الخصائص البتروجرافية لتكوينات السهول الشرقية بسواحل سرت

(دراسة جيومورفولوجية تحليلية في مدلول «العامل والعملية»)

The petrographic characteristics of Eastern Sirt's coastal plains formations

An analytical geomorphologic study to the significance of «agent and process»

د. جميل محمد محمد عزب النجار(*)

الملخص

تعد عمليات النحت والإرساب نظما محددة ومعقدة في آن واحد. وبالتالي فإن استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية ومنهجية ربط الشكل بالعملية في مناقشة نتائج تحليل تكوينات السهول الشرقية لسواحل سرت من خلال دلالة كل من العامل والعملية، يعد مفيدا في تقييم العمليات الجيومورفولوجية في تلك النظم. وقد اعْتُبِرَتْ عملية تفسير بيئة التكوينات القديمة في مناطقِ السهولِ الساحليةِ ورواسبِ المتبخرات من العمليات الغامضة في أغلب الأحيان. ولذلك، فإن تمييز التراكيبِ الرسوبيةِ الأوليةِ التي تشير إلى تعرّضها لظروف رياحية ثانوية أو بحريةٍ بُحيرية ضحلة، يُعد مِنْ الضروريات الحاسمةِ عند تفسير بيئات ترسيب المتبخرات

(*) جامعة التحدي ـ كلية الآداب ـ قسم الجغرافيا، سرت ـ ليبيا.

الهامشية. مع الأخذ في الاعتبار بأن السباخ الساحلية على خليج سرت، تعد واحدة من أكبر المسطحات الملحيةِ في ليبيا إلى حدٍ ما، وإحدى الأماكنِ القليلة التي يُمْكِنُ أَنْ تُلاحظَ بها عملياتِ الإرساب النشطة والمتَعلّقة بالمتبخرات (الهاليت والأنهيدرايت) والكربونات (الكالسيت والدولوميت). لذا، فإن تحققًا مُفَصّلًا لبيئةِ رسوبية حديثة بسهول سرت الساحلية سَيكونُ له نتائجَ هامّةَ في تفسيرِ الأوضاع القديمةِ لتكوينات منطقة الدراسة، انطلاقا من العبارة الهاطونية الشهيرة «الحاضر مفتاح الماضي». وقد أوضحت هذه الدراسة بأن العملية الجيومورفولوجية السائدة بالمنطقة هي عملية الإرساب بوجه عام، وتنتشر بالمنطقة الرواسب الرملية بكافة أحجامها المختلفة، ويوجد بالمنطقة ثلاث أنماط من التربة هي: التربة الفيضية بمخارج الأودية ودالاتها، وتربة سهول الإرساب البحري بالمناطق التي لا تخترقها أودية، والتربة الملحية بمناطق السباخ شرقي المنطقة.

ABSTRACT

Erosion and Sedimentation processes are determined and complicated systems at the same time. Thus, in evaluating geomorpholical processes in these systems, a generic Form and Process approach can be utilized and useful when using GIS technique with the significance of "agent and process" during petrographic analysis results 0f Eastern Surt's coastal plains formations.

Palaeoenvironmental interpretation in coastal plains and evaporitic sediments is considered often ambiguous. Consequently, the recognition of primary sedimentary structures that indicate subaerial exposure or shallow marine and lacustrine conditions are therefore of crucial importance when interpreting marginal sedimentary evaporite facies. The Coastal Sabkhas on Surt Gulf, are nearly one of the largest salt flat in Libya, and are one of the few places where active sedimentary processes related to evaporites(halite, Anhydrite), carbonates (calcite, dolomite) can be observed. Therefore, detailed investigation of the modern depositional environment on the Surt's coastal plains will have significant implications for the interpretation of ancient settings to the formations of study area based on "Hattonic" hypothesis which said: "The present is the key to the past". This study had explained that widespread process in the study area is Sedimentation, and sand deposits, in its all different size, are the most present formations, finally there are three classes to patterns of

soil: alluvial soil in early deposited deltas, soil of marine deposition plains and salty sabkhas Sediments eastern the study area.

أولا: المقدمة

يسهل على الباحث أن يتعرف ـ في موضوع ما ـ على العوامل المؤثرة في نشوء ظاهرة ما من أول وهلة، وقد يحتاج لبعض الوقت في تحديد أي العوامل الأكثر تأثيرا في تكوينها، لكن من المؤكد أنه يحتاج لوقت أطول ـ في الظواهر الجيومورفولوجية ـ لمعرفة ظروف تطورها، فإن تيسر له الوقوف على ظروف التطور أو بعضها، فسيتوقف أطول أمام التعرف على كيفية (آلية) هذا التطور، وربما احتاج للتجريب المعملي لمساعدته على إدراك المدلول، وحتمية احتياجه للخلفية النظرية التي تمكنه مثلا من التفريق والتمييز بين «**الخاصية**» و«**العملية**» من جهة، أو الربط بين «**العامل والعملية**» من جهة أخرى، وقد ينشد من وراء بحثه فهما أعمق، لو أراد التأمل ـ فلسفيا ـ في حقيقة تبدو في ظاهرها غير منطقية، بينما في باطنها تكمن كل بواعث وجودها، أو يرغب حتى في مجرد التحري عن موقع مشكلته البحثية داخل منظومتها البيئية المتداخلة في علاقاتها، أو ابتغى النظرة الكونية الأكثر تعقيدا، إذا طمح في الإدراك الميتافيزيقي لما وراء طبيعة الأشياء، وهنا حتما سيتعثر؛ لوعورة الدرب ولن يسعفه وقته البتة في الإلمام بكل العوامل والعلاقات الأكثر تشابكا في متاهاتها.

ولا شك في أن هذا الحكم لا ينسحب على كل الموضوعات والمتغيرات، باستثناء متغير **الزمن**، لكن في موضوع كموضوع «**العامل والعملية الجيومورفولوجية**» يصبح الأمر أكثر تعقيدا ويحتاج إلى التروي(*). ويُعد الخوض «**البتروجرافي**» في موضوع «**العامل والعملية**»

(*) حيث يتيسر على المتلقي مثلا: تحديد «**العامل والعملية**» في «**التعرية النهرية**»– حتى بمجرد النظر لتلك العبارة بمنظور لغوي، ومعاملتها معاملة «المبتدأ والخبر» أو «المضاف والمضاف إليه»، فسيدرك ببساطة أن النهر هو «**العامل**»، والتعرية هي «**العملية**»، وهو افتراض صحيح في حالة البحث عن **عامل أساسي وعملية سائدة**، ويختلف الأمر في حالة البحث عن عوامل أخري مشتركة في النشأة، **كالعوامل التكتونية مع الأنهار في حالة «حافات أسطح الصدوع»** مثلا، أو **عملية** كبرى تحمل في جنباتها **عمليات** أخرى ثانوية، **كعمليات النحت والنقل والإرساب** في معظم الحالات، والعوامل والعمليات الثانوية هنا قد تصبح رئيسة هناك، أو يحوي فيها **العامل** عدة **عمليات(كالتجوية)**،=

وسيلة من وسائل القياس المنطقي والتجريب المعلمي(*) المُشار إليها آنفا، حيث يمكن أن يوحي البحث فيها بفكرة أصيلة تحكي سيرا مُستَتِرة، عن أصل الراسب ودوره في تشكيل تكوينات المنطقة وكيفية تطورها وظروفها المناخية السائدة.. الخ، من خلال فهم طبيعة **وكيفية عمل العملية** ونسبيتها. ومن أبلغ ما ورد في هذا الصدد «متلازمة» لأستاذنا الدكتور أبو راضي(1990)، في معرض تناوله لموضوع «**ديناميات التعرية** الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل»، ... **بإمكانية إقامة علاقة بيئية بين الشكل والعملية Form and Process**...، وكأنما ارتأى في هذه المزاوجة **المنهجية** علاقة حية، يمكن أن تُنبئنا بالكثير عن أسرارها. وعلى أية حال تحاول هذه الدراسة ـ بشيء من التبصر ـ الإبحار في هذه العوالم الخفية «**للعملية**»، عن طريق بعض الدلائل الرسوبية sedimentary evidences للتوزيع الجغرافي والاستراتيجرافي لتكوينات المنطقة، والتي يمكن أن تبوح بشيء لافت، أو تقود إلى خيط مفقود يُتَمِمُ بدوره الاستشفاف النابه والإلمام الأكثر وعيا **بالعمليات السائدة والعوامل المؤثرة** في تشكيل تربة المنطقة.

أ- الهدف من الدراسة:

تهدف عملية تحليل رواسب المنطقة إلى تصنيف حبيباتها وحصرها في مجموعات جرانيولومترية، من خلال توزيعها على فئات حجمية محددة بتحليلها ميكانيكيا لتساعد على تمييز أنواعها وأنماطها المختلفة، والتعرف كذلك على طبيعة العناصر المعدنية للتربة، ومعرفة

=أو يصبح **العامل عملية** في مواضع أخرى...وهكذا. أما إذا كان المطلوب البحث عن «**العامل والعملية**» في خاصية «**النفاذية**» مثلا، فيجب على الباحث التأني هنا في فرض الفروض، لا لصعوبة في البحث؛ إنما للتداخل والتنوع في العمليات والتشابك في العوامل، وقد يفوت المتعجل أن **العامل** الأساسي فيها «**ليثولوجي**»، **والعملية** الأساسية هي «**التسرب**» تحت تأثير **عامل** آخر ثانوي هو «**الجاذبية**»، ونفس **العامل** الأساسي (**التركيب الصخري**) يصبح ثانويا في **عملية** أخرى فرعية هي «**التشقق**» الناتجة عن عملية أخرى ثانوية هي «**التفكك**» والتحطيم الفيزيائي، ويجتمع فيها «**العامل والعملية**» داخل منظومة أكبر هي «**التجوية الميكانيكية**»...وهكذا، لتظل النسبية هي النظرية الأكثر حسما في تحديد أي العوامل هو الأساس وأي العمليات هي السائدة.

(*) قد يحتاج الباحث لإجراء بعض التجارب البسيطة، إذا ما أراد مثلا: التحقق من علاقة **حجم** الرواسب الطينية والرملية بخاصية «**التمدد والانكماش**» خلال **الظروف** الرطبة والجافة، مع ضرورة الوضع في الاعتبار اختلاف الظروف المعملية عن الظروف الطبيعية.

محتواها الكربوني من خلال تحليلها كيميائيا، وهي نتائج يمكن أن تفيد في العديد من أوجه التنمية على وجه العموم، وخصوصا الإنشائية منها والزراعية.

ب- مشكلة الدراسة:

تعكس الخصائص البتروجرافية للرواسب طبيعة كل من العامل المشَكِّل والعملية الجيومورفولوجية السائدة، وتقتصر دراسة الخصائص البتروجرافية هنا على نوعين من أنواع التحليل المعملي للرواسب وهما: التحليل الجرانيولومتري والكيميائي، في محاولة للتعرف على نوع الراسب وطبيعته، وتعيين العامل المرسب، والظروف الجيومورفولوجية الحالية وتلك التي كانت سائدة وقت الإرساب لتكوينات هذا السهل الساحلي، وذلك عن طريق قراءة شكل ونمط توزيع الحبيبات التي تظهرها نتائج التحليل، والتعرف على الخصائص الطبيعية والكيميائية لتربة المنطقة؛ للوقوف أخيرا على أنواعها وظروف هذا التنوع.

وعموما تميل **العملية** الجيومورفولوجية بسواحل المنطقة باتجاه **الإرساب**، فسهول المنطقة منبسطة تفترشها الرمال المفككة، خاصة كلما اتجهنا نحو الشرق لتسود المتبخرات والرواسب الكربونية؛ بسبب اكتناف السهل لعدد من السباخ الساحلية، وتكاد تنعدم بها أية مظاهر طبوغرافية موجبة، من جروف صخرية أو ما شابه، باستثناء سلسلتين من الكثبان الرملية الساحلية، توازيان ـ دون اتصال ـ خط الساحل بامتداد عام يأخذ الاتجاه الغربي-الشرقي، وتحصران فيما بينهما بعض الأحواض الممتلئة بالرواسب التي تختفي في ظل تخومها الرسوبية السلسلة الداخلية؛ فلا تظهر كثيرا في أغلب القطاعات، وهي من الأنواع الصغيرة، حيث تتراوح ارتفاعاتها بين المترين والستة أمتار.

ج- الفروض العلمية:

في البداية تم تحديد عدد من الفروض الصفرية غير المتوقعة Non expected null hypothesis لاختبارها، وتمت صياغتها على النحو التالي:

- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين ارتفاع نسب المواد الناعمة ببعض

التكوينات الرسوبية للمنطقة وسيادة **عملية الإرساب المرتبطة** بنشاط العواصف الرملية بوجه عام.

- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المسطحات الرطبة وشبه الرطبة في سباخ المنطقة وسيادة المعادن الجبسية والدولومية بها.
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين قلة الصوديوم(ملح الطعام) وزيادة نسب التملح الكبريتاتي الكلوريدي بسباخ المنطقة.
- لا يوجد ارتباط دال بين سيادة فئة الرمال الخشنة بالتكوينات العميقة في أغلب سهول الإرساب الفيضي ونشأتها المائية.

وبعد الانتهاء من إجراء التحليلات وتفسير النتائج، تمت الاختبارات الإحصائية للفروض عند مستويات دلالة معينة specific significance، للتحقق من الفروض النهائية المقبولة والجزم بإقرار المتوقع منها أو الاطمئنان للفروض البديلة، التي توافقت في أغلبها مع الحقائق النظرية والمُسلمات البديهية فصيغت على النحو التالي:

- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha = 0.05$ بين ارتفاع نسب المواد الناعمة ببعض التكوينات الرسوبية للمنطقة وسيادة **عملية الإرساب المرتبطة** بنشاط العواصف الرملية بوجه عام.
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha = 0.05$ بين قلة ملح الطعام وزيادة نسب التملح الكبريتاتي الكلوريدي بسباخ المنطقة.
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha = 0.05$ بين المسطحات الرطبة وسيادة معادن الجبس بها.
- وجود ارتباط بين الموقع البحري وسيادة الرواسب البحرية بتكوينات المنطقة من جهة، وبين ارتفاع نسب الرواسب القارية وحالة الجفاف السائدة من جهة أخرى بوجه عام.

- وجود ارتباط بين قلة الحصى وندرة الحصباء بالتكوينات **السطحية** بأغلب سهول المنطقة من جهة، وغياب دور التعرية النهرية في الوقت الحاضر من جهة أخرى.
- وجود ارتباط بين سيادة فئة الرمال الخشنة بالتكوينات **العميقة** في أغلب سهول الإرساب الفيضي ونشأتها المائية.

د- الدراسات السابقة:

الدراسات البتروجرافية والبيدولوجية العالمية أكثر من أن تُحصى، وما يتصل منها بمنطقة الدراسة مباشرة: دراسة انجليزية سابقة لليوغسلافي أُكوكوليفيتش(Ocokoljic, 1975)، ضمن فريق العمل الذي أعده ميجالكوفيتش(Mijalkovic', N., et al, 1977)، وأشرف عليها مركز البحوث الصناعية بطرابلس العاصمة، أوضح فيها الباحث التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسباخ المنطقة، من واقع تحليل عدد 21 عينة موزعة على مختلف أرجائها.

ومن أوضح الدراسات التي تناولت مواضيع بحثية مماثلة بمناطق أخرى داخل الأراضي الليبية، دراسة وصفية تحليلية بالعربية لأستاذنا الراحل الدكتور جودة حسنين جودة (1972)، بعنوان: سبخات واحة «مُرادة»، وكان التركيز فيها على ظروف النشأة والإسهاب في عرض الجوانب المورفولوجية والجرانيولومترية.

هـ- مصادر البيانات:

1- المرئية الفضائية (Landsat TM-7، 2005).

2- الخريطة الجيولوجية: مقياس 1: 250000، لوحة قصر سرت، طرابلس، 1977.

3- الدراسة الميدانية والمعملية: بدأت الدراسات الميدانية بأسبوع كامل خلال شهر النوار (فبراير) 2006، أُنجزت فيه مهام الاستطلاع وإجراء بعض القياسات المورفومترية التحققية وأخيرًا الحصول على عدد من عينات التربة، والتي تم تحليل رواسبها ميكانيكيا بمعامل كلية العلوم الزراعية بجامعة التحدي، بمساعدة مجموعة الزراعية، وتوالت بعدها الزيارات التي تم إيضاح تفصيلاتها في مراحل العمل التالية.

و- مراحل العمل:

1- بعد الحصول على عدد اثنتي عشرة عينة(*) من تربة السهول البحرية والفيضية بالمنطقة، وعدد عشر عينات من تربة السباخ بهوامشها في شهر ناصر (يوليو) عام 2006، قام الباحث بتحليلها ميكانيكيا وكيمائيا بمعامل الهيدروليكا والطمي التابعة لوزارة الأشغال العامة والموارد المائية بالقاهرة في شهر هاتور (أغسطس) من نفس العام، بعدما تعذر تحليلها بالداخل.

2- مرحلة ربط النتائج بنظم المعلومات الجغرافية(GIS):

بعد إدخال بيانات المصدر إلى الحاسب وعمل ترقيم يدوي لبياناتها المكانية والمعملية Spatial and laboratory data وتحويلها لعدد من الطبقات الرقمية Digital Layers وتجميعها باستخدام أسلوب التغطية Overlaying، بهدف تجهيز المعلومات والخرائط الآلية، أصبح من الميسور جمع هذه المعلومات التي تضمنتها تلك الطبقات في خريطة رقمية واحدة مؤلفة من أكثر من طبقة في نظام معلوماتي جغرافي (GIS) أعطى - بالنسخ - عددًا من الأشكال والخرائط التي ارتكزت عليها الدراسة.

ز- منهجية الدراسة:

اتبع الباحث في تناوله لهذه الظاهرة الجيومورفولوجية أكثر من منهج علمي، بهدف التعزيز من رصانة ومتانة أركان المَتْن المسبوق بمقدمة وافية، والمنتهي بخاتمة تتضمن عدد من النتائج

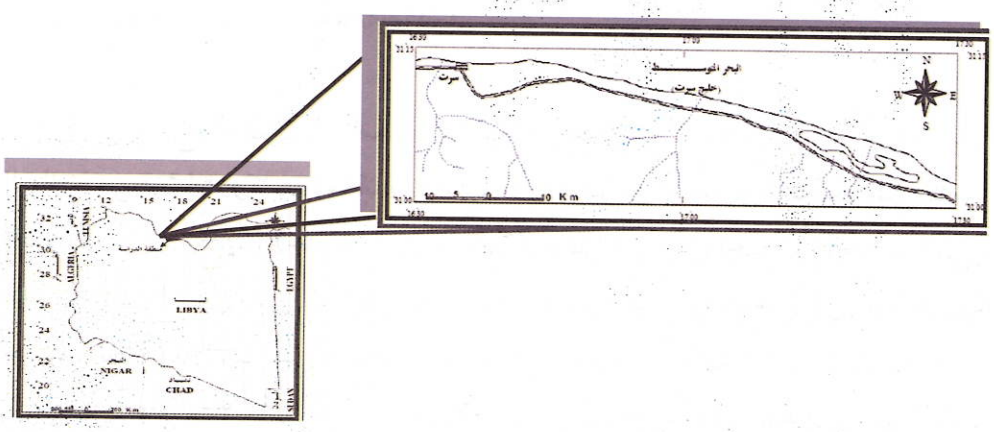
(*) تم الحصول على عينات الرواسب التي قام الباحث بتحليلها، خاصة العميقة، من خلال أربع أنواع من الحفر: **النوع الأول** تم أخذه من حفر بأحجام نموذجية (2×2×2 مترا)، قامت بحفرها شركات كبرى تابعة لمشروع النهر الصناعي، ولم يتسنى لها إعادة ردمها، **والنوع الثاني** تم الحصول عليه من جوانب الآبار المهجورة بالمنطقة، **والنوع الثالث** من الأحواض التي يقوم الأهالي بإزالة رواسبها الفيضية بمخارج الأودية ونقلها لأغراض زراعية، أو تلك التي يقومون بإزالتها من نطاق الكثبان الساحلية لأغراض البناء، **والنوع الرابع** بالمناطق التي تخلو من أي نوع من الأنواع السابقة، فقام الباحث بحفر عدد من الحفر التي لم تتوفر فيها الشروط المثالية بالقدر الكافي (بأبعاد 50×50×100سم) وباستخدام أدوات متواضعة، لكنها حققت أكبر قدر ممكن من الغرض المطلوب (مجموعة الصور رقم1).

والتوصيات وقائمة بالمراجع والملاحق التي حاول فيها الباحث التأسي بأحدث أساليب الثبت والإسناد والتوثيق، الأوسع انتشارًا والمأخوذة عن مدرسة هارفارد، وإن بات الحضور **للمنهج التحليلي** هو الأكثر وضوحًا، حيث اعتمدت الدراسة على تحليل عدد من العينات المختارة بعناية من رواسب ممثلة لجميع بقاع منطقة الدراسة، تحليلا معمليا مدعوما بالمعالجات الإحصائية الرقمية باستخدام الحاسب الآلي؛ بهدف تمييز العناصر المكونة والتعرف على طبيعة ونسب الأملاح السائدة بأنواع الرواسب المختلفة وتحليل علاقاتها ودلالاتها. تلاه **منهج ربط الشكل بالعملية**، ثم **المنهج الوصفي التفسيري** القائمان على وصف وتوضيح أشكال وأنماط الرواسب وربطها من جهة بظروف النشأة وبيئة الترسيب، ومن جهة أخرى بكيفية إتمام عمليات النحت والنقل والإرساب.

ثانيا: الموقع والسمات الجغرافية العامة

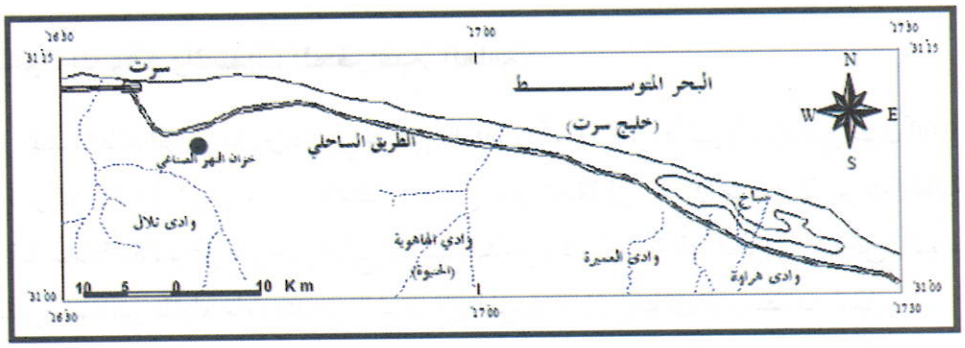
تمتد المنطقة المدروسة بين دائرتي عرض ً00َ00 31ْ و ً23َ14 31ْ شمالا، وخطي طول ً00َ30 16ْ و ً00َ30 17ْ شرقا، وبهذا الامتداد الفلكي تقع المنطقة إلى الشرق من مدينة سرت الحالية، وتمتد لمسافة 80 كم على سواحل خليج سرت (الشكل رقم1) ويخترقها الطريق الساحلي وأنبوب النهر الصناعي باتجاه عام يمتد من الشرق إلى الغرب خلال النطاق الأوسط من ليبيا.

شكل رقم (1) الموقع العام لمنطقة الدراسة



والمنطقة في ملامحها الطبوغرافية العامة عبارة عن مجموعة من السهول الساحلية البليوستوسينة – الهولوسينية، شبه المسطحة والمتماوجة بتدرج خفيف، والمحصورة بين الحافات الهضابية المتراجعة ـ بالتآكل ـ صوب الجنوب، وساحل خليج سرت المفتوح على البحر المتوسط شمالا. ويمكن تمييز المنطقة السهلية بخط كنتور 100 مترا تقريبا، ويتراوح متوسط اتساعها بين 8 – 18 كم. ويخترق السهل عدد من الانكسارات المحدودة، التي تأخذ محاورها الاتجاه الشمالي الشرقي– الجنوبي الغربي في أغلبها، ويرتبط بعضها بالأودية، كما في الأجزاء الدنيا من مجاري أودية العميرة، الهاهاوية، وتلال (الشكل رقم 2).

شكل رقم (2) الملامح الجغرافية العامة بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالتوقيع الرقمي للبيانات Digitizing من المرئية الفضائية، وإسنادها للخريطة الجيولوجية بواسطة برنامج ArcViewGIS.

وتغطي أسطح السهول الرواسب الشاطئية من مفتاتات كلسية ـ سليكية، والرواسب الرياحية من فرشات وكثبان رملية، ورواسب الأودية الرملية والحصوية المفككة التي تنتمي للبليوستوسين والحديث (مجموعة الصور رقم2)، وكلما اتجهنا إلى الجنوب والجنوب الغربي تتحول التكوينات إلى جيرية مارلية وجيرية رملية، وكلما اتجهنا شرقا تتحول إلى رملية غرينية جبسية ملحية مع القليل من الصلصال، وتتحول في بعض أرجائها إلى قشرة ملحية بيضاء أثناء فصل الجفاف؛ لانتشار السباخ والمستنقعات على الساحل. وعليه يمكن تقسيم المنطقة،

تبعا لاختلاف تكويناتها الجيولوجية وملامحها المورفولوجية وخصائصها الجيومورفولوجية إلى ثلاث نطاقات هي:

1. **نطاق سهول الإرساب البحري:**

وهو عبارة عن مجموعة من سهول وشواطئ الإرساب البحري المتداخلة، والتي تشمل **نطاق الساحل** بما فيه **الشاطئ العلوي** ـ الخلفي ـ فقط، والذي يتألف غالبًا من مواد خشنة كبعض الحصى والمفتتات الصخرية الرقيقة المحتوية على هياكل المحار أو القواقع، ويميل بدرجة شديدة الانحدار(من 10–20°) نحو البحر (Small, R.J., 1978, P. 464). وتتوزع الشواطئ بقطاعيها الخلفي والأمامي علي طول سواحل المنطقة، وتضيق في قطاعات وتتسع في قطاعات أخرى، ويختلف انحدارها من قطاع لأخر، وإن اتسمت في مجملها بانحدارات هينة، وتعد الشواطئ ظاهرة ديناميكية تتسم بالتغير والتطور بشكل عام، فهي مسرح للعمليات الجيومورفولوجية البحرية النشطة، خاصة العمليات التي تقوم بها الأمواج، بالإضافة لعمليات التجوية الكيميائية.

وتُرتَهن كل من خصائصها المورفولوجية والمورفومترية وكذلك خصائص تكويناتها الجرانيولومترية، بطبيعة هذه العمليات ومدى نشاطها وقوة فعلها؛ الأمر الذي يدفع باتجاه ضرورة الأخذ بمنهج ربط الشكل بالعملية في تفسير نتائج تكويناتها من الرواسب على وجه الخصوص. وأمكن تقسيم شواطئ المنطقة المتداخلة مع السهول الفيضية إلى: **شواطئ الإرساب الفيضي**، وهي الموجودة قبالة دالات الأودية وتلقت منها كميات من الرواسب المائية قديما، **وشواطئ الإرساب البحري**، وهي التي لا تظاهرها أودية جافة ولم تتلقى منها رواسب مائية وديانية مباشرة تستوجب أي وقفة إيضاح.

2. **نطاق سهول الإرساب الفيضي:**

وهو عبارة عن نطاق انتقالي يجمع بين الشريط الساحلي والأجزاء الدنيا لعدد من الأودية العرضية النابعة من نطاق الهضاب الجنوبية، فمزقته روافدها إلى عدد من الكويستات والهضيبات الأصغر، وواصلت مسيرتها باتجاه الشمال لتخترق المنطقة وتصب في الخليج، ويُعتقد باشتراكها

في بناء السهل إبان عصور المطر بمفتتاتها، وأهمها من الغرب إلى الشرق: وادي تلال، الهاهوية، العميرة، وزيان، وهراوة، ويقطع البعض منها مسافات كبيرة نسبيا، ليصل إلي السهل الساحلي فيخترقه وصولا إلى خليج سرت، فكونت رواسبها مجموعة من السهول الفيضية بأجزائها الدنيا، ونجح البعض منها في تكوين دالات صغيرة، كان لها الأثر الأوضح في تناقص أعماق الرفرف القاري بمناطق شواطئ الخليج، وذلك بفعل ما حملته إليه من رواسب قديما، وما يحمله البعض منها حاليا وقت حدوث جريان في صورة سيول خاطفة.

وتختلف أحجامها بين الكبيرة نسبيا (تلال وهراوة)، والمتوسطة (العميرة والهاهوية)، والصغيرة (زيان) وغيرها من المجاري الضالة ـ الأصغر حجما ـ التي لم تسعفها ظروف الجفاف من استكمال مسيرتها باتجاه الخليج. وعلى وجه العموم لم تنمو هذه المراوح في البعض منها بالقدر الذي يساعد على التحامها بالشكل الذي يساهم بنسب أكبر في اتساع هذه السهول الدلتاوية، فأفسحت المجال أمام عوامل التشكيل البحرية ذات الإسهامات الأكبر، وربما يرجع السبب إلى طول المسافة بين منابع هذه الأودية وخط الساحل، إذ تتراوح هذه المسافة فيما بين 20-70 كم، السبب المباشر في عدم وصول هذه الرواسب إلي الخليج مباشرة فترسبت شمالي حضيض المرتفعات الجنوبية للمنطقة مكونة لهذه المصبات الداخلية. ويمكن إرجاع السبب؛ في إثراء البعض منها لسهولها الدلتاوية بالمزيد من الرواسب؛ إلى أن روافدها تنبع من مرتفعات بسيطة لا يتعدى ارتفاعها 200 مترا، مما يعكس اتساع المساحة التجميعية لشبكات تصريفها والعلاقة الطردية بينها وبين ما تستقبله من مياه الأمطار، فاتسعت بذلك رقعة الجريان السطحي، مما زاد من كمية الرواسب المحمولة إلي هذه الدلتاوات، كدالتي هراوة والهاهوية.

3- نطاق السباخ:

تعد السباخ أحد أوضح ظواهر البناء الرسوبي المعقد في البيئات الساحلية، سواء البحرية منها أو البُحيرية والمستنقعية الضحلة، حيث تتداخل في أكنافها العديد من عمليات الإحلال والتحول الكيميائي لعدد كبير من العناصر، مع أدنى تغير في أي من الظروف الجغرافية المشكلة لبيئاتها الرسوبية، ومع تكرار عمليات التبخر للكمية الأكبر من مياهها صيفا، وما

يتبعه من زيادة في التركيزات الملحية المتنوعة برواسب تربتها المتباينة وتفاعلاتها المكونة لمعادن جبسية ودولوميتية وإعادة إذابتها بواسطة الأمطار الشتوية، تتحرك جميع العناصر في وسطها المائي صعودا ـ بالخاصية الشعرية ـ وهبوطا ـ **بالتسرب والجاذبية** ـ في رحلة تساعد على ترسيب حمولتها من الأملاح المذابة والتي تعمل بدورها على تشبع القطاعات الأعمق من التربة بتلك الأملاح من خلال **عمليات التحلل والإذابة فالترسيب** مرارا لتزيد التركيزات المعدنية مع الوقت، ومنح فرص أوسع لتشابك تلك التحولات الكيميائية.

وعلى الصعيد الجانبي تتسبب ندرة المياه بالتربة الهامشية، التي تمثل نطاقا انتقاليا يربط بين تربة نطاق مخارج الأودية من ناحية وتربة نطاقي الشريط الساحلي والسباخ من ناحية أخرى، في الخشونة النسبية لحبيبات رواسبها، وهي ظروف تعرقل تكوين التربة المثالية اللازمة لحدوث التفاعلات البيوكيميائية؛ لندرة وجود البكتريا ـ أو انعدامها أحيانا ـ وبسبب نقص الرطوبة معظم فترات العام، الأمر الذي يعرضها **لعمليات السفي والتذرية**، وعليه يمكن تصنف أراضيها ـ طبقًا لصلاحيتها الزراعية- بالأراضي متوسطة الجودة. كما تستجيب تربة السباخ للمؤثرات الجيومورفومناخية المتمثلة في افتقارها للمادة العضوية وضعف الغطاء النباتي بها تبعا لذلك بوجع عام، لتعكس جميعها نشاطا واضحا لعدد من **العمليات** الجيومورفولوجية الديناميكية. وعموما تفترش سباخ المنطقة التخوم الشرقية من السهل الساحلي على شكل سلسلة من الأحواض شبه المتصلة، يبلغ عددها خمس أحواض، تمتلئ بالمياه شتاءً وتجف معظم مساحاتها صيفا، وتختلف من حيث الحجم والعمق، وتسمى بالاتجاه من الغرب إلى الشرق بسباخ: الحُشيفات والمُصَيفَق وأبو قصبة، ثم النعيم والزُهَيِّمْ.

ثالثا: ظروف نشأة السهل الساحلي والعوامل المؤثرة

تم تحديد العوامل الرئيسة المسئولة عن تكوين السهل الساحلي، من خلال تحليل الخريطة الجيولوجية والمرئيات الفضائية المتوافرة، فضلا عن الدارسات الميدانية المكثفة، وقد أمكن حصرها في الظروف الجيولوجية والجيومورفومناخية القديمة، فتُظهر الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة أنها تتبع **حوض سرت**، من الوجهة التكتونية، وأن إرسابات الزمن الرابع

غطت مناطق واسعة من القسمين الشمالي والشرقي من هذا الحوض خلال فترة مبكرة من ذاك الزمن، حيث تنتشر إرسابات تكوين «قرقارش» البحري البليستوسيني على طول امتداد المنطقة الساحلية الضيقة، وهي تتبع على وجه الخصوص مجموعة «مرادة» التابعة للميوسين الأوسط «تكوين الخمس» المطمور في أجزاء كبيرة منه تحت تلك التكوينات الأحدث بالمنطقة. كما كانت قد تشكلت الرواسب السبخية، والرواسب المائية الرياحية والرواسب الرياحية وكذلك الرمال الشاطئية ورواسب الوديان خلال الفترة الأخيرة للزمن الرابع (Mijalkovic', N., 1977, PP. 8 - 16).

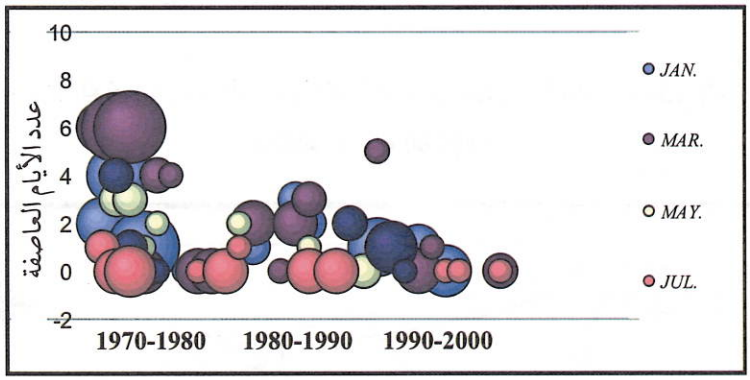
وعليه يمكن تصور سيناريو نشأة سهول المنطقة في ظل **علاقة اليابس بالماء**، من خلال تعاقب **عمليات الطغيان والانحسار**، أثناء الحقبين الثالث والرابع، فتراكمت خلالها تكوينات بحرية قارية متعاقبة تارة، ومتداخلة تارة أخرى. وعلى إثر نشأة عدد من الحواجز البحرية، التي أدت إلى عزل البحيرات الساحلية وسباخها فيما بعد، بسبب تقدم وتراجع شاطئ البحر عقب عمليات الطغيان والانحسار التي خلفت من ورائها شواطئًا تباينت بين شواطئ غمر Submergence shore lines، وشواطئ رفع Emergence shore lines، لبناء تلك الحواجز الشاطئية وتحديد لاجوناتها الطولية التي تطورت عنها سباخ المنطقة بمرحلة الشباب، ويمكن أن تكون شواطئها قد مرت أيضا بمرحلة الشواطئ المتعادلة Neutral shore lines، التي كانت أقرب في خصائصها البنائية من شواطئ الرفع، إبان فترة بناء أودية «هراوة، زيان، العميرة، الهاهوية» لدالاتها بحواجزها الفيضية.

ومع ورود كميات أكبر من رواسب البر والبحر دخلت تلك الشواطئ ببحيراتها المتخمة بتلك الرواسب إلى مرحلة النضج، وتحولت تدريجيا إلى مستنقعاتٍ تقلصت مساحاتها فيما بعد، ثم تهدمت حواجزها مع دخولها مرحلة الشيخوخة. وفي محاولة للبرهنة الكمية على سيادة **عملية الإرساب** بالمنطقة، تم اختبار العلاقة بين ارتفاع نسب المواد الناعمة بالتكوينات الرسوبية **السطحية** للمنطقة **ونشاط** العواصف الرملية بوجه عام على مدار ثلث القرن تقريبا (في الفترة من 1971–2000)، فلوحظ تناقص كبير في عدد أيام العواصف الرملية خلال الفترة الأخيرة من السنوات المدروسة (الشكل رقم 3)، فانعدم ـ تبعا لذلك ـ وجود فروق ذات دلالة

إحصائية تُذكر للربط بين تراكم تلك الفئة من تكوينات المنطقة ونشاط العواصف الرملية خلال تلك الفترة (الشكل رقم 4).

وتُرجِّح الرؤى التي اكتملت بهذه الخلفية الجيولوجية والمشاهدات الميدانية وتفسير المرئيات الفضائية، النشأة الجيولوجية المركبة للسهل الساحلي بصفة عامة، وبالمرحلة الجيومورفولوجية التطورية التي آلت بسباخ المنطقة وعناصرها المورفولوجية إلى مسطحات على شكل سطوح تعرية منخفضة ومرتبطة بظروف السواحل البحرية البُحيرية المتأثرة بأكثر من عامل من عوامل التعرية المختلفة عبر تاريخها الجيولوجي الطويل.

شكل رقم (3) عدد أيام العواصف الرملية في الفترة بين عامي 1970-2000



شكل رقم (4) أحد النماذج الخاصة بنتائج التحليل الإحصائي باستخدام «اختبار تي T test» الذي أظهر عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى α = 0.05 بين ارتفاع نسب المواد الناعمة ببعض التكوينات السطحية للمنطقة وسيادة عملية الإرساب المرتبطة بنشاط العواصف الرملية على مدى ثلث قرن

Independent Samples Test

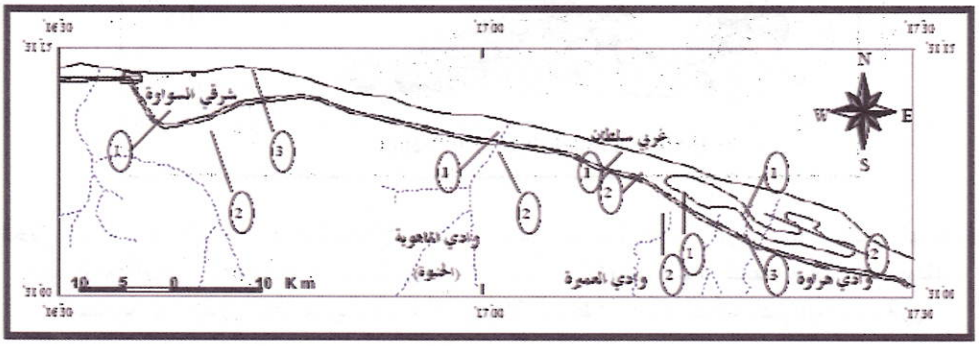
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
SANDSTOR	Equal variances assumed	5.926	.023	-2.098	22	.048	-14.3625	6.8448	-28.5577	-.1673
	Equal variances not assumed			-2.098	16.333	.052	-14.3625	6.8448	-28.8487	.1237

المصدر: تحليل الباحث باستخدام تطبيق SPSS.

رابعا: الخصائص البتروجرافية للرواسب

من أجل التعرف على الخصائص البتروجرافية للرواسب تم الحصول على عدد أربع وعشرين عينة حديثة، قام الباحث بأخذها من مختلف أرجاء المنطقة ثم تحليلها (الشكل رقم 5)، بغية الوقوف على مدى التغير في الظروف الطبيعية للراسب وتحديد مصدر نشأته، وعامل الترسيب واتجاه حركة العامل المرسب. والتي يمكن أن تفيد في كثير من النواحي التنموية، أهمها النواحي الزراعية، كتقسيم الأراضي وتحديد مدى خصوبة تربتها، والتعرف على حالة العديد من العناصر الموجودة أساسا بالتربة، فمنها ما هو نافع للنبات ومنها ما هو ضار أو سام. كما اعتُمدت الطريقة الكهربية، في قياس رقم PH، وهى طريقة تقيس درجة نشاط أيون الأيدروجين، باستخدام جهاز (*) PH Meter.

شكل رقم (5) توزيع عينات الرواسب المأخوذة من سهول الإرساب البحري والفيضي على مختلف أرجاء المنطقة



المصدر: من عمل الباحث بالتوقيع الرقمي للبيانات Digitizing من المرئية الفضائية، وإسنادها للخريطة الجيولوجية بواسطة برنامج ArcViewGIS.

(*) وذلك عن طريق غمس أقطاب الجهاز في المحلول المراد قياس رقمه الأيدروجيني، فينشأ فرق جهد، يتوقف مقداره على مركب الأيدروجين في المحلول، ويمكن قياسه بفولتميتر يعطي قراءة على Scale واضح نتيجة تحريك المؤشر على شاشة القراءة. وتعتبر المحاليل أو المواد التي لها PH أقل من 7 حامضية، وأكثر من 7 قاعدية، و7 متعادلة (بمساعدة فني المعمل).

وللحصـول علي نتائج أدق من التحليل الميكانيكي تم استعمال المناخـل لفصل المجموعات الحجمية الأكبر من 50 ميكرون، واستعمال الماصة لتقدير نسب المجموعات الحجمية الأقل من ذلك. بالإضافة لنتائج الدراسة السابقة لأُكوكوليفيتش(Ocokoljic, 1975)، والتي اعتمدت على تحليل عدد 21 عينة، وتمت مقارنتها بالنتائج التي قام الباحث بتحليلها، ثم تفسيرها وتوزيعها على الثلاث نطاقات الأساسية التي أخذت منها العينات على النحو الآتي:

1. تفسير نتائج عينات سهول الإرساب البحري:

من تفسير نتائج التحليل الميكانيكي بالجدول (1) والشكل (6) تتضح الحقائق الآتية:

- شكلت فئات الرمال بأحجامها المختلفة كُبريات النسب، حيث سجلت 70.43 ٪ من جملة تكوينات شواطئ الإرساب البحري، بينما زادت فيها نسب الرمال بشواطئ الإرساب الفيضي بقليل عن نظيرتها البحرية، حيث بلغت 74.5 ٪، مما يعكس سيادة الرمل بفئاته المختلفة بتكوينات شواطئ المنطقة بشكل عام.
- ارتفعت نِسب المواد الخشنة بتكوينات شواطئ الإرساب البحري عنها بشواطئ الإرساب الفيضي، حيث بلغت في الأولى 30 ٪ وفى الثانية نحو 27.71 ٪ من جملة التكوينات، مما يعكس ميل تكوينات شواطئ الإرساب البحري للخشونة أكثر من شواطئ الإرساب الفيضي والتي تميل إلى الدقة والنعومة. وتشير أيضًا إلى قلة وندرة الحصى والحصباء بشواطئ المنطقة بشكل عام، واختفاؤها من مناطق واسعة بشواطئ الإرساب البحري، خاصة الشواطئ الواقعة غربي بلدة «سلطان» مباشرة، وكذلك الرواسب السطحية بشواطئ الإرساب البحري إلى الشرق من منطقة «السواوة» شرقي مدينة سرت مباشرة، ما يشير إلى سيادة عملية الإرساب بواسطة الرياح خلال فترة مناخية طويلة.
- لوحظ سيادة فئة الرمال الخشنة على وجه الخصوص بالتكوينات العميقة بشواطئ،

منطقة «السواوة»، والمروحة الدلتاوية لحوض وادي هراوة ومخرج وادي «الهاهاوية»، حيث بلغت 45.13، 36.29، 30.62 ٪ على التوالي، مما يدل على ميل أغلب تكويناتها **للنشأة المائية**، وتعكس تعرض هذه النطاقات(الأعمق) بتلك المناطق لفترة مناخية رطبة، لكنها ليست بالطويلة؛ لصغر سمك طبقاته.

- وجدت نسب من الحصى والحصباء في العينة الثانية بالتكوينات السطحية والعميقة على السواء في شواطئ «السواوة ومخرج وادي الهاهاوية»، وهي ليست من أصول محلية، لتباينها ليثولوجيا مع مكونات المنطقة، حيث قام التيار **بنقلها** من المنابع عبر مسافات طويلة، ما يؤكد على نشأتها المائية.

2. تفسير نتائج عينات سهول الإرساب الفيضي:

من تفسير نتائج التحليل الميكانيكي بالجدول رقم (1) والأشكال (6-11) التالية تتضح الحقائق الآتية:

- استحوذت الرمال بفئاتها الثلاث (المتوسطة، الناعمة، الناعمة جدا) على ثلاث أرباع النسبة الكلية لتكوينات مخارج الأودية ودالاتها السطحية بالمنطقة، تلتها الرواسب الخشنة فالسلتية، وبشكل عام، تكشف نعومة التكوينات بالمنطقة عن وهن بالنظم النهرية القديمة؛ بسبب ضعف طاقة التيار current energy وتناقص كفاءة الجريانflux competence، وميل **العملية** الجيومورفولوجية **للإرساب** داخل تلك النظم النهرية إجمالا، أما خشونة التكوينات الصحراوية المتداخلة مع التكوينات المائية في هذا الوسط الفيضي، فتدل على قوة **العامل (الرياح) والعملية (الحمل والناقل)** ونشاط **فعل التجوية** وسط سيادة ظروف مناخية جافة لفترة زمنية طويلة، ساعدت على تجهيز المواد للنقل، وتعكس نسب السلت والصلصال المتدنية (0.51 ٪) وجها من أوجه التصحر السائد؛ نتيجة سهولة سفيها وتذريتها بواسطة الرياح.

- اختلفت نسبة المواد الخشنة (أكبر من 0.5 مم) من مروحة إلي أخرى، حيث زادت بالتكوينات العميقة بالمروحة الدلتاوية لحوض وادي هراوة ومخرج وادي «الهاهاوية»، بينما انخفضت نسب تلك الفئة برواسب مخرج وادي «العميرة»، ويعكس ذلك استقبال أحواض «هراوة والهاهاوية» لكميات تجميعية أكبر من المياه التي تسيل بها على فترات متباعدة، كما يدلل على سرعة التيار؛ لامتلاك أسطحها درجات انحدار أكبر (المشاهدات الميدانية)، وبالتالي أعطت دفعا أقوى **لعمليات الجريان** خلال أوديتها، وقدرة أكبر علي **نقل** المفتتات والمواد الخشنة من سطوح أحواضها إلي مناطق سهولها الفيضية بأجزائها الدنيا، والوصول بالمواد الأدق إلى مصباتها وإلقائها في الخليج(*)، ويمكن أن يكون السبب في ذلك راجع إلي **تذريتها** الروتينية بواسطة **الرياح** السائدة، أو بسبب تعرض أغلب بقاع مخارج الأودية **لعملية سفي** الرمال الناعمة عن طريق الفيضانات الغطائية التي لديها القدرة علي **نقل** المواد الناعمة وترك المواد الخشنة، وإن تمت هذه العملية الأخيرة علي فترات طويلة ومتقطعة.
- لوحظ تداخل للمواد الخشنة، ذات النسبة الأقل، مع المواد الناعمة السائدة في بعض الطبقات، والعكس حاصل بتواجد مكونات أنعم في وسط أكبر من الرواسب الخشنة، كما سادت سمة عدم الانتظام في نمط الترسيب وتوزيع الراسب(**)، سواء على المستوى الجغرافي (الأفقي) أو المستوى الاستراتيجرافي (الرأسي)، وهي صفة من صفات البناء الفيضي الدلتاوي (Reading, H.G., 1980, PP.557)، وربما يرجع السبب إلي **انقطاع عملية الإرساب أو تغير في بيئة الترسيب**، التي قد تحدث علي أثر

(*) يري بعض العلماء أنه في حالة ارتفاع درجة انحدار أسطح المجاري، فإن في استطاعة الجريان المتوسط أن ينقل كتل كبيرة الحجم وبسرعة تتراوح بين (0.04 – 0.5 مترا/ الثانية)، وقد تصل إلي ما يزيد عن 16 مترا/ الثانية في حالة الجريان العالي أو شديد السرعة (Cooke, et al., 1985, P. 203).

(**) يمكن ملاحظة هذه السمات من خلال الحُفر التي أخذت منها العينات، خاصة الحفر التي خلفتها شركات كبرى، أو جوانب الآبار المهجورة، والنمط الأكثر شيوعا هو نمط الترسيب الأشبه بالمضفر لرواسب متباينة ليثولوجيا رديئة التصنيف (غير متجانسة)، مختلفة في بيئتها الترسيبية (على شكل أسطح عدم التوافق Unconformity) محدودة الامتداد، ومتداخلة المراحل.

أحد السيول الضعيفة نسبيًا، فعملت علي ترسيب مواد أنعم بالقرب من قمة مروحة وادي «الهاهاوية» مثلا، والمطمورة اليوم تحت رواسب قارية أحدث، أو إزالة مواد قديمة أنعم بواسطة عوامل التعرية كما في الأجزاء الوسطى والدنيا بالمروحة الدلتاوية لحوض وادي «هراوة»؛ وتنشأ تلك العمليات عموما بسبب اختلاف في سرعة الجريان، أو لرحيل مجرى باتجاه جديد، أو لظهور مجارى قديمة؛ على إثر عمليات نحت أحدث، أو ربما تغير في بعض العوامل والعمليات الجيولوجية والجيومورفومناخية الأخرى المشتركة في التشكيل، كحدوث تغير مناخي، أو حركة تكتونية ثم تعرية فانغمار بطغيان البحر وترسيب لتكوينات أخرى مختلفة، فديناميكية العملية الجيومورفولوجية، على اختلافها، تقتضي دائما وأبدا المرونة وفق مجموعة من الظروف المتغيرة، ولذا فهي قابلة للتكيف والتطوير.

ومن تفسير نتائج التحليل الكيميائي بالجدول رقم (2) يتضح ما يلي:

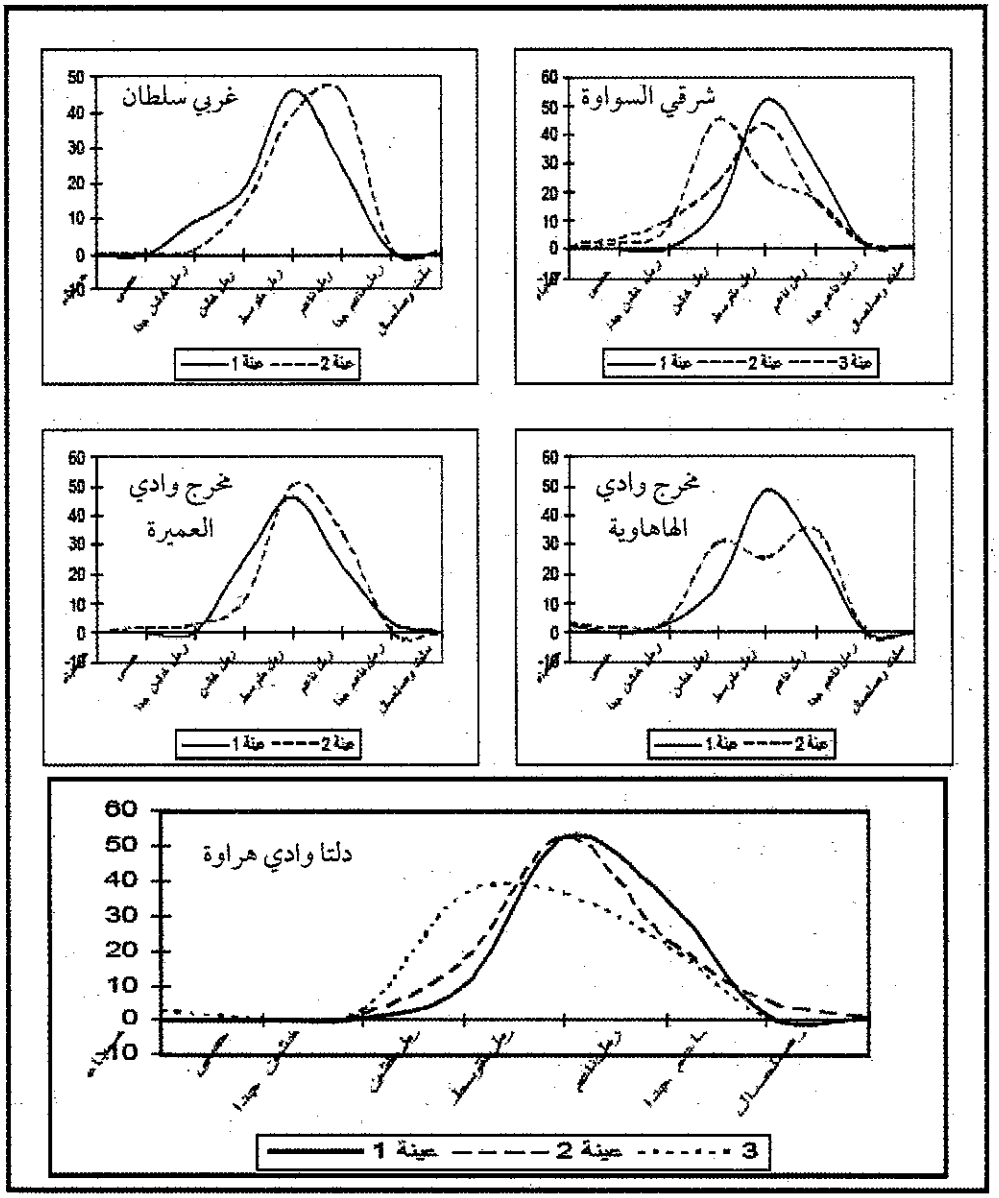
- تراوحت قيم الرقم الأيدروجيني (PH) بين 7.0 بتكوينات كل من منطقتي مخرج وادي «الهاهاوية» ووسط المروحة الدلتاوية لوادي هراوة، و7.60، 7.50 بالتكوينات العميقة لمخرج وادي «العميرة» ونهاية المروحة الدلتاوية لوادي هراوة على التوالي، ويشير ذلك إلي تعادل الحامضة والقاعدية بالرواسب السطحية للنطاق الأوسط من المروحة الدلتاوية لوادي هراوة ومخرج وادي «الهاهاوية»، وقاعدية التكوينات العميقة بقمة دلتا وادي «العميرة» ونهاية المروحة الدلتاوية لوادي «هراوة»، بسبب غزو السباخ الساحلية لهذه الأجزاء من تلك المراوح والسهول.

تراوحت قيم التوصيل الكهربائي بين 1.5 ملليموز/ سم/ 25°م للتكوينات السطحية بوسط المروحة الدلتاوية لوادي «هراوة»، و 16.3 ملليموز/ سم/ 25°م للتكوينات العميقة بمخرج وادي «العميرة»، مما يعكس تباينا بسيطا نسبيا في نسب الملوحة بتكوينات المراوح الدلتاوية بالمنطقة، وإن دلت علي أنها دالات ضعيفة التملح على وجه العموم، باستثناء الأجزاء التي غمرتها السباخ وأشير إليها سابقا.

جدول رقم (1): نتائج التحليل الميكانيكي للتكوينات السطحية والعميقة بالسهول الشرقية لسواحل سرت.

طبيعة نطاق الراسب	موقع النطاق	رقم ونوع العينة	حصباء 64- 4 مم Φ -6 ،-2	حصى 4-2مم Φ -2 ،-1	رمل خشن جدا 2-1مم Φ 1- ،صفر	رمل خشن 1-0.5مم Φ صفر ،1	رمل متوسط 0.5- 0.25مم Φ 1 ،2	رمل ناعم 0.25- 0.15مم Φ 2 ،3	رمل ناعم جدا 0.125- 0.063مم Φ 3 ،4	سلت وصلصال 0.063 > مم Φ 4 < من
سهول الإرساب البحري	شواطئ شرقي السواوة	1 سطحية	–	–	0.78	14.34	52.22	29.39	1.87	1.30
		2 سطحية	1.20	3.60	9.60	22.52	43.50	16.64	2.54	0.40
		3 عميقة	0.52	2.15	7.36	45.13	25.12	17.22	1.70	0.80
	شواطئ غربي سلطان	1 سطحية	–	–	8.90	18.50	46.42	24.60	0.50	0.12
		2 سطحية	–	–	0.89	13.30	39.11	45.15	1.18	0.37
سهول الإرساب الفيضي	مخرج وادي الهاهاوية	1 سطحية	2.65	–	3.11	16.40	48.70	28.30	0.60	0.20
		2 عميقة	3.23	1.40	4.10	30.62	25.17	35.10	0.31	–
	مخرج وادي العميرة	1 سطحية	–	–	0.65	25.41	46.52	22.46	3.45	0.50
		2 عميقة	–	1.70	2.70	11.30	50.20	33.55	0.26	0.25
	المروحة الدلتاوية لوادي هراوة	1 سطحية	–	–	0.67	10.26	52.53	34.42	1.52	0.60
		2 سطحية	–	–	1.31	17.30	52.42	22.75	5.45	0.77
		3 عميقة	2.75	–	2.89	36.29	36.16	21.23	0.35	0.31
متوسط سهول الإرساب البحري			0.86	2.87	5.51	22.76	43.27	26.6	1.56	0.59
نسبة المتوسط الفئوي البحري (٪)			30						70.43	–
متوسط سهول الإرساب الفيضي			2.88	1.55	2.20	21.08	44.53	28.26	1.71	0.44
نسبة المتوسط الفئوي الفيضي (٪)			27.71						74.5	–

الأشكال (6-11) المنحنيات البيانية لنتائج التحليل الميكانيكي لتكوينات سهول الإرساب الفيضي بالمنطقة



جدول رقم (2): نتائج التحليل الكيميائي لتكوينات مخارج ودالات الأودية (النسب مقدرة بالمليجرام مكافئ).

المنطقة	رقم ونوع العينة	PH	التوصيل الكهربي ملليموز/سم	الكاتيونات				الأنيونات			كربونات كالسيوم (%)	الجبس (%)
				كالسيوم	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلور	كلوريدات		
مخرج وادي الهاهاوية	1 سطحية	7.20	02.1	0.77	0.13	0.10	0.63	0.11	1.47	0.01	46.13	0.0
	2 عميقة	7.00	13.2	0.76	0.15	0.02	0.19	1.36	0.32	0.02	54.44	0.0
مخرج وادي العميرة	1 سطحية	7.30	04.2	1.98	2.93	0.03	2.59	2.68	3.45	1.20	55.85	3.5
	2 عميقة	7.60	16.3	1.08	1.11	0.01	0.35	1.44	1.17	0.10	63.22	4.5
المروحة الدلتاوية لوادي هراوة	1 سطحية	7.10	01.6	0.04	0.01	0.05	1.02	3.02	1.02	1.10	01.12	4.0
	2 سطحية	7.00	01.5	0.06	0.14	1.02	0.10	1.14	0.13	0.07	00.97	4.5
	3 عميقة	7.50	14.0	0.02	0.03	0.06	0.01	0.04	0.02	0.03	01.34	0.0

المصدر: الدراسة الميدانية والمعملية للباحث.

- سُجِلَت للتكوينات السطحية بمخرج وادي «العميرة» أعلي نسبة من كاتيونات الكالسيوم والصوديوم والمغنسيوم، حيث بلغت 1.98، 2.93، 2.59 ملليمكافئ/ اللتر على التوالي، بينما كانت أعلى نسبة من كاتيون البوتاسيوم من نصيب التكوينات السطحية بوسط المروحة الدلتاوية لوادي «هراوة».
- رُصِدَتْ أعلى نسب للكبريتات بالمروحة الدلتاوية لوادي هراوة، تلتها سهول مخرج وادي العميرة (3.02، 2.68 ملليموز/ سم/ 25°م على التوالي)، ونفس الترتيب لنسب الكلوريدات بالمنطقتين، حيث سجلتا 1.20، 1.10 ملليموز/ سم/ 25°م على التوالي.
- يدل المحتوى الكربوني القليل بالتكوينات العميقة (1.34 ٪) في المروحة الدلتاوية لوادي هراوة على زيادة نسب المواد الناعمة الأقرب لتربة اللوس الرملي، ويعكس نقص المحتوى الكربوني الشديد (0.97 ٪) بالتكوينات السطحية من نفس المروحة تعرضها لفعل التجوية الشديدة خلال فترة مناخية دفيئة.
- زادت نسب الجبس بشكل ملحوظ، حيث سجلت أكثر من 4 ٪ بمعظم عينات التكوينات العميقة لسهول المراوح الدلتاوية للمنطقة، باستثناء تكوينات مخرج وادي الهاهاوية، وربما يرجع ذلك لعدم توافر الظروف الطبيعية اللازمة لتشكيل معدن الجبس في الجزء الأدنى من حوض الوادي، وأولها عنصر الرطوبة التي وفرتها مياه السباخ بالبقاع الشرقية.

3. تفسير نتائج عينات السباخ:

من تفسير نتائج التحليل الميكانيكي بالجدول (3) والشكل (12) يتضح ما يلي:

- استحواذ الرمال الناعمة بفئاتها الثلاث (متوسطة، ناعمة، ناعمة جدا) على 73.24 ٪ من النسبة الكلية لتكوينات السباخ الساحلية وهوامشها بالمنطقة. بينما احتلت رواسب الرمال الخشنة والخشنة جدا المرتبة الثانية حيث بلغت نسبتها نحو 18.25 ٪، في حين

وصلت نسبة السلت والصلصال إلي أقل نسبة، حيث سجلت نحو 08.51 ٪، لتعكس تلك النعومة مدى ضعف الوسط الناقل وقلة كفاءته في عملية حمل الرواسب ونقلها، خاصة في ظل تراجع السرعة التي زادت من **معدلات الإرساب**(*). وفي ظل سيادة ظروف الجفاف الحالي، وما يتبعها من شح مطري، كان يمكن أن يساهم بدوره في إحداث جريان سطحي قادر على نقل كميات إضافية من الرواسب الأخشن من أحواض الأودية الجافة المُنتهية إلى سباخ المنطقة، وسيادة **التعرية الرياحية** القادرة على سفي تلك الرواسب الناعمة بالمنطقة، فتقلل من نسبتها، فحالت رطوبة التربة معظم أوقات السنة من إتمام عملية السفي هذه من ناحية، وفي المقابل تلتقط الأسطح الرطبة الرواسب الأنعم عندما تهدأ تلك الرياح، خاصة رياح القبلي مع كل موجة «عجاج»، فتستقبل المزيد، لتزيد من نسبتها أمام الرواسب الأخشن، الدالة على سيادة المناخ الجاف، من ناحية أخرى.

- سجلت **الرواسب الرياحية** (0.5–0.2 مم) نسبا كبيرة، فاقتربت من نصف كمية رواسب العينة الثانية بالركن الجنوبي الغربي من سبخة النعيم، حيث بلغت نسبة رمالها من الفئة متوسطة الحجم(0.5–0.25 مم) قدْر 45.11 ٪، بمتوسط بلغ مقداره 40.9 ٪ لكل أرجاء السبخة. تلتها سبختي الحشيفات فالزهيم، حيث سجلتا ما نسبته 40.24 ٪ و 31.74 ٪ على التوالي، لتعكس بذلك نشاط عملية الترسيب بواسطة الرياح وسيادتها على بقية العوامل الجيومورفولوجية الأخرى وسط بيئة أكثر جفافا.
- تصدرت سبختي الزهيم وأبو قصبة بقية السباخ في احتوائهما على أعلى النسب من اللوس، وهو عبارة عن حبيبات أدق ذات ملمس ناعم، سهلة التفتيت بالأصبع،

(*) كما يرى «راتشوكي» في دراسته المعملية التي قام بها علي حركة الرواسب، أن الزيادة في سرعة الجريان، تكون عادة مصحوبة بزيادة في الحمولة، ومع الزيادة في الحمولة، تتراجع السرعة خاصة في ظل زيادة درجة اللزوجة Viscosity، مما يؤدي إلي الإرساب (Rachocki, 1981, P. 147).

ويندر تواجده بالمنطقة علي حالته المثالية، وذلك لاختلاطه بالرواسب البحرية كلما اقتربنا من شاطئ البحر، واختلاطه بالرواسب المائية النهرية بالاتجاه جنوبا في مناطق دالات الأودية التي تنتهي إليها، حيث بلغت نسبة فئة الرمل الناعم جدا (0.25-0.15 مم) بالسبختين 49.19 و 48.36 ٪ (العينتين الأولى والثانية) و 48.10 ٪ (العينة الأولى) على التوالي، ليعكسا بذلك غنى تربة هوامشهما أكثر من بقية السباخ.

- زادت نسب السلت بسبختي أبو قصبة والزهيم عن غيرهما من سباخ المنطقة، فبلغ متوسط السلت (< 0.063 مم) لكل منهما نحو سُدس الكمية، حيث سجلتا 17.40 و15.15 ٪ (بالعينات الأولى لكل منهما على التوالي) ونحو 13.50 ٪ بالعينة الثانية لسبخة أبو قصبة، بينما احتوت تربة سبختي المصيفق والحشيفات على أدني نسب للسلت بين سباخ المنطقة، حيث تدنت فيهما إلى نحو 2.70 و3.28 ٪ على التوالي.

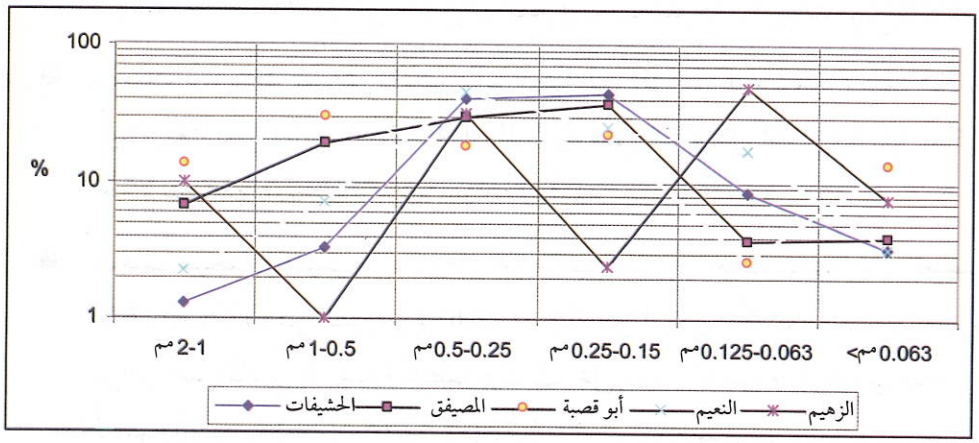
وتعكس نعومة المواد في تكوينات السباخ بوجه عام، وفق **العمليات** الجيومورفولوجية، البُطء في **عملية تسرب** المياه؛ نظرا لضيق مسامها وقوة تماسكها، الناتج عن دقة الحبيبات وشدة اندماجها؛ الأمر الذي يترتب عليه سرعة البلل والامتلاء بالمياه فور ورودها من أي مصدر كان؛ فتُغلق المسام بسرعة ـ لِتَوَفُرِ **خاصية** التوتر السطحي ـ وتنخفض تبعا لذلك درجة **نفاذيتها** ـ لخلوها من مظاهر الضعف البنيوي ـ ولذا يمكن وصف العلاقة بين رواسب السباخ ومياهها، بالدوائر الهيدروديناميكية المغلقة، حيث تُمسِك الرواسب بأول دفعة من المياه لتستخدمها كصمامات أو بوابات لإغلاق المسام الضيقة من الأساس، في وجه الدفعات التالية من المياه التي تصبح عندئذ مياها زائدة عن حاجة التربة والتي أضحت بسرعة مُشَبَّعَةٌ Saturated، فتؤهلها مع الوقت والتكرار لأن تتسع بأراضيها الرقاع المستنقعيه القلوية Alkalinity swamp.

جدول رقم (3): نتائج التحليل الميكانيكي لرواسب سباخ المنطقة

اسم السبخة	رقم العينة	رمل خشن جدا 2-1مم صفر: -1 Φ	رمل خشن 1-0.5مم صفر: 1 Φ	رمل متوسط -0.5 0.25مم 1: 2 Φ	رمل ناعم -0.25 0.15مم 2: 3 Φ	رمل ناعم جدا -0.125 0.063مم 3: 4 Φ	سلت وصلصال < 0.063مم < من 4 Φ
الحشيفات	1	02.14	02.12	08.40	61.00	17.44	08.90
	2	01.28	03.23	40.24	43.55	08.42	03.28
المصيفق	1	12.33	26.83	25.44	12.30	20.40	02.70
	2	06.63	18.90	30.00	37.40	03.70	04.00
أبو قصبة	1	02.68	–	14.51	17.40	48.10	17.40
	2	13.50	30.00	18.30	22.10	02.60	13.50
النعيم	1	04.00	19.10	36.69	30.07	00.78	09.36
	2	02.19	07.09	45.11	25.15	17.16	03.30
الزهيم	1	–	20.46	00.79	14.41	49.19	15.15
	2	09.98	–	31.74	02.41	48.36	07.51
المتوسط		18.25		73.24			08.51

المصدر: الدراسة الميدانية والمعملية للباحث.

شكل رقم (12) المنحني البياني نصف اللوغاريتمي لنتائج التحليل الميكانيكي لرواسب سباخ



- ويمكن تحديد المرحلة الجيومورفولوجية التطورية لسباخ المنطقة بنهاية النضج وبداية الشيخوخة، حيث عكست سيادة المواد الدقيقة والناعمة تعرضها خلال فترة زمنية طويلة لعمليات طحن وإذابة وتبخر وتحولات كيميائية أخرى أكثر تعقيدا، وتمثلت مظاهر طبيعة المرحلة هذه، في انهدام حواجزها التي أوشكت على التلاشي (المشاهدات الميدانية).

ومن تفسير نتائج التحليل الكيميائي ـ الحديثة والقديمة ـ بالجداول (4-9) والأشكال (13-18) يتضح ما يلي:

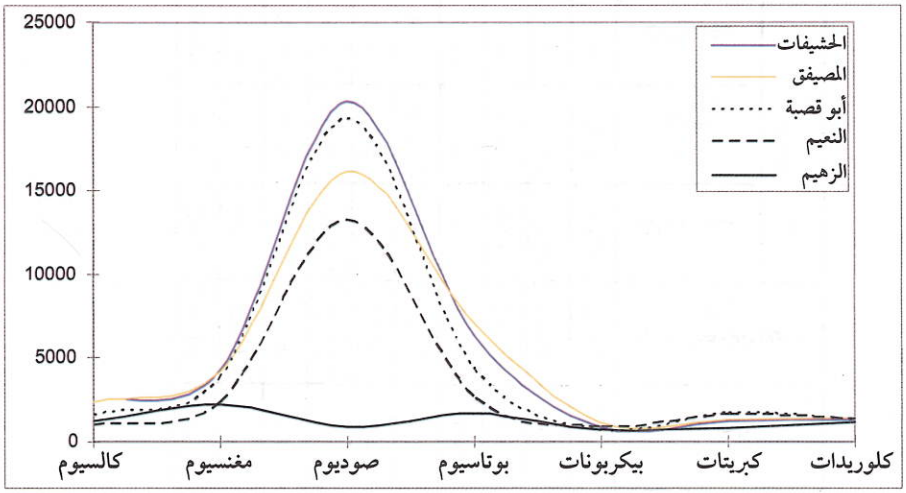
- تراوحت قيم الرقم الأيدروجيني (PH) بين 7.0 لكل من تكوينات سبختي النعيم وأبوقصبة ونحو 8.6 بتكوينات العينة الأولى لسبخة المصيفق، ويشير ذلك إلي تعادل الحموضة مع القلوية بتكوينات سباخ النعيم والزهيم وأبوقصبة، وقاعدية أو قلوية تكوينات سبختي المصيفق والحشيفات.
- تميل التربة إلى القاعدية في سباخ كل من المصيفق والحشيفات، حيث بلغت قيم الرقم الأيدروجيني نحو 8.60، 07.30، 7.70، 07.60 على التوالي.
- تراوحت قيم التوصيل الكهربائي بين 1.40 ملليموز/ سم / 25°م لتكوينات الأجزاء الشمالية من سبخة أبو قصبة و 27.10 ملليموز/ سم / 25°م، لتكوينات الأجزاء الجنوبية من سبخة الزهيم، مما يعكس التباين الواضح في نسب الملوحة بتكوينات سباخ المنطقة.
- سجلت تكوينات سبختي النعيم وأبو قصبة قيما أقل من 4 ملليموز/ سم/ 25°م، حيث بلغتا نحو 3.61، 2.60، 1.40 ملليموز/ سم/ 25°م على التوالي، وعليه يمكن الحكم بتصنيفها ضمن التكوينات ضعيفة التملح.
- سجلت سبختي المصيفق والحشيفات أعلى نِسَب كالسيوم، حيث بلغت نِسَب العنصر 7.09، 6.10 ٪، ومن الصوديوم 2.67، 1.31 ٪ على التوالي. وقلت نِسَب البوتاسيوم عن الواحد بالمائة في كل سباخ المنطقة. وكانت أعلى نِسَب المغنسيوم من نصيب سبختي النعيم وأبو قصبة (2.86، 2.65 ٪) و(2.38، 1.80 ٪) للعينتين على التوالي.

جدول رقم (4): نتائج التحليل الكيميائي لتكوينات سباخ المنطقة (والنسب مقدرة بالمليجرام مكافئ).

اسم السبخة	رقم العينة	PH	التوصيل الكهربي ملليموز/سم	الكاتيونات				الأنيونات			كربونات كالسيوم	الجبس
				كالسيوم	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلور	كلوريدات		
الحشيفات	1	7.70	12.30	06.10	01.31	0.11	1.18	21.70	1.10	0.09	47.00	3.5
	2	7.60	05.10	00.70	00.25	0.06	1.33	18.31	0.92	0.01	46.13	0.0
المصيفق	1	8.60	26.50	00.04	02.67	0.12	1.43	30.60	2.10	3.80	21.12	2.1
	2	7.30	–	07.09	00.27	0.07	0.24	19.20	1.30	2.06	60.61	3.5
أبو قصبة	1	7.20	01.40	–	–	0.18	2.38	00.30	0.20	0.01	37.15	0.3
	2	7.00	03.61	–	00.22	0.15	1.80	00.20	0.10	–	18.13	4.5
النعيم	1	7.00	02.60	–	00.62	0.08	2.86	12.54	2.80	2.36	27.25	1.0
	2	7.10	–	00.80	–	0.17	2.65	00.42	0.61	–	00.30	0.0
الزهيم	1	7.40	06.50	–		0.13	0.65	11.83	0.85	1.58	31.28	1.2
	2	7.10	27.10	00.37	00.28	0.19	1.96	00.60	1.40	0.02	00.20	0.0

- سادت الأنيونات بمتبخرات السباخ، وتصدرتها الكبريتات، التي زادت نسبها في رواسب سباخ المصيفق والحشيفات فالنعيم والزهيم، حيث بلغت 30.60، 21.70، 12.54، 11.83 ٪ بالعينات الأولى لكل منها على التوالي، وهي نفسها السباخ التي تفوح منها رائحة نفاذة لمركبات كبريتية، لعل سببها يرجع إلى تحلل المواد العضوية (من نباتات مطمورة وحيوانات نافقة)، وتفاعلها مع العناصر الكبريتية الزائدة والمختلطة ببعض المعادن الطينية والسلتية. تلتها الكلوريدات التي سجلت أعلى النسب بسبختي المصيفق والنعيم (3.80، 2.36 ٪).
- انخفضت الكاتيونات بشكل سمح بالتملح الكبريتاتي الكلوريدي وقِلة نسب أملاح الصوديوم بوجه عام في سباخ المنطقة، وهو مؤشر على ضعف التملح لكونها أملاحا سهلة الذوبان بشكل عام، وإن أشارت التركيزات الملحية إلى زيادة التملح الصوديومي بسباخ المنطقة في فصل الصيف؛ بزيادة التبخر، خاصة بعض البؤر الأعمق والمحفورة بفعل الدوامات المائية التي تحدثها تيارات المد البحرية شتاءً؛ أو بسبب آثار سيارات الرعاة المنغرسة صيفًا، خاصة في أواسط وغرب سبخة الحشيفات، وهي تُعد بمثابة ملاحات طبيعية خام؛ لعدم التفات أهالي المنطقة إلى أهميتها (بانوراما رقم 1)، وأن سبخة الزهيم أقلها ملوحة (الشكل رقم 13).

شكل رقم (13) تركيز الأملاح (جزء/ المليون) صيفا بسباخ المنطقة



- تعادلت الكربونات الكلسية في السباخ تقريبا، وذلك لارتفاع نسب كربونات الكالسيوم بكل من سبختي المصيفق (60.61 ٪) والحشيفات(47 ٪)، ويعكس ذلك ميل تكويناتها للخشونة أكثر من بقية السباخ، والسبب في ذلك يرجع على الأرجح إلى اختلاطها بالرواسب البحرية أكثر من الهوائية. وفي المقابل انخفضت بالأجزاء الجنوبية لسبخة أبو قصبة (18.13 ٪) والأجزاء الشمالية لسبخة المصيفق (21.12 ٪)، ويعكس ذلك ميل تكويناتهما للنعومة أكثر من غيرهما. في حين نقصت بشدة في الأجزاء الجنوبية لسبختي النعيم والزهيم، مما يعكس تقلص مساحاتها الرطبة.

- وجدت علاقة طردية بين زيادة نسب الجبس والكربونات في أغلب العينات المأخوذة، باستثناء بعض الأجزاء من سبختي المصيفق وأبو قصبة، وقد يكون السبب في ذلك راجع إلى اتحاد الكبريتات مع بعض الكالسيوم بتكويناتها، ليحل محل الكربونات تحت الظروف الأكثر رطوبة، مشكلا لبعض معادن الجبس، التي تحل محل الأنهيدريت، بعد ارتفاع منسوب المياه وزحفها على الهوامش شبه الجافة القريبة من البؤر دائمة المياه في كلا السبختين.

جدول رقم (5): التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسبخة الحشيفات

رقم العينة	النسبة المئوية (٪)					جزء/ المليون	
	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلوريدات	بزيوم	يود
1	–	0.17	1.10	–	–	–	–
2		0.13	1.80				
3	0.60	0.12	1.35	18.66	2.80	80	20
4	–	0.15	1.46				
5	0.45	0.20	1.12	11.52	2.10	70	20

جدول رقم (6): التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسبخة المصيفق.

رقم العينة	النسبة المئوية (%)					جزء/ المليون	
	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلوريدات	بريوم	يود
1	–	0.08	0.90	–	–	–	–
2	1.28	0.26	1.50	8.25	1.40	50	20
3	–	0.20	1.62	–	–	–	–
4	–	0.24	2.50	–	–	–	–

جدول رقم (7): التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسبخة أبو قصبة.

رقم العينة	النسبة المئوية (%)					جزء/ المليون	
	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلوريدات	بريوم	يود
1	0.39	0.21	1.20	18.00	1.40	200	20
2	–	0.16	1.58	–	–	–	–
3	–	0.09	1.00	–	–	–	–

جدول رقم (8): التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسبخة النعيم.

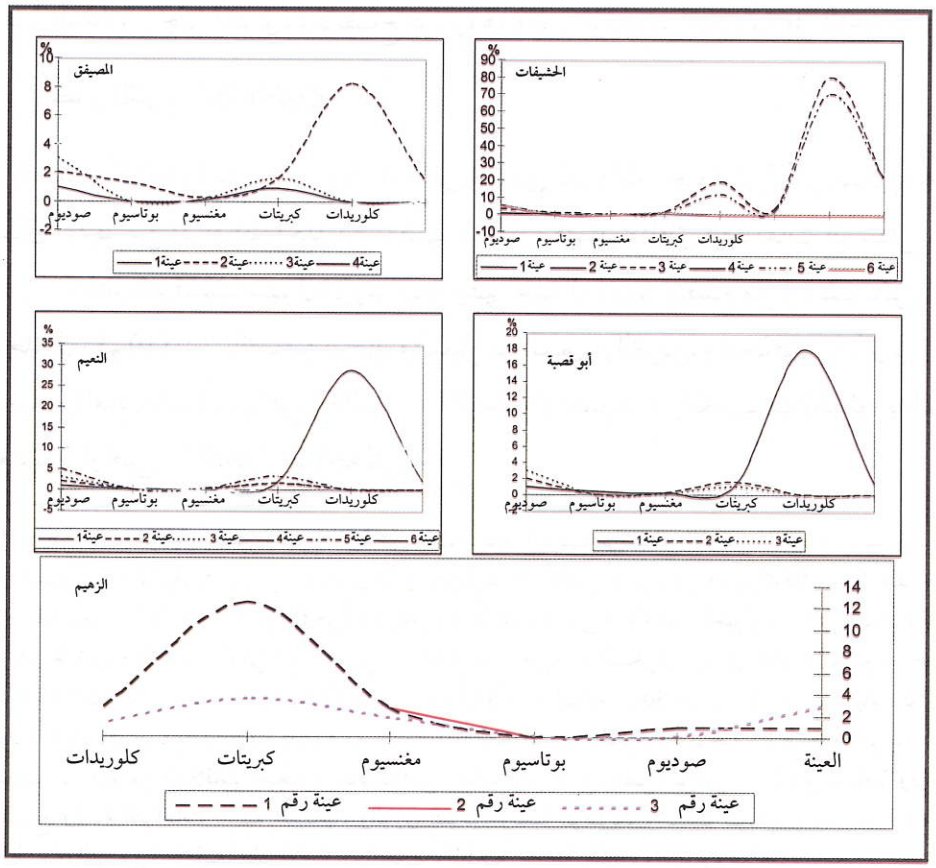
رقم العينة	النسبة المئوية (%)					جزء/ المليون	
	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلوريدات	بريوم	يود
1	0.36	0.16	1.88	28.80	2.10	160	10
2	–	0.08	1.53	–	–	–	–
3	–	0.10	1.57	–	–	–	–
4	0.31	0.08	1.26	25.20	0.70	50	20
5	–	0.26	3.30	–	–	–	–
6	0.55	0.17	2.80	30.60	1.40	100	10

جدول رقم(9): التركيب الكيميائي للرواسب الملحية بسبخة الزهيم.

رقم العينة	النسبة المئوية (%)					جزء/ المليون	
	صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كبريتات	كلوريدات	بريوم	يود
1	0.92	0.18	2.86	12.54	2.80	100	10
2	–	0.17	2.65	–	–	–	–
3	0.28	0.19	1.96	3.60	1.40	120	10

المصدر: بتصرف وتعريب عن (Ocokoljic, 1975).

الأشكال رقم (14-18) المنحنيات البيانية لنتائج التحليل الكيميائي لرواسب سباخ المنطقة



خامسًا: الجوانب البيدولوجية التطبيقية للمنطقة

كان الجهد المبذول في تحليل رواسب المنطقة مدعاة للاستفادة منها وربطها بأي من أوجه التطبيقات الأصولية للتربة(*) فبعد التعرف على طبيعة ومصادر تكوينات تربة المنطقة، والعمليات الجيومورفولوجية السائدة والظروف المناخية لنشأتها، أمكن تمييز مستوياتها من خلال تحليل القطاعات الأفقية والاستراتيجرافية لرواسبها بسهول المنطقة، والتي تسود أجزائها الغربية والوسطى نطاق من التربة الانتقالية بالقطاعات الوسطى من المراوح الدلتاوية ومخارج أوديتها، أما أجزائها الشمالية والشرقية فتسود بها التربة الملحية بشكل عام(الشكل رقم 19)؛ بسبب القرب من البحر وارتفاع منسوب المياه الباطنية من جهة، وتأثير المسطحات الرطبة المالحة من جهة أخرى، ولإيضاح صورة هذه النطاقات، تم تقسيمها على النحو التالي:

1. نطاق التربة الانتقالية:

يقصد به النطاق الذي يلي النطاق الهضابي الجنوبيً للمنطقة باتجاه الشمال، وتعد تربة هذا النطاق خليط من المواد المتداخلة مع بعضها البعض، فتمثل مناطق القطاعات الوسطى من المراوح الدلتاوية وقِمَمِها سهول الإرساب الفيضي بهذا النطاق، ويتضح من وصف تكويناتها (بالجدول رقم 10) أنها تتألف من الرمال والقليل من الطمي والغرين، وتنخفض بها التركيزات الملحية، والمعادن السائدة بها هي الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والكبريتات فالكلوريدات، وتعد تربة أراضي هذا النطاق صالحة للزراعة.

(*) من الناحية الجغرافية، يقتصر مفهوم التربة على ذلك النطاق القريب من سطح الأرض فقط والذي يتشكل من رواسب معدنية فتاتية، يتفاوت حجمها بين الأحجام المجهرية والحصى الكبير، عن طريق تفكك وتحلل الصخور والنباتات فيزيائيًا وكيميائيًا؛ بتأثير التجوية وعوامل التعرية المختلفة على مر العصور الجيولوجية التي مضت وحتى وقتنا الحاضر، وتتألف التربة من ناتج التفاعل بين ثلاث أغلفة طبيعية (الصخري، الجوي، المائي) لتجمع بين صور المادة الثلاث(الصلبة، الغازية، والسائلة) فتشكل المعادن الأجزاء الصلبة Solid، وهواء التربة يمثل كيانها الغازي Gas، أما المادة السائلة Liquid فهي عادة يمثلها الماء، ومن الوجهة الجيومورفولوجية ترتبط هذه الجزئيات مع بعضها بروابط من العلاقات الحجمية والكمية التي تتحكم بدورها في بعض خواص التربة مثل المسامية ودرجة التشبع ونسبة الفراغات البينية لحبيباتها، والوزن النوعي ونسبة الرطوبة، وتختلف أنواعها باختلاف الظروف الطبيعية، التي من أهما طبيعة مادة الأصل، والتغيرات المناخية، خاصة الحرارة والرياح وغيرها.

جدول رقم (10) قطاع في نطاق التربة الانتقالية بالسهول الفيضية.

سمك الطبقة (سم)	نوع التكوينات
صفر – 25	رملية خشنة، حبيباتها متوسطة الاندماج، يخالطها بعض الحصى، ولون تكويناتها أصفر باهت في حالتها الجافة، بها جذور نباتات شُجيرية متوسطة الحجم.
50 – 25	رملية ناعمة smooth sand إلى خشنة محببة grained sand، متوسطة الاندماج واللون أصفر برتقالي فاتح في حالتها الجافة إلى أصفر برتقالي باهت في بقاعها الرطبة.
70 – 50	رمال خشنة ذات حبيبات منفردة، غير لزجة، متوسطة الاندماج
90 – 70	دولومية كتلية ورملية خشنة إلى حصوية شديدة الاندماج، وتحوى تجمعات من كربونات الكالسيوم بنسب كبيرة وقليل من الجبس.

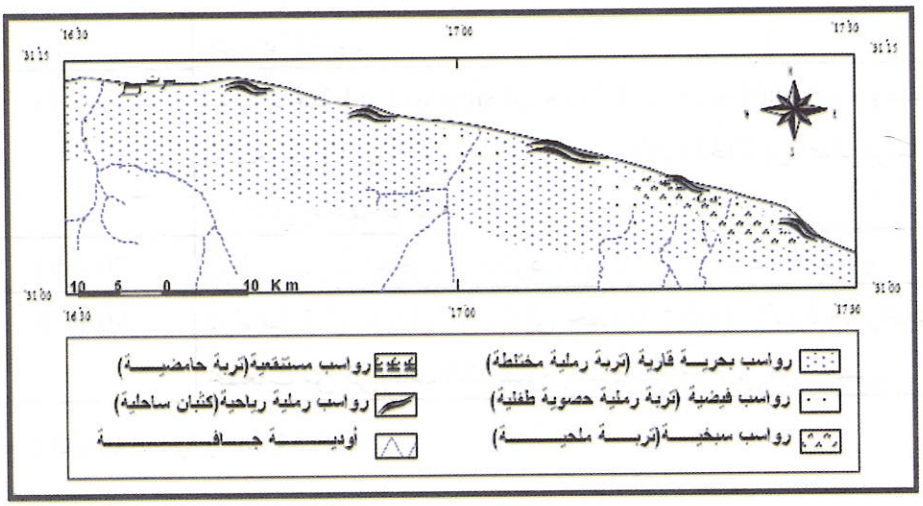
المصدر: الدراسة الميدانية والمعملية للباحث.

2. نطاق تربة الشريط الساحلي:

يظهر هذا النطاق تارة على شكل مسطح شريطي شبه مستو بمحاذاة الساحل، يضيق ويتسع حسب حجم سلسلة الكثبان الرملية الساحلية، التي قَطَّعَت من أوصاله وفصلته في معظم قطاعاته عن البحر، وتبدو تارة أخرى على هيئة أحواض شبه مقعرة منخفضة المنسوب عما حولها بامتداد سهول المنطقة، وتنمو بها نباتات الرتم والبوص (القصب) في الغالب (بانوراما رقم2)، وتغطي السهل في هذا الشريط الساحلي تكوينات تغلب عليها الرمال الشاطئية، وتعد في مجملها المحصلة النهائية لناتج عوامل وعمليات التجوية والتعرية المختلفة، خاصة المائية منها والتي دأبت منذ القدم على حمل ونقل كميات كبيرة من الرواسب والمفتتات الصخرية إلى المنطقة؛ وذلك لكونه جزءً من الحوض التجميعي الضخم لسهول سرت الواسعة. ويشمل سهول الإرساب البحري، بتكويناتها من الرواسب البحرية في المناطق التي لا تخترقها أو تنتهي

إليها أي من الأودية الجافة ولم تتلقَ منها أي رواسب مائية وديانية مباشرة. ويتميز السهل في هذا النطاق بشواطئه الرملية المنخفضة، (فتحي أحمد الهرام، 1997، ص 97). وتتوزع أراضي هذا النطاق بين أراضٍ متوسطة الإنتاجية وأخرى محدودة الصلاحية إلى حد ما.

الشكل رقم (19) الرواسب السطحية السائدة وأنواع تربتها بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالتوقيع الرقمي للبيانات Digitizing من المرئية الفضائية، بواسطة برنامج ArcViewGIS.

3. نطاق تربة السباخ وهوامشها:

يقع هذا النطاق في أقصى شرق المنطقة، وتتداخل فيه مياه البحر مع المياه العذبة في الغالب، فتزود به التربة المجاورة، أو بسبب ما تحمله الرياح من البحر من جزيئات الماء المالح؛ وتصيب تربته بعض التشققات الطينية (صورة رقم3)، حيث السباخ بهوامشها التي تتبعثر بها النباتات كنبات الطرفه والرتم وأشجار النخيل وغيرها، أو لسيطرة الجفاف الشديد؛ حيث تعجز مياه الأمطار أحيانا عن غسْل التربة من الأملاح الكلية، والتي تتواجد في مكونات التربة على شكل قشور ملحية بيضاء، تتألف من كلوريد الصوديوم، وتكون متصلبة على السطح في

الصيف في بعض المناطق، وتبدو بمناطق أخرى على هيئة حُبيباتٍ مَبْشورة ومحتشدة، بهيئة البراعم المزهرة والمختلفةُ في درجات ألوانها القاتمة، والتي تعكس سيادة أملاح الكلوريدات غير الصوديومية(خاصة كلوريدات البوتاسيوم والمغنيسيوم) بموادها العضوية المتفاعلة مع عمليات التجوية بُعيْد انقضاء فصل المطر، (مجموعة الصور رقم4).

وأظهرت القطاعات الرأسية للعينات المأخوذة من تربتها أن التركيزات الملحية ضئيلة insignificant concentration of salts (Mijalkovic', N., 1977, PP. 22-24). وتتكون رواسبها من الرمال والطفل الرملي والجبس والملح والسلت، والقليل من الطفل الطيني بالقرب من مصبات الأودية (الشكل رقم20) مع ظهير رسوبي يغلب عليه تربة اللوس كلما اتجهنا للجنوب والجنوب الشرقي فالغربي. ويعكس سيادة الجبس والأنهيدريت(*) في رواسب السباخ عموما أثر الظروف المناخية (محمود عاشور وآخرون، 1991، ص138)، حيث يوجد الجبس في تربة السباخ بنسبة لا تقل عن 30 ٪ بسباخ أبو قصبة والنعيم والزهيم، كأحد نتائج ترسيب معادن مياه البحر بفعل تبخر المحاليل أو المتبخرات. والأنهيدريت بالمنطقة من النوع الثانوي الذي تشكل بفعل عملية الإحلال، حيث حلت بلوراته محل بلورات جبس سابقة عليه في النشأة. وقد تأتي السيول ببعض كتله الضالة المقتطعة من تكوين متخلف Residual Formation عن عمليات تعرية قديمة نشطت بها عمليات النحت الرأسي خاصة، وكانت نشأته جوفية عميقة (صورة رقم 5). وعامة يمكن تميز ثلاث نطاقات أساسية تتوزع رأسيا في ست مستويات متداخلة بالجدول رقم (11) بتربة هذا النطاق وهي:

■ **النطاق العلوي:**

ويتراوح سمك هذا النطاق مابين صفر- 30 سم، ويتألف من تكوينات رملية جبسية سلتية

(*) يوجد الأنهيدريت Anhydrite بالمنطقة على شكل كتل من بلورات الأنهيدريت الدقيقة داخل الرواسب الكربونية، وتتألف من كبريتات الكالسيوم ($Caso_4$)، بفعل اتحاد أملاح الكالسيوم مع الكبريتات الذائبة، والتي يتحول بعضها إلى جبس ($Caso_4\ 2H_2o$) بعد اتحاده مع مياه السباخ المتبقية (مسطحات المد العالية)، أو مياه الأمطار الشتوية، ضمن عملية كيميائية معقدة، تترسب فيها معادن مياه البحر القابلة للذوبان، بما فيها من كربونات ومتبخرات (محاليل) على السطح، بعد تبخر المياه.

ناعمة متماسكة تتراوح ألوانها بين الرمادية والسوداء، شديدة اللزوجة والاندماج؛ لاختلاطها ببقايا نباتات بحرية مستنقعية متشابكة. كما تتكون من مواد سلتية حمراء(*)، قارية النشأة (إرساب ريحي) مع وجود بعض الأملاح والجبس خاصة بسبخة النعيم، ويتواجد السلت مختلطا ببعض الرواسب الطينية الرقيقة جدا في كافة السباخ باستثناء سبخة الحشيفات، وهي تربة تفتقر للمواد العضوية(الدبال) مع غناها بالمعادن؛ ولذا تحتاج في زراعتها إلى المزيد من الأسمدة والمخصبات.

■ **النطاق الأوسط:**

ويتراوح سُمكُه ما بين 30–60 سم، ويتكون على التوالي من رواسب رملية وجبسية رملية ذات فئات حجمية خشنة محببة وناعمة جدًا غير موحّدة التركيب grained and too fine granulation sand, and non–uniform composition ومختلطة ببعض الحصى الدولوميتي المتكلس الصغير(**)، وبعض العروق الملحية الرقيقة، قوامها متوسط التماسك والاندماج،

(*) تعد المواد السلتية الحمراء أحد تشكيلات التربة الصخرية ذات اللون الأحمر التي نجمت عن عمليات التبخر، وربطها عدد من الباحثين في مجالات الجيولوجيا والتعدين وكيمياء الأراضي والتربة، بمناخات شبه صحراوية، كما هو الحال في منطقة الدراسة، (ذات فصلين، أحدهما حار جاف والآخر مطير)، يساعد فيها الفصل المطير على عمليات التحلل المائي للسليكات الحديدية ـ المغنيسية، التي تحرر الحديد (خاصة الأكاسيد الحديدية المركزة Fe_2O_3 التي ستثبت خلال الفصل الجاف) في الرمال المشتقة من حجر رملي احمر قديم، يرجع إلى العصر الديفوني (فيرون، ترجمة فضل الأيوبي، 1995، ص ص 58–66).

(**) لوحظ ميدانيا أن الحصى الدولوميتي المتكلس الصغير، يتوسد طبقة كلسية رملية وجبسية رملية رقيقة، بمعظم أرجاء الشطوط الموسمية الانتقالية للمساحات شبه الجافة في سباخ المنطقة، وهو ما أكدته نتائج التحليل الكيميائي للرواسب، ويرجع ذلك إلى ترسيب كربونات الكالسيوم($CaCO_3$) حول نوويّات القواقع والأصداف البحرية المحطمة على شكل عقد كلسية مستديرة، لا يزيد حجمها عن حجم بيض السمك، والمنتشرة برواسب هذا النطاق الأوسط من التربة، في وسط بيئي ظروفه المناخية أكثر جفافا، بسبب ذوبان وتسرب الأملاح وتشبع التربة بها شتاءً أو صعودها عبر نفس الرواسب بتأثير الخاصية الشعرية صيفا؛ لزيادة معدلات التبخر، فتساعد على سحب معظم كمية الكالسيوم المذابة ببطء؛ لقلة ذوبانها بمياه السباخ الأكثر دفئا، الأمر الذي يساعد على إتاحة الفرصة لتركيزات أنيونية أخرى، ومنها الماغنسيوم، الذي يهيئ من بيئة ترسيب الدولوميت $(Ca, Mg)(CO_3)_2$، لاتحاد الماغنسيوم مع كربونات الكالسيوم بشطوط السباخ الأكثر ارتفاعا (صورة رقم6). وربما تشبه آلية ترسيب المعدن بالمنطقة ـ على هذا النحو ـ ما تم اكتشافه من عمليات ترسيب دولوميت أولي بالمستنقعات الواقعة حول مدينة دبي بالإمارات العربية المتحدة لأول مرة في أواخر الستينات من القرن العشرين (محمد يوسف حسن وآخرون، بدون، ص 384)، وتحتاج هذه المسألة لمزيد من الدراسات الجيوكيميائية المنفصلة والمفصلة.

غير لزج، تزيد بها نسب الجبس المتواجد على شكل عقد بيضاء، خاصة بسباخ أبو قصبة والنعيم والزهيم. وبعض العروق الملحية الرقيقة. ويعتقد الباحث بتراكمها تحت ظروف مناخية مغايرة عن الظروف الحالية، فلربما جرفتها مياه أودية «هراوة» و«العميرة» من منابعها الجبلية إبان جريانها في الماضي، ويمكن أن تلاحظ في الميدان من خلال تشققها الدال على وجود بعض الطين الجاف والمتماسك والأكثر ثباتا في وجه عمليات السفي والتذرية، على العكس من حبيبات الرمال الأسهل في حملها بواسطة الرياح خلال مواسم الجفاف.

جدول رقم(11): قطاع في نطاق تربة السباخ بالمنطقة

سمك الطبقة	نوع التكوينات
صفر – 15 سم	رملية جبسية سلتية ناعمة متماسكة، شديدة اللزوجة والاندماج، متوسطة الليونة، تزيد بها نسب السلت، خاصة بسباخ الحشيفات وأبو قصبة والنعيم، تكثر بها طبقات ملحية سطحية صافية وشبه متصلة، وبقايا نباتات بحرية مستنقعية متشابكة وكثيفة.
30 – 15	جبسية في الزهيم والنعيم وأبوقصبة، وجبسية رملية في المصيفق والحشيفات، سلتية ناعمة شديدة التماسك والاندماج في الجميع، باستثناء المصيفق والزهيم، متوسطة اللزوجة، وطينية في جنوب النعيم، يوجد بها بعض جذور النباتات الطحلبية الدقيقة.
45 – 30	جبسية رملية ذات فئات حجمية مختلفة ومختلطة ببعض الحصى الصغير، ملحية متوسطة التماسك والاندماج، غير لزجة، غير مرنة، تزيد بها نسب الجبس، خاصة بسباخ أبو قصبة والنعيم والزهيم.
60 – 45	رملية، جبسية على شكل عقد بيضاء، باستثناء سبختي المصيفق والحشيفات، وبعض العروق الملحية الرقيقة، أقل اندماجا ولزوجة.
75 – 60	رملية خشنة تختلط بقليل من الحصى المستدير، حبيباتها منفردة، متوسطة الاندماج.
90 –75	رملية حبيباتها منفردة، قليلة الاندماج، غير لزجة، غير مرنة.

المصدر: الدراسة الميدانية والمعملية للباحث

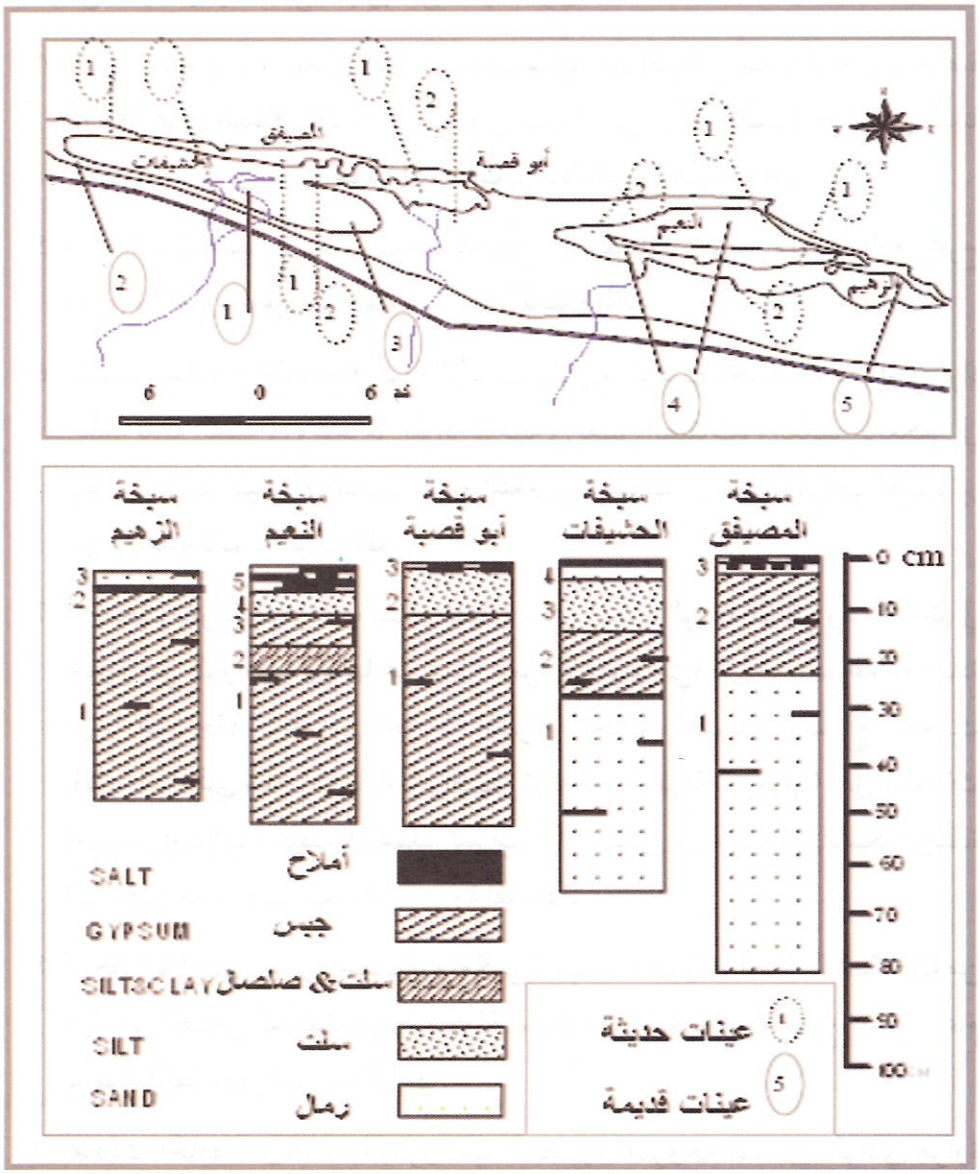
■ النطاق الأسفل:

ويتراوح سمك هذا النطاق مابين 30 – 60 سم، يتكون في الأساس من رمل يتراوح لونه مابين الرمادي الفاتح إلى الرمادي القاتم الأخضر الفاتح مع وجود أملاح وجبس. وتختلف هذه النطاقات في جميع السباخ، باختلاف الموقع من خط الساحل الحالي، وبمدى تدفق المياه العذبة أو المالحة، وغالبا ما يوجد الكالكارينيت على عمق يقل عن المتر؛ وهذا يدل على ضحالة تلك السباخ إلى حد ما، وتنسب لمنخفضات محدودة الأعماق وأن اتسعت في مساحتها وأثبتت نتائج تحليل الرواسب أن تربة أحواض سبختي المصيفق والحشيفات غير صالحة للزراعة عموما، اللهم إلا لبعض المحاصيل المحدودة، والتي تستطيع تحمل درجات أعلى نسبيا من الملوحة، لاسيما كلما ابتعدنا عن البحر، مصدر الملوحة الأساسي، خاصة في حوض الحشيفات واتجهنا نحو هوامشها الجنوبية، بينما تسود الرواسب الكيميائية المعروفة باسم «الكاليش Caliche»، جهاتها الشمالية والوسطى (صورة رقم 7) حيث تشكل طبقة جيرية رملية قليلة السمك، وتعكس تلك الطبقة بيئة ترسيب بحيرية ضحلة ذات مياه هادئة.

نتائج الدراسة

1. المنطقة عبارة عن سهل ساحلي مركب من وحدات جيومورفولوجية أوضحها الشواطئ والكثبان الرملية والسباخ الساحلية المتداخلة مع النطاق الدلتاوي الرسوبي. وتشكلت تربة هذه السهول من تكوينات بحرية قارية مختلطة، تتألف في أغلبها من رواسب بحرية **النشأة**، قارية **العامل**، رسوبية **العملية** في معظم نواحيها البيدولوجية.
2. تتوزع تكويناتها **السطحية** ـ في أغلبها ـ بين فيضية بحرية رياحية بالاتجاه شرقا من حوض وادي «الهاهاوية» وحتى حوض وادي هراوة، وبحرية رياحية بالاتجاه غربا من نفس الحوض وحتى حوض وادي تلال.
3. شكلت فئات الرمال بأحجامها المختلفة كُبريات النِسَبْ، سواء في تكوينات شواطئ الإرساب البحري أو بتكوينات شواطئ الإرساب الفيضي، ومالت تكوينات شواطئ

الشكل رقم (20) القطاع الرأسي والتركيزات الملحية برواسب السباخ الساحلية شرقي سهول المنطقة (أسفل) ومواقع العينات سواء القديمة أو الحديثة منها (أعلى)



المصدر: معدل ومزيد عن Mijalkovic', N., et al, (1977).

الإرساب البحري للخشونة أكثر من سهول الإرساب الفيضي التي مالت إلى الدقة والنعومة، وتعكس خشونة التكوينات قوة العامل (الرياح) والعملية (الحمل والناقل) من ناحية، وسيادة فعل التجوية من ناحية أخرى.

4. أشارت دقة ونعومة معظم التكوينات السطحية لشواطئ الإرساب البحري، خاصة الواقعة غربي بلدة «سلطان» مباشرة وإلى الشرق من منطقة «السواوة» شرقي مدينة سرت مباشرة، إلى سيادة عملية الإرساب بواسطة الرياح لفترة مناخية طويلة.

5. دلت الرمال الخشنة بالتكوينات العميقة بالمروحة الدلتاوية لحوض وادي هراوة ومخرج وادي «الهاهاوية» على ميل أغلب تكويناتها للنشأة المائية.

6. سادت سمة عدم الانتظام في نمط الترسيب وتوزيع الراسب، حيث وجد تداخل لمواد خشنة قليلة النسبة في وسط من المواد الناعمة في بعض الطبقات، والعكس بالعكس في بيئة الرواسب الفيضية؛ والسبب راجع للتغير في عمليات الترسيب وأنماطها تحت تأثير عوامل عديدة تم تفصيلها بالمتن.

7. أوضحت نعومة التكوينات بسباخ المنطقة مدى ضعف الوسط الناقل وقلة كفاءته في عملية حمل الرواسب ونقلها على مدار عمرها الجيولوجي؛ لتراجع السرعة مع زيادة درجة اللزوجة؛ الناتجة عن اختلاط الحمولة بالمحاليل الكيميائية بالسباخ؛ فعجلت بالإرساب الذي ساهم في إطماء أحواضها، كما تعكس (نعومة تكويناتها) وفق العمليات الجيومورفولوجية، البُطء في عملية تسرب المياه؛ لضيق مسامها وقوة تماسكها وشدة اندماجها؛ فانخفضت تبعا لذلك درجة نفاذيتها.

8. لوحظ قلة الحصى وندرة الحصباء، وتعكس نسب السلت والصلصال المتدنية حالة من حالات التصحر السائدة؛ نتيجة سهولة سفيها وتذريتها بواسطة الرياح بشكل عام بسهول المنطقة على اختلاف أنماطها.

9. تعادلت الحامضة والقاعدية بالرواسب السطحية للمروحة الدلتاوية لوادي هراوة ومخرج وادي «الهاهاوية»، وقاعدية التكوينات العميقة بدالتي «العميرة وهراوة»؛

بسبب غزو السباخ الساحلية، وقلت نسب الملوحة بتكوينات باقي المراوح الدلتاوية في المنطقة بشكل عام.

10. زادت نسب الجبس بشكل ملحوظ، فسجلت أكثر من 4 ٪ بمعظم عينات التكوينات العميقة لسهول المراوح الدلتاوية للمنطقة، باستثناء تكوينات مخرج وادي «الهاهاوية».

11. تم اكتشاف عملية ترسيب **دولوميت أولي** بشطوط السباخ شبه الجافة والأكثر [illegible] ما؛ بسبب سحب معظم كمية الكالسيوم المذابة ببطء في مياهها الأكثر دفئا، الأمر الذي ساعد على إتاحة الفرصة لتركيزات أنيونية أخرى ـ من أهمها الماغنسيوم ـ فعمل على تهيئة بيئة ترسيب مناسبة للدولوميت؛ من خلال اتحاده مع كربونات الكالسيوم $(Ca, Mg)(CO_3)_2$.

12. أمكن تصنيف تربة المنطقة إلى ثلاث نطاقات أساسية هي: نطاق **التربة الانتقالية** التي تشكلت في بيئة سهول الدالات الفيضية، وتتألف من الرمال والقليل من الطمي والغرين، وتنخفض بها التركيزات الملحية، والمعادن وغنية بمعادنها، وتعد تربة أراضي هذا النطاق صالحة للزراعة، **ثم نطاق تربة الشريط الساحلي** التي تتألف من الرمال الشاطئية وبيئة الكثبان الطولية الساحلية، وأخيرا **نطاق تربة السباخ وهوامشها**، وتتكون رواسبها من الرمال والجبس والملح والسلت، والقليل من الصلصال بالقرب من مصبات الأودية، مع ظهير رسوبي يغلب عليه تربة اللوس الرملي كلما اتجهنا للجنوب والجنوب الشرقي فالغربي من نطاق السباخ بالمنطقة.

التوصيات

1. تُعد التربة الانتقالية التي تشكلت في بيئة سهول الدالات الفيضية، هي الأجدى في النواحي الزراعية وغيرها من الأنشطة التنموية الأخرى.

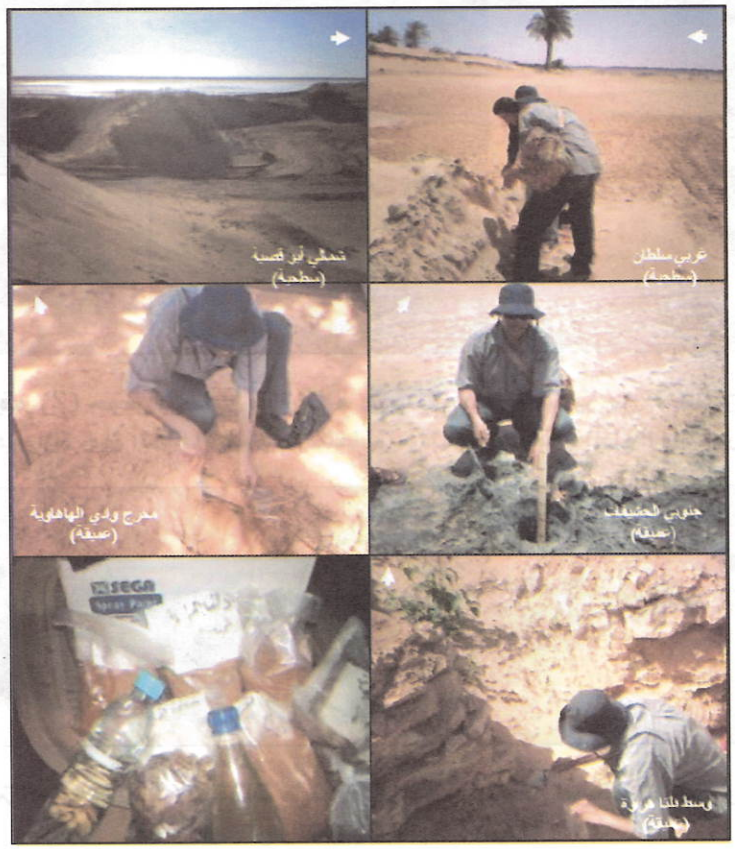
2. تربة الشريط الساحلي، التي تشكلت في بيئة الرواسب البحرية باتجاه خط الساحل، أقل جدوى من نطاق التربة الانتقالية، ويمكن الاستفادة بها في النواحي الرعوية.

3. تربة السباخ عديمة الصلاحية؛ لارتفاع نسبة الأملاح بها، ومحدودة الجدوى بالهوامش، وإن تجدد الأمل بجدواها في ظل استثمارات أخرى غير زراعية، كأن تكون عمرانية ـ بشروط ـ أو ملاحات... إلخ.

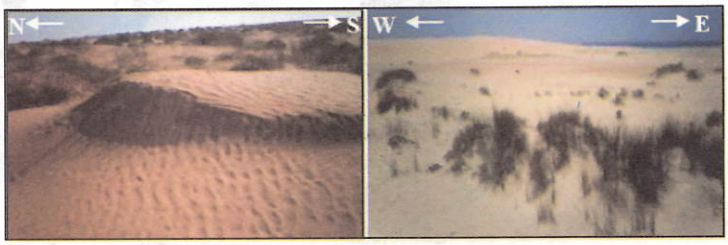
4. التوصية بمراقبة العمليات الجيومورفولوجية السائدة بمناطق المشاريع التنموية الأكثر حساسية إيذائها عن كثب؛ حيث أكدت الدراسة على أن العمل البطيء لعامل غير نشط من عوامل التعرية، قادر ـ مع الزمن ـ بإحداث تغييرات في شكل وطبيعة الظواهر، فرياح سائدة متوسطة القوة، لقادرة على سفي وتذرية الرواسب الدقيقة في مدة زمنية قصيرة قد تطول إذا ضعفت قوتها، تاركة من ورائها تربة من نسيج أخشن؛ فتحد وتُغير من أولويات الاستغلال البشري، وأن ديناميكية العملية الجيومورفولوجية تقتضي دائما وأبدا تكييف أوضاعها وضبط إيقاعاتها بمرونة فائقة؛ وفق الضوابط الجيومورفولوجية غير المحسوسة واسعة الانتشار، والتي تتسم بأنها دائمة التغير كالنشاط البطيء للباطن، وتكتونية القشرة الأرضية الحثيثة، وحركة المواد الدءوبة على أسطح المنحدرات، وديمومة عوامل التعرية المختلفة...الخ، وعليه تنوعت العوامل بتنوع البيئات وتطورت عملياتها بتطور الظروف.

ملحق الصور والبانورامات الفوتوغرافية

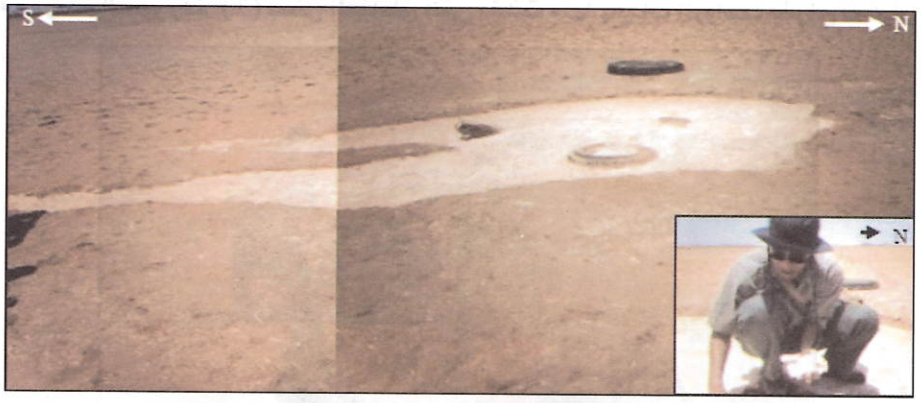
مجموعة الصور رقم (1) بعض المناطق التي أخذت منها عينات الرواسب بغرض تحليلها



مجموعة الصور رقم (2) رواسب شاطئية بحرية رياحية في صورة فرشات وكثبان رملية تعكس سيادة الرمل بفئاته المختلفة بتكوينات سهول المنطقة



بانوراما رقم (1) حوض ملحي من كلوريد الصوديوم الذي تشكل ببؤرة عميقة نسبيا حفرتها إحدى سيارات الرعاة المنغرسة صيفاً، خاصة في الغرب الأوسط من سبخة الحشيفات

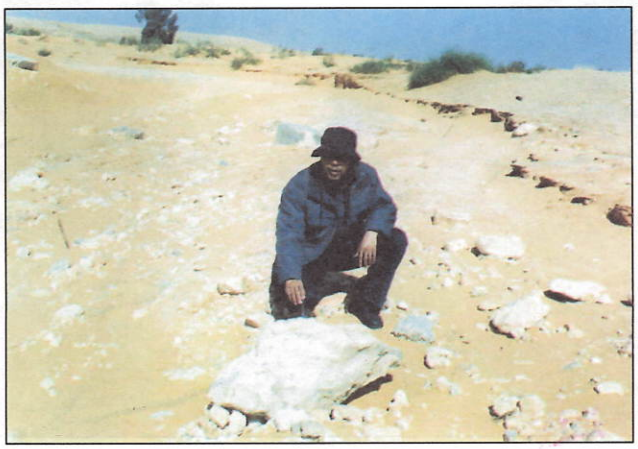


بانوراما رقم (2) حوض بيضاوي مغلق ذو منسوب يقع بين سلسلتين من الكثبان الرملية ممتدتين بموازاة خط الساحل بسهول المنطقة، وتنمو به نباتات الطرفا والبوص والنخيل

مجموعة الصور رقم (3) تشققات طينية بالأجزاء الوسطى لسبخة النعيم، والأجزاء الوسطى والشرقية لسبخة الزهيم

مجموعة الصور رقم (4) قشور ملحية بيضاء وتزهر ملحي على هيئة حبيبات بللورية برعمية مبشورة، تعكس ألوانها القاتمة سيادة أملاح كلوريدية غير صوديومية (أسفل يسار المجموعة)

صورة رقم (5) كتل قديمة ضالة غير محلية (نواتج تعرية شديدة) من الأنهيدريت الثانوي المنقول والحصى الدولوميتي المتكلس مختلف الأحجام، وقد تحول بعض الأنهيدريت مرة أخرى إلى جبس بعد اتحاده مع مياه سبخة أبو قصبة، عند التقائها بأحد المسيلات التي تنتهي إليها باتجاه الجنوب، والتي جفت بحلول فصل الصيف بعد تبخر المياه



مجموعة الصور رقم (6) عملية ترسيب دولوميت أولي (داخل الحلقات البيضاوية) بأحد الشطوط الموسمية الانتقالية للمساحات شبه الجافة الأكثر ارتفاعا في سبخة الحشيفات، لاحظ ارتباط الكتل الدولومية الأقدم بالشطوط الأكثر ارتفاعا، ويشير السهم المقوس لطبيعة واتجاه الانحدار العام للشطوط

صورة رقم (7) القشرة الجيرية المتصلبة المعروفة باسم «الكاليشCaliche» والتي تعكس سيادة الرواسب الكيميائية، خاصة الكربونية منها، والمرتكزة على رواسب رملية مارلية سلتية تتخللها عقد جبسية مالحة بجهات متفرقة من سبخة الحشيفات

المراجع

أولا: المراجع العربية

[1] جودة حسنين جودة، (1985)، صحارى العرب، دراسة في الجيومورفولوجيا المناخية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

[2] فتحي أحمد الهرام، «جيومورفولوجية الساحل» في كتاب الساحل الليبي(تح) الهادي أبو لقمة وسعد القزيزى، (1997)، ط الأولى، منشورات مركز البحوث والاستشارات، جامعة قار يونس.

[3] فتحى عبد العزيز أبو راضى، (1990): ديناميات التعرية الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، العدد السادس.

[4] فيرون، (1995.)، عناصر مناخات الأزمنة الجيولوجية، ترجمة فضل الأيوبي، منشورات جامعة سبها، الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى.

[5] محمد يوسف حسن وآخرون، (بدون) أساسيات علم الجيولوجيا، مركز الكتب الأردني، الأردن.

[6] محمود محمد عاشور وآخرون، (1991)، السبخات في شبه جزيرة قطر، دراسة، جيومورفولوجية ـ جيولوجية ـ حيوية، جامعة قطر، الدوحة.

ثانيا: المراجع الأجنبية

[1] **Cooke, R.U., and Others, 1985**. Urban Geomorphology in Dry lands, Oxford, University press.

[2] **Greensmith, R. C., 1981**. Petrology of Sedimentary Rocks, sixth edition.

[3] **Mijalkovic', N., et al, 1977**. Explanatory Booklet, geological map of Libya, 1: 250.000, Sheet: Qasr sirt, NH 33- 4, 1st ed., Belgrade, Yugoslavia, for Industrial Research center Tripoli.

[4] **Rachocki, A., 1981**. Aluvial Fans, An attempt at an empirical approach, New York.

[5] **Reading, H.G., 1980**. ''Sedimentary environments and facies" Blackwell Scientific publication. Oxford, U.K.

[6] **Selly, R. C., 1978**. Ancient Sedimentary Environments (2nd Ed.) Cornell University press, New York.

[7] **Small, R.J., 1978**. The study of landforms, 2 (ed), Cambridge Univ. London.