



التنبؤ بواسطة الانحدار والكريكنك للعمليات العشوائية بالتطبيق على المياه

الجوفية في قضاء سنجار

(PP 149 - 158)

ID No. 2114

<https://doi.org/10.21271/zjhs.22.5.10>

شيماء رياض ذنون
كلية التمريض / جامعة الموصل
أزهار عبد الرزاق سعيد
كلية التربية / جامعة الموصل
shaymaaaalnuaيمي@yahoo.com

الاستلام: 2018/04/16

القبول : 2018/05/22

النشر: 2018/11/01

ملخص

يتضمن البحث التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية بواسطة اسلوبين هما اسلوب الانحدار الخطي المتعدد واسلوب الكريكنك الشامل حيث ان التنبؤ بالعمليات العشوائية المكانية المعروف باسلوب الكريكنك يعطي نتائج جيدة اعتمادا على دالة الفاريوكرام $\gamma(u, v)$ في إيجاد التنبؤات. تم تطبيق الاسلوبين على بيانات حقيقية تمثل ارتفاع المناسيب الجوفية في 26 بئرامع احداثيات مواقعها وتبين ان اسلوب الكريكنك أفضل من اسلوب المربعات الصغرى من خلال النتائج والقيم العددية التي تم الحصول عليها اعتمادا على معيار متوسط مربع الخطأ.

الكلمات المفتاحية: التنبؤ، الكريكنك، دالة الفاريوكرام، المربعات الصغرى، اسلوب الانحدار الخطي البسيط.

1 - المقدمة

تداول البحث تنبؤ العملية العشوائية بواسطة اسلوب الانحدار (Regression Technique) حيث ان تحليل الانحدار يتعامل مع وصف البيانات المكانية المتواجدة في منطقة معينة او فضاء معين جزئي من فضاء اقليدس تشمل تطبيقات زراعية او وجود معادن او مياه جوفية وهذه الظواهر تقاس بنموذج متعدد الحدود بدلالة معلمات الانحدار واحداثيات المواقع المكانية للبيانات. كذلك التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية بواسطة اسلوب كريككنك (Kriging Technique) في الاحصاء المكاني وهو اسلوب يستخدم في التنبؤ بصورة خاصة عن الظواهر المكانية مثل المعادن فوق وتحت الارض والمياه الجوفية وتلوث البيئة فضلا عن التنبؤ عن انتشار الامراض الوبائية والكوارث الطبيعية في المجالات الاقتصادية (Diggie and Riberro 2007) كما يستخدم اسلوب الكريكنك في أي دراسة وهناك العديد من البحوث والدراسات في هذا المجال ومن هذه الدراسات دراسة عن التنبؤ لمواقع التلوث حول مصفى بيجي وفي داخله وكذلك دراسة عن التنبؤ عن مستوى ارتفاع الماء في الابار في منطقة وانة شمال العراق، (القاسم، العكيدي 2013) اذا كان من الممكن تعريف الظاهرة قيد الدراسة على اساس المسافة التي تفصل بين عينات بيانات هذه الظاهرة. ادى اسلوب الكريكنك في التنبؤ الى تقليل استخدام اسلوب الانحدار في التنبؤ وذلك لان اسلوب تحليل الانحدار يستوجب تعريف متغير واحد او عدة متغيرات توضيحية في حين لايتضمن الكريكنك سوى معرفة المسافة بين مشاهدات الظاهرة. فضلا عن ذلك فان متوسط مربع الخطأ للتنبؤ في اسلوب الكريكنك اقل دائما من الانحدار. كما اشار اليه كل من (Sarma 2009)، (Calli 2010)، (Haining, Gaetan and Guyon 2010) (2004). وهذا ما تم اثباته عمليا من خلال تطبيق الاسلوبين على بيانات حقيقية تمثل ارتفاع مناسيب المياه الجوفية لـ 26 بئرا مع احداثيات مواقعها في قضاء سنجار (الحاصود 1985). تضمن المبحث الثاني وصف للانحدار الخطي المتعدد ومعلماته المقدرة بطريقة المربعات الصغرى بينما تضمن المبحث الثالث العملية العشوائية ودالة الفاريوكرام وخصائصها أما في المبحث الرابع تضمن التنبؤ بالعملية المكانية اعتمادا على اسلوب الكريكنك واخيرا تضمن المبحث الخامس الجانب التطبيقي.

2 - الانحدار الخطي المتعدد

تتضمن معظم مسائل الانحدار اكثر من متغير مستقل واحد وبشكل عام يمكن كتابة نموذج الانحدار الخطي المتعدد بالشكل الاتي :

$$\begin{aligned} z(x_i) &= \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + e_i \\ &= \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} + e_i \\ i &= 1, 2, \dots, n \\ j &= 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (1)$$

حيث ان x_{ij} هي الملاحظة i للمتغير المستقل j وان $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ هي معلمات غير معلومة يتطلب تقديرها من البيانات المتوافرة . وبصيغة المصفوفات فان المعادلة (1) تكتب بالشكل :

$$z = X\beta + e \quad (2)$$

وهذا النموذج يسمى بنموذج الانحدار الخطي المتعدد (Multiple linear regression model) ، حيث ان z متجه بسعة $n \times 1$ من المشاهدات و X مصفوفة معلومة بسعة $(n \times (k + 1))$ من المشاهدات و β متجه من المعلمات المجهولة بسعة $(k + 1)$ وان e متجه الاخطاء العشوائية ذو بعد $n \times 1$ ينتمي الى التوزيع الطبيعي بالمعدل 0 والتباين $\sigma^2 I_n$.
أي ان :

$$\begin{aligned} E(e) &= 0 \\ \text{var}(e) &= \sigma^2 I_n \end{aligned}$$

و I_n : هي مصفوفة احادية وذات بعد $n \times n$.

اعتمادا على طريقة المربعات الصغرى فان مقدر متجه المعلمات سوف يكون بالصيغة التالية : Draper and Smith (1981)

$$\hat{\beta} = (X^t X)^{-1} X^t Z \quad (3)$$

حيث ان $\hat{\beta}$ مقدر غير متحيز ل β ويمتلك خاصية افضل تركيبة خطية غير متحيزة (BLUE) | (best Linear unbiased estimator) . وكذلك فان :

$$\text{var}(\hat{\beta}) = \sigma^2 (X^t X)^{-1} \quad (4)$$

Stochastic process

3 - العملية العشوائية

تعرف العملية العشوائية المكانية بانها مجموعة من المتغيرات العشوائية $(T \in X_t)$ المعرفة بالدليل $t \geq 0$ على فضاء احتمالي مستمر او متقطع ولها قيم في هذا الفضاء . اما العملية العشوائية المكانية فهي التي تكون متغيراتها بيانات مكانية مثل وجود المعادن في باطن الارض التي تهتم بها هندسة التعدين والمياه الجوفية وتقدير احتياطات الخامات المختلفة . ان كل هذه الظواهر تدخل ضمن مفهوم الاحصاء المكاني او الجيولوجي، ويكون الهدف عادة التعرف على البنية التركيبية للمتغيرات في المنطقة الجغرافية المدروسة، والارتباط والعلاقات فيما بينها. ان قيم المتغيرات المكانية تمثل دالة حقيقية تأخذ قيمة معينة ضمن المنطقة او المجال الجغرافي في فضاء ذي بعد واحد بالنقطة $z(u_1)$ او بعدين بالنقطة $z(u_1, u_2)$ او ثلاثة ابعاد بالنقطة $z(u_1, u_2, u_3)$.

يمكن كتابة النموذج الخطي المكاني للمتغير $z(x)$ في المجال او المنطقة D الذي هو مجموعة جزئية من الفضاء R^P بصيغة المصفوفات وكما يلي :

$$z(x) = f^t(x)\beta + \varepsilon(x) \dots x \in D \subseteq R^P \quad (5)$$

حيث ان:

$$\begin{aligned} z &= (z(x_1), z(x_2), \dots, z(x_n))^t \\ X &= f^t(x) = (f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n))^t \\ \beta &= (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)^t \\ \varepsilon &= (\varepsilon(x_1), \varepsilon(x_2), \dots, \varepsilon(x_n)) \end{aligned}$$

ومن فرضیات النموذج ما ياتي:

$$\begin{aligned} 1 - E(Z(x)) &= f^t(x)\beta \\ 2 - cov[Z(x+h), z(x)] &\dots, exists \\ 3 - E[Z(x+h) - Z(x)]^2 &= 2\gamma(h) \quad , (x, x+h) \in D \dots (6) \end{aligned}$$

تقاس العلاقة الاعتمادية او الاستقلالية بين متغيرات العمليات العشوائية او المتغيرات المكانية بدالة الفاريوكرام *Variogram function* , وتعتبر هذه الدالة مقياسا بديلا عن الارتباط ذلك لان التباينات بين مشاهدات قيم المتغيرات المكانية احيانا تكون كبيرة او غيرمعروفة فتكون معاملات الارتباط الناتجة عنها صغيرة مما يجعل النتائج والتفسيرات عنها خاطئة او غير دقيقة, ومن جانب اخر وفي حالة عدم الاستقرار فقليل ما يكون التغير معلوما , ولهذا تم اقتراح دالة الفايكروكرام بازاحة قدرها h وصيغة الدالة والتي تمثل مربع التزايد المتوقع بين القيم او المواقع كما ياتي :

$$2\gamma(h) = E[Z(x+h) - Z(x)]^2$$

واعتمادا على بيانات قيد الدراسة تقدر دالة الفاريوكرام اعتمادا على المعادلة التالية :

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E[Z(x_i+h) - Z(x_i)]^2 \quad (7)$$

وتعتمد هذه الدالة بشكل رئيسي على المسافة h ولا تعتمد على الموقع x . اما $\gamma(h)$ فتسمى دالة شبه الفاريوكرام Semi variogram ومن اهم خصائصها :

1 - انها موجبة $\gamma(h) \geq 0$ بسبب الصيغة التربيعية وان المسافة التي تستقر عندها الدالة التي تزداد بزيادة المسافة h , ويسمى الارتفاع عند نقطة الاستقرار هذه بالتباين الاول Sill .

2 - موحدة الخواص Isotropic على جميع زوايا الجهات (عند الاستقرار) أي تعتمد على المسافة h فقط بين نقاط المتغير وليس على الاتجاه كما اشار اليه (Cressie,1993) .

3 - انها دالة زوجية (Even) تحقق $\gamma(h) = \gamma(-h)$ ومتماثلة (Symmetric) $\gamma(x, y) = \gamma(y, x)$, وان غايتها عند $h \rightarrow \infty$ تؤول للتباين $var(Z(x))$ في حين ان غاية دالة شبه الفاريوكرام هو ما يسمى sill .

4 - لاغراض التنبؤ , فانه عادة يتم وضع وصف او تقدير لها باحد النماذج المقترحة بهذا المجال ومن اشهرها النموذج الكروي والنموذج الطبيعي والاسي والخطي وغيرها .

5 - تمتلك الدالة ظاهرة الانقطاع Nugget او عدم الاستمرارية فعندما تصبح $h = 0$ فان الدالة لا تساوي صفر .

6 - ترتبط دالة الفاريكرام بالتغير (التباين المشترك) في حالة ان العمليات العشوائية مستقرة كما ياتي :

$$\begin{aligned} 2\gamma(h) &= E[Z(x+h) - Z(x)]^2 \\ &= E[Z^2(x) + Z^2(x+h) - 2cov[Z(x+h).z(x)]] \\ &= var[Z(x)] + var[Z(x+h)] - 2C(h) \end{aligned}$$

$$\therefore \gamma(h) = C(0) - C(h) \quad (8)$$

حيث تمثّل $C(h)$ دالة التغاير، وعندما الازاحة $h = 0$ فتكون

$$var[Z(x)] = C(0)$$

4 - التنبؤ للعملية العشوائية (الكريكنك *Kriging*) :

هو طريقة للتنبؤ استخدم في صناعة التعدين للتنبؤ عن مدخلات وتقدير نموذج كتلوي للموارد المعدنية. وان هناك عدة اساليب معروفة للتنبؤ عن العمليات المكانية اهمها الكريكنك البسيط وهو المعدل الموزون للقيم $Z(x)$ والنقاط المجاورة حول الموقع $Z(x_0)$ المراد التنبؤ له على افتراض ان أي نقطة لها علاقة بدرجة ما مع $Z(x_0)$ وهذا النوع قليل الاستخدام الذي يفترض استقرارية للنموذج وان التوقع معلوم او يساوي صفر ($\mu(x) = 0$)، والتغاير المكاني معلوم او لا يعتمد على x .

اما الاسلوب الثاني للتنبؤ هو التنبؤ الاعتيادي *ordinary prediction* ان نموذج التنبؤ الاعتيادي للعملية العشوائية المكانية المستقرة وهو ما يعرف الكريكنك الاعتيادي الذي يفترض الاتي :

$$Z(X) = \mu + \varepsilon(X) \quad x \in D \quad (9)$$

وعندما تكون μ معلومة سنحصل على التنبؤ بالصيغة الاتية :

$$z^0(x) = \sum_{i=1}^n \omega_i Z(x_i)$$

حيث ان :

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (10)$$

و ان ω_i متجه الاوزان كما ان القيد $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ يضمن عدم التحيز للتنبؤ أي ان :

$$EZ^0(x) = Ez(x) = \mu$$

ان القيمة التقديرية للاوزان هي التي تجعل مربع الفرق بين القيم التنبؤية والقيم الاصلية اقل ما يمكن او التي تصغر متوسط مربع الخطأ للتنبؤ باستخدام اسلوب لكرانج :

$$var[z(x)] = E[Z(x) - z^0(x)]^2 \quad (11)$$

سنحصل على الصيغة حسب ما ذكره (الياس 2008)

$$w = \gamma^{-1} \left[\gamma_0 + \left(\frac{1 - \gamma_0^t \gamma_l}{l^t \gamma^{-1} l} \right) l \right] \quad (12)$$

حيث ان :

$$l = (1, 1, 1, \dots, 1)$$

$$\gamma_0 = (\gamma_{01}, \gamma_{02}, \dots, \gamma_{0n})^t$$

اما تباين التنبؤ المصغر الذي يمثل تباين كريكنك فنحصل عليه من تعويض القيم التقديرية الى w وتقديرات معاملات لكرانج المستخدمة في صيغة تباين التنبؤ كما في معادلة (11).

والتنبؤ الاخر هو التنبؤ الشامل *Universal prediction* او ما يسمى بالكريكنك الشامل، ان نموذج التنبؤ الشامل الذي يخص العملية العشوائية المكانية غير المستقرة الذي يكون فيه متوسط العملية المكانية متغيرا من موقع الى اخر ويكتب النموذج كما يأتي :

$$z(X) = \mu(x) + \varepsilon(X) \quad x \in D \quad (13)$$

ان افضل متنبأ خطي غير متحيز $\hat{z}(x_0)$ يكون كالاتي :

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i z(x_i) \quad (14)$$



حيث ان :

$$z = (z(x_1), z(x_2), \dots, z(x_n))^t$$

$$w = \gamma^{-1} \gamma_0 - \gamma^{-1} X \left((X^t \gamma^{-1} X)^{-1} (X^t \gamma^{-1} \gamma_0 - f(x_0)) \right) \quad (15)$$

ولكي يكون $\hat{z}(x_0)$ افضل متبا خطي غير متحيز يجب ان يحقق الشرطين الاتيين

$$1 - E(\hat{z}(x_0)) = Z(x_0)$$

$$2 - \sigma_k^2 = \text{var}(\hat{z}(x_0) - z(x_0)) \text{ is min.}$$

هذا التباين يدعى تباين كريكنك. كما اشار اليه خضير (2011) وله الصيغة الاتية :

$$(16) \sigma_K^2 = \gamma^{-1} \gamma_0 - \left[f^t \left(\gamma_0^t \gamma^{-1} X - f^t(x_0) \right) (X^t \gamma^{-1} X)^{-1} (X^t \gamma^{-1} \gamma_0 - f(x_0)) \right]$$

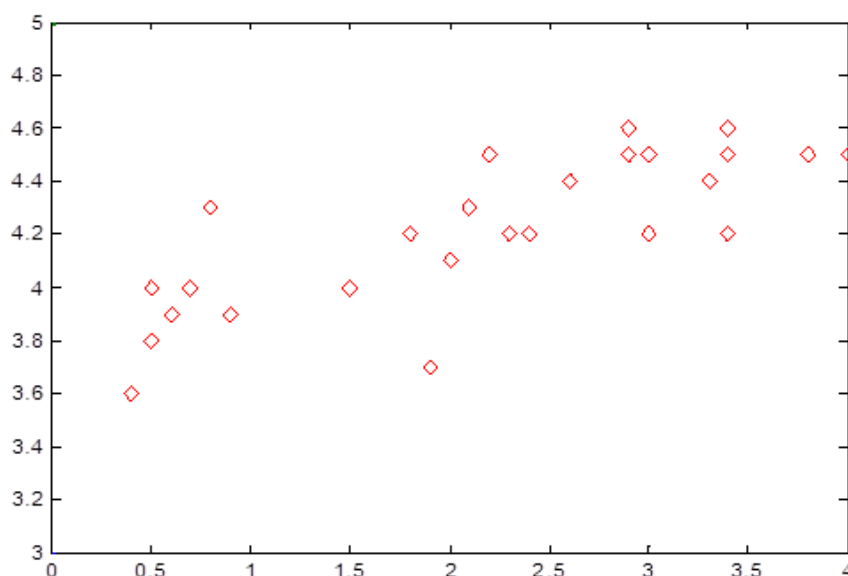
5- الجانب التطبيق

تم في هذا الجانب تطبيق نموذج الانحدار الخطي المتعدد على بيانات حقيقية تمثل ارتفاع مناسيب ابار المياه الجوفية في قضاء سنجار في محافظة نينوى وتمثل هذه البيانات (26) بئرا مع احداثياتها حيث ان $z(x_i)$ تمثل ارتفاع منسوب المياه الجوفية بوحدة المتر في البئر عند الموقع $x_i = (u_i, v_i)$ والتي تمثل احداثيات البئر في هذه النقطة. (الحاصود 1985). والجدول (1) يوضح البيانات الحقيقية مع احداثيات مواقعها.

الجدول (1) ارتفاع المناسيب الجوفية Y بوحدة المتر والاحداثيات u, v لمنطقة قضاء سنجار في نينوى

u_i	v_i	$Y(u_i, v_i)$	u_i	v_i	$Y(u_i, v_i)$
0.4	3.6	3.3	0.9	3.9	3.6
0.5	4	5.8	3	4.5	3.4
0.5	3.8	3.1	2.9	4.6	3.3
0.6	3.9	5.5	2.9	4.5	3.4
0.7	4	5.8	3.4	4.2	3.2
0.8	4	3.6	3.4	4.5	3.1
2	4.1	5.2	4	4.5	7.4
2.1	4.3	5.3	3.8	4.5	7.3
2.2	4.5	5.7	1.5	4	5.2
2.4	4.2	5.7	3	4.2	7.3
3.3	4.4	3.3	2.3	4.2	3.2
1.9	3.7	6.2	2.6	4.4	3.5
1.8	4.2	5.1	3.4	4.6	3.6

والشكل (1) يمثل انتشار البيانات في الموقع قيد الدراسة.



5.1 نموذج الانحدار الخطي المتعدد

ان افضل نموذج انحدار لهذه البيانات هو نموذج الانحدار من الرتبة الثالثة $p + q = 3$ وكما هو موضح في المعادلة (1)

حيث كانت عدد معلمات النموذج التقديرية لسطح الاتجاه $\hat{Z}$ عشرة معلمات وبتطبيق طريقة المربعات الصغرى OLS لاجاد النموذج التنبؤي لبيانات الجدول (1) حيث نر استخدام برنامج *Minitab 16* لاجاد نموذج الانحدار التنبؤي وكان النموذج على النحو التالي :

$$\hat{Z} = -3248 - 929u + 2879v + 552uv - 95.2u^2 - 847v^2 + 26.2u^2v - 80.7uv^2 - 2.03u^3 + 82.7v^3$$

حيث والجدول (2) ادناه يوضح قيم معلمات النموذج وقيم P لمعرفة مدى معنوية هذه المعلمات ووجودها في النموذج من عدم وجودها . وتدل قيم P التي اقل من 5% على معنوية ذلك المتغير وبقائه في النموذج .

الجدول (2) قيم معلمات النموذج واختبارها

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-3248	2344	-1.39	0.185
u	-929.4	427.2	-2.18	0.045
v	2879	1912	1.51	0.152
uv	551.6	243.7	0.038	0.038
u^2	-95.17	37.05	0.021	0.021
v^2	-847.0	521.6	0.124	0.124
u^2v	26.22	10.54	0.024	0.024
uv^2	-80.67	34.67	0.033	0.033
u^3	-2.033	1.130	0.091	0.091
v^3	82.72	47.59	0.101	0.101

قيمة معامل التحديد $R^2 = 59.5\%$ وهذا يعني ان النموذج ملائم للبيانات بنسبة 59.5% وقيمة متوسط متوسط مربعات الخطأ $MSE = 1.344$ حيث يمكن الاعتماد عليها كقيمة للمقارنة بين الطريقتين.

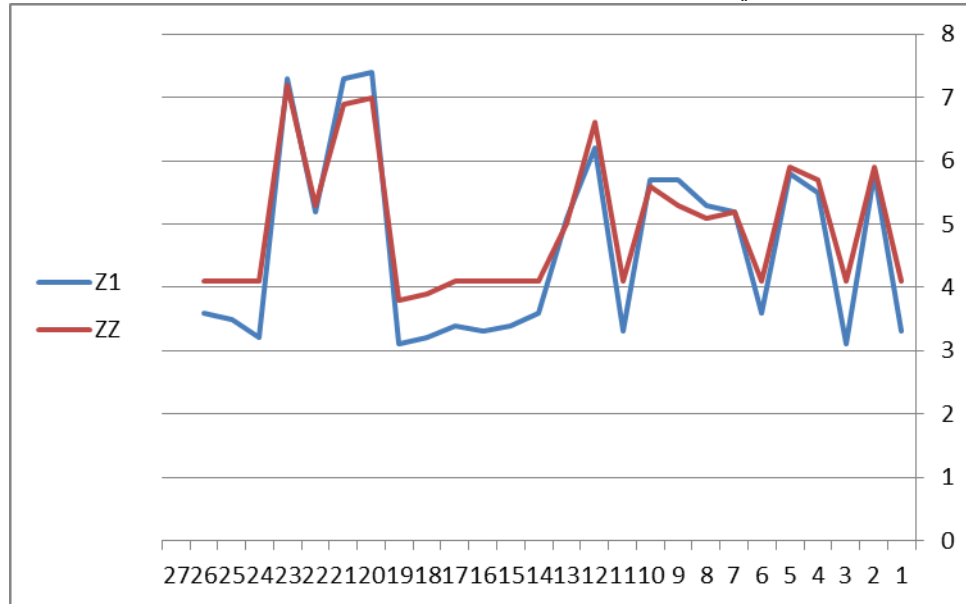
5.2 تنبؤ اسلوب كريكناك

قبل البدء باعتماد نموذج كريكنك تم رسم شكل البيانات في الجدول (1) يمكن تمثيل شكل البيانات كما في الشكل (1)

الشكل (2) يمثل تمثيل البيانات

حيث ان $C1$ تمثل $\hat{Z}$ و $C2$ تمثل u

ولغرض معرفة مدى ملائمة البيانات للنموذج تم عمل تنعيم للبيانات *Smoothing technique* باستخدام طريقة الوسيط (*Median polish*) كما في الشكل (2)



شكل (2) قيم المشاهدات المتغير Z_1 والقيم المنعمة بطريقة الوسيط ZZ

5-3 تحليل البيانات وملائمة نموذج الفاريوكرام :

تم حساب مصفوفة المسافات بين (26) بئرا وذلك باستخدام قانون المسافة الاقليدية والتي يرمز لها بالرمز h . انظر, (Sarma2009) (Haining2004).

$$h_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$$

إذ أن كل موقع يتمثل بالإحداثيات:

$$(u_i, v_i), \quad i, j = 1, 2, \dots, 26$$

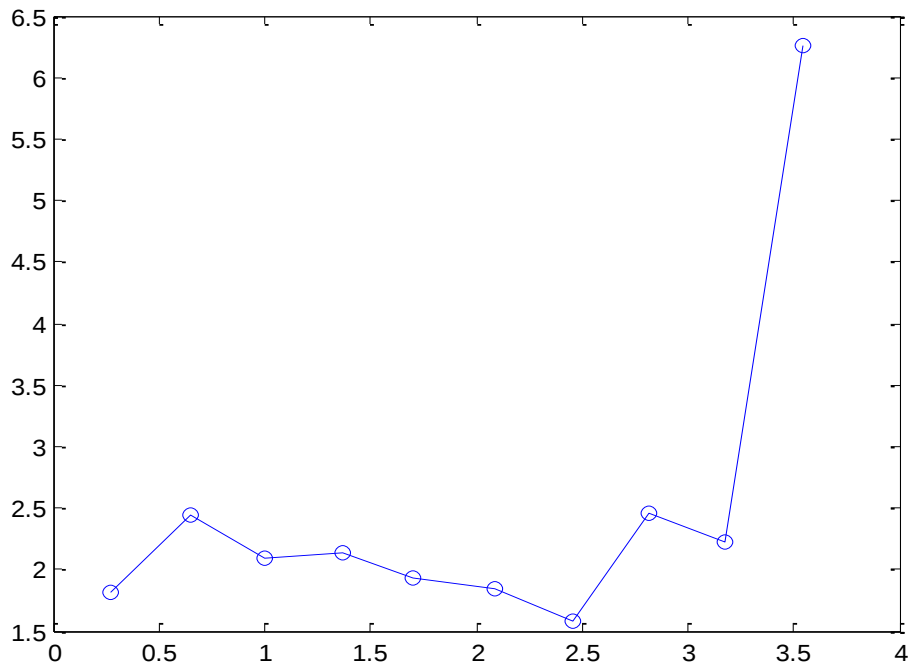
وهكذا تم الحصول على مصفوفة ذات بعد (26×26) تحتوي على جميع المسافات بين أزواج المشاهدات , وقسمت هذه المسافة إلى عشر فئات إذ شملت هذه الفئات أقل قيمة وأكبر قيمة للمسافة، ثم حساب مركز كل فئة ليمثل المسافة التقريبية h . وكذلك تم حساب عدد أزواج المشاهدات $N(h)$ التي تبعد عن بعضها البعض مسافة h لكل مركز فئة ، وأخيراً تم حساب دالة الفاريوكرام المؤشر لكل فئة من خلال تطبيق المعادلة رقم (7) والنتائج موضحة في الجدول (3)

الجدول (3) القيم التقريبية لدالة شبه الفاريوكرام

الفئات	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المركز (h)	عدد الأزواج $N(h)$	$[Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$	$\gamma(h)$
فئة (1)	0.1	0.447	0.2736	60	0.3069	1.807
فئة (2)	0.5	0.806	0.6531	48	0.6220	2.440
فئة (3)	0.824	1.1704	0.9975	45	0.9923	2.088

فئة (4)	1.2	1.529	1.3648	48	1.3660	2.140
فئة (5)	1.55	1.843	1.6981	33	1.7026	1.935
فئة (6)	1.91	2.256	2.0833	27	2.0759	1.842
فئة (7)	2.28	2.630	2.4554	27	2.4850	1.584
فئة (8)	2.657	2.983	2.8201	19	2.8245	2.455
فئة (9)	3.006	3.337	3.1721	12	3.1510	2.219
فئة (10)	3.373	3.710	3.5421	6	3.5264	6.259

وبرسم العلاقة بين $\gamma(h)$ مقابل h ومن ثم توفيق منحنى شبه الفاريوكرام ، وذلك بتمير أفضل منحنى بين نقاط الشكل البياني لدالة شبه الفاريوكرام المؤشر للفئات العشر، نحصل على الشكل (3).



الشكل (3) نلاحظ أن منحنى الفاريوكرام المؤشر في الشكل (3) هو أقرب ؛ لأن يكون مشابه للأنموذج الكروي.

$$\gamma(h) = \begin{cases} \omega_0 + \omega & , h > a \\ \omega_0 + \omega \left(\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right) & , h < a \\ \omega_0 & , h = a \end{cases}$$

إذ أن $h=a$ هو المدى والذي يمثل مدى وجود الظاهرة قيد الدراسة و $\omega_0 = \gamma(h)$ قيمة تأثير النكت Nugget effect والذي يمثل الضعف في استمرارية وتجانس الظاهرة في المنطقة قيد الدراسة و $\omega_0 + \omega$ هو التباين. وبهذا فإن هذا الأنموذج سوف نستعمله في عملية التنبؤ عند مواقع غير مقاسه.

أما بالنسبة لمعاملات نماذج الفاريوكرام المؤشر (المدى والتباين والنكت) فهي كما يأتي:



نلاحظ في الشكل (3) إن منحنى دالة شبه الفاريوكرام المؤشر تقطع المحور العمودي $\gamma(h)$ عند $\omega_0 = 1.8071$ والمنحنى يزداد ارتفاعا الى ان يستقر عند $h = 3.542$ وهذا يحدد قيمة المدى $a = 3.542$ ونلاحظ ان دالة الفاريوكرام تستقر على ارتفاع 4.4521 والذي يساوي التباين تقريبا

$$\sigma^2 = \omega_0 + \omega$$

وعليه فان $\omega = 6.2592$

وعليه فان دالة شبه الفاريوكرام تكون :

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.8071 + 4.4521 & , h > 3.5 \\ 1.8071 + 4.4521 \left(\frac{3h}{2(3.5)} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{3.5} \right)^3 \right) & , h < 3.5 \\ 1.8071 & , h = 3.5a \end{cases}$$

تم ايجاد القيم التنبؤية $\hat{z}(x_0)$ بواسطة برنامج (Matlab)

بعد ذلك تم حساب تباين كريكنك لكل موقع من مواقع المنطقة قيد الدراسة وباخذنا لمواقع المشاهدات الحقيقية وقيمها في منطقة الدراسة وتطبيق العملية العشوائية المكانية $\{z(x)\}$ التي لها النموذج الكروي المقترح اعلاه ولغرض تطبيق المعادلة (14) لا بد من حساب مصفوفة الاوزان w وذلك من خلال المعادلة (15) ولقد تم حساب هذه المصفوفة وكذلك تم حساب تباين كريكنك لكل تنبؤ وفق المعادلة (16) وبالطريقة نفسها يتم حساب او تنبؤ المواقع المكانية الاخرى ، والجدول (4) يبين القيم الحقيقية $z(x)$ والقيم التنبؤية $\hat{z}(x)$ وقيم تباين كريكنك σ_k^2 .

ت	u	v	$z(x)$	ω_k	$\hat{z}(x)$	σ_k^2
1	0.4	3.6	3.3	0.021646	3.1	1.1542
2	0.5	4	5.8	0.023197	4.8	1.3651
3	0.5	3.8	3.1	0.022781	3.3	2.1204
4	0.6	3.9	5.5	0.023915	4.9	1.2225
5	0.7	4	5.8	0.025208	5.1	1.0065
6	0.8	4	3.6	0.027109	3.9	1.4501
7	2	4.1	5.2	0.041609	4.2	0.9812
8	2.1	4.3	5.3	0.043254	4.9	1.0651
9	2.2	4.5	5.7	0.022166	5.7	1.0685
10	2.4	4.2	5.7	0.046084	5.2	1.8805
11	3.3	4.4	3.3	0.050712	2.3	2.5431
12	1.9	3.7	6.2	0.038571	5.6	1.0951
13	1.8	4.2	5.1	0.039462	5.4	1.3551
14	0.9	3.9	3.6	0.027309	3.1	1.8751
15	3	4.5	3.4	0.050421	3.9	1.7665
16	2.9	4.6	3.3	0.049787	3.3	1.3651
17	2.9	4.5	3.4	0.050057	2.4	0.4012
18	3.4	4.2	3.2	0.049958	4.5	1.3655
19	3.4	4.5	3.1	0.050463	3.5	1.0165
20	4	4.5	7.4	0.047299	7.1	1.3648



21	3.8	4.5	7.3	0.048643	7.0	3.3952
22	1.5	4	5.2	0.035123	4.9	1.2254
23	3	4.2	7.3	0.049804	6.8	1.3695
24	2.3	4.2	3.2	0.045166	2.1	1.6077
25	2.6	4.4	3.5	0.048088	3.1	1.4265
26	3.4	4.6	3.6	0.022166	2.9	1.1065

الجدول (4) القيم التنبؤية للكريكنك

وكذلك تم حساب حساب متوسط مربع الخطأ وقيمته $MSE = 0.0559$.

نلاحظ ان متوسط مربع الخطأ MSE في اسلوب كريكنك اقل من متوسط مربع الخطأ في اسلوب الانحدار عن طريق اسقاط المعاملات. وهذا دليل واضح ان اسلوب كريكنك افضل من اسلوب الانحدار وعليه نعتد على تنبؤ اسلوب كريكنك وهذا يمثل نتيجة اساسية في سبب اعتماد التنبؤ في الاحصاء المكاني على اسلوب كريكنك.

6- الاستنتاجات

اعتمادا على معيار متوسط مربعات الخطأ نلاحظ ان طريقة كريكنك هي افضل من طريقة الانحدار الخطي المتعدد وذلك بكون قيمة متوسط مربعات الخطأ هي 0.0559 وهي اقل مما عليه في حالة الاعتماد على طريقة المربعات الصغرى حيث ان قيمة متوسط مربعات الخطأ هي 1.344 .

المصادر

- 1- المحسن، اسباهية يونس (1985): "المياه الجوفية في منطقة سنجار واستثماراتها"، رسالة ماجستير (غير منشورة) في الجغرافية الطبيعية، جامعة بغداد، كلية الاداب.
- 2- الياس، ماهر جوزيف (2008)، التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية غير المستقرة مع التطبيق، رسالة ماجستير رياضيات، كلية التربية جامعة الموصل.
- 3- قاسم، محمد نذير اسماعيل والعكدي، علي محمود جمعة (2011)، "التنبؤ المشترك للعملية العشوائية المكانية مع التطبيق"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية - جامعة الموصل.
- 4- العكدي، علي محمود جمعة (2013)، "الكوكريكنك المشترك الشامل للعملية العشوائية المكانية غير المروحة مع تطبيق على بيانات ابار في منطقة واة"
- 5- Carroll, Z.I. and Oliver, M.A. (2005), "Exploring the spatial relations between soil physical properties and apparent electrical conductivity", Geoderma, 128, 354-374.
- 6- Cressie, N. (1993), "Statistics for Spatial Data", Second Edition John Wiley, New York.
- 7- Draper, N.R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. 2nd ed. Wiley, New York.
- 8- Gaetan, C. and Guyon, X. (2010), "Spatial Statistics and Modeling Springer", London.
- 9- Haining, R. (2004), "Spatial Data Analysis, Theory and Practice", Cambridge University press, London.
- 10- Sarma, D.D. (2009), "Geostatistic with Application in Earth Sciences", Second edition capital publishing company.

پوخته

ثم توئزئنه وهيه پيشينى كردارى هه په مهكى شوئى له خو ده گريئ له پيگاي دوو شيوازي جوراوجور هويش شيوازي لادانى فره هيل - الانحدار الخطى المتعدد- وه شيوازي كريگينك، به شيويهيك كه پيشينى كردن به كردارى هه په مهكى شوئى ناسراو به شيوازي كريگينك هه نجاميكي باشي هه بوه به پشت به ستن به فه رمانى فارىوكرام $y(u,v)$ بو ده رختنى پيشينيه كان. هه دوو شيوازه كه له سه ر داتاي راسته قينه جن به جن كراوه كه گوزارشت له به رزى ئاستى ژير زهوى له 26 بير دهكات له گه ل وه رگرتى (احداثيات) شوئنه كانيان، وه ده ركوت كه وا شيوازي كريگينك باشتري له شيوازي چوارگوشه بچوو كه كان كه له پيگاي هه نجامه كان و هه زانباريه ژماره يانهى دهست كه وتوه به پشت به ستن به پتوه رى تيكراي چوارگوشه كانى هه له - متوسط مربعات الخطأ.

Abstract

In this research, we predict the random spatial processes by two techniques, the multiple linear regression technique and the kriging technique. The kriging technique gives good results depending on the variogram function. The two techniques are applied on real data representing the height of the ground water levels for 26 wells with their axes. Based on the result and the numerical values of mean squares error criterion it has been shown that the predict technique is better than the multiple linear regression technique.