

تقييم حالة التصحر باستخدام دليل جودة التربة في أنموذج MEDALUS لبعض ترب مناطق محافظة كركوك

دلشاد رسول عزيز¹ أسن علي رضا¹ محمد يشار عمر¹ لزكين حيدر فخرالدين¹ احمد مجيد هيشان¹
فاطمة عباس فاضل¹ طارق زياد خلف¹ اسراء نجدت جليل¹ دموع عصام هاشم¹ عائشة عرفان ابراهيم¹

¹ جامعة كركوك - كلية الزراعة

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة لتقييم حالة التصحر في ترب محافظة كركوك باستخدام دليل جودة التربة حسب أنموذج MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use). تقع منطقة الدراسة بين خطي الطول 43° 46' - 44° 37' 20" شرقاً ودائرتي العرض 35° 04' 10" و 35° 56' 72" شمالاً. أخذت نماذج للطبقة السطحية من التربة وتم تقدير نسجة التربة وتحديد مادة الأصل ونسبة الحجارة والحصى ودرجة الانحدار وعمق التربة وحالة البزل ونسبة المادة العضوية وكميات الكالسيوم وفق متطلبات النموذج لمؤشر دليل نوعية التربة. تبين من النتائج بان كل من نسبة الحجارة والحصى وكميات الكالسيوم من أكثر العوامل المساعدة لحصول عملية التصحر وان الترب لمنطقة الدراسة تعاني من مخاطر التصحر ومن الصنف الثاني

الكلمات المفتاحية: التصحر ، جودة التربة ، MEDALUS ، محافظة كركوك

Assessment of desertification using soil quality index by MEDALUS model in some areas of Kirkuk governorate-Iraq

Dalshad R. Azeez¹ Asen A. Reza¹ Mohammed Y. Omar Lazgin H. Fakhreddin¹ Ahmed M. Hishan¹ Fatima A. Fadel¹ Tariq Z. Khalaf¹ Isra N. Jalil¹ Dimooe I. Hashim¹ Aisha I. Ibrahim¹

¹ Kirkuk University – College of Agriculture

Abstract

This study was conducted to evaluate the status of desertification in the soil of Kirkuk Governorate by using the soil quality index according to the Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS) model. The study area was located between longitudes 43° 46' 67" - 44° 37' 20" East, and the Latitude between 35° 04' 10" - 35° 56' 72" North. Soil surface samples(0-30cm) were taken . The soil texture classes , soil parent material and drainage condition were diagnosed , and the percentage of stones and gravel, % slope, soil depth, organic matter and calcium carbonate content were determined accordance the model requirements of the soil quality index. The results showed that the percentage of stones& gravel and calcium carbonate content are the most important factors for the process of desertification and that the soil for the study area suffers from the dangers of desertification and within the class II .

Key words: desertification ; MEDALUS; soil quality

المقدمة

تحدث ظاهرة التصحر في بيئات المناطق الجافة وشبه الجافة التي تكون فيها الماء العامل المحدد لاستعمالات الأراضي (Batterbury and Warren, 2001). وعلى مدى العقود الماضية فأن مفهوم التصحر في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة كانت ترتبط دائما بتدهور الأراضي نتيجة عوامل مختلفة كالتغيرات المناخية والأنشطة البشرية (UNCCD, 2000). (اتفاقية الامم المتحدة لمكافحة التصحر، 2000). ومن هذا المنظور ينظر الى ظاهرة التصحر بأنها التفاعل بين النظم البيئية ونواتج الأنشطة البشرية والطبيعية (Bouabid وآخرون، 2010).

هناك طرق عديدة تستخدم لتقييم نسبة تدهور الارض وتقييم شدة حالة التصحر والتي تتضمن النمذجة الرياضية و الاستشعار عن بعد والملاحظات الحقلية المباشرة والقياسات (Sepehr وآخرون ، 2007) ، ومنها أنموذج MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) (Kosmas وآخرون ، 1999) الذي استخدم لحساب المناطق ذات الحساسية البيئية للتصحر (Environmentally Sensitive Area ESAs). في هذا الأنموذج يتم تحليل أنواع مختلفة من الدلائل من حيث اختلافاتها في عدة مقاييس مثل التربة والغطاء النباتي والمناخ والنشاطات البشرية. تقسم هذه المقاييس إلى مجاميع ذات فئات تحمل كل منها قيم معينة، وبهذا يتم الحصول على أربعة معايير تتضمن جودة التربة ،جودة المناخ، جودة

الغطاء النباتي وجودة الإدارة. وبعد احتساب قيم كل فئة يتم الحصول على حساسية تلك البنية للتصحّر (Sepehr وآخرون، 2007).

استخدم الراوي (2011) دليل الحساسية البيئية للتصحّر في محاولة للربط بين المنحنى الجغرافي و الجيولوجي والبيدولوجي باعتماد بعض الأدلة الجيومورفولوجية للوصول الى توصيف وتصنيف بعض ترب محافظة الانبار- العراق ، اذ وجد ان هناك تباين في قيم دليل نوعية الغطاء النباتي ونوعية التربة مبينا وجود اربعة مناطق رئيسية توزعت ما بين حساسة جدا الى منخفضة الحساسية.

وفي دراسة أخرى حول حساسية الأراضي الزراعية للتصحّر في منطقة السهل الرسوبي العراقي باستخدام أنموذج MEDALUS وجد كل من الجريسي والراوي ، 2014 امكانية استخدام هذه الطريقة في تحديد المساحات المعرضة للتصحّر وتحديد درجاتها.

واستخدم Lahlaoui (2017) الطريقة ذاتها في تقييم حالة التصحّر في المغرب وتمكنوا من خلالها في تشخيص المناطق المهددة بالتصحّر لمنطقة دراستهم . وفي دراسة مماثلة قام Kadovic وآخرون ، 2017 باستخدام هذا النموذج في تحليل حساسية الاراضي من التدهور في صربيا ، واكدوا بامكانية استخدام هذه الطريقة في تحديد المناطق المهددة بالتدهور من خلال احتساب قيم اوزان المعايير المستخدمة والمتمثلة بالتربة والمناخ والغطاء النباتي وعامل الإدارة.

بالنظر لأهمية الموضوع ولعدم وجود دراسات كافية حول مشكلة التصحّر في محافظة كركوك أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم حالة التصحّر الناجم عن بعض صفات التربة المتدهورة و بالاعتماد على أنموذج MEDALUS

المواد وطرائق البحث

منطقة الدراسة:-

تقع منطقة الدراسة في محافظة كركوك بين خطي الطول $43^{\circ} 46' 67''$ و $44^{\circ} 37' 20''$ شرقا ودائرتي العرض $35^{\circ} 04' 10''$ و $35^{\circ} 56' 72''$ شمالا في وسط هضبة قليلة الارتفاع انتشرت في سهل اتجاه المنحدر فيه نحو الجنوب . تحيط بها من الشمال والشمال الشرقي والجنوب الغربي سلسلة مرتفعات ويبلغ ارتفاعها عن مستوى سطح البحر حوالي 300 م . تحد المنطقة من الشمال محافظة اربيل ومن الشرق محافظة السليمانية ومن الغرب محافظة تكريت ومن الجنوب محافظة ديالى وتبلغ المساحة الكلية 19873 كيلو مترا مربعا .

يعتبر مناخ كركوك ضمن المناخ الانتقالي بين مناخ البحر الابيض المتوسط والمناخ الصحراوي وهو مناخ السهوب الذي يتميز بالبرودة الشديدة شتاء وانخفاض معدل الرطوبة، وترتفع معدلات درجة الحرارة خلال الصيف ويبلغ معدله العام 21 درجة مئوية . وتهب الرياح غالبا من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي صيفا ومن الجنوب الشرقي الى الشمال الغربي شتاء وتحول الجبال العالية التي تحيط بكركوك من الناحية الشرقية الشمالية دون وصول الرياح اليها من تلك الجهة . وتسقط الامطار في فصل الشتاء والربيع ابتداء من اواسط الخريف وحتى اواخر الربيع تتراوح معدل كميتها ما بين (250-300) ملم/سنة ونادرا ماتسقط بشكل ثلوج .

يقع قسم من اراضي كركوك في منطقة شبه جبلية تمتاز بالسلاسل الجبلية الواطئة والتلال الكثيرة والسهول الواسعة تسمى بسهول كركوك وهي امتداد لسهول اربيل ونيوى الى داخل الاراضي السورية.

أنموذج MEDALUSE :-

هناك عدد من النماذج والطرائق تم تطويرها من قبل جهات علمية واكاديمية يمكن من خلالها تقييم حساسية الأراضي للتصحّر . ويتميز أنموذج MEDALUSE عن غيره من حيث ان عناصره يمكن الحصول عليها من خلال تقارير المسوحات الميدانية للتربة والبيئة فضلا عن تمييزه بالسرعة الفائقة والدقة في معالجة البيانات كما ان صيغة معادلته الرياضية العامة تعتمد على استخدام المعدل الهندسي للصفات قيد الدراسة بدلا من المعدل الرياضي كونه أكثر دقة (الجريسي، 2014). شملت الدراسة خمس مواقع في مناطق مختلفة من محافظة كركوك (الشكل 1) بحيث يمثل جميع الترب والظروف البيئية لمحافظة كركوك .

مناطق الدراسة	أحداثيات المنطقة	التوصيل الكهربائي دسي سي.م.م ¹	درجة تفاعل التربة	كاربونات الكالسيوم الكلية غم.كغم ¹	المادة العضوية غم.كغم ¹
حويجة					
H1	43° 46' 67" E	35° 21' 27" N	2.26	325	18
H2	43° 48' 81" E	35° 18' 49" N	3.06	320	29.6
H3	43° 55' 56" E	35° 16' 35" N	0.88	270	27.6
H4	44° 09' 60" E	35° 35' 73" N	0.26	325	11.2
H5	44° 14' 17" E	35° 37' 54" N	0.51	362.5	15.8
دافوق					
D1	44° 25' 13" E	35° 10' 19" N	2.38	335	11
D2	44° 28' 58" E	35° 37' 45" N	0.54	250	26.3
D3	44° 22' 22" E	35° 06' 31" N	1.18	290	15.5
D4	44° 23' 41" E	35° 04' 10" N	0.61	270	21.39
D5	44° 26' 20" E	35° 15' 39" N	0.32	255	18.8
D6	44° 18' 58" E	35° 08' 36" N	0.55	287.5	26.2
تازة					
T1	44° 21' 05" E	35° 17' 00" N	2.39	305	5.6
T2	44° 21' 19" E	35° 15' 09" N	0.69	392.5	11.2
T3	44° 21' 20" E	35° 16' 48" N	2.36	370	12.4
T4	44° 19' 48" E	35° 20' 26" N	2.30	317.5	22.7
T5	44° 19' 38" E	35° 18' 56" N	0.83	317.5	25.5
T6	44° 19' 43" E	35° 19' 10" N	1.27	352.5	11.7

الجدول (2): بعض الصفات الفيزيائية للتربة التي تمت دراستها

النسجة	التوزيع الحجمي لمفصولات التربة غم. كغم ¹			احداثيات مواقع اخذ العينات		مناطق الدراسة
	الطين	الغرين	الرمل			
التون كوبري						
Silt Loam	188.8	512	299.2	35° 56' 72" N	44° 37' 20" E	A1
Siit Loam	180.8	560	259.2	35° 37' 12" N	44° 19' 24" E	A2
Silt Loam	220.8	560	219.2	35° 38' 35" N	44° 17' 40" E	A3
Silt Loam	240.8	560	192.2	35° 39' 35" N	44° 16' 19" E	A4
Silty clay Loam	280.8	520	192.2	35° 41' 26" N	44° 14' 04" E	A5
Slit loam	180.8	560	259.2	35° 38' 46" N	44° 17' 24" E	A6
ليلان						
Silt Loam	140.8	540	319.2	35° 21' 08" N	44° 28' 17" E	L1
Loam	220.8	480	299.2	35° 18' 21" N	44° 31' 59" E	L2
Loam	220.8	480	299.2	35° 16' 44" N	44° 33' 22" E	L3
Loam	108.8	432	459.2	35° 17' 24" N	44° 33' 08" E	L4
Silt Loam	220.8	520	259.2	35° 22' 03" N	44° 27' 18" E	L5
Loam	168.8	472	359.2	35° 22' 33" N	44° 26' 48" E	L6
حويجة						
Sandy Loam	60.8	260	679.2	35° 21' 27" N	43° 46' 67" E	H1
لم يتم التقدير				35° 18' 49" N	43° 48' 81" E	H2
Silt Loam	220.8	600	179.2	35° 16' 35" N	43° 55' 56" E	H3
Silt Loam	160.8	540	299.2	35° 35' 73" N	44° 09' 60" E	H4
Silt Loam	160.8	560	279.2	35° 37' 54" N	44° 14' 17" E	H5
دافوق						
Silty Clay Loam	368.8	472	159.2	35° 10' 19" N	44° 25' 13" E	D1
Silty Clay Loam	368.8	492	139.2	35° 37' 45" N	44° 28' 58" E	D2
Silty Clay Loam	280.8	560	159.2	35° 06' 31" N	44° 22' 22" E	D3
Slit Loam	168.8	524	307.2	35° 04' 10" N	44° 23' 41" E	D4
Loam	268.8	384	347.2	35° 15' 39" N	44° 26' 20" E	D5
لم يتم التقدير				35° 08' 36" N	44° 18' 58" E	D6
تازة						
Silty Clay Loam	372.8	480	147.2	35° 17' 00" N	44° 21' 05" E	T1
Loam	220.8	420	359.2	35° 15' 09" N	44° 21' 19" E	T2
لم يتم التقدير				35° 16' 48" N	44° 21' 20" E	T3
Loam	108.8	432	459.2	35° 20' 26" N	44° 19' 48" E	T4
Clay	408.8	392	199.2	35° 18' 56" N	44° 19' 38" E	T5
Sandy Clay Loam	288.8	252	459.2	35° 19' 10" N	44° 19' 43" E	T6

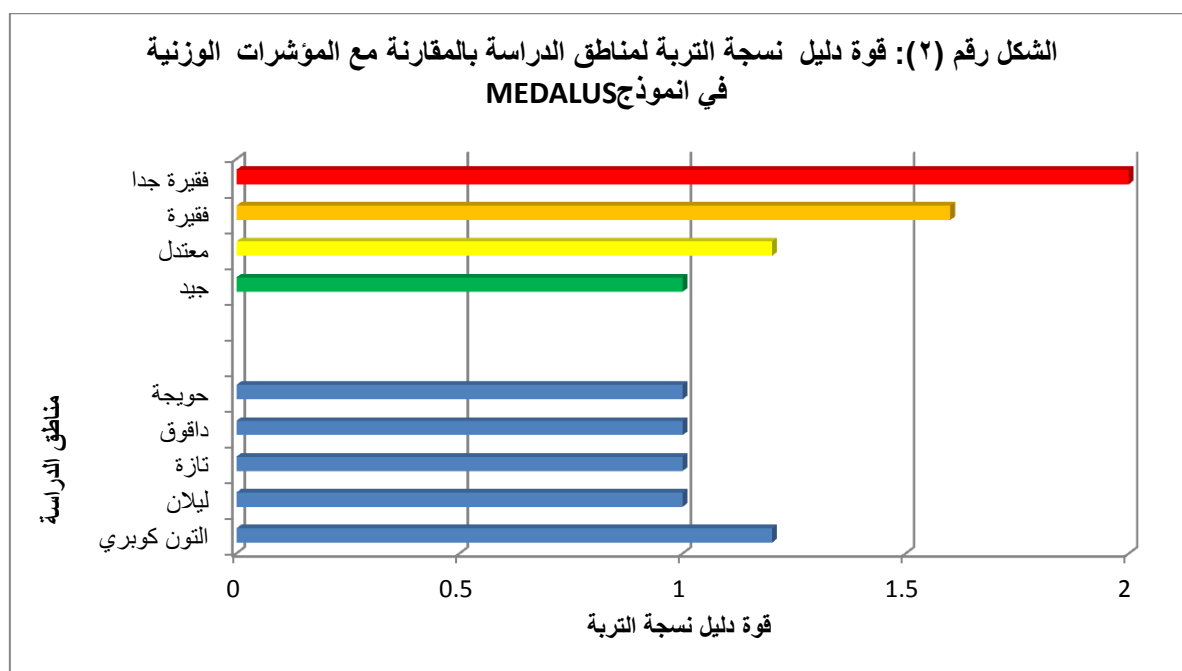
الجدول (3) : اصناف وأوزان المؤشرات المستخدمة لحساب دليل جودة التربة SQI

نسجة التربة			
الوزن	النسجة	الوصف	الصف
1.0	L,SCL,SL,LS,CL	جيد	1
1.2	SC , SiL, SiCL	معتدلة	2
1.6	Si,C,SiC	فقيرة	3
2.0	S	فقيرة جدا	4
الانحدار			
الوزن	% الانحدار	الوصف	الصف
1.0	<6	مستوية جدا الى مستوية	1
1.2	18-6	مستوية	2
1.5	35-18	منحدر	3
2.0	>35	منحدر جدا	4
الحجارة والصخور			
الوزن	% الحجارة والصخور	الوصف	الصف
1.0	>60	صخري جدا	1
1.3	60-20	صخري	2
2.0	<20	عاري الى قليلة الصخور	3
حالة البزل			
الوزن	الوصف		الصف
1.0	جيدة البزل		1
1.2	بزل غير كامل		2
2.0	فقيرة البزل		3
مادة اصل التربة			
الوزن	مادة الاصل	الوصف	الصف
1.0	Shale,Schist,Basic,Ultra basic, Conglomerates, Unconsolidated	جيدة	1
1.7	Limestone,Marble,Granite,Rhyolite, Ignibrite,Gneiss, Siltstone, Sandstone	معتدلة	2
2.0	Marl,Pyroclastics	فقيرة	3
المادة العضوية			
الوزن	% المادة العضوية	الوصف	الصف
1.0	>3.0	جيدة جدا	1
1.5	3.0-1.0	معتدلة	2
2.0	<1.0	فقيرة جدا	3
كربونات الكالسيوم			
الوزن	% كربونات الكالسيوم	الوصف	الصف
1.0	<2.5	جيدة	1
1.5	5.0-2.5	معتدلة	2
2.0	>5.0	فقيرة	3
عمق التربة			
الوزن	العمق (سم)	الوصف	الصف
1	>75	عميقة	1
2	75-30	معتدلة	2
3	30-15	ضحلة	3
4	<15	ضحلة جدا	4

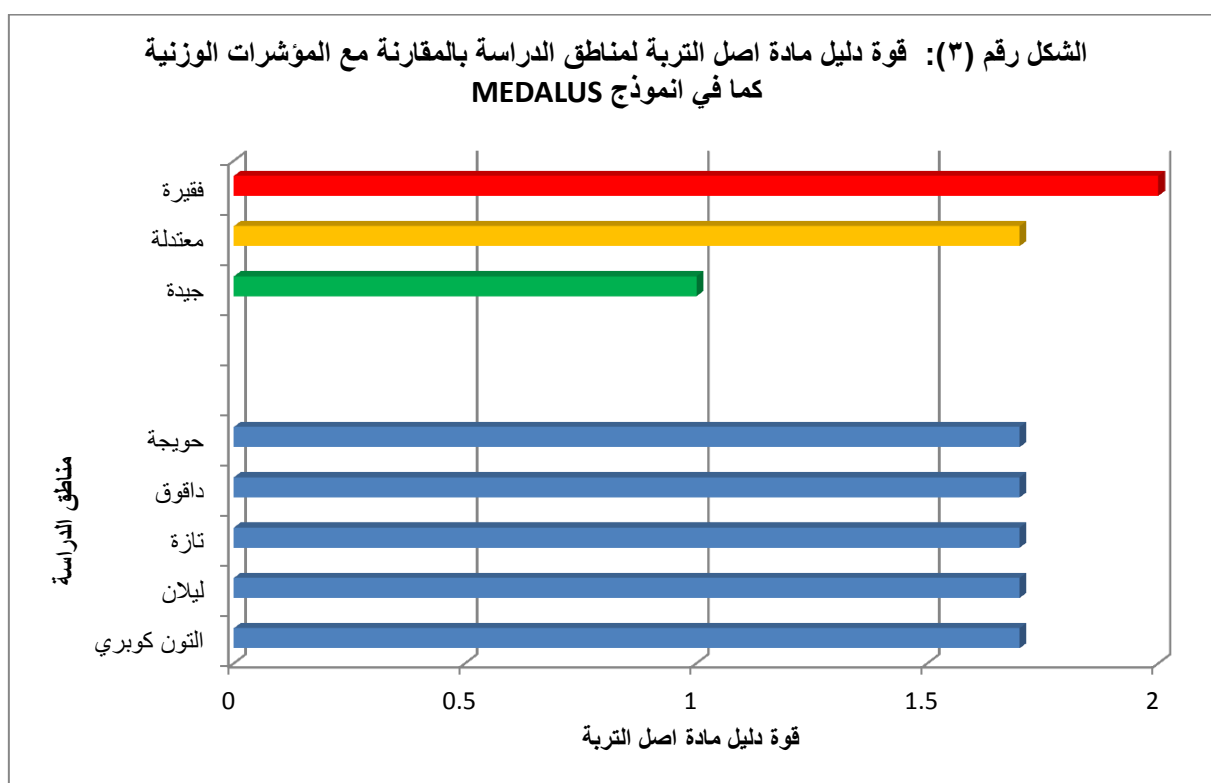
دليل جودة التربة =
(النسجة)
X
الأنحدار
X
الحصى والحجارة
X البزل
X
مادة الأصل
X
المادة العضوية
X
كربونات الكالسيوم
X
العمق¹⁸

النتائج والمناقشة

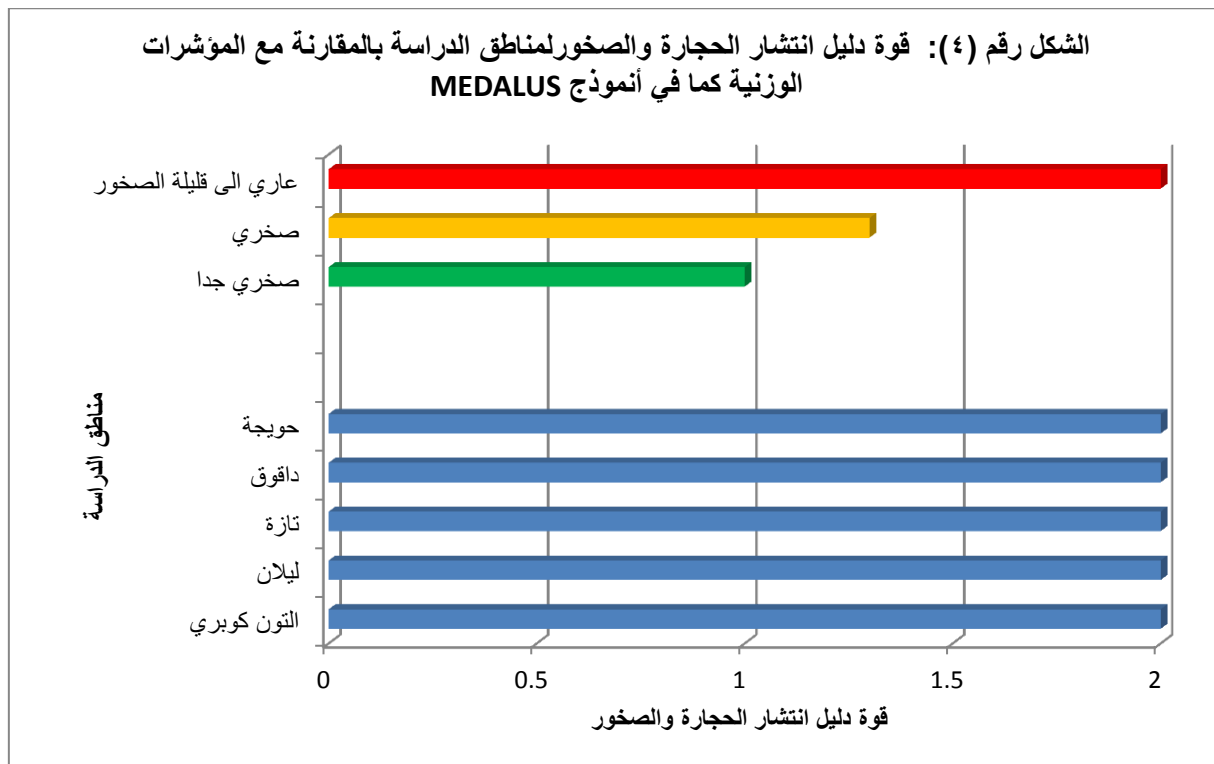
يوضح النتائج المبينة في الشكل رقم 2 بان نسجة التربة لمناطق الدراسة كانت ضمن الصف الاول (الجيد) ما عدى منطقة التون كوبري التي وصلت فيها قوة الدليل لنسجة التربة الى الصف الثاني (معتدل). بصورة عامة ان نسجة التربة لم تشكل خطورة في احداث التصحر لمناطق الدراسة ، حيث كما اظهرت النتائج في الجدول رقم 2 بأن الترب بشكل عام كانت ذو نسجة مزيجية مما يؤدي الى التقليل من خطورة التعرية و بالأخص التعرية الريحية ،بالأضافة الى تأثيرها في سعة احتفاظ التربة للماء والتي تعتبر من العوامل المهمة في التقليل من التصحر نتيجة لتأثيرها في نمو النباتات العشبية وتكوين مجاميع التربة.



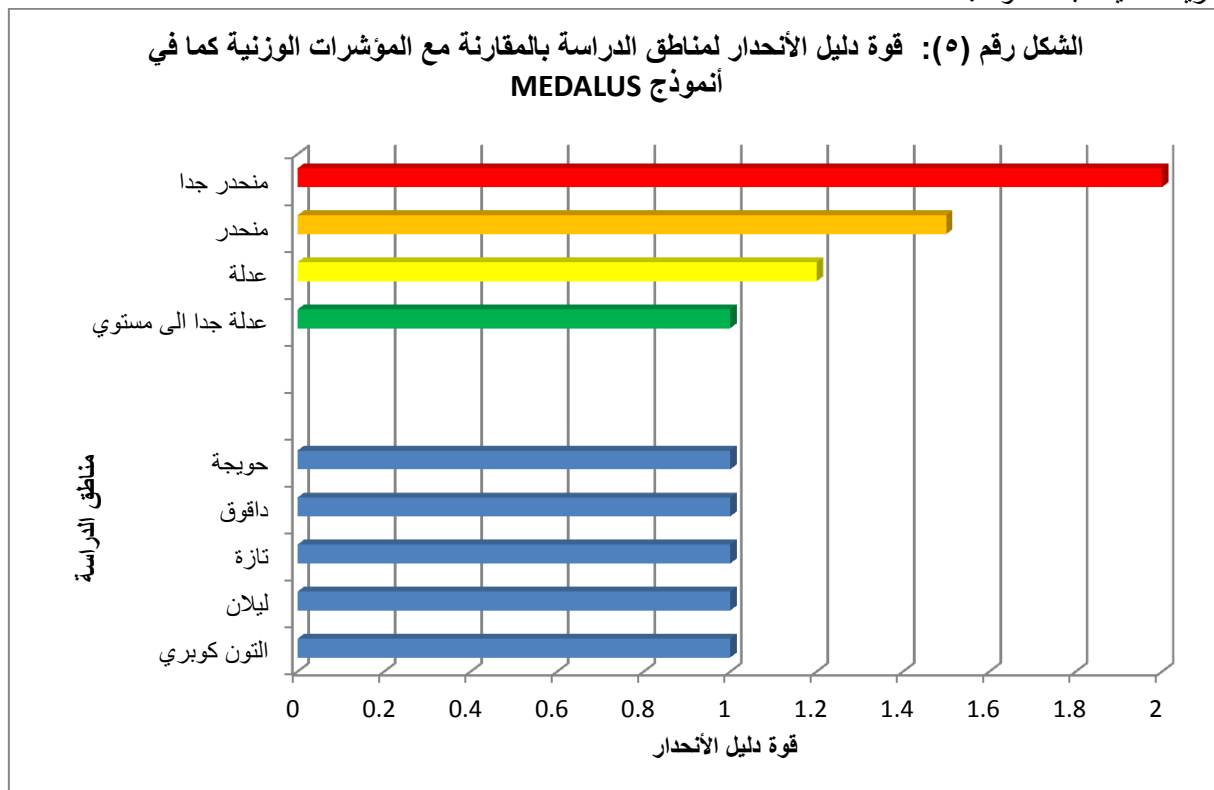
كما تظهر النتائج في الشكل رقم (3) بأن مؤشر مادة الأصل لجميع ترب الدراسة تقع ضمن الصنف الثاني (معتدلة) وهذه تشكل خطورة متوسطة في احداث عملية التصحر لكون مادة الاصل لجميع ترب الدراسة هي لايمستون limestone او ترسبات اللوس loess أي انها غنية بمعادن الكربونات وهي قابلة للتعرية بمرور الزمن مما يشكل خطورة في التصحر.



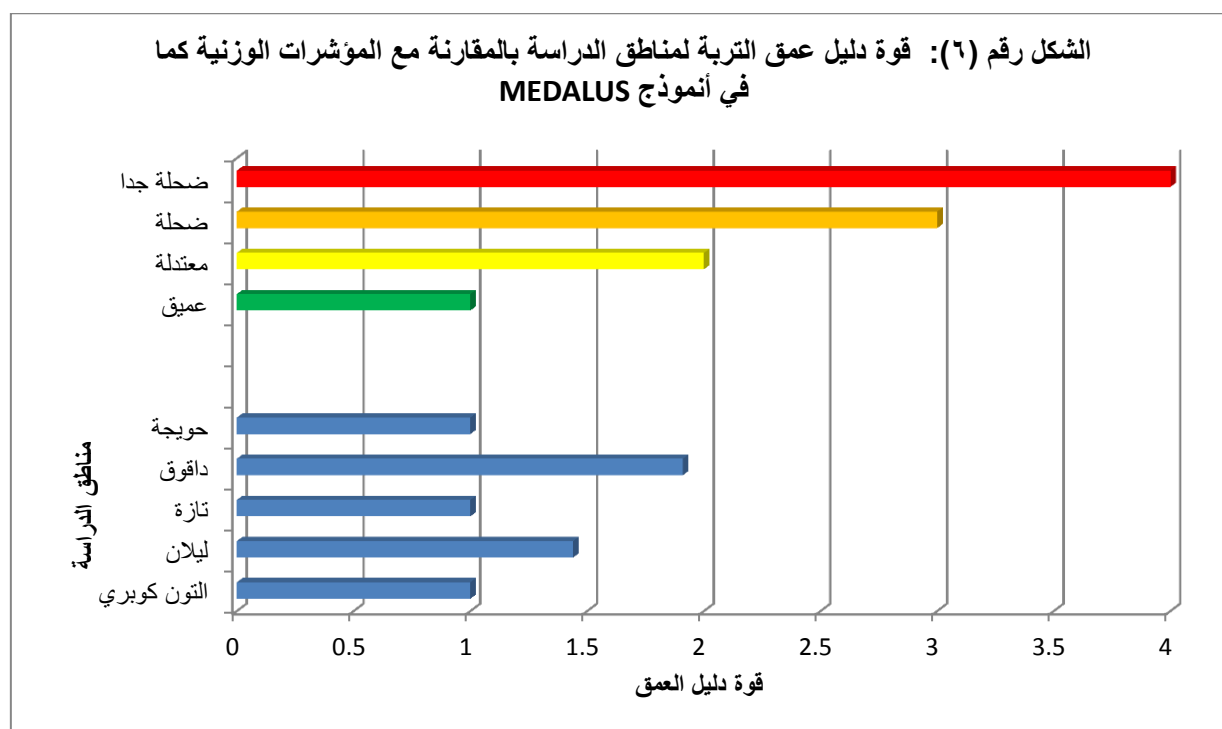
تظهر نتائج الشكل رقم 4 بان مؤشر دليل انتشار الحجارة والصخور لمناطق الدراسة قد وصلت الى الدرجة الاكثر خطورة ضمن قيم الأوزان ، حيث كانت المؤشر لجميع الترب ضمن الصنف الثالث(عار الى قليلة الصخور وهذا يسبب ظروف ملائمة لحصول عمليات التعرية بنوعها المائية والريحية لعدم وجود أسطح خشنة لحماية التربة من التعرية



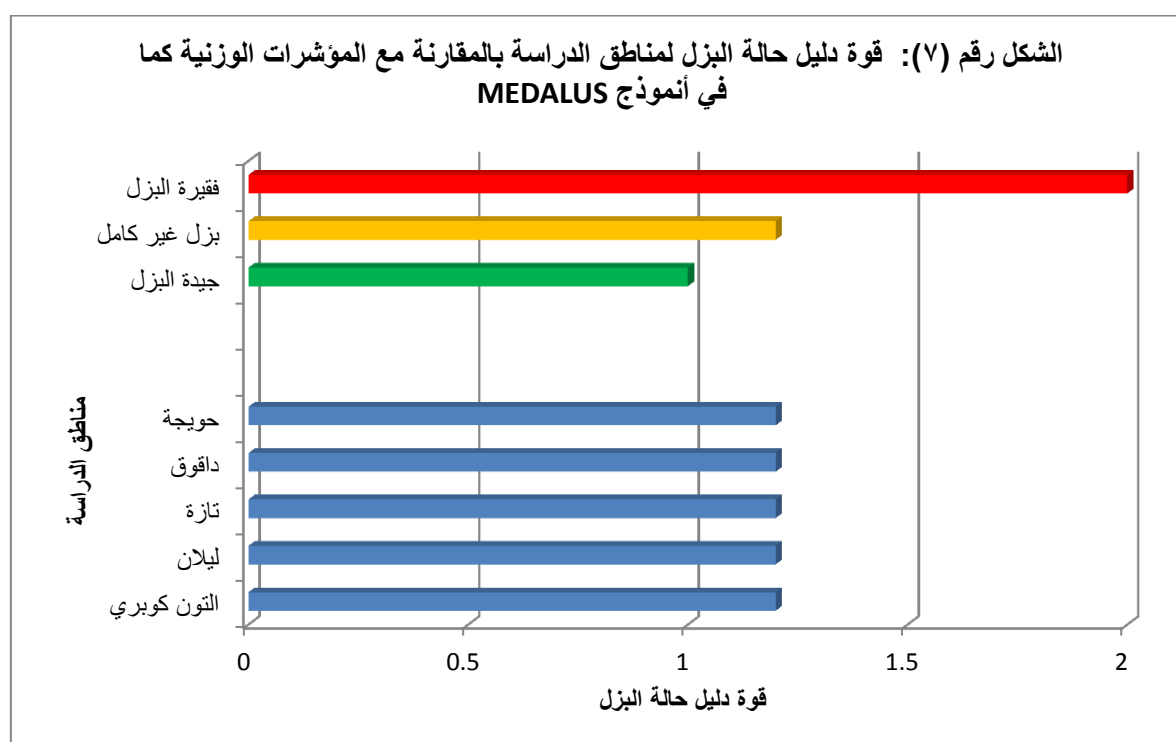
كذلك تبين النتائج من الشكل رقم 5 بأنه ليس لمؤشر الانحدار تأثير في التصحر، حيث بلغت قوة المؤشر ضمن الصنف الاول (عدلة جدا الى مستوي) ولجميع ترب الدراسة، أذ أن الاراضي المستوية التي لا تتجاوز درجة أنحدارها 6% تكون فيها تأثير التعرية المائية شبه معدومة.



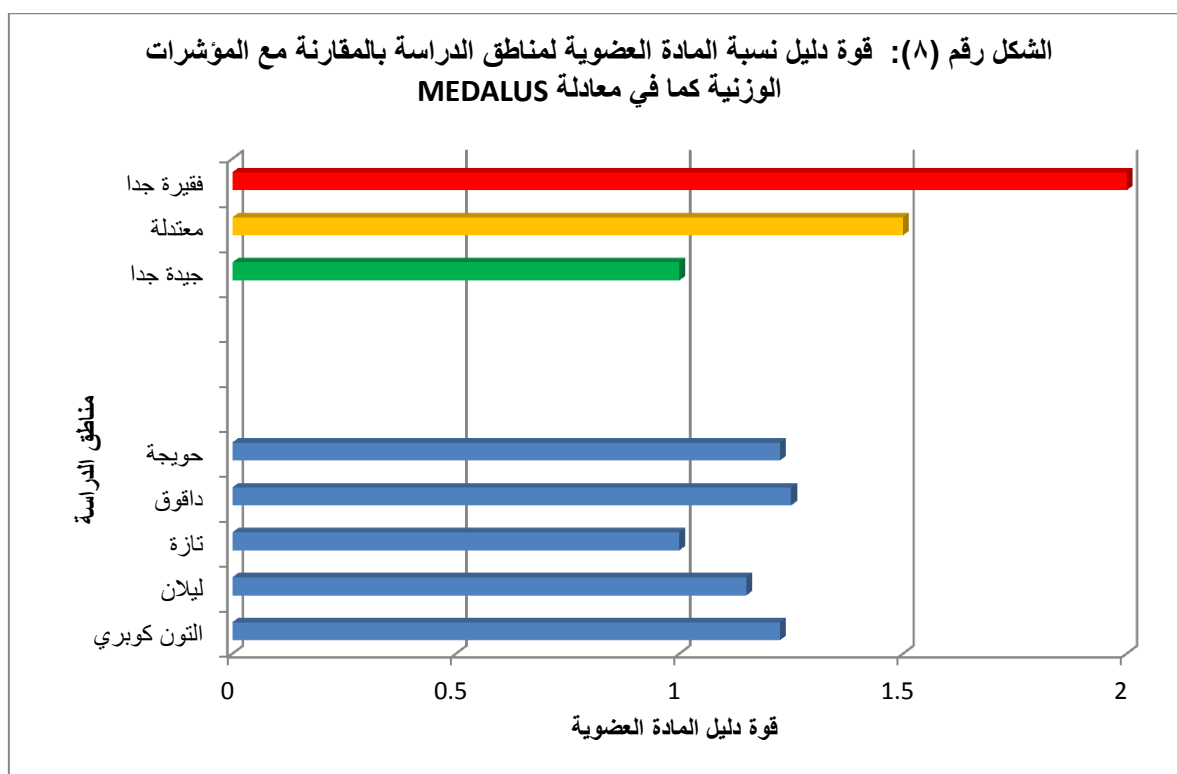
اما بالنسبة الى مؤشر عمق التربة فقد تبين بأنها مختلفة بين ترب الدراسة (الشكل 6) ، ولكن بصورة عامة لم تصل الى درجة الخطورة حيث بلغت ضمن الصنف الاول الى الصنف الثاني (عميق الى معتدلة العمق) وهذا يؤدي الى زيادة الغطاء النباتي والذي يعرقل بدوره الجريان السطحي لمياه الامطار وحدوث عملية التعرية المائية بالاضافة الى تكوين سطح خشن يعرقل التعرية الريحية.



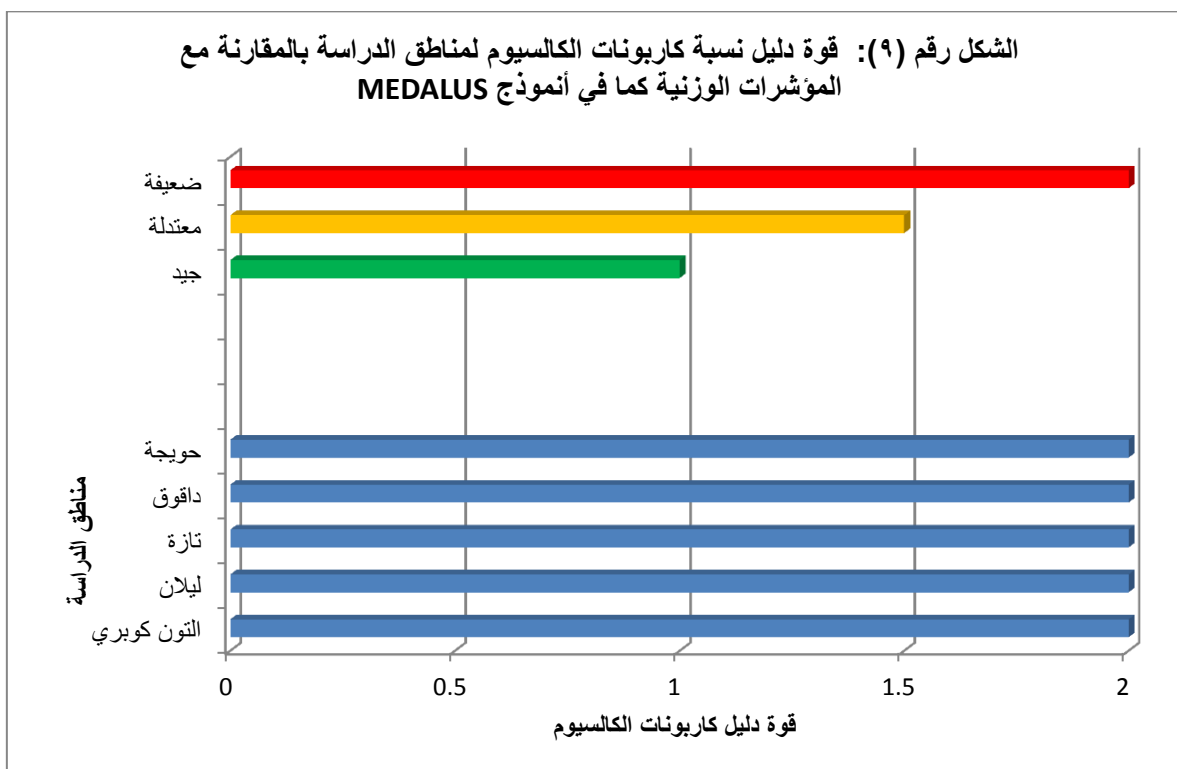
ولكن مؤشر حالة البزل لترب مناطق الدراسة (الشكل 7) تبين بأن جميعها تقع ضمن الصنف الثاني (بزل غير كامل) مما قد يسبب في بطء عملية بزل الماء واحتمالية حصول الجريان السطحي اثناء سقوط الامطار وان كانت بشكل متوسط.



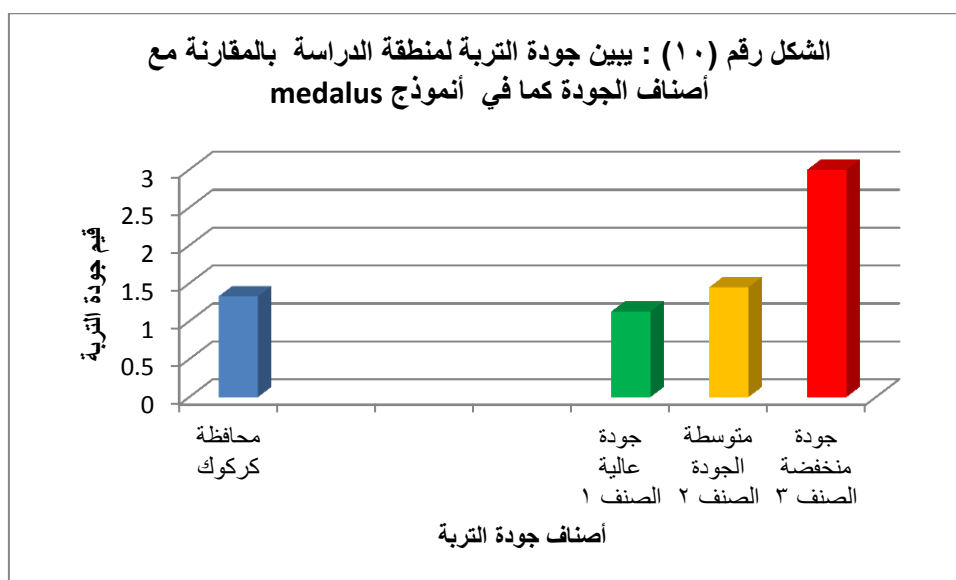
يبين الشكل رقم 8 قوة مؤشر المادة العضوية في ترب مناطق الدراسة ويوضح بان جميعها تحوي نسب ملائمة من المادة العضوية اذ كانت ضمن الصنفين الاول و الثاني (جيدة جدا الى معتدلة). ان وجود المادة العضوية يساعد في زيادة نمو النباتات وخصوصا العشبية منها الامر الذي يساعد على زيادة الغطاء النباتي ، بالاضافة الى ذلك فان تراكم المادة العضوية تساعد على تجمع حبيبات التربة مع بعضها البعض وزيادة احجامها وكل ذلك يساعد في زيادة مقاومة التربة الى التعرية.



واخيرا فان الشكل رقم 9 يبين بوضوح تأثير نسب كاربونات الكالسيوم في ترب مناطق الدراسة ومدى خطورتها بالنسبة الى التصحر، حيث بلغت النسبة في جميعها اكثر من 5% اي الصنف الثالث (ضعيفة) الامر الذي يؤدي الى ضعف مقومة التربة لعملية التصحر (Kodavic et al,2017).



ولدى حساب وزن جودة التربة ومقارنتها مع اصناف الجودة في أنموذج medalus (الشكل رقم 10) تبين بأن ترب محافظة كركوك تقع ضمن الصنف الثاني لجودة التربة ، وهذا بمثابة ناقوس خطر بالنسبة لترب المحافظة



من خلال النتائج التي تمت الحصول عليها نستنتج بان مناطق محافظة كركوك مهددة بعملية التصحر وان نسبة الحصى والحجارة و كاربونات الكالسيوم في التربة لها الدور الكبير في ذلك. كما تم الاستنتاج حول إمكانية استخدام طريقة (انموذج) MEDALUS في تقييم حالة التصحر لترب محافظة كركوك.

وعليه نوصي باجراء دراسات علمية واسعة لعموم العراق وذلك لتشابه الظروف البيئية لمحافظة كركوك مع العديد من المحافظات العراقية الاخرى وكذلك اتباع اجراءات صيانة التربة لتقليل التعرية التي لها الدور الكبير في حصو التصحر فضلاً عن اضافة المصلحات الى التربة لتقليل تأثير كاربونات الكالسيوم وتحسين مسامية التربة.

المصادر

1. الجريسي، صلاح مرشد ومثنى خليل ابراهيم الراوي. 2014. تقييم حساسية الاراضي الزراعية للتصحر في السهل الرسوبي العراقي باستخدام أنموذج medalus. مجلة الانبار للعلوم الزراعية،بحوث المؤتمر العلمي الرابع،المجلد 12، عدد خاص.
2. الراوي، مثنى خليل ابراهيم. 2011. توصيف وتصنيف الحساسية البيئية للتصحر في بعض ترب مناطق محافظة الانبار باستخدام الادلة البيوجيومورفولوجية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد 11، العدد 2، ص 231-247.
3. Batterbury, S.P.J., Warren, A., 2001. Desertification. In: Smelser, N., Baltes, P. (Eds.), International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences. Elsevier Press, pp. 3526–3529.
4. Bouabid, R., Rouchdi, M., Badraoui, M., Diab, A., Louafi, S., 2010. Assessment of land desertification based on the MEDALUS approach and elaboration of an action plan: the case study of the Souss River Basin, Morocco. Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation 131 and Remediation. Springer Science + Business Media B.V. http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-8657-0_10, (131–145 pp.).
5. Kodavic, R., Yousef Ali Mansour Bohajar, Veljko Perović, Snežana Belanović Simić, Mirjana Todosijević, Sonja Tošić, Milosav Anđelić, Dragan Mlađan, Una Dovezenski. 2017. Land Sensitivity Analysis of Degradation using MEDALUS
6. Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H. & Imeson, A. (1999). Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification, in: The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification, Kosmas C., Kirkby M. & Geeson, N. (Eds.). European Union 1999.
7. Lahlaoui, H., Hassan Rhinane, Atika Hilali, Said Lahssini and Said Moukrim . 2017. Desertification Assessment Using MEDALUS Model in Watershed Oued El Maleh, Morocco. Geosciences 2017, 7, 50 model: Case Study of Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection, Vol. 42 No. 4 pp. 114–124.

8. Sepehr, A., Hassanli, A.M., Ekhtesasi, M.R., Jamali, J.B., 2007. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. Environ. Monit. Assess.134, 243–254. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-9613-6>.
9. Tavares, De Pena Jacques, Isaurinda Baptista , António J.D. Ferreira , Philippe Amiotte-Suchet, Celeste Coelho, Samuel Gomes, Regla Amoros, Eduardo Amarildo Dos Reis, Adriano Furtado Mendes, Lenira Costa, Jailson Bentub,
10. Larissa Varela. 2015. Assessment and mapping the sensitive areas to desertification in an insular Sahelian mountain region Case study of the Ribeira Seca Watershed, Santiago Island, Cabo Verde. Catena. 128, 214-223.
11. UNCCD (United Nations Convention for Combating Desertification), 2000.