التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية لحوض وادي كاهردي (شمال العراق) باعتماد منهجية CAR–PAP وخوارزمية الاشجار العشوائية Random forest باستخدام (GIS. RS. Geo AI)

أ.م.د. صلاح عثمان عبد العاني
المديرية العامة لتربية الانبار
Dr.salah.ALani@gmail.com
م.د. علي سليمان ارزيك الكربولي
المديرية العامة لتربية الانبار
alisu8720@gmail.com
م.د. سميح عبد الغفور جاسم الهيتي
المديرية العامة لتربية الانبار
prog85sameeh@gmail.com

Qualitative and quantitative assessment of water erosion in the Kaherdi Wadi Basin (northern Iraq) adopting the CAR-PAP methodology and the random forest algorithm using (GIS.RS.Geo AI)

D.r Salah Othman Adnan Al-Ani
General Directorate of Anbar Education
sssss@gmail.com
Dr.Ali Suleiman Arzik
Al-Karbouli
General Directorate of Anbar Education
alisu8720@gmail.com
Dr. Sameeh Abdulghafour Jassim Al-Hiti
General Directorate of Anbar Education
prog85sameeh@gmail.com

المستخلص:

أن قياس التعرية المائية باعتبارها أحدّ أهمْ العمليات الجيومورفية أمرٌ غاية الأهمية لإنعكاس تأثيرها على مختلف الاذ شطة البـ شرية، وتتأثر التعرية المائية بعوامل طبيعية عدة منها (المناخ، التربة ومدى قابليتها للتعرية، الغطاء الار ضي وكثافته، فـ ضلاً عن شدة الانحدار) وللو صول إلى نتائج دقيقة يـ سعى الباحثون إلى ا ستخدام إنموذج (PAP–CAR) المعروف بدقة محاكاته لمعطيات التحـ سس النائي وقياس حجم التعرية المائية من بعد ذلك محاكاة النتائج التي سيتم التو صل لها با ستخدام خوارزمية الا شجار العـ شوائية(Randomforest) كواحدة من خوارزميات الذكاء الا صطناعي التي يمكنها التنبؤ بنتائج التعرية المائية لاتخاذ قرارات علمية دقيقة للحد من تأثيرات البيئة السلبية.

اذ تخضـــع منطقة البحث باعتبارها جزءً من العراق لمناخ البحر المتوســـط، حيث ســـجلت محطات (اربيل، شـــقلاوة، كويســـنجق) معدل درجة حرارة ســـنوي للمدة من(2000–2020) بلغ (20.69؛ 18.47، 22.43م)، وكميات تســـاقط مطري مرتفعة للمدة والمحطات ذاتها، بلغت (401، 674، 803 ملم)، وامتازت الـ شبكة المائية للحوض بتـ شعبها وكثافتها وفقا لطبيعة المنكشفات الصخرية وشدة مقاومتها للتعرية من جهة وطبيعة التساقط المطري وكمياته من جهة اخرى.

اظهرت النتائج أن التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية وفق نموذج(PAP/CAR) قد تباين داخل الحوض بين (الضـــعيفة الى الشديدة جداً) وأنّ سبب هذا التباين عائد إلى تباين صلابة الصخور ووجود النبات الطبيعي واختلاف كثافته بين منطقة واخرى، أما بالنـ سبة للنتائج التي تو صلت اليها خوارزمية الا شجار العـ شوائية (Randomforest) فقدّ أكدت هي الأخُرى التأثير الكبير للتعرية المائية في تـ شكيل المظهر الخارجي لحوض وادي كاهردي وعزت سبب ذلك إلى تفاوت عنا صر المناخ بين سنة واُخرى من جهة وطبيعة الصخور واختلاف نوعيتها ووجود النبات الطبيعي من عدمه من جهة لأُخرى.

الكلمات المفتاحية : التقييم – التعرية – الكمية – خوارزمية

Abstract

Measuring water erosion as one of the atheyGeomorphic processesIt is extremely important because its impact is reflected in various human activities, and it is affected Watererosion afterI hope is naturalthis Of which(Climate, soil and its susceptibility to erosion, land cover and its density, as well as the severity of the slope) To reach accurate results, researchers seek to use a model (PAP-CAR) is known for accurately simulating remote sensing data and measuring the extent of water erosion from a distancethatSimulating the results that will be reached using the random tree algorithm (Random forestAs one of the artificial intelligence algorithms that can predict the results of wa ter erosion to make accurate scientific decisions to reduce negative environmental impacts.

The study area, as part of Iraq, is subject to a climate the sea Average, where recorded stations(Erbil, Shaqlawa, Koysanjak)an average degree heat annual For the duration from (2000-2020)reach(20.69;18.47,22.43M), And quantities falling High rainfall for the same period and stations, it reached(401,674,803mm), on In a row, it excelled the network Watercolor For the basin According to its branching and density For nature The exposed ones Rocky And severity Resist it To strip from Side And nature Precipitation Al-Matari And its quantities from Side Other .The results showed that Evaluation Qualitative To strip Watercolor according to model (PAP/CAR) may be contrast inside The basin between(low, Severe Very) and that the reason for this discrepancy is due to the variation in the hardness of the rocks, the presence of natural vegetation, and the difference in its density from one region to another. As for the results reached by the random tree algorithm (Random forestIt also confirmed the significant impact of water erosion in shaping the external appearance of Wadi Kaherdi Basin and attributed the reason for this to the variation in climate elements from one year to another, on the one hand, and the nature of the rocks, their different types, and the presence or absence of natural vegetation, on the one hand, and the presence or absence of natural vegetation, on the one hand, on the other.

Keywords: evaluation - stripping - quantitative - algorithm

المقدمة:

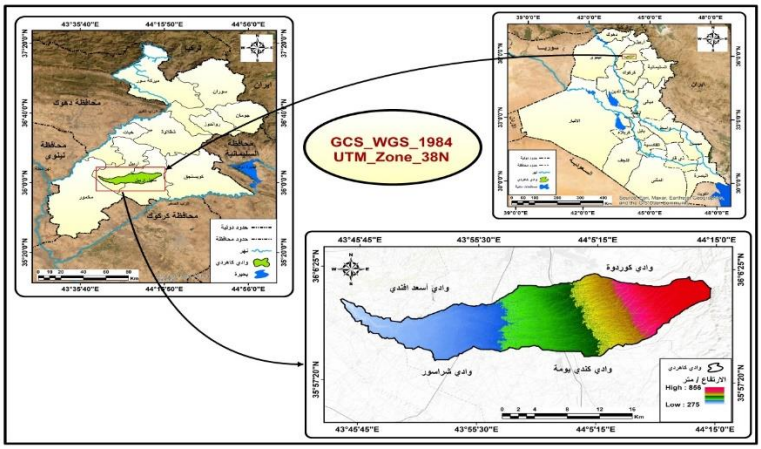
تُعدّ التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المهمة وذلك للآثار الجسيمة التي تتركها على سطح الأرض عبر احداثها ا شكالاً أر ضية جديدة وب شكل دائم دون توقف، عبر ما تحمله بين طياتها من عوامل نحت ونقل وارساب معاً، حيث لا تقت صر مهمتها على تفتيت وبري الـ صخور فقط، بل حملها ونقلها صغيرة كانت أم كبيرة من مكان لآخر، تعتمد التعرية المائيةبالدرجة الاساس على غزارة الامطار وحجم قطراتها لاسيما المتساقط منها على المناطق المكشوفة والسفوح والمنحدرات الجبلية، محدثةً جرياناً سطحياً فوق الأرض مما يجعلها عملية جيومورفولوجية مميزة [1] نظرا لما تتركه التعرية المائية من اثار سلبية على التربة وما يرافق ذلك من تدهور للأراضي الزراعية، وتراجع إنتاجيتها، وتأثيرها السلبي على نوعية المياه والبيئة، بات من اللازم ان نـ ضع هذه المـ شكلة بعين الاهتمام من أجل اتخاذ التدابير الناجعة وتطوير الحلول اللازمة لهذه المـ شكلة، وهذا لا يمكن الو صول اليه إلا عن طريق التمكن من تقدير كمياتها بدقة، وهو أمر صعب نظراً لتعقيد العوامل المتحكمة والمسببة لهذه الظاهرة ، مما أدى إلى تطوير نماذج محاكاة لتقييم كميات التربة المنجرفة وإعداد خرائط لتعرية التربة وتحديد المناطق المعر ضة لهذا الخطر، ومن هذه الادوات تقانات التحسس النائيRS ونظم المعلومات الجغرافيةGISباعتبارهما ادوات يمكنها تطوير نماذج محاكاة مختلفة لتقييم وتقدير كمية التربة المنجرفة وفي إعداد خرائط تعرية التربة وحصر مناطق خطورتها فضلا عن المساهمة في اقتراح إجراءات صيانة التربة في هذا البحث سيتم استخدام انموذج (CAR-PAP) باعتباره نموذج رياضي يستخدم لتقييم الخطر الكامن والفعلي للتعرية المائية فضلا عن ا ستخدام الذكاء الا صطناعي بغية الو صول إلى نتائج دقيقة تعكس لنا تعرية التربة في حوض كاهردي وفقاً لطبيعة ونوعية البيانات المـ ستخدمة في بناء أنموذج التعرية وهذا ما سنلجأ إليه ايضا عبر استخدام خوارزمية (Randomforest) [2]

ينطلق البحث من تـ ساؤل مفاده: كيف تؤثر الخـ صائص الطبيعية على التعرية المائية في حوض كاهردي؟ وهل لكثافة الغطاء النباتي أثراً على التعرية المائية؟ وهل يمكن تقييم هذا الاثر نوعياً وكمياً؟

لتأتي الاجابة على النحو التالي: تتميز منطقة البحث بعوامل طبيعة اســـهمت بزيادة عمليات التعرية المائية بـ شكل فاعل اذ ادت تلك العوامل إلى تو سع الـ شبكات المائية (المورفومترية) وهذا يجعل عملية تقييم أثر هذه العمليات نوعياً وكمياً أمراً قائماً.

موقع منطقة البحث: تم انتخاب حوض وادي كاهردي الواقع شمال العراق في مـ حافـ ظة أربـ يل بين دائرتي عرض (36°6'3"N -35°58'55"N)وخطي طول (44°14'37"E-43°44'19"E)، ضمن الر صيف غير المـ ستقر جيولوجيا(ينظر الخريطة1)، ومن المعلوم أنّ تلك المناطق يرتفع فيها التســـاقط المطري مما يعني ازدياد عمليات التعرية بشاكلة هائلة، تبلغ مساحة هذا الوادي (306 كم)، ممتداً فوق سطح هضبي متموج يتباين ارتفاعه بين (275م) بالقرب من مصب الوادي و(856 م) في أجزاءه الشـــرقية، تتكشـــف في الوادي تكوينات جيولوجية عدة تعود للزمنين الجيولوجيين الـ ثا لث والرابع كان لـ ها الاثر الواضـــح في طبيـ عة العملـ يات الجيومورفولوجية السائدة فيه مما جعله يتسم بالتضرس وشدة الانحدار.

خريطة (1) موقع منطقة البحث



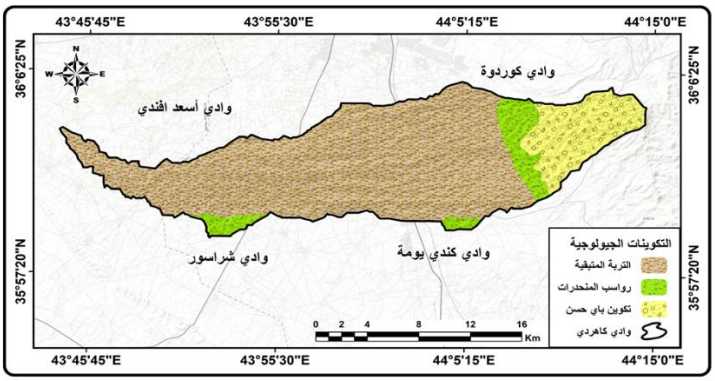
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

أولا: التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث: إنّ دراسة التتابع الطباقي أهمية كبيرة في الدرا سات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية الـ سائدة في حوض كاهردي، فإنها تعكس تفاصيل عديدة لاسيما تلك التي تتعلق بنوع الصخور وخصائصها مما يسهل فهم اســـباب تكوين الكثير من المظاهر المتكونة وطبيعة العمليات الجيومورفولوجية فضلاً عن تفسير أنماط المجاري المائية وقابلية الصخور ومدى استجابتها لعمليات التعرية المائية، تقسم التكوينات الجيولوجية في وادي كاهردي إلى:

1. **ترسبات المنحدرات**

تعود ترسبات المنحدرات إلى عصري البلايستوسين والهولوسين وتكون هذه الترســـبات على شـــكل انطقة أو تكون متناثرة تحيط بالمنحدرات ضـــمن المنطقة وتترسب ايضاً على طول المنحدرات ذات الميل القليل وتتجزء بواسطة المجاري المائية القادمة من المناطق المرتفعة، وتتكون من رواســـب مختلفة الاحجام مثل الترب الرملية والغرينية والطينية والقطع الصخرية ومدملكات واحيانا، سمك هذه الترســـبات متباين من مكان الآخر، معتمدا بذلك على كمية المياه الجارية وعلى انحدار الســـفوح [3]وتظهر في الاجزاء الشـــرقية ومناطق الصـــغيرة غرب منطقة البحث، شاغلة مساحة تقدر بـــــ (26كم^2) وبنسبة (8.5%) من منطقة البحث ينظر (الجدول1)، وتمتاز بنفاذيتها العالية للمياه وضعف مقاومة صخورها للتعرية المائية.

خريطة (2) التكوينات الجيولوجية



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة الجيولوجية ، لسنة 2000، مقياس 1:250000 ، ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

جدول (1) مساحة التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث

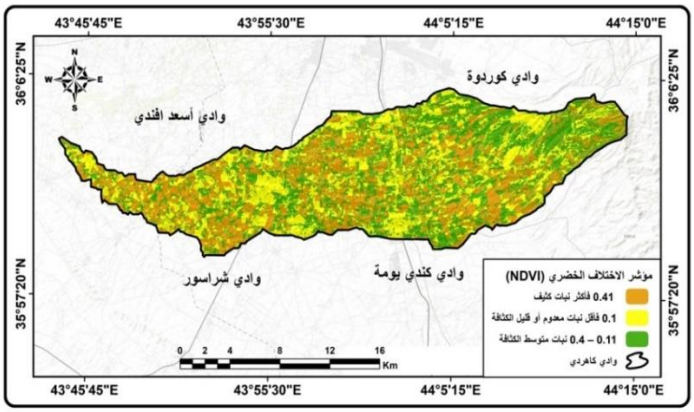
التكوين	كم2	النسبة
التربة المتبقية	237	77.4%
تكوين باي حسن	43	14.1%
رواسب المنحدرات	26	8.5%
مساحة الحوض	306	100.0%

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (2) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

2. **تكوين باي حسن:** يظهر هذا التكوين على شكل تضاريس وعرة في الجهات الشرقية من منطقة البحث، مكوناً من طبقة مدملكات يتراوح سمكها بين (50–80م) متداخلة مع الحجر الرملي والصلصالي، سمك هذا التكوين مُتغاير إعتماداً على طبيعة بيئة الترسيب ويتراوح بين (420–857) ويغطي مساحة (43كم^2) من منطقة البحث بنسبة (14.1%) ينظر (الجدول1)[4]

3. **الترب المتبقية:** ترب اشتقت من الصخور التي ترتكز عليها، لذا فإنها غنية بالمعادن التي تتكون منها هذه الصخور وتعد الترب المتبقية من ترسبات الزمن الرباعي التي يعود عمرها إلى عصر البلايستوسين والهولوسين، وتغطي مساحة كبيرة وواسعة من منطقة البحث مشكلةً (237كم^2)، بنسبة (77.4%). [5]

خريطة (3) **مؤشر الاختلاف الخضري** (NDVI)



المصدر: بيانات القمر الصناعي (Land sat + OLI 8) بتاريخ 2023/3/22، ومخرجات برنامج ArcMap 10.8

ثانياً: الغطاء النباتي: تم اســـتخراج كثافة الغطاء النباتي من المرئية الفضـــائية من القمر LandSat المنطقة البحث، بالاعتماد على مؤ شر (NDVI)، و صنف الغطاء النباتي إلى ثلاثة اقسام، ينظر (الخريطة3) و(الجدول2)

جدول (2) مؤشر الاختلاف الخضري (NDVI)

مؤشر الاختلاف الخضري (NDVI)	كم2	النسبة
0.1 فأقل نبات معدوم أو قليل الكثافة	92	30.1%
0.11 – 0.4 نبات متوسط الكثافة	113	36.9%
0.41 فأكثر نبات كثيف	101	33.0%
المجموع	306	100.0%

المصدر: المصدر: بالاعتماد على الخريطة (3). ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

ثالثاً: الخ صائص المناخية: يُعد المناخ بعنا صره المختلفة عاملاً فعالاً في ت شكيل مظاهر الـ سطح وتطورها، عبر م ساهمتها في تن شيط العمليات الجيومورفولوجية كالتعرية والتجوية (الميكانيكية والكيميائية)، فضـــلاً عن انعكاس تأثيره وتحكمه بالدورة الهيدرولوجية للمياه، وهذا سينعكس بـ شكل كبير على ن شاط التعرية المائية وللوصـــول إلى نتائج دقيقة تم انتخاب ثلاث محطات هي (أربيل، كويســـنجق، شقلاوة)، لدراسة الواقع المناخي في منطقة البحث كما مبين في الجدول (3) .

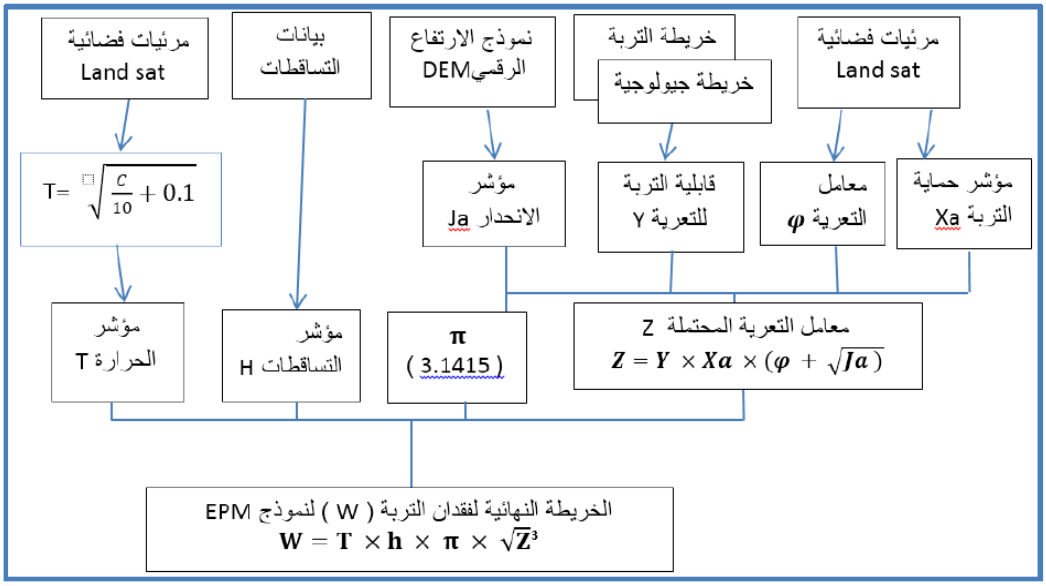
رابعاً: طرائق تقدير التعرية المائية باســـتخدام نموذجPAP/CAR: يعد أنموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) اكثر النماذج ا ستعمالاً، وذلك لـ سهولة تطبيقه، وتم تطبيقه أول مرة ســـنة 1984 من قبل منظمة FAO والمركز العربي لدراسة الأراضي الجافة ACSAD في المناطق المطلة على البحر المتو سط، تتسم منهجيةPAP/CARبإعطائها نتائج قياس للتعرية المائية قريبة جداً من الواقع، وذلك عبر اعتمادها على التفاعل الحا صل بين العنا صر المكونة للو سط الجغرافي بُغية تحديد المناطق الأكثر هـ شا شة وقابلية للتعرية، وتمثيل ذلك بخرائط خا صة لقابلية التربة للتعرية، لتحقق بذلك أهدافاً تسهم في الحد من آثار التعرية المائية عبر حصر وتقليل مخاطر التعرية المائية والحفاظ على كافة الاستعمالات المتواجدة في المنطقة، ولاكمال هذا النموذج تم الاعتماد على المخطط (1) .

الجدول(3) المعدلات الشهرية والمعدل السنوي لدرجات الحرارة والامطار والرطوبة والتبخر (م) للمدة (2000–2020)

	ك2	شباط	اذار	نيسان	ماي س	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت1	ت2	ك1	المعدل
حرارة													
اربيل	8	9.2	13.4	19	25.9	31.8	32	31	29.9	23.5	15	9.6	20.6
كويسنجق	7.5	8.7	13.8	18.4	24.9	30.9	31	30.3	34.8	29	27	8.7	20.4
شقلاوة	4.9	6.8	12.5	16.2	22.1	29.1	32.1	31.6	36.4	21	12	6.9	18.4
الرياح													
اربيل	2.1	2.7	2.4	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2	2	2	1.9	1.8	2.2
كويسنجق	2.1	2.3	1.8	1.8	2	2.6	2.9	1.9	2	1.5	1.9	1.9	2
شقلاوة	2.6	4.2	2.3	2.4	1.7	1.4	1.7	1.3	1.3	1.8	1.3	1.9	1.9
الامطار													
اربيل	61.3	74.8	61.5	44.9	11.3	5.3	-	-	14.9	25.6	36.2	65.5	401.3
كويسنجق	140.2	111.9	95.1	72.2	13.4	3.7	-	-	14.7	62.5	69	92.1	674.8
شقلاوة	132.2	172.6	122	95.6	22.5	2.1	-	-	12	39.4	66.4	132.2	803
الرطوبة													
اربيل	70.2	64.6	55.2	49.8	34.8	25.5	24.2	27	32.4	42.8	53.4	65.6	45.4
كويسنجق	71.3	70.1	60.6	60.5	50.8	35.6	32.9	40.2	42.7	47.1	51.1	50	51.1
شقلاوة	59.4	66.8	58.6	54.4	48.4	37.3	31.3	29.5	29.9	37.6	53.5	65	47.6
التبخر													
اربيل	29.4	42.3	71.9	96.5	159.1	221	242.4	228.6	178	113.1	53.8	30.4	122.2

المصدر بالاعتماد على اقليم كورد ستان العراق، الهيئة العامة للأنواء الجوية، اربيل، بيانات غير منشورة، 2020

المخطط (1) اللازم لاتمام تطبيق انموذج (Gavrilovic)



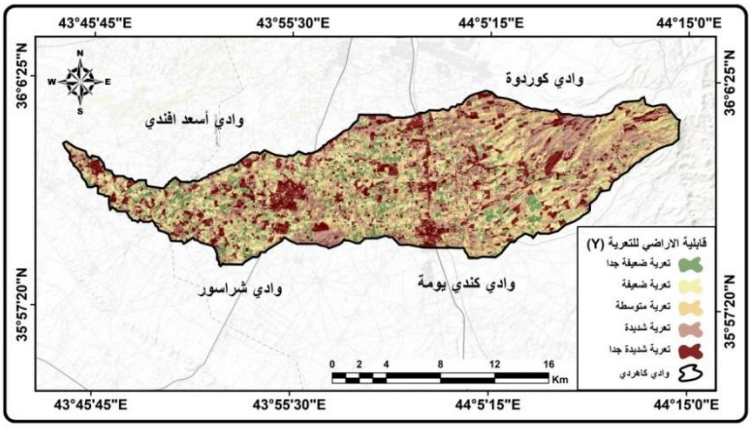
المصدر: بالاعتماد على المعادلات الخاصة (Gavrilovic) (EPM)

1. مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) : لاستخراج قيمة هذا المؤشر تم الاعتماد على الخريطة الجيولوجية وخريطة الغطاء النباتي للحوض وفقا لنتائج المعادلة الآتية:

$$Y \frac{B.RED-B.BLUE}{B.RED+B.BLUE+B.GREEN}$$

إذ أن زيادة قيم هذا المؤشر تدل على قوام سطح خشن، إذ تشير القيم الاعلى على ان التربة خشنة وقريبة من التحلل، وتصنف منطقة البحث إلى خمسة اصناف وفقا لقابليتها للتعرية، ينظر الخريطة (4) والجدول (4) اللذين يو ضحان ان مـ ساحة قابلية التربة للفئة الاولى (ضعيف جدا) شغلت مـ ساحة قدرها (31كم^2) من منطقة البحث أما بالذ سبة للفئة (ضعيف) فقد شغلت مـ ساحة قدرها (56كم^2) من منطقة البحث في حين قد شغلت التعرية المتو سطة مـ ساحة (78كم^2) من اجمالي مـ ساحة منطقة البحث وبذ سبة (25.4%) في حين شغلت التعرية الـ شديدة والـ شديدة جداً (46.1 كم^2) وهذا يعني ان منطقة البحث معرضـــــة لعمليات التعرية بشـــكل كبير بســـبب طبيعة تركيب تربتها ذات الحجوم والدقائق الغير متجانســـة والمفككة مما يجعلها اكثر عرضة لعمليات التعرية المائية .

خريطة (4) قابلية التربة للتعرية



المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcMap 10.8

جدول (4) قابلية التربة للتعرية في حوض وادي كاهردي

قابلية الاراضي للتعرية (Y)	كم2	النسبة
تعرية ضعيفة جدا	31	10.0%
تعرية ضعيفة	56	18.4%
تعرية متوسطة	78	25.4%
تعرية شديدة	87	28.6%
تعرية شديدة جدا	54	17.5%
	306	100.0%

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (4) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

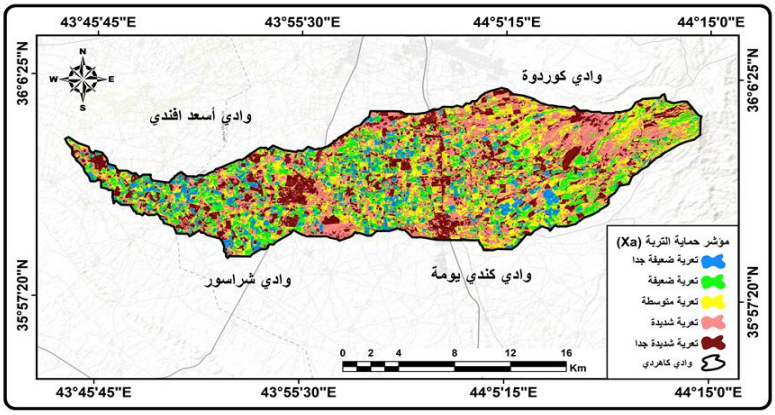
2. **مؤشر حماية التربة Xa:** يرتبط هذا المعامل ارتباطاً مباشراً بالغطاء الخضري وأثره في الحد من تعرية التربة وانجرافها خلال سقوط الامطار، مما يجعله يتناسب طردياً مع كثافة الغطاء الذي يمنع قطرات الامطار المتساقطة من الارتطام بسطح الأرض والحد من انجراف التربة، وهذا ما أكده نموذج (Gavrilovic)، معتبراً اياه الحد الفاصل لشدة التعرية المائية فأغصان الأشجار لها القدرة على اعتراض قطرات المطر والتقليل من قوتها القادرة على اقتلاع جزيئات التربة، و ضع جافريلوفيك قيماً لحماية التربة، مستندا بذلك إلى كثافة الغطاء النباتي[6] من خلال استخدام المعادلة الآتية:

$$Xa = (Xa\ NDVI - 0.61) * (-1.25)$$

اذ يتضح من(الخريطة 5) و(الجدول 5) أن مؤشر حماية التربة (Xa) للفئة الأولى(ضعيف جداً) بلغ (27كم^2)، بنسبة (8.8%) من اجمالي مساحة منطقة البحث، وهي الأراضي التي تنشط فيها التعرية المائية الى شديدة وذلك لقلة الغطاء النباتي، وتنتشر في أجزاء متفرقة من وسط و شمال منطقة البحث، في حين بلغت مساحة الغطاء النباتي (الضعيف الكثافة) (52 كم^2)، أي بنسبة (17%) من اجمال مساحة منطقة البحث، وهو ايضاً أراضي تنشط فيها التعرية المائية وغالباً ما توجد هذه الفئة مجاورة للفئة الأولى، أما في المناطق التي يكون فيها المؤشر متوسط فبلغت مساحتها(76كم^2)، وبنسبة (24.8%) من مساحة منطقة البحث، ويكون نشاط التعرية المائية فيها متوسط، وتنتشر هذه الفئة في الأراضي المتوسطة الارتفاع بجوار أراضي الفئة الثانية، أما في المناطق التي يكون فيها هذا المؤشر شديد التعرية فبلغت مساحتها (92كم)، بنسبة (30.1%) وتتركز شمال شرق منطقة البحث في حين أن المناطق التي يكون فيها المؤشر ذي تعرية شديدة جداً فبلغت مساحته (59 كم^2)، وبنسبة (19.3%) وتظهر بشكل ملحوظ وسط وغرب منطقة البحث وعند مطابقة نتائج هذا المؤشر في مع خريطة الغطاء النباتي (NDVI) (الخريطة 2) نجد مؤشر حماية التر(Xa) يرتفع في الأراضي ذات الكثافة النباتية العالية، وتقل قيمة المؤشر في الأراضي الجرداء حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي الشديد الكثافة في منطقة البحث (101كم^2)، وبنسبة (33%) من مساحة منطقة البحث، وتقل فيها التعرية المائية نسبياً، وتنتشر في أجزاء واسعة من وسط وغرب منطقة البحث، فضلاً عن تخللها في وسط المنطقة اسفل المنحدرات، في حين شغلت الفئة الثانية التي تشير إلى المناطق الحاوية على نبات وبكثافة متوسطة مساحة (113 كم^2) وبنسبة (36.9%) وتنتشر في ش منطقة البحث وشمال شرقها، في حين شغلت الفئة الثالثة المعدومة او القليلة النبات الطبيعي (92كم^2) وبنسبة (30.1%) التي تعكس لنا مناطق ذا التعرية الشديدة جدا وتظهر وتنتشر في غرب منطقة البحث و شمال شرقها، هذا التباين والاختلاف المكاني في طبيعة الغطاء النباتي سواء من

حيث الكثافة أم النوعية انعكس بشكل واضح على خصائص التربة وتماسكها، مما أدى إلى تباين كبير النشاط التعرية المانية وجعلها معرضة الى نشاط التعرية المائية لاسيما في الاجزاء الشرقية منها .

خريطة (5) مؤشر حماية التربة (Xa)



المصدر: بالاعتماد مخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

جدول (5) مؤشر حماية التربة (Xa) في حوض وادي كاهردي

مؤشر حماية التربة (Xa)	كم2	النسبة
تعرية ضعيفة جدا	27	8.8%
تعرية ضعيفة	52	17.0%
تعرية متوسطة	76	24.8%
تعرية شديدة	92	30.1%
تعرية شديدة جدا	59	19.3%
	306	100.0%

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (5) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

2. **مؤشر تطور التعرية الحالية:** حدد Milevski 2008 معادلة خاصة لحساب هذا المؤشر بالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر Landsat 88 وهي [7]

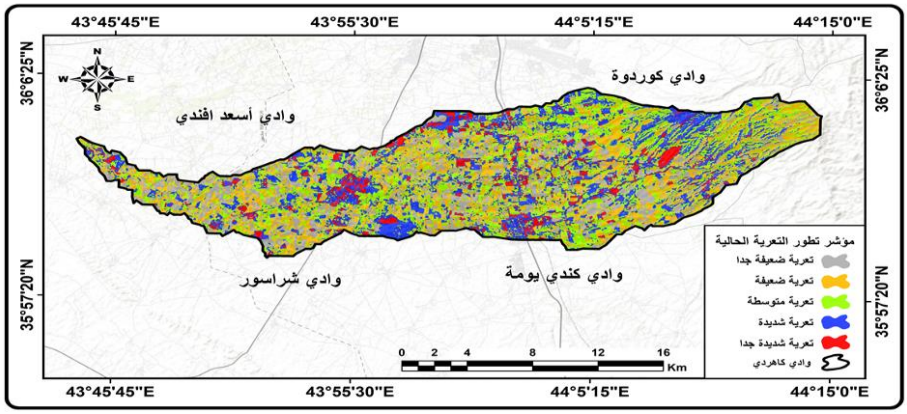
$$Q = \frac{\sqrt{TM3}}{Qmax}$$ حيث أن:

TM3: النطاق الثالث في المرئية الفضائية

Q max: أقصى قيمة للإشعاع، حيث تزداد نسبة الإشعاع في الأماكن التي ترتفع فيها شدة التعرية.

يتضـــح من(الخريطة 6) و(الجدول 6) أن مؤشـــر تطور التعرية الحالية للفئة الأولى(ضعيف جداً) بلغ (50كم^2)، بنـ سبة (16.4%) من اجمالي مـ ساحة منطقة البحث، وهي الأراضي التي تقل فيها التعرية المائية بسبب طبيعة صخورها الصلبة المقاومة للتعرية، وتنتشر في أجزاء متفرقة من وسط وشمال منطقة البحث، في حين بلغت مـ ساحة التعرية الـ ضعيفة (77كم^2)، أي بنـ سبة (25.1%) من اجمال مـ ساحة منطقة البحث، وهو ايـ ضاً أراـ ضي تقل فيها التعرية المائية وغالباً ما توجد هذه الفئة مجاورة للفئة الأولى، وتمتاز بوجود غطاء نباتي كثيف، أما في المناطق التي يكون فيها المؤشر متوسط فبلغت مساحتها(90كم^2)، وبنسبة (29.5%) من منطقة البحث، ويكون نشاط التعرية المائية فيها متوسط وتغطي معظم اجزاء منطقة البحث، أما في المناطق التي يكون فيها هذا المؤشر شديد التعرية فبلغت مساحتها (70كم)، بنسبة (23%) وتنتشر في وسط وشمال شرق في حين أن المناطق التي يكون فيها المؤشر ذي تعرية شديدة جداً فبلغت مـساحته (18 كم^2) بنسبة (6%) وتظهر بشكل ملحوظ وسط و شرق وغرب منطقة البحث حيث الترب المفككة والاماكن الخالية من النبات الطبيعي الامر الذي يزيد من نشاط التعرية.

خريطة (6) موشر التعرية الحالية



المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

جدول (6) مؤشر تطور التعرية الحالية في حوض وادي كاهردي

تطور التعرية الحالية	كم2	النسبة
تعرية ضعيفة جدا	50	16.4%
تعرية ضعيفة	77	25.1%
تعرية متوسطة	90	29.5%
تعرية شديدة	70	23.0%
تعرية شديدة جدا	18	6.0%
	306	100.0%

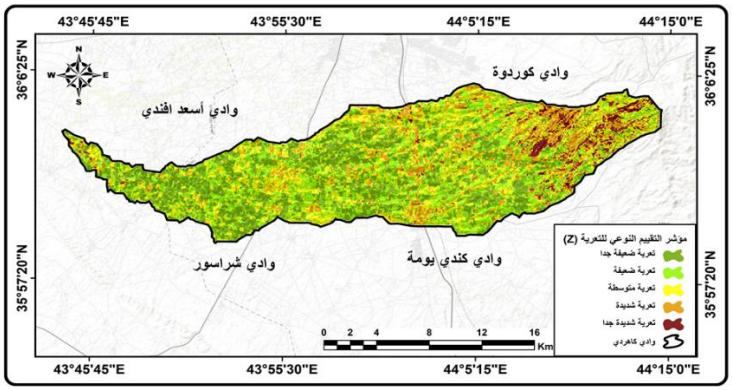
المصدر: بالاعتماد على الخريطة (5) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

4. استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) :

يعد هذا المؤشـــر مهماً لكشـــف تقدير التعرية المائية المحتملة اعتماداً على مجموعة من المؤشـــرات اللازمة لتطبيق مؤشـــر التعرية المحتملة (Z)، ودمج تلك المتغيرات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بشـــكل خرائط، واشـــتفاف خريطة التعرية المحتملة في احواض منطقة البحث، بتطبيق المعادلة الآتية لاشتقاق الخريطة الخاصة بالتعرية المحتملة: $\mathbf{Z = Y \times Xa \times (\varphi + \sqrt{Ja})}$

بعد تطبيق المعادلة تم اشـــتقاق خريطة التعرية المحتملة في حوض وادي كاهردي، وتوضح الخريطة (7) والجدول (7)، أن التعرية المحتملة تتباين من حيث النوع والمساحة، اذ أن المساحات التي تشغلها أنواع التعرية المحتملة جاءت متدرجة من حيث المساحات من الضعيفة جداً التي شغلت أعلى مساحة بلغت (84 كم^2) من مجموع المساحة الكلية للحوض وبنسبة (27.5%) متمثلة بأجزاء الحوض الوسطى والدنيا، تلتها التعرية الضعيفة بمساحة (90 كم^2) وبنسبة (29.4%) من مجموع الحوض وغطت الأجزاء الوسطى والشرقية من الحوض، ثم التعرية المتوسطة بمســـاحة (74كم^2) وبنســـبة (24.2%) وتتوزع في معظم اجزاء منطقة البحث وبشكل متداخل مع التعرية الضعيفة، ثم التعرية المحتملة الشديدة وشغلت مساحة (42 كم^2) وبنســـبة (13.7%) وغطت بعض الأجزاء المتفرقة في وســـط وشـــرق الحوض في المناطق ذات الارتفاعات العالية، وأخيراً التعرية المحتملة الشديدة جداً وشغلت مساحة (16 كم^2) وبلغت نسبتها (5.2%) وتمثلت في الجزء الشرقي من الحوض متوافقة مع طبيعة التكوينات الصخرية الضعيفة والانحدارات الشديدة .

خريطة (7) التعرية المحتملة (Z)



المصدر: بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

جدول (7) أنواع التعرية المحتملة (Z) ومساحاتها من وادي

نوع التعرية	المساحة كم^2	النسبة %
ضعيفة جدا	84	27.5%
ضعيفة	90	29.4%
متوسطة	74	24.2%
شديدة	42	13.7%
شديدة جدا	16	5.2%
المجموع	306	100.0%

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (7) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

خامساً: تطبيق نموذج (EPM) لتقييم الكمي للتعرية المائية :

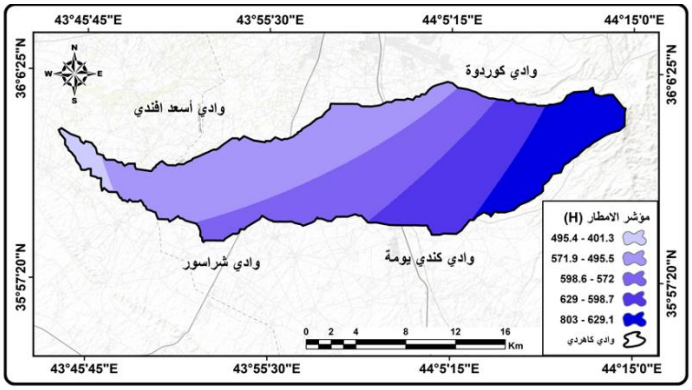
ولاستخراج هذا المؤشر لابد من اعتماد عدد من المؤشرات التي سبق ذكرها فضلا عن مؤشري الحرارة والامطار لغرض اكمال متطلبات المعادلة الخاصة بحساب التربة المفقودة و سيتم تطبيق هذا النموذج لتقدير كميات الإرسابات الناجمة عن التعرية المائية في حوض وادي كاهردي باستخدام المعادلة الاتية: [2]

$$W=T\times H\times \pi\times \sqrt{Z}$$

1. مؤشر معامل التساقطات H: تعتمد قدرة قطرات المطر للتعرية على عدة عوامل متداخلة منها قدرة الامطار كعامل حت، وحجم قطرة المطر، وقوة سقوطها على الأرض، ومدى استجابة التربة لقوة ضربات المطر والقدرة على تعريتها،[8] فتزداد كمية الجريان السطحي كلما ازدادت الشدات المطرية ليزداد معها معدل انجراف التربة، فعند سقوط الامطار على سطح التربة، أما أن تتسرب المياه الى

داخلها، أو تبقى على الـ سطح مـ شكلة جريان سطحي يتجه أ سفل المنحدرات جارفا معه التربة ومعرياً لـسطحها، تم الاعتماد على محطات (اربيل، كويسنجق، شقلاوة) لرسم خريطة التساقط المطري المستخلص لمنطقة البحث.(9)

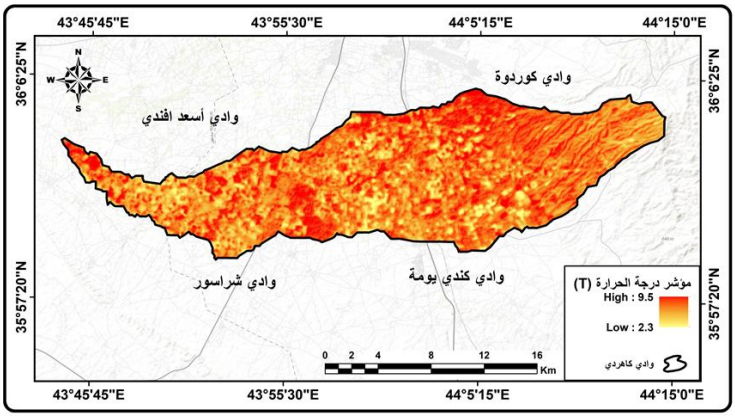
خريطة (8) مؤشر معامل التساقط H



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (3) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

2. **مؤشـــر معامل الحرارة T:** تأتي الحرارة كعامل مناخي بالمرتبة الثانية بعد الامـطار من خلال تأثير ها في تـحديد درجة التعرية المائية إذ تم الاعتماد في استخراج درجات الحرارة على مرئية القمر الصناعي Land Sat 8 عن طريق استخدام المعادلة الاتية :$T = \frac{-\sqrt{C}}{10} + 0.1$ ينظر (الخريطة 6) .

الخريطة (9) خريطة المعامل السنوي للحرارة



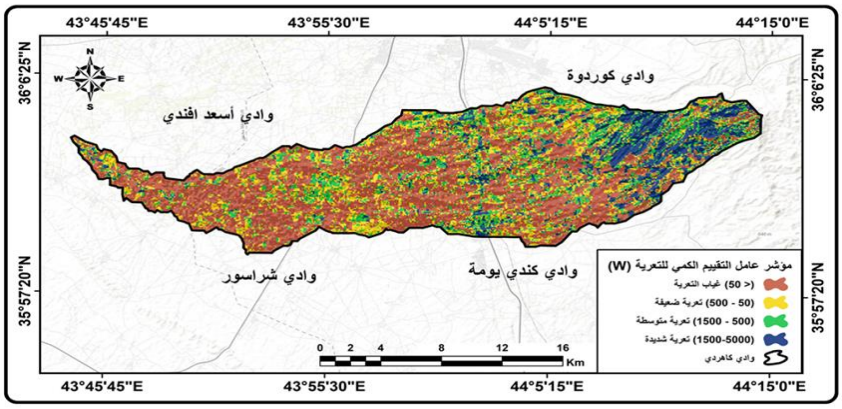
المصدر: بيانات القمر الصناعي (Land sat + OLI 8) بتاريخ 2023/3/22، ومخرجات برنامج ArcMap 10.8

حساب حجم التعرية المائية وفقا لنموذج (EPM):

من خلال تطبيق معادلة جافريولوفيك تبين ان الحوض يقع ضمن اربعة اصناف التي اعتمدها هذا العالم إذ يتبين من الخريطة (10) والجدول (8) الذي يبين قيم التعرية المحتملة PAP/CAR، أن التعرية الضعيفة جداً شغلت مساحة (150 كم^2)، بنسبة(49%) من مساحة الحوض، والتعرية الضعيفة شغلت مساحة (68 كم^2) بنسبة(22.2%)، و شغلت التعرية المتوسطة مساحة (52كم^2) وبنسبة (17%)، أما التعرية الشديدة فشغلت مساحة (20.51كم) وبنسبة (5.94%)، وشغلت التعرية الشديدة جداً مساحة (36 كم^2) وبنسبة (11.8%) من المجموع الكلي لمساحة الحوض، ليتضح لنا ما يأتي:

1. تباين مستويات أصناف التعرية المائية في الحوض ما بين الضعيفة جداً إلى شديدة جداً
2. مناطق التعرية الشديدة جداً تتسم بكونها ذات انحدار عالي مع توافر بعض الترب القابلة للتعرية.

خريطة (10) مؤشر عامل التقييم الكمي للتعرية (W)



المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcMap 10.8

حيث أظهر استخدام نموذج PAP/CAR وجود علاقة عكسية بين الغطاء النباتي مع التعرية المحتملة، فقلة الصخارية والغطاء النباتي يقابله زيادة في التعرية المحتملة، وكذلك العكس بشدة الصخارية وكثافة الغطاء النباتي تقل التعرية المحتملة.

جدول (12) مؤشر عامل التقييم الكمي للتعرية (W)

مؤشر عامل التقييم الكمي للتعرية (W)	كم2	النسبة
(< 50) غياب التعرية	150	49.0%
(50 - 500) تعرية ضعيفة	68	22.2%
(500 - 1500) تعرية متوسطة	52	17.0%
(1500-5000) تعرية شديدة	36	11.8%
	306	100.0%

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (10) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8 .

خوارزمية الأشجار العشوائية:

هناك العديد من خوارزميات التنبؤ المستخدمة في تقنيات الذكاء الاصطناعي لغرض التقييم الكمي والنوعي للتعرية المائية، ومن بينها خوارزمية الأشجار العشوائية (Forest Random)، التي يمكن الاستفادة منها بطرق عديدة منها تصنيف بيانات التعرية المائية إلى فئات مختلفة بناءً على متغيرات متعددة مثل درجة الحرارة، ونوع التربة، ومعدل سقوط الأمطار، والرطوبة وغيرها من العوامل. ويمكن أيضاً لهذه الخوارزمية تحليل أهمية المتغيرات في تعرية المياه، مما يساعد في تحديد العوامل الرئيسة التي تؤثر على تغيرات الموارد المائية في الحوض. كما ويمكن استخدام المتغيرات البيئية في خوارزمية الأشجار العشوائية للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية في التعرية المائية. أخيراً، ان قدرة هذه الخوارزمية في التعامل مع بيانات معقدة وكبيرة مكنتها من تحليل العلاقات بين المتغيرات المستخدمة في حساب التعرية المائية.

خطوات تنفيذ خوارزمية الأشجار العشوائية لتحليل تعرية المياه:

1. تجميع البيانات: يتم جمع بيانات التعرية المائية والمتغيرات البيئية الأخرى المحتملة التي يمكن أن تؤثر عليها.
2. تقسيم البيانات: يتم تقسيم البيانات إلى مجموعتين (مجموعة تدريب ومجموعة اختبار)، حيث تُستخدم مجموعة التدريب لتدريب النموذج ومجموعة الاختبار لاختبار أداء النموذج.

3. بناء النموذج: يتم بناء مجموعة من الأشجار العشوائية باستخدام بيانات التدريب. ويتم اختيار الأشـــجار الفردية وتدريبها على عينات متعددة من البيانات بشـــكل عشوائي.
4. تقييم النموذج: يمكن اســـتخدام مقاييس مثل مقياس دقة التصـــنيف لتقييم أداء النموذج باستخدام بيانات الاختبار.
5. تحســـين النموذج: يتم اختيار المتغيرات المميزة لتحديد المتغيرات الأكثر أهمية في تعرية المياه واستخدامها في تحسين النموذج.
6. تنبؤ التعرية المائية: بعد تدريب النموذج وتقييمه، يمكن استخدامه لتنبؤ التغيرات المستقبلية في تعرية المياه باستخدام المتغيرات البيئية المختلفة.

جمع البيانات تم جمع البيانات الاتية: معدل درجات الحرارة العظمى للمنطقة المدروسة، ومعدل درجات الحرارة الصغرى للمنطقة المدروسة، ومعدل سرعة الرياح، ومعدل كمية الامطار، ومعدل الرطوبة للفترة من 2000 الى 2020 وكما يأتي:

المعدلات الشـــهرية والمعدل الســـنوي لدرجات الحرارة العظمى والصـــغرى(م) لمحطات البحث:

العظمى= [29.3، 27.6، 29.2، 22.1، 23.7، 26.2، 24.2]

الصغرى= [15.8، 14.7، 11.8، 13.3، 12.8، 15.4، 12.3]

المعدل الشهري والسنوي لسرعة الرياح (م/ثا) لمحطات البحث [3.7، 1.4، 2، 2، 2.2، 2، 2]

المعدلات الشهرية والسنوية لكميات الامطار(ملم) لمحطات منطقة البحث= [260.6، 360.5، 401.3، 674.8، 598.4، 803، 666.4]

المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) لمحطات منطقة البحث= [43.4، 58.2، 45.4، 51.1، 52.1، 47.6، 61.3]

تم تصنيف البيانات (العوامل) الى تصنيف ثنائي، حيث يتم تمثيل القيمة (0) بـ ــ "لا تعرية" والقيمة (1) بـ ــ "تعرية". حيث ان القيمة واحد تعني انه اذا ازدادت قيمة هذا العامل فانه يزيد من معدل التعرية.

كتابة البرنامج:

تم برمجة خوارزمية الأشجار باستخدام لغة البرمجة البايثون Python3.9.0؛ لأنها تعتبر من اللغات البرمجية الحديثة والتي تحتوي على العديد من المكتبات الجاهزة والخاصـــة بخوارزمية الأشـــجار العشـــوائية. والكود البرمجي الآتي يمثل البرنامج الذي تم من خلاله حساب النتائج:

01.py - F:\01\بحث مع د علي.py (3.9.0)

File Edit Format Run Options Window Help

```
# استيراد المكتبات اللازمة
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score

# بيانات التعرية المائية
X =[[29.3, 27.6, 29.2, 22.1, 23.7, 26.2, 24.2] ,      # معدل درجات الحرارة العظمى
    [15.8, 14.7, 11.8, 13.3, 12.8, 15.4, 12.3],       # معدل درجات الحرارة الصغرى
    [3.7, 1.4, 2, 2, 2.2, 2, 2],                      # معدل سرعة الرياح
    [260.6, 360.5, 401.3, 674.8, 598.4, 803, 666.4], # معدل كمية الامطار
    [43.4, 58.2, 45.4, 51.1, 52.1, 47.6, 61.3]]      # معدل الرطوبة


y = [1, 1, 1, 1, 1, 0]  # تصنيف البيانات

# تقسيم البيانات إلى مجموعة تدريب ومجموعة اختبار
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# بناء النموذج باستخدام الأشجار العشوائية
model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train)

# تقييم النموذج
y_pred = model.predict(X_test)
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print("دقة النموذج:", accuracy)

# تحليل أهمية المتغيرات
importances = model.feature_importances_
print("أهمية المتغيرات:", importances)
```

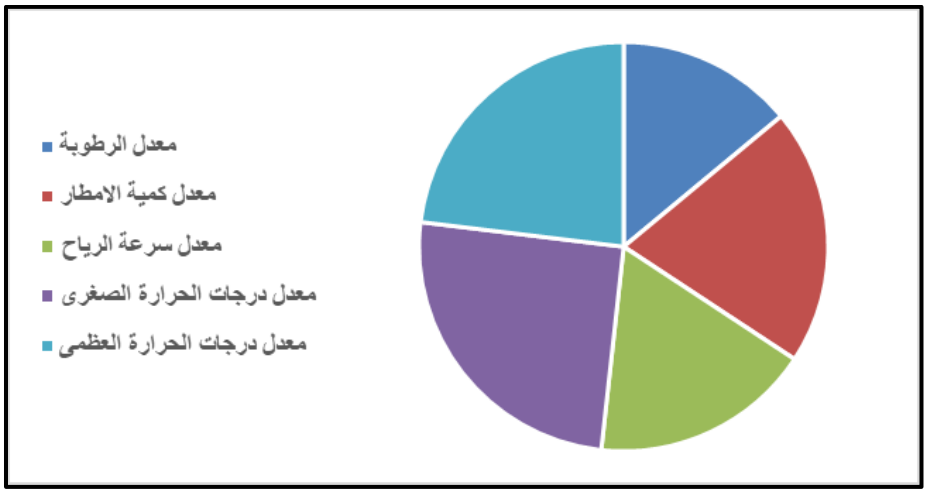
تحليل النتائج:

تم حساب دقة النموذج وفق المعادلة الآتية:

الدقة = عدد التوقعات الـ صحيحة التي قام بها النموذج/ مجموع التوقعات التي قام بها النموذج(التوقعات الصحيحة والتوقعات الخاطئة)

حيث كانت دقة النموذج جداً مرتفعة. كما وتم حساب أهمية المتغيرات والحصول على النتائج الآتية(شكل 1):

شكل (1) نسب تأثير عناصر المناخ على التعرية المائية



بالاعتماد على خوارزمية الأشجار العشوائية

معدل درجات الحرارة العظمى: حصل هذا المتغير على قيمة أهمية مرتفعة (0.15942029)، مما يشير إلى أنه له تأثير كبير على النتائج. يمكن أن تكون درجات الحرارة العظمى لها تأثير مباشر وكبير على الظواهر المدروسة.

معدل درجات الحرارة الـ صغرى: هذا المتغير حـ صل أيـ ضًا على قيمة أهمية مرتفعة (0.17391304)، مما يعزز فرضية أن درجات الحرارة الصغرى لها تأثير مهم أيضاً على النتائج.

معدل سرعة الرياح: حصل هذا المتغير على قيمة أهمية متوسطة (0.12077295)، مما يشير إلى تأثير متوسط على النتائج. قد تكون سرعة الرياح لها تأثير ملحوظ على الظواهر المدروسة.

معدل كمية الأمطار: حصل هذا المتغير على قيمة أهمية متوسطة (0.14009662)، مما يشير إلى أنه قد يكون له تأثير متوسط على النتائج.

معدل الرطوبة: حـ صل هذا المتغير على قيمة أهمية منخفضة (0.09661836)، مما يعني أنه قد يكون له تأثير أقل على النتائج مقارنة بالمتغيرات الأخرى.

تحليل هذه النتائج يوضـــح أن درجات الحرارة العظمى والصـــغرى لها تأثير كبير على النتائج، بينما ســـرعة الرياح وكمية الأمطار لها تأثير متوســـط، ومعدل الرطوبة له تأثير أقل.

الاستنتاجات:

1. بينت نتائج مطابقة الطبقة الجيولوجية مع طبقة التعرية المائية ضـــمن منطقة البحث 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.
2. اتضح من خلال مطابقة طبقة الانحدار مع طبقة التعرية المانية أن هناك تطابقاً بعلاقة طردية، إذ تطابقت المناطق ذات درجات الانحدار الشـــديد مع التعرية المائية الشـــديدة، وقد تبين أن لدرجة الانحدار وطول المنحدر عوامل تتعلق بذفاذية التربة للمياه، وكلما قلت ذفاذية 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 و شدة التعرية المائية ، إذ كلما قل الغطاء النباتي زادت شدة التعرية المائية، والعكس صحيح .
3. تبين أن للتعرية المائية مخاطر على الاستيطان البشري والزراعة وطرق النقل والمواصلات و سمك التربة وانخفاض نسبة المادة العضوية وقابليتها للإنتاج والمراعي، فضلاً عن تأثيرها على السياحة وتنميتها في المنطقة .
4. من خلال تطبيق منهجية PAP/CAR ونظم المعلومات الجغرافية اتضـــح ان هناك تباين في التعرية المائية داخل احواض منطقة البحث بين الضـــعيفة جدا الى الشـــديدة جدا بفعل تظافر مجموعة العوامل الطبيعية والبشـــرية ، ولوحظ وجود علاقة عكسية بين الصخارية والغطاء النباتي مع التعرية المائية المحتملة

PAP/CAR فكلما قلت الـ صخارية والنبات الطبيعي كلما زادت التعرية المائية

.

المقترحات:

1. أن منطقة البحث تـ شهد ورود كم ماني هائل، مما يـ ستدعي ضرورة إنـ شاء محطات مناخية وأخرى هيدرولوجية، بعد العمل على ربط اودية الأحواض في مجرى واحد عند المصب .
2. معالجة المناطق التي تعاني من مشاكل التعرية المائية الشديدة، أو تلك التي ستتعرض لتعرية مائية محتملة مـ ستقبلاً واستغلال مناطق التعرية المائية المعدومة أو الـ ضعيفة التي تم تحديدها في خرائط هذه البحث واستخدامها للاستعمالات البشرية المختلفة .
3. بناء اسيجة صخرية أو اسلاك شائكة ومشبكة خط واحد أو أكثر على سفوح المنحدر ولاسيما جوانب الطرق على سفوح المنحدرات ومنع وصول المواد الأرضية الى الأسفل مع زراعة الأشجار والنباتات لاسيما تلك التي تتمتع بمردود اقتصادي جيد وذات جذور عميقة ومتشابكة على ان يتم زراعتها بشكل شريطي يوازي خطوط الكنتور في المناطق المرتفعة وعدم حراثة الأرض عكسها وذلك لتفادي زيادة خطورة التعرية المانية .
4. انشاء سدود صغيرة، والعمل على حصد المياه للاستفادة منها في مختلف المجالات ولاسيما الزراعة للتقليل من مخاطر التعرية المائية .

الهوامش

*الاخذ بنظر الاعتبار عند انشاء الطرق في المناطق السهلية إمكانية استبدال التربة ذات الرواسب الغرينية بمواد قابلة للتحمل والضغط والحدل من اجل تجنب حدوث المطبات والتموجات والهبوط فيها..

*القيام بعمليات صيانة دورية لطرق النقل بصورة مستمرة، وخاصة التي تتعرض لعمليات التخسفات والتكسرات نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.

- [16-]Abdul Ilah Razouki Karbel and Majid Al-Sayyid Wali Muhammad, Weather and Climate Science, Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Basra, 1987.
- [17-]Adnan Odeh Al-Taie, Hydroclimatic Euphrates Basin and its Impact on Determining Iraq's Water Supply, PhD thesis (unpublished), College of Education, Ibn Rushd, University of Baghdad, 2012.
- [18-] Shaker Abd Ayed Al-Zaidi, The Impact of Climate Change on the Qualitative Characteristics of the Waters of the Marshes of Southern Iraq, Yearbook Journal of the Forum for Human Studies, Issue 43, 2019.
- [19-]Abbas Muhaisen Zughayr Al-Mariani and Shaker Abd Ayed Al-Zaidi, Analysis of climate change indicators and their relationship to the variation and assessment of

the environmental characteristics of the waters of the marshes of southern Iraq, Dhi Qar Arts Magazine, Issue 31, 2019.

- [20-]Azad Muhammad Amin Al-Naqshbandi and Taghlib Zarzis Daoud, Geography of Natural Resources, 1st Edition, Ministry of Higher Education and Scientific Research Press, University of Basra, 1988.
- 21- Hind Khalil Ibrahim Al-Jabri, Khaled Sabbar Mohamed, Spatial Analysis of Water Harvesting Areas in the Wadi Akashat Basin and the Possibility of Investing Them for Development Purposes, Midad Adab Magazine, Issue 13, 2023
- [22-] Ali Hussein Al-Shalash, Soil Geography, 1st Edition, Basra University Press, Basra, 1985.
- [23-]Adnan Karim Kahar Al-Jubouri, The Effect of Temperature and Rainfall Elements on Natural Vegetation Diversity in the Governorates of Sulaymaniyah, Kirkuk and Muthanna, PhD thesis (unpublished), Faculty of Arts, University of Qadisiya, 2021.
- [24-] Ali Hussein Al-Shalash and others, Geography of Climatic Regions, Baghdad University Press, Baghdad, 1978.

---

(1) الكربولي، علي سليمان ارزيك ، اساسيات الجغرافية الطبيعية ، الطبعة الاولى، عمان، دار المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2023.

(2) Salah Mohamed Salah Diab, Using Geomatics to Estimate Water Erosion Risks in the Wadi Khoury Basin by Applying the EPM Model, Menoufia University, Faculty of Arts, Journal of the Center for Geographical and Cartographic Research, 2019, p. 874..

(3) Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The analysis of the Hydro morphometric properties of the valley Halewat basin in Anbar governorate using remote sensing and Geographic Information Systems. *Midad Al-Adab Refereed Journal*, *1*(25).

(4) صفية شاكر معتوق، توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم التعرية المائية لحوض وادي سرة خاتون بالاعتماد على نموذج EPM، جامعة البصرة، مركز دراسات البصرة والخليج العربي، مجلة كلية التربية الأساسية، العدد (١١١)، المجلد (٢٧)، ٢٠٢١، ص ٨٤٥ .

(5) أحمد عيادة خضير، عمر احمد عودة، تحليل الخصائص الفيزيائية والكيمائية لنماذج مختارة من ترب احواض المنطقة المحصورة بين حوض وادي حجلان وحوض وادي القصر، مجلة مداد الآداب المحكمة المجلد (3) العدد (30).

(6) شعوان جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الاوسط، حوض امزاز انموذجا، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس، 2015

(7) شعوان جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الاوسط، حوض امزاز انموذجا، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس، 2015 .

(8) رحيم حمدان العبيدي، محمد جعفر السامرائي، التعرية المطرية السفوح منحدرات تلال حمرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد (81)، 2008، ص 328.

(9) الغامدي، سعد أبو راس، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي عمال بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المجلة المصرية للتغير البيئي، 2009.

المصادر:

1. رحيم حمدان العبيدي، محمد جعفر السامرائي، التعرية المطرية السفوح منحدرات تلال حمرين باســـتخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد (81)، 2008، ص 328.

2. شعوان جمال، توظيف الا ست شعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في درا سة التعرية المائية بالريف الاو سط، حوض امزاز انموذجا، اطروحة دكتوراه (غير مذ شورة) جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس، 2015 .

3. صفية شاكر معتوق، توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم التعرية المائية لحوض وادي سرة خاتون بالاعتماد على نموذج EPM، جامعة البصرة، مركز دراسات البصرة والخليج العربي، مجلة كلية التربية الأساسية، العدد (١١١)، المجلد (٢٧)، ٢٠٢١، ص ٨٤٥ .

4. الكربولي، علي سليمان ارزيك ، اساسيات الجغرافية الطبيعية ، الطبعة الاولى، عمان، دار المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2023.

5. الغامدي، ســـعد أبو راس، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي عمال بو سائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المجلة المصرية للتغير البيئي، 2009.

6. Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The analysis of the Hydro morphometric properties of the valley Halewat basin in Anbar governorate using remote sensing and Geographic Information Systems. *Midad Al-Adab Refereed Journal*, *1*(25).

7. قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ والاقاليم المناخية، عمان، الأردن، 2008 .

8. Salah Mohamed Salah Diab, Using Geomatics to Estimate Water Erosion Risks in the Wadi Khoury Basin by Applying the EPM Model, Menoufia

University, Faculty of Arts, Journal of the Center for Geographical and Cartographic Research, 2019, p. 874..

9. أحمد عيادة خ ضير، عمر احمد عودة، تحليل الخ صائص الفيزيائية والكيمائية لنماذج مختارة من ترب احواض المنطقة المحصورة بين حوض وادي حجلان وحوض وادي القصر، مجلة مداد الآداب المحكمة المجلد (3) العدد (30).

10. 9) Al-Karbouli, Ali Suleiman Arzik, Fundamentals of Natural Geography, First Edition, Amman, Dar Al-Jama'a Al-Arabi for Publishing and Distribution, 2023.

11. (9) Salah Mohamed Salah Diab, Using Geomatics to Estimate Water Erosion Risks in the Wadi Khoury Basin by Applying the EPM Model, Menoufia University, Faculty of Arts, Journal of the Center for Geographical and Cartographic Research, 2019, p. 874..

12. (9)Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The analysis of the Hydro morphometric properties of the valley Halewat basin in Anbar governorate using remote sensing and Geographic Information Systems. Midad Al-Adab Refereed Journal, 1(25).

13. 9 Safiya Shaker Maatouk, Employing Modern Geographical Techniques in Estimating the Volume of Water Erosion of Wadi Surra Khatun Basin Based on the EPM Model, University of Basra, Basra and Arabian Gulf Studies Center, Journal of the College of Basic Education, Issue (111), Volume (27), 2021, p. 845.

14. Ahmad9 Ayada Khudair, Omar Ahmed Odeh, Analysis of the physical and chemical properties of selected models of soil basins in the area between the Wadi Hajlan basin and the Wadi Al-Qasr basin, Midad Al-Adab Refereed Journal, Volume (3), Issue (30).

15. 9 Shawan Jamal, Employing Remote Sensing and GIS in the Study of Water Erosion in the Central Countryside, Amzaz Basin as a Model, PhD thesis (unpublished), Sidi Mohamed Ben Abdallah University, Faculty of Arts and Humanities Saiss, 2015

16. 9 Shawan Jamal, Employing Remote Sensing and Geographic Information Systems in the Study of Water Erosion in the Central Countryside, Amzaz Basin as a Model, PhD thesis (unpublished), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Faculty of Arts and Humanities, Saiss, 2015.

17. 9 Rahim Hamdan Al-Obaidi, Muhammad Jaafar Al-Samarrai, Rain Erosion Slopes of Hamrin Hills Using Geographic Information Systems (GIS) Technology, Journal of the College of Arts, University of Baghdad, No. (81), 2008, p. 328.

18. 9 Al-Ghamdi, Saad Abu Ras, Application of the Gavrilovik Model for Estimating the Risk of Water Erosion in Wadi Amel Basin by Remote Sensing

and GIS Techniques, um Al-Qura University, Makkah, Egyptian Journal of Environmental Change, 2009.
19. Rahim Hamdan Al-Obaidi, Muhammad Jaafar Al-Samarrai, Rain-stripping the slopes of the Hamrin Hills using Geographic Information Systems (GIS) technology, Journal of the College of Arts, University of Baghdad, Issue (81), 2008, p. 328.
20. Shawan Jamal, Employing Remote Sensing and GIS in the Study of Water Erosion in the Central Countryside, Amzaz Basin as a Model, PhD thesis (unpublished), Sidi Mohamed Ben Abdullah University, Faculty of Arts and Humanities, Saiss, 2015.
21. Safia Shaker Maatouk, Employing Modern Geographical Techniques in Estimating the Volume of Water Erosion of the Wadi Surra Khatun Basin Based on the EPM Model, University of Basra, Basra and Arabian Gulf Studies Center, Journal of the College of Basic Education, Issue (111), Volume (27), 2021, p. 845.
22. Abbas, A. M., Taher, M. A., Abbood, N. H., & Amin, R. M. (2024). Qualitative Assessment of Water Erosion in Zawita Town in Dohuk Governorate within Kurdistan Region in Iraq, Using the (PAP/CAR) Model. Kurdish Studies, 12(2), 5159-5171.
23. Al-Karbouli, Ali Suleiman Arzik, Fundamentals of Natural Geography, First Edition, Amman, Dar Al-Jama'a Al-Arabi for Publishing and Distribution, 2023.
24. Al-Ghamdi, Saad Abu Ras, Application of Gavrilovik Model for Estimating Water Erosion Risks in Wadi Amel Basin by Remote Sensing and GIS Techniques, um Al-Qura University, Makkah, Egyptian Journal of Environmental Change, 2009.
25. Al-Karbouli, I. D. A. S. (2022). The analysis of the Hydro morphometric properties of the valley Halewat basin in Anbar governorate using remote sensing and Geographic Information Systems. *Midad Al-Adab Refereed Journal*, *1*(25).
26. قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ والاقاليم المناخية، عمان، الأردن، 2008 .
27. Salah Mohamed Salah Diab, Using Geomatics to Estimate Water Erosion Risks in the Wadi Khoury Basin by Applying the EPM Model, Menoufia University, Faculty of Arts, Journal of the Center for Geographical and Cartographic Research, 2019, p. 874..
28. Ahmad Eyada Khudair, Omar Ahmed Odeh, Analysis of the physical and chemical properties of selected models of soil basins between the basin of Wadi Hajlan and the basin of Wadi Al-Qasr, Midad Al-Adab Refereed Magazine, Volume (3), Issue (30).