التنبؤ عن تلوث الهواء باستخدام العمليات العشوائية المكانية

الاستماع قراءة صوتية للكلمات القاموس

ا.م.د محمد طه احمد الغنام
كلية التربية / جامعة تكريت .

م.م. هبة علي طه الصباغ
كلية التربية للبنات / جامعة الموصل

الملخص

ان التنبؤ بالعمليات العشوائية المكانية (المعروف بأسلوب كريكنك kriging) يعطي نتائج جيدة اعتمادا على دالة الفاريوكرام $\gamma(x,y)$ في ايجاد التنبؤات . وفي هذا البحث استعرضنا عدد من اساليب تنبؤ الكريكنك ، وتم التطبيق باستخدام الكريكنك الشامل الملائم لعدم استقرارية البيانات ، وفي الجانب العملي عن قياس تلوث الهواء ، اخذت البيانات من تجربة احيائية في قسم علوم الحياة اقيمت لقياس تلوث الهواء بالغازات الملوثة (غاز ثاني اوكسيد الكربون) حول مصفى بيجي ،ثم أوجدنا تقدير دالة الفاريوكرام $\gamma(x,y)$، والتنبؤ لموقع التلوث بالهواء ببعدين وكانت النتائج مقبولة وقريبة من الواقع الحقيقي.

Predication of air pollution using spatial stochastic process

ABSTRACT

To predict the random spatial processes (known kriging technique) that give a good results depending on the function variogram $\gamma(x,y)$ to find predictions. In this paper, we reviewed a number of methods of prediction.

The application using kriging complete appropriate to nonstationary data, taking data from abiological experiment in department of biology, to measure air pollution gas carbon dioxide around the Baiji refinery, we have created assessment function $\gamma(x,y)$ and predicting for pollution two-dimensional and the results were close to reality.

1-المقدمة : تعرف العملية العشوائية Stochastic process-بشكل عام بأنها مجموعة من المتغيرات العشوائية (Xt , t∈ T) المعرفة بالدليل $t \geq 0$ (الزمن) ، على فضاء احتمالي مستمر او متقطع ولها قيم في هذا الفضاء .
اما العملية العشوائية المكانية فهي التي تكون متغيراتها تمثل بيانات مكانية مثل وجود المعادن في باطن الأرض التي تهتم بها هندسة التعدين والمياه الجوفية وتقدير احتياطيات الخامات المختلفة، وجود الغازات والملوثات في الجو، وكذلك النباتات الطبيعية. أن كل هذه الظواهر تدخل ضمن مفهوم الأحصاء المكاني (الفراغي) أو الجيولوجي ، ويكون الهدف عادة التعرف على البنية التركيبية للمتغيرات في المنطقة الجغرافية المدروسة ، والأرتباط والعلاقات فيما بينها.
أن قيم المتغيرات المكانية تمثل دالة حقيقيةتاخذ قيمة معينة ضمن المنطقة أو المجال الجغرافي ، في فضاء ذي بعد واحد بالنقطة x(u1)أو بعدينبالنقطة z(u1, u2) او ثلاثة ابعاد بالنقطة z(u1, u2, u3) .
الهدف في هذا البحث تقديم دراسة نظرية للعمليات العشوائية او المتغيرات العشوائية المكانية وتطبيقها على تلوث الهواء الجوي ببعدين ذلك ان معظم البحوث تتناول البعد الواحد فقط ، وكذلك لما لهذا الموضوع من اهمية نظرية ، وعملية على حياة الأنسان.
2 – النموذج الخطي المكاني العام : General linear model in spatial statistics)) : يمكن كتابة النموذج الخطي المكاني للمتغير z(x) في المجال او المنطقة D الذي هو مجموعة جزئية من الفضاء Rp بصيغة المصفوفات وكما ياتي :

$$Z = FB + \epsilon \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$
$$z(x) = f^t(x)B + e(x) \quad \dots\dots \quad x \in D \subseteq R^p \quad \dots\dots (2)$$

حيث أن :-

$$Z = (z(x_1), z(x_2), \dots\dots\dots z(x_n))^t$$
$$F = f^t(x) = (f_1(x_1), f_2(x_2), \dots\dots\dots f_n(x_n))$$
$$B = (\beta_1, \beta_2, \dots\dots\dots \beta_p)^t$$
$$\epsilon = (\varepsilon(x_1), \varepsilon(x_2), \dots\dots\dots\dots\dots \varepsilon(x_n))^t$$

ومن فرضيات النموذج مايأتي :-

$$1 - Ez(x) = f^t(x)B$$
$$2 - E[z(x+h) - z(x)]^2 = 2\gamma(h) \dots\dots (x, x+h) \in D \dots. (3)$$
$$3 - Cov\,[z(x+h), z(x)] \dots\dots exists$$

تقاس العلاقة الأعتمادية أو الأستقلالية بين متغيرات العمليات العشوائية أو المتغيرات المكانية بدالة الفاريوكرام Variogram function، وتعتبر هذه الدالة مقياسا بديلا عن الأرتباط ذلك لأن التباينات بين مشاهدات قيم المتغيرات

المكانية احيانا تكون كبيرة أو غير معروفة فتكون معاملات الأرتباط الناتجة عنها صغيرة مما يجعل النتائج والتفسيرات عنها خاطئة أو غير دقيقة ، ومن جانب آخر وفي حالة عدم الأستقرارية فقليلا ما يكون التغاير معلوما ، ولهذا تم أقتراح دالة الفاريوكرام بازاحة قدرها h وصيغة الدالة والتي تمثل مربع التزايد المتوقع بين القيم او المواقع كما ياتي :-

$$2\gamma(h) = E[z(x) - z(x+h)]^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

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

وتعتمد هذه الدالة بشكل رئيسي على المسافة h ولا تعتمد على الموقع x.

أما $\gamma(h)$ فتسمى دالة شبه الفاريوكرام ومن أهم خصائصها :

1- انها موجبة $\gamma(h) \geq 0$ بسبب الصيغة التربيعية وأن :

$\gamma(0) = z(x) - z(x) = 0$ ، اما معالمها فهي :المدى range وهو المسافة التي تستقر عندها الدالة التي تزداد بزيادة المسافة h،ويسمى الأرتفاع عند نقطة الأستقرار هذه بالتباين (الأولي) sill.

2 - موحدة الخواص Isotropicعلى جميع زوايا الجهات (عند الأستقرارية)أي تعتمد على المسافة h فقط بين نقاط المتغير وليس على الأتجاه[Cressie 1993]

3-انها دالة زوجيةتحقق $\gamma(h) = \gamma(-h)$ ومتماثلة $\gamma(x,y) = \gamma(y,x)$، وأن غايتها عند $h \to \infty$ تؤول للتباين var(z(x)).في حين ان غاية دالة شبه الفاريوكرام هو ما يسمى sill .

4-لأغراض التنبؤ ، فأنه عادة يتم وضع وصف او تقدير لها بأحد النماذج المقترحة بهذا المجال ومن أشهرها النموذج الكروي والنموذج الطبيعي ،وألأسي ،والخطي وغيرها.

5 - تمتلك الدالة ظاهرة الأنقطاع nugget او عدم الأستمرارية فعندما تصبح h=0 فان الدالة لا تساوي صفر .

6 - ترتبط دالة الفاريوكرام بالتغاير (التباين المشترك) ، في حالة أن العمليات العشوائية مستقرة ونوضح ذلك كما يأتي :-

$$2\gamma(h) = E[z(x) - z(x+h)]^2$$
$$= Ez^2(x) + Ez^2(x+h) - 2cov[z(x+h), z(x)]$$
$$= var[z(x)] + var[z(x+h)] - 2c(h)$$
$$2\gamma(h) = C(0) + C(0) - 2C(h)$$
$$\therefore \gamma(h) = C(0) - C(h) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث تمثل $C(h)$ دالةالتغاير ، وعندما الأزاحة h=0 فتكون

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

3-التنبؤ للعملية العشوائية(الكريكنك Kriging):-هو اسلوب للاستقراء او للتنبؤ استخدم في صناعة التعدين للتنبؤ عن مدخلات وتقدير نموذج كتلوي للموارد المعدنية . وأن تسمية الكريكنك اطلقها البروفسور Georges Matheron نسبة الى المهندس Daine Krige من جنوب افريقيا،الذي اقترحها .

هناك عدة اساليب معروفة للتنبؤ عن العمليات المكانية اهمها ما يأتي :-

3)- (1التنبؤ البسيط أو الكريكنك البسيط simple kriging : وهو المعدل الموزون للقيم z(x) والنقط المجاورة حول الموقع z(x0)المراد التنبؤ له ، على افتراض ان أي نقطة لها علاقة بدرجة ما مع z(x0) ،وهذا النوع قليل الاستخدام الذي يفترض استقرارية للنموذج وأن التوقع معلوم أو يساوي صفر $\mu(x) = 0$ ، والتغاير المكاني معلوم أو لا يعتمد على x .

(2 – 3)التنبؤ الأعتيادي ordinary prediction:- ان نموذج التنبؤ الأعتيادي للعملية العشوائية المكانية المستقرة وهو مايعرف الكريكنك الأعتيادي يفترض الآتي :-

$$z(x) = \mu + \epsilon(x) \dots\dots\dots\dots\dots\dots. x \in D \quad \dots\dots\dots \quad (6)$$

وعندما تكون µ معلومة سنحصل على التنبؤ بالصيغة ألآتية :-

$$z^{\circ}(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i\, z(x_i) \quad , \quad where \sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad \dots\dots\dots\dots(7)$$

حيث أن wi متجه من الأوزان وأن القيد $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ يضمن عدم التحيز للتنبؤ أي أن :

$$Ez^{\circ}(x) = Ez(x) = \mu$$

ان القيمة التقديرية للأوزان هي التي تجعل مربع الفرق بين القيم التنبوئية والقيم الأصلية أقل ما يمكن ، أو التي تصغر متوسط مربع خطأ التنبؤ باستخدام اسلوب لاكرانج :

$$\mathrm{var}[z(x)] = E[z(x) - z^{\circ}(x)]^2 \quad \dots\dots\dots \quad (8)$$

سنحصل على الصيغة الآتية (ألياس 2008):

$$w = \gamma^{-1}\left[\gamma_0 + \left(\frac{1-\gamma_0^t \gamma^{l}}{l^t \gamma^{-1} l}\right) l\right] \qquad \dots\dots\dots..(9)$$

حيث ان:

$$\iota = (1, 1, \dots\dots\dots.. , 1)$$

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

$\gamma = \gamma_{ij} = \gamma(x_i - x_j)$

اما تباين التنبؤ المصغر الذي يمثل تباين كريكنك فنحصل عليه من تعويض القيم التقديرية الى w وتقديرات معاملات لاكرانج المستخدمةفي صيغة تباين التنبؤ في معادلة(8) آنفا .

(3 – 3) – التنبؤ الشامل Universal prediction : (أو الكريكنك الشامل) ، أن نموذج التنبؤ الشامل الذي يخص العملية العشوائية المكانية غير المستقرة ،الذي يكون فيه متوسط العملية المكانية متغيرا من موقع لآخر ، ويتكون من جزئين : التراكم drift الذي يمثل معدل القيم المتوقعة للتغير المكاني بين الجوارات ، والتغير الناتج عن عدم استقرارية مكونات الأسطح ، ويكتب النموذج كما يأتي :-

$$z(x) = \mu(x) + \epsilon(x) \dots\dots\dots\dots\dots\dots . x \in D \quad \dots\dots\dots \quad (10)$$

اما التنبؤ فنحصل عليه من الصيغة الآتية :

$$\hat{z}\ (x_0) = \sum_{i=1}^{n} w_i\, z(x_i) \quad , \quad where \sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad \dots\dots\dots\dots (11)$$

وبحيث يتحقق أن :

$$E[\hat{z}\ (x_0)] = Ez(x_0) = \mu(x)$$

وبالمصفوفات يكتب النموذج بالشكل الآتي :-

$$Z = XB + \epsilon \qquad \dots\dots . (12)$$

$$B = (\beta_0, \beta_1, \ \dots\dots\dots\dots \ , \beta_p)^t$$

وأن X مصفوفة عناصرها معلومة (f(xi وتساوي متجه F الموصوفة سابقا بالمعادلة (1).

وبما أن المتنبؤ الجيد هو الذي يحقق تصغير لمربع الخطأ ، فأن تقديرات الأوزان التي تجعل متوسط مربع الخطأ أقل ما يمكن بالصيغة الآتية :-

$$w = \gamma^{-1}[\gamma_0 - x(x^t\gamma^{-1})^{-1}(x^t\gamma^{-1}\gamma_0 - F] \quad \dots\dots\dots \quad (13)$$

ولمعرفة قوة او افضلية التنبؤ ، من الضروري حساب تباين هذا التنبؤ (تباين الكريكنك) وهو متوسط مربع الخطأ بين القيمة الحقيقية والقيمة التنبوئية .

كما ويمكن ايجاد التقديرات الموقعية بأيجاد المعدل

$$\overline{z(x)} = \frac{\sum \hat{z}_i(x0)}{n}$$

وكذلك ايجاد حدود الثقة اعتمادا على فرضية ان الظواهر المكانية تملك توزيع طبيعي تقريبي .

(4 – 3)– التنبؤ المكاني المضبب : (أو الكريكنك المضبب fuzzy kriging):- بافتراض ألأعداد المثلثية المضببة التي توصف بثلاث قيم (وسطى ، يمنى

، يسرى) للمتغير العشوائي z وبالصيغة[z-,zm ,z+]=z أو z=[zm,zl , zr .[

تعريف : (المسافة المضببة) : تعريف دايموند Diamond :المسافة بين قيمتين في الفضاء المضبب للأعداد المثلثية يتم ايجادها بالصيغة الآتية :

$$D_2(X,Y)^2 = (X^l - Y^l)^2 + (X^m - Y^m)^2 + (X^r - Y^r)^2 \quad \dots (14)$$

تعريف :(القيمة المتوقعة حسب مفهوم Aumann) : تعرف القيمة المتوقعة للمتغيرات العشوائية المضببة نسبة الى حد القطع α-cut) α) :

$$[EZ]^\alpha := \{EX/X \; is \; a \; selection \; point \; of \; Z^\alpha\}$$

والذي سيكون عددا مثلثيا مضببا ايضا ، كما ويعرف التباين باستخدام المعيار D2 كلآتي :

$$VarZ := ED_2(Z\,,EZ)^2$$

هذا الاسلوب يمكن استخدامه لأيجاد الكريكنك المضبب وفق ما اقترحه Dimond ,1989 بتكييف البيانات المثلثية المضببة لمتنبىء كريكنك ،وقد عمم خطوات هذا الأسلوب مستخدما التوقع والتباين ، وبافتراض توفر استقرارية من الدرجة الثانية .

يكون الحقل العشوائي Z(x) مستقرا من الدرجة الثانية اذا حقق ما ياتي :

1– أن القيمة المتوقعة EZ(x) موجودة ومستقلة عن x .

$$EZ(x) = M = [M^l, M^m, M^r]$$

2–دالة التغاير موجودة C^β حيث ان$\beta \in \{l,m,r\}$ تحقق الآتي :–

$$\beta \in \{l,m,r\}, E(Z^\beta(x+h)Z^\beta(x)) = C^\beta(h) \quad ,\dots\dots \; h \in R^2$$

ان الهدف هو للتنبؤ عن المتغير المكاني Z(x0) نحصل عليه بموجب المعادلة الآتية:–

$$\hat{Z}(x_0) = \hat{Z}_0 = \oplus_{i=1}^{n} w_i\,.Z(x_i) \quad \dots\dots\dots\dots \quad (15)$$

حيث تمثل $\oplus$ الجمع الضبابي .ويكون هذا التقدير غير متحيز عند توفر شروط اوزان الكريكنك (التنبؤ):

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1\;, \qquad w_i \geq 0 \quad ,i = 1,2,\dots\dots.n$$

وعندما نبحث عن المقدرات التي تجعل مربع الانحراف المتوقع أقل ما يمكن ، والذي يمكن تمثيله بالصيغة الآتية[Hans& Gebhardt 2000] :–

$$ED_2(Z_0,\hat{Z}_0)^2$$
$$= \sum_{i=1}^{n} w_i \sum_{j=1}^{n} w_j \sum\nolimits_{\beta\in\{l,m,r\}} C^\beta\left(x_i - x_j\right)$$
$$- 2\sum_{i=1}^{n} w_i \sum\nolimits_{\beta\in\{l,m,r\}} C^\beta\left(x_i - x_0\right)$$
$$+ \sum\nolimits_{\beta\in\{l,m,r\}} C^\beta(0) \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (16)$$

نحصل على التقديرات الآتية :-

$$\hat{Z}_0 = \left[\sum\nolimits_{i=1}^{n} w_i Z^l{}_{(x_i)}, \sum\nolimits_{i=1}^{n} w_i Z^m{}_{(x_i)}, \sum\nolimits_{i=1}^{n} w_i Z^r{}_{(x_i)}\right] \dots\dots\dots \quad (17)$$

ومن فوائد الأوزان غير السالبة هو تجنب الضرب المختلط $EZ^l Z^r$ الذي يجعل حساب الصيغة (16) غير ممكنا. وباستخدام شروط Kuhn-Tucker الأعتيادية يمكن صياغة المسألة وفق مضروبات لاكرانج لايجاد الحل ومن ثم ايجاد تباين كريكنك المضبب ، (راجع المصدر اعلاه و) Diamond , 1989

(3-5) التنبؤ المكاني البيزي (Bayesian Kriging): هذا الأسلوب اقترحه (Omre 1987) ، يفترض في النموذج المكاني الشامل رقم (10) أن: $\mu(X) = f^t(x)\theta \quad \dots\dots\dots, f: R^2 \to R^p\ ,\ \theta \in R^p$

وتسمى f دالة اتجاه و θ معلمة اتجاه .

أن اسلوب بيز يوظف المعرفة السابقة حول Z لايجاد التنبؤ واحيانا توظف المعرفة حول معلمة الاتجاه θ التي تعتبر هنا متغيرا عشوائيا ويمتلك توزيعا احتماليا ، وفي حالة الكريكنك البيزي الخطي نحتاج معرفة العزمين الاولين لهذا التوزيع الاحتمالي . وهنا يتم استخدام تقدير التنبؤ Kriging الشامل الى Z عند x0 بالصيغة الآتية:

$$\hat{Z}_0 = \sum_{i=1}^{n} w_i Z(x_i) + w_0$$

ويتم ايجاد الاوزان wi التي تجعل متوسط انحرافات التنبؤ اقل ما يمكن $\min E(Z_0 - \hat{Z}_0)^2$ ، ومن ثم يمكن ايجاد تباين الكريكنك البيزي وهناك عدد من الدراسات بهذا الأتجاه .

– 4الجانب التطبيقي:

ان الهدف من وضع النموذج المكاني والعملية العشوائية المكانية غير المستقرة هوالوصول إلى أمثل متنبئ وذلك عن طريق معرفة دالة الڤاريوگرام (Variogram function) بحيث يضمن شرط عدم التحيز مع أصغر متوسط مربع الخطأ (Minimum mean square error) حيث ان توفر فاريوكرام جيدة يعطي تقديرات حسنة .

في هذا البحث استخدمنا بيانات غير مستقرة لمواقع التلوث حول مصفى بيجي وفي داخله عام 2004 بغاز ثاني اوكسيد الكاربون، حيث تم الحصول عليها من تجربة اقيمت لدراسة التلوث بعدد من الملوثات ومواقع مختلفة بمنطقة المصفى ، وهذه البيانات اختيرت منها الى 18 موقعامن تلك الدراسة لبعدين ، البعد الاول المسافة عن سياج المصفى وبأتجاهات مختلفة والبعد الثاني الارتفاع عن سطح الأرض ، كما في الجدول رقم (1) الآتي .

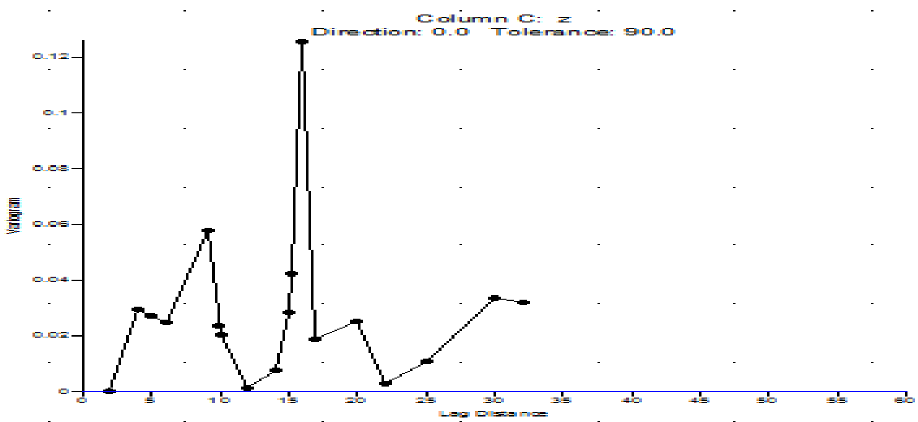
جدول رقم (1) بيانات عن تلوث الهواء حول مصفى بيجي.

No.	x1 البعد عن السياج	x2الارتفاع	نسبة تلوث الهواء $z(x)$
1	250	2	0.894
2	240	2.5	0.873
3	230	1.5	1.152
4	255	1	0.991
5	246	2	0.651
6	260	1.5	0.773
7	488	1	0.799
8	500	2	0.750
9	510	2.5	0.723
10	520	1	1.052
11	490	1	0.821
12	505	1.5	0.606
13	750	1.5	0.447
14	740	1	0.385
15	730	2	0.696
16	760	1	0.631
17	755	1.5	0.564
18	745	1.5	0.816

(المصدر:موفق انهاب صالح (2006)،دراسة لبعض الملوثات في مصافي بيجي ،اطروحة دكتوراة علوم حياة ،قسم علوم الحياة،كلية التربية ،جامعة تكريت.)

وأن المواقع لم تتوزع على نحو منتظم أي أنه لا توجد شبكة منتظمة Regular grid وإذا كانت الأخيرة موجودة عندهاتحسب دالة الفايروكرام بطريقة حساب الزوايا (قاسم وعبد الموجود (1998 .

تم حساب ورسم دالة الڤاريوگرام باستخدام البرنامج المساحي (Surfer 8) الخاص بالخرائط والأسطح ثلاثية الأبعادوهو يعد احد برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System:GIS) وكانت الدالة كما مبين في الشكل (1).



الشكل(1) يبين منحني دالة الفاريوكرام لبيانات نسبة التلوث

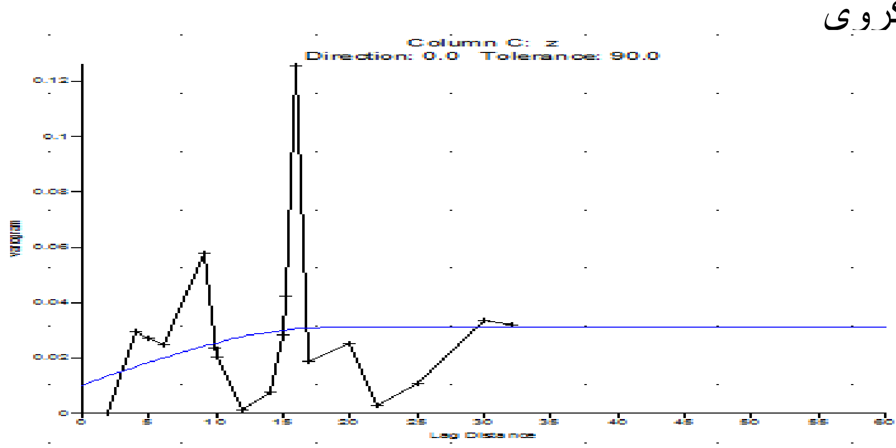
الشكل رقم(1) يوضح عدم إستقرارية ظاهرة التلوث في المنطقة القريبة من سياج مصفى بيجي وذلك نتيجة لصعود منحني دالة الڤاريوگرام وعدم إستقراره مما يدل على عدم إستقرار بيانات نسبة التلوث الجوي بالغاز.

ووفقت الدالة وفق النموذج الكروي (Spherical model) الآتي :

$$\gamma(h) = \begin{cases} \Psi_0 + \Psi\left[\frac{3}{2}(h/a) - \frac{1}{2}(h/a)^3\right] & if \quad h < a \\ \Psi_0 + \Psi & if \quad h \geq a \end{cases}$$

اذ ان Ψ_0, Ψ, a تمثل معلمات النموذج .

ومن الجدير بالذكر أن أغلب النماذج المستخدمة في دراسات التلوث هو النموذج الكروى



شكل(2): منحني دالة الڤاريوگرام والنموذج الكروي لبيانات التلوث حول مصفى بيجي.

حيث نلاحظ من هذا المنحني أنه يقطع المحور العمودي $\gamma(h)$ عند $\Psi_0 = 0.01$ والمنحني يزداد ارتفاعاً الى ان يستقر عند $h = 17$ وهذا يحدد قيمة المدى $a = 17m$، ونلاحظ أن دالة الڤاريوكرام تستقر على ارتفاع $\gamma(h) = 0.03$ والذي يساوي التباين تقريباً.

إذ إن

$$\sigma^2 = \Psi_0 + \Psi$$

وعليه فإن:-

$$\Psi = \sigma^2 - \Psi_0$$

$$\Psi = 0.03 - 0.01$$

$$\Psi = 0.02$$

إنقيمة $\Psi_0 = 0.01$ وهذا مايدل عن وجود خاصية تأثير عدم الاستمرارية (nugget)، أي جزء من التباين سببه أخطاء عشوائية صغيرة ترجع إلى أخطاء لا يمكن السيطرة عليها في قياس ارتفاع مستويات نسبة التلوث، وهذا مما يجعل القياسات عرضة لتأثير عدم الاستمرارية.

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0.01 + 0.02\left[\frac{3}{2}(h/17) - \frac{1}{2}(h/17)^3\right] & \text{if} \quad h < 17 \\ 0.03 & \text{if} \quad h \geq 17 \end{cases}$$

كما تم ايجاد القيم التنبؤية $\hat{z}(x_0)$ بواسطة برنامج (Matlab) ،وأيضا تم حساب تباين كريكنك(Kriging Variance) (σ_k^2)لكل موقع من مواقع المنطقة قيد الدراسة طبقاً للمعادلة $\sigma_k^2 = w'(\gamma_0 + Xm)$.

وبأخذنا لمواقع المشاهدات الحقيقية وقيمها في منطقة الدراسة وتطبيق العملية العشوائية المكانية $\{Z(x)\}$ التي لها النموذج الكروي المقترح أعلاه، ولغرض تطبيق المعادلة رقم (1) وبعد حساب مصفوفة الأوزان w وان مجموع الأوزان لكل عمود في المصفوفة والذي يمثل متجه الأوزان لكل موقع مقاس

تكون مساوية للواحد. وهذا مما يدل على دقة النتائج الحسابية ، وكما موضح في الجدول (2).

الجدول رقم (2)يبين القيم الحقيقية $z(x)$ والقيم التنبؤية $\hat{z}(x)$ المحسوبة و قيم تباين كرينك σ_k^2.

No.	x1	x2	$z(x)$	$\sum_{i=1}^{n} w_i$	$\hat{z}(x)$	σ_k^2
1	250	2	0.894	1.0000	0.7778	0.0193
2	240	2.5	0.873	1.0000	0.7938	0.0273
3	230	1.5	1.152	1.0000	0.9195	0.0988
4	255	1	0.991	1.0000	0.7808	0.0233
5	246	2	0.651	1.0000	0.8914	0.0192
6	260	1.5	0.773	1.0000	1.0289	0.0374
7	488	1	0.799	1.0000	0.8229	0.0181
8	500	2	0.750	1.0000	0.6628	0.0249
9	510	2.5	0.723	1.0000	0.7898	0.0319
10	520	1	1.052	1.0000	0.5422	0.0969
11	490	1	0.821	1.0000	0.7857	0.0163
12	505	1.5	0.606	1.0000	0.7512	0.0229
13	750	1.5	0.447	1.0000	0.6929	0.0193
14	740	1	0.385	1.0000	0.8337	0.0261
15	730	2	0.696	1.0000	0.2978	0.0823
16	760	1	0.631	1.0000	0.5175	0.0377
17	755	1.5	0.564	1.0000	0.5460	0.0197
18	745	1.5	0.816	1.0000	0.4019	0.0197

كماتم إيجاد المقاييس الإحصائية عن القيم التنبؤية كما في الجدول (3).

الجدول (3) يبين المقاييس الإحصائيةللقيم التنبؤية.

Measure	X1	X2	$\hat{z}(x)$
Minimum value	230	1	0.2978
Median	505	1.5	0.7793
Maximum value	760	2.5	1.0289
Range	530	1.5	0.7311
Mean	498.5	1.56	0.71314
Standard deviation	204.331	10.497	0.1872
Variance	41751.246	0.247	0.03507

واستكمالا للعمل حاولنا إيجاد حدود الثقة وذلك بحساب التقدير ألموقعي $\overline{z(x)}$ (Local estimation) حسب المعادلة

$$\overline{z(x)} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{z}_i(x_0) = 0.7131$$

ثم ايجاد التقدير ألموقعي GE (Global estimation) حسب المعادلة :-

$GE = AR * \overline{z(x)} = 206.1002$.

اذ ان AR تمثل مساحة المنطقة AR= 17*17 = 289

:

ثم نحسب الخطأ في التقدير الموقعي او الاجمالي للمنطقة ، او مايسمى تباين التقدير الموقعي σ^2_{LE}

$\sigma^2_{LE} = \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{n} \sigma^2_k(x_i) = 0.002$ (Local estimation Variance) حسب المعادلة

بعد ذلك ايجاد التباين الكلي TV (Total variance) أوالخطأ في التقدير الإجمالي ضمن المنطقة Dحسب المعادلة $TV = AR^2\sigma^2_{LE} = 165.2024$ ، بعدها نجدألخطأ المعياري حسب المعادلة $SE = \sqrt{TV} = 12.8531$.

واخيرا تم حساب حدود الثقة CL (Confidence Limits) اعتمادا على القيم الجدولية للتوزيع الطبيعي كونها ظاهرة طبيعية تقترب من الطبيعي وبموجب المعادلة التالية نحصل على حدي الثقة للتقدير الموقعي:

$CL = GE \pm 1.96SE = (180.9051, 231.2923)$

5- الاستنتاجات :تم في هذا البحث استخدام اسلوب التنبؤ المكاني (الكريكنك) لبيانات تلوث الهواء المأخوذة من تجربة سابقة ببعدين لمصفى بيجي ، واعتمادا على النموذج الكروي كتقدير لدالة الفاريوكرام وباستخدام البرامج ذات العلاقة Server , Matlab)) حصلنا على تنبؤات قريبة من البيانات الأصلية وتباين تنبؤي قليل يساوي (0.035) فيكون من المناسب استخدام الأسلوب للتنبؤ لقيم تلوث الهواء في مواقع اخرى .

المصادر:

.1-ألياس ، ماهر جوزيف ((2008، التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية غير المستقرة مع التطبيق ، رسالة ماجستير رياضيات ، كلية التربية جامعة الموصل .

-2قاسم ،محمد نذير اسماعيل و عبد الموجود ،شذى. (1998) تحليل احصائي في جيولوجي للبيانات الفراغية ،مجلة التربية والعلم العدد (30) . جامعة الموصل

-3محمود ، اسماء غانم (2006) : إسلوب بيز في التنبؤ عن العملية العشوائية المكانية ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، موصل – العراق .)

4-Cressie , N. , (1993) ,Stochastic for spatial data , J. Wiley , New York.
5-Hans Bandemer , A. Gebhardt , Bayesian fuzzy kriging , Fuzzy Sets and Systems 112 (2000) 405-418 .
6-Jhon C. Davis , Statistical and data analysis in Geology (2002), Third edition , J. Wiley & Sons(Asia), Singapore.
7- Omre,H.,(1987): "Bayesian Kriging- Merging Observation and Qualified Guesses in Kriging", Mathematical Geology Vol. 19 No. 1,PP.(25-39).