

Grain Size Analysis and Characterization of Sedimentary Environment of the Surficial Sediments of a Sector of the Syrian Coast (Al-Shqaifat - Latakia)

Dr. Samer Ghadeer*

(Received 11 / 5 / 2022. Accepted 11 / 9 / 2022)

□ ABSTRACT □

Detailed sedimentary study of a section of the Syrian coast (Al-Shqaifat - Latakia) was carried out in order to determine the grain size analysis and characterization of sedimentary environment. Twenty-six samples of surface sediments were collected along the coastal area during the autumn period of 2021. This research used an integrated methodology of analyzes and software to determine the nature of the sediments in the study area. The triangular diagrams showed the presence of five sedimentary models, namely Sand, Slightly Gravely Sand, Gravely Sand, Sandy Gravel, and finally Gravel. The results of grain size analyzes indicated that they are of coarse to very coarse grain size, poorly sorted, negatively skewed, and finally leptokurtic. These data confirm that the deposition occurred under high energy conditions with continuous mixing of sediments by waves and ocean currents, where erosion processes are active. The results of the linear discriminant function (LDF) analyzes performed on the samples indicated shallow coastal and marine sedimentation environments, and the results of the CM plot indicated that most of the samples were transported by rolling and to a lesser extent by graded suspension and rolling.

Keywords: Al-Shqaifat - surface sediments - grain size analyzes - linear discrimination function - CM plot.

* Associate Professor, High Institute of Maritime Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.

خصائص الحجم الحبيبي وبيئة الترسيب للرسوبيات السطحية لقطاع من الساحل السوري (الشقيفات - اللاذقية)

د. سامر غدير*

(تاريخ الإيداع 11 / 5 / 2022. قُبل للنشر في 11 / 9 / 2022)

□ ملخص □

أجريت في هذا البحث دراسة مفصلة لقطاع من الشاطئ السوري (منطقة الشقيفات) بغية تحديد خصائص الحجم الحبيبي وبيئة الترسيب، حيث تم جمع 26 عينة من الرسوبيات السطحية على طول المنطقة الشاطئية خلال فترة الخريف من عام 2021. استخدمت الدراسة منهجية متكاملة من تحاليل وبرمجيات للوقوف على طبيعة رسوبيات منطقة الشقيفات. أظهرت المخططات الثلاثية وجود خمسة نماذج رسوبية وهي: رمال (Sand)، رمال حصوية بنسبة ضئيلة (Slightly Gravelly Sand)، رمال حصوية (Gravelly Sand) و حصى رملية (Sandy Gravel) وأخيراً حصى (Gravel). دلت نتائج تحاليل الحجم الحبيبي لرسوبيات المنطقة المدروسة أنها ذات حجم حبيبي خشن إلى خشن جداً، ذات فرز سيئ، والتواء مائل نحو السلبي وأخيراً مفرطحة. تؤكد هذه المعطيات على أن الترسيب حدث تحت شروط طاقة وسط عالية مع خلط مستمر للرسوبيات بواسطة الأمواج والتيارات البحرية، حيث تنشط عمليات الحث والتعرية. أشارت نتائج تحاليل دالة التمييز الخطية (LDF) المجراة على العينات إلى بيئات ترسيب شاطئية وبحرية ضحلة، كما دلت نتائج مخطط ال CM على أن أغلب العينات قد نقلت بواسطة الدرجة وبشكل أقل بواسطة التعليق القاعي والدرجة.

الكلمات المفتاحية: الشقيفات - رسوبيات سطحية - تحاليل حجم حبيبي - دالة تمييز خطي - مخطط CM

* أستاذ مساعد، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

يتضمن علم الترسيب البحري خصائص وديناميكية الرواسب باعتبارها تعطي معلومات مفيدة عن البيئات الساحلية وتزود بيانات الحجم الحبيبي لهذه الرواسب معلومات شاملة عن آلية نقلها وتوضعها وهي أساسية لفهم الخصائص الهيدروديناميكية والترسيبية لبيئة معينة (Zhang et. al. 2015).

تشكل البارامترات الإحصائية للحجم الحبيبي أساساً للعديد من مخططات تصنيف البيئات الرسوبية وتحديد طاقة الوسط. يعتمد حجم حبيبات الرواسب على طبيعة الصخور المصدر وعامل النقل؛ وهو انعكاس لآليات التعرية والنقل في البيئة المدروسة.

تم استخدام تحاليل الحجم الحبيبي على نطاق واسع من قبل الباحثين وذلك بغية تصنيف البيئات الرسوبية وتوضيح ديناميكية النقل المختلفة (Folk and Ward 1957; Friedman 1961; Sahu 1964; Vincent 1998). تترك العمليات الساحلية المعقدة (المد والجزر، الأمواج، العواصف)، التي كانت تعمل في الماضي ولا تزال موجودة بصماتها على الرواسب. في هذا المجال، يلعب علم الترسيب الشاطئي دوراً حيوياً في توثيق تاريخ الترسيب في منطقة ما (Ramamohanarao et al. 2003).

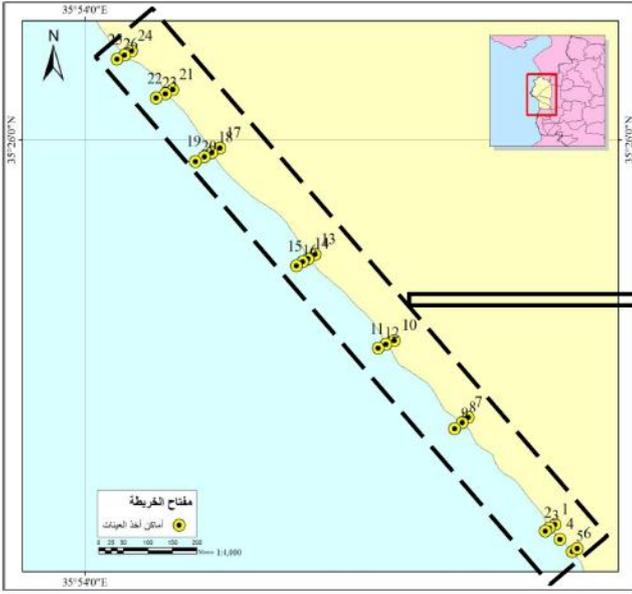
يهتم علماء الترسيب بشكل خاص بثلاثة جوانب متعلقة بالحجم الحبيبي: (أ) تقنيات قياس حجم الحبيبات والتعبير عنها من خلال مقياس تدرج الحجم الحبيبي، (ب) طرائق قياس ومعالجة بيانات الحجم الحبيبي وإخراجها بشكل احصائي، (ج) الأهمية المنشاية لهذه البيانات (Boggs 1995).

تعتبر منطقة الشقيفات (الساحل السوري) من المناطق السياحية الهامة في البلاد، رغم ذلك لا توجد دراسات متعلقة بالحجم الحبيبي منشورة مسبقاً على رواسب هذه المنطقة الساحلية. من هنا كان الهدف الرئيس لهذه الدراسة هو الخروج بمعلومات إحصائية شاملة لتوزيع الحجم الحبيبي باستخدام عدة طرق، مثل مخططات التبعثر ثنائي المتغير ودالة التمييز الخطية (Sahu 1964) لتفسير البيئة وآليات ترسب الرواسب. استخدمت أيضاً تحاليل إحصائية متعددة المتغيرات للتمييز بين المناطق الترسيبية المختلفة. يعتبر هذا البحث كخطوة إضافية في بناء قاعدة بيانات لرسوبيات الساحل السوري بقطاعيه الشمالي والجنوبي.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة على الساحل السوري المقابل لمدينة جبلة بطول (2000 m). تمتد بين خطي طول $35^{\circ} 54'$ و $30.78''$ و $35^{\circ} 54' 02.57''$ وخطي عرض $35^{\circ} 25' 35.33''$ و $35^{\circ} 26' 05.38''$. تعتبر هذه المنطقة سياحية بامتياز تحتوي على رسوبيات مفككة ومتنوعة يتخللها بعض الكتل الصخرية المتكشفة على الشاطئ، يحدها من الشمال الغربي مدينة اللاذقية ومن الجنوب الشرقي مدينة بانياس (الشكل 1).

0



الشكل رقم (1): خريطة توضح منطقة الدراسة ومواقع الاعتيان (الخريطة من إعداد الباحث باستخدام برنامج Matlab)

طرائق البحث ومواده:

تم جمع (26) عينة من الرسوبيات السطحية على طول المنطقة الشاطئية (الشكل 1)، بحيث تكون المسافة الأفقية بين كل عينتين (200m)، أما المسافة العمودية بين العينات فتتعلق بعمق المنطقة؛ وأخذت العينات من خط الشاطئ (وهي منطقة التقاء اليابسة مع مياه البحر) وبمسافة (4m) باتجاه اليابسة، ومن أعماق (0.5 - 1 m). جمعت العينات في شهر أيلول (2021) خلال فترات الجزر (جدول 1). تم نقلت إلى مخبر الجيولوجيا البحرية في المعهد العالي للبحوث البحرية، تم استخدام طريقة النخل الجاف لتحديد توزيع الحجم الحبي. استخدم برنامج GSSTAT (Poppe et al., 2003 - 2004) للحصول على المعاملات النسيجية والتي تشمل المتوسط (Mz)، الانحراف المعياري (Std. dev)، الالتواء (SK₁) والتفرطح (K_G). استخدم برنامج SEDPLOT (Poppe and Eliason, 2008) لفرز الرسوبيات وتصنيفها، و مخطط CM لتحديد آلية نقل الرسوبيات.

أُجريت تحاليل دالة التمييز الخطية (Liner Discriminate Function) LDF للتمييز بين العمليات المسيطرة في بيئات الترسيب المختلفة باستخدام معادلات Sahu 1964: (Sahu, 1964)

1 - ريحية / شاطئية:

$$Y_{1(A:B)} = -3.5688 M_Z + 3.7016 (\text{Std. div})^2 - 2.0766 SK_1 + 3.1135 K_G \quad (1)$$

إذا كانت $Y_{1(A:B)} < -2.7411$ البيئة شاطئية، لكن إذا كانت $Y_{1(A:B)} > -2.7411$ البيئة ريحية.

2 - شاطئية / بحرية ضحلة:

$$Y_{2(B:SM)} = 15.6534 M_Z + 65.7091 (\text{Std. div})^2 + 18.1071 SK_1 + 18.5043 K_G \quad (2)$$

عندما تكون $Y_{2(B:SM)} > 63.3650$ البيئة شاطئية وبحرية ضحلة عندما تكون $Y_{2(B:SM)} < 63.3650$.

3 - بحرية ضحلة / نهريّة:

$$Y_{3(SM:F)} = 0.2852 M_Z - 8.7604 (\text{Std. div})^2 - 4.8932 SK_1 + 0.0482 K_G \quad (3)$$

تكون البيئة بحرية ضحلة إذا كانت $-7.4190 < Y_{3(SM:F)}$ ونهرية عندما $-7.4190 > Y_{3(SM:F)}$.
4 - نهريّة / توربيديّة:

$$Y_{4(F:Tur)} = 0.7215M_Z + 0.403 (\text{Std. div})^2 + 6.7322SK_1 + 5.2927 K_G \quad (4)$$

من أجل $10.000 > Y_{4(F:Tur)}$ البيئة مضطربة و $10.000 < Y_{3(SM:F)}$ البيئة نهريّة.

حيث: M_Z : المتوسط، std. div : الانحراف المعياري، SK_1 : الالتواء و K_G : التقطع).

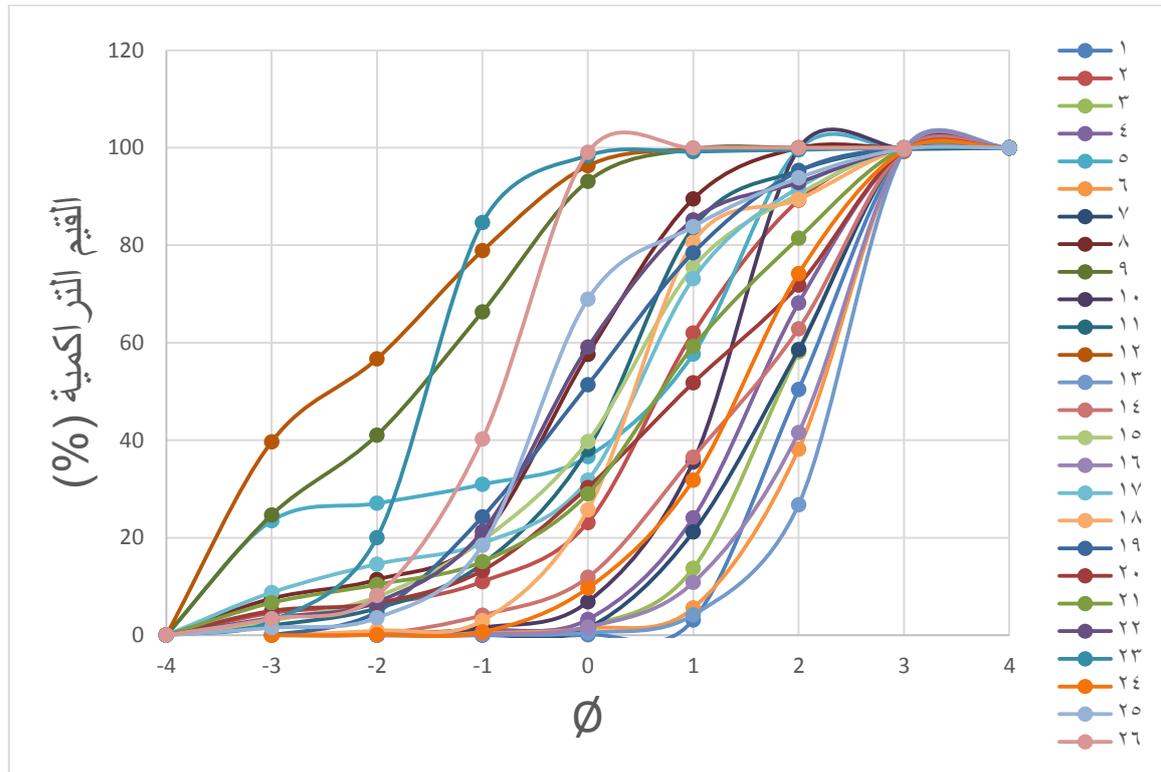
جدول (1): الإحداثيات الجغرافية لمواقع جمع العينات الرسوبية.

رقم العينة	خط العرض N	خط الطول E	عمق العمود المائي (م)	المسافة عن الشاطئ (م)
1	35° 25' 35.33"	35° 54' 30.78"	-	1
2	35° 25' 35.31"	35° 54' 30.73"	0	0
3	35° 25' 35.26"	35° 54' 30.67"	0.5	2
4	35° 25' 34.51"	35° 54' 31.34"	0	0
5	35° 25' 33.67"	35° 54' 32.08"	0	0
6	35° 25' 33.70"	35° 54' 32.11"	-	1
7	35° 25' 41.94"	35° 54' 24.86"	-	1
8	35° 25' 41.92"	35° 54' 24.82"	0	0
9	35° 25' 41.88"	35° 54' 24.77"	0.5	2
10	35° 25' 46.95"	35° 54' 19.90"	-	1
11	35° 25' 46.93"	35° 54' 19.87"	0	0
12	35° 25' 46.90"	35° 54' 19.82"	0.5	2
13	35° 25' 52.41"	35° 54' 14.77"	-	1
14	35° 25' 52.38"	35° 54' 14.72"	0	0
15	35° 25' 52.36"	35° 54' 14.68"	0.5	1.5
16	35° 25' 52.18"	35° 54' 14.34"	1	11
17	35° 25' 59.19"	35° 54' 08.41"	-	1
18	35° 25' 59.18"	35° 54' 08.38"	0	0
19	35° 25' 59.14"	35° 54' 08.33"	0.5	2
20	35° 25' 58.94"	35° 54' 07.99"	1	12
21	35° 26' 02.96"	35° 54' 05.36"	-	1
22	35° 26' 02.94"	35° 54' 05.32"	0	0
23	35° 26' 02.91"	35° 54' 05.26"	0.5	2
24	35° 26' 05.44"	35° 54' 02.67"	-	1
25	35° 26' 05.41"	35° 54' 02.63"	0	0
26	35° 26' 05.38"	35° 54' 02.57"	0.5	2

النتائج والمناقشة:

خصائص التركيب الحبيبي ومنحنيات S:

تم استخدام في رسم منحنيات (s)، القيم التراكمية ضمن المناخل في المحور العمودي وحجم الحبيبات حسب مقياس فاي ϕ في المحور الأفقي كما هو واضح في الشكل (2).



الشكل رقم (2): مخططات نتائج التحليل الحبيبي (منحنيات التوزيع التكراري) لعينات شاطئ الشقيفات، تمثل الأرقام الموجودة على الجانب اليميني منحنيات التوزيع التكرارية لكل عينة على حدى

أظهرت دراسة منحنيات (s) التوزيع التكرارية (شكل 2) اختلاف واضح في انحدار المنحنيات والتي يعكس ميل الجزء الأوسط فيها طبيعة الفرز، بحيث نلاحظ الانحدار الشديد في الجزء الأوسط للمنحنيات (1,3,6,10,13,16,18,23,24,26) مشيراً إلى الفرز المعتدل والمعتدل الجيد. بينما كان الانحدار في بقية المنحنيات (5,9,12,19,20,21,22,25) خفيفاً مشيراً إلى الفرز السيء. لوحظ سيطرة شاملة للحبات الخشنة والخشنة جداً مما يدل على شروط طاقة عالية نسبياً (Senapathi et al, 2011).

المعاملات النسيجية للعينات في منطقة الدراسة:

إن توصيف الرسوبيات وتحديد خصائصها النسيجية (متوسط، فرز، التواء، وتفريط) ذات أهمية بالغة في إعادة بناء البيئات الترسيبية القديمة لهذه الرسوبيات (Folk, 1980). إن جميع نتائج قيم معاملات الفرز الحبيبي لعينات منطقة الدراسة موضحة في الجدول رقم (2).

- **المتوسط البياني الشامل للحجم (Graphic mean size):** هو مقياس لحجم الحبات الرسوبية، يتأثر بآلية نقل الرسوبيات وظروف الطاقة السائدة في بيئة الترسيب (Folk and Ward, 1957). تشير الاختلافات في قيم المتوسط إلى التغيرات في شروط الطاقة والمعدل الوسطي للطاقة الحركية لعامل الترسيب (Sahu, 1964)، كلما ازدادت قيمة المتوسط دلت على حبات ناعمة، إذ أن القيم الموجبة تعبر عن الحبات الناعمة والسالبة تعبر عن الحبات الخشنة. تراوحت قيم المتوسط البياني للعينات المدروسة بين (2.28- و 2.23 (Ø)) بمعدل وسطي قدره 0.49 (Ø) (رمال خشنة، جدول 2). تدل قيمة المعدل الوسطي على سيطرة للرسوبيات الرملية الخشنة وهذا يدل على أن الترسيب قد حصل تحت شروط طاقة عالية على طول شاطئ الشقيفات (Folk, 1980).

- **الانحراف المعياري البياني الشامل (Graphic Standard Deviation):** يقيس الانحراف المعياري درجة فرز الرسوبيات وهو يشير إلى حالة التذبذب في طاقة الوسط الحركية أو شروط الترسيب أي مدى القوة التي تتحكم في توزيع الرسوبيات (Sahu, 1964, Baiyegunhi et al, 2017). تكون العلاقة بين الانحراف المعياري وفرز الرسوبيات علاقة عكسية (Ghadeer, 2016 - 2017). تراوحت قيم الفرز للرسوبيات في منطقة الشقيفات بين 0.53 و 2.2 (Ø) بمعدل وسطي 1.08 (Ø) (فرز سيئ، جدول 2). تميزت رسوبيات المنطقة بسيطرة الفرز السيء على حساب الفرز المعتدل. تدل هذه النسب المرتفعة للفرز السيء إلى التذبذب في طاقة الوسط وإلى إعادة الخلط المستمر للرسوبيات بواسطة الأمواج والتيارات في بيئة الترسيب (Ghadeer, 2020).

- **الالتواء البياني الشامل (Graphic Skewness):** يدرس الالتواء توزيع الرسوبيات وسيطرة الرسوبيات الناعمة أو الخشنة (Ghadeer, 2016). يشير الالتواء السلبي للرسوبيات إلى الترسيب في بيئات ذات طاقة عالية، بينما يشير الالتواء الإيجابي إلى الترسيب في شروط طاقة منخفضة، في حين يدل الميل شبه المتماثل إلى الترسيب في مناطق محمية وعدم سيطرة لنوع من الرسوبيات على حساب نوع آخر (Rajasekhara Reddy et al., 2008). تراوحت قيم الالتواء للعينات المأخوذة بين 0.58 - و 0.18 (Ø) بمعدل وسطي 0.15 - (Ø) (تميل نحو السلبي، جدول 2). تشير سيطرة القيم السالبة للالتواء على إزاحة للحبيبات الناعمة وأن الترسيب جرى في بيئات ذات طاقة عالية، حيث تنشط عمليات الحت والتعرية وتزويد بالرسوبيات الخشنة للشاطئ على حساب الرسوبيات الناعمة.

- **التفرطح البياني الشامل (Graphic Kurtosis):** تعكس التغيرات في قيم التفرطح خصائص التدفق لوسط الترسيب (Ramanathan et al. 2009)، فهو يقيس نسبة الفرز على طرفي منحنى التوزيع إلى نسبته في مركز المنحنى (Ghadeer, 2016). تراوحت قيم التفرطح للعينات المدروسة بين 0.57 (Ø) و 1.59 (Ø) بمعدل وسطي قدره 1.13 (Ø) (مفرطح). تبين التغيرات في قيم التفرطح أن عمليات الحت والتعرية تكون كبيرة وأن الرسوبيات تتكون من حبيبات مختلفة الحجم مع سيطرة للرمال الخشنة على حساب الناعمة (جدول 2).

مخططات التبعر ثنائية المتغير:

تعتبر مخططات التبعر ثنائية المتغير ذات أهمية كبيرة للتمييز بين بيئات الترسيب المختلفة من خلال تحديد طبيعة الترسيب، تفسير شروط طاقة الوسط، وسائط النقل المختلفة والتي بدورها مجتمعة تساعد في تحديد بيئة الترسيب

المسيطرة (Folk, 1980). تم رسم مخططات التبعثر بين المتوسط مقابل الانحراف المعياري والمتوسط مقابل الالتواء والمتوسط مقابل التفرطح لفهم العلاقة بين المعاملات المختلفة وكيف تترجم إلى توضيح طبيعة البيئة الترسيبية (الشكل 3).

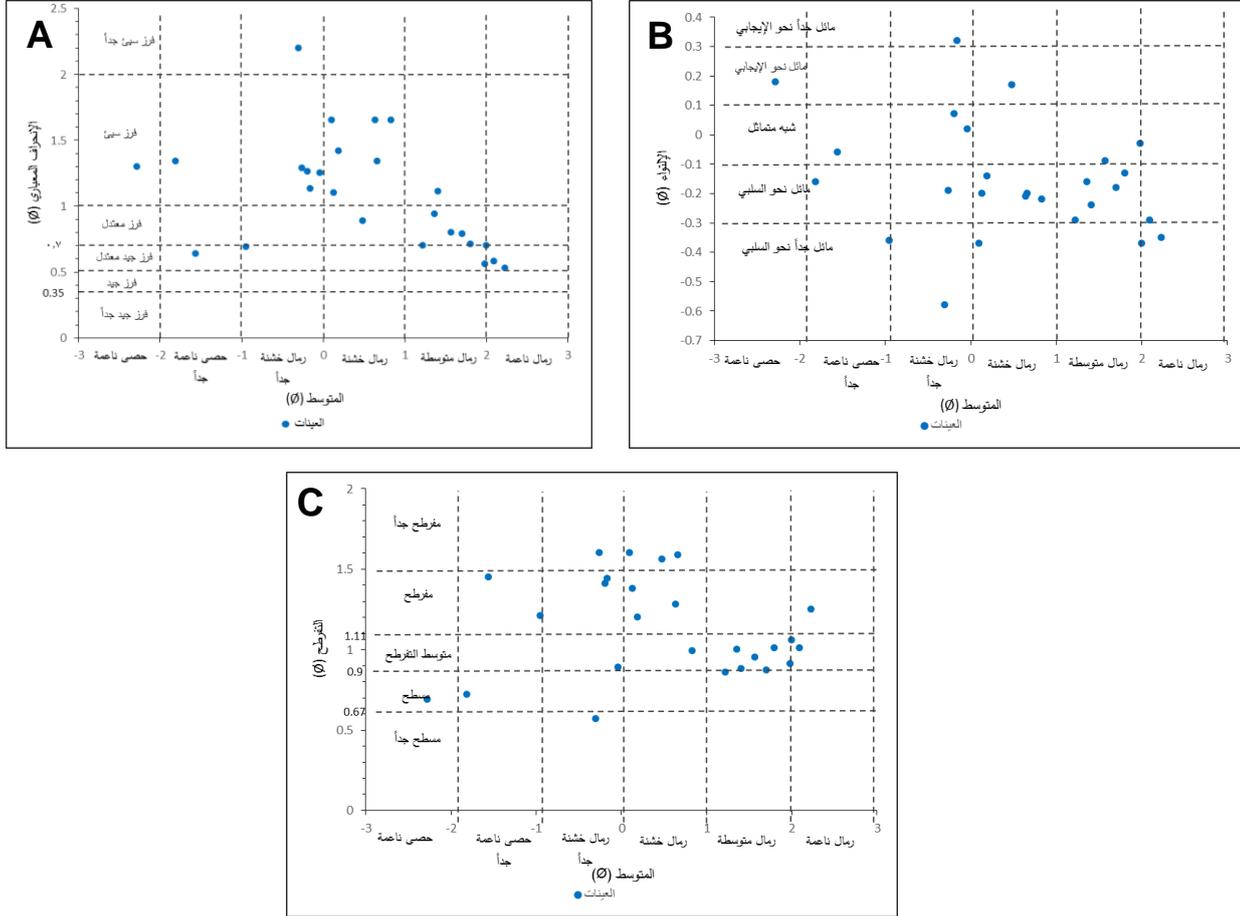
يظهر الشكل (A 3) العلاقة الارتباطية بين المتوسط ومعامل الفرز (الانحراف المعياري) في منطقة الشقيقات. يلاحظ من الشكل أن العينات تتجمع بشكل رئيس من الرمال المتوسطة إلى الخشنة جداً ضمن مجال الفرز السبيء إلى الجيد المعتدل (الشكل A3). أوضح العالم Griffiths (1967) بأنه يتم التحكم بكل من الفرز والحجم المتوسط هيدروليكيًا، وبالتالي فإن الرسوبيات ذات الفرز السبيء في كل البيئات الرسوبية تقع ضمن نطاق الرمال الخشنة.

جدول (2): يوضح قيم المعاملات النسيجية لعينات منطقة الدراسة (الجدول من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج GSSTAT)

رقم العينة	نوع الرسوبيات	الحصى %	الرمل %	السلت %	الغضار %	الوسيط (M)	المتوسط (Mz)	الانحراف المعياري (σ_1)	الالتواء (Sk)	التفرطح (K_G)	المتوسط	الفرز	الالتواء	التفرطح
1	رمل	0	100	0	0	1.99	1.98	0.56	-0.03	0.91	رمل متوسطة	فرز معتدل جيد	شبه متمائل	متوسط التفرطح
2	رمل حصوية	10.99	89.02	0	0	0.7	0.66	1.34	-0.2	1.59	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مفرطح جداً
3	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.26	99.74	0	0	1.83	1.8	0.71	-0.13	1.01	رمل متوسطة	فرز معتدل	مائل نحو السليبي	متوسط التفرطح
4	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	1.04	98.95	0	0	1.6	1.57	0.8	-0.09	0.95	رمل متوسطة	فرز معتدل	شبه متمائل	متوسط التفرطح
5	حصى رملية	30.92	69.07	0	0	0.73	-0.3	2.2	-0.58	0.57	رمل خشنة جداً	فرز سبيء جداً	مائل جداً نحو السليبي	مسطح جداً
6	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.41	99.59	0	0	2.2	2.09	0.58	-0.29	1.01	رمل ناعمة	فرز معتدل جيد	مائل نحو السليبي	متوسط التفرطح
7	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.04	99.95	0	0	1.79	1.7	0.79	-0.18	0.87	رمل متوسطة	فرز معتدل	مائل نحو السليبي	مسطح
8	رمل حصوية	20.22	79.78	0	0	-0.19	-0.26	1.29	-0.19	1.6	رمل خشنة جداً	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مفرطح جداً
9	حصى رملية	66.33	33.66	0	0	-1.61	-1.81	1.34	-0.16	0.72	حصى ناعمة جداً	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مسطح
10	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	1.55	98.45	0	0	1.32	1.22	0.7	-0.29	0.86	رمل متوسطة	فرز معتدل جيد	مائل نحو السليبي	مسطح
11	رمل حصوية	14.6	85.39	0	0	0.28	0.13	1.1	-0.2	1.38	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مفرطح
12	حصى رملية	78.85	21.15	0	0	-2.41	-2.28	1.3	0.18	0.69	حصى ناعمة	فرز سبيء	مائل نحو الإيجابي	مسطح
13	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.06	99.94	0	0	2.33	2.23	0.53	-0.35	1.25	رمل ناعمة	فرز معتدل جيد	مائل جداً نحو السليبي	مفرطح
14	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	4.08	95.92	0	0	1.54	1.41	1.11	-0.24	0.88	رمل متوسطة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مسطح
15	رمل حصوية	19.45	80.54	0	0	0.3	0.19	1.42	-0.14	1.2	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مفرطح
16	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.21	99.79	0	0	2.16	2	0.7	-0.37	1.06	رمل خشنة	فرز معتدل جيد	مائل جداً نحو السليبي	متوسط التفرطح
17	رمل حصوية	18.85	81.15	0	0	0.47	0.1	1.65	-0.37	1.6	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل جداً نحو السليبي	مفرطح جداً
18	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	2.98	97.01	0	0	0.42	0.48	0.89	0.17	1.56	رمل خشنة	فرز معتدل	مائل نحو الإيجابي	مفرطح جداً
19	رمل حصوية	24.26	75.74	0	0	-0.05	-0.04	1.25	0.02	0.89	رمل خشنة جداً	فرز سبيء	شبه متمائل	مسطح
20	رمل حصوية	13.26	86.74	0	0	0.92	0.83	1.65	-0.22	0.99	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	متوسط التفرطح
21	رمل حصوية	15.08	84.91	0	0	0.7	0.64	1.65	-0.21	1.28	رمل خشنة	فرز سبيء	مائل نحو السليبي	مفرطح
22	رمل حصوية	21.22	78.78	0	0	-0.25	-0.19	1.26	0.07	1.41	رمل خشنة جداً	فرز سبيء	شبه متمائل	مفرطح
23	حصى	84.62	15.38	0	0	-1.53	-1.56	0.64	-0.06	1.45	حصى ناعمة جداً	فرز معتدل جيد	شبه متمائل	مفرطح
24	رمل حصوية بنسبة ضئيلة	0.65	99.35	0	0	1.45	1.36	0.94	-0.16	1	رمل متوسطة	فرز معتدل	مائل نحو السليبي	متوسط التفرطح
25	رمل حصوية	18.4	81.59	0	0	-0.41	-0.16	1.13	0.32	1.44	رمل خشنة جداً	فرز سبيء	مائل جداً نحو الإيجابي	مفرطح
26	حصى رملية	40.25	59.75	0	0	-0.82	-0.95	0.69	-0.36	1.21	رمل خشنة جداً	فرز معتدل جيد	مائل جداً نحو السليبي	مفرطح

يظهر الشكل (B 3) العلاقة الارتباطية بين الحجم المتوسط و الالتواء. تتوضع معظم العينات بشكل رئيس ضمن المجال الالتواء المائل نحو السليبي والسليبي جداً، بينما القسم القليل منها ضمن مجال الالتواء شبه المتمائل والإيجابي. تتشكل الرسوبيات ذات الالتواء السليبي في ظروف طاقة عالية حيث تنشط عمليات الحت والتعرية، بينما تشير الرسوبيات ذات الالتواء الإيجابي إلى التدفق أحادي الاتجاه في بيئة محمية منخفضة الطاقة، حيث تنخفض عمليات الحت والتعرية وزيادة الرسوبيات الناعمة على حساب الرسوبيات الخشنة (Karuna Karuda et al. 2013).

يوضح الشكل (3 C) العلاقة الارتباطية بين الحجم المتوسط و التفرطح، والذي يشير إلى أن التفرطح يزداد مع تناقص الحجم الحبيبي وبالتالي فإن أغلب الرمال المتوسطة والناعمة نسبياً تقع بشكل رئيس ضمن المجال متوسط التفرطح إلى مفطح، بينما تصبح الحبات الأكثر خشونة ذات تفرطح مسطح (Senapathi *et al*, 2011).



الشكل رقم (3): يوضح مخططات التبعرث ثنائية المتغير بالاعتماد على العلاقة بين المعاملات الحجمية. (A): المتوسط مقابل الانحراف المعياري؛ (B) : المتوسط مقابل الالتواء؛ (C): المتوسط مقابل التفرطح.

دالة التمييز الخطية:

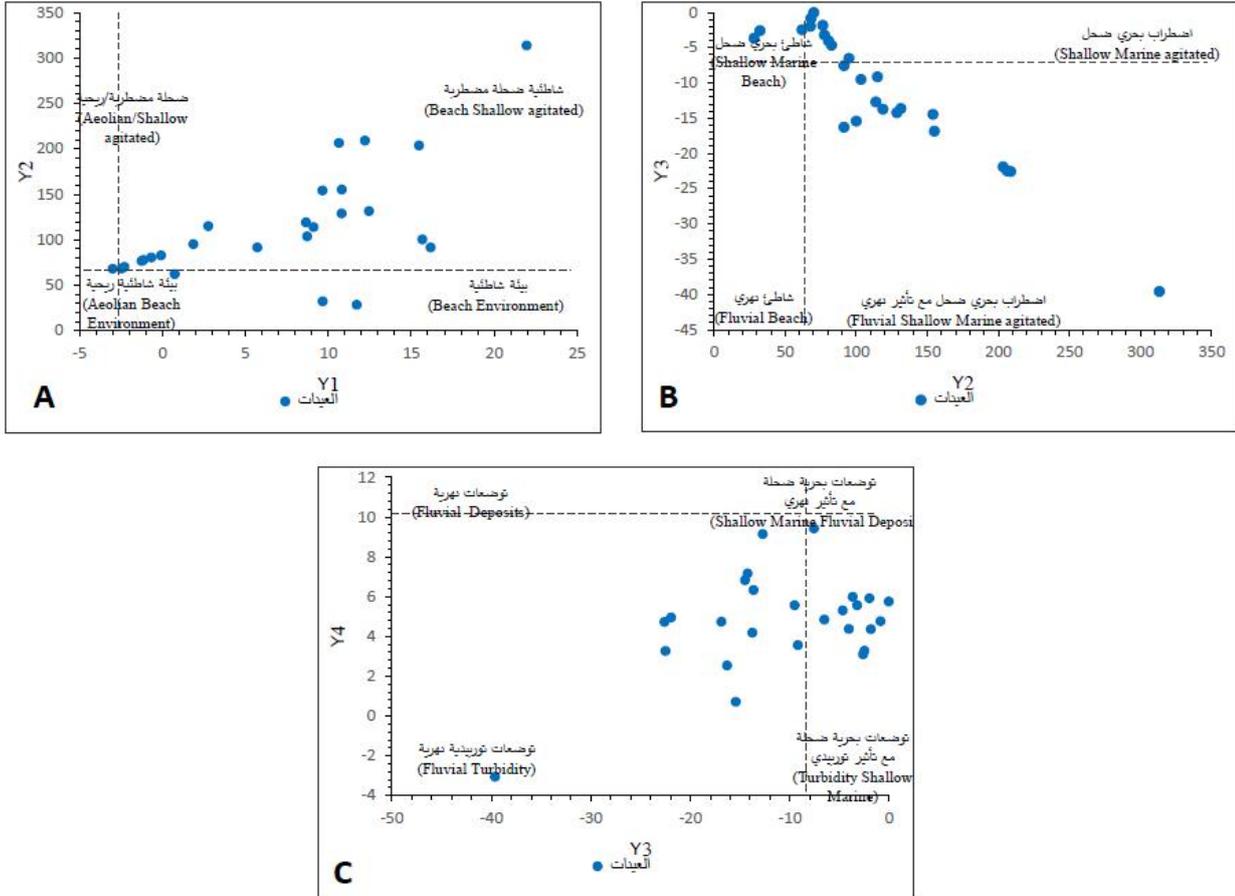
تم تطبيق طريقة التحليل الإحصائي المستخدمة في تفسير الاختلافات في خصائص وسط الترسيب المتعددة من طاقة وعوامل نقل مع عمليات وبيئات الترسيب المختلفة بناءً على بيانات الحجم الحبيبي (Sahu, 1964). حللت عمليات وبيئات الترسيب الموضحة بالمعادلات (1-2-3-4) و المذكورة سابقاً. بتطبيق هذه المعادلات على نتائج المعاملات الترسيبية في منطقة الشقيفات تبين مايلي (جدول 3، شكل 4):

بينت المقارنة بين العمليات الريحية والبيئة الشاطئية Y1 أن 96% من العينات تخضع للعمليات الشاطئية و 4% تخضع لتأثير العمليات الريحية، في حين بينت نتائج المقارنة بين البيئات الشاطئية والبحرية الضحلة Y2 أن 88% تقريباً من العينات ترسبت في بيئة بحرية ضحلة و 12% تقريباً قد ترسبت تحت تأثير العمليات الشاطئية. أوضحت نتائج Y3 أن 58% من العينات خضعت للعمليات النهرية و 42% خضعت للعمليات البحرية الضحلة. وأخيراً بينت الدالة Y4 أن 100% من العينات تخضع لسيطرة العمليات التوربيدية.

تؤكد النتائج السابقة أن الترسيب في منطقة الشقيفات تم تحت سيطرة للبيئة البحرية الشاطئية الضحلة وبنسبة أقل للعمليات النهرية والريحية.

جدول (3): يوضح نتائج معادلات دالات التمييز الخطي حسب (Sahu,1964)

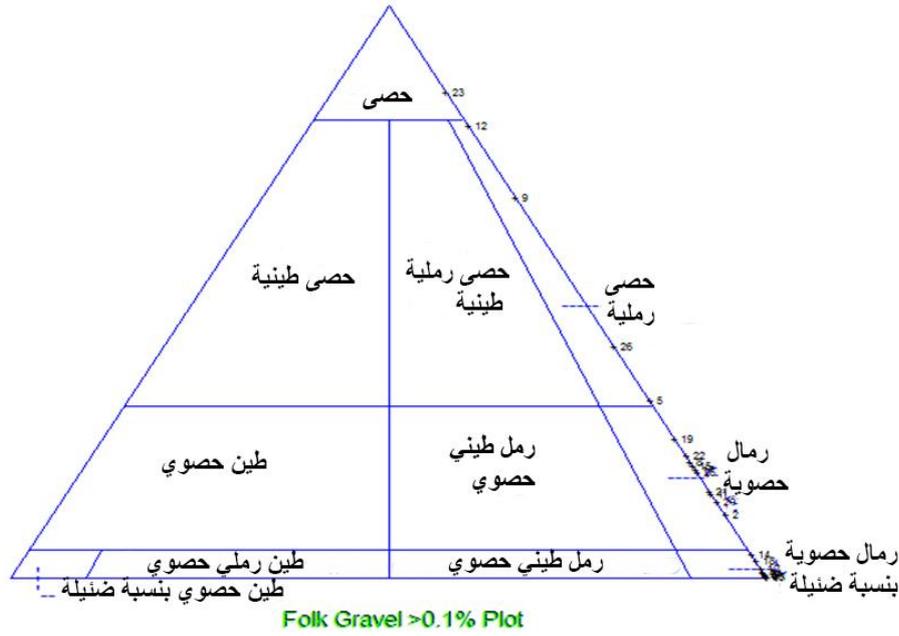
رقم العينة	Y1(A:B)	Y2(B:SM)	Y3(SM:F)	Y4(F:Tur)
1	ريحية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
2	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
3	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
4	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
5	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
6	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
7	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
8	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
9	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
10	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
11	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
12	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
13	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
14	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
15	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
16	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
17	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
18	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
19	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
20	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
21	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
22	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
23	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية
24	شاطئية	بحرية ضحلة	بحرية ضحلة	توربيدية
25	شاطئية	بحرية ضحلة	نهرية	توربيدية
26	شاطئية	شاطئية	بحرية ضحلة	توربيدية



الشكل رقم (4): يوضح مخططات دالة التمييز الخطية حيث A: العلاقة بين دالة التمييز (Y1) و (Y2)، B: العلاقة بين دالة التمييز (Y2) و (Y3)، C: العلاقة بين دالة التمييز (Y3) و (Y4) حسب (Sahu, 1964).

تصنيف الرسوبيات وفرزها:

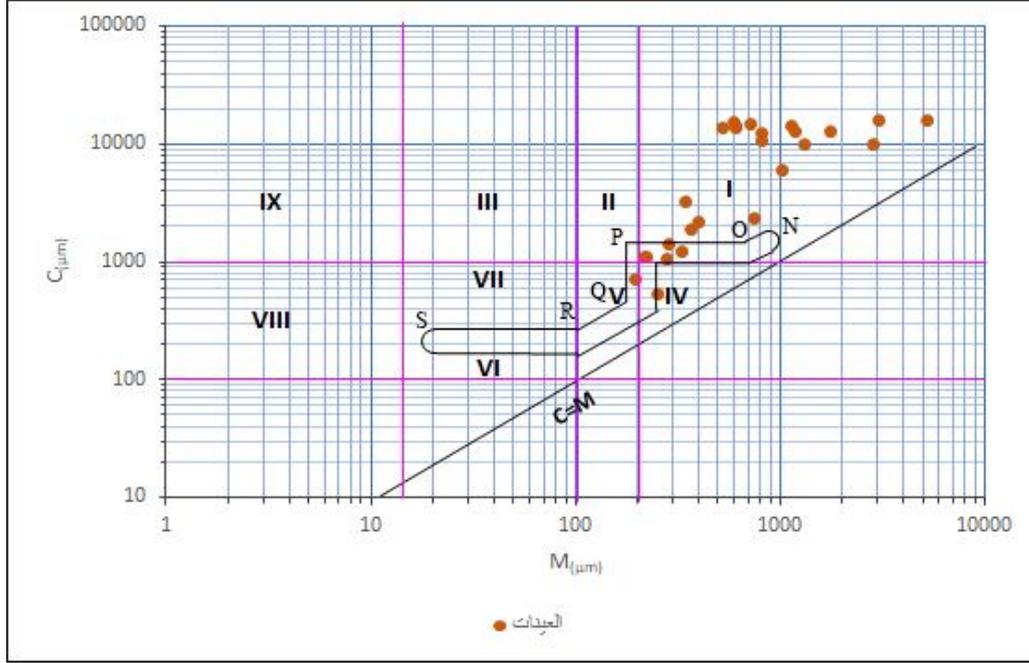
أظهرت نتائج استخدام برنامج SEDPLOT (Poppe *et al.*, 2003) والتي تعتمد على تصنيف (Folk, 1980) وجود خمسة نماذج رسوبية في منطقة الدراسة: رمال (Sand)، رمال حصوية بنسبة ضئيلة (Slightly Gravely)، رمال حصوية (Gravely Sand) و حصى رملية (Sandy Gravel) وأخيراً حصى (Gravel) (جدول 2، شكل 5). تبين النتائج السابقة سيطرة الرمال الحصوية والرمال الحصوية بنسبة ضئيلة لتليها الحصى الرملية وأخيراً الحصى.



الشكل رقم (5): يوضح مثلث القوام للعينات الرسوبية المدروسة في منطقة الشقيفات

آلية نقل الرسوبيات باستخدام مخطط CM:

يستخدم مخطط الـ CM للتمييز بين بيئات الترسيب المختلفة من حيث آلية النقل، مدى ومستوى طاقة النقل، إضافة إلى خصائص التوضعات القديمة المسؤولة عن تشكل التوضعات الحديثة (Ganesh *et al.*,2013, Kanhaiya) (Singh, 2014). يتألف مخطط الـ CM من محورين الأول أفقي ويمثل قيم الوسيط M و الثاني شاقولي C ويمثل أول أخشن نسبة مئوية من حجم الحبيبات مستخدمين قيم فاي (ϕ) المأخوذة من المنحنيات التكرارية بالميكرون. يقسم مخطط الـ CM إلى قطاعات وهي: NO ويشير إلى النقل بالدرجة، OPQ ويشير إلى الحبيبات الخشنة المنقولة بالتعليق القاعي والدرجة، QR ويمثل الرسوبيات المنقولة بالتعليق المتدرج من دون درجة، RS الموازي للمحور M ويشير إلى التعليق المنتظم ودوره في تشكيل الرسوبيات (Srivastava *et al.*,2012)، كما ونميز نوعين من الحقول ضمن المخطط CM : (IX-III-II-I) بينما 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 معلقات. نلاحظ من خلال مخطط الـ CM (الشكل 6) بأن الغالبية العظمى من العينات قد نقلت بواسطة الدرجة، بينما القسم المتبقي قد نقل ضمن شروط التعليق القاعي والدرجة وهذا دليل على بيئة تسود فيها عمليات الحت والتعرية نتيجة طاقة الوسط العالية من أمواج وتيارات بحرية.



الشكل رقم (6): يوضح مخطط ال CM للعينات الرسوبية المدروسة في منطقة الشقيفات

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج الحجم الحبيبي في منطقة الشقيفات النتائج التالية: وجود خمسة نماذج رسوبية ألا وهي رمال (Sand)، رمال حصوية بنسبة ضئيلة (Slightly Gravelly Sand)، رمال حصوية (Gravelly Sand) و حصى رملية (Sandy Gravel) وأخيراً حصى (Gravel). بينت نتائج تحليل المعاملات الاحصائية لرسوبيات المنطقة المدروسة أنها ذات حجم حبيبي خشن إلى خشن جداً، ذات فرز سيئ، ذات التواء مائل نحو السليمي وأخيراً مفرطحة. تدل هذه النتائج على أن الترسيب حدث تحت شروط طاقة عالية مع خلط مستمر للرسوبيات بواسطة الأمواج والتيارات البحرية حيث تنشط عمليات الحت والتعرية.

أشارت تحاليل دالة التمييز الخطي LDF إلى سيطرة للبيئة الشاطئية والبحرية الضحلة، كما دلت نتائج مخطط ال CM على أن أغلب العينات قد نقلت بواسطة الدرجة وبشكل أقل بواسطة التعليق القاعي والدرجة. تدل جميع هذه العوامل على أن طاقة الأمواج والتيارات البحرية كانت عالية ومستمرة بما يكفي لنقل وتوزع الرسوبيات الخشنة على طول خط شاطئ الشقيفات.

References:

- BOGGS, S. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall , 1995, 79–93.
- BAIYEGUNHI, C; LIU, K; GWAVAVA, O. Grain size statistics and depositional pattern of the Ecca Group sandstones, Karoo Super group in the Eastern Cape Province, South Africa. *De gruyter open*. Vol. 9, 2017, 554- 576.
- FOLK, R. L., AND W. C. WARD. “*Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters.*” *Journal of Sedimentary Research*. 1957, 27 (1): 3–26.
- FRIEDMAN, G. M. “*On Sorting, Sorting Coefficient and the Log Normality of the Grain Size Distribution of Sandstones.*” *Journal of Geology*. 1961, 70: 734–753.
- FOLK, R. L. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Walter Geology Library. Austin, Tex: Hemphill Publishing Company, 1980.
- GANESH, B.;NAIDU, A.G.S.S.;RAO, M. JAGANNADHA. *Studies on textural characteristics of sediments from Gosthani River Estuary - Bheemunipatnam, A.P., East Coast of India*. *Journal of Indian Geophysical Union*. 2013,17(2),139-151pp.
- GHADEER, S. G. *Textural characteristics and distribution of costal sediments in the northern section of the Syrian continental shelf*. *Tishreen university journal for research and scientific studies*. Vol. 39, No. 2, 2017.
- GHADEER, S. G *Study of sediment characteristics and distribution in the southern section of the Syrian continental shelf*. *Tishreen university journal for research and scientific studies*. Vol. 38, No. 3, 2016.
- GHADEER, S. G., "Textural features and transportation mode of surface sediments along Al-Sanaouber coast- Latakia-Syria". *SSRG International Journal of Geoinformatics and Geological Science* . 2020,7.3, 38-45.
- GRIFFITHS, I. C. *Scientific Methods in the Analysis of Sediments*. 1967, 4th.ed., New York:
- KARUNA KARUDA, T., R. M. JAGANNADHA, B. GANESH, AND P. AVATHARAM. “*Studies on Textural Characteristics of Erra Kalva River, West Godavari District, Andhra Pradesh, East Coast of India.*” *International Journal of Geomatics and Geoscience*. 2013, 4 (2): 289–292.
- KANHAIYA, S and SINGH, BP. *Spatial variation of textural parameters in a small river: an example from Khurar River, Khajuraho, Chhaterpur District, Madhya Pradesh, India*. *Global Journal of Earth Science and Engineering*. 2014,1, 34-42 pp.
- 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*. 2003, 29(6), 805-809 pp.
- POOPE, L. J; ELIASON, A. H. *A visual basic program to plot sediment grain-size data on ternary diagrams*. *Computers & Geosciences*. Vol. 34, 2008, 561-565.
- POOPE, L. J; ELIASON, A. H; HASTINGS, M. E. *A visual basic program to generate grain-size statistics and to extrapolate particle distributions*. *Computers & Geosciences*. Vol. 30, 2004, 791-795.
- RAJASEKHARA REDDY, D•KARUNA KARUDU, T and DEVA VARMA, D. *Textural characteristics of south western part of Mahanadi Delta, east coast of India*. *Jour. Ind. Assoc. Sed*,27,1,2008,111-121pp.

- RAMANATHAN, A. L., K. RAJKUMAR, J. MAJUMDAR, G. SINGH, P. N. BEHERA, S. C. SANTRA, AND S. CHIDAMBARAN. “*Textural Characteristics of the Surface Sediments of a Tropical Mangrove Sundarban Ecosystem India.*” *Indian Journal of Marine Sciences*. 2009, 38 (4): 397–403.
- RAMAMOCHANARAO, T., K. SAIRAM, Y. VENKATESWARARAO, B. NAGAMALLESWARARAO, AND K. VISWANATH. “*Sedimentological Characteristics and Depositional Environment of Upper Gondwana Rocks in the Chintalapudi Sub-Basin of the Godavari Valley, Andhra Pradesh, India.*” *Journal of Asian Earth Sciences*, 2003, 21 (6).
- SENAPATHI, VENKATRAMANAN, RAMKUMAR, THIRUNAVUKKARASU, ANITHAMARY IRUDHAYANATHAN and RAMESH, GOVINDARAJ. *Variations in texture of beach sediments in the vicinity of the Tirumalairajanar river mouth of India.* *International Journal of Sediment Research*, 2011, 26,4, 460-470pp.
- SRIVASTAVA, ASHOK; INGLE, PRAVIN; LUNGE, HARIHAR and KHARE, NELOY. *Grain-size characteristics of deposits derived from different glacial environments of the Schumacher Oasis, East Antarctica.* *Geologos*. 2012, 18.
- SAHU, B. K. “*Depositional Mechanisms Form the Size Analysis of Clastic Sediments.*” *Journal of Sedimentary Petrology*. 1964, 34 (1): 73–83.
- VINCENT, P. “*Particle Size Differentiation of Some Coastal Sands: A Multinomial Logit Regression Approach.*” *Journal of Coastal Research*. 1998, 14 (1): 331–336.
- ZHANG, X.; JI, Y.; YANG, Z.; WANG, Z.; LIU, N.; JIA, P. *End member inversion of surface sediment grain size in the South Yellow Sea and its implications for dynamic sedimentary environments.* *Sci. China Earth Sci.* **2015**, 59, 258–267.