جيومورفولوجية كويستا هضبة التيه بشبه جزيرة سيناء باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د/ وهبه حامد حامد شلبي
أستاذ الجيومورفولوجيا المساعد
كلية الآداب . جامعة بورسعيد

DOI: 10.21608/jfpsu.2020.115191

ملخص البحث

نشأت كويستا هضبة التيه في منطقة مكونة من طبقات رسوبية متباينة في صلابتها تتبع العصر الكريتاسي ومائلة ميلاً خفيفاً تجاه الشمال، وقد ساهم في تشكيلها مجموعة من العوامل الباطنية بعملية رفع لحافتها، وتناولتها بعد ذلك العوامل الخارجية وخصوصا التعرية المائية أثناء الفترات المطيرة في عصر البلايوستوسين، مما أدي إلي تراجعها بصورة متوازية لمسافة ٨كيلومترا في المتوسط تجاه الشمال، وتمتد حافة الكويستا لمسافة ٧٨كم وتطل علي منخفض واسع يوازي محورها من ارتفاع ٤٠٠م في المتوسط، وتتفاوت واجهتها من مكان لآخر، ودرجة الانحدار شديدة علي معظم أرجائها، وتظهر واجهتها في شكل مجموعة من المقعرات تفصلها نتوءات صخرية، وقد بلغت مساحة واجهة الكويستا ١٥١.١كم٢ بنسبة ٢٣.٤٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتخدد الواجهة خطوط تصريف لم تنجح في اختراق حافتها، أما المنخفض المرافق فيتدرج في انحداره في اتجاه الشمال الغربي موازيا لاتجاه محور الكويستا، وبه آثار من التلال الشاهدة، ومفتوح علي سهل القاع غربا.

الكلمات المفتاحية: كويستا، أنف، منحدر، قنطرة، منخفض، تل.

مقدمة

الكويستا "Cuesta" اصطلاح أسباني معناه: جبل مختلف الانحدار، درج استخدامه للدلالة على الهضاب أو التلال التي تمتاز إحدى جوانبها بانحدار خفيف والجانب الآخر بانحدار شديد، وتتمثل تلك الظاهرة في وسط شبه جزيرة سيناء، حيث تحكمت العوامل البنائية التي حدثت في الزمن الثالث تحكماً شبه تام في نشأة المشهد التضاريسي بأرض سيناء بوجه عام، وبوجه خاص ظاهرة الكويستات التي استرعت اهتمام الباحثين من قبل، حيث تظهر في صورة حافتين متوازيتين إحدهما كويستا هضبة التيه (جنوبية) والأخرى كويستا هضبة العجمة شمالها (حسان عوض١٩٥٣)، وبلغ امتداد كويستا هضبة التيه ١٤٠كم، وتنقسم إلي قسمين يفصل بينهما جبل ضلال: القسم الشرقي يدعي كويستا هضبة جنة لمسافة ٦٢كم، والقسم الغربي يدعي كويستا هضبة التيه بطول ٧٨ كم. وكويستا هضبة التيه هي "جرف" غير متماثل الجانبين تنحدر أحد جوانبها بشده تجاه الجنوب (عكس ميل الطبقات)، والجهة الأخرى ذات انحدار بسيط تجاه الشمال (اتجاه ميل الطبقات).

وتعد الكويستا مظهرا جيومورفولوجيا نموذجيا لكويستات شبه جزيرة سيناء، ويمتد محورها من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي حيث تطل بأنفها بشكل شبه رأسي على منخفض لاحق بها جنوبا، وهو يوازي جبهتها شبه المنتظمة من ارتفاع ١٤١٢م فوق مستوى سطح البحر، وقد تناولتها عوامل التعرية المختلفة بعد نشأتها البنيوية بالنحت مما أدي إلي تراجع جبهتها المتوازية شمالا، بالإضافة إلي تخدد عناصر الكويستا بخطوط التصريف التي انتهت بمصباتها غربا في خليج السويس، ولا يقطع من رتابة استقامتها سوي بعض النتوءات الصخرية التي تفصل بين مقعراتها، بالإضافة إلي بعض آثار التلال الصخرية في المنخفض المرافق لها، وقد تخلفت تلك الأشكال عن عمليات النحت المائي التفاضلي في طبقاتها الصخرية، ويغطي واجهة الكويستا ومعظم سطح المنخفض الأشكال الإرسابية متفاوتة الحجم.

الدراسات السابقة

تناولت بعض الدراسات الكويستات: منها دراسة حسان عوض ١٩٥٣ لكويستات شبه جزيرة سيناء من حيث النشأة وخصائصها الجيولوجية والتركيبية والشكلية وعمليات النحت المشكلة لها، ودراسة الوليعي ١٩٨٢ لكويستات هضاب السعودية. وحاج حسن ٢٠٠١م لكويستات هضبة نجد بالسعودية، وفاتنة الشعال ٢٠٠٨ لكويستا معلولا بسوريا، وأُبيٍ (Obi, et al 2000) لكويستا إنوجو بنيجيريا.

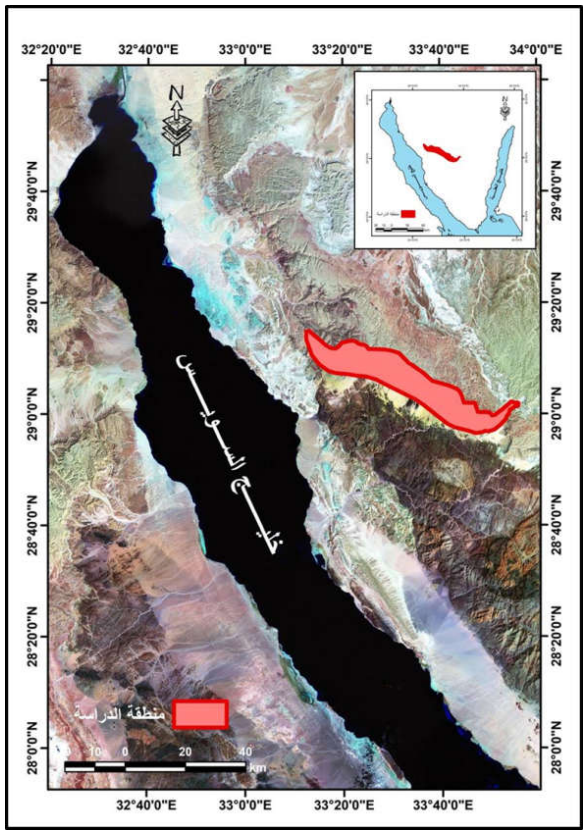
الوسائل والأدوات

ارتكزت الدراسة على توظيف تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة كويستا هضبة التيه باستخدام المرئية الفضائية (٢٠١٨) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والخريطة الجيولوجية الرقمية (المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤) مع الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية (لوحات: بئر الجديد. جبل رقبة، هضبة التيه١:٥٠.٠٠٠) والجيولوجية لشركة كونكو ١٩٨٧ (لوحة جنوب سيناء ١:٥٠٠.٠٠٠)، والتي تم بموجبها رسم الخرائط الجيولوجية والتضاريسية وخريطة الانحدارات وخطوط التصريف على أجزاء الكويستا، وعمل القطاعات العرضية للكويستا لتحديد عناصرها وموضحا خصائصها بالجداول والأشكال البيانية، وخضعت تلك البيانات لتحليلات إحصائية متعددة المتغيرات بالإضافة إلى الدراسة الميدانية لمنطقة الكويستا لإجراء القياسات اللازمة لبعض المظاهر التضاريسية في واجهتها وسهلها. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد العوامل الطبيعية التي أدت إلي نشأة كويستا هضبة التيه، والتعرف علي مظاهر عناصر الكويستا التضاريسية وتطورها الجيومورفولوجي عبر الزمن.

منطقة الدراسة

تقع كويستا هضبة التيه شمال القسم الغربي من المثلث الأركي بشبه جزيرة سيناء، وتنحصر فلكيا ما بين دائرتي عرض ٣٨.٤٦" ٥٢' ٢٨°- ٤١.١٠" ١٤' ٢٩°شمالا، بفارق في دوائر العرض ٠٢.٥٦" ٢٢' ٠٠°، وخطي طول ٣٥.١٥" ١٢' ٣٣°- ٠٠.٨٤" ٥٣' ٣٣°شرقا، بفارق في خطوط الطول ٢٥.٦٩" ٤٠' ٠٠°، ويحدها شمالا منابع وادي العريش (الذي ينتهي مصبه علي البحر المتوسط شمالا)، ومنابع وادي وطا أحد روافد وادي غرندل الذي ينتهي مصبه غربا علي خليج السويس شمال حمام فرعون،

ومن الجنوب قاعدة المثلث الأركي التي تطل علي سهل الكويستا من ارتفاع ١٢٠٠م، ومن الشرق جبل ضلال (١٦١٢م)، ومن الغرب تل سربوط الجمل (٦٤٠م)، وتبعد بدايتها الغربية عن مدينة أبو زنيمة بنحو ٢٣كم، واتجاه محورها شمالي غربي – جنوبي شرقي، وبلغ أقصي طول لها ٧٨كم، وأقصي عرض لمنطقة الكويستا ١٠كم، وبلغت مساحة المنطقة ٦٤٦.١كم٢ (شكل١). ويتراوح ارتفاع جبهتها في أعلي نقطة (١٤٢١م) لها في جبل رقبة، وأدني نقطة لها (٨٨٠م) في الغرب، بفارق تضاريسي ٥٤١م، ويتراوح ارتفاع سهلها فيما بين ١٠٠٠م في الشرق وأقل من٤٠٠م في الغرب، بفارق تضاريسي ٦٠٠م تقريبا، وتنحدر المنطقة باتجاه عام نحو الشمال الغربي.



المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١) موقع منطقة الدراسة

أولا: الخصائص الجيولوجية

تنتمي أقدم صخور كويستا هضبة التيه المكشوفة إلى الزمن الأول، فضلا عن تكوينات الزمن الثاني، وتتمثل بصمات الزمن الثالث بالانبثاقات البركانية التي صاحبت الحركة التكتونية التي حدثت آنذاك، بالإضافة إلى آثار الفترات المطيرة لعصر البلايوستوسين بالزمن الرابع التي طورت واجهة الكويستا، ويغطي المنطقة حاليا وشاح من نواتج الرواسب القارية البلايوستوسينية والهولوسينية. ومن خلال دراسة شكلي (٢، ٣) وجدول (١) يمكن عرض التكوينات الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث فيما يلي:

أ- التكوينات الجيولوجية

تكوينات الزمن الأول

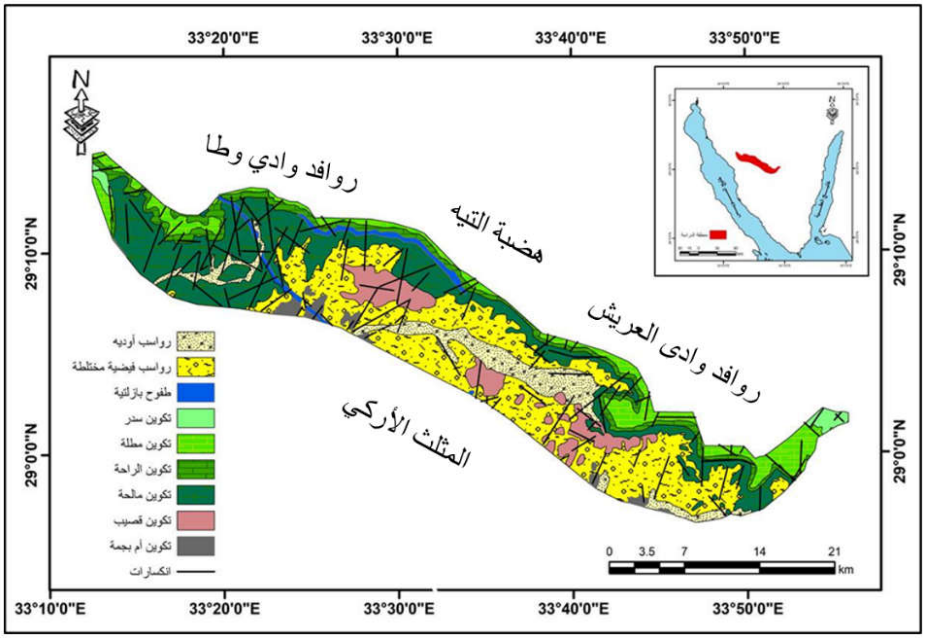
العصر الكربوني

تكوين أم بجمة(cd): تتمثل مكونتها في الشريط الحدودي الجنوبي لسهل الكويستا في صورة عدسات منفصلة بمساحة بلغت ٥.٥٥كم٢ بنسبة ٠.٩٪، وتتألف من الدولوميت وحجر جيري دولوميتي والدولوميت الرملي، والسلت المتحجر جزئيا، وتتألف قاعدته من الكلونجلوميرات ورواسب خام المنجنيز، والمكون غني بأحفير العصر الكربوني (المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).

تكوينات الزمن الثاني

العصر الترياسي

تكوين قصيب(ptq): تظهر هذه التكوينات في الثلث الأوسط من سهل الكويستا في عدسات متفرقة وتختفي أسفل تكوين مالحة، وتبلغ مساحتها ٤٣.١٢كم٢ بنسبة ٥.٩٪، وتظهر مكاشف طبقاتها الصخرية بصورة متبادلة مع الحجر الرملي والحجر الطيني، وهي ذات ألوان متعددة مع سيادة اللون الأحمر، وتختلط تكويناتها السفلية بتكوينات العصر البرمي من الزمن الأول(المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).



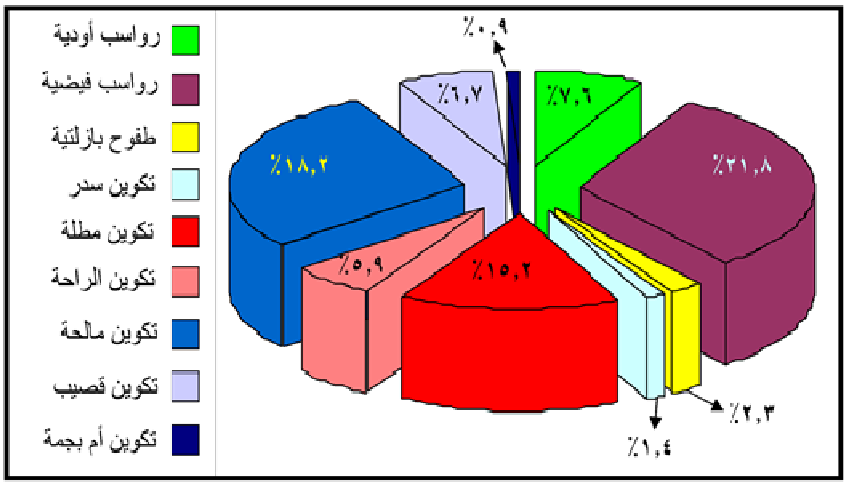
المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤

(شكل٢) التكوينات الجيولوجية السطحية لكويستا هضبة التيه

(جدول ١) مساحات التكوينات الجيولوجية لمنطقة الكويستا

الزمن	العصر	التكوين	الرمز	المساحة	٪
الرابع	الهولوسين والبلايوستوسين	رواسب أودية	QW	٤٩.٠٣	٧.٦
		رواسب فيضية مختلطة	Q	٢٠٥.٤٤	٣١.٨
الثالث	الإليجوسين	طفوح بازلتية	VB	١٤.٦٥	٢.٣
الثاني	الكريتاسي الأعلي	تكوين سدر	KUS	٩.٥٢	١.٤
		تكوين مطلة	KUA	٩٨.٣٢	١٥.٢
		تكوين الراحة	KUC	٣٨.٢٨	٥.٩
	الكرتياسي الأسفل	تكوين مالحة	KLM	١٨٢.١٧	٢٨.٢
	الترياسي	تكوين قصيب	ptq	٤٣.١٢	٦.٧
الأول	الكربوني	تكوين أم بجمة	cd	٥.٥٥	٠.٩
المجموع				٦٤٦.١	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على جدول(١) باستخدام برنامج Excel

(شكل٣) مساحات التكوينات الجيولوجية للكويستا

العصر الكريتاسي

وتنقسم إلي:

أ- كريتاسي أسفل

تكوين مالحة(klm): يظهر مكشفها في صورة شريط ضيق متصل لمنحدرات الكويستا من بدايتها شرقا تجاه الغرب لمسافة ٥٧كم، وتظهر بأرضية سهل الكويستا غربا لمسافة (٢١كم)، وبلغت مساحتها ١٨٢.١٧كم٢ بنسبة ٢٨.٢٪، وهي تتبع الكرتياسي الأسفل، وتتألف من الحجر الرملي الذي يحتوي علي رقائق من الحجر الطيني الرملي والصلصالي وبعض العدسات من الكاولين، أما الكونجلوميرات المتمثلة بها فهي محلية النشأة (المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).

ب-كريتاسي أعلي

تكوين الراحة(kuc): يظهر كشريط ضيق في القسم الشرقي من واجهة الكويستا لمسافة ٤٢.٣كم، ثم يختفي تماما بالاتجاه غربا لمسافة ٦.٤كم، ثم يظهر غرب القاطع البازلتي لمسافة ١١.١كم، وهي أكثر اتساعا عن نظيرتها الشرقية، وتبلغ مساحتها ٣٨.٢٨كم٢ بنسبة ٠.٩٪، وهي أولي طبقات الكرتياسي

الأعلي بمنطقة الكويستا، وتتألف من الحجر الجيري المختلط مع الطين الطفلي تتخللها طبقات من الأصداف تتدرج إلى الحجر الجيري الرملي نحو القمة(المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).

تكوين مطلة(kua): يمثل سطح كويستا هضبة التيه، وهي ثاني طبقات الكرتياسي الأعلي بمنطقة الكويستا ترتيبا، وتبلغ مساحته ٩٨.٣٢كم٢ بنسبة ١٥.٢٪، ويتألف من الحجر الجيري الطيني المختلط بالمارل والطفل، والجزء العلوي منها يناظر تكوين ضوي والقصير(المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).

تكوين سدر(kus) يظهر في عدستين في طرفي الكويستا، وتبلغ مساحتها ٩.٥٢كم٢ بنسبة ١.٤٪، وتتمثل في أقصي الشرق وأقصي الغرب، ويمثل الطبقة الثالثة ترتيبا التي تنتمي لفترة الكرتياسي الأعلي، وتتألف من الحجر الجيري الطباشيري البحري الذي يتدرج لونه من الأبيض إلي الرمادي الباهت، وطبقات القمة تحتوي علي الطفل (المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤).

انبثاقات الزمن الثالث

شهدت منطقة الكويستا اضطرابات الزمن الثالث التكتونية التي تخللت عبر الانكسارات في صورة مجموعة من الانبثاقات البركانية من باطن الأرض، وتمثلت في موضعين في القسم الغربي للكويستا، الأول يتمثل في أنف الكويستا واتجاهه شرقي غربي، وهو شريط ضيق بلغ طوله ١٨.٢كم، والثاني يمثل قاطعا يقطع أجزاء الكويستا بالعرض من حافتها شمالا نحو نهاية سهلها تجاه الجنوب الشرقي لمسافة ١٦.٣كم، وتبلغ مساحتها ١٤.٦٥كم٢ بنسبة ٢.٣٪، وهي صخور بركانية بازلتية من أصل ناري انبثقت نتيجة نشاط بركاني في عصر الإليجوسين(المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤)، وتقطع طبقات الكويستا الرأسية حتى طبقة مطلة السطحية.

رواسب الزمن الرابع

(البلايوستوسين والهولوسين)

رواسب فيضية مختلطة (Q): هي رواسب مفتتة مختلفة الحجم غير مصنفة ومتعددة المصادر (المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤)، وتفترش سهل الكويستا وقد تغطي أجزاء من أقدام منحدرات الكويستا وأسطح بقايا التلال المنعزلة، وتبلغ مساحتها ٢٠٥.٤٤كم٢ بنسبة ٣١.٨٪.

رواسب الأودية (QW): تتمثل في رواسب بطون الأودية، ويطلق عليها رواسب حشو الوادي، وتتألف من الطفل والمارل والحصى(المساحة الجيولوجية المصرية ١٩٩٤)، وتبلغ مساحتها ٤٩.٠٣كم٢ بنسبة ٧.٦٪، وتظهر في موضعين فقط **الأول** المجري الرئيسي لوادي الجرف الذي يمتد من جبل رقبة شرقا في سهل الكويستا حتي ينحرف تجاه الجنوب الغربي، **والثاني** بطون أو قيعان روافد وادي الحمر جنوب رأس أم قطفة الذي يساير اتجاهه غربا.

ب: البنية الجيولوجية

بدأت الحركة التكتونية التي أثرت علي المنطقة بنهاية الكريتاسي الأعلى، واستمرت حتى نهاية الزمن الثالث، والتي من صداها نشأة أخدود البحر الأحمر بخليجيه السويس والعقبة، وأيضا مجموعة الانكسارات التي عمت وسط وجنوب شبه جزيرة سيناء نتيجة حركة الرفع التي أصابتها في عصر الإليجوسين وما بعده(Said,1962) حيث تتألف كويستا هضبة العجمة شمال منطقة الدراسة من صخور عصر الإيوسين التي استجابت لهذه الحركة، وكان لصدها أثرا مهما في رسم المعالم المحددة لكويستات هضبتي التيه والعجمة، والتي تأثرتا بالحركة الرافعة في مرة واحدة كجوارين منفصلين دون أي مسافة عميقة بينهما (حسان عوض١٩٥٣)، ومع ذلك تعتبر القبة الطباشيريّة لهضبة التيه هي الأكثر أهمية، بالإضافة إلي مجموعة الانكسارات المحددة لحافتهما، وتكتنف منطقة كويستا هضبة التيه مجموعة من الصدوع ذات اتجاهات متعددة دلالة علي شدة الاضطرابات التكتونية القديمة.

وتعددت الآراء حول تحديد عمر هذه الصدوع، فقد أشار عليّ (Ali,1968) إلى أن حركات التصدع في منطقة القاهرة السويس حدثت خلال الفترة الممتدة بين الميوسين الأعلى والبلايوسين الأوسط، ويذكر

صادق (Sadek,1926) أن الصدوع ذات الاتجاه الشرقي الغربي تتبع نظام البحر المتوسط، وذات الاتجاه الشمالي الجنوبي تتبع نظام البحر الأحمر، وحدثت خلال عصري الإليجوسين والميوسين الأسفل، وأشار سعيد (Said,1962) إلى أن الصدوع ذات المحور الشرقي الغربي (المتوسطية) ترجع إلى الكريتاسي الأوسط وما بعده (صفى الدين، ١٩٩٩)، وأن الصدوع ذات المحور الشمالي الغربي الجنوبي الشرقي الإريترية ترجع إلى منتصف الزمن الثالث– وهي التي تأخذ اتجاه خليج السويس، وهى من أقدم الصدوع.

وبالرجوع للخريطة الجيولوجية لوحظ أن تكوينات مطلة من العصر الكريتاسي هي التي تمثل الطبقة العليا لسطح هضبة التيه بمنطقة الكويستا، بالإضافة إلي الانبثاقات البركانية التي اندفعت إلي سطحها مما تشير إلى أن الاضطرابات التكتونية حدثت فيما بعد إرسابها، ونتجت معظم هذه الصدوع عن حركات أفقية ورأسية بسبب الحركات البانية للصدوع (صبرى محسوب ١٩٨٩)، فالصدوع والقواطع لاحقة على صخور الكويستا، وارتبطت القواطع التى تأخذ نفس اتجاه الصدوع ببعضها، وهي محدودة في القسم الغربي للكويستا، وكان للصدوع دور كبير في نشأة الكويستا وتطورها وتحديد مسارات روافد الأودية التي ساهمت في نشأتها، وأشار حسان عوض (١٩٥٣) أن ثمة صدعا تظهر آثاره في جنوب سهل الكويستا يأخذ نفس اتجاه محورها ومنه ظهرت حافة هضبة التيه كحافة قافزة (كويستا) وتطورت وتراجعت شمالا بفعل عمليات النحت المختلفة.

وبالاعتماد على قاعدة البيانات الجغرافية التي تم إعدادها لصدوع الكويستا (جدول٢)، وباستخدام برنامج (Auto Cad Map 3D) (شكل٤) وجد أن صدوع منطقة الكويستا بلغ عددها١١٦ صدعاً، ومجموع أطوالها ٣٢٩.٦كم، بمتوسط طول ٢.٨٤كم/ لكل صدع، وتبلغ الكثافة العامة للصدوع نحو٠.٥١ كم/كم٢، وبلغ أطولها ٧.٢٩كم، وأصغرها ٠.٦٢كم.

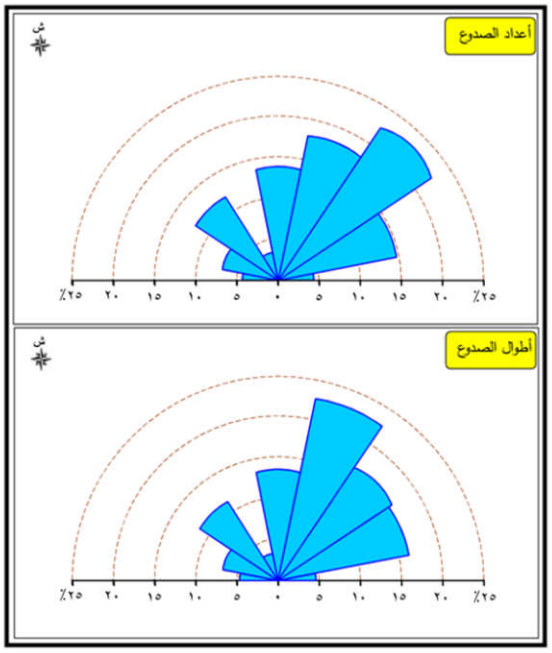
(جدول٢) خصائص الصدوع بمنطقة الكويستا

الاتجاه	أطوال الصدوع (كم)	٪	أعداد الصدوع	٪
شمال شمال شرق . جنوب جنوب غرب	٧٥.١	٢٢.٨	٢١	١٨.١
شمال شرق . جنوب غرب	٥٤.٩	١٦.٧	٢٦	٢٢.٤
شرق شمال شرق . غرب جنوب غرب	٥٣.٤	١٦.٢	١٧	١٤.٧
شرق جنوب شرق . غرب شمال غرب	٢٢.٤	٦.٨	٨	٦.٩
جنوب شرق . شمال غرب	٣٧.٦	١١.٤	١٤	١٢.١
جنوب جنوب شرق . شمال شمال غرب	١١.١	٣.٤	٤	٣.٤
شمال . جنوب	٤٤.٥	١٣.٥	١٦	١٣.٨
شرق . غرب	٣٠.٦	٩.٣	١٠	٨.٦
الإجمالي	٣٢٩.٦	١٠٠	١١٦	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على شكل (٢)، باستخدام برنامج Auto Cad Map 3D

وقد اتخذت الصدوع بمنطقة الدراسة اتجاهات متعددة، احتل الاتجاه الشمالي الشرقي- الجنوب الغربي الذي يتبع اتجاه خليج العقبة بجميع درجاته المرتبة الأولي بعدد ٦٤ صدعاً بنسبة ٥٥.٢٪، بإجمالي طول ١٨٣.٤كم بنسبة ٥٥.٦٪، وجاء الاتجاه الشمالي الغربي- الجنوبي الشرقي بجميع درجاته في المرتبة الثانية هو اتجاه خليج السويس بعدد ٢٦ صدعاً بنسبة ٢٢.٤٪، وبإجمالي طول ٧١.١كم بنسبة ٢١.٦٪، أما الاتجاه الشمالي – الجنوبي فيتبع اتجاه البحر الأحمر، وبلغت أطواله ٤٤.٥كم بنسبة

١٣.٥٪، وبلغ عددها ١٦صدعاً بنسبة ١٣.٨٪ واحتل المرتبة الثالثة، وتمثلت صدوع المرتبة الأخيرة التي تتبع اتجاه البحر المتوسط في الاتجاه الشرقي- الغربي بعدد قليل من الصدوع بلغ ١٠ صدعاً بطول ٣٠.٦كم بنسبة ٨.٦٪.



المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على جدول(٢) باستخدام برنامج AutoCAD Map

(شكل٤) اتجاهات الصدوع حسب أعدادها وأطوالها بمنطقة الكويستا

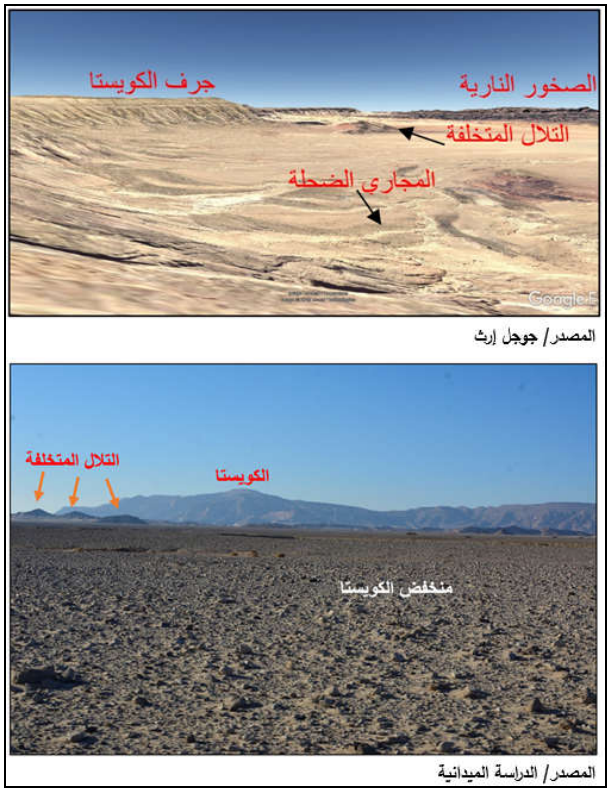
ثانيا: الخصائص العامة للكويستا

أ- النشأة والتطور

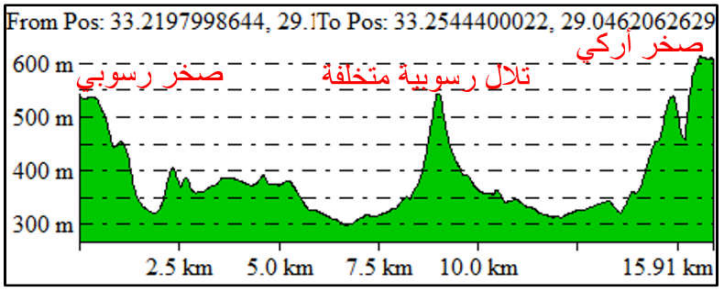
تعود نشأة كويستا هضبة التيه إلي الحركة التكتونية التي حدثت في الزمن الثالث، حيث لا يمكننا تفسير المظهر الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة بمعزل عن إطارها الإقليمي، فقد تأثرت صخور الحافة الكريتاسية الجنوبية لهضبة التيه والتي كانت تمثل خط التماس مع صخور المركب الأركي، وأيضا الحافة الإيوسينية الجنوبية لهضبة العجمة بقوة الرفع التي أصابت أرض سيناء أثناء نشأة خليجي السويس والعقبة مما أدي إلي ظهورهما كحافتين صدعيتين قافزتين إلي أعلي (حسان عوض ١٩٥٣)، تطل الأولي علي صخور المركب الأركي جنوبا من ارتفاع يزيد قليلا عن ٤٠٠م (جبل ضلال ١٦١٢م)، والثانية تطل علي الأولي من ارتفاع ٣٥٠م، فهي ظاهرة بنيوية فرضت طابعها التضاريسي علي المنطقة، وحددت الجريان المائي ووجهت نظام التصريف علي جناحي الكويستات. فهما كويستات حقيقية استمرت في تطورها بسبب الظروف البنيوية المسئولة عن نشأتها.

ومما لاشك فيه أن الصدوع التي اكتنفت سطح هضبة التيه بسبب عملية الرفع التكتونية مع واجهة الكويستا الأولي في نطاق التماس مع مركب الصخر الأركي عملت كلها كمناطق ضعف أمام الجريان المائي المسئول عن النشأة والتطور وتحرير جرف جبهتها من صخور المركب الأركي وتراجعها عنه بسبب النشاط الجيومورفولوجي الذي خلّف هذه الظاهرة التضاريسية الموروثة (صورة١) عن ظروف مناخية قديمة أثناء الفترات المطيرة في عصر البلايوستوسين، ويشرف أنف الكويستا حاليا على قاع المنخفض المرافق لها بمتوسط ارتفاع ٤٠٠ مترا، حيث استجابت الصخور الكريتاسية لسرعة تعميق المياه لمجاريها علي طول محاور الصدوع والتى كانت خانقية طولية شديدة انحدار الجوانب في بادئ الأمر، ثم اشتدت عمليات النحت النهري وبالذات في نطاق تماس واجهة الكويستا مع الصخور النارية التي كانت تمثل آنذاك حائطا صخريا يطل عليها، مما عملت علي تقويض قواعد الكويستا وانهيار واجهتها بصورة مستمرة وتراجعها بفعل التعرية المائية تجاه الشمال، ونقلت نواتج التعرية المائية تجاه الشمال الغربي عبر منخفض الكويستا ووصلت لمياه الخليج آنذاك، حيث أصبح سطح الهضبة ينحدر بعد عملية الرفع تجاه الغرب بدءا من جبل ضلال، وبفحص نهاية منخفض الكويستا مع سهل القاع عند منسوب

٣٠٠م لوحظ أن السهل يتسع إلي ما يزيد قليلا علي ١٣كم وتوجد به بعض الشواهد الصخرية المتخلفة عن عملية النحت النهري في هذا القطاع (شكل٥)، بالإضافة إلي ما تم نقله عبر الأودية التي سلكت طريقها في الصخور النارية عبر الصدوع في اتجاه الجنوب الغربي.



(صورة١) ظاهرات منطقة الكويستا



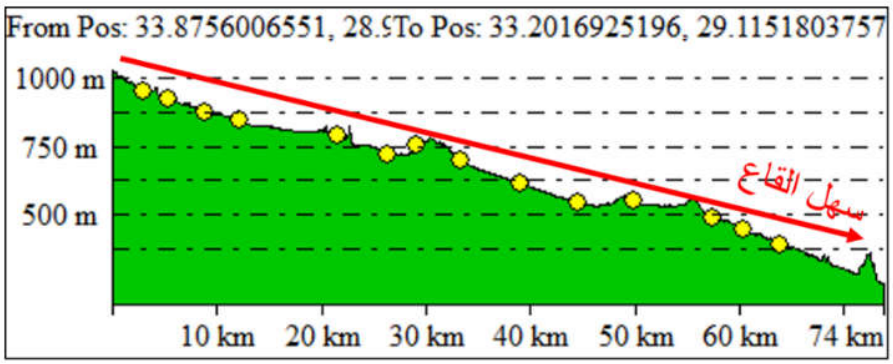
المصدر/ النموذج الرقمي

(شكل٥) قطاع تضاريسي لمنفذ سهل الكويستا علي سهل القاع

بينما أشار (حسان عوض ١٩٥٣) إلى أن التراجع الهيكلي الكبير للكويستا يجب أن يكون بسبب تأثير عملية تآكل غريبة مما يوحي بحفظ الخطوط الأولية للكويستا حيث تراجعت دون تغيير في الانحدار وبالتوازي مع وضعها الأصلي من خط الصدع إلى مكانها الحالي، وأن يأتي فقط بهذه النتيجة هي التعرية الجافة الناتجة عن القحولة، وأن الأنهار لم تكن لها تأثير علي تراجع الكويستا، أما المنخفض المرافق لها فحفر بواسطة المياه. والواقع أن التعرية في المناطق الجافة بواسطة الرياح لم تستطع أن تقوم بعملية تراجع حافة الكويستا بل إن المياه الجارية هي العامل الرئيسي المسئول عن هذا.

وهناك عدة عوامل توقفت عليها عملية تراجع كويستا هضبة التيه وتطورها السريع:

١- الجريان المائي السريع تجاه خليج السويس وفقا لعامل الانحدار لمنخفضها غربا عبر سهل القاع الذي ينخفض إلي أقل من ٢٠٠م، وجرفه لنواتج النحت وعدم تراكمها، وهذا ما تحقق فعلا أثناء الفترات المطيرة في نطاق تماس واجهة الكويستا مع الصخور النارية غير المسامية، حيث بلغ معدل انحدار منخفض الكويستا ٨م/كم (شكل٦) مع زيادة اتساعه في اتجاه الشمال الغربي.



المصدر/ النموذج الرقمي

(شكل ٦) قطاع تضاريسي يوضح انحدار منخفض الكويستا تجاه سهل القاع

٢- أدي ميل طبقات هضبة التيه باتجاه الشمال ميلا هينا مع الانحدار الشديد لواجهة الكويستا عكس ميل الطبقات علي ظهور مكاشف الطبقات الصخرية على نطاق واسع والتي من الملاحظ من الدراسة الميدانية ضعف التباين في مقاومة الصخور المشكلة لجروفها، وهذا ما يفسر خطية جرف الكويستا وقلة التلال الشاهدة بسهلها، ومع استمرار جريان المياه الموازي لمحور الكويستا حدث

تراجع شبه متوازي وسريع لجبهتها وقلة تعرجها واتساع منخفضها عن طريق تقويض الطبقة السفلية وانهيار قمم الطبقات الأعلي بدءا من جبل ضلال وبالاتجاه غربا.

٣- تظهر كويستا هضبة التيه الكتلية كجرف صخري شامخ يشرف (صورة٢) على المنخفض بمنحدر قصير عجزت روافد الأنهار المضادة على تجزئته وتراجعه غير ملحوظ بسبب سمك الطبقات الصخرية وعدم تباينها في مقاومتها لعملية النحت النهري، لهذا كان تحدبها واضحا أعلي الجرف.

وبدراسة ارتفاعات حافة الكويستا وما جاورها بهدف التعرف علي مقدار عملية الرفع التي أصابتها من خلال الآثار التضاريسية في منطقة الكويستا، فتم عمل ثمانية قطاعات تضاريسية تغطي المنطقة متعامدة عليها، ومن خلال دراسة القطاعات (شكل٧) أمكن استنتاج ما يلي:

- أشارت جميع قطاعات الكويستا إلى أن سطح هضبة التيه ينحدر انحداراً هينا تجاه الشمال في اتجاه ميل الطبقات وينحدر بشدة تجاه الجنوب في اتجاه عكس ميل الطبقات.

المصدر/ جوجل إرث

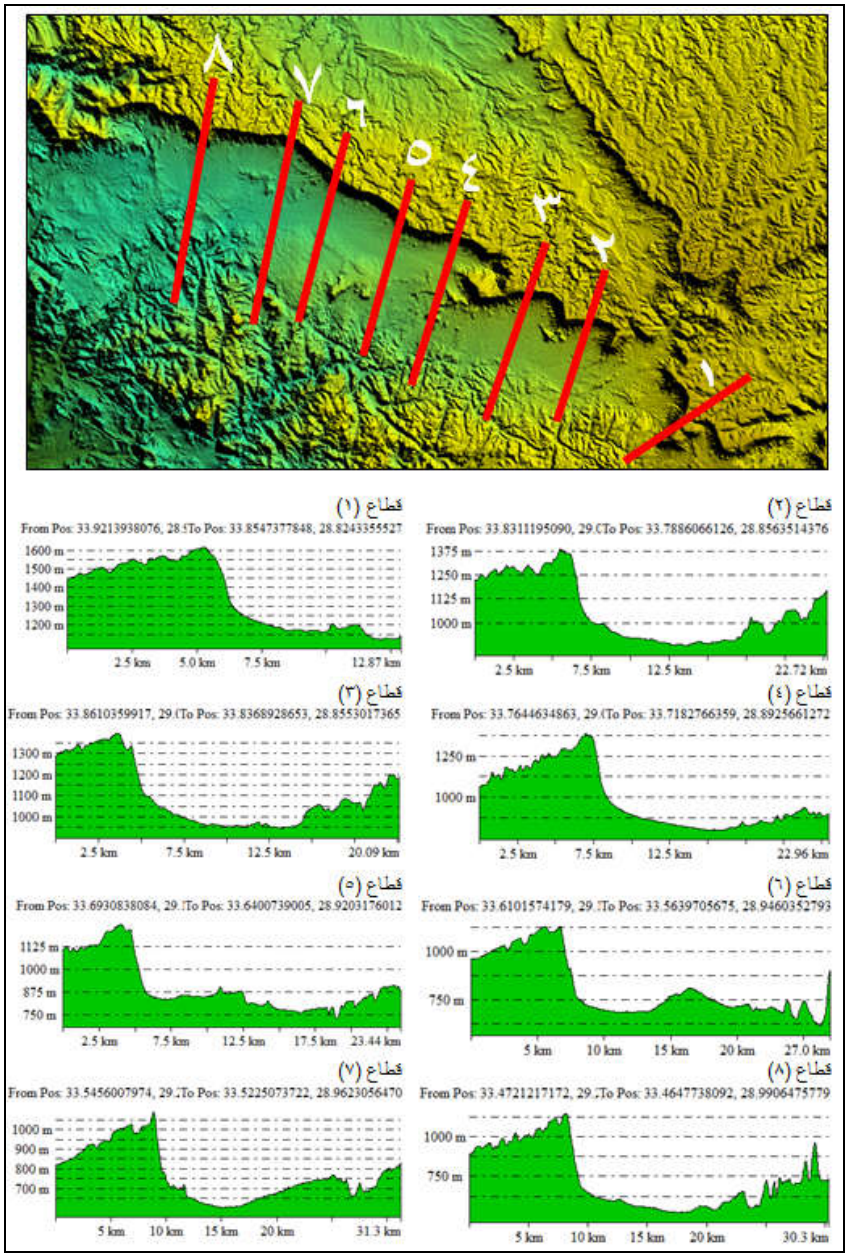
المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة٢) جرف الكويستا الكتلي

- يلاحظ من فحص القطاعات التضاريسية والخريطة الجيولوجية والنموذج الرقمي لمنطقة الكويستا أن طبقة مالحة التابعة للعصر الكريتاسي الأسفل مازالت بقاياها ملاصقة لصخور المركب الأركي وبالذات في بداية منخفض الكويستا ونهايته، ومن ثم أمكن تحديد خط التماس التقريبي بين الصخور الرسوبية الكريتاسية والصخور النارية (شكل٨)، ثم حدث تراجع لتكويني الراحة ومطلة اللذين يعلوها والتابعتين للعصر الكريتاسي الأعلي بفعل عملية النحت النهري تجاه الشمال لمسافة ٨كم، وبلغ أقصي ارتفاع لقمه الحافة المتراجعة ١٤٢١م في جبل رقبة (النتوء الأقل تراجعا في واجهة الكويستا)، ومن المعروف أن سطح الهضبة يقل ارتفاعه بالاتجاه شمالا، لهذا جاءت أعلي

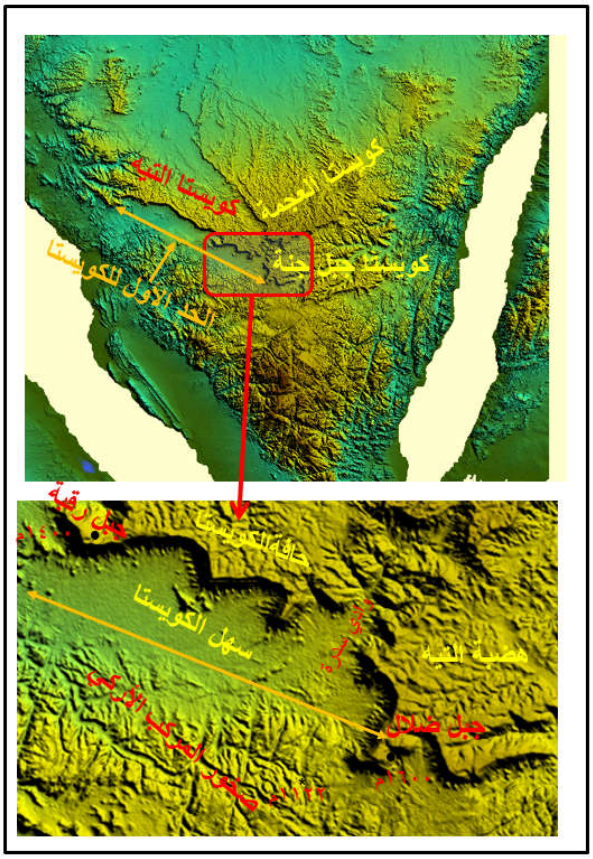
قمه بها أقل ارتفاعا بحوالي٢٠٠م من نقطة البداية (جبل ضلال١٦١٢م)، وترتفع نقطة البداية التي تعلو قمم الصخور النارية إلي ١١٢٢م في جنوبها، بفارق يزيد علي ٤٠٠م، إذا ما أهملنا عامل التعرية لسطح الصخور النارية، وأيضا منسوب السطح الترسيبي الأصلي لصخور الكريتاسي الذي كان وبلا شك أخفض من مستوي الصخور النارية حينها، مما يشير إلى أن حافة الكويستا صدعية ناهضة علي مكونات الصخور القديمة قبل عملية التراجع (صورة٣).

- أشار حسان عوض (١٩٥٣) أن ثمة انكسار علي طول حافة سهل كويستا التيه من جهة الجنوب بطول ٥٠كم موازيا لمحورها ويتبعه مجاري بعض الأودية.
- لوحظ أن جبل ضلال يمثل نقطة البداية لحافة كويستا التيه، وتعد قمته خط تقسيم لمياه لأودية منحدارات الهضبة المتجهة شرقا والأخرى المنحدرة غربا، لهذا كانت نقطة البداية لكويستا التيه غربا ولكويستا هضبة جنة شرقا، وتعد حافة الصخور النارية بمثابة خليج بحري علي شكل حدوة حصان عملاقة توغلت فيه رواسب الكريتاسي، ويمتد محور كويستا هضبة التيه والمنخفض المرافق لها من جبل ضلال في اتجاه الشمالي الغربي موازيا لحافة مركب الصخور النارية حتي يلتقي بمنسوب منخفض الكويستا بسهل القاع الأقل ارتفاعا والمفتوح علي خليج السويس، لهذا تطورت كويستا التيه والمنخفض المرافق لها عن طريق تصريف نواتج التعرية النهرية إلي خليج السويس. أما كويستا هضبة جنة في الشرق فلم تتطور رغم تعرضها لنفس الظروف وذلك بسبب تقدم مركب الصخور النارية موازيا لخليج العقبة والتي عاقت من تصريف نواتج التعرية النهرية ومن ثم توقف تطورها الجيوموفولوجي إذا ما قورن بما حدث في كويستا الغرب.
- تطل كويستا هضبة جنة شرق كويستا التيه من ارتفاع ٣٥٠م علي صخور المركب الأركي جنوبا.
- تطل كويستا هضبة العجمة شمال منطقة الدراسة علي هضبة التيه جنوبا من ارتفاع ٣٥٠م.
- يستنتج من الشاهد العام لكويستا التيه الكريتاسية وكويستا العجمة الإيوسينة أن طبقاتهما تعرضتا لحركة رافعة واحدة من الجنوب أثناء حركة الرفع فيما بعد عصر الإيوسين.
- تبعد أعلي قمة هضبية (١٤٠٠م) بصخور المركب الأركي والتي تناظر أعلي قمة لكويستا التيه (جبل رقبة ١٤٢١م) بنحو ٦٠كم جنوبا.



المصدر/ النموذج الرقمي

(شكل٧) القطاعات التضاريسية لمنطقة الكويستا



المصدر/ النموذج الرقمي

(شكل٨) الآثار التضاريسية لكويستا هضبة التيه

المصدر/ جوجل إرث

(صورة ٣) التباين في الارتفاع بين هضبة التيه وصخور المركب الأركي

ب-الشكل والامتداد والاتجاه

تظهر كويستا التيه كجرف حادٍ (شديد الانحدار) ومنتظم الانحدار؛ بزاوية تزيد عن ٤٥ درجة في كل مكان تقريبا من أعلى الجرف إلى أسفله، والمنحدر ليس مقعرًا أو محدبًا، ولكنه مستقيم الشكل بشكل موحد وقليل التعرج (حسان عوض١٩٥٣) ومن خلال الدراسة الميدانية لمنحدر الكويستا أمكن استنتاج الآتي:

- انتظام جبهتها واستقامتها ويستثني من ذلك جبل رقبة ورافد وادي سدرة في بدايتها شرقا وبعض النتوءات الفاصلة بين المقعرات.
- قلة المسيلات بحافتها التي تنحدر من الجبهة والتي تتجه في اتجاه مضاد لميل الطبقات.
- ندرة التلال المتخلفة عن تراجع الجبهة.

وتمتد حافة الكويستا من الجنوب الشرقي شمال جبل ضلال تجاه الشمال الغربي لمسافة ٧٨كم، وتأخذ عدة اتجاهات محلية بسبب بعض التعرجات، وتبدأ من الشرق في اتجاه الشمال الغربي لمسافة ٢كم، ثم يظهر مجري عريض لرافد كبير (وادي مريخة) يتبع وادي سدرة يقطع من اتصال الحافة لمسافة ١.٩كم تنحدر روافده من أقدام هضبة العجمة، ثم تتقدم الحافة تجاه الجنوب لمسافة ١.٦كم عن نظيرتها الشرقية، ثم تنحرف تجاه الشمال الغربي لمسافة ٢.٣كم، وهذا التراجع بسبب وجود أحد روافد وادي سدرة علي واجهتها مما أدي إلي نحتها تراجعيا (شمالا) وبلغ عرض هذا المجري ٠.٣كم، ثم تتجه الحافة نحو الجنوب الغربي لمسافة ٢.٩كم، فالاتجاه الشرقي لمسافة ٠.٣كم، ثم تنحرف تجاه الشمال صانعة رأس مستعرضة غير متماثلة الجانبين، فالاتجاه الشمالي الغربي لمسافة ٠.٩كم، وبعد ذلك نحو الاتجاه الغربي وجنوب الجنوب الغربي لمسافة ٤.٦كم، ثم يحدث تراجع للحافة تجاه الشمال وتتقوس تجاه الغرب، فاتجاه جنوب الجنوب الغربي لمسافة ١٠.٦كم لتصنع تقعرا قطره ٨.٦كم، بعد ذلك تأخذ الاتجاه الشمالي الغربي لتظهر رأس تسمي جبل رقبة يتصل بالحافة عن طريق عنق صخري عرضه ٠.٢كم، وتتقدم الرأس تجاه الغرب لمسافة ٤.٣كم وموازية للحافة الأم والسبب في ذلك النشاط النحتي لروافد وادي الجرف (أحد روافد وادي بعبع) الذي هو السبب وراء هذا المظهر التضاريسي، وتبعد قمة الرأس عن حافة الكويستا ٣.٦كم، وبلغ طول الخليج النهري التراجعي لوادي الجرف ١٦.١كم، ثم تنحرف الحافة تجاه الشمال الغربي لمسافة

٨.٢كم حيث يظهر التقوس الثالث، ثم التقوس الرابع لمسافة ٨.٥كم، ثم التقوس الخامس لمسافة ١٦كم، ثم التقوس السادس لمسافة ١٥.٢كم، وبعد ذلك تنحرف حافة الكويستا في الجزء الأخير تجاه الشمال الغربي لمسافة ١٥.٥كم. ومن خلال تحليل مقعرات الكويستا (جدول٣) يمكن استنتاج الآتي:

- بلغ عدد مقعرات حافة الكويستا ستة مقعرات تفصل بينها سبعة نتوءات صخرية (صورة٤) تم تحديدها من المرئية الفضائية والنموذج الرقمي حيث لا يمكن إدراكها في الميدان لزيادة أطوالها، وتراوحت أطوالها المتعرجة ما بين أدني قيمة ٧.٥كم للمقعر الأول وأعلي قيمة ١٦كم للمقعر الخامس بمتوسط ١١.٦كم. ويحتفظ هذان المقعران أيضا بأقل وأعلي قيمة للطول المستقيم ما بين ٥.٣– ١٤.٥كم بمتوسط ٩.٢كم. وكذلك في نصف قطر الدائرة المكافئة لهما وأيضا محيط دائرتهما (شكل٩).
- بلغ المتوسط العام لنسبة التعرج للمقعرات ١.٢كم، وتراوح النسبة بين ١.٠٤كم للمقعر الرابع و١.٥كم للمقعر السادس.
- يرجح ظهور تلك المقعرات في واجهة الكويستا والتي تفصلها النتوءات إلي العمليات النهرية.

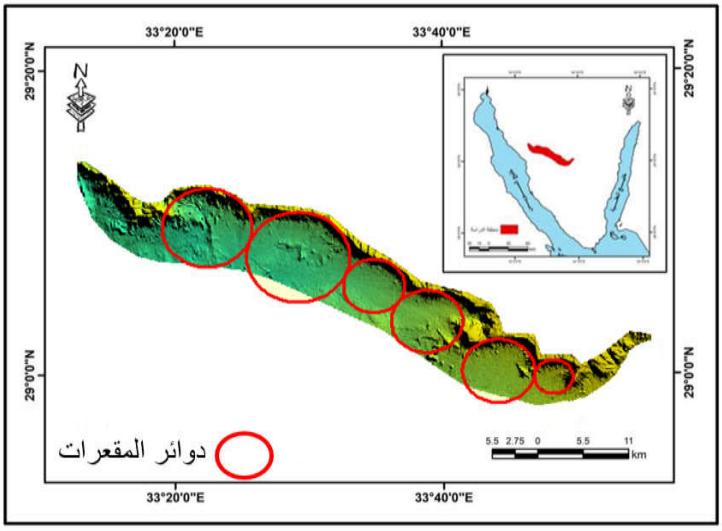
(جدول ٣) الخصائص المورفومترية لمقعرات الكويستا

المقعر	طول المقعر كم	الطول المستقيم كم	نسبة التعرج	نصف قطر الدائرة	مساحة الدائرة المكافئة	محيط الدائرة المكافئة
الأول	٧.٥	٥.٣	١.٤	٢.٣	١٧.٢	١٤.٧
الثاني	١٠.٦	٨.٧	١.٢	٤.٤	٦١.٩	٢٧.٩
الثالث	١١.٩	٨.٣	١.٤	٤.٣	٥٩.٥	٢٧.٣
الرابع	٨.٥	٨.١	١.٠٤	٣.٧	٤٣.٩	٢٣.٥
الخامس	١٦	١٤.٥	١.١	٦.٣	١٢٤.١	٣٩.٥
السادس	١٥.٢	١٠.٤	١.٥	٥.٥	٩٤.٤	٣٤.٤
المتوسط	١١.٦	٩.٢	١.٢	٤.٤	٦٦.٨	٢٧.٩

المصدر/ نظم المعلومات الجغرافية (من قياس الباحث)

المصدر/ جوجل إرث

(صورة ٤) مقعرات حافة الكويستا



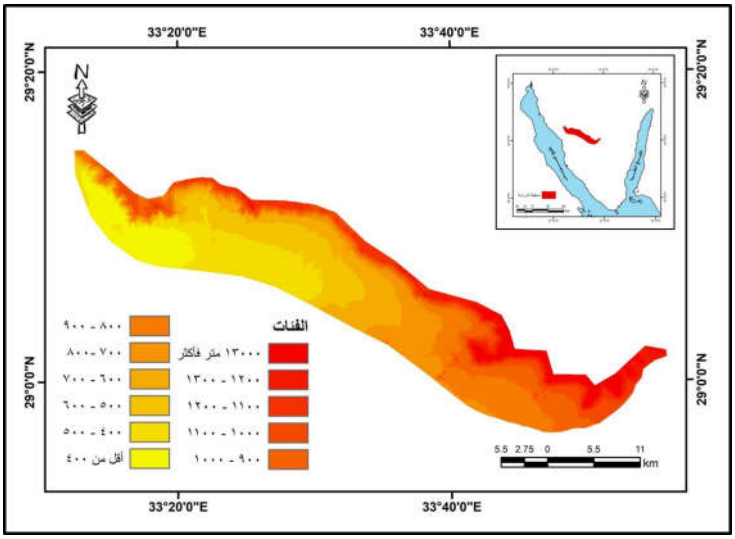
المصدر/ النموذج الرقمي

(شكل٩) الدوائر المكافئة لمقعرات الكويستا

ج- الارتفاعات

تتباين الارتفاعات في منطقة الكويستا بين شرقها وغربها بسبب النشأة التكتونية للحافة وما تلاها من عمليات النحت والارساب فيما بعد، وتم عمل خريطة كنتورية بفاصل ١٠٠م، وصنفت فئات المساحة في إحدى عشرة فئة، ومن دراسة شكلي (١٠، ١١) و(جدول٤) أمكن استنتاج الآتي:

- لا تمثل فئة بعينها جزء معينا من أجزاء الكويستا، ويرجع ذلك إلي أن المنطقة برمتها تنحدر من الجنوب الشرقي تجاه الشمال الغربي، لهذا تشارك معظم فئات الارتفاع في مساحات أجزاء الكويستا.
- تمثل الفئات من ٥٠٠-٧٠٠م أعلي الفئات مساحة بإجمالي نسبة ٣٤.٢%، وإذا ما أضفنا الفئة ٨٠٠-٩٠٠م (١٥.٦%) يقترب إجمالي هذه الفئات الثلاث (٤٩.٨%) من نصف مساحة الكويستا.
- تتمثل الفئات بدءا من أقل ٤٠٠م وحتي الفئة ٧٠٠م في القسم الغربي من مساحات سهل الكويستا فقط، والتي تبلغ مساحتها ٢٨٤.٣كم٢ بنسبة ٤٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة لمسافة ٤٠كم تقريبا.
- يتدرج سهل الكويستا في الانحدار من فئة ارتفاع ١٠٠٠م من الجنوب الشرقي تجاه الشمال الغربي وحتي فئة أقل من ٤٠٠م.
- تقتصر حافة الكويستا في الشرق ولمسافة ٥٥كم، والتي تبلغ مساحتها ١١٦.٨كم٢ بنسبة ١٨.٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة علي الفئات الأكثر ارتفاعا بدءا من الفئة ١١٠٠م وحتي الفئة أكثر من ١٣٠٠م.
- تشارك الفئة ١٠٠٠م في حافة الكويستا غربا لمسافة ٢٣كم.
- أظهر المعامل الهبسومتري المطبق علي مساحات الفئات الكنتورية لمنطقة الكويستا (شكل ١٢) أن المنطقة تبلغ نسبتها ٤٧٪ أي أنها في مرحلة التوازن.



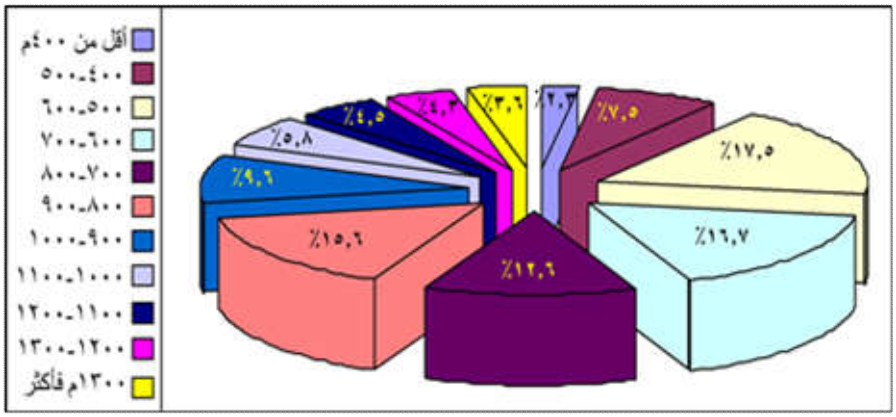
المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١٠) تباين الارتفاعات للكويستا

(جدول٤) مساحات فئات الارتفاع للكويستا

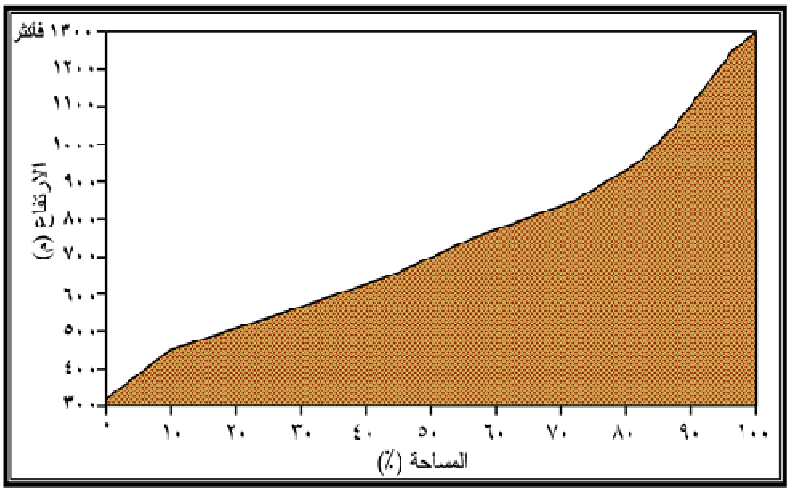
الفئة (م)	المساحة كم٢	٪
أقل من ٤٠٠	١٥	٢.٣
٤٠٠ – ٥٠٠	٤٨.٤	٧.٥
٥٠٠ – ٦٠٠	١١٣	١٧.٥
٦٠٠ – ٧٠٠	١٠٧.٩	١٦.٧
٧٠٠ – ٨٠٠	٨١.٦	١٢.٦
٨٠٠ – ٩٠٠	١٠١	١٥.٦
٩٠٠ – ١٠٠٠	٦٢.٣	٩.٦
١٠٠٠ – ١١٠٠	٣٧.٣	٥.٨
١١٠٠ – ١٢٠٠	٢٨.٩	٤.٥
١٢٠٠ – ١٣٠٠	٢٧.٦	٤.٣
١٣٠٠ فأكثر	٢٣	٣.٦
المجموع	٦٤٦.١	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)



المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على جدول(٤) باستخدام برنامج Excel

(شكل ١١) التوزيع النسبي لفئات الارتفاع للكويستا



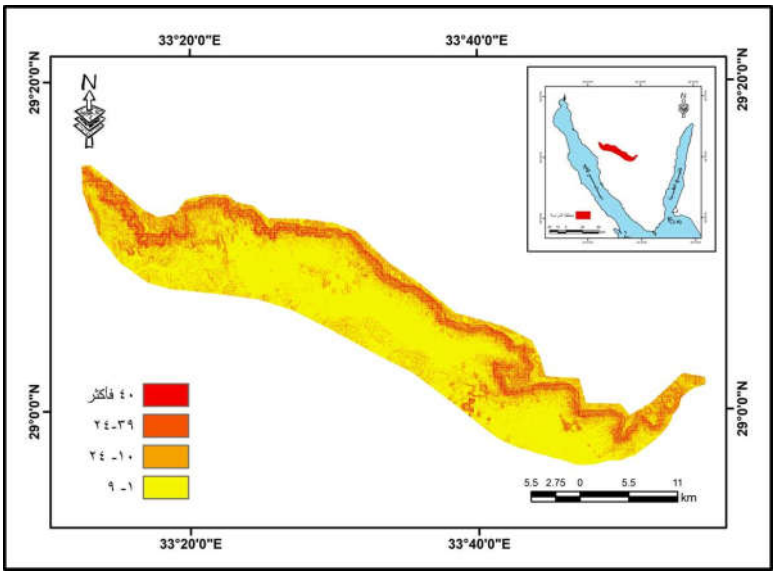
المصدر: اعتماداً على جدول (٤) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

شكل (١٢) المنحني الهبسومتري لمنطقة الكويستا

د- الانحدارات

أظهرت تقنية تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية تباينا في منحدرات منطقة الكويستا(شكلي١٣، ١٤)، وتشير إلى خصائص منحدرات أجزاء الكويستا، وتم تصنيفها في أربع فئات انحدار، ومن خلال دراسة (جدول٥) أمكن استنتاج الآتي:

- لوحظ أن الفئة الأولي الهينة الانحدار (١-٩ ْ) تستحوذ علي أكثر من ثلاثة أرباع مساحة المنطقة (٤٩١.٨كم٢، بنسبة٧٦.١٪)، ويرجع ذلك لاتساع مساحة المنخفض المرافق للكويستا بسبب تراجعها، وانحداره التدريجي تجاه الشمال الغربي باستثناء بعض التلال المتخلفة عن عملية النحت التفاضلي علي سطحه والتي تزيد فيها درجة الانحدار عن درجة انحدار السهل.



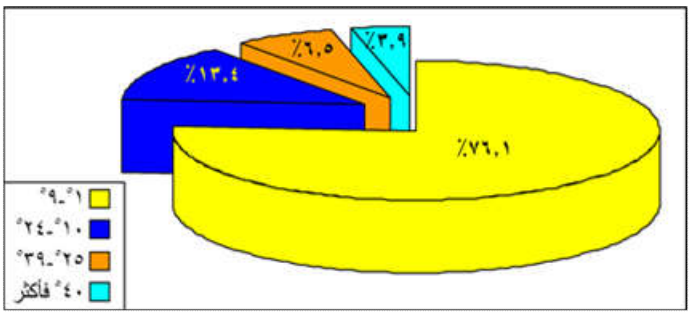
المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١٣) انحدارات للكويستا

(جدول٥) مساحات فئات الانحدار للكويستا

الفئة (بالدرجات)	التصنيف	المساحة كم٢	٪
١- ٩	هينة	٤٩١.٨	٧٦.١
١٠- ٢٤	متوسطة	٨٦.٥	١٣.٤
٢٤-٣٩	شديدة	٤٢.٣	٦.٥
٤٠ فأكثر	جروف	٢٥.٥	٣.٩
المجموع		٦٤٦.١	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٣)

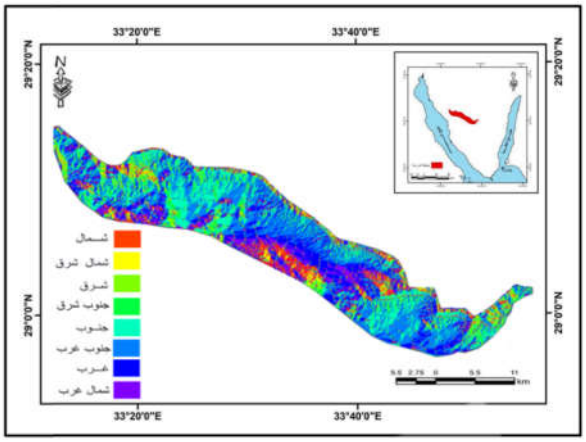


المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على جدول(٥) باستخدام برنامج Excel

(شكل١٤) التوزيع النسبي لمساحات فئات الانحدار

- استحوذت الفئة الثانية متوسطة الانحدار (١٠-٢٤ °) علي مساحة ٨٦.٥كم٢ بنسبة ١٣.٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتتوزع تلك المساحة ما بين ظهر الكويستا وأقدام منحدراتها وبعض التلال المتخلفة بمنخفضها.
- استأثرت حافة الكويستا علي الفئتين الأخيرتين شديدتى الانحدار والجروف والتي تبلغ مساحتهما معاً ٦٧.٨كم٢ بنسبة ١٠.٤٪ وبعض التلال المتخلفة مقابل جبل رقبة والنتوء الصخري الفاصل بين المقعرين الأول والثاني شرق جبل رقبة.

وتتوزع اتجاهات الانحدارات علي جميع الاتجاهات الأصلية والفرعية (شكل١٥)، وقد تتركز بعض الاتجاهات في بعض المناطق دون غيرها، وتختلف تلك الاتجاهات فيما بينها في المساحة، وهناك اتجاهات تتفق ونشأة الكويستا ومنخفضها وهي التي استحوذت علي معظم المساحات في المنطقة (جدول٦)، فقد سجل الاتجاه الجنوبي أعلي مساحة (١٥١.٩كم٢) نسبة ٢٣.٥٪، ويتمثل بكثرة في الثلث الغربي للكويستا، يليه الاتجاه الجنوبي الغربي (١٣٩.٦كم٢) بنسبة ٢١.٦٪، ويسود في الثلث الأوسط للكويستا في الشق الشمالي منه والثلث الشرقي في الشق الجنوبي منه، ثم يأتي الاتجاه الغربي في المرتبة الثالثة (١٢٧.٩كم٢) بنسبة ١٩.٨٪، ويتمثل في صورة أشرطة تتفق مع محور الكويستا في الثلث الأوسط منها، وفي صورة أشرطة متعامدة علي منحدر الكويستا في القسم الشرقي، يليها الاتجاه الشمالي الغربي (٥٨.١كم٢) بنسبة ٩٪، وتتفق مساحته مع محاور اتجاه الفئة السابقة، والاتجاهات المذكورة تتفق مع اتجاهات الكويستا وتطورها (شكل١٦)، ثم يليها الاتجاه الشمالي الذي يعد أحد جناحي الكويستا (٥٦.٨كم٢) ونسبته ٨.٨٪، وتزيد مساحته في جنوب السهل للثلث الأوسط، أما مساحات الاتجاهات التي تخالف النشأة والتطور للكويستا فهي الاتجاهات الآتية: (شمال شرق ٢٧.٨كم٢ بنسبة٤.٣٪، وشرق ٤٠.٧كم٢ بنسبة٦.٣٪، وجنوب شرق ٤٣.٣كم٢ بنسبة٦.٧٪)، وتقتصر مساحاتها علي عدسات صغيرة معظمها علي أطراف الكويستا.



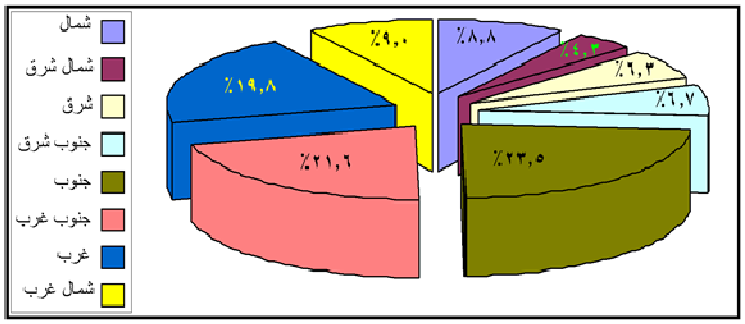
المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١٥) اتجاهات الانحدارات بمنطقة الكويستا

(جدول٦) خصائص اتجاهات الانحدارات بمنطقة الكويستا

الاتجاه	المساحة كم٢	٪
شمال	٥٦.٨	٨.٨
شمال شرق	٢٧.٨	٤.٣
شرق	٤٠.٧	٦.٣
جنوب شرق	٤٣.٣	٦.٧
جنوب	١٥١.٩	٢٣.٥
جنوب غرب	١٣٩.٦	٢١.٦
غرب	١٢٧.٩	١٩.٨
شمال غرب	٥٨.١	٩.٠
الاجمالي	٦٤٦.١	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٥)



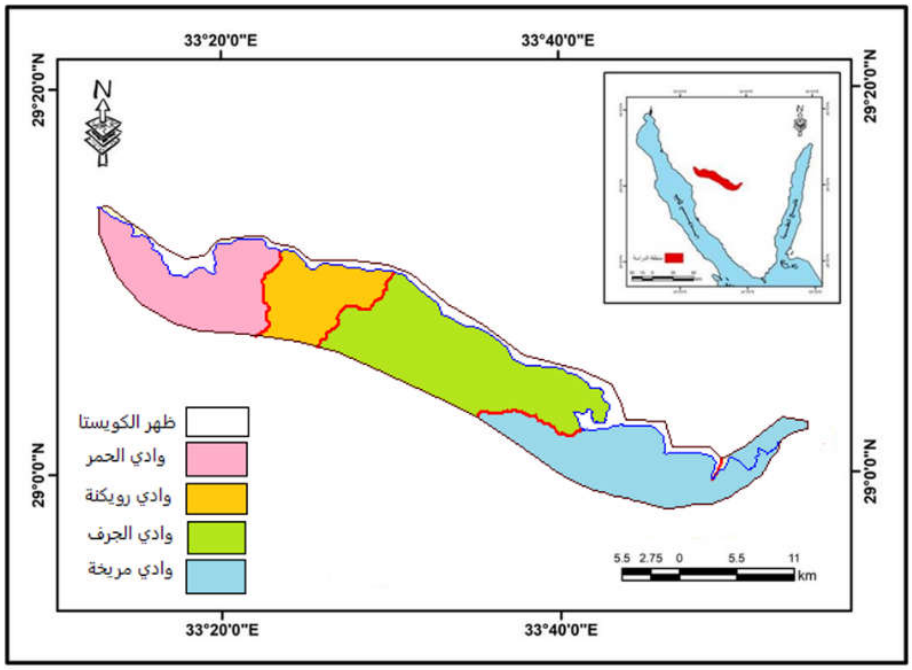
المصدر : إعداد الباحث اعتمادا على جدول(٦) باستخدام برنامج Excel

(شكل١٦) التوزيع النسبي لاتجاهات الانحدارات

ثالثا: الخصائص الجيومورفولوجية للكويستا

تدل الكويستات علي أن الطبقات الصخرية المكونة لها تتألف من طبقات صخرية صلبة متعاقبة مع طبقات لينة وكلها ذات ميل تدريجي بسيط أي تأثرت المنطقة بحركة رفع هينة (حسن أبو العينين ١٩٨٩ص ٢٠٨)، وتتحدد جروف الكويستا الناتجة عن فعل النحت التفاضلي في بنية أحادية الميل تظهر فيها مكاشف الصخور الرسوبية متطابقة أو متنافرة مما جعل جروفها بارزة. ولكل كويستا جانبان قد يكون ارتفاعهما بالنسبة للأرض المجاورة عظيما أو محدودا تبعا لمدى فعل عملية النحت الرأسي للمجاري النهرية التي طورت ظاهرة الكويستا.

ويطلق على المسافة العرضية بين جناحي الكويستا تعبير البعد الأفقي للكويستا، ويطلق على المسافة الطولية بين قمة الكويستا وأدنى منطقة يتلاشى عندها ظهر الكويستا تعبير البعد الطولي للكويستا. والأشكال التضاريسية المتمثلة بها حاليا تعبر عن مرحلة من تطورها الجيومورفولوجي، منها ظاهرة روافد خطوط التصريف الأكثر انتشارا، ويمكن تصنيفها إلي نوعين: أحدهما ينحدر مع الميل العام للطبقات ويتجه شمالا، والآخر عكس ميل الطبقات ويتجه جنوبا، وتتخذ روافد خطوط التصريف حاليا داخل منطقة الكويستا عدة اتجاهات تتفق وتضاريس الكويستا المحلية ومنخفضها، ومعظمها مجارٍ ضحلة تخدد مكشف الطبقتين الوسطى (الراحة) والسفلي (مالحة) في واجهة الكويستا، ويكاد يتلاشي أثرها في سهل الكويستا. وتم تحديد أحواض التصريف لمنطقة الكويستا، وتبين أنها تضم أعالي ثلاثة أحواض لأودية رئيسية بدءا من الشرق(شكل١٧) هي:



المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١٧) مساحات منابع الأودية

- روافد وادي مريخة: وتتبع روافده من كويستا هضبة العجمة شمال منطقة الدراسة بستة كليومترات ويحدد الجانب الغربي لمجراه بداية كويستا التيه شرقا، وبفحص الخريطة الجيولوجية لمنطقة الوادي لوحظ أن مجراه يتبع انكسارا في ذات الاتجاه، وهو الذي حدا به أن يشذ عن باقي الروافد في اختراقه سطح هضبة التيه، يضاف له روافد المقعرين الأول والثاني لواجهة الكويستا غربه وشرق جبل رقبة بواجهة طولها ٢٣.٣كم، وتبلغ مساحة تصريفه داخل منطقة الكويستا ١٦٤.٧كم٢ بنسبة ٢٥.٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وروافده تتجه نحو الجنوب الغربي، ويعد أحد روافد وادي سدرة الذي ينتهي بمصبه في خليج السويس جنوب مدينة أبو رديس.
- روافد وادي بعبع: وينتهي مصبه شمال مدينة أبو رديس، وتتمثل أعاليه في القسم الأوسط للكويستا، وتبلغ مساحته ٢٩٢.٧كم٢ بنسبة ٤٥.٣٪، وهما رافدان رئيسيان الأول وادي الجرف وينبع من جبل رقبة ويعد الوادي الثاني الذي ترك بصمته التحاتية بعد وادي مريخة في الوصول لسطح هضبة التيه لكن بصورة محدودة جدا حيث تجاوزت بعض روافده من الرتبة الأولي أنف

الكويستا، وتتوزع روافده علي واجهة الكويستا بطول ٢٨.٧كم، وتضم المقعرات الثالث والرابع ونصف الخامس، وتبلغ مساحته ٢١٠كم٢ بنسبة ٣٢.٥٪، ورافده الرئيسي يسير مواز لمحور الكويستا لمسافة ٢٠كم، وينحرف في نهايته تجاه الجنوب الغربي. أما الثاني فهو رافد وادي رويكنة ويأخذ الاتجاه الجنوبي وتتبع روافده علي وجه الكويستا لمسافة ١١.٣كم، ويضم نصف المقعر الخامس ونصف المقعر السادس، وتبلغ مساحته ٨٢.٧كم٢ بنسبة ١٢.٨٪.

- روافد وادي الحمر: هو أحد روافد وادي طيبة الذي ينتهي مصبه عند مدينة أبو زنيمة، وتمتد روافده علي وجه الكويستا لمسافة ٢٥.٧كم، وروافده منها ما يساير اتجاه محور الكويستا لمسافة ٩.٦كم، ومنها ما يتجه نحو الجنوب حتي يلتقيا بالمجري الرئيسي لوادي طيبة الذي ينحرف تجاه الجنوب الغربي. وتبلغ مساحته ١٢٩كم٢ بنسبة ٢٠٪.

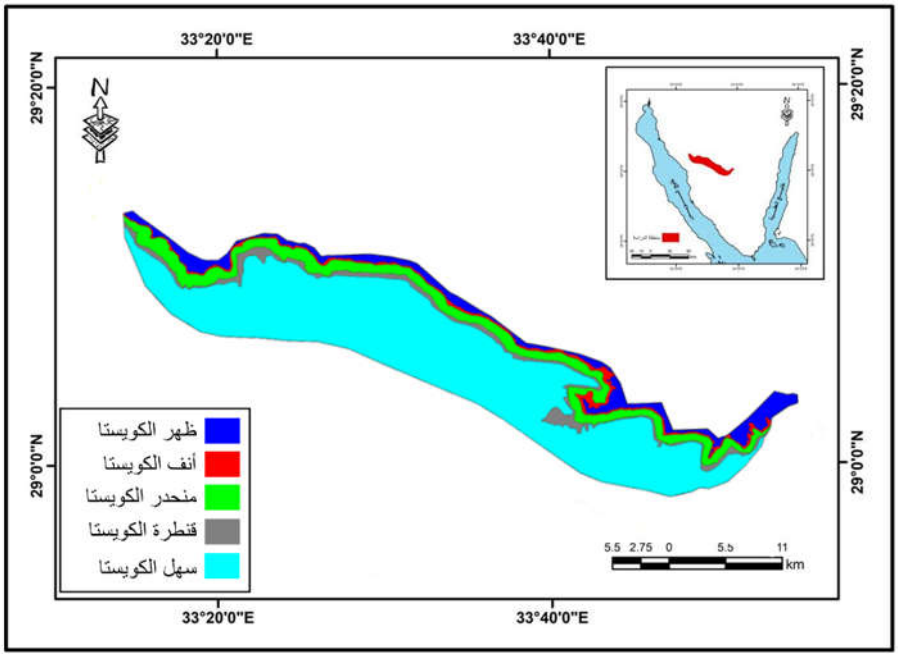
وهذا لا يمنع من وجود نهر قديم استقر بخط التماس بين حافة الكويستا وصخور المركب الأركي في الانكسار الموازي لمحور الكويستا والمحدد لها جنوب منخفضها بعد تعرضها لحركة الرفع، واتجه غربا واضطر النهر لتعميق مجراه وظل محتفظا باتجاهه الاصلي السالف حتي تطورت الكويستا بمنخفضها، أما خطوط التصريف المذكورة آنفا فإذا كانت تدل علي تراجع واجهة الكويستا لظهرت آثار لحوائط صخرية تفصل بين أحواضها (وهذا ما نفتقده في منخفضها)، وبذلك لا تعتبر خطوط التصريف مسئولة عن عمليات نحت وتراجع حافة الكويستا السالف، وإنما تمثل المرحلة الجيومورفولوجية الحالية للكويستا وذلك للأسباب الآتية:

- عظم اتساع المنخفض المرافق لها، وأيضا المساحة المزالة منه والتي قدرت بأكثر من ٢٥٠كم٣.
- ضيق المجاري الرئيسية للأودية التي تنتهي إليها الروافد الحالية التي أخذت طريقها عبر صدوع الصخور النارية.
- اتساع منخفض الكويستا عند نهايته مع سهل القاع تجاه خليج السويس، وتدرج انحداره في هذا الاتجاه بمعدل انحدار ٨م/كم.

وأوضحت الدراسة الميدانية لمنطقة الكويستا أنه يمكن تقسيم منحدر الكويستا إلي مجموعة من الأقسام الرئيسية (صورة٥) كل قسم له صفاته الجيومورفولوجية والمورفومترية المميزة (شكل١٨) و(جدول٧)، ويمكن مناقشتها في الآتي:

المصدر/ جوجل إرث

(صورة٥) أجزاء الكويستا



المصدر: نظم المعلومات الجغرافية

(شكل١٨) أجزاء الكويستا

(جدول٧) الخصائص المساحية لأجزاء الكويستا

أجزاء الكويستا	المساحة كم٢	٪
الظهر	٥٩.٧	٩.٢
الأنف	٢١.٦	٣.٣
المنحدر	٩١.١	١٤.١
القنطرة	٣٨.٧	٦.١
السهل	٤٣٥	٦٧.٣
المجموع	٦٤٦.١	١٠٠

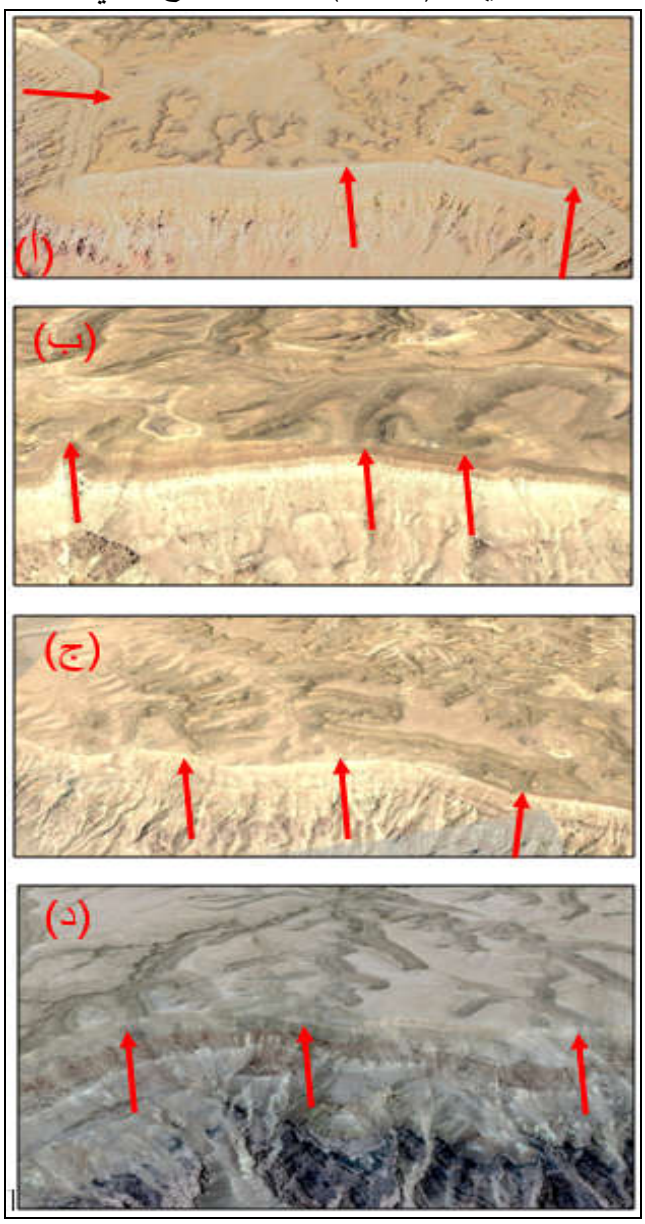
المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٨)

أ- ظهر الكويستا

يعد أحد جناحي الكويستا بطول ٧٨كم، ويتمثل في السطح البنيوي الأصلي (طبقة مطلة) لهضبة التيه التي تنحدر انحدارا هينا في اتجاه ميل الطبقات، حيث نشأت عليه مجموعة من خطوط التصريف تنحدر مع ميل الطبقات تجاه الشمال يخص منابع وادي العريش٥٠كم منها، والمسافة الباقية (٢٨كم) تخص منابع وادي واطا أحد روافد وادي غرندل الذي يصب في خليج السويس شمال حمام فرعون. ومعروف أن ظهر الكويستا يمتد طوليا حتى يتلاشي الميل العام، ونظرا لأن الكويستا أحادية الميل فظهرها ممتد لعدة كيلومترات شمالا، لهذا تم تحديد قسم صغير من ظهر الكويستا لإظهار خصائصه الجيومورفولوجية كأحد أجنحتها، وتبلغ مساحته ٥٩.٧كم٢ بنسبة ٩.٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وقد تم تسجيل عمليات محدودة لاختراق بعض روافد خطوط التصريف لحافة الكويستا وبلوغها ظهر الكويستا في قسمها الشرقي إلا أن حافة الكويستا كانت أسبق في تقدمها بأعالي خطوط التصريف علي ظهر الكويستا (صورة٦)، ومن خلال دراسة وفحص الصور الفضائية أمكن رصد هذه الظاهرة في العديد من الأماكن علي ظهر الكويستا نوجزها في الأتي:

يوجد تراجع لحافة الكويستا بدءا من المقعر الأول شرقا حتى التقائه بمناطق تسوية تحاتية لأعالي روافد وادي العريش (صورة أ، ب) كما تظهر به بقايا تلية يمثل سطحها مستوي السطح الأصلي للهضبة،

وترتفع عن سطح التسوية بأكثر من٢٠م، وبالاتجاه غربا يلاحظ أن الحافة وصلت إلي أعالي روافد متطورة وعميقة المنسوب (صورة ج، د) والمواقع المحددة منسوبة لروافد وادي العريش، ومنابع وادي واطا. وبدراسة الارتفاعات المؤلفة لظهر الكويستا (جدول٨) يمكن استنتاج الآتي:



المصدر/ جوجل إرث

(صورة٦) تراجع الكويستا علي حساب مساحات روافد التصريف

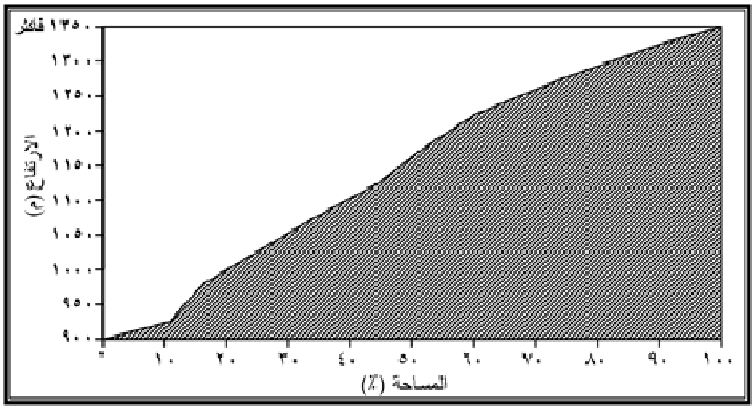
(جدول٨) الخصائص المساحية لظهر الكويستا

الارتفاع (م)	المساحة (كم٢)	٪
أقل من ٩٥٠	٦.٤	١٠.٧
٩٥٠-١٠٠٠	٣.٣	٥.٥
١٠٠٠-١٠٥٠	٥.١	٨.٥
١٠٥٠-١١٠٠	٥.٦	٩.٤
١١٠٠-١١٥٠	٦.٢	١٠.٤
١١٥٠-١٢٠٠	٤.٣	٧.٢
١٢٠٠-١٢٥٠	٥.٢	٨.٧
١٢٥٠-١٣٠٠	٨.٢	١٣.٨
١٣٠٠-١٣٥٠	٩.٥	١٥.٩
١٣٥٠ فأكثر	٥.٩	٩.٩
الإجمالي	٥٩.٧	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)

- تنحصر ارتفاعات ظهر الكويستا فيما بين ٨٠٠-١٤٠٠م بمدي ٦٠٠م.
- يستأثر القسم الشرقي من بداية الكويستا وحتي جبل رقبة لمسافة ٣٤كم بالفئتين الأكثر ارتفاعا فيما بين ١٣٠٠-١٤٠٠م، بمساحة ١٥.٤كم٢ بنسبة ٢٥.٨٪ من إجمالي ظهر الكويستا، ويوجد انخفاض ثانوي في حوض وادي مريخة بلغ ارتفاعه إلي ١٢٥٠م.
- ينخفض ظهر الكويستا بالاتجاه غربا من ١٣٠٠-٩٠٠م وذلك لمسافة ٤٤كم، ويوجد انخفاض ثانوي خلف النتوء الصخري للمقعر السادس بلغ ارتفاعه ٨٠٠م.
- بلغت المساحة المحصورة في الفئات ١٠٠٠-١٣٠٠م ٣٤.٦كم٢ بنسبة ٥٨٪، مما يوحي بأن ظهر الكويستا في نطاق حافتها مرتفع رغم النحت النهري فيه.

- بلغت المساحات الأقل من ارتفاع ١٠٠٠م نحو ٩.٧كم٢ بنسبة ١٦.٢٪ وهي مساحات تقع خلف حافة الكويستا في القسم الغربي منها.
- أشار المنحني الهبسومتري لظهر الكويستا أنه في حالة نضج وتبلغ نسبته ٠.٥٥٪ (شكل١٩).
- يسود سطح ظهر الكويستا الفئة الهينة الانحدار (١-٩ °) وتمثل نسبته ٧١٪، تليها الفئة المتوسطة الانحدار بنسبة ١٦.٧٪ من إجمالي مساحة ظهر الكويستا (جدول٩).



(شكل١٩) المنحني الهبسومتري لظهر الكويستا

(جدول٩) خصائص انحدارات أقسام الكويستا

الفئة (بالدرجات)	التصنيف	ظهر الكويستا		أنف الكويستا		منحدر الكويستا		قنطرة الكويستا		سهل الكويستا	
		كم٢	٪	كم٢	٪	كم٢	٪	كم٢	٪	كم٢	٪
١- ٩	هينة	٤٢.٣	٧١	٩.٤	٤٣.٥	١١.٥	١٢.٧	٢٧.٣	٧٠.٦	٤١٣	٩٤.٩
١٠- ٢٤	متوسطة	١٠	١٦.٧	١٠	٤٦.٣	١٧	١٨.٩	٩.٥	٢٤.٥	٩.٣	٢.١
٢٤-٣٩	شديدة	٠.٥	٠.٨	١.١	٥.١	٦٠.٨	٦٧.٥	١.٦	٤.١	٠.٧	٠.٢
٤٠ فأكثر	جروف	٦.٩	١١.٥	١.١	٥.١	٠.٨	٠.٩	٠.٣	٠.٨	١٢	٢.٨
المجموع		٥٩.٧	١٠٠	٢١.٦	١٠٠	٩٠.١	١٠٠	٣٨.٧	١٠٠	٤٣٥	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٥)

ب-أنف الكويستا

هي أعلى نقطة على جبهة الكويستا، وذات انحدار شديد في اتجاه مضاد لظهرها، ويعتمد ارتفاع واجهة الكويستا علي الطبقات الصلبة وسمكها فكلما ازداد سمكها زاد ارتفاعها ومن ثم كان تحدب الجبهة واضحا (صورة٧)، وعندما يكون التباين في صلابة صخورها ضعيفا فإن جرفها يكون محدبا في أعلاه وقليل التقعر أدناه، وهذا ما ينطبق علي كويستا التيه، حيث يظهر جرفها شامخا يشرف علي منخفضها من ارتفاع كبير بمتوسط ٤٠٠م، وهذا الفارق يساوي نظريا مجموع سمك الطبقات المتتابعة ببنيتها الأصلية كما هو الحال في واجهة الكويستا باستثناء بدايتها ونهايتها حيث يظهر التتابع الصخري لطبقات العصر الكريتاسي، أما إذا تأثرت الطبقة العلوية بعوامل التعرية أو قطعها سطح تسوية فيقل سمكها، وقد لا تستغل الطبقة السفلية أيضا عن آخرها عند القاعدة من طرف التعرية فيظل الفارق لا يعبر عن السمك الحقيقي للمكشف الأصلي للطبقات كما هو الحال في بداية ونهاية الكويستا حيث تركت التعرية المائية بقايا لطبقة مالحة تمثل أجزاء من سطح المنخفض ومن ثم أصبح سطح المنخفض مشتقا.

المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة٧) أنف الكويستا

وقد تم تحديد الحد الأعلي لأنف الكويستا بأعلي نقطة بالمحدب، والحد الأدني بنهاية التحدب وبداية استقامة المنحدر، وبلغت مساحة أنف الكويستا ٢١.٦كم٢ بنسبة ٣.٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتراوح اتساع منحدرها بين ٦٠-٣٠٠م. ويشاهد من الدراسة الميدانية أن أنف الكويستا عبارة عن جبهة

مجدوعة متراجعة دون خلل في انتظام المنحدر مما يدل بأن الطبقة المؤلفة لها أقل صلابة من الطبقات الواقعة أسفلها، وتظهر بواجهتها الكثير من الشواهد وآثار الأودية السيلية الصغيرة دلالة علي فعل النحت المائي، وهي تمثل امتداد لقنوات أخاديد المنحدر، فضلا عن مظاهر كارستية متنوعة ذات أبعاد متباينة في الطول والعمق والاتساع، تشكلت في البداية بفعل العوامل المناخية على الصعيد الكارستي خلال العصر المطير، لكن سرعة التحلل أخذت بالتباطؤ نتيجة تغير المناخ في الوقت الحالي وزيادة الجفاف وتزايد نشاط التجوية الميكانيكية. ومن خلال دراسة الخصائص المساحية لأنف الكويستا (جدول١٠) يمكن استنتاج الآتي:

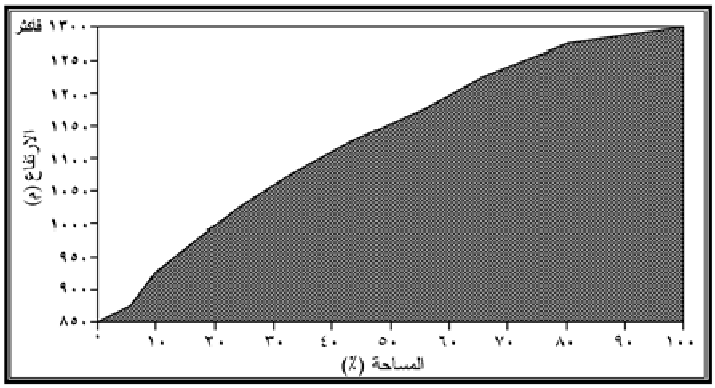
(جدول١٠) الخصائص المساحية لأنف الكويستا

الارتفاع (م)	المساحة (كم٢)	٪
أقل من ٩٠٠	١.٢	٥.٦
٩٠٠-٩٥٠	٠.٩	٤.٢
٩٥٠-١٠٠٠	١.٥	٦.٩
١٠٠٠-١٠٥٠	١.٦	٧.٤
١٠٥٠-١١٠٠	١.٩	٨.٨
١١٠٠-١١٥٠	٢.٢	١٠.٢
١١٥٠-١٢٠٠	٢.٧	١٢.٥
١٢٠٠-١٢٥٠	٢.٢	١٠.٢
١٢٥٠-١٣٠٠	٣.١	١٤.٤
١٣٠٠ فأكثر	٤.٣	١٩.٨
الإجمالي	٢١.٦	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)

- تتراوح ارتفاعات أنف الكويستا بين ٩٠٠ وأكثر من ١٣٠٠م بفرق ارتفاع يزيد علي ٤٠٠م.

- تمثل مساحات الفئات من ١١٠٠م وحتي الفئة الأخيرة (١٣٠٠فأكثر) ١٤.٥كم٢ بنسبة ٦٧.١٪، وأكثر الفئات مساحة هي الفئة الأخيرة (أكثر من ١٣٠٠م) بنسبة ١٩.٨٪ مما يدل علي أن أنف الكويستا ما زال يحتفظ بصفات بقايا الحافة المرتفعة.
- أما الفئات الأقل مساحة فهي دون منسوب ١١٠٠م وتبلغ ٧.١كم٢ بنسبة ٣٢.٩٪، ويرجع ذلك إلي انخفاض أنف الكويستا بالاتجاه غربا لانخفاض سمك طبقة مطلة (حسان عوض١٩٥٣)، وأيضا ميل سطح هضبة التيه برمتها تجاه الغرب كأثر بنيوي، بالإضافة إلي ميلها تجاه الشمال كأثر ترسيبي.
- أشار المنحني الهبسومتري لأنف الكويستا أنه في حالة نضج وتبلغ نسبته ٠.٦٣٪ (شكل٢٠).



(شكل٢٠) المنحني الهبسومتري لأنف الكويستا

- يسود سطح أنف الكويستا فئتي الانحدار الهينة والمتوسطة بنسب شبه متساوية، وتبلغ نسبتهما ٨٩.٨٪ من إجمالي مساحة أنف الكويستا (جدول٩).

ج- منحدر الكويستا

وهو القسم الثالث في أجزاء الكويستا، وتبلغ مساحته ٩١.١كم٢ بنسبة ١٤.١٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتراوح اتساعه بين ٨٠٠- ١٦٠٠م، وسفوحه شديدة الانحدار(صورة٨) تتساقط منه الجلاميد الصخرية متفاوتة الأحجام نتيجة فعل التجوية، ويفرض المنحدر على أخاديد القنوات التصريفية شكلا مميزا بقلة العمق والشكل الخانقي، ويفصلها عن بعضها حوائط صخرية مجدوعة كشواهد لفعل التعرية المائية، وتتغطي بعض المنحدرات وقيعان الأودية بمفتتات صخرية متفاوتة الحجم، ويتفاوت اتساع القنوات التصريفية من بضعة أمتار في قطاعاتها العليا إلي ٣٠م عند نهاية المنحدر (صورة٩)، أما العمق فيتفاوت بين أقل من المتر في أعلاه وينتهي إلي بضعة أمتار بنهاية القناة التصريفية ثم تصبح ضحلة في المنخفض المرافق، وتتمثل تلك الظاهرة في طبقتي الراحة ومالحة التابعتين للعصر الكريتاسي المؤلفتين لواجهة المنحدر.

المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة٨) الجروف الرأسية في منحدرات الكويستا

المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة ٩) القنوات الأوخدودية في أقدام حافة الكويستا

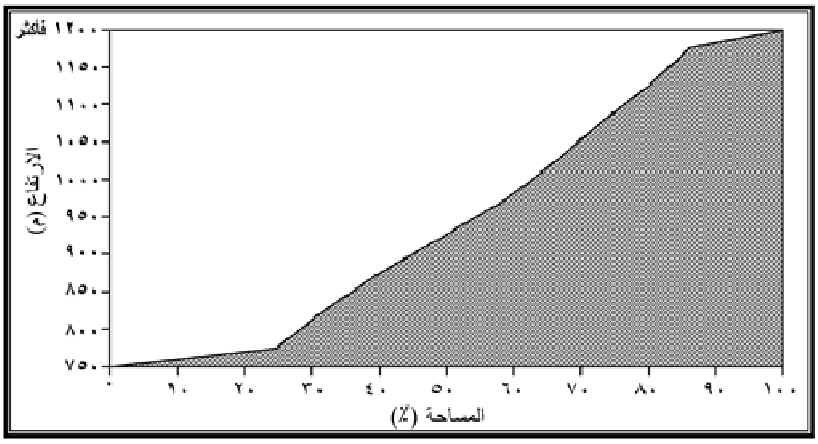
ومن خلال بيانات (جدول١١) يمكن استنتاج الآتي:

(جدول١١) الخصائص المساحية لمنحدر الكويستا

الارتفاع (م)	المساحة (كم٢)	٪
أقل من ٨٠٠	٢٢.٣	٢٤.٥
٨٠٠-٨٥٠	٦.٥	٧.٢
٨٥٠-٩٠٠	٧.٥	٨.٣
٩٠٠-٩٥٠	٨.٨	٩.٧
٩٥٠-١٠٠٠	٨.٦	٩.٤
١٠٠٠-١٠٥٠	٦.٦	٧.٢
١٠٥٠-١١٠٠	٥.٩	٦.٥
١١٠٠-١١٥٠	٦.٦	٧.٢
١١٥٠-١٢٠٠	٥.٦	٦.١
١٢٠٠ فأكثر	١٢.٧	١٣.٩
الإجمالي	٩١.١	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)

- تتراوح ارتفاعات منحدر الكويستا بين ٨٠٠- وأكثر ١٢٠٠م، بمدي أيضا يزيد علي ٤٠٠م.
- تستحوذ أدني فئة (أقل من ٨٠٠م) علي ٢٢.٣كم٢ من مساحة المنحدر بنسبة ٢٤.٥٪، ويرجع ذلك إلى أن هذه الفئة تشارك أكثر من نصف واجهة المنحدر الغربي بدءا من أقدام المنحدر غرب جبل رقبة حتي تبلغ أعالي المنحدر في نهايته الغربية.
- أما الفئة الأكثر ارتفاعا(١٢٠٠م فأكثر) فقد جاءت في المرتبة الثانية في الترتيب المساحي بقيمة ١٢.٧كم٢ بنسبة ١٣.٩٪، وهي تشارك المنحدر الشرقي من بدايته الشرقية وتنتهي بأعالي المنحدر شمال جبل رقبة.
- لا توجد فئة مساحية بعينها تشارك المنحدر بكامله سوي خط كنتور ١٠٠٠م يشارك بعض أقدام المنحدر شرقا وينتهي بقمة المنحدر عند المقعر السادس شرقا.
- أشار المنحني الهبسومتري لمنحدر الكويستا أنه في حالة توازن وتبلغ نسبته ٠.٤٤٪ (شكل٢١).



(شكل٢١) المنحني الهبسومتري لمنحدر الكويستا

- يسود سطح منحدر الكويستا الفئة شديدة الانحدار بنسبة ٦٧.٥٪ والجروف بنسبة ٠.٩٪ (جدول٩) دلالة علي شدة انحداره.

د- قنطرة الكويستا

هي المنطقة الصغيرة المحدودة المساحة المستوية السطح التي تلازم أقدام المنحدر في شكل قنطرة أو كوبري بين مقدمة الكويستا والعناصر الأخرى للكويستا، تفترشها المفتتات الصخرية، وتقطعها القنوات التصريفية الضحلة (صورة ١٠)، وتبلغ مساحتها ٣٨.٧كم٢ بنسبة ٦.١٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتراوح اتساعها بين ٤٠-٣٠٠م.

المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة ١٠) المفتتات الصخرية تفترش قنطرة الكويستا

ومن خلال بيانات (جدول١٢) يمكن استنتاج الآتي:

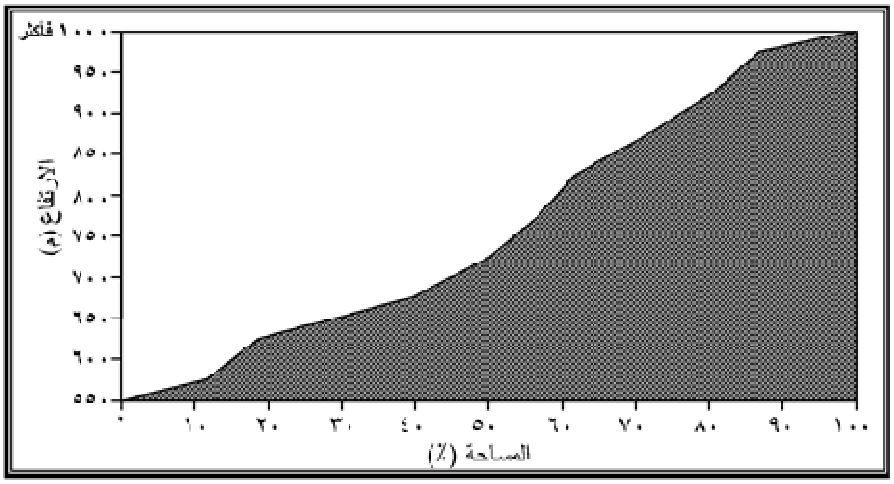
- تنحصر ارتفاعات قنطرة الكويستا بين ٦٠٠-وأكثر من١٠٠٠م، بمدي يزيد علي ٤٠٠م.
- تستحوذ الفئات ٦٥٠-٧٠٠م علي أعلي نسبة (٢٠.٩٪) بين الفئات بمساحة ٨.١كم٢، وهي تتمثل في أقدام المقعرين الخامس والسادس، تليها الفئة الأخيرة (١٠٠٠م فأكثر) بمساحة ٥.١كم٢ بنسبة ١٣.٢٪، وتتمثل مقابل أقدام المقعرين الأول والثاني، ثم تأتي الفئة الأولي في المرتبة الثالثة بمساحة ٤.٥كم٢ بنسبة ١١.٦٪ وتتمثل في مقابل أقدام القسم الأخير أى الغربي من الكويستا.

- تتدرج الفئات الأخري بنسب أقل وذلك بسبب عدم موازاة خطوط الكنتور لأقدام الحافة لانحدار المنطقة تجاه الشمال الغربي.
- أشار المنحني الهبسومتري لقنطرة الكويستا أنه في حالة توزان وتبلغ نسبته ٠.٤٧٪ (شكل٢٢).
- يسود سطح قنطرة الكويستا الفئة الهينة الانحدار بنسبة ٧٠.٦٪، دلالة علي استوائها، يليها الفئة المتوسطة الانحدار بنسبة ٢٤.٥٪(جدول٩).

(جدول١٢) الخصائص المساحية لقنطرة الكويستا

الارتفاع (م)	المساحة (كم٢)	٪
أقل من ٦٠٠	٤.٥	١١.٦
٦٥٠-٦٠٠	٢.٧	٧.٠
٧٠٠-٦٥٠	٨.١	٢٠.٩
٧٥٠-٧٠٠	٤.١	١٠.٦
٨٠٠-٧٥٠	٢.٦	٦.٧
٨٥٠-٨٠٠	١.٩	٤.٩
٩٠٠-٨٥٠	٣.٩	١٠.١
٩٥٠-٩٠٠	٣.٤	٨.٨
١٠٠٠-٩٥٠	٢.٤	٦.٢
١٠٠٠ فأكثر	٥.١	١٣.٢
الإجمالي	٣٨.٧	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)



(شكل٢٢) المنحني الهبسومتري لقنطرة الكويستا

هـ- منخفض الكويستا

هو المنخفض الذي تكون أمام حافتها نتيجة لتآكلها وتراجعها بسبب عمليات التعرية وخصوصاً التعرية المائية لمدة طويلة في ظروف مناخية أكثر رطوبة، وينحدر من ارتفاع ١٠٠٠م شرقا حتي ينتهي إلي ارتفاع ٣٠٠م عند سهل القاع (٢٠٠م)، ويميل إلى الإستواء(صورة١١)، وسطحه يشكل مرحلة مهمة في تاريخ تضرس منطقة الكويستا لأنه يضع حدا لفترة طويلة من تطورها، ويمكن أن يشكل نقطة إنطلاق لمرحلة جديدة من النحت والإرساب إذا ما تغيرت الظروف المناخية الحالية.

المصدر/ الدراسة الميدانية

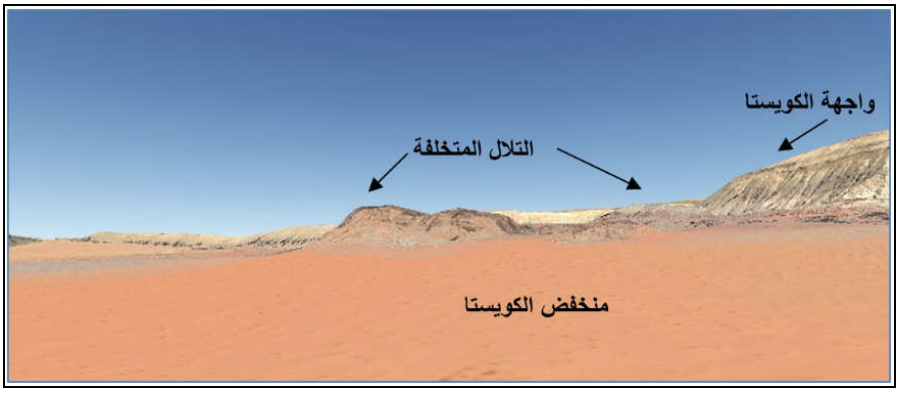
(صورة١١) إستواء سطح المنخفض المرافق للكويستا

ويظهر المنخفض ضيقا في الجنوب الشرقي بسبب انحصاره بين بداية واجهة الكويستا التي تمثل الجانب الغربي لوادي مريخة وبين مجراه الذي يتجه نحو الجنوب الغربي (وادي سدرة)، ثم يزداد اتساعه تدريجيا حتي يبلغ ١.٢كم مقابل النتوء الصخري الأول الذي يفصل بين المقعر الأول وانتهاء مجري وادي مريخة، ثم يزداد الاتساع تدريجيا مقابل المقعر الأول إلي ٦.٣كم، بعد ذلك يضيق قليلا مقابل النتوء الصخري الثاني إلي ٤.٧كم، ثم يزداد الاتساع مقابل المقعر الثاني إلي ٨.٧كم، ويضيق إلي ٤.١كم مقابل النتوء الثالث (جبل رقبة)، وتظهر مقابله مجموعة من التلال المتخلفة عن عملية النحت المائي، ويعاود اتساعه إلي ٨.٥كم مقابل المقعر الثالث، ثم يضيق مرة ثانية مقابل النتوء الرابع إلي ٦.٣كم، ويزداد اتساعة مقابل المقعر الرابع إلي ٨كم، ويضيق قليلا مقابل النتوء الخامس إلي ٧.٥كم، ثم يعاود اتساعه إلي ٩.٧كم مقابل المقعر الخامس، ثم يضيق قليلا مقابل النتوء السادس إلي ٧.١كم، ويتسع إلي ٩.٦كم مقابل المقعر السادس، ثم يضيق مقابل النتوء السابع إلي ٢.٩كم، ويستمر في ضيقه حتي يتلاشي بانتهاء واجهة الكويستا غربا.

ويظهر بسهل الكويستا آثار لتلال صخرية متخلفة، تأخذ أشكالا متعددة مثل الهرمية والقبابية والهضبية، تكونت نتيجة عمليات التعرية التفاضلية في الطبقات الصخرية لطبقتي الراحة ومالحة، وتمتاز بالمفتتات الصخرية التي تغطيها(صورة١٢)، وتظهر كشواهد نتيجة عملية تراجع واجهة الكويستا، وأهم ما يميزها شدة انحدار جوانبها من جهة الجنوب (صورة١٣). وقد تم عمل خريطة كنتورية لسهل الكويستا بفاصل كنتورى ٢٠م بهدف التعرف علي الشكل التضاريسي لسطحه، وتحديد عدد ومساحات التلال المتخلفة (شكل٢٣)، والتى بلغ عددها ١٩٩تلا بواقع ٠.٤تلا/كم٢، وتظهر في تجمعات أكبرها مقابل جبل رقبة، وبلغت مساحتها الكلية ٧.٢كم٢، بنسبة ١.٦٪ من مساحة سهل الكويستا، وبنسبة ١.١٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وكلاهما نسبة صغيرة تدل علي نشاط التعرية المائية في واجهة الكويستا، وتتفاوت فيما بينها في المساحة، فأكبرها يقع في أقصي غرب الكويستا، ومساحته ١.١٦كم٢، بقاعدة محيطها ٧.٨٥كم عند ارتفاع ٤٦٠م، ويرتفع عن مستوي السطح المجاور ٣٠م، يليه تل جبل رقبة بمساحة ١.٠٦كم٢، بقاعدة محيطها ٦.٣٥كم عند ارتفاع ٨٢٠م، ويرتفع عن مستوي السطح المجاور ٨٣م، وأصغرها مساحة بلغ محيطه ٨٠م فقط عند ارتفاع ٥٤٠م، ولا يتجاوز ارتفاعه عن السطح المجاور متراً واحداً.

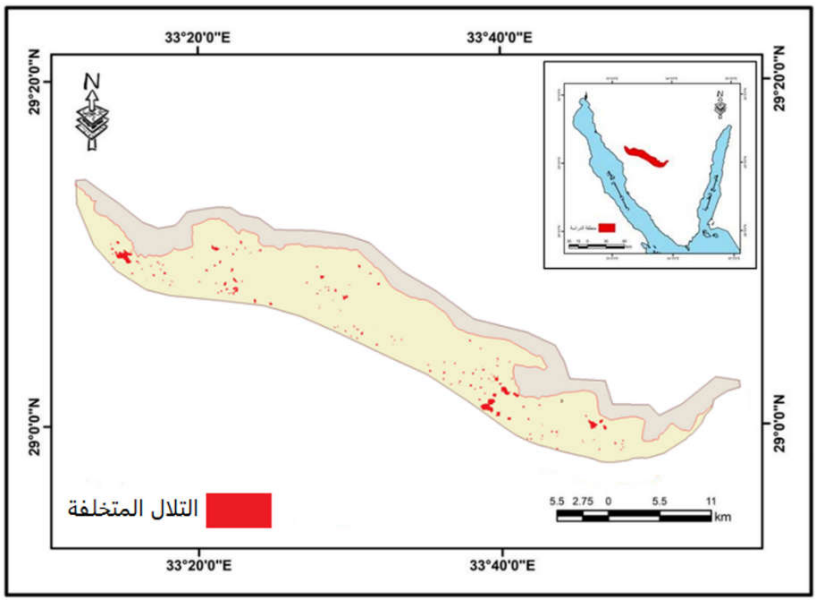
المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة١٢) المفتتات الصخرية التي تغطي التلال المتخلفة



المصدر/ جوجل إرث

(صورة١٣) شدة انحدار التلال المتخلفة من جهة الجنوب



المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)

(شكل٢٣) التلال المتخلفة بسهل الكويستا

ويمكن استنتاج الآتي من خلال دراسة جدول (١٣):

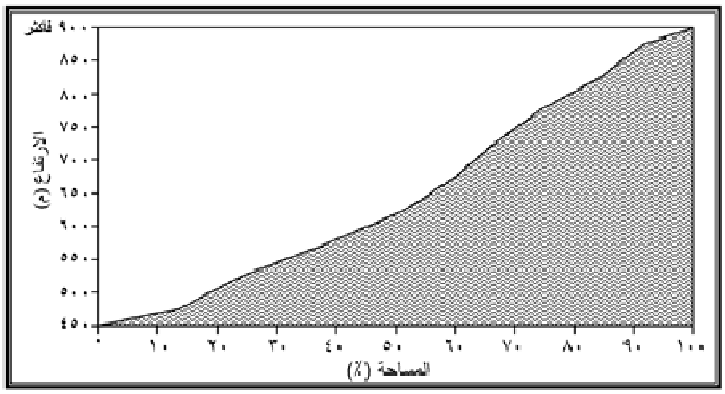
- تنحصر ارتفاعات سهل الكويستا بين أقل من٥٠٠م وأكثر من ٩٠٠م، بمدي ٤٠٠م.

- تستأثر الفئات الأربعة الأولي الأقل ارتفاعا علي ما يزيد علي نصف مساحة المنخفض بمساحة ٢٢٤.٤كم٢ بنسبة ٥١.٦٪ في القسم الغربي، وتتراوح النسب لفئاتها بين ١٠.٦٪ و١٤.٦٪، بينما تستحوذ الفئات الست الأخري الأعلي ارتفاعا علي أقل من نصف المساحة في القسم الآخر، وتتراوح نسب فئاتها بين ٦.٥٪ و١٠.٢٪.
- أشار المنحني الهبسومتري لسهل الكويستا إلى أنه في حالة توازن وتبلغ نسبته٠.٤٣٪ (شكل٢٤).
- يسود سطح سهل الكويستا الفئة الهينة الانحدار بنسبة ٩٤.٩٪، دلالة علي قلة التلال المتخلفة عن عمليات النهري(جدول٩).

(جدول١٣) الخصائص المساحية لسهل الكويستا

الارتفاع (م)	المساحة (كم٢)	٪
أقل من ٥٠٠	٥٨.٧	١٣.٥
٥٠٠-٥٥٠	٤٦.١	١٠.٦
٥٥٠-٦٠٠	٦٣.٦	١٤.٦
٦٠٠-٦٥٠	٥٦.٠	١٢.٩
٦٥٠-٧٠٠	٣٦.٦	٨.٤
٧٠٠-٧٥٠	٢٨.٣	٦.٥
٧٥٠-٨٠٠	٣٣.٦	٧.٧
٨٠٠-٨٥٠	٤٤.٤	١٠.٢
٨٥٠-٩٠٠	٣١.٩	٧.٣
٩٠٠ فأكثر	٣٥.٩	٨.٣
الإجمالي	٤٣٥	١٠٠

المصدر: نظم المعلومات الجغرافية اعتمادا علي شكل (١٠)



(شكل٢٤) المنحني الهبسومتري لسهل الكويستا

الخاتمة

أبرزت الدراسة أهمية العنصر البنيوي في نشأة كويستا التيه، وارتبطت دينامية تراجع جروفها بسمك طبقاتها المؤلفة لواجهتها، وميلها الهين تجاه الشمال، فضلا عن العمليات الجيومورفولوجية القديمة والحالية التي توالت عليها بالنحت والتخفيض، وبالتالي فإن كويستا التيه تطورت وفق مجموعة من العوامل: هي الميل الهين لطبقاتها شمالا، وشدة انحدار الواجهة وعملية النحت النهري الموازي لها، مما أدي إلى تراجع سفوحها بطريقة سريعة ومتوازية وجعل جروفها تشرف على منخفضها بانحدار شديد، فتضاريس الكويستا ناتجة فقط عن فعل التعرية النهرية بعد النشأة التكتونية، والمنخفض المرافق لها كان في الأصل نهر عمقته ووسعته المياه بنحت أراضيه علي حساب تراجع الكويستا شمالا، وتظهر به آثار التلال المتخلفة عن عمليات النحت النهري. فهي تطل علي منخفضها من ٤٠٠م، ومتوسط تراجعها عن نقطة البداية حوالي ٨كم، وبلغت مساحة واجهة الكويستا ١٥١.١كم بنسبة ٢٣.٤٪. وبلغ طولها ٧٨كم، وتأخذ الاتجاه الشمالي الغربي، وتظهر واجهتها مقسمة بواسطة مجموعة من المقعرات تختلف في أطوالها تفصلها النتوءات الصخرية، بالإضافة إلي روافد خطوط التصريف التي لم تنجح في اختراق حافتها، وتختلف درجات انحدار عناصر الكويستا وإن كانت تميل إلي الشدة، وتقل في منخفضها الذي يتدرج في انحداره من ارتفاع ١٠٠٠م شرقا حتي منسوب ٣٠٠م غربا.

المراجع

أولاً . العربية

١. **حسان محمد عوض ١٩٥٣:** نوع جديد من الكويستا الصحراوية في شبه جزيرة سيناء. حوليات كلية الآداب– جامعة عين شمس، المجلد الثاني.

٢. **حسن أبو العينين ١٩٨٩:** أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الأسكندرية.

٣. **خالد كامل رشوان ١٩٩٤:** حوض وادى دهب بجنوب شرق شبه جزيرة سيناء، رسالة دكتوراة غير منشورة ، قسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة المنيا.

٤. **خلف حسين الدليمي ٢٠٠١:** الجيومورفولوجيا التطبيقية، الطبعة الأولى، المطبعة الأهلية للنشر والتوزيع، المملكة الأردنية.

٥. **فاتنة الشعال ٢٠٠٨:** كويستا معلولا مجلة جامعة دمشق – المجلد –٢٤ العد د الأول، سوريا.

٦. **محمد صبرى محسوب ١٩٨٩:** جغرافية الصحارى المصرية ، الجوانب الطبيعية ،شبه جزيرة سيناء، الجزء الأول، درا النهضة العربية، القاهرة .

٧. **محمد صفى الدين ١٩٦٦:** مورفولوچية الأراضى المصرية، دار النهضة العربية، الطبعة الأولى، القاهرة .

٨. **محمد فائد حاج حسن ٢٠٠١:** مورفولوجيا كويستات هضبة نجد، دراسة تطبيقية، المجلة الجغرافية، جامعة الملك سعود، (الرياض) المملكة العربية السعودية.

٩. **موسوعة سيناء ١٩٨٠:** وزارة التعمير والدولة للإسكان واستصلاح الأراضى، اللجنة العليا لتنمية وتعمير سيناء.

١٠. **نادين زياد العثمان ٢٠١١:** أطلس شبه جزيرة سيناء، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

ثانياً ـ الأجنبية

Abd El All, N. A. (1997). Stratigraphical and biofacies studies on the Upper Cretaceous rocks in West Central Sinai, Egypt. 135. Egypt: Fac. of Eci., Zagazig University. (Unpublished M.Sc. Thesis)

Abd El-Malik, W. M.; Bassiouni, A. A.; & Obeid, F. L. (1978). Biostratigraphy of the Upper Cretaceous-Lower Tertiary rocks from westcentral Sinai. *African Micropaleont., 2*, 181-215.

Abu El-Enein, M. K. (1988). Late Cretaceous–Early Tertiary foraminifera in southwestern Sinai, and their stratigraphic and paleoecologic aspects. 151. Germany: Munich. (Unpublished Ph. D. Thesis)

Ali, K. S. D. (1968). *Geophysical of underground water in the area lying south of Ismailia.* Cairo, Egypt: M. Sc. F. Sc. Cairo Univ.

Awad, H. (1949). La surface pré-nubienne dans le Sinaï montagneux_centrai. *International Geographical Congress Lisbon 1949, Report Commission for the Cartography of "Surfaces. d'aplanissement"*, (pp. 149-154).

Awad, H. (1951). *Montagne_du Sinaï central, étude morphologique*. Cairo: Pubi. of the Roy. Geogr. Soc.

Obi, G. S.; okogbue, C. O.; Nwajjde, C. S. (2000). Evolution of the Enugu cuesta a tectonically driven erosional process. *Global Journal of Pure and Applied Sciences Vol 7, No 2*.

Perret, R. (1938). Les côtes du Sahara français, Annales de Géographie. Paris, t. XLVII, p. 602-616.

Sadek, H. (1926). The Geography and geology of district between Gabel Ataqa and EL-Galala EL-Baharya. *Geol. Survey, Egypt*, paper No. 40.

Said, R. (1962). *The geology of Egypt*. London: Rotterdam.

Said, R. (1990). Structural Setting of Gulf of Suez, Egypt. *World Petroleum Congress, Frankfort, sect.*, paper No. 50.

Abstract

The Tih Plateau Cuesta has been formed in an area of slightly northerly tilted sedimentary layers with different degrees of solidity, dated back to the Cretaceous Age. A group of subterranean factors have raised its escarpment, then some surface factors such as water erosion have affected its formation during the Pluvial period of the Pleistocene. As a result, it has parallelly retreated to the north about 8km. The Cuesta stretches to 78km, overlooking a wide deebretion that is parallel to its axis on about 400m high, while the width of its façade differs from a place into another, but its slope is steep. A row of downfolds, separated by rock uplifts, characterize the façade that is 151.1km^2, forming 23.4% of the area under investigation. Sewage effluents, which could not break through its escarpment, have left gullies on its façade. The accompanying deebretion gradually steeps northwesterly towards the axis of the Cuesta that has ruins of hills and is westerly open to the plain of the bottom.

Keywords: Cuesta, slope, deebretion, hill.