رسم خرائط ثلاثية الأبعاد لتغايرات بعض صفات التربة الفيزيائية باستخدام الإحصاء المكاني

منير هاشم صادق كرار رزاق جواد الحسيني
كلية الزراعة :جامعة القاسم الخضراء

الخلاصة :

صممت تجربة حقلية في موقع بالقرب من مدينة الحله / العراق لدراسة التغايرات المكانية لبعض صفات التربة الفيزيائية ومن ثم تحديد انسب الطرق للتنبؤ بقيم هذه الصفات للمواقع التي لم يؤخذ لها عينات من اجل رسم خرائط ثلاثية الأبعاد لهذه الصفات .

تهدف الدراسة إلى تقييم طريقتي التقدير الكريجنك الاعتيادي (OK) وطريقة وزن المسافة المعكوس (IDW) عن طريق عدد من الاختبارات الإحصائية مثل استخدام درجة دقة التنبؤ (G) أو قيمة معدل مربع الخطأ (MSE) ومن ثم الوصول إلى أفضل طرائق التنبؤ من اجل تحديد طريقة التقدير المثالية لرسم خرائط بعض صفات التربة الفيزيائية وعلى عمقين الأول (0-15 cm) والعمق الثاني (15-30 cm) .

النماذج المستخدمة لرسم الاعتمادية البينية لصفات التربة تراوحت بين النموذجين الاسي و الكروي وباختلاف نوع الصفة و تشابهت صفات التربة الفيزيائية في نوع النموذج المستخدم باختلاف العمق .

كما اختلفت درجات الاعتمادية لصفات التربة الفيزيائية باختلاف نوع الصفة قيد الدراسة وعمق اخذ العينات وسجلت صفة المحتوى الرطوبي الحجمي لتربة خلال العمق الأول أعلى مدى للاعتمادية البينية بين الصفات الفيزيائية بلغ (118.3) مترا في حين سجل اقل مدى للاعتمادية البينية عند العمق الثاني لصفة النسبة الفراغية المئوية وبلغ (3.5) مترا .

3D Mapping For The Variables Of Some Soil Physical Properties By Using Spatial Statistic

Muneer. H. Sadiq **Karrar .R. J.ALHussiny**

Abstract:

A field experiment was conducted near the city of Hilla / Iraq to study the spatial variability for different soil physical properties, and then determining the most appropriate way to predict the values of these properties at the sites that have not taken soil samples, in order to draw a three-dimensional maps of these properties.

This study aims to evaluate two ways of appreciation, ordinary kriging (OK), and inverse distance weight (IDW) metods through a number of statistical tests such as the degree of prediction accuracy (G), and the mean square error (MSE), in order to know the best prediction and mapping method for different soil physical, chemical properties for two soil depths (15-0 cm) and (30-15 cm).

Models used to fit the spatial dependency of soil physical properties ranged between exponential and spherical models depending on the type of property and depths of samples.

البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

ISSN 2072-3875

درس Gajem et al في عام 1981 الاعتمادية المكانية لقياسات صفات التربة خلال 12 موقعا باستخدام مخطط الارتباط الذاتي (autocorrelogram) ولقد بينوا أن مسافة الاعتمادية المكانية لتلك الصفات تغايرت من بضع سنتمترات حتى بلغت مئات الأمتار لصفات اخرى . Russo & Bresler (1981) وجدا إن العديد من صفات التربة الهيدروليكية (Hydraulic Properties) كانت مرتبطة مع بعضها بمسافات مكانية مختلفة وكانت كما يلي : 21 مترا للايصالية المائية المشبعة (Saturated Hydraulic Conductivity) و 55 مترا لمحتوى التربة المائي عند درجة الإشباع (Soil Water Content Saturated) و 25 مترا لمحتوى التربة من الماء المتبقي (Residual Soil Water Content) . وقد بين كل من Sisson & Wierenge (1981) إن الموديل الارتدادي (Autoregressive Model) من الدرجة الأولى وصف بصورة جيدة درجة الارتباط بين النماذج عند دراسة النسبة المئوية لغيض الماء (Infiltration Rates) داخل التربة .كما وجد Vauclin et al (1982) نفس النتيجة السابقة عند دراسته لصفة لدرجة حرارة سطح التربة (Soil Surface Temperature) ورطوبة سطح التربة (Soil Surface Wetness) بعد عملية الري . في حين استخدم آخرون دالة التباين النصفي (Semivariogram) لدراسة التغاير المكاني لصفات التربة .

إن العديد من الدراسات قارنت بين استخدام الطرق الكلاسيكية من جانب والطرق المستندة على Kriging من جانب آخر مثل قياس وزن المسافة المعكوس وغيرها (1984,Dubrule. Laslett et al ,1987). وكقاعدة عامة وجد إن جميع الطرائق التي تستند في أساسها على Kriging كانت أفضل في التقدير من الطرق الكلاسيكية في التنبؤ عندما تكون البيانات متغايرة بشكل كبير من حيث القيم . أما طريقة وزن المسافة المعكوسة تكون أكثر مناسبة من باقي الطرق للاستخدام مع البيانات التي تكون ذات تغايرات قليلة المدى (1993,Cooke et al) مقارنة بالبيانات التي تكون ذات اعتمادية كبيرة (1996,Gotway et al) . وضح Gotway et al (1996) الاستنتاج

Soil physical properties showed different degree of spatial dependency depending on the property and the depth of sampling, for example the volumetric water content at the first depth shows the highest degree of spatial dependency (118.3 meter) while the void ratio at the second depth shows the lowest degree of spatial dependency (3.5 meter).

المقدمة :

يعد تغاير صفات التربة الفيزيائية احد مؤشرات التغاير المكاني الكامن في التربة (2003,Wendroth et al) . وان الإحصاء الجيولوجي يعد أداة هامة ترتكز على مجموعة من البيانات المكانية والزمنية لغرض تحديد تلك التغايرات في التربة (2001,Maiorana et al)، وتحديد مناطق الانضغاط والرص في التربة وتطوير ممارسات إدارة التربة التي تؤثر بشكل مباشر في إنتاج المحاصيل الزراعية من خلال التأثير على حركة الماء والمغذيات داخل جسم التربة وهذا كله لا يمكن أن يتحقق إلا من خلال تقييم التوزيع المكاني لصفات التربة الفيزيائية مثل الكثافة وقابلية التربة للاختراق وغيرها من الصفات (2007,Özgöz et al) . أن التباين المكاني لخصائص التربة في منطقة معينة مهم لتقييم إمكانيات الإنتاج النباتي في تلك المنطقة وبالتالي تحسين الأرباح وإدامة التربة وحماية البيئة .

إن مصدر التغاير المكاني للتربة ينشا من عوامل مختلفة أهمها عوامل تكوين التربة وممارسات إدارة التربة وهي تؤثر بالتالي على حاصل الإنتاج (1994,McGraw. 2000,Mulla & McBratney) . كما إن التغاير في صفات التربة الفيزيائية يمكن أن يعزى إلى حالات الترطيب والتجفيف التي تتعرض لها التربة موسميا (2009,Dörner et al) ، واختلاف طرق إدارة وحراثة التربة (2007,Özgöz et al) ، وعمليات الرعي (2009,Krümmelbein et al) ، وكذلك طبيعة استخدام الأراضي (2011,Özgöz et el) .

ISSN 2072-3875

المواد وطرائق العمل :

اخذت العينات من حقل يقع أمام موقع جامعة بابل على بعد 10km إلى الجنوب من مركز مدينة الحلة الواقعة ضمن المنطقة الوسطى من العراق وتكاد تحتل وسط السهل الرسوبي بين خطي طول 44° – 45° شرقا ودائرتي عرض 30° – 32° شمالا . تم تحديد مسافة مقدارها 5m بين عينة واخرى ، واخذت العينات على محورين x , y حيث بلغ طول كل خط مستقيم 250 m أي 50 موقعا للعينات على كل خط وبعمقين لغرض تحديد التباين في الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة ، حيث تم اخذ العينات على عمقين مختلفين الأول من (0-15 cm) وتمثل الطبقة السطحية للتربة أما الثاني فيمثل الطبقة تحت السطحية من عمق (15-30 cm) . كما تم اخذ عينات تربة غير مثارة لغرض قياس الايصالية المائية المشبعة والكثافة الظاهرية للتربة وعينات تربة مثارة إذ تم تجفيف العينات وطحنت بشكل متجانس من اجل أجراء الفحوصات الفيزيائية المحددة في البحث ثم نقلت العينات بواسطة أكياس من البولي اثيلين إلى المختبر لإكمال التجربة .

تم تقدير الكثافة الظاهرية بطريقة العينة غير المثارة (Core Sample) وحسب الطريقة الواردة في (1965, Blake) ، تم تعين التوزيع الحجمي لمفصولات التربة باستعمال التحليل الميكانيكي حيث تم الحصول على أجزاء الرمل باستعمال النخل الرطب في حين تم حساب أجزاء الغرين والطين باستعمال طريقة الماصة Pipette analysis method حسب الطريقة الموصوفة في (1965 (Blake

الرئيسي من اغلب دراسات المقارنة بين طرائق التقدير وهو إن دقة التنبؤ تعتمد بشكل كبير على طبيعة الصفة المقاسة أكثر من اعتمادها على نوع طريقة التنبؤ .

عند اخذ عدد كثيف من العينات بطريقة شبكية نظامية تكون هناك اختلافات بسيطة بين الطرق المستخدمة في التنبؤ ، جميع حسابات التقدير (مربع المسافة العكسية ، طريقة المربعات ،الخ) تعمل على تقدير القيمة في الموقع المطلوب بالاعتماد على مجموع أوزان العينات في المنطقة المحيطة بالنقطة المجهولة . وبصورة عامة فان جميع أوزان هذه الصفات تتناقص أو تتزايد مع المسافة . ولكن في تقنية Kriging فان Krig يعين الأوزان بالاعتماد على مفهوم الاعتدال (moderately) لأوزان البيانات المساعدة في التقدير أي يستثني المديات العالية من القيم التي تؤثر على دقة التقدير ، وهذا المفهوم لا يستند إلى إلغاء المفهوم القديم في التقدير ولكن بتغير الصيغة ، ولكن في كثير من الحالات يلاحظ تشابه نتائج الكريجنك مع نتائج الطرق الاخرى بشكل كبير.(1989,Isaaks & Srivastava) .وبالأخص إذا كانت العينات كثيفة إلى حد ما وموزعة بشكل نظامي في منطقة التقدير ، أي التوصل إلى تقدير جيد في جميع الطرق بغض النظر عن خوارزمية التنبؤ .

وفي ضوء ما تقدم اقترح Warrick et al (1988) إن تقنية Kriging تعد أفضل طرق التنبؤ المكاني لأنه الطريقة الوحيدة التي تسمح باستخدام النقاط الشديدة التغاير عن بعضها في التقدير . في حين أشار Whelan et al (1996) إلى أن طريقة التقدير التي تعتمد على وزن المسافة المعكوس تتفوق بشكل واضح على طريقة الكريجنك في حال كون عدد العينات قليل وموزعة طبيعيا .

جدول (1) نسجة التربة .

نسجة التربة Soil Texture	
المفصول	**النسبة غم / كغم $^{-1}$**
الرمل	**%57.0**
الغرين	**%22.3**
الطين	**%20.7**
النسجة	**مزيجية رملية**

ISSN 2072-3875

الايصالية المائية المشبعة قدرت باستعمال طريقة عمود الماء المتغير (Falling head method) للتربة غير المثارة (Un disturbed Soil) حسب ما ورد من قبل Dirsken و Klute(1986) قيس محتوى التربة الرطوبي الحجمي باستعمال الطريقة الوزنية (الطريقة المباشرة (Gravimetric method)) على وفق طريقة (1950,Rusell) والموصوفة في (1981,Kovacs & Associates) .

تم قياس الثباتية بواسطة جهاز قياس ثباتية تجمعات التربة للمناطق الجافة وشبه الجافة وحسب الطريقة التي وردت في (1980, Hillel).

تم تحليل البيانات وفق طرائق الإحصاء المكاني وباستخدام برنامج Gs+ (Gamma Design Software Version 9 1994) المنتج من قبل شركة Gamma للبرامجيات .

طريقة التنبؤ :

اقترح Variogram كأداة قوية وفعالة للتعبير عن الاعتمادية البينية للقياسات المتجاورة (1978,Rendu).وقد استخدم Variogram للمرة الأولى من قبل العالم Matheron (1971) . حيث أن Variogram يقيس معدل التغاير في قيمة الصفات المقاسة بدلالة المسافة بينها (Campbell,1978). لذلك يمكن تعريف Variogram بأنه عبارة عن مربع الفرق المتوقع بين قيم العينات التي تفصلها المسافة (h) أو (lag h) وكما يلي :

$$2\gamma(\mathbf{h}) = E[(x(z) - x(z+h)]^2 \dots\dots (1)$$

حيث

$2\gamma(\mathbf{h})$ تمثل Variogram.

وان الدالة $\gamma(\mathbf{h})$ تدعى دالة التباين النصفي (Semivariogram) وتعرف من خلال المعادلة :

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{2} E[(x(z) - x(z+h)]^2 \dots\dots (2)$$

إن دالة التباين النصفي (Semivariogram) يمكن أن يرتبط بالتغاير (Variance) و التغاير الذاتي (CoVariance) كما يلي:

$$\dots\dots (3)\gamma(\mathbf{h}) = \delta^2 - \delta h$$

حيث

δ^2 : تمثل التغاير $(Variance)$

δh : تمثل التغاير الذاتي $(CoVariance)$

وتحسب دالة التباين النصفي (Semivariogram) من خلال العلاقة :

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{Z_n(\mathbf{h})} \sum_{i=1}^{n(h)} [x_{(Zi)} - x_{(Zi+h)}]^2 \dots\dots (4)$$

عند رسم قيم$\gamma(\mathbf{h})$ مقابل المسافة بين السلسلتين (lag h) نحصل على ما يسمى بدالة التباين النصفي (Semivariogram) ولكن لتبسيط التسمية فان كثير من الباحثين يسمونه الفاريوكرام (Variogram) وعادة فان العلاقة بين$\gamma(\mathbf{h})$ مقابل (lag h) تدعى Variogram.

يتم اختيار موديل Variogram المستخدم في التحليل عن طريق قياس الخطأ الذي يمثل الفرق بين القيم المقاسة والقيم المقدرة (1992,Zhang et al) . ويستخدم مقياس تقاطع الجودة (cross-validation criteria) ل Variogram العينات المختار في حالة وجود ارتباط معنوي بين القيم المقاسة والقيم المقدرة (1991,Myers) .وقد استخدم اخر معيار لحساب معدل مربع الخطا MSE (Mean Square Error)أو حساب جودة التنبؤ G (Goodness Of Prediction) للمقارنة بين دقة الطرق المختلفة للتنبؤ بالقيم التي لم تقاس في الحقل (1999,Kravchenko & Bullock).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} [Z^*(x_i) - Z(x_i)]^2 \dots\dots (5)$$

$$G = \left[1 - \frac{MSE}{MSE_{average}}\right] \times 100 \dots\dots (6)$$

$$MSE_{average} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} [Zm - Z(x_i)]^2 \dots\dots (7)$$

Zm المتوسط الحسابي للعينات (Sample Mean) .

$Z^*(x_i)$ القيمة المقدرة (Estimation Value).

$Z(x_i)$ القيمة المقاسة (Measured Value).

ISSN 2072-3875

النتائج والمناقشة :

التحليل الإحصائي لصفات التربة الفيزيائية كان كما في الجدولين (2) (3) أدناه .

n عدد العينات المقاسة .

$MSE_{average}$ يمثل قيمة معدل مربع الخطأ لمتوسط القيم المقاسة .

MSE يمثل معدل مربع الخطأ للقيم المقاسة.

G تمثل درجة دقة التقدير (%) .

جدول (2) التحليل الإحصائي لقيم صفات التربة الفيزيائية خلال المحور (X)

	معدل القيم		أعلى قيمة		اقل قيمة		معامل التغاير C.V		قيمة الانحراف skew		الخطأ التجريبي S.E	
	العمق											
الصفة	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm
الكثافة الظاهرية	1.18	1.31	1.53	1 . 6	0.92	1.04	0.02	0.02	0.21	0.04	0.16	0.14
المحتوى الرطوبي	1 9	18.9	30.2	31.2	12.1	11.2	27.7	18.1	0.57	0.55	5.26	4.26
الايصالية المائية المشبعة	19.5	19.5	2 1	2 1	18.6	18.6	0 . 3	0.16	0.89	0.72	0.54	0.39
ثباتية مجاميع التربة	13.2	13.6	17.1	17.5	3.87	8 . 2	5.92	3.65	-1.31	-0.52	2.43	1.91

جدول (3) التحليل الإحصائي لقيم صفات التربة الفيزيائية خلال المحور (Y) .

	معدل القيم		أعلى قيمة		اقل قيمة		معامل التغاير C.V		قيمة الانحراف skew		الخطأ التجريبي S.E	
	العمق											
الصفة	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm
الكثافة الظاهرية	1.09	1.37	1.45	1.75	0.66	0.9	0.03	0.04	-0.17	-0.06	0.19	0.19
المحتوى الرطوبي	11.3	16.3	23	26.1	5.02	6.72	18.7	32.7	1.05	-0.13	4.33	5.72
الايصالية المائية المشبعة	19.7	19.9	22.1	21.6	18.8	18.9	0.47	0.44	2.35	1.18	0.69	0.66
ثباتية مجاميع التربة	11.3	12.8	16.5	16	6.02	6.73	4.89	4.36	-0.11	-0.69	2.21	2.09

0.03% , 0.04% وللعمقين الأول والثاني على التوالي .

إن تغاير صفة محتوى التربة الرطوبي الحجمي يمكن اعتباره متوسطا (15% - 50%) وفقا للمقياس الذي وضعه العالم Warrick (1998) لتغاير صفات التربة في حين سجلت الصفات الاخرى مثل كثافة التربة الظاهرية والايصالية المائية المشبعة وثباتية تجمعات التربة تغايرا ضعيفا وفقا للمقياس نفسه .

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لصفات التربة الفيزيائية الواردة في الجدولين 3,2 اختلاف قيم معامل التغاير C.V بين صفات التربة الفيزيائية المختلفة وخلال المحورين (X),(Y) ، بلغ اقل مقدار للتغاير قيمة 0.02% وذلك لصفة الكثافة الظاهرية للتربة للعمقين الأول والثاني من المحور (X) كما إن صفة كثافة التربة الظاهرية سجلت اقل قيمة لمعامل التغاير بين الصفات الفيزيائية في المحور (Y) بلغت

ISSN 2072-3875

إدارة التربة وفعل المكائن الزراعية المستخدمة في الحقل . لاحظ الحمداني (1982) انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة المحروثة وللعمق 20 سم بسبب تفكك الكتل الكبيرة إلى أحجام أصغر مما يؤدي إلى تحسين بنائها وزيادة نسبة الفراغات المسامية فيها. يعزى الارتفاع في قيم الكثافة الظاهرية إلى زيادة الرطوبة وحصول عملية الفشل في ارتباط دقائق التربة بشكل مجاميع (1975,Wilsun & Starzewski). من ناحية اخرى تعمل جذور النباتات في خفض قيمة الكثافة الظاهرية نتيجة زيادة حجم الفراغات المسامية في وحدة الحجم عند تغلغل الجذور في جسم التربة مما يعمل على التقليل من انضغاطية التربة (1973,Low) ، في حين توصل الحديثي (1983) إلى أن زيادة الكثافة الظاهرية يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في معدل القطر الموزون للتربة بسبب الرص وتحطم مجاميع التربة بفعل استخدام المكائن الزراعية في الحقل .

أشار الجنابي وآخرون (1991) إلى إن تغاير قيمة الكثافة الظاهرية للتربة كان معنويا عند حدود من -30 25 مترا خلال دراسته لتغاير الصفات الفيزيائية للتربة في مدينة الموصل .

التحليل المكاني لصفات التربة الفيزيائية :

لغرض دراسة تباين صفات التربة المختلفة بالاعتماد على المسافة بين تلك الصفات يتم حساب دالة التباين النصفي للقيم وفقا للمعادلة (4) ويحدد البرنامج أفضل الموديلات تطابقا مع القيم المقاسة لرسم شبه دالة التباين النصفي من خلال اكبر قيمة لمعامل الانحدار واقل قيمة للخطأ القياسي . ومن دراسة التغاير المكاني للصفات الفيزيائية المحسوب بواسطة دالة التباين النصفي اظهر التحليل الجيوحصائي لقيم صفات التربة الفيزيائية العديد من موديلات التغاير المكاني بين الصفات وكذلك مدى واسع من الاعتمادية المكانية وكما هو موضح في الجدول التالي .

من ناحية انحراف التوزيع التكراري (skew value) لوحظ من الجدول 2 إن صفتي ثباتية تجمعات التربة أعطت قيما سالبة للانحراف ولكلا العمقين من المحور (X) بلغت 1.13- ، 0.52على التوالي في حين أظهرت الصفات الفيزيائية الاخرى في المحور (X) قيما موجبة للانحراف بالرغم من كون تلك القيم ضئيلة (اقل من 1) .

اما خلال المحور (Y) حافظت ثباتية تجمعات التربة على قيم سالبة للانحراف بلغت 0.11-، - 0.96 ولكلا العمقين الأول والثاني على التوالي وكذلك سجلت كثافة التربة الظاهرية قيما سالبة للانحراف في العمق الأول والثاني بلغت على التوالي 0.17 , - 0.06- في حين كانت قيمة الانحراف سالبة عند العمق الثاني فقط لصفة محتوى التربة الرطوبي الحجمي وبلغت قيمة 0.13- واستمرت قيم كل الايصالية المائية المشبعة للتربة والمحتوى الرطوبي عند العمق الأول بنسب موجبة مع زيادة قليلة في قيم الانحراف لهذه الصفات مقارنة مع قيم انحرافها عند المحور (X) .

من ناحية اختلاف قيم الصفات الفيزيائية مع العمق فقد لوحظ من خلال الجدولين السابقين اختلاف معدلات قيم جميع صفات التربة الفيزيائية بين العمق الأول (0-15 cm) والعمق الثاني (15-30cm) فمن ناحية كثافة التربة الظاهرية أدت الزيادة في أعماق النماذج إلى زيادة قيم الكثافة الظاهرية للتربة وبشكل ملحوظ ولكلا المحورين (X),(Y) ففي المحور (X) سجلت الكثافة الظاهرية للتربة في العمق الأول معدل 1.18 ميكاغرام.كغم$^{-3}$ بينما بلغ معدل الكثافة الظاهرية للتربة في العمق الثاني من نفس المحور (x) 1.31 ميكاغرام.كغم$^{-3}$ وبلغت أعلى قيمة للكثافة الظاهرية في الطبقة السطحية في هذا المحور 1.53 ميكاغرام.كغم$^{-3}$ في حين سجلت اقل قيمة للكثافة الظاهرية في العمق الأول ضمن المحور (Y) وبلغت 0.66 ميكاغرام.كغم$^{-3}$.وقد يعود سبب انخفاض كثافة التربة الظاهرية ضمن عمق الحراثة إلى عمليات

ISSN 2072-3875

جدول (4) الموديلات المستخدمة لرسم دالة التباين النصفي مع قيم الثوابت ودرجة الاعتمادية لصفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول والثاني من التجربة .

الصفة	العمق	نوع الموديل المستخدم	قيمة nugget (c_0)	قيمة العتبة (sill) (c_0+c)	المدى (a) متر	$\frac{c_0}{c_0+c}$	درجة الاعتمادية البينية
الكثافة الظاهرية	0-15cm	اسي	0.0165	0.0338	96.4	0.4867021	متوسطة
	15-30 cm	اسي	0.00003	0.0251	4.7	0.0011971	عالية
المحتوى الرطوبي	0-15cm	كروي	14.46	44.83	118.3	0.3225519	متوسطة
	15-30 cm	كروي	7.61	30.82	95.5	0.2469176	عالية
الايصاليةالمائية المشبعة	0-15cm	كروي	0.001	0.463	24.7	0.0021598	عالية
	15-30 cm	كروي	0.1143	0.3996	106.1	0.286036	متوسطة
ثباتية مجاميع التربة	0-15cm	كروي	0.23	6.172	12.4	0.0372651	عالية
	15-30 cm	كروي	0.12	4.035	11.3	0.0297398	عالية

للترب تحت السطحية . أما من ناحية محتوى التربة الرطوبي الحجمي فان أفضل الموديلات المستخدم لرسم شبه داله الفاريوكرام هو الموديل الكروي وخلال العمق الأول والثاني من التجربة وكانت قيمة المدى (a) لصفة المحتوى الرطوبي الحجمي خلال العمق الأول 118.3 مترا وعندها كانت درجة الاعتمادية المكانية متوسطة (0.3225519 = $C_0/C_0 + C$) أما في العمق الثاني من التجربة فان المدى (a) لصفة المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة كان بحدود 95.5 مترا وسجلت عنده درجة اعتمادية مكانية عالية ($C_0/C_0 + C = 0.2469176$)

أن الموديل الكروي كان أفضل الموديلات المستخدمة لرسم داله التباين النصفي لصفة ايصالية التربة المائية خلال العمق الأول والثاني من التجربة بالرغم من كون التفاوت في مدى الاعتمادية المكانية بين العمق الأول والثاني لصفة الايصالية عاليا حيث سجل هذا المدى 24.7 مترا خلال العمق الأول من التجربة وكانت درجة الاعتمادية المكانية عالية ($C_0/C_0 + C = 0.0021598$) بين المواقع في حين كان مدى التغاير في صفة الايصالية المائية المشبعة للتربة خلال العمق الثاني من التجربة 106.1 مترا و درجة اعتمادية مكانية متوسطة (0.286036= $C_0/C_0 + C$) ، من ناحية صفة ثباتية تجمعات التربة فان العمق الأول والثاني لم يشهدا تغاير واسع في قيم المدى ونوع الموديل المستخدم وكذلك درجة الاعتمادية المكانية التي كانت عالية (0.0372651=

من ناحية الكثافة الظاهرية استخدم الموديل الاسي لرسم دالة شبه الفاريوكرام وعلى العمق الأول والثاني واختلفت قيمة المدى (a) من 96.4 مترا عند العمق الأول عندما كانت درجة الاعتمادية البينية متوسطة ($C_0/C_0 + C$ =0.4867021) لتصبح بمدى 4.7 مترا للعمق الثاني عند درجة اعتمادية مكانية عالية بين النماذج($C_0/(C_0 + C)$ =0.0011971) إن تحديد درجة الاعتمادية المكانية للصفات يحسب من خلال إيجاد النسبة ما بين قيمة تغاير nugget (c_0) إلى قيمة تغاير العتبة sill ($c_0 + c$) وهذا ما اقترحه العالمان mettermicht & Robinson في عام 2006 ويدعى بحساب قيمة الخطأ في نموذج الفاريوكرام (Semivariogram Model Error) فإذا كانت نسبة هذا الخطأ اقل من 0.25 يظهر التغاير ارتباطا مكانيا عاليا بين المواقع المقاسة أما في حال كون هذه النسبة بين 0.25-0.75 فان درجة الارتباط المكاني تكون متوسطة وفي حال كون هذه النسبة اكبر من 0.75 فان درجة الاعتماد المكاني بين المواقع تكون ضعيفة .

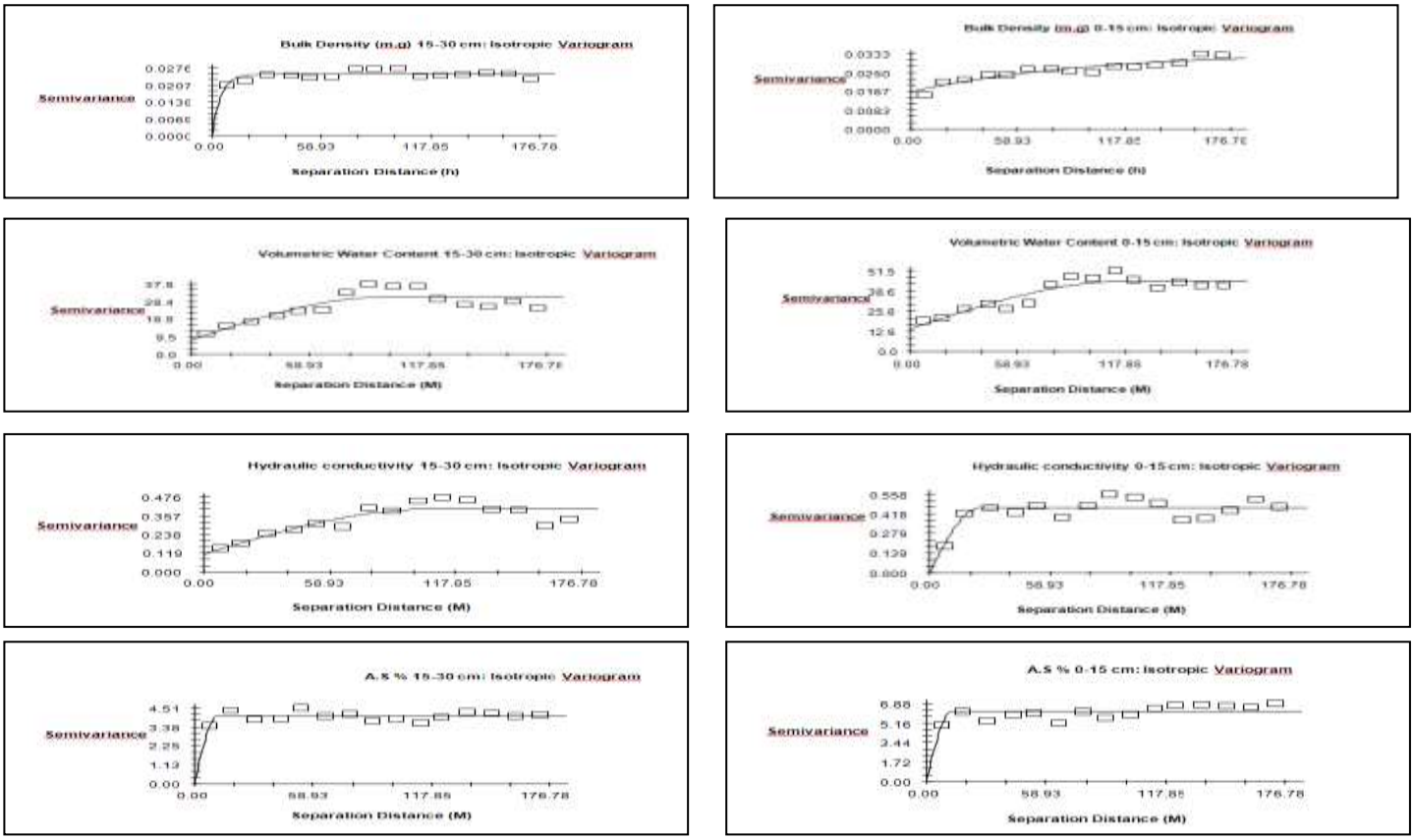
وجد Janik,(2008) ان التغاير في الكثافة الظاهرية للتربة خلال الحقل كان ضعيفا وان قيمة تأثير nugget كانت 0.788 وان sill كانت عند حدود 1.039 ولمسافة مؤثرة أو مدى (a) مساوي إلى 5.59 مترا . ولقد وجد Santra et al (2008) إن المسافة المؤثرة للكثافة الظاهرية لترب الهند كانت بحدود 1053 مترا في الترب السطحية و 1201 مترا

ISSN 2072-3875

أن سجلت في العمق الأول مدى تغاير بلغ 12.4 مترا وقد يعود السبب الى ارتباط صفة الثباتية بشكل وثيق بقيمة كثافة التربة ودرجة الرص وازدياد قيمهما بازدياد العمق .

لكلا $(C_0/C_0 + C =0.0297398)$ $(C_0/C_0 + C$ العمقين على التوالي وكان أفضل الموديلات المستخدمة لرسم داله التباين النصفي كرويا خلال العمق الأول والثاني وانخفضت قيمة المدى بشكل طفيف مع العمق لتبلغ 11.3 مترا في العمق الثاني بعد

والأشكال البيانية الآتية (1) تمثل مخطط شبه الفاريوكرام لصفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول والثاني من التجربة :



المقارنة بين رسم خرائط صفات التربة بتقنية الكريجنك البسيط ووزن المسافة المعكوس

ناحية مقدار الخطأ التجريبي أثناء التنبؤ إذ بلغ معدل الخطأ التجريبي لهذه الطريقة (0.018133).أما خلال العمق الثاني من التجربة فان الوضع كان معاكسا حيث تفوقت طريقة التنبؤ بوزن المسافة المعكوس على طريقة الكريجنك البسيط في تقدير التغاير باعتبارها أعلى دقة في التنبؤ واقل من ناحية مقدار قيمة الخطأ التجريبي إذ بلغت قيمة دقة النتائج المسجلة بواسطة وزن المسافة المعكوس (19.93753%) في حين كانت بمقدار(13.34624%) عند استخدام الكريجنك البسيط .

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (5) السابق يلاحظ وجود تفاوت كبير في دقة استخدام طرائق التنبؤ وذلك تبعا لاختلاف نوع الصفة المدروسة والعمق الذي تؤخذ منه النماذج فمن ناحية كثافة التربة الظاهرية فان طريقة الكريجنك البسيط سجلت أعلى مقدار دقة نتائج بلغ (41.69289%) واقل معدل خطا تجريبي (0.017775) عند التنبؤ بقيم كثافة التربة الظاهرية خلال العمق الأول مقارنة بطريقة وزن المسافة المعكوس التي كانت اقل من ناحية الدقة إذ سجلت درجة دقة بلغت (40.51589%) واكبر من

ISSN 2072-3875

الجدول (5) أدناه يبين قيم كل من مربع الخطأ التجريبي (MSE) ودرجة دقة النتائج (G) المعتمدة لكل صفة من صفات التربة الفيزيائية عن طريق التنبؤ بالقيم الغير مقاسة ورسم الخرائط البينية لها بتقنية الكريجنك البسيط (OK) وتقنية وزن المسافة المعكوس (IDW) .

الصفة	العمق	مربع الخطأ التجريبي (MSE)		درجة دقة النتائج (G)%	
		Kriging	IDW	Kriging	IDW
الكثافة الظاهرية	0-15 cm	0.017775	0.018133	41.69289	40.51589
	15-30 cm	0.024422	0.022565	13.34624	19.93753
المحتوى الرطوبي	0-15 cm	20.48517	20.77861	46.31446	47.07262
	15-30 cm	11.98685	12.77791	54.64484	51.65168
الايصالية المائية المشبعة	0-15 cm	0.120583	0.236803	69.04147	39.2032
	15-30 cm	0.153989	0.158361	51.95145	50.58699
ثباتية تجمعات التربة	0-15 cm	7.21331	5.628373	-16.4438	9.141688
	15-30 cm	3.922265	3.753233	4.505404	8.620792

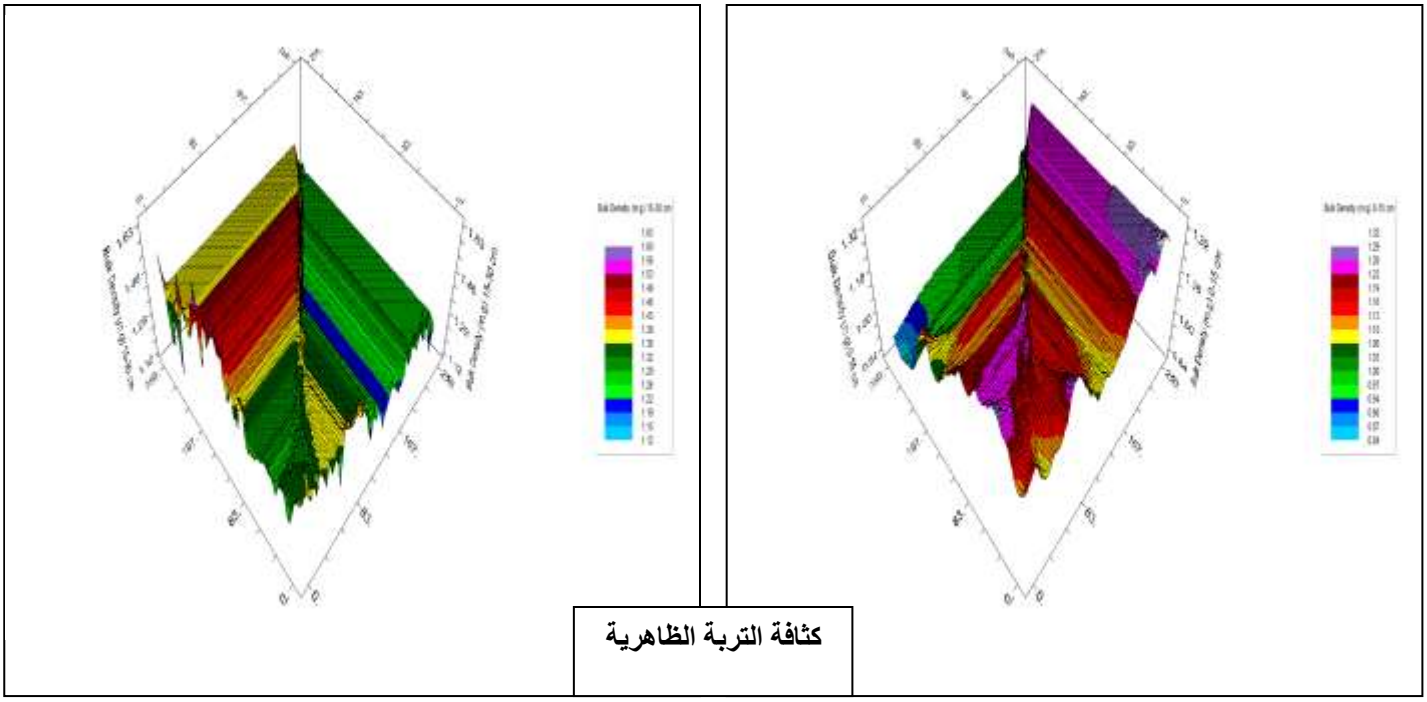
الخطأ التجريبي ودرجة الدقة المسجلة بطريقة وزن المسافة المعكوس والبالغة (0.158361)و (50.58699%) على التوالي .

في حالة صفة ثباتية مجاميع التربة ، خلال العمق الأول والثاني كانت أعلى درجة دقة نتائج واقل قيمة خطا تجريبي لطريقة وزن المسافة المعكوس وكان مقدار الفرق بينها وبين طريقة التنبؤ بالكريجنك البسيط عاليا وخاصة خلال العمق الأول من التجربة حيث سجلت درجة دقة نتائج بطريقة وزن المسافة المعكوس (9.141688%) في حين كانت درجة الدقة المسجلة بطريقة الكريجنك البسيط ولنفس العمق (-16.4438%) .وتكون خرائط صفات التربة كما يلي :

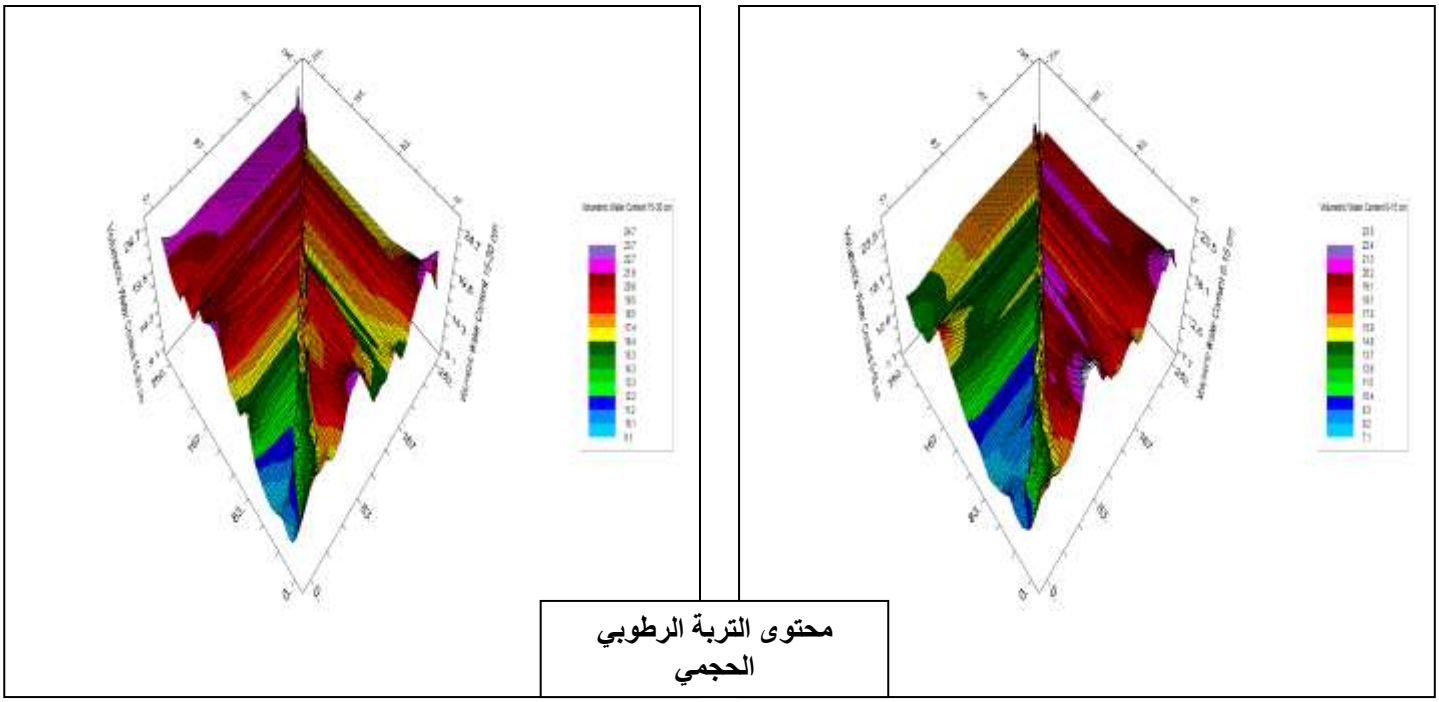
أما من ناحية صفة ايصالية التربة المشبعة كانت طريقة الكريجنك البسيط أفضل الطرائق للتنبؤ بتلك الصفة خلال العمقين الأول والثاني من التجربة وذلك لارتفاع دقة نتائجها وانخفاض قيمة الخطأ التجريبي لها مقارنة بطريقة وزن المسافة المعكوس حيث سجلت دقة النتائج باستخدام الكريجنك البسيط مقدار (69.04147%) خلال العمق الأول وبنسبة خطا تجريبي بلغت (0.120583) في حين بلغت درجة الدقة ونسبة الخطا بطريقة وزن المسافة المعكوس (39.2032%) و(0.2368) على التوالي . أما خلال العمق الثاني بلغت دقة النتائج المسجلة بطريقة الكريجنك البسيط (51.95145%) و قيمة الخطأ التجريبي مقدار (0.153989) في حين بلغت قيمة

ISSN 2072-3875

خرائط ثلاثية الأبعاد لقيم صفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول على اليمين والثاني على اليسار من التجربة مرسومة باستعمال طريقة الكريجنك البسيط .

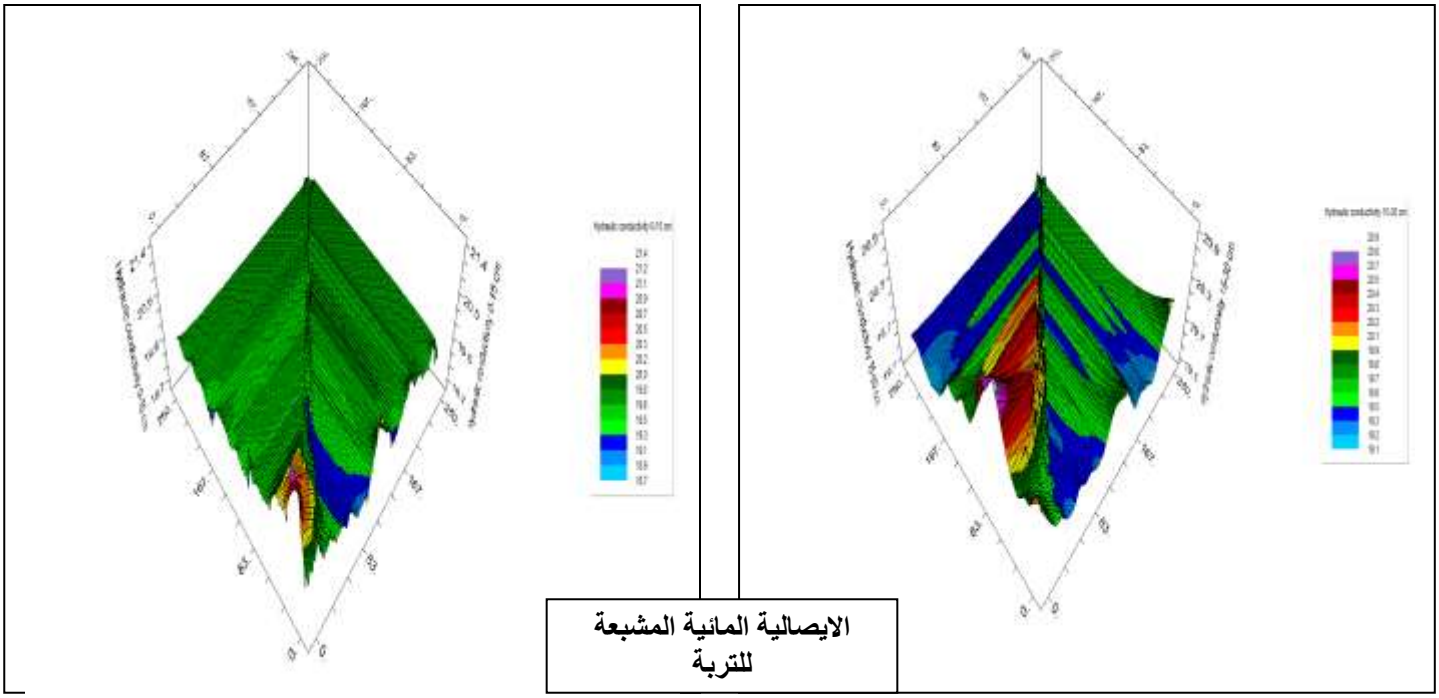


كثافة التربة الظاهرية

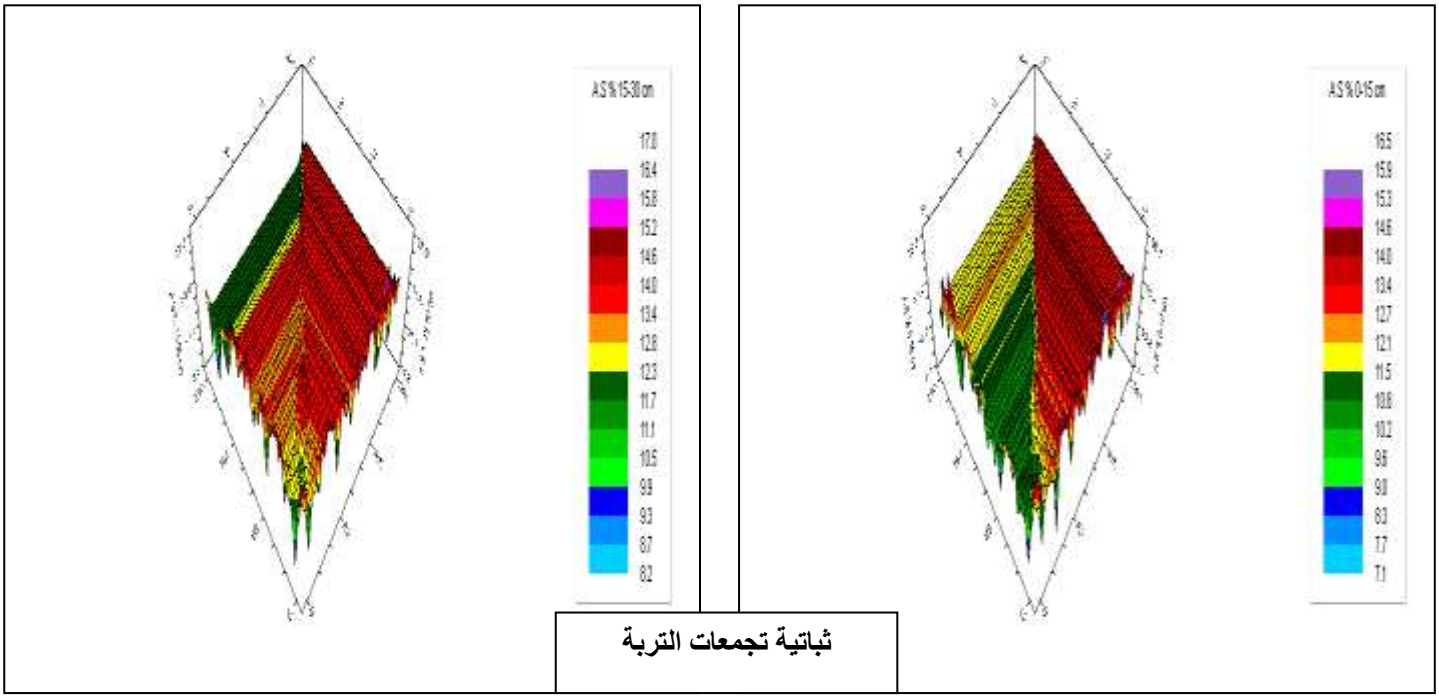


محتوى التربة الرطوبي الحجمي

ISSN 2072-3875



الايصالية المائية المشبعة للتربة

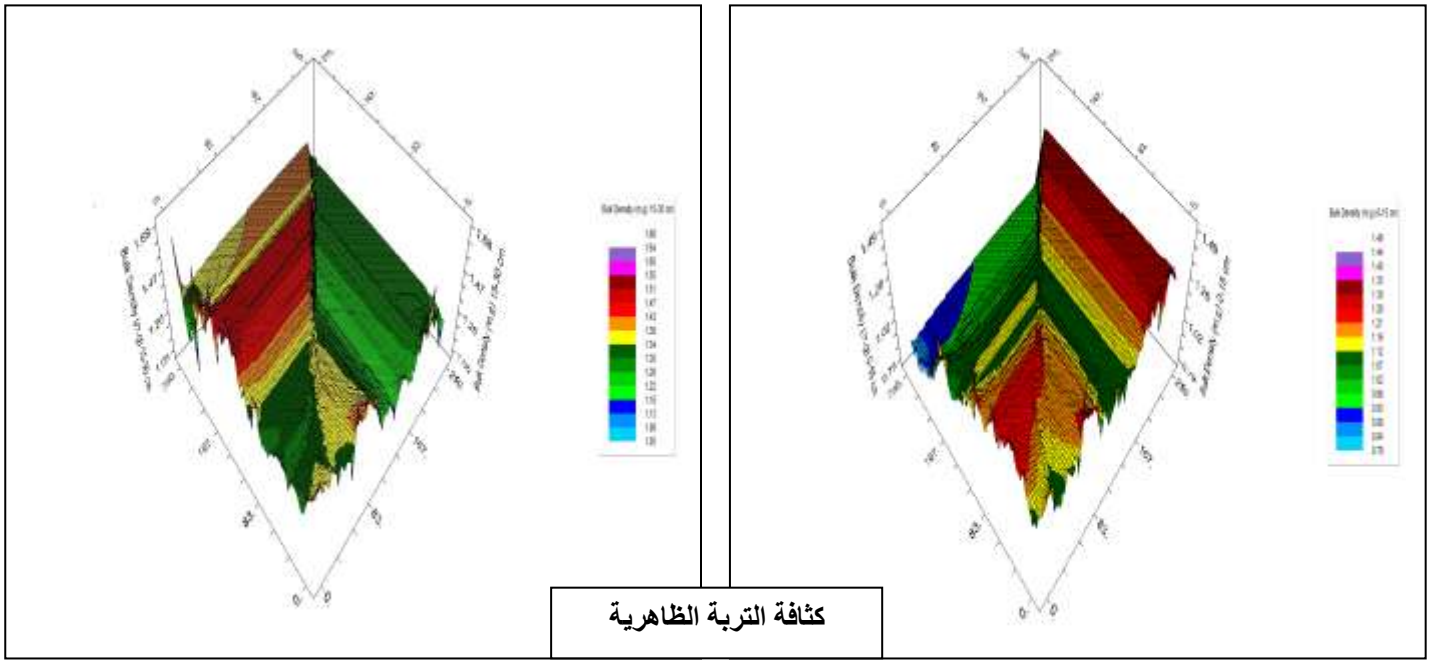


ثباتية تجمعات التربة

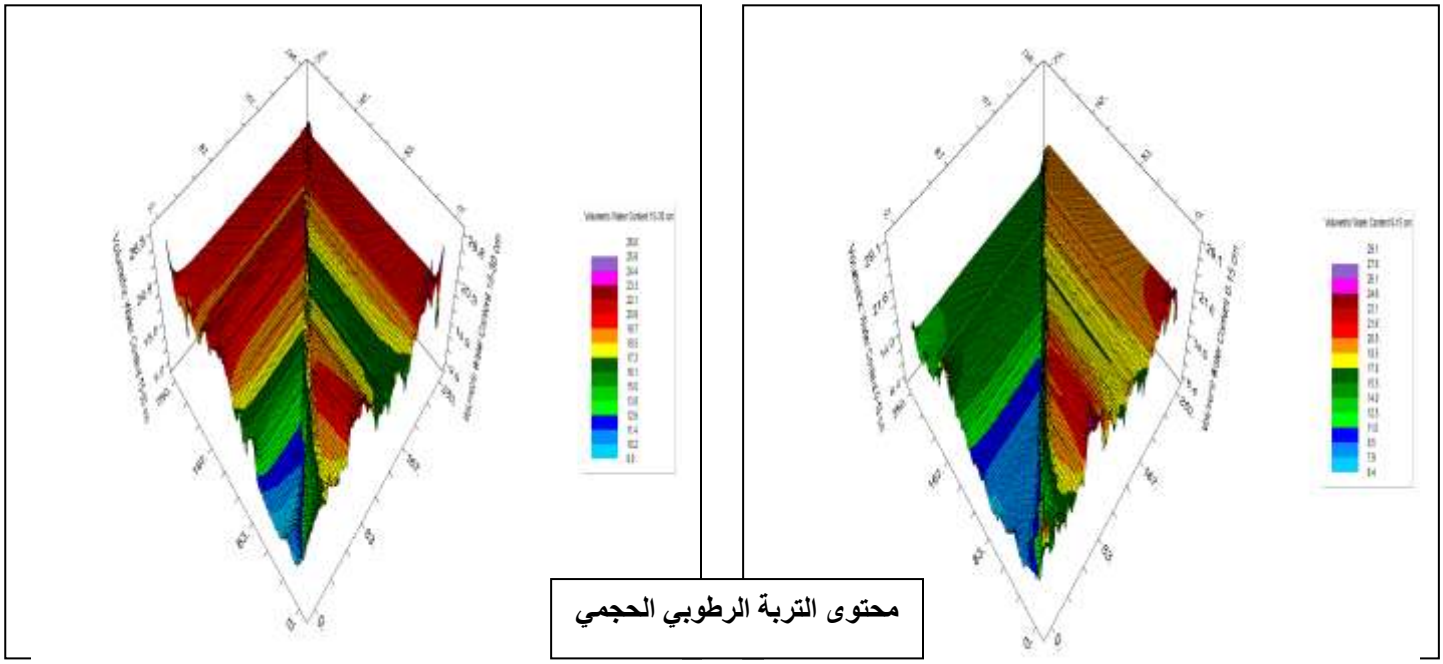
ISSN 2072-3875

خرائط ثلاثية الأبعاد لقيم صفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول على اليمين والثاني على اليسار من التجربة مرسومة باستعمال طريقة وزن المسافة المعكوس.

.

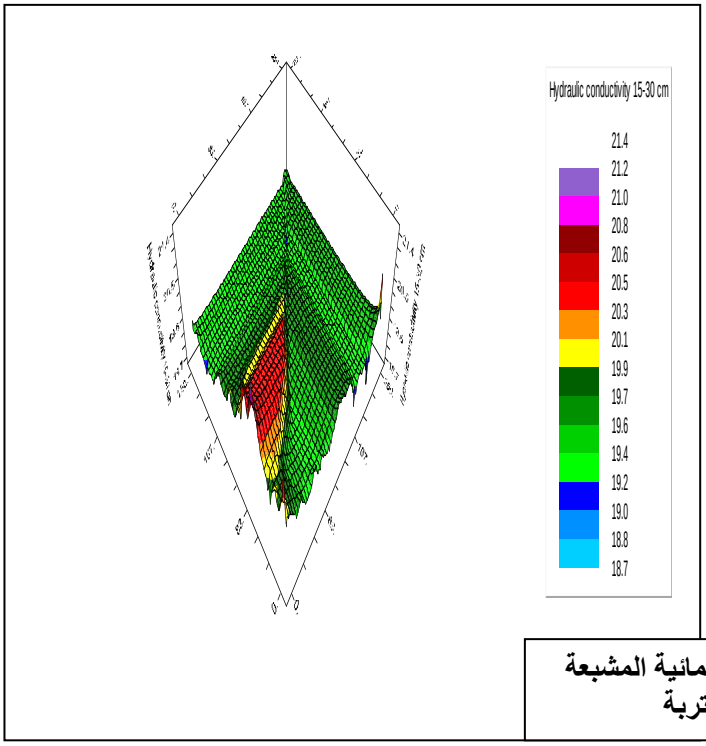


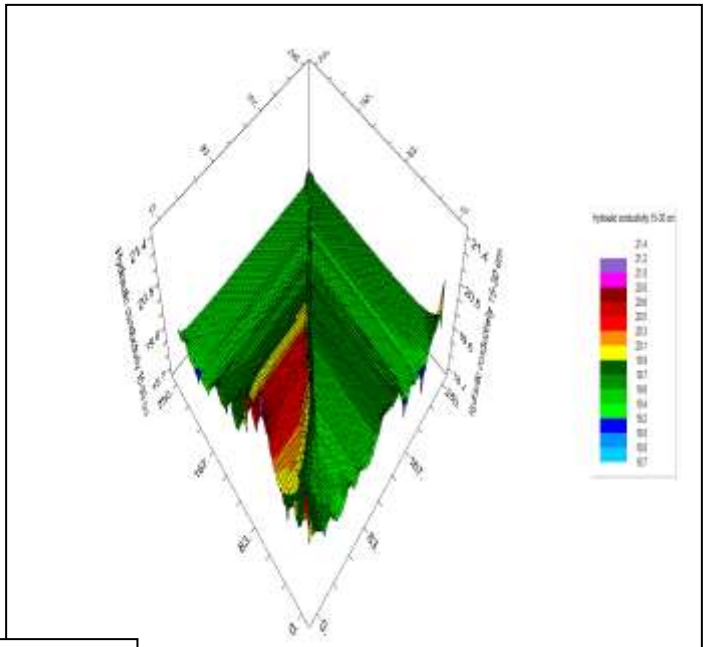
كثافة التربة الظاهرية



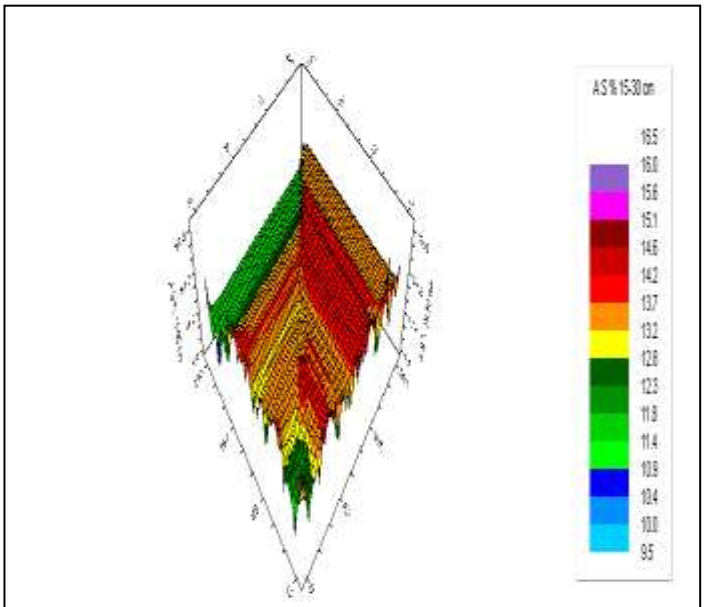
محتوى التربة الرطوبي الحجمي

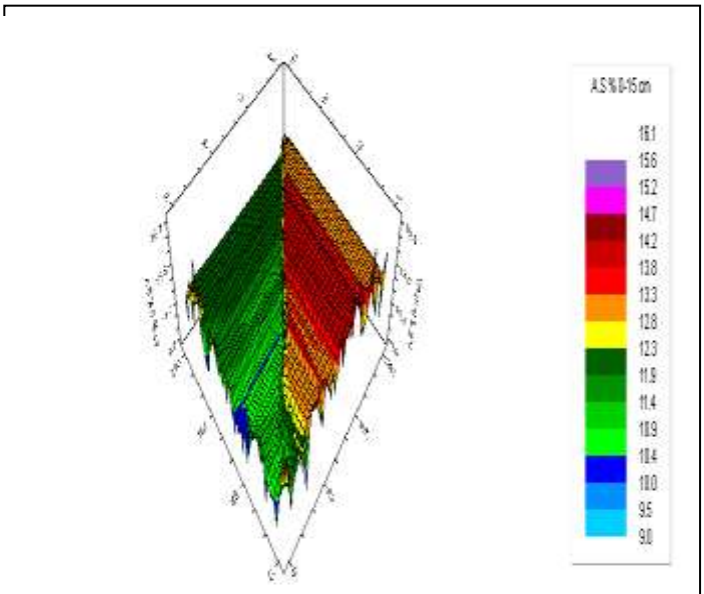
ISSN 2072-3875





الايصالية المائية المشبعة للتربة

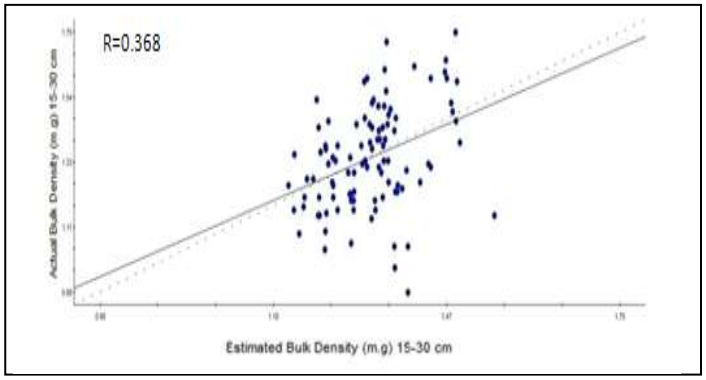


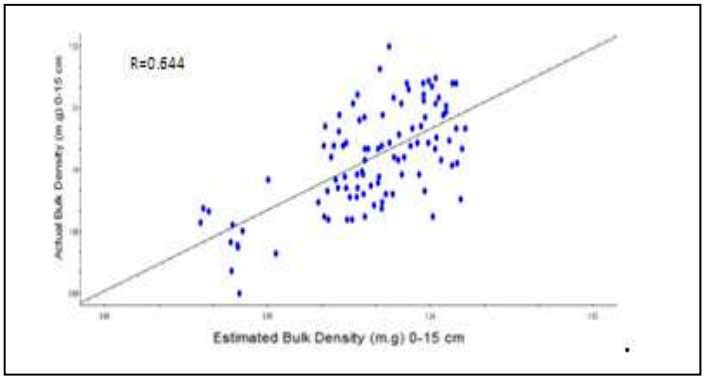


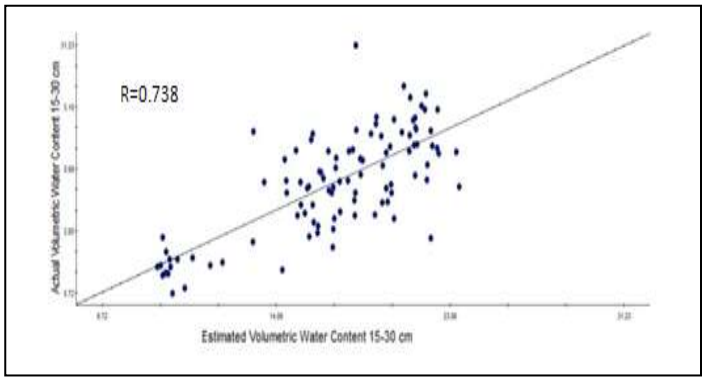
ثباتية تجمعات التربة

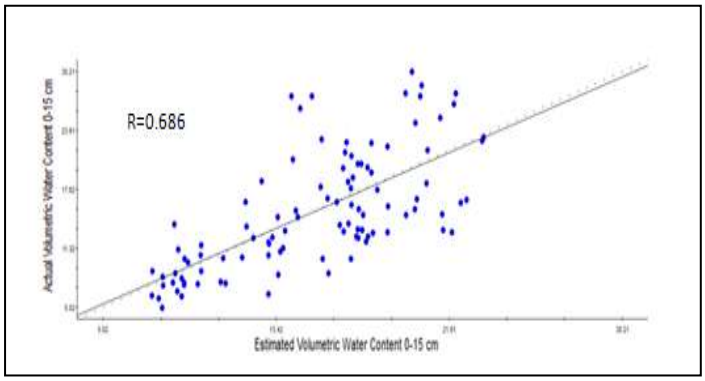
ISSN 2072-3875

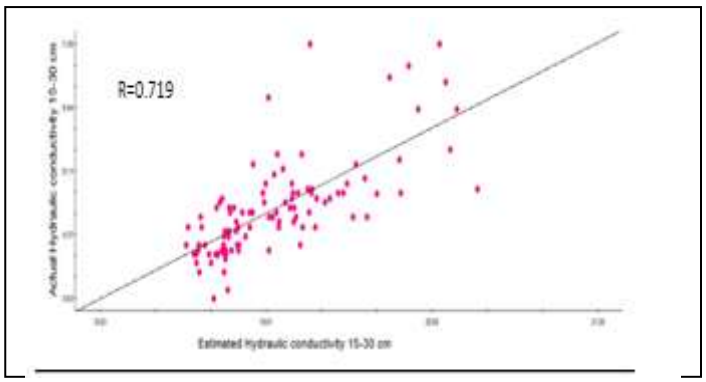
شكل (1) يمثل ال Curve Fitting بين القيم المحسوبة فعلا والقيم المقدرة لصفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول على اليمين والثاني على اليسار المرسومة بطريقة الكريجنك البسيط .

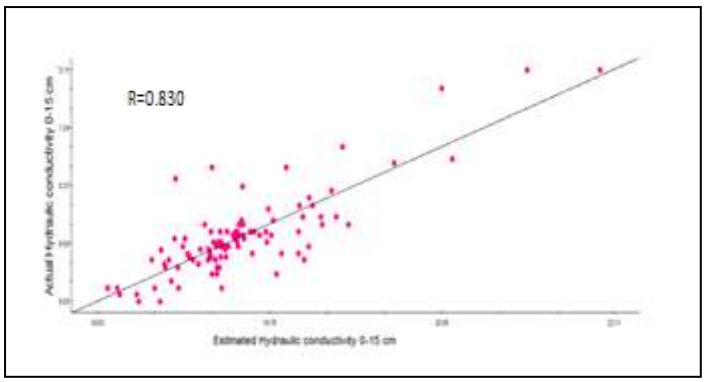


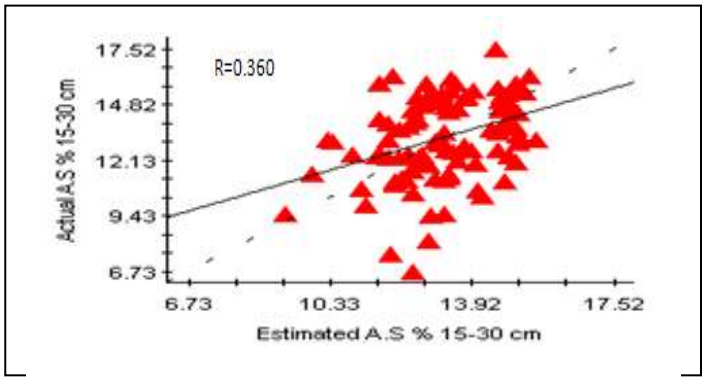


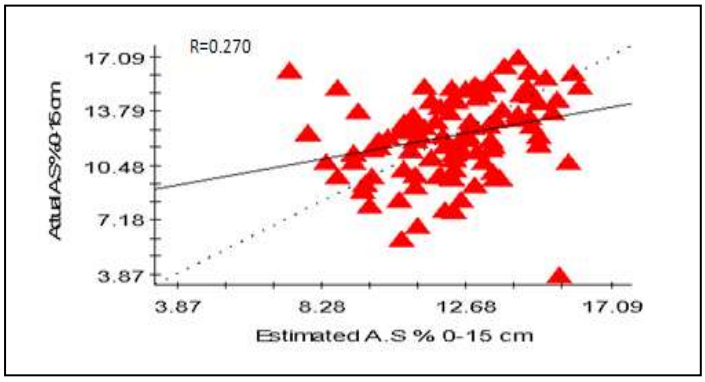






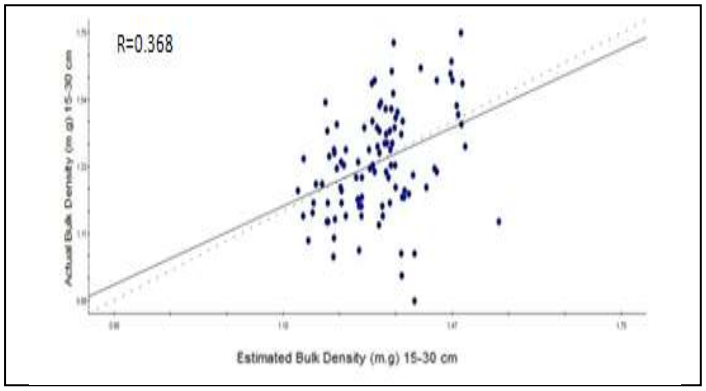


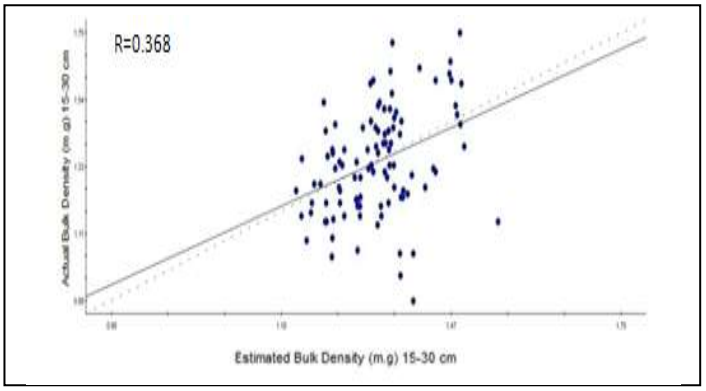


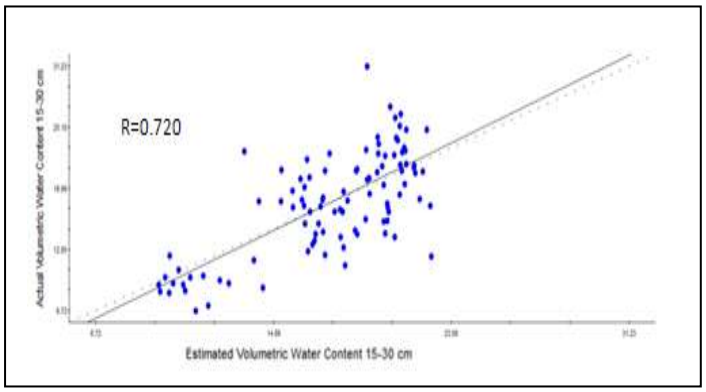


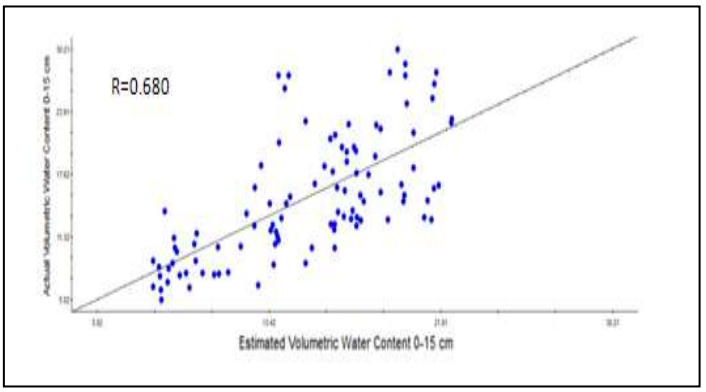
ISSN 2072-3875

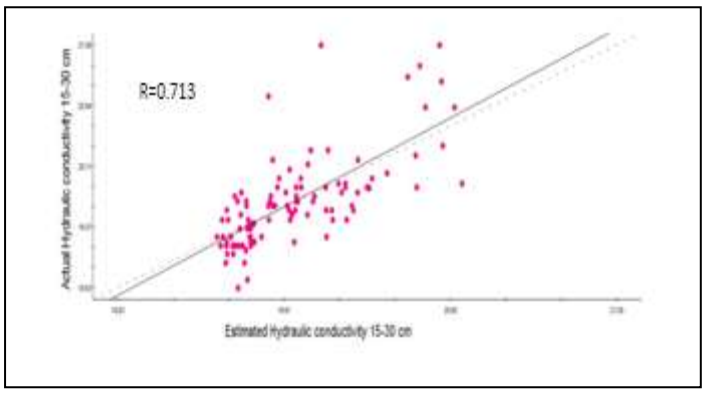
شكل (2) يمثل ال Curve Fitting بين القيم المحسوبة فعلا والقيم المقدرة لصفات التربة الفيزيائية خلال العمقين الأول على اليمين والثاني على اليسار المرسومة بطريقة وزن المسافة المعكوس .

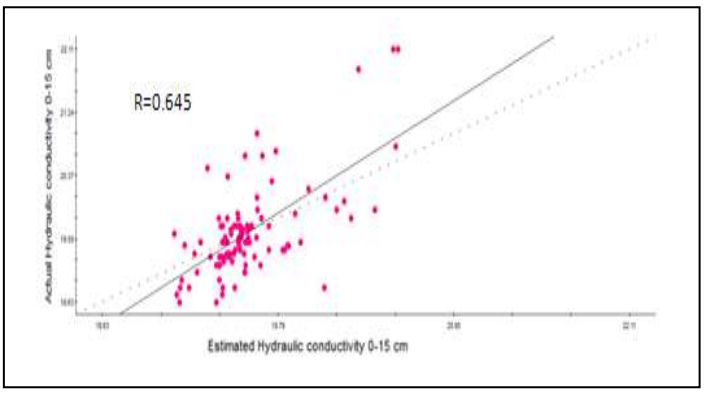


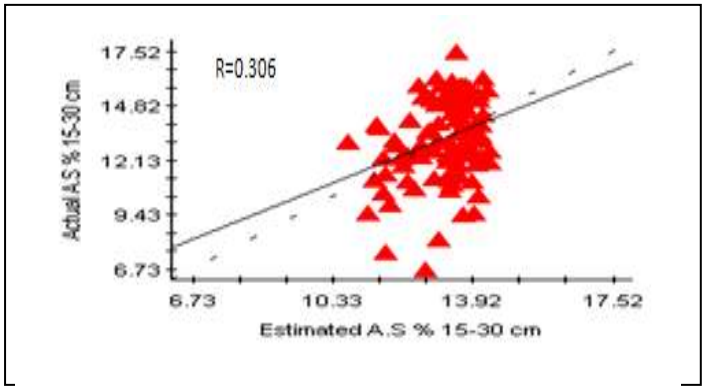


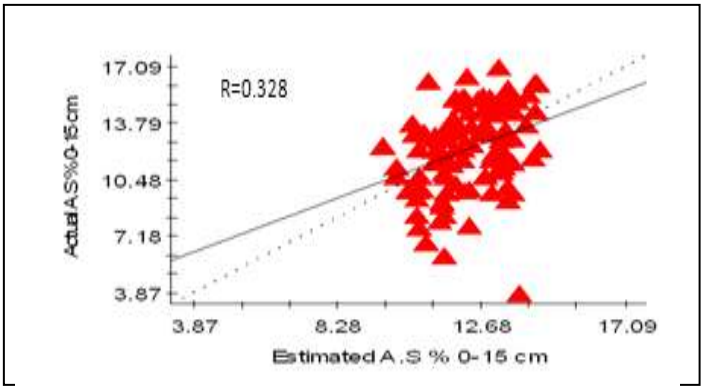












ISSN 2072-3875

المصادر :

الجنابي ، علاء صالح واللامي ، محسن محارب . 1991a .دراسة تأثير التغيرات الموقعية في التربة على بعض الصفات الفيزيائية . مجلة زراعة الرافدين – مجلد (23) العدد 1 .

الحديثي ، أكرم عبد اللطيف . 1983 . تأثير التداخل بين الري والسماد النتروجيني وأثره على نمو الحنطة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الحمداني، عبد الأمير سليمان داود (1982). تأثير خشونة السطح وعمق البذار ومسافات الزراعة على حفظ الرطوبة وإنتاج الحنطة في المنطقة الديمية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الموصل. العراق.

Black C.A 1965 Methods of soils analysis. Amer. Soc. Of Agron. No. 9 Part 2 Madson Wisconsin (U.S.A): 770P.

Campbell, J.B., 1978. Spatial variation of sand content and pH within single contiguous delineations of two soil mapping units. Soil Sci. Soc. Am. J. 42, 460–467.

Cooke, R.A., S. Mostaghimi, and J.B Campbell. 1993. Assessment of methods for interpolating steady-state infiltrability, Trans. ASAE, 36:1333–1341.

D. J. Mulla &Alex B Mcbratney 2002 book of Soil Physics Companion chapter 9 .p 346 by CRC Press LLC .

Dörner J, Dec D, Peng X & Horn R (2009). Change of shrinkage behavior of an Andisol in southern Chile: Effects of land use and wetting/drying cycles. Soil and Tillage Research 106: 45-53

Dubrule, O. 1984. Comparing splines and kriging, Computers Geosci., 10:327–338.

Gajem, Y.M., A.W. Warrick, and D.E. Myers. 1981. Spatial structure having implications for hydrologic modeling. Water Resource Research, 31: 173–184 .

Gotway, C.A.,R.B. Ferguson,G.W.Hergert, and T.A. Peterson. 1996. of spatial data. Pergammon Press, New York.

Hillel, D. (1980). Fundamental of soil physics. Academic

Isaaks, E.H. and R.M. Srivastava. 1989. An introduction to applied geostatistics, Oxford University Press, NY.

Janik , G. 2008.Spatial variability of soil moisture as information on variability of selected physical properties of soil Int.Agrophysics, 22,35-43.

Klute, A., and A. Dirksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivparameters and sample size by bootstrapping. Soil Sci. Soc. Am. ity: Laboratory methods. p. 687–734. In A. Klute (ed.) Methods J. 50:283–287. of soil analysis. Part I. 2nd ed. Physical and mineralogical methods.

Kovacs and Associates (1981). Subterranean Hydrology. Book Crafters, Inc., Chelsea, Michigan, USA.

Kravchenko, A.N., Bullock, D.G., 1999.Acomparative study of interpolation methods for mapping soil properties. Agron. J. 91, 393–400.

Krümmelbein J, Peth S, Zhao Y & Horn R (2009). Grazing-induced alterations of soil hydraulic properties and functions in Inner Mongolia, PR China. Journal of Plant Nutrition and Soil Science.

ISSN 2072-3875

Laslett, G.M., A.B. McBratney, P.J. Pahl, and M.F. Hutchinson. 1987. Comparison of several spatial prediction methods for soil pH, J. Soil Sci., 38:325–341.

Low, A. J. (1973). Soil structure and crop yield. J. Soil Sci. 24: 249 – 259.

Maiorana M, Castrignano A & Fornaro F (2001). Crop residue management effects on soil mechanical impedance. Journal of Agricultural Engineering Research 79: 231-237.

Matheron ,G.(1971). The Theory of Regionalized Variable and its applications. Les Cahiers du center de morphologie mathematique, No. 5, Fontainebleau, France.

McGraw. T (1994). Soil test level variability in Southern Minnesota. Better Crop with Plant Foods78: 24-25.

Myers, D. E. (1991) Pseudo-cross-variograms, positive definiteness, and cokriging. Mathematical Geology, 23, 805–816.

Özgöz E, Akbaş F, Çetin M, Erşahin S & Günal H (2007). Spatial variability of soil physical properties as affected by different tillage systems. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 35: 1-13.

Özgoz E, Gunal H, Acir N, Gokmen F, Birol M & Budak M (2011). Soil quality and spatial variability assessment of land use effects in a Typıc Haplustoll. *Land Degradation & Development*. DOI: 10.1002/ldr.1126 .

Rendu, J.M. 1978. An introduction to geostatistical methods of mineral evaluation. S. Afr. Inst. Mining& Metallurgy, Monograph Series, Geostatistics 2:84.

Robinson TP, Matternicht G. 2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Comput Electron Agric 50:97-108.

Russell , E.J .1950 . Soil Condition and Plant growth,Longmans,Green and Co., London .VIII Edn.,63.

Russo, D. and M. Bouton. 1992. Statistical analysis of spatial variability in unsaturated flow parameters, Water Resour. Res., 28:1911–1925.

Santra , Priyabrata ; U.K. Chopra ; D. Chkraborty. 2008. Spatial Variability of soil properties and its application in predicting surface map of hydraulic parameters in an agricultural farm .Current science ,vol .95,No.7,10.

Vauclin, M., S.R. Vieira, G. Vachaud, and D.R. Nielsen. 1983. The use of cokriging with limited field soil observations, Soil Sci. Soc. Am. J., 47:175–284.

Warrick AW. Spatial variability. In: Hillel D, editor. Environmental soil physics. New York: Academic Press; 1998. p. 655±76.

Warrick, A.W., R. Zhang, M.K. El-Harris, and D.E. Myers. 1988. Direct comparisons between kriging and other interpolators, p. 505–510, in P.J. Wierenga and D. Bachelet (eds.), International conference and workshop on the validation of flow and transport models for the unsaturated zone, NM State University, Las Cruces, NM.

Wendroth O, Reuter H I & Kersebaum K C (2003). Predicting yield of barley across a landscape: A state-space modeling approach. Journal of Hydrology 272: 250-263

ISSN 2072-3875

Whelan, B.M., A.B. McBratney, and R.A. Viscarra Rossel. 1996. Spatial prediction for precision agriculture, p. 331–342, in P.C. Robert, R.H. Rust, and W.E. Larson (eds.), Precision agriculture, Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Wilsun, Z. and K. Starzewski (1975). Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. I. Surrey university press, London.

Zhang, R., D.E. Myers, and A.W. Warrick. 1992. Estimation of the spacial distribution of soil chemicals using pseudo-cross-variograms, Soil Sci. Soc. Am. J., 56:1444–1452.

ISSN 2072-3875