Al-Adab Journal **Issue. No (155) (December) 2025**

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

Hydrological Modeling of Running Water Process and its Impact on the Size of Sediment Basins Under Study

Ghusun Sabah Chiyad
University of Baghdad / College of Arts-
Department of Geography and GIS
ghsun528@gmail.com
Prof. Suhaila Najm Abd (Ph.D.)
University of Baghdad / College of Arts-
Department of Geography and GIS
suhaila.a@coart.uobaghdad.edu.iq

Copyright (c) 2025 **Ghusun Sabah Chiyad, Prof. Suhaila Najm Abd (Ph.D.)**

DOI: https://doi.org/10.31973/w58etz19

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Abstract:

The study aims to know the effect of the running Water Process on the Sediment Volume of the(ALBint, ALYaraa, and ALGhariz) Through the reality of the study of the study area, it was found that these these sediments date back to the Tertiary period and the deposits of the Quaternary period, since the region is part of the eastern edge of the alluvial plain, which belong to the unstable shelf, and its source is the valleys sloping from the eastern side of the Iraqi-Iranian border. Which was formed by heavy rains in the form of torrents sweeping away sand, gravel, clay, and silt. As rainstorms contribute to a large part of the erosion and sedimentation process, rainfall in the form of heavy showers and large water droplets works to break up soil units particles and form sediments, which is easily carried by water flow in the valleys and appears clearly on the slopes. As Sediments move to low-lying lands due to gravity, to estimate soil erosion and sedimentation products Gavrilovic Erosion Model (EPM) was relied upon, which he designed during the 1950s. This model is distinguished by the fact that it estimates different types of sediments. Erosion which made it a suitable model for application in different countries of Eastern Europe, Italy, Greece, Switzerland, and Iran. which are highly eroded mountainous countries. especially after the reliability of its results was tested in number of studies and compared to the results of field measurements. It was found that there was a great agreement between the results of the model with the results of field measurements, and its application depends on indicators of slop condition of vegetation cover, Soil or surface formations, rainfall, as well as temperature. This model is unique from others in including the temperature factor as an additional indicator to evaluate Water erosion in addition to field information taken from field study.

Keywords: Soil Erodipility index, Soil protection index, Current erosion indicator, Regression index, Heat coefficient index

Al-Adab Journal Issue. No (155) (December) 2025
E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

النمذجة الهيدرولوجية لعملية المياه الجارية وتأثيرها على حجم الرسوبيات لأحواض منطقة الدراسة

الباحثة غصون صباح جياد
جامعة بغداد/ كلية الآداب
قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

أ.د. سهيلة نجم عبد
جامعة بغداد/ كلية الآداب
قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

(مُلَخَّصُ البَحث)

تهدف الدراسة معرفة تأثير عملية المياه الجارية على حجم الرسوبيات لأحواض (البنت، اليرع ، الغريز) ومن دراسة واقع منطقة الدراسة تبين أن هذه الرسوبيات تعود إلى الزمن الثلاثي وترسبات الزمن الرابع؛ لكون المنطقة جزءا من الحافة الشرقية للسهل الرسوبي والعائد للرصيف غير المستقر، ومصدرها الأودية المنحدرة من الجهة الشرقية للحدود العراقية الإيرانية والتي تكونت بفعل الأمطار الغزيرة على شكل سيول تجرف الرمال والحصى والطين والغرين، إذ تسهم العواصف المطرية بجزء كبير من عملية الحت والأرساب، إذ إن هطول الأمطار بشكل زخات كثيفة وقطرات ماء كبيرة تعمل على تفتيت جزيئات التربة وتشكل الرواسب ،مما يسهل حملها عن طريق الجريان المائي في الأودية ،وتظهر بشكل واضح على المنحدرات، إذ تنتقل الرواسب إلى الأراضي المنخفظة بفعل الجاذبية الأرضية ولتقدير تعرية التربة ونواتج الارسابات تم الاستناد إلى نموذج جافريلوفيك للتعرية (EPM) وقام بتصميمه في سنوات الخمسينيات، إذ يتميز هذا الأنموذج بكونه يقدر أنواعا مختلفة من التعرية مما جعله أنموذجا مناسبا للتطبيق في بلدان مختلفة من أوربا الشرقية وايطاليا واليونان وسويسرا وإيران – وهي بلدان جبلية شديدة التضرس – ولاسيما بعد ما اختبرت مصداقية نتائجه في عدد من الدراسات وقورنت بنتائج القياسات الميدانيةن وتبين توافر توافق كبير بين نتائج النموذج مع نتائج القياسات الميدانية ويعتمد في تطبيقه مؤشرات عدة (الانحدار، وحالة الغطاء النباتي، والتربة أو التكوينات السطحية ،والهطولات المطرية، وكذلك الحرارة) وينفرد هذا النموذج عن غيره بإدراج عامل الحرارة كونه مؤشرا إضافيا لتقويم التعرية المائية، فضلاً عن معلومات حقلية تؤخذ من الدراسة الميدانية.

الكلمات المفتاحية: مؤشر قابلية التربة للتعرية، مؤشر حماية التربة، مؤشر التعرية الحالية، مؤشر الأنحدار، مؤشر معامل الحرارة.

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

مقدمة:

تعد المياه الجارية من أخطر أنواع التعرية المائية وأكثرها انتشاراً ؛ لأنها تغير وباستمرار معالم سطح الأرض، إذ تؤدي دوراً مهماً في نقل الرواسب ؛لأنها تعمل على إزالة أجزاء من الطبقة العليا للتربة عن طريق الأمطار الهاطلة والجريان السطحي بقوة لتنقلها من سفوح الجبال وترسبها في بطون أحواض الأودية والأراضي المنخفضة، فتعتمد التعرية المائية :غزارة الأمطار ،وطول مدة هطولها ،وحجم قطرات المطر، فضلاً عن تكرار العواصف المطرية وشدتها التي تسهم في حدوث السيول التي تجرف معها الرواسب بأحجام وأشكال مختلفة ، إذ إن سرعة المياه الجارية وزيادة كميتها في الأحواض ساعدت على نشاط التعرية والنحت، كما أن لدرجة الانحدار دوراً كبيرا في زيادة معدل التعرية ،إذ كلما زادت درجة الانحدار تقل نسبة ترشيح المياه داخل التربة ،وبذلك تزداد عملية الجريان السطحي ونقل الرواسب باتجاه منطقة الدراسة، وتنشط هذه العملية في أقصى شرق المنطقة، ومن وجهة نظر الباحثة فإن التعرية المائية هي السبب الرئيس والأثر الواضح لتجمع الرواسب، إذ إن تشكل الأمطار والمياه الجارية ينتج عنها رواسب مائية في منطقة الدراسة مقارنة مع التعرية الريحية التي تكون ضعيفة محدودة

مشكلة البحث :

هل تؤثر عملية التعرية المائية على حجم الرسوبيات في أحواض منطقة الدراسة.

فرضية البحث:

إن لتباين شدة عملية التعرية المائية دورا في التأثير على حجم الرسوبيات في أحواض منطقة الدراسة.

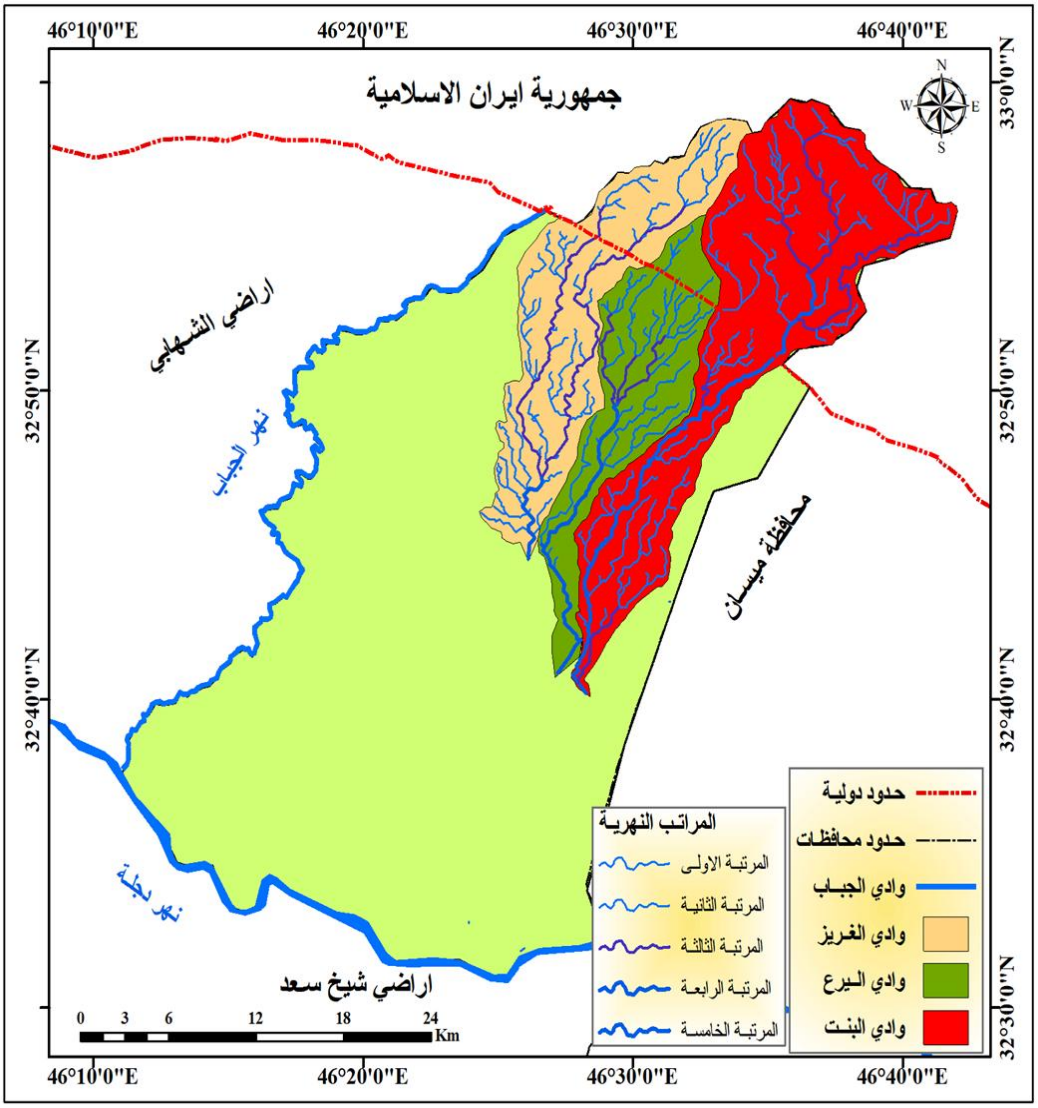
موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض (32^0 ,58 ¯35, ¯ – 32^0 ,33 ¯09 , ¯) شمالاً وقوسي طول (46^0 ,41 ¯, 51 ¯ – 46^0 , 17 ¯, 11 ¯) شرقاً وتم اعتماد المدة المناخية من (١٩٩٤– ٢٠٢٢)ومحطات علي الغربي وبدرة والكوت وايلام.كما هو موضح في خريطة (١)

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (١)

الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة



المصدر: استناداً إلى الهيأة العامة للمساحة،خريطة ذات مقياس ١:٢٥٠٠٠، لعام ١٩٩٦. وأنموذج الارتفاع الرقمي **DEM** وبرنامج **Arc map GIS V** ١٠.٨

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

أولاً: عملية المياه الجارية :

تؤدي المياه الجارية دوراً مهماً في نقل الرواسب، إذ تعمل التعرية المائية على إزالة أجزاء من الطبقة العليا للتربة عن طريق الأمطار الهاطلة والجريان السطحي بقوة لتنقلها من سفوح الجبال وترسبها في بطون الأودية والأراضي المنخفضة، إذ تعتمد التعرية المائية غزارة الأمطار، وطول مدة هطولها ،وحجم قطرات المطر، فضلاً عن تكرار العواصف المطرية وشدتها التي تسهم في حدوث السيول التي تجرف معها الرواسب بأحجام وأشكال مختلفة. ومن وجهة نظر الباحثة فإن التعرية المائية هي السبب الرئيس والأثر الواضح لتجمع الرواسب، إذ إن تشكل الأمطار والمياه الجارية ينتج عنها رواسب مائية في منطقة الدراسة مقارنة مع التعرية الريحية التي تكون ضعيفة محدودة وللمياه الجارية أنواع عدة تشمل الآتي:

١ –التعرية التصادمية :

تعد الأمطار السبب الرئيس للتعرية المائية في أي منطقة ، إذ تسهم العواصف المطرية بجزء كبير من عملية النحت والإرساب، إذ إن هطول الأمطار بشكل زخات كثيفة وقطرات ماء كبيرة تعمل على تفتيت جزيئات التربة وتشكل الرواسب ، مما يسهل نقلها وحملها عن طريق الجريان المائي في الأودية، وتظهر بشكل واضح على المنحدرات، إذ تنتقل الرواسب إلى الأراضي المنخفضة بفعل الجاذبية الأرضية، ويسود هذا النوع من التعرية في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة. وتم اعتماد معادلة فورنيه – أرنولدس في حساب شدة التعرية التصادمية كمياً على وفق المعادلة الآتية(Fournier,1960,p٢٠١)

$$AFI= \sum (PI)^2 /P$$

إذ إن :

AFI : القدرة التحتية للمطر **$(PI)^2$** : كمية الأمطار الشهرية(ملم) **P** : كمية الأمطار السنوية(ملم) ولمقارنة النتائج مع المعادلة لمعرفة شدة التعرية فقد وضع فورنيه محددات تتكون من أربع درجات تمثلت بالجدول الآتي:

جدول(١) درجات شدة التعرية المطرية بحسب مؤشر فورنيه

الـــدرجـــة	شـــدة التعـريـــة
أقل من ٥٠	ضعيف
50 –500	معتدل
500– 1000	متوسط
أكثر من ١٠٠٠	عالي

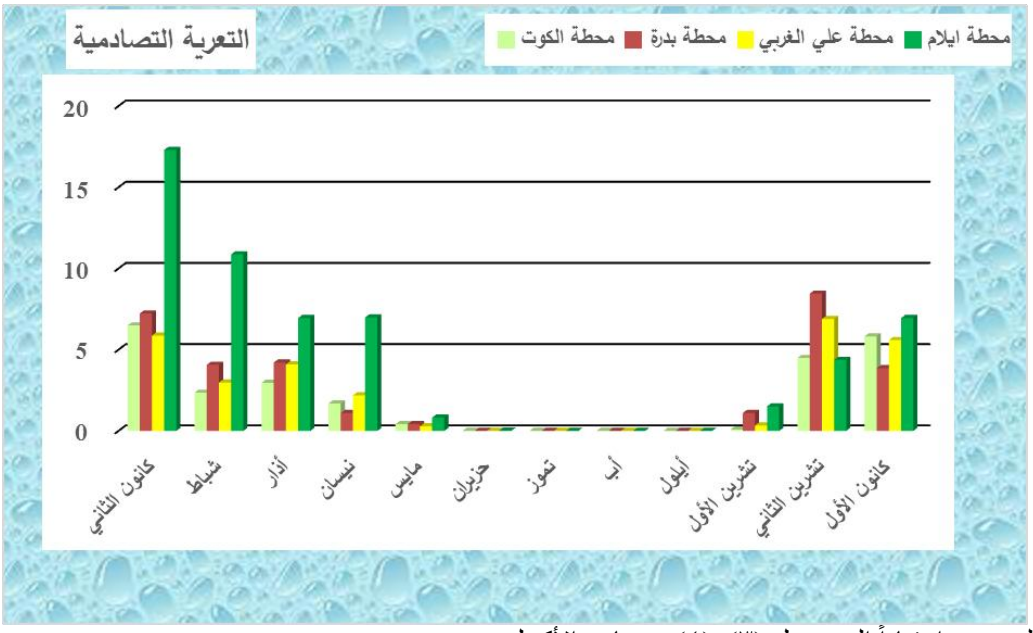
Fournier,F.1960, Climate Erosion, Ia reiation ekter Ie resion du sol parieau et Iesperception, atmospherges,Pairs,P201

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

من تحليل نتائج المعادلة بحسب مؤشر فورنيه ومقارنتها بجدول (١) فإن محطة إيلام تقع ضمن التعرية المطرية المعتدلة، إذ بلغت (٥٥.٨٦) تعد هذه المنطقة من الأماكن التي تنشط بها هذا النوع من التعرية مما يساعد على نشاط عملية النحت نتيجة لارتفاع كمية الأمطار، ودرجة انحدار الأودية مما ينتج عنها سيول قوية ذات حمولة كبيرة من الرواسب لتنقلها وترسيبها في الأراضي المنخفضة في حين سجلت محطات كل من الكوت ،وبدرة، وعلي الغربي ضمن التعرية المطرية الضعيفة، إذ بلغت (١٨.٤٩- ٣٠.٤٤- ٢٨.٢٤) على التوالي.

ويعود سبب ذلك لانبساط المنطقة وقلة الأمطار، أما من تحليل نتائج أشهر السنة فقد سجلت التعرية المطرية شدتها في محطة إيلام والكوت في شهر كانون الثاني ،إذ بلغت (١٧.٣٠-٦.٤٩) على التوالي في حين سجلت محطة علي الغربي وبدرة في شهر تشرين الثاني (٦.٨٩- ٨.٤٥) على التوالي ويعود سبب ذلك للعواصف المطرية الغزيرة التي تشهدها منطقة الدراسة، مما يساعد على نشاط سيول جارفة معها الرواسب ذات الأشكال والأحجام المختلفة وترسيبها مكونة الدالات المروحية. كما هو موضح في جدول(٢) وشكل (١).

شكل (١) شدة التعرية في المحطات المدروسة للمدة(1994-2022)



المصدر: استناداً إلى جدول (٣)و(٤) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول(٢) المعدل الشهري والمجموع السنوي للأمطار(ملم) في المحطات المدروسة للمدة(1994-2022)

الشهر / المحطة	ايلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	المجموع السنوي
الكوت	0.06	3.73	26.69	30.38	32.08	19.28	21.66	16.34	8.11	0.00	0.00	0.00	158.33
بدرة	1.17	15.18	42.09	28.46	38.92	29.20	29.71	15.21	9.43	0.27	0.0	0.00	209.64
علي الغربي	0.2	8.0	36.2	32.6	33.4	23.8	27.9	20.4	7.4	0.1	0.0	0.0	190.0
ايلام	1.4	24.5	41.7	52.6	83	65.5	52.6	52.7	18.1	3	1.1	1.9	398.1

المصدر:استناداً إلى وزارة النقل ،الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات (غيرمنشورة)، ٢٠٢٢، وأعتماداً على الموقع الإلكتروني لمحطة (https://en.tutiempo.net) والموقع الألكتروني لمحطة إيلام (https://power.larc.nasa.gov/data)

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول (٣)

شدة التعرية بحسب مؤشر فورنيه لمحطتي الكوت وبدرة للمدة(1994-2022)

الأشهر	الكوت			بدرة		
	P	P^2	مؤشر فورنيه	P	P^2	مؤشر فورنيه
كانون الثاني	32.38	1029.13	6.49	38.92	1514.77	7.23
شباط	19.28	371.72	2.35	29.2	852.64	4.07
أذار	21.66	469.16	2.96	29.71	882.68	4.21
نيسان	16.34	266.99	1.69	15.21	231.34	1.10
مايس	8.11	65.77	0.42	9.43	88.92	0.42
حزيران	0	0	0	0.27	0.07	0
تموز	0	0	0	0	0	0
أب	0	0	0	0	0	0
أيلول	0.06	0	0	1.17	1.37	0
تشرين الأول	3.73	13.91	0.088	15.18	230.43	1.1
تشرين الثاني	26.69	712.36	4.49	42.09	1771.57	8.45
كانون الأول	30.38	922.64	5.82	18.46	809.97	3.86
المجموع	158.33		18.49	290.64		30.44

المصدر: أستناداً إلى جدول (٢) ومعادلة فورنيه وبرنامج Word

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول (٤)

شدة التعرية بحسب مؤشر فورنيه لمحطتي علي الغربي وإيلام للمدة(1994-2022)

الأشهر	علي الغربي			إيلام		
	P	P2	مؤشر فورنيه	P	P2	مؤشر فورنيه
كانون الثاني	33.4	1115.56	5.87	83	6889	17.30
شباط	23.8	566.44	2.98	65.5	4290.25	10.87
أذار	27.9	778.41	4.1	52.6	2766.76	6.95
نيسان	20.4	416.16	2.19	52.7	2777.29	6.98
مايس	7.4	54.76	0.29	18.1	327.61	0.82
حزيران	0.1	0	0	3	9	0.02
تموز	0	0	0	1.1	1.21	0
أب	0	0	0	1.9	3.61	0
أيلول	0.2	0.04	0	1.4	1.96	0
تشرين الأول	8	64	0.33	24.5	600.25	1.51
تشرين الثاني	36.2	1310.44	6.89	41.7	1738.89	4.37
كانون الأول	32.6	1062.76	5.59	52.6	2766.76	6.95
المجموع	190		28.24	398.1		55.86

المصدر: استناداً إلى جدول(٩) ومعادلة فورنيه وبرنامج Word

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

٢-التعرية الصفائحية :

يسود هذا النوع من التعرية في أغلب أراضي منطقة الدراسة والتي تتمثل بأقدام السفوح، إذ تمتاز بالانحدار البسيط فهي إحدى نتاجات التعرية المطرية فتتجمع المياه فوق هذه الأراضي مكونة السيول التي تشكل طبقة متماثلة السمك ،وتجري بشكل صفائحي بعد تشبع التربة بالمياه، إذ تكون الأمطار الهاطلة تفوق ما تسرب منها إلى التربة ناقلة معها الرواسب إلى المناطق المنخفضة والتي تتمثل بالدالات المروحية، وتكون مناطق جيدة لنمو النباتات. كما هو موضح في صورة (١) و(٢).

صورة (١) التعرية الغطائية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/٢/٣

صورة (٢) تجمع الرواسب في الدالة المروحية لوادي البنت

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/٢/٣

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

٣ -التعرية المسيلية:

تعد هذه التعرية مكملة لنتاج التعرية الصفائحية وتنشط مع زيادة كمية الهطول المطري، إذ يزداد الجريان، ويشكل مسارات متوازية ذات مجاري بدائية صغيرة وضيقة على جوانب الأودية وفي المرتبة الأولى والثانية ضمن أودية منطقة الدراسة مما تزيد من قدرة المياه على التعرية ونقل الرواسب. كما هو موضح في صورة(٣).

صورة (٣) مسيلات مائية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ١٩/٤/ ٢٠٢٤

٤-التعرية الجدولية:

تنشأ التعرية الجدولية نتيجة اندماج المسيلات المائية مع بعضها مكونة مجاري مائية على سفوح المنحدرات ونتيجة لسرعة الجريان المائي وقوته التي تعد عاملاً فاعلاً في زيادة الحت ونقل الرواسب ولا سيما الجلاميد والحصى وتفتيتها عن طريق احتكاك صخور القاع مع جوانب الأودية الحادة التي تتأثر بالسيول التي تنشأ في العاصفة المطرية جارفة الرواسب من المناطق المرتفعة وتتجمع في الأراضي المنخفضة في منطقة الدراسة ولحساب التعرية الجدولية وقياس شدتها فقد اعتمدت معادلة (Bergsma١٩٨٣)وهي على النحو الآتي:(Bergsma,1983,p١٦):

$$AE=\sum L/A$$

إذ إن : **AE**: معدل التعرية الجدولية (م/كم**L** $\sum^2$): مجموع أطوال الجداول ضمن وحدة المساحة(م)

A: مساحة المربع الواحد (كم^2)

ومن تحليل نتائج المعادلة ومقارنتها بجدول (٥) تباينت شدة التعرية في منطقة الدراسة نتيجة تنوع التكوينات الجيولوجية، ومدى مقاومتها لعملية التعرية المائية وتنوع درجة الانحدار من شديد جداً إلى خفيف الانحدار وقلة الغطاء النباتي مما ساعد على قوة اندفاع المياه الجارية، وتحطيمها للصخور، وزيادة كمية الرواسب المنقولة إلى منطقة الدراسة وصنفت على النحو الآتي:

- نطاق التعرية الخفيفة : شغلت مساحة (٢٤١.٨كم٢) وبنسبة (٢٠.٢%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت في ثلاثة مواقع وبلغ أطوال مجاريها(١٣٢٥٤٩.٤ م) أما معدل التعرية فبلغ(٥٤٨ م/كم٢)، وشغلت غرب منطقة الدراسة ذات الانحدار الخفيف، كما شغلت مساحة (٢٢١.٥كم٢) وبنسبة (١٨.٥%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت بستة مواقع وبلغت أطوال مجاريها(٢٠٩٥٦٧م) أما معدل التعرية فبلغ(٩٤٦ م/كم٢) وشغلت المنطقة القريبة من غرب الدراسة التي تمثل منطقة مصب الأودية ذات الانحدار الخفيف.

- نطاق التعرية المتوسطة: شغلت مساحة (١٨٠.٨كم٢) وبنسبة (١٥.١%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت في ستة مواقع وبلغ أطوال مجاريها(٢٢٢٦٥٩م) أما معدل التعرية فبلغ(١٢٣٢ م/كم٢) كما شغلت مساحة (١٧٧.٢ م/كم٢) وبنسبة (١٤.٨%) وتمثلت بتسعة مواقع، وبلغت أطوال مجاريها (٢٤٥٦٥٧م) وبلغ معدل التعرية (١٣٨٦ م/كم٢) وشغلت وسط منطقة الدراسة التي تمثل منطقة الدالات المروحية.

- نطاق التعرية العالية: شغلت مساحة (١٥٤.٤كم٢) وبنسبة (١٢.٩%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت في (١٦) موقعاً وبلغت أطوال مجاريها(٣٥٦٨٧٤م) أما معدل التعرية فبلغ (٢٣١١ م/كم٢) وشغلت الشريط الحدودي شرق منطقة الدراسة والتي تمثل إقدام التلال ذات الانحدار الشديد.

- نطاق التعرية الشديدة: شغلت مساحة (١٢٢.١كم٢) وبنسبة (١٠.٢%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت في (٢٧) موقعاً وبلغت أطوال مجاريها(٤٥٩٤٤٦م) أما معدل التعرية فبلغ(٣٧٦٢ م/كم٢) وشغلت شمال شرق منطقة الدراسة ذات الانحدار الشديد.

- نطاق التعرية الشديدة جداً: شغلت مساحة (٩٩.٤كم٢) وبنسبة (٨.٣%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثلت في (٣٤) موقعاً وبلغت أطوال مجاريها(٨٠٤٦٤٩م) أما معدل التعرية فبلغ(٨٠٩٨ م/كم٢) وشغلت أقصى شرق منطقة الدراسة وتمثلت بمنطقة منابع الأودية ذات الانحدار الشديد جداً. كما هو موضح في صورة (٤) وجدول (٦) وشكل(٢).

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول (٥) مؤشرات **(Bergsma)** للتعرية الجدولية في منطقة الدراسة

درجة التعرية	الوصف
1-400	تعرية خفيفة جداً
401 – 1000	تعرية خفيفة
1001 – 1500	تعرية متوسطة
1501 – 2700	تعرية عالية
2701- 3700	تعرية عالية جداً
3701 – 4700	تعرية شديدة
٤٧٠٠ – فأكثر	تعرية شديدة جداً

Eelko.Bergsma,1983,Rain FallErosion,Servers for Conservition Planning,Itc,Nether Journal,VOI-2,p16.

صورة (٤) التعرية الجدولية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ٢٠٢٣/٢/٣

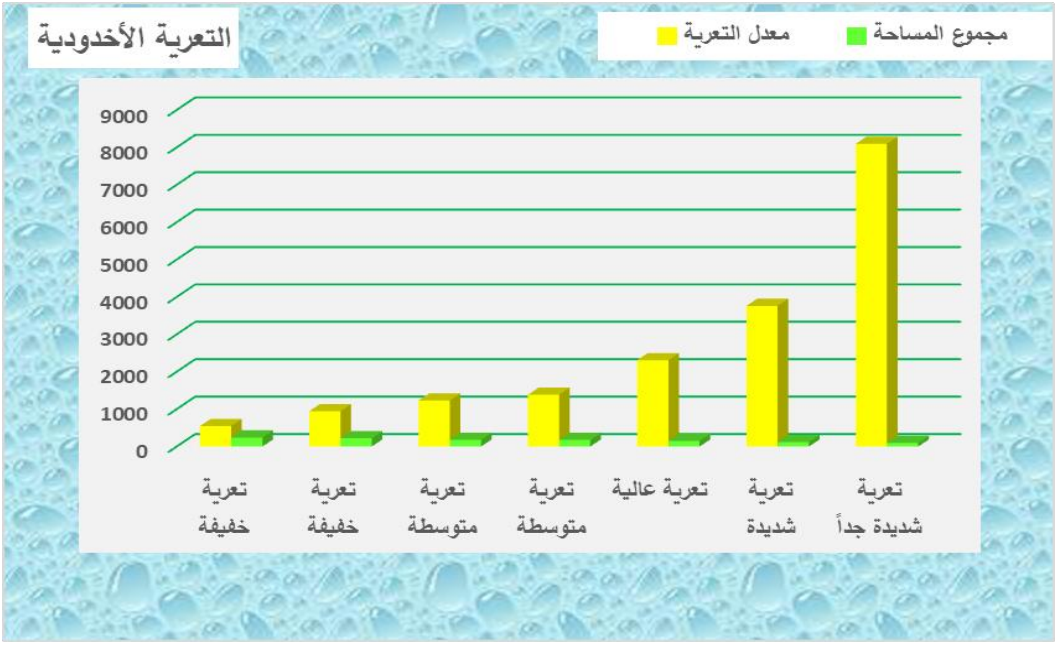
E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول (٦) معدلات التعرية الجدولية ودرجاتها في منطقة الدراسة وفقاً لمعادلة **Bergsma**

عدد المواقع	مجموع المساحة (كم^2)	النسبة المئوية%	اطوال المجاري المائية (م)	معدل التعرية (م/كم^2)	درجة التعرية	وصف شدة التعرية
3	241.8	20.2	132549.4	548	1	تعرية خفيفة
6	221.5	18.5	209567	946	2	تعرية خفيفة
6	180.8	15.1	222659	1232	3	تعرية متوسطة
9	177.2	14.8	245657	1386	4	تعرية متوسطة
16	154.4	12.9	356874	2311	5	تعرية عالية
27	122.1	10.2	459446	3762	6	تعرية شديدة
34	99.4	8.3	804649	8098	7	تعرية شديدة جداً
المجمـــــوع			المجمـــــوع		المـــــعدل	
101	1197.2	100	2431401		2612	

المصدر: استناداً إلى معادلة (**Bergsema**) وخريطة (٢) و(٣)

شكل(٢) التعرية الجدولية لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: استناداً إلى جدول (٦) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

ثالثاً- أنموذج جافريلوفيك لقياس حجم التعرية المائية في منطقة الدراسة:

طورت العديد من النماذج لتقدير كمية الإيراد الرسوبي، وتحديد شدة التعرية ولعل أهمها ما يسمى بأنموذج جافريلوفيك للتعرية (EPM) وقد قام بتصميمه في سنوات الخمسينيات بالتعاون مع معهد تطوير موارد المياه في يوغسلافيا وشهد هذا الأنموذج في عام ١٩٨٥ قفزة نوعية في تطوره على يد مجموعة من الباحثين بعد التطور الكبير الذي حصل في الثورة المعلوماتية ،فضلاً عن التطور الكبير الذي حصل في مجال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ويمتاز هذا الأنموذج بكونه يقدر أنواع مختلفة من التعرية مما جعله نموذج مناسب للتطبيق في بلدان مختلفة من أوربا الشرقية، وايطاليا، واليونان، وسويسرا ،وإيران – وهي بلدان جبلية شديدة التضرس ولاسيما بعد ما اختبرت مصداقية نتائجه في عدد من الدراسات، وقورنت بنتائج القياسات الميدانية ،وتبين توافر توافق كبير بين نتائج النموذج مع نتائج القياسات الميدانية ،ويعتمد في تطبيقه مؤشرات عدة (الانحدار ،وحالة الغطاء النباتي، والتربة أو التكوينات السطحية، والهطولات المطرية، وكذلك الحرارة) وينفرد هذا النموذج عن غيره بإدراج عامل الحرارة بوصفه مؤشراً إضافياً لتقويم التعرية المائية، فضلاً عن معلومات حقلية تؤخذ من الدراسة الميدانية ويطبق هذا الأنموذج على وفق سلسلة من المعادلات وهي على النحو الآتي(شعوان وآخرون،٢٠١٣،ص٧٦).كما هو موضح في شكل(٣) إذ إن:

$$(W = T * H * \pi * \sqrt{Z^3})$$

W : المعدل السنوي للتعرية (م^3/ كم^2/ السنة). **T**: معامل الحرارة ويستخرج من المعادلة الأتية:

$$T = \sqrt{\frac{c}{10}} + 0.1$$ إذ إن :

C : المعدل السنوي لدرجة الحرارة .**H** : المعدل السنوي للأمطار (ملم)

π : معامل ثابت يساوي (٣.١٤١٥) .

z : معامل التعرية المحتملة ويحسب هذا المعامل من خلال المعادلة الآتية:

$$\times Xa \times (\phi + \sqrt{Ja})$$

إذ إن :

$$Z = Y * Xa * (\phi + \sqrt{Ja} \quad)$$

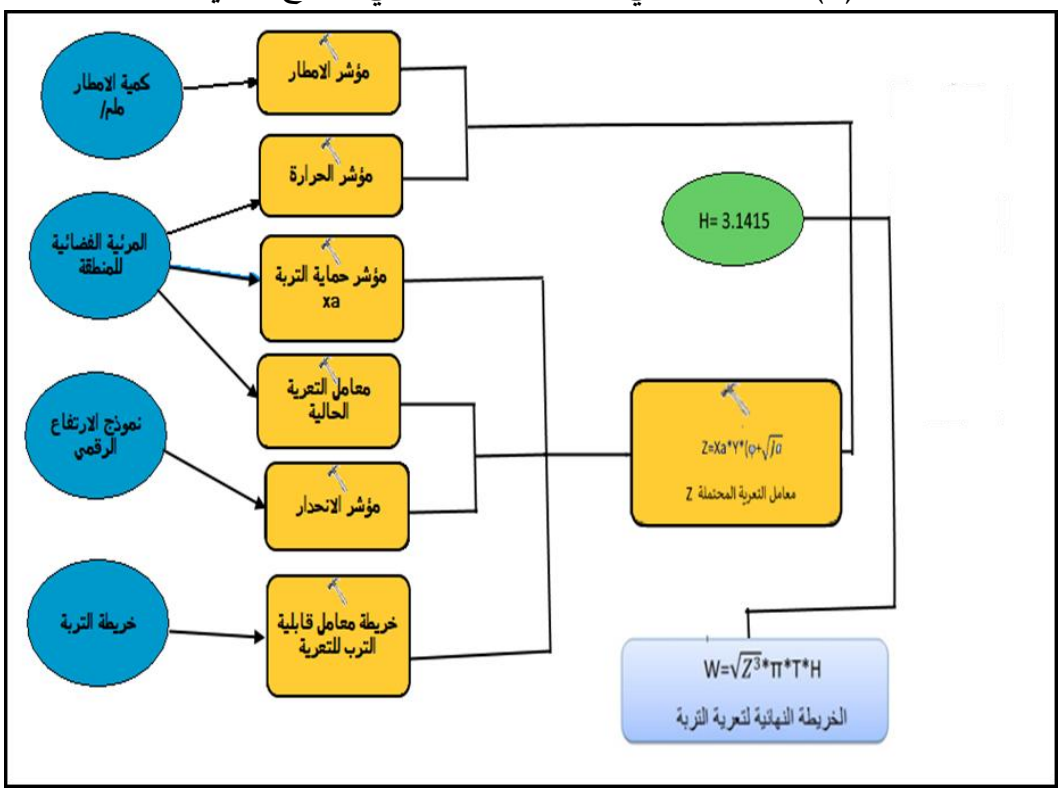
Y : معامل قابلية التربة للتعرية.

Xa : معامل حماية التربة**ϕ** . : معامل تطور التعرية وشبكة التصريف

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

Ja : معدل الانحدار (%) .

شكل(٣) مخطط انسيابي يبين مراحل العمل في نموذج جافريلوفيك



المصدر :استناداً إلى أنموذج جافريلوفيك

١- نمذجة المؤشرات المستعملة في نموذج جافريلوفيك:

١-١- نمذجة مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) :

لاستخراج مؤشر قابلية التربة للتعرية المائية تم اعتماد الخريطة الجيولوجية للمنطقة، والتي توضح التكوينات الجيولوجية واستناداً إلى درجة صلابة الصخور ونسجتها واعتماد القمر الصناعي كيوك بيرد ذو دقة (٣٠م)

نجد أن درجة مقاومة الصخور للتعرية المائية تباينت، إذ تركزت الترب ذات المقاومة المتوسطة في أقصى شرق منطقة الدراسة، إذ تراوحت قيمها بين (٠.٣ – ٠.٥) وتمثلت بتكوين باي حسن والمقدادية في حين تركزت الترب ضعيفة المقاومة في معظم منطقة الدراسة تراوحت قيمها بين (٠.٥ – ٠.٦) وتمثلت بالحصى بمختلف أحجامه والرمل والطين .كما هو موضح في جدول (٧) وشكل (٤)خريطة (٢)

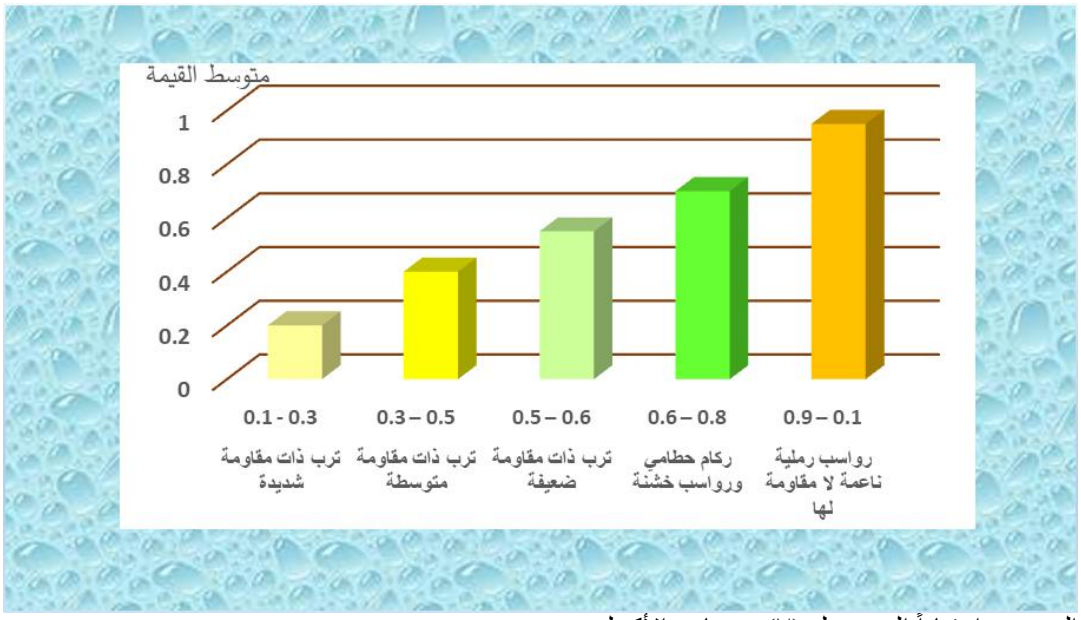
E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول(٧) معامل قابلية التربة أو الصخور للتعرية

معامل قابلية التربة للتعرية	قيمة معامل y	متوسط القيمة
صخور ذات مقاومة شديدة	0.1 – 0.3	0.2
صخور ذات مقاومة متوسطة	0.3 – 0.5	0.4
صخور ذات مقاومة ضعيفة	0.5 – 0.6	0.55
ركام صخري ورواسب خشنة	0.6 – 0.8	0.7
رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها	0.9 – 0.1	0.95

Zoren,M and Komac,B,(2005),Soil erosion on agricultural land in Slovenia merasurements of rill erosion in the besnica valley.Acta geographic slovenica 45-1,Ljubljana.

شكل (٤) قابلية التربة للتعرية

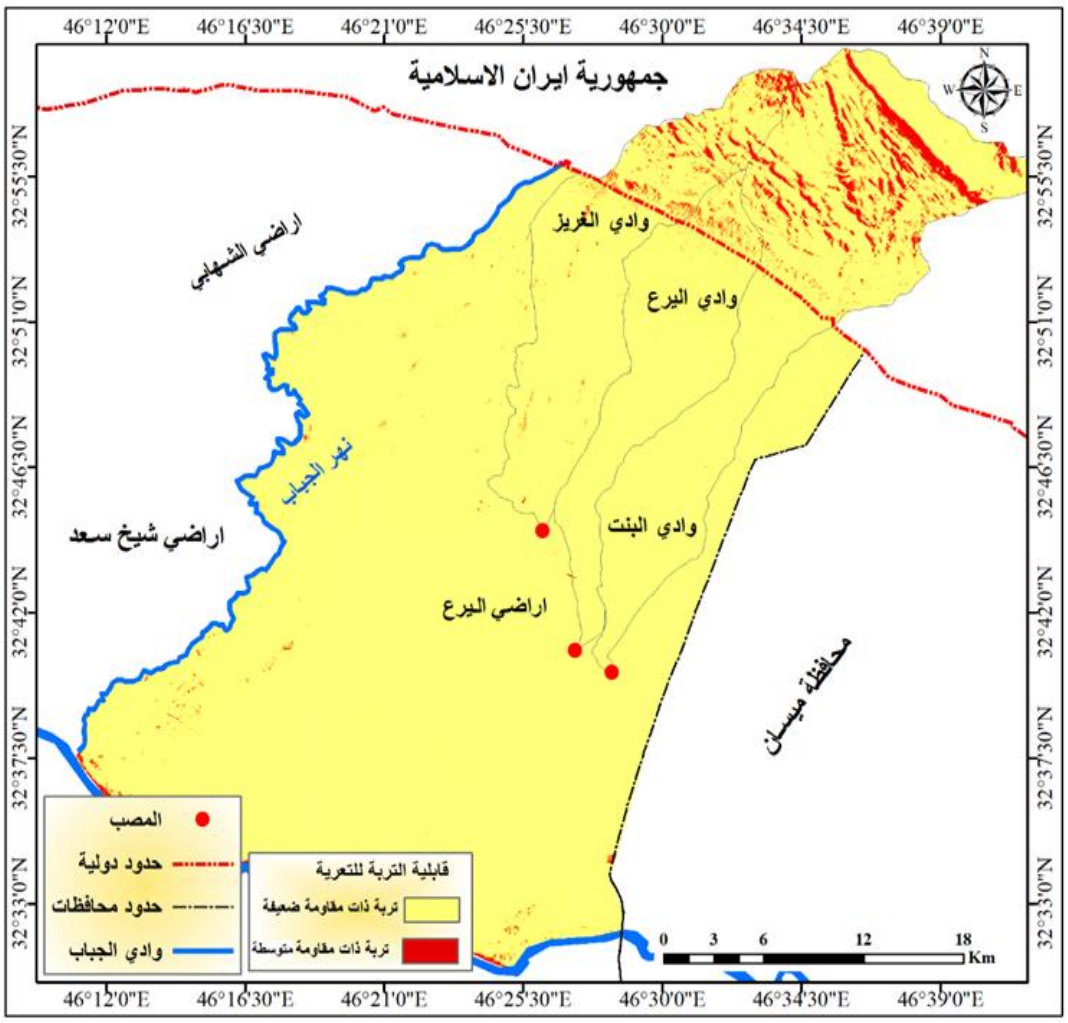


المصدر: استناداً إلى جدول (٧) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٢)

نمذجة قابلية التربة للتعرية لمنطقة الدراسة



المصدر :استناداً إلى خريطة تربة العراق تصنيف بيورنك والطائي وبرنامج **Arc map GIS v10.8**

١-٢- نمذجة مؤشر حماية التربة (Xa):

يتمثل هذا المؤشر في أنموذج جافريلوفيك بالغطاءات الأرضية النباتية أياً كان منشأها، ويستند إلى مستويات كثافة الغطاء النباتي التي تعمل على استقرار التربة وإبطاء معدلات الجريان السطحي وزيادة تسرب المياه إلى داخل التربة والحد من تآكل التربة ويؤدي الغطاء النباتي دوراً مهماً في الحد من شدة التعرية وحماية التربة عن طريق أعتراض أغصان الأشجار، والحد من قدرتها على اقتلاع جزيئات التربة وتدميرها؛ لذا وضع جافريلوفيك معايير لتحديد قيم مؤشر حماية التربة(الغامدي،٢٠٠٩،ص ٢٨). كما هو موضح في جدول(٨).

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول(٨) معامل حماية التربة (**Xa**)

معامل حماية التربة	قيمة معامل ***Xa***	متوسط القيمة
غابات مختلطة كثيفة – متوسطة الكثافة	***0.05 – 0.2***	***1.125***
غابات صنوبرية او نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية	***0.2 – 0.4***	***0.3***
مراعي وغابات متضررة	***0.4 – 0.6***	***0.5***
مراعي ومزارع متضررة	***0.6 – 0.8***	***0.7***
اراضي جرداء	***0.8 – 1.0***	***0.9***

Amer Zeghmar", Nadir Marouf", Elhadj Mokhtari ,,(2021) Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria ,JOURNAL OF WATER AND LAND DEVELOPMENT, p138.

وعن طريق مرئية القمر الصناعي (Landsat–8) تم استخلاص قيم معامل كثافة الغطاء النباتي (NDVI) بعد أن تم تصنيف منطقة الدراسة الى ثلاثة أصناف بعد ذلك تم عمل مواءمة نتائجها المعايير التي وضعها جافريلوفيك ولاستخراج قيم هذا المؤشر فقد تم اعتماد المعادلة الآتية(Zeghmar,2021,p138):

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

إذ إن :

Xa: مؤشر حماية التربة .

X_aNDVI: معامل التغطية النباتية المعدل لمواءمة معايير مؤشر حماية التربة .

إن مؤشر حماية التربة(Xa) يرتفع في المناطق ذات الكثافة النباتية العالية والتي تتراوح قيمها بين (٠.٠٠٥ – ٠.٢) ، وتقل في المناطق الجرداء التي تتراوح قيمها بين (٠.٨ – ١.٠) ؛لذا فأن مؤشر حماية التربة في منطقة الدراسة متباينة، إذ بلغت فيه مساحة المناطق التي تكون ذات حماية شديدة جداً (١٢٥.٧ كم^2) وبنسبة (١٠.٥%) من جملة مساحة منطقة الدراسة وتمثلت بالأجزاء الشرقية لمنطقة الدراسة ، في حين كانت مساحة المناطق ذات الحماية الضعيفة جداً (٥٠٦.٤ كم^2) وبنسبة (٤٢.٣%) في حين بلغت المساحة في المناطق الشديدة والمتوسطة والضعيفة (٩٨.٢ – ١٨٩.٢ – ٢٧٧.٨ كم^2) وبنسب (٨.٢ – ١٥.٨ – ٢٣.٢ %) على التوالي، وهذه تمثلت في أغلب منطقة الدراسة، وتمثل أقدام السفوح والدالات المروحية، وهذا يبين أهمية الغطاء النباتي واستعمالات الأرض في

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

حماية التربة من التعرية والانجراف. كما هو موضح في جدول (٩)(١٠) وشكل (٥)خريطة (٣) والصورة الجوية (٥) و(٦)

جدول (١٠) الغطاء النباتي في المنطقة

نوع الغطاء النباتي	المساحة/كم^2	%
اراضٍ جرداء	560.3	46.8
اراضٍ متوسطة الانبات	391.5	32.7
اراضٍ كثيفة الانبات	245.4	20.5
المجموع	1197.2	100

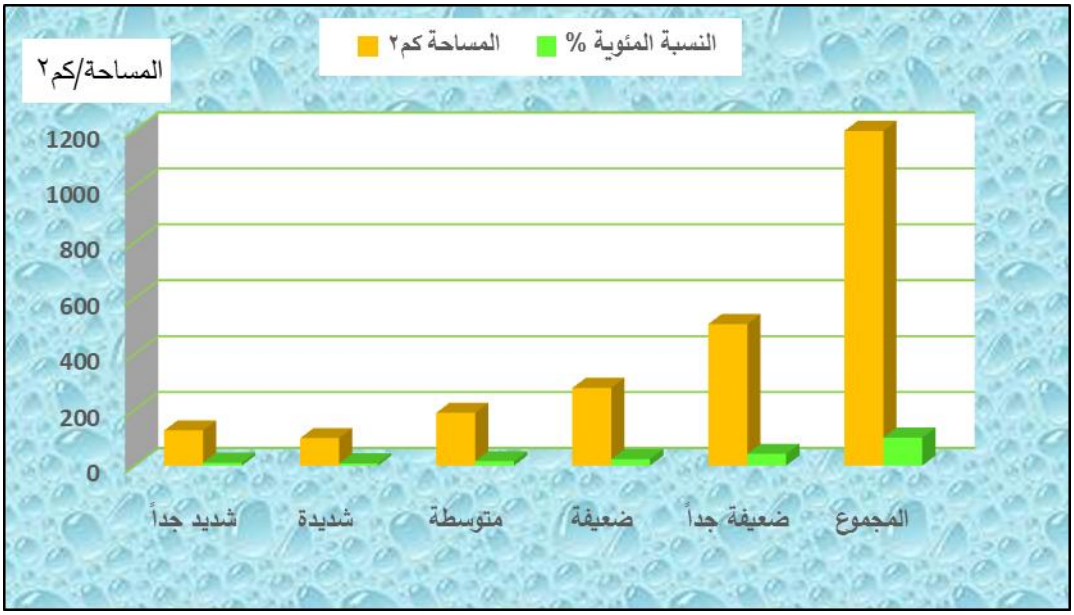
المصدر: استناداً إلى المرئية الفضائية Landsat 8 بتاريخ 1/12/2022

جدول(٩) صنف معامل حماية التربة (Xa) ومساحته ونسبته المئوية في منطقة الدراسة

معامل حماية التربة	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
شديد جداً	125.7	10.5
شديدة	98.2	8.2
متوسطة	189.2	15.8
ضعيفة	277.8	23.2
ضعيفة جداً	506.4	42.3
المجموع	*1197.2*	*100*

المصدر :استناداً إلى خريطة (٥) .

شكل(٥) مؤشر حماية التربة

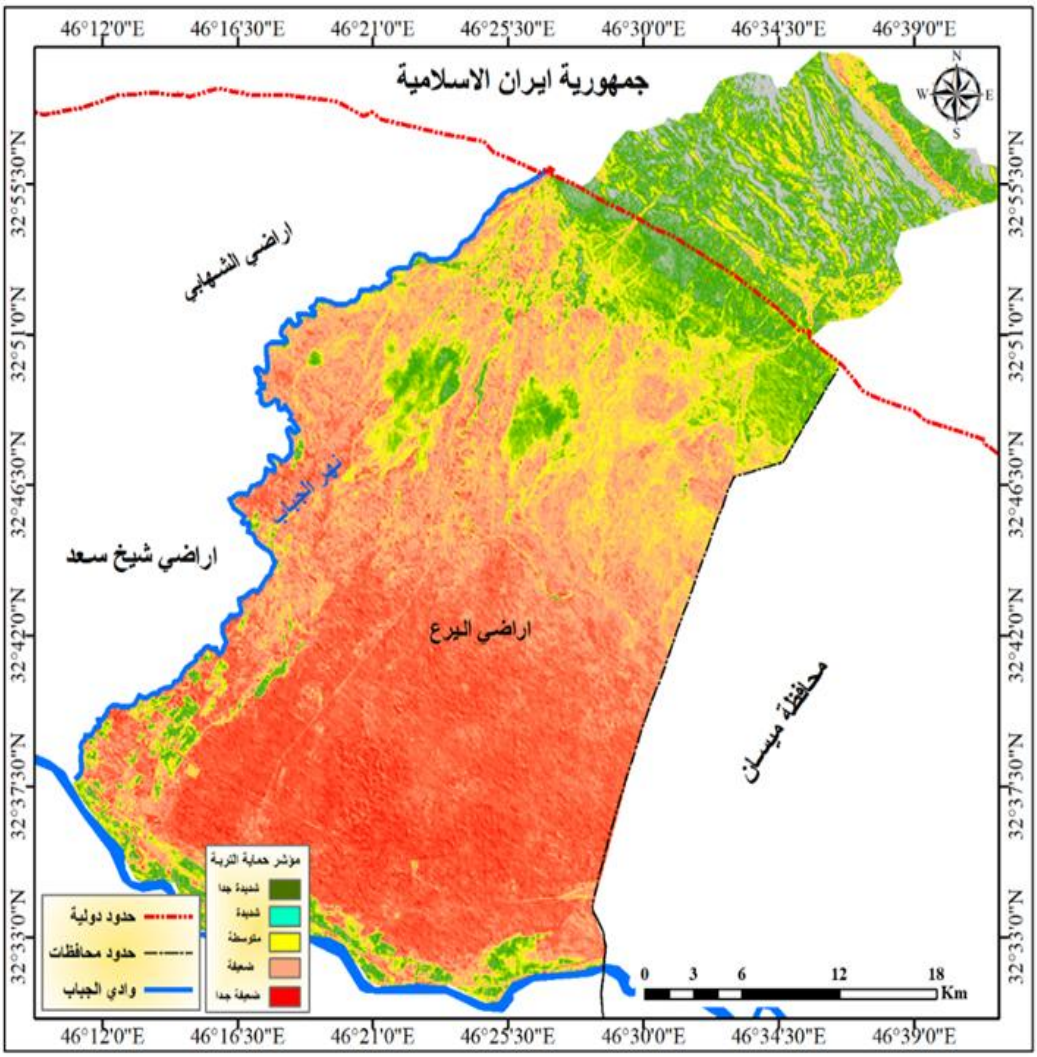


المصدر: استناداً إلى جدول (٩) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٣)

نمذجة مؤشر حماية التربة **Xa**

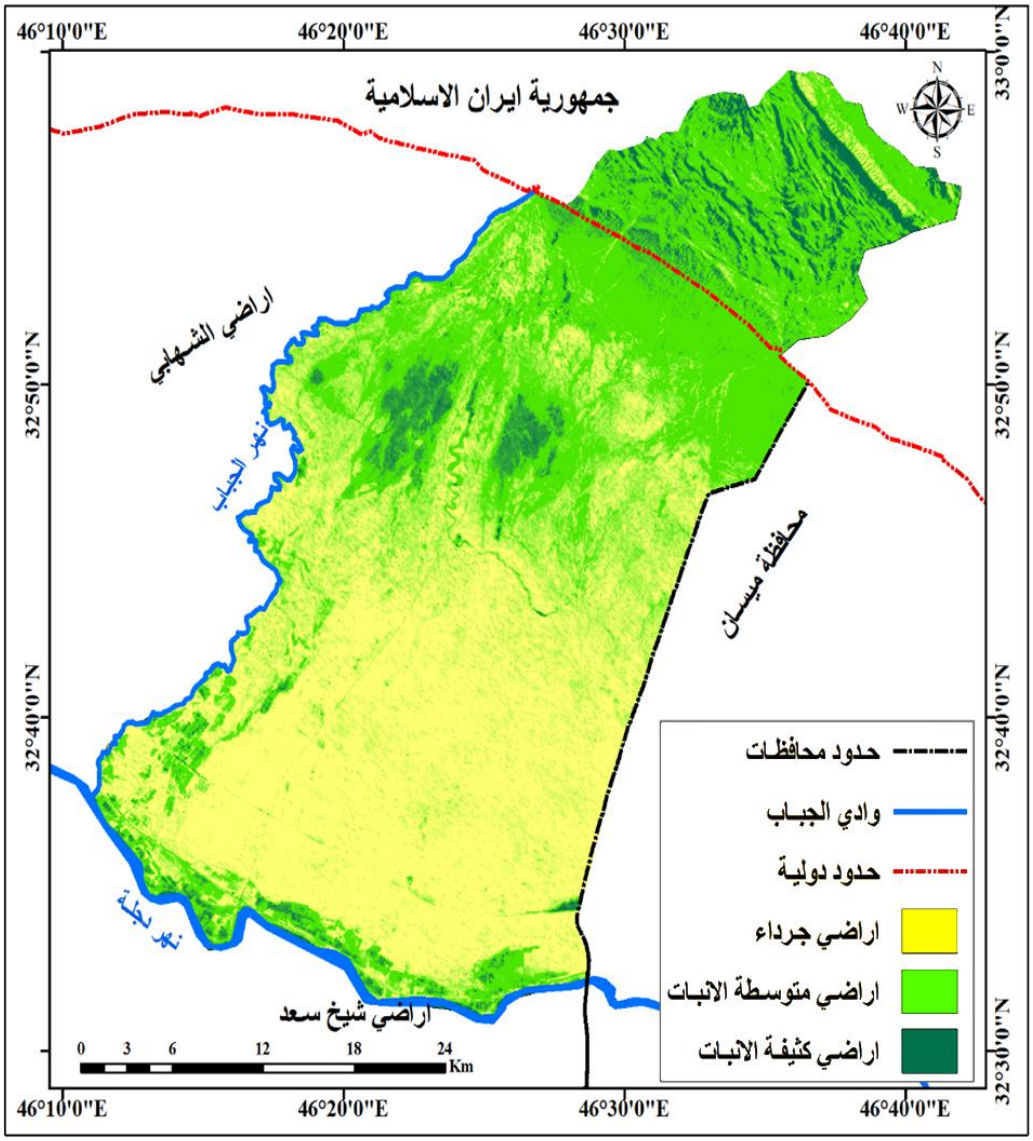


المصدر: استناداً إلى المرئية الفضائية **Landseat** ٨ واستعمال معادلة مؤشر حماية التربة

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٤)

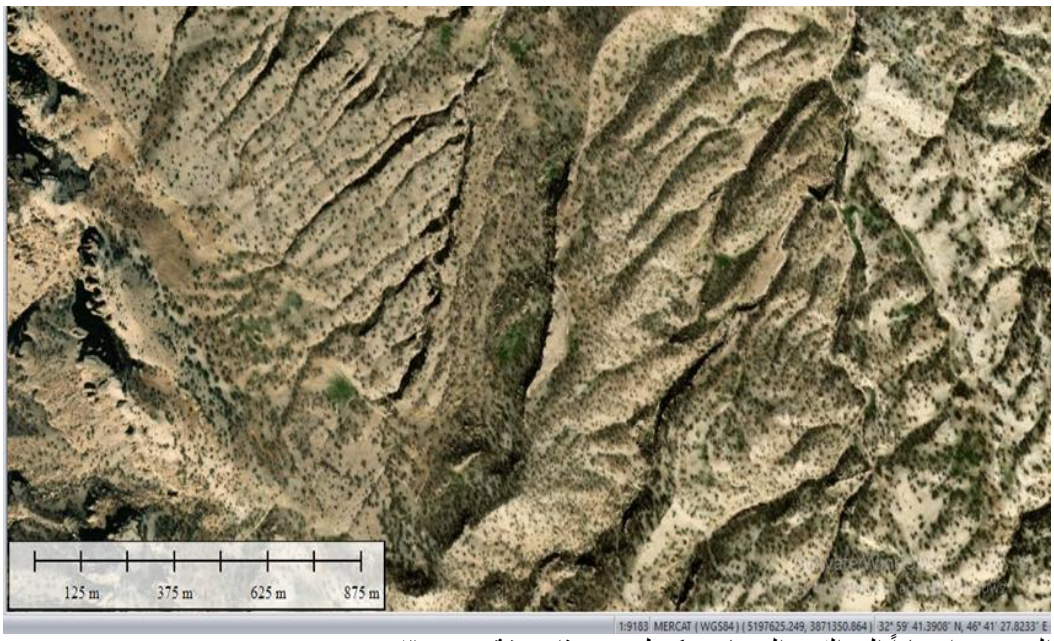
مؤشر الغطاء النباتي في منطقة الدراسة



المصدر: استناداً إلى **Landsat 8** بتاريخ ٢٠٢٢/١٢/١ باستعمال برنامج **(Arc Map v 10.6)** المرئية الفضائية

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

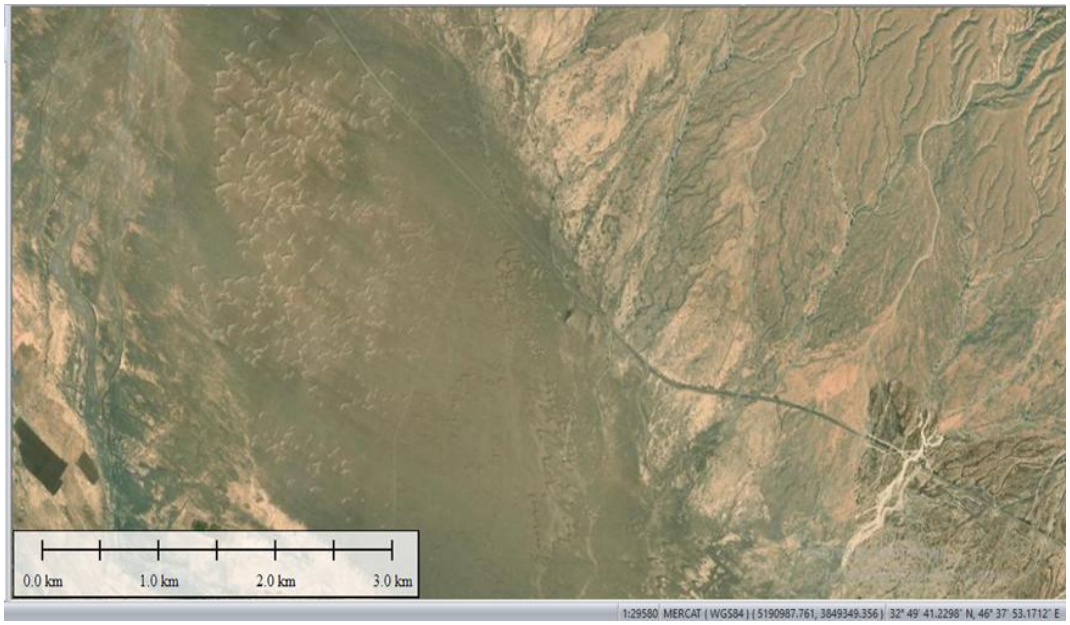
صورة (٥) كثافة النبات الطبيعي في الأجزاء الشديدة جدا في حماية التربة أقصى شمال شرق منطقة الدراسة



المصدر :استناداً إلى القمر الصناعي كويك بيرد ذات دقة تميز ٣٠ م

صورة (٦)

انعدام النبات الطبيعي في الأجزاء الضعيفة جدا في حماية التربة أغلب منطقة الدراسة



المصدر: استناداً إلى القمر الصناعي كويك بيرد ذات دقة تميز ٣٠م

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

١-٣- نمذجة مؤشر التعرية الحالية :*(φ)*

تم حساب هذا المؤشر عن طريق المعادلة التي صاغها (Mellivsky) استناداً إلى مرئية القمر الصناعي (Landsat٨)، إذ يتم عن طريق حساب الجذر التربيعي للنطاق الثالث (TM٣) وتقسيمه على أعلى قيمة للإشعاع (Qmax) ؛لأن زيادة الأشعاع ترتبط بشكل مطرد بزيادة التعرية أي كلما زادت التعرية كان هناك المزيد من المنكشفات الصخرية وبحسب المعادلة الآتية((Stefanovic, I. Milojevic ,2006

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

إذ إن : φ : مؤشر حماية التعرية الحالية: **TM3** . النطاق الثالث في مرئية القمر الصناعي (Landsat *max* : أعلى قيمة للإشعاع .

ومن تحليل نتائج المعادلة نجد هناك تباينا في مؤشر حماية التعرية في منطقة الدراسة، إذ سجلت أعلى قيمة (٠.٥٦) في حين سجلت أدنى قيمة (٠.٣١) وبحسب هذا المؤشر فإن أودية منطقة الدراسة تقع ضمن تعرية القنوات المائية بين (٢٠-٥٠%) من حوض التصريف وهذا استدلال على الرواسب التي تجمعت في الأراضي المنخفضة، إذ جلبتها السيول نتيجة الأمطار الغزيرة مما ساعد على نشاط التعرية المائية في أودية منطقة الدراسة. كما هو موضح جدول (١١) وخريطة(٤).

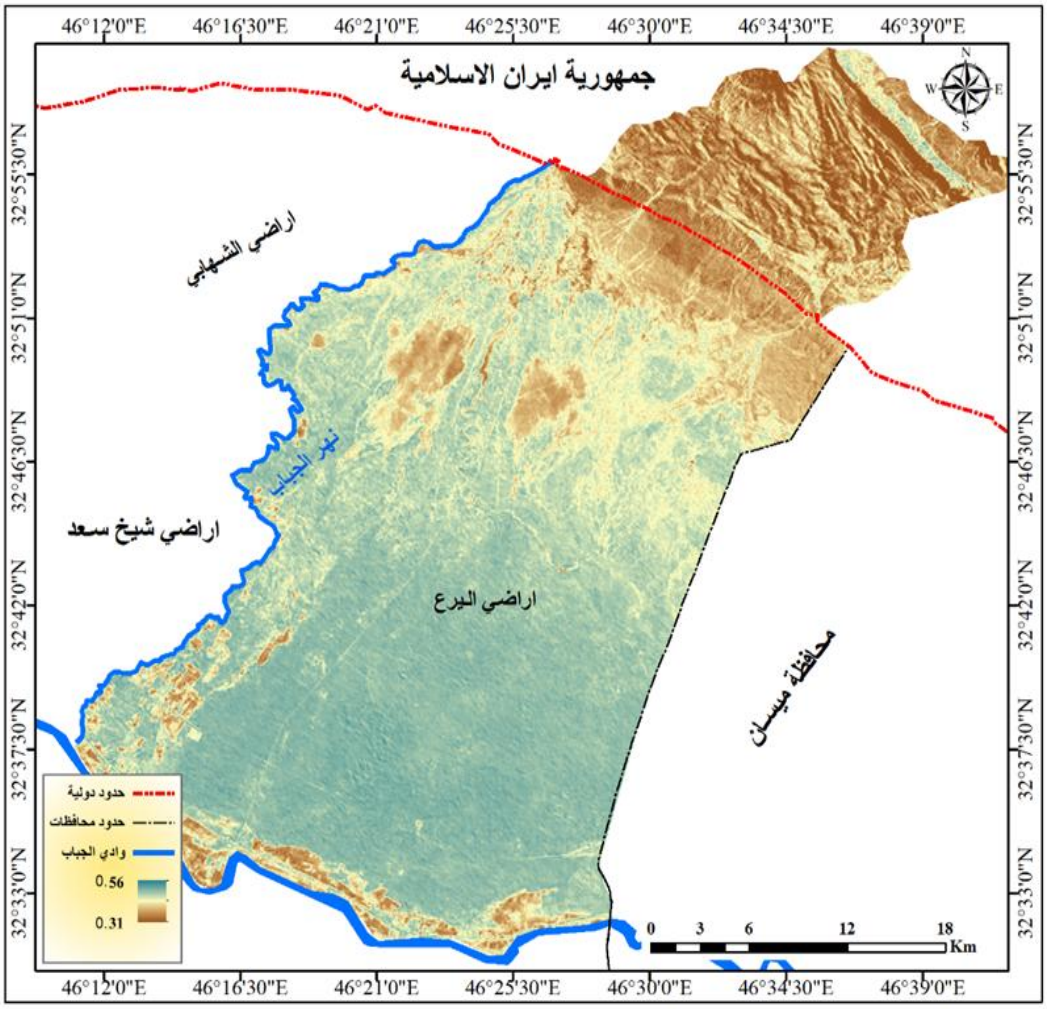
جدول(١٠) معامل تطور التعرية الحالية (ϕ)

معامل تطور التعرية وشبكة التصريف	قيمة معامل ϕ
تعرية ضعيفة في حوض التصريف	***0.1 – 0.2***
تعرية في القنوات المائية بين ٢٠ – ٥٠ % من حوض التصريف	***0.3 – 0.5***
تعرية في الأنهار والأخاديد والإرسابات الفيضية وتعرية كارستية	***0.6 – 0.7***
٥٠ – ٨٠% من حوض التصريف تحت تأثير التعرية و الانزلاقات الأرضية	***0.8 – 0.9***
أحوض التصريف جميعها تحت تأثير التعرية	***1.0***

Abdeni Elalui , et al , Soil Erosion under Future Climate Change Scenarios in a Semi-Arid Region , Science Agadir, IbnZohr University, Agadir , Morocco ,2023,p6.

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٤) مؤشر التعرية الحالية في منطقة الدراسة



المصدر :أستناداً إلى المرئية الفضائية **Landsat** ٨ واستعمال معادلة مؤشر التعرية الحالية

١-٤- نمذجة مؤشر الانحدار(Ja):

يهدف هذا المؤشر إلى بيان المنحدرات، إذ إن المنحدرات لها دور فاعل في التأثير على شدة التآكل، فيزداد التآكل مع زيادة حدة المنحدرات ويقل مع قلة أو انعدام المنحدرات، وقد تم استخلاص قيم هذا المؤشر عبر الاستناد إلى أنموذج الارتفاع الرقمي ((DEM(Elalui,2023,p6)' وقد صنفت انحدارات منطقة الدراسة باعتماد تصنيف (young) إلى خمسة أصناف وهي على النحو الآتي :

١-٤-١- أرضٍ مستوية : يتضمن هذا المستوى الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها عن (٢°)، وتنتشر على مساحة تصل إلى (٥٣٧.٥ كم^2) وبنسبة (٤٤.٩ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية، وتسود في الأجزاء الوسطى والغربية والجنوبية من منطقة الدراسة.

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

١-٤-٢- أرضٍ خفيفة الانحدار: تعد هذه الفئة الانحدارية التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٥°10 -°) أقل انتشاراً من الفئة التي سبقتها، إذ بلغت مساحة الأراضي التي تشغلها هذه الفئة مايقرب(٣٠١.٧ كم^2) وبنسبة (٢٥.٢%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية .

٤-٢-١-٤-٣- أرضٍ معتدلة الانحدار: تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (١٠°18 -°) وتعد أراضٍ ذات انحدارات متوسطة ،وتبلغ مساحتها (١٤٠.١ كم^2) وبنسبة(١١.٧%) من مساحة منطقة الدراسة الكلية ، وتنتشر بشكل متصل في معظم أجزاء منطقة الدراسة، وتكون محاذية للأراضي خفيفة الانحدار.

٤-٢-١-٤-٤- أرضٍ شديدة الانحدار: تشمل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (١٨°30-°) وهي تشغل مساحة(١١٧.٣ كم^2) وبنسبة (٩.٨%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية وتمتاز بأنها ذات انحدارات شديدة وتشمل المناطق المرتفعة جميعها في منطقة الدراسة.

٤-٢-١-٤-٥- أرضٍ شديدة الانحدار جداً: تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٣٠°45 -°) وتبلغ مساحتها (١٠٠.٦ كم^2) وبنسبة (٨.٤ %) من مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل هذه الانحدارات في مناطق القمم الجبلية في الجانب الايراني شمال شرق منطقة الدراسة، والذي يمثل منابع الأودية، وساعدت زيادة الانحدار في هذه المناطق على زيادة نقل الرواسب نحو الأراضي المنخفضة وبطون الأودية بفعل الجاذبية الأرضية. كما هو موضح في جدول(١٢) وصورة (٧) وخريطة (٥)

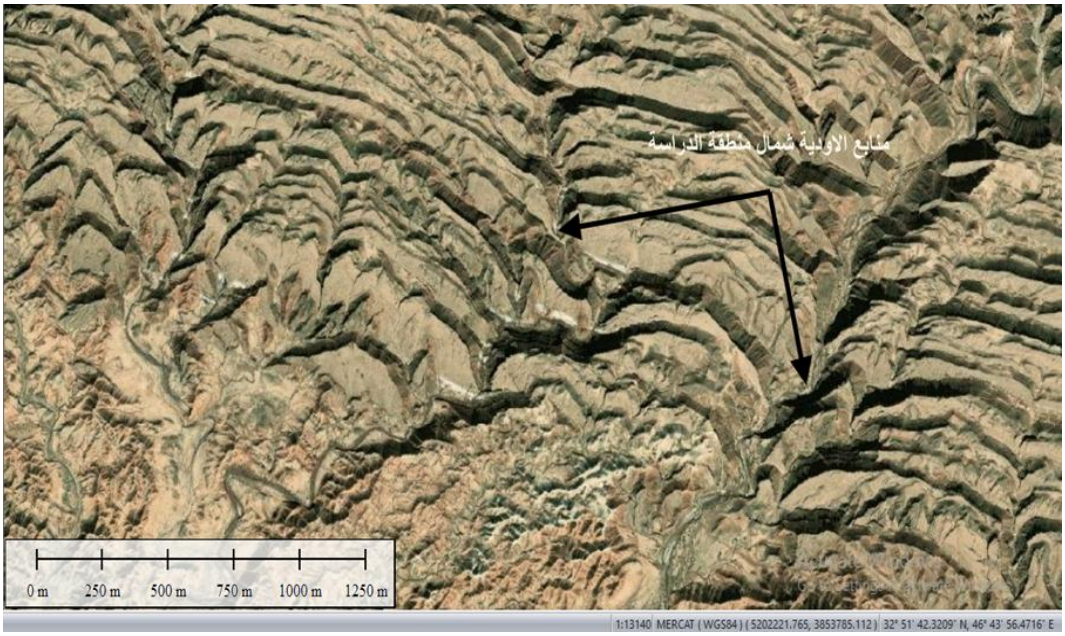
جدول(١٢) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار بحسب تصنيف (Young)

ت	السطح	زاوية الانحدار بالدرجات	المساحة / كم^2	النسبة المئوية
1	أرضٍ مستوية	0°- 2°	537.5	44.9
2	أرضٍ خفيفة الانحدار	5°- 10°	301.7	25.2
3	أرضٍ معتدلة الانحدار	10°- 18°	140.1	11.7
4	أرضٍ شديدة الانحدار	18°- 30°	117.3	9.8
5	أرضٍ شديدة الانحدار جداً	30°- 45°	100.6	8.4
		100	1197.2	

المصدر:استناداً إلى: ١- تغلب جرجيس داود ، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة ، ٢٠٠٢ ، ص ١٢٣-١٢٤ . ٢- خريطة (٩) .

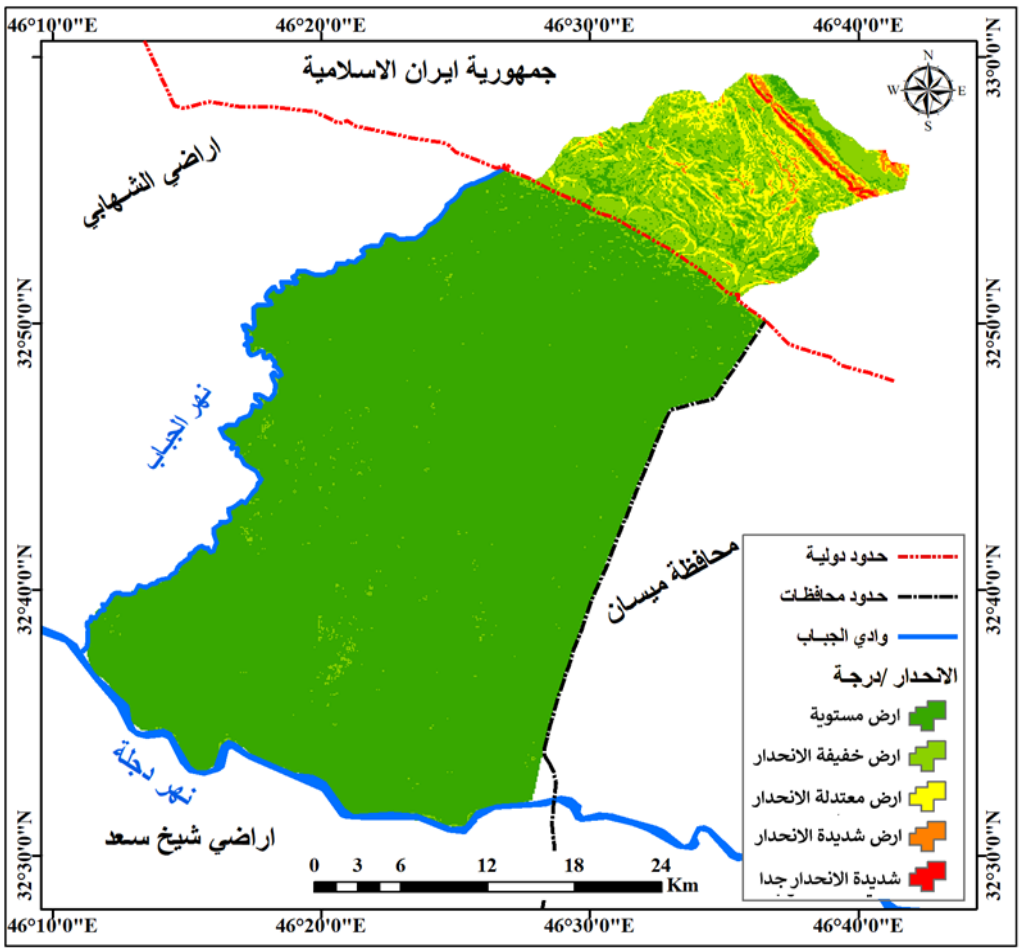
E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

صورة جوية (٧) مناطق ذات الانحدار الشديد جدا شمال منطقة الدراسة



المصدر :استناداً إلى القمر الصناعي كويك بيرد ذات دقة تميز ٣٠ م

خريطة (٥) نمذجة درجات الانحدار بحسب أنموذج **young**



المصدر :استناداً إلى نموذج الارتفاع الرقمي ذات دقة ٣٠ م

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

١-٥- نمذجة استخلاص قيمة التعرية المحتملة:

يعبر عن المؤشر (Z) عن التعرية المحتملة، ويُعد أهم مؤشر في أنموذج جافريلوفيك، وتدخل في حسابه مجموعة من المتغيرات تم حسابها مسبقاً وله فوائد عدة منها: تتبع التغيرات في مستويات التعرية مع مرور الزمن لاختبار تأثير مستوى استعمال أنشطة الأرض واستعمالاتها وتغيرها، وقد صنفت مستويات التعرية وفقاً لمؤشر أنموذج جافريلوفيك (Z) الى خمسة مستويات ، كما هو موضح جدول (١٣) ويتم حسابه من المعادلة الآتية(كاظم، ،ص٥٣):

$$Z=Y*Xa*(\phi+\sqrt{Ja}$$

إذ إن:

Y : معامل قابلية التربة للتعرية. **Xa**: معامل حماية التربة.

ϕ = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف . **Ja** : معدل الانحدار(%) .

جدول(١٣) فئات مستويات التعرية المحتملة تبعاً لقيمة معامل (Z)

قيمة معامل (Z)	متوسط القيمة	مستوى التعرية المحتملة
0.19 – 0.01	***0.10***	خفيفة جداً
0.40 – 0.20	***0.30***	خفيفة
0.80 – 0.41	***0.55***	متوسطة
1.0 – 0.81	***0.85***	شديدة
1.51> - 10.1	***1.25***	شديدة جداً

GAVRILOVIC, Z. STEFANOVIC M. MILOJEVIC M. AND COTRIC J.(2006) Erosion Potential Method Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Sloveni.

ومن تحليل نتائج المعادلة ومقارنتها بجدول(١٢) تباينت التعرية المحتملة في منطقة الدراسة من حيث النوع والمساحة ،فقد سجلت التعرية الشديدة أعلى مساحة، إذ بلغت (٥٢٩.٢ كم^2) وبنسبة (٤٤.٢%) من مجموع مساحة المنطقة الكلية ، تليها التعرية المتوسطة بمساحة (٣٦٠.٤ كم^2) وبنسبة (٣٠.١%) ، وتليها التعرية الخفيفة بالمرتبة الثالثة بمساحة بلغت (١٢٦.٩ كم^2) وبنسبة (١٠.٦%) ، في حين سجلت التعرية الخفيفة جدا مساحة (١٠٠.٦ كم^2) وبنسبة (٨.٤%) ، وجاءت بالمرتبة الأخيرة التعرية الشديدة جداً بمساحة بلغت (٨٠.٢ كم^2) وبنسبة (٦.٧%) ، وبذلك فإن أكثر من (٨١%) من مساحة منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق التعرية المتوسطة والشديدة والشديدة جدا ،وهذا يتفق مع الانحدارات المتوسطة والقوية الخالية من الغطاء النباتي، ويؤدي الانحدار دوراً مهماً؛ لأنه

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

يحدد سمك التربة؛ لذا فإن ترب المنحدرات تكون ضحلة نتيجة نشاط عملية التعرية المائية وانعدام الغطاء النباتي على عكس المناطق المستوية في منطقة الدراسة تتصف بسمكها وتطورها بشكل مستمر نتيجة تجمع الرواسب التي تجلبها السيول مما أصبحت مناطق تجمع الأراضي أراضي زراعية متنوعة المحاصيل. كما هو موضح في جدول (١٤) وشكل (٦) وخريطة (٦)

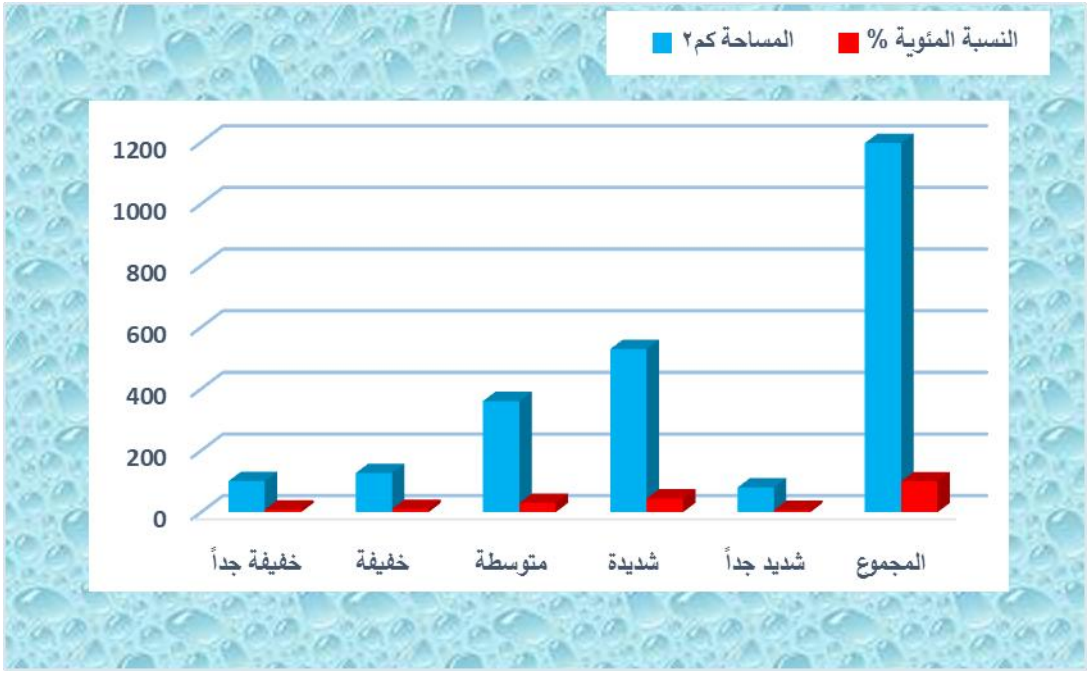
جدول(١٤)

أصناف معامل التعرية المحتملة (Z) ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

معامل التعرية المحتملة	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
خفيفة جداً	100.6	8.4
خفيفة	126.9	10.6
متوسطة	360.4	30.1
شديدة	529.2	44.2
شديد جداً	80.2	6.7
المجموع	1197.2	100

المصدر :استناداً إلى خريطة (٩).

شكل(٦) مساحة ونسبة المئوية للتعرية الحالية لمنطقة الدراسة

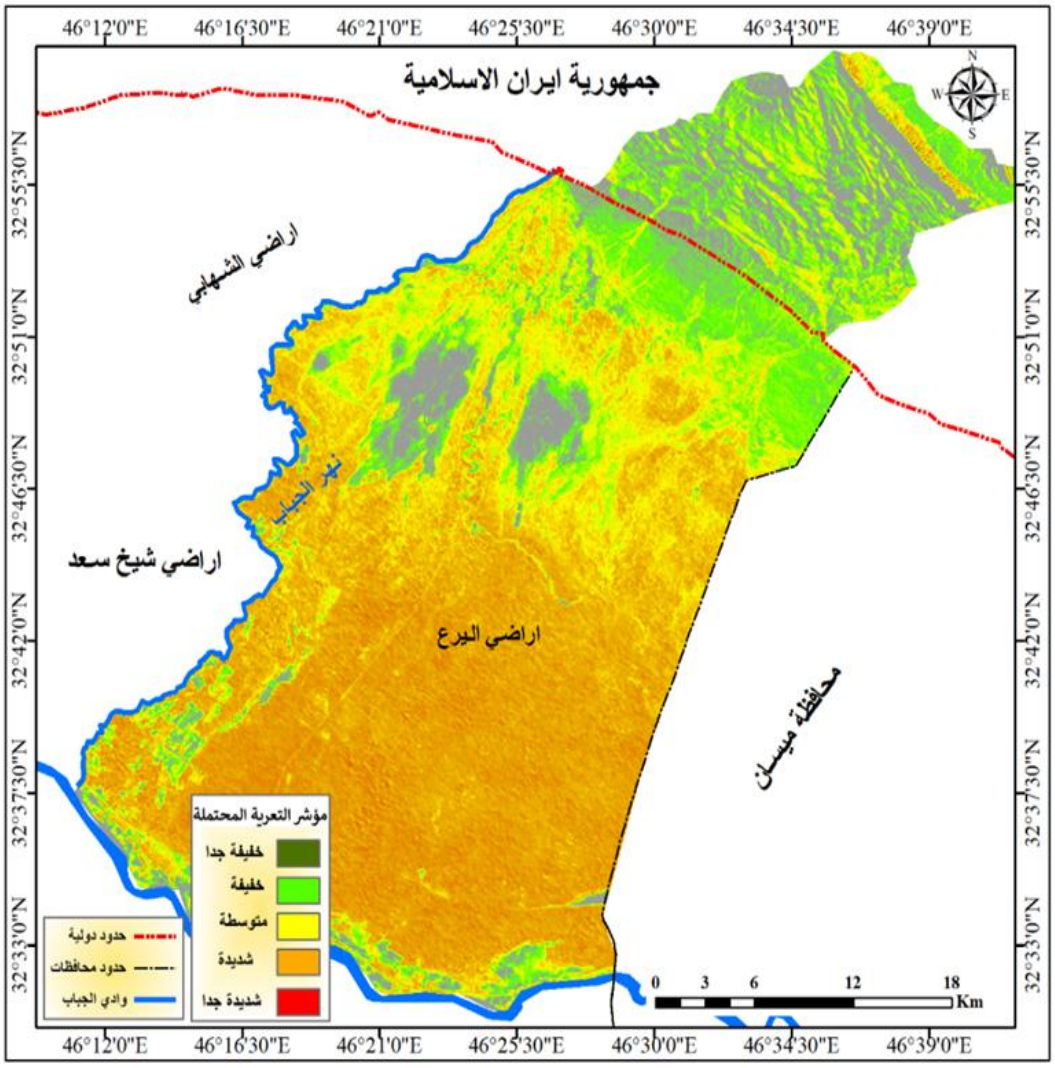


المصدر: استناداً إلى جدول (١٤) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٦)

مستويات التعرية المحتملة **z** في منطقة الدراسة



المصدر :استناداً إلى المرئية الفضائية **LANDSEAT** ٨ واستعمال معادلة التعرية المحتملة **z**

١-٢ -التقييم الكمي للتعرية المائية بنموذج جافريلوفيك:

١-٢-١- نمذجة مؤشر معامل الحرارة **T**:

اعتمد جافريلوفيك الحرارة كعامل من عوامل التعرية في هذا النموذج ،إذ إن لها تأثيراً واضحاً على إنتاجية المياه في التربة فالحرارة الشديدة تزيد من شدة التبخر، مما يؤدي إلى ظهور شبكة كثيفة من التشققات الصلبة التي تؤدي إلى انهيار الطبقات الطينية، في حين تؤدي التقلبات الحرارية المستمرة إلى انهيار المكونات الصخرية ويتم تحديد قيمة المعامل الحراري بمعادلة خاصة، تأخذ متوسط درجة الحرارة السنوي كمتغيرة أساسية ويحسب هذا المؤشر من المعادلة الآتية(GAVRILOVIC,2006,p77):

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

$$T=\sqrt{\frac{C}{10}}+0.1$$

إذ إن :

T: مؤشر معامل الحرارة، C: المعدل السنوي لدرجة الحرارة .

ونظراً لعدم توافر معطيات مناخية دقيقة تتعلق بدرجات الحرارة بمحطات الرصد فقد تم اعتماد المرئيات الفضائية العائدة للقمر الصناعي (Landsat–٨) لتحديد هذا المؤشر ولحساب درجة الحرارة نقوم بالمراحل الآتية:

*المرحلة الأولى: نقوم بهذه المرحلة بتحويل قيم البكسل إلى قيم الاشعاع بإعادة إسقاط البيانات باستعمال طريقة التحويل الخطي العكسية عن طريق معادلة التحويل الآتية:

$$\frac{L_{min\ Radiance}-\ L_{max}}{(QcaL_{max}-QcaL_{min})*(DN-QcaL_{max})+L_{min}}$$

إذ إن:

L_{max}: أقصى قيمة للإشعاع، L_{min}: أدنى قيمة للإشعاع .

$QcaL_{max}$: أعلى قيمة يأخذها البكسل . $QcaL_{min}$: أدنى يأخذها البكسل

DN: قيمة البكسل

*المرحلة الثانية : نقوم بهذه المرحلة بالتحويل من الإشعاع Radiance إلى درجة الحرارة الكلفينية ، وذلك باعتماد المعادلة الآتية(حسن،٢٠١٤،ص١٤):

$$T=\frac{\frac{K2}{K1}}{tn(Radiance+1}$$

إذ إن القيمتين ١K و ٢K ثوابت تتغير بتغير القمر الصناعي، إذ تصل القيم للقمر الصناعي لاندسات ذات المتحسس (TM–٥) إلى ١K = ٦٠٧.٧٦ و ٢K= ١٢٦٠.٥٦أما بالنسبة للمتحسس(OLI) فتصل إلى ٧٧٤,٨٨٥٣ و ١٣٢١,٠٧٨٩ على التوالي .

*المرحلة الثالثة : أما في هذه المرحلة فيتم تحويل درجات الحرارة من الكلفن إلى المئوي عن طريق طرح القيمة ٢٧٣.١٥ من القيمة الناتجة عن المعادلة في أعلاه .

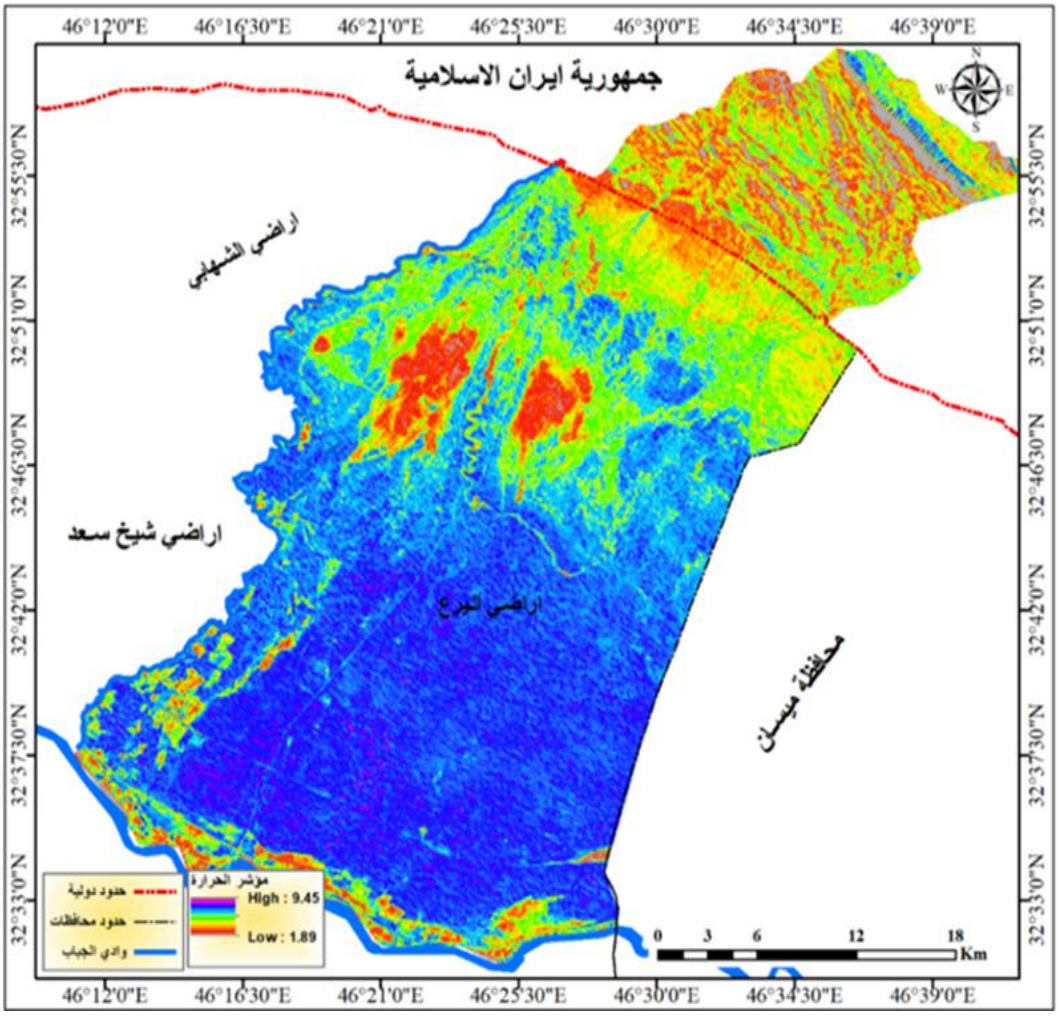
ومن تحليل نتائج المعادلة في أعلاه تبين هناك تباين في قيم مؤشر معامل الحرارة في منطقة الدراسة، إذ سجلت أعلى قيمة بلغت(٩.٤٥) ، في حين سجلت أدنى قيمة بلغت (١.٨٩) ،ونستدل من هذا التباين هناك اتساع في المدى الحراري بين الليل والنهار، والفصلي بين الصيف والشتاء مما يؤدي إلى تمدد وتقلص معادن الصخور وباستمرار هذه العملية تتسع الشقوق الصخرية ولاسيما في الأجزاء العليا من منطقة الدراسة فتتفكك جزيئات الصخور مما يسهل جرفها وترسيبها بفعل السيول كما هو موضح في خريطة (٧)

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

١-٢-٢- نمذجة مؤشر معامل الهطول المطري (H) :

تعمل قطرات المطر نشاطاً حتياً يؤدي إلى تفكيك حبيبات التربة وانتزاعها من على السطح وتعتمد التعرية بفعل الأمطار بصورة رئيسة خصائص الأمطار، والتي تتمثل بمعدل ،وكمية الأمطار الهاطلة، وحجم، وسرعة القطرات المائية، فضلاً عن دور السطح والتربة في التأثير الكبير على هذه التعرية بفعل الهطول، وتنشط عند هطول الأمطار على شكل زخات مطرية شديدة فينتج عنها تفتيت حبيبات التربة المتماسكة ونتيجة لتكون جريان سطحي تنقلها أسفل المنحدرات بفعل قوة الجاذبية الأرضية. يتضح من خريطة (٨) تباين الهطول المطري في منطقة الدراسة ،إذ سجلت أعلى القيم في القسم الشمالي الشرقي من المنطقة بلغت (٢٧٨.٢ ملم) في حين سجلت أدنى القيم في القسم الجنوبية بلغت (٢١٨.٣ ملم)، ويعود هذا التباين في كمية الأمطار إلى العامل الطبوغرافي المتمثل بالارتفاعات، وساعد تكرار العواصف المطرية الفجائية على زيادة حجم الرواسب.

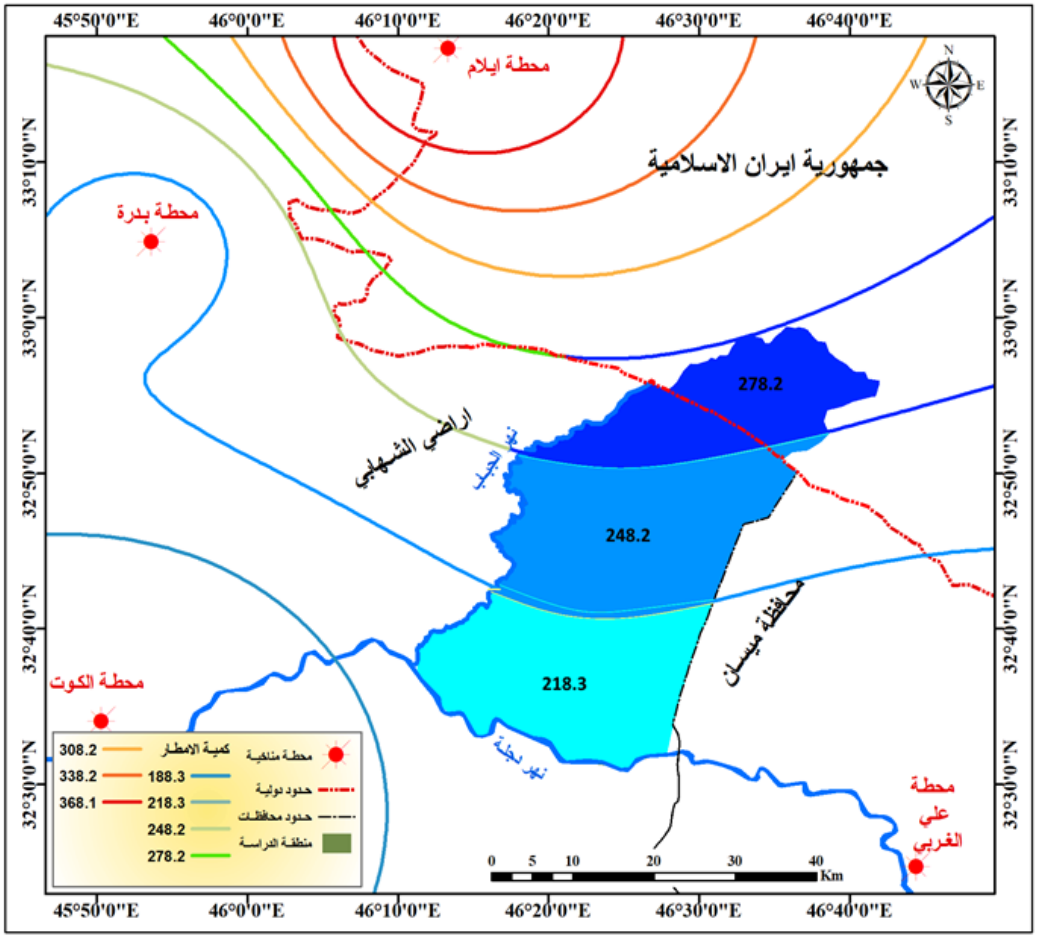
خريطة (٧) نمذجة مؤشر معامل الحرارة **T** في منطقة الدراسة



المصدر : باعتماد المرئية الفضائية **LANDSEAT** ٨ واستعمال مؤشر معامل الحرارة

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٨) مؤشر الهطول المطري في منطقة الدراسة



المصدر : باعتماد المرئية الفضائية **LANDSEAT** ٨ وجدول (٢-١٠)

١-٣ -نمذجة حساب حجم الرسوبيات (التعرية المقدرة) عن طريق نموذج جافريلوفيك:

يرى مجموعة من العلماء والباحثين ومنهم (Milevski) أن معدلات التعرية تكون ضعيفة إذا كانت من دون ٥٠٠ م^3/ كم^2/السنة ،وتكون عالية في حال تجاوزها ٨٠٠ م^3/ كم^2/السنة. وقد حدد زاخار في عام ١٩٨٢ ستة أصناف من التعرية المائية بحسب كمية التربة المفقودة والتي تبدأ بتعرية غير ظاهرية إذا كان حجم التعرية أقل من ٥٠٠ م^3/ كم^2/السنة وتنتهي بتعرية كارثية إذا كان حجم التعرية أكثر من ٢٠٠٠٠ م^3/ كم^2/السنة كما هو موضح في جدول (١٥)

$$(W = T * H * \pi * \sqrt{Z^3})$$

إذ إن:

W: التعرية المقدرة السنوية(م^3/كم^2/السنة) T:مؤشر معامل الحرارة

H:مؤشر معامل الهطول المطري π: نسبة ثابتة

Z: التعرية المحتملة

ومن تحليل نتائج المعادلة ومقارنتها بجدول (١٤) اتضح هناك تباين في توزيع حجم الرسوبيات في منطقة الدراسة وتم تصنيفها إلى ثلاث فئات على النحو الآتي:

*الفئة الأولى التعرية المتوسطة: تحتل أجزاء متفرقة من المنطقة الشمالية والشرقية الوسطى بلغ حجم الرسوبيات فيها بين (٥٠٠-١٥٠٠ م^3/كم^2/السنة)، إذ شغلت مساحة (١٢٢.١كم^2) أي: بنسبة (١٠.٢%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تمثلت بمنابع الأودية النهرية التي تتميز بقلة أو انعدام النبات الطبيعي ،وزيادة الانحدار مما يساعد على سرعة الجريان المائي فتنشط عملية التعرية المائية جارفة معها الرواسب.

*الفئة الثانية التعرية الشديدة: تحتل معظم أجزاء المنطقة الشمالية والشرقية وأجزاء متفرقة من المنطقة الوسطى والجنوبية .بلغ حجم الرسوبيات فيها بين (١٥٠٠-٢٠٠٠م^3/كم^2/السنة)، إذ شغلت مساحة (٤٢٩.٨كم^2) أي بنسبة (٣٥.٩%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تمثلت بالمنطقة القريبة من نهر دجلة وسفوح الأودية النهرية التي تتصف بهطول الأمطار الغزيرة ذات التكوينات الصخرية الهشة مما يؤدي إلى حدوث سيول جارفة تختلف أحجامها بحسب شدة العاصفة المطرية مما تساعد على نشاط التعرية المائية التي تقوم بجرف كميات كبيرة من الرواسب لترسبها في منطقة الدراسة.

*الفئة الثالثة التعرية الشديدة جداً: تحتل معظم منطقة الدراسة بلغ حجم الرسوبيات فيها بين (٥٠٠٠-٢٠٠٠٠م^3/كم^2/سنة)، إذ شغلت مساحة (٦٤٥.٣كم^2) أي: بنسبة (٥٣.٩%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة؛ لذا نستدل مما سبق أن التعرية الشديدة جداً تحتل المرتبة الأولى من حيث المساحة في منطقة الدراسة فأصبحت مناطق لتجمع الرواسب وفي الوقت نفسه تتعرض هذه المناطق إلى تكرار السيول الجارفة التي تعتمد مقدار المياه وسرعتها وحجم الرواسب فتكون مناطق متجددة بالخصوبة نتيجة ما يترسب عليها من إرسابات في مواسم الفيضانات؛ ولذلك تتعرض المناطق الزراعية المنتشرة في الدالات المروحية إلى خطر السيول ثم تليها بالمرتبة الثانية التعرية الشديدة ،وفي المرتبة الثالثة التعرية المتوسطة.كما هو موضح في جدول(١٦) وشكل (٧)وخريطة(٩)

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

جدول(١٥) أصناف التعرية بحسب زاخار لحساب الترب المفقودة

الفئة	حجم التعرية م٣ / كم٢/ السنة	شدة التعرية
1	اقل من ٥٠	تعرية غير ظاهرة
2	***50 – 500***	تعرية ضعيفة
3	***500 – 1500***	تعرية متوسطة
4	***1500 – 5000***	تعرية شديدة
5	***5000 – 20000***	تعرية شديدة جداً
6	أكثر من ٢٠٠٠٠	تعرية كارثية

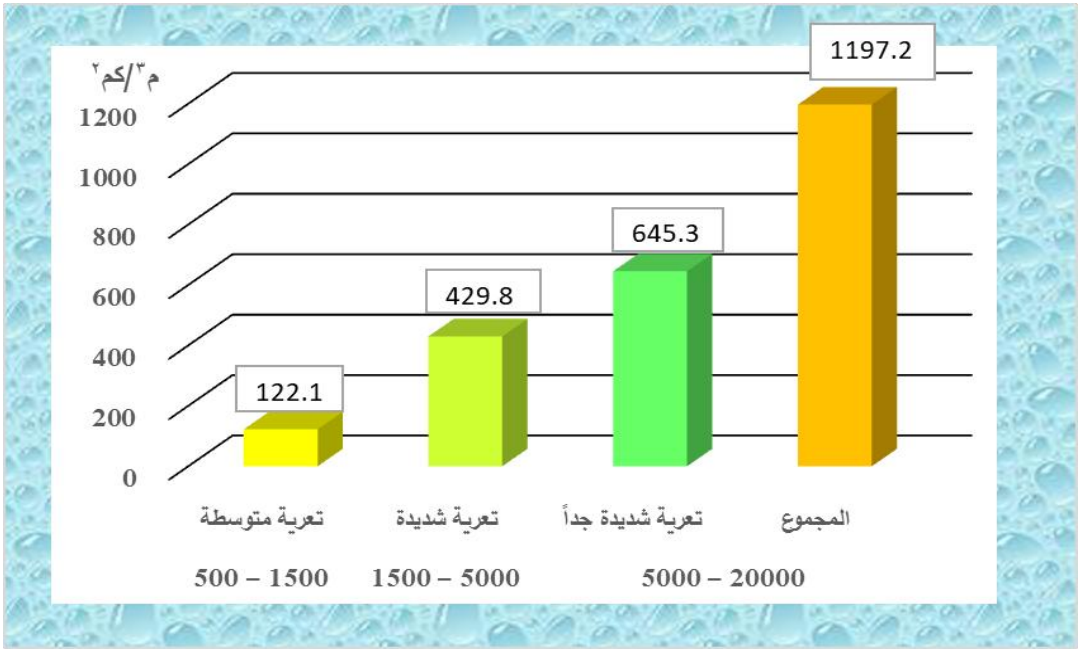
Zachar. D. Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company, 1982, p547

جدول(١٦) أنواع التعرية السائدة ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

الفئة	حجم التعرية م^3/ كم^2/ السنة	نوع التعرية	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية
1	***500 – 1500***	تعرية متوسطة	***122.1***	***10.2***
2	***1500 – 5000***	تعرية شديدة	***429.8***	***35.9***
3	***5000 – 20000***	تعرية شديدة جداً	***645.3***	***53.9***
المجموع			***1197.2***	***100***

المصدر : باعتماد خريطة (٤-١١)

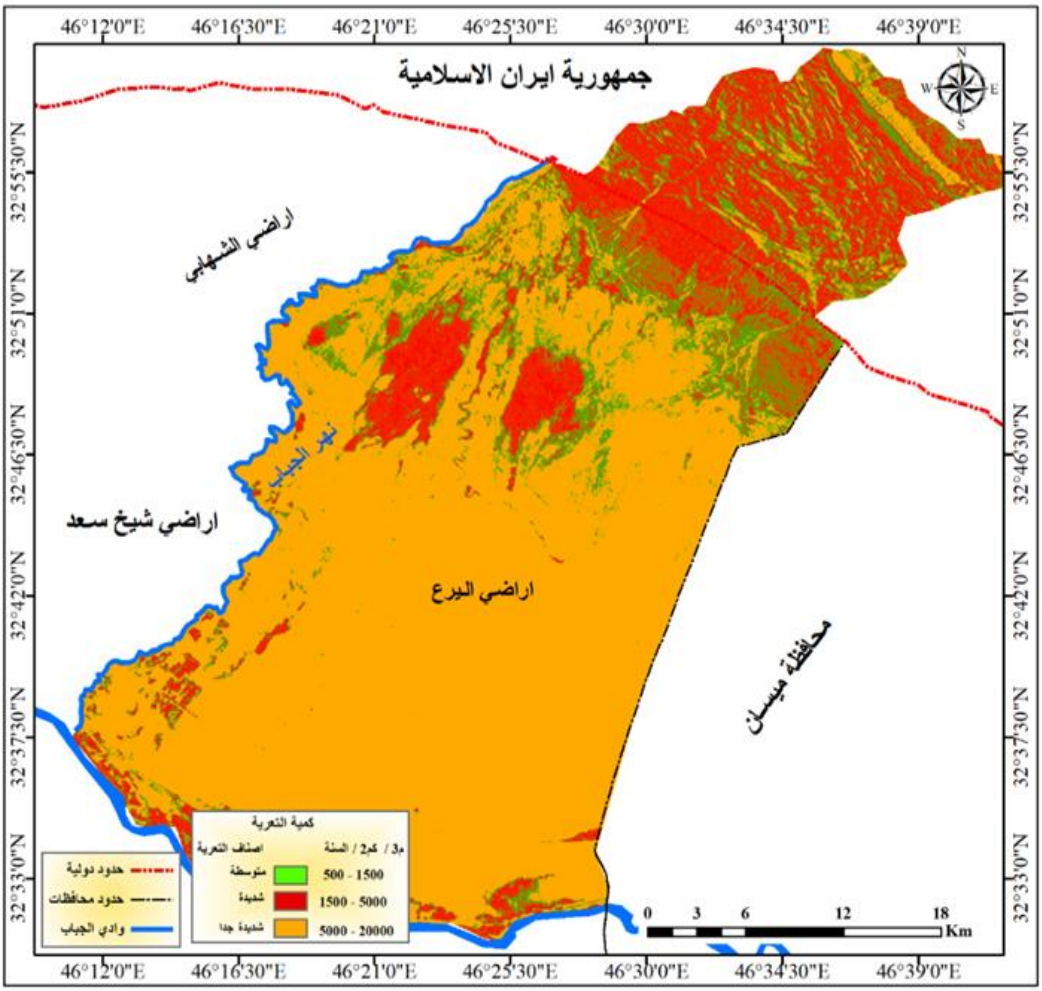
شكل(٧) حجم الرسوبيات في منطقة الدراسة



المصدر: باعتماد جدول (١٦) وبرنامج الأكسل

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

خريطة (٩) نمذجة حجم الرسوبيات (التعرية المقدرة) في منطقة الدراسة



المصدر : باعتماد المرئية الفضائية **LANDSEAT** ٨ واستعمال معادلة جافريلوفيك

الاستنتاج:

١- تؤدي التعرية المائية دوراً مهماً في نقل الرواسب؛ لأنها تعمل على إزالة أجزاء من الطبقة العليا للتربة عن طريق الأمطار الهاطلة والجريان السطحي بقوة لتنقلها من سفوح الجبال وترسبها في بطون الأودية والأراضي المنخفضة.

٢- ولحساب حجم الرسوبيات فقد تم اعتماد عملية التعرية المائية استناداً إلى المدة المناخية (١٩٩٤-٢٠٢٢)، إذ بلغت التعرية التصادمية بحسب مؤشر فورنيه لمحطة إيلام (٥٥.٨٦)، تقع ضمن التعرية المطرية المعتدلة، وتعد من الأماكن التي تنشط بها هذا النوع من التعرية مما يساعد على نشاط عملية النحت نتيجة ارتفاع كمية الأمطار ودرجة انحدار الأودية مما ينتج عنها سيول قوية ذات حمولة كبيرة من الرواسب لتنقلها وترسيبها في الأراضي المنخفضة في حين سجلت محطات كل من: الكوت، وبدرة ،وعلي الغربي ضمن

التعرية المطرية الضعيفة، إذ بلغت (١٨.٤٩- ٣٠.٤٤- ٢٨.٢٤) على التوالي، ويعود سبب ذلك لانبساط المنطقة، وقلة الأمطار.

٣-هناك تباين في مؤشر حماية التعرية في منطقة الدراسة ، إذ سجلت أعلى قيمة (٠.٥٦) في حين سجلت أدنى قيمة (٠.٣١) وبحسب هذا المؤشر فإن أودية منطقة الدراسة تقع ضمن تعرية القنوات المائية بين (٢٠-٥٠%) من حوض التصريف وهذا استدلال على الرواسب التي تجمعت في الأراضي المنخفضة، إذ جلبتها السيول نتيجة الأمطار الغزيرة مما ساعد على نشاط التعرية المائية في أودية منطقة الدراسة.

٤- أحتلت التعرية الشديدة جداً المرتبة الأولى من حيث المساحة، إذ بلغت ما يقرب(٦٤٥.٣كم^2)في منطقة الدراسة فأصبحت مناطق لتجمع الرواسب وفي الوقت نفسه تتعرض هذه المناطق إلى تكرار السيول الجارفة التي تعتمد مقدار المياه، وسرعتها، وحجم الرواسب فتكون مناطق متجددة بالخصوبة نتيجة ما يترسب عليها من إرسابات في مواسم الفيضانات ؛ولذلك تتعرض المناطق الزراعية المنتشرة في الدالات المروحية إلى خطر السيول ثم تليها بالمرتبة الثانية التعرية الشديدة، إذ بلغت ما يقرب(٤٢٩.٨كم^2) وفي المرتبة الثالثة التعرية المتوسطة، إذ بلغت ما يقرب(١٢٢.١كم^2)

التوصيات:

١- استثمار المنطقة للأغراض السياحية لما تتمتع فيها المنطقة من مقومات السياحة من أودية وتلال ودالات مروحية.

٢ -استثمار المنطقة في إنشاء عدد من مقالع الحصى والرمل لتوافر المادة الأولية من الرسوبيات(الحصى والرمل وبعض المواد الأخرى)

٣- استثمار المنطقة من الناحية الصناعية مثل: إنشاء معامل الطابوق.

E-ISSN: 2706-9931 P-ISSN: 1994-473X

المصادر:

حسن، إبتهال تقي، (٢٠١٤)، إستخدام الأدلة لكشف التغيرات في غطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠١-٢٠٠٦) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، مجلة الكوفة للفيزياء، المجلد (٦)، العدد (٢).

شعوان، جمال، وآخرون، (٢٠١٣)، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض واد أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد خاص بأعمال المؤتمر الثالث للجغرافيين المغاربة، مجلد (٢٨) العدد (١ – ٢).

الغامدي، سعد أبو راس، (٢٠٠٩)، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، قسم الجغرافيا، جامعة أم القرى، ص.ب.٣٣٠٠٦، المجلد ١، العدد ١.

كاظم، محمد احمد، (٢٠١٧)تصنيف بعض ترب منطقة شط العرب في محافظة البصرة وتقييم ملائمة الأراضي للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

Amer Zeghmar", Nadir Marouf", Elhadj Mokhtari , ,(2021)Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria , JOURNAL OF WATER AND LAND DEVELOPMENT.

Abdeni Elalui , et al ,(2023). Soil Erosion under Future Climate Change Scenarios in a Semi-Arid Region , Science Agadir, IbnZohr University, Agadir , Morocco.

Eelko.Bergsma,1983,Rain FallErosion,Servers for Conservition Planning,Itc,Nether Journal,VOI-2.

Fournier,F.1960, Climate Erosion, Ia reiation ekter Ie resion du sol parieau et Iesperception, atmospherges,Pairs.

Gavrilovec Z. Stefanovic M. Milojivc M. and Cortic J. (2006)Erosion Potential Method Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Sloveni.

Zachar. D.(1982) Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company.

Zoren,M and Komac,B,(2005),Soil erosion on agricultural land in Slovenia merasurements of rill erosion in the besnica valley.Acta geographic slovenica 45-1,Ljubljana.