بحث
١

خريطة مورفو بنائية لإقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني في المملكة العربية السعودية.

اعداد

د. منى عبد الرحمن يس الكيالي

مدرس بقسم الجغرافيا . كلية الاداب . جامعة حلوان

خريطة مورفو بنائية لإقليم حافة كويستا طويق الشمالي
بين خشم العويند وخشم الثرماني
في المملكة العربية السعودية

مقدمة :-

معالم سطح المملكة العربية السعودية إنعكاس لتركيبها الجيولوجي، فهو الذي حدد أرتفاع مختلف أجزاء سطحها، ورسم خريطة تضاريسها، فأشد أجزاء المملكة العربية السعودية أرتفاعاً أقدمها وأكثرها تطرفاً في الجنوب والغرب، وبالإتجاه شرقاً ينخفض السطح مع ميل الطبقات الجيولوجية التي تزداد حداثة في نفس الإتجاه. ولقد سلمت الصخور الرسوبية من تأثير قوى الألتواء والإنكسار والبركنة إلا قليلاً ممثلاً في هضبة نجد وجبل طويق، وذلك بسبب إرتكازها على أساس صخري أركي صلب راسخ (الدرع العربي)، ولهذا فإنها لم تتعرض لقوى الرفع الا في الجزء الأوسط بينما بقيت معظم المساحة متخذة هيئة الهضاب المتواضعة الأرتفاع.

ومادام سطح المملكة يعكس تركيبها الجيولوجي بوجه عام فإنه من الممكن دراسة أحد الأقاليم المورفوبنائية في المملكة الا وهو إقليم حافة كويستا جبال طويق. وقد أشار إليه (Schyfsma, 1978, pp. 194-202) ضمن الأقاليم المورفولوجية للمملكة.

كما أطلق العرب على هذا الإقليم أسم إقليم العروض، وهي بلاد اليمامة ، وما والاها، وسميت تلك بالعروض لأنها معترضة بين تخوم فارس إلى أقصى اليمن. وميز العرب أربعة أقاليم مورفولوجية للعروض وهي : إقليم السهول الساحلية، إقليم الصمان، إقليم الرمال ثم إقليم الجالات (الكويستات) الغربية وهي جبال العارض، طويق . (عبد الله الغنيم، ١٩٨١، ص ص ٤٩-٥١)،

وعلى هذا فإن ثمة فرقاً في التركيب الجيولوجي بين إقليم الجالات والأقاليم الواقعة شرقاً، وكذلك بين هضبة نجد غرباً. ويؤكد ذلك قول عمرو بن كلثوم:- (محمد بن القاسم الانباري، ١٩٦٣، ص ٣٨٣).

كأسياف بأيدي مصلينا وأعرضت اليمامة وأشمخرت

والجدير بالذكر أن مصطلح كويستا Cuesta ماكان أن يشيع في كتابات الجغرافيين العرب المعاصرين لو كان هذا اللفظ الدخيل جاء مبيناً على دراسة علمية ميدانية، فهذا المصطلح يدل على ظاهرة منتشرة في الصحاري العربية بشكل ملفت على هوامش الكتلة العربية القديمة في شكل محاور يصل عددها في بعض المواضع نحو ثمانية جالات تواجه الغرب، منها جروف وعرة شبه قائمة ومنحدرة إنحداراً لطيفاً نحو الشرق وفقاً للإنحدار الطبوغرافي العام لسطح شبه الجزيرة العربية، ولعل أوضحها كما قدمنا سلسلة مرتفعات العارض أو جبال طويق، ويتراوح إرتفاعها بين ٨٥٠ متراً و ١٠٦٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ويزداد أرتفاعها من الجنوب إلى الشمال، وتبدو على هيئة قوس يمتد نحو ٨٠٠ كيلو متر في قسمين شمالي وجنوبي ويفصل بينهما أخدود نساح.

ولفظ " جال " الذي أستخدمه سكان شبه الجزيرة العربية منذ مئات السنين، هو لفظ ذو جرس عربي سهل في النطق والتصريف، وهو أيضا مشتق من البناء اللغوي العربي، فقد أطلق العرب على جدار البئر وجانبي الوادي وشاطىء البحر اسم " الجال " بمعنى الحافة، ومن هنا جاء إستخدام أهل الجزيرة العربية لهذا المصطلح، فأهم مايميز الكويستا هو جانبها الوعر الذي أشبه بالحافة Escarpment . (عبد الله الغنيم ، ١٩٨٣، ص ١٩).

وتقع منطقة الدراسة في أحد المواضع البنائية الا وهو صدع البرّه ونصلة الضعينة التي تميز الحافة الغربية لجبهة الكويست في جبل طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم

الثرماني. وهي بذلك تقع بين خطي عرض ٤٠َ ٢٤°، ١٠َ ٢٥° شمالاً، وخطي طول ٥٠َ ٤٥° ، ٢َ ٤٦° أي تمتد بنحو نصف درجة عرضية، وحوالي ربع درجة طولية. ويبلغ أمتداد الحافة نحو ٥٥,٨ كيلو متراً، وتتميز بجروف شديدة الإنحدار تبدو قائمة أحياناً، وتظهر بعض البروزات على واجهة جبهة الكويستا في مواضع الخشوم حيث يتراوح أرتفاع القمم بين ٩٨٩م فوق مستوى سطح البحر فى خشم العويند جنوباً، و٩٠٧ م فوق مستوى سطح البحر في خشم الثرماني شمالاً. ويمتد إتجاه المحور الرئيسي لحافة كويستا طويق الشمالي في منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب بوجه عام. ويتفق ذلك مع الإتجاه العام لحافة جبال طويق، ولكن يتغير هذا الإتجاه العام في عدد من المواضع كالخشوم، الصدوع والإنزلاقات الأرضية حيث ينتج عنها عدد من الإتجاهات الثانوية تغير إتجاه المحور الرئيسي للحافة وهي إتجاهات عرضية ومائلة، شرق - غرب، شمال شرق - جنوب غرب وشمال غرب - جنوب شرق. ويبلغ أقصى عرض لحافة كويستا طويق في خشم هدباء نحو ٣٥ كم، ويصل ارتفاعه ٩٢٨ م فوق مستوى سطح البحر، بينما يبلغ أضيق إتساع للحافة بالقرب من خشم الثرماني حيث يبلغ ٢ كم، شكل (١).

ولقد أدى الميل العام للطبقات من الغرب إلى الشرق، إضافة إلى التركيب الصخري الذي يتألف في كل الأحوال من طبقة سطحية صلدة، ترتكز على صخور هشة إلى تكوين ظاهرة الكويستات عند نطاقات الحدود بين مختلف التكوينات الجيولوجية، وعند حضيض كل واجهة كويستا يقع منخفض حوضي هامشه الشرقي جرف شديد الإنحدار، وهامشه الغربي يتلاشى بالتدريج في بطين البرَّة، فالجروف الشرقية لواجهة حافة كويستا طويق الشمالي المطلة على خط أحواض التصريف الغربية، (ضرما، الحسياني، العويند، البرَّة، الثرماني)، تتألف من طبقات علوية من الصخور الجيرية الجوراسية الصلبة، التي ترتكز على طبقات سفلى من

الطفـل والطـين الهشـة والرمال (Schyfsma, 1977, p. 194) .

ومن الواضح أن مواضع أحواض التصريف تحـددت بنطاقات التلامس الجيولوجي وعلى أمتداد تلك النطاقات، توجد خطوط السواحل، وتتكون اللاجونات، وتترسب صخور المتبخرات، الأمر الذي مكـن لعوامل التعرية من غزوها بسهولـة . فمواضع أحواض تصريـف حافة كويستا طويق الشمالي تـتفق مع نطاق تلامس صـخور الطفل والصلصال والرمـل الجوراسي الأسفل والحجر الجيـري الجوراسي الأعلى. (Powers et al, 1966, p.D 109) .

وتتميز حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني بأكثر جهات الكويستا وعورة حيث تبدأ الحافة بجروف شديدة الإنحدار وأكثر الجهات أرتفاعاً وتمزقت بعشرات الأودية والروافد الجافة الخانقية، وينجح كثير منها في الوصول إلى أقدام الحافة حيث يرسب مراوح غرينية تتصل أحياناً مكونة لبهادا صحراوية في صفراء بطين البَرة. ورغم إستقامة الحافـة وخطيتها إلا أن تراجعها قد ترك بروزات - كـما قدمنا - صخرية ماتزال على أتصـال بها، وأخرى انفصلت عنهـا مكونة لقور أو ميسـات أو تلال منعزلة متناثرة، وهي بقايا هضبية (ميسا)، ويظـن أن بعضاً منها ذو صلة بإنكسار رئيسي شمال شرقـي - جنوب غـربي، الا وهو صـدع البَرة - نـصلة الضـعنية (Schyfsma, 1978, pp. 197-198) وتنـحدر أراضي أحـواض التـصريـف التي تشـغلهـا منخفضات داخلية تبـدأ من أسافل حافة كويستا طويق الشمالي نحـو داخليته بالتدريج، وهي كلهـا فوق منسوب البـحر، ويتفـاوت منسوبها بـين ٦٧٠ م - ٦٨٠م فوق سطح البحر، اللهم في بعض المواضع التي يبرز فيـها تلال متناثرة من الأراضي المنخفضة تمثل بقايا هضبية، وأيضاً أراضى مابين الأودية التي تمتد محاورها في إتجاه شمالي - جنوبي. ويقل أشكال التراكم الرملي في منطقة الدراسة بإستـثناء المناطق الهامشية الجنوبية لسهول البهادا حيث تنتشر بعض الفرشات الرملية Sand Sheets.

والهدف من الدراسة الحاليـة هو التفسير البنيوي للأشكال المـورفولوجية وذلك من

خلال عمل خريطة مورفو بنائية لمنطقة الدراسة Morpho-Structure Map.

ولما كان الهدف من إنشاء الخريطة المورفو بنائية لحافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثر ماني هو إعطاء صورة شاملة وتفسيرية لأشكال السطح المرتبطة بالحافة، فقد تم عمل هذه الخريطة عن طريق إتباع خطوات تمثل مراحل إعداد الخريطة المورفو بنائية، شكل (٢).

وقد تم عمل هذه الخريطة من لوحات الموزايك مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ وعددها ٦ لوحات والخرائط الطبوغرافية التفصيلية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ وعددها أيضاً ٦ لوحات . والخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠ والطبوغرافية ١ : ٢٥٠,٠٠٠ ، ١ : ٥٠٠,٠٠٠ لوحة طويق الشمالي وبعض الدراسات الحقلية . وقد شملت عملية رسم الخريطة العديد من الرموز المرتبطة بالحافة والأشكال التي أختلفت دلالاتها سواء عن العملية أو الشكل، فعلى سبيل المثال شملت رموزاً تدل على وجود حافات صدعية وحافات الانزلاقات الأرضية وسقوط الصخر والمصاطب الصخرية للدلالة على أثر البنية في شكل السطح، بينما شملت في نفس الوقت رموزاً شكلية لتدل على الشكل كشكل القطاع العرضي للأودية، ونتيجة لما يظهر من أشكال السطح من إختلافات في طبيعة نشأتها سوف تصنف تلك الأشكال التي توضحها الخريطة المورفو بنائية على أساس عامل النشأة الأولى المسئولة عن تكون الظاهرة.

وبناء على البيانات المورفولوجية والبنيوية من دراسة التقارير والمراجع السابقة أيضاً فضلاً عن دراسة الخرائط والصور الجوية والدراسة الحقلية، رسمت الخريطة المورفو بنائية لحافة كويستا طريق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني، مستخدمة تلك الرموز التي أوضحتها نشرة المعهد الدولي للمساحة الجوية وعلوم الأرض (ITC) والمنشورة عام ١٩٧٥ بهولندا تحت إشراف (Verstappen & Van Zuidam, 1975, p. 52). عن أشكال سطح الأرض المختلفة وكذلك الرموز التي وردت في كتاب (Cooke & Doornkamp, 1977, p. 353)

ولتحقيق الهدف من الخريطة المورفو بنائية تم تمثيل الوحدات الأرضية Terrain units (على المستوى الإقليمي) والتي تتمايز على أساس عنصري الأرتفاع والإنحدار وأصل النشأة.

ويلاحظ من ناحية أخرى أنه في المناطق التي يقل فيها التباين المورفولوجي، غالباً ماتكون الوحدات المورفولوجية قليلة الوضوح على الرغم من تباين تلك المناطق من حيث الخصائص المورفو بنائية، وتبعاً لذلك تمتاز كل وحدة مورفولوجية بتجانس خصائصها من أبرزها :

١- التجانس المورفولوجي في المظهر الخارجي لعناصر السطح من ارتفاع وإنحدار

٢- التجانس الجيولوجي (التكوين الصخري والبنائي).

وتتفاوت أهمية الخصائص الآنفة الذكر في تحديد الوحدات في منطقة الدراسة من مكان لآخر، ويضاف إلى ماسبق هو مقدار الحيز المكاني الذي تشغله الوحدة المورفو بنائية، فإذا كان حجم الوحدة المورفوبنائية صغيراً جداً بالمقارنة بالوحدات المورفولوجية الأخرى في المنطقة قيد البحث فإنه من الصعب إعتبارها وحدة مورفو بنائية مستقلة حتى ولو كانت تتمايز في خصائصها كلية عن الوحدات المجاورة أو المحلية بها (Demek, 1972, pp. 130-131)، وفي هذه الحالة تصنف تلك الأراضي الشاذة على أنها جيوب تتخلل الوحدات المورفولوجية المحيطة.

وتعتبر الخريطة المورفو بنائية من الخرائط التركيبية لتفسير أثر العوامل البنائية على أشكال السطح، كما يمكن أعتبارها من خرائط الأساس لصنع خريطة جيومورفولوجية للمنطقة.

وبالتالي سوف ينقسم هذا المقال إلى الأجزاء التالية :-

أولاً : الخصائص البنائية.

ثانياً : الخريطة المورفو بنائية.

ثالثاً : التفسير.

رابعاً : النتائج.

أولاً - الخصائص البنائية:

تتكون حافة كويستا طويق الشمالي من صخور جوراسية تنتمي للزمن الثاني والتي تم تقسيمها إلى مجموعتين صخريتين (Powers et al, 1969, pp 123-132) وهما من الاقدم للأحدث كالآتي : شكل (٣ ، ٤).

١- مجموعة صخور أقدام الحافة :

وتظهر هذه المجموعة على السطح في المناطق الصخرية العديدة في أحواض شبكة التصريف للأودية وأراضي مابين الأودية ، وعند اقدام الحافة والتلال المنعزلة ، وتتكون هذه المجموعة من طبقات الطفل المتعددة الألوان Varigated-shales وصلصال أحمر وعروق وعقد جبسية مع تداخلات من الحجر الجيري أفانيتي وطباشيرية وعقد دولوميتية مع طبيقات من الحجر الرملي الكلسي . ويطلق على هذه المجموعة الصخرية تكوين ضرما Durma formation وينتمى إلى الجوراسي الأسفل بفترتيه السفلي والعليا ، ويبلغ سمك الطبقات الطفلية والطينية والكلسية والرملية نحو ٩٤,٥ متر من إجمالي العمود الجيولوجي لتكوين حافة طويق الشمالي ، اي بنسبة ٣٢٪ تقريباً.

ويتصل الجزء الأعلى من مجموعة ضرما العلوية بتكوين حجر جيري طويق بسطح متوافق ويوجد هذا السطح على عمق ٣٠-٤٠ متراً اسفل تكوين جبل طويق بالقرب من خشم الحسياني جنوب خشم العويند في منطقة الدراسة (أحمد الوشمي ، ١٩٨٢، ص ٣٢).

٢- مجموعة صخور جروف الحافة :

وتظهر طبقاتها في الاجزاء الوسطى والعليا من سفوح الجروف التي تطل على أحواض التصريف لحافة كويستا طويق الشمالي ، كما تظهر في الأجزاء العليا من سفوح بعض التلال المنعزلة ، ويعرف بتكوين جبل طويق وينتمي للجوراسي الأعلى ، وتتكون

هذه المجموعة من مجموعتين تتآلف منها السفلي من طبقات صخور الحجر الجيري الافانيتي متبلر والطباشير تتخلله طبقات من الطفل والمارل والكالكارنيت رمادي اللون يحتوي علي هياكل صدفية ومحارات وهي تميز الطبقة السفلى من المجموعة بينما تتكون المجموعة العليا من صخور الحجر الجيري الأفانيتي والطباشير النقي الناصع البياض كما تحتوي على حفرية الفورامينفيرا Foraminifera وحفرية عيون الطائر وقشور وهياكل كلسية ، ويبلغ سمك هذه المجموعة الصخرية السفلى والعليا نحو ٢٠٣ متر اي بنسبة ٦٨ ٪ من إجمالي السمك الكلي للعمود الجيولوجي ، وتعرف هذه المجموعة بأسم تكوين جبل طويق

(Powers et al, 1969, p. 123).

ومن دراسة الشكل (٤) امكن استخلاص بعض الملاحظات على النسب المختلفة لسمك التكوينات الصخرية كالآتي :-

- يشكل سمك الصخور الجيرية والكلسية والطباشيرية النسبة الغالبة والسائدة حيث تبلغ حوالي ٧٦٪ من اجمالي السمك الكلي ، بينما تقل هذه النسبة في الصخور الطفلية والطينية والمارلية حيث تبلغ نسبتها حوالي ٢١٪ ، تليها راقات وعقد جبسية ودولوميتية تبلغ نسبتها ٢,٤٪ ، أما الصخور الرملية فلا تشكل الا نسبة ضئيلة جدا لا تتعدى ٠,٦ ٪ . ويتبين من ذلك وجود اختلافات بينية بين انواع الصخور المختلفة في منطقة الدراسة من حيث صلابة الصخر والنفاذية والانفصال (الشقوق والفواصل) .

- هناك مجموعتان من التأثير للخصائص الطبيعية لصخور المنطقة وهما تأثير خصائص الصخور على مقاومة الصخر للتعرية ثم تأثير الخصائص للصخر على التضاريس من اشكال السطح .

ومن الناحية البنيوية أوضحت الدراسات الجيولوجية السابقة . (Powers et al, 1966, p.D 109). ودراسة (Al Sayari and Zotl, 1978, p. 13).

ثم دراسة (Mohammad, 1986, p. 360). إن حافة كويستا طويق تعتبر أحد الأقاليم البنائية المرتفعة لإقليم القوس العربي المركزي (Central Arabian Arch). شكل (٥) ، ويمكن تقسيم البنية لمنطقة الدراسة إلى مجموعتين وهما : البنيات الرئيسية والتي تشتمل على التأثير الأقليمي للبنية ، والبنيات الثانوية والتي تضم التأثير المحلي للبنية (Embabi and El Kayali, 1979, p. 181).

١ - البنيات الرئيسية : (Major Tectonics).

تتشكل حافة كويستا طويق الشمالي في طية محدبة وحيدة الميل ، يتخذ محورها الرئيسي الاتجاه الشمالى - الجنوبى ، ويتجه ميل الطبقات في نحو الشرق، ويكون الميل خفيفاً جداً Very gently ، حيث تبلغ زاوية الميل بين نصف درجة ودرجة واحدة.

وتمثل منطقة الدراسة الجزء الشمالي من القوس العربي المركزي ويعرف بحافة كويستا طويق الشمالي تميزاً عن الحافة الجنوبية لكويستا طويق الجنوبي ، ويرجع إرتفاع القوس العربي المركزي إلى حركة الرفع التي حدثت في اواسط واواخر العصر الكريتاسي (Al Sayari and Zotl, 1978, p. 14).

ولقد تأثرت بنية القوس العربي المركزي بشبكة من الصدوع والأخاديد والأحواض الداخلية والمنخفضات المقعرة بنيوياً والتي تمتد من الشمال الشرقي - الجنوب الغربي ، ثم الي الجنوب ماراً بالدهناء وضرما والخرج

(Powers et al, 1969, p.D 109).

ويوجد صدع رئيسي في منطقة الدراسة يقطع حافة كويستا طويق الشمالي بمحور يتجه شمال شرق - جنوب غرب ، ويعرف بصدع البرّة وتظهر حافة الرمية العلوية لصدع البرّة كتوء بارز من صخور الحجر الجيري يمتد لمسافة نحو ٢٥ كم من خشم ابي قتاده الذي يقع على منسوب ٩٥٧ م فوق مستوى سطح البحر ، بينما تعتبر نصلة

الضعينة نهاية النتوء من الجانب الغربي للحافة وتمثل الرمية السفلية للصدع والتي تقع على منسوب ٨١٢م فوق مستوى سطح البحر ، وهكذا يصل منسوب حافة الصدع Fault scarp نحو ١٤٥ م.

ب - البنيات المحلية : Local Tectonics

وتتركز البنيات المحلية من صدوع تمتد على طول الحافة الغربية لكويستا طويق الشمالي خاصة عند مواضع الخشوم ، ويمكن تقسيم البنيات المحلية إلى خمس مجموعات تبعاً لاتجاه محاورها ، شكل (٦) كالتالي :-

- المجموعة الاولى :- وتتبع الاتجاه الرئيسي للبنيات الأقليمية لمنطقة الدراسة (شمال - جنوب) ، وتوجد في مجموعة الصدوع ذات الاتجاه الطولي مواز للحافة ، ويشغل نسبة حوالي ٣٢٪ من اجمالي اطوال اتجاهات البنيات للحافة.

- المجموعة الثانية :- ويتخذ محورها نفس اتجاه البنيات الصدعية كصدع البَّرة - نصلة الضعينة وهو اتجاه الشمال الشرقي - الجنوب الغربي وتشغل نسبة حوالي ٢٨٪ وتتمثل في مواضع الخشوم والتي تبرز كنتوءات مرتفعة من الحافة كخشم العويند وخشم البَّرة وخشم البلدية وخشم التراب وخشم الثرماني وغير ذلك.

- المجموعة الثالثة :- وتتجه محاورها نحو الشمال الغربي - الجنوب الشرقي وتشغل نسبة حوالي ١٩٪ ، وتوجد في مواضع متفرقة من حافات أراضي مابين الأودية والتي تقطع حافة كويستا طويق الشمالي وكذلك بعض التلال المنعزلة . وهذه الصدوع تصنع زوايا مائلة على محور الاتجاه الرئيسي للحافة.

- المجموعتين الرابعة والخامسة :- وتمتد باتجاه عرضي حيث تصنع زاوية عمودية على اتجاه المحور الطولي الرئيسي لحافة كويستا طويق الشمالي . وتتوزع في مجموعة من الصدوع الصغيرة الامتداد والتي لا يتعدي اطوالها على بضعة كيلو مترات ويمتد محور اتجاهها شرق - غرب ، غرب - شرق وتتراوح نسب اطوال اتجاهها بين ٨٪ ،

١٢٪ على التوالي.

ومن مقارنة نسب أطوال اتجاه كل من الشكل العام لحافة كويستا طويق الشمالي في منطقة الدراسة واتجاهات البنيات الإقليمية والمحلية للحافة كما يوضحها الجدول (١) ، والشكل (٦) تبين مايلي:-

- يتناسب التغير في اتجاه اطوال الحافة مع خصائص البنية الجيولوجية خاصة خصائص البنية الإقليمية الا وهي الطية المحدبة وحيدة الميل.

- يتفق الأتجاه الرئيسي لمحور الطية المحدبة لجبل طويق الشمالي والاتجاه الرئيسي لحافة كويستا طويق الشمالي وهو شمال - جنوب ، فضلا عن ذلك بعض الاتجاهات الثانوية للبنيات المحلية ممثلة في حافات الصدع الموازية للاتجاه الرئيسي للطية والشكل العام.

نتج عن اتفاق الخصائص البنيوية والشكل العام لمنطقة الدراسة وجود اشكال سطح مرتبطة بأقليم الحافة ممثلة في مجموعة من الحافات والتلال وبعض الظاهرات المرتبطة بالنحت والارساب مثل الاودية والمراوح الغرينية والبيدمنت ومخاريط الهشيم والسبخات وغير ذلك والتي سيتضح اهميتها من دراسة الخريطة المورفوبنائية فيما بعد.

ثانيا - الخريطة المورفوبنائية

توضح الخريطة المورفو بنائية لحافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني ، الانماط التوزيعية لأشكال السطح ، والعلاقات المتبادلة بين الخصائص البنائية والمورفولوجية، (شكل ٧)

والجدير بالذكر أن هناك صعوبة في تحديد عامل النشأة لبعض الظاهرات نتيجة تداخل اثر العوامل المختلفة في نشأة وتكوين الظاهرة ، ولذلك فإن تحديد نشأة الظاهرة بنيوياً ولا يعني بطبيعة الحال آحادية النشأة للظاهرة وانما يشير إلى الأهمية النسبية لهذا العامل ووضوح أثره على أصل النشأة ، مما لاينفي معه أثر بقة عناصر وعوامل التشكيل

الداخلية والخارجية ·

يقصد هنا بالاشكال المورفوبنائية تلك التي تدين بمواقعها وخصائصها الشكلية في المقام الاول الى العوامل البنيوية كعمليات الطي والتصدع التي تغير في طبيعة وضع وترتيب الطبقات ·

وقد تضمنت حافة كويستا طويق الشمالي في منطقة الدراسة على أربعة اشكال بنيوية النشأة هي:

١ - حافات الكويستات ·

٢ - الحافات الصدعية ·

٣ - الاحواض الجبلية ·

٤ - المصاطب الصخرية ·

١ - حافات الكويستات ·

وهي إحدى الظاهرات المورفوبنائية للأشكال البنيوية المرتبطة بميل الطبقات ، وتنقسم حافة كويستا طويق الشمالي بعدد من الخشوم التي نتج عنها عدد من حافات الكويستات تتبع جبهاتها اتجاه منحدر عكس ميل الطبقات · وتتميز جروفها بشدة انحدار سفوحها ، وقد صنف (Fairbridge, 1968, p. 233) الحافات المرتبطة بميل الطبقات الي ثلاثة اشكال وهي الكويستا Cuesta وحافة سنم الجمل (الهجباك) Hogback والحافة وحيدة الميل او الالتوائية المفردة Monoclinal-ridge · وقد حدد (Fairbridge, 1968, p. 234) درجات الميل للكويستا أنها تتراوح بين ٥، - ٥° او ٥,٥ درجة يزيد درجات الميل عن ٤٠° في الهجباك ، أما الحافات وحيدة الميل فتتراوح درجة الميل بين ٥° - ٤٠° ·

وفي ضوء ماسبق ذكره ، نجد أن معظم الحافات تندرج تحت ظاهرة الكويستا نظراً

لان درجة ميل الطبقات تتراوح بين نصف درجة ودرجتين في اتجاه ظهر الكويستا نحو الشرق ، بينما تتميز حافة جبهة الكويستا في منطقة الدراسة بجروف شديدة الانحدار حيث يصل متوسط درجة الانحدار ٤٠ درجة ، ولكن تختلف درجة الانحدار من جزء لآخر على طول الجروف ومن جزء لآخر على طول السفح شكل (٨) . فقد اتضح من فحص الصور الجوية ان الجروف في مناطق الخشوم أشد انحداراً من اجزاء الكويستا ، وربما يرجع ذلك الى تأثير تلك الخشوم بالبنيات التكتونية المحلية . أما اختلاف درجة الانحدار على طول السفح ، فقد لوحظ من الدراسة الحقلية ان سفوح الجروف تبدأ بوحدة قصيرة المسافة تتراوح اطوالها بين ١٥ م - ٢٠ متر ، شديدة الانحدار تصل الي الزاوية القائمة في معظم الاحيان (لوحة ١) ، تتفق ومكشف طبقة الحجر الجيري الطباشيري المنتمية لتكوين حجر جيري طويق ، ويلي هذه الجبهة وحدة اخرى من السفح مقعرة الشكل يتغير على طولها الانحدار من ٣٥ درجة الى ٩ درجات عند أقدام الجروف ، وفي بعض الاحيان يلي جبهة الجروف المستقيمة في اتجاه اسفل السفح مسطحاً مستوياً تقريباً لمسافة تتراوح بين عشرات ومئات الامتار وتزداد أحياناً في بعض حافات الخشوم لبضعة كيلو مترات على شكل رصيف صخري يتفق سطحه وسطح طباقية لاحدى الطبقات الجيرية التي تتداخل مع طبقات من الطفل والصلصال ، وقد ينتهي الرصيف او الوحدة المقعرة عند وحدة سفح أخرى قائمة الزاوية يليها بعد ذلك وحدة مقعرة أخرى أو رصيفاً أخر ، وقد يتكرر هذا التتابع اكثر من مرتين على طول السفح في بعض أجزاء الجروف عند خشم العويند مما يعطي سفوح الجروف الشكل السلمي ، وهذا هو الشكل السائد في معظم اجزاء جروف الخشوم مثل خشم الرمثية ، خشم هدباء ، خشم ابي قتادة ، خشم التراب ثم خشم الثرماني ، ووجد من دراسة تلك الخشوم ان جبهات الحافات تتغير من واحدة لأخرى طبقاً للعوامل التي تتحكم فيها وهي كالآتي :-

- اجمالي سمك الصخر لجروف الحافة .

- مدى مقاومة صخور الجروف لعوامل التشكيل الخارجية ·

- تتابع عدد من الصخور اللينة ·

- درجات الانحدار والارتفاع ·

- عمق الأودية التي تقطعها ·

- مرحلة التطور ·

وتبعاً لهذه العوامل الآنفة الذكر وماتضمنته من اختلاف في عناصر السطح من ارتفاع وانحدار فسوف نقسم حافات الكويستا في منطقة الدراسة الى ثلاثة أحجام مختلفة ، هي حافات الكويستات الكبرى ، حافات الكويستات المتوسطة ثم حافات الكويستات الصغيرة ·

أ- حافات الكويستات الكبرى :-

ويضم هذا النوع مجموعة من الحافات التي تتميز بجروف شديدة الانحدار سلمية الشكل ، يتراوح امتدادها بين ٥ - ١٠ كيلو مترات وانحدار جروفها بين ٧٠-٩٠ درجة، وارتفاع جروفها بين ٨٠ - ١٢٠ متراً فوق سطح الارض· ويمتد محور حافتها من الشمال الغربي - الجنوب الشرقي ويتفق مع المحور الرئيسي لحافة كويستا طويق الشمالي باستثناء بعض المواضع التي تقطعها الخطوط البنيوية، حيث تقطع الجروف بواسطة العديد من الأودية الجافة العميقة، وتختلف خصائص هذه الأودية من جزء لآخر على طول الجروف حسب طول وشكل السفوح ، فاذا كان السفح يغطي مسافة كبيرة من بداية الجروف عند سطح الهضبة حتى أقدام الحافة كما هو الحال في معظم الاجزاء التي تقطعها أودية رئيسية وهي العويند، والبَّرة والثرماني، وهي أودية طويلة نسبياً تصل إلى عدة كيلومترات، اما إذا كان طول السفح قصيراً كما هو الحال في معظم روافد تلك الاودية حيث الاودية قصيرة الطول تصل الى عدة مئات من الامتار فقط وهي تكون شبكة تصريف الاودية الرئيسية· كما يتغير انحدار جوانب الاودية وقطاعاتها

الطولية حسب شكل السفح. فإذا كان السفح سلمي الشكل تتوالى الانحدارات الشديدة والخفيفة على جانبي الوادي وقطاعه الطولي من اعلى الى اسفل ، اما اذا كان السفح من النوع المحدب - المقعر يكون الانحدار شديداً على جانبي الوادي ويكون القطاع مقعراً الى أعلى شكل (٨).

وقد أدت هذه الاودية التي تقطع الجروف الى ان انفصلت او كادت تفصل بعض اجزاء من الجروف لتكون تلالا منعزلة أو شبه منعزلة. ومن أمثلة الأجزاء التي لم تنفصل بعد عن الجروف والتي تقع شمال شرق كل من قاره حمراء العويند ، حمراء البَّرة وقارة البَّرة ثم حمراء الثرماني وقارة الثرماني (لوحة ٢).

وعلى الرغم من ان هذه الاودية الجافة تعتبر خير دليل على ان المياه الجارية كانت عاملا أساسياً في تشكيل حافات الكويستات الكبرى في منطقة الدراسة إلا ان خصائصها كأودية عكسية تتفق وبنية الحافة، فضلاً عن انتهائها كأودية محددة عند قاعدة سفوح الجروف وتحولها بعد ذلك إلى مجاري متشابكة تنتهي في مراوح غرينية أو في سبخات عند نهايات احواض التصريف، ويشير ذلك إلى ان المياه الجارية لم تكن وفيرة آنذاك ، (لوحة ٣).

والمعروف أن هذا النوع من الحافات يتكون في مناطق الصخور الصلبة الجيرية التي تتكون من طبقات عظيمة السمك وذات تركيب جيري مندمج ومتجانس ، ففي مثل هذا التركيب تتقطع الطبقات بواسطة شقوق وفواصل متقاطعة يتعامد بعضها على البعض الآخر ، حتى اذا ما إنهارت الصخور الأمامية تركت وراءها حافة رأسية تأخذ أحياناً شكلها خشم بارز (لوحة ٤). وتلعب التجوية الكيميائية دوراً رئيسياً في توسيع الشقوق والفواصل وغيرها والتي تؤدي إلى تمزيقها إلى كتل متراصة يسهل إنهيارها ، ولا شك ان اندفاع المياه الجارية أثناء سقوط المطر السيلي خلال تلك الشقوق والفواصل يساعد بدوره على توسيعها وسرعة انهيار الكتل الصخرية المكونة لواجهة الحافة بمجرد أن

تفقد توازنها بعد تآكل قواعدها.

وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية ان الأجزاء العليا من حافات الكويستات تبدو قائمة على شكل شرفات صخرية لشدة صلابة طبقات الحجر الجيري بالنسبة لما تحتها من صخور الطفل والطين والحجر الرملي ، وتظهر الاجزاء السفلى عند أقدام الحافات على شكل عناصر سفح محدبة نظراً لإختفاء سفوحها بواسطة أكوام من المواد الصخرية التي انزلقت أو إنهارت بمرور الوقت وتراكمت عند أقدامها. ويؤدي هذا التراكم إلى حماية أقدام الحافة من عمليات التجوية والنحت المائي ، ولهذا فبينما تتراجع الحافة من اعلى فإن أقدامها تظل ممتدة إلى الأمام بشكل مصطبة صخرية ولكنها مختفية تحت الرواسب الحصوية والحجرية المتراكمة فوقها.

وقد لوحظ وجود كتل منزلقة أمامية من صخور الحجر الجيري عند حضيض جروف جبهة حافات الكويستات كما في خشم العويند ، خشم البَّرة وخشم الثرماني، وكذلك على سفوح التلال المنعزلة في حمر وقارة العويند والبَّرة والثرماني، وتظهر هذه الكتل المنزلقة على شكل حافات جروف ثانوية ترتكز على أسطح الانفصال التي حدثت عليها عملية الانزلاق من صخور الطفل والصلصال والمارل للطبقة السفلى لتكوين ضرما، (لوحة ٨).

ويوجد نوع آخر من الانزلاق الصخري وهو الانزلاق الخلفي على سفوح حافات الكويستا وبعض التلال المنعزلة ، وقد حدث نتيجة لتشبع الطبقات السفلى لتكوين ضرما بالرطوبة أو بواسطة تسرب مياه الطبقات العليا لتكوين جبل طويق ، وقد ساعدت هذه العملية على اختلال توازن الطبقة العلوية الصلبة نتيجة لانزلاق الطبقة السفلية وتكونت عدد من جروف ثانوية تتألف جبهاتها من صخور جيرية وطباشيرية وقواعدها من صخور الطفل والصلصال والمارل شكل (٧).

وتتميز حافات الكويستا هنا بعدة خصائص هي:-

- تتابع طباقي من الصخور الصلبة (حجر جيري وطباشير) منفذة للمياه ، تتعاقب مع طبقات صخرية لينة عظيمة السمك غير منفذة للمياه.

- ندرة الغطاء النباتي على اسطح الحافة المنزلقة.

- تشبع مؤقت لطبقة الصخور الطينية بالمياه وارتفاع المحتوى الرطوبي في الصخور.

- تميل الطبقات الصخرية في الاتجاه الذي انزلقت اليه الارض وتكون هذه الحافات المنزلقة اسطحاً شديدة الانحدار ، وتقطع حافات الكوستات والحافات الصدعية حافات جروف ثانوية .

- تتميز الحافات المنزلقة في الأجزاء الدنيا من المنحدر الرئيسي بإستدارتها وصغر حجمها ويشير ذلك على تقادم عمر تلك الأنزلاقات بالنسبة للحافات المنزلقة العلوية والتي تظهر على شكل جروف ثانوية تشكل الجروف الرئيسية لجبهة حافات الكوستات.

- تظهر الجروف الثانوية للانزلاقات الأرضية على شكل حافات شبه سلمية صغيرة الحجم.

- تسهم نظم الفواصل والشقوق التي تكثر في الصخور الجيرية على تسهيل مهمة الجاذبية الأرضية من أحداث عملية الانزلاق وماتقوم به عملية التجمد والزوبان في توسيع فتحات الفواصل والشقوق مما ينتج عنها تمزيق وتقطيع هذه الكتل الصخرية المنزلقة وسقوطها بتأثير الجاذبية الأرضية أسفل السفح.

ومما يميز حافات الكويستات كذلك وجود كثير من الكهوف الصغيرة في جوانبها تحت الطبقات الصلبة مباشرة (أسفل جروفها) . ويمكن مشاهدة هذه الظاهرة بوضوح على امتداد جروف حافات وادي البرّة ووادي العويند ، ومن الممكن ان يوجد اكثر من صف واحد من هذه الكهوف والفجوات في الحافة الواحدة على حسب تعدد الطبقات الصلبة المتداخلة بين الطبقات اللينة.

ب - حافات الكويستات المتوسطة :-

تأخذ هذه المجموعة نفس الشكل المورفولوجي للحافات الكبرى ولكنها أصغر منها في الحجم والأمتداد ، وتتراوح درجة إنحدار الحواف من ٢٥° - ٣٨° ، ويتراوح ارتفاعها بين ٥٠ - ٦٠ متراً.

ويأخذ هذا النوع من المنحدرات غالباً شكلاً محدباً في اعلاه ، ومقعراً في اسفله ، اي على امتداد خط التقائه بقاع الوادى أو السهل المجاور له ، (لوحة ٥) ، الا اذا كانت قد تراكمت على سفحه كمية من المواد الصخرية التي انزلقت عليه حيث تتكون منها في هذه الحالة مصطبة صخرية محدبة الشكل ينحدر سطحها تدريجياً نحو قاع الوادي أو السهل بالطريقة التي رايناها في حافات الكويستات الكبرى ، وكما لا تشتمل جوانب الحافات على اي كتل صخرية ضخمة كالتي تنهار من حافات الكويستات الكبرى ، وتوجد الجروف المنتظمة الانحدار بكثرة على جوانب الأجزاء الوسطى لروافد الأودية الرئيسية كما في حافات الروافد الشرقية لوادي العويند ، والشمالية الشرقية لوادي البَّرة والشمالية الغربية لوادي الثرماني. وهذه المجموعة من الحافات تطورت نتيجة عدة عوامل نذكر منها :-

- وجود عدد من الحافات ذات الاتجاهات المختلفة ، والتي قطعت عن طريق نحت الاودية العميقة لها.

- مناطق تقسيم المياه الثانوية لاودية العويند ، والبَّرة والثرماني.

- تآكل الصخور الاقل صلابة على منحدرات السفوح بواسطة الاودية التالية التي نشأت في مواضع الفواصل والصدوع.

جـ - حافات الكويستات الصغيرة :-

تظهر هذه الحافات كتلال منعزلة ، تقع بالقرب من حافات الكويستات الكبرى

والمتوسطة الحجم، وهي منخفضة الأرتفاع يتراوح مناسيبها بين ١٥ - ٢٥ متراً ، وأنحداراتها أقل تتراوح بين ١٥° : ٣٠° وتتوزع هذه الحافات جغرافيا كما يلي :-

على مناطق تقسيم المياه الثانوية وادي العويند والبَّرة وبين الأخير ووادي الثرماني . حيث تظهر تلك الحافات على شكل ضلوع ممتدة من الجنوب الى الشمال بشكل حواجز طولية على منحدرات جوانب روافد الاودية الكبرى في وادي العويند والبَّرة والثرماني (لوحة ٦) .

وتطورت تلك الحافات بان تقطع بعضها في مواضع وتحول الى تلال منعزلة ، كما هو الحال في منطقة الانتقال بين النطاق الجبلي لحافات الكويستات الكبرى والمتوسطة والسهل الفيضي للاودية ، حيث انفصلت أجزاء من مقدمات بعض تلك الحافات وظهرت بشكل مجموعة من الحمر والقور ، من اشهرها تلال حمر العويند وقارة العويند ، تلال حمر البَّرة وقارة البَّرة وتلال حمر الثرماني وقارة الثرماني ، وتوجد هذه المجموعات من اشكال السطح عند مخارج روافد اودية العويند والبَّرة والثرماني . كما توجد تلال كثيرة من هذا النوع في مناطق التقسيم الثانوية بين الاودية الرئيسية في منطقة الدراسة، (شكل ٧) .

ويلاحظ ان معظم السطح الاصلي لحافات الكويستات الصغيرة لم يتقطع تقطعاً يذكر بواسطة التعرية المائية التي استطاعت ان تمزق حافات الكويستات الكبرى والمتوسطة تمزيقاً شديداً ، ولهذا فإن تأثير هذه التعرية على سطحها ينحصر في ناحيتين هما:-

- تكوين مجار ضيقة ضحلة تقطع السطح في اتجاهات مختلفة على حسب الانحدارات المحلية ، وان كان اغلبها يتبع انحدار سطح مجارى الاودية الرئيسية شمال شرقي - جنوب غربي . ونظراً لضعفها وحداثتها فإنها لم تتجمع بعد في نظام واحد من النظم المعروفة للتصريف المائي .

- إزاحة الرواسب الناعمة من سطح الارض المرتفعة نسبياً وتجميع بعضها في

المواضع المنخفضة والمحمية وأهمها المجاري الضحلة الصغيرة مما ساعد على نمو بعض النباتات العشبية فيها وتظهر هذه النباتات بوضوح على السطح بشكل صفوف طويلة يمكن الاستدلال بها على المسارب التي تتبعها مياه الامطار السيلية عند سقوطها.

وتتميز اسطح هذه الحافات باستوائها وعدم تمزقها أيضا مما اعطى للحافات مظهراً أقرب للشكل الهضبي.

٢- الحافات الصدعية : Fault scarps

وتوجد الحافات الصدعية على طول امتداد حافة المنحدر الرئيسي لكوستا طويق الشمالي خاصة عند مواضع الصدع (شكل ٧).

وقد سبق الاشارة الى تعرض مناطق الخشوم (حافات الكوستات) لعدد من الصدوع . وقد نتج عن ذلك أمتداد أسطح حافة الصدع لعدة مئات من الامتار ، تصل في بعض المواضع الى اكثر من كيلومتر كما هو الحال في حافة الصدع الرئيسي لخشم هدباء تبلغ ١,٤ كم.

وتتكون الحافات الصدعية نتيجة لحدوث صدع في الطبقات الصخرية لجبل طويق وصخور ضرما ، وقد نتج عن ذلك تكوين حافات صخرية صدعية تعرضت لفعل عوامل التعرية المختلفة . وعلى ذلك يتركب الشكل العام لهذه الحافات الصدعية من حافات مركبة Composite-Scarps تتكون اعاليها من حافات صدعية Fault scarps ترتبط بتكوين جبل طويق (صخور الحجر الجيري والطباشير) ، بينما تتكون أقدامها من حافات تعرية خط الصدع Erosion line Fault scarps وتشكلت بفعل عوامل التعرية لاجزاء من صخور جبل طويق وصخور طفل ضرما ، ويلاحظ من الدراسة الميدانية للمنطقة وجود عدد من الظواهر الجيومورفولوجية تتميز بها تلك الحافات الصدعية النشأة وهي :

- اسطح عدم توافق بين التركيب الصخري للرمية العلوية للصدع بين حمر

العويندوالرمية السفلية للصدع فى قارة العويند وهكذا بالمثل بين حمر البَّرة وقارة البَّرة وايضاً بين حمر الثرماني وقارة الثرماني.

- وتظهر الواجهات المثلثة الشكل على الحافات الصدعية، وتظهر جوانبها مقشوطة بفعل أودية متعمقة.

- تغطي مخاريط الهشيم وركامات الهشيم حضيض الحافات الصدعية تبعاً لحدوث الصدع (لوحة ٧).

وتجدر الاشارة الى وجود اشكال مختلفة من التلال التي تشبه بعضها التلال المستوية القمم كالهضبية Mesas والتي يطلق عليها محلياً بالقور والحمر مثل قارة البَّرة، قارة وحمر الثرماني، وقارة وحمر العويند، كما توجد اشكال هرمية تعرف محليا بالنصال مثل نصلة الضغينة ونصلة العويند ، ويظهر عدد كبير منها غرب حافة كويستا طويق الشمالي خاصة بالقرب من مواضع الخشوم

٣- الأحواض الجبلية :

وهي مواضع لسهول داخلية بين الكتل الجبلية في منطقة الدراسة، وتراوحت مناسيبها بين (٨١٠ - ٨٣٠ متراً) ويبلغ عددها ثمانية أحواض، وجميع هذه الاحواض تصرف مائيتها نحو احواض التصريف الرئيسية في منطقة الدراسة وهي العويند، البَّرة ، والثرماني شكل (٧).

وتظهر تلك الاحواض الصحراوية الجبلية على شكل شبه دائري، فهي محصورة في مناطق الخشوم التي تقع على حافة المنحدر الرئيسي لكوستا طويق الشمالي. وهذه الأحواض عبارة عن مناطق سهلية مرتفعة غير محددة الجوانب الا أن انحدارها نحو الجزء الادنى من الوادي يتميز بإستواء السطح. وتعمل هذه الاحواض كمستوى قاعدة محلي لجاري الأودية التي تقطع الحافات والكتل الجبلية المحيطة بها ، وتنتشر على سطحها عدد من مخاريط وركامات الهشيم.

وتتميز هذه الاحواض الجبلية بأنها تتخذ غطاً توزيعياً يتفق مع خطوط الصدوع في مناطق الخشوم التي توجد على حافة كوستا طويق الشمالي . ومن الملاحظ أيضا ارتباط بعض هذه الاحواض بالمواضع التي تظهر فيها مكاشف أسطح الطباقية لصخور الطفل والصلصال والحجر الرملي والمارل (تكوين ضرما) .

وقد أوضح (Cotton, 1952, p. 203) بأن التراجع الخلقي للحافات في الاحواض الجبلية اكثر ترجيحا لعملية التخفيض لها وذلك بواسطة عمليات التعرية المائية والتقويض السفلي عند حضيض تلك الحافات . وتمثل الاحواض الجبلية في منطقة الدراسة انها افضل مواقع للرعي الغني بالاعشاب الطبيعية في موسم الامطار ، حيث يرتادها القطعان من الابل والماعز للرعي ، وذلك لارتفاع منسوبها ووفرة نصيبها من الامطار السيلية المتجمعة بها والواردة اليها عن طريق الفجاج والمسيلات والاخوار .

٤ - المصاطب الصخرية Rock-terraces :-

أوضحت الخريطة المورفوبنائية شكل (٧) ، والدراسة الميدانية وجود نوعان من المصاطب على أساس أصل النشأة وتتمثل في المصاطب الصخرية والمصاطب النهرية ، ويلاحظ من دراسة توزيع المصاطب الصخرية في منطقة الدراسة أرتباطها بالطبقات الصخرية الصلبة ، ويتراوح ارتفاعها بين ٧٥٥ - ٧٧٠ متر ، وتبلغ امتدادها بين ١٠٠ - ٢٥٠ متراً . وتتكون رواسب هذه المصاطب من الجلاميد والحصى الكبير الحجم ، ويبلغ متوسط احجامها حواالي ٥٠ ملم وتوجد تلك الرواسب مدفونة في رواسب الرمل والحصى الصغير ، (لوحة ٩) .

ثالثا -التفسير

سبق الاشـارة الي إعطاء صورة شامـلة وموجزة عن أشكـال سطح الارض والتي أوضحتها الخريطة المورفوبنائية لمنطقة الدراسة ، شكل (٧) ، ولكي تستكمل فائدة رسم وتحديد صـورة اشكال السطح الكبـرى او الصغري في مـنطقة الدراسة ، كـان لابد من تحليل العوامل البنيوية والخارجية وأثـرها في التوزيع المكاني لاشكال السطح والخصائص الشكلية التـي تضمنتها تلك الاشكال والعـلاقات المتبادلة بين خطوط البنـية والخصائص الطبيعـية للصخر على الظـاهرات المورفوبنائية لحافـة كويستا طويق الشمـالي بين خشم العويند وخشم الثرماني والمناطق المجاورة الأخرى.

.نستـنتج من دراسة الخـريطة المورفوبنـائية ، شكل (٧) والدراسـة الحقليـة لاقليم الحافة، عوامل التشكيل التي يمكن تقسيمها علي اساس النشأة وأصل الظاهرة الي :-

١- العوامل البنيوية :- وتشمل الخصائص الطبيعية لنوع الصخر وسمك التكوينات الصخرية والتتابع الطباقي للصخر.

٢- العوامل الخارجية :- وتضم عمليات التعرية المائية ، التجوية والرياح.

١- العوامل البنيوية :-

تأثرت حافـة كويستا طويق الـشمالي بين خشم العـويند وخشم الثرمـاني والمناطق المجاورة لها بـحركات الرفع التي نتج عـنها طية محدبـة وحيدة الميل وتتمـثل في جبل طويق ، وقد تأثرت منطقة جبل طويق الشمالي الـتي تقع فيها منطقة الدراسة بالصدوع التي نتجت عن هذه الحركة والتي ظهر بعضهـا عمودياً علي الاتجاه الرئيسي لحافة طويق الشمالي ، اذ تصنع معها زاوية قائمـة ويكون اتجاهها شرق- غرب ، غرب -شرق كما هو الحال في مواضع الخشوم بالحافة الغربية لجـبل طويق الشمالي مثل خشم الحسياني ، خشم البلديـة ، خشم العويند ، خشم البَـرة ، خشم الثرماني ثم خـشم التراب . اما

الاتجاه الأخر للصدوع فيكون مار تقريبا لبنيـة القوس المركزي لحافة طويق الشمالي حيث تتجه خطوط الصـدوع نحو الشمال الغربي - الجنوب الشرقـي ، اما البعض الآخر من الصدوع واتجاهها شمال شرقي - جنوب غـربي فهو يصنع زاوية حادة مع بعض أشكال السطح ممثلة فـي خطوط الصدع في التلال وأراضي مابين الاوديـة ، ومن أهم العوامل البنيـوية أيضاً والتي لعبـت دوراً أساسياً في تكويـن اشكال السطح في منطقـة الدراسة مايلي :-

أ- الخصائص الطبيعية لنوع الصخر :-

يظهر مـن دراسة الخريطة الجيـولوجية شكـل (٣) والدراسة الحقليـة ، أن صخور الحافة تتكون من الصخور الرسوبية (حـجر جيري ، طباشيري ، طفل ، طين ، حجر رملي). وتلعب هذه الصخور دوراً هاماً في شكـل السفح وينتج عن تنوع الصخور في الحافة الي وجود اختلافات في طبيعة الصخر ومـدي مقاومته لعمليات التعرية ، فعلي سبيـل المثال الصخور الجـيرية والطباشـيرية التي تكون الغـطاء الصخري تتوج بـه حافة كويستـا طويق الشمالي والـتلال المنعزلة في منـطقة الدراسة ، وترتبط بـجروف شديدة الانحدار ، كما ترتبط صـخور جروف الحافة والتلال بوحدة سفح مستـقيمة وهي قسم الدرجة القصوي ، بينما يشكل صخور الـطفل والطين الاجزاء السفلية وهي توجد عند اقدام الحافة والتلال المـنعزلة ، والتي ترتكز عليها صخور جـروف الحافة ، وترتبط هذه الصخور عـند اقدام الحافة بوحدات سـفح مقعرة ، وربما يرجع هذا الأرتـباط بوحدات سفوح معينة الي اختـلاف طبيعة ونوع الصخر وطريقة تفككه ودرجة مـقاومته لعمليات التعرية ؛ فالـصخور الجيرية والطباشيـرية لجروف الحافة والتلال تتفكك الي كـتل كبيرة الحجم تتراوح اقطارها مابين (٥, ٠ - مترين ٩ ، بينـما يتفكك الطفل الطيني الي أحجام صغيرة تتراوح اقطارها بين (٥ - ١٠ سنتمترات) ويؤثر هذا التفكك في زوايا الانحدار أيضاً.

ويلاحظ كثرة الفواصل والشقوق والشروخ في صخور جروف الحافة والتي تتراوح

اطواله بين (٠,٥ - ٣ متر) بينما في صخور الطفل والطين والحجر الرملي تصل بين (٥-١٥ سنتمتراً) ، وتبعا لذلك فان حجم الكتل الصخرية الناتجة عن التفكك تتباين حسب حجم الفواصل والشقوق والشروخ ، كما يساعد ذلك علي سهولة تسرب المياه علي السطح العلوي لجروف حافة كويستا طويق الي اسطح الطباقية لصخور الطفل والطين عند اقدام الحافة ، مما يؤدي الي حدوث الانزلاقات والسقوط الصخري في مواضع من الحافة والتلال والتي عرفت بحافات الانزلاقات الأرضية والسقوط الصخري.

ب ـ سمك التكوينات الصخرية :-

إن اختلاف سمك الطبقات الصخرية يؤثر علي طول المسافة الأرضية التي تغطيها وحدات السفح المختلفة ، حيث تتشكل الجروف كوحدات سفح مستقيمة في صخور الحجر الجيري والطباشير والتي تشغل اطوالها نسبة ٦٨٪ من النسبة الكلية لحافة كويستا طويق في منطقة الدراسة ، بينما تشغل وحدات السفح المقعرة نسبة أعلي من اطوال السفوح في منطقة الدراسة حيث تبلغ حوالي ٣٢٪ وترتبط بصخور الطفل والطين والحجر الرملي ، (شكل ٤).

ويتبين من دراسة القطاع الجيولوجي للتتابع الصخري في حافة طويق الشمالي في منطقة الدراسة وجود فئتين من الصخور المختلفة التفاعل الكيميائي وهما :-

- فئة الصخور قليلة التفاعل الكيميائي ، وهي نضم الصخور السيليكية أساساً من الطفل والطين والحجر الرملي وتشغل حوالي ٢١,٥٪ من النسبة الكلية للتتابع الصخري للحافة.

- فئة الصخور متوسطة وعالية التفاعل وهي فئة اللاسيليكات وعمادها أساساً في المنطقة صخور الحجر الجيري والطباشير والجبس والمارل الكلسي والدولوميت ، وتبلغ النسبة حوالي ٧٨,٥٪ ، وهذه الفئة مسئولة عن المكونات المختلفة من القشور الكلسية والحديدية وغير ذلك في منطقة الدراسة.

والواقع ان هذه العوامل البنيوية قد أثرت على شكل الحافة من حيث تنوع أشكال السطح المرتبطة بالبنية وكذلك أثرت الخصائص البنائية للصخر وخطوط البنية علي اتجاهات خطوط التصريف للاودية ، وعلي اشكال سفوح الحافة والتلال . وهكذا فقد مهدت هذه العوامل علي نحو ماسبق ذكره من التطور المورفوبنائي لاقليم الحافة في منطقة الدراسة ، والمناطق المجاورة لها . كما ساعدت العوامل الخارجية في تشكيل مناطق الضعف البينوي والتي تخيرتها عوامل التعرية من النحت والتقويض السفلي .

٢ - العوامل الخارجية :-

تشير دراسة الخريطة المورفوبنائية الي ان العوامل الخارجية قد لعبت دوراً في تشكيل حافة كويستا طويق الشمالي وهي ممثلة في المياه الجارية وعمليات التجوية والرياح .

وتوضح الخريطة المورفوبنائية لحافة كويستا طويق الشمالي في منطقة الدراسة عدداً من الظاهرات الناتجة عن فعل المياه الجارية ، شكل (٧) وهي تدل علي ان المياه الجارية كانت عامل التشكيل الخارجي الرئيسي الا ان العوامل البنيوية قد اثرت علي الخصائص الشكلية لبعض الظاهرات كما يلي :-

أ - اثرت خصائص الطية المحدبة وحيدة الميل في أنواع المجاري المائية التي تشق مجاريها حافة كويستا طويق الشمالي بمجاري عكسية obsequent streams والتي تتبع اتجاه عكس ميل الطبقات وكذلك مجاري تالية subsequent streams وهي تشق مجاريها خلال خطوط الضعف البنيوي ، وتصب هذه المجاري في مجري رئيسي يتفق مع الصدع العمودي الذي يتعامد علي محور الطية المحدبة وحيدة الميل مكوناً ثلاثة اودية راسية وتتفق مع اتجاه عكس ميل الطبقات ومي اودية عكسية - تالية subobsequent streams .

ب - شكلت جروف بعض هذه الحافة أودية قصيرة وعميقة والتي تنتهي عند اقدام الحافة في مراوح غرينية أو سبخات وهي رواسب مائية .

جـ - أثرت حركة الرفع (صدع البرة) في وجود نوعين من المراوح الغرينية

المختلفة النشأة ، حيث تفصل التلال المنعـزلة بين المراوح الغرينية القديمة عند اقدام الحافة والمراوح الغرينية الحديثة عند اقدام التلال المنعزلة .

ء - ان سفوح بعض التلال أو بعض الجروف الثـانوية لحافات الانزلاقات الأرضية والسقـوط الصخري تتخـذ الشكل المحدب والمقـعر الذي لا يتكون الا بواسـطة الجريان المائي .

هـ - يلاحظ وجـود بعض فجوات الاذابة المـليئة بالمواد غـير القابلـة للذوبان من الحصي والبريشيا علي سفوح الحافة .

ولكن يجب ان نشير في هذا الجزء الي انه عـلي الرغم من أهمية دور المياه الجارية في تشكيـل الحافة مثل وجـود حافات تعريـة خط الصدع Fault line erosion scarps والتي تظـهر علي شكـل حافات شبـه سلميـة . فان الجروف الـتي تمثل الاجزاء المستـقيمة اثرت علـي طبيعة الجريـان المركز علي جبهـة حافة الكويسـتا وتحول الجريان الي النـوع غير المركز عند اقـدام الحافة . كما أن سيـادة السفوح السلميـة وشبه السلمية ترتبط بتباين صلابة الصخور التي تتكون منها الحافة . ويدل زيادة طول وحدات السفح المسـتقيمة عـلي ان الجريان المائي الذي حدث نـي منطقة الدراسة لم يـكن وفيراً وليس مستمراً طوال الـعام بل كان محدوداً في كميته وفصليـا في جريانه . وهذا يشير الي ان المناخ كان شبـه جافا منذ بداية تشكيل الحـافة حتي حلول فترة الجـفاف الحالية، وهذا يتفـق مع الخصائص المورفـوتكتونية لحـافات الكويسـتات في المناطق الصـحراوية الأخري كما هو الحال في منخفض سيوه بالصحراء الغربية في مصر (نبيل سيد امبابي، ١٩٧٧ ، ص ص ١٤-١٥) .

أما عمليـات التجوية ، فـقد أوضحت الدراسات الحـقلية انه قد نتج عـنها ظاهرة رئيسية في الحافـة وهي تقويض جروف الحافة . ويتم التقويـض عن طريق تسرب المياه السطحية عبر الفـواصل والشقوق في الصخور الجيرية الي ان تسـتقـر علي سطح طباقية غير مـسامي نسبيـا مثل طبقات الطين والـطفل والمارل . وتبقي الميـاه هكذا الي ان تجد

مخرجـا الي سطح الارض يؤدي خروج الميـاه وتركزها عند مـنطقة الاتصال بين طـبقة الصخور الجيرية العلوية وطبقة الطين السفلية الي زيادة فعالية التجوية لهذا الجزء وانهيال المواد الناتجة بصفة مستمرة تاركة الجزء الـعلوي الذي يتكون من الصخور الجيرية معلقا ، وبمرور الوقت ينمو هـذا الجزء المعلق ويزداد تفككه وتحلله هـو الآخر الي ان تأتي لحظة يسقط فيها هذا الجزء بـأكمله او ينهار السفح مباشرة أو تتدحرج وتستـقر علي مسافة ما وسط السفح أو عـند اقدامه ، ويمكن ان يبقي هـذا الهشيم في مكانه عـند اقدم جروف الحافة والتلال مكونا مخاريط وركامات الهشيم الي ان تزيله المياه الجارية الفصلية الجريان عندما كان المناخ شبه جافا ، ثم ترسبه الأودية عند أقدام الحافة علي شكل مراوح غرينية أو في السـبخات وهي المـراحل الأخيرة لتـشكل أقدام الحـافة والتلال · وبـتكرار هذه العملية بصفة دورية تراجعت سفوح الجروف الغربية لحافة كويستا طويق الشمالي وكذلك سفوح التلال ·

أما عن دور الرياح كعامل من عوامل التشكيل فقد أقتصر علي الآتي :-

أ- إزالة المواد الدقيقة الناتجة عن عمليات التجوية أو المشتقة من الرواسب المائية ·

ب - قامت بنحت بعض الظـاهرات الدقيقـة في قاعدة الكتـل الصـخرية للحافة والتـلال المنعـزلة مثل التخديد Fluting ·

جـ - وجود بعض الرمال التي تـتخذ شكل فرشات رملية صغيـرة المساحة وتظهر بعض اشكال النبـاك الصغيرة الحجم فـي هوامش الأودية ولا يتعدي طولهـا عن بضعة امتار وارتفاعها أقل من نصف متر ، ويدل ذلك علي ان الرياح قد ساهمت بدور ثانوي في تشكيل الحافة ·

رابعاً - النتائج

يمكن من دراسة الخصائص الجيولوجية واشكال السطح وعوامل التشكيل رسم صورة للتطور المورفوبنائي لحافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني ، ونوجزها فيما يلي :-

١- ان العوامل البنيوية قد لعبت دوراً أساسياً في أصل ونشأة حافة كويستا طويق الشمالي ، واشكال السطح المرتبطة بها ، فالحافة تكونت في طية محدبة وحيدة الميل لجبل طويق الشمالي والتي تتجه محورها الرئيسي من بنية القوس العربي المركزي نحو الشمال - الجنوب ، ويعني ذلك ان البنية الأقليمية قد حددت الموضع الحالي لحافة الكويستا في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة لها من ضرما جنوبا حتي ثادق شمالا .

٢- وجود تطابق كبير بين الشكل العام لحافة الكويستا وشكل الطية المحدبة وحيدة الميل بحيث تبدو أبعاد هذه الطية وكأنها قد انطبعت علي الشكل العام للحافة .

٣ - اثرت البنيات المحلية من صدوع رئيسية وثانوية علي نشأة حافات صدعية في مواضع الخشوم من حافة الكويستا والتلال المنعزلة ، وقد ساعد ترتيب الطبقات الصخرية لمكاشف الحافات والتلال علي زيادة مقاومة الصخور الصلبة ؛ كجروف الحافة والتلال والتي تتألف من صخور جيرية وطباشيرية ، لعوامل التشكيل الخارجية ، وبالتالي بقاء هذه الاجزاء الصلبة كجروف وتلال بارزة مكونة السطح العلوي للحافة كواجهة حرة (Free-face) وغطاء صخري في قمم التلال المنعزلة من قور وحمر ونصال .

٤ - أثر ميل الطبقات علي نشأة أودية عكسية تتبع اتجاه عكس ميل الطبقات لحافة الكويستا كما هو الحال في الأودية الرئيسية وروافدها والتي تقطع جبهة الحافة وتنحدر تجاه الغرب . بينما انعكس خطوط الضعف البنيوي على نشأة أودية تالية والتي كونت والاودية العكسية شبكات التصريف لحافة الكويستا .

٥ - نشأة مجموعة من الحافات المختلفة النشأة بنيوياً فبعضها يرجع للبنية الاقليمية

كحافة كـويستا طويق الشمـالي وبعضها أرتبط بنشـأة البنيات المحلية كالصـدوع كما هو الحال في الحـافات الصدعيـة عند مواضع الخشـوم علي حافة الـكويستا وهنـاك حافات ارتبطت بحركة المواد الصخرية والخصائص الطبـيعية للصخر وتضم حافات الانزلاقات الارضية وسقوط الصخر.

٦- تضافرت عوامل التشـكيل البنيوية والخارجية في نشأة حافات مـورفوبنائية مثل حافات تعرية خط الـصدع في مواضع الخشوم وحافات أودية الطيـة المحدبة وحيدة الميل كما في مجموعة حافات الكويستات الثانوية والتلال المنعزلة.

٧ - ساعد التتابع الطباقي لصخور الحافة علي وجود نوعين مختلفين من الصخور تبعا لعوامل التعرية ، حيث تتكون جروف الحافـة من صخور جيرية (فئة اللاسيليكيات) وهي صخـور قابلة للذوبـان بواسطة المياه ، بيـنما تشكلـت صخور اقدام الحـافة من صخور الطفل الطيني والحـجر الرملي (فئة السيليكات) وهي تساعـد علي تجميع المياه الجارية الناتجة عن الامطار علي سفوح الحافة وجـروفها في اتاحة الفرصة لتكوين المراوح الغرينية والسبخات عند اقدام الحافة.

٨ - يتميز الـتتابع الطباقي بسيـادة الصخور الجيرية في صـخور الحافة الا ان هذه الصخور الجيرية تتبايـن ليثولوجيا وبالتالي في درجة مقاومتها لعـوامل التشكيل الخارجية مما نتج عنه سفوح سلمية تتابع فيها وحدات أقـسام مستقيمة (اقسام الدرجة القصوي) وتظهـر في الجروف الشديـدة الانحدار ووحدات عنـاصر مقعـرة وتوجد في الصـخور الطفلية والطينية والحـجر الرملي الكلسي ، بينما تظهر السفوح شـبه سلمية في مواضع من الحافـة عند مناطـق حافات الانزلاقـات الارضية والسـقوط الصـخري حيث تـتابع وحدات من العناصر المحدبة والمقعرة علي سفوح الحافة السلمية الشكل.

٩ - وجود التـلال المنعزلة مـن قور وحمر ونـصال دليل علـي أستمرار الـتراجع المتوازي لجروف حافة كويستا طويق الشمـالي ، حيث يتناقص قسم الدرجة القصوي أو الوحدات المستقـيمة العليا والسفلي (سـطح البيدمنت) ونمو مطرد للعناصـر المقعرة عند

اقدام الحافة وحضيض الجروف .

١٠- يتفق هذا التطور المورفوبنائي لحافة كويستا طويق الشمالي بخصائص أخري مشابهة لها باستخدام اسلوب النظائر الارضية Terrain analogues ، كما هو الحال في التطور المورفوبنائي لحافات الكويستات داخل المملكة وخارجها ، علي سبيل المثال لا الحصر كما في كويستا جبل الهيت (ليلي عبد العزيز القاسم ، ١٩٩٣) ، وفي مصر العديد من الدراسات مثل دراسة (Abu EL Enin, 1966) لكويستات جبل المغارة شمال سيناء ، وحافات كويستات منخفض الخارجة (Embabi, 1967) ونتائج دراسته للخريطة المورفولوجية لمنخفض سيوه (نبيل سيد امبابي ، ١٩٧٧) ، ودراسة (محمد صفي الدين ابو العز ، ١٩٧٧) لحافات كويستات منخفضات الصحراء الغربية في مصر ، ودراسة (جوده حسنين جوده ، ١٩٧٨) لحافات كويستات الصحراء الغربية في مصر أيضا ، ودراسة (Embabi & EL Kayali, 1979) للخريطة المورفوتكتونية لمنخفض البحرية ، ودراسة (محمود عاشور ، ١٩٧٩) لحافات الجزء الاوسط لجبل نفوسة في ليبيا ثم دراسة تطور الحافات في كويستات الفالج وأم رجام في وسط الاردن (يحيى عيسي فرحان، ١٩٨٠).

اولا : المصادر

١- الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠ (١٩٧٩) : لوحة مربع طويق الشمالي ، رقم (SAC-V-MG) مصلحة المساحة الجيولوجية الامريكية ، المملكة العربية السعودية ، الرياض.

٢- الخرائط الطبوغرافية التفصيلية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ ، (١٩٨٢) : لوحات العويند ، البَّرة ، رغبة ، الثرماني ١ ، ٢ وثادق ، وزارة البترول والثروة المعدنية ، ادارة المساحة الجوية ، المملكة العربية السعودية الرياض .

٣-الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ ، (١٩٨٦) : لوحتي المجمعة وضرما رقم ١١-٣٨ NG و١٥-٣٨ NG علي التوالي ، وزارة البترول والثروة المعدنية ، ادارة المساحة الجوية ، المملكة العربية السعودية الرياض.

٤- لوحات الموزايك مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠، (١٩٨٨) وعددها ست لوحات.

ثانيا : المراجع العربية :

١- أبو بكر محمد بن القاسم الانباري (١٩٦٣) : شرح القصائد السبع الطوال الجاهليات ، تحقيق عبد السلام هارون ، القاهرة .

٢- أحمد الوشمي (١٩٨١) : جيمورفولوجية منطقة ضرما ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة الإمام محمد بن سعود الاسلامية ، الرياض .

٣- جودة حسنين جودة (١٩٧٨) : دراسات في جيومورفولوجية الصحاري العربية - طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، الطبعة الاولي ، ص ص ٤٣ - ٤٧٢ .

٤- جودي . أ . س وولنكسون ، ج . س (١٩٨٠) : بيئ الصحاري الدافئة ، ترجمة علي علي البنا ، وحدة البحث والترجمة ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت .

٥- عبد الله يوسف الغنيم (١٩٨١) : أشكال سطح الارض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، ص ص ١ - ١٥٨ .

٦- عبد الله يوسف الغنيم (١٩٨٣) : أقليم الجزيرة العربية ، بين الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، ص ص ١ - ١٣٨ .

٧- ليلي عبد العزيز القاسم (١٩٩٣) : جيمورفولوجية المنطقة الواقعة بين الرياض والخرج ، جبل الهيت ووادي السلي ، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتواره غير منشورة ، كلية التربية للبنات ، الرياض .

٨ - محمد صفي الدين ابو العز (١٩٧٧) : مورفولوجية الأراضي المصرية ، دار النهضة العربية ، القاهرة .

٩ - محمود محمد عاشور (١٩٧٩): الجزء الاوسط من حيل نفوسة وسهل الحفارة ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس.

١٠- نبيل سيد امبابي (١٩٧٢) : أشكال السفوح ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الخامس ، ص ص ٧٤-٩٥.

١١- نبيل سيد امبابي (١٩٧٧) : خريطة مورفولوجية لمنخفض سيوه ، ندوة بحوث واحة سيوة ، جامعة عين شمس ، ص ص ١-١٨.

١٢- هيا محمد صالح العقيل (١٩٩٤) : حوض وادي البَرة ، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية للبنات ، الرياض.

١٣- يحيى عيسي فرحان (١٩٨٠): التطبيق الهندسي للخرائط الجيومورفولوجية ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، ص ص ١-٧٣.

١٤- يوسف تونسي (١٩٦٤) : معجم المصطلحات الجغرافية ، دار الفكر العربى، القاهرة.

ثالثا : المراجع الأجنبية :

1- AL Sayari, S. and Zötl, , J.G. (1978): Quaternary Period in Saudi Arabia, Springer-verlage, Wien, New York.

2- Ashour, M. M. and EL-Kassas, I. A. (1984): Geomorphological Mapping of Qatar Peninsula Using Landsat images. Presented at International Conference on Remote Sensing for Resource Management and Environmental Planning, Bayreath, West Germany.

3- Ashour, M. M. and Embabi, N. S.. (1986): Geomorphological Map of Qatar Peninsula . Presented at the Twentieth International Symposium on Remote Sensing of Environmental , Nairobi, Kenya.

4- Bloom, A. L. (1978) : Geomorphology, A Systematic analysis of late Cenozoic land forms, New Gersey.

5- Cook, R. U. and Doornkamp, J. C. (1977): Geomorphology in Environmental Management, Clarnedon Press Oxford.

6- Cook, R. U. and Warren, A., (1973): Geomorphology in Desert, Batsford, London, California Unvi.

7- Cotton, G.A. (1952): The Erosional Grading of Convex and Concave Slopes, Geog. J., 118, 197 - 204.

8- Corps of Engineers, (1959) : A technique for preparing desert terrain analogs, Technical Report, No. 3-506, U.S. Army Engineer Waterways Experimental Station, Vicksburg.

9- Demek, J. 9ed). (1972): Mannual of Detailed Geomorohological Mapping, Academia Prague, 368 p.

10- Embabi, N. S. and EL Kayali, M. A. (1979): A Morpho-Tectonic Map of the Bahariya Depression, Egypt Geol. Surr. Ann., V. IX, pp. 179-183.

11- Fairbridge, R. W. (ed). (1968): Encyclopedia of Geomorphology, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., New York.

12- Gellert, J. F. (1969): The System of the Morphogenesis and Morphogentic Classification of the Earth Surface Forms as the Basis of the Conception of Geomorphological Maps, Studia Geographica (Brno), 4, pp. 32-36.

13- Mabbutt, J. A. (1977): Desert Landforms, An Introduction to Systematic Geomorphology, Vol. II, Cambridge, Massachusetts.

14- Mohammed, M. R. (1986): Jointing and Airphoto Lineation in Jurasic Limestone formations of AL-Adiarb Area, Tuwayq Mountain: Adjacent to Ar Riyadh, Saudi Arabia, Int. Geol. Part IIV, Cardiner John Wiley & Sons, New York.

15- Powers, R. W., Ramirez, L. F., Redmonnd, C.D. and ELberg, J. P., (1966): Geology of the Arabian Peninsula Sedimentary Geology of Saudi Arabia, Geol. Surv. Prof., paper 560, D.U.S. Government Printing Office, Washington.

16- Savigear, R. A. G. (1965): A technique of Morphological Mapping, Ann. Assoc. Am. Geogrs., 53, pp. 514-538.

17- Schyfsma, E., (ed). (1978): Cuesta Region of the Tuwayq-mountains, in Quaternary Period in Saudi Arabia, Al Sayari, S.S. & Zotl, J. G. (Ed), Berlin, pp. 194-202.

18- Small, R. J. (1980): The Study of Landforms, A text book of Geomorphology, nd edit, Cambridge Univ. London.

19- Smith, D. I., Atkinson, T. C. and Drew, D. P. (1976): The Hydrology of Limeston Terrains, in T. D. Ford and C. H. D. Culling Ford (eds), The Science of Speleology, Academic Press, London, pp. 179-212.

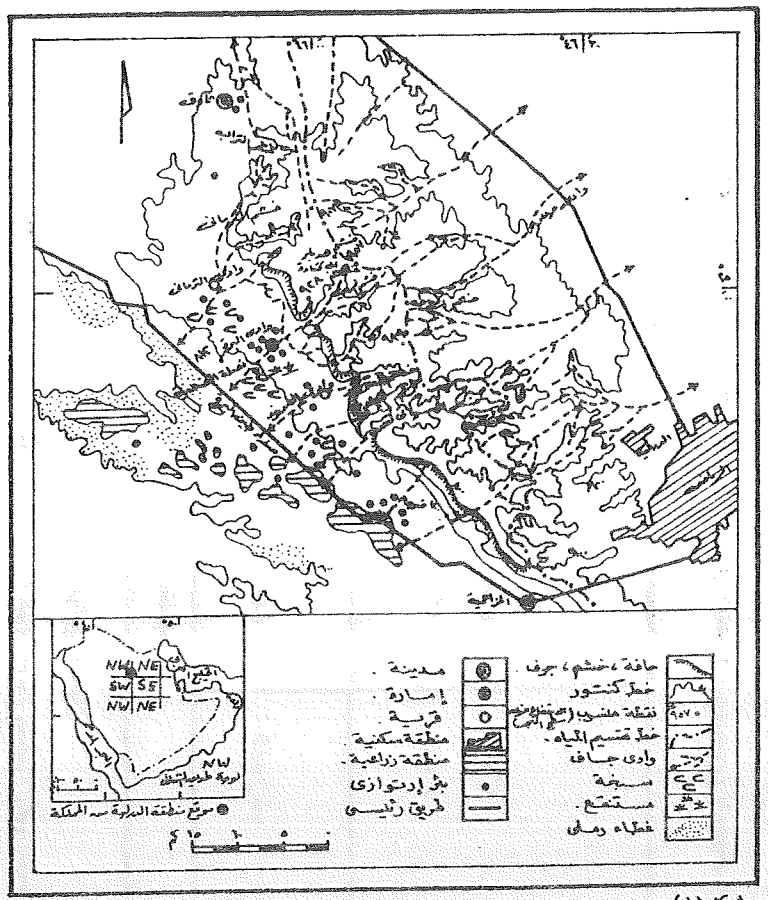
20- Verstappen, H. th and Van Zuidan, R. A. (1975): The ITC System of Geomorphological Survey. Enschede, The Netherland.

21- Young, A. (1972): Slopes, Oliver and Boyd, Edinburgh.

جدول (١) اتجاهات ونسب اطوال البنية (الالتواءات والصدوع) والشكل لاقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني في المملكة العربية السعودية

الاتجاه / المقارنة	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
	نسب اطوال الاتجاهات ٪							
البنية	٣٢,٢	٢٨,٣	٨,٥	-----	-----	-----	٦,١١	١٩,٤
الشكل	٦,٦	١٩,٩	١١,٣	٥,٤	٣,٩	٤,٠١	٦,٢٢	١٤,٧

المصدر :- تم حساب الاتجاهات ونسب اطوالها من الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠ ولوحات الخرائط الطبوغرافية ١ : ٥٠,٠٠٠ ولوحات الموزايك مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠

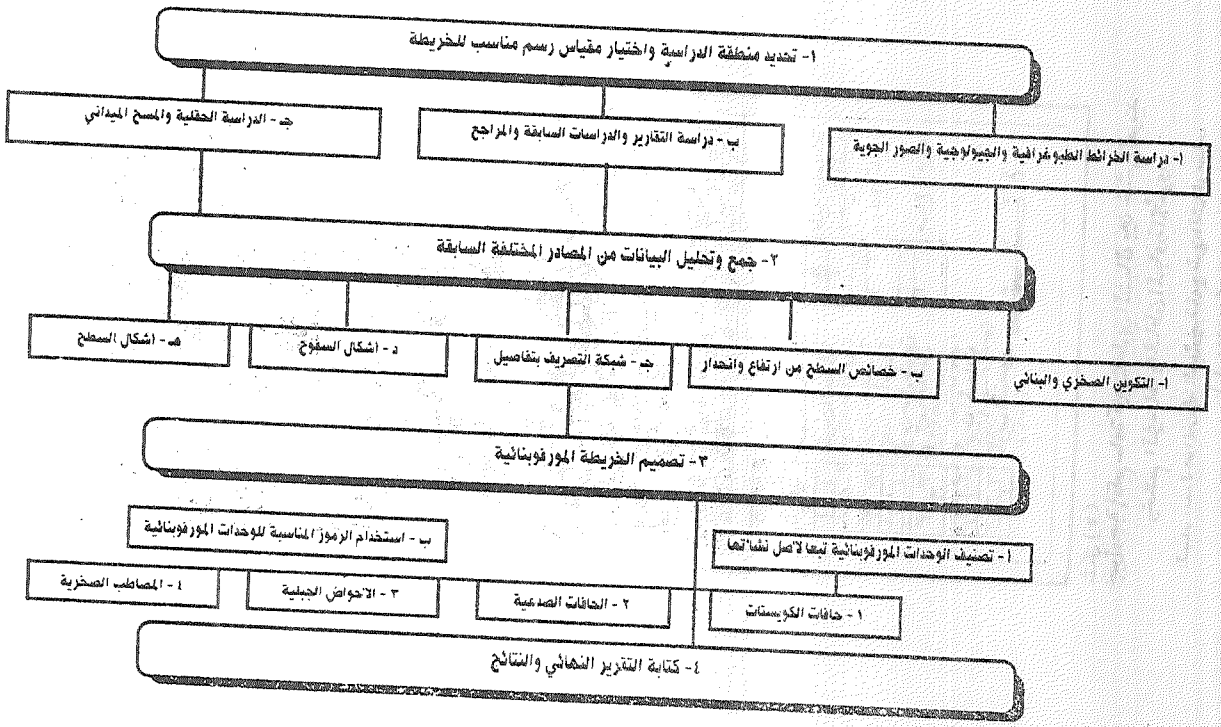


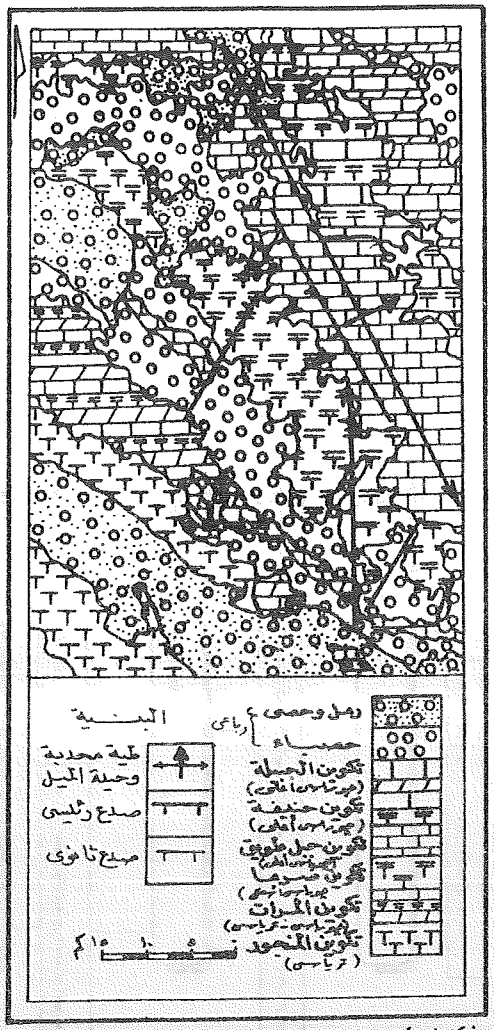
شكل (١)

الخريطة الطبوغرافية لإقليم حافة كويستا طويق الشمالى وموقع منطقة الدراسة بين خشم العويند وخشم الثرمان فى المملكة العربية السعودية

المصدر : الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠

شكل (٢) مراحل إعداد الخريطة المورفوبنائية لاقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرماني





شكل (٢)

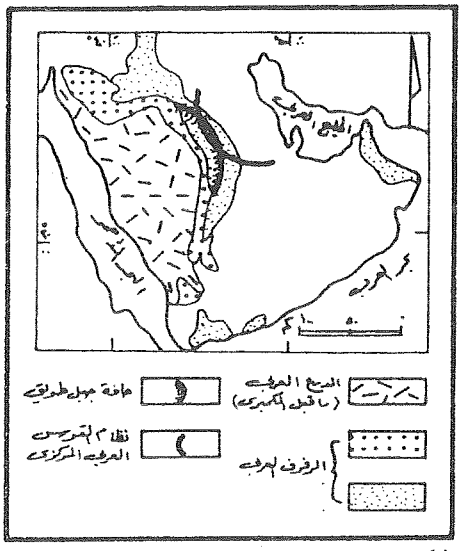
جيولوجية إقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثمامة والمناطق المجاورة الأخرى

المصدر: معدل عن الخريطة الجيولوجية لمدينة طويق الشمالي مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠

الوحدات الزمنية			الوحدات الصخرية				
الزمن	العصر	الفترة	التكوين الصخري	الرمز	التتابع الصخري	السمك بالمتر	٪
	الجوراسي الأعلى	البكسفوردية الكالنوفية	حجر جيري جلابي الطريف		حجر جيري انانيتي نقي (المجموعة العليا)	٥١,٨	١٧,٤
					راتة سد الحجر الجيري الدوغمي التصنيفية تتداخل معظم الطبقات سد الحجر الجيري النقي والطباشير	٤٢,١	١٤,٣
					حجر جيري سارسي تتخلله طبقات سد الطفل والدولوميت (الكالكارنيت) (المجموعة السفلى)	١٠٩,١	٣٦,٧
	الجوراسي الأعلى	الكالنوفية بالأردن	ضريبة الكهف (خشم الحياني)		طبقات سد الطفل داكنة أو سائكة اللون صفار تتبدى على كلس ، صابة .	٤٧,٨	١٦,١
					حجر جيري وطباشير ، سارسي ، عقد كتلية ، شعير جيد التصنيف	١٩,٢ ٦,٧	٥,٤ ٢,٢
			ضريبة الدرجول		قطاع سد الجيرانات الصخرية . حجر جيري انانيتي وطباشير وراتة سد الجبس ، كثرة الفراغات والشروخ الطفل وصلصال أحمر ، جبس ، ورمل وكيمان جيرية .	١,٧ ١٢,٨ ٧,٨ ٠,٥	٠,٦ ٤,٦ ٢,٦ ٠,٢

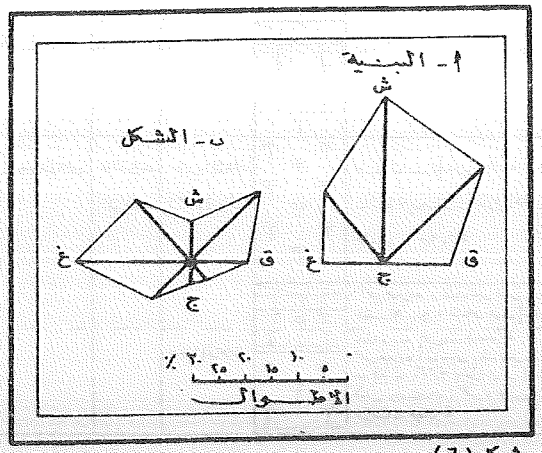
شكل (٤) التتابع الصخري لحافة كويستا طويق الشمالي ، خشم الحسياني .

المصدر : معدل عن (Powers et al , 1966 , pp . 123 - 132)



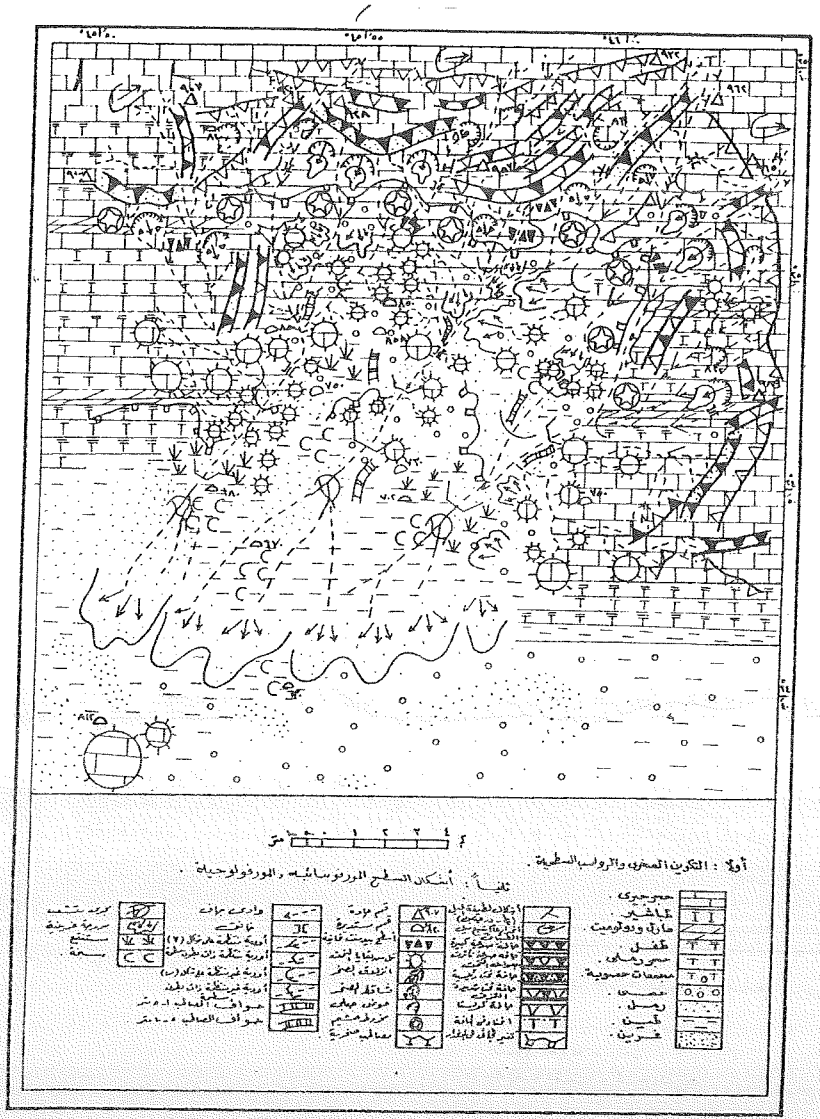
شكل (٥)
الأقسام البنائية الرئيسية في المملكة العربية السعودية

المصدر: معدلة عن:
1- AL Sayar, Zobi, 1978, p.13.
2- Mohammad, M.R., 1985, P. 360.



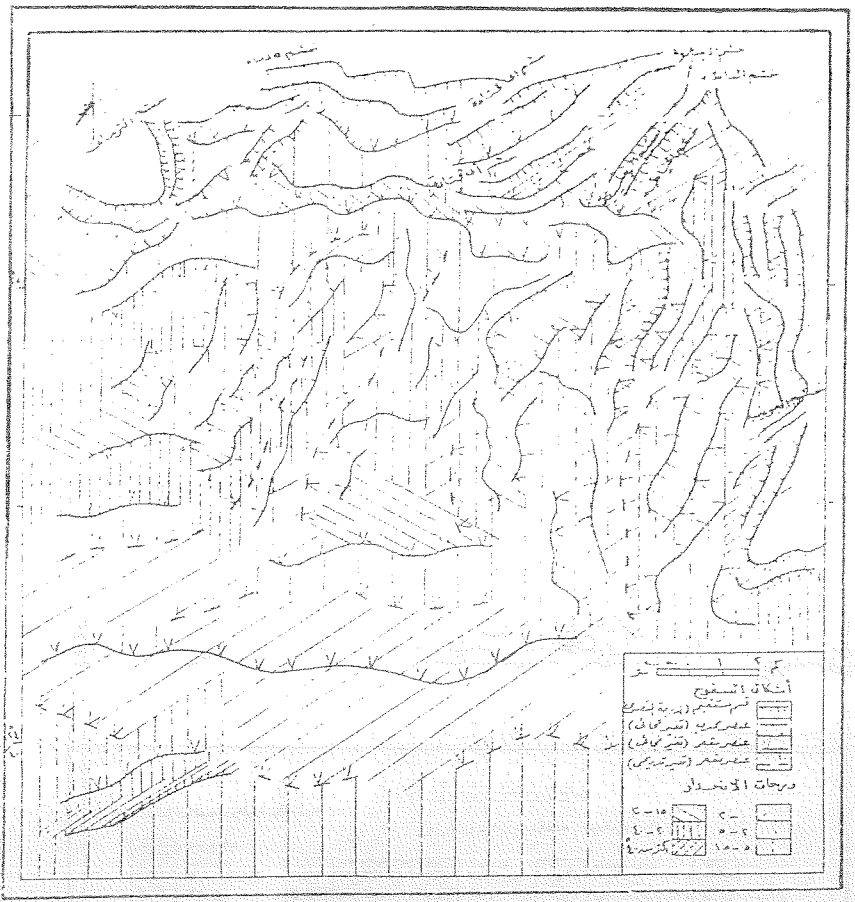
شكل (٦)
نسب اتجاهات البنية والشكل لإقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثمامة.

المصدر: تم حساب الاتجاهات وأطوالها من الخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية، لوحة طويق الشمالي بمقياس الرسم لكل منهما ١ : ٥٠٠,٠٠٠



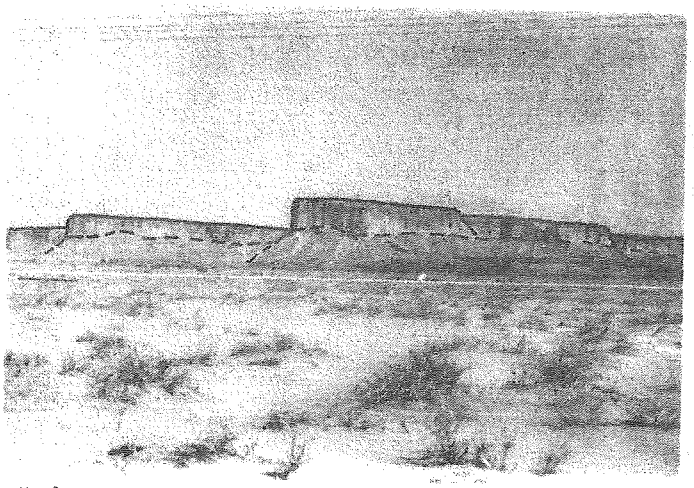
شكل (٧) الخريطة المورفوبنائية لإقليم حافة كويستا علوبق الشمالي بين خشم العويند وخشم الشماف في المملكة .

المصدر : ١. الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠ .
٢. الخرائط الطوبوغرافية والصور الأمتياس ١ : ٥٠,٠٠٠ .
٣. الدراسة الحقلية والمسح الميداني .

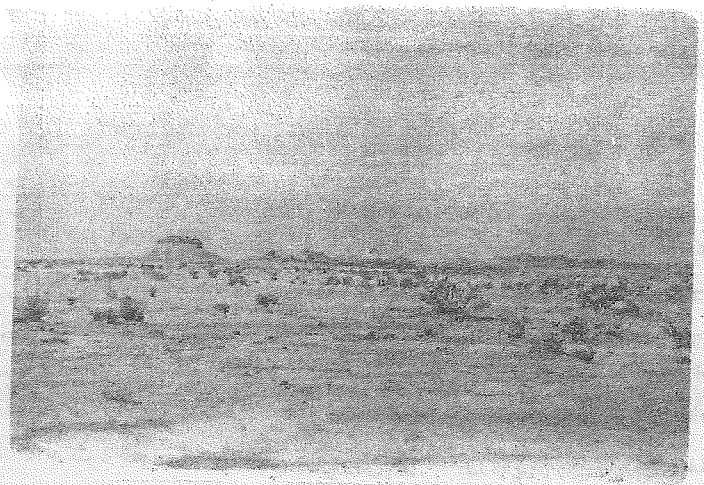


شكل (٨) أشكال السفوح في إقليم حافة كويستا طويق الشمالي بين خشم العويند وخشم الثرمان

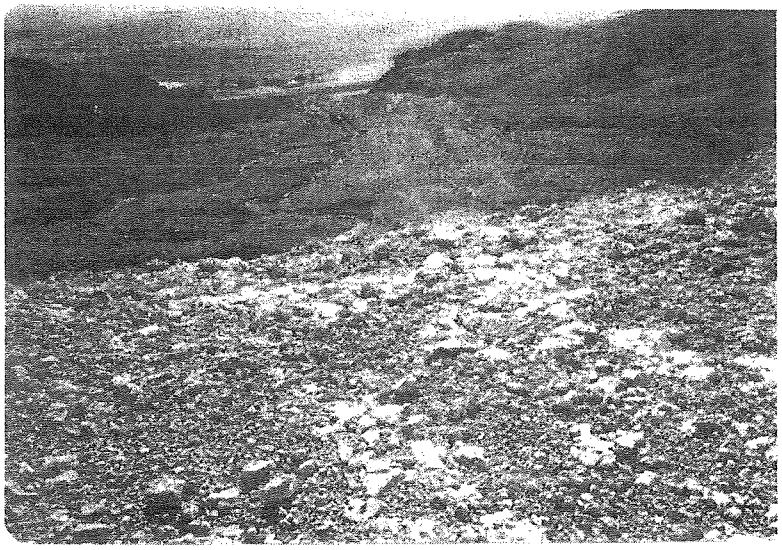
المصدر: ١- لوحات الخرائط الطوبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠
٢- الصور الجوية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠
٣- الدراسة الحقلية والمسح الميداني



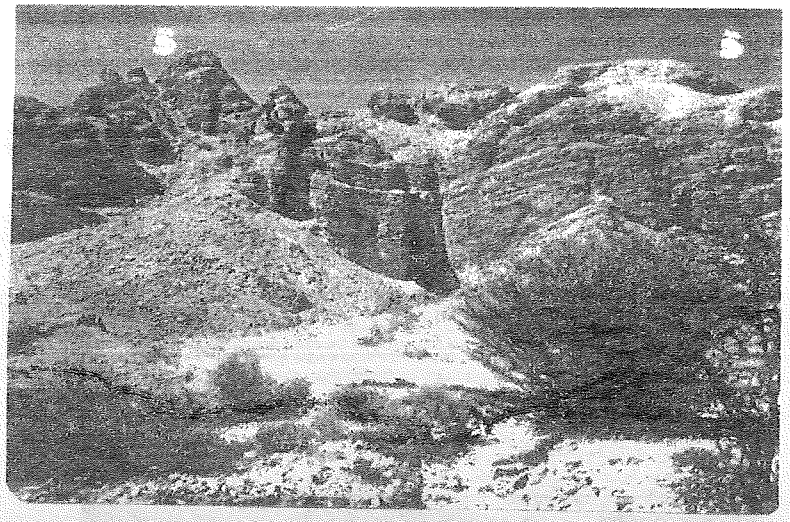
لوحة ١: حافة الكويستا السلمية فى اقليم حافة كويستا طويق الشمالى عند خشم البرة ، وتظهر الوحدات القصيرة فى أعلى الحافة كجروف شديدة الانحدار تنتهى عند اقدامها بوحدات طويلة مقعرة الشكل ، ناظرا تجاة الشرق



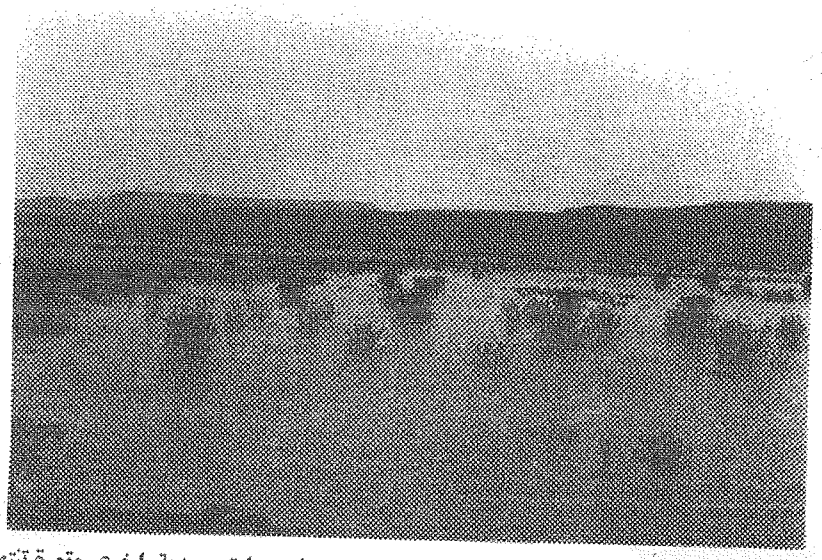
لوحة ٢ :تكون التلال المنعزلة نتيجة تراجع حافة كويستا طويق الشمالى ثم تتحول تلك التلال مع استمرار التعرية الى اشكال هرمية او تلال مستوية القمم ناظرا تجاة الشمال



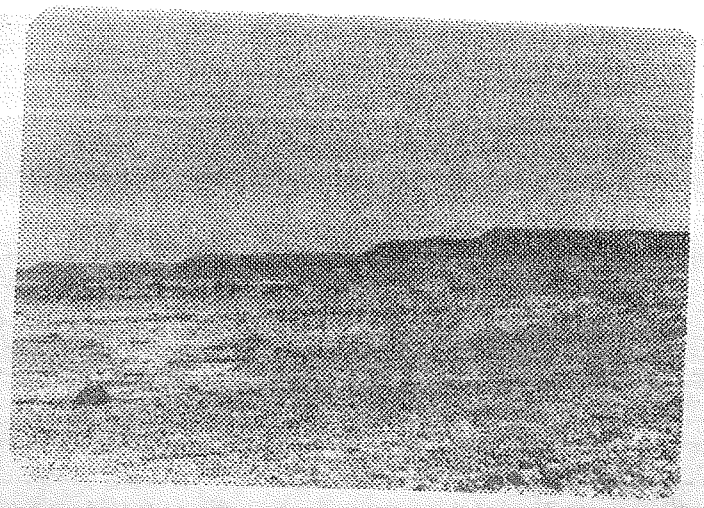
لوحة ٣ : تقطع حافة كويستا طويق الشمالى بالأودية العكسية والتى تنتهى عند أقدام الحافة بمجارى متشابكة ومراوح غربية ، ناظراً تجاه الغرب



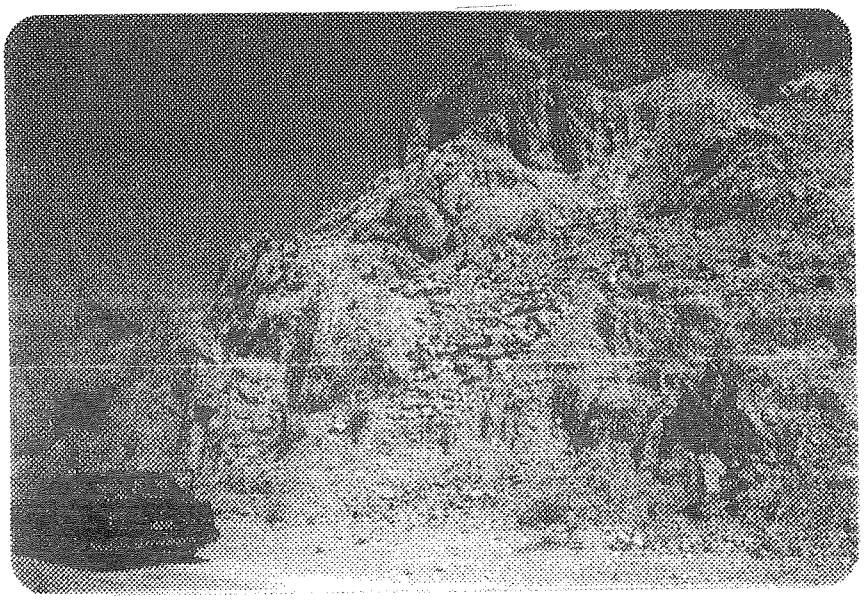
لوحة ٤ : كثرة الفواصل والشقوق والشروخ فى صخور جروف الحافة عند خشم هدباء ، لاحظ مخاريط الهشيم وتراكمها عند أقدام جروف الحافة ، ناظراً تجاه الشمال الشرقى .



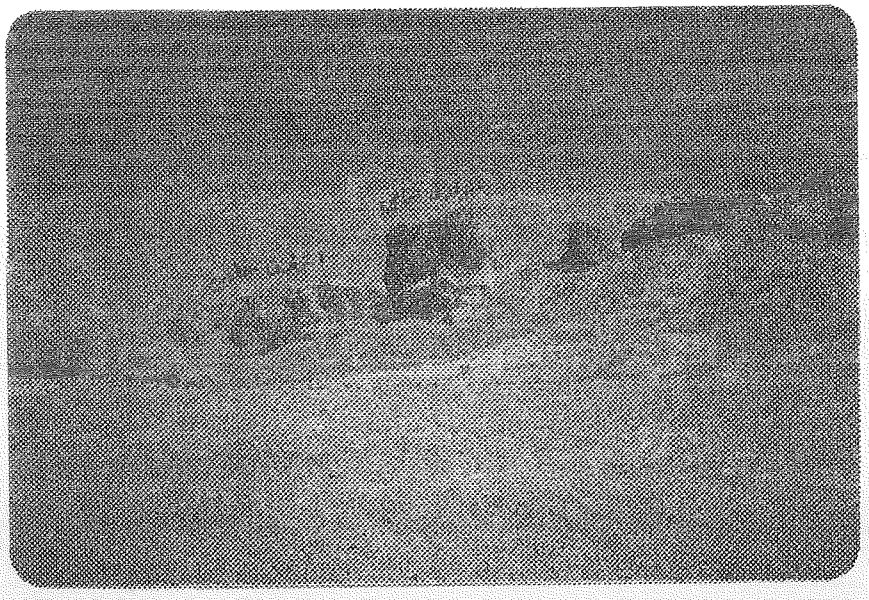
لوحة ٥ :حافات الكويستات المتوسطة الحجم وتظهر سفوحها وحدات محدبة واخرى مقعرة تنتهى عند قاع الوادى، مثل سفوح حافات الصدوع فى وادى البرة .ناظرا تجاة الشمال الشرقى



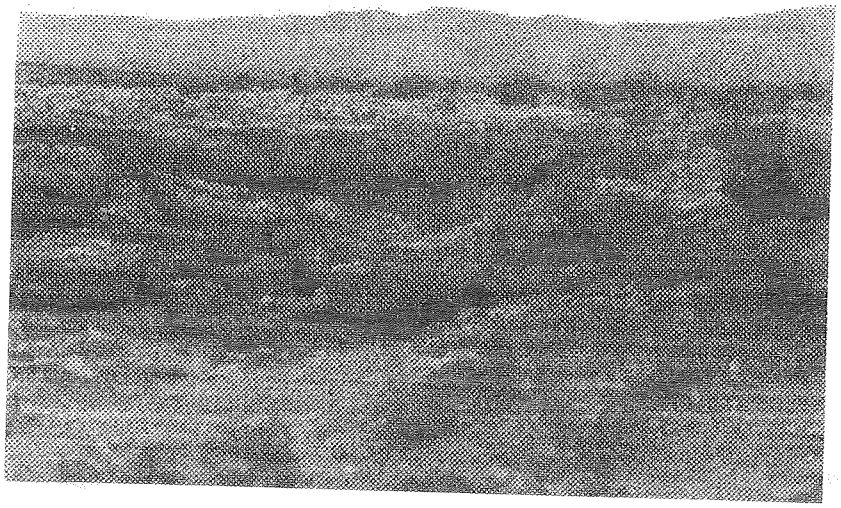
لوحة ٦ :حافة الكويستا الصغيرة الحجم ، وتظهر ممتدة من الجنوب الى الشمال وتشرف على جوانب روافد الاودية ، ناظرا تجاة الشرق



لوحة ٧ : تراكم مخاريط الهشيم والسقوط الصخرى على حافة الصدع بالقرب من خشم البرة



لوحة ٨ : تشكل الحافات الانهيارية بالانزلاقات الارضية الامامية والخلفية والسقوط الصخرى ، ناظرا تجاه الشمال الشرقى



لوحة ٩ : احدى المصاطب الصخرية عند اقدام جروف حافة كويستا طويق الشمال والت تتألف من صخور الحجر الجيرى والطباشير والدولوميت وخليط من رواسب الجلاميد والحصى الكبيرة الحجم حوالى ٥٠ملم ، وتختلط بها رواسب من الرمل والحصى الصغيرة الحجم . ناظرا تجاة الشرق بالقرب من خشم وادى ابى قتادة