

إعداد خرائط توزيع النترات و الامونيوم و النتروجين الجاهز في التربة من بيانات التحسس النائي

اوراس محي طه سعد شاكر محمود ايهاب كريم عبيد
كلية الزراعة / جامعة القاسم الخضراء

الخلاصة :

اختيرت منطقة الدراسة ضمن الاجزاء الشمالية و الشمالية الشرقية من محافظة بابل وسط العراق بين خطي عرض $33^{\circ}01'13.58''N$ الى $33^{\circ}13'11.46''N$ شمالاً وخطي طول $45^{\circ}00'39.79''E$ الى $45^{\circ}14'50.80''E$ شرقاً . تهدف الدراسة الى اعداد خرائط لتراكيز الامونيوم و النترات و النتروجين الجاهز في التربة باستخدام الموديلات التنبؤية مع دليلي TCG و ESTI المشتقة من البيانات الفضائية . اظهرت النتائج ان ادق صيغة للتنبؤ بالامونيوم عندما تكون العلاقة اسية بين الامونيوم المقاس في التربة و TCG و ESTI ، اذ بلغ معامل التحديد معهما 0.85 و 0.73 على التوالي بينما ازدادت دقته في الانحدار المتعدد مع هذين الدليلين لتبلغ 0.94 . و ان ادق صيغة للتنبؤ بالنترات عندما تكون العلاقة اسية بين النترات المقاسة في التربة و TCG و ESTI ، اذ بلغ معامل التحديد معهما 0.79 و 0.69 على التوالي بينما ازدادت دقته في الانحدار المتعدد مع هذين الدليلين لتبلغ 0.90 . و ان ادق صيغة للتنبؤ بالنتروجين الجاهز في التربة عندما تكون العلاقة اسية بين النتروجين الجاهز في التربة في التربة و TCG و ESTI ، اذ بلغ معامل التحديد معهما 0.83 و 0.72 على التوالي بينما ازدادت دقته في الانحدار المتعدد مع هذين الدليلين لتبلغ 0.92 . اظهرت الدراسة الاستفادة من من بيانات التحسس النائي في اعداد خرائط للنترات و الامونيوم و النتروجين الجاهز في التربة و بما يلائم سرعة التحول بين صور النتروجين الجاهز في التربة .

Nitrate , Ammonium and Soil Available Nitrogen Distribution Mapping From Remote Sensing Data

Aurass Muhi Taha Saad Shaker Mahmoud Ehab Kareem Obaid

Abstract.

The study area are selected within north and northern east of part of Babylon Province / central of Iraq, located between latitude $33^{\circ}01'13''.58$ to $33^{\circ}13'11''.46$ N and longitude $45^{\circ}00'39''.79$ to $45^{\circ}14'50''.80$ E . The main objective of this study is to Nitrate , Ammonium and Soil Available nitrogen Mapping From Remote Sensing Data . The results indicated that the accurate formula to ammonium predicted when expontial relationship between its and TCG and ESTI , where $R^2 = 0.85$ and 0.73 respectively , while accuracy increasing with multi regression to reach 0.94 , the accurate formula to nitrate predicted when expontial relationship between its and TCG and ESTI , where $R^2 = 0.79$ and 0.69 respectively , while accuracy increasing with multi regression to reach 0.90 and the accurate formula to Available soil nitrogen predicted when expontial relationship between its and TCG and ESTI , where $R^2 = 0.83$ and 0.72 respectively ,

while accuracy increasing with multi regression to reach 0.92 . the study show that remote sensing data useful for to Nitrate , Ammonium and Soil Available nitrogen Mapping , which Suitable for nitrogen forms formation acceleratory in the soil .

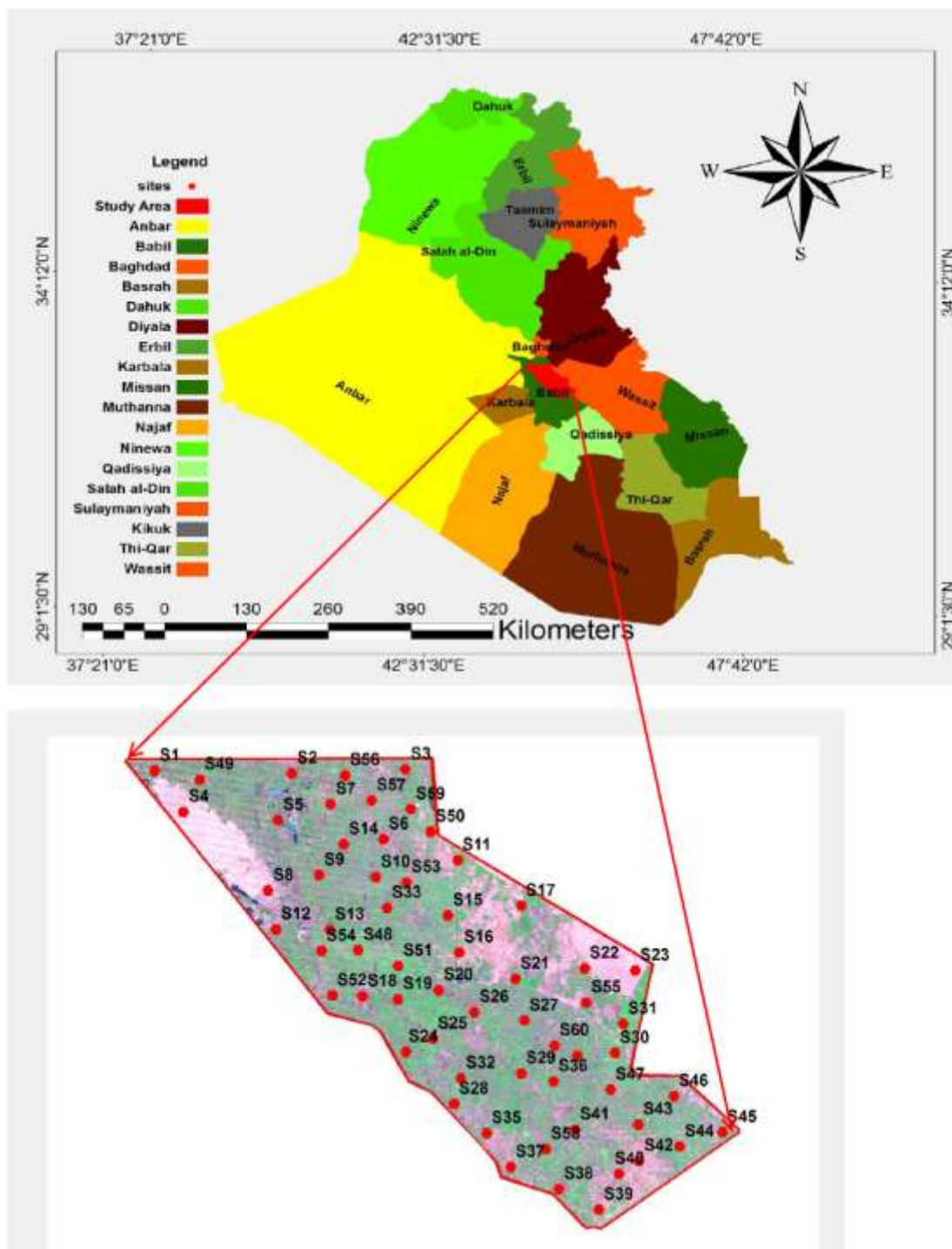
المقدمة :

يمثل ايوني الامونيوم و النترات عصب تغذية النبات بعنصر النتروجين ، اذ ان معظم صور النتروجين الموجودة في التربة تكون بشكل عضوي . و تبرز الاهمية الحيوية للنتروجين في تكوينه 2-5% من مادة النبات الجافة اضافة الى انه يعد مكوناً أساسياً للبروتوبلازم والاعشبة الحيوية وكذلك في تكوين الاحماض النووية ومركبات الطاقة والمرافقات الانزيمية و في تكوين الاحماض الامينية و من ثم في تكوين البروتينات (Weil و Brady ، 2004) . و تتحقق الادارة السليمة لخصوبة التربة عندما تكون اضافة السماد النتروجيني متزنة مع ظروف التربة و البيئة المحيطة بهذه التربة ، فضلاً عن التحكم في نوع و تركيز الايون النتروجيني الواصل الى محلول التربة و في محيط منطقة الامتصاص الجذري و كفاءة النبات في امتصاصه و تمثيله (Akter و اخرون ، 2003) اذ ان تمثيل النبات للامونيوم يتطلب صرف طاقة مقدارها 5 ATP . مول⁻¹ ، في حين يتطلب تمثيل النترات 20 ATP . مول⁻¹ . و فضلاً عن استفادة النبات من فرق الطاقة عند زيادة تركيز الامونيوم في محلول التربة ، اذ تنعكس ايجابياً في زيادة الانتاج فهو مهم في الحد من مخاطر الاسمدة النترائية على البيئة و الصحة العامة للانسان و الحيوان (Kirkby و Mengel ، 2001) . لقد استخدم Xu و Penner ، 2012 البيانات الفضائية الخاصة برصد المناخ العالمي من انتاج خرائط تبين توزيع الامونيوم و النترات في التربة و المياه على مستوى الكرة الارضية و تأثيرهما الضار على البيئة من خلال تطاير الامونيوم من الاسمدة الامونياكية الى الغلاف الجوي و النترات الى مياه الانهار و البحار و المحيطات في العالم و ما تسببه من اخلال كبير في الاتزان البيئي الطبيعي ، اذ تتطلب الادارة الناجحة الرصد المستمر لتفاعلات و تبادلات ايوني الامونيوم و النترات في التربة كونها موضع التسميد النتروجيني ، اذ تخضع تحولاتهما بدرجة رئيسة للنشاط الحيوي ، اضافة الى التكوين المعدني و العضوي و درجة تفاعل التربة و ملوحتها و هي معلومات يمكن ان توفرها تقارير مسح التربة و التي توضح عادة في خرائط خصوبة التربة الملحقة بها . و هذه الخرائط قد لا تواكب التغير السريع في تحولات الامونيوم و النترات في التربة ، لذا اشار Singh و اخرون ، 2010 الى امكانية استخدام بيانات التحسس النائي في بناء موديلات تنبؤية يمكن تطبيقها في برنامج معالجة الصور الفضائية ENVI و برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS لانتاج خرائط تبين تراكيز النترات و الامونيوم في التربة . و اكد Gmur و اخرون ، 2012 امكانية التنبؤ بمحتوى التربة من النتروجين الجاهز من التحليل الطيفي للصور الفضائية و بالتالي انتاج خرائط تبين مقدار التغير في تركيزه مع الزمن . و لان دراسة النتروجين الجاهز في الترب العراقية تقتصر على قياسات موقعية محددة و ضيقة تتمثل في المزارع الخاصة بمراكز الابحاث الزراعية او الاراضي التابعة لكليات الزراعة تم اعتماد بيانات التحسس النائي لاعداد خرائط الامونيوم و النترات في التربة و بالتالي خارطة النتروجين الجاهز في التربة و التي تمكن الباحث و المرشد الزراعي ، فضلاً عن المزارع من تحديد مستوى خصوبة ارضه ، فضلاً عن تشخيص مواقع التدهور الخصوبي فيها .

المواد و طرائق العمل :

1. موقع منطقة الدراسة :

اختيرت منطقة الدراسة ضمن الاجزاء الشمالية و الشمالية الشرقية من محافظة بابل وسط العراق ، و تبلغ مساحتها 177123.42 هكتار بين خطي عرض 33°01'13.58"N الى 33°13'11.46"N شمالاً وخطي طول 45°00'39.79"E الى 45°14'50.80"E شرقاً ، اذ تم تحديد 60 موقعاً باستخدام جهاز GPS بنظام احداثي UTM و اخذت العينات السطحية من جميع المواقع و بعمق 0-30 سم للفترة من 2012/2/28 – 2013/3/15 .



الشكل(1): يوضح موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق مع مقطع توضيحي لمواقع استحصال العينات من الحقل.

2.تحاليل التربة المختبرية :

قدرت بعض الصفات العامة لترب مواقع الدراسة ، اذ تم تقدير كل من الإيصاليه الكهربائيه و درجة تفاعل التربة في المستخلص 1:1 بجهاز Ec meter و PH meter وفقاً لـPage و اخرون ، 1982 . و قدرت معادن الكربونات الكلية بطريقة Calcimeter باستخدام 3(N) حامض الهيدروكلوريك وفقاً Hesse ، 1971 و قدرت المادة العضوية بالاكسدة الرطبة مع دايكرومات البوتاسيوم الثنائية و اضافة حامض الكبريتيك المركز كمصدر للحرارة ثم التسحيح

مع كبريتات الحديدوز الامونياكية وفقاً لـ Jackson ، 1958. استخلص كل النتروجين الجاهز بمحلول كلوريد البوتاسيوم (2N) ، اذ تم تقدير الامونيوم باستعمال اوكسيد المغنيسيوم ، ثم قطر بعد الهضم في جهاز كدال حسب طريقة Keeney و Bremner ، ثم تم اختزال ايون النترات بـ Devardo-alloy و قطر المستخلص المختزل في جهاز كدال حسب طريقة Bremner و كما وردت في Black ، 1965 .

3.البيانات الفضائية :

استخدمت البيانات الفضائية العائدة للقمر الصناعي Landsat7 والمتحسس ETM+ ، اذ اعتمدت الصور الفضائية الملتقطة في 2012/2/22 و 2012/3/9 لملائمة وقت استحصال عينات التربة ، ثم اخضعت لجميع انواع المعالجات الاساسية الخاصة بالبيانات الفضائية بغية إزالة جميع مصادر التشويه وفقاً لموديل (Fast) FLAASH Line of sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes model) ثم دمجت هذه الصور باخذ القيم العظمى لها و ذلك لغرض تقليل اثر حالات الاراضي المتروكة او غير المزروعة خلال الموسم الربيعي و اثرها على قيمة الدلائل النباتية و لتمثل الموسم الربيعي 2012 و ذلك باتباع الخطوات الاساسية التي اوردها Wu ، 2011 في برنامج ENVI 4.7.01 . و وفقاً لـ Chander و آخرون ، 2009 تم تحويل الاعداد الرقمية (Q_{cal}) في الحزمة الحرارية B_{61} الى قيم اشعاعية (L_λ) في صور Landsat و كما مبين في المعادلة (1) :

$$L_\lambda = G_{rescale} * Q_{cal} + B_{rescale} \dots \dots \dots [1]$$

و من ثم تحويل القيم الاشعاعية (L_λ) إلى صورة حرارية لسطح الأرض T مقدرة بـ(K) و كما في المعادلة (2) :

$$T = K_2 / \ln\{(k_1 / L_\lambda) + 1\} \dots \dots \dots [2]$$

جدول(2): يوضح معاملات تحويل الحزم الحرارية وفقاً لـ Chander و آخرون (2009)

Factors	Landsat 7 ETM ⁺	
	Low Gain	High Gain
$G_{rescale}$	0.067087	0.037205
$B_{rescale}$	-0.07	3.16
K_1	666.09	
K_2	1282.71	

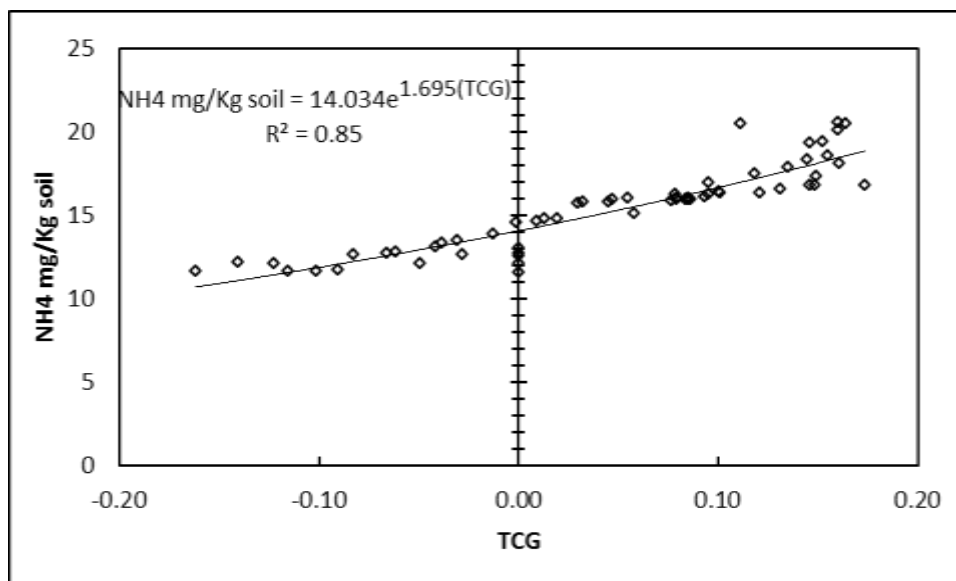
4. بناء موديلات خرائط الدراسة :

استخدم الدليل الخضري Tasseled Cap Greenness (TCG) و الصورة الحرارية لتكون دليل حرارة سطح الارض Earth Surface Temperature Index (ESTI) لبناء موديلات تنتج ادق خرائط لتمثيل النترات و الامونيوم في التربة، اذ أستخلصت قيم هذه المعايير للستين موقع باستخدام برنامج ArcGIS 9.3 . ثم اجري اختبار الانحدار البسيط باستخدام برنامج Microsoft excel بصيغ خطية و لوغارتمية و اسية بين TCG و ESTI مع النترات و الامونيوم و النتروجين الجاهز في التربة و من ثم الانحدار المتعدد في برنامج SPSS 20 بأعتماد طريقة Forward method و كما أوصى Wu ، 2011 . كما تم انتاج الخرائط بصيغتها النهائية و حساب مساحات تراكيز النتروجين الجاهز و الامونيوم و النترات في برنامج ArcGIS 9.3 .

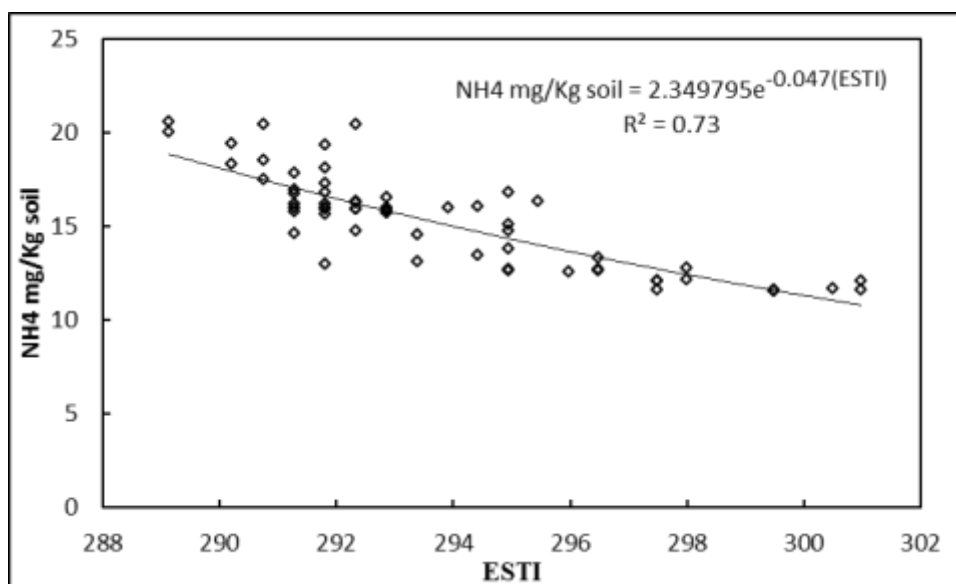
النتائج و المناقشة :

1.الموديلات :

تظهر الاشكال (2 و 3) العلاقات التنبؤية بين الامونيوم و TCG و ESTI ، اذ ان افضل صيغة للتنبؤ بالامونيوم عندما تكون العلاقة اسية بين الامونيوم المقاس في التربة و دليل TCG ، اذ بلغ معامل التحديد 0.85 . في حين اعطت العلاقة الاسية بين الامونيوم المقاس في التربة و ESTI معامل تحديد بلغ 0.73 .



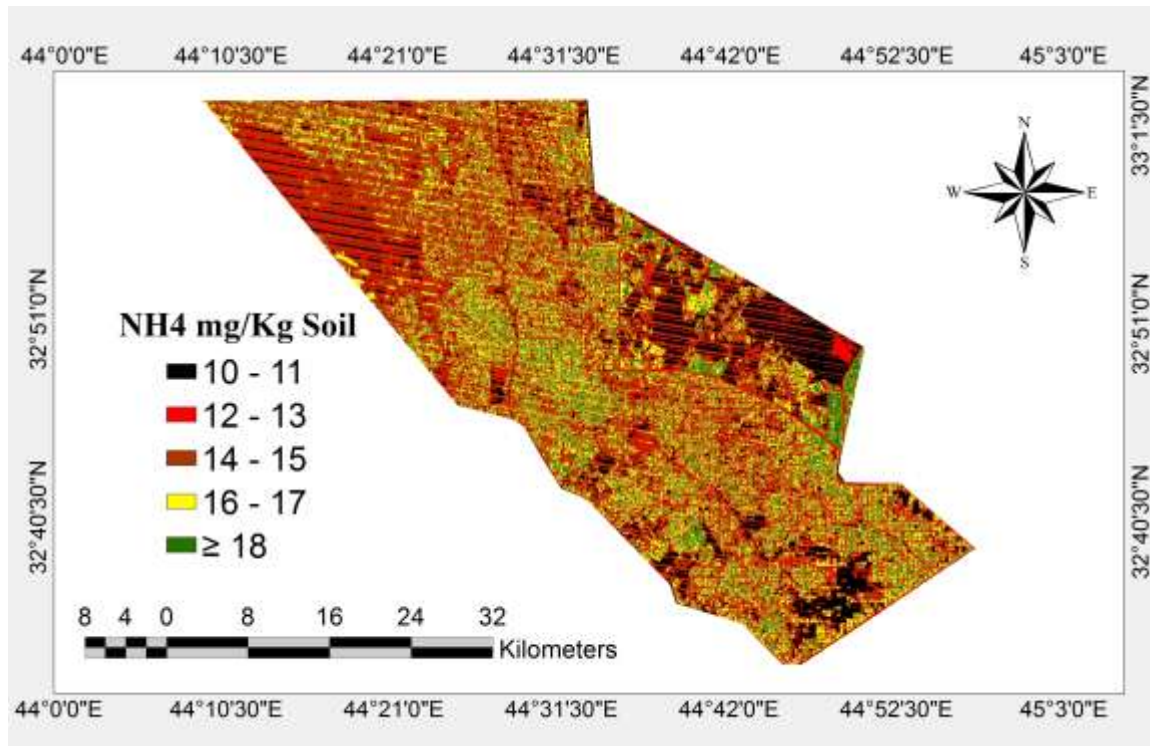
الشكل(2) : يظهر العلاقة بين NH4 و TCG .



الشكل(3) : يظهر العلاقة بين NH4 و ESTI .

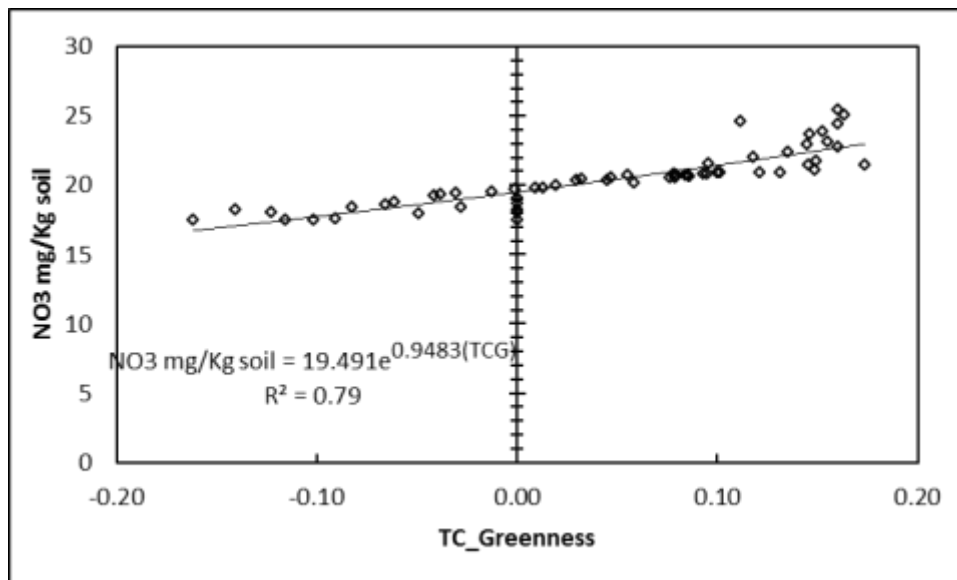
و عند تطبيق المعادلة (3) تنتج خارطة توزيع تراكيز الامونيوم في منطقة الدراسة و الموضحة في الشكل (4) .

$$\text{Pred NH4} = 415.911 + 18.561\exp(\text{TCG}) - 73.917\ln(\text{ESTI}) \quad R^2 = 0.94 \dots\dots\dots [3]$$

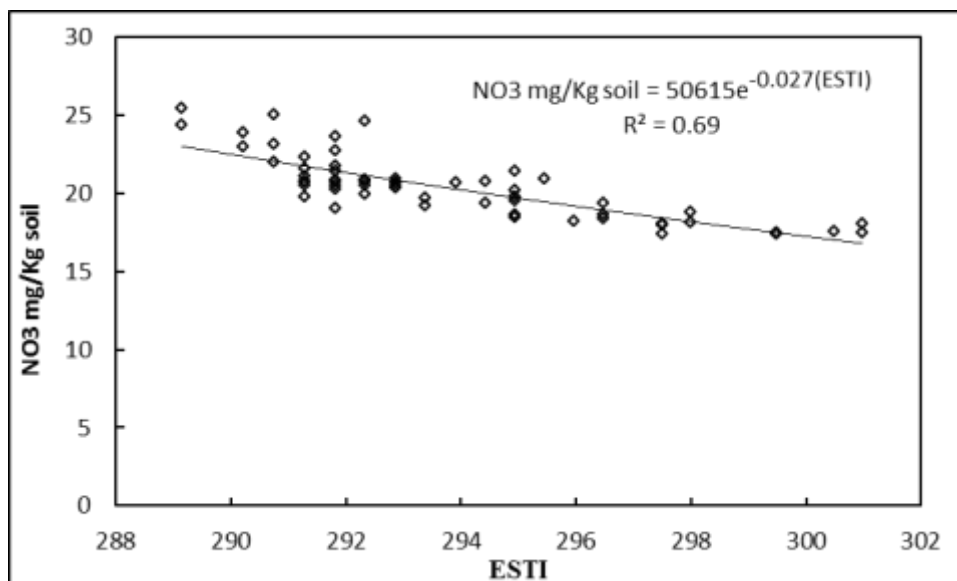


الشكل (4) : يوضح تراكيز الامونيوم في ترب منطقة الدراسة

كما تظهر الاشكال (5 و 6) العلاقات التنبؤية بين النترات و TCG و ESTI ، اذ ان افضل صيغة للتنبؤ بالنترات عندما تكون العلاقة اسية بين النترات المقاسة في التربة و دليل TCG ، اذ بلغ معامل التحديد 0.79 . في حين اعطت العلاقة الاسية بين النترات المقاسة في التربة و ESTI معامل تحديد مقداره 0.69 .

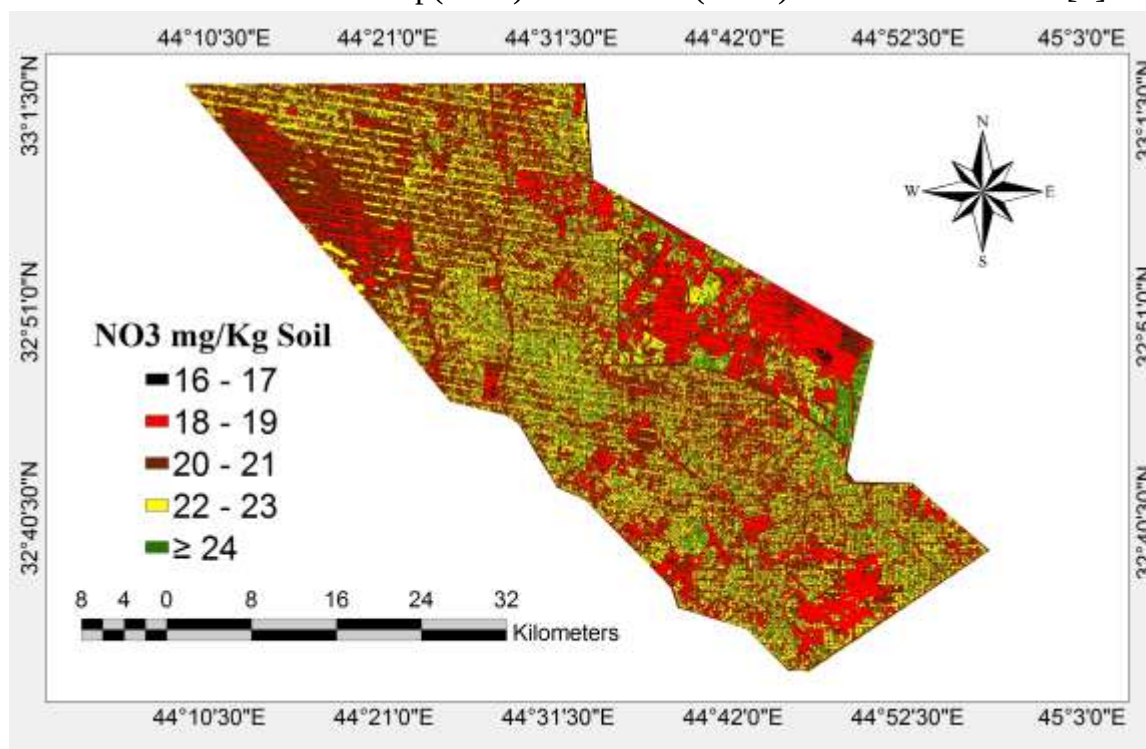


الشكل(5) : يظهر العلاقة بين NO3 و TCG .



الشكل (6) : يظهر العلاقة بين NO3 و ESTI .

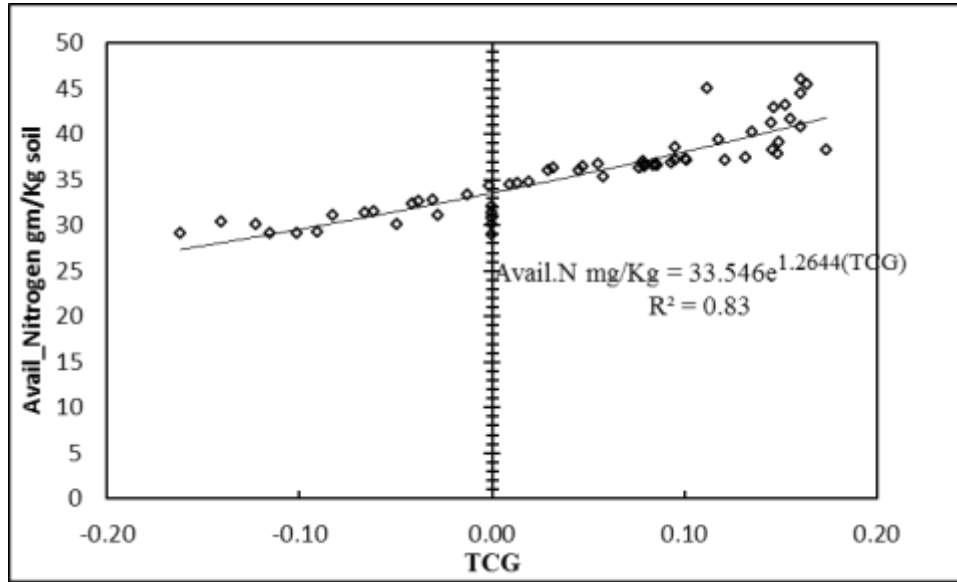
و عند تطبيق المعادلة (4) تنتج خارطة توزيع تراكيز النترات في منطقة الدراسة و الموضحة في الشكل (7) .
 Pred NO3 = 360.665 + 13.605exp(TCG) – 62.385Ln(ESTI) R² = 0.90[4]



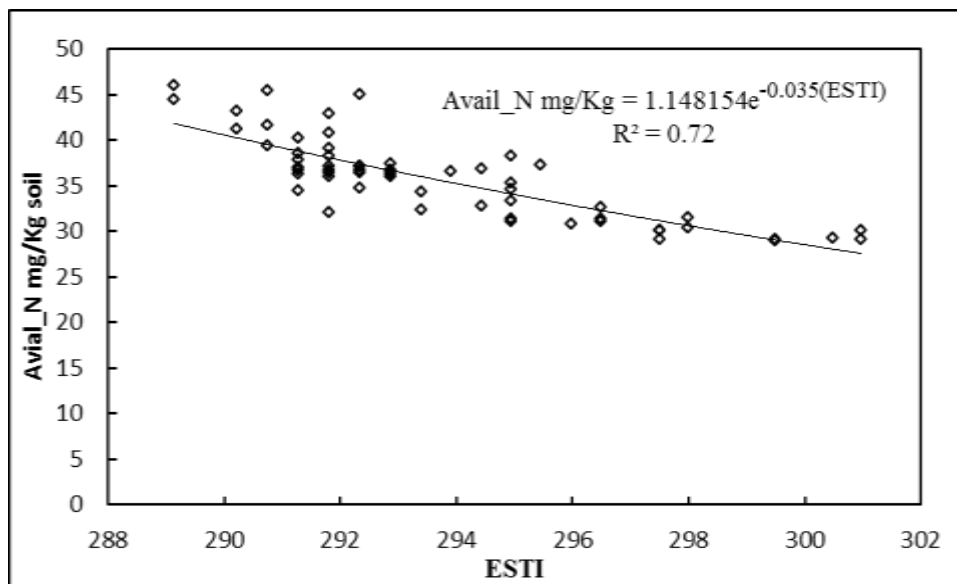
الشكل (7) : يوضح تراكيز النترات في ترب منطقة الدراسة .

كما تظهر الاشكال (8 و 9) العلاقات التنبؤية بين النتروجين الجاهز في التربة و TCG و ESTI ، اذ ان افضل صيغة للتنبؤ بالنتروجين الجاهز في التربة عندما تكون العلاقة اسية بين النتروجين الجاهز في التربة و دليل TCG

، اذ بلغ معامل التحديد 0.83 . في حين اعطت العلاقة الاسية بين النتروجين الجاهز في التربة و ESTI معامل تحديد مقداره 0.72 .



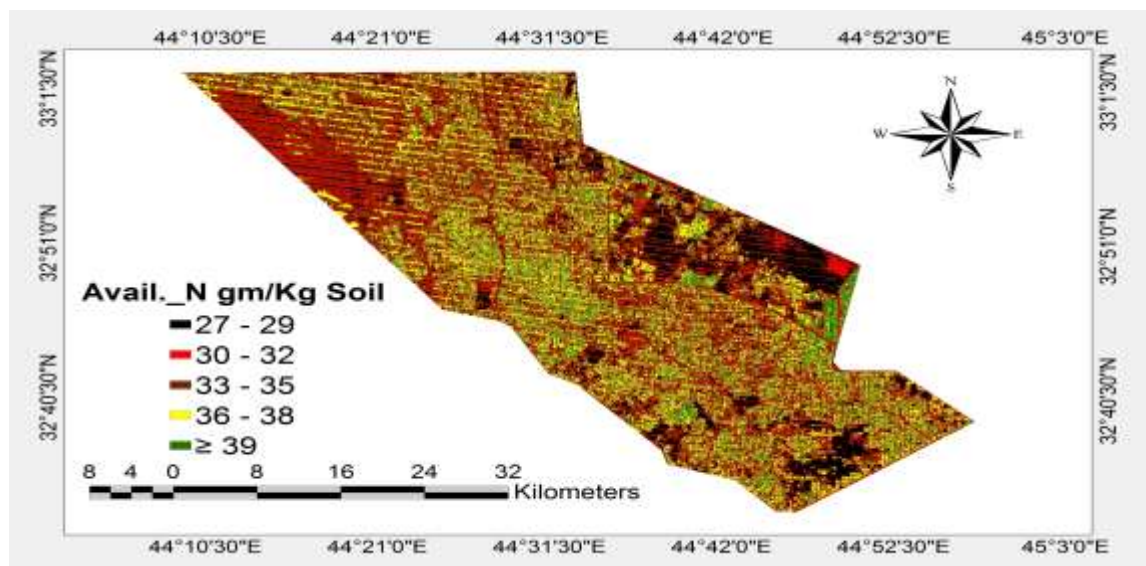
الشكل (8) : يظهر العلاقة بين النتروجين الجاهز في التربة و TCG .



الشكل (9) : يظهر العلاقة بين النتروجين الجاهز في التربة و ESTI .

و عند تطبيق المعادلة (5) تنتج خارطة توزيع تراكيز النتروجين الجاهز في ترب منطقة الدراسة و الموضحة في الشكل (10) .

$$\text{Pred Avail}_N = 776.576 + 32.167\exp(\text{TCG}) - 136.302\ln(\text{ESTI}) \quad R^2 = 0.92 \dots\dots\dots[5]$$



الشكل (10) : يوضح تراكيز النتروجين الجاهز في ترب منطقة الدراسة .

و هذه النتائج تتفق مع ما توصل Healey و آخرون ، 2005 من أهمية لـ TCG في إنتاج خرائط لتصنيف الترب المتدهورة بالنترات و تحديد اتجاه انتقالها بالرصد المستمر للمنطقة بواسطة البيانات الفضائية . و اكد Viscarra و آخرون ، 2006 امكانية التنبؤ بالنترات و الامونيوم في التربة باستخدام الدلائل الطيفية الخضرية و الحزمة الحرارية . في حين اعتمد Graeff و آخرون ، 2008 خرائط النترات في التربة المشتقة من البيانات الفضائية كمؤشر على التدهور البيئي بدرجة رئيسة و خاصة في المناطق الملحية ذات المناخ الجاف و مادة الاصل الكلسية و التي تعاني من تدهور مستمر في المحتوى العضوي في التربة. كما اشار Singh و آخرون ، 2010 بامكانية بناء موديلات خاصة باعداد خرائط تبين تراكيز الامونيوم و النترات و من ثم النتروجين الجاهز في التربة ، و خاصة عند الظروف البيئية و الجيوكيميائية المتجانسة ، اذ تمكن من تشخيص و تحديد المواقع التي تعاني تدهوراً خصوصياً في دراسته للتغايرات المكانية للنترات و ما يسببه هذا الايون من ضرر جسيم على البيئة الزراعية .

2.المساحات:

يبين الجدول (3) مساحات تراكيز الامونيوم و النترات و النتروجين الجاهز في التربة ، اذ يلاحظ انخفاض مساحة تركيز الامونيوم بين 16-17 و كذلك التي تزيد عن 18 ملغم.كغم⁻¹ الى 11.43% من مساحة منطقة الدراسة في حين ازدادت مساحة النترات بين 22-23 و كذلك التي تزيد عن 24 ملغم.كغم⁻¹ الى 58.11% من مساحة منطقة الدراسة . كما انعكست هذه الفجوة بين التركيزين سلباً على تركيز النتروجين الجاهز في التربة ، اذ انخفضت مساحة التركيز بين 36-38 و كذلك التي تزيد عن 39 ملغم.كغم⁻¹ الى 20.27% من مساحة منطقة الدراسة . ان تفسير هذا التباين يتأثر بدرجة رئيسة بملوحة التربة و نسبة كاربونات الكالسيوم و المادة العضوية ، و العلاقات بين هذه الصفات موضحة في الجدول (4) و تفسيرها ان زيادة ملوحة التربة و كاربونات الكالسيوم تؤثر سلباً في تركيز الامونيوم كونها تحد من فعالية بكتريا النتجة مما يسمح بتفكك الامونيوم و من ثم تطايره بصورة امونيا مما يقلل من فرص تحولها الى النترات و من ثم ينخفض تركيز النتروجين الجاهز في التربة ، اذ ان التراكيز العالية من الامونيوم تؤثر معنوياً في زيادة النترات ، اذ بين Anggria و آخرون ، 2012 ان ازدياد الفجوة بين الامونيوم و النترات هو مؤشر مهم لرصد تدهور خصوبة ، اذ تساعد الظروف الموقعية و المتمثلة بمادة الاصل الرسوبية ذات المحتوى العالي من كاربونات الكالسيوم ، فضلاً عن انخفاض المحتوى الرطوبي في التربة بفعل المناخ الجاف على زيادة معدل تطاير الامونيوم في التربة و توفر مقدار من الاوكسجين في مسام التربة ينشط بكتريا النتجة التي تحول الامونيوم الى نترات ، اذ تتطلب بكتريا النتجة مصدراً مستمراً للاوكسجين ، كما تساعد هذه الظروف على

أكسدة المادة العضوية في التربة و تحليلها و من ثم فقدان اهم مصدر للنيتروجين الجاهز في التربة . كما تتفق هذه النتيجة مع Solhi و اخرون ، 2012 ، اذ اشرى ارتفاع تراكيز النترات في الترب الملحية الكلسية قياساً بتراكيز الامونيوم و حذر من خطورة تحرك النترات في هذه الترب الى الماء الارضي القريب من سطح التربة ، و ان العودة الى الاتزان بين تركيزي الامونيوم و النترات في ظروف الترب الملحية يتطلب ادارة رشيدة لعملية التسميد و اتباع طرق ري اكثر اقتصادية مع نوعية مياه جيدة بغية تحديد تركيز النترات و جعلها متزنة مع الامونيوم في الترب الملحية و ضمن حدود المنطقة الجذرية .

جدول (3) يبين مساحات تراكيز الامونيوم و النترات و النتروجين الجاهز في منطقة الدراسة .

NH4 mg.Kg ⁻¹	Area		NO3 mg.Kg ⁻¹	Area		Avail_N mg.Kg ⁻¹	Area	
	hectares	%		hectares	%		hectares	%
10_11	19808.72	11.18	16_17	2650.45	1.50	27_29	10878.82	6.14
12_13	77364.53	43.68	18_19	21219.39	11.98	30_32	57856.87	32.66
14_15	59706.32	33.71	20_21	49980.78	28.22	33_35	72486.87	40.92
16_17	16148.13	9.12	22_23	60763.18	34.31	36_38	23469.64	13.25
≥ 18	4095.73	2.31	≥ 24	42509.62	24.00	≥ 39	12431.21	7.02
Σ	177123.42	100.00	Σ	177123.42	100.00	Σ	177123.42	100.00

جدول (4) يبين علاقات الارتباط بين النتروجين الجاهز في التربة و الامونيوم و النترات و بعض صفات التربة الكيميائية .

	Avail_N	NH4	NO3	Ec	Lime	O.M.
Avail_N	1					
NH4	0.98**	1				
NO3	0.99**	0.98**	1			
Ec	- 0.82**	- 0.83**	- 0.80**	1		
Lime	- 0.89**	- 0.90**	- 0.87**	0.97**	1	
O.M.	0.99**	0.99**	0.98**	- 0.82**	- 0.79**	1
**Correlation is significant at the 0.01 level.						

أن نتائج هذه الدراسة تؤشر امكانية الاستفادة من بيانات التحسس النائي في اعداد خرائط للنترات و الامونيوم و النتروجين الجاهز في التربة مع امكانية رصد التغير الزماني و المكاني للتركيز بصورة اكثر عملية من المسح الحقلية و بما يلائم سرعة التحول بين صور النتروجين الجاهز في التربة .

المصادر :

- Akter , M.S. , M.A.Matin , M.F.Hossain , U.K.Majunder and S.C.Halder .2003.Effect of tillage practices and nitrogen rates on the nitrogen content and nitrogen uptake in rice yar binasail . Pakistan Journal of Biological Sciences . 6(14) : 1202 – 1204 .
- Anggria , L . , A. Kasno and S. Rochayati . 2012 . Effect of organic matter on nitrogen mineralization in flood and dry soil . ARPN Journal of Agricultural and Biological Science . Vol.7(8) : 586 – 590 .

- Black, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Part 1 Physical Properties. Am. Soc. Agron. Madison. Wisconsin, USA.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2004. Elements of the nature and properties of soils 2nd edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Chander, G., B. L., Markham and D. L. Helder. (2009). Summary of Current Radiometric Calibration Coefficient for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-1 ALI Sensors. Remote Sensing of Environment. 113: 893-903.
- Gmur, S. D. Vogt, D. Zabowski and L. M. Moskal. Hyperspectral Analysis of soil nitrogen, carbon, carbonate and organic matter using regression tree. Sensors. 12: 10639 – 10658.
- Graeff, S., J. Pfenning, W. Claupein and H. P. Libig. 2008. Evaluation of image analysis to determine the N-fertilizer demand of broccoli plants (*Brassica oleracea* convar. botrytis var. italica). Adv. Opt. Technol.: 1 – 8.
- Healey, S.P., W.B. Cohen, Y. Zhiqiang and O. N. Karankina. 2005. Comparison of Tasseled Cap based Landsat structure for use in forest disturbance detection. Remote Sensing of Environment. 97: 301 – 310.
- Hesse, P. R. (1971). A text Book of Soil Chemical Analysis. John Murray. LTD. London, British.
- Jackson, M. L., S.L. Tyler, A.L. Willuims, G. A. Bourbear and R. P. Pennigton. (1958). Weathering Sequence of clay Size minerals in soil and Sediment J. phys. co 11 chems. 52.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Kenney. (1982). Methods of Soil Analysis Part (2). 2nd ed. Agronomy 9 Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.
- Singh, K.N., A. Rathor, A.K. Taripathi, A.S. Rao and S. Khan. 2010. Soil Fertility mapping and its validation using spatial prediction Technique. Agricultural Statistics. 64(3): 359 – 365.
- Solhi, S., M. Solhi, A. Sief, A. Aghakhani, S. Farhad and J. Abedi-Khoupai. 2012. Effect of nitrogen fertilizers on nitrate leaching from a saline soil profile under corn and barley cultivation. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol.3(3):563 – 567.
- Viscarra, R., A. D. Walvoort and A. McBratney. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma 131 (1-2), 59-75.
- Wu, W. 2011. Atmospheric Correction for Landsat Data – Material for remote sensing training. ICARDA. w.wu@cgiar.org.
- Xu, L. and J. E. Penner. 2012. Global simulation of nitrate and ammonium aerosols and their radiative effects. Atmos. Chem. Phys. 12: 9479 – 9504.