التطور الزمني للبلايا في منخفض الفيوم والريان

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعارعن بعد.

الباحث/ حسام جمعه أحمد عزيز

إشـراف

المرحوم أ.د/ أحمد السيد محمد معتوق
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب
جامعة بنى سويف

أ.د/ عادل عبد المنعم السعدني
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
عميد كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة قناة السويس

د/ حنان محمد حامد
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب والعلوم الانسانية
جامعة قناة السويس

د/ عماد عبد الفتاح صالح
مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب
جامعة بنى سويف

الملخص باللغة العربية:[1]

هناك سمات عامة تميز منخفضات الصحراء الغربية في مصر. ومن أهمها أن تلك المنخفضات التى تقع عند التقاء تكوينات جيولوجية مختلفة، يحيط بها حافات واضحة من جميع الجهات؛ حيث تنحدر قيعانها تدريجياً حتى تتصل بأسطح الهضاب أو السهول المتاخمة دون تغير فجائي في الانحدار. وتحتوي قيعان تلك المنخفضات على بعض الأشكال الجيومورفولوجية، ومن أمثلتها التلال المنعزلة، التي يمثل بعضها محدبات ومقعرات ثانوية منحوتة. أما الأشكال الرملية فإنها تشكل أكثر الأشكال الجيومورفولوجية تكرارًا في كل المنخفضات، حيث تغطى تلك الأشكال مساحات متباينة من قيعانها بالإضافة إلى مساحات أخرى من منحدرات البيدمنت على طول الحافات المطلة عليها. كما تتضمن تلك المنخفضات العديد من الأشكال الصغيرة، أهمها مسطحات البلايا، وروابي العيون وأرصفة الطوفا الجيرية والكهوف وغيرها، ولا يختلف منخفض الفيوم والريان في سماته المورفولوجية العامة عن تلك المنخفضات. كما أنه لا يختلف عنها أيضاً في وجود بعض السمات التي تميزه عن غيره. ويظهر ذلك على سبيل المثال في وجود بعض أشكال الإذابة الكارستية، ممثلة في التلال الجيرية التي تظهر على شكل أعمدة مخروطية أو قبابية الشكل، تنتشر ٠قرب الحافات المحيطة به. كما توجد بعض منخفضات الإذابة سواء في قاع المنخفض أو على أسطح الهضاب المتاخمة له، ولنظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد دورا فى رصد تطور البلايا، ودراسة الخصائص المورفومترية لها وتطورها المساحي، ومدى وكيفية وأسباب التغير في بيئة البلايا خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠٢٠م) بمنطقة الدراسة، وأهم الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالحواف المحيطة بالبلايا.

Abstract

There are general features that characterize the declines of Western Desert in Egypt. Most importantly، these depressions، which occur at the confluence of different

[1] **الكلمات المفتاحية: البلايا – البديمونت – نباك – شطوط طينية – القنوات المدية – القيم الضوئية .**

geological formations، are surrounded by clear edges on all sides; Their bottoms gradually descend to connect to the adjacent hilly or plains without abrupt change in decline. The bottoms of these depressions contain some geomorphological forms، such as isolated hills، some of which are bays and carved secondary compartments. Sand forms are the most frequent geomorphological forms in all lows، covering varying areas of their bottoms as well as other areas of piedmine slopes along the ridges bordering them. These depressions also include many small forms، the most important of which are playa، eyeballs، limestone floats، caves، etc.، and the general morphological features of low Fayum and Ryan are no different. It is also not dissimilar to the existence of certain features that distinguish it from others. This is shown، for example، in the presence of some forms of karyotic melting، represented by limestone mounds that appear in the form of conical or ic columns، spreading near the surrounding edges. There are also some melting decreases both at the bottom of the low and on the surfaces of the adjacent ridges، and GIS and remote sensing play a role in monitoring the evolution of the playa، the study of their morphometric characteristics and their spatial evolution، the extent، manner and causes of change in the playa environment during the period ١٩٧٢-٢٠٢٠ in the study area،

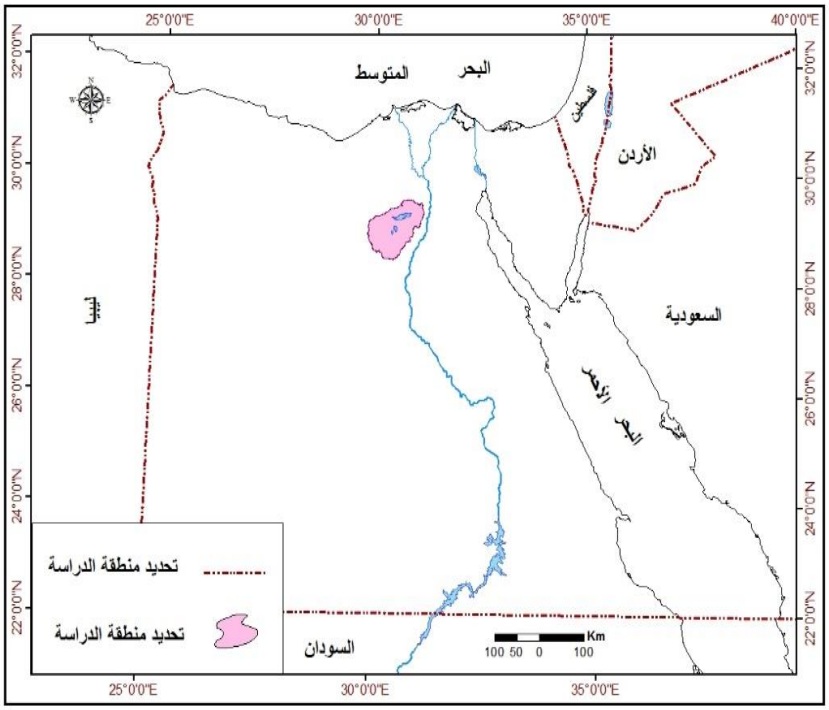
and the most important geomorphological phenomena associated with the edges and ridges around the playa

المقدمة:

تعد البلايا من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية الإرسابية التي تميز منطقة الدراسة؛ وذلك لارتباط نشأتها وتطورها بتضافر الكثير من الظروف الجيولوجية والطوبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية والحيوية، مما يؤكد أنها انعكاساً لتلك الظروف، وقد تسهم دراستها في إعداد سجل رسوبي لمنطقة الدراسة خلال الزمن الرابع (جودة حسنين، ٢٠٠٢، ص ٧٨) وتعد البلايا وهي سهل فسيح يتكون في المناطق الجافة ويظهر من حوله النطاق الفيضي أو محيط البديمونت، الذي يرقى صعداً الى البديمونت الصخرية (صلاح عماشة، ٢٠٠٨، ص ١٠٢).

أولاً– حدود منطقة الدراسة:

تشكل منطقة الدراسة منخفض الفيوم والريان والحافات التي تحيط بهما وقاعهما، وتقع منطقة الدراسة في الجزء الشرقي من صحراء مصر الغربية منحصرًا بين سلسلة جبل قطراني شمالاً، وامتداد الهضبة الجيرية جنوبًا وغرباً، وشرقاً وادى نهر النيل وجبل أبو صير، ويبعد عن مدينة القاهرة بحوالي ١١٠ كم، وتكاد تنحصر منطقة الدراسة ٤٣' °٢٨ و٤٦' °٢٩ شمالاً، وبين خطى طول ٥٣ ' °٢٩ و٩' °٣١ شرقًا.



شكل (١) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الطالب اعتماداً على مخرجات برنامج Arc GIS ١٠,٨.

ثانياً– مناهج وأساليب الدراسة: ولمعالجة هذا الموضوع اتبع الطالب عدة مناهج خلال هذا البحث هي المنهج الإقليمى والمنهج الموضوعي والمنهج التطبيقي والمنهج التاريخي وأساليب الدِراسة الأسلوب الكمي والأسلوب الكارتوجرافِي و نظم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد.

ثالثاً– الدراسات السابقة: يوجد العديد من الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية التى تمت على منطقة الدراسة وكذلك موضوع الدراسة ومنها على سبيل المثال وليس الحصر:-

دراسة (طاهر عبد الرازق الحديدى ،١٩٥١) تناول تقريره الجيولوجي عن منطقة الفيوم ووادي الريان.

، و (نورة عبد التواب السيد ،١٩٩٥) تناولت مصادر المياه في منخفض الفيوم. (Caton -thomson and Gardner - ١٩٣٤): قدمتا فى دراستهما الأركيولوجية عن منطقة الفيوم، وعلاقة بحيرة الريان وبحيرة موريس القديمة، و (يوسف أبو الحجاج، ١٩٦٧) عن العوامل المساهمة في تشكيل المنخفض، و (عبد العزيز عبد اللطيف يوسف، ١٩٧٧) أهتمت بدراسة جيولوجية المنخفض وخصائص التركيب الصخرى وأسباب النشاة والظروف المناخية ، و (عويس أحمد الرشيدى، ٢٠٠٢) تناولت الدراسة جيومورفولوجية البلايا فى منخفض الفرافرة، وضحا تعريفاتها وتوزيعاتها وأسباب نشأتها وتصنيفها، و (أشرف يس عبد الحفيظ، ٢٠٠٦) تناولت الدراسة القشور الجبسية والملحية بجبل النعالون بمنخفض الفيوم، و (أسامه شعبان، ٢٠٠٧) أهتمت بدراسة منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية والأشكال المرتبطة على حواف وقاع المنخفض، و (حسام جمعه أحمد،٢٠١٩) عن جيومورفولوجية الكارست في منخفض الفيوم والريان ، واخيرا (فاتن محمد رزق، ٢٠٢٠) عن وادى الحيتان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية،.

رابعاً – أهداف الدراسة: تتلخص الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة في رسم خريطة لتوزيع البلايا فى منطقة الفيوم والريان اعتماداً على أدق التفاصيل المتاحة ودراسة رواسب البلايا وخصائصها وظروف ترسيبها ودراسة الخصائص الجيومورفولوجية للبلايا وأشكاله الدقيقة، ودراسة العوامل والعمليات المؤثرة على نشأة البلايا وتطورها الزمنى.

خامساً: هيكلية الدِراسة تضمنت الدراسة عدة محاور منها دور نظم المعلومات الجغرافية، والخصائص المورفومترية للبلايا وتطورها المساحي والتغير في بيئة البلايا خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠٢٠م) والظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالبلايا والضوابط المتحكمة فى أنطمة التصريف.

تمهيد:

تعرف البلايا بأنها تلك الأسطح المستوية أو شبه المستوية والتي تتكون من رواسب دقيقة الحبيبات، ذات طباقية أفقية، تمثل بقايا رواسب أجسام مائية عذبة مغلقة تكونت خلال فترة أو فترات زمنية سابقة سادت خلالها ظروف مناخية أوفر رطوبة من الظروف الحالية. ونادراً ما تغمرها مياه الجريان السطحي الطارئ جزئياً أو كلياً في ظل الظروف المناخية الجافة الحالية، ولكنها سرعان ما تتسرب أو تتبخر تاركة رواسبها الدقيقة عرضة لعوامل التحات وأهمها الرياح التي لها السيادة حالياً معظم الوقت، تزاد الظاهره وضوحاً بمنطقة الدراسة عندما ينخفض مستواها المنطقة عن سطح البحر، لذلك فإن مياه الصرف تتجمع بها، ونظراً لارتفاع درجة الحرارة في تلك المناطق، فإن تبخر الماء يحدث بصورة كبيرة من سطح التربة، ولذلك فإن حركة الماء الشعرية إلى أعلى تزداد، فيرتفع الماء إلى السطح، فيحدث له تبخر تاركاً وراءه الأملاح المزهرة على سطح التربة (صلاح معروف عبده عماشة، ٢٠٠٨، ص ١٢٠).

أولاً– دور نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد فى رصد تطور البلايا

تتميز البلايا باختلاف رواسبها ميكانيكياً وكيميائياً وتتغير في الاتجاهين الرأسي، نتيجة لعدم تجانس قطاع تربتها، والأفقي ويظهر ذلك في اتساع نطاق التسبخ، كما تنقسم العوامل المؤثرة على بيئة البلايا بمنطقة الدراسة إلي قسمين يختص الأول بالعوامل الطبيعية التي لا دخل للإنسان بها مثل العوامل الجيولوجية وعناصر المناخ وتضاريس السطح وخصائص المياه والنبات الطبيعي، ويختص القسم الثاني منها بالعوامل المرتبطة بالإنسان ونشاطاته المختلفة (جودة حسنين، ١٩٨٩، ص ٤٠).

تعتبر المرئيات الفضائية وسيلة قوية وفعالة في عملية رصد التغيرات في استخدام الأراضي حيث توفر مصدراً مهماً لتحديث بيانات الغطاء الأرضي واستخداماته بصورة دورية، ويعتبر رصد تلك التغيرات عملية مكلفة ومجهده إذا ما اعتمدت علي القياسات الحقلية (Quarmby، et al.، ١٩٨٧) وقد شهدت البلايا بمنطقة الدراسة تغيراً كبيراً في خصائصها المورفومترية، وقد تم

الاعتماد علي تحليل البيانات علي مجموعة من المرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة وهي كالتالي :

– مرئية Land sat (MSS) لسنة ١٩٧٢ بدقة ٨٠ متراً.

– مرئية Land sat (TM) لسنة ١٩٨٤ بدقة ٣٠ متراً.

– مرئيةLand sat (ETM) لسنة ٢٠٢٠ بدقة ١٥ متراً.

– بيانات من (جوجل ارث) لسنة ٢٠٢٠م.

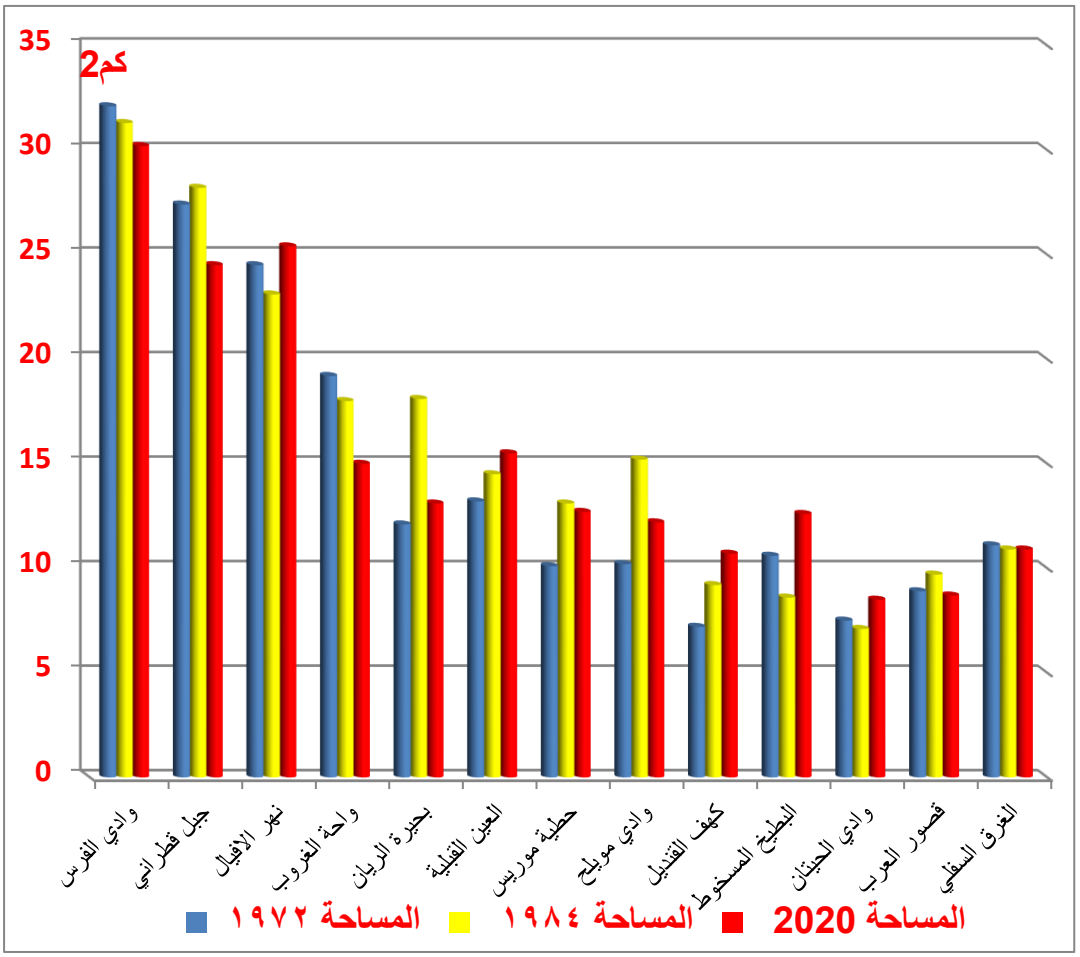
ثانيا– الخصائص المورفومترية للبلايا وتطورها المساحي:

جدول (١) تطور مساحة البلايا بمنطقة الدراسة (كم٢) خلال الفترة (١٩٧٢–٢٠٢٠م).

اسم البلايا	المساحة ١٩٧٢ (كم٢)	المساحة ١٩٨٤ (كم٢)	المساحة ٢٠٢٠ (كم٢)	معدل التغير خلال فترة الدراسة (كم٢)
وادي الفرس	٣٢,١	٣١,٣	٣٠,٢	٢,١
جبل قطراني	٢٧,٤	٢٨,٢	٢٤,٥	٣,١
نهر الافيال	٢٤,٥	٢٣,١	٢٥,٤	١,١
واحة الغروب	١٩,٢	١٨,٠	١٥,٠	– ٤,٢
بحيرة الريان	١٢,١	١٨,١	١٣,١	١,٠
العين القبلية	١٣,٢	١٤,٥	١٥,٥	٢,٣
حطية موريس	١٠,١	١٣,١	١٢,٧	٢,٦
وادي مويلح	١٠,٢	١٥,٢	١٢,٢	٢,٠
كهف القنديل	٧,٢	٩,٢	١٠,٧	٣,٥

البطيخ المسخوط	١٠,٦	٨,٦	١٢,٦	٢,٠
وادي الحيتان	٧,٥	٧,١	٨,٥	١,٠
قصور العرب	٨,٩	٩,٧	٨,٧	٠,٢
الغرق السلطاني	١١,١	١٠,٩	١٠,٩	١,٨
الجملة	١٩٤,١	٢٠٧	٢٢٠	٢,٢

المصدر: من إعداد الطالب بناءً على قياسات المرئيات الفضائية **Land sat** لسنوات (١٩٧٢-١٩٨٤-٢٠٢٠م) وبيانات من جوجل إرث لسنة (٢٠٢٠) باستخدام برنامجي **ERDAS IMAGINE ArcGIS١٠،٨ &**.



شكل (٢) تطور مساحة البلايا بمنطقة الدراسة عام ٢٠٠٠م.

المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (١).

ثالثا– التغير في بيئة البلايا خلال الفترة (١٩٧٢–٢٠٢٠م).

تمت دراسة التغير في كل البلايا على حدة ضمن التقسيم الذي اتبعه الطالب في دراسته للتوزيع الجغرافي للبلايا حيث تم تقسيم المنخفض إلى قطاعين بشمال وجنوب المنخفض.

– تفسير الطالب للتطور المساحي للبلايا.

اهتمت الدراسة الحالية بدراسة الخصائص العامة للبلايا وتوزيعها، ودراسة خصائص رواسب البلايا كما ظهر من خلال التحليل الحجمي، والكيميائي، والمعدني لها، وكما اهتمت كذلك بدراسة الأشكال الدقيقة المرتبطة بها، وبخاصة اليارادنج، هذا بالإضافة إلى دراسة نشأة وتشكيل البلايا بمنطقة الدراسة.

وقد أُتيح للباحث القيام بداسة ميدانية شملت عدداً كبيرا من البلايات بها بلغ نحو ١٣ بلايا، كما تسنى له القيام ببعض القياسات الحقلية للبلايا واليارادنج المنتشرة بها. وقد شكلت تلك القياسات، والمشاهدات الحقلية المصدر الأساسي الذي اعتمدت عليه تلك الدراسة.

وقد اتضح من خلال الدراسة الحالية أن مسطحات البلايا بمنطقة الدراسة قد مرت بعدة مراحل طويلة من التطور ترتبط بنشأة وتطور المنطقة ككل والتي تحتوي على مستويين من مستويات اليارادنج. كما تحتوي على نفس الأشكال الدقيقة، وأهمها القشور والهوابط الجيرية الدقيقة، التي لوحظ وجودها في مناطق أخرى من بلايات منطقة الدراسة

وعلى هذا وفي ضوء نتائج الدارسة الحالية وما تضمنته من قياسات ومشاهدات حقلية، وكذلك في ضوء نتائج دراسة البلايا، فإنه يمكن تصور مراحل تطور مسطحات البلايا ضمن منطقة الدارسة ككل كما يلي :

١ – **انكشفت منطقة الدراسة** أمام عوامل التحات بعد أن تم ترسيب الرواسب البحرية للزمن الثالث ممثلة قي رواسب الإيوسين. وتراجع عنها البحر لآخر مرة منذ ذلك الحين.

٢ – **بعد تارجع البحر الإيوسيني سادت مرحلة نحت** بفعل الجريان السطحي، والإذابة خاصة

وأن الصحراء الغربية قد شهدت فترات مطيرة رئيسية –كما تشير الدراسات السابقة– خاصة خلال الأوليجوسين والميوسين والبليوسين، مما أدى إلى تكوين منخفضات كبرى بمنطقة الدراسة هي الفيوم، الريان، الغرق السلطانى وموليح.

٣ – **خلال فترة رطبة** غير معروف عمرها بالتحديد – ربما خلال البليستوسين– تكونت بحيرة قديمة متسعة غطت الجزء الشمالي من منخفض الفيوم، تم فيها ترسيب رواسب جيرية طباقية فوق سطح تحاتي (Donner et al.، ١٩٩٩) .

وتشير دارسة طباقية تلك الرواسب في الدارسة الحالية إلى أنها قد أرسبت خلال فترتين مطيرتين يمثلهما طبقتين من رواسب جيرية شديدة التماسك والاندماج سبقتهما فترة جافة يرجح أنها سادت بعد تكوين المنخفضات الكبرى السابقة مباشرة ويشير إلى ذلك وجود طبقة من رواسب كثبان رملية تعلو مباشرة السطح الأصلي لحوض ترسيب البلايا، يفصلهما سطح عدم توافق. كما فصلت فترة جافة أخرى أو شديدة الجفاف بين الفترتين المطيرتين المشار إليهما. ويشير إلي ذلك وجود طبقة أقل سمكاً من رمال هوائية لا تحتوي على أية تبادلات جيرية أو بقايا نباتية مما قد يشير إلى شدة الجفاف. أي أن تتابع الأحداث ربما كان كالتالي:

- سيادة فترة جافة بعد تكوين منخفض الفيوم وبقية المنخفضات الأخرى بمنطقة الدراسة.

- فترة مطيرة أولى تكونت فيها بحيرة بلايا متسعة (بلايا جيرية–١)

فترة جافة أو شديدة الجفاف.

- فترة مطيرة ثانية أكثر غزارة من سابقتها نظراً لسمك رواسبها الذي يربو على ٣ أمتار ، مع تكون بحيرة بلايا متسعة مرة أخرى (بلايا جيرية–٢)

٤ – **سادت فترة جافة** تم خلالها تقطيع رواسب البلايا السابقة إلى يارداتج، تشكلت خلال ظروف جافة، باردة بفعل رياح غربية، وذلك خلال الزمن الرابع (فيما بين ٢٠٠٠٠

و١٠٠٠٠ سنة تقريباً منذ الوقت الحالي)، ويتضح ذلك من وجود أدوات أشيلية على سطح البلايا المنحوت فيما بين اليارادنج تعرضت للبري بفعل الرياح.

٥ – **سادت فترة رطبة هولوسينية** منذ نحو ٩٠٠٠ –٦٠٠٠ سنة مضت، تكونت خلالها قشور جيرية فوق أسطح اليارادنج، وبعض الهوابط الدقيقة أسفل الأجزاء المعلقة من اليارادنج، كما تكونت خلالها بحيرات مؤقتة ضحلة مع نمو نباتي ملحوظ.

يؤرخ لتلك الفترة الرطبة تأريخات الكربون المشع لعينات من قشور بيض النعام، أو البقايا الخشبية أو بقايا مواقد النار القديمة، والتي تمت لبعض البلايات بواسطة عدد من الدراسات السابقة، كما يؤرخ لها أيضاً أدوات الإنسان القديم التي وصفت في تلك الدراسات.

وقد اتضح من خلال دراسة التتابع الطباقي لرواسب البلايا التي تنتمي لتلك الفترة في الدراسة الحالية، أنها قد أرسبت خلال ثلاث فترات مطيرة فصلت فيما بينها فترات جافة. وذلك من خلال تتابع طبقات طينية وأخرى رملية في أكثر من موضع، وبخاصة في منطقة وادى الحيتان وقد تميزت تلك الفترات على الأرجح، بتساقط أقل وفرة عنه خلال الفترات المبكرة المشار إليها آنفاً من الزمن الرابع. ويشير تتابع راقات السلت والرمل الهوائي إلى فصلية المطر وتعرض الأجسام المائية للبلايا للجفاف والتشقق وتكون قشور طينية – تظهر في التتابع الطباقي لتلك البلايات – خلال فصول الجفاف.

٦ – **ازداد الجفاف تدريجياً في الهولوسين** قبل أن تحل الظروف الجافة الحالية والتي أدت

– وما ازلت تؤدى– إلى نحت أسطح البلايا، واستمرار بري وتذرية رواسب اليارادنج وتخفيضها وبخاصة عند أجزائها السفلى، ومن ثم تتعرض للإنهيار بفعل الجاذبية، ثم يتعرض حطامها لعوامل التجوية. وقد تراكمت خلال الفترة الجافة الحالية الأشكال الرملية على أسطح البلايات وعلى هوامشها.

رابعا– الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالحواف والهضاب المحيطة بالبلايا:

تحيط بمنطقة الدراسة مجموعة من المرتفعات والهضاب تمتد فى شكل حزام تطوقها، وتحوى بداخلها على أربع منخفضات رئيسية متداخلة، حيث تظهر خطوط الكنتور فيها مغلقة، وهذه المنخفضات هي: منخفض الفيوم، منخفض وادي الريان، منخفض الغرق السلطانى، ووادى مويلح، وقد اتجهت إلى كل منها خطوط التصريف التى أدت إلى تكون برك وبحيرات أُرسبت فيها رواسب البلايا ويتضح ذلك عند ربط خريطة توزيع البلايا بالخريطة الكنتورية، وتتسم تلك المنخفضات بخصائص عامة وأشكال سطح تكاد تكون متكررة فى كل منها، شأنها فى ذلك شأن كل منخفضات الصحراء الغربية. ويمكن تلخيص الأشكال الموجودة بمنطقة الدراسة من خلال تقسيمها إلى وحدات مورفولوجية رئيسية تحتوي على أشكال متميزة، وقد اتبعت معظم الدراسات التى تناولت منخفضات الصحراء الغربية تلك التقسيمات لبساطتها وسهولة تمييزها سواء على الخرائط والصور الجوية أم فى الحقل، وهي أسطح الهضاب المجاورة والحافات وقيعان المنخفضات.

–جيموفولوجية أسطح الهضاب المجاورة والحافات وأهم الأشكال التى تميزها :

وسوف تقتصر الدراسة فقط على أسطح الهضاب المجاورة والحافات المحيطة بالبلايا محل الدراسة وهى تتأخد عدة أشكال منها:–

أولا – الأشكال الناتجة عن الإذابة الكارستية:

تناولت العديد من لدراسات الحديثة الأشكال الناتجة عن الإذابة فى صخور الحجر الجيرى الإيوسينى الذى يشكل معظم أسطح الهضاب المجاورة لمنطقة الدراسة، ومن هذه الدراسات دراسة (El-Aref، et al.، ١٩٨٧) الذى درس أشكال الكارست على سطح الهضبة الإيوسينية في شمال شرق منخفض البحرية، ودراسة (Abu Khadra، et al.، ١٩٨٧) التى ميز فيها أشكال الكارست فى النطاق الممتد فيما بين منخفض البحرية ومنخفض الفرافرة، ودراسة (عويس الرشيدى، ٢٠٠٢) فى دراسته عن بلايا الفرافرة، والتى أفرد فيها فصلاً لدراسة أشكال

الكارست، ودراسة (حسام جمعه أحمد،٢٠١٩) عن جيمورفولوجية أشكال الكارست على حواف منخفض الفيوم وقاعه.

ويتضح من تلك لدراسات بالإضافة إلى الدراسات الميدانية للباحث – والتى سجل خلالها وجود العديد من أشكال الكارست النموذجية التى تكونت فى ظل ظروف مناخية مطيرة خلال الزمن الثالث والرابع في منطقة الدراسة – أن الأشكال الناتجة عن عمليات الكارست يمكن تلخيصها فيما يلى:

١ – دولينات وحفر الإذابة: تعتبر دولينات الإذابة الكارستية من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية فى أقاليم الكارست وهى التى تعرف "الدولينات" Cvijic)،(١٨٩٣، وهي دولينات مغلقة (بصرف النظر عن أحجامها)، يتراوح شكلها بين الدائرية وشبه الدائرية بأبعاد مختلفة غالبا لا تزيد عن ١كم تقريباً، وتتميز جوانبها بين اللطيفة والحادة الانحدار، وتتراوح أعماقها بين بضعة إلى مئات الأمتار(جهاد أكرم، ٢٠١٤ ،ص٩٧).

يمكن القول أن التعريف السابق يكاد ينطبق على معظم الدولينات الصغيرة في منطقة الدراسة، وتتصف بالاتساع وقلة العمق والجوانب شديدة الانحدار مما يجعلها بعيدة عن الشكل النموذجي للدولينات، لذا فإن أغلب الدراسات التي تناولت هذه الظاهرة في المناطق الجافة ومنها الصحراء الغربية، فضلت استخدام تعبير دولينات ؛ وذلك نظرا لطبيعتها الطبوغرافية والتضاريسية بوصفها تنخفض عما سواها(محمد محمود طه، ٢٠٠٠ ص٢١٧– ٢٦٦).

أصـــل ونشـــأة الدولينات بمنطقة الدراسة :–

يمكن ايجاز أصـل ومراحل نشأة الدولينات البنيويـة فـي منطقة الدراسة على النحو الآتـي:–

- تعرضت صخور منطقة الدراسة للحركات الأرضية وما نجم عنها من طيات مقعرة ومحدبة، ومن ثم تهشمت الصخور نتيجة الفوالق والشقوق والفواصل وما نتج عنها من هبوط في السطح

- تعرضت المنطقة لقدر من التساقط الذي نتج عنه تسرب المياه داخل الفوالق والفواصل، والذي ساعد في حدوث عملية الاذابة في مناطق تقاطع الفوالق والفواصل ومن ثم ظهرت حفر الاذابة.

- إزداد اتساع هذه الحفر وكذلك أعماقها بالتدريج نتيجة لنشاط عملية الاذابة الناتجة عن زيادة كمية الأمطار الساقطة عليها أو التي تنصرف اليها من المناطق المرتفعة المجاورة لها بفعل بعض خطوط الجريان المائي.

- ومع زيادة إتساع الحفر اندمجت وتلاحمت مع بعضها وتشكل دولينا كبيرا أو منخفضا ثم تقوم الرياح بتوسيع هذه الاحواض بعد جفافها، وتبدأ في تكوين الكثبان الرملية والأشكال الرملية الاخري.

٢ – التلال الكارستية:

يرى معظم دارسى الكارست فى مصر، إنه ولسوء الحظ لا توجد مصطلحات مناسبة لها ؛ نظرا لافتقار الكتابات العربية لهذا النوع من الظاهرات، ولحداثة اكتشاف مثل هذا النوع من ظاهرات الكارست فى البيئات العربية. فالأمر لا يتعدى وجود بعض المسميات المحلية التى تشير فقط إلى أجزاء بارزة تحمل معنى التل بصرف النظر عن أصل النشأة، ومن هذه المصطلحات مصطلح قارة وتل ورابية وأكمة. كما أن مصطلح جبل يستخدم أحيانًا ولكن ليشير إلى ارتفاعات أكبر نسبيًا من القارة والتل وغيرهما، كما هو الحال فى كتل جبل اللاهون الشمالى وكتلة جبل النعالون الجنوبى، ومثل هذا النوع أقرب للتلال المنعزلة أو الفصيل. لهذا آثرت الدراسة الحالية استخدام مصطلح "التلال الكارستية" ليشير إلى كل أنواع التلال السابقة.

– توزيع التلال الكارستية بمنطقة الدراسة:

تتوزع هذه الأنواع من التلال بشكل مبعثر فى منطقة الدراسة على هيئة حقول رئيسية أمكن تتمييزها فيما يلى:

١– حقل تلال غرب وادى الريان، ويتسم هذا الحقل بوجود أكبر تجمعات تلال الكارست المخروطية فى منطقة الدراسة على الإطلاق، هذا بالإضافة إلى وجود بعض الأعمدة الكارستية، خاصة بالنطاق الغربى من الحقل.

٢– حقل التلال الشمالى أسفل الحافة الشمالية لمنطقة الدراسة إلى الشمال مباشرة من بحيرة قارون. ويشغل هذا الحقل أعمدة كارستية ضخمة تعد هى الملمح السائد به، فضلاً عن بعض التلال المنهارة، كما توجد أيضا به بعض الأقواس أو المعابر الكارستية التى نشأت فى بعض هذه التلال.

٣– حقل التلال الشمالى الشرقى أسفل الحافة الشمالية فى شمال شرق بحيرة قارون، إذ يتسم بتدرج فى الأنواع من وسط الحقل باتجاه الجنوب والشمال، حيث تنتشر الأعمدة وبعض التلال المخروطية الشكل، ويلي هذين النوعين باتجاه الشمال ظهور الروابى الكارستية التى تأثرت بشكل جزئي بالتعرية الرياحية، كما تظهر التلال الكارستية المصقولة، خاصة وأن هذه المنطقة يوجد بها واحدًا من أكبر الأحواض البحيرية الضخمة داخل منطقة الدراسة، حيث عملت تغطية الرواسب البحيرية لهذه الأجزاء على نشأة هذا النوع من التلال.

٤– حقل وادى الحيتان، ويعد هذا الحقل بمثابة متحف طبيعي لكل الأنواع السابقة من التلال، بالإضافة إلى بعض أنواع الكارست الأخرى

٥– حقل شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة. تنتشربه تلال وروابى الكارست، ويعد من الحقول النموذجية لهذه الظاهرة.

- **أصل ونشـــأة التـلال الكارستية:**

ويرجح الطالب إلى أن العوامل المؤثرة فى ذلك إلى تباين الخصائص الصخرية نوعا ونظاما، ويمكن ايجاز أصل ونشـأة التـلال في المراحـل التاليـة :-

- تعرضت منطقة الدراسة لظروف باطنية قبل البلايستوسين وما نتج عنها من طيات وانكسارات، صاحب حركة رفع في بعض المواضع وهبوط في البعض الآخر وفى البلايستوسين تعرضت منطقة الدراسة لسقوط الامطار التي نتج عنها تقطع السطح بفعل المجاري المائيـة التي تخيرت مواضع الانكسارات والفواصل وتقطع السطح إلي هضيبات صخرية (الميزات) ولعبت عوامل التعرية كذلك دورها فى عملية تمزيق هذه الموائد الصحراوية (الميزات) وتراجعت جوانبها نتيجة لهذا النشاط المكثف من قبل عوامل التعرية وعمليات التجوية وخاصة الكيميائية
- مع استمرار عمليات نحت وتراجع التلال يقـل خصائصها المساحية إلي أن تتحـول إلي شواهد أو بيوت وأعمدة صخرية.

تبين من تحليل الصور الفضائية ومن الدراسة الحقلية أن حقل تلال حقل غرب منطقة الدراسة غنى بالأحواض البحيرية التى شغلت فى أغلبها منطقة الدراسة، بالإضافة إلى وجود الأحواض تنتشر مسطحات البلايا الواسعة. واتضح أن المواضع التى تنتشر بها البحيرات القديمة اتسمت بانخفاض كثافة وأحجام التلال. ويظهر ذلك بشكل واضح على المرئيات الفضائية فى مواقع مسطحات البلايا، و أدت هذه البحيرات دورين رئيسيين: الأول أنها مارست بما فيها من مياه دور الإذابة الجانبية للتلال بشكل قوى، خاصة وأنها كانت بمثابة خزانات لغاز ثانى أكسيد الكربون المنبعث من الكائنات الحية الدقيقة التى كانت تعيش بها. أما الدور الثانى لهذه البحيرات فيتمثل فى أنها أدت بما فيها من رواسب ضخمة إلى دفن الكثير من أجزاء التلال حتى أن بعضها لا يظهر منه سوى القمم المصقولة بارزة وسط مسطحات البلايا. ويبدو أن هذا الدور الذي قامت به البحيرات القديمة قد بدأ فى المراحل الأخيرة من تطور التلال وبعد نشأتها.

٣ – الكهوف وخصائصها في منطقة الدراسة:

وتشمل هذه الدراسة: مستويات الكهوف و خصائص الجيولوجية نوعا ونظاما ومورفولوجيتها وخصائص رواسبها، ثم بعض ملامح النشأة والتطور.

– مستويات الكهوف:

ويقصد بمستويات الكهوف هنا أمرين; الأول هو ارتفاعها عن السطح المحيط والثاني منسوبها. وتأتي أهمية دراسة مستويات الكهوف لاسيما فيما يتعلق بمنسوبها إلى أنها قد تشير إلى مستويات التعرية الكارستية في منطقة الدراسة والمنطقة المحيطة، وهو الأمر الذي تؤكده العديد من الأدلة الأخرى التي سوف يأتي ذكرها، وقد لخص A. N.Palmer)، ١٩٨٧،(٦٦-p٥٠ أهمية دراسة مستويات الكهوف بقوله:

"Cave levels can usually provide a great deal of information about the local erosional and depositional history"

ويمكن تمييز ثلاثة مستويات للكهوف في منطقة الدراسة كما فى الجدول(٤) كالتالى:

جدول (٢) مستويات الكهوف فى منطقة الدراسة وحوافها.

مستويات الكهوف	منسوب الكهوف (بالمتر)	نوع التكوين الجيولوجى	الدراسة الحالية
المستوى الأول*	٢٦٠	قصر الصاغة	كهف ودان الفرس
المستوى الثانى*	٢١٠-٢٣٠	قصر الصاغة	كهوف جبل قطرانى
المستوى الثالث	٧٥-١٢٥	قصر الصاغة	كهوف قصور العرب
المستوى الرابع	أقل من ٦٠	وادى الريان	كهوف قاع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الطالب إعتمادا على قياسات حقلية

- نشأة وتطور الكهوف.

إن الشكل العام لتطور الكهوف منذ بدايتها حتى انهيارها، كما هو الحال فى منطقة الدراسة يمكن أن يتخذ ثمانى مراحل رئيسية متتابعة هى:-

١. يحدث توسيع بطئ للفتحات والمسام الموجودة فى الصخر بفعل الماء الذى يمارس دور الإذابة المتوازنة مع ظروف الصخور المحيطة.

٢. نظرا لاتساع مسارات الماء بفعل الإذابة، فإن ذلك يؤدى إلى عظم كمية تدفق الماء وتزايد سرعته.

* كهوف المستوى الأول والثانى تقع على حواف منطقة الدراسة، وذلك نظرا لخصائصها الهيدرولوجية المختلفة .

٣. تصبح هذه المسارات التى تأثرت بالمياه واسعة بشكل كافى لأن تسمح للماء تحت الأرضى أن تكون له القدرة على إعادة أغلب حمولته المذابة لتخرج وتنفذ من مواضع العيون. ويتطلب ذلك فترات تتراوح بين ١٠,٠٠٠-١٠٠,٠٠٠سنة، وبذلك تنتهى مرحلة نشأة الكهف.

٤. يحدث تزايد سريع لتصريف الماء عبر هذه المسارات، مؤديا بذلك إلى توسيع المسارات بشكل يؤدى إلى اندماجها بممرات الكهف أكثر من كونها متماثلة عبر امتدادها. وتبلغ أقصى معدلات للتوسيع فى هذه المرحلة بين ٠,٠٠١-٠,١سم/عام، وإن كان ذلك يعتمد على الخصائص المحلية لكيميائية الماء وليثولوجية الصخر.

٥. عند هذه المرحلة يتخذ الكهف شكلاً مميزًا، ويتحكم فى ذلك طبيعة تصريف الماء تحت الأرضى، والموضع الجيولوجى، ومرحلة التعرية التى يمر بها الإقليم كله.

٦. يحدث انخفاض فى معدل التوسيع مع تزايد حجم ما يشغله الهواء داخل الكهف، وذلك لضعف القدرة على الإذابة نتيجة تسرب ثانى أكسيد الكربون عبر الفتحات إلى السطح.

٧. يحدث تغير فى مستوى الكهف، حيث يبدأ يشغل الماء مسارات جديدة أخفض من سابقتها كنتيجة لانخفاض مستوى القاعدة.

٨. يحدث تدمير كلى للكهف من خلال انهيار سقفه، ويتم ذلك من خلال تعرض ممرات الكهف للنحت بفعل التعرية السطحية، وتساقط الصخور.

٤- التربة الحمراء على قيعان وجوانب بعض دولينات الإذابة الضحلة :

وتوجد في بعض البقع المنخفضة من أرضيات المنخفض وبعض التجمعات عند أقدام جوانب الدولينات، وقد تغطت هذه الرواسب بطبقات رقيقة من الرمال الرياحية الأصل الحديثة، ويرجع أصل هذه الرواسب إلى طبقات سميكة من التربة الحمراء التي تطورت رأسياً بفعل إذابة

الصخور الجيرية الايوسينة تحت ظروف مناخ رطب الأمر الذي نتج عنه قطاع تربة حمراء غني بالمواد العضوية،وأدى ذلك إلى وجود نباتات وأعشاب غطت كامل الصحراء الغربية خلال الفترات الرطبة من تاريخها ويعتقد أن أحدث هذه الفترات المطيرة امتدت بين ١٣٠٠٠٠- ٧٠٠٠٠ سنة مضت أي أواخر وبدايات الهولوسين وكانت الصحراء وقتها ذات ينابيع وبحيرات وأشجار ونباتات وتعيش فيها حيوانات كبيرة مثل الزرافات والغزلان، وهو مادلت عليه أدوات الإنسان الحجري الذي عاش بالقرب من هذه البحيرات والينابيع (Wendorf&Schil،١٩٩٨،(p١٠٠، ومع بدء تحول الظروف المناخية من الأمطار الدائمة إلى الأمطار الفصلية حدثت عمليات غسل لهذه التربة الحمراء من منطقة الدراسة ونقلها باتجاه الأجزاء المنخفضة من دولينات الإذابة الواسعة والضحلة (Embabi،٢٠٠٤a،p٤٤٥).

غير أن انتشار التربة الحمراء على سفوح و أقدام جوانب التلال يمكن أن يكون قد تخلف نتيجة لعمليات الانهدام والتراجع التدريجي لجوانب الدولينات أثناء توسيع الدولينات، وتسبب ذلك في حدوث انهيارات للطبقات ومنها التربة الحمراء، وتتمثل الأخيرة أسفل الفرشات، التربة الحمراء على طول الشقوق والفواصل.

ثانيا – أشكال النحت والترسيب المائى وأهمها :

– الأودية الكارستية Karst valleys:

و تتنوع أشكال الأودية الكارستية في الأقاليم الكارستية المختلفة تبعاً لعوامل تتعلق بدرجة انحدار السطح وكمية الأمطار والبناء الجيولوجي المتمثل بطبيعة الصخور وكثافة واتجاهات الفواصل والشقوق ويمكن تقسيمها إلى :-

الأودية الخانقية : **gorge** وهي من أهم الأشكال التي تميز الأقاليم الكارستية التي تمر بمرحلة الشباب، حيث يكون الجريان في معظمه قد تحول إلى جريان تحت سطحي، وتتصف هذه الأودية بجوانب شديدة الانحدار ويبدو شكل قطاعها العرضي على شكل حرف V و والنماذج المعدله عنه، وإن وجود مثل هذه المظاهر يدل على أن الإقليم الكارستي لا يزال في مراحل الشباب والفاعلية(Bosak،٢٠٠٨). وتظهر هذه الأودية على جوانب دولينات الإذابة شمال

منطقة الدراسة، وعلى بعض الأسطح الجيرية الهينة الانحدار جنوب وشرق المنخفض وظهر على هذه الأودية أثار لخدوش طولية باتجاه منصرف الرياح مما يدل على عمل تعرية حالي تمارسه الرياح على جوانب هذه الأودية، ومن أمثلتها على قاع منطقة الدراسة واديا (مصرفى) البطس والوادى.

صورة (١) بداية وادى خانقى بقارة جهنم (ناظرا نحو الغرب)

الأودية العمياء Blind valleys :

وأمكن تميزها من المرئيات الفضائية من خلال تتبع بعض مجاري الأودية التي كانت تنقطع بصورة مفاجئة عند نقطة ما، مع أن الوضع الطبوغرافي يسمح باستمرار هذه المجاري، وهو ما يقدم دليلاً واقعياً ومنطقياً على أن عملية غور للمياه كانت تتم عبر بعض بالوعات الإذابة، التي ظهرت من خلال المرئيات الفضائية والتي تم التأكد منها حقلياً من خلال فحص دراسة الرواسب الرباعية من حصى ومجروفات طينية ورمال، ويظهر التأثير المباشر للوضع الجيولوجي في وجود البالوعات التي تظهر عند نقاط تلاقي تكوينات جيولوجية مختلفة، أي أنها تبدأ بالتشكل في منطقة ذات كثافة عالية بالشقوق والفواصل، وتبدأ البالوعات بالتشكل بتأثير عملية الإذابة التي

ساعدت على تحويل كامل مياه المجرى إليها وفي حالات أخرى لا يتحول المجرى كله إلى وادي أعمى وإنما قد يغور فرع منه ضمن أحد البالوعات، ويستمر المجرى الرئيسي في جريانه وكلا النوعين تم ملاحظتهما من خلال المرئيات الفضائية على سطح الهضاب المحيطة بمنطقة الدراسة للأودية التي تنحدر نحو القاع ، وينتشر ذلك فى المناطق الواقعة إلى الشرق والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة،.

ويرى الطالب كذلك أن بعض الدولينات في منطقة الدراسة كانت أودية عمياء، تعرضت أسقفها لتعرية كارستية، وتهدمت بعد انقطاع جريانها مما جعلها تأخذ شكل أودية طولية وهي أحد أشكال الأودية الكارستية التي يمكن تسميتها بوليج polje وقد لوحظ وجود العديد من أمثلة هذه الدولينات الطولية في التكوينات الجيرية والطباشيرية جنوب وغرب وشمال منطقة الدراسة، ودل على ذلك وجود مدخل ومخرج لهذه الدولينات مما يشير على أنها بقايا لأودية عمياء قديمة.

- **أودية الكهوف Caves valleys**:

أحد أنواع الأودية المرتبطة بمداخل الكهوف الموجودة على الأجزاء العليا من جوانب التلال. وتتسم مجارى هذه الأودية بأنها ضحلة وضعيفة لا يتعدى عمقها ٧٠سم وأقصى عرض للمجرى ٣م. ويملأ هذه المجارى مواد جيرية ناعمة جدًا نقلت فى الغالب من داخل الكهوف. وقد نشأ هذا النوع من الأودية نتيجة تدفق المياه من داخل الكهوف على جوانب التلال،

لهذا ارتبطت أحجامها بأحجام الكهوف وعرض مداخلها. ويشيع انتشار هذا النوع على جوانب التلال فى النطاق الشمالى الغربى ومنطقة قصور العرب وقارة جهنم.

- **الأودية الجيبية** pocket valleys:

تتشكل عند أقدام التلال والكتل الجيرية لتدفق المياه المتسربة عبر الطبقات الصخرية، وفي ظروف الجفاف الحالي لم يعد هناك أي جريان ولكن ظهرت بعض الآثار الدالة عليه، خاصة عند أقدام بعض الهضاب المقطعة المحيطة بمنطقة الدراسة او التى تقع على القاع، حيث ظهرت بعض

قنوات التوصيل الرأسية piping (الانابيب) التي كانت تعمل على توصيل مياه الأمطار نحو الأسفل لتنبثق أسفل الهضبة أو التل عندما تسمح الظروف الليثولوجية للصخور الجيرية بذلك.

أما عن نشأة هذه الأودية فقد لوحظ أن هذه الأودية ظهرت على جوانب التلال والهضاب المقطعة العريضة والحوضية القمة، الأمر الذي يعني أن كميات من مياه الأمطار كانت تتجمع على شكل بحيرات صغيرة، قبل أن تبدأ المياه بالتسرب نحو الأسفل عبر الشقوق وقنوات التوصيل الهيدرولوجي، وبالتالي مارست المياه عملية إذابة تحت سطحية على طول هذه الشقوق لتشكل بالوعات الإذابة صغيرة الحجم نسبياً. ويستمر التسرب حتى يصادف وضعا ليثولوجيا مناسبا، يسمح ببدء عمليات نز المياه على شكل ثقوب صغيرة ثم تبدأ هذه المياه المتدفقة بممارسة عمليات تعرية نز المياهGround Water sapping processes وبالتالي يحدث تفريغ خطي للرسوبيات الواقعة أسفل التل من خلال عملية توسيع مستمر لثقوب نز المياه وتتحول إلى فجوات ثم إلى كهوف أولية ذات أسقف معلقة، ثم تبدأ هذه الأسقف بالانهيار نتيجة للنحت التراجعي لواجهة التل، ومع استمرا هذه العملية تبدأ الأودية الجيبية بالتشكل ضمن جسم التل أو الكتلة الجيرية.

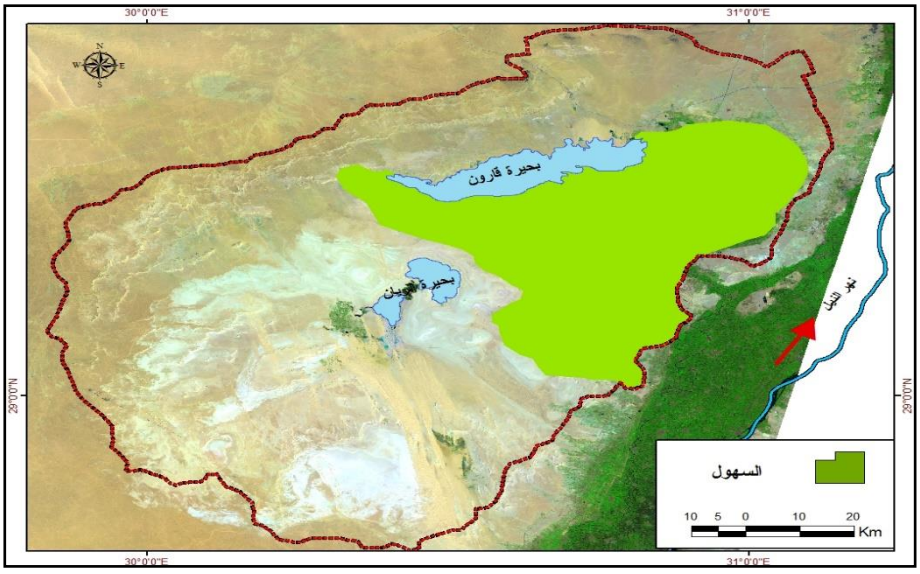
ويظهر أهمية العامل الكارستي في نشأة هذه الأودية من خلال اعتمادها على عمليات الإذابة التي صاحبت مع عمليات نز المياه، و تتشابه المجاري المائية المنبثقة أسفل الكتل الصخرية في طبيعتها مع المجاري السطحية في أنها تسعى للوصول إلى مقطع الاتزان الطولي، غير أن مقطع الاتزان لا يتحقق في الأودية الجيبية ؛ نظرا للتساقط المستمر للأسقف المعلقة، وبالتالي فإن المقطع الطولي لها يزداد حدة مع تقدم مرحلة التطور التي تمر بها الأودية الجيبية، على عكس الأودية السطحية التي تصبح أكثر نعومة ويقل فارق الارتفاع بين المنبع والمصب بتقدم مرحلة التطور، كذلك لوحظ عدم وجود أي مجروفات حصوية تدل على جريان مائي سطحي، بل تنتشر المنقولات الناعمة التي تدل على أنها ناتجة عن عمليات الإذابة، ويعزز ذلك دور العمليات الكارستية الداخلية في نشأة هذه الأودية وينفي دور الجريان السطحي في نشأتها والشكل التالى يبين مراحل نشأة الأودية الجيبية وتغيرات المقطع الطولي لهذه الأودية منذ نشأتها وحتى الآن.

وهي في منطقة الدراسة مجموعة من الأودية الضحلة الغير مكتملة نتيجة لاعتراضها من قبل حافات التلال والهضاب الجيرية ودولينات الإذابة، ويبدو أن هذه الأودية تختلف عن الأشكال الكارستية الأخرى بكونها أحدث في نشأتها، حيث لاحظ الطالب من خلال الجولات الميدانية تأثرها ببعض الأمطار النادرة التي تتساقط بين وقت وأخر على منطقة الدراسة، حيث شكلت هذه الأودية مخرات فجائية الانحدار على جوانب التلال والهضاب وكونت مسيلات مؤقتة، ويظهر أن كميات المياه الجارية ضمنها وعلى الرغم من قلتها تمارس عمليات تحطيم بالإضافة إلى فعل الإذابة، ويمكن تصنيف هذه الأودية ضمن الأشكال الكارستية التي تتشكل في ظل ظروف المناخ الحالي على مقياس صغير وفصلي، وتمارس دوراً مهما في تقطيع منطقة الدراسة وتغير خصائصها المورفولوجية، ما يشير إلى استمرار عمليات الكارست في حال توافرت كميات كافية من الأمطار.

صورة (٢) الأودية الكارستية غير المنتظمة حيث شكلت هذه الأودية مخرات فجائية الانحدار على جوانب التلال والهضاب وكونت مسيلات مؤقتة.

سهول أو مسطحات البلايا: السهول:

تتمثل السهول في الأماكن التي يغلب عليها الاستواء من سطح الأرض، وليس بالضرورة أن تكون الأرض تامة الاستواء لتسمى سهلاً، فهي أراضٍ قليلة الانحدار أوقليلة الارتفاع بحيث لا تغير شدة انحدارها أو كثرة مرتفعاتها أو كبر حجمها من مظهرها السهلي العام، وحتى وإن وجدت فيها مرتفعات فيجب ألّا تكون كبيرة حيث لا تزيد عن عشرات الأمتار، (عادل السعدني، ٢٠٠٠، ص ١٣٢) ويجب أيضاً أن تكون قليلة، وقد يكون البعض منها تام الاستواء، وقد تكثر في بعضها المنحدرات والتلال والوديان، وتسمى مثل هذه بأشباه السهول، تعد السهول أهم أشكال السطح في البلايا، وذلك لأن جميع الأشكال الأخرى تتكون إما على سطحها أو على هوامشها، وتتميز تلك السهول باستواء تام أو شبه تام حيث تتراوح درجات الانحدار عليها بين صفر وخمس درجات وهي انحدارات خفيفة أو خفيفة جداً.



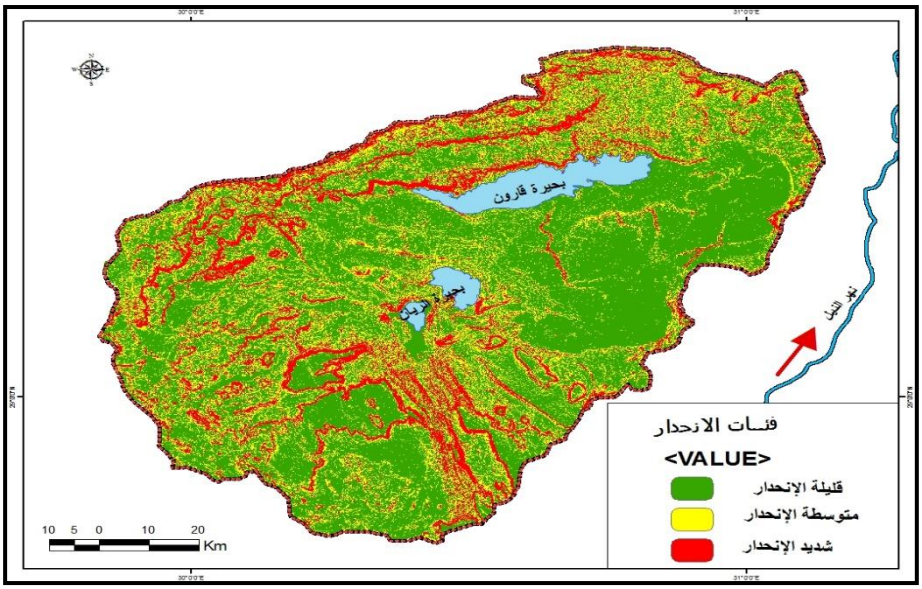
شكل (٣) التوزيع الجغرافي للسهول بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا علي Envi٥.

– التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على أسطح سهول البلايا:

يتضح من دراسة التوزيع التكراري لدرجات الانحدار على أسطح البلايا، جدول (٣٣)، شكل (٥٤) ما يلي:

تسود مسطحات البلايا درجات انحدار خفيفة وخفيفة جداً وهي تتراوح بين صفر ودرجتين وتغطى نحو ٥٤,٢٪ في المتوسط من جملة أطوال القطاعات المقاسة تليها الزوايا الخفيفة (٣–٥ درجة) بنسبة حوالي ١٤٪ في المتوسط، (عبد العزيز يوسف، ١٩٧٧، ص ٨٩) أي أن جملة فئتي الزوايا الخفيفة إلى الخفيفة جداً، والخفيفة يصل إلى نحو ٨٨٪ تشكل تلك المنحدرات الخفيفة سهول البلايا التي تمتد فيما بين الياردانج والتلال الصخرية وتشغل معظم مساحة البل١ايات بمنطقة الدراسة.



شكل (٤) انحدار السطح بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا علي Envi٥.

جدول (٣) التوزيع التكراري لدرجات الانحدار على أسطح البلايا بمنطقة الدراسة.

فئات الانحدار	الوصف	بلايا منخفض الفيوم	بلايا منخفض الريان	متوسط البلايات	يارادنج منخفض الفيوم	يارادنج منخفض الريان	متوسط اليارادنج
صفر – ٢	انحدار خفيف جداً	٧٤,٤	٧٢,١	٧٠,٦	٥,٨	٤٥,٥	٢٢,٤
٣ – ٥	انحدار خفيف	١٨,٢	١٤,٠	١٣,٥	٢١,٢	٦,٧	١٢,٠
٦ – ١٠	انحدار متوسط	٦,٢	٠,٠	٦,٧	١٢,٢	٥,١	٨,١
١١ – ١٨	انحدار فوق المتوسط	٠,٠	١,٢	١,٠	٢١,٠	٤,١	١٣,٢
١٩ – ٣٠	انحدار شديد	٠,٥	٣,٦	٣,٠	١٥,٦	١٣,٢	١٤,٢
٣١ – ٤٥	انحدار شديد جداً	٠,٤	٣,٥	٢,١	٠,٠	٢٣,٢	١٨,٠
٤٥ فأكثر	انحدار رأسي	٠,٣	٥,٦	٣,١	٢٤,٢	٢,٢	١٢,١
الجملة	–	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على القياسات الميدانية للباحث.

– تظهر الانحدارات الرأسية في المرتبة الثانية حيث يغطى نحو ٥٪ من جملة أطوال القطاعات وتشغل فئات الانحدار الثلاث الأخيرة (شديد، شديد جداً، أرسي) ما جملته ٧.٨٤٪ من منحدرات البلايا تشكل تلك الزوايا منحدرات اليارادنج أو جبهاتها على وجه الخصوص والتي كثيرًا ما تتخذ انحدارات رأسية تماماً (عزة عبد الله،٢٠٠٨، ص ص٤٥– ٧٤) مما يشير إلى درجة تماسك رواسبها واندماج حبيباتها وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض تلك المنحدرات تبدو مقوضة بفعل الرياح إلا أنه لا يمكن التعبير عن تلك المنحدرات المقوضة في ضوء التقسيمات الحالية لدرجات الانحدار كما يصعب قياسها ميدانياً باستخدام الأدوات المتاحة حالياً.

– تأتى الانحدارات المتوسطة في المرتبة الثالثة بنسبة ٣.٤٪ تقريباً في المتوسط من جملة القطاعات ويصل إجمالي الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة نحو ٤,٤٪ وتشكل الانحدارات المتوسطة انحدارات اليارادنج في الأجزاء التي تقع في منصرف الرياح، ومنحدرات بعض

الأشكال الرملية على سطح البلايا، بالإضافة إلى منحدرات بعض التلال الصخرية القبابية التي ظهرت في بعض القطاعات كما هو الحال في قطاع بلايا الصحراء البيضاء، كما قد يظهر السطح الصخري للبلايا أحياناً وتنبغي الإشارة هنا إلى أن القطاع الأخير قد تم إعداده في منطقة تجمع إحدى الكدوات الطينية، جنباً إلى جنب مع إحدى الكدوات الصخرية الجيرية، وذلك بهدف دراسة العلاقة بينهما وقد لوحظ أن التغير في الترسيب في الكدوة الأولى، يتفق إلى حد كبير مع الجروف الدقيقة على منحدرات الكدوة الصخرية.

ولا تمثل السهول الحالية السطح الأصلي للبلايا، وذلك باستثناء حالات نادرة جداً لوحظت في وادي الريان، حيث تقع في مناطق محمية نسبياً بعيداً عن مسارات الرمال كما يبدو أنها أحدث من حيث النشأة، فقد تعرضت تلك الأسطح للنحت والتخفيض نتيجة نشاط عوامل التحات وأهمها الرياح، والجريان السطحي السابق، بالإضافة إلى الجريان الطارئ في الوقت الحالي. وعندما ينكشف السطح الأصلي لحوض البلايا فإنه يعد حينئذ سهلاً تحاتياً.

– معدل تقوس منحدرات سهول البلايا بمنطقة الدارسة:

قام الباحث بحساب معدلات تقوس القطاعات الميدانية التي تم رسمها لبعض البلايات مستخدماً طريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel-Rahman et al.، ١٩٨١)، وقد سجلت النتائج في جدول وتم تصنيفها تبعاً لفئات التقوس الموضحة في جدول (٣٤) ويتضح من دارسة معدلات تقوس القطاعات الميدانية للبلايا صورة (١٨) ما يلي:

تتراوح نسبة الأقسام المستقيمة بين ٥١ و٥٥٪ تقريباً بمتوسط ٣٨٪ من جملة منحدرات البلايا محل الدارسة وهي تمثل مسافات أرضية لا يتغير عليها الانحدار بالاتجاه نحو اسفل المنحدر، ولذا تمثل هذه الفئة السهول المنبسطة للبلايا تماماً كما تمثل الأجزاء منتظمة الانحدار منها، بما في ذلك الجروف الشديدة الانحدار مثل جبهات اليارداتج.

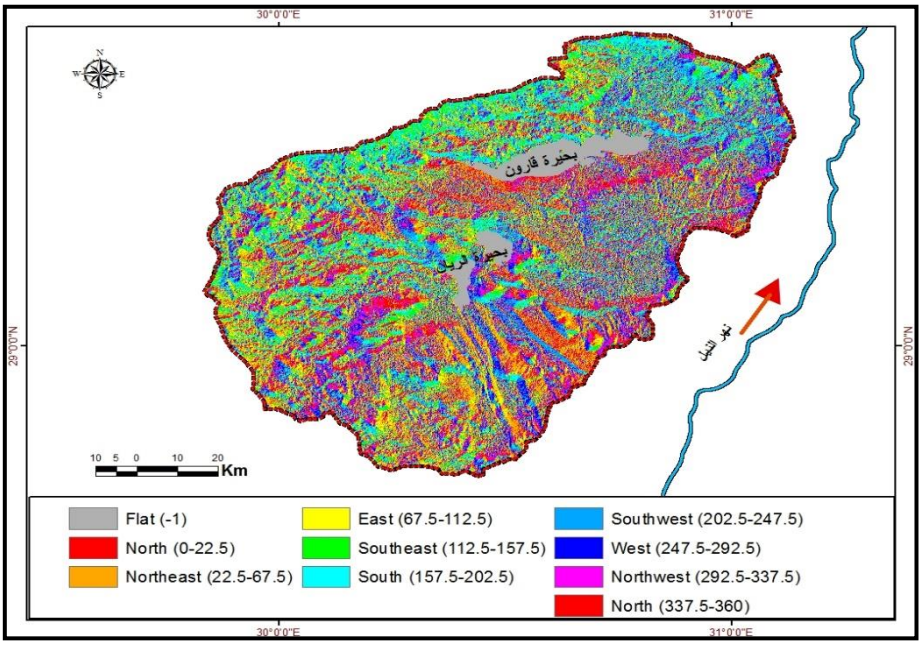
جدول (٤) فئات التقوس في منطقة الدراسة.

فئات التقوس	وصف شكل الانحدار
صفر	مستقيم
١ – ٢	خفيف جداً (التحدب أو التقعر)
٣ – ٥	خفيف
٦ – ١٠	متوسط
١١ – ١٨	فوق متوسط
١٩ – ٣٠	شديد
٣١ – ٤٥	شديد جداً
٤٦ – ٩٠	أرسي

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على القياسات الميدانية للباحث.

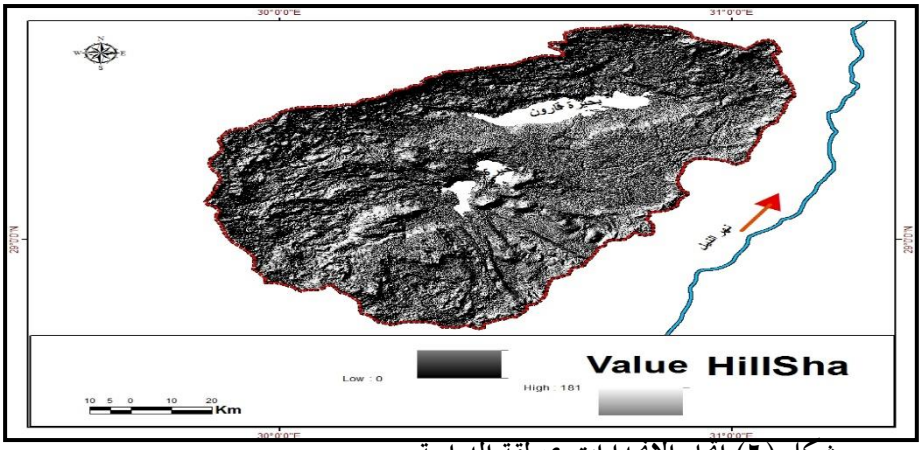
– ترتفع نسبة العناصر المحدبة بصفة عامة حيث تصل إلى ٣٩.٤٪ في المتوسط من جملة أطوال القطاعات المقاسة، في حين تأتى العناصر المقعرة في المركز الأخير بنسبة ٢٢.٤٪. ويشترك كل من العنصرين –المحدب والمقعر في أن نحو نصف تلك النسب تقريباً يشكل عناصر خفيفة التحدب والتقعر أو خفيفة جداً.

– تتراوح نسبة التحدب في منحدرات البلايات المدروسة بين ٧.٠ في بلايا عين الأبيض و٤.٧ في بلايا الصحراء البيضاء، بمتوسط ٩.٢ تقريباً.



شكل (٥) اتجاه الانحدارات بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على بيانات الجدول (٣٤).



شكل (٦) اتجاه الانحدارات بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على بيانات الجدول (٣٤).

– ترتفع نسبة العناصر المقعرة عن مثيلتها المحدبة في بلايا عين الأبيض. وقد لوحظ أن رواسبها قد تأثرت بشدة بعمليات النحت، مما أدى إلى تخفيض سطحها بدرجة كبيرة، ويظهر ذلك أيضاً في قلة عدد اليارادنج بها وتباعدها، مع صغر أبعادها مقارنة بغيرها في بقية البلايات التي تمت دراستها ميدانياً، ولذا ترتفع بها نسبة العناصر المقعرة.

ثالثا – الأشكال المرتبطة بالنحت والترسيب الهوائى:

– ٢ – اليارادنج والكدوات الطينية:

تعد ظاهرة اليارادنج احد أهم الظاهرات الناتجة عن النحت بفعل الرياح، وتعني ضلوع الحيوانات وتتألف من حافات طولية متوازية شكلتها الرياح بفعل عملية النحت والتعرية، تفصل بينها قيعان تشبه الأودية ويأخذ مقطعها شكل حرف U (علي سرور، ١٩٤٦، ص ٩٩) وهي عباره صخورة مختلفة الصلابه تتعرض لعوامل التعرية المختلفة فالصخور الأقل صلابه تستجيب للنحت والتعرية وخاصة بفعل الرياح بدرجه اسرع من الصخور الاشد صلابه مما ينتج عنه حفر أو قنوات طولية مما ينتج عنها ظاهرة اليارادنج.

وتعد اليارادنج في العديد من التكوينات الصخرية مثل الحجر الرملي والحجر الجيري والتكوينات البحيرية (محمد رمضان، ١٩٩٣، ص ٢٣٤).

والارساب يعد المستكشف السويدي Seve Hedin (١٩٠٣) أول من استخدم مصطلح يارادنج لوصف تلك الحافات الطولية شبه المتوازية، والتي يفصلها عن بعضها البعض منخفضات طولية نحتتها الرياح في رواسب بحيرية سابقة توجد بمنطقة Lop Nor في صحراء تاكلاما كان بالصين، وهو نفس المصطلح الذي يستخدمه السكان المحليون لوصف تلك الظاهرة، وقد اشتق من كلمة تركية الأصل هي Yar وتعنى "حافة Ridge" أو الجانب المنحوت من تلك الحافة بفعل الرياح وقد اعتبر Hedin أن تلك اليارادنج قد تم تشكيلها أولاً بفعل المياه الجارية ثم قامت الرياح بإعادة تشكيلها فيما بعد وبذلك فقد بدأ Hedin في

وقت مبكر جداً تلك المناقشات التي ما ازلت مستمرة حتى اليوم، والمتعلقة بتشكيل الياردانج والعامل الأكثر.

وقد شاع استخدام هذا المصطلح فيما بعد في العديد من الكتابات التي استخدمت مصطلح ياردانج "كمصطلح عام ينطبق على أشكال طبوغرافية موجبة، طولية الشكل تمتد موازية لاتجاه الرياح السائدة القوية بغض النظر عن حجمها ونمطها ونوع المواد أو التكوينات والرواسب المكونة لها.والتي غالباً ما تكون قليلة التماسك McCauley)،.et al ، (١٩٧٧ وقد أشارت تلك الدارسات إلى ضرورة قصر استخدام مصطلح ياردانج على الظاهرات الطولية الانسيابية الموجهة بفعل الرياح حفاظاً على المعنى التركستاني الأصلي للكلمة، تماماً كما يقتصر استخدام مصطلح درملين Drumlin على الأشكال الناتجة عن فعل الجليد

أما مصطلح كدوة Hummock فإنه يعد مصطلحاً عاماً، يستخدم للتعبير عن تلك التلال أو الروابي الطينية، أو الصخرية محدودة الأبعاد طولاً وعرضاً وارتفاعاً، والتي تتخلل سهول البلايا بغض النظر عن شكلها الذي غالباً ما يكون مخروطياً أو قبابياً أو حتى غير منتظم الشكل وقد استخدم كل من Gardener،Caton-Thompson ، Beadnell هذا المصطلح لوصف هذا الشكل في منخفض الفيوم.

صورة (٣) انتشار ظاهرة الياردانج في منطقة الدراسة.

ولا يحمل مصطلح كدوة في مضمونه أية دلالة على الشكل سواء كان طولياً أو غير ذلك – أو على العامل المسئول عن التشكيل، وذلك بخلاف مصطلح يواردانج السابق الإشارة إليه وقد استخدم الباحث المصطلحين معاً هنا لوجود اليواردانج جنباً إلى جنب مع العديد من تلك الكدوات، سواء كانت رسوبية أم صخرية، تنتشر في رواسب البلايا بمنطقة الدارسة ولا يمكن إطلاق مصطلح يواردانج عليها تبعاً للتعريف الشائع لهذا لمصطلح في الكتابات السابقة وان كان هناك ارتباط وثيق الصلة بين الشكلين، (Ashour, M. M., and Abd-el-Mogheith, S.M., ١٩٨٣، p.١٥٤) إذ أن تكون تلك الكدوات بفعل جريان سطحي سابق قد يمثل المرحلة الأولى من مارحل تطور اليواردانج أحياناً ولذا يمكن تناولهما هنا معاً.

رابعا – الأشكال المرتبطة بالتجوية وغيرها من عوامل التحات:

تلعب العمليات الكارستية دوراً في ظهور هذه الأشكال دون أن تكون هي المسبب الرئيسي في نشأتها، ومن هذه الأشكال التي لوحظت في منطقة الدراسة ما يلى:-

الأودية المقلوبة Inverted Wadies:

تمكن الطالب من خلال مرئيات GEDM تمييز شبكات متقطعة من هذه الأودية على منطقة الدراسة الجيرية الايوسينية، التي تبدأ من نقط محددة وربما كانت هذه النقط ينابيع قديمة، وتساير الانحدار العام للمنطقة، وتأخذ في بعض أجزائها شكل رواسب متراكمة بارزة بالنسبة لما يجاورها، وقد تتقطع أحياناً لتأخذ شكل كتل هضابية مستوية السطح في الغالب، ويبدو أن بعض هذه الأودية هي شبكة ينابيع قديمة كانت تنبثق من الواجهة الجنوبية للهضبة الجيرية خاصة وأن ينابيع غزيرة كانت تتدفق فى منطقة الدراسة في الفترة الممتدة بين ١٣٠٠٠٠- ٧٠٠٠٠ سنة مضت، وهو ما أمكن التعرف عليه من خلال رسوبيات البلايا في الصحراء الغربية (Wendorf&Schil، ١٩٩٨، p١١٨)، وكانت مياه هذه الينابيع من الغزارة بحيث أنها كانت تنقل حصى ورمال ومواد أخرى، ؛ ونظرا لطبيعة المياه الغنية بكربونات الكالسيوم فقد

شكلت هذه المحاليل مادة لاحمة عملت على تماسك وتصلب هذه المجروفات في فترات الجفاف، التي بدأت تسيطر على الصحراء الغربية قبل ٧ ألاف سنة تقريباً، وهو ما بينته عمليات التأريخ لبعض رسوبيات البلايا في بعض مناطق الصحراء الغربية ومنها عينات لبعض البلايات الهولوسينية جنوب هضبة أبو طرطور حيث تبين أن الرمال الهوائية الأصل بدأت تترسب على سطح البلايات قبل ٧ ألف سنة .Bubenzeretal)،(٢٠٠٧، ثم بدأت عمليات الإذابة الكارستية بتعرية الهضبة الجيرية التي كانت بالطبع أقل مقاومة من هذه الرواسب المتحجرة مما جعلها تبرز على السطح. الخريطة السابقة رقم (٦) تبين جزءا من شبكة الأودية المقلوبة التي تم رسمها من مرئيات GEDM عن طريق برنامج Arcgis،١٠,٥، ووجد أن الشبكة ذات الاتجاه الشمال الغربي – الجنوبي الشرقي تلتقي مع أحد الأودية التي تتعارض معها بالاتجاه تقريباً وذلك إلى الجنوب من منطقة الدراسة، حيث وجد أن هذا الوادي المقلوب ذي معالم أكثر وضوحاً ؛ نظرا لارتفاعه الذي يصل إلى نحو ٣٠ متر بالنسبة لما حوله في بعض الأحيان مقارنة بأقل من ١٠ أمتار للأودية المقلوبة القادمة من الشمال الغربي، والمقطع العرضي الذي يظهر في الشكل السابق يبين طبوغرافيا الوادي المقلوب بالنسبة لما حوله، وترجع في أساسها لتباين استجابة الصخور الرسوبية لعوامل التعرية المختلفة، خاصة التعرية المائية التي يظهر أنها جرفت أجزاءا من الأودية المقلوبة تبعاً لظروف طبوغرافية وجيولوجية متحكمة، وتبين أن الأجزاء المفقودة من الأودية إما أن تكون على شكل تلال فصيلة، تختلف في التتابع الطبقي عن غيرها من التلال الكارستية المخروطية المعروفة، أو أن تشغل بعضها دولينات طولية الشكل مسايرة للاتجاه العام للوادي المقلوب، وهو ما يدل ذلك على أنها كانت أحد البالوعات التي تسرب كمية من المياه الجارية.

وعن طريق عمل قطاعات عرضية بين نقطة من الوادي المقلوب والهضبة الجيرية المتبقية، تبين أن النقطتين تقعان على مستو واحد تقريباً وهو ٢٦٠ متر منسوب ارتفاع، أما ارتفاع هذه النقطة بالنسبة لما حولها فقد بلغ حوالي ٣٠ متر أي أن تخفيضاً للسطح مقداره ٣٠ متر قد حدث بعد اكتمال جفاف وتصلب الأغشية الحصوية التي حملها الجريان القادم من البحر الأحمر والذي يرجع إلى الأوليجوسين والبلايستوسين Embabi)،٢٠٠٤a ،(p٤٤٠ والشكل (٦٧) يبين أحد الأودية المقلوبة فى منطقة الدراسة على بعد حوالي ٧٧ كم تقريبا جنوب منطقة الدراسة،

وقد بينت بعض الدراسات أن معدلات التخفيض على منطقة الدراسة ربما بلغت معدل١متر / ألف سنة، وبالتالي يمكن تقدير عمر هذا الوادى المقلوب ٣٠ ألف سنة مضت.

خامسا– شبكة أودية التصريف القديمة المرتبطة بأحواض البلايا. .

– الظروف الهيدرولوجية القديمة ومصادر المياه فى منطقة الدراسة :

كانت بحيرات البلايا تشكل النهايات الطرفية التي استقرت فيها المياه، بالإضافة إلى الرواسب دقيقة الحبيبات التي حملتها خطوط الجريان السطحي السابق بمنطقة الدراسة، والذي تدل عليه تلك الأودية الجافة التي ما زالت باقية لتشهد على تلك الفترات المطيرة. وبالإضافة إلى ذلك فقد نتج عن تلك الظروف أيضاً تدفق جوفي أدى إلى تغذية البلايا بالمياه، وبالقليل من الرواسب أيضاً، هذا جنباً إلى جنب مع الجريان المائي السطحي، ويمكن تبين أهم الظروف الهيدرولوجية السائدة إبان نشأة البلايا فيما يلي:

– **الظروف الهيدرولوجية السطحية** : ويرتبط بها عدد من المتغيرات أهمها:

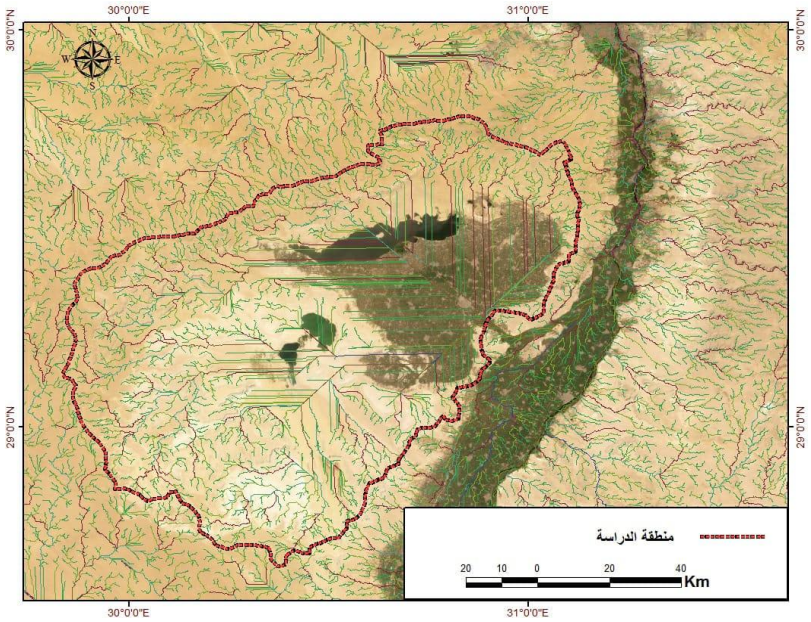
١ – حوض التصريف : تنشا البلايا غالباً في أحواض تصريف مغلقة ذات تصريف مركزي، كما هو الحال في المنخفضات الصحراوية ومنها منطقة الدراسة، وتتأثر البلايا بالخصائص والمتغيرات المرتبطة بهذا الحوض، وأهمها المساحة ودرجة التضرس ونوع وخصائص الصخور والرواسب التي تغطى سطح حوض التصريف والتي تحدد طبيعة ونوع الرواسب التي سيتم نقلها إلى البحيرة أو البركة بالإضافة إلى أثرها على نمط الجريان السطحي وكثافته وخصائصه.

وإذا تتبعنا خطوط تقسيم المياه للأودية الجافة الحالية فإنه يمكن القول أن منطقة الدراسة تتكون –هيدرولوجياً– من أربع أحواض تصريف سطحية رئيسية. هي حوض الفيوم وهو الأكبر مساحة والذي يحتوى على معظم مسطحات البلايا، يليه حوض الريان، ثم مويلح وجوض الغرق السلطانى وهو الأصغر مساحة.

ويشكل الحجر الجيرية والطباشير بالإضافة إلى الطفل أهم الأنواع الصخرية السائدة. وقد انعكس ذلك على نمط رواسب البلايا التي تسودها رواسب جيرية أساساً قوامها كربونات الكالسيوم التي وصلت إلى نسب عالية في بعض العينات كما اتضح عند دراسة كل من التحليل المعدني والكيميائي لرواسب البلايا.

وتتميز المنطقة بتضرس قليل بالمقارنة بأقاليم مصر الأخرى، ويساعد وجود مثل هذه المناطق منخفضة التضاريس على تطور البلايا حيث أن تلك الأسطح لا تساعد على تطور نظم صرف متكاملة، مما يشجع على تراكم كل من المياه، والرواسب الناعمة في قيعان المنخفضات.

٢ – **شبكة التصريف**: تم تتبع شبكة التصريف المائي من خلال تحليل الصور الجوية كما يتضح من شكل(٦٨)، وتتميز تلك الشبكة بكثافتها على حواف الهضاب المحيطة، وبخاصة الحافة الشرقية لمنخفض الفيوم والحواف الغربية لوادى الريان .



شكل (٧) توضح شبكة التصريف المائي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الطالب إعتمادا على الدراسة ميدانية ، الخرائط الطبوغرافية (١:٥٠٠٠٠) إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، المرئية الفضائية land sat ٨، quik bird المتاحة ببرنامج Arc gis ١٠,٥، Sass plant

ويتضح من دراسة الشكل السابق أهمية الأودية التابعة المنحدرة من الشرق والغربي والشمال نحو منطقة الدراسة. وذلك لأن العديد منها ينتهي عند أقدام الكثبان الطولية التي تمتد في قاع منخفض الريان، مما يشير إلى احتمال وجود المجارى المائية الرئيسية لتلك الأودية أسفل رمال تلك الكثبان. وقد لوحظ وجود العديد من مسطحات البلايا عند الأطراف الشمالية لتلك الكثبان.

وبالإضافة إلى ذلك فقد تم تتبع العديد من مجارى الأودية الضحلة في قاع منخفض الفيوم ينتهي العديد منها إلى مسطحات بلايا رئيسية أو ثانوية. كما يلاحظ أن معظم مجارى

تلك الأودية ينتهي عند خط كنتور +١٢٥. والقليل منها يستمر حتى خط كنتور+١٠٠ الذي يضم تحته معظم رواسب البلايا في المنخفض.

ويتمتع أن منخفض الفيوم يتميزبنظم صرف تنحدر من الحافة الشمالية والشرقية نحوه. بالإضافة إلى الأودية المنحدرة من الحواف الجنوبية الغربية. ولكن معظم قطاعاتها تغطيه كثبان وفرشات رملية كثيفة، وبخاصة في منخفض الغرق السلطانى.

إن الملاحظات السابقة تشير إلى أن تلك الأودية ربما كانت تشكل مصدرا رئيسياً لتغذية مسطحات البلايا بالمياه، بالإضافة إلى ما كان يصل إليها من تدفق العيون التي لوحظ وجود رواسبها في وسط البلايات أو على هوامشها في الوقت الحالي كما فى عيون المنقار بوادى الريان. كما تشير أيضاً إلى أن منسوب بحيرة موريس الكبرى – التي يحتمل وجودها خلال البليستوسين– كان منسوبها يتراوح غالباً بين +١٠٠، +١٢٥ متر.

٣ – الظروف الهيدرولوجية تحت السطحية : وما يرتبط بها من حيث الخصائص الهيدرولوجية للخزان الجوفي، ومستوى الماء الجوفي بالنسبة لسطح الأرض، والخصائص الكيميائية للمياه التي تتأثر بدورها بالعديد من المتغيرات أهمها أنواع الصخور السائدة وبنيتها، فقد يكون الخزان الجوفي:

– مغلَّقاً (أومحَلِّيّاً) لا تنصرف مياهه إلى خارج الحوض مما يؤدى إلى ارتفاع مستوى الماء الجوفي واقترابه من سطح الأرض وبالتالي تراكم الأملاح بسبب زيادة نشاط التبخر مع تصاعد المياه لأعلى بفعل الخاصة الشعرية بل قد تتكون برك وبحيرات بسبب زيادة التدفق الجوفي إلى أعلى. ومع شدة البخر قد يتكون محلول ملحي ينتج عنه تراكم الأملاح في النهاية في هذا الوسط المائي المشبع بالأملاح كما فى وادى مويلح والغرق السلطانى.

–أو مفتوحًا (إقليمًيًا) وفي هذه الحالة تتسرب مياه الجريان السطحي إلى الخزان الجوفي وليس من المتوقع في هذه الحالة أن تتراكم الأملاح على السطح بل تقوم المياه بإذابة الأملاح السطحية أثناء تسربها إلى الخزانن الجوفي الإقليمي. كما تتحكم المتغيرات الجيولوجية وأهمها نوع الصخور في نوع المياه المتدفقة إلى بحيرة البلايا، وبالتالي في نوع الرواسب المتراكمة بها. وتنتمي

بلايات منطقة الدراسة إلى هذا النمط من البلايات. فإنه من المرجح، اتصال الخزانات الجوفية الموجودة بها بالخزان الجوفي النوبي الذي يشكل الخزان الرئيسي في الصحراء الغربية (محمد عبده وصيف وآخرين، ١٩٩٩).

وتجدر الإشارة إلى أن بعض البلايات قد تجمع بين مصدري التغذية الجوفي والسطحي معاً.وينطبق هذا بصورة كبيرة على منطقة الدراسة، فقد شوهدت الكثير من روابي العيون التي تتوسط رواسب البلايا أو تقع على هوامشها في العديد من البلايات، لعل أهمها بلايا وادى مويلح، ودان الفرس، وبلايات الغرق السلطانى، ويشير وجود تلك الربوات أيضاً إلى أن منسوب الماء الجوفي كان يرتفع تدريجياً حتى يتقاطع مع سطح الأرض خلال الفترات المطيرة التي تكونت فيها رواسب البلايا. ونظراً لاتصال الخزان الجوفي في منطقة الدراسة بالخزان الجوفي العام الذي يمثله الحجر الرملي النوبي (G.A.R.P.A.D.، ١٩٨٥) فإنه يرجح حدوث تسرب للمياه السطحية ببطء إلى هذا الخزان خلال تلك الفترات المطيرة، وبالتالي كان التدفق الجوفي يتناقص تدريجيا حتى يتوقف تماماً عند حلول ظروف جافة بعد فترة زمنية معينة. وهذا ما حدث أيضاً خلال الفترة الجافة الحالية فقد جفت معظم العيون بمنطقة الدراسة تاركة رواسبها على شكل روابي ترتفع لبضعة أمتار فوق مستوى السطح المجاور، وذلك باستثناء عدد قليل جداً من العيون التي ما ازل الماء يتسرب منها بكميات محدودة حتى الآن. وربما اختلف الوضع الهيدرولوجي في منطقة الغرق السلطانى.فمازال مستوى الماء قريباً من سطح الأرض بحيث أدى ذلك إلى تاركم الأملاح التي تم ترسيبها على سطح البلايا على شكل قباب ملحية بفعل شدة البخر مع تصاعد المياه إلى السطح بفعل الخاصة الشعرية. وربما يعود السبب في ارتفاع مستوى الماء إلى السمك الكبير لطبقات الحجر الرملي في منطقة الغرق السللطانى التي تشكل منطقة حوضية تتسرب إليها المياه الجوفية ببطء (G.A.R.P.A.D.، ١٩٨٥). حيث تشير خرائط البنية التحتية إلى تزيد سمك هذا التكوين باتجاه الشرق، مع وجود انكسار رئيسي يمتد بمحاذاة الحافة الشرقية لهضبة أبو صير الملق باتجاه شمالي شرقي- جنوبي غربي، يشغل حوض الغرق السلطانى الجوفي جانب رميته السفلى حيث تصل صخور الحجر الرملي النوبي إلى أقصى سمك لها. وربما فصل هذا الانكسار بين كل من منخفضي الغرق السلطانى ووادى النيل من الناحية

الهيدرولوجية تحت السطحية. وربما ساعدت تلك الظروف على استمرار تدفق المياه من الغرق السلطانى.

وفي ضوء كل ما سبق يمكن تلخيص أهم العوامل التي أثرت في نشأة وتكوين البلايا بمنطقة الدارسة فيما يلي:

١. الجريان المائي السطحي الذي يعد المصدر الرئيسي للمياه والرواسب.

٢. تدفق المياه الجوفية على شكل عيون، أو تصاعدها إلى السطح بالخاصة الشعرية.

٣. العوامل الجيولوجية وأهمها نوع الصخور السائدة (الجيرية)، وتركيبها.

٤. التجوية وأهمها إذابة صخور الحجر الجيري، والتحلل العضوي ممثلاً في تكون طبقات التربة القديمة، ونشاط عمليات البخر التي أدت إلى ترسيب الأملاح وتقلص وتشقق الرواسب، وعمليات التبلل والتجفيف مع تتابع فصول الجفاف والمطر، والفترات الرطبة والجافة.

٥. العوامل المناخية وأهمها التساقط السابق والبخر والرياح.

الخلاصة:

١- تتميز البلايا باختلاف رواسبها ميكانيكياً وكيميائياً وتتغير في الاتجاهين الرأسي، نتيجة لعدم تجانس قطاع تربتها، والأفقي ويظهر ذلك في اتساع نطاق التسبخ.

٢- اتضح من خلال الدراسة الحالية أن مسطحات البلايا بمنطقة الدراسة قد مرت بعدة مراحل طويلة من التطور ترتبط بنشأة وتطور المنطقة ككل والتي تحتوي على مستويين من مستويات اليردانج.

٣- اتضح من خلال دراسة التتابع الطباقي لرواسب البلايا التي تنتمي لتلك الفترة في الدراسة الحالية، أنها قد أرسبت خلال ثلاث فترات مطيرة فصلت فيما بينها فترات جافة، وذلك من خلال تتابع طبقات طينية وأخرى رملية.

٤- تعد الدولينات من المظاهر الجيومورفولوجية الهامة والمميزة وواسعة الانتشار بمنطقة الدراسة، وهو ما أظهرته الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠، وكذلك الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠، والصور الجوية والمرئيات الفضائية للمنطقة، حيث تم عمل خرائط لخطوط الكنتور بفواصل مختلفة.

٥- يتضح من الخريطة الجيومورفولوجية أن التلال تنتشر داخل الاودية وذلك ربما يعكس تأثير دور المياه الجارية في تشكيل التلال وخصوصا في الفترات المناخية الأغزر مطراً.

٦- إن عمق الكهوف يتراوح بين ٣,٥٠-٤٥م وكان أقصى عمق لكهف قصور العرب الرئيسى بعمق ٤٥ م. وأقل الكهوف هو كهف الطريق الأقليمى(القاهرة – الواحات) بعمق٣,٥م، و متوسط العمق فقد بلغ ٥,٥م، وعرض الكهوف.

٧- تعتبر الأشكال الكارستية فى منطقة الدراسة أشكال قديمة، وهي بصفة عامة متبقية عن عمليات كارستية قديمة في ظروف رطبة كما سبق ذكره، ويظهر بوضوح حجم التدهور الذي تعرضت له الطبقات الصخرية الكارستية نتيجة لعمليات التعرية المختلفة.

٨- تنشا البلايا غالباً في أحواض تصريف مغلقة ذات تصريف مركزي، كما هو الحال في المنخفضات الصحراوية ومنها منطقة الدراسة، وتتأثر البلايا بالخصائص والمتغيرات المرتبطة بهذا الحوض

- **التوصيات**

١- ضرورة توجيه الدراسات الحقلية المكثفة لمناطق البلايا في منطقة الدراسة للوقوف على التوزيع الامثل لها واماكن تواجدها وكيفية الاستفادة منها.

٢- انشاء مراكز علمية متخصصة لدراسة مثل هذه الظاهرات الجغرافية والاستفادة منها في عمليات الزراعة.

٣- عمل مراكز ونقاط بحثية في أماكن تواجد البلايا للوقوف على الطرق الافضل للاستفادة منها لصالح السكان.

٤- عمل قاعدة بيانات لمناطق البلايا في جميع انحاء الجمهورية لتوضيح اهمية دراسة هذه الظاهرات ولخدمة طلاب البحث العلمي.

المصادر والمراجع

١) إبراهيم سيد صابر، ٢٠١٠، الظاهرات الكارستية بالهضبة الوسطى بالصحراء الغربية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.

٢) أحمد محمد احمد ابو ريه، ٢٠٠٧، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى ام غيخ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.

٣) أسامه شعبان، ٢٠٠٧، منخفض الفيوم – الصحراء الغربية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنيا.

٤) حسام جمعه أحمد،٢٠١٩، منخفض الفيوم – الصحراء الغربية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنى سويف.

٥) دراسة (أشرف يس عبد الحفيظ، ٢٠٠٦) : تناولت الدراسة القشور الجبسية والملحية بجبل النعالون بمنخفض الفيوم، وتطرقت الدراسة إلى أسباب وجود القشور الجبسية بأعلى الجبل.

٦) طه محمد جاد، ١٩٧٤، منخفض الداخلة – دراسة جيمورفولوجية، رسالة دكتوراة، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

٧) عاطف عبد الحميد معتمد، ١٩٩٦، جيومورفولوجية الجروف البحرية بالساحل الشمالي الغربي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٨) عبد العزيز عبد اللطيف يوسف، ١٩٧٧، منخفض الفيوم – دراسة طبيعية رسالة ماجيستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

٩) عويس أحمد الرشيدى، ٢٠٠٢، جيومورفولوجية البلايا فى منخفض الفرافرة، بالصحراء الغربية"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

١٠)فاتن محمد رزق، ٢٠٢٠، وادى الحيتان – الصحراء الغربية دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية العلوم الإنسانية، جامعة الأزهر، القاهرة

١١)فاتن محمد رزق، ٢٠١١، بحيرة قارون – الصحراء الغربية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الإنسانية، جامعة الأزهر، القاهرة.

١٢)محمود السيد محمد شطا، ٢٠٠٥، جيومورفولوجية الحافة الشمالية والشمالية الغربية لمنخفض القطارة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.

مراجع أجنبية:

١- Abdel-Rahman، M.A.، Embabi، N.S.، El-Etr، H.A.، & Mostafa، A.R.، (١٩٨١): Some geomorphologic aspects of Siwa depression، the Western Desert، Egypt. Bull. Soc. Geog. d' Egypte، Vol.، ٥٣-٥٤.

٢- Abu Khadra، A.، El-Aref، M.M.، and Sokkar، A.M.، (١٩٨٧): Karst evolution and pedological processes along El-Bahariya El- Farafra road، Western Desert، Egypt. (abstract)، Geological Society of Egypt، NIDOC.

٣- Ali، M.M.، (١٩٨٧): Geomorphology، geology of quaternary deposits in Umm El-Dabadib area - northern Kharga Oasis، W.D. Egypt. M.Sc. thesis، Fac. of Sci.، Cairo University.

٤- Ball، J.، (١٩٠٠): Kharga Oasis: Its topography and geology. Geological Survey Department، Cairo، Egypt.

٥- Beadne١l، H.J.L.، (١٩٠١): Farafra Oasis، its topography and geology. Geol. Surv. of Egypt.

٦- Beadnell، H.J.L.، (١٩٠٩): An Egyptian Oasis (Kharga). London.

٧- Bell A. E. and Sechrist A.W.،(١٩٧٠): Playas، southern High Plains of Texas، Lubbock، Available from: http://www.library.ucsb.edu/istl/٩٧-summer/article٣.html.