



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الكوفة – كلية الآداب
قسم الجغرافية

التحريته المائية لبعض احواض شمال نخيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

أطروحة دكتوراه قدمها

الى مجلس كلية الآداب في جامعة الكوفة

قصي ذياب عباس النيمي

وهي جزء من متطلبات درجة الدكتوراه فلسفة في الجغرافية

إشراف

الأستاذ الدكتور

فلاح حسن شنون الكعبي

م ٢٠٢٣

هـ ١٤٤٥

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَهُ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ
 زَبَدًا رَابِيًا وَمِمَّا يُوقِدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ حِلْيَةٍ أَوْ مَتَاعٍ
 زَبَدٌ مِثْلَهُ كَذَلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ فَأَمَّا الزَّبَدُ
 فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ كَذَلِكَ
 يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ (١٧)

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

سورة الرعد

الآية ١٧

الاهداء

إلى من تمنيت أن يطول به الاجل (أبي الحنون) طيب الله ثراه .

إلى من مثلك شموخ الجبال وتواضع السهول (أمي) اطال الله في عمرها واتم

صحتها .

إلى من سقى نخيل الوطن بدمائه الطاهرة فارفع شامخاً (ابن اخي الشهيد

البطل ملازم خالد) .

إلى من شد الله ظمري عضدي فكانوا خير معين (اخواني واخواتي)

إلى شريكة عمري وسرفيقة لسريري (زوجتي الغالية) .

إلى بذور المحبة وقرّة عيني اطفالي (مريهام ومريم) .

إلى كل من ساعدني ومد لي يد العون .

اهدىكم هذا العمل

الباحث

تعهد اجاز الطالب عمله البحثي

أتعهد بان هذه الاطروحة الموسومة (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) وقد تم بجهدني وادراكاً مني للمسؤولية القانونية ، اصرح بموجب هذا انني كتبت هذه الاطروحة بنفسني وان جميع محتويات الاطروحة قد تم الحصول عليها من بالوسائل المشروعة .

التوقيع :

اسم الباحث : قصي ذياب عباس سلمان التميمي .

عنوان الاطروحة : (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) .

الاختصاص : الجغرافية .

التاريخ : ٢٠٢٣/٧/٣١

إقرار المشرف

أشهد ان اعداد هذه الاطروحة الموسومة (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) التي قدمها طالب الدكتوراه (قصي ذياب عباس التميمي) قد تمت تحت اشرافي في جامعة الكوفة - كلية الآداب ، قسم الجغرافية ، وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه في الجغرافية . بناءً على التوصيات المتوافرة ارشح هذه الاطروحة للمناقشة.

توقيع المشرف :

اللقب العلمي والاسم : الأستاذ الدكتور فلاح حسن شنون الكعبي

التاريخ : / / ٢٠٢٣

توقيع رئيس القسم :

اللقب العلمي والاسم : الأستاذ الدكتور مثنى فاضل علي

رئيس قسم الجغرافية

التاريخ : / / ٢٠٢٣

إقرار الخبير اللغوي على الاطروحة

اشهد ان اعداد هذه الاطروحة الموسومة (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) المقدمة من قبل طالب الدكتوراه (قصي ذياب عباس التميمي) قد تم تقويمها من الناحية اللغوية بإشرافي ، وانها أصبحت بأسلوب علمي سليم خال من الأخطاء اللغوية والتعبيرات غير الصحيحة .

التوقيع :

اللقب العلمي والاسم :

كلية الاداب – جامعة الكوفة

التاريخ : / / ٢٠٢٣

إقرار الخبير العلمي الأول على الأطروحة

اشهد ان اعداد هذه الأطروحة الموسومة (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) المقدمة من قبل طالب الدكتوراه (قصي ذياب عباس التميمي) الى مجلس كلية الاداب – جامعة الكوفة ، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة آداب في الجغرافية . قد تم تدقيقها ومراجعتها من الناحية العلمية وأصبحت مؤهلة للمناقشة .

التوقيع :

اللقب العلمي والاسم :

مقوم علمي اول

الكلية والجامعة :

التاريخ : / / ٢٠٢٣

إقرار الخبير العلمي الثاني على الأطروحة

أشهد ان اعداد هذه الأطروحة الموسومة (التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) المقدمة من قبل طالب الدكتوراه (قصي ذياب عباس التميمي) الى مجلس كلية الاداب – جامعة الكوفة ، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة آداب في الجغرافية . قد تم تدقيقها ومراجعتها من الناحية العلمية وأصبحت مؤهلة للمناقشة .

التوقيع :

اللقب العلمي والاسم :

مقوم علمي ثان

الكلية والجامعة :

التاريخ : / / ٢٠٢٣

إقرار لجنة المناقشة على الاطروحة

استناداً الى محضر مجلس كلية الآداب جامعة الكوفة المرقم بجلسته الاولى والمنعقد بتاريخ ٢٠٢٣/٩/١٧ بشأن تشكيل لجنة مناقشة أطروحة الدكتوراه الموسومة (التعريف المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) والتي تقدم بها طالب الدكتوراه (قصي ذياب عباس) فوجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الدكتوراه فلسفة آداب في الجغرافية وبتقدير (

الامضاء :

الامضاء :

الاسم : عتاب يوسف كريم

الاسم : كامل حمزة فليفل

اللقب العلمي : أستاذ مساعد دكتور

اللقب العلمي : أستاذ دكتور

كلية التربة للنبات / جامعة الكوفة

كلية الآداب / جامعة الكوفة

الصفة : عضواً

الصفة : عضواً

التاريخ : / / ٢٠٢٣

التاريخ : / / ٢٠٢٣

الامضاء :

الامضاء :

الاسم : أياد عبد علي سلمان

الاسم : مصطفى كامل عثمان

اللقب العلمي : أستاذ مساعد دكتور

اللقب العلمي : أستاذ مساعد دكتور

كلية التربية الأساسية / جامعة واسط

كلية الآداب / جامعة الكوفة

الصفة : عضواً

الصفة : عضواً

التاريخ : / / ٢٠٢٣

التاريخ : / / ٢٠٢٣

الامضاء :

الامضاء :

الاسم : كفاح صالح بجاي

الاسم : فلاح حسن شنون

اللقب العلمي : أستاذ دكتور

اللقب العلمي : أستاذ دكتور

كلية الآداب / جامعة الكوفة

كلية الآداب / جامعة الكوفة

الصفة : رئيساً

الصفة : عضواً ومشرفاً

التاريخ : / / ٢٠٢٣

التاريخ : / / ٢٠٢٣

مصادقة عميد كلية الآداب : صدقت هذه الاطروحة من قبل مجلس كلية الآداب/جامعة الكوفة بجلسته المرقمة (المنعقد بتاريخ / / ٢٠٢٣ .

الامضاء :

الاسم : مجيد حميد عباس الحدراوي

اللقب العلمي : أستاذ دكتور

عميد كلية الآداب / جامعة الكوفة

التاريخ : / / ٢٠٢٣

شكر وامثان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَتَبَسَّمْ ضَاحِكًا مِنْ قَوْلِهَا وَقَالَ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ (١٩)

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ سورة النمل الآية (١٩)

الحمد والشكر لله عز وجل أولاً فهو الموفق الهادي ، ولرسوله وأهل بيته ثانياً فهم أهل بيت النبوة والرحمة ، أما بعد فأنا اتم باذن الله تعالى هذه الدراسة ، وإن من دواعي الوفاء والعرفان بالجميل أتقدم بالشكر والامتنان لمشرفي وقdotي أ.د (فلاح حسن شنون) على ما بذله من جهد متواصل وابداء النصائح والملاحظات طيلة مدة كتابة الاطروحة ومتابعة خطوات الدراسة بكل تفاصيلها .

ويلزمني واجب الاعتراف بالفضل ان أتوجه بالشكر والامتنان الى رئاسة قسم الجغرافية كلية الاداب جامعة الكوفة المتمثلة برؤوساء القسم الاساتذة الافاضل أ.د (مثنى فاضل الوائلي) أ.د (محمد جواد شيع) لمتابعتهم ورعايتهم الكريمة لنا طوال مدة الدراسة ، فضلاً عن اساتذتنا الافاضل جميعاً الذين بذلوا جهداً مميّزاً في العطاء العلمي اثناء الدراسة التحضيرية ، واتوجه بامتناني الى أ.د (رقية محمد أمين العاني) كلية الاداب الجامعة العراقية لما ابدته من مساعدة كبيرة فيما يتعلق بموضوع دراستي وفي تقانات (GIS) فضلاً عن متابعتها وملاحظاتها العلمية القيمة ، وشكري وامتناني لجميع من تعاون معنا في إقليم كردستان العراق وزودنا ببياناتها وما يتعلق بمنطقة الدراسة ولاسيما أ.د(سوران حما أمين) رئيس قسم الجغرافية في كلية التربية جامعة السليمانية ، كما أوجه شكري للأخ العزيز (د.صلاح عثمان عبد العاني) لما ابداه من مساعدة في تقانات (GIS) ، وشكري الى الصديق العزيز (د.عمار الساعدي) التدريسي في كلية التربية الرياضية جامعة الكوفة على حسن الاستقبال والضيافة وكان الأخ والسند والعون طيلة مدة الدراسة فجزاه الله عني خير الجزاء . ولايفوتني ان اقدم الشكر والامتنان الى جميع زملائي من طلبة الدراسات العليا كانوا مثالاً للتعاون والالفة والمحبة ، والى موظفي المكتبات في جامعات(الكوفة ، بغداد ، المستنصرية ، السليمانية) ، واخيراً أحب ان اتوج شكري الى والدتي حفظها الله بدعواتها المستمرة لي ليلاً مع نهاراً ، ولعائلتي الكريمة لتوفيرهم المناخ الملائم لي طيلة مدة الدراسة وبتقصير مني تجاه حقوقهم العائلية ، والى كل من قدم لي يد العون والمساعدة في انجاز هذا العمل .

أتمنى من الله سبحانه وتعالى أن أكون قد وفقت في كتابة اطروحتي بكل امانة وإخلاص ، وأن نسير على نهج اساتذتنا في اخلاصهم وامانتهم وعلميتهم وأن يتقبلوا منا هذا الجهد العلمي على ان ينال رضاهم واستحسانهم ورضا الأجيال القادمة .

قصي ذياب

المستخلص (Abstract) :

تناولت هذه الدراسة عملية التعرية المائية لبعض احواض شمال بحيرة دوكان ومخاطرها الجيومورفولوجية ، اذ تبلغ مساحة منطقة الدراسة (٤٨٤,٨٦ كم^٢) ، تقع في شمال شرق العراق وفي الجزء الشمال الشرقي من محافظة السليمانية ، تقسم منطقة الدراسة الى ثلاثة احواض ثانوية هي حوض ولي كفن ، وحوض كرفت ، وحوض دولة كلو ، الهدف من هذه الدراسة هو معرفة نشاط التعرية المائية وتأثيرها في احواض منطقة الدراسة ومعرفة الخصائص الطبيعية المؤثرة في التعرية المائية المتمثلة بالخصائص الجيولوجية والطبوغرافية والانحدار والمناخ والتربة والموارد المائية والنبات الطبيعي .

وتم دراسة الخصائص المورفومترية واثرها في عملية التعرية المائية والسيول والفيضانات ، والمتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة النهرية والتعرف على اشكال الصرف النهري ودورها الجيومورفولوجي في زيادة نشاط التعرية المائية ، وتباين احواض المنطقة في كمية جريانها المائي التي تغطيها وهذا ناتج عن الخصائص المورفومترية .

كما تم التعرف على خصائص الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة نتيجة المياه الجارية من السيول والفيضانات المنحدرة من الجزء الشمالي الشرقي لحوض ولي كفن ، ومن الجزء الشمالي في حوض كرفت ، ومن الجزء الشمالي الغربي في حوض دولة كلو ، وهذا ناتج عن الشدات المطرية الغزيرة مما يولد سيول جارفة تعمل على تعرية الأراضي في احواض المنطقة ، اذ تكون هذه الاودية متباينة في مساحتها وشكلها وانحدارها وتضرسها ومراتبها ، وهي بصورة عامة شديدة الانحدار مما تساعد على توليد جريان سطحي وسيول نحو المنطقة بشكل فجائي ، وذات سرعات عالية ، وتعرية مائية شديدة ، وتتنابن هذه الاحواض في شدة التعرية المائية وفي كمية جريانها السطحي وكمية السيول الجارفة ومدة السيل والمساحات التي تغطيها ، وهذا ناتج عن خصائص التعرية المائية والمورفومترية والجيولوجية وغيرها .

وبينت الدراسة التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية في المنطقة ، ورسم خرائط التعرية المائية وتوضيح تباينها المكاني ، وتوصلت الدراسة الى ان هناك عدد من انواع التجوية الفيزيائية والكيميائية التي تقوم بتهيئة الفتات الصخري لعمليات نقل التعرية المائية ، حيث تسود في المنطقة عدد من انواع التعرية المائية أهمها تعرية قطرات المطر والتعرية الغطائية (الصفائحية) وتعرية المسيلات المائية والتعرية الاخودية وتعرية الاودية ، وقد تم دراسة التعرية المائية باستخدام عدة مؤشرات منها مؤشر فورنير الذي يحسب شدة الحت المطري للاحواض المائية ، واستعمال أنموذج PAP\CAR الذي يتم بوساطته دراسة التقييم النوعي للتعرية المائية ، فضلاً عن استعمال أنموذج جافريلوفيك (EPM) للتقييم الكمي للتعرية المائية ، وتم استعمال مؤشر بيرجسما الذي يعد احد المؤشرات المهمة لقياس التعرية المائية المسيلة (الاخودية) ، وقد تم تحديد درجات التعرية وفعاليتها ومعدل تأثيرها بالمنطقة ومساحاتها ونسبة كل واحدة منها ، واتضح وجود كل درجات التعرية المائية بما فيها التعرية القوية وهي أعلى درجات التعرية المائية ، كما تم دراسة عملية النقل المائي وطرائقها لاحواض منطقة الدراسة ، ومعرفة عملية الترسيب النهري لانواع الرسوبيات التي نقلتها التعرية المائية من مكانها الأصلي الى المكان الذي تضعف فيه قوة المياه ، وقد اتضح وجود كثير من الاشكال الأرضية الناتجة

عن هذه العمليات الجيومورفولوجية منها اشكال جيومورفولوجية ناتجة عن التجوية والتعرية المائية وعن الترسيب .

وتم دراسة وتحليل أهم المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية التي تتعرض لها منطقة الدراسة ، وتبين وجود مخاطر جيومورفولوجية ناتجة من التعرية المائية ، ثم مطابقة الطبقة الجيولوجية مع التعرية المائية (بيرجيسما) ومعرفة درجات التعرية المائية ، فضلاً عن المطابقة بين طبقة الانحدار وشدة التعرية المائية (بيرجيسما) وذلك لأن نوع التضاريس والانحدار احد العوامل الأساسية التي تؤثر في تباين سرعة عملية التجوية والتعرية المائية بأنواعها ، وكذلك المطابقة بين طبقة النبات الطبيعي مع شدة التعرية المائية (بيرجيسما) وذلك لان النبات الطبيعي يعد من العوامل المهمة في حماية التربة من مخاطر التعرية المائية ، وتحديد مخاطر الفيضانات والسيول في منطقة الدراسة واثرها على الأنشطة الطبيعية والبشرية ، كما توصلت الدراسة الى معرفة مخاطر التعرية المائية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وأثرها على مجاري الاودية والاستيطان البشري والزراعة وطرق النقل والمواصلات وعلى المراعي الطبيعية وعلى السياحة . وتم بناء أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية عن طريق جمع عدد من الطبقات وتم تحديد خمس فئات للمخاطر وتحديد مساحاتها ونسبها ، وتوصلت الدراسة الى مقترحات للحد من مخاطر التعرية المائية في منطقة الدراسة .

فهرست المحتويات

الصفحة	الموضوع	تسلسل الفقرة
أ	العنوان	١
ب	الآية القرآنية	٢
ج	الاهداء	٣
د	تعهد الطالب	٤
هـ	إقرار المشرف	٥
و	إقرار الخبير اللغوي	٦
ز	إقرار الخبير العلمي الأول	٧
ح	إقرار الخبير العلمي الثاني	٨
ط	إقرار لجنة المناقشة	٩
ي	شكر وامتنان	١٠
ك-ل	المستخلص	١١
م-ص	فهرست المحتويات	١٢
ص-ش	فهرست الجداول	١٣
ش-ث	فهرست الخرائط	١٤
ث-خ	فهرست الأشكال	١٥
خ-ذ	فهرست الصور	١٦
٨-١	المقدمة والإطار النظري	التسلسل
٢	المقدمة	
٣-٢	مشكلة الدراسة	أولاً
٣	فرضيات الدراسة	ثانياً
٣	اهداف الدراسة	ثالثاً
٤-٣	مبررات الدراسة	رابعاً
٤	منهجية الدراسة	خامساً
٥-٤	هيكلية الدراسة	سادساً
٦-٥	موقع منطقة الدراسة	سابعاً
٧-٦	مراحل اعداد الدراسة	ثامناً
٨	الدراسات السابقة	تاسعاً
٦٩-٩	الخصائص الطبيعية لأحواض شمال بحيرة دوكان	الفصل الأول
١٠	تمهيد	
١٠	الخصائص الجيولوجية	١-١
١١-١٠	التاريخ التكتوني لمنطقة الدراسة	١-١-١
١٢-١١	التكوينات الجيولوجية	٢-١-١
١٥-١٢	تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني	١-٢-١-١
١٧-١٥	تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث	٢-٢-١-١
١٩-١٧	ترسبات الزمن الرابع	٣-٢-١-١
٢٢-١٩	التراكيب الجيولوجية	٣-١-١
٢٧-٢٢	الخصائص الطبوغرافية	٢-١
٣٠-٢٧	خصائص الانحدار	١-٢-١

٣١-٣٠	خصائص اتجاه الانحدار	٢-٢-١
٣١	الخصائص المناخية	٣-١
٣٣-٣١	المناخ القديم	١-٣-١
٣٤-٣٣	المناخ الحالي	٢-٣-١
٣٦-٣٤	الإشعاع الشمسي	١-٢-٣-١
٤٠-٣٧	درجات الحرارة	٢-٢-٣-١
٤٣-٤١	الرياح	٣-٢-٣-١
٤٤-٤٣	الرطوبة النسبية	٤-٢-٣-١
٤٤	التساقط	٥-٢-٣-١
٤٧-٤٤	الامطار	١-٥-٢-٣-١
٥٢-٤٨	الشذات المطرية	٢-٥-٢-٣-١
٥٣	الثلوج	٣-٥-٢-٣-١
٥٦-٥٣	التبخّر	٦-٢-٣-١
٥٨-٥٧	الموازنة المائية المناخية	١-٦-٢-٣-١
٥٨	خصائص الموارد المائية	٤-١
٥٩	المياه السطحية	١-٤-١
٦٢-٥٩	المياه الجوفية	٢-٤-١
٦٤-٦٢	خصائص التربة	٥-١
٦٤	تربة كستنائية ضحلة وحجرية ومنحدرة	١-٥-١
٦٥-٦٤	تربة كستنائية ذات السمك العميق	٢-٥-١
٦٥	أرض وعرة مشققة صخرية	٣-٥-١
٦٦-٦٥	أرض جبلية وعرة	٤-٥-١
٦٦	تربة جبلية وعرة آبية عالية جداً	٥-٥-١
٦٩-٦٦	خصائص النباتات الطبيعي	٦-١
٦٨-٦٦	النباتات الآبية	١-٦-١
٦٨	غابات البلوط الكثيفة	٢-٦-١
٦٨	غابات بلوط متوسطة الكثافة	٣-٦-١
٦٨	غابات بلوط قليلة الكثافة	٤-٦-١
٦٩-٦٨	نباتات السهوب الرطبة	٥-٦-١
٦٩	الخلاصة	٧-١
١١٥-٧٠	تحليل الخصائص المورفومترية لبحاوض منطقة الدراسة	الفصل الثاني
٧١	تمهيد	
٧١	الخصائص المساحية	١-٢
٧٣-٧١	المساحة الحوضية	١-١-٢
٧٥-٧٣	اطوال الاحواض	٢-١-٢
٧٥	متوسط عرض الحوض	٣-١-٢
٧٥	محيط الاحواض	٤-١-٢
٧٦	الخصائص الشكلية	٢-٢
٧٧-٧٦	نسبة الاستدارة (نسبة تماسك المساحة)	١-٢-٢
٧٧	نسبة تماسك المحيط	٢-٢-٢
٧٨	نسبة الاستطالة	٣-٢-٢
٧٩	معامل شكل الحوض	٤-٢-٢

٨٠-٧٩	معامل الانبعاث	٥-٢-٢
٨٠	الخصائص التضاريسية	٣-٢
٨١-٨٠	نسبة التضرس	١-٣-٢
٨٥-٨١	التضاريس النسبية	٢-٣-٢
٨٥	قيمة الوعورة	٣-٣-٢
٨٦	التكامل الهيسومتري	٤-٣-٢
٨٧-٨٦	النسيج الحوضي	٥-٣-٢
٨٧	خصائص شبكة التصريف المائي	٤-٢
٨٨-٨٧	الاعداد والمراتب النهرية	١-٤-٢
٩١-٨٨	اطوال المراتب النهرية	٢-٤-٢
٩٢	نسبة التشعب	٣-٤-٢
٩٣-٩٢	كثافة الصرف	٤-٤-٢
٩٤-٩٣	كثافة الصرف الطولية	١-٤-٤-٢
٩٥-٩٤	كثافة الصرف العددية	٢-٤-٤-٢
٩٦-٩٥	معامل بقاء المجرى	٥-٤-٢
٩٧-٩٦	معامل الانعطاف	٦-٤-٢
٩٨	أنماط الصرف النهري	٧-٤-٢
٩٨	نمط الصرف المتوازي	١-٧-٤-٢
٩٨	نمط الصرف المستطيل (المتعامد)	٢-٧-٤-٢
٩٩	نمط التصريف الشجري	٣-٧-٤-٢
٩٩	المقاطع الطولية والعرضية للنهر	٨-٤-٢
١٠٧-٩٩	المقاطع الطولية	١-٨-٤-٢
١١٤-١٠٨	المقاطع العرضية	٢-٨-٤-٢
١١٥-١١٤	الخلاصة	٥-٢
١٦٠-١١٦	خصائص الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة	الفصل الثالث
١١٧	تمهيد	
١١٧	السيول	١-٣
١١٨	احتساب حجم الجريان السطحي	٢-٣
١١٨	أنموذج سنايدر	١-٢-٣
١٢٠-١١٩	زمن التركيز	١-١-٢-٣
١٢١-١٢٠	زمن التباطؤ	٢-١-٢-٣
١٢٢	الزمن القياسي للاستجابة لذروة هطول الامطار Tr	٣-١-٢-٣
١٢٣	كمية التدفق الأقصى للسيول في الحوض المائي Qp .	٤-١-٢-٣
١٢٤	تدفق الذروة النوعي للحوض المائي qp :	٥-١-٢-٣
١٢٥-١٢٤	الزمن الأساس للسيول (Tb)	٦-١-٢-٣
١٢٦-١٢٥	مدة الارتفاع التدريجي للسيول (Tm)	٧-١-٢-٣
١٢٧-١٢٦	مدة الانخفاض التدريجي للسيول (Td)	٨-١-٢-٣
١٢٨-١٢٧	سرعة الجريان السيلي (V)	٩-١-٢-٣
١٢٩-١٢٨	حجم الجريان السطحي Qt	١٠-١-٢-٣
١٣٠-١٢٩	المدة الزمنية W_{75} و W_{50}	١١-١-٢-٣

١٣١-١٣٠	التدفق الأقصى المناسب لمدة الارتفاع التدريجي للسيل ($QTm(m^3/s)$)	١٢-١-٢-٣
١٣١	كمية التدفق التدريجي لانخفاض السيل (م ^٣ /ثا) $QTd(m^3/s)$	١٣-١-٢-٣
١٣٥-١٣١	قوة مياه السيل a	١٤-١-٢-٣
١٣٦-١٣٥	احتساب حجم الجريان السطحي وفقاً لطريقة (SCS-CN)	٢-٢-٣
١٣٧-١٣٦	استخراج رقم المنحنى (CN) لاحواض منطقة الدراسة	١-٢-٢-٣
١٣٩-١٣٧	تصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض	١-١-٢-٢-٣
١٤٢-١٤٠	التصانيف الهيدرولوجية لترب احواض منطقة الدراسة	٢-١-٢-٢-٣
١٤٣	تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة	٣-١-٢-٢-٣
١٤٧-١٤٣	استخلاص الأرقام المنحنية (CN) لاحواض منطقة الدراسة	٢-٢-٢-٣
١٥٠-١٤٨	حساب معامل (S)	٣-٢-٢-٣
١٥٣-١٥١	حساب معامل Ia	٤-٢-٢-٣
١٥٧-١٥٤	تقدير عمق الجريان السطحي Q	٥-٢-٢-٣
١٥٩-١٥٧	حجم الجريان السطحي (QV)	٦-٢-٢-٣
١٦٠	الخلاصة	٣-٣
٢٢٠-١٦١	عمليات التعرية المائية وتقييم خصائصها كماً ونوعاً في احواض منطقة الدراسة	الفصل الرابع
١٦٢	تمهيد	
١٦٧-١٦٢	عمليات التجوية	١-٤
١٦٩-١٦٨	استعمال معادلة وينرت (Weinert) لتحديد نوع التجوية في منطقة الدراسة	١-١-٤
١٦٩	عمليات التعرية	٢-٤
١٧٠	التعرية المائية	١-٢-٤
١٧٠	أنواع التعرية المائية	١-١-٢-٤
١٧١-١٧٠	التعرية التصادمية (الناجمة عن قطرات المطر)	١
١٧٢-١٧١	التعرية الغطائية (الانجراف الصفيحي)	٢
١٧٤-١٧٢	تعرية المسيلات المائية	٣
١٧٥-١٧٤	التعرية الاخدودية	٤
١٧٦-١٧٥	تعرية الاودية	٥
١٧٧	الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة	٢-١-٢-٤
١٧٧	البيدمنت	١
١٧٩-١٧٧	الالتواءات النهرية	٢
١٨٠	شبكة الوديان	٣
١٨١-١٨٠	التلال المنعزلة	٤
١٨٢	الخوانق	٥
١٨٣-١٨٢	الكويستا	٦
١٨٣	العيون والينابيع	٧
١٨٤-١٨٣	البيوت	٨

١٨٥	الأراضي الرديئة (الحزوز)	٩
١٨٦-١٨٥	تجاويف التعرية	١٠
١٨٧-١٨٦	المدرجات النهرية	١١
١٨٧	التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية	٣-١-٢-٤
١٨٧	التقييم النوعي للتعرية المائية في منطقة الدراسة	١-٣-١-٢-٤
١٨٩-١٨٧	أنموذج فورنير	١-١-٣-١-٢-٤
١٩٣-١٨٩	أنموذج PAP/CAR	٢-١-٣-١-٢-٤
١٩٤	التقييم الكمي للتعرية المائية في منطقة الدراسة	٢-٣-١-٢-٤
٢٠٦-١٩٤	أنموذج جافيلوفيك (EPM) لقياس كمية التعرية المائية	١-٢-٣-١-٢-٤
٢١٣-٢٠٦	مؤشر بيرجسما	٢-٢-٣-١-٢-٤
٢١٦-٢١٣	عمليات الترسيب المائي	٣-٤
٢١٦	الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن الترسيب المائي في منطقة الدراسة	١-٣-٤
٢١٦	السهول الفيضية	١
٢١٧-٢١٦	المراوح الفيضية	٢
٢١٩-٢١٧	الجزر النهرية	٣
٢٢٠	الخلاصة	٤-٤
٢٥٥-٢٢١	المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية المائية في أحواض منطقة الدراسة	الفصل الخامس
٢٢٢	تمهيد	
٢٢٢	متغيرات مخاطر عمليات التعرية المائية وفق (Bergsma)	١-٥
٢٢٥-٢٢٢	مطابقة الطبقة الجيولوجية مع التعرية المائية	١-١-٥
٢٢٨-٢٢٥	المطابقة بين طبقة الانحدار مع التعرية المائية	٢-١-٥
٢٣١-٢٢٩	المطابقة بين طبقة النبات الطبيعي مع التعرية المائية	٣-١-٥
٢٣٢	مخاطر الفيضانات والسيول	٢-٥
٢٣٢	مخاطر السيول على مجاري الاحواض	١-٢-٥
٢٣٣-٢٣٢	مخاطر السيول على المستوطنات البشرية	٢-٢-٥
٢٣٣	مخاطر السيول على الزراعة	٣-٢-٥
٢٣٤-٢٣٣	مخاطر السيول على الطرق والجسور	٤-٢-٥
٢٣٤	مخاطر السيول على الثروة الحيوانية	٥-٢-٥
٢٣٥-٢٣٤	مخاطر السيول على زحف التربة	٦-٢-٥
٢٣٥	مخاطر السيول على التدفق الطيني	٧-٢-٥
٢٣٦	مخاطر التعرية المائية	٣-٥
٢٣٩-٢٣٦	مخاطر التعرية المائية على الاستيطان البشري	٢-٣-٥
٢٤٠-٢٣٩	مخاطر التعرية المائية على الزراعة	٣-٣-٥
٢٤١	مخاطر التعرية المائية على طرق النقل والمواصلات	٤-٣-٥
٢٤٣-٢٤١	مخاطر التعرية المائية على سمك التربة	٥-٣-٥
٢٤٥-٢٤٣	مخاطر التعرية المائية على تناقص نسبة المادة العضوية وقابليتها للإنتاج	٦-٣-٥
٢٤٦-٢٤٥	مخاطر التعرية المائية على المراعي	٧-٣-٥

٢٤٧-٢٤٦	مخاطر التعرية المائية على السياحة	٨-٣-٥
٢٥١-٢٤٧	بناء أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية	٤-٥
٢٥١	مقترحات للحد من مخاطر التعرية المائية	٥-٥
٢٥١	الزراعة الكنتورية	١-٥-٥
٢٥٢	زراعة المدرجات او المصاطب	٢-٥-٥
٢٥٢	الدورات الزراعية	٣-٥-٥
٢٥٢	إنشاء السدود	٤-٥-٥
٢٥٣-٢٥٢	حصاد المياه بطريقة متون الكفاف	٥-٥-٥
٢٥٣	عملية التشجير بانواعها	٦-٥-٥
٢٥٤	منع قطع الاشجار	٧-٥-٥
٢٥٤	اسيجة من شبكات BRC على جوانب الطرق	٨-٥-٥
٢٥٥	الخلاصة	٦-٥
٢٦١-٢٥٦	الاستنتاجات والمقترحات	
٢٧٦-٢٦٢	المصادر	
B-C	المستخلص باللغة الإنكليزية	
A	العنوان باللغة الإنكليزية	

فهرست الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
١٥	التكوينات الجيولوجية للزمن الثاني وخصائصها وقابليتها للنفوذ والتعرية المائية	١-١
١٦	التكوينات الجيولوجية للزمن الثالث وخصائصها وقابليتها للنفوذ والتعرية المائية	٢-١
١٨	التكوينات الجيولوجية للزمن الرابع وخصائصها وقابليتها للنفوذ والتعرية المائية	٣-١
٢١	التراكيب الجيولوجية لبحوض منطقة الدراسة	٤-١
٢٦	المساحات والنسب المئوية لارتفاعات منطقة الدراسة	٥-١
٣٠	درجة ونسبة الانحدار حسب تصنيف (Young) لبحوض منطقة الدراسة	٦-١
٣٢	اتجاه الانحدار ومساحتها والنسبة المئوية في احواض منطقة الدراسة	٧-١
٣٤	تصنيف ديمارتون للاقاليم المناخية ومايوافقها نباتياً	٨-١
٣٤	تصنيف مناخ منطقة الدراسة حسب تصنيف ديمارتون لمحطات منطقة الدراسة (دوكان والسليمانية) للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	٩-١
٣٥	المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الاشعاع الشمسي (ملي / واط / سم ^٢) الواصل بين محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٠-١
٣٦	المعدلات الشهرية والسنوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي (ساعة / يوم) الواصل بين محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١١-١

٣٨	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م°) في محطتي (دوكان والسليمانية) للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٢-١
٣٨	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٣-١
٣٩	المعدلات الشهرية والسنوية للمدى الحراري (م°) والمعدل الشهري للحرارة (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٤-١
٤٢	المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م / ثا) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٥-١
٤٢	النسب المئوية لمعدل تكرار اتجاه الرياح في محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .	١٦-١
٤٤	المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٧-١
٤٥	كمية الامطار (ملم) الشهرية والسنوية في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	١٨-١
٤٥	فترات الشدات المطرية (ملم / ساعة)	١٩-١
٥٠	اعداد الشدات المطرية ومجاميعها الشهرية والسنوية ، ملم / يوم في منطقة الدراسة	٢٠-١
٥٢	مجاميع الامطار الفصلية لاحواض منطقة الدراسة ملم / يوم	٢١-١
٥٤	المعدلات الشهرية لقيم التبخر الشهري /ملم في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .	٢٢-١
٥٦	قيم وومعدلات التبخر-النتح الشهري والسنوي في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .	٢٣-١
٥٨	الموازنة المائية المناخية ضمن محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	٢٤-١
٦٤	أنواع الترب في منطقة الدراسة	٢٥-١
٦٨	أنواع نباتات منطقة الدراسة ومساحاتها ونسبها	٢٦-١
٧٣	الخصائص المساحية لاحواض منطقة الدراسة	١-٢
٧٧	الخصائص الشكلية لاحواض منطقة الدراسة	٢-٢
٧٧	دليل معدل الاستدارة	٣-٢
٧٨	دليل معدل الاستطالة	٤-٢
٨١	الخصائص التضاريسية لاحواض منطقة الدراسة	٥-٢
٨٥	قيمة الوعورة في احواض منطقة الدراسة	٦-٢
٨٧	نسيج احواض منطقة الدراسة	٧-٢
٩٠	مجموع اعداد المراتب النهرية لاحواض منطقة الدراسة	٨-٢
٩٠	مجموع اطوال المراتب النهرية في احواض منطقة الدراسة	٩-٢
٩١	معدلات اطوال المجاري المائية / كم في كل مرتبة لاحواض منطقة الدراسة	١٠-٢
٩٣	معدلات نسب التشعب لاحواض منطقة الدراسة	١١-٢
٩٤	الكثافة الطولية والعديدية ومعدل بقاء المجرى ومعامل الانعطاف لاحواض منطقة الدراسة	١٢-٢
١٠١	معدل الانحدار لاحواض منطقة الدراسة	١٣-٢
١٢٠	زمن التركيز لاحواض منطقة الدراسة	١-٣

١٢١	زمن التباطؤ (TP) بالساعة والدقيقة لحواض منطقة الدراسة	٢-٣
١٢٢	الزمن المثالي لهطول الامطار (Tr) في احواض منطقة الدراسة	٣-٣
١٢٣	كمية التدفق الأقصى للسيول ($m^3/ثا$) (Qp) لحواض منطقة الدراسة	٤-٣
١٢٤	تدفق الذروة النوعي الأقصى للسيول في احواض منطقة الدراسة $m^3/ثا$	٥-٣
١٢٥	زمن الأساس للسيول (ساعة ويوم) لحواض منطقة الدراسة	٦-٣
١٢٦	مدة الارتفاع التدريجي للسيول / ساعة في احواض منطقة الدراسة	٧-٣
١٢٧	مدة الانخفاض التدريجي للسيول / ساعة في احواض منطقة الدراسة	٨-٣
١٢٨	سرعة الجريان (V) لحواض منطقة الدراسة	٩-٣
١٢٩	حجم الجريان السطحي (Qt) في احواض منطقة الدراسة	١٠-٣
١٣٠	المدة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠%) و (٧٥%) في احواض منطقة الدراسة	١١-٣
١٣٢	التدفق الأقصى المناسب لمدة الارتفاع التدريجي للسيول $QTm(m^3/s)$ لحواض منطقة الدراسة	١٢-٣
١٣٣	القيمة المحسوبة للطرف الثاني من المعادلة $(QTd(hr))$ لحواض منطقة الدراسة $T/Td(hr)^3$	١٣-٣
١٣٤	التدفق الأقصى التدريجي لانخفاض السيول $QTd(m^3/s)$ لحواض منطقة الدراسة.	١٤-٣
١٣٥	قوة مياه السيل $a(m^3/s/km^2)$ لحواض منطقة الدراسة .	١٥-٣
١٣٧	أصناف الغطاء الأرضي لحواض منطقة الدراسة	١٦-٣
١٤٠	أصناف الترب الهيدرولوجية حسب طريقة (SCS)	١٧-٣
١٤٠	الترب الهيدرولوجية لحواض منطقة الدراسة	١٨-٣
١٤٣	تصنيف SCS للحالة المسبقة لرطوبة التربة	١٩-٣
١٤٥	قيم CN لحواض منطقة الدراسة	٢٠-٣
١٤٧	الملحق المعد وفق طريقة (SCS) لاشتقاق ارقام منحى (CN)	٢١-٣
١٤٩	قيم (S) لحواض منطقة الدراسة	٢٢-٣
١٥٢	قيم معامل (Ia) لحواض منطقة الدراسة	٢٣-٣
١٥٤	أعلى شدة مطرية يومية خلال عام كامل ، ولمدة عشر سنوات في محطة دوكان (٢٠١٢-٢٠٢١)	٢٤-٣
١٥٥	قيم معامل (Q) تقدير عمق الجريان السطحي لحواض منطقة الدراسة	٢٥-٣
١٥٨	قيم معامل (QV) تقدير حجم الجريان لحواض منطقة الدراسة	٢٦-٣
١٦٩	تحديد نوع التجوية السائدة في منطقة الدراسة بحسب معادلة (weinert)	١-٤
١٨٨	درجات التعرية المطرية وصفاتها وفق تصنيف فورنير	٢-٤
١٨٩	قابلية التعرية المطرية بحسب تصنيف (فورنير) للامطار الشهرية والسنوية في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	٣-٤
١٩١	الفئات الانحدارية حسب مؤشر PAP-CAR	٤-٤
١٩١	فئات خريطة الطبقة الصخرية حسب مؤشر PAP-CAR	٥-٤

١٩٣	فئات خريطة كثافة الغطاء النباتي حسب مؤشر PAP-CAR	٦-٤
١٩٩	قابلية التربة للتعرية (Y) في احواض منطقة الدراسة حسب تقسيمات Gaverilovec	٧-٤
٢٠١	مساحة مستويات معامل حماية التربة (Xa) في احواض منطقة الدراسة	٨-٤
٢٠٤	فئات مستويات التعرية المحتملة لقيمة معامل Z	٩-٤
٢٠٨	مستويات التعرية المائية حسب حجم التربة المنجرفة في احواض منطقة الدراسة	١٠-٤
٢٠٨	تصنيف انطقة التعرية الاخدودية حسب تصنيف (Bergsma)	١١-٤
٢١٢	تصنيف انطقة ومساحات ونسب التعرية الاخدودية في احواض منطقة الدراسة	١٢-٤
٢٢٣-٢٢٥	المطابقة بين التكوينات الجيولوجية وشدة التعرية المائية وفق معادلة (Bergsma) في منطقة الدراسة	١-٥
٢٢٧	المطابقة بين درجات الانحدار وشدة التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة	٢-٥
٢٢٩-٢٣٠	مطابقة النبات الطبيعي مع طبقة التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة	٣-٥
٢٣٩	مطابقة مخاطر التعرية المائية على المستوطنات الحضرية	٤-٥
٢٤٣	مطابقة مخاطر التعرية المائية على استعمالات النقل	٥-٥
٢٤٩	فئات ومساحات ونسب مخاطر التعرية المائية في منطقة الدراسة	٦-٥

فهرست الخرائط

الصفحة	عنوان الخريطة	التسلسل
٦	موقع منطقة الدراسة	١
١٤	التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة	١-١
٢٠	التركيبة الجيولوجية لأحواض منطقة الدراسة	٢-١
٢٣	خطوط الارتفاعات المتساوية لمنطقة الدراسة	٣-١
٢٥	فئات الارتفاعات لمنطقة الدراسة	٤-١
٢٩	فئات درجة الانحدار حسب تصنيف (Young) لأحواض منطقة الدراسة	٥-١
٣٢	اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة	٦-١
٤٧	كمية الامطار الساقطة على منطقة الدراسة (ملم)	٧-١
٦٢	مواقع الابار في احواض منطقة الدراسة	٨-١
٦٣	أنواع الترب في منطقة الدراسة	٩-١
٦٧	النبات الطبيعي في منطقة الدراسة	١٠-١
٧٢	الشبكة النهرية في احواض منطقة الدراسة	١-٢
٧٤	طول وعرض احواض منطقة الدراسة	٢-٢
٨٢	الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في الحوض الأول (ولي كفن)	٢-٣
٨٣	الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في الحوض الثاني (كرفت)	٢-٣
٨٤	الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في الحوض الثالث (دولة كلو)	٢-٣

٨٩	الشبكة النهرية لبحوض منطقة الدراسة	٤-٢
٩٧	الطول المثالي والحقيقي لبحوض منطقة الدراسة	٥-٢
١٠٠	أنماط شبكة التصريف النهري	٦-٢
١٣٨	تصنيف الغطاء الأرضي لبحوض منطقة الدراسة	١-٣
١٤١	تصانيف الترب الهيدرولوجية لبحوض منطقة الدراسة	٢-٣
١٤٦	توزيع قيم (CN) الموزون في بحوض منطقة الدراسة	٣-٣
١٥٠	قيمة (S) في بحوض منطقة الدراسة	٤-٣
١٥٣	توزيع قيمة (Ia) في بحوض منطقة الدراسة	٥-٣
١٥٦	قيم عمق الجريان السطحي (Q) لبحوض منطقة الدراسة	٦-٣
١٥٩	قيم معامل QV تقدير حجم الجريان لبحوض منطقة الدراسة	٧-٣
١٧٨	الاشكال الجيومورفولوجية في بحوض منطقة الدراسة	١-٤
١٩٢	أنموذج معامل التعرية المحتملة PAP-CAR في منطقة الدراسة	٢-٤
١٩٨	قابلية التربة للتعرية (Y) في بحوض منطقة الدراسة	٣-٤
٢٠٠	معامل حماية التربة (Xa) حسب مؤشر (NDVI) في بحوض منطقة الدراسة	٤-٤
٢٠٣	التعرية المحتملة (Z) لبحوض منطقة الدراسة	٥-٤
٢٠٥	المعدل السنوي للحرارة في بحوض منطقة الدراسة	٦-٤
٢٠٧	حساب التعرية المائية باستخدام أنموذج EPM في بحوض منطقة الدراسة	٧-٤
٢٠٩	شبكة المربعات لبحوض منطقة الدراسة حسب درجة التعرية Bergsma	٨-٤
٢١١	نطاقات التعرية الاخدودية استناداً الى Bergsma في بحوض منطقة الدراسة	٩-٤
٢٢٦	المطابقة بين التكوينات الجيولوجية وشدة التعرية المائية وفق معادلة (Bergasma)	١-٥
٢٢٨	المطابقة بين درجات الانحدار مع التعرية المائية وفق (Bergsma) في منطقة الدراسة	٢-٥
٢٣١	المطابقة بين النبات الطبيعي مع طبقة التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة.	٣-٥
٢٣٧	مخاطر التعرية المائية على استعمالات الأرض في منطقة الدراسة	٤-٥
٢٥٠	انموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة	٥-٥

فهرست الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	التسلسل
٣٦	المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الاشعاع الشمسي (ملي / واط / سم ^٢) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	١-١
٣٦	السطوع الشمسي الفعلي (ساعة / يوم) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	٢-١

٣٨	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة ١٩٨٩ ، ٢٠٢٠	٣-١
٣٩	المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	٤-١
٤٠	المعدلات الشهرية والسنوية للمدى الحراري (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	٥-١
٤٠	المعدلات الشهرية والسنوية للحرارة (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	٦-١
٤٢	المعدلات الشهرية والسنوية للرياح (م/ثا) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠)	٧-١
٤٣	وردة الرياح لتكرار حسب الاتجاهات لمحطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠).	٨-١
٤٥	المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	٩-١
٤٦	المجاميع الشهرية والسنوية للامطار (ملم) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠)	١٠-١
٥٢	مجاميع الامطار الفصلية لأحواض منطقة الدراسة	١١-١
١٠٣-١٠٢	المقاطع الطولية للحوض الرئيس	١-٢
١٠٤-١٠٣	المقاطع الطولية لحوض ولي كفن	٢-٢
١٠٦-١٠٥	المقاطع الطولية لحوض كرفت	٣-٢
١٠٧-١٠٦	المقاطع الطولية لحوض دولة كلو	٤-٢
١٠٩-١٠٨	المقاطع العرضية للحوض الرئيس	٥-٢
١١٢-١١١	المقاطع العرضية لحوض ولي كفن	٦-٢
١١٣-١١٢	المقاطع العرضية لحوض كرفت	٧-٢
١١٤-١١٣	المقاطع العرضية لحوض دولة كلو	٨-٢
١٧٢	سداد ترابية صغيرة تعرقل انتقال المياه عن طريق منفذ واحد لكل الألواح	٤-١أ
١٧٢	سداد ترابية صغيرة (الألواح) يتم سقيها عن طريق قناة مائية مجاورة	٤-١ب
١٧٣	شكل توضيحي للمسيلات المائية	٤-٢
١٩٠	مخطط انسيابي لاستخراج طبقة خطر التعرية المحتمل	٤-٣
١٩٧	مخطط انسيابي لتسلسل تطبيق انموذج جافريلوفيك	٤-٤
٢١٢	نطاق التعرية الاخدودية في احواض منطقة الدراسة.	٤-٥
٢٤٩	طبقات انموذج المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة	٥-١

فهرست الصور

الصفحة	عنوان الصورة	التسلسل
٢٧	الانحدار في غرب حوض كرفت	١-١
٦٢	احد الابار الموجودة جنوب منطقة الدراسة	٢-١

٦٥	الترب الكستنائية ذات السمك العميق في حوض دولة كلو	٣-١
١٦٣	تفكك وتكسر الصخور شمال حوض كرفت .	١-٤
١٦٤	ملئ مياه الامطار الشقوق الصخرية قرب مصب حوض ولي كفن في الزاب الأسفل .	٢-٤
١٦٥	مظاهر الأذابة جنوب حوض دولة كلو .	٣-٤
١٦٥	الاختزال الكيميائي جنوب حوض دولة كلو .	٤-٤
١٦٦	التجوية البايولوجية بفعل جذور النباتات وسط حوض ولي كفن .	٥-٤
١٦٧	حراثة الأرض في وسط حوض دولة كلو (دولة به فره) على الشارع الرئيس	٦-٤
١٦٧	شق الطرق عن طريق تكسير الجبال في حوض دولة كلو .	٧-٤
١٧٢	التعرية الصفائحية جنوب حوض ولي كفن .	٨-٤
١٧٤	تعرية المسيلات المائية جنوب غرب حوض ولي كفن .	٩-٤
١٧٥	التعرية الاخودية في وسط حوض كرفت	١٠-٤
١٧٦	احد الاودية قرب منطقة المصب في بحيرة دوكان	١١-٤
١٧٩	البيدمنت في وسط حوض كرفت	١٢-٤
١٧٩	التواء مجرى وسط حوض كرفت	١٣-٤
١٨١	وادي كرفت	١٤-٤
١٨١	تل منعزل على ضفاف وادي كرفت	١٥-٤
١٨٢	خانق في حوض كرفت	١٦-٤
١٨٣	الكويستا في شرق حوض ولي كفن	١٧-٤
١٨٤	ينبوع داودية في حوض ولي كفن	١٨-٤
١٨٤	ظاهرة البيوت في وسط حوض ولي كفن	١٩-٤
١٨٥	الأراضي الرديئة (الحزوز) شمال حوض ولي كفن	٢٠-٤
١٨٦	تجاويف التعرية في شمال غرب حوض وادي كرفت	٢١-٤
١٨٧	المدرجات النهرية جنوب حوض دولة كلو	٢٢-٤
٢١٥	ترسيب الحصى في احد اخاديد حوض ولي كفن	٢٣-٤
٢١٨	السهول الفيضية جنوب حوض كرفت	٢٤-٤
٢١٩	مروحة فيضية في ناحية ناودشت	٢٥-٤
٢١٩	جزر نهرية جنوب حوض كرفت منطقة الدراسة	٢٦-٤
٢٤٣	انهيار جزء من الجسر على مجرى وادي دولة كلو .	١-٥
٢٣٥	زحف التربة على الأشجار في حوض دولة كلو	٢-٥
٢٣٨	مخاطر التعرية المائية على المستقرات البشرية (الحكومية) في وسط حوض كرفت .	٣-٥
٢٣٨	مخاطر التعرية المائية على احد المستقرات البشرية (المدنية) في قرية بردمكة الواقعة شمال حوض كرفت .	٤-٥
٢٤٠	مخاطر التعرية المائية على الأراضي الزراعية في حوض دولة كلو .	٥-٥

٢٤٠	مخاطر التعرية المائية على الأراضي الزراعية في جنوب حوض ولي كفن .	٦-٥
٢٤٢	تساقط الصخور على الطريق الرئيس الممتد من حوض دولة كلو الى حوض ولي كفن .	٧-٥
٢٤٢	مخاطر التعرية المائية على جوانب الطريق في حوض ولي كفن .	٨-٥
٢٤٤	سمك التربة على أعلى مستوياتها في جنوب وادي كرفت .	٩-٥
٢٤٤	تعرية التربة وانجرافها في مجرى نهر وادي دولة كلو .	١٠-٥
٢٤٦	مخاطر التعرية المائية على أراضي المراعي جنوب حوض ولي كفن .	١١-٥
٢٤٨	التعرية المائية على جوانب احد المقاهي الواقعة على ضفاف وادي كرفت .	١٢-٥
٢٤٨	التعرية المائية على أحد المنتجعات السياحية في منطقة الدراسة .	١٣-٥
٢٥٣	عملية التشجير للحد من خطر التعرية المائية على جوانب وادي دولة كلو .	١٤-٥
٢٥٤	معالجة خطر التعرية المائية على جوانب الطرق في أعالي الجبال في حوض كرفت .	١٥-٥

المقدمة

والإطار النظري

المقدمة (Introduction) :

تعد عملية التعرية المائية من العمليات المورفومناخية التي تنشط بفعل تساقط الامطار والتلوج وزيادة الانحدار وطبيعة البنية الجيولوجية وقلة الغطاء النباتي ، . تمثل التعرية المائية احدى العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في تغيير مظاهر السطح بشكل مستمر ، حيث يؤثر الجريان المائي السطحي بالطبقة العليا من سطح التربة ، فيعمل على تعريتها ونقلها من مكان الى آخر فيكون عاملاً رئيساً في تدهورها .

تقع منطقة الدراسة في محافظة السليمانية في اقصى الشمال الشرقي من المحافظة المتمثلة في ثلاثة احواض ، تقسم الى احواض ثانوية هي حوض ولي كفن والذي يطلق عليه محلياً في اللغة الكردية حوض (دولة به فره) ، وحوض كرفت ويطلق عليه محلياً حوض (وادي شه هيدان) ، وحوض دولة كلو الذي يطلق عليه محلياً حوض (ماخوبزان أو دووكومان) ، وتم الاعتماد على أسماء الاحواض المثبتة في الخريطة الطبوغرافية (ولي كفن ، كرفت ، دولة كلو) ، وتمثل وحدة طبيعية جيومورفولوجية وهيدرولوجية متكاملة غير مدروسة . اذ تعد احدى المناطق التي تتعرض بشكل مستمر لعوامل التعرية المائية ومخاطر الانجراف التي تعد واحدة من العمليات الجيومورفولوجية الخطرة لما تسببه من اضرار جسيمة لحركة المواد الأرضية ، تهدد وتسبب المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة اضراراً للنشاط البشري وحياة الانسان التي تنجم عن أي من العوامل والعمليات المشكلة لسطح الأرض ، ولها تأثير على حياة الانسان ونشاطاته واستعمالاته ، وتشمل المخاطر المورفوديناميكية (حركة مواد سطح الأرض) ومخاطر التعرية المائية على الانسان واستعمالاته وتدهور كثير من الأوساط سواء البيئة باستنزاف الأراضي الصالحة للزراعة وفقدان المواد العضوية من الطبقة العليا من التربة ، أو بتهديد المنشآت البشرية كالسياحة والسدود بسبب تراكم الرواسب فيها مما يؤدي الى انخفاض سعتها وتقليل عمرها الزمني ، وتختلف هذه المخاطر في منطقة الدراسة من مكان الى آخر وفقاً للعوامل والعمليات التي تحدثها ، وتختلف في درجات خطورتها وتأثيرها على المناطق التي تتعرض لها ، وتختلف المعايير التي تصنف على أساسها ، لذلك اصبح دراسة وتحليل مخاطر التعرية المائية من خلال تقسيمها الى أصناف من اجل سهولة عملية دراستها ودراسة التأثير المتبادل بينها وبين الانسان .

ركزت الدراسات التطبيقية الحديثة على استخدام التقانات الحديثة والمتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية (GIS) في الدراسات الجيومورفولوجية ومخاطرها لبناء نظم معلوماتي مكاني لتقييم المنطقة جيومورفولوجياً وبيان مخاطرها والحد من أثارها باستخدام التقانات الحديثة والدراسات الميدانية لمنطقة الدراسة ، وإنتاج خرائط لتوضيح المناطق التي تعاني من خطر التعرية المائية ، ومن خلال عرض وتحليل التعرية المائية ومخاطرها امكن تصنيفها وتقسيمها الى مستويات وفق درجة خطورتها وبيان تأثيرها على النشاط البشري ووضع عدد من المعالجات والحلول التي تعمل على الحد او التقليل منها .

أولاً :- مشكلة الدراسة (Study problem) :

تتمثل مشكلة الدراسة الرئيسية بالتساؤل الاتي :-

ماطبيعة خصائص عمليات التعرية المائية في احواض شمال بحيرة دوكان وما مخاطرها الجيومورفولوجية ؟

تتفرع من هذه المشكلة مشاكل ثانوية يتم دراستها ضمن فصول هذه الدراسة وهي :-

- ١- كيف تؤثر الخصائص الطبيعية على عمليات التعرية المائية ؟
- ٢- ما طبيعة الخصائص المورفومترية لبحاوض منطقة الدراسة ؟
- ٣- ما طبيعة عمليات تقدير حجم الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة ؟
- ٤- كيف يمكن تقييم عمليات التعرية المائية نوعاً وكماً ؟
- ٥- ما المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ؟

ثانياً :- فرضيات الدراسة (Study Hypothesis) :

- ١- إن لمنطقة الدراسة خصائص طبيعية تتميز بها، ولها تأثير على عمليات التعرية المائية.
- ٢- للخصائص المورفومترية لبحاوض منطقة الدراسة تأثير على عمليات التعرية المائية .
- ٣- عمليات الجريان السطحي لها تأثير مباشر على نشاط عمليات التعرية المائية .
- ٤- يمكن تقييم عمليات التعرية المائية كماً ونوعاً لبعض احواض شمال بحيرة دوكان .
- ٥- توجد عدد من المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية .

ثالثاً:- اهداف الدراسة (The aims of study) :

ان الهدف الرئيس للدراسة هو معرفة نشاط التعرية المائية في منطقة الدراسة والمناطق التي تتأثر فيها ومخاطرها على الاودية وعلى جرف التربة وما يترتب عليها من اضرار وعلى جميع الأنشطة البشرية المختلفة ورسم خرائط تبين المناطق التي تتأثر بالتعرية المائية ، تخدم هذه الدراسة هيئة المسح الجيولوجي والتحري المعدني(وزارة الصناعة والمعادن) ، والهيئة العامة للمساحة (وزارة الموارد المائية) ، ومن الأهداف التي تقوم عليها الدراسة هي كالاتي :-

- ١- معرفة الخصائص الطبيعية للمنطقة وأثرها في نشاط التعرية المائية ومخاطرها الجيومورفولوجية وتباينها المكاني .
- ٢- دراسة الخصائص المورفومترية وأثرها في عملية التعرية المائية .
- ٣- دراسة خصائص التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة ، من خلال معرفة شكل ونوع الجريان السطحي المتولد الذي يصل الى مرحلة السيول .
- ٤- التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية في منطقة الدراسة وانعكاساته على السكان ، ورسم خرائط التعرية المائية للمنطقة ومعرفة التباين المكاني لتلك المخاطر وحسب شدتها .
- ٥- دراسة وتحليل أهم المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية التي تتعرض لها المنطقة ، وتحديد درجات مخاطر التعرية المائية وأثرها على جميع الأنشطة البشرية .

رابعاً : مبررات الدراسة (Study Justifications) :

تتضمن الدراسة عدد من المبررات الأساسية ، إذ إن المنطقة تتعرض الى مخاطر التعرية المائية وتأثيرها على البيئة التي يمكن ان تعوق حركة التنمية والتخطيط السليم في منطقة

الدراسة ، وقلة الدراسات الجيومورفولوجية السابقة حول دراسة تفصيلية لمنطقة الدراسة كونها منطقة حدودية خطيرة أمنياً ، وتم دراسة التعرية المائية ومخاطرها كونها منطقة جبلية شديدة الانحدار وتشهد امطار غزيرة ومخاطر كارثية من تعرية وجرف التربة والمواد الصخرية ولاسيما في فصلي الشتاء والربيع مما يؤثر على السكان وممتلكاتهم ونشاطاتهم ، ومعرفة نوعية وكمية التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة (خفيفة جداً ، خفيفة ، متوسطة ، عالية ، عالية

خامساً :- منهجية الدراسة (Study methodology) :

اعتمدت الدراسة على اكثر من منهج للوصول الى دراسة متكاملة من أجل تحقيق الأهداف المطلوبة ، ومن ثم التحقق بشكل دقيق من النتائج .

استخدم الباحث المنهج الوصفي (Descriptive methodology) لتمييز الخصائص الطبيعية للمنطقة ، ولوصف الظواهرات والاشكال الأرضية ولاسيما الاشكال الناتجة عن التعرية المائية وتصنيفها من حيث ابعادها واحجامها واشكالها ووصفها من خلال الملاحظات والمشاهدة الميدانية للباحث ويمثل هذا المنهج وسيلة مهمة واساسية لجمع المعلومات للبحوث المتقدمة . وتتم دراسة المنهج الوصفي باستخدام الاسلوبين (الكمي والتحليلي) وفيما يأتي دراسة كل منهما: اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي (quantitative methodology) بأستخدام لغة الأرقام حتى تكون نتائج الدراسة وتنبؤاتها دقيقة ، وذلك من خلال اجراء عمليات القياس المورفومتري للظواهرات المدروسة ، والنتائج الهيدرولوجية وحل معادلاتها والنماذج الرياضية والمؤشرات والأساليب الإحصائية ، مدعوماً بالدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة. كما اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي (Analytical methodology) في تفسير وتحليل مخاطر التعرية المائية ومراحل تطورها وتفسير تباين درجات خطورتها ، وذلك بتحليل البيانات والخرائط الرقمية والمرئيات الفضائية وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستعمال نظم المعلومات الجغرافية ، يهدف للوصول الى فهم شامل للمحدودات الأساسية في الدراسة .

واعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي (Inductive methodology) في تحديد الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية وملاحظتها بدقة ، وجمع المعلومات والبيانات للوصول الى علاقات عامة وذلك من خلال تناول الجزئيات بالتحليل .

سادساً :- هيكلية الدراسة (Study structural) :

لوصول الى اهداف الدراسة تضمنت الدراسة المستخلص والاطار النظري وخمسة فصول وجملة من الاستنتاجات والاقتراحات، فضلاً عن قائمة المراجع والمصادر وملخص باللغة الإنكليزية :

تضمن الاطار النظري مقدمة ، موقع منطقة الدراسة ، مشكلة الدراسة ، فرضية الدراسة ، اهداف الدراسة ، مبررات الدراسة ، منهجية الدراسة ، صعوبات الدراسة ، هيكلية الدراسة ، البيانات المستخدمة في الدراسة ، الدراسات السابقة .

أما بقية الفصول :

الفصل الأول :- تضمن الخصائص الطبيعية لاحواض منطقة الدراسة ، المتمثلة بالبنية الجيولوجية ، وتحليل الخصائص التضاريسية ، الارتفاع والانحدار واتجاه الانحدار، ودراسة

المناخ القديم والحديث وتحليل العناصر المناخية (الإشعاع الشمسي ، درجات الحرارة ، الرياح ، التساقط ، التبخر ، الرطوبة النسبية) ، والشدات المطرية ، الموازنة المائية ، التربة ، النبات الطبيعي ، ودراسة اثر هذه العوامل في شدة التعرية المائية والمخاطر الناتجة عنها .

الفصل الثاني : تناول هذا الفصل الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة والمتضمنة الخصائص المساحية ، الشكلية ، التضاريسية ، الشبكة النهرية ، فضلاً عن المقاطع الطولية والعرضية للأحواض ، وأثرها في التعرية المائية .

الفصل الثالث : تضمن دراسة وتحليل خصائص عمليات الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة ، وتم من خلاله احتساب حجم الجريان السطحي وعمق الجريان وزمن التركيز وذروة التصريف باستعمال أنموذجين عالميين هما أنموذج سنيدر ، وأنموذج صيانة التربة الامريكية (SCS-CN) ومعرفة تقدير حجم الجريان تأثيره على التعرية المائية .

الفصل الرابع : تضمن دراسة عمليات التعرية المائية (كمياً ونوعاً) في احواض منطقة الدراسة ، والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فيها ، تم دراسة التجوية وانواعها والتعرية وانواعها وطرائق قياسها باستخدام مؤشر فورنير ، وانموذج PAP/CAR ، ومنهجية جافريلوفيك (EPM) لقياس التعرية المائية ، ومؤشر بيرجسما لقياس التعرية الاخودية ، فضلاً عن دراسة النقل وانواعه ، ودراسة الترسيب وانواعه .

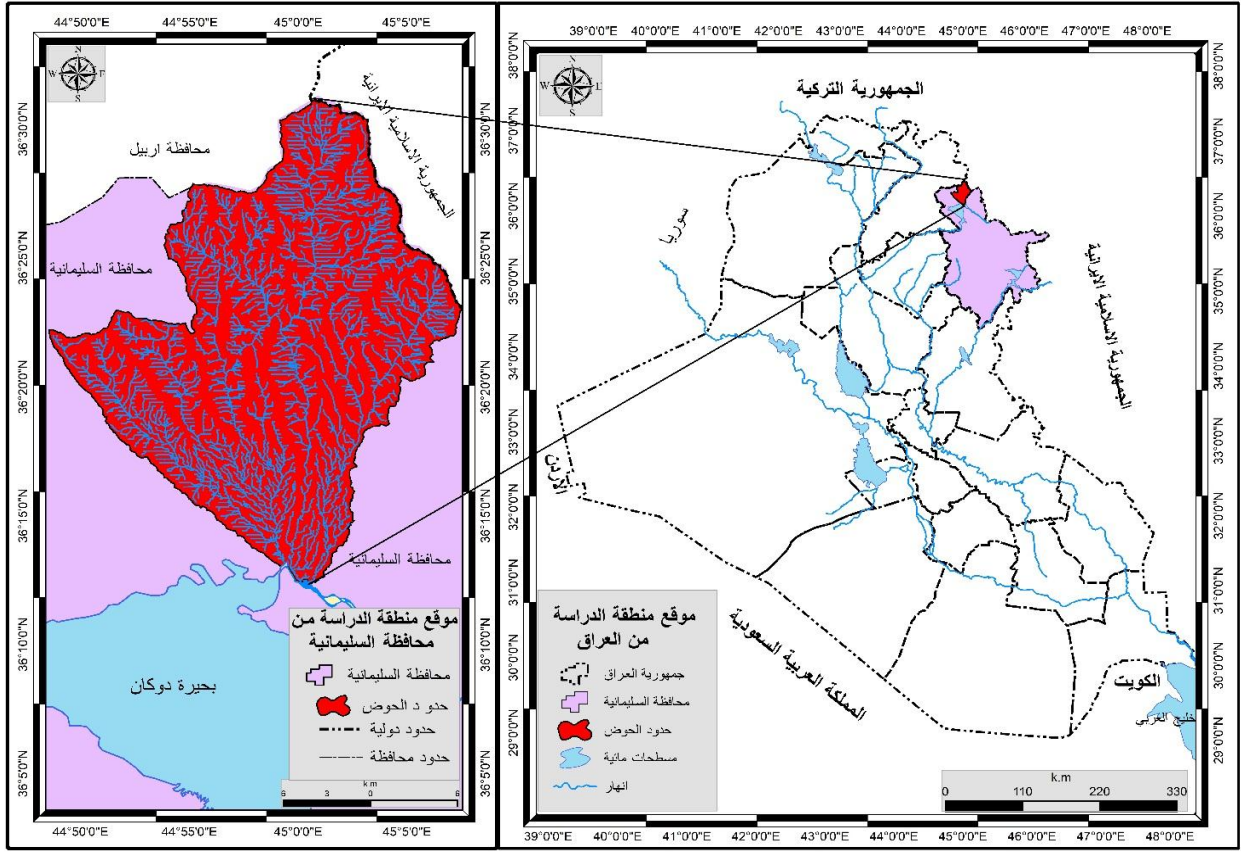
الفصل الخامس : تضمن المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة ، اذ تم مطابقة الطبقة الجيولوجية مع شدة التعرية المائية ، وطبقة الانحدار مع شدة التعرية المائية ، وطبقة النبات الطبيعي مع شدة التعرية المائية (بيرجسما) ، وبناء انموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ، فضلاً عن دراسة مخاطر التعرية المائية على مجاري الاودية ، الاستيطان البشري ، الزراعة ، طرق النقل والمواصلات ، سمك التربة ، انخفاض نسبة المادة العضوية وقابليتها للإنتاج ، المراعي الطبيعية ، السياحة ، واقتراح حلول للحد من مخاطر التعرية المائية .

سابعاً : موقع منطقة الدراسة (Location of Study Area) :

تقع منطقة الدراسة جغرافياً في الجزء الشمالي الشرقي من العراق ، وتمثل الجزء الشمالي الشرقي من محافظة السليمانية ضمن حدود قضاء بشدر ، يحدها في الجزء الشمالي الشرقي حدود دولية المتمثلة بالجمهورية الإسلامية الإيرانية ، أما في الجزء الشمالي الغربي فيحدها محافظة أربيل ، اما باقي الأجزاء الحدودية تقع ضمن الحدود الإدارية لمحافظة السليمانية ، اذ يحدها من الغرب والجنوبي الغربي قضاء رانية ، أما في جنوب منطقة الدراسة فيحدها نهر الزاب الأسفل ومصبه في بحيرة دوكان .

أما فلكياً فتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض شمالاً (10° 31' 36" N) - 12° 20' 36" ، وبين خطي طول شرقاً (27° 7' 45" E) - 30° 48' 44" ، تبلغ مساحة منطقة الدراسة الكلية (484.86 كم) ، يصل اعلى ارتفاع لها الى (3410 م) فوق مستوى سطح البحر في شمال شرق منطقة الدراسة عند قمة سلسلة جبال قنديل . الخريطة (١) .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة .



المصدر:- إعتماًداً على المرئية الفضائية (Quick birds) والمرئية الفضائية (Landsat8) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والدراسة الميدانية ، ومخرجات برنامج Arc GIS10.8.

ثامناً : مراحل اعداد الدراسة (Phases of Study) :

ان أي دراسة لابد أن تمر بمجموعة من المراحل ، ومن مراحل هذه الدراسة هي :

١- مرحلة جمع المعلومات والبيانات (Data Collection Stage) :

تعد هذه المرحلة الخطوة الثانية للدراسة ورسالتها بعد خطوة اختيار موضوع الدراسة وتحديدتها ، لأن من دون الحصول على البيانات والمعلومات لا تتم إجراءات البحث العلمي وخطواته الأخرى ، واستمرت مرحلة جمع البيانات مدة طويلة الى مرحلة الكتابة وما بعدها حسب حاجة الدراسة ، حيث جمع الباحث خلالها جميع البيانات والمعلومات المتيسرة عن منطقة وموضوع الدراسة من المراجع والمصادر كافة من كتب وبحوث وتقارير واحصائيات والنشرات والمطبوعات ودراسات حكومية واكاديمية عربية وانكليزية وخرائط طبوغرافية وجيولوجية وإدارية وغيرها ومرئيات فضائية ومواقع الانترنت الحديثة منها والقديمة للتعرف على المنطقة تفصيلاً . وكل هذه المصادر تم جمعها من خلال مراجعة المكتبات والدوائر الرسمية الحكومية والمراكز والهيئات ذات الصلة بموضوع الدراسة .

٢- مرحلة العمل الحقلية (Filed Work Stage) :

يعد العمل الحقلية العمود الفقري للدراسة كونها تغطي النقص في المعلومات المطلوبة للدراسة

، ولاسيما اذا ما أجرى الباحث العمل الحقلية بدقة وعناية ، ليتم من خلالها التعرف على الواقع الحقيقي لمنطقة الدراسة ومدى تطابقها مع المعلومات النظرية التي جمعت في المرحلة السابقة والمتمثلة بالمصادر والتقارير والخرائط والمرئيات ... وغيرها ، وتم تحديد وتهيئة متطلبات العمل الميداني المتمثلة بإستحصال الموافقات الأمنية من قبل الجهات المعنية في إقليم كردستان العراق اربع زيارات ميدانية تمت خلال التواريخ (٢٠٢١/١١/٢٠ ، ٢٠٢١/١١/٢١ ، ٢٠٢٢/١/١٣ ، ٢٠٢٢/١/١٥) ، شملت جميع منطقة الدراسة .

وتم خلال الدراسة الميدانية توثيق المظاهر بالصور الفوتوغرافية ، واخذ قياسات المظاهر الجيومورفولوجيا من وديان واخاديد التعرية وسمك التربة والترسبات الناتجة عن التعرية المائية ، فضلاً عن التحقق من المظاهر الجيومورفولوجيا الناتجة عن التعرية المائية وأشكالها ومواقعها ومطابقتها مع الخرائط والمرئيات ، واجراء المقابلات مع سكان المنطقة والرعاة والمزارعين . فضلاً عن التعرف على المناطق المتأثرة بالتعرية المائية وصخرية المنطقة والفواصل والشقوق والطباقية والترسبات وانواعها ، ومراقبة الغطاء النباتي وتواجده ، ونوعه وفصل نموه واثره في حماية التربة من التعرية .

أما أهم الأجهزة المستعملة في الدراسة الميدانية هو استعمال الباحث حاسبه الشخصي مثبت عليه نظم المعلومات الجغرافية ، والخرائط الطبوغرافية والجيولوجيا والمرئيات الفضائية وجهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) لتحديد مواقع الاحواض والوحدات والظواهر الجيومورفولوجيا ، واستخدم الباحث كاميرا فوتوغرافية لتصوير الظواهر بالصور الفوتوغرافية والفيديوهات .

٣- مرحلة رسم الخرائط والأشكال (Stage Draw Maps and Shapes) :

تضمنت هذه المرحلة كثير من الخطوات ، فبعد الحصول على البيانات الخام (Raw data) والخرائط والمرئيات الفضائية المطلوبة ليتم تحليلها وتفسيرها ، فضلاً عن رسم الأشكال والخرائط واجراء القياسات المورفومترية اللازمة بأستعمال كثير من البرامج الحاسوبية ولاسيما برنامج (Arc Map 10.4) بالاعتماد على المرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، وكذلك استعمال برنامج (Surfer.V.15) لعمل مجسم تضاريسي للمنطقة (3D) ، فضلاً عن استعمال برنامج (Global Mapper. V.19) استعمال في استيراد البيانات وتصديرها بصيغ مختلفة ، وعمل من خلاله الأشكال الثلاثية الابعاد ، وعمل مقاطع طولية وعرضية لمنطقة الدراسة ، وفيما يتعلق بالخرائط والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي فقد مثلت الدليل الذي يراه الباحث خلال الدراسة الميدانية والعمل المكتبي .

٤- مرحلة الكتابة (Writing Stage) :

وهي المرحلة الأخيرة من مراحل اعداد الدراسة ، وتتضمن هذه المرحلة فرز وتبويب البيانات والمعلومات المطلوبة والمصادر حسب فصول الدراسة ، وتبويب الخرائط والجداول والأشكال البيانية والصور الفوتوغرافية والفيديوهات الميدانية ، والتي تم اعدادها خلال مراحل العمل السابقة لربط العمل الحقلية بالعمل المكتبي النظري ، وتسير عملية الكتابة بالاستناد على مناهج البحث العلمي التي تم ذكرها انفاً والتدرج في كتابة متن الأطروحة للموضوعات والفصول تبعاً ، وفق التخطيط العلمي المرسوم للدراسة واولوياتها ، والالتزام بالخطوط العريضة للدراسة وعدم الخروج عنها عند تنفيذ الكتابة .

تاسعاً : الدراسة السابقة (Previous Studies) :

هناك كثير من الدراسات التي أجريت عن التعرية المائية والمخاطر الجيومورفولوجية في مناطق أخرى ، لكن قليل جداً تناول المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ، أي أن الدراسة اكتفت بخطر واحد ، وبيان أثر هذا الخطر على النشاطات البشرية ، علماً أن منطقة الدراسة لم تخضع لأي دراسة سابقاً ، لذلك سوف نتناول أهم الدراسات التي تعد دراسات مقارنة لمناطق أخرى منها :

- ١- دراسة (حسين كاظم عبد الحسين ٢٠١٧ ، تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين) ، تناولت الدراسة تحديد أنواع المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة ، ومعرفة أنواع التعرية المائية ، والتعرف على الخصائص الانحدارية والعوامل التي أدت الى تشكيلها وتحديد درجات الخطورة التي تشكلها العوامل المورفوديناميكية^(١) .
- ٢- دراسة (وسام عباس خضير الفهداوي ٢٠١٧ ، هيدروديناميكية حوض نهر شلير وأثره في الجريان السطحي في محافظة السليمانية) ، بينت الدراسة الخصائص المناخية والمورفومترية والهيدرولوجية وأثارها في تصريف نهر شلير وتحديد العجز المائي والفائض المائي وإمكانية الاستفادة من الفائض المائي ، وبناء قاعدة بيانات مكانية للخصائص الهيدرولوجية ومناخية المنطقة^(٢) .
- ٣- دراسة (إسماعيل فاضل خميس البياتي ٢٠١٨ ، التعرية واثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين) ، ركزت الدراسة على اثر التعرية على الأراضي الزراعية ، والكشف عن طبيعة هذا الامتداد ، وتحديد العوامل الجغرافية المسببة لها ، ومحاولة الكشف عن الآثار السلبية التي خلقتها هذه المشكلة^(٣) .
- ٤- دراسة (أحمد كاظم عباس العبيدي ٢٠٢٠ ، تحليل نشاط العمليات الجيومورفولوجية في حوض وادي تکران/السليمانية ، أوضحت الدراسة العمليات الجيومورفولوجية ودراسة اثر السيول وخصائصها وتحليل العمليات الجيومورفولوجية داخل الحوض ، كما أوضحت الدراسة التخطيط للاستثمار الأمثل لموارد وإمكانات الحوض^(٤) .
- ٥- دراسة (إسماعيل جمعة المشهداني ٢٠٢٠ ، التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة في السليمانية) ، أوضحت الدراسة تقييم التعرية المائية نوعاً وكمياً ، من خلال استخدام عدد من المؤشرات والنماذج ، وركزت الدراسة على تحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتعرية المائية ، وحساب المفقود من التربة بسبب التعرية المائية^(٥) .

(١) حسين كاظم عبد الحسين ، تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠١٧ .

(٢) وسام عباس خضير الفهداوي ، هيدروديناميكية حوض نهر شلير واثره في الجريان السطحي في محافظة السليمانية ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الانبار ، ٢٠١٧ .

(٣) إسماعيل فاضل خميس مصطفى البياتي ، التعرية واثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، ٢٠١٨ .

(٤) احمد كاظم عباس العبيدي ، تحليل نشاط العمليات الجيومورفولوجية في حوض وادي تکران / السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٠ .

(٥) إسماعيل جمعة المشهداني ، التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة في السليمانية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية الأساسية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٠ .

الفصل الأول

الخصائص الطبيعية لأحواض شمال نخيرة دوكان

تمهيد :-

يعد الوسط الطبيعي هو المصدر الرئيس الذي يتحكم في شدة العمليات الجيومورفولوجية وضعفها لأي منطقة ، إن العمليات الجيومورفولوجية ماهي الا نتيجة لفعل الخصائص الطبيعية . وماينتج عنها من عمليات جيومورفولوجية ، إذ تعد دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة ذات أهمية كبيرة كونها عوامل تتحكم بالخصائص الجيومورفولوجية ، كما يختلف تأثير شدة الخصائص الطبيعية من منطقة الى أخرى تبعاً لنوعية الصخور ومدى صلاحيتها فضلاً عن بنية الطبقات اذ يؤثر السطح ومعدل الانحدار تأثيراً مباشراً في العمليات الجيومورفولوجية (تجوية وتعرية ونقل ثم ترسيب) فالعمليات تتأثر بفعل عوامل جيومورفولوجية معينة ، ولدراسة التعرية المائية في منطقة الدراسة لابد من التعرف على أهم الخصائص الطبيعية وتتضمن :-

- ١-١ الخصائص الجيولوجية .
- ٢-١ الخصائص الطبوغرافية .
- ٣-١ خصائص الانحدار .
- ٤-١ الخصائص المناخية .
- ٥-١ خصائص التربة .
- ٦-١ خصائص الموارد المائية .
- ٧-١ النباتات الطبيعي .

١-١ الخصائص الجيولوجية (Geological Characteristics) :**١-١-١ التاريخ التكتوني لمنطقة الدراسة (Tectonic History):-**

يعد التاريخ التكتوني والترسيبي الدعامة الأساس لمنطقة الدراسة ، اذ يعطي تصوراً واضحاً عن طبيعة سطح المنطقة وما مرت به من مراحل جيولوجية مختلفة ، وهو جزء من التاريخ الجيولوجي لأقليم كردستان العراق ، الذي يعد جزء من التاريخ الجيولوجي للحوض الترسيبي (الجيوسينكلاين) ، اذ يرتبط التطور الجيولوجي للعراق امتداداً من اقدم العصور الجيولوجية وصولاً الى أحدثها ، تعد منطقة الدراسة نشطة تكتونياً فهي تقع تحت تأثير الحركة التصادمية للصفائح الثلاث (الصفيحة العربية غرباً – الصفيحة الإيرانية شرقاً – الصفيحة التركية شمالاً)^(١) ، يقع العراق تكتونياً في الجزء الشمالي الشرقي من الصفيحة العربية ، أما جيولوجياً فيقع في الحافة الشرقية للصفيحة العربية التي ترتبط بحركات تقارب مع الصفيحة الإيرانية من جهة الشرق وهي جزء من الصفيحة الاوراسية ، ومن جهة الشمال تتقارب مع الصفيحة التركية (الاناضول) وهذه الحركات ذات نشاط فعال ومستمر حتى وقتنا الحاضر ، اذ ينتج من تصادم الصفيحة العربية مع الصفيحتين الاوراسية والاناضولية أدى الى تشكيل الحزام الجبلي المتمثل

(١) عدنان باقر النقاش ، مهدي محمد الصحاف ، الجيومورفولوجي ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨٩ ، ص ٥٤٥ .

بسلسلة زاكروس من الشرق وطوروس من الشمال^(١).

صنفت الدراسات الجيولوجية العراق الى اقسام تكتونية من ابرزها تصنيف (Buday Jassim)^(٢)، اذ صنف العراق الى أصناف رئيسة تتضمن نطاق الرصيف المستقر ونطاق الرصيف غير المستقر ، وتتضمن الانطقة الرئيسية اقسام ثانوية أخرى وفقاً لنوع الخصائص التكتونية لكل قسم^(٣) . يقع قطاع الاندفاع والفوالق الانزلاقية في اقصى الشمال الشرقي من العراق ، ويمتاز بمناطق جبلية وعرة يصل معظمها الى ارتفاعات شاهقة ، وبعد ان اكتمل تكوين الجبال حدثت عمليات تعرية مائية نتيجة نحت المياه المتدفقة من أعالي المرتفعات اثناء عصر البلايوسين نتج عنها ترسبات كبيرة غطت بطون الاودية فتكونت نتيجة ذلك عدة سهول منها سهل شهرزور ورائية . واذا نظرنا الى جيومورفولوجية ذلك القطاع فأننا نجدها شديدة التباين من مكان الى اخر ويرجع ذلك الى الطبيعة المعقدة للتراكيب الجيولوجية الكثيرة ، وتصل ارتفاعاتها الجبلية الى الاف الأمتار فوق مستوى سطح البحر ، وتظهر الثلوج في قممها في اغلب أوقات السنة ، مما يعرض المنطقة الى عمليات التآكل والتعرية بوساطة الثلوج^(٤) . قسم العراق الى نطاقين رئيسيين هما^(٥) .

١-السطح العربي النوبي (Nubio Arabian plat from)

٢-التقعر الإقليمي (Alpine Geosync Line)

ويقسم هذا التقعر الى قسمين رئيسيين هما :-

أ-الحوض الهامشي (المايوجيوسنكلين)

ب-الحوض الرسوبي (الجيو سينكلين) تقع منطقة الدراسة في التقعر الإقليمي تحديداً في الحوض الرسوبي (الجيو سينكلين) الذي يشغل منطقة الفوالق زاكروس والمناطق الممتدة حتى حاج عمران ونوبردان^(١).

٢-١-١ التكوينات الجيولوجية (Geological Formations) :-

تعد دراسة التتابع الطبقي (الصخري) لأي منطقة ذو أهمية كبيرة بالنسبة لدراسة العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية السائدة في منطقة الدراسة ، فأنها توضح تفاصيل عديدة ولاسيما التي تتعلق بنوع الصخور وخصائصه وصفاته مما يسهل كثير من المظاهر المتكونة

(1) Lepichon , X , etal , Report on the geological investigation for native sulphur in the northern sector of the fatha mosul unpublished report on 1988 , p 98 .

(2) Buday . T . and Jassim . S , the Regional Geology of Iraq ,Tectonism , magmatism and metamorphism , vol . 2 , 1987 , p 62 .

(3) Saad . Z . , Jassim . and . c . Goff , Geology of Iraq , first Edition , czech , Dalin , prague , 2006 , p 73 .

(٤) فاروق صنع الله العمري وعلي صادق ، جيولوجية شمال العراق ، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، بغداد ، ١٩٧٧ ، ص ٢٠ .

(5) Buday . T . and Jassim . op . cit , p 62 – 63 .

(٦) عبدالله السياب وآخرون ، جيولوجية العراق ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٢ ، ص ١٦ .

وطبيعة العمليات الجيومورفولوجية فضلاً عن تفسير أنماط المجاري المائية وقابلية الصخور للاستجابة الفعالية لعمليات التعرية المائية . تتميز منطقة الدراسة بتنوع وتعدد التكوينات الجيولوجية ، اذ تتباين هذه التكوينات من خلال بيئة الترسيب ودرجة كثافتها ومكوناتها الصخرية وظهور مكاشفها من منطقة الى أخرى فضلاً عن اختلاف اعمارها . اذ يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة ما بين الزمن الجيولوجي الثاني (ميسوزيك (Mesozoic) وتكوينات الزمن الجيولوجي الرابع (كواتيرنري Quaternary) ، الخريطة (١-١) ، ويمكن تقسيم هذه التكوينات الجيولوجية من الاقدم الى الاحدث .

١-٢-١-١-١ تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني (Mesozoic) :

يغطي هذا الزمن في منطقة الدراسة مساحة مقدارها (٢١٦,٢٨٥ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (٥٨,٨٢ %) من مجموع المساحة الكلية للمنطقة ، الجدول (١-١) ، ويتألف هذا الزمن من التكوينات الآتية:

١- تكوين تانجرو (Tanjero) :

يعود عمر تكوين تانجرو الى العصر الكريتاسي الأسفل ، وهو معرض على السطح في الجزء الشرقي من المنطقة ، وهو يقع فوق مجموعة قفلة ، ويشكل الجزء الشرقي من شمال العراق^(١) . ويحتوي هذا التكوين على الشقوق والفواصل فضلاً عن كثرة المسامات التي جعلته حاملاً جيداً للمياه الجوفية على الرغم من قدرته الضعيفة على حمل الماء ، فضلاً عن تأثير عملية التجوية ولاسيما في تكويناته الجيرية التي تحتوي على حجر المارل^(٢) . يبلغ سمك هذا التكوين من (١٠٠٠-١٥٠٠ م) ، ويتكون من حجر سلتي وطفل والطين وحجر جيرى ، يشغل هذا التكوين مساحة (١٧,٧٩١ كم^٢) ، ويتوزع هذا التكوين في منطقة الدراسة بنسبة (٦,٢٣٧ %) من مجموع مساحة الزمن الثاني، وتكون غير نافذة للمياه وقليلة المقاومة للتعرية المائية .

٢- سلسلة شالير (Shalair Series) :

وهي عبارة عن صخور متحولة ونارية قادمة من الصفحة الإيرانية نتيجة الزحف ، تتكون من جزئين الجزء العلوي فيها متكون من الصخور المتحولة ، والجزء السفلي متكون من صخور المرمر^(٣) . كما وتظهر آثار التعرية في هذه الطبقات ولاسيما المنكمشة منها الطبقات الحاوية على حجر جيرى ، اذ عملت المياه اخاديد لها عبر الأزمنة الجيولوجية الماضية^(٤) . يوجد هذا التكوين في اقصى الشمال الشرقي من منطقة الدراسة ويظهر في مناطق متفرقة من الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة ، بمساحة (٥٠,٨٤٥ كم^٢) . وبنسبة (٤٢,٤٤٦ %) .

(١) فاروق صنع الله العمري وعلي صادق ، مصدر سابق ، ص ٣٠ .

(٢) حكمت عبدالعزيز ، جيومورفولوجية جبل بيرمام واحواضه النهرية وتطبيقاتها ، قسم الجغرافية ، كلية

الاداب ، جامعة صلاح الدين ، أربيل ، ٢٠٠٠ ، ص ٣٨ .

(٣) حكمت عبد العزيز ، مصدر سابق ، ص ٣٨ .

(4) Tibor Body , the regional geology of Iraq , stratigraphy and paleography , Baghdad , 1980 , p.84 .

من مساحة الزمن الثالث . و يبلغ سمك هذا التكوين ٣٠٠٠ متراً وتكون صخوره غير نافذه للمياه ومتوسط المقاومة للتعرية المائية.

٣- تكوين شيرانش (Shiranish formation) :

وهو تكوين واسع الانتشار في نطاق الطيات العالية ويكون على شكل احزمة متصلة حول الطيات المحدبة واحواض الطيات المقعرة ، يكون على شكل طبقات رقيقة من طين جييري ذو لون ازرق وحجر كلسي طيني غير نافذ مما أدت الى جريان المياه السطحية فوق طبقاته تكون بيئته الترسيبية بحرية^(١) ، يبلغ سمك هذا التكوين (١٠٠ - ٣٠٠ م) وهو يتأثر بعمليات التعرية المائية ، ينكشف هذا التكوين في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من منطقة الدراسة ، بمساحة تقدر ب (٦٩،١٧٠ كم^٢) . وبنسبة (٢٤،٢٥١٧%) من مجموع مساحة الزمن الثاني . ويمتاز بعدم نفاذيته للمياه وقليل المقاومة للتعرية المائية .

٤- تكوين كوميتان (Kometan Limestone) :

يعود تكوين كوميتان الى العصر الكريتاسي الأوسط ، ويتألف هذا التكوين من طبقات دقيقة قاتمة اللون من الصخور الجيرية المنتظمة التطبق والحاوية على كتل صوانية، اذ تتميز بكثرة التشققات والفواصل مما ساعد على تكون عدد من الحفر الكارستية في المنطقة، اذ تمتاز بنفاذيتها العالية وقابلة للاذابة^(٢) ، يتكون من حجر كلسي وجيري وحجر كلسي طيني ، يصل معدل سمك هذا التكوين من (١٠٠-١٢٠ م) ، تتألف منه أغلب الجبال والتلال المحيطة بالاحواض . ينكشف تكوين كوميتان في أجزاء واسعة وسط المنطقة امتداداً في جنوب غرب المنطقة على شكل شريط . تبلغ مساحة هذا التكوين (١١١،٦٢٥ كم^٢) وهو يعد اكبر تكوين من حيث المساحة في منطقة الدراسة . وبنسبة (٣٩،١٣٧٠%) من مجموع مساحة الزمن الثاني . وتتميز صخوره بنفاذية جيدة ومشقق قابل للاذابة ذات مقاومة ضعيفة للتجوية الكيميائية والتعرية المائية .

٥- تكوين قمجوقة (Qamchuqa) :

يرجع هذا التكوين الى عصر الكريتاسي الأسفل ، يتألف من صخور جيرية ومارل وطفل واحياناً يتداخل مع الدولمايت المتبلور، وفي اغلب الأحيان يكون دولمايتي واحياناً يكون كلوكونايتي^(٣) ، وهي صخور ذات مقاومة ضعيفة للتجوية والتعرية المائية ، تترسب في بيئة قارية او شبه قارية وهي ظروف بحرية ساحلية ذات ملوحة عالية^(٤) ، ينكشف هذا التكوين في وسط منطقة الدراسة ويتحول غرباً بمساحة تبلغ (٨٢،٣٨٠ كم^٢) ، وبنسبة (٢٨،٨٨٣٦%)

(١) جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين (جيوسرف) تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهباد ، NJ38 - 15NJ38 ، ١٩٩٨ ، ص ١١ .

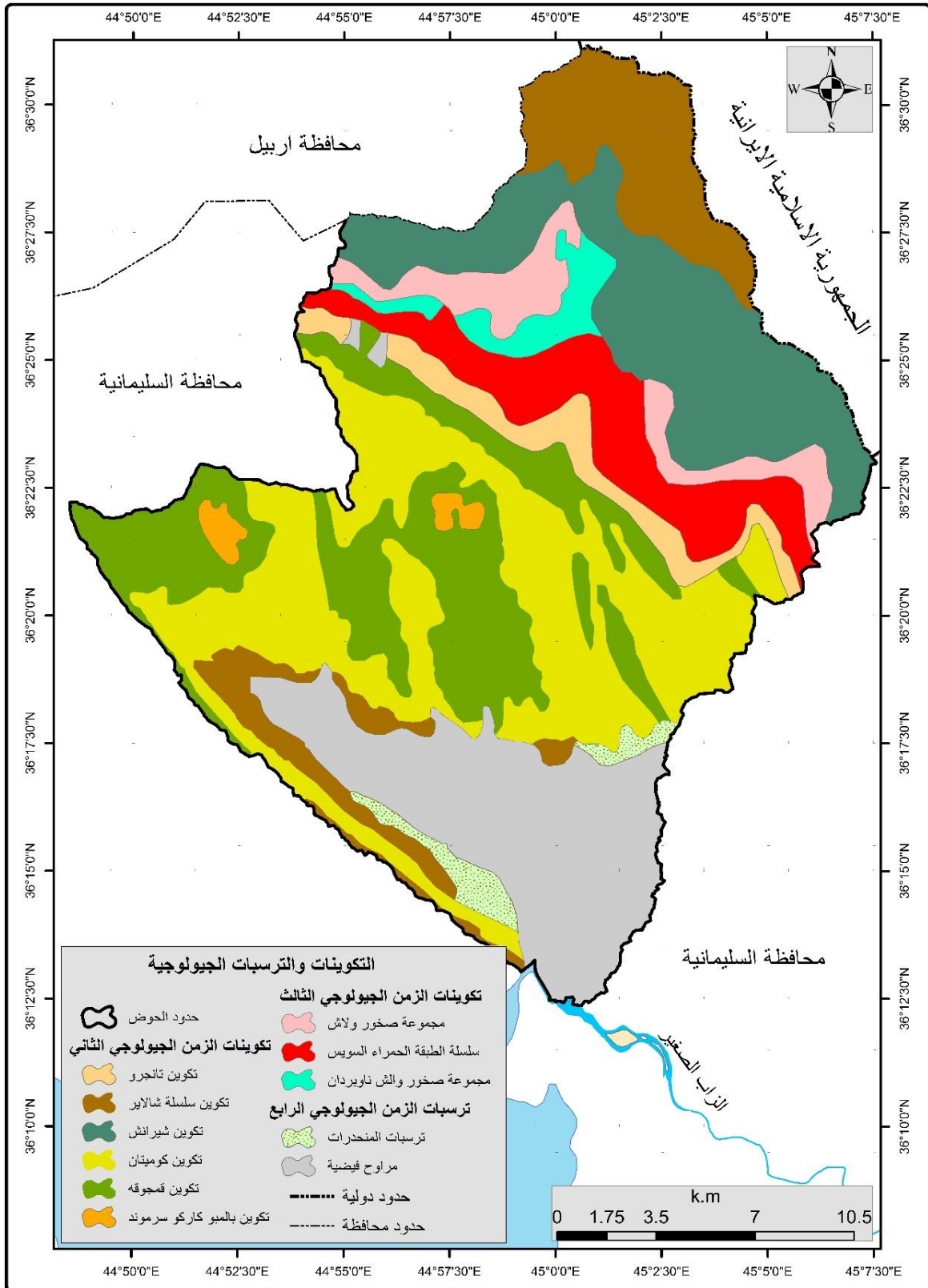
(2) dunnington H.V., 1953.Kometan Formation an essay by Bollen, r.c.v.& Others,1959 Lexique Stratigraphic Internation,Vol. II . Asie: In Dubertret, L., (director) , Fasc . 10 a Iraq Centre Nat . Recherche Sci . (Paris) .

(3) Qays . j . Saud , Ridha . A . A . Muhammad, Hydrogeological and Hydrochemical Study of Sulaimaniya Quadrangle NI -38-3-10 Scale: 1:250000 , Baghdad , Cit 2010 , p 18 .

(٤) لميس سعد حميد الزهيري ، هيدروجيولوجيا حوض وادي جق جق شمال شرق محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٢ ، ص ١٩ .

من مجموع مساحة الزمن الثاني ، يبلغ سمك تكوينها (٢٠٠-٣٠٠م) وتتميز صخورها بأنها غير نافذة للمياه وضعيفة المقاومة للتعرية المائية .

خريطة (١-١) التكوينات الجيولوجية والترسبات لمنطقة الدراسة .



المصدر:- إعتماًداً على وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، شعبة انتاج الخرائط ، خريطة جيولوجية ، ١:٢٥٠٠٠٠ .

جدول (١-١) التكوينات الجيولوجية للزمن الثاني وخصائصها وقابليتها للنفاذ وللتعرية المائية

الزمن	العصر	التكوين	خصائص التكوين الصخري	سمك التكوين / م	قابلية النفاذ	قابلية التعرية المائية	المساحة كم ^٢	نسبته من مجموع مساحة الزمن الثاني %
الزمن الجيولوجي الثاني	الكريتاسي	تانبجيرو	حجر سلتني وطفل والطين وحجر جبيري	١٥٠٠-١٠٠٠	غير نافذ	قليل المقاومة للتعرية المائية	١٧,٧٩١	٦,٢٣٧٧
		شيرانش	حجر كلسي طيني وحجر طين جبيري	٣٠٠-١٠٠	غير نافذ	قليل المقاومة للتعرية المائية	٦٩,١٧٠	٢٤,٢٥١٧
		كوميتان	حجر كلسي وجبيري وحجر كلسي طيني	١٢٠-١٠٠	قابلية النفاذية	مقاومة ضعيفة للتعرية المائية	١١١,٦٢٥	٣٩,١٣٧٠
		قمجوقة	صخور جبيرية ومارل وطفل	٣٠٠-٢٠٠	غير نافذ	ضعيف المقاومة للتعرية المائية	٨٢,٣٨٠	٢٨,٨٨٣٦
		بالمبو كاركو سرموند	الحجر الجبيري الطيني (المارل) وعقيدات الصوان	٧٠٠-٥٠٠	عالي النفاذية	متوسط المقاومة للتعرية المائية	٤,٢٥٠	١,٤٩٠٠
مساحة ونسب الزمن الجيولوجي الثاني								
٢٨٥,٢١٦								
١٠٠%								

المصدر:- إعتماًداً على وزارة الصناعة والمعادن هيئة المسح الجيولوجي العراقية ، قسم الجيولوجيا ، شعبة المسح الجيولوجي ، تقرير عن لوحة جيولوجية السليمانية ، أن أن 38-3 جي أم 10 مقياس ١:٢٥٠٠٠ بغداد الطبعة الثانية ٢٠١٤ ، وبرنامج Arc GIS10 .

٦- تكوين بالمبو كاركو سرموند (Balambu , Garagu , Sarmond)

يتألف الجزء الأعلى من تكوين بالمبو من طبقات رقيقة من الحجر الجيري العضوي ، أما الجزء الأسفل فيتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الأزرق مع طبقات متداخلة من المارل الأخضر والصقل الأزرق الداكن . أما تكوين كاركو فيتألف من طبقات من الحجر الجيري وحجر الكلس والرغام . ويوجد تكوين سارموند على شكل حجر صخري متكتل من طبقات متعاقبة من المارل الجيري مع المارل البني وغالباً ما يكون دولومايتي متداخلاً مع الدولومايت المتبلور^(١) .

ينكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة في مناطق قليلة جداً ، فهو أقل التكوين انتشاراً في منطقة الدراسة ، تبلغ مساحته (٤,٢٥٠ كم^٢) ، أي بنسبة (١,٤٩٠٠%) من مجموع مساحة الزمن الثاني ، يكون سمكه (٥٠٠ - ٧٠٠ م) وتتميز صخوره بنفاذيتها العالية للمياه ومتوسط المقاومة للتعرية المائية .

١-٢-١-٢ تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث (Signorzori) :

يغطي هذا الزمن مساحة (١١٩,٧٨٧ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (٢٤,٧٠%) من مجموع المساحة الكلية للمنطقة ، والجدول (٢-١) ، يتكون هذا الزمن من التكوين الآتية :-

(١) نهرين حسين عبود ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي ساورا في محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، ٢٠١٦ ، ص ١٦ .

١- مجموعة صخور ولاش (Walash) :

يتميز هذا التكوين بإنتشار الصخور النارية البركانية وتتداخل مع فليش (مناطق بارزة لهبوط قوي) وحجر كلسي (مناطق مميزة لهبوط بطيء) غالباً ما تكون بيئته الترسيبية حزام بركاني لتقع بركاني^(١). ينكشف هذا التكوين في الجزء الشمال الغربي والشمال الشرقي من منطقة الدراسة، ويظهر مجاوراً لتكوين شيرانث وسلسلة الطبقة الحمراء السويس، بلغت المساحة التي يغطيها هذا التكوين (٢١,٥٩٩ كم^٢)، بنسبة بلغت (١٨,٠٣١%) من مجموع مساحة الزمنا الثالث، يتكون تكوين ولاش من صخور بركانية الذي يتميز بالصلابة ويمنع من تسرب المياه داخل التربة بسبب عدم نفاذيته للمياه ولاسيما وأنه يتميز بأنه متوسط المقاومة للتعرية المائية. مما يسهم في زيادة الجريان السطحي الذي يعمل بدوره على تعرية السفوح.

الجدول (١-٢) التكوينات الجيولوجية للزمن الثالث وخصائصها وقابليتها للنفاذ والتعرية المائية

الزمن	العصر	التكوين	خصائص التكوين الصخري	سمك التكوين	قابلية النفاذ	قابلية التعرية المائية	المساحة كم ^٢	نسبته من مساحة الزمن الثالث %	
الثالث السينوزوي	بالوسين	مجموعة صخور ولاش	مدملكات وطفح بركاني وحجر جبري وكلسي	١٠٠٠- ٣٥٠٠	غير نافذة	شديد المقاومة للتعرية المائية	٢١,٥٩٩	١٨,٠٣١	
	الاولكوسين	سلسلة شالاير	بازلت وحجر كلسي مرجاني	٣٠٠٠	غير نافذة	ضعيف المقاومة للتعرية المائية	٥٠,٨٤٥	٤٢,٤٤٦	
	البلايوسين	الطبقة الحمراء السويس	حجر رملي وطفل وحجر كلسي	٨٠٠- ٢٠٠٠	غير نافذة	ضعيف المقاومة للتعرية المائية	٣٦,٦٢٠	٣٠,٥٧٠	
		صخور والش ناوبردان	صخور البازلت والكرانيت	١٤٠٠	غير نافذة	شديد المقاومة للتعرية المائية	١٠,٧٢٣	٨,٩٥٣	
مساحة ونسب الزمن الجيولوجي الثالث								٢٤,٧٠	١١٩,٧٨٧

المصدر:- اعتماداً على: وزارة الصناعة والمعادن هيئة المسح الجيولوجي العراقية، قسم الجيولوجيا، شعبة المسح الجيولوجي، تقرير عن لوحة جيولوجية السليمانية، أن أن 3-38 جي أم 10 مقياس 1:25000 بغداد الطبعة الثانية 2014، وبرنامج Arc GIS10.

(١) جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين (جيوسرف) تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهباد، مصدر سابق، ص ١٩.

٢- سلسلة الطبقة الحمراء السويس (Red Bed Series) :

وهي عبارة عن طبقات متتابعة من السجيل الحديدي والحجر الطيني والحجر الرملي ، وهي صخور هشة الى متوسطة الصلابة ، سمكها يتراوح بين (٨٠٠ - ٢٠٠٠ م) ، يتألف من مد ملكات وحجر أحمر وطفل وحجر كلسي عدسي الشكل ، أما رواسب التكوين تدل على أنها بيئية ضحلة وترسب هادي^(١) . تبلغ المساحة التي يغطيها هذا التكوين (٦٢٠ , ٣٦ كم^٢) من مساحة الزمن الثالث وبنسبة تصل الى (٣٠,٥٧٠%) يمتاز هذا التكوين بعدم نفاذيته للمياه ، وضعف مقاومته للتعرية المائية .

٣- مجموعة صخور والش - ناوبردان (Walsh Rocks – Nawberdan) :

يمثل هذا التكوين المنطقة الخارجية من ترسبات المايوجيوسنكلين ، وتكونت كترسبات في حوض من نوع الجيوسينكلين ، وقد امتلأ الحوض بترسبات من نوع فليش والبركانية الأصل وقاع هذا الحوض مكون من ترسبات بركانية المنشأ وقد غطى الناوبردان - والش بصورة عامة على الوحدات الصخرية المطوية التي تعود الى ما قبل الترشري (قفلة)^(٢) ، بينما تتألف صخور والش - ناوبردان من صخور البازلت والكرانيت ، ينكشف هذا التكوين في الجزء الشمالي والشمالي الغربي من منطقة الدراسة ، يظهر هذا التكوين مجاور لسلسلة الطبقة الحمراء السويس ، تبلغ مساحته (١٠,٧٢٣ كم^٢) في ، وبنسبة (٨,٩٥٣%) من مجموع مساحة الزمن الثالث ، ويسمك (١٤٠٠م) ، تمتاز صخور هذا التكوين بعدم نفاذيتها للمياه وشديد المقاومة للتعرية المائية .

١-٢-٣-١-١ ترسبات الزمن الرابع (Sediments of the Fourth time) :

تعد ترسبات هذا الزمن احدث الطبقات الجيولوجية في منطقة الدراسة ، يغطي هذا الزمن مساحة (٧٩,٨٥٩ كم^٢) ، أي بنسبة مئوية بلغت (١٦,٤٦%) من المساحة الكلية للمنطقة ، وهناك عدة أنواع من ترسبات الزمن الرباعي عصري (البلايستوسين والهولوسين) ، تشمل ترسبات الشرفات النهرية المتكونة من الحصى تغطي جوانب مجاري الاودية في منطقة الدراسة ، وترسبات المنحدرات المتكون من وترسبات الحصى والغرين والطين وملئ الوديان ، الجدول (٣-١) ، تأتي على ذكر هذه الأنواع ما يأتي:-

١- ترسبات المنحدرات (Deposits) :

تعود ترسبات المنحدرات الى عصري البلايستوسين والهولوسين وتكون هذه الترسبات على شكل انطقة او تكون متناثرة تحيط بالمنحدرات ضمن المنطقة وترسب ايضاً على طول المنحدرات ذات الميل القليل وتتجزء بواسطة المجاري المائية التي تجري من الأجزاء العليا

(١) خلدون عباس معلة ، تقسيم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تکران في السليمانية - شمال شرق العراق مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية ، المجلد الثاني ، العدد الأول ، ٢٠٠٥ ، ص ٣٥ .

(٢) فاروق صنع الله العمري وعلي صادق ، مصدر سابق ، ص ٥٣ .

الجدول (١-٣) التكوينات الجيولوجية للزمن الرابع وخصائصها وقابليتها للنفاذ وللتعرية المائية

الزمن	العصر	التكوين	خصائص التكوين الصخري	سمك التربة	قابلية النفاذ	قابلية التعرية المائية	المساحة كم ^٢	نسبته من مساحة الزمن الرابع %	
الرابع	البلايستوسين	ترسبات المنحدرات	ترسبات من الحصى والرمل وغرين وصلصال	٠,٥-٦	نافذة للمياه	ضعيفة المقاومة للتعرية المائية	٧,٧٢٣	٩,٦٧١	
	الهولوسين	المراوح الفيضية	حصى بأنواعه ومواد خشنة وناعمة وغرين وطين	٥٠	عالي النفاذية للمياه	ضعيفة المقاومة للتعرية المائية	٧٢,١٣٦	٩٠,٣٢٩	
مساحة و نسب الزمن الجيولوجي الرابع								٧٩,٨٥٩	١٠٠%

المصدر:- اعتماداً على:وزارة الصناعة والمعادن هيئة المسح الجيولوجي العراقية ، قسم الجيولوجيا ، شعبة المسح الجيولوجي ، تقرير عن لوحة جيولوجية السليمانية ، أن أن 3-38 جي أم 10 مقياس ١:٢٥٠٠٠:بغداد الطبعة الثانية ٢٠١٤ ، وبرنامج Arc GIS10 .

المناطق المرتفعة ، وتتكون من رسوبيات مختلفة الاحجام متمثلة بتراب رملية وغرينية وطينية وقطع صخرية مد ملكات وفي بعض الأحيان جبسية (١) .

يتكون قليل من المادة الرابطة وسمك هذه الترسبات يكون متبايناً من مكان لآخر يتراوح من (٥، ٠ - ٦ م) ويعتمد سمك هذه الترسبات على كمية المياه الجارية وعلى انحدار السفوح ، وتنشأ هذه الرواسب نتيجة عمليات التجوية والتعرية المائية وعلى سفوح المنحدرات ، ولها مسامية عالية (٢)، وتوجد هذه الترسبات في منطقة الدراسة في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية تحديداً في شمال شرق بحيرة دوكان ، تبلغ مساحة هذه الرواسب (٧,٧٢٣ كم^٢) وكانت نسبتها (٩,٦٨٠٧%) من مساحة الزمن الرابع ، وتمتاز بنفاذيتها الجيدة للمياه وضعف مقاومة صخورها للتعرية المائية .

٢- المراوح الفيضية (Flood Fans) :

وهي من الوحدات الجيومورفولوجية الارسابية (التجمعية) المتكونة عند اقدم الجبال ، وأن شكل المرواح القديمة واجزاء تحورت نتيجة التعرية المائية واندمجت مع المراحل الحديثة من تلك المرواح مكونة البجادا (Bajada) (٣)، تجرف المياه بواسبها مع جريان مياه الأنهار المنحدرة من اعلى المرتفعات الى اسفلها ، وتجرف معها الرواسب السطحية التي تتكون منها المراوح الفيضية ، تتألف من رواسب حصوية ورملية وغرين وطين وصلصال ، يتباين مواقع ترسيبها حسب احجامها ، اذ ان الصخور الكبيرة والحصى تستقر في قمة المروحة ، والرواسب الدقيقة تكون في نهايتها يكون سمك المرواح في جبال منطقة الدراسة رقيق ويزداد سمكها كلما

(١) أنور مصطفى بروراي ، واخرون ، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين دائرة المسح الجيولوجي ، تقرير عن جيولوجية لوحة خانقين مقياس (١:٢٥٠٠٠) ، بغداد ، ١٩٩٢ ، ص ١٧ .

(٢) عبدالله شاكر السياب ، جاسم علي الجاسم ، علم الطبقات ، ط١ ، مطبعة سيما ، فرنسا ، ١٩٨٠ ، ص ٩٥ .

(٣) أنور مصطفى بروراي ، صباح يوسف يعقوب ، تعريب فائزة توفيق أحمد ، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير عن جيولوجية لوحة الكوت (١ ناي ٣٨ - ١٥) (جي ام - ٢٧) رقم التقرير ٢٢٥٦ ، ١٩٩٢ ، ص ١٣ .

اقتربت من منطقة المصب في نهر الزاب الصغير^(١) ، وقد تتكون مروحة على حساب مروحة أخرى عندما تتعرض الأولى الى التعرية المائية وتتسقق بصورة كبيرة وتصبح غير قادرة على التوسع ، فعند انسياب كمية من الرواسب من الأراضي المرتفعة الى الأراضي المنخفضة تبدأ المروحة في التشكل ، فكلما كان معدل الانحدار بطيئاً يصبح معدل التعرية مقارباً من معدل توسع المروحة وبهذه الحالة تكون المروحة صغيرة ، اما في منطقة الدراسة فإن معدل الانحدار كبير جداً وذلك لوجود مناطق مرتفعة جداً وادوية منخفضة وكمية الرواسب كبيرة ، تقع المراوح الفيضية جنوب منطقة الدراسة ، بمساحة (١٣٦, ٧٢ كم^٢) ، وبنسبة (٩٠,٣٢٩٢%) من مساحة الزمن الرابع ، وهي مناطق عالية النفاذية للمياه وضعيفة المقاومة للتعرية المائية .

٣-١-١ التراكيب الجيولوجية (Structural Geology) :

تعد دراسة التراكيب الجيولوجية أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية ، اذ توجد ضمن منطقة الدراسة تراكيب جيولوجية مختلفة نتيجة قوة الحركة التصادمية للصفحتين العربية والإيرانية التي اثرت في اغلب تلك التراكيب ، وقد أدى الانضغاط والقوى المتقابلة للمنطقة البانية للجبال نفسها الى تكوين الطيات ، أما الفوالق والصدوع فتتكون في حالة الضغط والزيادة في الاجتهاد لأكثر من طاقة تحمل الصخور، تؤدي القوى المتعاكسة الى التواء الطبقات الصخرية لتتكون الطيات المحدبة والمقعرة ، وتحتوي تراكيب جيولوجية متباينة لها الأثر الأساس في تشكيل المظاهر الأرضية فضلاً عن تشكيل مناطق المنحدرات ، ومن أهم هذه التراكيب هي الطيات والصدوع^(٢) ، وتعكس التركيب الجيولوجية في منطقة الدراسة واقع الطيات المحدبة المكونة للجبال ، اذ تعد الطيات المحدبة اشكال موجبة تتعرض لعميات التعرية المائية ، والطيات المقعرة المتمثلة بالادوية والاحواض التي توجد بين الطيات المحدبة ، وتكون الطيات المقعرة اشكالاً سالبة تتعرض للترسيب والامتلاء ، أما الصدوع فهي مناطق ضعف جيولوجي تتميز بنشاط العمليات الجيومورفولوجية فيها. خريطة (٢-١) ، الجدول (٤-١) .

١- طية محدبة (Convex Fold) :

هي من أهم الظواهر التركيبية التي يميل جناحها بعيداً الى الأسفل وفي اتجاهين مختلفين وعند تعرضها الى التعرية المائية تكون الطبقات الاقدم في مركزها^(٣) ، عند بناء الصخور فإن الطبقات الاسطحية من الصخور غالباً ما تطوى طيات عريضة مثلما يحدث عند الإمساك بطرفي قطعة من الورق ودفع هذين الجانبين باتجاهين متعاكسين، وإن السبب الرئيس لحدوث الطيات هو الزيادة في سمك القشرة الأرضية وقصر طولها ، بينما يشار الى التراكيب المطوية الى الأسفل بالقعيرات^(٤) ، تمتد اتجاه الطيات المحدبة في منطقة الدراسة (شمال غرب – الجنوب)

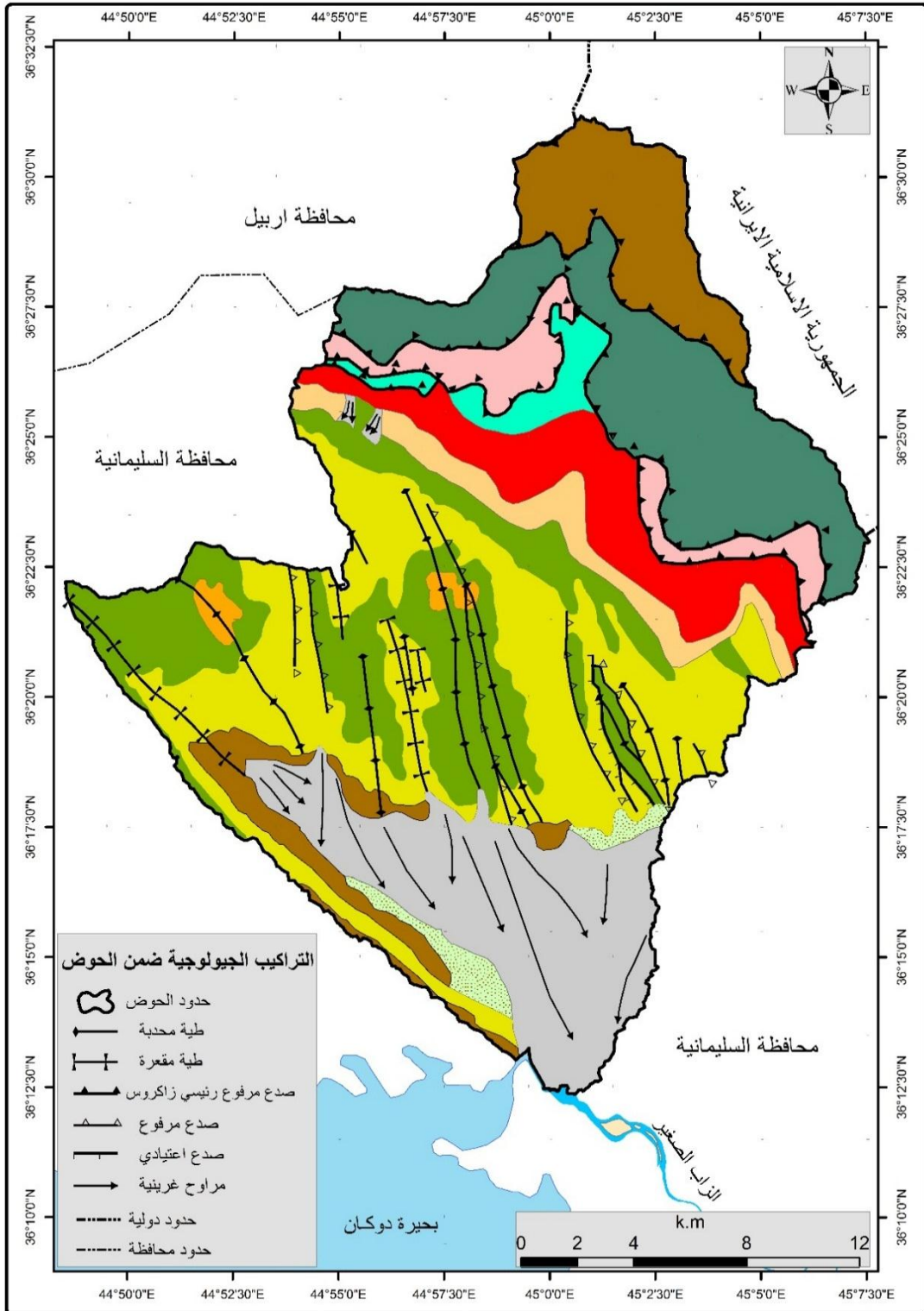
(1) Diary Ali Mohammad Ameen Al – Manmi , Water Resources manager in Rania area , Sulaimania NE – Iraq , Ph . D . Thesis , Unpublished, College of Science University of Baghdad, 2008, P 31 – 32 .

(٢) فاروق صنع الله العميري ، علي صادق ، مصدر سابق ، ص ١٤٦ .

(٣) فاروق صنع الله العميري واخرون ، الجيولوجيا الطبيعية والتاريخية ، بغداد ، ١٩٨٢ ، ص ٢٣٠ .

(٤) ادورد جي . تارباك ، فريديريك ك . لوتجنز ، ترجمة عمر سليمان حمودة واخرون ، الأرض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية ، مالطا ، بلا تاريخ ، ص ٤٩٧ .

الخريطة (٢-١) التراكيب الجيولوجية لأحواض منطقة الدراسة .



المصدر: اعتماداً على ، وزارة الصناعة والمعادن ، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، خريطة جيولوجية لمحافظة السليمانية ، مقياس (1:٢٥٠٠٠٠) ، لسنة ٢٠١٤ ، وباستعمال برنامج (Arc GIS 10.4) .

ومن (الشمال – الجنوب) ، يبلغ طولها ضمن احواض منطقة الدراسة (٤٩,٠٢٧ كم). ضمن تكوين كوميتان وقمجوقة .

الجدول (٤-١) التراكيب الجيولوجية لاحواض منطقة الدراسة .

الطول/ كم	التراكيب الجيولوجية
٤٩,٠٢	طية محدبة
١٨,٦٨	طية مقعرة
٧٧,٨٧	صدع مرفوع رئيسي زاكروس
٣٤,٥٩	صدع مرفوع
٧,٩٨	صدع اعتيادي

المصدر : إعتماًداً على برنامج Arc Map 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي DEM .

٢- طية مقعرة (Concave Fold) :

هي عبارة عن طية أرضية ناتجة عن حركات أرضية تعمل على انطواء الصخور النارية والرسوبية للأسفل ، أو هي التراكيب التي تتواجد احدث الطبقات بوسطها على عكس الطيات المحدبة التي تتواجد اقدم الطبقات بوسطها (١) ، تمتد الطيات المقعرة في منطقة الدراسة (الغرب – الجنوب) ضمن تكوين قمجوقة وكوميتان وتكوين سلسلة شالاير ، كما تمتد باتجاه (الشمال – الجنوب) ضمن تكوين كوميتان . بطول يبلغ (١٨,٦٨ كم) .

٣- صدع مرفوع رئيس زاكروس (Lifted Crack head) :

تحدث الصدوع (Faults) في الطبقات الصخرية الصلبة نتيجة تعرضها لضغط شديد ، يؤدي هذا الضغط الى التصدع أو التكرس في بعض الأحيان (٢) ، يصل طولها في منطقة الدراسة (٧٧,٨٧٩ كم) وتكون امتدادها باتجاه (الشمال الغربي – الشرق والشمال الشرقي) ويوجد ضمن تكوين صخور والش ناوردان وقمجوقة صخور ولاش وسلسلة الطبقة الحمراء السويس ، إن انتشار الصدوع يعمل على ظهور خلل في توازن الطبقات الأرضية ولاسيما اذا كانت متجانسة التركيب ، بينما تؤدي زحزة الطبقات الصخرية الى نتيجة مغايرة بسبب التوتر الجانبي ، الامر الذي يؤدي الى حدوث تحرك فجائي محدثاً زلازل في المنطقة ، اذ تتميز المناطق التي تظهر فيها اعداد كبيرة من الصدوع بنشاطها الزلزالي المستمر وتكون مركزاً رئيسياً لنشأة الزلازل (٣) .

٤- صدع مرفوع (Lifted Crack) :

هو تحرك الطبقات الصخرية الى الأعلى على طول حافة الصدع نتيجة حركة الضغط على الطبقات الصخرية ولاسيما الصخور النارية ذات الصلابة الشديدة (٤)، يبلغ طول هذا الصدع

(١) المصدر السابق ، ص ٤٩٧ .

(2) Saad . z Jassim and Jeremy C . coff , geology of Iraq , published by Dolin , prague and moravian museum , bron , 2006 , p 66 .

(٣) حسين محمد حميدة ، الجيولوجيا التطبيقية للهندسة المدنية ، دار القماطي للطباعة والنشر ، بيروت ، ١٩٨٩ ، ص ١٤٢ .

(٤) حسين محمد حميدة ، مصدر سابق ، ص ١٤٣ .

(٣٤,٥٩ كم) ويمر الصدع المرفوع من (الشمال الغربي – الجنوب والجنوب الغربي) ومن (الشمال الغربي – الجنوب الشرقي) على تكوين كوميتان وقمقوجة .

٥- صدع اعتيادي (Regular Crack):

إن وجود الصدوع الاعتيادية في المنطقة تعد احد الأسباب الرئيسة لظهور الينابيع حيث أن أشهر أنواع الينابيع هي ينابيع الصدوع ، تتكون هذه الينابيع عندما تتعرض المنطقة الى الصدوع بحيث تؤدي الى هبوط أحد جانبي الصدوع ، مما يؤدي الى أن تهبط طبقة غير نافذة للمياه عن وضعها الأول وتصبح واقعة بجانب طبقة أخرى نافذة للمياه ، فتعمل الطبقة الصخرية غير النافذة للمياه على حجز المياه الجوفية ورفع منسوبها ثم تدفقها بعد ذلك على شكل ينابيع عند نقطة التصدع (١) ، ويمتد هذا الصدع من وسط منطقة الدراسة باتجاه شمال غرب – جنوب شرق ، ويحيط بهذا الصدع مرتفعات قمقوجة وكوميتان، يبلغ طول هذا الصدع (٧,٩٨ كم).

٢-١ الخصائص الطبوغرافية (Topographic Characteristics):-

تقع احواض منطقة الدراسة (ولي كفن ، كرفت ، دولة كلو) ضمن نطاق الجبال العالية وتأثر هذا النطاق بالحركات الالتوائية التي نشأت في الزمن الجيولوجي الثالث فتكونت أغلب جبال المنطقة ، وتمتاز المنطقة بتباين تضاريسها ، ويؤدي هذا التباين الى ظهور أنماط متنوعة من المناخ ويؤثر ذلك في تباين نشاط العمليات الجيومورفولوجية كسرعة عمليات التجوية الموجودة عليها ونوعيتها ، وتزداد سرعة جريان المياه فوق هذه السفوح ، الامر الذي يزيد من عملية حت التربة ونشاط التعرية المائية والتجوية لتلك السفوح .

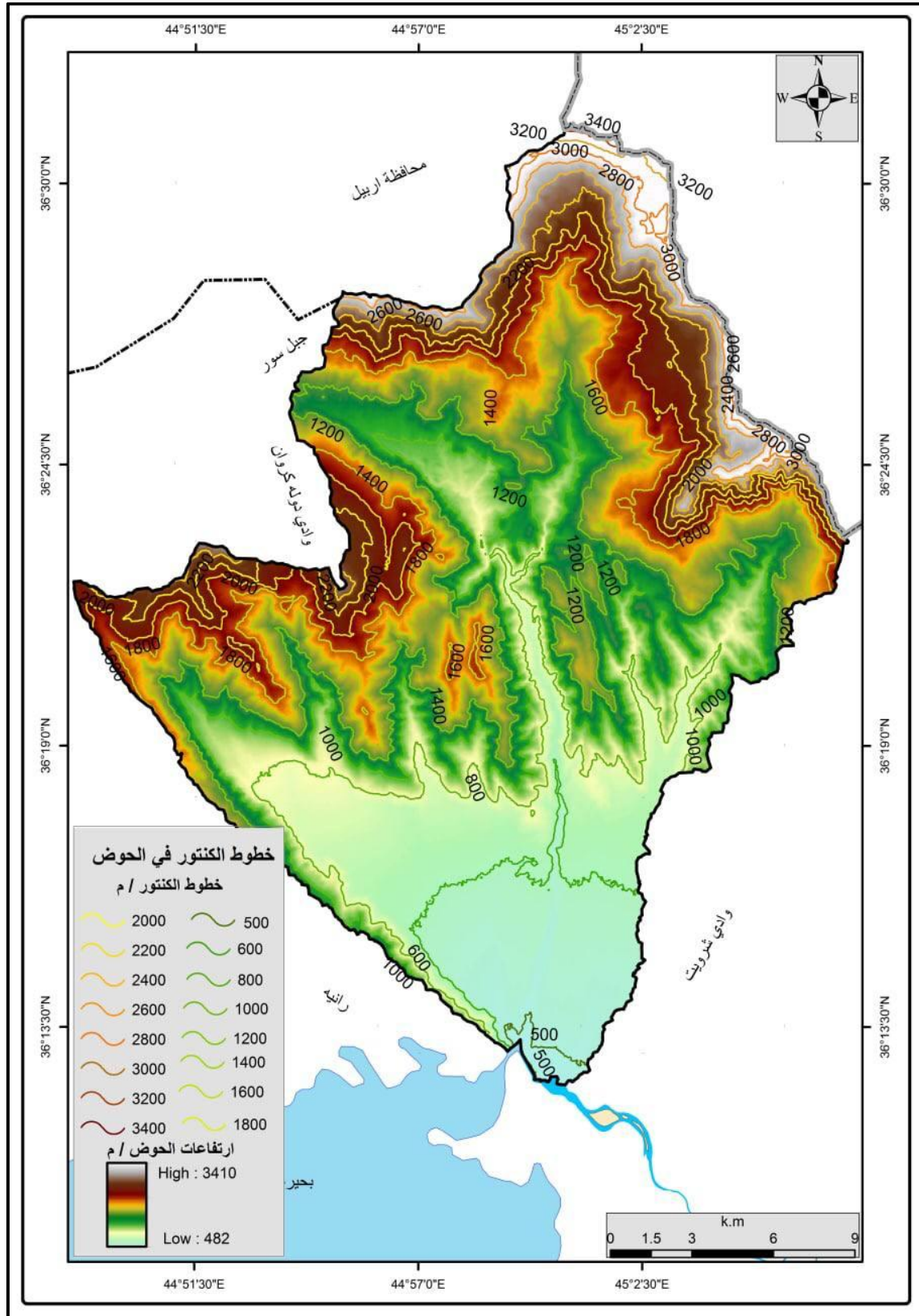
بلغ أعلى ارتفاع في احواض منطقة الدراسة (٣٤١٠ م) فوق مستوى سطح البحر الذي يوجد لدى المنابع العليا للاحواض وذلك في شمال منطقة الدراسة تحديداً عند جبال قنديل الحدودية مع جمهورية ايران الاسلامية ، أما أدنى ارتفاع فقد بلغ (٥٠٠ م) فوق مستوى سطح البحر ، في الأجزاء الجنوبية باتجاه مصب الاحواض في نهر الزاب الصغير ، وإن المنطقة تمثل احواض غير متناظرة الشكل محاطة بعدد من السلاسل جبلية في شرق و شمال وغرب المنطقة ، ومن خلال الخريطة (١-٣) ، التي تبين مساحة خطوط الارتفاعات المتساوية (كنتور مساحي)، يتضح لنا بأن منطقة الدراسة هي منطقة جبلية وعرة ذات تضرس شديد.

تؤدي درجة انحدار السطح أثراً مهماً في سرعة الجريان السطحي في الاحواض النهرية ونشاط العمليات الجيومورفولوجية فضلاً عن تأثيرها في تكوين التربة ونوعية الغطاء النباتي وكثافته(٢) ، إذ يؤثر السطح في عملية التعرية المائية من خلال تأثيره في نوعية المناخ الذي يسود فوقه ، وتختلف السفوح الجبلية في درجة ارتفاعها ومقدار تعرضها لاشعة الشمس ودرجة مواجهتها للرياح الرطبة ، فتؤدي هذه الاختلافات الى ظهور أنماط متنوعة من المناخ ، كما تلعب الارتفاعات دوراً مهماً في تباين سرعة الجريان المائي في منطقة الدراسة ، وتحديد مقدار

(١) سعدية عاكول الصالحي وعبدالعباس فضيح الغريبي ، البيئة والمياه ، الطبعة الأولى ، دار الصفا للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٤ ، ص ١٥٧ .

(٢) مهدي محمد الصحاف ، التصريف النهري والعوامل المؤثرة فيه ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد السادس مطبعة اسعد ، بغداد ، ١٩٧٠ ، ص ٢٢ .

الخريطة (٣-١) خطوط الارتفاعات المتساوية لمنطقة الدراسة



المصدر : إعتماًداً على برنامج (Arc Map GIS 10.4.1) وتحليل بيانات (DEM) بدقة تمييزية ١٢,٥ م .

التعرية المائية ونوعيتها ، تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الجبال العالية وقد تأثر هذا النطاق بالحركة الالتوائية التي نشأت في الزمن الجيولوجي الثالث التي كونت أغلب جبال المنطقة ، إذ بلغ أعلى ارتفاع فيها (٣٤١٠ م) فوق مستوى سطح البحر في المنابع العليا للاحواض وذلك في شمال وشمال شرق المنطقة ، أما أدنى ارتفاع لها فقد بلغ (٤٨٢ م) فوق مستوى سطح البحر في الأجزاء الجنوبية وهي منطقة المصب القريبة من نهر الزاب الصغير وبحيرة دوكان ، ومن خلال DEM قسمت المنطقة الى عشر فئات ارتفاعية تبدأ من اقل ارتفاع لتصل الى اعلى ارتفاع في منطقة الدراسة ، الخريطة (٤-١) ، الجدول (٥-١) .

١- الفئة الأولى :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (٤٨٢ – ٦٦٠ م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٦٧,٦٣ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (١٣,٩٥ %) من مساحة المنطقة الكلية ، وتركزت مساحة هذه الفئة عند مصب الاودية الرئيسية ضمن المنطقة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة .

٢- الفئة الثانية :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (٦٦١ – ٨٠٠ م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت المساحة التي تشغلها (٣٩,٧٣ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (٨,١٩ %) من مساحة المنطقة الكلية . وتنتشر هذه الفئة في جنوب وسط منطقة الدراسة .

٣- الفئة الثالثة :-

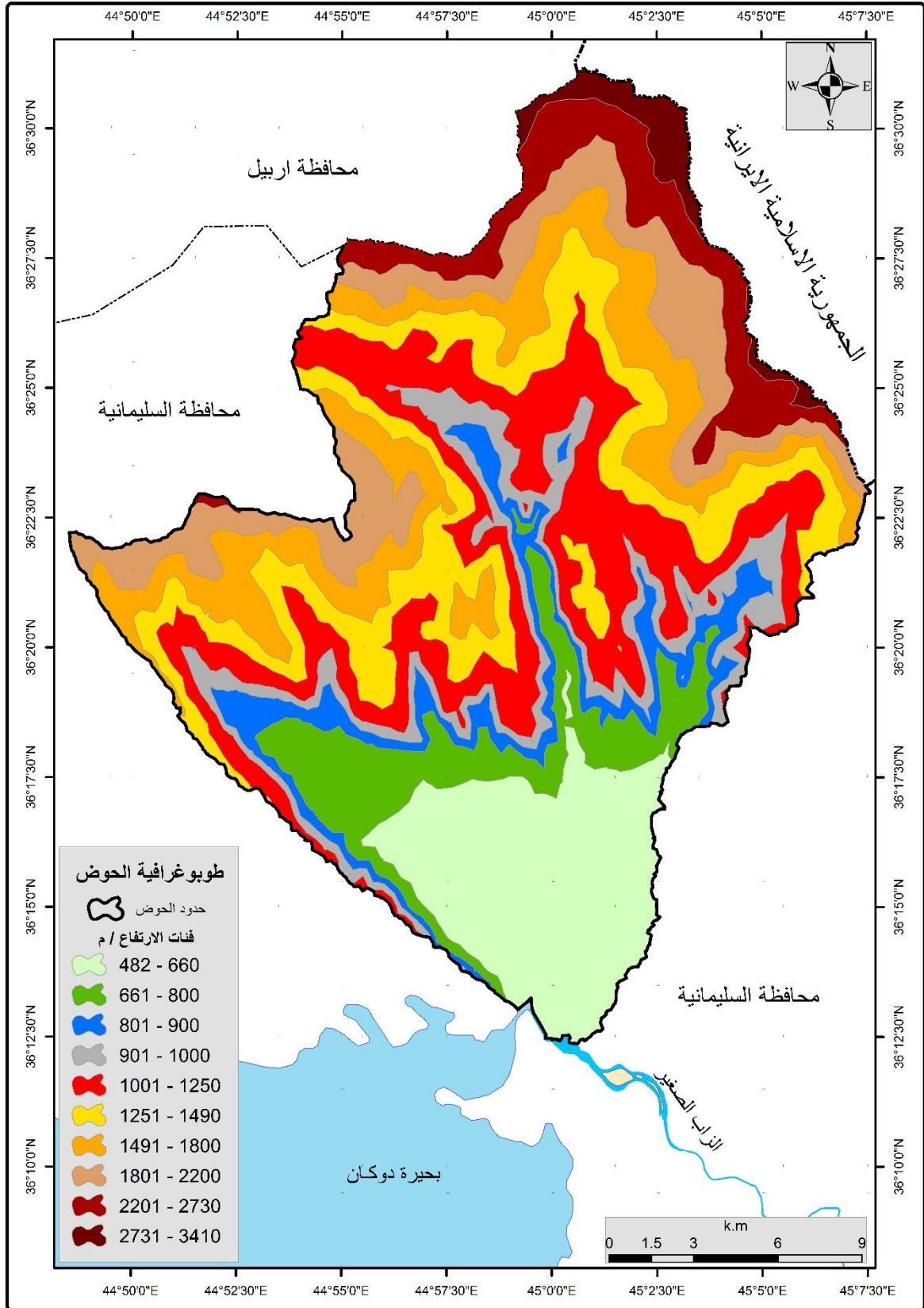
يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (٨٠١ – ٩٠٠ م) عن مستوى سطح البحر ، تشغل مساحة هذه الفئة (٢٨,٧٣ كم^٢) أي بنسبة بلغت (٥,٩٢ %) من مساحة المنطقة الكلية . ويكون امتداد هذه الفئة طولي على شكل خط شريطي من الشرق مروراً في وسط المنطقة انتهاء في غرب منطقة الدراسة .

٤- الفئة الرابعة :- يتراوح ارتفاع هذه الفئة (٩٠١ – ١٠٠٠ م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٣٥,٤٨ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (٧,٣١ %) من مساحة المنطقة الكلية . اذ تمتد هذه الفئة من الشرق الى الغرب مروراً في وسط منطقة الدراسة .

٥- الفئة الخامسة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (١٠٠١-١٢٥٠ م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٨٩,٠٧ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (١٨,٣٧ %) من مساحة المنطقة الكلية . وهي أعلى انتشار مكاني من بين الفئات الارتفاعية الأخرى . ويمتد بشكل شريطي من الشرق الى الغرب مروراً في وسط المنطقة .

خريطة (١-٤) فئات الارتفاعات لمنطقة الدراسة .



المصدر: إعتماًداً على Dem منطقة الدراسة وبرنامج Arc GIS 10.4.1 .

جدول (٥-١) المساحات والنسب المئوية لأرتفاعات منطقة الدراسة .

النسب المئوية%	المساحة (كم ^٢)	الارتفاعات (متر)	الفئة
١٣,٩٥	٦٧,٦٣	٦٦٠-٤٨٢	الأولى
٨,١٩	٣٩,٧٣	٨٠٠-٦٦١	الثانية
٥,٩٢	٢٨,٧٣	٩٠٠-٨٠١	الثالثة
٧,٣١	٣٥,٤٨	١٠٠٠-٩٠١	الرابعة
١٨,٣٧	٨٩,٠٧	١٢٥٠-١٠٠١	الخامسة
١٤,٣٧	٦٩,٦٩	١٤٩٠-١٢٥١	السادسة
١٢,٩٢	٦٢,٦٦	١٨٠٠-١٤٩١	السابعة
١٠,٢٧	٤٩,٨٣	٢٢٠٠-١٨٠١	الثامنة
٦,٥٧	٣١,٨٨	٢٧٣٠-٢٢٠١	التاسعة
٢,٠٨	١٠,١١	٣٤١٠-٢٧٣١	العاشرة

المصدر: اعتماداً على خريطة فئات الارتفاع المتساوية (٤-١) .

٦- الفئة السادسة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (١٢٥١ - ١٤٩٠) م عن مستوى سطح البحر من مساحة المنطقة الكلية ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٦٩,٦٩ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (١٤,٣٧%) من مساحة منطقة الدراسة الكلية ، وامتدت هذه الفئة بشكل شريطي في شرق وشمال منطقة الدراسة امتداداً الى غرب المنطقة .

٧- الفئة السابعة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة (١٤٩١ - ١٨٠٠) م عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٦٢,٦٦ كم^٢) أي بنسبة مئوية (١٢,٩٢ %) من مساحة المنطقة الكلية ، اذ تشغل مساحات واسعة من منطقة الدراسة .

٨- الفئة الثامنة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (١٨٠١ - ٢٢٠٠م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه المنطقة (٤٩,٨٣ كم^٢) ، أي بنسبة مئوية (١٠,٢٧ %) من مساحة المنطقة الكلية ، وتنتشر في شمال شرق وشمال غرب منطقة الدراسة .

٩- الفئة التاسعة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (٢٢٠١ - ٢٧٣٠م) عن مستوى سطح البحر ، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (٣١,٨٨ كم^٢) ، بنسبة مئوية بلغت (٦,٥٧ %) من مساحة المنطقة الكلية ، وتتركز هذه الفئة في الأجزاء العليا من منطقة الدراسة في شمال شرقي وشمال غربي منطقة الدراسة

١٠- الفئة العاشرة :-

يتراوح ارتفاع هذه الفئة ما بين (٢٧٣١ - ٣٤١٠م) عن مستوى سطح البحر، اذ بلغت مساحة هذه الفئة (١٠,١١ كم^٢) أي بنسبة مئوية بلغت (٢,٠٨ %) من مساحة المنطقة الكلية، وهي اقل انتشار مكاني من بين الفئات الارتفاعية الأخرى، اذ تنتشر شمال منطقة الدراسة في قمم الجبال العالية.

١-٢-١ خصائص الانحدار (Slope) :

ويؤثر الانحدار على نشاط العمليات الجيومورفولوجية (التجوية، التعرية، الارساب)، كما يتناسب الانحدار طردياً مع التعرية المائية وعكسياً مع الارساب المائي فضلاً عن علاقته بالانهيارات المائية وتشكيل الاشكال الجيومورفولوجية، وتعد الانحدارات الأرضية من اكثر المناطق عرضة للتغيرات، ولدراستها أهمية كبيرة لأنها تعطي فكرة عن السطح والعمليات التي تتعرض لها المنطقة^(١)، تعمل الزيادة في درجة الانحدار الى سرعة الجريان السطحي وكمية التصريف المائي مما يسرع من قدرة المجرى المائي على القيام بعمليات التعرية المائية وزيادة الحمولة الرسوبية^(٢)، ولخصائص الأنحدار علاقة طردية مع كمية التساقط المطري والتلجي مما يزيد في اسهام تغذية احواض منطقة الدراسة بالمياه وهذا يؤدي الى نشاط عملية التعرية المائية، وللمنطقة الجبلية تأثير غير مباشر في كمية الصرف المائي من خلال تأثيرها في التساقط المطري، وذلك لقيام الأراضي الشديدة الانحدار بمواجهة الرياح الرطبة المحملة ببخار الماء مما يسبب سقوط امطار غزيرة خلال فصلي الشتاء والربيع، مما يؤدي الى نشاط عملية التعرية المائية في منطقة الدراسة، الصورة (١-١)، حظيت المنحدرات باهتمام الباحثين بشكل واسع ومع التطور بالدراسات الحديثة أصبحت دراسة المنحدرات تعتمد على قوانين رياضية وقياسات إحصائية، وتم اعتماد تصنيف (Young) في

الصورة (١-١) الانحدار في غرب حوض كرفت



المصدر : الدراسة الميدانية غرب حوض كرفت، بتاريخ ٢٠/١١/٢٠٢١.

(١) حسن سيد أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا (دراسة الاشكال الأرضية لسطح الأرض) مؤسسة الثقافة الجامعية، الطبعة الثالثة، جامعة الإسكندرية، ١٩٦٦، ص ٣٣٠.

(٢) خلف حسين الدليمي، الاشكال الأرضية دراسة حقلية، دار الصفا للنشر والتوزيع، الأردن، عمان، ط ٢٠١٨، ص ٢٤٧.

تقسيم انحدارات منطقة الدراسة ، الخريطة (٥-١) ، الجدول (٦-١) ، اتضح وجود نطاقات الأراضي الآتية :

١- **نطاق الأراضي المستوية** : تقع الأراضي بحسب هذا التصنيف بين درجة انحدار (٠°-٢°) ، وتسمح بالاراضي ذات الانحدار الطفيف ، وتمثل مناطق السهول الفيضية والدالات المروحية ، وتقدر مساحتها في منطقة الدراسة (٣٥,٥٢ كم^٢) ، ونسبة (٧,٣٢ %) من مجموع المساحة الكلية .

٢- **نطاق الأراضي البسيطة الانحدار** : تقع الأراضي في هذا النطاق بين درجة انحدار (٢°-٥°) ، ويكون هذا النطاق ذات انحدار بسيط ، يمثل مناطق اقدام الجبال ، ويتميز بقلة تضرسه ، تقدر مساحته الكلية (٤٧,٩٨ كم^٢) ، ونسبة (٩,٨٩ %) من مجموع المساحة الكلية .

٣- **نطاق الأراضي الخفيفة الانحدار** : تقع الأراضي في هذا النطاق بين درجة انحدار (٥°-١٠°) ، ويمثل هذا النطاق في منطقة الدراسة التلال التي تكون متأثرة بعوامل التعرية المائية ، ويتم استثمارها زراعياً من خلال استعمال الحراثة الكنتورية ونظام المدرجات ، وتبلغ مساحتها في منطقة الدراسة (٤٠,٠٧ كم^٢) ، بنسبة (٨,٢٦ %) من مجموع المساحة الكلية .

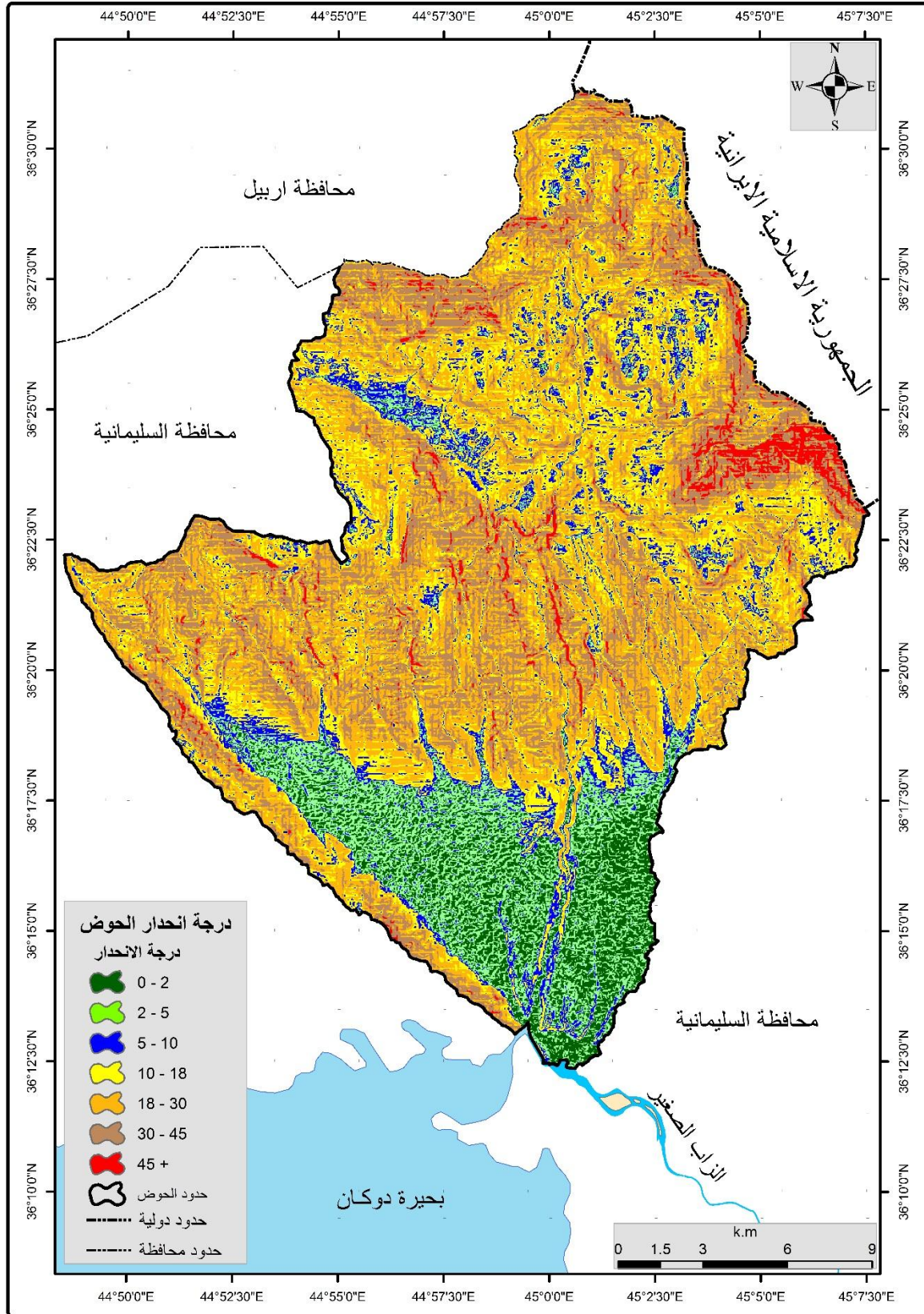
٤- **نطاق الأراضي معتدلة الانحدار** : تقع الأراضي في هذا النطاق بين درجة انحدار (١٠°-١٨°) ، وتبلغ مساحة هذا النطاق في منطقة الدراسة (٩١,٣٣ كم^٢) ، بنسبة (١٨,٨٣ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة .

٥- **نطاق الأراضي الشديدة الانحدار** : يمثل هذا النطاق المناطق الموجودة حول السلاسل التي غالباً ماتظهر عليها آثار التعرية المائية الاخدودية ، فضلاً عن تأثرها بالتجوية الميكانيكية والكيميائية ، ويقع هذا النطاق بين درجة انحدار (١٨°-٣٠°) ، وتبلغ مساحة هذا النطاق في منطقة الدراسة (١٥٦,٥٤ كم^٢) ، بنسبة (٣٢,٢٨ %) من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، ويعد هذا النطاق اكبر انطقة منطقة الدراسة مساحة ، وهذا يدل على أن ما يقارب من ثلث مساحة المنطقة هي أراضي شديدة الانحدار .

٦- **نطاق الأراضي الشديدة الانحدار جداً** : تتمثل بالجبال الموجودة ضمن منطقة الدراسة ، وهي أراضي تتراوح درجة انحدارها من (٣٠°-٤٥°) ، وتمتاز أراضي هذا النطاق بشدة التضرس ووجود الفواصل والشقوق وتعرضت أراضي هذا النطاق الى التعرية مائية شديدة ، تبلغ مساحة هذا النطاق في منطقة الدراسة (١٠٠,٦٥ كم^٢) ، بنسبة (٢٠,٧٥ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية ، ويعد هذا النطاق ثاني اكبر انطقة منطقة الدراسة من حيث المساحة ، وهي نسبة كبيرة تعمل على تنشيط عملية التعرية المائية وتحرك المواد الأرضية من اعلى المرتفعات الى اسفلها .

٧- **نطاق الأراضي الجرفية** : تتمثل أراضي هذا النطاق في أعالي الجبال الموجودة قرب الحدود الإيرانية (جبال قنديل) في شمال شرق منطقة الدراسة التي تزيد زوايا انحدارها عن (٤٥°) ، ويشغل هذا النطاق مساحة تبلغ (١٢,٧٧ كم^٢) ، بنسبة (٢,٦٤ %) من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ، وفي هذا النطاق يزيد نشاط التعرية المائية الى اعلى مستوياتها .

الخريطة (٥-١) فئات درجات الانحدار حسب تصنيف (Young) لآحواض منطقة الدراسة



المصدر : إعتماًداً على برنامج (Arc Map GIS 10.4.1) وتحليل بيانات (DEM) بدقة تمييزية ١٢,٥ م .

جدول (٦-١) درجة ونسبة الانحدار حسب تصنيف (Young) لبحوض منطقة الدراسة .

النسبة المئوية %	المساحة/كم ^٢	درجة الانحدار	شكل التضرس	الفئة
٧,٣٢	٣٥,٥٢	٢-٠	أراضي مستوية	الأولى
٩,٨٩	٤٧,٩٨	٥-٢	أراضي بسيطة الانحدار	الثانية
٨,٢٦	٤٠,٠٧	١٠-٥	أراضي خفيفة الانحدار	الثالثة
١٨,٨٤	٩١,٣٣	١٨-١٠	أراضي معتدلة الانحدار	الرابعة
٣٢,٢٩	١٥٦,٥٤	٣٠-١٨	أراضي شديدة الانحدار	الخامسة
٢٠,٧٦	١٠٠,٦٥	٤٥-٣٠	أراضي شديدة الانحدار جداً	السادسة
٢,٦٤	١٢,٧٧	أكثر من ٤٥	أراضي جرفية	السابعة

المصدر : إتماداً على الخريطة (٥-١) .

٢-٢-١ خصائص اتجاه الانحدار (Direction of the Slope) :

لتحديد اتجاه الانحدار أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية ولاسيما تحديد اتجاه حركة المواد المنجرفة من السفوح ، ويتم قياس اتجاهات الانحدار باتجاه عقرب الساعة بالدرجات يبدأ من الشمال بالدرجة (صفر) وينتهي بالشمال بعد اكمال دورة كاملة عند الدرجة (٣٦٠) (١) ، يؤثر اتجاه الانحدار في تباين التعرية المائية في منطقة الدراسة ، اذ تكون التعرية المائية على اشدها في الجهات المقابلة للمنخفضات الجوية الغربية القادمة من البحر المتوسط وذلك لتعرضها الى التساقط الغزير ، فضلاً عن ان الانحدارات الجنوبية تواجه الشمس بشكل مباشر مما يعمل على تشقق التربة وتحللها ، فتكون سهلة التفكك اكثر من الترب المواجهة لبقية الاتجاهات ، كما تتعرض الى التبخر بسبب استلامها لاشعة الشمس مباشرة لذا نجد أن كمية الجريان السطحي فيها قليل وتؤدي عمليات التجوية أثر كبير بسبب تعاقب الانجماد والذوبان والرطوبة والجفاف مما يجعل التربة سهلة الانجراف وتأثرها بعملية التجوية .

توضح الخريطة (٦-١) والجدول (٧-١) اتجاهات الانحدار وهي مشتقة من بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والذي يبين اتجاهات الانحدار موزع على مساحات المنطقة وفقاً لزاوية اتجاه الانحدار اذ يكون لكل اتجاه يمثل خصائص معينة فاتجاه الشمال يكون معرض لتساقط الثلوج خلال فصل الشتاء مما يؤدي الى حدوث انزلاقات ثلجية ، اذ بلغت نسبة هذا الاتجاه (٢,٩٨ %) ، اما بالنسبة الى الاتجاه الشمال الغربي والجنوب الغربي اذ بلغت نسبته (٦,٣٥ ، ١٧,٥٥ %) على التوالي من مجموع منطقة الدراسة الكلية وفي هذا الاتجاه يشهد تساقط مطري غزير لأن اغلب المنخفضات الجوية التي تدخل العراق من هذا الاتجاه تسبب سقوط الامطار التي بدورها تنشط التعرية المائية ، أما اتجاه الشرق والجنوب الشرقي يستلم كمية اكبر من الحرارة والاشعاع الشمسي وتكون معرضة للأختلاف في درجات الحرارة اثناء النهار ، اذ يعمل على تمدد الصخور وانكماشها اثناء الليل ، وتبلغ نسبة الاتجاه الشرقي والجنوب الشرقي (١٤,٩٥ ، ١٤,٦٤ %) على التوالي من مجموع المساحة الكلية . وقد تبين أن

(١) خلف حسين الدليمي ، الاشكال الأرضية دراسة حقلية ، مصدر سابق ، ص ٢٥١ .

الاتجاهيين الجنوب والجنوب الغربي هما السائدان في منطقة الدراسة بنسبة (١٧,٢٣-١٧,٥٥ %) على التوالي من مجموع منطقة الدراسة .

٣-١ الخصائص المناخية (Climatic Characteristics) :

يمثل المناخ الحالة الجوية السائدة في أي مكان خلال مدة زمنية معينة ، وتعد الاختلافات المناخية هي أساس الاختلافات الجيومورفولوجية وهي مسؤولة عن تنوع عمليات الهدم والحت المختلفة ، إذ توجد علاقة مباشرة وغير مباشرة ما بين العمليات الجيومورفولوجية والمناخ ، إذ لا يمكن تفسير الأرض بمعزل عن الظروف المناخية القديمة والحالية^(١) ، ولمعرفة مدى تأثير المناخ على اشكال سطح الأرض في منطقة الدراسة نستعرض المناخ القديم والمناخ الحالي :-

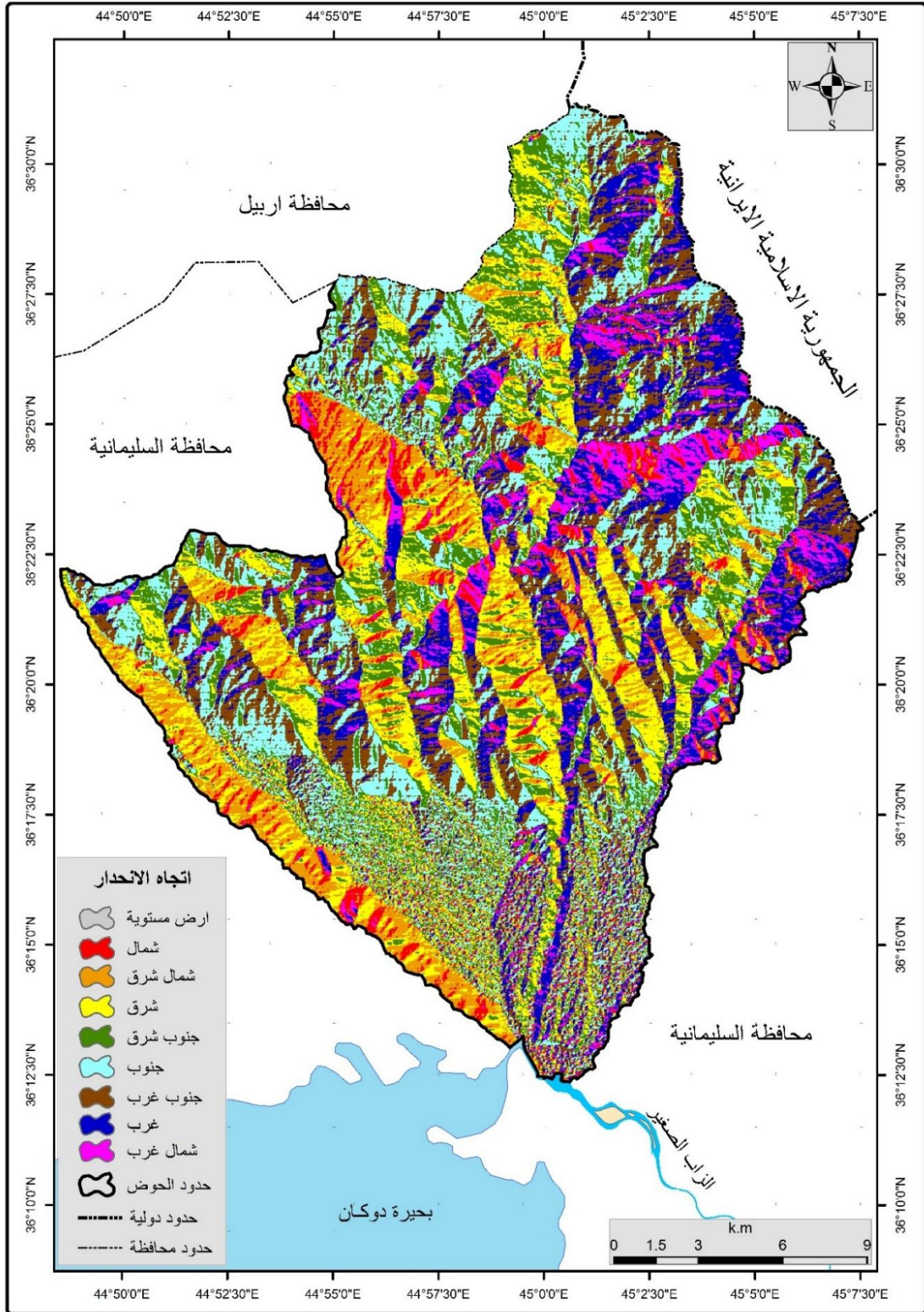
١-٣-١ المناخ القديم (Ancient Climate) :

هي الظروف المناخية التي كانت سائدة في الزمن الجيولوجي الرابع ، ويشمل عصر البلايوستوسين (Pleistocene) وعصر الهولوسين (Holocene) والذي يقدر عمره الجيولوجي (٣ مليون) سنة الماضية أما العصر الحديث هو العصر الأخير من دهر الحياة الحديثة ، فقد بدء قبل (١٠-١١ ألف) سنة ، ولقد اتسم هذا الزمن بتناوب البرودة والدفء^(٢) ، ومع الاقتراب من العصر الرباعي (البلايوستوسيني) تبدأ الصورة المناخية بالوضوح بسبب انتشار الأدلة الجيومورفولوجية في شمال شرق العراق والتي تعكس سيادة مناخ تميز بأوقات رطبة جداً ، هطلت فيها الامطار بغزارة مكنت المياه من شق مجاريها وتعريتها ونقل كم هائل من الفتات الصخري . فخلال هذا العصر بدأت دورة ترسيبية أخرى للترسبات الفتاتية نتيجة طوية والجفاف مما يجعل الترب سهلة الانجراف لتأثرها بعوامل التجوية المختلفة ، تفتت وتكسر المدرجات النهرية القديمة ، بفعل نشاط عمليات الحت للمجري المائية بالإضافة الى الترسبات النهرية المنقولة من حصى وطمي ، وتعود هذه الترسبات الى الظروف البيئية القارية التي تجمعت بالمنخفضات الناتجة عن الحركة البانية للجبال الالبية ، وهذه بدورها غطت جميع التكوينات الجيولوجية القديمة . وخلال هذه المدة نشطت عمليات التعرية المائية بفعل المجاري المائية الامر الذي أدى الى تعميق هذه المجاري والتي بدورها عملت على زيادة معدلات الحت ونقل نواتج الحطام المتخلف عن عمليات التجوية والتعرية المائية من السلاسل الجبلية نحو بطون الاودية والمنخفضات . إذ تعرضت الطيات المحدبة الى التعرية المائية مما أدى الى تقطعها وتكوين شبكات وديان كثيفة^(٣) .

(١) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجية ، مصدر سابق ، ص ٤٤٤ .
(٢) سحر نافع القصاب ، جيومورفولوجية العراق في العصر الجليدي مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢٣ ، ١٩٨٩ ، ص ١٢ .

(٣) وسن محمد علي كاظم المكوثر ، الأدلة الجيومورفولوجية لمناخ البلايوستوسين في المنطقة شبه الجبلية ((شرق دجلة)) باستخدام GIS ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠١٢ ، ص ٢٣-٢٤ .

خريطة (٦-١) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة .



المصدر : إعتماًداً على بيانات انموذج الارتفاع الرقمي DEM ومخرجات برامجيات (Arc Gis 10. 4).

جدول (٧-١) اتجاه الانحدار ومساحاتها والنسبة المئوية في احواض منطقة الدراسة.

النسبة %	المساحة كم ^٢	اتجاه الانحدار
٠,١٩	٠,٩٥	ارض مستوية
٢,٩٨	١٤,٤٩	الشمال
١٠,٣١	٤٩,٩٩	شمال شرق
١٤,٩٥	٧٢,٥١	شرق
١٤,٦٤	٧٠,٦٦	جنوب شرق
١٧,٣٢	٨٤,٠٢	جنوب
١٧,٦١	٨٥,٤٧	جنوب غرب
١٣,٧١	٦٦,٥١	غرب
٦,٣٥	٣٠,٨٢	شمال غرب
١,٩٤	٩,٤٤	شمال

المصدر:- اعتماداً على الخريطة (٦-١) .

١-٣-٢ المناخ الحالي (Current Climate) :

يعد المناخ الحالي أقل اثراً من المناخ القديم وذلك لأنه لم يمض عليه زمناً طويلاً اذا ما قورن بزمن المناخ القديم وطول بقاءه ، الا أن ذلك لا يمنع ولا يقلل من أثر المناخ الحالي على الاشكال الجيومورفولوجية . تكمن أهمية دراسة العناصر المناخية في الدراسات الجيومورفولوجية عامة والتعرية المائية خاصة لتأثيرها على كميات المياه السطحية والجوفية الموجودة في احواض الوديان فضلاً عن أن المناخ من أهم العوامل المتحكمة بالدورة الهيدرولوجية وتوزيع الماء في الطبيعة . لذا فقد اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية لمحطتي (دوكان و سليمانية) .

لتحديد مناخ منطقة الدراسة ، طبق الباحث معادلة ديمارتون (قرينة الجفاف) لمعرفة نوع المناخ السائد ضمن المنطقة اعتماداً على بيانات العناصر المناخية والمحطات (دوكان والسليمانية) للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) وبعد تطبيق المعادلة وجد أن منطقة الدراسة تقع في المناخ الرطب حسب نتائج المعادلة فيما يتعلق بالمصطلحات . جدولي (٨-١) ، (٩-١) .

مجموع كمية الامطار السنوي / ملم

معادلة ديمارتون (قرينة الجفاف) =

متوسط درجة الحرارة السنوي / م + ١٠

جدول (٨-١) تصنيف ديمارتون للاقاليم المناخية ومايوافقها نباتياً .

قيمة المعادلة	نوع المناخ	النبات السائد
اقل من ٥	مناخ جاف	نباتات صحراوية
١٠-٥	مناخ شبه جاف	اعشاب فقيرة
٢٠-١٠	مناخ شبه جاف	استبس
٣٠-٢٠	مناخ رطب	حشائش مختلطة كالأشجار
اكثر من ٣٠	مناخ رطب جداً	غابات

المصدر:- ينظر الى : علي حسين موسى ، المناخ الحيوي ، الطبعة الأولى ، نينوى للنشر ، دمشق ، ٢٠٠٢ ، ص ٢٧-٢٨

جدول (٩-١) تصنيف مناخ منطقة الدراسة حسب تصنيف ديمارتون لمحطات منطقة الدراسة (دوكان والسليمانية) للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

المحطة	مجموع الامطار السنوي/ملم	معدل درجة الحرارة السنوي/م°	معادلة ديمارتون	نوع المناخ	النبات السائد
دوكان	٦٥٩,٢	٢٧,٦١	٢٣,٨٧	مناخ رطب	حشائش مختلطة بالأشجار
السليمانية	٦٧٠,٥	٢٩,٦٥	٢٢,٦١	مناخ رطب	حشائش مختلطة بالأشجار

المصدر :- اعتماداً على البيانات المناخية للمحطات (دوكان - السليمانية) للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) الصادرة من هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢١ . وتطبيق معادلة ديمارتون .

١-٢-٣-١ الاشعاع الشمسي (Solar Radiation) :-

هو الطاقة الاشعاعية الضخمة المسؤول عن التقلبات الجوية كالتيارات الهوائية وتحريك الرياح وما يرد الأرض من طاقة شمسية ، وهو يعتمد على عوامل عدة منها زاوية سقوط الاشعاع الشمسي وطول النهار الذي يتأثر بصفاء السماء من السحب والعواصف الترابية ، وكذلك على شكل سطح الأرض ودرجة الانحدار والتركيب الكيميائي والفيزيائي لسطح التربة^(١). وهناك علاقة طردية بين مدة الاشعاع الشمسي وكمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض بالزيادة من خلال اشهر الصيف (حزيران ، تموز ، آب) الجدول (١-١) والشكل (١-١) ، اذ ارتفعت مدة الاشعاع الشمسي خلال هذه الأشهر وبلغت في محطة دوكان (٦٦٣,٥ ، ٦٦٤,٨ ، ٦٠١,٥ ملي/واط/سم^٢) على التوالي ، وفي محطة السليمانية (٦٦٥,٢ ، ٦٦٨,٥ ، ٦٠٧,٨ ملي/واط/سم^٢) على التوالي ، بلغ اعلى الشهور تزايداً في محطتي دوكان والسليمانية خلال شهر تموز اذ بلغت المعدلات الشهرية والسنوية (٦٦٤,٨ ، ٦٦٨,٥ ، ٦٦٨,٥ ملي/واط/سم^٢) على التوالي ، وينتج عن ذلك ارتفاع في المعدلات اليومية لدرجات الحرارة خلال فصل الصيف فضلاً عن وجود عوامل أخرى مثل صفاء السماء وسقوط الاشعاع الشمسي بزاوية عمودية او شبة عمودية طول مدة النهار إذ إن اغلب الأيام لاتقل عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي عن (١٠) ساعات. اما في فصل الشتاء فتكون زاوية السقوط مائلة فضلاً عن تزايد نسبة الغيوم في الجو نتيجة لذلك نلاحظ اقل مدة في محطتي دوكان والسليمانية كانت في

(٢) أحمد سعيد حديد ، واخرون ، المناخ المحلي ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٢ ، ص ١٧ .

شهر كانون الأول الذي بلغت (١٩٢,٥ ، ١٩٣,٦ ملي/واط/سم^٢) على التوالي ، وأن هذا التباين في اشهر الصيف والشتاء وبين الليل والنهار يؤثر بشكل مباشر في تزايد وانخفاض درجات الحرارة مما يؤدي الى التمدد بالحرارة وتقلص بالبرودة فيؤدي ذلك الى تعرض الصخور للتجوية وتقل مقاومة هذه الصخور للتعرية المائية ولاسيما اثناء الشدات المطرية التي تحدث بشكل متكرر ويسهم ذلك في تغيير اشكال سطح الأرض في احواض منطقة الدراسة .

أما بالنسبة للسطوع الشمسي فيؤثر طول النهار على كمية الاشعاع الشمسي الذي يرتبط بمدة السطوع الشمسي ، فتتباين شدة الاشعاع الشمسي وطول مدة سطوعه زمانياً ومكانياً لاختلاف زاوية سقوط اشعة الشمس على السطح واختلاف دورة الأرض السنوية حول الشمس^(١) . تتسلم الأرض كمية اكبر من الاشعة في النهار الطويل مقارنة بالنهار القصير، تختلف ما بين الصيف والشتاء ، كما يختلف طول النهار حسب دائرة العرض اذ يقصر النهار كلما اتجهنا شمالاً وجنوباً . من خلال الجدول (١-١١) والشكل (١-٢) نلاحظ أن محطات الدراسة تشهد تقارب من المعدلات الشهرية والسنوية لساعات السطوع ، اذ سجل اعلى قيمة للسطوع الشمسي في محطة دوكان في تموز بلغت (١٢,٣ ساعة / يوم) ، وقد بلغت اعلى قيمة في محطة السليمانية في شهر آب (١١,٨ ساعة / يوم) ثم تبدأ بعدها القيم بالانخفاض التدريجي لتصل اقل قيمة لها في شهر كانون الثاني لمحطتي دوكان والسليمانية اذ بلغت (٤,٤ و ٤,١ ساعة / يوم) على التوالي . إن عدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي تتسبب في التسخين السطحي السفلي خلال النهار فالهواء الملاصق لهذا المنحدر يتسخن بسبب امتصاص للاشعاع الشمسي الساقط عليه مما يكون نسيم لطيف الى أعالي المنحدر ، ويحدث العكس أثناء الليل اذ توجد تيارات هوائية باردة تتجه من قمة المنحدر الى اسفله بسبب التبريد السطحي الناجم عن انعدام السطوع الشمسي ولوجود ضغط مرتفع ، اذ يؤدي الى بطيء جزيئات الهواء واقترابها من بعضها البعض ، ويؤثر السطوع الشمسي على زيادة نشاط عمليات التجوية من خلال التبريد والتسخين الذي يحدث للصخور خلال فصلي الشتاء والصيف والليل والنهار ومدى استجابة الصخور لزيادة المخاطر الجيومورفولوجية على سفوح المنحدرات^(٢) . ولاسيما أثر التعرية المائية على تلك السفوح .

جدول (١-١٠) المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الاشعاع الشمسي (ملي / واط / سم^٢) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

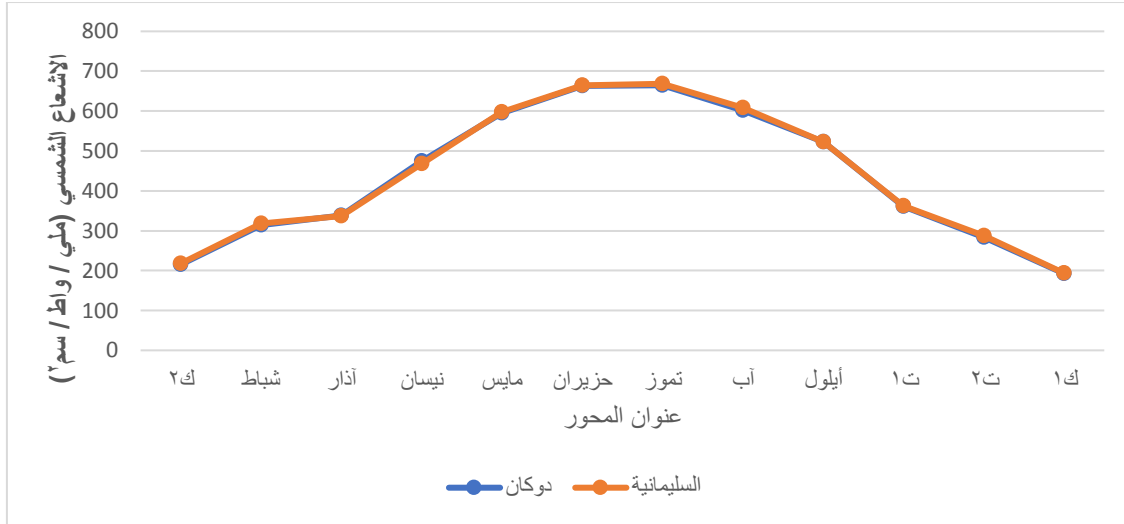
المحطات	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدلات السنوية
دوكان	٢١٥,٦	٣١٤,٣	٣٣٧,٧	٤٧٤,٥	٥٩٤,٦	٦٦٣,٥	٦٦٤,٨	٦٠١,٥	٥٢٢,٢	٣٦٠,٣	٢٨٣,١	١٩٢,٥	٤٣٥,٣
السليمانية	٢١٧,٧	٣١٨,٥	٣٣٦,٢	٤٦٧,٣	٥٩٧,٦	٦٦٥,٢	٦٦٨,٥	٦٠٧,٨	٥٢٣,٤	٣٦٢,٦	٢٨٧,٥	١٩٣,٦	٤٣٧,٩

المصدر:- إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢١

(١) صلاح حميد الجنابي ، مناخ مدينة الموصل ، مجلة دراسات موصلية ، العدد ٢٨ ، مركز دراسات الموصل ، الموصل ، ٢٠١٠ ، ص ٤ .

(١) قصي عبد المجيد السامرائي ، مناخ العراق الماضي والحاضر ، مجلة الاداب ، العدد ٥٠ ، ٢٠٠٠ ، ص ٦

شكل (١-١) المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الاشعاع الشمسي (ملي / واط / سم^٢) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



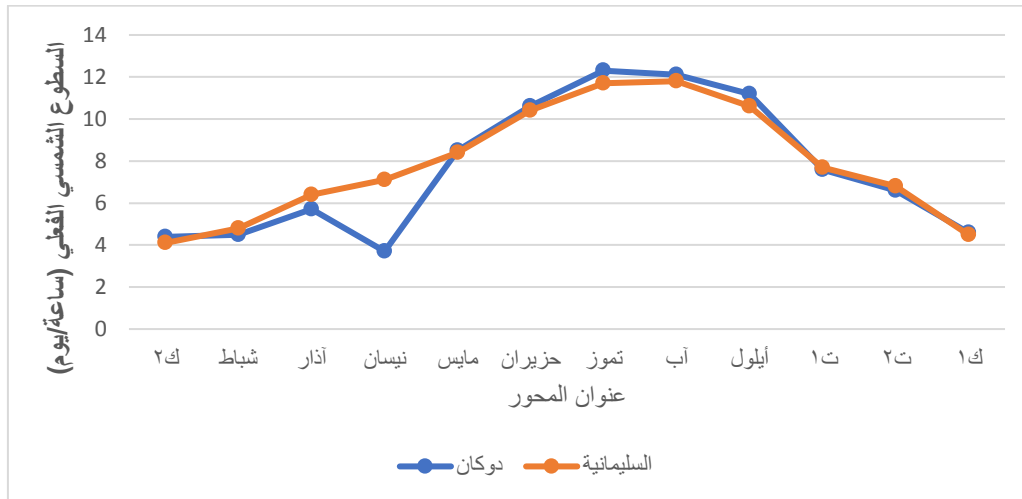
المصدر:- إعتماًداً على جدول (١٠-١) .

جدول (١١-١) المعدلات الشهرية والسنوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الفعلي (ساعة / يوم) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة ١٩٨٩ - ٢٠٢٠ .

المحطات	١ ك	٢ ت	١ ت	أيلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	آذار	شباط	١ ك
دوكان	٧,٦٥	٤,٦	٦,٦	٧,٦	١١,٢	١٢,٣	١٠,٦	٨,٥	٣,٧	٥,٧	٤,٥	٤,٤
السليمانية	٧,٨٥	٤,٥	٦,٨	٧,٧	١١,٨	١١,٧	١٠,٤	٨,٤	٧,١	٦,٤	٤,٨	٤,١

المصدر:- إقليم كردستان العراق هيئة الأنواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١ .

شكل (٢-١) السطوع الشمسي الفعلي (ساعة / يوم) الواصل الى محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



المصدر:- إعتماًداً على جدول (١١-١) .

١-٣-٢ درجات الحرارة (Temperature) :

تعد درجات الحرارة النتيجة النهائية للإشعاعين الشمسي والارضي ، وتتباين درجات الحرارة بحسب الموقع من دوائر العرض والتي تتأثر بطول مدد ساعات السطوع الشمسي ويؤثر ذلك على كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض^(١) . كما لها تأثير على تجوية الصخور نتيجة تعرضها لأشعة الشمس ففي اثناء النهار تتمدد المعادن الموجودة في الصخور ، وتنخفض درجات الحرارة في الليل ، الأمر الذي يؤدي الى تقلص معادن تلك الصخور ، وبالنظر لعدم تساوي معاملات التمدد والتقلص لهذه المعادن فإن تكرار هذه العملية تؤدي الى تحطم الصخر وتفككها^(٢) .

تؤثر درجة الحرارة في زيادة نشاط العمليات الجيومورفولوجية ، ففي حال انخفاض درجات الحرارة يؤثر ذلك في سيادة عمليات التجوية الفيزيائية اما في حال ارتفاعها فيؤدي ذلك الى سيادة العمليات الكيميائية ولاسيما عند توفر الرطوبة ، اذ يعد الماء والحرارة من اكثر العوامل المنشطة والمساعدة للعمليات الكيميائية بشكل عام والجيومورفولوجية بشكل خاص . ومن خلال تحليل البيانات المناخية في محطات دوكان والسليمانية خلال السنوات المدروسة ، اذ تعد درجات الحرارة الصغرى اقل المعدلات تسجيلاً للحرارة ، فمن خلال الجدول (١-١٢) والشكل (١-٣) يتضح انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء ولاسيما في أشهر (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) اذ نلاحظ ان درجات الحرارة الصغرى في محطتي دوكان والسليمانية بلغت (٣ ، ١ ، ٢ م °) و (٤ ، ٤ ، ٢ ، ٣ م °) على التوالي ، أما في فصل الصيف (حزيران ، تموز ، آب) فقد سجلت درجات الحرارة الصغرى في محطتي دوكان والسليمانية (١٩ ، ٢٣ ، ٢٢ م °) و (١ ، ٢٣ ، ٢٧ ، ٢٦ م °) على التوالي ، في حين سجل المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في محطتي دوكان والسليمانية (١١ ، ٣٣ م °) و (١٤ ، ٣ م °) على التوالي .

ان تأثير الكتل الهوائية القارية القطبية المدارية البحرية في العراق ومن ضمنها منطقة الدراسة فضلاً عن مرور المنخفضات الجوية والبحرية كمنخفض البحر المتوسط الذي يتسبب في انخفاض درجات الحرارة^(٣) .

أما درجات الحرارة العظمى وهي اعلى المعدلات تسجيلاً للحرارة ، فمن خلال الجدول (١-١٣) والشكل (١-٤) يتضح وجود تباين في معدلات درجات الحرارة بين فصلي الصيف والشتاء اذ نلاحظ ارتفاع في درجات الحرارة خلال فصل الصيف (حزيران ، تموز ، آب) اذ نلاحظ ان درجة الحرارة العظمى في محطتي دوكان والسليمانية بلغت (١ ، ٣٦ ، ٤٠ ، ٤٠ م °) و (٦ ، ٣٥ ، ٣٩ ، ٣٩ م °) على التوالي . اما في فصل الشتاء (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) فقد سجلت درجات الحرارة العظمى في محطتي دوكان والسليمانية

(٢) سحر نافع شاكر ، جيومورفولوجية العراق في العصور الجليدية ، مصدر سابق ، ص ٢١ .

(٣) ماجد السيد ولي محمد ، المناخ وعوامل تشكيل سطح الأرض (مدى تأثير العمليات الجيومورفولوجية بالعناصر المناخية) ، دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٥ ، ٢٠٠٠ ، ص ٤٨ .

(١) باسل احسان القشطني ، الكتل الهوائية التي تعترض منطقة بغداد في موسم الامطار ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢٤ ، ١٩٩٠ ، ص ١٣٤ .

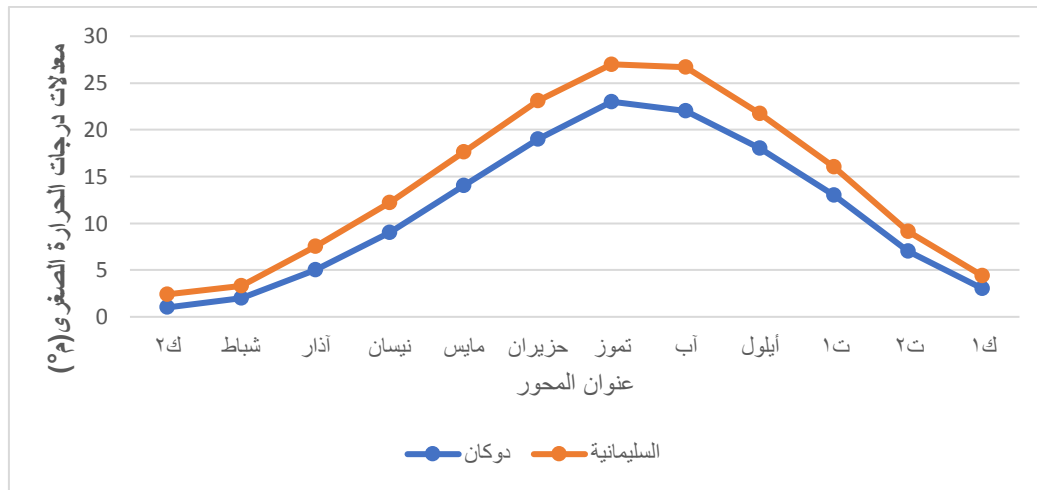
المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في محطتي دوكان والسليمانية (٢٣,٩ °م) و (٢٥,٠ °م) على التوالي . نلاحظ هناك تقارب في المعدلات الحرارية في فصلي الربيع والخريف وذلك لكونهما فصلين انتقاليين .

جدول (١٢-١) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى (°م) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

المحطات	ك٢	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
دوكان	١	٢	٥	٩	١٤	١٩	٢٣	٢٢	١٨	١٣	٧	٣	١١,٣٣
السليمانية	٢,٤	٣,٣	٧,٥	١٢,٢	١٧,٦	٢٣,١	٢٧,٠	٢٦,٧	٢١,٧	١٦,٠	٩,١	٤,٤	١٤,٣

المصدر :- إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية السليمانية قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١ .

شكل (٣-١) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى (°م) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



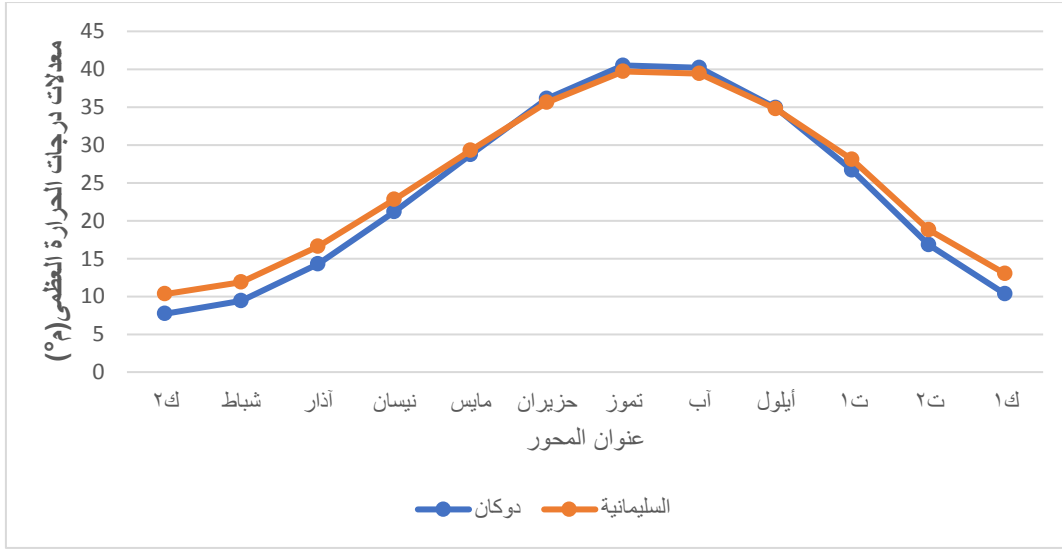
المصدر :- إعتماًداً على الجدول (١٢ - ١) .

جدول (١٣-١) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (°م) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

المحطات	ك٢	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
دوكان	٧,٧	٩,٤	١٤,٣	٢١,٢	٢٨,٧	٣٦,١	٤٠,٥	٤٠,٢	٣٤,٩	٢٦,٧	١٦,٨	١٠,٣	٢٣,٩
السليمانية	١٠,٣	١١,٩	١٦,٦	٢٢,٨	٢٩,٣	٣٥,٦	٣٩,٧	٣٩,٤	٣٤,٨	٢٨,١	١٨,٨	١٣,٠	٢٥,٠

المصدر :- إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١ .

شكل (١-٤) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة ١٩٨٩ ، ٢٠٢٠ .



المصدر:- اعتماداً على جدول (١-١٣) .

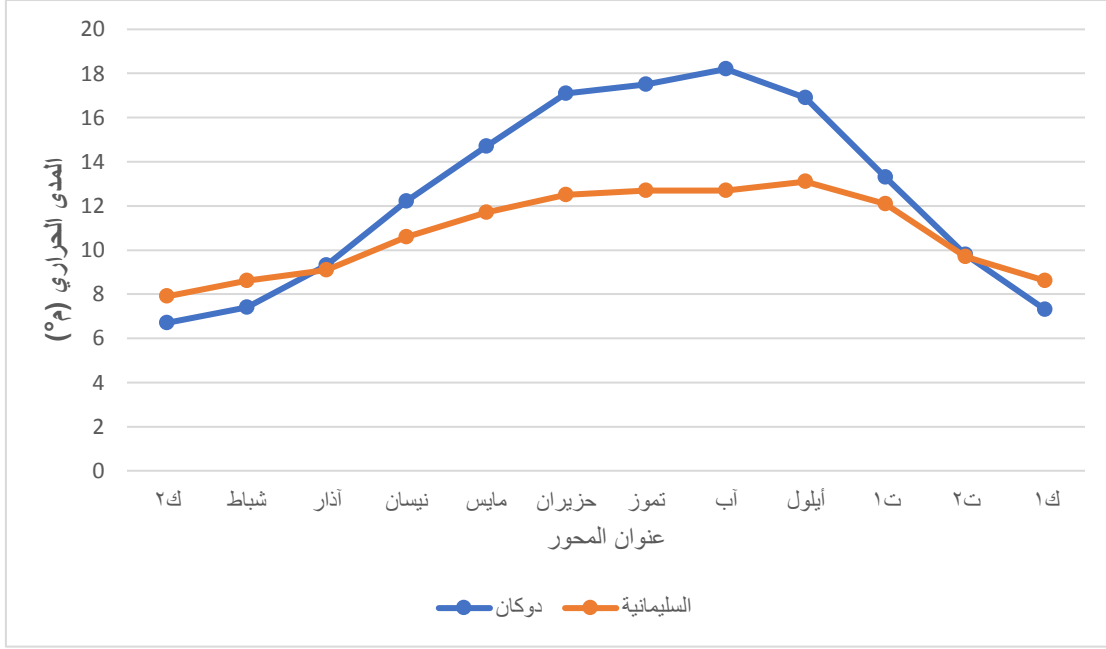
ومن خلال ملاحظة الجدول (١-١٤) والشكلين (١-٥) و (١-٦) يتضح أن هناك تباين في المديات الحرارية بين أشهر الصيف والشتاء في محطات منطقة الدراسة ، إذ سجلت محطتي دوكان والسليمانية ادنى مدى في شهر كانون الثاني إذ بلغت (٦,٧ م°) و (٧,٩ م°) على التوالي ، بينما سجل أعلى مدى كان في شهر آب في محطة دوكان إذ بلغت (١٨,٢ م°) وبمعدل سنوي (١٢,٥ م°) أما بالنسبة الى محطة السليمانية سجلت أعلى مدى في شهر أيلول إذ بلغ (١٣,١ م°) وبمعدل سنوي (١٠,٨ م°) ، ويستدل منها في منطقة الدراسة من خلال حركة المواد الأرضية فضلاً عن انتشار الشقوق والفواصل الى التباين في المدى الحراري اليومي والتباين في المدى الحراري السنوي .

جدول (١-١٤) المعدلات الشهرية والسنوية للمدى الحراري (م°) والمعدل الشهري للحرارة (م°) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

المحطات	٢ ك	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	١ ت	٢ ت	١ ك	المعدل السنوي
دوكان	٦,٧	٧,٤	٩,٣	١٢,٢	١٤,٧	١٧,١	١٧,٥	١٨,٢	١٦,٩	١٣,٣	٩,٨	٧,٣	١٢,٥
المعدل	٤,٣٥	٥,٧	٩,٦	١٥,١	٢١,٣	٢٧,٥	٣١,٧	٣١,١	٢٦,٤	١٩,٨	١١,٩	٦,٦	١٧,٦
السليمانية	٧,٩	٨,٦	٩,١	١٠,٦	١١,٧	١٢,٥	١٢,٧	١٢,٧	١٣,١	١٢,١	٩,٧	٨,٦	١٠,٨
المعدل	٦,٣٥	٧,٦	١٢,٠	١٧,٧	٢٣,٤	٢٩,٣	٣٣,٣	٣٣,٠	٢٨,٢	٢٢,٠	١٣,٩	٨,٧	١٩,٦

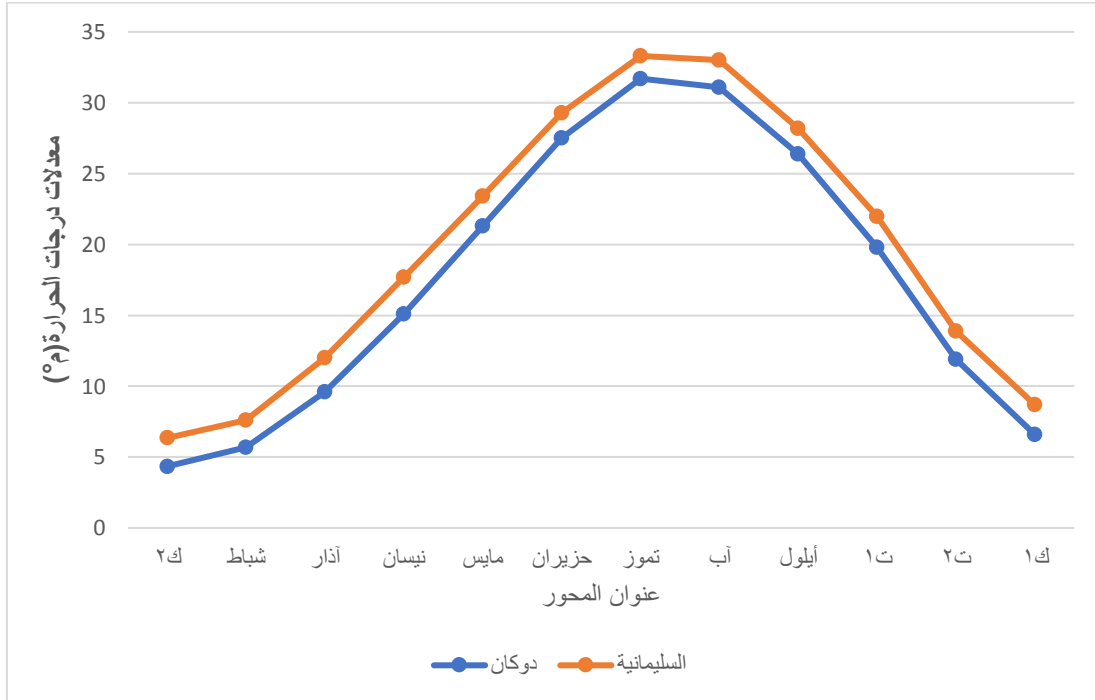
المصدر:- إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١ .

شكل (١ - ٥) المعدلات الشهرية والسنوية للمدى الحراري (°م) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



المصدر:- إتماداً على الجدول (١ - ١٤) .

شكل (١ - ٦) المعدلات الشهرية والسنوية للحرارة (°م) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



المصدر:- إتماداً على الجدول (١ - ١٤) .

١-٣-٢-٣ الرياح (The Winds) :

تعد الرياح منظماً أساسياً للغلاف الجوي ، ويعود سبب حركة الهواء الى تباين توزيع الضغط الجوي أي الاختلاف في الضغط بين منطقتين ، فيتحرك الهواء من منطقة الضغط العالي نحو منطقة الضغط الخفيف حتى وأن كان الفرق بينهما قليلاً جداً^(١) . وللرياح أثر كبير في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية ، اذ تقوم بعملية الصقل والتذرية والتعرية ونقل المفتتات الناعمة وترسيبها عندما تقل سرعتها في احواض الوديان ، فضلاً عن تأثيرها غير المباشر اذ تزيد من عملية التبخر ويؤدي الى جفاف المنطقة السطحية للتربة مما يهبوءها لعملية التجوية^(٢) . فالارض الرطبة تكون اقل استجابة لتأثير الرياح عكس المناطق الجافة ولهذا يزداد تأثير الرياح في المناطق الجافة وشبه الجافة وفي المناطق الخالية من النبات الطبيعي ، وأن العواصف والرياح القوية المرافقة للأعاصير تكون ذات تأثيرات بالغة كأن تؤدي الى سقوط الصخور والاحجار الكبيرة والى حدوث الانهيارات الثلجية وهي جميعها تدخل ضمن نشاط التعرية وتسبب تغيرات كبيرة في اشكال سطح الأرض^(٣) . وتتميز الرياح في منطقة الدراسة بانها ذات سرعة قليلة ، يرجع ذلك الى عملية الاحتكاك التي تقوم بها الجبال والمرتفعات للرياح ، فضلاً عن وجود النبات الطبيعي الكثيف من أشجار وحشائش التي تعمل كعوائق تقلل من سرعة وشدة الرياح الهابة نحوها ، وتتأثر الرياح بطبيعة السطح التي تمر فيه ، اذ كلما خشن هذا السطح كلما قلة سرعة الرياح فوقه ، يمكن القول ان سرعة الرياح تتناسب تناسباً عكسياً مع خشونة السطح ، وهذا يفسر سبب ضعف حركة الرياح في منطقة الدراسة ، يتضح لنا من الجدول (١-١٥) والشكل (١-٧) أن سرعة الرياح تختلف من شهر الى آخر خلال أشهر السنة ، اذ سجلت أعلى سرعة في محطة دوكان في شهري (آب ، أيلول) والتي بلغت (٧,٧ ، ٧,٩ م/ثا) على التوالي ، وبمعدل سنوي (٤,٤ م/ثا) . اما في محطة السليمانية فقد بلغت أعلى سرعة للرياح في شهري (مايس ، تموز) والتي بلغت (٢,١ ، ٢,٢ م/ثا) على التوالي ، وبمعدل سنوي (١,٦ م/ثا) ، ومن خلال ملاحظة البيانات المناخية أتضح أن أعلى معدل سرعة للرياح سجل في محطة دوكان ونلاحظ انخفاض سرعة الرياح في محطة السليمانية ويعود سبب ذلك الى الوضع الطبوغرافي لمحطة السليمانية التي تكون محاطة بمناطق جبلية مرتفعة تعيق هبوب الرياح السريعة عكس ما موجود في محطة دوكان التي هي اقرب لمنطقة الدراسة اذ تعمل الرياح الى جفاف الطبقة السطحية للتربة وتشققها فتسهل عملية تعرية الصخور التي تواجهها وتنقل الحطام الصخري المفكك من مكان الى آخر وتعرضها للتعرية المائية ولاسيما في أوقات الشدات المطرية .

(١) أحمد سعيد حديد ، وآخرون ، علم الطقس ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٧٩ ، ص ١٣١ .

(٢) قصي عبد المجيد السامرائي ، المناخ والاقاليم المناخية ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٨ ، ص ٢٦٢ .

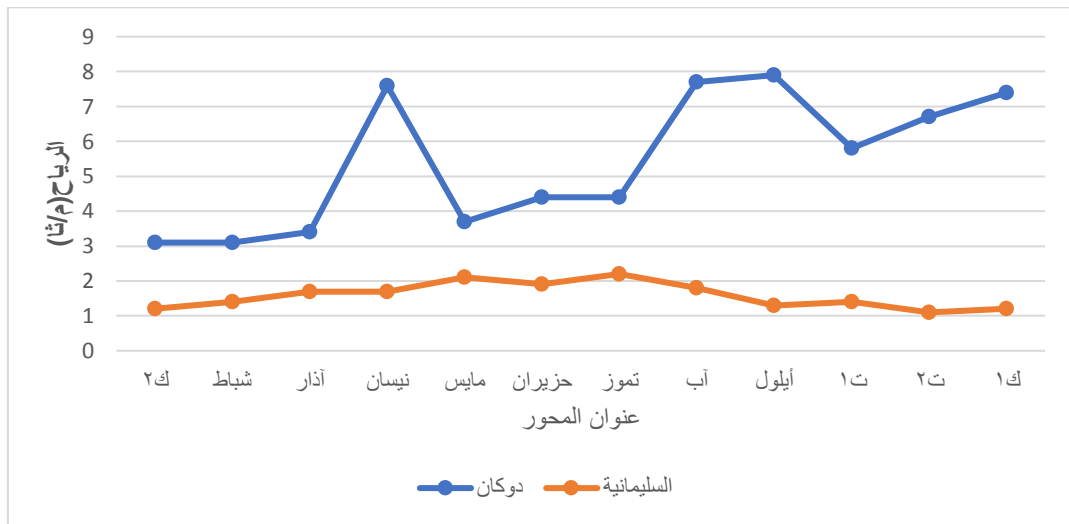
(٣) بان فيصل حمزة الجبوري ، نمذجة مخاطر السيول والمنحدرات في حوض وادي تانجيرو في محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، ٢٠٢٢ ، ص ٣٠ .

جدول (١٥-١) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ثا) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .

المحطات	٢ ك	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	أيلول	١ ت	٢ ت	١ ك	المعدل السنوي
دوكان	٣,١	٣,١	٣,٤	٧,٦	٣,٧	٤,٤	٤,٤	٧,٧	٧,٩	٥,٨	٦,٧	٧,٤	٥,٤
السليمانية	١,٢	١,٤	١,٧	١,٧	٢,١	١,٩	٢,٢	١,٨	١,٣	١,٤	١,١	١,٢	١,٦

المصدر: إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١

شكل (٧-١) المعدلات الشهرية والسنوية للرياح (م/ثا) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .



المصدر:- إعتماًداً على الجدول (١ - ١٥) .

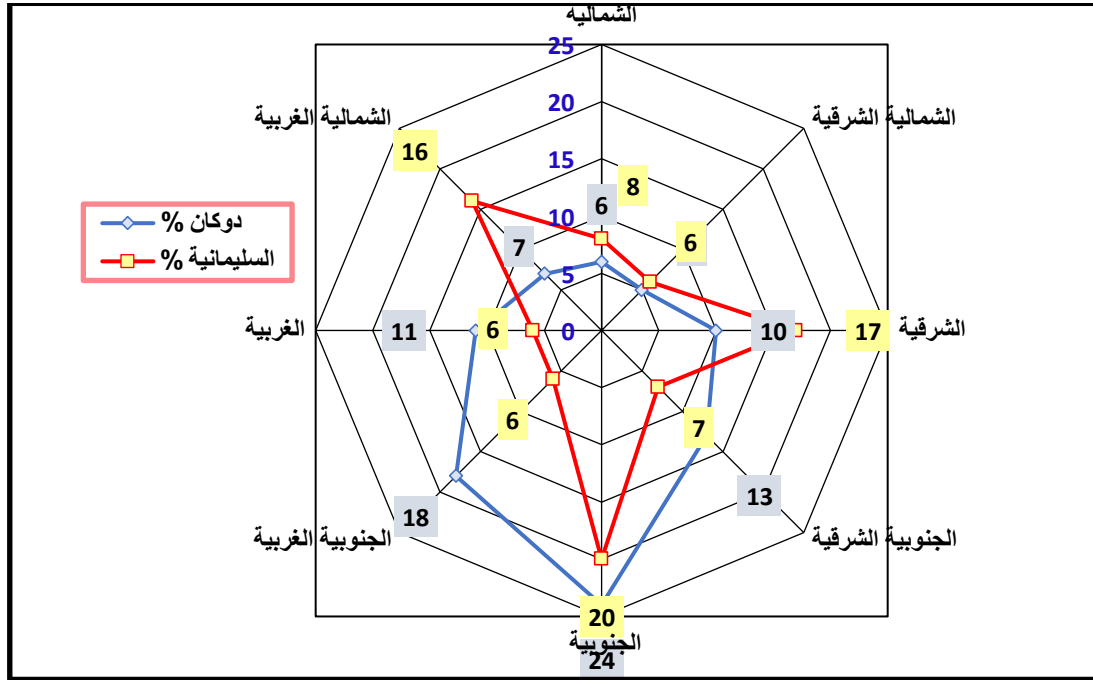
أما اتجاه الرياح في محطات منطقة الدراسة يمكن أن نلاحظ من الجدول (١٦-١) والشكل (٨-١) ان اتجاهات الرياح تكون متغيرة وتهب من جميع الجهات .

جدول (١٦-١) النسب المئوية لمعدل تكرار اتجاه الرياح في محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .

اتجاه الرياح	دوكان %	السليمانية %
الشمالية	٦	٨
الشمالية الشرقية	٥	٦
الشرقية	٥	١٢
الجنوبية الشرقية	١٣	٧
الجنوبية	٢٤	٢٠
الجنوبية الغربية	٢٢	١٢
الغربية	١٣	٥
الشمالية الغربية	٦	١٦
السكون	٦	١٤
المجموع	%١٠٠	%١٠٠

المصدر: إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية ، غير منشورة ، ٢٠٢١ .

الشكل (٨-١) وردة الرياح لتكرار حسب الاتجاهات لمحطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .



المصدر:- إعتماًداً على جدول (١٦-١) .

اذ بلغ اكثر معدل لتكرار اتجاه الرياح في محطتي دوكان والسليمانية كان للرياح الجنوبية هي اعلى قيمة ، اذ بلغت (٢٤ ، ٢٠%) على التوالي ، اما في المرتبة الثانية في محطة دوكان كانت في الرياح الجنوبية الغربية ، اذ بلغت (٢٢%) ، وفي محطة السليمانية بلغت المرتبة الثانية في الرياح الشمالية الغربية (١٦%) ، اما السكون فقد بلغ في محطة دوكان (٦%) ، وقد بلغ السكون في محطة السليمانية (١٤%) ، إن زيادة ارتفاع هبوب الرياح في هذه الاتجاهات تساعد على نشاط التعرية الريحية ويكون لها مخاطر جيومورفولوجية عن طريق انهيارات الصخور من أعلى قمم الجبال الى اسفل المنحدرات ، أما الاتجاهات الأخرى لمعدلات تكرار اتجاه الرياح قد سجلت معدلات قليلة في محطات منطقة الدراسة ، وأن سبب ذلك يعود الى وجود العوارض الجبلية الشاهقة التي تعمل كمصدات للرياح والتي تقلل من تكرار اتجاه الرياح ونظام هبوبها .

١-٣-٢-٤ الرطوبة النسبية (Relative humidity) :

وهي النسبة المئوية لوزن بخار الماء الموجود في الهواء الى وزن ما يستطيع الهواء نفسه أن يحمله لكي يصل الى حالة التشبع في درجة الحرارة نفسها ، وهناك الرطوبة (١) . وأن لارتفاع الرطوبة أهمية في تنشيط عمليات التجوية الكيميائية التي تعمل على تحلل الصخور كيميائياً فأرتفاع الرطوبة تعمل على تجوية الصخور التي لها أهمية كبيرة في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية (٢) . من خلال تأثيرها في عمليات التجوية والتعرية وانعكس ذلك على

(١) عبد العزيز طريح شريف ، مصدر سابق ، ص٤٣ .

(٢) جودة حسنين جودة ، صحاري العرب ، دراسات في الجيومورفولوجيا المناخية ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٨٨ ، ص ٦٣ .

الخصائص المورفومترية للواديان ، وتأثير الرطوبة بعدة عوامل منها درجة الحرارة والتبخر فكلما ارتفعت الحرارة قلت الرطوبة النسبية للهواء لزيادة التبخر والعكس صحيح (١) . ومن خلال الجدول (١-١٧) والشكل (١-٩) يتضح لنا التباين الواضح بين المعدلات الفصلية التي سجلت أعلى المعدلات خلال فصل الشتاء ، تصل اقصى ارتفاع للرطوبة النسبية في محطة دوكان في شهري (كانون الثاني و شباط) ، وبلغت (٧٢ ، ٧١%) على التوالي ، كما سجل ادنى معدل للرطوبة في المحطة نفسها في شهري (تموز ، اب) اذ بلغت (٢٣ ، ٢٤%) على التوالي ، وان سبب هذا الانخفاض يعود الى الارتفاع في درجات الحرارة وقلة الامطار الساقطة ، وبمعدل سنوي (٤٨%) . و وصلت قيم أعلى رطوبة في محطة السليمانية في شهري (كانون الأول و كانون الثاني) وبلغت كلاهما (٦٧%) ، أما أدنى قيم سجلت في المحطة نفسها في شهري (تموز وأب) وبلغت (٢٤ ، ٢٣%) على التوالي ، وبمعدل سنوي (٤٦%) . إن الارتفاع في قيم الرطوبة في فصل الشتاء يعود الى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع كميات الامطار الساقطة اذ تعمل الرطوبة المرتفعة على تنشيط عمليات التجوية الميكانيكية التي تعتمد على نسبة الحموضة ومعدل تركيز الرطوبة في الجو وتجعل التربة والمنكشفات الصخرية مهينة للتعرية المائية أثناء سقوط الأمطار الشديدة .

١-٣-٢-٥ التساقط (Precipitation) :

ويشمل أنواع التساقط (الامطار والثلوج) وسيتم دراسة كل منها كالاتي:

١-٣-٢-٥-١ الأمطار (Rains) :

هو عبارة عن تساقط جسيمات من الماء على شكل قطرات صغيرة يتراوح قطرها بين (٥ ، ٥٠ ملم) وهي من أهم اشكال التساقط التي تؤثر بشكل مباشر على سطح الأرض من خلال أسهامها بدرجة كبيرة في عمليات التجوية والتعرية المائية المتمثلة بالجريان السطحي ، وله اثار جيومورفولوجية تؤدي الى نشوء كثير من الاشكال الأرضية الناتجة عن التعرية المائية

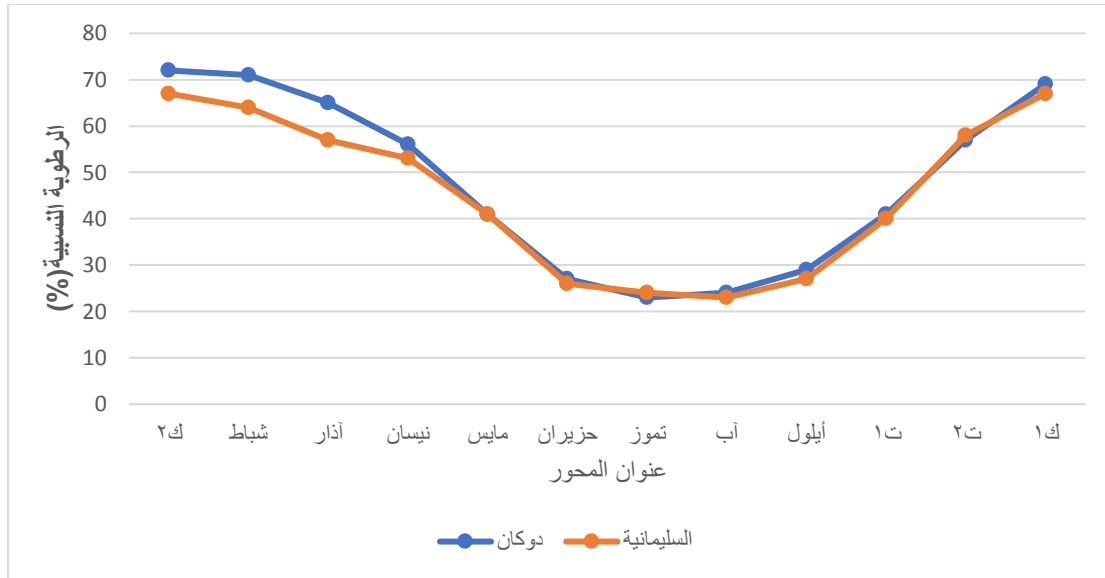
جدول (١-١٧) المعدلات والشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .

المحطات	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
دوكان	٧٢	٧١	٦٥	٥٦	٤١	٢٧	٢٣	٢٤	٢٩	٤١	٥٧	٦٩	٤٨
السليمانية	٦٧	٦٤	٥٧	٥٣	٤١	٢٦	٢٤	٢٣	٢٧	٤٠	٥٨	٦٧	٤٦

المصدر: إقليم كردستان العراق ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة ، ٢٠٢١ .

(١) حسن رمضان سلامة ، مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية ، مجلة الجمعية الكويتية ، العدد ٥٣ ، ص ٢٢ .

شكل (٩-١) المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



المصدر:- إعتماًداً على الجدول (١٧-١) .

كالاودية الجبلية والمراوح الغربية والانزلاقات والانهيارات وغيرها (١) ، يخضع نظام تساقط الامطار في منطقة الدراسة لنظام البحر المتوسط وتتباين كمية الامطار الساقطة زمانياً ومكانياً ويعزى سبب هذا التباين في عدد المنخفضات الجوية المارة بالمنطقة فضلاً عن تأثير عامل التضاريس (٢) ، وكذلك عامل الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة يتضح ذلك التباين من شهر الى آخر ومن عام الى آخر كما حال بقية مناطق العراق . ومن خلال ملاحظتنا للجدول (١- ١٨) والشكل (١- ١٠) تبين ان التساقط المطري يبدأ في منطقة الدراسة من بداية الخريف في شهر تشرين ايلول ويرتفع تدريجياً في فصل الشتاء ولغاية أواخر الربيع حتى شهر مايس ، ووصلت ذروته في أغلب السنوات في محطة دوكان في اشهر (كانون الثاني واذار وشباط) ، اذ بلغت

جدول (١٨-١) كمية الامطار(ملم) الشهرية والسنوية في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

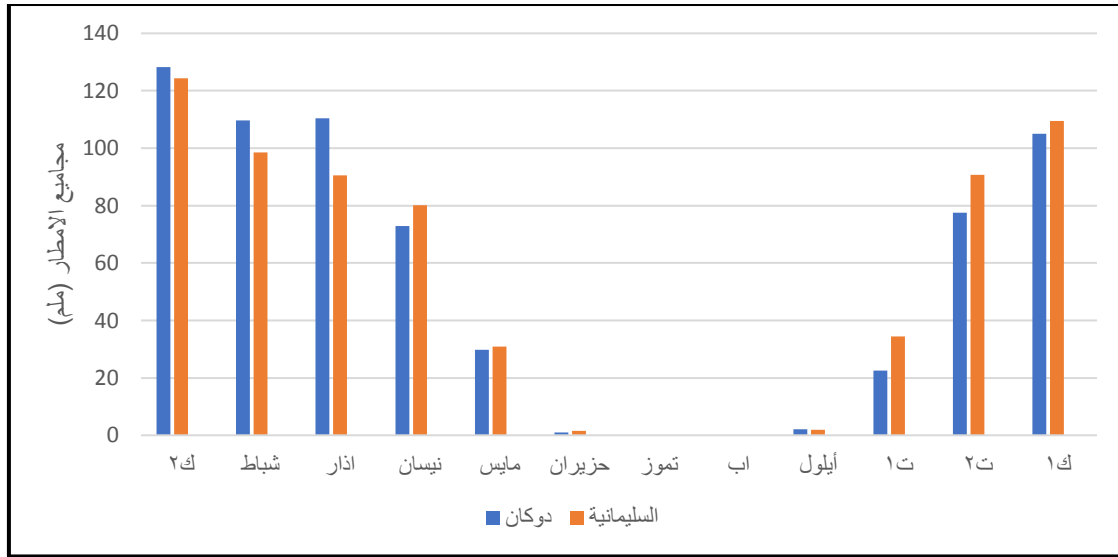
المجموع السنوي	١ك	٢ك	٣ك	ايلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	شباط	٢ك	المحطة
٦٥٩,٢	١٠٥,١	٧٧,٦	٢٢,٦	٢,١	٠	٠	١,٠	٢٩,٧	٧٢,٨	١١٠,٤	١٠٩,٦	١٢٨,٣	دوكان
٦٧٠,٥	١٠٩,٤	٩٠,٨	٣٤,٤	٢,٠	٠	٠	١,٥	٣٠,٩	٨٠,٢	٩٠,٥	٩٨,٥	١٢٤,٤	السليمانية

المصدر:- إقليم كردستان ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية منشورة ، ٢٠٢١ .

(١) عبد الغني جميل سلطان ، الجو ، عناصره ، تقلباته ، دار الحرية للطباعة ، منشورات وزارة الثقافة والاعلام ، بغداد ، ١٩٨٦ ، ص ٢٤٥ .

(٢) محمد جعفر السامرائي ، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الأقاليم المناخية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد (٤٢) ، ١٩٩٩ ، ص ٢٠٠ .

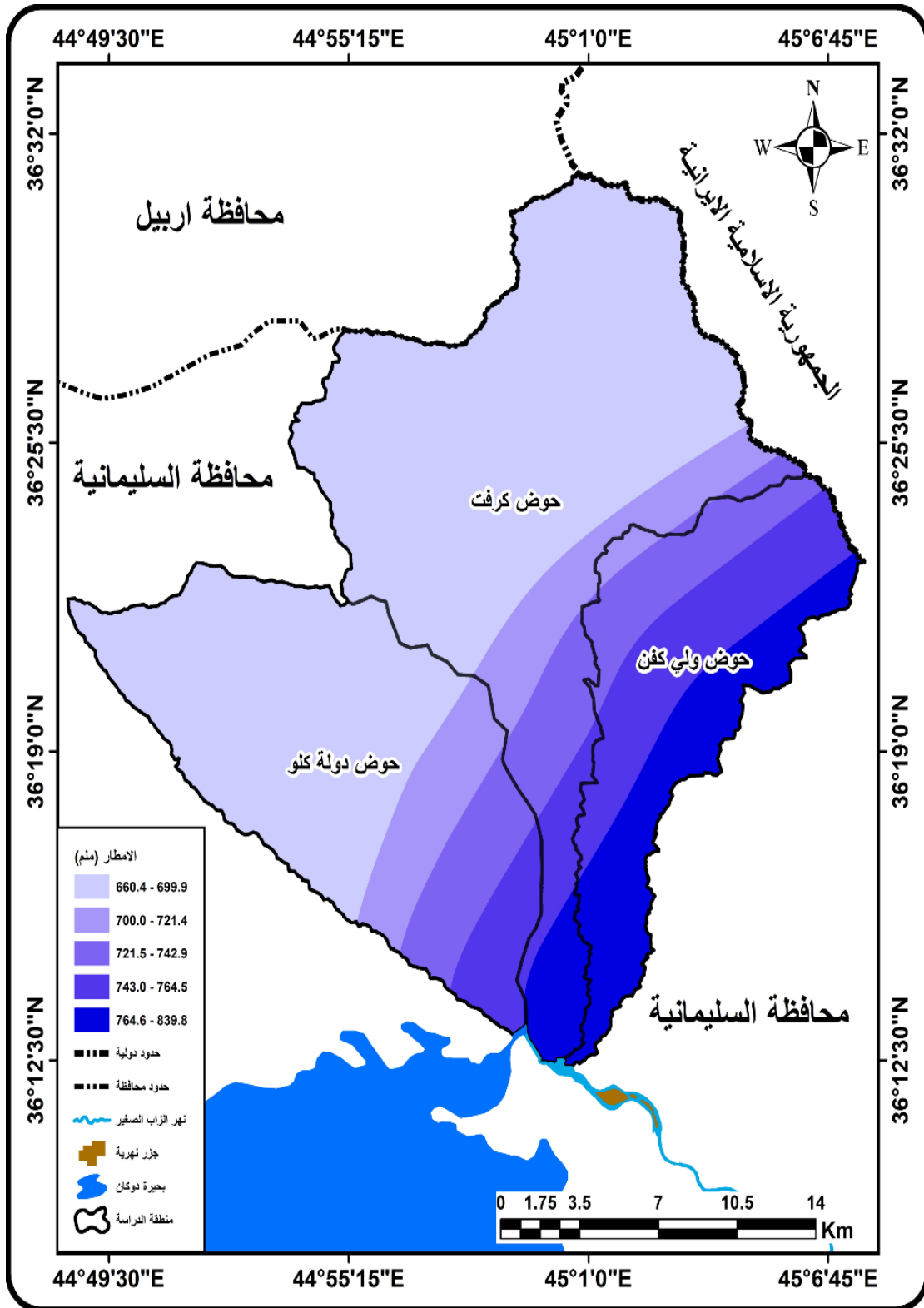
شكل (١٠-١) المجاميع الشهرية والسنوية للأمطار (ملم) في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .



المصدر:- اعتماداً على الجدول (١-١٨) .

(١٢٨,٣ ، ١١٠,٤ ، ١٠٩,٦ ملم) على التوالي ، وفي محطة السليمانية شهد أكثر الشهور تساقط مطري في (كانون الثاني و كانون الأول وشباط) إذ بلغت (١٢٤,٤ ، ١٠٩,٤ ، ٩٨,٥ ملم) على التوالي ، ونلاحظ انعدام التساقط في محطتي دوكان والسليمانية في شهري (تموز و آب) حتى وصل الى الصفر في الأشهر نفسها على التوالي ، وقد بلغ المجموع السنوي لمحطة دوكان (٦٥٩,٢ ملم) ، والمجموع السنوي لمحطة السليمانية بلغ (٦٧٠,٥ ملم) ، الخريطة (٧-١) ، يلحظ ان موسم سقوط الأمطار في منطقة الدراسة يكون في فصلي الشتاء والربيع وهذه الكميات تظهر لنا ان منطقة الاحواض تتميز بالتساقط المطري الغزير ، وان هذا التساقط هو العنصر المناخي الأكثر أهمية في عملية التعرية المائية على سطح المنطقة ، ولاسيما وان منطقة الدراسة تتميز بالانحدار الشديد مع غزارة الأمطار ، الامر الذي ينشط التعرية المائية ومع مرور السنين تعمل التعرية المائية على سقوط الصخور والانهيارات الأرضية وانجراف التربة ، كما ان التباين في سقوط الأمطار خلال فصول السنة له اثر في اختلاف شدة عمليات التجوية من شهر لآخر خلال السنة من ثم تهيب التربة والصخور لعملية التعرية المائية . كما أن طبيعة منطقة الدراسة تتميز بتضاريس ذات ارتفاعات عالية مما يعرضها لحدوث السيول نتيجة زيادة الجريان مما يزيد من نشاط التعرية المائية في منطقة الدراسة .

الخريطة (٧-١) كمية الامطار المتساقطة على منطقة الدراسة (ملم)



المصدر : إعتماًداً على الجدول (١٨-١) ، ومخرجات برامجيات (Arc Gis 10.4).

١-٣-٢-٥-٢ الشدات المطرية (Rainfall Intensity) :

يقصد بالشدات المطرية هي كميات معينة من الامطار تسقط على المتر المربع من سطح الأرض خلال مدة زمنية محددة ، وكما تسمى الكميات المطرية اليومية الغزيرة بالعاصفة المطرية (Rain Storn)^(١) ، وتقاس بوحدات (المليمتر/ الساعة) أو(المليمتر/اليوم) وهناك عدة مصطلحات يتم التعبير عنها (كثافة الامطار ، غزارة الامطار ، قوة الانهمار) وتعد الشدات المطرية من المواضيع المهمة وما يرتبط بها من أحوال التربة والتعرية المائية والجريان السطحي فضلاً عن النبات الطبيعي ، ويتباين التوزيع الجغرافي للشدات المطرية في العراق بصورة عامة وذلك بسبب مجموعة من العوامل المسهمة في التساقط المطري والتي تؤثر في نوعيتها ، ومن ثم شدتها ، اذ تم قياس التساقط المطري حسب شدتها الى اربعة فئات^(٢) . الجدول (١-١٩) . ولكل فئة من هذه الفئات آثار اقتصادية على نواحي الحياة المختلفة ، فالرذاذ اثناء سقوطه يكون خفيفاً ويكون جريانه بطيئاً مما يزيد من رطوبة التربة ولا يسبب تعرية مائية لترب المنحدرات وينظم جريان الماء في الأنهار بصورة معتدلة ، اما الشدة العالية جداً فيحدث العكس عند سقوط المطر تكون خسائر كبيرة للنبات وتجرف التربة بوساطة التعرية المائية مسبباً فيضانات كبيرة ، كما تقوم بجرف الحصى من تحت تلك التربة^(٣) ، وقد ظهر عدد من الطرائق لحساب الشدات المطرية منها طرائق رياضية قديمة وطرائق حديثة تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد ، وفيما يأتي حساب الشدات المطرية في منطقة الدراسة :

جدول (١-١٩) فئات الشدات المطرية (ملم/ ساعة) .

ت	قياس الشدات المطرية /ملم	فئة الشدات المطرية
١	٠,٣ - ٣,٩	خفيفة
٢	٤ - ١٠,٩	متوسطة
٣	١١ - ٢٠,٩	عالية
٤	اكتر من ١٢	عالية جداً

المصدر: جعفر حسين علي الزبيدي، وآخرون ، دراسة خصائص التساقط المطري للأقسام الوسطى والجنوبية من العراق معتمداً على تصنيف Garson Friendly 2004، مجلة الاداب الفراهيدي ، العدد ٢٥ ، ٢٠١٦ ، ص٦٣ .

اولاً- حساب الشدات المطرية (Calculation of Rain Intensities) :

تتعرض منطقة الدراسة بشكل دائم الى حدوث عواصف مطرية فجائية متباينة من وقت الى آخر ، من حيث شدتها ونظام تكرارها ، لذا وجب التطرق الى دراسة الشدات المطرية المتساقطة على المنطقة وذلك للتعرف بحدوث السيول العارمة والفيضانات وحدوث التعرية المائية

(1) Chorely . j. Richard, Water, Earth, Man-,London Methuen 8 coltd . p. 117 .

(٢) جعفر حسين علي الزبيدي، وآخرون ، دراسة خصائص التساقط المطري للأقسام الوسطى والجنوبية من العراق معتمداً على تصنيف Garson Friendly 2004، مجلة الاداب الفراهيدي ، العدد ٢٥ ، ٢٠١٦ ، ص٦٣ .

(٣) رزاق حسين هاشم العميدي وعبد الحسن مدفون أبو رحيل ، الشدة والاستمرارية للأمطار المتساقطة في العراق ، المجلد(١) ، العدد(٣٢) ، ٢٠١٧ ، ص٣٢ .

التي تنقل الرواسب الى المناطق المنخفضة ، ومحاولة إقامة مشاريع حصاد مياه لخرنها والاستفادة منها في موسم الجفاف ، فضلاً من التخفيف من مخاطر التعرية المائية التي تحدث في المواسم الرطبة من ثم التقليل من المخاطر الجيومورفولوجية كجرف التربة الذي يحدث بسببها . ومن خلال الاعتماد على موقع البيانات المناخية . eng . uci . Chrsdata .:// http) edu) الذي يساعد في الحصول على بيانات التساقط المطري اليومية ، اذ تم استخلاص بيانات تساقط الامطار اليومية في احواض منطقة الدراسة لمدة (١٠) سنوات من الموسم المطري (٢٠١٢/٢٠١١) الى موسم (٢٠٢١/٢٠٢٠) ، ومن خلال الجدول (١-٢٠) تبين ان اعلى موسم مطري خلال العشر سنوات السابقة كان في موسم (٢٠١٩/٢٠١٨) ، بمجموع امطار سنوية بلغت (٢٤٨٧ ملم/يوم) ، وبلغت تكرار الشدات المطرية (٨٨) شدة وهي اكثر عدد من الشدات المطرية التي سجلت خلال السنوات المدروسة ، اما اقل موسم مطري كان في موسم (٢٠١٤/٢٠١٣) اذ بلغت (٩٢٧ ملم/يوم) وبلغت تكرار الشدات المطرية (٤٠) شدة .

ثانياً- مجاميع الامطار الفصلية في منطقة الدراسة .

من خلال البيانات اليومية للشدات المطرية تبين أن الأمطار تسقط في الفصول الثلاثة (الخريف ، الشتاء ، الربيع) ، وسنتناول هذه الفصول بشيء من التفصيل :

١- فصل الخريف (Autumn Season) :

يعد فصل الخريف اول فصول الموسم المطري وهو فصل انتقالي ما بين فصلي الصيف والشتاء ، فيحدث الاعتدال الخريفي عند تعامد اشعة الشمس الساقطة على خط الاستواء في ٢٣ أيلول فيتساوى الليل والنهار في نصف الكرة الشمالي^(١) . فتظهر الامطار التصاعدية الانقلابية في فصل الخريف الناتج عن وصول مؤثرات الرطوبة الجوية نحو المنطقة الجبلية قبل غيرها من المناطق ، عند هبوط كتلة هوائية باردة فوقها مما يسبب حالة من عدم الاستقرار وتشكيل الغيوم الركامية المزنية وسقوط المطر فوق المنطقتين الجبلية والتموجة ، وان التباين في اعداد الشدات المطرية في فصل الخريف سببه عامل الارتفاع وتعامد الرياح الرطبة على المرتفعات فضلاً عن زيادة مرور المنخفضات الجوية المتجهة نحو المنطقة^(٢) . ومن خلال الجدول (١-٢٠) ، يتضح ان التساقط المطري في منطقة الدراسة يبدأ في فصل الخريف بكميات قليلة نسبياً ، ثم يبدأ بالازدياد تدريجياً خلال فصل الشتاء حتى تبلغ ذروتها في فصل الربيع ، واطهرت البيانات ان مجاميع الامطار في فصل الخريف بلغت (٢٨٣٧ ملم/يوم) أي بنسبة (١٩,٥%) . وسجل الموسم المطري (٢٠١٢ - ٢٠١٣) أعلى مجاميع للامطار اذ بلغ (٤٣٥ ملم / يوم) . كما سجل الموسم المطري (٢٠١٣ - ٢٠١٤) أقل كمية للامطار الفصلية اذ بلغت (١١٤ ملم / يوم) .

(١) ناصر عبود الكناني ، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين خصائص الرياح السطحية في العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية (ابن رشد) ، جامعة بغداد ، ٢٠١١ ، ص٣٨ .
(٢) سري بدر حسين النجموي ، الترابط المكاني للهطول المطري شمال دائرة ٣٦ في العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠٠٨ ، ص٣٧ .

جدول (٢٠-١) اعداد الشدات المطرية ومجاميعها الشهرية والسنوية ملم/يوم في المنطقة.

موسم	الربيع			الشتاء			الخريف			مج/ملم
	أيلول	ت١	ت٢	ك١	ك٢	شباط	أذار	نيسان	مايس	
٢٠١١	١	٦	٦	٧	٢	٢	٥	١٠	٧	٤٦
٢٠١٢	٥	٨٦	٨٠	٤١	٤١	٤٨	١٧٨	٢٥٩	١٦٤	٩٣٨
٢٠١٢	٠	٩	٧	٧	٤	٥	٨	١	٧	٤٨
٢٠١٣	٠	٢٣١	٢٠٤	٣٠٠	٧٧	٨٢	١٥٦	٤٣	١٥٠	١٢٤٣
٢٠١٣	٠	٠	٦	٤	٥	٢	٩	٩	٥	٤٠
٢٠١٤	٠	٠	١١٤	٩٩	١٣٥	٧٣	١٨٧	٢٢٠	٩٩	٩٢٧
٢٠١٤	٠	٥	٦	٦	٥	٥	٧	٣	١٠	٤٧
٢٠١٥	٠	١١٨	١٢٢	١٤٦	٩٥	٩٠	١٥٢	١١٤	٢٢٣	١٠٦٠
٢٠١٥	٤	٩	٥	٦	٩	٧	١٠	٨	٥	٦٣
٢٠١٦	١٠٢	١٩٣	٩٤	١٤١	٢٩١	١٣٤	١٨٦	١٣٤	٨٣	١٣٥٨
٢٠١٦	٠	٢	٥	٨	٦	٢	١١	١٩	١٠	٦٣
٢٠١٧	٠	٣٥	١٠٣	١٥٩	١٤١	٦٢	٢٦٧	٢٣٥	١٧١	١١٩١
٢٠١٧	١	١	٨	١٠	١٢	١٤	٩	٩	٢٠	٨٤
٢٠١٨	٢	١٦	٣٣٨	٢٦٣	٢٩٦	٤٢٨	٢٨١	١٨٢	٥٣٩	٢٣٤٥
٢٠١٨	٠	١٢	٨	١٢	٩	٩	١٠	١٧	١١	٨٨
٢٠١٩	٠	٢٤٦	١٤٦	٣٠٠	٢٤٦	٣٣١	٣٥٢	٤٨٧	٣٧٩	٢٤٨٧
٢٠١٩	٠	٥	٤	٦	٨	٤	٨	١٣	٤	٥٢
٢٠٢٠	٠	١٥٥	١٢٥	٢٢٣	١٨٥	٩٨	١٨٩	٢٧٠	٦٢	١٣٠٧
٢٠٢٠	٢	٢	١٣	١١	١٠	٩	١٠	١١	١٠	٧٨
٢٠٢١	١٦	٩	٢٩٧	٢٣٢	٢٥٦	١٨٦	٢٥٦	٢٥٤	١٧١	١٦٧٧
مج الشهري	١٣٣	١١٤٠	١٦٩١	١٨٣٨	٣٣١٢	١٥٩١	٢٢٩١	٢٢٩٨	٢١٣٠	١٧٢٧٢

المصدر:- إعتماًداً على بيانات كمية الامطار على الموقع <http://chrdata.eng.uci.edu>.

٢- فصل الشتاء (Winter Season) :

يسود في هذا الفصل مجموعة من التغيرات منها توزيع مناطق الضغوط (الدائمة والموسمية) وذلك بفعل تعامد الاشعاع الشمسي على مدار الجدي في ٢١ كانون الأول ويمثل هذا الفصل زيادة تكرار المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط الى منطقة الدراسة ، فيشهد هذا الفصل حالة عدم الاستقرار في الأحوال الجوية بفعل ميلان اشعة الشمس التي تحدث تغير في مراكز الضغط الجوي المختلفة ، ووقوع منطقة الدراسة تحت تأثير المنخفض السيبيري المترکز في أواسط آسيا والذي يمتد الى العراق ، يبدء تكرار المنخفضات المتوسطة بدءاً من شهر تشرين الأول حتى شهر أيار ، ولتواجد عدد من المنظومات الضغطية التي تجرها على عدم التوغل بفعل وقوع العراق على حافة المنطقة الاعصارية^(١) .

ومن خلال الدراسة التحليلية للجدول (١ - ٢٠) ، اتضح ان مجاميع الامطار في فصل الشتاء بلغت (٥١٩٩ ملم) أي بنسبة (٣٥,٧%) ، وبلغ اعلى مجموع امطار في الموسم المطري في هذا الفصل هو (٢٠١٧ - ٢٠١٨) (٩٨٧ ملم) ، كما سجل الموسم المطري (٢٠١١-٢٠١٢) اقل كمية للأمطار الفصلية اذ بلغ (١٣٠ ملم) .

٣- فصل الربيع (Spring Season) :

يمثل فصل الربيع اخر فصول الموسم المطري ، اذ يحدث الاعتدال الربيعي عند تعامد اشعة الشمس على خط الاستواء في (٢١ اذار) ليتساوى الليل والنهار في جميع أجزاء الكرة الأرضية وخلال هذا الشهر تحدث زحزحة نطاق الضغط العالي شبه المداري مع حركة الشمس الظاهرية باتجاه النصف الشمالي مما يعمل على تكوين منخفضات جوية في شمال العراق ، كما أن التخلخل في نطاقي الضغط العالي الموجود فوق هضبتي ايران والاناضول يعطي المجال للمنخفضات الجوية بالتوغل الى شمال العراق ، كما تظهر المنخفضات الربيعية ، فضلاً عن ظهور الامطار التصاعدية الناتجة عن ازدياد درجة الحرارة المرتبطة بظاهرة الزوابع الرعدية التي تزداد وضوحاً خلال هذا الفصل^(٢) .

ومن خلال الجدول (١-٢٠) ، يتبين أن فصل الربيع سجل أعلى كميات للتساقط المطري ، اذ بلغت (٦٤٩٧ ملم) ، أي ما نسبته (٤٤,٧%) . وبلغ أعلى مجموع امطار في فصل الربيع في الموسم المطري (٢٠١٨-٢٠١٩) (١٢١٨ ملم) ، أما اقل موسم مطري في هذا الفصل كان (٢٠١٢-٢٠١٣) بلغت (٣٤٩ ملم) .

ثالثاً- التباين الشهري للشدات المطرية :

سجلت قيم الشدات المطرية في منطقة الدراسة تبايناً خلال اشهر الموسم المطري خلال المدة المدروسة (١٠) سنوات من الموسم المطري (٢٠١١/٢٠١٢) الى الموسم المطري (٢٠٢٠/٢٠٢١) ، اذ يشير الجدول (١-٢١) والشكل (١-١١) أن شهر كانون الثاني احتل المرتبة الأولى في اعداد الشدات المطرية ، اذ بلغ (٣٣١٢ملم) ، اما أقل الأشهر في اعداد الشدات المطرية فكان شهر أيلول اذ بلغ (١٣٣ ملم) . وقد تمت الملاحظة من خلال بيانات

(١) حسام محمود عمر امحيد ، تحليل الشدة المطرية اليومية في المنطقة المتموجة في شمال العراق ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة الموصل ، ٢٠٢١ ، ص ٣٠ .

(٢) سري بدر حسين النجماوي ، مصدر سابق ، ص ٤٢-٤٣ .

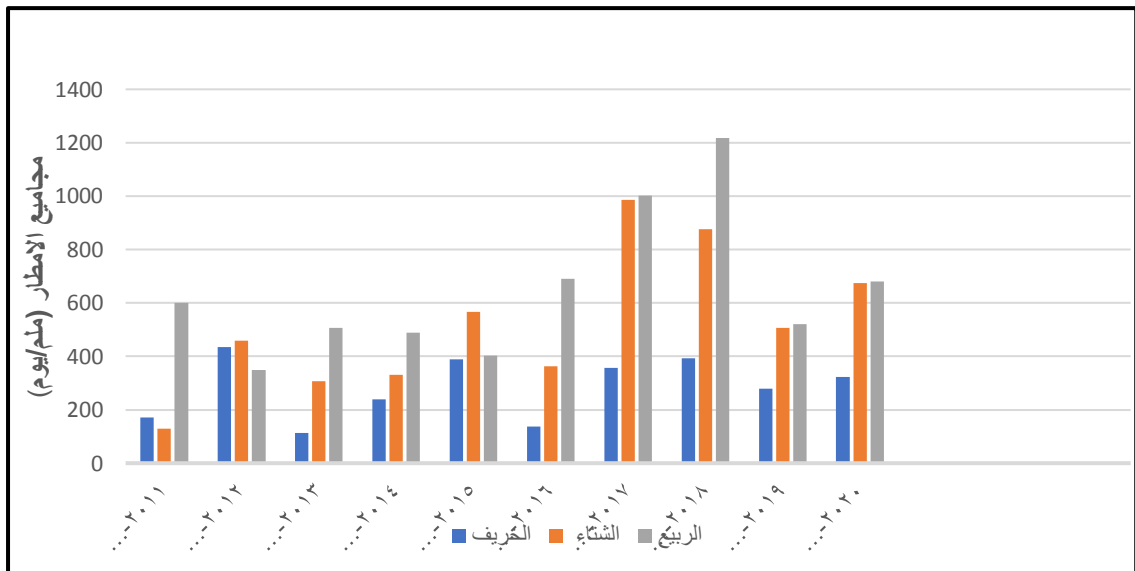
الموقع <http://chrsdata.eng.uci.edu> ان منطقة الدراسة تشهد هطول كبير من الشدات المطرية ، ولاسيما في الأجزاء الشمالية من المنطقة اذ سجلت كمية اكبر من الامطار مقارنة بالمنطقة الجنوبية (منطقة المصب) ، وهذا يدل على وجود كميات كبيرة من المياه في المناطق العليا باتجاه المناطق الدنيا والتي تعمل على تنشيط التعرية المائية في منطقة الدراسة ناقلة الرواسب الى منطقة المصب .

الجدول (٢١-١) مجاميع الامطار الفصلية لاحواض منطقة الدراسة ملم / يوم .

الموسم	الخريف / ملم	الشتاء/ملم	الربيع/ ملم	مجموع الامطار السنوية
٢٠١٢-٢٠١١	١٧١	١٣٠	٦٠١	٩٠٢
٢٠١٣-٢٠١٢	٤٣٥	٤٥٩	٣٤٩	١٢٤٣
٢٠١٤-٢٠١٣	١١٤	٣٠٧	٥٠٦	٩٢٧
٢٠١٥-٢٠١٤	٢٤٠	٣٣١	٤٨٩	١٠٦٠
٢٠١٦-٢٠١٥	٣٨٩	٥٦٦	٤٠٣	١٣٥٨
٢٠١٧-٢٠١٦	١٣٨	٣٦٢	٦٩١	١١٩١
٢٠١٨-٢٠١٧	٣٥٦	٩٨٧	١٠٠٢	٢٣٤٥
٢٠١٩-٢٠١٨	٣٩٢	٨٧٧	١٢١٨	٢٣٨٧
٢٠٢٠-٢٠١٩	٢٨٠	٥٠٦	٥٢١	١٣٠٧
٢٠٢١-٢٠٢٠	٣٢٢	٦٧٤	٦٨١	١٦٧٧
مجموع الامطار الفصلية	٢٨٣٧	٥١٩٩	٦٤٦١	١٤٣٩٧
النسبة المئوية	%١٩,٧	%٣٦,١١	%٤٤,٨	%١٠٠

المصدر:- إعتماًداً على جدول (٢٠-١) .

شكل (١١-١) مجاميع الامطار الفصلية لاحواض منطقة الدراسة ملم / يوم .



المصدر:- إعتماًداً على الجدول (٢١-١) .

١-٣-٢-٥-٣ الثلوج (Snows) :

يعد التساقط الثلجي عاملاً مهماً وموثرًا في العمليات الجيومورفولوجية (كالتجوية والتعرية) ، اذ يؤدي تجمد الماء الموجود بين المفاصل الصخرية والشقوق بسبب انخفاض درجة الحرارة ، مما يؤدي الى ضغطه على التراكيب الصخرية ومن ثم الى تفككها وتكسرها ، وتدعى هذه العملية بالتجوية الميكانيكية ، وتختلف هذه من عام الى آخر حسب الظروف المناخية ، وتتميز السنوات التي تشهد شتاء دافئ وثلوج قليلة يكون لها تأثير واضح على المياه السطحية والجوفية ، اذ يؤدي الى جفاف بعض الينابيع والمجاري المائية الصغيرة ، وتؤدي الى تحول بعض الروافد الى مجاري مائية ضحلة . اما في السنوات ذات الشتاء الرطب والتساقط الثلجي الغزير تكون الحالة معكوسة ، اذ تزداد كمية المياه السطحية والجوفية . وتؤدي الثلوج دوراً في نشاط عملية التجوية الكيميائية في الصخور الجيرية والدولوميتية وانتفاخ صخور الطفل (السلت والطين والمارل) . كما أن للثلج دوراً مهماً في نشاط عملية التعرية المائية من خلال تشبع المواد الطينية بالماء وانزلاقها، فضلاً عن الانهيارات الثلجية وزحف الصخور على سفوح المنحدرات^(١) .

اذ تزداد كميات الثلوج المتساقطة في الأجزاء العليا من احواض منطقة الدراسة ولاسيما في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية ذات الارتفاعات الشاهقة ، ولتراكم الثلوج دلالة هيدروولوجية مهمة تتميز بها عن سقوط الامطار ، وذلك لأن مقدار ما يتبخر من الثلج اقل من الامطار بسبب ارتفاع انعكاس الثلج للأشعاع الشمسي ، ويتم قياس سمك الثلج باستخدام عصا بطول (١ متراً) مقسمة الى سنتمترات ، وقد تبين هناك تباين واضح في سمك الثلج ، كما اتضح أن سمك الثلج يزداد كلما اتجهنا الى اسفل المنحدرات وتحت اقدام المناطق الجبلية اذ بلغ اعلى سمك للثلج بحدود ٧١ سم ، اذ تقوم الانزلاقات الثلجية فوق القمم الجبلية بالانزلاقات والانهيارات من قمم الجبال الى اسفل المنحدرات اذ تقوم بتعرية سفوح المنحدرات وتجمع الثلوج اسفل المنحدرات جارية معها عن طريق التعرية الصخور والمفتتات الصخرية والتربة الموجودة على سطح المنحدرات .

١-٣-٢-٦ التبخر (Evaporation) :

يقصد بالتبخر هو عملية تحول الماء من الحالة السائلة الى الغازية عندما يكون الهواء غير مشبع ببخار الماء^(٢) . وتتأثر قيم التبخر بعوامل عدة أهمها (الاشعاع الشمسي ، درجة الحرارة ، سرعة واتجاه الرياح ، درجة حرارة التربة ، ضغط بخار الماء ، الرطوبة النسبية ، مقدار رطوبة التربة ، نوع التربة ، نوع السطح ، عمق الماء الأرضي ، الخاصية الشعرية ، اتجاه المنحدر)^(٣) . وتتأثر هذه العوامل بقيم التبخر تأثيراً طردياً وعكسياً ، فضلاً عن تأثير قيم التبخر بالعمليات الجيومورفولوجية ، فزيادة التبخر يعمل على بروز ظاهرة الجفاف ويؤدي الى عجز مائي وتفكك مكونات سطح التربة وينشط عمليات التجوية وتقل التعرية المائية ، أما في حالة قلة

(١) عطا حما غريب ، جيومورفولوجية منطقة بيري مكرون الجبلية في الجمهورية العراقية ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٨٣ ، ص ٥٦ .

(٢) علي أحمد غانم ، الجغرافية المناخية ، دار الميسرة للطباعة والنشر ، عمان ، ٢٠٠٣ ، ص ١٣١

(٣) سلام هاتف أحمد الجبوري ، اساسيات علم المناخ الزراعي ، دار الراية للنشر والتوزيع ، عمان ، ط ١ ، ٢٠١٥ ، ص ١٦٤-١٦٩ .

التبخّر فهذا يؤدي الى تغلغل الرطوبة الى سطح التربة ويؤدي الى فائض مائي وزيادة الجريان السطحي مما يؤدي الى نشاط التعرية المائية . ويختلف معدل قيم التبخر من شهر لآخر فضلاً عن تباينها المكاني ، فتزداد قيم التبخر في فصل الصيف وتقل في فصل الشتاء ، فعند زيادة التبخر على التربة والصخور تنشط عمليات التجوية التعرية لان الصخور تأخذ بالتفتت ويكون تأثيرها واضحاً ، ومن خلال الجدول (٢٢-١) نلاحظ ما يأتي :

ان المجموع السنوي للتبخّر في محطتي السلیمانیة دوكان للمدة من (١٩٨٩-٢٠٢٠) ، اذ بلغ في دوكان (١٦٨١,٨٦ ملم) ، وفي محطة السلیمانیة (١٦٣٦,٣٨ ملم) ، ويحدث في كل اشهر السنة تبخّر ولكنها تختلف في القيم . اذ يصل اعلى معدلات للتبخّر في فصل الصيف اما في الشتاء ، فيكون اقلها نظراً لانخفاض درجات الحرارة التي تصل الى مادن الصفر ، فيكون اقل الفصول ، لكن فصل الصيف المتمثل بأشهر (حزيران ، تموز ، اب) هو اكثر الشهور تبخراً وبمعدل (السلیمانیة ٧٦٠,٨٧ ملم ، وفي دوكان ٧٥٣,٢ ملم) ويعود سبب ارتفاعه الى ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع معدل الاشعاع الشمسي كذلك قلة التساقط ، وقلة الرطوبة النسبية وطول ساعات النهار . اما دور هذه الزيادة والنقصان في التبخر في فصلي الشتاء والصيف فإنه يؤثر في طبيعة الحال ، ففي فصل الشتاء تكثر الامطار ، وتنتشع التربة بالمياه ، أما في فصل الصيف فأنها تتبخّر ، وتتفكك ومن ثم تؤدي الى زيادة عمليات التعرية ، والتجوية للتربة ، والصخور على سفوح المنحدرات .

جدول (٢٢-١) المعدلات الشهرية لقيم التبخر (ملم) في محطتي دوكان والسلیمانیة للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠) .

الفصل	الأشهر	محطة دوكان	محطة السلیمانیة
الشتاء	كانون الأول	٣٣,٦٩	٤٢,٥٩
	كانون الثاني	٣٧,٨٤	٣٩,٣١
	شباط	٤٤,٥٤	٤٧,٧٦
	المجموع	١١٦,٠٧	١٢٩,٦٦
الربيع	اذار	٨٤,٧٥	٨٥,١
	نيسان	١٠٨,٠٨	١١٢,٨٦
	مايس	١٧٥,٢١	١٨٢,٦٧
	المجموع	٣٦٨,٠٤	٣٨٠,٦٣
الصيف	حزيران	٢١٢,٢٢	٢٤٤,١٨
	تموز	٢٧٩,٥	٢٧٤,٢٦
	أب	٢٦١,٤٨	٢٤٢,٤٣
	المجموع	٧٥٣,٢	٧٦٠,٨٧
الخريف	أيلول	٢٢١,٠٤	١٨٠,٤٥
	تشرين الأول	١٥٣,٣٥	١٢٠,٥٧
	تشرين الثاني	٧٠,١٧	٦٤,٢
	المجموع	٤٤٤,٥٦	٤٦٥,٢٢
المجموع السنوي		١٦٨١,٨٦	١٦٣٦,٣٨

المصدر:- إقليم كردستان ، هيئة الانواء الجوية ، السلیمانیة ، قسم المناخ ، بيانات مناخية منشورة ، ٢٠٢١ .

يزداد التبخر-النتح في منطقة الدراسة في الأماكن ذات السطوح العالي كما هو الحال في مناطق جنوب منطقة الدراسة بالقرب من منطقة مصبات الاحواض ، فيما يقل التبخر-النتح في منطقة الدراسة في المناطق ذات السطوح الأقل كما هو الحال في مناطق شمال وشمال شرق منطقة الدراسة تحديداً في أعالي قمم جبال قنديل . وتم استخراج قيم التبخر-النتح الشهرية والسنوية لمنطقة الدراسة بأستعمال معادلة نجيب خروقة (١) .

$$ETO = \frac{P}{3} \times C^{1.31}$$

ETO = التبخر / النتح الكامن* / ملم .

P = النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلي في الشهر بالنسبة الى عددها في السنة .
 C = معدل درجة الحرارة الشهرية (المئوية) . كمية التبخر لمحطتي منطقة الدراسة دوكان والسليمانية .

وبتطبيق هذه المعادلة على بيانات منطقة الدراسة الجدول (١-٢٣) تبين ان المجموع السنوي لمحطتي منطقة الدراسة دوكان والسليمانية (١٧٤٩,٦٨ ، ١٩٠١,٦٨ ملم) على التوالي ونلاحظ ان المعدل السنوي للتبخر-النتح في محطة دوكان أقل من محطة السليمانية وذلك بسبب كثرة التضرس وارتفاع منطقة شمال بحيرة دوكان وانخفاض الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في محطة دوكان مقارنة في محطة السليمانية . كما تبين أن أعلى معدلات التبخر-النتح قد سجلت خلال اشهر الصيف اذ بلغت في محطتي دوكان والسليمانية (١٠١٥,٨٥ ، ١٠٠٦,٦٢ ، ٣٨٠,٢٤ ، ٣٨٥,٧٦ ملم) على التوالي ، وكانت اعلى معدلات التبخر-النتح خلال شهر تموز اذ بلغت (٣٨٥,٧٦ ، ٤٢,٩٦ ، ٦٣,٦٢ ملم) على التوالي وسجلت ادنى معدلات التبخر-النتح خلال شهر كانون الثاني اذ بلغت (١٠,٠١ ، ١٥,٣١ ملم) على التوالي ، نلاحظ ارتفاع قيم التبخر في محطة السليمانية اكثر من محطة دوكان ، كما نلاحظ هناك تباين في قيم التبخر-النتح من فصل الى آخر خلال السنة يعود ذلك الى الزيادة في طول النهار في الصيف الذي يؤدي الى الزيادة في الاشعاع الشمسي والذي ينتج عنه ارتفاع في درجات الحرارة وبدوره يؤثر على الضغط الجوي وزيادة سرعة الرياح وانخفاض الرطوبة النسبية فتعمل هذه العوامل مجتمعة على ارتفاع نسبة التبخر-النتح في الجو مما يقلل من حجم الجريان السطحي ومن ثم تقل التعرية المائية ، والعكس صحيح في فصل الشتاء نلاحظ قصر مدة النهار وقلة الاشعاع الشمسي وانخفاض درجات الحرارة والرطوبة النسبية مما يؤدي الى انخفاض التبخر ومن ثم يؤدي الى ازدياد الجريان وتنشيط التعرية المائية .

ولمعرفة الموازنة المائية المناخية في محطات منطقة الدراسة ، تم دراسته وفق ما يأتي :

(١) سعدية عاكول الصالحي ، عبد العباس فضيح الغريزي ، البيئة والمياه ، الطبعة الأولى ، مصدر سابق ، ص٤٢ .

*التبخر / النتح الكامن : هو التبخر من المسطحات المائية او من الترب المشبعة بالمياه بحيث توجد مياه كافية للتعويض عن المفقود بصورة مستمرة ، ويعد اعلى تبخر يمكن حدوثه .

جدول (٢٣-١) قيم ومعدلات التبخر-النتح الشهري والسنوي في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠).

المحطات	١ ك	٢ ك	شباط	أذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	١ ت	٢ ت	المجموع السنوي	المعدل السنوي	
															الشتاء
دوكان	٤,٦	٤,٤	٤,٥	٥,٧	٣,٧	٨,٥	١٠,٦	١٢,٣	١٢,١	١١,٢	٧,٦	٦,٦	٩١,٨	٧,٦٥	
	٦,٦٥	٤,٣٥	٥,٧	٩,٦٥	١٥,١	٢١,٣٥	٢٧,٥٥	٣١,٧٥	٣١,١	٢٦,٤٥	١٩,٨٥	١١,٩	٢١١,٤	١٧,٦١	
	١٨,٢٩	١٠,٠١	١٤,٦٦	٣٦,١٩	٤٣,٠٨	١٥٦,٠٦	٢٧١,٨٥	٣٨٠,٢٤	٣٦٣,٧٦	٢٧٢,٣٢	١٢٦,٨١	٥٦,٤١	١٧٤٩,٦٨	١٤٥,٨٠	
	٤٢,٩٦	٢٣٥,٣٣	١٠١٥,٨٥	٤٥٥,٥٤										١٤٥,٨٠	١٧٤٩,٦٨
	النسبة المئوية للاشعاع الشمسي														
السليمانية	٤,٥	٤,١	٤,٨	٦,٤	٧,١	٨,٤	١٠,٤	١١,٧	١١,٨	١٠,٦	٧,٧	٦,٨	٩٤,٣	٧,٨٥	
	٨,٧	٦,٣٥	٧,٦	١٢,٠٥	١٧,٧	٢٣,٤٥	٢٩,٣٥	٣٣,٣٥	٣٣,٠٥	٢٨,٢٥	٢٢,٠٥	١٣,٩٥	٢٣٥,٨٥	١٩,٦٥	
	٢٥,٥١	١٥,٣١	٢٢,٨٠	٥٥,٥٢	١٠١,٨٠	١٧٤,٦٠	٢٨٩,٤٩	٣٨٥,٧٦	٣٣١,٣٧	٢٨٠,٩	١٤٧,٢٦	٧١,٣٦	١٩٠١,٦٨	١٥٨,٤٧	
	٦٣,٦٢	٣٣١,٩٢	١٠٠٦,٦٢	٤٩٩,٥٢										١٥٨,٤٧	١٩٠١,٦٨
	النسبة المئوية للاشعاع الشمسي														

المصدر: اعتماداً على : ١- جدولي (١١-١) و (١٤-١) . ٢- تطبيق معادلة نجيب خروقة .

١-٣-٢-٦-١ الموازنة المائية المناخية (Climate Water Budget) :

هي العلاقة الكمية بين التساقط وكمية التبخر/النتح الكامن ، فعندما تكون كمية التساقط اكبر من مقدار التبخر/النتح الكامن يكون هناك فائض مائي ، وبالعكس عندما يكون التساقط اقل من التبخر/النتح ينتج عنه عجزاً مائياً^(١) .

ومن خلال الجدول (١-٢٤) نلاحظ ان المجموع السنوي للموازنة المائية في محطتي منطقة الدراسة تشهد عجزاً كبيراً ، ففي محطة دوكان بلغت (-٩٧٣,٧٨) وفي محطة السليمانية بلغت (-١٠٢٥,٦٧) ، مما يدل على ان الموازنة المائية يقل عجزها كلما ازداد الارتفاع لان المناطق المرتفعة تستلم كمية اعلى من الامطار من المناطق المنخفضة وتقل فيها كمية التبخر والنتح بسبب قلة معدل درجات الحرارة ضمن هذه المناطق . ويصل اعلى مستوى للعجز المائي في

فصل الصيف ، ففي محطة دوكان بلغ اعلى الشهر في (تموز و آب) اذ بلغ (-٢٧٩,٥) ، - (٢٦١,٤٨) على التوالي ، وفي محطة السليمانية بلغ اعلى الشهر في شهري (حزيران وتموز) اذ بلغ (-٢٤٢,٦٨ ، -٢٧٤,٢٦) على التوالي ، أما مجموعهما الفصلي لفصل الصيف في محطة دوكان بلغ (-٧٥٢,٢) ومحطة السليمانية بلغت (-٧٥٩,٣٧) مما يدل على ان الموازنة يقل عجزها كلما ازداد الارتفاع لان المناطق المرتفعة تستلم كمية من الامطار اعلى من بقية المناطق وتقل فيها كمية التبخر والنتح بسبب قلة معدل درجات الحرارة ضمن هذه المناطق . يوجد في محطة دوكان فائض في فصل الشتاء بمعدل فصلي بلغ (٢٢٦,٩٣ ملم) ، للاشهر (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) اذ تنشط التعرية المائية في هذا الفصل ، اما في محطة السليمانية يوجد فائض في فصل الشتاء اذ بلغ (٢٠٢,٦٤ ملم) ، نلاحظ انخفاض درجات الحرارة وكثرة الامطار وقلة التبخر في محطة دوكان للاشهر (تشرين الثاني ، كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط ، اذار ، نيسان) وفي محطة السليمانية للاشهر (تشرين الثاني ، كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط ، اذار) وينتج عن هذا الفائض نشاط عمليات التحلل الكيميائي اذ تعمل المياه الفائضة على نشاط التعرية المائية وتتغلغل المياه خلال المسامات و الشقوق والفواصل الموجودة في التربة والصخور فتعمل عملاً جيومورفولوجياً في الحت والتعرية والنقل والارساب ، اما في حالة العجز المائي لما تبقى من اشهر السنة فينعكس نشاط عمليات التحلل الفيزيائي وذلك بفقدان التربة الى المادة اللاصقة (المياه) التي تحافظ عليها من التعرية ، فتتعرض الى التجوية وعند هطول الامطار تكون عوامل التعرية اكثر قدرة على تعرية الطبقة السطحية لها لأن عملية التعرية تتغلب هنا على قوة اللصق (المقاومة) .

(١) سوسن كمال احمد ، الموازنة المائية المناخية في محطات محافظتي أربيل والانبار في العراق ، مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية ، العدد(٣٤) ، ٢٠١٩ ، ص ٣٦٤ .

جدول (٢٤-١) الموازنة المائية المناخية ضمن محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩ - ٢٠٢٠).

الفصل	الأشهر	محطة دوكان			محطة السليمانية		
		كمية التبخر	الفرق	كمية الامطار ملم	كمية التبخر	الفرق	كمية الامطار ملم
الشتاء	ك١	٣٣,٦٩	٧١,٤١	١٠٩,٤	٤٢,٥٩	٦٦,٨١	
	ك٢	٣٧,٨٤	٩٠,٤٦	١٢٤,٤	٣٩,٣١	٨٥,٠٩	
	شباط	٤٤,٥٤	٦٥,٠٦	٩٨,٥	٤٧,٧٦	٥٠,٧٤	
	المجموع	١١٦,٠٧	٢٢٦,٩٣	٣٣٢,٣	١٢٩,٦٦	٢٠٢,٦٤	
الربيع	اذار	٨٤,٧٥	٢٥,٦٥	٩٠,٥	٨٥,١	٥,٤	
	نيسان	١٠٨,٠٨	٣٥,٢٨-	٨٠,٢	١١٢,٨٦	٣٢,٦٦-	
	مايس	١٧٥,٠٨	١٤٥,٥١-	٣٠,٩	١٨٢,٦٧	١٥١,٧٧-	
	المجموع	٣٦٧,٩١	١٥٨,١٤-	٢٠١,٦	٣٨٠,٦٣	١٧٩,٠٣-	
الصيف	حزيران	٢١٢,٢٢	٢١١,٢٢-	١,٥	٢٤٤,١٨	٢٤٢,٦٨-	
	تموز	٢٧٩,٥	٢٧٩,٥-	٠	٢٧٤,٢٦	٢٧٤,٢٦-	
	آب	٢٦١,٤٨	٢٦١,٤٨-	٠	٢٤٢,٤٣	٢٤٢,٤٣-	
	المجموع	٧٥٣,٢	٧٥٢,٢-	١,٥	٧٦٠,٨٧	٧٥٩,٣٧-	
الخريف	أيلول	٢٢١,٠٤	٢١٨,٩٤-	٢,٠	١٨٠,٤٥	١٧٨,٤٥-	
	ت١	١٥٣,٣٥	١٣٠,٧٥-	٣٤,٤	١٢٠,٥٧	٨٦,١٧-	
	ت٢	٧٠,١٧	٧,٤٣	٩٠,٨	٦٤,٢	٢٦,٦	
	المجموع	٤٤٤,٥٦	٣٤٢,٢٦-	١٢٧,٢	٣٦٥,٢٢	٢٣٨,٠٢-	
	المجموع السنوي	٥٥٦,٩	١٦٨١,٧٤	١٠٢٥,٦٧-	١٦٣٦,٣٨	٩٧٣,٧٨-	

المصدر:- إعتامداً على جدولي (١٧-١) و(٢١-١).

*تم استخراج الموازنة المائية من خلال إيجاد الفرق بين عنصري (المطر والتبخر).

٤-١ خصائص الموارد المائية (Water Resources) :

تعد دراسة الموارد المائية أحد العوامل الطبيعية التي تسهم في تكوين اشكال سطح الأرض من خلال عمليتي الهدم والبناء ، ويعد التساقط بصوره المختلفه المصدر الرئيس لبحوض منطقة الدراسة ، تتمثل الموارد المائية في منطقة الدراسة على المياه السطحية وهي مياه احواض المنطقة ، فضلاً عن المياه الجوفية واللذان يعتمدان على التساقط المطري والتلجي التي تجري بعد سقوطها على السطح مكونة جداول مائية تتحد بأتجاه الجنوب منطقة المصب (بحيرة دوكان) ، وإن الزيادة في كمية الصرف يؤدي الى حدوث تعرية مائية ومايترتب على التعرية من مخاطر جيومورفولوجية . لذا يتطلب دراسة الموارد المائية لمنطقة الدراسة على النحو الآتي .

١-٤-١ المياه السطحية (Surface Water) :

هي المياه التي تجري على سطح الأرض مثل المجاري النهرية الدائمة والفصلية الجريان، وهي أهم موارد القطر المائية، على الرغم من أهمية الموارد المائية السطحية في القسم الشمالي الجبلي من العراق الذي يتصف بأن أمطاره شتوية، وصيفه جاف وطويل إلا أن صفة وديان الأنهار من الناحية الجيومورفولوجية لاتجعلها صالحة للاستغلال المباشر في الاعمال الزراعية أو الاستخدامات الأخرى^(١)، تعد مياه احواض منطقة الدراسة مياه جارية مؤقتة (موسمية الجريان) تصب مياه الاحواض في نهر الزاب الأسفل الذي يمر جنوب احواض منطقة الدراسة، وتعتمد الاحواض في تغذيتها على تساقط الامطار والثلوج اذا يتبع مناخ المنطقة مناخ البحر المتوسط فبدأ تساقط الامطار من شهر أيلول لغاية شهر مايس وتتغير كمية المياه السطحية والجوفية تبعاً لتغير كمية التساقط بين عام وآخر، وان اختلاف التضاريس ووجود العيون والينابيع التي تغذي الشبكة المائية كل هذه العوامل تؤدي الى استمرار تدفق المياه في الوادي الرئيس للحوض في حين تكون المراتب الأخرى موسمية الجريان لأنها تعتمد على التساقط، توجد في منطقة الدراسة عدد من الوديان الموسمية الجريان التي تنحدر وتجري باتجاه الغرب وتعتمد في تغذيتها على مياه تساقط الامطار والثلوج، تحدث فيها التعرية المائية بشكل واسع وترداد شدة التعرية المائية وخطورتها ولاسيما في موسم التساقط المطري وأهم هذه الوديان هو وادي ولي كفن وكرفت و وادي دولة كلو اللذين ينبعون من الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة، وتمتاز هذه الوديان بأنها فصلية الجريان في المراتب الأولى والثانية والثالثة ودائمة الجريان في المراتب الرابعة والخامسة والسادسة إلا أن مياه الاحواض يقل في فصل الصيف لانعدام التساقط مما يؤثر على كمية المياه الجارية فيها مقارنة بالفصل المطير، وتعتمد الاودية على مياه العيون والينابيع التي تكثر في منابعها العليا.

٢-٤-١ المياه الجوفية (Ground Water) :

يقصد بها جميع المياه الموجودة في التربة، أو هي المياه المتوافرة بدرجة كبيرة في بعض الصخور فتملأ الفراغات وتخرج الى سطح الأرض في شكل عيون طبيعية أو شكل آبار محفورة^(٢)، تتباين نوعية المياه الجوفية حسب احوالها الفيزيائية التي لها أثر في إذابة بعض العناصر المعدنية المذابة فيها، فضلا عن نوعية الصخور الحاوية عليها، توجد المياه الجوفية في مسامات الصخور المتصلبة بالترسبات غير المتصلة لذا فإن حركة المياه الجوفية خلالها تكون بطيئة غالبا ماتكون أقل من ١٠م/سنة، بينما يكون جريانها سريعا خلال الترسبات الحصوية والشقوق الكبيرة الناتجة عن الاذابة^(٣)، ومن خلال تحليل التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة يمكن معرفة نوعية التكوينات من حيث قابليتها الخزنية للمياه الجوفية، ويمكن توضيح الخزانات الجوفية في المنطقة كالاتي :

(١) وفيق حسين الخشاب وآخرون، الموارد المائية في العراق، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٨٣، ص ٤٤ .

(٢) - جوان سمين احمد الجاف، المياه الجوفية في محافظة السليمانية واستثمارها، قسم الجغرافية، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص ٦٤ .

(3) S. W.Kohman , Ground Water Hydraulics , U. S. Geobical Surrey professional, 1979, p.708.

١- العيون والينابيع :

تعد العيون والينابيع المائية من الظواهر الطبيعية المهمة لاستقبال المياه الجوفية من الأرض ، تكثر ظاهرة الينابيع في المنطقة الجبلية في قضاء بشدر بالدرجة الأولى من ضمنها منطقة الدراسة ، ولاسيما عند خطوط الفوالق والانكسارات ، وتعد نوعية هذه المياه ممتازة ، وهي أفضل أنواع المياه الجوفية الموجودة في شمال العراق ، وذلك لانخفاض نسبة الاملاح فيها بحدود (٢-٣٥٠) مليغرام في اللتر الواحد ، ويمكن استخدامها في الأغراض المنزلية والاستخدامات الصناعية ، وتؤثر هذه العيون والينابيع تأثيراً واضحاً على توزيع المستوطنات السكنية ولاسيما في الريف داخل أحواض منطقة الدراسة^(١) ، تظهر الينابيع في المنطقة على سفوح المنحدرات الجبلية في حوض ولي كفن ، ولها أهمية حيوية فهي تعد المصدر الثاني لاستمرارية جريان المياه في وادي لي كفن والمصدر الرئيسي للمياه لسكان هذه المنطقة ، ومن الينابيع المائية في منطقة الدراسة ينبوع داودية الذي يقع على ارتفاع ٧٩٨ متر بمعدل تصريف (١٥ لتر/ثا) ، ينبوع خرج به ردان الذي يقع على ارتفاع ٧٣٠ متر ، بمعدل تصريف (١٥ لتر/ثا) ومياه تلك الينابيع عذبة^(٢) .

٢- الآبار : Wells

تؤخذ المياه من الخزان الجوفي بوساطة الآبار ، وتنزح منها المياه يدوياً أو باستخدام المضخات ، ويلحظ من الخريطة (١-٨) التي توضح مواقع الآبار لأحواض منطقة الدراسة ، إذ تنتشر أغلب آبار منطقة الدراسة في المنطقة الجنوبية في الأجزاء المنخفضة ولاسيما في المناطق السهلية ، بلغ عدد الآبار في (١٤) بئر في منطقة الدراسة ، الصورة (٢-١) :

٣- الخزانات الجوفية لتكوينات عصر الكريتاسي :

تتمثل هذه التكوينات في تكوين عقرة - بخمة يتألف هذا التكوين من الحجر الجيري والدولومايت ، وهو من الخزانات المائية التكهفية والتكسرية حيث توجد التكهفات وأنظمة الفواصل التي اعطتها مسامية ثانوية جيدة ، ومن خلال عملية الضخ الاختباري لآبار هذا التكوين ، هو خزان مائي غير محصور لكن في بعض المناطق يتحول الى خزانات محصورة بفعل ترسبات شيرانش الحاوية على الطين الجيري ، أو تواجد تكوينات الزمن الثلاثي وترسبات الزمن الرباعي فوق هذا التكوين^(٣) .

٤- الخزانات الجوفية ضمن ترسبات الزمن الرابع :

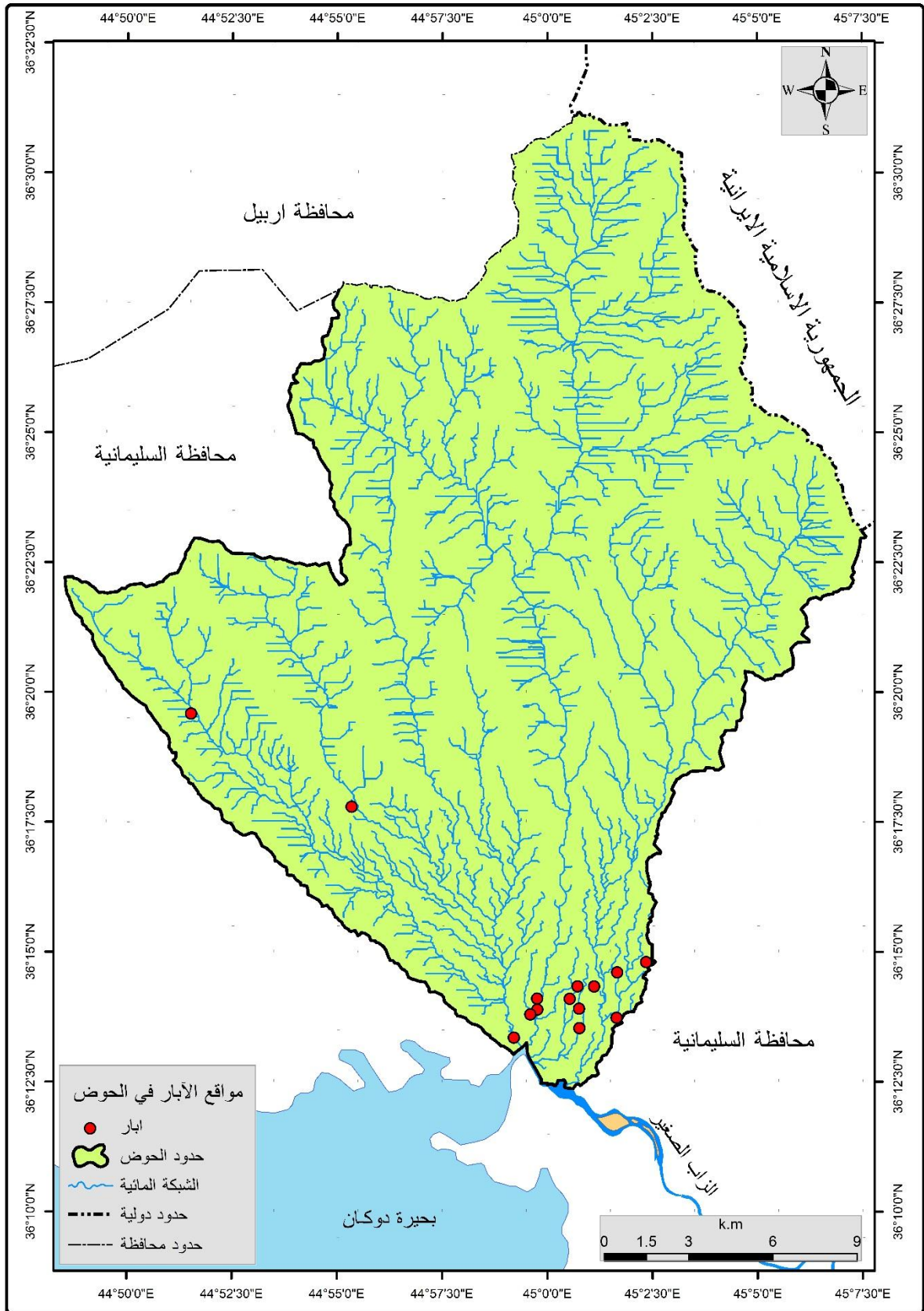
وهي خزانات عالية المسامية تتمثل بترسبات المراوح الغرينية ، وهي خزانات جيدة تكون تحت الرواسب السهلية ، وتتكون من شضايا الصخور والحصى والرمل والطين ويبلغ سمكها

(١) جوان سمين أحمد الجاف ، المياه الجوفية في محافظة السليمانية واستثمارها ، ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠١١ ، ص ٦٨ .

(٢) علي حسن علي ، ناوي زيرزه وي له قه زاي بشده ردا (ليكولينه وه يه كي هايديرولوجية) ، نامه ماستر (بلاونة كراوة) ، زانكوى سليمان ، كوليجي زانسته مروفايه تيه كاني ، ٢٠١١ ، ص ١٥٤ .

(٣) نصير حسن البصراوي ، دراسة هيدرولوجية لمنطقة لوحتي (N J-38-15) ومهاباد (N J-38-14) مقياس 1: 250000 ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، شعبة المياه الجوفية ، بغداد ، ٢٠٠٧ ، ص ١٩

الخريطة (٨-١) مواقع الابار في احواض منطقة الدراسة .



الصورة (٢-١) احد الابار الموجودة جنوب منطقة الدراسة



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

(٢-١٠) متر ، أما الخزانات الأخرى المتمثلة بترسبات المنحدرات تتكون أسفل المنحدرات وتتكون من خليط من شظايا صخرية ، يختلف سمكها بين (١-٥) متر^(١) .

٥-١ خصائص التربة (Soil) :

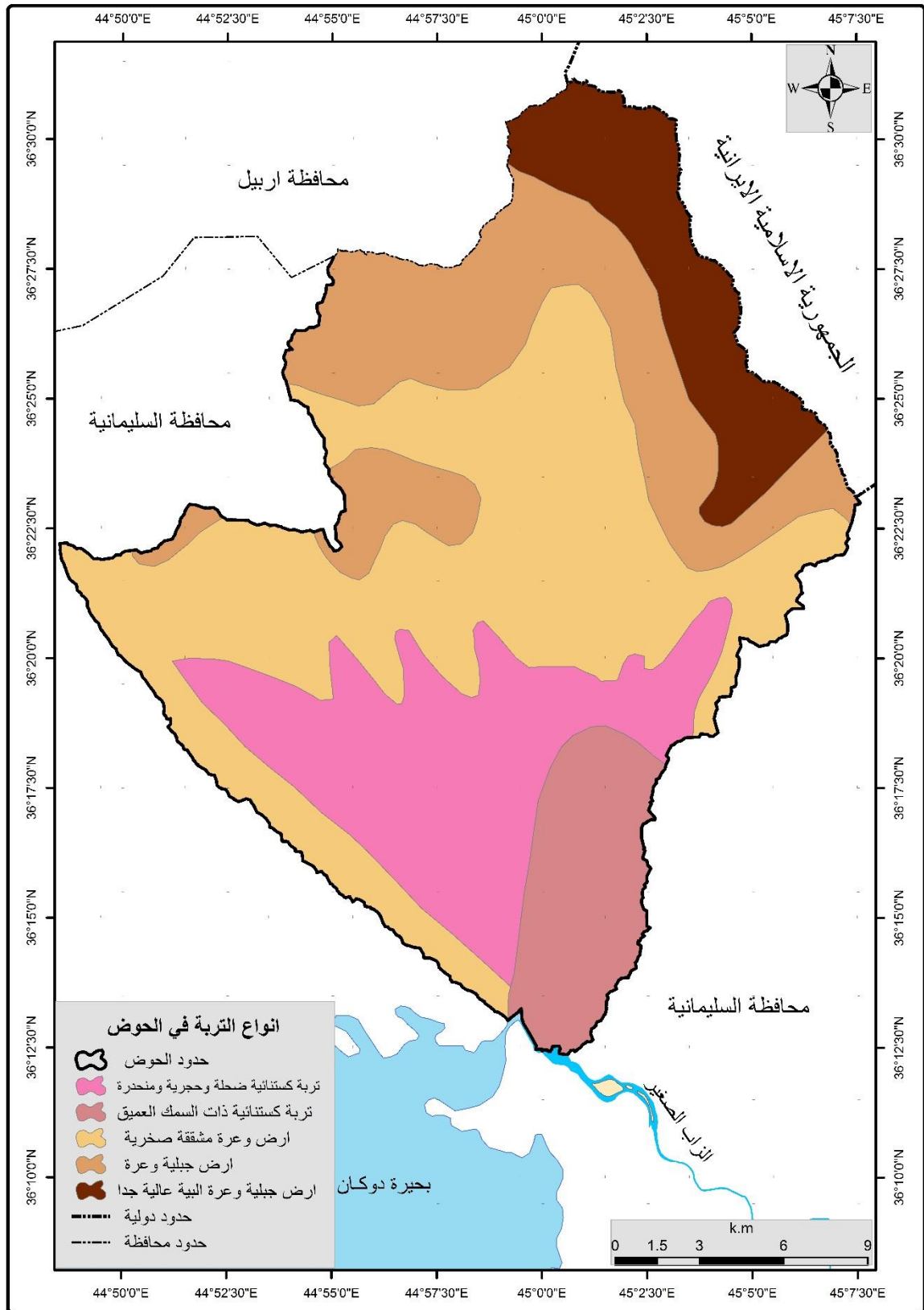
يتباين سمك التربة من مكان إلى آخر ، إذ يتراوح بين بضعة سنتمترات الى عدد من الامتار وتتكون من عناصر مختلفة ناتجة من تفتت الصخور ، فضلاً عن عناصر عضوية ناتجة عن تحلل البقايا النباتية والحيوانية^(٢) . تعد دراسة التربة أهمية كبيرة بالنسبة لدراسة الاحواض المائية ، لأن لها أثر مهم في عمليات الجريان السطحي والتعرية المائية ، والتي تؤثر في كمية وزمن مايترسب من المياه داخل التربة وذلك لان التربة شديدة التحبب تمتص الماء اكبر من التربة المنفردة الحبات ، نلاحظ ذلك من كمية المياه الجارية خلال زخات المطر الشديدة فوق تربة مكشوفة والتي تساوي مايقارب ضعفي الى أربعة اضعاف كمية المياه الجارية فوق التربة المغطاة بالنبات^(٣) . وتتباين تربة المنطقة تبعاً لتباين درجة التضرس ونوع الصخور الاصلية والمناخ وكثافة النبات الطبيعي ، كما تعد ترب المنطقة نتيجة من نتائج عمليات التعرية المائية ، وقد صنفت ترب منطقة الدراسة على أساس (Buring)، الخريطة (١-٩) والجدول (١-٢٥) . وقد وجد أن الترب تتكون من خمس أصناف هي :

(1) Qays J. Saud, Ridha A.A. Muhammad, Hydrogeological and Hydchemical Study of Sulaimaniya Quadrangle NI -38-3-10 Scale : 1: 250000Bagdad , Cit 2010, p 20 .

(٢) خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية) ، الطبعة الأولى ، دار صفا للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٥ ، ص ١٣٣ .

(٣) فوت ، ل.م تورك ، اساسيات علم التربة ، ترجمة صالح محمود ميرجى ، وعبدالله نجم الفاني ، جامعة بغداد ، الطبعة الخامسة ، ١٩٧٨ ، ص ٤٨١ .

الخريطة (٩-١) أنواع الترب في منطقة الدراسة .



Buringh . p.s. solis and solis conditions in Iraq , directorate of agricultural research and projects , Baghdad, 1960 .

الجدول (١- ٢٥) أنواع الترب في منطقة الدراسة .

النسبة %	المساحة كم ^٢	نوع التربة	
٢٠,٠٩	٩٧,٤٢	تربة كستنائية ضحلة وحجرية ومنحدرة	١
٨,٨٤	٤٢,٨٨	تربة كستنائية ذات السمك العميق	٢
٣٩,٦٣	١٩٢,١٨	أرض وعرة مشققة	٣
٢٠,٧٠	١٠٠,٣٨	أرض جبلية وعرة	٤
١٠,٧٢	٥١,٩٩	أرض جبلية وعرة البية عالية	٥
١٠٠	٤٨٤,٨٦	المجموع	

المصدر : إتماداً على برنامج GIS .

١-٥-١ تربة كستنائية ضحلة وحجرية ومنحدرة :

نتجت هذه التربة من عملية تآكل الجبال وتعريتها ، اذ تتعرض هذه الترب الى تعرية مائبة عن طريق تيارات مائية قادمة من أعالي الجبال ، وتتكون من الحصى مع طبقة رقيقة من الطمي المحمر والطين ، وغالباً ما تكون على شكل طبقات مطوية ، وتظهر هذه الطبقات على السطح في بعض الأماكن وتظهر غالباً في بعض المناطق التي تشهد تعرية مائية أخدوديه عميقة ، وتكون هذه الترب ضحلة ومنحدرة^(١) ، تتوزع هذه الترب في منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي والجنوبي الشرقي ، وهي ذات لون بني غامق وترتبتها السطحية هشة وضحلة ، تشغل هذه التربة مساحة مقدارها (٩٧,٤٢ كم^٢) وبنسبة (٢٠,٠٩%) .

٢-٥-١ تربة كستنائية ذات السمك العميق :- وهي تربة عميقة خالية من الاملاح وتتميز بأبسطها ، وتعد من اجود أنواع الترب وأكثرها خصوبة كما أن أنتاجها الزراعي عالي جداً ، وتتميز هذه التربة بنسيجها المتوسط النعومة وتنتشر في الوديان الجبلية ومدرجاتها^(٢) .

وتزداد نعومة مع العمق ، أما الطبقة الداخلية مكونة من ذرات ذات حافات حادة ولون بني وتتواجد على عمق (٣٠-٥٠ سم) تحت السطح ويتغير لونها من البني الغامق الى البني الرمادي والفتح بإزدياد العمق^(٣) ، وهي من الترب الجيدة للزراعة ، اذ تسود فيها الزراعة الدائمة باستثناء مايعطي المنحدرات من الترب الخشنة والحصوية ، وتتميز هذه الترب باختلاطها بالحصى وهو سبب في جعل هذه التربة ضعيفة التجانس وعالية المسامية التي تزيد من نشاط التعرية المائية ولاسيما عند هطول الشدات المطرية العالية في المناطق المنحدرة يلحظ الصورة(١-٣) ، بلغت المساحة التي تغطيها هذه التربة بحدود (٤٢,٨٨ كم^٢) وبنسبة مئوية (٨,٨٤%) وتغطي هذه التربة جنوب شرق منطقة الدراسة .

(1) Buringh . p.s. solis and solis conditions in Iraq , directorate of agricultural research and projects , Baghdad, 1960, p218 .

(٢) شيروان برايم رسول ، المقومات الطبيعية للسياحة البيئية في قضاء بشدر بإقليم كردستان-العراق ، دراسة في الجغرافية الطبيعية ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٥ ، ص ٤٢ .

(3) Buringh . p.s. Op. Cit . p 227 .

الصورة (٣-١) التربة الكستنائية ذات السمك العميق في حوض دولة كلو



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠/١١/٢٠٢١ .

٣-٥-١ أرض وعرة مشققة صخرية :-

وهي ترب حديثة التكوين تمتاز بكونها وعرة ومشققة وصخرية بسبب عوامل الارتفاع والانحدار فضلاً عن نشاط فعالية التعرية المائية مما انعكس ذلك على سمك التربة ، تتصف هذه التربة بصلابتها وهي تربة قليلة الى متوسطة السمك تغطيها الصخور الكلسية التي هي مادة الأساس التي اشتقت منها هذه التربة^(١) ، بلغت المساحة التي تغطيها هذه التربة بحدود (١٨,١٩٢ كم^٢) ، وبنسبة مئوية (٦٣,٣٩ %) تغطي هذه التربة أغلب أجزاء منطقة الدراسة .

٤-٥-١ أرض جبلية وعرة :-

وهي ترب صخرية فيها نسبة عالية من الحصى والاحجار بالقرب من منحدراتها وتتصف هذه التربة بسرعة جفافها . وبضعف النشاط البايولوجي فيها بسبب قلة نباتها وبقاياها الميتة ولبطء تحللها^(٢) . وتتميز هذه التربة بأنها ضحلة جداً ، وتتكون فوق حجارة وصخور معظمها كلسية ورمالية وطفلية^(٣) ، أو جبسية ، اذ تنتشر في المناطق المرتفعة بأكثر من (١٥٠٠ م) ، يغطي هذا النوع من التربة مساحة مقدارها (٣٨,١٠٠ كم^٢) وبنسبة مئوية (٧٠,٢٠ %) من

(١) عباس فاضل السعدي ، جغرافية العراق ، ط١، الدار الجامعية للطباعة والنشر ، ٢٠٠٨ ، ص٩٤ .

(٢) السيد خالد علي المطيري ، جغرافية التربة ، الطبعة الأولى ، الدار السعودية للنشر والتوزيع ، جدة ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٤ ، ص ١٧٠ .

(3) Buringh . p.s. Op. Cit . p 220 .

المساحة الكلية ، وتتصف بأنها صخرية قليلة السمك وضحلة ، لذا فإنها تمتاز بمقاومتها للتعرية المائية لكنها تتعرض للتجوية التي تعمل على تفكك وتحلل الصخور وتهيئتها للتعرية المائية .

٥-٥-١ تربة جبلية وعرة ألبية عالية جداً :-

يسود هذا النوع من الترب في الأقسام العليا من الجبال ، ولاسيما جبال قنديل وهي منشقة من الصخور المتحولة ومن الكرانيت وحجر الكلس وهي ضحلة وقليلة السمك وصخرية ولشدة انحدارها تتعرض الى التعرية المائية (١) ، تغطي هذه التربة مساحة مقدارها (٥١,٩٩ كم^٢) وبنسبة مئوية بلغت (١٠,٧٢%) من المساحة الكلية .

تتعرض التربة في منطقة الدراسة الى مشكلة الجرف المستمر، ولاسيما في مناطق السفوح الجبلية العليا والوسطى بسبب انحدار الأرض ونشاط عوامل التعرية خاصة التعرية المائية المتمثلة بالامطار مما يؤدي الى جرف التربة من تربة السفوح نحو المناطق المنخفضة المجاورة لها .

٦-١ خصائص النبات الطبيعي (Natural Plant) :-

تحدث ظاهرة التعرية المائية في التربة نتيجة عناصر المناخ من الامطار والرياح ودرجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة بتأثيرها على سطح التربة ، ولاشك فيه ان للغطاء النباتي أثراً كبيراً في زيادة أو انخفاض نسبة هذه التأثيرات ودرجة التعرية والانجراف ، يلعب الغطاء النباتي أثراً كبيراً في حماية السفوح والمنحدرات من ظاهرة التعرية والانجراف ولاسيما التعرية المائية التي تحصل نتيجة لسقوط الامطار الغزيرة والرياح القوية ، وعليه من الضروري الاهتمام بالغطاء النباتي الموجود في المناطق المنحدرة والسفوح لأن هذا الغطاء يعمل على تثبيت التربة بوساطة جذوره ويقال من ضربات قطرات الامطار إلا أنه يختلف من مكان الى آخر بحسب الأقاليم التي ينتشر عليها ومن هذه الأقاليم إقليم المنطقة الجبلية في شمال العراق (٢). ونظراً لتباين تضاريس منطقة الدراسة حيث وجود الجبال المرتفعة والسفوح المنحدرة المجاورة لها ولاختلاف التوزيع الجغرافي في قضاء بشدر تتوزع أنواع مختلفة من النباتات الطبيعية كما موضح في الخريطة (١-١٠) ، والجدول (١-٢٦) ، ويمكن تقسيمها كالآتي:

١-٦-١ النباتات الألبية :-

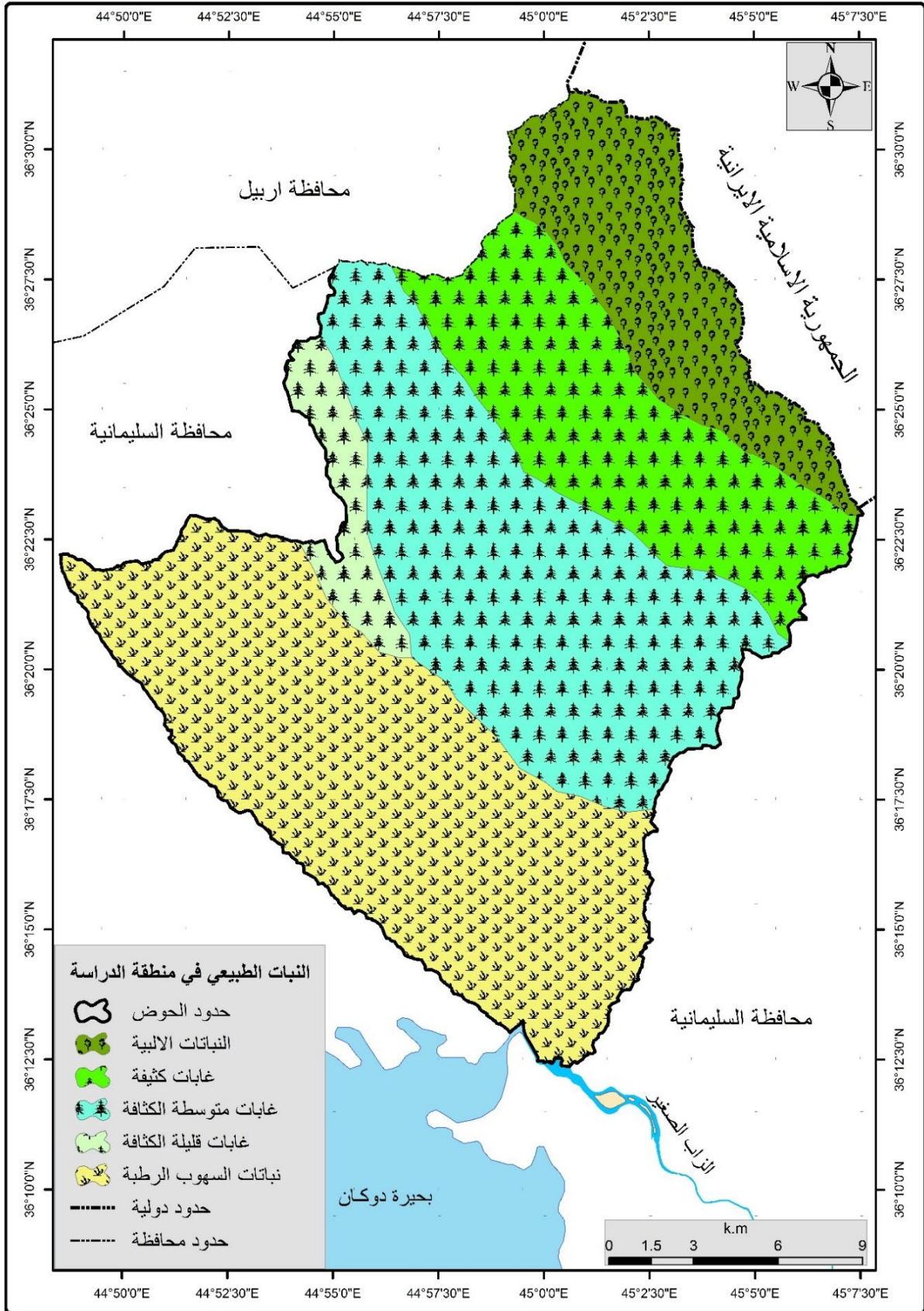
تمتاز هذه النباتات بكثافتها وحشائشها المطرية والنفضية واكثر هذه النباتات تكون شوكية وتنتشر في منطقة الجبال العالية المعقدة الالتواء في اقصى الشمال الشرقي من قضاء بشدر لاسيما سلاسل جبال قنديل وتقع ضمن مناخ البحر المتوسط (٣) . يغطي هذا النوع من النباتات مساحة مقدارها (٦٣,٧٤ كم^٢) وبنسبة مئوية (١٣,١٤ %) من المساحة الكلية ، وتوجد في اقصى الشمال الشرقي من منطقة الدراسة تحديداً في جبال قنديل .

(١) جوان سمين احمد الجاف ، مصدر سابق ، ص ٣٧ .

(٢) يابوز شفيق عبدالله ، أسس تنمية الغابات ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ ، ص ٤١ .

(٣) جميل نجيب عبدالله ، الغابات الطبيعية في شمال العراق ، مجلة كلية الاداب ، جامعة البصرة ، العدد الخامس ، مطبعة دار الطباعة الحديثة ، البصرة ، ١٩٧١ ، ص ٢١٥ .

خريطة (١٠-١) النبات الطبيعي في منطقة الدراسة .



المصدر: إتماداً على المرئية الفضائية 8 Land Sat واستخدام برنامج (Arc Map Gis 10.4.1) .

الجدول (٢٦-١) أنواع نباتات منطقة الدراسة ومساحاتها ونسبها .

ت	أنواع الترب	المساحة (كم ^٢)	النسبة %
١	نباتات البنية	٦٣,٧٤	١٣,١٤
٢	غابات بلوط كثيفة	٨٦,٦٣	١٧,٨٦
٣	غابات بلوط متوسطة	١٣٩,٨٤	٢٨,٨٥
٤	غابات بلوط قليلة الكثافة	١٨,٦٠	٣,٨٤
٥	نباتات السهوب الرطبة	١٧٦,٠٥	٣٦,٣١
	المجموع	٤٨٤,٨٦	%١٠٠

المصدر : إتماداً على الخريطة (١٠-١) باستخدام برنامج Arc GIS .

٢-٦-١ غابات البلوط الكثيفة :-

وهو من عائلة أشجار البلوط تعد من الناحية الايكولوجية مشابه لصفات الغابات الاوربية السيبيرية وهي غابات نفضية تنمو على ارتفاع يتراوح بين (١٨٠٠-٥٠٠) م . توجد في منطقة الدراسة أسفل النباتات الالبية في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة ، بمساحة (٨٦,٦٣ كم^٢) ، وبنسبة تصل ١٧,٨٦ % من المساحة الكلية .

٣-٦-١ غابات بلوط متوسطة الكثافة :

وتنمو هذه الأشجار على ارتفاع يتراوح بين (١٣٠٠-٧٥٠) م وبطول سترأوح بين (١٠-٢٠) م وينتشر هذا النوع في المناطق الشمالية الشرقية من محافظة السليمانية وتمتاز هذه الاخشاب بأنها ذات اخشاب صلبة مقاومة للتعفن تستخدم لانتاج الفحم (١) ، ينتشر هذا النوع من النباتات في منطقة الدراسة بمساحة (١٣٩,٨٤) كم^٢ ، وبنسبة (٢٨,٨٥ %) من المساحة الكلية.

٤-٦-١ غابات بلوط قليلة الكثافة :

وهي شجرة معمرة نفضية يعد هذا النوع محدود الانتشار ولا ينمو في المناطق التي يقل ارتفاعها عن ١٢٠٠ م لانه يحتاج الى رطوبة عالية وهي شجرة متوسطة الارتفاع ، وتتميز الثمار بأنها بلوطية فردية مغطاة بالخراسف (٢) ، تنتشر في منطقة الدراسة باجزاء قليلة في شمال غرب منطقة الدراسة ، بمساحة (١٨,٦٠ كم^٢) ، وبنسبة (٣,٨٤ %) من المساحة الكلية .

٥-٦-١ نباتات السهوب الرطبة :

وهي حشائش عشبية قصيرة يتراوح ارتفاعها من (٦-١٢ بوصة) تنمو في المناطق التي تمتاز ظروفها المناخية بمدى حراري كبير ، واكبر الكميات المطرية تسقط في فصل الربيع اذ

(١) سعد صباح حسن ، النبات الطبيعي في محافظة السليمانية واثره في التنمية المستدامة ، رسالة ماجستير ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٢٠ ، ص ٨٠ .
(٢) المصدر نفسه مصدر ، ص ٨٠-٨١ .

تساعد هذه الظروف على نمو الأشجار وتكون نباتاته بشكل متصل^(١) ، ينتشر هذا النوع من النبات في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة والتي تكون أغلب نباتاتها من نوع النباتات الحولية والتي سرعان ماتنتهي مدة حياتها بعد دخول فصل الصيف عدا بعض النباتات المعمرة التي تكيفت لمقاومة الجفاف الطويل ومن أشهر هذه النباتات هي أشجار الشيح والقيصروم والكسوب مما يظهر لون هذه الفئة يظهر باللون الأصفر ، تنتشر في منطقة الدراسة بمساحة (١٧٦,٠٣ كم) ٢ ، وبنسبة (٣٦,٣١%) من المساحة الكلية .

٧-١ الخلاصة :

تتكشف في المنطقة مكاشف صخرية ممتدة من الزمن الجيولوجي الثاني (الكريتاسي) الى الزمن الجيولوجي الرابع (الهولوسين) وان اغلب منطقة الدراسة هي ضمن تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني (الكريتاسي) بمساحة (٢١٦,٢٨٥ كم^٢) ، اتضح ان منطقة الدراسة متباينة في تضاريسها ، ومن خلال DEM منطقة الدراسة قسمت المنطقة الى عشر فئات ارتفاعية تبدأ من اقل ارتفاع الذ بلغ (٤٨٢ م) فوق مستوى سطح البحر عند جنوب المنطقة عند منطقة مصب الاحواض في نهر الزاب الصغير، لتصل الى اعلى ارتفاع في المنطقة (٣٤١٠ م) فوق مستوى سطح البحر وذلك في شمال المنطقة تحديداً عند جبال قنديل، وان هذا التباين في الارتفاع يعمل على سرعة الجريان السطحي ونشاط العمليات الجيومورفولوجية ولاسيما التعرية المائية ، وتبين من خصائص الانحدار ان اكبر مساحة في منطقة الدراسة في (نطاق الأراضي الشديدة الانحدار) ، اذ تبلغ مساحة (١٥٦,٥٤ كم^٢) ، بنسبة (٣٢,٢٨%) من مجموع مساحة المنطقة الكلية وبعد هذا النطاق اكبر انطقة منطقة الدراسة ، كما تبين ان اتجاه الانحدار الذي يشمل عشر اتجاهات للانحدار ، وقد تبين ان الاتجاهين الجنوب والغربي هما السائدين في منطقة الدراسة بنسبة (١٧,٢٣ – ١٧,٥٥%) على التوالي من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، وتبين ان المناخ بعناصره المختلفة من العوامل المهمة التي لها دور كبير في نشاط العمليات الجيومورفولوجية لاسيما التجوية والتعرية المائية والترسيب ولها دور فعال في التحكم بجريان المياه السطحي ، كما تبين ان نوع المناخ السائد هو المناخ الرطب حسب معادلة ديمارتون ، واتضح ان ترب المنطقة هي نتيجة من نتائج عمليات التعرية المائية ، وقد صنفت ترب منطقة الدراسة على أساس (Buring) الى خمسة أصناف ، وان اكثر الترب انتشاراً هي ارض وعرة مشققة اذ بلغت مساحتها (١٩٢,١٨ كم^٢) وبنسبة (٣٩,٦٣%) ، وقد لاحظ ان ترب المنطقة تتعرض الى مشكلة جرف مستمر ولاسيما في مناطق السفوح الجبلية العليا والوسطى بسبب انحدار الأرض ونشاط عمليات التعرية المائية .

يتضح مما سبق تحقيق صحة الفرضية الأولى وهي (ان لمنطقة الدراسة خصائص طبيعية تتميز بها ، ولها تأثير على عمليات التعرية المائية) .

(١) سعدي عاكول منحي ، حسام كنعان وحيد ، جغرافية الأقاليم النباتية (العراق انموذجاً) ، الطبعة الأولى ، مطبعة نور الحسن ، بغداد ، ٢٠٢٠ ، ص ٩٢ .

الفصل الثاني

تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض

منطقة الدراسة

تمهيد :

تعد الدراسات المورفومترية أحد الاتجاهات الحديثة لدراسة الاحواض النهرية وتمثل أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية للأحواض المائية ونظام التعرية المائية ، اذ يعبر عن العلاقات بين العوامل المؤثرة في عمليات الحت والتعرية والترسيب وبين الظواهر الأرضية الناتجة عنها ، وتتباين الاحواض المائية في مساحاتها واشكالها وتضاريسها وخصائص شبكة التصريف المائي وفقاً للظروف الجيولوجية والمناخية والحركات الأرضية ، وان لهذه الظروف تأثير كبير في نشاط عمليات التعرية المائية والترسيب المائي المسؤول عن توسيع مساحة الاحواض المائية . كما تؤثر الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة في خصائص الجريان المائي وإمكانية استثماره ضمن المشاريع التنموية مثل صيانة التربة والموارد المائية . تم الاعتماد في دراسة احواض منطقة الدراسة على الخرائط الطبوغرافية للمنطقة بمقياس ١:٢٥٠٠٠٠ والدراسات الميدانية ، فضلاً عن تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض . ويبلغ اعداد احواض الدراسة ٣ أحواض ، الخريطة (٢-١) .

١-٢ الخصائص المساحية (Characteristics Area) :

ان دراسة الخصائص المساحية ذات أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية من خلال تأثيرها في حجم الجريان المائي وعلاقتها بتكوين اعداد واطوال الشبكة النهرية التي تتباين في مساحتها بشكل كبير ، اذ توجد علاقة طردية بين المساحة واحواض الصرف ، أي كلما زادت مساحة الاحواض زادت اعداد واطوال الشبكة النهرية ، ويؤثر ذلك على حجم التصريف المائي^(١) . وتتباين الاحواض المائية في مساحتها تبعاً لتباين عوامل عديدة ، وتشمل مجموعة من المتغيرات وهي :-

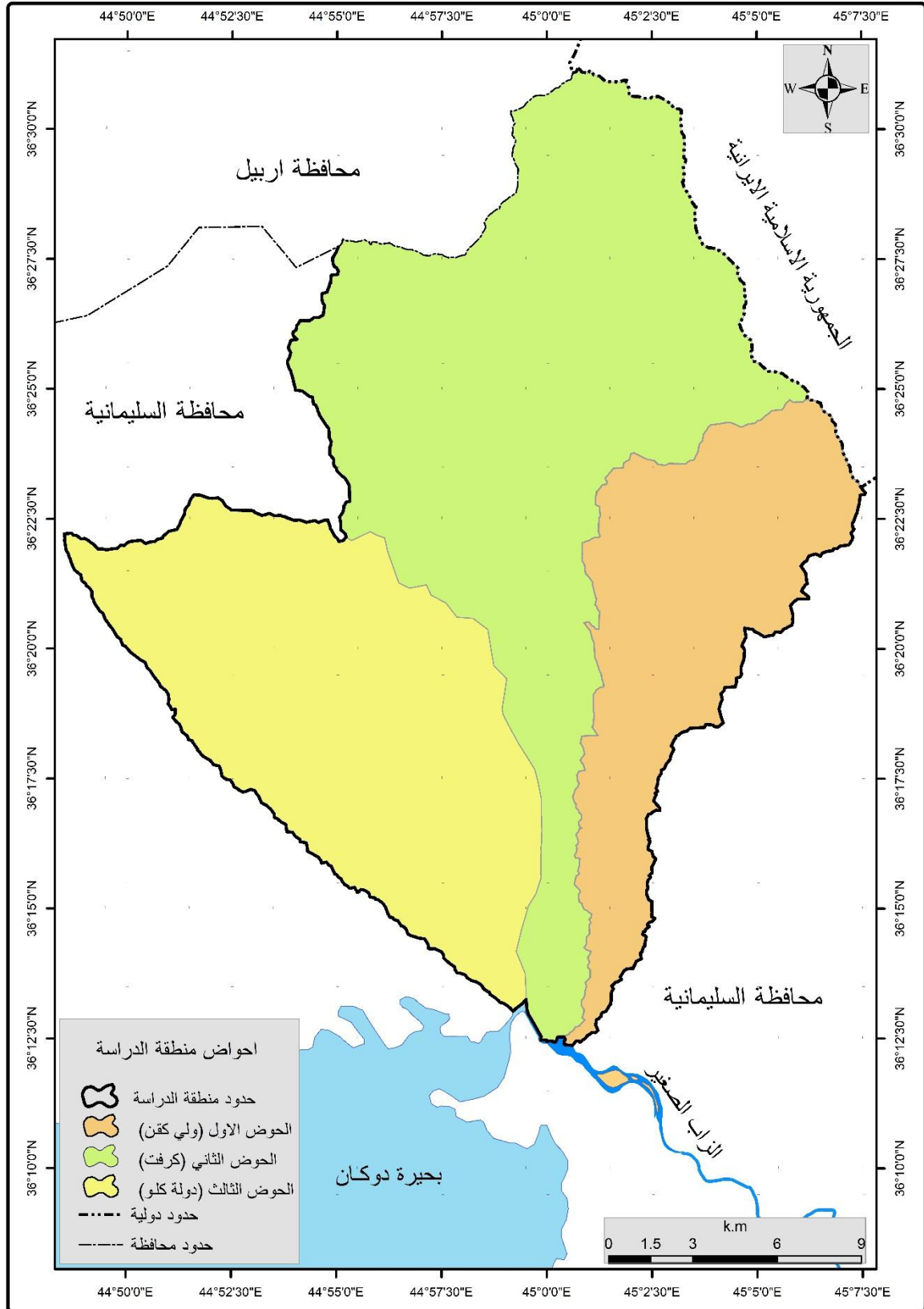
١-١-٢ المساحة الحوضية (Basin Area) :

تمثل المساحة البداية لدراسة أية ظاهرة على سطح الأرض ، لأنها تمثل الحيز الذي تشغله تلك الظاهرة على السطح ، لأن لها علاقة وثيقة ومباشرة بنظام شبكة التصريف ، ولاسيما اعداد واطوال المجاري وكمية التصريف وحجم الرواسب ، فكلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الامطار التي يستقبلها مما يؤدي الى زيادة الحمولة النهرية ، هذا على افتراض ثبات بقية المتغيرات الأخرى كنوع الصخر وتضرسه وشكل شبكة التصريف^(٢) . كما إن لعامل المساحة في احواض منطقة الدراسة أهمية كبيرة ، لان هذا العامل يؤثر في حجم التصريف المائي ، مما يؤثر في نشاط العمليات

(1) A. Strahlar , Physical Geography . John Wiley and Sons , United States of America, 1975, P456 .

(٢) علي عبد الزهرة الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، مطبعة جامعة بغداد ، ٢٠١٢ ، ص ٩٢ .

الخريطة (١-٢) أحواض منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، لعام ٢٠١٨، بدقة تمييزية (٢,٥ م) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1).

والظواهر الجيومورفولوجية في احواض منطقة الدراسة .تم حساب مساحة احواض منطقة الدراسة باستخدام برنامج Arc GIS 10.4.1، الجدول (٢-١) ، بلغت مساحة الحوض الرئيس (٤٨٤,٨٦ كم^٢) . اذ سجل الحوض الثاني اكبر مساحة (٢٢٩,٣٤٩ كم^٢) بنسبة (٤٧,٣٠٣ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، ويليه الحوض الأول بمساحته (٩٩,٤٥٠ كم^٢) بنسبة (٢٠,٥١١ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، اما الحوض الثالث سجل اصغر مساحة بلغت (١٥٦,٠٦٥ كم^٢) بنسبة (٣٢,١٨٥ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، ويؤثر نوع الصخور والتضاريس الأرضية والمناخ وعامل الزمن في العمليات الجيومورفولوجية المتمثلة بالتعرية المائية والترسيب ، إن هذه العمليات تكون مسؤولة عن توسع الحوض وزيادة مساحته من خلال الحت التراجعي والاسر النهري . يرى الباحث أن سبب التباين في مساحة الاحواض نتيجة حركات تكتونية وظروف مناخية متمثلة بالامطار عملت على اتساع مساحة احواض منطقة الدراسة نتيجة زيادة نشاط التعرية المائية في ظل ظروف مناخية رطبة ، اذ تزداد المساحة الحوضية عند وجود تكوينات قليلة المقاومة للتعرية المائية.

جدول (١-٢) الخصائص المساحية لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	المساحة الحوضية /كم ^٢	النسبة المئوية للمساحة %	اطوال الاحواض /كم	متوسط عرض الحوض /كم	محيط الاحواض /كم
الحوض الرئيس	٤٨٤,٨٦	١٠٠%	٣٤,٦٠٨	١٦,٠٩٦	١٢٠,٩٥٦
الحوض الأول (ولي كفن)	٩٩,٤٥٠	٢٠,٥١١	٢٤,٥٥٦	٥,٩٥١	٦٨,٦٤١
الحوض الثاني (كرفت)	٢٢٩,٣٤٩	٤٧,٣٠٣	٣٤,٦٠٨	٩,١٧٦	١٠٣,١٠٢
الحوض الثالث (دولة كلو)	١٥٦,٠٦٥	٣٢,١٨٥	٢٣,٣٤١	٧,٦٥٣	٥٩,٩٤٨

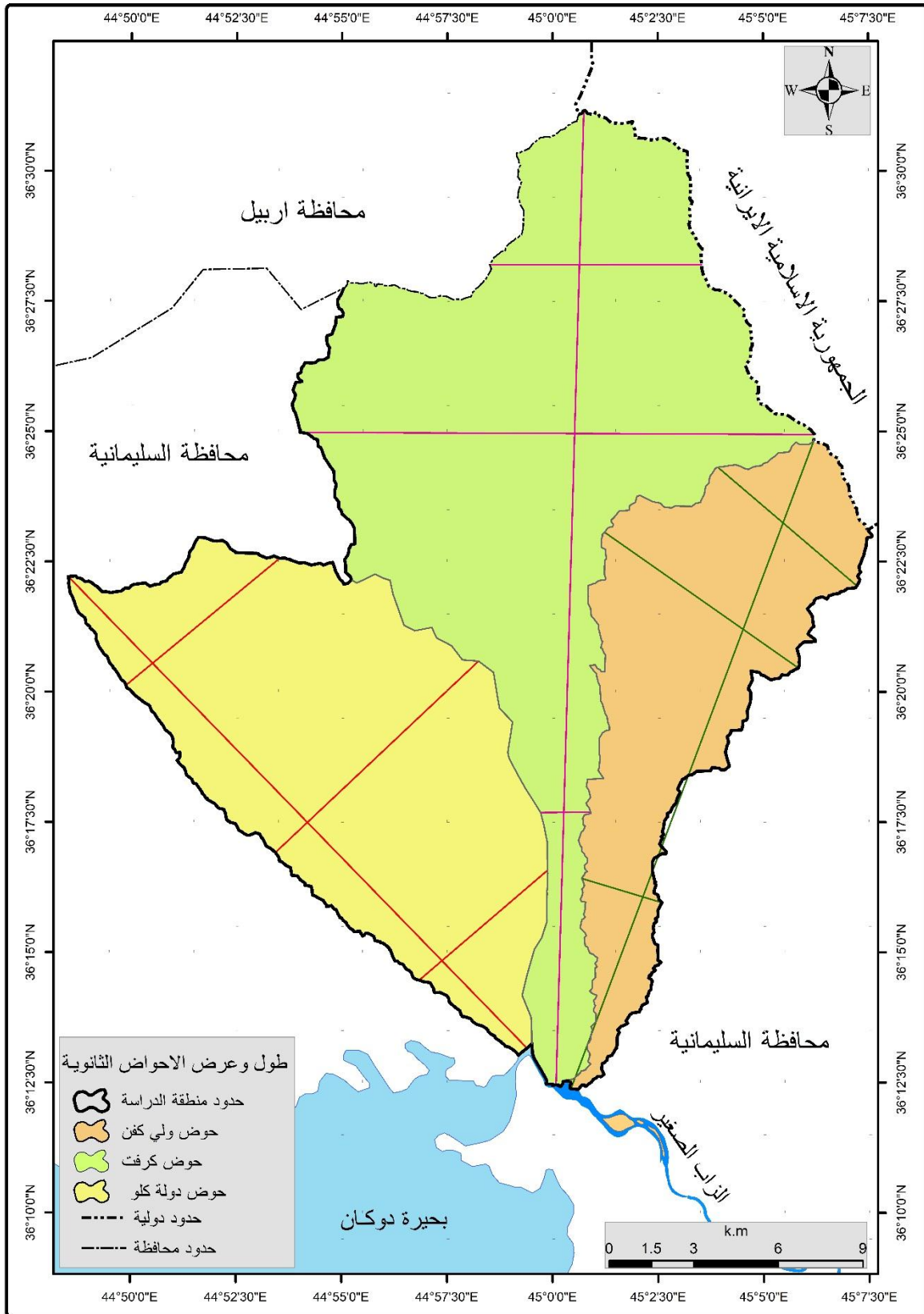
المصدر : إعتماًداً على برنامج Arc GIS .

٢-١-٢ اطوال الاحواض (Basin Length) :

يعد من المتغيرات التي تتحكم بعملية الجريان المائي والتعرية المائية ، لانه يؤثر في مدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية ، وهناك تناسباً طردياً بين معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مخرج الحوض^(١) . وتم تحديد طول الحوض من خلال رسم خط مستقيم موازي للمجرى المائي يمتد من منبع الحوض الى المصب . ومن خلال الجدول (١-٢) والخريطة (٢-٢) تبين أن اطوال احواض منطقة الدراسة هو الحوض الثاني بلغ طوله (٣٤,٦٠٨ كم) ، ويليه الحوض الأول بطول (٢٤,٥٥٦ كم) ،

(١) غزوان سلوم ، حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) مجلة دمشق ، المجلد ٢٨ ، العدد الأول ، ٢٠١٢ ، ص ٤٠١ .

خريطة (٢-٢) طول وعرض احواض منطقة الدراسة



المصدر : إتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (ARC MAP 10.4.1) .

في حين بلغ طول الحوض الثالث (٢٣,٣٤١ كم) وهو اقصر احواض منطقة الدراسة ، تباينت احواض منطقة الدراسة طولياً تبعاً الى طبيعة التكوينات الجيولوجية الصلبة المقاومة للتعرية المائية ، ويلحظ ان أطول الاحواض هو الحوض الثاني يعود سبب ذلك الى انتشار الصخور الطينية والغرينية اللينة في هذه المنطقة فضلات عن وجود تكوينات صلبة في الحوض الأول الذي يعد اقصر احواض المنطقة مثل مجموعة صخور ولاش اذ يكون مقاوم للتعرية المائية ، و يؤدي طول الاحواض دوراً مهماً في تحديد احتمالية حدوث السيول والتعرية المائية وذلك لزيادة حجم الجريان المائي .

٣-١-٢ متوسط عرض الحوض (Basins Width) :

يقصد به المسافة المستقيمة العرضية مابين نقطتين على محيط الحوض ، يؤدي عرض الحوض الى تحديد شكل الحوض ، فضلاً لارتباطه بالكثير من الظواهر المورفومترية ، ويؤثر هذا المقياس على كمية التلقي من الامطار والجريان والتسرب والتبخر ، وكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من تساقط ومن ثم زيادة الجريان السطحي (١) . ويستخرج متوسط عرض الحوض من خلال طريقتين اما من خلال المعادلة الرياضية ، أو من خلال أخذ ثلاث قراءات أو أكثر لعرض الحوض وحساب متوسط هذه القراءات هو عرض الحوض ، اما في منطقة الدراسة تم حساب عرض احواض منطقة الدراسة بالطريقة الثانية ، الجدول (٢-١) والخريطة (٢-٢) ، وبلغ متوسط عرض الحوض الرئيس (١٦,٠٩٦ كم) وبلغ اكبر قيمة لمتوسط العرض في منطقة الدراسة في الحوض الثاني (٩,١٧٦ كم) ، ويليه الحوض الثالث بقيمة (٧,٦٥٣ كم) ، ومن ثم الحوض الأول بقيمة (٥,٩٥١ كم) ، وهذا التباين في عرض احواض منطقة الدراسة يعود لتباين الانحدارات في المنطقة وتباين التراكيب الجيولوجية ومدى قابلية تلك الاحواض لمقاومة عمليات التعرية المائية .

٤-١-٢ محيط الاحواض (Basins Perimeter) :

هو احد المتغيرات المورفومترية وايسرها من حيث قياسها فهو يتأثر بشكل غير مباشر في تطور المجاري المائية وكذلك بالاسر النهري ، يتمثل محيط الحوض بخط تقسيم المياه الذي يشكل الحدود الخارجية للاحواض المائية والذي يفصلها عن بعضها الاخر ويتمثل بأعلى نقاط الارتفاع عما يجاورها حيث المرتفعات والالسنة الجبلية (٢) . وقد تم قياسه باستخدام برنامج (Arc map 10.4) يتضح من الجدول (٢-١) تباين قيم محيط الاحواض بين اكبر مقدار سجل في الحوض الثاني اذ بلغ (١٠٣,١٠٢ كم) . ويليه الحوض الأول بلغ (٦٨,٦٤١ كم) ، أما الحوض الثالث فقد سجل أدنى مقدار بلغ (٥٩,٩٤٨ كم) ، وقد تبين أن صغر محيط الحوض يجعل الحوض اكثر خطورة للتعرية المائية نتيجة لقللة الفاقد من المياه وارتفاع صافي الجريان وتكرار السيول القوية .

(1) Koshak .N,Dawod. A GIS morphometric analysis of hydrological catchments Within Makkah metropolitan area , sudi Arabia , internation Journal of geomatics and geosciences , volum 2 , No 2 , 2011 , p 547 .

(2) Selpy, M.L, Earths changing surface An introduction to Geomorphology , clarendon press. P294.

٢-٢ الخصائص الشكلية (Shape Characteristics) :

نجد تباين في الأشكال التي تتخذها الأحواض المائية ، ويعود الى طبيعة المناخ السائد والعمليات الجيومورفولوجية في مدى تأثيرها في البيئة الصخرية التي تتكون منها احواض منطقة الدراسة ، لذا لا بد من دراسة هذه الخصائص لأهميتها في معرفة مدى تأثيرها في حجم الصرف المائي ومعرفة موجة الفيضان وقياس معدل التعرية ، ومعرفة التطور الجيومورفولوجي ، ومن أهم القياسات التي تستخدم لقياس اشكال الاحواض هي :-

٢-٢-١ نسبة الاستدارة (نسبة تماسك المساحة) (Circularity Ratio) :

هي مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم ، من خلال دراسة العلاقة بين مساحة الحوض ومساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض^(١) . وعند تطبيق المعادلة نستخرج نتائج تطبيق هذه العلاقة ، تتراوح هذه النسبة بين (١-٠) فإذا ابتعدت هذه النسبة عن الصفر واقترابها من الواحد الصحيح يدل على أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري ، وكلما اقتربت النسبة من الصفر يكون ذلك مؤشر الى ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل ، وتم قياس نسبة استدارة احواض منطقة الدراسة وفق المعادلة الآتية^(٢) .

$$R = 4\pi \times \frac{A}{(P)^2}$$

R = معامل الاستدارة

π = نسبة ثابتة (٣,١٤)

A = مساحة الحوض (كم^٢)

P = محيط الحوض (كم)

وبعد تطبيق المعادلة ومن خلال ، الجدول (٢-٢) ، بلغ المعدل العام للحوض الرئيس (٠,٤١٦) ، فبلغت نسبة الاستدارة في الحوضي الأول والثالث (٠,٥٣١) – (٠,٥٤٥) ويشير الى أن الاحواض متوسطة الاستدارة (بيضوي-مثلث) ، أما الحوض الثاني بلغت قيمته (٠,٢٧٠) وهذا مؤشر على أن الحوض بعيد عن الاستدارة. يلاحظ الجدول (٣-٢) ، والدليل الآخر هو عدم انتظام شكل الحوض وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه ومحيط الاحواض أي انه يمر بتعرجات ملحوظة . وهذا يدل على أن احواض المنطقة في بداية دورتها الحثية أو في مرحلة النضج المبكر .

(١) علي عبد الزهرة الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، مصدر سابق ، ص ٩٩ .
(٢) ازاد جلال شريف ، هيدرومورفومترية حوض نهر الخابور، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٣٤ ، ٢٠٠٠ ، ص ١٨٢ .

الجدول (٢-٢) الخصائص الشكلية لبحوض منطقة الدراسة .

الاحواض	نسبة الاستدارة	نسبة تماسك المحيط	نسبة الاستطالة	معامل شكل الحوض	معامل الانبعاج
الحوض الرئيس	٠,٤١٦	١,٥٥٠	٠,٧١٨	٠,٤٠٤	٠,٦١٧
الحوض الأول(ولي كفن)	٠,٥٣١	١,٣٧٢	٠,٦٤٨	٠,١٦٤	١,٥١٥
الحوض الثاني(كرفت)	٠,٢٧٠	١,٩٢٤	٠,٤٩٣	٠,١٩١	١,٣٠٥
الحوض الثالث(دولة كلو)	٠,٥٤٥	١,٣٥٤	٠,٦٠٣	٠,٢٨٦	٠,٨٧٢

المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥م) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

الجدول (٣-٢) دليل معدل الاستدارة

الوصف	معدل الاستدارة
بعيد عن الاستدارة	أقل من ٠,٣
متوسط الاستدارة (بيضوي - مثلث)	ما بين (٠,٣ - ٠,٦)
قريب من الاستدارة	أكثر من (٠,٦)

المصدر:- علي عبدالزهره الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، جامعة بغداد ، دار الكتب والوثائق ، ٢٠١٢ ، ص ١٠٠ .

٢-٢-٢ نسبة تماسك المحيط (Ambience Coherence Ration) :

هو مؤشر لمدى تأكيد اقتراب أو ابتعاد الحوض من الشكل الدائري ، فإذا كانت نتيجة المعادلة أبتعدت عن الواحد الصحيح فان الحوض يميل الى الاستطالة اكثر من الاستدارة وان خطوط تقسيم المياه متعرجة ، وكلما اقترب الناتج عن الرقم الواحد الصحيح فان الشكل يقترب الى الشكل الدائري ، وان الناتج دائماً ما يكون اكثر من الواحد الصحيح . وتستخرج هذه النسبة من خلال المعادلة الآتية^(١) :-

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \sqrt{\frac{1}{\text{نسبة تماسك المساحة}}}$$

وبعد تطبيق المعادلة ومن خلال الجدول (٢-٢) نلاحظ نسبة تماسك المحيط في الحوض الرئيس بلغت (١,٥٥٠) ، ونسبة تماسك المحيط في حوض كرفت ((١,٩٢٤) وهذا يشير الى ابتعاد الحوض الرئيس وحوض كرفت عن الشكل الدائري المنتظم ويأخذ شكلاً طويلاً أكثر منه للدائرة ويعود سبب ذلك الى ازدياد الحت الرأسي أكثر من الحت الجانبي مما لايسمح بزيادة عرض الحوض وتعرج خطوط تقسيم المياه فيه ، في حين بلغت نسبة تماسك المحيط في حوضي ولي كفن ودولة كلو (١,٣٧٢ ، ١,٣٥٤) على التوالي ، وتعد هذه القيم اقل من حوض كرفت الا ان شكل الاحواض ابتعد عن الشكل الدائري واصبح اكثر استطالة .

(١) ازاد جلال شريف ، مصدر سابق ، ص ١٨٢ .

٣-٢-٢ نسبة الاستطالة (Elongation Ratio) :

هو مؤشر لمدى ابتعاد أو اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل وتكون نسبته بين (صفر - ١) وكلما اقترب هذا المعدل من الصفر هو مؤشر على ان شكل الحوض مستطيل . أما في حالة اقتراب المعدل من الواحد الصحيح فأن ذلك يعني ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل واقترابه من الشكل الدائري^(١)، الجدول (٢-٤). وفق المعادلة الآتية نستخرج نسبة الاستطالة^(٢) :

$$E = \frac{1.128 \sqrt{A}}{L}$$

E = معامل الاستطالة .

A = مساحة الحوض كم^٢ .

L = اقصى طول للحوض كم .

ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه ، الجدول (٢-٢) نلاحظ نسبة الاستطالة في الحوض الرئيس بلغت (٠,٧١٨) ، وللحوضين الأول والثالث بلغت (٠,٦٤٨ ، ٠,٦٠٣) وتبتعد هذه القيم عن الاستطالة وتقترب من الاستدارة وهذا مؤشر على تفوق التعرية المائية في بطون الاودية على تعرية جوانب الاودية ، وما يميز هذا الاحواض هو قصر المسافة التي تقطعها المجاري وبسرعة ووصول المجاري مائية الى الى المصب الامر الذي يعمل على ارتفاع احتمالية الفيضان ، فضلاً عن وجود كميات كبيرة من الرواسب الخشنة والناعمة في بطون المجاري المائية الذي يعمل على تنشيط التعرية المائية الجانبية واقتراب شكل الاحواض من الشكل الدائري ، في حين بلغت نسبة استطالة الحوض الثاني (٠,٤٩٣) وهي قيمة قريبة جداً من النصف أي ما بين الدائري والمستطيل وهذا مؤشر على أن هذا الحوض (شبه مستطيل بيضوي - مثلث) ويعود سبب ذلك الى تباين الارتفاعات والانحدارات والتراكيب الخطية في هذا الحوض الامر الذي أدى الى اقتراب شكل هذا الحوض من الشكل شبه المستطيل (بيضوي - مثلث) .

جدول (٢-٤) دليل معدل الاستطالة

الوصف	معدل الاستطالة
شديد الاستطالة	اقل من ٠,٤
شبه مستطيل (بيضوي - مثلث)	ما بين (٠,٤ - ٠,٥)
بعيد عن الاستطالة	اكثر من ٠,٦

المصدر:- علي عبدالزهره الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، جامعة بغداد ، دار الكتب والوثائق ، ٢٠١٢ ، ص ١٠٢ .

(١) حسن رمضان سلامة ، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية ، الجامعة الأردنية ، عمان المجلد (٧) ، العدد (١) ، ١٩٨٠ ، ص ٦ .
(٢) صباح توما جبوري ، علم المياه وإدارة احواض الأنهار ، وزارة التعليم العالي ، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ ، ص ٦١ .

٢-٢-٤ معامل شكل الحوض (Basin Form Factor) :

هو معامل كمي يبين مدى تناسب الشكل العام لأجزاء الحوض وانتظامه من خلال العلاقة بين كل من مساحة الحوض وطوله من المنبع الى المصب ، و يشير هذا المعامل الى مدى تباعد أو تقارب شكل الحوض من الشكل الهندسي الثلاثي (المثلث)^(١) ، فيدل انخفاض قيم معامل الشكل على صغر مساحة الاحواض مقابل زيادة طوله، ويقترّب شكله من الشكل المثلث، أما القيم المرتفعة التي تصل الى الواحد الصحيح فتشير الى كبر مساحة الاحواض على حساب طوله، وبذلك يقترب شكل الحوض من الشكل المربع^(٢). ويعد معامل شكل الحوض من اقدم المعاملات الرياضية المورفومترية التي وضعها (هورتن ١٩٣٢) وتستخرج من المعادلة الاتية^(٣)

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}}$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه ، الجدول (٢-٢) ، اتضح أن معامل شكل الحوض الرئيس بلغ (٠,٤٠٤) ، في حين بلغ نسبة الاحواض الأول والثاني والثالث (٠,١٦٤ ، ٠,١٩١ ، ٠,٢٨٦) على التوالي . وقد تبين الى أنها قيم منخفضة ولاسيما الحوض الثاني (حوض كرفت) ، وإن تناقص معامل شكل الاحواض واقتراجه من الشكل المثلث يؤثر على نظام الصرف، لأنه يقترب شكل الحوض من الشكل المثلث ، فعندما تشكل منطقة منايع الاحواض رأس المثلث ومنطقة المصب قاعدته ، فأن التصريف المائي يزداد بعد سقوط الامطار مباشرة ويسبب ذلك ارتفاع سريع في منسوب المياه ، بسبب قرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيس. وهذا مؤشر لتناقص خطر الفيضان بسبب المدة الزمنية واتساع مساحة الاحواض المائية عند المنبع .

٢-٢-٥ معامل الانبعاج (Lemniscate Factor) :

إن عدد من الاحواض المائية تتخذ الشكل الكمثري ، وعند الحصول على قيم معامل الانبعاج تشير النسب العالية منها الى قلة تفلطح الحوض ومن ثم قلة اعداد واطوال المجاري وخاصة في المراتب الدنيا ، اما النسب المنخفضة فتشير الى تفلطح الحوض وزيادة اعداد واطوال المجاري في المراتب الدنيا وهذا يؤدي الى زيادة عمليات التعرية الرأسية والتراجعية، يتم الحصول على معامل الانبعاج من المعادلة الاتية^(٤) :-

(١) محمد صبري محسوب ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، دار الفكر العربية للطباعة والنشر ، القاهرة ، ١٩٩٧ ، ص ٢٠٨ .

(٢) عبدالله سالم المالكي ، اساسيات علم الاشكال الأرضية (الجيومورفولوجي) ، ط١ ، دار الوضاح للنشر ، عمان ، ٢٠١٦ ، ص ١٩٢ .

(٣) سعد عجيل مبارك الدراجي ، اساسيات علم شكل الأرض (الجيومورفولوجي) ، ط٢ ، الغيداء للطبع والنشر والتوزيع ، بغداد ، ٢٠١٤ ، ص ١٤٨ .

(٤) خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، الطبعة الأولى ، ٢٠١٢ ، ص ٣١٦ .

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{\text{(طول الحوض) 2}}{4 \times \text{مساحة الحوض كم}^2}$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه ، ومن خلال الجدول (٢-٢) تبين أن معامل تفلطح الحوض الرئيس بلغ (٠,٦١٧) ، وتشير هذه القيمة الى توسط قيمة التفلطح ، في حين بلغت قيمة الحوضين الاول والثاني (١,٥١٥ ، ١,٣٠٥) على التوالي ، وهي قيم عالية نسبياً مقارنة مع الاحواض الأخرى وهذا يشير الى قلة التفلطح عند هذين الحوضين ولإزال في مرحلة مبكرة من التعرية المائية ، وبلغت قيمة التفلطح في الحوض الثالث (٠,٨٧٢) وهي قيمة منخفضة وهذا دليل على تفلطح الحوض ، وإن الحوض قطع اشواطاً كبيرة في عمليات التعرية المائية وزيادة التعرية الرأسية والتراجعية نتيجة البنية الجيولوجية فضلاً عن تباين انحدارات هذا الحوض .

٣-٢ الخصائص التضاريسية (Topographic Characteristics) :

للخصائص التضاريسية أهمية كبيرة في دراسة الاحواض المائية وخصائصها المورفومترية والجيومورفولوجية ، وتكمن أهمية دراستها في إلقاء الضوء على عمليات التعرية المائية والدورة الحثية وتطور الشبكة الهيدرولوجية والخصائص الحوضية وإمكانية حدوث الاسر النهري وأثر العمليات التكتونية في الحوض ، ومن خلالها نستطيع التوصل الى معرفة طوبوغرافية المنطقة والاشكال الأرضية المرتبطة بها ، ومن اهم هذه المقاييس هي :-

١-٣-٢ نسبة التضرس (Relief Ratio) :

هو مدى تضرس الحوض من خلال العلاقة بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض ، ويبين هذا المعامل العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض وطوله ، وناتج هذه المعادلة هو إيجاد علاقة ارتباط سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور للتعرية المائية عند تشابه الأحوال المناخية ، وتعبّر هذه النسبة عن درجة التضرس الطبوغرافي في الاحواض^(١) ، ويستخرج حساب نسبة التضاريس وفقاً للمعادلة الاتية^(٢) :

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{تضرس الحوض (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض) م}}{\text{طول الحوض كم}}$$

ويعد تطبيق المعادلة أعلاه على منطقة الدراسة ، ومن خلال الجدول (٢-٥) و الخريطة (٣-٢ أ، ب، ج) التي تبين الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في احواض المنطقة ،

(١) حسين عذاب خليف الموسوي وآمال هادي كاظم ، التحليل المورفومتري لحوض وادي عرعر غرب العراق باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية G.I.S ، مجلة كلية التربية ، جامعة واسط ، المؤتمر العلمي الدولي العاشر ، ٢٠١٧ ، ص ٤٥١ .

(2) R. B. Goleker, M. V. Barid and S. N. Patil, Morphometric analysis and hydrogeological implication : Anjani and jhiri river basin Maharashtra, India, Appl, Scli Res .

الجدول (٥-٢) الخصائص التضاريسية لبحوض منطقة الدراسة

الاحواض	طول الحوض كم	اعلى ارتفاع م	ادنى ارتفاع م	الفرق م تضرس الحوض	نسبة التضرس م/كم	محيط الحوض	التضاريس النسبية م/كم	التكامل الهيسومتري كم ^٢ /م
الحوض الرئيس	٣٤,٦٠٨	٣٤١٠	٤٨٢	٢٩٢٨	٨٤,٦٠٤	١٢٠,٩٥٦	٢٤,٢٠٧	٠,١٦٥
الحوض الأول(ولي كفن)	٢٤,٥٥٦	٣٠١٨	٤٨٨	٢٥٣٠	١٠٣,٠٢٩	٦٨,٦٤١	٣٦,٨٥٨	٠,٠٣٩
الحوض الثاني(كرفت)	٣٤,٦٠٨	٣٤١٠	٤٨٢	٢٩٢٨	٨٤,٦٠٤	١٠٣,١٠٢	٢٨,٣٩٩	٠,٠٧٨
الحوض الثالث(دولة كلو)	٢٣,٣٤١	٢٣٨٥	٤٩١	١٨٩٤	٨١,١٤٤	٥٩,٩٤٨	٣١,٥٩٤	٠,٠٨٢

المصدر:- الباحث بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥م) ومخرجات برنامج (Arc map 10.4.1) .

أضح أن نسبة التضرس للحوض الرئيس بلغ (٨٤,٦٠٤ م/كم) ، وبلغ في الحوض الأول (١٠٣,٠٢٩ م/كم) ، وهي نسبة مرتفعة ويعد أكثر الاحواض تضرساً ، وإن ارتفاع التضرس داخل الاحواض دليل على زيادة الانحدارات وسرعة الجريان السطحي والذي يعمل على زيادة نشاط التعرية المائية ، وبلغت نسبة التضرس في الاحواض الثاني والثالث (٨٤,٦٠٤ ، ٨١,١٤٤ م/كم) على التوالي ونلاحظ ان القيم تقل نسبياً في تلك الاحواض ، لكن تبين أن نسبة التضرس في احواض منطقة الدراسة هي نسب مرتفعة رغم التباين في القيم ، وان زيادة التضرس يعني زيادة معدل التشعب والرتب النهرية ، ويعمل ذلك على ازدياد سرعة الجريان السطحي وزيادة فاعلية التعرية المائية .

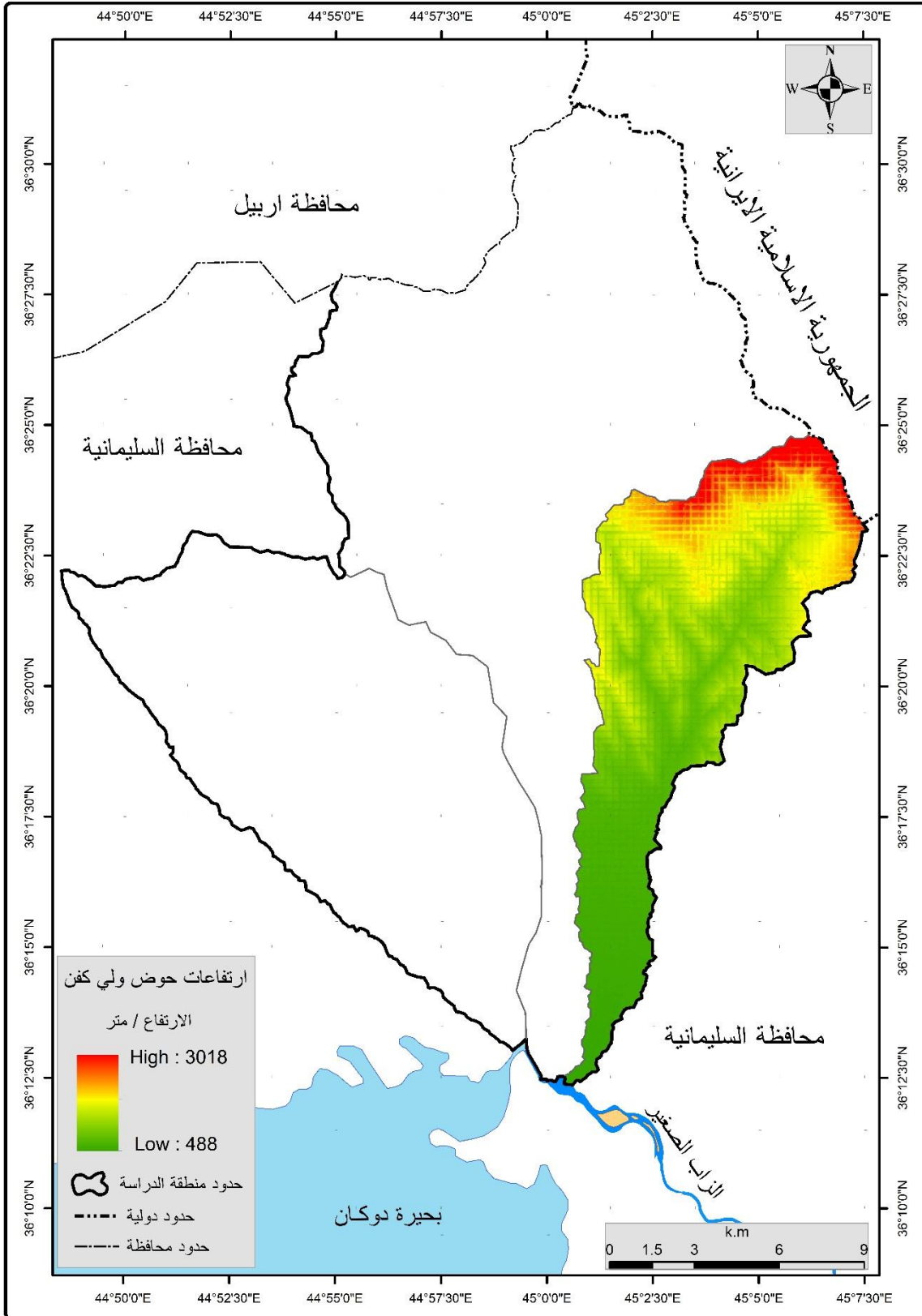
٢-٣-٢ التضاريس النسبية (Relative Relief) :

هو مؤشر آخر لقياس شدة تضرس الحوض ، اذ تمثل التضاريس النسبية العلاقة بين تضاريس الحوض ومحيطه ، فضلاً عن مدى علاقة ارتباط بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية المائية عند تشابه الظروف المناخية ، ويعبر عن هذه العلاقة بالمعادلة الآتية^(١) .

$$\frac{\text{تضاريس الحوض/م}}{\text{محيط الحوض /كم}} = \text{التضاريس النسبية}$$

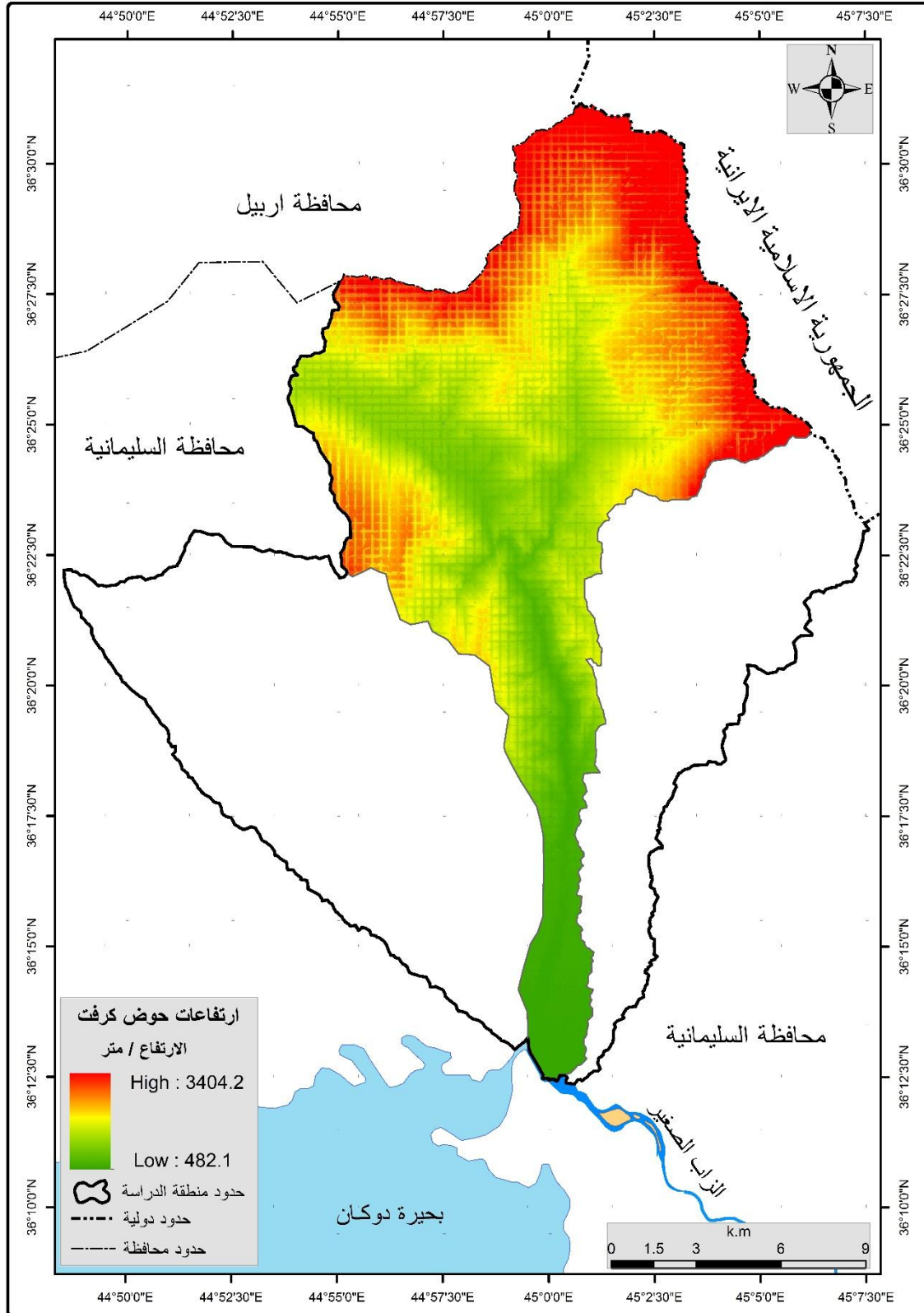
(١) خلف حسين علي الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفا للطباعة والنشر والتوزيع ٢٠٠٩ ، ص ٢٧٠ .

الخريطة (٢-٣ أ) الفرق بين اعلى وادنى نقطة ارتفاع في الحوض الأول (ولي كفن)



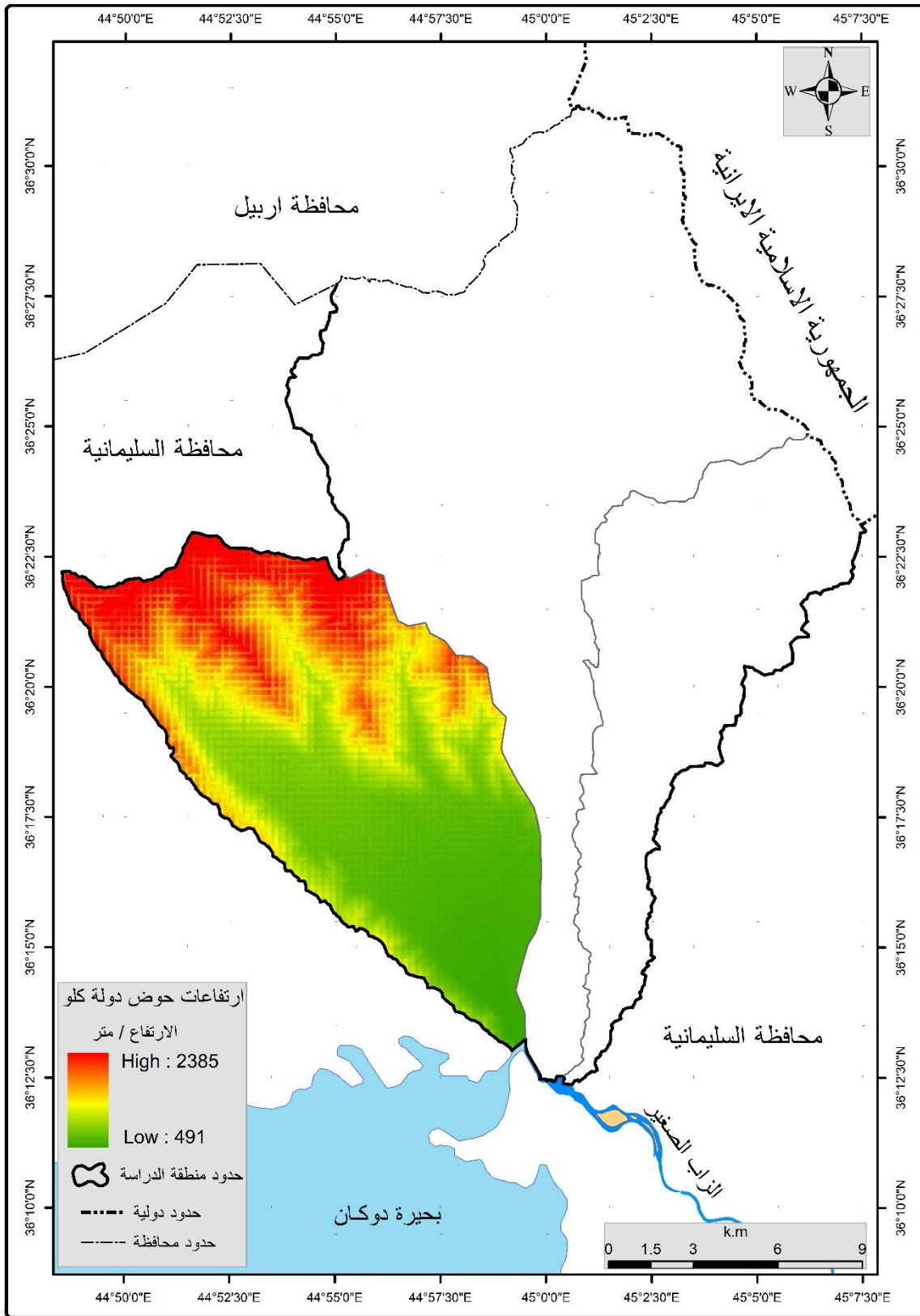
المصدر: إعتتماداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

الخريطة (٢-٣) الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في الحوض الثاني (كرفت)



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

الخريطة (٢-٣ ج) الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ارتفاع في الحوض الثالث (دولة كلو)



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

و عند تطبيق هذه المعادلة على منطقة الدراسة ، الجدول (٢-٥) ، تبين ان قيمة التضاريس النسبية في الحوض الرئيس بلغت (٢٤,٢٠٧) ، وبلغت في الاحواض الأول والثاني والثالث (٣٦,٨٥٨ ، ٢٨,٣٩٩ ، ٣١,٥٩٤) على التوالي ، ونلاحظ ان قيمة التضاريس النسبية مرتفعة في الحوض الأول ويعود ذلك الى صغر حجم المحيط فضلاً عن الفرق الكبير بين اعلى وادنى نقطة ارتفاع التي بلغت (٢٥٣٠ م) وتشير هذه القيم الى الارتفاع في حجم التعرية المائية و وجود الانحدارات في مواقع كثيرة من منطقة الدراسة ، وتبين توسط قيمة الحوضين الثاني والثالث لأن انحدارات هذان الحوضان أقل نسبياً من انحدار الحوض الأول .

٢-٣-٣ قيمة الوعورة (Ruggedness Value) :

هو أحد المعايير المورفومترية المهمة الذي يبين العلاقة بين التضرس السطحي للحوض واطوال مجاري الشبكة ومساحة الحوض ، إن قيمة الوعورة في أول مراحل الدورة التحاتية للحوض منخفضة ثم تتزايد تدريجياً حتى تصل الى اقصى حد عند بداية مرحلة النضج ، ثم تبدأ مرحلة أخرى قيمتها تنخفض عن نهاية الدورة التحاتية ، ويتضح مما تقدم ان قيمة الوعورة تبين أثر اعداد المجاري المائية على نقطة سطح الحوض ، ويمكن استخراجها بتطبيق القانون الآتي^(١) :-

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{الكثافة التصريفية كم/كم}^2}{1000}$$

و عند تطبيق هذه المعادلة على احواض منطقة الدراسة ومن خلال الجدول (٢-٦) ، تبين أن قيمة الوعورة للحوض الرئيس بلغت (٨,١٠٤) وبلغت في الاحواض الأول والثاني والثالث (٣,١٩٥ ، ٨,٠٦٦ ، ٥,٥٦٢) على التوالي ، وهذا مؤشر الى أن قيمة الوعورة تزداد بزيادة كثافة الصرف وتضاريس الحوض ، اذ سجل الحوض الأول أدنى قيمة وعورة ويعود سبب ذلك الى الاختلاف في البنية الجيولوجية للحوض ، اما الحوض الثاني سجل أعلى قيمة وعورة ، وسجل الحوض الثالث قيمة وعورة متوسطة ، ومن خلال نتائج المعادلة تبين أن احواض المنطقة هي في مرحلة النضج المبكر وأن عمليات التعرية المائية نشطة وفعالة في منطقة الدراسة فضلاً عن وجود رواسب قرب مصبات الاحواض .

الجدول (٢-٦) قيمة الوعورة في احواض منطقة الدراسة .

الاحواض	تضاريس الاحواض(م)	الكثافة التصريفية كم/كم ^٢	قيمة الوعورة
الحوض الرئيس	٢٩٢٨	٢,٧٦٨	٨,١٠٤
الحوض الأول(ولي كفن)	٢٥٣٠	١,٢٦٣	٣,١٩٥
الحوض الثاني(كرفت)	٢٩٢٨	٢,٧٥٥	٨,٠٦٦
الحوض الثالث(دولة كلو)	١٨٩٤	٢,٩٣٧	٥,٥٦٢

المصدر : اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥ م) ، ومخرجات برنامج (Arc (Map 10.4.1) .

(١) علي عبد الزهرة الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، مصدر سابق ، ص ١١١ .

٢-٣-٤ التكامل الهيسومتري (Hypsometric Integration) :

هو مقياس كمي يدل على العلاقة بين المساحة الحوضية والتضاريس الحوضية ، ايضاً هو كمية المواد التي تتمكن عوامل التعرية من إزالتها والمواد التي لاتزال تنتظر دورها في عوامل التعرية في حوض التصريف ، ويتم الحصول على قيمة التكامل الهيسومتري من المعادلة الآتية^(١):-

$$\frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{تضاريس الحوض (م)}} = \text{التكامل الهيسومتري}$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه على منطقة الدراسة ، الجدول (٢-٥) يتبين أن قيمة التكامل الهيسومتري للحوض الرئيس بلغ (٠,١٦٥) وتشير تلك القيمة الكبيرة الى أن احواض منطقة الدراسة لاتزال في مرحلة الشباب ، في حين بلغت قيمة التكامل الهيسومتري في الاحواض الأول والثاني والثالث (٠,٠٣٩ ، ٠,٠٧٨ ، ٠,٠٨٢) على التوالي ، وهذا يدل على صغر مساحة الاحواض وارتفاع التضرس فيها أي انه لم يخفض من تضاريسه إلا قليل أي قبي بداية دورتها الحثية ، ويدل هذا على أن احواض منطقة الدراسة في بداية مرحلة النضج المبكر .

٢-٣-٥ النسيج الحوضي (Basin Texture Ratio) :

يبين هذا المعامل كثافة الصرف النهري وشدة تقطع سطح الأرض بالاوودية والقنوات المائية بسبب التعرية المائية ، من غير الأخذ بالإعتبار اطوال الاودية ، ويتحدد النسيج الطبوغرافي في مجموعة من الجريان السطحي مثل التكوين الصخري والمناخ والغطاء النباتي ، ويمكن استخراج معدل النسيج الحوضي من المعادلة الآتية^(٢) :

$$\frac{\text{عدد مجاري الحوض}}{\text{محيط الحوض/كم}} = \text{النسيج الحوضي}$$

يصنف النسيج الحوضي الى ثلاث فئات وهي^(٣) :

- أ- احواض خشنة النسيج : وهي الاحواض التي يقل فيها معدل النسيج الحوضي عن (٤ مجرى/كم) .
- ب- احواض متوسطة النسيج : وهي الاحواض التي يتراوح فيها معدل النسيج الحوضي بين (٤-١٠ مجرى/كم) .

(١) كامل حمزة فليل الاسدي ، تباين الخصائص المورفومترية لوديان الحمضية الغربية في محافظة النجف وعلاقتها بالنشاط البشري ، أطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠١٢ ، ص ١٤٥ .
 (٢) خلف حسين الدليمي ، الجيومورفولوجيا التطبيقية ، مصدر سابق ، ص ٣٦٨ .
 (٣) علي عبد الزهرة الوائلي ، الهيدرولوجي والمورفومتري ، مصدر سابق ، ص ١٢٥ .

ت- احواض ناعمة النسيج : وهي الاحواض التي يزيد فيها معدل النسيج الحوضي عن (١٠ مجرى/كم) .

وعند تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة ، الجدول (٧-٢) ، يتبين أن قيمة نسيج الحوض الرئيس بلغ (١٣,٩٠٥) ويدل هذا على أن منطقة الدراسة ذات نسيج ناعم وذلك لوجود الانحدارات والتضرس والبنية الصخرية والجيرية الذي أدى الى زيادة التعرية المائية ، وبلغ قيمة النسيج الحوضي للاحواض الأول والثاني والثالث (٤,٥٥٩ ، ٧,٥٢٦ ، ٩,٨٩١) على التوالي ، ويصنف نسيج تلك الاحواض بانها متوسطة النسيج ، لكن تتباين قيم الاحواض فيما بينهما، يلحظ أن الحوض الثالث يختلف من حيث التكوينات والبنية الجيولوجية والتراكيب الخطية التي عملت على تشقق الحوض الثالث اكثر من الحوض الأول .

الجدول (٧-٢) نسيج احواض منطقة الدراسة

الاحواض	عدد مجاري الحوض	محيط الحوض/كم	نسيج الحوض
الحوض الرئيس	١٦٨٢	١٢٠,٩٥٦	١٣,٩٠٥
الحوض الأول(ولي كفن)	٣١٣	٦٨,٦٤١	٤,٥٥٩
الحوض الثاني(كرفت)	٧٧٦	١٠٣,١٠٢	٧,٥٢٦
الحوض الثالث(دولة كلو)	٥٩٣	٥٩,٩٤٨	٩,٨٩١

المصدر : اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ، ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

٤-٢ خصائص شبكة التصريف المائي Network Drainage :

لتحليل خصائص الشبكة النهرية أهمية كبيرة في معرفة المظهر العام لشكل الشبكة النهرية ، يعكس مدى علاقة خصائص الصخور واشكالها التركيبية من جهة والظروف المناخية المؤثرة من جهة أخرى فضلاً عن درجة الانحدار والنفاذية والتطور الجيومورفي لاحواض الاودية ، التي تتمثل بدرجة صلابة الصخور ونفاذيتها . وتتمثل هذه الصخور بما يأتي :-

١-٤-٢ الأعداد والمراتب النهرية (Stream Orders) :

هو الترتيب الرقمي لمجموعة الروافد (المسيلات والاوودية) والتي تدرس فيها النظم النهرية في احواض التصريف النهري ، وبهذا تقوم دراسة نظم التصريف المائي في الاحواض والمراتب النهرية أو الاودية الشبه جافة على الدراسة المورفومترية المهمة في البداية بتمييز مرتبة المجرى المائي وهناك عدة طرائق لتصنيف الشبكة النهرية الى مراتبها ، إلا أن من اكثر الطرائق قبولاً وفاعلية والتي اعتمدت في هذه الدراسة هي طريقة (سترهليلر 1952 Strahier) لتحديد المراتب النهرية ، واتضح بأن المسيلات والجداول الصغيرة التي لاتصب فيها مسيلات أو وديان أخرى تنتهي الى المرتبة الأولى ، وعند التقاء رافدين من المرتبة الأولى يشكل مجرى من المرتبة الثانية والتقاء وديان من المرتبة الثالثة ، وهكذا الى أن تصل الى

أعلى المراتب النهرية التي تمثل المجرى الرئيس . كما اتضح مما سبق المراتب النهرية هي جميع الروافد أو الاودية الموجودة في حوض الوادي الرئيس (١) . ومن خلال دراسة المراتب النهرية لاحواض منطقة الدراسة ، اتضح أن هناك تباين في عدد المراتب النهرية فنلاحظ أن الحوض الرئيس سجل ست مراتب بمجموع (١٦٨٢) مجرى مائي توزعت على المراتب الستة فكانت المرتبة الأولى أعلى عدداً من باقي المراتب وبلغت (١٢٧٣) مجرى مائي ، وسجل الحوض الأول (ولي كفن) خمس مراتب بمجموع (٣١٣) مجرى مائي توزعت على المراتب الخمسة فكانت المرتبة الأولى أعلى عدداً من باقي المراتب وبلغت (٢٤٠) مجرى مائي ، وسجل الحوض الثاني (كرفت) ست مراتب بمجموع (٧٧٦) مجرى مائي توزعت على المراتب الستة فكانت المرتبة الأولى أعلى عدداً من باقي المراتب وبلغت (٥٨٠) مجرى مائي ، اما الحوض الثالث (دولة كلو) فقد سجل خمس مراتب بمجموع (٥٩٣) مجرى مائي تركزت على المراتب الخمسة فكانت المرتبة الأولى أعلى عدداً من باقي المراتب اذ بلغت (٤٥٣) مجرى مائي . اذ بلغ عدد المراتب في الحضين (الأول والثالث) خمس مراتب ، في حين بلغ عدد المراتب في الحوض الثاني (كرفت) ست مراتب وهو اكبر احواض منطقة الدراسة من حيث المساحة ، الخريطة (٢-٤) ، الجدول (٢-٨).

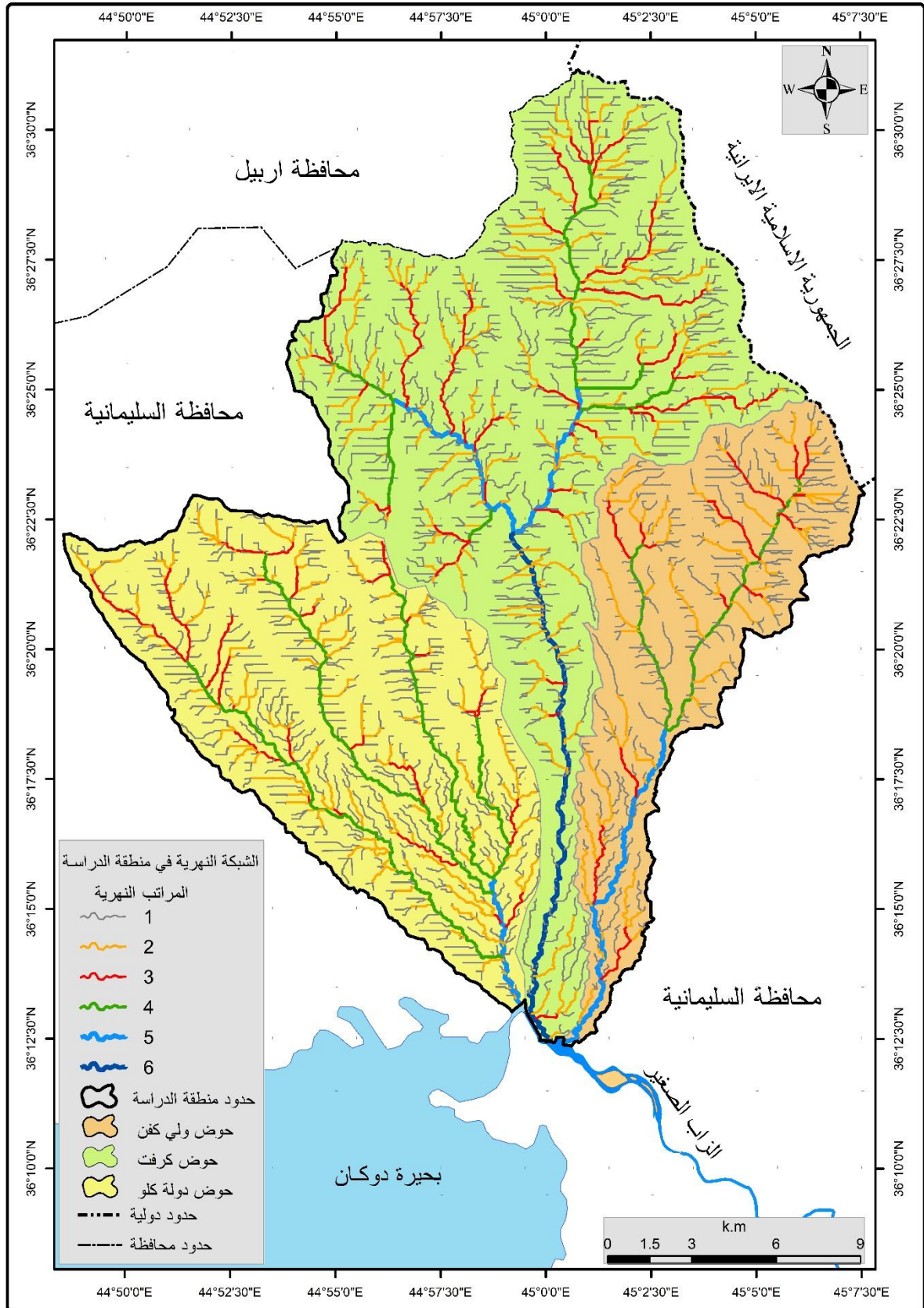
مما تقدم نجد أن هناك علاقة طردية بين مساحة الاحواض وعدد المجاري أو الاودية كلما زادت مساحة الحوض كلما زادت اعداد المجاري المائية ، فالودية ذات المساحات الكبيرة نسبياً المتكونة من اكثر من اربع مراتب تكونت فوق صخور رملية وجيرية قليلة المقاومة وسريعة الاستجابة لفعل المياه أو التعرية المائية فضلاً عن تأثير الظواهر التركيبية كالفواصل والصدوع والشقوق في تكوين المجاري المائية ، كما يؤدي الارتفاع أثراً في تحديد عدد المراتب ، وكلما زاد الارتفاع ازدادت اعداد المراتب النهرية نتيجة ازدياد كمية التساقط لمطري .

٢-٤-٢ اطوال المراتب النهرية (Lengths Stream Orders) :

وهي مجموع اطوال المجاري المائية التي تغذي كل رتبة نهرية ، ولها أثر كبير على اشكال احواض الصرف ، لما تقوم به المجاري المائية من حمل الرواسب الناتجة عن عمليات التعرية والحت من احواض الصرف ، وتقوم بالقاء جزءاً من حمولتها عن طريق الترسيب فوق السهل الفيضي وقيعان مجاريها ثم ينقل باقي الرواسب الى المراوح الفيضية في المناطق الدنيا من الحوض ، وأن زيادة اطوال المجاري المائية تقلل من سرعة تيار المياه ، وكلما اتسعت المجاري المائية أدى ذلك الى تقليل نسبة الرواسب التي تصل الى مناطق المصببات المتمثلة بالمراوح الغرينية ، وتؤدي الى تقليل مساحتها ، والعكس صحيح ففي حالة قصر اطوال المجاري وقلة اتساعها مما يؤدي زيادة سرعة المياه وزيادة كمية الرواسب المحمولة (٢) .

(١) خالد اكبر عبدالله ، نيران محمود سلمان ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي الريحانة في قضاء عنه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة اوروك ، العدد ٤ ، المجلد ٨ ، ٢٠١٥ ، ص ٤٢٦ .
(٢) علي عبد الزهرة الوائلي ، علم الهيدرولوجي والمورفومطري ، مصدر سابق ، ص ١٢٠ .

الخريطة (٢-٤) الشبكة النهرية لبحوض منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، لعام ٢٠١٨، بدقة تمييزية (١٢,٥ م) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1).

جدول (٢-٨) مجموع اعداد المراتب النهرية لبحوض منطقة الدراسة

البحوض	مرتبة ١	مرتبة ٢	مرتبة ٣	مرتبة ٤	مرتبة ٥	مرتبة ٦	مج المراتب النهرية
البحوض الرئيس	١٢٧٣	٢١٧	٧٥	١٢	٤	١	١٦٨٢
البحوض الأول (ولي كفن)	٢٤٠	٥٦	١٤	٢	١	-	٣١٣
البحوض الثاني (كرفت)	٥٨٠	١٥٢	٣٥	٦	٢	١	٧٧٦
البحوض الثالث (دولة كلو)	٤٥٣	١٠٩	٢٦	٤	١	-	٥٩٣

المصدر: - اعتماداً على الخريطة (٢-٤) ومخرجات برنامج (Arc map 10.4.1) .

ومن خلال دراسة اطوال المراتب النهرية لبحوض منطقة الدراسة الجدول (٢-٩) تبين أن مجموع اطوال المجاري المائية للبحوض الرئيس بلغ (١٣٤٢,٣٣٢) ، وقد حصل الحوض الثاني على أعلى قيم الاطوال ، فبلغ مجموع اطوال مجاري الحوض (٦٣٢,٠٠٥) كم) ويرجع سبب ذلك الى كبر مساحة الحوض ، ثم يليه الحوض الثالث بمجموع اطوال (٤٥٨,٣٦٣) كم) ، أما أقل مجموع اطوال سجل في الحوض الأول بقيمة (٢٥١,٩٦٤) كم، ونستنتج من ذلك أن اطوال المجاري النهرية تتزايد طردياً مع المساحة في الحوض الثاني ، وعكسياً مع الحوضين الأول والثالث . ولمعرفة معدل اطوال المجاري في كل مرتبة، تم الاعتماد على المعادلة الآتية^(١):

جدول (٢-٩) مجموع اطوال المراتب النهرية في احوض منطقة الدراسة

الاحوض	اطوال مرتبة ١ كم	اطوال مرتبة ٢ كم	اطوال مرتبة ٣ كم	اطوال مرتبة ٤ كم	اطوال مرتبة ٥ كم	اطوال مرتبة ٦ كم	مجموع الاطوال/كم	النسبة المئوية %
البحوض الرئيس	٧٤٨,٧١٨	٣٠٥,٨٧٧	١٢٩,٣٤٤	١٠١,٧٣١	٣٥,١٠٧	٢١,٤٩٥	١٣٤٢,٣٣٢	١٠٠%
الاحوض الأول(ولي كفن)	١٣٤,٩٧٤	٥٩,٠٤٨	٢٤,٤٤٣	١٨,٩١٣	١٤,٥٨٦	-	٢٥١,٩٦٤	١٨,٠٧%
البحوض الثاني(كرفت)	٣٥٩,٢٢٨	١٤٥,٤٨٨	٦٥,٨٤٠	٢٤,٨٧٦	١٥,٠١٨	٢١,٤٩٥	٦٣٢,٠٠٥	٤٧,٠٨%
البحوض الثالث(دولة كلو)	٢٥٤,٥١٦	١٠١,٣٤١	٣٩,٠٦١	٥٧,٩٤٢	٥,٥٠٣	-	٤٥٨,٣٦٣	٣٤,١٤%

المصدر : اعتماداً على الخريطة (٢-٤)، ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

(١) خلف حسين الدليمي ، علم شكل الأرض التطبيقي الجيومورفولوجية التطبيقية ، مصدر سابق ، ص ٣٧٣ .

$$\text{معدل طول المجرى} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري في مرتبة ما}}{\text{اعداد المجاري في المرتبة نفسها}}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة ، الجدول (٢-١٠) ، بلغ معدل طول المجاري في الحوض الرئيس (٢٢,٣١٦ كم) ، في حين بلغ معدل طول المجاري في الحوض الأول والثاني والثالث (٢٨,٦١٩ ، ٣٦,٦٠٧ ، ٢٢,٩٨ كم) على التوالي ، بمجموع (٨٦,٩٩ كم) ، ونلاحظ ان الحوض الثاني هو الأعلى بين معدلات الاحواض فضلاً عن انفراده بوجود المرتبة السادسة من دون الاحواض الأخرى نتيجة الى كبر مساحة الحوض مقارنةً بالاحواض الأخرى وطبيعة التكوينات الجيولوجية للحوض وانتشار الصخور الجيرية والجبس السهلة الذوبان وتباين الانحدار.

نلاحظ ان هناك تباين في المعدلات بين مرتبة وأخرى ، اذ نلاحظ أن أعلى المعدلات بين المراتب هي المرتبة الرابعة اذ بلغت (٢٨,٠٨٧ كم) ويعود ذلك الى وجود ثلاث مراتب بمعدلات كبيرة ، ثم يليها المرتبة الخامسة فبلغت (٢٧,٥٩٨ كم) ايضاً ثلاث أنهار موزعة على احواض منطقة الدراسة ، في حين بلغت معدلات المراتب النهرية الأولى والثانية والثالثة والسادسة (١,٧٤٢ ، ٢,٩٤ ، ٥,١٢٨ ، ٢١,٤٩٥ كم) على التوالي ، يعود سبب التباين في معدلات اطوال المجاري أعلاه في كل مرتبة الى التباين في اعداد المراتب النهرية التي بلغت (١٢٧٣ ، ٣١٧ ، ٧٥ ، ١ مجرى) على التوالي ، ونستنتج أن العلاقة طردية ضمن المراتب النهرية الصغيرة ، عدا المرتبة السادسة وذلك لأنها تحتوي على نهر واحد فقط ، فضلاً عن التباين في البنية الصخرية وتباين انحدارات الاحواض ، وهذا التباين في معدلات المراتب له دلالات هيدرولوجية تتمثل بحدوث الفيضانات في المراتب الصغيرة بسبب انخفاض معدل طول المجرى المائي ، والعكس صحيح في المرتبتين الرابعة والخامسة .

جدول (٢ - ١٠) معدلات اطوال المجاري المائية /كم في كل مرتبة لأحواض منطقة الدراسة

الاحواض	المرتبة (١)	المرتبة (٢)	المرتبة (٣)	المرتبة (٤)	المرتبة (٥)	المرتبة (٦)	المجاري المائية/كم
الحوض الرئيس	٠,٥٨٨	٠,٩٦٤	١,٧٢٤	٨,٤٧٧	٨,٧٧٦	١,٣٤٢	٢٢,٣١٦
الحوض الأول(ولي كفن)	١,٧٧٩	١,٠٥٤	١,٧٤٥	٩,٤٥٦	١٤,٥٨٦	-	٢٨,٦١٩
الحوض الثاني(كرفت)	٠,٦١٩	٠,٩٥٧	١,٨٨١	٤,١٤٦	٧,٥٠٩	٢١,٤٩٥	٣٦,٦٠٧
الحوض الثالث(دولة كلو)	٠,٥٦١	٠,٩٢٩	١,٥٠٢	١٤,٤٨٥	٥,٥٠٣	-	٢٢,٩٨
المجموع	١,٧٤٢	٢,٩٤	٥,١٢٨	٢٨,٠٨٧	٢٧,٥٩٨	٢١,٤٩٥	٨٦,٩٩

المصدر : اعتماداً على الخريطة (٢-٤) ، ومعادلة (معدل طول المجاري في كل مرتبة) ، ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) اعتماد على جدولي (٢-٨) (٢-٩).

٢-٤-٣ نسبة التشعب (Bifurcation Ratio) :

وهو من المقاييس المورفومترية المهمة لأنها من العوامل المهمة المتحكمة في معدل التصريف المائي للأنهار ، فكلما انخفضت نسبة التشعب ارتفعت دلالة خطر الفيضان بسبب سرعة وصول الموجات المائية الى المجرى الرئيس والمصب^(١) ، وبسبب زيادة حجم الموجات المائية بعد العاصفة المطرية ، ويعبر عنه بالمعادلة الآتية^(٢):

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري في مرتبة ما}}{\text{عدد المجاري في المرتبة التي تليها}}$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه ، وكما موضح في الجدول (٢-١١) ، اتضح أن هناك تباين بين مراتب الوديان لحواض المنطقة ، وانعكس المعدل العام للتشعب فسجل معدل التشعب في الحوض الرئيس (٤,٤٠١) ، وسجل اعلى معدل للتشعب في الحوض الثالث فبلغ (٤,٧١١) ويعود سبب ذلك هو سرعة الجريان المائي لمدة زمنية طويلة ، فضلاً عن انتشار المراوح الفيضية وترسبات المنحدرات الضعيف المقاومة للتعرية المائية والذي يساعد على تسريب الماء الى باطن الأرض ، في حين سجل أدنى معدل للتشعب في الاحواض الأول والثاني بلغا (٤,٣٢١ ، ٣,٧٩٨) على التوالي ويعود سبب ذلك الى ارتفاع كمية التصريف خلال مدة زمنية قصيرة .

ونلاحظ ايضاً تباين معدلات التشعب حسب المراتب فنلاحظ انخفاض معدل المرتبتين الرابعة والخامسة فبلغ (٠,٦٦٦,٣) على التوالي ، ويعود سبب ذلك الى أن صخورها التي تكون ذات صلابة ومقاومة اكثر للتعرية المائية من باقي المراتب . بينما سجلت المرتبتين الأولى والثانية معدل تشعب (٤,٠٥٨ ، ٤,١٧٨) على التوالي . وهي قيم متوسطة التشعب ، أما المرتبة الثالثة فقد بلغ معدل التشعب (٦,٤٤٤) وهي سجلت نسبة تشعب كبيرة لوجود صخور هشة وقليلة المقاومة لعمليات التعرية المائية ، فضلاً عن شكل الحوض وامتداده والتضاريس المحيطة به ومنها الانحدار العام للصرف .

٢-٤-٤ كثافة الصرف (Drainage Density) :

هي درجة التفرع وانتشار الشبكة النهرية ضمن مساحة معينة ، وتعد كثافة الصرف الطولي من المعايير المهمة من الناحية الجيومورفولوجية والهيدرولوجية ، لأنها من العوامل المسيطرة على سرعة جريان المياه ومعدل التصريف بعد سقوط الامطار فضلاً عن تأثيرها في عمليات التعرية المائية والترسيب المائي ، كذلك أنها تعكس اثر كل من نوع الصخر ونظامه والتربة والتضاريس والغطاء النباتي^(٣) ، وكثافة الصرف نوعان هما :-

(١) محمود محمد عاشور ، طرق التحليل الجيومورفولوجية لشبكات الصرف المائي ، مجلة كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، العدد ٩ ، ١٩٨٦ ، ص ٤٦٣ .
 (٢) مصطفى علي حسين النعيمي ، هيدرومورفومترية حوض مندلي شرق العراق ، المجلة العراقية للعلوم ، مجلد ٣٣ ، العدد (٤) ، ٢٠١٢ ، ص ٩٣٩ .
 (٣) هدى هاشم بدر ، التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر وتقييم نوعية المياه الجوفية ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠١٢ ، ص ٤٣ .

جدول (٢-١١) معدلات نسب التشعب لأحواض منطقة الدراسة

معدل التشعب	نسبة تشعب المرتبة الخامسة	نسبة تشعب المرتبة الرابعة	نسبة تشعب المرتبة الثالثة	نسبة تشعب المرتبة الثانية	نسبة تشعب المرتبة الأولى	الأحواض
٤,٤٠١	٤	٣	٦,٢٥	٢,٨٩٢	٥,٨٦٦	الحوض الرئيس
٤,٣٢١	-	٢	٧	٤	٤,٢٨٥	الحوض الأول(ولي كفن)
٣,٧٩٨	٢	٣	٥,٨٣٣	٤,٣٤٢	٣,٨١٥	الحوض الثاني(كرفت)
٤,٧١١	-	٤	٦,٥	٤,١٩٢	٤,١٥٥	الحوض الثالث(دولة كلو)
٣,٦٧٤	٠,٦٦٦	٣	٦,٤٤٤	٤,١٧٨	٤,٠٨٥	معدل المراتب

المصدر :- اعتماداً على معطيات جدول (٢-٨) ومعادلة نسب التشعب .

٢-٤-٤-١ كثافة الصرف الطولية (Linear Drainage Density) :

وهي من المقاييس المهمة كونها تعكس أثر التكوينات الصخرية في السطح والتربة والغطاء النباتي ، فضلاً عن الأثر الذي يقوم به الإنسان في شبكة الصرف المائي ، هناك علاقة طردية بين شبكة الصرف المائي وكمية سقوط الامطار ، فالمناطق التي تشهد سقوط كميات كبيرة من الامطار ترتفع فيها كثافة الصرف ولاسيما اذا كانت البنية الصخرية قليلة النفاذية ومقاومة للتعرية المائية ، أما اذا كانت صخورها ذو نفاذية عالية وتتأثر بالتعرية المائية بشكل كبير يؤدي ذلك الى انخفاض في كثافة الصرف الطولي . ويتم قياس كثافة الصرف الطولية من خلال المعادلة الآتية^(١):-

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري في الحوض (كم)}}{\text{المساحة الكلية للحوض}}$$

وفقاً لمقياس (Smith)^(٢) الذي قسم كثافة الصرف الطولي إلى خمسة أصناف هي :-

١- كثافة الصرف الأقل من (٢كم) منخفضة جداً.

(١) تغلب جرجيس داود ، علم اشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجي التطبيقية) ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٠٢ ، ص ٢٠٠ .

(2) Smith K. G . Standar For grading texture of erosional topography ,A M JournalSoc, London, 1950, P. 655 .

- ٢- كثافة الصرف (٢-٤ كم) منخفضة.
- ٣- كثافة الصرف (٤-٦ كم) متوسطة .
- ٤- كثافة الصرف (٦-٨ كم) عالية .
- ٥- كثافة الصرف (اكثر من ٨ كم) عالية جداً .

وعند تطبيق هذه المعادلة ، يلحظ الجدول (٢-١٢) ، بلغت كثافة الصرف الطولية في الحوض الرئيس (٢,٧٦٨ كم/كم^٢) ، أما الاحواض الأول والثاني والثالث فقد بلغت قيمتهم (١,٥٣٩ ، ٢,٧٥٥ ، ٢,٩٣٧ كم/كم^٢) على التوالي ، بمعدل (٢,٧٤١ كم/كم^٢) ، وتعد القيمة منخفضة بحسب مقياس (Smith) ، ويعود سبب ذلك الى انتشار الصخور الجيرية والكلسية والدولوميتية والمتكتلات الخشنة القوام ذات النفاذية العالية التي تؤدي الى تسرب الماء الى الطبقات الصخرية ولكبر مساحة احواض منطقة الدراسة ، فهناك علاقة عكسية بين مساحة الحوض والكثافة الطولية ، فضلاً عن ظروف المناخية الحالية التي لاتشجع على تطور المجاري المائية بشكل نحت رأسي ، فتعمل التعرية المائية على اتساع جوانب المجاري مما يجعل احواض المنطقة ذات اطوال أقل ، كما إن منطقة الدراسة تتصف بتضرسها ووعورة سطحها ووجود العلاقة العكسية بينهما وبين كثافة الصرف ، اذ تعمل على تقليل اطوال المجاري .

جدول (٢-١٢) الكثافة الطولية والعديدية ومعدل بقاء المجرى ومعامل الانعطاف لاحواض منطقة الدراسة

معامل الانعطاف	معدل بقاء المجرى كم ^٢ /كم	كثافة الصرف العديدية/مجرى / كم ^٢	كثافة الصرف الطولية كم ^٢ /كم	الاحواض
١,١	٠,٣٦١	٣,٤٦٩	٢,٧٦٨	الحوض الرئيس
١,١	٠,٣٩٤	٣,١٤٧	٢,٥٣٣	الحوض الأول(ولي كفن)
١,١	٠,٣٦٢	٣,٣٨٣	٢,٧٥٥	الحوض الثاني(كرفت)
١,٢	٠,٣٤٠	٣,٧٩٩	٢,٩٣٧	الحوض الثالث(دولة كلو)
١,١	٠,٣٦٥	٣,٤٤٣	٢,٧٤١	المعدل

المصدر:-الباحث بالاعتماد على جدولي(١-٢)،(٨-٢)،(٩-٢) .

٢-٤-٤-٤-٢ كثافة الصرف العديدية (Stream Frequency) :

وهي مجموع المجاري المائية على مساحة الحوض أو هو قياس مدى تكرار الاودية النهرية بجميع المراتب في الكيلومتر المربع الواحد ولها انعكاسات على زيادة التعرية المائية ، فتعمل التعرية المائية على التقطع والتصريف المائي ، وماينتج عن

التعرية المائية من اشكال أرضية مختلفة . وتقاس كثافة الصرف العديدة وفق المعادلة الآتية (١) :-

$$\text{كثافة الصرف العديدة} = \frac{\text{مجموع اعداد المجاري المائية لجميع المراتب}}{\text{المساحة الكلية للحوض (كم}^2\text{)}}$$

وعند تطبيق المعادلة ، الجدول (٢-١٢) نلاحظ كثافة الصرف العديدة للحوض الرئيس بلغت (٣,٤٦٩ مجرى/كم^٢) ، وبلغت القيم في الحوض الأول والثاني والثالث (٣,١٤٧ ، ٣,٣٨٣ ، ٣,٧٩٩ مجرى/كم^٢) بمعدل (٣,٤٤٣ مجرى/كم^٢) وهي قيم منخفضة الكثافة ولاسيما الحوض الأول (ولي كفن) الذي سجل أقل كثافة صرف عديدة، وسجل الحوض الثالث (دولة كلو) اعلى قيمة كثافة صرف عديدة ، ويعود التفاوت في القيم الى الطبيعة الصخرية وعامل التضاريس والمناخ واختلاف درجة مقاومة الصخور للتعرية المائية ، فتنخفض القيم في الصخور الضعيفة المقاومة للتعرية المائية ، وللمطر أثر في زيادة كثافة الصرف العديدة التي تزداد بزيادة الانحدار وسيادة الصخور الصلبة في الحوض ، وتكمن أهمية معرفة هذه النسبة على مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلو متر مربع واثرا في زيادة فعالية التعرية المائية.

٥-٤-٢ معدل بقاء المجرى (Stream Survival Factor) :

هو متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتزويد شبكة مجاري الأنهار بالمياه في الحوض ، وكلما ارتفعت قيمة معدل بقاء المجرى هو مؤشر على اتساع الوحدة المساحية للحوض ، ويتم قياس ذلك وفق المعادلة الآتية (٢):-

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مجموع اطوال المجاري كم}}$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه ، يلاحظ الجدول (٢-١٢) يتبين أن معدل بقاء المجرى للحوض الرئيس بلغ (٠,٣٦١ كم^٢/كم) ، وبلغ في الحوض الأول والثاني والثالث (٠,٣٩٤ ، ٠,٣٦٢ ، ٠,٣٤٠ كم^٢/كم) على التوالي ، وبمعدل (٠,٣٦٥ كم^٢/كم) ، وجميعها تعد قيم منخفضة ، وأن هذا الانخفاض يشير الى صغر الوحدة المساحية للأحواض على حساب اطوال مجاري الأنهار أي اقتراب المجاري من بعضها البعض ، وهذا مؤشر على أن احواض منطقة الدراسة تمر خلال مرحلة الشباب أو مرحلة النضوج المبكر للتعرية المائية ، وإن التضرس والانحدار الشديد للسطح وأثر المناخ المتمثل في ارتفاع كمية تساقط الامطار خلال فصل الشتاء أدى الى زيادة سرعة الجريان السطحي ، وهذا مؤشر على نشاط التعرية المائية في منطقة الدراسة ولاسيما

(١) حسن رمضان سلامة ، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن ، مصدر سابق ، ص ١٠٣ .

(٢) سرحان نعيم الخفاجي ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي الضباع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية ، العدد الاول ، المجلد الثاني ، ١٠ ، ٢٠١٩ ، ص ٢١٥ .

في حال توفر بنية جيولوجية هشة تعمل على إمكانية شق انهار جديدة من المياه المناسبة خلال التربة والصخور ويؤدي هذا الى انخفاض معدل بقاء المجرى .

٢-٤-٢ معامل الانعطاف (Inflection Coefficient) :

ويقصد بها الطول الحقيقي للمجرى المائي للنهر أو الوادي على الطول المثالي للمجرى ، فالطول الحقيقي للمجرى هو المسافة الحقيقية التي يقطعها النهر على اليابس ، أما الطول المثالي فهو الخط المستقيم الذي يسلكه المجرى من منبع النهر الى مصبه ، ويستخرج وفق المعادلة الآتية^(١) :-

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي}}{\text{طول المجرى المثالي}}$$

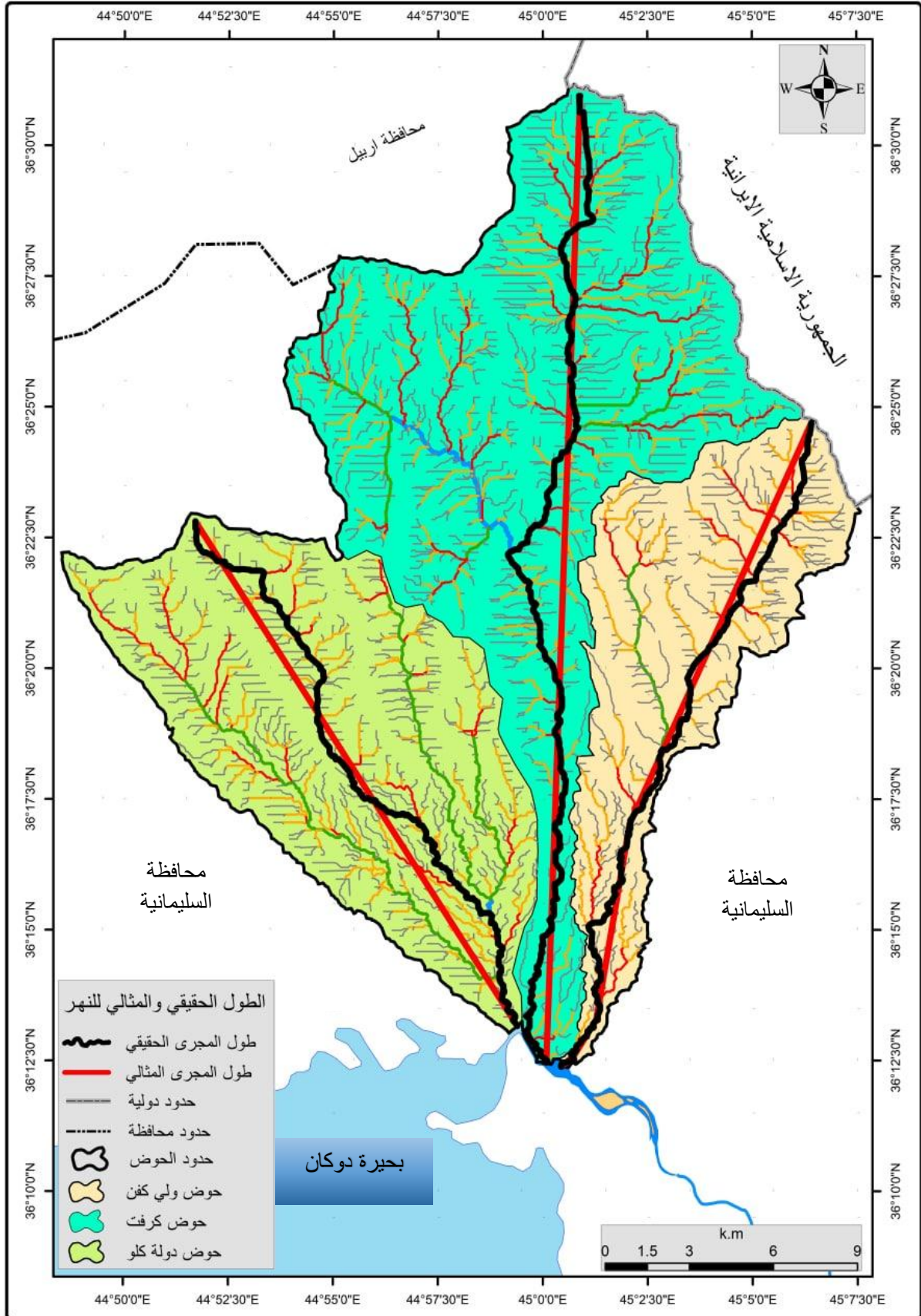
تتراوح نسب التعرج بين (١-٤) وهي^(٢) :-

- ١- اذا كانت نسبة المعادلة (١,١) فان المجرى مستقيم .
- ٢- اذا كانت نسبة المعادلة (١,٢ - ١,٥) فان المجرى ملتوي .
- ٣- اذا كانت نسبة المعادلة (اكثر من ١,٥) فان المجرى منعطف .

وعند تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة ، جدول (١٢-٢) والخريطة (٥-٢) تبين أن معامل انعطاف الحوض الرئيس بلغ (١,١) وبهذا يعد المجرى مستقيم بسبب البنية الجيولوجية الصلبة والانحدار الشديد، وبلغ معامل الانعطاف للاحواض الأول والثاني (١,١ ، ١,١) على التوالي وهذا مؤشر الى ان الحوضان مستقيمان وذلك لوجود الصخور الصلبة في أغلب أجزاء منطقة الاحواض الذي يتكون من سلسلة شالايير وتكوين شيرانش ومجموعة صخور ولاش ، فضلاً عن شدة الانحدار لاسيما في اقصى شمال هذه الاحواض ، وذلك يوضح صعوبة النحت الجانبي للنهر فتعمل التعرية المائية على تعميق مجاريها على حساب توسيعها ، أما الحوض الثالث فبلغ (١,٢) أي إن معامل انعطافه مستقيم ولكن بنسبة التواء بسيطة ، وبلغ المعدل العام لمعامل الانعطاف لاحواض منطقة الدراسة (١,١) وتدل هذه القيمة على أنها (مستقيم) .

(١) ازاد جلال شريف ، هيدرومورفومترية موضع نهر الخابور ، مصدر سابق ، ص ١٩٠ . .
 (٢) أسامة عبد القادر محمد أمين ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي خورخور في قضاء خانقين واثره في التنمية البيئية باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي ، أطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٢١ ، ص ١٧٧ .

الخريطة (٥-٢) الطول المثالي والحقيقي لأحواض منطقة الدراسة



المصدر:- إعتماًداً على برنامج (Arc GIS 10.4) وانموذج الارتفاع الرقمي DEM.

٢-٤-٧ أنماط الصرف النهري (Drainage Patterns) :-

هو الشكل العام التي تظهر به مجموعة المجاري النهريّة المختلفة ، الذي يتكون من اتصال روافد الأنهار والودية بالنهر الرئيس ، وهي نتاج لعوامل عديدة منها :- تضاريس السطح والبنية الجيولوجية والمناخ السائد والغطاء النباتي ، ودراسة أنماط الصرف النهري تساعد على معرفة مدى تأثير التعرية المائية في الاحواض ، وأهم أنماط التصريف في منطقة الدراسة . الخريطة (٦-٢)

٢-٤-٧-١ نمط الصرف المتوازي (Parallel Drainage Patterns) :

يظهر هذا النوع من الصرف في المناطق المنحدرة بشكل واضح ، ومن العوامل التي تتحكم بهذا النمط شدة الانحدار والعوامل البنيوية فالعلاقة طردية بينهما ، تظهر المجاري المائية ضمن هذا النمط بشكل طولي يوازي بعضها البعض ، وتعمل الأشكال الأرضية المتوازية على امتداد المجاري المائية وتوجيهها (١) . يظهر هذا النمط في منطقة الدراسة في التضاريس القبابية ، فتنتشر الطيات المحدبة والمقعرة بشكل متوازي مع بعضها البعض ، كما ويظهر هذا النمط في شمال شرق حوض ولي كفن ، وشمال غرب حوض دولة كلو ، ويظهر في تكوين (شيرانش وقمجوقة) المتمثلة بصخورها المارل واللايمستون المارلي والطباشيري وصخور جيرية ومارل طفلة التي تمتاز بضعف مقاومتها لعوامل التعرية ونفاذيتها للمياه .

٢-٤-٧-٢ نمط الصرف المستطيل (المتعامد) (Radial Drainage Pattern)

يكون هذا النمط في بعض الأنهار متعامد بسبب الفواصل المتواجدة في البنية الصخرية التي تأثرت بالحركات التكتونية ، فتتبع المياه الشقوق والفواصل والصدوع الرئيسية المتقاطعة مع الصدوع ، وتلتقي الروافد مع الحوض الرئيس بزوايا قائمة بسبب المقاومة المتباينة للصخور للتعرية المائية ، في الوديان الرئيسية تنشط التعرية المائية في الطبقات الصخرية الضعيفة ، أما في الروافد التي تجري على الصخور المقاومة للتعرية المائية اذ تتكسر الصخور بشكل معين ويدخل الوادي بزوايا قائمة ، وتمتاز انهارها بتقارب اطوالها وتصب في الأنهار بشكل متعامد . ويوجد هذا النمط في منطقة الدراسة في حوض كرفت تحديداً في تكوين قمجوقة الذي يتصف هذا التكوين بنفاذيته للمياه وضعيف المقاومة للتعرية المائية .

(١) محمد مجدي تراب ، اشكال الصحاري المصورة دراسة لاهم الظاهرات الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبه الجافة ، مطبعة الانتصار ، الإسكندرية ، ١٩٩٣ ، ص ١٩٣ .

٢-٤-٧-٣ نمط التصريف الشجري (Tree Drainage Patterns)

يعدّ من الأنماط الشائعة وهو يتكون في المناطق التي تمتاز بوجود تجانس من حيث تكويناتها الصخرية ذات الميل البسيط فضلاً عن وجود سطح ذي تضاريس واطئة كان يكون سهلاً أو هضبة، فيظهر نمط التقاء الروافد بالمجرى الرئيسي بشكل يشبه تفرعات أغصان الأشجار لذلك يسمى بالشجري. وتختلف كثافة التفرع النهري ضمن هذا النمط تبعاً لاختلاف درجة صلابة الصخور ومقدار مساميتها فضلاً عن نوعية المناخ السائد، إذ تزداد كثافة التفرع كلما قلت صلابة الصخور وازدادت كمية التساقط (المطري)^(١). يوجد هذا النمط ضمن وسط وشمال حوض كرفت وفي شمال حوض ولي كفن ، إذ تتوفر الشروط اللازمة لاسيما تجانس التكوينات الصخرية والتي تختلف من حيث درجة تضرسها وطبيعة تكويناتها الصخرية.

٢-٤-٨ المقاطع الطولية والعرضية للنهر (Longitudinal and Transverse Profiles) :

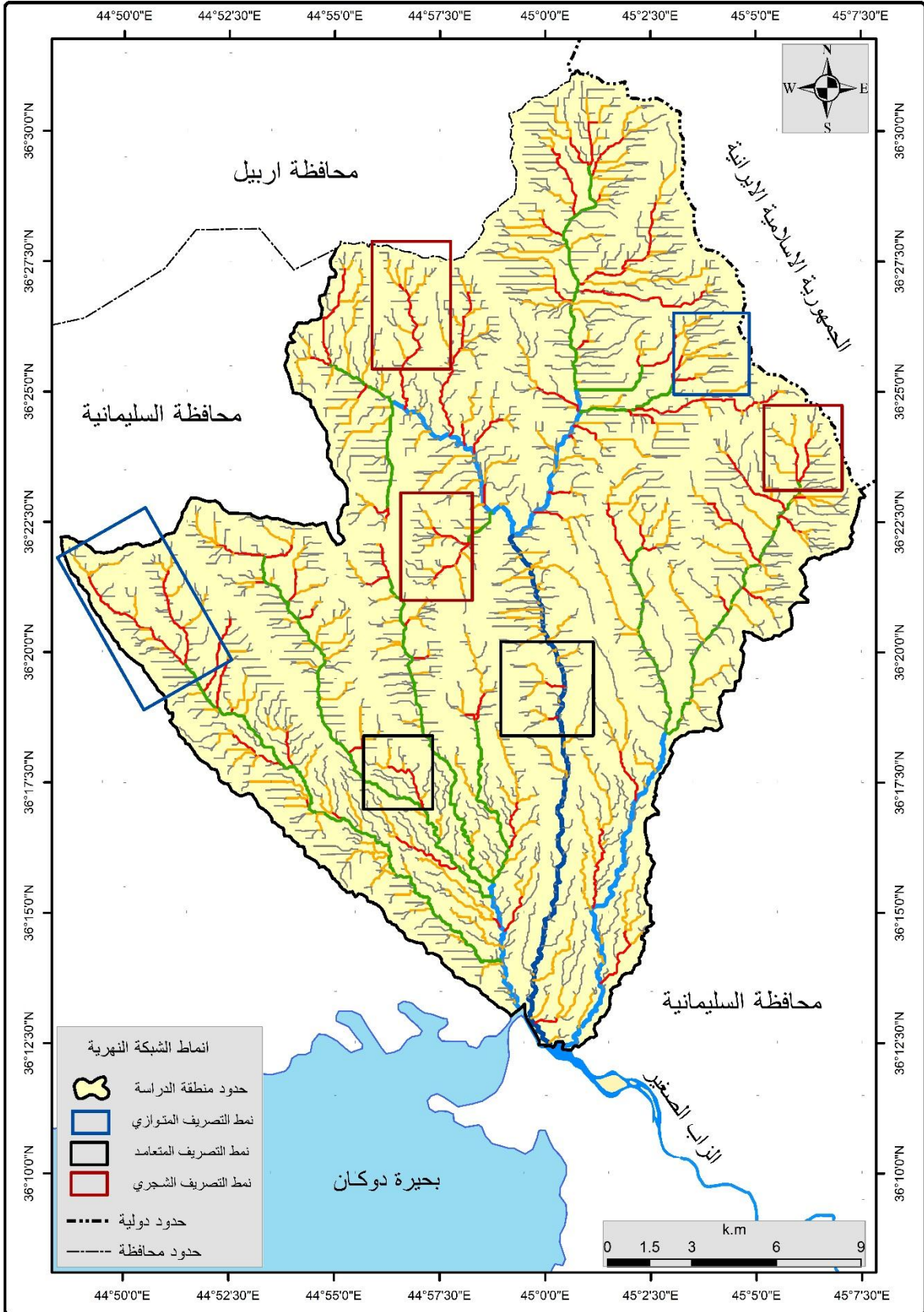
تعد دراسة المقطع الطولي والعرضي للاحواض من الدراسات المورفومترية والهيدروجيومورفولوجية المهمة ، وذلك لأن شكل المقطع يرتبط بصلابة الصخور والبنية الجيولوجية والمناخ السائد في المنطقة .

٢-٤-٨-١ المقاطع الطولية (Longitudinal Profiles) :

يعتمد المقطع الطولي للنهر على طبيعة الصخور و انحدار السفح الذي تجري عليه المجاري المائية وطبيعة الصخور التي تحفر فيها الأنهار مجراها ، كما تلعب زيادة التصريف المائي دوراً مهماً في تشكيل المقطع الطولي للنهر، إذ تعمل على نحت المناطق المرتفعة من الحوض (عملية الحت الصاعدة) وتستمر هذه العملية حتى يتحقق التوازن ما بين قوة الحفر والنحت الرأسى وعمليات الترسيب ثم يتراجع النحت نحو الأعلى بعيداً عن المصب ، أي أن عملية النحت تسير بشكل معاكس لجريان المياه ، ولدراسة المقطع الطولي أهمية في الدراسات الجيومورفولوجية لأنه يعكس طبيعة المرحلة الجيومورفية للنهر من خلال تحديد نوع العمليات والظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة في كل مرحلة وأهم تغيرات المجرى من المنبع الى المصب ، إذ إن المقاطع المقعرة للشكل تمثل مرحلة الشباب الذي يمر بها الوادي وهو مؤثر الى نشاط عملية النحت والتعرية المائية على حساب عملية الترسيب ، أما المقاطع المستوية وشبه المستوية فهو يمثل الوادي ضمن مرحلة الشيخوخة ،

(١) محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، مصدر سابق، ص ١٩٤ .

خريطة (٦-٢) أنماط شبكة التصريف النهري



المصدر:- إعتماًداً على برنامج (Arc GIS 10.4) وانموذج الارتفاع الرقمي DEM .

- ١- المجرى الأعلى _ وتزداد فيه شدة الحت .
 - ٢- المجرى الأوسط _ وتتم فيه عمليات الحت والإرساب معاً .
 - ٣- المجرى الأدنى _ وتسير فيه عمليات الإرساب .
- تم استخراج المقاطع الطولية بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arc map 10.4.1) وتم استخراج معدل الانحدارات جدول (٢-١٣) من خلال المعادلة الآتية (١) :-

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times 57.3}{\text{المسافة الأفقية}}$$

إذ إن : 57.3 = نسبة ثابتة .

الجدول (٢-١٣) معدل الانحدار لبحوض منطقة الدراسة .

الاحواض	الفاصل الرأسى/م	المسافة الأفقية /م	معدل الانحدار/م	درجة الانحدار
البحوض الرئيس	٢٩٢٨	٣٣٨٥٠	٠,٨٦٥	٤,٩٥٦
البحوض الأول(ولي كفن)	٢٥٣٠	٢٣٩٠٠	٠,١٠٦	٦,٠٦٥
البحوض الثانى(كرفت)	٢٩٢٨	٣٣٨٥٠	٠,٨٦٥	٤,٩٥٦
البحوض الثالث(دولة كلو)	١٨٩٤	٢٠٧٠٠	٠,٠٩١٤	٥,٢٤٢

المصدر: تم قياس المسافة الأفقية باستخدام مخرجات برنامج (Arc map 10.1) ، وبرنامج (Global mapper18) .

يبين المقطع الطولي للبحوض الرئيس (منطقة الدراسة) التي تبلغ مساحته الكلية (٤٨٤,٨٦ كم^٢) ، إن معدل انحدار البحوض الرئيس بلغ (٠,٠٨٦٥ م) ، ودرجة انحدار (٤,٩٥٦°) وبمسافة أفقية (٣٣٨٥٠ م) ، ومن خلال الشكل (٢-١) الذي يمثل الخط العمودي ارتفاع التضاريس ، ويمثل الخط الأفقى المسافة الأفقية للبحوض ، أن المقطع شديد الانحدار في الجزء الشمالى الشرقى من منطقة الدراسة تحديداً في شرق منطقة الدراسة ، بلغت درجة الانحدار في البحوض الرئيس (٤,٩٥٦°) ويكون البحوض في

(٢) خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ٢٠٠٩ ، مصدر سابق، ص ١٨٢-١٨٣ .

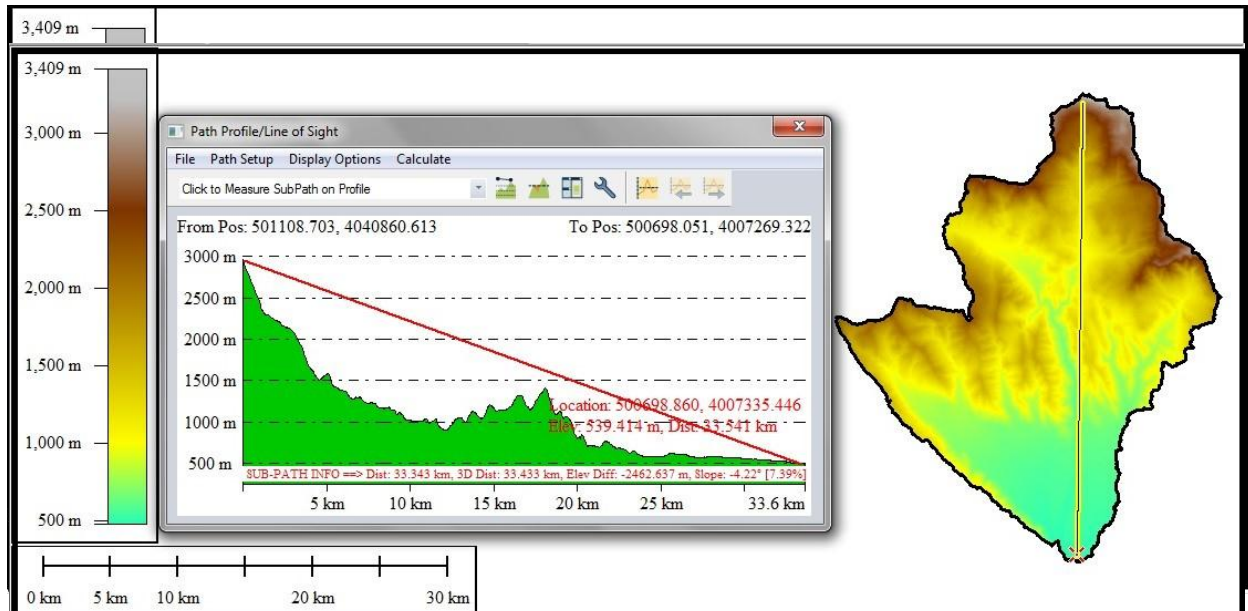
هذا المقطع ضمن مرحلة الشباب ، اما درجة الانحدار في حوض ولي كفن (٦,٠٦٥) ، وبلغت درجة الانحدار في حوض كرفت (٤,٩٥٦) ، اما حوض دولة كلو فبلغت درجة الانحدار (٥,٢٤٢) ، ويشير ذلك إلى أن التعرية المائية ترتفع عند المناطق المرتفعة ولاسيما في شمال شرق منطقة الدراسة وتقل في وسط منطقة الدراسة عند اقدام الجبال .

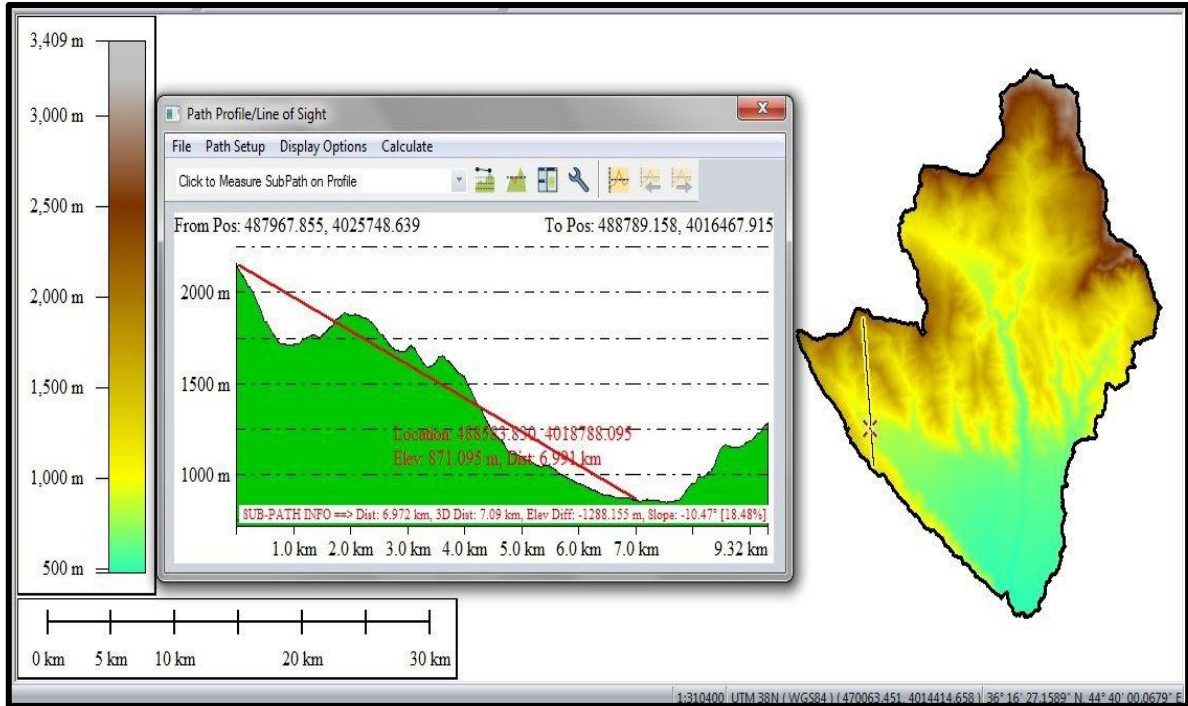
أما في الحوض الأول والثاني والثالث بلغ معدل الانحدار (٠,٠٨٦٥ ، ٠,١٠٦ ، ٠,٠٩١٤) ودرجة انحدار (٦,٠٦٥ ، ٤,٩٥٦ ، ٥,٢٤٢) على التوالي ، وبمسافة افقية (٢٣٩٠٠ ، ٣٣٨٥٠ ، ٢٧٠٠٠ م) على التوالي ، وقد سجل الحوض الأول (ولي كفن) أعلى درجة انحدار ويعود سبب ذلك الى وجود المرتفعات العالية جداً ولاسيما في شمال وشمال شرق الحوض .

من الأشكال (١-٢) ، (٢-٢) ، (٣-٢) ، (٤-٢) يتبين أن أعلى درجة انحدار في الحوض الأول (ولي كفن) بلغت (٧,١٦) في خط كنتور (٧٥٠-٢٣٠٠ م) ، وسجلت أقل درجة انحدار (٥,١٧) في خط كنتور (٥٠٠-٢٥٠٠ م) ، أما الحوض الثاني

(كرفت) قد سجل أعلى درجة انحدار بلغت (١٦,٨٢) في خط كنتور (١٠٠٠-٢٢٥٠ م) شمال غرب الحوض ، ويبدأ الحوض بالانخفاض في درجة الانحدار إلا أن يصل أقل درجة انحدار (٤,٢) في خط كنتور (١٠٠٠-٢٧٥٠ م) ، وفي الحوض الثالث (دولة كلو) يتبين أن أعلى درجة انحدار في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض ، بلغت درجة الانحدار (٥,١٢) في خط كنتور (٧٥٠-١٧٥٠ م) ، بينما سجل أقل درجة انحدار في الحوض نفسة (٣,٦٣) في خط كنتور (٥٠٠-١٧٥٠ م) في الشمال الغربي من منطقة الحوض ، وإن وجود الشقوق والفواصل ساعد على تكوين الشبكة المائية في منطقة الحوض . بلغت أعلى درجة انحدار في منطقة الدراسة كاملاً في حوض كرفت بلغت (١٦,٨٢) بمسافة افقية (١,٢٥٠ كم) .

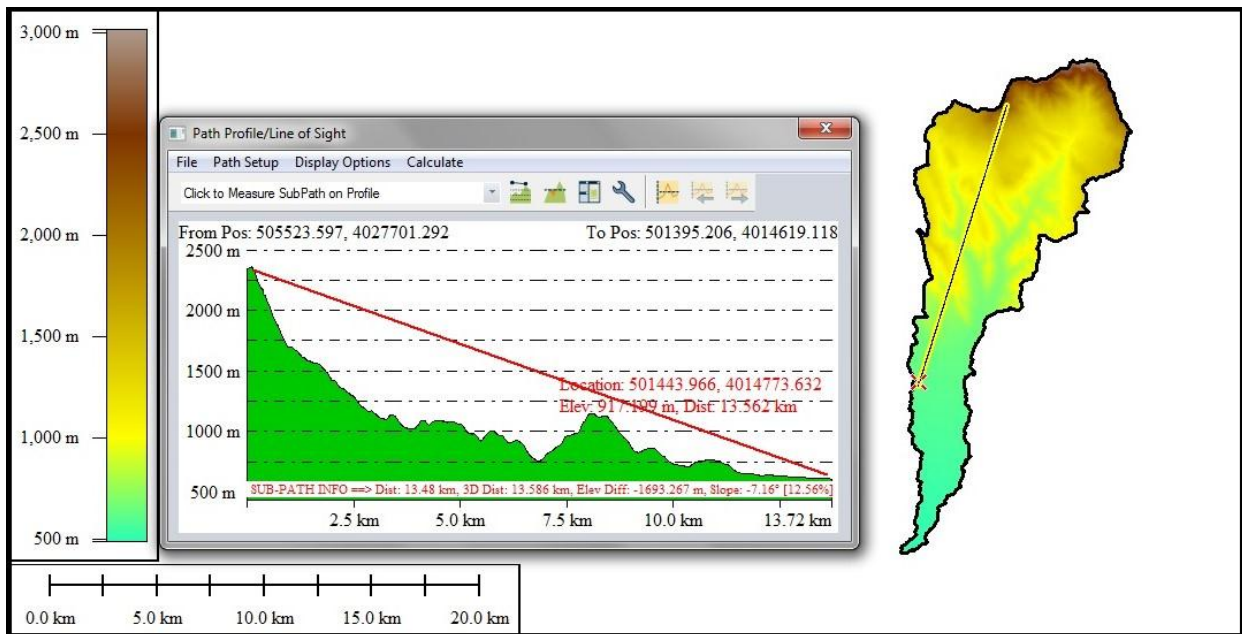
الشكل (١-٢) المقاطع الطولية للحوض الرئيس .

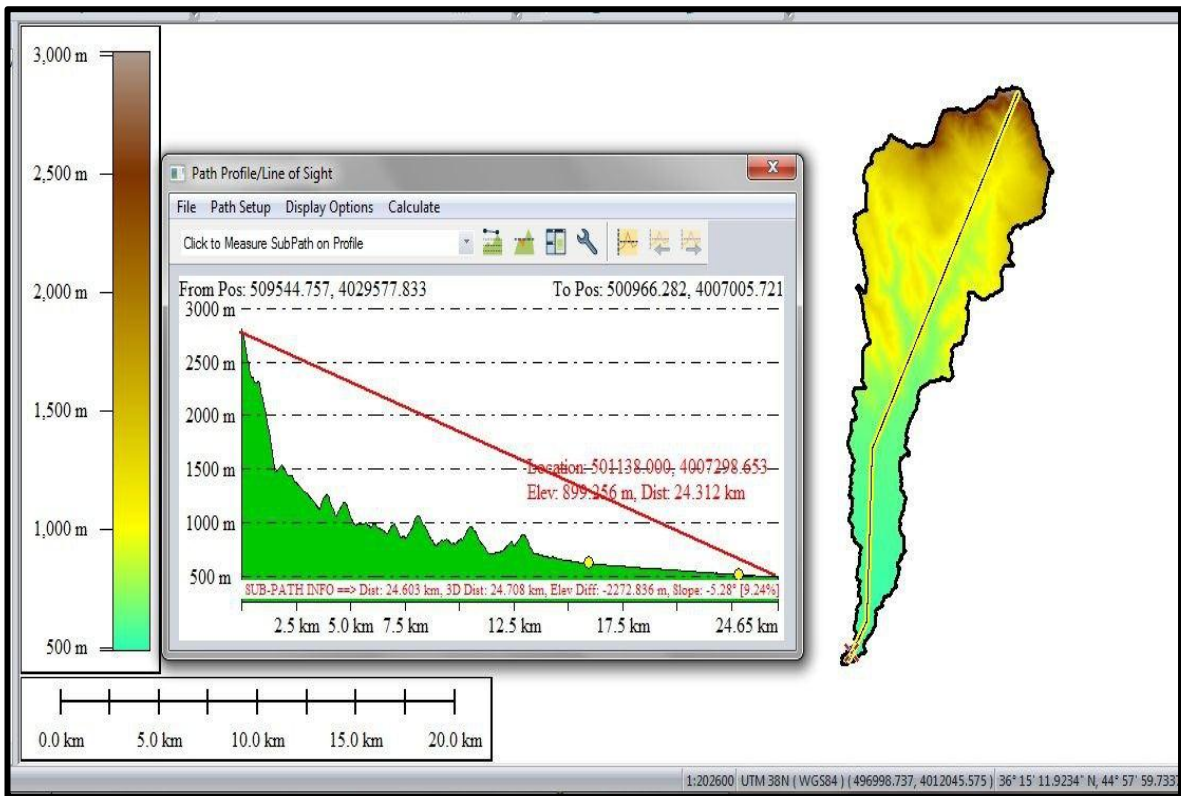
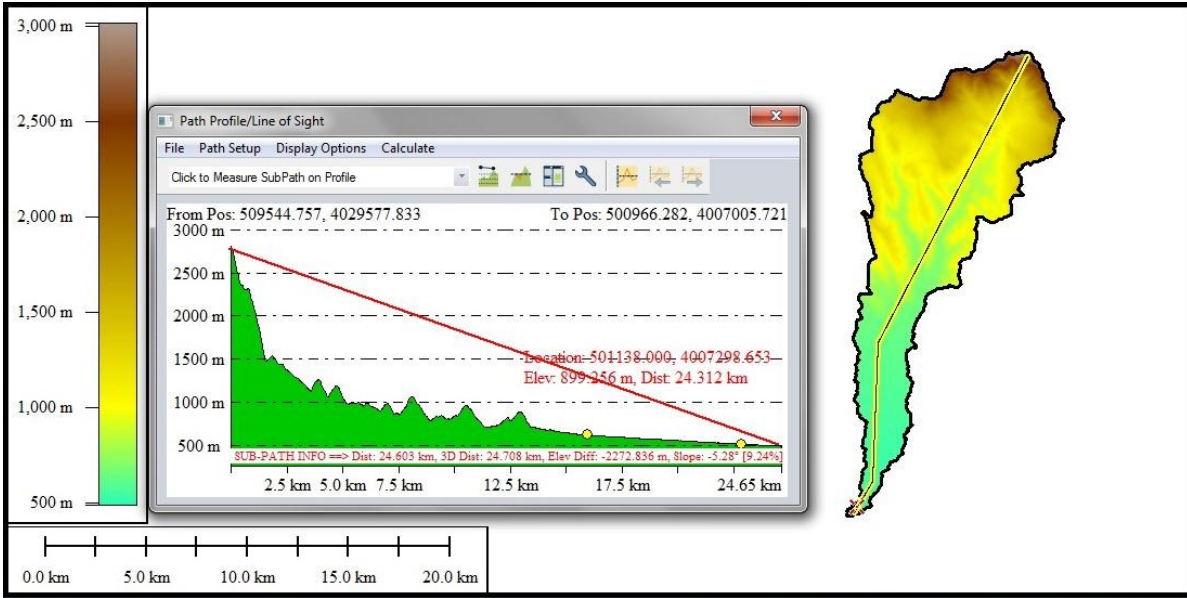




المصدر : إتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

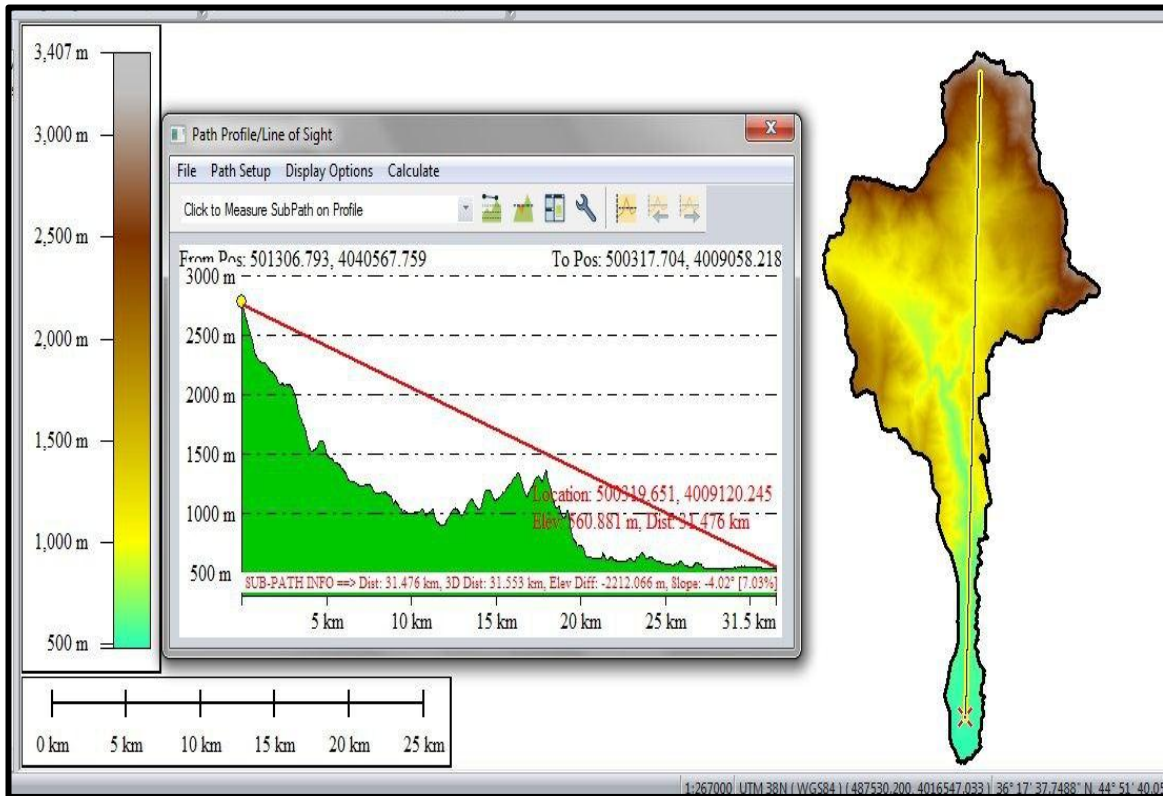
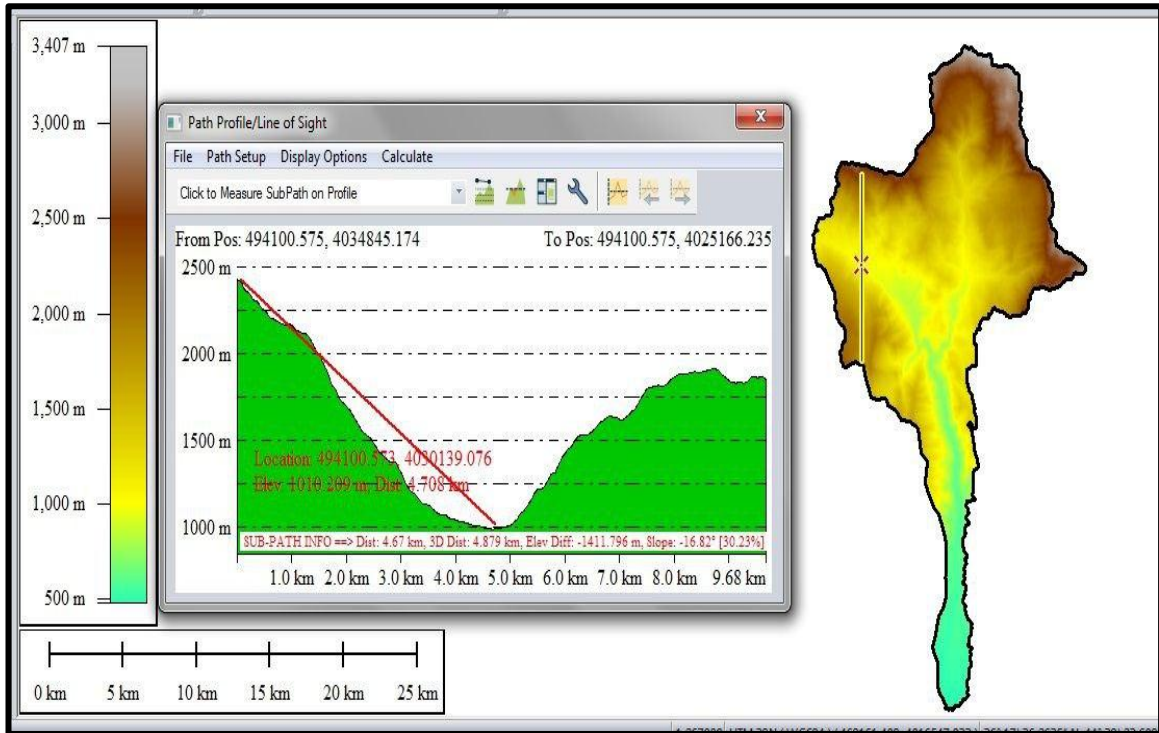
الشكل (٢-٢) المقاطع الطولية لحوض ولي كفن

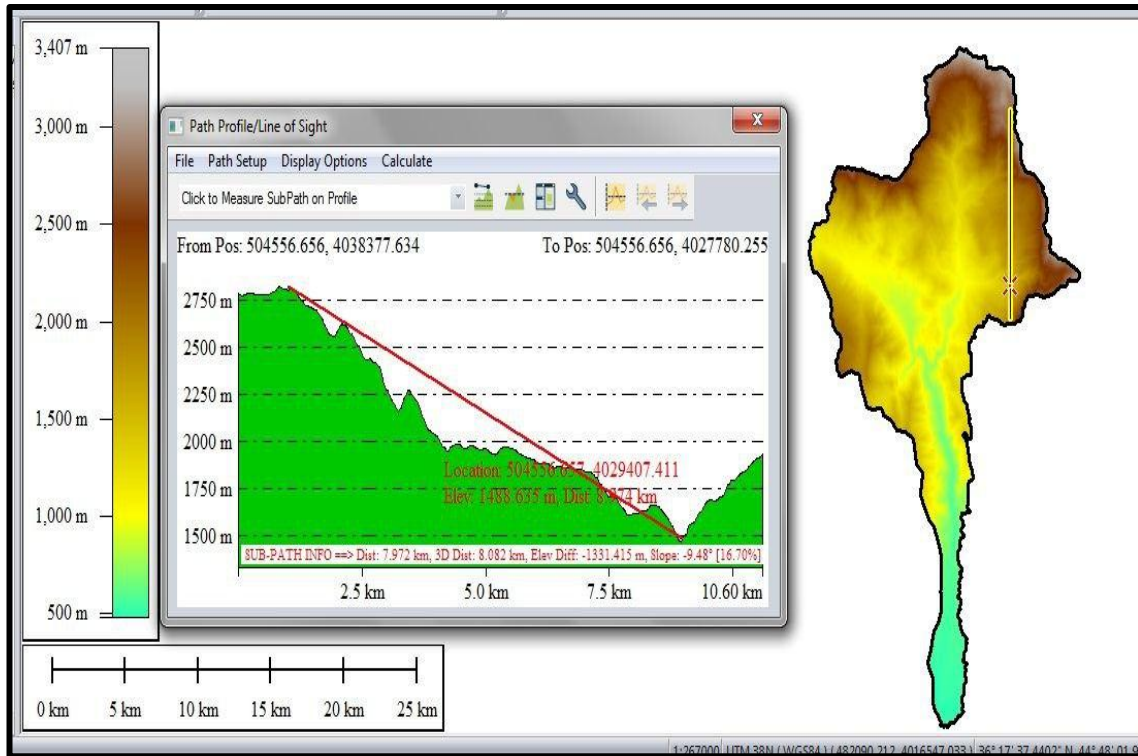




المصدر : إعتماًداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

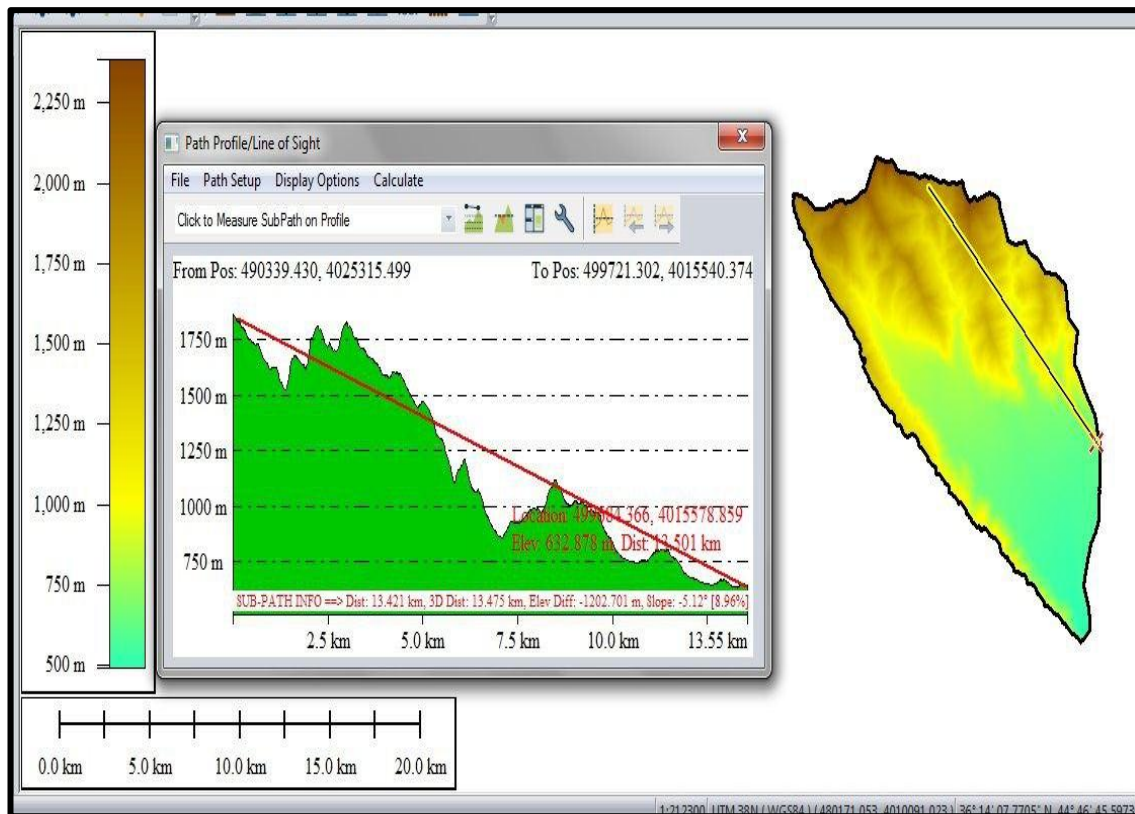
الشكل (٢-٣) المقاطع الطولية لحوض كرفت

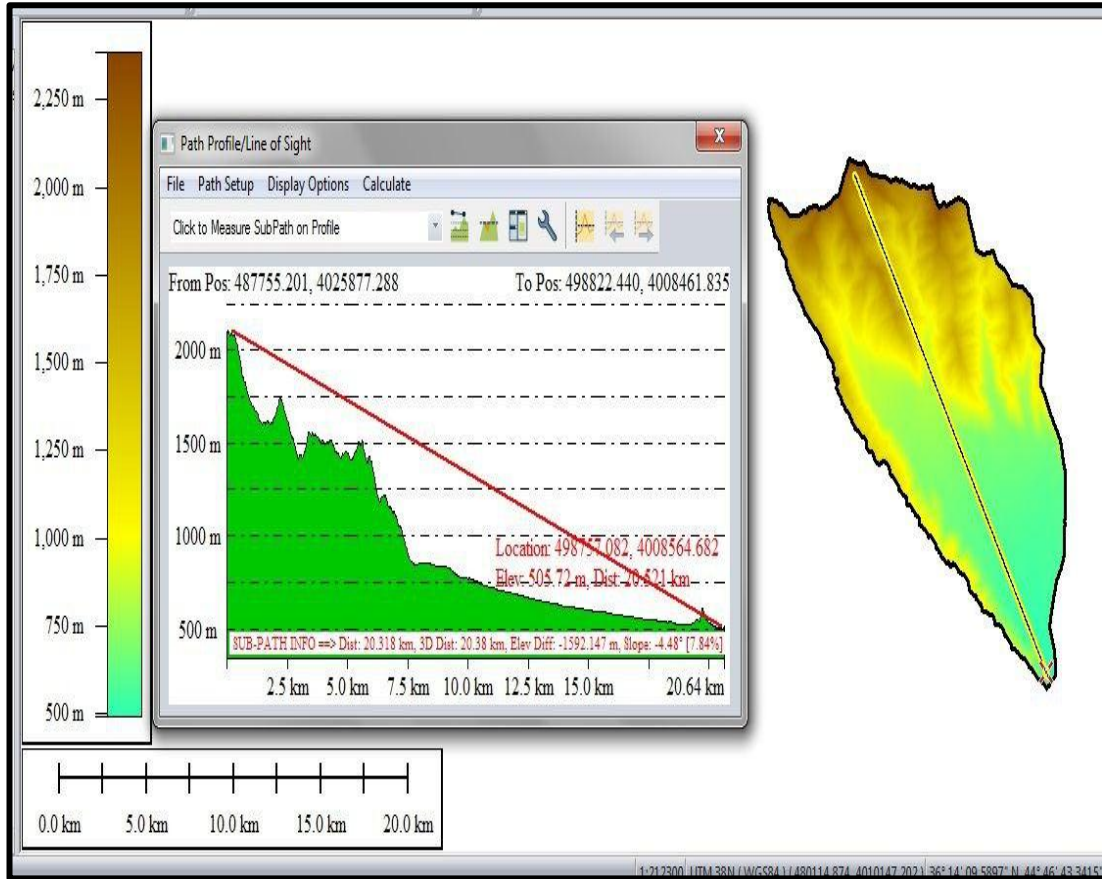
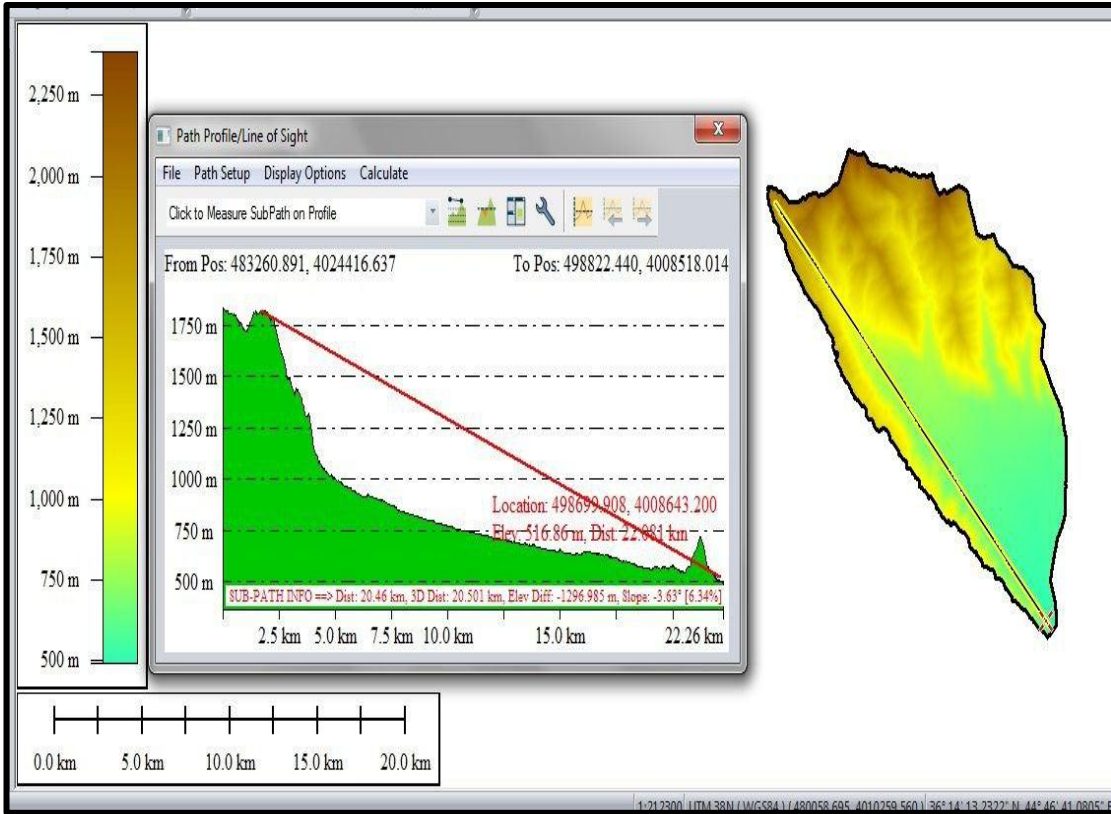




المصدر : إتماداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

الشكل (٢-٤) المقاطع الطولية لحوض دولة كلو





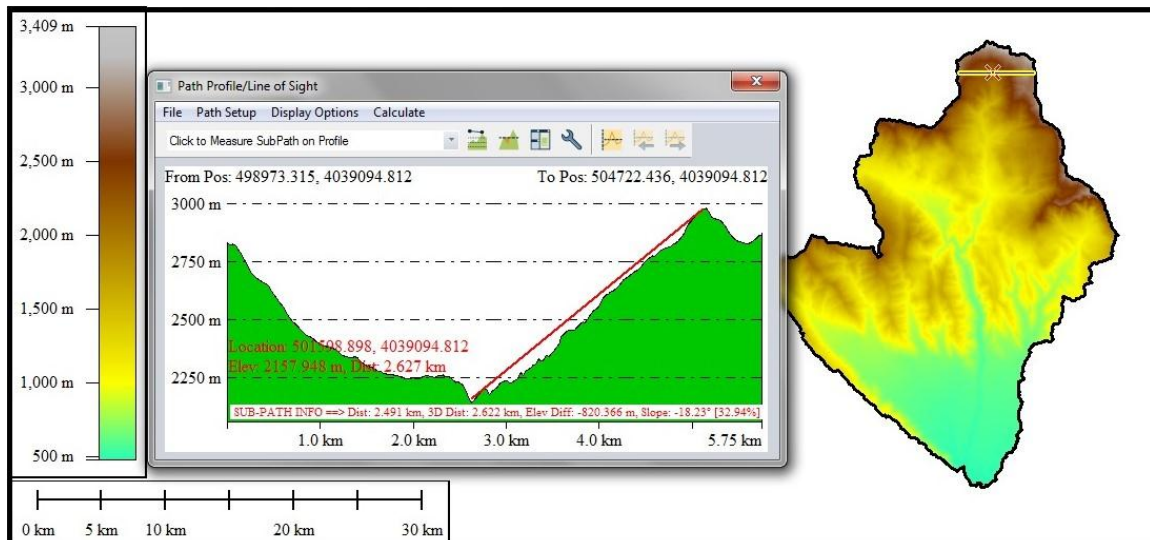
المصدر : إعتماًداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

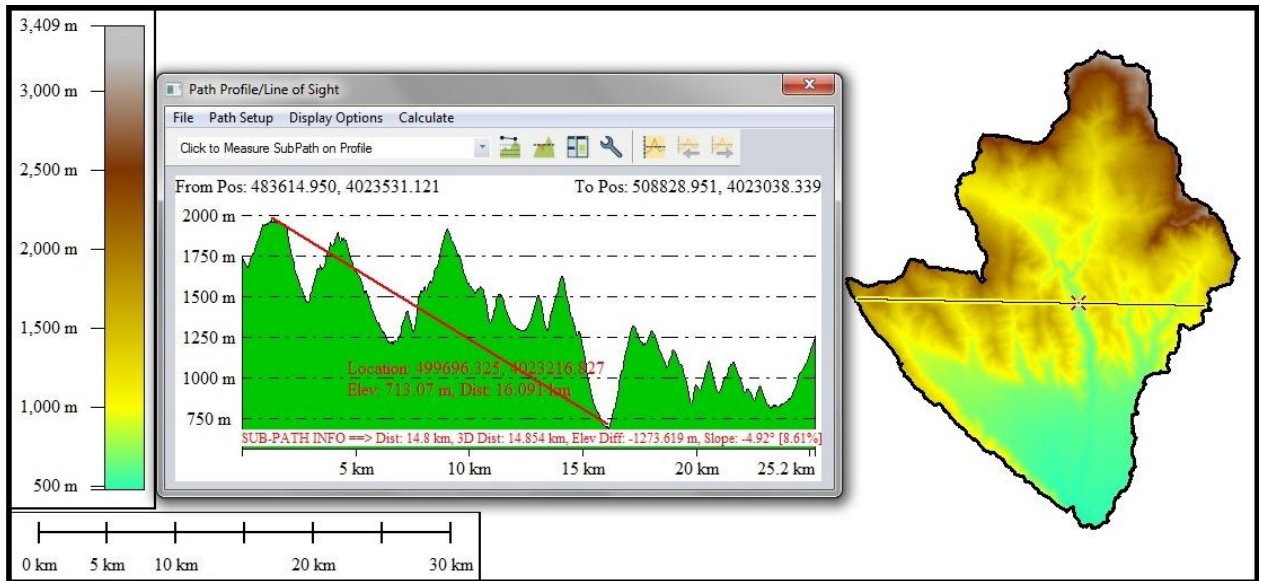
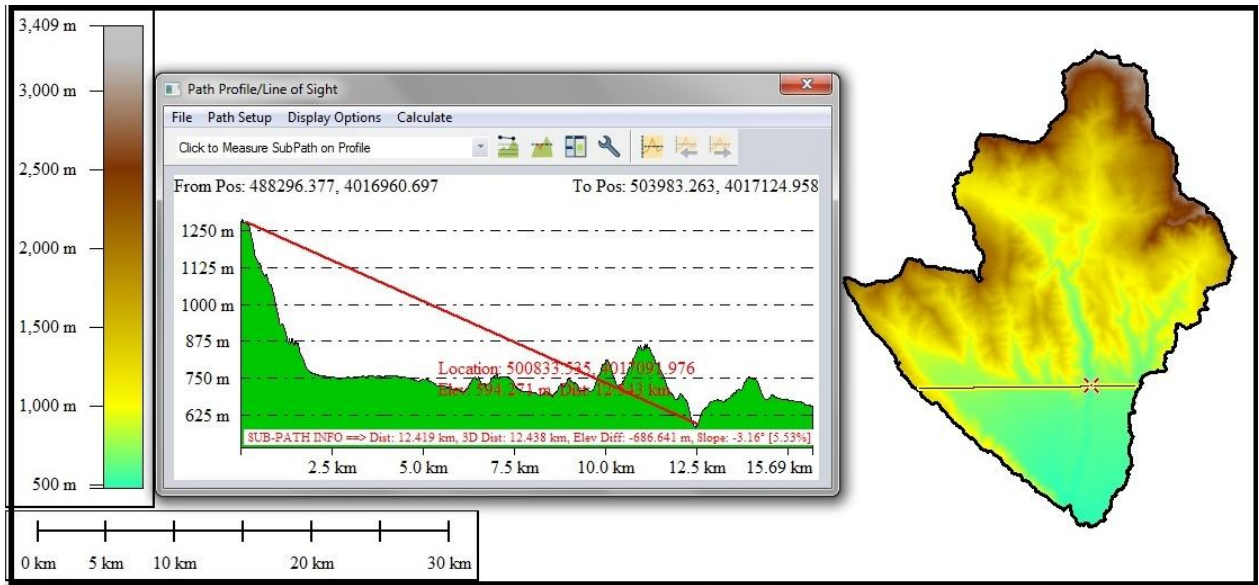
٢-٨-٤-٢ المقاطع العرضية (Longitudinal Transverse)

تختلف طبيعة المقطع العرضي للوديان والاحواض باختلاف المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها الاحواض ، فيكون شكل الوادي مختلف من حيث درجة انحدار الضفاف وعمق المجرى ، اذ تتغير من مكان لآخر ، فعندما يمر المجرى المائي في تكوينات جيولوجية ضعيفة يزداد نشاط الحت الجانبي وتتركز التعرية المائية ولاسيما في المناطق ذات التكوينات الجيرية الطباشيرية التي تنشط فيها عمليات التجوية والتعرية المائية . ومن المراحل الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض هي مرحلة الشباب ، اذ تكون عمليات الحت الرأسية أكبر من عمليات النحت الجانبي ، أما في مرحلة النضج او الشيخوخة فيكون عمل الحت النهري على الجوانب على .

ومن خلال المقاطع العرضية المأخوذة لمنطقة الدراسة كاملاً ، يتبين من الشكل (٥-٢) ، إن أعلى درجة انحدار سجلت في منطقة الدراسة في أقصى شمال المنطقة ، بلغت (١٨,٢٣°) وبارتفاعات عالية جداً تصل (٢٠٠٠-٢٨٠٠م) يتخلل المقطع اودية ذات انحدارات شديدة ، ويقع هذا المقطع ضمن سلسلة تكوين شالابر التي تتميز بصخور متحولة ونارية وتظهر آثار التعرية المائية ولاسيما في الطبقات الحاوية على الحجر الجيري اذ عملت المياه تعرية اخدودية ، وهذا واضح في اتخاذ شكل الوادي في هذا المقطع حرف (V) وهي تمثل مرحلة الشباب . ويمثل المقطع العرضي أقل درجة انحدار في منطقة الدراسة ، بلغ (٣,١٦°) على ارتفاع (٦٢٥ - ١٢٥٠ م) ويقع هذا المقطع في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة ، ويكون الانحدار معتدل ويأخذ المجرى حرف (U) وهي تمثل مرحلة النضج ، ويقع هذا المقطع ضمن تكوين المراوح الفيضية ، وهي رواسب تتكون من اقدام الجبال وصخور رسوبية قابلة لعملية التعرية المائية ، لكن المجرى المائي يقل وترسب جزء من حمولته ، وتزداد نسبة الترسيب على الحت بسبب قلة الانحدار .

شكل (٥-٢) المقاطع العرضية للحوض الرئيس .





المصدر : إعتماًداً على بيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

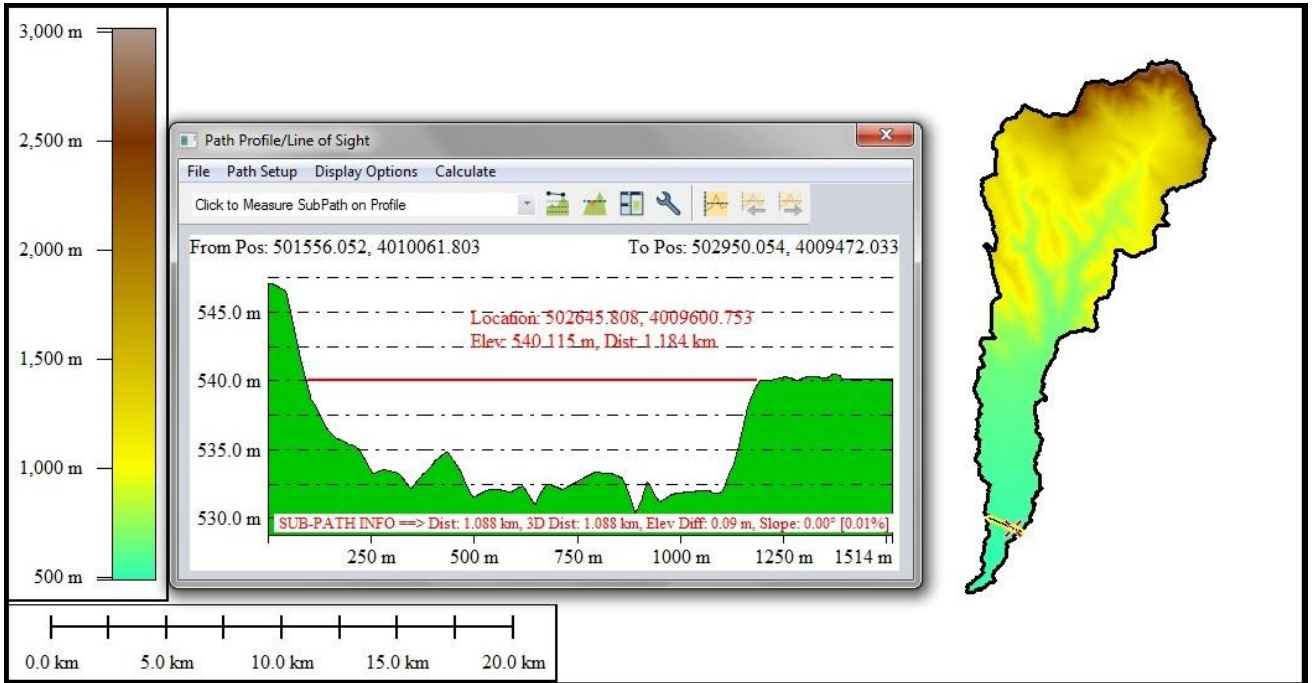
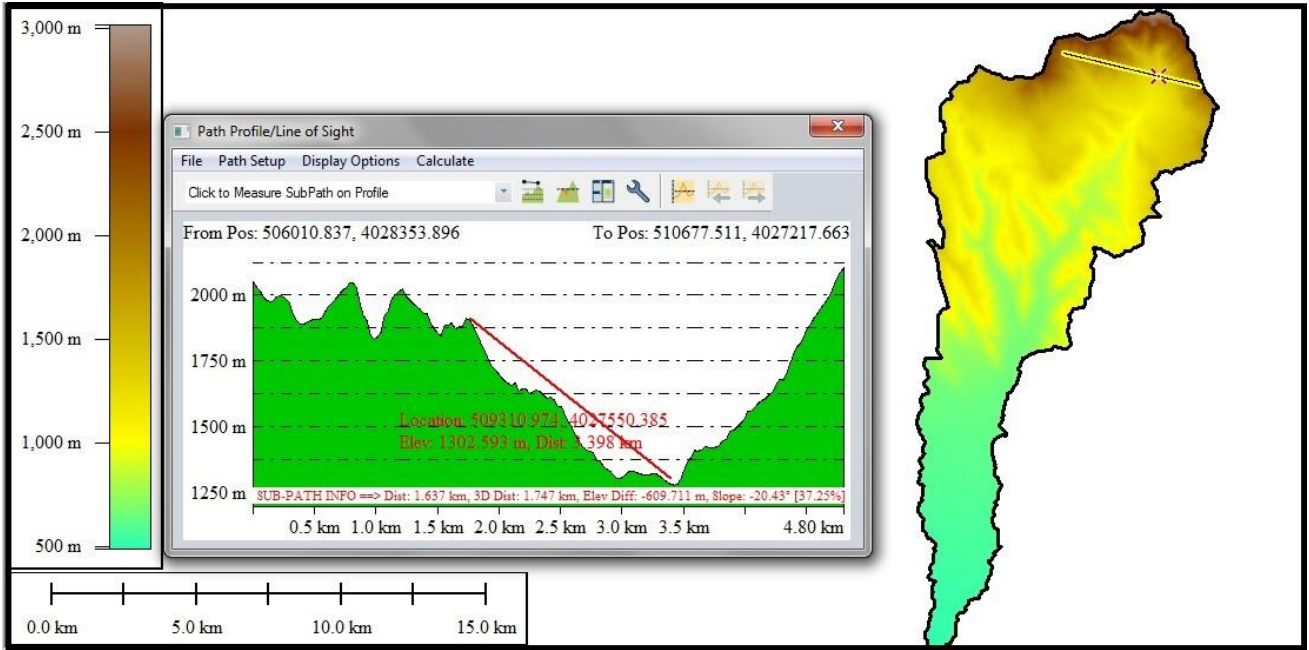
وفي الحوض الأول (ولي كفن) الشكل (٦-٢) نلاحظ أن أعلى درجة انحدار في أقصى الشمال الشرقي في منطقة الحوض اذ بلغ (٤٣.٠°) وبخط كنتور (١٢٥٠-١٨٧٥م) ويلحظ وجود انحدار شديد قرب مرتفعات جبال قنديل وتضرس شديد للمنطقة بشكل عام و وجود أودية عميقة خلال الحوض على شكل حرف (V) وهذا مؤشر الى ان الحوض ضمن مرحلة الشباب وزيادة التعرية المائية على الترسيب ، ويبدأ الحوض بالانخفاض التدريجي في درجة الانحدار الى ان يصل الى أقصى جنوب الحوض وبلغت درجة انحداره (٠,٠°) وبخط كنتور (٥٤٠,٠م) ونلاحظ شكل الوادي بأخذ الحرف (U) وقلة النحت الرأسي ، وزيادة النحت الجانبي و وجود انعطافات في

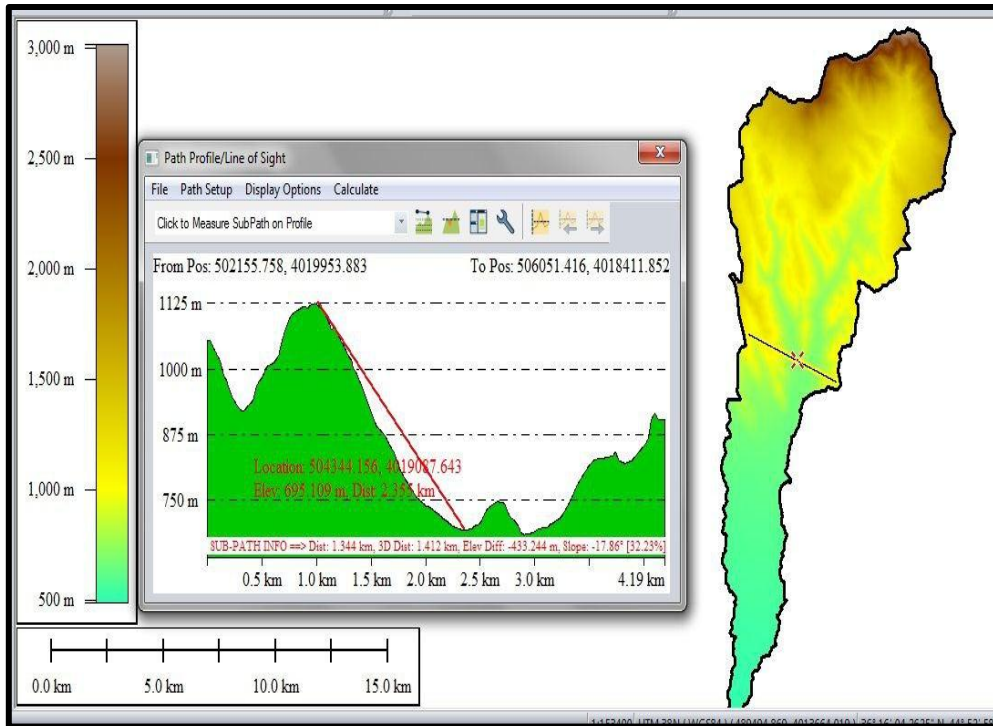
المجرى وذلك لقلّة الانحدار ، وهو يدل على انه خلال مرحلة (النضج المتأخر او الشيخوخة) أي تعرية مائية خفيفة وزيادة في الترسيب . يلحظ الشكل (٧-٢).

وفي الحوض الثاني (كرفت) يتبين أن أعلى درجة انحدار جنوب الحوض ، بدرجة انحدار (٢١,٧٣°) ، وبخط كنتور (٧٥٠-١٤٥٠ م) ، وهذا الارتفاع يسبب انحدار الحوض وهذا الارتفاع يسبب انحدار الحوض من مرتفعات جبلية عالية ، ويكون شكل المجرى المائي يشبه الحرف (V) وهذا يدل على ان الحوض في هذا المقطع ضمن مرحلة الشباب ، ويكون هذا المقطع ضمن تكوين كوميتان الذي يتألف من صخور اللايمستون الرصاصي والسليكا وحجر الكلس وهي صخور مقاومة للتعرية المائية ، وتكوين قمجوقة الذي يتكون من صخور جيرية ومارل وطفل ، واحياناً يتداخل الأزرق مع طبقات من المارل الأخضر وتكون صخور هذه التكاوين ضعيفة لمقاومة التعرية المائية ، ثم يقل انحدار الحوض تدريجياً كلما اتجهنا نحو المصب الذي يصل الى درجة انحدار (١,٢١°) وبخط كنتور (٤٩٠-٥٢٠ م) وتكون ضمن تكوين المراوح الفيضية تحديداً عند المصب ، وهي رواسب تجميعية تمتاز صخورها بضعف المقاومة للتعرية المائية لكن لعامل الانحدار المعتدل في هذا المقطع أثر كبير في عملية الحت الجانبي على حساب الحت الرأسي وحدث التعرية المائية على جانبي المجرى المائي . مما أدى الى إعطاء شكل المجرى المائي حرف (U) وهي دلالة على أن المجرى المائي في هذا المقطع يمر في مرحلة النضج المبكر . يلحظ الشكل (٨-٢) .

أما في الحوض الثالث (دولة كلو) يظهر في المقطع العرضي أن أعلى درجة انحدار بلغت (٢٠,٨٧°) بخط كنتور (٧٥٠-١٤٠٠ م) ويقع هذا المقطع في وسط الحوض ، وهذا الارتفاع أدى الى انحدار الحوض من مرتفعات عالية ، ويكون شكل المجرى المائي في هذا المقطع يشبه الحرف (V) وهذا مؤشر إلى أن المجرى المائي في هذا المقطع يمر بمرحلة الشباب ، ولاسيما وأن التكاوين الصخرية في هذا المقطع هو اندماج مجموعة تكاوين كوميتان وتتألف من صخور اللايمستون الرصاصي وحجر الكلس والسليكا وهي صخور مقاومة للتعرية المائية وتكوين سلسلة شالاير وتتألف من صخور متحولة ونايرية وهي صخور مقاومة للتعرية المائية . ثم يقل انحدار المجرى المائي تدريجياً حتى تصل الى درجة انحدار (٣,٢٤°) وبخط كنتور (٦٢٥-١١٠٠ م) جنوب الحوض ، ويقع هذا المقطع العرضي ضمن تكوينات مراوح فيضية وترسبات المنحدرات التي تتكون من صخور رسوبية ضعيفة المقاومة للتعرية المائية وتكوين كوميتان المقاوم للتعرية المائية ، تبين ان نوع الانحدار معتدل اذ يقل نشاط المجرى وترسيب حمولتها تزامناً مع قلة الانحدار ، ويأخذ المجرى حرف (U) وهو مؤشر على أن الحوض ضمن مرحلة النضج المبكر ، يلحظ الشكل (٩-٢) .

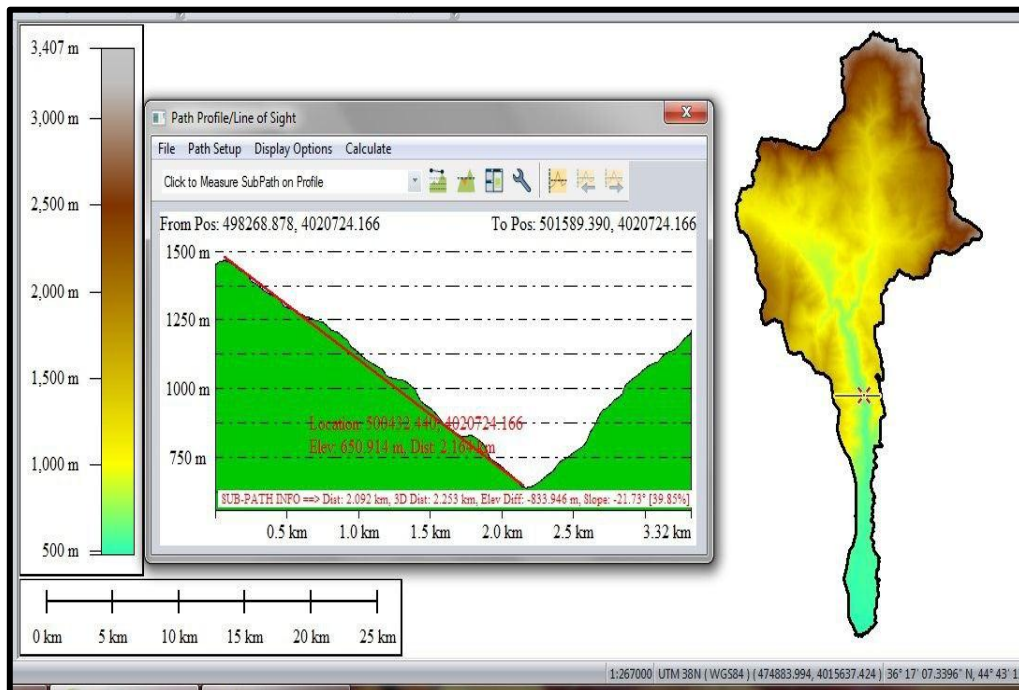
الشكل (٢-٦) المقاطع العرضية لحوض ولي كفن

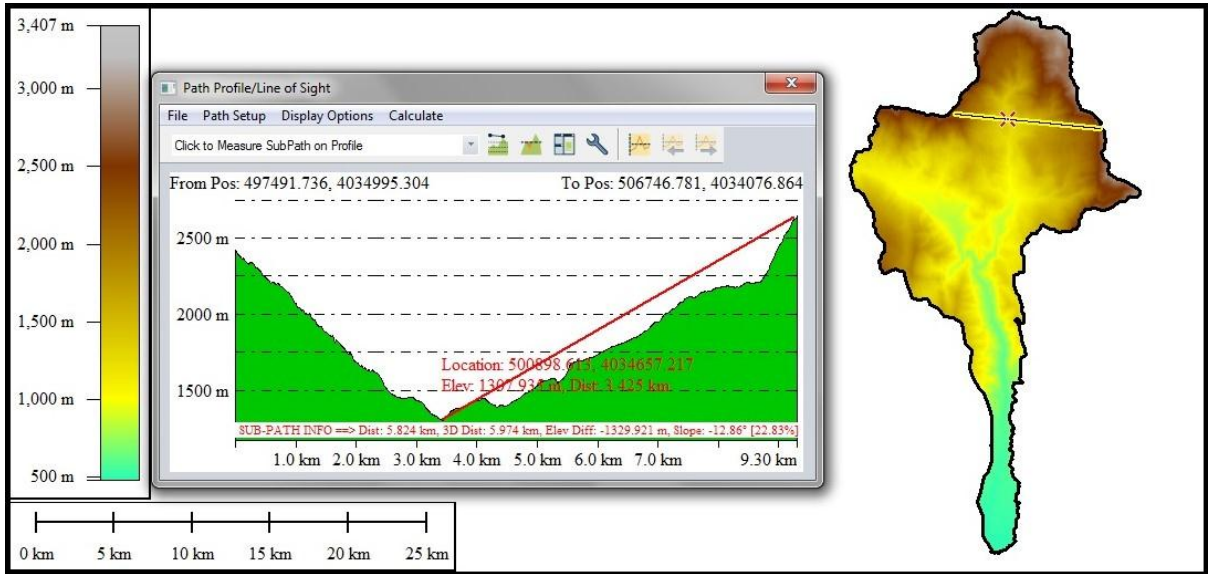
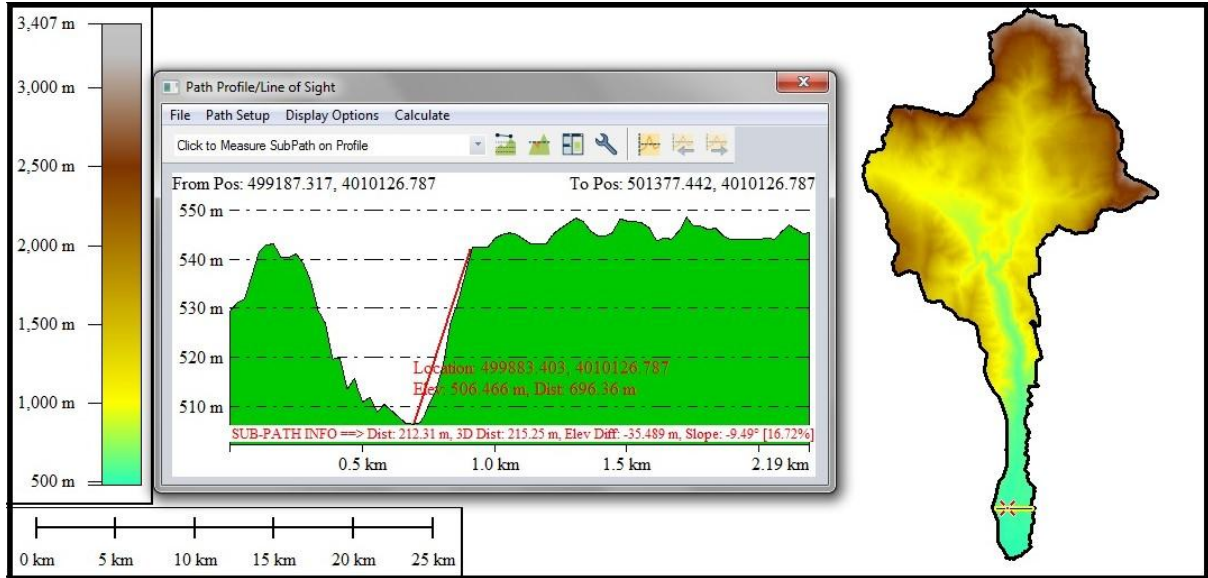




المصدر : الباحث بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمثيلية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

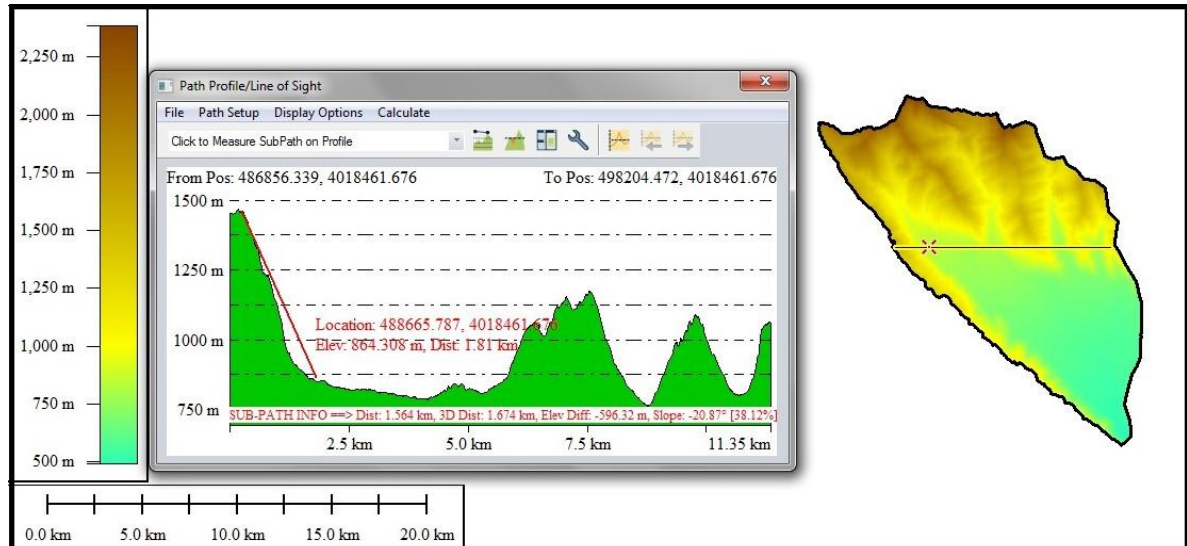
الشكل (٧-٢) المقاطع العرضية لحوض كرفت

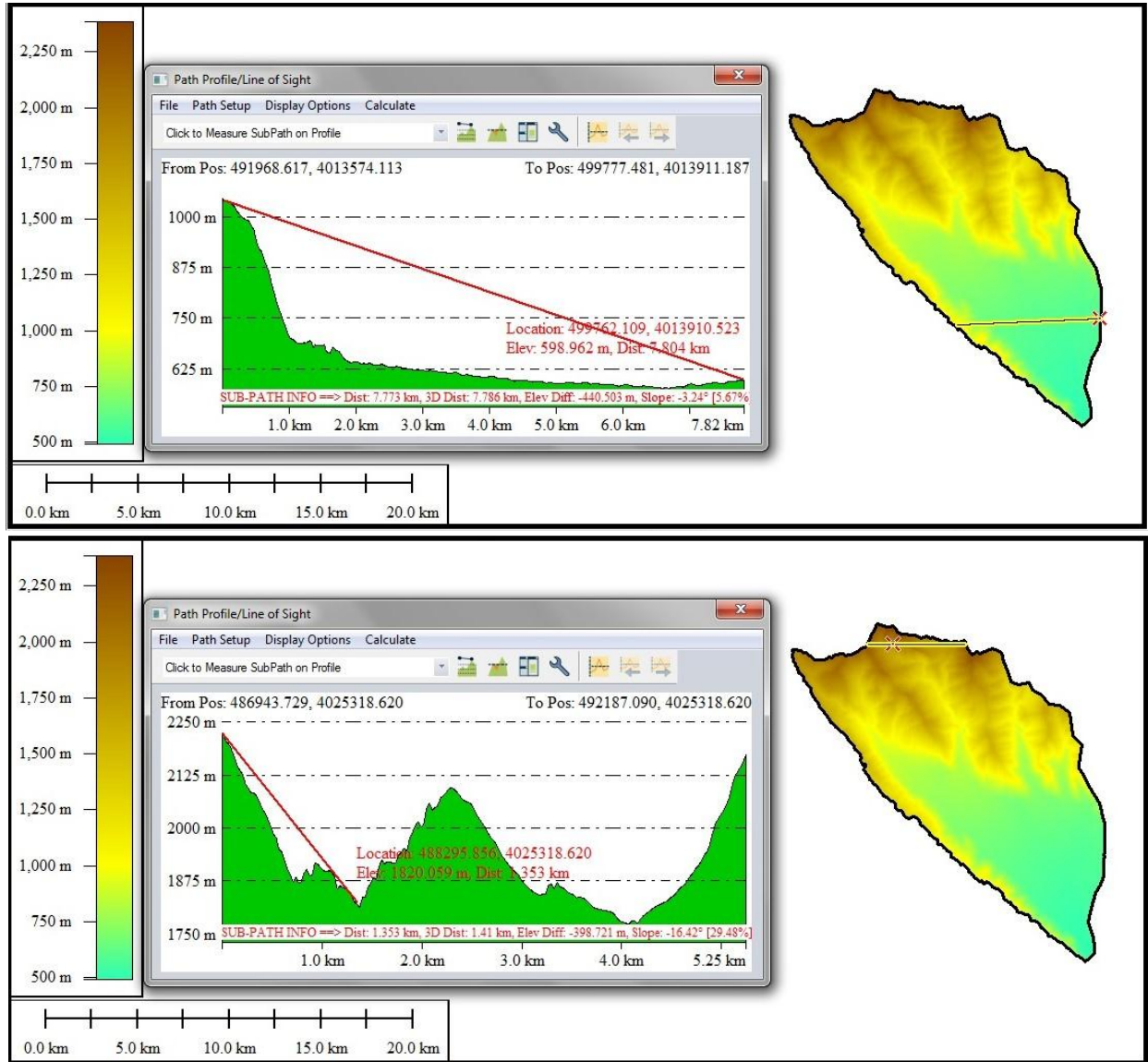




المصدر : إعتماًداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

الشكل (٨-٢) المقاطع العرضية لحوض دولة كلو





المصدر : إتماداً على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) وبرنامج (Global Mapper 18) .

٥-٢ الخلاصة :

يتضح من دراسة الخصائص المورفومترية لحواض منطقة الدراسة مايلي :

تبين من نتائج الخصائص المساحية لحواض منطقة الدراسة ، إن مساحة الحوض الرئيس (٤٨٤,٨٦ كم^٢) ، مقسمة الى ثلاثة احواض فرعية ، بلغت مساحة الحوض الأول (ولي كفن) (٩٩,٤٥٠ كم^٢) وهو اصغر احواض المنطقة مساحة ، وبلغت مساحة الحوض الثاني (كرفت) (٢٢٩,٣٤٩ كم^٢) وهو اكبر احواض المنطقة مساحة ، في حين بلغت مساحة الحوض الثالث (دولة كلو) (١٥٦,٠٦٥ كم^٢) ، أوضحت نتائج تحليل الخصائص الشكلية للحوض الرئيس وحوضي ولي كفن ودولة كلو بانها متوسطة الاستدارة (بيضوي مثلث) ، وكانت نتائج حوض كرفت بعيد عن الاستدارة ، وسجل معامل الاستطالة للحوض الرئيس ولحوضي ولي كفن ودولة كلو بانها بعيدة عن الاستطالة ، اما حوض كرفت بانها شبه مستطيل (بيضوي مثلث) .

أظهرت نتائج الخصائص التضاريسية ان نسبة التضرس في احواض المنطقة هي نسب مرتفعة رغم التباين في القيم ، وان زيادة التضرس يعني زيادة معدل التشعب والرتب النهرية ، ويعمل ذلك على ازدياد سرعة الجريان وزيادة فاعلية التعرية المائية ، وسجلت الوعورة قيماً متباينة ، ومن خلال النتائج تبين ان احواض المنطقة هي في مرحلة النضج المبكر وان عمليات التعرية المائية نشطة فعالة ، تبين من خلال نتائج خصائص شبكة التصريف المائي هناك علاقة طردية بين مساحة الاحواض وعدد المجاري ، اذ كلما زادت مساحة الحوض كلما زادت اعداد المجاري المائية ، اذ نلاحظ ان الحوض الرئيس وحوض كرفت وصل الى الرتبة السادسة ، في حين وصل اعداد المراتب في الحوضين ولي كفن ودولة كلو الى المرتبة الخامسة . كما تبين من النتائج ان اطوال المجاري النهرية تتزايد طردياً مع اطوال المجاري في كل مرتبة ، فقد سجل الحوض الثاني (كرفت) اعلى قيم الاطوال ويرجع سبب ذلك الى كبر مساحة هذا الحوض ، بينما سجل الحوض الأول (ولي كفن) عل اقل مجموع اطوال ويرجع سبب ذلك الى صغر مساحة هذا الحوض ، من خلال نتائج نسب التشعب اتضح تباين معدلات التشعب حسب المراتب فنلاحظ انخفاض معدل المرتبتين الرابعة والخامسة ، اوضحت النتائج ان كثافة الصرف الطولية لاحواض المنطقة قيم منخفضة بحسب مقياس (Smith) . وكانت نتائج كثافة الصرف العددية فكانت منخفضة الكثافة لاسيما الحوض الأول (ولي كفن) الذي سجل اقل كثافة صرف عددية ، وسجل الحوض الثالث (دولة كلو) اعلى قيمة كثافة صرف عددية ، سجلت نتائج معامل الانعطاف الحوض الرئيس (١,١) وبهذا يعد المجرى مستقيم ، ففي الحوضين الأول والثاني بلغ معامل الانعطاف (١,١ ، ١,١) على التوالي ، وهذا مؤشر الى ان الحوضين مستقيمان ، اما الحوض الثالث (دولة كلو) فبلغ معامل الانعطاف (١,٢) أي ان معامل انعطافه مستقيم ولكن يميل للالتواء اكثر ، يظهر من خلال عرض أنماط الصرف النهري بان احواض المنطقة تظهر فيها عدد من انماط الصرف النهري منها نمط الصرف المتوازي ونمط الصرف المستطيل(المتعادم) والشجري .

ويتضح مما سبق تحقيق صحة الفرضية الثانية وهي (ان الخصائص المورفومترية لاحواض منطقة الدراسة لها تأثير مباشر على عمليات التعرية المائية) ، اذ تتباين الاحواض المائية في مساحاتها واشكالها وتضاريسها وخصائص التصريف المائي وفقاً للخصائص الطبيعية ، وان هذه الخصائص لها تأثير كبير على نشاط عمليات التعرية المائية .

الفصل الثالث

خصائص الجريان السطحي في أحواض

منطقة الدراسة

تمهيد:-

ترتبط خصائص الجريان السطحي لأحواض التصريف المائية بعدد من المعادلات الهيدرولوجية والاشكال البيانية ، اذ تؤثر طول الشدات المطرية في توليد جريان سطحي متناسب مع عدد من خصائص المنطقة التي تتعرض لهذه الشدات ، منها طول مدة الشدة المطرية وكميات الامطار المتساقطة فضلاً عن صلابة التكوينات الجيولوجية وانحدار المنطقة وخصائص التربة ، وكثافة النبات الطبيعي فيها كل ذلك يؤثر في شكل ونوع الجريان السطحي المتولد عن هذه الشدات المطرية . وفي أنظمة مناخ معين وخصائص منطقة معينة يحدث جريان سطحي مستقر نوعاً ما ، نتيجة خصائص محددة للسقوط المطري من ناحية المدة والكمية ، وتؤثر هذه الحالة على النشاط الجيومورفولوجي الذي يؤثر على تغيير الاشكال الأرضية التي تتعرض لمثل هذه الجريانات ، والتي يطلق عليها السيول ، وهي عبارة عن جريان سطحي كبير هائج يحدث هذا في المناطق ذات الشدات المطرية (الزخات) والانحدار الشديد فضلاً عن انخفاض نفاذية التربة والغطاء النباتي القليل .

٣-١ السيول (Flash Flood) :

تعد السيول من اسوء الظواهر الطبيعية في منطقة الدراسة وذلك لخطورتها العالية وعدم التنبؤ بموعدها حدوثها في اليوم أو الساعة لكنها تتبع تكرار سقوط الامطار الشديدة وبعدها تحدث السيول والتعرية مائية ، ومن العوامل الرئيسية في حدوث السيول في المنطقة هي الأمطار الغزيرة عندما يزيد التساقط عن القدرة الامتصاصية للتربة ، ويتوقف التسرب الى حتماً مع الاستمرارية في سقوط الامطار ، ووجود انحدارات شديدة لذا فالمياه المتجمعة ستجري على المنحدرات في هيئة جريان مائي قوي نحو المصببات ، وهناك عدة طرائق لحساب السيول ، طريقة (أنموذج سنايدر) التي تطبق في المناطق التي تفتقر الى بيانات مسجلة عن الجريان السطحي أو العواصف المطرية ، ومن خلالها يمكن دراسة السيول في أي حوض مائي وتحت أي ظروف مناخية ، لأنها لا ترتبط باي من التجهيزات التقنية الخاصة بمحطة القياس للامطار أو الجريان السطحي ، أما الطريقة الثانية لدراسة السيول ، هي طريقة (SCS-CN) الامريكية لحساب الجريان السطحي ، وقد طور هذا الأنموذج من قبل إدارة صيانة التربة التابع لإدارة الزراعة في الولايات المتحدة الامريكية ، ويركز هذا النموذج حول إيجاد رقم المنحنى (CN) ومن خلال تحديد استعمالات الأرض عن طريق مربية فضائية للمنطقة ، فضلاً عن تحديد نوع الترب الهيدرولوجية التي تنتمي لها ترب المنطقة (فئات A,B,C,D) بأعتماد نفاذيتها (١) .

(١) حسين كاظم عبد الحسين ، تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠١٧ ، ص ١٥٥ .

٢-٣ احتساب حجم الجريان السطحي لبحوض منطقة الدراسة :-

يعرف الجريان السطحي بأنه جريان المياه على سطح الأرض بفعل الكميات الكبيرة من الأمطار الساقطة التي تزيد عن الفاقد نتيجة استمرار كميات الأمطار عن معدلات التبخر والتسريب ، أي وصول التربة الى مرحلة مابعد الاشباع ، ثم يبدأ الجريان تبعاً لدرجة انحدار السطح ، إلى أن تصل هذه المياه الى احد المجاري المائية فتصبح جزءاً منه (١) .

ويعد الجريان السطحي للمياه الناتجة عن سقوط الأمطار من اهم العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في عمليات التعرية المائية والارسال المائي والحد من مخاطر السيول والانجرافات ، وينشأ الجريان السطحي نتيجة عوامل متعددة كالشدات المطرية الغزيرة وكثافتها ومدتها وتوزيعها المكاني والزمني ، والغطاء النباتي ونوع التربة وطبوغرافية الأرض (٢) . كما أن لتلك العوامل أثر في تحديد وتقدير حجم الجريان المائي السطحي وله أهمية كبيرة لكونها تحدد أوقات الفيضانات والجفاف ، مما يسهل للمختصين من خزن مياه الفيضانات الناتجة من الجريان السطحي واستثمارها في أوقات الجفاف والحد من آثارها البيئية (٣) . ولاحتساب حجم الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة لغرض استخراج المناطق المتأثرة بالتعرية المائية بوصفها مناطق نشاط جيومورفولوجي وفقاً لطريقتين سنايدر وطريقة (SCS-CN) الامريكية ، سنتناولها فيما يأتي :

١-٢-٣ نموذج سنايدر (Snyder's Model) :

تعد الدراسات الهيدرولوجية ومدى الإفادة قدر الامكان من مواردها المائية ، فضلاً عن اخطار التعرية المائية على البيئة البشرية والزراعية ، ذو أهمية كبيرة في المناطق التي تفتقر الى محطات هيدرولوجية ، من خلال احتساب كمية هطول الأمطار التي تعد من أهم المتغيرات في منطقة الدراسة ، يتكون هذا الأنموذج من مجموعة من المعاملات التي تغني الدراسة مع إمكانية تطبيقها ، فضلاً عن اعتماده على عدد من النماذج الرياضية ، ويعتمد هذا النموذج في خصائص الحوض من حيث الانحدار والنفاذية ، فضلاً عن الخصائص المورفومترية . وتتم دراسة أهم هذه العوامل في حدوث السيول على النحو الآتي :-

(١) ديلي حميد خلف ، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (SCS-CN) لحوض وادي المر الجنوبي - شمال العراق ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد ٢١، العدد ٥ ، ٢٠١٦ ، ص ١١٠ .
 (٢) محمد عز الدين محمد ، ورشا سامي ، تقدير حجم الجريان السطحي والترسبات لجابية شمال العراق لأغراض الحصاد المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠١٢ ، ص ٢٦ .
 (٣) صفاء عبد الأمير رشم ، جغرافية الموارد المائية ، ٢٠١٤ ، ص ١٠٥ .

٣-٢-١-١ زمن التركيز (TC) (Time of concentration) :

يقصد به المدة الزمنية اللازمة لتجمع مياه الامطار الساقطة للانتقال من ابعد نقطة تقع على محيط الحوض حتى وصولها الى المصب (١) وإن انخفاض قيمتها يعني سرعة وصول المياه لاقصى تصريف بمصب الحوض وينتج عن وجود تركيز مرتفع للمياه وارتفاع درجة الخطورة مسببة سيول خطيرة على احواض منطقة الدراسة . ولاستخراج زمن التركيز يجب الاعتماد على متغيريين رئيسيين هما طول الحوض والفارق الرأسى ، يمكن حسابه المعادلة الاتية (٢):-

$$Tc = 75 \frac{4(s)^{0.5} + (1.5 L)}{0.8(H)^{0.5}}$$

Tc = زمن التركيز بالدقيقة .

S = درجة انحدار الحوض .

L = طول المجرى الرئيس من حدود الحوض الى المصب (كم) .

H = نصف فارق الارتفاع بين المعدل والارتفاع الأدنى للحوض (م) .

وتبين عند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (٣-١) ، نلاحظ قد بلغ زمن التركيز في الحوض الرئيس (٢,٨٦ ساعة) ، وبلغ زمن التركيز في احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (٢,٣٥ ، ٢,٨٦ ، ٢,٤٩ ساعة) على التوالي ، وتعد هذه الارقام معتدلة نسبة الى مساحة الاحواض ويعود ذلك الى تنوع التضاريس بين أجزاء مرتفعة وأجزاء منخفضة وتنوع انحدارات الاحواض وتكون احتمالية الفيضانات ممكنه ولاسيما في بعض أوقات الشدات المطرية الغزيرة ويعود ذلك الى التباين في الخصائص المورفومترية ، فضلاً عن مساحة الاحواض وانحدار مجرى الماء الشديد وأن احواض منطقة الدراسة متوسطة الاستدارة (بيضوي أو مثلث و وجود سلسلة جبال قنديل في شماله الذي يشكل انحدار شديد في منطقة الدراسة وهذا مايجعل من احواض منطقة الدراسة ذات خطورة عالية لعملية التعرية المائية .

(١) عصام محمد عبد الماجد ، عباس عبدالله إبراهيم ، الهيدرولوجيا ، دار جامعة السودان للنشر والطباعة ، ط١ ، ٢٠٠٢ ، ص ١١٤ .

(2) Jatou, J. F. Hydrologic De Surface, Ecoulement de Surface ET Debits Des Crues . Eco Lab . Ploy Technique, Institute De Genine Rural Landanne, 1980, P45 .

جدول (١-٣) زمن التركيز لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	درجة انحدار الحوض s	طول المجرى L/كم	نصف فارق الارتفاع H/م	زمن التركيز ساعة Tc(*)	زمن التركيز دقيقة Tc
الحوض الرئيس	٤,٩٥	٤٠,٨٤	١٤٦٤	٢,٨٦	١٧١,٦
الحوض الأول (ولي كفن)	٦,٠٦	٢٩,١١	١٢٦٥	٢,٣٥	١٤١
الحوض الثاني (كرفت)	٤,٩٥	٤٠,٨٤	١٤٦٤	٢,٨٦	١٧١,٦
الحوض الثالث (دولة كلو)	٥,٢٤	٢٦,٦٤	٩٤٧	٢,٤٩	١٤٩,٤

المصدر:- اعتماداً على جدول (١٠-٢) وبيانات القمر الصناعي لنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ بدقة تمييزية (١٢,٥ م) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) ومعادلة (Tc) .

* زمن التركيز (دقيقة)/٦٠ .

٢-١-٢-٣ زمن التباطؤ (Tp) (Deceleration time) :

يقصد به هو الزمن الفاصل بين بداية سقوط الامطار ، وبداية تولد الجريان . ويعتد التباطؤ عامل هيدرولوجي مهم يقدر في التعرف على الوقت اللازم لبداية الجريان السطحي بكل حوض ، فضلاً عن احتساب فاقد التسريب خلال هذا الزمن ، واحتساب جملة الفاقد في احواض التصريف^(١) . هناك علاقة عكسية ما بين درجة الخطورة وزمن التباطؤ ، فكلما تناقص زمن التباطؤ تزيد درجة الخطورة وذلك بسبب انخفاض المدة اللازمة لمياه الامطار الساقطة لحدوث جريان سطحي . وإن تقلص المدة يؤدي الى تقلص الكمية المتسربة الى باطن الأرض او التبخر (الفاقد) مما يؤدي الى زيادة في سرعة وحجم مياه التصريف . ويقاس زمن التباطؤ وفق المعادلة الآتية (٢) :-

(١) إدريس علي سلمان ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، فرع العلوم الإنسانية ، المجلد ٣ ، العدد ١ ، ٢٠١٤ ، ص ٤٥ .
(٢) محمد موسى حمادي ، تقدير الجريان السطحي واخطاره السيلية في حوض وادي المحمدي بالعراق (باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) ، أطروحة دكتوراه ، كلية الاداب ، جامعة عين شمس ، ، ٢٠١٥ ، ص ١٢١ .

$$Tp = \frac{Ki(A)^{0.3}}{\left(\frac{Sa}{Dd}\right)}$$

Tp = زمن التباطؤ / ساعة

A = مساحة حوض التصريف / كم^٢

Sa = معدل انحدار احواض التصريف

Dd = كثافة التصريف الطولية (مجموع اطوال المجاري المائية / كم مساحة الحوض/كم^٢)

Ki = معامل ثابت = ٤,١ للسطوح الصخرية شديدة الانحدار ، ٢٥,١ للسطوح الرملية والحسوية ، استخدمنا ٤,١ نظراً لطبيعة صخور منطقة الدراسة .

وعند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (٢-٣) نلاحظ قد بلغ زمن التباطؤ في الحوض الرئيس (٥,٢٢ ساعة) ، فبلغ زمن التباطؤ في احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (٢,١٨ ، ٥,٠٠٧ ، ٥,٠١٣ ساعة) على التوالي ، اتضح ان حوض ولي كفن ذو خطورة عالية وذلك لأن زمن التباطؤ في هذا الحوض لايتعدى (٢,١٨ ساعة) أي ١٣٠,٨ دقيقة وهو زمن قليل يدل على جريان عالي ، وحدث التعرية المائية ، أما حوض دولة كلو قد سجل اقل خطورة من باقي الاحواض وذلك لقلّة انحدار هذا الحوض نسبة الى الاحواض الأخرى ، فضلاً عن تنوع صخور هذا الحوض الذي يؤثر في نفاذية الماء الى باطن الأرض فتعمل على قلة الجريان السطحي ، وتقل التعرية المائية نسبياً في هذا الحوض .

جدول (٢-٣) زمن التباطؤ (TP) بالساعة والدقيقة لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	مساحة حوض التصريف / كم ^٢ A	معدل انحدار الاحواض التصريف Sa	كثافة التصريف الطولية Da	زمن التباطؤ / بالساعة Tp	زمن التباطؤ بالدقيقة Tp
الحوض الرئيس	٤٨٤,٨٦	١١,٥/١	٢,٢٩	٥,٢١٩	٣١٣,١٤
الحوض الأول (ولي كفن)	٩٩,٤٥	٩,٤/١	١,٢٦	٢,١٨	١٣٠,٨
الحوض الثاني (كرفت)	٢٢٩,٣٥	١١,٥/١	٢,٧٥	٥,٠٠٧	٣٠٠,٤٢
الحوض الثالث (دولة كلو)	١٥٦,٠٧	١٠,٩/١	٢,٩٣	٥,٠١٣	٣٠٠,٦

المصدر:- بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لعام ٢٠١٨ ، بدقة تمييزية (١٢,٥ م) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) ، ومعادلة (TL) . والجدول (٢-١٠) والجدول (٢-١١) .

٣-١-٢-٣ الزمن القياسي للاستجابة لذروة هطول الأمطار Tr .

وهي المدة الزمنية المثالية منذ بداية هطول الأمطار ، وحتى حدوث جريان سطحي ، ويعتمد هذا العامل على طبيعة الحوض مثل البنية الصخرية والتراكيب الجيولوجية والانحدارات ، وتستخدم المعادلة ادناه عندما تكون مدة هطول الأمطار (Tr) لا تتجاوز زمن استجابة الحوض المائي أو زمن التباطؤ (Tp) ، ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة (١) :

$$Tr(hr) = \frac{Tp}{5.5}$$

Tr = المدة الزمنية المثالية لذروة هطول الأمطار / ساعة

Tr = زمن استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار أو زمن التباطؤ بالساعات .

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-٣) ، تبين ان هناك علاقة عكسية بين درجة انحدار منطقة الدراسة و (Tr) ، وعلاقة طردية بين (Tr) و (Tp) فكلما كان الانحدار شديد كان الزمن المثالي للتساقط المطري لحدوث الجريان السطحي منخفض ، بلغت قيمة الحوض الرئيس (٠,٩٤ ساعة) في حين بلغت قيمة احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (٠,٣٩ ، ٠,٩١ ، ٠,٩١ ساعة) على التوالي ، نلاحظ ان حوض ولي كفن يتميز بزمن قياسي للاستجابة لهطول الامطار ذات خطورة عالية وذلك لأن هذا الحوض سريع الاستجابة للسقوط المطري ، أما الحوضين الثاني والثالث لا يستجيبان للسقوط المطري الا بعد (٠,٩١ ساعة) وهي نسبة معتدلة نسبياً في الاستجابة للجريان بعد سقوط الامطار.

جدول (٣-٣) الزمن المثالي لهطول الامطار (Tr) في احواض منطقة الدراسة .

الاحواض	زمن التباطؤ Tp(hr) الساعة	الزمن المثالي Tr(hr) (بالساعة)	الزمن المثالي (بالدقيقة) Tr
الحوض الرئيس	٥,٢٢	٠,٩٤	٥٦,٤
الحوض الأول(ولي كفن	٢,١٨	٠,٣٩	٢٣,٤
الحوض الثاني(كرفت)	٥,٠٠٧	٠,٩١	٥٤,٦
الحوض الثالث(دولة كلو)	٥,٠١٣	٠,٩١	٥٤,٦

المصدر:- بالاعتماد على جدول(٣-٢) ونتائج معادلة Tr .

(١) ضياء الدين عبدالحسين عويد ، استيرق كاظم شيوط ، عباس فاضل عبيد ، النمذجة الكارتوغرافية لقياس تدفق السيول لوادي ترسخ وطلحة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ، مجلة لارك ، العدد ٢٣ ، ٢٠١٦ ، ص ٥٧١ .

٣-٢-١-٤ كمية التدفق الأقصى للسيول في الحوض المائي Qp .

ويقصد بها أقصى كمية تدفق للسيول بعد التساقط المطري يمكن أن تصل الى مجاري الاودية في حال وجود نشاط سيلبي قوي (١) .

$$Qp \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{cp \times A}{Tp(hr)}$$

Qp = كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م^٣/ثا) .

A = مساحة الحوض المائي (كم^٢) .

Cp = معامل تدفق الذروة ، يرتبط بقابلية الحوض المائي لتخزين المياه ، وتتراوح قيمته (٤) * .

TP = مدة استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (بالساعات) (زمن التباطؤ) .

وقد تم استخدام الرقم (٤) وعده معامل (Cp) نظراً لانحدار المنطقة وتنوع صخور المنطقة .

وعند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-٤) ، يلحظ انه قد بلغت قيمة كمية التدفق الأقصى للسيول QP في الحوض الرئيس (٣٧١,٦١ م^٣/ثا) ، وبلغت في احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (١٨٢,٤٧ ، ١٨٣,٢٢ ، ١٢٤,٥٣ م^٣/ثا) على التوالي ، نلاحظ ارتفاع القيمة في الحوض الرئيس وذلك بسبب كبر مساحة منطقة الدراسة ، وارتفاع قيمة حوض كرفت وذلك لكبر مساحة هذا الحوض مقارنة مع باقي احواض المنطقة وانخفاض قيمة زمن التباطؤ Tp(hr) ، في حين نلاحظ انخفاض قيمة Qp في حوض ولي كفن وذلك لصغر مساحة هذا الحوض ، وارتفاع قيمة زمن التباطؤ ، وتضرس سطح الأرض في الحوض .

جدول (٣-٤) كمية التدفق الأقصى للسيول (م^٣/ثا) لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	المساحة / كم ^٢ A	زمن التباطؤ بالساعات Tp(hr)	التدفق الأقصى م ^٣ /ثا QP
الحوض الرئيس	٤٨٤,٨٦	٥,٢١٩	٣٧١,٦١
الحوض الأول (ولي كفن)	٩٩,٤٥	٢,١٨	١٨٢,٤٧
الحوض الثاني (كرفت)	٢٢٩,٣٥	٥,٠٠٧	١٨٣,٢٢
الحوض الثالث (دولة كلو)	١٥٦,٠٧	٥,٠١٣	١٢٤,٥٣

المصدر:- اعتماداً على الجدول (٢-٣) ونتائج معادلة Qp .

(١) اسحق صالح العكام ، جميلة فاخر محمد ، تقدير مخاطر الجريان السطحي لستة احواض في الهضبة الغربية ، مجلة كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، المجلد (٢٧) ، العدد (٥) ، ٢٠١٦ ، ص ١٥٣٩ .

٥-١-٢-٣ تدفق الذروة النوعي للحوض المائي qp :

ويقصد به كمية تدفق السيول الأقصى لكل كيلومتر مربع واحد ، ويتم تقدير قيمة تدفق الذروة النوعي للاحواض المائية من خلال المعادلة الآتية (١) :-

$$qp(m^3/s) = \frac{Qp(m^3/s)}{A(km^2)}$$

qp = قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي (م^٣/ثا/كم^٢)

Qp = قيمة التدفق الاقصى للسيول بالحوض المائي (م^٣/ثا)

A = مساحة الحوض (كم^٢)

وعند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (٥-٣) ، بلغ معدل تدفق الذروة النوعي للحوض الرئيس (٠,٧٦ م^٣/ثا / كم^٢) وهي قيم تدفق ذروة نوعية كبيرة . اما احواض ولي كفن وكرفت ودولة كفو قد بلغت (١,٨٣ ، ٠,٧٩ ، ٠,٧٩ م^٣/ثا/كم^٢) على التوالي ، وتبين ان أعلى قيمة في الحوض الأول (ولي كفن) ، وسجل الحوض الثاني والثالث (كرفت ودولة كفو) قيمة متساوية وذلك الى كبر مساحة هذين الحوضين .

جدول (٥-٣) تدفق الذروة النوعي الأقصى للسيول في احواض منطقة الدراسة م^٣/ثا .

الاحواض	Qp(m ³ /s)	A(km ²)	qp (m ³ /s/km ²)
الحوض الرئيس	٣٧١,٦١	٤٨٤,٨٦	٠,٧٦
الحوض الأول (ولي كفن)	١٨٢,٤٧	٩٩,٤٥	١,٨٣
الحوض الثاني (كرفت)	١٨٣,٢٢	٢٢٩,٣٥	٠,٧٩
الحوض الثالث (دولة كفو)	١٢٤,٥٣	١٥٦,٠٧	٠,٧٩

المصدر:- اعتماداً على الجدول (٤-٣) ونتائج معادلة qp .

٦-١-٢-٣ الزمن الأساس للسيول (Tb) :

وهي زمن القاعدة الهيدروكراف ، ويقصد بها المدة الزمنية لحدوث السيل في الاحواض المائية باليوم من المنبع الى المصب ، وهناك علاقة طردية بين زمن التباطؤ Tp وزمن

(١) حسين كاظم عبد الحسين ، تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ، مصدر سابق، ص ١٧٧ .

الاستجابة وبين زمن الأساس للسيول T_b ، ويتم قياس زمن الأساس للسيول باستخدام المعادلة الآتية (١) :-

$$T_b(\text{days}) = 3 + \frac{T_p(\text{hr})}{8}$$

T_b = زمن الأساس للسيول (يوم).

$T_p(\text{hr})$ = زمن التباطؤ (ساعة) .

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-٦) ، نلاحظ ان قيمة الزمن الأساس للسيول في الحوض الرئيس بلغت (٣,٦٥ يوم) ، أما قيمة احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو بلغت (٣,٢٧ ، ٣,٦٢ ، ٣,٦٢ يوم) على التوالي ، تبين وجود علاقة طردية بين زمن الأساس للسيول وبين زمن التباطؤ . فنلاحظ أن السيل يبقى في احواض منطقة الدراسة لمدة تتجاوز الثلاثة أيام كأقل تقدير ، وهي مدة كبيرة تعمل على نشاط عمليات التعرية المائية في منطقة الدراسة .

جدول (٣-٦) زمن الأساس للسيول (ساعة ويوم) لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	زمن التباطؤ بالساعات $T_p(\text{hr})$	زمن الأساس للسيول (يوم) $T_b(\text{hr})$	زمن الأساس للسيول (ساعة) T_b (
الحوض الرئيس	٥,٢١٩	٣,٦٥	٨٧,٦
الحوض الأول (ولي كفن)	٢,١٨	٣,٢٧	٧٨,٤٨
الحوض الثاني (كرفت)	٥,٠٠٧	٣,٦٢	٨٦,٨٨
الحوض الثالث (دولة كلو)	٥,٠١٣	٣,٦٢	٨٦,٨٨

المصدر: إتماداً على جدول (٣-٢) ونتائج معادلة $T_b(\text{days})$.

٣-٢-١-٧ مدة الارتفاع التدريجي للسيول (T_m) :

وهي المدة الزمنية اللازمة لمياه الامطار (بالساعات) في قاع الاودية المائية بعد التشبع السطحي ، أي بمعنى المدة التي يحتاجها الجريان السطحي للوصول الى أعلى منسوب له ، مع افتراض استمرارية التساقط المطري الى ان تتدفق السيول من الوديان العليا نحو الوديان السفلى ، ويتم حسابها من المعادلة الآتية (٢) .

(١) اسحق صالح العكام ، جميلة فاخر محمد ، تقدير مخاطر الجريان السطحي لسنة احواض في الهضبة الغربية ، مصدر سابق ، ص ١٥٣٩ .

(٢) احمد عبد الستار العذاري ، حسين كاظم ، خطر السيول في وادي مرگه سور في أربيل العراقية (دراسة هيدرولوجية تطبيقية) ، مجلة الفنون والادب وعلوم الانسانيات والاجتماع ، العدد ٨ ، حزيران ، ٢٠١٦ ، ص ٢٠٤ .

$$T_m(hr) = \frac{1}{3} T_b(hr)$$

$T_m(hr)$ = المدة الزمنية للارتفاع التدريجي لتدفق السيل (بالساعات)

$T_b(days)$ = زمن الأساس للسيل (يوم)

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-٧) نلاحظ ان المدة الزمنية اللازمة للارتفاع التدريجي لتدفق السيل للحواض الرئيس بلغت (٢٩,٢ ساعة) في حين بلغت المدة في احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (٢٦,١٦ ، ٢٨,٩٦ ، ٢٨,٩٦ ساعة) على التوالي ، ويتضح من ذلك وجود علاقة طردية بين مدة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (T_m) وبين زمن الأساس للسيول (T_b) ، ونستنتج من هذا ان احواض منطقة الدراسة لا تحتاج سوى مدة لا تتجاوز (١,٢١ يوم) للوصول الى اقصى منسوب بعد الشدة المطرية وهو ما يجعل من الاحواض ذات خطورة عالية وحدث تعرية مائية .

جدول (٣-٧) مدة الارتفاع التدريجي للسيول / ساعة في احواض منطقة الدراسة .

الاحواض	Tb(hr)	Tm(hr)	Tm(days)
الحوض الرئيس	٨٧,٦	٢٩,٢	١,٢١
الحوض الأول (ولي كفن)	٧٨,٤٨	٢٦,١٦	١,٠٩
الحوض الثاني (كرفت)	٨٦,٨٨	٢٨,٩٦	١,٢٠
الحوض الثالث (دولة كلو)	٨٦,٨٨	٢٨,٩٦	١,٢٠

المصدر: اعتماداً على جدول (٣-٦) ونتائج معادلة T_m .

٣-٢-١-٨ مدة الانخفاض التدريجي للسيول (T_d) :

وهي المدة الزمنية التي يستغرقها السيل في الاودية النهرية وعودة الجريان السطحي الى وضعه الطبيعي ، بمعنى انها مدة السيل ورجوع الجريان الى وضعه الطبيعي ، وتحسب مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل بحسب المعادلة الآتية :- (١) .

$$T_d(hr) = \frac{2}{3} T_b(hr)$$

$T_d(hr)$ = المدة الزمنية اللازمة للانخفاض التدريجي لتدفق السيل (بالساعات) .

(١) احمد عبد الستار العذارى ، حسين كاظم ، مصدر سابق ، ص ٢٠٤ .

$$Tb(hr) = \text{زمن الأساس للسيل (ساعات)}$$

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-٨) نلاحظ المدة الزمنية للانخفاض التدريجي لتدفق السيل بلغ في الحوض الرئيس (٥٨,٤ ساعة) ، وفي احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (٥٢,٣٢ ، ٥٧,٩٢ ، ٥٧,٩٢ ساعة) على التوالي ، نلاحظ أن هناك علاقة طردية بين قيم الانخفاض التدريجي للسيول وزمن التباطؤ ، كما نلاحظ ان قيمة التباطؤ كلما تزداد تزداد مدة الانخفاض التدريجي ومن خلال قيمة منطقة الدراسة تبين ان منطقة الدراسة تحتاج الى اكثر من (٥٨,٤٠ ساعة) بعد الوصول الى اقصى منسوب لكي يعود الى وضعه الطبيعي وهذا يمثل الانخفاض التدريجي للسيل بعد وصوله الى أعلى تصريف ومنسوب له . وهي المدة التي تقل بها نشاط التعرية المائية .

جدول (٣-٨) مدة الانخفاض التدريجي للسيول / ساعة في احواض منطقة الدراسة.

Td(days)	Td(hr)	Tb(hr)	الاحواض
٢,٤٣	٥٨,٤٠	٨٧,٦	الحوض الرئيس
٢,١٨	٥٢,٣٢	٧٨,٤٨	الحوض الأول (ولي كفن)
٢,٤١	٥٧,٩٢	٨٦,٨٨	الحوض الثاني (كرفت)
٢,٤١	٥٧,٩٢	٨٦,٨٨	الحوض الثالث (دولة كلو)

المصدر : اعتماداً على جدول (٣-٦) ونتائج معادلة Td .

٣-٢-١-٩ سرعة الجريان السيلي (V) :

هو أحد العوامل الهيدرولوجية التي تعكس علاقة الجريان السطحي مع الخصائص المورفومترية ، ويقصد به حجم المياه عبر المقطع النهري خلال وحدة من الزمن ، وتمثل سرعة الجريان السيلي بمجاري الاودية من اهم المعاملات المورفومترية لاحواض التصريف لأنها تحدد درجة خطورة الاودية فضلاً عن مقدرتها في النحت والنقل والارساب ، ويمكن حساب تقدير سرعة الجريان عن طريق تطبيق المعادلة الآتية^(١) .

$$V(km/hr) = \frac{L(km)}{Tc(hr)}$$

V = سرعة الجريان (كم / ساعة)

L = طول الحوض / كم .

Tc = زمن التركيز / ساعة .

(١) اسحق صالح العكام ، جميلة فاخر محمد ، مصدر سابق ، ص ١٥٣٩ .

وعند تطبيق المعادلة تبين أن قيمة الحوض الرئيس بلغت (١٢,١٠ كم/ساعة) ، في حين بلغ اكثر الاحواض سرعة في احواض منطقة الدراسة هو حوض كرفت (١٢,١٠ كم /ساعة) ويليه في السرعة حوض ولي كفن فبلغ (١٠,٤٤ كم /ساعة) وكان ابطىء حوض هو الحوض الثالث دولة كلو (٩,٣٧ كم/ ساعة) ويعود ذلك الى انخفاض الانحدار نسبياً ولاسيما في وسط وجنوب الحوض ولكنها ايضاً نسبة مرتفعة ، وتبين ان احواض منطقة الدراسة ذا سرعة جريان عالية نسبة لزمان التركيز المنخفض وهو ما يجعل احواض منطقة الدراسة مكاناً نشطاً للتعرية المائية ، وذلك لان كلما زادت سرعة جريان الأنهار أو الجريان السيلي زادت معها التعرية المائية ، ونلاحظ ارتفاع سرعة الجريان في حوض كرفت وذلك لتضرس الحوض وتموج السطح ، فضلاً عن وجود سلسلة جبال قنديل في شمال الحوض ، كذلك يعد حوض كرفت أطول المجاري المائية نسبة الى احواض منطقة الدراسة الأخرى ، في حين انخفضت السرعة في حوض دولة كلو وذلك لانخفاض طول مجاريها المائية . ومما سبق يمكن تحديد درجة خطورة الاحواض من حيث مخاطر السيول فكلما زادت سرعة الجريان كلما ارتفعت الخطورة واحتمالية حدوث السيول ويؤدي الى حصول التعرية المائية في منطقة الحوض . جدول(٣-٩) .

جدول (٣-٩) سرعة الجريان (V) لاحواض منطقة الدراسة .

الاحواض	طول حوض التصريف كم	زمن التركيز T_c بالساعة	$V(km/hr)$
الحوض الرئيس	٣٤,٦٠٨	٢,٨٦	١٢,١٠
الحوض الأول (ولي كفن)	٢٤,٥٥٦	٢,٣٥	١٠,٤٤
الحوض الثاني (كرفت)	٣٤,٦٠٨	٢,٨٦	١٢,١٠
الحوض الثالث (دولة كلو)	٢٣,٣٤١	٢,٤٩	٩,٣٧

المصدر:- إعتماًداً على الجدول (١-٢) و (١-٣) .

٣-٢-١-١٠ حجم الجريان السطحي Q_t :

يقصد به هو مقدار كمية المياه التي تتدفق في شبكات اودية الاحواض ، يحدث حجم الجريان السطحي نتيجة زيادة كمية الامطار عن كمية الفاقد (الماء المتسرب والمتبخر) أن حجم الجريان السطحي يشير الى حجم تصريف الحوض ، ويعد هذا المعامل من المتغيرات المهمة لقياس درجة خطورة الفيضانات ، ويتم حساب قياس حجم الجريان من خلال تطبيق المعادلة الآتية^(١):

$$Q_t(m^3/s) = \sum L(km)^{0.85}$$

(١) السيد محمد عبد الرحيم الدالي ، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المطرية السودانية شمالاً حتى رأس أبو شجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية) أطروحة دكتوراه ، جامعة القاهرة ، مصر ، ٢٠١٢ ، ص ٢٨٩ .

$$Qt(m^3/s) = \text{حجم الجريان السطحي (م}^3/\text{ثا)}$$

$$\Sigma L(km) = \text{مجموع اطوال مجاري الحوض (كم)}$$

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (٣-١٠) بلغ حجم الجريان السطحي للحوض الرئيس (٤٥٥,٧٠٢ م^٣/ثا) وهي كمية جيدة من الجريان ، فتعمل على تعرية منطقة الاحواض ولاسيما وجود الانحدارات الشديدة التي ترافق حجم الجريان العالي ، في حين بلغ حجم الجيان السطحي في احواض ولي كفن وكرفت ودولة كلو (١٠٩,٩٣٥ ، ٢٤٠,٢٢١ ، ١٨٢,٨٢١ م^٣/ثا) على التوالي ، وقد سجل اعلى حجم للجريان السطحي في حوض كرفت وذلك بسبب كبر مساحة الحوض فضلاً عن طول الشبكة النهرية ، أما في الحوض الأول (ولي كفن) فنلاحظ انخفاض حجم الجريان ويعود ذلك الى صغر مساحة الحوض وقصر مجموع اطوال الشبكة النهرية .

جدول (٣-١٠) حجم الجريان السطحي (Qt) في احواض منطقة الدراسة .

الحوض	مجموع اطوال مجاري الحوض (كم) L	حجم الجريان (م ^٣ /ثا) Qt
الحوض الرئيس	١٣٤٢,٣٣٢	٤٥٥,٧٠٢
الحوض الأول (ولي كفن)	٢٥١,٩٦٤	١٠٩,٩٣٥
الحوض الثاني (كرفت)	٦٣٢,٠٠٥	٢٤٠,٢٢١
الحوض الثالث (دولة كلو)	٤٥٨,٣٦٣	١٨٢,٨٢١

المصدر :- إعتماًداً على جدول (٢-٧) ونتائج معادلة .

٣-٢-١-١١ المدة الزمنية W_{50} و W_{75} :

ويقصد بها المدة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠%) و (٧٥%) من قيمة تصريف تدفق الذروة ويتم تقديرة (م^٣/ثا) ويمكن تقدير المدة الزمنية بالمعادلة الآتية (١) :-

$$W_{50}(hr) = \frac{5.6}{(qp)^{1.08}}$$

$$W_{75}(hr) = \frac{3.21}{(qp)^{1.08}}$$

($W_{50}(hr)$) و ($W_{75}(hr)$) = المدة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل للمستوى (٥٠%) و (٧٥%) ويتم حسابه (بالساعات) .

$$qp = \text{تدفق الذروة النوعي للحوض (م}^3 \text{/ثا / كم}^2 \text{)}$$

وعند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة جدول (٣-١١) ونلاحظ أن قيمة مدة زمنية لارتفاع منسوب السيل من تدفق الذروة عند مستوى (٥٠%) في الحوض الرئيس بلغت (٦,٥١ ساعة) ، وبلغت أعلى قيمة في الحوضين الثاني والثالث ، وسجلت القيمة نفسها في الحوضين اذ بلغت (٧,٠٨ ساعة) لكل منهما ، في حين بلغت ادنى مدة زمنية مناسبة لارتفاع منسوب السيل في الحوض الأول (٣,٠٦ ساعة) وذلك لصغر مساحة الحوض ، وفي تدفق الذروة عند المستوى (٧٥%) بلغت قيمة الحوض الرئيس (٣,٨٢ ساعة) ، وسجلت أعلى مدة زمنية في الحوضين الثاني والثالث (٤,١٦ ساعة) لكل منهما ، ويعود سبب ذلك لكبر مساحة هذين الحوضين ، وسجل ادنى مدة زمنية مناسبة في الحوض الأول (١,٦٧ ساعة) وذلك لصغر مساحة الحوض .

جدول (٣-١١) المدة الزمنية المناسبة لارتفاع منسوب السيل عند مستوى (٥٠%) و (٧٥%) في احواض منطقة الدراسة .

الاحواض	$QP(m^3/s/km)^2$	W_{50}	W_{75}
الحض الرئيس	٠,٨٦	٦,٥١	٣,٨٢
الحوض الأول (ولي كفن)	١,٨٣	٣,٠٦	١,٦٧
الحوض الثاني (كرفت)	٠,٧٩	٧,٠٨	٤,١٦
الحوض الثالث (دولة كلو)	٠,٧٩	٧,٠٨	٤,١٦

المصدر:- اعتماداً على جدول (٣-١٠) ونتائج معادلة W_{75} و W_{50} .

٣-٢-١-١٢ التدفق الأقصى المناسب لمدة الارتفاع التدريجي للسيل
: ($QTm(m^3/s)$)

يقصد به المدة الزمنية التي يستغرقها تدفق السيل للوصول الى أقصاه ويتم تقديره بالمتر المكعب في الثانية ، ويتم حسابه من خلال اجراء المعادلة الاتية (١) :-

$$QTm(m^3/s) = Qp(m^3/s) \left[\frac{T}{Tm(hr)} \right]^2$$

QTm = كمية التدفق التدريجي لارتفاع السيل (م^٣/ثا).

(١) حنان بنت عبداللطيف بن حسن الغيلان ، دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لين ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة الملك سعود ، ٢٠٠٨ ، ص ٢٦٤ .

$Qp =$ كمية التدفق الأقصى (م^٣/ثا) .

$T =$ الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (دقائق او ساعات) .

$Tm =$ زمن الارتفاع التدريجي / ساعة .

وعند تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة الجدول (٣-١٢) يلحظ أن كمية التدفق الأقصى حسب الزمن التدريجي لارتفاع السيول .

**٣-١-٢-١٣ كمية التدفق التدريجي لانخفاض السيل (م^٣/ثا)
: $QTd(m^3/s)$**

وهو معرفة كمية تدفق السيل للمدة الزمنية التي يستغرقها السيل للوصول الى اقصى انخفاض تدريجي للسيول وعودة الجريان للحالة الطبيعية قبل السقوط المطري ، ويتم حسابه من خلال اجراء المعادلة الآتية ^(١) يلحظ جدولي (٣-١٣) و (٣-١٤) :-

$$QTd(m^3/s) = Qp(m^3/s) \left[\frac{T(hr) - T}{Tm(hr)} \right]^3$$

$QTd(m^3/s) =$ التدفق الأقصى المناسب لانخفاض السيل (م^٣/ثا) .

$Qp(m^3/s) =$ كمية التدفق الأقصى للسيول (ساعة) .

$T =$ الفاصل الزمني المحدد لتقدير الارتفاع التدريجي للتدفق (دقائق او ساعات) .

$Td(hr) =$ مدة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل (ساعة) .

٣-١-٢-١٤ قوة مياه السيل a :

وهي أحد المؤشرات المهمة لمعرفة قوة مياه السيل في الاحواض المائية ، ويمكن استخراجها عن طريق المعادلة الآتية ^(٢) :-

$$a(m^3/s/km^2) = \frac{Qp(m^3/s)}{\sqrt{A(km^2)}}$$

$a =$ قوة مياه السيل (م^٣/ثا/كم^٢)

$Qp =$ كمية التدفق الأقصى للسيول في الاحواض (م^٣/ثا)

$A =$ مساحة الحوض (كم^٢) .

(١) حنان بنت عبد اللطيف بن حسن الغيلان ، مصدر سابق ، ص ٢٧٣ .
(٢) عبد الستار العذاري ، حسين كاظم عبد الحسين ، مصدر سابق ، ص ٢٠٣ .

جدول (٣-١٢) التدفق الأقصى المناسب لمدة الارتفاع التدريجي للسيل $QTm(m^3/s)$ لاحتواض منطقة الدراسة .

الحوض الأول ولي كفن	الحوض الثاني كرفت	الحوض الثالث دولة كلو	الحوض الرئيس منطقة الدراسة	T (hr)
٠	٠	٠	٠	٠
٠,٢٦	٠,٢١	٠,١٤	٠,٤٣	١
١,٠٦	٠,٨٧	٠,٥٩	١,٧٤	٢
٢,٣٩	١,٩٦	١,٣٣	٣,٩٢	٣
٤,٢٦	٣,٤٩	٢,٣٧	٦,٩٧	٤
٦,٦٦	٥,٤٦	٣,٧١	١٠,٨٩	٥
٩,٥٩	٧,٨٦	٥,٣٤	١٥,٦٩	٦
١٣,٠٦	١٠,٧	٧,٢٧	٢١,٣٥	٧
١٧,٠٦	١٣,٩٨	٩,٥	٢٨,٨٩	٨
٢١,٥٩	١٧,٦٩	١٢,٠٢	٣٥,٣	٩
٢٦,٦٦	٢١,٨٤	١٤,٨٤	٤٣,٥٨	١٠
٣٢,٢٦	٢٦,٤٣	١٧,٩٦	٥٢,٧٣	١١
٣٨,٣٩	٣١,٤٥	٢١,٣٨	٦٢,٧٦	١٢
٤٥,٠٦	٣٦,٩٢	٢٥,٠٩	٧٣,٦٥	١٣
٥٢,٢٦	٤٢,٨١	٢٩,١	٨٥,٤٢	١٤
٥٩,٩٩	٤٩,١٥	٣٣,٤	٩٨,٠٦	١٥
٦٨,٢٥	٥٥,٩٢	٣٨,٠١	١١١,٥٧	١٦
٧٧,٠٥	٦٣,١٣	٤٢,٩١	١٢٥,٩٥	١٧
٨٦,٣٨	٧٠,٧٨	٤٨,١	١٤١,٢١	١٨
٩٦,٢٥	٧٨,٨٦	٥٣,٦	١٥٧,٣٣	١٩
١٠٦,٦٥	٨٧,٣٨	٥٩,٣٩	١٧٤,٣٣	٢٠
١١٧,٥٨	٩٦,٣٤	٦٥,٤٨	١٩٢,٢	٢١
١٢٩,٠٥	١٠٥,٧٣	٧١,٨٦	٢١٠,٩٤	٢٢
١٤١,٠٤	١١٥,٥٦	٧٨,٥٤	٢٣٠,٥٥	٢٣
١٥٣,٥٨	١٢٥,٨٣	٨٥,٥٢	٢٥١,٠٤	٢٤
١٦٦,٦٤	١٣٦,٥٣	٩٢,٨	٢٧٢,٣٩	٢٥
١٨٠,٢٤	١٤٧,٦٨	١٠٠,٣٧	٢٩٤,٦٢	٢٦
١٩٤,٣٧	١٥٩,٢٥	١٠٨,٢٤	٣١٧,٧٢	٢٧
٢٠٩,٠٤	١٧١,٢٧	١١٦,٤١	٣٤١,٦٩	٢٨
٢٢٤,٢٣	١٨٣,٧٢	١٢٤,٨٧	٣٦٦,٥٣	٢٩
٢٣٩,٩٧	١٩٦,٦١	١٣٣,٦٣	٣٩٢,٢٥	٣٠

المصدر :- إعتماًداً على الجدولين (٣-٤) و (٣-٦) ونتائج معادلة QTm .

جدول (٣-١٣) القيمة المحسوبة للطرف الثاني من المعادلة $(QTd(hr)-T/Td(hr))^3$ لبحوض منطقة الدراسة .

الساعات T	البحوض الأول ولي كفن	البحوض الثاني كرفت	البحوض الثالث دولة كلو	البحوض الرئيس منطقة الدراسة
١	٠,٩٤٣	٠,٩٤٩٠٩	٠,٩٤٩٠٩	٠,٩٤٩٥٠
٥	٠,٧٣٢	٠,٧٦٢٧٣	٠,٧٦٢٧٣	٠,٧٦٤٥١
١٠	٠,٥٢٩	٠,٥٦٦٣٢	٠,٥٦٦٣٢	٠,٥٦٩٤
١٥	٠,٣٦٢	٠,٤٠٦٩٠	٠,٤٠٦٩٠	٠,٤١٠٤٢
٢٠	٠,٢٣٥	٠,٢٨٠٦٢	٠,٢٨٠٦٢	٠,٢٨٤٢٨
٢٥	٠,١٤٢	٠,١٨٣٦٠	٠,١٨٣٦٠	٠,١٨٧٠٦
٣٠	٠,٠٧٧	٠,١١٢٠١٠	٠,١١٢٠١٠	٠,١١٥٠٠
٣٥	٠,٠٣٦	٠,٠٦١٩٦	٠,٠٦١٩٦	٠,٠٦٤٣٢
٤٠	٠,٠١٣٠	٠,٠٢٩٦١	٠,٠٢٩٦١	٠,٠٣١٢٧
٤٥	٠,٠٠٢٧	٠,٠١١٠٩	٠,٠١١٠٩	٠,٠١٢٠٨٠
٥٠	٠,٠٠٠٠٨	٠,٠٠٢٥٥	٠,٠٠٢٥٥	٠,٠٠٢٩٧
٥٥	٠,٠٠٠٠١-	٠,٠٠٠١٢	٠,٠٠٠١٢	٠,٠٠٠١٩
٦٠	٠,٠٠٠٣١-	٠,٠٠٠٠٤-	٠,٠٠٠٠٤-	٠,٠٠٠٠٢-

المصدر:- اعتماداً على الجدولين (٣-٤) ، (٣-٧) ونتائج معادلة $QTd(hr)-T/Td(hr))^3$

جدول (٣-١٤) التدفق الأقصى التدريجي لانخفاض السيول $QTd(m^3/s)$ لبحوض منطقة الدراسة.

الساعات T	الحوض الأول ولي كفن	الحوض الثاني كرفت	الحوض الثالث دولة كلو	الحوض الرئيس منطقة الدراسة
١	١٧٢,٠٦	١٧٣,٨٩	١١٨,١٩٠	٣٥٢,٨٤٣
٥	١٣٣,٥٦	١٣٩,٧٤	٩٤,٩٨٢	٢٤٨,٠٩٩
١٠	٩٦,٥٢	١٠٣,٧٦	٧٠,٥٢٣	٢١١,٥٣٥
١٥	٦٦,٠٥	٧٤,٥٥	٥٠,٦٧١	١٥٢,٥١٦
٢٠	٤٢,٨٨	٤٥,٩١	٣٤,٩٤٥	١٠٥,٦٤١
٢٥	٢٥,٩١	٣٣,٦٣	٢٢,٨٦٣	٦٩,٥١٣
٣٠	١٤,٠٥	٢٠,٥٢	١٣,٩٥٩	٤٢,٧٣٥
٣٥	٦,٥٦	١١,٣٥	٧,٧١٥	٢٣,٩٠١
٤٠	٢,٣٧	٥,٤٢	٣,٦٨٧	١١,٦٢٠
٤٥	٠,٤٩	٢,٠٣	١,٣٨١	٤,٤٨٩
٥٠	٠,٠١	٠,٤٦	٠,٣١٧	١,١٠٣
٥٥	-٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١٤	٠,٠٧٠-
٦٠	-٠,٥٦	٠,٠٠٧-	٠,٠٠٤-	٠,٠٠٧-

المصدر:- إعتماًداً على جدول (٣-١٣) ونتائج معادلة QTd .

وعند تطبيق المعادلة على بحوض منطقة الدراسة جدول (٣-١٥)، بلغ معدل قوة مياه السيل للحوض الرئيس (١٦,٨٨ م^٣/ثا / كم^٢)، وبلغت قوة مياه السيل في بحوض ولي كفن وكرفت ودولة كلو، (١٨,٢٩، ١٢,١٠، ٩,٩٧ م^٣/ثا / كم^٢) على التوالي، وهي قيمة مرتفعة لاسيما في حوضي ولي كفن وكرفت، وسجلت قيم متوسطة في حوض دولة كلو وذلك لانخفاض الانحدارات وصغر مساحة الحوض، وان ارتفاع القيم في المنطقة هو نتيجة لارتفاع الانحدارات وكبر المساحة، اذ كلما زادت قيم قوة مياه السيول كلما زاد نشاط عمليات التعرية المائية والعكس صحيح.

جدول (٣-١٥) قوة مياه السيل $a(m^3/s/km^2)$ لبحوض منطقة الدراسة .

الاحواض	كمية التدفق الأقصى للسيول Qp	مساحة الحوض A	قوة مياه السيل a
الحوض الرئيس	٣٧١,٦١	٤٨٤,٨٦	١٦,٨٨
الحوض الأول(ولي كفن)	١٨٢,٤٧	٩٩,٤٥	١٨,٢٩
الحوض الثاني (كرفت)	١٨٣,٢٢	٢٢٩,٣٥	١٢,١٠
الحوض الثالث (دولة كلو)	١٢٤,٥٣	١٥٦,٠٧	٩,٩٧

المصدر:- إعتماًداً على الجدول (٣-٤) ونتائج معادلة a .

٣-٢-٢ احتساب حجم الجريان السطحي وفقاً لطريقة (SCS-CN) :

تعد فرضية صيانة التربة الامريكية (Soil conservation Service) والتي تعرف بأختصار (SCS-CN) من اكثر الطرائق المستخدمة في تقدير حجم الجريان السطحي الناتج عن العواصف المطرية التي تؤثر على الاحواض المائية ولاسيما التي لا تحتوي على محطات هيدرولوجية لتقدير حجم الجريان المائي ، اذ تأخذ هذه الفرضية بالحسبان نوع التربة وعمق التساقط المطري والرطوبة وحالة استخدام الأرض^(١) . وتم الاعتماد على تصنيف (U.S.D.A2012) الأمريكي ، الذي يعد من التصنيف الحديثة عالمياً وذلك لاعتمادهما على عمق التربة ونسجتها ونوعها ومدى قدرتها على تصنيف المياه ثم العمل على أنموذج (SCS-CN) ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Geography information system) وبأستخدام برنامج (Arc Map 10.4.1) بالاعتماد على المرئية (landsat 8oli) . ويتطلب استخراج قيمة (SCS-CN) تطبيق عدد من المعادلات الرياضية وتكون كالآتي^(٢) .

$$Q = \frac{(p-la)^2}{(p-la)+s} \quad (1)$$

Q = عمق الجريان السطحي / بوصة

p = كمية الامطار المتساقطة / بوصة

La = الاعتراضات الأولية قبل بدء الجريان من قبل النباتات والتربة والتبخر / بوصة والتسرب .

(١) إسحق صالح عكام ، خلدون رحمن علوان ، استخدام نموذج (SCS-CN) في تقدير حجم مخاطر السيول في حوضي وادي دال كوز ، مجلة ديالى ، العدد ٧٦ ، ٢٠١٨ ، ص ٣٥٣ .

(٢) اسحق صالح العكام ، نوال كامل علوان ، تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج بالاعتماد على تقنية التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد ٢١٥ ، ٢٠١٥ ، ص ٣٥٤ .

$S =$ التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي / بوصة

و وجد ان (Ia) تعادل خمس قيمة (s) ، لذا فإن Ia تحسب كآتي :-

$$Ia = 0.2 S \text{ ----- (٢)}$$

وبموجبه تم حساب قيمة (S) ويكون على أساس العلاقة الرياضية الآتية :-

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{----- (٣)}$$

من خلال البيانات أعلاه يلاحظ بأنها كانت بالبوصة ، لذا تم إعادة المعادلة للتوافق مع المقاييس المترية ، وذلك بتحويلها الى المليمتر بالصيغة الآتية :-

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \text{----- (٤)}$$

بعدها تم حساب هذه القيم واعداد الطبقات (Q, Ia, s) ثم ادخال المعادلات في برنامج ($Arc GIS10.4$) نصل الى المرحلة الأخيرة لحساب حجم الجريان السطحي وعن طريق المعادلة الآتية (١) :-

$$QV = Q \frac{A}{1000}$$

$QV =$ حجم الجريان السطحي .

$Q =$ عمق الجريان السطحي .

$A =$ مساحة حوض التصريف .

$1000 =$ معامل التحويل .

٣-٢-١ استخراج رقم المنحنى (CN) لاحواض منطقة الدراسة :-

وهي قيمة رقمية تتراوح ما بين (١٠٠-٠) تبعاً لنوع التربة وإمكانية احتفاظها بالماء ونوع النبات الطبيعي في المنطقة ، فضلاً عن التساقط ولاسيما خصائص الامطار الساقطة ، وتعد قيمة الاستجابة المائية لمكونات الاحواض ما بين النفاذية العالية والمنخفضة ، فكلما اتجهت القيم التي تحصل عليها نحو (100) فإن سطح الحوض تكون قليلة النفاذية أي صعوبة مرور المياه من خلالها بسرعة ، واذا اتجهت القيم نحو الصفر فإن اسطح الحوض عالية النفاذية أي سرعة تسرب المياه من خلالها ، مما يقلل من الجريان السطحي ويعمل على تسرب المياه الى باطن الأرض (٢) .

ويُحدد قيمة CN من خلال تحديد العوامل التي تؤثر فيها ، وهي نوع التربة السائدة ، اذ حددت طريقة ($SCS-CN$) أربعة أنواع من الترب الهيدرولوجية وهي

(١) حاضر ظاهر القيسي ، رقية احمد محمد امين ، بشير فرحان محمود التميمي ، تحليل معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير الجريان السطحي لاختيار موقع حصاد المياه (حوض جم جمال - العراق حالة تطبيقية ، مجلة الفنون والادب وعلوم الانسانيات والاجتماع ، العدد ١١ ، ٢٠١٦ ، ص ١٣٠ .
(٢) اسحق صالح العكام ، خلدون رحمن علوان ، مصدر سابق ، ص ٣٥٣ .

(A,B,C,D) كل مجموعة لها تشير الى ظرف هيدرولوجي معين تبعاً لصنف التربة ومعدل الارتشاح ونوع النشاطات التي تمارس على الأرض ، وعرفت بالمجموعات للتربة ، ولكل منها صفاتها الخاصة بالفئتان (A,D) تمثلان حدين متطرفين لنشوء الجريان السطحي ، فيمثل (A) جرياناً سطحياً منخفضاً ، و(D) جرياناً سطحياً مرتفعاً ، وتمثل الفئتان (B,C) حالتين متوسطتين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي (١) ، ومن متطلبات أنموذج (SCS-CN) لتقدير حجم الجريان السطحي هي الحصول على أصناف الغطاء النباتي واصناف الترب الهيدرولوجية وهي كالآتي :-

٣-٢-٢-١ :- تصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض :

يعرف التصنيف هو انشاء منظومة ذات إمكانيات عالية تختص بالظواهر الجغرافية المختلفة التي يمكن تمييزها اعتماداً على أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها ، ومن أهم وأكثر المصادر التي يمكن الاعتماد عليها بتحليل وتصنيف وتفسير الغطاء الأرضي هي المرئيات الفضائية (٢) . يتألف الغطاء الأرضي من مقومات رئيسية هي المياه والتربة والغطاء النباتي ، فيعرف الغطاء الأرضي بأنه وصف الموارد الطبيعية لسطح الأرض (٣) ، ولتصنيف الغطاء الأرضي لاقواض منطقة الدراسة تم الاعتماد على الصورة الفضائية باستخدام التصنيف الموجه *Supervised classification* لتحديد نوع الغطاء الأرضي بشكل أدق والذي يعتمد على معلومات مسبقة عن المجموعة الطيفية الطبيعية ، أو التجمعات القائمة في المرتبة والتي تمت المشاهدة اثناء الزيارات الميدانية لمنطقة الدراسة من قبل الباحث ، ومن خلال معالجة بيانات القمر الصناعي من خلال برنامج (Arc Map) والتي عن طريقها ميزت أربعة وحدات غطائية في اقواض منطقة الدراسة وعلى النحو الآتي :- الجدول (٣-١٦) والخريطة (٣-١) .

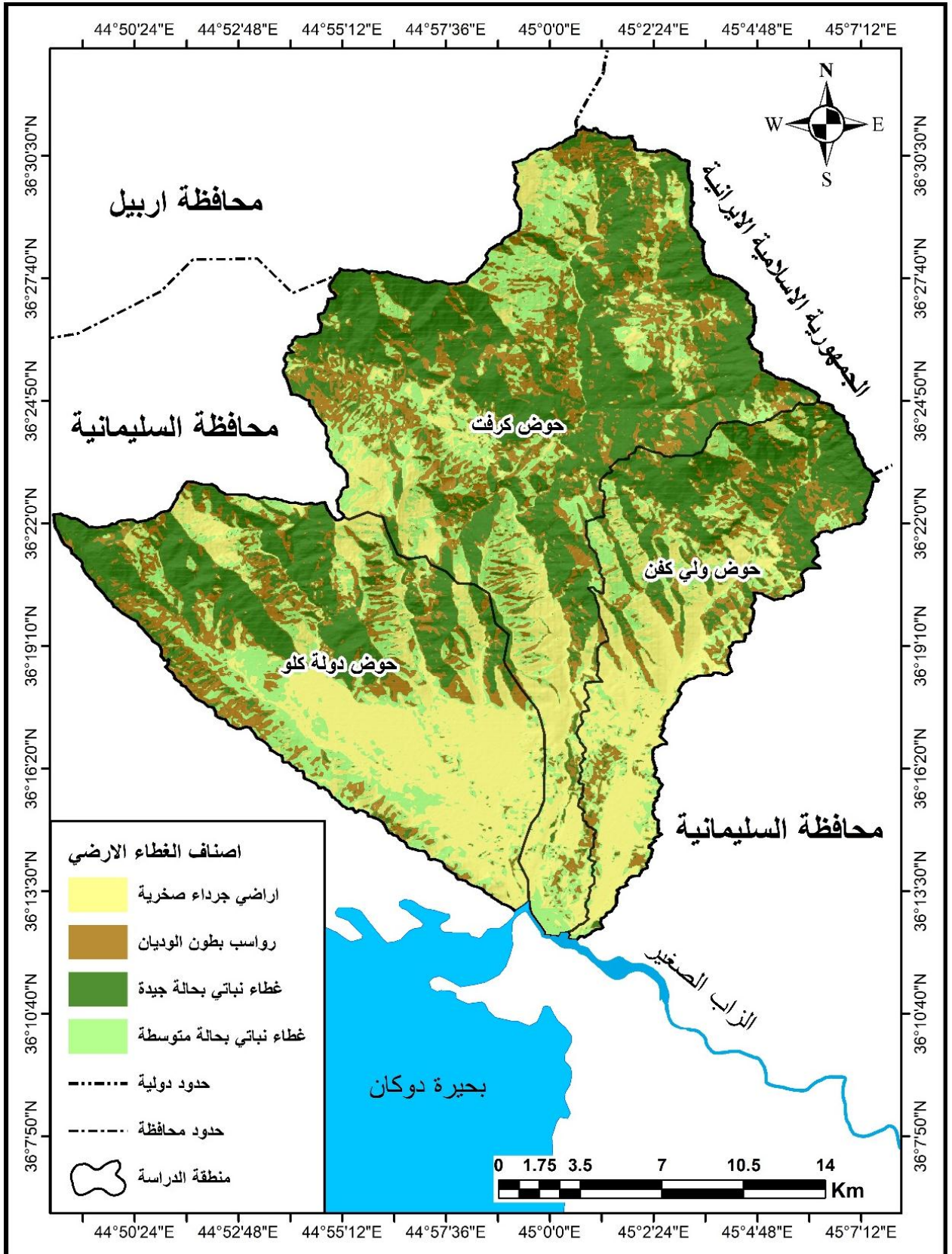
جدول (٣-١٦) أصناف الغطاء الأرضي لاقواض منطقة الدراسة .

صنف الغطاء الأرضي	المساحة/كم ^٢	النسبة المئوية/%
غطاء نباتي بحالة جيدة	١٥٤,٨٥	٣١,٩٤
رواسب بطون الوديان	١٠٥,٧١	٢١,٨٠
غطاء نباتي بحالة متوسطة	١٠١,٥٠	٢٠,٩٣
أراضي جرداء صخرية	١٢٢,٨٠	٢٥,٣٣
المجموع	٤٨٤,٨٦	%١٠٠

المصدر :- اعتماداً على برنامج (Arc Map 10.4.1) .

- (١) احمد كاظم عباس العبيدي ، نشاط العمليات الجيومورفية في حوض وادي تکران السليمانية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، قسم الجغرافية ، ٢٠٢٠ ، ص ١٣٧ .
- (٢) امال هادي الجابري ، تصنيف الغطاء الأرضي وبناء الخريطة الجيومورفولوجية لمحافظة المثنى ، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية ، مجلد (٥) ، العدد (٢) ، ٢٠١٢ ، ص ٢٦١ .
- (٣) عثمان محمد غنيم ، تخطيط استخدام الأرض الحضري والريفي ، ط١ ، دار الصفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠١ ، ص ٨٨ .

الخريطة (١-٣) تصنيف الغطاء الأرضي لبحوض منطقة الدراسة .



المصدر:- اعتماداً على المرئية الفضائية (لاند سات ٨) والخريطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ، والدراسة الميدانية ، ومخرجات برنامج (Arc Map10.4.1) .

أ- غطاء نباتي بحالة جيدة :-

ويمثل هذا الصنف على ما يغطي منطقة الدراسة من نباتات قصيرة وطويلة موسمية ودائمة على مدار السنة والتي تضم نباتات تنتشر في أغلب منطقة الدراسة ، ومناطق متفرقة من مناطق الاحواض ، ولاسيما في شمال شرقي وشمال غربي و وسط منطقة الدراسة ومع امتداد المجاري المائية والأراضي المجاورة للطيات المحدبة .

وتشغل هذه الفئة مساحة (١٥٤,٨٥ كم^٢) من مجموع المساحة الكلية ، وبنسبة (٣١,٩٤%) من مجموع مساحتها ، يؤثر كثافة الغطاء النباتي بشكل مباشر في تقليل الجريان السطحي بسبب عرقلة جريان الماء فتعمل على تسرب الماء الى باطن الأرض وارتفاع كمية التبخر .

ب- رواسب بطون الاودية :-

تضم هذه الفئة رواسب الاودية الخشنة والناعمة الفتات الصخري المختلف الاحجام الذي ترسبت بفعل التعرية المائية (نحت ، نقل ، ارساب) التي تعرضت لها الاودية النهرية في احواض المنطقة وتكون هذه المناطق ذو مسامية منخفضة وذلك لانها تحتوي على نسبة عالية من الطين الذي يقلل من مساميتها فلا يسمح بترشيح المياه ومن ثم يؤدي الى زيادة الجريان السطحي ، وتتعرض هذه المناطق الى اخطار التعرية المائية بسبب السيول التي تتعرض لها المنطقة ، نتيجة الانحدار الشديد ، ولاسيما أثناء مواسم سقوط الامطار ، ونلاحظ تركيز الرواسب في بطون الاودية المنخفضة ، وتنتشر هذه الفئة في مناطق متفرقة منها ولاسيما في الجزء الأوسط والشمال من منطقة الدراسة ، تقدر مساحة أراضي بطون الاودية بنحو (١٠٥,٧١ كم^٢) وبنسبة (٢١,٨٠%) من المساحة الكلية للحوض .

ت- غطاء نباتي بحالة متوسطة :-

يمثل هذا الصنف من الغطاء الأرضي نباتات وحشائش تكون متوسطة الكثافة وتكون تربتها ذات مسامية ونفاذية مختلفة لذا تختلف نسب تسرب المياه خلالها ، وتكون قدرتها متوسطة على تكوين الجريان السطحي وغالباً ما تستغل للزراعة والرعي والحيوانات ، ويتوزع هذا الصنف محاذاي الى فئة النباتات بحالة جيدة وهذا يعني ان كثافة النباتات تكون بشكل تدريجي ، بلغت مساحتها الكلية كاملاً (١٠١,٥٠ كم^٢) وبنسبة (٢٠,٩٣%) .

ث- أراضي جرداء صخرية :-

ويمثل هذا الصنف فئة الأراضي الجرداء الخالية تماماً من الغطاء النباتي وتظهر في الأراضي المفتوحة وغير المستغلة في الاحواض ، كما تشمل الأراضي الصخرية والحجرية ، كما توجد في المكاشف الصخرية لطبقات الطيات المحدبة والمنكشفة بسبب التعرية المائية التي تتعرض لها هذه المرتفعات وكشف الصخور التي تكون ضئيلة وقليلة النفاذية فتعمل على تكوين جريان سطحي عالي يؤدي الى نشاط عملية التعرية المائية ، يظهر هذا الصنف في الأجزاء الجنوبية في منطقة الدراسة وفي المنكشفات الصخرية في قمم الجبال والتلال في وسط وشمال المنطقة ، يغطي هذا الصنف مساحة (١٢٢,٨١ كم^٢) وبنسبة (٢٥,٣٣%)

٣-٢-١-٢-٢-٣ التصانيف الهيدرولوجية لترب احواض منطقة الدراسة :

تم اعتماد التصنيف الذي وضعته مصلحة صيانة التربة الامريكية (SCS) للتربة الذي صنفته الى اربع مجاميع هيدرولوجية للتربة هي (A,B,C,D) وفقاً لمعدل سرعة انتقال أو تسرب الماء داخل التربة أو معرفة الفرق بين مستويات تسرب الماء داخل التربة معتمداً على نسيج التربة ومعدلات ارتشاحها ، يلحظ الجدول (٣-١٧) بالاعتماد على تصنيف بيورنك لترب احواض منطقة الدراسة ، وقد وجد أن ترب احواض منطقة الدراسة ترجع الى أصناف التربة (A,B,C) من ناحية الخصائص الهيدرولوجية والتي وزعت على الاحواض وتم احتساب أنواعها ومساحاتها والنسب المئوية ، كما في الجدول (٣-١٨) ، الخريطة (٣-٢) .

الجدول (٣-١٧) أصناف الترب الهيدرولوجية حسب طريقة (SCS) .

أنواع الترب	الأصناف
طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين	A
طبقة رملية اقل عمقاً من A بمعدل ارتشاح متوسط بعد الترطيب	B
طبقة طينية محددة العمق بمعدل ارتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة	C
طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من ترب ناعمة ، القريبة من السطح	D

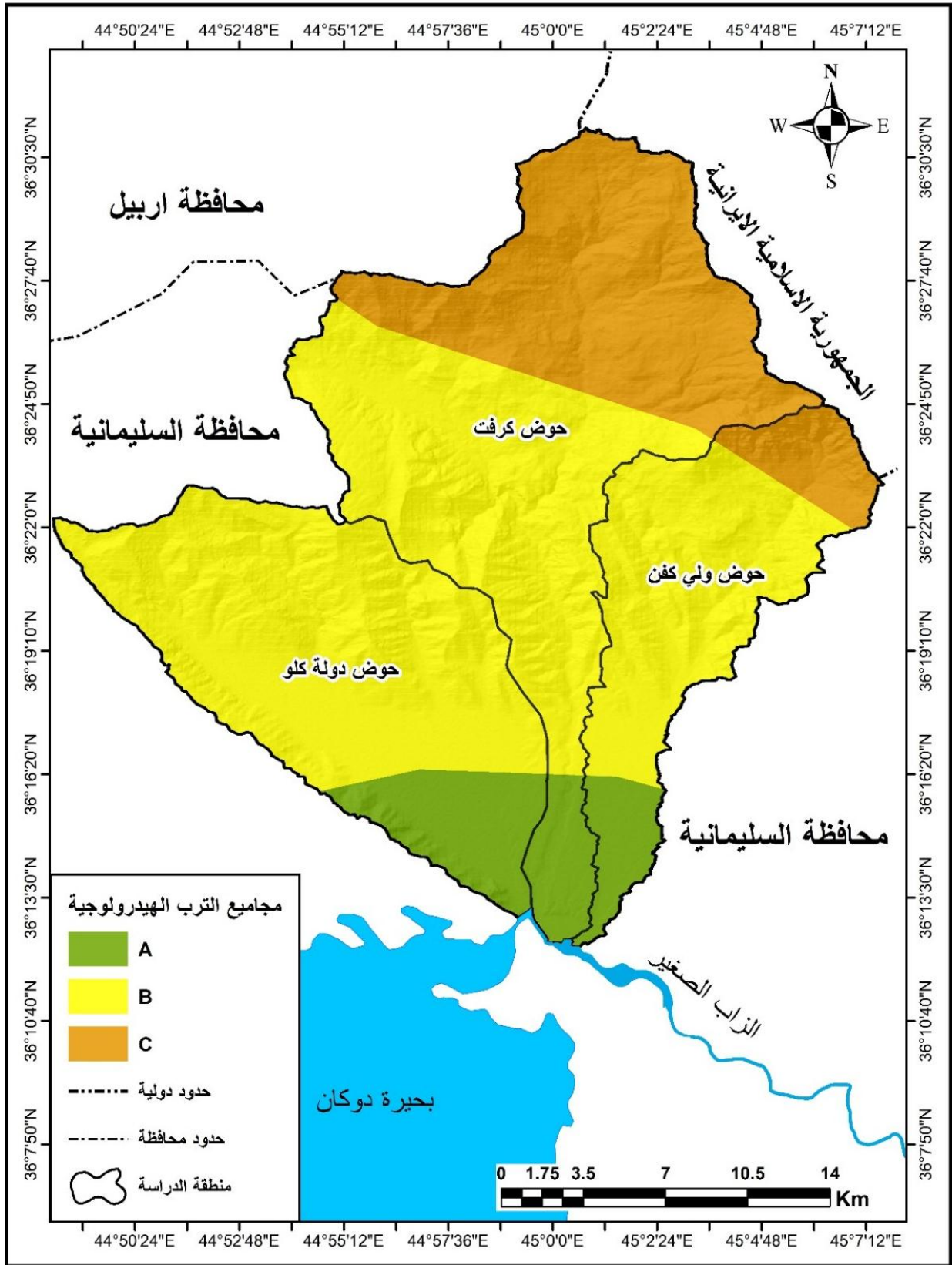
Soil conservation Service . Urban Hydrology for Small Watershed . Technical releases 55,2nd, U.S.Dept of Agriculture,Washington D.C.(1986).

الجدول (٣-١٨) الترب الهيدرولوجية لاحواض منطقة الدراسة .

النسبة المئوية %	مجموع مساحة الاحواض /كم ^٢	C		B		A		الاصناف
		النسبة %	المساحة/كم ^٢	النسبة %	المساحة/كم ^٢	النسبة %	المساحة/كم ^٢	
٢٠,٥١	٩٩,٤٥	١٣,٤٤	١٥,٦٠	٢٢,٥٥	٧١,٥٥	٢٣,٨٦	١٢,٣٠	الحوض ١ ولي كفن
٤٧,٣٠	٢٢٩,٣٥	٨٦,٥٦	١٠٠,٤٣	٣٦,٤٧	١١٥,٧٠	٢٥,٦٢	١٣,٢١	الحوض ٢ كرفت
٣٢,١٩	١٥٦,٠٧	-	-	٤٠,٩٨	١٣٠,٠٣	٥٠,٥١	٢٦,٠٤	الحوض ٣ دولة كلو
١٠٠ %	٤٨٤,٨٦	%١٠٠	١١٦,٠٣	%١٠٠	٣١٧,٢٨	%١٠٠	٥١,٥٥	المجموع

المصدر :- اعتماداً على مخرجات برنامج (Arc Map10.4.1) .

خريطة (٢-٣) تصنيف الترب الهيدرولوجية لبحوض منطقة الدراسة .



المصدر :- إعتماًداً على تصنيف بيورنك للترب ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

أ- المجموعة الهيدرولوجية (A)

يمثل هذا الصنف من الترب رواسب السهول الفيضية ، وهي ترب رملية أو رمل طفيلي عميق ذات حبيبات خشنة وقدرة عالية على امتصاص الماء ، فتتراوح معدلات التسرب فيها بين (٢٥,٤ - ٢١٠,٨ ملم / الساعة) ^(١) ويوجد هذا الصنف في منطقة الدراسة ضمن تكوينات المراوح الفيضية ، ويغطي هذا الصنف جنوب منطقة الدراسة تحديداً عند مناطق المصببات ، بلغت مساحتها (٥١,٥٥ كم^٢) من مساحة منطقة الدراسة اما نسبته (١٠,٦٣%) من مجموع المساحة الكلية ، وقد يظهر أعلى النسب لهذا التصنيف في الحوض الثالث (دولة كلو) والتي بلغت مساحتها (٢٦,٠٤ كم^٢) وما نسبته (١٦,٦٨%) من مجموع مساحة الحوض نفسه ، بينما ظهرت ادنى نسبة في الحوض الأول (ولي كفن) والتي بلغت (١٢,٣٠ كم^٢) وما نسبته (١٢,٣٦%) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

ب- المجموعة الهيدرولوجية (B)

وهي ترب ذات نسيج خشن وفي بعض المناطق تكون ضحلة العمق ، وهي خليط من الجلاميد الصخرية ومن الحصى والفتات الصخري ، والذي يربط فيما بينهما مادة السلت وهي مادة لاحمة فيما بينهما ^(٢) . ويغطي هذا الصنف وسط احواض منطقة الدراسة ، وقد غطت احجار جيرية وحصوية ضمن تكوينات كوميتان وقمقوقة بمساحة (٣١٧,٢٨ كم^٢) من مجموع مساحة احواض منطقة الدراسة ، أي ما بنسبة (٦٥,٤٣%) من مجموع مساحة احواض منطقة الدراسة ، وقد ظهرت اعلى المساحات في الحوض الثالث (دولة كلو) والتي بلغت (١٣٠,٠٣ كم^٢) وما نسبته (٨٣,٣١%) من مجموع مساحة الحوض نفسه ، بينما بلغت ادنى النسب الحوض الأول (ولي كفن) والتي بلغت (٧١,٥٥%) وما نسبته (٧١,٩٤%) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

ت- المجموعة الهيدرولوجية (C)

وهي ترب طينية داكنة اللون تحتوي على اكاسيد الحديد والصلصال ذات نسيج خشن في المجاري العليا من الاحواض والتي تحتوي على الصخور وجلاميد صخرية واحجار مختلطة بالرمل ، وهي ذات نفاذية ومسامية قليلة تساعد على حدوث جريان سطحي عالي ، وأن تعرضها للتعرية المائية بشكل مستمر في مواسم سقوط الامطار وذوبان الثلوج يجعلها ترب ضحلة العمق ، وتبلغ مساحة هذا الصنف (١١٦,٠٣ كم^٢) من مجموع المساحة الكلية ، ما نسبته (٢٣,٩٣%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، وقد سجلت أعلى نسبة في الحوض الثاني (كرفت) ، بلغت (١٠٠,٤٣ كم^٢) ما نسبته (٤٣,٧٨%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين سجلت أدنى نسبة في الحوض الأول (ولي كفن) بلغت (١٥,٦٠ كم^٢) ما نسبته (١٥,٦٨%) من مجموع مساحة الحوض نفسه .

(1) USDA-SCS,(1985), Natural Engineering Handbook , section 4.Department of Agriculture , USA. P38 .

(٢) حاضر ظاهر العتيبي ، رقية أحمد محمد أمين ، بشير فرحان التميمي ، مصدر سابق ، ص ١٣٦ .

٣-٢-١-٢-٢-٣ - تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (Antecedent Soil moisture condition (AMG) :

هو مؤثر لمعرفة المدى الرطوبي للتربة ، وان تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة من الأمور المهمة لاستخلاص قيم (CN) ولها أثر مهم في كمية الجريان السطحي لذا قامت منظمة الصيانة الامريكية (SCS) بتطوير أنموذج لاستخراج قيم (CN) فأستعملت ثلاث مستويات للرطوبة هي (١) :-

- أ- المستوى الأول (AMCI) وهو يختص بالترب الجافة .
- ب- المستوى الثاني (AMCII) وهو يمثل الترب في الحالة الاعتيادية .
- ت- المستوى الثالث (AMCIII) يشترط سقوط أمطار وانخفاض درجات الحرارة .

ويتم تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة وذلك من خلال الأيام الخمسة السابقة لحساب الجريان السطحي وذلك لتشبع التربة بالماء ، جدول (٣-١٩) ، وإن لكل مستوى رطوبة له قيم خاصة من (CN) ، ولقد حدد في هذه الدراسة المستوى الثاني أي الحالة الاعتيادية للتربة (AMGII) لاحتساب الخصائص الهيدرولوجية لحواض منطقة الدراسة .

جدول (٣-١٩) تصنيف SCS للحالة المسبقة لرطوبة التربة .

الحالة المسبقة لرطوبة التربة	مجموع هطول الامطار لخمس أيام سابقة (مم)
AMGI	اقل من ٣٥
AMGII	٥٢,٥-٣٥
AMGIII	اكثر من ٥٢,٥

المصدر ، أسامة عبد القادر محمد أمين ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي خورخور في قضاء خانقين واثره في التنمية البيئية باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٢١ ، ص٢٢٥ .

٣-٢-٢-٢-٣ - استخلاص الأرقام المنحنية (CN) لحواض منطقة الدراسة :

تعكس قيم (CN) حالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة وذلك من خلال مقدرتها على امتصاص الماء ، وهو من المعايير المهمة الذي يبين قدرة الحوض على انشاء الجريان السطحي ، تتراوح قيم CN بين (٠-١٠٠) ، إذ إن قيم CN المرتفعة تدل على الاسطح غير النفاذة ، وهي الأكثر قدرة على حدوث جريان سطحي مرتفع ، أما قيم CN المنخفضة فهي مؤشر على أن السطح أقل نفاذية وبذلك تزيد قدرتها على توليد الجريان السطحي ، وما بين القيمتين المتطرفين تقع القيمة الوسطى 50 وهذه

(١) أسامة عبد القادر محمد أمين ، مصدر سابق ، ص٢٢٥ .

القيمة تعبر عن الاسطح المتوسطة النفاذية أي يتساوى معدل تسريب المياه من خلال التربة مع معدلات الجريان السطحي (١) .

وللحصول على قيم (*Curve Number*) الذي يعبر عنه (*CN*) يتم من خلال دمج طبقة المجموعات الهيدرولوجية للتربة مع طبقة غطاءات الأرض بوساطة ايعاز (*Combine*) في برنامج (*Arc map 10.4.1*) وبعد ذلك يتم استخراج قيم *CN* بالاعتماد على الجداول المعدة من قبل إدارة صيانة التربة الامريكية (*SCS*) لاشتقاق تلك القيم ، نحصل على ا خريطة (*raster*) والتي تعطي لكل قيمة من (*CN*) لون معين للتمييز ، وظهرت القيم يلحظ الجدول (٣-٢٠) الخريطة (٣-٣) ، اذ يمكن من خلاله معرفة تباين النسب لقيم المنحنى لاحواض منطقة الدراسة والتي هي ما بين (٣٠-٩١) والتي أظهرت تباين في المساحات التي تشغلها كل فئة من الفئات التي ذكرت ، فنجد ارتفاع أعلى قيمة في الحوض الأول (ولي كفن) كانت للفئة (٨٦) بلغت المساحة التي شغلها (٢٣,٥١ كم^٢) ومانسبته (٢٣,٦٤%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين كانت الفئة (٣٠) الأقل مساحة والتي بلغت (٠,٢٠ كم^٢) ومانسبته (٠,٢٠%) من مجموع مساحة الحوض ، أما الحوض الثاني (كرفت) الذي يعد اكبر الاحواض مساحة وقد كانت ارتفاع أعلى قيمة في الحوض الثاني كانت للفئة (٧١) والتي شغلها مساحة (٤٧,٧٩ كم^٢) ومانسبته (٢٠,٨٣%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين شغلها الفئة (٣٠) أقل المساحات اذ بلغت (٠,٣١ كم^٢) ومانسبته (٠,١٣%) من مجموع مساحة الحوض ، اما في الحوض الثالث (دولة كلو) فقد كانت أعلى قيمة للفئة (٥٨) والتي شغلها مامساحته (٣٩,٨٦ كم^٢) ومانسبته (٢٥,٥٣%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين شغلها الفئة (٣٠) أدنى مساحة بلغت (٠,٢٥ كم^٢) ومانسبته (٠,١٦%) من مجموع مساحة الحوض ، ويتضح من الجدول (٣-٢١) ان جميع مساحات الاحواض تقع ضمن فئات (*CN*) المرتفعة ومن ذلك يمكن ان نستنتج ان يولد جريان سطحي كبير في مساحات كبيرة كونها تقترب من الرقم (١٠٠) فضلاً عن تجاوزها الوسيط (٥٠) بأستثناء فئة واحدة (٣٠) وبذلك يتأكد جريان سطحي شديد على احواض المنطقة مع قلة الارتشاح مما يجعل هذه الاحواض تتعرض الى اخطار التعرية المائية في أغلب أجزاء الاحواض المائية .

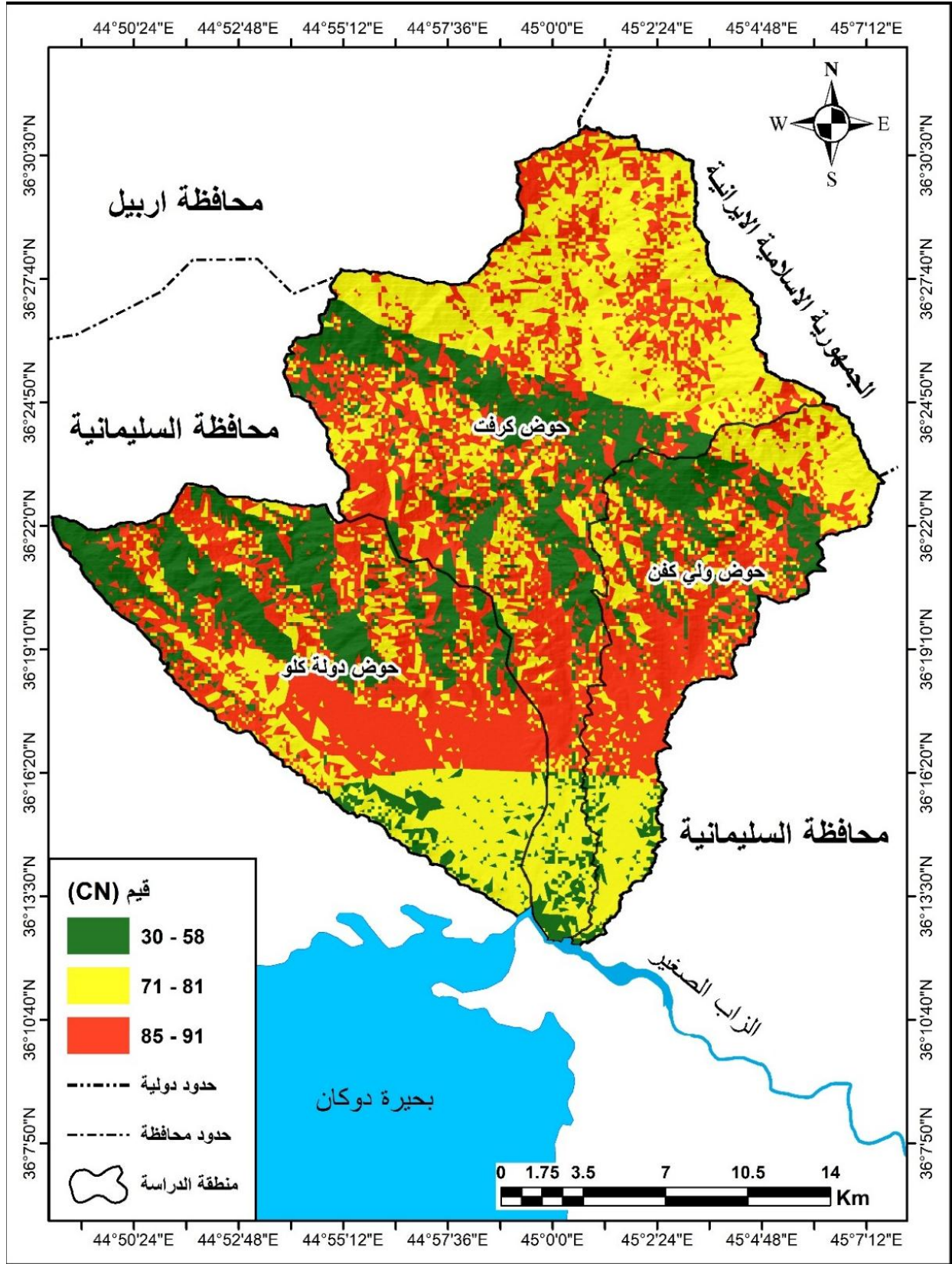
(١) اسحق صالح العكام ، احمد هاشم السلطاني ، الجريان السطحي في حوض وادي الجبال بأستخدام التقنيات الجغرافية ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، مجلد ٢١ ، العدد ٤ ، ٢٠١٨ ، ص ٩٣ .

جدول (٣-٢٠) قيم CN لبحوض منطقة الدراسة.

الفئات	قيم CN	البحوض الثالث (دولة كلو)		البحوض الثاني (كرفت)		البحوض الأول (ولي كفن)	
		النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة
٨٥-٩١	٩١	-	-	٢,٩٨	٦,٨٥	٠,٥٦	٠,٥٦
	٩٠	-	-	١٠,٧٥	٢٤,٦٦	٣,٠٣	٣,٠٢
	٨٦	٢٣,٨٧	٣٧,٢٦	٩,٣٦	٢١,٤٩	٢٣,٦٤	٢٣,٥١
	٨٥	١٦,٩٩	٢٦,٥٢	١٢,٢٠	٢٨,٠٠	١٤,١٦	١٤,٦٢
٧١-٨١	٨١	-	-	٨,٩٠	٢٠,٤٣	١,٣٧	١,٣٧
	٧٧	١٢,٢٥	١٩,١٢	٣,٢٤	٧,٤٤	٨,١٢	٨,٠٨
	٧٦	١,٠٦	١,٦٦	٠,٧٩	١,٨٣	١,٥٢	١,٥٢
	٧٢	١٦,٧٩	٢٦,٢١	١١,٠٠٩	٢٥,٢٥	١٤,٣٦	١٤,٣٩
	٧١	-	-	٢٠,٨٣	٤٧,٧٩	١٠,٣٢	١٠,٤٥
٣٠-٥٨	٥٨	٢٥,٥٣	٣٩,٨٦	١٨,٠٧	٤١,٤٦	١٨,٦٠	١٨,٨٥
	٥٥	٣,٣٢	٥,١٩	١,٦٦	٣,٨٤	٢,٣٦	٢,٨٨
	٣٠	٠,١٦	٠,٢٥	٠,١٣	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٢٠
		%١٠٠	١٥٦,٠٧	%١٠٠	٢٢٩,٣٥	%١٠٠	٩٩,٤٥

المصدر :- إعتماًداً على مخرجات برنامج (Arc GIS 10.4.1) .

الخريطة (٣-٣) توزيع قيم (CN) الموزون في احواض منطقة الدراسة .



المصدر:- إعتماًداً على جدول(٣-٢٠) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

جدول (٣-٢١) الملحق المعد وفق طريقة (SCS) لاشتقاق ارقام منحني (CN) .

وصف استخدامات الأرض (Land Use Description)	مجاميع الترب الهيدرولوجية			
	A	B	E	D
الأراضي المزروعة				
بدون معالجة حماية التربة	٧٢	٨١	٨٨	٩١
مع معالجة حماية التربة	٦٢	٧١	٧٨	٨١
أراضي المراعي الاصطناعية والمراعي الطبيعية				
ظروف فقيرة	٦٨	٧٩	٨٦	٨٩
ظروف غنية جداً	٣٩	٦١	٧٤	٨٠
أراضي اعشاب				
ظروف جيدة	٣٠	٥٨	٧١	٧٨
أراضي الغابات				
جناح خفيف - غطاء قليل - لامراض	٤٥	٦٦	٧٧	٨٣
غطاء سميك و غني	٢٥	٥٥	٧٠	٧٧
أراضي مفتوحة-أراضي عشبية - مسارات الغولف - المقابر				
ظروف جيدة: الغطاء العشبي ٧٥% أو أكثر	٣٩	٦١	٧٤	٨٠
ظروف متوسطة: الغطاء العشبي بين ٥٠-٧٥%	٤٩	٦٩	٧٩	٨٤
المناطق التجارية والمهنية ٨٥% غير نفاذة	٨٩	٩٢	٩٤	٩٥
المقاطعات الصناعية ٧٢% غير نفاذة	٨١	٨٨	٩١	٩٣
أراضي سكنية				
معدل حجم القطعة				
معدل غير النفاذ				
١-٨ فأكثر	٦٥	٧٧	٨٥	٩٢
١-٤ فأكثر	٣٨	٦١	٧٥	٨٣
١-٣ فأكثر	٣٠	٥٧	٧٢	٨٦
١-٢ فأكثر	٢٥	٥٤	٧٠	٨٥
١ فأكثر	٢٠	٥١	٦٨	٨٤
قطع أراضي لوقوف السيارات معبدة- سطوح ، ممرات.....الخ	٩٨	٩٨	٩٨	٩٨
الشوارع والطرق				
معبدة مع ارصفة ومجاري تصريف الامطار	٩٨	٩٨	٩٨	٩٨
طرق غير معبدة حصوية	٧٦	٨٥	٨٩	٩١
طرق متروكة	٧٢	٨٢	٨٧	٨٩

٣-٢-٢-٣ حساب معامل (S) :

تدل قيمة (S) *Potential . Maximum Retention After Runoff* على قدرة التربة على امكانيتها لحفظ المياه بعد تساقط مياه الامطار وبدء الجريان السطحي ، وتشير هذه القيمة بحالة تشبع الماء في التربة وبذلك ينعدم تسرب المياه الى داخل التربة أثناء وقت التساقط المطري ، ولكل قيمة من قيمة (S) دلالات خاصة ، فتشير قيم (S) المنخفضة التي تقترب من الصفر الى ضعف وتدني قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء بعد سقوط مياه الامطار وبدء الجريان السطحي ، وبذلك تقل فرصة تسرب المياه الى داخل التربة مما يؤدي الى زيادة كمية الجريان السطحي ، أما قيم (S) المرتفعة تشير الى ارتفاع قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وبذلك يزيد من تسرب المياه الى داخل التربة مما يؤدي الى تزايد كمية الجريان السطحي (١) .

وهناك تباين في سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لعدة عوامل أهمها نوع التربة ومدى قابليتها على امتصاص الماء خلال مدة سقوط الامطار ، وقد تم احتساب قيمة (S) وفق المعادلة (٣) واستخراج النتائج من برنامج (Arc GIS) والحصول على نتائج تم الاعتماد عليها في رسم خريطة لتحديد هذه القيم ومساحاتها ونسبها ، تراوحت قيم (S) ما بين (١، ٢٥ ملم) وهي الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها ، وما بين (٧، ٥٩٢ ملم) للأجزاء الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء والتي تساعد في إتمام عملية الجريان السطحي ، فنجد ارتفاع اكبر مساحة في الحوض الأول (ولي كفن) كانت للفئة (٨، ١٠٣ ملم) بلغت المساحة التي شغلها (١، ٢٣ كم^٢) ومانسبته (٢٣، ٦٤%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين كانت الفئة (٧، ٥٩٢ ملم) الأقل مساحة والتي بلغت (٢٠، ٢٠ كم^٢) ومانسبته (٠، ٢٠%) من مجموع مساحة الحوض ، أما الحوض الثاني (كرفت) فقد سجلت ارتفاع اكبر مساحة كانت للفئة (٨، ٤٤ ملم) والتي شغلت مساحة (٩٧، ٧٩ كم^٢) ومانسبته (٢٠، ٧٤%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين شغلت الفئة (٦، ٥٩٢ ملم) أقل المساحات اذ بلغت (١، ٣١ كم^٢) ومانسبته (٠، ١٣%) من مجموع مساحة الحوض ، أما الحوض الثالث (دولة كلو) فقد كانت أكبر مساحة في الفئة (٣، ٤١ ملم) والتي شغلت ما مساحته (٦٦، ٣٩ كم^٢) ومانسبته (٢٥، ٥٣%) من مجموع مساحة الحوض في حين شغلت الفئة (٧، ٥٩٢ ملم) ادنى مساحة بلغت (٢٥، ٠٢ كم^٢) ومانسبته (٠، ١٦%) من مجموع مساحة الحوض ، ويدل ذلك على ان العلاقة بين (CN) و (SCS) هي علاقة عكسية ، فعند زيادة (CN) تقل قيمة (S) والعكس صحيح . وأن أغلب أجزاء احواض منطقة الدراسة تقع ضمن الفئات المنخفضة والمتوسطة لمعامل (S) وهذا يدل على حدوث جريان سطحي عالي وتعرية مائية شديدة مما يؤكد صحة نتائج قيمة (CN) يلاحظ الجدول (٣-٢٢) والخريطة (٣-٤) .

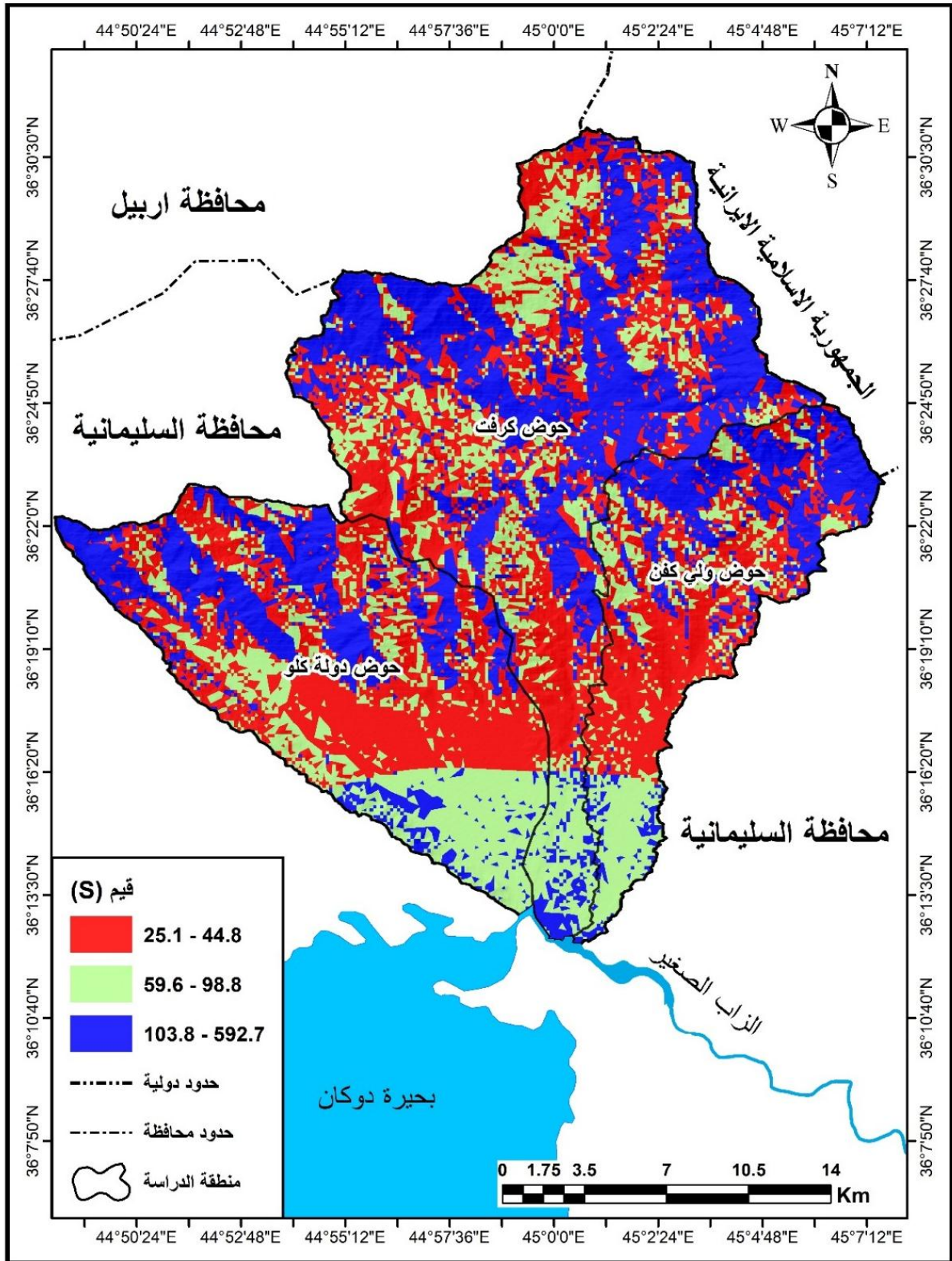
(١) علي محسن كامل الشريفي ، زهراء مهدي عبد الرضا ، بناء نموذج الجريان السطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (SCS-CN) ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، المجلد ٢١ ، العدد ٤ ، ٢٠١٨ ، ص ٣٦١ .

جدول (٣-٢٢) قيم (S) لبحوض منطقة الدراسة .

الفئات	قيمة S	البحوض الثالث (دولة كلو)		البحوض الثاني (كرفت)		البحوض الأول (ولي كفن)	
		النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة
٤٤,٨-٢٥,١	٢٥,١٢	١٦,٧٩	٢٦,٢١	١١,٠٠٩	٢٥,٢٤	١٤,٧٠	١٤,٦٢
	٢٨,٢٢	٣,٣٢	٥,١٩	١,٦٧	٣,٨٤	٢,٨٩	٢,٨٨
	٤١,٣٥	٢٥,٥٣	٣٩,٨٦	١٧,٩٨	٤١,٤٦	١٨,٩٠	١٨,٨٥
	٤٤,٨٢	-	-	٢٠,٧٤	٤٧,٧٩	١٠,٥٠	١٠,٤٥
٩٨,٨-٥٩,٦	٥٩,٥٨	١,٠٦	١,٦٦	٠,٧١	١,٨٣	١,٥٢	١,٥٢
	٧٥,٨٧	١٢,٢٥	١٩,١٢	٣,٢٢	٧,٤٤	٨,٨٤	٨,٠٨
	٨٠,٢١	-	-	٨,٩٠	٢٠,٤٣	١,٣٧	١,٣٧
	٩٨,٧٨	١٦,٩٩	٢٦,٥٢	١٢,٢٠	٢٨,٠٠	١٤,٤٦	١٤,٣٩
٥٩٢,٧-١٠٣,٨	١٠٣,٨٥	٢٣,٨٧	٣٧,٢٦	٩,٢٣	٢١,٤٩	٢٣,٦٤	٢٣,٥١
	١٨٣,٩٣	-	-	١٠,٧٦	٢٤,٦٦	٣,٠٣	٣,٠٢
	٢٠٧,٨٢	-	-	٢,٩٢	٦,٨٦	٠,٥٦	٠,٥٦
	٥٩٢,٧٧	٠,١٦	٠,٢٥	٠,١٣	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٢٠
		٩٩,٩٨١	١٥٦,٠٧	٩٩,٤٧١	٢٢٩,٣٥	١٠٠	٩٩,٤٥

المصدر: اعتماداً على نتائج معادلة (S) ومخرجات برنامج Arc Gis 10.4.1 .

خريطة (٣-٤) قيمة (S) في احواض منطقة الدراسة .



المصدر : إعتماًداً على الجدول (٣-٢٢) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

٤-٢-٢-٣ حساب معامل Ia :

يعبر عن معامل الاستخلاص الاولي (*Initial Abstraction*) والذي يعرف بأختصار (*Ia*) ، ويسمى بالفواقد الأولية للجريان ، وهو مقدار الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التبخر والتسرب بتأثير مسامية التربة أو ما تتعرضه النباتات من مياه الامطار أو المياه السطحية^(١) ، من ثم يقل الجريان السطحي ، ولاستخراج قيم (*Ia*) تم تطبيق معادلة (٢) السابقة الذكر ، الذي يمثل خمس قيمة (*S*) ، والقيم التي تقترب من الصفر تدل على قلة أو انخفاض كمية مايفقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي مما يؤدي الى سرعة الجريان السطحي ونشاط التعرية المائية ، بلغت قيمة الوسيط للمعامل (*Ia*) (٨,٥٠ ملم) الى حالة الوسيط أي إن معدل (*Ia*) يساوي معدل المياه الجارية على السطح ، أما اذا زادت قيمة (*Ia*) عن هذه القيمة فيدل ذلك على ارتفاع كمية الفاقد على كمية الجريان السطحي وبذلك تقل التعرية المائية . وقد تم احتساب قيم المعامل (*Ia*) لكل حوض من احواض منطقة الدراسة بواسطة برنامج (*Arc GIS*) ويتضح من الجدول (٣-٢٤) والخريطة (٣-٥) نجد ارتفاع اكبر مساحة في الحوض الأول (ولي كفن) كانت للفئة (٢٧,٨) بلغت المساحة التي شغلتها (٢٣,٦١ كم^٢) ومانسبته (٢٣,٧٤%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين كانت الفئة (١١٨,٥٣) الأقل مساحة التي بلغت (٢٠,٢٠ كم^٢) ومانسبته (٢٠,٢٠%) من مجموع مساحة الحوض ، أما الحوض الثاني (كرفت) فقد سجلت اكبر مساحة في الفئة (٢٠,٧٥) والتي شغلت مساحة (٤٧,٧٩ كم^٢) ومانسبته (٢٠,٨٣%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين شغلت الفئة (١١٨,٥٣) أقل المساحات بلغت (٠,٣١ كم^٢) ومانسبته (٠,١٣%) من مجموع مساحة الحوض ، أما في الحوض الثالث (دولة كلو) فقد سجلت اكبر مساحة للفئة (٣٦,٧٩) والتي شغلت مساحة (٣٩,٨٦ كم^٢) ومانسبته (٢٥,٥٣%) من مجموع مساحة الحوض ، في حين شغلت الفئة (١١٨,٥٣) أدنى مساحة اذ بلغت (٠,٢٥ كم^٢) ومانسبته (٠,١٦%) من مجموع مساحة الحوض . ومن ذلك نجد أن عموم المنطقة يمكنها توليد جريان سطحي كبير وأن جميع القيم التي ظهرت دون الوسيط المذكور (٨,٥٠ ملم) ماعدا متغير واحد فقط كان أعلى من الوسيط وكما موضح في الجدول (٣-٢٣) والخريطة (٣-٥) وقد لوحظ أن قيم الاحواض منخفضة وذلك نتيجة الى ارتفاع نسبة الطين الذي يعمل على انخفاض كمية المياه المفقودة قبل بدء الجريان السطحي وبذلك يولد جريان سطحي عالي .

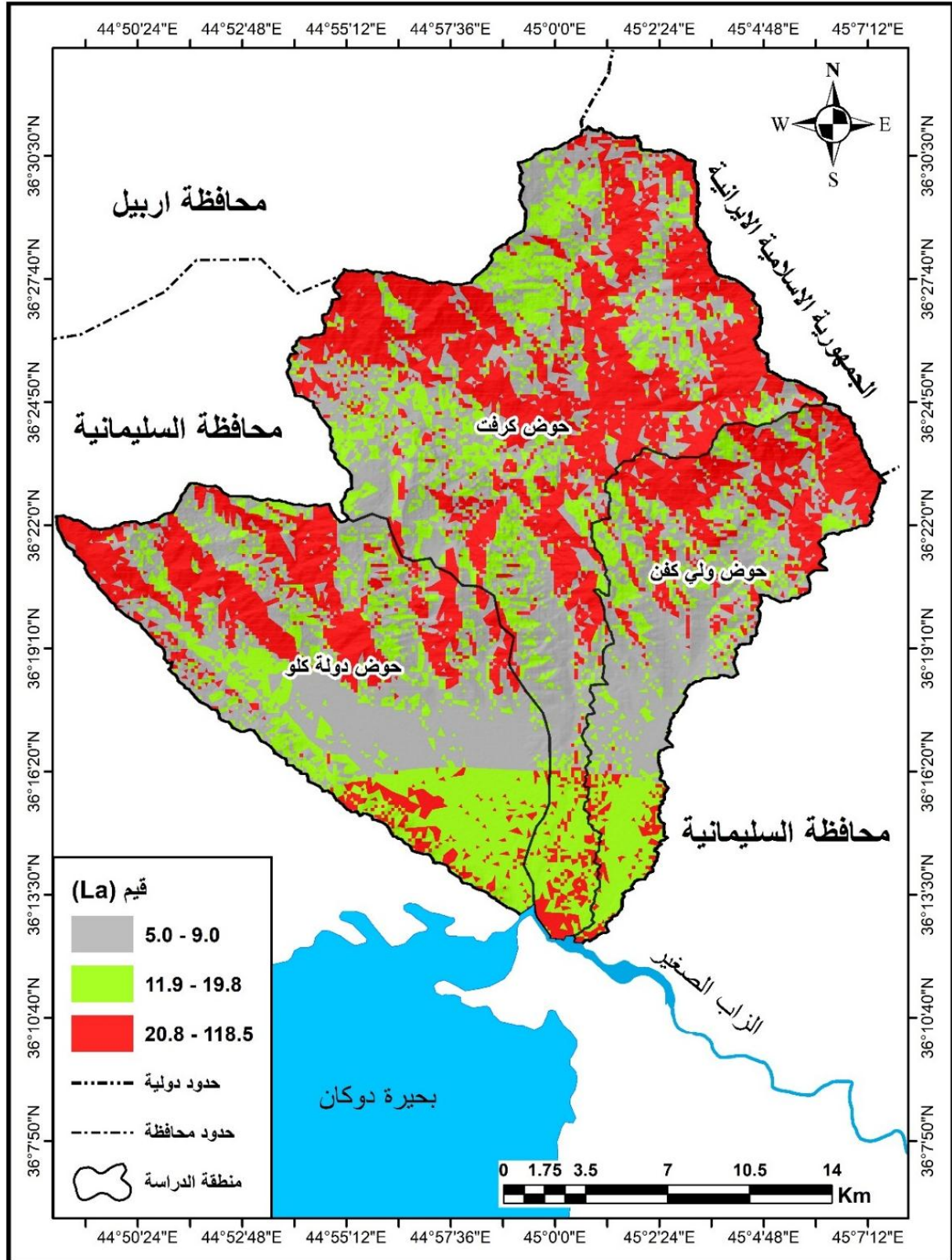
(١) دلي خلف حميد ، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (SCS-CN) ، لحوض (وادي المر الجنوبي)- شمال العراق ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد (٢١) ، العدد(٥) ، ٢٠١٦ ، ص ١١٧ .

جدول (٣-٢٣) قيم معامل (Ia) لبحوض منطقة الدراسة .

الفئات	قيم Ia	البحوض الثالث (دولة كلو)		البحوض الثاني (كرفت)		البحوض الأول (ولي كفن)	
		النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة
٩,٠-٥,٠	٥,٠٢	-	-	٢,٩٩	٦,٨٦	٠,٥٦	٠,٥٦
	٥,٦٤	-	-	١٠,٧٥	٢٤,٦٦	٣,٠٣	٣,٠٢
	٨,٢٧	٢٣,٨٧	٣٧,٢٦	٩,٣٦	٢١,٤٩	٢٣,٧٤	٢٣,٦١
	٩,٠	١٦,٩٩	٢٦,٥٢	١٢,٢٠	٢٨,٠٠	١٤,٢٦	١٤,١٩
١٩,٨-١١,٩	١١,٩٢	-	-	٨,٩٠	٢٠,٤٣	١,٣٧	١,٣٧
	١٥,١٧	١٢,٢٥	١٩,١٢	٣,٢٤	٧,٤٤	٨,١٢	٨,٠٨
	١٦,٠٤	١,٠٦	١,٦٦	٠,٧٩	١,٨٣	١,٥٢	١,٥٢
	١٩,٨	١٦,٧٩	٢٦,٢١	١١,٠٠	٢٥,٢٤	١٤,٨٠	١٤,٧٢
١١٨,٥-٢٠,٨	٢٠,٨	-	-	٢٠,٨٣	٤٧,٧٩	١٠,٤٢	١٠,٣٧
	٣٦,٧٩	٢٥,٥٣	٣٩,٨٦	١٨,٠٧	٤١,٤٦	١٩,٠٦	١٨,٩٦
	٥٦,٤١	٣,٣٢	٥,١٩	١,٦٧	٣,٨٤	٢,٨٦	٢,٨٥
	١١٨,٥٣	٠,١٦	٠,٢٥	٠,١٣	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٢٠
			١٥٦,٠٧		٢٢٩,٣٥		٩٩,٤٥

المصدر : إعتماًداً على معادلة (Ia) وخرجات برنامج (. Arc GIS10.4.1).

خريطة (٣-٥) توزيع قيمة (Ia) في احواض منطقة الدراسة .



المصدر : إعتماًداً على الجدول (٣-٢٣) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.4.1) .

٥-٢-٢-٣ تقدير عمق الجريان السطحي Q :

يعبر عن عمق الجريان السطحي عن مقدار المياه التي تجري على السطح خلال مدة تساقط مياه الامطار عليه ، اذ تعبر قيمته عن مقدار عمق المياه الجارية على السطح خلال عاصفة مطرية محددة عدم الاهتمام عن المساحة التجميعية للحوض^(١) . وفي منطقة الدراسة تم تقدير عمق الجريان السطحي (Run off Depth) اعتماداً على الشدة المطرية خلال عام كامل ولمدة عشر سنوات لمحطة دوكان ، يلحظ الجدول (٢٤-٣).

جدول (٢٤-٣) اعلى شدة مطرية يومية خلال عام كامل ، ولمدة عشر سنوات في محطة دوكان للمدة (٢٠١٢-٢٠٢١) .

السنوات	اعلى كمية امطار/ملم	تاريخ الزخة المطرية
٢٠١٢	١٥٠	١٢/٢٠
٢٠١٣	٤٣	٤/٢١
٢٠١٤	٤٩	١/٢٧
٢٠١٥	٨٦	٤/٢٣
٢٠١٦	٤٨	١/٨
٢٠١٧	١٦٣	١١/٢١
٢٠١٨	٧٤	٢/٢٦
٢٠١٩	٩٢	٥/١٨
٢٠٢٠	٤٥	١١/١٤
٢٠٢١	٧٨	٤/٢٢
المجموع	٨٢٥ ملم	
المعدل	٨٢,٥ ملم	

المصدر: إتماداً على البيانات المناخية من الموقع

<http://chrdata.eng.uci.edu>

(١) هيفاء محمد النفيعي ، تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم الاجتماعية ، جامعة أم القرى ، ٢٠١٠ ، ص ١١٥ .

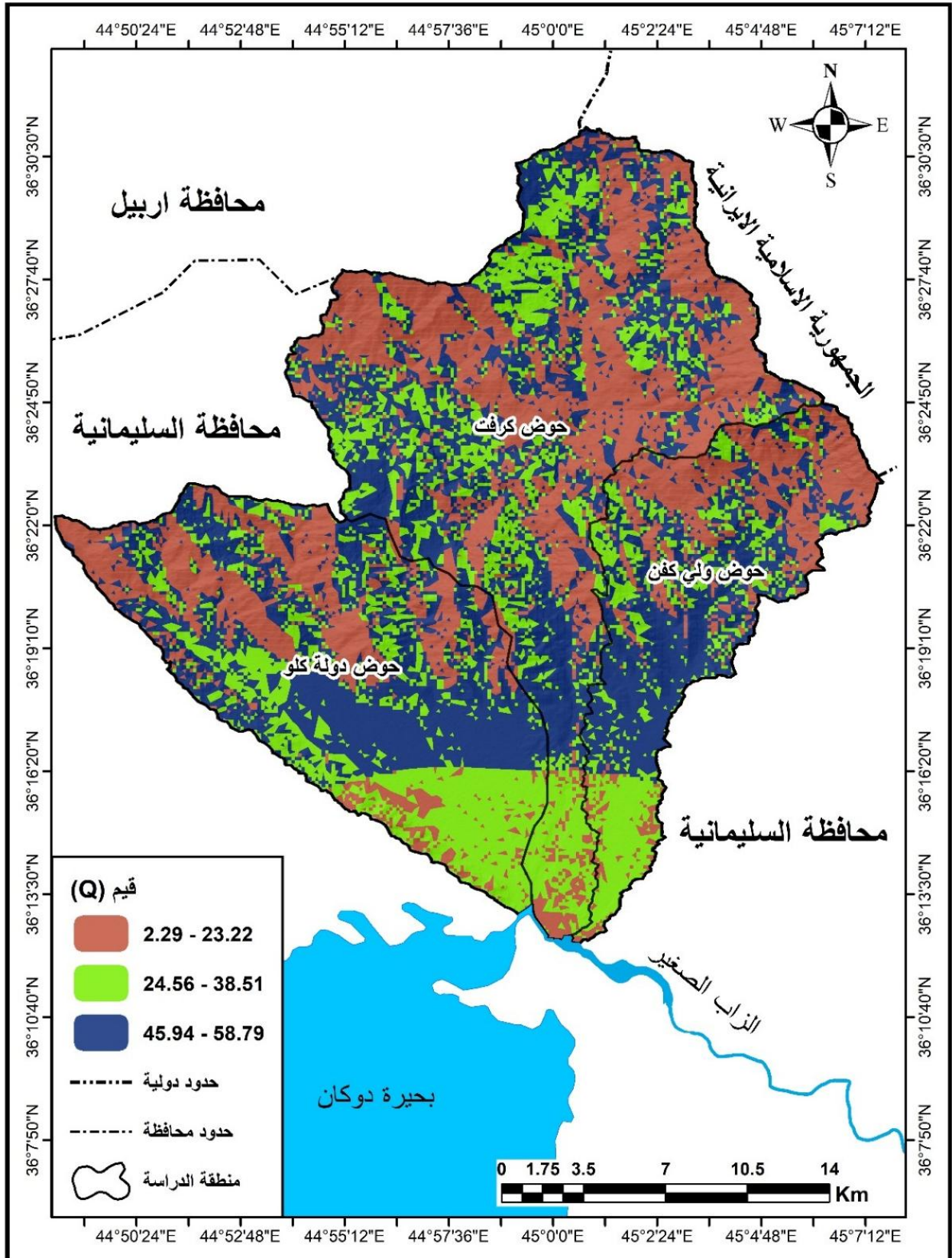
يلحظ من الجدول (٢٥-٣) والخريطة (٦-٣) ، إن أعلى شدة مطرية يومية على مدى عشر سنوات بلغت (٦٣ ملم) في ٢١/١١/٢٠١٧ ، وسجلت أدنى شدة مطرية (٤٣ ملم) في ٢١/٤/٢٠١٣ ، فيما بلغ مجموع أعلى شدات مطرية يومية (٨٢٥ ملم) وبمعدل (٨٢,٥ ملم) .

الجدول (٢٥-٣) قيم معامل (Q) تقدير عمق الجريان السطحي لبحوض منطقة الدراسة .

الفئات	قيم Q	البحوض الثالث (دولة كلو)		البحوض الثاني (كرفت)		البحوض الأول (ولي كفن)	
		النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %	المساحة
٢٣,٢٢-٢,٢٩	٢,٢٩	٠,١٦	٠,٢٥	٠,١٣	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٢٠
	٦,٨٣	٣,٣٢	٥,١٩	١,٦٧	٣,٨٤	٢,٨٦	٢,٨٥
	٩,٢١	٢٥,٥٣	٣٩,٨٦	١٨,٠٧	٤١,٤٦	١٩,٠٦	١٨,٩٦
	٢٣,٢٢	-	-	٢٠,٨٣	٤٧,٧٩	١٠,٤٢	١٠,٣٧
٣٨,٥١-٢٤,٥٦	٢٤,٥٦	١٦,٧٩	٢٦,٢١	١١,٠٠	٢٥,٢٤	١٤,٨٠	١٤,٧٢
	٣٠,٣٢	١,٠٦	١,٦٦	٠,٧٩	١,٨٣	١,٥٢	١,٥٢
	٣١,٨٧	١٢,٢٥	١٩,١٢	٣,٢٤	٧,٤٤	٨,١٢	٨,٠٨
	٣٨,٥١	-	-	٨,٩٠	٢٠,٤٣	١,٣٧	١,٣٧
٥٨,٧٩-٤٥,٩٤	٤٥,٩٤	١٦,٩٩	٢٦,٥٢	١٢,٢٠	٢٨,٠٠	١٤,٢٦	١٤,١٩
	٤٧,٩٤	٢٣,٨٧	٣٧,٢٦	٢٠,٨٣	٢١,٤٩	٢٣,٧٤	٢٣,٦١
	٥٦,٤٩	-	-	١٠,٧٥	٢٤,٦٦	٣,٠٣	٣,٠٢
	٥٨,٧٩	-	-	٢,٩٩	٦,٨٦	٠,٥٦	٠,٥٦

المصدر: إعتقاداً على معادلة Q ومخرجات برنامج (Arc GIS10.4.1) .

خريطة (٦-٣) قيم عمق الجريان السطحي (Q) لبحوض منطقة الدراسة .



المصدر: إعتماًداً على معادلة عمق الجريان السطحي Q ، الجدول (٣-٢٥) ومخرجات برنامج (Arc GIS 10.4.1) .

وعند تطبيق المعادلة (١) أعلاه نلاحظ ان عمق الجريان (Q) في الحوض الأول (ولي كفن) بلغ أعلاه (٥٨,٧٩ ملم) بمساحة (٠,٥٦ كم^٢) ومانسبته (٠,٥٦%) من مجموع مساحة الحوض الحوض ، وفي الحوض الثاني (كرفت) بلغت مساحة (٦,٨٦ كم^٢) ومانسبته (٢,٩٩%) من مجموع مساحة الحوض ، أما الحوض الثالث (دولة كلو) فلم تسجل أي مساحة من هذه المرتبة ، وقد سجل أقل عمق جريان في منطقة الدراسة (٢,٢٩ ملم) وكانت مساحته في الحوض الأول (ولي كفن) (٠,٢٠ كم^٢) ومانسبته (٠,٢٠%) من مجموع مساحة الحوض ، أما مساحته في الحوض الثاني (كرفت) (٠,٣١ كم^٢) ومانسبته (١٣%) من مجموع مساحة الحوض ، وسجل في الحوض الثالث (دولة كلو) مساحة (٠,٢٥ كم^٢) ومانسبته (٠,١٦%) من مجموع مساحة الحوض . وبغض النظر عن المساحة التجميعية للحوض ، يلحظ أن هناك تباين ملحوظاً في قيم احواض منطقة الدراسة .

٦-٢-٢-٣ حجم الجريان السطحي (QV) :-

يرتبط حجم الجريان المائي السطحي بمعرفة عمق الجريان السطحي ، ويعد حجم الجريان من الحسابات الهيدرولوجية الهامة للكثير من الدراسات الهيدرولوجية لأي منطقة لهذا تعد الأساس الذي يعتمد عليه في إقامة السدود والخزانات وتقدير حجم الفيضان التي تتعرض له تلك المناطق ، فضلاً عن ما يحدثه حجم الجريان السطحي من تغيير في نوعية المياه ، ولانعدام محطات القياس الهيدرولوجية في المنطقة تم حساب حجم الجريان عن طريق المعادلة المعدة من قبل مصلحة صيانة الترب الامريكية الآتية (١) .

$$QV = Q \frac{A}{1000}$$

QV = حجم الجريان السطحي /م^٣.

Q = عمق الجريان السطحي /ملم .

A = مساحة كل خلية /كم^٢ .

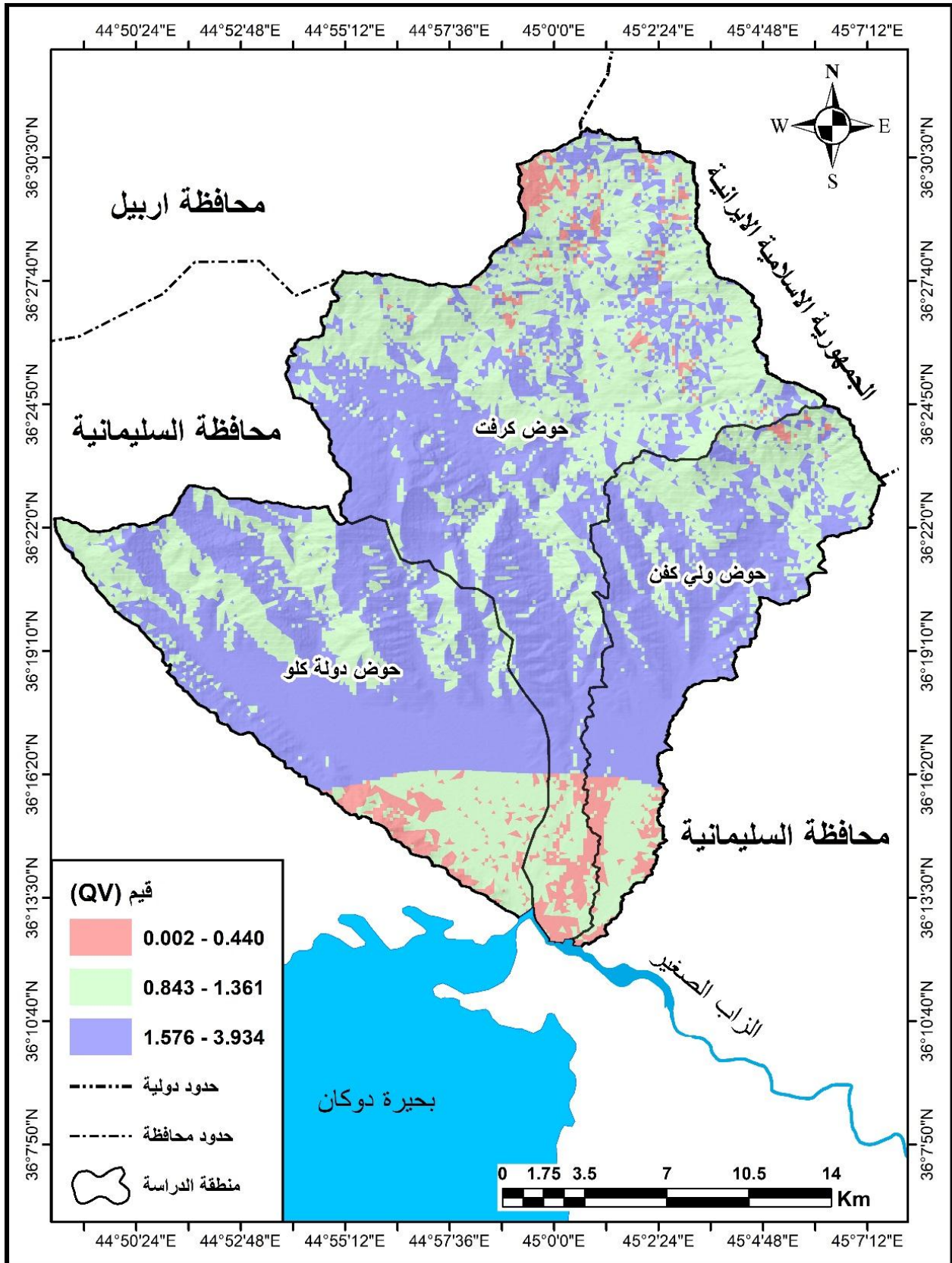
1000 = معامل التحويل (ملم) الى (متر) .

وعند تطبيق المعادلة أعلاه ، الجدول (٣-٢٦) ، الخريطة (٣-٧)

تم الاعتماد على أساس معدل الشدات المطرية في السنة ولمدة عشر سنوات وبحسب المساحة لكل قيمة من قيم ال (CN) يتم حساب كمية الجريان السطحي عند ضربها \times مليون ، بلغت أعلى كمية لحجم الجريان (٣٩٣٤٠٠٠ م^٣/يوم) بمساحة في الحوض الأول (ولي كفن) (٢٣,٦١ كم^٢) بنسبة (٢٣,٧٤%) من مجموع مساحة الحوض ، ويشغل مساحة في الحوض الثاني (كرفت) (٢١,٤٩ كم^٢) مانسبته (٩,٣٦%) من

(١) احمد كاظم عباس العبيدي ، نشاط العمليات الجيومورفية في حوض وادي تکران السليمانية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٠، ص ١١٩ .

خريطة (٧-٣) قيم معامل QV تقدير حجم الجريان لاحواض منطقة الدراسة .



المصدر: اعتماداً على جدول (٣-٢٦) ومخرجات برنامج (Arc Map) .

٣-٣ الخلاصة :

يتضح من دراسة خصائص الجريان السطحي في احواض منطقة الدراسة مايلى :

تم احتساب حجم الجريان السطحي وفقاً لإنموذج سنايدر ، اذ سجلت قيماً معتدلة لزمن التركيز ويعود ذلك الى تنوع التضاريس بين أجزاء مرتفعة وأجزاء منخفضة وتنوع انحدارات الاحواض وتكون احتمالية الفيضانات ممكنة لاسيما في بعض أوقات الشدات المطرية الغزيرة ، اما زمن التباطؤ فقد تبين من النتائج ان حوض ولي كفن ذو خطورة عالية ، و حدوث التعرية المائية ، اما حوض كرفت قد سجل اقل خطورة من باقي الاحواض ، وتبين من نتائج الزمن القياسي للاستجابة لذروة هطول الامطار (Tr) ان حوض ولي كفن يتميز بزمن قياسي لهطول الامطار، لان هذا الحوض سريع الاستجابة للسقوط المطري ، اما الحوضين الثاني والثالث لا يستجيبان للسقوط المطري الابعد (٩١,٠ ساعة) وهي نسبة معتدلة نسبياً في الاستجابة للجريان بعد سقوط الامطار ، اما نتائج كمية التدفق الأقصى للسيول ، نلاحظ ارتفاع القيمة في الحوض الرئيس ، وارتفاع قيمة حوض كرفت وانخفاض قيمة زمن التباطؤ Tp(hr) ، في حين نلاحظ انخفاض قيمة كمية التدفق الأقصى للسيول في حوض ولي كفن ، وارتفاع قيمة زمن التباطؤ ، وتضرس سطح الأرض في الحوض ، ومن نتائج سرعة الجريان السيلي (V) ، تبين أن احواض منطقة الدراسة ذو سرعة جريان عالية نسبة لزمن التركيز المنخفض وهو ما يجعل الاحواض مكاناً نشطاً للتعرية المائية ، ونلاحظ ارتفاع سرعة الجريان في حوض كرفت ، في حين انخفضت السرعة في حوض دولة كلو. اما حجم الجريان السطحي (Qt) فقد سجل اعلى قيمة في حوض كرفت ، اما في الحوض الأول (ولي كفن) فنلاحظ انخفاض حجم الجريان ، وسجلت نتائج قوة مياه السيل (a) قيمة مرتفعة في حوضي ولي كفن وكرفت ، وسجلت قيم متوسطة في حوض دولة كلو ، وتم احتساب حجم الجريان السطحي وفقاً للطريقة الامريكية (SCS-CN) والاعتماد على تصنيف (U.S.D.A2012) الأمريكي ، وتبين من استخلاص الأرقام المنحنية (CN) لاحواض منطقة الدراسة ان جميع مساحات الاحواض تقع ضمن فئات (CN) المرتفعة ومن ذلك يمكن ان نستنتج يمكن ان يولد جريان سطحي كبير في مساحات كبيرة من احواض منطقة الدراسة ، فضلاً عن تجاوزها الوسيط (٥٠) بإستثناء فئة واحدة (٣٠) وبذلك يتأكد جريان سطحي شديد على احواض منطقة الدراسة مع قلة الارتشاح مما يجعل هذه الاحواض تتعرض الى اخطار التعرية المائية في اغلب أجزاء الاحواض ، وقد تبين ان معامل (S) التي تعني قدرة التربة على إمكانية حفظ المياه بعد تساقط الامطار ان اغلب أجزاء الاحواض تقع ضمن الفئات المنخفضة والمتوسطة لمعامل (S) وهذا يدل على حدوث جريان سطحي عالي وتعرية مائية شديدة مما يؤكد صحة نتائج قيمة (CN) ، وسجلت نتائج معامل (Ia)(الفوائد الأولية للجريان) وتبين ان عموم المنطقة يمكنها توليد جريان سطحي كبير وان جميع القيم التي ظهرت دون الوسيط المذكور (٥٠,٨ ملم) ماعدا متغير واحد فقط كان اعلى من الوسيط ، وقد لوحظ ان قيم الاحواض منخفضة ، كما نلاحظ من نتائج عمق الجريان السطحي (Q) هو ارتفاع معدل حجم الجريان في الحوض الثاني .

يتضح مما سبق تحقيق صحة الفرضية الثالثة وهي (عمليات الجريان السطحي لها تأثير مباشر على نشاط عمليات التعرية المائية) .

الفصل الرابع

عمليات التعرية المائية وتقييم خصائصها
كما ونوعاً في أحواض منطقة الدراسة

تمهيد :-

عادةً ما يستخدم مصطلح التعرية أو التآكل للإشارة إلى العمليات الخارجية الهدمية أو العمليات التي تؤدي تسوية تضاريس الأرض ، على عكس العمليات الداخلية (الحركات القشرية والبركانية) التي غالباً ما تكون عمليات بناءة ، وفي هذا المعنى الواسع للغاية يشمل مصطلح التعرية على كل المواد المنقولة من المرتفعات العالية ، ونقل هذه المواد إلى مكان آخر وترسيبها في الأراضي المنخفضة (١) ، يتم التركيز في هذا الفصل على عمليات التعرية المائية باعتبارها عنوان الدراسة ، ومعرفة أنواع التعرية المائية والأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ، والتقييم النوعي للتعرية المائية المتضمن مؤشر فورنير و مؤشر PAP/CAR ، والتقييم الكمي للتعرية المائية ويشمل أنموذج جافريلوفيك ومؤشر بيرجسما ، وبيان قوة وشدة التعرية المائية في منطقة الدراسة ، ومحاولة الاستفادة منها ، فجميع أشكال سطح الأرض تعرضت إلى العمليات الجيومورفولوجية ، بحسب طبيعة العوامل والقوى المؤثرة فيها ، وبدرجات مختلفة من أهمها التجوية والتعرية والترسيب التي تؤثر على السطح ، فلا توجد تعرية من دون تجوية ، فهي العملية التي تسبق عمليات التعرية ، ثم تلي عمليات التعرية المائية عمليات الترسيب المائي ، ولهذا سنتناول التجوية والتعرية المائية والترسيب المائي فيما يلي :

٤-١ عمليات التجوية (Weathering) :-

وهي عملية تفكك أو تكسر أو تحلل أو نحت أو تهشم الصخور وهي في موقعها الأصلي بطرائق كيميائية أو فيزيائية أو حيائية ، فهي العملية التي تهيء الفتات الصخري لعمليات النقل لعمليات التعرية (المائية ، الجليدية ، الرياح ، الأمواج البحرية) (٢) ، فتعمل التجوية على تفسخ وتحطم الأفق الأعلى من سطح اليابسة ، صخراً كان أم أي مكون آخر ، فهي تحطم الصخور وتشظيتها وتفنتها وتفكك اجزاءها (ميكانيكاً) وتفسخ مكوناتها ومعادنها (كيميائياً وعضوياً) ، لكن عمل التجوية يبقى موضعياً على سطح الصخر وبقواره ، ولا ينتقل نتاجها إلا إذا خضع لعملية الحت والتعرية الجيومورفولوجية (٣) .

هناك عدد من الأنواع تؤثر في نوع وتوزيع وشدة العمليات السائدة في منطقة الدراسة منها البنية الجيولوجية والمناخ ، والنبات الطبيعي ، والتضاريس ، وكذلك الزمن وتقسيم التجوية في منطقة الدراسة إلى ثلاثة أنواع وهي :-

التجوية الفيزيائية (physical Weathering) : تعني عملية تفكك الصخور وتقسيمها مفتات صغيرة الحجم دون أن يتم أي تغيير في تركيبها المعدني (٤) ، بعدها تصبح الصخور أكثر عرضة لعملية التعرية المائية ، تسود التجوية الفيزيائية في منطقة الدراسة على نحو واسع ، ولها أثر فاعل في تطور أشكال الاحواض بطرائق عديدة منها التباين الحراري (التمدد والنقل) وهي تمدد المعادن بالتسخين كما تنقلص بالتبريد الصورة (٤-١) ، والتمدد والانكماش بفعل التجمد والذوبان ، إذ تنفتت فيزيائياً إذا ما تكرر ترطيبها وجفافها ، والتجوية بفعل الصقيع

(1) Andrews . S . Goudie , Encyclopedia of Geomorphology , London and Newyork , volume 1 (A-I) , 1st published 2004 , pp331 .

(٢) سعد عجيل مبارك الدراجي ، اساسيات علم اشكال سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص ٢١٥ .

(٣) عادل عبدالسلام ، العمل الجيومورفولوجي ، جامعة دمشق ، دمشق ، ٢٠١٩ ، ص ١٧ .

(٤) جودة حسنين جودة ، حسن سيد احمد أبو العنين ، سطح هذا الكوكب - ظواهر تضاريسية كبرى ، ط ١ ، بيروت ، ١٩٦٨ ، ص ٣٨ .

صورة (٤-١) تفكك وتكسر الصخور شمال حوض كرفت .



المصدر : الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

تحدث هذه الظاهرة في فصل الشتاء عندما تملأ مياه الأمطار فواصل الكتل وشقوقها ثم تتجمد هذه المياه نتيجة لانخفاض درجات الحرارة والذي يؤدي الى زيادة حجم الماء بنسبة (٩%) من حجمه الأصلي الصورة (٤-٢) ، و التمدد بإزالة الضغط الناتج عن ضغط الصخور ، اذ تتمدد صخور القاعدة بعد إزالة الضغط الموجود عليها من الطبقات الصخرية فوقها وينتج عنه تكون الفواصل والشقوق ، وتنشق الصخور العليا وتنزلق ويزيل الضغط عن الصخور، وتقوم بإزاحة الطبقات الرأسية ثم تقشر الصخور.

التجوية الكيميائية (Chemical weathering) : هي عملية تغير التركيب الكيميائي للمعادن وتحللها ، وتضم مجموعة من التفاعلات المعقدة التي تقوم بها مواد مختلفة كالماء والاكسجين وثاني أكسيد الكربون والحوامض والمواد العضوية ، وتعمل هذه المواد عند تأثيرها على الصخور بتغيير وتبديل المعادن وتركيبها الكيماوي ، وينتج من معظم العمليات الكيميائية تغيرات تشمل^(١) :

- ١- زيادة في الحجم الذي يعمل على زيادة الضغط الداخلي للصخور .
- ٢- يؤدي الى تقليل من كثافة المعادن .
- ٣- ذرات ذوات احجام صغيرة تؤدي الى زيادة في المساحة السطحية المعرضة . ينتج مواد اكثر استقرار ، ومواد لها قدرة اكبر للانتقال .

(١) عبدالاله رزوقي كربل ، علم الاشكال الأرضية الجيومورفولوجيا ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة جامعة البصرة ، ١٩٨٦ ، ص ٩١ .

الصورة (٤-٢) ملئ مياه الامطار الشقوق الصخرية قرب مصب حوض ولي كفن في الزاب الأسفل



المصدر : الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

وأن عملية التجوية الكيميائية مهمة جداً بسبب التغير الكيميائي الذي ينتج عنه تكوين العناصر الجديدة ، فنتحول تدريجياً الى رواسب كيميائية تنتقل بوساطة التعرية المائية ، وتضم التجوية الكيميائية عدد من العمليات هي الإذابة (Solution) التي تأتي هذه العملية بالمرتبة الأولى في التجوية الكيميائية ، الصورة (٤-٣) ، والتميو (Hydration) وهو اتحاد الماء أو بخاره مع بعض المعادن المكونة للصخور ، والتكربن (Carbonation) وهي عملية تفاعل ثاني أكسيد الكربون الذي يقوم مياه الامطار بحمله معه اثناء سقوطه خلال طبقات الهواء مع المعادن القابلة لذلك ، والتأكسد (Oxidation) وهي عملية اتحاد الاوكسجين الموجود في الجو مع بعض العناصر والمركبات الداخلة في تركيب الصخور ، والتحلل المائي (Hydrolysis) ويقصد به فاعلية الماء في إتمام عمليات تحلل الماء في ايونات الهيدروجين الصغيرة التي تستطيع أن تتخلل التركيب البلوري للسليكا وأن تفتته ، والاختزال الكيميائي (Reduction) هو استخلاص الاوكسجين من المعادن التي تحتوي عليها ، صورة (٤-٤) .

التجوية البيولوجية (الحياتية) (Organic weathering) وهي أحد أنواع التجوية التي تقوم بها الكائنات الحية ، تعمل على تفكك وتفتت الصخور الى جزيئات صغيرة الحجم ، فالاشجار تضرب جذورها في الشقوق سعياً وراء ما هنالك من تربة رطبة ، وهي الكاملة تقتلع من مواضعها ، كما توجد الى جانب النباتات بعض الحيوانات الأرضية مثل الارانب والجرذان والحشرات والفئران التي تحفر مأويها في باطن الأرض فتساعد في تجوية الصخر عن طريق تفتته واضعافه (١) .

(١) محمد مجدي تراب ، الموسوعة الجيومورفولوجية ، بلا ناشر ، الإسكندرية ، ص ٧٨ .

الصورة (٣-٤) مظاهر الأذابة جنوب حوض دولة كلو .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ، ٢٠٢٢/٨/١٥ .

صورة (٤-٤) الاختزال الكيميائي جنوب حوض دولة كلو .



المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

فيمثل دور النباتات في التجوية البيولوجية في منطقة الدراسة من خلال امتداد جذور أشجار البلوط والصنوبر والجوز غيرها داخل الشقوق الصخرية ، فتنمو هذه الأشجار على السفوح الجبلية وفي مناطق بطون الوديان ، ففي بداية حياتها تكون جذورها رقيقة خيطية الشكل ومن ثم تنمو وتتمدد داخل الشقوق يتحول فعلها بمرور الزمن الى فعل التجوية الكيميائية من خلال تساقط اوراقها ، الصورة (٤-٥)، أما دور الحيوانات في عملية التجوية ، فتعمل عمل فيزيائي من خلال عمليات الحفر التي تقوم بها ولاسيما الحشرات كأنواع النمل المختلفة حين تحفر مأويها في الصخور فتعمل على تفتت وتفكك الصخور وإدخال الضعف الى جوف الصخور ، وتلعب الديدان الدقيقة دورها في تشكيل التربة وتقليبها وحفر ممرات دقيقة في التربة، مما يسمح للهواء بالمرور من خلالها، فضلاً عن عمل حيوانات الانفاق ذوات المخالب والقوارض .

وللإنسان كعامل جيومورفولوجي له أثر بارز في عملية التجوية بشكل اسرع من العوامل الطبيعية ، اذ يقوم الانسان بتغيير اشكال سطح الأرض في ساعات أو أيام ، لكن العوامل الطبيعية البطيئة تحتاج الى مئات أو الاف الالسنين لتغيير اشكال سطح الأرض ، فيقوم الانسان بحراثة الأرض وتهيتها للزراعة وهي أحد عوامل التجوية الحيوية التي تهيب الأرض لعمليات التعرية المائية ولاسيما في الأراضي المنحدرة ، وقد لاحظ الباحث هذه الظاهرة في حوض دولة كلو (دولة به فزه) هو الاسم الشائع في اللغة الكردية ولدى سكان منطقة الدراسة ، الصورة (٤-٦)، فضلاً عن أثر الانسان كعامل جيومورفولوجي في شق الطرق عن طريق تكسير الجبال وتسوية الأراضي مما يسرع من نشاط التعرية المائية ، الصورة (٤-٧) .

الصورة (٤-٥) التجوية البيولوجية بفعل جذور النباتات وسط حوض ولي كفن .



المصدر : الزيارة الميدانية لمنطقة الدراسة ، بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

الصورة (٦-٤) حراثة الأرض في وسط حوض دولة كلو (دولة به فره) على الشارع الرئيس



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

الصورة (٧-٤) شق الطرق عن طريق تكسير الجبال في حوض دولة كلو .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

٤-١-١ استعمال معادلة وينرت (Weinert) لتحديد نوع التجوية في منطقة الدراسة :

طبقت هذه المعادلة بشكل فعلي على منطقة (كارو Karroo) في جنوب افريقيا من فريق عمل هندسي لأكساء الطرق اذ أستخدمت لتحديد مواصفات المواد الصخرية المستعملة في أكساء طرق النقل واستعمال معيار اللدونة والسيولة لتحديد نوع التجوية ، فأذا زاد حد السيولة عن (٣٠) وحد اللدونة عن (١٠) تصبح الصخور غير ملائمة للاستعمال ، وقد وضعت هذه المعادلة حدود فاصلة بين التجوية الفيزيائية والتجوية الكيميائية ، وقد اعتمد الباحث المتغيرات المناخية في تطبيق معادلة وينرت ، وهذه المعادلة هي^(١) :

معادلة (١)

$$\text{دليل المناخ } (R) = \frac{\text{التبخر المحتمل لفصل الصيف أو الشتاء/ملم}}{\text{مجموع التساقط السنوي/ملم}}$$

معادلة (٢)

$$\text{دليل المطر } (D) = \frac{\text{مجموع التساقط لفصل الصيف او الشتاء/ملم}}{\text{مجموع التساقط السنوي/ملم}}$$

اذا كانت نتيجة $D = 1$ فإن الامطار موزعة على أشهر السنة .

اذا كانت نتيجة $D > 1$ فإن الامطار شتوية .

اما اذا كانت نتيجة $D < 1$ فإن الامطار صيفية .

$$N = R \times D$$

اذ ان :-

$$N = \text{نسبة التساقط} .$$

$$R = \text{دليل المناخ} .$$

$$D = \text{معامل التساقط} .$$

أما اذا كانت نتيجة المعادلة (N) أكثر من (٥) فإن المنطقة يسود فيها تجوية كيميائية ، اما اذا كانت نتيجة المعادلة (N) أقل من (٥) فإن المنطقة يسود فيها تجوية فيزيائية . وبعد تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة .

يتضح من الجدول (٤-١) ان التجوية السائدة في منطقة الدراسة بشكل عام هي التجوية الفيزيائية صيفاً وشتاءً ، لأن قيمة (N) نسبة التساقط هي أقل من (٥) ، استناداً الى معادلة

(1) Weinert , H.H., ciimates factoes affectors the weathering of igneous rock , Agriculture meteology , 1995 , p.27-42 .

(Weinert) ، وانها تكون اكثر نشاطاً في الشتاء منها في الصيف ، بلغت قيمة (N) في محطة دوكان شتاءً (٠,٠٣٣) ، في حين بلغت في الصيف (٠,٠٠٤) ، وكذلك الحال في محطة السليمانية ، اذ بلغت قيمة (N) شتاءً (٠,٠٤٦) ، وصيفاً (٠,٠٠٣) ، ، وهذا ناتج عن عمليات التجمد والذوبان الناتجة بفعل تساقط الثلوج والصقيع شتاءً في منطقة الدراسة .

جدول (٤-١) تحديد نوع التجوية السائدة في منطقة الدراسة بحسب معادلة (weinert).

المحطة	مجم التساقط السنوي / ملم	مجم التساقط لفصل الشتاء	مجم التساقط لفصل الصيف / ملم	مجم التبخر لفصل الصيف / ملم	قيمة R	قيمة D	قيمة N	نوع التجوية
دوكان	٦٥٩,٢	٣٤٣	١١٦,٠٧	٢,٢	٧٥٣,٢	٠,٠٦٥	٠,٠٣٣	فيزيائية/شتاءً فيزيائية/صيفاً
السليمانية	٦٧٠,٥	٣٣٢,٣	١٢٩,٦٦	١,٧	٧٦٠,٨٧	٠,٠٩٤	٠,٠٤٦	فيزيائية/شتاءً فيزيائية/صيفاً

المصدر:- بالاعتماد على معادلة (weinert) بالاعتماد على جدولي (١٨-١)(٢٢-١) .

٤-٢ عمليات التعرية (Erosion) :

تعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المهمة وذلك بفعل الاثار التي تتركها على سطح الأرض فعوامل التعرية تعمل على اشكال أرضية جديدة وبشكل مستمر من دون توقف ، وتختلف من مكان الى آخر واختلافها ايضاً من حيث النشأة والشكل ، يشير مصطلح التعرية للأشارة للعمليات الخارجية الهدمية على عكس العمليات الداخلية التي غالباً ماتكون عمليات بناءية ، وفي هذا المعنى الواسع يشمل مصطلح التعرية على كل المواد المنقولة من المرتفعات العالية ونقل هذه المواد الى مكان آخر وترسيبها في الأراضي المنخفضة . تتعرض الصخور الى عوامل التعرية التي تعمل على تشويه شكلها وتقلل من صلابتها ، بعد أن تحدث عمليات التجوية كمرحلة أولى من عمليات الهدم والتي تعدها للنقل ، تبدأ عمليات النحت والنقل عملها ويطلق على الاثنين معاً اسم عملية التعرية (Erosion) ، وذلك لكونهما مرتبطين ببعضهما ارتباطاً كبيراً ، إذن فالتعرية هي مجموعة عوامل النحت والنقل والارساب معاً ، ولا تقتصر مهمتها على تفتت وברי الصخور فقط ، بل يشمل ايضاً على حمل ونقل المفتتات الصخرية صغيرة كانت أم كبيرة من مكان لآخر قد يبعد الى مئات الكيلو مترات^(١) ، وتتأثر عمليات التعرية في منطقة الدراسة بعدد من العوامل كما تتباين من مكان لآخر وفقاً لضوابط محددة منها نوع القوى المسببة لها والمناخ ومدى استجابة التكوينات الصخرية وطبيعة انحدار المنطقة ، وكثافة ونوعية الغطاء النباتي ، فضلاً عن أثر العامل البشري ، والتعرية بشكلها العام تقسم الى التعرية المائية (Water Erosion) وتعرية الرياح (Wind Erosion) ، وسنتناول دراسة أنواع التعرية المائية لأنها موضوع الدراسة .

(١) فتحي عبدالعزيز أبو راضي ، مورفولوجية سطح الأرض ، الطبعة الأولى ، دار المعرفة الجامعية ، ١٩٩٨ ، ص ٢٨٣ .

٤-٢-١ التعرية المائية (Water Erosion) :

تعتمد التعرية المائية على غزارة الامطار وحجم قطرة الماء عند سقوطها على المناطق المكشوفة والسفوح والمنحدرات الجبلية ، والتعرية المائية هي اخطر أنواع التعرية وأكثرها انتشاراً^(١) ، وتعد مياه الامطار المصدر الرئيس لكل المياه التي يتسبب جرياناً سطحياً فوق الأرض ، يتبخر بعضها ويتسرب جزء آخر ، ويخزن في المستنقعات والبحيرات جزء ثالث بينما ينحدر الباقي مكوناً المجاري المائية^(٢) ، وتعد التعرية المائية عملية جيومورفولوجية مميزة لما تتركه من آثار عبر الزمن على المظهر الأرضي ، وقد تؤدي الى تشكيل الفيضانات والسيول نتيجة تجمع الامطار المتساقطة بشكل مفاجئ في الاودية لاسيما في بداية موسم سقوط الامطار فيؤدي ذلك الى زيادة عملية التعرية المائية وانجراف التربة من المناطق المرتفعة نحو المناطق المنخفضة بفعل عامل الجاذبية ، فكلما زادت درجة الانحدار تزداد معها كمية الجريان السطحي وتنخفض كمية الماء المترشح الى باطن الأرض ، ومن ثم يزيد نشاط التعرية المائية وكمية المواد المنجرفة ، وتحمل التعرية المائية احياناً الأحجار الكبيرة وترسبها في قاع الوديان ويعتمد ذلك على كمية المياه الجارية ودرجة الانحدار وشكل وحجم الرواسب^(٣).

٤-٢-١-١ أنواع التعرية المائية :

تظهر عدد من أنواع التعرية المائية في منطقة الدراسة وذلك بحسب العوامل المؤثرة في حدوثها أهمها :-

١- التعرية التصادمية (الناتجة عن قطرات المطر) Rain Erosion

يحدث هذا النوع من التعرية عندما تصطدم قطرات المطر مع سطح الأرض ، فتؤثر على حبيبات التربة فتعمل على تفكيكها وتناثر الصخور المتجوية ، فضلاً عن أن سقوط قطرات على الماء في المسيلات والاختايد والجداول الضحلة وتحفيز قابليته على نقل الرواسب نحو الأراضي المنخفضة عند مصبات الاودية ، بعد اصطدام قطرات المطر بسطح الأرض تعمل على تناثر كميات كبيرة من مفصولات التربة (الطين ، الغرين ، الرمل) في الهواء واسقاطها على الأرض ، مما يؤدي الى تقنت التربة المتماسكة وتحويلها الى حبيبات منفردة يسهل انتقالها الى أماكن أخرى ، وتسرع هذه العملية في حدوث الجريان السطحي^(٤) ، ويظهر هذا النوع من التعرية بشكل واضح على المنحدرات ، فتنتقل الأجزاء المتناثرة نحو اسفل المنحدر اكثر من الانتقال الى الأعلى بفعل تأثير قوة الجاذبية والتي يترتب عليها جريان المياه نحو الأسفل فينتج عنها جرف تربة تلك السفوح ، ونلاحظ أن أغلب منطقة الدراسة متأثرة بهذا النوع من التعرية المائية وذلك لتوفر الظروف الملائمة لها ، اذ تكون منطقة الدراسة شبه جافة في فصل الصيف وقلة الغطاء النباتي في هذا الفصل وتكون بعض الأراضي محروثة ومتروكة (بور) للفصل الزراعي القادم وبذلك تكون الأرض مهينة للتعرية المطرية (التصادمية) ، ويمكن معالجة ذلك

(١) محمد محمود سليمان ، جغرافية البيئة ، الهيئة السورية العامة للكتاب ، وزارة الثقافة ، دمشق ، ٢٠١٠ ، ص ١٨٧-١٨٨ .

(٢) خلف حسين الدليمي ، التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، ط١ ، عمان ، الأردن ، ٢٠١١ ، ص ٢٣٢ .

(٣) الدراسة الميدانية المتكررة لمنطقة الدراسة .

(٤) رحيم حميد العبدان ، محمد جعفر السامرائي ، التعرية المطرية لسفوح منحدرات تلال حميرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، جامعة بغداد ، مجلة كلية الاداب ، العدد (٨١) ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٢٧ .

عن طريق الحد من الرعي الجائر والحفاظ على الغطاء النباتي وعدم حرث الأرض وتركها لمدة طويلة . كما يوجد هذا النوع في منطقة الدراسة في السفوح المواجهة للرياح .

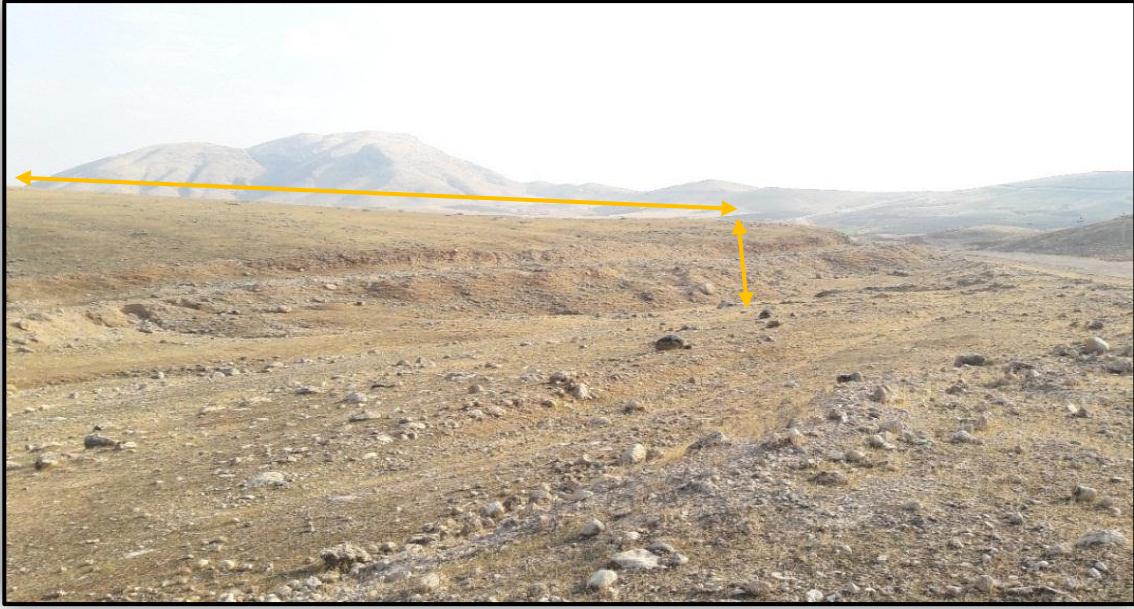
٢- التعرية الغطائية (الانجراف الصفيحي) Sheet Erosio

يشير مصطلح التعرية الغطائية أو الصفائحية الى ذلك التدفق المائي ذات العمق والسرعة المتجانستين على السطح والذي لا يطور مجاري أو قناة له ، وتوجد هذه الظاهرة في السهول الفيضية الغرينية واسطح منحدرات التلال من دون شق أي قناة له ، ويقصد بالتعرية الصفائحية هي عملية إزالة طبقة رقيقة من التربة السطحية دون تطور لقنوات مائية ، إلا أن عدم وجود قنوات مائية لايعني ان عملية التعرية موحدة تماماً فوق السطح ، إذ أن وجود شظايا الصخور والكتل الصخرية أو المساحات المستثمرة من الغطاء النباتي يسبب ذلك اختلاف في عمق التدفق والسرعة حتى في ظل ثبات حجم التدفق المائي ، ويحدث هذا النوع من التعرية المائية بشكل رئيس عندما تكون التربة السطحية غير محمية من تأثير السقوط والغطاء النباتي ، لذلك كثيراً ماتحدث هذه التعرية في الأراضي الزراعية المحروثة حديثاً وفي الأراضي التي تتعرض الى الرعي الجائر ومنحدرات التلال في البيئات القاحلة وشبه القاحلة^(١) ، ويحدث هذا النوع من التعرية المائية فوق الأراضي المنبسطة القليلة الانحدار ذات التربة النفاذية ويوجد هذا النوع في المناطق القليلة الانحدار التي تتراوح انحدارها ما بين (٠-١٨°)^(٢) وتتأثر أجزاء من منطقة الدراسة بهذا النوع من التعرية بسبب الشدات المطرية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وغالباً ما تكون بشكل فجائي قوية ومستمرة لمدة زمنية ، فضلاً عن وجود التضاريس الملائمة لهذا النوع وحرث أراضي اسطح منحدرات التلال وتهيتها للزراعة الدائمة . الصورة (٤-٨) . وعليه يمكن الحد من التعرية الغطائية (انجراف التربة) في منطقة الدراسة من خلال عمل سداد ترابية صغيرة تعرقل جريان المياه من مكان لآخر والتي تعمل على حجز المياه من مساحات محدودة ولا تسمح له بالانتقال وبذلك تقل عملية التعرية الغطائية أو انجراف التربة ، وكلما زاد الانحدار كلما تقاربت المسافة بين سد وآخر، وتسمى هذه المساحات الصغيرة بالالواح ، ويتم سقيها أما على التوالي وذلك بفتح المياه من جهة واحدة ويقوم بسقي المساحة الزراعية أي جميع الالواح من البداية الى النهاية ، الشكل (٤-١ أ) لكن هذه الطريقة لها سلبياتها وذلك بسبب نقل جميع المواد العالقة والذائبة الى اللوح الأخير ويظهر ذلك واضحاً على كمية انتاج اللوح الأخير عن باقي الالواح وقد تتحول الالواح الأولى الى أرض غير منتجة مستقبلاً ، أما في حال وجود ساقية جانبية تسقي جميع الالواح كل لوح عل حدا تعمل على احتفاظ كل لوح بعناصره الغذائية ولا تنتقل الى الالواح الأخرى ، الشكل (٤-١ ب) .

(١) خلف حسين علي الدليمي ، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، مصدر سابق ، ص ٣٠٥

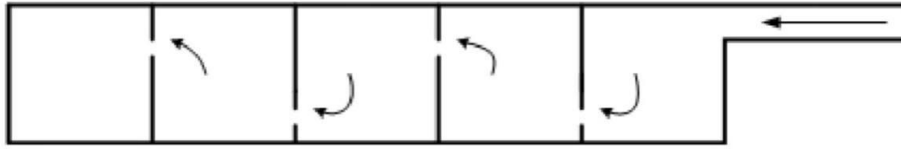
(٢) حسين كاظم عبد الحسن ، مصدر سابق ، ص ١٠٥ .

الصورة (٤-٨) التعرية الصفاحية جنوب حوض ولي كفن .

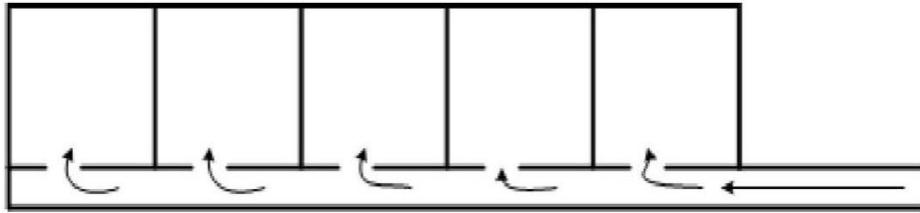


المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

شكل (٤-١ أ) سدادة ترابية صغيرة تعرقل انتقال المياه عن طريق منفذ واحد لكل الألواح



الشكل (٤-٢ ب) سدادة ترابية صغيرة (الألواح) يتم سقيها عن طريق قناة مائية مجاورة



المصدر:-خلف حسين الدليمي، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، خلف حسين الدليمي ، التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، ط١، عمان، الأردن، ٢٠١١ ص٣٠٩.

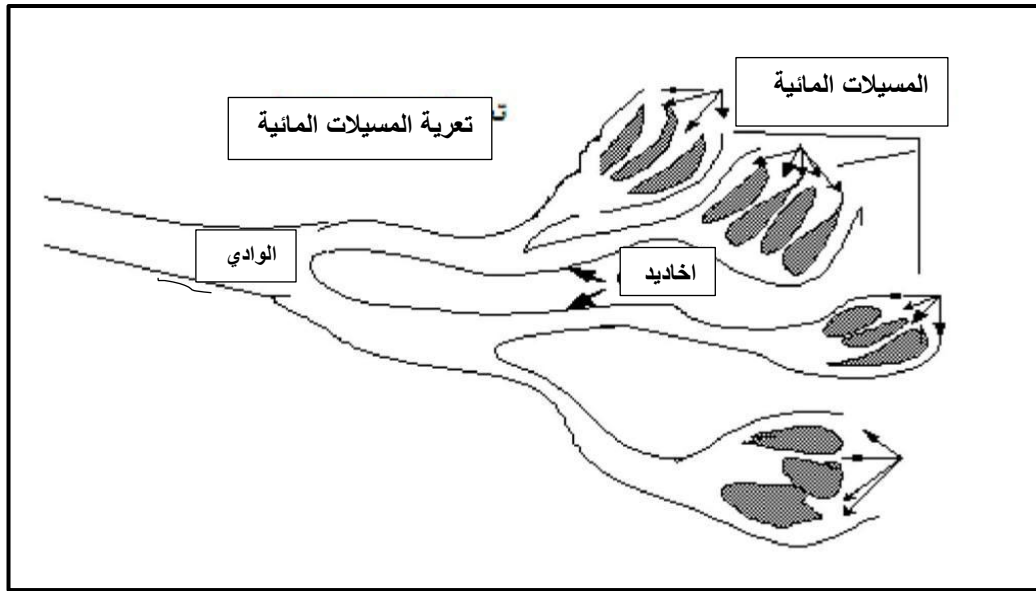
٣- تعرية المسيلات المائية (Rills Erosion) :

وهي أحد المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية لمائية ، اذ يحتوي سطح الأرض المستوي وشبه المستوي عادةً على تجاويف صغيرة ، والتي يتراكم عندها مياه المطر الهائلة ، ويفيض الماء عند النقطة الأكثر انخفاضاً عندما تمتلئ تلك التجاويف بالماء ، ويشق قناة رقيقة في أثناء تحركه لاسفل بفعل الانحدار وعند تكرار هذه الظاهرة ينشأ عن هذه العملية سطح مقطع بمجموعة من القنوات الصغيرة والخنادق الضحلة جداً التي تسمى ب(المسيلات)وتعرف العملية التي كونتها بالتعرية المسيلة ، والتي تمثل إزالة سريعة لسطح التربة عبر قنوات واخاديد

الممرات السيلية الضعيفة الناتجة عن تصريف مياه التساقط المطري بفعل الطاقة الهيدروليكية للمياه الجارية في تلك المسيلات^(١) ، الشكل (٤-٢) ، وتستقر ذرات التربة المجروفة عند أسفل المنحدرات والسفوح ، ويطلق عليها تسمية رواسب مسيلات السفوح .

تتكون المسيلات المائية نتيجة تساقط الامطار بشكل غزير ينتج عنها شبكة مائية وتكون على شكل اشربة ذات جريان له القدرة الكبيرة على عملية الحت السطحي وتظهر بشكل موازي على جوانب المنحدرات ولايتجاوز عمقها البضع سنتمترات ، وتنشط في مواسم سقوط الامطار ، وتزداد معالمها وضوحاً في المناطق التي تنتشر فيها الاخاديد والانبعاجات والفجوات ، وتزداد نشاطها بزيادة الانحدار والمياه الجارية^(٢) ، ونلاحظ هذا النوع من التعرية المائية في أماكن كثيرة في منطقة الدراسة والتي تنقل كميات كبيرة من الطمي والغرين والحصى ويعتمد ذلك على درجة الانحدار وقوة غزارة مياه الامطار وعلى نوعية الصخور المكونة للمنطقة فضلاً عن قلة الغطاء النباتي ، وهي ذات فعالية كبيرة في تعرية منطقة الدراسة ولاسيما في المناطق الفقيرة في الغطاء النباتي في سفوح المنحدرات ، ويتسع نطاق المسيلات في المناطق ذات الانحدار المتوسط ، وتمثل المسيلات المراتب الأولى والثانية من الشبكة المائية ضمن منطقة الدراسة. الصورة(٤-٩).

الشكل (٤-٢) شكل توضيحي للمسيلات المائية .



المصدر:- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، ط١ ، عمان ، ٢٠١١ ، ص ٣١٠ .

(١) أياد عيد علي سلمان الشمري ، زينب وناس خضير الحسنوي ، تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي أبو غريبات في محافظة ميسان ، مجلة الأستاذ للعلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد(٥٨) ، العدد ٢ ، ملحق(١) ، ٢٠١٩ ، ص ٥٩ .

(2) Nibras Abbas Yas, The Geomorphological Risks of Floods and Their Impact on Changing the Regression Categories of Eastern Iraq for Wasit Governorates- Al Amarah (Case Study) , Journal of the College of Basic Education, No.104, Volume 25, 2019 , P 1795

الصورة (٩-٤) تعرية المسيلات المائية جنوب غرب حوض ولي كفن .



المصدر:-الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

٤- التعرية الاخدودية (Gullies Erosion) :

تنشأ التعرية الاخدودية نتيجة دمج المسيلات المائية الصغيرة بوساطة الاسر النهري، وتزداد كمية المياه الجارية مكونة مجرى أوسع واعمق بفعل النحت الجانبي والرأسي للمجرى ، وهو يمثل مرحلة متقدمة من تعرية المسيلات المائية ، إذ تبدأ المسيلات بتعميق وتوسيع مجاريها في اثناء عملية التعرية الرأسية والجانبية فتتحول الى اخاديد ، وتنتج من المياه الجارية من أعلى المنحدرات الى اسفلها خلال قنوات معينة وعقب شذات مطرية غزيرة تزيل من خلالها المواد المفتتة مخلقة مجاري اكثر عمقاً من تلك التي عملتها تعرية المسيلات ، وتعد التعرية الاخدودية هي الأكثر هدماً من أنواع التعرية المائية للتربة ، وذلك لان في هذا النوع يتم جرف الطبقة السطحية للتربة ، فضلاً عن الطبقة تحت سطحية ، وكذلك تأكل الصخور اللينة بسبب تدفق الماء ، كذلك عمليات الاحتكاك بصخور القاع وجوانبه ، وكلما ابتعدنا عن خط تقسيم المياه كلما تزداد الاخاديد اتساعاً وطولاً فضلاً عن زيادة الانحدار وقلة الغطاء النباتي وضعف التركيب الصخري والشذات المطرية شدة الانحدار وقلة الغطاء النباتي وضعف التركيب الصخري والشذات المطرية^(١) ، تؤثر التعرية الاخدودية في زيادة نشاط العمليات الجيومورفولوجية ولاسيما في الاخاديد التي تحفرها المياه الجارية لنفسها ، فتحفر هذه المياه في منطقة الدراسة اخاديد تكون عميقة بعض الأحيان وذات انحدار عالي ، وهي مناطق ذات نشاط جيومورفولوجي تنشط فيها عمليات التجوية الفيزيائية والكيميائية وتهينتها للتعرية المائية التي تقوم بنقل التراب والمفتتات الصخرية وترسيبها في الأجزاء الدنيا من الاخود ، كما أن مقاومة الصخور للتعرية المائية تجعل من المياه الجارية مصدراً للعمل بالنحت الرأسى التراجعي اكثر من عملها بالنحت الجانبي وهو مايزيد من المجاري المائية التي تظهر في مساحة المربع الواحد ومن ثم يزيد من

(١) احمد علي حسين ، التعرية المائية في حوض وادي دربندكومسبان شمال شرق أربيل ، بحث منشور ، مجلة كلية الاداب ، العدد(٥٨) ، ٢٠٠٢ ، ص٣٩٠ .

شدة التعرية المائية الاخدودية ، وتوجد هذه الظاهرة بشكل واسع في مناطق المرتفعات وعند المنحدرات واقدام الجبال ضمن احواض منطقة الدراسة ، الصورة (٤-١٠) .

الصورة (٤-١٠) التعرية الاخدودية في وسط حوض كرفت .



المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢١/١١/٢٠٢١ .

٥- تعرية الاودية (Valley Erosion) :

تتشكل الاودية نتيجة عدد من العمليات منها باطنية مثل الحركات التكتونية (الصدعية ، الالتوائية) ومنها خارجية مثل تعرية المياه والرياح والجليد . إلا أن أغلب الاودية وأن اختلف سبب تكونها فهي تتوسع ويكتمل شكلها نتيجة التعرية المائية والريحية (١) ، وتتكون الاودية الكبيرة من التقاء عدد من المسيلات والاخاديد مع بعضها البعض فينتج عنها وادٍ واسع وعميق فتزداد طاقته الاستيعابية من المياه والتي تكون لها قدرة كبيرة على التعرية ، وقد تتعرض الاودية الى الجفاف لمدة طويلة ، الأمر الذي يؤدي الى تعميقها وتوسعها بسبب نشاط عمليات التجوية التي تعمل على تفكك مكوناته السطحية في القاع والصفاف فعند تعرضها الى السيول تسهل عملية تعريتها ، لذا يتغير لون مياه الأنهار التي تصب فيها الاودية عند حدوث السيول حسب المواد التي تنقلها ، وتنعكس آثار عمليات التعرية المائية والارساب على النشاط البشري لما تسببه من تدمير للجسور والطرق ، في حين تعمل الرواسب على دفن قنوات الري ومنشأته(٢) ، فالأودية في منطقة الدراسة تشكل أهم أنواع التعرية المائية ، التي تكونت بفعل الأمطار الغزيرة خلال العصور المطيرة التي شهدتها المنطقة ، إذ تبدأ المياه بالجريان باتجاه المناطق المنخفضة عند تساقط الامطار عبر المسيلات والاخاديد أو من خلال الجريان الصفائحي (الغطائي) مكونة الجداول والوديان الكبيرة ، هناك عدد من العمليات تشترك في

(١) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص ٢٠٠-٢٠١ .
(٢) خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، مصدر سابق ، ص ٢٣٨ .

تشكيل احواض المنطقة ، لذا تتخذ الاودية اشكالها بفعل ثلاث ابعاد متلازمة هي العمق والطول والعرض ، فيتأثر العمق بعمليات ضغط الماء من خلال العمل الهيدرولوجي والنخر عن طريق عمليات التكرين بوساطة الازابة التي تتعرض لها قيعان الاودية ، فضلاً عن النحت للمواد القاعية بفعل ضغط الماء المسلط من خلال تعرية قاع النهر . بينما تسهم عمليات الحت الجانبي على زيادة عرض الوديان من خلال هدم الجرف مما يؤدي الى انزلاق المواد في النهر ، ومن ثم تعمل المياه على اكتساح هذه المواد المنزلة مما يساعد على زيادة عرضه كما يسهم اتصال الروافد مع بعضها بعض الى زيادة عرض الاودية ، وقد يعمل النحت التراجعي على زيادة طول المجاري ، ومن أهم الاودية الموجودة ضمن منطقة الدراسة وادي ولي كفن الذي يقع شرق منطقة الدراسة وينبع من الشمال الشرقي الى الجنوب ، بطول (٢٤,٥٥٦ كم) ، ووادي كرفت الذي يقع وسط منطقة الدراسة وينبع من الشمال الى الجنوب بطول (٣٤,٦٨٠ كم) ، ووادي دولة كلو الذي يقع غرب منطقة الدراسة وينبع من الشمال الغربي الى الجنوب بطول (٢٣,٣٤١ كم) ، فضلاً عن المراتب العليا للشبكة المائية ، وقد اعتمد الباحث توزيع هذا النوع من التعرية بالاعتماد على خريطة كثافة المجاري المائية من المرتبة الرابعة فأعلى ، فتبين أن تعرية الاودية تتركز في الجزء الأوسط من كل حوض ، أي حول المجرى الرئيس لأودية منطقة الدراسة ، الصورة (٤-١١).

الصورة (٤-١١) احد الاودية قرب منطقة المصب في بحيرة دوكان .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

٤-٢-١-٢ الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة

تعد التعرية المائية إحدى العمليات الجيومورفولوجية الأساسية لتأثيرها المباشر والواضح في إنشاء وتطوير الأشكال الجيومورفولوجية ، وتتنوع هذه الأشكال تبعاً لعدة عوامل مثل البني الجيولوجية وعناصر المناخ ولاسيما الأمطار وكثافة الغطاء النباتي وطبيعة السطح وشدة الانحدار ، الخريطة (٤-١) ، ومن هذه الأشكال هي :

١- البيدمنت (Pediment) :

هي سهول صخرية صلبة تتكون نتيجة تراجع الحافات الجبلية نحو الخلف بسبب تعميق وتوسيع الأنهار لوديانها ، ولاسيما الأنهار الجارية ضمن المناطق الجبلية ، وعادة تغطي صخور البيدمنت بطبقة رقيقة من الترسبات الطموية ، وكلما اتجهنا نحو قيعان الاحواض تزداد سمكاً^(١) ، تعد هذه الظاهرة من نتاج عمليات التعرية المائية على المنحدرات ، توجد في منطقة الدراسة عدد من انطقة البيدمنت ، منها نطاق يقع بشكل واضح على منحدرات المنطقة في وسط وشمال حوض كرفت التي تغطيها طبقة من الصخور الجيرية الصورة (٤-١٢) ، وفي غرب حوض دولة كلو .

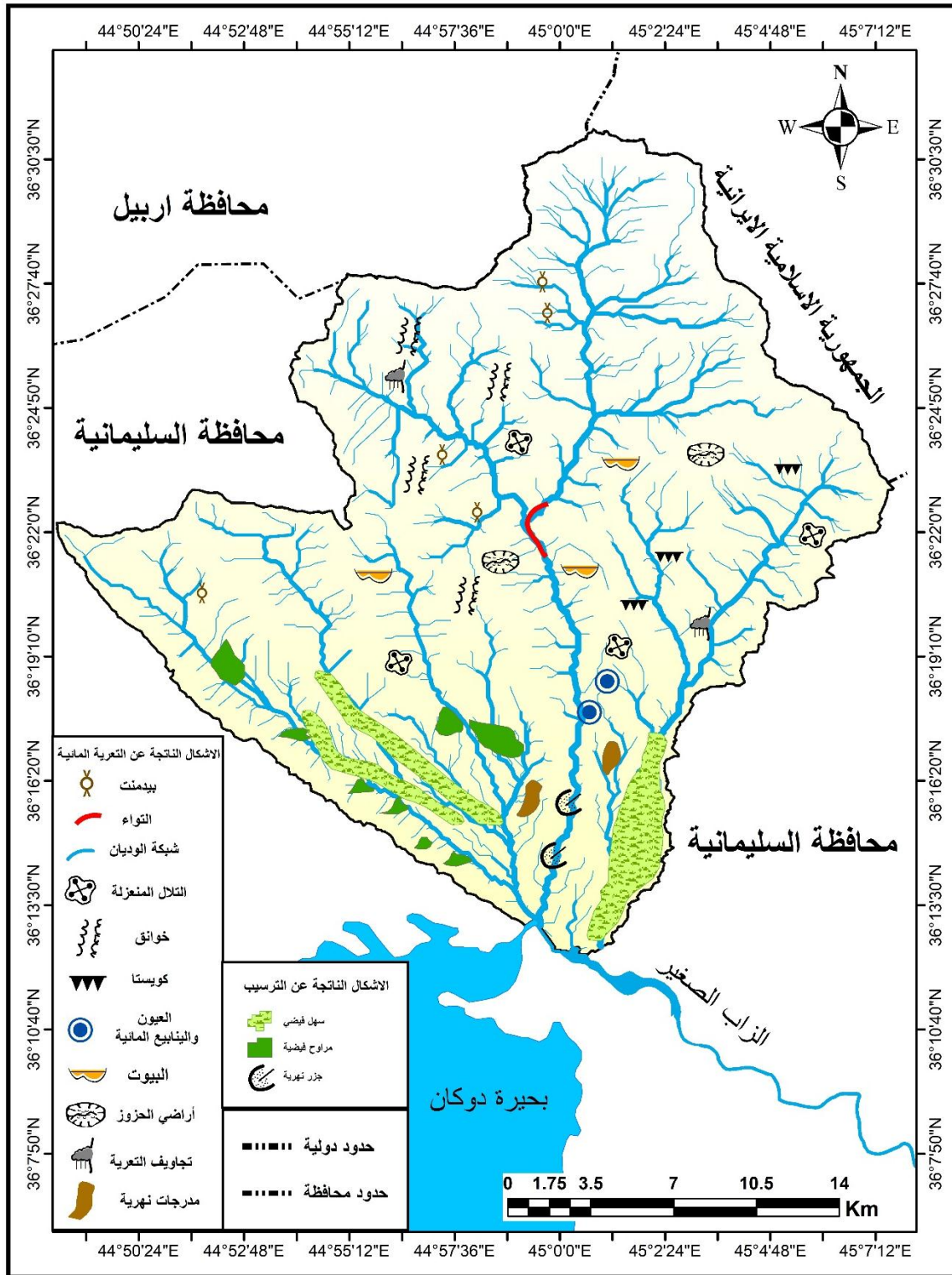
٢- الالتواءات النهرية (River Meanders) :

يصادف النهر أثناء جريانه في المناطق الجبلية الوعرة وجود عقبات صخرية صلبة يواجه تيار النهر ، أو وجود تراكمات جيولوجية كالطيات المحدبة مثلاً ، فيلتوي أثناء جريانه من حوله^(٢) ، وهذا ما يواجه احواض منطقة الدراسة ، فتتشتت التعرية المائية في الجهة المواجهة للتيار المائي ، وتزيد عملية الارساب في الجهة المقابلة ، وتشكل الالتواءات نتيجة الى انخفاض سرعة الجريان المائي وتحول من تعرية مستوى القاعدة في اسفل النهر الى التعرية والترسيب الجانبي ، وتتشكل الالتواءات النهرية عندما يكون النهر في مرحلة النضج ، فيعمل على استمرار عملية التعرية على الجانب المقعر من الالتواء ، ويعمل التيار المائي على حفر الجانب المقعر من مجرى النهر ، نتيجة تكرار عملية ارتطام الماء مع جوانب المجرى المقعرة ، الذي يعمل على تعرية المجرى ، وبسبب وجود الالتواء في المجرى يعمل النهر على تغيير اتجاهه نحو الجانب المحدب فتحدث عملية الترسيب في الجانب المحدب من المجرى ، الصورة (٤-١٣) ، تبين وجود التواء في مجرى حوض كرفت ، لكن هذا لا يخلو من وجود الالتواءات في باقي الاحواض فقد لوحظ ميدانياً أن هناك التواءات في مجاري الحوضين .

(١) عبد الاله رزوقي كربل ، مصدر سابق ، ص ٢٦٢-٢٦٣ .

(٢) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٠ ، ص ٣١٦ .

الخريطة (٤-١) الأشكال الجيومورفولوجية في أحواض منطقة الدراسة .



المصدر : اعتماداً على : (١) المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Land Sat + OLI 8) لعام ٢٠٢٣ .

(٢) خريطة العراق الطبوغرافية بمقياس ١:١٠٠,٠٠٠ لسنة ١٩٩٠ الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة.

(٣) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية (٣٠×٣٠) ، ومخرجات برنامج Arc 10.8 .

(٤) الزيارات الميدانية بتاريخ: (٢٠٢١/١١/٢١) و(٢٠٢١/١١/٢٠) و(٢٠٢٢/١/١٣) و(٢٠٢٢/٨/١٥).

الصورة (٤-١٢) البيدمنت في وسط حوض كرفت .



المصدر : الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

الصورة (٤-١٣) التواء مجرى وسط حوض كرفت .



المصدر:- الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

٣- شبكة الوديان (Valley Network) :

تعد من أهم الأشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة التي توضح أثر فعل التعرية المائية في تشكيل مظاهر سطح الأرض ، ويرجع نشوؤها إلى التعرية المائية الناتجة عن المدد المطيرة في الزمن الرابع، ولازال الجريان السطحي للأمطار يسهم في تطور هذه الشبكة وزيادة مراتبها وأعماقها في مناطق الضعف الجيولوجية والصخور اللينة لاسيما الصخور الجيرية، وتتبع هذه الوديان في مجراها المائي اتجاه انحدار ميل الطبقات متخذة نمط خاص بها، تمثل مجموعة الأودية المنحدرة ابتداءً من مناطق تقسيم المياه إلى اخفض منطقة في الحوض ابرز نتائج التعرية المائية، إذ تلتقي هذه الأودية مع بعضها البعض مكونة وديان رئيسية وشبكة من الأودية حسب مراتبها. يمكن تصنيف الأودية في منطقة حسب ميل الطبقات إلى ما يأتي:

- الأودية التابعة (Consequent Valley): الأودية الأصلية التي يتبع امتداد مجاريها ميل الطبقات الصخرية في المنطقة^(١)، تتمثل هذه الأودية في المجرى الرئيسي لبحوض ولي كفن وكرفت ودولة كلو، إذ يجري باتجاه الميل العام من الشمال إلى الجنوب ، الصورة (٤-١٤) .
- الأودية التالية (Subsequent Valley): روافد الأودية التابعة، حفر مجاريها في تكوينات صخرية ضعيفة المقاومة للتعرية المائية أو تتبع في جريانها مواقع مضرب الطبقة (Strike)^(٢)، مما تتبع في جريانها نمط التصريف الشجري، تتمثل في أودية المراتب النهرية الكبيرة (الخامسة والسادسة) .
- الأودية العشوائية (Insequent Valley): الأودية التي تتبع في جريانها ميل سطح الأرض الموضعي ، إذ لا تتبع ميل الطبقات العام أو البنية الجيولوجية، وتشكل روافد صغيرة للأودية السابقة^(٣) ، فتقوم بتعرية جوانب المجاري المائية ، إذ تمثل المراتب الدنيا للمجاري المائية .

٤- التلال المنعزلة (Lonely Hills) :

هي مجموعة من التلال التي تتمثل فوق الأجزاء القارية القديمة جيولوجياً ، وقد عملت عوامل التعرية ولاسيما التعرية المائية على تغيير مظهرها ونحتها ، الا ان الصخور الأشد صلابة قاومت فعل التعرية واستطاعت ان تبقى على شكل تلال صخرية منعزلة ، تم مشاهدة هذه الظاهرة في الجزء الأوسط من حوضي ولي كفن ودولة كلو، في وسط وشمال حوض كرفت ، الصورة (٤-١٥) .

(1) Thornbury , W.P. , Principles of Geomorphology , second edition , John wiley and sons , Inc. , New York , 1979 , P.171.

(٢) وفيق حسين الخشاب، وآخرون، علم الجيومورفولوجيا، تعريفه، تطوره، مجالاته وتطبيقاته، الجزء الأول، كلية التربية، جامعة بغداد، ١٩٧٨، ص ١٤٠.

(٣) وفيق حسين الخشاب، وآخرون، مصدر نفسه، ص ١٤٠.

الصورة (٤-١٤) وادي كرفت



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

الصورة (٤-١٥) تل منجزل على ضفاف وادي كرفت



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

٥- الخوانق (Canyons):

ان زيادة النحت الراسي للتعرية الاخدودية للصخور اللينة في المناطق الشديدة الانحدار، مكونة خوانق عميقة وضيقة، لاسيما إذا كانت منطقة شقوق وفوالق عمودية على اتجاه ميل الطبقات، والتي تظهر بالخريطة الطبوغرافية بهيئة خطوط كنتورية متقاربة من بعضها والمنحذية نحو الداخل باتجاه الطية، مثل الخوانق التي تمت مشاهدتها في حوض كرفت ، الصورة (٤-١٦)

الصورة (٤-١٦) خانق في حوض كرفت



المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

٦- الكويستا (Cuesta):

ظاهرة جيومورفولوجية تركيبية النشأة، تتعاقب طبقاتها بين طبقات صلبة مقاومة للتعرية المائية واخرى هشة قليلة المقاومة للتعرية المائية، يتألف الشكل العام لهذه الظاهرة من تل أو تلال غير متماثلة، ذات منحدر شديد الانحدار عكس ميل الطبقات يسمى بحافة أو واجهة الكويستا (Cuesta Scarp or front)، ومنحدر سطحي قليل الانحدار يمتد مع ميل الطبقات يسمى ظهر الكويستا (Dip slop)^(١) أو منحدر تراجع الذي يتوافق مع تراجع طبقات مقاومة لعوامل التعرية^(٢). تظهر ظاهرة الكويستا في شرق وشمال شرق حوض ولي كفن متأثرة بعمليات التعرية المائية نجم عنها ميل الطبقات الجيرية ميلا تدريجيا ، الصورة (٤-١٧) .

(١) جودة حسنين جودة، الجغرافية الطبيعية لصحاري العالم العربي، ط٣، منشأة المعارف بالاسكندرية، ١٩٨٤، ص ٢٥٠.

(2) Jackson, JA, J Mehl and K Neuendorf, Glossary of Geology. American Geological Institute, Alexandria, Virginia 2005, p800.

الصورة (٤-١٧) الكويستا في شرق حوض ولي كفن



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ، ٢٠٢١/١١/٢١ .

٧- العيون والينابيع المائية (Water springs) :

عندما تنساب مياه الامطار والمياه المذابة من الثلج المتراكم فوق القمم الجبلية في داخل الصخور الجيرية العظيمة السمك والمسامية، سرعان ما تتجمع هذه المياه داخل خزانات جوفية كبرى، ثم تظهر من جديد فوق سطح الارض على شكل عيون وينابيع مائية، وان قدرة هذه الطبقات الجيرية المسامية على خزن المياه تختلف من طبقة إلى اخرى تبعا لاختلاف سمك الطبقات وميل صخورها، ومدى تأثرها بالصدوع والشقوق والفوالق، وطبيعة نسيجها وتركيبها الجيولوجي وكمية المياه المنحدرة والمتغلغلة فيه^(١). تظهر الينابيع في المنطقة على سفوح المنحدرات الجبلية في حوض ولي كفن ، ولها أهمية حيوية فهي تعد المصدر الثاني لاستمرارية جريان المياه في وادي لي كفن والمصدر الرئيسي للمياه لسكان هذه المنطقة ، ومن الينابيع المائية في منطقة الدراسة ينبوع داودية الذي يقع على ارتفاع ٧٩٨ متر بمعدل تصريف (١٥ لتر/ثا) ، ينبوع خرج به ردان الذي يقع على ارتفاع ٧٣٠ متر ، بمعدل تصريف (١٥ لتر/ثا) ومياه تلك الينابيع عذبة^(٢) ، الصورة (٤-١٨) .

٨- البيوت (Buttes) :

تعد من أشكال الميزا، الا انها اصغر مساحة منها، في هيئة تل صغير ذي جوانب شديدة الانحدار أو في هيئة قمة تعرف باسم التل المنضدي (Butte)^(٣)، تغطي قمتها طبقة من صخور صلبة ، وتعد البيوت جزءاً من الهضاب المجاورة وقد انفصلت عنها بفعل عوامل التجوية والتعرية المائية ، وتنتشر هذه الظاهرة في مناطق متفرقة من شمال شرق حوض دولة كلو وفي الجزء الأوسط من حوض كرفت . الصورة (٤-١٩)

(١) حسن سيد أحمد أبوالعنين، مصدر سابق، ص ٤٨٧-٤٨٨ .

(٢) علي حسن علي ، مصدر سابق ، ص ١٥٤ .

(٣) ارثر ستريبلر ، تعريب وقيق حسين الخشاب وعبدالوهاب الدباغ ، اشكال سطح الأرض ، مطبعة دار الزمان ،

بغداد ، ١٩٦٤ ، ص ٣٦٢ .

الصورة (١٨-٤) ينبوع داودية في حوض ولي كفن



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

الصورة (١٩-٤) ظاهرة البيوت في وسط حوض ولي كفن



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

٩- الأراضي الرديئة (الحزوز)(Badland):

أراضٍ وعرة جداً متضرسة قطعتها عوامل التعرية المائية للأمطار الغزيرة والسيول، وإحالتها إلى شبكة من الحزوز والخوانق الصغيرة التي تتخللها بروزات أو جروف حادة، مما يجعلها منطقة صعبة الاجتياز لا يمكن عبورها بسهولة^(١)، إذ تتحول إلى منطقة صخرية خالية من النباتات، وتظهر الأراضي الرديئة في شمال غرب حوض ولي كفن وفي غرب حوض كرفت . الصورة (٤-٢٠)

الصورة(٤-٢٠) الأراضي الرديئة (الحزوز) شمال حوض لي كفن



المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

١٠- تجاويف التعرية (Cavity of Erosion) :

هو مظهر أرضي يكون على شكل حفر صغيرة قابلة للتوسع مع مرور الزمن ، وهي ناتجة عن التعرية المائية ، نتيجة عملية الاذابة التي تقوم بها تيارات مياه الاودية المندفعة نحو مصباتها ، اذ تقوم التيارات بتحطيم الكتل الصخرية من الجروف فيضغط الهواء داخل الفواصل والشقوق ، وبتكرار هذه العملية تتوسع الفواصل والشقوق مما يؤدي الى تحطيم الصخور^(٢) ، تحدث هذه العملية ولاسيما في الطبقات الصخرية الضعيفة المقاومة للتعرية المائية كالصخور الطينية التي توجد في سفوح الجبال واكتاف وجوانب الاودية في منطقة الدراسة ، وهي تختلف من حيث الطول والعرض والعمق وهذا يعتمد على تباين صلابة الصخور وكمية المياه الجارية ، وتمت مشاهدة هذه الظاهر في شرق حوض ولي كفن وفي شمال غرب حوض كرفت يلحظ . الصورة (٤-٢١) .

(١) عدنان باقر النفاش، مهدي محمد علي الصحاف، الجيومورفولوجي، بغداد، جامعة بغداد، ١٩٨٩، ص٣٠٧.

(1) Babara. W. Murck, Brian J., Skinner Geology Today, Understanding our Planet, John Wiley and Sons 1999, P. 355 .

الصورة (٤-٢١) تجاويف التعرية في شمال غرب حوض وادي كرفت .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ، ٢٠٢١/١١/٢١ .

١١- المدرجات النهرية (River Terraces):

سطوح طبوغرافية مستوية متباينة الارتفاع، إذ يعكس كل مستوى من هذه المستويات حالة التصابي للنهر خلال المدد المطيرة أو بفعل حركات تكتونية في بيئة المصب تعمل على تصابي عمليات التعرية الراسية، بحيث تمكن النهر من تعميق مجراه سواء في المكاشف الصخرية أو في السهل الفيضي مخلفا نطاقا من المصاطب النهرية في المناسيب الاعلى (المهجورة)^(١)، وتتكون هذه المدرجات من تراكم طبقة أو طبقات من الرواسب النهرية ذات انحدار بسيط متكونة من خليط من الجلاميد والحصى والرمل في شكل عدسات متباينة الحجم^(٢)، أو يرجع سبب تكون المدرجات النهرية نتيجة حدوث تباين في المناخ الذي يؤثر بدوره في كمية مياه المجرى النهري وسرعة جريانه مما يولد تعرية مائية وعلى كمية الحمولة النهرية من الرواسب ومدى قدرته على التعرية والارساب، مما تتكون المدرجات النهرية نتيجة اختلاف مستوى مياه المجرى النهري، أو لاختلاف كمية الرواسب المتراكم، أو تتكون نتيجة لتباين التكوين الصخري، فعندما تتعرض طبقات من الصخور الصلبة تقع فوق طبقات من الصخور اللينة لعوامل التعرية المائية سرعان ما تتآكل الصخور اللينة بسرعة اكبر منها في الصخور الصلبة، وتظهر على شكل مدرجات نتيجة لاختلاف درجات التعرية والتآكل في الصخور المختلفة الصلابة^(٣). وتمت مشاهدة المدرجات النهرية على امتداد الاودية في جنوب حوضي ولي كرفت ، الصورة(٤-٢٢) .

(١) حسن رمضان سلامة، اصول الجيومورفولوجيا، كلية العلوم الانسانية والاجتماعية، قسم الجغرافية- جامعة الاردنية، ٢٠٠٧، ص٢٣٨.

(2)Garrett, N., Advanced Geography , Oxford University Press , 2000 , P.22.

(٣) حسن سيد أحمد أبو العينين، مصدر سابق، ص٢١٩ .

الصورة (٤-٢٢) المدرجات النهرية جنوب حوض دولة كلو



المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

٤-٢-١-٣ التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية :

وضعت العديد من المعادلات الرياضية والمؤشرات الدالة على تقييم التعرية المائية كماً ونوعاً من قبل عدد من الباحثين ، وعليه سيتم دراستها الى قسمين :

٤-٢-١-٣-١ التقييم النوعي للتعرية المائية في منطقة الدراسة :

ازداد اهتمام الباحثين في دراسة التعرية المائية وذلك لأنها اخطر أنواع التعرية التي تتعرض لها الاحواض النهرية وهي تعمل بصورة مستمرة ودائمة منذ الازل الا أن عملها متباين الشدة والاثر ، فقد وضع كثير من المعادلات الرياضية والمؤشرات الدالة على تقدير حجم التعرية المائية ميكانيكياً ضمن منطقة الدراسة جرى تحديد قابلية المطر على التعرية ، واسهمت منظمة الغذاء والزراعة العالمية (FAO) بتطوير كثير من هذه المؤشرات والمعادلات الرياضية ، ومن هذه النماذج التي تم الاعتماد عليها لقياس التعرية المائية في منطقة الدراسة هي :-

٤-٢-١-٣-١-١ أنموذج فورنير Fournier :

من الممكن معرفة قرة الامطار على الحت في منطقة الدراسة من خلال استخدام معامل فورنير (Arnold Fournier Index 1960) ويعد هذا المعيار معتمداً من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية الفاو (FAW) ، والذي وضع مؤشره الخاص بحساب القدرة الحتية أو شدة الحت المطري في الاحواض المائية وذلك من خلال الاعتماد على العلاقة بين كمية الامطار الشهرية ومجموع الامطار السنوية ، وكما في المعادلة الآتية^(١) :

(١) فلاح حسن شنون ، هيدروجيومورفولوجية نهر المجر الكبير واستثماراته ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠١٥ ، ص ١٢٤-١٤٣ .

$$R = \sum_{i=1}^{12} \frac{(Pi)^2}{p}$$

إذ إن :-

R = شدة التعرية المطرية .

P^2 = كمية الأمطار لكل شهر من اشهر السنة / ملم .

P = كمية الأمطار السنوية / ملم .

تبعاً لنتائج المعادلة قام فورنيير بوضع تصنيف يوضح العلاقة بين شدة التعرية ونوعها ، كما في الجدول (٢-٤) .

وبعد تطبيق معادلة فورنيير على البيانات المناخية (الامطار) لمحطات منطقة الدراسة ، الجدول(٣-٤) ، فقد وجد مايتأتي :

أ - اعتدال التعرية المطرية في منطقة الدراسة ، بلغت قيمة المعامل في محطة دوكان (٦,٩٠) ، وفي محطة السليمانية (٢,٩٢) ، وهذه القيمة تقع ضمن الفئة الثانية (٥٠-٥٠٠) (معتدلة) .

ب- تعد أمطار شهر كانون الثاني اكثر شهور السنة من حيث قابليتها على احداث التعرية المائية ، بلغت القيمة في محطة دوكان (٩,٢٤) ، وفي محطة السليمانية(٢٣) .

ج- لا توجد تعرية مطرية خلال الشهور حزيران تموز آب وأيلول ، بلغت قيمة المعامل (صفر) بسبب انقطاع سقوط الامطار في هذه الأشهر من السنة .

ولكن هذا المؤشر بعكس حقيقة الامطار الساقطة وشدة تعريتها في منطقة الدراسة ، إذ إن الامطار فيها تسقط نصف الكمية الشهرية في يومين أو ثلاثة أيام ولهذا تعمل على تعرية شديدة تفوق ما يعادل تعرية لأشهر عدة ، فضلاً عن وجود غطاء صخري متباين في الصلابة والتجانس في أجزاء واسعة من منطقة الدراسة .

جدول (٢-٤)

درجات التعرية المطرية وصفاتها وفق تصنيف فورنيير .

نوعها حسب شدة التعرية	معامل شدة التعرية
ضعيفة	اقل من ٥٠
معتدلة	٥٠-٥٠٠
عالية	٥٠١-١٠٠٠
عالية جداً	اكثر من ١٠٠٠

Fournier , F. climate erosion , la relation enter Le rosion du sol parleau et lesper ceptions , atmosphere , Ques , paris , 1960 , p 201 .

جدول (٤-٣) قابلية التعرية المطرية بحسب تصنيف (فورنير) للامطار الشهرية والسنوية في محطتي دوكان والسليمانية للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٠) .

الأشهر	امطار دوكان	قابلية التعرية	امطار السليمانية	قابلية التعرية
كان	١٠٥,١	١٦,٧	١٠٩,٤	١٧,٨
كان	١٢٨,٣	٢٤,٩	١٢٤,٤	٢٣
شباط	١٠٩,٦	١٨,١	٩٨,٥	١٤,٤
اذار	١١٠,٤	١٨,٤	٩٠,٥	١٢,٢
نيسان	٧٢,٨	٨	٨٠,٢	٩,٥
أيار	٢٩,٧	١,٣	٣٠,٩	١,٤
حزيران	١	٠	١,٥	٠
تموز	٠	٠	٠	٠
اب	٠	٠	٠	٠
أيلول	٢,١	٠	٢,٠	٠
تشرين الأول	٢٢,٦	٠,٧	٣٤,٤	١,٧
تشرين الثاني	٧٧,٦	٩,١	٩٠,٨	١٢,٢
مجموع الامطار السنوي	٦٥٩,٢		٦٧٠,٥	
مج قابلية التعرية السنوي	٩٠,٦		٩٢,٢	

المصدر: اعتماداً على الجدول (١-١٨) ، وتطبيق معادلة فورنير Fournier.

٤-٢-١-٣-١-٢-٤ : أنموذج PAP/CAR :

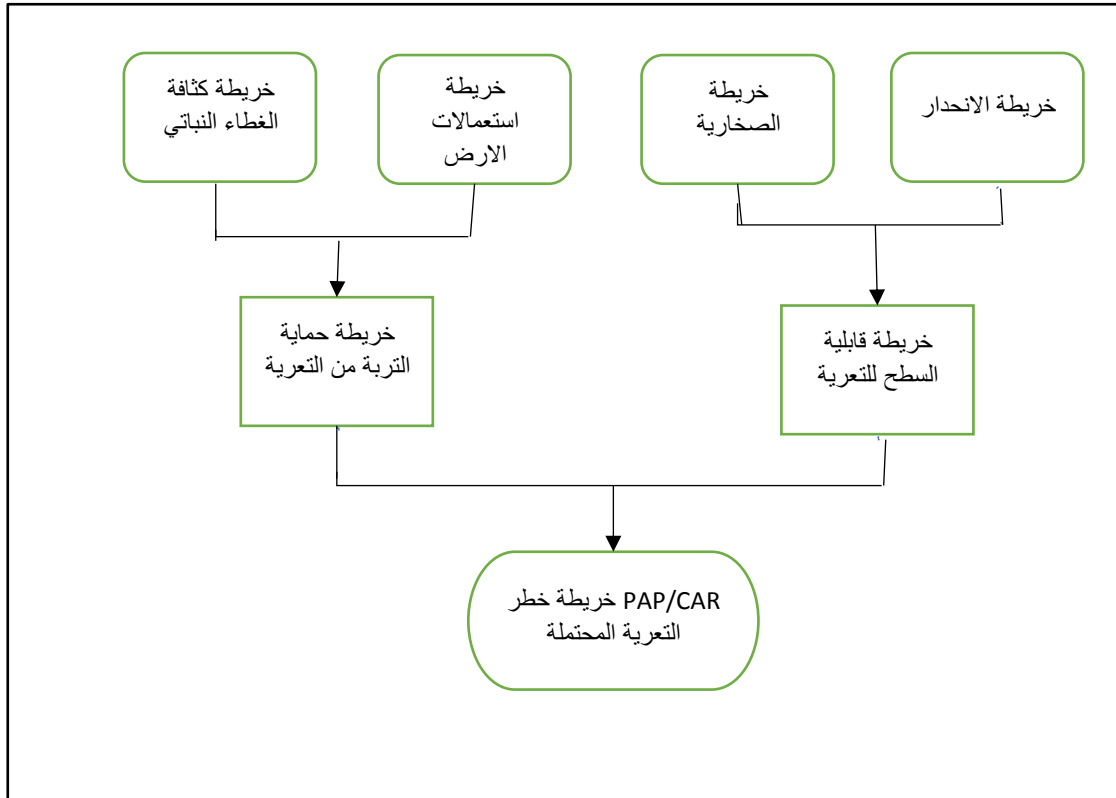
يعد أنموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) اكثر النماذج استعمالاً ، فضلاً عن سهولة تطبيقه ، اذ بدء العمل بتطبيق (PAP/CAR) ، سنة ١٩٨٤ للمناطق المطلة على البحر المتوسط وتكفلت كل من منظمة التغذية والزراعة FAO والمركز العربي لدراسة الأراضي الجافة ACSAD بجزء من هذا المشروع^(١) ، تعد منهجية (PAP/CAR) من أهم المناهج في التقييم النوعي للتعرية المائية كونها اكثر تمثيلاً للواقع وتعتمد المنهجية على التفاعل بين العناصر المكونة للوسط الجغرافي لتحديد المناطق الأكثر هشاشة وقابلية للتعرية المائية ، وهي بذلك تحقق أهدافها القريبة المدى التي تمثلت بالأسهام في الحد من آثار التعرية المائية ، واهداف أخرى بعيدة المدى تتمثل بتقليل مخاطر التعرية المائية والأسهام في الحفاظ على التربة لتحقيق الأمن الغذائي^(٢) ، وتم استخراج التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة بتطبيق

(١) جمال شعوان ، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط -حوض امزاز أنموذجاً، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، جامعة سيدي محمد بن عبد الله ، ٢٠١٤-٢٠١٥ ، ص ٢٨٥ .

(٢) محمدعبد الوهاب الاسدي ، التقييم النوعي للتعرية المائية باعتماد نموذج (PAP/CAR) لحوض وادي شرويت / السليمانية ، باستخدام RS GIS ، مجلة اداب البصرة ، العدد ، ٩٣ ، ٢٠٢٠ ، ص ٤٠١ .

أنموذج (PAP/CAR) الذي يهتم بتحديد وحساب المؤشرات للمقومات الطبيعية كالانحدار والتركيب الصخري واستعمالات الأرض والتربة ، كما ميبين ادناه : الشكل (٣-٤) .

شكل (٣-٤) مخطط انسيابي لإستخراج طبقة خطر التعرية المحتمل .



المصدر: اعتماداً على أنموذج التضرس الرقمي DEM .

ولمعرفة التقييم النوعي للتعرية المائية وفق أنموذج PAP/CAR بإجراء مراحل متعددة ، وكالاتي :

- ١- اشتقاق خريطة قابلية السطح للتعرية من خلال (خريطة الانحدار وخريطة الصخرية) .
- ٢- اشتقاق خريطة حماية التربة من التعرية من خلال دمج (خريطة استعمالات الأرض وخريطة كثافة الغطاء النباتي) .
- ٣- اشتقاق خريطة خطر التعرية المحتملة PAP/CAR من خلال دمج (خريطة قابلية السطح للتعرية و خريطة حماية التربة من التعرية)

أ- طبقة الانحدار (Slope) :

تعد درجة وامتداد الانحدارات من العوامل المهمة التي تتحكم في التعرية المائية ، اذ تنشأ الانحدارات القوية عن طريق زيادة سرعة الجريان وتزيد قوة إضافية لأقتلاع الاحجار والصخور ، يلاحظ الجدول (٤-٤) .

جدول (٤-٤) الفئات الانحدارية حسب مؤشر *PAP-CAR*.

النسبة %	المساحة كم ^٢	فئات الانحدار	نوع الانحدار	مؤشر <i>PAP-CAR</i>
١٧,٢١	٨٣,٥	٥-٠	ضعيف جداً	١
٨,٢٦	٤٠,٠٧	١٠-٥	ضعيف	٢
١٨,٨٣	٩١,٣٣	١٨-١٠	متوسط	٣
٣٢,٢٩	١٥٦,٥٦	٣٠-١٨	شديد	٤
٢٣,٣٩	١١٣,٤	٣٠ فأكثر	شديد جداً	٥
%١٠٠	٤٨٤,٨٦	المجموع		

المصدر:- اعتماداً على نموذج التضرس الرقمي *DEM* .

ب - طبقة الصخرية :

تم اتخاذ الطبقة الصخرية بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية للمنطقة بمقياس ١:٢٥٠٠٠٠٠ لتحديد أنواع الصخور وتوزيعها وعمل قاعدة بيانات من خلال المعالجة في برنامج (*Arc GIS*) وتصنيفها من (١-٥) حسب صلابة الصخور ومقاومتها للتعرية المائية ، والخريطة (٢-٤) .

ج - قابلية السطح للتعرية :

لانجاز خريطة قابلية الأراضي للتعرية تم مطابقة طبقتي الانحدار وطبقة أنواع الصخور بالمنطقة ، وقد تبين أن النتائج متلائمة مع طبيعة التكوينات الجيولوجية ، اذ كانت الأراضي ذات القابلية الشديدة والشديدة جداً للتعرية هي أراضي ذات تكوينات قليلة المقاومة وضعيفة للتعرية المائية ، أما الأراضي ذات القابلية الضعيفة للتعرية فتمثلت في الأراضي الصخرية التي تمتاز بمقاومتها للتعرية المائية .

د - خريطة استعمالات الأرض:

تم الاعتماد في رسم خريطة استعمالات الأرض على المرئية الفضائية *Land sat Oli8* و *oath68 RAW*³⁷ والمرئية *Land sat Lc -8 path 68 RAW*³⁷ ، يلاحظ من أجل إجراء التصنيف غير الموجه والتصنيف الموجه لغرض التوصل الى استعمالات الأرض المختلفة داخل احواض منطقة الدراسة ، وحسب مؤشر *PAP-CAR* تم تحديد اربعة أنواع لاستعمالات الأرض ، الجدول (٥-٤) .

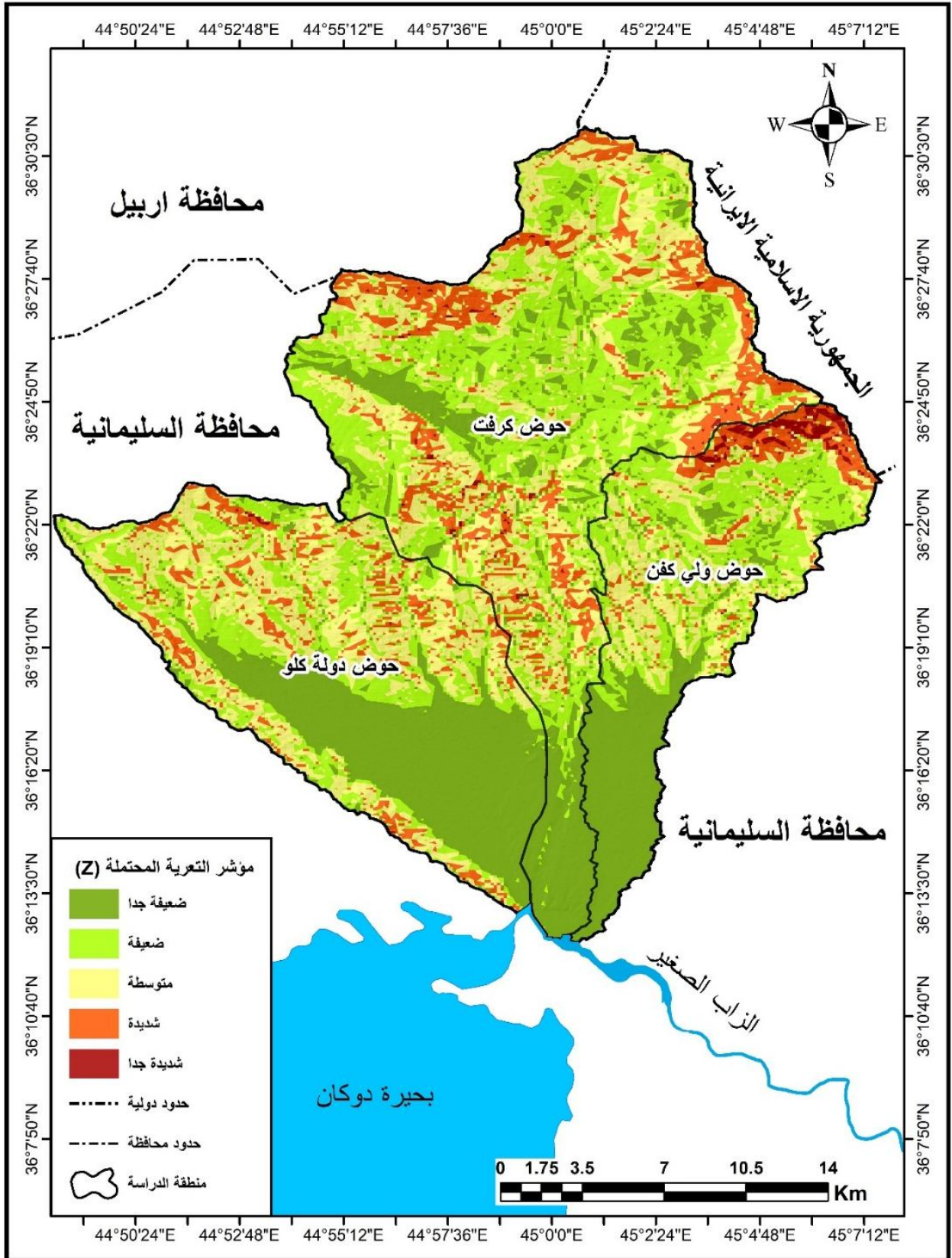
جدول (٥-٤) فئات استعمالات الأرض داخل احواض منطقة الدراسة حسب مؤشر

. *PAP-CAR*

النسبة %	المساحة كم ^٢	نوع استعمال الأرض	مؤشر <i>PAP-CAR</i>
٣٠,١٤٣	١٥٤,٨٥	غطاء نباتي بحالة جيدة	١
٢١,٨٤٧	١٠٥,٧١	رواسب بطون الوديان	٢
٢٠,٩٧٧	١٠١,٥٠	غطاء نباتي بحالة متوسطة	٣
٢٥,٣٢٦	١٢٢,٨٠	أراضي جرداء صخرية	٤
%١٠٠	٤٨٣,٨٦	المجموع	

المصدر:- اعتماداً على أنموذج التضرس الرقمي *DEM* .

خريطة (٢-٤) أنموذج معامل التعرية المحتملة *PAP-CAR* في منطقة الدراسة .



المصدر:- مطابقة خريطة قابلية السطح للتعرية وخريطة حماية التربة بأستخدام برنامج Arc GIS map10.4

هـ- خريطة كثافة الغطاء النباتي :-

تم استخراج كثافة الغطاء النباتي من المرئية الفضائية من القمر *Land sat8* لمنطقة الدراسة ، بالاعتماد على مؤشر (*NDV1*) ، وتم تصنيف الغطاء النباتي الى أربعة اقسام ، يلاحظ الجدول (٦-٤) .

جدول (٦-٤) فئات خريطة كثافة الغطاء النباتي حسب مؤشر *PAP-CAR* .

النسبة %	المساحة/ كم ^٢	كثافة الغطاء النباتي %	مؤشر <i>PAP-CAR</i>
٣٤,٨٥	١٦٨,٩٨	٢٠ فأقل	١
٦٥,١٥	٣١٥,٨٨	٢٠-٥٠	٢
-	-	٥٠-٧٥	٣
-	-	٧٥ فأكثر	٤
%١٠٠	٤٨٤,٨٦	المجموع	

المصدر:- اعتماداً على أنموذج التضرس الرقمي *DEM* .

ويتضح أن كثافة الغطاء النباتي حسب مؤشر *PAP-CAR* في منطقة الدراسة تبلغ في الفئة (١) مساحة (١٦٨,٩٨ كم^٢) أي ما بنسبة (٣٤,٩%) في حين بلغ في الفئة (٢) مساحة (٣١٥,٨٨ كم^٢) أي ما بنسبته (٦٥,٢%) ، أما في الفئتين (٣) ، (٤) بلغت القيمة صفر . وهذا يدل أن منطقة الدراسة معرضة الى نشاط التعرية المائية وذلك لان كثافة الغطاء النباتي لا تتجاوز %٥٠

و- خريطة حماية التربة من التعرية :

تم استخراج خريطة حماية التربة من خلال مطابقة طبقتي استعمالات التربة وخريطة كثافة الغطاء النباتي وترتيب المناطق حسب درجة الحماية وتحديد المناطق القليلة الحماية من المناطق جيدة الحماية .

ي - خريطة التعرية المحتملة *PAP-CAR* .

تم استخراج خريطة التعرية المحتملة للتربة لمنطقة الدراسة من خلال مطابقة معامل قابلية التربة للتعرية وخريطة معامل حماية التربة ، التي تحتوي على مساحات التعرية المحتملة ونسبها في المنطقة واعطائها مؤشر حسب التصنيف المعتمد في أنموذج (*PAP-CAR*) ، قد تبين وجود تعرية مائية (شديدة جداً وشديدة) في الأجزاء الشمالية مناطق متفرقة في سط المنطقة ، فضلاً عن وجودها في جنوب غرب المنطقة بشكل شريط خطي مع امتداد المرتفعات .

٤-٢-١-٣-٢ التقييم الكمي للتعرية المائية في منطقة الدراسة :-

توجد مجموعة من المقاييس والمؤشرات لتقدير كمية تعرية التربة الناتجة عن التعرية المائية ، وأكثرها استخداماً نموذج جافريلوفيك (EPM) والذي تم تطبيقه على احواض منطقة الدراسة .

٤-٢-١-٣-١-٢-٤ نموذج جافريلوفيك (EPM) لقياس كمية التعرية المائية :

أنموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) والمعروف بأنموذج التعرية المحتملة (Erosion Potential model) واختصارها (EPM) ،الذي طوره سلوبوردن جافريلوفيك (Solobodan Gavrilovic) بناءً على دراسة ميدانية لحساب التعرية في حوض نهر مورافا في صربيا عام ١٩٦٠ ، يعد هذا الأنموذج مطور لحساب شدة التعرية المائية ، وقد جرى تطبيق هذا الأنموذج بشكل واسع في جميع انحاء العالم^(١) ، ويعتمد أنموذج جافريلوفيك على بيانات عديدة تتعلق بطبيعة التربة والانحدار والغطاء النباتي والتساقط والحرارة فضلاً عن المعلومات الميدانية . ويعد هذا الأنموذج من الطرائق التجريبية وشبه الكمية ، التي يمكن من خلاله تقدير كمية الايراد الرسوبي فضلاً عن تحديد شدة التعرية المائية ، والاشارة الى المناطق التي يحتمل ان تكون مهددة بوساطة التعرية المائية ، ويعد من النماذج التي طورت بالاحواض الجبلية والمناطق المتضرسة^(٢) . وتم تطبيق أنموذج جافريلوفيك لقياس التقييم الكمي للتعرية المائية في احواض منطقة الدراسة لأهميته في حساب كمية الارساب الناتجة عن التعرية المائية في المناطق الجبلية ، واعتماده على مجموعة من المتغيرات المهمة (كنوع التراكيب الصخرية ومعدل درجة الانحدار وكثافة الغطاء النباتي والامطار والحرارة) ، ويطبق وفق سلسلة من المعادلات^(٣) :-

$$W = T \times H \times \pi \times \sqrt{Z^3}$$

إذ إن W :- المعدل السنوي للتعرية (م^٣ / كم^٢ / السنة)

T = معامل الحرارة ، ويستخرج من المعادلة الآتية :-

$$T = \sqrt{\frac{C}{10}} + 0.1$$

(1) Nevena Darbara Barbara Karleusa , Nevenka Ozanic, A review of the Gavrilovic method (Erosion Potential method) application, Gradevinar, no 9 , 2016 , PP 716 .

(٢) سعد أبو راس الغامدي ، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، جامعة أم القرى ، مكة المكرمة ، المجلة المصرية للتغير البيئي ، العدد الأول ، ٢٠٠٩ ، ص ٢٠-٢٢ .

(٣) انتظار مهدي عمران ، ضياء بهيج رؤوف ، التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض سي داره من خلال نموذج EPM ، مجلة العلوم الإنسانية ، مجلد ١٣ ، العدد الثالث ، ٢٠٢٢ ، ص ٥ .

إذ إن :-

$C =$ المعدل السنوي لدرجة الحرارة .

$H =$ المعدل السنوي للامطار (ملم) .

$\pi = (3,1415)$ قيمة ثابتة .

$Z =$ معامل التعرية المحتملة *Erosion Coefficient* .

١- معامل التعرية المحتملة (Z) :

يعد معامل Z مؤشر على التعرية المحتملة في الاحواض المائية ، ويعد من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك ، إذ تدخل في حسابه مجموعة من المتغيرات التي تسمح بتتبع التغيرات في مستويات التعرية مع مرور الزمن والتغيرات في استخدامات الأرض ، ويحسب معامل Z بالمعادلة الآتية (١) :-

$$Z = y \times xa(\varphi + \sqrt{Ja})$$

إذ إن :- $y =$ معامل قابلية التعرية .

$Xa =$ معامل حماية التعرية .

$\varphi =$ معامل تطور التعرية وشبكة التصريف .

$Ja =$ معامل الانحدار (%) .

أولاً : المؤشرات اللازمة لتطبيق نموذج التعرية المحتملة (Z) :

لاستخراج قيمة (Z) يتطلب استخراج عدد من المؤشرات منها :

أ- مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) :

يعرف معامل (Y) بأنها تأثير خصائص التربة على حجم الترب المنجرفة أثناء مدة تساقط الشدات المطرية ، وأثبتت قابلية التربة للتعرية المائية بتحليل الخصائص الجيولوجية والتربة واستعمالات الأرض ، وتم استخدام مؤشر حجوم دقائق التربة السطحية لكشف خصائص ترب منطقة الدراسة .

إذ توجد علاقة ارتباط طردية مع محتوى الرمل الناعم بينما تكون علاقة ارتباط عكسية مع محتوى التربة من حجوم دقائق الطين والغرين للطبقة السطحية ، ويحسب وفق المعادلة الآتية(٢):

(١) انتظار مهدي عمران ، ضياء بهيج رؤوف ، مصدر سابق ، ص ٥ .

(٢) صفية شاكر معتوق ، توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم التعرية المائية لحوض وادي سره خاتون بالاعتماد على نموذج EPM ، جامعة البصرة ، مركز دراسات البصرة والخليج العربي ، مجلة كلية التربية الأساسية ، العدد(١١١) ، المجلد (٢٧) ، ٢٠٢١ ، ص ٨٤٥ .

$$GIS = \frac{BANDA.RED_BANDA.BLUE}{BANDA.RED + BANDA.BLUE + BANDA.GREEN}$$

إن زيادة قيم هذا المؤشر تدل على قوام سطح خشن ، اذ تشير القيم الأعلى الى أن التربة خشنة وقريبة من التحلل ، وتصنف منطقة الدراسة الى خمسة أصناف لقابلية التربة للتعرية ، الشكل (٤-٤) ، الخريطة (٣-٤) ، والجدول (٧-٤) ، وتبين أن مساحة قابلية التربة للتعرية ضعيف جداً وضعيف بلغت (١٣٨,٢٧ ، ٤١,٤١ كم^٢) على التوالي ، أي بنسبة (٢٨,٥٧٦ ، ٨,٥٥٨ %) على التوالي ، أما مساحات قابلية التربة للتعرية المتوسطة والشديدة والشديدة جداً بلغت (٤٧,٦٨ ، ٤٦,٦١ ، ٢٠٩,٨٩ كم^٢) على التوالي ، وبنسبة (٩,٨٥٤ ، ٩,٦٣٢ ، ٤٣,٣٨٠ %) على التوالي من اجمالي المساحة الكلية ، وهذا يعني أن نسب التربة القابلة للتعرية المتوسطة والشديدة والشديدة جداً بلغت (٨,٦٢%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، وذلك بسبب اختلاف حجوم الدقائق السطحية التي تكون اقل تماسكاً واكثر عرضة لنشاط التعرية المائية .

ب- مؤشر حماية التربة Xa :

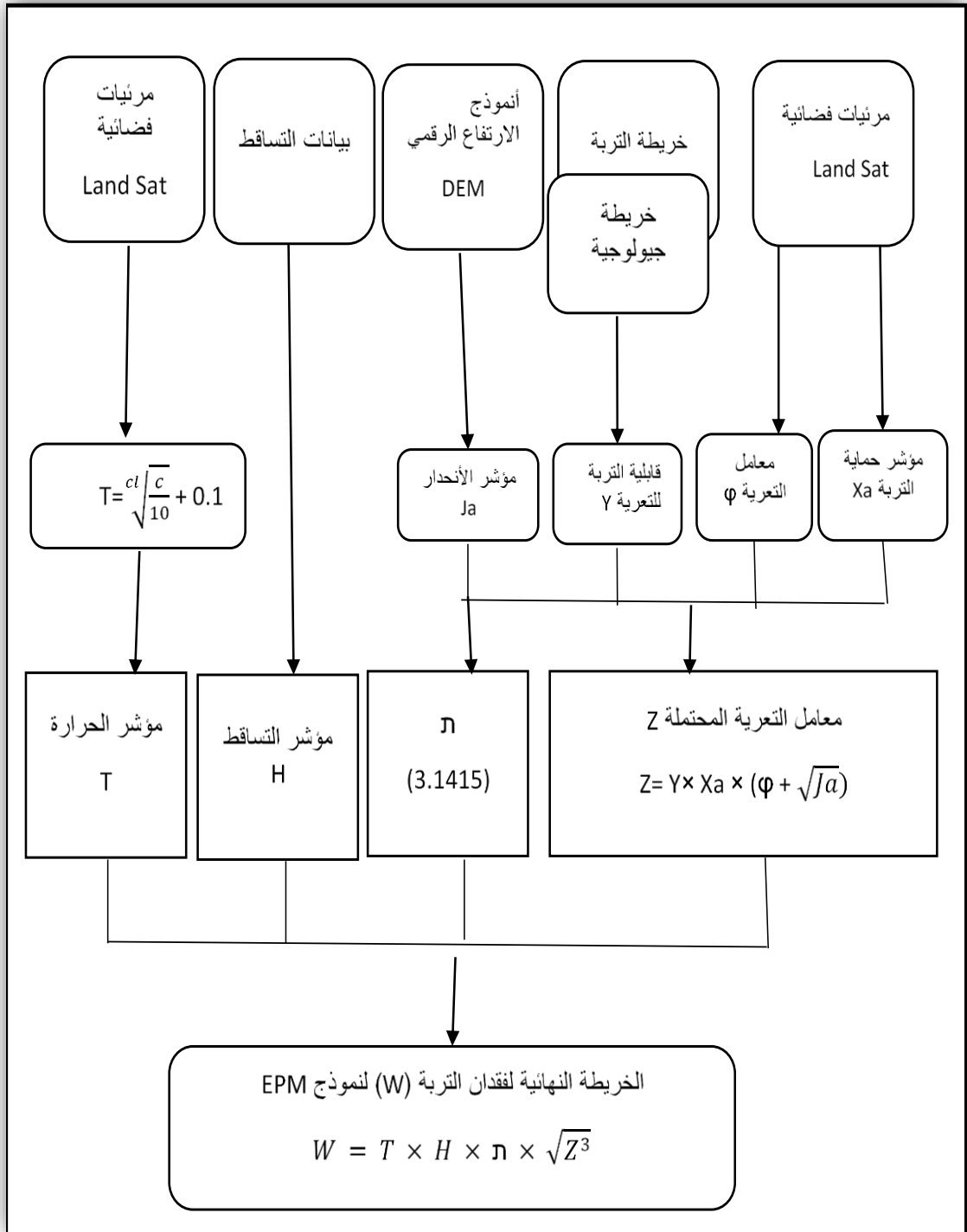
يرتبط معامل (Xa) ارتباطاً مباشراً بالغطاء الخضري وله أثر في الحد من التعرية وخفض معدلات انجراف التربة خلال مدة سقوط الامطار ومن ثم زيادة نفاذية المياه ، ويتناسب طردياً مع كثافة الغطاء الذي يمنع قطرات الامطار المتساقطة من الارتطام بسطح الأرض مما يحد من انجراف التربة^(١) ، فضلاً عن أن الغطاء النباتي يعمل على تماسك التربة ومقاومتها للتعرية ، اذ يعمل الجزء الأعلى من النبات على الحد من سرعة الجريان السطحي ومن ثم يقلل من قدرته على جرف التربة ، ويستخرج هذا المتغير اعتماداً على مؤشر الاختلاف النباتي (VDVI) ، ويمثل الفرق بين الطول الموجي (٠,٨٥ - ٠,٨٨) للحزمة تحت الحمراء (NIR) والحزمة الحمراء (Red) ذات الطول الموجي (٠,٦٤ - ٠,٦٧) مقسومة على مجموعهما لتنتج منه قيم تتراوح بين (١ - ١) ، فإذا كانت النتيجة باتجاه الموجب كان النبات اكثر كثافة وظهر بلون فاتح ، أما اذا كان اتجاهه إلى علامة السالب دلالة على المعالم السطحية غير الخضراء ، وتحسب بالمعادلة الآتية^(٢) :

$$VDVI = \frac{VIR.BAND_RED.BAND}{NIR.BAND + RED.BAND}$$

(١) صافية شاكر معتوق ، مصدر سابق ، ص ٨٤٦ .

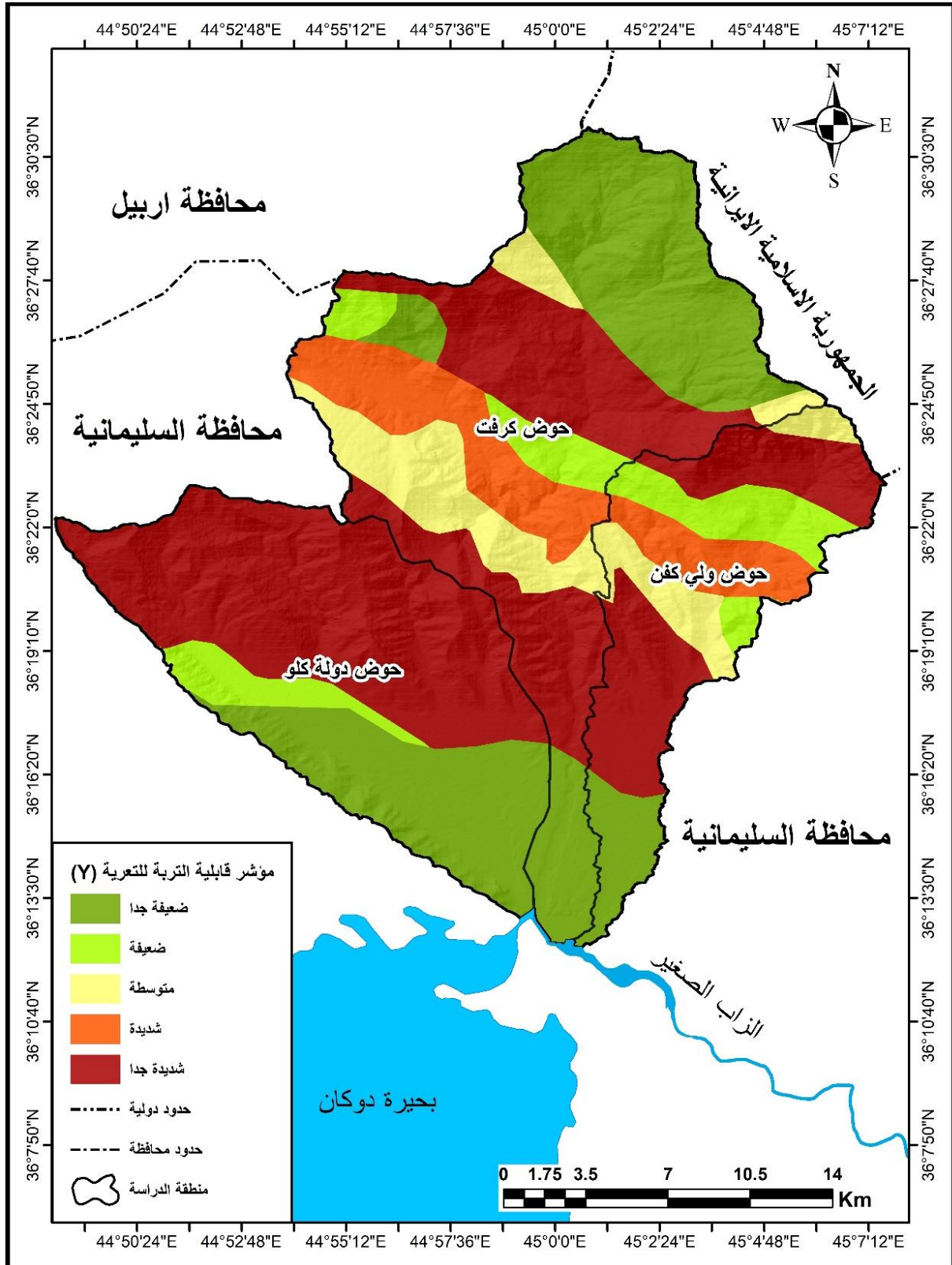
(٢) المصدر نفسه ، ص ٨٤٧ .

الشكل (٤-٤) مخطط انسيابي لتسلسل تطبيق أنموذج جافريلوفيك (EPM)



المصدر: اعتماداً على المعادلات الخاصة بنموذج جافريلوفيك (EPM).

خريطة (٣-٤) قابلية التربة للتعرية (Y) في احواض منطقة الدراسة .



المصدر: اعتماداً على تصنيف بيورنك للتربة وبرنامج Arc Map GIS 10.4 .

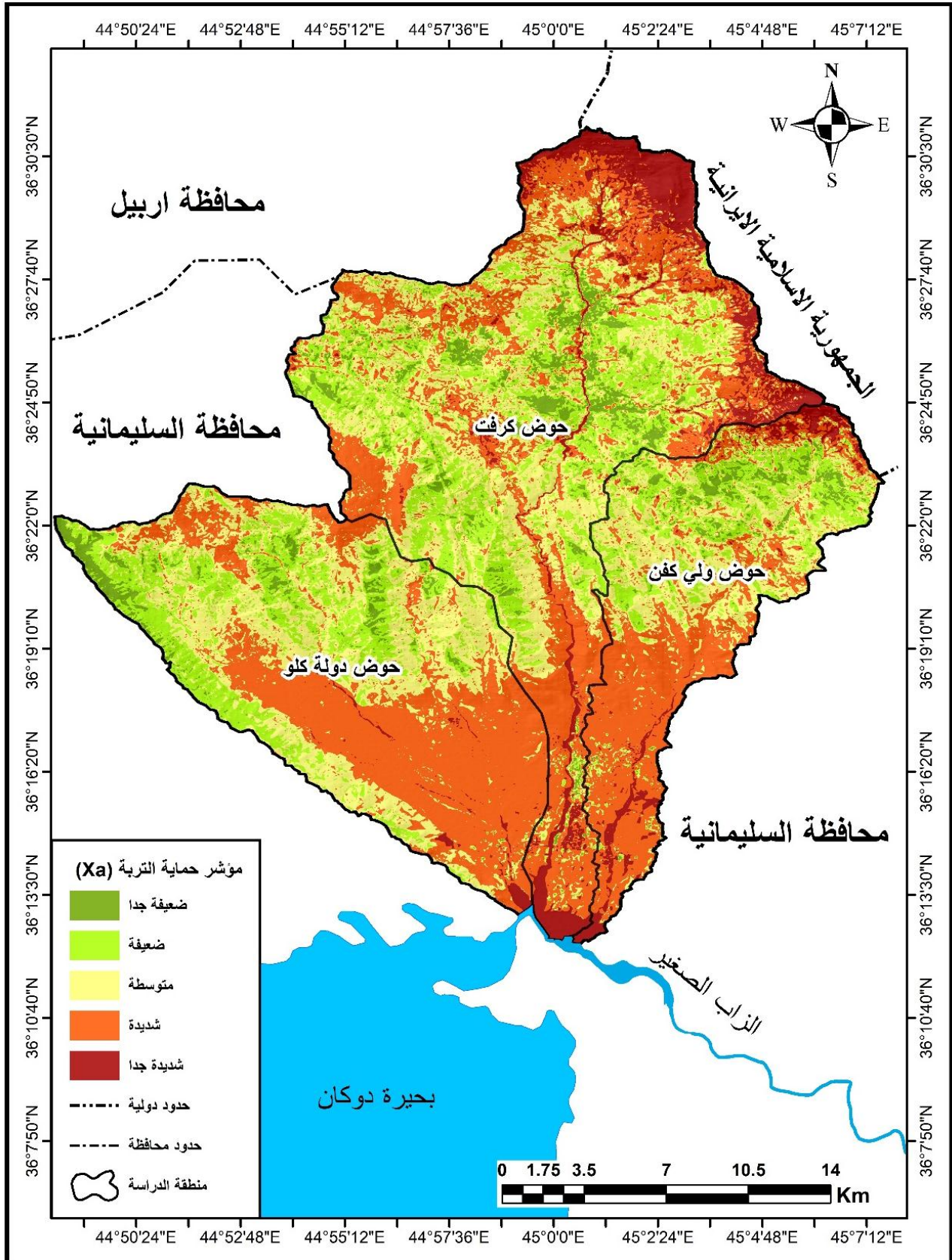
جدول (٧-٤) قابلية التربة للتعرية (٧) في احواض منطقة الدراسة حسب تقسيمات . Gaverilovec

التسلسل	قابلية التربة للتعرية(٧)	المساحة /كم ^٢	النسبة المئوية%
١	ضعيفة جداً	١٣٨,٢٧	٢٨,٥٧٦
٢	ضعيفة	٤١,٤١	٨,٥٥٨
٣	متوسطة	٤٧,٦٨	٩,٨٥٤
٤	شديدة	٤٦,٦١	٩,٦٣٢
٥	شديدة جداً	٢٠٩,٨٩	٤٣,٣٨٠
المجموع		٤٨٣,٨٦	%١٠٠

المصدر: اعتماداً على خريطة (٣-٤) وبرنامج Arc GIS .

يتضح من الخريطة (٤-٤) والجدول (٤-٤) أن مساحة كثافة الغطاء النباتي الضعيف جداً بلغت (٢٤,٣٤ كم^٢) ، وبنسبة (٥%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، وهي الأراضي التي تنشط فيها التعرية المائية الشديدة وذلك لقلة الغطاء النباتي ، وتنتشر في أجزاء متفرقة من وسط وشمال منطقة الدراسة ، في حين بلغت مساحة الغطاء النباتي الضعيف الكثافة (٩٧,٥٨ كم^٢) ، أي بنسبة (٢٠,١%) من اجمال مساحة احواض منطقة الدراسة ، وهو ايضاً أراضي تنشط فيها التعرية المائية وغالباً ما توجد هذه الفئة مجاورة للفئة الأولى في احواض منطقة الدراسة ، أما في المناطق التي يكون فيها الغطاء النباتي متوسط بلغت مساحته في احواض منطقة الدراسة (١٥٦,١٠ كم^٢) ، بنسبة (٣٢,٢%) من اجمالي مساحة احواض منطقة الدراسة ، ويكون نشاط التعرية المائية فيها متوسط ، وتنتشر هذه الفئة في الأراضي المتوسطة الارتفاع بجوار أراضي الفئة الثانية ، بلغت مساحة الغطاء النباتي الشديد الكثافة في احواض منطقة الدراسة (١٧٣,٧٤ كم^٢) ، وبنسبة (٣٥,٨%) من اجمالي مساحة احواض منطقة الدراسة ، وتقل فيها التعرية المائية نسبياً ، وتنتشر في أجزاء واسعة من جنوب وشمال احواض منطقة الدراسة ، فضلاً عن تخللها في وسط المنطقة اسفل المنحدرات ، بينما استحوذ الغطاء النباتي شديد الكثافة على مساحة بلغت (٣٣,١٠ كم^٢) ، بنسبة (٦,٨%) من اجمالي مساحة احواض المنطقة ، وتنتشر في جنوب منطقة الدراسة عند منطقة المصببات ، وفي شمال شرق منطقة الاحواض وتقل فية التعرية المائية الى حد ما . أن التباين المكاني للغطاء النباتي من حيث الكثافة والنوعية في منطقة الدراسة اثرت بشكل كبير على خصائص التربة وتماسكها ، مما أدى الى تباين كبير لنشاط التعرية المائية .

الخريطة (٤-٤) معامل حماية التربة (Xa) حسب مؤشر (NDVI) في احواض منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية (Land Sat 8)، باستخدام المؤشر الطبيعي (NDVI).

الجدول (٤-٨) مساحة مستويات معامل حماية التربة (Xa) في احواض منطقة الدراسة

التسلسل	مؤشر حماية التربة (Xa)	المساحة/ كم ^٢	النسبة المئوية %
١	ضعيف جداً	٢٣,٣٤	٤,٨٢
٢	ضعيف	٩٧,٥٨	٢٠,١٧٢
٣	متوسط	١٥٦,١٠	٣٢,٢٦١
٤	شديد	١٧٣,٧٤	٣٥,٩٠٧
٥	شديد جداً	٣٣,١٠	٦,٨٤٠
المجموع		٤٨٣,٨٦	%١٠٠

المصدر : إعتماًداً على خريطة (٤-٤) .

ج- مؤشر التعرية الحالية ϕ :

حدد ميليفسكي Milevski معادلة خاصة لحساب هذا المؤشر اعتماداً على مرئية فضائية للقمر Land Sat 8 وهي^(١) :

$$Q = \sqrt{\frac{TM3}{QMAX}}$$

إذ إن :

TM3 النطاق الثالث في المرئية الفضائية .

QMAX أقصى قيمة للأشعاع

إذ تزداد نسبة الاشعاع في الأماكن التي ترتفع فيها شدة التعرية المائية ، يزداد نشاط التعرية المائية في مناطق مختلفة من منطقة الدراسة ، في وسط وشمال وجنوب المنطقة لاسيما في منطقة المصب .

د- مؤشر الانحدار (Ja) :

يعد مؤشر الانحدار (Ja) من اكثر المؤشرات التي تحدد شدة التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة ، ويتم استخلاص قيمة هذا المؤشر من خلال الاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM ، إذ تزداد التعرية المائية في الأجزاء الشديدة الانحدار بزيادة سرعة تدفق المياه ، فكلما زاد كبر زاوية الانحدار زاد معدل الترب المنجرفة بتأثير الامطار من خلال جريان المياه الذي يتناسب طردياً مع زاوية الانحدار .

ثانياً : استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) :

يعد المؤشر مهماً لكشف تقدير التعرية المائية المحتملة اعتماداً على مجموعة من المؤشرات اللازمة لتطبيق مؤشر التعرية المحتملة (Z) ، ودمج تلك المتغيرات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بشكل خرائط ، واشتقاق خريطة التعرية المحتملة في احواض منطقة الدراسة ، ومن

(١) إسماعيل جمعة كريم المشهداني ، مصدر سابق ، ص ١١١ .

الخريطة (٤-٥) ، والجدول (٤-٩) يتضح أن مؤشر التعرية المائية المحتملة (Z) يتكون من خمس فئات، تمثلت الفئة الأولى بالاراضي الجنوبية عند مصب احواض منطقة الدراسة ، وأجزاء متفرقة من منطقة الدراسة وهي مناطق ذات تعرية مائية ضعيفة جداً ، وتحتل مساحة (١٢٦,٣٣ كم^٢) ، بنسبة (٢٦,١ %) من إجمالي مساحة احواض منطقة الدراسة ، وتمثلت الفئة الثانية بالمناطق المتموجة تموجاً خفيفاً ، فهي مناطق ذات تعرية ضعيفة ، تحتل مساحة (١٥٢,١٨ كم^٢) ، بنسبة (٣١,٥ %) من مجموع مساحة احواض منطقة الدراسة ، أما الفئة الثالثة تركزت بالاراضي المتوسطة الارتفاع ، وتنتشر في وسط احواض منطقة الدراسة وهي أراضي ذات تعرية متوسطة تشغل مساحة (١٤٢,٧٩ كم^٢) بنسبة (٢٩,٥ %) من إجمالي مساحة احواض منطقة الدراسة ، بينما تمثلت الفئة الرابعة في أراضي التلال وهي مناطق ذات تعرية شديدة تنتشر في بعض أجزاء احواض منطقة الدراسة في اطراف و وسط المنطقة التي تعرضت الى عمليات تعرية شديدة بمساحة بلغت (٥٨,٢٧ كم^٢) ، بنسبة (١٢ %) من إجمالي مساحة احواض منطقة الدراسة ، وتمثلت الفئة الخامسة بالمناطق الجبلية فهي مناطق ذات تعرية شديدة جداً تنتشر في الأجزاء العليا من احواض منطقة الدراسة ، ولاسيما في الأجزاء الشمالية الشرقية من المنطقة التي تعمل على نقل الرواسب من الأجزاء العليا الى الأجزاء الدنيا وصولاً الى المصب في منطقة الدراسة ، وتشغل مساحة (٤,٢٩ كم^٢) ، أي بنسبة (٠,٩ %) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة .

٢- تطبيق نموذج EPM للتقييم الكمي للتعرية المائية :

عند تطبيق نموذج التعرية (EPM) لأستخراج القيم الكمية للتعرية المائية ، يتطلب استخراج مؤشرات أخرى لأدراجها في المعادلة الآتية:

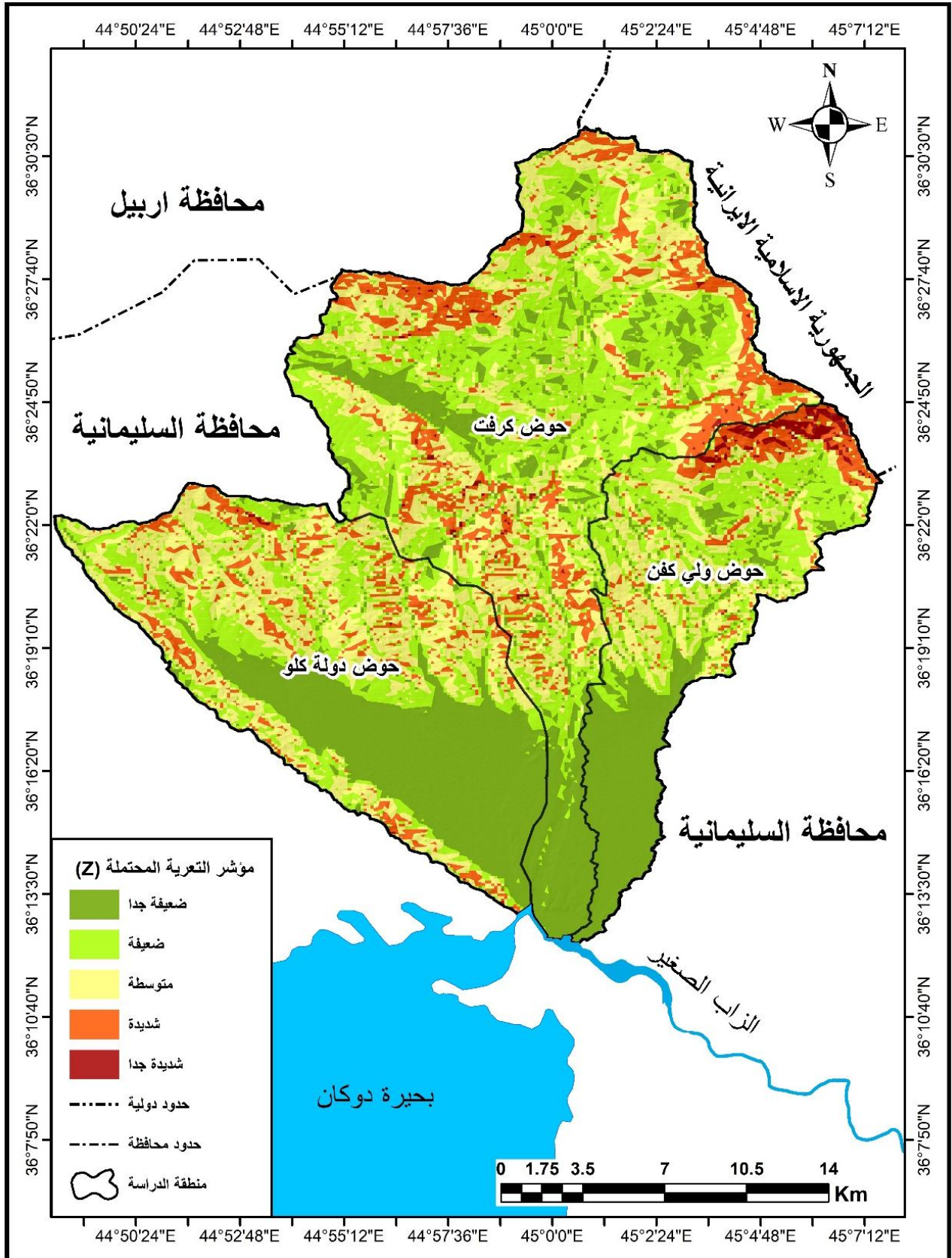
$$W = T \times H \times \pi \times \sqrt{Z^3}$$

١- مؤشر معامل التساقط H :

تعد الامطار من أهم العوامل المتحكمة في عمليات التعرية المائية ، فعند سقوط زخات المطر على جسيمات التربة مباشرة ، تعمل على تفتت حبيباتها المتماسكة والفتات الصخري وتحويلها الى حبيبات متناثرة ، تعتمد قدرة قطرات المطر للتعرية على عدة عوامل متداخلة منها منها قدرة الامطار كعامل حت ، وحجم قطرة المطر ، وقوة سقوطها على الأرض ، ومدى استجابة التربة لقوة ضربات المطر والقدرة على تعريتها^(١) ، فتزداد كمية الجريان السطحي بزمان محدد ، فكلما ازدادت الشدات المطرية ازداد معدل انجراف التربة ، فعند سقوط الامطار على سطح التربة ، أما أن تتسرب المياه الى داخل التربة ، أو تبقى على السطح ويشكل جريان سطحي يتجه أسفل المنحدرات ، وكلما ازدادت غزارة الامطار الساقطة وقل تسرب الماء داخل التربة يزداد معدل الجريان السطحي ومن ثم يزداد قدرته على التعرية ، وقد تم الاعتماد على محطتي دوكان والسليمانية ، فضلاً عن محطة جوارتا التي تم الاستعانة بها كمحطة ثالثة ضابطة لرسم خريطة التساقط المطري المستخلص لمنطقة الدراسة .

(١) رحيم حمدان العبيدي ، محمد جعفر السامرائي ، التعرية المطرية لسفوح منحدرات تلال حمرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، مجلة كلية الآداب ، جامعة بغداد ، العدد (٨١) ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٢٨ .

خريطة (٥-٤) التعرية المحتملة (Z) لأحواض منطقة الدراسة .



جدول (٤-٩) فئات مستويات التعرية المحتملة لقيمة معامل Z .

النسبة المئوية %	المساحة/كم ^٢	مؤشر Z لحماية التربة	التسلسل
٢٦,٠٥	١٢٦,٣٣	ضعيفة جداً	١
٣١,٣٨	١٥٢,١٨	ضعيفة	٢
٢٩,٤٤	١٤٢,٧٩	متوسطة	٣
١٢,٠١	٥٨,٢٧	شديدة	٤
١,٠٩	٥,٢٩	شديدة جداً	٥
%١٠٠	٤٨٤,٨٦		المجموع

المصدر:- اعتماداً على ، ومخرجات برنامج Arc GIS .

٢- مؤشر الحرارة T :

يعد عنصر الحرارة ثاني أهم العناصر المناخية بعد الامطار تأثيراً في التعرية المائية بحسب أنموذج EPM ، فكلما ارتفعت معدلات درجات الحرارة ترتفع معدلات التبخر وتنخفض رطوبة التربة وتزيد قابليتها على الامتصاص وترشيح مياه الامطار مما يؤثر سلباً على كمية الجريان المائي ونشاط التعرية المائية ، لذا اعتمد جافريلوفيك على معامل الحرارة كعنصر أساسي في تطبيق أنموذج EPM ، ولاشتقاق قيمة معامل الحرارة T لمنطقة الدراسة تم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر الصناعي Land Sat 8 لاشتقاق المعدل السنوي للحرارة ، ثم ادراج قيمة المعدل السنوي للحرارة في المعادلة الآتية^(١) يلاحظ الخريطة (٤-٦) .

$$T = \sqrt{\frac{C}{10}} + 0.1$$

T = مؤشر معامل الحرارة .

C = المعدل السنوي للحرارة .

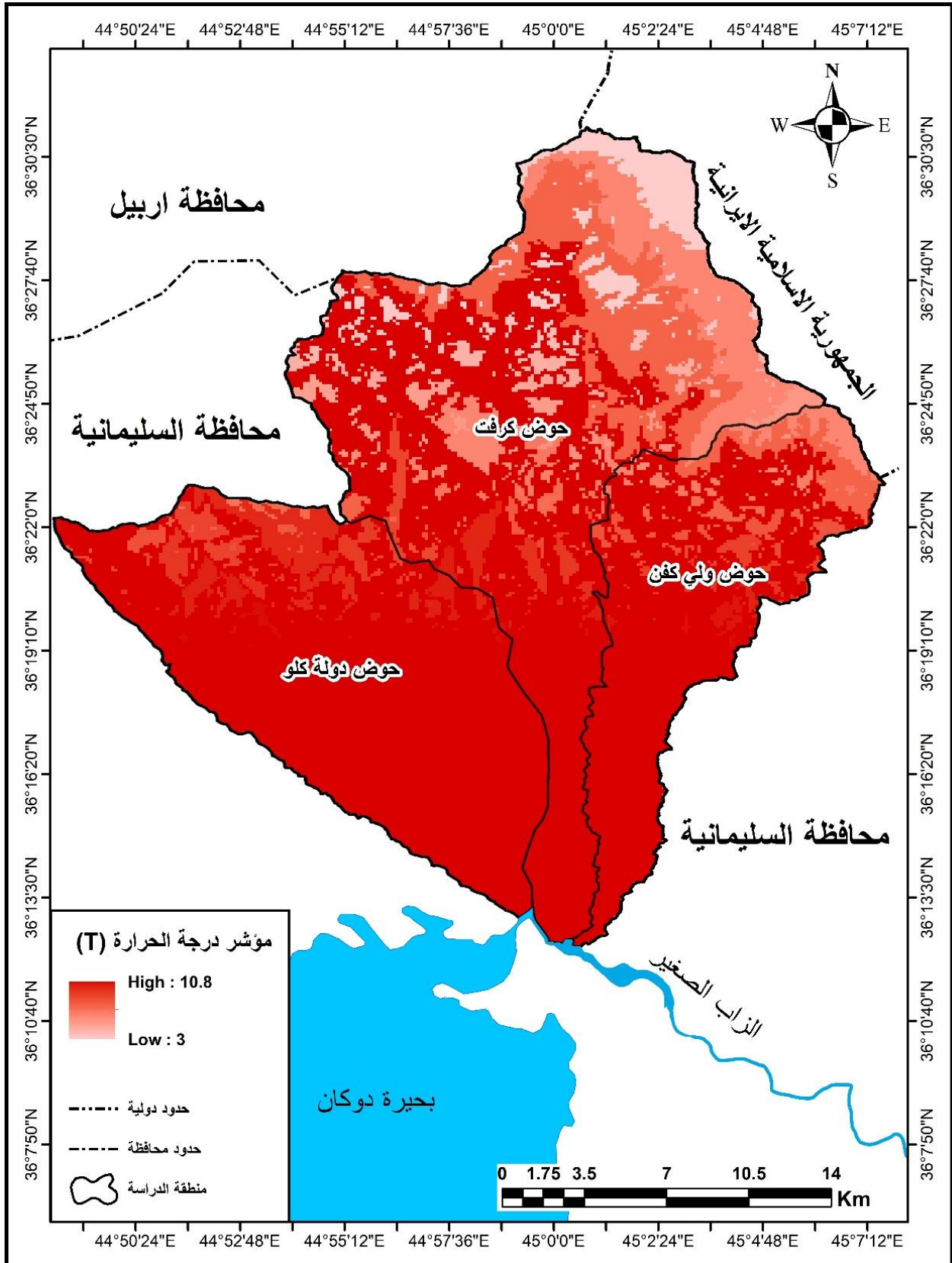
٣- حساب حجم التعرية المائية باستخدام أنموذج EPM :

يعد أنموذج EPM هو المعتمد لتقدير الترب المنجرفة بفعل التعرية المائية في أغلب البلدان ، واختبرت مصداقيته في دراسة سيزار وزملانه لمقدار التعرية المائية باستخدام انموذج EPM في (١٩) موقعاً في سويسرا ثم مقارنتها بقياسات حقلية اذ وجد أن الارتباط بين القيم المنتجة بكلا الاسلوبين يبلغ (٩٠ %) وبلغت نسبة النجاح في القيم المدروسة عند مقارنتها بالقيم المقاسة (٩٩%)^(٢) .

(١) صفية شاكر معتوق ، مصدر سابق ، ص ٨٥٣ .

(٢) ، صفية شاكر معتوق ، مصدر سابق ، ص ٨٦٠ .

الخريطة (٤-٦) المعدل السنوي للحرارة في احواض منطقة الدراسة .



المصدر : إعتماًداً على المرئية الفضائية من القمر الصناعي Land Sat 8 .

يتبين من الخريطة (٧-٤) ، والجدول (٤-١٠) الذي حدده (Zachar. D) أن هناك ست فئات من التعرية المائية بحسب حجم التربة المفقودة ، كما يوضح الجدول الآتي درجات التعرية ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة بحسب نموذج EPM .

أضح أن مؤشر التقدير الكمي للتعرية المائية يتكون من خمس فئات في أحواض منطقة الدراسة ، تمثلت الفئة الأولى بالأراضي الجنوبية عند منطقة المصببات وهي أراضي منخفضة تمثلت بأقل من ٥٠ م^٣ / كم^٢ / سنة) وتكون فيها التعرية غير ظاهرة ، إذ تحتل مساحة (٨٦,٦٣ كم^٢) ، ونسبة (١٧,٩ %) من إجمالي مساحة أحواض منطقة الدراسة ، في حين تمثلت الفئة الثانية (٥٠ - ٥٠٠ م^٣ / كم^٢ / سنة) بالمناطق المتموجة تموجاً خفيفاً ، فهي مناطق ذات تعرية ضعيفة تحتل مساحة بلغت (٢٩,٦٣ كم^٢) ، ونسبة (٦,١ %) من إجمالي مساحة أحواض منطقة الدراسة ، أما الفئة الثالثة (٥٠٠ - ١٥٠٠ م^٣ / كم^٢ / سنة) ، فتركزت في المناطق المتموجة تموجاً شديداً في الأراضي ذات التعرية المتوسطة ، وتشغل مساحة (١٣٢,٢٤ كم^٢) ، ونسبة (٢٧,٣ %) من إجمالي المساحة الكلية ، بينما اتخذت الفئة الرابعة (١٥٠٠ - ٥٠٠٠ م^٣ / كم^٢ / سنة) تتنشر في أراضي التلال فهي مناطق ذات تعرية عالية في بعض أجزاء منطقة الدراسة بمساحة بلغت (١٨٧,٩٢ كم^٢) ، ونسبة (٣٨,٨ %) من إجمالي مساحة أحواض منطقة الدراسة ، وتمثلت الفئة الخامسة (٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ م^٣ / كم^٢ / سنة) بالمناطق الجبلية فهي مناطق تعرية عالية جداً ، وتحتل مساحة (٤٧,٤٣ كم^٢) ، وتشغل نسبة (٩,٢ %) من إجمالي المساحة الكلية ، أما الفئة السادسة (٢٠٠٠٠ م^٣ / كم^٢ / سنة فأكثر) فلم تحتل أي مساحة من المنطقة

٤-٢-١-٣-٢ مؤشر بيرجسما (Bergsma) :

يعد مؤشر بيرجسما أحد المؤشرات المهمة لقياس التعرية المائية المسيلة (الاخودية) الذي اعده العالم (Bergsma 1982) وتعتمد هذه المعادلة على اطوال المجاري النهرية الى المساحة الكلية للحوض^(١) ، وتقسم قيم التعرية الاخودية الى (٧) درجات ، جدول (٤-١١) ، إذ تم قياس حساب الاخاديد ، وتم تقسيم خريطة التضرس المائي لمنطقة الدراسة ذات مقياس (١:٢٥٠٠٠٠) ، وتبعاً للخطوات الآتية : الخريطة (٤-٨) .

١- تم تقسيم خريطة الشبكة النهرية لأحواض منطقة الدراسة الى مربعات صغيرة وبمساحات متساوية ، وتم إعطاء كل مربع من هذه المربعات ارقام للتمييز فيما بينها .

٢- تم اجراء حساب مجموع اطوال الاخاديد في كل مربع من هذه المربعات باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية بالاستعانة ببرنامج (Arc Map 10.4) .

٣- قياس مساحة كل مربع في خريطة الشبكة النهرية لكل من طول الضلع والمقياس.

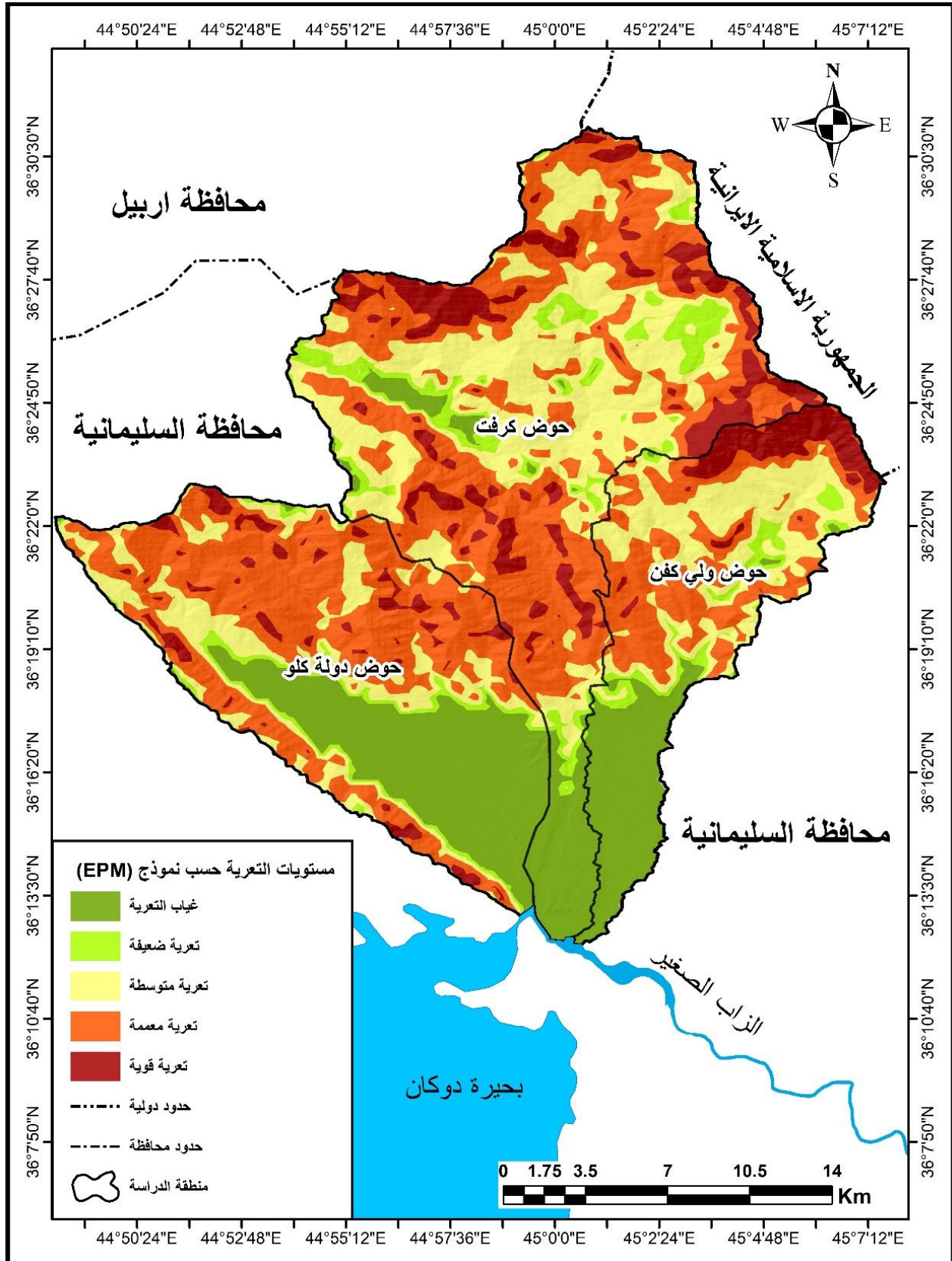
٤- استخراج معدل التعرية الاخودية لكل موقع في كل مربع من المعادلة الآتية^(٢) :

$$AE = \frac{L}{A}$$

(1) Bergsma , Rin Fall Erosion Serves For Conserration Planning , ITC, Nether Land , (2003 , P 166- 174 .

(٢) شيماء مجيد خلف الجنابي ، التعرية الاخودية في حوض وادي هزان ، مجلة الاداب ، الملحق ١ ، العدد ١٣٠ ، ٢٠١٩ ، ص ٤٦٠ .

الخريطة (٧-٤) حساب التعرية المائية باستخدام نموذج EPM في احواض منطقة الدراسة



المصدر: إعتماًداً على برنامج Arc Map GIS 10.4 .

جدول (٤-١٠) مستويات التعرية المائية حسب حجم التربة المنجرفة في احواض المنطقة .

الفئة	حجم التربة المنجرفة (م ^٣ /كم ^٢ /سنة)	مستويات التعرية	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية %
١	اقل من ٥٠	تعرية غير ظاهرة	٨٦,٦٣	١٧,٩
٢	٥٠ - ٥٠٠	تعرية ضعيفة	٢٩,٦٣	٦,١
٣	٥٠٠ - ١٥٠٠	تعرية متوسطة	١٣٢,٢٤	٢٧,٣
٤	١٥٠٠ - ٥٠٠٠	تعرية شديدة	١٨٧,٩٢	٣٨,٨
٥	٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠	تعرية قوية جداً	٤٧,٤٣	٩,٨
٦	اكثر من ٢٠٠٠٠	تعرية كارثية	٠	٠
المجموع				١٠٠%

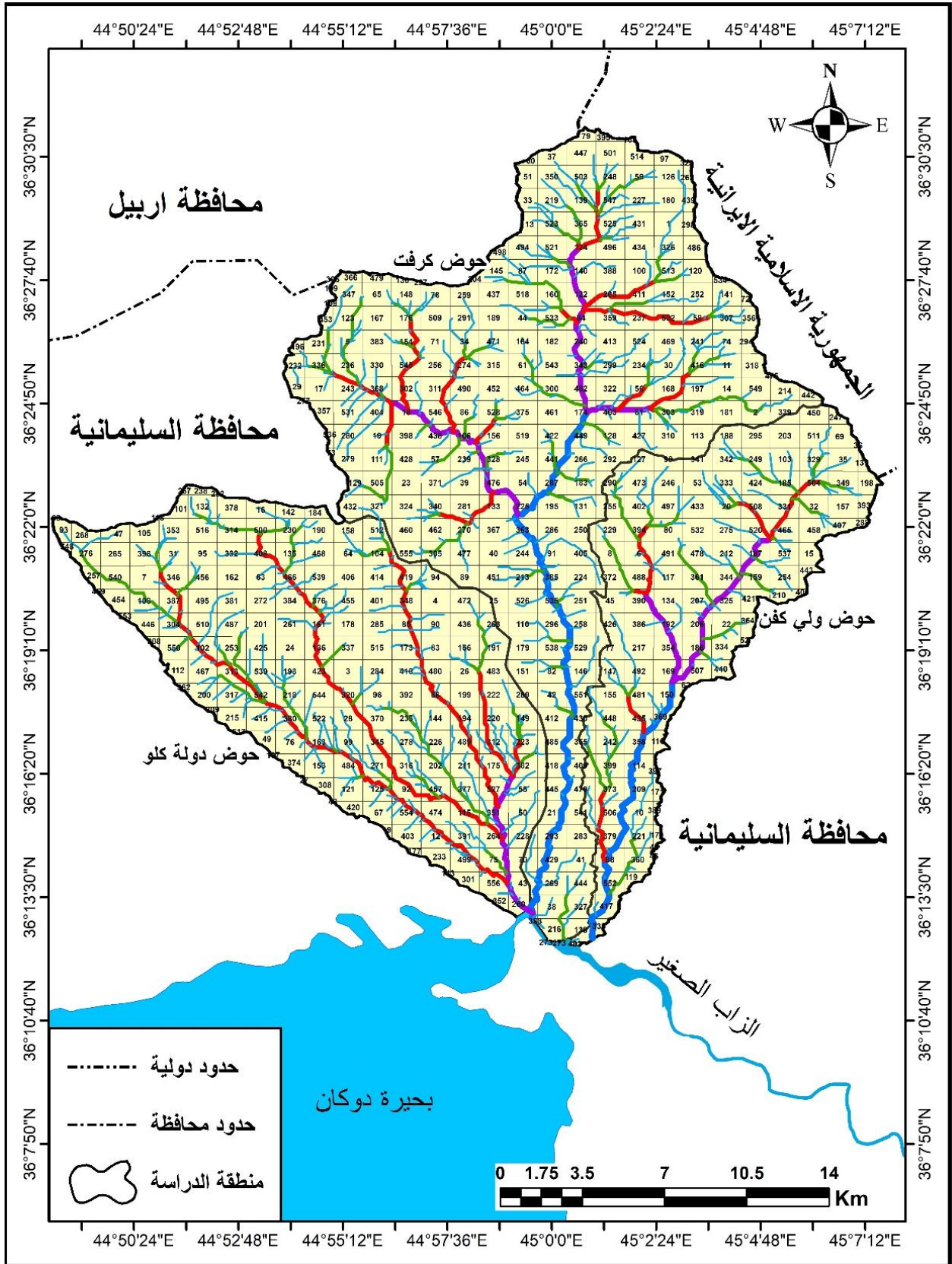
Zachar D . Soil Erosion . Amsterdam : Elsevier Science Publishing Company , (1982)
. p 547 .

جدول (٤-١١) تصنيف انطقة التعرية الاخدودية حسب تصنيف (Bergsma 1982).

درجات التعرية الاخدودية	معدل التعرية الاخدودية	وصف نطاق التعرية الاخدودية
١	١-٤٠٠	نطاق التعرية الخفيفة جداً
٢	٤٠١-١٠٠٠	نطاق التعرية الخفيفة
٣	١٠٠١-١٥٠٠	نطاق التعرية المتوسطة
٤	١٥٠١-٢٧٠٠	نطاق التعرية العالية
٥	٢٧٠١-٣٧٠٠	نطاق التعرية العالية جداً
٦	٣٧٠١-٤٧٠٠	نطاق التعرية الشديدة
٧	اكثر من ٤٧٠٠	نطاق التعرية الشديدة جداً

Bergsma , Rin Fall Erosion Serves For Conserration Planning , ITC, Nether
Land , 2003 , P 170 .

خريطة (٤-٨) شبكة المربعات لأحواض منطقة الدراسة حسب درجة التعرية (Bergsma)



المصدر : إتماداً على المرئية الفضائية DEM واستخدام برنامج Arc Map 10.4 .

إذ إن :

AE : معدل التعرية الاخودية لكل مربع (م / كم^٢) .

L : مجموع اطوال الاخاديد (م) .

A : مساحة المربع الواحد (كم^٢) .

وتم تصنيف قيم التعرية الاخودية في احواض منطقة الدراسة الى خمس درجات حسب النظام الذي حدده (Bergsma 1982) لدرجات التعرية الاخودية ، الخريطة (٤-٩) ، الجدول (٤-١٢) ، والشكل (٤-٥) .

ولأجل تحليل التباين المكاني للتعرية الاخودية Spatial differences of gully Erosion ، تبين أن هناك عدة انطقة للتعرية الاخودية في احواض منطقة الدراسة وهي كالآتي :

١- نطاق التعرية الخفيفة جداً (Very Light erosion Zone) :

بلغت مساحته (٦٠,٩٤ كم^٢) ، بنسبة (١٢,٥٩٤%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، فيظهر هذا النطاق بمساحات منتشرة ضمن مناطق تقسيم مياه الاحواض في المناطق المنخفضة والمناطق الشديدة الانحدار الذي يزيد انحداره اكثر من (٣٠°) في شمال غرب حوض كرفت ، وتتكشف ضمن هذا النطاق تكوينات جيولوجية متجانسة متمثلة بتكوين الطباشيري الأعلى المتكون من الصخور النارية والمتحولة ، اذ تتصف هذه الصخور بصلابتها ومقاومتها لعوامل التعرية المائية الشديدة .

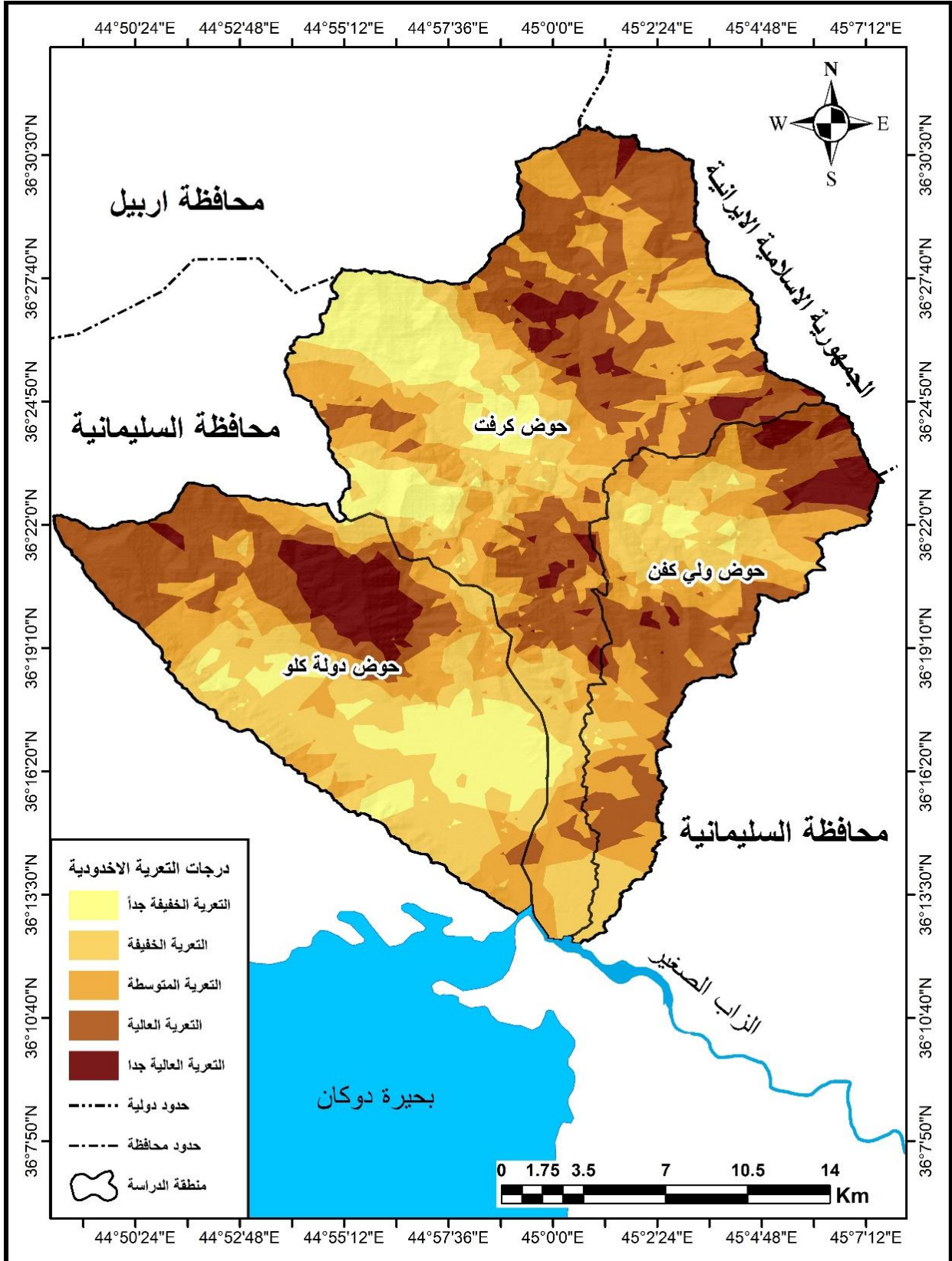
٢- نطاق التعرية الخفيفة (Light erosion Zone) :

يشكل هذا النطاق في مناطق منتشرة من منطقة الدراسة ، وتتراوح معدلات قيم التعرية الاخودية في هذا النطاق بين (٤٠١-١٠٠٠ م / كم^٢) ، والمتمثلة بدرجة تعرية (٢) ، بلغت مساحته (١١٦,٣٦ كم^٢) ، بما يعادل (٢٤,٠٤٨%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، ويشغل أجزاء واسعة من حوض دولة كلو ولاسيما في الأجزاء الجنوبية والشمالية في حوض ولي كفن ، ساعدت البنية الصخرية في الحد من تطور التعرية ضمن هذه الأجزاء في احواض منطقة الدراسة والتي تتمثل بمناطق الطيات العالية والشديدة الالتواء الممتدة بمحاذاة سلسلة جبال قنديل المتحولة وصخور بركانية كلسية ، كما اسهم وجود الغطاء النباتي المتمثل بالغابات والحشائش في الحد من تطور التعرية الاخودية ضمن هذا النطاق .

٣- نطاق التعرية المتوسطة (Moderate erosion Zone) :

يمثل هذا النطاق معدلات تعرية تقع بين (١٠٠١-١٥٠٠ م / كم^٢) ، والمتمثل بدرجات تعرية (٣) ، بلغت مساحة المنطقة المتأثرة بهذا النطاق (١٣٤,٩٨ كم^٢) ، وبنسبة (٢٧,٨٩٦%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، تزداد شدة فعالية التعرية الاخودية ضمن هذا النطاق ، ويظهر بشكل واسع في الأجزاء الجنوبية في حوض ولي كفن وفي بعض المناطق في الجزء الشمالي من الحوض ، فضلاً عن انتشاره بشكل واسع في الجزء الشمالي الشرقي من حوض كرفت ضمن سلسلة جبال قنديل وأجزاء قليلة متفرقة في وسط وجنوب الحوض ، فضلاً عن انتشاره في مناطق شمال غرب والاقعاء الجنوبية من حوض دولة كلو ، ويظهر هذا النوع من التعرية المائية في بعض الانطقة التعرؤية الخفيفة ومناطق السهول التحتانية النهرية ، وتنتشر

الخريطة (٤-٩) نطاقات التعرية الاخدودية استناداً الى Bergsma في احواض منطقة الدراسة

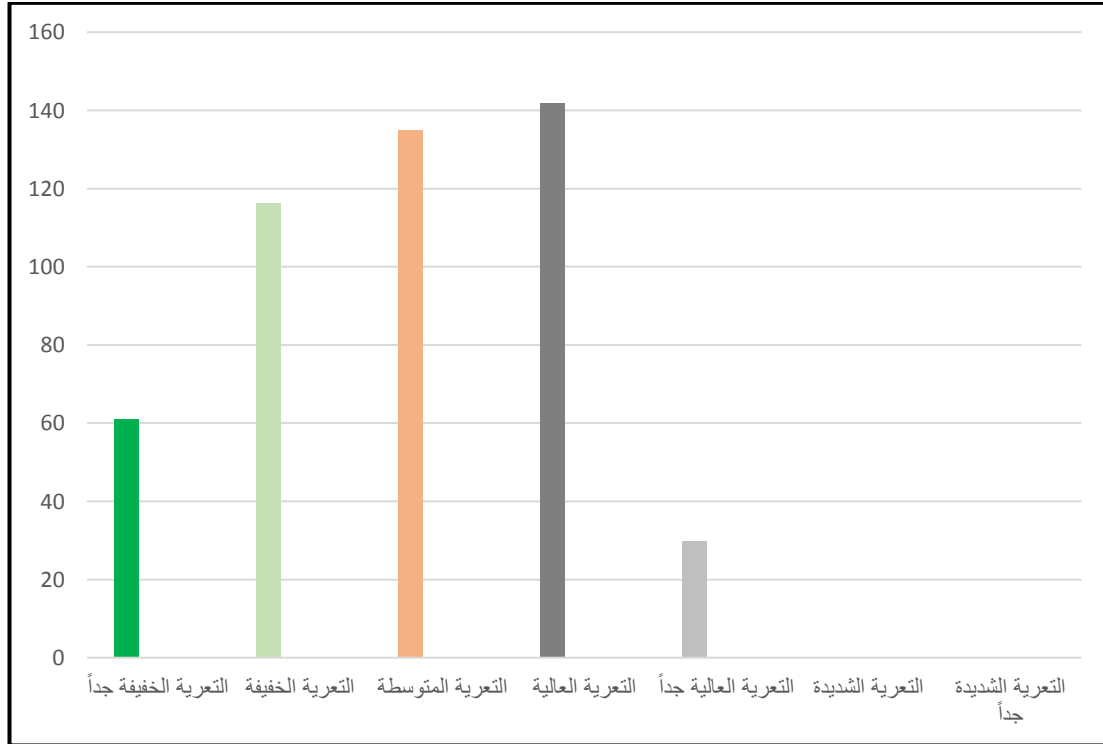


جدول (٤-١٢) تصنيف انطقة ومساحات ونسب التعرية الاخدودية في احواض منطقة الدراسة

درجات التعرية الاخدودية	معدل التعرية الاخدودية	نطاق التعرية الاخدودية	المساحة/ كم ^٢	النسبة المئوية %
١	٤٠٠-١	نطاق التعرية الخفيفة جداً	٦٠,٩٤	١٢,٥٦٨
٢	١٠٠٠-٤٠١	نطاق التعرية الخفيفة	١١٦,٣٦	٢٣,٩٩٨
٣	١٥٠٠-١٠٠١	نطاق التعرية المتوسطة	١٣٤,٩٨	٢٧,٨٣٨
٤	٢٧٠٠-١٥٠١	نطاق التعرية العالية	١٤١,٧٦	٢٩,٢٣٧
٥	٣٧٠٠-٢٧٠١	نطاق التعرية العالية جداً	٣٠,٨٢	٦,٣٥٩
٦	٤٧٠٠-٣٧٠١	نطاق التعرية الشديدة	٠	٠
٧	أكثر من ٤٧٠٠	نطاق التعرية الشديدة جداً	٠	٠
المجموع			٤٨٣,٨٦	%١٠٠

المصدر: إستخراج القياسات من برنامج Arc Map .

شكل (٤-٥) نطاق التعرية الاخدودية في احواض منطقة الدراسة .



المصدر : إعتماًداً على جدول (٤-١٢) .

التعرية الاخدودية في التكوينات الجيولوجية الضعيفة المقاومة لعمليات التعرية المائية والتمثلة بتكوينات الزمن الجيولوجي الرابع (الترسبات النهرية) ، فضلاً عن تكوينات باي حسن الذي يتألف من الرمل الخشن والحصى والحجر الطيني ، استغلت هذه الأراضي للاستعمال الزراعي.

٤- نطاق التعرية العالية (High erosion Zone) :

ينتشر هذا النطاق ضمن مناطق تقسيم مياه احواض منطقة الدراسة ، تنحصر معدلات التعرية في هذا النطاق بين (١٥٠١-٢٧٠٠ كم^٢) ، والمتمثل بدرجة تعرية (٤) ، يشكل هذا النطاق اكثر انطقة التعرية الاخدودية مساحةً في منطقة الدراسة ، بلغت مساحة هذا النطاق (١٤١,٧٦ كم^٢) ، أي بنسبة (٢٩,٢٧٩%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، يظهر في مساحات يظهر في مساحات كثيفة في جنوب و وسط وشمال حوض ولي كفن وفي الأجزاء الوسطى والشمالية والشمالية الشرقية لحوض كرفت، والجزء الشمالي الغربي من حوض دولة كلو ، وتظهر التكوينات الجيولوجية المتمثلة بتكوين قمجوقة وتكوين سلسلة شالاير وتكوين شيرانش ، فضلاً عن ترسبات المراوح الفيضية في جنوب حوض ولي كفن ، وجميعها من الصخور الرسوبية ، ونجد أن عامل الانحدار اسهم في زيادة شديدة التعرية ضمن هذه الأجزاء ، فضلاً عن قلة الغطاء النباتي .

٥- نطاق التعرية العالية جداً (Very High erosion Zone) :

يمثل هذا النطاق بمعدلات تعرية تقع بين (٢٧٠١-٣٧٠٠ م/كم^٢) ، والمتمثل بدرجة تعرية (٥) ، يشكل هذا النطاق أقل انطقة التعرية الاخدودية مساحة في منطقة الدراسة ، بلغت مساحة هذا النطاق (٢٩,٨٢ كم^٢) ، أي بنسبة (٦,١٦٥%) ، من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، ويظهر في مساحات صغيرة متناثرة في الأجزاء الشمالية الشرقية من حوض ولي كفن ، وفي الأجزاء الشمالية من حوض كرفت ، فضلاً عن انتشاره في شمال حوض دولة كلو ، يظهر هذا النطاق في التكوينات الجيولوجية المتمثلة بتكوين شيرانش وقمجوقة ، وفي سلسلة جبال قنديل في تكوين سلسلة شالاير ، نجد أن لعامل الانحدار وقلة النباتات تسهم في زيادة شدة هذا النطاق من التعرية الاخدودية ، وعلى الرغم من اتساع مساحة منطقة الدراسة نسبياً وبالغلة (٤٨٤,٨٦ كم^٢) ، والتباين الحاد في الارتفاع والانحدار ، إلا أن التعرية الاخدودية لم تصل الى التعرية الشديدة أو الشديدة جداً ، ويعود السبب في ذلك الى الطبيعة التضاريسية والبنية الصخرية لمنطقة الدراسة المؤلفة من مناطق معقدة وشديدة الالتواء ولاسيما النظام الصخري الواقع في الجزء الشمالي الغربي لحوض كرفت والذي يتألف من صخور بركانية ومتحولة صلبة وصخور كلسية قديمة ، اذ اسهم وجود هذه البنية الجيولوجية الصلبة في مقاومتها لعمليات التعرية المائية .

٤-٣ عمليات الترسيب المائي (Water Sedimentation Processes):

عندما تبدأ عوامل النحت والنقل بحمل الأجزاء والمفتتات الصخرية الناتجة بفعل عوامل التعرية وتنقلها في ظل ظروف معينة فإن هذه العملية تضعف طاقتها بحيث لا تكفي لحمل حمولتها من المواد الصخرية المفتتة فترسبها ، ويمكن تعريف عملية الأرساب بأنها عملية بناء دائمة^(١) ، وهي عكس التجوية والتعرية تقوم عوامل النقل بتجميع وتراكم المفتتات الصخرية

(١) حسن سيد أحمد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا (دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الأرض) ، مصدر سابق ، ١٩٩٦ ، ص ٤٧٧ .

المنقولة وبنائه بأشكال مختلفة^(١) ، وتتم عملية الارساب في منطقة الدراسة بثلاثة طرائق ، فقد تتم بواسطة الترسيب النهري ، والترسيب بفعل المياه الجوفية (الباطنية) ، والترسيب الريحي ، نظراً لضعف عامل الرياح المتضرسة ، فضلاً عن تخصص دراستنا في التعرية المائية ، سيتم دراسة الترسيب النهري (River Sedimentation) في احواض المنطقة ، عندما تتناقص سرعة المياه تكون غير قادرة على حمل المفتتات فتبدأ عملية الترسيب لأنواع من الرسوبيات الحصى والرمل والطين والغرين ، بسبب ضعف قوة المياه أو لتناقص درجة انحدار السطح ، فعندما تزداد حمولة النهر على قدرته على الحمل فإنه يبدأ بترسيب المواد ترسيباً متدرجاً ، وحيثما تبلغ حمولة النهر غايتها القصوى فإن أية كمية زائدة في الحمولة تؤدي الى ترسيب كمية مكافئة لها من الحمولة الاصلية^(٢) ، ويعني ذلك أن الترسيب النهري يكون منتظماً ومتدرجاً من أعالي مجاري الوديان الى اسفلها ، ولا ترتبط كمية الترسيب بالقسم الأسفل من المجرى النهري فقط بل توجد على كل قطاعات المجرى لكن نوعية تلك الارسابات وكميتها تختلف من مكان لآخر من المجرى النهري ، وتصغر حجوم الرواسب مع الاقتراب من الجزء الأسفل من مجرى النهر بشكل عام ، ويلقي النهر بجزء من حمولته كما ذكرنا قبل قليل في احدي الظروف الآتية^(٣)

١- عند حصول تغير واضح في درجة الانحدار ، مثلاً عندما ينتقل النهر من منطقة جبلية الى منامناطق هضبية أو سهلية ، وتتكون المراوح الفيضية في مثل هذه الأماكن عادةً .

٢- عندما يجري النهر فوق وديان عريضة وواسعة بحيث تكون الظروف ملائمة لحدوث الفيضانات ومن ثم حدوث عملية الترسيب فوق تلك الوديان

٣- عندما ينتهي نهر سريع الجريان محمل بالرواسب في بحيرة ، ويقوم بإلقاء معظم رواسبه فاق قاع البحيرة مكوناً دلتا ، أو تقوم الرواسب بتغطية قاع البحيرة بالرواسب بصورة تدريجية .

٤- عندما يصل النهر الى إقليم صحراوي أو شبه صحراوي ، تتناقص أو تتلاشى بسرعة مياهه تاركاً المواد التي يحملها معها بشكل رواسب .

٥- عندما ينتهي مجرى النهر في البحر ، فتتكون الدلتاوات اذا كانت الظروف في البحر ملائمة لتجمع الرواسب وتكوّن الدلتاوات .

وتتميز منطقة الدراسة بوجود شبكات الصرف التي تساعد على الترسيب النهري الناتج عن الظروف المناخية وطبيعة الصخور والأحجار ووجود الأنهار مجاري الاودية ، فضلاً عن فعل الامطار الغزيرة في بداية العصر الرباعي التي كونت سيولاً جارفة أدت الى تكوين ترسبات حصوية متفاوتة الأحجام وترسبات رملية طينية ، أما المناخ الحالي فتتميز امطار منطقة الدراسة بتذبذبها من حيث فصول السنة وتباينها الزمني والمكاني إلا انها تحدث جريان مائي يكوّن سيولاً مائية تساعد في احداث عمليات ترسيب احجار كبيرة و حصوية فضلاً عن الرمال والطين ، وتتكون في منطقة الدراسة اشكال أرضية عديدة ناتجة عن الترسيب النهري منها الترسبات التي تحدث في مجاري الأنهار وقاع الاخاديد ، الصورة (٤-٢٣) ، والسهول الفيضية

(١) محمد إبراهيم فارس ، محمد يوسف حسن ، قواعد الجيولوجيا التطبيقية ، الطبعة الثانية ، دار النهضة العربية للطبع والنشر ، القاهرة ، ١٩٦١ ، ص ٢١٧ .

(٢) فاضل توماس السعدون وآخرون ، مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، دار التقني للطباعة ، بغداد ، ١٩٨٤ ، ص ٣٦٠ .

(٣) عبد الاله رزوقي كربل ، مصدر سابق ، ص ١٤٧ .

الصورة (٤-٢٣) ترسيب الحصى في احد اخاديد حوض ولي كفن .



المصدر : الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة ، بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .

والالتواءات النهرية التي تظهر على مجاري احواض منطقة الدراسة ، وخصوبة الرواسب الطموية ولاسيما عند اقدم الجبال المرتفعة والدالات المروحية ، ولكن بعضها يحتوي على الأحجار والصخور الكبيرة التي تجعل الزراعة غير سائدة فيها . ولمعرفة كمية ناتج الإرساب النهري لأحواض منطقة الدراسة ، تم تطبيق معادلة فورنير (Fournier 1960) ، وقد اقترح فورنير عام ١٩٦٠ تقدير الناتج الرسوبي للأنهار ، ثم بعد ذلك طورها لتناسب جميع الأحواض نسبة لمناخها وتضرسها ، وقد اعتمد الباحث على معادلة الناتج الرسوبي الخاصة بالأحواض المرتفعة التضاريس والمناخ الرطب لأنها ملائمة لأحواض منطقة الدراسة ، وهذه المعادلة كالآتي^(١) :

$$Y = 52.49 \left(\frac{P^2}{P} - 513.21 \right)$$

إذ أن :

Y : الناتج الرسوبي (طن/ كم^٢ / سنة) .

P : قيمة اكثر الشهور مطراً (مم) .

P : كمية الامطار السنوية (مم) .

$$= 52.49 \left(\frac{1646.89}{660.4} - 513.21 \right)$$

(١) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص٤٢٣ .

$$= 52 \times 24.92 - 513.21$$

$$Y = 794.84 .$$

وعند تطبيقنا للمعادلة المذكورة على البيانات المناخية لمحطة دوكان التي تعد أقرب محطة لمنطقة الدراسة ، بلغت قيمة أكثر الشهور مطراً شهر كانون الثاني البالغ (٣، ١٢٨ ملم) ، بلغت كمية الأمطار السنوية (٢، ٦٥٩ ملم) ، وتم حساب الناتج الرسوبي (٨٤، ٧٩٤ طن / كم^٢ / سنة) ، وهي كمية عالية من الرواسب تعكس غزارة المياه وشدة تأثير التعرية المائية في أحواض منطقة الدراسة .

٤-٣-١ الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن الترسيب المائي في منطقة الدراسة

تؤثر نوعية وكمية الرواسب في تكوين الاشكال الجيومورفولوجية ، فنلاحظ ترسيب المفنتات الكبيرة والحصى في بطون الاودية وذلك لعدم قدرة الماء على حملها لمسافات بعيدة ، بينما تنتقل المفنتات الناعمة لمسافات ابعد ، وبذلك تشكل المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن الترسيب المائي، الخريطة (٤-١) ، ومن هذه الاشكال هي :

١- السهول الفيضية (Flood Plains) :

تتكون السهول الفيضية من أراضي الاودية النهرية بجوار مجاري الأنهار ، وتتجمع رواسبها الناتجة عن التعرية الصفائحية فوق بعضها البعض الاخر تبعاً لارساب الاودية النهرية بعض حملتها من رواسب على جانبيه اثناء وقت الفيضان ، أو تركه لها وانحصار مياه النهر في مجرى ضيق ، ويتمثل فوق السهول الفيضية ظاهرات تضاريسية مختلفة أهمها البحيرات المتقطعة والجسور الطبيعية التي تتألف من من المواد الطينية اللزجة التي تتكون بعد طرح النهر بعض حملته أو انحصاره في مجراه الضيق^(١) ، وتمتاز السهول بانبساطها نسبياً وقلة انحدارها ، وغالباً ماتتناقص احجام هذه الحمولة كلما ابتعدنا عن النهر وتتكون من رواسب فتاتية كالطين والغرين والطمى في اثناء فيضان النهر ، أما الرواسب الخشنة من الحصى والجلاميد فهي تترسب عند الضفاف ، وتنتشر السهول الفيضية في منطقة الدراسة في المناطق القليلة الانحدار في جنوب منطقة الدراسة ، الصورة (٤-٢٤) .

٢- المراوح الفيضية (Alluvial Fans) :

وهي تجمع من الرواسب الفتاتية على شكل مخروط او نصف دائرة عند اقدام الجبال والتلال ، تحدث نتيجة تغير مفاجئ في انحدار السطح من انحدار شديد الى انحدار ضعيف ، بفعل انتقال المياه من من المناطق المرتفعة الى المناطق المنخفضة مما يؤدي الى انخفاض قوة التيار المائي وبالتالي يقوم بترسيب حمولته مكونة مايشبه بالدتا^(٢) ، وتميزت منطقة الدراسة بوجود العديد من المراوح الفيضية الممتدة على طول المناطق المرتفعة لاسيما سلسلة جبال قنديل المحاذية للحدود العراقية الإيرانية ، فضلاً عن وجود مرتفات أخرى في اغلب منطقة الدراسة ، وقد تميزت المنطقة بسيادة هذه الظاهرة ، وتختلف تكوين المراوح الفيضية واتساعها وحجمها وسمكها هو

(١) حميدة كاظم زغير ، أهم الاشكال الجيومورفولوجية في السهول الفيضية ، مجلة دراسات تربية ، العدد ٢٨ ، ٢٠١٤ ، ص٢٦٨-١٦٩ .

(١) حسن رمضان سلامة ، جيومورفولوجية المراوح الفيضية المطورة عن صخور كرانيتية في وادي عربية في الأردن ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية ، المجلد (٦) ، العدد(٢) ، ١٩٧٩ ، ص١٢٤ .

الحوض المكوّن لها فتحدث فيه عمليات الهدم والتعرية والترسيب المائي ، ولحجم التصريف المائي للنهر القادم من المنطقة الجبلية ، وطبيعة التكوينات الجيولوجية وطبيعة الحمولة فعندما تحمل المياه كميات كبيرة من الرواسب وتجري بسرعة كبيرة فوق المنطقة الشديدة الانحدار خلال التساقط المطري تلقي الأنهار ماتحملة من الرواسب في المنطقة الأقل انحداراً بشكل تدريجي ابتداءً من مواد خشنة مثل الجلاميد والحصى الكبيرة ثم الرواسب المتوسطة مثل الرمال والغرين واخيراً الرواسب الناعمة مثل الطين ، فتنجم الرواسب على شكل مروحة ، وتمثل هذه المراوح خزان جيد للمياه الجوفية نتيجة لارتفاع مسامية ونفاذية الرواسب اذ تسمح بنفاذية المياه النازلة من المرتفعات الى باطن الأرض ، وتوجد المراوح الفيضية في مواقع عديدة في منطقة الدراسة ، عند التقاء الاودية النهرية من المرتبة الصغيرة القادمة من سلسلة جبال قنديل والتقاءهما بالوادي ذو المرتبة الأكبر الأراضي المنخفضة ، الصورة (٤) - (٢٥) .

٣- الجزر النهرية (River Islands) :

هي حواجز تظهر في مجرى النهر تأخذ امتداداً طويلاً مع مجراه ، وتتكون من ترسبات عجز النهر من حملها ، وتتباين في موقعها فمنها ماتكون جانبية ومنها ماتكون وسطية ، وتظهر على هيئة جر ترتفع قليلاً عن مستوى الماء ، وترتفع بصورة تدريجية نتيجة حالة الترسيب حوال هذه الحواجز أو على سطحها أثناء مدة الفيضانات الشديدة^(١) ، وتعد الجزر النهرية من الاشكال الجيومورفولوجية الارسابية المائية ، ومن العوامل المؤثرة في تكوين الجزر النهرية في منطقة الدراسة هي المنعطفات والالتواءات النهرية والانحدار والامطار الساقطة والنبات الطبيعي فضلاً عن زيادة الرواسب ، فعندما تبدأ مجاري الاحواض بالترسيب ، فعندها يبدأ النهر بالترسيب فتترسب الحمولة الخشنة من الجلاميد والحصى ثم الرواسب المتوسطة الرمال الخشنة والغرين واخيراً الرواسب الناعمة كالغرين ، وتساعد هذه الجزر على نمو النباتات فوقها مما يزيد من قوة تماسكها ويساعد على اتساع حجمها بمرور الزمن ، ويشكل عام تظهر جزر في منطقة الدراسة قرب منطقة مصبات الاودية وذلك نتيجة انخفاض انحدار السطح نسبياً ، الصورة (٤) - (٢٦) .

(١) انتظار مهدي عمران ، جيومورفولوجية الجزر النهرية في شط الهندية ، مجلة كلية التربية الأساسية ، جامعة بابل ، العدد (٢٣) ، ٢٠١٥ ، ص ١٨٤ .

الصورة (٤-٢٤) السهول الفيضية جنوب حوض كرفت .



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

الصورة (٢٥-٤) مروحة فيضية في ناحية ناودشت .



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

الصورة (٢٦-٤) جزر نهريّة جنوب حوض كرفت منطقة الدراسة .



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

٤-٤ الخلاصة :

يتضح من دراسة التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية في احواض منطقة الدراسة مايلي :

تبين ان المنطقة تعاني من عمليات التجوية وتؤثر على نشاط عمليات التعرية المائية في منطقة الدراسة ، وأن التجوية السائدة في المنطقة هي التجوية الفيزيائية (شتاءً وصيفاً) حسب معادلة وينزرت ، كما تبين أن منطقة الدراسة تعاني من نشاط التعرية المائية بانواعها (التصادمية والغطائية والمسيلية والأخدودية وتعرية الاودية) وان التعرية المائية تنتج عدد من الاشكال الجيومورفولوجية في المنطقة منها (البيدمنت ، الالتواءات النهرية ، شبكة الوديان ، التلال المنعزلة ، الخوانق ، الكويستا ، العيون والينابيع المائية ، البيوت ، الأراضي الرديئة (الحزوز) ، تجايف التعرية ، مدرجات نهريه) ، تم معرفة التقييم النوعي للتعرية المائية في منطقة الدراسة من خلال استخدام مؤشر (فورنير) ، وأنموذج (PAP-CAR) وعند تطبيق معادلة فورنير وجد أن التعرية المائية في منطقة الدراسة تقع ضمن الفئة الثانية (٥٠-٥٠٠) وهي تعرية معتدلة . أما نتائج أنموذج PAP-CAR إذ تم أستخراج خريطة التعرية المائية من خلال عمل نمذجة وقد تبين أن منطقة الدراسة تشهد خمس فئات للتعرية المائية وصولاً إلى التعرية الشديدة جداً ، كما تم معرفة التقييم الكمي للتعرية المائية في منطقة الدراسة من خلال استخدام أنموذج جافريلوفيك ومؤشر بيرجسما ، وأتضح من نتائج أنموذج جافريلوفيك يتكون من خمس فئات وصولاً إلى الفئة الخامسة (تعرية قوية جداً) . أما مؤشر بيرجسما وهو أحد المؤشرات المهمة المستخدمة لقياس التعرية الأخدودية أتضح أن منطقة الدراسة تشهد خمس درجات لتحديد شدة التعرية الأخدودية وصولاً إلى نطاق التعرية العالية جداً ، إذ تتميز منطقة الدراسة بوجود أمطار موسمية لكنها تحدث جريان مائي يكون سيولاً مائية تساعد في حدوث عمليات ترسيب احجار كبيرة حصوية فضلاً عن الرمال والطين ، وقد أعتمد الباحث على معادلة الناتج الرسوبي الخاصة بالأحواض ، وتم حساب الناتج الرسوبي (٧٩٤,٨٤ طن/كم^٢/سنة) وهي كمية عالية من الرواسب تعكس غزارة وشدة التعرية المائية ، ومن الاشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن الترسيب المائي في المنطقة (السهول الفيضية والمرائح الفيضية والجزر النهرية) .

ويتضح مما سبق تحقيق صحة الفرضية الرابعة وهي (يمكن تقييم عمليات التعرية المائية كماً ونوعاً لبعض احواض شمال بحيرة دوكان) .

الفصل الخامس

المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن

التعرية المائية في أحواض منطقة

الدراسة

تمهيد :-

تعد مشكلة التعرية المائية من اخطر المشاكل التي تتعرض اليها الترب في احواض منطقة الدراسة ، وهي اشد خطورة من التعرية الريحية ، لأن المياه اكثر قدرة على نقل وإزالة الافاق العليا من التربة ، ولاسيما الاخطار التي تسببها التعرية المائية من فوق سطح المنحدرات على اسفل المنحدرات ، وأن زيادة مخاطر السيول وما يصاحبها من جريان سريع للمياه على السطح أو خلاله يسهم في تعريته ويزيد معدل كمية الرواسب المنقولة التي تتجمع في الأراضي المنخفضة ، وتسهم التعرية المائية في تغيير مصفوفة التربة التي تحمل الرطوبة والهواء والعناصر المعدنية مما يعرض صلاحيتها للخطر .

تنشط التعرية المائية في البيئات الجافة وشبه الجافة بسبب نوع التساقط المطري الذي يتميز بهطول شديد للأمطار وفي أوقات قصيرة مما يسبب سيول جارفة ولاسيما في الاودية ، مما يؤدي الى حدوث تعرية خطيرة جداً ، ويتوقع أن تكون تعرية التربة بوساطة الماء اكثر خطورة في المناطق التي يكون فيها مجموع التساقط المطري السنوي كبيراً^(١) . وإن كثافة ونوعية الغطاء النباتي يقلل من خطر التعرية المائية فكلما كان كثيفاً أدى الى تماسك التربة والتقليل من مخاطر الامطار وتضرر التربة ، وأن القوة التحاتية للمياه الجارية في قنوات ذات حدود واضحة تعد عاملاً فعالاً في النقل والنحت^(٢) . ويسهم الحت النهري في الاحواض المائية في حدوث الانهيارات الأرضية من خلال نشاطها الحتي الرأسي والجانبى والتقويض من الأسفل^(٣) .

ومن خلال دراسة واقع المخاطر الجيومورفولوجيا الناتجة عن التعرية المائية تم بناء قاعدة بيانات مكانية للمنطقة وعرض هذه المعلومات الكمية على شكل خرائط موضوعية متعددة الأغراض ، ثم اشتقاق خرائط الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية باستخدام التقانات الجغرافية الحديثة المستخدمة في الدراسة والتي تعد من الوسائل المهمة في الكشف عن المظاهر الأرضية ومراقبة التغيرات الحاصلة في البيئة الطبيعية .

كما أن للدراسة الميدانية أثراً مهماً في مشاهدة وتحليل مخاطر التعرية المائية والوقوف على تلك الظواهر ، واثرت تلك المخاطر على استعمالات الأرض وغيرها . وفيما يأتي عرض أهم الاستخدامات التي تتعرض للانعكاسات نتيجة خطورة التعرية المائية على احواض منطقة الدراسة :

٥-١ متغيرات مخاطر عمليات التعرية المائية وفق Bergsma:**٥-١-١ مطابقة الطبقة الجيولوجية مع التعرية المائية:**

يعد التباين في البنية الجيولوجية وطبيعة الصخور من أهم العوامل المؤثرة في تشكيل مظاهر سطح الأرض واثرها في المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة ، إذ تبين أن الحركات الأرضية التكتونية هي المسؤولة بشكل مباشر عن تحديد

(١) نورمان هدسون ، ترجمة فوزي محمد الدومي ، صيانة التربة ، ط١ ، دار الكتب الوطنية ، بنغازي ، ٢٠٠١ ، ص٢٤ .

(٢) أم . أي . كارسون وآخرون ، ترجمة وفيق حسين الخشاب ، المدخل الى العمليات النهريية (دراسات في الجيومورفولوجيا) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ١٩٧٩ ، ص ١٧٢ .

(٣) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص ١٥٥ .

جيومورفولوجية المنطقة من خلال الطيات المحدبة والمقعرة ، فضلاً عن الفوالق والتراكيب الخطية والتشوهات الخطية المتمثلة بالفواصل والشقوق المنتشرة ضمنها ، والتباين في الارتفاع والانخفاض ودرجة واتجاه الانحدار في منطقة الدراسة .

هذه العوامل مجتمعة تعمل على التأثير بشكل مباشر على شدة واتجاه سير العمليات الجيومورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة كحركة المواد على المنحدرات وعملية التجوية والتعرية المائية ودرجات متباينة من مكان لآخر تبعاً لاختلاف تباين البنية الصخرية في صفاتها وعمرها الجيولوجي ومدى تأثيرها بتلك الحركات ، وتمتاز منطقة الدراسة كما ورد ذكره سابقاً في الفصل الأول بوجود تكوينات ترجع الى أزمنة جيولوجية تمتد اعمارها ما بين الزمن الثاني (العصر الكريتاسي) الى ترسبات عائدة الى الزمن الرباعي (عصر الهولوسين) وتباينت ما بين صخور شديدة الصلابة مثل الحجر الكلسي والحجر الجيري ومدملكات وطفح بركاني الذي يغطي مساحة (١٤٣,٩٤٧) كم^٢ ، بنسبة (٢٩,٦) % من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، وأخرى قليلة الصلابة كصخور المارل والطفل وبازلت وحجر كلسي مرجاني وحجر رملي وترسبات (الرمل ، الحصى ، غرين ، صلصال) ومواد خشنة وناعمة وطين ، التي تغطي مساحة (٤٩,٩٤) كم^٢ بنسبة (١٠,٢) % من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، وبما أن منطقة الدراسة تتأثر بفعل التعرية المائية تأثيراً كبيراً ، لذا تم إجراء مطابقة لاحتساب مدى تأثير شدة التعرية المائية بالتكوينات الجيولوجية ، وتمت المطابقة ضمن بيئة برنامج (Arc GIS 10.4) من (Arc tool box) ثم (analysis tools) ثم نختر (overlay) واخيراً (intersect) ، وقد بينت تلك المطابقة وجود علاقة عكسية بين شدة التعرية المائية والتكوينات الجيولوجية ، يلاحظ الجدول (١-٥) والخريطة (١-٥) ، فتبين أن تأثير التعرية المائية أكثر شدة في التكوينات الأقل صلابة، إلا أن صخور المنطقة بشكل عام تتأثر بمخاطر التعرية المائية بدرجاتها المختلفة.

الجدول (١-٥) المطابقة بين التكوينات الجيولوجية وشدة التعرية المائية وفق معادلة (Bergsma) في منطقة الدراسة .

التكوين الجيولوجي	التعرية الاخدودية	كم ^٢
تكوين قمجوقة	التعرية خفيفة جداً	2.60
تكوين قمجوقة	التعرية خفيفة	17.59
تكوين قمجوقة	التعرية متوسطة	24.29
تكوين قمجوقة	التعرية عالية	28.18
تكوين قمجوقة	التعرية عالية جداً	9.52
تكوين كوميتان	التعرية خفيفة جداً	6.96
تكوين كوميتان	التعرية خفيفة	22.63
تكوين كوميتان	التعرية متوسطة	34.95
تكوين كوميتان	التعرية عالية	39.52
تكوين كوميتان	التعرية عالية جداً	7.31
مجموعة صخور والش ناوبردان	التعرية خفيفة جداً	2.94
مجموعة صخور والش ناوبردان	التعرية خفيفة	1.82

0.82	التعرية متوسطة	مجموعة صخور والش ناوبردان
3.87	التعرية عالية	مجموعة صخور والش ناوبردان
1.27	التعرية عالية جداً	مجموعة صخور والش ناوبردان
4.57	التعرية خفيفة جداً	مجموعة صخور ولاش
3.29	التعرية خفيفة	مجموعة صخور ولاش
5.77	التعرية متوسطة	مجموعة صخور ولاش
4.23	التعرية عالية	مجموعة صخور ولاش
3.72	التعرية عالية جداً	مجموعة صخور ولاش
20.43	التعرية خفيفة جداً	مراوح فيضية
26.25	التعرية خفيفة	مراوح فيضية
16.86	التعرية متوسطة	مراوح فيضية
8.39	التعرية عالية	مراوح فيضية
6.80	التعرية خفيفة جداً	تكوين شيرانش
3.47	التعرية خفيفة	تكوين شيرانش
20.29	التعرية متوسطة	تكوين شيرانش
30.67	التعرية عالية	تكوين شيرانش
7.73	التعرية عالية جداً	تكوين شيرانش
3.10	التعرية خفيفة جداً	تكوين سلسلة شالاير
14.31	التعرية خفيفة	تكوين سلسلة شالاير
13.78	التعرية متوسطة	تكوين سلسلة شالاير
18.49	التعرية عالية	تكوين سلسلة شالاير
0.75	التعرية عالية جداً	تكوين سلسلة شالاير
10.30	التعرية خفيفة جداً	سلسلة الطبقة الحمراء السوي
11.07	التعرية خفيفة	سلسلة الطبقة الحمراء السوي
9.63	التعرية متوسطة	سلسلة الطبقة الحمراء السوي
5.20	التعرية عالية	سلسلة الطبقة الحمراء السوي
0.39	التعرية عالية جداً	سلسلة الطبقة الحمراء السوي
0.90	التعرية خفيفة جداً	ترسبات منحدرات
4.81	التعرية خفيفة	ترسبات منحدرات
1.93	التعرية متوسطة	ترسبات منحدرات

0.87	التعرية عالية	ترسبات منحدرات
1.94	التعرية خفيفة جداً	تكوين تانجرو
10.64	التعرية خفيفة	تكوين تانجرو
5.30	التعرية متوسطة	تكوين تانجرو
0.39	التعرية عالية	تكوين تانجرو
0.66	التعرية خفيفة جداً	تكوين بالمبو كاركو سرموند
0.65	التعرية خفيفة	تكوين بالمبو كاركو سرموند
1.06	التعرية متوسطة	تكوين بالمبو كاركو سرموند
1.88	التعرية عالية	تكوين بالمبو كاركو سرموند
0.03	التعرية متوسطة	مراوح فيضية
0.02	التعرية متوسطة	ترسبات منحدرات
484.86	المجموع الكلي للمساحة	

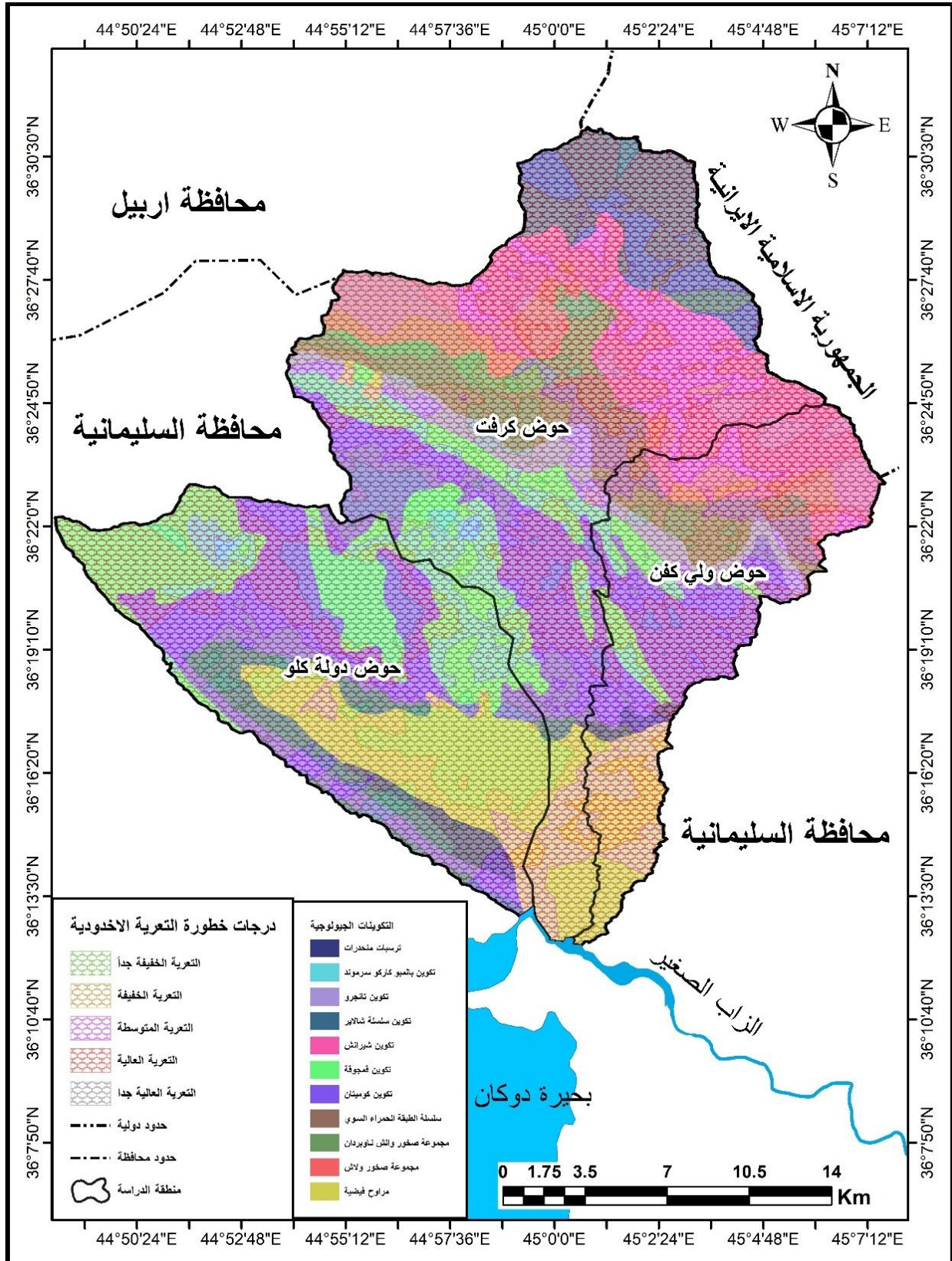
المصدر :- اعتماداً على مطابقة التكوينات الجيولوجية ودرجات التعرية المائية باستخدام برنامج Arc GIS10.4 .

٥-١-٢ المطابقة بين طبقة الانحدار مع التعرية المائية (Bergasma) :

إن سطح الأرض وما يتضمن من تضاريس وطبيعة الانحدار هو احد العوامل الأساسية التي تحدد الاستعمال المناسب لكل منطقة ، يؤدي التباين في التضاريس الأرضية الى تباين سرعة عملية التجوية والتعرية وانواعها ، فتزداد التجوية الفيزيائية حدة على السفوح الشديدة الانحدار التي تحصل عليها حركة المواد الأرضية بأنواعها وزيادة عمليات الحت وجرف التربة وتزداد سرعة الجريان المائي وتنشط التعرية المائية فوق هذه السفوح^(١) . ولإيجاد العلاقة المكانية بين الانحدار والتعرية المائية في منطقة الدراسة قام الباحث بعملية دمج الطبقات أو ما يسمى بعملية التطابق بهدف تحديد العلاقة المكانية بين الظواهر الجغرافية على شكل خرائط تجمع بيانات الطبقتين ومكان تطابق الفئات مع بعضها البعض . إذ تم وضع خريطة فوق خريطة ثابتة ، لمعرفة العلاقة بين درجة الانحدار وشدة التعرية المائية ومساحتها من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، يلاحظ الجدول (٥-٢) ، واشتقاق خريطة المطابقة بين الانحدار والتعرية المائية ، يلاحظ خريطة (٥-٢) . وقد اتضح أن هناك تطابقاً بعلاقة طردية ، إذ تطابقت المناطق ذات درجات الانحدار الشديد مع شدة التعرية المائية ، وقد لوحظ ان لدرجة الانحدار وطول المنحدر عوامل تتعلق بنفاذية التربة للمياه وكلما قلت نفاذية التربة للمياه زادت خطورة التعرية المائية والعكس صحيح .

(١) خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية) ، ٢٠٠٩ ، مصدر سابق ، ص ٣٢٢ .

الخريطة (١-٥) المطابقة بين التكوينات الجيولوجية مع التعرية المائية وفق معادلة
(Bergasma).



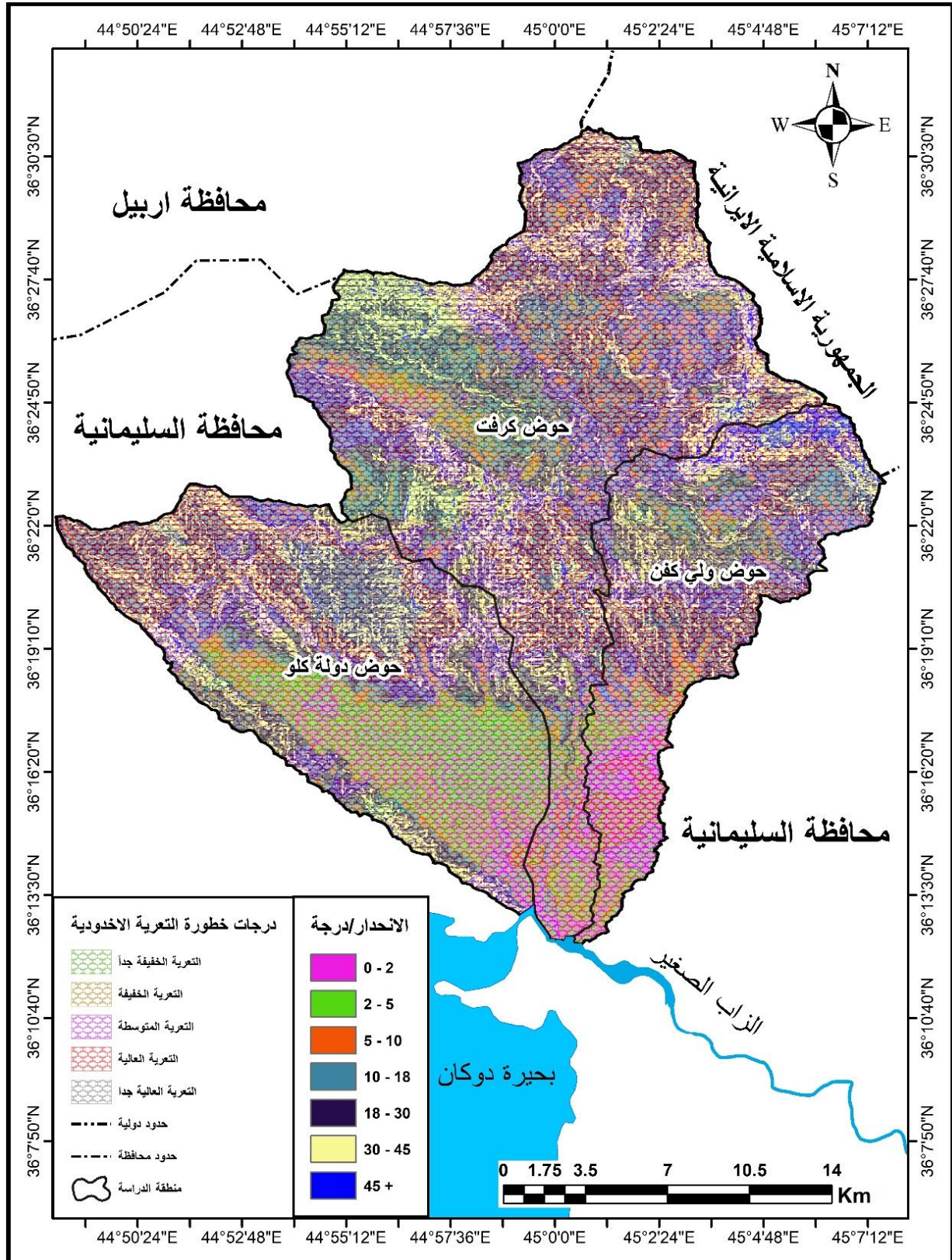
المصدر :- إعتماًداً على الجدول (١-٥) بإستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

الجدول (٥-٢) المطابقة بين درجات الانحدار وشدة التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة .

الانحدار	التعرية الإخودية	كم ٢
0-2	التعرية خفيفة جداً	7.48
0-2	التعرية خفيفة	12.88
0-2	التعرية متوسطة	8.93
0-2	التعرية عالية	5.49
0-2	التعرية عالية جداً	0.06
2_5	التعرية خفيفة جداً	12.50
2_6	التعرية خفيفة	18.78
2_7	التعرية متوسطة	10.84
2_8	التعرية عالية	5.70
2_9	التعرية عالية جداً	0.29
5_10	التعرية خفيفة جداً	5.61
5_11	التعرية خفيفة	11.84
5_12	التعرية متوسطة	12.19
5_13	التعرية عالية	7.59
5_14	التعرية عالية جداً	1.56
5_15	التعرية خفيفة جداً	10.41
5_16	التعرية خفيفة	21.86
5_17	التعرية متوسطة	27.92
5_18	التعرية عالية	24.80
5_19	التعرية عالية جداً	5.43
18-30	التعرية خفيفة جداً	14.56
18-30	التعرية خفيفة	32.33
18-30	التعرية متوسطة	45.33
18-30	التعرية عالية	54.12
18-30	التعرية عالية جداً	11.45
30-45	التعرية خفيفة جداً	9.61
30-45	التعرية خفيفة	17.83
30-45	التعرية متوسطة	26.82
30-45	التعرية عالية	38.27
30-45	التعرية عالية جداً	9.42
أكثر من ٤٥	التعرية خفيفة جداً	0.61
أكثر من ٤٥	التعرية خفيفة	1.56
أكثر من ٤٥	التعرية متوسطة	2.64
أكثر من ٤٥	التعرية عالية	5.26
أكثر من ٤٥	التعرية عالية جداً	2.90
المجموع الكلي للمساحة		484.86

المصدر :- إعتماًداً على مطابقة درجات الانحدار وشدة التعرية المائية باستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

الخريطة (٢-٥) المطابقة بين درجات الانحدار مع التعرية المائية وفق (Bergsma) في منطقة الدراسة .



المصدر:- إعتماًداً على الجدول (٢-٥) بإستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

٣-١-٥ المطابقة بين طبقة النبات الطبيعي مع التعرية المائية (Bergsma):

يؤدي غطاء النبات الطبيعي أثراً مهماً في حماية السفوح والتكوينات الصخرية من مختلف أنواع التعرية المائية حسب كثافته ونوعه ، إذ يشكل حاجزاً وقائياً يقلل من أثر فعل مخاطر التعرية المائية مما يحقق تأثيراً كبيراً في تنظيم تدفق المياه الجارية والحد من آثار التعرية المائية ، أما انعدام النبات الطبيعي فيترتب عليه انعكاسات سلبية متعددة تزيد من تفاقم مخاطر التعرية المائية التي تعاني منها مختلف مناطق الاحواض ، فالتعرية الاخدودية تؤدي الى تقليل الاحتكاك الهيدروليكي وزيادة سرعة المياه وما يصاحب ذلك من مخاطر بدء التعرية المائية ، يعد الغطاء النباتي من أهم عوامل التربة من عمليات التعرية ولاسيما النباتات ذات الجذور الليلية ، إذ تنمساك حبيبات التربة وتمنع تفككها وانجرافها ، ويساعد الغطاء النباتي على زيادة نسبة المادة العضوية في التربة التي تعد من المواد الرابطة لدقائقها ، مما يساعد على زيادة تماسك التربة وتقليل انجرافها بفعل التعرية المائية .

ولدراسة العلاقة المكانية بين النبات الطبيعي والتعرية المائية في منطقة الدراسة ، اذ قام الباحث بعملية دمج طبقتي النبات الطبيعي والتعرية المائية واتضح أن هناك علاقة عكسية بين كثافة غطاء النبات الطبيعي وشدة التعرية المائية ، فكلما قل الغطاء النباتي زادت شدة التعرية المائية والعكس صحيح ، يلاحظ الجدول (٣-٥) والخريطة (٣-٥) .

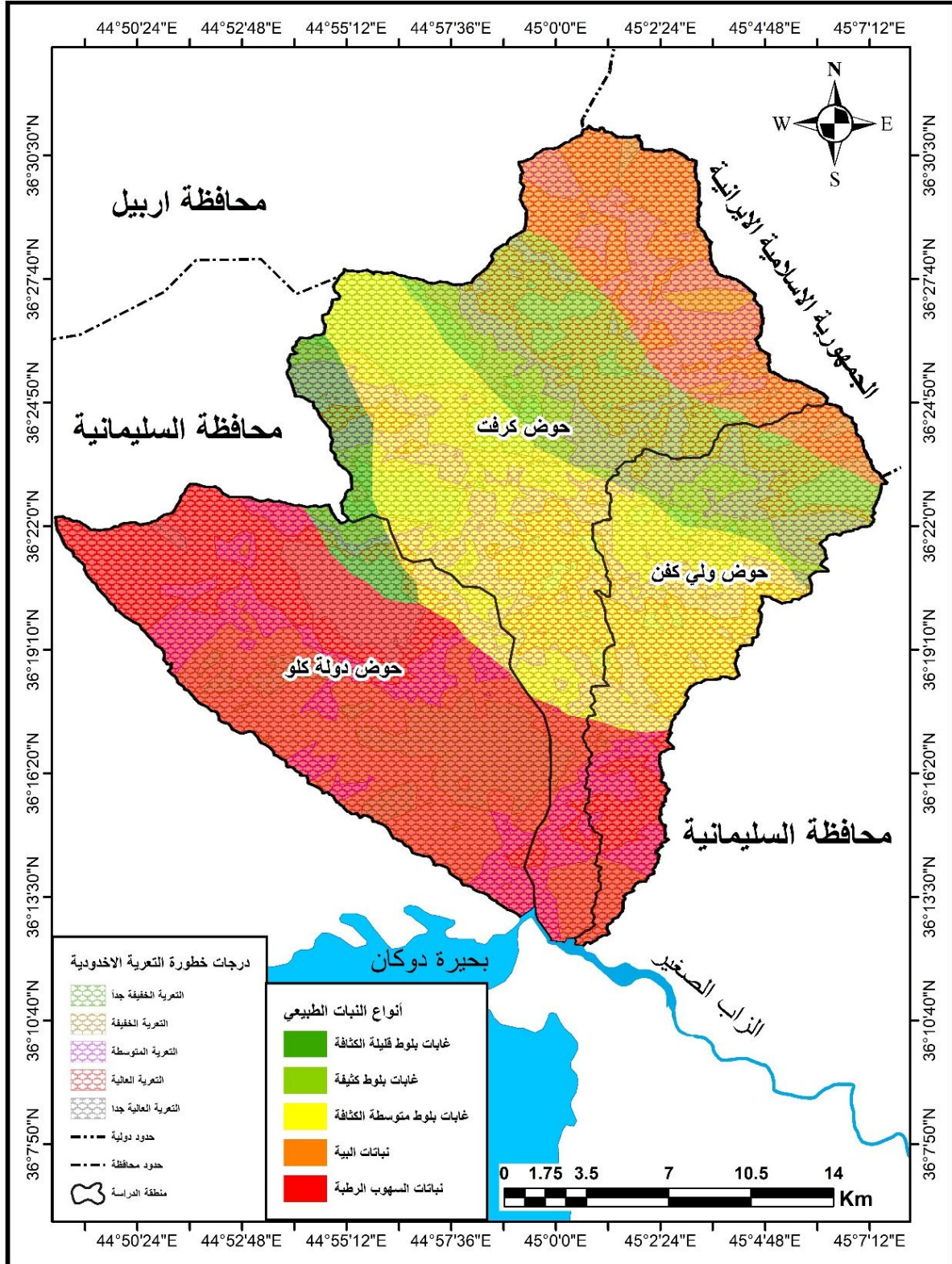
الجدول (٣-٥) مطابقة النبات الطبيعي مع طبقة التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة .

كم ٢	التعرية الإخدودية	الإقليم النباتية
26.40	التعرية خفيفة جداً	نباتات السهوب الرطبة
57.63	التعرية خفيفة	نباتات السهوب الرطبة
38.88	التعرية متوسطة	نباتات السهوب الرطبة
40.79	التعرية عالية	نباتات السهوب الرطبة
11.78	التعرية عالية جداً	نباتات السهوب الرطبة
26.54	التعرية خفيفة جداً	غابات بلوط متوسطة الكثافة
35.35	التعرية خفيفة	غابات بلوط متوسطة الكثافة
40.09	التعرية متوسطة	غابات بلوط متوسطة الكثافة

35.26	التعرية عالية	غابات بلوط متوسطة الكثافة
2.42	التعرية عالية جداً	غابات بلوط متوسطة الكثافة
5.61	التعرية خفيفة جداً	غابات بلوط كثيفة
15.29	التعرية خفيفة	غابات بلوط كثيفة
26.42	التعرية متوسطة	غابات بلوط كثيفة
30.29	التعرية عالية	غابات بلوط كثيفة
9.38	التعرية عالية جداً	غابات بلوط كثيفة
2.26	التعرية خفيفة جداً	غابات بلوط قليلة الكثافة
4.68	التعرية خفيفة	غابات بلوط قليلة الكثافة
6.61	التعرية متوسطة	غابات بلوط قليلة الكثافة
2.79	التعرية عالية	غابات بلوط قليلة الكثافة
2.64	التعرية عالية جداً	غابات بلوط قليلة الكثافة
3.12	التعرية خفيفة	نباتات البية
23.59	التعرية متوسطة	نباتات البية
32.16	التعرية عالية	نباتات البية
4.89	التعرية عالية جداً	نباتات البية
484.86	المجموع الكلي للمساحة	

المصدر: اعتماداً على مطابقة النبات الطبيعي وشدة التعرية المائبة باستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

الخريطة (٣-٥) المطابقة بين النبات الطبيعي مع التعرية المائية (Bergsma) في منطقة الدراسة.



المصدر : إتماداً على الجدول (٣-٥) بإستخدام Arc GIS 10.4 .

٢-٥ مخاطر الفيضانات والسيول :

تعد الفيضانات والسيول ظاهرة طبيعية ، تنشأ من خلال زيادة الامطار الساقطة أو ذوبان الثلوج في مناطق تغذية الاحواض المائية مما يؤدي الى زيادة منسوب المياه عن الحد الذي يمكن أن تستوعبه القنوات النهرية ، وتمثل الفيضانات في نظر علماء الهيدرولوجيا زيادة غير متوقعة (طارئة) في مقدار التصريف المائي تفوق سعة قنوات الانهار ، أما علماء الجيومورفولوجيا ، فيعدون الفيضانات حالة وقتية استثنائية تغطي فيها مياه الأنهار والجداول على الأراضي المحاذية لمجاريها الطبيعية نتيجة لزيادة التصريف المائي الناجم عن الزيادة الطارئة في تساقط الامطار والثلوج في مناطق المنابع (١) .

وهناك أنواع متعددة من الفيضانات والتي تأخذ مسميات مختلفة منها الفيضانات الصفائحية والذي يكون الماء فيه على شكل غطاء رقيق ، لا يستغرق حدوثه مدة طويلة ، ولا تتعدى بضع ساعات . وهناك نوع آخر من الفيضانات هو الفيضان الخاطف ويحدث هذا النوع نتيجة هطول امطار مركزة فوق مساحة محدودة تتدفق فيه المياه باتجاه القنوات المائية . أما النوع الثالث (الفيضانات المدمرة) والذي ينتج بفعل الامطار الغزيرة التي تكون بشكل سيول وتستمر لمدة طويلة من الزمن ، وأن أغلب فيضانات منطقة الدراسة من نوع المدمر لأنها تكون على شكل سيول جارفة نتيجة هطول الشدات المطرية القوية و وجود المناطق المرتفعة ذات الانحدار الشديد المجاورة للنشاطات البشرية والبيئية ، والتي لها أثر كبير في نشاط التعرية المائية في المنطقة ، ومن أهم مخاطر السيول المؤثرة في منطقة الدراسة هي :-

١-٢-٥ مخاطر السيول على مجاري الاحواض :

تعد منطقة الدراسة منطقة حدودية كما ذكر سابقاً واقعة على الحدود الإيرانية المرتفعة ويحدها من الشمال والشمال الشرقي سلسلة جبال قنديل ، مما جعلها عرضة الى السيول المحملة بكميات كبيرة من الطمي والغرين والحصى في المناطق المرتفعة ونقلها الى مجاري الاحواض ، إذ تبدأ هذه المواد المنقولة سواء كانت مواد عالقة أو زاحفة أو متدحرجة أو ذائبة بالترسيب نظراً لانخفاض سرعة جريان الماء وتحدث عملية الترسيب في مجاري الاحواض فيرتفع مستوى قاع تلك الوديان وتظهر في مجاريها جزر سرعان ما تنمو فيها الحشائش والاعشاب مما يساعد على تماسك تربتها ، وفي أوقات الفيضانات والسيول يرتفع منسوب مياه تلك الوديان الى حد احداث فجوات في جوانب الراحواض لا يمكن السيطرة عليها وذلك من خلال تدفق المياه من جوانب الاودية نحو المناطق المنخفضة المجاورة لها وغالباً ماتشقق بفعل جريانها مجرى جديد للنهر ويكون المجرى الجديد اوطأ من المجرى القديم وبذلك تغير الاحواض مجاريها .

٢-٢-٥ مخاطر السيول على المستوطنات البشرية :

توجد في منطقة الدراسة كثير من المستوطنات البشرية المنتشرة بجانب الوديان المائية أو قريبة منها مما يجعلها عرضة الى مخاطر السيول الناتجة عن الشدات المطرية وتكرارها والتساقط الثلجي ، إذ تتعرض كثير من المستوطنات البشرية ولاسيما القرى الى مخاطر السيول والفيضانات خلال المواسم المطرية ، وقد أدت السيول القوية في الموسم ٢٠١٨/٢٠١٩ الى هدم المنازل وتهجير السكان من منازلهم وجعلهم بلا مأوى ولاسيما في قرية بردمكة ويندزه وشيخان ، ولاسيما وأن المستوطنات البشرية في منطقة الدراسة تتوزع اسفل المنحدرات وبعضها في

(١) سعدية عاكول الصالحي ، عبد العباس فضيخ الغريبي ، البيئة والمياه ، مصدر سابق ، ص ٩٢ .

مناطق منخفضة ، وتوجه سكنة تلك القرى الى المناطق المرتفعة للتخلص من خطر السيول لذلك كانت السيول اشد فتكاً في تلك المناطق ، وبما أن المناطق التي تعرضت لمخاطر السيول والفيضانات هي بالأساس عرضة للفيضانات وفقاً للمعطيات الهيدرولوجية ، فقد قامت السلطات في حكومة إقليم كردستان العراق في أوقات سابقة بأدشاء سدود ترابية لحماية القرى والتجمعات السكنية ، ولكن تلك السدود اهتمت بمرور الزمن ولم تشهد ادامة أو تعزيز أو إعادة تأهيل مما يجعل بعض اجزائها لاتصمد امام موجات السيول . علماً انه لايمكن التحكم في كميات الامطار الساقطة وكميات السيول لعدم وجود منشآت سيطرة في هذه المناطق وتخرج إمكانية السيطرة عليها .

٥-٢-٣ مخاطر السيول على الزراعة :

يشكل عنصر الأمطار أهمية كبيرة على الزراعة ولاسيما وأن المنطقة تعتمد على الزراعة الديمية بشكل كبير ، لكن عندما تزيد كمية الامطار عن حاجة المحاصيل الزراعية تكون اثارها سلبية لان الامطار الزائدة عن الحاجة تؤدي الى الاضرار واتلاف المحاصيل وفي جميع مراحل النبات ، شهدت المنطقة سيولاً جارفة في الموسم المطري ٢٠١٢/٢٠١٣ إذ تعرضت مساحات واسعة من الأراضي الزراعية لغرق وتدمير المحاصيل ، ومن ثم أوقفت عمليات الحصاد لمحصولي القمح والشعير ، مما أدى الى خسائر فادحة للفلاح لان الشدات المطرية والسيول جاءت في بداية موسم الحصاد ولكنها توقفت بسبب غرق وجرف وتدمير المحاصيل ، فضلاً عن تعذر دخول الحاصدات الخاصة بحصد القمح والشعير لأنها آليات ثقيلة وتتعرض للغرق ، مما أدى الى تعفن وتلف تلك المحاصيل (١) .

وشكلت الشدات المطرية خطراً كبيراً في المواسم المطرية ٢٠١٨/٢٠١٩ لاسيما في شهر نيسان ، إذ بلغت ١٧ شدة مطرية في ذلك الشهر بمجموع (٤٨٧ ملم) ، يلاحظ الجدول (١-١٩) وفي بعض المرات استمر تساقط الامطار لعدة أيام متتالية واغلبها زخات مطرية غزيرة مما أدى الى حدوث سيول واتلاف المحاصيل الزراعية .

٥-٢-٤ مخاطر السيول على الطرق والجسور :

يوجد في منطقة الدراسة شبكة من الطرق المعبدة والحصى والترايبية ، تأثرت الطرق بمخاطر السيول ، ولاسيما في الطرق التي تم انشاؤها على سفوح الجبال إذ تتعرض هذه الطرق لقوة اندفاع مياه السيول وتغطي السيول الطرق المعبدة وغير المعبدة مما يعرض المركبات المارة عليها الى حوادث جسيمة بالارواح والآليات . وتعرضت هذه الطرق الى خطر الفيضانات والسيول مما أدى الى جرف وتهديم الجسور ولاسيما وأن معظم الجسور تتقاطع مع مجاري الاحواض فتعمل السيول العالية المنسوب الى صعود المياه الى اعلى من الجسور مما يؤدي الى انهيار الجسر بفعل قوة السيل ، مما يساعد على ذلك تجمع الرواسب الصخرية الكبيرة مع أجزاء النباتات التي تحملها المياه وعندما تصطدم بالجسر فتتجمع وتتراكم ومن ثم تصبح كالسد مما يزيد الضغط على الجسر الناتج عن سرعة وثقل المياه مما يؤدي الى قلع جزء أو اكثر من الجسر، الصورة (٥-١) التي تم انهيار جزء من الجسر بفعل سرعة مياه السيول في الوادي .

(١) الدراسة الميدانية ، مقابلات خاصة مع سكان المنطقة ، بتاريخ ١٣/١/٢٠٢٢ .

صورة (٥-١) انهيار جزء من الجسر على مجرى وادي دولة كلو .



المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

٥-٢-٥ مخاطر السيول على الثروة الحيوانية :

إن طبيعة منطقة الدراسة يطغى عليها الطابع الرعوي لتوفير الغذاء الرئيس للحيوانات والرعاة داخل المنطقة وخارجها ، من خلال ما ينمو فيها من نباتات طبيعية ذات قيمة غذائية عالية للحيوانات جعلتها منطقة رعي جيدة لقطعان الماشية ، لكن في موسم سقوط الامطار و حدوث السيول التي تؤدي الى جرف الغطاء النباتي ولاسيما في المناطق التي تشهد انحدارا قويا وحركة السيول فيها سريعة وتعمل على فقدان الغطاء النباتي الذي تعتنش عليه المواشي ، أما المناطق المنخفضة واقدم الجبال فتؤدي السيول الى غمر النباتات بالمياه وتعرضها للاحوال المترسبة من المناطق المرتفعة فتترسب فوق النباتات مما يؤدي الى اتلاف النباتات واهلاكها ومن ثم فقدان الغطاء النباتي ، و احيانا تعيق السيول خروج الحيوانات الى الرعي لعدة ايام متواصلة بسبب الشدات المطرية والسيول ، فضلا عن نفوق عدد كبير من الحيوانات بسبب غرقها وغوصها في الاوحال والاطيان الناتجة عن السيول مع البرد وتساقط الثلوج مما يؤدي الى نفوقها .

٥-٢-٦ مخاطر السيول على زحف التربة :

تؤثر السيول تأثيراً كبيراً على زحف التربة ، إذ تعمل السيول على نقل حبيبات التربة الى الأجزاء الدنيا من المنحدرات ، وغالباً ماتتم حركة زحف التربة ضمن طبقة الرواسب السطحية ، وتحدث عملية الزحف بصورة فصلية حيثما تشتد الاختلافات في درجة الحرارة وكمية الامطار بحيث تؤدي الى تغيرات في حجم التربة وتدفعها الى الزحف ، إن بطئ زحف التربة يجعل من المتابعة الميدانية أمراً صعباً بشكل يومي ، بل يتطلب متابعة اثاره الناتجة خلال

مدة زمنية طويلة نسبياً نتيجة السيول وانحدار سطح الأرض ، ومن هذه المظاهر تموج سطح التربة وميلان أعمدة الكهرباء والاسيجة والأشجار^(١) . الصورة (٢-٥) .

الصورة (٢-٥) زحف التربة على الأشجار في حوض دولة كلو .



المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

٧-٢-٥ التدفق الطيني الناتج عن السيول :-

التدفق الطيني هو حركة سريعة للترسبات الطينية أو الغرينية المشبعة بالمياه ، إذ تؤدي هذه الحركة الى نقل كميات كبيرة من التربة الجاهزة للنقل بسبب تفككها وقلة تماسكها فضلاً عن قلة أو انعدام النبات الطبيعي الذي يسهل من حالة جرف الرواسب الطينية أو الغرينية الموجودة على سفوح المنحدرات ، تتكون الرسوبيات من مواد طينية أو غرينية ممزوجة مع قطع من الحصى أو الجلاميد وتنشط هذه التدفقات الطينية مع توافر السيول الناتجة عن شدات المطرية القوية التي تنتج من عواصف رعدية أو عند ذوبان الثلوج خلال فصل الربيع أو بدايات فصل الصيف ويشكل الماء نحو (٢٥-٣٠%) من وزن التدفق الطيني وتحدث على السفوح الجبلية التي يزيد انحدارها عن (٣٠°)^(٢) ، تحدث هذه الظاهرة في مناطق واسعة من منطقة الدراسة إذ لوحظت هذه الظاهرة في مناطق شمال و وسط منطقة الدراسة حيث الامطار الغزيرة التي ينتج عنها السيول، وتحدث بعد تعرض صخور قمم الجبال الى تجوية ميكانيكية خلال فصل الصيف فتكون مهينة لجرف التربة خلال الأشهر الممطرة ولاسيما شهر تشرين الثاني عندما تغزو المنخفضات الجوية المنطقة من خلال عواصف رعدية وشدات مطرية قوية تعمل على تشيع الرواسب بالماء ثم انسيابها عبر قنوات أو اغمار الصفيحة بالمياه فيحدث تدفق طيني من أعلى المنحدرات الى اسفلها .

(١) حسن رمضان سلامة ، أصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص١٥٦-١٥٧ .

(٢) أن رجب أحمد محمود ، تحليل علاقة المتغيرات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لحوض وادي ديوانة واثرها في حصاد المياه ، أطروحة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠١٧ ، ص ٢٦٢ .

٣-٥ مخاطر التعرية المائية Hazard of water Erosion :

تمثل مخاطر التعرية المائية من أبرز المشاكل التي تتعرض إليها البيئات الطبيعية والبشرية وهي اشد خطورة من التعرية الريحية في منطقة الدراسة وذلك لان قدرة المياه وما يصاحبها من جريان سريع للمياه يسهم في مخاطر عديدة في منطقة الدراسة منها :-

١-٣-٥ مخاطر التعرية على الاستيطان البشري :-

إن دراسة العلاقات المتبادلة بين الظواهر الطبيعية والبشرية له أهمية كبيرة لكي تتمكن من خلالها تسخير الإمكانيات التي توفرها الظواهر الطبيعية من حيث استثمار مواردها وتجنب اضرارها لخدمة الانسان ، غالباً مايسعى الإنسان الى الاستقرار في بيئته الطبيعية بطرائق مختلفة ، وهناك تغيير مستمر في تحديد واقع التعايش في المكان والزمان ، كما يوجد ارتباط وثيق بين المظهر الأرضي وقدرات الانسان من حيث استغلال موارده الطبيعية لأنها تعكس صورة التأثير والتكيف لما يوفره المكان من مؤهلات لاستقرار الانسان بأمان^(١) . ونتيجة الزيادة السكانية والاتساع العمراني وعملية البناء والتشييد الواسعتين فقد أدى ذلك الى الامتداد نحو مناطق الاودية ولاسيما وان التركيز السكاني لاغلب المستقرات كان على ضفافها ، مما زاد التركيز على المنحدرات والمراوح الفيضية ، وتتحكم طبيعة تلك المنحدرات الأرضية في توزيع المستقرات البشرية ، ولبيان حجم العلاقة بين المخاطر وتوزيع المستقرات البشرية ثم اشتقاق خريطة مخاطر التعرية المائية على استعمالات الأرض تجمعات سكانية (حضرية وريفية) والزراعة وطرق النقل) ، الخريطة (٤-٥) .

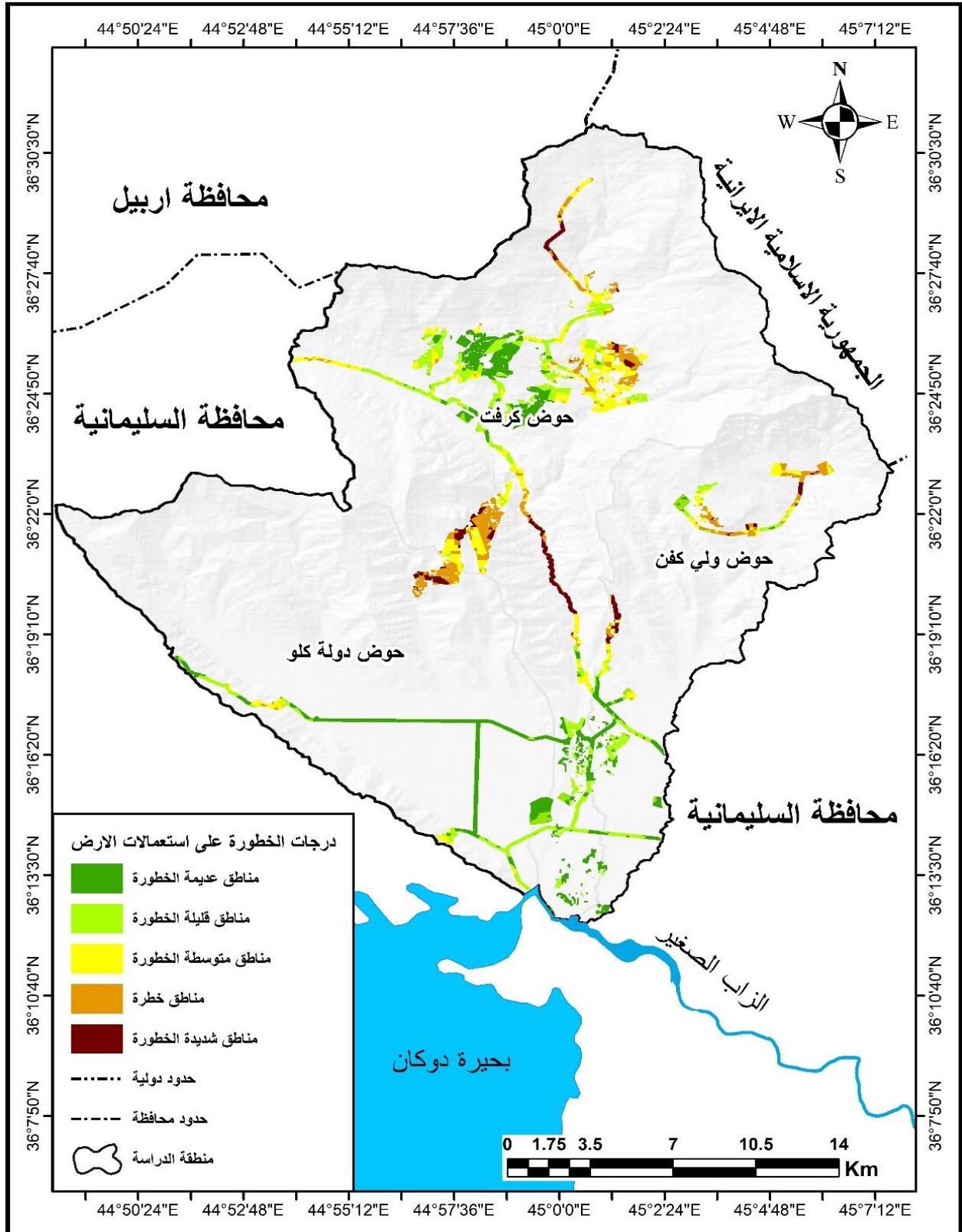
تقع منطقة الدراسة ضمن قضاء بشدر الذي يبلغ عدد سكان القضاء (١٣٠٧٨٦) نسمة ، بحسب تقديرات سكان العراق (٢٠١٥-٢٠١٨) وتقع احواض منطقة الدراسة تحديداً في ناحية ناودشت التي تعد اكبر نواحي قضاء بشدر من حيث المساحة ويمثل (٣٩,٢٩%) من مساحة القضاء ، وتبلغ مساحة الاحواض ٩٠% من مجموع مساحة ناودشت ، وبعدد سكان بلغ (٢٤٣٠٠) نسمة ، ذكور (١٢٢٢٠) والاناث (١٢٠٨٠)^(٢) .

وقد يضطر السكان في ظروف عدم الاستقرار اختيار المناطق المرتفعة لبناء مساكن لهم لكونها اكثر اماناً كما في قرية يندزه الواقعة شمال غرب حوض كرفت ، وقرية بردمكة الواقعة شمال شرق حوض كرفت ولاسيما أن هذه القرية تعاني من عدم استقرار سياسي بسبب قربها من سلسلة جبال قنديل الذي يسيطر عليه حزب العمال الكردستاني ، وكثيراً مايهتمون سكان المنطقة بعامل الانحدار اكثر من عامل الارتفاع في بناء مستقراتهم لذلك فالسفوح شديدة الانحدار أقل جذباً للسكان من المتدرجة او السفوح الأقل انحداراً ، لكن لوحظ بناء مستقرات بشرية حكومية ومدنية أسفل المنحدرات ومن الممكن أن تتعرض تلك المستقرات الى احتمالية كبيرة لحركة المواد الصخرية التي من الممكن ان تسبب خسائر جسيمة في الأرواح والممتلكات لاسيما في فصل سقوط الامطار ونشاط عوامل التعرية المائية . الصورة (٣-٥) و(٤-٥) .

(١) فؤاد عبدالوهاب العمري ، تأثير المظهر الأرضي في الاستيطان ، موسوعة تكريت ، الجزء الأول ، وزارة الثقافة ، ١٩٩٧ ، ص ٥٠ .

(٢) وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء ، تقديرات سكان العراق (٢٠١٥-٢٠١٨) ، ص ٣٤٦ .

خريطة (٤-٥) مخاطر التعرية المائية على استعمالات الأرض في منطقة الدراسة.



المصدر : إعتماًداً على الدراسات الميدانية ، وبرنامج Arc GIS 10.4 .

ومن خلال الجدول (٥-٤) تبين ان مساحة المناطق الحضرية التي تتعرض الى تعرية مائية شديدة الخطورة تبلغ (٨,٠ كم^٢) ، بنسبة (٤,٦%) من مجموع المساحة الكلية ، وبلغت مساحة الأراضي الخطرة على المستوطنات الحضرية نحو (٣,٧ كم^٢) ، بنسبة (٣,٢١%) من مجموعة المساحة الكلية ، وتعد هذه النسب أقل نسبياً من الأراضي الزراعية لأن عند اختيار الأنماط الحضرية يأخذ بعين الاعتبار ناحية السلامة والأمان قدر الإمكان ، لكن هذا لا يخلو من الخطورة في منطقة الدراسة كونها منطقة جبلية شديدة التضرس .

صورة (٥-٣) مخاطر التعرية المائية على المستقرات البشرية (الحكومية) في وسط حوض كرفت



المصدر:- الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

صورة (٥-٤) مخاطر التعرية المائية على احد المستقرات البشرية (المدنية) في قرية بردمكة الواقعة شمال حوض كرفت .



المصدر:- الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٨/١٥ .

جدول (٤-٥) مطابقة مخاطر التعرية المائية مع المستوطنات الحضرية .

النسبة %	المساحة /كم ^٢	درجة الخطورة
٢٤,٧	٤,٣	مناطق عديمة الخطورة
٢٣,٦	٤,١	مناطق قليلة الخطورة
٢٥,٩	٤,٥	مناطق متوسطة الخطورة
٢١,٣	٣,٧	مناطق خطرة
٤,٦	٠,٨	مناطق شديدة الخطورة
%١٠٠	١٧,٤	المجموع

المصدر: اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج Arc GIS 10.8 .

٢-٣-٥ مخاطر التعرية المائية على الزراعة :

إن المخاطر التي تتعرض لها الأراضي الزراعية بسبب التعرية المائية ، تفقدها كثير من مساحاتها الزراعية ، ومن المعلوم ان المساحات المنتجة للأراضي الزراعية في العالم في تناقص مستمر من جهة وكذلك اضعاف القدرة الإنتاجية للمزرعة من جهة أخرى ، ويرتبط ذلك أما بفعل عوامل التعرية المائية او بفعل الأساليب الخاطئة من قبل الانسان أو كليهما معاً ومن ثم ازدياد اثر التعرية المائية يؤدي الى اضعاف قدرتها الإنتاجية (١) ، وبما ان منطقة الدراسة تعد بعيدة نسبياً عن مركز المحافظة وهي منطقة حدودية كما انها منطقة وعرة لذا جعل سكان المنطقة يعتمدون على انفسهم لسد النقص وتوفير الخضروات والفواكه والحشائش ، تنتشر الأراضي الزراعية في احواض منطقة الدراسة بشكل كبير على ضفاف الودية فضلاً عن بطون الودية وجوانبها في قطاعات مختلفة ، وكذلك توجد بعض الأراضي الزراعية على أراضي ما بين الودية ، ويظهر أثر التعرية المائية الشديدة في الحاق ضرر بالمحاصيل الزراعية مثل (البطاطا) بشكل رئيس والتي تكون زراعتها في بيوت زجاجية مغطاة بالبلاستيك ، كما ان غمر المياه للأراضي الزراعية لمدة طويلة تسبب في اضرار كبيرة للمحصول ومراحل نموه ، كما يظهر اثر التعرية المائية على الزراعة عند تجريف التربة الزراعية وإزالة التكوينات التي تغطي المجموع الجذري للشجار ومن ثم تفقد التربة خصوبتها ، فضلاً عن تأثير التعرية المائية على التركيب الكيميائي للتربة فالأراضي التي تتعرض للتعرية المائية تقل فيها نسبة الصوديوم كما ينفص بها البوتاسيوم الصالح للامتصاص وذلك لانتقال تلك المحتويات وذوبانها في المياه الجارية وترسب على السطح بعد تبخر تلك المياه .

كما تؤثر التعرية المائية على تعرية السفوح مما يلحق الأضرار بالمدرجات الزراعية واغلاق التربة وتجدد التربة ونقلها الى أماكن أخرى ، وقد تبين في منطقة الدراسة ان التعرية المائية تعمل على نحت الأراضي الزراعية الملاصقة للودية وخاصة الجوانب المحدبة من الودية وترسب المواد المنقولة بواسطة التعرية المائية في الجوانب المقعرة من الودية الصالحة للزراعة ، مما يؤثر بشكل واضح على تغير هذه الأراضي من أراضي صالحة للزراعة مزيجية طينية الى أراضي رديئة غير صالحة للزراعة رملية وحصوية لتصبح في النهاية أراضي غير صالحة للزراعة ، وقد تم الإشارة سابقاً الى أن منطقة الدراسة تتميز بأرتفاعات شديدة وتباين في تضرس الأرض ، اذ تزداد الأرض وعورة والجبال ارتفاعاً كلما اتجهنا نحو الشمال والشمال

(1) Lubna S. Qaryouti and others , GIS modeling of water erosion in Jordan +using ((Rusle)) Assiut university Bulletin for Environmental Reserches , Applied university , As saly Jordan , 2014 , p.11.

الشرقي ، وتقل فيها المساحات المنبسطة ، وقد أدت السلاسل الجبلية المرتفعة أثرها في تقطيع المناطق المنبسطة ، مما أدى الى عدم ظهور مراكز سكنية كبيرة الحجم وظهور النمط المنتشر في منطقة الدراسة ، الخريطة (٤-٥) ، الصورة (٥-٥) والصورة (٦-٥) .

صورة (٥-٥) مخاطر التعرية المائية على الأراضي الزراعية في حوض دولة كلو.



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

الصورة (٦-٥) مخاطر التعرية المائية على الأراضي الزراعية في جنوب حوض ولي كفن.



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٢/٥ .

٥-٣-٤ مخاطر التعرية المائية على طرق النقل والمواصلات :

يؤدي الجريان السيلبي والتعرية المائية الى تدمير الطرق التي تسير عمودية على اتجاه المجاري المائية ، اذ تعمل السيول على تعرية وتقطيع الطرق ولاسيما التي تمر أمام الحواف الجبلية مباشرة ، تشكل المسيلات الجبلية (الاخاديد) خطراً على الطرق مثل الطرق التي تخترق معظم الاودية ويرجع ذلك لشدة الانحدار من ناحية وضيق تلك الطرق من ناحية أخرى (١) .

تظهر في منطقة الدراسة نوعان من الطرق هما طرق رئيسية وثانوية ، والطرق الثانوية أما أن تكون معبدة أو غير معبدة (ترابية أو حصوية) ، إذ تمتاز احواض منطقة الدراسة بالتنوع الجيومورفولوجي والارتفاعات الشاهقة وتباين التضرس الامر الذي يؤدي الى تأثير هذه الاشكال الأرضية على شبكة النقل والمواصلات ، فتبين من خلال الدراسة الميدانية زيادة اطوال الطرق بنوعها الرئيسية والثانوية نتيجة لتعرجها وتعرضها للارتفاع والانخفاض كما تتعرض للمخاطر الجيومورفولوجية كالانزلاقات الأرضية والانهيارات والتخسفات وتساقط الصخور وتعرضها الى مخاطر التعرية الاخودية التي تكون على جوانب الطرق مما يؤدي الى زيادة تكلفة انشاءها للحد من خطورتها ، الصورة (٥-٧) . كما تبين أن أهم المشاكل التي تقف عائقاً أمام شبكة الطرق ضمن منطقة الدراسة هي التعرية المائية نتيجة لتباين التكوينات الجيولوجية في بعض المناطق والتي تتكون من طبقة ترابية هشة تعلوها طبقة من المدملكات الامر الذي يؤدي الى تآكل الطبقة الهشة بواسطة التعرية المائية وانهيار الطبقات الصخرية على جوانب الطريق وحياناً تتكون اخاديد مائية تعمل على هدم جوانب الطريق ، الصورة (٥-٨) ، فضلاً عن وجود طرق كثيرة غير معبدة (ترابية) مما يعرضها لعوامل التعرية المائية ، الخريطة (٥-٤) . ومن خلال الجدول (٥-٥) تبين أن مساحة الطرق الشديدة الخطورة للتعرية المائية بلغت (٤,٤ كم^٢) ، بنسبة (٨,٧%) من مجموع المساحة الكلية ، أما مساحة المناطق الخطرة بلغت (١,٥ كم^٢) ، بنسبة (٩,٢%) من مجموع المساحة الكلية .

٥-٣-٥ مخاطر التعرية المائية على سمك التربة :

تؤثر التعرية المائية على سمك التربة أو عمقها بالنسبة لحدودها السفلى من أهم الخصائص ولاسيما في المناطق التي تتعرض فيها التربة الى مخاطر التعرية ، قد يتحدد من خلالها مقدار نمو جذور النباتات الزراعية في التربة ، وامتصاص النباتات للماء والعناصر العضوية عن طريق الجذور ولسمك التربة أهمية بالنسبة لحياة النباتات والكاننات الحية داخل التربة ، وتشكلت ثلاثة آفاق مختلفة بفعل عوامل تكوين التربة وهي (A,B,C) ولمدة طويلة من الزمن (٢) ، الاولى هي الطبقة السطحية المكونة من جزيئات دقيقة هي التربة نفسها والثانية هي التي بدأ فيها التفتت وهي تحت التربة ، أما الثالثة تمثل صخور الام ، وأن التربة السمكية تكون ذات قدرة إنتاجية أعلى من التربة الضحلة بفعل قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر العضوية ، وان الطبقة التي تلي الطبقة السطحية فيكون لونها مائل للاحمرار (٣) .

(١) فتحي عبد العزيز أبو راضي ، وليد محمد علي محمود عجوة ، التحليل المكاني لآخطار السيول وتأثيرها على التنمية المتواصلة بمنطقة رأس غارب على الساحل الغربي لخليج السويس (مصر) ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الرابع والسبعون ، بدون سنة ، ص ٢٤ .

(٢) علي طالب حمزة الطائي ، المخاطر الهيدروجيومورفولوجية شرقي العراق بين نهري ديالى والكرخة باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة ، أطروحة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠٢٢ ، ص ٢٣٩ .

(٣) إسماعيل فاضل خميس مصطفى البياتي ، التعرية وأثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، ٢٠١٨ ، ص ١٤٠ .

الصورة (٧-٥) تساقط الصخور على الطريق الرئيس الممتد من حوض دولة كلو الى حوض ولي كفن .



المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

الصورة (٨-٥) مخاطر التعرية المائية على جوانب الطريق في حوض ولي كفن .



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٢/٥ .

الجدول (٥-٥) مطابقة مخاطر التعرية المائية على استعمالات النقل.

النسبة %	المساحة/ كم ^٢	درجة الخطورة
32.6%	5.4	مناطق عديدة الخطورة
30.4%	5.0	مناطق قليلة الخطورة
19.1%	3.2	مناطق متوسطة الخطورة
9.2%	1.5	مناطق خطرة
8.7%	1.4	مناطق شديدة الخطورة
100.0%	16.5	المجموع

المصدر: اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج Arc GIS 10.8 .

وفي منطقة الدراسة يظهر اثر التعرية المائية على التربة السطحية وذلك نتيجة لاصطدام قطرات المطر بالتربة ويزداد تأثير الانجراف المائي ولاسيما في التكوينات الجيولوجية الهشة المتمثلة بتكوين شالابر والطبقة الحمراء السويس وترسبات المنحدرات وتكوين قمجوقة ، فضلاً عن وجود شذات مطرية قوية مما لا تمكن التربة من امتصاص مياه الامطار ، وكذلك عامل الانحدار الذي يساعد على جرف التربة ، وقلة الغطاء النباتي ، فتسهم جميع هذه العوامل على تنشيط التعرية المائية والتقليل من سمك التربة الذي يعد من اخطر العوامل التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية ، ويزيد من خطورته ان عمليات تكون التربة بطيئة جداً ، أما المناطق الأقل ارتفاعاً والأقل انحداراً فهي أقل تأثيراً بالتعرية المائية ، واتضح من خلال الدراسة الميدانية أن سمك التربة يكون على أعلى مستوياتها في اراضي الجزر النهرية والمدرجات والسهل الفيضي وأراضي الاودية النهرية يلحظ الصورة (٥-٩) . وأن تربة منطقة الاحواض تتعرض الى قلة سمك التربة في مناطق واسعة من منطقة الدراسة ، والذي بدوره يسهم في انخفاض المستوى الاقتصادي للسكان الذين يعتمدون على الزراعة وتربية الحيوانات ، فضلاً عن انجراف التربة الى قاع المجاري المائية المنحدرة في احواض منطقة الدراسة من المناطق المرتفعة ، فتسهم في تعرية التربة وانجرافها وإزالة المواد الغذائية والعضوية والطين من قاع المجاري المائية .
صورة (٥-١٠) .

٥-٣-٦ مخاطر التعرية المائية على تناقص نسبة المادة العضوية وقابليتها للإنتاج:

تعد المادة العضوية من أهم مكونات التربة لنمو النباتات ولزيادة مقاومة التربة للتعرية المائية ، فالترب الغنية بالمواد العضوية لها بناء جيد في تحسين نفاذية التربة ، فعندما تسقط الامطار ينخفض الجريان السطحي مما يعكس في تقليل التعرية ، تتميز الترب بوجود الأفق السطحي وهو معظمه من المواد العضوية المتحللة وغير المتحللة مثل أوراق النباتات وبقايا الحيوانات ، وتتميز بأنها رقيقة وقليلة السمك ، وتتعرض بصورة مباشرة الى التعرية المائية بفعل القوة التصادمية لقطرات المطر أو بفعل الجريان السطحي ، اذ تؤدي الامطار الى تفككها أو تعريتها ، ولاسيما وأنها تتميز بسهولة جرفها نتيجة لانخفاض وزنها النوعي مما يسهل جرفها ونقلها الى أماكن بعيدة ، ومن ثم يؤدي الى فقدان خصوبة وتماسك التربة ومن ثم تسهل عملية التعرية المائية ، ومن المعروف أن التربة التي تحتوي على (١-٣%) من المادة العضوية يقل فيها الانجراف من الثلث الى الخمس ، وان انخفاض المادة العضوية يؤدي الى تقليل تكوين

صورة (٩-٥) سمك التربة على اعلى مستوياتها في جنوب وادي كرفت .



المصدر:- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

صورة (١٠-٥) تعرية التربة وانجرافها في مجرى نهر وادي دولة كلو .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .

تجمعات حبيبات التربة مما تكون مفككة وسهلة الانحراف والتعرض الى عوامل التعرية المائية^(١) ، وتشهد منطقة الدراسة ولاسيما المناطق التي تتميز بانحدارات شديدة الى تعرية مائية شديدة تجرف الترب الموجودة في الأفق السطحي الذي يؤدي الى تناقص محتوى التربة من المادة العضوية ، تؤثر التعرية المائية على انخفاض القابلية الإنتاجية للأراضي الزراعية والتي تعد حالة من حالات تدهور التربة ، التي تؤدي الى انخفاض القدرة الحالية أو الكامنة للتربة على الإنتاج ، وليس من الضرورة ان يكون التدهور مستمر بل قد يكون مؤقت ، كما أن حالة نسبية تقدر في اطار زمني ، والعمليات التي تؤثر تدهور التربة ذات صفات ديناميكية غير ثابتة ، قد تتعرض التربة الى التدهور في الإنتاج الزراعي ، عندما يتعرض سطحها الى التعرية المائية فيتأكل أو تقل خصوبتها أو عندما يتضاءل غطاؤها النباتي ، وفي الأراضي الزراعية يشير انخفاض الإنتاج الزراعي الى تعرية أو تدهور الأرض ، وبالنسبة للمراعي يعني تدهور التربة ، أي انخفاض الطاقة الاستيعابية للوحدة المساحية من المراعي على تربية الحيوانات^(٢) ، تشهد منطقة الدراسة في بعض المناطق انخفاض قابلية الإنتاج الزراعي بفعل تعرض خصوبة التربة الى عوامل التعرية المائية خلال مراحل استغلال التربة ، لا يراعى خلالها خطوط الكنتور والتي تهيب الأرض للتعرية المائية أو عدم تبوير الأرض وعدم استخدام الدورة الزراعية أو بسبب الامطار الغزيرة التي تؤدي الى غسل الطبقة السطحية من التربة والتي تؤدي الى انخفاض الإنتاج الزراعي في منطقة الدراسة .

٥-٣-٧ مخاطر التعرية المائية على المراعي :

تعرف أراضي المراعي على أنها تلك الأراضي التي لم يتدخل الانسان في زراعتها أو خدمتها وتتألف مجتمعاتها النباتية من نباتات مستوطنة مثل النجيليات والعشبيات والشجيرات ذات القيمة الرعوية للحيوانات ، أو أن نبتها يظهر بعد إزالة النبت السابق مثل النباتات الرعوية التي غالباً ماتظهر بعد قطع أشجار الغابات^(٣) .

تقع منطقة الدراسة ضمن المنطقة الجبلية ، فتمتاز بتباين انحدارها ، وامطارها الفصلية ، وتبدأ عملية الرعي مع بداية موسم سقوط الامطار ونمو الحشائش القصيرة والموسمية ، التي تعد المصدر الرئيس لغذاء حيوانات المراعي التي تربي من قبل المزارعين ، لاسيما وان منطقة الدراسة ذات طابع ريفي قروي يعتمدون بشكل كبير على الزراعة وتربية الحيوانات ، لكن اعتمادهم على تربية الحيوانات يفوق الزراعة وذلك بسبب صعوبة وصول قنوات الري الى المناطق الجبلية واعتمادهم على الامطار وبما أن امطار منطقة الدراسة متذبذبة احياناً مما يعرض المزارعين الى خسائر فادحة في حال تأخر أوقات سقوط الامطار مما يجعل تلك المزارع مناطق لرعي الحيوانات ، وهذا مايجعلها عرضة للتعرية المائية بسبب عملية الحت والتفتت بسبب الاعداد الكبيرة للحيوانات وخلق حالة من عدم التوازن بين الغطاء النباتي وبين تزايد اعداد الحيوانات . لذا فإن الرعي الجائر يعد سبب مهم ورئيسي الذي زاد من سرعة تعرض المراعي الى التعرية مما يتسبب في انجراف التربة التي طالتها التعرية المائية المطرية نتيجة الضغط على المراعي ، والحالة الزائدة للمواشي التي لا تتماشى ومساحة المراعي الأمر الذي أدى الى زيادة نشاط التعرية المائية على المراعي . فضلاً عن تعرض أراضي المراعي

(١) علي طالب حمزة الطائي ، مصدر سابق ، ص ٢٤١ .

(٢) إسماعيل فاضل خميس مصطفى البياتي ، مصدر سابق ، ص ١٤٤-١٤٥ .

(٣) رمضان احمد الطيف التكريتي واخرون ، إدارة المراعي الطبيعية ، مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، الموصل ، ١٩٨٢ ، ص ٩ .

الى تدحرج وزحف حركة المواد سواء زحف الصخور أو التربة ، كما يعرضها الى مخاطة التعرية المائية من خلال تآكل وحت جوانب أراضي المراعي مما يؤدي ذلك الى التدهور في مساحة أراضي المراعي في منطقة الدراسة ، الصورة (٥-١١) .

الصورة (٥-١١) مخاطر التعرية المائية على أراضي المراعي جنوب حوض ولي كفن .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٢/٥ .

٥-٣-٨ مخاطر التعرية المائية على السياحة :

نظراً لوقوع منطقة الدراسة ضمن المناطق الغزيرة بالتساقط المطري خلال فصل الشتاء فإن كميات كبيرة من الامطار والثلوج تسقط فوق المرتفعات والقمم الجبلية مما يؤدي الى تسرب كميات كبيرة من الامطار والثلوج المذابة الى باطن الأرض ، ومن ثم انجراف كميات هائلة من رواسب التربة والمواد الصخرية من أعلى المنحدرات الى اسفلها بفعل التعرية المائية مما يسبب اضرار كبيرة بالمواقع السياحية والطرق البرية المؤدية الى هذا الموقع بسبب تساقط الصخور فوق اسطح هذه الطرق ، فضلاً عن الضرر الذي يلحق بالكائنات الحية الموجودة في هذه المناطق ، مثل الانجراف بفعل التعرية المائية الذي حدث في السفح الجنوبي من جبل قنديل قريب قرية (ناشقولكة) التابعة لحوض وادي كرفت في عام ٢٠١٣ وانجراف التربة في طريق جبل مامنده شمال منطقة الدراسة في طريق قرية بولى ، كما أن خطورة حدوث التعرية المائية والانجرافات ليست مقتصرة على تدمير المواقع السياحية والطرق البرية المؤدية إليها والكائنات الحية ، وإنما لها مخاطر كبيرة على حياة السياح وأهالي المنطقة ، وأدت تلك المخاطر الى حدوث مخاوف لدى السياح وعدم اطمئنانهم للوصول الى هذه المواقع السياحية ، ولاسيما في

في الوقت الذي لا تتوفر فيه خدمات البنية الأساسية مثل الطرق الجيدة ، والمراكز الصحية ، والاسعافات الأولية ، وفرق الإطفاء^(١) .

تعد السياحة في منطقة الدراسة واحدة من أهم مصادر الدخل القومي كونها سبب في توفير فرص عمل للسكان المحليين من خلال الاستثمار وجلب السواح فهي تسهم في رفع مستوى دخل الفرد بفعل ما تتمتع به منطقة الدراسة من إمكانات طبيعية وجيومورفولوجية تسهم في زيادة النشاط السياحي إلا أنها لم تحظ بالاهتمام المطلوب مقارنة بما يجاورها من مناطق الإقليم الشمالي ، إذ تعاني من الإهمال والقصور وعدم اخذ شروط السلامة في كثير من المناطق والتي تعرض السواح الى خطر ولاسيما في فصل الشتاء عند سقوط الشدات المطرية القوية ونشاط التعرية المائية .

ومن أهم الوجيهات السياحية الموجودة في منطقة الدراسة هو نهر الزاب الصغير وبحيرة دوكان اللذان يقعان جنوب منطقة الدراسة ويتعرضان الى خطر التعرية المائية ولاسيما وأن التعرية تشمل (النحت والنقل والترسيب) فتعاني هذه المناطق من المرحلة الأخيرة مرحلة ترسيب المواد الطينية والغرينية والرملية والاحجار العالقة والمتدرجة والذائبة وهذا ما يؤثر على المراكز السياحية من ناحية وعلى عمر البحيرة وجريان النهر من جهة أخرى ، فضلاً عن بعض مناطق الراحة والمنتجعات السياحية ومناطق العاب الأطفال والمقاهي على ضفاف اودية منطقة الدراسة ، الصورة (٥-١٢) الذين يتم جريانهم من شمال منطقة الدراسة الى جنوبها ، وأن سقوط كميات كبيرة من امطار الثلوج شتاءً يؤدي الى ارتفاع مناسيب مياه الأنهار وتدفق مياه العيون والينابيع المائية مما يسبب نشاط كبير لعمليات التعرية المائية التي تحدث اضراراً كبيرة للمنشأة السياحية والطرق البرية المؤدية الى المناطق السياحية ، ومن خلال الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة تبين أن اكثر المخاطر الجيومورفولوجية التي تتأثر بها منطقة الدراسة هي الاخطار الناتجة عن التعرية المائية ومن حركة المواد على المنحدرات ، الصورة (٥-١٣).

٥-٤ : بناء أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية :

لعمل أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ضمن احواض المنطقة ، تم اعتماد مجموعة من المتغيرات الجيومورفولوجية كمدخلات ضمن برنامج (Arc GIS 10.4) لمعرفة درجات الخطورة لأحواض منطقة الدراسة، تتمثل ب(١٠) متغيرات هي (طبقة التراكيب الخطية ، طبقة الشبكة المائية ، طبقة التكوينات الجيولوجية ، طبقة الانحدار ، طبقة التعرية الاخدودية (Bergsma)، طبقة (W) التقييم الكمي للتعرية المائية (فورنير)، طبقة التربة ، طبقة النبات الطبيعي، طبقة الامطار وطبقة الغطاء الأرضي) ، كما في الشكل (٥-١) ، ومن ثم رسم الطبقات المدخلة الى برنامج (Layers) ، بشكل منفرد لتحويل هذه الطبقات الى أصناف باختيار (Reclassify) ، بعدها نقوم بدمج جميع الأصناف بطبقة نهائية تمثل الوزن النهائي لمجموع الطبقات المدخلة من خلال اختيار (Overlay) ثم (Weighted Overlay) ، إذ تم إعطاء كل طبقة وزن معين كلاً حسب أهميتها وتأثيرها ، وتم إعطاء (٨) اوزان للتراكيب الخطية والشبكة المائية ، وتم إعطاء (١٠) اوزان للتكوينات الجيولوجية والانحدار والتربة والاقاليم النباتية والامطار والغطاء الأرضي ، كما اعطي (١٢) وزناً للتعرية الاخدودية وللتقييم الكمي للتعرية (فورنير) ، وبعد أن تم جمع المتغيرات المذكورة انفاً والبالغ عددها (١٠) متغيرات ، ومن خلال

(١) شيروان برايم رسول ، مصدر سابق ، ص ١٥٣-١٥٥ .

الصورة (١٢-٥) التعرية المائية على جوانب أحد المقاهي الواقعة على ضفاف وادي كرفت .



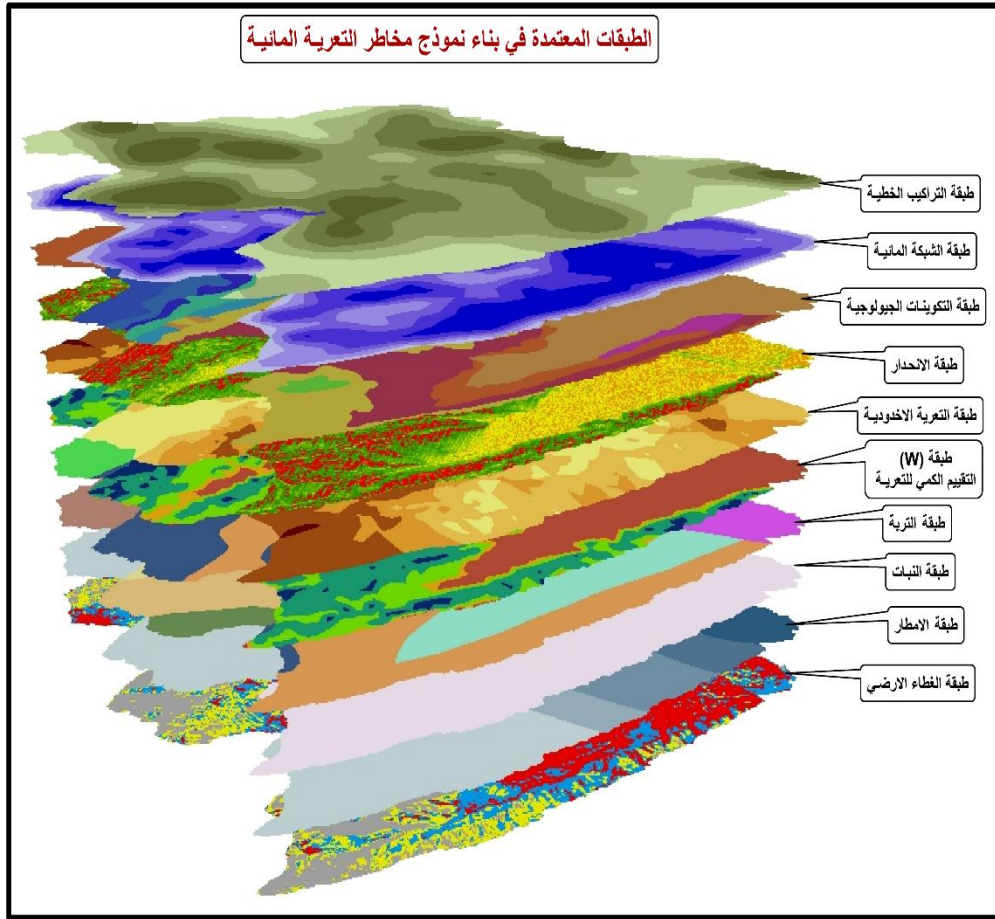
الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .

الصورة (١٣-٥) التعرية المائية على احد المنتجعات السياحية في منطقة الدراسة .



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

الشكل (٥-١) طبقات أنموذج المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة .



المصدر: إعتتماداً على الطبقات المعتمدة باستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

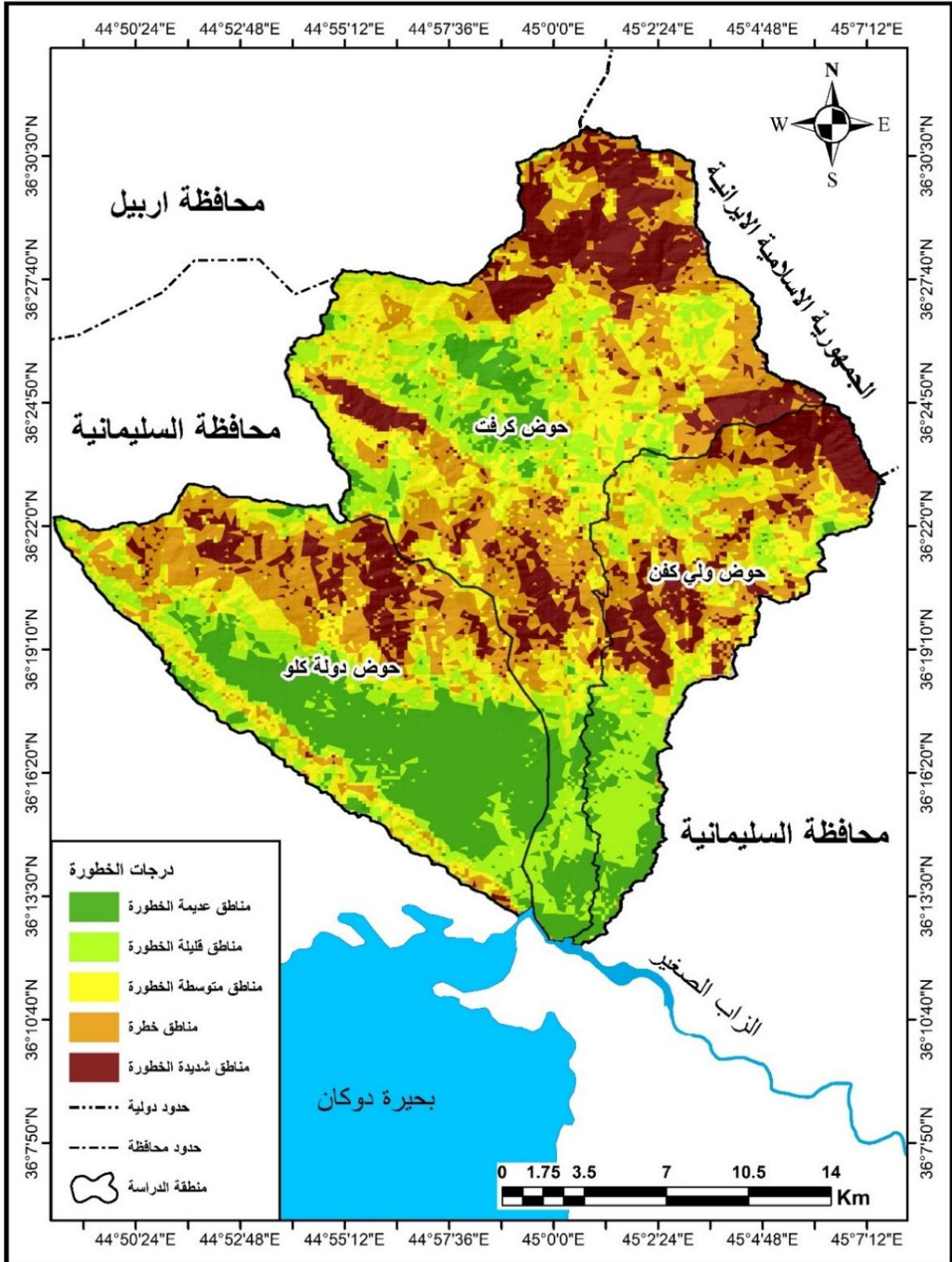
تحليل نتائج الطبقة النهائية ، الجدول (٥-٦) والخريطة (٥-٥) ، اذ صنفنا الى (٥) فئات ضمن منطقة الدراسة وكما يأتي :

جدول (٥-٦) فئات ومساحات ونسب مخاطر التعرية المائية في منطقة الدراسة .

النسبة %	المساحة/كم ^٢	النوع
١٦,٤٨	٧٩,٩٥	مناطق عديمة الخطورة
١٨,٢٣	٨٨,٤٠	مناطق قليلة الخطورة
٢٣,٥٥	١١٤,١٤	مناطق متوسطة الخطورة
٢٤,٧٥	١١٩,٩٨	مناطق خطرة
١٦,٩٩	٨٢,٣٩	مناطق شديدة الخطورة
%١٠٠	٤٨٤,٨٦	المجموع .

المصدر: إعتتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج Arc GIS 10.8 .

خريطة (٥-٥) أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة .



المصدر : إتماداً على الجدول (٧-٥) باستخدام برنامج Arc GIS 10.4 .

١- مناطق عديمة الخطورة :

تشغل مساحة (٧٩,٩٥) كم^٢ ، ونسبة (١٦,٤٨) % ، من اجمالي مساحة المنطقة ، وتتنوع في الجزء الجنوبي من منطقة الاحواض ، والمنطقة الشمالية الغربية من حوض كرفت وتعد أقل منطقة تعرض لخطورة التعرية المائية واقل مساحة في منطقة الدراسة .

٢- مناطق قليلة الخطورة :

تشغل مساحة (٨٨,٤٠) كم^٢ ، بنسبة (١٨,٢٣) % من اجمالي مساحة المنطقة ، تقع هذه المنطقة مجاورة للمنطقة الأولى ، وتتنوع في الجنوب وشمال احواض منطقة الدراسة .

٣- مناطق متوسطة الخطورة :

تشغل مساحة (١١٤,١٤) كم^٢ ، بنسبة (٢٣,٥٥) % من اجمالي مساحة المنطقة، تتوزع بأجزاء متفرقة من المنطقة، ويشغل حوض كرفت مساحة أوسع من باقي احواض منطقة الدراسة.

٤- مناطق خطرة :

يشغل مساحة (١١٩,٩٨) كم^٢ ، بنسبة (٢٤,٧٥) % من اجمالي مساحة المنطقة ، تتوزع في المنطقة الشمالية في حوض دولة كلو ، وفي وسط وشمال شرق حوض كرفت ، وفي وسط وشمال شرق حوض ولي كفن ، تعد اكبر المناطق من ناحية المساحة ، اذ تصل تقريباً الى ربع مساحة منطقة الدراسة .

٥- مناطق شديدة الخطورة :

تشغل مساحة (٨٢,٣٩) كم^٢ ، بنسبة (١٦,٩٩) % ، من اجمالي مساحة المنطقة ، تتوزع بالقرب من المناطق الخطرة ، تحديداً شمال شرق حوض دولة كلو، ووسط وشمال حوض كرفت ، ووسط وشمال شرق حوض ولي كفن، وتعد من اكثر المناطق خطورة للتعرية المائية ويقترن وجودها بوجود مناطق جبلية عالية وانحدار شديد فضلاً عن قلة الغطاء النباتي وغزارة الامطار.

٥-٥ مقترحات للحد من مخاطر التعرية المائية :

١-٥-٥ الزراعة الكنتورية (Contour Farming) :

يستخدم هذا النوع من الزراعة على أساس حراثة الأرض وزراعتها وحصادها بطريقة تتفق مع الانحدار ولاسيما اذا كانت متموجة أو تلالية ، تكون عملية الحراثة مع خطوط الكنتور بدلاً من أن تكون عمودية من الأسفل الى الأعلى أو بالعكس ، وبهذه الطريقة تقلل من سرعة جريان المياه السطحية ومن ثم يمنع من التعرية المائية ويساعد المياه على التجمع بالاخاديد الصغيرة التي يعملها المحراث ويسمح للمياه بالتوغل داخل التربة ، وتعد الزراعة الكنتورية واحدة من ابسط الطرائق التي تعمل على تقليل التعرية المائية بمقدار ٥٠% من أن لو كانت الحراثة باتجاه الانحدار ، يعمل المحراث على حفر اخاديد مع حافات مرتفعة نسبياً على الجانبين التي تعمل كسدود صغيرة تحجز المياه تعطيها الوقت الكافي للتوغل في داخل التربة ، كما تمنعها من عمل تعرية اخدودية طويلة مع الانحدار^(١) .

(١) علي حسين شلش ، جغرافية التربة ، مطبعة جامعة البصرة ، الطبعة الثانية ، البصرة ، ١٩٨٥ ، ص ١٥٧-١٥٦ .

٢-٥-٥ زراعة المدرجات أو المصاطب (Terraces Farming) :

ويقصد بها عمل مصاطب ومدرجات بصورة اصطناعية على السفوح الجبلية ذات الانحدار الطويل ، وهي طريقة تتبع في الجهات التي يزيد فيها ضغط السكان على الأرض الزراعية ، ويمكن تحقيق نظام زراعة المصاطب والمدرجات ببناء أو تشييد حائط أو حاجز صخري على السفوح الجبلية الطويلة الانحدار بزاوية قائمة عبر الانحدار مع شق قناة تقع الى الأمام مباشرة من الحاجز الصخري أو الحائط ، عادة تبني المصاطب بانحدار بسيط وذلك ليساعد المياه أن تتحرك ببطأ باتجاه المخرج الى المصطبة الآتية من دون أن يؤدي ذلك الى التعرية المائية أو جرف التربة أو عمل تعرية أخدودية عميقة فيها التي غالباً ماتصاحب السفوح الجبلية المنحدرة انحداراً طويلاً (١) .

٣-٥-٥ الدورات الزراعية (Crop-rotations) :

هي تناوب محاصيل مختلفة على قطعة أرض واحدة وذلك ضمن دورة زراعية مخطط لها بشكل دوري وعلى أسس علمية ، وتعد الدورات الزراعية من العناصر الهامة التي من شأنها أن تقدم الحماية الكافية للتربة من عوامل التعرية المائية ، فضلاً عن زيادة خصوبة التربة من خلال إضافة مواد عضوية للترب ، ومهما كانت نوع الدورة الزراعية المخططة بصورة سليمة فهي تقدم كثير من الفوائد ، إذ إنها جميعاً توفر الحماية الدائمة للتربة من مخاطر التعرية المائية ، وأن مايتعلق بحالة خفض التربة من خطر التعرية المائية فأن محاصيل الحشائش تكون اكثر فعالية من باقي المحاصيل التي تكون أقل تأثيراً على حماية التربة .

٤-٥-٥ إنشاء السدود :-

تعد السدود من أقدم الوسائل التي استخدمها الانسان لترويض عنفوان المجاري المائية الطبيعية وذلك بهدف تنظيم وإدارة الموارد المائية المتاحة وتوفير المياه الصالحة للشرب والزراعة وتجنب خطر الفيضانات أو السيول التي تسبب تعرية مائية خطيرة في تلك المناطق ، فضلاً عن توليد الطاقة الكهربائية وتحسين الملاحة النهرية والتنمية السياحية ، كما امتدت اهداف انشاء السدود الى استخدامات أخرى حيوية ، اذ ظهرت السدود أو الحواجز البحرية التي تهدف للحد من التعرية المائية لمياه البحر باتجاه المناطق السكنية والزراعية ولاسيما اثناء أوقات المد، ونلاحظ هذه الظاهرة في منطقة الدراسة التي توجد فيها ثلاثة اودية رئيسية واكبرها وادي كرفت الذي يسبب سيولاً وفيضانات في الأجزاء المنخفضة من الوادي والذي يعرض المنطقة الى مخاطر التعرية المائية ، لذا يتطلب انشاء سد في منطقة ملائمة لانشاء السد عليها .

٥-٥-٥ حصاد المياه بطريقة متون الكفاف :

هي حواجز ترابية تتم على سفوح المرتفعات وبطون الوديان لحجز مياه الجريان السطحي ومضاعفة وجمع مياه الامطار في مساحات ضيقة ، تقام المدرجات على الانحدارات التي يتراوح ارتفاعها بين ١٠-٣٥% وبمسافة تتراوح (٥-٢٠)م على شكل حواجز ترابية تنشأ اليأ على طول خط الكفاف ، وتزرع أعالي المتون لمسافة (١-٢)م ويترك الباقي لتجمع المياه، تستخدم الحجارة لتدعيم خطوط الكفاف وللحد من انسياب المياه عليها والتي قد تدمر التعرية المائية

(١) علي حسين شلش ، المصدر السابق ، ص ١٥٩-١٦٠ .

على المدرجات الموجودة اسفل المنحدر^(١) .

٦-٥-٥ عملية التشجير بأنواعها :

تعد عملية التشجير وزراعة النباتات العشبية من أهم الطرائق المتبعة لصيانة التربة والحد من مشكلة التعرية المائية والانجراف ، إذ تسهمان في التقليل من اثار التعرية المائية والعواصف الترابية وتثبيت التربة ، وتعد النباتات العشبية مصدراً مهماً لتوفير المادة العضوية التي تحتاجها التربة كما تحمي غطاء التربة من مخاطر التعرية المائية^(٢) . يسهم التشجير في منطقة الدراسة في الحد من توسع ظاهرة التعرية المائية ولاسيما وأن المنطقة تقع في المنطقة الجبلية وانحداراتها شديدة وامطارها غزيرة شتاءً ، فتعاني أجزاء واسعة منها من قلة الغطاء النباتي نسبياً لاسيما في فصلي الصيف والخريف ، فلا بد من تشجير تلك الجهات حسب مايناسبها من الأشجار على وجه الخصوص المنحدرات القريبة على استعمالات الأرض المختلفة لتقليل من خطر التعرية المائية ، وينبغي زراعة النباتات النفضية في منطقة الدراسة ، وتكمن أهميتها في تراكم اوراقها على السطح ومن ثم تحفظ سطح التربة من اشعة الشمس المباشرة الذي يقوم بتجوية السطح وتمنع سقوط قطرات المطر المباشرة التي تسبب تعرية مطرية وتقلل من سرعة الجريان السطحي ، ويمكن زراعة المنحدرات وضايف الأنهار بمعظم الأشجار للحفاظ على سطح التربة من التعرية المائية ولاسيما المناطق المظلة على استعمالات الأرض المختلفة ، الصورة (٥-١٤).

صورة (٥-١٤) عملية التشجير للحد من خطر التعرية المائية على جوانب وادي دولة كلو.



المصدر : الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

(١) فيصل عبد الفتاح نافع ، استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية ، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، المجلد (١٤) ، العدد (٦٠) ، ٢٠١٧ ، ص ١٧٦ .
(٢) إسماعيل فاضل خميس مصطفى البياتي ، مصدر سابق ، ص ١٥٧ .

٧-٥-٥ منع قطع الأشجار:

تعد عملية قطع الأشجار واستمرارها من الظواهر السائدة في منطقة الدراسة والتي تساعد على نشاط التعرية المائية ، بعدما يقل تماسك الترب بفعل جذور الأشجار ، وهي من الظواهر السلبية التي يصعب إيقافها أو الحد منها لان سكان المنطقة يعملون على قطع الأشجار التي تحافظ على التربة من التعرية المائية بسبب حاجتهم الى التدفئة أو البناء ، ولا يوجد حل لهذه المشكلة إلا بالتدخل الحكومي لتوفير النفط الأبيض والغاز وبسعر زهيد وبشكل مستمر لاستعمالهما في الطهي والتدفئة وتخفيض أسعار مواد البناء من السمنت والحديد مما يقلل ذلك من قطع الأشجار والشجيرات من قبل السكان وحفظ التربة من مخاطر التعرية المائية . ومما تقدم من خطوات ماهي إلا معالجات للحد من مخاطر التعرية المائية لا بد أن تتبعها الدوائر الرسمية في المحافظة وتشجيعها ومراقبتها باستمرار ، لما لها الأثر الكبير في الحد من مخاطر التعرية المائية والحفاظ على التربة من الانجراف والانزلاق والتدهور في منطقة الدراسة.

٨-٥-٥ اسيجة من شبكات BRC على جوانب الطرق :

تعد مخاطر التعرية المائية على الطرق من المشاكل الشائعة في منطقة الدراسة ، فهي تعمل على تآكل جوانب الطرق ولاسيما اذا بنيت الطرق تحتوي على طبقات متباين في الصلابة ، فتؤدي التعرية المائية على تعرية الطبقة الهشة وسقوط الطبقة الصلبة ، وقد أخذ بعين الاعتبار خطر التعرية المائية على بعض الشوارع الرئيسية في أعالي الجبال من قبل السلطات الحكومية في كردستان العراق ، وقاموا بوضع شبكة من الحديد على جوانب الشوارع من جهة المنحدر وقاموا بملئ هذه الشبكة بالصخور الصلبة وذلك لمقاومتها خطر التعرية المائية أكثر من الحافات الترابية ، الصورة (١٥-٥) .

الصورة (١٥-٥) معالجة خطر التعرية المائية على جوانب الطرق في أعالي الجبال في حوض كرفت.



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠/١١/٢٠٢١ . الموقع على ارتفاع ٢٨٠٠م فوق مستوى سطح البحر.

٦-٥ الخلاصة :

يتضح من دراسة المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في احواض منطقة الدراسة مايلي :

- اتضح من نتائج المطابقة بين الطبقة الجيولوجية مع التعرية المائية وجود علاقة عكسية بين التعرية المائية والتكوينات الجيولوجية ، اذ تبين أن تأثير التعرية المائية اكثر شدة في التكوينات الأقل صلابة، إلا أن صخور المنطقة بشكل عام تتأثر بمخاطر التعرية المائية بدرجاتها المختلفة. كما تبين من نتائج المطابقة بين طبقة الانحدار مع التعرية المائية وقد اتضح أن هناك تطابقاً بعلاقة طردية ، اذ تطابقت المناطق ذات درجات الانحدار الشديد مع شدة التعرية المائية ، وقد لوحظ ان لدرجة الانحدار وطول المنحدر عوامل تتعلق بنفاذية التربة للمياه وكلما قلت نفاذية التربة للمياه زادت خطورة التعرية المائية والعكس صحيح . واتضح من المطابقة بين طبقة النبات الطبيعي مع التعرية المائية أن هناك علاقة عكسية بين كثافة غطاء النبات الطبيعي وشدة التعرية المائية ، فكلما قل الغطاء النباتي زادت شدة التعرية المائية والعكس صحيح .
- تبين من نتائج مخاطر الفيضانات والسيول ، ان اهم مخاطر السيول المؤثرة في منطقة الدراسة هي مخاطر السيول على مجاري الاحواض وعلى المستوطنات البشرية وعلى الزراعة وعلى الطرق والجسور وعلى الثروة الحيوانية وعلى زحف التربة وعلى التدفق الطيني .
- اتضح من نتائج مخاطر التعرية المائية وما يصاحبها من جريان سريع للمياه يسهم في مخاطر عديدة في منطقة الدراسة منها : مخاطر التعرية المائية على مجاري الاحواض وعلى الاستيطان البشري وعلى الزراعة وعلى طرق النقل والمواصلات وعلى على سمك التربة وعلى تناقص نسبة الماد العضوية وقابليتها للإنتاج وعلى المراعي وعلى السياحة .
- توصل الباحث الى عدد من المقترحات التي تحد من مخاطر التعرية المائية على منطقة الدراسة منها : الزراعة الكنتورية وزراعة المدرجات أو المصاطب واتباع طريقة الدورات الزراعية وإنشاء السدود وحصاد المياه بطريقة متون الكفاف وعملية التشجير بأنواعها ومنع قطع الأشجار والاسلاك الشائكة على جوانب الطرق .
- من خلال تحليل نتائج الطبقة النهائية لبناء أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية ، اذ صنفنا الى (٥) فئات ضمن منطقة الدراسة هي مناطق عديمة الخطورة للتعرية المائية وتشغل مساحة (٧٩,٩٥) كم^٢ بنسبة (١٦,٤٨) % من اجمالي مساحة المنطقة ، ومناطق قليلة الخطورة للتعرية المائية تشغل مساحة (٨٨,٤٠) كم^٢ بنسبة (١٨,٢٣) % من اجمالي مساحة المنطقة ، ومناطق متوسطة الخطورة للتعرية المائية تشغل مساحة (١١٤,١٤) كم^٢ بنسبة (٢٣,٥٥) % من اجمالي مساحة المنطقة ، ومناطق خطرة التعرية المائية تشغل مساحة (١١٩,٩٨) كم^٢ بنسبة (٢٤,٧٥) % من اجمالي مساحة المنطقة ، ومناطق شديدة الخطورة للتعرية المائية تشغل مساحة (٨٢,٣٩) كم^٢ بنسبة (١٦,٩٩) % من اجمالي مساحة المنطقة .

ويتضح مما سبق تحقيق صحة الفرضية الخامسة وهي (توجد عدد من المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة) .

الإستنتاجات

الاستنتاجات (Conclusion) :

توصل الباحث الى مجموعة من الاستنتاجات منها مايتي :-

- بلغت أعلى نقطة للأرتفاع في احواض منطقة الدراسة (٣٤١٠ م) فوق مستوى سطح البحر ، لدى المنابع العليا للاحواض عند جبال قنديل ، وبلغ أدنى ارتفاع (٤٨٢ م) فوق مستوى سطح البحر في الأجزاء الجنوبية للمنطقة عند مصب الاحواض بنهر الزاب الصغير ، وتتصف منطقة الدراسة بانحدارها العام من الشمال الى الجنوب ، وأن المنطقة فيها جميع درجات الانحدار حتى الدرجة السابعة من الانحدار (اكثر من ٤٥°) وهي أعلى درجة حسب تصنيف (Young) بمساحة (١٢,٧٧ كم^٢).
- تبين أن أعلى الشدات المطرية هطلت خلال الموسم المطري (٢٠١٨-٢٠١٩) ، بمجموع لمطار بلغت (٢٤٨٧ ملم) الذي يعد اغزر المواسم المطرية خلال المدة المعتمدة في الدراسة وهي (١٠ سنوات) أي خلال دورة مناخية صغرى ، والتي تمثلت بالسنوات المحصورة بين الأعوام (٢٠١١-٢٠١٢) و (٢٠٢٠-٢٠٢١) والتي بلغت ٨٨ شدة مطرية ، وهذا يدل على نشاط التعرية المائية في ذلك الموسم اكثر من المواسم الأخرى .
- بلغت نسبة التضرس للحوض الرئيس (٨٤,٦٠٤ م/كم) ، وفي حوض ولي كفن (١٠٣,٠٢ م/كم) ، وحوض كرفت بلغت نسبة التضرس فيه (٨٤,٦٠ م/كم) ، أما حوض دولة كفو فقد بلغ (٨١,١٤ م/كم) ، وهذا ينعكس على تباين عمليات التعرية المائية النشطة في هذه الاحواض التي تكون اشكال أرضية . أما معدل التضاريس النسبية قد بلغ في الحوض الرئيس (٢٤,٢٠٧ م/كم) ، وفي حوض ولي كفن بلغ (٣٦,٨٥ م/كم) ، وفي حوض كرفت بلغ (٢٨,٣٩٩ م/كم) ، أما حوض دولة كفو قد بلغ (٣١,٥٩٤ م/كم) ، إذ ترتفع عندما تنخفض قيم التكامل الهيسومتري ، وتنخفض عندما ترتفع تلك القيم .
- بلغ معدل نسب التشعب للمجري المائية الحوض الرئيس (٤,٢٩٨) ، في الحوض الأول (ولي كفن) بلغ (٤,٣٢) ، وفي الحوض الثاني (كرفت) بلغ (٣,٧٩) ، أما الحوض الثالث (دولة كفو) قد بلغ (٤,٧١) ، وهذا يدل على أن احواض منطقة الدراسة تمر بالظروف الجيولوجية والمناخية نفسها ، ولاسيما حوضي (ولي كفن ودولة كفو) ، كما بلغ معدل الانعطاف في الحوض الرئيس (١,١) وتكون معامل انعطافه مستقيم ، وفي حوض ولي كفن بلغ (١,١) وبهذا يكون انعطافه مستقيم ايضاً ، أما في وادي كرفت بلغ (١,١) وبهذا يكون الوادي مستقيم ايضاً نتيجة صلابة البنية الجيولوجية ، أما وادي دولة كفو بلغ (١,٢) أي أن معامل انعطافه (ملتوي) ولكن بنسبة قليلة
- بينت الدراسة في زمن التركيز لاحواض منطقة للحوض الرئيس بلغ (٢,٨٦ ساعة) وتعد نسب معتدلة نسبة الى مساحة المنطقة يعود ذلك الى تنوع التضاريس وتنوع انحدارات الاحواض وتكون احتمالية الفيضانات ممكنة ولاسيما في الشدات المطرية الغزيرة . ومن ضمن خصائص التعرية المائية لاحواض منطقة الدراسة اتضح ان زمن التركيز بلغ في الحوض الرئيس (٥,٢١٩ ساعة) ، وأن أدنى مدة زمنية لتكوين جريان سطحي بعد سقوط الامطار في حوض ولي كفن (٢,١٨ ساعة) ، أما أعلى مدة زمنية للأمطار بحدوث جريان سطحي كانت في حوض دولة كفو إذ بلغت (٥,٠١٣ ساعة) ، وهو زمن قليل يدل على جريان عالي وحدوث عمليات التعرية مائية

- تشير قيم (تدفق السيل) حجم الجريان السطحي للحوض الرئيس بلغ (١٨٢,٤٧ م^٣/ثا) ، وقد بلغ أكبر حجم جريان سطحي مائي في حوض كرفت اذ بلغ (١٨٣,٢٢ م^٣/ثا) ، وأقل حجم جريان حدث في حوض دولة كفو اذ بلغ (١٢٤,٥٣ م^٣/ثا) ، وهذا يدل على ارتفاع قيمة تدفق السيل في المنطقة ، ولاسيما في حوض كرفت ، وذلك بسبب كبر مساحة هذا الحوض مقارنة مع باقي الاحواض .
- تبين أن هناك تباين في حجم الجريان السطحي بين الاحواض وهذا ناتج عن نوع التكوينات الجيولوجية والغطاء الأرضي والانحدار وكمية وطول مدة التساقط المطري ، ولذلك نلاحظ كمية الجريان السطحي في شمال الاحواض اكثر من جنوب الاحواض وذلك بسبب كبر مساحة الاحواض في المنطقة الشمالية وزيادة كمية التساقط فضلاً عن نوع التكوينات وزيادة الانحدار ، وهذا يدل على أن التعرية المائية تنشط في الأجزاء الوسطى والشمالية اكثر من الجزء الجنوبي .
- من خلال تقدير قيم ختم الجريان المائي استناداً الى الطريقة الامريكية (SCS-CN) ، تبين أن قيم معامل الجريان المائي السطحي (CN) في معظم مناطق الحوض ، إذ تراوحت ما بين (٩١-٣٠) مما يشير الى إمكانية توليد جريان سطحي في احواض منطقة الدراسة ، أما بالنسبة لقيم المعامل (S) فمعظمها يقع ضمن القيم المنخفضة والمتوسطة لمعامل (S) وهذا يدل على حدوث جريان سطحي عالي وتعرية مائية شديدة مما يؤكد صحة نتائج قيمة (CN) ، وتراوحت قيم (S) ما بين (٢٥,١ ملم) للأجزاء الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها ، وما بين (٥٩٢,٦ ملم) للأجزاء الأكثر قدرة للاحتفاظ بالماء . أما قيم معامل الاستخلاص الاولي (Ia) وهو مقدار الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي ، تتراوح قيمته في احواض منطقة الدراسة ما بين (٥,٠٢ ملم) الأقل فاقد اولي لمياه الامطار ، و(١١٨,٥٣ ملم) لاعلى فاقد لمياه الامطار ، وقد تبين أن قيم الاحواض منخفضة نتيجة لارتفاع نسبة الطين إذ يعمل على انخفاض كمية المياه المفقودة قبل بدء الجريان السطحي وبذلك يولد جريان سطحي عالي ونشاط في عملية التعرية المائية .
- تتنوع الاشكال الجيومورفولوجية في احواض منطقة الدراسة فتبين أن هناك اشكال ناتجة عن التعرية المائية والمتمثلة بالبيدمنت ، الالتواءات النهرية ، شبكة الوديان ، التلال المنزلة ، الخوانق ، الكويستا ، العيون والينابيع المائية ، البيوت ، الأراضي الرديئة ، تجاويف التعرية ، المدرجات النهرية ، واشكال ناتجة عن الترسيب المائي المتمثلة بالسهول الفيضية والمرابح الفيضية والجزر النهرية .
- استخدم الباحث عدة نماذج ومؤشرات لتقدير حجم التعرية المائية ، فتبين من خلال مؤشر فورنير (Fournier.F.1960) ان معدل التعرية المطرية كانت معتدلة ، بلغ مجموع قابلية التعرية في محطتي دوكان والسليمانية (٩٠,٦ ، ٩٢,٢) على التوالي .
- من خلال تطبيق منهجية PAP/CAR ونظم المعلومات الجغرافية اتضح ان هناك تباين في التعرية المائية داخل احواض منطقة الدراسة بين الضعيفة جداً الى الشديدة جداً بفعل تظافر مجموعة العوامل الطبيعية والبشرية ، ولوحظ وجود علاقة عكسية بين الصخرية والغطاء النباتي مع التعرية المائية المحتملة PAP/CAR فكلما قلت الصخرية والنبات الطبيعي كلما زادت التعرية المائية .
- من خلال تطبيق أنموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) (EPM) لتقدير كمية تعرية التربة في احواض منطقة الدراسة بلغ حجم التربة المنجرفة من (٥٠٠٠-٢٠٠٠٠) مستوى

التعرية قوي جداً في مساحة (٤٧,٤٣ كم^٢) بنسبة (٩,٨ %) ، وقد بلغ حجم التربة المنجرفة من (١٥٠٠-٥٠٠٠ م^٣/كم^٢/سنة) تعرية قوية جداً وذلك بمساحة (١٨٧,٩٢ كم^٢) بنسبة (٣٨,٨ %) ، وبلغ حجم التربة المنجرفة (١٥٠٠-٥٠٠ م^٣/كم^٢/سنة) تعرية متوسطة ، بمساحة (١٨٧,٩٢ كم^٢) بنسبة (٢٧,٣ %) ، والترب المنجرفة (٥٠٠-٥٠٠ م^٣/كم^٢/سنة) تعرية ضعيفة ، بلغت مساحتها (٢٩,٦٣ كم^٢) بنسبة (٦,١ %) ، وكانت حجم الترب المنجرفة (أقل من ٥٠ م^٣/كم^٢/سنة) تعرية غير ظاهرة بلغت مساحتها (٨٦,٦٣ كم^٢) بنسبة (١٧,٩ %) .

- عند تطبيق مؤشر بيرجسما (Bergsma) لقياس التعرية المائية الاخدودية في احواض منطقة الدراسة ، يتراوح معدل التعرية العالية جداً بين (٢٧٠١ - ٢٧٠٠ م^٣/كم^٢) بمساحة (٢٩,٨٢ كم^٢) ، أي بنسبة (٦,١٦٥ %) ، ومعدل التعرية العالية التي يتراوح معدلها ما بين (١٥٠١ - ٢٧٠٠ م^٣/كم^٢) بمساحة (١٤١,٨٦ كم^٢) أي بنسبة (٢٩,٢٩٧ %) . وبينت الدراسة من خلال تحليل خريطة التعرية المائية لمنطقة الدراسة ، أن معدل التعرية المائية في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية هي اكثر شدة من المناطق الجنوبية .
- بينت نتائج مطابقة الطبقة الجيولوجية مع طبقة التعرية المائية ضمن منطقة الدراسة وجود علاقة عكسية بين شدة التعرية المائية والتكوينات الجيولوجية ، إذ تزداد شدة التعرية المائية في التكوينات الأقل صلابة ، إلا أن صخور المنطقة تتأثر بشكل عام بمخاطر التعرية المائية بدرجاتها المختلفة .
- اتضح من خلال مطابقة طبقة الانحدار مع طبقة التعرية المائية أن هناك تطابقاً بعلاقة طردية ، إذ تطابقت المناطق ذات درجات الانحدار الشديد مع التعرية المائية الشديدة ، وقد تبين أن لدرجة الانحدار وطول المنحدر عوامل تتعلق بنفاذية التربة للمياه ، وكلما قلت نفاذية التربة للمياه زادت خطورة التعرية المائية ، والعكس صحيح .
- من خلال دمج طبقتي النبات الطبيعي والتعرية المائية اتضح أن هناك علاقة عكسية بين كثافة غطاء النبات الطبيعي وشدة التعرية المائية ، إذ كلما قل الغطاء النباتي زادت شدة التعرية المائية ، والعكس صحيح .
- تم بناء أنموذج للمخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية المائية الناتجة عن التعرية المائية في منطقة الدراسة ، من خلال تحليل نتائج الطبقات النهائية تبين أن المناطق الشديدة الخطورة للتعرية المائية تشغل مساحة (٨٢,٣٩ كم^٢) أي بنسبة (١٦,٩٩ %) من اجمالي منطقة الدراسة ، كما تشغل المناطق الخطرة للتعرية المائية مساحة (١١٩,٩٨ كم^٢) أي بنسبة (٢٤,٧٥ %) من اجمالي منطقة الدراسة ، أي يبلغ مجموع مساحة المنطقتين (الشديدة الخطورة والخطرة) اكثر من (٤١ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة وتعد نسبة كبيرة .
- تبين أن للتعرية المائية مخاطر على الاستيطان البشري والزراعة وطرق النقل والمواصلات وسمك التربة وانخفاض نسبة المادة العضوية وقابليتها للإنتاج والمراعي ، فضلاً عن تأثيرها على السياحة وتنميتها في المنطقة .

المقترحات

المقترحات : Pecommendation

- تعاني المنطقة من بعد المحطات المناخية وانعدام المحطات الهيدرولوجية ، علماً أن منطقة الدراسة تشهد مورد مائي كبير ، لذا يتطلب ضرورة إنشاء محطات مناخية فضلاً عن انشاء محطة هيدرولوجية عند منطقة مصب الاحواض في نهر الزاب الأسفل ، بعد العمل على ربط اودية الاحواض في مجرى واحد عند المصب ، وذلك لتقارب مجاري الاودية في منطقة المصب .
- معالجة المناطق التي تعاني من مشاكل التعرية المائية الشديدة ، فضلاً عن المناطق التي ستتعرض لتعرية مائية محتملة مستقبلاً واستغلال مناطق التعرية المائية المدومة أو التعرية المائية الضعيفة التي تم تحديدها في خرائط هذه الدراسة واستخدامها للاستعمالات البشرية المختلفة .
- بناء اسيجة صخرية أو اسلاك شائكة ومشبكة خط واحد أو اكثر على سفوح المنحدر ولاسيما جوانب الطرق على سفوح المنحدرات ومنع وصول المواد الأرضية الى الأسفل
- العمل على زراعة الأشجار والحشائش وذلك باستخدام الزراعة الشريطية بموازاة خط الكنتور في المناطق المرتفعة وعدم حراثة الأرض عكس خطوط الكنتور وذلك لزيادة خطورة التعرية المائية ، والاعتماد على طريقة المصاطب في الزراعة ، فضلاً عن زراعة أشجار ذات مردود اقتصادي جيد وذات جزور عميقة ومتشابكة على ضفاف مجاري الاودية للحد من مخاطر التعرية المائية على مجاري الاودية .
- انشاء سدود صغيرة ، والعمل على حصد المياه للاستفادة منها في مختلف المجالات ولاسيما الزراعة للتقليل من مخاطر التعرية المائية .
- الحد من ظاهرة الرعي الجائر والمحافظة على النبات الطبيعي ، وذلك من خلال تنظيم عملية الرعي بصورة دورية ، وتحفيز أي نشاط حيوي يزيد من المادة العضوية (الدبال) في التربة ، وذلك لتماسك التربة والتقليل من تعريتها .
- تطوير المرافق السياحية في منطقة الدراسة لما تتمتع به من مناخ ملائم ومظاهر خلابة ، مثل انشاء الفنادق ودور الاستراحة والمحال التجارية على ضفاف مجاري الاودية وعند نقطة التقاء مجاري الاودية في نهر الزاب الأسفل وعلى الجبال ولاسيما الجبال التي تقع شمال منطقة الدراسة التي تغطيها الثلوج أغلب أوقات السنة ، والمظاهر الجيومورفولوجية المميزة والجميلة من الشلالات والعيون والينابيع وبعض الجنادل والمساقط المائية ، ولكن أن يكون اختيار موقع المناطق السياحية آمن من مخاطر التعرية المائية .

المصادر والمراجع

أولاً- القرآن الكريم .

ثانياً : الكتب العربية :-

- ١- أبو راضي ، فتحي عبدالعزيز ، مورفولوجية سطح الأرض ، الطبعة الأولى ، دار المعرفة الجامعية ، ١٩٩٨ .
- ٢- أبو راضي ، فتحي عبد العزيز ، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا علم دراسة اشكال يابس الأرض ، ط ١ ، دار النهضة العربية ، بيروت ، لبنان ، ٢٠٠٤ .
- ٣- أبو العينين ، حسن سيد أحمد ، أصول الجيومورفولوجيا دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، الطبعة الحادية عشر ، ١٩٩٥ .
- ٤- أبو العينين ، حسن سيد ، أصول الجيومورفولوجيا (دراسة الاشكال الأرضية لسطح الأرض) مؤسسة الثقافة الجامعية ، الطبعة الثالثة ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٦٦ .
- ٥- بحيري ، صلاح الدين ، اشكال الأرض ، دار الفكر، دمشق ، ١٩٩٨ .
- ٦- تاربوك ، ادورد جي . ، فريديريك ك . لوتجنز ، ترجمة عمر سليمان حمودة واخرون ، الأرض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية ، مالطا ، بلا تاريخ.
- ٧- تراب ، محمد مجدي ، الموسوعة الجيومورفولوجية ، بلا ناشر ، الإسكندرية .
- ٨- تراب ، محمد مجدي ، اشكال الصحاري المصورة ، دراسة لاهم الظواهر الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبه الجافة ، مطبعة الانتصار ، الإسكندرية ، ١٩٩٣ .
- ٩- تورك ، فوت ، ل.م ، اساسيات علم التربة ، ترجمة صالح محمود ميرجى ، وعبدالله نجم الفاني ، جامعة بغداد ، الطبعة الخامسة ، ١٩٧٨ .
- ١٠- التكريتي ، رمضان أحمد الطيف ، وآخرون ، إدارة المراعي الطبيعية ، مطبعة دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، الموصل ، ١٩٨٢ .
- ١١- الجبوري ، سلام هاتف احمد ، اساسيات علم المناخ الزراعي ، دار الراية للنشر والتوزيع ، عمان الأردن ، ط ١ ، ٢٠١٥ .
- ١٢- جبوري ، صباح توما ، علم المياه وإدارة احواض الأنهار ، وزارة التعليم العالي ، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ .
- ١٣- جودة ، حسنين جودة ، حسن سيد احمد أبو العينين ، سطح هذا الكوكب - ظواهر تضاريسية كبرى ، ط ١ ، بيروت ، ١٩٦٨ .
- ١٤- جودة ، حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٠ .
- ١٥- جودة ، حسنين جودة ، صحاري العرب ، دراسات في الجيومورفولوجيا المناخية ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٨٨ .

- ١٦- جودة ، حسنين جودة، الجغرافية الطبيعية لصحاري العالم العربي، ط٣، منشأة المعارف بالاسكندرية، ١٩٨٤.
- ١٧- حديد ،احمد سعيد ، واخرون، علم الطقس ، مطبعة جامعة بغداد ، بغداد ، ١٩٧٩ .
- ١٨- حديد ، أحمد سعيد ، واخرون ، المناخ المحلي ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٢ .
- ١٩- الحسيني ، السيد السيد ، دراسات في الجيومورفولوجيا اشكال سطح الأرض ، دار الثقافة العربية ، القاهرة ، مصر ، ١٩٩٨ .
- ٢٠- حميدة ، حسين محمد ، الجيولوجيا التطبيقية للهندسة المدنية ، دار القماطي للطباعة والنشر ، بيروت ، ١٩٨٩ .
- ٢١- الخشاب، وفيق حسين واخرون، علم الجيومورفولوجيا، تعريفه، تطوره، مجالاته وتطبيقاته، الجزء الاول، كلية التربية، جامعة بغداد، ١٩٧٨.
- ٢٢- الخشاب ، وفيق حسين ، وآخرون ، الموارد المائية في العراق ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٨٣ .
- ٢٣- داود ، تغلب جرجيس ، علم اشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجي التطبيقية) ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، قسم الجغرافية ، ٢٠٠٢ .
- ٢٤- الدراجي ، سعد عجيل مبارك ، اساسيات علم شكل الأرض (الجيومورفولوجي) ، ط ٢ ، الغيداء للطبع والنشر والتوزيع ، العراق ، بغداد ، ٢٠١٤ .
- ٢٥- الدليمي ، خلف حسين ، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية) ، الطبعة الأولى ، دار صفا للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٥ .
- ٢٦- الدليمي ، خلف حسين علي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفا للطباعة والنشر والتوزيع ٢٠٠٩ .
- ٢٧- الدليمي ، حسين خلف ، التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، ط١، عمان، الأردن، ٢٠١١ .
- ٢٨- الدليمي ، خلف حسين علي ، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، الطبعة الأولى ، ٢٠١٢ .
- ٢٩- الدليمي ، خلف حسين ، الاشكال الأرضية دراسة حقلية ، دار الصفا للنشر والتوزيع ، الأردن ، عمان ، ط ٢٠١٨ .
- ٣٠- رشم ، صفاء عبد الأمير ، جغرافية الموارد المائية ، ٢٠١٤ .
- ٣١- السامرائي ، قصي عبد المجيد ، مناخ العراق الماضي والحاضر ، مجلة الاداب ، العدد ٥٠ ، ٢٠٠٠ .
- ٣٢- السامرائي ، قصي عبد المجيد ، المناخ والاقاليم المناخية ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٨ .

- ٣٣- ستريلر ، ارثر ، تعريب وفيق حسين الخشاب وعبدالوهاب الدباغ، اشكال سطح الارض، مطبعة دار الزمان، بغداد، ١٩٦٤.
- ٣٤- السعدون ، فاضل توماس ، واخرون ، مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، دار التقني للطباعة ، بغداد ، ١٩٨٤.
- ٣٥- السعدي ،عباس فاضل ، جغرافية العراق ، ط١، دار الجامعة للطباعة والنشر ، ٢٠٠٨.
- ٣٦- سلامة ، حسن رمضان ، أصول الجيومورفولوجيا ، الطبعة الثانية ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٧.
- ٣٧- سلامة ، حسن رمضان ، اصول الجيومورفولوجيا، كلية العلوم الانسانية والاجتماعية، قسم الجغرافية- جامعة الأردنية ، ٢٠٠٧.
- ٣٨- سلطان ،عبد الغني جميل ، الجو ، عناصره ، تقلباته ، دار الحرية للطباعة ، بغداد ، منشورات وزارة الثقافة والاعلام ، العراق ، ١٩٨٦.
- ٣٩- سليمان ، محمد محمود ، جغرافية البيئة ، الهيئة السورية العامة للكتاب ، وزارة الثقافة ، دمشق ، ٢٠١٠.
- ٤٠- السياب ، عبدالله شاكر ، جاسم علي الجاسم ، علم الطبقات ، ط١ ، مطبعة سيما ، فرنسا ، ١٩٨٠.
- ٤١- السياب ، عبدالله واخرون ، جيولوجية العراق ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٢.
- ٤٢- شريف ، عبد العزيز طريح ، الجغرافية المناخية والنباتية ، دار المعرفة الجامعة السعودية ، ٢٠٠٠.
- ٤٣- الثلث ، علي حسين ، جغرافية التربة ، مطبعة جامعة البصرة ، الطبعة الثانية ، البصرة ، ١٩٨٥.
- ٤٤- الصالحي ، سعدية عاكول ، عبد العباس فضيح الغريبي ، البيئة والمياه ، الطبعة الأولى ، دار صفا للنشر والتوزيع ، الأردن - عمان ، ٢٠٠٤.
- ٤٥- الصحاف ، مهدي محمد ، التصريف النهري والعوامل المؤثرة فيه ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد السادس مطبعة اسعد ، بغداد ، ١٩٧٠.
- ٤٦- صفى الدين ، محمد ، جيومورفولوجية قشرة الأرض ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت ، ١٩٧١.
- ٤٧- صفى الدين ، محمد ، جيومورفولوجية قشرة الأرض ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٧٦.
- ٤٨- عبدالسلام ، عادل ، العمل الجيومورفولوجي ، جامعة دمشق ، دمشق ، ٢٠١٩.
- ٤٩- عبد الماجد ، عصام محمد ، عباس عبدالله إبراهيم ، الهيدرولوجيا ، دار جامعة السودان للنشر والطباعة ، ط١ ، ٢٠٠٢.

- ٥٠- عبدالله ، ياووز شفيق ، أسس تنمية الغابات ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ .
- ٥١- عسل ، محمد سامي ، الجغرافية الطبيعية ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٨٤ .
- ٥٢- العمري ، فاروق صنع الله وعلي صادق ، جيولوجية شمال العراق ، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر ، الموصل ، العراق ، ١٩٧٧ .
- ٥٣- العمري ، فاروق صنع الله ، واخرون ، الجيولوجيا الطبيعية والتاريخية ، بغداد ، ١٩٨٢ .
- ٥٤- العمري ، فؤاد عبدالوهاب ، تأثير المظهر الأرضي في الاستيطان ، موسوعة تكريت ، الجزء الأول ، وزارة الثقافة ، ١٩٩٧ .
- ٥٥- غانم ، علي احمد ، الجغرافية المناخية ، دار الميسرة للطباعة والنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٣ .
- ٥٦- غنيم ، عثمان محمد ، تخطيط استخدام الأرض الحضري والريفي ، ط ١ ، دار الصفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠١ .
- ٥٧- فارس ، محمد ابراهيم ، محمد يوسف حسن ، قواعد الجيولوجيا التطبيقية ، الطبعة الثانية ، دار النهضة العربية للطبع والنشر ، القاهرة ، مصر ، ١٩٦١ .
- ٥٨- كارسون ، أم . أي . واخرون ، ترجمة وفيق حسين الخشاب ، المدخل الى العمليات النهرية (دراسات في الجيومورفولوجيا) ، جامعة بغداد ، كلية الاداب ، ١٩٧٩ .
- ٥٩- كربل ، عبدالاله رزوقي ، علم الاشكال الأرضية الجيومورفولوجيا ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة جامعة البصرة ، ١٩٨٦ .
- ٦٠- المالكي ، عبدالله سالم ، اساسيات علم الاشكال الأرضية (الجيومورفولوجي) ، ط ١ ، دار الوضاح للنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠١٦ .
- ٦١- محسوب ، محمد صبري ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، كلية الاداب ، جامعة القاهرة ، دار الفكر العربي للطباعة والنشر ، ١٩٩٧ .
- ٦٢- محسوب ، محمد صبري ، جيومورفولوجية الاشكال الأرضية ، دار الفكر للطباعة والنشر ، القاهرة ، ٢٠٠١ .
- ٦٣- المطيري ، السيد خالد علي ، جغرافية التربة ، الطبعة الأولى ، الدار السعودية للنشر والتوزيع ، جدة ، المملكة العربية السعودية ، ٢٠٠٤ .
- ٦٤- النقاش ، عدنان باقر ، مهدي محمد الصحاف ، الجيومورفولوجي ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، ١٩٨٩ .
- ٦٥- نورمان ، هدرسون ، ترجمة فوزي محمد الدومي ، صيانة التربة ، ط ١ ، دار الكتب الوطنية ، بنغازي ، ٢٠٠١ .
- ٦٦- الوائلي ، علي عبد الزهرة ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري ، مطبعة جامعة بغداد ، ٢٠١٢ .

ثالثاً - الرسائل والاطاريح :-

- ١- الاسدي ، كامل حمزة فليفل ، تباين الخصائص المورفومترية لوديان الحمضية الغربية في محافظة النجف وعلاقتها بالنشاط البشري ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠١٢ .
- ٢- امحيمد ، حسام محمود عمر ، تحليل الشدة المطرية اليومية في المنطقة المتموجة في شمال العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة الموصل ، ٢٠٢١ .
- ٣- أمين ، أسامة عبد القادر محمد ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي خورخور في قضاء خانقين واثره في التنمية البيئية باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٢١ .
- ٤- البياتي ، إسماعيل فاضل خميس مصطفى ، التعرية واثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، جامعة تكريت ، كلية التربية ، ٢٠١٨ .
- ٥- الجاف ، جوان سمين احمد ، المياه الجوفية في محافظة السليمانية واستثمارها ، قسم الجغرافية ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠١١ .
- ٦- الجبوري ، بان فيصل حمزة ، نمذجة مخاطر السيول والمنحدرات في حوض وادي تانجيرو في محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، ٢٠٢٢ .
- ٧- حسن ، سعد صباح ، النبات الطبيعي في محافظة السليمانية واثره في التنمية المستدامة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٢٠ .
- ٨- حمادي ، محمد موسى ، تقدير الجريان السطحي واخطاره السيلية في حوض وادي المحمدي بالعراق (باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة عين شمس ، مصر ، ٢٠١٥ .
- ٩- الدالي ، السيد محمد عبد الرحيم ، السهل الساحلي للبحر الأحمر من الحدود المطرية السودانية شمالاً حتى رأس أبو شجرة جنوباً (دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية) أطروحة دكتوراه ، جامعة القاهرة ، مصر ، ٢٠١٢ .
- ١٠- رحيمي ، عثمان ، نمذجة التعرية المائية بالحوض المائي لواد تنكريوت بأعتماد منهجية PAP-CAR ، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة السلطان مولاي سليمان ، كلية الاداب والعلوم الإنسانية بني ملال ، المغرب ، ٢٠١٦ .
- ١١- رسول ، شيروان برايم ، المقومات الطبيعية للسياحة في قضاء بشدر بإقليم كردستان _العراق دراسة في الجغرافية الطبيعية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٥ .

١٢- الزهيري ، لميس سعد حميد ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي جق جق شمال شرق محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٢ .

١٣- شعوان ، جمال ، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط -حوض امزاز أنموذجاً، أطروحة دكتوراه(غير منشورة) ، جامعة سيدي محمد بن عبدالله ، كلية الاداب والعلوم الإنسانية سايس ، ٢٠١٤-٢٠١٥ .

١٤- شنون ، فلاح حسن ، هيدروجيومورفولوجية نهر المجر الكبير واستثماراته ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠١٥ .

١٥- الطائي علي طالب حمزة ، المخاطر الهيدروجيومورفولوجية شرقي العراق بين نهري ديالى والكرخة باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠٢٢ .

١٦- عبد الحسين ، حسين كاظم ، تحليل مخاطر جيومورفولوجية في منطقة بنجوين ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠١٧ .

١٧- عبدالحميد ، صبحي عبدالحميد عبدالجواد ، أخطار السقوط الصخري للمنحدرات على الطريق الساحلي في منطقة العين السخنة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة حلوان ، ٢٠١٨ .

١٨- عبدالعزيز ، حكمت ، جيومورفولوجية جبل بيرمام واحواضه النهرية وتطبيقاتها ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الاداب ، جامعة صلاح الدين ، أربيل ، ٢٠٠٠ .

١٩- عبود ، نهرين حسين ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي ساورا في محافظة السليمانية ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، ٢٠١٦ .

٢٠- العبيدي ، لؤي داود يوسف ، دراسة جيولوجية هندسية لأستقرارية المنحدرات الصخرية لتكاوين (شيرانش كولوش-جركس) المحطة بمنطقة شقلاوة - شمال العراق - رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٥ .

٢١- العبيدي ، احمد كاظم عباس ، نشاط العمليات الجيومورفية في حوض وادي تکران السليمانية ، أطروحة دكتوراه(غير منشورة) ، كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٢٠ .

٢٢- عطا ، حمه غريب ، جيومورفولوجية منطقة بيرة معروف في الجمهورية العراقية ، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٨٣ .

٢٣- العكام ، اسحق صالح مهدي ، جيومورفولوجيا السهول المروحية بين مندلي وبدره - شرق العراق ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٠ .

٢٤- غريب ، عطا حما ، جيومورفولوجية منطقة بيري مكرون الجبلية في الجمهورية العراقية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الاداب ، جامعة الإسكندرية ، ١٩٨٣ .

٢٥- الغيلان ، حنان بنت عبداللطيف بن حسن ، دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لين ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة الملك سعود ، ٢٠٠٨ .

- ٢٦- الكناني ، ناصر عبود ، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين خصائص الرياح السطحية في العراق ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية (ابن رشد) ، جامعة بغداد ، ٢٠١١ .
- ٢٧- المحسن ، اسباهية يونس ، جيومورفولوجية الجزء الشمالي من منطقة الجزيرة في العراق ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ١٩٩١ .
- ٢٨- محمود ، أن رجب أحمد محمود ، تحليل علاقة المتغيرات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لحوض وادي ديوانة واثرها في حصاد المياه ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠١٧ .
- ٢٩- المكوطر ، وسن محمد علي كاظم ، الأدلة الجيومورفولوجية لمناخ البلايوستوسين في المنطقة شبه الجبلية ((شرق دجلة)) باستخدام GIS ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠١٢ .
- ٣٠- المنمي ، ديارى علي محمد ، دراسة كيميائية وبيئية للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٢ .
- ٣١- النجموي ، سرى بدر حسين ، الترابط المكاني للهطول المطري شمال دائرة ٣٦ في العراق ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠٠٨ .
- ٣٢- النفيعي ، هيفاء محمد ، تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية العلوم الاجتماعية ، جامعة ام القرى ، ٢٠١٠ .

رابعاً - البحوث والتقارير :

- ١- أبو راضي ، فتحي عبد العزيز ، وليد محمد علي محمود عجوة ، التحليل المكاني لآخطار السيول وتأثيرها على التنمية المتواصلة بمنطقة رأس غارب على الساحل الغربي لخليج السويس (مصر) ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الرابع والسبعون ، بدون سنة .
- ٢- احمد ، سوسن كمال ، الموازنة المائية المناخية في محطات محافظتي أربيل والانبار في العراق ، مجلة لارك للفلسفة واللسانيات والعلوم الاجتماعية ، العدد (٣٤) ، ٢٠١٩ .
- ٣- الاسدي ، محمد عبد الوهاب ، التقييم النوعي للتعرية المائية باعتماد نموذج (PAP/CAR) لحوض وادي شرويت / السليمانية ، باستخدام RS GIS ، مجلة اداب البصرة ، العدد ، ٩٣ ، ٢٠٢٠ .
- ٤- بدر ، هدى هاشم ، التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر وتقييم نوعية المياه الجاوية فيه ن مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠١٢ .
- ٥- برواري ، أنور مصطفى ، صباح يوسف يعقوب ، تعريب فائزة توفيق احمد ، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني ، تقرير عن جيولوجية لوحة الكوت (١ ناى ٣٨ - ١٥) (جي ام - ٢٧) رقم التقرير ٢٢٥٦ ، ١٩٩٢ .
- ٦- برواري ، أنور مصطفى ، واخرون ، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين دائرة المسح الجيولوجي ، تقرير عن جيولوجية لوحة خانقين مقياس (١:٢٥٠٠٠) ، بغداد ، ١٩٩٢ .

- ٧- البصراوي ، نصير حسن ، دراسة هيدروولوجية لمنطقة لوحتي (N J-38-15) ومهاباد (N J- 38- 14) مقياس 1: 250000 k ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، شعبة المياه الجوفية ،بغداد، ٢٠٠٧ .
- ٨- الجابري ، امال هادي ، تصنيف الغطاء الأرضي وبناء الخريطة الجيومورفولوجية لمحافظة المثنى ، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية ، مجلد (٥) ، العدد (٢) ، ٢٠١٢ .
- ٩- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين (جيوسرف) تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهاباد ، NJ38 - 15NJ38 ، ١٩٩٨ .
- ١٠- الجنابي ، شيماء مجيد خلف ، التعرية الاخدودية في حوض وادي هزان ، مجلة الاداب ، الملحق ١ ، العدد ١٣٠ ، ٢٠١٩ .
- ١١- الجنابي ، صلاح حميد ، مناخ مدينة الموصل ، مجلة دراسات موصلية ، العدد ٢٨ ، مركز دراسات الموصل ، الموصل ، ٢٠١٠ .
- ١٢- حميد ، دلي خلف ، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (SCS-CN) ، لحوض (وادي المر الجنوبي)- شمال العراق ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد (٢١) ، العدد(٥) ، ٢٠١٦ .
- ١٣- الخفاجي ، سرحان نعيم ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي الضباع بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية ، العدد الاول ، المجلد الثاني ١٠ ، ٢٠١٩ .
- ١٤- الزبيدي ، جعفر حسين علي ، واخرون ، دراسة خصائص التساقط المطري للأقسام الوسطى والجنوبية من العراق معتمداً على تصنيف Garson Friendly 2004 ، مجلة الاداب الفراهيدي ، العدد ٢٥ ، ٢٠١٦ .
- ١٥- زغير ، حميدة كاظم ، أهم الاشكال الجيومورفولوجية في السهول الفيضية ، مجلة دراسات تربوية ، العدد (٢٨) ، ٢٠١٤ .
- ١٦- السامرائي ، محمد جعفر ، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الأقاليم المناخية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد (٤٢) ، ١٩٩٩ .
- ١٧- سلامة ، حسن رمضان ، جيومورفولوجية المراوح الفيضية المطورة عن صخور كرانيتية في وادي عربة في الأردن ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية ، المجلد (٦) ، العدد(٢) ، ١٩٧٩ .
- ١٨- سلامة ، حسن رمضان ، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن ، مجلة دراسات العلوم الإنسانية ، الجامعة الأردنية ، عمان المجلد (٧) ، العدد (١) ، ١٩٨٠ .
- ١٩- سلامة ، حسن رمضان ، مظاهر الضعف الصخري واثارها الجيومورفولوجية ، مجلة الجمعية الكويتية ، العدد ٥٣ .
- ٢٠- سلمان ، ادريس علي ، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي) ، مجلة جامعة جازان ، فرع العلوم الإنسانية ، المجلد ٣ ، العدد ١ ، ٢٠١٤ .

- ٢١- سلوم ، غزوان ، حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) مجلة دمشق ، المجلد ٢٨ ، العدد الأول ، ٢٠١٢ .
- ٢٢- شاكر، سحر نافع ، جيومورفولوجية العراق في العصور الجليدية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢٣ ، ١٩٩٠ .
- ٢٣- شريف ، ازاد جلال ، هيدرولوجيا حوض نهر الخابور، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (٣٤) ، ٢٠٠٠ .
- ٢٤- الشريفي ، علي محسن كامل ، زهراء مهدي عبد الرضا ، بناء نموذج الجريان السطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (SCS-CN) ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، المجلد ٢١ ، العدد ٤ ، ٢٠١٨ .
- ٢٥- الشمري ، اياد عبدعلي سلمان ، زينب وناس خضير الحسنوي ، تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي أبو غريبات في محافظة ميسان ، مجلة الأستاذ للعلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد(٥٨) ، العدد(٢) ، ملحق(١) ، ٢٠١٩ .
- ٢٦- عاشور ، محمود محمد ، طرق التحليل الجيومورفولوجية لشبكات الصرف المائي ، مجلة كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، العدد ٩ ، ١٩٨٦ .
- ٢٧- عباس ، اسراء عبدالحسن ، عبدالله صبار عبود ، تقرير حجم الجريان السطحي لحواس غرب بحيرة دربندخان ، جامعة بغداد ، مجلة الاداب ، ملحق ١ ، العدد١٢٧ .
- ٢٨- عبدالله ، جميل نجيب ، الغابات الطبيعية في شمال العراق ، مجلة كلية الاداب ، جامعة البصرة ، العدد الخامس ، مطبعة دار الطباعة الحديثة ، البصرة ، ١٩٧١ .
- ٢٩- عبدالله ، خالد اكبر ، نيران محمود سلمان ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي الريحانة في قضاء عنه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة اوروك ، العدد ٤ ، المجلد ٨ ، ٢٠١٥ .
- ٣٠- العبيدي ، رحيم حمدان ، محمد جعفر السامرائي ، التعرية المطرية لسفوح منحدرات تلال حميرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، مجلة كلية الاداب ، جامعة بغداد ، العدد(٨١) ، ٢٠٠٨ .
- ٣١- العذاري ، احمد عبد الستار ، حسين كاظم ، خطر السيول في وادي مركه سور في أربيل العراقية (دراسة هيدرولوجيا مورفومترية تطبيقية) ، مجلة الفنون والادب وعلوم الانسانيات والاجتماع ، العدد ٨ ، حزيران ، ٢٠١٦ .
- ٣٢- العكام ، اسحق صالح ، نوال كامل علوان ، تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج بالاعتماد على تقنية التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد٢١ ، ٢٠١٥ .
- ٣٣- العكام ، اسحق صالح ، احمد هاشم السلطاني ، الجريان السطحي في حوض وادي الجبال باستخدام التقنيات الجغرافية ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، مجلد ٢١ ، العدد ٤ ، ٢٠١٨ .

٣٤- العكام ، اسحق صالح ، جميلة فاخر محمد ، تقدير مخاطر الجريان السطحي لستة احواض في الهضبة الغربية ، مجلة كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، المجلد (٢٧) ، العدد (٥) ، ٢٠١٦

٣٥- العكام ، إسحق صالح ، خلدون رحمن علوان ، استخدام نموذج (SCS-CN) في تقدير حجم مخاطر السيول في حوضي وادي دال كوز ، مجلة ديالى ، العدد ٧٦ ، ٢٠١٨

٣٦- عمران ، انتظار مهدي ، جيومورفولوجية الجزر النهرية في شط الهندية ، مجلة كلية التربية الأساسية ، جامعة بابل ، العدد(٢٣) ، ٢٠١٥ .

٣٧- عمران ، انتظار مهدي ، ضياء بهيج رؤوف ، التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض سي داره من خلال نموذج EPM ، مجلة العلوم الإنسانية ، مجلد ١٣ ، العدد الثالث ، ٢٠٢٢ .

٣٨- العميدي ، رزاق حسين هاشم ، عبد الحسن مدفون أبو رحيل ، الشدة والاستمرارية للأمطار الساقطة في العراق ، المجلد(١) ، العدد(٣٢) ، ٢٠١٧ .

٣٩- عويد ، ضياء الدين عبدالحسين ، استبرق كاظم شيوط ، عباس فاضل عبيد ، النمذجة الكارتوغرافية لقياس تدفق السيول لوادي ترسخ وطلحة بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ، مجلة لارك ، العدد ٢٣ ، ٢٠١٦ .

٤٠- العيدان رحيم حميد ، محمد جعفر السامرائي ، التعرية المطرية لسفوح منحدرات تلال حميرين بأستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، جامعة بغداد ، مجلة كلية الاداب ، العدد(٨١) ، ٢٠٠٨ .

٤١- الغامدي ، سعد أبو راس ، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، جامعة ام القرى ، مكة المكرمة ، المجلة المصرية للتغير البيئي ، العدد الأول ، ٢٠٠٩ .

٤٢- القشطني ، باسل احسان ، الكتل الهوائية التي تعترض منطقة بغداد في موسم الامطار ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢٤ .

٤٣- القصاب ، سحر نافع ، جيومورفولوجية العراق في العصر الجليدي مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد (٢٣) ، ١٩٨٩ .

٤٤- القيسي ، حاضر ظاهر ، رقية احمد محمد امين ، بشير فرحان محمود التميمي ، تحليل معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقدير الجريان السطحي لاختيار موقع حصاد المياه (حوض جم جمال - العراق حالة تطبيقية ، مجلة الفنون والادب وعلوم الانسانيات والاجتماع ، العدد ١١ ، ٢٠١٦ .

٤٥- محمد ، ماجد السيد ولي ، المناخ وعوامل تشكيل سطح الأرض (مدى تأثير العمليات الجيومورفولوجية بالعناصر المناخية) ، دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٤٥ ، ٢٠٠٠ .

- ٤٦- محمد ، عز الدين محمد ، ورشا سامي ، تقدير حجم الجريان السطحي والترسبات لجابية شمال العراق لأغراض الحصاد المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة دمشق للعلوم الهندسية ، المجلد ٢٨ ، العدد ١ ، ٢٠١٢ .
- ٤٧- معتوق ، صفية شاكر ، توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم التعرية المائية لحوض وادي سررة خاتون بالاعتماد على نموذج EPM ، جامعة البصرة ، مركز دراسات البصرة والخليج العربي ، مجلة كلية التربية الأساسية ، العدد (١١١) ، المجلد (٢٧) ، ٢٠٢١ .
- ٤٨- معة ، خلدون عباس ، تقسيم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تکران في السليمانية – شمال شرق العراق مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية ، المجلد الثاني ، العدد الأول ، ٢٠٠٥ .
- ٤٩- منخي ، سعدية عاكول ، حسام كنعان وحيد ، جغرافية الأقاليم النباتية (العراق انموذجاً) ، الطبعة الأولى ، مطبعة نور الحسن ، بغداد ، ٢٠٢٠ .
- ٥٠- الموسوي ، حسين عذاب خليف ، وآمال هادي كاظم ، التحليل المورفومتري لحوض وادي عرعر غرب العراق باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية G.I.S ، مجلة كلية التربية ، جامعة واسط ، المؤتمر العلمي الدولي العاشر ، ٢٠١٧ .
- ٥١- نافع ، فيصل عبد الفتاح ، استخدام تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية ، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، المجلد (١٤) ، العدد (٦٠) ، ٢٠١٧ .
- ٥٢- النعيمي ، مصطفى علي حسين ، هيدرومورفومترية حوض مندلي شرق العراق ، المجلة العراقية للعلوم ، مجلد (٣٣) ، العدد (٤) ، ٢٠١٢ .

خامساً – المطبوعات الحكومية :

- ١- إقليم كردستان ، هيئة الانواء الجوية ، السليمانية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية منشورة ، لسنة ٢٠٢٠ .
- ٢- وزارة التخطيط ، الجهاز المركزي للإحصاء ، تقديرات سكان العراق (٢٠١٥-٢٠١٨) .

سادساً : المصادر الأجنبية :

- 1- A. Strahlar , Physical Geography . John Wiley and Sons , United States of America, 1975.
- 2- Andrews . S . Goudie , Encyclopedia of Geomorphology , London and Newyork , volume 1 (A-I) , 1st published 2004.
- 3- Bergsma , Rin Fall Erosion Serves For Conserration Planning , ITC, Nether Land , 2003.
- 4- Buday . T . and Jassim . S , the Regional Geology of Iraq ,Tectonism , magmatism and metamorphism , vol . 2 , 1987.
- 5 - Buringh . p.s. solis and solis conditions in Iraq , directorate of agricultural research and projects , Baghdad, 1960.

- 6- Charles C .Plummer ,David Mcgeary and Diane H. Carlson, Physical Geology, Mc Graw Hill, Higher Education . New York, 2001.
- 7- Chorely . j. Richard, Water, Earth, Man-,London Methuen 8 coltd .
- 8- Fournier , F. climate erosion , la relation enter Le rosion du sol parleau et lesper ceptions , atmosphere , Ques , paris , 1960 .
- 9- Garrett, N., Advanced Geography , Oxford University Press , 2000 .
- 10- Gook,A.U,and wavren, A., Geomorphology in Desert , B.T.Bats ford . Ltd , London , 1973.
- 11- H .M . Raghunath , Hydrology principlese , Analysis and Desing , 2006 .
- 12- Jaton,J .F . Hydrologic Decureace (1ere partis) Ecoulement Desurface Et Debits cruse , Ecole , polyechique , instate de Genin , 1980.
- 13- Jackson, JA, J Mehl and K Neuendorf, Glossary of Geology. American Geological Institute, Alexandria, Virginia 2005, p800.
- 14- Karleusa, Nevena Darbara Barbara, Nevenka Ozanic, A review of the Gavrilovic method (Erosion Potential method) application, Gradevinar, no 9 , 2016 .
- 15- Koshak .N,Dawod. A GIS morphometric analysis of hydrological catchments Within Makkah metropolitan area , sudi Arabia , internation Journal of geomatics and geosciences , volum 2 , No 2 , 2011.
- 16- Lepichon , X , etal , Report on the geological investigation for native sulphurin the northern sector of the fatha mosul unpublised report on 1988.
- 17- Lubna S. Qaryouti and others , GIS modeling of water erosion in Jordan using ((Rusle)) Assiut university Bulletin for Environmental Reserches , Applied university , As saly Jordan , 2014.
- 18- Qays J. Saud, Ridha A.A. Muhammad, Hydrogeological and Hydchemical Study of Sulaimaniya Quadrangle NI -38-3-10 Scale : 1: 250000Bagdad , Cit 2010.

- 18- R. B. Goleker, M. V. Barid and S. N. Patil, Morphometric analysis and hydrogeological implication : Anjani and Jhiri river basin Maharashtra, India, Appl, Scli Res .
- 19- S. W. Kohman , Ground Water Hydraulics , U. S. Geobgical Surrey professional, 1979.
- 20- Saad . Z ., Jassim . and . c . Goff , Geology of Iraq , first Edicition , czeeh , Dalin , praque , 2006.
- 21- Saad . z Jassim and Jeremy C . coff , geology of Iraq , published by Dolin , prague and moravinan museum , bron , 2006.
- 22- Selpy, M.L, Eearths changing surface An introduction to Geomorphology , clarendon press.
- 23- Smith K. G . Standar For grading texture of erosional topography ,A M JournalSoc, London, 1950.
- 24- Thornbury , W.P. , Principles of Geomorphology , second edition , John wiley and sons , Inc. , New York , 1979 , P.171.
- 25- Tibor Body , the regional geology of Iraq , stratigraphy and paleography , Baghdad , 1980.
- 26- USDA-SCS,(1985), Natural Engineering Handbook , section 4.Department of Agriculture , USA.
- 27- Weinert , H.H., ciimates factoes affectors the weathering of igneous rock , Agriculture meteology , 1995.
- 28- Yas, Nibras Abbas, The Geomorphological Risks of Floods and Their Impact on Changing the Regression Categories of Eastern Iraq for Wasit Governorates- Al Amarah (Case Study), Journal of the College of Basic Education, No.104, Volume 25, 2019 .
- 29- Zachar D . Soil Erosion . Amsterdam : Elsevier Science Publishing Company , (1982).

سابعاً : المصادر الكردية :

- ١- علي ، حسن علي ، ئاوي زيرزه وي له قه زاي بشده ردا (ليكولينه وه يه كي هايديرولوجية) ، نامه ي ماستتر(بلاونة كراوة) ، زانكوى سلیماني ، كوليحي زانسته مروفايه تيه كاني ، ٢٠١١ .

ثامناً : المواقع الالكترونية :

1- <http://chrsdata.eng.uci.edu> . *البيانات المناخية من الموقع* .

تاسعاً : الدراسات الميدانية :

- ١- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢٠ .
- ٢- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/١١/٢١ .
- ٣- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/١/١٣ .
- ٤- الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٨/١٥ .

B

Abstract

This study dealt with the process of water erosion of some basins north of Dukan Lake and its geomorphological risks. The study area is limited to be (484.86 km²), located in northeastern of Iraq; in the northeastern part of Sulaymaniyah Governorate. The study area is divided into three secondary basins: Wali Kevin , Kraft , and the basin of Dewlat Kulo, and the names of the basins fixed in the topographic map were relied upon .

The study aim is to recognize the natural characteristics of the area and their role in the water erosion activity represented by the geological and topographical characteristics, slope, climate, soil, water resources and natural vegetation and their effects on the water erosion activity in the study area.

The study focuses on the morphometric characteristics and their role in the process of water erosion, torrents and floods, represented by the cadastral properties, formalism and terrain characteristics, the characteristics of the river network, the identification of the forms of river drainage and its geomorphological role in increasing the activity of water erosion.

The research tackles the characteristics of water erosion in the basins of the study area resulting from the running water of torrents and floods descending from the northeastern part of Wali Kevin basin, and from the northern part in the Kraft basin, and from the northwestern part in Dewlat Kulo basin, and this is the result of heavy rains, which, in its turn, resulting in torrential torrents that erode the lands in the basins of the region, as these valleys vary in size, shape, slope, indentation, and ranks; generally they are steep, which helps to generate surface runoff and torrents towards the region suddenly, with high speeds, and severe water erosion. These basins vary in the intensity of water erosion, the amount of surface runoff, the amount of sweeping torrents, the period of torrential flow, and the areas they cover, this is due to the characteristics of water erosion, morphometric, geological and others.

The study showed the qualitative and quantitative evaluation of water erosion in the region, drawing water erosion maps and clarifying its spatial variation.

C

The study concluded that there are several types of physical and chemical weathering that prepare the rock crumbs for the transfer of water erosion, as several types of water erosion prevail in the region, the most important of which are rain drop erosion, lamellar erosion, water erosion, gully erosion, valley erosion, and tunnel erosion

Water erosion has been studied using several indicators, including the Fournier index, which calculates the intensity of rain erosion for water basins, and the use of PAP/CAR model, by which the qualitative assessment of water erosion is studied, in addition to using the Gavrilovik model (EPM) for the quantitative evaluation of water erosion. Bergsma index was used, as one of the important indicators for measuring erosion of liquefied (grooving) water, and the degrees of erosion, its effectiveness, the rate of its impact on the region, its areas, and the percentage of each of them were determined

It became clear that all water erosion degrees exist, including strong erosion, which is the highest degree of water erosion. The transport process was also studied and the methods of water transport work for the basins of the study area were identified, and the process of river sedimentation of the types of sediment transported by water erosion from its original place to the place where the water strength became weak.

It became clear that there are many land forms resulting from these geomorphological processes, including geomorphological forms resulting from weathering, geomorphological forms resulting from water erosion, and geomorphological forms resulting from sedimentation.

The most geomorphological risks to which the study area subjected, were studied and analyzed; the results proved that there are geomorphological risks resulted from water erosion. Then the study defined the methods that can help in limiting the geomorphological risks in the study area.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
University of Kufa
College of Arts
Department of Geography



Water Erosion of some Basins North of Dukan Lake and its Geomorphological Risks using GIS

A Thesis

Submitted to :-

The Council of the College of Arts / University of Kufa

As A Partial Fulfillment of the Requirements for Ph.D. Degree in
Geography

By :-

Qusay Dheyab Abbas Al-Tamimi

Supervised by :-

Prof. Dr. Falah Hassan Shanoon Al-Kaabi

2023 A.D

1445 A.H