

تطبيق طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighting) في تخطيط بعض الخصائص الكيميائية للتربة في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس

مختار محمود العالم*، يونس ضو الزليط، أسماء علي القماطي

جامعة طرابلس - كلية الزراعة - قسم التربة والمياه

M.Elaalem@uot.edu.ly

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2020.v02.01.01>

استلم البحث في 2020 /8/10 وأجيز البحث في 2020/9/8

الملخص

لقد تم في هذه الدراسة تخطيط الاختلافات المكانية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Distance Inverse Weighting) (IDW) لبعض خصائص التربة الكيميائية، وهي نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) ونسبة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) ودرجة تفاعل التربة (pH) ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) والجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس، في شمال شرق ليبيا، تم في هذا البحث استخدام بيانات 220 قطاع تربة ممثل موزعة عشوائياً، بحيث تم استخدام بيانات 198 قطاع تربة ممثل في بناء قاعدة بيانات التربة ومن ثم في التنبؤ المكاني لخصائص التربة الكيميائية المشار إليها، بينما استخدمت بيانات 22 قطاع تربة ممثل اختيرت عشوائياً لم تدخل في عملية بناء قاعدة البيانات التي استخدمت في إنتاج الخرائط، وذلك من أجل تقييم النتائج المتحصل عليها في عملية التقدير المكاني للخواص المدروسة.

أظهرت النتائج إمكانية استخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية (IDW) في تخطيط الخصائص الكيميائية المدروسة في هذه الدراسة؛ لأنها أعطت نتائج يمكن الوثوق بها، وهذا ما أظهرته معايير الجودة والمتمثلة في قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) ومعامل التحديد (R^2) لكل من ESP و CaCO_3 و pH و EC و $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، حيث تراوحت هذه القيم 0.157 و 0.54 و 0.045 و 0.027 و 0.008 و 0.94 و 0.88 و 0.86 و 0.85 و 0.83، على التوالي، خلصت هذه الدراسة إلى إمكانية استخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية (IDW) في التخطيط والتتبع المكاني لخصائص التربة المختلفة في منطقة الدراسة والمناطق المشابهة، ومن ثم إنتاج الخرائط التفسيرية لهذه الخصائص، كما توصي هذه الدراسة أيضاً بتحديث البيانات المتوفرة عن قطاعات التربة المثلثة في منطقة الدراسة وذلك لإمكانية تتبعها زمنياً في دراسات مستقبلية أخرى.

الكلمات المفتاحية: التتبع المكاني - مقلوب المسافة الوزنية - قطاع التربة الممثل - عين حزام - قرية بطة - تاكنس.

1. المقدمة

إن دراسة التباين المكاني باستخدام طرق الإحصاء المكاني في تخطيط خصائص التربة (الطبيعية والكيميائية) في بيئة نظم المعلومات الجغرافية أمكن الاستفادة منه في تطوير النماذج المستخدمة في دراسة صفات التربة وفي عملية إعداد خرائط التربة الغرضية المختلفة (Bekele و Hudnall، 2006)، إن الغرض الأساسي من دراسة التباين المكاني لخصائص التربة المختلفة هو الحصول على تفسير منطقي لهذه التباينات المكانية، وبالتالي إمكانية التنبؤ بقيم خواص التربة المختلفة عند المواقع التي لم

تؤخذ منها عينات التربة حقلية (De la Rosa، 1979 وBurrough، 1989 وWhite وآخرون، 1997 وTalkkari وآخرون، 2002).

أتاحت برمجيات نظم المعلومات الجغرافية طرقاً عدة لدراسة التباين المكاني الموجود في خصائص التربة المختلفة، حيث أثبتت هذه الطرق فعاليتها في تفسير التنبؤ المكاني لخصائص التربة المختلفة، فلقد استخدمت هذه الطرق على نطاق واسع من قبل مختصي علم التربة، ومنهم على سبيل المثال لا للحصر (Burrough، 1993 وFahad وآخرون، 1993 وUsowicz وآخرون، 2004 وCorwin and Lesch، 2005 وSantra وآخرون، 2008 وCamachu وآخرون، 2009 وHosseini وآخرون، 2009 والعالم، 2017)

أثبتت طريقة مقلوب المسافة الوزنية وطريقة كريكينج جودتها في التنبؤ المكاني للمواقع التي لم تؤخذ منها عينات، وأظهرت هذه الطرق دقتها وجودتها، حيث أشار العالم (2017) إلى عدم قدرة طريقة كريكينج في الحصول على اعتمادية مكانية مقبولة لتخطيط الخواص الكيميائية والمتمثلة في نسبة الصوديوم المتبادل ESP والسعة التبادلية الكاتيونية CEC وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$ لبعض ترب منطقة سهل الجفارة (طرابلس، وادي المجين، بن غشير). كما أوصى العالم (2017) باستخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية في تتبع المكاني لخصائص التربة وذلك لسهولة استخدامها، وهذا ما بينته قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ لخصائص التربة الكيميائية لبعض ترب منطقة سهل الجفارة، كما أشار Gotway وآخرون (1996) إلى أن استخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية أمكن من خلالها دراسة التباين المكاني لكل من المادة العضوية وتركيز النترات في التربة، وأن نتائج هذه الطريقة ذات جودة ودقة عاليتين مقارنة بطريقة كريكينج، وذلك وفقاً لقيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ كمؤشر لتقييم جودة خرائط التنبؤ المكاني لكل من المادة العضوية والنترات في التربة. وبين Warrick وآخرون (1980) وجبير (2013) أن طريقة كريكينج تعطي نتائج جيدة عندما تكون البيانات مرحلية وموزعة توزيعاً طبيعياً، شريطة أن يطبق هذا الأسلوب على مساحة محددة بين القيم وإلا سوف يعطي نتائج غير مقبولة.

إن دراسة التباين أو التوزيع المكاني لخصائص التربة لم تستخدم إلا على نطاق محدود جداً على المستوى المحلي، وبالتالي فإن هذه الدراسة تهدف إلى اختبار طريقة مقلوب المسافة الوزنية (IDW) في تخطيط كل من نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) ونسبة كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ودرجة تفاعل التربة (pH) ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) والجبس ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) في التربة لبعض من لوحات التربة شبه التفصيلية في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس، والمنجزة بواسطة شركة سلخوزبروم اكسبورت Solkhozprom Export في سنة 1980.

2. المواد وطرق البحث

1.2. طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighting)

تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من البيانات المقاسة في نقاط محددة في المنطقة من أجل حساب بيانات مطلوبة في نقاط لا تتوفر فيها أية قياسات، حيث تؤثر بيانات كل نقطة معلومة بشكل أكبر كلما كانت قريبة من النقطة التي لا تتوفر فيها قياسات ويقل تأثيرها كلما ابتعدت عنها، أي أن كل نقطة معلومة يكون لها وزن معين يدخل في الحساب، والمعادلة العامة المستخدمة في طريقة IDW هي:

$$(1) \quad Z^*(u) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(u_i)$$

$$(2) \quad \lambda_i = \frac{\left[\frac{1}{d_i^p} \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad (i = 1, \dots, n)$$

حيث تمثل d_i المسافة بين النقطة المراد تقدير قيمة الخاصية عندها والنقطة المعلومة i ، $Z^*(u)$ النقطة المراد تقدير الخاصية عندها، $Z(u_i)$ النقطة المعلوم عندها قيمة الخاصية، و i ترمز للنقطة، و p أس المسافة لتحديد الوزن، λ معامل الوزن على أساس المسافة، تتلخص فكرة الوزن في إعطاء أوزان خاصة للنقطة عند حساب المركز المتوسط، حيث أن الأوزان لا تعتمد فقط على المسافة الفاصلة بين النقاط، إنما تعتمد أيضاً على التوزيع المكاني لهذه النقاط، والذي يعتمد بدوره على الارتباط الذاتي بين النقاط، ومن عيوب هذه الطريقة أن الخرائط المنتجة أنها تنتج ما يشبه العيون الكروية أو ما يعرف باسم (Bulls eyes) (Burrough, 1993).

يجب أن تكون البيانات المستخدمة في هذه الطريقة في صورة نقطية أو شبكية، وأن تكون البيانات مستمرة، ولا بد أيضاً من معرفة الهدف من الحصول على السطح الرياضي، ومعرفة قيمة الظاهرة المدروسة في مناطق غير مقاسة، وإعطاء حس مكاني للظاهرة التي يتم دراستها، كما يجب أن تكون كافة القيم المتوقعة محصورة ضمن مجال الحدين الأعلى والأدنى في العينة (العالم، 2017).

توفر طريقة IDW، من خلال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية أسلوباً إحصائياً لتقييم النتائج المستنبطة، وذلك من خلال حساب متوسط الخطأ المطلق (MAE) (Mean Absolute Error) والجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (Root Mean Square Error) (RMSE)، حيث تشير قيم MAE و RMSE الأقرب إلى الصفر إلى أن التنبؤات أكثر دقة وثقة، ويمكن حساب كل من MAE و RMSE من المعادلة الرياضية التالية:

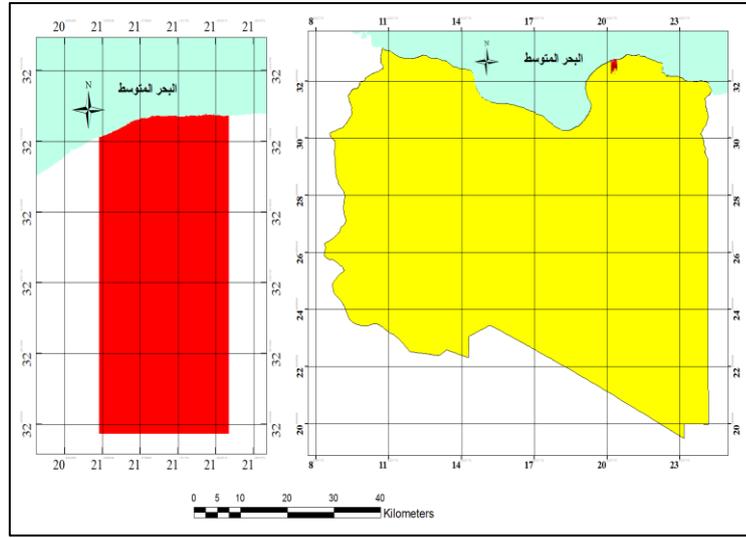
$$(3) \quad RMSE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\chi_{pi} - \chi_m)^2 \right)^{0.5}$$

$$(4) \quad MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z^*(\chi_p) - Z(\chi_m)|$$

حيث تمثل n عدد البيانات أو القطاعات، χ_{pi} تمثل القيمة المقدرة (المتنبأ بها) للخاصية المدروسة، χ_m تمثل القيمة المقاسة للخاصية المدروسة، Z^* النقطة المراد تقدير الخاصية عندها.

2.2. الوصف العام لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق المنطقة الشمالية الشرقية من ليبيا وتضم لوحات عين حزام، وقرية بطة، وتاكنس، وتقدر المساحة الكلية لمنطقة الدراسة بحوالي 195000 هكتار وعرض 23.609 كيلومتر، أشارت الدراسة التي قامت بها شركة سلخوزبروم إكسبورت (Solkhodzprom Export، 1980) إن منطقة الدراسة بها العديد من الترب وهي Rendzina وYellow Fernsiaallitic Soils وRed Fernsiaallitic Soils وBrown arid Soils وSolonchaks وSialitic cinnamon soils وReddish brown arid Soils وCrusts Soils، والشكل 1 يبين الموقع العام لمنطقة الدراسة.



شكل (1) الموقع العام لمنطقة الدراسة

3.2. البيانات المستخدمة في الدراسة

تم تجميع عدد من البيانات لتأسيس قاعدة بيانات مكانية وغير مكانية لمنطقة الدراسة، والبيانات تشمل الآتي:

1.3.2. خريطة التربة الرقمية لمنطقة الدراسة

تم الحصول على خريطة التربة الرقمية للوحات عين حزام، وقرية بطة، وتاكنس، بمقياس رسم 1 إلى 50000 (مشروع التخریط الزراعي، 2006).

2.3.2. خريطة مواقع قطاعات التربة

تم الحصول على خرائط مواقع القطاعات الممثلة للوحات عين حزام، وقرية بطة، وتاكنس، في صورة ورقية (غير الرقمية) بمقياس رسم 1 إلى 50000 (مشروع التخریط الزراعي، 2006).

3.3.2. تقرير التربة شبه التفصيلية للوحات المدروسة

تم الحصول على تقارير التربة للوحات عين حزام، قرية بطة، تاكنس (مشروع التخریط الزراعي، 2006)، احتوت هذه التقارير على كافة خواص التربة الطبيعية والكيميائية والغذائية وغيرها من الخصائص الأخرى.

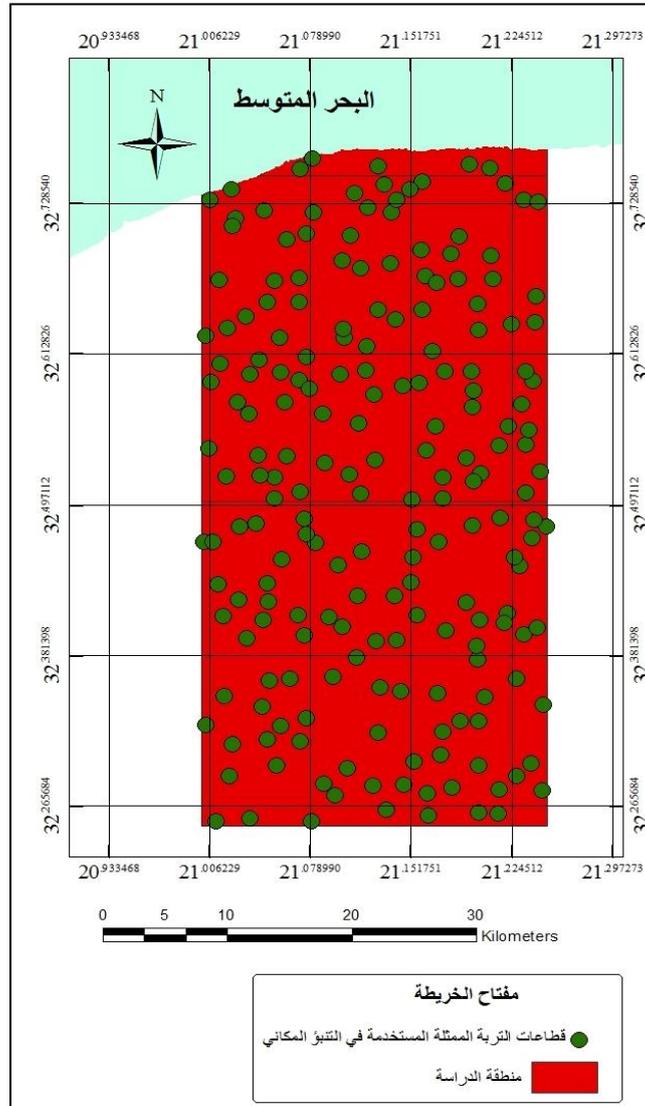
3. تطبيق طريقة مقلوب المسافة الوزنية في منطقة الدراسة من خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية

1.3. مرحلة التصحيح الجغرافي للخرائط

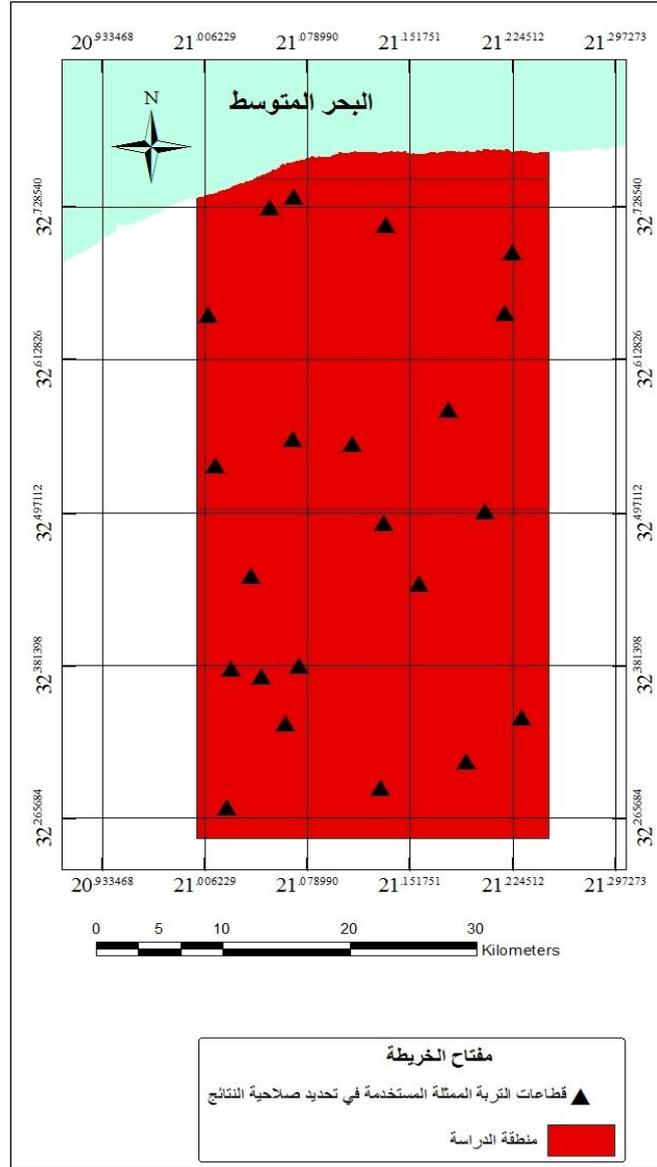
تم خلال هذه المرحلة التصحيح الجغرافي للخرائط الورقية الخاصة بمواقع قطاعات التربة الممثلة في منطقة الدراسة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

2.3. مرحلة إدخال البيانات المكانية

تم خلال هذه المرحلة إدخال الإحداثيات السينية والصادية لعدد 220 قطاع تربة ممثل (198 قطاع تربة ممثل استخدمت في تخطيط الخصائص الكيميائية المشار إليها سابقاً، بينما 22 قطاع تربة ممثل المتبقية استخدمت لاحقاً في تقييم خرائط التنبؤ المكاني الخرائط للخصائص المدروسة لمنطقة الدراسة) في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، والشكل 2 يوضح عدد 198 قطاع تربة ممثل استخدمت في تخطيط الخصائص الكيميائية، بينما الشكل 3 يبين عدد 22 قطاع تربة ممثل استخدمت في تقييم خرائط التنبؤ المكاني.



شكل (2) قطاعات التربة الممثلة المستخدمة في تخطيط الخصائص الكيميائية لمنطقة الدراسة



شكل (3) مواقع قطاعات التربة الممثلة المستخدمة في تقييم خرائط التنبؤ المكاني للخصائص

3.3. مرحلة إدخال البيانات غير المكانية

تم خلال هذه المرحلة إدخال كافة بيانات خصائص التربة الكيميائية المستهدف تخطيطها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية، وهذ الخواص تشمل نسبة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) (%)، نسبة الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)، نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) (%)، درجة التوصيل الكهربائي (EC) (ديسيسيمنز/متر)، درجة تفاعل التربة (pH).

4.3. مرحلة تصنيف البيانات

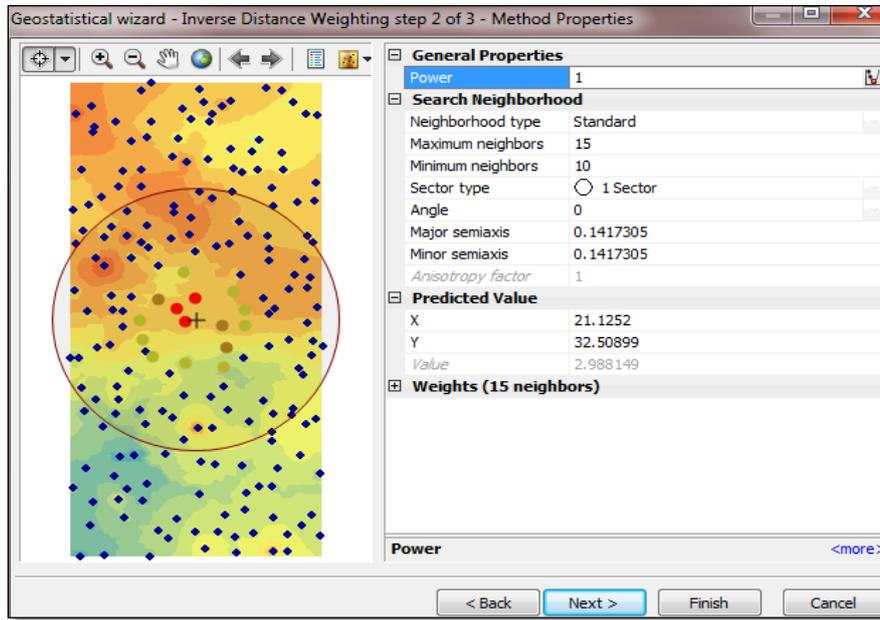
تم خلال هذه المرحلة تصنيف وحساب البيانات لكافة الخصائص الكيميائية المدروسة (درجة التوصيل الكهربائي، كربونات الكالسيوم الكلية في التربة، درجة تفاعل التربة، نسبة الصوديوم المتبادل، نسبة الجبس في التربة) وفق نظام تصنيف التربة الأمريكي (Soil Survey Staff، 1993) بناء على المتوسط الموزون للتربة (العمق المؤثر).

5.3. مرحلة تخزين البيانات غير المكانية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية

تم في هذه المرحلة حفظ البيانات الموجودة في إكسل في ملفات بامتداد CSV، ومن ثم ربطها في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بخريطة تصنيف التربة.

6.3. مرحلة إنتاج خرائط التنبؤ المكاني للخصائص المدروسة باستخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية

خلال هذه الطريقة تم اختبار قيم أسية مختلفة ما بين (1 - 100)، وذلك للتنبؤ بالتوزيع المكاني لخصائص التربة الكيميائية المدروسة، وذلك بالاعتماد على 198 قطاع تربة ممثل، إن الغرض الأساسي من هذه العملية هو الحصول على أفضل قيم أسية (Best Power) تنتج خرائط متنبأً بما ذات قيم منخفضة من متوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE) تكون مقبولة، والشكل 4 يبين كيفية اختبار قيم أسية مختلفة وفقاً لبيئة نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة.



شكل (4) اختبار قيم أسية مختلفة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية

7.3. مرحلة تقييم نتائج خرائط التنبؤ المكاني للخصائص الكيميائية المدروسة

تم تحديد صلاحية خرائط التوزيع المكاني في هذه الدراسة باستخدام 22 قطاع تربة ممثل (10% من القطاعات الموجودة في منطقة الدراسة) اختيرت عشوائياً ولم يتم استخدامها مطلقاً في التنبؤ المكاني لخصائص التربة المدروسة، والذي تم من خلاله تحديد النماذج المعتمدة، حيث أجريت في هذه المرحلة مطابقة البيانات المقاسة لعدد 22 قطاع تربة ممثل مع خرائط التنبؤ المكاني للخصائص (القيم المتنبأ بها)، إن عملية مطابقة بيانات 22 قطاع تربة ممثل (بيانات مقاسة) مع خرائط التنبؤ المكاني سوف تفيد من تحديد القيمة المقاسة (22 قطاع) والمتنبأ بها لكل من خرائط ESP و $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و CaCO_3 و EC و pH عند نفس المواقع، حيث تم استخدام تقنية تحليل الانحدار بين القيم المقطرة والقيم التجريبية والحصول على قيم معامل التحديد لتقدير دقة القيم المتحصل عليها من طريقة IDW على النحو التي توضحه المعادلة رقم (5)

$$(5) \quad y = \alpha x$$

حيث تمثل قيم α قيمة ميل العلاقة بين القيمة المقاسة للخاصية المدروسة (x) والقيمة المقدرة (y) باستخدام (IDW). وتبين المعادلة أنه عند تساوي القيمة المقاسة للخاصية المدروسة (x) مع القيمة المقدرة باستخدام (IDW)، فإن قيمة الميل (α) تساوي واحد، كما تشير قيم معامل التحديد (R^2) المتحصل عليه من استخدام تقنية تحليل الانحدار إلى مقدرة المعادلة (5) على تفسير التغير في القيم المقدرة باستخدام (IDW) الناشئ عن التغير في القيم المقاسة، وتشير قيم α القريبة من الواحد إلى ارتفاع دقة تقديرات المعادلة (5).

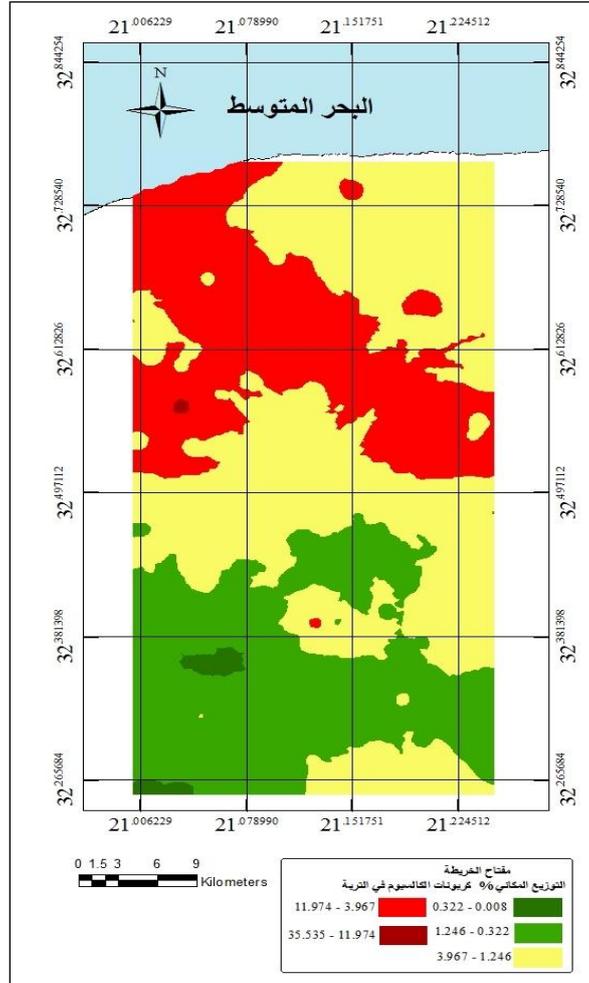
4. النتائج والمناقشة

1.4. نتائج تخريط كربونات الكالسيوم (%)

أظهرت النتائج الإحصائية للحصول على أفضل قيم أسية لتخريط خاصية كربونات الكالسيوم (جدول 1) أن خريطة التوزيع المكاني لخاصية CaCO_3 (الشكل 5) يمكن الوثوق بها، وذلك وفقاً لقيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)، كما يتبين من الشكل 5 أن منطقة الدراسة تم تخريطها إلى خمسة مستويات وهي 0.008-0.322، 0.322-1.246، 1.246-3.967، 3.967-11.974، و11.974-35.535، فكانت أغلب الترب ذات توزيع مكاني في حدود 1.246-3.967 وأقلها في حدود 11.974-35.535.

جدول (1) النتائج الإحصائية لتخريط خاصية كربونات الكالسيوم (%)

أفضل أس (Best Power)	قيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)	الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)
1.0	0.036	0.476



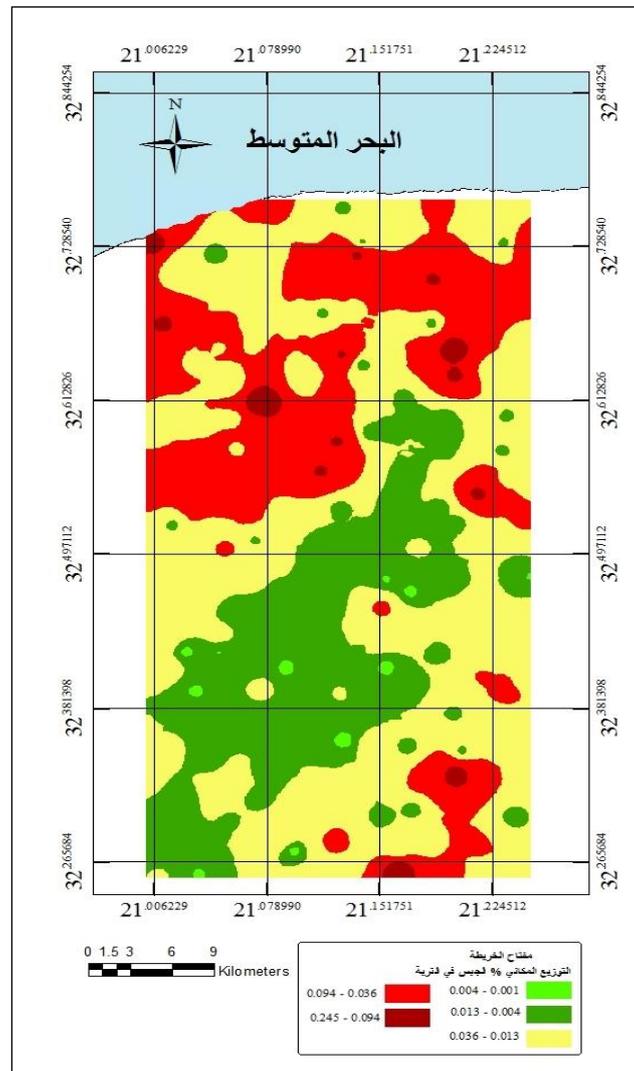
شكل (5) التوزيع المكاني لكاربونات الكالسيوم (%)

2.4. نتائج تخريط الجبس (%)

يتضح من النتائج الإحصائية للحصول على أفضل قيم أسية لتخريط التوزيع المكاني لخاصية الجبس (جدول 2) أن التوزيع المكاني لهذه الخاصية (الشكل 6) يمكن الوثوق بها، وهذا ما أظهرته قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)، كما يتضح من الشكل 6 أن منطقة الدراسة تم تخريطها إلى خمسة حدود وهي 0.004 - 0.001 و 0.013 - 0.004 و 0.036 - 0.013 و 0.094 - 0.036 و 0.245 - 0.094. كما يتبين أن أجزاء كبيرة من منطقة الدراسة صنفت في مستوى من الجبس ما بين 0.036 - 0.013 وأقلها في حدود 0.004 - 0.001.

جدول (2) النتائج الإحصائية لتخريط خاصية الجبس (%)

أفضل أس (Best Power)	قيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)	الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)
2.091	0.001	0.034



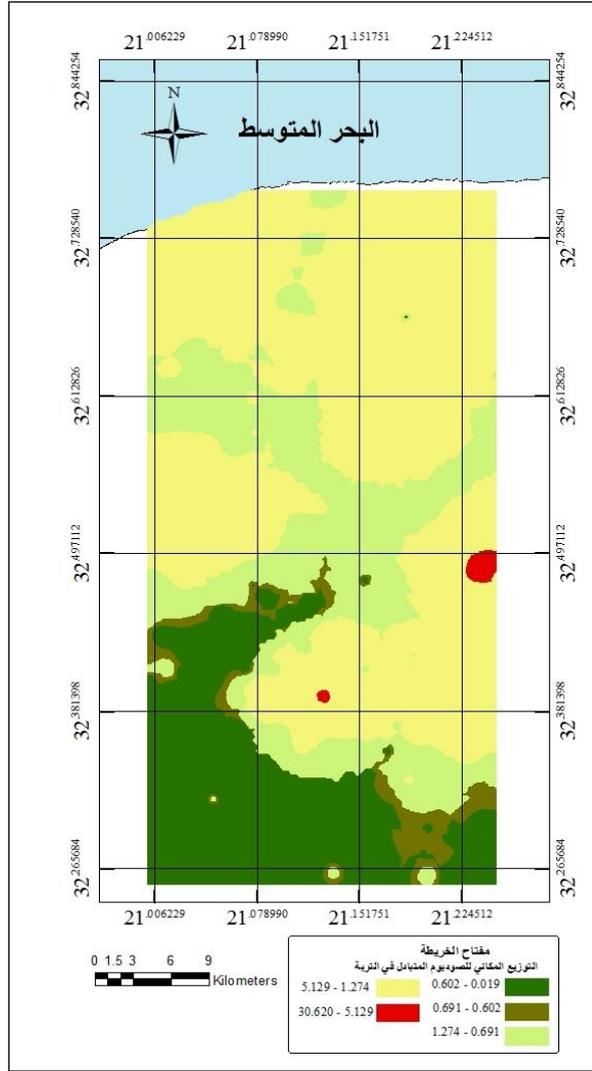
شكل (6) التوزيع المكاني لخاصية الجبس (%)

3.4. نتائج تخريط الصوديوم المتبادل (%)

يظهر من النتائج الإحصائية للحصول على أفضل قيم أسية لتخريط التوزيع المكاني لخاصية الصوديوم المتبادل (جدول 3) أن التوزيع المكاني للصوديوم المتبادل (الشكل 7) يمكن الوثوق بها، وهذا ما أوضحته قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)، كما يتبين من الشكل 7 أن منطقة الدراسة تم تخريطها إلى خمسة مستويات تصنيفية وهي 0.019 - 0.602 و 0.602 - 0.691 و 0.691 - 1.274 و 1.274 - 5.129 و 5.129 - 30.620، وأن أغلب أجزاء منطقة الدراسة كانت في حدود 5.129 - 1.274 وأقلها في حدود 5.129 - 30.620.

جدول (3) النتائج الإحصائية لتخريط خاصية الصوديوم المتبادل (%)

أفضل أس (Best Power)	قيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)	الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)
1.0	0.018	0.273



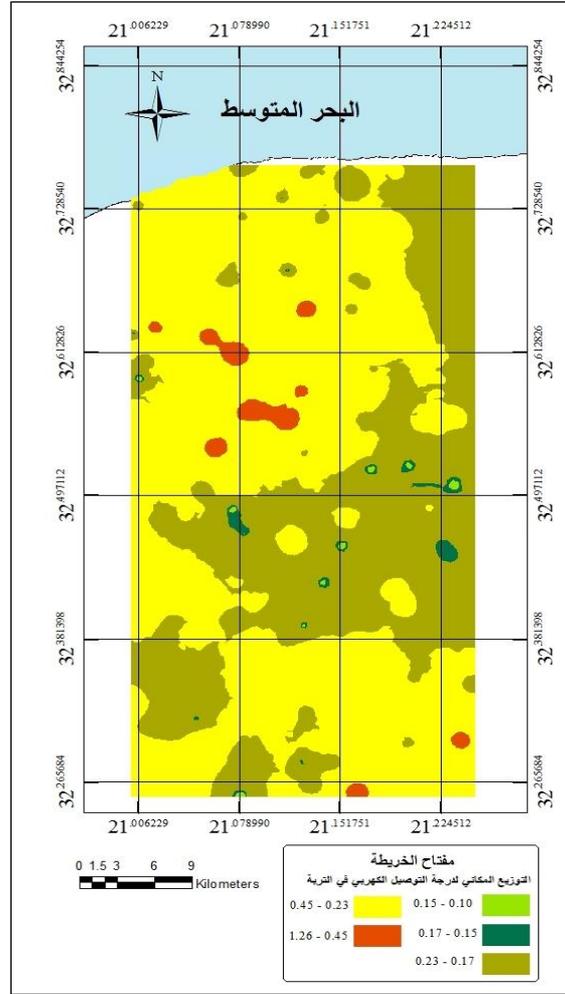
شكل (7) التوزيع المكاني لخاصية الصوديوم المتبادل

4.4. نتائج تخريط درجة التوصيل الكهربائي للتربة (ديسيسيمنز/ متر)

يتبين من النتائج الإحصائية للحصول على أفضل قيم أسية لتخريط التوزيع المكاني لخاصية درجة التوصيل الكهربائي (جدول 4) أن التوزيع المكاني للصوديوم المتبادل (الشكل 8) يمكن الوثوق بهما، وهذا ما أظهرته قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)، كما يتبين من الشكل 8 أن منطقة الدراسة تم تخريطها إلى خمسة حدود وهي 0.15 - 0.10 و 0.17 - 0.15 و 0.23 - 0.17 و 0.45 - 0.23 و 1.26 - 0.45 وأن أغلب أجزاء منطقة الدراسة كانت في حدود 0.45 - 0.23 وأقل أجزاء منطقة الدراسة كانت في حدود 0.15 - 0.10.

جدول (4) النتائج الإحصائية لتخريط خاصية درجة التوصيل الكهربائي دي سي سي م ن ز / متر

أفضل أس (Best Power)	قيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)	الجذر التربيعي متوسط مربع الخطأ (RMSE)
1.126	0.003	0.201



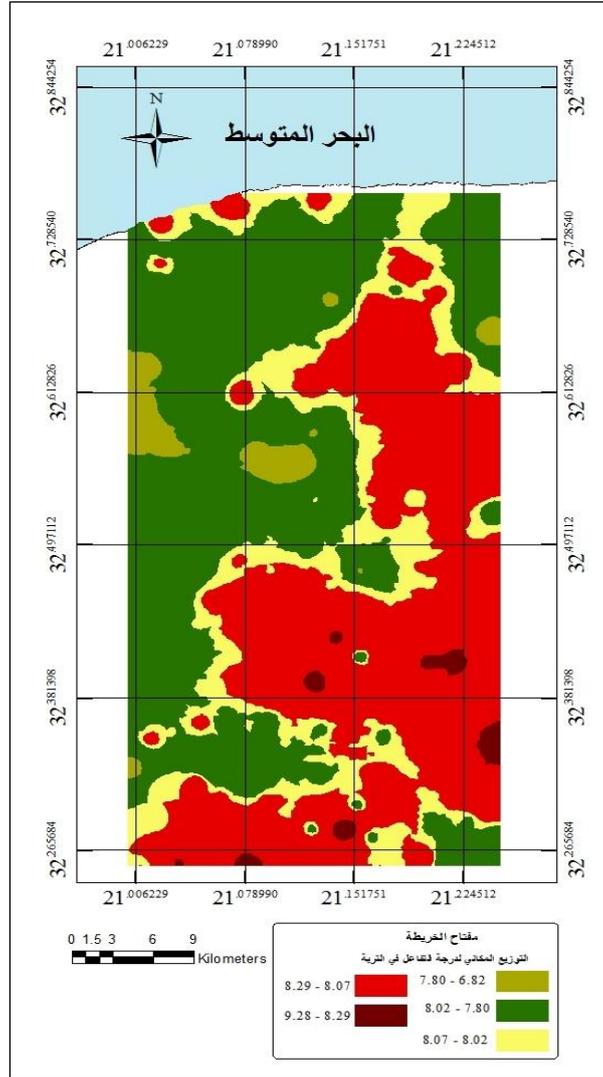
شكل (8) التوزيع المكاني لخاصية التوصيل الكهربائي ديسيمنز/ متر

5.4. نتائج تخريط درجة تفاعل التربة

تشير النتائج الإحصائية للحصول على أفضل قيم أسية لتخريط التوزيع المكاني لخاصية درجة تفاعل التربة (جدول 5) أن التوزيع المكاني للصدويوم المتبادل (الشكل 9) يمكن الوثوق بها، وهذا ما أوضحتها قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE). كما يشير الشكل 9 أن منطقة الدراسة تم تصنيفها إلى خمسة مستويات وهي 6.82 - 7.80 و 7.80 - 8.02 و 8.02 - 8.07 و 8.07 - 8.29 و 8.29 - 9.28، وأن أغلب أجزاء منطقة الدراسة كانت في حدود 7.80 - 8.02 و 8.02 - 8.07، وأقل أجزاء منطقة الدراسة كانت في حدود 6.82 - 7.80 -

جدول (5) النتائج الإحصائية لتخريط خاصية درجة تفاعل التربة

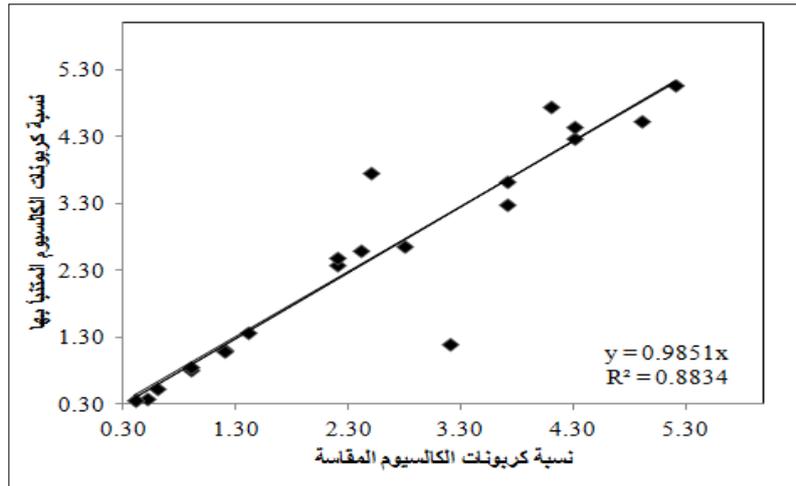
أفضل أس (Best Power)	قيمة متوسط الخطأ المطلق (MAE)	الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)
1.0	0.005	0.329



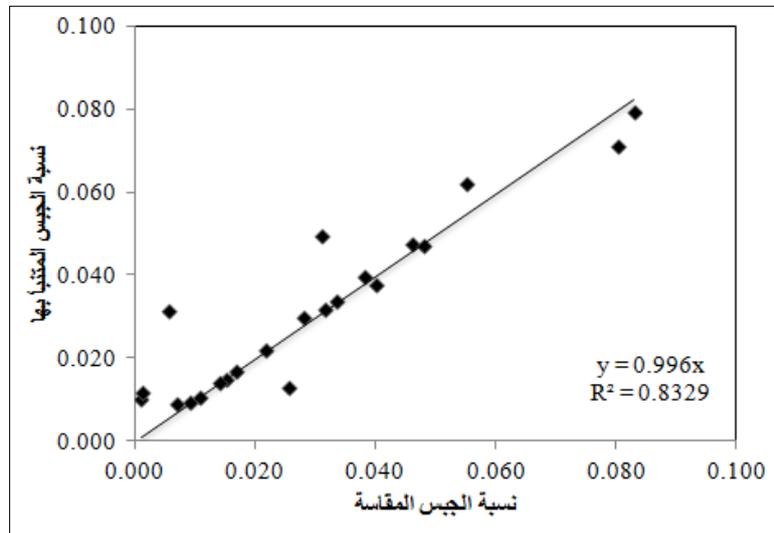
شكل (9) التوزيع المكاني لخاصية درجة تفاعل التربة

6.4. نتائج صلاحية خرائط التنبؤ المكاني للخصائص المدروسة

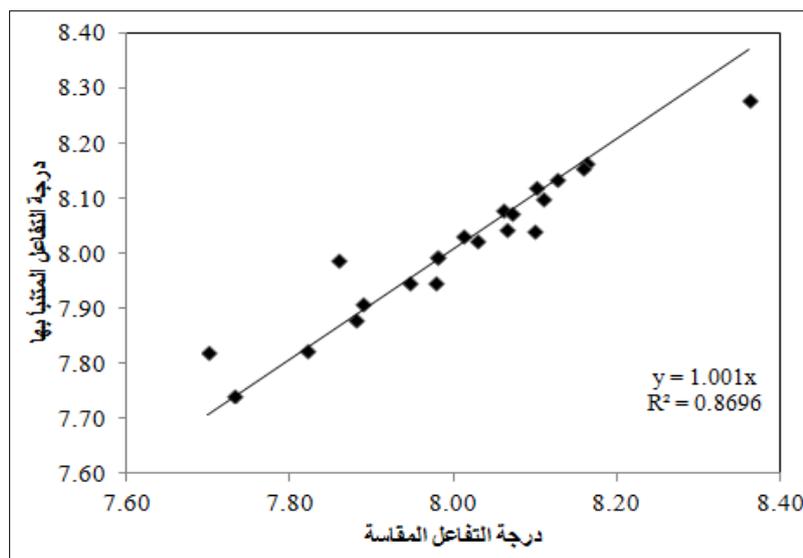
لتحديد صلاحية خرائط التنبؤ المكاني لكل من CaCO_3 و $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و pH و ESP و EC تم استخدام 22 قطاعاً ممثلاً كما أشير سابقاً، هذه القطاعات اختيرت عشوائياً لتحديد القيم المقاسة والمتنبأ بها لهذه الخصائص عند نفس المواقع، وأوضح النتائج للخصائص المدروسة أن معامل التحديد الذي يربط العلاقة ما بين القيم المقاسة (الفعلية) والقيم المتنبأ بها (المقدرة) يساوي 0.88 و 0.83 و 0.86 و 0.94 و 0.85 لكل من CaCO_3 و $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و pH و ESP و EC على التوالي، كما توضح النتائج وجود ارتباط خطي قوي لهذه الخصائص، وبالتالي صلاحية خرائط التنبؤ المكاني المنتجة بواسطة طريقة IDW، والأشكال 10 و 11 و 12 و 13 و 14، والجدول 6 يبين التحقق من صلاحية خرائط التوزيع المكاني باستخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية المتحصل عليها من هذه الدراسة.



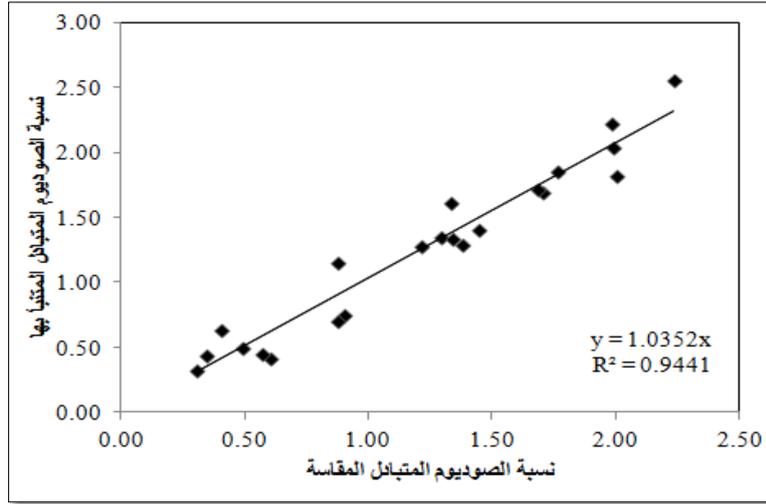
شكل (10) العلاقة ما بين قيم نسبة كربونات الكالسيوم المقاسة والمتنبأ بها



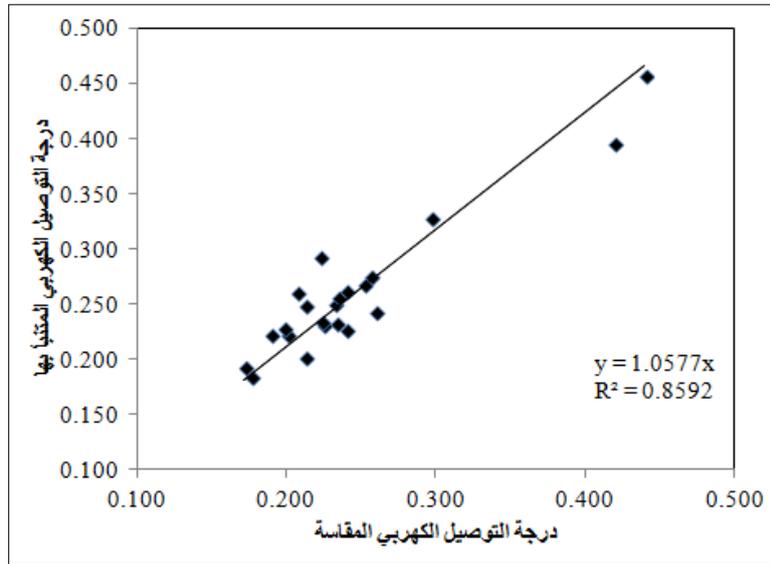
شكل (11) العلاقة ما بين قيم نسبة الجبس المقاسة والمتنبأ بها



شكل (12) العلاقة ما بين قيم درجة تفاعل التربة المقاسة والمتنبأ بها



شكل (13) العلاقة ما بين قيم نسبة الصوديوم المتبادل المقاسة والمتنبأ بها



شكل (14) العلاقة ما بين قيم درجة التوصيل الكهربائي (ديسيسيمنز/ متر) المقاسة والمتنبأ بها

جدول (6) معايير الجودة المستخدمة في تقييم عمليات تخريط الخصائص المدروسة

معايير الجودة المستخدمة في تقييم تخريط الخصائص المدروسة		الخاصية
الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)	R ²	
0.54	0.88	% CaCO ₃
0.008	0.83	% CaSO ₄ .2H ₂ O
0.045	0.86	pH
0.157	0.94	% ESP
0.027	0.85	EC (ديسيسيمنز/ متر)

5. الخلاصة

ركزت هذه الدراسة على استخدام طريقة مقلوب المسافة الوزنية (IDW) في التعرف على التوزيع المكاني لبعض خواص التربة الكيميائية في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس، خلصت هذه الدراسة إلى قدرة طريقة مقلوب المسافة الوزنية في التعرف على التوزيع المكاني لكل من نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) ونسبة كربونات الكالسيوم (CaCO_3) ودرجة تفاعل التربة (pH) ودرجة التوصيل الكهربائي (EC) والجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) في مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس، وهذا ما أوضحتته نتائج التقييم الإحصائي وتقييم الخرائط المنتجة في هذه الدراسة، وذلك من خلال قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيم معامل التحديد (R^2) ما بين القيم المقاسة والمتنبأ بها، حيث أعطت نتائج يمكن الوثوق بها، وتتوافق النتائج المتحصل عليها من هذا البحث إلى درجة كبيرة مع ما توصل إليه العالم (2017)، والتي أشارت إلى أن هناك قدرة عالية لطريقة مقلوب المسافة الوزنية في تخريط خصائص التربة الكيميائية في مناطق طرابلس، وادي المجينين، بن غشير، وذلك من خلال حساب خلال قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) وقيم معامل التحديد (R^2).

كما أظهرت هذه الدراسة الضرورة الملحة إلى وجود بيانات ذات جودة ودقة عاليتين، والتي تمكن من اختبار طرق أخرى من طرئق الإحصاء المكاني في تخريط خصائص التربة المختلفة، كما أن هذا البحث عمل على تأسيس قاعدة بيانات مكانية وغير مكانية لخصائص التربة المختلفة في المنطقة المدروسة، وذلك لتتبعها مكانياً وزمنياً في الدراسات المستقبلية، كما أن هذه الدراسة توصي بتحديث البيانات المتوفرة عن قطاعات التربة الممثلة في منطقة الدراسة، كما توصي أيضاً باستكمال تأسيس قاعدة البيانات المكانية وغير المكانية للتربة لبقية اللوحات في كل المناطق التي تمت فيها دراسات التربة في ليبيا، وذلك لاستخدامها في الدراسات المستقبلية.

المراجع

- العالم، م. م. (2017). التغيرات المكانية لبعض خواص التربة الكيميائية لمنطقة سهل الجفارة (حالة دراسية: طرابلس، وادي المجينين، بن غشير). *المجلة الليبية للعلوم الزراعية*، 22، 1، 19 - 34.
- جبير، أ. ر. (2013). دراسة التغيرات المكانية واستحصا العينات لبعض صفات التربة في شمال تكريت باستخدام مفاهيم الإحصاء الجيولوجي عن طريق نظام المعلومات الجغرافية (GIS). *مجلة الفرات الزراعية*، 5، 3، 268 - 279.
- مشروع التخریط الزراعي. (2006). المرحلة الأولى، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة، ليبيا.
- Bekele, A., & Hudnall, W. H. (2006). Spatial variability of soil chemical properties of a prairie-forest transition in Louisiana. *Plant and Soil*, 280(1-2), 7-21.
- Burrough, P. A. (1989). Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. *Journal of soil science*, 40(3), 477-492.
- Burrough, P. A. (1983). Problems of superimposed effects in the statistical study of the spatial variation of soil. *Agricultural Water Management*, 6(2-3), 123-143.
- Camacho-Tamayo, J. H., Luengas, C. A., & Leiva, F. R. (2008). Effect of agricultural intervention on the spatial variability of some soils chemical properties in the eastern plains of Colombia. *Chilean J. Agric. Res*, 68(1), 42-55.
- Corwin, D. L., & Lesch, S. M. (2005). Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity: I. Survey protocols. *Computers and electronics in agriculture*, 46(1-3), 103-133.
- De la Rosa, D. (1979). Relation of several pedological characteristics to engineering qualities of soil. *Journal of Soil Science*, 30(4), 793-799.
- Fahad, A. A., Shib, R. M., Al-Siaykaly, A. A. & Razaq, I. B. (1993). Spatial Variability of Field Soil Salinity Using Geostatistical Techniques. Basra, *Journal Agricultural Science*, 6 (1), 20-40.
- Gotway, C. A., Ferguson, R. B., & Hergert, G. W. (1996, January). The Effects of Mapping and Scale on Variable-Rate Fertilizer Recommendations for Corn. In *Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture* (pp. 321-330). Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.
- Hosseini, E., Gallichand, J., & Marcotte, D. (1994). Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for soil salinity analysis. *Transactions of the ASAE*, 37(6), 1799-1807.
- Santra, P., Chopra, U. K., & Chakraborty, D. (2008). Spatial variability of soil properties and its application in predicting surface map of hydraulic parameters in an agricultural farm. *Current science*, 937-945.
- Soil Survey Staff (1993). Soil Survey Manual, U.S.D.A. Hand Book No. 18, U.S. Government Printing Office Washington.
- Solkhozprom Export (1980). Soil Ecological Expedition, USSR. Soil Studies in the Western Zone of Libya. Secret of Agricultural Reclamation and Land Development, p.1-300.

Talkkari, A., Jauhiainen, L., & Yli-Halla, M. (2002). Geostatistical prediction of clay percentage based on soil survey data.

Usowicz, B., Hajnos, M., Sokolowska, Z., Józefaciuk, G., Bowanko, G., & Kossowski, J. (2004). Spatial variability of physical and chemical soil properties in a field and commune scale. *Acta Agrophysica (Poland)*.

Warrick, A. W. (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. *Application of soil physics.*, 319-344.

White, J. G., Welch, R. M., & Norvell, W. A. (1997). Soil zinc map of the USA using geostatistics and geographic information systems. *Soil Science Society of America Journal*, 61(1), 185-194.

Application of Inverse Distance Weighting in Mapping Some of Soil Chemical Properties in Ayn Hizam, Qaryat Bath and Taknis

Mukhtar Mahmud Elaalem*, Younes Daw Ezlit and Asma Ali Elgmati

University of Tripoli - Faculty of Agriculture - Department of Soil and Water

*M.Elaalem@uot.edu.ly

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2020.v02.01.01>

Received: 10/8/2020; Accepted: 8/9/2020

Abstract

Determining variabilities of soil properties is important for ecological modelling, environmental predictions, precise agriculture, and management of natural resources. This study was aimed to examine Inverse distance weight (IDW) to predict the spatial variability of Exchangeable Sodium Percentage (ESP), Calcium Carbonate Percentage (% CaCO₃) soil pH, Electrical conductivity and % Gypsum . The study area selected for this work consists of Ayn Hizam, Qaryat -Bath and Taknis.

Data for 220 randomly distributed representing soil profiles were encoded in spreadsheets, 198 of them were used for predicting the spatial variability in the GIS environment for ESP, % CaCO₃, soil pH, Electrical conductivity and % Gypsum. The rest of Data (i.e. 22 representative soil profiles) were utilized to evaluate the maps produced using Kriging or IDW methods.

The results showed that using IDW method was trustable because the values of RMSE and R² for all the IDW maps were within the acceptable range. The study suggested adopting the Geostatistical methods for studying spatial prediction for different soil proprieties. In addition, the study recommended updating soil data for the study area.

Keywords: Spatial Variability - Representative Soil Profile - Ayn Hizam - Qaryat Bath and Taknis.