جامعة المنوفية
مركز البحوث الجغرافية
والكارتوجرافية
بمدينة السادات

مجلة مركز البحوث الجغرافية
والكارتوجرافية

العدد الثاني عشر

جيومورفولوجية مروحة وادي الجمال على ساحل البحر الأحمر

دكتور

إبراهيم محمد علي بدوى

أستاذ مساعد الجغرافيا الطبيعية

بجامعة المنصورة

مقدمة

أولاً : مورفولوجية المروحة الدلتاوية .

ثانياً : التكوينات الرسوبية المروحية .

ثالثاً : خصائص الرواسب المروحية .

رابعاً : الأشكال المورفولوجية الثانوية .

خامساً : تنمية المروحة والنتائج .

مقدمة:

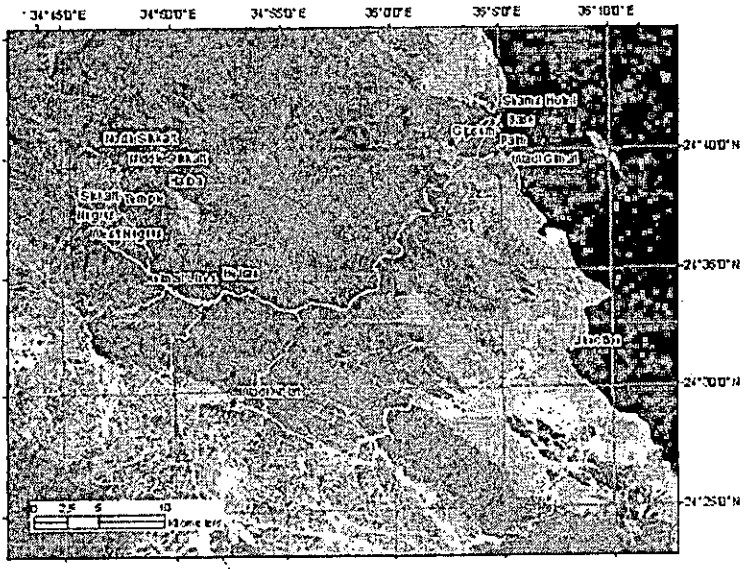
تقع المروحة الدلتاوية لوادى الجمال ضمن المحمية الطبيعية للوادى، والتى أنشئت محمية منذ عام ٢٠٠٣ بمساحة قدرها ٧٤٥٠ كيلو متراً مربعاً بقرار رقم ١٤٣، وتتبع إدارياً محافظة البحر الأحمر، فى منتصف المسافة بين مرسى علم شمالاً ورأس بناس جنوباً على ساحل البحر الأحمر الغربى، وتحديداً عند دائرة عرض ٤٠ ° ٢٤ ° شمالاً، خط طول ٥ ° ٣٥ ° شرقاً . شكل(١).

وتأخذ اتجاه شرق شمال شرق بزاوية قدرها ٧٠ °، من ارتفاع ٤٥ متراً عند مخرج الوادى غرباً، بطول ٧,٧٥ كيلو متراً، وأقصى اتساع لها ٣,٨ كيلو متر، وبلغت مساحتها ٢١,٧٥ كيلو متراً مربعاً، وانحدار قطاعها الطولى بين ٢ – ٣ درجات . وهى أربعة أقسام مختلفة القمة، والقسم الأعلى، والأوسط، والأدنى، وبلغت مساحاتها ١,٢٥، ٥,٥، ٨,١٥، ٦,٢٥ على الترتيب .

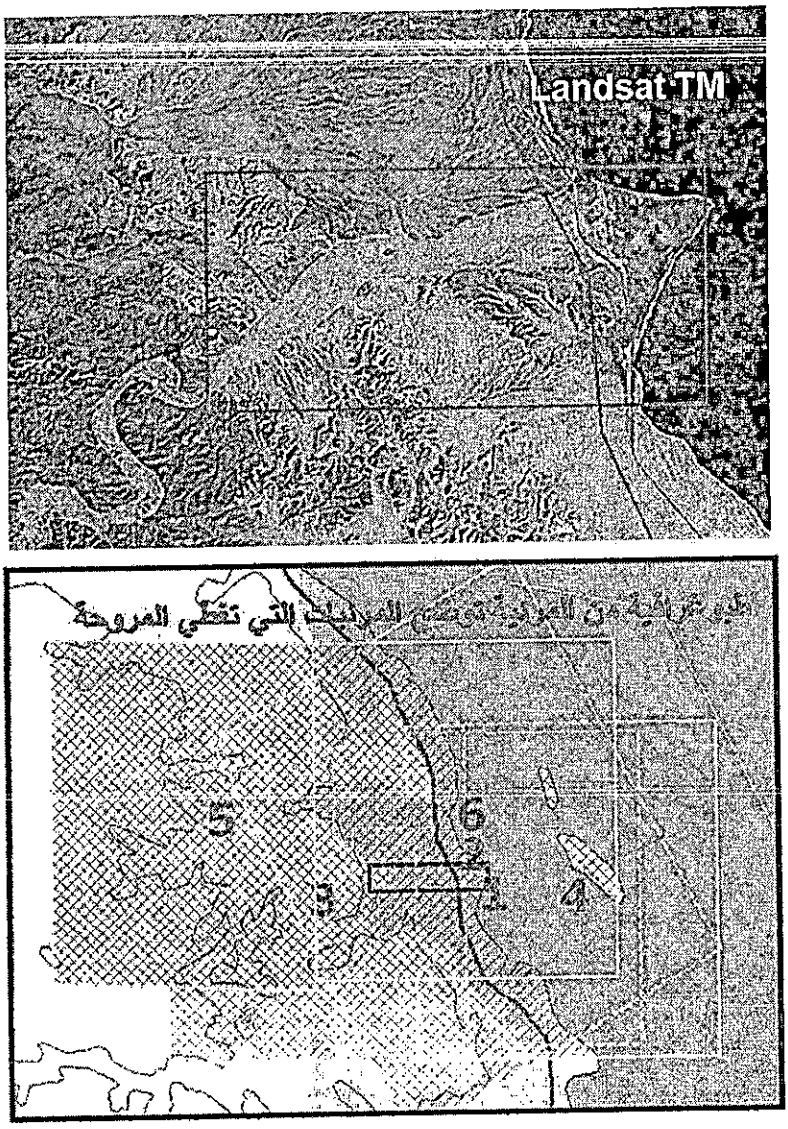
ويقع حوض وادى الجمال التى تتبعه المروحة فى منطقة ذات مناخ Hyperarid بحسب خريطة المناخ لمنطقة البحر الأحمر (Plaziat, 1989) حيث يعد من أكبر أحواض أودية البحر الأحمر السبعة المعروفة التى تجرى شرقاً للبحر، حيث بلغت مساحة الحوض ١٨٠٠ كيلو متراً مربعاً، ووصلت رتبته إلى السابعة، وتأثر الحوض بالحركات التكتونية والتغيرات الجيولوجية وتعددت صخوره السطحية، مما كان له تأثيراً واضحاً على رسوبيات المروحة الفيضية .

وتختلف رسوبيات المروحة عمرياً وبنيوياً، واستراتيجرافياً ومورفولوجياً، حيث أنها عبارة عن رسوبيات تكونت فى بيئتين: قارية وبحرية، من خمسة أنواع رئيسة: الرواسب الوادية، والريحية، والمتبخرات، والمرجانية، والشاطئية . وهذه الاختلافات تشير إلى تغيرات فى البيئتين المصدرية، الرسوبية، ومى تغيرات غالباً تكتونية ومناخية وذبذبات بحرية.

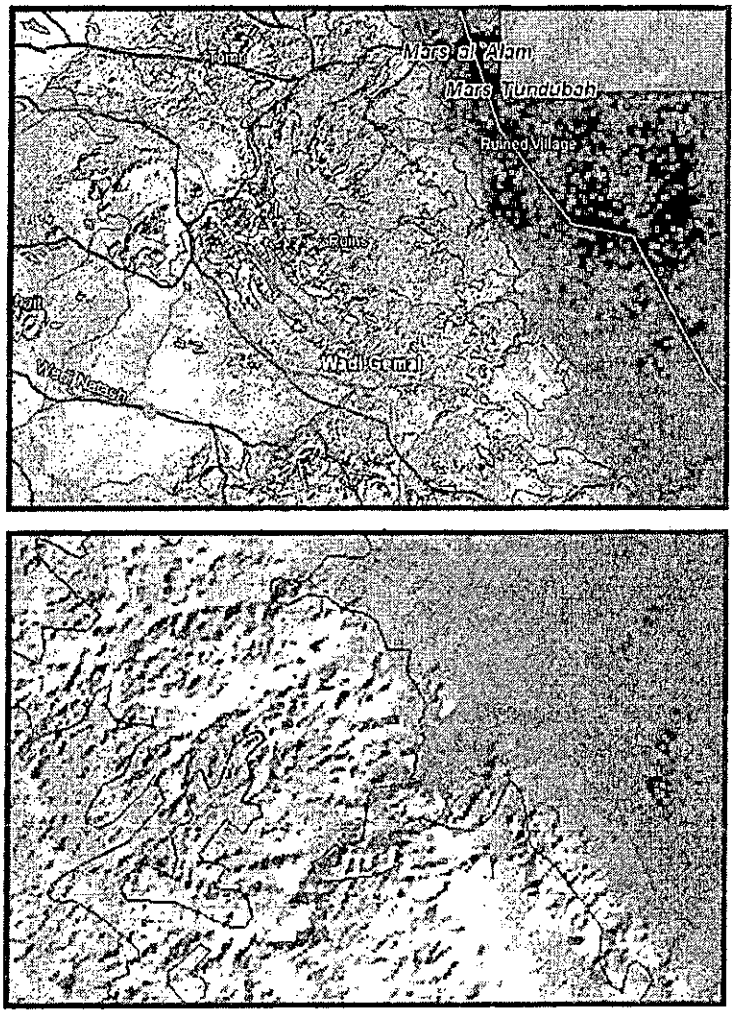
وقد درس الباحث التكوينات الرسوبية السطحية أفقياً ورأسياً، وتحليلها مورفولوجياً وإحصائياً ومعملياً، ومعرفة الأشكال المورفولوجية الرئيسة والثانوية والعمليات الهيدرولوجية، والمورفوديناميكية التى كونت هذه الظاهرات، وأهمية المروحة كجزء من المحمية الطبيعية .



شكل (1) مرئية فضائية TM لحوض وادي الجمال



شكل (1 ب) المرئيات الفضائية TM تغطي مروحة وادي الجمال



شكل (1 ج) التضاريس من المرئيات لحوض و مروحة وادي الجمال

وتخيرت الدراسات التحليلية المتعمقة كما وكيفا، وعولت على عملية الرصد التاريخى، بأدلة علمية دقيقة مستخدماً وسائل وأساليب متعددة، وخرجت بنتائج محددة وواضحة فى تفسير أصل النشأة والتكوين والتطور للمروحة الدلتاوية والتغيرات المناخية المصاحبة لعملية التكوين والبيئة الرسوبية والعمليات الهيدروديناميكية التى أثرت على التكوينات الرسوبية المروحية .

وصممت بنية البحث لتحقيق عدة أهداف من أهمها معرفة مورفولوجية المروحة الدلتاوية لوادى الجمال، والبيئة الرسوبية وعلاقتها بالتغيرات المناخية، والحركات التكتونية، والذبذبات البحرية البليستوسينية، وخواص الرواسب المورفولوجية والطبيعية والمعدنية والكيميائية والعمليات الجيومورفولوجية، والتغيرات فيما بعد الترسيب، ومعرفة العلاقة بين الرواسب المروحية الوادية والبحرية لتحديد الذبذبات البحرية والظروف المناخية .

واتبع الباحث عدة وسائل وأساليب حيث الدراسة المكتبية لمعرفة الدراسات النصية والخرائطية والبيانات الجدولية، والصور الجوية والمرئيات الفضائية، والدراسات الحقلية، والمعملية لفترات متعددة، حيث توفرت الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠، وخريطة جيولوجية مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠، والصور الجوية ١ : ٤٠,٠٠٠، والمرئيات الفضائية MM، Landsat TM وخريطة الأعماق مقياس ١ : ٢٧,٠٠٠ وتحليل العينات معملياً، وقياس التصنيف والمورفولوجية . واستخدام الحاسب لمعالجة ومعاملة ببعض البيانات والخرائط والمرئيات ببرامج معدة سلفاً وبرنامج ERdass 9.1 للربط بين البيانات الجدولية والخرائطية والحقلية والمقاسة من بعد لتحقيق الهدف من البحث .

أولاً : مورفولوجية المروحة الدلتاوية :

حدد Ritter (1988. P. 276) خواص المراوح الفيضية فى المناطق الصحراوية، ولا تنطبق هذه الخواص على المروحة الدلتاوية لوادى الجمال إلا من حيث صغر المساحة حيث بلغت ٢١,٧٥كيلو متراً مربعاً، وتختلف مورفولوجيا وربما تقع ضمن المراوح الدلتاوية المفتوحة Open Fans، حيث المصاطب الوادية على جانبى المجرى الرئيس والمجارى الطبيعية التى رُدم فيما بينها، أو النوع المركب الذى يجمع بين المراوح الساحلية، والمفتوحة، وتأخذ مقدمتها عند شاطئ البحر شكلاً مدبباً، وبلغ طولها ٧,٧٥ كيلو متر ومتوسط ارتفاع تكويناتها ١٠أمتار فوق منسوب البحر، يقسمها المجرى الرئيس للوادى إلى نصفين تقريباً شمالى، جنوبى، وتتعدد بها الظواهر المورفولوجية الرئيسة والثانوية، وتكونت فى منخفض حوضى رسوبى قبل الرباعى واستمر الترسيب به شرق النطاق الجبلى الداخلى، الذى يجرى به وادى الجمال من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى ثم غرب – شرق والجزء الأدنى شمال شرق بإرتفاع بلغ أكثر من ١٥٠٠متر بجبل نقرص، وحفافيت، ويزيد طوله عن ٨٠ كيلو متراً .

ويعد حوض وادى الجمال ذات بنية وجيولوجية معقدتين كما توضحها الخريطة الجيولوجية شكل(٢)، حيث أن هناك أربعة نطاقات قص رئيسية بحوض الوادى هى :-

١- نطاق جبل السكرى . ٢- نطاق جبل سكيت .

٣- نطاق جبل نقرص . ٤- نطاق جبل حفافيت .

ويتوازى ويتقاطع ويتعامد معها مجموعة من الانكسارات التى تأخذت اتجاهين رئيسين : البحر الأحمر شمال غرب، خليج العقبة شمال شرق، وبعض الاتجاهات الثانوية .

أما التكوينات الجيولوجية بحوض وادى الجمال فهى متنوعة وتتمثل فى أقدم الصخور المصرية التى ترجع لزمن ما قبل الكمبرى من الصخور المتحولة، والنارية والبركانية والرسوبية القديمة، ومن أهم التكوينات الصخرية :-

شكل (2 ا) خريطة كنتورية لحوض وادي الجمال من المرتيات

١-مجموعة حفافيت من المجماتيت (الهورنبلند والبيوتيت – النيس مجماتيت)
٢-الرسوبية المتحولة وتشمل البيوتيت والشست، والشيرت، والميتاجرواكى، الطين الصخرى المتحول، الصخور السلتية.
٣- البركانية المتحولة من الريوليت، الدايسيت، والانديزيت، والبازلت، والبيركليز.
٤- السربنتين والكربونات، والتلد.
٥- الميتاجابرو المعقد، والجابروا، وكتل الديوريت.
٦- الجرانيت القديم الرمادى، وجرانيت شلاتين.
٧- الجرانيت الحديث من الجرانيت والجرانوديوريت.
٨- القواطع والجدد والتدفقات بكثافة عالية بكل اتجاهات مع اتجاه البحر الأحمر، خليج العقبة، أو متعامدة عليهما .
٩- نواتج التجوية للصخور السابقة على جوانب المنحدرات بمجارى الأودية.

ومعرفة هذه التكوينات لها أهمية لأنها البيئة المصدرية للرواسب المروحية فيما قبل وبعد الرباعى . وتتميز الشبكة الهيدروجرافية بالحوض بدرجة عالية من التحكم التركيبى من جهة الاتجاه والاتساع والأطوال وكثافة التصريف، والتكوينات الصخرية بعد البنية من حيث تحكمها فى شبكة التصريف، ويؤثر فى الشبكة الهيدروجرافية ديناميكية التعرية والتى تؤثر على الزيادة العددية فى مجارى الرتبة الأولى خاصة فى الصخور المتحولة، والرسوبية المتحولة .

وأن أهم المؤشرات المورفومترية التى تعطى مدلولات جيومورفولوجية لديناميكية التعرية فى الحوض تتمثل فى كثافة التصريف، ونسبة التشعب، وتكرارية المجارى، ولا توجد علاقة ارتباط بين كل من حوض الوادى والمروحة الدلتاوية، حيث كبر مساحة حوض الوادى ١٨٠٠كيلو متراً مربعاً وصغر مساحة المروحة ٢١,٧٥كيلو متراً مربعاً.

ومن خلال الدراسة الحقلية والخريطة الكنتورية يتم رسم بعض القطاعات التضاريسية شكل(٣) والتي توضح بعض الخواص المورفولوجية للمروحة الدلتاوية وهى:-

١- أن الفرق بين قمة المروحة والقسم الأدنى فى المنسوب ليس كبيراً حيث بلغ ٤٥ متراً فقط فى مسافة طولها نحو ٨ كيلو مترات .

٢- القطاع الطولى شديد الانحدار بين ٢ - ١٥ درجة وهى انحدارات مركبة من سلسلتين انحداريتين (محدبة - مستقيمة - مقعرة)، ويرجع ذلك لتأثرها بالانكسارات الحديثة .

٣- يتمثل على سطح المروحة بعض التلال المتبقية القديمة .

٤- يجرى وسط المروحة مجرى الوادى الرئيس وسط تكوينات المروحة، ويقسمها قسمين شمالى وجنوبى .

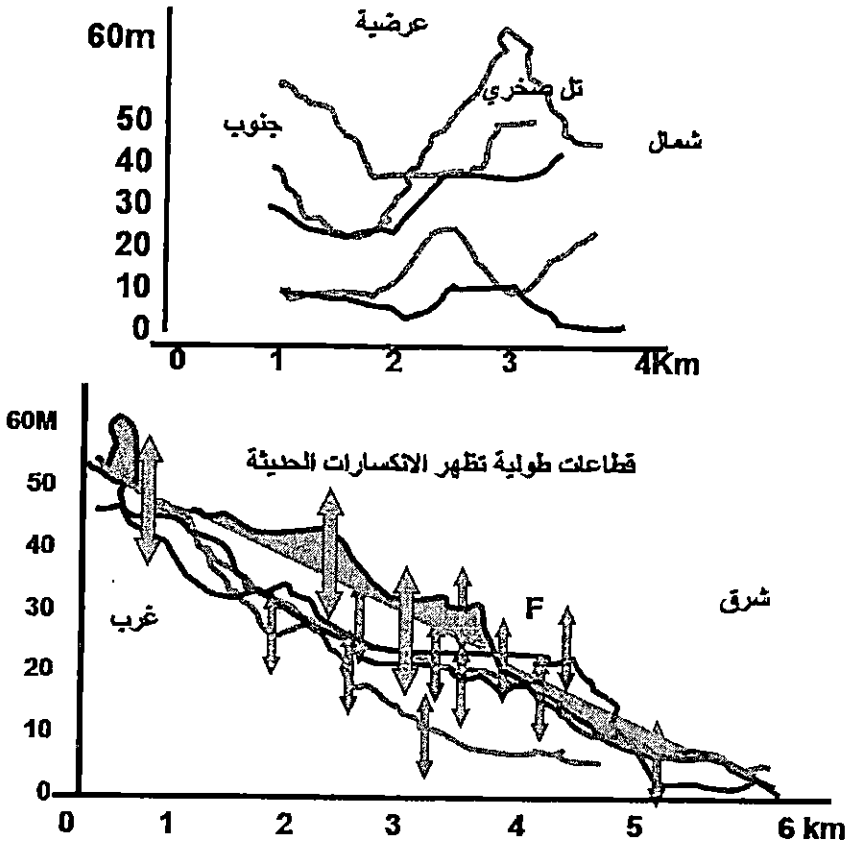
٥- يتمثل على جانبى المجرى الرئيس مصاطب وأودية تظهر بالقطاع العرضى فى بعض المواضع بلغ عددها ثلاثة مصاطب ترتفع عن منسوب قاع المجرى نحو ٧ متر، ولكن لا تتمثل على الجانبين، وتغلب فى الجانب الجنوبى .

٦- تنحدر جوانب المجرى الرئيس بانحدارات شديدة بلغت ٢٥ درجة فى بعض المواضع من الكنجولومرات والزلط والحصى .

٧- يقطع جوانب المجرى الرئيس بعض المسيلات ربما تكون محاور انكسارات تنتهى بمراوح ميكروسكوبية على قاع المجرى الرئيس .

٨- يمثل قسم القمة أصغر الأقسام بنسبة ٥,٧٥ %، ويحدده التلال الرسوبية الأوليجوسينية والميوسينية والبليوسينية، ويليه الأعلى بنسبة ٢٥,٢٦% والأوسط ٤٠,٢٣% والأدنى ٢٨% من المساحة الكلية للمروحة .

٩- من أكبر أقسام المروحة هو الأوسط 8.75 كيلو متراً مربعاً والذى تتعدد ظواهره وتكون أكثر وضوحاً، حيث جوانب المجرى تأثرت بالانكسارات الحديثة على طول القطاعين الطولى والعرضى، خاصة فى التكوينات البليستوسينية الأقدم.



شكل (3) القطاعات التضاريسية للمروحة الفيضية

١٠- تتنوع وتختلف الرواسب على طول القطاع الطولى للمروحة حيث تكوينات الكنجولومرات، والمرجانية، الرملية، والشاطئية والمتبخرات والمرجان الحالى .

١١- ينحصر القسم الأعلى بالتلال والصخور والأقدم من البليستوسين وتشرف على المجرى الرئيسى من الشمال وتتراجع عن المجرى من الجنوب .

١٢- كثافة الغطاء النباتى بمجرى المروحة الرئيس، ويزداد باتجاه القسم الأدنى للمروحة .

١٣- يشتمل القسم الأدنى على عينين مائيتين يزداد منسوبهما أثناء السيول والأمطار قرب خط الشاطئ .

١٤- يفصل بين القسمين الأوسط والأدنى منحدر(٧- ١٤°) رسوبى ارتفاعه بين ١٠-٢٠متراً فوق منسوب البحر من تكوينات مروحية وبحرية متراكبة ومتتالية فوق بعضها البعض .

١٥- يوضع القطاع الجيولوجى شكل(٤) أن تكوينات الميوسين والبليوسين شرق الأساس الصخرى باتجاه مصب الوادى، وهى تكوينات من الحجر الرملى والكنجولومرات، والصلصال، والمتبخرات من الانهيدريت والجبس، قارية وبحرية . وهى التكوينات الرسوبية المروحية قبل البليستوسين .

١٦- تتقابل أيضاً التكوينات الرسوبية من الجانب الجنوبى ويزيد عليها رواسب الأوليجوسين عبارة عن تلال صخرية بلغت ارتفاعاتها ١٦١، ١٤٠، ٥٦ متراً وهى أكثر ارتفاعاً من المقابلة لها الشمالية، والتى بلغت ١١٩، ٨٣، ٤٦متراً .

١٧- يقطع التلال المشرفة على تكوينات المروحة ويفصل بينها انكسارات حديثة تأخذ نفس اتجاه خط الساحل ومحور البحر الأحمر شمال غرب - جنوب شرق، ويجرى بها مسيلات مائية للمجرى الرئيس تنتهى بمراوح نموذجية بعضها مقطوع بحافات رسوبية من الجريات الأحدث .

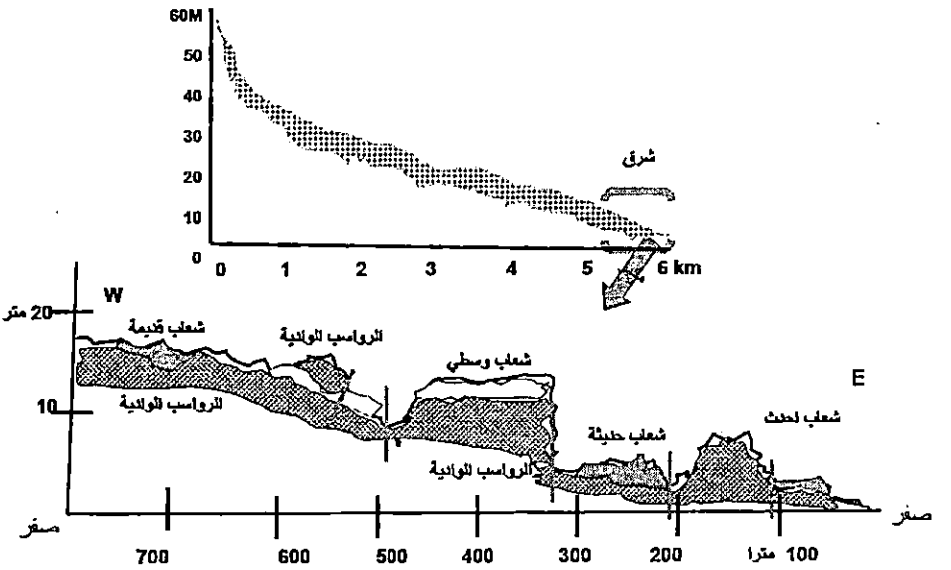
١٨- تتعامد خطوط الكنتور على طول المجرى الرئيس للمروحة، وتتوازى فيما بينها، وتوازى خط الشاطئ .

١٩- تختلف المسافات بين خطوط الكنتور وبعضها، تزيد بين الارتفاعات الأدنى وتقل للأعلى، حيث بلغت المسافة بين خط الشاطئ وخط كنتور (١٠) ٢,٥ كيلو متر، ٤,٧٥، ٦، ٧، ٧,٧٥ كيلو متر لخطوط ٢٠، ٣٠، ٤٠، ٤٥ متراً على الترتيب . ويشير ذلك لاختلاف الانحدارات على طول القطاع الطولى للمروحة، وهى انحدارات فجائية وليست منتظمة وهذا دليل على تأثرها بالانكسارات على طول المجرى للقطاع الطولى للمروحة .

٢٠- تختلط الرواسب القارية والبحرية الميوسينية من دولوميت بحرى، ومتبخرات (جبس- انهيدريت- هاليت) والبليوسينية الكلسية والرواسب الوادية والبليستوسينية الوادية، الريحية القارية، والبحرية والمرجانية والجبسية، الرواسب السبخية والشاطئية إما أن تكون متوافقة أو غير متوافقة الأقدم مع الأحدث بالتكوينات المروحية على كل من القطاعين الطولى والعرضى للمروحة.

٢١- بلغ عدد المسيلات المائية التى تنتهى بمراوح فيضية ميكروسكوبية واضحة على الجانبين الشمالى والجنوبى ٢٠وادياً عشرة لكل جانب، تتركز فى القسمين الأعلى والأوسط من المجرى الرئيس .

٢٢- يأخذ القسم الأدنى من المروحة شكلاً مثلثياً رأسه داخل مياه البحر وقاعدته عند خط الساحل وارتفاع رأس المثلث ٢,٧٥ كيلو متراً، وقاعدته ٤ كيلو مترات وجانبه الشمالى طوله ٢,٥ كيلو متراً والجنوبى ٢,٧٥كيلو متراً وارتفاعاته بين ١,٥-٤متر وأقصى ارتفاع شمالاً ٦متر.



شكل (4)قطاع يوضح التكوينات الوادية والمرجانية شمال المروحة الدلتاوية لوادي الجمال

ثانيا: التكوينات المروحية الرسوبية:

درس كثير من الباحثين التكوينات الرسوبية على طول إمتداد ساحل البحر الأحمر منذ الميوسين حتى العصر الحديث، ومن أهم الدراسات : Said (1962)، و(1966) El-Akkad and Dardir، و El Bassyouny (1969)، و(1989) Philobbos, et al. ، و(1990) Said . وتمت دراسة رواسب الزمن الرابع من قبل بعض الباحثين ومنهم : Purser et al., (1987) وذكر أن هذه التكوينات الرسوبية تأثرت بالانكسارات الحديثة، وأنها تأثرت بالذبذبات البحرية البليستوسينية والتغيرات المناخية والحركات التكتونية Ahmed et al., (1993) فى مراحل تكتونية أربع وتكونت انكسارات عادية موازية لخط ساحل البحر الأحمر، وهورستية، وخسيفية ونصف خسيفية حديثة حتى الفترة الغير جليدية الأخيرة بالإضافة إلى التغيرات المناخية والذبذبات البحرية Baltzer et al., (1993) . وأن التكوينات المرجانية البحرية الساحلية تشكلت فى ثلاث دورات رئيسة El Moursi (1993) .

وأن هذه الرواسب تأثرت بتكوينات النطاق الجبلى الداخلى والعمليات البحرية بناء على معادنها حيث إنها عبارة عن مجموعتين رسوبيتين الكربونات والسليكات تأثرت بالتغيرات الايزوستاتية البحرية، والعمليات النشطة من التعرية Ziko et al., (1995) . وبحث (Mahran 1996) فى مجموعة المدرجات الساحلية ووجد أنها تتكون من خليط من السليكات والكربونات والمتبخرات وهى ارتفعت أثناء تكونها بسبب الحركات التكتونية فيها بعد البليوسين والتى تحكمت فى مجارى الأودية، والمناخ والتغيرات البحرية كعوامل رئيسة تحكمت فى تكوين المصاطب .

وأخيراً درس (Mahran, 1997) استراتيجرافية الشعاب المرجانية البليستوسينية وقسمها إلى ثلاثة وحدات رئيسية : العليا الأقدم وتترسب بعدم توافق مع رواسب البليوسين الوسطى، والأحدث، بارتفاعات ٣٣متراً، ١٩ – ١٤ متراً، ٧,٥ – ١ متراً على الترتيب .

وفى دراسة الباحث للمروحة الدلتاولية لوادى الجمال سوف أقوم بدراسة التكوينات الرسوبية المروحية استراتيجرافياً ومورفولوجياً وتوزيعها جغرافياً من خلال العينات الطبيعية والغير طبيعية والقطاعات الطولية والعرضية والرأسية. حيث بلغ عدد العينات ٦ عينات على طول القطاع الطولى، ٩عينات للقطاع العرضى فى الأقسام الأدنى والأوسط والأعلى للمروحة . وتم تحليلها مورفولوجياً وكيميائياً ومعدنياً وإحصائياً بعد استخدام المعادلات الحسابية لكل من (Folk and Ward 1957) وبطريقة سرعة الاستقرار والنخل الجاف، والميكرسكوب الإليكترونى الماسح، وحيود الأشعة السينية بكلية علوم المنصورة، وسوف اعرض لنتائجها فى الصفحات القادمة .

وبناءاً على نتائج الدراسة الحقلية والمعملية والخريطة الجيولوجية والدراسات السابقة لتكوينات البليستوسينية بساحل البحر الأحمر يمكن أن تقسم الرواسب المروحية إلى قسمين رئيسين بحسب البيئة الرسوبية هما : القارية والبحرية، وبينها البيئة الانتقالية .

وأهم التكوينات هى :

١- الرواسب الوادية .
٢- الرواسب المرجانية .
٣- رواسب الحجر الجيرى .
٤- راسب السبخات .
٥- الرواسب البحيرية .
٦- الرواسب الشاطئية .
٧- المرجان .

وبعامة هى رواسب فتاتية، ومتبخرات، ترسبت فى عدة بيئات رسوبية قارية بحرية بحيرية – فيضية، وبيئات مشتركة (بحيرية – قارية)، (بيئة مسطحات المد والجزر)، و(بيئة مائية – قارية) فى ظل ظروف مناخية مغايرة للظروف الحارة الجافة الحالية للمروحة الفيضية .

وسوف يتحدث الباحث عن كل منها باختصار على النحو التالى:-

١- الرواسب الوادية:-

عبارة عن تكوينات من الجلاميد Bulders، الزلط Gravels، الحصى الكبير Cobbles، الصغير Pebbles والرمل، والغرين، والطين. وتشكل المصاطب الوادية وجوانبها وقيعان الأودية وجسم المروحة الفيضية.

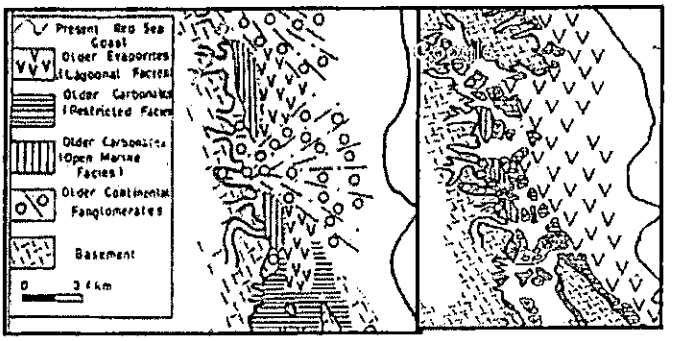
ومن خلال دراستها أفقياً ورأسياً عند دراسة القطاعات الأرضية الحقلية والمقاطع الرأسية مورفولوجياً واستراتيجرافياً أن التكوينات المروحية قديمة ترجع لما قبل البليستوسين وذلك من خلال دراسة باليوجغرافيتها شكل(٥) وهى عبارة عن تكوينات رسوبية فوق الأساس الصخرى، ثم ترسبت أعلاها التكوينات المروحية فى البليستوسين الأوسط بالقسم الأعلى والأوسط بالمروحة بعدم توافق فوق تكوينات البليوسين القارية والبحرية .

وتغطى الرواسب الوادية الأحدث، التكوينات الأقدم منها من المرجانيات، والمتبخرات القارية والبحرية والبحيرية على طول إمتداد القطاع الطولى للقسم الأوسط والأدنى من المروحة بإرتفاعات تتراوح بين ٤,٣ – ٥,٦ متر كقطاع رأسى تميل باتجاه خط الشاطئ شمال وجنوب المجرى الرئيسى كما يوضحها شكل (٦) وصورة (١) وارتفاعها بين ٨ – ٣٢ متراً فوق منسوب سطح البحر . وتختلف فى توزيعها على السطح فى النوع والحجم والشكل والعوامل المؤثرة، أما رأسياً فهى مختلفة فى اتجاه التطبق المتقطع وعلى جانبى المجرى الرئيس والمجارى الثانوية الرافدية التى تقطع سطح المروحة وتنتهى إليه .

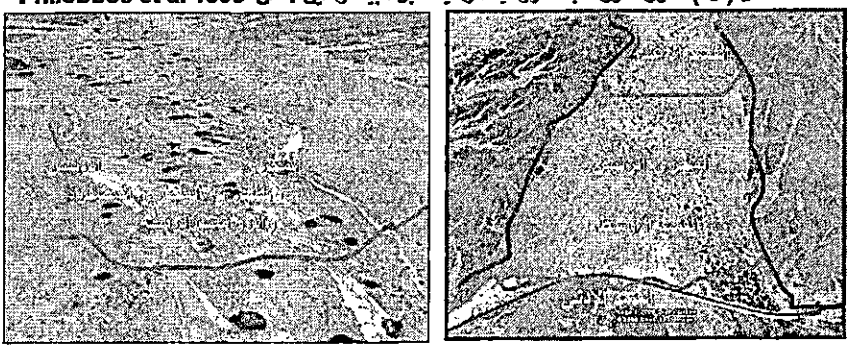
وأن أهم ما يميزها رأسياً الخواص الآتية :

أ – تتمثل فى ثلاث دورات رئيسة مختلفة وقد أثبته بعض الباحثين بساحل البحر الأحمر El Moursi, (1993) الدورة الأقدم بين ٠,٧٥ – ٢,١ متر، والوسطى بين ١,٢ – ١,٧٥ متر، والأحدث متوسطها ٢,٦ متر فهى أكثرها سمكاً لأنها تنقسم إلى دورتين ثانويتين مختلفتين فى سمكهما، وسجل البعض ٨ دورات ثانوية Hegab et al., (1993a) حيث يتراوح سمك السفلى بين ٠,٦–١,٤متر والعليا متوسطها واحد متر فقط شكل(٧).

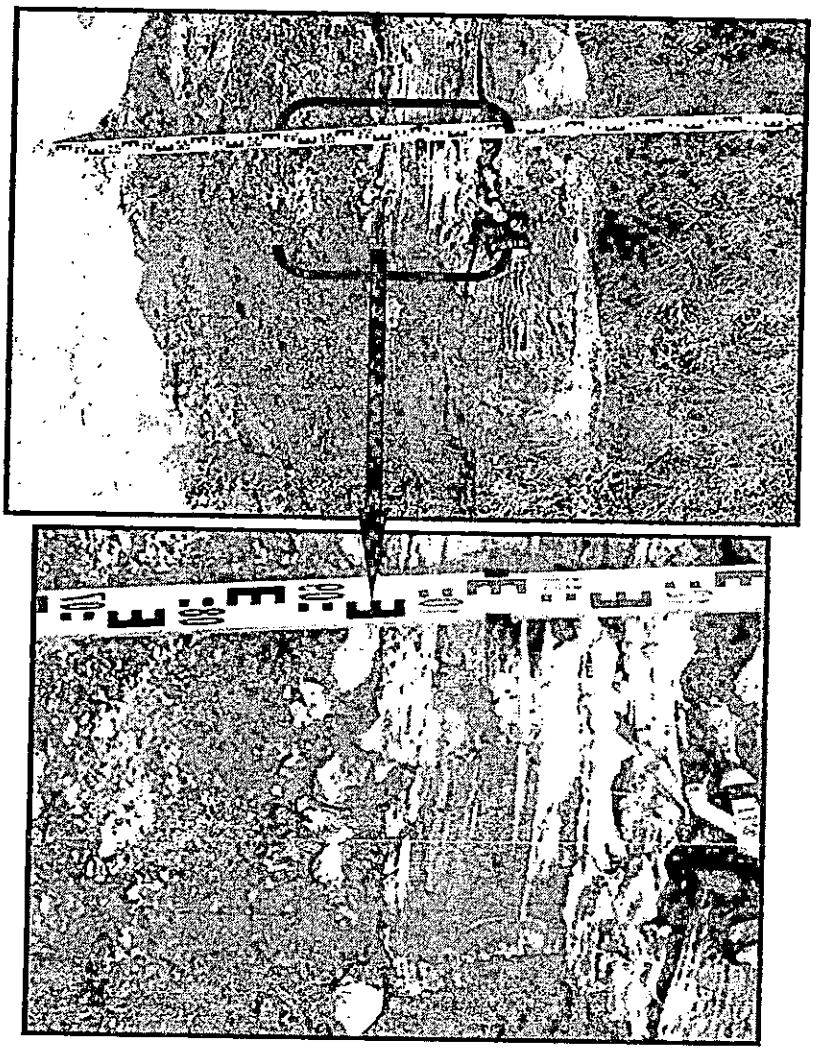
ب– تأخذ بنيات الطبقات أشكالاً مختلفة كالتطبق المتقطع – Gross bedding، والأفقى والترقق Lamination والتطبق المتدرج Gradedbedding، وأن التدرج له أنواع، ويأخذ غالباً التدرج المركب فى الدورة الأحدث، الموزع فى الدورتين الأقدم والوسطى.



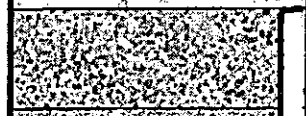
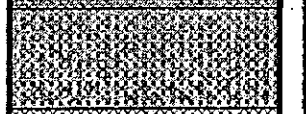
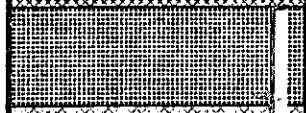
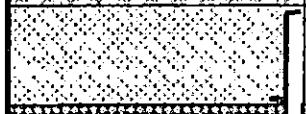
شكل (5) تطور الرواسب المروحية الوادية قبل البيستوسين : عن Philobbos et al 1993



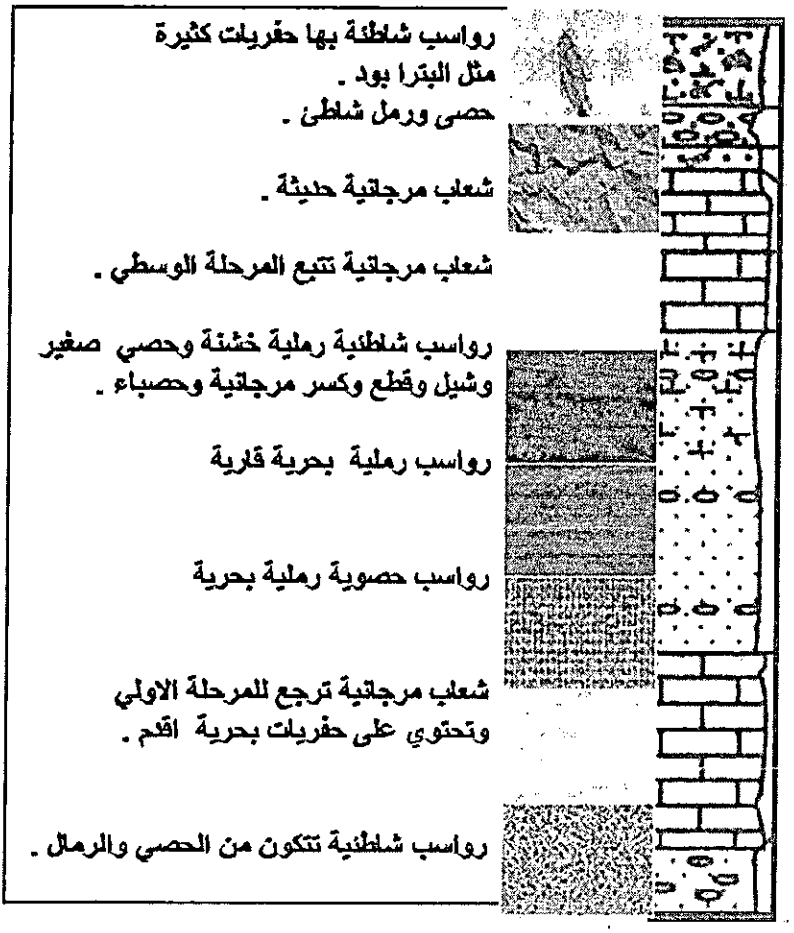
شكل (6) الرواسب الوادية والمجاري المضفرة بالمروحة



صورة (1) قطاع رأسي بالرواسب المروحية - لاحظ كبر حجم الرواسب بالدورة السفلي

ورواسب حديثة من الحصي والرمالش	هولوسين	
حصي وحصباء وتكوينات رملية خشنة	الدورة	
كنجولومرات حصي كبير بين 6- 8 سنتيمتر	الثالثة	
حصي اصغر حجما بين2 -6 سنتيمتر	الحديثة	
حصي 4 سنتيمتر ورمال خشنة	ويصل سمكاها	
حصي بين2 – 4 سنيمتر ورمال خشنة	ثلاثة متر	
تكوينات رملية خشنة سائدة ومتوسطة طبقية تشمل للساحل	الدورة	
تكوينات حصوية بين 1 -5 سنتيمتر	الثانية	
تكوينات رملية طبقية خشنة	الدورة	
تكوينات كنجولومرات وحصي بين 3 -7 سنتيمتر	الاولي	

شكل (7)التكوينات الاستراتيجرافية لتكوينات المروحة الفيضية لوادي الجمال



شكل (١٧)قطاعات جيولوجية استراتيجرافية للرواسب المرجانية عند المروحة الفيضية

ويكون التدرج داخل الدورة أو الطبقة الواحدة، ومرد ذلك إلى التدفقات المائية المضطربة Turbulent Flow بسبب الجريان القوى والسريع فى ظل ظروف مناخية صحراوية، وأدى ذلك إلى اختلاف جهد الماء السيلى المتدفق، فاختلطت الرواسب وأصبحت رديئة التصنيف واختلفت بعض العينات عن القواعد العامة للرسوب .

ج- التكوينات الرأسية الجلاميدية والزلطية هى السائدة وبلغ متوسط سمكها ٣,٥متر من القطاع الكلى للرواسب، وتراوحت أبعادها بين٢- ٩ سنتيمتراً فى الدورة الأقدم، ٧-١٥سنتيمتراً بالوسطى، ٠,٥-١٠ سنتيمتراً للأحدث، وأن أكبرها تراوح بين ٥-٢٦سنتيمتراً، ١١- ٣٥ سنتيمتراً، يليها الحصى الكبير أقل من ٤مليمتراً والصغير أقل من ٢مليمتراً، والرمال أكبر من ٠,٢٥مليمتراً وأخيراً الصلصال .

د- تشير سيادة الرواسب الخشنة والزاوية على فقد المحتوى الرطوبى وسيادة التجوية الميكانيكية وقلة المعادن الطينية والصلصالية ومعادنها على ندرة التجوية الكيميائية وقلة الهطول أو التساقط، أما زيادة حجم الجلاميد والزلط والحصى فى رواسب المروحة واستدارتها وكرويتها فليس دليلاً على زيادة وسيادة الميكانيكية على الكيميائية وإنما مرد ذلك إلى قوة وسرعة وزيادة التدفق المائى لفترات محدودة .

هـ - اضطراب وعدم إنتظام الاستراتيجرافية، والتتابع الرأسى غير منتظم وكذلك الدورات الرسوبية الثلاث، ويرجع السبب فى ذلك لحدوث إنكسارات حديثة فى البلستوسين أثرت على أفقية الطبقات حيث الرفع والهبوط، الانكسارات الهورستية والخسيفية ونصف الخسيفية كما فى شكل(٥) .

و- يسود التدرج المركب والموزع فى القسمين الأعلى والأوسط، والتدرج المعكوس فى بعض قطاعات الأوسط والقسم الأدنى بسبب الرواسب البحرية المتداخلة فيما بين الرواسب المروحية، ويوجد أيضاً تتابعاً تراجعياً Regressive Sequence فى القسم الأدنى، أى أن الرمال الناعمة فى الأسفل من القطاع والخشن أعلى ويصاحب ذلك التراجع البحر.

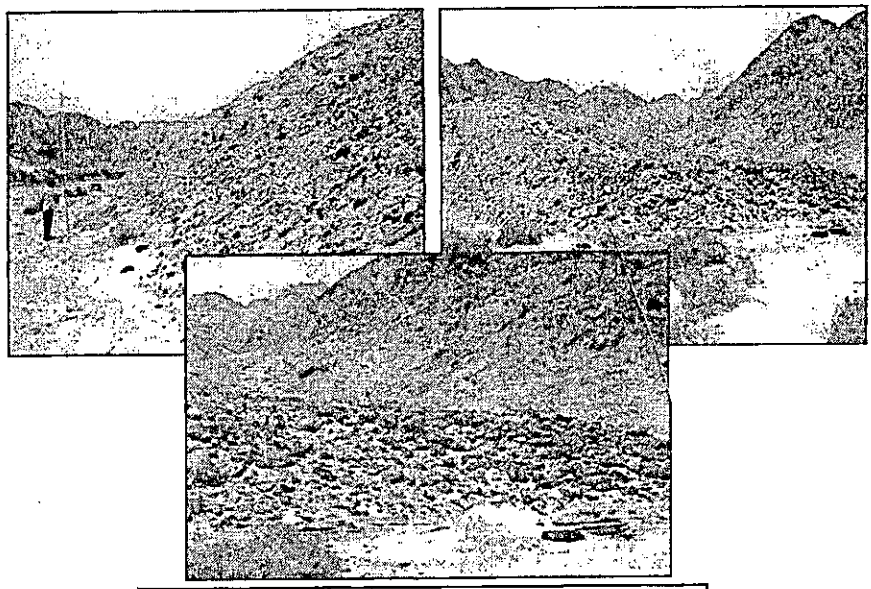
ز- يتمثل عدم توافق بين الرواسب البحرية والمروحية أى الرواسب المرجانية والجيرية والجبسية والشاطئية والسبخية والوادية، فعندما ينقطع التدفق السيلى تتكون فوق الوادية الرواسب البحرية كما حدث فى الفترة الغير جليدية الأخيرة، وارتفاع الرواسب البحرية يصل إلى ١٨ متراً فوق منسوب البحر الحالى .

ح- يزداد حجم التكوينات الرسوبية الوادية وتنخفض استدارتها ومعامل تكورها بقمة المروحة والقسم الأعلى ويرجع السبب فى ذلك إلى تلقى المروحة رسوبيات من النطاق الجبلى الداخلى كبيئة مصدرية، ليس عن طريق النقل المائى بل حركة المواد فوق أسطح المنحدرات ثم نقلها بطرق مختلفة بالغطاءات المائية أو الجريان السيلى صورة(٢) .

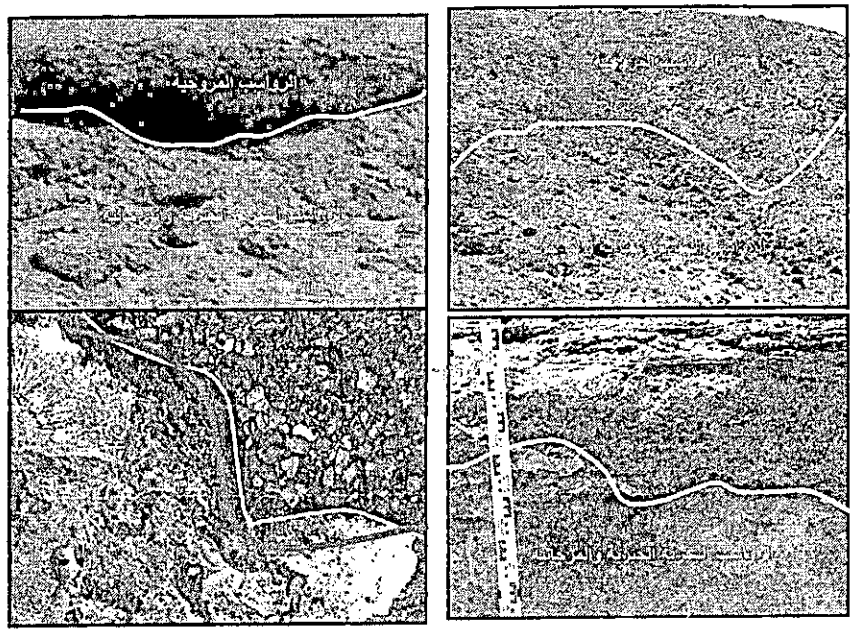
ط- تتبادل وتتتابع التكوينات المروحية الوادية رأسياً وتميل جميعها إلى القسم الأدنى والبحر على طول القطاع الطولى شمال وجنوب المروحة أو على جانبى المجرى الرئيس، ولكن يفصل بينها مجارى ثانوية خاصة فى القسمين الأوسط والأدنى من المروحة، وأن التكوينات المرجانية والسبخات هى أكثرها سمكاً وامتداداً وتتبادل معها بتوافق وعدم توافق. وأن أهم التتابعات التى أظهرتها الدراسة الميدانية هى : الكنجولومرات، الرمال الحصوية، الزلط، الرمال والزلط، والحصى، الرمال الناعمة، يفصل أحياناً بينها عدسات من المارل .

٢- الرواسب المرجانية:

سجل الباحث بعض التكوينات المرجانية التى بنيت من الفورامينفرا، والجسبترابود، والبليسيبود، والمواد اللاحمة من الكالسيت، الماغنسيوم، والدولوميت، وAmount والأراجوانيت وهى معادن الكربونات، وبها بعض الحصى نتاج الفترات المطيرة، وهى عبارة عن ثلاث دورات، الأولى الأقدم فوق ٢٢ متراً، والثانية بين ١٢ - ١٩ متراً، والثالثة الأحدث فى الفترة ما بين الجليدية الأخيرة Last Interglacial وهى أقل من ١٠ متر فوق منسوب البحر الحالى . وتتتابع مع الرواسب الوادية، أو الرواسب الشاطئية الصخرية مع بعضها فى القسم الأدنى من المروحة .



صورة (2) الرواسب المروحية عند قسم القمة لاحظ كبر حجم الرواسب



صورة (3) الرواسب المروحية فوق الرواسب البحرية الجيرية والمرجانية لاحظ الانكسار وعدم التوافق

ومن الناحية العمرية ترجع التكوينات المرجانية إلى البليستوسين الأوسط وهى السفلى الأقدم والأعلى منسوباً وترتكز فوق تكوينات البليوسين ويغطيها تكوينات كنجولومرات بسمك متوسطة ٠,٦ متر، وارتفاع المرجان بين ٢ – ٣ متر على جانبى الأودية الرافدية للمجرى الرئيسى، ويفصل فيما بين التكوينات المرجانية الأقدم والوسطى رواسب من الكنجولومرات والرملية وقد تأثرت مع المرجان فى المرحلة الوسطى بالانكسارات كما يتضح من القطاعات الطولية للتكوينات المروحية .

وتأخذ المجموعة الثانية الوسطى اللون الأصفر الكريمى والبنى الفاتح وهى صلبة وتحتوى على مرجانيات، ويفصل بينها وبين الأقدم تكوينات من الرمال وحصى قليل صغير وشيل وحصى بحرى وكسر مرجانية ونسب صغيرة من معادن الطين شكل (٧) ويصل ارتفاعها أكثر من ١٠ متر فوق منسوب البحر . أما الدورة الأخيرة الأحدث فى الفترة بين الجليدية الأخيرة كما فى ساحل البحر الأحمر (Baltzer, etal, 1993) والهولوسينية، وتركز الوسطى أو يفصل بينهما رواسب وادية، ويبلغ متوسط سمك المرجانية ٠,٦ متر وفوق منسوب سطح البحرين ١ – ٣,٥متر ويغطيها رواسب مروحية وصخرية شاطئية ورملية مصفرة وبيضاء عند مقدمة المروحة الدلتاوية صورة (٣) وأوضحت التحليلات المعدنية والكيميائية أن متوسط وجود معدن الأراجوانيت بين ٣,٥ – ٣٤,٥ % فى الرواسب الأقدم، والأحدث بين ٧٣,٥ – ٨٥,١٩ %، والكالسيت بالقديمة ٨,١٢ – ١٢%، والحديثة بمتوسط يتراوح بين ١,٥ – ٩%، والماغنسيوم بين ٣٨ – ٥٧,٧٥ % .

٣- رواسب الحجر الجيرى:

توجد فى بعض القطاعات الشاطئية بالقسم الأدنى والأوسط من المروحة الفيضية وهى إما رواسب بحرية أو قارية ترسبت فى Lacustrine بحيرية، أو ترسبت فى بحر مفتوح Open Marine وهى رواسب كربونية أحدث وتبعد بنحو ٤,٥ كيلو متر من البحر على جانبى القناة الرئيسة لمجرى المروحة شمال وجنوب وهى تتبع تكوينات شقرا البليو – بلبيستوسين، وتجاور رواسب الجبس، وترسبت فى صورة تكوينات ذات لون أصفر أو

أصفر محمر وهو حجر جيرى مرجانى، حبيباته دقيقة جداً، ويغطيها الرواسب المروحية الأحدث .

٤- رواسب السبخات:

تعد تكوينات بحرية أو بين مسطح المد والجزر وإما ترسبت فى مستنقعات داخلية، أو سبخية . وهى تكوينات متبخرات Evaporites جبسية بالنسبة للداخلية الأقدم، سبخية حديثة شاطئية، الأولى فى القسم الأوسط من المروحة والثانية تشكل القسم الأدنى . يتراوح منسوب الأقدم بين ٤ – ٨ متر فوق منسوب البحر، وتغطى التكوينات الوادية الأقدم والتى ترجع للبيستوسين الأوسط، يعلوها تكوينات جبسية سبخية بسمك متوسطه ١,٥ متر على جوانب الأودية الثانوية المروحية . وهذه الرواسب الكربونية الجبسية تكونت فى أواخر البليستوسين الأوسط أثناء فترات الطغيان البحرى و توقف رسوب التكوينات الفيضية وانقطاع الجريان السيلى وأن وجودها متراكبة معها دليل على حدوث فترات سيلية وجافة، والجبسية البحرية دليلاً على ارتفاع درجات الحرارة وشدة التبخر، ويغطيها الرواسب الوادية المروحية التى ترجع لآخر البليستوسين وسمكها بين ٢٠ – ٤٠ سنتيمتر، وتتكون من الحصى والرمال.

وبلغ متوسط سمك قطاع الرواسب الجبسية ٣,٥ متر، وهو عبارة عن تتابعات رأسية من الجبس والصخر الطينى، وبلورات جبسية ناصعة البياض، وجبس ورمل، وسلت، وصخر طينى مع متبخرات صلبة، وشرائح حجر جيرى، أو جبس متداخل مع الطين من الأقدم للأحدث، وأكثرها سمكاً هو طبقة المتبخرات مع الصخر الطينى بمتوسط سمك ١,٥ متر .

واتضح من التحليل المعملى أن رواسب السبخات تحتوى على معادن سليكات ومعادن متبخرات، وتزيد الأولى عن الثانية وتتراوح بين ٦٣,٢% – ٩٣,٥ %، وهى معادن الكوارتز والأورثوكليز والهورنبلند، والمسكوفيت، ومعادن الطين من الكاولينيت، الإليت، الكلوريت . أما الثانية فهى معادن الجبس والانهيدريت، والهاليت، والكالسيت والدولوميت بنسب تتراوح بين ٢% – ٥٧,٥% . وأن وجود هذه الرواسب دليل على ارتفاع درجة الحرارة وشدة الجفاف وحدوث طغيان بحرى فوق رواسب المروحة الأقدم، ووجود

معادن السليكات دليل على رسوب وجريان سطحى من النطاق الجبلى أما قلة معادن الطين فيعد دليلاً على ضعف حدوث التجوية الكيميائية بالبيئة المصدرية وسيادة التجوية الميكانيكية .

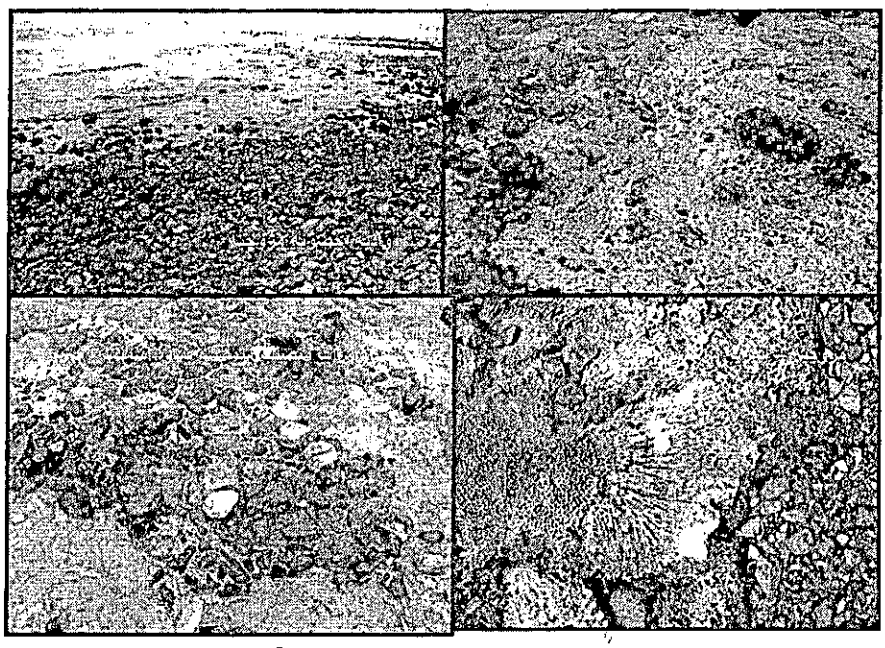
٥- الرواسب البحيرية :

هناك نوعان من الرواسب البحيرية الداخلية Lacustrine، والشاطئية Pludial (lagoonS) أو بمعنى أكثر دقة قارية وبحرية، ورواسبها جيرية جبسية يتخللها عدسات وترقق lamination وتطبق متقطع وطبقات متبادلة من الرمل الطينى، الطين الرملى والمتبخرات والطين، ويتراوح سمك القطاع الرأسى بين ٠,٥ – ٠,٩ متر، وأهم معادنها الكوارتز، الأورثوكليز، والجبس، الهاليت، الكالسيت .

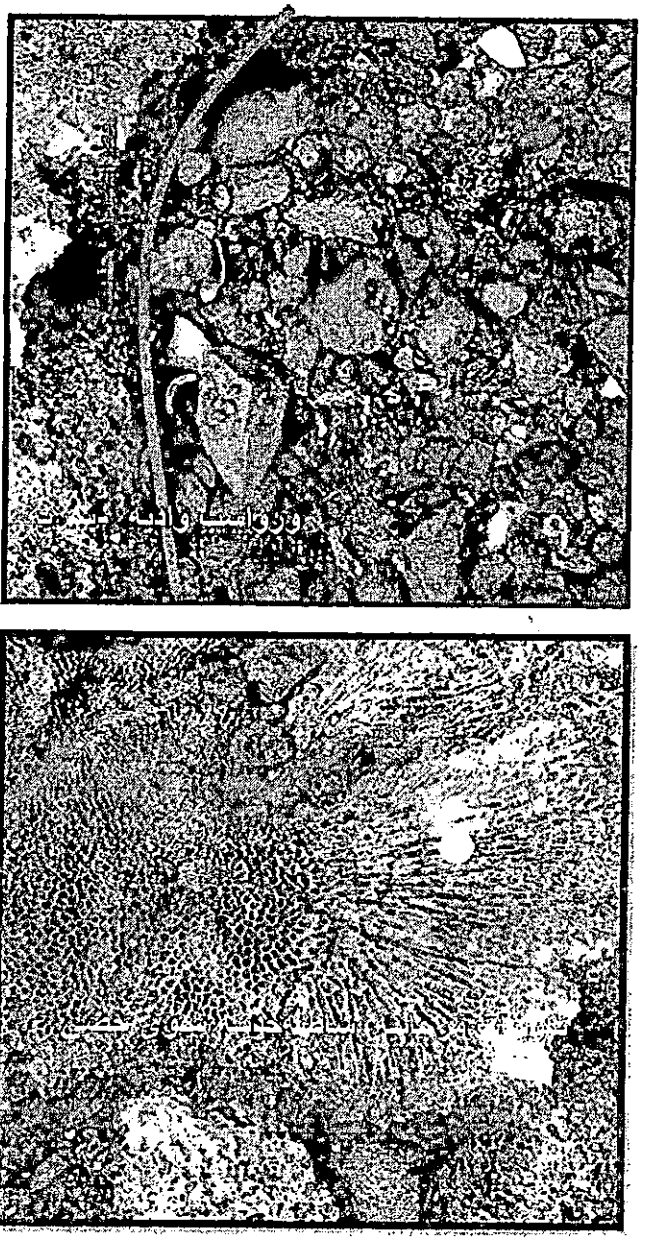
ووجدت الداخلية مترسبة فوق الكنجولومرات الأقدم بشكل حوضى أو فوق المرجان من الدورة الثانية فوق ثمانية أمتار وتجاور الكنجولومرات الأحدث أو ربما يغطى سطحها . وهذه التكوينات البحيرية، جبس غير بحرى Non – marine gypsum والثانية الشاطئية البحرية السبخية فى القسم الأدنى من المروحة الفيضية وتكونت فى عدة مراحل ترسيبية تتراوح بين ٣ – ٥ مراحل تبدأ من أسفل بالرواسب الوادية، تلاها طغيان بحرى وتكون الجبس أثناء ارتفاع الحرارة وانقطاع الجريان وتكون المرجان والطغيان، ثم جريان وحركات تكتونية ورفع المرجان وانخفاض الشاطئ وزيادة البخر ونشاط التجوية وتكون رواسب الوديان، وأخيراً طغيان ومرجان . حيث الرواسب الوادية، والجبسية، والحصوية الرملية الطينية، والمرجانية، البحرية الكربونية.

٦- الرواسب الشاطئية :

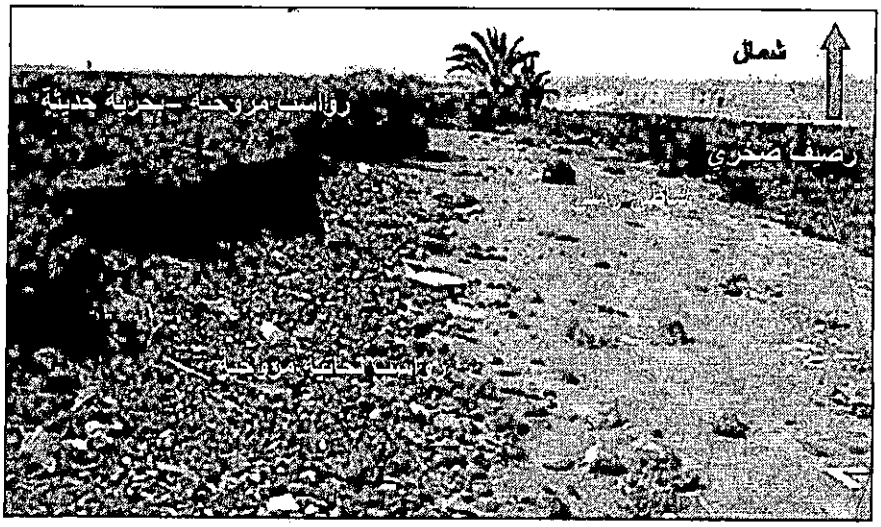
وهى رواسب بحرية عبارة عن تكوينات مسطح المد والجزر وهى تكوينات Lattoral and Marine وتوجد على طول إمتداد خط شاطئ المروحة بكل جوانبها وبخاصة الجانب الشمالى صورة (٤) . وهى عبارة عن تكوينات يتراوح سمكها بين ٠,٢٥– ١متر واتساعها بين ٤٠٠–٧٠٠متر فيما بين مسطح المد والجزر وهى حديثة ترجع لعصر الهولوسين.



صورة (4 ا) رواسب مسطح المد والجزر بشاطئ مروحة وادي الجمال



صورة (4 ب) رواسب مسطح المد والجزر بشاطئ مروحة وادي الجمال



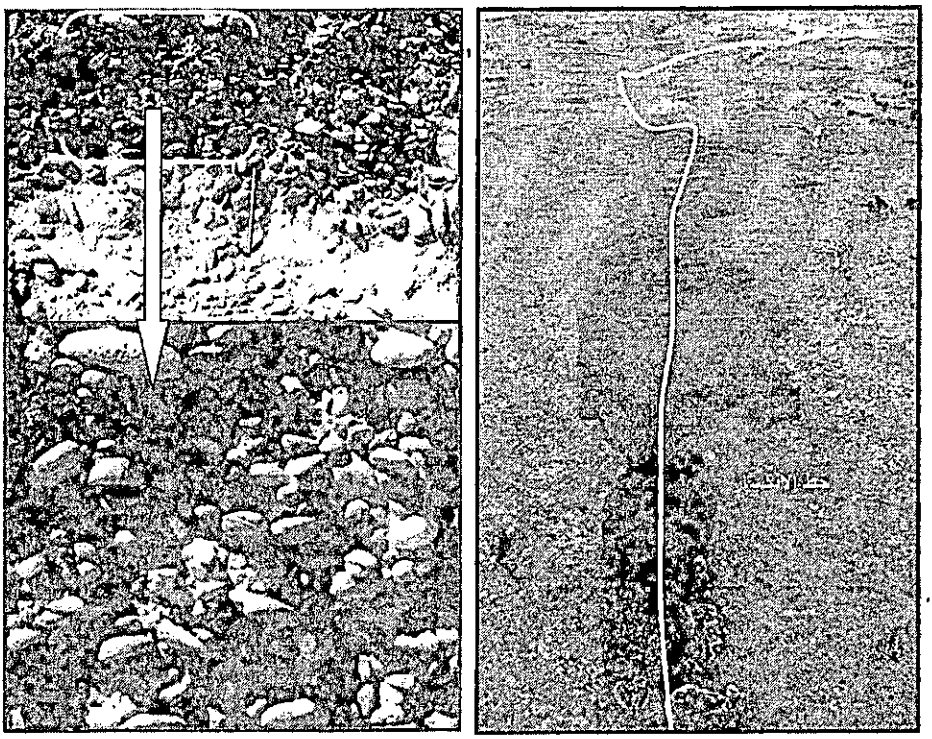
صورة (4 د) رواسب مسطح المد والجزر والتحات بمقدمة المروحة

هى عبارة عن نوعين، العليا فوق منسوب البحر الحالى والسفلى عند منسوب البحر واخفض جزر . العليا أقدم وهى عبارة عن ٣ تتابعات ثانوية شمال المروحة تظهر بوضوح نتيجة قطع الأمواج هى:-

الأول العلوى من التكوينات الرملية الخشنة والمتوسطة والحفريات والمحار والطحالب والبليسيبود، والجسترابود والفورامنيفرا لونها أبيض مصفر، والثانى الأوسط رمال خشنة قارية وبحرية وادية وكلسية لونه أصفر أو بنى، وبه تكوينات وحفريات وقطع مرجانية مكسرة كما فى الأول تماماً، والثالث الأقدم السفلى لونه أصفر، وشبه متماسك بالرمال الكربونية ومن الحصى والزلط والرمل وكسر المرجان والحفريات البحرية .

وتقوم العمليات الهيدروديناميكية النشطة على تراجعه باتجاه الساحل وداخل تكوينات المروحة، وتظهر نواتج عمليات التحات البحرية فوق مسطح المد والجزر والرصيف التحاتى الحالى ويختلط مع الرواسب الشاطئية الأحدث وهى النوع الثانى من الرواسب الشاطئية وهى نواتج عمليات التحات والرصيف التحاتى البحرى، الذى ينمو عليه المرجان الأحدث، وأن نواتج التعرية تكون رصيف بحرى يتراوح أتساعه بين ١٠٠- ٣٠٠متر وهو عبارة عن رصيف مسطح المد والجزر تكويناته بحرية – قارية متماسكة أسمنتية صلبة ينحدر بين صفر – ٢ درجة باتجاه البحر ويتسع على حساب الرواسب الشاطئية الأقدم شمال المروحة(صورة ٥).

وتعد الرواسب الشاطئية هولوسينية بحرية – قارية جلبت السيول القوية رواسبها من النطاق الجبلى الداخلى وتكون متداخلة مع التكوينات المرجانية الحديثة الهولوسينية الذى لا يزيد ارتفاعها عن واحد متر فقط .



صورة (5)الرواسب المروحية الكنجوامراتية بالقسم الأوسط لاحظ إستدارتها وتنوعها والمادة اللاحمة الاسمنتية أصابتها الانكسارات الحديثة بالقسم الادني من المروحة بالرصيف المنحوت.

٧- المرجـــان:

ينتشر المرجان عند القسم الأدنى من المروحـــة الفيـضية عنـــد خـــط الشاطئ، حيث ينمو المرجان الحديث بطول نحو ٤ كيلـــومتر علـــى ســـطح الشاطئ وبصفة خاصة شمال المروحة فوق سطح الرصيف التحاتى البحرى، حيث يتراوح اتساعه بين ١٠٠متر-٥٠٠متر، وينمو على طول امتداد خـــط الشاطئ وفى منطقة مسطح المد والجزر.

وهذا المرجان هولوسينى عمرياً ويجاوره رواسب من الرمال الكربونية والمرجان الصخرى والحشائش البحرية وبعض الرواسب الحصوية والرملية والزلطية من المروحة الفيضية التى تترسب أثناء تدفقات الـــسيول الفجائيـــة وينمو بجوارها أشجار المنجروف متفرقة وليست جماعات ويظهر بعض من المرجانيات أثناء فترات الجزر المنخفض فوق الرصيف المنحـــدر إنحـــداراً هيناً باتجاه الداخل يتراوح بين ١ - ٢ درجة، وقد اتضح من خلال التحليلات المعدنية أن أهم معادن الكربونات التى تكون المرجان هى :

الأرجوانيت بنسبة بين ١٣ - ٣٢ % للحديثـــة، ٧٤,٢ - ٨٥% للأحـــدث، الكالسيت بين ٥,٥ - ٨,٧ %، الماغنيسيت - كالـــسيت ٣٧%، الـــدولوميت ١,٧ % .

ثالثاً : خصائص الرواسب المروحية:

درس الباحث خواص الرواسب المروحية مورفولوجياً، وذلـــك بقيـــاس حجم الحبيبات ولونها، والتمثيل الحجمى لها وشكل الحبيبـــات Shape مـــن استدارة Roundness وتكور Sphericity بحسب مقـــاييس Krumbein Folk and word, 1957، 1934 , Wentworth, 1922، ودراســـة التحليل المعدنى والكيميائى، بهدف معرفـــة البيئـــة المـــصدرية للرواســـب، والعامل الناقل وفترات الانتقال، وبنية الرواسب، وظروف الرسوب، وشـــكل الرواسب، وفترات الغمر والانحسار والجفاف والمطر وسيادة ونوع التجوية ومعرفة البيئة الرسوبية . وتم وضع النتائج فى جـــداول (1-6) والأشـــكال والرسوم(٨).

جدول (١) التحليل الإحصائى ومعامل التصنيف البيانى الشامل لعينات المروحة باستخدام وحدة الفاى The Phi

المتغيرات	الوادية	المرجانية	السبخية	الشاطئية	الريحية	البحرية
المتوسط	٤,٦	٤,٥	٤,٤	٤,٣٠	٤,١	٣,٥
الانحراف المعيارى	٢,٨	٣,١	١,١	٢,١	١,٨	١,٢
معامل التفلطح	٤,٣	٣,٥	٤,٥	٢,٣	٢,٦	١,١
معامل التفلطح البيانى	٠,٩٢	٠,٩١	٠,٩٠	٠,٨٨	٠,٩٢	٠,٨٩
معامل الانحراف البيانى	٠,٣٥	٠,٣١	٠,٩٢٠	٠,٣٥	٠,٣٨	٠,٨٩٩
التصنيف	١,٧٥	١,٠٠	٠,٨	١,٢	١,١	٠,٩

جدول (٢) التحليل الإحصائى ومعاملات التصنيف لعينات المروحة الدلتاوية لوادى الجمال لحبيبات أقل من ٢ مم

المتغيـــرات	أنواعهـــا	شمال %	جنوب %
الانحراف المعيارى	ردئ جداً	٦,٥	١,١
	ردئ	٣٣,١	٩,١
	معتدل	٣٠,٢	٨٥,٢
	جيد	٢٢,٥	٢,١
	جيد جداً	٦,٣	٢,٤
معامل الحيود (الانحراف)	حيود شديدة النعومة	–	٣,٥
	حيود ناعم	١٣,٥	١٨
	متقارب التماثل	٣٧,٢	٢٩,٥
	حيود خشن	٤١,٥	٣١,٨
	شديد الخشونة	٣,٥	١٣,٥
معامل التفرطح	تفرطح مرتفع جداً	٥,٢	٩,٥
	تفرطح مرتفع	٣٠,١	٣٨
	تفرطح عادى	٣٣,٥	٣٠
	تفرطح منبسط	١٩,٤	١٤,٥
	تفرطح منبسط جداً	٩,٩	٦,٤

جدول (٣) المعطيات الحجمية الحبيبية لقيمة الفاى

الرواسب	Ø٩٥	٨٤ Ø	٧٥ Ø	٥٠ Ø	٢٥ Ø	Ø ١٦	Ø ٥	المتوسط	التصنيف
الوادية	٤,٦	٤,٥	٤,٤	٤,٢	٤,١	٢,٥	١,٧	٣,٧	١,٢
المرجانية	٤,٥	٤,٢	٤,١	٣,٦	٢,١	٢,٠٠	١,٥	٣,٢	١
السبخية	٤,٤	٤,٣	٤,٢	٤,١	٤	٣,٥	٢,٨	٤	٠,٥
الشاطئية	٤,٦	٤,٤	٤,٣	٤,٢	٤,١	٣,٤	١,٩	٤	٠,٧
الربحية	٤,٦	٤,٤	٤,٤	٤,٤	٤,٢	٤	٣,٢	٤	١,١
الجيرية	٤,٥	٤,٤	٤,٣	٤,١	٣,٨	٣,١	١,٩	٣,٨	٠,٧

جدول (٤) نسبة الكربونات والرمل والطين بالرواسب المروحية

الرواسب	الكربونات	الرمال	الطين	المتبقية
الوادية	١٠,٣	٦٨	١٣,٧	٧,١
المرجانية	٨٩,٥	٧,٣	٣,٥	١٠,١
السبخية	١٨,١	٤٥,٦	٣٤,٥	٢
الشاطئية	٤٩,٢	٣٧	١٣,٧	٥٠,٨
الربحية	٣٥	٦١	٦,٤	٦٧,٥
البحيرية	١٧,٢	٥٥,٢	٢٣,٥	٣,٥
			المتبخرات	العضوية
السبخية	١٧	٤٠,٢	١٠,٥	٢,١
البحيرية	١٦	٢٦	١١,٢	٢,٣

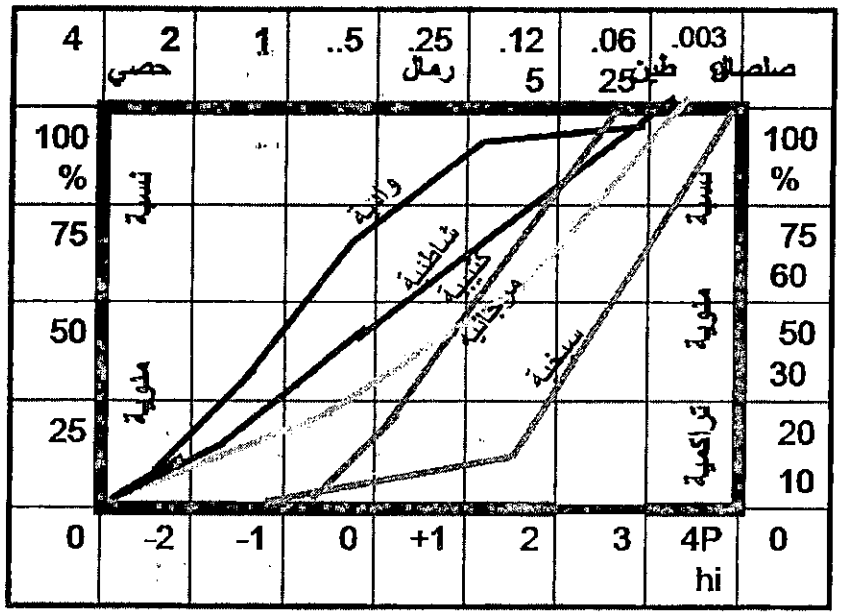
جدول (٥) النسبة المئوية لمعادن الشعاب المرجانية

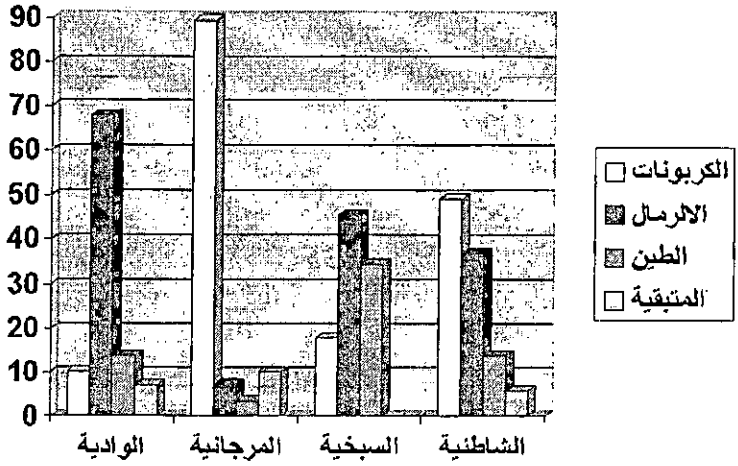
النوع	الكوارتز	المتبخرات		الكربونات			
		الجبس	هاليت	كالسيت	أراجوانيت	دولوميت	ما-كالسيت
الحديثة	٣,٥	صفر	١٣	٣,٥	صفر	٤٠	٤٠
الوسطى	٩	١٠	٥	٧,٥	صفر	صفر	٦١
القديمة	٤	صفر	٢٠	٤	١٧	صفر	٥٥

جدول (٦) متوسط نسبة المعادن السليكاتية والكربونية

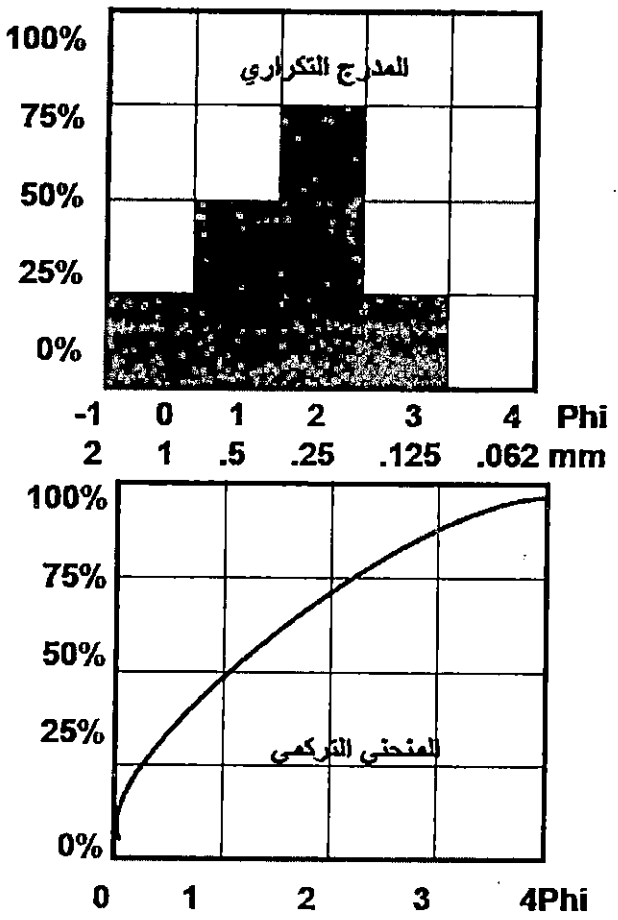
برواسب السبخات

الرواسب	الكوارتز	الأرثوكليز	كالسيت	دولوميت	جبس	انهيدريت	هاليت	متبقية
شمال	٢٤,١	٢٣	١٤,٥	٥,٥	٧,٢	١,٧	١٠,١	٢,١
جنوب	١٧	١٩	١٨,٦	٢	٢٢	٦	٩,٥	٢

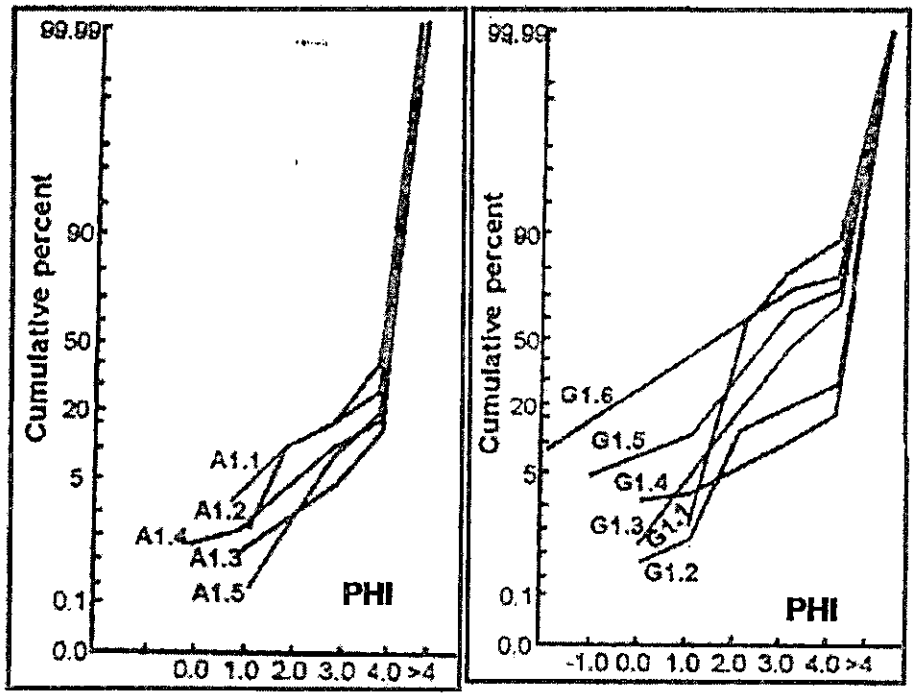




شكل (8)منحنيات تراكمية ومدرج تكراري توضح الرتب الحجمية ونسب المواد للرواسب المروحية لوادي الجمال



شكل (18) التحليل الحجمي للحبيبات المستخلصة من البيانات الجدولية المعملية



شكل (8 ب) المنحنيات التراكمية للرواسب الرملية بالسبخة الساحلية

تم تحليل البيانات واستخراج المعلومات منها على النحو التالى:-

١- التحليل الحجمى :

تم استخدام وحدة الفاى Ø The Phi عن طريق استخدام المناخل ذات فتحات قطرية تفرق فيما بينها بربع فاى، وذلك للحصول على نتائج حجمية دقيقة، وتطبيق طريقة كل من (Folk and Ward, 1957) و Folk 1974، والحمدان ١٩٧٥، واستخدام المعادلات الحسابية والتحليلات الإحصائية للوصول لنتائج وبيانات محددة وهذه المعادلات هى :-

- الحجم الحبيبى المتوسط : $M_Z = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$

- معامل التصنيف البيانى الشامل :- $\phi_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$

واستخراج القيمة ومقارنتها بمقياس Folk, 1974 .

- معامل الحيود (الانحراف) البيانى الشامل : Inclusive graphic Shewness

- معامل التفرطح Kurtosis $K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44[\phi 75 - \phi 25]}$

وأن أهم النتائج هى :-

أ- تبين أن المصدر الرئيس للرواسب المروحية حوض وادى الجمال بالنطاق الجبلى الداخلى كراوسب قارية، والرواسب البحرية والمشتركة . فهناك الرواسب الوادية، المرجانية، والسبخية، الشاطئية، البحيرية، والريحية . ولم يستطع الباحث تحديد نسب هذه التكوينات وإن كانت السيادة للوادية .

ب- تزيد نسبة الرمال الخشنة بالرواسب الوادية ٤٢% - ٤٣% والمتوسطة بين ٢٨,٥% - ٢٣,٧% والدقيقة أقلها بين ٥,٥% - ٢٣% .

ج- لا يوجد اتجاه واضح على طول القطاع الطولى للحبيبات الرملية فهى تزيد وتقل بنسبة مختلفة بين الخشنة والمتوسطة والدقيقة . ولكن تسود الرمال المتوسطة والدقيقة بالقسم الأدنى من المروحة والذى يعد سبخة ذات رواسب سائدة .

د- تنعدم العلاقة بين حجم الحبيبات ودرجة انحدارها حيث تسود الكتل الصخرية من جلاميد، وزلط وحصى .

هـ- اتضح أن هناك علاقة بين درجة تصنيف الحبيبات وزيادة حجمها. وأن الرواسب الشاطئية والسبخية والبحيرية والريحية جيدة التصنيف.

و- يتراوح تصنيف الحبيبات بين الجيد والردئ، ويلفت نسبة التصنيفات الرديئة بين ٩,١% - ٣٣,١% وانحرافها المعيارى بين ٣,١ - ١,١ لكل من الشمال والجنوب بالمروحة .

ز - تدل التصنيفات الرديئة والجيدة والمعتدلة للحبيبات أن لها درجات متفاوتة من معاملات الحيود والتفرطح ولا تشير إلى اتجاه واضح وهذا مرده تعدد البيئات الرسوبية، واختلاف الرواسب وعمليات الرسوب والعامل الناقل .

ح- اختلفت معاملات الحيود بين ١,١ - ٤,٥ والتفرطح البيانى بين ٠,٨٨ - ٠,٩٢، معامل الانحراف البيانى بين ٠,٣٥ - ٠,٨٩٩، والتصنيف بين ٠,٨ - ١,٧٥، والانحراف المعيارى بين ١,١ - ٢,٨، المتوسط بين ٣,٥ - ٤,٦، وهذا يدل على الاختلاف والتنوع فى البيئات . والعوامل المؤثرة على عمليات الرسوب بين المناخ الرطب والجاف والجريان والطغيان .

ط - تراوحت معاملات التصنيف للانحراف المعيارى بين الردئ جداً بنسبة ٦,٥% - ١,١% والجيد جداً بين ٦,٣% - ٢,٤% وأكثر المعتدل بنسبة ٨٥,٢% - ٣٠,٢% لكل من الرواسب الشمالية والجنوبية . ومعامل الحيود بين حيود شديدة النعومة، وشديدة الخشونة وتراوحت بين صفر - ٣,٥%، ٣,٥% - ١٣,٥% . وأعلاها الحيود الخشن بين ٤١,٥% - ٣١,٨% للجانبين الشمالى والجنوبى . ومعاملات التفلطح تتراوح بين المرتفع جداً بنسبة ٥,٢% - ٩,٥% والمنبسط جداً بين ٩,٩% - ٦,٤%، والمرتفع جداً هو الزائد وبلغت نسبته ٣٠,١% - ٣٨% لكل من الشمالية والجنوبية .

ى- اتضح أن العامل الناقل الوسط المائى وهو السائد لكل الرسوبيات الوادية والسبخية والشاطئية عدا الريحية . وأن البيئات المائية هى السائدة حيث البيئات البحرية، البحيرية، الدلتاوية، وبيئة مسطح المد والجزر، وأيضاً القارية المروحية السبخية، والبحرية الداخلية .

٢- التحليل المعدنى والكيميائى :-

أ - أوضح التحليل المعدنى الرواسب الوادية أن معادنها سليكاتية، وبلغت نسبة الرمال ٦٨% والطينية ١٣,٧% والكربونية مصدرها بحرى بنسبة ١٠,٣%، وأن التكوينات المرجانية تزيد بها معادن الكربونات وتصل ٨٩,٥% وأن المعادن مختلطة وأهم معادنها خاصة فى المرجانيات السفلى الأحدث هى الكالسيت، والدولوميت، والأرجوانيت، الجبس والهاليت والكوارتز من الرواسب الوادية .

أما الشاطئية فالكربونات ٤٩,٢% من الكالسيت وأرجوانيت، ومعادن الكوارتز والبلاجيوكليز ومعادن الطين . ولكن تزيد نسبة المعادن السليكاتية برواسب السبخات والبحيرية عن الكربونية وبلغت ٤٥,٦%، ٥٥,٢%، ٤٠,٢%، ٢٦%، للرمال الكوارتزية والأرثوكليز والهورنبلند، والطينية ٣٤,٥%، ٢٣,٥%، ٢٩,١%، ٤١%، والكربونات ١٨,١%، ٢٧,٢%، ١٧%، ١٦% لكل من الشمالية والجنوبية على الترتيب .

ب- وجدت معادن الكوارتز بنسب ٣,٥%، ٩%، و٤%، المتبخرات (جبس وهاليت) ١٣%، ١٥%، ٢٠%، الكربونات من كالسيت، أرجوانيت، دولوميت، ماغنسيوم- كالسيت بنسب تتراوح بين ٣,٥%-٤٠%، ٧,٥% - ٦١%، و٤% - ٥٥% للدورات الثلاث الحديثة والوسطى والقديمة بالشعاب المرجانية .

وتزيد نسبة المعادن السليكانية عن الكربونات والمتبخرات حيث بلغت ٢٤,١% - ١٧% للكوارتز، ٢٣% - ١٩% للأرثوكليز، وأن هناك نسب قليلة من المعادن الثقيلة بها من أكاسيد الحديد، والهورنبلند والامفيبولات ومصدرها بيئة حوض الوادى .

يتضح مما سبق أن الرواسب مختلفة أفقياً ورأسياً، ومعدنياً وكيميائياً وحجمياً، حيث أن الحبيبات الرملية الخشنة هى السائدة وليس لها اتجاه عام واضح، وأنها تسود بالرواسب الوادية والريحية، والشاطئية والسبخية والبحيرية فتسود بها المعادن السليكاتية وتزيد عن ٦٥% أما المعادن الطينية فنسبتها قليلة وتتراوح ٣,٥% - ٤١% . وهذا دليل على أن المناخ السائد كان جافاً أو شبه جافاً وأن نسبة قليلة من الرطوبة أثرت على التجوية الكيميائية وكونت معادن الكاولينيت والكلوريت والإليت . وزيادة نسبة معادن الكوارتز والارثوكليز والهورنبلند يعد دليلاً على سيادة التجوية الميكانيكية، وأن نقل الرواسب ثم فى فترة لاحقة لنواتج التجوية من البيئة المصدرية للبنية الرسوبية .

٣- الشكل:-

(أ) الكروية Sphericity

يقيس الدرجة التى تقترب فيها الحبيبة من الشكل الكروى، والحصول على نسب فيما بين طول Length، وعرض Breadth وسمك Thickness الحبيبة كما حددها (Zingg 1935) من خلال القطر الأكبر Long diameter d_L، والأوسط d_I والأصغر d_s سواء كانت كروية وقرصية، ورقية أو عمدانية أو متساوية الأبعاد وهى :

$$\frac{\text{ب}}{\text{أ}} = \frac{(d_I)}{d_L}، \qquad \frac{\text{جـ}}{\text{ب}} = \frac{ds}{d_I}$$

وكان هناك صعوبة فى قياس المحاور الثلاثة للحبيبات الرملية، لذلك حدد الباحث أشكالها بقياس معامل التكور Coefficient of Sphericity، حيث يقيس درجة الحبيبة واقترابها من الشكل الكروى واستخدم الباحث اقتراح (Sneed and Folk, 1958) الذى يربط بين العلاقتين للمحاور:-

$$\frac{\text{ق جـ}}{\text{ق أ}} = \left(\frac{ds}{d_L}\right) \text{ و } \frac{\text{ق أ - ق ب}}{\text{ق أ - ق جـ}} = \frac{d_I - d_I}{d_L - d_S}$$

على شكل مثلث واستخدمه (Lind holm, 1987. P. 107) حيث يمكن إيجاد علاقة بين المحاور الثلاثة، وتوصل الباحث إلى :

أ – تسود الأشكال الكروية والقرصية والورقية الأبعاد العمدانية بمتوسطات (٣٣) (٢٧,٥)، (٢٥,٢) (١٧,٥) على الترتيب للمحاور وسبب الكروية وجود صخر المعدن الواحد وهو الكوارتزيت. والقرصية والورقية كذلك بسبب البيئة المصدرية من النيس والشست والجرانيت والجريان السيلى المتدفق السريع . ويزداد معدل التكور بالأقسام الوسطى والدنيا بسبب طول المسافة التى تقطعها الرواسب .

ب – الاستدارة :

عبارة عن درجة أركان الحبيبة أو كما حددها Greesmith, 1985, pp48; وما يتعلق بالجوانب والأطراف وعدم زاويتها، وقد أوضح Powers, 1953, P. 118 مقياس الاستدارة على أساس ست رتب حسب الصيغة التالية :

$$\text{استدارة الحبيبة} = \frac{\sum \text{نق}_1 + \text{نق}_2 + \text{نق}_3 + \ldots\ldots\ldots}{\frac{\text{ق}^{\frac{1}{2}}}{\text{ن}}}$$

ودراستها مهمة لمعرفة التغيرات والظروف المناخية والبيئة الرسوبية ومن خلال دراسة العينات اتضح الاتى :

– تتفاوت أقسام المروحة وتنخفض الاستدارة بالقسم الأعلى ورتبتها ٢، ونوعها حادة والفئات بين ٠,١٧ – ٠,٢٤، والقسم الأوسط تكون متوسطة ومرتفعة والأدنى مرتفعة ورتبها ٢، ٣، ٥ ونوعها حادة ومستديرة وفئاتها بين ٠,١٧ – ٠,٢٤، ٠,٢٧ – ٠,٣٤، ٠,٥٠ – ٠,٧٠ على الترتيب.

– ترتفع درجة الاستدارة للرسوبيات عامة، وتتراوح فئاتها بين ٤ – ٥، وفئات الاستدارة بين ٠,٣٨–٠,٧٠ ومقاييس الاستدارة، مستديرة والرتبة ٤

– استدارة حبيبات الكوارتز والفلسبار والكوارتزيت بسبب طول مسافة النقل وقدم الصخور المصدرية والبيئة البحرية .

٤- خصائص الرواسب السطحية:

تختلف الرواسب المروحية فى توزيعها أفقياً على سطح المروحة بأقسامها الأربعة وهى عبارة عن :-

أ - الرواسب الجلاميدية، وتختلف أحجامها باختلاف توزيعها أفقياً ورأسياً وتتراوح بين ٢ - ٨سم للدورة الأولى الأقدم، ٠,٥ - ٧سم للدورة الثانية الوسطى، ٠,٥ - ١٢سم للدورة الثالثة الأحدث فى المتوسط، ولكن تتراوح بعامة بين ٦ - ٦٠سم صورة (٥) وتفترش شمال وجنوب المروحة يفصلها المجرى الرئيس.

ب- الرواسب الحصوية، وتتراوح بين ٢ - ٦سم بين الجلاميد أو منتشرة تغطى جوانب المجرى الرئيس وفوق السطح فى القسمين الأعلى والأوسط صورة (٥ أ).

ج- الرواسب المرجانية، لا تتمثل ظاهرة فوق السطح إلا فى القسم الأدنى وإنما تتبادل رأسياً مع الكنجولومرات وتظهر على جوانب مجارى الروافد الثانوية للمجرى الرئيسى، صورة (٥ب) .

د- السبخية، يعد القسم الأدنى من المروحة بين منسوب ١ - ٥متر كله عبارة عن نسخة قارية - بحرية تكثر بها المعادن السليكاتية والمتبخرات. وعلى السطح أشكال مورفولوجية متعددة كالنباك والكثبان والمسيلات الصغيرة والشاطئ ومسطح المد والجزر.

هـ- الرواسب البحيرية، تكوينات متبخرات بحرية وقارية ما بين القسمين الأوسط والأدنى ويكثر بها شقوق بأشكال متعددة، وتتكون أساساً من المتبخرات والطين وبها حبيبات كلسية وترسبت فى بيئة بحيرية .

و- الرواسب الرملية الوادية والكثيبة على أقسام المروحة وتزداد بالمجرى الرئيس وهى رمال حجمها أقل من ٢مم وتشمل الرمل والغرين والطين والحجم السائد هو الرمال الخشنة أكبر من ١مم .

ز- الرواسب الرملية الشاطئية، هى عبارة عن رمال بحرية - قارية هوائية ووادية ناتجة عن عمليات التحات والترسيب البحرية وتعمل بها مياه البحر مؤثرة فيها وهى مختلفة الأحجام أقل من ٢ مم، وتتكون من نسبة كربونات

بين ٥ – ٣٠%، والمواد العضوية ١٧% ومواد السليكات بين ٧ – ٤٧% من الرياح والمروحة والبحرية ٤,٥ % .

ح- رواسب مسطح المد والجزر، ومصدرها غالباً بحرى بها مرجانيات والطحالب الزرقاء والأصداف والفورامينفرا صورة (٥ ج) .

ط- الرواسب الدتاوية المغمورة، عبارة عن مقدمة الدلتا المروحية غمرتها مياه البحر فى الفترة الحديثة، لذلك نجدها تلتصق بالرصيف التحاتى المغمور المنحوت من تكوينات المروحة ويغلب عليها الجلاميد والحصى صورة (٥ د) .

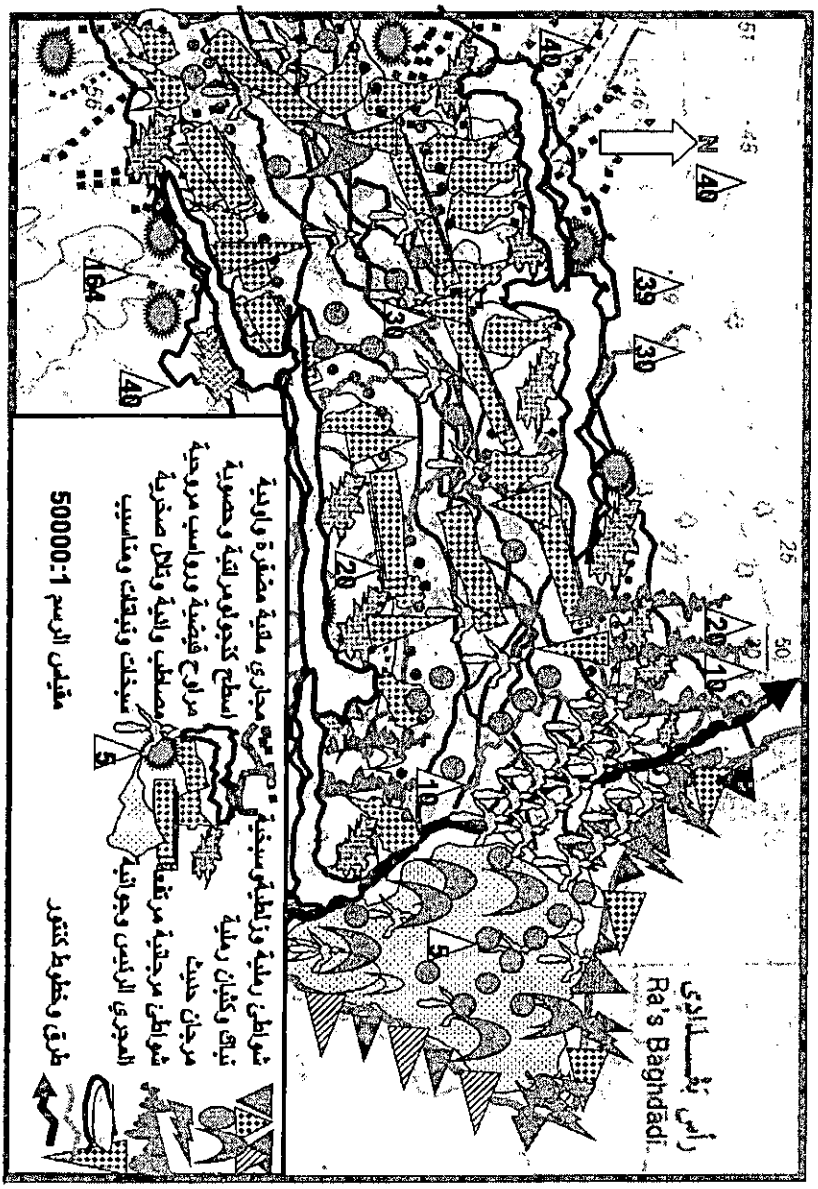
ى- الرواسب الجلمودية الحصوية الدلتاوية الشاطئية تغطى الساحل الشمالى للدلتا المروحية وتتراوح بين الرمال الجلاميد والنسبة الغالبة الزلطية المستديرة والبيضية من البيئة المصدرية نقلت وترسبت بالمروحة وشكلتها وأظهرتها وصنفتها عمليات التحات البحرية وتنتشر بطول ٢,٥ كيلو متر ومتوسط عرض ١٢ متراً صورة (٥هـ) .

ك- الرواسب الصخرية الدلتاوية – البحرية، وتتمثل بشكل رصيف صخرى بحرى ما بين الرواسب الرملية والجلمودية الدلتاوية الشاطئية والرصيف التحاتى البحرى الحالى، ويبلغ متوسط إتساع الرصيف ١١ متراً وطول ٢ كيلو متر بالساحل الشمالى للمروحة وهو عبارة عن صخر صلب متماسك أسمنتى نتيجة مياه البحر يتكون من الرمال القارية والبحرية مصدره الدلتا المروحية، وينحدر بإتجاه البحر بدرجات بين ١ – ٢ درجة، ويظهر فى بعض أجزائه حصى وحصباء ملتصق به بشدة ويختلط بكسر مرجانية وقواقع وطحالب زرقاء ويأخذ اللون الرمادى بدرجاته صورة (٥و) .

رابعاً : الأشكال المورفولوجية الثانوية:-

تعددت وتنوعت الأشكال المورفولوجية على سطح المروحة الدلتاوية لوادى الجمال بساحل البحر الأحمر، واختلفت فى خواصها المورفولوجية وأصل نشأتها وعمرها، وقسمها الباحث على هذه الأسس إلى ثلاثة أنواع رئيسة كما يوضحها شكل (٩) وهى:-

١- القارية ٢- البحرية ٣- المشتركة



شكل (9) جيومورفولوجية المروحة الدلتاوية لوادي الجمال

١- القاريـــــة :

أ – المجرى الرئيس ب– المجارى الوادية ج– المصاطب الوادية
د– التلال الصخرية هـ– الأشكال الريحية و– الأشكال المروحية
ز– المجارى السيلية (المضفرة) ح– السبخات الداخلية ط– النباتات

٢- البحريـــــة :

أ – مسطح المد والجزر ب– الشواطئ

٣- المشتركة :

أ – السبخة الساحلية ب– الرصيف التحاتى الحالى ج–الشواطئ المرتفعة

١- القاريـــــة :

أ – المجرى الرئيس :

يقطع المجرى الرئيس تكوينات المروحة الفيضية ويقسمها إلى قسمين متساويين شمالى وجنوبى مساحتهما ٥ كيلو مترات للأول و٦ كيلو مترات للثانى، وبلغ طول المجرى ٥,٥ كيلو متراً من النطاق الجبلى غرباً حتى القسم الأدنى شرقاً، وإن كان الجنوبى يزيد ٥٠٠ متراً فى طوله عن الشمالى، ويتراوح اتساعه بين ٥٠٠متر غرباً و١,١ كيلو متر شرقاً ويزيد فى الوسط ١,٣ كيلو متر بسبب التقاء مجارى ثانوية معه تقطع سطح المروحة من الجانبين . وانحداره خفيف بين ١ – ٣ درجات .

وترتفع جوانبه بين ٤ – ٥ متر شرقاً، والمسافة بين خطى كنتور ١٠ – ٢٠ متراً (٧٠٠ متراً)، ٢٠ – ٣٠ متر (٢,٢٥ كيلو متراً)، وتصبح الجوانب ٦ – ٨ متر بالوسط وغرباً حيث يزيد الفرق كلما اتجهنا إلى مخرج الوادى الرئيس، وأن جانبى المجرى الرئيس تتكون من رواسب المروحة التى يغلب عليها التكوينات الكنجولومراتية، ويتراوح إنحدارها بين ٧–١٤درجة، ١٤–٢٥درجة وهى سلسلة انحدارية واحدة محدب – مستقيم مقعر . وسبب زيادة الانحدارات طبيعة التكوينات الجلمودية والزلطية والحصوية فهى ذات زوايا استقرارية مرتفعة عن التكوينات الرملية . ولا تقل إنحدارات الجوانب إلا إذا كانت هناك تكوينات رملية كثيبية أو وجود مصاطب وادية أقل ارتفاعاً من جوانب المجرى الرئيس أو على جانبيه كما سيأتى الحديث عنها .

وينتشر على طول المجرى الرئيس كثير من الأشكال المورفولوجية كالمصاطب الوادية والريحية والمجارى المضفرة والتكوينات المروحية والرواسب ذات الخواص المورفولوجية والشكلية المختلفة شكل(٦) وصورة(٦).

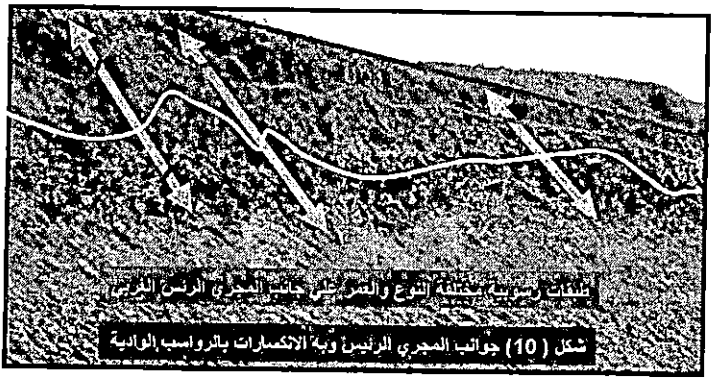
ويمكن القول أن الدراسة الحقلية أوضحت من خلال القياسات والقطاعات العرضية لجوانب المجرى الرئيس وعدم تتابع وانتظام القطاعات الاستراتيجرافية على طول القطاع الطولى أن الانكسارات الحديثة أصابت التكوينات المروحية وكونت المجرى الرئيس بانكسارات متوازية عادية أو خسيفية أو هورستية لجوانبه كما يوضحها شكل (١٠).

وقد أثبت كثير من الباحثين هذه الانكسارات فى تكوينات البليستوسين بساحل البحر الأحمر ومنهم(1993),.Baltzer et al ووضح أن الانكسارات كانت فى أربع مراحل حديثة آخرها فى الفترة بين الجليدية الأخيرة .

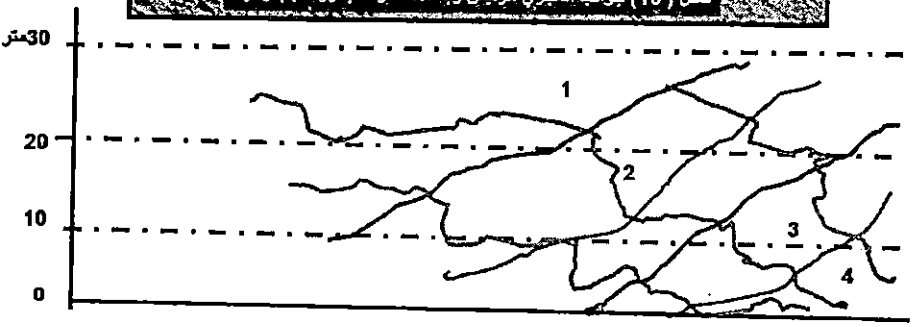
ب – المجارى الوادية:-

تقطع تكوينات المروحة مجارى ترفد المجرى الرئيس من جانبيه الشمالى والجنوبى، بلغ عدد الشمالية ١٩ رافداً والجنوبية ٢٣ رافداً أى بمعدل كل ٢٥٠ متراً رافداً . وربما يرجع السبب فى ذلك إلى أنها تجرى على محاور إنكسارات حديثة بتكوينات المروحة تميل بزوايا حادة أو عمودية على طول المجرى الرئيس ما عدا ٤ روافد بالجانب الشمالى و٥ روافد بالجنوبى تجرى باتجاه خط الشاطئ ولا تصب بالمجرى الرئيس .

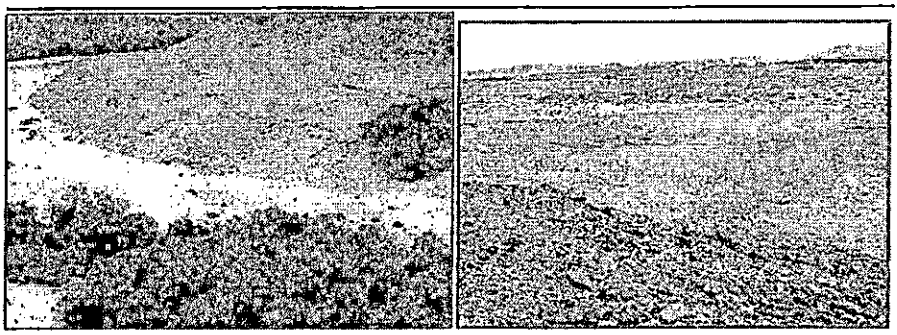
وتعد هذه الروافد ذات خواص مورفومترية متشابهة، تراوح أطوالها بين٥٠٠متراً شرقاً بالقسم الأدنى والأوسط و٤ كيلو متر باتجاه النطاق الأعلى والجبلى، وأن روافد الجانب الشمالى بالقسم الأعلى من المروحة تجرى على سطح تكوينات المتبخرات البليوسينية والميوسينية، ومحاور إنكسارات أحدث من العصرين السابقين. وهى أودية قصيرة ضيقة بين ٥٠٠–٢٥٠٠متر وضحلة بين ٢–٦متر وانحدار جوانبها متوسط بين ٧–١٤درجة وهى من التكوينات الكنجولومراتية، وتنتهى غالباً بمراوح فيضية صغيرة مقطوع قسمها الأدنى من قبل المجرى الرئيس ويتمثل على جوانب أودية القسم الأوسط منها تكوينات بحرية شاطئية قديمة أو مرجانية تتتابع مع التكوينات المروحية .



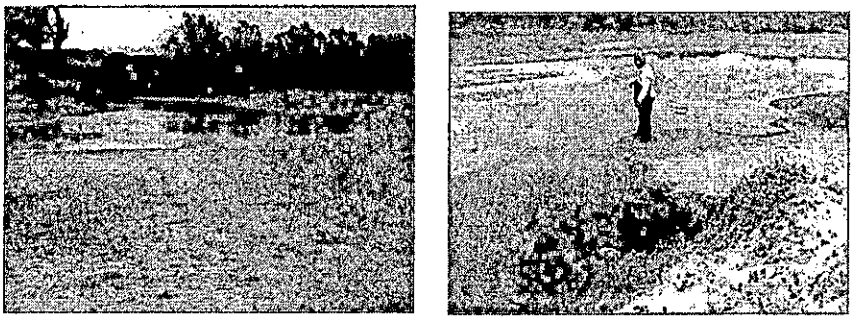
شكل (10) جوانب المجري الرئيسي وبه الانكسارات بالرواسب الوادية



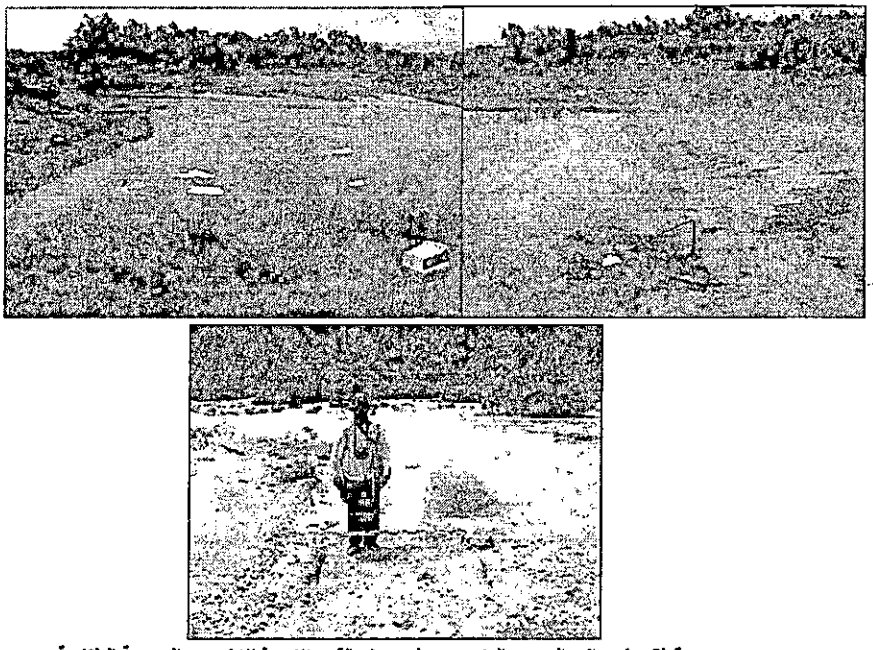
شكل (10) منسوب قاع الوادي والمصاطب
بالجانب الجنوبي وتظهر الانكسارات بوضوح



صورة (16) مصطبة وانية على جانب المجري الرئيس بالقسم الاعلي



صورة (6ب)جانب المجري الرئيس بالقسم الانني وبه عين ماء
لاحظ السيل الحديث والمصطبة والرواسب الرملية بالجانب الايمن



صورة (6 ج) جوانب المجري الرئيس وسيل حديث بالقسم الاوسط الانني من المروحة الدلتاوية

ج – المصاطب الوادية :

تتمثل المصاطب الوادية على جوانب المجرى الرئيس بالقسم الأوسط للمروحة فقط، وبلغ عددها ٣ مصاطب غير متصلة على طول المجرى الرئيس ويقطعها الروافد الجانبية أو يغطيها التكوينات الرملية، ويتراوح سمك التكوينات بين ٠,٧ – ٦ متر، تمثل ٣ دورات ترسيبية، العليا الأقدم من حصى وجلاميد بين ٢ – ٧ سم، الثانية الوسطى بين ٠,٥ – ٦ سم، والثالثة الأحدث بين ٠,٥ – ١٠سم، وانحدار واجهاتها بين ٢ – ٧ درجات، ٧ – ١٤ درجة. وتأخذ نفس الانحدار العام للمجرى الرئيس وتوضحها المرئية الفضائية صورة(٧) وعمرياً فى النصف الثانى من البليستوسين، والحديث.

واتضح من خلال القياسات الدقيقة على جانبى المجرى الرئيس أنها غير متساوية المناسيب فوق قاع الوادى حيث ترتفع فى الجانب الجنوبى عن الشمالى بفارق منسوب بين ٠,٦–١ متر، ويرجع ذلك للانكسارات الحديثة.

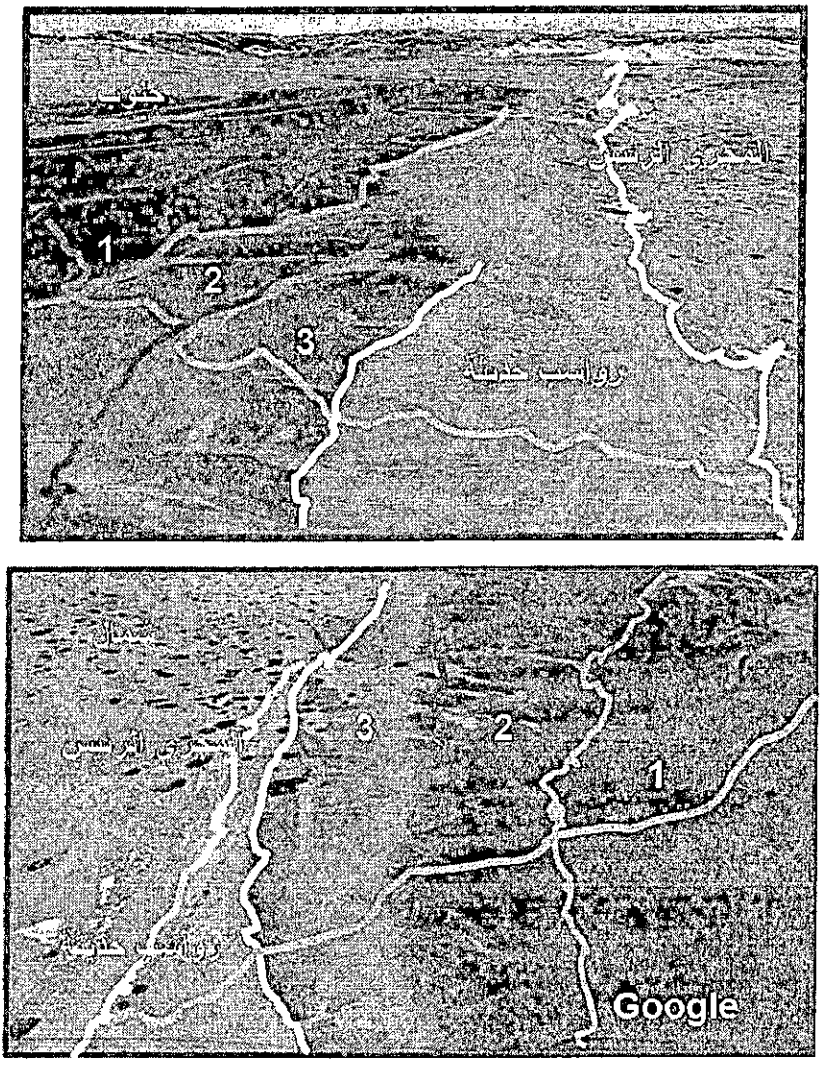
د – التلال الصخرية :

يجاور تكوينات المروحة فى القطاع الأعلى منها مجموعة من التلال الصخرية البليوسينية أو تتناثر وتبرز فوق سطح المروحة بعض التلال الأقدم شمال وجنوب المجرى الرئيس وتأخذ الشكل القبابى بإرتفاعات ٢٧، ٨٥، ٣٥، ١١٩، ٨٣ متراً فوق منسوب البحر بالجانب الشمالى، ٣٩، ٦٥، ١٦١، ٦٥، ٤٠ متراً بالجانب الجنوب وترتيبها من الشرق للغرب وترتفع فوق منسوب الرواسب المروحية بين ٧ – ٢٥ متراً . وتعد مصدراً للرواسب من خلال نواتج التجوية والإزالة لتكوينات المروحة، وربما يرجع وجودها إلى انكسارات رفعتها عن التكوينات من نفس النوع فى مراحل تكون المروحة .

هـ – الأشكال الريحية :

تنوعت أشكال الإرساب الريحية، على جوانب وقاع المجرى الرئيس وفوق سطح القسم الأدنى من المروحة وعند مقدمة القسم الأوسط بموازاة ساحل البحر . وتتمثل فى :

– النياك – الكثبان الرملية – الغطاءات الرملية



صورة (7) مرئية للمصاطب الوادية علي جانبي المجري الرئيس.

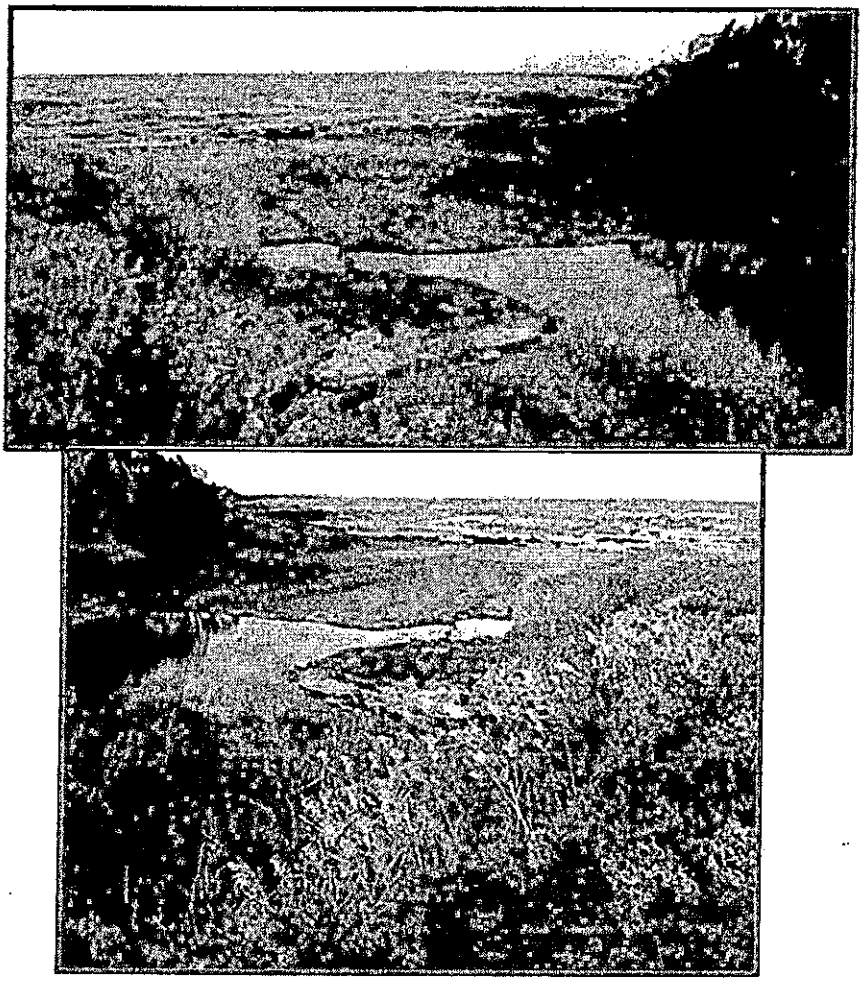
النباك أكثر الأنواع عدداً وانتشاراً، خاصة بالقسم الأدنى من المروحة وعلى قاع المجرى الرئيس، ويختلف النوعان عن بعضهما، الأول يأخذ أشكالاً سيفية أو مذنبة، باتجاه شمال جنوب غالباً، بحسب مصدر الرياح الشمالية باتجاهاتها الثلاث وتتراوح أبعادها بين ١,٢ – ٢,١٠ متر ومتوسط عرضها ١,٥ متر، وارتفاعها بين ٥٣ – ٧٤ سنتيمتراً، وانحداراتها بين ٧ – ١٤ درجة، على الجانبين الشمالى والجنوبى وتزيد عن ذلك بالجوانب الشرقية والغربية وتصل ١٩ درجة وانحرافها ١١٠ : ٢٩٥ صورة (٨) .

وتتصل النباك مع بعضها بسبب النمو النباتى الذى يثبتها، وكذلك تجمعها وانتشارها يعمل على ارتفاع منسوب القسم الأدنى من المروحة باتجاه البحر عند رأس المروحة المدبب وهذا يخالف قوانين الرسوب المائى . والنوع الثانى من النباك هى القبابية، ومنها الحديث برماله السائبة ذات الأبعاد الأصغر عن النوع الأول، ومنها المتصلبة خصوصاً التى ترسبت فى بيئة السبخات .

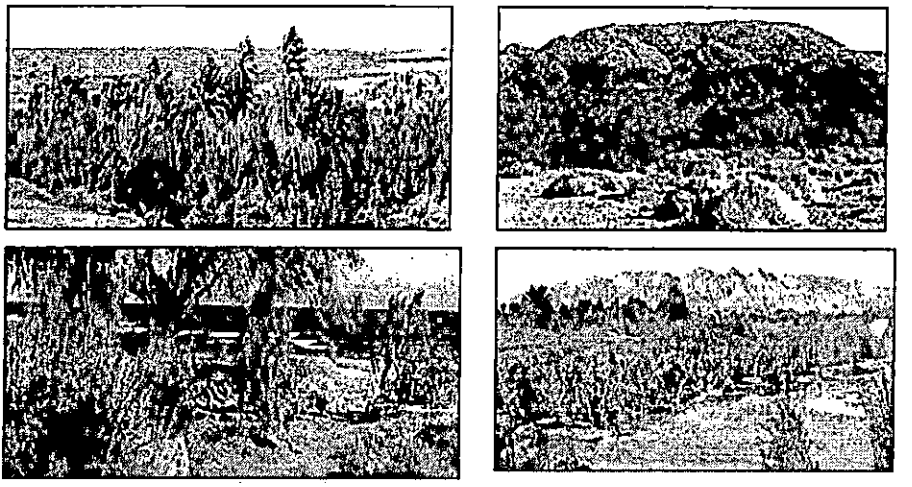
أما رواسب الكثبان الرملية فهى تأخذ أشكالاً هلالية ميكروسكوبية أو هابطة بالجانب الشمالى للمجرى الرئيس، وصاعدة بالجانب الجنوبى وهى أكثر من الجانب الشمالى بسبب استقبالها رواسب الرياح الشمالية، وتراوحت ارتفاعاتها بين ٢ – ٧متر فوق سطح الأرض المجاور .

وهناك بعض القصائم بالقسم الأدنى من المروحة رصد الباحث أبعاد بعضها، حيث تراوحت أطوالها بين ٢٥ – ٣٢ متراً، وعرضها بين ٨ – ١٢ متراً، الارتفاع بين ٥ – ٧متر وينمو عليه غطاء نباتى وعلامات النيم واضحة على الجوانب صورة (٨ أ)

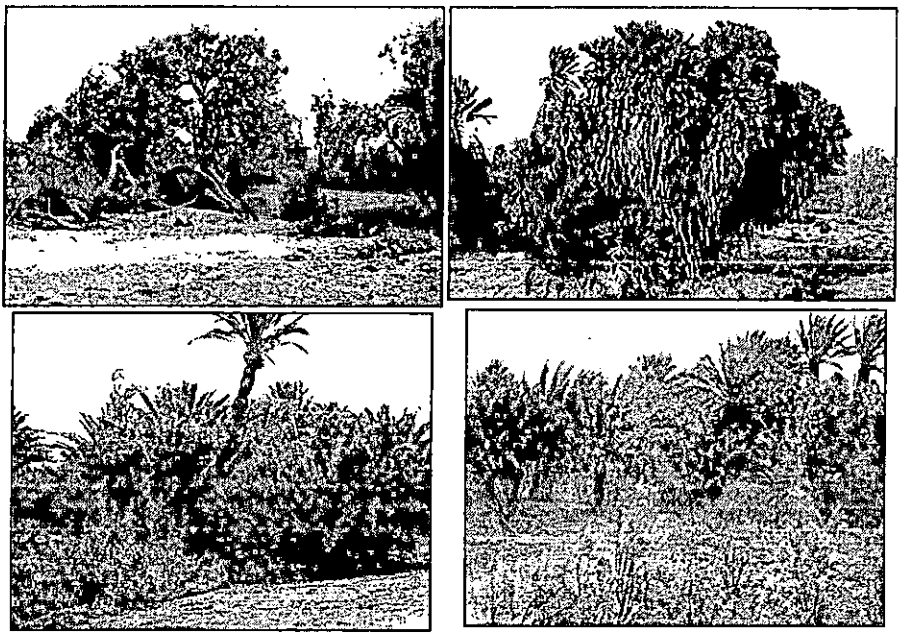
وإن التكوينات الرملية لها من نوعين رئيسين الأول الكوارتز والفلسبارات، والثانى رمال جيرية أوولیتية أو خليط بينهما بنسب مختلفة، وحجم الحبيبات السائدة هى المتوسطة والدقيقة، ومصدرها التكوينات المروحية أو الرواسب الرملية الشاطئية .



صورة (8) مجري سيلي حديث و عين مائية دائمة ونبات بشاطئ المروحة



صورة (18)النباتات أشجار النخيل والدوم والمجري
المائي به عين ماء بمقدمة المروحة



صورة (8 ب) الغطاء النباتي المجري الرئيس بالقسم الادني من المروحة الدلتاوية قرب الشاطئ

و – الأشكال المروحية :

رصد الباحث نوعين من الأشكال المروحية الأول المراوح الرافدية والثانى التلال المروحية . بلغ عدد المراوح الرافدية الميكروسكوبية ١٧ مروحة ثمانية شمال وتسعة جنوب المجرى الرئيس، ويأخذ بعضها شكل المروحة النموذجى وهو الأحدث أو يقطع المجرى الرئيس القسم الأدنى منها، وترتفع فوق سطح المجرى الرئيس بين ١ – ٢ متر، وأطوالها بين ١٥٠ – ٢٥٠ متراً وغالباً رواسبها حصوية وزلطية وجلمودية ورملية، وعرضها بين ١٠٠ – ٢٠٠ متراً وتنحدر خفيفاً من القمة لقاع المجرى الرئيس، وتأخذ شكلاً مروحياً . صورة(٨ أ) .

أما النوع الثانى من الأشكال المروحية فهى تكوينات وادية مروحية بشكل بيضى أو مدبب على قاع المجرى الرئيس، والأول البيضى إثنتان وسط المجرى والأخر عند التقاء الروافد بالمجرى الرئيس وهى رواسب وادية مروحية نهاية الرافد وتنحصر بينه وبين المجرى بطول ٦٠٠ متر وعرض ٦٠ متر يقل باتجاه الوادى الرئيس أما الشكل البيضى أحدهما فى القسم الأعلى وسط المجرى بطول ٣٥٠ متر ويتكون من دورتين رسوبيتين . الوسطى والحديثة وتتابعات رأسية جلمودية وحصوية ورملية صورة (١) .

والثانى بالقطاع الأوسط فى منتصف المجرى الرئيس بطول ٧٠٠ متر من الشرق للغرب وارتفاع ٦ متر فوق قاع الوادى، عرضه ٢٥٠ متر فى الغرب و٥٠ متر شرقاً، والرواسب جلمودية وزلطية وحصوية ورملية، وينحدر باتجاه المصب وسطحه مستوى ينحدر بين ١ – ٢ درجة من الشمال للجنوب و٣ درجات من الغرب للشرق، وانحدار جوانبه شديد بين ١٤ – ٢٥ درجة شمال وجنوب وغرب أما الشرق فيكون بين ٧ – ١٤ درجة على شكل مصطبى بثلاث مستويات أو مصاطب تمثل دورات الترسيب .

ز – المجارى السيلية :

عبارة عن قنوات نحت سيلية حديثة على قاع المجرى الرئيس أو القسم الأدنى من المروحة وتكون شكلاً مضفراً . وأوضح مثال لها عند الشاطئ الشمالى حيث يوجد مجريين ينتهى كل منهما ببركة أو عين مائى، طول

الشمالية ٣١ متراً وعرضها ١٤ متراً، والجنوبية ٨٥ متر وعرضها ١٢ متراً ومتوسط عمق ١متر . وتنتشر أيضاً على قاع المجرى صورة (٨)، ويتراوح إتساع المجارى بين ٢-٣متر وعمقها بين ٣٥-٧٥سنتيمتراً وتكون متعرجة أو ملتوية بسبب انتشار أشكال رسوبية رملية ونباتات تعوق جريانها خصوصاً إذا كانت سيولاً ضعيفة لا تستطيع الجريان مستقيمة . ويتكون على جوانب القنوات السيلية وعلى نطاق صغير جداً مصاطب نحت رسوبية تكونت أثناء الجريان السيلى ربما يرجع الأعلى منها لبداية السيلان والأسفل نهايته وارتفاعهما ٦٥، ٧٥ سنتيمتراً .

ح – السبخات الداخلية :

أشكال مورفولوجية حديثة تميزها رواسبها الصلصالية والطينية الدقيقة الحبيبات والتى تكونت بعد فترات سيلية لا تزيد عن ١٥ سنة غالباً ذات أشكال بيضية ودائريةً ومستطيلة أو بدون شكل محدد، وأبعادها صغيرة بين ٤٥-١٠٠متر طول ونصفها فى العرض ويترسب على سطحها نباك أحدث منها متصلبة وهذا دليل على أنها ليست ناتجة عن فترة سيلان واحدة وإنما أكثر من فترة، تكونت الرواسب السبخية داخل بحيرة سيلية ثم جفت، وترسب على سطحها نباك فى مرحلة تالية، ثم مرحلة ثالثة بسيول جعلت النباك تتصلب ورابعة تشققت الرواسب الصلصالية فى اتجاهات عدة . وتراوحت مساحاتها بين ٠,٤٠-١,٥كيلو متر وسطحها شبه مستوى على قاع المجرى الرئيس فيما بين القسمين الأوسط والأدنى ويجاورها رواسب جوانب المجرى المروحية .

أما بالنسبة للشقوق فبلغ عمقها ٩-١٣سم، واتساعها بين ٣,٥ – ٩سم، والمسافات الطولية بينها بين ٥٠-٧٠سم والعرضية بين ٢٥-٤٠سم، وتمتلئ قيعان الشقوق بالرواسب الرملية ذات الحبيبات الدقيقة والمتوسطة، وهذا يدل على عدم حدوث سيول حديثة لهذه التكوينات البحيرية السبخية .

ط – النباتـــات :

يزيد عدد الفصائل النباتية عن سبعة وأنواعها أكثر من ٢٠نوعاً وبكثافة نباتية زائدة عن كل أودية البحر الأحمر خصوصاً بعد أن أضحى الوادى

محمية طبيعية عام ٢٠٠٣، ومن أشهر النباتات وأكثرها انتشاراً أشجار الأثل والسنط والنخيل والدوم وأشجار المنجروف بالشاطئ مع البردى والبوص وتثبت هذه النباتات الغطاءات الرسوبية المروحية وتحميها من عمليات التحات أو تساعد على الرسوب للرمال التى تحملها الرياح وينمو حولها وبجوارها النباك والكثبان والقصائم والفرشات الرملية، ويكثر على إثرها الحشرات والزواحف والطيور المختلفة . وتزداد كثافة الغطاء النباتى عند مخرج المجرى الرئيس بالقسم الأدنى من المروحة صورة(٨ ب) .

٢- البحريـــة:

أ - مسطح المد والجزر:

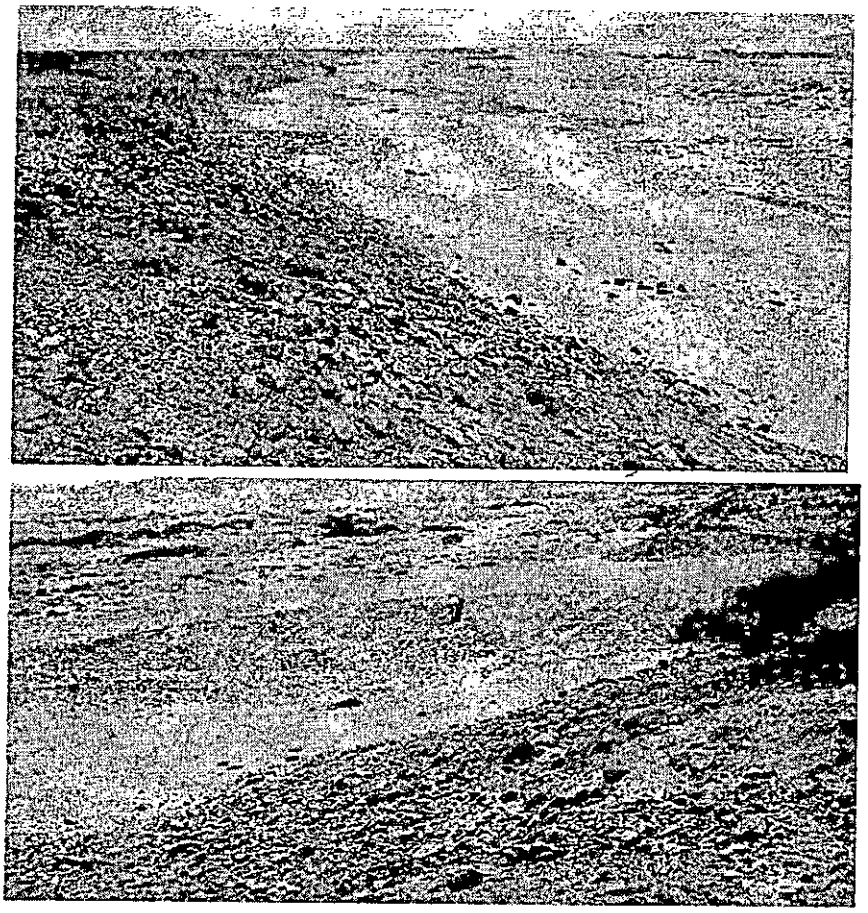
بلغ متوسط إتساع مسطح المد والجزر ٥٠٠متر وذلك بسبب ضحولة الشاطئ حيث يتراوح عمقه بين ١ - ٢متر وهو عبارة عن ٣ نطاقات:

- فوق المد لا يغمر إلا استثنائياً .
- وسط المد(مسطح المد والجزر) تغمره مياه المد وتنحسر عنه مياه الجزر
- نطاق تحت الجزر، لا تنحسر مياهه إلا نادراً .

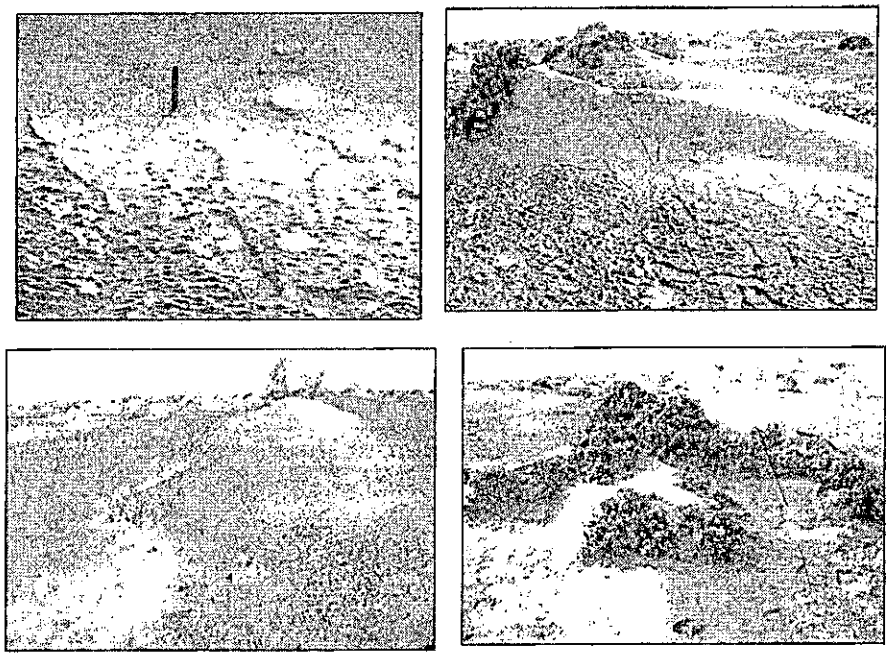
وتختلط به الرواسب البحرية الرملية والحاجزية بالرواسب القارية المنحوتة الدلتاوية ويكونان معاً ظواهر رسوبية ميكرسكوبية شمال وجنوب رأس المروحة الدلتاوية .

ب - الشواطـــئ :

تسود الشواطئ الرملية بسبب عمليات النحت والرسوب البحرية بالتكوينات المروحية خاصة شمال المروحة عند الجانب التى تكون الأمواج متعامدة عليه فهى شاطئ نحت، أما الجنوبى فهو شاطئ رسوب ويتراوح اتساع الشاطئ ٦٥ متراً - ١,٢ كيلو متراً ويختلف على طول إمتداد رأس الدلتا المروحية، وبلغ طولهما نحو ٥ كيلو مترات، وتختلف الرواسب وخواص كل منهما :



شكل (8 ج) الرواسب المروحية على جانبي المجري الرئيس ومروحة سيلية حديثة



شكل (8 د) ا لاشكال الريحية بالقسم الادنى بالمروحة الفيضية

الشمالـــى:-

* أضيق ٣٥٠ متراً، واتجاهه شرق – شمال غرب. * صخرى – زلطى – حصوى – رملى .

* انحداره بين ١ – ٣ درجات . * ينمو به المرجانيات والشجيرات من النخيل والمنجروف.

* يغلب على رواسبه القارية المروحية .

الجنوبـــى :

* متسع يصل إلى ٦٠٠متر . * شاطئ سبخى رسوبى .

* انحداره بين صفر – ٢ درجة . * ظاهراته رسوبية سبخية .

* اتجاهه شمال شرق – جنوب غرب .

وينتشر على سطح كل منهما النباك والكثبان الرملية ذات الرمال الكوارتزية والكربونية والأوولتية الجيرية الدقيقة والمتوسطة الحبيبات وهى عبارة عن ٣ وحدات رئيسة من الرمال والزلط والحفريات المكسرة من الجسترابود، البيلسى بود والفورامنيفرا، الوحدة الأقدم السفلى لونها أصفر مفككة وبها رمال خشنة وحصى وحصباء ورمال كربونية، والثانية الوسطى رمل خشن لونه أسود، العليا رمال بيضاء مصفرة . وهذه التكوينات حديثة هولوسينية وربما رفعت فوق منسوب البحر بسبب الانكسارات .

٣- المشتركـــة:

أ – السبخية الساحلية:

تمثل السبخية مساحة قدرها ٤,٥ كيلو متراً مربعاً من مساحة القسم الأدنى من المروحة بنسبة ٧٣,٥% على طول امتداد خط الشاطئ الجنوبى، وأوضحت التحليلات المورفولوجية لرواسبها حجمياً ومعدنياً وكيميائياً وشكلاً (الكروية والاستدارة) أنها من السبخات الشاطئية، والمصدر الغالب للرواسب من الوادية حيث ترتفع بها نسبة المعادن السليكاتية من الكوارتز والفلسبارات والهورنبلند والمعادن الطينية ومعادن المتبخرات والكربونات، وحبيباتها متوسطة وناعمة كروية وشبه كروية ومستديرة .

وأهم الظواهر المورفولوجية المميزة لها، أنها منخفضة المنسوب لا تزيد عن ٤أمتار فى أعلى منسوب لها . وأقصى عرض لها ١,٥ كيلو متر

من الشرق للغرب، وأقصى طول ٢,٢٥ كيلو متر من الشمال للجنوب . ويترواح إنحدارها بين ٢ – ٤ درجات، وانحدارها العام من الشمال والشرق إلى الجنوب والغرب أى من خط الشاطئ للداخل وهذا يخالف قوانين الرسوب للمجارى المائية ولكن يمكن تفسير ذلك لسببين هما :

- أن الرياح تقوم بترسيب النباك والكثبان والفرشات والقصائم الرملية وتتصل مع بعضها بسبب الغطاء النباتى الذى يثبتها فيرتفع سطح السبخة . صورة (٩).
- ربما حدوث حركة رفع لخط الشاطئ دون الداخل بالقسم الأدنى من المروحة .

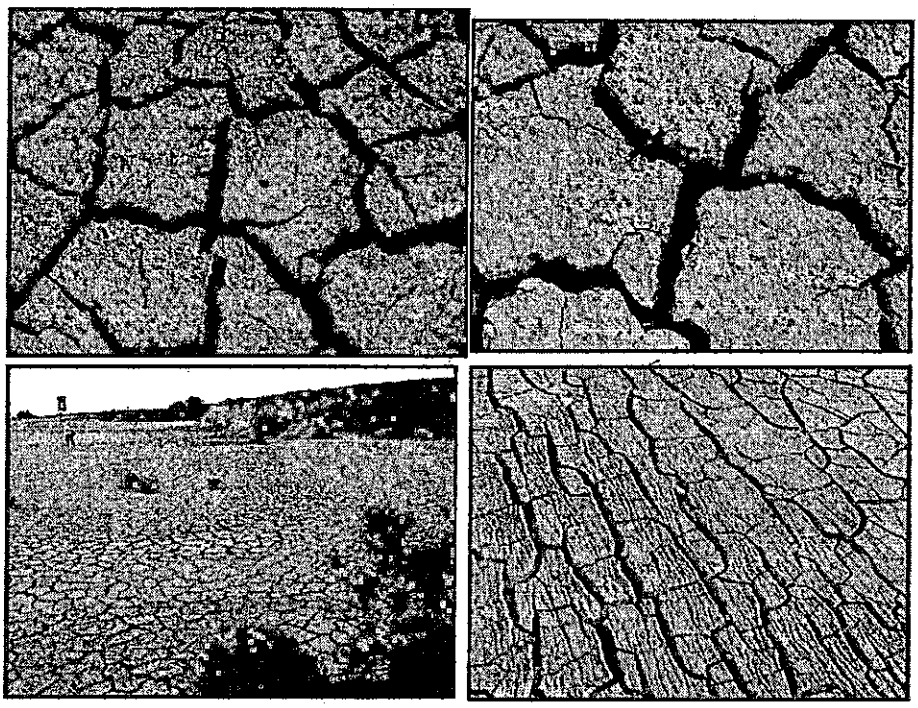
وأن السبخة بالقسم الجنوبى منها يغطى أجزاء من سطحها القشور الملحية وينتشر بها معادن الطين من كالولينيت، كلوريت، إليت . لونها أسود يجاور التكوينات الجبسية، الانهيدريت والهاليت . صورة (٩ أ).

ب – الرصيف التحاتى الحالى :

يتمثل بوضوح على طول امتداد خط الشاطئ الشمالى، نتيجة عمليات التحات البحرية بتكوينات الدلتا المروحية القديمة، حيث يتسع على حسابها ويمتد بنفس طول الساحل الشمالى، بمتوسط إتساع ٢٠٠متر وانحدار خفيف بين ١ – ٣ درجات وينمو على سطحه مرجان حديث يأخذ أشكالاً متعددة أكثرها انتشارا الهدابية، وكذلك بعض نباتات المنجروف متناثرة، ومن حيث كيفية النشأة فهو بفعل العمليات الهيدروديناميكية من تيارات بحرية وأمواج والمد والجزر وارتفاع وانخفاض منسوب سطح البحر، وعمرياً يرجع للعصر الحالى بعد أو نهاية الهولوسين والوقت الحاضر. ويترسب على سطحه بعض الرمال الكربونية وكسر المرجان.

ج – الشواطئ المرتفعة :

تنحصر فيما بين خط الشاطئ الحالى وخط كنتور ٢٠متراً للشواطئ الحديثة والوسطى داخل مسافة قدرها ٦٥٠متراً من خط الشاطئ أما الأقدم والأعلى تحت منسوب ٣٠متر تبعد بمسافة تتراوح بين ١–٢كيلو متر عن الشاطئ أيضاً .



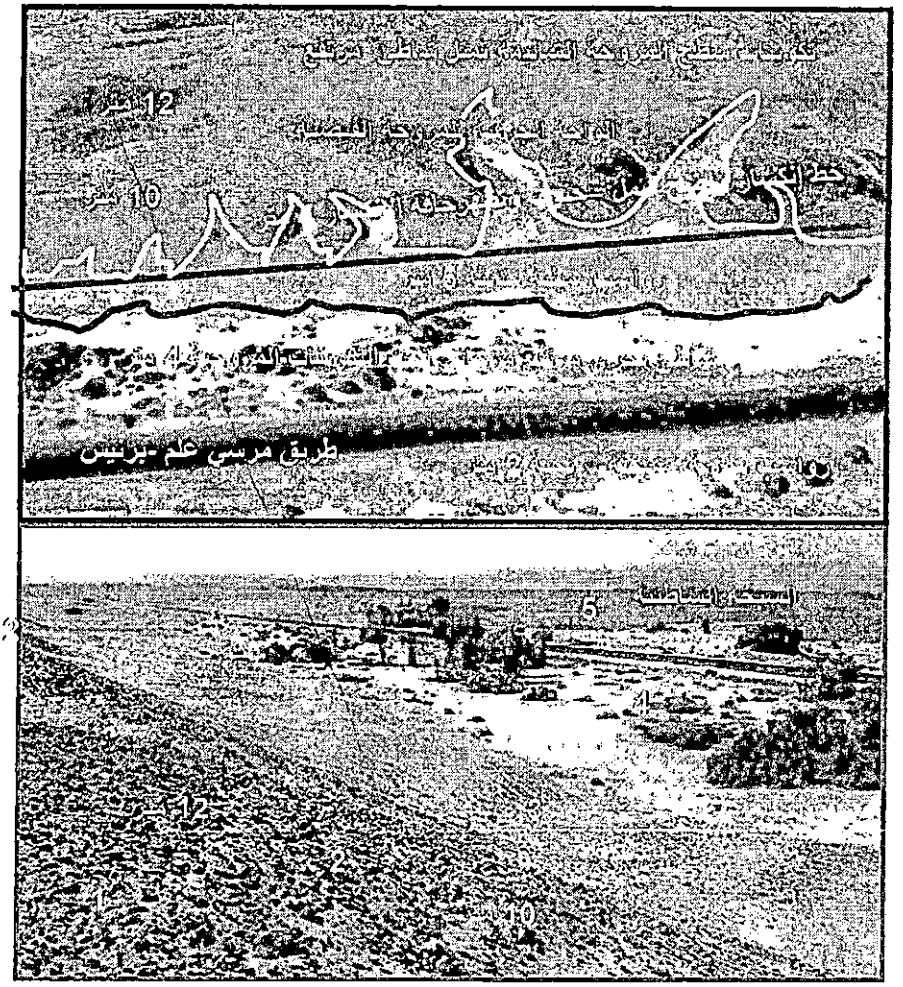
صورة (9) أنماط مختلفة من شقوق الجفاف بالسبخة الساحلية المروحية

واتضح من خلال دراسة واجهة المروحة أو القسم الأوسط منها فيما بين خطى كنتور ١٠-٢٠متراً أن هناك جرفاً بحرياً مرفوعاً بنفس المنسوب السابق شديد الانحدار، ويتكون أساساً من الرواسب الوادية المتبادلة مع التكوينات المرجانية .

يتمثل بين منسوب البحر الحالى وخط كنتور ٣٠متر ٣مستويات بحرية شاطئية قديمة ووسطى وحديثة. والدورة الأولى الأعلى والأقدم بين ٢٦-١٧متراً والدورة الثانية الوسطى بين ٢٢-٨متر والثالثة السفلى الحديثة أقل من ٧متر. وهى عبارة عن عدد من الشواطئ فى كل دروة تتكون من مرجان يغطى سطحه رواسب حصوية وزلطية وادية من أعلى، والدورات الثلاث حدثت منذ البليستوسين الأوسط، وأن عمر المرجان الحديث فى الفترة غير الجليدية الأخيرة .

وبلغ اتساع السفلى الحديث ٢٥٠متراً والوسطى ٥٥٠متر والعليا ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ متراً . ويتراوح سمك الرواسب الوادية بين ٠,٦متر-١,٥متر بين التكوينات المرجانية التى يبلغ متوسط سمكها ٩,٥، ٥,٥، ٢متر لكل من الدورات الأقدم والوسطى والحديثة على الترتيب وذلك بالجانب الشمالى للمروحة، وتختلف المناسيب والمسافات الأفقية من الجنوبى وتكون المسافات ٧٠٠متر، ١,٥كيلو متر، ٢,٥كيلو متر للحديثة والوسطى والأقدم على الترتيب، والارتفاعات بين ٢٨-١٨متر، ٢٤-١٠متر، ٨متر لكل من الأقدم والوسطى والحديثة على الترتيب . وربما يشير ذلك إلى رفع الجانب الجنوبى عن الشمالى . ويوضح شكل (١١) الشواطئ البحرية القديمة عند مقدمة المروحة الدلتاوية .

ومن خلال التحليلات المعدنية والكيميائية وجد أن معادن الأراجوانيت، بمتوسط بين ٣,٥- ٣٤,٥% بالقديمة، ٧٥ - ٨٥,٥ % بالحديثة، والكالسيت بين ٨,١٠-١١,٢% بالقديمة، ١,٥-٨,٣٠% بالحديثة، الماغنسيوم ٥٧,٥ - ٣٨%، القديمة، ٣٣,٦-٥١,٤% بالحديثة، الدولوميت بين ٢-١٢,٨% بالقديمة، الحديثة ٠,٥- ١,٧٥%. وبها حبيبات سليكاتية من الكوارتز الدقيق المصنف، الخشنة والمتوسطة ضعيفة التصنيف، ومستديرة وشبه مستديرة.



شكل (11) الشوطئ البحرية المرتفعة عند مقدمة المروحة وعلي إرتفاع 14 مترا

ويدل تبادل الرواسب الوادية المروحية القارية مع المرجانية البحرية على اشتراك كل منهما فى تكوين المروحة الدلتاوية بالإضافة إلى أن قلة سمك الرواسب الوادية وزيادة المرجانية يكون دليلاً على ضعف العلاقة بين الفترات البحرية والوادية . واختلاف منسوب الشواطئ المرتفعة شمال وجنوب المروحة والجرف البحرى المرتفع والمرفوع الموازى لخط الشاطئ، تعد أدلة على حدوث حركات رفع أثرت على التكوينات المروحية . وتبادل الرواسب الوادية والشعابية فى ثلاثة شواطئ يدل على أن المروحة تكونت وتأثرت بثلاث دورات رسوبية رئيسة.

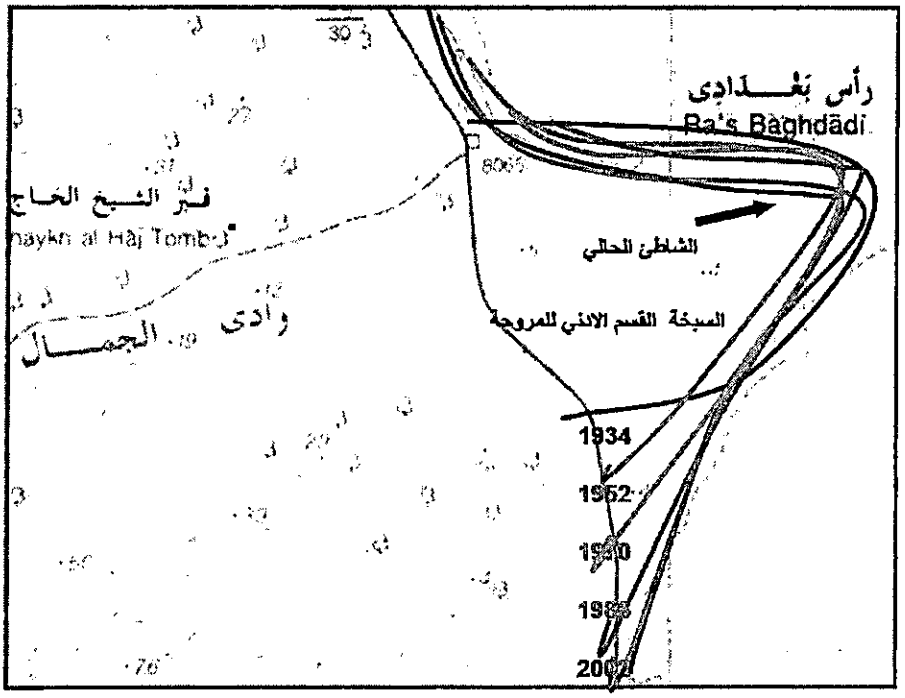
النحـــت والرســـوبى لخـــط الشاطـــئ

تمت دراسة عمليات النحت والرسوبى لخط شاطئ المروحة الدلتاوية من خلال الخرائط الطبوغرافية لسنوات ١٩٣٤، ٢٠٠٤ والصور الجوية لعام ١٩٨٨ وخريطة الأعماق البريطانية لعام ١٩٧٣، ٢٠٠٤ والمرئيات الفضائية ١٩٩٦، ٢٠٠٤ Landsat TM والقياسات الحقلية ومنها تم رسم شكل(١٢) واتضح الآتى:

١- نطاق النحت الشاطئ الشمالى . ٢- نطاق الرسوب الشاطئ الجنوبى.

بلغ معدل النحت السنوى ١,٢ متر فى الفترة من ١٩٣٤ – ١٩٨٨ والمساحة التى فقدت من الشاطئ فى خلال ٥٤ سنة بلغت ٢,٢ كيلو متراً مربعاً، ونقصت معدلات النحت من ١٩٨٨ – ٢٠٠٤ وأصبحت ١ متر فقط ولكن المساحة زادت ووصلت إلى ٢,٥ كيلومتراً مربعاً، ويرجع السبب فى قلة النحت لتكون رصيف صخرى أمام الشاطئ أصبح حماية نوعية له من فعل التحات، وحدوث سيول فى الفترة ذاتها جلبت كميات من الرواسب أضيفت للمروحة من الشمال عوضت المنحوت، وزيادة المساحة المفقودة بسبب حداثة الرواسب المروحية السيلية .

اختلفت المسافات المنحوتة على طول خط الشاطئ من الشرق للغرب، حيث بلغت المسافة شرقاً ٥٠٠ متراً وفى الوسط ٣٠٠ متراً وغرباً ١٥٠ متراً فقط، ويرجع ذلك لوجود الكنجولومرات غرباً ونقص حجم الرواسب كلما اتجهنا شرقاً .



شكل (12)عمليات النحت والرسوب عند شاطئ المروحة الدلتاوية لوادي الجمال

زاد معدل الرسوب عن النحت السنوى، وبلغ فى نفس الفترة الأولى ١,٨متر سنوياً، ويرجع ذلك للرواسب الريحية التى تردم الشاطئ الجنوبى مع الرواسب البحرية ، وبلغت المساحة المترسبة ٣,٢ كيلو متراً مربعاً، وزادت معدلات الرسوب الثانوية فى الفترة الثانية وأصبحت بمعدل سنوى ٢,٢متر وبلغت المساحة المضافة ٢,٨ كيلو متراً مربعاً.

وقد نتج عن النحت والرسوب تغير امتداد واتجاه خط الشاطئ وشكل المروحة الفيضية من الشكل المروحى إلى المثلثى، وخط الشاطئ الشمالى مقوساً من الشرق للغرب والشمال الغربى والشاطئ الجنوبى مستقيماً باتجاه شمال شرق جنوب غرب، بعد أن كانا الاثنين باتجاه شرق غرب .

وقد انخفضت المعدلات الحالية للنحت والرسوب بسبب زيادة النمو النباتى شمال وعلى سطح المروحة، وزادت معدلات الرسوب البحرى والريحى أيضاً لنفس السبب .

تطـــور المروحـــة الدلتاويـــة

يوضح شكل(١٣) مراحل تطور المروحة الدلتاوية لوادى الجمال، مستخلصاً من الدراسة الحقلية والمورفولوجية ودراسات ساحل البحر الأحمر ومقارنتها بها، والبداية كانت فى الميوسين الأعلى والبالويوسين حيث ترسبت التكوينات التابعة للعصرين فوق الأساس الصخرى من الكنجولومرات، والكربونات والمتبخرات والسليكات بجوار النطاق الجبلى الداخلى عبارة عن تكوينات بحرية وقارية متداخلة وبعدم توافق. (Philobbos, et, al , 1993) وكان التطور فى البليستوسين على النحو التالى:-

١- تكونت فى بداية البليستوسين رواسب الكنجولومرات فى أول دورة وانتهت برواسب رملية فوق الأقدم السابقة .

٢- حدوث طغيان Transgressive وتكون شعاب مرجانية فى الدورة الأولى الأقدم وارتفاعاتها فوق ٢٥ متراً .

٣- تلى الفترة السابقة انحسار بحرى Regresive فى أواخر البليستوسين الأوسط وتكون الرواسب الوادية فى الدورة الثانية من كنجولومرات ورمال عبارة عن طبقات متبادلة أفقية ومائلة بلغ سمكها ١,٥ متر فى المتوسط .

٤- تكرر الطغيان مرة أخرى وتكون مرجانيات فوق الرواسب الوادية أو متجاورة مع رواسب الحصى البحرى بالشاطئ والمرجان .

٥- حدثت فترة مطيرة جديدة تكون على إثرها تجوية وجريان سيلى متدفق قوى فى الدورة الثالثة وكانت أكثر شدة من السابقتين بدليل سمك الرواسب الكنجولومراتية نحو ٣ أمتار .

٦- تكررت العملية مرة أخرى بطغيان ومرجان وبداية تكون بحيرات Lacustrine limestone .

٧- حدث انخفاض لمنسوب البحر، وتكونت رواسب المتبخرات والكربونات داخل المستنقعات والبحيرات التى ارتبطت بشدة جفاف وارتفاع الحرارة وزيادة البخر وتكون المخرطات الفيضية .

٨- تلى الفترة السابقة فترة ما بين الجلدية الأخيرة integlacial والتى تكون بها المرجان بمنسوب أقل من ١٠ متر مختلطاً بالرواسب الحصوية الشاطئية والوادية من الحصى والرمال وتأثرت التكوينات بانكسارات هوروستية وخسيفية توازى أو تتعامد على خط الشاطئ واستمرت خلال الفترة الجليدية الأخيرة والهولوسين . (Baltzer, et al,1993) وتتبع الدورة الثانية بالنسبة للمرجان .

٩- تكونت المرجانيات الحديثة والتكوينات الشاطئية البحرية الرملية والحصوية عند مقدمة المروحة الدلتاوية، ومنسوبها ١ متر فقط عند منسوب مسطح المد والجزر، وتحتوى على كميات كبيرة من الحفريات خاصة الجسترابود . وقد حدد (Hottoingr, 1984, P. 24) عمرها ٦,٥ ألف سنة شرق ساحل سيناء .

خامساً : تنمية المروحة الدلتاوية :

نظراً لأن المروحة تقع ضمن محمية وادى الجمال منذ عام ٢٠٠٣ فإن المحددات البيئية والتى تتمثل فى التكوينات السطحية والتربة والمناخ بكل عناصره والمتغيرات الجغرافية الطبيعية والبشرية والتغيرات الشاطئية والجغرافيا الحيوية (نباتية – حيوانية)، وأن هذه المحددات تفرض أنواع محددة من التنمية لدعم محافظة البحر الأحمر، فإن عمليات التنمية تتمثل فى:

١- السياحية حيث العائد السريع والدائم .

٢- تطوير الحرف اليدوية والمشغولات لقبائل العبابدة بحوض الوادى خاصة النساء .

٣- توطين البدو وإقامة مجموعات صغيرة من القرى للاستفادة من هذه الصناعات اليدوية .

٤- توظيف البدو فى الإرشاد السياحى خاصة سياحة السفارى لمعرفتهم بطرق ودروب الوادى .

٥- الاهتمام بالآثار الرومانية داخل الوادى لاستغلالها فى السياحة .

النتائـــج :

اتضح من خلال دراسة المروحة الدلتاوية لوادى الجمال على الساحل الغربى للبحر الأحمر ومن القياسات الحقلية الدقيقة لمعرفة المورفولوجية والجيولوجية، ودراسة الخواص للظواهر الثانوية تمكن الباحث من الخروج بنتائج محددة وواضحة فى أصل النشأة والتكوين والتطورات والعوامل والعمليات والتغيرات البيئية والمناخية والتكتونية والذبذبات البحرية البليستوسينية على النحو التالى :

١- بلغت مساحة المروحة ٢١,٧٥ كيلو متراً مربعاً ولا تتناسب مع مساحة حوض الوادى(٨٠٠ كيلو متراً مربعاً) وطولها ٧,٧٥ كيلو متر وأقصى إتساع لها ٣,٥ كيلو متر وإرتفاع ٤٥ متراً وانحدارها خفيف(١- ٣) درجات، وتأخذ اتجاه شرق شمال شرق بشكل مخروطى والقسم الأدنى مدبب وهى أربعة أقسام ثانوية : القمة والأعلى والأوسط والأدنى وبلغت مساحاتها ١,٢٥، ٥,٥، ٨,٧٥، ٦,١٢٥ كيلو متراً مربعاً، ونسبها ٥,٧٥ %، ٢٥,٢٦ %، ٤٠,٢٣ %، ٢٨% على الترتيب .

٢- تنوعت وتجاورت وتداخلت واختلطت رواسبها أفقياً ورأسياً فى منخفض رسوبى تكتونى هابط شرق النطاق الجبلى وغرب البحر فوق الأساس الصخرى الأقدم من أسفل وغرباً، والأحدث تعلوها وشرقاً، وتتمثل فى الرواسب الوادية والمتبخرات والشعابية والسبخية والريحية والشاطئية ورواسب مسطحات المد والجزر والمرجان فوق وبجوار الرصيف التحاتى البحرى، ويرجع أقدمها لنهاية البليستوسين الأوسط وأحدثها الرواسب السيلية الحالية فى مراحل عمرية وبيئات رسوبية مختلفة بحرية – قارية وما بينهما .

٣- تكونت المروحة الدلتاوية من الرواسب الوادية التى جلبها وادى الجمال من البيئة المصدرية ونقلها إلى البيئة الرسوبية بالنطاق السهلى الساحلى المنخفض والدليل على ذلك التتابع الإستراتيجرافى الطبقى . وتنوع البنيات كالتطبق والترقق وإضطرابها وسيادة الجلاميد والزلط والحصى المستدير والبيضى والتكوينات الرملية .

٤- اتضح من خلال دراسة الرواسب الوادية أنها عبارة عن نوعين رئيسين : كنجولومراتية ورملية وهى تكون الرواسب الفيضية الجيدة الإستدارة أو شبه مستديرة تكونت فى ظل ظروف تدفق عالى الكثافة وطاقة هيدروديناميكية عالية وتصريف سيلى قوى جداً بتدفقات ورخات عالية فى ظل ظروف شبه جافة، بمعنى إنها كانت فى ظل ظروف مناخية رطبة لا تعادل الظروف المناخية الشديدة الجفاف والحرارة الحالية .

٥- ترتفع نسبة المعادن السليكاتية برواسب السبخية الساحلية وتتراوح بين ٥٦% - ٩٢% من الكوارتز والفلسبار والأرثوكليز والهورنبلند وتنخفض نسبة المعادن الطينية وتكون بين ٢% إلى ٦٠,٧% من الكاولينيت والكوريت، ومعادن الكربونات قليلة بين ١,٥% - ٣٧% ويشير ذلك إلى فقر الرواسب من المعادن الطينية وغناها بالمعادن السليكاتية وذلك يعد دليلاً على محدودية عملية التجوية الكيميائية وسيادة الميكانيكية بحوض الوادى، وأن الرطوبة كانت فى ظروف شبه جافة ورواسب الكربونات تدل على ظروف متوسطة الرطوبة .

٦- ثبت من خلال التتابع الاستراتيجرافى والخواص المورفولوجية الحجمية، المعدنية والشكلية ووجود عدد من البنيات كالترقق والتطبق والتدرج غير المنتظم المركب الذى يدل على الجريان السيلى المضطرب وأن هذه التكوينات الوادية لها ثلاث دورات مختلفة إثنان منها على الأقل تؤكد ظروف المناخ الرطب أكثر من الحالى أو دورتان مطيرتان.

٧- تتجاور أو تتداخل وأحياناً بعدم توافق الرواسب الوادية وتكوينات الشواطئ المرتفعة الشعابية وسجل الباحث ثلاثة شواطئ بحرية مرتفعة تضم خمسة ثانوية بمستويات أقل من ٣٠ متراً وسمك مختلف، متوسطه فى العليا ٥متر والوسطى ٦متر والسفلى ١متر . وقد ثبت أنها تكونت فى ثلاث دورات رئيسة تبادلت مع الفترات الوادية الترسيبية وأن الأقدم العليا بها معادن كربونات غالبة والوسطى والدنيا معادنها الكالسيت والدولوميت والأرجوانيت والجبس والهاليت وبعض معادن السليكات بنسب قليلة .

٨- إن وجود أسطح عدم التوافق بالتكوينات الطبقية واختلاف مناسيب المصاطب الوادية والتغير الجانبى كما أظهرته القطاعات الطولية والعرضية للتكوينات الوادية والشعابية يدل على تأثرها بانكسارات حديثة، وقد ثبت تسجيل عدداً منها داخل التكوينات والرصيف التحاتى البحرى الحالى بوضوح .

٩- تأثرت التكوينات بالمروحة الدلتاوية بعدة عوامل وعمليات أثرت على الأشكال المورفولوجية واختلفت رسوبياتها من حيث النوع والعمر والوضع البنيوى والقطاعات الاستراتجرافية، ويرجع السبب فى ذلك لتأثرها بكل من التغيرات والحركات التكتونية الحديثة والظروف المناخية المطيرة والجافة، والتغيرات والذبذبات الأيوستاتية البحرية البليستوسينية حيث تكونت فى ظل ظروف مغايرة للظروف الحالية .

المصادر والمراجع

أولاً : العربيـــة :

١- إدارة المساحة العسكرية : الخريطة الطبوغرافية لوادى الجمال مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠

٢- المساحة العسكرية المصرية : الصور الجوية لوادى الجمال مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠

٣- أكاديمية البحث العلمى (١٩٨٤) مركز الاستشعار عن بعد مرئية فضائية Landsat TM مقيـــاس ١ : ١٠٠,٠٠٠، ١ : ٥٠,٠٠٠ TM (١٩٩٦، ١٩٩٢) MM (١٩٩٤) القاهرة.

٤- المساحة البحرية البريطانية (١٩٧١) خريطة الأعماق للساحل صـــادرة عن G.P.D. Real Hall Admiral

٥- المساحة الجيولوجية الأمريكية : سنوات متعددة، مرئيات فضائية .

٦- هيئة المساحة الجيولوجية المصرية (١٩٩٤) الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠

٧- إبراهيم بدوى، (١٩٩٣) منطقة رأس محمد فيمـــا بـــين واديـــى العـــاط الشرقى والغربى دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة الاسكندرية .

٨- ..... (٢٠٠٣) جيومورفولوجيـــة المروحـــة الدلتاويـــة لوادى كيد على الساحل الغربى لخليج العقبة، مركز البحوث الجغرافيـــة والكارتوجرافية مدينة السادات، العدد الأول .

٩- أحمد سالم صالح، (١٩٨٩)، المراوح الفيضية فى الجزء الأدنـــى مـــن وادى وتير بسيناء، مجلة الدراسات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنيا .

١٠- آمال إسماعيل شاور (١٩٩٢) "مورفولوجية دلتا وادى حوف، مجلـــة كلية الآداب، جامعة القاهرة، العدد ٥١، مايو، ص ص ١٢٣ – ١٥٠ .

١١- جودة التركمانى (١٩٩١) جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبى وادى دهب – الغائب بشبه جزيرة سيناء، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد الخامس، إبريل، ص ص ٦٩ – ١٤٤ .

١٢- ..... (١٩٩٩) جيومورفولوجية مروحة وادى ميعر، المجلة الجغرافية العربية العدد ١٣٣ لسنة الواحد والثلاثون .

١٣- حسن أبو العينين (١٩٩٥)، جيومورفولوجية مروحة وادى بيح الفيضية شرق رأس الخيمة – دولة الإمارات العربية، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، العدد ١٨٣، أغسطس .

١٤- سميح أحمد عودة (١٩٨٧)، خرائط دلتاوات الساحل الشرقى للبحر الميت وخصائصها المساحية من منظور جيومورفولوجى، دراسات المجلد الرابع عشر، العدد الأول، الجامعة الأردنية، عمان .

١٥- .....، وحسن رمضان سلامة (١٩٨٨)، التغيرات الجيومورفولوجية والارسابية لوادى المخيرص على الساحل الشرقى للبحر الميت . دراسات المجلد الخامس عشر، العدد التاسع الجامعة الأردنية . عمان .

١٦- صابر أمين دسوقى، (١٩٩٠)، مورفولوجية مروحة وادى الرشراش بالصحراء الشرقية، دراسا جغرافية، نشرة دورية محكمة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنيا، العدد ٨، ٣٠ ص .

١٧- عبد الله العقيل الحمدان (١٩٧٥)، الصخور الرسوبية، مؤسسة الجزيرة، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٤٠٣ ص .

١٨- عزة أحمد عبد الله، (١٩٩٤)، مروحة وادى الحى، دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق فرع بنها، العدد الثالث، ص ص ١٥٣ – ١٨٤ .

١٩- محمود أبو العينين (٢٠٠١) جيومورفولجية مروحة وادى الحوفين بسلطنة عمان . إصدارات مجلة كلية الآداب بالاسكندرية المجلد الواحد والخمسون .

٢٠- محمود محمد عاشور (١٩٨٣)، التحليل المورفومترى لشبكات التصريف المائى، مصادر البيانات وطرق القياس، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٥، السنة ١٥، القاهرة ص ص ١٠١ – ١٢٤ .

ثانياً المراجع الأجنبية :

21- Abdel - Gawad, M. ; 1969 Geological structures of the Red Sea area infered from satellite pictures " in : Hot Brines and Recen: heavy metal in the Red sea, edited by E. T.Degens & D.A. Ross. Springer - Verlag, New York.

22- Al Farraj, A., 1996, Late Pleistocene geomorphology in Wadi Al-Bih northern U.A.E. and Oman :with special emphasis on wadi terraces and alluvial fans Ph.D.thesis, University of Liverpool,363P.

23- Al-Farraj A, Harvey AM., 2000.Desert pavement characteristics on wadi terrace and alluvial fan surfaces: Wadi Al-Bih,UAE and Oman. Geomorphology, 35 (3-4) : 279 -29.

24- Al- Sayari. S.S, et al. 1984 . Quaternary Along the Coast of A qaba ia Jado, A.R., Zotl. J.G. (ed) Quaternary Period in Saudi Arabia, Vol. 2. Springer Verlag.

25- Al- Sayari, S.S., et al., 1984 : Quaternary from Dhuba to Al Wajh, in Jado A.R. Zotl. J.G.(ed) Quaternary perioed in Saudi Arabia. Vol. 2, Springer Verlag.

26- Al Sarawi, A.M. 1988 Morphology and facies of alluvial fans in Kadhmah Bay, Kuwait. Journal of Sedimentary Petrology, 58,902-907.

27- Archibald. P.D. 1987 : GLS and Remote Sensing data integration . In : Geocarto International. 3, pp 67-73.

28- Arvidson, R., Becker, R., Shanabrook, A., Luo, W., Sturchio, N., Sultan, M., Lotfy, Z. Mahmood, A., and El Alfy, Z., 1994. Climatic, eustatic and tectonic controls on Quaternary deposits and landforms, Red Sea coast, Egypt. Jour. Geophysical Res. 99 (B6) : 175 – 190.

29- Baltzer, F., Conchon, O., Freytet, P. and Purser, B., 1993. Climatic and tectonic evolution recorded by Plio-Quatemary sedimentary terraces and fans along the Egyptian coast of the Red Sea. Geol. Soc. Egypt, Spec. Pub 1 : 321 – 342.

30- Beaty, C.B. 1963, Origin of alluvial fans , White Mountains, California and Nevada. Annals of the Association of American Geographers, 53, 516-535.

31- Beaty ,C.B. 1970,Age and estimated rate of accumulation of an alluvial fan, White Mountains, California, U.S.A. American Journal of Science, 268,50-77.

32- Beaty, C.B. 1974, Debris flows, alluvial fans and a revitalized catastrophism.

33- Beaty, C.B. 1990, Anatomy of a White Mountains debris flow-The making of an alluvial fan. In : Rachocki, A.H. and Church, M. (eds), Alluvial Fans : A Field Approach, Wiley, chichester, 69-89.

34- Beaumont, P. 1972. Alluvial fans along the foothills of the Elburz Mountains, Iran. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 12, 251-273.

35- Blair, T.C. 1987. Sedimentary processes, vertical stratification sequences, and geomorphology of the Roaring River alluvial fan , Rocky Mountain National park, Colorado. Journal of Sedimentary Petrology, 57,1-18.

36- Colvocoresses, A.P 1986 " Image Mapping with the themartic mapper " Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52, 1499,15.5 .

37- Derbyshire, E. and Owen , L.A. 1990 , quaternary alluvial fans in the karakoram Mountains. In Rachocki, A.H and Church, M. (eds) , Alluvial Fans A Field Approach, Wiley, Chichester, 27-53.

38- Doehring , D.O.I970 . Discrimination of pediments and alluvial fans from topographic maps. Geological Society of America, Bulletin, 81, 3109-3115.

39- Dom, R.I. 1988 , A rock varnish interpretation of alluvial fan development in Death Valley, California. National Geographic Research 4, 56-73.

40- Eckis, R. 1928,Alluvial fans of the Cucamunga district, southern +-* California. Journal of Geology, 36,225-247.

41- El Bassyouny, A, 1982. Stratigraphic studies on Miocene and younger exposures between Quseir and Berenice, Red Sea coast, Egypt. Unpublished Ph. D. Thesis, Ain Shams Univ., Cairo, Egypt.

42- El- Moursi, M., 1993. Pleistocene evolution of the reef terraces of the Red Sea coastal plain between Hurghada and Marsa Alam, Egypt. Jour. African Earth Sci. 17 (1) : 125 – 127.

43- El- Moursi, M. Hoang, C., El Fayoumy, l., Hegab, O. And Faure, H., 1994. Plestocene evolution of the Red Sea coastal plain, Egypt: evidence from Uranium- series dating of emerged reef terraces. Quaternary Sci. Rev. 13 : 345 – 359.

44- Elmore, R.D., 1983. Precambrian non- marine stromatolites in alluvial fan deposits, the Copper Harbor Conglomerate, Upper Michigan. Sedimentology, 30, 829-842. 56)

45- Erdas Imagine, 1996: Software for Geographic Imaging Solutions, ERDAS, Atlanta. U.S.A.

46- Esri, Inc., 1998 A : Arc/view Gis for Windows. Ver. 3. 1, Redlands.

47- Folk, R. and Ward, W., 1957. Barzos River bar: a study on the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol. 27 : 3-26.
48- French, R.H. 1987. Hydraulic processes on alluvial fans, Elsevier, Amsterdam.
49- Friedman, G., 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. Jour. Sed. Petrol. 37 : 327-354.
50- Garefunkel.Z.; 1977, the tectonics of the Suez Rift " GeoL. Surv, Isreal Bull. No. 1 1 , Jerusalme .
51- Greesmith, J. 1981, Petrology of the sedimentary Rooks, Sixth , E. Georgeallen & nui, London, 241 P.
52- Gvirtizman, G. et, al 1978, Recent and pleistocene Goral and coastal sediments of the Gulf of Elat tanth. Int. congr. sediment. post Gongr. Exc N.4.
53- Head., A 1987, Corals and coral reefs of the red sea in Red sea edited by AJ. Edwards & S.N. HEAD PP. 128-1510 pergamon Press, Oxford.
54- Hegab, O., El-Fayoumi, l., El Nahass, H. and El- Moursi, M., 1993 a. Diagenetic history of Plio-Pleistocene and building corals from the Red Sea coastal plain, Egypt. Mansoura Sci. Bull., Symp. Of the Quaternary & development in Egypt: 1-36.
55- Mansour, A., 1993. Petrography of the raised coral reef and beachrocks of the Egyptian Red Sea coast. Masoura Sci. Bull., Symp. Of the Quaternary & development in Egypt: 71 – 98.
56- Mansour A., 2000. Quaternary reef terraces of Red sea coast, Egypt, and their relationship to tectonic/eustatic. Sedimentology of Egypt 8: 19-33.
57- INT.J., 1998 Remote Sensing, Voi. 19. Lssue 2. By Taylor & francis Itd.
58- Krumbein . W, G., 1941 , Measurements and Geological significance of shape and Roundness of sedimentary particles, J, Sed, Petrol., Vol. Il.No,2.
59- Lillesand, T.M.& R.W. Kiefer, 1994, Rematc sensing and image IntcrpreationJ rd ed New York; John Wiley, 524-85.
60- Pettijohn, J.1957. Sedimentary Rocks 2nd ed.. Harper and Bros., New York, 718 p.
61- Powerd, M.C. 1953. A new roundncss scale for sedimentary particlcs: J. scd pctrology, 23, pp. 117-119
62- Said. R. 1962, the Geology of Egypt. Elsevier pub. Co. Amsterdam 377p.
63- The open Univ., 1980. Crustat and Mantle processes. Red Sea Case study, First. P. Watton Hall. Mitolon Keynes