

الملخص

يتناول هذا البحث التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية غير المروحة بواسطة اسلوب الكوكريكنك الشامل Universal Cokriging متعدد المتغيرات وهذا الاسلوب يفيد تعميم لطريقة الكريكنك لأنه يعتمد على بيانات المتغير الأولي اضافة الى متغيرات اخرى والتي تدعى المتغيرات الثانوية ، وهذه المتغيرات لها تأثير هام على عملية التنبؤ . تم الحصول على صيغ المعادلات النهائية للتنبؤ بواسطة الاشتقاق الرياضي للكوكريكنك الشامل وبصيغة المصفوفات والوصول الى نتائج مطابقة الى نتائج نظام المعادلات المعروف . وتتلخص المعادلات التي تم الحصول عليها في صيغة كل من المتنبأ المكاني والأوزان المكانية وتباين خطأ التنبؤ. كذلك تم تطبيق نظام الكوكريكنك الشامل على بيانات مكانية حقيقية لمياه جوفية تتضمن مستويات ارتفاع الماء في الابار كمتغير اولي وعمق البئر كمتغير ثانوي الموجودة في منطقة وانة في محافظة نينوى / شمال العراق ، وكانت النتائج مشجعة جدا وذلك لتقارب القيم التنبؤية من القيم الحقيقية المعلومة القياس. ثم الحصول على ثمانية تنبؤات مكانية لمستوى ارتفاع الماء في الابار في المنطقة قيد الدراسة مع حساب تباين الكوكريكنك الشامل لها. جميع الخوارزميات تمت برمجتها بواسطة نظام Matlab اصدار

7.12

Universal Cokriging of Non stationary Spatial Stochastic Process

with an Application to Wells Data in Wana

District\ North of Iraq

Abstract

This paper is concerned with the prediction of nonstationary spatial stochastic process by the multivariate approach which is known as universal cokriging.

* أستاذ مساعد / قسم الرياضيات / كلية التربية / جامعة الموصل

** باحث / مديرية تربية محافظة نينوى

This approach is a generalization of kriging because universal cokriging depends on the underlying variable as well as other variables named as the secondary variables. These variables have a considerable effect on the process of prediction.

In this work we obtained the final formulas of the prediction equations system through the derivation of universal cokriging equations in the form of matrices. The obtained universal cokriging equations are quiet similar to the known equations system, and summarise clearly the spatial weights and prediction error variance. The obtained equations system is applied to a real data which represent two variables which are elevation of water(primary variable) and depth of well(secondary variable) in Wana district in Ninavah governorate in north of Iraq. The results obtained are very encouraging, very near to the real values, and with minimum cokriging variance. We compute eight spatial predictions together with error variance of prediction. All algorithms are programmed by Matlab_7.12 package.

1- مقدمة

تتميز الظواهر المكانية بكونها ذات خصائص مشتركة وأغلب الظواهر تتضمن أكثر من متغير واحد يُأخذ بنظر الاعتبار عند إجراء عملية التنبؤ، وهذا يتطلب تعميم التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية بمتغير واحد (الكريكنك kriging) إلى تنبؤ بعدة متغيرات (الكوكريكنك المشترك Cokriging)، ففي الكوكريكنك لدينا المتغير الأولي Primary Variable الذي نريد التنبؤ عنه إضافة إلى المتغيرات الثانوية Secondary Variables المساعدة في تحسين قيمة التنبؤ والتي من الأفضل أن لا نهملها لأنها تؤثر على قيمة التنبؤ. أنظر، Chiles and Delfiner (1999).

إن أسلوب الكوكريكنك الشامل Universal Cokriging هو أحد أساليب التنبؤ المشترك ويستعمل عندما يكون التوقع غير ثابتاً وغير معلوماً إذ أنه يعتمد على الموقع في المنطقة قيد الدراسة وذلك بسبب وجود الاتجاه.

تُعد $\{Z_\alpha(x): x \in D \subseteq R^p, p = 1,2,3, \alpha = 1,2, \dots, \eta\}$ دالة عشوائية مكانية ذات η من المتغيرات العشوائية المكانية في المنطقة قيد الدراسة D .

$$Z_\alpha(x) = (Z_\alpha(x_1) Z_\alpha(x_2) Z_\alpha(x_3) \dots \dots Z_\alpha(x_{r_\alpha}))', \forall \alpha = 1,2, \dots, \eta$$

يدعى $Z_1(x)$ بالمتغير الأولي Primary Variable وتدعى $Z_\alpha(x)$ لكل $\alpha = 2,3, \dots, \eta$

بـ Secondary Variables المتغيرات الثانوية.

وعليه يكون متجه الدوال العشوائية Z ذا البعد $\sum_{\alpha=1}^{\eta} r_\alpha$ كالآتي:

$$Z = (Z_1(x_1)Z_1(x_2) \dots Z_1(x_{r_1}) \quad Z_2(x_1)Z_2(x_2) \dots Z_2(x_{r_2}) \quad \dots \\ \dots \dots Z_\eta(x_1)Z_\eta(x_2) \dots Z_\eta(x_{r_\eta}))' \quad \dots \dots \dots (1)$$

انظر ، Webster (2007) . سيكون متجه الأوزان Weights Vector (معاملات التنبؤ)

المناظر لمتجه الدوال العشوائية بالشكل

$$\lambda = (\lambda_{11}\lambda_{12} \dots \lambda_{1r_1}\lambda_{21}\lambda_{22} \dots \lambda_{2r_2} \quad \dots \dots \dots \lambda_{\eta 1}\lambda_{\eta 2} \dots \lambda_{\eta r_\eta})'$$

وإن متنبأ الكوكريكنك الشامل عند الموقع $x_0 \in D$ هو عبارة عن تركيب خطي يشمل جميع

المتغيرات ويرمز له $\hat{Z}_{uck}(x_0)$

$$\hat{Z}_{uck}(x_0) = \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \lambda_{\alpha\varphi} Z_\alpha(x_\varphi) = \sum_{\alpha=1}^{\eta} \lambda'_\alpha Z_\alpha = \lambda' Z \quad \dots \dots (2)$$

عند إجراء حسابات الكوكريكنك الشامل نحتاج الى حساب دالة شبه الفاريوكرام

المقاطع Cross Semivariogram Function ويرمز لها $\hat{\gamma}_{\alpha\beta}(h)$ ومعرفة كما يأتي:

$$\hat{\gamma}_{\alpha\beta}(h) = \frac{1}{2} \frac{\sum_{\varphi=1}^{r(h)} \left((Z_\alpha(x_\varphi) - Z_\alpha(x_\varphi + h)) (Z_\beta(x_\omega) - Z_\beta(x_\omega + h)) \right)}{r(h)}$$

$$\forall \alpha, \beta = 1, 2, \dots, \eta, \quad \varphi, \omega = 1, 2, \dots, r_\alpha \quad \dots \dots \dots (3)$$

انظر ، Memarsadeghi (2004) فهي معدل الاختلافات الموجودة بين المشاهدات المكانية

التي تبعد عن بعضها البعض إزاحة h وأن $r(h)$ يمثل عدد أزواج

المشاهدات $Z_\alpha(x_\varphi), Z_\alpha(x_\varphi + h)$ و $Z_\beta(x_\omega), Z_\beta(x_\omega + h)$ التي تفصل بينها إزاحة h .

أنظر ، Diggle and Ribeiro (2007)

وفي حالة $\alpha = \beta$ أي أن $Z_\alpha(x) = Z_\beta(x)$ يكون حساب الفاريوكرام لنفس المتغير (كما في

حالة الكريكنك أي لدينا متغير واحد) وكما يأتي:

$$\hat{\gamma}_{\alpha\alpha}(h) = \hat{\gamma}_\alpha(h)$$

$$= \frac{1}{2} \frac{\sum_{\varphi=1}^{r(h)} \left((Z_\alpha(x_\varphi) - Z_\alpha(x_\varphi + h))^2 \right)}{r(h)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

أنظر، Chiles and Delfiner (1999) .

Universal Cokriging

2- الكوكريكنك الشامل

إن التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية غير المراوحة يعتمد على الاتجاه Drift في المنطقة قيد

الدراسة بهذا فانالانموذج في الكوكريكنك الشامل يكون كما يأتي $Z(x) = m(x) + \epsilon$

الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المراوحة مع تطبيق على. . . .

(x) حيث ان $m(x)$ هو التوقع في الموقع $x \in D \subseteq R^1, R^2, R^3$ و $(x) \in$ هو مقدار الخطأ العشوائي ويتوقع يساوي 0 إن التوقع عند الموقع $x_\varphi \in D$ يكون كالاتي:

$$E[Z_\alpha(x_\varphi)] = m_\alpha(x_\varphi) = \sum_{\rho=1}^{\tau_\varphi} f_{\alpha\varphi}^\rho(x_\varphi) y_{\alpha\rho} \quad , \quad \forall \alpha = 1, 2, \dots, \eta, \varphi = 1, 2, \dots, r_\alpha$$

$$\begin{aligned} E(x) &= (E_1(x_1) E_1(x_2) \dots E_1(x_{r_1}) \quad E_2(x_1) E_2(x_2) \dots E_2(x_{r_2}) \quad \dots \\ &\dots E_\eta(x_1) E_\eta(x_2) \dots E_\eta(x_{r_\eta}))' \end{aligned}$$

حيث أن $f_{\alpha\varphi}^\rho(x_\varphi)$ هي دوال معلومة تمثل احداثيات مواقع المتغيرات مقدرة حسب طبيعة سطح الاتجاه (خطية ، تربيعية ، تكعيبية ،...). وأن $y_{\alpha\rho}$ هي معلمات الاتجاه وتكون غير معلومة.

وبصورة عامة نأخذ التوقع للدالة العشوائية المكانية Z

$$E(Z) = \begin{pmatrix} E(Z_1) \\ E(Z_2) \\ \vdots \\ E(Z_\eta) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 y_1 \\ F_2 y_2 \\ \vdots \\ F_\eta y_\eta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_1 & O_{12} & \dots & O_{1\eta} \\ O_{21} & F_2 & \dots & O_{2\eta} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ O_{\eta 1} & O_{\eta 2} & \dots & F_\eta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_\eta \end{pmatrix} = Fy$$

$$\text{إذ } F = \begin{pmatrix} F_1 & O_{12} & \dots & O_{1\eta} \\ O_{21} & F_2 & \dots & O_{2\eta} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ O_{\eta 1} & O_{\eta 2} & \dots & F_\eta \end{pmatrix} \quad , \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_\eta \end{pmatrix}$$

$$F_\alpha = \begin{bmatrix} f_{\alpha 1}^1 & f_{\alpha 1}^2 & \dots & f_{\alpha 1}^{\tau_\alpha} \\ f_{\alpha 2}^1 & f_{\alpha 2}^2 & \dots & f_{\alpha 2}^{\tau_\alpha} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{\alpha r_\alpha}^1 & f_{\alpha r_\alpha}^2 & \dots & f_{\alpha r_\alpha}^{\tau_\alpha} \end{bmatrix} \quad y_\alpha = (y_{\alpha 1} y_{\alpha 2} \dots y_{\alpha \tau_\alpha})'$$

$$O_{\alpha\beta} = (0)_{(r_\alpha \times \tau_\beta)}$$

$$f_{\alpha\varphi}^1 = 1 \quad , \quad \forall \alpha = 1, 2, \dots, \eta, \varphi = 1, 2, \dots, r_\alpha$$

هي (مصفوفة التصميم) مصفوفة احداثيات مواقع $F_\alpha \forall \alpha = 1, 2, \dots, \eta$ وأن $Z_\alpha(x)$ و $O_{\alpha\beta}$ هي متجه معلمات الاتجاه (غير معلومة) للمتغير y_α و $Z_\alpha(x)$ المتغير مصفوفة صفرية، وكذلك شرط عدم التحيز في الكوكريكنك الشامل هو

$$\lambda'_\alpha F_\alpha = \begin{cases} f'_1 & , \alpha = 1 \\ 0'_{\tau_\alpha} & , \alpha \neq 1 \end{cases} \Rightarrow \lambda' F = f' \supseteq \sum_{\varphi=1}^{r_1} \lambda_{1\varphi} = 1, \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \lambda_{\alpha\varphi} = 0 \quad \forall \alpha \neq 1 \dots (5)$$

إن شرط عدم التحيز في الكوكريكنك الاعتيادي هو أن مجموع اوزان المتغير الأولي يساوي 1 ومجموع اوزان المتغيرات الثانوية تساوي 0 ، أما شرط عدم التحيز في الكوكريكنك الشامل (معادلة (5)) فإنه يتضمن أن يكون مجموع اوزان المتغير الأولي يساوي 1 ومجموع اوزان المتغيرات الثانوية تساوي 0 ، وهذا لعدم حاجة وجود الاحداثيات في مصفوفة التصميم لمواقع المتغيرات $F_\alpha \forall \alpha = 1, 2, \dots, \eta$ في الكوكريكنك الاعتيادي بعكس الكوكريكنك الشامل.

$$f = (f_1 f_2 \dots f_\eta)' = (1 \ f_{12} \dots f_{1\tau_1} 0_{21} 0_{22} \dots 0_{2\tau_2} \dots 0_{\eta 1} 0_{\eta 2} \dots 0_{\eta \tau_\eta})'$$

$$E(Z_0) = f'_1 y_1 = f'y \quad , \quad E(\hat{Z}_0) = \lambda'E(Z) = \lambda'Fy = f'y$$

إذ إن f هو متجه الاحداثيات عند الموقع x_0 لجميع المتغيرات $\alpha = 1, 2, \dots, \eta$ العكدي (2012).

نبدأ باشتقاق معادلات الكوكريكنك الشامل وذلك بأخذنا التباين لخطأ التقدير $(Z_0 - \hat{Z})$

$$\text{Var}(Z_0 - \hat{Z}) = E(Z_0 - \lambda'Z)^2 = E((f'y + \epsilon(x_0)) - \lambda'((Fy + \epsilon)))^2$$

$$= E\left(\epsilon(x_0) - \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \lambda_{\alpha\varphi} \epsilon_\alpha(x_\varphi)\right)^2$$

$$= \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \lambda_{\alpha\varphi} E(\epsilon_\alpha(x_{r_\alpha}) - \epsilon(x_0))^2$$

$$- \left(\frac{1}{2}\right) \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\beta=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \sum_{\omega=1}^{r_\beta} \lambda_{\alpha\varphi} \lambda_{\beta\omega} E(\epsilon(x_\varphi) - \epsilon(x_\omega))^2$$

انظر ، الياس (2008).

بما أن الظاهرة المكانية المدروسة غير مراوحة فإننا نقوم بعملية التنبؤ بواسطة دالة الفاريوكرام

$$2Y_{\alpha\varphi\beta\omega} = E(\epsilon(x_\varphi) - \epsilon(x_\omega))^2 Y_{\alpha\varphi 0} = E(\epsilon_\alpha(x_{r_\alpha}) - \epsilon(x_0))^2$$

$$E(\epsilon(x_0) - \lambda' \epsilon)^2 = 2 \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \lambda_{\alpha\varphi} Y_{\alpha\varphi 0} - \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\beta=1}^{\eta} \sum_{\varphi=1}^{r_\alpha} \sum_{\omega=1}^{r_\beta} \lambda_{\alpha\varphi} \lambda_{\beta\omega} Y_{\alpha\varphi\beta\omega}$$

$$E(\epsilon(x_0) - \lambda' \epsilon)^2 = 2 \sum_{\alpha=1}^{\eta} \lambda'_{\alpha} Y_{\alpha 0} - \sum_{\alpha=1}^{\eta} \sum_{\beta=1}^{\eta} \lambda'_{\alpha} Y_{\alpha\beta} \lambda_{\beta}$$

$$= 2\lambda' \Sigma_0 - \lambda' \Sigma \lambda \quad \dots \dots \dots (6)$$

إذ إن

الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المروحة مع تطبيق على. . .

$$\Sigma = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1\eta} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2\eta} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{\eta 1} & Y_{\eta 2} & \dots & Y_{\eta\eta} \end{pmatrix}, \Sigma_0 = \begin{pmatrix} Y_{10} \\ Y_{20} \\ \vdots \\ Y_{\eta 0} \end{pmatrix}, Y_{\alpha\beta} = (Y_{\alpha\varphi\beta\omega}), Y_{\alpha 0} = (Y_{\alpha\varphi 0})$$

$$\forall \alpha, \beta = 1, 2, \dots, \eta, \varphi, \omega = 1, 2, \dots, r_\alpha$$

$$\lambda = (\lambda_{11}\lambda_{12} \dots \lambda_{1r_1}\lambda_{21}\lambda_{22} \dots \lambda_{2r_2} \dots \dots \lambda_{\eta 1}\lambda_{\eta 2} \dots \lambda_{\eta r_\eta})'$$

$$Z = (Z_1(x_1)Z_1(x_2) \dots Z_1(x_{r_1})Z_2(x_1) \dots Z_2(x_{r_2}) \dots \dots Z_\eta(x_1) \dots Z_\eta(x_{r_\eta}))'$$

للحصول على افضل مقدر للكوكريكنك الشامل يجب ان يكون متوسط الخطأ التربيعي له اصغر ما يمكن، ولذلك نكوّن معادلة لاكرانج ولتكن S مع شرط عدم التحيز (معادلة (5)) وكما يأتي:

$$S = 2\lambda'\Sigma_0 - \lambda'\Sigma\lambda + 2(\lambda'F - f')N \quad \dots \dots \dots (7)$$

إذ إن N هو متجه مضاعفات لاكرانج لجميع المتغيرات $\alpha = 1, 2, \dots, \eta$ أي أن

$$N = (N_{11}N_{12} \dots N_{1r_1}N_{21}N_{22} \dots N_{2r_2} \dots \dots N_{\eta 1}N_{\eta 2} \dots N_{\eta r_\eta})'$$

سعة المصفوفة Σ هي $(\sum_{\alpha=1}^{\eta} r_\alpha \times \sum_{\alpha=1}^{\eta} r_\alpha)$ وسعة كل من Σ_0 و λ و Z هي

$$(\sum_{\alpha=1}^{\eta} r_\alpha \times 1)$$

إن سعة كل من N و f هي $(\sum_{\alpha=1}^{\eta} \tau_\alpha \times 1)$ وسعة المصفوفة F هي $(\sum_{\alpha=1}^{\eta} r_\alpha \times \sum_{\alpha=1}^{\eta} \tau_\alpha)$.

نشتق المعادلة S (معادلة (7)) بالنسبة الى λ ونساويها بالصفر وكما يأتي

$$\frac{\partial S}{\partial \lambda} = -2\Sigma\lambda + 2\Sigma_0 + 2FN = 0 \Rightarrow \Sigma\lambda = \Sigma_0 + FN \quad \dots \dots \dots (8)$$

$$\lambda = \Sigma^{-1}\Sigma_0 + \Sigma^{-1}FN \quad \dots \dots \dots (9)$$

نشتق S مرة اخرى بالنسبة الى N ونساوي المعادلة بالصفر

$$\frac{\partial S}{\partial N} = 2(\lambda'F - f') = 0 \Rightarrow \lambda'F = f' \quad \dots \dots \dots (10)$$

وهو مكافئ لشرط عدم التحيز المتمثل في المعادلة (5). انظر، (Dubrule 2003)

نعوض المعادلة (9) في المعادلة (10) ينتج

$$N' = (f' - \Sigma_0'\Sigma^{-1}F)(F'\Sigma^{-1}F)^{-1} \quad \dots \dots \dots (11)$$

نعوض المعادلة (11) في المعادلة (10) ينتج

$$\lambda = \Sigma^{-1}\Sigma_0 + \Sigma^{-1}F(F'\Sigma^{-1}F)^{-1}(f - F'\Sigma^{-1}\Sigma_0) \quad \dots \dots \dots (12)$$

نعوض المعادلة (12) في المعادلة (2) نحصل على متنبأ الكوكريكنك الشامل $\hat{Z}_{uck}$

$$\hat{Z}_{uck} = \Sigma_0' \Sigma^{-1} Z + (f' - \Sigma_0' \Sigma^{-1} F)(F' \Sigma^{-1} F)^{-1} F' \Sigma^{-1} Z \quad \dots \dots \dots (13)$$

نضرب المعادلة (8) بـ λ' من جهة اليسار ونعوضها في المعادلة (6) وبموجب المعادلة (10) نحصل على:

$$\sigma_{uck}^2 = \lambda' \Sigma_0 - \lambda' F N \quad \dots \dots \dots (14)$$

نعوض عن N و λ (المعرفتين في المعادلتين (11) و (9)) في المعادلة (15) ونحصل

$$\sigma_{uck}^2 = \left(\Sigma_0' \Sigma^{-1} + (f' - \Sigma_0' \Sigma^{-1} F)(F' \Sigma^{-1} F)^{-1} F' \Sigma^{-1} \right) (\Sigma_0 - F(F' \Sigma^{-1} F)^{-1} (f - F' \Sigma^{-1} \Sigma_0)) \quad \dots \dots \dots (15)$$

3- العرض التطبيقي Application Representation:

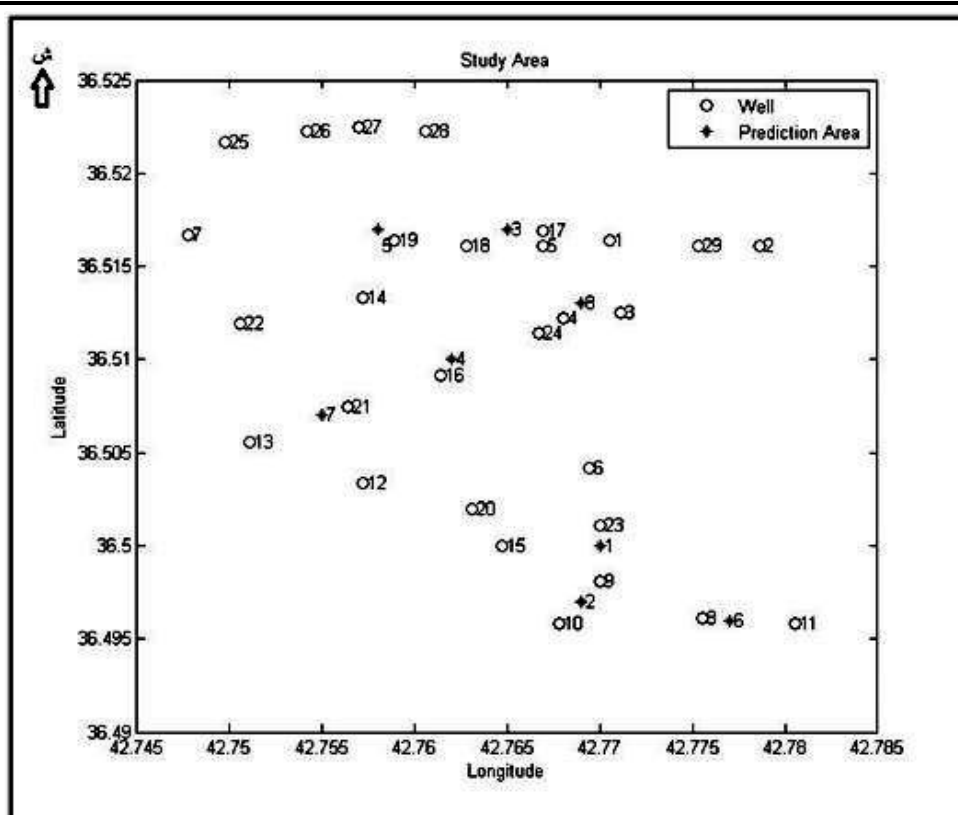
لقد اوجيت عدة تنبؤات مكانية للظاهرة المكانية غير المراوحة من خلال تطبيقنا لأسلوب الكوكريكنك الشامل Universal Cokriging باستعمال بيانات حقيقية لأبواب مياه جوفية (29 بئر) في ناحية تانوة في نينوى / العراق . والمنطقة تقع بين خطي طول $(42^\circ 47' 10'' - 42^\circ 44' 25'')$ ودائرتي عرض $(36^\circ 32' 11'' - 36^\circ 29' 15'')$ وتبلغ مساحتها $22,3 \text{ km}^2$ ، تضمنت البيانات مستوي ارتفاع المياه Elevation of Water في الابار كمتغير اولي نريد التنبؤ عنه كذلك عمق البئر Depth of Well كمتغير ثانوي والذي يؤثر على مستوى المياه في الابار ، كذلك تشتمل البيانات على احداثيات الطول واحداثيات العرض لكل بئر والتي اعتمدت في حساب مصفوفة المسافات بين الابار. اخذت البيانات من رسالة ماجستير (انظر، العبادي (2010)). وفيما يأتي جدول بيانات المتغيرين مع احداثيات المواقع:

جدول (1): البيانات ومواقعها في منطقة الدراسة

ت	المواقع		عمق البئر (متر)	مستوى ارتفاع الماء (متر)
	احداثيات العرض	احداثيات الطول		
W 1	36°30'59''	42°46'14''	245	238.5
W 2	36°30'58''	42°46'43''	246	239.4
W 3	36°30'45''	42°46'16''	241	237.4
W 4	36°30'44''	42°46'05''	242	238.3
W 5	36°30'58''	42°46'01''	243	239
W 6	36°30'15''	42°46'10''	247	241.2
W 7	36°31'00''	42°44'52''	248	241.3
W 8	36°29'46''	42°46'32''	237	234.6
W 9	36°29'53''	42°46'12''	238	235
W 10	36°29'45''	42°46'4''	239	235.7
W 11	36°29'45''	42°46'50''	240	236.1

الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المراوحة مع تطبيق على. . .

W 12	36°30'12"	42°45'26"	241	237.4
W 13	36°30'20"	42°45' 04"	241	237.8
W 14	36°30'48"	42°45'26"	243	239.8
W 15	36°30'00"	42°45'53"	241	237
W 16	36°30'33"	42°45'41"	242	237.9
W 17	36°31'01"	42° 46 01"	247	240.6
W 18	36°30'58"	42°45'46"	248	241.2
W 19	36°30'59"	42°45'32"	248	241.3
W 20	36°30'07"	42°45'47"	242	237
W 21	36°30'27"	42°45'23"	242	238.5
W 22	36°30'43"	42°45'02"	242	240
W 23	36°30'04"	42°46'12"	240	236.3
W 24	36°30'41"	42°46'00"	241	237.7
W 25	36°31'18"	42°44'59"	250	241.5
W 26	36°31'20"	42°45'15"	249	241.4
W 27	36°31'21"	42°45'25"	249	241.4
W 28	36°31'20"	42°45'38"	249	241.3
W 29	36°30'58"	42°46'31"	245	237.7



شكل (1): مواقع الابار في منطقة الدراسة

لحساب مصفوفة المسافات بين مواقع الابار يجب تحويل احداثيات الطول والعرض من صيغتها اعلاه الى الصيغة العشرية المكافئة لها باستعمال العلاقة الموضحة ادناه كما في المثال الاتي:

$$36^{\circ}30'59'' \Rightarrow 36 + \frac{30}{60} + \frac{59}{3600} = 36.51638$$

وهذا التحويل في الصيغة تم لكافة قيم الاحداثيات للمواقع والتي تم استعمالها في F_1, F_2

لحساب المسافة على سطح الارض بين الموقعين x_1, x_2 نستعمل العلاقة المثلثية الاتية

$$h(x_1, x_2) = 6378 \cos^{-1}(\sin(\phi_1)\sin(\phi_2) + \cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\cos(\theta_1 - \theta_2))$$

$$x_1 = (\theta_1, \phi_1) ,$$

$$x_2 = (\theta_2, \phi_2) ,$$

$$\theta_1, \theta_2 \text{ Longitude coordinate}$$

$$\phi_1, \phi_2 \text{ latitude coordinate}$$

انظر، (Waller and Gotway (2004). يجب تحويل الاحداثيات من القياس الستيني الى القياس الدائري باستعمال العلاقة الموضحة ادناه كما في المثال الاتي:

$$(36.51638 * 22/7)/180 = 0.6376$$

نستعمل المعادلة (4) لحساب الفاريوكرام لكلا المتغيرين $\hat{\gamma}_1(h)$ و $\hat{\gamma}_2(h)$ كذلك نستعمل المعادلة

$$(3) \text{ لحساب الفاريوكرام المتقاطع بين المتغيرين } \hat{\gamma}_{12}(h)$$

بعد حساب المسافة لجميع مواقع المشاهدات مع بعضها البعض ثم ترتيب المسافات (من اقل

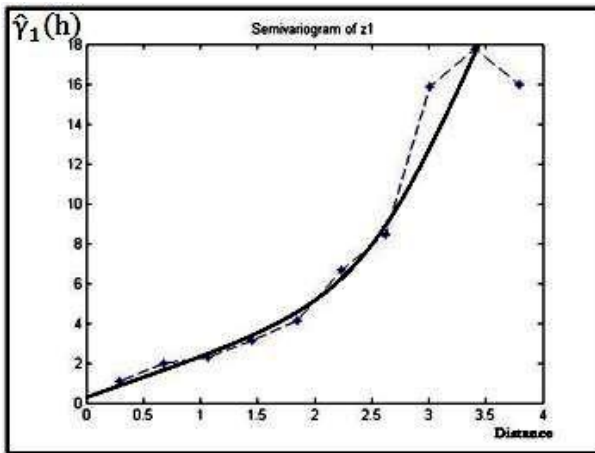
قيمة الى اكبر قيمة) وتقسيمها الى عشرة فئات وحساب عدد المشاهدات التي تبعد عن بعضها

البعض بمسافة معينة (مراكز الفئات) وذلك لحساب الفاريوكرام ورسمها ضمن كل فئة للمتغيرات

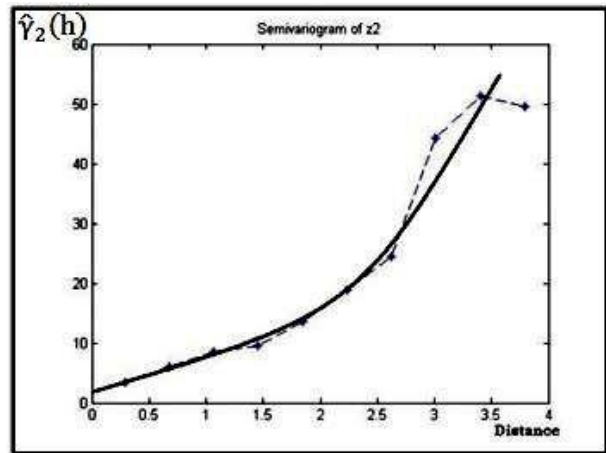
، وكانت النتائج كما في الجدول الآتي:

جدول (2): النتائج الحسابية لدالة الفاريوكرام

الفئات	حدود الفئة h	مراكز الفئات h	عدد الأزواج r(h)			
الفئة الأولى	0.092-0.482	0.287	23	1.105	3.500	1.745
الفئة الثانية	0.482-0.871	0.676	61	1.961	6.139	3.093
الفئة الثالثة	0.871-1.260	1.066	69	2.289	8.550	3.821
الفئة الرابعة	1.260-1.650	1.455	73	3.155	9.575	4.878
الفئة الخامسة	1.650-2.039	1.844	74	4.117	13.675	6.997
الفئة السادسة	2.039-2.428	2.234	53	6.671	18.811	10.568
الفئة السابعة	2.428-2.818	2.623	27	8.428	24.462	13.866
الفئة الثامنة	2.818-3.207	3.012	15	15.865	44.366	26.176
الفئة التاسعة	3.207-3.596	3.402	6	17.771	51.250	29.608
الفئة العاشرة	3.596-3.986	3.791	5	15.999	49.500	28.070

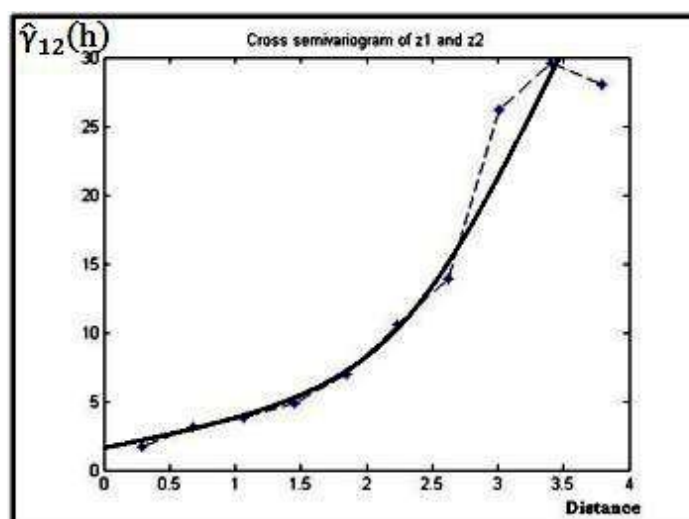


شكل (2): منحنى دالة شبه الفاريوكرام لبيانات مستويات مياه الابر



شكل (3): منحنى دالة شبه الفاريوكرام لبيانات عمق الابر

الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المراوحة مع تطبيق على. . .



شكل (4): منحنى دالة شبه الفاريوكرام المتقاطع لبيانات مستويات الآبار وعمقها

نلاحظ في نماذج الفاريوكرام أعلاه أن قيم الفاريوكرام غير مراوحة عند مستوى معين (مستمرة في الزيادة) ، وهذا يتطلب تطبيق الكوكريكنك الشامل لوجود الاتجاه في منطقة الدراسة. كذلك نستعمل عند التنبؤ انموذج فاريوكرام القوى Power Model للمتغير الاولي (مستويات مياه البئر) والمتغير الثانوي (عمق البئر) وكذلك للفاريوكرام المتقاطع Cross variogram بين المتغيرين ، انظر (Soares et al. (2008 وكما يأتي:

$$Y(h) = \psi_0 + k h^\Omega , \quad 0 \leq \Omega < 2 , \quad k \text{ is constant}$$

حيث ان ψ_0 قيمة النكت Nugget Effect. انظر ، Rivoird et al. (2000) P. 21

وعليه ستكون نماذج الفاريوكرام المستعملة في التنبؤ هي مشابهة لأنموذج القوي كما يأتي:

$$Y_1(h) = 0.355 + h^{1.5} \quad \text{انموذج الفاريوكرام لمستويات مياه الآبار (المتغير الاولي)}$$

$$Y_2(h) = 2.8 + h^{1.2} \quad \text{انموذج الفاريوكرام لعمق البئر (المتغير الثانوي)}$$

$$Y_{12}(h) = 1.8 + h^{1.2} \quad \text{انموذج الفاريوكرام المتقاطع لمستوى مياه البئر وعمق البئر}$$

إذ إن 0.355 و 2.8 و 1.8 هي قيمة النكت و 1.5 و 1.2 و 1.2 هي مقدار القوة في نماذج فاريوكرام المتغيرات Z_1 (مستويات مياه البئر) و Z_2 و (عمق البئر) Z_{12} (بيانات فاريوكرام التقاطع) على التوالي.

نكون مصفوفة الفاريوكرام الكلية Σ لجميع مواقع المتغيرات مع بعضها البعض ومصفوفة

الفاريوكرام الكلية Σ_0 لجميع مواقع المتغيرات مع الموقع المراد التنبؤ عنده وكما يأتي:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} Y_1 & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.355 + h^{1.5} & 1.8 + h^{1.2} \\ 1.8 + h^{1.2} & 2.8 + h^{1.2} \end{pmatrix}, \quad \Sigma_0 = \begin{pmatrix} Y_{10} \\ Y_{20} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.355 + h^{1.5} \\ 2.8 + h^{1.2} \end{pmatrix}$$

و h هي المسافة بين موقعين. وبموجب البيانات الموضحة في جدول (1) تكون سعة المصفوفة Y_1 هي (29×29) وسعة Y_2 هي (29×29) وسعة $Y_{12} = Y_{21}$ هي (29×29) ، وكذلك سعة كل من (Y_{10}, Y_{20}) (المتجهين) هي (29×1) .

ومتجه الدوال العشوائية Z المعروف في المعادلة (1) هو

$$Z = \begin{pmatrix} \text{بيانات عمق مستويات تبياننا للبر ماء الابار} \\ 238.5 \quad 239.4 \quad \dots \quad 237.7 \quad 245 \quad 246 \quad \dots \quad 245 \end{pmatrix}$$

و مصفوفة التصميم F سعة (58×6) ستكون كما يأتي

$$F = \begin{pmatrix} F_1 & O_{12} \\ O_{21} & F_2 \end{pmatrix}, F_1 = F_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0.7467 & 0.637587 \\ 1 & 0.7469 & 0.637582 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 0.74686 & 0.637582 \end{pmatrix}_{(29 \times 3)}, O_{12} = O_{21}$$

$$= (0)_{(29 \times 3)}$$

نلاحظ ان $F_1 = F_2$ و $O_{12} = O_{21}$ (كذلك $Y_{12} = Y_{21}$ في مصفوفة Σ في اعلاه) وذلك لان مواقع المتغير الاول Z_1 (مستويات مياه البر) هي نفسها مواقع المتغير الثانوي Z_2 (عمق البر).

تم التنبؤ عن مستويات مياه البر (متغير أولو عمق البر متغيرا ثانويا) في مواقع المشاهدات الحقيقية المعلومة القياس وذلك بتطبيقنا للمعادلة (13) لحساب القيم التنبؤية $\hat{Z}_{uck}$ والمعادلة (15) لحساب تباين الكوكريكنك الشامل σ_{uck}^2 ، والجدول (3) يبين القيم التنبؤية للكوكريكنك الشامل لمستويات مياه البر وتباين الكوكريكنك الشامل لها وكذلك تم حساب مجموع الأوزان لكلا المتغيرين الذي يتضمنه شرط عدم التحيز المعروف في المعادلة (5).

جدول (3): القيم التنبؤية للملاحظات المعلومة القياس

ت	Z	$\hat{Z}_{uck}$			
W 1	238.5	238.499	0.3550000027	1	0.0000
W 2	239.4	239.400	0.3550000011	1	0.0000
W 3	237.4	237.400	0.3550000028	1	0.0000
W 4	238.3	238.300	0.3549999994	1	0.0000
W 5	239	239.000	0.3550000014	1	0.0000
W 6	241.2	241.200	0.3550009254	1	0.0000
W 7	241.3	241.299	0.3550000015	1	0.0000
W 8	234.6	234.600	0.3550000009	1	0.0000
W 9	235	235.000	0.3550009249	1	0.0000
W 10	235.7	235.700	0.3550000022	1	0.0000
W 11	236.1	236.100	0.3550000004	1	0.0000
W 12	237.4	237.399	0.3550000026	1	0.0000
W 13	237.8	237.799	0.3550000004	1	0.0000
W 14	239.8	239.800	0.3550000001	1	0.0000
W 15	237	237.000	0.3549999998	1	0.0000
W 16	237.9	237.900	0.3549999991	1	0.0000
W 17	240.6	240.599	0.3550000007	1	0.0000
W 18	241.2	241.200	0.3550000004	1	0.0000
W 19	241.3	241.300	0.3550000012	1	0.0000

الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المراوحة مع تطبيق على. . .

W 20	237	237.000	0.3550000010	1	0.0000
W 21	238.5	238.500	0.3550000008	1	0.0000
W 22	240	240.000	0.3549999997	1	0.0000
W 23	236.3	236.299	0.3550000011	1	0.0000
W 24	237.7	237.700	0.3549999996	1	0.0000
W 25	241.5	241.500	0.3550000003	1	0.0000
W 26	241.4	241.400	0.3550000002	1	0.0000
W 27	241.4	241.400	0.3550000007	1	0.0000
W 28	241.3	241.299	0.3550000017	1	0.0000
W 29	237.7	237.700	0.3549999999	1	0.0000

نلاحظ ان النتائج الجدول اعلاه ذات دقة كبيرة إذ إن القيم التنبؤية $\hat{Z}_{uck}$ قريبة جدا من قيم المشاهدات الحقيقية Z الموجودة في منطقة الدراسة مما يدل على دقة تنبؤ الكوكريكنك الشامل كذلك صغر تباين الكوكريكنك الشامل σ_{uck}^2 ، ايضا نلاحظ أن مجموع الأوزان $\lambda_1'1_{29}$ للمتغير الأولي (مستويات ارتفاع الماء في البئر) هو 1 ومجموع الأوزان $\lambda_2'1_{29}$ للمتغير الثانوي (عمق البئر) قريبة جدا من 0 عند كل المواقع التنبؤية وهذا هو ما يتضمنه شرط عدم التحيز للكوكريكنك الشامل والمعرف في المعادلة (5). قمنا باختيار مواقع غير مقاسة لكي تكون مواقع تنبؤ فيها عن مستويات ارتفاع الماء في الابار (المتغير الأولي) بمساعدة بيانات عمق البئر (المتغير الثانوي) ، تم التنبؤ في هذا البحث عن مستويات مياه الابار في ثمانية مواقع مختارة اعتباطياً ضمن منطقة الدراسة، وذلك بتطبيقنا للمعادلة (13). وكانت النتائج كما موضحة في ادناه في الجدول (4).

جدول (4): التنبؤ عن مستويات مياه الابار

ت	مواقع التنبؤ				$\lambda_2'1_{29}$	$\lambda_2'1_{29}$
	احداثيات العرض	احداثيات الطول				
1	(36°30'00'')=36.5	(42°46'12'')=42.77	235.657	0.391	1	0.000
2	(36°29'49.2'')=36.497	(42°46'08.4'')=42.769	235.292	0.391	1	0.000
3	(36°31'01.1'')=36.517	(42°45'53.9'')=42.765	240.915	0.405	1	0.000
4	(36°30'35.9'')=36.51	(42°45'43.2'')=42.762	238.022	0.397	1	0.000
5	(36°31'01.1'')=36.517	(42°45'28.7'')=42.758	241.338	0.401	1	0.000
6	(36°29'45.5'')=36.496	(42°46'37.2'')=42.777	235.006	0.401	1	0.000
7	(36°30'25.1'')=36.507	(42°45'18'')=42.755	238.309	0.407	1	0.000
8	(36°30'46.8'')=36.513	(42°46'08.4'')=42.769	237.907	0.390	1	0.000

تم حساب تباين خطأ التنبؤ (تباين الكوكريكنك الشامل σ_{uck}^2) في المواقع اعلاه لمستويات مياه الابار من المعادلة (15). وقد أظهرت النتائج أن تباين الكوكريكنك الشامل σ_{uck}^2 صغير جداً مما يدل على دقة التنبؤ، كذلك دقة متنبأ الكوكريكنك الشامل $\hat{Z}_{uck}$ في المواقع المذكورة ضمن منطقة الدراسة من خلال التقارب الكبير للقيم التنبؤية مع القيم الحقيقية القريبة منها.

كذلك نلاحظ أن مجموع الأوزان $1_{29}'1_{29}$ المستوى الماء في البئر هو لمجموع الأوزان $2_{29}'1_{29}$ للعمق القريبة جدا من 0 عند كل المواقع التنبؤية الثمانية وهذا هو ما يتضمنه شرط عدم التحيز.

4 - الاستنتاجات والتوصيات:

- (1) الكوكريكنك الشامل يعطي نتائج دقيقة وهذا ما تم ملاحظته عند التنبؤ في المواقع المعلومة القياس ، لأنه يأخذ بنظر الاعتبار المتغيرات الثانوية التي تؤثر في عملية التنبؤ.
- (2) وجود اتجاه للظاهرة المكانية المدروسة (أبار ناحية وانه) وذلك لان قيم دالة الفاريوكرام المحسوبة غير مراوحة عند مقدار معين.
- (3) استعمال احداثيات الطول والعرض للمواقع وتحويلها الى الصيغة العشرية عند اجراء عملية التنبؤ تعطي نتائج ذات دقة كبيرة كما هو ملاحظ في الجدول (3).
- (4) يمكننا اجراء عملية التنبؤ على جميع المتغيرات اي انه في الوقت الذي نعتبر فيه متغير ما ثانويا يمكننا اعتبار هذا المتغير الثانوي متغيرا اساسيا (اولي) لإجراء التنبؤ عنه والمتغيرات الاخرى ثانوية.
- (5) من الافضل اخذ عدد اكثر من المتغيرات الثانوية المساعدة التي تؤثر في عملية التنبؤ عند توفر البيانات، مثلا: مسامية البئر ، نفاذية البئر ، قطر البئر... الخ. والتي تزيد من دقة التنبؤ وحسب طبيعة الظاهرة المكانية المدروسة.

المصادر:

- [1] العبادي ، ضياء محسن احمد (2010) ، "تمودج هيدروجيولوجي لمنطقة وانه / شمال العراق" ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم – جامعة الموصل.
- [2] العكدي ، علي محمود جمعة (2012) ، "التنبؤ المشترك للعملية العشوائية المكانية بالتطبيق على بيانات آبار منطقة بعشيفة من حيث الخواص الفيزيائية" ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية – جامعة الموصل.
- [3] الياس ، ماهر جوزيف (2008) ، "التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية غير المستقرة مع التطبيق" ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية – جامعة الموصل.

- [4] Chiles, J. P. and Delfiner, P. (1999), "Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty", Wiley and Sons, New York, USA.
- [5] Dubrule, O. (2003), "Geostatistics for Seismic Data Integration in Earth Models", Society of Exploration Geophysicists, USA.
- [6] Diggle, P. J. and Ribeiro, P. J. (2007), "Model-based Geostatistics", Springer Series in Statistics, New York, USA.

- [7] Memarsadeghi, N. (2004), "Cokriging Interpolation", M.SC. theses (published), college Park, university of Maryland, Maryland, USA.
- [8] Rivoird, J. ,J. Simmonds, K.G. Foote, P. Fernandes and N. Bez (2000), "Geostatistics for Estimating Fish Abundance", Blackwell Science Ltd, London, England.
- [9] Soares, A., M. J. Pereira and R. Dimitrakopoulos (2008), "Geo ENV VI – Geostatistics for Environmental Applications", Springer, Lisbon, Portugal.
- [10] Waller, A. and C. A. Gotway (2004), "Applied Spatial Statistics for Public Health Data", John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA.
- [11] Webster, R. and M. A. Oliver (2007), "Geostatistics for Environmental Scientists", John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, England.

الملحق

ملاحظة: جميع الخوارزميات تمت برمجتها بلغة نظام الماتلاب اصدار 7.12

(1) برنامج رسم دوال شبه الفاريوكرام للمتغيرات

%%%%%% برنامج لحساب قيم دالة شبه الفاريوكرام مع الرسم %%%%

clc

clear

format long

%%%%%% الادخالات %%%%

z1=[238.5;239.4;237.4;238.3;239;241.2;241.3;234.6;235;235.7;236.1;237.4;237.8;239.8;237;237.9;240.6;241.2;241.3;237;238.5;240;236.3;237.7;241.5;241.4;241.4;241.3;237.7];

z2=[245;246;241;242;243;247;248;237;238;239;240;241;241;243;241;242;247;248;248;242;242;242;240;241;250;249;249;249;245];

u1=[30;30;30;30;30;30;31;29;29;29;29;30;30;30;30;30;31;30;30;30;30;30;30;30;31;31;31;31;30];

u2=[59;58;45;44;58;15;00;46;53;45;45;12;20;48;00;33;01;58;59;07;27;43;04;41;18;20;21;20;58];

v1=[46;46;46;46;46;46;44;46;46;46;46;45;45;45;45;45;46;45;45;45;45;45;46;44;45;45;45;46];

v2=[14;43;16;05;1;10;52;32;12;04;50;26;04;26;53;41;01;46;32;47;23;02;12;00;59;15;25;38;31];

%%%%% تحويل من نظام الاحداثيات الى الصيغة العشرية %%%%

e=size(u1);

e=e(1,1);

for i=1:e

```

u(i)=36+(((u1(i)*60+u2(i))/3600));
v(i)=42+(((v1(i)*60+v2(i))/3600));
end
%%%%%% تعيين مواقع الابار على منطقة الدراسة %%%%%%%%%
% (احداثيات العرض) u (احداثيات الطول) والاحداثي العمودي v الاحداثي الافقي %
figure(1)
plot(v,u,'+', 'LineWidth',1.5,'MarkerEdgeColor','k')
text(v(1),u(1),' 1');
text(v(2),u(2),' 2');
text(v(3),u(3),' 3');
text(v(4),u(4),' 4');
text(v(5),u(5),' 5');
text(v(6),u(6),' 6');
text(v(7),u(7),' 7');
text(v(8),u(8),' 8');
text(v(9),u(9),' 9');
text(v(10),u(10),' 10');
text(v(11),u(11),' 11');
text(v(12),u(12),' 12');
text(v(13),u(13),' 13');
text(v(14),u(14),' 14');
text(v(15),u(15),' 15');
text(v(16),u(16),' 16');
text(v(17),u(17),' 17');
text(v(18),u(18),' 18');
text(v(19),u(19),' 19');
text(v(20),u(20),' 20');
text(v(21),u(21),' 21');
text(v(22),u(22),' 22');
text(v(23),u(23),' 23');
text(v(24),u(24),' 24');
text(v(25),u(25),' 25');
text(v(26),u(26),' 26');
text(v(27),u(27),' 27');
text(v(28),u(28),' 28');
text(v(29),u(29),' 29');
%%%%%% تحويل الاحداثيات من القياس الستيني الى القياس الدائري %%%%%%%%%
u=(u*22/7)/180;
v=(v*22/7)/180;
%%%%%% حساب مصفوفة المسافات بين مواقع الابار %%%%%%%%%
for i=1:e
    for j=1:e

```

```

h(i,j)=(6378)*(acos(sin(u(i))*sin(u(j))+cos(u(i))*cos(u(j))*cos(v(i)-
v(j))));
    zz1(i,j)=z1(i)-z1(j);
    zz2(i,j)=z2(i)-z2(j);
end
end
%%%%% حساب المسافة العظمى بين بئرين مع تسلسلها %%%%%
ma=h(1,2);
k=0;
for i=1:e-1
    for j=i+1:e
        k=k+1;
        if h(i,j)> ma
            ma=h(i,j);
            max=[i j];
            maximum=[ma max];
        end
    end
end
%%%%% حساب المسافة الصغرى بين بئرين مع تسلسلها %%%%%
mi=h(1,2);
k=0;
for i=1:e-1
    for j=i+1:e
        k=k+1;
        if h(i,j)< mi
            mi=h(i,j);
            min=[i j];
            minimum=[mi min];
        end
    end
end
%%%%%%%%% حساب قيم دالة شبه الفاريوكرام حسب 10 فئات %%%%%%%%%%
m=10;
r=ma-mi;
l=r/m;
h1=h;
for s=1:10
    k1(s,1)=mi+s*l;
    kk=1;
    zzz1(s,1)=0;
    zzz2(s,1)=0;

```

```

zzz12(s,1)=0;
for i=1:e-1
    for j=i+1:e
        if h1(i,j)<=k1(s,1)
            mm(s,kk)=h(i,j);
            h1(i,j)=2*ma;
            zzz1(s,1)=zzz1(s,1)+ zz1(i,j)^2;
            zzz2(s,1)=zzz2(s,1)+ zz2(i,j)^2;
            zzz12(s,1)=zzz12(s,1)+ zz1(i,j)*zz2(i,j);
            qq1(s,1)=(1/(2*kk))*zzz1(s,1);
            qq2(s,1)=(1/(2*kk))*zzz2(s,1);
            qq12(s,1)=(1/(2*kk))*zzz12(s,1);
        kk=kk+1;
    end
    n(s,1)=kk-1;
end
end
hh(s,1)=k1(s)-(l/2);
end
%%%%%% رسم دالة شبه الفاريوكرام %%%%%%
figure(2)
plot(hh,qq1,'--*')
title ('Semivariogram of z1')
figure(3)
plot(hh,qq2,'--*')
title ('Semivariogram of z2')
figure(4)
plot(hh,qq12,'--*')
title ('Cross semivariogram of z1 and z2')

```

.....

(2) برنامج التنبؤ لمستوى الماء في الابار عند المواقع المعلومة القياس

% برنامج التنبؤ لمستويات المياه في الابار عند مواقع المشاهدات الحقيقية المعلومة القياس %

```

clc
clear
format long
%%%%%%%%% الادخالات %%%%%%%%%%
z1=[238.5;239.4;237.4;238.3;239;241.2;241.3;234.6;235;235.7;23
6.1;237.4;237.8;239.8;237;237.9;240.6;241.2;241.3;237;238.5;24
0;236.3;237.7;241.5;241.4;241.4;241.3;237.7];
z2=[245;246;241;242;243;247;248;237;238;239;240;241;241;243;
241;242;247;248;248;242;242;240;241;250;249;249;249;245]
;

```

```

u1=[30;30;30;30;30;30;31;29;29;29;29;30;30;30;30;30;31;30;30;3
0;30;30;30;30;31;31;31;31;30];
u2=[59;58;45;44;58;15;00;46;53;45;45;12;20;48;00;33;01;58;59;0
7;27;43;04;41;18;20;21;20;58];
v1=[46;46;46;46;46;46;44;46;46;46;46;45;45;45;45;45;46;45;45;4
5;45;45;46;46;44;45;45;45;46];
v2=[14;43;16;05;1;10;52;32;12;04;50;26;04;26;53;41;01;46;32;47;
23;02;12;00;59;15;25;38;31];
%%%%%% تحويل من نظام الاحداثيات الى الصيغة العشرية %%%%%%
% (احداثيات العرض) u احداثيات الطول والاحداثي العمودي v الاحداثي الافقي %
e=size(u1);
e=e(1,1);
for i=1:e
    u(i)=36+(((u1(i)*60+u2(i))/3600));
    v(i)=42+(((v1(i)*60+v2(i))/3600));
end
%%%%%% تحويل الاحداثيات من القياس الستيني الى القياس الدائري %%%%%%
u=(u*22/7)/180;
v=(v*22/7)/180;
%%%%%%%% ادخال قيم النكت %%%%%%%%%
r1=0.355;
r2=2.8;
r3=1.8;
%%%%%%%% حساب التنبؤ %%%%%%%%%
u=u';
v=v';
O=[v u];
O1=ones(e,1);
E1=[O1 O];
E2=zeros(e,1);
E11=[O1;E2];
E22=[E2;O1];
zL1=[z1;z2];
E=[E1 E2 E2 E2;E2 E2 E2 E1];
for b=1:e
    u0(b)=u(b);
    v0(b)=v(b);
    f=[1;v0(b);u0(b);0;0;0];
    for i=1:e
        h0(i,1)=(6378)*(acos(sin(u(i))*sin(u0(b))+cos(u(i))*cos(u0(b))*cos(
v(i)-v0(b))));
        c10(i,1)=r1+((h0(i,1))^1.5);
        c20(i,1)=r2+((h0(i,1))^1.2);
    end
end

```

```

for j=1:e
h(i,j)=(6378)*(acos(sin(u(i))*sin(u(j))+cos(u(i))*cos(u(j))*cos(v(i)-
v(j))));
c1(i,j)=r1+((h(i,j))^1.5);
c2(i,j)=r2+((h(i,j))^1.2);
c3(i,j)=r3+((h(i,j))^1.2);
end
end
c=[c1 c3;c3 c2];
c01=[c10;c20];
z(b,1)=z1(b);
LL=(c^(-1))*(c01-E*((E*(c^(-1))*E)^(-1))*(E*(c^(-1))*c01-f));
ZL1(b,1)=c01*(c^(-1))*ZL1+(f'-c01*(c^(-1))*E)*((E*(c^(-1))*E)^(-
1))*E*(c^(-1))*ZL1;
QL1(b,1)=(c01*(c^(-1)))+(f'-c01*(c^(-1))*E)*((E*(c^(-1))*E)^(-
1))*E*(c^(-1))*(c01-E*((E*(c^(-1))*E)^(-1))*(f-E*(c^(-1))*c01));
o(b,1)=LL'*E11;
oo(b,1)=LL'*E22;
ez(b,1)=abs(z(b,1)-ZL1(b,1));
end
zqo1=[z1 ZL1 ez QL1 o oo]

```

3) برنامج التنبؤ لمستويات المياه في الابار لثمانية مواقع ضمن منطقة الدراسة

% برنامج التنبؤ لمستويات المياه في الابار عند 8 مواقع ضمن منطقة الدراسة %

```

clc
clear
format long
%%%%%%%%% الادخالات %%%%%%%%%%
z1=[238.5;239.4;237.4;238.3;239;241.2;241.3;234.6;235;235.7;23
6.1;237.4;237.8;239.8;237;237.9;240.6;241.2;241.3;237;238.5;24
0;236.3;237.7;241.5;241.4;241.4;241.3;237.7];
z2=[245;246;241;242;243;247;248;237;238;239;240;241;241;243;
241;242;247;248;248;242;242;240;241;250;249;249;249;245]
;
u1=[30;30;30;30;30;30;31;29;29;29;29;30;30;30;30;30;31;30;30;3
0;30;30;30;30;31;31;31;31;30];
u2=[59;58;45;44;58;15;00;46;53;45;45;12;20;48;00;33;01;58;59;0
7;27;43;04;41;18;20;21;20;58];
v1=[46;46;46;46;46;46;44;46;46;46;46;45;45;45;45;45;46;45;45;4
5;45;45;46;46;44;45;45;45;46];
v2=[14;43;16;05;1;10;52;32;12;04;50;26;04;26;53;41;01;46;32;47;
23;02;12;00;59;15;25;38;31];
%%%%%%%%% تحويل من نظام الاحداثيات الى الصيغة العشرية %%%%%%%%%%

```

% (احداثيات العرض) u احداثيات الطول) والاحداثي العمودي) v الاحداثي الافقي %

e=size(u1);

e=e(1,1);

for i=1:e

u(i)=36+(((u1(i)*60+u2(i))/3600));

v(i)=42+(((v1(i)*60+v2(i))/3600));

end

%%%%%% احداثيات مواقع التنبؤ %%%%

u01=[30;29;31;30;31;29;30;30];

u02=[00;49.2;01.1;35.9;01.1;45.5;25.1;46.8];

v01=[46;46;45;45;45;46;45;46];

v02=[12;08.4;53.9;43.2;28.7;37.2;18;08.4];

e1=size(u01);

e1=e1(1,1);

for i=1:e1

u0(i,1)=36+(((u01(i)*60+u02(i))/3600));

v0(i,1)=42+(((v01(i)*60+v02(i))/3600));

end

figure(1)

plot(v,u,'+',v0,u0,'*r')

text(v(1),u(1),' 1');

text(v(2),u(2),' 2');

text(v(3),u(3),' 3');

text(v(4),u(4),' 4');

text(v(5),u(5),' 5');

text(v(6),u(6),' 6');

text(v(7),u(7),' 7');

text(v(8),u(8),' 8');

text(v(9),u(9),' 9');

text(v(10),u(10),' 10');

text(v(11),u(11),' 11');

text(v(12),u(12),' 12');

text(v(13),u(13),' 13');

text(v(14),u(14),' 14');

text(v(15),u(15),' 15');

text(v(16),u(16),' 16');

text(v(17),u(17),' 17');

text(v(18),u(18),' 18');

text(v(19),u(19),' 19');

text(v(20),u(20),' 20');

text(v(21),u(21),' 21');

text(v(22),u(22),' 22');

text(v(23),u(23),' 23');

```
text(v(24),u(24),' 24');
text(v(25),u(25),' 25');
text(v(26),u(26),' 26');
text(v(27),u(27),' 27');
text(v(28),u(28),' 28');
text(v(29),u(29),' 29');
text(v0(1),u0(1),' 1');
text(v0(2),u0(2),' 2');
text(v0(3),u0(3),' 3');
text(v0(4),u0(4),' 4');
text(v0(5),u0(5),' 5');
text(v0(6),u0(6),' 6');
text(v0(7),u0(7),' 7');
text(v0(8),u0(8),' 8');
title ('Study Area')
%%%%%% تحويل الاحداثيات من القياس الستيني الى القياس الدائري %%%%%%
u=(u*22/7)/180;
v=(v*22/7)/180;
u0=(u0*22/7)/180;
v0=(v0*22/7)/180;
%%%%%%%%% ادخال قيم النكت %%%%%%%%%%
r1=0.355;
r2=2.8;
r3=1.8;
%%%%%%%%% حساب التنبؤ %%%%%%%%%%
u=u';
v=v';
O=[v u];
O1=ones(e,1);
E1=[O1 O];
E2=zeros(e,1);
E11=[O1;E2];
E22=[E2;O1];
zL1=[z1;z2];
E=[E1 E2 E2 E2;E2 E2 E2 E1];
ee=size(u0);
ee=ee(1,1);
for b=1:ee
f=[1;v0(b);u0(b);0;0;0];
for i=1:e
h0(i,1)=(6378)*(acos(sin(u(i))*sin(u0(b))+cos(u(i))*cos(u0(b))*cos(
v(i)-v0(b))));
c10(i,1)=r1+((h0(i,1))^1.5);
```

```

c20(i,1)=r2+((h0(i,1))^1.2);
for j=1:e
h(i,j)=(6378)*(acos(sin(u(i))*sin(u(j))+cos(u(i))*cos(u(j))*cos(v(i)-
v(j))));
c1(i,j)=r1+((h(i,j))^1.5);
c2(i,j)=r2+((h(i,j))^1.2);
c3(i,j)=r3+((h(i,j))^1.2);
end
end
c=[c1 c3;c3 c2];
c01=[c10;c20];
LL=(c^(-1))*(c01-E*((E'*(c^(-1))*E)^(-1))*(E'*(c^(-1))*c01-f));
ZL1(b,1)=c01'*(c^(-1))*zL1+(f'-c01'*(c^(-1))*E)*((E'*(c^(-1))*E)^(-
1))*E'*(c^(-1))*zL1;
QL1(b,1)=(c01'*(c^(-1)))+(f'-c01'*(c^(-1))*E)*((E'*(c^(-1))*E)^(-
1))*E'*(c^(-1))*(c01-E*((E'*(c^(-1))*E)^(-1))*(f-E'*(c^(-1))*c01));
o(b,1)=LL'*E11;
oo(b,1)=LL'*E22;
end
zqo1=[ZL1 QL1 o oo]

```