-----المجلة العراقية لعلوم الأرض، المجلد٧، العدد٢، ص ١-١٤،٢٠٠٧------

استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار / محافظة نينوى

جاسم خلف شلال
قسم التربة والمياه
كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل

عباس مهدي علي الحسن
قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل

عبد الكريم محمد جاسم
مركز التحسس النائي
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2007/3/5 ، تاريخ القبول 2007/7/15)

الملخص

يعد جبل سنجار الذي يقع شمال غرب العراق، من المواقع الرعوية المهمة في القطر. أشارت كثير من الدراسات والأبحاث الحديثة في العالم إلى إمكانية استخدام وسائل وتقنات التحسس النائي في تحديد وتقييم حالات التدهور في الغطاء النباتي بالاعتماد على ما يعرف بـ(دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي) (NDVI) وكذلك على الدلائل النباتية الأخرى.

شملت الدراسة استخدام طريقة التفسير البصري في تحليل مرئيات القمر الاصطناعي لاندسات وبنظامي (MSS) و (TM) والملتقطة بأوقات مختلفة من فصول السنة وبقنوات طيفية مختلفة (Band,1, 2, 3, 4, 7) لموقع جبل سنجار وبادية الجزيرة. إذ تم دراسة العلاقة بين الدلائل النباتية مثل النسبة البسيطة (SR) والدليل الخضري (VI) ودليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) ودليل الخضري المعدل للتربة (SAVI) من خلال حساب قيم الانعكاسية الطيفية عند أطوال موجية مختلفة.

وجد هناك ارتباط قوي بين قيم (NDVI) وكثافة الغطاء النباتي وحالة التدهور للمراعي، إضافة إلى تأثير كل من عاملي درجة الانحدار والاتجاه في جبل سنجار على قيم (NDVI) المحسوبة. أشارت النتائج إلى وجود علاقة عكسية بين كثافة الغطاء النباتي وتقييم حالة التدهور مع قيم الإنعكاسية عند المجال الطيفي الأحمر، وعلاقة طردية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة.

The Use of Normalized Differences Vegetation Index in the Determination and Evaluation of Degradation Status of Vegetation Cover in Sinjar Mountain / Ninevah Governorate

Jassim K. Shallal
Soil and Water Sciences Department
College of Agriculture and Forestry
Mosul University

Abas M. Al-Hasan
Field Crops Sciences Department
College of Agriculture and Forestry
Mosul University

Abdul-kareem M. Jassim
Remote Sensing Center
Mosul University

ABSTRACT

Sinjar Mountain is situated to the north-west of Iraq, which is one of the important sites of the range lands in the country. Many recent studies and researches in the world have shown the possibility of using means and technology of remote sensing in the determination and evaluation of cases of vegetation cover degradation depending on the normalized differences vegetation index (NDVI) and on the other vegetation indexes.

The study included the use of visual interpretation methods in the analysis of landsat images with (MSS) and (TM) systems, which are taken in different periods of time during the year seasons and with different spectral bands (1,2,3,4,7) for Sinjar Mountain and Badyat Al-Jazeera. The correlation between vegetation indexes such as simple ratio (SR), vegetation index (VI), normalized differences vegetation index (NDVI) and soil adjusted vegetation index (SAVI) were studied through the calculation of spectral reflectences values with different wave lengths.

The results showed the presence of strong relation between the density of vegetation cover and the evaluation of deterioration state with the reflection values with the red spectral band. It has also been found that there is a strong correlation between the values of (NDVI) and the density of vegetation cover and the degradation of range lands, in addition to the influence of sloping degree and direction in Sinjar Mountain on the (NDVI) calculated values.

المقـدمـة

تعتبر وسائل وتقنات التحسس النائي أداة فعالة وقوية في دراسة ومراقبة مشكلة تدهور الاراضي (التصحر) في المناطق الجافة وشبه الجافة، لما لها من ميزات وقدرات في امكانية المراقبة والرصد لهذه الظواهر بمساحات واسعة جداً وبأوقات وأزمان مختلفة من السنة وضمن اطوال موجيـة وبقـوة تمييـز (Resolution) مختلفة إذ يعتمد على نوع وطبيعة المعطيات المتحصل عليها حسب ما اشار اليه كل مـن (Shallal, 1992; Al-Hag, 1984; Al-Baz, 1984). تعد المراعي الطبيعية جزء مهـم مـن المـوارد الطبيعية المتجددة والتي لها أهمية خاصة في توازن النظام البيئي، حيث تعاني مـن درجـات وعمليـات مختلفة من التدهور ينعكس تأثيره بشكل واضح على نسبة ومكونات وحالة الغطاء النباتي. يعتبـر جبـل سنجار والمناطق المحيطة به من أهم المواقع الرعوية في محافظة نينوى، ويمتاز بوجود بيئـات رعويـة

مختلفة نتيجة التباين في الظروف المناخية والبيئية اضافة الى تعرضه الى درجات مختلفة من الرعي الجائر (Over grazing).

أشارت كثير من الدراسات والأبحاث التي قام بها كل من:

(Epiphanio, et al., 1996; Penuelas and Araus, 1997; Jensen, 2001; Shrestha and Zink, 2001) الى أهمية وإمكانية الاستفادة من حساب قيم ما يعرف بدليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (Normalized Differences Vegetation Index) (NDVI) وغيرها من الدلائل النباتية في دراسة حالة التدهور للغطاء النباتي وضمن اطوال موجية مختلفة يتم التعبير عنها بنسب (Ratio) مختلفة. اضافة الى ما اكدت عليه المنظمة العربية للتنمية الزراعية في كثير من نشرياتها ودورياتها على أهمية استخدام تقنات التحسس النائي في رصد ومراقبة حالة التدهور في المراعي الطبيعية في الوطن العربي بالاعتماد على معطيات الاقمار الاصطناعية في رسم خرائط المساحات للمراعي والتغيرات التي تطرأ عليها والكشف وتحديد المناطق المتدهورة لغرض تطورها وتحسينها وإدارتها (المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1997, 2000).

تهدف الدراسة الى محاولة الكشف عن امكانية الاستفادة من حساب قيم (NDVI) وغيرها من الدلائل النباتية في تحديد وتقييم حالة المراعي وعلاقتها بتدهور الغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار في محافظة نينوى ومعرفة تأثير كل من عاملي درجة الانحدار والاتجاه للجبل على قيم (NDVI) المحسوبة.

المواد وطرق العمل

الوصف البيئي لمنطقة الدراسة:

يقع جبل سنجار شمال غرب العراق وضمن الحدود الادارية لمحافظة نينوى، والى الغرب من مدينة الموصل ويبعد عنها بـ(١٥٠) كم تقريباً. ويقع على خطي طول ″36 ′37 °41 E، ″50 ′25 °42 شرقاً وبين دائرتي عرض ″00 ′15 °36، ″00 ′36 °36 N شمالاً ويحده من الشمال والشمال الغربي مشروع ري الجزيرة والحدود الدولية مع سوريا ومن الجنوب تل عبطة والبعاج ومن الشرق تلعفر، ويقع ضمن الجزء الشمالي من بادية الجزيرة.

تتساقط الامطار في فصلي الشتاء والربيع ابتداءاً من شهر تشرين الاول ولغاية ايار مع سقوط كميات قليلة من الثلوج تختلف من سنة الى اخرى، وان كمية الامطار الساقطة على الجبل تختلف باختلاف الموقع سواء كان داخل او خارج الجبل حيث يصل معدل الامطار الساقطة ما بين ٣٠٠-٣٥٠ ملم/سنويا في المنطقة المحيطة بالجبل في حين تصل كمية الامطار داخل الجبل الى ٥٠٠ ملم/سنويا، مع وجود تباين في درجات الحرارة خلال اشهر السنة. ومن أهم المواقع الرعوية في منطقة جبل سنجار هي بكران، شرف الدين، كيرسي، سره دشت، باب شلو، جداله وأم جريص والتي شملتها الدراسة.

تعتبر المنطقة مثالية لدراسة حالة التدهور وتنوع واختلاف الغطاء النباتي لأراضي المراعي نظراً لوجود تباين في درجات وعمليات التدهور وتنوع واختلاف الغطاء النبـاتي واسـتعمالات الارض فيهـا اضافة الى توفر مرئيات فضائية متعاقبة زمنياً تغطي منطقة الدراسة.

تطبيقات التحسس النائي :

استخدمت (٧) سبعة مرئيات فضائية ملتقطة من الاقمار الاصطناعية (Landsat 4,5,7) بنظـامي (MSS) و (TM) وبقنوات مختلفة وخلال فترات متباينة من السنة لموقع جبل سنجار وبعض اجزاء بادية الجزيرة. ويوضح الجدول (١) بعض مواصفات مرئيات الاقمار الاصطناعية التي استخدمت في الدراسة واللوحة (١) المرئية الفضائية الملتقطة في آب ١٩٩٣ لجبل سنجار.

الجدول ١ : مواصفات مرئيات الاقمار الاصطناعية المستخدمة في الدراسة.

القمر الاصطناعي	نوع المتحسس	القنوات	احداثيات المرئية	الموسم والتاريخ	نوع المرئية
LANDSAT 7	ETM	2,3,4	Path 170 Row 35	ايار ٢٠٠٠	F.C.C
LANDSAT 7	ETM	1,4,7	Path 171 Row 35	ايلول ٢٠٠٠	F.C.C
LANDSAT 5	TM	1,4,7	Path 170 Row 35	آب ١٩٩٣	F.C.C.
LANDSAT 5	TM	2,3,4	Path 170 Row 35,36	اذار ١٩٩٠	F.C.C
LANDSAT 5	TM	4	Path 170 Row 35,36	اذار ١٩٩٠	B&W
LANDSAT 4	MSS	1,2,4	Path 170 Row 35	تموز ١٩٨٧	F.C.C
LANDSAT 4	MSS	1,2,4	Path 170 Row 35	نيسان ١٩٨٥	F.C.C

B and W : مرئية فضائية غير ملونة ملتقطة بطول موجي واحد.

F.C.C. : مرئية فضائية ملونة بالوان غير حقيقية ملتقطة بثلاثة أطوال موجية مختلفة.

لوحة ١ : المرئية الفضائية TM الملتقطة في آب ١٩٩٣ وتوضح منطقة الدراسة (جبل سنجار).

البرمجيات المستخدمة:

استخدم برنامج بلغة (Visual C^{++}) خاص لحساب قيم الانعكاسية وكذلك حساب قيم (NDVI) منها، حيث يقوم هذا البرنامج بحساب الانعكاسية ضمن ثلاث اطوال موجية مختلفة للمناطق المختارة على المرئية الفضائية، حيث تم اختيار (٢٥) عينة تدريبية لكل موقع ليمثل الصنف الاول وخزنت النتائج في ملف ثم استمرت عملية الاختيار ولكل المواقع المدروسة من مناطق البحث ولجميع المرئيات المستخدمة بعد اجراء التحسينات الخطية عليها بين مستويات الرمادي (Gray Level) ولجميع القنوات المستخدمة.

كما واستخدم برنامج (Microsoft Excel 97) لاجراء كافة الحسابات الاحصائية المتعلقة بالمرئيات الفضائية والارتباطات بين القنوات الطيفية والرسومات والاشكال الخاصة بذلك، وبرنامج (Adobe Photo Shop) لاجراء التحسينات على المرئيات الفضائية المستخدمة قبل التفسير، وكذلك برنامج (ISMIC) المعد من قبل (Al-Shumam, 2001) (Integrated Software for Multispectral Image Classification) لاجراء عملية التصنيف الآلي بالطريقة الموجهة (Supervised) وغير الموجهة (Unsupervised) على المرئية الفضائية لموقع جبل سنجار.

حساب قيم الدلائل النباتية Vegetation Index (VI):

(١) النسبة البسيطة Simple Ratio (SR):

وهي تمثل القيم الناتجة من قسمة قيم الانعكاسية الطيفية عند أي طول موجي على طول موجي آخر، وحسب العلاقة التالية:

SR = Band (X) / Band (Y) … Fraysse (1980)

حيث : X = الطول الموجي تحت الحمراء القريب (المستخدم في الدراسة).

Y = الطول الموجي الاحمر او الازرق (المستخدم في الدراسة).

(٢) الدليل النباتي Vegetation Index (VI) :

ويمثل الفرق بين قيم الانعكاس الطيفي بين الطول الموجي تحت الحمراء والطول الموجي الاحمر وحسب العلاقة التالية :

VI = Band (X) – Band (Y) … Lillesand and Kiefer (1987)

(٣) دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI):

Normalized Differences Vegetation Index

وهو يمثل النسبة بين الفرق بين الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي تحت الحمراء والطـول الموجي الاحمر على مجموعهما وحسب المعادلة التالية :

$$NDVI = \frac{Band(X) - Band(Y)}{Band(X) + Band(Y)} \quad \text{… Tucker (1980)}$$

(٤) الدليل النباتي المعدل للتربة Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI):

ويمثل دليل الاختلاف النباتي مضاف اليه انعكاسية التربة وحسب المعادلة التالية :

$$SAVI = \left[\frac{Band(X) - Band(Y)}{Band(X) + Band(Y) + L}\right](1 + L) \quad \text{… Huete (1988)}$$

حيث L = يعرف بمعامل المعايرة (Adjusted Factor) ويعادل (0.5)

حساب تأثير درجة الانحدار واتجاه المنحدر في قيم NDVI:

تـم دراسـة العلاقـة بـين قـيم (NDVI) مـع نسـب الانحـدار التاليـة : (7%-12%) (13%-20%) (21%-25%) وأكثر من (25%). وكذلك اتجاه المنحدر في موقع جبل سـنجار للمرئياتـة الفضائية الملتقطة في ايار بالحزم Band 2 , 3 , 4. حيث تم تسجيل (٢٥) قراءة ايضا لتمثـل انعكاسـية

الغطاء النباتي في المجال الطيفي الاحمر وتحت الحمراء ولكل درجة من درجـات الانحـدار والاتجـاه الجغرافي وتم حساب قيم (NDVI) لمعرفة تأثير الانحدار والاتجاه على هذه القيم.

تم تحديد مقطع طولي في كل من الاتجاه الشمالي والغربي والجنوبي من جبل سنجار وتم حساب درجات الانحدار لعدد من النقاط واخذ المعدل من الخارطة الكنتورية من تطبيق العلاقة التالية:

$$\text{نسبة الانحدار} = \frac{\text{فرق المسافة الكنتورية للمقطع بالمتر}}{\text{المسافة الافقية (م)}} \times ١٠٠$$

... (البكر والسعدي، ١٩٩٣)

تقييم حالة التدهور للمراعي حسب تصنيف NDVI:

تم حساب قيم انعكاسية الغطاء النبـاتي فـي المواقـع المدروسـة مـن جبـل سـنجار وهـي (بكران، شرف الدين، كيرسي، سره دشت، باب شلو، جداله وام جريص) وحساب قيم (NDVI) لغـرض المقارنة بين المواقع اولا، ومعرفة مدى مطابقة النتائج مع الدراسة الحقلية ثانيا. كـذلك تـم ايجـاد قـيم (NDVI) لأهم الاصناف المعروفة من المرئية الفضائية مثل (الغابات، والمحاصيل الديمية، والمحاصـيل المروية، والترب المتدهورة) لمقارنتها مع قيم (NDVI) للمراعي الطبيعية في موقع جبل سنجار.

وتم تقييم حالة التدهور في المراعي في المواقع المدروسة من خلال تصنيف مدى قـيم (NDVI) الى (٥) خمسة فئات تشير الى كثافة الغطاء النباتي ونسبة التغطية وحالة المرعى كما فـي الجـدول (٢) الذي تم اعداده في الدراسة الحالية.

الجدول ٢ : تصنيف فئة حال المرعى اعتمادا على قيم NDVI في منطقة الدراسة.

مدى قيم NDVI	نسبة التغطية النباتية	كثافة الغطاء النباتي	فئة حال المرعى
قيم سالبة	٢٠–٠	قليلة جدا	متدهور جدا
0.19-0.0	٤٠-٢١	قليلة	ضعيف
٠.٤٩-٠.٢٠	٦٠-٤١	متوسطة	معتدل
٠.٧٩-٠.٥٠	٨٠-٦١	جيدة الكثافة	جيد
١.٠-٠.٨٠	١٠٠-٨١	كثيفة جدا	ممتاز

النتـائج والمنـاقـشـة

تقييم حالة التدهور للغطاء النباتي بالاعتماد على قيم NDVI المحسوبة:

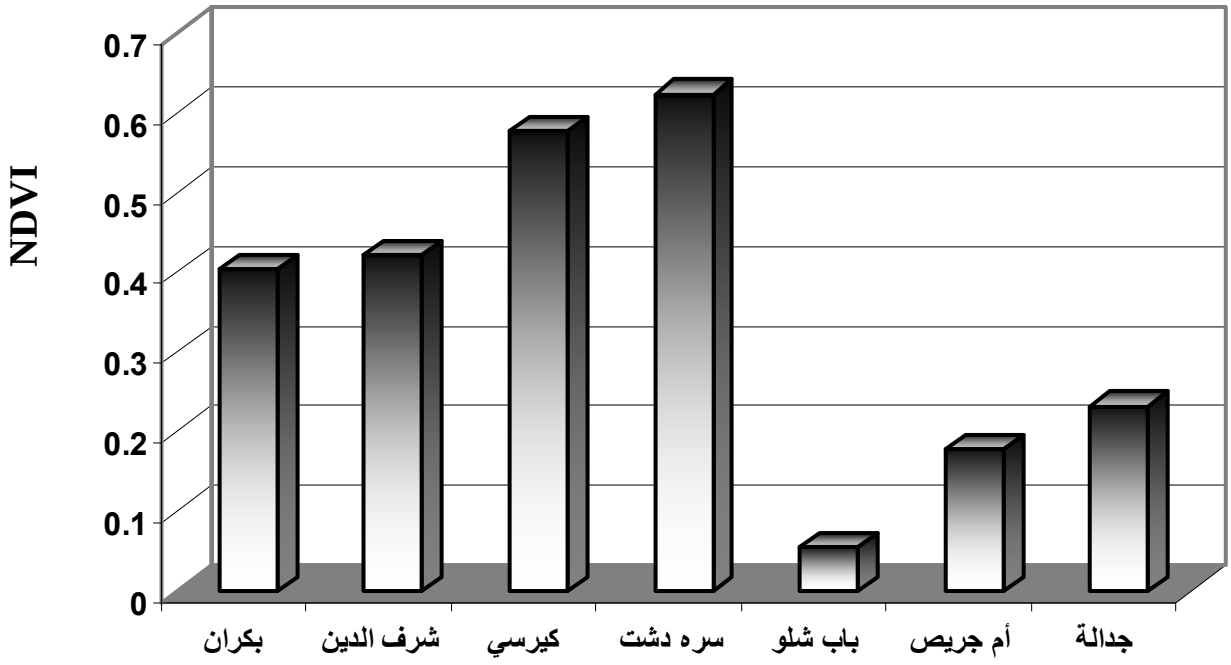
اشارت النتائج الى وجود علاقة طردية بين القيم المحسوبة للادلائل النباتية المختلفة مثـل (SR) و (VI) و(NDVI) و(SAVI) مع كثافة وحالة الغطاء النباتي في المواقع المدروسة وبدرجات متباينة، حيث وجد بأنه كلما زادت كثافة الغطاء النباتي كلما زادت قيم هذه العلاقات كما فـي الجـدول (٣). ويوضـح الشكل (١) العلاقة بين قيم NDVI المحسوبة لكافة مواقع الدراسة في جبل سنجار.

حيث وجد بان موقعي سره دشت وكيرسي قد أعطت اعلى قيم (لـ ـNDVI) المحسـوبة وبلغـت (٠.٦٢٤ و ٠.٥٧٧) على التوالي. في حين كانت اقل قيمة محسوبة (لـNDVI) في موقـع بـاب شـلو وبلغت (٠.٠٥٥) ويعود السبب في ذلك الى كون المواقع التي تميزت بقيم (NDVI) العاليـة كانـت ذات غطاء نباتي كثيف ومحمية من عمليات الرعي الجائر بسبب بعدها وصعوبة الوصول اليهـا فـي حـين تميزت المواقع ذات قيم (NDVI) القليلة بكونها ذات غطاء نباتي متدهور بسبب عمليات الرعي الجـائر وكثرة المناطق المحيطة بها والتي تستخدمها كمراعي ذات حمولة رعوية عالية.

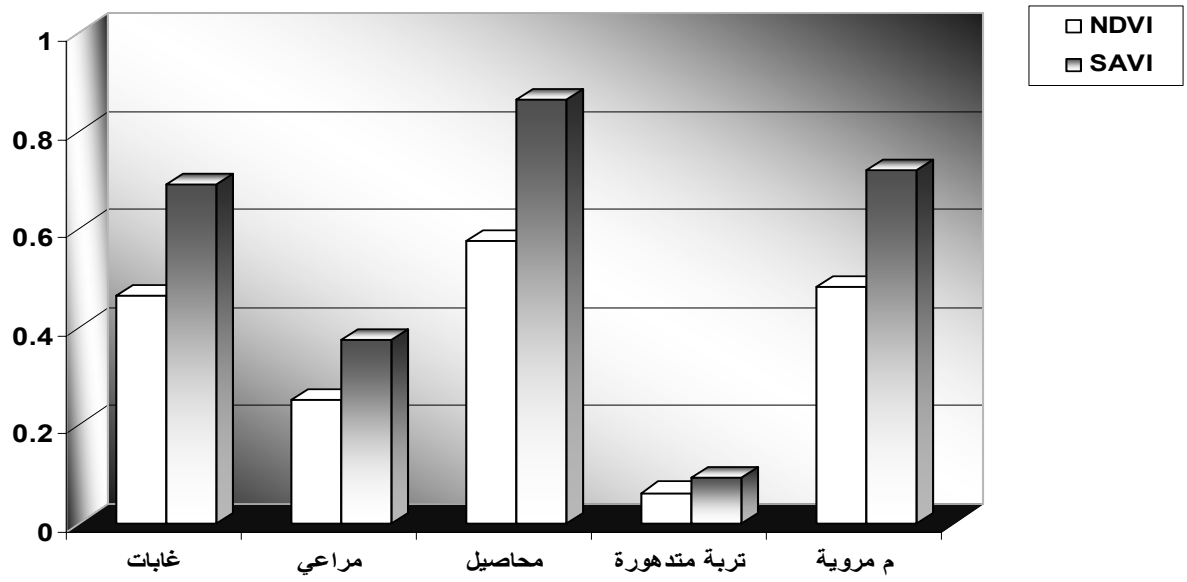
اما تأثير الاختلافات في نوع الغطاء النباتي على قيم (NDVI) المحسوبة، فقد وجد بان الاراضي المزروعة بالمحاصيل الحقلية اعطت اعلى قيمة لـ NDVI المحسوبة حيث بلغت (٠.٥٧٧). اما التـرب المتدهورة فقد اعطت اقل قيمة لـ NDVI المحسوبة وبلغت (٠.٠٦٢١). وهذا الاختلاف يعود الى نوعية الغطاء النباتي بالدرجة الاساسية والتي يكون لها تأثير مباشر على الانعكاسـية فـي الاطـوال الموجيـة الحمراء وتحت الحمراء، اضافة الى الاختلاف في المساحة الورقية لكل نوع من انواع الاغطية النباتيـة وتأثيره على قيم الانعكاسية ضمن كل طول موجي معين، حيث كلما زادت المساحة الورقية كلمـا زادت الانعكاسية وبالتالي زادت قيم (NDVI) المحسوبة، اعتمـادا علـى مـا ذكـره (Lo, 1987)، ويوضـح الشكل (٢) قيم كل من (NDVI) و (SAVI) المحسوبة لأصناف مختلفة من الاغطية النباتية، حيث نلاحظ ان قيم (SAVI) لكافة الاغطية النباتية هي اعلى من قيم (NDVI) المحسوبة، ويعود السبب في ذلك الـى حساب انعكاسية التربة اضافة الى الغطاء النباتي عند حساب قيم (SAVI) وهذا مما جعلها دائماً ذات قيم اعلى من (NDVI) حسب ما ذكره (Huete, 1988).

الجدول ٣ : معادلات الانحدار الخطي البسيط بين انعكاسية القناة (R) و (IR) والتغطية النباتية والانتاجية في موقع جبل سنجار.

المتغير المعتمد (Y)	المتغير المستقل (X)	معامل التحديد (R2)	معامل الانحدار	رقم المعادلة
التغطية	R	0.10	Y= -0.0201 X + 47.882	(1)
التغطية	IR	0.56	Y= -0.3573 X + 70.3	(2)
التغطية	R+IR	0.19	Y= 0.1159 X+69.04	(3)
التغطية	SR	0.79	Y= 13.418 X+14741	(4)
التغطية	$\sqrt{SR}$	0.83	Y= 43.494 X -18.892	(5)
التغطية	VI	0.15	Y= 0.43 X+18.865	(6)
التغطية	NDVI	0.87	Y= 78.633 X+18.683	(7)
التغطية	EN(NDVI)	0.75	Y= -2.106 X + 56.187	(8)
التغطية	TVI	0.85	Y= 141.61X-83.623	(9)
الانتاجية	R	0.41	Y= -2.196 + 557.64	(10)
الانتاجية	IR	0.63	Y= 0.6114 X+ 320.52	(11)
الانتاجية	R+IR	0.10	Y= -0.475 X + 501.28	(12)
الانتاجية	SR	0.81	Y= 97.475 X + 182.48	(13)
الانتاجية	$\sqrt{SR}$	0.87	Y= -318031 X-65.306	(14)
الانتاجية	VI	0.22	Y= 3.395 X + 181.91	(15)
الانتاجية	NDVI	0.94	Y= 584.15X+206.76	(16)
الانتاجية	EN(NDVI)	0.80	Y= -l 7.802 X+496.66	(17)
الانتاجية	TVI	0.89	Y= 1059X- 559.75	(18)



الشكل ١: توزيع قيم NDVI في مواقع جبل سنجار.



الشكل ٢ : قيم NDVI و SAVI لاصناف مختلفة من الاغطية النباتية في موقع جبل سنجار.

اما تقييم حالة المراعي في جبل سنجار بالاعتماد على المعطيات السابقة فانه تم تقسيم قيم (NDVI) المحسوبة في جميع مواقع الدراسة الى (٥) خمسة فئات لتمثيل حالة المراعي وكثافة غطاءها النباتي وصفيا كما في الجدول (٢).

حيث اشارت النتائج الى ان موقع بكران وشرف الدين قد صنفت ضمن الفئة المعتدلة حالة المرعى. في حين موقع سره دشت وكيرسي كانت ضمن الفئة الجيدة اما موقع باب شلو فكان ضمن الفئة الضعيفة، حيث جاءت هذه النتائج بالاعتماد على قيم (NDVI) المحسوبة مطابقة الى حد كبير مع نتائج الدراسة الميدانية للمنطقة كما في الجدول (٤).

الجدول ٤ : تصنيف حال المرعى اعتمادا على قيم NDVI في منطقة الدراسة.

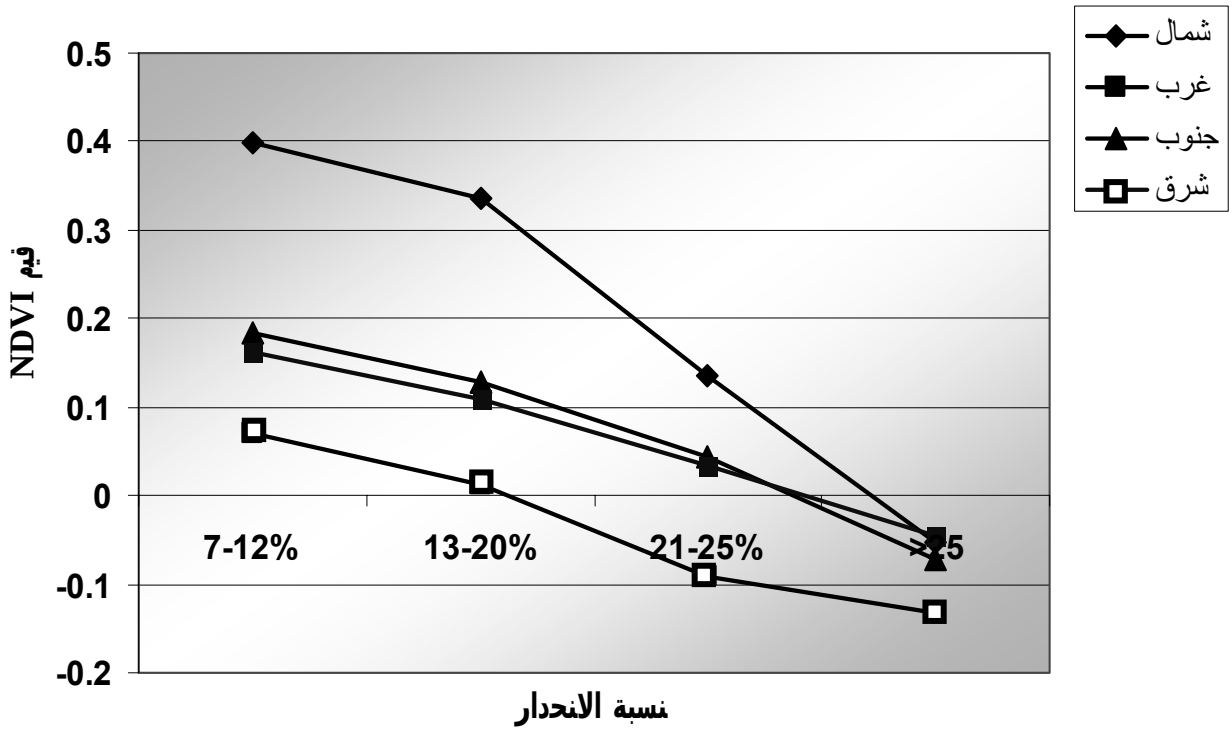
الموقع	متوسط قيم NDVI	فئة حالة المرعى
بكران	٠.٤٠	معتدل
شرف الدين	٠.٤٢	معتدل
كيرسي	٠.٥٧	جيد
شره دشت	٠.٦٢	جيد
باب شول	٠.٠٦	ضعيف
ام جريص	٠.١٨	ضعيف
جدالة	٠.٢٣	معتدل

تأثير اتجاه المنحدر ودرجة الانحدار على قيم NDVI المحسوبة:

تم دراسة تأثير كل من اتجاه المنحدر ودرجة الانحدار في منطقة جبل سنجار على حالة التدهور في الغطاء النباتي بالاعتماد على قيم (NDVI) المحسوبة ضمن درجات مختلفة من الانحدار، حيث وجد بان اعلى معدل قيمة لـ NDVI كانت في الاتجاه الشمالي من موقع جبل سنجار عند الانحدار (7-12%) حيث بلغت (٠.٣٩٨) في حين وجد بأن اقل معدل لقيمة (NDVI) كانت في الاتجاهين الغربي والجنوبي حيث بلغت (٠.٠٧) و (٠.١٦) على التوالي. ويوضح الشكل (٣) تأثير نسبة الانحدار واتجاه المنحدر على قيم NDVI المحسوبة في جبل سنجار.

حيث تشير النتائج الى ان كثافة الغطاء النباتي في الموقع الشمالي من الجبل اعلى بكثير من الموقع الجنوبي، في حين كان الغطاء النباتي متدهور جداً في الموقع الغربي وهذه النتيجة مطابقة مع نتائج الدراسة الحقلية والميدانية في دراسة تأثير المواقع على الصفات الكمية والنوعية للغطاء النباتي.

ويعود السبب في ذلك الى ان الموقع الشمالي اقل تعرضا لأشعة الشمس وبالتالي فان كمية الرطوبة التـي تفقد من التربة بعملية التبخر تكون قليلة مما يزيد من احتفاظ التربة بالرطوبة وينعكس ذلك علـى كثافـة الغطاء النباتي مقارنة بالاتجاهات الاخرى من الجبل. وعلى العكس من ذلك يحدث في الواجهات الجنوبية والغربية حيث تتعرض لفترة ضوء اطول وبشكل مباشر مما يجعل التربة اكثر جفافاً اضافة الى تعرضها للتعرية المائية والريحية بسبب قلة الغطاء النباتي مما يساعد على تدهورها. ويلاحظ ايضاً من الشكل (٣) انه كلما زادت نسبة الانحدار انخفضت قيم NDVI المحسوبة وفي جميع الاتجاهات وهنـاك قـيم سـالبة بسبب انعدام الغطاء النباتي (اراضي جرداء) ما يؤثر على الانعكاسية الطيفية وخاصة في الواجهة الغربية والمنطقة الصخرية اعلى الجبل، ويوضح الجدول (٥) العلاقة بين الاتجاه والانحـدار مـع قـيم NDVI المحسوبة في جبل سنجار.



الشكل ٣: تأثير نسبة الانحدار واتجاه المنحدر على قيم NDVI.

الجدول ٥ : العلاقة بين الاتجاه والانحدار مع قيم NDVI المحسوبة في جبل سنجار.

الاتجاه	درجة الانحدار			
	12-7%	13-20%	21-25%	> 25
شمال	٠.٣٩٨٤	٠.٣٣٥٤	٠.١٣٥٩	-٠.٠٥١٩
غرب	٠.٠٦٩٦	٠.٠١٢٦	-٠.٠٩١٢	-٠.١٣١٨
جنوب	٠.١٨٤١	٠.١٢٧٧	٠.٠٤٣٣	-٠.٠٧٢٧
شرق	٠.١٦١٠	٠.١٠٩٩	٠.٠٣٣٩	-٠.٠٤٦٧

الاستنتاجات والتوصيات

استخدام وسائل وتقنات التحسس النائي وفرت الكثير من الجهد والوقت والكلفة في تحديد وتقيـيم حالة التدهور للمراعي الطبيعية في جبل سنجار حيث اعطت طريقة التفسير البصري والآلي نتائج جيـدة في تحديد وتمييز المواقع الرعوية وإمكانية فصل مواقع المراعي الطبيعية حسب الدرجات اللونية الظاهرة بها في المرئية وحسب الكثافة النباتية باستخدام قيم NDVI المحسوبة. اشارت النتائج الى وجـود علاقـة عكسية بين كثافة الغطاء النباتي وحالة التدهور والانعكاسية في المجال الطيفي الاحمر وطرديا عند الطول الموجي تحت الحمراء القريبة. كما ان دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) له علاقة قوية مـع كثافة الغطاء النباتي وحالة التدهور الحاصلة فيه. وكذلك يستنتج بان درجة الانحدار والاتجاه فـي موقـع جبل سنجار لها تأثير على معدل قيم (NDVI) المحسوبة وكانت المواقع المواجهة للشـمال ذات غطـاء نباتي افضل مقارنة بالاتجاهات الاخرى من الجبل.

المصادر العربية

البكر، زياد عبد الجبار وإبراهيم داود السعدي، 1993. المساحة العملي. وزارة التعليم العـالي والبحـث العلمي، هيئة المعاهد الفنية، دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. ص 169 – 189.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1997. استخدام التحسس النائي في رصد المراعي الطبيعة في الـوطن العربي، مشروع مقترح إلى المؤتمر العربي الثاني لبحوث الفضاء والتحسس النـائي. جامعـة الدول العربية، الخرطوم. 8 صفحة.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000. استخدام التحسس النائي في إدارة الموارد الطبيعيـة. جامعـة الدول العربية، الخرطوم. ص 3 – 182.

المصادر الأجنبية

AL- Baz, F., 1984. Desert and Arid Lands the Hauge, Netherlands, Martins Nuhoff Publishers: 261p.

AL-Hag, M.M., 1984. Study of Desertification Based on Landsat Imagery (North-Kordofan, Sudan), Ph. D. Thesis, State University of Ghent, Belgium: 194 p.

Al-Shumam, T.A.T., 2001. An Integrated Software for Remotely Sensed Data Classification. M. Sc. Thesis, University of Mosul, 102 p.

Epiphanio, J.C., Gleriani, J.M. and Rudoroff, B.F., 1996. Vegetation Indices for Remote Sensing of Beans (Phaseaolus Valgansi). Pesquisa Agropecu Aria Barasileira, Vol. 31, No. 6, pp.445-454.

Fraysse, G., 1980. Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology. A. A. Balkema: Rotterdam. pp.11–24.

Huete, A.R., 1988. A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). Remote Sensing of Environment. Vol. 25, No. 3, pp.295-310.

Jensen, P.L. and Huete, A.R., 2001. Assessment of Spectral Vegetation Indices for Riparian Vegetation in the Colorado River Delta. Mexico, J. of Arid Environment, Vol. 49, No. 1, pp.91–110.

Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 1987. Remote Sensing and Image Interpretation. 2nded. John Wiley and Sons Co. New York. 721 p.

Lo, C.P., 1987. Applied Remote Sensing. 2nd ed. Longman Scientific and Technical. Inc., New York, 392 p.

Penuelas, J. and Araus, A., 1997. Visible and Near Infrared Reflectance Assessment of Salinity Effected on Barley. Crop Science, (USA). Vol. 371, No. 1, pp.198–202.

Shallal, J.K., 1992. Application of Remote Sensing in Study of Desertification and Soil Degradation. Ph. D. Thesis. University of Brno, Czechoslovakia, 118 p.

Shrestha, D.P. and Zink, J.A., 2001. Land Use Classification in Mountainous Area: Integration of Image Processing, Digital Elevation Date and Field Knowledge an Application in Nepal. ITC. Enscheds. Netherlands, pp.1–14.

Tucker, C.J., 1980. Spectral method for Determining the Percentage Green Herbage Material Gripped Samples. Remote Sensing of Environment, Vol. 9, No. 2, pp.175–181.