

أسلوب مقترح لاختيار العينة المكانية لغرض تقدير نقطة غير معلومة

م. م . جعفر موسى محمد البياتي / جامعة كركوك / كلية الإدارة والاقتصاد

الملخص

في هذه الدراسة يبحث عن كيفية اختيار العينات في الإحصاء المكاني ومن ثم استخدام هذه العينات في التقدير عن المواقع غير المقاسة ، إذ إن هناك نوعين من العينات المكانية التي تم التطرق إليها في هذا البحث منها النقطية والمساحية . حيث إن لكل نوع من هذه الأنواع طريقة خاصة لاختيارها وذلك بعد تحديد الإطار الإحصائي التي يتضمن مفردات هذه العينات والتي يجب أن يكون في حيز مكاني ، ومن ثم استخدمنا في هذا البحث أسلوب kriging في تقدير النقاط غير المقاسة فضلا عن ذلك تم حساب تباين kriging وتباين مقدر kriging إذ تم تطبيق هذا البحث على بلدنا الحبيب العراق من (15) محافظة في مجال زراعة الحنطة وهي بيانات حقيقية ، وقد تم برمجة جميع العمليات الحاسوبية بلغة Matlab .

Abstract

This paper research about method choice a samples in spatial statistics and using this samples in estimation operation in non-measured area , since there tow types from spatial samples which concluded take up in this paper as a point sample and area sample , since for any type method for choice him , that after definition bounded statistics which have terms this sample it is necessary to be in spatial space , and we using kriging technique in estimation operation in non-measured , moreover calculation kriging estimator variance and kriging variance .we application this paper on our country (Iraq) from (15) governorate in field farming wheat and it is real data, then we programmed all results of mathematical operation by matlab language.

١ المقدمة

الإحصاء المكاني يدرس المتغيرات التي نحصل عليها من الظواهر المكانية والتي تشمل الخامات المعدنية أو المياه الجوفية أو النباتات الطبيعية ، وان أساسيات علم الإحصاء المكاني تطورت من قبل krige, Sichel and De weijs من خمسينيات القرن ال عشرين لتقدير الاحتياطي من خامات الذهب في جنوب أفريقيا وقدم Matheron(1971) هذا العمل التجريبي الكبير قاعدته النظرية في نظرية المتغيرات الموقعية Regionalized variables theory، إن طبيعة هذه المتغيرات يكون في الحيز المكاني على هيئة نقاط موزعة على خريطة جغرافية مثل مواقع المصانع أو المساكن الريفية المنعزلة أو المحلات التجارية ، أو تكون على هيئة مناطق

ذات مساحات محددة مثل المناطق الزراعية أو أنواع الترب أو درجة التضرس أو التصحر في منطقة جغرافية معينة وتستخدم في جغرافية المدن عند تحديد أنماط استخدام الأرض أو دراسة خصائص السكن والمسكن في مدينة وغير ذلك، وكما يدرس الإحصاء المكاني المتغيرات التي نحصل عليها من الظواهر المكانية والتي تشمل ال خامات المعدنية (كالذهب، النحاس، النفط.....الخ) أو المياه الجوفية أو تلوثات البيئية. انظر البياتي (2005)، سنبداً بنبذة مختصرة عن العناصر الأساسية لنظرية الإحصاء المكاني المتعلقة بالجيولوجيا ثم نقدم خطوات تطبيق هذه النظرية في مجال زراعة محصول الحنطة في العراق.

٢- هدف البحث

- ١ - يهدف البحث إلى دراسة أسلوب اختيار العينة العشوائية المكانية أثناء تقدير نقطة أو عدد من النقاط غير مدروسة (غير المقاسة).
- ٢ - استخدام أسلوب كريك kriging في تقدير النقاط غير المقاسة بالاعتماد على دالة التباين المشترك).

أولاً:- الجانب النظري

١- العينة المكانية : Spatial sample

تصبح العينة العشوائية عينة مكانية عندما يكون الإطار الإحصائي مكانياً، انظر شحادة (2011)، أي تكون المفردات التي يتكون منها ذلك الإطار منتظمة في حيز مكاني لتمثل مواقع أو قطاعات أو مساحات محددة. يكتسب هذا النوع من العينات أهمية خاصة في الجغرافية، لأن معظم الظواهر الجغرافية ظواهر مكانية ويميز الجغرافيون بين البيانات العينة المكانية النقطية والخطية وأخرى المساحية.

أ - العينة العشوائية البسيطة Simple Random Sample

١- العينة المكانية النقطية : Sample spatial point

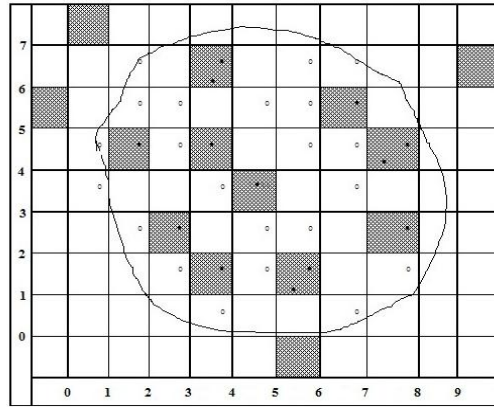
تستخدم هذه العينة، عندما يكون الإطار الإحصائي عبارة عن توزيع مكاني، على هيئة نقاط، موزعة على خريطة جغرافية، مثل مواقع المصانع، أو الم ساكن الريفية المنعزلة أو المحلات التجارية المتفرقة أو غير ذلك.

الخطوة الأولى في عملية الاختيار هي تغطية الخريطة بشبكة من الخطوط المتقاطعة أو الإحداثيات السينية والصادية التي تقسم المنطقة إلى عدد من المربعات المتساوية. وترسم هذه الخطوط في العادة موازية للمحورين السيني والصادي. نحدد بعد ذلك الإحداثيات السينية والصادية لكل مربع، ثم نختار من جدول الأرقام العشوائية عدداً من المربعات، نختار عينة النقاط التي تقع ضمن المربعات التي يتم اختيارها فإذا كانت تقع في المربع نقطة واحدة نختار

تلك النقطة، إما إذا كانت تقع فيه نقطتان أو أكثر فأنا نختار النقطة الأقرب إلى مركز المربع وإذا كان المربع خالي من النقاط فأنا نهمله، انظر الشكل (1). ولمزيد من التفاصيل تصفح الموقع www.webspace.ship.edu وانظر شحادة (2011).



ويوضح المثال الآتي الذي يورده هاموند (1974) Hammond أسلوباً آخر لاختيار عينة عشوائية نقطية من عشرة مزارع من مجموع المزارع الممثلة على هيئة نقاط في الشكل (2). الخطوة الأولى في عملية الاختيار، هي رسم شبكة الإحداثيات السينية والصادية المبينة في الشكل (2)، بحيث تغطي كل المنطقة التي توجد فيها المزارع. نرقم الإحداثيات السينية من اليسار إلى اليمين، والإحداثيات الصادية من أسفل إلى أعلى. نختار المربعات التي تقع إلى اليمين من نقاط تقاطع الإحداثيات السينية والصادية ونختار المزارع التي تقع من تلك المربعات. إما إذا كانت تقع في احد المربعات أكثر من مزرعة واحدة، فأنا نختار المزرعة الأقرب إلى الزاوية اليسرى السفلى من ذلك المربع. وإذا تم اختيار مربع خال من المزارع فأنا نهمله.



Line

شكل (2) عينة عشوائية نقطية من عشرة مواقع

٢ - العينة الخطية

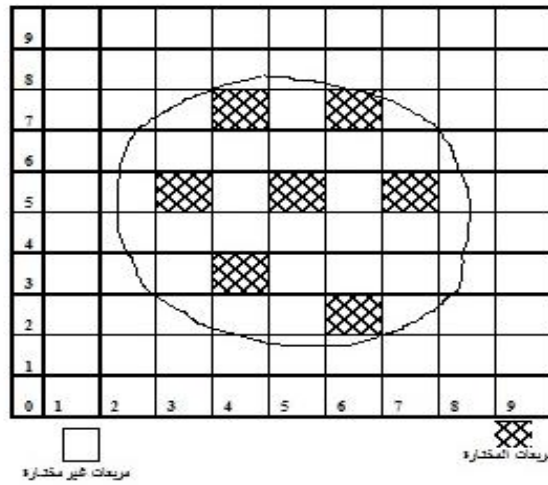
Sample

من البيانات الجغرافية ما ي ختص بالتوزيعات المكانية الخطية (مثل خطوط أو شبكات المواصلات بأنواعها المختلفة والأنهار وروافدها ، أو أي ظاهرة جغرافية تتخذ شكل الامتداد الخطي)، وفي هذا الصدد فإن إجراء سحب عينة عشوائية خطية لا يتطلب سوى تحديد الإحداثيات على احد المحورين أو كليهما عن طريق اخ تيار أرقامها من عمود واحد أو أكثر من جدول الأرقام العشوائية لتمثيل مفردات العينة المطلوبة. انظر فتحي أبو راضي (2000) .

٣- العينة المساحية أو المضلعات Polygons sample

تستخدم العينات المساحية ، عندما تكون مفردات الإطار الإحصائي ممثلة في الخريطة على هيئة مناطق ذات مساحات محدودة . يكثر استخدام هذه العينات في الجغرافية الطبيعية لتحديد أنواع النباتات الطبيعية أو أنواع الترب أو درجة التضرس أو التصحر في منطقة جغرافية معينة. وتستخدم في جغرافية المدن عند تحديد أنماط استخدام الأرض أو دراسة خصائص السكن والمساكن في مدينة وغير ذلك.

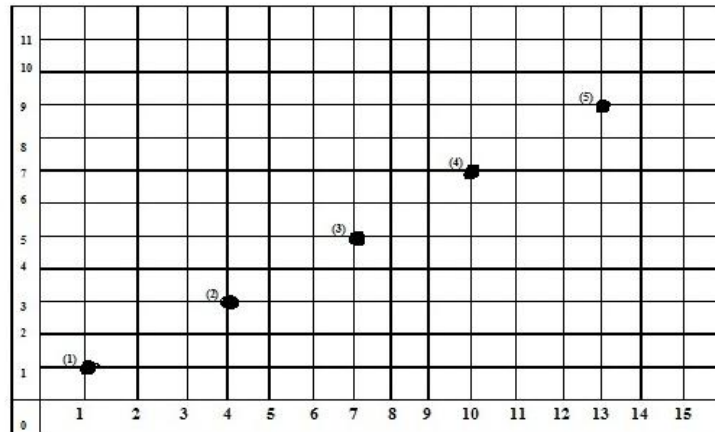
تتم عملية اختيار المناطق أي المساحات التي تشملها الدراسة باستخدام جدول الأرقام العشوائية. وتسهيلا لعملية الاختيار تقسم المنطقة - التي نريد دراستها - إلى عدد من المربعات عن طريق رسم شبكة من الإحداثيات السينية والصادية ولكي نضمن تغطية ممتازة لكل منطقة الدراسة نجعل عدد المربعات ك بيرا ومساحة المربع الواحد صغيرة . نحدد إحداثيات جميع المربعات ثم نختار من جدول الأرقام العشوائية - العينة المطلوبة من تلك المربعات (الشكل 3)، انظر شحادة (2011) .



شكل (3) عينة مساحية عشوائية

ب - العينة العشوائية المنتظمة : Regular Random sample

عندما لا يكون المجتمع الإحصائي موزعا توزيعا عشوائيا، فإن اختيار عينة عشوائية بسيطة منه يؤدي - مالم يكن حجم العينة كبيرا - إلى تركيز معظم مفردات تلك العينة في مواقع محدودة، وبقاء المواقع الأخرى دون تغطية كافية ولهذا ، يفضل الجغرافيون - في بعض الأحيان - اختيار عينة عشوائية منتظمة بدلا من العينة العشوائية البسيطة. إذ إن العينة المنتظمة تضمن تمثيلا جيدا ومنتظما لمختلف المناطق، كما إن استخراجها سهل، ولا يتطلب استخدام جدول الأرقام العشوائية إلا عند اختيار المفردة الأولى . أما المفردات الأخرى فيتم اختيارها بتحديد فاصل ثابت يفصل بين المفردات وبعضها، إذ يختار موقع المفردة الأولى عشوائيا ويوضع على الخريطة بالنسبة لكل من احداثيها الشرقي والشمالي من نقطة الأصل للخريطة ، ثم تختار مواقع بقية المفردات بشكل منتظم يمثل تباعد (مسافة) بالنسبة للمحورين العشوائيين الأفقي والرأسي، فمثلا إذا كان المطلوب اختيار خمسة مواقع في احد المناطق ، لأخذ عينات من التربة بقصد تحديد خصائصها الكيميائية والفيزيائية ، فأنا نقسم المنطقة - كما نفعّل عند اختيار عينة عشوائية بسيطة - إلى مربعات متساوية ، ونختار عينة منتظمة من نقاط تقاطع إحداثيات تلك المربعات . فإذا كان المحور السيني يتكون من 15 احداثيا، والمحور الصادي يتكون من 10 احداثيا، فأنا نقسم كلا من محور السينات ومحور الصادات الى خمس مجموعات . فيكون حجم المجموعة الواحدة على محور السينات ثلاثة مربعات وعلى محور الصادات مربعين . نختار إحداثيات النقطة الأولى على محوري السينات والصادات بطريقة عشوائية وليكونا (1,1) ونضيف مقدار الفاصل السيني وليكن ثلاثة مثلا، في كل مرة نريد تحديد نقطة جديدة على محور السينات لتصبح المحاور السينية للنقاط كما يأتي 1,4,7,10,13..... أما المحاور الصادية فتصبح 1,2,5,8,11,14..... الخ الشكل (4) انظر شحادة (2011)، Fotherington, Rogerson, P.A (2006) ،A.S., C. Brunsdon, and M. Charlton, (2000)



شكل (4) عينة نقطية منتظمة

وان نفس الخطوات السابقة يمكن تطبيقها على العينة المساحية وذلك من خلال تقسيم المنطقة الى وحدات مساحية صغيرة مربعة الشكل ل باستخدام شبكة من الخطوط الأفقية والعمودية، وتحديد الإحداثيات السينية والصادية لتلك المربعات . نختار إحداثيات المربع الأول بطريقة عشوائية، ثم نختار إحداثيات المربعات الأخرى بإضافة فاصل ثابت .

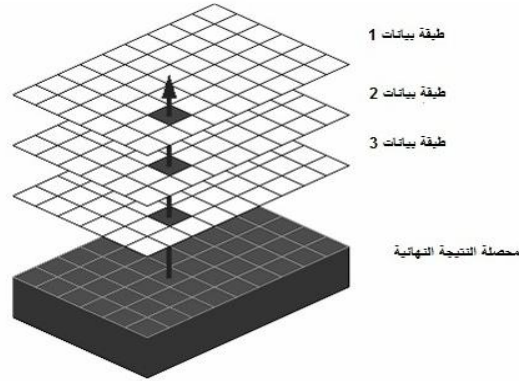
ويجاب على العينات المنتظمة إذا أجريت على التوزيعات المكانية إنها تؤكد صفة الانتظام والاتساق في الظاهرة أو الظواهر الجغرافية موضع المعاينة والتي تكون غالبا أن لم يكن د انما في حالة تغير وتطور مستمرين، كما تتصف المعاينة المنتظمة بأنها لا تعطي عينة غير متحيزة أو ممثلة للمجتمع الذي سحبت منه بسبب خطأ التحيز وعدم إتباع أسلوب تكافؤ الفرص في اختيار مفردات العينة إلا إذا كانت مفردات المجمع الأصلي موزعة توزيعا عشوائيا ، وكثير من المجتمعات الإحصائية للظواهر الجغرافية لا تتصف بصفة العشوائية في توزيعها ، وعلى العموم فإن خطأ التحيز إن وجد في بيانات العينة المنتظمة فإن قيمته تكون صغيرة جدا بحيث يمكن إهمالها. انظر فتحي أبو راضي (2000) .

ج - العينة العشوائية الطبقيّة: Sample Random Layer

تستخدم العينة الطبقيّة عندما يكون المجتمع الإحصائي غير متجانس وفي هذه الحالة نقوم بتقسيم مجتمع الدراسة الى طبقات والطريقة المستخدمة تدعى بالمعاينة الطبقيّة وفيها نقسم المجتمع الى L من الطبقات ونحسب من كل طبقة عينة عشوائية ذات حجم معين ، والغرض من هذا التقسيم هو تقسيم المجتمع الى مجموعات تختلف عن بعضها من حيث الخاصية تحت الدراسة بينما تتشابه وحدات الطبقة الواحدة فيما بينها أكثر من تشابه وحدات الوحدة ومن المزايا العينة الطبقيّة إنها تصلح للمقارنة بين الخصائص الإحصائية للمجموعات التي يتكون منها المجتمع الإحصائي ، فإذا كانت إحدى المناطق المنحدرة مقسمة الى ثلاثة مناطق فرعية تبعا لأسلوب الحد من انجراف التربة المستخدم في تلك المنطقة (التشجير أو المصاطب أو الحواجز الترابية) وكنا نرغب في اختيار عينة من 20 موقعا في تلك المنطقة لقياس معدلات انجراف التربة بقصد تقييم نجاعة تلك الأساليب واختيار أفضلها ، فإن من الأفضل استخدام عينة طبقيّة تتكون من 20 موقعا موزعة في كل المناطق الفرعية، وان يتناسب عدد المواقع التي يتم اختيارها من كل منطقة مع مساحة تلك المنطقة بالنسبة للمساحة العامة للمنطقة كلها، جدول (1). انظر شحادة (2011)،

جدول (1) اختيار عينة عشوائية طبقية

المنطقة	أسلوب الحد من انجراف التربة	مساحة المنطقة (دونم)	مساحة المنطقة بالنسبة كلها (%)	عدد المواقع المختارة
1	التشجير	200	25	5
2	المصاطب	280	35	7
3	الحواجز الترابية	320	40	8
المنطقة العامة		800	100	20



شكل (5) العينة الطبقية

Lengley, Paul A. & Batty, Michael, (1996)

٢- المفاهيم الأساسية في الإحصاء المكاني

ليكن لدينا $z(x_1), z(x_2), z(x_3), \dots, z(x_n)$ متغيرات عشوائية مكانية في المواقع $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ على التوالي وبما إن دراستنا حول مناطق الزراعة لذا فإن لكل $z(x_i)$ قيمة المحصول الزراعي في الموقع x_i حيث $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ، لأي نقطة x_0 غير مقاسه في منطقة محدد D أفضل مقدر للمتغير الموقعي $z(x_0)$ عند الموقع x_0 الذي يعطى بالتوقع الشرطي $E[z(x_0) / z(x_1), z(x_2), z(x_3), \dots, z(x_n)]$ إذ إن $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ يمثل مواقع لقياسات المشاهدات $z(x_1), z(x_2), z(x_3), \dots, z(x_n)$ ، ولحساب التوقع الشرطي يتطلب معرفة التوزيع الاحتمالي للمشاهدة $(n+1)$ من المتغير العشوائي $z(x)$ وبما إن استدلال التوزيع

الاحتمالي المشترك غير ممكن عند مشاهدة واحدة one realization فقط ، نحتاج إذن مقدرا يتوفر فيه تحليل من الافتراضات وعادة يكون كافيا في هذه الحالة فئة من المقدرات خطية ، انظر (Olea(1975), Delfiner(1976) . المقدرات الخطية تتطلب معرفة العزم الأول والثاني (الوسط والتباين) فقط للتوزيع الاحتمالي للمتغير $z(x)$ ويكون من الممكن الحصول على هذه العزوم إذا افترضنا خاصية الاستقرار Stationary في المنطقة D في هذه الحالة تعد القياسات عند نقطتين مختلفتين $z(x_i)$ ، $z(x_i+h)$ مشاهدتين مترابطتين للمتغير العشوائي $z(x_i)$ يفصل بينهما مسافة h والتي تمثل المسافة الاقليدية بين موقعين فقد تكون

$$|h| = \sqrt{u^2(x) - v^2(x) - w^2(x)} \dots \dots \dots (1)$$

ويمكن استخدام $z(x_i)$ ، $z(x_i+h)$ لتقدير العزمين الأول والثاني. انظر البياتي (2005)

٣ - المتغيرات المكانية : Regionalized variables

المتغيرات التي يتعامل بها الإحصاء المكاني تختلف عن المتغيرات الاعتيادية في الإحصاء الكلاسيكي ، حيث إن لكل قيمة من قيم المتغير الموقعي إحداثيات تمثل موقع تلك النقطة سواء كانت على سطح الأرض في المستوي أو في باطن الأرض أو في خارج الأرض. لنفرض أن $z(x)$ يمثل المتغير المكاني في الموقع x ضمن المنطقة D وفي الفضاء الاقليدي $x \in D \subseteq R^p$ حيث أن $p = 2,3$ وبسبب توزيع هذه القياسات في الفضاء فإن $z(x_i)$ تدعى بالمتغيرات الموقعية Regionalized variables في الإحصاء الجيولوجي التحليلي.

٤ - خواص المتغيرات المكانية : Properties of Regionalized variables

أ - الاستقرار من الرتبة الثانية : Stationarity Second Order

المتغير العشوائي $z(x)$ يسمى مستقراً من الرتبة الثانية إذا كان :

$$E\{z(x)\} = \mu ، \forall x \in D \quad \text{إن : } 1 -$$

٢- لكل زوج من المتغيرات العشوائية المكانية $\{z(x), z(x+h)\}$ يكون التباين معرف ويعتمد على الإزاحة h فقط أي إن:

$$\forall x, x+h \in D$$

$$\sigma(h) = E\{z(x) - z(x+h)\} - \mu^2 = Cov\{z(x), z(x+h)\}$$

Semivariogram Function

ب - شبه دالة الفايروكرام

اقترح Krige(1976) دالة شبه الفايروكرام بإزاحة h كما في الصيغة التالي:

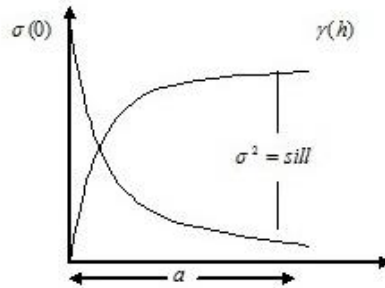
$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \frac{1}{n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} (z(x_i) - z(x_i + h))^2 \dots\dots\dots(2)$$

وهي متوسط مربع الاختلافات الموجودة بين المشاهدات المكانية التي تبعد عن بعضها البعض إزاحة h ، إذ أن $n(h)$ تمثل عدد أزواج المشاهدات التي تفصل $z(x_i)$ ، $z(x_i + h)$ بينها إزاحة h انظر Steven and Cressie(1996). أما إذا كتبت بالشكل:

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} (z(x_i) - z(x_i + h))^2 \dots\dots\dots(3)$$

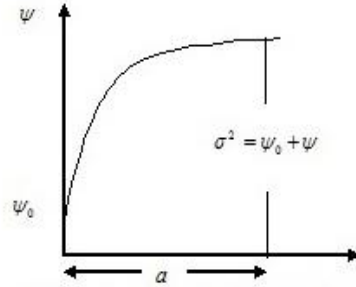
فإنها تسمى دالة الفايروكرام .

السبب في دراسة دالة الفايروكرام هو أن الصيغة الرياضية لها تمثل تباين الفروقات بين المشاهدات المكانية التي تبعد عن بعضها البعض إزاحة h . وكلما ازدادت الإزاحة h بين المشاهدات كلما أصبح التباين كبيرا حتى يستقر ارتفاعه عند مسافة معينة مثل $h = a$ وهذه المسافة a تسمى بالمدى وبعدها نلاحظ تلاشي التباين في دالة الفايروكرام حيث يستقر بقيمة ثابتة تساوي تباين σ^2 المشاهدات، وهذا التباين ينعى بـ (Sill) كما موضح بالشكل(6):



شكل (6) يوضح العلاقة بين دالتي الفايروكرام والتباين مع Sill

وعندما تقترب h من الصفر من الجهة اليمين فإن دالة شبه الفايروكرام لاتساوي صفر وإنما لها قيمة تساوي ν_0 وهذه الظاهرة تمثل عدم الاستمرارية أو انقطاع دالة الفايروكرام عند $h = 0$ وتسمى في مجال الإحصاء المكاني Nugget Effect وهي تمثل الأخطاء العشوائية في وحدات القياس عندما تتغير فجأة الإزاحة h من وحدات المليمتر الى وحدات المتر أو الكيلومتر انظر الشكل (7)، انظر Stein(1987) .



شكل (7) يوضح ظاهرة Nugget effect مع المدى

٥- منهجية الرياضية لعملية التقدير kriging

إن التنبؤ عن العملية العشوائية يكون باستخدام نموذج التنبؤ الخطي الأتي :

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \dots \dots \dots (4)$$

إذ يتم تقدير الأوزان λ_i بحيث إن متوسط مربع الخطأ MSE يكون اقل ما يمكن أي:

$$\min \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((\hat{z}(x_i) - z(x_i)))^2 \dots \dots \dots (5)$$

وكقاعدة عملية يجب أن يكون:

$$MSE < \sigma^2 \dots \dots \dots (6)$$

حيث أن σ^2 تباين العينة إذا كان MSE اقل من تباين العينة فأن مقدار التنبؤ Kriging سيكون أفضل.

وحيث أن:

$$\text{var}[\hat{z}(x_0) - z(x_0)] = \text{var}[z(x_0)] + \text{var}[\hat{z}(x_0)] - 2 \text{cov}[z(x_0), \hat{z}(x_0)] \dots \dots \dots (7)$$

بتعويض (4) في (7) نحصل على :

$$= \text{var}[z(x_0)] + \text{var}[\hat{z}(x_0)] - 2 \text{cov}[z(x_0), \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)] = \sigma_{00} + \lambda' C_{zz} \lambda - 2 \lambda' C_{z_0z} \dots \dots \dots (8)$$

$$\lambda' C_{zz} \lambda = \text{var}[\hat{z}(x_0)] \quad , \quad \sigma_{00} = \text{var}[z(x_0)] \quad \text{إذن إن}$$

$$2 \lambda' C_{z_0z} = 2 \text{cov}[z(x_0), \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)]$$

لتصغير (8) نفترض

$$w = \sigma_{00} + \lambda C_{zz} \lambda - 2\lambda C_{z_0z} + 2\mu \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i - 1 \right)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \text{ وفقا للقيود}$$

حيث أن μ مضروب لاكرانج ، نجد المشتقة الجزئية لـ w بالنسبة λ ونضع الناتج مساويا للصفر نحصل على:

$$\frac{\partial w}{\partial \lambda} = 2C_{zz} \lambda - 2C_{z_0z} + 2\mu = 0$$

وهذا يؤدي الى

$$C_{zz} \lambda + \mu = C_{z_0z} \dots \dots \dots (9)$$

ويمكن كتابة (9) بشكل نظام خطي كالآتي:

$$C\lambda = b \dots \dots \dots (10)$$

حيث أن C مصفوفة المتغيرات ذات سعة $n * n$ ويكون بالشكل الآتي :

$$C = \begin{bmatrix} C(0) & C(z_1 z_2) \dots \dots \dots & C(z_1 z_n) & 1 \\ .C(z_2 z_1) & C(0) & C(z_2 z_n) & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C(z_n z_1) & C(z_n z_2) & C(0) & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

ومن الجانب الأخر فإن المتجهان b ، λ يكونان على شكل التالي:

$$b = \begin{bmatrix} C(z_1 z_0) \\ C(z_2 z_0) \\ \cdot \\ \cdot \\ C(z_n z_0) \\ 1 \end{bmatrix} , \quad \lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix}$$

ومن النظام الخطي (10) نوجد قيمة الأوزان λ_i وذلك بإيجاد

$$\lambda = C^{-1}b \dots \dots \dots (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad \text{بحيث يكون}$$

وبضرب طرفي (9) في λ' نحصل على

$$\lambda' C_{zz} \lambda = \mu + \lambda' C_{z_0z} = \sigma_{z_0}^2 \dots \dots \dots (12)$$

وبتعويض (12) في (8) ينتج لدينا

$$\sigma_{00} + \mu - \lambda' C_{z_0z} = \sigma_k^2 \dots \dots \dots (13)$$

انظر البياتي (2005)

إن حساب σ_k^2 يعطينا فكرة عن الخطأ المتضمن في التقدير الذي يمثل مقياساً لنوعية التقدير ويدعى σ_k^2 أيضاً بتباين الخطأ Error variance . ونلاحظ أن σ^2 هو التباين الكلي بينما $\sigma_{z_0}^2$ هو تباين المقدر \hat{z}_0 . انظر Ripley(1981) . هناك علاقة تربط بين دالة التباين $\sigma(h)$ ودالة شبه الفايروكرام $\gamma(h)$ والتباين σ^2 وهو

$$\gamma(h) = \sigma(0) - \sigma(h) \dots \dots \dots (14)$$

حيث إن $\sigma(0) = \sigma^2$ الذي يمثل التباين. انظر البياتي(2005)

وهناك صيغ متعددة للدالة الفايروكرام منها الكروي spherical variogram

$$\gamma(h) = \begin{cases} \psi_0 & h = 0 \\ \psi_0 + \psi \left[\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & 0 < h \leq a \\ \psi_0 + \psi & h > a \end{cases} \dots \dots \dots (15)$$

انظر krige(1976)

وللحصول على دالة التباين نعتبر العلاقة التالية

$$\gamma(h) = C(0) - C(h)$$

أو

$$C(h) = C(0) - \gamma(h)$$

بما إن

$$C(0) = \sigma^2 = \psi_0 + \psi$$

$$C(h) = \psi_0 + \psi - \psi_0 - \psi \left[\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] \quad \text{إذن}$$

وبذلك تكون دالة التباين بالشكل الآتي :

$$C(h) = \begin{cases} \psi_0 + \psi & h = 0 \\ \psi \left[1 - \frac{3h}{2a} + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & 0 < h \leq a \\ 0 & h > a \end{cases} \dots\dots\dots(16)$$

حيث أن ψ_0, ψ, a يتطلب تقديره

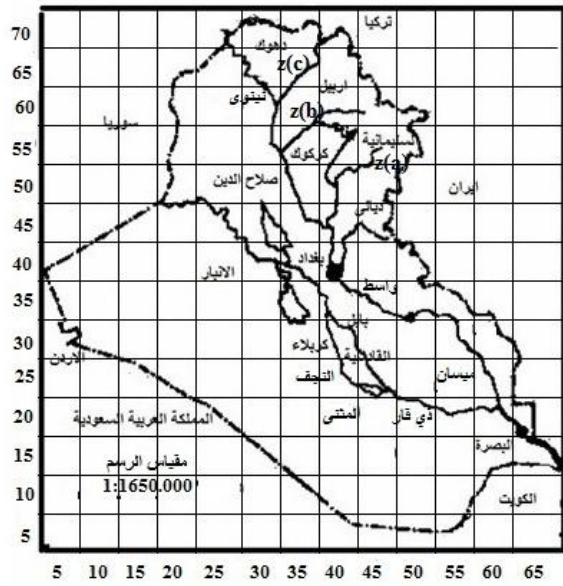
ثانياً :- الجانب التطبيقي

نظراً لأهمية الإحصاء المكاني وكثرة تطبيقاته العملية في العديد من المجالات كالنتقيب عن المعادن والمياه الجوفية والبنترول ، كما يدخل في مجال التحسس النائي في دراسة التلوث البيئي (الهواء)، إضافة إلى ذلك يمكن تطبيقه في المجالات الزراعية في تقدير كثافة الغابات الزراعية وتوزيع النباتات في حقول زراعية معينة .

لقد تم تبني هذا البحث في مجال الزراعة في العراق وتحديدًا في محصول زراعة الحنطة في المحافظات حيث تم الحصول على بيانات حقيقية في هذا المجال من (المجموعة الإحصائية السنوية) الصادرة من وزارة التخطيط / الجهاز المركزي للإحصاء لسنة 2008-2009، إن هذه البيانات موزعة على خارطة العراق (1) وهي مكونة من خمسة عشر محافظة (موقع) من محافظات العراق عدا محافظات إقليم كردستان والتي هي مواقع غير مقاسه أي إن كمية المحصول عندها غير معلومة حيث ارتأينا أن نقدرها باستخدام أسلوب kriging، علماً بإمكان تقدير محصول الحنطة في أي موقع (المحافظة) من محافظات العراق إذا كانت غير معلومة. إن طبيعة هذه البيانات هي بيانات المكانية النقطية (مراكز المحافظات) لأن مراكز المحافظات ليست مناطق زراعية وإنما هي مناطق تجميع المحاصيل الزراعية من خلال المصانع والسابلات وعلى هذا الأساس فقد تم تقسيم خارطة العراق إلى عدد من المربعات عن طريق رسم شبكة من الإحداثيات السينية والصادية وبعدها حددنا إحداثيات جميع المربعات حسب مقياس الرسم المبين على الخارطة والذي يساوي 1:165000 وباستخدام جداول الأرقام العشوائية تم اختيار عدد من المربعات ومنها تم اختيار العينة التي تقع ضمن المربعات المختارة المطلوبة انظر خارطة (2) إلا أنه لقله عدد مفردات العينة لدينا فقد تم اختيار جميع المفردات (المواقع) وذلك لحاجتنا إليها في الحصول على نتائج دقيقة.



خارطة (1) جمهورية العراق



خارطة (2) جمهورية العراق

وباستخدام الصيغة (1) تم ترتيب هذه المواقع بعد أن تم تعيين موقع عشوائي ليكون الموقع الأول أي $z(x_1)$ وقد كان من نصيب محافظة بغداد، ورتبنا على ضوء هذا الموقع تصاعدياً بالنسبة للبعد عن الموقع الأول بقية المواقع وذلك من أجل تحديد $z(x_1), z(x_2), z(x_3), \dots, z(x_{15})$ انظر الجدول (2) في الملحق.

بواسطة هذه البيانات وباستخدام برنامج بلغة matlab حسبنا دالة شبه الفايروكرام التجريبي من خلال الصيغة (2) بين الأزواج من المشاهدات التي تبعد عن بعضها البعض إزاحة h ، حصلنا على النتائج المبينة في الجدول (3) في الملحق.

ومن هذه النتائج رسمنا العلاقة بين دالة شبه الفايروكرام والإزاحة h كما مبين في الشكل (8) نلاحظ إنها تشابه النموذج الكروي وهي عبارة عن دالة تزايدية بدلالة الإزاحة h وتقطع المحور العمودي عند $\psi_0 = 3.5$ ويزداد ارتفاعها وتكاد تستقر عند $h = 8$ أي إن المدى $a = 8$ ودالة الفايروكرام تستقر عند $\gamma(h) = 5$ وهو أعلى ارتفاع له أي إن $\sigma^2 = 8.5$ إذ إن $\sigma^2 = \psi_0 + \psi$ وبذلك يكون $\psi = 5$ ، انظر شكل (9).

وفي هذا البحث قد افترضنا الاستقرارية وبذلك تمكنا الحصول على الدالة التغير $C(h)$ المبين في الصيغة (16)

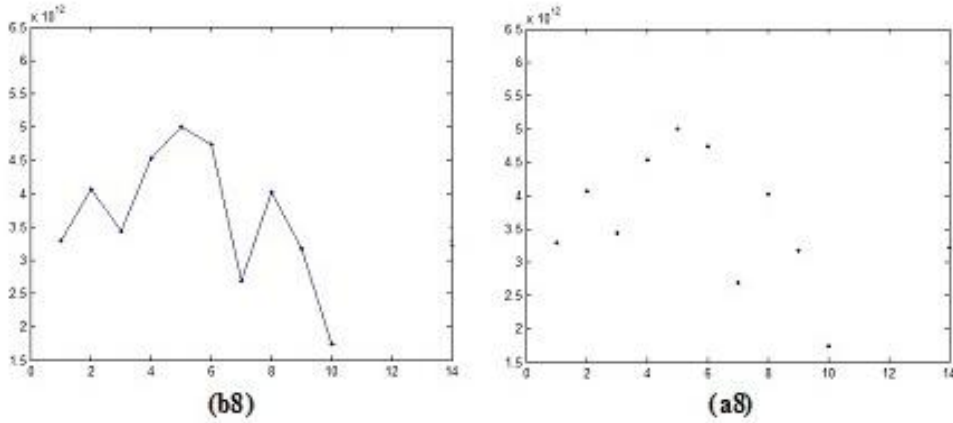
وبعد تعويض المعلمات ψ ، ψ_0 ، a يكون الصيغة النهائية للدالة التغير بالشكل الآتي:

$$C(h) = \begin{cases} 8.5 & h = 0 \\ 5 * \left[1 - \frac{3h}{16} + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{8} \right)^3 \right] & 0 < h \leq 8 \\ 0 & h > 8 \end{cases} \dots\dots\dots(17)$$

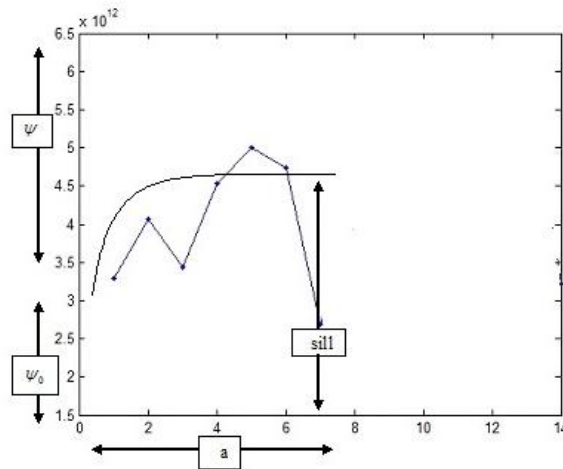
ولابد من الإشارة أن تقدير معالم دالة التغير في هذا البحث قد تم بواسطة الرسم ، إلا انه من الممكن تقديرها بطرائق رياضية أخرى منها طريقة مقدار اصغر معيار تربيعي غير متحيز ، انظر عبد الرحمن (2001) ، (Kitanidis(1985) ، أو طريقة بيز تربيعي غير متحيز ، انظر فتحي (1998).

وبعد ذلك استخدمنا أسلوب kriging على المناطق التي يراد التنبؤ عنها وهذه المناطق موضحة في الجدول (4) في الملحق ، إذ تم اختيارها عشوائيا ، وبإمكاننا اختيار أي منطقة أخرى وبأي عدد مختلف بشرط أن يكون ضمن الخارطة D التي تحتوي على مناطق مقاسه. وبأخذنا المواقع وتطبيق النموذج الكروي لها وجدنا مصفوفة المسافات الاقليدية بين المناطق المقاسة وذلك حسب (1) ومنها وجدنا مصفوفة دالة التغير بين المناطق نفسها أي C_{zz} ومن ثم حسبنا معكوسها C_{zz}^{-1} ، وبنفس الخطوات تم إيجاد مصفوفة المسافة بين مناطق المقاسة ومناطق غير المقاسة ومنها وجدنا مصفوفة التغير بينهما أي C_{z_0} ومن ثم طبقنا الصيغة (11) والتي من خلالها حصلنا على الأوزان λ_i ولكل منطقة غير مقاسه حيث يشترط فيها $\sum_{i=1}^{15} \lambda_i = 1$ وأخيرا تم حساب تباين مقدر kriging $(\sigma_{z(x_0)}^2)$ وتباين kriging (σ_k^2) من الصيغتين (12) و (13) على التوالي ، علما أن μ يمثل مضاعف لاكرانج الذي تم حسابه من C_{zz} ، والنتائج موضحة في جدول (5) في الملحق ، التي تم برمجتها بلغة matlab.

لم نجد هناك دراسة سابقة حول أسلوب اختيار العينة المكانية من أجل حساب الدالة الفاير وكرام، بل كان هناك إما استخدام مباشر للبيانات المكانية المتوفرة ككل أو تحويل تلك البيانات إلى شبكة منتظمة Regular Grid ضمن منطقة الدراسة وقد كان كلا من الطريقتين يتطلبان وقت وجهد في عملياتها الحسابية مقارنة مع الأسلوب المقترح لاختيار العينة في هذا البحث فضلاً عن دقة النتائج التي تم التوصل إليها حيث نلاحظ أن المناطق الثلاثة التي تم التقدير عندها متقاربة نسبياً مع مواقع المشاهدات كما إن مجموع الأوزان يساوي 1 أي أن $\sum_{i=1}^{15} \lambda_i = 1$ ولا ننسى إن هناك دور كبير لمدى a في دقة نتائج التقدير لأن التباين يكون معرض للخطأ للنقاط ابعـد من نصف ابعـد الطول للمشاهدات ، أما بالنسبة لمقدار التباين kriging وتباين مقدر kriging نلاحظ إنها متقاربة جداً وإن هذه الأخطاء يمكن أن يقل أكثر عندما يكون حجم العينات كبيرة ومقاسه بقياسات دقيقة وخاصة عندما يتبع العينات التوزيع الطبيعي . انظر عبد الرحمن (2001)، انظر البياتي(2005)



شكل (8) رسم البياتي لدالة شبه الفاير وكرام مع الإزاحة h



شكل (9) منحنى دالة شبه الفاير وكرام

- الاستنتاجات :

- ١ - يمكن استخدام أسلوب kriging في تقدير عن المحاصيل الزراعية وكذلك في مجال التنقيب عن البترول وعن تلوث الترب والمياه.
- ٢ - إن مجموع الأوزان التي تم حسابه يكون مساويا لواحد كما مبين في الجدول (5) في الملحق.

- التوصيات :

- ١ - يفضل أن يكون حجم المجتمع كبير لكي يكون حجم العينة مناسباً وكذلك أسلوب اختيار العينة يكون عشوائية أكثر ، وكذلك كلما إذا كان حجم العينة كبيرة يكون أخطاء التقدير اقل.
- ٢ - تقسيم الخارطة الى مربعات كبيرة ومساحة المربع الواحد صغيرة قدر الإمكان لكي تضمن تغطية جيدة لكل منطقة الدراسة .
- ٣ - اختيار النموذج الملائم من خلال الرسم البياني بين الدالة الفايروكرام والإزاحة h وإلا سوف نحصل على نتائج غير دقيقة.

- المصادر

- ١ - أبو راضي ، فتحي عبد العزيز(2000)، "مقدمة الأساليب الكمية في الجغرافية".
- ٢ - البياتي، جعفر موسى محمد (2005)، : "الإحصاء المكاني في تقدير التلوث البيئي"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الموصل.
- ٣ - شحادة، نعمان عابد (2011)، "التحليل الإحصائي في الجغرافية والعلوم الاجتماعية" (الطبعة الأولى)، الجامعة الأردنية، عمان، دار صفاء للنشر والتوزيع، 2010 .
- ٤ - عبد الرحمن، نبال صباح (2001)، "نموذج تغاير المكاني خطي مع تطبيق"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الموصل.
- ٥ - فتحي، يونس محمد (1998)، "تقدير بيز لدوال التغاير المكاني بمعلمتين وثلاثة معالم" رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الموصل.
- 6- Delfiner ,P. (1976). Linear estimation of non-stationary spatial phenomena. Advanced geostatistics for the mining industry,M. Guarcascio,M. David, and C. Huijbregts,eds., Reidel publishing company , Dordrecht, Holland, 49-68.
- 7-Fotherington, A.S., C. Brunson, and M. Charlton, 2000 "Quantitative Geography". Sage, London. Chap. 2, Chap. 6.-6.3

- 8- Hammond , R.,& McCullagh,P., "Quantitative Techniques in Geography" , an Introduction , Oxford, 1974.
- 9- Krige, D .G (1976). "Some Basic Consideration in the Application of Geostatistics to the valuation of ore in south African Gold Mines", Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. 383-391.
- 10- Kitanidis , P.K.(1985) : "Minimum _ Variance Unbiased Quadratic Estimation of Covariance of Regionalized Variables". J. Math. Geo. Vol . 17 No . 2 .P. 195-209 .
- 11-Lengley, Paul A. & Batty, Michael, (1996), "Spatial Analysis: GIS Modeling in A Environment", John Wiley & Sons, Inc, New York
- 12 - Matheron ,G.(1971). "The Theory of Regionalized Variable and its applications". Les Cahiers du center de morphologie mathematique, No. 5, Fontainebleau, France.
- 13- Olea, R.A. (1975) . "Optimum mapping techniques using regionalized variable theory" . Kansas Geologic survey series on spatial Analysis No.2 University of Kansas, Lawrence, Kans.
- 14 - Ripley,B.D. (1981) . "Spatial statistics" , New York , John Wiley.
- 15 - Rogerson, P.A., 2006. Statistical Methods of Geography. 2nd ed. Sage. London. Chap. 2.6, 10.1,10.2
- 16- Steven, S.C. and Cressie, N (1996). "Acomparison of Geostatistics methodologies used to estimate snow water equivalent (Water resources bulleten)". Journal of the American water resources association Vol.32,No.2.
- 17 - Stein, M.L. (1987). "Minimum Norm Quadratic Estimation of spatial variograms" , J .Am . Statist. Assoc. 982, p. 765-772.

الملحق

الجدول (2) كمية المحصول الحنطة في المحافظات مع إحداثياتها

$v(x)$	$u(x)$	قيمة $z(x)$	$z(x)$	الموقع
39	39	96271	$z(x_1)$	بغداد
40	40	149177	$z(x_2)$	ديالى
28	37	102727	$z(x_3)$	بابل
30	35	3942	$z(x_4)$	كربلاء
38	30	57401	$z(x_5)$	الانبار
25	36	85254	$z(x_6)$	النجف
30	48	204925	$z(x_7)$	واسط
47	33	63805	$z(x_8)$	صلاح الدين
27	42	142894	$z(x_9)$	القادسية
54	38	166822	$z(x_{10})$	كركوك
20	43	7115	$z(x_{11})$	المتن
25	55	66388	$z(x_{12})$	ميسان
20	50	75525	$z(x_{13})$	ذي قار
62	30	15996	$z(x_{14})$	نينوى
15	60	16733	$z(x_{15})$	البصرة

جدول (3) نتائج دالة شبه الفايروكرام

$\gamma(h)$	h
3.2847	1
4.0653	2
3.4373	3
4.5394	4
5.0063	5
4.7325	6
2.6931	7
4.0174	8
3.1712	9
1.7421	10
1.7322	11
4.2490	12

6.0159	13
3.2220	14

الجدول (4) مواقع المطلوب تقديرها

$v(x)$	$u(x)$	قيمة $z(x)$	الموقع
55	49	$z(x_a)$	السليمانية
59	37	$z(x_b)$	اربييل
66	29	$z(x_c)$	دهوك

الجدول (5) النتائج الحسابية لعملية تقدير لمناطق غير مقاسه

	$z(x_a)$	$z(x_b)$	$z(x_c)$
λ_1	0.0527	0.0427	0.0435
λ_2	0.0527	0.0427	0.0435
λ_3	0.0368	0.0330	0.0304
λ_4	0.0589	0.0528	0.0487
λ_5	0.0756	0.0677	0.0624
λ_6	0.0576	0.0516	0.0476
λ_7	0.0741	0.0664	0.0612
λ_8	0.0756	0.0677	0.0624
λ_9	0.0671	0.0602	0.0555
λ_{10}	0.0756	0.1697	0.0624
λ_{11}	0.0738	0.0661	0.0610
λ_{12}	0.0747	0.0669	0.0617
λ_{13}	0.0737	0.0661	0.0609
λ_{14}	0.0756	0.0677	0.0624
λ_{15}	0.0756	0.0697	0.2362
$\sum_{i=1}^{15} \lambda_i$	1	1	1
$\hat{z}(x_0)$	81929	90456	70473
$\sigma_{\hat{z}(x_0)}^2$	0.4124	0.5238	0.7734
σ_k^2	61.7448	60.4703	58.0732
μ	-0.6422	-0.5754	-0.5306