حساب دليل تدهور الارض باستخدام طريقة (GIS-MCDM) في مشروع شمال الكوت في محافظة واسط*

وليد محمد الشافعي
وزارة الزراعة

احمد صالح محيميد
كلية الزراعة- جامعة بغداد

فراس موسى سلامة
منظمة الاغذية والزراعة/FAO

المستخلص

أُختيـــــر مشـــروع شمال الكـــوت ضمن السهل الرسوبي العراقي في محافظة واسط الى الشمال من مدينة الكوت وبمحاذاة الجانب الايسر من نهر دجلة بمساحة تقدر بـ 49904 هكتار، لامتيازه بالتنوع الجيومورفولوجي والفيزوغرافي فضلا عن تغايرات مهمة في ظروف التربة لحصول عمليات جيولوجية وبيدولوجية متعددة أدت الى ان تكون اراضيه متاثره بمظاهر التدهور المختلفة. استخدمت البيانات المستنبطة من المرئيات الفضائية للمتحسس راسم الخرائط الموضوعي المحسن (ETM^+) لعام 2008 واجريت عليها عدد من عمليات المعالجة المتمثلة بمليء الفجوات والتصحيح الجوي. تم اختبار طريقـــــة TOPSIS وهي احدى طرق اتخاذ القـــــرار متعدد المعايير بالتكامل مع نظـــم المعلومات الجغرافيـــة GIS-MCDM في حساب دليل تدهور الارض باستخدام ستة مؤشرات متمثلة بكل من الملوحة ونسبة الجبسم ونسبة الكاربون العضوي ودليل ملاءمة الارض ودليل الاختلاف الطبيعي للنبات واصناف استخدامات الارض/الغطـــــاء الارضي. بينت النتائج ان دليل تدهور الارض بحسب طريقة TOPSIS، وتراوحت قيمه بين 0.02–0.87، وان نتائج الحسابات اشارت الى وجود علاقة ارتباط معنوية مع مؤشرات الملوحة ونسبة الجبسم والكاربون ودليلي الملاءمة والاختلاف الطبيعي للنبات واستخدامات الارض/الغطاء الارضي، في حين لم تكن العلاقة معنوية مع مؤشر الكاربون العضوي. أبدت طريقة GIS-MCDM فعالية ومرونة وكفاءة في الحسابات المتعلقة بدليل تدهور الاراضي باستخدام المؤشرات المقترحة وفق الظروف البيئية التي اتسمت بها منطقة الدراسة.

Calculation of Land Degradation Index using GIS-MCDM method for the North Kut Project in Wasit Governorate

Waleed M. Al Shafie
Ministry of Agriculture

Ahmad S. M.
Baghdad University
College of Agriculture

Feras M. S.
FAO-Italy

ABSTRACT

The North of Kut Project was chosen within the Iraqi sedimentary plain in Wasit province to the north of Kut city, along the left side of the Tigris River, with an area of 49904 hectares, due to its geomorphological and physiographical variety as well as significant variations in soil conditions for occurring multiple geological and pedological processes led to the lands of this project to be affected by different degradation appearances. The Enhanced Thematic Mapper Plus sensor data, downloaded from United States Geological Survey (USGS) of the path 167 and row 37 of LandSat7 images for 2008, were used. The TOPSIS method, one of the decision-making MCDM methods in integration with Geographic Information Systems GIS-MCDM, was tested in the calculation of Land Degradation Index using six indicators: Soil salinity, Gypsum, Organic carbon, Land suitability index, NDVI and LU/LC. The results of LDI, according to TOPSIS method, ranged between 0.02– 0.87 in 2008. The results of the calculations of land degradation, according to the TOPSIS method, indicated a significant correlation with Salinity, Gypsum, Suitability classes, NDVI, and LU/LC,

* بحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني.

تاريخ استلام البحث 28/ 11 / 2017. تاريخ القبول للنشر 4/ 2 / 2018.

while the correlation was insignificant with Organic Carbon indicator. The GIS-MCDM method showed the effectiveness, flexibility and efficiency of the land degradation index calculations using the proposed indicators according to the environmental conditions in the study area.

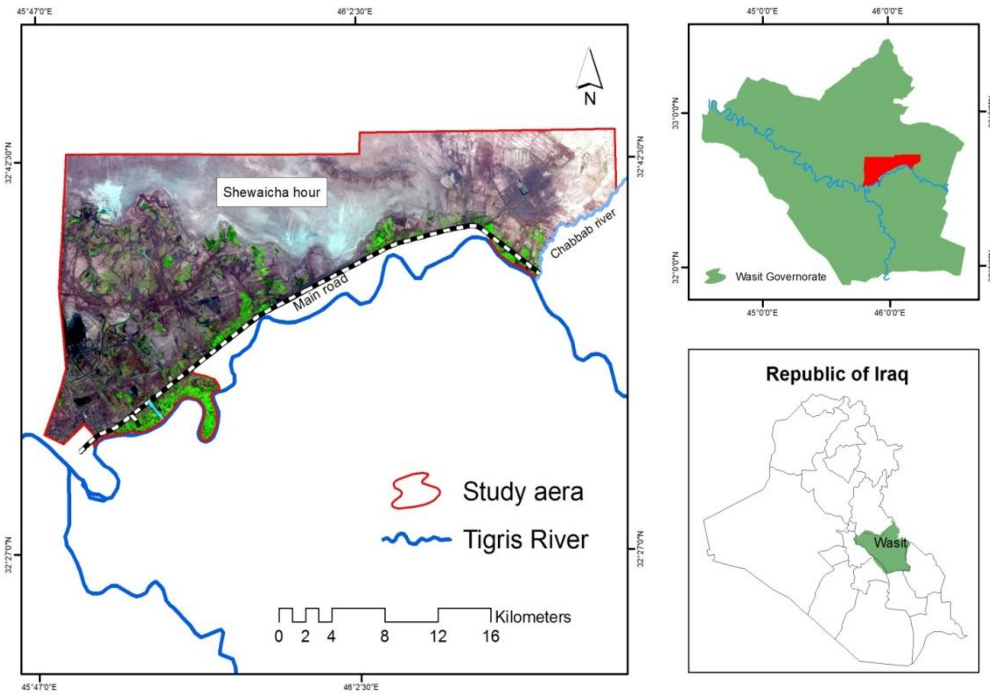
المقدمة

ظاهرة التصحر في البيئة العراقية لم تكن حديثة العهد، اذ تشير المدونات التأريخية الى تفاقمها في أجزاء واسعة من السهل الرسوبي العراقي والناجمة بشكل رئيس عن ملوحة التربة والتي ادت الى ان تصبح الاراضي المتأثرة بها مقفرة وغير منتجة زراعيا. وفي الوقت الحاضر، فقد أدت عقود من ضعف الادارة والمعوقات والمشاكل السياسية الى جعل مساحات واسعة من اراضي السهل الرسوبي في وضع متدهور في الوقت الذي يحتاج فيه العراق الى ما يزيد على 3 مليارات دولار امريكي سنويا لتأمين المواد الاولية الغذائية الاساسية خلال العقد المقبل في حالة استمرار نشاط عمليات تدهور الارض، وتشير الدراسات الى ان 60% من أراضي السهل الرسوبي العراقي تعاني من مشاكل خطيرة تتمثل في التراكم الملحي وزحف الكثبان الرملية ولاسيما في الاجزاء الغربية والشرقية منه مما اثر سلبا وبشكل مباشر على الانتاجية الزراعية وباتجاهين هما انحسار مساحات الاراضي الزراعية الصالحة للزراعة وانخفاض الانتاجية لوحدة المساحة من جهة اخرى على وفق ما ذكره محيميد (2016). ولدراسة حالة تدهور الاراضي على وفق رؤية علمية شاملة، لابد من اتباع طرائق مبنية على اسس علمية للاستخدام الامثل لموارد الطبيعية الارض والمياه كما اشار الشافعي (2010). تعد عملية جمع المعلومات والبيانات حول تلك الموارد احدى الطرائق المتبعة في عدد من الدراسات والانظمة الدولية والتي تهدف الى تعزيز القرارات المتعلقة بالتخطيط والتنمية الزراعية لاي بلد؛ وتتطلب هذه العملية تكامل المعلومات والبيانات من مصادر عدة وباستخدام وسائل وادوات كفوءة وفعالة في بناء هيكل رصين لقواعد البيانات تكون جاهزة ومتوفرة لاصحـــاب الشـــأن منها نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد فضلا عن التكامل بين طريقة اتخاذ القرار متعدد المعايير **Multiple-Criteria Decision-Making, MCDM** ونظم المعلومات الجغرافية ويشار اليها مجتمعة بـ **GIS-MCDM**. اذ يعد **GIS** أداة قوية ومفيدة وذات قدرات فريدة لتخزين ومعالجة وتحليل وتصور البيانات المكانية لاتخاذ القرارات بينما توفر طريقة **MCDM** مجموعة غنية من الاجراءات والخوارزميات لتقييم وتحديد اولويات بدائل القرارات طبقا لـ **Yusuff and Afshari** (2012) فضلا عن العلاقة التآزرية بين **GIS** و**MCDM** في البحوث النظرية والتطبيقية حسب ما ذكر **Malczewski** (2006). وبناءً على ذلك فقد اتجهت هذه الدراسة لدراسة حالة تدهور الارض باستخدام المؤشرات الدولية والموقعية فضلا عن حساب كل من دليل تدهور الارض على وفق طريقة اتخاذ القرار متعدد المعايير المستند الى نظم المعلومات الجغرافية **GIS-MCDM** في حساب دليل تدهور الارض.

المواد وطرائق العمل

الموقع والمساحة

تم اختيار مشروع شمال الكوت في محافظة واسط منطقة دراسة نتيجة تميزه الجيومورفولوجي والفيوغرافي، فضلاً عن استغلاله زراعيا ووجود تقرير سابق لمسوحات شبه مفصلة لترب منطقة الدراســـة، ويقع هذا المشـروع ضمن الاحداثيـات '44 °32 ''15 شمالا، ''20 '46 °45 شرقا و '31 °32 ''11.22 شمالا، ''8.56 '16 °46 شرقا وبمساحة اجمالية تقدر بـ 49904 هكتار. يحد المشروع منخفض هور الشويچة من الشمال ومن الجنوب الطريق العام الرابط بين مدينتي الكوت والعمارة ومن الشرق فيحده وادي نهر الجباب ومن الغرب الطريق العام بين الكوت وبدرة، وكما مبين في الخارطة الموقعية للمشروع (شكل 1).



شكل 1. خارطة موقعية لمنطقة الدراسة.

فيزوغرافية المنطقة

تقع منطقة الدراسة على الجانب الايسر من نهر دجلة ضمن منطقة السهل الرسوبي والتي تتأثر بترسبات نهر دجلة فيما تأثرت الجهات الشمالية من المشروع بالترسبات المنقولة من المرتفعات الايرانية عبر عدة وديان تصب في هورالشويجة، وقد أوضح محمد وعبدالله، 2009 ان منطقة الدراسة تتكون من الوحدات الفيزيوغرافية الرئيسة والثانوية التالية بالاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية والصور الفضائية اضافة الى الملاحظات الحقلية، ويبين الجدول 1 مساحات ونسب تلك الوحدات، ومنه يتضح أن وحدة الاحواض الفيضية المنخفضة هي السائدة وان الوحدات ذات الطوبوغرافية المنخفضة A4.2 وA4.3 وA4.4 تشكل نسبة مهمة تصل الى 64% من المنطقة وتشكل وعاءً ترسيبيا لمجاوراتها وتتضمن وحدات مختلفة من التربة ناتج من حالة التباين ولاسيما في درجة الملوحة والنسجة حسب ما اشار اليه الانباري، 2010.

جدول 1. مساحات ونسب الوحدات الفيزوغرافية في منطقة الدراسة.

Main physiographic units	Physiographic units	Area (ha)	%
A	A1, Point bar (الالتواءات النهرية)	229	0.46
	A2, Oxbow lack (البحيرات الهلالية)	417	0.84
	A3, Old river bed (القنوات القديمة)	1895	3.80
	A4.1, Silted basin (الاحواض الترسيبية)	5309	10.64
	A4.2, Basin depression (الاحواض المنخفضة)	13799	27.65
	A4.3, Depression (المنخفضات)	1185	2.37
	A4.4, Silted hour (الاهوار الترسيبية)	17059	34.18
B	B, Out wash plain (سهل حافة المنحدر)	11001	20.06

استخدامات الارض

يتركز الاستخدام الزراعي في المناطق الجنوبية لاراضي مشروع شمال الكوت بزراعة بعض المحاصيل الشتوية مثل الحنطة والشعير والبرسيم والخضروات فضلاً عن وجود انشطة زراعية صغيرة أخرى في مناطق اخرى متفرقة، في حين تبقى معظم اراضي المشروع من دون زراعة لارتفاع وانتشار ظاهرة الملوحة العالية وارتفاع مستوى الماء الارضي وكذلك قلة الحصص المائية المخصصة للارواء فضلا عن تكرار الغمر الناتج من السيول القادمة من المرتفعات الايرانية ولاسيما في الوحدة الفيزوغرافية Silted hour، لم يلاحظ استغلال اراضي المشروع في زراعة بساتين الفاكهة أو النخيل، وتروى المنطقة من خلال بعض الانهار التي تأخذ مياهها من نهر دجلة مثل نهر الترك ونهر الكرمة والموله.

البيانات المستخدمة

تم الحصول على تقرير وخرائط مسح التربة شبه المفصل الذي نفذه محمد وعبدالله (2009)، فضلا عن تحميل الصور الفضائية للمتحسس راسم الخرائط الموضوعي المحسن (Enhanced Thematic Mapper) من الشبكة العنكبوتية الدولية Enternet والموجودة على الموقع الرسمي للمسح الجيولوجي الامريكي USGS وللمسار 167 والصف 37 للقمر الصناعي LandSat 7 الذي يغطي مشروع شمال الكوت لشهر نيسان من عام 2008. وبهدف الحصول على صور فضائية ذات نوعية جيدة وخالية من الفجوات والفراغات الموجودة في مشاهد القمر الصناعي Landsat7، استخدمت الطريقة المقترحة من Scaramuzza واخرون (2004) والتي من خلالها يمكن مليء الثغرات للمشهد المستهدف من خلال اداة (Landsat Gapfill) الموجودة في البرنامج الحاسوبي ENVI 4.7 وباستخدام صورة اخرى للمسار نفسه والحزمة شرط ان يكون مصحح مسار المسح غير معطل (Scan Line Corrector-on) في مواقع تعطله في الصورة الاخرى المراد تصحيحها وان يكون تاريخ التقاط تلك الصور متقارب قدر الامكان. ان سبب هذه الفجوات ناتج عن تعطل مصحح مسار المسح (Scan Line Corrector-off) في المتحسس (ETM^+) الذي حدث بتأريخ 2003/5/31، ومنذ ذلك الحين فأن كل مشاهده تحوي ثغرات على جانبي المشهد تبدأ بالانحسار كلما اقترينا من المركز وادى ذلك الى فقدان ما يقارب 22% من البيانات. تم اجراء التصحيح الجوي للصور الفضائية لاحتواء الغلاف الجوي على غازات كثيرة أهمها الاوكسجين والنتروجين والاوزون وثاني اوكسيد الكربون فضلا عن جزئيات بخار الماء والغبار والدخان وتؤثر جزيئات هذه المواد على بعض مكونات الاشعة الكهرومغناطيسية في اثناء مرورها بالغلاف الجوي مؤدية الى تشتيتها او إمتصاصها مثل تشتيت معظم الاشعة الزرقاء او امتصاص جزء من الاشعة الكهرومغناطيسية من غازات ثاني اوكسيد الكربون والاوكسجين الصالح (2010). وذكر Wu (2011) بأن الاشارات المسجلة بواسطة المتحسسات المختلفة للصور الفضائية متأثرة بالتشتت والامتصاص نتيجة تاثيرات الغلاف الجوي ومن الضروري ازالة هذه التأثيرات خصوصا عند استخدام الصور الفضائية بتواريخ متعددة او لاغراض تصنيف الغطاء الارضي، وتعد عملية تحويل Digital Number الى Reflectance مهمة جدا في هذه الدراسة لانها تقلل تأثيرات امتصاص وتشتيت الطاقة الكهرومغناطيسية للصور الفضائية وزيادة دقة عملية تصنيف الانواع المختلفة من الغطاء الارضي لعامي الدراسة بهدف اجراء مقارنة للتغايرات. اتبعت التعليمات الواردة في Landsat handbook (2017) لانجاز هذه العملية وعلى مرحلتين الاولى هي تحويل DN الى Radiance باستخدام الصيغة:

$$L_\lambda = ((Lmax_\lambda - Lmin_\lambda)/(QCALmax - QCALmin)) * (QCAL - QCALmin) + LMIN_\lambda \quad \dots (1)$$

إذ ان:

L_λ is the cell value as radiance
QCAL = digital number
$LMIN_\lambda$= spectral radiance scales to QCALMIN
$LMAX_\lambda$ = spectral radiance scales to QCALMAX
QCALMIN = the minimum quantized calibrated pixel value (typically = 1)
QCALMAX = the maximum quantized cali-

brated pixel value
(typically = 255)

اما المرحلة الثانية فهي تحويل قيم الاشعاعية Radiance للصور الفضائية الى قيم انعكاسية Reflectance باستخدام المعادلة 2.

$$P_\lambda = \pi * L_\lambda d^2 — ESUN_\lambda * \cos\theta_s \quad \dots (2)$$

إذ ان:

ρλ = Unitless plantary reflectance
Lλ= spectral radiance (from earlier step)
d = Earth-Sun distance in astronmoical units
ESUNλ = mean solar exoatmospheric irradiances
θs = solar zenith angle

استخدمت اداة ModelBuilder المتاحة في برنامج ArcGIS وبرنامج MS Excel لانجاز هذه العملية. بعدها تم تنفيذ عملية التصنيف الموجه باستعمال وظيفة Knowledge Engineer الموجودة في برنامج ERDAS Imagine 9.3 المستندة الى هيكل تصنيفي مرتب بقوائم تمثل الاصناف الرئيسة والثانوية للاغطية الارضية واستخداماتها، وحساب دليل التغير الطبيعي للنبات Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) المقترح من Rouse واخرون (1974) والمشتق من النسبة بين الحزمة NIR والحزمة Red الى مجموعهما وكما موضح في المعادلة 3. استخدمت قيم الانعكاسية للصور الفضائية الخاصة بالمتحسس (+ETM) للقمر الصناعي Landsat 7.

$$NDVI = \frac{(NIR) - (Red)}{(NIR) + (Red)} \quad \dots (3)$$

حساب دليل تدهور الارض

اقترحت طريقة TOPSIS من Yoon Hwang and (1980) وتمثل احدى طرائق اتخاذ القرار متعدد المعايير (Multiple Criteria Decision Making)، وهي طريقة ترتيب الأفضلية عن طريق التشابه في الحل الأمثل (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution) وتكتب اختصارا بـ TOPSIS ويشار اليها مجتمعة بمصطلح (-GIS MCDM) عند تكاملها مع نظم المعلومات الجغرافية GIS. تتضمن هذه الطريقة حساب دليل تدهور الارض باستخدام مؤشرات مقترحة من الباحث من مصدرين مختلفين أحدهما يستند الى معلومات وبيانات مسوحات التربة المنفذة عام 2008 من محمد وعبدالله (2009)، والبيانات المستنبطة من معطيات الاستشعار عن بُعد وتمثلت بقيم دليل اختلاف النبات الطبيعي NDVI واصناف استخدامات الارض/الغطاء الارضي عام 2008. بحسب هذه الطريقة فقد قُسم كل مؤشر من المؤشرات المقترحة الى عدة أصناف تحت درجات مفاضلة مختلفة لقياس الحالة الموجبة أو السالبة لكل مؤشر، فضلا عن حساب دليل تدهور الارض النهائي لكل وحدة فيزوغرافية في منطقة الدراسة، وقد تم تصنيف ملوحة التربة الى ستة اصناف على وفق Withers Vipond and (1988) و Bennett (2008) وصنف الكاربون العضوي طبقا لـ Sys واخرون (1993)، وصُنفت نسب الجبسم الى أربعة اصناف تبعا لـ Barzanji (1973) وصُنف دليل ملاءمة الاراضي لزراعة الحبوب الى اربعة اصناف على وفق المقترحات الواردة في Sys (1980)، في حين صُنف دليل الاختلاف الطبيعي للنبات NDVI على وفق Sahebjalal و Dashtekian (2013) الى خمسة اصناف، في حين كانت اصناف استخدامات الارض/ الغطاء الارضي ثمانية (8) اصناف، مع عدد درجات المفاضلة لكل من المؤشر آنفا. يتم احتساب رتبة كل مؤشر استنادا الى المعادلة (4) والمستخدمة من Zucca and Sepehr (2012):

$$\bar{X} = \frac{\sum(w * n)}{N} \quad \dots (4)$$

إذ ان:

$\bar{X}$: رتبة المؤشر في الوحدة الفيزوغرافية

w: درجة المفاضلة

n: عدد البيدونات لكل درجة مفاضلة (بيانات soil survey)/الامتداد النسبي لكل درجة مفاضلة (بيانات RS)

N: عدد البيدونات /مساحة (للوحدة الفيزوغرافية)

بعد استحصال قيم الرتب للمؤشرات المقترحة لكل وحدة فيزوغرافية، يتم اتباع الخطوات الآتية في حساب دليل تدهور الارض في منطقة الدراسة.

بناء مصفوفة رتب المؤشرات:

تستخدم رتب المؤشرات المختلفة والمتحصلة من تطبيق المعادلة (4) في بناء المصفوفة المطلوبة لحساب دليل تدهور الارض النهائي LDI.

$$D = \begin{array}{c} A1 \\ A2 \\ \vdots \\ An \end{array} \begin{bmatrix} f11 & f12 & \cdots & f1n \\ f21 & f22 & \cdots & f2n \\ \vdots & \vdots & \cdots & . \\ fm1 & fm2 & \cdots & fmn \end{bmatrix} \quad \ldots (5)$$

اذ ان:

D: دليل التدهور النهائي

A: الوحدات الفيزوغرافية، n يمثل عدد الوحدات الفيزوغرافية (8 وحدات).

fn: عدد المؤشرات المقترحة (6) مؤشرات، fm: عدد الاصناف لكل مؤشر (تختلف الاعداد حسب المؤشر).

fmn: عدد المؤشرات *عدد اصناف كل مؤشر لكل وحدة فيزوغرافية.

حساب مصفوفة القرار الطبيعية (r).

$$rij = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} f_{ij}^{2}}} \quad \ldots (6)$$

إذ ان:

f: المؤشر i لكل وحدة فيزوغرافية j.

n: عدد الوحدات الفيزوغرافية.

حساب وزن مصفوفة القرار الطبيعية

$$v_{ij} = w_{ij} r_{ij} \quad \ldots (7)$$

w: وزن المؤشر (القيمة المعطاة هي 1 لكل المؤشرات المستخدمة).

تحديد وحساب الحالة المثالية الموجبة ($\mathbf{D_i^+}$) والسالبة ($\mathbf{D_i^-}$):

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(V_{ij-v_j^+}\right)^2} \quad \ldots (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij-v_j^-})^2} \quad \ldots (9)$$

إذ ان:

D_i^+: الحالة الموجبة التي تشير الى تدهور الارض لكل وحدة فيزوغرافية.

D_i^-: الحالة السالبة التي تشير الى تدهور الارض لكل وحدة فيزوغرافية.

V_{ij}: قيمة وزن المصفوفة (للوحدة الفيزوغرافية).

v_j^+: قيمة اعلى وزن للمصفوفة (للوحدات الفيزوغرافية).

v_j^-: قيمة اقل وزن للمصفوفة (للوحدات الفيزوغرافية).

حساب دليل تدهور الارض النهائي

إن قيم دليل تدهور الارض LDI المحسوبة على وفق المعادلة 10، تكون محصورة بين (0-1)، وتمثل القيم الدنيا الاراضي غير أو المتأثرة بدرجات

منخفضة من التدهور، والاراضي المتأثرة بدرجات اعلى من التدهور تكون ممثلة بالقيم الاعلى لهذا الدليل، اي ان درجة تدهور الارض تتناسب طرديا مع قيمة هذا الدليل.

$$LDI = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \qquad \ldots (10)$$

تصنيف دليل تدهور الارض

يتم تصنيف درجات تدهور الارض LDI الى اربعة أصناف حسب الجدول 2 المقترح من الباحث، وهي Non/or slightly degraded و Moderately degraded و Degraded و Highly degraded بالمديات 0.25 > و 0.25–0.5 و 0.5–0.75 و 0.75 < على التوالي.

جدول 2. جدول اصناف ووصف ومديات تدهور الارض حسب طريقة TOPSIS (مقترح من الباحث)

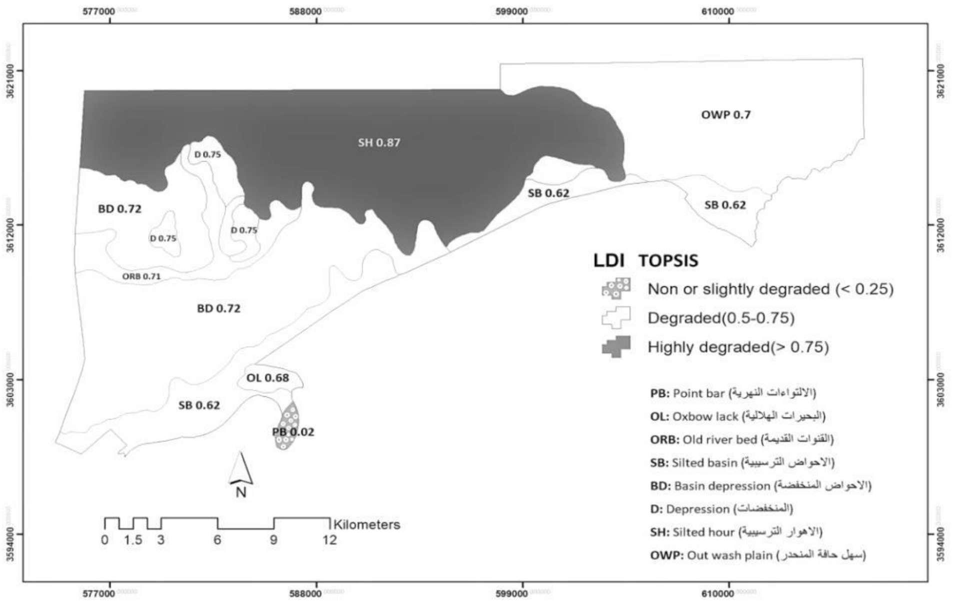
المدى	الوصف	الصنف
< 0.25	Non or slightly degraded	1
0.25 – 0.5	Moderately degraded	2
0.5 – 0.75	Degraded	3
> 0.75	Highly degraded	4

النتائج والمناقشة

تشير النتائج الموضحة في الجدول 3 والشكل 2 الى وجود تباين في قيم دليل تدهور الاراضي بحسب طريقة TOPSIS، اذ تراوحت القيم بين 0.02 و0.87 ضمن الوحدات الفيزوغرافية السائدة في منطقة الدراسة، وان قيم هذا الدليل في الوحدات الفيزوغرافية Basin depression و Depression و Old river bed و Point bar و Oxbow lake و Silted basin و Out wash plain و Silted hour، كانت 0.72% وشغلت الصنف Degraded و0.75% وشغلت الصنف Degraded و0.71% وشغلت الصنف Degraded و0.02%) وشغلت الصنف Non or slightly degraded و 0.68% وشغلت الصنف Degraded و 0.62% وشغلت الصنف Degraded و0.7% وشغلت الصنف Degraded و 0.87% وشغلت الصنف Highly degraded على التوالي. واوضحت النتائج الى ان اراضي جميع الوحدات الفيزوغرافية قد تعرضت لحالات من التدهور باستثناء الوحدة الفيزوغرافية Point bar التي لم تتأثر كثيرا بنشاط عمليات تدهور الارض، ويعزى ذلك الى الطبيعة الفيزوغرافية التي ساعدت على تقليل اثر عمليات التدهور فيها مقارنة بالوحدات الاخرى.

جدول 3. قيم واصناف دليل تدهور الارض بحسب طريقة (TOPSIS).

LDI class (2008)	LDI	Area (%)	Area (ha)	Physio. Unit
Degraded	0.72	27.65	13799	*Basin depression*
Degraded	0.75	2.38	1185	*Depression*
Degraded	0.71	3.80	1895	*Old river bed*
Non/ slightly degraded	0.02	0.46	229	*Point bar*
Degraded	0.68	0.83	417	*Oxbow Lake*
Degraded	0.62	10.64	5310	*Silted basin*
Degraded	0.70	20.06	10012	*Out wash plain*
Highly degraded	0.87	34.18	17057	*Silted hour*



شكل 2. التوزيع المكاني لاصناف دليل تدهور الارض بحسب طريقة TOPSIS.

وبغية ايضاح تأثير نوع المؤشرات المستخدمة في تحديد قيم دليل تدهور الارض بحسب طريقة TOPSIS، تم اعداد الجدول 4 الذي يوضح مصفوفة رتب المؤشرات ودليل تدهور الارض في الوحدات الفيزوغرافية في منطقة الدراسة. ان استخدام طريقة TOPSIS في انتاج خرائط دليل تدهور التربة توفر مرونة في اختيار مؤشرات تدهور الارض على وفق الظروف البيئية وخصوصية كل منطقة دراسة مع امكانية اعطاء وزن لاي مؤشر حسب تأثيره وأهميته او دوره في عمليات تدهور الارض. قد تكون بعض المؤشرات قد تم تكرار استخدامها بصورة او باخرى وبشكل ضمني مثل مؤشر Suitability Index.

جدول 4. مصفوفة رتب المؤشرات ودليل تدهور الارض النهائي حسب طريقة TOPSIS.

Land Degradation Index (LDI)	Multiple criteria Soil data and Remote sensing data derived							
	LULC (classes)	NDVI	Suitability (classes)	Organic carbon (%)	Gypsum (%)	ECe ($dS.m^{-1}$)		Multiple alternatives (Physio-graphic units)
0.72	4.26	1.02	4.00	1.60	2.07	5.87	Basin depression	
0.75	4.81	1.03	4.00	2.00	3.33	6.00	Depression	
0.71	4.09	1.00	4.00	1.67	2.00	6.00	Old river bed	
0.02	7.14	2.37	1.00	2.00	1.00	2.00	Point bar	
0.68	5.06	1.44	4.00	1.00	2.00	5.00	Oxbow Lake	
0.62	4.63	1.28	3.29	1.57	1.86	5.00	Silted basin	
0.7	5.18	1.00	3.86	2.07	2.71	5.50	Out wash plain	
0.87	4.65	1.00	4.00	1.50	3.30	6.00	Silted hour	

اذ انه استنبط باستخدام عدد من صفات التربة ومن ضمنها الملوحة ونسبة الجبس باعتبارهما عوامل محددة رئيسة للانتاج الزراعي في العراق بشكل عام وفي منطقة الدراسة خاصة، لذا فقد روعي استخدام هذا المؤشر لانه ناتج عن تداخل عدد من صفات التربة وتقديراتها الثانوية المتداخلة في

ملائمتها لزراعة محاصيل الحبوب، وبعبارة اخرى فان طريقة انتاج دليل تدهور الارض حسب TOPSIS اخذت بنظر الاعتبار اكبر عدد ممكن من صفات التربة وتأثيراتها المتداخلة فضلا عن البيانات المستنبطة من بيانات الاستشعار عن بعد لتكون عملية حسابه محكمة قدر المستطاع. ومن النتائج اعلاه نلاحظ تأثر اراضي منطقة الدراسة من مظاهر التدهور والمتمثلة بكل من نسي الجبس العالية وارتفاع الملوحة التربة فضلا عن قلة الغطاء النباتي.

المصادر

- الشافعي، وليد محمد مخلف، 2010. استخدام نظم المعلومات الجغرافية في انتاج خرائط ملائمة اراضي مشوع السلاميات لبعض محاصيل الحبوب. رسالة ماجستير. كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- الصالح، محمد بن عبدالله بن محمد، 2010. معالجة صور الاستشعار عن بعد الرقمية باستخدام برنامج ILWIS. قسم الجغرافية-كلية الاداب-جامعة الملك سعود. الرياض-المملكة العربية السعودية.
- محمد، مهدي عباس وعبدالله، محمد حمود، 2009. مسح التربة وتصنيف الاراضي لمشروع شمال الكوت، خارطة عموم العراق/محافظة واسط. جمهورية العراق- وزارة الموارد المائية - المركز الوطني لادارة الموارد المائية- قسم الدراسات البيئية.
- محيميد، أحمد صالح وعبود، ندى فاروق وسليم، قاسم احمد (1)، 2016. التغاير الزمني لقيم ملاءمة ألاراضي لزراعة محصول الحنطة في المناطق الاروائية وسط العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية 47 (1)311-317.
- **Afshari, A. R. and Yusuff, R. M., 2012. A review of spatial Multi Criteria Decision Making. 6th International Symposium on Advances in Science and technology SASTech. Kuala Lumpur organized by Khavaran Institute of Higher Education.**
- **Barzanji, A. F., 1973. Gypsiferous soils of Iraq (Doctoral dissertation, University of Ghent).**
- **Bennett, S. J. (2008). Saltland Capability Assessment: Targeting Plants to Landscapes to Increase Profitability. In Global Issues,Paddock Action: Proceedings of the 14th Australian Agronomy Conference. The Regional Institute Ltd.**
- **Landsat 7 Users Handbook, 2017. Chapter 11. Last updated.**
- **Malczewski,J.,2006.GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20 (7), 703-726.**
- **Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering, D. W., 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.**
- **Sahebjalal, E., and Dashtekian, K., 2013. Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. African Journal of Agricultural Research, 8(37), 4614-4622.**
- **Scaramuzza,P.,Micijevic, E., and Chander, G.,2004. SLC gap-filled products phase one methodology. Landsat Technical Notes, 5.**
- **Sepehr,A., and Zucca, C., 2012. Ranking desertification indicators using TOPSIS algorithm. Natural hazards, 62(3), 1137-1153.**
- **Sys, C., 1980. Land evaluation. Part I, II, III, IV, ITC courses. Ghent.**
- **Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. and Beernaert,F.,1993. Land evaluation. Part I,II,III crops requirement Agri. Publications. General Administration for development cooperation Brussels. Belgium.**
- **Withers B; Vipond S., 1988. Irrigation: Design and Practice. London: BT Batsford.**
- **Wu, W. (2011). Atmospheric Correction for Landsat Data– Mterial for remote sensing training. ICARDA.**
- **Yoon, K., and Hwang, C.L.,1980. Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. A State of the Art Survey. Berlin: Springer Verlag.**