دراسة ترسيبية للرسوبيات الشاطئية البحرية بالقرب من مصبّي نهري الغمقة والخوابي

د. سامر غدير غدير*

حيان وسوف**

(تاريخ الإيداع 3 / 3 / 2020. قُبِل للنشر في 26 / 8 /2020)

□ ملخّص □

تفتقد الشواطئ السورية للدراسات التي تعنى بطبيعة الرسوبيات وآلية توزعها، حيث تعتبر دراسة قوام الراسب مهمة لاستنتاج عمليات النقل والتوضع وتمييز بيئات الترسيب المختلفة وتأثير ديناميكية النقل على شكل الحبات الرسوبية. تم جمع 21 عينة رسوبية من المنطقة الشاطئية الممتدة ما بين نهري الغمقة والخوابي وذلك خلال فصلي الصيف والشتاء بغية تحديد طبيعة وتوزع الرسوبيات. أظهرت نتائج التحاليل الحبيبية للعينات المدروسة سيطرة كاملة للرمال مع نسبة قليلة من السلت وغياب كامل للغضار. دلت النتائج على أن الرسوبيات المدروسة ذات حجم حبيبي متوسط، ذات فرز معتدل جيد، ذات التواء سلبي جداً، وأخيراً متوسطة التفرطح، كما بينت نتائج مخطط ال CM على أن الرسوبيات انتقلت بالدحرجة والتعليق. تشير هذه المعطيات إلى أن الترسيب قد حدث تحت تأثير ظروف طاقة معتدلة إلى عالية نتيجة حركة التيارات والأمواج الشاطئية.

الكلمات المفتاحية: حجم الحبات–توزع الرسوبيات–التفرطح–الالتواء–رسوبيات شاطئية–نهر الخوابي.

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

**طالب ماجستير، قسم الجيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Sedimentary study of coastal marine sediments near the estuaries of Al-Ghamqa and Al-Khawabi Rivers

Dr. Samer Ghdeer Ghdeer*
Hayan Wassouf **

(Received 3 / 3 / 2020. Accepted 26 / 8 /2020)

□ ABSTRACT □

The Syrian coast lacks studies on the nature of sediments and the mechanism of their distribution. The study of sediments is important to understand sediment transportations and deposition, the identification of different sedimentation environments and the impact of transport dynamics in the form of sedimentary grains. Twenty-five sedimentary samples were collected from the coastal area during summer and winter to determine the nature and distribution of sediments. The results of the granular analysis of the studied samples showed complete sand control with a small percentage of silt and a complete absence of clay. The results showed that the sediments were of average granular size, with good moderate sorting, very negatively skewed, and finally mesokurtic. These data indicate that sedimentation occurred under the influence of moderate to high-energy conditions due to the movement of currents and waves.

Keywords: Grain size, Distribution sediments, Skewness, kurtosis, Coastal sediments, Al-khawabi rivers.

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

مقدمة:

تعتبر البيئة البحرية من المناطق الغنية جداً بالرسوبيات وتتنوع مصادرها بشكل كبير، هذه المصادر قد تكون ذات منشأ قاري تنقل بوساطة الأنهار أو الرياح، أو ذات منشأ عضوي من قواقع العضويات التي تسقط إلى قاع البحر بعد موتها (كالمنخربات، الكوكوليتات، الدياتوميت، الشعاعيات والطحالب)، ويمكن أن تكون ذات منشأ بركاني إلاّ أنها تشكل نسبة قليلة وأخيراً مكونات ناتجة عن التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية ضمن العمود المائي بالقرب من القاع ومثالها العقد المنغنيزية والفوسفاتية (Nichols,2009). تختلف أحجام هذه الرسوبيات في البيئة البحرية حيث تتدرّج من الجلاميد الكبيرة ذات الأبعاد المترية إلى الرسوبيات ذات المقاييس الصغيرة.

يمكن للرواسب أن تترسب تحت تأثير جملة من العمليات المتداخلة كالرياح والمياه الجارية كما في الأنهار وتيارات المد والجزر وتيارات العواصف والأمواج وكذلك التيارات المائية المحملة بالرواسب مثل تيارات العكر وتدفقات الحطام، بالإضافة إلى النمو الموضعي لهياكل الحيوانات كما في الشعاب المرجانية، وأخير الترسيب المباشر للمعادن كما في المتبخرات (Nichols, 2009). تترك العمليات الرسوبية سجلها على الرواسب بشكل تراكيب وأنسجة رسوبية وبعض هذه العمليات تكون مثالية ومميزة لبيئة رسوبية معينة.

تُعد الرسوبيات الشاطئية من الرسوبيات البحرية المهمة لكونها على تماس مع المنطقة القريبة من اليابسة وتتعرض هذه المنطقة لتأثير الأمواج الناتجة عن المد والجزر وتأثير الرياح حيث أنّ الترسيب هنا يتعلق بقدرة هذه الأمواج التي تؤثر في استقرار المواد الرسوبية، وتتحرك من جرّاء ذلك المواد الفتاتية بشكل مستمر ممّا يؤدي إلى صقلها وتصنيفها وبالتالي اتجاه حبيباتها نحو التدورة، وتتميز هذه الرسوبيات بالتنوع الكبير في تركيبها (Arens *et al.*, 2002).

تعتبر الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية من أهم المشاكل التي تعاني منها المنطقة الساحلية لما لها من آثار ضارة على البيئة والإنسان من خلال تواجدها في المياه والرسوبيات. وهناك العديد من العوامل التي تؤثر في توضع هذه الملوثات في الرسوبيات البحرية حيث تلعب الأمواج دوراً كبيراً بالإضافة إلى حجم حبيبات الرواسب وغيرها من العوامل (Kaiser *et al.*, 2012). أدّى وقوع هذه المناطق على تماس مباشر مع التطور الصناعي والعمراني الذي يزداد بالوقت الحالي، إلى تلوث هذه الرسوبيات وتغيير خصائصها (Cheepurupalli *et al.*, 2012).

يتكوّن كل راسب من جزيئات منفصلة وأي وصف للرّاسب يجب أن يتضمّن وصف هذه الجزيئات. تعرّف مثل هذه الصفات بشكل عام بقوام الراسب الذي يتضمن صفات خاصة مثل الحجم وشكل الحبات وصفات عامة مثل توزع حجم الحبات والنسيج والمسامية وهذه الخواص مهمة لأي وصف كامل للرّاسب. تزوّدنا دراسة هذه الخصائص للرسوبيات الشاطئية بمعلومات هامة لاستنتاج عمليات النقل والتوضع، فهم الأحداث الجيولوجية وتمييز بيئات الترسيب المختلفة وطبيعة الظروف البيئية التي كانت سائدة قبل وبعد عمليات الترسيب. يتغير هذا التوزيع بشكل متوقع على طول اتجاه النقل، وهو يتعلق بعاملين رئيسين هما توفر الراسب (المصدر) إلى بيئات الترسيب بالإضافة إلى الشروط الهيدروديناميكية أثناء نقل وتوضع الراسب (Oyedotun *et al.*, 2013).

تناول هذا البحث دراسة الرسوبيات الشاطئية في مدينة طرطوس من ناحية توزع وفرز هذه الرسوبيات بالاعتماد على أخذ عينات حقلية بالقرب من مصبي نهري الغمقة و الخوابي وإجراء التحاليل المنخلية وتحاليل الهيدروميتر، ومن ثم حساب البارامترات الإحصائية (المتوسط البياني الشامل، الانحراف المعياري، الالتواء والتفرطح) وهذه المعاملات

مهمة في تحديد تأثير عمليات التوضع، فالمتوسط يعكس قدرة آلية النقل، بينما يعكس الانحراف المعياري والالتواء بيئة الترسيب (Rabiu *et al.*, 2011).

أهمية البحث وأهدافه:

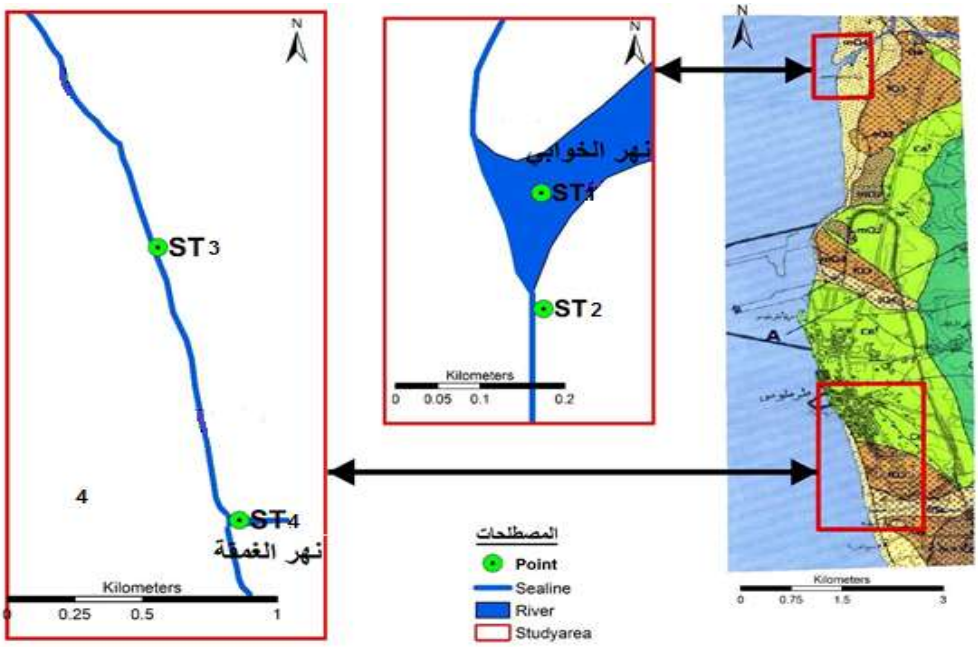
تأتي أهمية هذا البحث من تسليط الضوء على أهم العمليات التي تؤثّر على التزويد بالرواسب ونمط نقل الراسب وتأثير ديناميكية النقل على شكل الحبات الرسوبية في منطقة الدراسة، بالإضافة إلى دراسة التغيرات أو الاختلافات المكانية في توزع حجم الحبات من أجل فهم العمليات الرسوبية.

يهدف هذا البحث إلى الآتي:

1. دراسة توزع الرسوبيات الشاطئية في منطقة الدراسة وتحديد مصدرها.
2. دراسة العوامل المؤثرة على توزع الحجم الحبيبي (آليات النقل، طاقة الوسط والطبوغرافيا).

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة على طول المنطقة الشاطئية المقابلة لمدينة طرطوس، والممتدة ما بين مصبّي نهر الغمقة ونهر الخوابي. تتكشف الرسوبيات الرباعية في منطقة طرطوس بشكل أساسي وتمتد على طول شاطئ البحر ويصل تكشفها إلى عرض 6 كم، وتتمثل هذه الرسوبيات بشكل عام بمصاطب بحرية ونهرية وكثبان.



الشكل (1) جزء من الخارطة الجيولوجية لرقعة طرطوس، تظهر مواقع أخذ عينات الدراسة.

طرائق البحث ومواده:

جمع العينات الرسوبية:

جمعت العينات الرسوبية على مرحلتين خلال فصلي الصيف والشتاء، حيث تمّ جمع 13 عينة رسوبية خلال الصيف و8 عينات في فصل الشتاء وذلك من أربعة مواقع ولعمق عمود رسوبي يتراوح بين (10 – 5)cm جدول (1).

أخذت عينة من الشط الجاف (المنطقة فوق الشاطئية)، وعينة من نقطة تلاقي المياه البحرية مع الشاطئ (منطقة حدود المد والجزر)، كما أخذت عينة على بعد 2 م من نقطة تلاقي مياه البحر مع الشط ضمن المنطقة الشاطئية. جفّفت العينات بدرجة حرارة 105° للتخلص من الرطوبة، ثم خضعت بعد ذلك العينات لتحاليل الفرز الحبي.

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

اسم الموقع	الإحداثيات الجغرافية	اسم الموقع	الإحداثيات الجغرافية
St1	E:35°52′ 37.174″ N:34°56′ 20.135″	St3	E:35°52′ 43.581″ N:34°53′ 2.28″
St2	E:35°52′ 37.275″ N:34°56′ 15.292″	St4	E:35°52′ 53.431″ N:34°52′ 25.912″

تحضير العينات للتحاليل الحبيبية:

لتحديد الخصائص النسيجية والحبيبية للرسوبيات البحرية الخاصة بمنطقة الدراسة تمّ استخدام تقانة المناخل (Sieving) على العينات التي يزيد حجم حباتها عن 0.063 mm، بينما استخدمت طريقة الهيدروميتر للرسوبيات التي يقل حجمها عن 0.063 mm. حيث تمّ نخل كمية محددة من العينة المجففة ولمدة معينة (10 دقائق) باستخدام مجموعة من المناخل توضع على هزاز كهربائي (EFL- 2000/1) وترتّب من القمة إلى القاعدة حسب تناقص نصف القطر جدول (2).

جدول (2): أنصاف أقطار المناخل المستخدمة وما يقابلها حسب معيار ϕ.

ترتيب المناخل	7 (down)	6	5	4	3	2	1 (top)
المعيار ϕ	4	3	2	1	0	-1	-2
الفتحات بالـ mm	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4

بالنسبة للبرامج المستخدمة تمّ استخدام برنامج SEDPLOT للحصول على مثلث القوام بغية تصنيف ووصف الرواسب بدقّة (Poppe *et al.*, 2004). مدخلات هذا البرنامج هي النسب المئوية لكل من الحصى والرمل والسلت والغضار حسب تصنيف العالم (Wentworth, 1922)، بينما المخرجات فهي عبارة عن تصنيف لقوام هذه العينات إما حسب تصنيف العالم (Shepard, 1954) أو حسب تصنيف العالم (Folk, 1974).

تمّ الحصول على البارامترات الإحصائية للعينات الرسوبية باستخدام برنامج GSSTAT program (Poppe *et al.*, 2004) وذلك بعد إجراء التحليل المنخلي للعينات باعتماد مقياس (Folk and Ward, 1957)، حيث تشمل هذه البارامترات كلاً من: المتوسط (Mz)، الانحراف المعياري (**σI**)، الالتواء (S_K)، التفرطح (K_G)، والوسيط (M_d).

بعد إجراء التحليل المنخلي والحصول على الوزن المار والقيم التراكمية للمناخل وحساب البارامترات الإحصائية باستخدام برنامج GSSTAT program، رسمت كل من المنحنيات التكرارية للعينات المأخوذة خلال فترتي الصيف والشتاء، ومن ثم تمت عملية تصنيف العينات الرسوبية تبعاً لقيمها وما يقابلها من مؤشرات وفقا لـ (Folk and Ward,1957) جدول (3).

جدول (3) :االبارامترات الإحصائية وما يقابلها من مؤشرات وفقاً لـ Folk & Ward (1957).

الانحراف المعياري الشامل (Standard deviation)	المتوسط البياني الشامل (Mean size)
فرز جيد جداً very well sorted <0.35 φ	حصى gravel φ1- - 2-
فرز جيد well sorted 0.35 -0.50 φ	رمال خشنة جداً very coarse sand φ 0 -1-
فرز معتدل جيد moderately well sorted 0.50 -0.71 φ	رمال خشنة coarse sand φ 1 -0
فرز معتدل moderately sorted 0.71 -1.00 φ	رمال متوسطة medium sand φ 3 -2
فرز سيئ poorly sorted 1.00 -2.00 φ	رمال ناعمة fine sand φ3 -2
فرز سيئ جداً very poorly sorted 2.00 -4.00 φ	رمال ناعمة جداً very fine sand φ 4 -3
فرز سيئ للغاية extremely poorly sorted > 4.00 φ	سلت خشن coarse silt φ5 -4
	سلت متوسط medium silt φ6 -5
الالتواء البياني الشامل (Skewness)	**التفرطح البياني الشامل (Kurtosis)**
مائل جداً نحو الإيجابي very positivelyskewed +1.0- +0.3	مسطح جداً very platykurtic < 0.67
مائل نحو الإيجابي positively skewed +0.1 -+0.3	مسطح platykurtic 0.67- 0.90
شبه متماثل nearly symmetrical -0.1 -+0.1	متوسط التفرطح mesokurtic 0.90- 1.11
متماثل تماماً perfect symmetrical 0.00	مفرطح leptokurtic 1.11- 1.50
مائل نحو السلبي negatively skewed -0.3 - -0.1	مفرطح جداً very leptokurtic 1.50- 3.00
مائل جداً نحو السلبي very negatively skewed -0.3- - 1.0	مفرطح للغاية extremely leptokurtic > 3.00

النتائج والمناقشة:

توزع الراسب وطبيعة الترسيب:

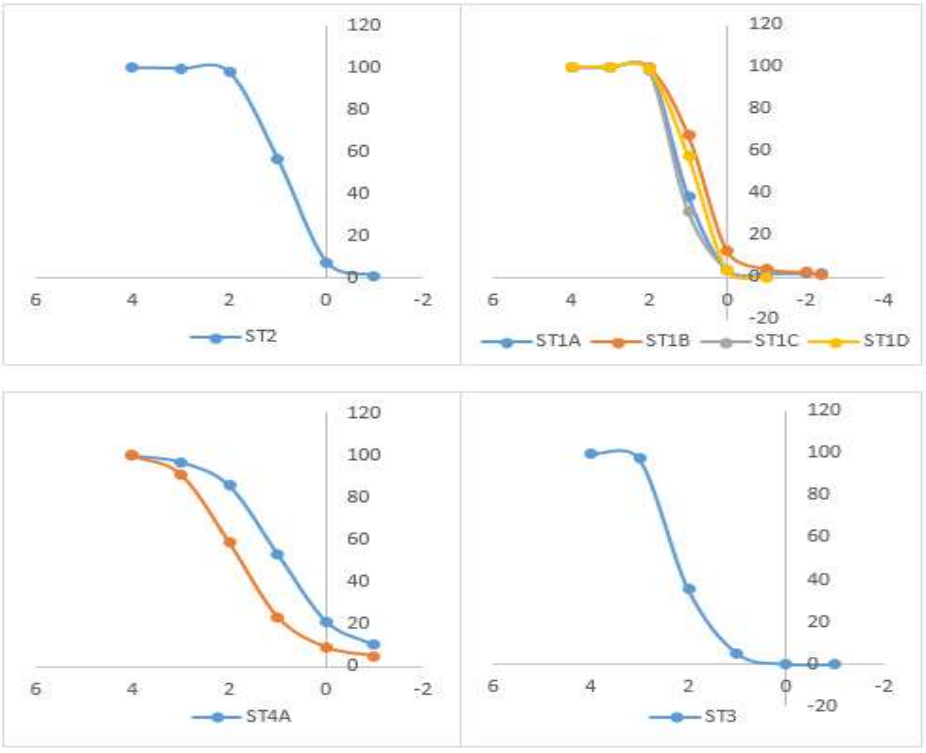
تظهر دراسة المنحنيات التراكمية للعينات الرسوبية بعد إجراء التحليل المنخلي شكل (2،3)، بأن معظم الرواسب تراوحت ما بين الخشنة والناعمة وهذا يدل على توضع الراسب في شروط طاقة عالية نسبياً. معظم منحنيات التوزيع التراكمية تظهر نفس الاتجاه في كلا الفترتين (الصيف والشتاء)، نلاحظ تحسن في فرز الحبات خلال فترة الشتاء نتيجة هيمنة الرواسب الخشنة والمتوسطة الحجم وذلك بسبب طاقة الموجة العالي نسبياً، حيث يمكن أن يؤدي العمل الموجي إلى إزالة المواد الدقيقة عن طريق التذرية ونقلها إلى مكان آخر. نلاحظ في فترة الصيف هيمنة الحبيبات المتوسطة والناعمة، قد يكون ذلك بسبب محدودية المدخلات بالإضافة إلى ضعف طاقة الأمواج.

البارامترات الإحصائية:

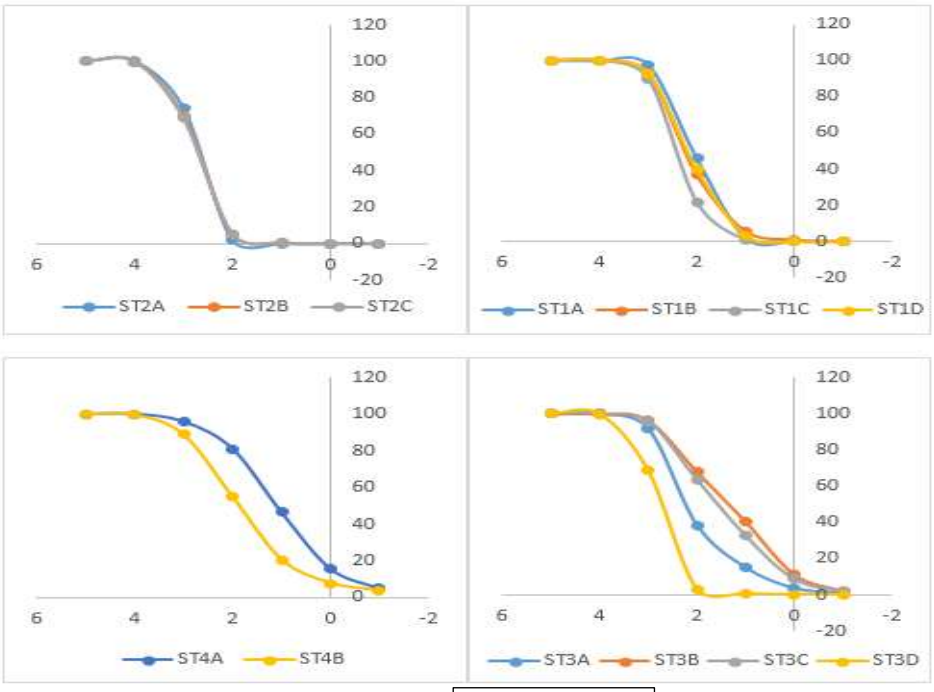
تم إظهار نتائج التحاليل الحبيبية وقيم المعاملات الإحصائية بالإضافة إلى النسب المئوية للأجزاء الحبيبية من حصى ورمال وسلت وغضار لجميع العينات الرسوبية المأخوذة من منطقة الدراسة جدول (4،5)

بيّنت نتائج التحاليل الحبيبية للعينات المدروسة سيطرة كاملة للرمال مع نسبة قليلة من السلت وغياب كامل للغضار جدول (4،5). بلغت قيمة المتوسط البياني الشامل للعينات المأخوذة خلال فترة الصيف والشتاء φ 1.40 (رمال

متوسطة)، وبلغ متوسط الانحراف المعياري φ 0.577 (فرز معتدل جيد)، بينما بلغ متوسط معامل الالتواء φ − 0.324 (مائل جداً نحو السلبي)، في حين بينت التحاليل أن متوسط معامل التفرطح للعينات المدروسة φ 1.02 (متوسط التفرطح). تشير قيم البارامترات الإحصائية إلى أن الترسيب حدث تحت ظروف طاقة متوسطة إلى عالية وبالتالي نشاط لعمليات الحت والتعرية أدت إلى زيادة في الرسوبيات الخشنة على حساب الناعمة.



شكل(2) يظهر المنحنيات التكرارية للعينات المأخوذة صيفاً



شكل (3) يظهر المنحنيات التكرارية للعينات المأخوذة شتاء

جدول (4): المكونات ومعاملات الحجم الحبيبي للعينات الرسوبية المأخوذة من منطقة الدراسة صيفاً (2016).

اسم العينة		بعد العينة عن الشاطئ	حصى (%)	رمل (%)	سلت (%)	غضار (%)	نوع الرسوبيات	الوسيط (median)	المتوسط (mean)	الانحراف المعياري (STDDEV)	الالتواء (SKEWNESS)	التفرطح (KURTOSIS)
S_{T1}	S_{t1a}	4m عن خط الشاطئ	0	99.6876	0.121	0	رمل	2.02 حبات ناعمة	1.96	0.46 تصنيف جيد	-0.23 التواء خشن	0.86 متفرطح
	S_{t1b}	2m عن خط الشاطئ	0	99.6613	0.0641	0	رمل	2.10 حبات ناعمة	2	0.56 تصنيف معتدل جدا	-0.34 التواء خشن بشدة	0.96 طبيعي
	S_{t1c}	خط الشاطئ	0	99.6973	0.0329	0	رمل	2.39 حبات ناعمة	2.31	0.46 تصنيف جيد	-0.35 التواء خشن بشدة	1.03 طبيعي
	S_{t1d}	2m داخل البحر	0	99.8881	0.019	0	رمل	2.09 حبات ناعمة	2.01	0.50 تصنيف جيد	-0.29 التواء خشن	0.88 متفرطح
S_{T2}	S_{T2a}	2m عن خط الشاطئ	0	99.8744	0.0837	0	رمل	2.74 حبات ناعمة	2.71	0.37 تصنيف جيد	-0.15 التواء خشن	0.88 متفرطح
	S_{T2b}	خط الشاطئ	0	99.8316	0.0932	0	رمل سلتي	2.74 حبات ناعمة	2.70	0.40 تصنيف جيد	-0.18 التواء خشن	0.88 متفرطح
	S_{T2C}	2mداخل البحر	0	99.733	0.1035	0	رمل سلتي	2.75حبات ناعمة	2.70	0.40تصنيف جيد	-0.18التواء خشن	0.88 متفرطح
S_{T3}	S_{t3a}	4m عن خط الشاطئ	0	99.8254	0.0814	0	رمل سلتي	1.86حبات متوسطة	1.68	0.74 تصنيف معتدل	-0.42 التواء خشن بشدة	0.95طبيعي
	S_{t3b}	2mعن خط الشاطئ	0	99.7979	0.1251	0	رمل سلتي	0.94 حبات خشنة	0.85	0.69 تصنيف معتدل	-0.27التواء خشن	0.94 طبيعي
	S_{t3c}	خط الشاطئ	0	99.8764	0.0696	0	رمل سلتي	1.13 حبات متوسطة	1.02	0.72 تصنيف معتدل	-0.31التواء خشن بشدة	0.96 طبيعي
	S_{t3d}	2m داخل البحر	0	99.7293	0.2099	0	رمل سلتي	2.72 حبات ناعمة	2.78	0.51 تصنيف معتدل جدا	0.20 التواء ناعم	1.01 طبيعي
S_{T4}	S_{T4a}	خط الشاطئ	0	99.754	0.0753	0	رمل سلتي	0.70 حبات خشنة	0.57	0.73 تصنيف معتدل	-0.35التواء خشن بشدة	0.99 طبيعي
	S_{t4b}	2m عن خط الشاطئ	0	99.758	0.2313	0	رمل سلتي	1.41 حبات متوسطة	1.22	0.85 تصنيف معتدل	-0.43 التواء خشن بشدة	1.10 طبيعي

جدول (5): المكونات ومعاملات الحجم الحبيبي للعينات الرسوبية المأخوذة من منطقة الدراسة شتاءً (2016).

اسم العينة		بعد العينة عن الشاطئ	حصى %	رمل %	سيلت%	غضار%	نوع الرسوبيات	الوسيط	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتواء	التفرطح
St_1	S_{t1a}	4mعن خط الشاطئ	1.83	98.03	0.06	0	رمل	1.03 حبات متوسطة	0.92	0.72 تصنيف معتدل	0.48-التواء خشن بشدة	1.56 حاد جدا
	S_{t1b}	2m عن خط الشاطئ	1.18	98.72	0.02	0	رمل	0.55 حبات خشنة	0.43	0.70 تصنيف معتدل جدا	0.46- التواء خشن بشدة	1.49حاد
	S_{t1c}	خط الشاطئ	0	99.78	0.09	0	رمل	1.20 حبات متوسطة	1.09	0.50 تصنيف جيد	0.37- التواء خشن بشدة	0.98 طبيعي
	S_{t1d}	2m داخل البحر	0	99.91	0.05	0	رمل	0.86 حبات خشنة	0.82	0.43 تصنيف جيد	0.18-التواء خشن	0.85 متفرطح
St_2		خط الشاطئ	0	99.62	0.3	0	رمل	0.81 حبات خشنة	0.75	0.50 تصنيف جيد	0.26-التواء خشن	0.94 طبيعي
S_{t3}		خط الشاطئ	0	97.42	2.54	0	رمل	2.13 حبات ناعمة	2.02	0.15 تصنيف جيد جدا	0.35- التواء خشن بشدة	0.93 طبيعي
S_{t4}	S_{t4a}	خط الشاطئ	0.64	99.29	0.069	0	رمل	0.42 حبات خشنة	0.24	0.80 تصنيف معتدل	0.38- التواء خشن بشدة	0.98 طبيعي
	S_{t4b}	4م عن خط الشاطئ	0	99.95	0.04	0	رمل	1.27 حبات متوسطة	1.06	0.89 تصنيف معتدل	0.44- التواء خشن بشدة	1.08 طبيعي

المتوسط البياني الشامل للحجم Mean Size:

يعتبر المتوسط البياني الشامل للحجم مقياساً لمتوسط حجم الرواسب والممثلة من قبل مقياس الحجم (ϕ)، وهو مؤشر رئيس لأوضاع الطاقة، الاختلاف في قيم المتوسط يكشف عن ظروف الطاقة المختلفة والتي أدت إلى ترسبها (Ramanathan *et al.*, 2009). تراوحت قيم متوسط نصف القطر الحبي في العينات المأخوذة من المنطقة المدروسة صيفاً من ϕ 0.57 إلى ϕ 2.78 بمعدل وسطي مقداره ϕ 1.885، بينما تراوحت قيم المتوسط للعينات المأخوذة شتاء من ϕ 2.02 إلى ϕ 0.24 بمعدل وسطي مقداره ϕ 0.916 شكل (4،5ج). تظهر قيمة المعدل الوسطي سيطرة للرسوبيات ذات الحجم المتوسط للرمال (Medium grained) خلال فترة الصيف بينما كانت أكثر خشونة خلال فصل الشتاء. تدل قيمة المتوسط للحجم على أن الرمال المتوسطة قد ترسبت تحت تأثير ظروف طاقية معتدلة، بينما ترسبت الرمال الخشنة تحت ظروف طاقة أعلى.

الانحرا ف المعياري الشامل Standard Deviation :

يعتبر الانحراف المعياري الشامل مقياساً لفرز الرواسب ومؤشراً على التذبذب في الطاقة الحركية (Sahu, 1964)، ويشير إلى الاختلافات في الطاقة الحركية المرتبطة بطريقة الترسيب. تراوحت قيم الانحراف المعياري للعينات الرسوبية المأخوذة صيفاً من ϕ 0.40 إلى ϕ 0.85 بمعدل وسطي مقداره ϕ 0.568 (فرز معتدل جيد)، بينما تراوحت قيم المتوسط للعينات المأخوذة شتاء

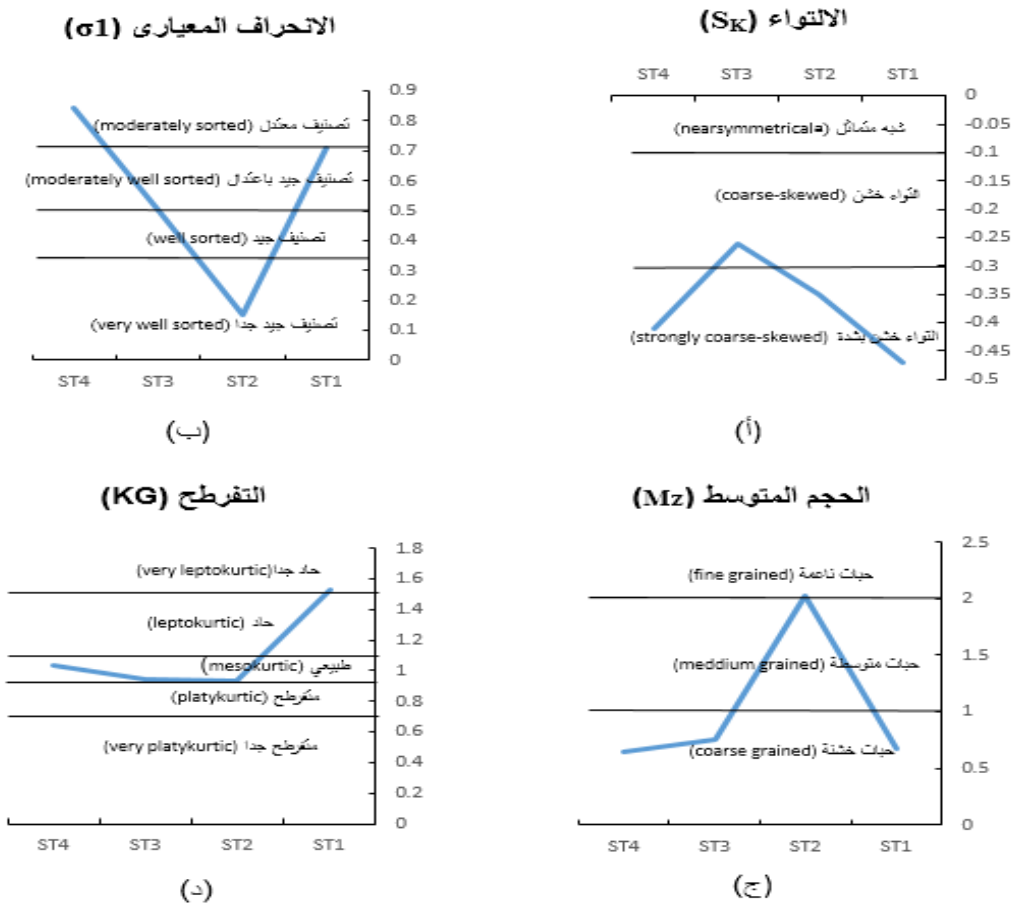
من 0.15 ϕ إلى 0.89 ϕ بمعدل وسطي مقداره 0.586 (فرز معتدل جيد) شكل (4،5ب). تميزت الرسوبيات بمعدلات فرز متباينة تراوحت ما بين الفرز المعتدل والفرز الجيد. تدل الاختلافات في قيم معامل الفرز على التغيرات في ظروف وطبيعة الوسط الذي تتم فيه عمليات الترسيب (Ramkumar and Venkatramanan, 2011)، حيث تتحكم بعملية الفرز بشكل عام عدة عوامل مثل التزويد المستمر بالمواد الناعمة والخشنة بالإضافة إلى خصائص التيارات في بيئة الترسيب.

الالتواء البياني الشامل (Graphic Skewness) :

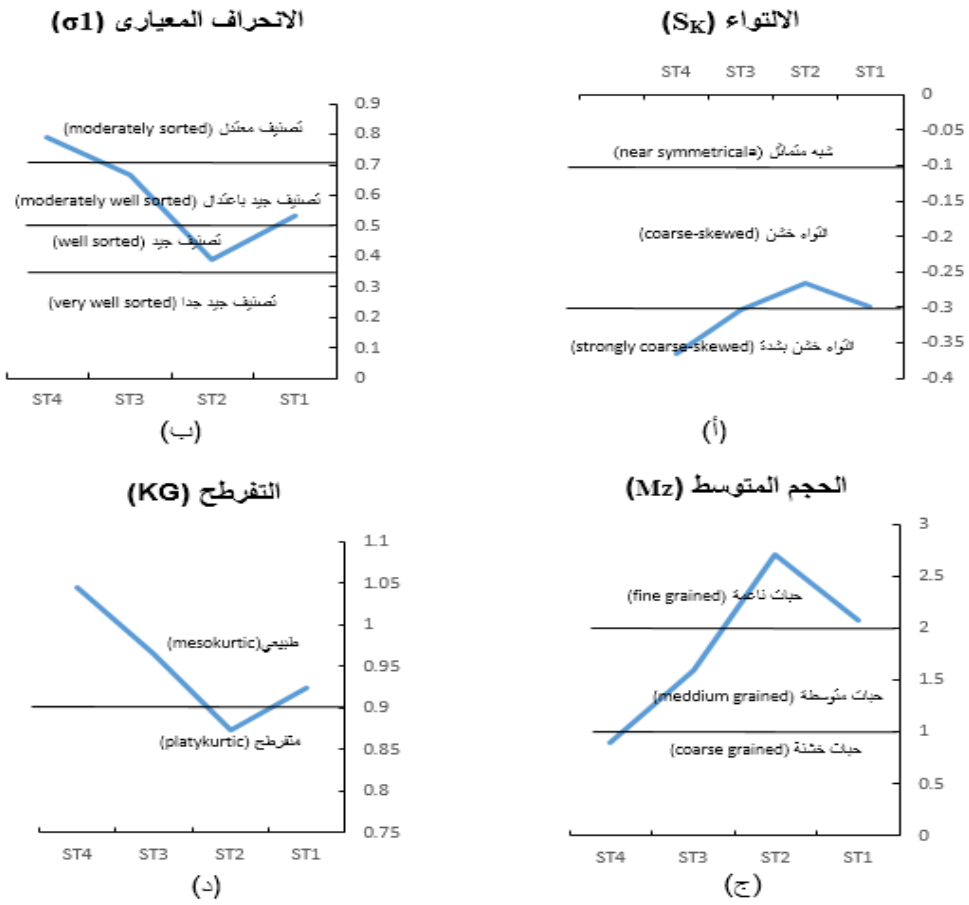
يعتبر الالتواء مقياساً للتوزيع المتماثل، يقيس مدى هيمنة أي من الرواسب الخشنة أو الناعمة. يشير الالتواء الإيجابي للرواسب إلى توضع الرواسب في شروط طاقة منخفضة ومحمية، بينما تشير الرواسب الملتوية سلباً إلى توضعها في البيئات ذات الطاقة العالية، في حين يشير الميل شبه المتماثل للرسوبيات إلى الترسيب في مناطق محمية حيث الطاقة منخفضة ولا سيطرة لنوع من الرسوبيات على حساب النوع الآخر (Rajasekhara Reddy *et al.*, 2008). تراوحت قيم الالتواء للعينات المأخوذة صيفا من 0.15− ϕ إلى 0.43− ϕ بمعدل وسطي مقداره 0.284− ϕ (التواء خشن)، بينما تراوحت قيم الالتواء للعينات المأخوذة شتاء من 0.48− ϕ إلى 0.18− ϕ بمعدل وسطي مقداره 0.365− ϕ (مائل جداً نحو الأخشن) شكل (4،5أ). يشير الالتواء الخشن والخشن جداً للرسوبيات إلى الترسيب في بيئات ذات طاقة عالية حيث تنشط عمليات الحت والتعرية وزيادة للرسوبيات الخشنة على حساب الرسوبيات الناعمة.

التفرطح البياني الشامل (Graphic Kurtosis):

يعتبر معامل التفرطح مقياساً كمياً يستخدم لوصف الانحراف عن التوزيع الطبيعي للرسوبيات ضمن بيئة الترسيب، حيث إن الاختلاف في قيم التفرطح هو انعكاس لخصائص التدفق أثناء عملية الترسيب (Kotoky and Sarma,1997). تراوحت قيم التفرطح للعينات المأخوذة صيفا من 1.15 ϕ إلى 0.86 ϕ بمعل وسطي مقداره 0.94 ϕ (متوسط التفرطح)، بينما تراوحت قيم التفرطح للعينات المأخوذة شتاء من 0. 85 ϕ إلى 1.56 ϕ بمعدل وسطي مقداره 1.101 ϕ (متوسط التفرطح) شكل (4،5د). نلاحظ بالنتيجة أن قيم التفرطح تغيرت بشكل بسيط، بحيث بقيت العينات ضمن المجال الطبيعي (جودة الفرز كانت متكافئة).



الشكل(4) يوضح تغيرات متوسط البارامترات الإحصائية (متوسط الحجم، الانحراف المعياري، الالتواء، والتفرطح) للعينات المأخوذة شتاء على طول منطقة الدراسة.



الشكل (5) يوضح تغيرات متوسط البارامترات الإحصائية (متوسط الحجم، الانحراف المعياري، الالتواء، والتفرطح) للعينات المأخوذة صيفاً على طول منطقة الدراسة.

مثلث القوام:

قوام الراسب هو اصطلاح يعبر عن مدى نعومة أو خشونة حبيبات الراسب والتي تعتبر صفة طبيعية هامة للراسب. وبمعنى آخر فإن قوام الراسب يعبر عن النسب المئوية لمجاميع الحبيبات الأولية في الراسب. إنّ معرفة قوام الراسب هي أمر مهم من الناحية العملية حيث إنه يعطي فكرة عن بعض الصفات الفيزيائية الأخرى للراسب مثل مدى قدرة الراسب على الاحتفاظ بالماء، سرعة مرور الماء في الراسب وقدرة الراسب على الاحتفاظ بالعناصر المغذية.

يستعمل مثلث القوام في تحديد نوعية قوام الراسب، وهو عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع كل ضلع فيه يمثل مكون من مكونات الراسب الأساسية معبراً عنها كنسبة مئوية (الرمل، السلت والغضار) ويقسم المثلث إلى مساحات محددة توضح كل منها نوعية قوام الراسب.

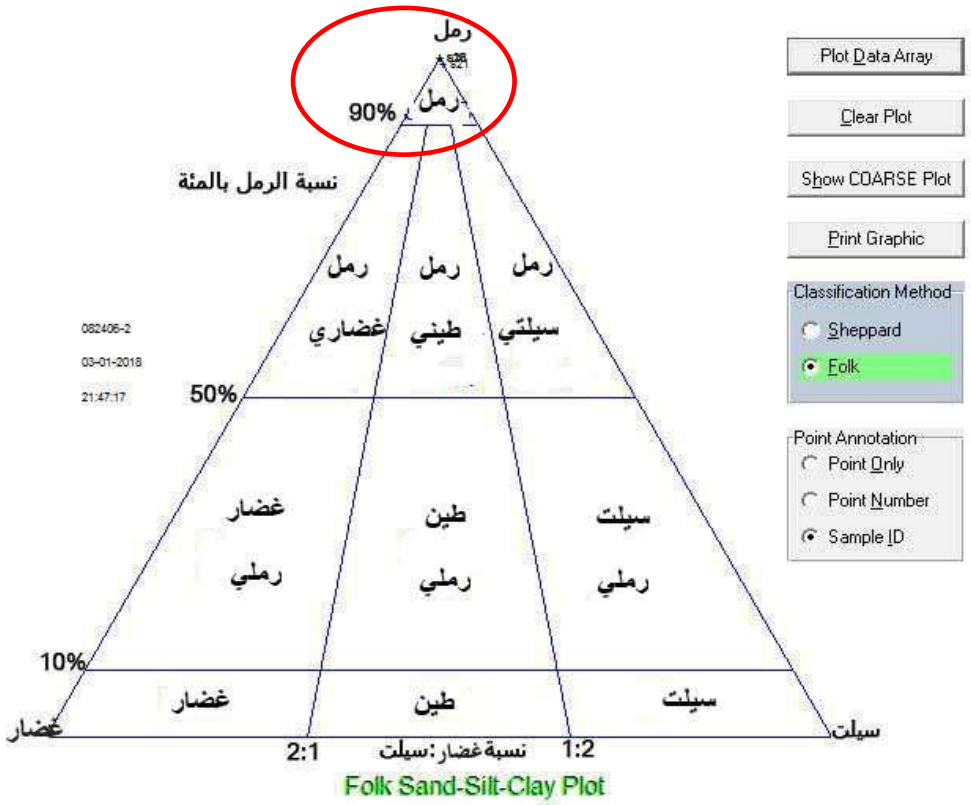
من خلال استخدام برنامج SEDPLOT تم الحصول على مثلث القوام حيث نحصل على:

1. مخطط تصنيف الرواسب الخالية من الحصى حسب فولك: يعتمد على أبعاد كل من الرمل (2-0.0625)مم، والسيلت (0.0625-0.0039) مم، والغضار (أقل من 0.0039) مم. تكون رؤوس المثلث عبارة عن (100% رمل، 100% سيلت، 100%غضار) على التوالي.

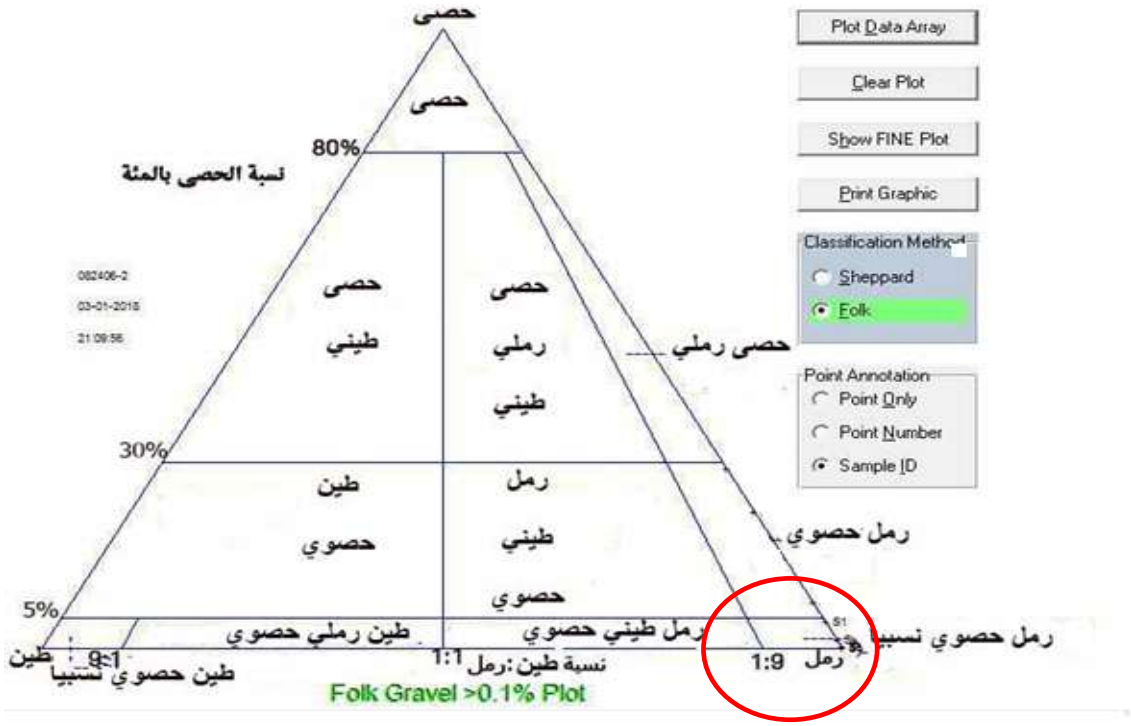
2. مخطط تصنيف الرواسب المحملة بالحصى حسب فولك: يعتمد على أبعاد كل من الحصى (أكبر من 2) مم، ورمل (2-0.0625) مم وغضار (أقل من 0.0625)، تكون رؤوس المثلث عبارة عن (100% حصى، 100% رمل، 100%غضار) على التوالي.

بيّنت نتائج التحاليل للعينات الشاطئية المأخوذة بالقرب من مصبّي نهري الغمقة والخوابي وذلك حسب تصنيف Folk سيطرة كاملة للرمال حيث تمّ ملاحظة أربعة أنواع رسوبية وهي: رمال Sand، رمال سيلتية بنسبة ضئيلة Slightly Silty Sand، رمل سيلتي Silty Sand ورمال حصوية بنسبة ضئيلة Slightly Gravelly Sand شكل (6،7).

نلاحظ من خلال النتائج السابقة سيطرة كاملة للرمال التي تتوزع على طول الشاطئ، تتدرج هذه الرمال من الخشنة جدا إلى الناعمة مع ملاحظة وجود بعض الحصويات ضمنها. ولكن نلاحظ ازدياد خشونة الرمال مع وجود الحصى في العينات المأخوذة شتاء بالنسبة للعينات المأخوذة صيفا حيث كانت الرمال أنعم نسبيا.



الشكل (6) مثلث القوام الذي يوضح طبيعة الرسوبيات الشاطئية للعينات المأخوذة من المنطقة المدروسة بالاعتماد على طريقة تصنيف الرواسب الخالية من الحصى وفق برنامج sedplot .



الشكل (7) مثلث القوام الذي يوضح طبيعة الرسوبيات الشاطئية للعينات المأخوذة من المنطقة المدروسة بالاعتماد على طريقة تصنيف الرواسب المحملة بالحصى وفق برنامج sedplot .

مخطط CM:

يساعد هذا المخطط في تحليل وفهم آليات النقل، البيئة الترسيبية ومستوى طاقة النقل، كما يحدد أيضاً العمليات والقوى المسؤولة عن تكوين الرواسب الفتاتية (Ganesh *et al.*, 2013). ويحلل القوى الهيدروديناميكية السائدة خلال توضع الرواسب، وذلك بالعلاقة ما بين قيم الـ C (φ1) وقيم M (متوسط حجم عينات الرواسب) على ورقة لوغاريتمية مأخوذة بالميكرون جدول (6).

جدول (6) يبين قيم الـ M (MEDIAN) وقيم الـ C (φ1) بالميكرون للعينات المأخوذة صيفاً وشتاءً.

اسم العينة	(MEDIAN)M (صيفاً)	C (φ1) (صيفاً)	اسم العينة	(MEDIAN)M (صيفاً)	C (φ1) (صيفاً)
ST_{1A}	120	250	ST_{2D}	70	200
ST_{1B}	70	200	ST_{3A}	106	200
ST_{1C}	70	190	ST_{3B}	106	200
ST_{1D}	70	250	ST_{3C}	95	170
ST_{2A}	130	850	ST_{3D}	75	200
ST_{2B}	125	1100	ST_{4A}	100	600
ST_{2C}	73	1000	ST_{4B}	75	400
اسم العينة	(MEDIAN)M (شتاءً)	C (φ1) (شتاءً)	اسم العينة	(MEDIAN)M (شتاءً)	C (φ1) (شتاءً)
ST_{1A}	250	500	ST_{2A}	250	580
ST_{1B}	290	700	ST_{3A}	125	240
ST_{1C}	250	430	ST_{4A}	75	730
ST_{1D}	270	580	ST_{4B}	70	425

ينقسم نمط ال CM إلى عدة أقسام وهي:

أ- PQ: يشير هذا الجزء إلى الحبات الخشنة المنقولة من خلال الدحرجة.

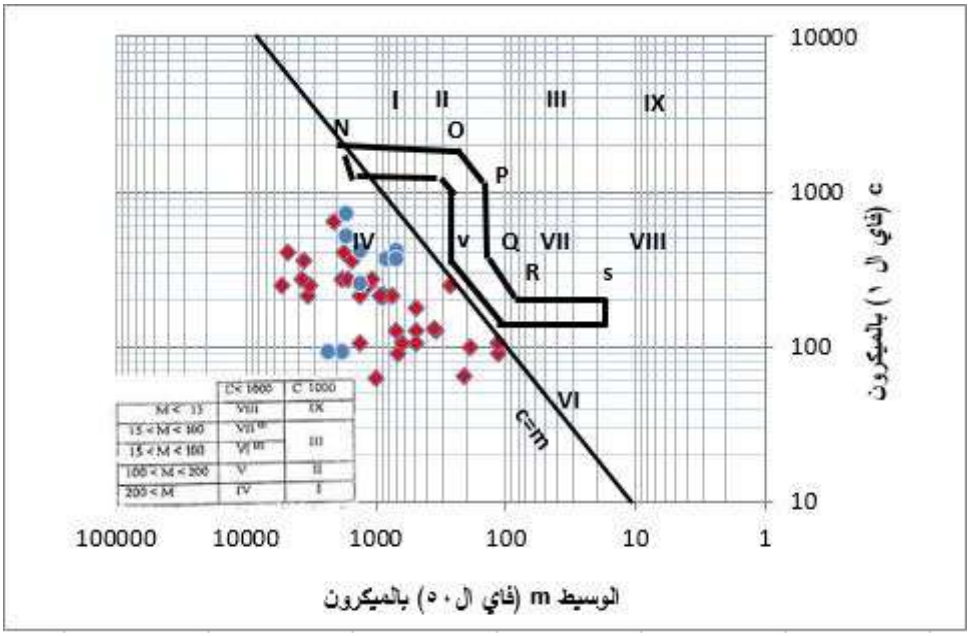
ب- QR: وهو موازي للخط C=M، ويمثل رواسب القناة الرئيسة.

ت- RS: هو موازي ل M ويشير إلى التعليق المنتظم ودورها في تشكل الرواسب.

نميز وجود نوعين من الحقول:

أ- (I – II – III – IX): تتميز العينات التي تقع ضمن هذه الحقول بأنها نقلت بالدحرجة.

ب- (IV– V– VII– VIII): تتميز العينات التي تقع ضمن هذه الحقول بأنها نقلت كمعلقات.



شكل (8) مخطط ال CM يعرض توزع العينات الرسوبية المأخوذة من منطقة الدراسة. تشير العينات التي تقع في الحقل (IV) إلى الرواسب المنتقلة بالدحرجة، في حين تشير العينات التي تقع في الحقل (V) إلى الرواسب المنتقلة بالتعليق والدحرجة.

نلاحظ من خلال مخطط الـ CM شكل(8) أن معظم العينات تقع ضمن الحقل (IV) بينما باقي العينات تقع ضمن الحقل (V). هذا يدلّ على أن أغلب الرواسب انتقلت بالدحرجة، في حين انتقل جزء منها بالتعليق والدحرجة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- بيّنت نتائج التحاليل الحبيبية أنّ الرواسب ذات حجم المتوسط، وذات فرز معتدل جيد، في حين كان الالتواء مائل جداً نحو السلبي.
- تشير قيم البارامترات الإحصائية إلى أن الترسيب حدث تحت ظروف طاقة متوسطة إلى عالية وبالتالي نشاط لعمليات الحت والتعرية أدت إلى زيادة في نسبة الرسوبيات الخشنة على حساب الناعمة.
- تشير منحنيات التوزيع التراكمية ومخطط مثلث القوام إلى السيطرة الكاملة للرمال مع نسبة قليلة من السلت وغياب كامل للغضار.

- تشير نتائج مخطط الـ CM أن غالبية رسوبيات المنطقة المدروسة انتقلت بالدحرجة.

التوصيات:

- استكمال الدراسة الترسيبية لتشمل كامل الشريط الساحلي، وتحديد العوامل المؤثرة على توزع الحجم الحبيي.
- دراسة طاقة الوسط واتخاذ الإجراءات اللازمة نتيجة عمليات الحت والتعرية كون المنطقة على تماس مع اليابسة.

Reference:

1- ARENS, SM،VAN BOXEL, JH and ABUODHA, JOZ.*Changes in grain size of sand in transport over a foredune*.Earth Surface Processes and Landforms,27,11,2002,1163-1175pp.

2- CHEEPURUPALLI, N RAO،RADHA, B ANU،REDDY, KS،DHANAMJAYARAO, EN and DAYAL, AM.*Heavy mineral distribution studies in different micro-environments of Bhimunipatnam coast, Andhra Pradesh, India*.International Journal of Scientific and Research Publications,2,5,2012,pp.

3- FOLK, RL.*Petrology of Sedimentary Rocks Hemphill Publishing Co*.Austin, TX, 182pp,1974,pp.

4- FOLK, ROBERT LOUIS and WARD, WILLIAM C.*Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters*.Journal of Sedimentary Research,27,1,1957,3-26pp.

5- GANESH, B،NAIDU, AGSS،JAGANNADHA RAO, M،KARUNA KARUDU, T and AVATARAM ،P.*Studies on textural characteristics of sediments from Gosthani River Estuary-Bheemunipatnam, AP, East Coast of India*.Journal of Indian Geophysical Union,17,2,2013,139-151pp.

6- KAISER, MF،ABOULELA, HA،EL-SEREHY, HA and EZZ EL-DIN, H.*Heavy metals contamination of a Mediterranean coastal ecosystem, eastern Nile delta, Egypt*.International perspectives on global environmental change,2012,pp.

7- KOTOKY, J BARUAH P and SARMA, JN.*A CASE STUDY ON THE JHANJI RIVER, ASSAM*.Jour: Indian Association of Sedimentologists,16,2,1997,195-206pp.

8- NICHOLS, GARY.*Sedimentology and stratigraphy,John Wiley & Sons*,2009،

9- OYEDOTUN, TEMITOPE DT،BURNINGHAM, HELENE and FRENCH, JON R.*Sediment sorting and mixing in the Camel Estuary, UK*.Journal of Coastal Research,65,sp2,2013,1563-1568pp.

10- POPPE, LAWRENCE J،ELIASON, AH and HASTINGS, ME.*A visual basic program to generate sediment grain-size statistics and to extrapolate particle distributions*.2004,pp.

11- RABIU, A،AKINNIGBAGBE, EA،IMO, DO،IMHANSOLOEVA, TM،IBITOLA, MP،FALEYE, BR and SHONDE, O.*Textural characteristics of bottom sediments in parts of the Lagos Atlantic/Seabed coastal waters*.Acta Satech,4,2011,64-73pp.

12- 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.

13- RAMANATHAN, AL،RAJKUMAR, K،MAJUMDAR, JAYJIT،SINGH, GURMEET،BEHERA, PN،SANTRA, SC and CHIDAMBARAM, S.*Textural characteristics of the surface sediments of a tropical mangrove Sundarban ecosystem India*.2009,pp.
14- RAMKUMAR, ANITHA MARY IT and VENKATRAMANAN, S.*Seasonal Variation of Beach Sediment Dynamics of the Coleroon Coast, Tamil Nadu, India*.2011,pp.
15- SAHU, BASANTA K.*Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments*.Journal of Sedimentary Research,34,1,1964,73-83pp.
16- SHEPARD, FRANCIS PARKER.*Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*.Journal of Sedimentary Research,24,3,1954,151-158pp.
17- WENTWORTH, CHESTER K.*A scale of grade and class terms for clastic sediments*.The journal of geology,30,5,1922,377-392pp.