حساب البعد الكسوري للهيئات العامة لحدود الخرائط الجغرافية والمنحنيات المغلقة

باسل يونس الخياط **ريان يوسف الخياط**

كلية علوم الحاسبات والرياضيات

جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٤/٣/١٠ **تاريخ قبول البحث:** ٢٠٠٥/٤/٥

ABSTRACT

This research includes building a software to calculate the Fractal Dimension of the general shapes of the borders of geographical maps as well as closed curves. Two methods are adopted for calculating fractal dimension: the first is the well-known Box Counting method and the second is Two-dimension Variation method , some treatments of the two methods are performed in order to qualify them for practical application and fitness for the use in digital images which are used for the representation of borders of maps and closed curves. Matlab 6.5 programming language was used for the implementation of this work.the map of the republic of Iraq was used as a case study for the given work .

الملخص

يتضمن هذا البحث بناء نظام برمجي لحساب البعد الكسوري للهيئات العامة لحدود الخرائط الجغرافية فضلاً عن المنحنيات المغلقة .هناك طريقتين لحساب البعد ألكسوري : الأولى وهي الطريقة المعروفة بطريقة عد الصناديق والثانية طريقة تغيير البعدين .لقد تم إجراء بعض المعالجات للطريقتين لغرض تأهيلهما للتطبيق العملي وملاءمتهما للاستخدام على الصور الرقمية المستخدمة لتمثيل حدود الخرائط والمنحنيات المغلقة . فضلاً عن ذلك فقد تمت الاستفادة من التقطيع ألكسوري لغرض حساب طول الحدود للخرائط مقاسا بالكيلومتر وكذلك للمنحنيات المغلقة مقاسا بالسنتيمتر.لقد استخدمت لغة البرمجة الخاصة بتطبيق Matlab 6.5 لبرمجة النظام تحت بيئة تطوير واجهة المستخدم الرسومية واعتبرت خارطة جمهورية العراق لحالة دراسية ضمن الحالات التي أخذها النظام المعد.

1. المقدمة:

أن الخريطة الجغرافية هي لغة عالمية وظيفتها حفظ التراث الجغرافي ونقله وتعد وسيلة إيضاح ضرورية . و من المعلوم بان حدود الخرائط الجغرافية هي الأساس المعتمد لأجل تحديد المساحة التي تشغلها الرقعة الجغرافية للبلد المعني من سطح الأرض , ومن خلال القوانين التقليدية يمكن حساب المساحة وطول الحدود لتلك الخرائط تقريبيا من خلال مقياس رسم معين كما يفعل ذلك علماء المساحة و المختصون بالجغرافية .

لقد كان ,حتى وقت قريب تعتمد التخمينات والحسابات المقترنة بالحدس في إيجاد الشكل التقريبي للهيئة التي يعتمد عليها في رسم الخارطة الجغرافية لرقعة ما على سطح الكرة الأرضية . ومع بداية الثورة في عالم الاتصالات في منتصف القرن الماضي ,وقيام الإنسان بإرسال المركبات الفضائية إلى خارج المجال الجوي للكرة الأرضية وتزامن ذلك مع البداية الفعلية لعصر الحاسبة الإلكترونية وإطلاق الأقمار الاصطناعية التي تحمل آلات التصوير التي أعطت صورا ذات دقة عالية لسطح الكرة الأرضية وما يحويه من معلومات تفصل تضاريس تلك الرقعة من المساحات الصحراوية , المناطق الزراعية , تدرجات الحرارة الخ من التفاصيل الدقيقة , تمكن علماء الجغرافية ضمن مجال التحسس النائي من الحصول على صور دقيقة مدعومة بالحاسب الآلي يشار إليها باسم الصور الرقمية مكنتهم من وضع الخرائط الصحيحة لدول العالم قاطبةً وبجهد وكلفة اقل مما في الطرائق التقليدية.

يتضمن موضوع البحث استخدام بعض أساليب الهندسة الكسورية لغرض حساب البعد الكسوري للهيئة العامة للخارطة الجغرافية (أي الهيئة المميزة للخارطة) الخاصة بالبلد المعني , وتم إجراء العمليات لأجل حساب البعد الكسوري للخرائط على صور رقمية لحدود خرائط معينة لمجموعة من الدول العربية , ضمن النوع الثالث من الصور الرقمية , وبتدرجات لونية محدودة ب256 لوناً فقط , ضمن صيغة الخزن لملفات (BMP), وذلك لكي تكون الحسابات دقيقة للبيانات المأخوذة من الخرائط الجغرافية , فضلاً عن إمكانية إجراء العمليات لحساب البعد الكسوري للصور الرقمية للمنحنيات غير المنتظمة المغلقة , وإمكانية حساب طول الحدود سواءاً للخارطة أو المنحني غير منتظم المغلق.

2. الهندسة الكسورية Fractal Geometry :

ان الهندسة الكسورية او (هندسة الكسوريات) هي منطلق جديد في إطار الهندسة العامة اقترحها واعتمد عليها من قبل عالم الرياضيات البولندي الولادة الفرنسي الجنسية بينيوت ماندلبروت B.B. Mandelbrot في مطلع السبعينات من القرن الماضي اظهر من خلالها أن كل جسم أو شكل في الطبيعة, الذي يعد غير منتظم من وجهة نظر الهندسة التقليدية, هو جسم أو شكل منتظم يحمل صفة التشابه الذاتي Self Similarity , أي انه يتضمن صفة تشابه اصغر جزء من أجزائه(إذا قسم ذلك الجسم او الشكل إلى أجزاء صغيرة متعددة) مع الهيئة العامة لتلك الأجزاء وان له بعدا يقاس من خلال ذلك وهو البعد ألكسوري Fractal Dimension , ويمثل بشكل عدد حقيقي ,ويعد البعد ألكسوري ناتجا رياضيا لعمليات إحصائية على معلومات تؤخذ من إحداثيات الهيئة للشكل او الجسم, وبصورة أوضح فان البعد ألكسوري هو مجرد عدد حقيقي موجب يتضمن قياسا هندسياً لصفة التعقيد للشكل الهندسي غير المنتظم [5].

ولكون الخرائط الجغرافية هي أشكال شاذة غير منتظمة (منحني مغلق غير منتظم) وليس لها أبعاد معينة ونتيجة لارتباط ذلك مع موضوع الهندسة الكسورية فقد تبنى هذا البحث استخدام مبدأ حساب البعد ألكسوري لقياس بعد الخريطة الجغرافية لبلدان عدة فضلاً عن طول الحدود لتلك البلدان .

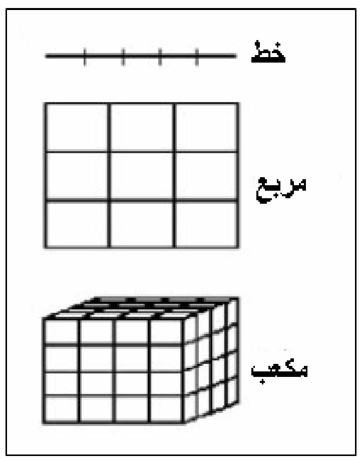
على مدى مائتي عام مضت كانت نظريات المنحنيات والسطوح تتطور في إطار البعدين والثلاثة الأبعاد فأكثر , إن هكذا أشكال تمتلك في الغالب هياكل خارجية معقدة , وإذا نظرنا إليها في مقاييس صغيرة سوف تظهر كخطوط مستقيمة أو مستويات .إن القاعدة المستخدمة للتعامل مع هكذا كيانات هو (الهندسة التفاضلية) [4], التي تعد من المواضيع الممتعة والمطورة في الرياضيات.

على الجانب الآخر فان الأشكال الطبيعية كالسواحل , الجبال , الأشجار , الأوراق , الريشات , الأزهار, الغيوم , والعديد من الأشكال الأخرى المشابهة, ليس من السهل وصفها بالقاعدة السابقة , ومع ذلك , فان تلك الأشكال عادة تمتلك ثبوتية التبسيط تحت تغيرات التكبير , وقد وصف هذه الأشكال العلماء حديثا لان هذا العلم هو فرع جديد من الرياضيات , له القدرة على وصف هكذا أشكال وتطويرها .[6] .

اقترح ماندلبروت وجود عناصر هندسية سماها بألكسورياتFRACTALS إلى جانب هندسة الطبيعة , وهكذا ربط كلمة الكسوريات في كتابه "هندسة الكسوريات للطبيعة" [3] . إن الابتكار ألكسوري الذي اكتشفه ماندلبروت هو شيء مضاد للملاسة (Smoothness) فعلى

الرغم من أن الكيان الأملس لا يقدم أية تفاصيل أخرى في مقاييس صغيرة ,نجــد أن الهندســة الكسورية تقدم تفاصيل غير منتهية في جميع المقاييس بدون الاهتمام الى كيــف يكــون مقــدار الصغر أو الكبر .

إن الكيان يمثل دائما كسلسة او مقطع من السلسلة, من النقاط , إذا أخذنا خطا ذا طول L وقسمناه الى عدد من القطع N سوف يكون طول كل قطعة هو $\ell=L/N$, كل قطعة تكون مشابهة للأصلية , ماعدا ان نسبة المقياس هي $(r=1/N)$ من المقياس الأصلي وكذلك , الكيانات ثنائية الأبعاد , كالمساحة المربعة او السطح , ممكن ان تقسم الى N من الأجزاء المتماثلة للكيان نفسه, ويخفض مقياسها الى العامل $(r=1/\sqrt{N})$, أما الكيان ذو الثلاثة أبعاد كالمكعب الممتلئ فيمكن تقسيمه الى N من المكعبات الصغيرة التي يخفض مقياسها بالنسبة$(r=1/\sqrt[3]{N})$, كمــا يوضح الشكل (1) [5].



الشكل (1) صيغ التقطيع للكيانات

من خلال التشابه الذاتي فان التعميم الى البعد الكسوري يكون قد اصبح واضحا فان الكيان ذا التشابه الذاتي self-similar ذا البعد D يمكن ان يقسم الى N من النسخ المصغرة لذاته وكل نسخة مخفضة المقياس بنسبة العامل "r" حيث :

$$r=\frac{1}{\sqrt[D]{N}} \qquad (1)$$

و

$$N=\frac{1}{r^{D}} \qquad (2)$$

على العكس مما سبق , إذا أعطي كيان ذو صفة تشابه ذاتي مؤلف من N من الأجزاء بالنسبة r من الكل , فان بعد التشابه الذاتي له أو ألكسوري يحسب من خلال :

$$D=\frac{\log(N)}{\log(\frac{1}{r})} , \qquad (3)$$

إن البعد الكسوري , يختلف عن الأبعاد الاقليدية الظاهرية المألوفة , ذلــك لكونـــه لا يحتاج لان يكون عددا صحيحا إن البعد الكسوري يعرف كقيمة محصلة (بُعــد Dimension) بعيدة الاعتماد عن المقياس الذي يغطيها , مع ذلك فان البعد يتأثر في التطبيق اعتماداً على العينة المأخوذة حتى وان كانت جزئية من الظاهرة او الكيان ,وعلى مقياسها المعتمد .تم التحقق من ذلك في إطار عمل منشور ضمن أعمال المرئيات الحاسوبية والصور الرقمية الموســوم "تحليــل الصورة باستخدام البعد الكسوري " افترض ان البعد الكسوري محسوب ومستقل عن المقاييس , متجاهلا التجارب التطبيقية[7] .

إذا كانت S تمثل مجموعة جزئية محدودة Bounded subset في R^n وكانت N(r) تمثل عــدد الصناديق ذوات البعد n وطول الضلع r اللازمة لتغطيــة S كليــاً , فــان الــسعة capacity للمجموعة S ,أو "بعدها الهاوســدروفي Hausedroff Dimension " يرمــز لهــا ب$d_H(S)$ وتعرف كما يأتي [2] :

$$d_H(S) = \lim_{r\to 0}\frac{\log[N(r)]}{\log(1/r)}. \qquad (4)$$

ومن المعروف أيضا بان سعة المجموعة تكون مساوية لبعدها الكسوري [1] , بعبارة اخرى فان المجموعة S يكون لها بعد كسوري $d_H(S)$ عندما يتم تغطيتها كليا بعدد N(r) من الصناديق كل منها ذات طول ضلع r , إذ أن r هو عدد حقيقي موجب وصغير جداً وان [2] :

$$N(r) = k(1/r) \quad . \qquad (5)$$

إذ أن k هو كمية ثابتة . وبأخذ log للطرفين نجد ان :

$$Log[N(r)] = dH(S)\log(k) + d_H(S)\log(1/r) \qquad (6)$$

فمن الواضح أن البعد الكسوري $d_H(S)$ يمثل ميل المستقيم في معادلة المتغير Log[N(r)] على log(1/r) . وباستخدام الأساليب الإحصائية الكلاسيكية يمكن ملاءمة معادلة الانحدار بين قيم Log(1/r) و Log(N(r)) . وباعتبار ان log[N(r)] يمثل المتغير المعتمد "Dependent Variable" و log(1/r) يمثل المتغير المستقل "Independent Variable" فان معادلة الانحدار الخطية يمكن ملاءمتها ولها الشكل العام الأتي عند كل تغير لقيمة (r) :

$$\log[N(r)] = a+b\log(1/r) \qquad (7)$$

ولما كان b يمثل ميل هذه المعادلة وبمقارنة هذه المعادلة مع المعادلة (17.2`) فمن الواضح أن b يمثل القيمة التقديرية للبعد ألكسوري , وحسب المعادلة التالية :

$$b = \frac{\log[N(r)] - a}{\log(1/r)} \qquad (8)$$

وان a هي كمية ثابتة .

ومن الطرائق الشائعة لحساب البعد الكسوري هي طريقة عد الصناديق إذ تستخدم هذه الطريقة لحساب البعد ألكسوري للصور فضلاً عن المنحنيات [8] ,وتتم بوضع شبكة من المربعات (بطول جانبي r)على الشكل أو الصورة(في حالة الصور الرقمية فان r تمثل عدداً من النقاط الصورية Pixels), ثم حساب عدد المربعات (N) التي تضم الشكل الذي يراد حساب بعده ألكسوري, ثم نكرر العملية بقيم مختلفة من معامل التصغير لقيمة r , بعدها نحسب البعد ألكسوري من خلال قيمة الانحدار الخطي لميل المستقيم من القيم Log N(r) مع $\text{Log } r^{-1}$ حسب الخوارزمية آلاتية :

3. **الخوارزمية (1) خوارزمية حساب البعد ألكسوري - طريقة عد الصناديق**:

1.قراءة محتويات الصورة في مصفوفة ثنائية ولتكن IM .

2. تعديل أبعاد المصفوفة بحيث تكون مربعة IM[N*N] و قيمة $N=2^m$ بحيث ان m عدد صحيح .

3.إنشاء التكرار في المتغير p وليكن p=0.

4.افترض طول الضلع يساوي طول البعد الواحد للمصفوفة r=1.

5. قسم الصورة في إطار المصفوفة IMإلى مربعات عددها r*r طول ضلع كل مربع =r.

6. احسب كم مربعا يحوي بالأقل جزءا من الصورة Ns(p)=N(r) و R(p)=r.

7.احسب قيمة اللوغاريتم A(p)=log(Ns(p)) وقيمة اللوغاريتم B(p)=log(R(p)).

8. مادامت قيمة r اكبر من نقطتين صوريتين 2-pixels, اجعل القيمة الجديدة r=r/2, اذهب إلى الخطوة 5.

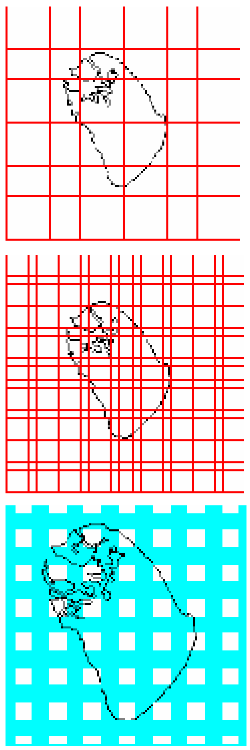
9. احسب ميل الانحدار الخطي لقيم المتجهين log(Ns) و log(R) في المقدار regslp حسب المعادلتين :

C=Covariance (A,B) (9)

regslp=C(1,2)/C(1,1) (10)

10. البعد ألكسوري يساوي المقدار regslp.

يمثل الشكل(2) التكرارات الثلاثة الأخيرة لحساب البعد ألكسوري لساحل جزيرة بوبيان باستخدام طريقة عد الصناديق

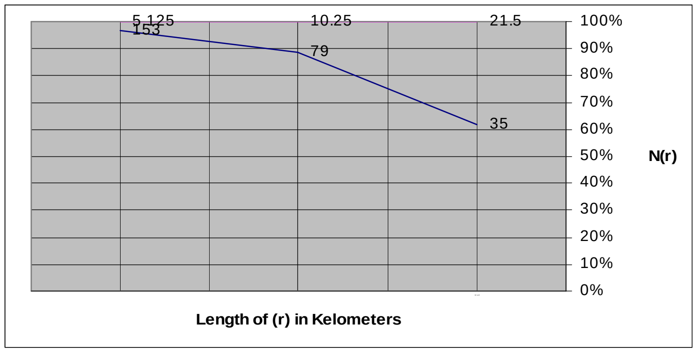


N=35
r=21.5 km

N=79
r=10.25 km

N=153
r=5.125 km

الشكل (2)التكرارات الثلاثة الأخيرة لحساب البعد ألكسوري لساحل جزيرة بوبيان باستخدام طريقة عد الصناديق,مقياس الرسم 1ملم =5.25 كم



الشكل (3) يمثل الشكل الرسم البيانى بين r و N(r)

والخط في الشكل(3) يناظر العلاقة في المعادلة (8), إذ إن البعد الكسوري لمنحني الشريط الساحلي هو" 1.18028" ويمكن حساب طول الشريط الساحلي من العلاقة:

$$N(r)=const.r^{1-DB} \qquad (11)$$

حيث أن:

$$L(r) = N(r).r$$
$$=712.r^{-1.17028}.r$$
$$=712.r^{-1.17028}$$
$$=const.r^{1-DB}$$

وبهذا يكون طول الشريط الساحلي تقريبا (562.807) كم ,و ان 712تمثل عدد الصناديق الحاوية للشكل , و من الممكن مباشرة الحصول على طول الشريط الساحلي بحساب عدد الصناديق الحاوية للشكل وضربه بالطول الفعلي لضلع المربع ضمن اخر تكرار [8].

كما وتستخدم طريقة تغيير البعدين 2D Variation Algorithm لحساب البعد الكسوري وحسب الخوارزمية الآتية :

4. الخوارزمية (2) خوارزمية حساب البعد ألكسوري - طريقة تغيير البعدين:

1.قراءة محتويات الصورة في مصفوفة ثنائية ولتكن IM .

2.تعديل أبعاد المصفوفة بحيث تكون مربعة IM[N*N] و قيمة $N=2^m$ بحيث ان m هو عدد صحيح.

3. حساب نقطة مركز الصورة.

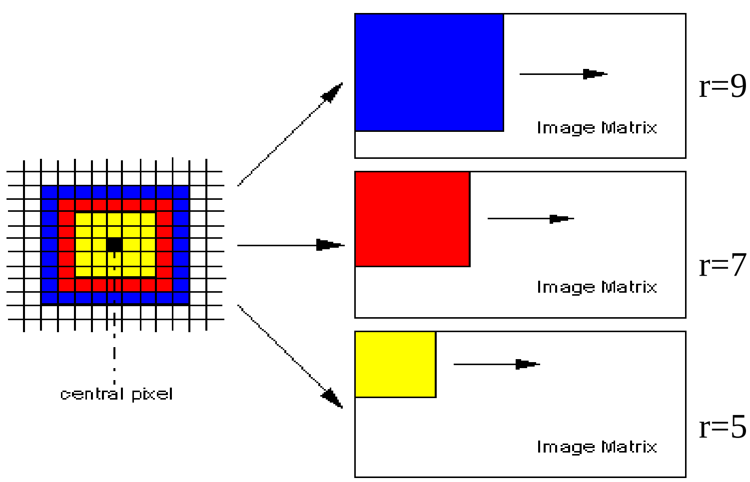
4.افتراض قسم المركز للصورة بمربع أبعاده 2x2 نقطة.

5.إنشاء التكرار p ابتدائيا بقيمة 0 , والمتغير r ابتدائيا بقيمة 2.
6. افتراض مربع SQ طول ضلعه r من الأقسام المربعة طول ضلع كل مربع نقطتان ,يكون للمركز مربعً طول ضلعه نقطتان وزاويته السفلى اليمنى هي مركز الصورة.
7.يحسب عدد الأقسام التي تحتوي على الأقل نقطة واحدة من الشكل ضمن المربعSQ في N(r)
8. حساب (1/r) و N(r) للتكرار الحالي في المتجهين A و B على التوالي.
9. جعل المربع SQ أكبر بزيادة r بمقدار قسمين لكل بعد .
10.زيادة التكرار p بمقدار 1.
11. تكرار الخطوات من 3 إلى 10 حتى يغطي المربع SQ الصورة كاملة في اطار المصفوفة IM.
12. حساب S ميل الخط المستقيم لقيم لوغاريتم الوسط الحسابي لA مقسوما على لوغاريتم الوسط الحسابي لB

وحساب" D "الذي يمثل البعد ألكسوري و حسب المعادلتين:

$$S=\log(A(p)/p)/\log(B(p)/p) \quad (12)$$
$$D=2-S \quad (13)$$

تصلح هذه الخوارزمية لحساب البعد الكسوري لبيئة النقاط الصورية [8] ,لمختلف القياسات (Scales) من r, حيث أن r هو عدد النقاط الجانبية للبعد المستخدم, كما في الشكل (4) حيث (r=5,r=7and r=9):



الشكل (4)تمثيل خوارزمية تغيير البعدين

ثم حساب"S" ميل المستقيم لقيم Log N(r) و Log(r) ثم استخراج البعد الكسوري من المعادلة :

$$D=2-S$$

فضلاً عن حساب البعد ألكسوري لصور الخرائط والمنحنيات , يوفر برنـــامج البعـــد الكسوري إمكانية حساب طول الحدود (Borders length) للخرائط والمنحنيات كـــل حـــسب مواصفاته , بحيث يضاف إلى الخرائط مقياس الرسم , ويكفي المنحنيات ان تمثيلها الصوري هو من دون تكبير , هذا وان طول الحدود بالنسبة إلى الخرائط هو تقريبي وذلك لاعتماد ذلك علـــى مقدار التصغير في مقياس الرسم إذ كلما كبر مقياس الخارطة كثرت التفاصيل لها وكما ذكرنا في الفصل الثاني , أما بالنسبة إلى المنحنيات المغلقة فان طول الحدود لها يكون مـــضبوطا لانهـــا تستخدم مع معامل تكبير وليس معامل التصغير كما هو الحال لمقياس الرسم للخرائط الجغرافية و أدناه الخوارزمية :

5. الخوارزمية (3) خوارزمية حساب طول الحدود للخرائط والمنحنيات المغلقة مـــن صـــورها الرقمية: 1.حساب البعد ألكسوري حسب الخوارزمية (1) أو الخوارزمية (2) .

2.ضمن أخر تكرار في الحساب لقيم N(r) , ضع قيمr و N(r) النهائية في نظر الاهتمام .

3. احسب طول الحدود من المعادلة :

$$Length =(N(r) . r)/ (38) \qquad (15)$$

إن 38 هو عدد ثابت يمثل عدد نقاط خط مستقيم طوله سنتيمتر واحد.

4.ذا كان الاختيار لخارطة فان الناتج لطول الحدود النهائي يكون حسب المعادلة:

$$MapBorderLength=Length*1/Scale \qquad (16)$$

بحيث أن Scale هو مقياس الرسم لما يمثل من كيلومترات لكل سنتيمتر .

5.إذا كان الاختيار لحساب طول منحني مغلق فان طول حدوده هو :

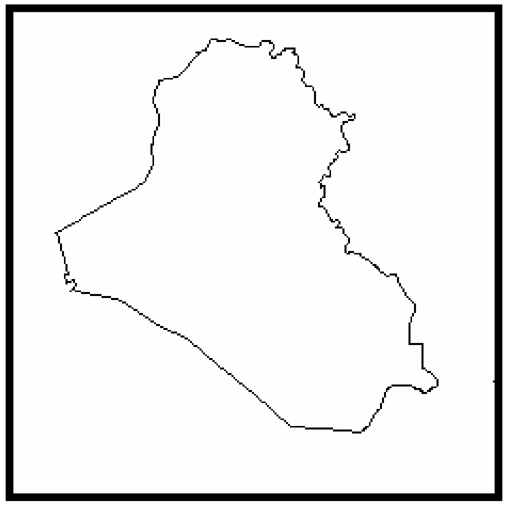
$$CurveBorderLength=Length*EnlargeScale \qquad (17)$$

بحيث أن EnlargeScale هو معامل التكبير للمنحني .

ملاحظة: في 4 الناتج يكون مقاسا بالكيلومتر , وفي 5 الناتج يكون مقاسا بالسنتيمتر .

6. النتائج:

المثال (1): حساب البعد ألكسوري لهيئة حدود خارطة العراق بمقياس رسم 1سم =200 كـــم للصورة داخل الشكل (5) بطريقة عد الصناديق المعدلة :

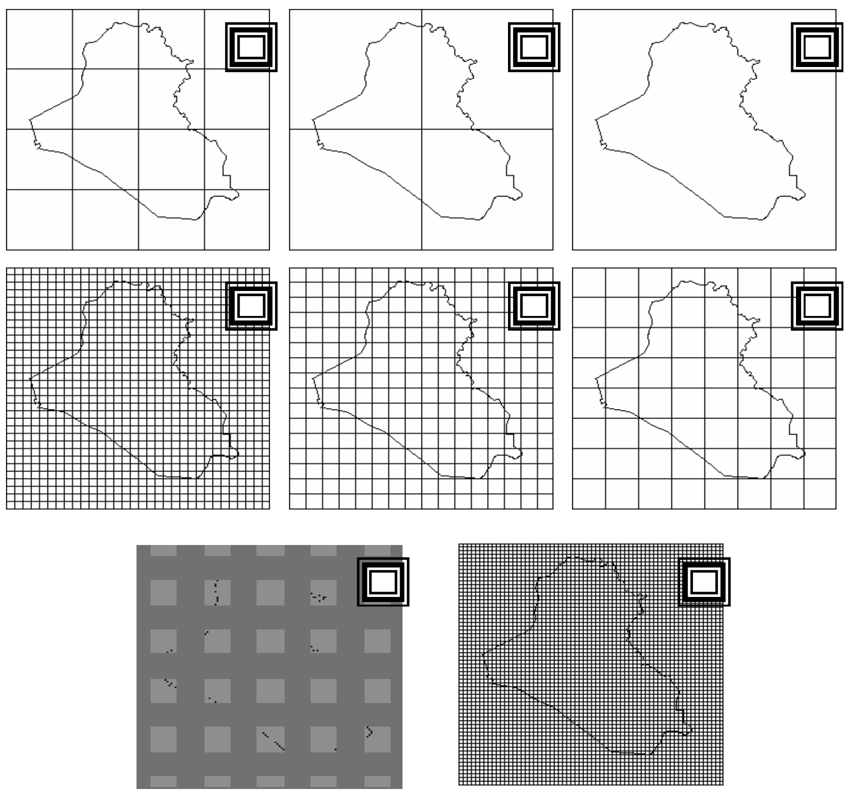


الشكل (5) صورة هيئة حدود خارطة العراق بمقياس رسم 1سم =200كم

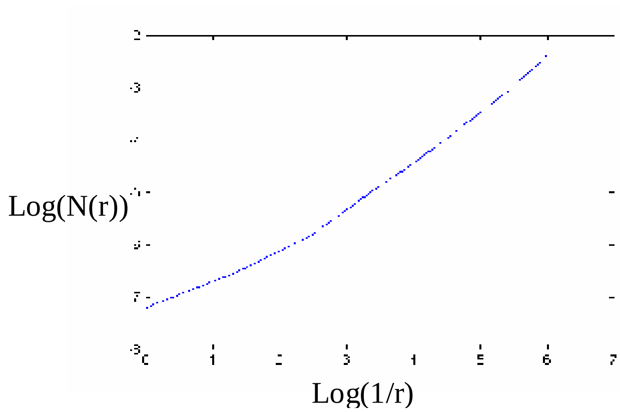
الجدول (1) تفاصيل التقطيع وحساب البعد ألكسوري للصورة المبينة في الشكل (5)

التكرار p	معامل التصغير m=1-p	طول الضلع r			عدد الصناديق N(r) التي تضم جزءا من الخارطة	Log(1/r)	Log(N(r))
		النسبة الى الطول الابتدائي	بالنسبة إلى 2^m	الطول الفعلي بالنقاط			
1	0	1	2^0	256	1	-7.205909	0
2	-1	0.5	2^{-1}	128	4	-6.512761	1.386294
3	-2	0.25	2^{-2}	64	12	-5.819614	2.484907
4	-3	0.125	2^{-3}	32	25	-5.126467	3.218876
5	-4	0.0625	2^{-4}	16	56	-4.433320	4.025352
6	-5	0.03125	2^{-5}	8	113	-3.740173	4.727388
7	-6	0.015625	2^{-6}	4	232	-3.047026	5.446737
8	-7	0.0078125	2^{-7}	2	418	-2.353878	6.037871

الشكل (6) يوضح العلاقة بين قيم Log(1/r) و Log(N(r)) , وبعد اجراء عملية حساب ميــل الانحدار الخطي لقيم Log(1/r) و Log(N(r)) حسب المعادلة (10) وبتطبيق الخوارزمية (1) ينتج البعد ألكسوري الذي يساوي1.18428, وبتطبيــق الخوارزميــة(3) تــم ايجــاد الطــول الممهد(قليل التعرجات) لحدود العراق من الخارطة ووجد بانه يساوي "4410.5263" كيلومتراً تقريباً, وهذه النتيجة مقاربة لطول حدود جمهورية العراق المعروفة لدى الجغرافيين والتي تساوي "4443 " كيلومتراً . أما إذا اعتبرنا ان الخارطة هي منحني مغلق , وطبقنا الخوارزميــة (3) فنجد أن طول المنحني يساوي "22.526" سنتيمتر وهو ما يمثل طول المنحني المغلــق ضــمن المقياس المستخدم لتمثيل الخارطة ضمن الصورة الرقمية, والنتائج أعلاه تم استخراجها بعد ثمانية تكرارات للخوارزمية (1) , في الشكل (7) صور مصغرة لمراحل التقطيع الصندوقي الــذي اجري حسب الخوارزمية (1) و حسب التكرارp.



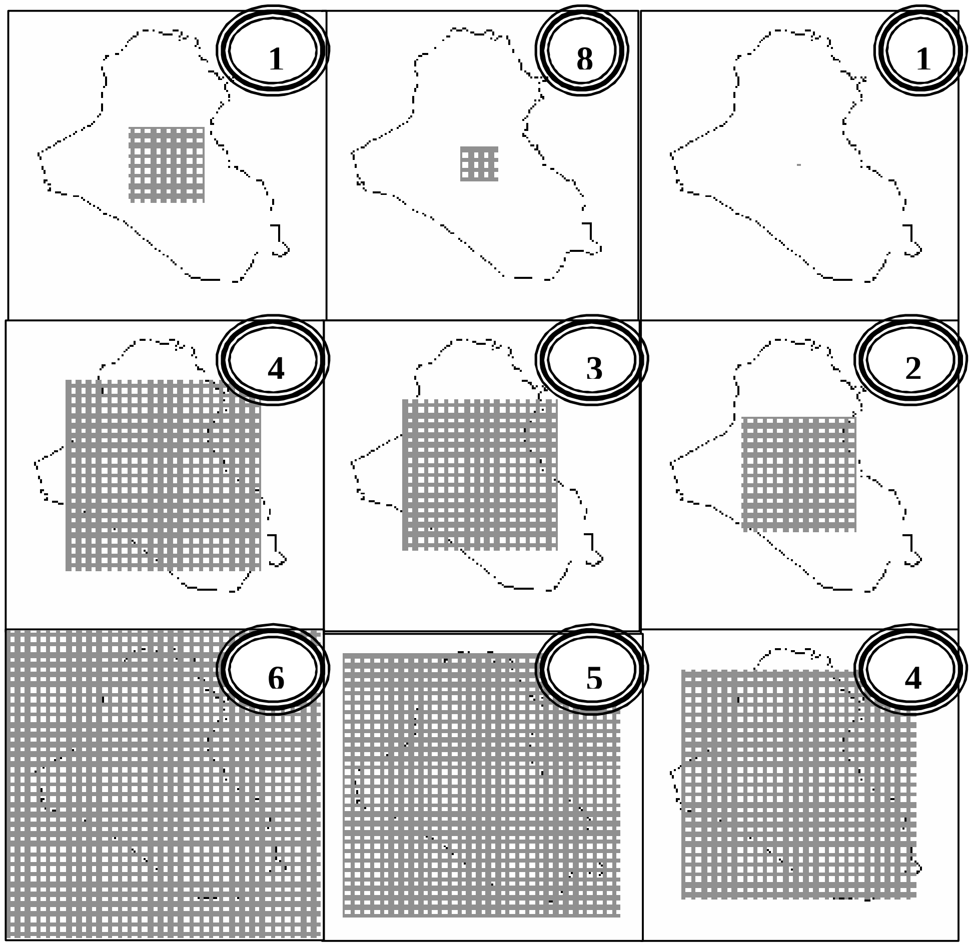
الشكل (7) مراحل التقطيع الصندوقي لهيئة حدود خارطة العراق في الشكل(5)



الشكل (6) العلاقة بين Log(1/r) و Log(N(r)) للمثال (1)

وقد كانت الصور المستخدمة في هذا المثال صورة رقمية من صيغة BMP التي تـم تعديل أبعادها إلى 256x256 نقطة .لتتلاءم مع حسابات الخوارزمية .

وبعد تطبيق الخوارزمية (2) ينتج البعد ألكسوري الذي يساوي "1.25952 " وبتطبيق الخوارزمية (3) وحسب العمليات التي أجريت في المثال (1) فان طول حدود العراق يـساوي "4400" كيلومتراً تقريباً وإذا اعتبرنا الخارطة منحني مغلقاً فيكون طول المنحني الذي يمثلهـا يساوي "22" سنتيمتراً, ويمكن الملاحظة أن هذه النتائج تكون في توافق مقبول مع النتائج التي تم الحصول عليها من الطريقة السابقة في المثال (1) الشكل (8) يمثل صوراً مـصغرة لأبعـاد المربع المركزي الذي اعتمد فضلاً عن المربعات الصغيرة التي يحويهـا ,ضـمن التكـرارات 64,56,48,40,32,24,16,8,1 على التوالي وذلك لان التكرارات كانت 64 وهي كثيرة جدا.



الشكل (8) صور مصغرة توضح أبعاد المربع المركزي الذي اعتمد فضلاً عن المربعات الصغيرة التي يحويها ,ضمن التكرارات 64,56,48,40,32,24,16,8,1 للمثال (٢)

7. الاستنتاجات والتوصيات:

1.ان طريقة عد الصناديق أعطت نتائج أدق في الحساب وسرعة أعلى في التنفيذ مقارنةً بطريقة تغيير البعدين .

2.تمت ملاحظة فرق في البعد ألكسوري بين الطريقة الأولى والطريقة الثانية بواقع 6% , وهو فرق مقبول من الناحية العملية.

3.في حالة مضاعفة مقياس الرسم للخرائط تتولد لنا زيادة في البعد الكسوري بمقدار 3%.

4.قيمة البعد الكسوري الكسوريات المحددة ثابتة وغير قابلة للتغير على تعدد المقاييس,على العكس فان الكسوريات غير المحددة لا يكون البعد الكسوري لها ثابتاً.

5.تمكين البرنامج من معالجة مشكلة مقياس الرسم.

6.استخدام البرنامج لحساب مساحات الدول.

7.رفع إمكانية البرنامج للتعامل مع الأشكال ثلاثية الأبعاد بأخذ خرائط الدول تبعا للسطح "Surface", وحساب البعد الكسوري لهيئة معالم وحدود سطح الدولة.

8.كان التطبيق البرمجي سهل التعامل مع المستخدم (Friendly user interface), لكن كون أنواع الملفات التي تعامل معها التطبيق محددة, يوصى بتمكين البرنامج من التعامل مع عدة أنواع من الملفات الصورية.

9.استخدام البعد الكسوري عنصر تمييز لمدى انتشار شكل أو هيئة في بيئة ما.

10.رفع الأداء البرمجي باستخدام البرمجة بلغات تمكن من إنشاء تطبيق قائم بحد ذاته وغير معتمد على تحميل مترجم اللغة البرمجية في الحاسبة.

المصادر

(١) العبيدي ,انعام هادي عبد "**دراسة عن الكسوريات وتطبيق هينون مع حالة دراسية في علم البيئة** ", *كلية علوم الحاسبات والرياضيات* , جامعة الموصل ٢٠٠٢ .

[2] Alligood,K.T,Sauer,T.D and Yourk,J.A."**Chaos : An Introduction to Dynamical Systems** ",*Verlag New York Inc* 1997.

[3] B.B. Mandelbrote "**The Fractal Geometry of Nature** " *W.H FREEMAN Co. ,New York* 1982 .

[4] K.Falconer "**Fractal Geometry :Mathmatical Foundation and application,** " *John Wisly & Sons ltd* ,1990 .

[5] M.F.Barnesly ,B.B.Mandelbrot , R.L.Devaney , H.Peitgen , D.Saup , R.F. Voss , Y.Fisher and M.M Mecuire " **The Science of Fractal Images**", *Spriger Verlag ,New York*, 1988.

[6] S.Herrington "**Computer Graphics : A Programming Approach**" *2nd ed*. 1987

[7] K.C. Clarke "**Computation of topographic surfaces using the triangular prism surface area method** " , *Computers and Geosciences ,Vol 2 ,No 5* ,1986 ,P713-722.

[8] Roland Kraft , Josef Kauer "**Estimating the fractal dimension from digitized images**" *Munch university of Technology –Weihenstephan Department of Agricultural and Horticultural Sciences Mathematics , Statistics and data Processing institute D-85350 Freising / Germany* 1995.