

استخدام نتائج التحليل الحبي الحجمي في تفسير خصائص البيئات الترسيبية للوحدة الصخرية السفلى من تشكيلة الهفوف المتكشفة في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية)

الدكتور عبد الرحمن بن محي الدين السفرجلاني*

(قبل للنشر في 2005/10/2)

□ الملخص □

جمعت إحدى وخمسون عينة صخرية رسوبية من توضعات الوحدة الصخرية الأولى السفلية (الدنيا) الرملية الكونغلوميرانية للحقبة من تشكيلة الهفوف المتكشفة في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية بمنطقتي الهفوف وحرص، التي تعود بأعمارها إلى الميوسين الأعلى والبليوسين، بهدف تحديد خصائصها الترسيبية. نخلت كافة العينات وفرزت مكوناتها الحبية إلى عدة مجموعات حسب أبعادها الحبية. لوحظ من خلال دراسة معاملات تحليل الفرز الحبي للعينات المدروسة المجال الواسع والتنوع الكبير لحجم حباتها الذي يمتد من الرمل الحصى بأنواعه المختلفة إلى الرمل المتدرج من الخشن وحتى الناعم. كما تبين أن مركبة الرمل الخشن هي الأكثر وفرة وغزارة حيث تتراوح نسبة توافرها بين 40-60% من مجمل العينة، بينما تكون مركبة الرمل الناعم أقل وفرة حيث تتراوح نسبة توافرها بين 10-20%. أما فيما يتعلق بالتصنيف الحبي، فإن قيم الانحراف المعياري البياني الكلي التي تعد مؤشراً جيداً له، تشير لتصنيف رديء أو حتى الرديء جداً، ولذلك يمكن القول إن العينات المدروسة تمثل توضعات أولية غير ناضجة. قدمت المخططات البيانية التي ربطت بين الحجم الحبي المتوسط وقيم الانحراف المعياري البياني الكلي معلومات جيدة حول طبيعة البيئة الترسيبية التي توضع فيها الرسوبات الحطامية، فقد لوحظ زيادة بسيطة في درجة التصنيف المتدرج للفرز مع تناقص قيم الحجم الحبي المتوسط، مما يدعو للافتراض بأن معظم المواد الفتاتية للحقبة المدروسة كانت قد ترسبت من حمولات نقل رسوبية نهريّة غير متجانسة رديئة التصنيف. كما وضحت مقارنة القيم المتوسطة لحجم الحبات وجود أكثر من نمط ترسيبي. يؤكد تباين قيم معاملات الميول أو الحيدود الكلية في مجال واسع من جهتها أيضاً إلى عدم تجانس العمليات النهريّة المسؤولة عن عمليات نقل وترسيب المواد الرسوبية للوحدة الرسوبية الصخرية الأولى (السفلية) من تشكيلة الهفوف.

* أستاذ مساعد - قسم الأراضي و المياه - كلية العلوم الزراعية والأغذية - جامعة الملك فيصل - الأحساء - المملكة العربية السعودية

Use of Grain Size Parameters Analysis for the Lower Rock Unit of Al-Hofuf Formation Depositional Environments Interpretation in the Eastern Part of the Arabian Peninsula (Saudi Arabia)

Dr. Abdulrahman Mohieddin Al-Safarjalani*

(Accepted 2/10/2005)

□ ABSTRACT □

In order to determine the sedimentological properties, fifty one representative samples were collected from the stream sediments of the lower sandy conglomeratic of Al-Hofuf formation which outcrops in the eastern parts of the Arab Peninsula, in Al-Hofuf and Haradh areas. This formation belongs to the upper Miocene and Pliocene. All samples were sieved and then grouped according to their grain size.

The study found out through grain sorting analysis of the studied samples that there was wide range and great diversity of their grain size, which extent from all sort of granular sand to gradual sands, and from coarse to fine. In addition, it has been noticed that the coarse sand constitute is the most abundant where it composes 40-60% of the whole sample, while the fine sand constituent is the least abundant hence its abundance percentage between 10-20%. For granular classification (sorting), the values of inclusive graphic standard deviation which is considered a good indicator to it indicate to a bad or even a very bad classification, thus it can be said that the studied samples represent pre-immature settings.

The graphic charts that relate average grain size and the values of inclusive graphic standard deviation gave good information about the nature of sedimentary environment, in which the crushed sediments settled. It has been noticed that there is little increase in the degree of gradual classification of sorting accompanied with decrease of the values of average grain size, which mean that the most alluvial clastic materials were deposited from badly classified non-homogeneous alluvial transport load. The comparison of average values of grain size indicates that there was more than sedimentary pattern. The difference in the values of inclusive skewness in a wide rage from its side also assure that there were non-homogeneous alluvial processes which were responsible of transport processes and deposition of depositional materials to the lower depositional rock of Al-Hofuf formation.

*Associate Prof, Department Of Soil And Water, College Of Agricultural And Food Sciences, King Faisal University, Al-Hassa , Kingdom Of Saudi Arabia

حظيت تشكيلة الهفوف الصخرية بعدد من الدراسات الجيولوجية العامة التي تركزت بشكل أساسي على مواضيع الجيولوجيا الإقليمية المحلية نذكر منها على سبيل المثال:

(Cavelier,1970; Blondeau and Cavelier,1973; Standing and Sugden, 1978; Hoetzi and Zoetl, 1984; McClure, 1984; Al-Sulaimi and Pitty, 1995).

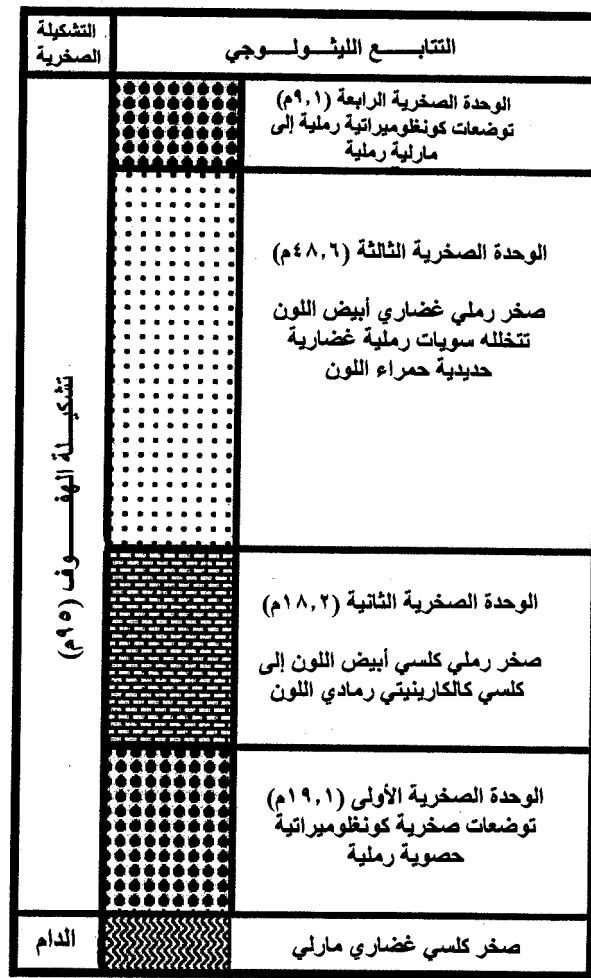
تهدف هذه الدراسة بشكل رئيس إلى تحديد أهم الخصائص الترسيبية للوحدة الصخرية الأولى (السفلية) لتشكيلة الهفوف الصخرية، من خلال دراسة نتائج التحليل الحجمي الحبي لها والتعرف على معاملات الاحصائية والنسجية كالحجم الحبي المتوسط البياني الكلي، الانحراف المعياري البياني الكلي (التصنيف)، معامل الميل أو الحيود البياني الكلي ومقدار التفرطح البياني.

الوضع الستراتغرافي (الطبقي) العام :

توضعت رسوبات النيوجين في منطقة الخليج العربي ضمن حوض ترسيبي متطاوول غير متناظر باتجاه شمال غرب- جنوب شرق هو مقعر زاغروس (Murriss,1980). تتناقصت مساحة أراضي هذا الحوض خلال عصر النيوجين بسبب نهوض إقليمي حصل خلال عصر الأوليغوسين الأوسط حيث بدأت عمليات النهوض العامة لكامل المنطقة خلال عصر الأوليغوسين واستمرت خلال عصر الميوسين (Weijermars,1998).

تتكشف رسوبيات تشكيلة الهفوف للحقبة فقط في الأجزاء الشرقية للسطيحة العربية ، ويمتد تكشفها شرقاً من جنوبي دولة قطر إلى منطقة الهفوف فمنطقة حرص وحتى غربي منطقة الخرج غرباً في المملكة العربية السعودية. وتتعاقب رسوبياتها ممتدة من الميوسين الأعلى إلى البليوسين ممثلة بذلك التوضعات الأكثر حداثة في منطقة الخليج العربي (Hudson et.al.,1957)، بينما يعتقد (Hoetzi et.al., 1978) أن التوضعات الحصوية للحقبة المنتشرة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية قرب منطقة الهفوف تمثل مجرفات بحرية أو بحيرية ضحلة تعود بعمرها إلى البليوسين الأسفل. وبعيداً عن منطقة الهفوف باتجاه الجنوب تظهر توضعات الحصى للحقبة من جديد حول الربع الخالي أعادها (Beydoun,1966) لعمر البليوسين، بينما اقترح (Fuchs et.al., 1968) عمراً أحدثاً لها يمتد من البلايستوسين الأدنى حتى الرباعي القديم.

يقع المقطع النموذجي لتشكيلة الهفوف على بعد حوالي 15 كم شمال- شمال شرق مدينة الهفوف في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية ، واستخدم اسم (Type Section) اختصاراً (TS) بشكل رسمي لأول مرة من قبل (Thralls and Hassan,1956)، وهو ما يكافئ التوضعات للحقبة المنتشرة في الجزء المركزي والغربي من دولة قطر (Al-Saad et.al.,2002)، والجزء الشمالي من دولة الكويت المتمثل بتشكيلة الدبدبة للحقبة- (Al-Sulaimi and Mukhopadhyay,2000) والجزء الجنوبي الغربي من العراق المتمثل بتشكيلة البختيار (Al-Naqip ,1967). تظهر التكتشفات الرئيسية لتشكيلة الهفوف في منطقة الهفوف وفي منطقة حرص في وادي السهباء (Wadi As-Sahba) اختصاراً (WS) وتكون مترافقة مع صخور تشكيلة الدام. يتألف المقطع النموذجي من أربع وحدات صخرية رئيسة تبلغ ثخانتها الاجمالية حوالي 95 م. يتوضع الجزء القاعدي لها مباشرة فوق تشكيلة من الحجر الكلسي الغضاري المارلي العائد للميوسين الأسفل-الأوسط المميز لتشكيلة الدام، ويكون الحد الفاصل بين تشكيلتي الدام والهبوف في المنطقة الشرقية لشبه الجزيرة العربية واضحاً وممثلاً بسطح عدم توافق حني (Powers,1968)، بينما تتكشف قمتها نتيجة عمليات الحت أو تكون مغطاة بتوضعات رسوبية أحدث (الشكل - 2).

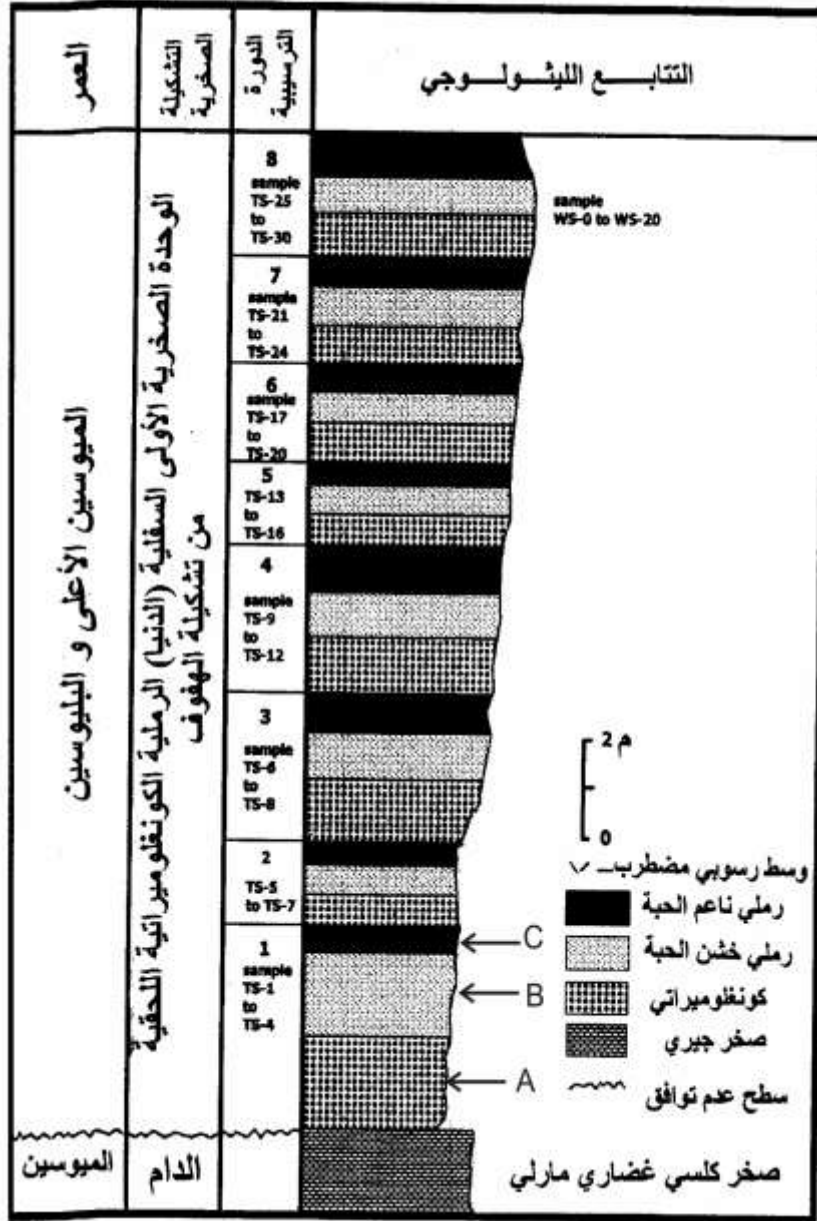


الشكل - 2 : المقطع النموذجي لتشكيلة الهفوف اللحقية (Steineke and Koch, 1935) ، في
(Powers et.al., 1966)، معدل.

تتكشف الوحدة الأولى السفلية لتشكيلة الهفوف بشكل واضح في منطقتي الهفوف في المقطع النموذجي وحررض في وادي السهباء، بينما تغيب الوحدات الرسوبية من الثانية وحتى الرابعة في منطقة حررض نتيجة إزالتها بعمليات التعرية. تتكون الوحدة القاعدية لتشكيلة الهفوف بشكل رئيس من توضعات صخرية كونغلو ميراثية رملية تغطي الصخور الكلسية الغضارية المارلية المميزة لتشكيلة الـ دام، وتتألف من حبات رملية خشنة جداً تحتوي على عديد من الحصى والجلاميد المبعثرة تعود بأصولها لصخور نارية، متحولة أو رسوبية (Hoetzi et.al., 1978). وتتكون هذه الوحدة من ثمانية دورات ترسيبية على الأقل ترسبت جميعها في وسط مضطرب (Al-Saad et.al., 2002)، وتتألف كل دورة من ثلاثة سحنات رئيسة تبدأ بسحنة صخرية حصوية كونغلو ميراثية حباتها رملية خشنة جداً (A) تليها سحنة حجر رملي حباتها خشنة إلى متوسطة (B)، تنتهي بسحنة حجر رملي حباتها ناعمة إلى ناعمة جداً غنية بالعضويات (C) (الشكل - 3). تتراوح ثخانة كل دورة بين 1.25 و 3.30 م، وتكون البنية الرسوبية الرئيسية في مختلف هذه السحنات الليثولوجية من نمط التطبيق المتصالب المميز للوسط الترسيبي المضطرب. تتألف الوحدة الصخرية الثانية من صخر رملي كلسي أبيض اللون إلى صخر كلسي كالكارينيتي رمادي اللون، في حين تتكون الوحدة

استخدام نتائج التحليل الجي الحجمي في تفسير خصائص البينات الترسيبية للوحدة الصخرية السفلى
من تشكيلة الهفوف المكتشفة في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية) السفرجلاني

الصخرية الثالثة من صخر رملي غضاري أبيض اللون تتخلله سويات رملية غضارية حديدية حمراء اللون، وتتميز هاتان الوحدتان بالتكهن الشديد، أما الوحدة الرابعة فتتألف من توضعات كونغوميراتية رملية إلى مارلية رملية.



الشكل - 3: يبين الدورات الترسيبية الثمانية للوحدة الترسيبية الأولى من تشكيلة الهفوف (Al-Saad et.al.,2002) معدلة ، ويوضح السويات التي أخذت منها العينات الصخرية المدروسة.

جمع العينات وطرائق التحليل :

جُمع في ربيع عام 2003م ستون عينة صخرية من الوحدة الترسيبية الأولى لتشكيلة الهفوف اللحية الرملية العائدة لعمر النيوجين والمكتشفة في منطقتي الهفوف (جبل قارة ومنطقة المقطع النموذجي) ومنطقة حرض (وادي

(السهباء) (الشكل - 1) بهدف تحديد محتواها من الذهب كمؤشر جيوكيميائي لدرجة تركيزه بها (Safarjalani,2004)، خصص منها إحدى وخمسون عينة من أجل دراسة خصائصها الترسيبية هي:

• ثلاثون عينة من منطقة المقطع النموذجي وتشتمل على العينات من TS-01 إلى TS-30 .

• إحدى وعشرون عينة من منطقة مروحة حرض وتشتمل على العينات من WS-0 إلى WS-20.

قسمت كافة العينات إلى قسمين، بلغ وزن كل قسم حوالي 500 غرام، تم نخل كامل القسم الثاني في مختبرات قسم الأراضي والمياه بجامعة الملك فيصل بواسطة جهاز نخل هزاز آلي Analytical sieve shakers صناعة شركة Retsch من نوع Vibro (بلغت مدة النخل خمس عشرة دقيقة، بشكل متواصل) وفرزت مكوناتها الحبيبة تبعاً لأبعادها الحبيبة إلى عدة مجموعات، ثم دمجت في أربع مجموعات رئيسية وفق مقياس (Wentworth,1922) هي: المجموعة الأولى وتتراوح أبعادها بين 2ملم-500µm (ميكرومتر) وتضم كل من الرمال الخشنة جداً والرمل الخشنة، المجموعة الثانية وتتراوح أبعادها بين 500-250µm وتضم مجموعة الرمال المتوسطة، المجموعة الثالثة وتتراوح أبعادها بين 250-125µm وتضم مجموعة الرمال الناعمة، وأخيراً المجموعة الرابعة وتتراوح أبعادها بين 125-63µm وتضم مجموعة الرمال الناعمة جداً.

تم استبعاد كافة الأجزاء الحبيبة التي تزيد أبعادها عن 2ملم والتي تقل أبعادها عن 63µm، كما استبعدت بعض عينات المقطع النموذجي من TS-01 إلى TS-07، من منطقة الهفوف وكذلك العينة WS-14 من منطقة حرض كونها تمثل عينات لحقية كونغولوميراتية حصوية خشنة جداً. تمت معالجة معطيات نتائج الفرز الحبي للمكونات الحبيبة للتوضعات الرسوبية اللحقية (نتاج عملية النخل) وذلك من أجل تحديد الخصائص البتروغرافية والترسيبية لهذه التوضعات.

نتائج ومناقشة الخصائص الترسيبية:

التحليل الحجمي الحبي Grain-size analysis:

تم تمثيل نتائج التحليل الحجمي الحبي Grain-size analysis من خلال عرض منحنيات التكرار التواتري frequency curves (الشكل-4) ومنحنيات التكرار التواتري التراكمي cumulative frequency curves (الشكل 5-)، كما تم تحديد معاملات تحليل الحجم الحبي grain-size analyses parameters حسابياً تبعاً للعلاقات المقترحة من قبل (Folk and Ward,1957) والتي تشتمل على كل من معاملات الحجم الحبي الوسيط median، الحجم الحبي المتوسط البياني الكلي inclusive graphic mean size، الانحراف المعياري البياني الكلي inclusive graphic standard deviation درجة التصنيف Sorting، المنحني البياني الكلي للميل (للحيود) inclusive graphic skewness والمنحني البياني الكلي للتفرطح inclusive graphic kurtosis، كذلك تم حساب المعاملات السابقة حسب الطريقة اللحظية أو ما يسمى بطريقة العزوم (The Method of Moments) تبعاً للعلاقات الحسابية المقترحة من قبل (Friedman,1961) (الجدولين-1 و 2) .

الجدول- 1: المعاملات الإحصائية لنتائج تحليل الحجم الحبي والمعاملات النسيجية للعينات المدروسة

من (منطقة حرض) وادي السهباء (WS) .

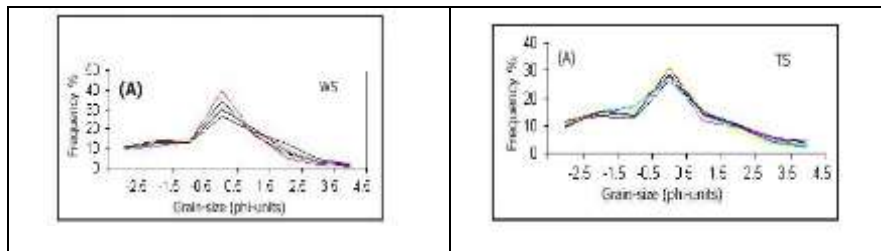
رقم العينة	(Friedman,1961)				(Folk and Ward,1957)			
	اللحظة	اللحظة	اللحظة	اللحظة	الحجم	الحجم الحبي	الانحراف	معامل الميل

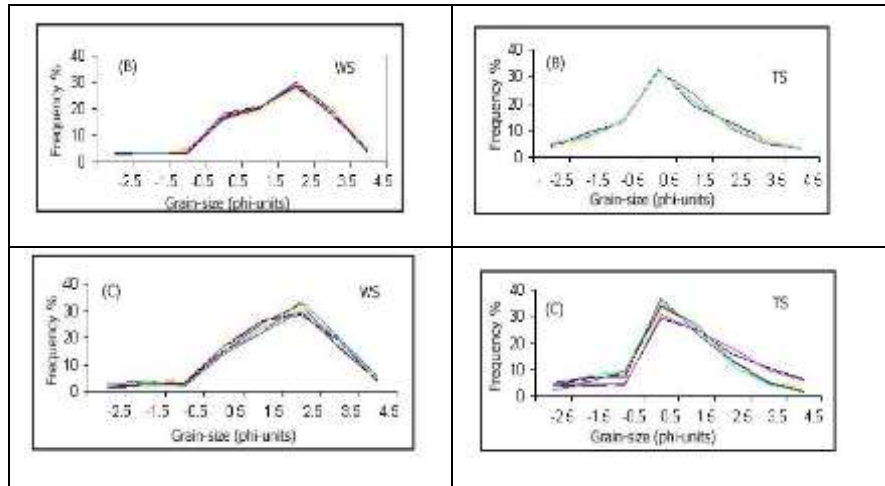
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الوسيط	المتوسط	المعياري الكلي	(الحيود)	البياني
الوحدة	فاي (Ø)	فاي (Ø)	لا يوجد	لا يوجد	فاي (Ø)	فاي (Ø)	فاي (Ø)	لا يوجد	لا يوجد
WS-00	1.89	1.42	-0.69	3.68	2.02	1.60	1.43	-0.04	1.14
WS-01	1.82	1.55	-0.81	3.47	2.39	1.47	1.46	-0.07	0.92
WS-02	1.83	1.44	-0.69	3.51	2.06	1.50	1.38	-0.13	1.16
WS-03	1.95	1.45	-0.71	3.60	2.11	1.60	1.35	-0.04	1.08
WS-04	1.81	1.34	-0.72	3.72	1.79	1.50	1.28	-0.06	1.15
WS-05	1.90	1.40	-0.76	3.94	1.97	1.77	1.40	-0.32	1.16
WS-06	2.12	1.35	-0.74	4.04	1.82	1.57	1.31	0.04	0.82
WS-07	1.81	1.46	-0.76	3.75	2.13	1.57	1.47	-0.07	1.39
WS-08	0.25	1.60	0.07	2.81	2.54	-0.10	1.25	0.29	0.51
WS-09	0.20	1.42	-0.14	3.00	2.03	-0.30	1.08	0.25	0.60
WS-10	0.25	1.55	0.03	2.73	2.42	-0.10	1.16	0.45	0.36
WS-11	0.41	1.63	0.05	2.72	2.66	-0.13	1.20	0.18	0.52
WS-12	0.27	1.6	0.015	2.59	2.56	-0.13	1.25	0.36	0.51
WS-13	0.45	1.72	0.018	2.41	2.97	0.03	1.38	0.44	0.41
WS-15	1.76	1.56	-0.75	3.39	2.45	1.17	1.83	-0.26	1.02
WS-16	1.77	1.58	-0.71	3.34	2.5	1.43	1.63	-0.17	1.25
WS-17	1.87	1.64	-0.74	3.27	2.7	1.43	1.68	-0.17	1.13
WS-18	1.86	1.54	-0.78	3.5	2.38	1.50	1.55	-0.12	1.09
WS-19	1.78	1.6	-0.72	3.3	2.55	1.43	1.53	-0.17	1.02
WS-20	1.84	1.57	-0.78	3.43	2.47	1.40	1.38	-0.16	1.06
المتوسط	1.39	1.52	-0.52	3.31	2.33	1.01	1.40	0.01	0.92

تتألف التوضعات الحطامية الحصوية بشكل رئيس من جلاميد وحصى كبيرة وحصى صغيرة، وتتواجد بكميات كبيرة وبشكل خاص في عينات الحصى الرملية حيث تتراوح نسب تواجدتها بين 30-35 % من الحجم الكلي للعينات، في حين تتراوح بين 1-5 % في العينات الرملية الحصوية والعينات الرملية. تشير قياسات الحجم للعينات الحصوية تبعاً لتصنيف (Wentworth, 1922) إلى أن معظم حبات الحصى السائدة هي من نوع الحصى الخشنة < 16 ملم وتصل نسبة تواجدتها إلى 70%، في حين تشكل الجلاميد الحصوية حوالي 30% وتكون نسبة الأجزاء الناعمة مثل السيلت والغضار أقل من 2%، نصل لهذه النتيجة أيضاً كون الأجزاء الحبية الناعمة تشكل كميات قليلة جداً من مجمل مجموع الحبات الرسوبية الحطامية للحقبة الأخرى كما يظهر من خلال المنحنيات التراكمية المعتمدة على مقارنة قيم الانحراف المعياري البياني الكلي inclusive graphic standard deviation مقابل الحجم الحبي المتوسط mean grain size (الشكل-6)، مع الملاحظة بأن المجموعات الحبية الحجمية المكونة للسحنة (A) (رملية ذات حبات خشنة جداً) تكون غالباً قابلة للتمييز، وهذا ما يدعم الافتراض بأن معظم المواد الفتاتية للحقبة المدروسة كانت قد ترسبت من حمولات نقل رسوبية نهريّة غير متجانسة.

الجدول - 2: المعاملات الإحصائية لنتائج تحليل الحجم الحبي والمعاملات النسيجية للعينات المدروسة من (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي (TS)

رقم العينة	(Friedman,1961)				(Folk and Ward,1957)				معامل التفرطح البياني
	اللحظة الأولى	اللحظة الثانية	اللحظة الثالثة	اللحظة الرابعة	الحجم الوسيط	الحجم الحبي المتوسط	الانحراف المعياري الكلي	معامل الميل (الحيود)	
الوحدة	فاي (Ø)	فاي (Ø)	لا يوجد	لا يوجد	فاي (Ø)	فاي (Ø)	فاي (Ø)	لا يوجد	لا يوجد
TS-07	1.40	1.62	-0.18	3.06	2.63	0.93	1.46	0.16	1.71
TS-08	1.42	1.55	-0.12	3.05	2.39	1.00	1.54	0.21	1.70
TS-09	0.94	1.55	-0.09	3.22	2.39	0.74	1.70	0.18	1.70
TS-10	0.82	1.43	-0.11	3.31	2.04	0.42	1.24	-0.11	1.60
TS-11	0.85	1.48	-0.19	3.22	2.20	0.48	1.55	0.07	1.41
TS-12	0.94	1.45	-0.21	3.25	2.12	0.70	1.50	0.14	1.45
TS-13	0.92	1.41	-0.21	3.31	2.00	0.70	1.44	0.10	1.12
TS-14	0.87	1.51	-0.16	3.17	2.27	0.55	1.49	0.03	1.21
TS-15	0.45	1.86	0.22	2.44	3.47	-0.12	1.51	0.62	0.57
TS-16	0.25	1.76	0.30	2.53	3.11	-0.25	1.33	0.58	0.49
TS-17	0.20	1.64	0.28	2.88	2.69	-0.18	1.36	0.6	0.74
TS-18	0.25	1.76	0.32	2.58	3.10	-0.07	1.33	0.55	0.49
TS-19	0.43	1.80	0.26	2.51	3.20	0.08	1.66	0.68	0.48
TS-20	0.33	1.67	0.21	2.64	2.85	-0.05	1.56	0.64	1.06
TS-21	0.86	1.58	0.13	2.82	2.50	0.60	1.79	0.07	1.17
TS-22	0.81	1.54	0.09	3.08	2.37	0.43	1.54	-0.12	1.12
TS-23	0.27	1.72	0.21	2.55	2.96	0.17	1.58	0.37	0.84
TS-24	0.13	1.71	0.27	2.55	2.91	0.20	1.68	0.32	0.75
TS-25	0.91	1.56	0.07	2.96	2.42	0.43	1.59	-0.05	1.12
TS-26	0.80	1.60	0.07	2.93	2.56	0.43	1.56	-0.13	1.02
TS-27	0.22	1.72	0.33	2.78	2.96	-0.23	1.23	0.41	0.36
TS-28	0.27	1.71	0.24	2.63	2.94	-0.03	1.30	0.33	0.79
TS-27	0.22	1.72	0.33	2.78	2.96	-0.23	1.23	0.41	0.36
TS-28	0.27	1.71	0.24	2.63	2.94	-0.03	1.30	0.33	0.79
TS-29	0.14	1.61	0.17	2.64	2.60	-0.27	1.33	0.39	0.35
TS-30	0.08	1.64	0.19	2.52	2.65	-0.23	1.30	0.41	0.57
المتوسط	0.61	1.62	0.09	2.86	2.64	0.27	1.48	0.27	0.99

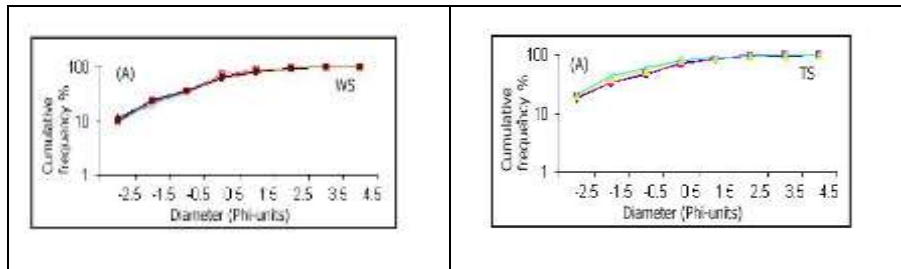


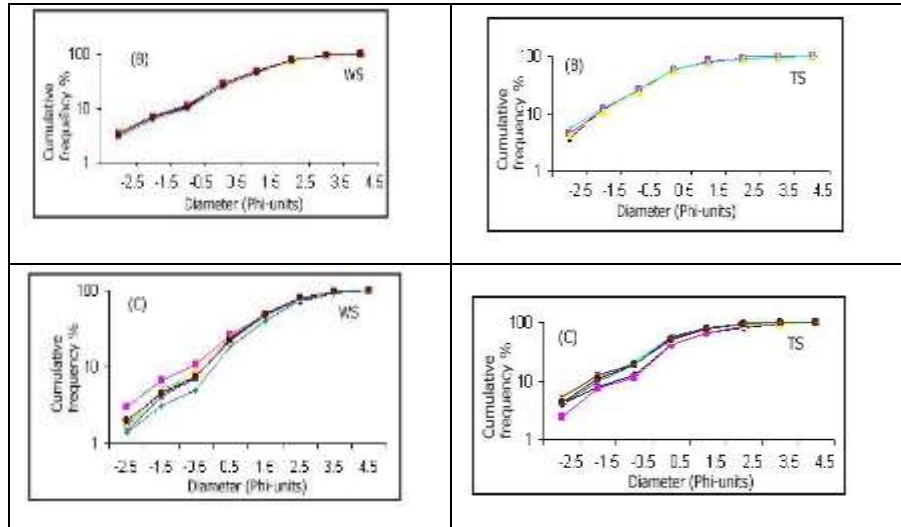


الشكل - 4: منحنيات التكرار التواتري frequency curves مقابل الحجم الحبي grain size ،
لعينات (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي (TS) ، ولعينات (منطقة حرض) وادي السهباء (WS) ،
(A) عينات رملية خشنة الحبية ، (B) عينات رملية متوسطة الحبية ، (C) عينات رملية ناعمة الحبية).

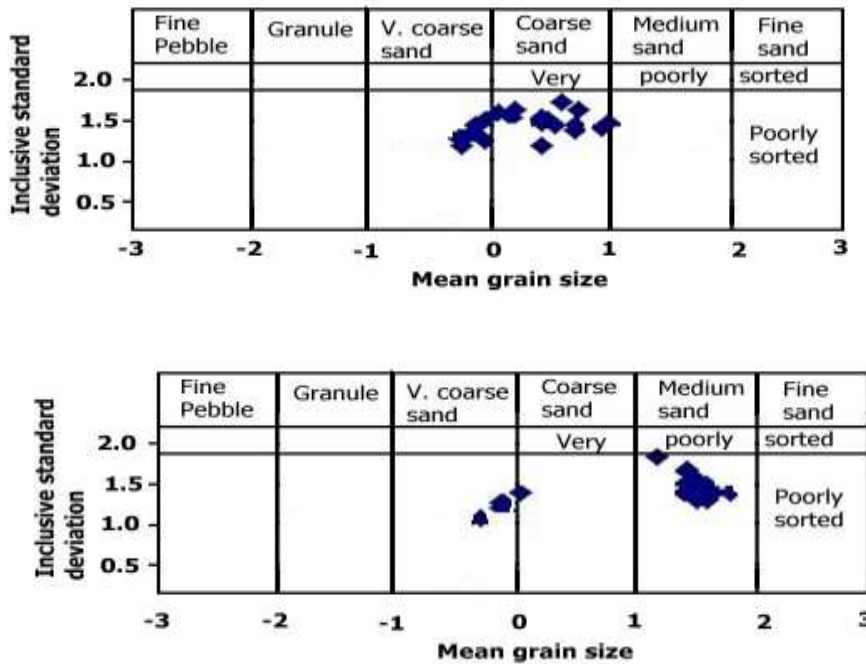
الحجم الحبي المتوسط البياني الكلي Inclusive Graphic Mean Size:

تتراوح قيم الحجم المتوسط البياني الكلي لعينات المدروسة inclusive graphic mean size من منطقة (القفوف) المقطع النموذجي بين $\emptyset 0.27$ (رمل خشن جداً) إلى $\emptyset 1.0$ (رمل خشن) مع قيمة متوسطة 0.27 \emptyset (رمل خشن)، بينما يشير الحجم المتوسط البياني الكلي لعينات المدروسة من منطقة حرض إلى أن حجم حباتها الرملية أنعم ، ويتراوح في المجال بين $\emptyset 0.30$ (رمل خشن جداً) و $\emptyset 1.77$ (رمل متوسط) مع قيمة متوسطة تقدر بحوالي $\emptyset 0.101$ (رمل خشن إلى متوسط). تم الحصول على نتائج مشابهة نسبياً من خلال تطبيق الطريقة اللحظية أو ما يسمى بطريقة العزوم (The Method of Moments) تبعاً للعلاقات الحسابية المقترحة من قبل (Friedman, 1961)، حيث تراوح متوسط الحجم الكلي لعينات المدروسة من المقطع النموذجي في المجال 0.08 و 1.42 \emptyset مع قيمة متوسطة بلغت 0.61 \emptyset ، في حين تراوح الحجم المتوسط البياني الكلي لعينات المدروسة من منطقة حرض بين 0.20 و 2.12 \emptyset مع قيمة متوسطة بلغت 1.39 \emptyset . يظهر مخطط التوزيع التكراري الناتج عن مقارنة نسب القيم المتوسطة لحجم الحبات mean size مقابل قيم حجم الحبات grain size (الشكل-7) وجود منحنيات ثنائية النمط (Bimodal)، مما يدل وبشكل واضح وأكد على وجود عدم تجانس للعمليات النهرية المسؤولة عن نقل وترسيب التوضعات الرسوبية للوحدة الترسيبية الأولى من تشكيلة الهفوف، وتعزى زيادة حجم الحبات الرسوبية في السحنة (A) (رملية ذات حبات خشنة جداً) إلى وجود زيادة في طاقة المسيلات المائية النهرية بالمقارنة مع عينات السحنة (C) (رملية ناعمة الحبات) (Visher, 1969).

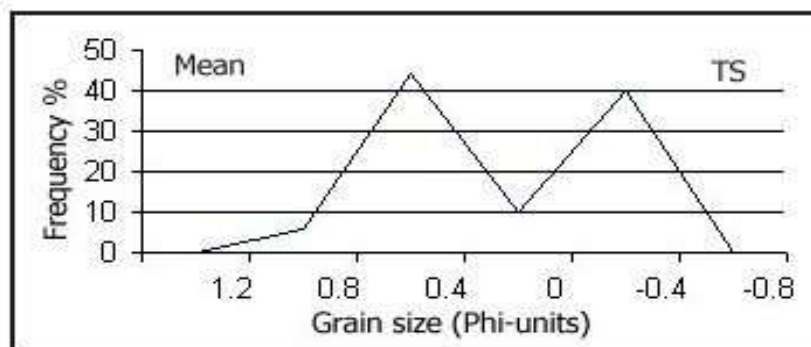




الشكل 5- منحنيات التكرار التواتري التراكمي cumulative frequency curves مقابل الحجم الحبيبي grain size، لعينات (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي (TS)، ولعينات (منطقة حرض) وادي السهباء (WS)، لعينات (منطقة A)- عينات رملية خشنة الحبية، B- عينات رملية متوسطة الحبية، C- عينات رملية ناعمة الحبية).



الشكل 6 - يبين العلاقة بين معامل الانحراف المعياري inclusive standard deviation والحجم الحبيبي المتوسط mean grain size، لعينات (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي (TS)، ولعينات (منطقة حرض) وادي السهباء (WS).



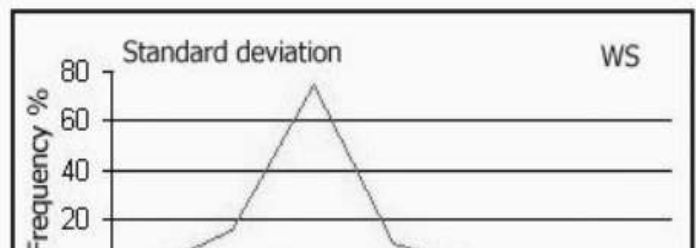
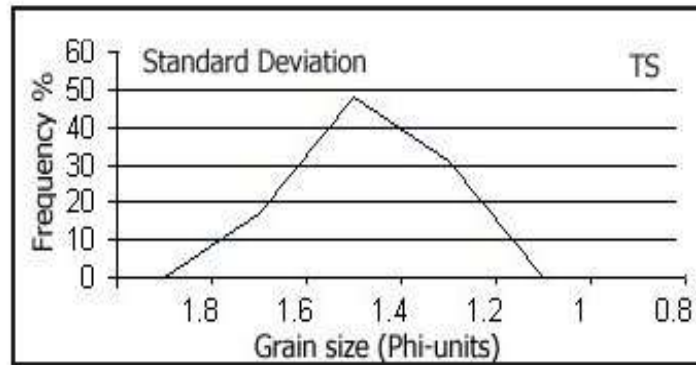
الانحراف المعياري البياني الكلي (التصنيف) (Inclusive Graphic Standard deviation(sorting)):

يمكن وصف وتصنيف عينات الأحجار الرملية عادة من خلال معرفة مقدار ابتعاد أو اقتراب حجم الحبات الرسوبية عن الحجم الحبي المتوسط والتي من خلالها أيضاً يمكن تحديد فيما إذا كانت مجاميع الحبات الرسوبية ذات رتبة حجمية واحدة أو أنها مختلطة وبالتالي نتمكن من معرفة درجة التصنيف للرسوبات. تبعاً لذلك وحسب معاملات (Folk and Ward, 1957) تم تصنيف العينات المأخوذة من (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي و(منطقة حررض) وادي السهباء ضمن التوضعات الرسوبية للحقبة رديئة التصنيف. يبدو ذلك واضحاً من خلال اسقاط قيم الانحراف المعياري standard deviation مقابل قيم الحجم الحبي grain size، حيث يكون الانتشار لمنحنى التوزيع واسعاً نسبياً (الشكل - 8)، وتتراوح قيم التصنيف (sorting) في المجال بين 1.23 و 1.79 ϕ مع قيمة متوسطة تبلغ 1.48 ϕ لعينات المقطع النموذجي، بينما تتراوح قيمها في عينات منطقة حررض بين 1.08 و 1.83 ϕ مع قيمة متوسطة تبلغ 1.40 ϕ ، وتتوافق هذه القيم مع تلك القيم الممثلة لمعظم التوضعات الرملية النهرية، والتي تكون عموماً أكبر من 0.50 ϕ (Friedman, 1961). كما تتراوح قيم النتائج المستخلصة من تطبيق حسابات (الطريقة اللحظية) طريقة العزوم بين 1.34 و 1.86 ϕ ، مع قيمة متوسطة تبلغ 1.57 ϕ لكل العينات المدروسة والتي يمكن اعتبارها حسب (Folk, 1974) ترسبات لحقبة رديئة التصنيف.

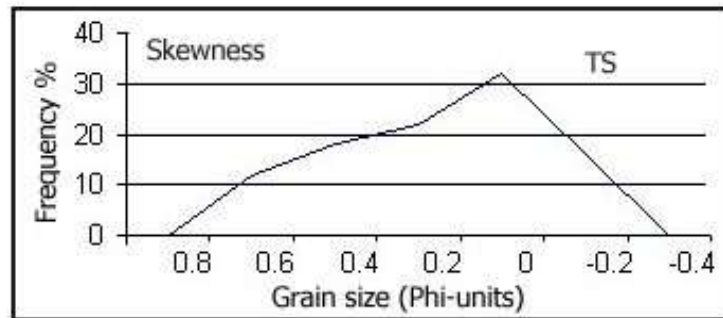
معامل الميل (الحيود) البياني الكلي (Inclusive Graphic Skewness):

تتباين قيم معاملات الميل أو (الحيود) الشكلي الكلي inclusive graphic skewness بالنسبة لعينات المقطع النموذجي لتتراوح في المجال بين -0.13 (ميل خشن) إلى 0.68 (ميل ناعم بسيط متطاول) وتبلغ وسطياً 0.27 (ميل ناعم). تتباين قيم معاملات الميل بالنسبة لعينات منطقة حررض في المجال بين -0.32 (ميل خشن) إلى 0.45 (شديد الميل نحو الناعم) وبشكل وسطي 0.01 (ميل ناعم) وهذا ما يعكس بوضوح المجال العريض لتغيرات

طاقة وسط الترسيب. يظهر منحنى التوزيع التراكمي لقيم معامل الميل skewness وجود نمطين متواجدين عند 0.10- لعينات السحنة الترسيبية (A) و 0.3 لعينات السحنتين الترسيبيتين (B) و (C) المأخوذة من منطقة حرض، ونمط وحيد يقع عند 0.1 من أجل عينات المقطع النموذجي (الشكل - 9). تفسر قيم معاملات الميل (الحيود) المنخفضة أو السالبة غالباً أنها ناتجة عن الزيادة في تواجد الحبات الخشنة خلال المراحل الأولى المبكرة لفيضانات المسيلات المائية (Friedman,1967).



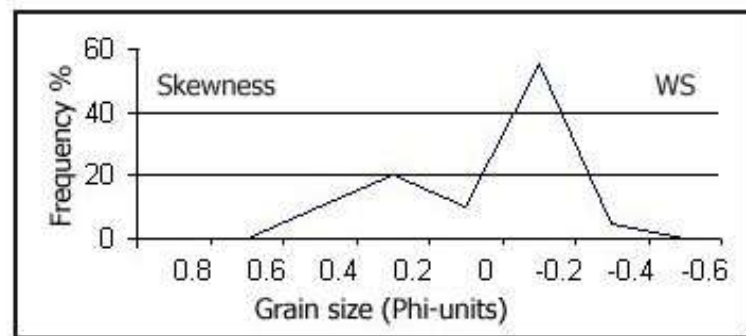
المقطع (ـ)



الشكل -

التفرطح

دي قيمها تأرجحاً كبيراً، (م) مع قيم متوسطة تبلغ بينات منطقة حرض بين 0.92 (تفرطح) 0.60 و 1.8 لعينات لذا ما يؤكد النتيجة التي



إذ تتراوح
0.99
0.36
(متوسط)
منطقة الـ
توصلنا

الشكل - 9: منحنى التوزيع التكراري (معامل الميل أو الحيود للحبات

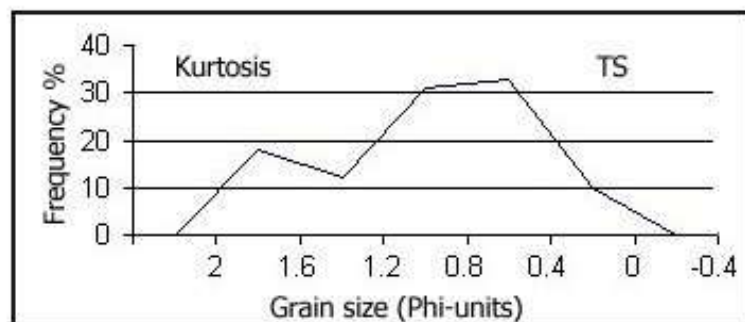
مقابل حجم الحبات)، لعينات (منطقة الهفوف) المقطع النموذجي (TS)، ولعينات (منطقة حرض) وادي السهباء

(WS).

علاقات التغير الثنائي لمعاملات الحجم الحبي Bivariant Grain Size Parameters :

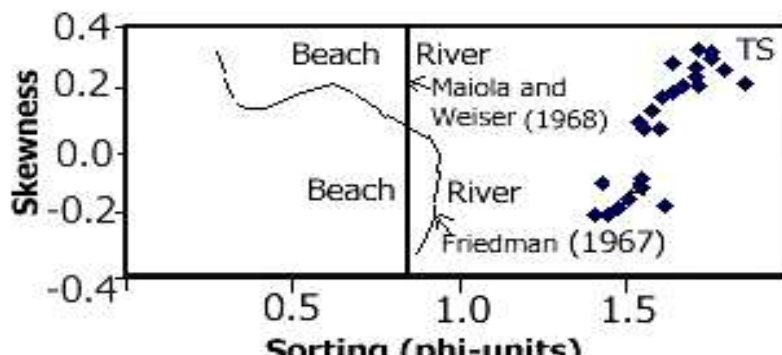
تشكل درجة التصنيف للرسوبات الفئاتية والقيم المتوسطة لحجم الحبات و كذلك درجة الميل (الحيود) حسب رأي عدد كبير من الباحثين على سبيل المثال: (Folk and Ward, 1957; Friedman,1961; Moiola and Weiser, 1968; Friedman and Sanders, 1978; Tanner, 1991; Balsillie and Tanner, 1999) المعاملات أو المؤشرات الأكثر حساسية من أجل تحديد كافة البيئات الترسيبية المختلفة والتميز بينها.

يتضح لدى اسقاط قيم الميل (الحيود) مقابل قيم درجة وجود الفرز الحبي حسب مخطط (Friedman,1967) أن غالبية العينات تتواجد ضمن الحقل المخصص للبيئات الترسيبية اللحية النهرية (الشكل 11). وتم التوصل إلى نتائج مماثلة عند اختبار مخطط (Moiola and Weiser,1968) الذي يعتمد على مضاهاة قيم حجم الحبات



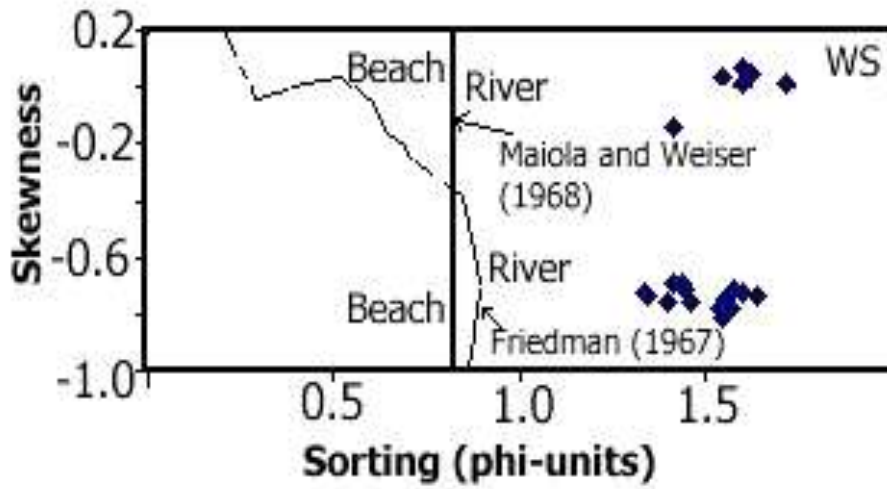
النتائج :

كنتيجة لما سبق يمكن القول بأن تشكيلة الهفوف اللحية توضع على طول امتداد وادي السهباء الممتد مسافة إجمالية تقدر بحوالي 450 كم، والذي يعتبر أحد أكبر الأودية أو المسيلات المائية النهرية القديمة التي انتشرت في منطقة شبه الجزيرة العربية خلال النيوجين في عصري الميوسين والبليوسين، حيث سيطر مناخ رطب ماطر ساد خلال هذين العصرين في منطقة شبه الجزيرة العربية (McClure,1978). خلال هذا الزمان الماطر تم انتقال الرسوبات اللحية من الغرب نحو الشرق وتوضعت الرسوبات المحتوتة والمنفتحة من مناطق أعالي المسيلات المائية والأنهار في بيئات دلتاوية في منطقتي الهفوف وحرص على طول امتداد وادي السهباء في الجزء الجنوبي الشرقي للجزيرة العربية (Murriss,1980)، وذلك يقود إلى الاقتراح أن التوضعات اللحية لتشكيلة الهفوف قد أتت من صخور الدرع العربي (مصدر التغذية) المفتتة وانتقلت عبر نهر قديم كبير، حيث أن قناة النهر ومقدار تدفق قوة التيارات المائية النشطة التي سادت في تلك الحقبة الزمنية تم التحكم بها بنيوياً من قبل صدع وادي السهباء(Weijermars,1998).

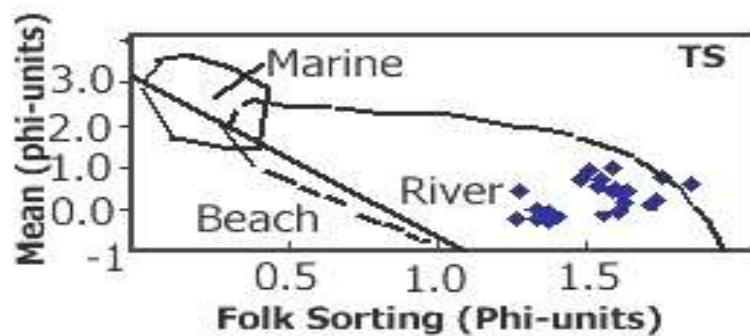


استخدام نتائج التحليل الحبي الحجمي في تفسير خصائص البيئات الترسيبية للوحدة الصخرية السفلى

من تشكيلة الهفوف المتكشفة في الجزء الشرقي من شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية) السفرجلاني



الشكل - 11 : مخطط مضاهاة قيم معامل الميل (الحيود) مقابل قيم الفرز أو التصنيف، مخطط (Friedman, 1967)، لعينات (منطقة الهفوف) المقطع النمونجي (TS)، ولعينات (منطقة حرض) وادي السهباء (WS).



قادت دراسة معطيات التحليل الميكانيكي للعينات المدروسة إلى النتائج الرئيسية التالية :

- لوحظ من خلال دراسة معاملات تحليل الحجم الحبي *grain-size analyses parameters* للعينات المدروسة المجال الواسع والتنوع الكبير لحجم الحبات الذي يمتد من الرمل الحصى بأنماطه المختلفة إلى الرمل المترج من الخشن وحتى الناعم وأن مركبة الرمل الخشن هي الأكثر وفرة وغزارة حيث تتراوح نسبة توافرها بين 40-60% من مجمل العينة ، بينما تكون مركبة الرمل الناعم الأقل وفرة حيث تتراوح نسبة توافرها بين 10-20% .
- أما بما يتعلق بالتصنيف الحبي *Sorting*، فإن قيم الانحراف المعياري البياني الكلي *inclusive graphic standard deviation* تعد مؤشراً جيداً للتعبير عنه وتشير هنا لتصنيف المواد الحطامية بشكل رديء أو حتى الرديء جداً *poorly to very poorly sorted material*، حتى أنه يمكن اعتبار بعض هذه الرسوبيات من الوجهة الفلزية والنسيجية توضعات أولية غير ناضجة، على الرغم من أن بعض العينات تظهر ميول طفيفة لتكون أكثر نضجاً.
- قدمت المخططات البيانية التي تربط بين قيم الحجم الحبي المتوسط *mean grain size* وقيم الانحراف المعياري البياني الكلي *inclusive graphic standard deviation* والمقترحة من قبل (Moiala and Weiser, 1968) معلومات جيدة بما يخص البيئة الترسيبية التي توضع فيها الرسوبات الحطامية، فلدى اختبار ذلك على العينات المدروسة لوحظ زيادة بسيطة في درجة التصنيف المترج *sorting* مقارنة مع تناقص قيم الحجم الحبي المتوسط *mean grain size*، مما يدعو للافتراض بأن معظم المواد الفتاتية للحقبة المدروسة كانت قد ترسبت من حمولات نقل رسوبية نهريّة غير متجانسة رديئة التصنيف.
- توضح مقارنة القيم المتوسطة لحجم الحبات تواجد أكثر من نمط ترسيبي كما تتباين قيم معاملات الميول (الحمود) الكلية في مجال واسع، وهذا ما يؤكد من جهته عدم تجانس العمليات النهريّة المسؤولة عن نقل وترسيب التوضعات

الرسوبية للوحدة الرسوبية الصخرية الأولى (السفلى) من تشكيلة الهفوف، فزيادة حجم الحبيبات الرسوبية في العينات المدروسة يشير إلى زيادة في طاقة المسيلات المائية النهرية.

المراجع:

1. Al-Naqib, K.M., (1967): Geology of the Arabian Peninsula, southwestern Iraq. USGS Professional Paper No. 560- G.,1-40pp.
2. Al-Saad,H.,Nasir,S.,Sadooni,F.and Alsharhan,A.S.,(2002):Stratigraphy and sedimentology of the Hofuf Formation in the State of Qatar in relation to the tectonic evolution of the East Arabian Block.N.Jb.Geol. Palaeont.Mh.No.7.,426-448pp.
3. Al-Sulaimi, J.S., (1994): Petrological characteristics of clasts in the Dibdibbah gravel of Kuwait and their relevance to provenance. J. Univ. Kuwait (Sci.), 21: 117-134 pp.
4. Al-Sulaimi, J. S., and Pitty, A.F., (1995): Origin and depositional model of Wadi Al-Batin and its associated alluvial fan, Saudi Arabia and Kuwait. Sediment. Geol. 97:203-229 pp.
5. Al-Sulaimi, J. S., Mukhopadhyay, A. (2000): An overview of the surface and near-surface geology, geomorphology and natural resources of Kuwait. Earth Sc. Rev. 50:227-267 pp.
6. Balsillie, J.H., and Tanner, W.F. (1999): Suite versus composite statistics. Sediment.Geol. 125,225-234pp.
7. Beydoun, Z.R., (1966): Geology of the Arabian Peninsula: Eastern Aden Protectorate and part of Delfuar. USGS Professional Paper No. 560-H.
8. Blondeau, A. and Cavalier, C. (1973): The Tertiary of the Qatar Peninsula (Arabic Gulf). Soc. Geol. Fr. Bull., 2:5-20 pp.
9. Cavalier, C. (1970): Geological description of the Qatar Peninsula (Arabian Gulf).BRGM, Paris, 39 pp.
10. Folk, R.L. and Ward, W.C., (1957) : Brozes river bar in the significance of grain-size parameters. J. Geol. 62, 344-359 pp.
11. Folk, R.L. and Ward, W.C., (1974):Petrology of Sedimentary Rocks, Austin.Tex.,Hamphills,170p.
12. Friedman, G.M., (1961): Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. J. Sediment. Petrol. 31, 514 - 529 pp.
13. Friedman, G.M., (1967): Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distributions of beach and river sands. J. Sediment. Petrol. 37,327-354 pp.
14. Friedman, G.M., and Sandser,J.E. (1978): Principles of Sedimentology. John Wiley & Sons. New York, 792 pp.
15. Fuchs, W., Gattinger, T.E. and Holzer, H.F., (1968): Explanatory Text to the Synoptic Geologic Map of Kuwait. Geological Survey of Austria, Vienna (unpublished).
16. Hoetzl, H. and Zoetl, J.G., (1984): Middle and Early Pleistocene. In: AR Jado and J.G. Z6tl (Editors), Quaternary Period in Saudi Arabia. Springer-Verlag, New York, N.Y., 333-349 pp.
17. Hoetzl, H., Felber, H. and Zoetl, J.G., (1978): The Quaternary development of the upper part of Wadi Ar-Rimah (Saudi Arabia). In: S.S. Al-Sayari and J.G. Zoetl

- (Editors), Quaternary Period in Saudi Arabia. Springer-Verlag, New York, N.Y., 173-182 pp.
18. Hudson, R.G.S., Eames, F.E. and Wilkins, G.L, (1957): The fauna of some recent marine deposits near Basrah, Iraq. *Geol. Mag.*, 94: 393-401 pp.
 19. McClure, H.A. (1984): Late Quaternary paleoenvironments of the Rub' al Khali. PhD. Thesis. University College, London.
 20. McClure, H.A, (1978) : Ar Rub al Khali. In: S.S. Al-Sayari and J.G. Zoetl (Editors), Quaternary Period in Saudi Arabia. Springer- Verlag, New York, N.Y., 252-263 pp.
 21. Moiola, R.J., and Weiser, D.,(1968): Textural parameters : an evaluation. *J. Sediment. Petrol.* 38, 45-53 pp.
 22. Murriss, R. (1980): Middle East: Stratigraphic evolution and oil habitat. *AAPG Bull.* 64, 597-618 pp.
 23. Powers, R.W., Ramirez, L.F., Redmond, C.D., and Elberg, E.L. Jr. (1966): Geology of the Arabian Peninsula: Sedimentary geology of Saudi Arabia. U.S. Geological Survey. Prof. Paper No. 560-D, 147 pp.
 24. Powers, R. W. (1968): *Lexique stratigraphique International:Asie, Vol. III, Fasc.1061-Saudi Arabia.* CNRS, Paris, 177 pp.
 25. Safarjalani, A., (2004) : Placer Gold In The Al-Hofuf Formation The Eastern Province Of Saudi Arabia , Report On Scientific Study , Deanship of Scientific Research ,King Faisal University, 99p.
 26. Standring, A.J., and Sugden, W., (1978): Qatar in *Lexique Stratigraphique International. Vol III, Fasc. 1063* CNRS, Paris.
 27. Steineke, M., and Koch, T.W., (1935) : In *Geology Survey Professional Paper 500-D, (1966)* 147pp.
 28. Tanner, W.F., (1991): Suite statistics: the hydrodynamics and the evolution of the grain size distribution. In: Syvitski, J.P.M. (Ed), *Principles, Methods and Application of Particle Size Analysis.* Cambridge University Press, Cambridge, 225-236 pp.
 29. Thralls, H.W., and Hassan, R.C. (1956): Geology and oil resources of eastern Saudi Arabia. *Intern. Geol. Cong. 20th, Mexico. Symposium sobre Yacimientos de Petroleoy Gas.* 2, 9-32 pp.
 30. Visher, G.S. (1969): Grain size distributions and depositional processes . *J. Sediment. Petrol.* 39, 1074-1106 pp.
 31. Weijermars, R. (1998): Plio-Quaternary movement of the East Arabian block. *Georabia*, 3:509-540 pp.
 32. Wentworth, C. K., (1922): A field study of the shape of river pebbles. *Bull. U.S. Geol. Survey.* 730C, 114pp.