مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

التقييم الجيومورفولوجي والهيدروبيدولوجي لتربة منخفض وادى الفارغ باستخدام تقنيات الجيوماتكس

د. هويدا توفيق أحمد حسن

مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية التربية– جامعة عين شمس

د. شربات بشندي عطية عوض

دكتوراة في جغرافية التربة ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب – جامعة القاهرة

DOI: 10.21608/qarts.2022.110525.1318

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – العدد ٥٤ (الجزء الأول) يناير ٢٠٢٢

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

التقييم الجيومورفولوجي والهيدروبيدولوجي لتربة منخفض وادى الفارغ باستخدام تقنيات الجيوماتكس

إعداد

د. هويدا توفيق أحمد حسن

مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية– كلية التربية– جامعة عين شمس

hewyda.twfyk@yahoo.com

د. شربات بشندي عطية عوض

دكتوراة في جغرافية التربة ونظم المعلومات الجغرافية – كلية الآداب – جامعة القاهرة

sharabathamdy@yahoo.com

الملخص باللغة العربية:

يعد تقييم التربة من الموضوعات المهمة وخاصة بعد النمو السكاني المتزايد، فهي أحد موارد الأرض الطبيعية، وتقييمها وتنمية مقدرتها الإنتاجية والحفاظ عليها من التدهور يعد أساس التنمية الزراعية المستدامة.

وتهدف الدراسة الحالية إلي تقييم الموارد الأرضية والمائية لمنخفض وادي الفارغ باستخدام تقنيات الجيوماتكس، ولتحقيق ذلك تم دراسة عوامل وعمليات نشأة التربة، ورصد التوسع الزراعي وعلاقته بمعدلات هبوط مناسيب المياه الجوفية، والتغيرات التي طرأت علي الوحدات الجيومورفولوجية، وقد خلص البحث إلي إمكانية تطبيق تقنيات الجيوماتكس في تقييم القدرة الإنتاجية للتربة، والتعرف علي مؤشرات تدهورها وسبل حلها.

الكلمات المفتاحية: الهيدروبيدولوجى، الجيوماتكس، الوحدات الجيومورفولوجية، تقييم القدرة الإنتاجية، التكلس، الترسيب، الغسيل.

المقدمة:

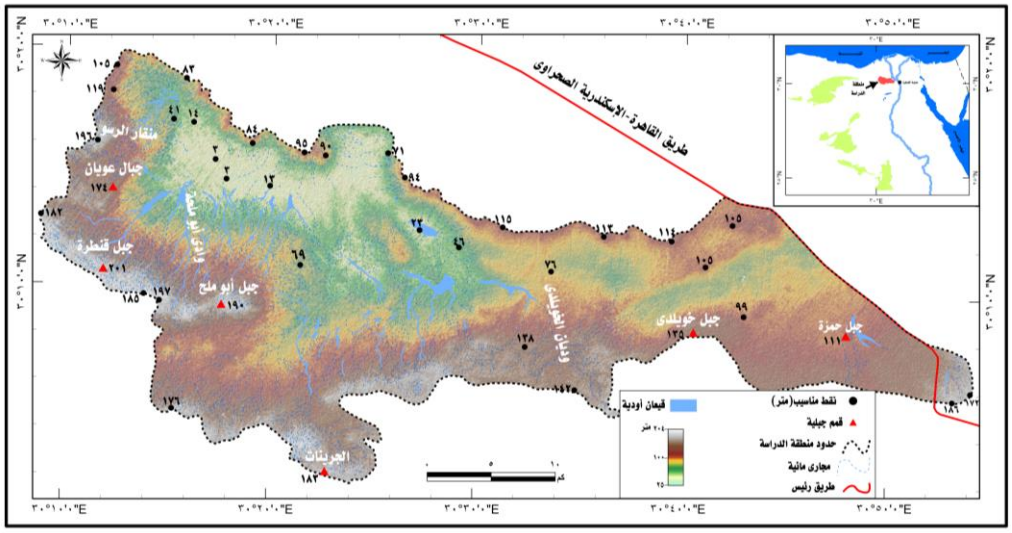
تختلف طبيعة تكوين التربة من مكان لآخر نتيجة عوامل وعمليات تكوينها من مرحلة تفتيتها من الصخور الأصلية إلى وصولها للشكل الناضج، ويحدث هذا الاختلاف نتيجة للتغيرات التي تطرأ على العوامل المكونة للبيئات المكانية التي تخضع لها التربة في فترة تكوينها(عماشة،٢٠١٩، ص٢١٣).

وتتوقف مقدرة التربة على مقاومة عوامل وعمليات التعرية بالدرجة الأولي على بعض الخصائص الطبيعية والكيميائية لها، وتختلف هذه الخصائص نتيجة لاختلاف أنواع وخصائص المواد الأولية المشتقة منها، والظروف المناخية، والخصائص التضاريسية والهيدرولوجية، والعمليات البيديولوجية، والعامل البشرى.

ويعد منخفض وادى الفارغ من مناطق الاستصلاح المهمة غرب الدلتا، لما يتمتع به من موارد أرضية جذبت العديد من الاستثمارات المختلفة، حيث بدأت عملية الاستصلاح عام ١٩٩٠ كبقع صغيرة حتى وصلت إلى وقتنا الحالي لتشمل معظم أجزاء المنخفض. وكان لهذا التوسع الكبير أثره على تغير خصائص المنخفض الجيومورفولوجية والهيدروبيدلوجية لتربته.

موقع منطقة الدراسة:

يقع منخفض وادى الفارغ على هوامش غرب دلتا النيل شمال غرب القاهرة بحوالي ٤٤كم، ويمتد بين دائرتي عرض ٥١" ١' ٣٠° و٥١" '١٩ ٣٠° شمالًا، وبين خطى طول ٤٤" ٨' ٣٠°و ١٠" ٥٤' ٣٠° شرقًا، ويأخذ المنخفض شكلًا طوليًا بامتداد شمالي غربي– جنوبي شرقي، (شكل١)، وتبلغ مساحته ١٠٥٦,٤كم٢.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ عام (١٩٩٠-١٩٩١) ، ونموذج الارتفاع الرقمي بدقة ٣٠متر.

(شكل ١) موقع وحدود منخفض وادي الفارغ

مصادر الدراسة:

- **الدراسات السابقة:** حظيت منطقة الدراسة بالعديد من الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية والهيدروبيدولوجية والجيومورفولوجية ومنها:

- **دراسات جيولوجية:**

- دراسة(Abbas, 1983): وموضوعها " Geological and Sedimentological Studies on Wadi El- Farigh Area". وتناولت الوحدات الصخرية والتكوينات الجيولوجية وتحليل رواسب الميوسين الأسفل حجميًا ومعدنيًا، وتوصلت إلى أنها ترسبت بين البيئة النهرية والنهرية البحرية.

- دراسة(El-Morsy, 1988): وموضوعها " Stratigraphic analysis of the neogene succession at Wadi El Farigh" وتناولت تتابع النيوجين بمنطقة وادى

الفارغ والهضاب المحيطة به، ومعاملات الحجم الحبيبي والاختلافات الرأسية والأفقية في هذه المعاملات واستنبطت بيئات الترسيب.

-دراسات هيدرولوجية:

- دراسة (Omar, 2017): وموضوعها "Hydrologic modeling and environmental management of groundwater resources Wadi El Farigh": تناولت الخصائص الجيولوجية والمناخية لمنطقة وادي الفارغ، كما ركزت على إدارة المياه الجوفية من خلال نموذج (MDFLOW) ووضع عدة سيناريوهات لحماية وإدارة المياه الجوفية بمنطقة وادى الفارغ للحد من هبوط مناسيبها وتدهور نوعيتها.

- دراسة (Saleh, et al., 2017) : وموضوعها "Hydrogeological studies on Wadi El-Farigh Area"، تناولت تقييم إمكانيات المياه الجوفية باستخدام الأدوات الهيدرولوجية والهيدروكيميائية.

-دراسات عن التربة:

- تقرير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة ،٢٠١٠ عن حصر أراضي وادى الفارغ ، وسعت هذه الدراسة إلى انتاج خريطة تربة استكشافية باستخدام الاستشعار عن بعد والدراسة الميدانية وتقييم قدرة الأراضي على الاستغلال الزراعي، واعتمدت في تحقيق ذلك على حفر ٣٠ قطاع أرضي.

- دراسة (Jamil,2014)، وموضوعها "Land resources assessment of Wadi El Farigh Area" ، قسمت هذه الدراسة الوحدات الفيزيوغرافية للتربة إلى

ثماني وحدات، واستخدمت برنامج (LUSET) في تصنيف أراضي المنخفض حسب صلاحيتها والتي تراوحت بين عالية الصلاحية وغير صالحة.

دراسات جيومورفولوجية:

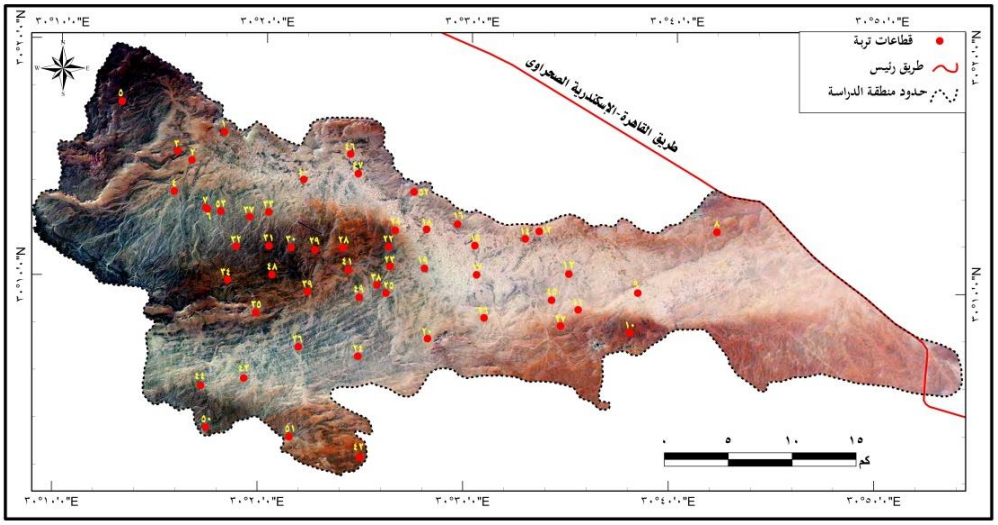
-دراسة (دسوقى، ٢٠٠٩)، وموضوعها " منخفض وادى الفارغ في الصحراء الغربية- دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية" وتناولت هذه الدراسة جيومورفولوجية المنخفض من حيث خصائصه الطبيعية، ومنحدراته وتحليل شبكة تصريفه وأحواضه ورسم خريطة جيومورفولوجية للمنخفض، ووضع مقترح لمستقبل إمكانيات التنمية الشاملة بالمنخفض.

-دراسة (أحمد ،٢٠٠٩)، وموضوعها "انشاء وتحليل الخريطة الجيومورفولوجية للوادي الفارغ جنوبي وادى النطرون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد" وتناولت الظروف البيئة الطبيعية بالمنخفض، وإنشاء خريطة جيومورفولوجية ودراسة خصائص أحواض التصريف و الرواسب وتحليل التربة وذلك بناء على التقسيم الأمريكي ودراسة امكانات التنمية.

يتضح من عرض الدراسات السابقة سواء الجغرافية أم غير الجغرافية لم يكن موضوع الدراسة هدفًا أصيلًا لها، حيث افتقرت إلى دراسة العوامل والعمليات المشكلة لتربة المنخفض، كما أنها لم تتطرق لدراسة التغير الذى طرأ على الوحدات الجيومورفولوجية لتربة المنخفض، ومدى تدهورها. وقد استفادت الدراسة منها في التعرف على الملامح الجيولوجية والهيدرولوجية والجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، وعمل المقارنة ورصد التغير بما توصلت إليه هذه الدراسات وربطها بنتائج الدراسة الحالية.

الدراسة الميدانية:

تم الاستعانة بالدراسة الميدانية لعمل عدد من القطاعات لبعض أراضي منخفض وادى الفارغ ، حيث تم عمل ٧ قطاعات على اعماق تراوحت بين ٦٠ و ١٣٠ متر، كما تم الاعتماد علي تقرير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة لحصر الأراضي بواقع ٣٠ قطاع، ودراسة Jamil,2014 بعدد ١٦ قطاع ، ليبلغ عدد القطاعات التي تم الاعتماد عليها بمنطقة الدراسة ٥٣ قطاع (شكل٢)، وذلك لمحاولة تغطية كافة أجزاء المنخفض للوصول إلى نتائج علمية دقيقة أقرب ما تكون للواقع.



المصدر: الدراسة الميدانية،٢٠٢١، وتقرير معهد بحوث الاراضي والمياه والبيئة ،٢٠١٠، Jamil,2014.

(شكل٢) توزيع مواقع قطاعات التربة بمنخفض وادي الفارغ

استخدام تقنيات الجيوماتكس:

تم الاعتماد علي تقنيات الجيوماتكس في دراسة التقييم الجيومورفولوجي والهيدروبيدلوجى لتربة منخفض وادي الفارغ ، وتمثلت هذه التقنيات في الآتي:

- **تقنيات نظم المعلومات الجغرافية**، وذلك من خلال تطبيق النمذجة في تقييم القدرة الإنتاجية للتربة.

- **الأجهزة المساحية**، وذلك باستخدام نظام تحديد المواقع GPS وذلك أثناء الدراسة الميدانية لرفع المزارع، والقطاعات الميدانية لتحليلها.

-**تقنيات الاستشعار عن بعد**، تم الاعتماد على المرئيات الفضائية Landsat-8 للأعوام ٢٠٢٠و٢٠٢١ بدقة مكانية ٣٠متر. وقد استخدمت لتحديد الوحدات الجيومورفولوجية للتربة، وحساب درجة حرارة سطح التربة ورطوبة التربة، كما تم الاعتماد على مرئيات Quick Bird بدقة تفريقية (١م) للأعوام (٢٠٠٥و٢٠١٣و٢٠٢١) في دراسة النماذج التطبيقية لرسم المزارع.

وبناءً على ذلك تهدف الدراسة إلى:

١. إبراز مدى تأثير العوامل والعمليات في تشكيل تربة المنخفض.

٢. إنتاج خرائط لتطور الوحدات الجيومورفولوجية والخصائص الهيدروبيدلوجية لأراضي منخفض وادى الفارغ باستخدام تطبيقات الجيوماتكس، بالإضافة إلي معرفة أثر التوسع الزراعي علي امكانات المياه الجوفية المتاحة.

٣. بناء نموذج رقمي لتقييم الجدارة الانتاجية، والتعرف على مؤشرات تدهور التربة الزراعية بالمنخفض.

ولتحقيق أهداف الدراسة تم تصنيف البحث إلى الموضوعات التالية:

أولاً: عوامل وعمليات تكوين تربة منخفض وادى الفارغ.

تختلف التربة من مكان لأخر تبعًا لاختلاف عوامل وعمليات تكوينها، وتختلف هذه العوامل والعمليات في طبيعة دورها وأثرها في تكوين التربة، والتي يمكن توضيحها علي النحو الآتي:

١- عوامل تكوين تربة منخفض وادى الفارغ:

أ- مادة الأصل (العامل الجيولوجي):

تعد مادة الأصل من عوامل تكوين التربة المهمة، فهي بمثابة الحالة الأولية للتربة قبل بداية تفاعلها مع البيئة (سعد،٢٠١٦، ص٤٦)، ويكون تأثيرها أكبر أثناء المراحل الأولى من تطور التربة؛ حيث تسود عمليات التجوية الطبيعية لمادة الأصل وتقوم بتفتيتها وتراكمها مع احتفاظها بأغلب خواص الصخر الأصلي (الخطيب،١٩٩٨، ص٥٨). ولتوضيح أثر مادة الأصل في تكوين تربة منخفض الفارغ تم دراسة جيولوجية المنخفض كما يوضحها (شكل٣) من أسفل إلي أعلى كالتالي:

- **تكوينات عصر الأوليجوسين:** وتتمثل في تكوين جبل الأحمر (الأوليجوسين الأعلى) الذى يتألف من رمال ملونة حمراء وحصى (Abu Salem,2010, p.19) ، ويشغل هذا التكوين الجزء الغربي والجنوب الغربي من منطقة الدراسة بمساحة تقدر بنحو١٤٤,٦كم٢ بنسبة ١٣,٧٪ من مساحة المنخفض.

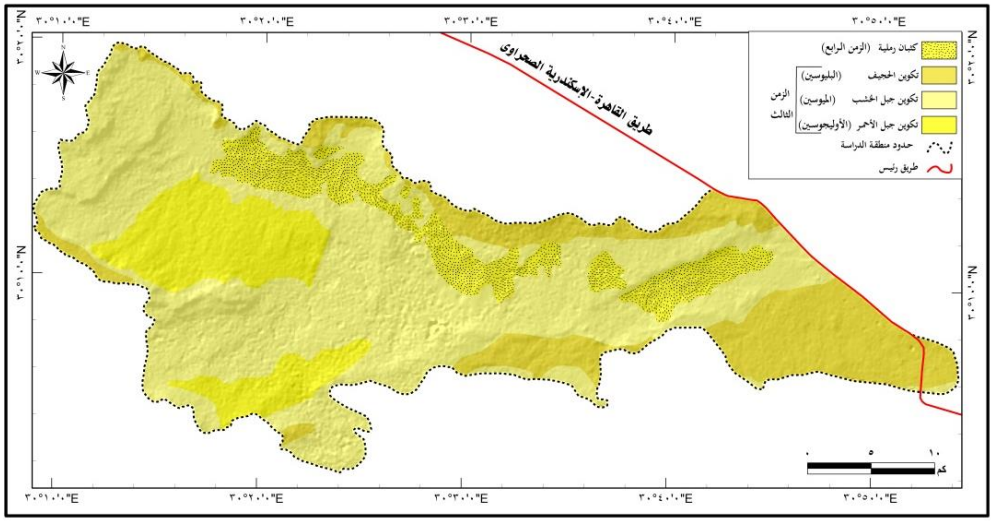
- **تكوينات عصر الميوسين:** وتغطى معظم قاع بمساحة نحو ٥٩٠,٧ كم٢ بنسبة ٥٥,٩٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشكل رواسب هذا الزمن معظم حافات جبل الحديد وجبل المخيمين، وقارة الرمل بسمك ٥٠ متر (El Fayoumy,1964, p.66). ويتمثل في تكوين جبل الخشب (الميوسين الأسفل) أو تكوين المُغرة ويتألف من

رمال خشنة وحجر رملي وحصى وتداخلات من الطين والكربونات وبقايا فقاريات وأخشاب متحجرة. ويتراوح سمكه بين ١٥٠ و٩٠٠ متر.

- **تكوينات عصر البليوسين:** ويتمثل في تكوين الحجيف (البليوسين الأسفل)، ويتألف من حجر جيري جبسي بحرى ضحل، ويتراوح سمكه بين ٣٠ و ٤٠ متر، ومغطى بقشور، ويشغل مساحة ٢٠٨.٥كم٢ بنسبة ١٩.٧٪ من إجمالي مساحة المنخفض.

(١-٤) **رواسب الزمن الرابع:** وتشغل مساحة ١١٢,٦ كم٢ بنسبة ١٠,٧٪ من إجمالي مساحة المنخفض، وتنقسم إلى:

-**رواسب البليستوسين** : وتتمثل في الرمال والحصى (المصاطب)، وتمثل قارة الحدادين وجبل الخشب الموقع النموذجي للحصى.



المصدر: خريطة كونكو كورال لوحة القاهرة مقياس ١:٥٠٠٠٠٠، **عام١٩٨٧م،** باستخدام برنامجArc GIS10.3

(شكل٣) التكوينات الجيولوجية والرواسب السطحية بمنخفض وادى الفارغ

-**الرواسب الحديثة (الهولوسينية):** وتتمثل في الرواسب الفيضية التي تشغل قيعان مجارى الأودية التي تتجه صوب قاع المنخفض، والرواسب الدلتاوية، والرواسب الريحية متمثلة في الكثبان الرملية التي تشغل أجزاء من قاع المنخفض، وحصى من الصوان (Abou Khadrah,1973, p.30) بالإضافة إلى مسطحات شبه البلايا والتي تمثل أخفض أجزاء المنخفض منسوبًا.

ويتضح مما سبق أن الحجر الرملي والحجر الجيري والحجر الرملي الحديدي والرمال والحصى مادة الأصل التي تكونت منها تربة منخفض وادى الفارغ. وهذا انعكس على نسيج التربة[١] بالمنخفض حيث تتألف تربة المنخفض من الرمل وخصوصًا الطبقة السطحية، أما عن الطبقات تحت السطحية تختلف من وحدة لأخرى على حسب مادة الأصل، وبناءً على هذه الدراسات ونتائج تحاليل الدراسة الحالية يمكن استنتاج الحقائق التالية:

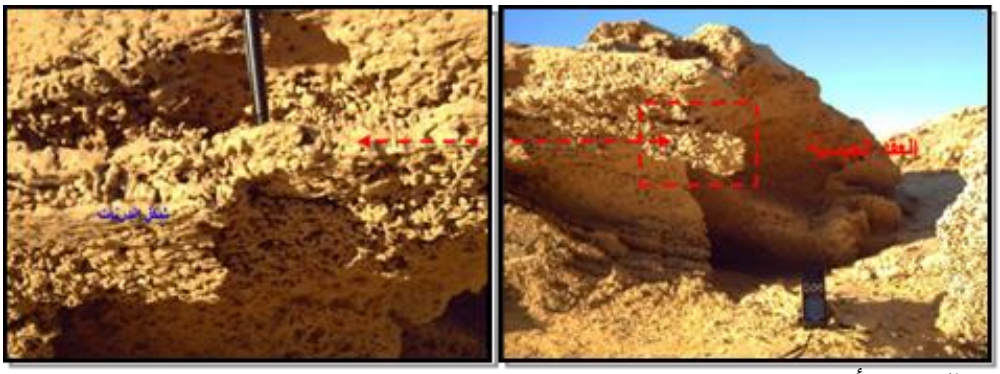
– التربة المتكونة من الحجر الرملي يكون القوام السائد فيها الرمل وخاصة الخشن، والرمل الحصوي والطبقات العميقة تتألف من عقد صلبة من الجبس الذى يميز الحجر الرملي بمنطقة الدراسة (لوحة ١).

– التربة المتكونة من الحجر الجيري ، تكون الطبقات تحت السطحية بها بقايا صخور من الحجر الجيري الصلب والصلب جدا وهذا في مناطق المصاطب والهضاب وأقدامها، والطبقة السطحية عبارة عن رمال مفككة ورمل حصوي، ولعبت الرياح والمياه

١) الصخور التي أساسها الحجر الجيري ينتج من تفككها وتحللها، تربة رملية أو تربة طينية (التركماني و عطية،٢٠١٩،ص٨١)، أما الصخور التي أساسها الحجر الرملي ينتج عنها تربة رملية قوامها خشنًا، والتربة المتكونة من تجوية الحجر الرملي الحديدي تميل الى اللون الأحمر وتكون نفاذيتها جيدة (يوسف، ١٩٨٧،ص١٣٦).

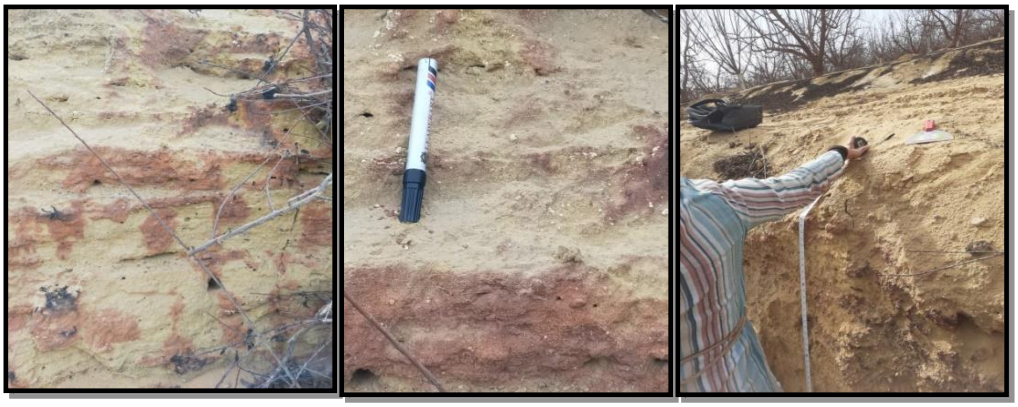
دور في نقلها وإرسابها على قاع المنخفض، وقد ارتبط بها وجود تجمعات من كربونات الكالسيوم.

– ظهور بقع صفراء وحمراء ناتجة من أكسدة الحديد (تجوية كيميائية) تعود إلى تكوين المُغرة التي تتكشف غرب المنخفض، (لوحة٢).



المصدر: أحمد، ٢٠٠٩، ص٢٤٢.

(لوحة١) عقد من الجبس على شكل درنات في صخور الحجر الرملي



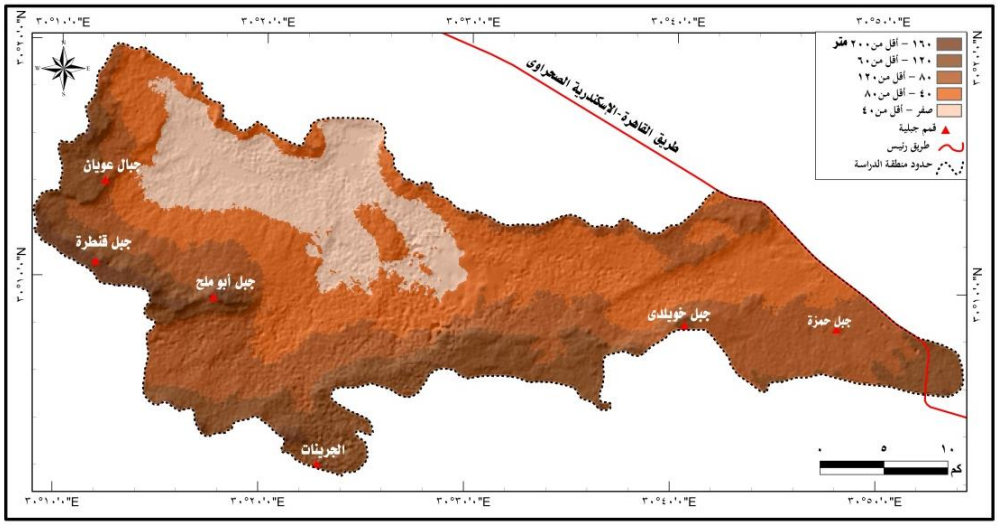
المصدر: الدراسة الميدانية، عام ٢٠٢١.

(لوحة٢) البقع الحمراء الناتجة عن تأكسد الحديد ببعض القطاعات بمنخفض وادي الفارغ

ب- الخصائص التضاريسية:

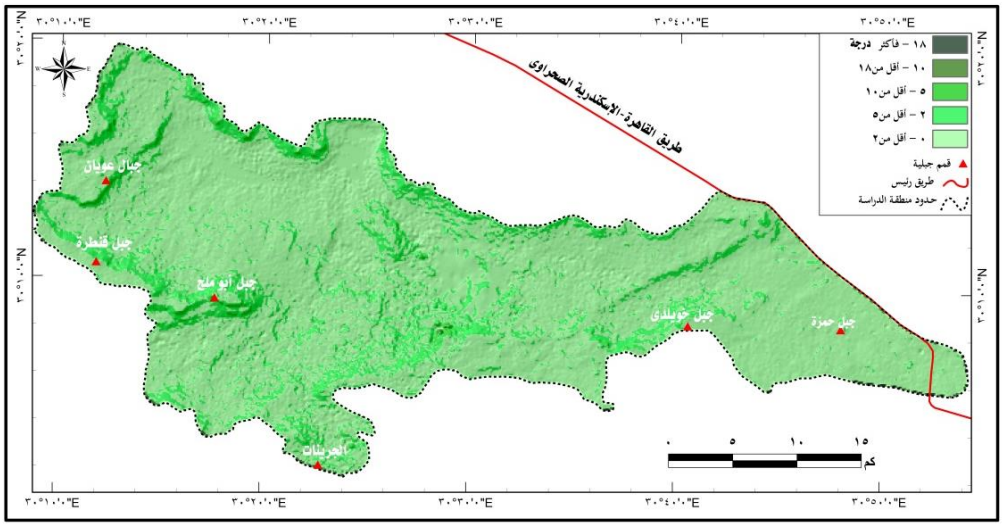
يؤثر شكل السطح ودرجة انحداره على تكوين التربة إذ يرتبط تكوين آفاق للتربة بمناسيب سطح الأرض، حيث يتبين من (شكل٤) أن المناطق المرتفعة كالحافات والهضاب بالمنخفض التي يزيد منسوبها علي ١٢٠ متر لا تتكون بها آفاق مميزة ويعود ذلك إلى أن سرعة جريان الماء السطحي فيها يكون أكبر من صرف الماء داخل التربة فتتعرض للانجراف، أما عند أقدام المناطق المرتفعة والتي يتراوح منسوبها بين ٨٠ وأقل من ١٢٠م وكذلك في المناطق المنخفضة مثل السهول وقيعان الأودية الجافة وقاع المنخفض والتي يقل منسوبها عن ٥٠ متر يكون سرعة جريان المياه السطحي للأمطار أقل من سرعة صرف الماء داخل التربة، مما يسمح بهجرة وتراكم مواد التربة من المناطق المرتفعة وترسيبها تحت أسطح هذه الوحدات مكونة بعض الآفاق.

أما عن درجة الانحدار فإن سمك وعمق قطاع الوحدات الأرضية يتحدد بناءً عليها، فالمناطق المستوية أو البسيطة الانحدار تساعد على زيادة سمك وعمق قطاعها وبزيادة الانحدار فإن التعرية تزداد ويقل التراكم، وبالتالي يكون قطاع التربة ضحلًا حجريًا، فمن خلال وصف قطاعات منطقة الدراسة، اتضح أن هناك قطاعات تنتمى لوحدة الهضاب تتميز بضحالة وقلة سمك قطاعاتها؛ حيث تراوحت أعماقها بين ٣٠ و٦٠ سم فقط. وبناءً عليه فإن وقوع منطقة الدراسة في فئة الانحدارات المستوية وشبه المستوية والهينة والتي شغلت نسبة ٨٤.١٪ من إجمالي مساحتها، (شكل٥) كان له أكبر الأثر في تكوين قطاع تربة ناضج بمعظم أراضي المنخفض.



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي الكارتومترى.

(شكل ٤) فئات الارتفاع بمنخفض وادى الفارغ



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي الكارتومترى.

(شكل٥) درجات الانحدار بمنخفض وادى الفارغ

جـ – المناخ:

يعد المناخ أكثر عوامل تكوين التربة نشاطًا؛ حيث يبدأ من مرحلة اشتقاق التربة من صخور القشرة الأرضية مرورًا بكافة مراحل تكوينها وتطورها وتحولها إلى تربة حقيقية ويستمر هذا التأثير حتى بعد هذه المرحلة (سعد، ٢٠١٦، ص٤٧)، فخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وتباينها بين الترب المختلفة ما هي إلا انعكاس للظروف المناخية، ولكل عنصر من عناصر المناخ دوره في عمليات تكوين التربة. وفيما يلى عرض لأهم العناصر المناخية وعلاقتها بتكوين التربة على النحو التالي:

(ج–١)– درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة من العناصر المناخية المهمة في عمليات تكوين التربة، فمن خلالها يمكن تحديد درجة ونوع التجوية السائدة في المنطقة هل ميكانيكية أم كيميائية أم كليهما. كما أن لدرجة الحرارة دورًا مهمًا في إنتاج المادة العضوية وتكوين معادن الطين، وحدوث عملية التملح من عدمها. ويتضح من خلال تحليل المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجة الحرارة (جدول١) و (شكل ٦)، الآتي:

– بلغ المعدل السنوي العام لمتوسط درجة الحرارة بمنطقة الدراسة ٢١.٢°مئوية، تراوحت بين٢١.٦ °مئوية بمحطة وادى النطرون و ٢٠.٨° مئوية بمحطة التحرير، ويلاحظ من ذلك تزايد المعدل السنوي لمتوسط درجة الحرارة بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب.

– يعد شهر يناير أكثر شهور السنة انخفاضاً في درجة الحرارة، حيث سجلت معدلات متوسط درجة الحرارة ١٣,٥°مئوية، والنهايتين العظمى١٩,٥°مئوية والصغرى ٧,٥°مئوية، وأدنى معدلاتها في شهر يناير بمنطقة الدراسة.

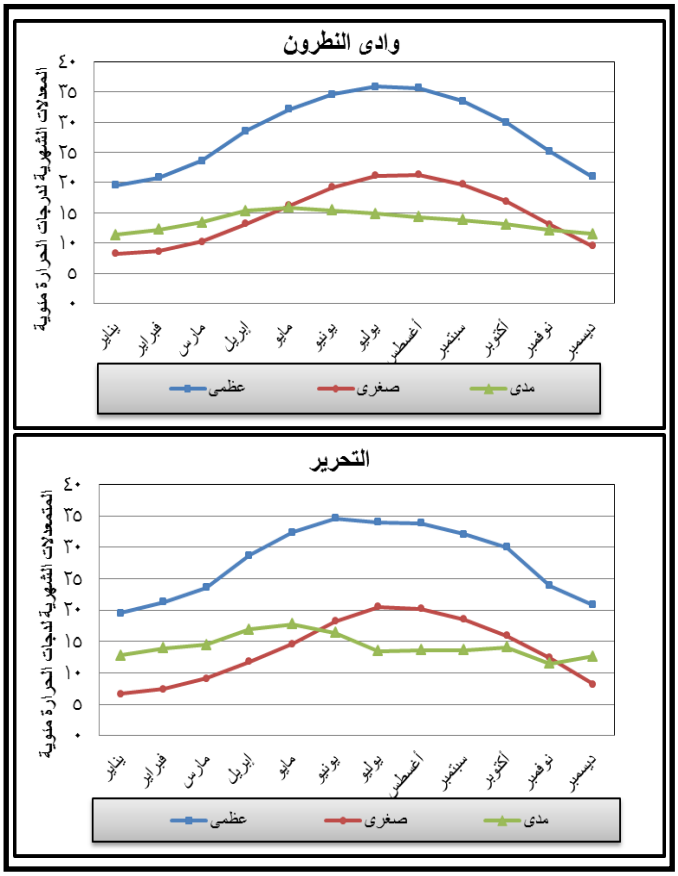
– تصل درجة الحرارة ذروتها خلال أشهر الصيف وخاصة خلال شهري يوليو وأغسطس بمحطة وادي النطرون حيث تبلغ ٣٥.٩° و٣٥.٦°مئوية على التوالي، أما بمحطة التحرير فتصل ذروتها بشهر يونيو بمعدل ٣٤.٦° مئوية.

– شهد المعدل السنوي للمدى الحرارى ارتفاع واضح بمحطتي الدراسة حيث بلغ في وادى النطرون ١٣,٦°مئوية، وفي التحرير١٤,٣°مئوية، وعلى مستوى الفصول وصل معدل المدى الحرارى أقصاه في فصل الربيع في شهر مايو في كلا المحطتين. بينما وصل أدناه في فصل الشتاء في شهر ديسمبر١١,٣°مئوية بمحطة وادى النطرون، وفى فصل الخريف في شهر نوفمبر ١١,٥°مئوية بمحطة التحرير.

جدول١) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجة الحرارة بمنطقة الدراسة

الفصل		الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			المعدل السنوي
الشهر / المحطة		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
وادى النطرون	متوسط	١٥,٣	١٣,٩	١٤,٧	١٦,٩	٢٠,٩	٢٤,٢	٢٦,٩	٢٨,٦	٢٨,٥	٢٦,٦	٢٣,٥	١٩,٢	٢١,٦
	عظمى	٢١,٠	١٩,٥	٢٠,٨	٢٣,٦	٢٨,٥	٣٢,١	٣٤,٦	٣٥,٩	٣٥,٦	٣٣,٥	٣٠	٢٥,٢	٢٨,٤
	صغرى	٩,٥	٨,٢	٨,٦	١٠,٢	١٣,٢	١٦,٢	١٩,٢	٢١,١	٢١,٣	١٩,٧	١٦,٩	١٣,١	١٤,٨
	مدى	١١,٥	١١,٣	١٢,٢	١٣,٤	١٥,٣	١٥,٩	١٥,٤	١٤,٨	١٤,٣	١٣,٨	١٣,١	١٢,١	١٣,٦
التحرير	متوسط	١٤,٥	١٣,١	١٤,٤	١٦,٤	٢٠,٣	٢٣,٥	٢٦,٤	٢٧,٣	٢٧	٢٥,٣	٢٣	١٨,٢	٢٠,٨
	عظمى	٢٠,٨	١٩,٥	٢١,٣	٢٣,٦	٢٨,٧	٣٢,٤	٣٤,٦	٣٤	٣٣,٨	٣٢,١	٣٠	٢٣,٩	٢٧,٧
	صغرى	٨,٢	٦,٧	٧,٤	٩,١	١١,٨	١٤,٦	١٨,٢	٢٠,٥	٢٠,٢	١٨,٥	١٥,٩	١٢,٤	١٣,٦
	مدى	١٢,٦	١٢,٨	١٣,٩	١٤,٥	١٦,٩	١٧,٨	١٦,٤	١٣,٥	١٣,٦	١٣,٦	١٤,١	١١,٥	١٤,٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٧٦–٢٠٠٥(وادي النطرون) و١٩٨٠–٢٠١٣(محطة التحرير)



المصدر: اعتمادا علي (جدول١).

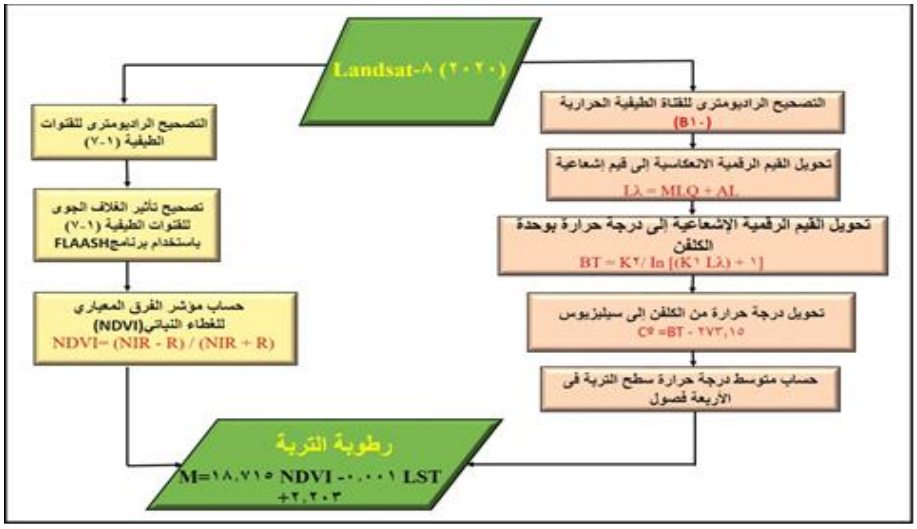
(شكل ٦) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة بمحطتي وادى النطرون والتحرير

وجدير بالذكر أن اختلاف درجات الحرارة وتباينها من فصل لآخر وداخل كل فصل من شهر لآخر أثر على درجة حرارة التربة السطحية بمنخفض وادي الفارغ، ونظرًا لعدم توفر بيانات عن درجة حرارة التربة، تم الاعتماد على مرئيات فضائية Landsat_8 لعام٢٠٢٠ بدقة مكانية٣٠م خلال فصول السنة الأربعة، وتم حسابها بناءً علي الخطوات الموضحة بالشكل(٧)، ويتضح من تحليل (شكل٨) ما يأتي:

– تتراوح درجة حرارة تربة منطقة الدراسة بين ٢٥ و٤٧°س بمتوسط ٣٦°س، سجلت أعلي درجة حرارة (٤٥–٤٧°س) علي أطراف منطقة الدراسة وبصفة خاصة في

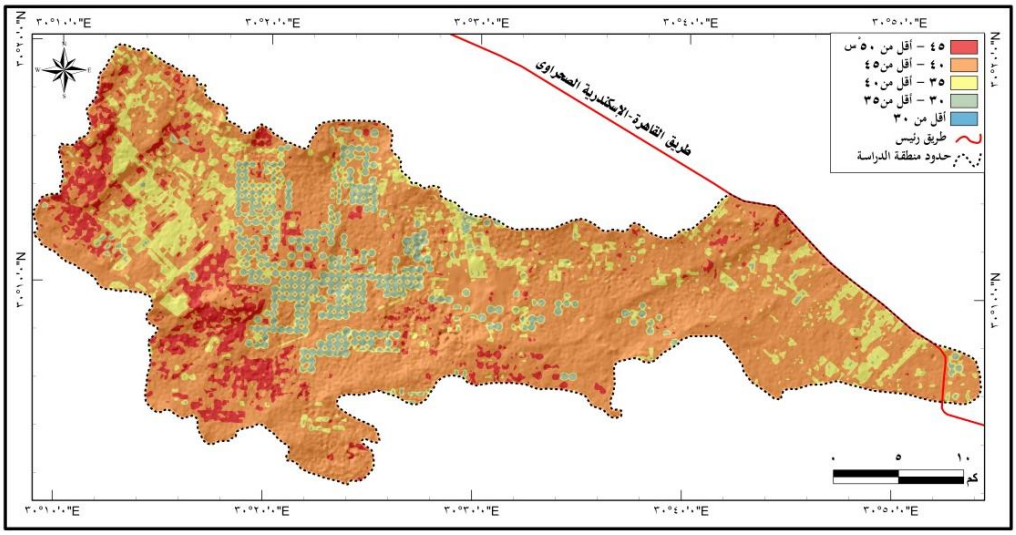
المناطق العارية الخالية من النباتات، بينما شغلت فئة درجة حرارة التربة التي تتراوح بين٤٠ و٤٤°س أكثر من نصف مساحة المنخفض (٧١٩.٩كم٢) وارتبطت بالأراضي الزراعية متوسطة الغطاء النباتي والأراضي التي تعانى من جفاف التربة أثناء فترة الراحة بين ري المحاصيل الزراعية خلال الموسم الزراعي، أما حوالي ١٦.٨٪ من مساحة المنخفض سجلت درجات حرارة تراوحت بين ٣٥ وأقل من ٤٠ ° س، وتمثلت في الأراضي الزراعية كثيفة الغطاء النباتي.

– بلغت مساحة الأراضي التي تراوحت درجة حرارتها بين ٢٥ وأقل من ٣٥°س ٦.٨٪ من مساحة منطقة الدراسة وارتبطت بالأراضي التي تستخدم الري المحوري، أي أن هناك ارتباط بين درجة حرارة سطح التربة والأراضي الزراعية، فتنخفض درجة حرارة سطح التربة مع وجود الغطاء النباتي المنزرع وطريقة الري المتبعة والعكس صحيح، فترتفع مع المناطق الخالية من النباتات والمناطق الضعيفة في كثافة الغطاء النباتي.



المصدر: معادلات درجة حرارة سطح التربة (Salih,et al., 2018,p.609)، ومعادلات رطوبة التربة Entezari, et al.,2019,pp328-330).)

شكل(٧) الخطوات المتبعة في استخلاص درجة حرارة رطوبة التربة بمنطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا علي تحليل البند العاشر من المرئية الفضائية Landsat 8 لعام ٢٠٢٠، بدقة ٣٠ متر خلال فصول السنة الأربعة، والمعادلات الموضحة بالشكل(٧)

(شكل٨) التوزيع المكاني لدرجة حرارة سطح التربة بمنخفض وادي الفارغ.

ونستنتج من العرض السابق ارتفاع درجة الحرارة بصفة عامة بمنطقة الدراسة، وخاصة في فصل الصيف مع ارتفاع المدي الحراري، مما ساعد علي نشاط التجوية الميكانيكية وتفكك الصخور، كما ساعد ارتفاع درجة حرارة التربة علي انخفاض المادة العضوية نتيجة لسرعة تحللها وفقدها، ولكن مع زيادة نسبتها بالطبقات السطحية ، إلا أنه تم ملاحظة أن هناك قطاعات تزداد فيها المادة العضوية في الطبقات تحت السطحية عن الطبقة العليا للتربة، حيث لوحظ من الدراسة الميدانية إن المزارعين يقوموا بتقليب قطاع التربة لحوالي ١.٣٠سم بعد إضافة مخلفات الدواجن، بغرض تخصيب التربة في الأراضي التي يتم زراعتها بطيخ أو كنتالوب أو طماطم، مما أدي إلي تغيير في ترتيب آفاق التربة، كما أثرت درجة الحرارة أيضًا في حدوث التمليح الثانوي للتربة، والتي تم رصدها في العديد من المناطق وخاصة في شمال وغرب المنخفض (لوحة٣).

المصدر: الدراسة الميدانية، ٢٠٢١.

(لوحة٣) نماذج من تملح الطبقة السطحية للتربة بمناطق متفرقة من منخفض وادى الفارغ

(ج-٢) الرياح:

تعد الرياح عامل مناخي مؤثر من عوامل تكوين التربة وخاصة في المناطق ذات المناخ الجاف. فتقوم الرياح بنقل الحبيبات المفككة من الرمال والرواسب الدقيقة من أماكنها ونقلها إلى أماكن جديدة وإرسابها لتكون أنواع جديدة من التربات المنقولة (التركماني وعطية،٢٠١٩،ص٦٦).

وللرياح دور كبير في تكوين التربة بمنخفض وادي الفارغ، فتعد الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تسود منطقة الدراسة الأكثر والأقوى تأثيراً عن باقي الاتجاهات وذلك لارتفاع نسب مرات هبوبها وثبات اتجاهها(متولي،٢٠٠٨،ص٤٩)، فهي المسئولة عن تشكيل الغطاءات والفرشات الرملية التي كانت تمتد بموازاة الحافة الشمالية وجنوب

غرب المنخفض، فأغلب الترب عبارة عن ترسيبات هوائية، ومنها وحدة السهول الرملية والمصاطب المغطاة برواسب رملية، ووحدة السهول الحصوية(لوحة٤)، إلا أن هذه الوحدات نظراً لعملية الاستصلاح الزراعي تناقصت مساحة أغلبها، ولم يتبقى منها إلا عدة مناطق متناثرة تتوزع بين الأراضي الزراعية. ولا تزال الرياح تمارس نشاطها في منطقة الدراسة في الوقت الحالي وخصوصًا في فصل الصيف (فصل الجفاف) حيث يبلغ المتوسط الفصلي لسرعة الرياح نحو ١٠.٧كم/ساعة، وفى فصل الربيع وخصوصًا في شهر ابريل نحو ١١كم/ساعة، (جدول٢) و(شكل٩) حيث تهب علي المنطقة رياح محلية (الخماسين) شديدة الجفاف تعمل على ارتفاع درجة الحرارة مما يزيد من مقدار ما تفقده التربة من مياه نتيجة عملية التبخر–النتح، وهذا يؤدى إلى جفاف سطح التربة وتفككها. ويجب الإشارة هنا إلى ان دور الرياح ونشاطها بعد التوسع الزراعي ضُعف كثيراً عما كانت عليه قبل هذا التوسع، فالنبات يعمل على التقليل من سرعة الرياح وحماية التربة من الانجراف.

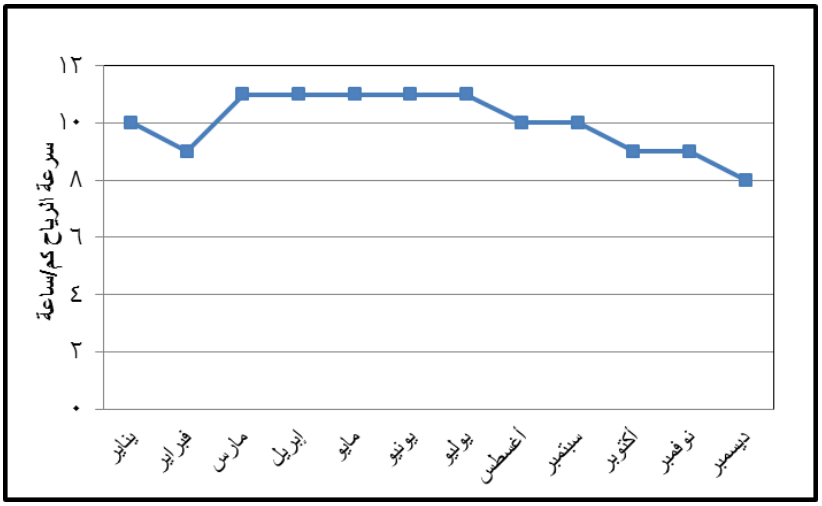
المصدر: الدراسة الميدانية، ٢٠٢١.

(لوحة٤) بقايا سهل حصوي يقع بين الأراضي الزراعية شمال غرب منخفض وادى الفارغ.

(جدول٢) المعدلات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح بمحطة وادي النطرون (الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٥)

الشهر	سرعة الرياح كم/ساعة	الشهر	سرعة الرياح كم/ساعة
ديسمبر	٨.٠	يونيو	١١.٠
يناير	١٠.٠	يوليو	١١.٠
فبراير	٩.٠	أغسطس	١٠.٠
الشتاء	٩.٠	**الصيف**	١٠.٧
مارس	١١.٠	سبتمبر	١٠.٠
إبريل	١١.٠	أكتوبر	٩.٠
مايو	١١.٠	نوفمبر	٩.٠
الربيع	١١.٠	**الخريف**	٩.٣
المعدل السنوي			١٠.٠

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة.



المصدر: اعتمادا علي جدول(٣).

(شكل٩) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح بمنطقة الدراسة.

(ج-٣) الأمطار:

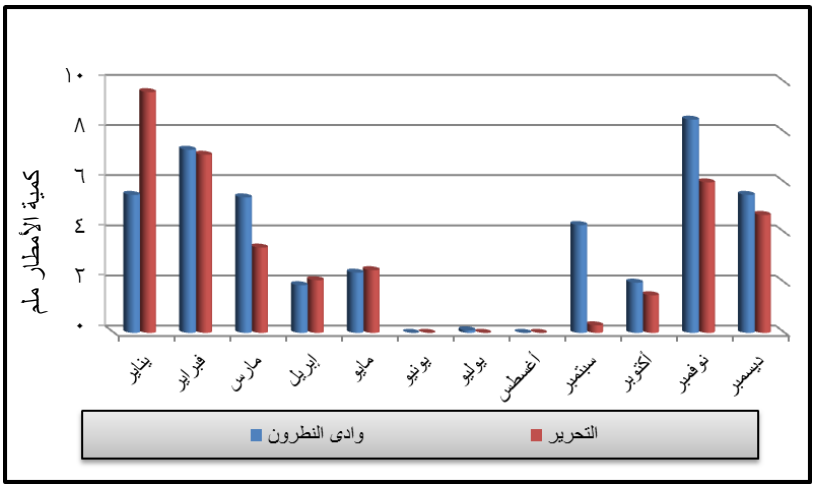
يعد المطر من أهم العناصر المناخية تأثيراً في تكوين التربة ؛ حيث يؤثر في نشاط معدلات التجوية وتفكك الصخور، كما أن هناك علاقة طردية بين كمية الأمطار ومحتوى التربة من المادة العضوية ، فانخفاض كمية الأمطار يؤدى إلى انخفاض المادة العضوية بالتربة والعكس صحيح.

ويتضح من تحليل (جدول٣) و (شكل١٠) الحقائق التالية:

(جدول٣) المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لكمية الأمطار(ملم) بمنطقة الدراسة

المحطة / الشهر	وادى النطرون	التحرير
ديسمبر	٥,٥	٤,٧
يناير	٥,٥	٩,٦
فبراير	٧,٣	٧,١
الشتاء	**١٨,٣**	**٢١,٤**
مارس	٥,٤	٣,٤
إبريل	١,٩	٢,١
مايو	٢,٤	٢,٥
الربيع	**٩,٧**	٨
يونيو	٠,٠	اثر
يوليو	٠,١	٠
أغسطس	٠,٠	٠
الصيف	**٠,١**	**٠,٠**
سبتمبر	٤,٣	٠,٣
أكتوبر	٢,٠	١,٥
نوفمبر	٨,٥	٦,٠
الخريف	**١٤,٨**	**٧,٨**
المجموع السنوي	**٤٢,٩**	**٣٧,٢**

المصدر:الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة، محطة وادي النطرون(١٩٧٦-٢٠٠٥) ومحطة التحرير (١٩٨٠-٢٠١٣)



المصدر: اعتمادا على (جدول٣).

(شكل١٠) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار بمنطقة الدراسة

تتفاوت كمية الأمطار من شهر لآخر ومن فصل لآخر، فتتركز في شهر نوفمبر بمحطة وادى النطرون بمتوسط ٨.٥ ملم ، بينما تتركز في شهر يناير بمحطة التحرير بمتوسط ٩.٦ملم، أي تتركز الأمطار خلال فصل الشتاء والخريف، حيث تسقط في هذين الفصلين أكثر من ٧٨٪ من إجمالي كمية المطر السنوية، ويعد شهر مارس في كلا محطتي الدراسة أعلى شهور فصل الربيع مطراً بمتوسط ٤.٤ملم، وينعدم تماماً خلال أشهر الصيف.

ويشير المجموع السنوي لكمية الأمطار بمحطتي وادى النطرون والتحرير إلى أن منطقة الدراسة تدخل ضمن المناخ الصحراوي الجاف (الذى يقل فيه المطر عن ٢٠٠ ملم)، حيث بلغ بمحطة وادى النطرون ٤٢.٩ ملم ومحطة التحرير ٣٧.٢ملم، وترتب علي انعدام المطر خلال موسم الجفاف تعرض الطبقة السطحية للتربة للجفاف، مما جعلها مفككة هشة يسهل تجريفها عند سقوط الأمطار أو حدوث سيل فجائي.

وجدير بالذكر أن الأمطار تتسم في منطقة الدراسة بانها غير منتظمة السقوط وتتغير من عام إلى آخر، كما أنها فجائية تسقط على هيئة رخات سريعة وقصيرة، محدثة

السيول الجارفة، وقد شهدت منطقة الدراسة سيل في ٤ نوفمبر ٢٠١٥، في أودية أبو ملحة وعويان ومنقار الرسو(لوحة٥). وقد تأثرت ثلاث مناطق به الأولى: في شمال غرب المنخفض، وشهدت هذه المنطقة تدمير وتجريف ٢٧١ هكتار من الأراضي المنزرعة، الثانية: عند مصب وادى صابر(الحافة الغربية) وقد أدى السيل إلى تجريف حوالى٢ هكتار من الأراضي المنزرعة، حيث تم فقد حوالي ١.٧ متر من قطاع التربة تم فيها كشف الطبقات تحت السطحية، الثالثة: وتم تدمير اجزاء من مزرعة تغطى حوالى ٧٠٠٠ هكتار تقع غرب جبل أبو ملح تقدر بحوالي ٥.٧ هكتار (Saleem,2017,pp.11-15).

وقد تبين من الدراسة الميدانية وبسؤال المزارعين تعرض أحد المزارع التي تقع بمجرى وادي أبو ملحة غرب المنخفض، لسيل عام ٢٠١٥ تسبب في نحت جزء كبير منها بعمق ٢ متر، ومتوسط عرض ٣٠ متر (لوحة ٦)، نتج عنه انخفاض في انتاجيتها بدرجة ملحوظة بسبب إزالة معظم العناصر المغذية ، ولتعويض ذلك تم نقل تربة من الأراضي المرتفعة المجاورة حيث تم عمل مصاطب، مع إضافة الأسمدة العضوية (مخلفات الدواجن) لتسميدها مرة أخري، وبالفعل تحسنت خصائصها.

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠١٦-٢٠٢١

(لوحة ٥) أثر سيول ٤ نوفمبر عام ٢٠١٥على انجراف التربة الزراعية وتدمير شبكات الري ونقل الاخشاب المتحجرة داخل الأراضي الزراعية بمنخفض وادي الفارغ

المصدر: الدراسة الميدانية،٢٠١٦

(لوحة ٦) أثر سيل عام ٢٠١٥ في نحت تربة أحد المزارع الواقعة بمجرى وادي أبو ملحة غرب المنخفض

(ج-٤) الرطوبة النسبية:

تعد الرطوبة من العوامل المناخية المؤثرة في تكوين التربة، إلا أن تأثيرها يتوقف على شدة الأمطار، ومعدل البخر من النبات والتربة، ودرجة انحدار سطح الأرض (الخطيب،١٩٩٨،ص٤٧).

ويتضح من تحليل (جدول٤) الآتي:

(جدول٤) المعدلات الفصلية والسنوية للرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة

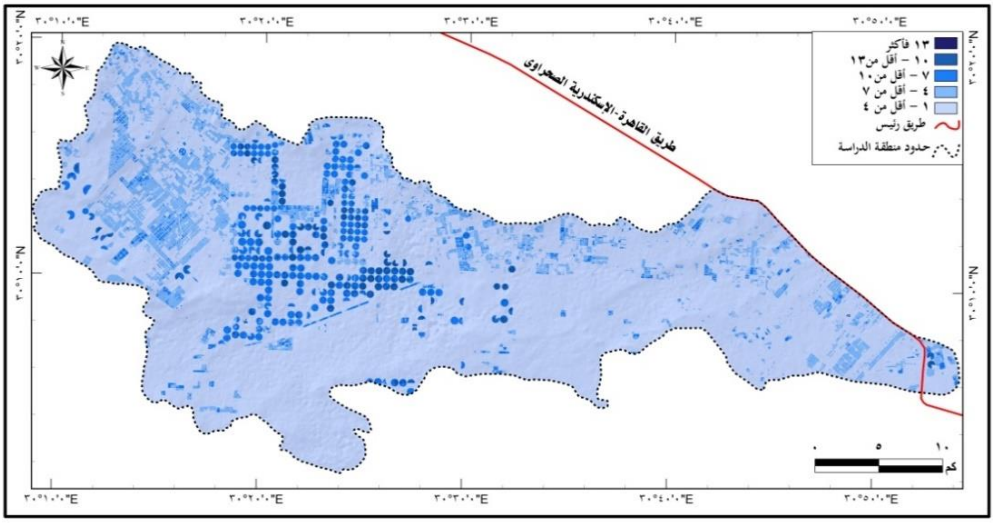
الفصل / المحطة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	المعدل السنوي
وادى النطرون	٥٩.١	٥١.٨	٥٦.٠	٥٩.٤	٥٦.٦
التحرير	٧٠.٣	٦٠.٧	٦٦.٧	٦٧.٠	٦٦.٢

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة للفترة من (١٩٨٠-٢٠١٣) محطة التحرير والفترة من (١٩٧٦-٢٠٠٥) وادي النطرون.

- يظهر من المعدلات السنوية للرطوبة النسبية أن منطقة الدراسة تقع في نطاق متوسط الرطوبة، أما فصلياً فالهواء يتسم بأنه عالي الرطوبة في محطة التحرير أثناء فصل الشتاء، ومتوسط الرطوبة في باقي فصول السنة، أما محطة وادى النطرون فالهواء فيها على مدار السنة متوسط الرطوبة، وهذا بدوره يؤثر على المحتوى الرطوبي للتربة.

- يسجل فصل الشتاء أعلى معدل للرطوبة النسبية بكلا محطتي منطقة الدراسة، وإن كان يزيد في محطة التحرير عن وادى النطرون بفارق ١١.٢٪، ويؤدى ارتفاع معدلات الرطوبة في تلك الفترة إلى انخفاض معدلات التبخر من سطح التربة مما يحافظ على رطوبة التربة.

– انخفاض معدلات الرطوبة النسبية خلال فصلى الربيع والصيف، مما أدي ذلك إلي انخفاض رطوبة التربة بمنطقة الدراسة بصفة عامة ، ونظرًا لعدم توفر بيانات عن رطوبة التربة، تم الاعتماد على مرئيات فضائية Landsat_8 لعام٢٠٢٠ بدقة مكانية٣٠م ، وتم حسابها اعتمادًا علي الخطوات الموضحة بالشكل(٧)، ويتضح من تحليل (شكل١١) ما يأتي:



المصدر: اعتمادا علي تحليل البند الأول والسابع للمرئية الفضائيةLandsat 8 لعام ٢٠٢٠، بدقة ٣٠ متر، والمعادلات الموضحة بالشكل (٧)

شكل(١١) التوزيع المكاني لرطوبة التربة بمنخفض وادي الفارغ

– تتراوح رطوبة التربة بمنطقة الدراسة بين ١ و١٥٪ بمتوسط ٨٪، سجلت أعلي رطوبة للتربة بين (١٣– وأقل من ١٦٪) في مساحة صغيرة من أراضي المنخفض بلغت٠.١كم٢، وارتبطت بالمناطق كثيفة الغطاء النباتي، بينما تراوح رطوبة التربة في الأراضي التي تروى بأسلوب الري المحوري بين (٧ وأقل من ١٣٪) بنسبة ٧٪ من مساحة أراضي المنخفض، أما الأراضي التي اتسمت بغطاء نباتي متوسط تراوحت رطوبة تربتها بين (٤ إلي أقل من٧)، وشغلت الأراضي منخفضة الرطوبة (من ١ إلي

أقل من٤٪)، النسبة الأكبر من مساحة المنخفض، حيث بلغت ٨٠.٥٪ وارتبطت بالأراضي الضعيفة في كثافة الغطاء النباتي، والأراضي العارية الخالية من النباتات.

يتضح من التحليل السابق انخفاض شديد في رطوبة التربة بصفة عامة بمنخفض وادي الفارغ نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وارتفاع معدلات التبخر، وسرعة الرياح، مما أثر علي خصائص التربة، فتتعرض الطبقة السطحية للجفاف، مما يعمل على ارتفاع المياه بالخاصية الشعرية لتعويض الماء المتبخر أي تكون حركة المياه من أسفل إلى أعلى؛ حيث ترتبط حركة المياه داخل قطاع التربة بالرطوبة. وقد وجد أن هناك ١٦ قطاع بنسبة ٣٠.٢٪ من إجمالي قطاعات منطقة الدراسة، انخفضت نسبة الاملاح الذائبة في الطبقات تحت السطحية وازدادت في الطبقات السطحية، وخاصة أملاح الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم، كما ترتب على انخفاض رطوبة الهواء والتربة أن انخفضت المادة العضوية بأغلب قطاعات التربة المدروسة.

(ج-٥) التبخر-النتح الكامن:

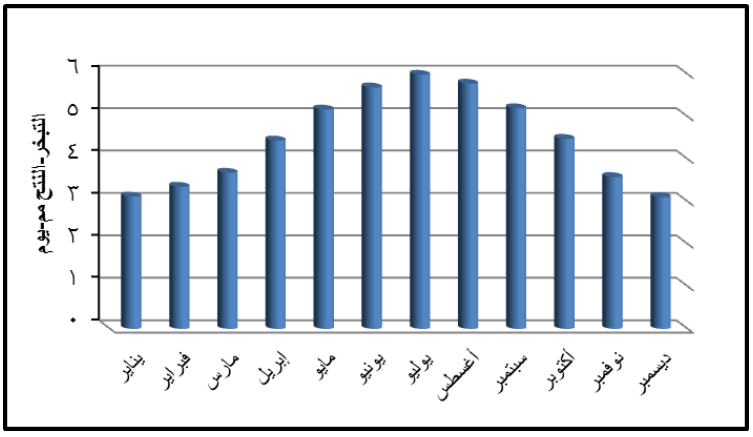
يعد التبخر- النتح من العوامل المناخية المؤثرة في تكوين التربة وخاصة في المناطق ذات المناخ الجاف، ويقصد به كمية المياه المفقودة من قبل النباتات أو مقدار التبخر الناتج عن أرض مشبعة بالماء ومغطاة بغطاء نباتي كثيف، وتتفاوت معدلاته على مدار السنة تبعًا لتفاوت المتغيرات المؤثرة عليه وهى كمية الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وسرعة الرياح (الإبراهيمى،٢٠٢٠، ص٣٨٣).

ويتضح من دراسة وتحليل (جدول٥) و(شكل١٢) الآتي:

(جدول٥) حساب التبخر – النتح الكامن للمحاصيل المزروعة بمنخفض وادي الفارغ لعام ٢٠١٣

الشهر	التبخر - النتح (مم/يوم)	الشهر	التبخر -النتح (مم/يوم)
يناير	٣.١٢	يوليو	٥.٩٩
فبراير	٣.٣٥	أغسطس	٥.٧٨
مارس	٣.٦٨	سبتمبر	٥.٢٠
ابريل	٤.٤٤	أكتوبر	٤.٤٨
مايو	٥.١٧	نوفمبر	٣.٥٨
يونيو	٥.٦٩	ديسمبر	٣.١١
المتوسط			٤.٤٧

المصدر: (Omar, 2017,p59)



المصدر: اعتمادا على (جدول٦).

(شكل١٢) معدلات التبخر النتح للمحاصيل المزروعة بمنخفض وادى الفارغ عام ٢٠١٣

– يبلغ إجمالي كمية التبخر–النتح الكامن بمنطقة الدراسة ٥٣.٥٩ مم/يوم ، وهذا يعكس ظروف الجفاف بمنطقة الدراسة والتي يظهر فيها ارتفاع معدلات التبخر عن كمية الأمطار الساقطة، والذى انعكس بدوره على معدل جفاف التربة وخصائصها.

– يسجل شهر ديسمبر أدنى معدلات التبخر–النتح ٣.١١ مم/يوم، يليه شهر يناير ٣.١٢مم/يوم أي أن فصل الشتاء يسجل أدنى المعدلات الفصلية، وتصل أقصى معدلات للتبخر–النتح في شهر يوليو حيث يستأثر فصل الصيف بأكثر من ٣٢.٦٪ من نسبة التبخر على مدار العام، يأتي فصل الربيع في المركز الثاني بعد فصل الصيف في ارتفاع معدلات التبخر وخاصة في شهر مايو، ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي خلال فصل الخريف مقارنة بفصل الربيع لتصل إلى أدناها في شهر نوفمبر وذلك لاقترابه من فصل الشتاء.

وتؤدى زيادة معدلات التبخر–النتح إلى زيادة نشاط الخاصية الشعرية التي ينتج عنها صعود المياه الأرضية إلى سطح التربة فتتبخر وتترك الأملاح على السطح وبتكرار هذه العملية تزداد ملوحتها وقلويتها ويزداد تصلب الطبقة السطحية ، مما يؤثر بشكل سلبى على نسيج التربة. كما ان ارتفاع معدلات التبخر مع انخفاض كمية الأمطار وارتفاع درجة الحرارة وانخفاض رطوبة التربة خلال فصلى الصيف والربيع يعمل على قلة تماسك حبيبات التربة مع بعضها البعض فتصبح جافة مفككة ، مما يجعل حبيباتها أكثر عرضةً لعمليات التعرية والانجراف بواسطة الرياح أو الأمطار (أثناء حدوث السيول) ، وهذا بدوره ينعكس على خصائص التربة الميكانيكية والكيميائية.

د–العامل الحيوي (النباتات – الاحياء):

يلعب العامل الحيوي دور مهم في تكوين التربة، ويتمثل في النبات والحيوان والاحياء الدقيقة، فبقايا النباتات وأوراقها وثمارها وجذورها، وبقايا الكائنات الأحيائية وفضلاتها كلها تضيف المادة العضوية للتربة والتي تساهم بنحو٥٪ من مركب التربة الحجمي (التركماني وعطية،٢٠١٩ص٨٧)، وتبين من الدراسة الميدانية انتشار نباتات

الطرفة والعُليق والنجيلة وسُعد (لوحة٧). وبالرغم من ذلك المادة العضوية فقيرة بالمنخفض بصفة عامة ويرجع تكوينها في الاساس الي النباتات المزروعة التي تقوم برفع المادة العضوية بعد موتها وتحللها.

وتلعب الحيوانات والأحياء الدقيقة سواء المجهرية منها أو غير المجهرية دوراً مهماً في تكوين التربة، فالحيوانات تعمل على إثارة سطح التربة ونقلها من مكان لأخر وتخللها إلى اسفل وعمل قنوات بها كما أن موتها يشكل مادة عضوية في التربة، أما الاحياء الدقيقة فتقوم بنقل التربة من أسفل إلى السطح (سلام،٢٠١٠،ص٣٣)، كما تقوم بزيادة تهوية التربة وتحسين صرفها، بالإضافة أنها تسهم في زيادة نسبة العناصر الدقيقة في التربة بعد التهامها للتربة وطحنها للمواد العضوية ومن ثم طرحها للتربة مرة أخرى كما انها تساهم في تحسين خواص التربة كالنفاذية (سعد،٢٠١٦،ص٥٠). وتم رصد ذلك في أجزاء متفرقة وخاصة في وسط وغرب المنخفض (لوحة٨).

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢١

(لوحة٧) النباتات الطبيعية بمنخفض وادى الفارغ

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢١

(لوحة ٨) تأثير الكائنات الحية على تكوين التربة بمنخفض وادي الفارغ

هـ- العامل البشرى:

يعد دور الانسان من أكثر عوامل تكوين التربة حداثة، وهو عامل مغير لها أكثر من كونه عامل في تكوينها، وقد بدأ تأثيره في تربة منطقة الدراسة منذ عام ١٩٨٩ عندما بدأ باستصلاح بقع صغيرة شرق المنخفض، والتطور والتغير منذ ذلك التاريخ بيتم بشكل سريع حتى وصل إلى وقتنا الحالي ونتج عن ذلك أن تغيرت جيومورفولوجية المنخفض وتربته وبدل ما كان منخفض يخلو من الحياة (لذلك سمى بالفارغ) تحول إلى واحة خضراء. ويؤثر الانسان في تربة منطقة الدراسة بعدد من الوسائل منها الإيجابي ومنها السلبى :

التأثير الإيجابي:

- قيامه باستصلاح التربة واستزراعها سواء على حافات المنخفض أو في قاعه مما عمل على تثبيت واستقرار التربة (لوحة٩).

- استخدام التسميد العضوي كبقايا فضلات الدواجن لزيادة المادة العضوية في التربة.

-إضافة الأسمدة والمخصبات بغرض زيادة القدرة الإنتاجية للتربة مما يساهم في تحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وخاصة في التربة الرملية البيضاء(الحِرشة) غرب المنخفض، والتي تختلف عن التربة الرملية الحمراء الأكثر خصوبة شمال غرب المنخفض.

- تقليب طبقات التربة المختلفة، حيث يقوم المزارعين بتقليب قطاع التربة لحوالي ١.٣٠سم ، مما ساهم في تهوية التربة وتغيير أفاقها وتنشيط الأحياء الدقيقة بها.

- عمل مصاطب لزراعة بعض المحاصيل في الأراضي التي تعانى من ملوحة مرتفعة، وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية قيام أحد المزارعين بزراعة البصل والتين البرشومى والخس على هيئة مستويين وذلك بهدف: المستوى المرتفع لترشيح الأملاح على الجانبين، والمستوى المنخفض كتجربة لو اثبت نجاحه يزرع بعد ذلك على هذا المستوى المنخفض (لوحة ١٠).

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢١.

(لوحة ٩) دور الانسان في استصلاح الأراضي على الحافة الشمالية بمنخفض وادي الفارغ

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢١

(لوحة١٠) زراعة محصول البصل على مستويين (مصطبتين) في محاولة للتغلب على ملوحة التربة

التأثير السلبي:

ساعد في زيادة ملوحة التربة بسبب عملية الري فانخفاض مناسيب المياه نتيجة للسحب الزائد بسبب التوسع المستمر في عملية الاستصلاح زاد من ملوحة العديد من الآبار مما أثر سلبًا على الخصائص الميكانيكية والكيميائية للتربة.

قد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية عام ٢٠٢١ تأثر أحد المزارع بمنخفض وادي الفارغ – والذي يمثلها قطاع رقم ٧– بارتفاع ملوحة البئر الذي يرويها والذى بلغت درجة EC به ٧٥٥٠ ميكروموز/سم ، مياه مرتفعة الملوحة (أثناء تحليل عينة المياه)، والذي يعزى السبب في تدهور نوعية مياهه إلى زيادة كمية السحب منه وارتفاع عدد

ساعات تشغيله بما يفوق إمكانياته، وترتب عليه أن انخفضت انتاجية المزرعة وتعرضت أطرافها الشمالية الشرقية لتركز الأملاح علي الطبقة السطحية، وتوقفت عن الإنتاج، وعلى الرغم من أن أجزاء من المزرعة تتسم بأنها متوسطة الإنتاجية ، إلا أنها لا يتم زراعتها في الفترة الأخيرة ، وذلك لأن تكاليف الزراعة مرتفعة بالمنخفض، والعائد منها لا يمكنه تغطية هذه التكاليف، فالزراعة بالمنخفض هي استثمارية في المقام الأول.

و – الزمن:

هو الفترة الزمنية التي استغرقتها التربة من بدأ تأثير عوامل التكوين عليها حتي الاستقرار والنضج، أي أنه الفترة الزمنية التي تمر بها مادة الأصل حتي تصبح تربة (سلام،٢٠١٠،ص٣١).

ويرجع تكوين تربة منطقة الدراسة مع نهاية عصر البليوسين، وبعد تراجع البحر نهائيا في تلك الفترة، حيث أصبحت المنطقة معرضة لعوامل التعرية المختلفة خلال الزمن الرابع (أحمد،٢٠٠٩، ص١٤٧)، ويتضح تأثير الزمن علي منطقة الدراسة في وحداتها الجيومورفولوجية، فنجد أن وحدة المصاطب (الأجزاء المتبقية من القيعان القديمة للأودية) قد اتخذت شكلها الحالي بفعل النحت المائي وقت ما كانت التعرية المائية علي أشُدها في عصر البلايستوسين ، كما أن الرمال والحصي المكون الرئيس للمصاطب (الشرفات النهرية المختلفة) حدث في عصر البلايستوسين (Abou Khadrah,1973,p.30). وبالنسبة للسهول الحصوية والرملية والرسوبية فهي عبارة عن إرسابات هوائية ومائية ترجع إلي رواسب الزمن الرابع، وبالنسبة للرواسب الدلتاوية (الحصوية) النيلية القديمة والتي تقع في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة قد ترسبت

بفعل نهر النيل كجزء من دلتا النيل القديمة التي تكونت في عصر البلايستوسين (Shata&El-Fayoumy,1967 ,p.11).

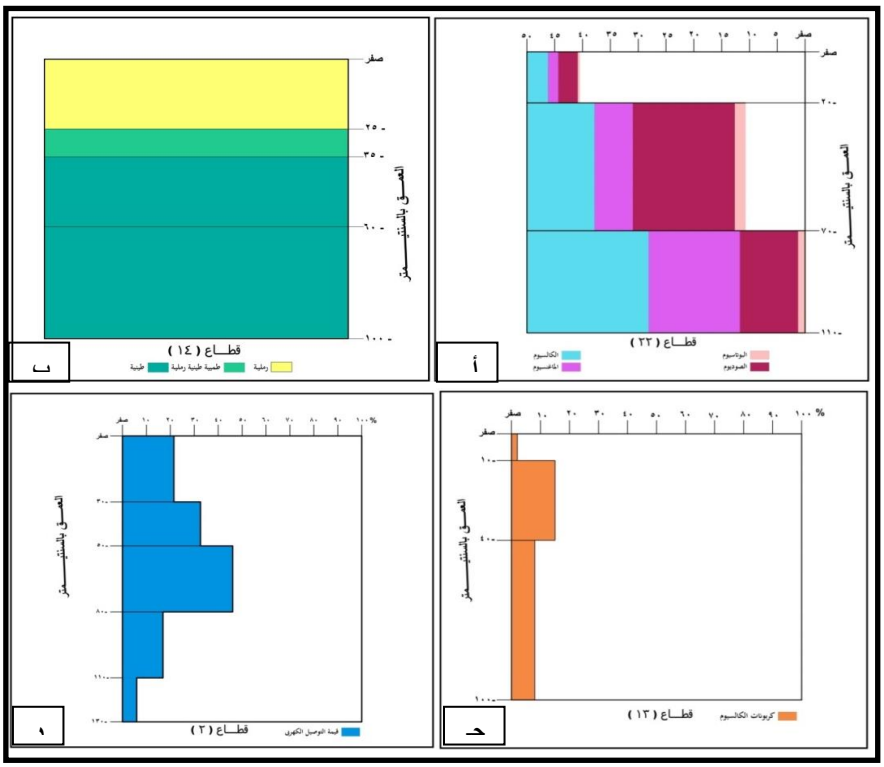
وتذكر (دسوقي،٢٠٠٩، ص١٥٣)، ان سطح البيديمنت ليس سطحا مستويًا وإنما ينحدر هذا السطح انحدارا لطيفًا كلما بعد عن حافات المنخفض ويرجع ذلك الى ان الأجزاء البعيدة عن الحافات تكونت في فترة مبكرة عن الأجزاء القريبة من الحافات ولذلك فان الأجزاء البعيدة تعرضت لفترة زمنية أطول بفعل عوامل التعرية وعمليات التجوية من الأجزاء القريبة من الحافات، وهذا ما أكدته نتائج التحليلات فقطاعات التربة العميقة والأكثر سمكًا توجد بالمناطق المنخفضة والتي تمثل قاع المنخفض، أما حافات المنخفض فذات تربات قليلة السمك (أقل عمقاً) وبقطاع غير متطور، نظراً لانحدار السطح الشديد عن المناطق المنخفضة فتكون عوامل الإزالة (عمليات غسيل المنحدرات) من علي المرتفعات أقوى من عمليات التكوين.

٢- **عمليات تكوين التربة:** تم فيها تحليل القطاعات المدروسة من حيث خصائصها الطبيعية والكيميائية، كما يمثلها (جدول٦) و(شكل١٣).

(جدول٦) القطاعات الممثلة لعمليات تكوين التربة بمنخفض وادي الفارغ

الوحدة الجيومورفولوجية	رقم القطاع	العمق	السيج			القوام	كربونات الكالسيوم	EC	كالسيوم	ماغنسيوم	صوديوم	بوتاسيوم
			رمل	طين	سلت							
التلال	٢٢	٢٠-٠	-	-	-	رملية	-	٠,٨٧	٣,٨٢	١,٦٢	٣,١٢	٠,٢١
		٧٠-٢٠	-	-	-	رملية طميية	-	٣,٦٩	١١,٨	٧,٣٢	١٧,٢٥	٠,٦١
		١١٠-٧٠		-	-	رملية	-	٤,٩٤	٢١,٨	١٥,٤	١٩,٢	٠,٧٠
مصاطب مغطاه برواسب رملية	١٤	٢٥-٠	-	-	-	رملية	-	٤,٨٤	١٩,٥	١٠,٢٨	١٨,٦	٠,٣٢
		٣٥-٢٥	٥٥,٥١	٢٠,٣٥	٢٤,١٤	طميية طينية رملية	٨,٠	٢٢,٦	٤٥,٧	٢٣,٢	١٨,٥	١,٧٩
		٦٠-٣٥	٢٤,٢٦	٤٩,٣٤	٢٦,٤٠	طينية	٥,٠	٢٦,٧	٣٥,٤	٢٣,٣	٣٩٠,١	١,١٧
		١٠٠-٦٠	٢٣,٢٥	٥٠,١٤	٢٦,٦١	طينية	-	٢٣,٢	٣٧,٣	٢١,٢	٣٧٥	١,١٥
مصاطب مغطاه برواسب رملية	١٣	١٠-٠	-	-	-	رملية طميية	٢,٠	٢٩,٥	٦٠,٣	٤٠,٢	٣٨٠,٦	١,٦٧
		٤٠-١٠	-	-	-	رملية طميية	١٥,٠	١٨,٢	٥٠,٨	٤٤,٥	٥٣٠,٧	٢,٨٦
		١٠٠-٤٠	-	-	-	رملية	٨,٠	١٧,٦	٦٠,٦	٥٥,٢	٥٦٠,٢	٢,٥٤
شبه البلايا	٢	٣٠-٠	٦٣,٥	١٥,٥	٢١,٨	طميية رملية	٠,١٨	١١,٠٢	١,٠٨	٠,٤٧	٢٥,١٤	١,١٨
		٥٠-٣٠	٨٧,٢٠	٤,١٠	٨,٧٠	رملية	٠,٧١	١١,٦٤	٩٠,٢٧	١٢,٩٩	٢٨,٧٣	١,٥٢
		٨٠-٥٠	٨٣,٦٤	٦,٧٥	٩,٦١	رملية طميية	٠,٨٩	٢٢,٥٣	١١١,٨٩	٥٠,٧٥	٨٠,٣٧	٤,٠٤
		١١٠-٨٠	٨٣,٦٠	٧,٣٠	٩,١٠	رملية	٠,٥٣	٧,٦١	٤٢,١٦	١٨,٢٥	٢٧,٢٩	١,١٨

المصدر: القطاعات الميدانية والتي تم تحليلها بمعهد بحوث الاراضي والمياه والبيئة عام ٢٠٢١، وتقرير حصر أراضي المنخفض(معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة عام ٢٠١٠).



المصدر: اعتمادا علي (جدول٦)

(شكل١٣) عمليات تكوين التربة بقطاعات منخفض وادي الفارغ

يتضح من تحليل الجدول (٦) والشكل (١٣) مايلي:

– تعمل عملية الغسيل على حركة الأملاح الذائبة والمعادن القابلة للذوبان من أعلى إلى أسفل فتزداد في الطبقات تحت السطحية وتنخفض انخفاض ملحوظ في الطبقات السطحية (Tripathy and Raha., 2019,p.149) والتي ظهرت بوضوح وسط المنخفض وخاصة بقطاع (١٢)، نظرًا لعملية الري التي تساعد في عملية الغسيل.

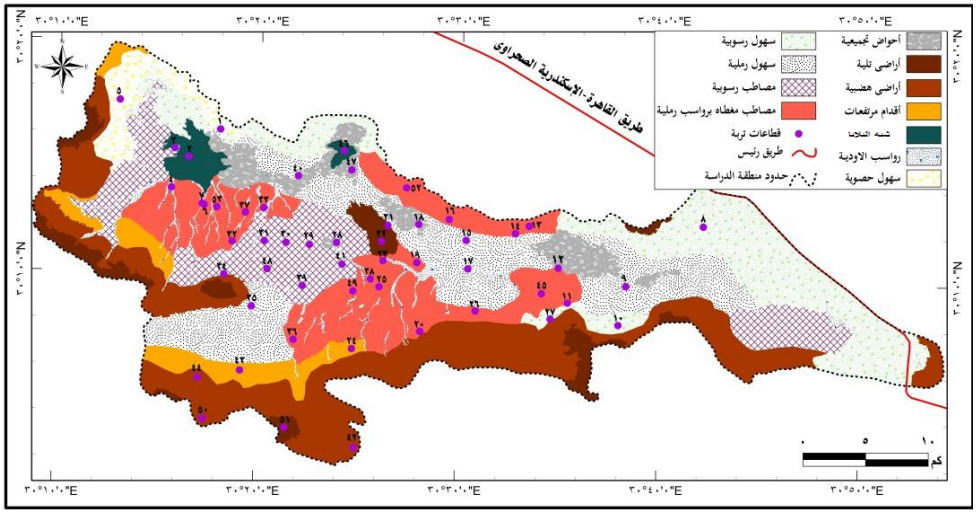
– تتضح عملية الترسيب في إزالة رواسب الطين عن الأفاق العلوية وترسيبها في الأفاق السفلية، وتساعد هذه العملية في درجة تطور قطاع التربة وتحسين الصرف الطبيعي (Balasubramanian.,2017, p.7) وقد ظهرت في شمال المنخفض، وخاصة بقطاع (١٤).

– تظهر عملية التكلس علي مناطق مختلفة في القطاع، وتحدث عندما يفوق معدل البخر/نتح معدل التساقط السنوي، فانخفاض كمية الأمطار يحول دون غسيل الأملاح الذائبة في محلول التربة، بل يساعد على ترسيبها في طبقات التربة تحت السطحية (Byers, et al., 1938, p.970) في الأفقَين B وC على شكل كربونات الكالسيوم، وتتركز هذه العملية في شمال منخفض وادى الفارغ، وخاصة بقطاع ١٣.

– تحدث عملية التملح نتيجة لارتفاع الأملاح بالخاصية الشعرية، فيزيد تركيز الأملاح القابلة للذوبان في الطبقات السطحية، أو نتيجة الري بمياه محتواها الملحي مرتفع، وقد لوحظ من تحليل القطاعات أن قطاع (٢) بشمال غرب المنخفض يتكون به أفق ملحي في الطبقات تحت السطحية في طبقة (C) حيث بلغت درجة التوصيل الكهربي بها ٢٢.٥٣ديسمنز/م. كما يتكون بقطاع ١٤ أفق ملحي في الطبقات تحت السطحية بنفس الطبقة، فبلغت درجة التوصيل الكهربائي به ٢٦.٧ديسمنز/م ، وقد لوحظ أن مع ارتفاع الأملاح المعدنية القابلة للذوبان وخاصة الصوديوم ترتفع قيمة EC والعكس صحيح.

ثانياً: رصد تغيرات الوحدات الجيومورفولوجية لأراضي منخفض وادي الفارغ :

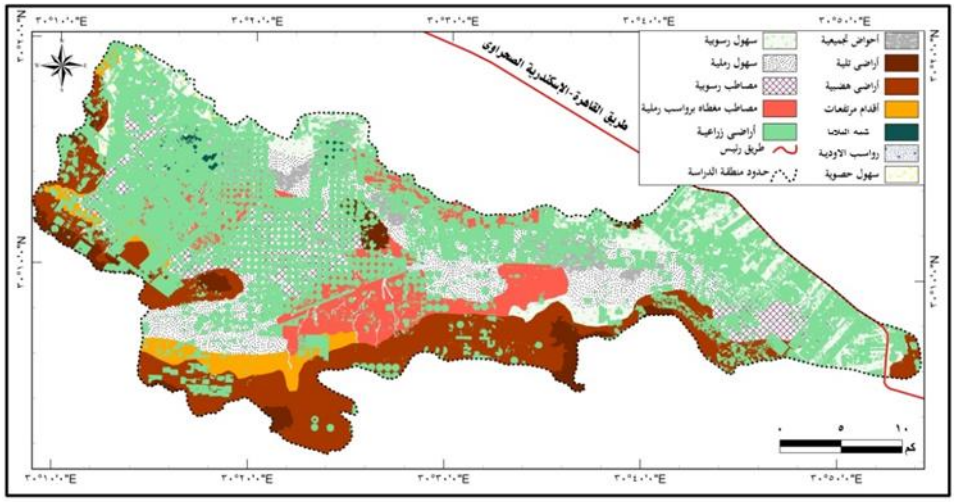
يعد رصد واكتشاف التغيرات التي تطرأ علي الغطاءات الأرضية واستخدام الأرض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، أمر في غاية الأهمية؛ فهي بمثابة أدوات فعالة لتحليل ومعالجة البيانات بهدف تنمية الموارد الأرضية والمائية وحسن إدارتها، والقدرة على اتخاذ القرارات السريعة التي تساعد في عمليات التنمية.



المصدر: اعتمادًا علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ لعام ١٩٩٠، والخريطة الاستكشافية لحصر التربة الصادرة عن معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، والقطاعات المدروسة والتي تم تحليلها بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، باستخدام برنامجArc GIS10.3

(شكل١٤) الوحدات الجيومورفولوجية وتوزيع قطاعات التربة بمنخفض وادي الفارغ عام ١٩٩٠

وقد تم تحديد إحدى عشرة وحدة جيومورفولوجية لأراضي منخفض الفارغ، ودراسة التغير الذي طرأ عليها من عام ١٩٩٠ قبل عملية التوسع الزراعي، إلي عام ٢٠٢٠ بعد عملية الاستصلاح، وفيما يلي عرض لخصائص كل وحدة جيومورفولوجية ورصد التغير الذي طرأ عليها علي النحو التالي (شكلي١٤و١٥) و(جدول٧):



المصدر: اعتمادًا علي المرئية الفضائية Landsat8 بدقة مكانية ٣٠ متر لعام ٢٠٢٠ باستخدام برنامج Arc GIS10.3 .

(شكل١٥) الوحدات الجيومورفولوجية بمنخفض وادي الفارغ عام ٢٠٢٠

(جدول٧) رصد تغير الوحدات الجيومورفولوجية لأراضي منخفض وادى الفارغ في الفترة بين (١٩٩٠-٢٠٢٠).

م	الوحدة الجيومورفولوجية	القطاعات الممثلة للوحدة	المساحة (١٩٩٠)		المساحة (٢٠٢٠)		معدل التغير كم٢/السنة	نسبة التغير٪
			كم٢	%	كم٢	%		
١	الأحواض التجميعية	١٨-٢٨-٤٠-٤٧	٤٩.٢	٤.٧	١٩.٢	٣,٥	١,٠	٦٠,٩٧-
٢	الأراضى التلية	٢١-٢٢-٥١	٤٦.٠	٤.٤	٣٣.٦	٦,١	٠٤١	٢٦,٩٦-
٣	الأراضى الهضبية	٣٤-٤٢-٤٤-٥٠	٢١٥.٦	٢٠.٤	١٦٨.٨	٣٠,٧	١,٥٦	٢١,٧١-
٤	أقدام مرتفعات	٢٤-٤٣	٤٦.٠	٤.٤	٢٨.٩	٥,٣	٠,٥٧	٣٧,١٧-
٥	شبه البلايا	٢-٤٦	١٨.٤	١.٧	٢.٣	٠,٤	٠,٥٤	٨٧,٥-
٦	رواسب الأودية	٤-٦-٧-٣٧-٣٨	٢٢.٠	٢.١	٧.٧	١,٤	٠,٤٨	٦٥,٠٠-
٧	السهول الحصوية	٥	٣١.٥	٣.٠	٩.٣	١,٧	٠,٧٤	٧٠,٤٨-
٨	السهول الرسوبية	١-٨-١٠-٢٧	١٦٤.٠	١٥.٥	٦٥.٠	١١,٨	٣,٣	٦٠,٣٧-
٩	السهول الرملية	٩-١٥-١٧-٣٥	١٧٣.٠	١٦.٤	٩٧.٠	١٧,٦	٢,٥٣	٤٣,٩٣-
١٠	المصاطب الرسوبية	٣-٢٩-٢٠—٣٣-٣٩-٤١-٤٨	١٢٦.٠	١١.٩	٤١.٤	٧,٥	٢,٨٢	٦٧,١٤-
١١	المصاطب المغطاه بالرواسب الرملية	١١-١٢-١٣-١٤-١٦-١٩-٢٠-٢٣-٢٥-٢٦-٣٢-٣٦-٤٥-٤٩-٥٢-٥٣	١٦٤.٧	١٥.٦	٧٦.٥	١٣,٩	٢,٩٤	٥٣,٥٥-

المصدر: اعتمادًا علي شكلى٢٠ و٢١ والمساحات اليا باستخدام Arc GIS10.3، ونسبة التغير ومعدله من حساب الباحثان.

١-أحواض تجميعية:

تبين أثناء الدراسة الميدانية أن قاع الوادي عبارة عن منخفضات صغيرة تتميز بجوانب مرتفعة، منعزلة عن بعضها البعض. وقد يرجع نشأة أو بداية تكوين المنخفض إلي أن هذه المنخفضات الصغيرة بدأت تتسع وتزداد عمقًا وتتصل ببعضها البعض ليتكون قاع المنخفض بشكله الحالي. تظهر هذه الوحدة علي هيئة منخفضات صغيرة موازية للحافة الشمالية، تقع في فئة الارتفاع أقل من ٢٥ متر ودرجة انحدار أقل من °٥، لذا سطحها يتميز بشبه الاستواء. بلغ إجمالي مساحتها ٤٩.٢ كم٢ عام ١٩٩٠م بنسبة ٤.٧٪ من مساحة المنخفض، وتناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠ بعد اقتطاع ٣٠كم٢ منها للزراعة لتصل إلي ١٩.٢كم٢ بنسبة تغير -٦٠.٩٧، ومعدل تغير ١ كم٢/السنة. ويتراوح سمك قطاعات هذه الوحدة والتي تبلغ أربعة قطاعات بين العميقة والعميقة جدا (٩٠-١٢٠سم)، وتمثل هذه الوحدة تكوين جبل الخشب لذا فمادة الأصل التي تكونت منها الحجر الرملي والحجر الجيري، بالإضافة إلي الترسيبات الهوائية المائية حيث كان يغطي أجزاء منها الكثبان الرملية والتي اختفت في الوقت الحاضر والأراضي المزروعة بها تزرع الخضروات.

٢-الأراضي التلية:

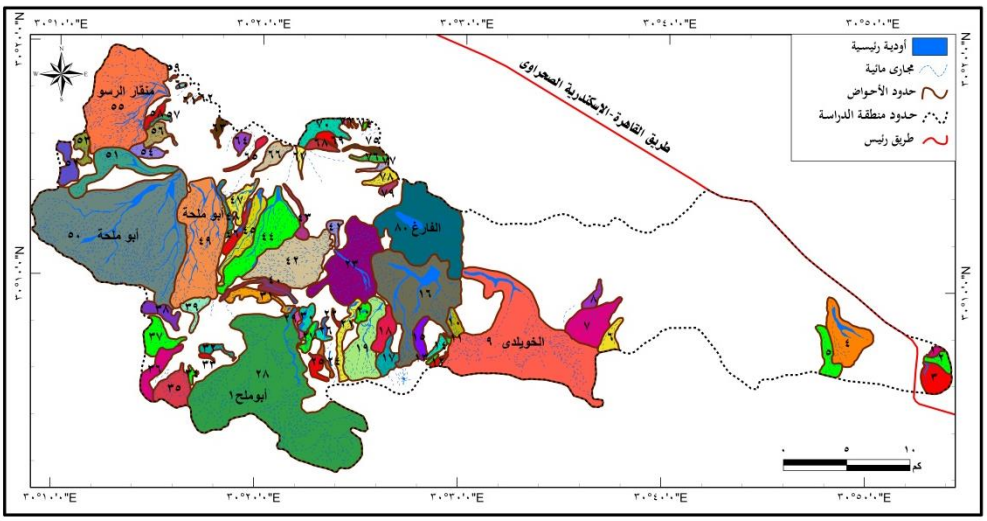
تشغل هذه الوحدة التلال المنعزلة التي يزيد ارتفاعها علي ١٣٠م، وتتمثل في جبال عويان علي منسوب١٧٤م غرب المنخفض، وجبل قنطرة وجبل أبو ملح والجرينات علي مناسيب ٢٠١و١٩٠و١٨٣م علي الترتيب جنوب غرب المنخفض، وجبل خويلدي ١٣٥م جنوب شرق المنخفض. وتتألف معظمها من أحجار رملية تغطيها عقد من الصوان وكنجلوميرات وحجر جيري كنجلوميراتي (Abou-Khadrah,1973, p.19). وتراوح سمك قطاعات هذه الوحدة والبالغة ثلاثة قطاعات بين العميقة والعميقة جدا

(١١٠-١٤٠سم)، ومادة الأصل التي تكونت منها تلك القطاعات الحجر الرملي. وقد بلغ إجمالي مساحة هذه الوحدة ٤٦كم٢ بنسبة ٤.٤٪ من مساحة المنخفض عام ١٩٩٠، وبعد إزالة وتسوية أجزاء منها تناقصت مساحتها لتصل إلي ٣٣.٦كم٢عام ٢٠٢٠ بنسبة تغير -٢٦.٩٦، ومعدل تغير ٠.٤١كم٢/السنة. وتعد جبال عويان من أكثر المناطق التلية التي تم تسوية أجزاء منها وزراعتها ، يليها جبل قنطرة ، وأجزاء صغيرة من جبل أبو ملح، وأما الجرينات وجبل خويلدي ووديانه فلم يتم زراعتها حتي الآن، ويرجع ذلك إلي أن أراضي هذه الوحدة توجد علي مناسيب مرتفعة نسبياً وانحدارها يزيد علي ١٨ °، مما يزيد من تكاليف استصلاحها مقارنة بالمناطق السابقة. والأراضي التي تم استصلاحها في هذه الوحدة تزرع بالزيتون والطماطم .

٣- أراضي هضبية:

تعد هذه الوحدة من أكثر المناطق ارتفاعا وأشدها انحداراً، حيث تمثل حافتي المنخفض الغربية والجنوبية، والتي تتراوح الارتفاعات بها بين ١٦٠ و٢٠١م، ودرجة انحدار تراوحت من١٠° إلي١٨°. وتعد وحدة التلال المنعزلة جزء منها، وتمثل هذه الوحدة أكبر الوحدات الجيومورفولوجية مساحة سواء في عام ١٩٩٠ (٢١٥.٦كم٢) أو عام٢٠٢٠ (١٦٨.٨كم٢)، حيث تناقصت مساحتها ٤٦.٨كم٢ لصالح الأراضي الزراعية، بنسبة تغير -٢١.٧١، ومعدل تغير بلغ ١.٥٦كم٢/السنة، وبذلك تعد أقل الوحدات الجيومورفولوجية تغيراً في مساحتها. وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية ان الحافة الشمالية مزروعة بالكامل، حيث تم تسويتها وزراعته وساعد على ذلك انتشار الرواسب السطحية والتي يغلب عليها الرمال المفككة، يليها الحافة الشمالية الغربية، وتأتي في المرتبة الأخيرة الحافة الجنوبية الغربية لشده انحدارها وارتفاعها. يتراوح سمك قطاعات هذه الوحدة والبالغة أربعة قطاعات بين الضحلة والمتوسطة العمق(٣٠-٦٠سم)، وبذلك تعد أقل القطاعات عمقاً، ومادة الأصل التي تكونت منها الحجر

الجيري والحجر الرملي. ويقطع سطح هذه الوحدة العديد من الأودية الجافة التي تتراوح مساحتها بين الصغيرة والكبيرة، وتشغل الأودية الكبيرة المساحة والتي تظهر بوضوح في الجزء الجنوبي الغربي للمنخفض بالقرب من جبل أبو ملح وجبل قنطرة وأهمها أودية أبو ملحة (١ و٢) ووادي أبو ملح، (شكل١٦).



المصدر: اعتمادا علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ لعام ١٩٩٠

(شكل١٦) أحواض التصريف بمنخفض وادي الفارغ

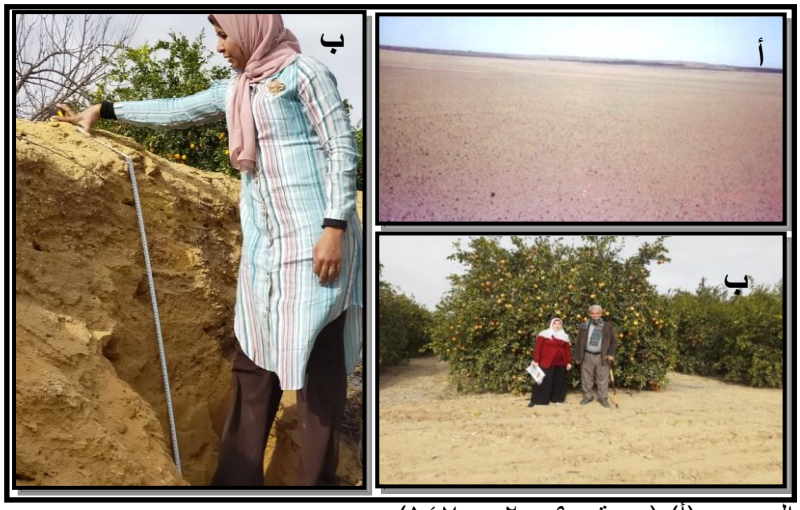
٤- أقدام مرتفعات:

تتمثل هذه الوحدة في أقصى الجزء الشمالي الغربي للمنخفض، حيث تمثل الروافد العليا لوادي منقار الرسو، وعند أقدام جبل قنطرة في أقصي الجنوب الغربي للمنخفض، وعند أقدام الحافة الجنوبية في جزئها الغربي، وتظهر بشكل متقطع بروافد وادى أبو ملحة عند جبل قنطرة، أما علي الحافة الجنوبية فتظهر بشكل متصل، وتتراوح الارتفاعات بهذه الوحدة بين ١٠٠ و١٢٠م، ودرجة الانحدار بين صفر و١٠°، أي تسود بها الانحدارات الهينة والمتوسطة. وبلغ إجمالي مساحتها ٤٦.٠كم٢ بنسبة ٤.٤٪ من مساحة المنخفض عام ١٩٩٠، وتناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠ لتبلغ ٢٨.٩ كم٢،

حيث تم اقتطاع ١٧.١كم٢ منها لصالح الزراعة وأغلبها علي الحافة الشمالية الغربية والجنوبية الغربية، بنسبة تغير بلغت -٣٧.١٧، ومعدل تغير ٠.٥٧كم٢/السنة. ويتراوح سمك القطاعات الممثلة لهذه الوحدة -وهما قطاعان فقط- بين متوسطة وعميقة جدا (٧٥-١٢٠م)، ومادة الأصل التي تكونت منها الحجر الجيري والترسيبات الهوائية المائية.

٥- مسطحات شبه البلايا:

تمثل هذه الوحدة أخفض أجزاء المنخفض منسوباً، وتعد جزء من وحدة الأحواض التجميعية، تقع على منسوب ٢ متر، لذا تتميز بالاستواء وقلة الانحدار، حيث لم تتجاوز درجة انحدارها ٢°، وبلغت جملة مساحتها١٨.٤كم٢ عام ١٩٩٠، بنسبة ١.٧٪ من إجمالي مساحة المنخفض، وتناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠ إلي ٢.٣كم٢ بنسبة ٠.٤٪ من مساحة المنخفض، وبنسبة تغير بلغت -٨٧.٥ ، ومعدل تغير ٠.٥٤كم٢/السنة، وبذلك تعد أصغر الوحدات الجيومورفولوجية مساحة، وأكبرها تناقصًا في المساحة عن عام ١٩٩٠، ويعزي السبب إلي خصوبة تربتها وقلة تكاليف استصلاحها، وتتميز تلك الوحدة بقطاعها العميق جدا، والذي تراوح بين ١٢٥و١٣٠سم. وتذكر (دسوقي،٢٠٠٩، ص١٤٦) أن هذه المسطحات تتألف من رواسب رملية وغرين وصلصال بالإضافة إلي الأملاح المذابة من الصخور، وأن سطحها يغطي بغطاء سميك من الرمال الريحية، وأرجعت أهم عوامل نشأة تلك المسطحات إلي الطبوغرافية الحوضية وعامل المناخ. وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية أن هذه المسطحات تم زراعتها بالفواكه البرتقال والخوخ (لوحة١١).



المصدر: (أ) (دسوقي،٢٠٠٩،ص١٤٧)
(ب) الدراسة الميدانية ٢٠٢١.

(لوحة١١) التغيرات التي طرأت علي مسطحات شبه البلايا من عام ٢٠٠٩ إلي عام ٢٠٢١

٦- رواسب الأودية:

تشغل هذه الوحدة قيعان مجاري الأودية التي تتجه صوب قاع المنخفض، وهي عبارة عن رواسب فيضية تتألف من الغرين والرمل والحصي ترجع إلي رواسب الزمن الرابع، وتتراوح الارتفاعات بهذه الوحدة بين ١٦٠-١٧٥م في نطاق الأراضي التلية والهضبية عند المنابع و ٢٠م في نطاق المناطق السهلية التي تنتهي عندها الأودية، وتتميز هذه الوحدة باستواء السطح وقلة انحداره، وبلغ إجمالي مساحتها٢٢.٠كم٢ عام ١٩٩٠، بنسبة ٢.١٪ من إجمالي مساحة المنخفض، ثم تناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠ إلي ٧.٧كم٢ بنسبة ١.٤٪ من مساحة المنخفض، بنسبة تغير بلغت -٦٥.٠٠، ومعدل تغير بلغ ٠.٤٨كم٢/السنة، وتراوح عمق القطاعات بها والبالغة خمسة قطاعات بين متوسطة وعميقة جدا (٦٠-١٢٠سم)، ومادة الأصل لهذه الوحدة تمثلت في صخور الحجر الرملي والحجر الجيري، حيث كانت تجري عليها الأودية الجافة، وقد لوحظ من دراسة القطاعات وجود تجمعات

صلبة من كربونات الكالسيوم علي شكل عقد، وطبقة حجر جيري في نهاية بعض القطاعات والتي تمثل مادة الأصل.

٧-السهول الحصوية:

توجد هذه الوحدة في أقصي الجزء الغربي والشمالي الغربي للمنخفض، وهي عبارة عن مسطحات واسعة مستوية السطح، يتراوح انحدارها بين صفر وأربع درجات، وتتألف من طبقة من الرمال يغطيها حصي من الصوان يتراوح بين صغير ومتوسط، وتقع علي منسوب يتراوح بين ٤٠ و٨٠ م، وبلغ إجمالي مساحة هذه الوحدة ٣١.٥كم عام ١٩٩٠ بنسبة ٣.٠٪ من مساحة المنخفض، وتناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠إلي ٩.٣كم٢، بنسبة ١.٧٪ من مساحة المنخفض، وبنسبة تغير -٧٠.٤٨، ومعدل تغير بلغ ٠.٧٤كم٢/السنة، ويتسم سمك قطاع هذه الوحدة بأنه عميق (٩٠سم).

٨- السهول الرسوبية:

تتركز معظم هذه الوحدة شرق وشمال شرق منخفض وادي الفارغ حيث تمثل جزء من الدلتا النيلية القديمة، والتي بدأت التنمية الزراعية بالمنخفض من خلالها لخصوبة تربتها، كما تتمثل في القطاع الشمالي للمنخفض في جزئه الغربي علي منسوب يتراوح بين ٢٠ و ٦٠م، وفي أقصي الجنوب الشرقي على منسوب ١٠٠م ، وهي تتميز باستواء سطحها ودرجة انحدارها لا تتعدى الخمس درجات، وبلغ إجمالي مساحتها١٦٤كم٢ عام ١٩٩٠ بنسبة ١٥.٥٪ من مساحة المنخفض، وفي عام ٢٠٢٠ تناقصت المساحة إلي ٦٥.٠كم٢ بنسبة تغير بلغت -٦٠.٣٧، ومعدل تغير ٣.٣كم٢/السنة ، وتتسم قطاعات هذه الوحدة والتي تبلغ أربعة قطاعات بأنها عميقة جداً (١٠٠-١٥٠سم)، أهم المحاصيل التي تزرع في قطاعات هذه الوحدة الموالح.

٩- السهول الرملية:

تعد السهول الرملية ثاني أكبر الوحدات الجيومورفولوجية مساحة بعد وحدة الهضاب، حيث تغطي مساحات واسعة من قاع المنخفض علي طول أقدام الحافة الشمالية ، وعند أقدام الحافة الجنوبية الغربية للمنخفض، كما تتميز باستواء السطح وقلة الانحدار، وكان يشغلها قديمًا قبل عملية الاستصلاح الكثبان الرملية في الأجزاء الشمالية من المنخفض، وهي عبارة عن إرسابات هوائية تتألف من خليط من الرمال مختلفة الأحجام تتراوح من رمال ناعمة إلي خشنة وحصي مختلف الأحجام، وبلغ إجمالي مساحة هذه الوحدة ١٧٣.٠كم٢ عام ١٩٩٠، بنسبة ١٦.٤٪ من مساحة المنخفض، وتناقصت مساحتها عام ٢٠٢٠ إلي ٩٧.٠كم٢، وبنسبة ١٧.٦٪ من مساحة المنخفض، أي بنسبة تغير -٤٣.٩٣ ، ومعدل تغير بلغ ٢.٥٣كم٢/السنة، وتتميز قطاعات هذه الوحدة والبالغة أربعة، بقطاع عميق جدا (١٠٠-١٥٠سم).

١٠- المصاطب:

أمكن تمييز ثلاث وحدات من المصاطب، وحدتين منها تم التعرف عليها من خلال تقرير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، ٢٠١٠، ص٢٨، (الخريطة الاستكشافية لحصر التربة- المرئية الفضائية Landsat ٢٠٠٦)، حيث قسم التقرير المصاطب إلي وحدتين:

- وحدة المصاطب الرسوبية:

وتتوزع تلك الوحدة في ثلاثة قطاعات، **القطاع الغربي** وتشغل فيه المصاطب القطاعات الدنيا لأودية أبو ملحة ١، ومنقار الرسو، وأودية أرقام ٥١ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨، **والقطاع الأوسط** وتتوزع فيه المصاطب في القطاعات الدنيا لأودية أبو ملحة ٢، وأودية أرقام ٢٣ و ٣١ و ٤١ و٤٢ و٤٤ و٤٥ و٤٦، والقطاع **الجنوبي الشرقي** وتتوزع

في القطاعات الدنيا لواديي ٤ و٥. وتبدأ هذه الوحدة من منسوب يبدأ من ١٠٠م فأقل، وتقع في فئة الانحدار أقل من ٤°، لذا فهي أراضي شبه مستوية، تشغل مساحتها ١٢٦كم٢ بنسبة ١١.٩٪ عام ١٩٩٠، وتناقصت مساحتها لصالح الزراعة عام ٢٠٢٠ لتصل إلي ٤١.٤كم٢ بنسبة ٧.٥٪ من مساحة المنخفض، بنسبة تغير -٦٧.١٤، ومعدل تغير بلغ ٢.٨٢كم٢/السنة، وتراوح سمك قطاعات هذه الوحدة والبالغة ثمانيةا بين متوسطة وعميقة جدا (٧٥-١٥٠سم)، ومادة الأصل لتلك القطاعات الحجر الجيري والحجر الرملي، وهي عبارة عن إرسابات هوائية ومائية.

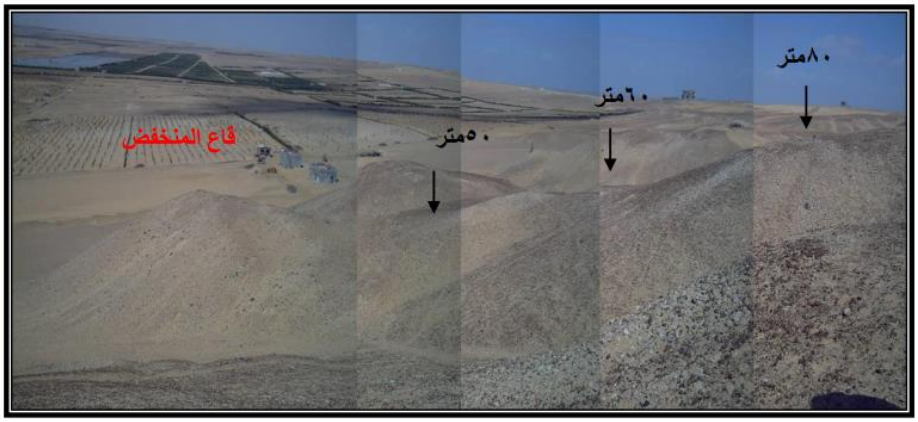
- وحدة المصاطب المغطاة بالرواسب الرملية:

تتكون هذه الوحدة من تربة خفيفة التموج، تبدأ من منسوب ١٠٠م فأقل، وتتوزع في المنخفض في ثلاثة قطاعات: **القطاع الجنوبي الغربي** وتشغل القطاعات الدنيا لأودية أبو ملحة ١ و ٢ (أكبر الأودية مساحة)، وأودية أرقام ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧، **والقطاع الجنوبي** وتتوزع المصاطب فيه في القطاعات الدنيا لأودية أبو ملح والخويلدى وأودية صغيرة المساحة جدًا هي أقرب للمسيلات المائية الجافة وأرقامها من ٦ إلي ٣٠ ونظراً لأن هذه الوحدة تجري بها عدد كبير من الأودية الصغيرة المساحة ذات المجاري الضيقة فتظهر وحدة المصاطب هنا في شكل متصل ذو مساحة عريضة، **القطاع الشمالي** وتتوزع المصاطب به، في القطاعات الدنيا للأودية أرقام ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و٨٠(الفارغ) وهي أيضاً تظهر في شكل نطاق متصل، وتقع في فئة الانحدار أقل من ٤°، لذا فهي أراضي شبه مستوية، بلغ إجمالي مساحة هذه الوحدة ١٦٥كم٢عام ١٩٩٠ بنسبة ١٥.٦٪ من إجمالي مساحة المنخفض، تناقصت مساحتها إلي ٧٦.٥كم٢ بنسبة ١٣.٩٪ من مساحة المنخفض عام ٢٠٢٠ لصالح الاستصلاح الزراعي، وبلغت نسبة التغير -٥٣.٥٥، ومعدل تغير بلغ ٢.٩٤كم٢/السنة، ويتميز سمك قطاعات هذه الوحدة والبالغة (١٦ قطاع) بأنه عميق جدا (١٠٠-١٨٠سم)، وتعد

قطاعات هذه الوحدة أعمق الوحدات الجيومورفولوجية. ويعد الحجر الرملي مادة الأصل في أغلب قطاعات هذه الوحدة مع وجود الإرسابات الهوائية متمثلة في الرواسب الرملية، والإرسابات المائية متمثلة في الحصي الصغير والمتوسط والذي يغطي الطبقة السطحية لقطاعات التربة بنسبة ٤٪، والقطاعات المزروعة في هذه الوحدة تزرع بأشجار الفاكهة ، إلي جانب بعض المحاصيل مثل البصل.

- وحدة المصاطب الصخرية:

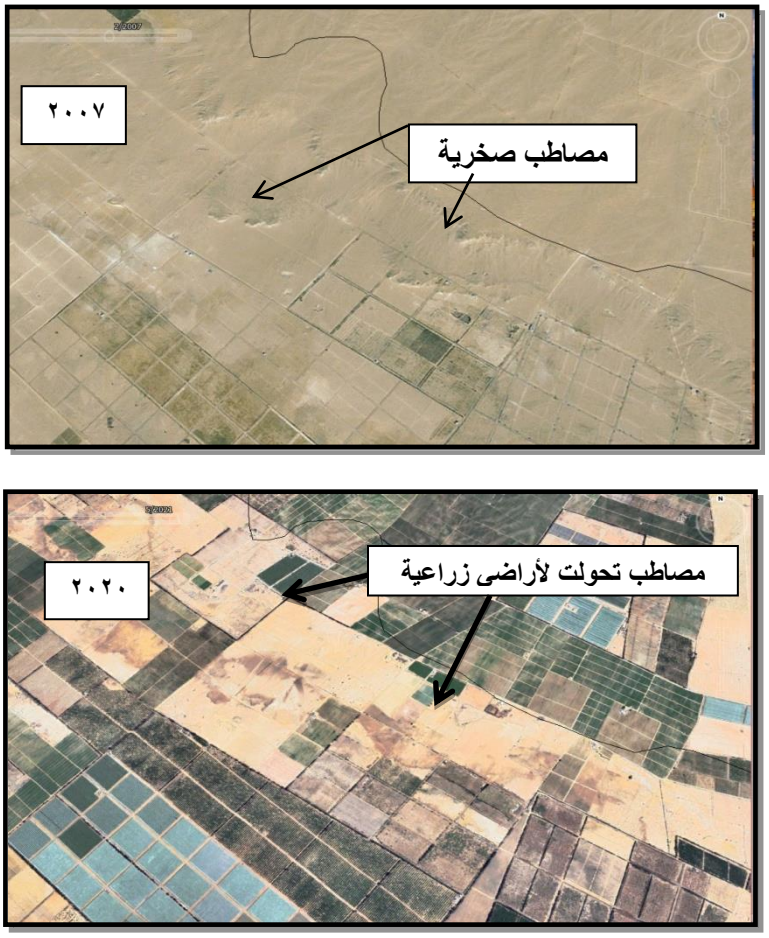
تعد من الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بحافات المنخفض. وقد أمكن تمييز عدد أربع مصاطب، واحدة علي الحافة الشمالية الشرقية تظهر علي أربعة مستويات، وأخري علي الحافة الشمالية تظهر علي مستويين (دسوقي،٢٠٠٩،ص١٣٠)، وثالثة علي الحافة الجنوبية تظهر علي هيئة مستويين، ورابعة علي الحافة الشمالية الغربية تظهر علي هيئة ثلاثة مستويات، (لوحة ١٢) و(شكل١٧).



المصدر: (أحمد،٢٠٠٩،ص٢٧٦)

(لوحة ١٢) مصاطب صخرية تظهر علي هيئة ثلاثة مستويات بالحافة الشمالية الغربية بمنخفض وادى الفارغ

ويتضح من عرض الوحدات الجيومورفولوجية لأراضي منخفض وادي الفارغ أنها جميعها تعرضت لتناقص كبير في مساحاتها لصالح الأراضي الزراعية وعمليات الاستصلاح الزراعي، التي أزالت العديد من الظاهرات والأشكال الجيومورفولوجية المختلفة بالمنخفض ، حتي أن ما تبقي من بعض الظاهرات تغيرت معالمه تمامًا نتيجة لعمليات الإزالة، بحيث لا يمكن تمييزه من خلال الدراسة الميدانية، كما أن هناك ظاهرات تم إزالتها بالكامل كالكثبان الرملية والميسا والأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة بالمنخفض كمسطحات شبه البلايا والسبخات والنباك وغيرها.



المصدر: 2007-2020 Google Earth

(شكل١٧) تغيرات المصاطب الصخرية من عام ٢٠٠٧ إلي عام ٢٠٢٠

ثالثًا: الخصائص الهيدروبيدلوجية والهيدروجيولوجية بمنخفض وادي الفارغ:

وفيما يلي تناولها علي النحو التالي، (جدول٨):

(جدول٨) متوسطات الخصائص الهيدروبيدلوجية بالوحدات الجيومورفولوجية بمنخفض وادي الفارغ

الوحدات الجيومورفولوجية	سمك الفتات(سم)	نسيج التربة	نسبة تشبع التربة(%)	درجة الأس الهيدروجيني	درجة التوصيل الكهربائي(ميللي سيمنز/سم)	المادة العضوية(%)	السعة التبادلية CEC(ملي مكافئ)	الجير(%)	كربونات التكلس(%)	الصوديوم المتبادل ESP(%)	الصوديوم الممتص SAR	كربونات الصوديوم المتبقية RSC(ملي مكافئ)
أحواض تجميعية	١٢٠	رملية طينية	١٩.٥٤	٣٨.٤	٥.١٦	.٣٩	٢٣.٥	٢.٢	٨.٢٨	٧.٢٢	٣.٥	١.٢
أراضي رملية	١٤٠	رملية	٢٠.٣	٧.٨	.٥٦	.٤	٦.٥٧	.٦	١.٥	٦.٤	٢.٥٢	.٤
أراضي طينية	٥٠	رملية	٢٠	٧.٤	٤.٢	.٤	٣.٥	.٦	٨.٨	٧.٦	٥.٩	٣.٥
أقدام مرتفعات	١٢٠	رملية طينية	٣١.٣	٧.٨	١٤.٨	.٣٥	٤.٥	.٦	١٣.٧	٦.٨	٦١	٤.٥
شبه الدلتا	١٣٧.٥	رملية طينية	٢٤.٤	٧.٧	٨.٣٥	.٢١	٤.١	.٦	١.١٥	٧.١	٩	٤.١
رواسب الأودية	١٠٠	طينية طينية	٢٥.٤	٨.٣	٤.٧	.٠٩	٤.١	١.٥	.٨	١.٣٥	١٤	٤.١
سهول حصوية	٩٠	رملية	٢٣.٣	٨.١	٢	.٠٨	٢.٧	٢.٤	.٢	٢.٧	١.٨	٤.٥٠
سهول رسوبية	١٢٠	طينية طينية رملية	١٧.٩	٨.٤	٤	.٠٥	١.٤	١.٨	.٣	١٢	٥.٦	٢.٥٠
سهول رسوبية	١٢٠	رملية	٢٣.٣	٨.٢	٤.٤	.٤	٣٠.٥	.٦	٥.٨	٣.٥	١٠.٤	٢.٤٠
أمصاطب رسوبية	٩٠	رملية طينية	٢٩.٢	٨.٠٢	٣.٩	.٣	٩.٤	٣.٦	٢.١٨	٥.٦	١٧	٤.٤٠
أمصاطب منتظمة برواسب رملية	١٢٥	رملية طينية	٢٤.١٤	٧.٩١	٦.٥	.٥١	٦.١٦	.٩	٨.١٢	٥.٨١	١٥.٥٤	٢.٤٤٠

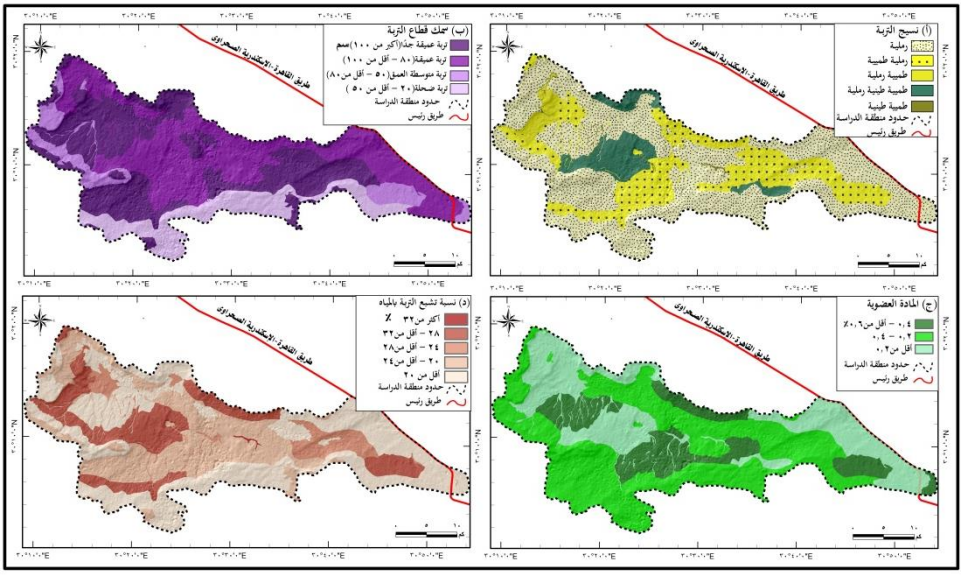
المصدر : اعتمادا علي نتائج التحليل الميكانيكي والكيمائي لعدد ٥٣ قطاعًا للتربة بالوحدات الجيومورفولوجية، و(ملحق ١)

١- الخصائص الهيدروبيدلوجية:

هي الخصائص الطبيعية والكيميائية للتربة باعتبارها النتاج النهائي لمجموعة من العوامل والعمليات والتي يتفاوت أثرها من منطقة لأخري (عماشة،١٩٩٤،ص٤٩)، وفيما يلي تناولها علي النحو التالي:

أ- الخصائص الطبيعية للتربة:

تتمثل الخصائص الطبيعية للتربة بمنخفض وادي الفارغ في نسيج التربة، وسمك التربة، والمادة العضوية، ونسبة تشبع التربة بالمياه، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص، كما يوضحها (جدول٨) و (شكل١٨):



المصدر: اعتمادا علي بيانات (جدول٨)

(شكل١٨) التوزيع المكاني للخصائص الطبيعية للتربة بمنخفض وادي الفارغ

يتضح من تحليل الجدول (٨) والشكل (١٨) ما يلي:

(أ-١) نسيج التربة:

يعد النسيج من الخصائص المهمة في دراسة التربة، حيث يتوقف عليها العديد من صفات التربة كمقدرة التربة علي الاحتفاظ بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وتضم منطقة الدراسة خمسة أنواع من التربات وهى من الأنعم للأخشن طبقًا للنظام الدولي لتحديد نسيج التربة، كالتالي:

- **تربة طمييه طينية:** توجد بمساحة صغيرة بوسط المنخفض في وحدة رواسب الأودية بمساحة ٥,٥٢كم٢ وبنسبة ٠,٥٪ من مساحة منطقة الدراسة.

- **تربة طمييه طينية رملية:** تنتشر في بعض الأجزاء من المصاطب الرسوبية و بعض أجزاء من السهول الرسوبية في أجزاء متفرقة من المنخفض بمساحة ٩٨,٣كم٢ وبنسبة ٩,٣٪ من مساحة منطقة الدراسة.

- **تربة طمييه رملية:** تغطى مساحة صغيرة من غرب المنخفض، وتتمثل فى جزء من السهول الرسوبية وجزء آخر من وحدة أقدام المرتفعات، وتبلغ مساحتها٢٨كم٢ بنسبة ٢,٧٪ من مساحة المنطقة.

- **تربة رملية طمييه:** تنتشر هذه الفئة في مناطق متفرقة، وتغطى أكثر من ربع مساحة المنخفض٢٨٠,٤ كم٢ بنسبة ٢٦,٠% من إجمالي مساحة المنخفض، وتوجد في وحدات جيومورفولوجية مختلفة منها رواسب الأودية، والأحواض التجميعية، والمصاطب المغطاه برواسب رملية.

-**تربة رملية:** تغطى أكثر من نصف المنخفض بمساحة ٦٤٤,٢كم٢ بنسبة ٦١٪ من إجمالي المساحة، ومن أهم الوحدات التي تغطيها السهول الرسوبية، والسهول الرملية وبعض المصاطب الرسوبية وبعض المصاطب المغطاه بالرواسب الرملية.

ويتضح من العرض السابق أن التربة الرملية والرملية الطميية هي التربات السائدة بمنطقة الدراسة، ويعزى السبب إلي ارتباطها بمادة الأصل التي تكونت منها أراضي المنخفض والتي تمثلت في الحجر الرملي والحجر الجيري والرملي الحديدي، لذا فنسيج التربة يمكن استخدامه كمؤشر لمعرفة وفهم تكوين التربة.

(أ-٢) سمك قطاع التربة:

يُحدد سمك قطاع التربة بالمسافة بين سطح التربة والطبقة الصماء أو الحجرية تحت السطحية. ولعمق التربة دور مهم في تحديد القدرة الإنتاجية للتربة وتحديد ملاءمتها للزراعة؛ فكلما ازداد عمق التربة ازدادت المساحة أو الحيز الذى تنتشر فيها جذور النباتات، فتزيد بذلك كمية المواد الغذائية التي يمكن أن يمتصها النبات(عطية،٢٠١٨، ص ٢٥٣). ويمكن تقسيم سمك قطاع التربة بمنطقة الدراسة طبقًا لأفضليته فى التأثير على الجدارة الإنتاجية للتربة إلى أربع فئات، تبعًا لتصنيف(Storie,2008) وهى من الأفضل إلى الأقل أفضلية:

- **تربة عميقة جدًا(١٠٠سم فأكثر):** تبلغ مساحة هذه الفئة٤٠٠,٣كم٢ بنسبة ٣٧,٩٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتنتشر في بعض مناطق السهول الرسوبية ورواسب الأودية والسهول الرملية والبلايا والأحواض التجميعية.

- **تربة عميقة(٨٠ – أقل من١٠٠سم):** توجد في مجموعة من الوحدات مثل: المصاطب الرسوبية، المصاطب المغطاه بالرواسب الرملية، السهول الرسوبية، ورواسب الأودية، وتبلغ مساحتها ٤٠٥,٨كم٢ بنسبة ٣٨,٤٪ من مساحة المنطقة.

- **تربة متوسطة العمق(٥٠ – أقل من ٨٠سم):** توجد في بعض المناطق بوحدات المصاطب الرسوبية، ورواسب الأودية، والأراضي الهضبية بمساحة٩٢,٧كم بنسبة ٨,٨٪ من منطقة الدراسة.

- **تربة ضحلة(٢٠- أقل من ٥٠سم):** توجد في وحدة أقدام المرتفعات جنوب المنخفض، وتبلغ مساحتها١٥٧,٦كم بنسبة ١٥٪ من مساحة منطقة الدراسة.

ويتبين مما سبق أن سمك قطاع تربة منطقة الدراسة يتسم بأنه عميق إلى عميق جدًا – فسيادة الانحدارات المستوية والهينة بأغلب أراضي المنخفض زاد من التراكم وبالتالي العمق- ؛ حيث تشكل الفئتين معًا ٧٦,٣٪ من مساحة منطقة الدراسة، وبالتالي فإنها تربة جيدة وذات جدارة إنتاجية عالية.

(أ-٣)-نسبة المادة العضوية بالتربة(OM%):

تعرف المادة العضوية في التربة بأنها كل مادة ذات منشأ نباتي أو حيواني كبقايا النباتات والحيوانات والتي لم تتحلل أو تحللت جزئيًا وتحتوى جميع أنواع الترب على نسب مختلفة من المادة العضوية ، ويُعبر عنها بالدبال، وللمادة العضوية دور مهم في تحسين الخصائص الطبيعية والكيميائية للتربة (عماشة،٢٠١٩، ص٢٦٧)، كما أنها مصدرًا مهمًا للمواد الغذائية التي يحتاجها النبات مثل الفسفور والنيتروجين، وتعد أيضاً من المواد اللاحمة بين حبيبات التربة، وترفع من قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه وبالمواد الذائبة (التركماني وعطية،٢٠١٩، ص١٥٨). ويمكن تقسيم نسبة المادة العضوية بمنطقة الدراسة إلى ثلاثة فئات من الأعلى للأقل كالتالي:

- **من٠,٤- أقل من ٠,٦٪:** توجد في السهول الرسوبية التي تشغلها الزراعات، وتبلغ مساحتها١٩٨,٢كم٢ وبالتالي فهي تشغل ما يقرب من خمس منطقة الدراسة بنسبة ١٨,٧٪ من مساحة المنطقة.

- **من ٠,٢– أقل من ٠,٤٪**: تغطى هذه الفئة نصف مساحة منطقة الدراسة٥٢٨,٩كم٢ بنسبة ٥٠,١٪ من مساحة المنطقة، وتوجد في وحدات مختلفة من منطقة الدراسة مثل: البلايا، السهول الرملية، الأحواض التجميعية، رواسب الأودية، والمصاطب الرسوبية.

- **أقل من ٠,٢٪**: توجد في بعض الوحدات مثل: رواسب الاودية، السهول الرسوبية، والمصاطب الرسوبية، وتبلغ مساحتها٣٢٩,٣كم٢ بنسبة ٣١,٢٪ من مساحة المنطقة.

ونستنتج من ذلك أن المادة العضوية بتربة منخفض وادي الفارغ منخفضة بشكل عام، ويعزى السبب إلي ارتفاع درجة الحرارة مما يزيد من فقد المادة العضوية وسرعة تحللها.

(أ–٤)– نسبة تشبع التربة بالمياه (SP%):

تُعرف نسبة تشبع التربة بالمياه بأنها عبارة عن كمية المياه التى تم استخدامها فى عجن عينة التربة أثناء تحضيرها للتحليل الكيميائى، أى عندما تكون مسام التربة مملوءة تمامًا بالمياه، وخالية تمامًا من الهواء (التركمانى وعطية،٢٠١٩، ص١٦٣)، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس فئات، هى:

- **تربة نسبة تشبعها بالمياه(أقل من ٢٠٪)**: توجد فى الوحدات الجيومورفولوجية ذات التربة الرملية، وتغطى مساحة ٤٦٥,٨كم٢ بنسبة ٤٤,١٪ من مساحة المنخفض.

- **تربة نسبة تشبعها بالمياه(٢٠– أقل من ٢٤٪)**: توجد فى الوحدات الجيومورفولوجية ذات التربة الرملية والرملية الطميية، وتغطى مساحة ٣٠٨كم٢ بنسبة ٢٩,٢٪ من مساحة المنخفض).

- **تربة نسبة تشبعها بالمياه(٢٤– أقل من ٢٨٪)**: تشغل مساحة٨٠,٥ كم٢بنسبة ٧,٦٪ من مساحة المنخفض، وتوجد بالوحدات ذات التربة الرملية الطميية والطميية الرمية.

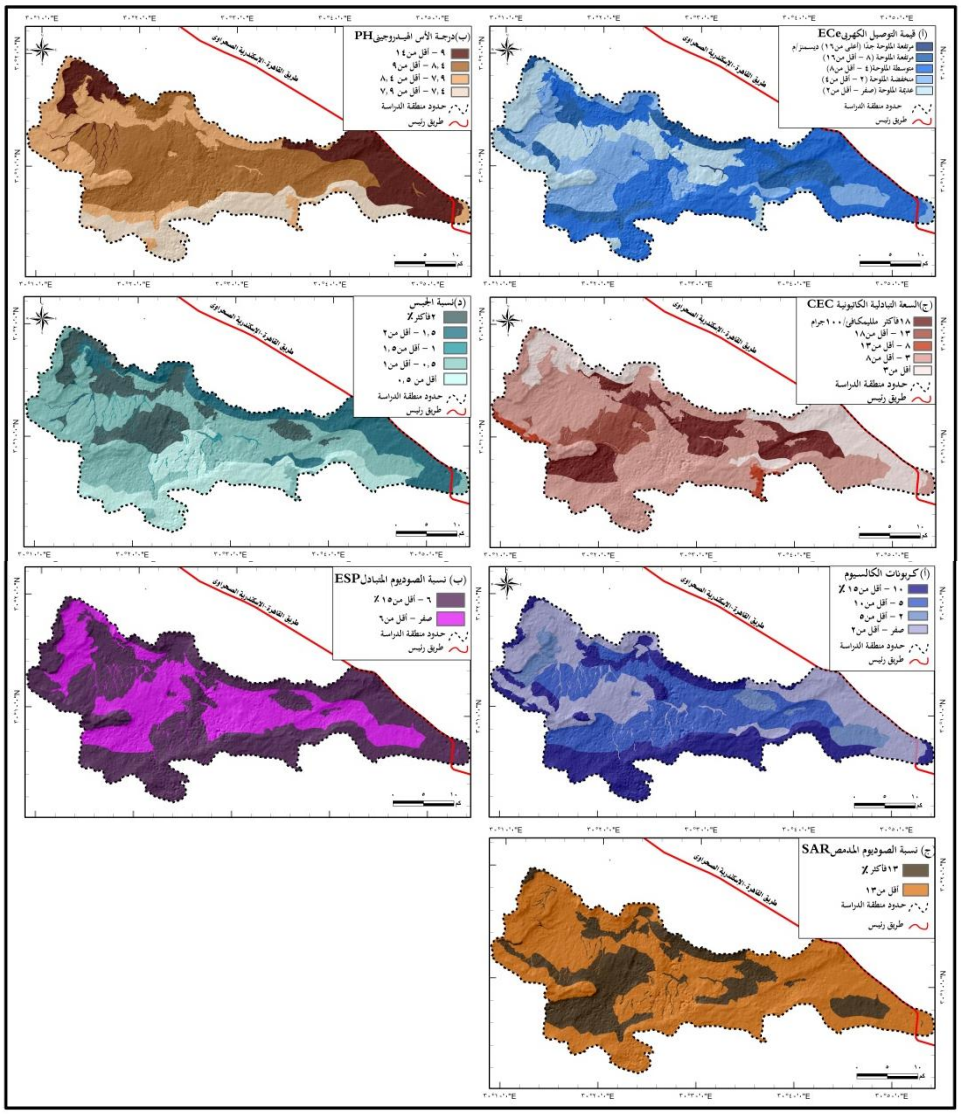
- **تربة نسبة تشبعها بالمياه(٢٨- أقل من ٣٢٪):** توجد بالوحدات ذات التربة الطمية الطينية الرملية، وتبلغ مساحتها ٢٠٠,٦كم٢ بنسبة ١٩٪ من مساحة المنخفض.

- **تربة نسبة تشبعها بالمياه(أكثر من ٣٦٪):** توجد بالوحدات ذات التربة الطمية الطينية، وتبلغ مساحتها ١,٥كم٢ بنسبة ٠,١٪ من مساحة المنخفض.

ويتبين مما سبق انخفاض نسبة تشبع تربة أراضي منخفض وادي الفارغ بالمياه؛ ويعزى السبب إلي سيادة النسيج الرملي والرملي اللومي بأراضي المنخفض، حيث تشغل الفئتان معًا نسبة ٧٣.٣٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، حيث توجد علاقة وثيقة بين نوع نسيج التربة ونسبة تشبعها بالمياه.

ب- الخصائص الكيميائية للتربة:

تتمثل الخصائص الكيميائية للتربة بمنخفض وادي الفارغ في قيمة التوصيل الكهربي، ودرجة الأس الهيدروجينى، والسعة التبادلية الكاتيونية، ونسبة الجبس، ونسبة كربونات الكالسيوم، ونسبة الصوديوم المدمص، ونسبة الصوديوم المتبادل، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص، كما يوضحها (جدول٨) و(شكل١٩):



المصدر: اعتمادا علي بيانات (جدول ٨)

(شكل١٩) التوزيع المكاني للخصائص الكيميائية للتربة بمنخفض وادي الفارغ

(ب-١) قيمة التوصيل الكهربي ECe (مؤشر ملوحة التربة):

تُعد ملوحة التربة إحدى الخصائص الكيميائية المهمة للنبات، وهى عبارة عن ارتفاع تركيز الأملاح في التربة إلى مستوى يؤثر تأثيرًا ضارًا على نمو النبات، وتختلف درجة ملوحة التربة نتيجة لاختلاف كل من الظروف المناخية، ونوع

الرواسب، وعمق التربة، ومستوى المياه الجوفية (عماشة، ٢٠١٩، ص٢٥٧). وتم تقسيم قيمة التوصيل الكهربي لخمس فئات طبقًا لتصنيف(USDA,2017,p.202)، وهي:

- **تربة عديمة الملوحة(من صفر- أقل من٢ديسمنز/م):** توجد بشكل كبير في وحدات المصاطب المغطاه بالرواسب الرملية والأراضي التلية والهضبية بمساحة٢٥١,٨كم٢ بنسبة ٢٣,٨٪ من مساحة المنخفض.
- **تربة منخفضة الملوحة (من٢- أقل من٤ديسمنز/م):** توجد في وحدة السهول الرسوبية والمصاطب الرسوبية، وتبلغ مساحتها٢٢٤,١كم٢ بنسبة ٢١,٢٪ من مساحة المنخفض.

تربة متوسطة الملوحة(من٤ – أقل من٨ ديسمنز/م): تضم تربات رواسب الأودية، ومسطحات شبه البلايا، والأحواض التجميعية، وتبلغ مساحتها ٤٣٩كم٢بنسبة ٤١,٦٪ من مساحة المنخفض.

- **تربة مرتفعة الملوحة(من٨- أقل من١٦ ديسمنز/م):** تضم تربات المصاطب المغطاه بالرواسب الرملية وأقدام المرتفعات، وتبلغ مساحتها١٤٠,٢كم٢ بنسبة ١٣,٣٪ من مساحة المنخفض.
- **تربة مرتفعة الملوحة جدًا(أعلى من١٦ديسمنز/م):** تغطى مساحة صغيرة من المنطقة تبلغ١,٣كم٢ بنسبة٠,١٪ من مساحة المنخفض.

وبناءً عليه تتسم منطقة الدراسة بانها عديمة إلى متوسطة الملوحة؛ حيث تمثل الثلاث فئات معًا ٨٦,٦٪ من مساحة المنطقة، وبالتالي فإنها صالحة لنمو عدد كبير من المحاصيل، وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أن ملوحة التربة ببعض أراضي المنخفض؛ يرجع السبب الرئيس فيها إلي ملوحة مياه الآبار التي ترويها، لدرجة أن

الأملاح تظهر علي مواسير الري بالتنقيط، وذلك نتيجة لانخفاض مناسيب المياه مما أدي إلي تدهور نوعيتها، كما لوحظ ان ارتفاع ملوحة الطبقة السطحية في بعض الأراضي ناتج عن ارتفاع درجة الحرارة وزيادة كمية التبخر.

(ب-٢) درجة الأس الهيدروجينى PH:

يُقصد بدرجة الأس الهيدروجيني هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون االهيدروجين النشط في محلول التربة، وتدل على حامضية أو قاعدية التربة (الخطيب،١٩٩٨، ص٤١٥)، وقياس درجة الأس الهيدروجينى بالتربة أمرًا مهمًا في تحديد خصوبة التربة ومن ثم قدرتها الإنتاجية (التركمانى وعطية،٢٠١٩، ص١٦٣). وتعد أفضل التربات هي التربة المتعادلة أو القريبة من التعادل، وطبقًا لتصنيف وزارة الزراعة الامريكية (USDA,2017,P.199) تقع منطقة الدراسة في أربع فئات وهى كالتالي:

- **تربة خفيفة القلوية(من ٧,٤- أقل من٧,٩):** توجد بتربة وحدة الأراضي التلية والهضبية، وتبلغ مساحتها١٥٧,٦كم٢ بنسبة ١٤,٩٪ من مساحة المنخفض.
- **تربة متوسطة القلوية(من ٧,٩- أقل من٨,٤):** توجد بتربة وحدة الأراضي التلية والهضبية، تبلغ مساحتها١٥٧,٦كم٢ بنسبة ١٤,٩٪ من مساحة المنخفض.
- **تربة شديدة القلوية(من ٨,٤- أقل من٩):** توجد بتربة المصاطب ورواسب الأودية، وتبلغ مساحتها٤٤٩,٦كم٢ بنسبة ٤٢,٦٪ من مساحة المنخفض.
- **تربة شديدة القلوية جدًا(من ٩- أقل من١٤):** توجد بتربة السهول الحصوية وبعض تربات السهول الرسوبية، وتبلغ مساحتها٢٠٠كم٢بنسبة١٨,٩٪ من مساحة المنخفض.

وبناءً علي ما سبق فإن معظم أراضي منخفض وادي الفارغ من حيث درجة القلوية تقع في فئة القلوية الشديدة، وهذا انعكس علي قدرتها الإنتاجية وجعل معظم أراضي المنخفض تقع في فئة الإنتاجية المتوسطة.

(ب-٣) السعة التبادلية الكاتيونية CEC:

السعة التبادلية الكاتيونية عبارة عن مقياس يوضح قدرة حبيبات الطين والغرويات العضوية على امتصاص الأيونات الموجبة الشحنة واستخلاصها من المحاليل، وتوجد علاقة وثيقة بينها وبين امتصاص وصلاحية العناصر الغذائية لامتصاص النبات وغسيل الأملاح من التربة(عماشة، ٢٠١٩،ص٢٧٤). وبالتالي فإنه كلما زادت قيمة السعة التبادلية الكاتيونية كلما زادت جودة التربة، وتبعًا لذلك أصبحت قدرتها الإنتاجية أفضل، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس فئات، هي:

- **تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية(١٨فأكثر ملليمكافىء/١٠٠جرام):** تغطى مساحة ١٧٣كم٢(١٦,٤٪ من مساحة المنخفض)، وتوجد على هيئة بقع متفرقة بالمنخفض.

- **تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية(١٣- أقل من ١٨ ملليمكافىء/١٠٠جرام):** تغطى مساحة ٦٩,٣كم٢(٦,٦٪ من مساحة المنخفض)، وتوجد فى بعض رواسب الأودية والمصاطب بالقرب من وادى أبو ملحة.

- **تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية(٨- أقل من١٣ ملليمكافىء/١٠٠جرام):** تغطى مساحة ٢٠,٥كم٢(١,٩٪ من مساحة المنخفض)، وتوجد هذه المساحة الصغيرة في منطقة جبل قنطرة وبعض الأطراف الجنوبية للمنخفض.

- **تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية(٣- أقل من٨ ملليمكافىء/١٠٠جرام):** تغطى مساحة ٥٩٧,٩كم٢(٥٦,٦٪ من مساحة المنخفض)، وبالتالي فهي تشغل أكثر من نصف مساحة المنخفض، وتوجد في وسط وجنوب المنطقة.

- **تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية(أقل من٣ ملليمكافىء/١٠٠جرام):** تغطى مساحة ١٩٥,٧كم٢(١٨,٥٪ من مساحة المنخفض)، وتوجد على الأطراف الشمالية الشرقية والشمالية الغربية من المنخفض.

ويتبين مما سبق ارتباط السعة التبادلية الكاتيونية المرتفعة بالأراضي الطينية والطمييية الطينية والطمييية الرملية لذا نجدها تتركز في أراضي الوديان والمصاطب، كما ارتبطت بالأراضي التي ترتفع بها المادة العضوية، حيث يوجد علاقة وثيقة بين نسبة السعة التبادلية الكاتيونية ونسبة الطين والمادة العضوية فبارتفاع نسبتهما تزيد السعة التبادلية وتزيد القدة الإنتاجية للتربة والعكس صحيح، لذا فأغلب منطقة الدراسة تقع في فئة السعة التبادلية الكاتيونية المتوسطة لسيادة القوام الرملي والرملي اللومي بمعظم قطاعاتها.

(ب-٤) الجبس:

يوجد الجبس في التربة على شكل بلورات ذات لون أبيض، ولا يؤثر تأثيرًا ضارًا على التربة إلا إذا ارتفعت نسبته لحد معين، لذلك فإن الترب الغنية بالجبس تكون ذات صلاحية منخفضة، وبصفة عامة تتميز تربة منطقة الدراسة بأنها منخفضة في محتواها من نسبة الجبس؛ حيث أنها تتراوح بين صفر – أكثر من ٢ (شكل٢٠)، وبالتالي فإن تربتها تتميز بقدرتها الإنتاجية العالية.

(ب-٥) كربونات الكالسيوم:

تعد كربونات الكالسيوم عنصرًا مهما في التركيب الكيميائي للتربة. لأنها تعمل كمادة لاحمة لحبيبات التربة ووحداتها البنائية، كما أن هناك علاقة طردية بين نسبة كربونات الكالسيوم وقيمةPH في التربة؛ فبزيادة كربونات الكالسيوم ترتفع معدلات القلوية داخل التربة؛ مما يؤثر علي الجدارة الإنتاجية لها (عطية،٢٠١٣، ص١١). وإذا زاد تركيز كربونات الكالسيوم داخل التربة تصبح سامة للنبات، لأنها تعوق حركة المياه، كما أنها إذا تجمعت على السطح بشكل مباشر تكون طبقة صلبة تعوق إنبات البذور ونمو النبات (سلام،٢٠١٠،ص٨٥)، وطبقًا لتصنيف قاعدة بيانات التربة العالمية

(Nachtergaele, et al., 2012,p.18) تقع تربة منطقة الدراسة في فئتي التربة المنخفضة والمتوسطة في كربونات الكالسيوم؛ حيث أنها تتراوح من صفر – ١٥٪، وبالتالي فإن تربة منطقة الدراسة جيدة من حيث محتواها من كربونات الكالسيوم.

(ب–٦) نسبة الصوديوم المتبادل:

تعبر نسبة الصوديوم المتبادل عن درجة قلوية التربة؛ حيث تؤدي ملوحة التربة من جهة وقلوية التربة من جهة أخرى إلي إكساب التربة خواص غير مرغوب فيها، وظهور مشكلات في التربة عند الزراعة (عطية وأحمد، ٢٠٠٨، ص ٣٨). وطبقًا لتصنيف قاعدة بيانات التربة العالمية(Nachtergaele, et al., 2012, p.15) تقع منطقة الدراسة في فئتين، هما:

– **تربة منخفضة في نسبة الصوديوم المتبادل(أقل من٦٪):** توجد بالتربات في وسط المنخفض، وتغطى مساحة٣٨٩,٩كم٢ بنسبة ٣٦,٩٪ من مساحة المنخفض.

– **تربة متوسطة في نسبة الصوديوم المتبادل(٦– أقل من١٥٪):** تغطى أكثر من نصف مساحة المنطقة٦٦٦,٤كم٢ بنسبة ٦٣,١٪ من مساحة المنخفض، وتوجد بالأراضي الهضبية والتلية وأقدام المرتفعات والأحواض التجميعية.

(ب–٧) نسبة الصوديوم المدمص:

للصوديوم المدمص دور كبير في ظهور العديد من المشكلات التي تعانى منها التربة، ولعل أهمها مشكلة تملح التربة؛ حيث أنه كلما زاد تركيز أيون الصوديوم في التربة زادت قيمة الملوحة، وطبقًا لتصنيف وزارة الزراعة الأمريكية (USDA, 2017) وتحليل جدولي(١٨ و ١٩) وشكل(٤٤) يتبين أن منطقة الدراسة تنقسم إلى فئتين هما:

– **تربة عديمة القلوية والصودية (أقل من ١٣٪):** تشغل مساحة ٧٥١,٣كم٢ بنسبة٧١,١٪ من مساحة المنخفض، وبالتالي فهي توجد في أغلب تربات المنخفض.

- **تربة صودية قلوية(١٣فأكثر)**:تشغل مساحة ٣٠٥كم٢بنسبة ٢٨,٩٪ من مساحة المنخفض، وبالتالي فهي توجد في مساحات صغيرة من تربات المنخفض.

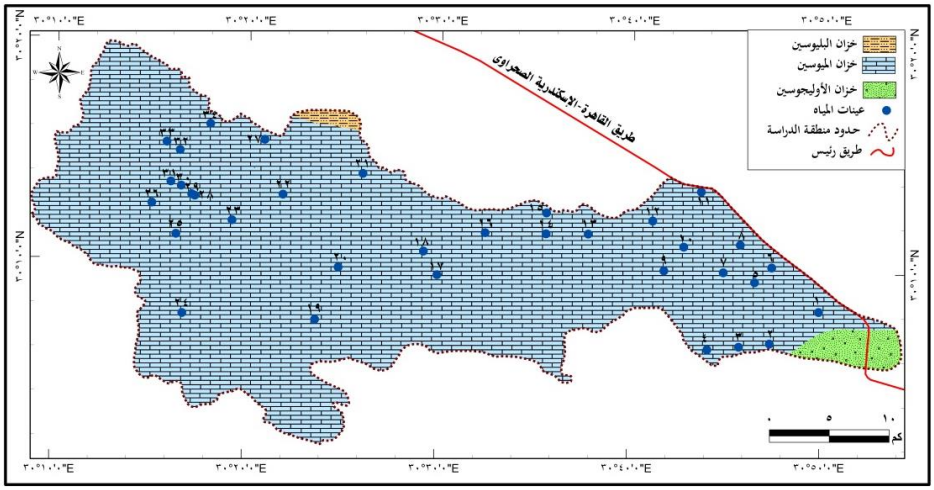
وبصفة عامة يتضح أن تربة منطقة الدراسة تتميز بقدرتها الإنتاجية الجيدة من حيث مدى احتوائها على الصوديوم المدمص.

٢- الخصائص الهيدروجيولوجية للمياه الجوفية:

تعد المياه الجوفية المصدر المائي الوحيد للري بمنطقة الدراسة، ولذلك فإن الاهتمام بدراستها وحسن إدارتها ذات أهمية حاسمة، فعند التفكير في استغلال هذه المياه على نطاق واسع، لابد من معرفة كل ما يرتبط بها سواء كمية التصريف، مناسيب المياه، الطبقات الحاملة للمياه أم خصائصها الكيميائية, وذلك لأن المياه الجوفية إذا ما احتوت على أملاح معينة بنسب محددة فإنها تكون ضارة للإنسان، والمحاصيل، والتربة.

وأوضحت الدراسات الهيروجيولوجية أن الطبقات الحاملة للمياه بمنطقة الدراسة تتمثل في خزان الإوليجوسين، وخزان البليوسين، وخزان الميوسين، وأهم هذه الخزانات التي تغطى أكثر من ٩٠٪ من مساحة المنخفض خزان الميوسين (شكل٢٠)، ويتألف أساسًا من الرمل والحجر الرملي مع تداخلات من الطين (Gad, et al., 2016,p.469). وتتراوح أعماق آبار المياه الجوفية بهذا الخزان بمنطقة الدراسة بين ١٠٠ و٣٠٠متر.

وسيتم في هذا الجزء دراسة الخصائص الهيدروجيولوجية بمنخفض وادي الفارغ من خلال الموضوعات التالية:



المصدر: Saleh, et al., 2017. P.262 والدراسة الميدانية ٢٠٢١.

(شكل ٢٠) الخزانات الجوفية وتوزيع عينات الآبار المدروسة بمنخفض وادي الفارغ

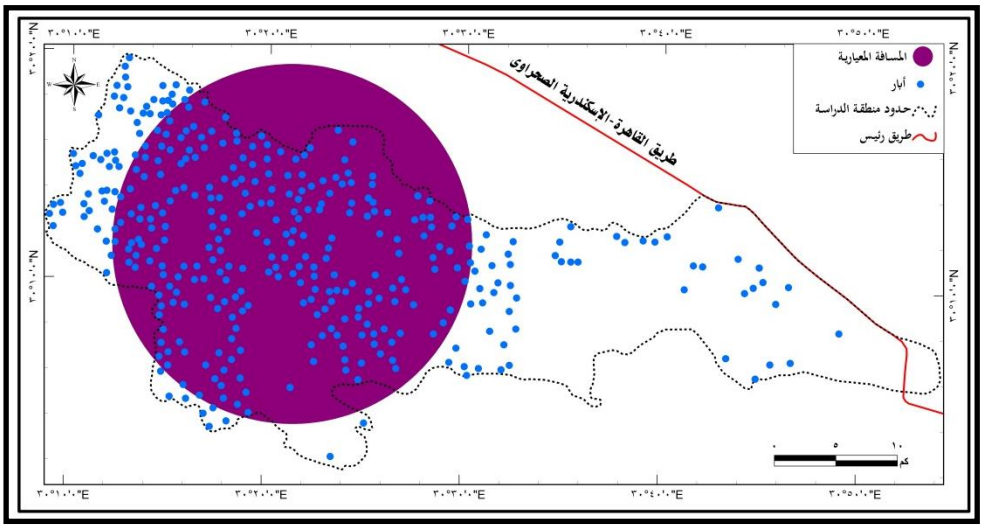
أ- كمية التصريف ومناسيب المياه الجوفية:

قامت شركة ريجوا عام ١٩٩٣ بدراسة الآبار الارتوازية في منطقة الدراسة، وكانت هذه الدراسة علي ثلاث مراحل وفق خطة تنمية المياه الجوفية المقترحة(١٩٩٠-٢٠٠٠)، كل مرحلة تتضمن٥٠ بئر ارتوازي وكل بئر يكفي لري١٠٠ فدان، بإجمالي١٥٠بئر لاستصلاح١٥٠٠٠ فدان، وتتراوح كمية التصريف من هذه الابار بين ١٠٠ و ١٥٠ م٣/ساعة، والمياه مناسبة جدًا للري. (معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، ٢٠١٠)، إلا أن منطقة الدراسة شهدت توسع زراعي كبير، بما تجاوز خطة تنمية المياه الجوفية المقترحة، نتيجة لحفر عدد كبير من الآبار وبشكل عشوائي مشتت[٢]، حيث بلغت قيمة صلة الجوار الجغرافي[٣] ١.١٣، والمسافة

٢) تتراوح صلة الجوار بين الواحد الصحيح و٢.١٥ (الصالح والسرياني، ٢٠٠٠، ص٢٣١)

٣) يتم حساب معامل الجار الأقرب بقسمة متوسط المسافات من كل نقطة إلي أقرب نقطة لها: متوسط المسافة المحسوبة/ متوسط المسافة المتوقعة لنفس عدد النقاط ونفس مساحة الظاهرة (داود،٢٠١٢، ص ص٥١-٥٢)

المعيارية[٤] ١٤٣٦٢٤ مترًا، إذ تبين أن ٦٨٪ من الآبار تتركز في القطاع الشمالي الغربي وتقل تدريجيًا بالاتجاه نحو القطاع الجنوبي الشرقي بشكل غير مخطط (شكل٢١)، وقد تسبب ذلك مع الاستهلاك الزائد للمياه عن طريق زيادة كميات السحب من خزان المغرة لسد متطلبات التنمية والتوسع الزراعي هبوط مناسيب المياه الجوفية وحدوث ما يعرف بمخروط النضوب، حيث توقفت بالفعل العديد من الآبار عن التدفق.



المصدر: اعتمادا علي تطبيق تحليل Standard Distance

(شكل٢١) المسافة المعيارية لمواقع الآبار بمنخفض وادي الفارغ

ونظرًا لعدم توفر بيانات أو دراسات سابقة كافية لإعطاء صورة واضحة عن مناسيب المياه الجوفية بالمنخفض، فقد اعتمدت الدراسة علي تقرير ريجوا، وبعض الدراسات الهيدرولوجية التي تناولت تقدير تأثير السحب من خزان المغرة علي مناسيب المياه الجوفية بمنخفض وادي الفارغ، وذلك من خلال بناء نموذج رياضي باستخدام

٤) تقوم فكرة المسافة المعيارية علي حساب الجذر التربيعي لمجموع مربعات انحرافات القيم س، ص عن المتوسط الحسابي مع قسمته علي عدد قيم النقاط (الآبار) بحيث يكون الناتج رقماً يبين مدي تركز ٦٨٪ من الآبار حول المركز المتوسط لها (داود،٢٠١٢،ص٤٤).

برنامج Modflow، يعتمد علي كمية التصريف الحالية وعدد الآبار وعدد ساعات تشغيل البئر وغيرها من الخصائص الهيدرولوجية، ومنها:

– دراسة (Ammeish, et al, 2016, p.72)، وحددت معدل هبوط مناسيب المياه الجوفية بمنطقة شرق وادي الفارغ – والتي شهدت بداية الاستصلاح الزراعي بالمنخفض– ومزارع دينا، ١٣ متر نتيجة التوسع الزراعي الأفقي.

– دراسة (Aly, et al, 2019,pp.592-596)، اعتمدت علي كمية التصريف عام ٢٠٠٦ والتي بلغت٥٦٩٠٢٠ م٣/ يوم من ٤٤٣ بئر، بعدد ساعات تشغيل ١٠ساعات، لمدة ٤٤ سنة (٢٠٠٦–٢٠٥٠)، وافترضت في حالة ثبات كمية تصريف تلك الآبار، فإن معدل انخفاض مناسيب المياه الجوفية خلال هذه الفترة سيتراوح بين ١١.٣٢ و١٦.٨٥م، وفي حالة زيادة معدل السحب (الضخ) ١٧٪ أي ٦٦٥٧٨١م٣/ يوم ليواكب متطلبات التنمية الزراعية، فإن معدل انخفاض مناسيب المياه الجوفية لنفس الفترة ستتراوح بين ١٢.٨٦ و٢٠.٠م، أما إذا تم تقليل معدل السحب بنسبة ٥٪ ٥٤٠٧٥٦ م٣/ يوم للحفاظ علي نوعية المياه الجوفية، فإن معدل انخفاض مناسيب المياه الجوفية لنفس الفترة سيتراوح من ١٠.٢ إلي ١٥.٣٥م.

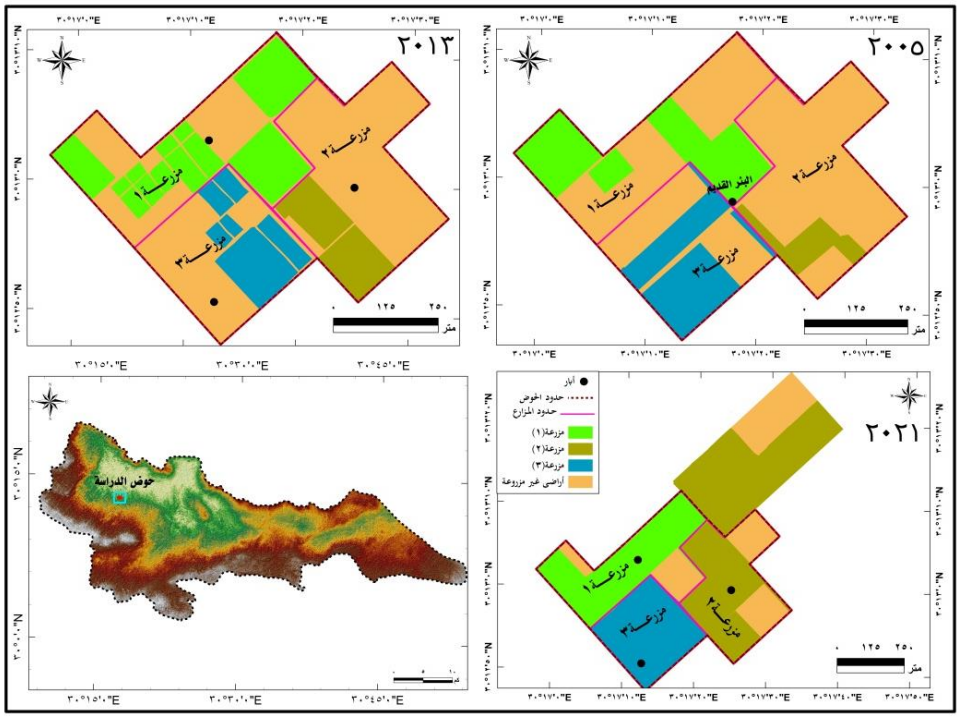
– دراسة (Youssef, et al, 2012, pp.74-75)، اعتمدت علي كمية تصريف ٣٠٣٧٠٣ م٣ /يوم من ٦٩٦ بئر بعدد ساعات تشغيل ١٠ ساعات لمدة ٤٤ سنة ، وفي هذه الحالة فمعدل الهبوط في مناسيب المياه ستتراوح من ١ إلي ٣٠م، أما إذا زاد معدل السحب ١٥٪ أي ٣٤٩٢٥٨م٣ /يوم ، فمعدل الهبوط سيتراوح من ١ إلي ٣٥م،

أما في حالة افتراض تشغيل قناة الري المقترحة[٥]، فسيتراوح معدل الهبوط من ٠.٥ إلي ١٦م.

-دراسة (Korany, et al, 2016,p.79)، قامت بتقدير كمية المياه المستخرجة ١٤٧.٨ مليون م٣/السنة ، وتوصلت إلي أن خلال ١٠ سنوات (٢٠١٤-٢٠٢٤)، سينخفض منسوب المياه الجوفية ٧م.

وقد افترضت الدراسة الحالية معدل لهبوط مناسيب المياه الجوفية لإحدى الأحواض الزراعية غرب المنخفض بمنطقة الدراسة، بناءً علي التوسع الأفقي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والملاحظة الميدانية، علي اعتبار أن الطريقة المعتمدة علي التجارب الميدانية تكون ذات نتائج أكثر دقة وخاصة للمساحات الصغيرة، (شكل٢٢) و (جدول٩).

٥) مشروع تنمية غرب الدلتا، حيث اقترحت الحكومة المصرية انشاء قناة سطحية تصل بين رياح الناصري وقناة البستان بحيث تعبر الأجزاء الشمالية الشرقية من منطقة وادي الفارغ لتقليل الضغط علي المياه الجوفية بالمنخفض(Aly, et al, 2019,pp.597)، هذه القناة ستقوم بتزويد منطقة الدراسة بحوالي٢.١ مليون م٣/يوم وذلك لتسهيل الاستثمارات الزراعية في هذه المنطقة الواعدة (Youssef, et al, 2012, pp.74).



المصدر: اعتمادا على مرئيات Quick Bird بدقة تفريقية (١م) تم تحميلها من برنامج Google Earth pro لعام ٢٠٢١.

(شكل٢٢) رصد التغير في مساحات الأراضي المنزرعة بحوض الدراسة بمنخفض وادي الفارغ

(جدول٩) رصد التغير في مساحة الأراضي المنزرعة بحوض الدراسة

م	الاسم	المساحة (٢٠٠٥)		المساحة (٢٠١٣)		المساحة (٢٠٢١)	
		فدان	%	فدان	%	فدان	%
صفر	مشايات	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	١١,١	٨,٨
١	مزرعة(١)	١٤,٦	١١,٦	١٨,١	١٤,٤	٢٢,٧	١٨,١
٢	مزرعة(٢)	٣,٩	٣,١	٧,٩	٦,٣	٤٦,٨	٣٧,٣
٣	مزرعة(٣)	١٢	٩,٦	٨,٦	٦,٨	١٩,٥	١٥,٥
٤	أراضي غير مزروعة	٩٥,١	٧٥,٧	٩١	٧٢,٥	٢٥,٥	٢٠,٣
الإجمالي		١٢٥,٦	١٠٠	١٢٥,٦	١٠٠	١٢٥,٦	١٠٠

المصدر: اعتمادا علي (شكل٢٢) وتم حساب المساحات اليا باستخدام برنامج ArcGIS10.3

ويتضح من (شكل٢٢) و (جدول٩) ما يلي:

يبلغ إجمالي مساحة حوض الدراسة ٨٥.٧ فدان، وينقسم إلي ثلاث مزارع، مزرعة (١) ٣٠ فدان، ومزرعة (٢) ٢٥ فدان، ومزرعة (٣) ٢٥ فدان، بإجمالي ٨٠ فدان و ٥.٧ فدان طرق وشوارع ومشايات. عام ٢٠٠٣ تم تخصيص بئر واحد يروى تلك المساحة عمقه ١٠٠متر، وفي عام ٢٠١٣ نضب البئر، نتيجة انخفاض منسوب المياه به ١٠ متر، وقام كل صاحب مزرعة بحفر بئر يخدم مزرعته بإجمالي ثلاثة آبار علي عمق متساوي بلغ ١٨٥متر، ومتوسط المسافة بينهما ٢٧٠م .

وقد اعتمدت الدراسة علي معدل الهبوط الذي بلغ ١٠ متر بين عامي ٢٠٠٣ و ٢٠١٣ (الدراسة الميدانية،٢٠٢١)، والمساحة المنزرعة خلال تلك الفترة ٣٤.٦ فدان، وافترضت ثبات كمية التصريف، وحجم التغذية للخزان الجوفي، والمؤثر هنا فقط هو زيادة السحب المرتبط بزيادة الاستصلاح، للوصول إلي معدل الهبوط في مناسيب المياه الجوفية بحوض الدراسة.

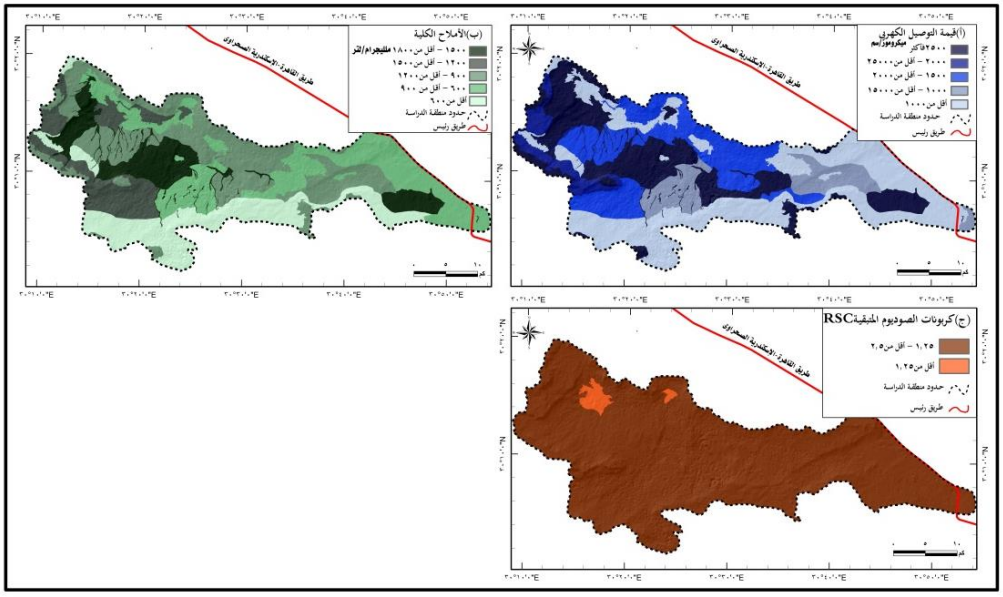
وبناءً عليه فقد تم استصلاح ٣٨.٣ فدان من عام ٢٠١٣ إلي عام ٢٠٢١ ليصل إجمالي الأراضي المنزرعة بالحوض ٧٣.٤ فدان أي أكثر من ضعف المساحة المنزرعة في الفترة من عام ٢٠٠٣ إلى عام ٢٠١٣، وطبقًا للمعيار السابق فإن معدل الانخفاض في مناسيب المياه الجوفية بالحوض سيصل إلي ٢٠ متر خلال (الفترة من ٢٠١٣ إلي٢٠٢١)، وذلك علي أساس أن التوسع الزراعي يؤدي إلي زيادة كمية السحب، ومن ثم حدوث الهبوط في المناسيب، ويتفق هذا الافتراض إلي حد كبير مع دراسةYoussef, et al, 2012 .

وهذا مع افتراض أن الثلاثة آبار تروى المساحة المخصصة لها فقط ، وهذا بالفعل ينطبق علي مزرعتي ١ و٣ ، أما مزرعة ٢ فالبئر التابع لها يروى المساحة المخصصة له، بالإضافة إلى مساحة ٢٥ فدان يقعوا خارج حدود حوض الدراسة (شكل٢٢) يمتلكها صاحب مزرعة ٢ أي أن البئر المخصص لري ٢٥ فدان فقط،

يروى ٥٠ فدان فيعنى ذلك أن معدل الهبوط سيكون الضعف أي لو متر سيصبح مترين في العام الواحد، وإذا ظل الوضع علي هذا الحال فمعدل الهبوط سيزيد مع زيادة التوسع الزراعي داخل المزارع، وقد يؤدي إلي نضوب تام للآبار المنتجة، وهذا ينطبق علي جميع أرجاء المنخفض.

جـ- الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية:

يعد الغرض الأساسي للتحليل الكيميائي للمياه، هو تحديد مدى صلاحيتها لاستخدام معين، ولذا تم الاعتماد علي ٣٤ عينة من مياه أبار منطقة الدراسة لدراسة الخصائص الكيميائية لها (ملحق١) و(شكل٢٣)، والتي يمكن من خلالها تحديد مدي صلاحية مياه منخفض وادي الفارغ لري المحاصيل الزراعية، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص، كما يوضحها (شكل٢٣)، و(ملحق١)، و(جدول٨):



المصدر: اعتمادا علي بيانات (جدول٨) ، و(ملحق١)

(شكل٢٣) التوزيع المكاني للخصائص الكيميائية للمياه الجوفية بمنخفض وادي الفارغ

(ج-ا) درجة التوصيل الكهربائي:

تعد قيمة التوصيل الكهربائي مقياس مباشر لملوحة المياه، ويقصد بها مدى قابلية المياه علي توصيل وحمل التيار الكهربي (بركات،٢٠٠٨،ص٦٨) وتعد من أهم العوامل المحددة لصلاحية الماء للري. وتتباين درجة التوصيل الكهربائي بالمنخفض، وقد تم تقسيم ملوحة المياه بمنطقة الدراسة إلى خمس فئات، هي:

- **(أقل من١٠٠٠ميكروموز/سم):** توجد فى وحدات الأراضى الرسوبية وبعض المناطق بالأراضى الهضبية وأقدام المرتفعات، وتشغل مساحة٣٨٦,٧كم٢ بنسبة ٣٦,٦٪ من مساحة المنخفض.

- **(١٠٠٠- أقل من١٥٠٠):** توجد فى بعض المناطق من وحدات المصاطب الرسوبية والسهول الرملية، وتشغل مساحة١٠٦,٨كم٢بنسبة ١٠٪ من مساحة المنخفض.

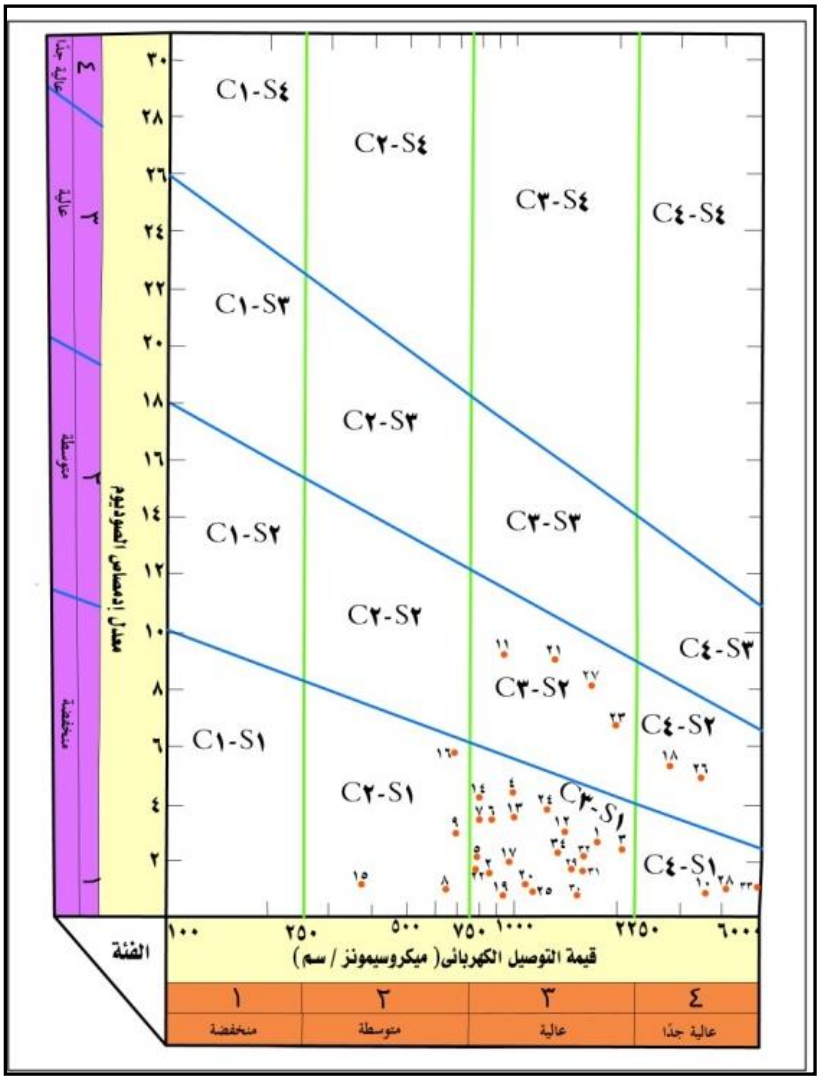
- **(١٥٠٠- أقل من٢٠٠٠):** توجد فى بعض المناطق من وحدات المصاطب الرسوبية والسهول الرملية والسهول الرسوبية، وتشغل مساحة٢٢٩,٦كم٢بنسبة ٢١,٧٪ من مساحة المنخفض.

- **(٢٠٠٠- أقل من٢٥٠٠):** توجد فى بعض المناطق من وحدة الأراضى الهضبية غرب المنخفض، وتشغل مساحة٥٦,٨كم٢بنسبة ٥,٥٪ من مساحة المنخفض.

- **(٢٥٠٠فأكثر):** توجد فى بعض المناطق من وحدات المصاطب الرسوبية والمصاطب المغطاه بالرواسب الرملية والاراضى التلية والأحواض التجميعية، وتشغل مساحة٢٧٦,٤كم٢بنسبة ٢٦,٢٪ من مساحة المنخفض.

ويتضح من العرض السابق أن ٦٣.٤٪ من مساحة منخفض وادي الفارغ تتراوح درجة ملوحة مياهه من ١٠٠٠ إلي أكثر من ٢٥٠٠ميكروموز/سم أي تتراوح من متوسطة الملوحة إلى عالية الملوحة جدا، وبناءً علي هذا وتصنيف ملوحة مياه الري (شكل٢٤)، تقع أغلب عينات المياه المدروسة في فئة C3S1 وتعني مياه عالية

الملوحة – متوسطة الصوديوم، لا يمكن استخدامها في المحاصيل الحساسة، وتتطلب عملية غسيل وتربة ذات نفاذية جيدة (Richards,1954,pp.79–81).



المصدر: اعتمادا علي (ملحق١) وتصنيف (Richards,1954,p.80)

(شكل٢٤) تصنيف ملوحة مياه الري بعينات آبار مياه منخفض وادي الفارغ.

(ج-٢) الأملاح الكلية الذائبة TDS:

تعد الأملاح الذائبة من أهم العوامل المحددة لصلاحية المياه، حيث أنها تساعد بدرجة كبيره في التنبؤ بالتأثير الضار لملوحة ماء الري علي كل من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، فزيادة تركيزها في ماء الري يسبب زيادة مفرطة في مكوناتها في التربة وينتج عنه تجمع هذه الأملاح في خلايا النبات، مما يسبب في تلف وإعاقة نموه (Serag– ELDin, 1999, p. 275)، وطبقًا لتصنيف منظمة الصحة العالمية ١٩٩٦ تم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس فئات، هي:

- **جيدة (أقل من٦٠٠ملليجرام/لتر):** توجد في الجزء الجنوبي من المنخفض، وتبلغ مساحتها٢٠٣,٦كم٢ بنسبة ١٩,٣٪ من مساحة المنخفض.
- **معتدلة(٦٠٠- اقل من٩٠٠ملليجرام/لتر):** توجد في الجزء الشرقي وبعض المناطق وسط وشمال المنخفض، وتبلغ مساحتها٢٦٣,١كم٢ بنسبة ٢٤,٩٪ من مساحة المنخفض.
- **سيئة(٩٠٠- أقل من١٢٠٠ملليجرام/لتر):** تبلغ مساحتها٣١٤,٧كم٢ بنسبة ٢٩,٨٪ من مساحة المنخفض.
- **سيئة جدًا(١٢٠٠- أقل من ١٥٠٠ملليجرام/لتر):** تبلغ مساحتها١٢٧كم٢ بنسبة ١٢٪ من مساحة المنخفض.
- **غير مقبولة(١٥٠٠- اقل من ١٨٠٠ملليجرام/لتر):** تبلغ مساحتها١٤٧,٩كم٢ بنسبة ١٤٪ من مساحة المنخفض.

ونستنتج مما سبق أن مياه منطقة الدراسة مرتفعة الملوحة بصفة عامة بالنسبة لتركيز الأملاح الكلية، ويمكن أن يعزى السبب في ذلك إلي الضخ الجائر من الآبار نتيجة للتوسع الزراعي السريع الذي يشهده المنخفض، والذي قد يترتب عليه فيما بعد اقتراب مستوى الماء الجوفي من خط تماس المياه المالحة.

(ج-٣) كربونات الصوديوم المتبقية RSC:

يؤدي زيادة تركيز الكربونات والبيكربونات عن عنصري الكالسيوم والماغنسيوم إلي تأثيرات ضارة علي النباتات المزروعة، لذا يجب حساب وتقدير كمياتها في ماء الري حيث أن ما تبقي منها بعد ترسيب الكالسيوم والماغنسيوم في صورة كربونات كالسيوم وكربونات ماغنسيوم يتحد مع ايون الصوديوم مكونا كربونات الصوديوم ذات التأثير القلوي الضار والمسئولة عن تحول الأرض إلي القلوية وتسمي في هذه الحالة بكربونات الصوديوم المتبقية (بدر ،١٩٩٠، ص٢٥٣)، وطبقًا لتصنيف(Richard,1954,pp.81-82) تم تقسيم منطقة الدراسة إلى فئتين وهما:

- **مياه آمنة (أقل من١,٢٥):** توجد فى وحدات أراضى شبه البلايا، تبلغ مساحتها١٨,٤كم٢ بنسبة ١,٧٪ من مساحة المنخفض.

-**مياه محدودة الصلاحية(١,٢٥- أقل من٢,٥):** تغطى مساحة١٠٣٨كم٢ بنسبة ٩٨.٣٪ من مساحة المنخفض.

ويتبين مما سبق أن مياه منطقة الدراسة طبقًا لمعيار كربونات الصوديوم المتبقية محدودة الصلاحية بصفة عامة، ويعزى السبب في ذلك لارتفاع نسبة البيكربونات بأبار منطقة الدراسة.

رابعًا: التنمية الزراعية المستدامة بمنخفض وادي الفارغ:

تقتضي مبادئ التنمية المستدامة التخطيط السليم لاستخدامات الأرض والمحافظة علي الأراضي الزراعية وعدم اهدار تربتها، كما تقتضي الاستغلال الرشيد لموارد المياه والحد من السحب الجائر منها، وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي والصحي بعد معالجتها (عفانة،٢٠١٠، ص٢٤).

وتتوفر بمنخفض وادي الفارغ مقومات التنمية المستدامة وذلك لتوافر الموارد الأرضية والمائية به، كما تعد التنمية بالمنخفض من التجارب التي حققت الاستدامة في الزراعة وذلك بتحقيق المردود الاقتصادي أو الربحي لأنه مشروع استثماري، وخلق نظام اجتماعي جديد من خلال المشروعات الزراعية وتشغيل الأفراد، إلا أن اعتماد التنمية في المنخفض علي المياه الجوفية فقط تسبب في زيادة كمية السحب من الآبار لسد متطلبات التنمية السريعة بالمنطقة، فانخفضت مناسيبها وتدهورت نوعيتها، لذا يجب البحث عن مصادر أخري لاستمرارية التنمية الزراعية للأجيال القادمة. ويحاول هذا الجزء القاء الضوء علي تقييم القدرة الإنتاجية لتربة المنخفض من خلال النمذجة، ورصد التوسع الزراعي أو عمليات الاستصلاح الزراعي في الفترة من بداية الاستصلاح حتى عام ٢٠٢٠ للوقوف علي مقومات التنمية، ثم دراسة مؤشرات التدهور بالمنخفض باعتبارها معوق امام التنمية المستدامة ووضع مقترحات للحد منها، وفيما يلي تناول هذه الموضوعات علي النحو التالي:

١- بناء نموذج رقمي لتقييم الجدارة الإنتاجية لتربة منخفض وادي الفارغ:

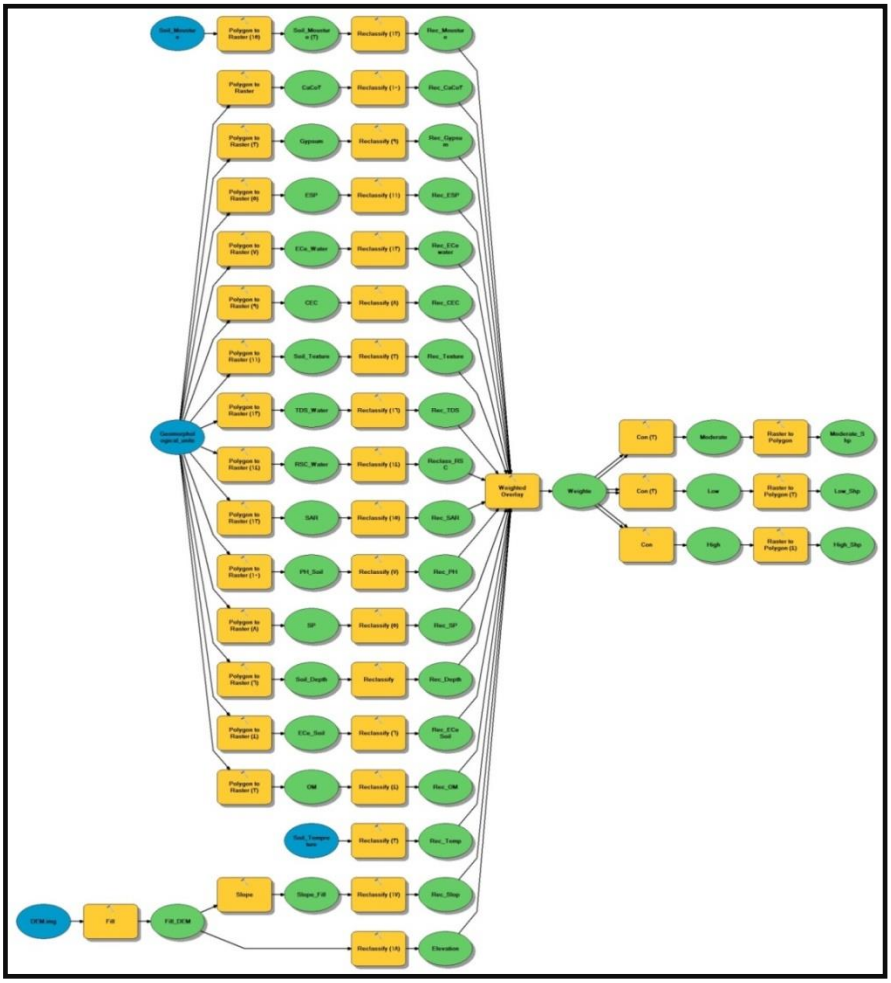
يتم تقييم الجدارة الإنتاجية لتربة منخفض وادي الفارغ اعتمادًا علي الإمكانات الهيدروبيدلوجية والهيدروجيولوجية من خلال عمل قاعدة بيانات جغرافية تهدف إلي بناء نموذج رقمي تتم من خلاله عملية التقييم، وضمت قاعدة البيانات ١٨متغيرًا (جدول١٠) و(شكل٢٥). وقد تبين من نتائج تطبيق النموذج (جدول١١)، و(شكل٢٦)، و(لوحة١٣) ما يلي:

جدول(١٠) المتغيرات المستخدمة في النموذج الرقمي وتصنيف الطبقات والاوزان النسبية لها، ومساحتها ، والتطابق الموزون لكل متغير

	المتغير	تصنيف المتغيرات(الطبقات) وإعطاء الاوزان النسبية لكل فئة من فئات المتغير					التطابق الموزون لكل متغير% Weighted overlay
		١	٢	٣	٤	٥	
١	سمك قطاع التربة (سم)	أقل من ٢٠	٢٠ –أقل من ٥٠	٥٠ –أقل من ٨٠	٨٠ –أقل من ١٠٠	١٠٠فأكثر	٤
	المساحة(كم٢)	ـــــ	١٥٧,٦	٩٢,٧	٤٠٥,٨	٤٠٠,٣	
	المساحة(% من منطقة الدراسة)	ـــــ	١٥	٨,٨	٣٨,٤	٣٧,٩	
٢	نسيج التربة	رملية	رملية طمية	طمية رملية	طمية طينية رملية	طمية طينية	٤
	المساحة(كم٢)	٦٤٤,٢	٢٨٠,٤	٢٨	٩٨,٣	٥,٥	
	المساحة(% من منطقة الدراسة)	٦١	٢٦,٥	٢,٧	٩,٣	٠,٥	
٣	درجة حرارة سطح التربة(درجة مئ)	أقل من ٣٠	٣٠ –أقل من٣٥	٣٥ –أقل من٤٠	٤٠ –أقل من٤٥	٤٥ –أقل من٥٠	٤
	المساحة(كم٢)	٠,٩	٧١,٤	١٧٧,٧	٧١٩,٩	٨٦,٧	
	المساحة(% من منطقة الدراسة)	٠,١	٦,٧	١٦,٨	٦٨,٢	٨,٢	
٤	رطوبة سطح التربة	١ –أقل من٤	٤ –أقل من٧	٧ –أقل من١٠	١٠ –أقل من١٣	١٣ –أقل من١٦	٣
	المساحة(كم٢)	٨٥٢	١٣٠,٥	٥٨	١٥,٨	٠,١	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٨٠,٥	١٢,٤	٥,٥	١,٥	٠,٠١	
٥	نسبة المادة العضوية %	أقل من٠,٢	٠,٢ –أقل من٠,٤	٠,٤ –أقل من٠,٦	ـــــ	ـــــ	٣
	المساحة(كم٢)	٣٢٩,٣	٥٢٨,٩	١٩٨,٢			
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٣١,٢	٥٠,١	١٨,٧			
٦	نسبة تشبع التربة بالمياه (SP%)	أقل من٢٠	٢٠ –أقل من ٢٤	٢٤ –أقل من ٢٨	٢٨ –أقل من٣٢	٣٢ –أقل من٣٦	٣
	المساحة(كم٢)	٤٦٥,٨	٣٠٨	٨٠,٥	٢٠٠,٦	١,٥	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٤٤,١	٢٩,٢	٧,٦	١٩	٠,١	
٧	قيمة التوصيل الكهربي للتربة ECe	أكثر من١٦	٨ –أقل من١٦	٤ –أقل من٨	٢ –أقل من٤	صفر –أقل من٢	١٨
	المساحة(كم٢)	١,٣	١٤٠,٢	٤٣٩	٢٢٤,١	٢٥١,٨	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٠,١	١٣,٣	٤١,٦	٢١,٢	٢٣,٨	
٨	درجة الأس الهيدروجيني	٩ –أقل من١٤	٨,٤ –أقل من٩	٧,٩ –أقل من٨,٤	٧,٤ –أقل من٧,٩	٦,٦ –أقل من٧,٤	٤
	المساحة(كم٢)	٢٠٠	٤٤٩,٦	٢٤٩,٢	١٥٧,٦	ـــــ	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	١٨,٩	٤٢,٦	٢٣,٦	١٤,٩	ـــــ	
٩	السعة التبادلية الكاتيونية CEC	أقل من٣	٣ –أقل من٨	٨ –أقل من١٣	١٣ –أقل من١٨	١٨فأكثر	٤
	المساحة(كم٢)	١٩٥,٧	٥٩٧,٩	٢٠,٥	٦٩,٣	١٧٣	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	١٨,٥	٥٦,٦	١,٩	٦,٦	١٦,٤	

١٠	الجبس %	٢فأكثر	١,٥ – أقل من٢	١ – أقل من١,٥	٠,٥ – أقل من١	أقل من٠,٥	٤
	المساحة(كم٢)	١٦٨,٥	١٩٧,٦	١٧,٢	٤٦٤,٤	٢٠٨,٧	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	١٦	١٨,٧	١,٦	٤٤	١٩,٧	
١١	نسبة كربونات الكالسيوم %	———	١٠ – أقل من١٥	٥ – أقل من١٠	٢ – أقل من٥	صفر – أقل من٢	٣
	المساحة(كم٢)	———	٣٠٨,٧	٣١٥,٥	٧٣,٨	٣٥٨,٤	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)		٢٩,٢	٢٩,٨	٧	٣٤	
١٢	نسبة الصوديوم المتبادل	———	———	———	٦ – أقل من١٥	صفر – أقل من٦	٤
	المساحة(كم٢)				٦٦٦,٤	٣٨٩,٩	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)				٦٣,١	٣٦,٩	
١٣	نسبة الصوديوم المدمص	———	———	———	١٣ فأكثر	أقل من١٣	٤
	المساحة(كم٢)				٣٠,٥	٧٥١,٣	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)				٢٨,٩	٧١,١	
١٤	قيمة التوصيل الكهربي للمياه ECe (ميلليموز/سم)	٢٥٠٠فأكثر	٢٠٠٠ – أقل من٢٥٠٠	١٥٠٠ – أقل من٢٠٠٠	١٠٠٠ – أقل من١٥٠٠	أقل من١٠٠٠	٨
	المساحة(كم٢)	٢٧٦,٤	٥٦,٨	٢٢٩,٦	١٠٦,٨	٣٨٦,٧	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٢٦,٢	٥,٥	٢١,٧	١٠	٣٦,٦	
١٥	الأملاح الكلية TDS	١٥٠٠ – أقل من١٨٠٠	١٢٠٠ – أقل من١٥٠٠	٩٠٠ – أقل من١٢٠٠	٦٠٠ – أقل من٩٠٠	أقل من٦٠٠	١٨
	المساحة(كم٢)	١٤٧,٩	١٢٧	٣١٤,٧	٢٦٣,١	٢٠٣,٦	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	١٤	١٢	٢٩,٨	٢٤,٩	١٩,٣	
١٦	صلاحية المياه تبعا لتركيز كربونات الصوديوم المتبقية RSC	———	———	———	١,٢٥ – أقل من٢,٥	أقل من١,٢٥	٤
	المساحة(كم٢)				١٠٣٨	١٨,٤	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)				٩٨,٣	١,٧	
١٧	ثبات الارتفاع (متر)	١٦٠ – أقل من٢٠٠	١٢٠ – أقل من١٦٠	٨٠ – أقل من١٢٠	٤٠ – أقل من٨٠	صفر – أقل من٤٠	٤
	المساحة(كم٢)	٢٨,٣	١٩٦,٥	٣١٢,٤	٣٣٧,٧	١٨١,٥	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٢,٦	١٨,٦	٢٩,٦	٣٢	١٧,٢	
١٨	ثبات الانحدار(درجة)	١٨ – أقل من٣٠	١٠ – أقل من١٨	٥ – أقل من١٠	٢ – أقل من٥	صفر – أقل من٢	٤
	المساحة(كم٢)	٣	٢,٢	٧,٥	١٥٥	٨٨٨,٧	
	المساحة (% من منطقة الدراسة)	٠,٣	٠,٢	٠,٧	١٤,٧	٨٤,١	
	الإجمالي						١٠٠

المصدر: اعتمادًا على التحليل الميكانيكي والكيميائي للتربة، والمياه، ونموذج الارتفاع الرقمي لحساب الارتفاع والانحدار، والمرئيات الفضائية Landsat-8 لاستخلاص درجة حرارة التربة ورطوبة التربة.



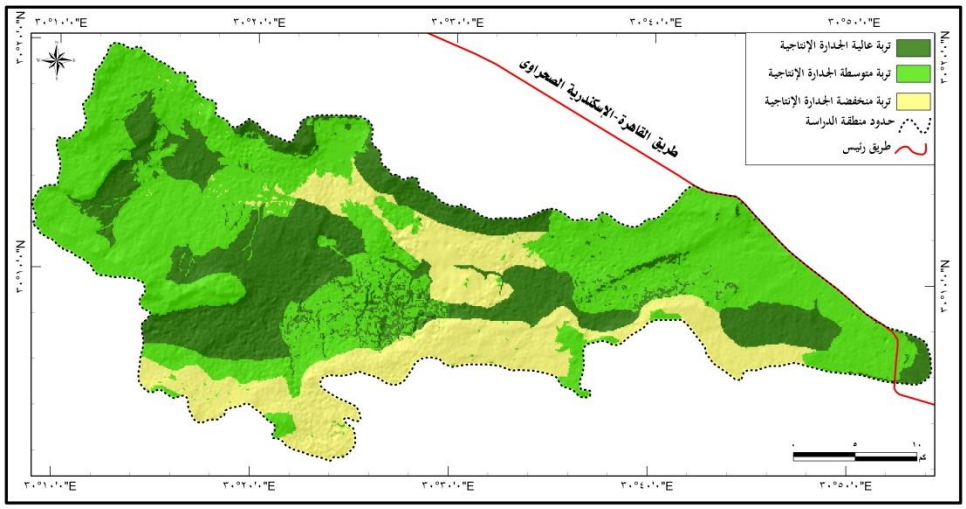
المصدر: اعتمادًا علي (جدول١٠) باستخدام برنامج Arc GIS10.3

(شكل٢٥) خطوات تصميم نموذج لتقييم الإمكانات الهيدروبيدولوجية بمنخفض وادي الفارغ

جدول(١١) التوزيع المساحي لفئات الجدارة الإنتاجية بمنخفض وادى الفارغ

فئات الجدارة الإنتاجية	المساحة(كم٢)	النسبة من مساحة منطقة الدرراسة (%)
تربة عالية الجدارة الإنتاجية	٣٠٠	٢٨,٤
تربة متوسطة الجدارة الإنتاجية	٥٣٢,٧	٥٠,٤
تربة منخفضة الجدارة الإنتاجية	٢٢٣,٧	٢١,٢
الإجمالي	١٠٥٦,٤	١٠٠

المصدر: اعتمادا علي نتائج النموذج (شكل٢٥) وتم حساب المساحات اليا باستخدام برنامج ArcGIS 10.3



المصدر: اعتمادا علي نتائج تطبيق النموذج (شكل٢٥)

(شكل٢٦) التوزيع المكاني لدرجات الجدارة الإنتاجية لتربة منخفض وادي الفارغ

المصدر: الدراسة الميدانية،٢٠٢١

(لوحة١٣) درجات الجدارة الإنتاجية للتربة بمناطق متفرقة من منخفض وادي الفارغ

– **تربة عالية الجدارة الإنتاجية:** توجد في أراضي السهول الرسوبية وبعض الأراضي بالمصاطب المغطاه بالرواسب الرملية وشبه البلايا، والمصاطب الرسوبية ورواسب الأودية، وتبلغ مساحتها ٣٠٠كم٢ بنسبة ٢٨,٤٪ من مساحة منطقة الدراسة.

تربة متوسطة الجدارة الإنتاجية: تنتشر في تربة الأحواض التجميعية والسهول الحصوية وبعض تربات رواسب الأودية، ومصاطب الأودية، والسهول الرسوبية والرملية، وتشغل نصف مساحة منطقة الدراسة ٥٣٢,٧كم٢ بنسبة ٥٠,٤٪ من مساحة منطقة الدراسة.

- **تربة منخفضة الجدارة الإنتاجية:** تشغل الأطراف الجنوبية للمنخفض بوحدة الأراضي الهضبية، وفى وسط المنطقة في بعض الأجزاء من وحدة السهول الرملية، وتبلغ مساحتها٢٢٣,٧كم٢ بنسبة ٢١,٢٪ من مساحة المنخفض. استنادًا علي ما سبق أن أكثر من ٧٥٪ من مساحة المنخفض تربتها عالية ومتوسطة الجدارة الإنتاجية وذلك طبقًا لصلاحية المتغيرات التي تم استخدامها في النموذج.

٢– رصد التوسع الزراعي بمنخفض وادي الفارغ:

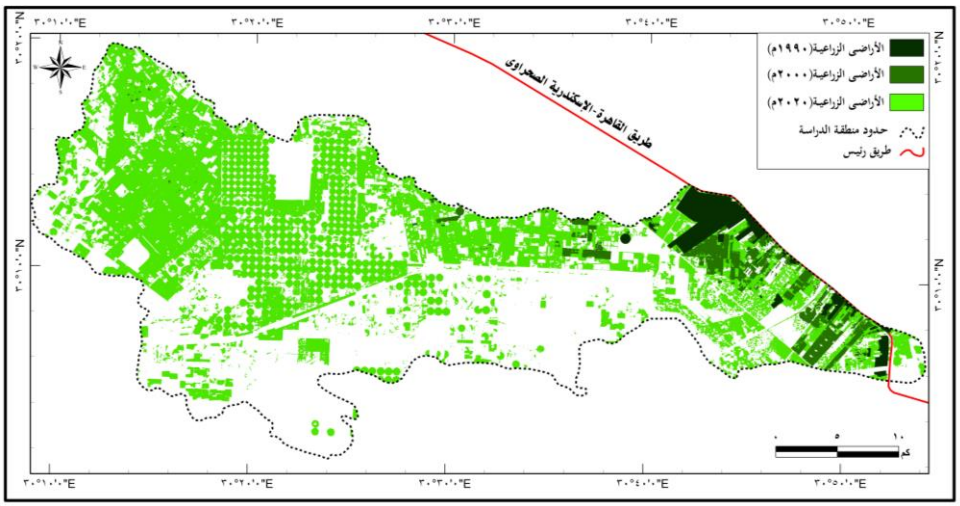
شهدت التنمية الزراعية ومشاريع الاستصلاح الزراعي بمنخفض وادي الفارغ تزايدًا واضحًا من عام١٩٩٠ إلي عام ٢٠٢٠، وقد أمكن رصد هذا التوسع باستخدام المرئيات الفضائية لأعوام ١٩٩٠ و٢٠٠٠ و ٢٠٢٠ (شكل٢٧)، ويتضح من تحليل الشكل الآتي:

– بدأت عملية الاستصلاح الزراعي عام١٩٩٠ كبقع صغيرة في شمال شرق المنخفض، وعلي الجانب الغربي من طريق القاهرة الإسكندرية الصحراوي، حيث بلغت مساحة الأرضي المنزرعة ٦٤٢٥ فدان بنسبة ٢.٥٪ من مساحة المنخفض، وتركز اتجاه النمو

نحو الأراضي المتوسطة الإنتاجية والمناطق القريبة من الطرق، فلم يكن الهدف من البداية الاستثمار بل زراعة عدة مناطق يمتلكها عدد محدود من الأفراد.

– لم يتغير كثيرًا امتداد النمو عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٩٠ بل كان امتداد له، فالتوسع تركز حول الأراضي الزراعية التي تم استصلاحها في الفترة السابقة، بالإضافة إلي بقع صغيرة جدًا شمال المنخفض، وبلغت إجمالي مساحة الأراضي المنزرعة ١١٨١١.٩ فدان، بنسبة ٤٨٪ من مساحة المنخفض.

–تميزت الفترة من عام ١٩٩٠ إلي عام ٢٠٢٠ بالتوسع في عمليات استصلاح الأراضي الزراعية بشكل ملحوظ حيث تزايدت الأراضي المنزرعة من ٦٤٢٥ فدان إلي ١٢٥٢٨٤.٧٧علي الترتيب، كما امتدت إلي معظم أرجاء المنخفض حتى امتدت إلي المناطق الصحراوية، في المقابل تناقصت مساحات الوحدات الجيومورفولوجية واختفت بعضها تمامًا، وتركزت اتجاهات هذا النمو (التوسع) في اتجاه الشمال والشرق والغرب أي في اتجاه الأراضي العالية الإنتاجية والمتوسطة الإنتاجية وابتعدت عن الأراضي منخفضة الإنتاجية إلا في نطاق ضيق جدًا.



المصدر: اعتمادا علي الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ عام ١٩٩٠والمرئية الفضائية Landsat8 لعامى٢٠٠٠ و٢٠٢٠

(شكل٢٧) تطور مساحات الأراضي الزراعية بمنخفض وادي الفارغ في الفترة بين (١٩٩٠–٢٠٢٠)

٣- مؤشرات تدهور التربة الزراعية بمنخفض وادي الفارغ:

تعددت مفاهيم تدهور التربة، ومنها ما ذهب إليه (القصاص، ١٩٩٩، ص٤٧) بأنها تدني الأرض في درجات الفائدة والإنتاجية الزراعية، ويعني فقد قدر من خصوبتها لنقص ما تحتويه من عناصر غذائية أو تضرر صفاتها الفيزيائية أو الكيميائية، نتيجة عوامل طبيعية أو بشرية، مما يؤدي إلي انخفاض نوعيتها.

وقد تم دراسة تدهور التربة بوادي الفارغ اعتمادًا علي تقنيات الاستشعار عن بعد من خلال تطبيق دليل الاختلافات الخضرية (NDVI)، والملاحظة الميدانية، وقياس مؤشرات التدهور، وفيما يلي تناول مظاهر التدهور علي النحو التالي:

-**التدهور الحيوي:** ويقصد به نسبة فقد التربة الزراعية من الدبال أو المادة العضوية، وتم تطبيق معادلة فقد المادة العضوية لمُرجان (Morgan,1993,p.53) الناتج عن تأثير كربونات الكالسيوم علي نحو ٢٣ قطاع ممثلة لكافة الوحدات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة وهي كالتالي: $K2=1200/(A+200)(C+200)\times100$

حيث أن:

K2 = تعبر عن المعدل السنوي لفقد المادة العضوية A = تمثل النسبة المئوية للطين C= تمثل النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم

وبناءً على (جدول١٢) و(ملحق٢) فجميع قطاعات منطقة الدراسة تعانى من درجة مرتفعة من درجات التدهور الحيوي، فقد تراوحت درجة التدهور الحيوي بها بين ٢.٦٠٪/سنة و٢.٩٨٪/سنة.

(جدول١٢) متوسطات بعض الخصائص الميكانيكية والكيميائية لقطاعات التربة ودرجة تدهورها بمنخفض وادي الفارغ

عدد العينات	رقم القطاع	الوحدة الجيومورفوجية	التحليل الميكانيكي		نسبة كربونات الكالسيوم	درجة التدهور الفيزيائي	درجة التدهور الحيوي
			السلت٪	الطين٪			
٣	٥١	أراضي التلال	٠.٧٠	٠.٦٠	١٠.٥٣	١.١٧	٢.٨٠
١	٤٢	أراضي هضبية	٠.٣٠	٠.٢٠	١٣.٦	١.٥	٢.٨١
١	٤٤		٠.٥٠	٠.٤٠	١.٨٠	١.٢٥	٢.٩٧
٢	٥٠		٠.٤٠	٠.٤٠	١٧.٩٠	١.٠٠	٢.٧٥
٢	٤٣	أقدام مرتفعات	٠.٥٥	٠.٥٠	٥.٧	١.١	٢.٩١
٢	٤٠	أحواض تجميعية	٠.٢٥	٠.٢٥	٣.٨	١.٠٠	٢.٩٤
٣	٤٧		٠.٢٠	٠.٢٣	٥.٤٣	٠.٨٧	٢.٩٢
٥	٢	مسطحات شبه البلايا	١١.٦	٧.٤	٠.٤٨	١.٥٧	٢.٨٩
٣	٤٦		٠.٣٣	٠.٣٣	١.١٠	١.٠٠	٢.٩٨
٢	٤	رواسب الأودية	٩.٠	٦.٣	٠.٢٣	١.٤٠	٢.٩١
٣	٦		١٠.١٧	٧.٣	٠.٤٨	١.٤٠	٢.٨٩
٥	٧		٩.٨٧	٤.٣	٠.٢١	٢.٣٠	٢.٩٣
٣	٥	سهول حصوية	٩.٠٢	٤.٣	٠.٢٣	٢.١٠	٢.٩٣
٣	١	سهول رسوبية	٤.٧١	٢.٢٨	٠.٣٠	٢.٠٧	٢.٩٦
٣	٨		٠.٣٣	٠.٣٣	١٠.٢٦	١.٠٠	٢.٨٥
٣	٣	مصاطب رسوبية	٢٤.٤	٣٠.٤١	٠.٣٢	٠.٨٠	٢.٦٠
٢	٣٩		٠.٦	٠.٦	٥.٤٥	١.٠٠	٢.٩١
٢	٤١		٠.٣٠	٠.٣٥	٤.١٥	٠.٨٦	٢.٩٣
٣	٤٨		٠.٨	٠.٧	٤.٦٣	١.١٤	٢.٩٢
٢	٤٥	مصاطب مغطاه برواسب رملية	٠.٤٥	٠.٤٠	٥.٧٠	١.١٢	٢.٩١
٣	٤٩		٠.٥٠	٠.٤٧	٥.٩٧	١.٠٦	٢.٩١
٣	٥٢		٧.٢٦	٣.١٠	٨.٢٧	٢.٣٤	٢.٨٤
٣	٥٣		٧.١٣	٢.١٦	٩.٢٧	٣.٣٠	٢.٨٤

المصدر: Jamil,2014، معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة ،تقرير غير منشور،٢٠١٠، عينات الدراسة الميدانية وتم التحليل بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة،٢٠٢١.

- **التدهور الفيزيائي:** وتتمثل صورة هذا التدهور في قابلية الأراضي لتكون قشرة صلبة غير منفذة (عبد الحميد،٢٠١٠، ص٥٤)، وللتعرف علي مدى تدهور أراضي منطقة الدراسة من حيث خواصها الطبيعية تم تطبيق المعادلة التالية: ZF+ZC/C (Morgan,1993,P.84)

ZF: نسبة السلت الناعم، و ZC: نسبة السلت الخشن، وC: نسبة الطين

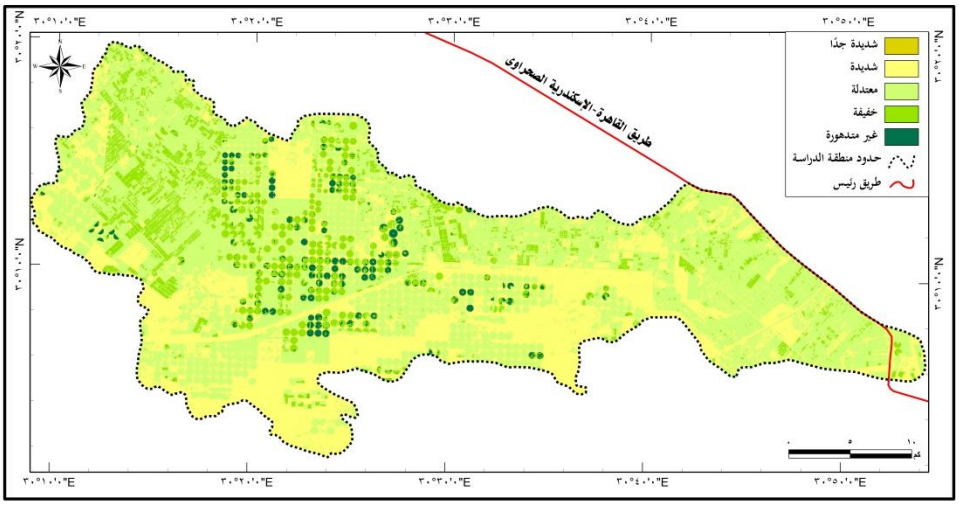
فإذا كان الناتج أقل من ١.٥ فهذا يعنى عدم تكون قشرة صلبة ، أما إذا كان أكبر من ٢.٥ كانت هناك قابلية عالية لتكوين القشرة الصلبة، وبناءً علي (جدول١٣)، فإن قطاعات التربة بمنطقة الدراسة من حيث التدهور الطبيعي تنقسم إلي ثلاثة أقسام: الأولي قطاعات لا تكون قشرة صلبة وبلغ عددها١٦ قطاع بنسبة ٦٩.٦٪ من جملة القطاعات المدروسة تراوحت معدلها بين ٠.٨٠و١.٤٠، وأغلبها يقع بأراضي وحدة المصاطب الرسوبية، ورواسب الأودية، ووحدة الأحواض التجميعية، والثانية قطاعات متوسطة القابلية لتكون قشرة صلبة غير منفذة وبلغ عددها ستة قطاعات بنسبة ٢٦.١٪ من إجمالي القطاعات المدروسة وتراوحت قيمها بين ١.٥ و ٢.٣٤، والثالثة قطاعات لها قابلية عالية لتكون قشرة صلبة (أكبر من ٢.٥) وتمثلت في قطاع واحد بوحدة المصاطب المغطاه برواسب رملية (٣.٣٠) بنسبة ٤.٣٪ من إجمالي القطاعات المدروسة.

- **مؤشر تدهور الغطاء النباتي: دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI):**

يعد دليلًا مهمًا في تمييز حالة تدهور الغطاء النباتي والذي يكون مبنيًا علي إيجاد العلاقات بين الحزم الطيفية، فمن خلاله يمكن التمييز بصريًا ورقميًا للتعبير عن حالة وكثافة الغطاء النباتي، وتتراوح قيم دليل الاختلاف الخضري الطبيعي بين (-١

و+١)، وهذه القيم تزداد بزيادة كثافة الغطاء الخضري وتقل بانخفاض كثافة الغطاء النباتي (إسماعيل وآخرون،٢٠١٧، ص١٣٤).

ويتبين من (شكل٢٨) و(جدول١٣) الارتباط بين قيم مديات NDVI، والاختلاف في نوع الغطاء النباتي، فالأراضي ذات المحتوي العالي من الرطوبة وتتميز بكثافة غطائها النباتي سجلت أعلي قيمة لمديات NDVI (٠.٨-١.٠) ببعض الأراضي التي تتبع الري المحوري، أما الأراضي المتدهورة ذات الغطاء النباتي القليل أو المنعدم فسجلت أقل قيمة لمديات NDVI (قيم سالبة)، وقد قام (شلال وآخرون، ٢٠٠٧، ص ٧)، بتقييم حالة التدهور في الأراضي الزراعية من خلال تصنيف مدى قيم NDVI إلي خمس فئات تشير إلي كثافة الغطاء النباتي ونسبة التغطية ودرجة التدهور، وبالتطبيق علي منطقة الدراسة يتضح الآتي:



المصدر: اعتمادا علي المرئية الفضائية Landsat8 لعام ٢٠٢١، وتصنيف شلال وأخرون،٢٠٠٧،ص٧.

(شكل٢٨) مؤشر تدهور الغطاء النباتي (دليل الاختلافات الخضرية) بمنخفض وادي الفارغ

(جدول١٣) تصنيف حالة تدهور الأراضي اعتمادا علي قيم NDVI بمنخفض وادي الفارغ

م	فئات قيم(NDVI)	كثافة الغطاء النباتى	درجة التدهور	المساحة(كم٢)	%
١	القيم السالبة	تربة جرداء	شديدة جدًا	٠,٣	٠,١
٢	صفر- ٠,١٩	قليلة	شديدة	٣٦٧	٣٤.٧
٣	٠,٢- ٠,٤٩	متوسطة	معتدلة	٥٤٩,٧	٥٢
٤	٠,٥-٠,٧٩	عالية	خفيفة	١٢١,٢	١١.٥
٥	٠,٨-١	عالية جدًا	غير متدهورة	١٨,٢	١.٧
الاجمالى				١٠٥٦,٤	١٠٠

المصدر: اعتمادا علي (شكل٢٨)، وتم حساب المساحات اليا باستخدام برنامج Arc GIS10.3

- بلغت مساحة الأراضي غير المتدهورة ذات الغطاء النباتي الكثيف والمحتوي الرطوبي العالي ١٨.٢ كم٢ بنسبة ١.٧٪ من إجمال أراضي المنخفض.

- بلغت إجمالي الأراضي التي تراوحت بين درجة تدهور خفيف ومعتدل (عالية ومتوسطة الغطاء النباتي) ذات المحتوي المتوسط للرطوبة ٦٧٠.٩كم٢ بنسبة ٦٣.٥٪ من إجمالي أراضي المنطقة المدروسة، (جدول١٣).

- ارتبطت المناطق شديدة التدهور بالتربة الأكثر جفافًا والتي تتعرض للتعرية المائية والريحية نتيجة لقلة أو انعدام غطائها النباتي مما ساعد علي تدهورها.

ونستنتج من العرض السابق أن بعض أراضي منخفض وادي الفارغ تعاني من التدهور بمختلف أشكاله، فالسؤال هنا هل يمكن إصلاح الأراضي التي حدث لها تدهور في خصائصها، وقد أمكن تحديد عدد من المقترحات (التوصيات) لتحقيق التنمية الزراعية المستدامة، والحد من مظاهر التدهور بمنخفض وادي الفارغ، ومنها:

-تقليب التربة باستخدام حفارات لعمق حوالي١.٣٠سم، وبعد ذلك يتم تعريضها للشمس.

-إضافة الأسمدة العضوية (مخلفات الدواجن)، وهذه من أنسب الطرق المتبعة بالمنخفض.

-الالتزام بكمية سحب المياه من الآبار بما يتناسب مع مساحة الأرض المنزرعة، بحيث لا يزيد عدد ساعات التشغيل عن ١٢ ساعة؛ حتي لا يتعرض البئر لهبوط في منسوبه، إذا تم استخدامه في ري مساحة أكبر من طاقته الإنتاجية.

- حفر أي آبار جديدة في عملية التوسع الزراعي يجب أن تكون في أضيق الحدود وتحت رقابة شديدة من الدولة تجنبًا لاستنزافها.

- تحديد الملكية الزراعية وتشديد الرقابة علي أصحاب المزارع، وخاصة الذين يملكون أكثر من مزرعة ويعتمدون علي بئر واحد فقط في زراعتها، مما يعجل بالنضوب.

- الحد من زراعة نبات الجازورينا المنتشر بمنطقة الدراسة (لوحة ١٤)، حيث أن هذا النبات يمتد بجذوره حتي ٤ متر، مما يعنى تبوير جزء من التربة يقدر بحوالي أربعة أمتار حيث يعرقل عمليات التنمية، وزراعة نباتات بديله عنه كاكيناكريوس وديدونيا.

- ضرورة اسراع الدولة بتنفيذ مشروع القناة المقترحة لربط المنخفض بمياه النيل حتى تتناسب كمية السحب مع معدلات كمية التغذية، وذلك لصعوبة الحصول علي المياه السطحية من الأمطار لندرتها وانخفاض كميتها.

- اختيار محاصيل زراعية ملائمة لخصائص التربة الميكانيكية والكيميائية، وعدم إدخال سلالات غير معروفة أو تم اثبات فشلها وعلي الرغم من ذلك يعاد زراعتها كالخوخ الأمريكي.

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢١

(لوحة١٤) نبات الجازورينا بمنخفض وادى الفارغ

النتائج:

كشفت دراسة التقييم الجيومورفولوجي والهيدروبيدولوجى لتربة منخفض وادي الفارغ باستخدام تقنيات الجيوماتكس عن العديد من النتائج، وهي كالتالي:

١- تطبيق تقنيات الجيوماتكس في انتاج خريطة للوحدات الجيومورفولوجية، والتي تعد الأساس في دراسة التربة، وذلك بالتكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والبيانات الحقلية والاستشعار عن بعد، مما أسفر عن تحديد إحدى عشرة وحدة جيمورفولوجية لأراضي منخفض وادي الفارغ.

٢- تضافرت عوامل وعمليات تكوين التربة في نشأتها، فكانت مادة الأصل أكثرها تأثيرًا، يليها الخصائص التضاريسية، والمناخ وإن اختلف كل عنصر في درجه تأثيره، فكانت السيادة لعنصري الحرارة والمطر، وكانت أكثر العمليات وضوحًا عملية التملح.

٣- ظهر أثر العامل البشري جليًا في تغير خصائص تربة المنخفض، سواء كان هذا التأثير ايجابيًا بتحسين خواصها ورفع مقدرتها الإنتاجية، أو سلبيًا بتدهور خصائصها نتيجة للاستخدام غير المدروس وغير المرشد للمياه الجوفية، المصدر الرئيس والوحيد التي تعتمد عليه التنمية الزراعية بالمنخفض.

٤- تغطي التربة الرملية أكثر من نصف مساحة المنخفض، يليها التربة الرملية الطميية، وتتراوح أكثر من ٧٦٪ من قطاعات التربة ما بين التربة العميقة والعميقة جدا، مما يجعلها تربة جيدة وذات جدارة إنتاجية عالية.

٥- تتراوح درجة ملوحة تربة منخفض وادي الفارغ بين العديمة والمتوسطة الملوحة، وبالتالي فإنها صالحة لنمو عدد كبير من المحاصيل.

٦- يشغل خزان الميوسين أكثر من ٩٠٪ من مساحة منخفض وادي الفارغ، ويعتمد علي التغذية من التسرب النيلي وهو من نوع الخزانات الحرة.

٧- أثبت تطبيق صلة الجوار الجغرافي والمسافة المعيارية أن نمط توزيع الآبار بمنخفض وادي الفارغ من النوع العشوائي المشتت ، حيث يتم حفر الآبار بشكل غير مخطط ، وأن ٦٨٪ من الآبار تتركز في القطاع الشمالي الغربي من منطقة الدراسة، وهذا ساعد علي هبوط مناسيب المياه الجوفية.

٨- تقع أغلب عينات مياه منخفض وادي الفارغ، حسب تصنيف ملوحة مياه الري في فئة المياه العالية الملوحة – قليلة الصوديوم C3S1 والتي تتطلب عملية غسيل وتربة ذات نفاذية جيدة.

٩- شهدت التنمية الزراعية ومشاريع الاستصلاح الزراعي بمنطقة الدراسة تزايدًا واضحًا في الفترة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢٠٢٠، وهذا بدوره انعكس علي إمكانات خزان الميوسين والتي تمثلت في هبوط مناسيب المياه الجوفية، وتغير نوعيتها، مما أثر علي إنتاجية المحاصيل الزراعية والقدرة الإنتاجية للتربة.

١٠- اقترحت الدراسة معدل لهبوط مناسيب المياه الجوفية بإحدى الأحواض الزراعية غرب المنخفض، بالاعتماد علي أثر التوسع الزراعي الأفقي باستخدام تقنيات الجيوماتكس، وتم تقدير المعدل بحوالي ٢٠ م في الفترة بين عام ٢٠١٣ و ٢٠٢١.

١١- تبين من تطبيق نمذجة القدرة الإنتاجية للتربة، أن نصف مساحة المنخفض تعد متوسطة في الجدارة الإنتاجية، يليها التربة عالية الجدارة الإنتاجية، ثم تأتي في النهاية الأراضي المنخفضة الجدارة الإنتاجية.

١٢- تراوحت درجات تدهور التربة بمنطقة الدراسة ما بين خفيفة ومرتفعة، وإن اختلف درجة هذا التصنيف من نوع تدهور لآخر، حيث تتمثل بها جميع أنواع التدهور.

الملاحق

(ملحق ١) الخصائص الكيميائية لعينات مياه الآبار بمنخفض وادي الفارغ

البئر	درجة التوصيل الكهربي(ميكروموز/سم)	الكاتيونات				الأنيونات			SAR	RSC
		الصوديوم	البوتاسيوم	الكالسيوم	المغنسيوم	كلوريدات	بيكربونات	كبريتات		
١	١٨٣٦	٢٫٢٤	٠٫٠٥	٨٫٠٥	١٤٫١١	١٢٫١٣	٢٫٣٤	٣٫٧٧	٣٫٥٣	٨٫١٤
٢	٨٣٧	٢٫٦٨	٠٫١٣	٣٫٠٤	٢٫٤٧	٤٫٣٧	٢٫٥١	١٫٢٩	١٫٨٩	٢٫٥٤
٣	٢٠٣٠	٧٫٦٥	٠٫١٢	٨٫١٣	٤٫١١	١٠٫٣٩	٣٫١١	٦٫١٠	٤٫٣٥	٥٫٥٤
٤	١١٤٢	٢٫٢٨	٠٫١٢	٧٫٦١	١٫٥٨	٥٫٥٣	٤٫٣٨	٢٫٤٢	٥٫٥١	٠٫٤٥
٥	١٨٨٩	٣٫٧٤	٠٫١٢	١١٫٤١	٢٫٨٨	٣٫٤٢	٤٫٣٨	٢٫٤٢	٦٫٥٧	٣٫٣٥
٦	٧٦٠	١٫٥٨	٠٫١٥	٤٫٤٢	٢٫٢٢	١٫٣٩	٢٫٤٢	١٫٣٩	٣٫٥٥	٠٫٠٦
٧	٩٨٠	١٫٦٨	٠٫١٨	٥٫٣٩	٠٫٨٨	٧٫٨٩	٣٫٩٠	٢٫١٢	٤٫٧١	١٫٣٤
٨	٦٥٧	١٫٤٤	٠٫٠٩	٢٫٤٤	١٫٩١	٢٫١٢	٣٫١٥	١٫٨٥	١٫٧٣	٠٫٣٦
٩	٦٥٠	١٫٤٤	٠٫١٤	٤٫٣٤	١٫٠٢	٢٫٦٠	٤٫١٣	٤٫٥٠	٣٫٤٤	٠٫٤٣
١٠	٩٩٦٠	٧٫١٢	٠٫٣١	١٣٫٧	٧٫١٥	٢١٫٦	١٫٤٣	٤٫٥٠	٥٫١٣	١٢٫٨٥
١١	٨٥٠	٠٫٢٠	٠٫٠٥	٨٫٤٥	٠٫٨٩	٤٫٥٠	٣٫٥١	١٫٦٩	١١٫٤٧	٢٫٤٥
١٢	١١٧٠	١٫٧٤	٠٫٢٢	٨٫٥٢	١٫٣٢	٤٫٥٤	٤٫٠٢	٢٫٠٢	٦٫٨٨	٠٫٤٧
١٣	٩٦٥	١٫٣٣	٠٫١٧	٥٫٨٢	١٫٤٨	٤٫٥١	٤٫٥١	١٫٦٤	٤٫٤٣	٠٫٤١
١٤	٨٠٠	١٫٧١	٠٫٠٥	٥٫٥٧	١٫٤٢	٣٫٥٠	٤٫٥٨	١٫٦٨	٤٫٠٦	١٫٦٨
١٥	٣٩٩	٣٫٠٤	٠٫١٣	١٫٦٦	٣٫٥٤	١٫٦٦	٤٫٦١	٠٫٧٣	١٫٠٧	٤٫٤٤
١٦	٧٢٤	١٫٠٦	٠٫٠٦	٥٫٣٧	٤٫٤٨	٣٫١١	٣٫١١	٠٫٤٩	٥٫٦٠	١٫٤٧
١٧	١٣٧٠	٤٫٠٦	٠٫٣٠	٤٫٤٨	٤٫٤١	٨٫١٢	٤٫٤٨	١٫٦٠	٢٫٤٣	٤٫٤٥
١٨	٢٦٢٠	٢٫٣٩	٠٫٢٢	٢٠٫٣٦	٦٫٨٧	١٥٫٠٤	٨٫٢٩	٨٫٨٨	١٠٫٨٨	٣٫٤٥
١٩	٤١٠	٤٫٤٩	٠٫٢١	١٫٥٤	٤٫٤٧	٥٫٣١	٣٫٠٠	٠٫٨٩	٠٫٩٧	٤٫٤٥
٢٠	١١٠٠٠	٢٫٦٣	٠٫١٩	٢٫٦٦	٤٫٥٢	٢٫٤٤	٤٫٥١	٣٫٤٦	٤٫٤٢	٤٫٤٤
٢١	١٥٠٠٠	٢٫١٣	٠٫١٥	١٣٫٠٤	٠٫٧٤	٢٫٤٣	٤٫٥١	٣٫٤٦	٤٫٤٢	١٫٤٧
٢٢	٨٩٠	٢٫٥٩	٠٫٧٠	٣٫٢٠	٢٫٥٩	٢٫٤٥	٤٫٥٤	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٣	٢٢٣٠	٢٫٤٦	٠٫١٥	١٢٫٤٢	٢٫٤٦	٢٫٥٠	٤٫٥٤	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٤	١٢٣٩	٢٫٨٨	٠٫١٢	١١٫٤١	٢٫٨٨	٤٫٥٤	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٥	١٠٥٠	٣٫٠٠	٠٫٣١	١٫٧٥	١٫٠	٣٫٠٠	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٦	٢٤٢٠	١٫٧٥	٠٫٢٢	٢١٫٥٣	١٫٤٥	١٫٧٥	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٧	١٧٠٠	٠٫٧٩	٠٫٢٢	١٣٫٧١	٢٫٤٧	٠٫٧٩	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٨	٧٥٥٠	٢٤٫٧٨	٠٫٤٠	٣٥٫٤١	١٤٫٤٢	٢٤٫٧٨	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٢٩	٨٨٠	٠٫٧٤	٠٫١٣	٣٫٤٧	٠٫٧٤	٦٫٤٢	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٣٠	٩٥٠	٦٫٤٢	٠٫١٣	٤٫٥١	٦٫٤٢	٤٫٥١	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٣١	١١٠٠	٥٫٤١	٠٫١٣	٤٫٤٢	٤٫٠٥	٤٫٥١	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٣٢	٩١٠	٥٫٤٥	٠٫٢٤	٣٫٤٧	٥٫٤١	٤٫٥١	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٣٣	٤١٢٠	١٦٫٢٢	٠٫٣٤	١٢٫٨٣	١٢٫٣٤	١٦٫٢٢	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤
٣٤	٤١٧٠	٥٫٤٥	٠٫٣٧	١٥٫٧٣	٢٫٨٣	٥٫٤٥	٤٫٥١	٢٫٤٤	٤٫٤٤	٤٫٤٤

المصدر : الدراسة الميدانية وتم التحليل بمعهد البحوث والأراضي والمياه، ٢٠٢١، و Saleh, et al., 2017. P.262

(ملحق٢) درجات التدهور الحيوي

الدرجة	النقص في الدبال (صفر – ٣٠سم)
لا شيء إلي ضعيف	< ١ ٪/سنة
متوسط	١ – ٢.٥ ٪/سنة
مرتفع	٢.٥ – ٥ ٪/سنة
شديد الارتفاع	> ٥ ٪/سنة

المصدر: (بلبع ونسيم، ١٩٩٤، ص٢٦٩).

قائمة المصادر والمراجع

أولًا: المصادر:

١- الهيئة المصرية العامة للمساحة المدنية(١٩٩٠): الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠.

٢- الهيئة العامة للبترول وشركة كونكو للبترول (١٩٨٧): الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠

٣- صور الأقمار الصناعية أعوام ٢٠٠٠-٢٠٢٠: Land sat8 OLI.

٤- صور Quick Bird : تم تحميلها من خلال برنامج Google Earth Pro ، بدقة تفريقية امتر أعوام ٢٠٠٥و ٢٠١٣ و ٢٠٢١.

ثانيًا: المراجع العربية:

١- أحمد، سحر نور الدين توفيق (٢٠٠٩): انشاء وتحليل الخريطة الجيومورفولوجية للوادي الفارغ جنوبي وادي النطرون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٢- إسماعيل، عمار سعدي، ورشيد، عبد الله عزاوي، وشلال، جاسم خلف (٢٠١٧): استخدام تقانات الاستشعار عن بعد في تقييم حالة التدهور في التربة والغطاء النباتي غرب طية مكحول، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، (٤)٢٢.

٣- الإبراهيمي، سهيلة نجم عبد (٢٠٢٠): التحليل الهيدرولوجي للمياه الجوفية وتأثيره علي التربة في قضاء المحمودية، عمادة البحث العلمي، الجامعة الأردنية.

٤- الخطيب، السيد أحمد (١٩٩٨): أساسيات علم الأراضي، الإسكندرية.

٥- التركماني، جودة فتحي، وعطية، شربات بشندي (٢٠١٩): جغرافية التربة وتطبيقاتها –دراسة معاصرة– دار الثقافة العربية، القاهرة.

٦- الصالح، ناصر عبد الله والسريانى، محمد محمود (٢٠٠٠): الجغرافيا الكمية والاحصائية – أسس وتطبيقات بالأساليب الحاسوبية الحديثة– مكتبة العبيكان، الرياض، المملكة العربية السعودية.

٧- القصاص، محمد عبد الفتاح (١٩٩٩): التصحر– تدهور الأراضي في المناطق الجافة، سلسلة عالم المعرفة، الكويت.

٨- بدر، عبد الله الأمين (١٩٩٠): "هندسة الري والصرف "، الجزء الأول : الري، مطبعة الكلمة، الجيزة.

٩- بركات، اياد (٢٠٠٨): علوم الأرض، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

١٠- بلبع، عبد المنعم محمد ونسيم، ماهر جورجى(١٩٩٤): تصحر الأراضي مشكلة عربية وعالمية، الطبعة الثانية، منشأة المعارف، الإسكندرية.

١١- داوود، جمعه محمد (٢٠١٢): أسس التحليل المكاني في اطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، السعودية.

١٢- دسوقي، هبه صابر أمين سيد (٢٠٠٩): منخفض وادي الفارغ في الصحراء الغربية– مصر"دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها.

١٣- سعد، كاظم شنته (٢٠١٦): جغرافية التربة، جامعة ميسان، كلية التربية.

١٤- سلام، عبد العظيم شهوان (٢٠١٠): أسس علوم التربة، جامعة الملك سعود، السعودية.

١٥- شلال، جاسم خلف، والحسن، عباس مهدي علي، وجاسم، عبد الكريم محمد (٢٠٠٧): استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي NDVI في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار/محافظة نينوي.

١٦- عبد الحميد، عادل معتمد (٢٠١٠): تدهور التربة بمنخفض الداخلة-دراسة في الجغرافيا البيئية- مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد٥٥، الجزء الأول، القاهرة.

١٧- عطية، شربات بشندى (٢٠١٣): التربة في منخفض الداخلة دراسة في جغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٨- ـــــــــــــــ (٢٠١٨): مشكلات التربة في منخفض الخارجة دراسة جغرافية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٩- عفانة، لميس محمد ممدوح (٢٠١٠): استراتيجيات التنمية المستدامة للأراضي الزراعية في الضفة الغربية محافظة طوباس كحالة دراسية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.

٢٠- عماشة، صلاح معروف عبده (١٩٩٤): التربة وتأثيرها علي بعض أنماط الاستغلال البشري في محافظة دمياط، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الزقازيق، فرع بنها.

٢١- ـــــــــــــــ (٢٠١٩): علم البيدوجغرافية "جغرافية التربة" الماهية ومناهج وأساليب الدراسة ومراحل التطور، مكتبة جزيرة الورد، القاهرة.

٢٢- متولي، منال سمير شلبي (٢٠٠٨): التغيرات البيئية بمنخفض وادي النطرون "دراسة جغرافية تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بنها.

٢٣- معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة (٢٠١٠): دراسة استكشافية لحصر أراضي وادي الفارغ، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي.

٢٤- يوسف، أحمد فوزي (١٩٨٧): البيدولوجي- نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضي- عمادة شئون المكتبات جامعة الملك سعود، الرياض ، السعودية.

ثالثًا: المراجع الأجنبية:

1- Abbas , A., 1983: Geological and Sedimentological Studies on Wadi El- Farigh Area , Northeast of the Western Desert , Egypt, M . SC. Thesis, Fac . Sci ., Cairo University.

2- Abou-Khadra , A. M. O. , 1973 :Geological and Sedimento-logical Studies of Wadi El-Natrun District , Western Desert , Egypt , Ph . D . Thesis, Fac. Sci. , Cairo University .

3- Abu Salem, H.S.T., 2010:"Environmental Isotopic and geochemical investigation of the ground water Aquifer of Wadi El Natrun Area, Egypt, M.SC. Thesis, Fac. Sci.,Cairo University.

4- Aly, M.M., Abd Elhamid, A.M., & Atya, M.A., 2019:"The Optimal soluation of Groundwater Management Applying Genetic Al Gorithms in Wadi El-Farigh Area, Western Delta, Egypt, Twenty-Second International Water Technology Conference, IWTC22.

5- Ammeish, E.S., Mabrouk, B.M., & Morsy, W.S., 2016:"RS and GIS Based Approach for Detecting Land-use Changes and its

Impact on the Groundwater Aquifer", Life Science Journal, 13(4).

6- Balasubramanian, A., 2017: "Soil Forming Processes", ResearchGate, Technical Report, University of Mysore.

7- Byers, H.G., Kellogg, C.E., Anderson, M.S., & Thorp, J, 1938:Yearbook.

8- El – Fayoumi , I.F. , 1964 : Geology of Ground Water in Wadi El-Natrun Area, M.Sc. Thesis, Faci. Sci., Cairo University.

9- El Morsy, M.E., 1988:"Stratigraphic analysis of the Neogene Succession at Wadi El Farigh, West Nile Delta, Egypt, M.SC. Thesis, Faculty of Science, Mansoura University.

10- Entezari, M., Esmaeily, A., & Niazmardi, S., 2019:"Estimation of soil Moisture and Earth,s surface Temperature using LANDSAT-8 Satellite Data", The international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial information Sciences, Vol. XLII-4/W18, Geospatial Conference-Joint Conferences of SMPR and GI Research.

11- Gad,M., El Hattab, M., &Galal, 2016:"Assessment of the Miocene Aquifer in Wadi El Farigh Area by using GIS Techniques", NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics, pp.463-473.

12- Jamil, C.T., 2014:"Land Resources Assessment of Wadi El Farigh Area, Western Desert, Egypt, M .SC. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University.

13- Korany, E.A., Himida, I.H, Ismail, Y.L., Morsy, S.M.& Mostafa, M.M. 2016:"Management of ground water Resources in Wadi El Farigh Area using Mathematical Modeling Techniques", J.Eniron. Sci, Institute of Environmental studies and Research, Ain shams University, Vol.33, No.2.

14- Morgan,R.P.C, 199: Soil erosion &Conservation 2end edition, John Wiley& sons, London.

15- Nachtergaele, F., Van Velthuizen, H., Verelst, L., & Wiberg, D., 2012: Harmonized World Soil Database Version 2.1,IIASA, Laxenburg, Austria & FAO, Rome, Italy.

16- Omar, M.M., 2017:"Hydrologic Modeling and Environment management of ground water Resources Wadi El Farigh Area Egypt", Ph.D. Thesis, Institute of Environmental studies and Research, Ain Shams University.

17- Richards,L., (Editor),1954:"Diagnosis and improvement of saline and alkali soils", United States Department Agriculture Handbook, Vol.60, print.Office,Washington.USA.

18- Saleh, H., Abdalla, M.A., Faruk, O., &Abdallah, M.W,2017:"Hedrogeological studies on Wadi El-Farigh Area, West Nile Detta, Egypt, International Journal of Sciencentific Research in Science, Engineering and Technolgy, Vol.3,Issue3.

19- Saleem, A.M., 2017:"Evaluating the 4th November2015 Flash Flood Disaster: Acase study in Wadi AN-Natrun and Wadi Al-Farigh Depression, The Western Desert, Egypt, Bulletin of The Egyptian Geographical Society, Vol.90.

20- Salih, M., Jasim, O., Hassoon, k.& Abdalkadhum,A., 2018: "Land surface temperature retrieval from LANDSAT-8 thermal infrared sensor data and validation with infraaed thermometer camera", International Journal of Engineering & Technology, Vol.7, No. 4.2,pp.608-612.

21- Serag- El-DIN, H.M., (1999): "Hydrochemistry and Quality Assessment for ground water of pre-Cenomanian water – Bearing Strata in Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. Geol. Surv. V.43/2., Cairo.

22- Shata, A., & El Fayoumy, 1967: "Remarks on the regional geological structure of the Nile Delta, Desert Institute, El Mataria, Cairo.

23- Storie, 2008:"Storie index soil rating ", Special Publication 3203, Division of Agricultural Science, University of California, Berkeley.

24- Tripathy, B. & Raha, S., 2019: "Formation of soil", Thematics Journal of Geography, Vol.8, issue.8, pp.144-150.

25- USDA,2017: "Soil survey manual", United State, Department of Agriculture. Handbook18,US. Gov.Print Off,. Washington, DC., USA.

26- Youssef, T, Gad, M.I, & Ali, M.M., 2012: "Assessment of Groundwater Resources Management in Wadi El-Farigh Area using MODW", IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), Vol.2, Issue10,pp69-78.

Geomorphological and Hydropedological Evaluation of soils Wadi El-Farigh depression using Geomatics Techniques

Dr. Hewyda Twfyk Ahmed Hassan

Department of Geography and Geographic Information Systems, Faculty of Education, Ain Shams University

Dr. Sharbat Bashandi Atyya Awad

Department of Geography and Geographic Information Systems, Faculty of Arts, Cairo University

Abstract

Soil assessment is an important topic, especially after the increasing population growth, as it is one of the earth's natural resources, and its evaluation, development of its productive capacity and preservation from deterioration is the basis of sustainable agricultural development.

The current study aims to evaluation the land and water resources of the Wadi Al-Farigh depression using Geomatics techniques. To achieve this, the factors and processes of soil formation were studied, and agricultural expansion was monitored and its relationship to rates of low groundwater levels, and the changes that occurred in the geomorphological units. The research concluded that the Geomatics techniques can be applied in evaluation of soil production capacity, and identifying the indicators of its deterioration and ways to solve it.

Keywords: Hydropedological- Geomatics- geomorphological units- Evaluation of land capacity- Clacification- Illuvation- Leaching.