مجلة المختار للعلوم 34 (4): 359-371، 2019

استخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة IDW لإنتاج خرائط لبعض خواص التربة في محطة الابحاث الزراعية جامعة طرابلس

ماجدة بشير البشتي* أبوعبدالله سعد الشريف وإيهاب محمد الصقر

قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس-ليبيا

تاريخ الاستلام: 04 مايو 2019 / تاريخ القبول: 30 ديسمبر 2019

Doi:https://doi.org/10.54172/mjsc.v34i4.207

المستخلص: هدفت الدراسة لتحديد الاختلافات المكانية لبعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات تربة محطات أبحاث كلية الزراعة/ جامعة طرابلس في شهر أبريل 2013، واستخدمت النتائج لإنتاج خرائط مكانية لمعرفة التوزيع المكاني لكل من الخواص الآتية: الكثافة الظاهرية Bulk density (BD)، محتوى الرطوبة الوزني (GWC)، ملوحة التربة (EC)، ودرجة حموضة التربة (pH) باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة Inverse Distance Weighting (IDW). أجريت هذه الدراسة على أرض مساحتها 13200 م^2 تقريبا قُسمت إلى شبكة بأبعاد 12 م X 11م لتنتج 100 وحدة مساحية وأختيرت 36 وحدة حددت إحداثياتها بواسطة جهاز GPS المحمول لتجميع العينات منها. أجريت تحاليل لكل من BD و GWC من الأعماق 0-10 سم، 10-20 سم و20-30 سم، بينما تحاليل EC و pHأجريت للعينات بعمق 30 سم. أنتجت خرائط مكانية ذات أسطح مستمرة وذات جودة اختلفت من خاصية لأخرى حسب قيم الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ Root Mean Square Error(RMSE). من النتائج تراوحت قيم (RMSE) (0.71، 0.82، 0.86) لخاصية GWC و (0.06، 0.13، 0.08) لخاصية BD للأعماق الثلاثة على التوالي. بينما كانت قيم RMSE (0.15، 0.84) لخاصيتي pH و EC على التوالي. أظهرت قيم RMSE المنخفضة لخرائط BD عند العمق الأول والثالث وكذلك خريطة pH مؤشر جودة أعلى للخرائط. بينما بينت قيم (RMSE) المرتفعة نوعا ما بأن الخرائط المنتجة لكل من خاصيتي EC و GWC كانت أقل جودة. خلصت هذه الدراسة إلى إمكانية إنتاج خرائط مكانية متفاوتة الجودة لبعض خواص التربة داخل الحقل باستخدام IDW. وبالتالي يمكن استخدام هذه الخرائط للتنبؤ بخاصيتي BD و pH في الحقل، بينما يصعب استخدامها للتنبؤ بخاصيتي EC و GWC، ولهذا ينصح باستمرار البحث في إمكانية إنتاج خرائط ذات جودة عالية بطرق أخرى لهاتين الخاصيتين مع مراعاة زيادة عدد العينات.

الكلمات المفتاحية: مقلوب المسافة الوزنية، الكثافة الظاهرية، المحتوى الرطوبي الحجمي، ملوحة التربة، درجة حموضة التربة.

المقدمة

تعد التربة أحد أهم مصادر الثروات الطبيعية في العالم، وتتباين الترب في خصائصها الفيزيائية والكيميائية مثل القوام والكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية بالإضافة لدرجة تفاعل التربة وملوحتها من مكان إلى آخر داخل الحقل الواحد؛ حيث يصعب التعرف على هذه الخواص في جميع أنحاء الحقل من خلال تحليل عينات التربة وذلك لارتفاع التكاليف والوقت، من هنا كان من الضروري استعمال طرق تحديد هذه الخواص بأقل تكاليف وفي فترة زمنية قصيرة (الجبوري وآخرون، 2015).

في السنوات الأخيرة ألقت علوم التربة الضوء على استخدام الإحصاء المكاني الذي يعطينا الدقة المكانية لصفات التربة سواء في الحقل أو المختبر ويستعمل لوصف نماذج الاختلاف المكاني لصفات التربة (Krasilinkov; Carre;

* ماجدة بشير البشتي. melbeshti@yahoo.com، قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا.

(Montanarella, 2008. إن دراسة التباين المكاني لخواص التربة مهمة في فهم صفات التربة ودليل مهم لأخذ العينات الخاصة بالتحاليل المختلفة، كذلك معرفة الاختلاف الموجود في التربة يمكن الاستفادة منه في تطوير النموذج المستخدم لدراسة صفات التربة ووصفها بصورة دقيقة Hudnall and Bekele, 2006). (

إن الهدف الأساسي من دراسة التغاير أو الاختلاف المكاني لخصائص التربة المختلفة هو الحصول على تفسير منطقي لهذه التغايرات، وكذلك التنبؤ بقيم خواص التربة المختلفة عند المواقع التي لم يتسنّ تجميع عينات حقلية منها De la) Rosa, 1979; Burrough, 1989; White وآخرون , . Talkkari ;1989وآخرون.2002) .وقد وفرت تقنية نظم المعلومات الجغرافية طرائق عدة في دراسة التغايرات المكانية الموجودة في التربة، التي أثبتت بأنها مفيدة في فهم وتفسير التنبؤ المكاني لخصائص التربة المختلفة، حيث استخدمت من قبل العديد من الباحثين في مجال علم التربة لدراسة التغايرات المكانية والزمانية لخصائص التربة الكيميائية والفيزيائية (Burrough, 1993; Fahad وآخرون., 1993; Usowicz, , 2004, Corwin and Lesch, 2005; Santra وآخرون ., 2008, Camachu وآخرون Hosseini ;2009 ,.وآخرون (2009

تعتبر طرق الإحصاء المكاني (Geostatistic) المختلفة من الطرق المستخدمة في تحليل، تمثيل وعرض البيانات المكانية (معلومات تحتوي على إحداثيات جغرافية). وتستخدم هذه الطرق على نطاق واسع في الدراسات البيئية بصفة عامة وفي دراسات بيئة التربة و المياه بصفة خاصة، حيث إنه يصعب وصف وعرض الخواص المختلفة بدقة عالية نتيجة إلى التباين الكبير في الخواص داخل مساحة الحقل الواحد (Webster, Oliver & 2001). إن التطور الكبير الذي حدث في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في العقود الأخيرة ساهم في الانتشار الواسع لاستخدم طرق التنبؤ المكاني (Burrough, 1986; McDonnell & Burrough, 1998; Chang, 2002)، بالإضافة إلى تطور برمجيات التحليل الإحصائي للبيانات المكانية و تطور تقنيات الاستشعار عن بعد(Remote Sensing) (Mulla, 1997)، وأنظمة تحديد المواقع العالمية و على رأسها نظام (GPS) Hand Held Global Positioning System كمصدر للبيانات الحقلية ساهم مساهمة كبيرة في انتشار استخدام طرق التنبؤ المكاني في الدراسات البيئية و ذلك لما يوفره من جهد وسرعة، ودقة في عمليات تحليل وعرض البيانات المكانية(Burrough, 1986).

هناك العديد من طرق التنبؤ المكاني المتوفرة مثل طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)وطريقة الكريكنج (Kriging) اللتين أساسهما عملية التوليد المكاني (Spatial Interpolation) والتي تعتبر هي العملية الأساسية في طرق الإحصاء المكاني (Geostatistical Methods)، كما أن هذه الطرق تستعمل افتراضية أن هناك علاقات مكانية (Spatial Correlation) للعينات المقيسة لأي خاصية داخل الحقل (Cay and Uyan, 2010). وتعرف عملية (Interpolation)على أنها عمليات إنشاء أو إنتاج بيانات في مواقع جغرافية غير مقيسة مستخدماً بيانات جغرافية مقاسه داخل نفس منطقة الدراسة جغرافيا مع التأكيد على فرضية وجود علاقة مكانية للخاصية المقيسة داخل الحقل، حيث تتم هذه العملية بواسطة معادلات وحسابات رياضية وإحصائية، بعد ذلك يتم تمثيل وعرض هذه البيانات في سطوح مستمرة (Continues Surfaces)علي هيئة خرائط رقمية، وبما انه يجب أن تكون مصحوبة بقياسات أو حسابات لتقييم دقة عمليات الإنشاء (Interpolation)، فتستعمل المقاييس مثل: متوسط الخطأ Mean Error (ME) ، متوسط الخطأ التربيعي Mean Square Error (MSE)، والجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ Root Mean Square Error (RMSE)، ومعامل التحديد (R^2) بين القيم المقيسة والقيم المستنبطة كمؤشر لدقة هذه العمليات (Mardia and Jupp, 2000; Chile`s and Delfiner, 1999).

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

وتعرف طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) بأنها هي طريقة توليف موضعي، تعتمد على توليف المسافات بين النقاط حيث تربط بين كل أقرب نقطتين من نقط التحكم، ثم تقدر قيمة النقط بين كل نقطتين على طريقة مقلوب المسافة بينهما، التي تكون موزونة بقيمة المدى بين الحد الأدنى والحد الأعلى لقيمتي المسافة وتكون النقط المؤلفة بين هذا المدى (شرف، 2017) .

وقد أظهرت هذه الطريقة دقتها وجودتها العالية في التنبؤ المكاني للمواقع التي لم تؤخذ منها عينات، حيث أشار Weber and England (1992) أن IDW أكثر دقة وتعطي نتائج تنبؤ أفضل مقارنة بالطرق الأخرى للتنبؤ المكاني. كما وجد Wollenhaupt وآخرون(1994) أن طريقة IDW كانت نتائجها أكثر دقة نسبياً لإنتاج خرائط تربة مكانية لمستويات الفسفور (P) والبوتاسيوم (K). ولاحظ Gotway وآخرون،(1996) أفضل النتائج في إنتاج خرائط مكانية لمحتويات المادة العضوية ومستويات النترات في ترب عدة حقول عند استخدام طريقة IDW. وقد استخدمت معظم الدراسات (MSE) كمقياس للمقارنة وجودة الخرائط (England and Weber, 1992; Gotway وآخرون(1996)ودرس Mabit and Bernard (2010) التوزيع المكاني للمادة العضوية لتربة حقل زراعي في كندا باستخدام طريقة IDW حيث أعطت الطريقة نتائج جيدة. كما قارن صادق وآخرون (2014) أداء طريقة IDW بطرق أخرى لرسم خرائط بعض صفات التربة الفيزيائية لتربة من حقل بور في مدينة الحلة بالعراق. وأظهرت النتائج أن طريقة IDW كانت الأفضل في تقدير ورسم خرائط كل من التوصيل الهيدروليكي التشبعي والمحتوى الرطوبي الحجمي للتربة، بينما كانت طريقة IDWأقل دقة في رسم خريطة الكثافة الظاهرية للتربة حسب قيم (MSE). وأشارت جبير (2013) إلى أن طريقة IDW أعطت نتائج جيدة لحساب التنبؤ المكاني داخل قطاع التربة لكل من القوام، الكثافة الظاهرية، ملوحة التربة، المادة العضوية، والسعة التبادلية الكاتيونية لبعض ترب محافظة صلاح الدين بالعراق وذلك حسب قيم (RMSE).

وقام Tunçayوآخرون.،(2016) بتقييم طريقة IDW لرسم خرائط التوزيع المكاني لبعض خصائص التربة لعينات جُمعت من حوض نهر سيحان السفلي في تركيا، وبتطبيق تقنية IDW على نتائج تحاليل كل من:كربونات الكالسيوم، المادة العضوية، السعة التبادلية الكاتيونية، ومحتوى الطين، ووجد أن الخصائص المتنبَّئ بها والمتحصل عليها باستخدام IDW تتفق مع نتائج تحاليل التربة؛ إلا أن قيم المادة العضوية أظهرت خطأ متوسط عالي على خلاف الخصائص المدروسة الأخرى. وأجرى(Nikpeyوآخرون 2017) تقييم أداء تقديرات طريقة IDW لإنتاج خرائط لبعض خصائص نوعية التربة والتنبؤ بالاختلافات المكانية لهذه الخصائص في مقاطعة جولستان الواقعة في الجزء الشمالي من إيران، حيث قام بقياس نسبة الطين والطمي والرمل وكربونات الكالسيوم والكربون العضوي والجير وتركيزات المغذيات الصغرى والكبرى وEc وpH كمتغيرات رئيسة تؤثر على جودة التربة.

ومن النتائج تبين أن طريقة IDW أنتجت أفضل الخرائط للتنبؤ بالاختلافات المكانية لكل من:(نسبة الرمل، الكربون العضوي، pH والجير). إن الاختلافات المكانية والزمانية في المحتوى الرطوبي للتربة (GWC) أصبحت تستخدم بكثرة في النماذج الهيدرولوجية والمناخية. كذلك استخدام النماذج الرياضية لتقدير حركة الماء والأملاح في تربة الحقل أدى إلى زيادة الحاجة إلى فهم الاختلافات في خصائص التربة مثل المحتوى الرطوبي (GWC) والكثافة الظاهرية(BD) وغيرها من الخصائص التي تؤثر على اختلافات مخرجات نماذج التنبؤ. وبما أن الخصائص الهيدروليكية للتربة تتغاير رأسياً وجانبياً نتيجة للبخر–النتح والهطول المتأثرين بالطبوغرافية وقوام التربة والغطاء النباتي، لهذا فإن إيجاد طريقة جيدة للتنبؤ وتخريط هذه الخصائص في المواقع التي لم يتسنَّ أخذ العينات منها سوف يساعد في تأسيس نظام ري وصرف ناجح. وتعد ملوحة التربة (EC) من السمات البارزة والملاصقة لأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ، وتكون التربة ملحية أو قلوية إذا ارتفعت فيها نسبة تركيز الأملاح القابلة للذوبان في الماء،

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

ويعتمد توزيع الأملاح المختلفة في التربة على الاختلافات في درجة ذوبانها من جهة وشدة عملية الغسيل النهائي وعملية التبخر من جهة آخرى، ولهذا فإن معرفة تركيز الأملاح الموجودة في تربة أي منطقة ومدى تباينها وتغايرها وذلك من خلال معرفة نتائج التحاليل المعملية للتربة التي سوف تستخدم في التنبؤ وإنتاج خرائط ملوحة التربة للمناطق التي لم يتحصل منها على عينات تربة. وبيَّن المحيمد (1999) أن من بين الصفات الكيميائية الأكثر تغايراً هي الملوحة ثم نسبة المادة العضوية ثم السعة التبادلية الكاتيونية ثم كربونات الكالسيوم وأخيراً درجة تفاعل التربة pH. وأوضحTalkkari وآخرون (2002) أن محددات ومتطلبات pH مرتبطة بمحتوى الطين، وبيَّن أنه بانخفاض محتوى الطين تنخفض مساحة السطح النوعي وتنخفض كل من السعة التبادلية الكاتيونية والكربون العضوي مما يؤدي لانخفاض pH وبالتالي تكون تربة حامضية.

أوضح Usowicz وآخرون(2004) أن التغايرات في خواص التربة السطحية أكثر من الترب تحت السطحية ومن هذه الخواص pH والسعة التبادلية الكاتيونية والكربون العضوي. أما على المستوى المحلي فمازال استخدام التنبؤ المكاني في دراسة الاختلافات المكانية في خواص التربة المختلفة محدوداً، حيث استخدم امحمد (2015) طريقة IDW في إنتاج خرائط وتقييم الملوحة لبعض المحاصيل الزراعية في منطقة سواوة بسرت، وأستنتج أن هذه الطريقة أعطت نتائج يمكن الوثوق بها في تتبع التغاير المكاني لبعض خواص التربة الكيميائية. كذلك قام العالم (2017) بدراسة التغايرات المكانية لبعض خواص التربة الكيميائية لمنطقة سهل الجفارة لمعرفة التوزيع المكاني لكل من نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) والسعة التبادلية الكاتيونية (CEC) ونسبة كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) باستخدام طريقتي IDW و Kriging، واستنتج أن النتائج المتحصل عليها باستخدام طريقة IDW يمكن الوثوق بها اعتماداً على قيم الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ (RMSE) ومعامل التحديد (R^2) لكل الخصائص المدروسة.

وبناء عليه فإن تطبيق التنبؤ المكاني في المجالات البيئية والموارد الطبيعية مازال محدوداً، كذلك تتباين الترب في خصائصها وخواصها من مكان إلى أخر داخل الحقل الواحد حيث يصعب التعرف على هذه الخواص في جميع أنحاء الحقل من خلال تحليل عينات التربة وذلك لارتفاع التكاليف والوقت، من هنا كان من الضروري استعمال طرق تحديد هذه الخواص بأقل تكاليف وفي فترة زمنية قصيرة. ولهذا كان الهدف من هذه الدراسة تطبيق التنبؤ المكاني بطريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) في تخريط بعض خواص التربة (درجة حموضة التربة pH ، درجة التوصيل الكهربائي EC ، الكثافة الظاهرية BD، و محتوي الرطوبة الوزني GWC لأعماق مختلفة في التربة) على مستوي الحقل (حقل داخل محطة أبحاث كلية الزراعة بجامعة طرابلس/ ليبيا)، مع تقييم دقة وجودة الاستنباط بالخرائط المنتجة .

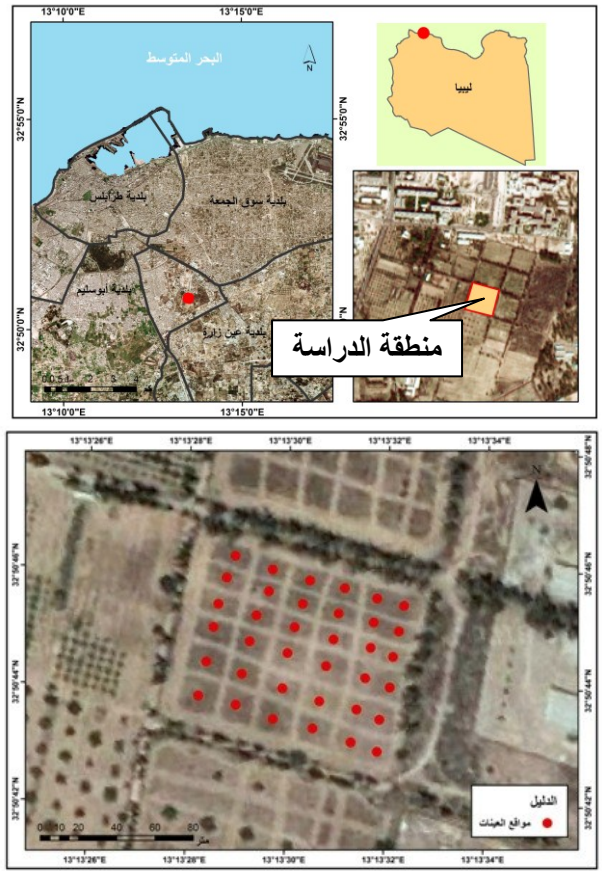
المواد وطرق البحث

منطقة الدراسة:

أجريت هذه الدراسة بمحطة أبحاث كلية الزراعة في جامعة طرابلس والتي يمر بها دائرة عرض '50 º32 شمالاً وخط طول '13 º13 شرقاً خلال شهر أبريل 2013 الذي يتميز باعتدال في درجات الحرارة وندرة الأمطار. بدأت الدراسة بتحديد قطعة أرض مسطحة مساحتها 13200 م^2 تقريبا منتشرة بها بعض النباتات والأعشاب البرية ومحاطة بأشجار مصدات الرياح من كل الجهات كما هو موضح بالشكل (1). تم تقسيمها إلى شبكة بأبعاد 12 م X 11 م لتنتج 100 وحدة مساحية حيث اختيرت منها 36 وحدة حُددت إحداثياتها باستخدام جهاز GPS، واستخدمت الطريقة المنتظمة Regular لتحديد نقاط تجميع عينات التربة. تم تجميع عينات تربة غير مثارة باستخدام أسطوانة الكثافة مفتوحة الطرفين القياسية من الأعماق (0–10، 10–20، 20–30 سم) بواقع ثلاثة مكررات لكل عمق وذلك لتحديد كثافة التربة الظاهرية (BD)، وعينات أخرى مثارة من نفس الأعماق لتحديد المحتوى الرطوبي الوزني (GWC)، بينما أُخذت عينات مثارة

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

بعمق 30 سم لتقدير ملوحة التربة (EC) ودرجة حموضتها (pH).



شكل (1): يوضح موقع الدراسة

المصدر: إنتاج الباحثة باستخدام ArcMap

التحاليل المعملية:

قياس الكثافة الظاهرية: تم تقدير الكثافة الظاهرية بطريقة الاسطوانة، حيث تم تجفيف عينات التربة غير المثارة المجمعة من الأعماق المحددة في الفرن عند درجة حرارة 105 م° لمدة 48 ساعة، وتم تحديد الأوزان الجافة للعينات وقسمت هذه الأوزان على حجم أسطوانة الكثافة القياسية المستخدمة (Carter & Ball, 1993).

قياس المحتوى الرطوبي: تم تقدير المحتوى الرطوبي بالطريقة الوزنية عن طريق تجميع عينات من الأعماق (0–10)، (10–20) و (20–30) سم وتحديد أوزانها الرطبة. ثم تم تجفيفها في الفرن عند درجة حرارة 105 م° لمدة 48 ساعة، وتم تحديد أوزانها الجافة لتقدير المحتوى الرطوبي الوزني للتربة (Arshad وآخرون 1996)

قياس درجة حموضة التربة وتوصيلها الكهربائي: تم تجهيز مستخلص تربة 1:2.5 باستعمال تربة خليط من الأعماق الثلاثة المحددة سابقاً لكل وحدة مساحية، وتم استعمال هذا المستخلص لقياس pH و EC للتربة بواسطة جهازي pH و EC ميتر (Hendershort وآخرون 1993).

خطوات التوليد المكاني (Spatial Interpolation) بطريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW): تم استخدام أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية برنامج Arcmap 10.5 و ملحقاته من البرامج المختلفة و من بينها ملحق برنامج المحلل الإحصائي (Geostatistical Analyst) وذلك لاستخدامها في عمليات التحليل الإحصائي الوصفي والمكاني للبيانات ومن ثَمَّ إنتاج خرائط الاستنباط (Interpolated Maps) المختلفة بالإضافة إلى عمليات تقييم عمليات التوليد Interpolation (لخرائط كل من الكثافة الظاهرية، المحتوى الرطوبي الوزني، درجة التفاعل، ودرجة التوصيل الكهربي) (Rosenbaum and Söderström.1996) (ESRI,2012).

ويتم في هذه الطريقة تقدير قيم للنقاط غير المقيسة مستخدما القيم المقيسة للنقاط المجاورة لها كما هو موضح بالشكل (2)، بحيث وزن كل نقطة مقاسه تساهم في التنبؤ بالنقطة غير المقيسة وهو عبارة عن مقلوب المسافة بين النقطة المقيسة والنقطة المطلوب تنبؤها، حيث يقل وزن النقاط المقيسة كلما كانت بعيدة عن النقطة الغير مقاسه والمطلوب توليدها. وتتأثر القيم المتنبأ بها بكل من: طول المسافة (كلما قصرت المسافة كان التأثير أكبر على القيمة المتنبأ بها)، قيمة الأسّ على المسافة، وعدد العينات المستخدمة في استنباط القيمة المستنبطة. و حسب Peterson (2017) فالمعادلة التالية تستخدم في حساب القيم المستنبطة في طريقة IDW :

$$z(\mathbf{x}) = \sum_i w_i z_i \Big/ \sum_i w_i \qquad (1)$$

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

$$w_i = 1/d_i^2 \quad (2)$$

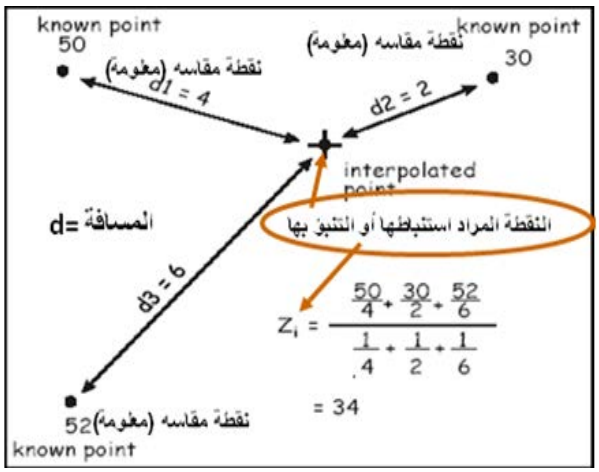
حيث:-

$Z(x)$:النقطة المراد استنباطها أو التنبؤ بها

Zi : النقطة التي تم قياسها (معلومة)

d^2i : المسافة بين النقطة المقيسة والنقطة المراد استنباطها أو التنبؤ بها

wi : الوزن



شكل (2) يوضح طريقة حساب قيم غير معلومة مستخدماً قيم معلومة داخل منطقة الدراسة – طريقة مقلوب المسافة IDW .

المصدر: Vineeth *et al.*, (n.d)

وبعد إنتاج الخرائط لكل الخصائص المدروسة من النتائج المستنبطة، يتم تقييمها إحصائياً من خلال حساب الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ RMSE الذي يتأثر بقيمة أُسّ المسافة لتحديد الوزن المشار إليها في المعادلة 2، وكلما كانت قيم RMSE صغيرة واقتربت من الصفر دلت على درجة عالية من الثقة في عملية الاستنباط، والدقة في خرائط التنبؤ المكاني المنتجة. كذلك تشير قيم معامل التحديد (R^2) ومعامل الارتباط (R) المتحصل عليها من عملية (Cross-Validation) لمدى دقة وثقة عمليات الاستنباط والخرائط المستنبطة المتحصل عليها، حيث تم في هذه العملية استخدام تقنية تحليل الانحدار لتقدير دقة القيم (المقدرة أو المستنبطة Y) المتحصل عليها من IDW والقيم (المقيسة X) للخاصية المدروسة.

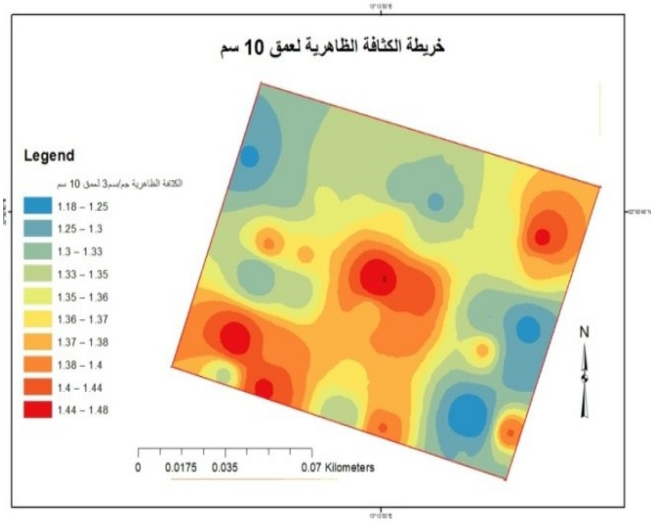
النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج قياسات التربة والتحاليل الإحصائية الموضحة بالجدول (1) بأن هناك تبايناً بسيطاً في الكثافة الظاهرية للتربة رأسياً وأفقياً، حيث تراوحت رأسياً بين (1.18–1.48 جم/سم^3)، (1.18– 1.96 جم/سم^3)، (1.14–1.56 جم/سم^3) في العمق الأول والثاني والثالث على التوالي، ولكن التباين كان أكثر وضوحاً في العمق الثاني، كذلك تشير قيمة معامل الاختلاف (CV= %9) في العمق الثاني إلى ان هناك تبايناً أو تغايراً في BD في هذا العمق أكثر وضوحاً من التغاير في العمق الأول والثالث حيث كانت (CV= 5%، 6% على التوالي) وهذا ربما يعزى إلى أن BD في العمق الأول أقل تغايراً أو تبايناً مقارنة بالعمق الثاني الذي يتعرض لعمليات الرص والضغط مما يؤثر على قيم BD، وتتفق هذه النتائج مع ماوجده (2005 وآخرون Corwin)عند دراستهم لترب Sanjoaquin في كاليفورنيا حيث وجدوا أن BD أقل تغايراً في الآفاق السطحية مقارنة بالآفاق تحت السطحية، وهذا ما تؤكده نوعية الخرائط المستنبطة باستخدام IDW الموضحة بالأشكال (a3، b3، c3)، حيث تشير قيم RMSE المنخفضة في العمق الأول والثالث إلى أن الخرائط المنتجة لها ذات نوعية جيدة وأفضل نوعاً ما من تلك الخرائط المستنبطة للعمق الثاني. كذلك يتبين من خلال معامل التحديد R^2 ومعامل الارتباط R بين القيم المقيسة والقيم المستنبطة أن هناك ارتباطاً طردياً جيداً لهذه الخاصية خاصة في العمق الأول، وبالتالي صلاحية خرائط التنبؤ المكاني لخاصية BD المتحصل عليها باستخدام IDW في منطقة الدراسة. وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Bogunović وآخرون (2016) ، حيث استنتج بأنه لاتوجد فروق معنوية في BD مع العمق، كذلك أشار لقيم CV المنخفضة والأقل من 10% كمؤشر لتغاير أو تباين أقل في دراسته. بينما توصل صادق وآخرون (2014) إلى ان الخرائط المنتجة لخاصية BD أقل دقة باستخدام طريقة IDW نتيجة لارتفاع قيمة (CV > 100) وانخفاض قيم R^2 (0.062 =R^2).

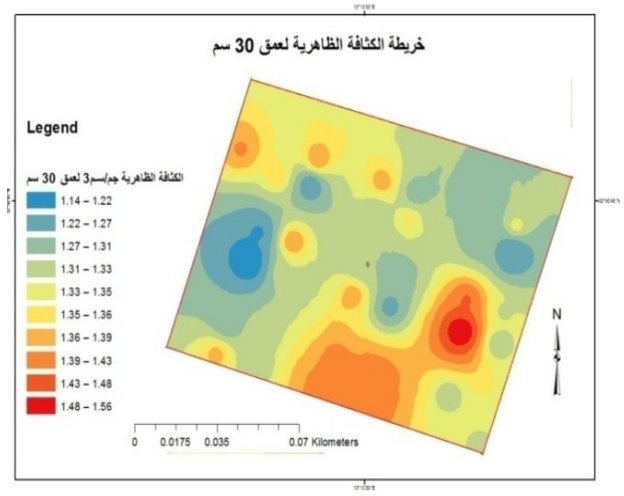
© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

جدول: (1) التحليل الإحصائي لبيانات الخرائط المكانية المنتجة لخواص التربة المدروسة

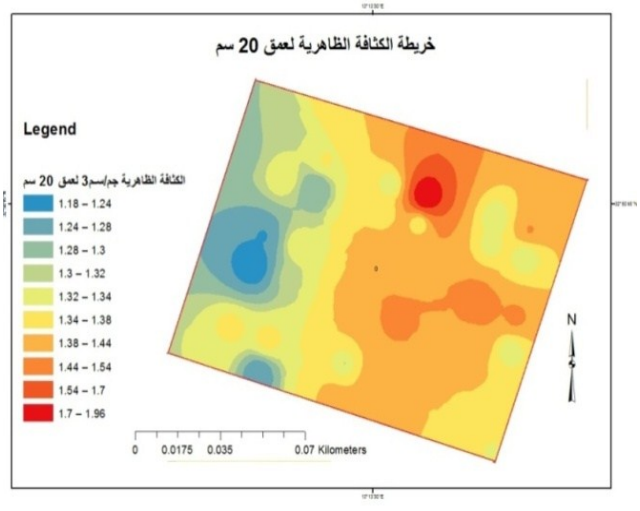
% CV	R	R^2	RMSE	Max	Min	الأعماق (سم)	الخواص
5	0.55	0.30	0.06	1.48	1.18	10 −0	
9	0.47	0.22	0.13	1.96	1.18	20 −10	BD (جم/سم^3)
6	0.46	0.21	0.07	1.56	1.14	30 −20	
29	0.56	0.31	0.71	3.98	1.03	10 −0	(%) GWC
30	0.45	0.20	0.82	4.25	1.19	20 −10	
39	0.45	0.20	0.86	4.60	1.20	30 −20	
35	0.81	0.65	0.84	0.64	0.16	30 −0	EC (ملیموز/سم))
3	0.66	0.44	0.15	8.1	7.4	30 −0	pH



شكل (3a): الخريطة المستنبطة للكثافة الظاهرية للعمق الأول



شكل (3c): الخريطة المستنبطة للكثافة الظاهرية للعمق الثالث

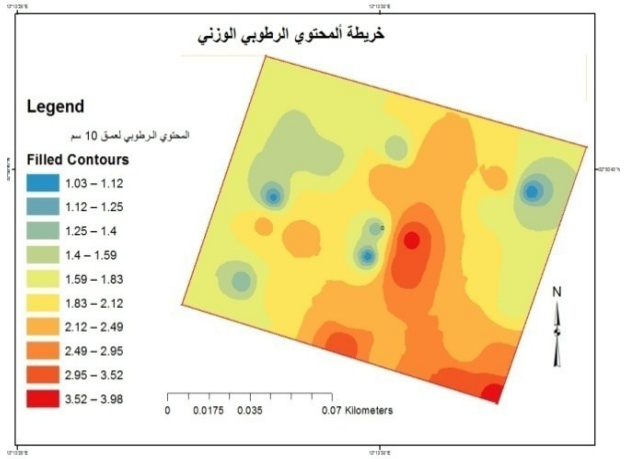


شكل (3b): الخريطة المستنبطة للكثافة الظاهرية للعمق الثاني

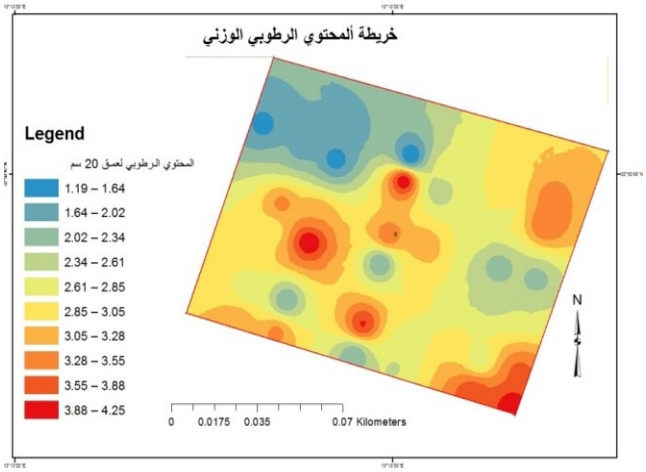
أما بالنسبة للتغاير في المحتوى الرطوبي الوزني GWC كما هو موضح بالأشكال (a4، b4، c4) يبدو واضحاً من النتائج المبينة في الجدول (1) بأن هناك اختلافات مكانية حسب قيم RMSE و CV ولكن الاختلافات أكثر وضوحاً في العمق الثاني والثالث، حيث يُلاحظ تزايد في GWC مع العمق مقارنة بالعمق الأول الذي تنخفض فيه GWC نتيجة للبخر أو الفقد في الرطوبة الذي يحدث في الطبقة السطحية للتربة خاصة وإن العينات جمعت خلال شهر أبريل الذي لم تسقط فيه الأمطار، وتتفق هذه النتائج مع نتائج Bogunović وآخرون(2016) الذي وجد فروق معنوية في GWC مع العمق كذلك وجد انخفاض معنوي في GWC في العمق 0− 10 ، كما وجد(Moradi وآخرون 2012) اختلافات مكانية

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

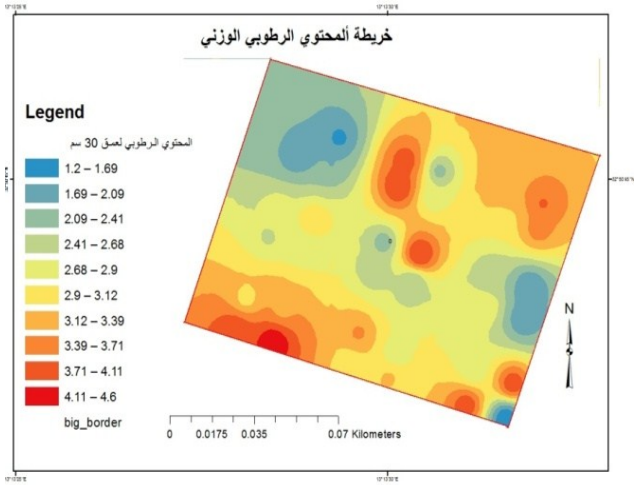
واضحة في GWC عند الأعماق المختلفة قبل الري وبعده، وبشكل عام تعتبر الخرائط المستنبطة لخاصية GWC أقل جودة من تلك المستنبطة لخاصية BD حسب قيم RMSE و CV ولكن كانت أفضل من نتائج Bogunović وآخرون (2016) حيث وجد قيم RMSE (1.7741 −2.1206) للأعماق (0−10 ، 10−20) على التوالي عند دراسة الاختلافات المكانية لخاصية GWC، كذلك ارتفاع قيم معامل التحديد R^2 ومعامل الارتباط R بين القيم المقيسة والقيم المستنبطة في العمق الأول تشير إلى أن هناك ارتباطاً جيداً لهذه الخاصية في هذا العمق على خلاف العمق الثاني والثالث بالرغم من أن قيم CV تشير إلى إن التغاير أو الاختلافات متوسطة حسب ما أشار له صادق وآخرون (2014) عندما (CV= 15%-50%).



شكل (4a): الخريطة المستنبطة للمحتوى الرطوبي الوزني للعمق الاول



شكل (4b): الخريطة المستنبطة للمحتوى الرطوبي الوزني للعمق الثاني

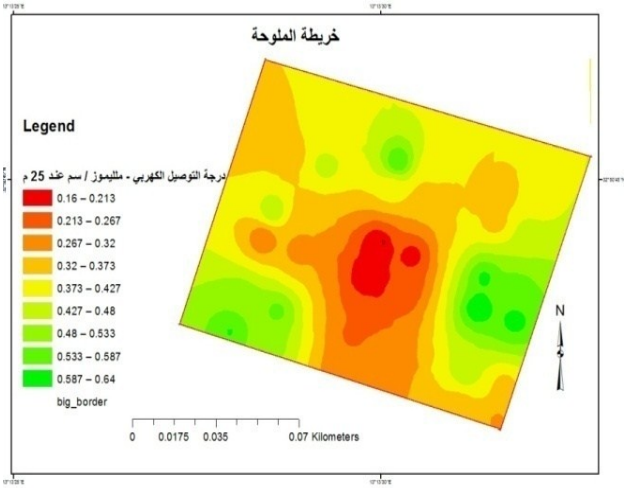


شكل (4c): الخريطة المستنبطة للمحتوى الرطوبي الوزني للعمق الثالث

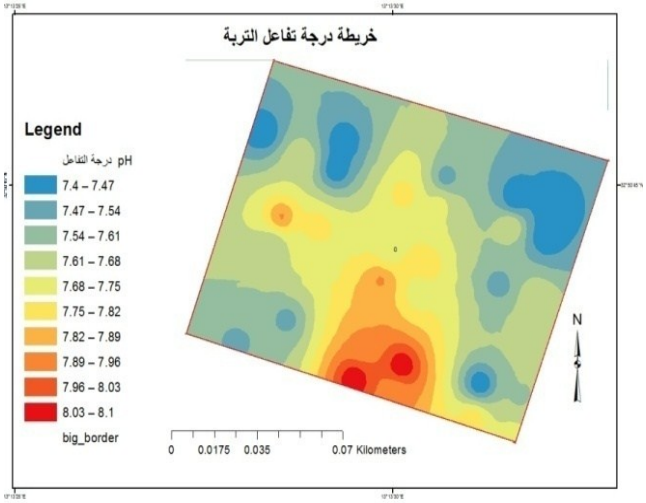
يوضح شكل (5) الخريطة المستنبطة لملوحة التربة والتي يعبر عنها بالتوصيل الكهربائي EC، وتصف هذه الخريطة التغاير المكاني العالي نسبياً وبالتالي تصنف من ضمن الخرائط الأقل جودة في هذه الدراسة، حيث تشير قيم RMSE و CV في الجدول (1) أن هناك اختلافات مكانية واضحة وذلك ربما نتيجة لأن EC صفة متغايرة بفعل عمليات الإذابة والغسيل والإضافة والترسيب والتبخر كما أشار لها سليمان وجبير (2014). وتتفق هذه النتائج مع ما وجده المحيميد (1999) إذ وجد أن من بين الصفات الكيميائية الأعلى تغايراً هي الملوحة عند دراسته لتغاير قيم EC لترب رسوبية عراقية، كذلك أشارت النتائج المتحصل عليها Lascano وآخرون (2001) عند دراسته لترب في أمريكا أن تغاير الملوحة كان عالياً مقارنة بالخواص الأخرى. على خلاف ذلك تعتبر درجة تفاعل التربة pH أقل الخواص تغايراً حسب النتائج الموضحة بالجدول (1)، حيث توضح قيمة CV المنخفضة مقارنة بتلك الخواص الأخرى أن الاختلافات المكانية ضئيلة، كذلك تشير القيمة المنخفضة RMSE إلى أن الخرائط المستنبطة لهذه الخاصية الموضحة بالشكل (6) ذات جودة عالية، بالإضافة لارتفاع قيم معامل التحديد R^2 ومعامل الارتباط R بين القيم المقيسة والقيم المستنبطة تشير إلى أن هناك ارتباطاً طردياً جيداً لهذه الخاصية، أي إن القيم المستنبطة لا تنحرف كثيراً عن القيم المقيسة، وبالتالي صلاحية خرائط التنبؤ المكاني

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

لخاصية pH المتحصل عليها باستخدام IDW في منطقة الدراسة. وهذا يتفق مع نتائج جبير(2013) إذ أشارت إلى أن pH قليل التغاير في الترب العراقية نتيجة لاحتوائها على كميات عالية من كربونات الكالسيوم. كما أكدت قيم CV المنخفضة لخاصية pH في التربة بأنها أقل الخواص تغايراً، وتتفق مع نتائج Aishah *et al.*،(2010) إذ وجدوا (CV= 4%) في ترب سيريلانكا، كذلك (CV=7–9 %) متحصل عليها من قبل Usowicz & Lipiec (2017) في الترب البولندية.



شكل (5): الخريطة المستنبطة لملوحة التربة للعمق 0–30 سم



شكل(6): الخريطة المستنبطة لدرجة تفاعل التربة للعمق 0–30 سم

الخلاصة

إن تقدير التباين أو الاختلاف المكاني لخواص التربة الفيزيائية والكيميائية شرط أساسي لإدارة التربة والمحاصيل وبناء بيئة إيكولوجية محددة. ويُعَدُّ استخدام الأرض وإدارتها من العوامل الرئيسية للإنتاج المحصولي المستدام، بالاضافة لخواص التربة المرغوبة والمنتجة والتي تدمج مجموعة متنوعة من العمليات البيئية والممارسات البشرية في الوسط الطبيعي. من المهم للغاية وجود مجموعة من المؤشرات لإدارة موقع محدد، بحيث يجب أن تركز هذه المؤشرات على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة في منطقة الأبحاث وأن تكون مستهدفة. ركزت هذه الورقة على استخدام الإحصاء المكاني في إنتاج خرائط لبعض خواص التربة تم دمجها ضمن نظام المعلومات الجغرافية. بالإضافة إلى ذلك، تم تخطيط نمط توزيع خصائص التربة في منطقة الدراسة باستخدام الأساليب الإحصائية. تم استخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وتقييمها لتحليل بعض خصائص التربة، ومتغيراتها مثل الحد الأدنى(Min) والحد الأقصى (Max) ومعامل الاختلاف (CV) للعينات. كذلك تم حساب الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE)، ومعامل التحديد (R^2) بين القيم المقيسة والقيم المستنبطة كمؤشر لدقة عمليات التوليد أو التنبؤ هذه. وبما انه كلما انخفضت قيم RMSE كانت هذه الطريقة أفضل في إنتاج خرائط التنبؤ، عليه نستنتج ان طريقة IDW في هذه الدراسة أعطت نتائج جيدة لخرائط كل من الكثافة الظاهرية (BD) ودرجة حموضة التربة (pH)، وبالتالي يمكن ان تستخدم هذه القيم التي تم الحصول عليها للتنبؤ بهذه الخواص في أي منطقة مماثلة لم تؤخذ منها عينات. ويمكن الاستفادة من البيانات التي تم الحصول عليها في إدارة المواقع المحددة بما في ذلك اختبار أداء أنظمة الري والصرف الحالية والعمليات الزراعية مثل الحراثة والتسميد وكذلك تقييم ممارسات استخدام الأراضي. بينما خرائط المحتوى الرطوبي الوزني (GWC) وملوحة التربة (EC) أعطت نتائج أقل دقة، ولهذا فإن طريقة IDW ربما غير مناسبة بالدرجة الكافية في استنباط كل خواص التربة في هذه الدراسة وعليه يجب استخدام طرق أخرى مثل Kriging للحصول على نتائج أفضل بشرط زيادة عدد العينات ومقارنتها بالنتائج المتحصل عليها بطريقة IDW. كما أظهرت هذه

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

الدراسة أهمية تأسيس قاعدة بيانات مكانية لخصائص تربة محطة أبحاث كلية الزراعة بجامعة طرابلس، وذلك لتتبعها مكانياً وزمانياً في الدراسات المستقبلية.

المراجع

امحمد، مفتاح علي محمد. (2015). تقييم وتخريط ملوحة التربة للمحاصيل المروية باستخدام طرق الإحصاء المكاني (Geostatistics) والدراسات الحقلية بمنطقة سواوة. رسالة ماجستير، جامعة طرابلس، طرابلس– ليبيا.

الجبوري، ثاير حبيب؛ منعم نصيف جاسم المزروعي ومنذر صائل الجبوري. (2015). التحليل المكاني لخصائص ترب ناحية المنصورية. مجلة ديالي. (65): 58–84.

العالم، مختار محمود. (2017). التغايرات المكانية لبعض خواص التربة الكيميائية لمنطقة سهل الجفارة (حالة دراسية: طرابلس، وادي المجينين، بن غشير). المجلة الليبية للعلوم الزراعية. 22 (1): 19–34.

المحميد، عبد الحليم علي سليمان. (1999). التغايرات المكانية والزمنية لبعض صفات الترب في وسط السهل الرسوبي العراقي – اطروحة دكتوراه–كلية الزراعة/ جامعة بغداد.

جبير، أمل راضي. (2013). دراسة التغايرات المكانية واستحصال العينات لبعض صفات التربة في شمال تكريت باستخدام مفاهيم الإحصاء الجيولوجي عن طريق المعلومات الجغرافية (GIS). مجلة الفرات الزراعية. 5 (3): 268–279.

سليمان. عبد الحليم علي وأمل راضي جبير. (2014). دراسة التغايرات المكانية لبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة في وسط السهل الرسوبي باستخدام مفاهيم الإحصاء البيدولوجي. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 14 (1): 236–245.

شرف. محمد ابراهيم محمد. (2017). المرجع في نظم المعلومات الجغرافية. دار المعرفة الجامعية. جامعة الاسكندرية، مصر. ص 328.

صادق، منير هاشم؛ هادي عبد الأمير العجيلي وسعد شاكر العزاوي. (2014). دراسة مقارنة تقنيات التقدير لرسم خرائط بعض الصفات الفيزياوية للتربة. مجلة جامعة كربلاء. 12 (2): 221–232.

Aishah, A.W.; Zauyah. S; Anuar. A.R; and Fauziah.C.I . (2010). Spatial variability of selected chemical characteristics of padoly Soils in Sawah Sempadan , Selangor ,Malaysia. Malaysian J of soil Sci, vol.14:27 -39

Arshad, M.A.; B. Lowery and B. Grossman (1996). Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W. and A.J. Jones (Eds). Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publ. 49. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA, p.123-142.

Bogunović, I., Dekemati, I., Magdić, I., Vrbanić, M., Matošić, S., Mesić, M. (2016). Spatial modeling for describing spatial variability of soil physical properties in eastern Croatia. Poljoprivreda,22: 2016 (1) 46-52.

Burrough, P. A. (1989). Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation. Journal of Soil Science, 40: 447-492.

Burrough, P. A. (1993). Problems of Superim Posed Effects in The Statistical Study of The Spatial Variation of Soil Agricultural .Water Management, Netherlands, 6: 123 - 143.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

Fahad, A. A.; Shib, R. M.; Al-Siaykaly, A. A. and Razaq, I. B. (1993). Spatial Variability of Field Soil Salinity Using Geostatistical Techniques. Basra, Journal Agricultural Science, 6 (1).

Gotway, C. A; Ferguson, R. B; Hergert, G. W; and Peterson, T.A .(1996). Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. Soil Science Society of America Journal ,60: 1237-1247.

Hendershort, W.H.; H. Lalande and M. Duquette (1993). Soil reaction and exchangeable acidity. In: Carter. M.R. (Eds). Soil Sampling and methods of soil analysis (pp. 141-145). Canadian Soc. Soil Sci., Lewis Publishers London.

Hosseini, E.; Gallich, J. and Marcot, D. (2009). Theoretical and Experimental Performance of Spatial Interpolation Methods for Soil salinity analysis. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 37:1799 - 1907.

Hudnall W.; A.Bekele. (2006). Spatial Variability of soil chemical properties of a prairieforest transition in Louisiana. Plant Soil, v. 280, p. 7-21.

Krasilinkov,P.; F.Carre; L. Montanarella. (2008). Soil geography and geostatistics.

Lascano ,R.J. and Hatfield. J.L.(2001). Spatial variability of evaporation long two transects of a bare soil .Soil Sci.Soc Am.J. 56:341 -346.

Mabit, L. and Bernard C .(2010). Spatial distribution and content of soil organic matter in an agricultural field in eastern Canada, as estimated from geostatistical tools. Earth Surface Process and Landforms, 35: 278- 283

Burrough, P. A., and McDonnell. R. A. (1998). Principles of Geographic Information Systems. Oxford, Oxford University Press.

Burrough, P.A. (1986). Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, Oxford University Press.

Camachu, T.; Jesus, H.; Luengas C. A. and Fabio R. L. (2009). Effect of Agricultural Intervention on the Spatial Variability of Some Soils Chemical Properties in the Eastern Plains of Colombia. Chilean Journal of Agricultural Research 68(1): 42 -55.

Carter, M.R. and B.C. Ball (1993). Soil porosity. In: Carter, M. R (Eds). Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of soil science. Lewis Publishers. ISBN 0-87371-861-5.

Chang, K. (2002). Introduction to Geographic Information Systems McGraw-Hill, New York.

Chile`s, J. P. and Delfiner, P. (1999). Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Corwin, D.L. and Lesch, S. M. (2005). Characterizing Soil Spatial Variability with Apparent Soil Electrical Conductivity Part 11. Case Study .Computers and Electronics in Agriculture, 46:135 -152.

De la Rosa, D. (1979). Relation of Several Pedological Characteristics to Engineering Qualities of Soil. Journal of Soil Science, 30: 793 –799.

ESRI. (2012). Environmental Systems Research Institute, Using ArcGIS geostatistical analyst USA.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

Variability of Selected Soil Properties in the Cukurova Plain. Journal of Agricultural Sciences. 22: 377-384.

Usowicz, B.; Hajnos, M.; Sokololwska, Z.; J.zefaciuk, G.; Bowanko, G. and Kossowski, J. (2004). Spatial Variability of Physical and Chemical Soil Properties in a Field and Commune Scale. Acta Agrophys, 3:5 – 90.

Usowicz,B. and Lipiec, J. (2017). Spatial variability of soil properties and cereal yield in a cultivated field on sandy soil. Soil & Tillage Research 174 :241–250.

Uyan, M. and Cay, T. (2010). Geostatistical methods for mapping groundwater nitrate concentrations. Paper presented at the 3rd international conference on cartography and GIS. Nessebar, Bulgaria.

Vineeth, P.; Teja. K. and Raghuveer.D. (n.d) https://www.slideshare.net/penchalavineeth/inverse-distance-weighting

Weber,D., and E.J. England, (1992). Evaluation and comparison of spatial interpolations.Math. Geol., 26: 381-391

Webster, R., and Oliver. M. (2001). Geostatistics for Environmental Scientists John Wiley & Sons, Chichester.

White, J. G.; Welch, R. M. and Norvell, W. A. (1997). Soil Zinc Map of USA Using Geostatististics and Geographic Information System. Soil Science Society of America Journal, 61:185 -194.

Wollenhaupt, N.C., Wolkowski. R.P, and Clayton, M.K. (1994). Mapping soil test phosphorous and potassium for variable-rate fertilizer application. J. Prod. Agric, 7: 441- 448

Mardia, K. V. and Jupp, P. F. 2000. Directional Statistics. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.

Moradi, M., D. Ghonchehpour, A. Majidi, and V.M. Nejad.(2012). Geostatistic approaches for investigating of soil hydraulic conductivity in Shahrekord Plain, Iran. Amer. J. Math. And statistics 2(6): 164-168.

Mulla, D. J. (1997). Geostatistics, remote sensing and precision farming. In: Precision Agriculture: Spatial and Temporal Variability of Environmental Quality. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.

Nikpey M, Sedighkia M, and Nateghi M B (2017). Comparison of Spatial Interpolation Methods for Mapping the Qualitative Properties of Soil. Advances in Agricultural Science, 5: 1-15.

Peterson, M. (2017). Advances in Cartography and GIScience. Selection from the International Cartographic Conference 2017. Washington.

Rosenbaum, M.; and Söderstoröm, M. (1996).Geostatistices as an aid to mapping. In 1996 ESRI European User Conference. London, UK.

Santra, P.; Chopra, U. K. and Chkraborty, D. (2008). Spatial Variability of Soil Properties and its Application in Predicting Surface Map of Hydraulic Parameters in an Agricultural Farm. Current Science, 95: 937-945.

Talkkari, A.; Lauri, J. and Markku Y. H. (2002). Geostatistical Prediction of Clay Percentage Based on Soil Survey Data Agricultural Journal, 11: 381- 390.

Tunçay, T; Bayramin, I; Atalay, F; and Unver, I. (2016). Assessment of Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation on Spatial

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0
ISSN: online 2617-2186 print 2617-2178

Al-Mukhtar Journal of Sciences 34 (4): 359-371, 2019

Using The Inverted Distance Weighting Method (IDW) to Produce Maps of Some Soil Properties at the Agricultural Research Station, University of Tripoli

Magda Bashir El-beshti*, Abuabdalla Saad Sherif and Ehab Mohamed Sagar
Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya

Received: 04 May 2019/ Accepted: 30 December 2019
Doi: https://doi.org/10.54172/mjsc.v34i4.207

Abstract: The objective of the study was to determine the spatial differences of some physical and chemical properties of the soil samples of the research stations of the Faculty of Agriculture/University of Tripoli in April 2013. The results were used to produce spatial maps in order to find out the spacial distribution for the following properties: Bulk density (BD), Gravimetric water content (GWC), soil salinity (EC) and soil pH using the inverse distance weighting (IDW) method. The study was conducted on an area of approximately 13000 m^2 and was divided into a 12 m x11 m grid to produce 100 survey units and 36 units were chosen and coordinated by a portable GPS device to collect the samples. Tests were performed for both BD and GWC from depths 0-10 cm, 10-20 cm and 20- 30cm, while EC and pH analysis where done for samples from a depth of 30 cm. Spatial maps were produced of continuous surfaces and quality that differed from one property to another according to the Root Mean Square Error (RMSE) values. Based on the results, the values of RMSE varied (0.71, 0.82, and 0.86) for the GWC and (0.06, 0.13, 0.08) for the BD properties of the three depths, respectively. Where as the RMSE values were (0.15, 0.84) for the pH and EC properties respectively. The low RMSE values for BD maps at the first and third depths and the pH map showed a higher quality index for the maps. While the relatively high RMSE values showed that the maps produced for both EC and GWC properties were lower quality. This study concluded that it is possible to produce spatial maps of different quality for some soil properties within the field using IDW. These maps can therefore be used to predict BD and pH properties in the field, while they are difficult to predict for EC and GWC. Therefore, it is recommended to continue to explore the possibility of producing high-quality maps in other ways for these two properties, taking into account the increase in the number of the samples.

Keywords: Inverted Distance Weighting, Bulk Density, Volumetric Water Content, Soil Salinity, Soil pH.

*Correspondence Author: Magda Bashir El-Beshti, e-mail: melbeshti@yahoo.com, Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya.