

دراسة ترسيبية لتوضعات البليوسين البحرية المتكشفة في رقعة القرداحة

د. غادة محمد*

د. سامر غدير غدير**

عقيل عيسى***

(تاريخ الإيداع 5 / 11 / 2020. قُبِلَ للنشر في 25 / 1 / 2021)

□ ملخص □

أجريت دراسة ترسيبية مفصلة لمقطعي المولد وبسوطر من رقعة القرداحة، حيث تمت دراسة خصائص وتوزع الرسوبيات بغية تحديد طاقة الوسط والاستدلال على بيئة الترسيب من خلال دراسة معاملات الحجم الحبيبي (الوسيط، المتوسط، الميل، الفرز والتفرطح). بينت نتائج الدراسة بشكل عام سيطرة للرمال السيلتية ذات الحجم المتوسط (رمال ناعمة ورمال ناعمة جداً)، وفرز معتدل، والتواء سلمي، وتفرطح متوسط إلى مسطح. وتم تحديد التركيب الفلزي من خلال تحاليل (X R D). تؤكد هذه المعطيات أن الترسيب قد حدث تحت تأثير ظروف طاقة معتدلة إلى منخفضة، وبيئة ترسيب متوسطة العمق إلى عميقة نسبياً.

الكلمات المفتاحية: تحاليل الحجم الحبي - التفرطح والميل البياني - معاملات ترسيبية - البليوسين

* أستاذ - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

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

*** طالب ماجستير - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Sedimentary Study of the Pliocene Marine Deposits Exposed in the Qerdaha Sheet

Dr. Ghada Mohammed*
Dr. Samer Ghadeer Ghadeer**
Akeel Issa***

(Received 5 / 11 / 2020. Accepted 25 / 1 /2021)

□ ABSTRACT □

Detailed sedimentary study of two sections (Mouled and Bsouter) of AL- Qerdaha sheet has been carried out, where the property and distribution of sediments were studied in order to determine the energy of the medium and infer the environment of sedimentation by studying the grain size parameters (median, mean, skewness, sorting and kurtosis). The results of the study showed, in general, the control of silty sand of medium size (fine sand and very fine sand), moderate sorting, negative skewed, and mesokurtic to platykurtic. The mineral composition was determined by X R D analyzes. These parameters confirm that the sediments were deposited under moderate to low energy conditions, and medium to relatively deep sedimentation environment.

Keywords: Grain size analysis – Skewness and kurtosis – Sedimental Parameters – Pliocene.

* Professor, Department of Geology, Faculty of science, Tishreen university, Lattakia, Syria.

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

*** Master Student, Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen university, Lattakia, Syria.

مقدمة:

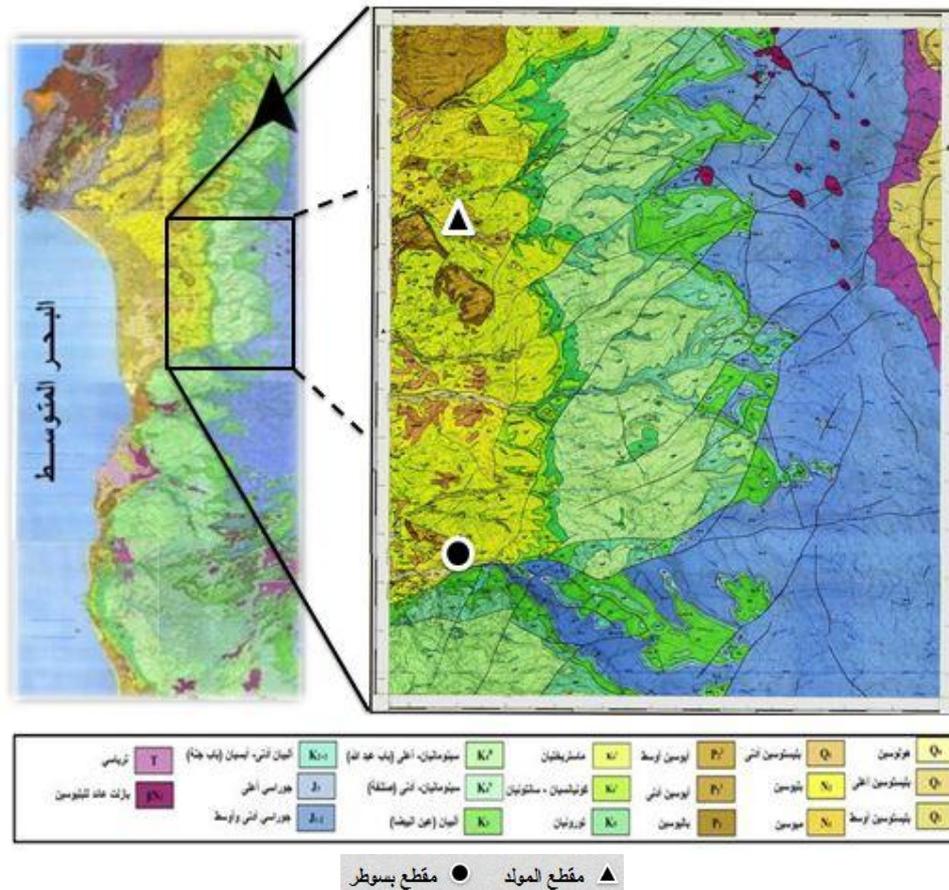
تتكشف صخور البليوسين بشكل واسع في منطقة القرداحة وهي تتألف من المارل والحجر السلتي البحري الكونغولميرا والبالزيت، تظهر الرسوبيات البحرية في القسم الغربي من المنطقة وهي تغطي تضاريس حتية مدفونة و تتوضع بشكل رئيسي في بنيات الوديان القديمة، وتتصف توضعات البليوسين مورفولوجياً بالسفوح ذات الانحدار الخفيف (Ruske, 1978). تتألف الرسوبيات البحرية بشكل عام من مواد تعود لثلاثة مصادر أساسية: المواد الحطامية قارية المنشأ التي غالباً ما تكون مشتقة من سطح الأرض عن طريق الحث (التجوية الفيزيائية والنقل الريحي) بالإضافة للتجوية الكيميائية للطين ذو النشأة المبكرة والنتاج عن الصخور الطينية والنارية والمتحولة في التربة، ومثالها الرمل والطين؛ المكونات العضوية وهي عبارة عن حبيبات دقيقة وخشنة مشتقة من الأجزاء الصلبة للعضويات (المنخربات، الكوكوليتات، الدياتوميت، الشعاعيات والطحالب)، ومثالها الطين الكلسي والطين السيلكاتي؛ وأخيراً مكونات ناتجة عن التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية ضمن العمود المائي بالقرب من القاع ومثالها العقد المنغنيزية والفسفاتية (Nichols, 2009). تعتبر دراسة خصائص وتوزع الرسوبيات البحرية من الدراسات التي تزود بمعلومات حول شروط بيئة الترسيب وطاقة الوسط (Flemming, 2007)، كما تعتبر ذات أهمية كبيرة في فهم الأحداث الجيولوجية كونها مؤشراً جيداً يعطينا فكرة عن تركيب وبنية التوضعات الرسوبية إضافة إلى طبيعة الظروف البيئية التي كانت سائدة قبل وبعد عمليات الترسيب (Friedman & Sanders, 1978)، (Ghadeer, 2016). تم في هذا البحث دراسة التغيرات النسيجية وتحديد طاقة الوسط من خلال دراسة معاملات الحجم الحبيبي (الوسيط، المتوسط، الميل، الانحراف المعياري والتفرطح) التي تتميز كل منها بدلالة خاصة في مجال معرفة طبيعة طاقة الوسط، حيث أن هذه التوضعات لم تُدرس من قبل بشكل تفصيلي ودقيق.

أهمية البحث وأهدافه:

إن فهم العمليات الترسيبية من شأنه أن يقدم معلومات هامة عن منطقة الدراسة وعن طبيعة الظروف الباليوجرافية التي كانت سائدة أثناء توضع هذه الرسوبيات. يهدف هذا البحث إلى دراسة خصائص وتوزع الرسوبيات بغية تحديد طاقة الوسط والاستدلال على بيئة الترسيب.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة شمال غرب سورية ضمن السفوح الغربية لسلسلة الجبال الساحلية المطلة على البحر والموازية بامتدادها لخط الشاطئ، جنوب شرق مدينة اللاذقية، وهي عبارة عن سلاسل جبلية وتلال متوسطة الارتفاع مفصولة عن بعضها بوديان متوسطة العمق تأخذ اتجاه "شرق - غرب" أو اتجاه "شمال شرق - جنوب غرب" بشكل عام. يوضح الشكل (1) خارطة جيولوجية لرقعة القرداحة ويظهر فيها مواقع المقاطع المنفذة.



الشكل (1): الخارطة الجيولوجية لرقعة القرداحة بمقياس 1/50000 (Ruske, 1978)

طرائق البحث ومواده:

نُفذت الدراسة على مرحلتين حقلية ومخبرية، يمكن إيجازها بالآتي:
 نُفذت في المرحلة الأولى (الحقلية) العديد من الجولات الحقلية على امتداد منطقة الدراسة بهدف تحديد أماكن انتشار توضعات البليوسين ورفع المقاطع الجيولوجية. تم رفع مقطعين (المولد - بسوطة)، وتم جمع (15) عينة من المقطعين المذكورين، ومن ثم نقلت إلى المخبر لإجراء الدراسات اللازمة على العينات.
 في المرحلة الثانية (المخبرية) تم:

• تحضير العينات لتحاليل الفرز الحبيبي:

بغية تحديد الخصائص النسيجية للرسوبيات، تمت عملية تجفيف العينات وطحنها ومن ثم تم استخدام طريقة التنخيل Sieving للعينات التي يزيد حجمها عن 4φ (أكبر من 0.063 mm)، بينما استخدمت طريقة الهيدرومتر لفصل الرسوبيات الأقل حجماً (أصغر من 0.063 mm). جمعت بيانات التحاليل السابقة مع بعضها البعض بغية الحصول على صورة متكاملة لتوزيع الرسوبيات في منطقة الدراسة.

تم استخدام برنامج (SED PLOT) لتصنيف الرسوبيات ولإنشاء مثلث القوام الذي يتم من خلاله تمييز التوزيع الحجمي للرسوبيات (Poppe et al., 2003; Poppe & Eliason, 2008). مدخلات هذا البرنامج هي النسب المئوية لكل من الحصى والرمل والصلت والغضار حسب تصنيف العالم (Wentworth, 1922)، بينما المخرجات عبارة عن

تصنيف لقوام هذه العينات إما حسب تصنيف العالم (Shepard, 1954) أو حسب تصنيف العالم (Folk, 1974). تم في هذا البحث استخلاص المعاملات الإحصائية لجميع العينات باستخدام برنامج GSSTAT Program (Poppe et al., 2004). حُسبت المعاملات الإحصائية بعد إجراء التحليل الميكانيكي للرسوبيات من خلال حساب المعاملات الإحصائية للحجم الحبيبي باعتماد مقياس (Folk & Ward, 1957) بغية معرفة حجم الحبيبات الرسوبية وذلك باستخدام دالة فاي (phi notation) حيث أن $\phi = -\log_2 x$ (حيث x تعني القيمة المعطاة بـ mm)، حيث تشمل هذه المعاملات كلاً من المتوسط البياني الشامل (Mz: Graphic Mean Size)، الانحراف المعياري البياني الشامل (σ₁: Graphic standard deviation)، الميل البياني الشامل (Sk: Graphic Skewness)، معامل التفرطح البياني أو التقمم (KG: Graphic Kurtosis)، معامل الوسيط البياني (Md: Graphic Median). بعد حساب كل المعاملات الجيولوجية الإحصائية للحجم الحبيبي، رسمت المنحنيات التكرارية وبعد ذلك تمت عملية تصنيف العينات الرسوبية المدروسة تبعاً لقيمها وما يقابلها من دلالات وفقاً لـ (Folk & Ward, 1957) (جدول 1).

جدول (1): مدى المعاملات الإحصائية وما يقابلها من دلالات وفقاً لـ (Folk & Ward, 1957)

الحجم المتوسط	Inclusive graphic mean size (Mz ϕ)	الانحراف المعياري	Inclusive graphic standard deviation($\sigma_1\phi$)
- 2 - - 1 ϕ gravel	حصى		
- 1 - 0 ϕ very coarse sand	رمال خشنة جداً		< 0.35 ϕ very well sorted
0 - 1 ϕ coarse sand	رمال خشنة		0.35 - 0.50 ϕ well sorted
1 - 2 ϕ medium sand	رمال متوسطة		0.50 - 0.71 ϕ moderately well sorted
2 - 3 ϕ fine sand	رمال ناعمة		0.71 - 1.00 ϕ moderately sorted
3 - 4 ϕ very fine sand	رمال ناعمة جداً		1.00 - 2.00 ϕ poorly sorted
4 - 5 ϕ coarse silt	سلت خشنة		2.00 - 4.00 ϕ very poorly sorted
5 - 6 ϕ medium silt	سلت متوسطة		> 4.00 ϕ extremely poorly sorted
6 - 7 ϕ fine silt	سلت ناعمة		
الميل	Inclusive graphic skewness (Sk _i)	التفرطح	Inclusive graphic kurtosis (k _G)
+ 1.0 - + 0.3	very positively skewed مائل جداً نحو الإيجابي		< 0.67 very platykurtic
+ 0.3 - + 0.1	positively skewed مائل نحو الإيجابي		0.67 - 0.90 platykurtic
+ 0.1 - - 0.1	nearly symmetrical شبه متماثل		0.90 - 1.11 mesokurtic
0.00	perfect symmetrical متماثل تماماً		1.11 - 1.50 leptokurtic
- 0.1 - - 0.3	negatively skewed مائل نحو السلبي		1.50 - 3.00 very leptokurtic
- 0.3 - - 1.0	very negatively skewed مائل جداً نحو السلبي		>3.00 extremely leptokurtic

• تحليل الـ XRD:

تم إجراء تحليل الـ XRD لـ (4) عينات في مخابر المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية بدمشق بهدف الحصول على التركيب الفلزّي لهذه التوضعات. حيث أن تقنيات حيود الأشعة السينية (XRD) هي عائلة من التقنيات التحليلية غير الهدامة التي تعطي معلومات حول البنية البلورية والتركيب الكيميائي (Kaplow, 1974).

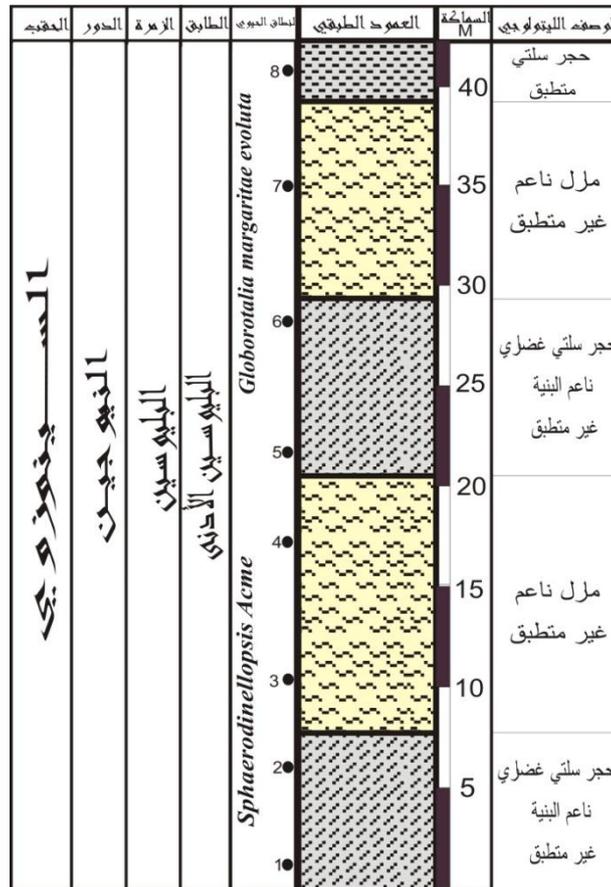
النتائج والمناقشة:

❖ مقطع المولد:

يبدأ المقطع المنفذ عند الإحداثيات: E: 36° 01' 6'' ، N: 35° 27' 4''

وينتهي عند الإحداثيات: E: 36° 01' 14" ، N: 35° 27' 12"

تمثلت تكشفات هذا المقطع بتناوب الحجر السلتي الغضاري ناعم البنية، غير متطبق، ذي اللون الرمادي، مع توضعات المارل الغضاري ذي اللون البيجي الفاتح، ويتوج المقطع بحجر سلتي غضاري متطبق رمادي اللون، بلغت ثخانتها (43 m) وبلغ العدد الإجمالي للعينات المأخوذة (8) عينات ذات طبيعة طرية، الشكل(2).



الشكل(2): العمود الطبقي لمقطع المولد، الوصف الليتولوجي، السماكة، العمر الزمني ومواقع العينات المأخوذة

رسم وتحليل المنحنيات التراكمية (Cumulative curves) لعينات المقطع:

تمثل المنحنيات التراكمية العلاقة بين الحجم الحبيبي والنسب المئوية التراكمية المقابلة لكل قيمة من قيم (Φ) ، حيث أن قيم (Φ) تتناسب في هذه المنحنيات عكساً مع حجم الرسوبيات، فكلما تناقصت قيمة (Φ) دل ذلك على سيادة الرسوبيات الخشنة أي سيادة ظروف طاقة وسط بحري مرتفعة أي بيئة ترسيب قليلة العمق، وخلافاً لذلك تدل قيم (Φ) الكبيرة على سيادة رسوبيات ناعمة وهذا يشير إلى ظروف طاقة وسط بحري منخفضة أي بيئة ترسيب عميقة. يوضح الجدول(2) وزن العينات بـ (g) بعد عملية تفتيتها ونخلها بجهاز الهزاز الكهربائي ومن ثم فرزها بأطباق بترية حسب الحجم الحبيبي ابتداءً من حجم (2mm) حتى (63mic)

جدول (2): وزن العينات (g) بعد فرزها بأطباق حسب الحجم الحبيبي ابتداءً من حجم (2mm) حتى (63mic)

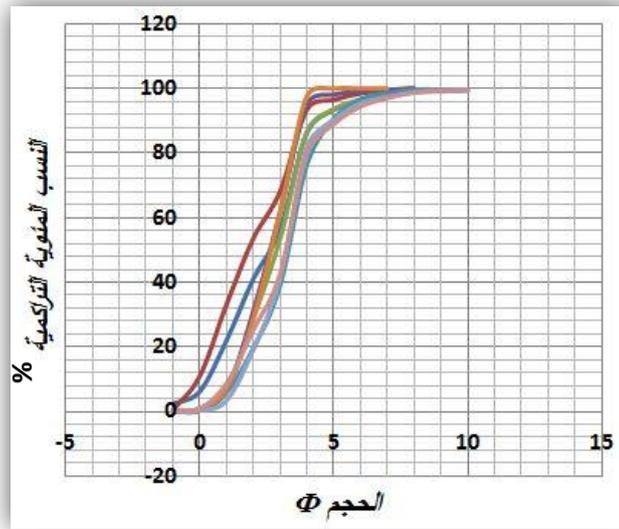
رمز العينة	2mm	1mm	500mic	250mic	125mic	63mic	Pan
1	2.33	3.86	15.8	18.93	15.36	29.95	13.54
2	0.44	10.4	22.19	20.33	14.51	25.28	6.46
3	0.11	0.55	6.41	21.64	24.48	32.89	13.35
4	0	0.29	6.2	24.37	30.66	33.25	4.84
5	0	0.42	5.46	13.62	19.52	37.35	23.4
6	0	0.88	6.02	21.81	32.83	36	2.32
7	0	0.28	3.11	15.72	22.18	40.17	18.27
8	0	0.89	7.76	16.52	17.31	37.03	20.21

كما يوضح الجدول (3) النسب المئوية التراكمية (%) للعينات الرسوبية تبعاً للحجم الحبيبي ، فبعد عملية الفرز الحبيبي ووزنت العينات وصححت النسب بنسبة (100%)، وحسبت النسب المئوية التراكمية

جدول (3): النسب المئوية التراكمية (%) للعينات الرسوبية تبعاً للحجم الحبيبي

رمز العينة	Φ-1	Φ 0	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8	Φ9	Φ10
1	2.335	6.203	22.039	41.012	56.407	86.426	93.426	96.426	98.426	99.997		
2	0.441	10.881	33.157	53.566	68.132	93.51	96.51	99.51	99.995			
3	0.110	0.663	7.109	28.873	53.493	86.571	93.571	96.571	98.571	99.997		
4	0	0.291	6.515	30.98	61.76	95.14	98.14	99.14	99.998			
5	0	0.420	5.892	19.543	39.107	76.543	90.58	96.661	98.531	99.653	99.699	
6	0	0.881	6.909	28.749	61.625	97.675	99.998					
7	0	0.280	3.398	19.16	41.4	81.678	90.263	95.377	97.386	98.755	99.12	99.302
8	0	0.892	8.673	25.239	42.597	79.73	89.024	94.478	97.104	98.922	99.427	99.628

تُظهر المنحنيات التراكمية كما هو مبين بالشكل (3) هيمنة الرمال الناعمة والرمل الناعمة جداً على كل العينات مع وجود نسب متفاوتة من السلت والغضار، وهذا يشير إلى طبيعة متعددة الأنماط للعينات الرسوبية من رمل وملت وغضار.



الشكل (3): المنحنيات التراكمية لعينات مقطع المولد

حساب المعاملات الإحصائية باستخدام برنامج (GSSTAT):

حُسبت المعاملات الإحصائية المتمثلة بالمتوسط البياني الشامل للحجم (MZ)، الانحراف المعياري البياني الشامل (σI)، الميل البياني الشامل (SK) ومعامل التفرطح البياني (K)، التي تساعد على تحليل طاقة الوسط، ومن ثم تحديد طبيعة بيئة الترسيب والقوى المؤثرة فيها، كما هو موضح بالجدول (4).

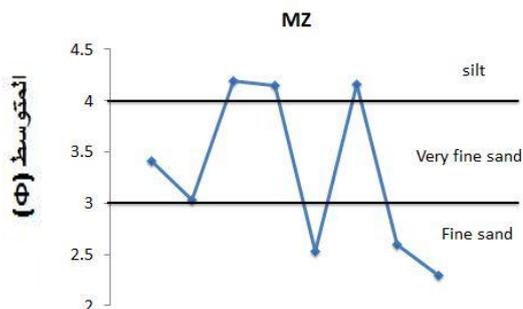
جدول (4): المعاملات الإحصائية للعينات الرسوبية

رمز العينة	الوسيط (Φ)	المتوسط (Φ)	الفرز (Φ)	الميل (Φ)	التفرطح (Φ)
1	3.53	3.41	0.89	-0.28	0.95
2	3.12	3.03	0.75	-0.24	0.87
3	4.30	4.19	0.73	-0.26	0.90
4	4.25	4.15	0.66	-0.27	0.88
5	2.69	2.53	0.81	-0.35	0.88
6	4.28	4.16	0.69	-0.31	0.92
7	2.73	2.59	0.73	-0.34	0.87
8	2.42	2.29	0.84	-0.29	0.85

• المتوسط البياني الشامل للحجم (MZ):

تبعاً للعلاقة العكسية بين قيم معامل المتوسط البياني الشامل (Mz) وحجم الحبيبة، فإن قيم المعامل العظمى تدل على حجم الحبيبات الأصغر، وقيم المعامل الصغرى تدل على حجم الحبيبات الأكبر.

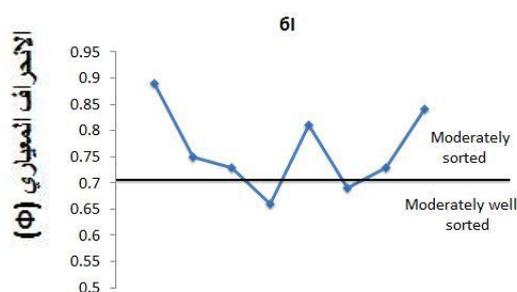
من خلال المخطط المبين بالشكل (4) نلاحظ أن قيمة معامل المتوسط البياني الشامل تتراوح بين (2.29Φ) و (4.19Φ) أي أن الرسوبيات بشكل عام هي رسوبيات ناعمة نسبياً (رمال ناعمة Fine sand، ورمال ناعمة جداً very fine sand، وسلت Silt) أي أن طاقة الوسط بشكل عام متوسطة إلى منخفضة وبيئة الترسيب متوسطة العمق إلى عميقة نسبياً، لكن نلاحظ أيضاً من المخطط وجود تناوب من أسفل المقطع إلى الأعلى بحجم الحبيبات لهذه العينات، أي أن الرسوبيات في المستوي السفلي هي رمال ناعمة جداً لتصبح في المستوي الذي يعلوه سلت ثم يعود في المستوي الذي يعلوه رمال ناعمة، وكأن هذا يشير إلى وجود تجاوزات وانسحابات جزئية حيث كانت بيئة الترسيب متوسطة العمق ثم أصبحت أكثر عمقاً لتعود بعدها متوسطة العمق.



الشكل (4): الحجم المتوسط لعينات مقطع المولد

• الانحراف المعياري البياني الشامل (6I):

إن الاختلافات في قيم معامل الفرز تدل على التغيرات في ظروف وطبيعة الوسط الذي تتم فيه عمليات الترسيب، إذ تتحكم عدة عوامل بعملية الفرز مثل التزويد المستمر بالمواد الناعمة والخشنة إلى منطقة الترسيب، حجم وطبيعة المواد الموجودة في بيئة الترسيب، إضافة إلى خصائص التيارات السائدة في بيئة الترسيب. من خلال المخطط المبين بالشكل (5) نلاحظ أن قيمة معامل الانحراف المعياري البياني الشامل (6I) تتراوح بين (0.66Φ) و (0.89Φ) أي أن العينات الرسوبية ذات فرز معتدل Moderately sorted، وفرز معتدل جيد Moderately well sorted، وهذا يدل على ظروف طاقة هادئة للوسط أثناء الترسيب.

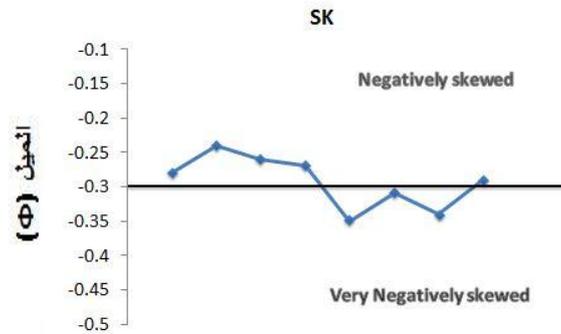


الشكل (5): الانحراف المعياري لعينات مقطع المولد

• الميل البياني الشامل (SK):

يكون منحنى الميل متماثلاً تماماً عندما يكون معامل الميل البياني يساوي الصفر ($Sk=0$)، في حين يكون الميل بالاتجاه الإيجابي عندما تكون ($Sk>0$) وهذا يدل على زيادة نسبة المواد الناعمة على نسبة المواد الخشنة، كما يكون الميل بالاتجاه السلبي عندما تكون ($Sk<0$) وهذا يدل على زيادة نسبة المواد الخشنة على نسبة المواد الناعمة.

نلاحظ من خلال المخطط المبين بالشكل (6) أن جميع قيم معامل الميل البياني (Sk) تقع في المجال السالب، ويتراوح تصنيفها بين (مائل نحو السلبي Negatively skewed، ومائل جداً نحو السلبي very Negatively skewed) وهذا يدل على زيادة نسبة المواد الخشنة على نسبة المواد الناعمة، وبالتالي هنالك عدم استقرار بطاقة الوسط.

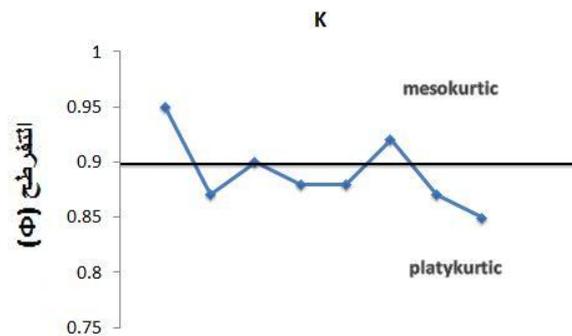


الشكل (6): الميل البياني لعينات مقطع المولد

• معامل التفرطح البياني (K):

يعتبر معامل التفرطح مقياساً كمياً يستخدم لوصف حالات الخروج عن المألوف أثناء توزيع الرسوبيات ضمن بيئة الترسيب. يعبر هذا المعامل عن النسبة بين نسبة الفرز في طرفي المنحني التكراري إلى نسبته في مركز المنحني التكراري (Ghadeer, 2016). تدل القيم العالية أو المنخفضة القصوى من التفرطح على أن جزءاً من الرواسب قد تم فرزها في بيئة ذات طاقة عالية (Friedman, 1962). إن الاختلاف في قيم التفرطح في منطقة الدراسة ما هو إلا انعكاس لخصائص التدفق أثناء عملية الترسيب وأن الرسوبيات تتكون من أجزاء حبيبية مختلفة الحجم وليس هناك من سيطرة لجزء على حساب الجزء الآخر (Baruah et al., 1997).

من خلال المخطط المبين بالشكل (7) نلاحظ أن بعض العينات ذات تفرطح متوسط (mesokurtic) وهذا يشير إلى أن للجزء الأوسط والأطراف جودة الفرز نفسها، وبعض العينات ذات تفرطح مسطح (platykurtic) أي أن الأطراف أفضل فرزاً من الجزء الأوسط.



الشكل (7): التفرطح لعينات مقطع المولد

تصنيف الرسوبيات وإنشاء مثلث القوام باستخدام برنامج (SEDPLLOT):

يُظهر الجدول (5) تصانيف العينات الرسوبية لمقطع المولد والتي تبين سيطرة الرمال الناعمة والرمال الناعمة جداً.

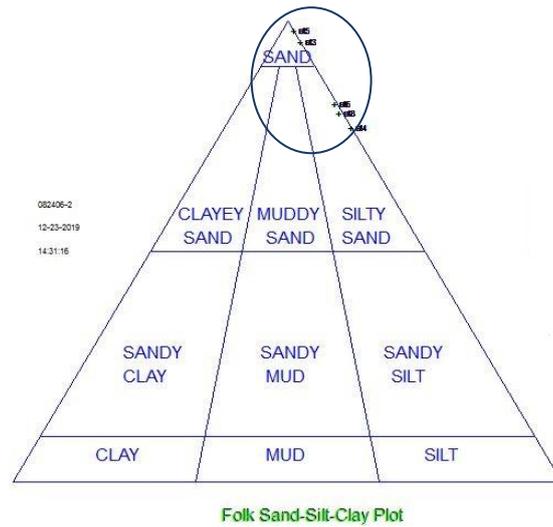
جدول (5): التصنيف العام والتصنيف الدقيق لعينات مقطع المولد

التصنيف	الغضار %	السلت %	الرمل %	الحصى %	رمز العينة
SLIGHTLY GRAVELLY MUDDY SAND	0	13.571	84.091	2.335	1
SLIGHTLY GRAVELLY SAND	0	6.485	93.069	0.441	2
SLIGHTLY GRAVELLY MUDDY SAND	0	13.426	86.461	0.110	3
SAND	0	4.858	95.14	0	4
SILTY SAND	0.046	23.11	76.543	0	5
SAND	0	2.323	97.675	0	6
SILTY SAND	0.547	17.077	81.678	0	7
SILTY SAND	0.706	19.192	79.73	0	8

تُظهر مثلثات القوام تصنيف الرسوبيات بشكل أوضح، كما هو موضح في مثلثات القوام الآتية الشكل (8) والشكل (9):



الشكل (8): مثلث القوام لعينات مقطع المولد A



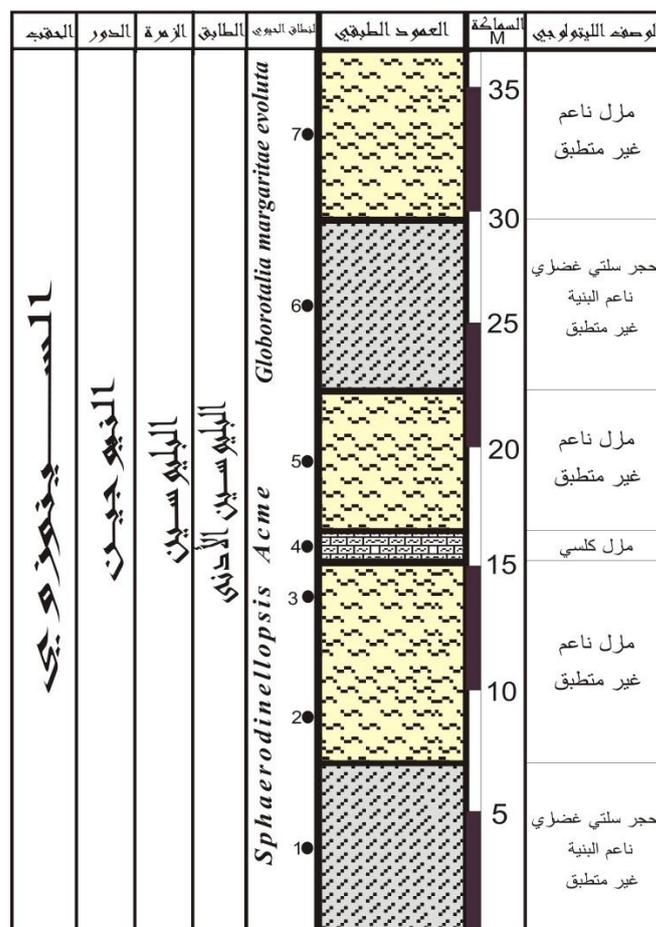
الشكل (9): مثلث القوام لعينات مقطع المولد B

❖ مقطع بسوطر:

يبدأ المقطع المنفذ عند الإحداثيات: E: 36° 01' 1'' ، N: 35° 17' 9''

وينتهي عند الإحداثيات: E: 36° 01' 8'' ، N: 35° 17' 2''

تمثلت تكشفات هذا المقطع بتناوب الحجر السلتى الغضاري ناعم البنية، غير متطبق، ذي اللون الرمادي، مع توضعات المارل الغضاري ذي اللون البيجي الفاتح، مع تداخلات من الحجر المارلي الكلسي متوسط القساوة، بلغت ثخانتها (37 m) وبلغ العدد الإجمالي للعينات المأخوذة (7) عينات أغلبها ذات طبيعة طرية، الشكل(10).



الشكل (10): العمود الطبقي لمقطع بسوطر، الوصف الليتولوجي، السماكة، العمر الزمني ومواقع العينات المأخوذة

رسم وتحليل المنحنيات التراكمية (Cumulative curves) لعينات المقطع:

يوضح الجدول (7) وزن العينات ب (g) بعد عملية تفتيتها ونخلها بجهاز الرجاج ومن ثم فرزها بأطباق حسب الحجم الحبيبي ابتداءً من حجم (2mm) حتى (63mic)

جدول (7): وزن العينات (g) بعد فرزها بأطباق حسب الحجم الحبيبي ابتداءً من حجم (2mm) حتى (63mic)

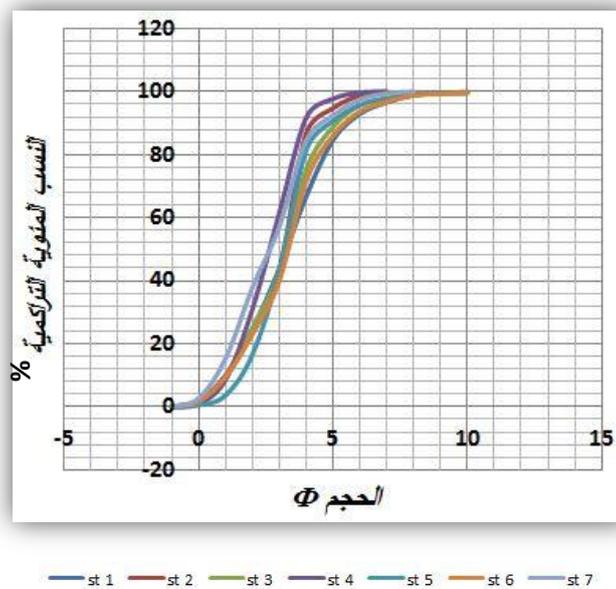
رمز العينة	2mm	1mm	500mic	250mic	125mic	63mic	Pan
1	0	2	7.92	14.64	19.06	22.97	33.13
2	0	1.6	7.98	14.15	19.41	43.15	13.18
3	0	1.25	8.02	15.65	17.7	32.43	24.76
4	0	0.95	7.61	22.35	30.38	30.37	8.28
5	0	0.53	3.09	12.86	26.35	38.42	18.56
6	0	1.62	7.83	13.5	16.83	31.72	28.32
7	0	2.67	12.52	22.56	19.17	27.44	15.49

كما يوضح الجدول (8) النسب المئوية التراكمية (%) للعينات الرسوبية تبعاً للحجم الحبيبي، فبعد عملية الفرز الحبيبي وُزنت العينات وصُحّحت النسب بنسبة (100%)، وحُسبت النسب المئوية التراكمية.

جدول (8): النسب المئوية التراكمية (%) للعينات الرسوبية تبعاً للحجم الحبيبي

رمز العينة	Φ-1	Φ 0	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8	Φ9	Φ10
1	0	2.005	9.947	24.628	43.741	66.775	84.663	92.943	96.586	98.903	99.565	99.895
2	0	1.608	9.63	23.855	43.368	86.747	94.747	98.747	99.997			
3	0	1.252	9.287	24.966	42.699	75.19	88.806	95.736	97.963	99.199	99.446	99.569
4	0	0.950	8.564	30.927	61.325	91.713	97.713	99.713	99.997			
5	0	0.531	3.626	16.51	42.91	81.403	90.682	95.692	97.732	99.03	99.401	99.586
6	0	1.622	9.466	22.99	39.85	71.627	86.068	93.712	96.816	98.797	99.363	99.654
7	0	2.674	15.212	37.805	57.003	84.484	92.484	97.484	99.484	99.997		

تُظهر المنحنيات التراكمية كما هو مبين بالشكل (11) هيمنة الرمال الناعمة والرمال الناعمة جداً على كل العينات مع وجود نسب متفاوتة من السلت والغضار، وهذا يشير إلى طبيعة متعددة الأنماط للعينات الرسوبية من رمل وملت وغضار.



الشكل (11): المنحنيات التراكمية لعينات مقطع بسوطر

حساب المعاملات الإحصائية باستخدام برنامج (GSSTAT):

حُسبت المعاملات الإحصائية المتمثلة بـ المتوسط البياني الشامل للحجم (MZ)، الانحراف المعياري البياني الشامل (δI)، الميل البياني الشامل (SK)، معامل التفرطح البياني (K)، التي تساعد على تحليل طاقة الوسط، ومن ثم تحديد طبيعة بيئة الترسيب والقوى المؤثرة فيها، كما هو موضح بالجدول (9).

جدول (9): المعاملات الإحصائية للعينات الرسوبية

رمز العينة	الوسيط (Φ)	المتوسط (Φ)	الفرز (Φ)	الميل (Φ)	التفرطح (Φ)
1	2.36	2.22	0,89	-0.30	0.90
2	2.41	2.25	0,87	-0.33	0.88
3	2.40	2.26	0,86	-0.29	0.87
4	2.20	2.08	0,71	-0.30	0.92
5	2.76	2.63	0,73	-0.35	0.93
6	2.47	2.31	0,90	-0.32	0.87
7	1.88	1.78	0,78	-0.25	0.90

• المتوسط البياني الشامل للحجم (MZ):

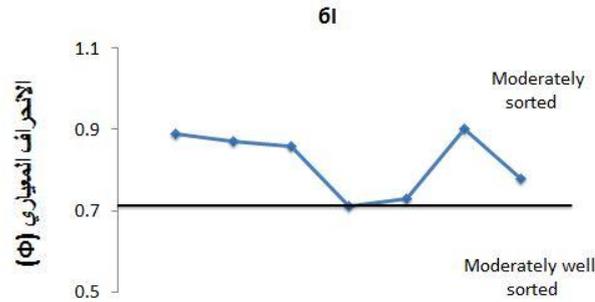
من خلال المخطط المبين بالشكل (12) نلاحظ أن قيمة معامل المتوسط البياني الشامل في معظم العينات بين (2Φ) أي أن الرسوبيات بشكل عام هي رسوبيات (رمال ناعمة Fine sand) أي أن طاقة الوسط بشكل عام متوسطة إلى منخفضة وبيئة الترسيب متوسطة العمق إلى عميقة نسبياً.



الشكل (12): الحجم المتوسط لعينات مقطع بسوطة

• الانحراف المعياري البياني الشامل (6I):

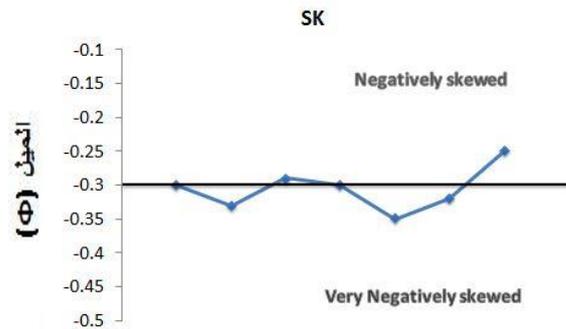
من خلال المخطط المبين بالشكل (13) نلاحظ أن قيمة معامل الانحراف المعياري البياني الشامل (6I) تتراوح بين (0.71Φ) و (0.90Φ) أي أن العينات الرسوبية ذات فرز معتدل Moderately sorted، وهذا يدل على ظروف طاقة متوسطة للوسط أثناء الترسيب.



الشكل (13): الانحراف المعياري لعينات مقطع بسوطر

• الميل البياني الشامل (SK):

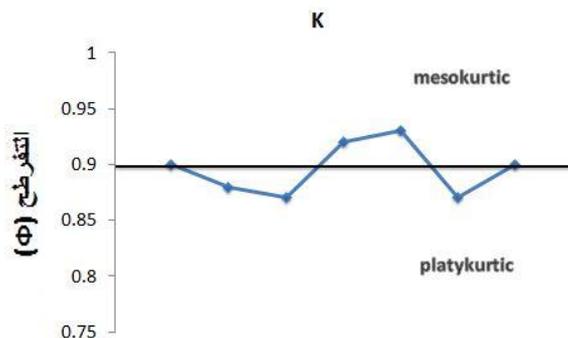
نلاحظ من خلال المخطط المبين بالشكل (14) أن جميع قيم معامل الميل البياني (Sk) تقع في المجال السالب، ويتراوح تصنيفها بين (مائل نحو السلبي Negatively skewed، ومائل جداً نحو السلبي very Negatively skewed) وهذا يدل على زيادة نسبة المواد الخشنة على نسبة المواد الناعمة، وبالتالي هناك عدم استقرار بطاقة الوسط.



الشكل (14): الميل البياني لعينات مقطع بسوطر

• معامل التفطح البياني (K):

من خلال المخطط المبين بالشكل (15) نلاحظ أن بعض العينات ذات تفرطح متوسط (mesokurtic) وهذا يشير إلى أن للجزء الأوسط والأطراف جودة الفرز نفسها، وبعض العينات ذات تفرطح مسطح (platykurtic) أي أن الأطراف أفضل فرزاً من الجزء الأوسط.



الشكل (15): التفرطح لعينات مقطع بسوطر

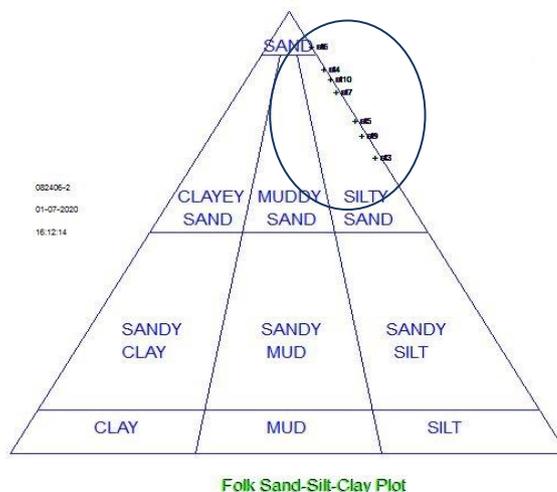
تصنيف الرسوبيات وإنشاء مثلث القوام باستخدام برنامج (SED PLOT):

يُظهر الجدول (10) تصانيف العينات الرسوبية لمقطع بسوطر والتي هي: (SILTY SAND) وهذا يؤكد سيطرة الرمال الناعمة الحبيبات، أي ظروف طاقة وسط بحري متوسطة إلى منخفضة وبيئة ترسيب متوسطة العمق إلى عميقة نسبياً.

جدول (10): التصنيف العام والتصنيف الدقيق لعينات مقطع بسوطر

التصنيف	الغضار %	السلت %	الرمل %	الحصى %	رمز العينة
SILTY SAND	0.992	32.128	66.775	0	1
SILTY SAND	0	13.250	86.747	0	2
SILTY SAND	0.37	24.009	75.19	0	3
SAND	0	8.284	91.713	0	4
SILTY SAND	0.556	17.627	81.403	0	5
SILTY SAND	0.857	27.17	71.627	0	6
SILTY SAND	0	15.513	84.484	0	7

تُظهر مثلثات القوام تصنيف الرسوبيات بشكل أوضح، كما هو موضح في مثلث القوام الآتي الشكل (16):



الشكل (16): مثلث القوام لعينات مقطع بسوطر

• نتائج تحاليل XRD :

تم إجراء تحاليل XRD على (4) عينات رسوبية من المقاطع المنفذة، عينتان من كل مقطع، للحصول على التركيب الفلزي. وكانت نتائج التحليل كما هو مبين بالجدول(11):

جدول (11): نتائج تحاليل XRD (بسوتر)

المقطع	العينة	المحتوى الفلزي %
المولد	4	Calcite - Gismondine - Ankerite – enstatite
	6	Calcite - phillipsite - Ankerite – enstatite
بسوتر	4	Calcite - enstatite - Dolomite – Quartz
	6	Calcite - Ankerite - Quartz – Gismondine

تُفضل العديد من الكائنات العيش على الركيزة الرملية وداخلها لأن التيارات التي تنقل وترسب الرمال قد تحمل أيضاً مغذيات لكائنات القاع التي تعيش في الرمال. إن وفرة الهياكل الكلسية في الأحجار الرملية تجعل كربونات الكالسيوم متاحة داخل الطبقات، والمياه التي تتحرك عبر الرواسب تُذيب الهياكل وتعيد ترسيب الكربونات كملاط (Nichols, 2009)، وترسب معظم الكربونات في المياه الدافئة وضمن وسط قلوي (Wilson, 1975). بالنسبة للكوارتز يدل على بيئة ضحلة إلى متوسطة العمق ولكن أهم العوامل المتحكمة بالترسيب في هذه البيئات هي التيارات البحرية لذلك من الممكن نقل هذه الرسوبيات إلى نطاق عميق نسبياً. وبالنسبة لفلزات الزبوليت فهي تتكون في بيئات جيولوجية مختلفة وعادةً ما تكون نتيجة تجوية الصخور البازلتية الفتاتية أو ترسب في البيئة القلوية وفي البحيرات المالحة القلوية وفي التربة ومع الرواسب البحرية العميقة (Khoury, 2012).

الإستنتاجات والتوصيات:

قادت الدراسة الترسيبية في المقاطع المدروسة إلى ما يلي:

- أظهرت نتائج التحليل الحبي أن أغلب العينات الرسوبية ذات تصنيف حبي رمال سلتية (Silty Sand)، ومتوسط حجم حبي رمال ناعمة ورمال ناعمة جداً، وفرز معتدل، وميل سلبي، وتنوع في التفرطح بين المتوسط التفرطح والمسطح.
- أظهرت نتائج تحاليل (X R D) المحتوى الفلزي لهذه الرسوبيات الذي بين فلزات كربوناتية (Calcite - Dolomite – Ankerite) وفلزات غضارية (Enstatite – Gismondine – Phillipsite).
- تؤكد هذه المعطيات أن الترسيب قد حدث تحت تأثير ظروف طاقة متوسطة إلى منخفضة، وبيئة الترسيب متوسطة العمق إلى عميقة نسبياً.
- توصي هذه الدراسة بزيادة عدد المقاطع المدروسة وزيادة عدد العينات والتحاليل الفلزية لهذه التوضعات من أجل تحديد أهميتها الاقتصادية.

References:

- BARUAH, J., KOTOKY. P., AND SARMA, J.N. Textural and Geochemical study on river sediments: A case study on the Jhanji River, Assam. Jour. Indian Assoc. Sedimentologists 16, 195-206, 1997.

- FOLK RL, WARD WC. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3–26, 1957.
- FRIEDMAN, GM, SANDERS, JE. *Principles of Sedimentology*. Wiley: New York, 1978.
- FLEMMING, BURGHARD W. The influence of grain-size analysis methods and sediment mixing on curve shapes and textural parameters: implications for sediment trend analysis. *Sedimentary Geology*, 202, 3, 2007, 425-435pp.
- FRIEDMAN, G.M. On sorting, sorting coefficients and the log normality of the grain-size distributions of sandstones. *Jour. Geol.* 70, 737-753, 1962.
- GHADEER, S. G. Study of sediment characteristics and distribution in the southern section on the Syrian continental shelf. *Tishreen university journal for research and scientific studies*. Vol. 38, No. 3, 2016.
- Kaplow. R, Kato. N, Weiss. R. J, Wilson. A. J. C, Young. R. A, (1974). *X-ray diffraction*. McGraw-Hill.
- Khoury, H. *Zeolites and zeolitic tuff in Jordan*. Publications of the University of Jordan, Amman, 2012.
- NICHOLS, G. *Sedimentology and Stratigraphy*. Wiley-Blackwell, 2, 2009.
- 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, 805-809, 2003.
- POPPE, L.J., ELIASON, A.H., AND HASTINGS, M.E. A Visual Basic program to generate grain-size statistics and to extrapolate particle distributions. *Computers & Geosciences*. 30, 791-795, 2004.
- POPPE, L.J., AND ELIASON, A.H. A Visual Basic program to plot sediment grain-size data on ternary diagrams. *Computers and Geosciences*. 34, 561-565, 2008.
- Ruske, R. *Geological Map of syria*. Sheet Qerdaha (NI – 37 – S – 1 – C), Scale 1:50000, 1978.
- SHEPARD, F.P. Nomenclature based on sand–silt– clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology* 24 (3), 151–158, 1954.
- Wilson, J. L. *Carbonate facies in geologic history*. Springer, Berlin, 1975.
- WENTWORTH, CK. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30, 377–392, 1922.