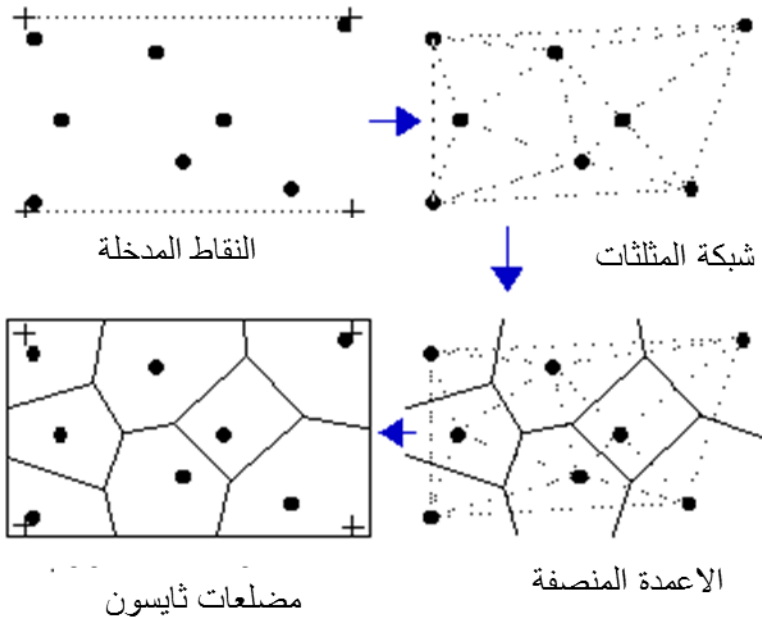


#### 4. الحشر او الاستكمال المكاني spatial interpolation

الاستكمال المكاني هو عملية سائدة في نظم المعلومات الجغرافية. على الرغم من انه يتم استخدامه بشكل واضح في التحليل، الا انه احيانا تستخدم ضمنا في عمليات مختلفة مثل إعداد خريطة كنتورية للعرض، حيث يتم استدعاء الاستكمال المكاني دون تدخل المستخدم مباشرة. الاستكمال المكاني هو عملية تخمين ذكية، والتي فيها يقوم الباحث او المستخدم بمحاولة لإجراء تقدير معقول لقيمة ما في مجال مستمر وفي اماكن طبيعيًا لم يتم قياس القيمة فيها. وتتم هذه العملية فقط في البيانات المستمرة continuous fields . وتطبيقاته كثيرة في مجال تقدير الامطار ودرجات الحرارة وسرعة الرياح والضغط ، وتقدير ارتفاع التضاريس ، واعداء النمذجة resampling في الصور الشبكية ورسم خطوط الكنتور واختيار مواقع مرور خط الكنتور بين القيم المقاسة. هناك طرق عدة في ذلك هي:-

(أ). **مضلعات ثايسون Thiessen polygons** : تستخدم كطريقة من طرق الحشر او الاستكمال لتقديرات هطول الأمطار باعتماد عدد قليل من المحطات المطرية للحصول على تقديرات في أماكن أخرى حيث لا توجد فيها محطات قياس الأمطار. وتطور استخدامها لتدخل ميادين خدمية اخرى ذات طابع توزيع مكاني نقطي. تتلخص طريقته بان يتم تنصيف المسافة بين أي نقطتين واقامة خط عمودي من نقطة التنصيف التقاء هذه الخطوط العمودية على امتدادها يشكل مضلع يحيط بكل نقطة .

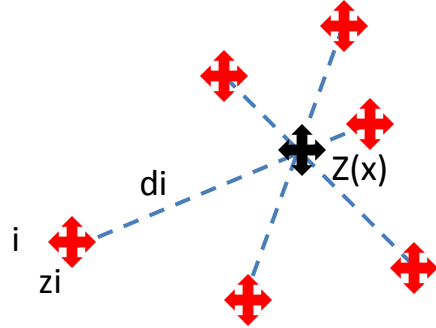


شكل يبين طريقة العمل  
بمضلعات ثايسون

(ب). وزن معكوس المسافة **Inverse-distance weighting** : IDW هو العمود الفقري للاستكمال المكاني، والأسلوب الذي غالبا ما يستخدم من قبل المحللين في نظم المعلومات الجغرافية، ويعمل وفق قانون توبلر عن طريق تقدير القياسات غير المعروفة طبقا للمعدل الموزون لقياسات معروفة في النقاط القريبة، وإعطاء وزن أكبر لأقرب نقطة. وفق المعادلة الآتية:-

$$z(x) = \frac{\sum_i w_i \times z_i}{\sum_i w_i}$$

$$w_i = \frac{1}{d_i^2}$$



حيث ان  $z(x)$  = قيمة  $z$  عند النقطة المجهولة  $x$   
 $z_i$  = قيمة  $z$  عند النقطة  $i$   
 $w_i$  = وزن النقطة  $i$  بحسب معكوس المسافة .  
 $d_i$  = المسافة بين النقطة  $x$  والنقطة  $i$  .

(ج). طريقة كرجنك **Kriging** : من الطرق الشائعة من الاستكمال المكاني، طريقة كرجنك تقدم الافتراض الأكثر إقناعا والمستند إلى المبادئ النظرية الجيدة. والفكرة الأساسية هي أن تكتشف شيئا عن الخصائص العامة للسطح، كما يتضح من القيم المقاسة، ومن ثم تطبيق هذه الخصائص في تقدير الأجزاء المفقودة من السطح. التنعيم **smoothing** هي الخاصية الأكثر أهمية، ويجري تنفيذ ذلك في كرجنك بطريقة ذات مغزى من الناحية الإحصائية. هناك العديد من أشكال حشر كرجنك.

لنفترض أننا نأخذ نقطة  $x$  كنقطة مرجعية والبدء بمقارنة قيم الحقل عندها مع القيم في مواقع أخرى مع زيادة المسافات من النقطة المرجعية. إذا كان الحقل على نحو ناعم وتدرجي فإن القيم القريبة لن تكون مختلفة كثيرا لقياس الكمية نأخذ الفرق بينهما ونربعه، ما دامت علامة الفرق ليس مهما ويمكننا أن نفعل ذلك مع أي زوج من النقاط في منطقة الدراسة.

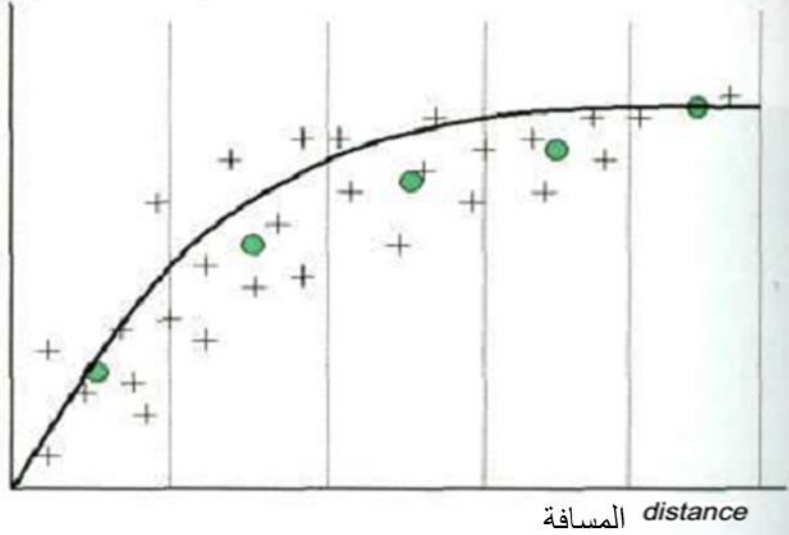
$$(z(x) - z(x_i))^2$$

زيادة المسافة تزداد قيمة هذا القياس .

بشكل عام لوحظ زيادة مرتبة (متناسقة) في مربع الفرق مع مسافة لمعظم المجالات الجغرافية. في الشكل ادناه يمثل المحور العمودي (y) نصف الفرق التربيعي (يؤخذ نصف لأسباب رياضية)، ويعرف الرسم البياني بـ semivariogram. وفي هذا الشكل المحور السيني (الافقي) الذي يمثل المسافة يقسم الى عدة مديات وياخذ المعدل للنقاط الواقعة في كل مدى وكما مبين في الشكل ادناه.

One half the mean squared  
difference (semivariance)

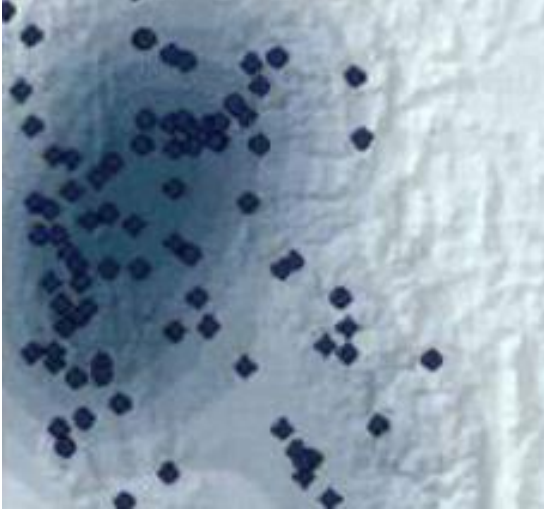
نصف  
معدل  
مربع  
الاختلاف



الفاريوكرام المتجانس يرسم بغض النظر عن الاتجاه ، اما غير المتجانس فانه يتغير كثيرا مع تغير اتجاه المديات.

مرة أخرى، يلاحظ هذا النمط على نطاق واسع من المجالات، ويدل على أن الفرق في القيمة تميل إلى الزيادة ولكنها تصل إلى حد معين لا زيادة بعدها . في الحقيقة، هناك مسافة بعدها لا توجد مفاجآت جغرافية، وهذه المسافة تسمى المدى Range ، وقيمة شبه التباين او التباين عند هذه المسافة تسمى العتبة sill ، نلاحظ أيضا ما يحدث في الطرف الاخر الأدنى من محور المسافة. اذ كلما تقلص المسافة العائدة لزوجين من النقاط المتقاربة مع بعضها فان قيمة شبه التباين تنحدر، ولكنها لاتصل الى الصفر تماما، حتى لو المسافة اصبحت صفر. وبعبارة أخرى، إذا تم أخذ عينات لنقطتين تبعد عن بعضهما مسافة قصيرة سوف تعطي قيم مختلفة وهذه تعرف باسم الـ Nagget للفاريوكرام، ويمكن تفسيرها على انها الاختلاف في القيمة بالقياسات المتكررة في نفس النقطة.

د). تقدير الكثافة **Density estimation**: تقدير الكثافة في نواح كثيرة التوأم المنطقي للاستكمال المكاني- فإنه يبدأ مع النقاط وينتهي مع السطح. تقدير الكثافة يعطي احساس من جانب العوارض المنفصلة فقط، اما الحشر المكاني فإنه من ناحية الحقول المستمرة.



بالرغم من تقدير الكثافة بالامكان تطبيقه على أي انواع الظواهر المنفصلة، ولكن في الغالب يطبق على قياس كثافة النقاط. ويمكن تطبيق هذه العملية باستخدام ما يسمى دالة النواة kernel function ، في تقدير الكثافة، ويتم استبدال كل نقطة بدالة النواة التابعة لها ودوال النواة المختلفة يتم اضافتها لبعضها للحصول على سطح تجمعي، أو حقلًا مستمرًا للكثافة.

## تطبيق عملي : 14. اجراء عملية الحشر او الاستكمال المكاني

المدة الزمنية: (2) ساعة  
ادوات العمل: حاسبة لابتوب شخصية ، جهازا عرض اوفر هيد

- تطبيق على برنامج ArcGIS v.10.2 ويتضمن :-
- تعريف الطالب على كيفية انتاج خرائط خطوط تساوي القيم من خلال قيم نقطية التوزيع .
  - تحديد اماكن الخدمة ومديات التأثير لنقاط محددة .
  - انتاج خرائط الكثافة اللونية باعتماد طرق حشرة مختلفة مثل طريقة مضلعات ثايسون، طريقة وزن معكوس المسافة ، طريقة كرجنك، وكذلك حساب كثافة النقاط.