

توظيف الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقدير الكمي للتعرية المائية

بحوض وادي العريش باستخدام نموذج جافريلوفيتش

دكتور

حمدي نبيه عيد محمد

مدرس الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب _ جامعة سوهاج

تمهيد

يقصد بالتعرية المائية إزالة التربة بفعل المياه السطحية ونقل المواد المتآكلة بعيداً عن نقطة الإزالة ، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى فقدان قطاعات كبيرة من التربة الخصبة نتيجة فصلها وإزالتها نهائياً من مواضعها الأصلية ، ومن ثم تنخفض الإنتاجية الزراعية و يندر وجود الغطاء النباتي مما يقلل من فرص صيانتها وحمايتها من التعرية وزيادة مقاومتها للانجراف ، كما تؤثر المواد المزالة بفعل التعرية سلباً على التربة المنقولة إليها لكوهها تعمل على تدمير مصفوفة التربة وتدهور خصائصها مما يؤدي إلى تصحر التربة ، كما أن تسرب المياه بالتربة بكميات أكثر من معدلاتها الطبيعية يعرض صلاحيتها للخطر .

وتحدث التعرية المائية في جميع أنواع التربة ولكن بنسب متفاوتة وفقاً لتأثير مجموعة من العوامل الجغرافية ككثافة التساقط المائي و الغطاء النباتي وتفاوت درجات حرارة التربة وانحدار سطح الأرض وطول المنحدر ، فمع زيادة طول المنحدر وميله يصبح الجريان السطحي أكثر شدة بغض النظر عن كمية المياه المتدفقة سيما إذا قلت كثافة الغطاء النباتي على ذلك المنحدر أو انعدمت ، مما يجعل القشرة السطحية للتربة مكشوفة لرخات المطر المتوالية وتعريتها ، فضلاً عن انحلال التربة مما يزيد من فرص حدوث التعرية المائية ، كما أن قابلية صخور الأساس التي تكونت منها التربة و ترتكز عليها أثراً بالغاً في شدة التعرية المائية ، فكلما زادت درجة صلابة تكوينها كلما قل الإجمالي السنوي للتعرية المائية منها والعكس.

ويعد نموذج EPM^(١) المعروف بنموذج جافريلوفيتش Gavrilović method من أهم النماذج الخرائطية

التي يعتمد عليها للتقييم النوعي والكمي للتعرية المائية ، حيث قرر ستفانوفيك وزملاؤه (Stefanovic,et al)

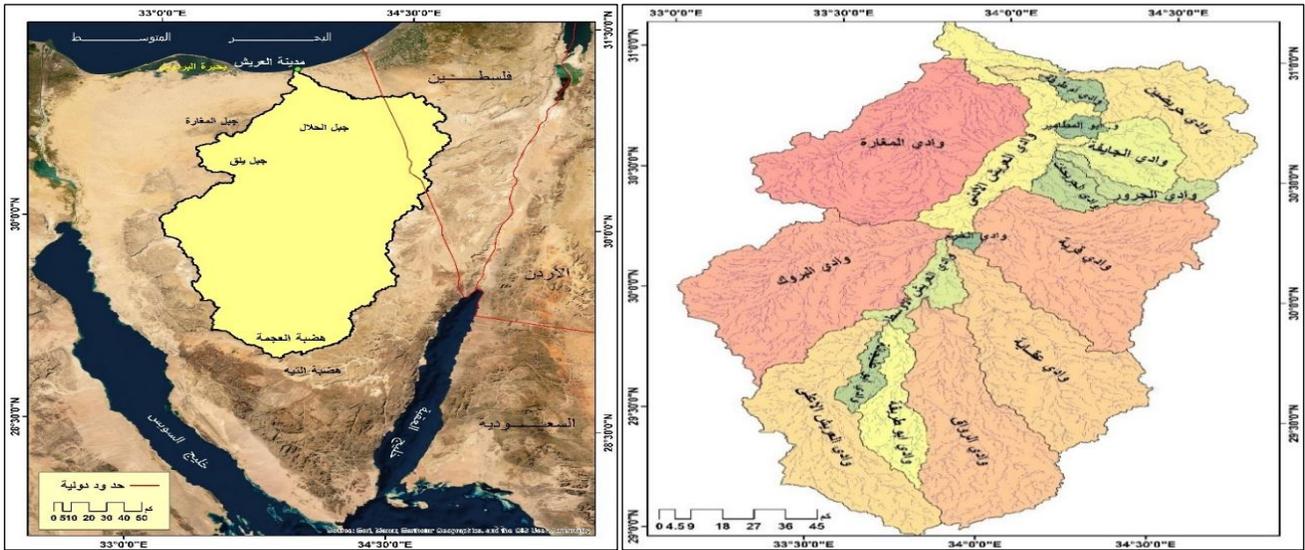
١ - EPM اختصار لـ Erosion Potential Method و يعني نموذج التعرية المحتملة ، و قد صمم هذا النموذج خلال فترة الخمسينيات من قبل سلوبودان جافريلوفيك ، ولم يتم تطبيقه إلا مؤخراً رغم مصداقيته بعد أن تمت الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في تنضيد الطبقات وتطبيق المعادلات الخاصة بهذا النموذج ، و قد تم تطبيقه بنجاح في شبه جزيرة البلقان مثل يوغوسلافيا السابقة و جمهورية اليونان ودول أخرى مثل إيطاليا وسلوفينيا وإيران ، ويعد مراجعة موجزة لمثل هذه

(.,2004) أن هذا النموذج أصبح بمثابة الحل القياسي لحساب التعرية السطحية في مجال إدارة الموارد المائية ، كما اختبرت مصداقيته من قبل سيزار وزملاؤه (De Cesare ,et al.,1998) في تسعة عشر موقعاً في سويسرا ثم قارنوها بقياسات حقلية ، فوجدوا أن الارتباط بين نتائج القيم بكلا الأسلوبين يبلغ ٩٠% ، وبلغت نسبة الصحة في القيم المحسوبة مقارنة بالقيم المقاسة ٩٩% .

المقدمة

■ موقع و حدود منطقة الدراسة

يحتل حوض وادي العريش الركن الشمالي الشرقي من شبة جزيرة سيناء ، ويشغل معظم قسمها الأوسط ، و يضم سبعة عشر حوضاً تصريفياً فرعياً تشكل حوض الوادي الرئيس وهي أحواض المغارة ، قريّة ، البروك ، عقابة ، العريش الأعلى ، أبو طريفية ، أبو المطامير ، الجايفة ، الجرور ، حريضين ، أم طرفة ، الرواق ، الجريحات ، الخرم ، العريش الأدنى ، العريش الأوسط ، أبو عليجانة ، وهي أحواض روافد تؤلف حوضاً هيدرولوجياً متطوراً عن النوع الشجري كما يوضحها الشكل التالي :



المصدر : من إعداد الباحث

الدراسات تبين أن النموذج عبارة عن خوارزمية متكاملة فيما يتعلق على تحليل العوامل التي تساهم بشكل فعال في تآكل التربة في مستجمعات المياه.

شكل (١) أحواض التصريف الفرعية بحوض وادي العريش

و تتبع روافده العليا من نطاق المرتفعات عند هضبة العجمة عند دائرة عرض ٢٩° شمالاً تقريباً ثم يعبر هضبة التيه المنبسطة ثم يهبط من مستوى ٤٠٠م نحو سهل الحسنه ، حيث يغذيه وادي قُرَيْة من الشرق و وادي البروك من الغرب في هذا الجزء ، ثم يشق طريقه في خانق ضيق يسمى "الضيقة" بين جبل ضلفع من الشرق وجبل الحلال من الغرب ليهبط بعد ذلك الى مستوى ٢٠٠ متر شاقاً نطاق الكتبان الرملية شمال سيناء حتى ينتهي بمصبه في البحر المتوسط شرق مدينة العريش عند دائرة عرض ٣١° ١٠' تقريباً ، ليكون قد قطع مسافة من الجنوب صوب الشمال قدرت بنحو ٢٣٧.٥ كم ، أما عن عرضه فيقدر بنحو ٨١ كم من الغرب الي الشرق بين خطي طول ٣٣° ١٠' شرقاً ٤٥° ٣٤' شرقاً.

■ مصادر الدراسة :. و تمثلت فيما يلي :.

١- الخرائط الجيولوجية.

- * الخريطة الجيولوجية لشبه جزيرة سيناء مقياس رسم (١ : ٥٠٠,٠٠٠) ، والتي أعدها (Eyal et al، 1981) ، ونشرتها المساحة الجيولوجية للكيان الصهيوني ، و لوحتان لشمال وجنوب سيناء ، مقياس رسم ١ : ٥٠٠,٠٠٠ أعدها (Klitzsch et al، 1987) ، ونشرتها الهيئة العامة للبترول .
- * الخرائط الجيولوجية لسيناء وتشمل خمس خرائط مقياس رسم (١ : ٢٥٠,٠٠٠) ، وقد أعدها الحناوي وآخرون، (١٩٩٤) ونشرتها هيئة المساحة الجيولوجية المصرية عام ١٩٩٣ م .
- * الأطلس الجيولوجي لسيناء ويشمل ١٢ لوحة مقياس رسم (١ : ٢٥٠,٠٠٠) ، ونشرتها هيئة المساحة الجيولوجية المصرية عام ٢٠٠٤ م .

٢- خرائط التربة.

- * خريطة تصنيف التربة لسيناء الصادرة عن أكاديمية البحث العلمي _قسم الأراضي عام ١٩٩٠ م .
- * خريطة تصنيف التربة التابعة لوزارة الزراعة للكيان الصهيوني.

٣- الخرائط الطبوغرافية.

* الخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٥٠٠٠٠) ، و طبعت بإدارة المساحة العسكرية ١٩٨٨م ، وقد شملت ستة وخمسين لوحة طبوغرافية ، و مقياس (١: ٢٥,٠٠٠) ، و طبعت بإدارة المساحة العسكرية عام ١٩٩٣م ، وقد شملت ثلاث لوحات (العريش ، بئر لحفن ، وادي حريضين) .

٤- مرئية فضائية Landsat 8 لعام ٢٠١٩ م ، و نموذج ارتفاعات رقمية دقة ٣٠ م للمنطقة .

■ أسباب وأهداف اختيار موضوع ومنطقة الدراسة

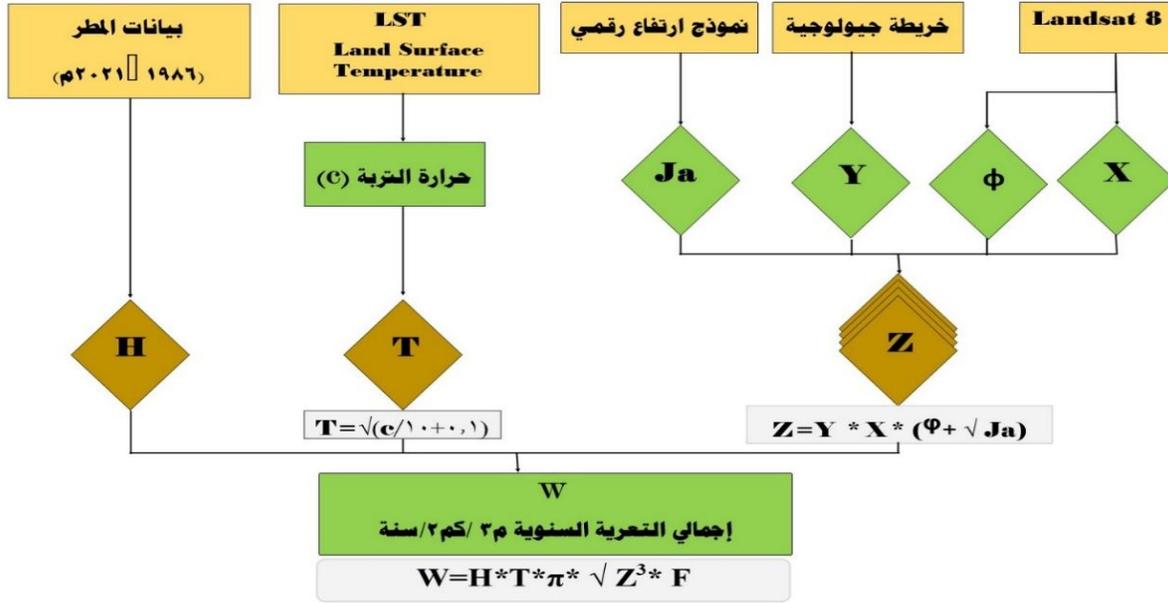
١- إلقاء الضوء على دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية ، والذي يعد التقدير الكمي والنوعي للتعرية المائية بحوض الوادي أحد أهم هذه الموضوعات ، و إبراز العلاقة بين حجم الجريان السيلي والتربة المقلعة بفعل المياه به.

٢- الوقوف على مدى تأثير المعاملات التي تم وضعها كحدود لنموذج جافريلوفيتش ، وبيان أكثرها تأثيراً في ضوء العلاقات الارتباطية بين قيم هذه المعاملات.

٣- تم اختيار منطقة الدراسة بما يتوافق مع رؤية الدولة التنموية لإعادة إعمار شبه جزيرة سيناء ، وبخاصة من خلال عمليات الاستصلاح الزراعي لأراضيها.

■ مناهج البحث و منهجيته

يعني الباحث هنا بمنهجية البحث كافة الإجراءات والخطوات التي اتبعها بشكل منتظم للوصول إلى نتائج تساهم في حل مشكلة الدراسة من خلال مجموعة من المقترحات والتوصيات ، وقد تحقق ذلك من خلال الاعتماد على برمجيات GIS & RS لإيجاد قيم معاملات وحدود نموذج جافريلوفيتش للوصول إلى النتيجة المستهدفة من خلال تسلسل منتظم كما يوضحه المخطط شكل (٢) ، والذي سيتم شرحه لاحقاً ، و اختاره الباحث تحديداً لكونه صمم في الأصل للمناطق الجبلية والمناطق المضروسة كما ذكر (Globevinkz , & all.2001)



شكل (٢) مخطط تفصيلي يوضح تسلسل تطبيق نموذج جافريلوفيتش

أما عن المناهج قد تم الاستعانة بالمنهج الإقليمي في تحديد منطقة الدراسة ، والمنهج التاريخي لرصد التسلسل الزمني للجريان السطحي بالمنطقة

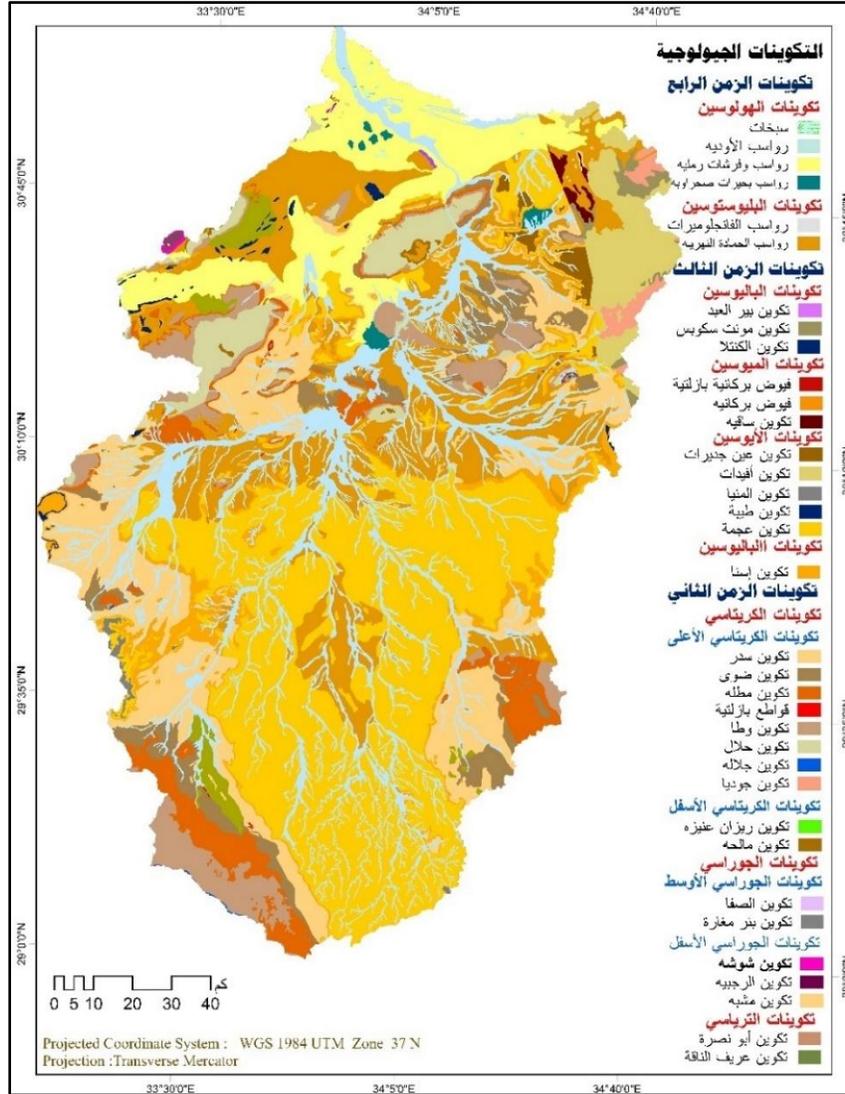
- أساليب الدراسة

اعتمدت الدراسة على عدد من الأساليب أهمها الأسلوب الوصفي لوصف أنماط التعرية السائدة بمنطقة الدراسة ، و الأسلوب الكارتوجرافي لرسم الخرائط والأشكال البيانية باستخدام برنامجي ، Rock workv.14 & Arc map10.5 ، والأسلوب الإحصائي باستخدام برنامج SPSS لحساب قيم معاملات الارتباط بين معاملات المعادلة ، و ما يرتبط بها من عوامل أخرى كخصائص السطح والجريان السطحي .

أولاً : الخصائص الجيولوجية

١- التكوينات الجيولوجية

تفيد دراستها في التعرف على أنواع التكوينات الجيولوجية السطحية ، والصخور المشكلة لها للوقوف على مدى قابليتها ومقاومتها للتعرية المائية والعمليات الجيومورفولوجية السابقة لها ، ويوضح الشكل التالي توزيع التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحث من خرائط هيئة المساحة الجيولوجية مقياس رسم (١):

(٢٠٠٠٠٠) و الخريطة

الجيولوجية لسيناء إنتاج مساحة الكيان الصهيوني مقياس رسم (١:٥٠٠٠٠٠٠).

شكل (٣) التكوينات الجيولوجية لحوض وادي العريش

وفيما يلي عرضاً موجزاً لخصائص تلك التكوينات بمنطقة الدراسة حسب الأزمنة التي تكونت فيها .

أ- تكوينات الزمن الثاني

تشغل تكوينات هذا الزمن مساحة قدرت بنحو ٦٤٩٩.٠٦ كم^٢، أي ما يعادل ٢٧.٨٦% من إجمالي مساحة

الحوض ، وتتمثل تكوينات الترياسي به في تكويني عريف الناقة الذي يبدو على هيئة طبقات من الحجر الجيري

شديد الصلابة يتعاقب معها صخور من الحجر الجيري الأحفوري وطين صفحي به بقايا نباتية و طبقات رقيقة من الطفل والحجر الرملي المرتكز فوق تكوينات رملية يرجعها شطا إلى العصر البرمي (عده شطا ، ١٩٨٢) ، و يحاط هذا التكوين بتكوين أبو نصره الذي يتألف من الحجر الجيري الأحفوري وطبقات بينية من الجبس و الدولوميت والمارل ، أما عن تكوينات الجوراسي فلا تغطي سوى ٠.١٩% من مساحة الحوض ، و يمثل تكوينات الجوراسي الأسفل تكوين مشبه ذو الحجر الجيري الرمادي داكن اللون غرب الوادي ، و تكوين الرجبية ذو الحجر المرجاني بجبل عريف الناقة شرق المنطقة ، و تكوين شوشة ذو الحجر الرملي بني اللون المتداخل مع طبقات من الصلصال الكربوني بسمك يصل إلى ٣٠٠متر ، ويظهر بوضوح بجبل شوشة المغارة ، بينما تتمثل تكوينات الجوراسي الأوسط في تكوينات بئر المغارة المؤلف من الحجر الجيري المرجاني مع تداخلات من الصلصال الجيري ، و الحجر الجيري الطحلي بمنطقة منجم الصفا إلى الجنوب من جبل المغارة ، و تكوين الصفا الذي يتألف من الحجر الرملي الحديدي بسمك يصل إلى مائتي متر به طبقات بينية من الحجر الجيري الرمادي و عدسات من الفحم في قسمه الأسفل بجبل شوشة المغارة وجبل المنشرح .

أما عن تكوينات الكريتاسي فتعد أكثر تكوينات هذا الزمن انتشاراً بالمنطقة ، وتشكل تكوينات الكريتاسي الأعلى وحدها نحو ٩٨.٣٣% من تكوينات هذا الزمن ، ونحو ٢٧.٣٩% من المساحة الكلية لحوض الوادي ، ويعد تكوين سدر أكثر تكوينات هذا العصر سيادة بين كافة تكوينات هذا الزمن ، إذ قدرت نسبة ما يشغله بنحو ٤١.٥٤% من إجمالي مساحة تكوينات الزمن ككل ، ويتألف في الأصل من الكونجولوميرات والحجر الجيري الدولوميتي والطفل بسمك يصل إلى سبعمائة متر على سطح هضبة التيه ومعظم نطاق الطيات في جبال الحلال ، لبي ، الضلفة ، المسنان و ريزان عيزة و غرب الحوض ، وتواصل امتدادها حتى أقصى شمال غرب حوض الوادي عند جبل خشم الريح ، بالإضافة إلى جبال البارد ، الريشة ، أعريون وجبل نقيبات جنوب شرق الحوض (Sahta,1940).

وتنقسم تكوينات هذا العصر إلى قسمين رئيسيين هما تكوينات الكريتاسي الأسفل ، وتشمل تكويني مالحة الذي يتكون من طبقات الحجر الرملي الخالي من الحفريات و الحجر الطفلي والكاولين الأحمر الذي تتداخل به شرائح من

الطين ورواسب تلتحم ذراتها بمواد حديدية أو كوراتزية شديدة الصلابة (Saber, et al,2001) ، و تكوين ريزان عنيزة الذي يرتكز فوق تكوين الحلال بطبقة من الحجر الجيري الأحفوري المتداخل مع طبقات الحجر الرملي البني بسمك يصل إلى ١١٠ م ، وطبقات من الصلصال الرمادي يفصلها طبقة رقيقة من الكونجلوميرات ، بينما تتمثل تكوينات الكريتاسي الأعلى في تكوين جلاله الذي يتألف من الحجر الجيري والصلصال ، و تكوين حلال المتكون من طبقات متبادلة من الدولوميت والحجر الجيري والمارل والصلصال و أشرطة من الرمال والأصداف البحرية (Saber,2001) ، و تكوين وطا الذي يغطي أجزاء واسعة من سطح هضبة التيه بطبقات الحجر الجيري المائل إلى اللون الأصفر والحجر الجيري الدولوميتي مع تبادلات من طبقات الحجر الرملي الداكن اللون والطفل بسمك يتراوح بين ٥٠-٦٠ متر (Omran,1997) ، و تكوين مطلة الذي يغطي جزءاً كبيراً من هضبة التيه بطبقات ذات سمك يتراوح بين ٦٠متر : ٢٠٠ متراً من الحجر الجيري والمارل والطين الصفائحي مع قليل من الحجر الرملي (Said,1962) ، و تكوين ضوي الذي يظهر على شكل طبقات متبادلة من الصخور الفتاتية والصخور الجيرية مع تداخلات فوسفاتية ويبلغ سمك تكويناته ٦٠مترأ ، تكوين سدر المتكون من الحجر الطباشيري و بعض الصخور الفتاتية وصخور الحجر الجيري إلى جانب بعض التداخلات من الفوسفات ، ولعل أهم ما يميزه عدم وجود أي حفريات على الرغم من نشأته في بيئة بحرية (El-Dawy ، 1992) .

ب- تكوينات الزمن الثالث

تغطي تكوينات هذا الزمن نحو ٨٠٨٠.١٢ كم ٢ أي ما يعادل ٣٤.٦٣% من مساحة حوض الوادي ، وتعد تكوينات عصر الأيوسين الأكثر انتشاراً بين تكوينات هذا الزمن سيما تكوين عجمة الذي يشغل نحو ٢٥.٦٣% من مساحة حوض الوادي ككل ، و ما يوازي ٨٦.٤٦% من المساحة التي تشغلها تكوينات العصر التابع له ، بينما يعد تكوين الكنتلا أقل التكوينات انتشاراً ، فقد قدرت المساحة التي يشغلها بنحو ٨.٠٨ كم ٢ أي لا تتعدى الـ ٠.١% من المساحة التي تشغلها تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث .

و تتمثل تكوينات هذا الزمن في تكوينات الباليوسين و يمثلها تكوين إسنا حول هضبة العجمة ، و يظهر على هيئة شريط متصل من الحجر الجيري الطباشيري بسمك يتراوح بين ٢٥ متراً في نخل و ٥٥ متراً في أبوحمت و شرائح من الطفل الأخضر والطين الرمادي المتداخل في بعض المواضع مع طبقة رقيقة من الحجر الجيري الطباشيري ، كما تظهر طبقاته على جوانب العديد من التلال المنعزلة في منطقة القسيمة ونخل وعريف الناقة وجبل الحلال ، (E-Shayeb, 1998) ، و تكوينات الأيوسين التي يمثلها تكوين طيبة المكون من الحجر الطباشيري في الجزء الأسفل ، و الحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الأبيض الباهت الذي يحتوي على راقات من عقد الصوان Shirt في الجزء الأعلى بسمك يصل إلى ٦٠ متراً (El-Dawy, M. H., et al, 1992) و تكوين العجمة الذي يشبه تكوين طيبة السالف ذكره بسمك يتراوح بين ٢٥ م في نخل و ٧٠ م في جبل البروك ، ولعل أهم ما يميزه كثرة الفواصل والشقوق في صخره الأمر الذي يعمل على تساقط كميات كبيرة من الكتل الصخرية في قيعان مجاري الأودية ، و تكوين عين جديرات الذي يتكون من الحجر الجيري الأبيض المائل للرمادي بالإضافة إلى إرسابات وأحافير ، و تكوين المنيا الذي يتكون من الحجر الجيري الطباشيري والحجر الجيري البلوري المائل إلى اللون الأبيض الغني بالحفريات بسمك يصل لنحو ١٥٠ متراً (Said, R., 1962) ، و تكوين أفيدات المكون من الحجر الجيري والإرسابات والشرت .

أما عن تكوينات الميوسين فتمثلها الصخور المتحولة بفعل الفيض البركاني شرق حوض وادي العريش بالقرب من جبل الصحبة وجبل الرخامي داخل حوض وادي حريصين ، وتظهر بصورة متفرقة بغرب الحوض بالقرب من جبل البروك وجبل أكتيفيا وجبل أم متلا وجبل المنشرح وجبل المعاش (الحنوي وآخرون ، ١٩٩٤) ، بينما تتمثل تكوينات الباليوسين في تكوين مونت سكوبس المتكون من تداخلات من الشرت والحجر الجيري والرملي بالإضافة إلى المارل والأحافير ، و تكوين بئر العبد المتكون من طين صفحي به تداخلات من المارل والحجر الجيري الأحفوري ، و تكوين الكنتلا الذي يتألف من صلصال مائل للزرقة وحجر جيري متنوعان في الجزء العلوي بحجر رملي خشن الحبيبات نسبية ، متداخل مع الصلصال الجيري .

ج- رواسب الزمن الرابع

تعد أكثر التكوينات الجيولوجية انتشاراً بمنطقة الدراسة ، حيث تشغل نحو ٨٧٤٨.٠٣ كم أي ما يعادل ٣٧.٥% من مساحة الحوض ، و تنقسم إلى أربعة أقسام رئيسة أولها رواسب البليوستوسين التي تنقسم إلى رواسب الحمادة النهرية المتكونة في الأصل من الرواسب الفيضية التي تتكون من الحصى والطين و جلاميد ورمال بسمك يصل إلى عشرة أمتار تغطي مساحات واسعة من قيعان بعض الأودية كالبروك وأبو طريفة والرواق و عقابة وقرية والجافية بالإضافة إلى العديد من المدرجات على جانبي الوادي الرئيس ، وأجزاء واسعة من سطح الدلتا القديمة والتي تمتد من طية الحلال جنوباً حتى مصب الوادي عند مدينة العريش شمالاً ، وثانيها رواسب الفانجلوميرات المتكونة من الحصى المستدير وشبه المستدير والجلاميد والرمال (محمد حسن علي ، ٢٠١٣) ، و التي تظهر في شرق جبل المغارة وجبل يلق وعند هضبة العجمة بمساحات متفاوتة بجنوب غرب و جنوب شرق المنطقة ، وثالثها رواسب الهولوسين الممتلئة في رواسب البحيرات الصحراوية المتكونة من غطاءات و كتبان رملية طولية و نباك و رواسب طينية تظهر في شمال شرق المنطقة عند جبل قمر و شمال المنطقة غرب المجرى الرئيس بالقرب من مطار بئر المقضية ، و رواسب الأودية التي تتألف من الكتل الصخرية والجلاميد والحصى والرواسب الرملية وهذه الرواسب قليلة السمك في الأجزاء العليا من الأودية بينما يزداد سمكها كلما اتجهنا نحو المراوح الفيضية ، يزداد ارتفاعها عن ٣٠متراً فوق منسوب سطح البحر، وتتألف رواسبها من رمل خشن إلى متوسط مختلط بحصى وصلصال وشظايا صخرية ، وتظهر في قيعان الأودية مثل وادي العريش وروافده ، كما تغطي سطح الدلتا القديمة التي تمتد من طية الحلال جنوباً ، حتى مصب وادي العريش في الشمال (أحمد سالم صالح، ١٩٨٥) ، و رواسب السبخات التي تتكون من رمال ناعمة ورواسب طينية .

آ- البنية الجيولوجية

تعد مناطق الضعف البنيوي المسرح الذي تمارس عليه عوامل التشكيل الخارجية لسطح الأرض نشاطها بفاعلية ، وفي ضوء ذلك سيتم عرض خصائص البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة كما يلي .

(أ) المتداخلات النارية Igneous Intrusions.

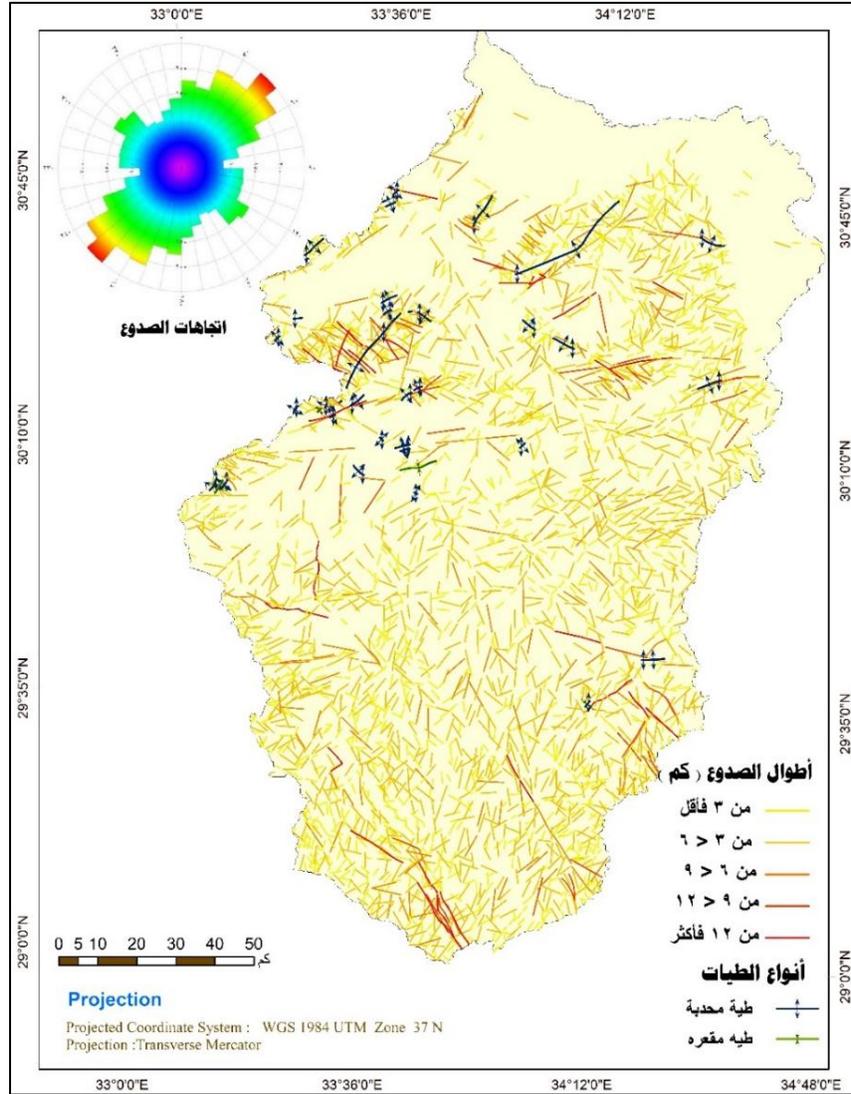
يمثلها في حوض وادي العريش الفيوض البركانية البازلتية التي تظهر بمساحات محدودة بوسط وغرب الحوض وبالقرب من جبل أكتيفيا وشرق جبل المنشرح وجنوب وغرب جبل البروك (الحناوي وآخرون، ١٩٩٤) ، و الفيوض البركانية التي تتكون من صخور حجر جيرى متحول بفعل الفيض البركاني ، وتظهر بشكل شريط طولي يأخذ امتداد شمال شرق / جنوب غرب يبدأ من جبل أم متلا ، و ينتهي غرب جبل أكتيفيا بطول ١٢ كم ، و القواطع البازلتية Basaltic dykes التي تظهر بالقرب من بئر أم سعيد غرب هضبة العجمة بحوض الوادي و تمتد على هيئة شريط يأخذ اتجاه شمالي غربي / جنوبي شرقي مع خط تقسيم المياه لحوض وادي العريش وحوض وادي بعبع بطول ١١٥ كم بسمك يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ متر (Garfunkel,1977) .

(ب) الطيات: Flods

ظهرت العديد من الطيات المحدبة والمقعرة والتي تشغل بشكل واضح القسم الشمالي الغربي من منطقة الدراسة كما يوضحه شكل (٤) كنتاج طبيعي لعمليات الطي والرفع الناتجة عن الحركة اللاراميديية التي تعد أقدم الحركات التي تعرض لها سطح المنطقة .

▪ الطيات المحدبة : Anticlines

يبلغ إجمالي أعدادها ٣٨ طية ، بمتوسط طول ١٢,٥ كم / طية ، وبمتوسط ارتفاع قدر بنحو ٥٨,١ متر ، وتعد طية جبل يلق أكثرها ارتفاعاً (٩٠٩ متر) ، بينما تعد الطية الواقعة بالقرب من وادي الفتح (١٥٠ متر) أقلها ارتفاعاً ، و تعد طية جبل الحلال أهم هذه الطيات و أكثرها طولاً (٣٣,٧٠ كم) ، وهي طية محدبة ثنائية المغطس ذات محور منحنى للاتجاه الشمالي الشرقي بمتوسط ارتفاع ٧٩٠ متراً ، بينما تعد الطية الواقعة بالقرب من وادي الفديحي بطول ١٧,١ كم أقلها طولاً (وائل سلام ، ٢٠١٩ ، ص ٣٩) .



المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على الخريطة الجيولوجية وبرنامج Rock

Work v.14

شكل (٤) الصدوع والطيات بحوض وادي العريش

■ الطيات المقعرة Synclines

يبلغ عددها أربع طيات مقعرة متوسط ارتفاعها ٤,٥ ٥٥متراً ، ومتوسط طولها ٤.٤٥ كم ، غالبيتها تمتد على طول محاور شمالية شرقية / جنوبية غربية ، متفقة في ذلك مع اتجاه الطيات بمعظم جبال شمال سيناء (المغارة ، يلق ، الحلال) و قد تأثرت هذه الطيات بعوامل التعرية المختلفة ، كما ارتبط بها بعض الظواهر الجيومورفولوجية مثل الكويستات .

(ج) الصدوع: Faults

يوضح الجدول التالي أطوال وأعداد الصدوع بحوض الوادي .

جدول (١) أعداد وأطوال الصدوع حسب اتجاهاتها بحوض وادي العريش

الاتجاه	الطول(كم)	% من جملة الطول	العدد	% من جملة العدد	متوسط طول الصدع (كم)
شمالي / جنوبي	٧٩٢.٢	٩.٩٤	٢٤١	٩.١٧	٣.٢٩
شمال الشمال الشرقي / جنوب الجنوب الغربي	١١٠.٦٨	١.٣٩	٢٤٧	٩.٤٠	٠.٤٥
شمالي شرقي / جنوبي غربي	١٩٧١.٥	٢٤.٧٤	٦٣٤	٢٤.١٢	٣.١١
شرق الشمال الشرقي / غرب الجنوب الغربي	١٤٠٣.٣	١٧.٦١	٤٣٣	١٦.٤٧	٣.٢٤
شرقي / غربي	٨٥٢.٠٧	١٠.٦٩	٢٣٣	٨.٨٦	٣.٦٦
شمال الشمال الغربي / جنوب الجنوب الشرقي	٧٥١.٢٧	٩.٤٣	٢٢٧	٨.٦٣	٣.٣١
شمالي غربي / جنوبي شرقي	١٢٩٩.٩	١٦.٣١	٣٩٧	١٥.١٠	٣.٢٧
غرب الشمال الغربي / شرق لجنوب الشرقي	٧٨٨.٣٢	٩.٨٩	٢١٧	٨.٢٥	٣.٦٣
المساحة الكلية	٧٩٦٩.٢٤	%١٠٠	٢٦٢٩	%١٠٠	٢.٩٩

المصدر: إعداد الباحث بناء على بيانات خرائط هيئة المساحة الجيولوجية مقياس رسم (١: ٢٠٠٠٠٠٠) ، و الخريطة الجيولوجية لسيناء إنتاج

هيئة مساحة الكيان الصهيوني مقياس رسم (١: ٥٠٠٠٠٠٠).

وقد أوضحت دراسة الصدوع بمنطقة الدراسة أن إجمالي عددها بلغ ٢٦٢٩ صدعاً أي بمعدل ٠.١١ صدعاً /

كم ٢ ، كما بلغت أطوالها ٧٩٦٩.٢٤ كم أي بكثافة قدرها ٠.٣٤ كم/كم ٢ ، وهي كثافة مرتفعة تعكس مدى تأثير

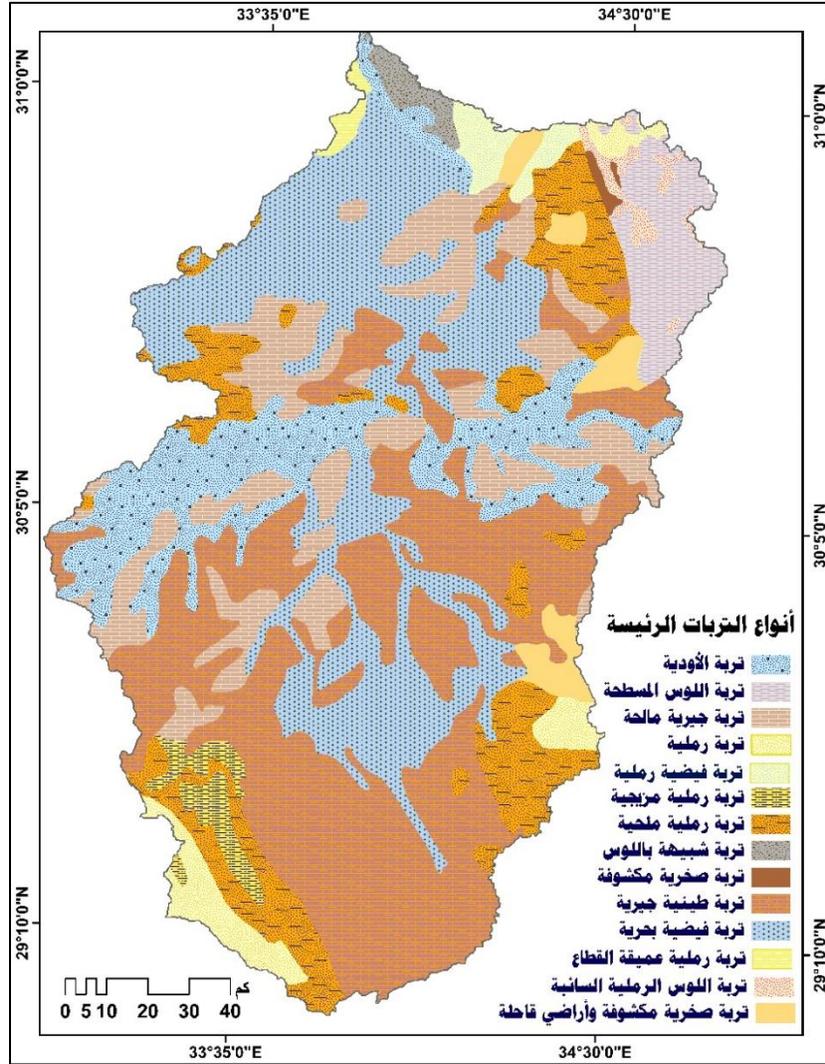
سطح الحوض بالحركات الأرضية ، ومن خلال دراسة معامل الارتباط بين أطوال الصدوع وأعدادها تبين أنه ثمة

ارتباطاً قوياً بينهما بلغت قيمته نحو ٠.٨٩ ، وهذا إن دل فإنما يدل على أن أطوال الصدوع تزداد بزيادة أعدادها والعكس ، كما اتضح أن الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الشرقي / الجنوبي الغربي هي الأكثر عدداً وطولاً بين كافة الاتجاهات ، حيث تستحوذ على ٢٤.١٢% من إجمالي أعداد الصدوع بالمنطقة ، و على ٢٤.٧٤% من إجمالي أطوالها بالمنطقة ككل بمتوسط طول قدره ٣.١١ كم ، يليها اتجاه شرق الشمال الشرقي / غرب الجنوب الغربي الذي يستحوذ على ١٦.٤٧% من إجمالي أعداد الصدوع وعلى ١٧.٦١% من أطوالها ، يليهما من حيث أعداد الصدوع وأطوالها الاتجاه الشمالي الغربي / الجنوبي الشرقي ، بينما يعد اتجاه شمال الشمال الشرقي / جنوب الجنوب الغربي أقل الاتجاهات نصيباً من عدد وأطوال الصدوع بين كافة الاتجاهات.

ثانياً : الخصائص البيدولوجية.

يتسم الحوض بالتباين الواضح في أنواع التربة كنتاج طبيعي لتباين التكوينات الجيولوجية به ، والتي أسفرت

عن وجود أربعة عشر نوعاً من أنواع التربة كما يوضحها الشكل (٥) .



المصدر: إعداد الباحث بناء على خريطة تصنيف التربة لسيناء الصادرة عن أكاديمية

البحث العلمي _

قسم الأراضي عام ١٩٩٠ م ، وخريطة تصنيف التربة التابعة لوزارة الزراعة للكيان

الصهيوني .

شكل (٥) أنواع التربة لحوض وادي العريش

١. تربة الأودية

تتميز هذه التربة بكونها خفيفة القوام ، حيث ترتفع بها نسبة الرمل إلى ٤٢.٥% ، كما تصل نسبة الطين بها

إلى ٣٢.٢% ، والغرين بنسبة ٢٥.٣% (Asma,1994) ، كما ينخفض بها تركيز الأملاح ، ويتباين سمكها

وتكوينها تبعاً لظروف نشأتها ومواقعها على امتداد مجاري الأودية ، تظهر بوضوح في قيعان الأودية وسهولها الفيضية بوادي العريش الأدنى و في القطاع الأوسط من وادي الرواق والحسنة والبروك كما يوضحه الشكل (٥) ، بمساحة قدرها ٢٦٥٢.٤٧ كم^٢ (١١.٣٧% من مساحة المنطقة) .

٢. التربة الرملية

تظهر شمال منطقة الدراسة ، وتشمل الأراضي التي تقع شمال شرق حوض الوادي ، و تتسم بخشونة قوامها ، ولها عدة أقسام فرعية ، فمنها التربة الرملية التي تظهر جنوب غرب منطقة الدراسة بمساحة قدرت بنحو ٦٤٩.٦١ كم^٢ أي ما يعادل ٢.٧٨% من المساحة الإجمالية للحوض ، و التربة الرملية عميقة القطاع التي تظهر في شمال غرب حوض وادي العريش بمساحة قدرت بنحو ٩٨.٣٤ كم^٢ (٠.٤٢% من مساحة الحوض) ، و التي تتسم باحتوائها على نسب عالية من الرمال الكوارتزية ذات القوام المتوسط والناعم تصل إلى ٩٥% من مكوناتها و تماسكها نظراً لوجود كميات ضئيلة من مكونات التربة من الجبس والجير بالإضافة إلى نسبة ضئيلة من السلت والطين لا تتعدى الـ ٥% ، و التربة الرملية المزيجية المختلطة بالرواسب الجيرية ، وقد قدرت المساحة التي تشغلها بنحو ٣٦٥.٥٧ كم^٢ (١.٥٧% من مساحة الحوض) ، و التربة الرملية الملحية تظهر في مناطق بين المرتفعات جنوب جبل المغارة وشرق جبل يلق والحلال وبوادي العريش الأعلى ووادي عقابة ووادي الجايفة وجنوب وادي المغارة ، و تتسم باختلاطها بالحصى والجلاميد التي تحملها مياه السيول عقب سقوط الأمطار من جوانب الأودية (السبسي ، ٢٠٠٣) ، و تشغل مساحة قدرت بـ ٢٥٤٢.٩٧ كم^٢ أي ما يعادل ١٠.٩% من مساحة الحوض .

٣. تربة اللوس

عبارة عن مواد متفككة ورواسب بحجم الطمي (٢٠ - ٥٠ ميكرومتر) ، تتكون من تراكم الغبار الذي تذروه الرياح ، و عادة ما تكون متجانسة وذات مسامية عالية ، تظهر في شكلين مختلفين أحدهما رملية سائبة تشغل مساحة محدودة أقصى شمال شرق منطقة الدراسة بالأراضي الفلسطينية بمساحة لا تزيد عن ٠.٧٩% (١٨٣.٧٨ كم^٢) ، والأخرى مسطحة تظهر عند المنابع العليا لأودية حريصين والجايفة والجرور بمساحة قدرت بـ ٩٠٢ كم^٢ (٣.٨٧% من مساحة الحوض) .

٤. التربة الشبيهة باللوس

تحتوي على نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم ونسب قليلة من الأملاح التي ساعدت على التوسع في استزراع هذه الأنواع بشكل كبير (عبد الفتاح صديق ، ١٩٩٥) ، وتتباين في تركيبها من موضع لآخر ففي بعض المواضع

تزداد بها نسبة الطين والغرين وفي مواضع أخرى تزيد بها نسبة الرمال الخشنة والناعمة ، ويظهر الأخير في شمال شرق المنطقة بمساحة قدرت بنحو ١٩٦.٩١ كم^٢ (٠.٨٤% من مساحة المنطقة ككل) .

٥. التربة الفيضية

و تمثلها التربة الفيضية الرملية في المنطقة الممتدة من ريزان عنيزة وجبل المغارة في الشمال وحول جبل يلق في الجنوب بمساحة قدرت بنحو ٣٠٦.٤٧ كم^٢ (١.٣١% من المساحة الإجمالية لحوض وادي العريش) ، وهي تربة تتسم بارتفاع نسبة الحصى بفعل نشاط التعرية السيلية في أودية الحسنة و الحمة ، و التربة الفيضية البحرية ، و هي تربة طينية عميقة القطاع تتألف من طبقة رملية تتركز فوق طبقة طينية تظهر في المنخفضات المالحة وترتفع بها بيكربونات الكالسيوم ، تظهر بوضوح في أحواض أودية عقابة والرواق والمغارة والعريش الأدنى والأجزاء الدنيا بأودية أبو طريفة والعريش الأعلى و الجايفة بمساحة قدرت بـ ٤٨٤٦.٣٢ كم^٢ أي ما يساوي ٢٠.٧٨% من المساحة الإجمالية للمنطقة ككل .

٦. التربة الجيرية الملحية

تتسم بارتفاع نسبة الجير وضحالة القطاع الأرضي له ، و تنتشر في أماكن متفرقة بوسط منطقة الدراسة بمساحة قدرت بنحو ٢٨٨٨.٥٧ كم^٢ وهو ما يوازي ١٢.٣٨% من مساحة المنطقة .

٧. التربة الطينية الجيرية

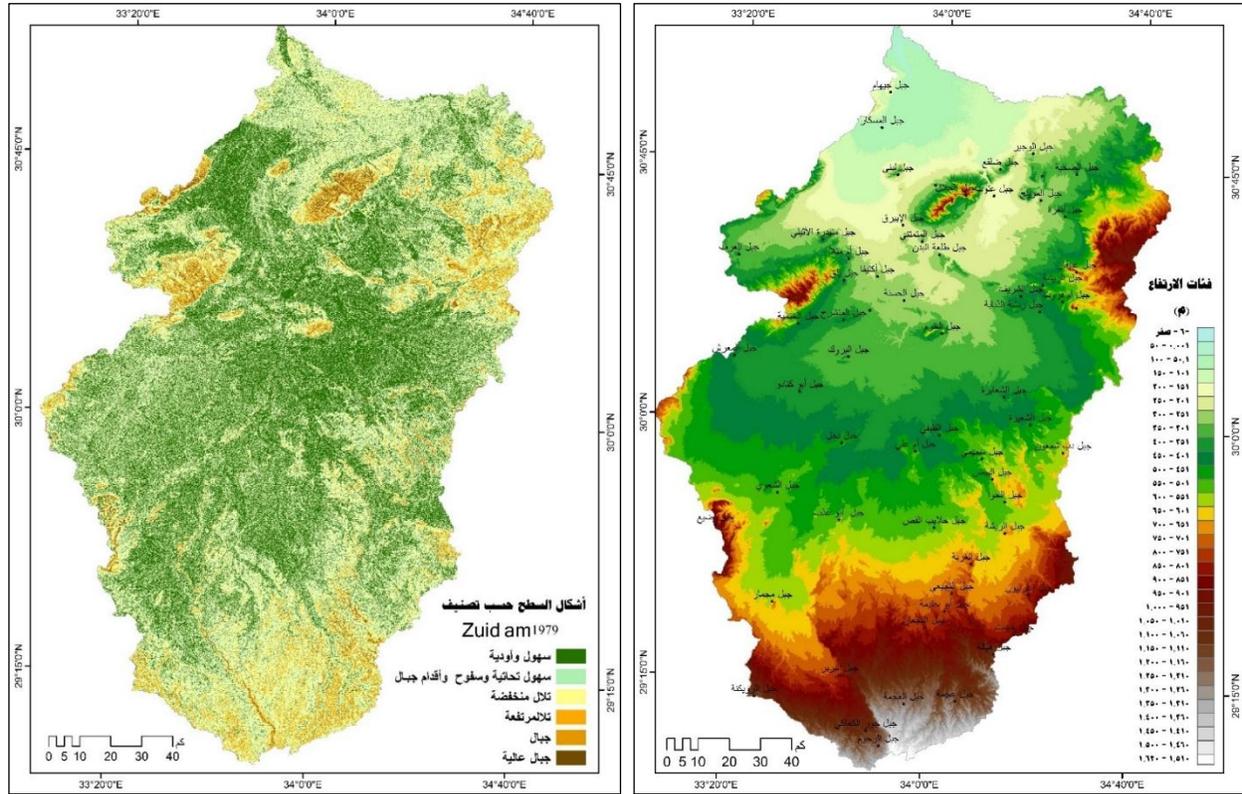
تشغل نحو ٣٠.٥٨% من مساحة المنطقة ككل بمساحة قدرت بـ ٧١٣٢.٣٤ كم^٢ ، و تتسم بضحالة العمق في العديد من قطاعاتها سيما عند المنابع العليا لأودية الرواق ، عقابة ، قرية والبروك وهي مناطق شديدة وشديدة الانحدار جداً مما جعلها عرضة لعمليات التعرية بصفة مستمرة .

٨. الأراضي القاحلة و التربة الصخرية المكشوفة

تظهر الأراضي القاحلة في جنوب شرق المنطقة بمساحة تعادل نحو ٢.١٦% من مساحة الحوض ، بينما تظهر التربة الصخرية المكشوفة في القسم الأعلى من حوض وادي حريضين بمساحة توازي ٠.٢٤% من مساحة المنطقة ككل.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية والانحدارية

يتسم سطح الحوض بالارتفاع العام ناحية الجنوب ، إذ يصل أقصى ارتفاع له ١٦٢٠ م أقصى جنوب الحوض عند رأس الجينية ، ويقل الارتفاع تدريجياً ليصل إلى ٦٠ م أدنى منسوب بالمنطقة ويمثله قاع بركة أم شيحان (١٣٢.١كم٢) شمال شرق جبل الحلال بالمجرى الرئيس للوادي ، ويوضح الشكل (٦) فئات الارتفاع بحوض الوادي و الأشكال التضاريسية به وفقاً لتصنيف (Zuid am 1979 Van) .



شكل (٦) فئات الارتفاع وأشكال السطح الرئيسة بحوض وادي العريش

ومن خلال حساب المساحات التي تشغلها فئات الارتفاع المختلفة بالحوض تبين أن نحو ١٦.٣٢% من مساحة الحوض تحت منسوب ٢٥٠ متراً وذلك في القسم الشمالي منه ، وهي مناطق ذات انحدار خفيف تغطيه الكثبان والفرشات الرملية وبعض القمم الجبلية كجبل المسكار (٨٦م) ، جبل جيهام (٢٠٣م) ، جبل خشم الريح (١٧٧م) ، جبل تيهي (٢٢٦م) وجبل عتود (١٦٨م) ، أما عن المناسيب فيما بين ٢٥٠ - ٥٠٠ م فتظهر بها بعض التلال والجبال مثل جبل دب شمعون (٦٢٨م) ، وجبل حلايب الفص (٥٤١م) ، وجبل أم البارد (٦٤٠م) ، وجبل مجمار (٦٢٦م) وغيرها ، أما عن المناسيب فيما بين ٥٠٠ - ١٠٠٠م فتظهر العديد من القمم الجبلية كجبل الحلال (٨٩٠م) شمال المنطقة ، جبل أغرييون (٨٣١م) جنوبها ، وجبل نقبيات (٨٥٥م) جنوب غرب الحوض ، وجبل الخطمان (٨٢٧م) وأبو حنيفة (٨١٢م) جنوب غرب الحوض ، أما عن فئة الارتفاعات فوق الـ ١٠٠٠ م فيمثلها بوضوح الأجزاء الجنوبية من الحوض ، حيث تظهر الحافات والرؤوس المرتفعة ك رأس الجنينة (١٦٢٧م) ، ورأس حنيت (١٣٥٧م) ، وجبال هيالة (١٠٥٥م) ، والعجمة (١٢٧٦) والرويكنة (١١٣٣م) ، و يلق (١٠٩٤م) ، والكعكاكي (١١١٤م) ، ويوضح الجدول التالي المساحات التي تشغلها الأشكال التضاريسية وفقاً لتصنيف فان زيدام السالف ذكره.

جدول (٢) الأشكال التضاريسية بحوض وادي العريش وفقاً لتصنيف Zuidam, 1979

درجة الانحدار	وصف السطح	الشكل التضاريسي	المساحة	% من مساحة الحوض
صفر > ٢	مستو	سهول وأودية	٨٣٩٥.٢١	٣٥.٩٩%
٢ > ٧	قليل الميل	سهول تحتانية وأقدام جبال	١١٣٢١.٠٢	٤٨.٥٣%
٧ > ١٢	مائل	تلال منخفضة	١٩٥٠.٣٧	٨.٣٦%
١٢ > ١٨	شديد الميل	تلال مرتفعة	٩٩٢.٢٩	٤.٢٥%
١٨ > ٢٤	منحدر	الجبال المنخفضة	٤٢٠.٠٢	١.٨%
من ٢٤ فأكثر	شديد الانحدار	الجبال العالية	٢٤٨.٢٩	١.٠٦%
المجموع			٢٣٣٢٧.٢٠	١٠٠%

Van Zuidam, 1979. P11

و يتضح من بيانات الجدول السابق سيادة السهول التحاتية وأقدام الجبال ، والتي شغلت وحدها نحو ٤٨.٥٣% من مساحة الحوض ، تلتها فئة السهول والأودية بما يعادل نحو ٣٥.٩٩% من مساحة الحوض ، بينما تقل المساحات التي تشغلها التلال والجبال تدريجياً كلما زاد ارتفاع السطح ، ويوضح الجدول (٣) العلاقة بين المساحة والارتفاع بحوض الوادي ، وذلك لتحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها . :

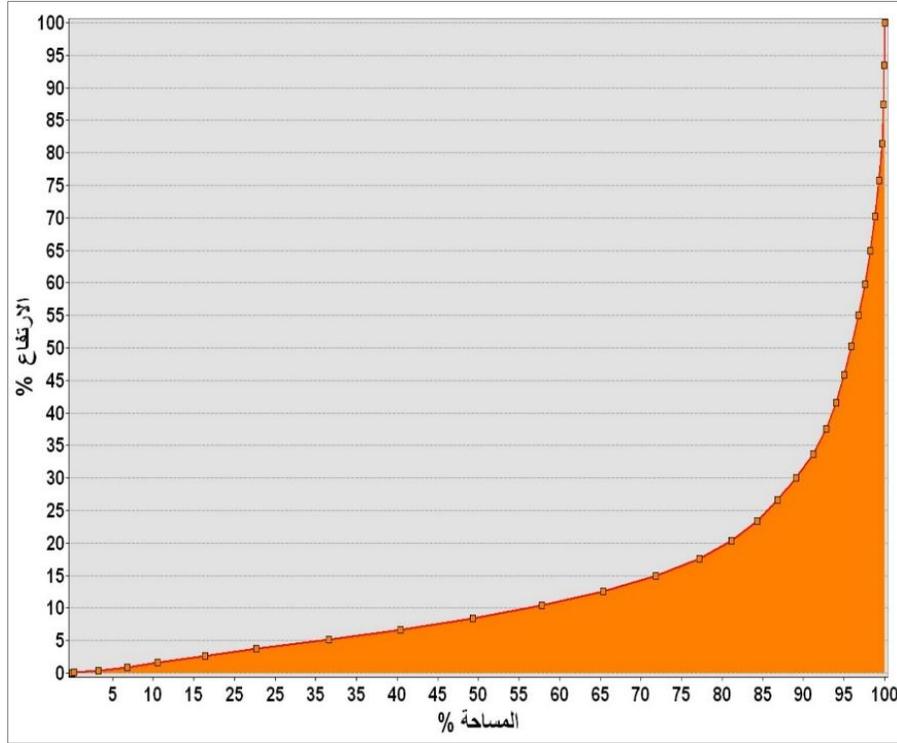
جدول (٣) العلاقة بين الارتفاع والمساحة بمنطقة الدراسة

متجمع صاعد للارتفاع	% الارتفاع	% من المساحة	فئات الارتفاع	متجمع صاعد للارتفاع	% الارتفاع	% من المساحة	فئات الارتفاع
٢٦.٦٠%	٣.٢٢%	٨٦.٨٢%	٨٠٠ > ٧٥٠	-	-	٠.٠٠٤٢%	٦- > صفر
٣٠.٠٣%	٣.٤٣%	٨٩.٠٧%	٨٥٠ > ٨٠٠	٠.١٠%	٠.١٠%	٠.٠٢٩%	صفر > ٥٠
٣٣.٦٧%	٣.٦٤%	٩١.١٥%	٩٠٠ > ٨٥٠	٠.٤٢%	٠.٣١%	٣.٢٥%	١٠٠ > ٥٠
٣٧.٥١%	٣.٨٤%	٩٢.٧٨%	٩٥٠ > ٩٠٠	٠.٩٤%	٠.٥٢%	٦.٨٤%	١٥٠ > ١٠٠
٤١.٥٦%	٤.٠٥%	٩٣.٩٩%	١٠٠٠ > ٩٥٠	١.٦٦%	٠.٧٣%	١٠.٥٢%	٢٠٠ > ١٥٠
٤٥.٨٢%	٤.٢٦%	٩٤.٩٦%	> ١٠٠٠ ١٠٥٠	٢.٦٠%	٠.٩٤%	١٦.٣٢%	٢٥٠ > ٢٠٠
٥٠.٢٩%	٤.٤٧%	٩٥.٨٦%	> ١٠٥٠ ١١٠٠	٣.٧٤%	١.١٤%	٢٢.٦٥%	٣٠٠ > ٢٥٠
٥٤.٩٧%	٤.٦٨%	٩٦.٧٣%	> ١١٠٠ ١١٥٠	٥.٠٩%	١.٣٥%	٣١.٥٩%	٣٥٠ > ٣٠٠
٥٩.٨٥%	٤.٨٨%	٩٧.٥٣%	> ١١٥٠ ١٢٠٠	٦.٦٥%	١.٥٦%	٤٠.٣٧%	٤٠٠ > ٣٥٠
٦٤.٩٤%	٥.٠٩%	٩٨.٢٤%	> ١٢٠٠	٨.٤٢%	١.٧٧%	٤٩.٣٠%	٤٥٠ > ٤٠٠

	%	%	١٢٥٠		%	%	
%٧٠.٢٤	٥.٣٠ %	٩٨.٨٢ %	> ١٢٥٠ ١٣٠٠	%١٠.٣٩	١.٩٧ %	٥٧.٨٥ %	٥٠٠ > ٤٥٠
%٧٥.٧٥	٥.٥١ %	٩٩.٢٩ %	> ١٣٠٠ ١٣٥٠	%١٢.٥٧	٢.١٨ %	٦٥.٣٧ %	٥٥٠ > ٥٠٠
%٨١.٤٦	٥.٧١ %	٩٩.٦٤ %	> ١٣٥٠ ١٤٠٠	%١٤.٩٦	٢.٣٩ %	٧١.٨٥ %	٦٠٠ > ٥٥٠
%٨٧.٣٩	٥.٩٢ %	٩٩.٨٣ %	> ١٤٠٠ ١٤٥٠	%١٧.٥٦	٢.٦٠ %	٧٧.١٨ %	٦٥٠ > ٦٠٠
%٩٣.٥٢	٦.١٣ %	٩٩.٩٢ %	> ١٤٥٠ ١٥٠٠	%٢٠.٣٧	٢.٨١ %	٨١.١٦ %	٧٠٠ > ٦٥٠
%١٠٠	٦.٤٨ %	%١٠٠	- ١٥٠٠ ١٦٢٠	%٢٣.٣٨	٣.٠١ %	٨٤.٣١ %	٧٥٠ > ٧٠٠

المصدر : من حسابات الباحث اعتماداً على الشكل (٥) .

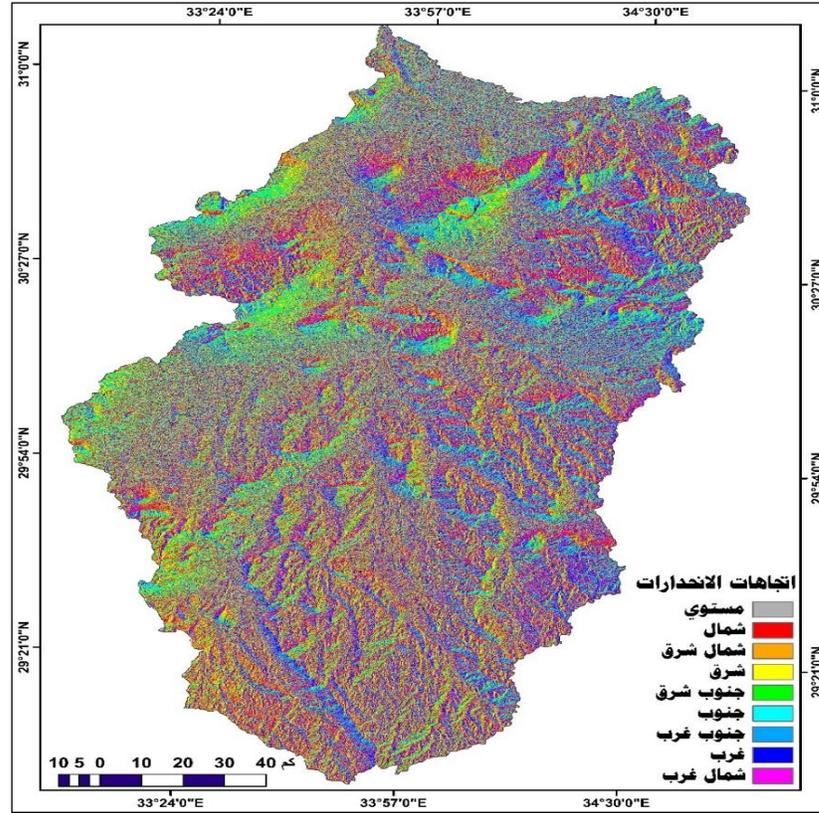
ومن الجدول السابق أمكن رسم المنحنى الهيسومتري لمنطقة الدراسة كما يوضحه الشكل (٧) ، ومنه يتضح أن حوض الوادي في مجمله يمر حالياً بمرحلة الشيخوخة حيث أن ٥٧.٨٥% من المساحة تقع في ارتفاع أقل من ٥٠٠ متر ، و ٩٣.٩٩% منه يقع على ارتفاع أقل من ١٠٠٠ م ، وهذا إن دل فإنما يدل على نشاط عمليات التشكيل الخارجية التي أسهمت بشكل فعال في تخفيض سطح الحوض لهذا الحد .



المصدر : من إعداد الباحث باستخدام برنامج Arc Map 10.5

شكل (٧) المنحنى الهيسومتري لحوض وادي العريش

ومن خلال رسم خريطة اتجاهات الانحدارات Aspect بالحوض كما يوضحها الشكل (٨) ، تم حساب المساحات التي تشغلها السفوح الرطبة (سفوح الظل) التي تنحدر صوب الشمال والغرب والشمال الغربي والجنوب الغربي والتي بدورها تكون أقل عرضة لعمليات التشكيل الخارجي للسطح لكونها تكون أقل عرضة للإشعاع الشمسي وحرارة الشمس على عكس السفوح الشمسية المستوية و الموجهة صوب اتجاهات الشرق والشمال الشرقي والجنوب و الجنوب الشرقي والتي تنشط فيها عوامل التشكيل الخارجية سيما التجوية والتعرية ، ومنها تبين سيادة السفوح الشمسية والمستوية ، حيث شغلا نحو ٥٤.٥٩% من إجمالي مساحة الحوض بمساحة قدرها ٢٢٨٢.٣١ كم^٢ للسفوح المستوية و ١٠٤٥١.٣٧ كم^٢ لباقي الاتجاهات الشمسية ، بينما شغلت السفوح الرطبة نحو ١٠٥٩٣.٥٣ كم^٢ وهو ما يعادل ٤٥.٤١% من هذه مساحة الحوض ، وهذا إن دل فإنما يدل على أن المساحات الأكبر في الوادي أكثر عرضة لعمليات التجوية التي تعد معول الهدم الأول في دورة التعرية المائية به .



المصدر : من إعداد الباحث

شكل (٨) اتجاهات الانحدارات بحوض وادي العريش

رابعاً : الخصائص الهيدرولوجية

تم التركيز في هذا الجزء على تقدير حجم الجريان السطحي لسيل ٢٧/١٠/٢٠١٩م لتوضيح العلاقة بين حجم الجريان السطحي والتربة المقتلعة بفعل التعرية المائية باعتبار أن السيول هي المتسبب الأول في حدوث هذا النوع من التعرية ، و قد تم حساب حجم الجريان السطحي لهذا السيل على مستوى الأحواض الفرعية من خلال حساب صافي الجريان المائي (إجمالي التساقط - إجمالي الفوائد بالتبخر والتسرب) (راجع حمدي نبيه عيد ، ٢٠١٨ ، ص ٢٠٤ : ص٢٠٨) ، و من خلال رصد الأمطار التي سقطت خلال فترة حدوث السيل تبين أنها بدأت في الليلة التي سبقت حدوث السيل مباشرة فتم تقدير متوسط أكبر كمية مطر سقطت على الأحواض الفرعية وفقاً لبيانات محطات الرصد الأقرب لكل منها خلال يومي ٢٦ ، ٢٧ / ١٠ / ٢٠١٩ م والتي بلغ متوسطها على الحوض

ككل نحو ١.٤٦ مم تقريباً ، كما بلغ متوسط التبخر ٠.٠١٨ مم تقريباً ، ومتوسط كميات التسرب ٠.٠٨٩٥ ، ومن خلال تطبيق المعادلات الخاصة بتقدير حجم الجريان السطحي تبين أن صافي الجريان المائي بحوض الوادي ككل بلغ ٣٤.١٣ مليون م^٣ كما يوضحه الجدول (٤) .

جدول (٤) أحجام الجريان السطحي لسيل ٢٧/١٠/٢٠١٩ م بأحواض تصريف وادي العريش

أحواض الأودية الفرعية	المساحة	إجمالي التساقط (مم)	اجمالي التبخر	اجمالي التسرب	إجمالي الفواقد	صافي الجريان (مليون م ^٣)
وادي البروك	٣٢١٣.٢٠	٤٧٠١٩٨٢.٦٧	٥٧.٧١	٢٨٧.٦٨	٣٤٥.٣٩	٤.٧٠
وادي الجايفة	٧٣٧.٩٣	١٠٧٩٨٣٧.٥٧	١٣.٢٥	٦٦.٠٧	٧٩.٣٢	١.٠٨
وادي الجرور	٣٤٢.٣٨	٥٠١٠١٦.٠٧	٦.١٥	٣٠.٦٥	٣٦.٨٠	٠.٥
وادي الجريحات	٣٢٩.٨٢	٤٨٢٦٣٦.٦٠	٥.٩٢	٢٩.٥٣	٣٥.٤٥	٠.٤٨
وادي الخرم	٥٢.٣٣	٧٦٥٧٦.٢٣	٠.٩٤	٤.٦٩	٥.٦٣	٠.٠٨
وادي الرواق	٢٦٥٦.٨٣	٣٨٨٧٨٢٧.٩٠	٤٧.٧١	٢٣٧.٨٧	٢٨٥.٥٩	٣.٨٩
وادي العريش الأدنى	١٤٨٧.٦٥	٢١٧٦٩٢٧.٨٣	٢٦.٧٢	١٣٣.١٩	١٥٩.٩١	٢.١٨
وادي العريش الأعلى	٢٣٠٦.٨٥	٣٣٧٥٦٩٠.٥٠	٤١.٤٣	٢٠٦.٥٤	٢٤٧.٩٧	٣.٣٨
وادي العريش الأوسط	٤٣١.٩٠	٦٣٢٠١٣.٦٧	٧.٧٦	٣٨.٦٧	٤٦.٤٣	٠.٦٣
وادي المغارة	٣٣٢٢.٧٠	٤٨٦٢٢١٧.٦٧	٥٩.٦٧	٢٩٧.٤٩	٣٥٧.١٦	٤.٨٦
وادي أبو المطامير	١١٥.٢٦	١٦٨٦٦٣.٨٠	٢.٠٧	١٠.٣٢	١٢.٣٩	٠.١٧
وادي أبو طريفة	٧٩٣.٩٠	١١٦١٧٤٠.٣٣	١٤.٢٦	٧١.٠٨	٨٥.٣٤	١.١٦
وادي أبو عليجانة	٢٥٤.٨٧	٣٧٢٩٥٩.٧٧	٤.٥٨	٢٢.٨٢	٢٧.٤٠	٠.٣٧
وادي أم طرفة	١٦٧.٩٣	٢٤٥٧٣٧.٥٧	٣.٠٢	١٥.٠٤	١٨.٠٥	٠.٢٥
وادي حريضين	١٤٩٦.٧٥	٢١٩٠٢٤٤.١٧	٢٦.٨٨	١٣٤.٠١	١٦٠.٨٩	٢.١٩
وادي عقابة	٢٥٤٠.٣٤	٣٧١٧٣٦٤.٢٠	٤٥.٦٢	٢٢٧.٤٤	٢٧٣.٠٦	٣.٧٢
وادي قرية	٣٠٧٦.٥٦	٤٥٠٢٠٣٢.٨٠	٥٥.٢٥	٢٧٥.٤٥	٣٣٠.٧٠	٤.٥٠
وادي العريش						٣٤.١٣

المصدر : من حسابات الباحث

و من خلال تحليل بياناته تبين أنه ثمة علاقة طردية تامة بين صافي الجريان المائي ومساحات أحواض التصريف قدرها واحد صحيح مما يدل على أن صافي الجريان المائي يزداد كلما زادت مساحات الأحواض والعكس .
خامساً : التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية

أ- التقييم النوعي للتعرية المائية

سوف يتم تقدير التعرية هنا على مرحلتين ، الأولى منهما سيتم فيها تقييم التعرية تقيماً نوعياً من خلال تقدير مستوياتها والثانية سيتم فيها التقدير الكمي لإجمالي السنوي للتعرية المائية وفقاً لنموذج جافريلوفيتش ضمن مجموعة إجراءات كما يوضحها المخطط التالي .

و يتم منه التقييم النوعي من خلال حساب قيم معامل الانجراف لتحديد مستويات التعرية المائية بالحوض والتي توضحها المعادلة (١) ، كما يتم التقدير الكمي للتعرية من خلال حساب الإجمالي السنوي لحجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية من خلال إضافة معامل باي π ومعامل الحرارة والمطر ومساحة الحوض كما توضحه المعادلة (٢) ، وتعرف المعادلة التالية بمؤشر التعرية المحتملة أو معامل الانجراف (التآكل) .

$$Z = Y * X * (\varphi + \sqrt{Ja}) \quad \text{(معادلة ١)}$$

(ZORN.M.& KOMAC B. 2005) & (STEFANOVIC,M.& AL. 2004)

حيث :

$$Z = \text{معامل الانجراف (التآكل)} \quad Y = \text{معامل قابلية التربة للتعرية} \quad X = \text{معامل حماية التربة}$$

$$\varphi = \text{معامل تطور التعرية وشبكة التصريف} \quad Ja = \text{معامل الانحدار النسبي}$$

أ- معامل قابلية التربة للتعرية Y

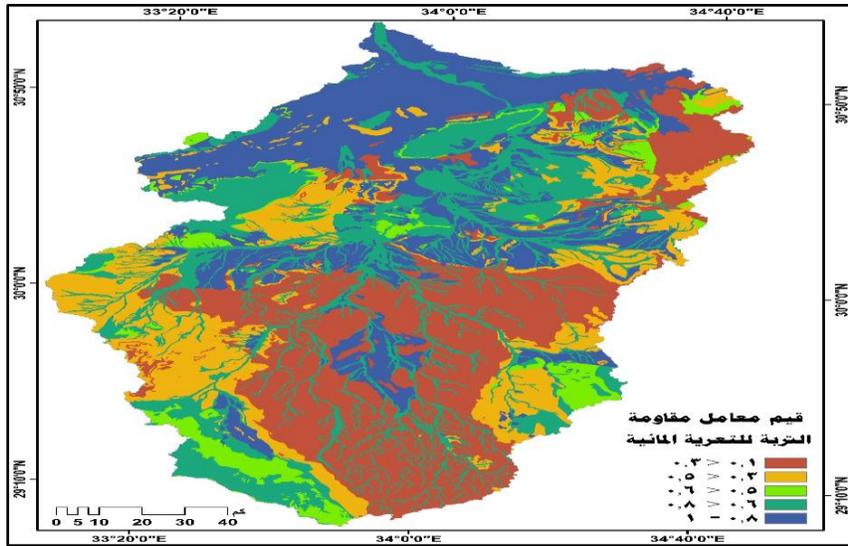
تم الاعتماد هنا على الخريطة الجيولوجية من خلال إعطاء كل نوع من التكوينات قيمة تمثل درجة قابلية كل نوع منها للتعرية المائية تتراوح بين (٠.١ - ١) حسب مقاومة كل منها للتعرية المائية وفقاً لتقسيم كل من (ZORN.M . & KOMAK ,B.2008) ، كما يوضحها الجدول التالي .

جدول (٥) معامل قابلية التربة للتعرية المائية (Y)

Y	معامل قابلية التربة للتعرية	Y	معامل قابلية التربة للتعرية
$0.8 > 0.6$	ركام حطامي ورواسب خشنة وترب صلصالية	$0.3 > 0.1$	صخور صلبة شديدة المقاومة
$1 - 0.8$	رواسب رملية وترب لا مقاومة لها	$0.5 > 0.3$	صخور ذات مقاومة متوسطة
		$0.6 > 0.5$	صخور ضعيفة المقاومة

المصدر : ZORN.M . & KOMAK ,B.2008

ويوضح الشكل التالي قابلية الأسطح الصخرية بالمنطقة للتعرية المائية وفقاً للحدود الموضحة بالجدول السابق



المصدر: من إعداد الطالب وفقاً للحدود التي وضعها كل من ZORN.M . & KOMAK

,B.2008

شكل (٩) قيم معامل قابلية التربة للتعرية المائية (Y)

ومن خلال تحليل الجدول و الشكل السابقين يتضح أن الصخور الصلبة شديدة القابلية للتعرية المائية تشغل نحو ٩٣٠.٦٦ كم^٢ وهو ما يعادل ٣.٩٩ % فقط من إجمالي المساحة الكلية للحوض ، وتمثلت في الصخور النارية المشكلة للقواطع البازلتية والفيوض النارية والحجر الجيري المتحول بفعل الفيض البركاني ، و تكوين عجمة المؤلف من الحجر الجيري والصوان و الشرت ، وتكوين أفيادات الذي يميزه الحجر الجيري و إرسابات الشرت ، والحجر الرملي والحديدي والفحم المميزين لتكون الصفا ، وكلها صخور شديدة القابلية للتعرية المائية ، أما عن الصخور ذات القابلية المتوسطة فيمثلها بوضوح تكوينات الكريتاسي والجوراسي و الإيوسين والبليوسين وأغلبها من الحجر الجيري الأحفوري (تكوين أبو نصر) والحجر الجيري الأبيض الطباشيري (تكوين المنيا) والحجر الجيري الرمادي شديد التماسك في جزئه الأعلى والحاوي على عقد صوانية في جزئه الأسفل (تكوين طيبة) ، فضلاً عن الحجر الجيري الطيني بتكوين مطلة والحجر الرملي بتكوينات شوشة وعريف الناقة والصلصال بتكوينات بئر مغارة ومشبه وجلالة ، والصلصال الكربوني المتداخل مع الحجر الرملي بتكوين شوشة ، بالإضافة إلى الطين الصفحي و المارل الذي يظهر جلياً في تكوينات إسنا ومطلة وجلالة ومونت سكويس (EGSMA, 6991) ، وتمثلت الصخور ضعيفة القابلية في صخور تكوينات مالحة الذي تتألف من الحجر الجيري و الغرين الرملي والصلصال ، وحلال الذي تتألف من طبقات الحجر الجيري المختلطة بالصلصال والأحافير والدولوميت ، و كنتلا الذي يتألف من الصلصال والحجر الرملي المتداخل مع الصلصال ، وبئر العبد المشكل من الطين الصفحي المتداخل مع المارل والحجر الجيري الأحفوري ، أما عن الركام حطامي فيمثلته تكوين ضوي الذي تشكله صخور الحجر الجيري والصخور الفتاتية و الفوسفات ، وطين الحجر الجيري والجبس والدولوميت و المارل بتكوين ساقية ، كما تمثلت الرواسب الخشنة في الكنجلوميرات بتكوين ساقية ، وتمثلت الترب الصلصالية في تربة السبخات والرواسب الطينية التابعة للهولوسين ، أما عن الترب التي لا قابلية لها فتمثلت في الفرشات الرملية والرمال الناعمة ورواسب الأودية .

ب- معامل حماية التربة X

إن الغطاء النباتي الكثيف يمكن أن يقلل بشكل كبير من سرعة الجريان السطحي ، وبالتالي منع حدوث انجراف التربة في المنطقة ، علاوة على ذلك تعمل جذور الأشجار على تقوية بنية التربة من ناحية أخرى ، وبالتالي فإن إزالة الغابات ووجود الأسطح الجرداء يعزز تدفق المياه ويؤدي إلى فقدان التربة في المنطقة (Ochoa-Cueva et al. 2015) ، فمن المعروف أن التربة العارية من الغطاء النباتي أكثر عرضة للتعرية من خلال كثافة التصريف العالية والجريان المائي الأكبر (Dragicevic et al.,2019,p.2) ، وقد تم تحديد الغطاء النباتي من المرئيات الفضائية LANDSAT_8 عن طريق مؤشر الغطاء النباتي NDVI بالمعادلة التالية :

$$NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED)$$

(Merritt, W., Letcher, R. and Jakeman, A.2003)

ثم قمنا بموائمة نتائجها في ضوء المعايير التي حددها كل من (ZORN.M.&COMACB.2008) ، لتحديد

مؤشر حماية التربة كما يوضحه الجدول الآتي .

جدول (٦) العوامل الوصفية لتحديد معامل حماية التربة

متوسط القيمة	X	مؤشر حماية التربة
٠.١٢٥	> ٠.٠٠٥ ٠.٢	غابات مختلطة - ومتوسطة الكثافة وأحراج - كتل سكنية
٠.٣	٠.٤ > ٠.٢	غابات صنوبرية وياقات نباتية مبعثرة وأجمات على جوانب القنوات المائية
٠.٥	٠.٦ > ٠.٤	مراع وغابات ونباتات متدهورة
٠.٧	٠.٨ > ٠.٦	مزارع ومراع متدهورة
٠.٩	١ - ٠.٨	أراضي جرداء

ملاحظة : قام الطالب بإدراج المباني مع الفئة الأولى لكونها ذات حماية عالية ZORN.M. &

KOMAK,B.2008

وبعد عمل خريطة الغطاءات الأرضية سوف نقوم بتطبيق المعادلة التالية .:

$$Xa = (XaNDVI - 0,61) * (-1,25)$$

حيث (X) = معامل حماية التربة ، XaNDVI = معامل التغطية النباتية المعدل لموائمة معايير مؤشر حماية

التربة ، وبهذا تصبح قيم مؤشر حماية التربة المحصورة بين ٠.٠١ بالنسبة للمجالات ذات الكثافة النباتية العالية و ١ بالنسبة للمجالات الأراضي الجرداء والصخور المكشوفة .

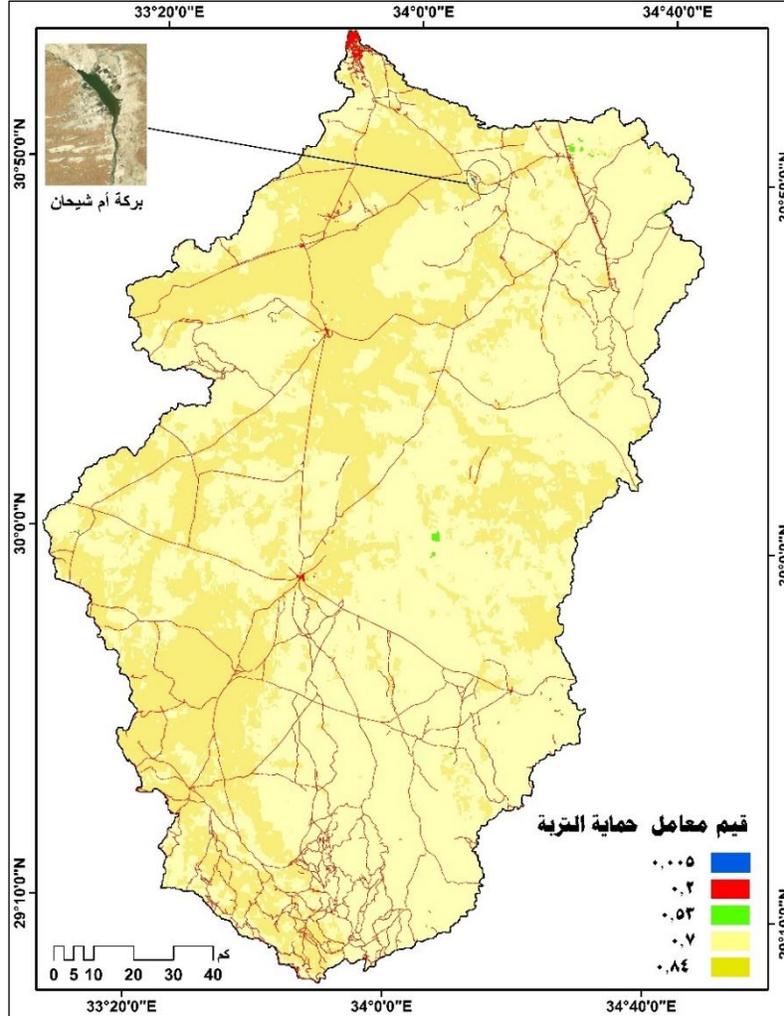
$$XaNDVi = Min - 0,19NDVI <> MAX0.61 NVDi$$

حيث الأرقام ٠.١٩ و ٠.٦١ قيم ثابتة (جمال شعوان ، ٢٠١٥ ، ٣٠٩)

و من خلال عمل خريطة مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي NDVI لحوض وادي العريش تبين أن قيمة :
Min = -٠.٣٨٦٧٥٥ ، MAX = ٠.٨٤ ، وبذلك تصبح المعادلة الأخيرة على النحو التالي

$$XaNDVi = 0.576755 * NDVI <> 0.5124 * NDVi$$

وبعد تطبيق هذه المعادلة من خلال حاسب الطبقات المصفوفية ببرنامج Arc Map 10.5 تبين أن ١٥١٤٣.٨٣ كم^٢ من مساحة منطقة الدراسة تقع ضمن فئة المراعي ، ومن ثم يمكن القول بأن ٦٤.٩٢% من المساحة الإجمالية للحوض تقع ضمن فئة الحماية الضعيفة ، بينما يقع نحو ٨١٤٩.٧٤٨ كم^٢ من مساحته الإجمالية ضمن الأراضي الجرداء ، أو بمعنى آخر يقع نحو ٣٤.٩٤% من أراضي الحوض ضمن فئة الحماية الضعيفة جداً ، أما عن الأراضي ذات الحماية المتوسطة فلا تشغل سوى ٠.٠٩% من مساحة الحوض ، وتمثلها الأراضي الزراعية في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من الوادي و البقع الزراعية صغيرة المساحة في بطن الوادي والنباتات الطبيعية المنتشرة في كافة أرجاء الوادي كالأكاسيا و البصيل والدوم والزعتر والشيح والطرفاء و اللصف وشوك الضب والطرطير وغيرها ، بينما تمثل المباني الواقعة من مدينة العريش داخل حوض الوادي وتبلغ مساحتها ١٠٠.٠٢ كم^٢ والبركة المائية الواقعة شمال شرق جبل الحلال والبالغ مساحتها ٢.٣١ كم^٢ فئات الحماية القوية و القوية جداً على الترتيب كما يوضحها الشكل التالي .



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلات السابقة

شكل (١٠) معامل حماية التربة من التعرية (X)

ج- معامل تطور التعرية وشبكة التصريف φ

تم حساب معامل تطور التعرية وشبكة التصريف φ من المعادلة التالية اعتماداً على Landsat 8

$$\varphi = \sqrt{\frac{TM3}{QMax}}$$

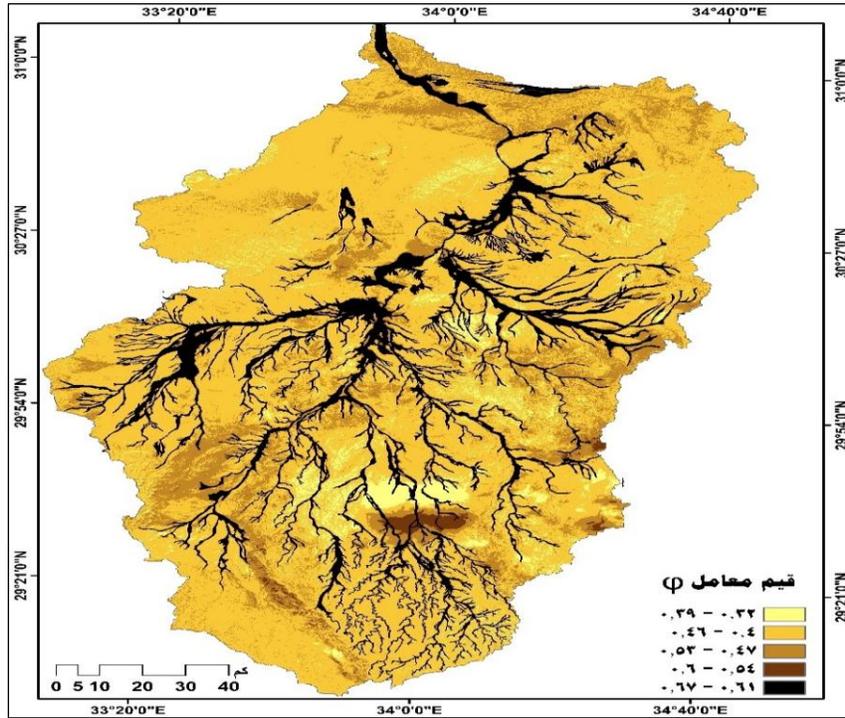
(جمال شعوان ، ٢٠١٥ ، ص ٣١٢)

حيث:.

Band 3 = TM3 المرئية

Q_{Max} = القيمة القصوى للإشعاع ، وهذه القيمة تستخرج من الملف الوصفي للمريئة و يتم الحصول عليها من الملف (3 Band MAX - CAL - QANTIZE - MTL) ، و يتم حسابه من العلاقة ($Q_{Max}=2^{16}-1$)

ومن خلال البحث في ملف *MTL* للمريئة الفضائية للمنطقة تبين أن قيمة $Q_{Max} = 65535$ ، ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة تبين أن قيم معامل ϕ تراوحت بين ٠.٣٢ للغطاءات الخضراء و ٠.٦٧ للأراضي الجرداء والأسطح الصخرية المكشوفة ، كما يوضحه الشكل (١١) ، وهذا يدل على أنه ثمة توافقاً كبيراً بين المعايير الوصفية التي حددها Gavrilovic في جداوله الوصفية السالف ذكرها و النتائج المستخلصة من صور الأقمار الصناعية ، كما تم تصنيف فئات تطور التعرية وشبكة التصريف بحوض الوادي حسب قيم معاملها فتبين أن ٣٥.٤٨% من مساحة المنطقة تقع ضمن الفئة المتوسطة بمساحة قدرها ٨٢٧٦.٠٠٦ كم^٢ ، و ٣١.٨٣% منها تقع ضمن الفئة الضعيفة بمساحة قدرت بنحو ٧٤٢٤.٨ كم^٢ ، بينما تراوحت النسب التي تشغلها الفئات القوية و الضعيفة جداً والقوية جداً على الترتيب ١٦.٤٤% ، ١١.١٩% ، و ٥.٠٦% من المساحة الكلية للحوض .

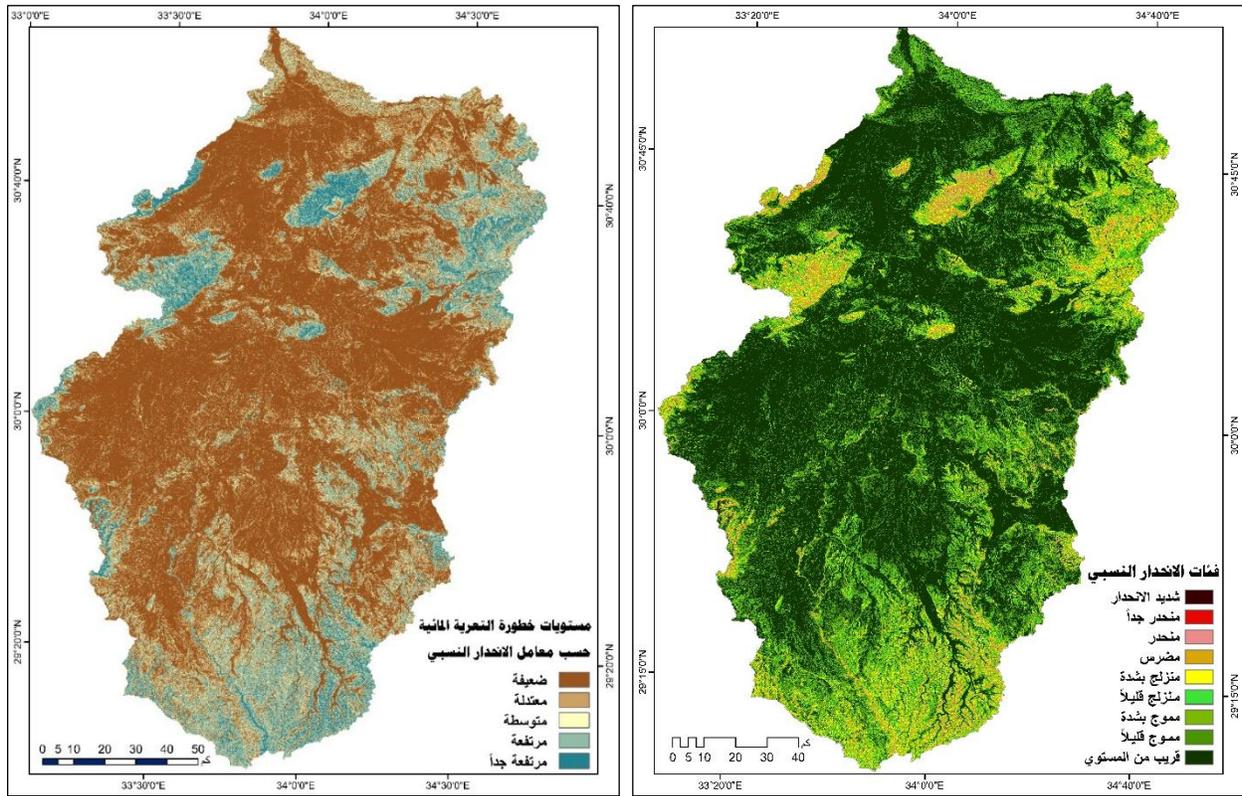


المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على المعادلات السابقة

شكل (١١) قيم معامل تطور التعرية وشبكة التصريف (ϕ) بحوض وادي العريش

د- الانحدار النسبي Ja

من المعلوم أنه كلما ازدادت شدة الانحدار ازدادت كمية الجريان السطحي وقلت كمية الترشيح وبالتالي زيادة سرعة المياه وطاقتها الحثية ، وقد تم حساب قيمة الجزر التربيعي للانحدار النسبي Ja وتبين أن قيمه تراوحت بين صفر _ ١٩.٥٥% تقريباً ، و عليه تم تصنيف مستويات الانحدار وفقاً لتقسيم كل من (Suresh Kumar and S . 2013) ، و تصنيف مستويات خطورة التعرية المئوية حسب انحدار السطح وفقاً للحدود التي وضعها كل من (Józefaciuk A. & Józefaciuk Cz. 1999) لخطورة التعرية وفقاً لانحدار السطح كما يوضحه الشكل التالي .:



المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على نموذج ارتفاع رقمي للمنطقة

شكل (١٢) فئات الانحدار النسبي ومستويات خطورة التعرية المئوية وفقاً لانحدار السطح

ومن الشكل السابق يتضح أن مستويات خطورة التعرية المئوية تتزايد مع تزايد قيم انحدار السطح ، و من خلال تقدير المساحات التي تشغلها فئات الانحدار بالحوض من الشكل السابق تبين أن المناطق القريبة من الاستواء وفقاً لهذا التصنيف تشغل أكثر من نصف مساحة المنطقة ، وتمثلها بطون الأودية الفرعية وجوانبها ، أما عن فئات

الانحدار الأكثر من ١٠% ، والتي تضم فئات الانحدار (الزلجة بشدة - المضرس) فتشغل نحو ١١.٥٢% من إجمالي مساحة المنطقة وتمثلها الأقسام العليا من أودية الرواق ، أبو طريفة ، العريش الأعلى ، المغارة ، الجرور ، الجايفة وحريضين ، جبل يلق ، جبل الحلال ، هضبة التيه ، والمنطقة الواقعة شرق جبلي عيقان والريشة بأودية جرور والجايفة وقرية ، كما أن أكثر من نصف مساحة الحوض قريبة من الاستواء ، وأكثر من ٢٥.٩٥% من سطحه متموجاً ، أما عن الانحدارات الزلجة فشغلت مساحات قدرت بـ ٣١٢١.٥٣ كم^٢ ، تشغل المنحدرات الزلجة قليلاً منها ٧.٤٤% من المساحة الإجمالية للحوض ، كما تشغل المنحدرات الزلجة بشدة نحو ٥.٩٤% من مساحة المنطقة ككل ، كما يوضحه الجدول التالي :

جدول (٧) مستويات خطورة التعرية المائية وفقاً لانحدار السطح بحوض العريش

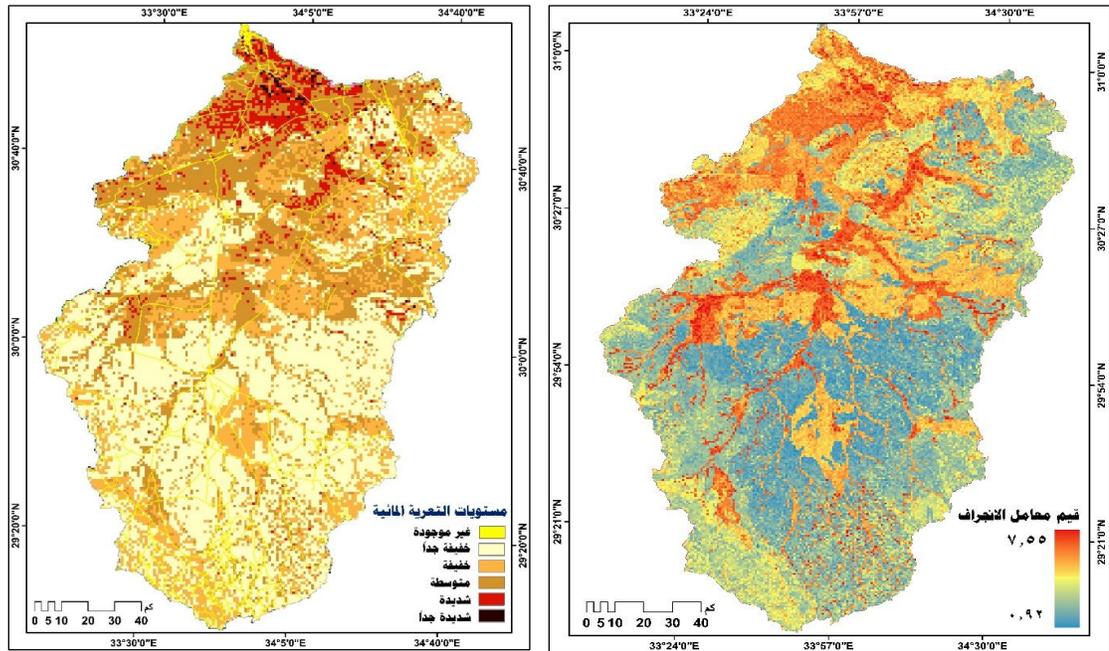
مستويات خطورة التعرية المائية وفقاً لانحدار النسبي				التصنيف الوصفي لفئات الانحدار النسبي			
من % المساحة	المساحة (كم ^٢)	مستويات الخطورة	درجات الانحدار	من % المساحة	المساحة	الوصف	فئات الانحدار النسبي
٨١.١٤%	١٨٩٢٧.٨٤	ضعيفة	أقل من ٣	٥٥.٠٩%	١٢٨٥١.٩٣	قريب من المستوي	أقل من ٢ %
٧.٥٨%	١٧٦٨.٥١	معتدلة	٦ > ٣	١٨.٥٧%	٤٣٣١.١٦	متموج قليلاً	من ٢ > ٤ %
٧.٢٠%	١٦٨٠.٢٦	متوسطة	١٠ > ٦	٧.٣٨%	١٧٢١.٢٦	متموج بشدة	من ٤ > ٦ %
٣.٠٧%	٧١٧.٢٧	مرتفعة	> ١٠ ١٥	٧.٤٤%	١٧٣٥.٢٠	زلج قليلاً	من ٦ > ١٠ %
١%	٢٣٣.٣٢	مرتفعة جداً	أكبر من ١٥	٥.٩٤%	١٣٨٦.٣٣	زلج بشدة	من ١٠ > ١٦ %
١.٠٠%	٢٣٣٢٧.٢	الإجمالي		٥.٥٨%	١٣٠١.٣١	مضرس	من ١٦ > ٢٥ %

المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على خريطة الانحدار النسبي للمنطقة وفقاً لتصنيف Suresh - Kumar and S.P.S.Kushwaha . 2013.P.394
للانحدار النسبي ، والحدود التي وضعها كل من Józefaciuk A. & Józefaciuk Cz. 1999.P.10

ومن خلال تحليل بيانات الجدول السابق يتضح أنه ثمة ارتباطاً عكسياً قوياً بين مستويات الانحدار النسبي والمساحات التي تشغلها بلغت قيمته -٠.٧٧٢ أي أنه كلما قلت قيم الانحدار النسبي زادت المساحات التي تشغلها والعكس وهذا إن دل فإنما يدل على زيادة معدلات تسوية السطح بفعل نشاط التعرية المائية خاصة في التكوينات السطحية ذات التربة الأقل قابلية للتعرية المائية التي يتوافق توزيعها جغرافياً مع مستويات الانحدار النسبي الأقل ، بينما يتوافق التوزيع المكاني للتكوينات الأكثر صلابة مع مستويات الانحدار النسبي الأكبر ، و بالتالي تزداد مستويات خطورة التعرية المائية لأنه كلما ازدادت زاوية انحدار السطح ازدادت معدلات التعرية المائية بفعل قوة دفع مياه الجريان السطحي على سفوح تلك المنحدرات ، لذلك نجد أن تربة المناطق الجبلية ذات الانحدار العالي تعاني كثيراً من انجراف التربة سيما بعد سقوط المطر ما لم يكون هناك إجراءات جيومورفولوجية هندسية للحد من انحدار السطح ، ويوضح الشكل التالي مستويات خطورة التعرية المائية حسب قسم الانحدار النسبي .

٥- معامل الانجراف (التآكل) Z

تم حساب قيم مؤشر التعرية المحتملة من المعادلة (١) فبتبين أن قيمه تراوحت بين ٠.٩٢ - ٧.٥٦ باستثناء الغطاءات الأرضية غير المعرضة للتعرية المائية كالمباني والطرق المرصوفة وبركة أم شيحان و التي استبعدتها الباحثة من بين تلك القيم ووضعها ضمن فئة التعرية غير الموجودة كما يوضحها الشكل (١٣) ، و بمقارنة هذه النتائج تبين أنها قريبة من تلك التي توصل إليها كل من جمال شعوان بحوض وادي أمزاز بالمغرب والتي تراوحت بين (صفر - ٦) (جمال شعوان ، ٢٠١٥ ، ص ٣١٤) .



المصدر : من إعداد الباحثة من خلال تطبيق المعادلة رقم (١)

شكل (١٣) قيم معامل الانجراف ومستويات التعرية المائية بحوض وادي العريش

ومن خلال تحليل الشكل السابق يمكننا القول بأن نشاط التعرية المائية في الصخور ضعيفة المقاومة والركام الحطامي والرواسب الخشنة والتراب الصلصالية و الرملية ورواسب الأودية بمجاري معظم الأودية الفرعية وجوانبها و قطاعاتها الدنيا ، بشكل ملحوظ عن المناطق التي تنتشر بها تكوينات صخرية أكثر مقاومة للتعرية المائية ، وقد أسفرت نتائج التحليل الإحصائي عن وجود علاقة طردية قوية بين قابلية التربة للتعرية المائية و معامل الانجراف بلغت قيمتها ٠.٨ ، كما أدى فقر المنطقة من الغطاء النباتي و ضعف وسائل التحكم للحد من التعرية إلى ارتفاع قيم معامل الانجراف ، وقد أكدت نتائج التحليل الإحصائي ذلك ، إذ تبين وجود علاقة طردية بين كل من معاملي الانجراف وحماية التربة بلغت قيمتها ٠.٦٦ ، وهذا يتفق مع ما توصل إليه بلينكوف وزملاؤه (Blinkov et al 2008) ، كما أدت زيادة قيم الحدود العليا لمعامل الجزر التريبي للانحدار النسبي إلى زيادة قيم معامل الانجراف ، وإن كانت فئات التعرية المحتملة الشديدة و الشديدة جداً لا تشغل سوى مساحات محدودة تتمثل في منحدرات القمم الجبلية المرتفعة وجوانب الأودية الجافة التي تقطع هضبة العجمة ، وقد أسفرت نتائج التحليل الإحصائي عن وجود علاقة قوية جداً بينهما بلغت قيمتها ٠.٩٦ ، كما أنه ثمة علاقة طردية متوسطة بين الانحدار النسبي وحماية التربة بلغت قيمتها ٠.٧٦ ، و طردية قوية بين الانحدار النسبي ومقاومة التربة للتعرية المائية قدرت بـ ٠.٩٣ ، كما تبين أن معدلات الانجراف تترادى بشكل واضح مع تزايد قيم معامل تطور التعرية وشبكة التصريف ϕ ، و هذا ما فسره التحليل الإحصائي بوجود علاقة طردية قوية بلغت قيمتها ٠.٩٨ بين كل من المعاملين ، ومن خلال حساب المساحات التي تشغلها مستويات التعرية تبين أن المناطق غير المعرضة للتعرية لا تشغل سوى ٠.٠٥% فقط من إجمالي مساحة الحوض ، بينما تشغل المناطق الخفيفة جداً نحو ٢٢.٦٠% منه ، في حين أن مستويات التعرية المائية الخفيفة تشغل نحو ٢٣.٧٥% ، كما تشغل المستويات متوسطة التعرية المائية نحو ١٧.٩٠% والفئات الشديدة نحو ٢١.٢٠% ، والشديدة جداً نحو ١٤.٥٠% من إجمالي مساحة الحوض ، وتتباين هذه النسب على مستوى الأحواض كما يوضحها الجدول (٨) .

جدول (٨) نسب مستويات التعرية بأحواض التصريف الفرعية وفقاً لقيم معامل الانجراف

الأحواض الفرعية	معامل الانجراف	الحد الأدنى لقيم	لقيم معامل	متوسط معامل الانجراف	نسب مستويات التعرية المائبة من مساحة أحواض التصريف					
					غير موجودة	خفيفة جداً	خفيفة	متوسطة	شديدة	شديدة جداً
أبو عليجانة	١	٦.٤	٤	٣.٧٢	%٠.٠٠١	%٣٢.٥	%٣٧.٢	%١٦.٨	%٤.٤	%٩.١
العريش الأوسط	١	٦.٦	٦	٣.٨٣	%٠.٠٠١	%١٨.٠	%٢٧.٣	%١٠.٨	%٢٢.٠	%٢١.٩
أم طرفة	١.٥	٦.٢	١	٣.٨٥	%٠.٠٠١	%١٢.٩	%١٣.٩	%٣٢.٥	%٢٤.٤	%١٦.٣
الجرور	١.٣٩	٦.٤	٥	٣.٨٩	%٠.٠٠١	%٢٣.٧	%٣٠.٥	%٢٣.٦	%١٤.٩	%٧.٣
أبو طريفة	١	٦.٨	٢	٣.٩١	%٠.٠٠١	%٢٣.٠	%٣٥.٣	%١٨.٩	%٤.٣	%١٨.٤
البروك	٠.٩٢	٦.٩	٤	٣.٩٣	%٠.٠٠١	%٢٣.٩	%٣٠.٨	%٩.٢	%١٨.٧	%١٧.٣
العريش الأعلى	١.٢٥	٦.٧	٢	٣.٩٨	%٠.٠٠١	%٢١.٦	%٣٤.٥	%٢١.٨	%١١.٨	%١٠.٣
عقابة	١	٦.٩	٨	٣.٩٩	%٠.٠٠١	%٣٤.٠	%٣٠.٢	%١٣.٤	%١٧.٦	%٤.٨
أبو المطامير	١.٤٤	٦.٦	٣	٤.٠٣	%٠.٠٠١	%٢٢.٤	%١٥.١	%١٦.٠	%٢٥.٦	%٢٠.٩
الرواق	١	٧.٠	٢	٤.٠١	%٠.٠٠١	%٢٦.١	%٢٥.١	%١٥.٩	%٢٢.٨	%١٠.١
حريضين	١.١	٦.٩	٨	٤.٠٤	%٠.٠٠١	%٣٠.٩	%٢٣.٩	%١٦.٤	%٢١.٧	%٧.٢
العريش الأدنى	١	٧.١	٨	٤.٠٩	%٠.٠٣٧	%١٢.٣	%١٤.٧	%٢٩.٣	%٢٥.٣	%١٨.٤
قرية	١	٧.٢	١	٤.١٠	%٠.٠٠١	%٢٣.٣	%٢١.٠	%٩.٢	%٣٣.٠	%١٣.٥
المغارة	١.٠١	٧.٢	١.٠١	٤.١٢	%٠.٠٠١	%١٥.٠	%١٢.٢	%١٨.٨	%٢٧.٨	%٢٦.٣

					%	٢	٣	٤	
					٠.٠٠١	٤.١٨	٦.٥		الخرم
%١٦.٥	%٣٣.٨	%١٦.٧	%٩.٠	%٢٤.٠	%	٥	٤	١.٨٣	
					٠.٠٠١		٦.٥		الجريحات
%١٦.٣	%٢٨.١	%١٧.٧	%٢٣.١	%١٤.٧	%	٤.٢٥	٦	١.٩٤	
					٠.٠٠١		٧.٥		الجايفة
%١١.٧	%٢٣.٧	%١٨.١	%٢١.٤	% ٢٥	%	٤.٤٧	٦	١.٣٨	
			٢٣.٧٥				٧.٥		الحوض
%١٤.٥	%٢١.٢	%١٧.٩	%	%٢٢.٦	%٠.٠٥	٤.٢٤	٦	٠.٩٢	الرئيس

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على الشكل (١٣)

و من تحليل بيانات الجدول السابق تبين أن تزايد قيم معامل الانجراف بأحواض أودية الجايفة والمغارة وقرية والرواق والبروك والعريش الأدنى يرجع إلى ضخامة حجم الجريان السطحي بها إذا ما قورنت بالأحواض الأخرى ، وهذا كان له بالغ الأثر في نشاط التعرية المائية بفعل السيول كما يوضحه الشكل (١٣) ، بينما تعد أودية أم طرفة والجرور والخرم وأبو عليجانة وأبو المطامير أقل الأحواض تسجيلاً لقيم معامل الانجراف وكذلك في المساحة وحجم الجريان السطحي ، ويمكن تفسير كبر المساحات التي تشغلها فئات التعرية الخفيفة جداً والخفيفة والمتوسطة في ضوء زيادة المساحات التي تشغلها الأسطح الصخرية الأكثر مقاومة و الانحدارات الأقل ، و ميل قيم معاملي حماية التربة وتطور التعرية وشبكة التصريف نحو القيم الأدنى تسجيلاً لهذه المعاملات .

آ- التقييم الكمي للتعرية المائية

يمكننا تقدير حجم التعرية المائية بحوض الوادي اعتماداً على المعادلة التالية :

$$W=H*T*\pi*(\sqrt{Z})^3 * F \quad (\text{معادلة ٢})$$

Amiri .F., Shariff A.R.B.M., Tabatabaie T. 2012.pp: 241–266.

حيث .:

H = متوسط هطول المطر السنوي (مم ٣)

W = إجمالي التعرية السنوية م ٣ /كم ٢/سنة

Z = معامل الانجراف (التعرية)

T = معامل حرارة التربة (° م)

$$F = \text{مساحة منطقة الدراسة (كم}^2\text{)}$$

$$\Pi = \text{معامل باي (٣.١٤)}$$

و قد تم حساب قيم حدود هذه المعادلة على النحو التالي .

$$A - \text{متوسط هطول المطر السنوي (H)}$$

تخضع منطقة الدراسة لنوعين من الأمطار ، أولهما تمثله أمطار المنخفضات الجوية ، والثاني يرتبط بالعواصف الرعدية وحالات عدم الاستقرار نتيجة تسخين الهواء على سطح الأرض وارتفاعه إلى أعلى مما يؤدي إلى تشكيل السحب الركامية أو المزن الركامية ، وهذين النوعين من الأمطار غير منتظمين لا في المكان ولا في الزمان ولا في الكمية ، ومن الملاحظ أن معظم أمطار شمال سيناء من نوع أمطار المنخفضات الجوية والتي بدورها تكون أكثر مطراً نظراً لزيادة عدد مرات حدوثها في فصل الشتاء عن الفصول الأخرى (شحاته سيد طلبه ، ١٩٩٠) ، ويوضح الجدول التالي متوسطات كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ - ٢٠١٨ م

..

جدول (٩) كميات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة خلال الفترة بين عامي (١٩٨٥ - ٢٠١٨ م)

المتوسط السنوي للمحطة (مم٣)	كمية المطر السنوي (مم٣)	المحطة	المتوسط السنوي للمحطة (مم٣)	كمية المطر السنوي (مم٣)	المحطة	المتوسط السنوي للمحطة (مم٣)	كمية المطر السنوي (مم٣)	المحطة
٢.٤٤	٢٩.٣	الحسنة	٣.٤٢	٤١	العريش	٦.٣٨	٧٦.٦	رأس سدر
١.٩٩	٢٣.٨٥	طابا	٢.٩٢	٣٥	القسيمة	٢.٦٢	٣١.٤	أبو رديس
١.١٢	١٣.٤٣	نوبيع	٢.٦٨	٣٢.٢	الثمذ	٠.٦٣	٧.٥٨	الطور
٤.٣٣	٥٢	رأس الجينية	٤.٥٩	٥٥.١	أبو عويقيلة	١٣.٨٦	١٦٦.٣	سانت كاترين
			٢.١١	٢٥.٣	جبل حيطان	٣.٢٠	٣٨.٤	نخل

المصدر : الهيئة المصرية العامة للأرصاد الجوية _ WWW.Metublue.com _ بيانات برنامج

RETSCREEN

التابع لوكالة الفضاء الأمريكية NASA .

ويوضح الشكل (١٦) كميات المطر السنوي بحوض الوادي ، و منه تم حساب المتوسط السنوي للمطر من

اعتماداً على المعادلة التالية :

$$P \text{ average} = \frac{\sum (P1 + P2) * Ai}{ta}$$

حيث :. P average = متوسط هطول المطر السنوي (مم٣)

P2 = الحد الأعلى للفئة المطرية

P1 = الحد الأدنى للفئة المطرية

ta = المساحة الكلية للحوض (كم٢)

Ai = مساحة الفئة المطرية

ومن خلال تطبيق العلاقة السابقة تبين أن متوسط التساقط السنوي بحوض وادي العريش بلغ ٢٥.٤٧ مم٣.

ب- معامل حرارة التربة T

تؤثر الحرارة بشكل مباشر وغير مباشر على تعرية التربة ، حيث تؤدي الاختلافات الحرارية المتتالية بين

الصيف والشتاء والليل والنهار إلى تنشيط عمليات التجوية الفيزيائية على الصخور ، ودور الحرارة العالية في تنشيط

بعض عمليات التجوية الكيميائية التي تساهم في إضعاف الصخور وتحللها وتهيئتها للانجراف ، وتم حساب هذا

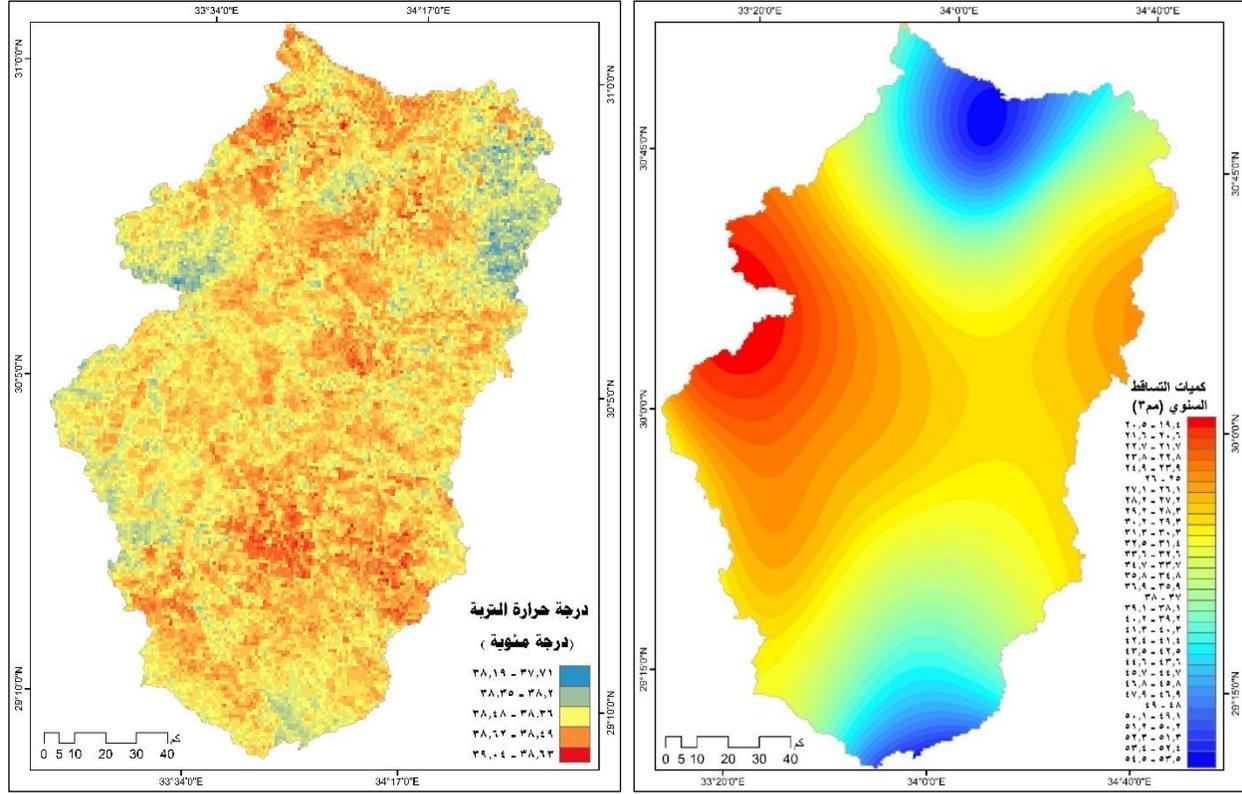
المعامل من خلال استخراج درجة حرارة التربة من المرئيات الفضائية Landsat 8 LST ، و بعد الحصول على

خريطة حرارة التربة بمنطقة الدراسة يمكننا حساب معامل حرارة التربة باستخدام برنامج Arc Map من خلال الأداة

Raster Calculator وتطبيق المعادلة ($T = \sqrt{C/10 + 0.1}$) التي وضعها جافريلوفيتش (Gavrilović, S.)

(1972, p.292) ، حيث تمثل T حرارة التربة (درجة مئوية) ، C متوسط درجة الحرارة السنوية للتربة (درجة

مئوية) .



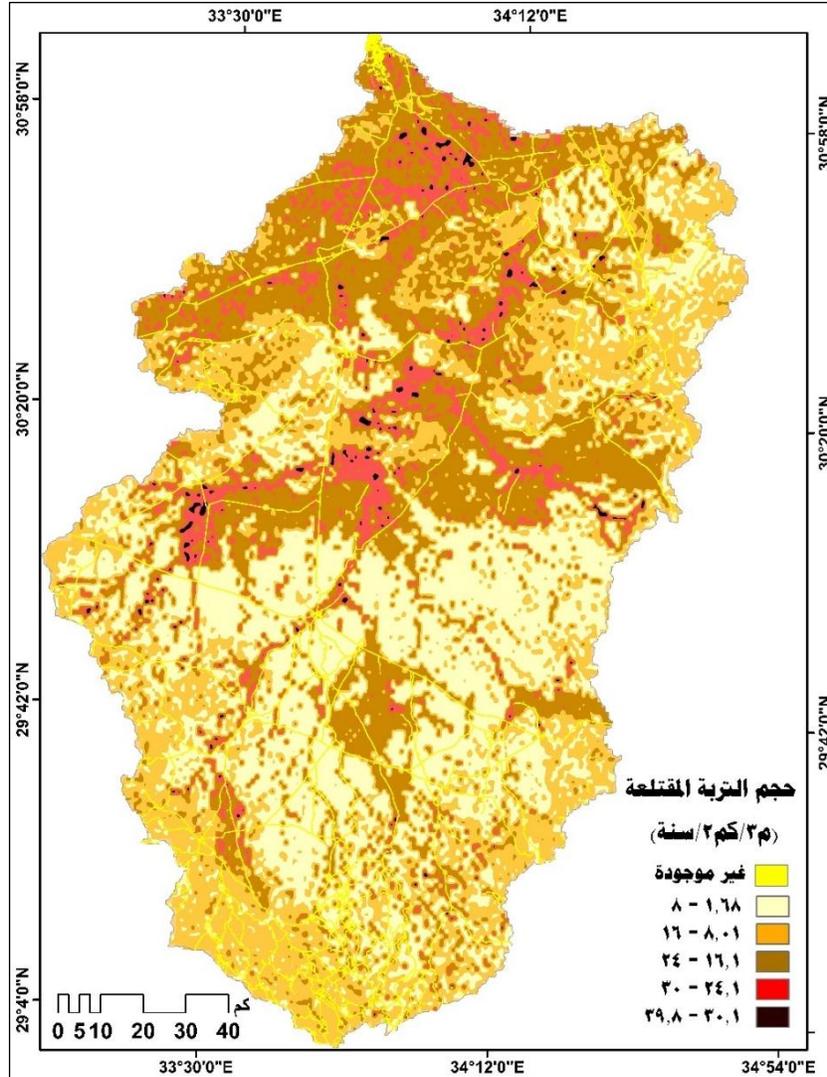
المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على البيانات المناخية للمنطقة و Landsat 8 ,1-1-2019
(أ) كميات المطر السنوي (ب) معامل حرارة التربة

شكل (١٤) كميات المطر السنوي (مم) و درجات حرارة التربة (م°) بحوض وادي العريش

ج- الإجمالي السنوي للتعرية المائية (م^٣/كم^٢/سنة) W

بعد الحصول على قيم معاملي التساقط وحرارة التربة تم تطبيق المعادلة (٢) من خلال حاسب الطبقات المصفوفية Raster Calculator ، ومنه تبين أن حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية بحوض وادي العريش تراوحت بين ١.٦٨ - ٣٩.٨ م^٣ / كم^٢ / سنة كما يوضحها الشكل (١٥) ، والذي يتضح منه أن الفئات الأقل تسجيلاً لقيم التعرية المائية تتوافق مع توزيع الصخور الأثقل مقاومة للتعرية المائية إلا في مجاري أودية الرواق وأبو طريفة والعريش الأعلى عند منابعها العليا ، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى التزايد الملحوظ في كمية التساقط المائي على محطة سانت كاترين في أقصى جنوب الوادي ، بينما تزداد حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية بالمجاري

الرئيسة لأودية البروك ، المغارة ، قرية ، العريش الأوسط ، والعريش الأدنى نظراً لكثافة التصريف المائي بمجاريها و
اقتلاع مياه الجريان السطحي لقطاعات كبيرة من تربة رواسب الأودية ، وهي الترات شديدة القابلية للتعرية المائية .



المصدر : من إعداد الباحث من خلال المعادلة (٢)

شكل (١٥) الإجمالي السنوي للتعرية المائية بحوض وادي العريش (م/٣/كم/٢/سنة)

ومن الشكل السابق تم حساب الإجمالي السنوي للتعرية المائية لحوض الوادي العريش من العلاقة .:

$$Te = \sum(e1 + e2) \times Ae$$

حيث .:

T_e = الإجمالي السنوي للتعرية المائية (م/٣/كم/٢/سنة) . $e1$ = الحد الأدنى لفئة التعرية المائية .

e2 = الحد الأعلى لفئة التعرية المائبة .
 A@ = مساحة فئة التعرية (كم^٢) .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن Zachar D.1982 قد وضع حدوداً ميز بها حدة التعرية المائبة وفقاً لحجم التربة

المقتلعة بفعل التعرية المائبة كما يوضحها الجدول التالي :

جدول (١٠) حدة التعرية المائبة حسب الإجمالي السنوي للتعرية المائبة بالمتري المكعب

حده التعرية	الإجمالي السنوي للتعرية المائبة (م ^٣)	حده التعرية	الإجمالي السنوي للتعرية المائبة (م ^٣)	حده التعرية	الإجمالي السنوي للتعرية المائبة (م ^٣)
قوية	٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠	متوسطة	١٥٠٠ - ٥٠٠	غائبة أو غير ظاهرة	أقل من ٥٠
كارثية	من ٢٠٠٠٠ فأكثر	مععمة	٥٠٠٠ - ١٥٠٠	ضعيفة	٥٠ - ٥٠٠

Zachar D.1982. p547.

ويوضح الجدول التالي حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائبة بأحواض التصريف الفرعية و الإجمالي

السنوي للتعرية المائبة و حدها وفق تصنيف Zachar D.1982 .

جدول (١١) الإجمالي السنوي للتعرية المائبة بحوض وادي العريش (م^٣/كم^٢/سنة)

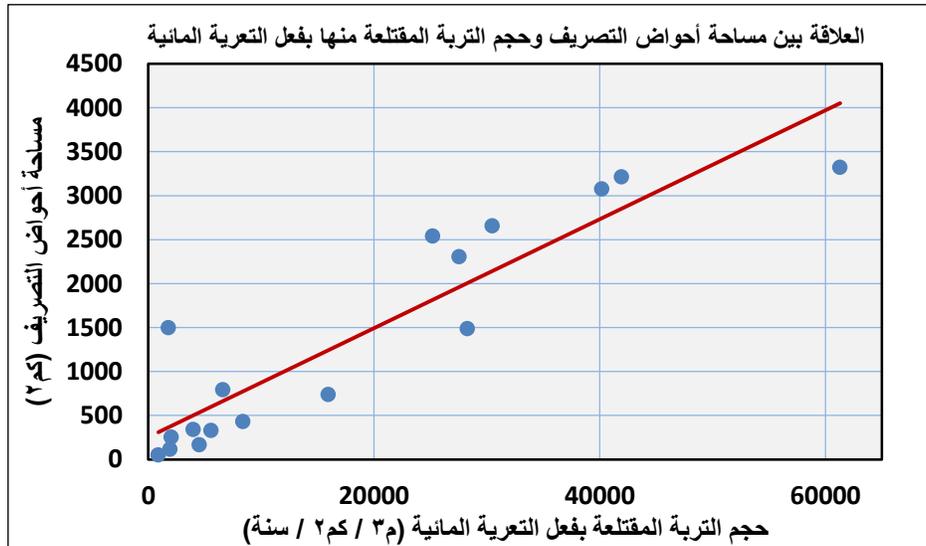
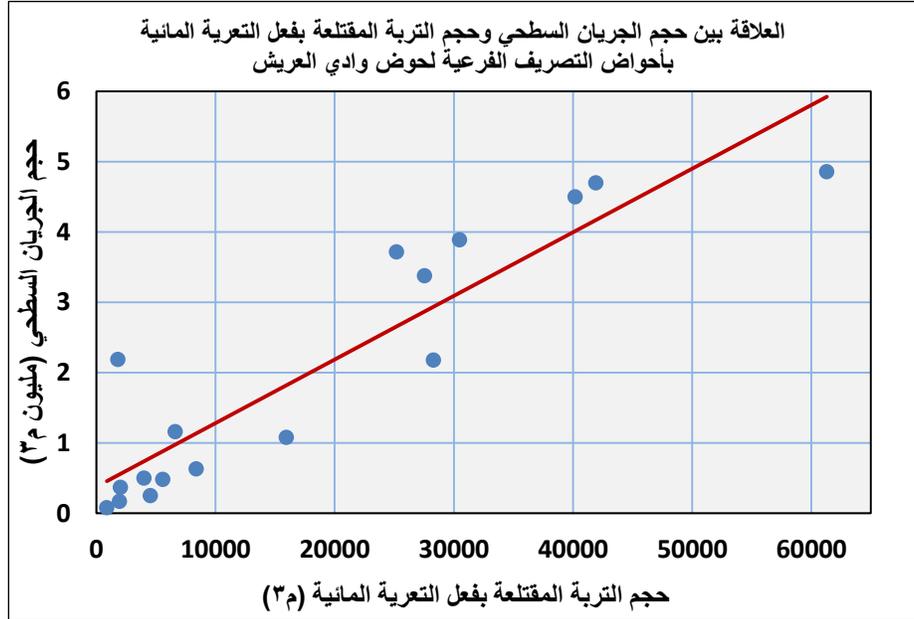
حده التعرية المائبة	المتوسط السنوي للتعرية المائبة (م ^٣ /كم ^٢ /سنة)	الإجمالي السنوي للتعرية المائبة (م ^٣)	الحد الأعلى لفئات التعرية المائبة (م ^٣)	الحد الأدنى لفئات التعرية المائبة (م ^٣)	أحواض التصريف
مععمة	٢٦.٩٢	٤٥٢٠.٤٧	٢٧.١	٣.٤٨	وادي أم طرفة
كارثية	٩.٩٢	٢٥١٩٠.٠٩	٣٢.٨٠	١.٩	وادي عقابة
مععمة	١٢.٣٩	١٧٩٦.٠٢	٣٥.٨٠	٢.١٦	وادي حريضين
كارثية	١٣.٠٦	٤٠١٨٠.١٦	٣٣.٢٠	١.٩	وادي قرية

وادي المغارة	١.٩	٣٥.٩٠	٦١٣٠٠.٣٣	١٧.٦٧	كارثية
وادي العريش الأوسط	١.٩	٢٩.٨٠	٨٣٨٠.٧٩	١٩.٤٠	قوية
وادي العريش الأدنى	١.٩١	٣٦.٥٠	٢٨٢٨٦.٣٦	١٩.٠١	كارثية
وادي العريش الأعلى	٢.٨٣	٣٣.٩٠	٢٧٥٣٠.٦٦	١١.٩٣	كارثية
وادي الرواق	١.٩	٣٤.٤٠	٣٠٤٨٣.٠١	١١.٤٧	كارثية
وادي الخرم	٦.٤	٢٦.٢٠	٨٨٣.٦٩	١٦.٨٩	متوسطة
وادي الجريحات	٥.٤٥	٣١.٩٠	٥٥٧٠.٨٠	١٦.٨٩	قوية
وادي الجرور	٣.١٢	٢٨.٦٠	٣٩٨٨.٥١	١١.٦٥	معممة
وادي الجايفة	٣.٠٦	٣٩.٨٠	١٥٩٤٥.٥٥	٢١.٣٠	قوية
وادي البروك	١.٦٨	٣٤.٤٠	٤١٩٢٤.٢٩	١٣.٠٥	كارثية
وادي أبو عليجانة	٣.٠٢	٣١.١٠	٢٠٢٤.٢٥	٧.٩٤	معممة
وادي أبو طريفة	١.٩١	٣٣.٩٠	٦٦٠٩.٦٣	٨.٣٣	قوية
وادي أبو المطامير	٤.٧٤	٣٣.١٠	١٩٣١.٧٨	١٦.٧٦	معممة
وادي العريش			٣ م ٣٠٦٥٤٦.٤	٢٥٤.٥٨ م ٣/٢ كم/سنة	كارثية

المصدر : من حسابات الباحث اعتماداً على الشكل (١٥)

ومن خلال تحليل بيانات الجدول السابق يتضح أن إجمالي حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية بحوض وادي العريش ٣٠٦٥٤٦.٤ م ٣ ، بمتوسط سنوي قدره نحو ٢٥٤.٥٨ م ٣ / كم/٢ سنة ، ويتفاوت هذا الحجم من حوض تصريف لآخر حسب مساحته ، حيث سجل وادي الخرم وهو أقل الأحواض مساحة أقل قيم للتعرية المائية بالحوض ككل (٨٨٣.٦٩) ، بينما سجل وادي المغارة وهو أكبر الأحواض الفرعية مساحة أقل قيم التعرية المائية (٦١٣٠٠.٣٣ م ٣) بمتوسط سنوي قدره ١٧.٦٧ م ٣ / كم/٢ سنة ، وقد أسفرت نتائج التحليل الإحصائي عن وجود علاقة طردية قوية بين حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية وحجم الجريان السطحي ومساحة أحواض التصريف

قدرها ٠.٩١ لكل منهما على حد سواء كما يوضحه الشكل (١٦) ، وهذا إن دل فإنما يدل على تزايد حدة التعرية المائية في أحواض التصريف كبيرة المساحة التي تتسم بضخامة حجم الجريان السطحي .



المصدر : من إعداد الباحث باستخدام برنامج Microsoft Excel 2019

شكل (١٦) العلاقة بين حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية و حجم الجريان السطحي (مليون م³) ومساحة

أحواض التصريف الفرعية بحوض وادي العريش

و تجدر الإشارة هنا إلى أن الجريان السطحي يشكل خطورة بالغة على منطقة الدراسة ، حيث يبدو الأثر الهدمي لها في تعرية التربة من خلال تقويض جوانب الطرق المرصوفة مما يؤدي إلى انهيار جوانبها عن طريق تعرية التربة الهشة التي تتركز عليها تلك الطرق بالنحت التراجعي سيما الممتدة فوق نطاق التربة الرملية شمال حوض الوادي كما يوضحه الشكل (١٧ / أ) أو اقتلاع الطريق بتربة الأساس التي يرتكز عليها كما يوضحه الشكل (١٧ / ب) ، أو اتخاذها الطرق كنقاط تجديد اصطناعية و تكوين برك غطس على طول الاتجاه المعاكس لاتجاه جريان السيل بمجرى الوادي كما يوضحه الشكل (١٧ / ج) وتعطيل حركة السيل عليه طيلة المدة التي يجري فيها السيل بمجرى الوادي ، وتؤدي التربة المنقولة بفعل الجريان السيلي إلى ترسيب كميات ضخمة من التربة المقتلعة سيما الناعمة منها والتي استطاعت مياه السيل جرفها لمسافات طويلة أدت إلى طمر محاصيل الخضر التي تزرع تحت أشجار الزيتون المزروعة ببطن وادي العريش الأدنى قرب مدينة العريش .



المصدر : وائل سلام ، ٢٠١٥ ، ص ٢٢١



المصدر : وائل سلام ، ٢٠١٥ ، ص ٢٢١



د



ج

المصدر : وائل سلام ، ٢٠١٥ ، ص ١٧٧

المصدر : <http://images.app.google>

شكل (١٧) الآثار التدميرية للسيول بمنطقة الدراسة

د- نسبة توصيل الرواسب ونقلها الفعلي

بعد حساب إجمالي معدلات تآكل التربة السنوية ، قمنا بحساب نسبة توصيل الرواسب ، وهو أمر ضروري لحساب مقدار الرواسب الفعلية ، وقد اقترح جافريلوفيتش المعادلة التالية لتحديد نسبة توصيل الرواسب .

$$Ru = \frac{(0 * D)^{0.5}}{0.25(L + 10)}$$

Petrović, A.; Kostadinov, S.; Dragičević, S. 2014, pp. 23, 823–830

حيث:.

O = محيط مستجمعات المياه (كم)

RU = نسبة توصيل الرواسب

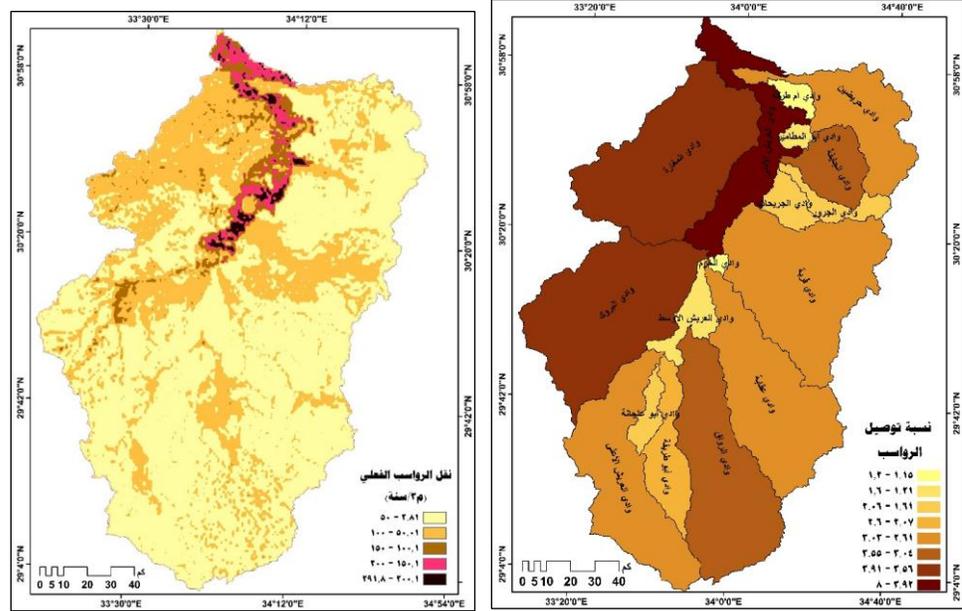
D = متوسط فروق ارتفاع مستجمعات المياه (كم) L = طول مستجمعات المياه (كم)

ومن خلال تطبيق المعادلة تبين أن نسبة توصيل الرواسب بحوض الوادي سجلت أقل قيم لها (١.١٥) بحوض وادي أم طرفة و أعلى قيمة لها (٨) بحوض وادي العريش الأدنى كما يوضحها الشكل (١٨ / أ) ، بمتوسط عام ٣.٤٣ لحوض الوادي ككل ، واقترح بورونوفيتش (Braunović, S., 1996) بعد أن يتم تقدير حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية أن يتم حساب نقل الرواسب الفعلي (G) من خلال المعادلة التالية :.

$$G_{year} = W_{year} * Ru(M^3/year)$$

Braunović, S., 1996. P5

ومن خلال حساب نقل الرواسب الفعلي بأحواض تصريف منطقة الدراسة تبين أن مقدار نقل الرواسب بمنطقة الدراسة تراوحت بين ٢.٨١ - ٥٠ م /سنة بالمنابع العليا لمعظم أحواض التصريف بالمنطقة ، كما تراوحت بين ٥٠.١ - ٣١٠٠ م / سنة بأحواض قرية و معظم الأجزاء الوسطى من وادي الرواق والجانب الشرقي من وادي العريش الأعلى ووادي البروك في أجزائه العليا والدنيا ، و معظم أجزاء وادي البروك و الجريحات والقسمين الأوسط والشرقي من وادي حريصين ، بينما زاد هذا المعدل بشكل واضح من ١٠٠ - ٨٠٠ م / سنة بحوض وادي العريش الأدنى كما يوضحه الشكل (١٨ / ب) ، وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على أن التربة المقتلعة من كافة الأودية الفرعية لحوض وادي العريش يتم جرفها بفعل الجريان السيلي ليتم ترسيبها بحوض وادي العريش الأدنى قبل مصب الوادي لمسافة تصل إلى ١٢٠ كم ، بفضل انحدار سطح الوادي بشكل عام من الجنوب صوب الشمال .



المصدر : من حسابات الباحث اعتماداً على المعادلتين السابقتين

(ب) نقل الرواسب الفعلي (م³/سنة)

(أ) نسبة توصيل الرواسب

شكل (١٨) نسبة توصيل الرواسب ونقلها الفعلي بحوض وادي العريش

وتجدر الإشارة هنا إلى أن سكان الوادي ينتظرون تربة رواسب الأودية التي تجرفها مياه السيول خلف سد الروافعة والاستفادة منها في استصلاح التربة الرملية من خلال خلطه بها عن طريق الحرث وإعادة زراعتها بوادي العريش الأدنى كما يوضحه الشكل التالي :



المصدر :

<https://www.youm7.com> المصدر :

<https://www.elbalad.news/4043192>

شكل (١٩) خلط التربة المنقولة بفعل السيول بالتربة الرملية وإعادة زراعتها بوادي العريش الأدنى

سادساً : النتائج و التوصيات

(١) النتائج

١. لعب التباين في الخصائص الطبيعية لحوض الوادي (البنية الجيولوجية ، التراكيب الخطية ، السطح ، الحرارة والمطر ، التربة ، النبات الطبيعي) دوراً مهماً في تباين مستويات وحدة التعرية من حوض لآخر بمنطقة الدراسة وفقاً لمحصلة قوة وضعف هذه العوامل وتأثيرها في التعرية المائية وتأثرها بها.
٢. تعد مساحة أحواض التصريف وحجم الجريان السطحي بكل منها أهم العوامل الأكثر فعالية في زيادة حدة التعرية المائية بحوض الوادي.

٣. يعد حوض وادي العريش الأدنى بمثابة مستودع إرسابات ونواتج طرح الأودية من التعرية المائية نظراً لكون سطحه قريب من المستو ، وإليه تنتهي مصبات الأودية الفرعية إما بشكل مباشر أو عن طريق مصب وادي العريش الأوسط ، ويمكن تفسير ذلك في ضوء الاتجاه العام لانحدار السطح من الجنوب صوب الشمال .
٤. أدى ضعف الغطاء النباتي في الحوض بشكل عام إلى زيادة فعالية النحت الهيدروليكي بفعل الجريان السطحي خاصة في مجاري الأودية .
٥. يرجع السبب في زيادة معدلات تآكل التربة بفعل التعرية المائية بوادي قرية والبروك إلى كبر مساحتهما وضخامة حجم الجريان السطحي بهما ، كما يعد السبب الرئيس في ضخامة حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية بحوض وادي العريش الأدنى إلى كونه يشكل منطقة تجمع مياه الجريان السطحي لكافة الأودية الفرعية .

(٢) التوصيات

- ١- وجوب تطبيق هذا النموذج في المناطق التي تتعرض لأخطار الجريان السيلبي و تقدير حجم التربة المقتلعة بفعل التعرية المائية ، من خلال إتاحة مثل هذه الدراسات بشكل رسمي للمعنيين والمسؤولين ، لوضع برامج ملائمة لصيانة التربة و الحفاظ على استدامتها ، و الاستعانة بذوي الخبرة في هذا الأمر .
- ٢- إنشاء السدود الصغيرة عند مصبات الأودية الفرعية للحد من خطر الجريان السيلبي و اقتلاعه للتربة .
- ٣- ضرورة تعميم حوض الوادي من خلال التوسع الزراعي و عمليات التشجير المستمر .
- ٤- منع الرعي الجائر وتنظيم عملية الرعي بصورة دورية وتحفيز أي نشاط حيوي يزيد من المادة العضوية (الدبال) في التربة لقدرته في المحافظة على رطوبة التربة وتماسكها ومنع تعريتها .

سابعاً : المراجع و المصادر

- ١- المراجع باللغة العربية
 ١. أحمد سالم صالح(١٩٨٥) حوض وادي العريش - دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ،كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
 ٢. جمال شعوان (٢٠١٥) توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس ، جامعة سيدي محمد بن عبد الله ، المغرب.
 ٣. جمال شعوان ، علي فالح ، عبد الحميد الصديقي ، هيثم مسرار (٢٠١٣) توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية بحوض أمزاز بالريف الأوسط من خلال نموذج جافريلوفيك ، منشورات جمعية الجغرافيين المغاربة ، العدد ١_٢ ، السلسلة الجديدة ، المجلد ٢٨ .
 ٤. حمدي نبيه عيد (٢٠١٨) المحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بمنطقة مرسى مطروح "دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب جامعة سوهاج .
 ٥. سعد الغامدي (٢٠٠٩ م)، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد الأول.
 ٦. عبد الفتاح صديق عبد الله (١٩٩٥) منطقة شمال سيناء - دراسة في الجغرافيا الزراعية ، جامعة عين شمس ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا.
 ٧. عبده شطا (١٩٨٢) جيولوجية شبه جزيرة سيناء ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة.
 ٨. وائل سلام (٢٠١٩) السيول في منطقة العريش بشبه جزيرة سيناء دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة المنوفية .
- ٢- المراجع باللغة الإنجليزية

1. Amiri F., Shariff A.R.B.M., Tabatabaie T. (2012): Monitoring land suitability for mixed livestock grazing using Geographic Information System (GIS). In: Alam B.M. (ed.): Application of Geographic Information Systems. Rijeka, InTech: 241–266.
2. Asma,A, (1994). The Down–stream portion of wadi El Arish, North Sinai, Egypt, Journal of Engineering and Applied science, Vol. 41, No. 4, Faculty of Engineering, Cairo, p. 16
3. Braunović, S.(1996) Study of Rain Erosivity and Soil Resistance to Erosion in Belgrade Region. Master's Thesis, University of Belgrade, Belgrade, Serbia
4. De Cesare, G., N. Beyer Portner, J. Boillat, A. Schleiss (1998). Modeling of erosion and sedimentation based on field investigations in Alpine reservoirs of hydropower schemes. Presented at Lehfelddt–ICHE "Sediment Transport in Reservoirs (Parallel 34).
5. Eyal, M. , Eyal, Y. ,Bartov, Y. and Steinitz ,G. ,(1981) the Tectonic Development of the Western Margin of the Gulf of Elat (Aqaba) Rift, Tectonophysics, vol.80.
6. Gavrilović, S. (1972) Engineering of Torrents and Erosion (In Serbian). Izgradnja, Beograd.
7. Globevnik, L. (2001) Celosten pristop k urejanju voda v povodjih. PhD Thesis, University of Ljubljana, Slovenia.
8. Józefaciuk A. & Józefaciuk Cz. (1999) . Protection of land against erosion – manual for administrative and local government authorities, consulting companies and land users, IUNG, Puławy, Poland.
9. Merritt, W., Letcher, R. and Jakeman, A. (2003) A review of erosion and sediment transport models. Environmental Modelling & Software, 18, 761–799.
- 10.Moawad B M., (2012) Analysis of the flash flood occurred on 18 January 2010 in wadi El Arish, Egypt (a case study)

11. Petrović, A.; Kostadinov, S.; Dragičević, S. (2014) The inventory and characterisation of torrential flood phenomenon in Serbia. Pol. J. Environ. Stud.
12. Said, R. (1962) The Geology of Egypt, El Sevier, New Amsterdam
13. Shatta, A. and Attia, F., 1994: Environmental Aspects of Water Harvesting. In: FAO, Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Expert consultation, Cairo, Egypt. 21–25 Nov. 1993. 257270, FAO, Rome.
14. Stefanovic M., Gavrilovic Z. and Milojevic M., (2004) "Erosion Potential Method" and Erosion risk zoning in mountainous regions – Interpretation .
15. Suresh Kumar and S. P. S. Kushwaha (2013). Modelling soil erosion risk based on RUSLE–3D using GIS in a Shivalik sub–watershed, India.
16. Strahler, A. N. (1952): Hypsometric (Area–Altitude) Analysis of Erosional Topography, Geological Society of America Bulletin, Vol. 63, No.11, pp. 1117–1142
17. Van Zuid am, R.A. & Van Zuidam –Cancelado, F.I. 1979. Terrain analysis and classification using aerial photographs.
18. Zachar D., (1982). Soil Erosion. Amsterdam: Elsevier science publishing company, p547.
19. Zorn M., and Komac B., (2005). Soil erosion on agricultural land in Slovenia – measurement of rill erosion in the Besnica valley. Acta geographica Slovenica .
20. Zorn, M, and Komac B., (2008). Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julian Alps, Western Slovenia). Presented at XXIV th Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.

٣- المواقع الإلكترونية

- 1- <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- 2- <https://www.meteoblue.com/>
- 3- 28. <https://en.tutiempo.net/climate/>