح الأرض. يؤثر فيه تغير المناخ بشكل كبير مثل ارتفاع درجة حرارة سطح الماء، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتغير ملوحة المياه، وتشكل الأمواج والتيارات المحيط (Ayyub and Kearney, 2012). تنتج حركة المياه في المحيطات عن عوامل طبيعية مختلفة، كالرياح وجاذبية القمر والشمس، تنتقل المياه تحت تأثير العوامل السابقة على شكل تيارات بحرية، وأمواج وحركات المد والجزر.

تعتبر البيئة البحرية من المناطق الغنية جداً بالرسوبيات، حيث تلعب العوامل السابقة الذكر (التيارات والأمواج وحركات المد والجزر) في العديد من المقاييس المكانية والزمانية دوراً هاماً في التأثير في مورفولوجية الشواطئ (Adeath *et al.*, 2018)، وتتحكم هذه الآليات في نقل الرسوبيات وتوزيعها وفرزها ضمن الشاطئ.

يعد علم الرسوبيات بما يتضمن من خصائص وحركية الرسوبيات؛ من مجالات البحث الهامة لما يوفره من معلومات قيمة عن البيئة الساحلية، حيث يعمل العديد من الباحثين في هذا المجال على نطاق موسمي لفهم سلوك المنطقة الساحلية (Pradhan *et al.*, 2020)، يساعد فهم هذه العمليات الترسيبية أيضاً على تقديم معلومات هامة عن منطقة الدراسة وعن طبيعة الظروف الباليوجغرافية التي كانت سائدة أثناء ترسب هذه الرسوبيات في فترة زمنية معينة (Ghadeer, 2016).

تتنوع طبيعة المادة الرسوبية بشدة من حيث الأصل والحجم والشكل والتركيب، حيث يمكن أن تنشأ هذه الجسيمات كالحبيبات والحصى نتيجة تجوية الصخور القديمة أو قذفها مباشرة من البراكين، كما ويمكن للكائنات الحية أن تشكل مصدراً هاماً للتوضعات الرسوبية، بدءاً من الكائنات الحية الدقيقة المغطات بقشرة مكونة من كربونات الكالسيوم إلى الأصداف الكاملة أو المكسورة، ويمكن أن يساهم الترسيب المباشر للمعادن من المحلول المائي دور في تكوين الرسوبيات (Nichols, 2009).

يعد شاطئ وادي قنديل من الشواطئ السياحية الهامة في المنطقة إلا أنه يفتقر للدراسات الترسيبية، لذلك تمت دراسة هذه المنطقة لمعرفة طبيعة توزع الرسوبيات السطحية الموجودة، وتحديد عوامل وبيئات الترسيب المؤثرة عليها.

أهمية البحث وأهدافه:

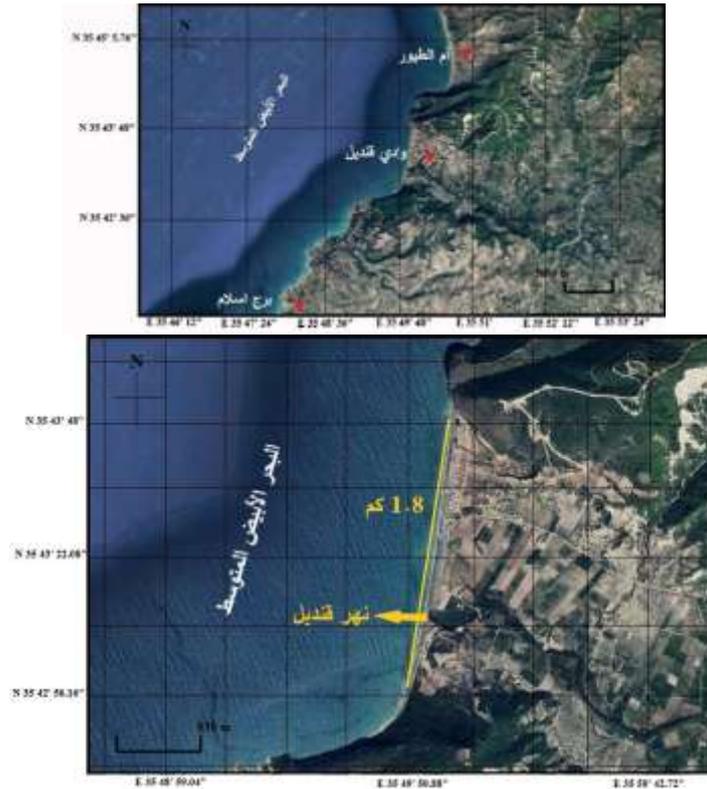
تتجلى أهمية هذا البحث في التعرف على أهم العوامل المؤثرة على رسوبيات شاطئ وادي قنديل أي عمليات النقل والترسيب وحركة تيارات المد والجزر والأمواج التي كانت أحد أسباب فرز هذه الرسوبيات وتوزيعها، ومعرفة مصدر وطبيعة هذه الرسوبيات وطاقة الوسط.

أهداف البحث:

تحديد توزع الرسوبيات الشاطئية وتصنيفها وخصائصها من خلال حساب المعاملات الإحصائية وتحديد بيئات الترسيب وآليات النقل، وإنشاء بعض الخرائط الرقمية لتصنيف الرسوبيات والمعاملات الإحصائية.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن خطوط العرض "35°42'49" إلى "35°43'55" شمالاً و خطي الطول "35°49'40" إلى "35°50'5" شرقاً الشكل(1)، يعتبر شاطئ وادي قنديل من الشواطئ السياحية الهامة على الساحل السوري، حيث يقع شمال مدينة اللاذقية على مسافة 25 كم. يمتد شاطئ وادي قنديل بطول 1.8 كم ويتميز برماله السوداء كما هو مبين في الشكل (2)، يمر نهر قنديل الذي يصب في البحر الأبيض المتوسط بمنطقة الدراسة التي يحدها من الشمال منطقة أم الطيور ومن الشرق طريق اللاذقية كسب ومن الجنوب منطقة برج اسلام.



الشكل (1) خريطة توضح منطقة الدراسة

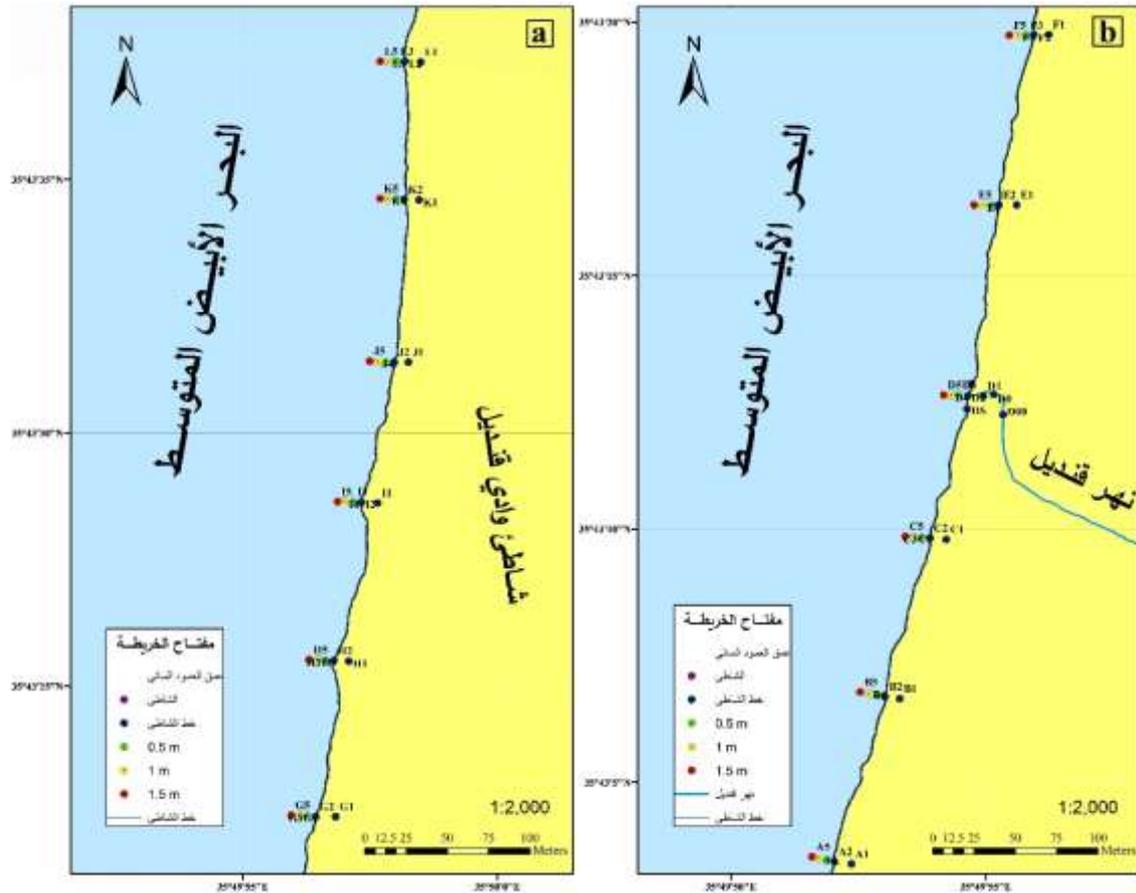


الشكل (2) يوضح منطقة الدراسة باتجاه الشمال والجنوب

طرائق البحث ومواده:

جمعت (59) عينة من الرسوبيات السطحية على طول وعبر المنطقة الشاطئية، وذلك عبر تقسيم المنطقة إلى قطاعات عمودية على خط الشاطئ تمثلت ب 12 قطاع من A إلى L، بمسافة 100 م تقريباً بين كل قطاعين، وجمعت العينات على أعماق مختلفة بدءاً من الشاطئ وباتجاه البحر اعتباراً من خط الشاطئ المتمثل بمنطقة التقاء اليابسة مع مياه البحر و بأعماق 0.5 م، 1 م، 1.5 م الشكل (3).

جمعت العينات في نهاية شهر أيلول (2020) خلال المد المرتفع، تمثل العينات (A-B-C) جنوب مصب نهر قنديل و تمثل عينات (D) منطقة المصب في حين تمثل عينات (E-F-G-H-I-J-K-L) شمال المصب، استخدم نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، وجمع حوالي 1 كغ (وزن رطب) من الرسوبيات في كل موقع، حُزنت العينات في أكياس بلاستيكية ونُقلت إلى مخبر الجيولوجيا البحرية في المعهد العالي للبحوث البحرية، جُففت العينات في الفرن على درجة حرارة 105° درجة مئوية لإزالة الرطوبة قبل التحليل. أُخذ 100 غ من كل عينة جافة واستخدمت طريقة النخل الجاف لتحديد توزع الحجم الحبي، والحصول على نتائج المعاملات النسيجية والتي تشمل المتوسط (Mz)، الانحراف المعياري (Std.dev)، الالتواء (SK)، والتفرطح (K_G) باستخدام برنامج (GSSTAT) (Grain Size Statistics) (Program) (Poppe et al.,2004) واستخدم برنامج (Sedplot) (Sediment Classification and Plotting) (Program) (Poppe et al.,2003) لفرز الرسوبيات وتصنيفها، وإجراء تحاليل دالة التمييز الخطية (LDF) لتوضيح العمليات المسيطرة في بيئات الترسيب المختلفة باستخدام معادلات (Sahu,1964) Sahu، وإنشاء مخطط CM من قبل Passega (1957) (Passega) لأنه يلبي منصة لتقييم طريقة نقل الرسوبيات ومصادرها.



(الشكل 3) خريطة a خريطة توزيع مواقع الاعتيان في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل
وخرطة b خريطة توزيع مواقع الاعتيان في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

النتائج والمناقشة:

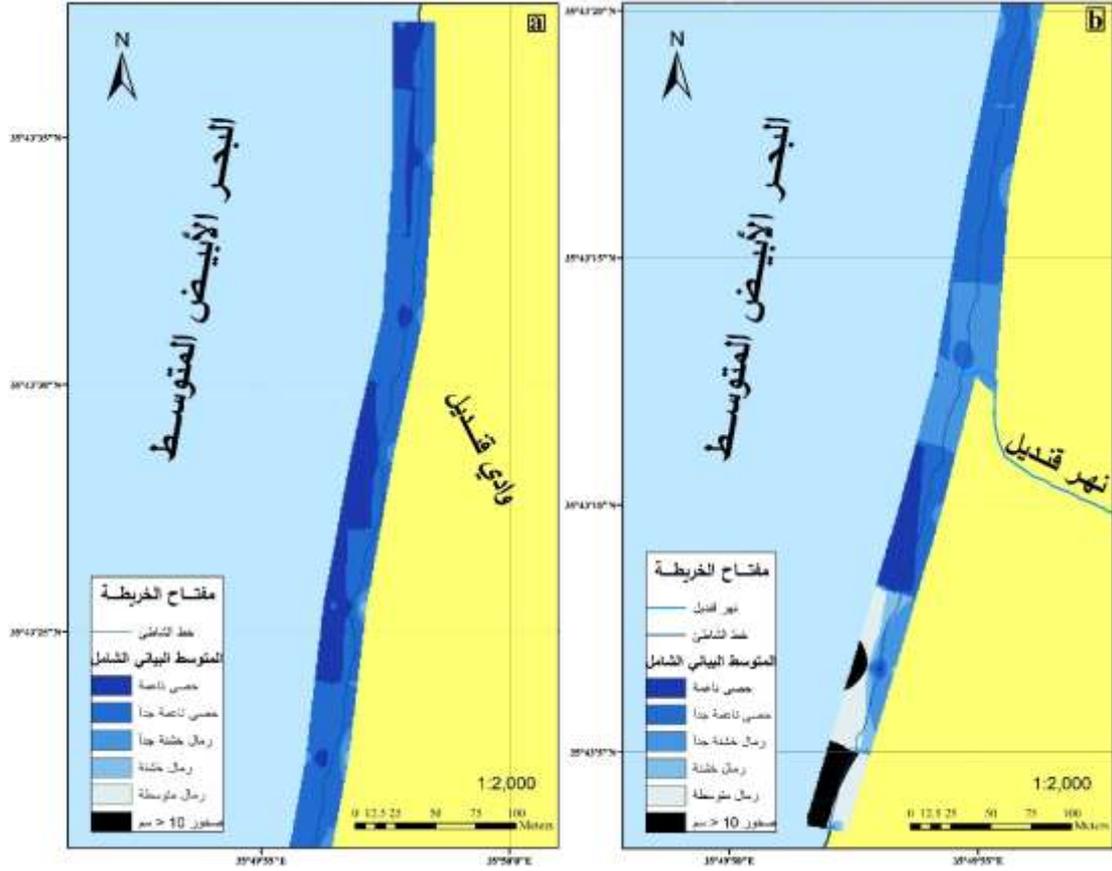
استخدمت المعاملات الإحصائية للحجم الحبي لتوصيف وتفسير مختلف عمليات الترسيب والبيئة، وهي (متوسط الحجم الحبي Mz ، الانحراف المعياري σ_1 ، الالتواء Sk ، التفرطح K_G) (Folk and Ward, 1957).

❖ المعاملات النسيجية لقطاعات الشاطئ المدروسة:

يوضح الجدول (1) نتائج المعاملات النسيجية لكل قطاع على حدة:

- يقاس معامل المتوسط البياني الحجم الحبي للرسوبيات، وهو يشير إلى متوسط الطاقة الحركية أو السرعة لعامل الترسيب (Sahu, 1964).

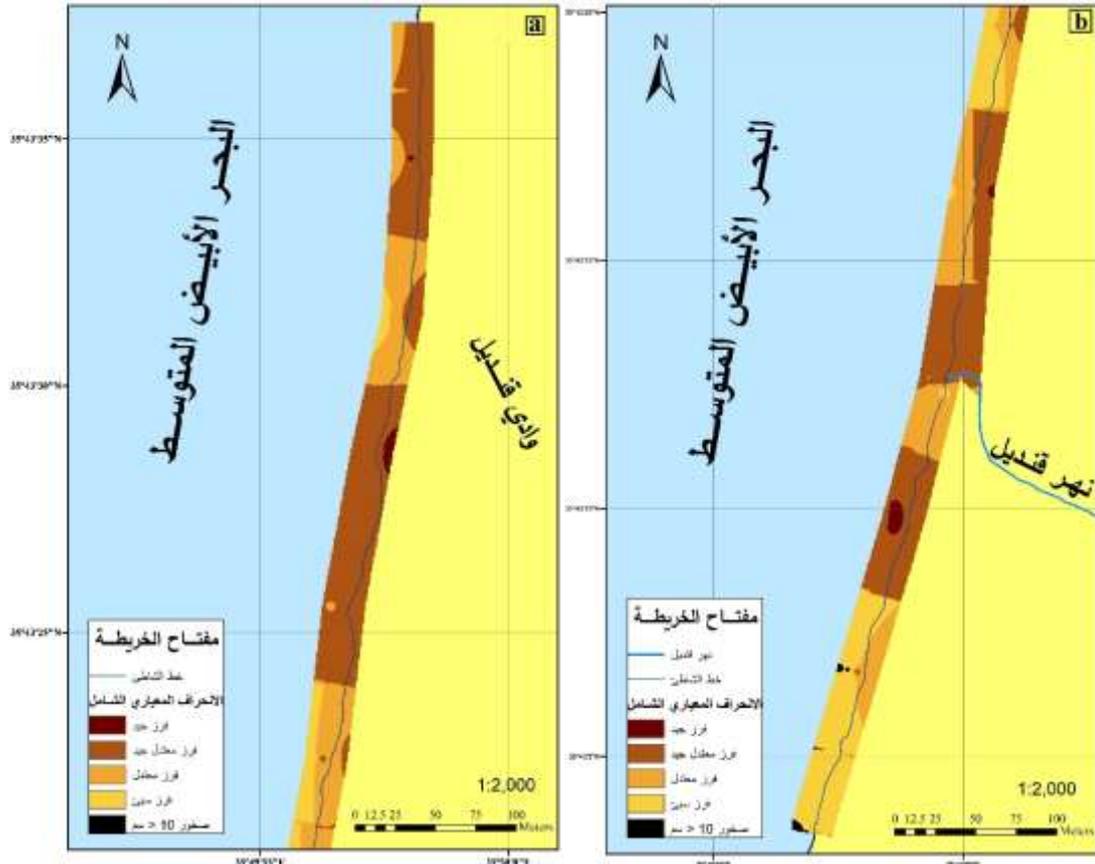
تراوحت قيم معامل المتوسط ضمن المجال ($0.2 - 2.770$) أي بين الرمال الخشنة جداً والحصى الناعمة والناعمة جداً بمتوسط قيمة $1.34 -$ ، وهذا يشير إلى سيطرة الحصى الناعمة جداً التي قد ترسبت تحت تأثير ظروف طاقة عالية (الأمواج وتيارات المد والجزر)، في حين تدل الاختلافات في قيم المتوسط في العينات المدروسة على كامل المنطقة المعنية على الظروف الطاقية المتغيرة التي أدت إلى ترسبها الشكل (4).
لوحظ أثناء أخذ العينات بالقرب من المناطق الجبلية وجود قاع صخري أي رسوبيات بأحجام كبيرة أقطارها أكبر من 10 سم، يرجح سبب وجودها وترسبها إلى الانهيارات الصخرية من السفوح الجبلية القريبة.



الشكل (4) خريطة a خريطة توزيع قيم المتوسط في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل

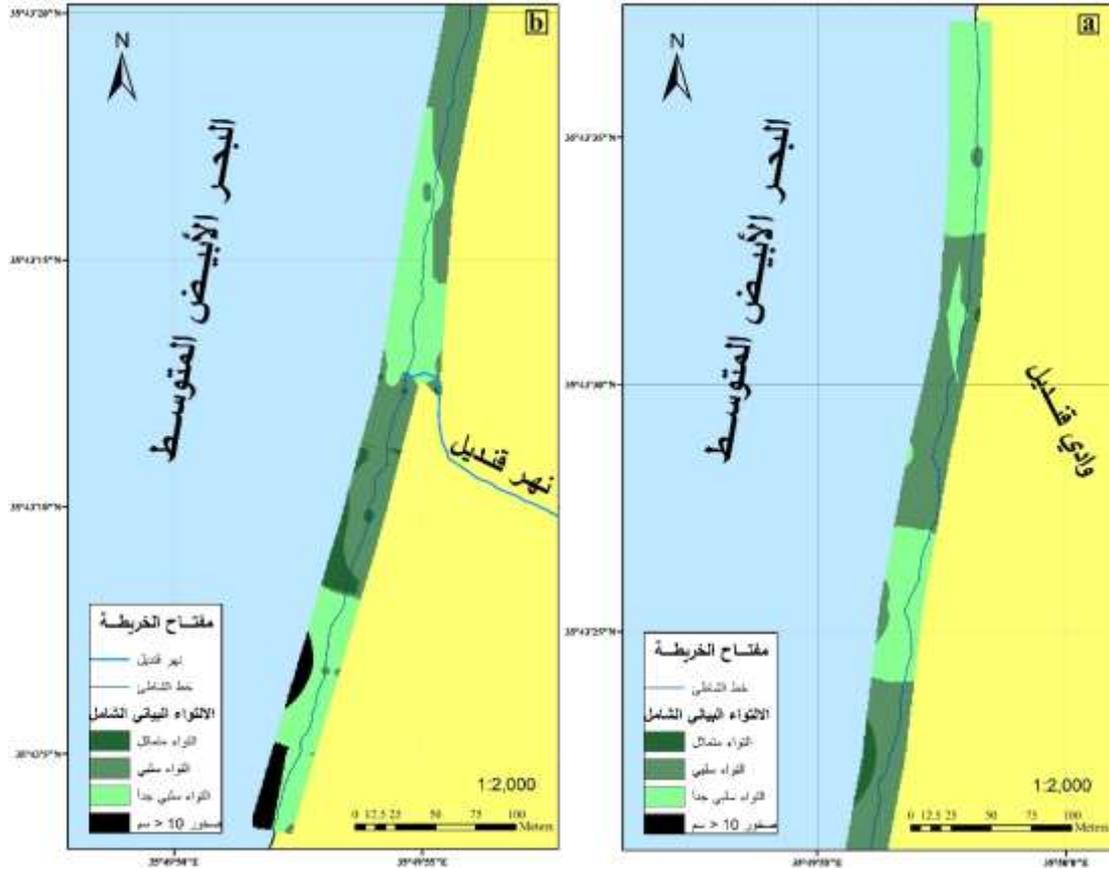
خريطة b خريطة توزيع قيم المتوسط في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

- يقاس معامل الانحراف المعياري البياني فرز الرسوبيات، وهو يشير إلى التقلبات في ظروف الطاقة الحركية لعامل الترسيب حول متوسط سرعته (Sahu, 1964).
تراوحت قيم الفرز بين (1.65 - 0.38) بمتوسط قيمة $\phi 0.73$ أي بين الفرز المعتدل والفرز المعتدل الجيد، تميزت رسوبيات منطقة الدراسة بمعدلات فرز متباينة الشكل (5).
إن الاختلافات في قيم الفرز تدل على التغيرات في ظروف وطبيعة الوسط الذي تتم فيه عمليات الترسيب.



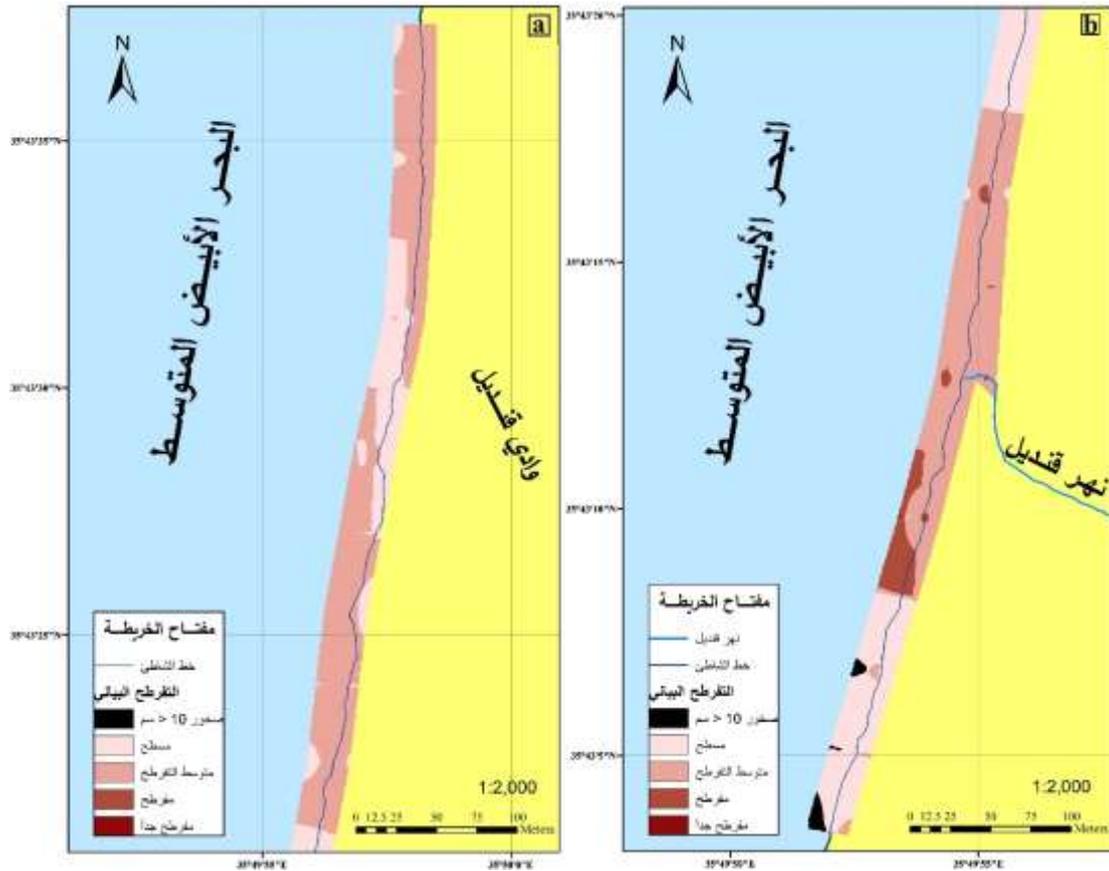
الشكل (5) خريطة a خريطة توزيع قيم الفلز في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل
خريطة b خريطة توزيع قيم الفلز في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

- يقاس معامل الالتواء البياني مدى سيطرة الرسوبيات الناعمة والخشنة أثناء توزعها في بيئة الترسيب. تراوحت قيم الالتواء بين (0.09 - 0.46) أي بين الالتواء السلبي والسلبى جداً بمتوسط قيمة -0.25، يبين التحليل الإحصائي أن 49.152 % من العينات ذات التواء سلبي جداً الشكل (6)، وهذا يشير إلى الترسيب في بيئات ذات طاقة عالية حيث تسود عمليات حت وتعرية وزيادة للرسوبيات الخشنة على حساب الناعمة.



الشكل (6) خريطة a خريطة توزيع قيم الالتواء في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل
خريطة b خريطة توزيع قيم الالتواء في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

- يعبر معامل التفرطح البياني عن نسبة جودة الفرز على طرفي المنحني وفي وسط المنحني، وهو يستخدم لوصف حالات الخروج عن المألوف أثناء توزع الرسوبيات ضمن بيئة الترسيب. تراوحت قيم التفرطح بين ($0.75 - 1.53$) أي بين متوسط التفرطح والمسطح بمتوسط قيمة 0.95 ، هذا الاختلاف في قيم التفرطح يشير إلى أن الرسوبيات تتكون من حبيبات مختلفة الحجم وليس هناك سيطرة لجزء على حساب الآخر الشكل (7).



الشكل (7) خريطة a خريطة توزيع قيم التفرطح في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل
خريطة b خريطة توزيع قيم التفرطح في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

يوضح الجدول (1) قيم المعاملات الإحصائية ونتائج معادلات دالات التمييز الخطي

رقم العينة Sample Number	نوع الرسوبيات Sediment Type	المتوسط Mean (Mz)	الفرز Sorting (σ)	الالتواء Skewness (Sk)	التفرطح Kurtosis (K _G)	دالات التمييز الخطي			
						Y ₁ (A:B)	Y ₂ (B:SM)	Y ₃ (SM:F)	Y ₄ (F:Tur)
A1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	1.2 MS	0.97 MS	-0.15 NS _K	1.03 MK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
A2	حصى رملي	-1.87 FG	0.71 MS	-0.33 VNS _K	0.94 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
A3					صخور				
A4					صخور				
A5					صخور				
B1	رمل حصوي	0.18 CS	0.75 MS	-0.29 NS _K	0.90 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
B2	حصى رملي	-2.35 FG	0.71 MS	-0.24 NS _K	0.87 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية

الجدول (1) قيم المعاملات الإحصائية ونتائج معادلات دالات التمييز الخطي

B3	حصى	-1.89 VFG	0.59 MWS	-0.42 VNS _K	1.05 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
B4	صخور								
B5	صخور								
C1	رمل حصوي	-0.48 VCS	0.69 MWS	-0.29 NS _K	0.93 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
C2	حصى رملي	-1.36 VFG	0.68 MWS	-0.01 Sy	1.19 LK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
C3	حصى	-2.38 FG	0.38 WS	-0.22 NS _K	0.93 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
C4	حصى	-2.25 FG	0.44 WS	-0.20 NS _K	0.87 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
C5	حصى	-2.49 FG	0.58 MWS	0.04 Sy	1.53 VLK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D00	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	0.18 CS	0.78 MS	0.08 Sy	0.98 MK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
D0	رمل حصوي	-0.39 VCS	0.57 MWS	-0.32 VNS _K	1.12 LK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
DS	حصى رملي	-0.59 VCS	1.14 PS	-0.07 Sy	0.96 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
DN	حصى رملي	-1.53 VFG	0.64 MWS	-0.34 VNS _K	1.04 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D1	رمل حصوي	-0.7 VCS	0.72 MS	-0.38 VNS _K	1.04 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D2	رمل حصوي	-0.26 VCS	0.48 WS	-0.22 NS _K	0.93 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D3	رمل حصوي	-0.74 VCS	0.63 MWS	-0.41 VNS _K	1.11 LK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D4	رمل حصوي	-0.84 VCS	0.72 MS	-0.46 VNS _K	1.23 LK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
D5	حصى رملي	-1.05 VFG	0.64 MWS	-0.01 Sy	0.97 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
E1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	-0.02 VCS	0.44 WS	-0.21 NS _K	0.86 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
E2	حصى رملي	-1.81 VFG	0.68 MWS	-0.42 VNS _K	1.07 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
E3	حصى رملي	-1.43 VFG	0.86 MS	-0.15 NS _K	1.26 LK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية

الجدول (1) قيم المعاملات الإحصائية ونتائج معادلات دالات التمييز الخطي

E4	حصى رملي	-1.89 VFG	0.71 MS	-0.41 VNS _K	1.01 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
E5	رمل حصوي	-1.07 VFG	1.21 PS	-0.33 VNS _K	0.79 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
F1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	0.19 CS	0.52 MWS	-0.29 NS _K	0.9 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
F2	حصى رملي	-1.58 VFG	0.7 MWS	-0.29 NS _K	0.89 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
F3	حصى رملي	-1.19 VFG	0.89 MS	-0.28 NS _K	0.86 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
F4	حصى رملي	-1.69 VFG	0.98 MS	-0.22 NS _K	0.84 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
F5	حصى رملي	-0.28 VCS	1.65 PS	-0.27 NS _K	0.75 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
G1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	0.87 CS	0.47 WS	-0.22 NS _K	0.85 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
G2	حصى رملي	-1.36 VFG	0.99 MS	-0.18 NS _K	1.1 MK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
G3	حصى	-2.61 FG	0.56 MWS	-0.3 VNS _K	0.94 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
G4	حصى	-2.32 FG	1.05 PS	0.09 Sy	0.88 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
G5	حصى رملي	-0.3 VCS	1.41 PS	-0.05 Sy	0.82 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توريبيدية
H1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	0.49 CS	0.7 MWS	-0.31 VNS _K	0.85 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
H2	حصى	-2.13 FG	0.63 MWS	-0.35 VNS _K	0.94 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
H3	حصى	-2.77 FG	0.54 MWS	-0.30 VNS _K	0.90 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
H4	حصى رملي	-1.76 VFG	0.76 MWS	-0.32 VNS _K	0.94 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
H5	حصى رملي	-2.21 FG	0.71 MS	-0.25 NS _K	0.90 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية
I1	رمل حصوي بنسبة ضئيلة	-0.28 VCS	0.4 WS	-0.17 NS _K	0.86 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توريبيدية

الجدول (1) قيم المعاملات الإحصائية ونتائج معادلات دالات التمييز الخطي

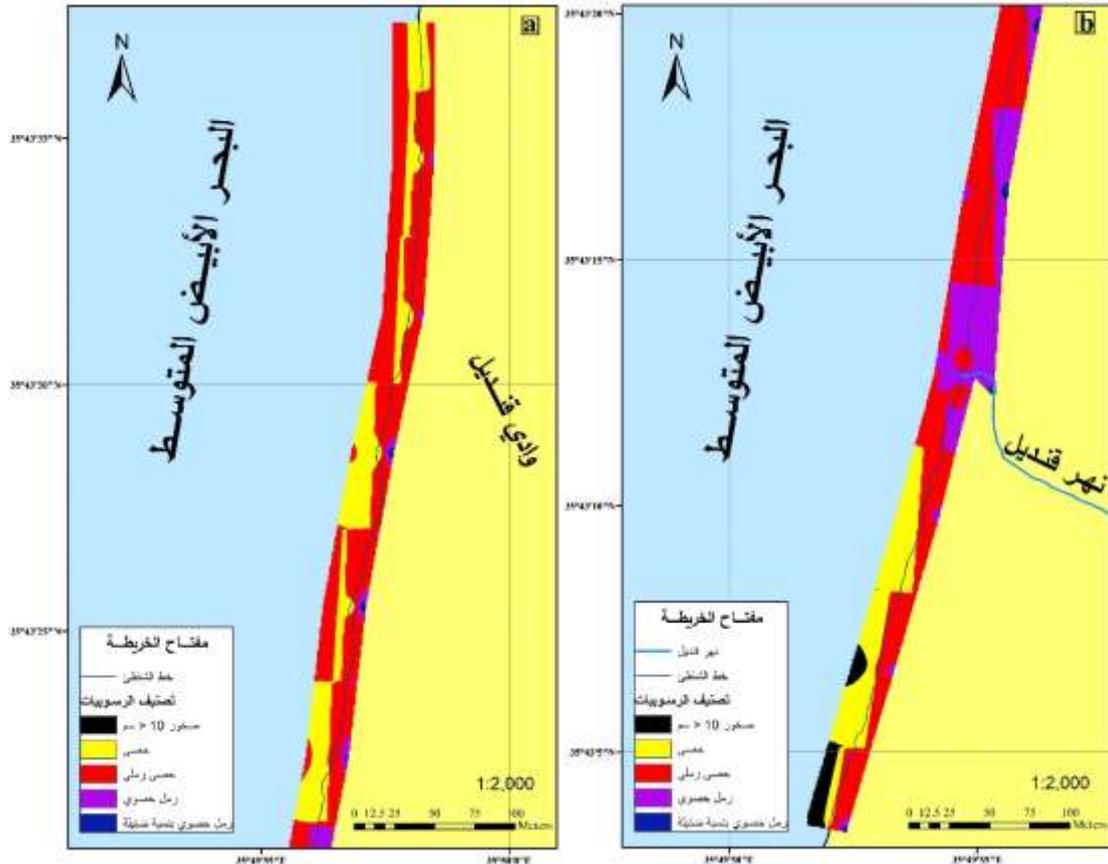
I2	حصى	-1.99 VFG	0.56 MWS	-0.3 VNS _K	0.9 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
I3	حصى	-2.64 FG	0.56 MWS	-0.29 NS _K	0.94 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
I4	حصى	-2.76 FG	0.58 MWS	-0.26 NS _K	0.84 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
I5	حصى رملي	-1.99 VFG	0.64 MWS	-0.33 VNS _K	0.94 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
J1	رمل حصوي	-0.17 VCS	0.67 MWS	0 Sy	1.02 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
J2	حصى	-2.4 FG	0.65 MWS	-0.31 VNS _K	0.88 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
J3	حصى	-2.21 FG	0.71 MS	-0.39 VNS _K	0.88 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
J4	حصى رملي	-1.67 VFG	0.85 MS	-0.33 VNS _K	0.91 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
J5	حصى رملي	-1.20 VFG	1.56 PS	-0.16 NS _K	0.80 PK _G	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
K1	رمل حصوي	0.15 CS	0.57 MWS	-0.32 VNS _K	1.08 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
K2	حصى	-2.30 FG	0.50 MWS	-0.26 NS _K	0.97 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
K3	حصى	-2.59 FG	0.45 WS	-0.33 VNS _K	1.06 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
K4	حصى رملي	-1.49 VFG	0.89 MS	-0.36 VNS _K	0.86 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
K5	حصى رملي	-1.60 VFG	0.86 MS	-0.34 VNS _K	0.88 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
L1	حصى رملي	-0.99 VCS	0.61 MWS	-0.43 VNS _K	1.01 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
L2	حصى	-2.30 FG	0.58 MWS	-0.31 VNS _K	0.95 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
L3	حصى	-2.65 FG	0.52 MWS	-0.32 VNS _K	0.98 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
L4	حصى رملي	-1.78 VFG	0.80 MS	-0.34 VNS _K	0.91 MK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
L5	حصى رملي	-2.03 FG	0.91 MS	-0.30 VNS _K	0.80 PK _G	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية

الجدول (1) قيم المعاملات الإحصائية ونتائج معادلات دالات التمييز الخطي

الاختصارات: MS: رمال متوسطة - CS: رمال خشنة - VCS: رمال خشنة جداً - VFG: حصى ناعمة جداً - FG: حصى ناعمة - WS: فرز جيد - MWS: فرز معتدل جيد - MS: فرز معتدل - PS: فرز سيء - NS _K : مائل نحو السلبي - VNS _K : مائل نحو السلبي
السلبي جداً - Sy: شبه متماثل إلى متماثل تماماً - PK _G : مسطح - MK _G : متوسط التفرطح - LK _G : مفرطح - VLK _G : مفرطح جداً

❖ تصنيف الرسوبيات وفرزها:

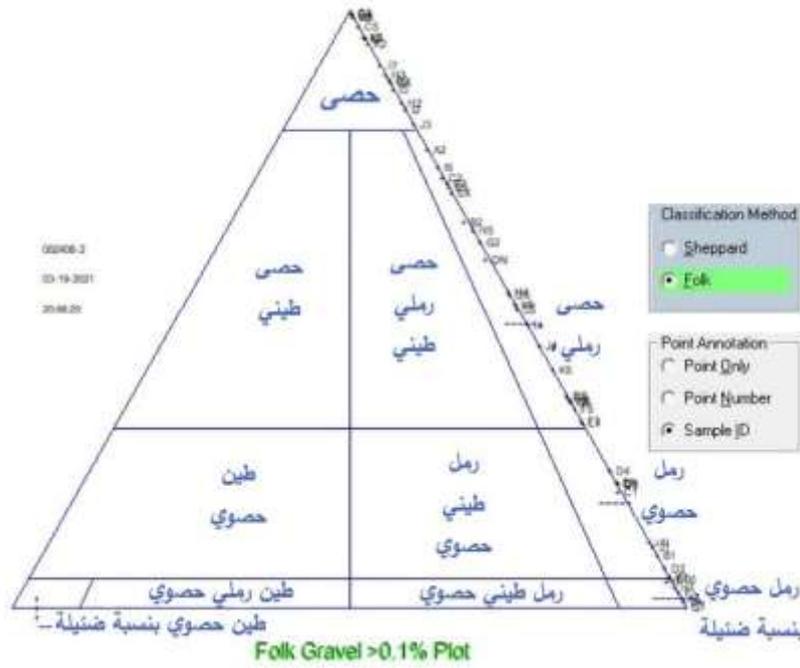
استخدمت مخططات Sedplot (Poppe *et al.*,2003) للتعرف على توزع الرسوبيات وتصنيفها وفرزها من خلال مخططات ثلاثية توضح تصنيف العينات وذلك عن طريق إدخال النسب المئوية لكل من الحصى والرمل والسيلت والغضار حسب تصنيف (Wentworth,1922) و إخراج النتائج ضمن مثلثات القوام إما حسب تصنيف العالم (Shepard,1954) أو حسب تصنيف العالم (Folk,1974)، نلاحظ من خلال الشكل (8) أربع نماذج رسوبية وهي: حصى، حصى رملي، رمل حصوي، رمل حصوي بنسبة ضئيلة.



الشكل (9) خريطة a خريطة توضح طبيعة الرسوبيات في القسم الشمالي من منطقة شاطئ وادي قنديل

خريطة b خريطة توضح طبيعة الرسوبيات في القسم الجنوبي من منطقة شاطئ وادي قنديل

نلاحظ من خلال خريطتي التوزع الشكل (9) سيطرة شبه كاملة للحصى الرملي والحصى على كامل المنطقة وخصوصاً عند خط الشاطئ وبتجاه الأعماق، دليل على طاقة الوسط العالية (Ghadeer,2020) وترسب هذه الرسوبيات نتيجة الانحدار الشديد لخط الشاطئ.

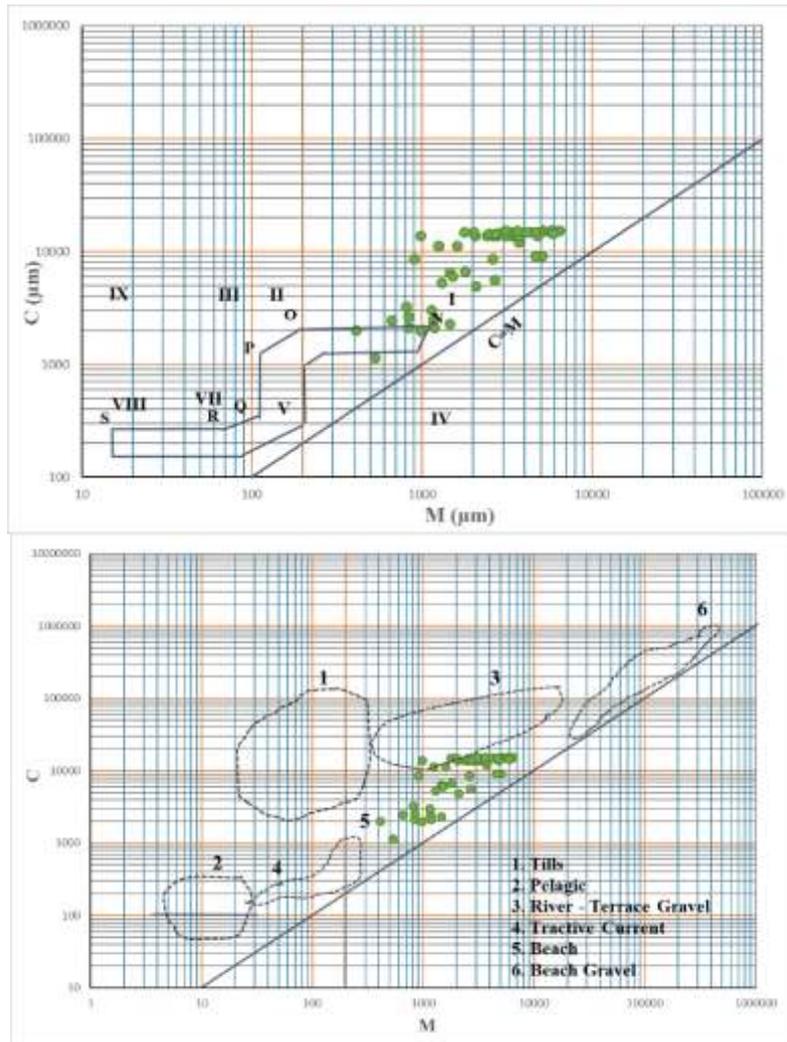


الشكل (8) يوضح مثلث القوام توزع الرسوبيات لعينات منطقة الدراسة

❖ مخطط الـ CM:

يساعد مخطط الـ CM في تحليل آلية النقل وبيئة الترسيب فيما يتعلق بالحجم، المدى ومستوى الطاقة للنقل (Ganesh *et al.*, 2013)، فسّر (Passega, 1957) الأنماط المميزة لمخطط الـ CM من حيث طرق النقل المختلفة عن طريق رسم قيم الوسيط M والمئين الأول الخشن C من المنحني البياني للعينات الرسوبية. يقسم مخطط الـ CM إلى قطاعات، وهي PQ، QR، RS (يشير القطاع PQ إلى الحبيبات الخشنة المنقولة بالدرجة، والقطاع QR الموازي للخط C=M يمثل رسوبيات القناة الرئيسية، القطاع RS الموازي لـ M يشير إلى دور المعوقات في تشكيل الرسوبيات). يمكن تمييز صنفين من الحقول (Srivastava *et al.*, 2012)، (IX-III-II-I) تتميز العينات التي تقع ضمن هذه الحقول بأنها نقلت بواسطة الدرجة، (VIII-VII-V-IV) تتميز العينات التي تقع ضمن هذه الحقول بأنها نقلت على شكل معوقات.

نلاحظ من خلال مخطط الـ CM الشكل (10) بأن جميع العينات تقع ضمن الحقل I أي أنها نقلت جميعها بواسطة الدرجة (Srivastava *et al.*, 2012)، وهذا دليل على بيئة تسود فيها الحت والتعرية نتيجة طاقة الوسط العالية من أمواج وتيارات المد والجزر والرياح.



الشكل (10) يوضح مخطط ال CM توضع عينات منطقة الدراسة ضمن الحقل I

❖ دالة التمييز الخطي (LDF):

تم إنشاء دالة التمييز الخطية للرسوبيات وذلك من أجل وصف البيئات الترسيبية التي من خلالها يمكن تفسير التغيرات في عوامل الطاقة والسيولة وعلاقتها بالعمليات المختلفة (Sahu,1964)، وذلك بناءً على المعادلات التالية (حيث Mz هو متوسط الحجم الحبي، σ_1 هو الانحراف المعياري، SK الالتواء، KG هو التفريط):

1. المعادلة الأولى للتمييز بين البيئات الريحية والبيئات الشاطئية (Y1):

$$Y1_{(A:B)} = -3.5688 Mz + 3.7016 \sigma_1^2 - 2.0766 SK + 3.1135 KG$$

إذا كانت $Y1 < -2.7411$ تكون البيئة ريفية.

إذا كانت $Y1 > -2.7411$ تكون البيئة شاطئية.

2. المعادلة الثانية للتمييز بين البيئات الشاطئية والبيئات البحرية الضحلة نسبياً (Y2):

$$Y2_{(B:SM)} = 15.6534 Mz + 65.7091 \sigma_1^2 + 18.1071 SK + 18.5043 KG$$

إذا كانت $Y2 < 65.3650$ تكون البيئة شاطئية.

إذا كانت $Y2 > 65.3650$ تكون البيئة بحرية ضحلة نسبياً.

3. المعادلة الثالثة للتمييز بين البيئات البحرية الضحلة نسبياً والبيئات النهرية (Y3):

$$Y3_{(SM:F)} = 0.2852 Mz - 8.7604 \sigma_1^2 - 4.8932 SK + 0.0428 KG$$

إذا كانت $Y3 < -7.4190$ تكون البيئة نهريّة.

إذا كانت $Y3 > -7.4190$ تكون البيئة بحرية ضحلة نسبياً.

4. المعادلة الرابعة للتمييز بين البيئات النهرية والبيئات التوربيدية (تيارات العكر) (Y4):

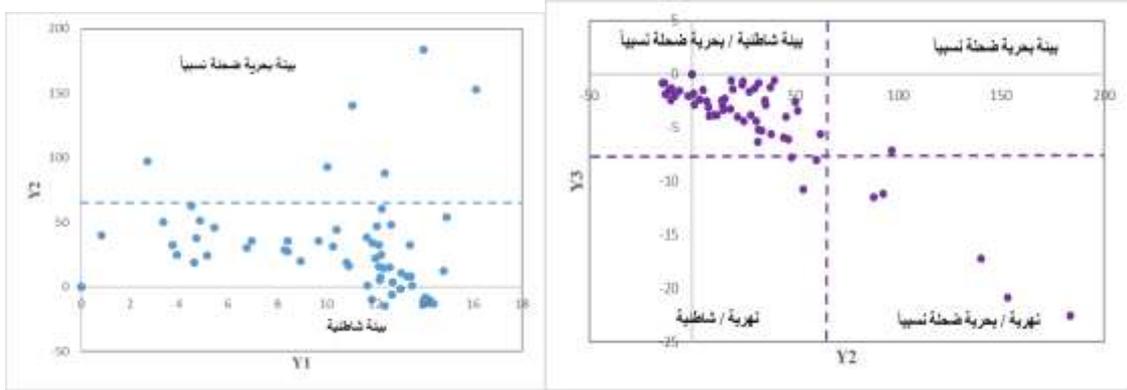
$$Y4_{(F:Tur)} = 0.7215 Mz - 0.4030 \sigma_1^2 - 6.7322 SK + 5.2927 KG$$

إذا كانت $Y4 < 9.8433$ تكون البيئة توربيدية.

إذا كانت $Y4 > 9.8433$ تكون البيئة نهريّة.

بتطبيق هذه المعادلات على نتائج المعاملات الإحصائية تبين مايلي الجدول (1):

أظهرت نتائج المعادلة الأولى Y1 نسبة 100% للبيئات الشاطئية بالنسبة لتأثير العمليات الريحية، في حين أظهرت نتائج المعادلة الثانية Y2 نسبة 89.83% للبيئات الشاطئية بنسبة 10.16% للبيئات البحرية الضحلة نسبياً، وبينت نتائج المعادلة الثالثة Y3 نسبة 86.44% للبيئات البحرية الضحلة نسبياً بنسبة 13.55% لتأثير العمليات النهرية، في حين أظهرت نتائج المعادلة الرابعة Y4 سيطرة العمليات التوربيدية بالنسبة للعمليات النهرية. بينت هذه النتائج سيطرة البيئات الشاطئية بنسبة كبيرة مع تأثير أقل للعمليات البحرية الضحلة والنهرية، وهذا يشير إلى التأثير الكبير لحركة الأمواج وتيارات المد والجزر في تشكل بيئات الترسيب الشاطئية الشكل (11).



الشكل (11) مخططات دالة التمييز الخطية لعينات منطقة الدراسة

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- أشارت تحاليل الحجم الحبيبي للمخططات الثلاثية (Sedplot) إلى وجود أربعة نماذج رسوبية وهي: حصى (Gravel)، حصى رملي (Sandy gravel)، رمل حصوي (Gravely sand)، رمل حصوي بنسبة ضئيلة (Slightly gravely sand).

- أظهرت نتائج المعاملات الإحصائية (GSSTAT) على أن الرسوبيات المدروسة تتراوح بين الرمال الخشنة إلى الحصى الناعمة، ذات فرز معتدل جيد إلى معتدل، ذات ميل سلبي إلى سلبي جداً ومتوسطة التقروح.
- أشارت تحاليل دالات التميز الخطية (LDF) المنفذة على العينات على بيئات ترسيب شاطئبة بنسبة كبيرة مع تأثير أقل للعمليات البحرية الضحلة والنهرية.
- أشار مخطط الـ CM على أن الرسوبيات المأخوذة تم نقلها بواسطة الدرجة.
- يرجح تميز رسوبيات الشاطئ بلونها الأسود إلى جلب التيارات البحرية لهذه الرسوبيات المميزة إلى الشاطئ من حت وتعرية صخور المعقد الأفيوليتي من منطقة رأس البسيط الواقعة إلى الشمال.
- تشير جميع هذه العوامل إلى أن ظروف طاقة الأمواج كانت عالية بما يكفي لنقل وتوزع الرسوبيات الخشنة على طول خط الشاطئ.

التوصيات:

متابعة دراسة رسوبيات خط الشاطئ لكامل الساحل السوري وإنشاء خرائط رقمية توضح توزع الرسوبيات وتصنيفها لتبقى كسجل محفوظ للدراسات المستقبلية.

References:

1. ADEATH, AZUZ;SEVILLA, MUÑOZ and RUÍZ, CORTÉS 2018. From Sediment Movement to Morphodynamic Changes, Useful Information from the Modeling World to the Beach Management Practice. In: BOTERO, C. M., CERVANTES, O. and FINKL, C. W. (eds.) *Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies*. Cham: Springer International Publishing.
2. AYYUB, BILAL M. and KEARNEY, MICHAEL S. *Sea Level Rise and Coastal Infrastructure*, American Society of Civil Engineers of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2012.
3. FOLK, ROBERT. *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Company, 1974.
4. FOLK, ROBERT L. and WARD, WILLIAM C. *Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journal of Sedimentary Petrology, 27, 1, 1957, 3-26pp.
5. GANESH, B.;NAIDU, A.G.S.S.;RAO, M. JAGANNADHA, et al. *Studies on textural characteristics of sediments from Gosthani River Estuary - Bheemunipatnam, A.P., East Coast of India*. Journal of Indian Geophysical Union, 17, 2, 2013, 139-151pp.
6. GHAEDEER, SAMER GHAEDEER. *Study of sediment characteristics and distribution in the southern section of the Syrian continental shelf*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, 38, 2016, pp.
7. GHAEDEER, SAMER GHAEDEER. *Textural features and transportation mode of surface sediments along Al-Sanaouer coast- Latakia-Syria*. International Journal of Geoinformatics and Geological Science, 7, 3, 2020, pp.
8. NICHOLS, GARY. *Sedimentology and Stratigraphy*, SPi, UK, 2009.
9. PASSEGA, R. *Texture as a characteristic of clastic deposition*. AAPG Bulletin, 41, 9, 1957, 1984-1952, pp.
10. POPPE, L.J.;ELIASON, A.E. and HASTINGS, M. E. *A Visual Basic program to generate grain-size statistics and to extrapolate particle distributions*. American Geophysical Union, Spring Meeting, 30, 2004, 791-795pp.

11. POPPE, L.J.;ELIASON, A.H. and HASTINGS, M. E.A *Visual Basic program to classify sediments based on gravel–sand–silt–clay ratios*.Computers & Geosciences,29,6,2003,805-809pp.
12. PRADHAN, U. K.;SAHOO, R.K.;PRADHAN, S., *et al.Textural Analysis of Coastal Sediments along East Coast of India*.JOURNAL GEOLOGICAL SOCIETY OF INDIA,95,2020,67-74pp.
13. SAHU, B.K.*Depositional mechanisms from the size analysis of classic sediments*.Journal of Sedimentary Petrology.,34,1,1964,73-83pp.
14. SHEPARD, F.P.*Nomenclature based on sand–silt– clay ratios*.Journal of Sedimentary Petrology,24,3,1954,151–158pp.
15. SRIVASTAVA, ASHOK;INGLE, PRAVIN;LUNGE, HARIHAR and KHARE, NELOY.*Grain-size characteristics of deposits derived from different glacial environments of the Schirmacher Oasis, East Antarctica*.Geologos,18,2012,pp.
16. WENTWORTH, CHESTER K.A *scale of grade and class terms for clastic sediments*. .The Journal of Geology,30,1922,377-392pp.