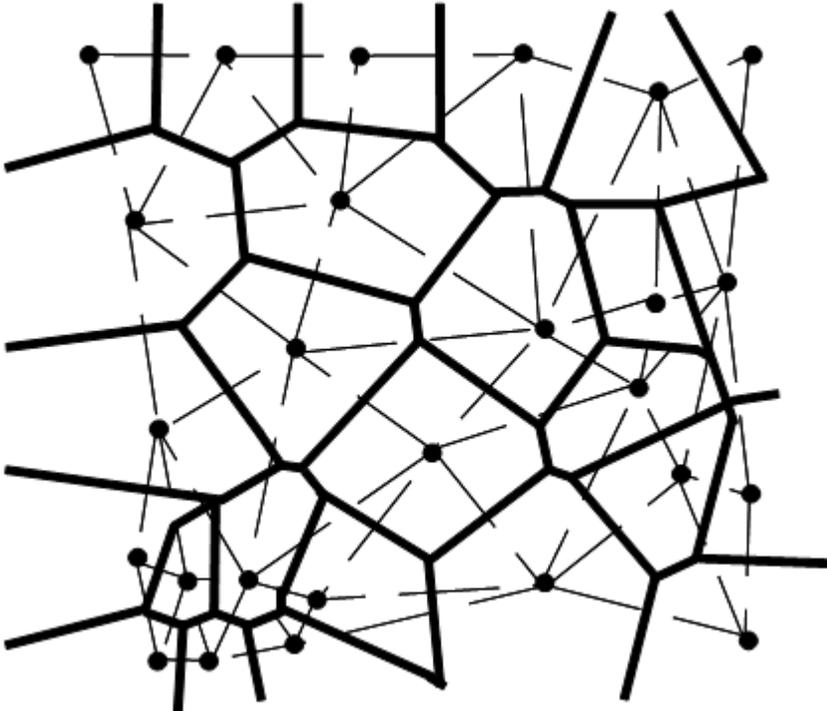


ثانياً: الحشر او الاستكمال المكاني spatial interpolation

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 للقيمة ما في حقل 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 من 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 .

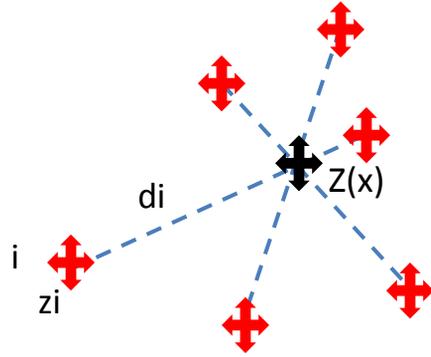


شكل يبين طريقة العمل
بمضلعات ثايسون

(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 لمعدل 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 .

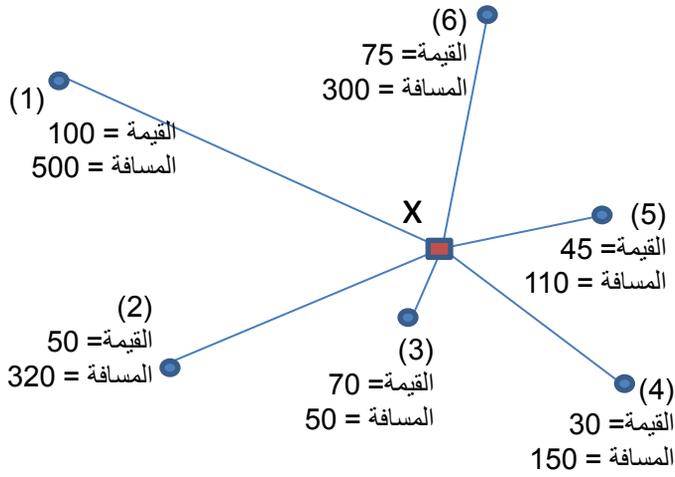
(ج). طريقة كرجنك **Kriging** : من الطرق الشائعة من الاستكمال المكاني، طريقة كرجنك تقدم الافتراض الأكثر إقناعا والمستند إلى المبادئ النظرية الجيدة. والفكرة الأساسية هي أن تكتشف شيئا عن الخصائص العامة للسطح، كما يتضح من القيم المقاسة، ومن ثم تطبيق هذه الخصائص في تقدير الأجزاء المفقودة من السطح. التنعيم **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 نربعه، ما دام 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 .

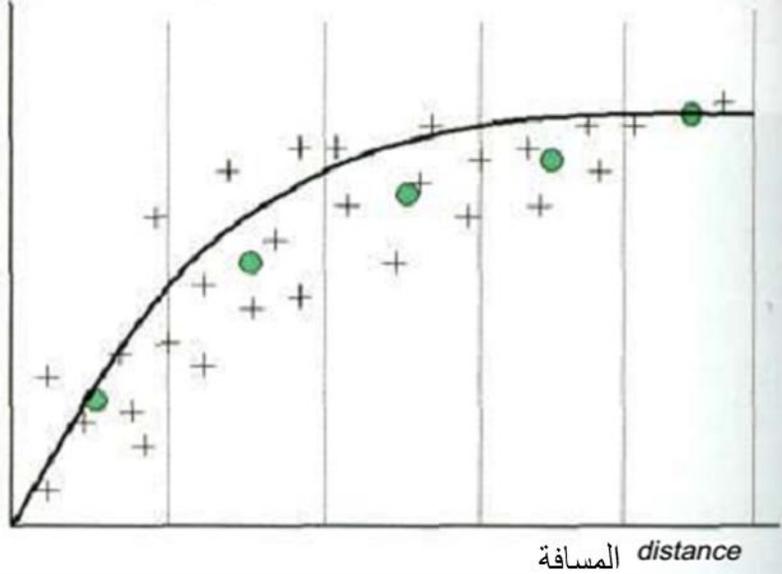
تمرين : جد قيمة الضوضاء عند النقطة x بالاعتماد على قيم مصادر الضوضاء
مقاسة بالديسيبيل والمسافة بالامتر وكما مبين ادناه باستخدام طريقة وزن معكوس
المسافة IDW .



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)

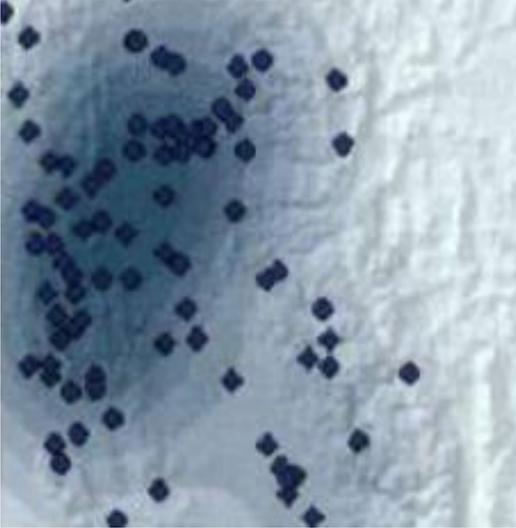
نصف معدل الاختلاف



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 تغيرات جغرافية ملحوظة، وهذه المسافة تسمى المدى Range ، وقيمة شبه التباين او التغير عند هذه المسافة تسمى العتبة sill ، نلاحظ أيضا ما يحدث في الطرف الاخر الأدنى من محور المسافة. اذ كلما تتقلص المسافة العائدة لزوجين من النقاط المتقاربة مع بعضها فان قيمة شبه التغير 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 فانه 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.

ثانيا : تحليل السطوح Surface analysis

يتناول تحليل السطح التوزيع المكاني للمعلومات السطحية من ناحية التوزيع الثلاثي الأبعاد. أي ظاهرة مكانية يمكن عرض توزيعها في رسم تخطيطي منظور ثلاثي الأبعاد لأغراض الفحص البصري. قد يمثل السطح توزيع مجموعة متنوعة من الظواهر، مثل السكان، والجريمة، وإمكانات السوق، والتضاريس، وأشياء أخرى كثيرة. ويمكن تمثيل تضاريس سطح الأرض عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) digital elevation model ، ومنه يتم حساب قيم الانحدارات واتجاهاتها ورسم خطوط الكنتور واستنباط شبكة الأودية وغيرها الكثير.

(أ). تمثيل السطوح

ويتم تمثيل معالم سطح الأرض بأشكال عدة:-

1. نماذج التضاريس الرقمية (DTM) Digital Terrain models

البعد الثالث هو عنصر أساسي من الرؤية لمعالم السطح ويصفها نسبة لسطح الأرض، الذي يلعب دورا أساسيا في الرؤية الظاهري المعالم سطح الأرض. ومن المهم أن نتعمق في معنى المصطلحات الشائعة الاستخدام وأن نفهم كيف يمكن إنتاج النماذج الرقمية لمعالم سطح الأرض.

-نموذج السطح الرقمي (DSM) Digital Surface Model

يصف نموذج السطح الرقمي السطح الأرضي بما في ذلك العوارض التي تغطيه مثل المباني والنباتات ويصفها عموما من خلال الأوليات الهندسية المعروفة للأشكال (المستطيلات أو المثلثات).

- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation model

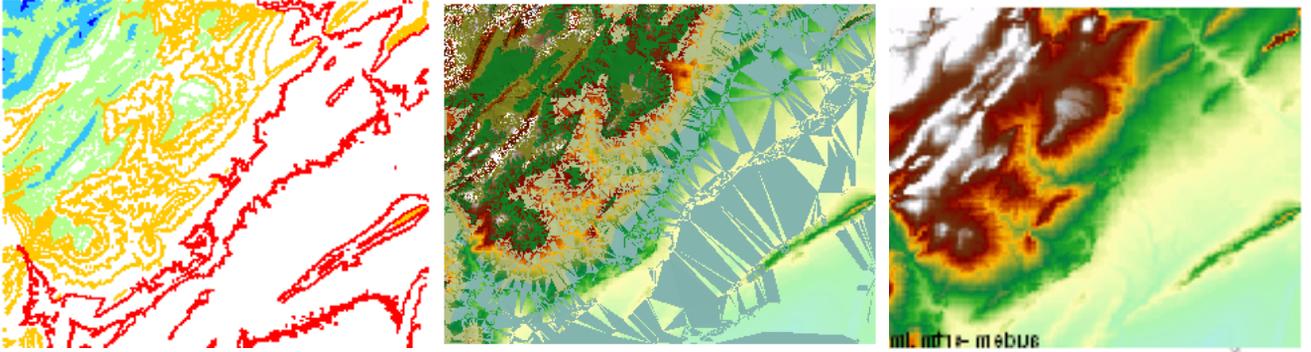
من الناحية الهندسية، هو ما يعادل نموذج التضرس الرقمي، إلا أنه يتكون من شبكة خلايا منظمة لها قياس في قسمة الارتفاع وتكون بشكل شبكي أو صوري

raster format

- نموذج التضرس الرقمي digital terrain model ويقاس الارتفاع النسبي للتضاريس فوق سطح الأرض.

2. شبكة المثلثات غير المنتظمة TIN: وهي طريقة تقرب تمثيل سطح الأرض بشكل سلسلة من المثلثات غير المترابطة، وتخزن قيم الارتفاع (z) إلى جانب إحداثيات x، y في العقد التي تشكل المثلثات، على النقيض من نموذج الارتفاع الرقمي فإنها تستند إلى التوزيع غير المنتظم لنقاط الارتفاع.

3. خطوط تساوي الارتفاع contour : او خطوط الكفاف ، هي الطريقة الأكثر شيوعا لرسم خرائط التضاريس، فهي خطوط تعمل على ربط النقاط المتساوية الارتفاع ولها فاصل كنتوري او فاصل الكفاف ويمثل الفاصل المسافة العمودية الفاصلة بين خطوط الكفاف. وخط الكنتور الاساسي هو خط الكنتور الذي تبدا منه عملية رسم خطوط الكنتور .



Contour line

TIN

DEM

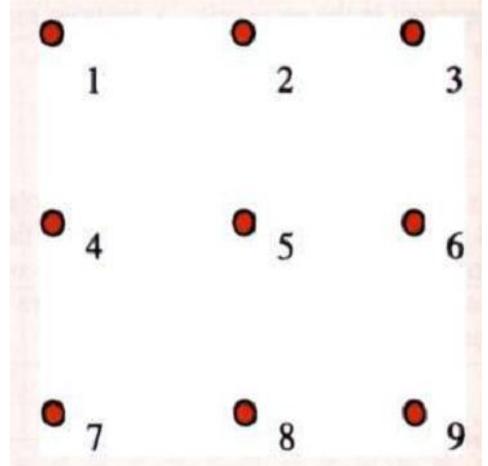
(ب). الانحدار والوجهة slope and aspect : اكثر ما يستخدم في تمثيل التضاريس في نظم المعلومات الجغرافية هو نموذج الارتفاع الرقمي DEM اذ يمثلها بنمط شبكي، أي شبكة من الخلايا لكل منها قيمة ارتفاع. ويتم تحديد قيمة الانحدار ووجهته لكل نقطة على نموذج الارتفاع الرقمي وذلك بمقارنة الارتفاع لتلك النقطة بارتفاع مجاوراتها من النقاط. يتم حساب قيمة الانحدار ووجهته وفق المعادلات الاتية:-

$$b = (z_3 + 2z_6 + z_9 - z_1 - 2z_4 - z_7) / 8D$$

$$c = (z_1 + 2z_2 + z_3 - z_7 - 2z_8 - z_9) / 8D$$

$$\tan (\text{slope}) = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$\tan (\text{aspect}) = b/c$$



حيث ان b و c هما ظل (المنحدر) في اتجاه المحور السني والصادي على التوالي، D = المسافة بين خلايا النقاط في الشبكة = Z يمثل قيمة الارتفاع عند النقطة r ، Slope = الانحدار ، Aspect = الوجهة ، وان قيمة الزاوية هي معكوس الظل \tan^{-1}

			الارتفاع (متر)	النقطة
1	2	3	25	1
			32	2
			55	3
4	5	6	22	4
			37	5
			66	6
			20	7
7	8	9	30	8
			70	9

