

(مقارنة بين طريقتي كريكنك البسيط وكريكنك الاعتيادي للتنبؤ بالتوزيع المكاني لنسبة تلوث SO4 في مياه الصرف الصحي في العراق)

*A comparison between the simple kriging and the ordinary kriging methods for predicting the spatial distribution of the percentage of pollution SO4 in wastewater in Iraq*

ا.م.د. عدي طه رحيم العنبي  
الجامعة المستنصرية / كلية الادارة  
والاقتصاد, بغداد, العراق  
Dr.Auday Taha Al-Anbuge  
Collage of administration and  
Economics \ Al-Mustansiriya  
University , Baghdad, Iraq  
[udayadm@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:udayadm@uomustansiriyah.edu.iq)

الباحثة: ميس مؤيد عبد المجيد البياتي  
وزارة الاعمار والاسكان والبلديات \  
الدائرة الفنية, بغداد, العراق  
Mays Muayad Abdul Majeed  
Ministry of construction and  
housing, Baghdad, Iraq  
[Mincey17116208@gmail.com](mailto:Mincey17116208@gmail.com)

**معلومات البحث:**

- تاريخ الاستلام: 30-05-2021
- تاريخ ارسال : 17-06-2021  
التعديلات
- تاريخ قبول: 21 - 06 - 2021  
النشر

**المستخلص:**

يتناول هذا البحث استخدام الاحصاء الجغرافي في تقدير نسب التلوث غير المقاسة بمياه الصرف الصحي بالمواد الكيميائية الغير عضوية SO4 في محافظات العراق عدا اقليم كردستان باستخدام نماذج كريكنك المفردة في التنبؤ المكاني باستخدام نموذج كريكنك البسيط simple kriging و نموذج كريكنك الاعتيادي ordinary kriging وبالاعتماد على بيانات حقيقية مقاسة مع احداثياتها وباستخدام برنامج Arc 10.4.1 و تقدير قيمة الدالة عند نقطة باستخدام النقاط القريبة . و باستخدام بعض نماذج دالة شبه الفاريوكرام (stable, spherical, exponential, Gaussian) واختيار الاكثر ملائمة منها ورسم الخرائط التنبؤية لمؤشرات التلوث وتم المقارنة بين النماذج بخمسة معايير لمؤشرات خطأ الاستيفاء وهي متوسط الاخطاء (ME) و متوسط الاخطاء المعياري (MSE) وجذر متوسط مربعات الاخطاء (RMSE) ومعدل الاخطاء المعياري (ASE) وجذر متوسط مربعات الاخطاء المعياري (RMSSE) وقد توصلت الدراسة الى ان نموذج كريكنك الاعتيادي باستخدام دالة شبه الفاريو كرام من نوع stable كان هو الامثل بالنسبة لبيانات تلوث SO4 وتم تقدير تلوث SO4 في النقاط غير المقاسة (نينوى , صلاح الدين الدجيل , ديالى , كربلاء المنفهان , كربلاء محرم عيشة , البصرة الفاو ) وبينت الدراسة الى ان تلوث SO4 يزداد كلما اتجهنا الى جنوب العراق

**الكلمات المفتاحية:** الاحصاء الجغرافي , نماذج كريكنك , دالة شبه الفاريوكرام , الاستقرارية , تحليل الاتجاه

**Abstract:**

This search deals with the use of geographical statistics in estimate proportions of unmeasured pollution with chemical inorganic SO4 in governorates of Iraq except Kurdistan regional, by using some univariate kriging models in spatial prediction by using simple kriging model and ordinary kriging model depending on the measured true data with their coordinates by using ARC10.4.1 and estimate the function value in one point from the close points . by using some semivariogram models (stable, spherical, exponential and Gaussian).and by using the more fitting from them. And by predictive mapping for pollution indications. the comparison was made by five criteria for spatial error indications those are (mean error, root mean square error , mean standardized error ,root mean square standardized error ,average standard error)the study found that ordinary kriging model by using semivariogram function of stable type was the best model for pollution data SO4.the SO4 pollution has been estimated in the un measured points(Ninawa , Salah Al-diyn Al-djyl ,Diyala , Karbala Al-Manfhan , Karbala Muharram eayshih ,Basra Al-Faw) the study showed that SO4 pollution increase whenever we go towards south of Iraq

**Keywords:** geographical statistics, kriging, semivariogram function, Stationarity, trend analysis.

## المقدمة

نظرا لأهمية التنبؤ في الاحصاء المكاني في مجالات عملية كثيرة والتي تأخذ بنظر الاعتبار التحليل المكاني وبواسطته يمكن إحصائيا الوصول الى التنبؤات المثلى لمواقع معينة غير مقاسة. ويعرف التحليل المكاني على انه عملية معالجة البيانات المكانية لغرض تحصيل معلومات جديدة من البيانات الاصلية او قاعدة البيانات الجغرافية . الاستيفاء المكاني هو تطبيق عملي لنظم المعلومات الجغرافية يكون قائم على انشاء سطح يعمل على تمثيل الظاهرة التي اخذت منها العينات و تحليل البيانات للدراسة المكانية وتحويل البيانات الى معلومات مكانية وتمثيل العلاقات المكانية بشكل رقمي على خرائط توضح كل المعلومات المرتبطة بمكان معين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية للربط بين المعلومات وموقعها وامكانية التحديث والتعديل عليها لاستخدامها في اتخاذ القرار الافضل وهو يمثل عملية تقدير قيمة الدالة عند نقطة من علاقتها بالنقاط القريبة . التلوث بالكبريتات SO4 يعتبر احد اهم مؤشرات التلوث الخطرة في مياه الصرف الصحي حيث انها تتأكسد الى حامض الكبريتيك وهو من المواد السامة والتي تتسبب بتآكل مواسير الحديد وكذلك المعدات. و تحت ظروف لاهوائية يتم اختزال الكبريتات حيويا الى الكبريتيد والذي بدوره يمكن ان يرتبط بالهايدروجين مكونا كبريتيد الهايدروجين ويتصاعد هذا الغاز في الهواء المحيط بمياه شبكات الصرف الصحي والذي بدوره يؤدي الى تسمم عمال الصيانة , و يعتبر غاز كبريتيد الهايدروجين من الغازات السامة والخطيرة .

## مشكلة البحث (problem of the research)

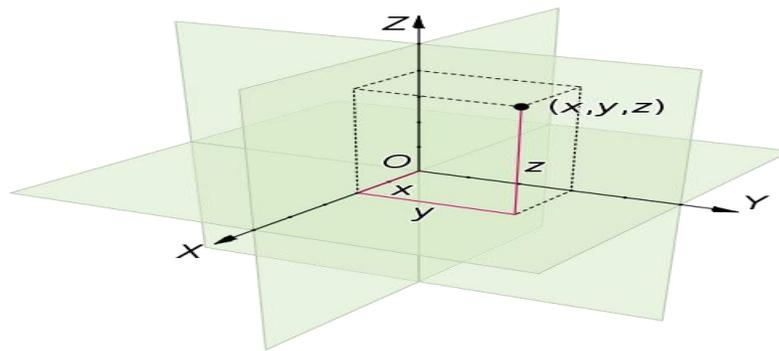
من المشاكل التي يساعد التنبؤ المكاني في استقرائها عن بعد هي مشكلة التلوث , فلا بد من توفير دراسات مكانية للتنبؤ والاستقراء عن بعد لتلوث المناطق التي يصعب الوصول اليها او المناطق الغير مقاسة بسبب توقف محطاتها لأسباب امنية او لعطل مفاجئ وكذلك الحاجة الى تحديد ابعاد مناطق الدراسة وتوفير احداثياتها بشكل مضبوط و لتقدير نسب التلوث في تلك المناطق.

## هدف البحث Objective of the research

هدفت الدراسة الى تقدير التوزيعات المكانية لمستوى التلوث لمياه الصرف الصحي في محافظات العراق عدا اقليم كردستان باستخدام نماذج التنبؤ المكاني الجيو احصائي kriging وباستخدام عدة نماذج شبه فاريوكرام واستخدام الاكثر ملائمة منها واعداد خرائط التنبؤ المكاني لاهم المؤشرات التي تبين مقدار المشكلة باستخدام برنامج Arc و اجراء اختبارات احصائية جيولوجية متنوعة لاختيار الانموذج التنبؤي الافضل

## الفضاء الاقليدي (Euclidean space) (12)

وهو فضاء متجه معرف على حقل الاعداد الحقيقية R الذي وضعه العالم اليوناني اقليدس ويكون هذا الفضاء اما ثنائي الابعاد (x, y) او ثلاثي الابعاد (x,y,z) ومن استخداماته يستخدم في النمذجة المكانية, حيث يتم تحديد النقاط بواسطة الاحداثيات التي تكون المساحات الاقليدية وذلك من خلال السمات التي تمتلكها البيانات لتشكيل الحقل في الفضاء الاقليدي و يرمز له بالرمز  $R^n$  اذ ان  $n=2,3,..,q$  وان q البعد في الفضاء الاقليدي (dimensional Euclidean space) (12)



شكل (1) الفضاء الاقليدي (12)

الاستقرارية من الدرجة الثانية تنطبق على الدالة العشوائية وليس على البيانات يمكن تفسير فرضيات الاستقرارية من الدرجة الثانية كما لو ان المتغير الموقعي يأخذ قيمة تتقلب حول قيمة ثابتة (المتوسط) و ان تباين هذه التقلبات هو نفسه في كل مكان في المجال.

**(10) Intrinsic Stationarity** الاستقرارية الاساسية  
تفترض الاستقرارية الاساسية ان المتوسط ثابت على المساحة الموقعية A بدلا من افتراض متوسط ثابت على كامل المساحة D واذا كان المتوسط ثابت موقعيا فأنا نتوقع منطقياً ان يكون الفرق بين قياسين قريبين من بعضهما صفر ان الاستقرارية من الدرجة الثانية تؤدي الى الاستقرارية الاساسية لكن العكس ليس صحيح

دالة الفاريوكرام (تباين الفروق)  
**(9)(12) VARIOGRAM**

ان دالة شبه الفاريوكرام هي دالة تستعمل لوصف الاعتمادية المكانية في المتغير الموقعي والسبب في ذلك هي انها تغطي نطاقا اوسع من دالة التباين المشترك للمتغيرات المكانية في العلوم الجغرافية يستخدم تباين الفروق Variogram بدلا من التباين وان تباين الفروق يصف الاستمرارية المكانية للبيانات عرف العالم ماثيرون دالة شبه الفاريوكرام  $\gamma(h)$  على انه نصف متوسط الفرق التربيعي بين النقاط  $(s_i, s_j)$  مفصولة عن بعضها بعدد h وعرف دالة الفاريوكرام ب  $2\gamma(h)$  وان دالة شبه الفاريوكرام تكتب كالتالي

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} (Z(s_i) - Z(s_i + h))^2 \quad \dots (1)$$

من انواع دالة شبه الفاريوكرام (12)  
النموذج الكروي *Spherical model* عندما  $R^1, R^2, R^3$  يعرف كما يلي

$$\gamma^{sph}_{a,b}(h) = \begin{cases} b \left[ \frac{3|h|}{2a} - 0.5 \left( \frac{|h|}{a} \right)^3 \right] & \text{if } 0 \leq |h| \leq a \\ b & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (2)$$

حيث ان a, b تمثل المعلمات اذ ان a هي المدى وان b تمثل العتبة

النموذج *stable model*

$$\gamma^{sta}_{a,b}(|h|) = \begin{cases} b \left[ 1 - \exp \left( - \left( \frac{|h|}{a} \right)^\alpha \right) \right] & \text{if } 0 \leq \alpha \leq 2 \\ b & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (3)$$

حيث ان  $\alpha$  تمثل معلمة الشكل shape parameter

النموذج الاسي *exponential model* يتحقق عندما  $R^d, d \geq 1$

$$\gamma^{exp}_{a,b}(h) = b \left[ 1 - \exp \left( - \frac{|h|}{a} \right) \right] \quad \text{for } |h| \geq 0 \quad \dots (4)$$

النموذج الكاوسي *Gaussian model* يتحقق عندما  $R^d, d \geq 1$

**(10) Random functions (rf)** الدوال العشوائية  
في الاحصاء الجغرافي يتم تصنيف ظاهرة تحدث في الفضاء على انها اقليمية عندما تمتد النقاط  $s_1, s_2, \dots, s_n$  في المنطقة D للمجال الاقليدي R فسيكون لدينا مجموعة من المتغيرات العشوائية  $Z(s_1), Z(s_2), \dots, Z(s_n)$  والتي تشكل دوال عشوائية  $Z(s_n)$  في المجال العشوائي المكاني  $[Z(s_i), s \in D]$  وتمتلك هذه الدوال العشوائية توزيع خاص بها اي عندما يأخذ المتغير العشوائي موقعا مكانيا يكون تمثيله كدالة عشوائية.

الاستقرارية الجيو احصائية **Geostatistics**  
**(10) Stationarity**

ان الاستقرارية التي تشير الى درجة معينة من التجانس في الاقلية عبر الفضاء هي من الصفات المرغوبة والهدف من وضع فرضية الاستقرارية هو استبدال التكرارات التي يتعذر الوصول اليها بالتكرارات في الفضاء الاقليدي , اي ان القيم الملاحظة عند اختلاف المواقع في المجال قيد الدراسة لها نفس الخصائص, وتعني فرضية الاستقرارية ان القانون المكاني للاحتمالية لمجموعة من النقاط لا تعتمد على المواقع المحددة التي تم القياس فيها ولكن فقط على المسافات الاقليدية .

استقرارية الدرجة الثانية **second order stationarity**

الاستقرارية من الدرجة الثانية او ما يسمى بالثبات الضعيف لا يفرض شروطا على قانون الاحتمالات ولكن فقط على المتوسط والتباين يجب ان تكون ثابتة وان

$$\gamma_{a,b}^{gau}(h) = b \left[ 1 - \exp\left(-\frac{|h|^2}{a^2}\right) \right] \quad \text{for } |h| \geq 0 \quad \dots (5)$$

### Simple kriging model (sk) <sup>(13)(12)(11)(7)(2)</sup>

**انموذج كريكنك البسيط**  
يعتبر انموذج كريكنك البسيط من النماذج الخطية ويستخدم النقاط المجاورة مع اوزانها في التقدير ويفترض هذا الانموذج ان المتوسط  $m$  يكون ثابت ومعلوم عند جميع نقاط منطقة الدراسة ويفترض استقرارية الدرجة الثانية وان مقدره يحقق شرط عدم التحيز اي ان التوقع له مساوي للصفر وكذلك شرط اقل تباين . وبالرغم من معلومية المتوسط في كريكنك البسيط الا انه محدود الاستعمال. وهذا الانموذج لا يشترط ان تكون مجموع الاوزان مساوي للواحد<sup>(11)</sup>. وباعتماد على معادلة القيمة المقدرة التالية

$$\hat{Z}(s) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) \quad \dots (6)$$

$$\hat{Z}(s_0) = m + \sum_{i=1}^n \lambda_i [Z(s_i) - m] \quad \dots (7)$$

$Z(s_i)$  : تمثل القيم المقاسة عند  $n$  من النقاط المجاورة الى  $s_0$   
 $\hat{Z}(s_0)$  : القيمة المقدرة ,  $m$  : متوسط معلوم  
 $\lambda_i$  : اوزان كريكنك ,  $s_i$  : القيم المعلومة في الفضاء الاقليدي ,  $s_0$  : نقطة التنبؤ

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) + (1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i) m \quad \dots (8)$$

نلاحظ من المعادلة أن مجموع الاوزان لاتساوي واحد وانها تساوي مقدار ثابت وهو  $k$  حيث  $k = 1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i$  وهو يمثل وزن المتوسط في انموذج كريكنك البسيط<sup>(12)</sup>.

يكون المتوسط لنماذج كريكنك غير متحيز عندما  $E[Z(s_i) - m] = 0$  وذلك لان

$$E[\hat{Z}(s_0)] = E[Z(s_i)] = m \quad \dots (9)$$

حيث  $m$  متوسط ثابت معلوم ولذلك يحقق شرط عدم التحيز

$$E[\hat{Z}(s) - Z(s)] = m + \sum_{i=1}^n \lambda_i [E Z(s_i) - m] - m = 0 \quad \dots (10)$$

اما تقدير تباين الخطاء فإنه يعتمد على التباين المشترك  $C$  وكالاتي

$$\text{var}[\hat{Z}(s) - Z(s)] = E[\hat{Z}(s)^2 + Z(s)^2 - 2\text{cov}[\hat{Z}(s), Z(s)]]$$

$$\sigma_e^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j c(s_i - s_j) + c(0) - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i c(s_i - s_0) \quad \dots (11)$$

اما الاوزان  $\lambda_i$  فيتم تقديرها بالاعتماد على المعادلة السابقة وباستخدام طريقة المربعات الصغرى في التقدير وبأخذ المشتقة الجزئية بالنسبة للأوزان ومساواتها بالصفر لتباين التقدير يكون الحد الأدنى<sup>(7)</sup>

$$\frac{\partial \text{var}[Z(s) - \hat{Z}(s)]}{\partial \lambda_i} = 0$$

وهذا يقود الى معادلة كريكنك البسيط<sup>(2)</sup>

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j c(s_i - s_j) = c(s_i - s) \quad \dots (12)$$

حيث ان  $j = 1, 2, 3, \dots, n$   $i = 1, 2, 3, \dots, n$

وبأستخدام اسلوب المصفوفات فأن

$$G\lambda = f$$

$$G = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} & 1 \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad f = \begin{bmatrix} c_{10} \\ c_{20} \\ \vdots \\ c_{n0} \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \lambda = \begin{bmatrix} c_{10} \\ c_{20} \\ \vdots \\ c_{n0} \\ m \end{bmatrix}$$

التغاير ذات الدرجة  $(n \times n)$  بين نقاط البيانات بعناصر  $G_{ij} = C(s_i - s_j)$  بحيث تكون موجبة ،  $f$  : متجه التغاير ذو الدرجة  $(n \times 1)$  بين نقاط البيانات والنقطة المراد تقديرها  $s_0$  وعناصرها  $f_{ij} = C(s_i - s_0)$  ،  $\lambda$  : متجه من اوزان كريكنك البسيط والذي يمكن تقدير قيمه والتي تمثل الاوزان وكالاتي

$$\lambda = G^{-1}f \quad \dots (13)$$

عندما يكون لدينا الاوزان يتم حساب تباين كريكنك البسيط

$$\sigma_{sk}^2 = var(\hat{Z}(s_0) - Z(s_0)) = C(0) + \lambda^T \Sigma \lambda - 2\lambda^T C_0 \quad \dots (14)$$

وبما ان  $C_0 = \Sigma \lambda$  فأن المعادلة تكتب كالاتي

$$\begin{aligned} &= C(0) + \lambda^T C_0 - 2\lambda^T C_0 = C(0) - \lambda^T C_0 \\ &= C(0) - C_0^T \Sigma^{-1} C_0 = C(0) - \sum_{i=1}^n \lambda_i C(s_i - s_0) \end{aligned}$$

$$C(0) = var Z(s)$$

عندما تمتلك دالة المتغير  $Z(s)$  الاستقرائية من الدرجة الثانية فأن دالة التغاير لجميع نقاط  $s_i$  و  $s_j$  في المنطقة  $D$  في الفضاء  $R$  تكون كالاتي

$$C(h) = COV(Z(s_i), Z(s_j)) = E[(Z(s_i), Z(s_j)) - m^2] \quad \dots (15)$$

حيث ان  $c(h)$  تمثل التغاير ،  $m$  تمثل المتوسط

مساوية للواحد، ان اوزان كريكنك تتاثر بالمسافة فأذا كانت المسافة عن نقطة التقدير متقاربة فعندها سنحصل على اكبر وزن للنقطة والعكس صحيح . وهو يشبه نموذج كريكنك البسيط ولكنه يختلف عنه في انه يستبدل المتوسط  $m$  بالمتوسط الموقعي  $m(s_0)$  .<sup>(11)</sup>

نفرض ان  $Z(s_1), Z(s_2), \dots, Z(s_i)$  مجموع نقاط مكانية مقاسة وموزعة في الفضاء الاقليدي  $D$  في المواقع  $s_1, s_2, \dots, s_i$  ولهدف تقدير  $Z(s_0)$  غير المقاسة في الموقع  $s_0$  فأننا سنعتمد على قيم المتغير  $Z$  في المواقع  $(s_1, s_2, \dots, s_n)$  وحسب المعادلة التالية

$$\hat{Z}(s_0) = m(s_0) + \sum_{i=1}^n \lambda_i [Z(s_i) - m(s_0)] \quad \dots (16)$$

حيث ان

$m(s_0)$  : قيمة المتوسط الموقعي ، وان  $\hat{Z}(s_0)$  : القيمة المقدرة للنقطة  $s_0$   
 $Z(s_i)$  : تمثل القيم المقاسة عند  $n$  من النقاط المجاورة الى  $s_0$

$$\widehat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) + \left[ 1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i \right] * m(s_0)$$

لذلك فان الهدف الاساسي هو تقدير  $Z(s_0)$  وعندما يكون المتوسط مستقر اي ان  $E(s_i) = m, \forall_i$  و ان مجموع الاوزان يساوي واحد  $\sum_{i=1}^n \lambda_i$  فان  $\widehat{Z}(s_0)$  تكون تقدير غير متحيز الى  $Z(s_0)$  اي ان  $E(\widehat{Z}(s_0)) = E(Z(s_0))$  وبذلك فان المعادلة التقديرية لأنموذج كريكنك الاعتيادي هي <sup>(6)</sup>

$$\widehat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) \quad \dots (17)$$

اما تقدير متوسط مربعات الخطاء فإنه يكون اصغر مايمكن والصيغة له هي

$$\begin{aligned} \min \sigma_e^2 &= E[Z(s_0) - \widehat{Z}(s_0)]^2 = \text{Var}[Z(s_0) - \widehat{Z}(s_0)] \quad \dots (18) \\ &= \text{Var}[Z(s_0)] + \text{Var}[\widehat{Z}(s_0)] - 2\text{COV}[Z(s_0), \widehat{Z}(s_0)] \\ &= \sigma^2 + \text{Var}\left[\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)\right] - 2\text{COV}\left[\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i), Z(s_0)\right] \\ &= \sigma^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \text{COV}(Z(s_i), Z(s_j)) - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i \text{COV} Z(s_i), Z(s_0) \end{aligned}$$

$$\min \sigma_e^2 = \sigma^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C_{ij} - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0}$$

حيث ان  $\sigma_e^2$  تمثل خطأ التباين و ان  $\sigma^2$  تمثل التباين و  $\lambda_i$  تمثل الاوزان في النقطة  $i$  و ان  $\lambda_j$  تمثل الاوزان في النقطة  $j$  و ان  $C_{ij}$  تمثل التغاير بين نقاط العينة  $s_i, s_j$  و ان  $C_{ij}$  تمثل التغاير بين النقاط المقاسة والنقطة المتنبئة ولايجاد الاوزان  $\lambda_i$  اي  $(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$  التي تقوم بتصغير متوسط مربعات خطأ التقدير مع بقاء خاصية عدم التحيز سنستخدم طريقة مضروب لاكلراج وكالاتي

$$L = \sigma_e^2 + 2g \left( \sum \lambda_i - 1 \right) \quad \dots (19)$$

$$L = \text{Var} \left( Z(s_0) - \widehat{Z}(s_0) \right) + 2g \left( \sum \lambda_i - 1 \right)$$

حيث ان  $L$  تمثل مضروب لاكلراج و ان  $g$  يمثل عنصر لاكلراج

$$= \sigma^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j C_{ij} - 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0} + 2g \left( \sum \lambda_i - 1 \right)$$

وباخذ المشتقة الجزئية بالنسبة ل  $g, \lambda$  ومساواتها بالصفر سنتتج منظومة المعادلات التالية

$$\begin{cases} 2 \sum_{j=1}^n \lambda_j C_{1j} - 2C_{10} + 2g = 0 \\ \vdots \\ 2 \sum_{j=1}^n \lambda_j C_{nj} - 2C_{n0} + 2g = 0 \\ 2 \left( \sum_{j=1}^n \lambda_j - 1 \right) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j C_{1j} + g = C_{10} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j C_{nj} + g = C_{n0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j * 1 + 0 = 1 \end{cases}$$

ويمكن كتابة منظومة المعادلات بصيغة المصفوفات وكالاتي <sup>(6)</sup>

$$\begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} & \vdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{1n} & \dots & C_{nn} & \vdots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & 1 & \vdots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \dots \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{10} \\ \vdots \\ C_{n0} \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C_1 & \vdots & 1 \\ \dots & \vdots & \dots \\ 1 & \vdots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_w \\ \dots \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_0 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (20)$$

حيث ان  $C_1$  تمثل مصفوفة التباين من درجة  $n \times n$  , وان 1 يمثل متجه عمودي عناصره 1 وان  $\lambda_w$  يمثل متجه الاوزان من درجة  $n \times 1$  , وان  $C_0$  يمثل متجه عمودي من درجة  $n \times 1$  وان  $g$  تمثل عنصر لاكرانج

$$C \lambda = D \quad \dots (21)$$

حيث ان  $\lambda$  تمثل متجه الاوزان مع مضروب لاكرانج , وان  $C$  تمثل مصفوفة التباين الكلية وان  $D$  تمثل متجه التباين

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_w \\ \dots \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \dots \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} & \vdots & 1 \\ \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{1n} & \dots & C_{nn} & \vdots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & 1 & \vdots & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} C_{10} \\ \vdots \\ C_{n0} \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \begin{bmatrix} C_1 & \vdots & 1 \\ \dots & \vdots & \dots \\ 1 & \vdots & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} C_0 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (22)$$

وبذلك فان الصيغة لتقدير الاوزان  $\lambda_i$  هي كالتالي

$$\lambda = C^{-1}D \quad \dots (23)$$

حيث ان  $C_{ij} = COV(s_i, s_j)$  وان  $C_{i0} = COV(s_i, s_0)$  وان  $g$  مضروب لاكرانج الذي يوضح شرط عدم التحيز للحصول على اقل تباين تنبؤ وتقليل اخطاء التنبؤ لمعادلات كريكناك

$$\sum_i \lambda_i \sum_j \lambda_j C_{ij} + \sum_i \lambda_i g = \sum_i \lambda_i$$

$$\sum_i \sum_j \lambda_i \lambda_j C_{ij} = \sum_i \lambda_i C_{i0} - g$$

$$\sigma_e^2 = \sigma^2 + \sum_i \sum_j \lambda_i \lambda_j C_{ij} - 2 \sum_i \lambda_i C_{i0}$$

$$= \sigma^2 - \left( \sum_{i=1}^n \lambda_i C_{i0} + g \right)$$

$$\sigma_e^2 = \sigma^2 - [\lambda_1 \dots \lambda_n | g] \begin{bmatrix} C_{10} \\ \vdots \\ C_{n0} \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \sigma^2 - [\lambda_w | g] \begin{bmatrix} C_0 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \sigma^2 - \lambda' D$$

وهذا ما يسمى تباين التنبؤ او تباين كريكناك او متوسط خطأ التنبؤ التربيعي في ظل الأستقرارية من الدرجة الثانية فان دالة شبه الفايروكرام تكتب كما يلي

$$Y_{ij} = \frac{1}{2} \text{Var} Z(s_i - s_j) = \frac{1}{2} E \left[ \left( Z(s_i - s_j) - Z(s_i) \right)^2 \right] \quad \dots (24)$$

$$= \frac{1}{2} (\sigma^2 + \sigma^2 - 2C_{ij})$$

$$= \sigma^2 - C_{ij} = C_{ii} - C_{ij} \quad \dots (25)$$

$$C_{ij} = \sigma^2 - Y_{ij} \quad \dots (26)$$

يمكن ان نعيد كتابة المعادلة السابقة باستخدام المصفوفات وكالاتي

$$\begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & \dots & \sigma^2 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma^2 & \dots & \sigma^2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix}$$

$$C_1 = \sigma^2 A - \Gamma_1 \quad \dots (27)$$

حيث ان  $A$  متجه الوحدة وهي تتكون من حاصل ضرب  $1 * 1$  حيث ان  $l = (l, l, \dots, l)$  و ان  $\Gamma_1$  تمثل مصفوفة دالة شبيه الفاريوكرام من الدرجة  $n * n$ , وان  $C_1$  مصفوفة التباينات المشتركة من درجة  $n * n$

$$c = \begin{bmatrix} C_{10} \\ \vdots \\ C_{n0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 \\ \vdots \\ \sigma^2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Y_{10} \\ \vdots \\ Y_{n0} \end{bmatrix}$$

$$c_0 = \sigma^2 \mathbf{1} - \Gamma_0 \quad \dots (28)$$

حيث ان  $\Gamma_0$  تمثل متجه الفاريوكرام من درجة  $n * 1$ , وان  $c_0$  تمثل متجه التباين من درجة  $n * 1$  ان  $\mathbf{1}$  يمثل متجه عمودي جميع عناصره  $1$  من الدرجة  $n * 1$

وباستعمال المعادلة (20) التي يمكن كتابتها بالصورة التالية

$$\begin{bmatrix} C_1 \lambda_w + g_1 \\ \dots \\ \mathbf{1} \lambda_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_0 \\ \dots \\ \mathbf{1} \end{bmatrix} \quad \dots (29)$$

وبتعويض المعادلة (27) والمعادلة (28) في المعادلة (29) سنحصل على

$$\begin{bmatrix} \sigma^2 \mathbf{1} \lambda_1 - \Gamma_1 \lambda_1 + g_1 \\ \dots \\ \mathbf{1} \lambda_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 \mathbf{1} - \Gamma_0 \\ \dots \\ \mathbf{1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\Gamma_1 \lambda_1 + g_1 \\ \dots \\ \mathbf{1} g_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\Gamma_0 \\ \dots \\ \mathbf{1} \end{bmatrix}$$

وبذلك فإن صيغة معادلة كريكنك الاعتيادي  $ok$  ستصبح

$$\begin{bmatrix} -\Gamma_1 & : & \mathbf{1} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{1} & : & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \dots \\ g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\Gamma_0 \\ \dots \\ \mathbf{1} \end{bmatrix} \quad \dots (30)$$

من المعادلة (20) والمعادلة (30) نلاحظ بان صيغتي معادلتنا كريكنك متشابهة تماما تحت شرط استقرارية الدرجة الثانية<sup>(6)</sup>

#### منطقة الدراسة

مساحة العراق الكلية 435052 كم<sup>2</sup> وتبلغ مساحة المحافظات الشمالية 78736 كم<sup>2</sup> وان الحدود المكانية لمنطقة الدراسة تمثل المحافظات ما عدا المحافظات الشمالية

#### جمع البيانات

البيانات هي عينة من الظاهرة الحقيقية التي نريد نمذجتها وقد لا تكون ممثلة بالكامل لجميع جوانبها المكانية والاحصائية. تم اخذ البيانات من وزاره الاعمار والاسكان

تم اختيار محافظات العراق ما عدا المحافظات الشمالية كمنطقة للبحث. يقع العراق في شمال شرق الوطن العربي والى الجنوب الغربي من قارة اسيا ممتدا من دائرتي عرض 29-37 شمالا ومن خطي طول 38-48 شرقا. دوائر العرض تشغل امتدادا طوله بين الشمال والجنوب حوالي 925 كم اما طول الامتداد الافقي بالنسبة لخطوط الطول فيبلغ بين الشرق والغرب نحو 950 كم. وتبلغ

لوحادات المعالجة العاملة في محافظات العراق لعام 2016  
مع احداثياتها عدا اقليم كردستان

والبلديات العامة المديرية العامة للمجاري والجهاز  
المركزي للإحصاء وتمثل هذه البيانات تمثل تركيز SO4

جدول (1) بيانات تلوث so4

ت	المواقع	So4%	خطوط العرض Y	خطوط الطول X
1	كركوك احي الرشيد	2.817	35.477	44.374
2	كركوك اشوراو	1.128	35.520	44.380
3	كركوك انور ستي	1.352	35.507	44.407
4	امانة بغداد الرستمية القديم	3.924	33.275	44.532
5	امانة بغداد الرستمية الثالث	2.922	33.287	44.533
6	امانة بغداد الوحدة 1	3.966	33.560	44.391
7	امانة بغداد الوحدة 2	3.924	33.562	44.411
8	امانة بغداد الوحدة 4	3.924	33.395	44.325
9	مدخل بغداد اجسر المثنى	1.682	33.479	44.990
10	اطراف بغداد المحمودية	2.235	33.0616	44.354
11	اطراف بغداد المدائن	7.834	33.133	44.570
12	بابل المعيميرة	6.180	32.462	44.592
13	بابل الوردية	14.297	32.431	44.477
14	بابل النيل	2.473	32.543	44.542
15	كربلاء المنفهان	?	32.537	44.223
16	كربلاء محرم عيشة	?	32.530	44.212
17	كربلاء المجمع السكني	4.576	32.546	44.084
18	واسط الكرامة	14.121	32.510	45.833
19	صلاح الدين الدجيل	?	33.83	44.255
20	صلاح الدين سامراء	2.473	33.893	44.257
21	النجف البراكية	5.697	32.014	44.421
22	النجف كومباكت	5.421	32.062	44.346
23	النجف البايو شفت	7.218	32.035	44.405
24	القادسية الشنافية	4.859	31.989	44.908
25	المثنى السماوة	7.736	31.332	45.273
26	المثنى الخضر	3.208	31.201	45.542
27	ذي قار الهندية	13.314	31.053	46.053
28	ذي قار اشمال الناصرية	4.389	31.450	46.161
29	ميسان البتيرة	3.953	31.850	47.143
30	ميسان المجر الكبير	6.496	30.950	46.857
31	ميسان اهور السناف	5.290	30.783	46.563
32	البصرة حمدان	4.555	30.489	47.811
33	البصرة محطة الكرمة	1.783	30.573	47.746
34	البصرة الفاو	?	30.59130	47.791
35	البصرة اسوق الشيوخ	4.311	30.908	46.442

المستمرة من البيانات المقاسة ينبغي ان تتوزع البيانات على نحو طبيعي لتعطي افضل نتائج وتزيد احتمالية توقع القيم بالقرب من المتوسط وتتناقص تدريجيا بالبعد عنه ولكون اختيار العينات عشوائيا يكون التوزيع غير منتظم وتكراراته محدودة. و في حالة لم تكن البيانات ملائمة

استكشاف ومعالجة البيانات data Explore and manipulate

يتم ملائمة البيانات على عدة افتراضات حيث تتبع البيانات التوزيع الطبيعي و البيانات مرتبطة تلقائيا مكانيا ولا تظهر اي اتجاهات عامة global trend ولتكوين السطوح

لوغاريتميا لتتوافق مع التوزيع الطبيعي والجدول يبين خصائص بيانات توزيع النسب المئوية الى SO4 قبل وبعد التحويل

للتوزيع الطبيعي يتم تحويلها الى الصيغة اللوغاريتمية، وقد اظهر التحليل الاحصائي لاستكشاف بيانات معدلات تلوث SO4 بأنها غير موزعة بشكل طبيعي مما تطلب تحويلا

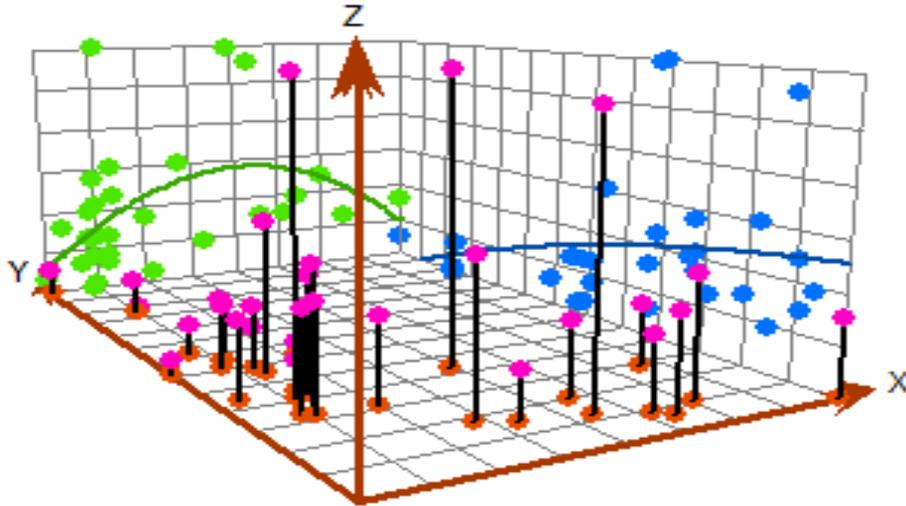
#### جدول (2) تحويل البيانات

القيم	قبل تحويل البيانات	بعد تحويل البيانات
عدد النقاط المقاسة	31	31
اعلى قيمة	14.297	2.66
اقل قيمة	1.128	0.1204
المتوسط	5.0986	1.4383
الوسيط	4.311	1.4612
الانحراف المعياري	3.4279	0.62911
الالتواء	1.54	0.009477
التفطح	4.8414	2.8315
الربع الاول	2.8433	1.0448
الربع الثالث	6.0592	1.801

باللون الوردي تمثل البيانات المختارة بالبرنامج. وان كل خط عمودي يمثل الموقع والقيمة , بينما يمثل الخط الاخضر اتجاه الشرق الى الغرب ويمثل الخط الازرق اتجاه الشمال الى الجنوب . ان الاتجاه يناسب بيانات SO4 لان الخط منحني الى الاعلى او الاسفل على التوالي . فلو كان الاتجاه لا يناسب البيانات سيكون الخط افقي واذا اظهرت البيانات اتجاه عام global trend سيتطلب ازالة الاتجاه .

#### تحليل الاتجاه trend analysis (4)(3)

تساعد اداة تحليل الاتجاه في تحديد الاتجاهات او ازلتها. وهي توفر منظورا ثلاثي الابعاد للبيانات حيث يتم رسم مواقع نقاط العينة ان الشكل (2) يمثل عملية تحليل الاتجاه لبيانات SO4 المقاسة . حيث ان النقاط باللون الاحمر تمثل نقاط العينات في المستوي x,y والنقاط باللون الاخضر تمثل قيمة العينة في مستوي z,x والنقاط باللون الازرق تمثل البيانات المتوقعة في مستوي y,z واما النقاط



شكل (2) تحليل الاتجاه

انموذج من نماذج كريكنك تم استخدام المعايير (متوسط الاخطاء ME ومتوسط الاخطاء المعياري MSE وجذر متوسط مربع الاخطاء RMSE ومعدل الاخطاء المعياري ASE وجذر متوسط مربع الاخطاء RMSSE ) وكالاتي:

تحديد دالة شبه الفاريوكرام لنماذج كريكنك لبيانات نسب تركيز SO4

تم استخدام اربعة دوال من دوال شبه الفاريوكرام لكل انموذج من نماذج كريكنك وهي الدوال (Spherical, stable, Exponential, Gaussian) وللمقارنة ما بين هذه الدوال وتحديد الافضل منها ولكل

بأستخدام برنامج Arc فقد حصلنا على معادلات الانحدار التقديرية لانموذج كريكنك البسيط الخاصة ببيانات SO4 ولكل دالة من دوال شبه الفاريوكرام والشكل (2) يبين انواع شبه الفاريوكرام لانموذج كريكنك البسيط و انموذج كريكنك الاعتيادي وتم وضع النتائج معادلات الانحدار في الجدول التالي

تحديد دالة شبه الفاريوكرام لانموذج كريكنك البسيط والاعتيادي  
بأستخدام بيانات نسب التلوث لتراكيز SO4 بعد معالجتها كما مر سابقا و من استخدام دوال شبه الفاريوكرام (Spherical,stable,Exponential,Gaussian) وذلك

جدول (3) معادلات الانحدار في انموذج كريكنك البسيط وانموذج كريكنك الاعتيادي لبعض نماذج شبه الفاريوكرام لبيانات SO4

model	model	معادلات الانحدار
Simple kriging	Spherical	$Y = 0.0653 X + 4.5078$
	Stable	$Y = 0.072508 X + 4.33839$
	Exponential	$Y = 0.05892 X + 4.5121$
	Gaussian	$Y = 0.11854 X + 4.2650232$
Ordinary Kriging	Spherical	$Y = 0.11266 X + 4.52796$
	Stable	$Y = 0.11150 X + 4.5100$
	Exponential	$Y = 0.1089 X + 4.5188$
	Gaussian	$Y = 0.120938 X + 4.7074$

دالة من دوال شبه الفاريوكرام الاربعة المختارة وهي كما في الجدول التالي

وبذلك فإن تقدير نسب تراكيز SO4 غير المقاسة باستعمال انموذج كريكنك البسيط وانموذج كريكنك الاعتيادي ولكل

جدول رقم (4) تقدير نسب SO4 الغير مقاسة لنموذج كريكنك البسيط وانموذج كريكنك الاعتيادي

	Predicted Value	Simple kriging model Predicted			
		Spherical	Stable	Exponential	Gaussian
Simple Kriging	محافظة البصرة\ الفاو	4.9306	4.883	4.9226	4.960
	محافظة صلاح الدين\ الدجيل	3.0601	3.868	3.3640	2.7094
	محافظة كربلاء\ محرم عيشة	5.4911	5.1623	5.2987	5.9912
	محافظة كربلاء\ المنفهان	5.548	5.173	5.320	6.0634
	محافظة ديالى	4.986	4.784	4.8864	5.46607
	محافظة نينوى	4.986	4.8050	4.8897	5.4660
Ordinary Kriging	محافظة البصرة\ الفاو	5.2869	5.6054	5.4414	5.0914
	محافظة صلاح الدين\ الدجيل	2.793	3.0354	2.8933	2.7079
	محافظة كربلاء\ محرم عيشة	5.7590	5.4830	5.5311	6.1791
	محافظة كربلاء\ المنفهان	5.8108	5.5001	5.5631	6.2462
	محافظة ديالى	4.4735	4.14139	4.3258	5.0465
	محافظة نينوى	2.1946	2.1308	2.1599	2.3549

التلوث في الجدول (1) وبأستخدام معايير المقارنة لكل دالة من دوال شبه الفاريوكرام نحصل على الجدول التالي

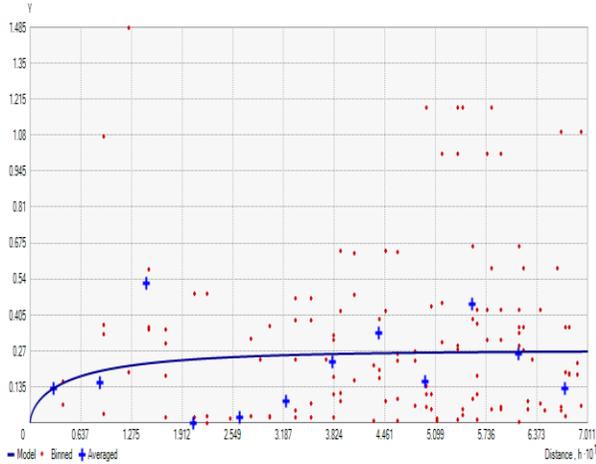
ولتحديد اي دالة من دوال شبه الفاريوكرام هي الافضل وهي الدالة الاكثر ملائمة لانموذج كريكنك البسيط وانموذج كريكنك الاعتيادي عند استخدام تراكيز نسب

جدول (5) نتائج التحقق من كريكينك البسيط بعدة انواع شبه فارايوكرام والخاصة ببيانات SO4

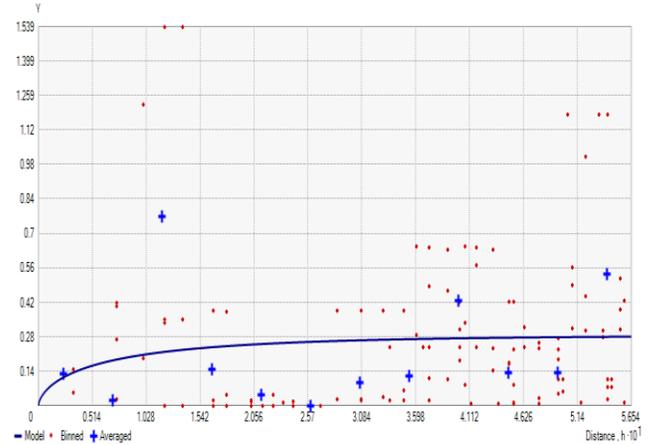
Model	model	متوسط الخطأ ME	الخطأ التريبي المتوسط مربعات الخطأ RMSE	متوسط الخطأ المعياري MSE	الخطأ التريبي لمتوسط مربع المعياري RMSSE	ASE معدل الخطأ المعياري
Simple kriging	Spherical	-0.3657	3.3120	0.1719	1.3388	2.6169
	Stable	-0.3905	3.2725	0.1215	1.2650	2.5140
	Exponential	-0.3948	3.2979	0.1522	1.280	2.524
	Gaussian	0.8076	5.4541	0.1304	2.4480	4.1518
Ordinary kriging	Spherica	0.0373	3.5592	0.1452	1.2148	3.8684
	Stable	-0.0201	3.4774	0.1038	1.0953	3.3170
	Exponential	-0.0242	3.5325	0.1305	1.1702	3.4837
	Gaussian	1.31224	6.0320	0.1284	2.2969	6.9076

الواحد والذي بلغت قيمته 1.0953 , وان متوسط الخطأ المطلق MAE اقرب الى الصفر حيث بلغت قيمته 0.0201, وان قيمة معدل الخطأ المعياري ASE وقيمة الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ RMSE متقاربتان (3.4774,3.3170).

نلاحظ من الجدول أن دالة شبه الفارايوكرام من نوع Ordinary Stable هي الأفضل والاكثر ملائمة لانموذج كريكينك الاعتيادي لامتلاكها اقل متوسط اخطاء معيارية MSE والتي بلغت قيمته 0.1038 , وان الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ المعياري RMSSE قريب من

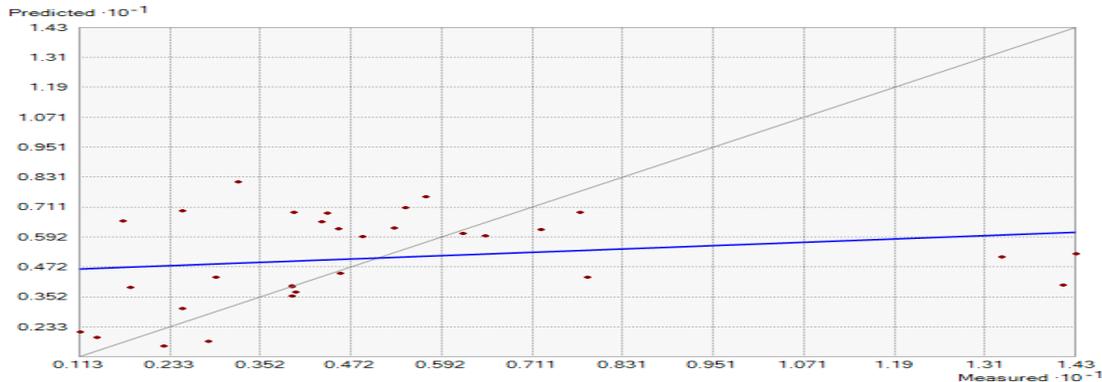


Simple stable



Ordinary stable

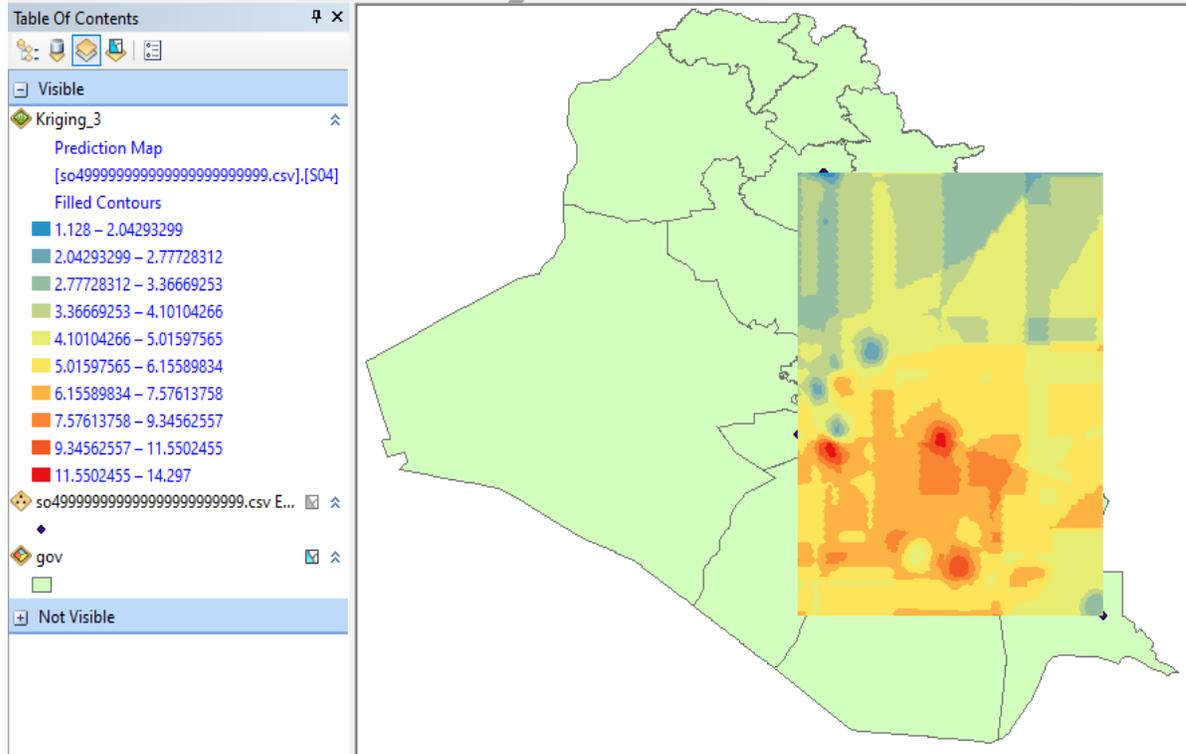
شكل (3) دالة شبه الفارايوكرام



شكل (4) يمثل التنبؤ لانموذج كريكينك الاعتيادي SO4

بالتنبؤ المكاني كلما كان هذين الخطين قريبين من بعضهما البعض كلما كان هذا الانموذج جيد في التنبؤ

الشكل يوضح العلاقة بين البيانات المقاسة والانموذج الذي يستخدم في البيانات الخط باللون الرمادي يمثل البيانات المقاسة والخط باللون الازرق يمثل الانموذج الذي يقوم



شكل (5) توزيع التدرجات اللونية حسب نسبة التلوث SO4 بتطبيق كريكنغ

منخفضة جدا , عند التحويل اللوغارتمي للبيانات التي لا تتوزع توزيعا طبيعيا اثبتت طرق كريكنغ فاعليتها في النمذجة الجغرافية المكانية

3. عند دراسة بيانات التلوث so4 و مقارنة النتائج والتحقق منها من خلال المقارنة بين النماذج المستخدمة والحكم احصائيا على صلاحية التنبؤ المكاني وكان النموذج الامثل هو كريكنغ الاعتيادي وان شبه الفاريوكرام الامثل له هو stable . اما بالنسبة الى نتائج تقدير تلوث so4 في المناطق المجهولة كانت نسبه تركيز التلوث في محافظة نينوى (2.1308) وفي محافظة صلاح الدين الدجيل كانت (3.0354) وفي محافظة ديالى (4.1413) وفي كربلاء المنفهان كانت (5.5001) وفي كربلاء محرم عيشة كانت (5.4830) وفي محافظة البصرة الفاو كانت (5.6054) .

### التوصيات

1. من الدراسة تم تحديد المناطق ذات التراكيز العالية في التلوث وعلى الجهات المختصة اتخاذ التدابير للتحكم في تقليل تراكيز التلوث في المناطق المعرضة لخطر التلوث

عند رسم الخريطة الكونتورية الشكل (5) وملاحظة توزيع تلوث so4 لبيانات المجال قيد الدراسة field contours نلاحظ ان التلوث كان يبين زيادة تركيز so4 كلما اتجهنا الى جنوب العراق وكان توزيع التلوث في شمال منطقة الدراسة باللون الازرق يتراوح بين (1.128-2.0429) وفي وسط منطقة الدراسة باللون الاصفر (4.1010-6.1558) وفي جنوب منطقة الدراسة باللون الاحمر كانت (11.5502-14.297).

### الاستنتاجات

1. بالرغم من محدودية محطات فحص و معالجة مياه الصرف الصحي وتوقف بعضها عن العمل الا ان الدراسة تمت على البيانات المتاحة و بتوفير احداثياتها وتم التقدير للمحطات الغير مقاسة وهذا دليل على نجاح انموذج كريكنغ بتقدير التلوث على الرغم من قلة النقاط المقاسة.
2. نلاحظ ان ترتيب المواقع بعد ان يتم تعيين موقع عشوائي ليكون الموقع الاول  $Z(S_1)$  ترتب على ضوئه تصاعديا بقيه المواقع (اقل مسافة الى اكبر مسافة) في بيانات التلوث القيم المتطرفة في مخطط شبه الفاريوكرام يتم حذفها لأنها تكون اما قيم عالية جدا او

5. Amri, N.A , Jemain, A.A and Hassan, W.F, (2015), "kriging on comparison of original and outlier-free data", AIP Conference Proceedings, (1614); pp.(929-932)
6. Baily, Gatrell, (1995) "Interactive spatial data analysis", pp.(109-121)
7. Bardossy, A. , "Introduction to Geostatistics" Institute of Hydraulic Engineering University of Stuttgart ;pp.(40-81).
8. Chiles, J. and Desassis, N., (2018), "Hand book of Mathematical Geoscience" , chapter 29; pp.(589-612).
9. CRESSIE, N.A.C., (1993), "STATISTICS FOR SPATIAL DATA" WILEY - interscience publication.
10. FLOCH, J., M., "GEOSTATISTICS" , INSEE , PP.(113-146).
11. Li, J. and Heap, A.D., (2008), "A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists" , Geoscience Australia , GPO BOX (378), Canberra , ACT (2601 ) Australia ;pp (14-21).
12. Montero, J.M. , Aviles, G. F. and Mateu, J. , (2015), "Spatial and Spatio-Temporal Geostatistical Modeling and kriging" , WILEY SERIES IN PROBABILITY AND STATISTICS, first edition published , pp. (138-142).
13. Webster, R. Oliver M. (2007) "Geostatistics for Environmental Scientists" second Edition wiley.

2. استخدام الخرائط المنمذجة لتحديد مواقع التلوث ومناطق الخطر عالية التركيز وهذا سيساعد على اتخاذ تدابير التحكم لتقليل تركيز التلوث في المناطق المعرضة للخطر من أجل حماية صحة الإنسان والحيوان
3. تسهيل الحصول على البيانات للباحثين لتساعد الباحث على التوصل الى النتائج الواقعية والتوصية بالحلول العلمية المناسبة للنهوض بواقع البلد

### المصادر

1. البياتي، جعفر موسى محمد، (2015)، "بعض طرق تقدير البيانات المكانية ذات النمط النقطي مع التطبيق العملي دراسة مقارنة" ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، المجلد 20 ، العدد 3 ، ص- ص (191-197).
2. البياتي، جعفر موسى محمد، (2015)، "تقنية تقدير كريكينك في الاحصاء الجيولوجي مع التطبيق" ، مجلة جامعة كركوك للعلوم الادارية والاقتصادية ، المجلد 5، العدد 2
3. العزاوي، علي عبد عباس واحمد، مراد اسماعيل، (2016)، "التنبؤ المكاني لخرائط معدلات الحرارة السنوية في العراق باستخدام تقنيات الاستيفاء المكاني في GIS" مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، المؤتمر الدولي الثاني لنظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الجيو فضائية عدد خاص، كانون الاول، ص- ص (79-94).
4. العزاوي، علي عبد عباس واحمد، مراد اسماعيل، (2016)، "التنبؤ المكاني لخرائط معدلات الحرارة السنوية في العراق باستخدام تقنيات الاستيفاء المكاني في GIS" مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، المؤتمر الدولي الثاني لنظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الجيو فضائية عدد خاص، كانون الاول، ص- ص (79-94).