قسم
الجغرافيا

التحليل الرمزى لبعض الظواهر الجيومورفولوجية في إنشاء الخريطة الكنتورية بالحاسب الآلى

دكتور

أحمد أحمد مصطفى

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب - جامعة الأسكندرية

صادفت محاولات التحليل الرمزى Symbolic analysis للبيانات الجغرافية المكانية Geographical spatial data باستخدام الحاسب الآلى نجاحاً محدوداً عندما تبين عدم إمكانية استعمال التحليل العددى Numerical analysis للقيام بكل أشكال التحليل المكانى . وإحدى المشكلات التى واجهت الباحثين مشكلة ترجمة البيانات الرمزية Symbolic data إلى نظام بيانات عددى Numberic data structure . وترجع تلك المشكلة إلى صعوبة الترجمة من ناحية ، وإلى النقص الواضح فى معرفة وفهم الرموز المستعملة فى لغات الحاسب الآلية من ناحية أخرى . ويهدف هذا البحث إلى توضيح أن نجاح التحليل الرمزى فى إنشاء الخريطة الكنتورية يعتمد بالدرجة الأولى على التعريف بلغة البيانات الرمزية عن طريق عرض نموذج بيانات لوصف ظاهرات جيومورفولوجية بسيطة والعلاقات بينها مثل قمة ، ضلع جبلى ، وادى ... ، ومنها تتبين امكانية تلك اللغة فى وصف بيانات جيومورفولوجية أكثر تعقيداً .

الإطار العام للبيانات الرمزية

يتضمن هذا الإطار العام التعريف بمفردات لغة الرموز المستخدمة فى الحاسبات الآلية . وتنحصر مفردات هذه اللغة فى رموز العقده Node ، العنصر الخطى Segment ، الخلية Cell . وتستخدم تلك الرموز فى ادراك الأشياء Entities وخصائصها Attributes التى تكوّن الظاهرة ، وفى ادراك العلاقات Relationships وملامحها Features التى تربط بين صفات وخصائص الشىء ، وبين صفات وخصائص مجموعة الأشياء التى تكوّن الظاهرة . وهذا يعنى أن كل رمز من هذه الرموز الثلاثة يمكن استخدامه فى ادراك الأشياء وخصائصها ، كما يمكن استخدامه فى ادراك العلاقات وملامحها .

والظاهرة الجغرافية ما هى إلا مجموعة كائنة من شىء يمكن ادراكه وتمييزه ولها خصائص عامة مشتركة وتربط بينها علاقات تصل بين الشىء وخصائصه وبين مجموعات هذا الشىء . فظاهرة البحيرات Lakes على سبيل المثال عبارة عن مجموعة لشىء واحد هو البحيرة Lake . ويمكن ادراك أية بحيرة وتمييزها عن طريق صفاتها وخصائصها كالشكل والمنسوب والطول والعرض والمساحة والعمق وحجم المياه وطبيعتها الفزيائية والكيميائية وحركاتها وشكل الساحل

والكائنات الحية التى تعيش فيها والرواسب المتوضعة على قاعها ... الخ . ويمكن التعبير عن كل خاصية من تلك الخصائص بقيمة : قيمة المنسوب ، قيمة الطول ـــ قيمة العرض ـــ قيمة المساحة ـــ قيمة العمق ـــ قيمة حجم الكتلة المائية ـــ قيمة درجة ملوحة المياه ـــ قيمة كثافة المياه ـــ قيمة درجة حرارة المياه ... الخ . وترتبط تلك الخصائص ببعضها بعلاقات منطقية كالعلاقة بين الأبعاد والمساحة ، والعلاقة بين المساحة والعمق وحجم كتلة المياه ، والعلاقة بين العمق وطبيعة الكائنات الحية وأنواع الرواسب على القاع ولون المياه ، والعلاقة بين شكل الساحل وجيولوجيته والظروف المناخية المحيطة ... الخ . كما ترتبط صفات البحيرة وخصائصها بصفات البحيرات الأخرى وخصائصها بعلاقات متشابكة تكوّن فى النهاية ظاهرة البحيرات موضع الدراسة ، وتكوّن فى نفس الوقت عناصر نموذج بياناتها الذى سوف يقوم الحاسب الآلى بترميزه فى نظام بيانات حتى يمكن تحليله .

والقيم التى يتحدد على أساسها صفات وخصائص الشيء وعلاقاتها إما أن تكون قيم عددية متدرجة ومتصلة ومترابطة Scalar مثل سلسلة احداثيات كارتيزية على امتداد خط ما ، أو قيم اتجاهية غير عددية Non-Scalar لا ترتبط بتصنيف معين .

أنواع الرموز المستخدمة فى الحاسبات الآلية :

من المعروف أن الخريطة عبارة عن رمز Symbol للحقيقة التى تعرضها . والرموز المستخدمة فى الخرائط نوع من القواعد العامة المتفق عليها يستطيع الكارتوجراف عرض ما يريد تصويره من خلالها . وتنحصر تلك الرموز فى رموز الموضع النقطية Point Symbols ورموز الخط Line Symbols ورموز المساحة Area Symbole ، وهناك أنماط شكلية عديدة داخل كل رمز من تلك الرموز . كما تنقسم تلك الرموز من حيث دلالتها إلى رموز نوعية Qualitative تبين الاختلاف فى النوع ، ورموز كمية Quantitative توضح الاختلاف والتباين فى الدرجة أو فى الكم .

والرموز المستخدمة فى لغة جيسا ... الآلية تشبه الرموز المستعملة فى الخرائط فالعقدة Node تقابل النقطة ، والعنصر الخطى Segment تقابل الخط ، والخاليه

Cell تقابل المساحة . وكما ذكرنا من قبل فإن هذه الرموز تستخدم فى إدراك الأشياء وخصائصها وفى ادراك العلاقات وملاحظها . وفيما يلى عرض موجز لهذه الرموز .

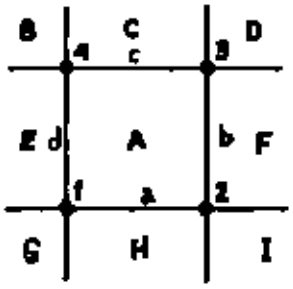
العقدة Node : وهى نمط نقطى Point type يمكن استخدامها فى ادراك الأشياء وصفاتها ، وتحدد باحداثياتها السينية والصادية (x , y) ، وبعدة صفات تميزها . ويمكن أن تكون الصفة إحدى خصائص العقدة أو لها علاقة بإحدى الخصائص . فالمنسوب وهو الأحداثى الرأسى (z) خاصية مميزة تبين صفة الارتفاع والانخفاض ، وهذه الصفة بلغة الرموز قيمة عددية غير اتجاهية .

أما فى حالة استخدام رمز العقدة فى ادراك العلاقات وملاحظها ، فإن هذه العلاقات يوضحها الاختلاف فى موقع العقدة وفى صفاتها المميزة (المنسوب مثلاً) . ويتحدد هذا الاختلاف إما بالتغير النسبى أو المطلق للقيم غير الاتجاهية . فقد تكون العقدة نقطة تقاطع عنصرين خطيين ، أو نقطة التقاء عنصرين خطيين أى نقطة اتصال العناصر ، وقد تكون العقدة نقطة تغير فى إتجاه العنصر الخطى أى نقطة تغير فى صفة العنصر أو صفة الخلية ، كما قد تكون نقطة نهاية عنصر خطى .

العنصر الخطى Segment : وهو نمط خطى Lineal type يمكن استخدامه فى ادراك الأشياء وصفاتها ، ويحدده عقدتان مرتبطتان ببعضهما ، ولكل عقدة احداثياتها السينية والصادية . ويوصف العنصر الخطى بمجموعة من الصفات المميزة هى فى الواقع الأحداثيات الكارتيزية لكل نقطة على الخط ، ولكن بشرط أن تتسلسل قيم تلك الأحداثيات من قيمة عقدة البداية حتى تنتهى منطقيا إلى قيمة أحداثيات عقدة النهاية أو الطرف الآخر للخط . أو بمعنى آخر أن تتسلسل قيم الأحداثيات من العقدة الدنيا Low node إلى العقدة العليا High node ، وبذلك يظهر العنصر الخطى فى شكل بيانى اتجاهى . وقد تكون الصفة المميزة للعنصر الخطى احدى خصائصه كمنسوب نقطة عليه . ويجب أن تتبع العناصر الخطية دالة Function على امتداد كل بعد من أبعادها حتى لا يتسنى حفظها إحدى خصائص الظاهرة مع بعضها . ويعنى هذا أن الصفات يجب أن تكون متجانسة عبر العنصر الخطى .

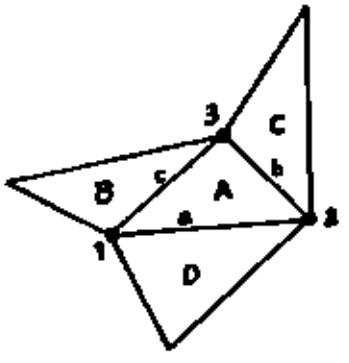
أما عند استخدام رمز العنصر الخطى فى ادراك العلاقات وملامحها ، فإن هذه العلاقات يعبر عنها الاختلاف فى موضع العنصر الخطى ويبين هذا الاختلاف إما بالتغير النسبى أو الفعلى لقيم غير الاتجاهية . كما تظهر معالم العلاقة عند تقاطع خطين أو عند حدوث انقطاع أو وجود ثغرات فى العنصر الخطى يتم وصفه كأحد مميزات الخلية . ويحدث الانقطاع عندما توجد خلية واحدة على أحد جانبى العنصر الخطى بينما يخلو الجانب الآخر من الخلايا . أما الثغرة فتوجد حيث يكون الحد بين خليتين متجاورتين جزء من عنصر خطى له نفس النقط الاحداثية ولكن بقيم احداثيات سينية وصادية مختلفة . ويعنى هذا وجود جزء من عنصر خطى له قيمتين احداثيتين . وهذا مخالف للوضع العادى . وفى هذه الحالة تبقى على القيم الاحداثية لهذا الجزء من العنصر الخطى بحيث تتفق مع تسلسل القيم الاحداثية للخط المحدد لإحدى الخليتين ، وبالتالى ينقطع التسلسل الأحداثى لخط الخلية الأخرى . ويسمى مكان الانقطاع بالثغرة .

الخلية Cell : وهى عبارة عن نمط مساحى Area type يمكن استخدامها فى ادراك الأشياء وصفاتها ، ويحددها مجموعة من العناصر الخطية التى تصف شكلها الخارجى وتحدد علاقاتها بالخلايا المجاورة . ويمكن أن تكون العلاقة الارتباطية بين الخلية وما يجاورها من خلايا واضحة وصريحة يتم تسجيلها فى نظام البيانات كالبيانات نفسها ، أو تكون ضمنية يشار إليها بالوضع النسبى لمفردات البيانات (أشكال ١ ، ٢ ، ٣) . ويحدد الخلية صفة مميزة تستخدم كدليل لها وقد تكون فى نفس الوقت خاصية من خصائصها . وكما أشرنا من قبل فى رمزى العقدة والعنصر الخطى يمكن اختيار منسوب أى نقطة داخل الخلية كدليل لها أى صفة تميزها ودالة توضحها . ويجب أن تتبع العناصر الخطية المحددة للخلية دالة واحدة حتى لا تتقاطع فى عقد . كما أن كل صفة اتجاهية ينبغى أن تكون متجانسة فى قيمها عبر الخلية .



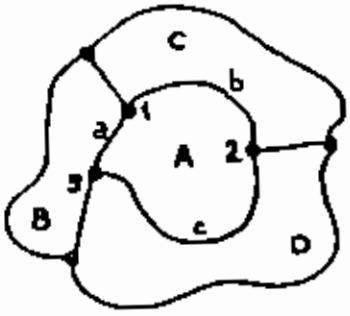
شكل (١)

خلية من شبكة مربعات احدائية ، تتكون من العقد 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، ويحددها العناصر الخطية a ، b ، c ، d ، وتتصل الخلية A بالخلايا المجاورة B ، C ، ..... ، I .



شكل (٢)

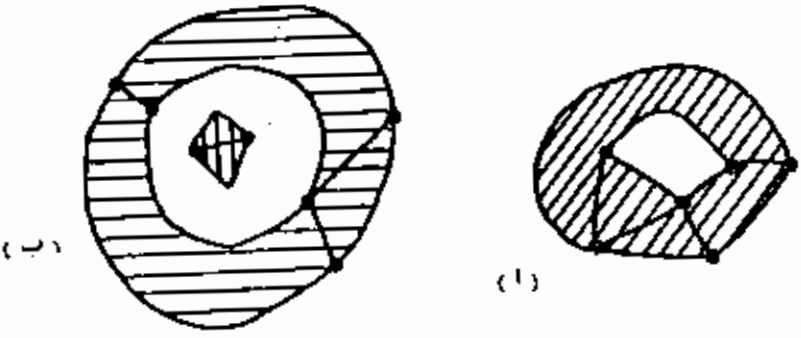
خلية مثلثة الشكل ، وهي جزء من شبكة موزيكية غير منتظمة ، وتتكون من العقد 1 ، 2 ، 3 ، ويحددها العناصر الخطية a ، b ، c ، وتتصل الخلية A بالخلايا المجاورة B ، C ، D .



شكل (٣)

خلية من شبكة متداخلة Nested ، تتكون من العقد 1 ، 2 ، 3 . ويحددها العناصر الخطية a ، b ، c ، وتتصل الخلية A بالخلايا المجاورة B ، C ، D .

أما في حالة استخدام رمز الخلية في ادراك العلاقات وملامحها المساحية Area Features ، فإن هذه العلاقات يعينها لاختلاف في موقع الخلية ويبين هذا الاختلاف إما بالتغيرات النسبية أو الفعلية من خلية إلى أخرى في القيم غير الاتجاهية أو بمجموعة رموز اتجاهية . ويتكون من تشابك خلايا متجاورة والمتشابهة رقعة مساحية Patch يمكن وصفها كمجموعة من الخلايا المترابطة بعلاقات الموقع أو أية صفات مميزة أخرى تعتبر ملامح داخلية أو نظام علاقات هرمي . وقد يكون بداخل الرقعة مساحة أو مساحات غير معرّفة of no definition تسمى فجوات holes (شكل ٤) .



شكل (٤)

أ ــ رقعة مساحية بداخلها فجوة .

ب ــ رقعتان مساحيتان تفصل بينهما فجوة ، وتحدد كل منهما عناصر خطية مقطوعة

التحليل الرمزى لبعض الظواهر الجيومورفولوجية

اختار الباحث منطقة تجميع Catchment area أعد لها قاعدة بيانات data base كمثال لتوضيح عملية التحليل الرمزى فى انشاء الخريطة الكنتورية باستخدام الحاسب الآلى . وقد تم بناء شبكة مثلثات غير منتظمة Irregular triangulated network كنظام بيانات لانشاء الخريطة الكنتورية للمنطقة (شكل ٥) . كما تم اختيار ست ظاهرات جيومورفولوجية بسيطة توجد داخل المنطقة ووضع لها تعريف مبسط يناسب الحاسب الآلى . وقد سار العمل على النحو التالى :

١ ــ ترجمت البيانات طبقاً لمفهوم الإطار العام الذى أشرنا إليه من قبل .

٢ ــ وضع تعريف بسيط لكل ظاهرة من الظاهرات الست وترجمت إلى لغة رمزية حتى يمكن استخدامها فى التحليل الرمزى .

٣ ــ خزنت البيانات فى نظام بسيط مرن . وقد أدخلت البيانات الخاصة بصفات الظاهرة وبيانات العلاقات باستخدام رموز : العقده ، العنصر الخطى ، الخلية على النحو التالى :

العقدة : الأحداثيات السينية والصادية والمنسوب .
قائمة الخلايا المشتركة فى العقدة .
رقم العقدة .

node : x, y, z location
list of triangle cells using this node
node number.

العنصر الخطى : قائمة عقد بداية ونهاية العنصر الخطى .
قائمة الخلايا المثلثية المشتركة فى العنصر الخطى .
رقم العنطر الخطى .

Segment : list of end nodes
list of triangle cells using segment
segment number.

الخلية : قائمة العقد

قائمة الخلايا المثلثية المجاورة .

قائمة العناصر الخطية المحددة للخلية .

قائمة البيانات التي تنساب إلى الخلايا المجاورة (شكل ٦) .

رقم الخلية المثلثية :

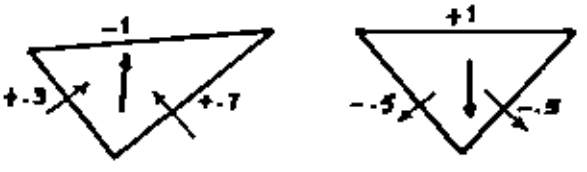
Cell : list of nodes

list of adjacent triangle cells

list of bounding segments

list of flow to adjacent cells

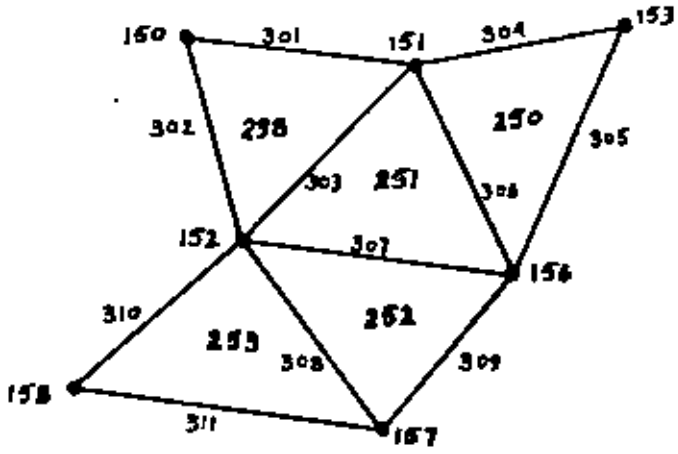
triangle cell number.



شكل (٦)

يشير السهم إلى إتجاه أسافل المنحدر ، وتبين الأرقام نسبة الانحدار التي تعبر كل ضلع من أضلاع الخلية المثلثية . فإذا كانت الاشارة موجبة فإن قيم الانحدار سوف تدخل الخلية من هذا الضلع . أما إذا كانت الاشارة سالبة فإن قيم الانحدار سوف تخرج من هذا الضلع . وتسمى قيم الانحدار الداخلة أو الخارجة أو أى بيانات تدخل الخلية أو تخرج منها بالانسياب flow .

ويبين الجدول التالى جزء من البيانات التى استخدمت فى تمثيل نظام البيانات المبين فى (شكل ٧) .



شكل (٧)

جزء من نظام البيانات المبين فى الجدول

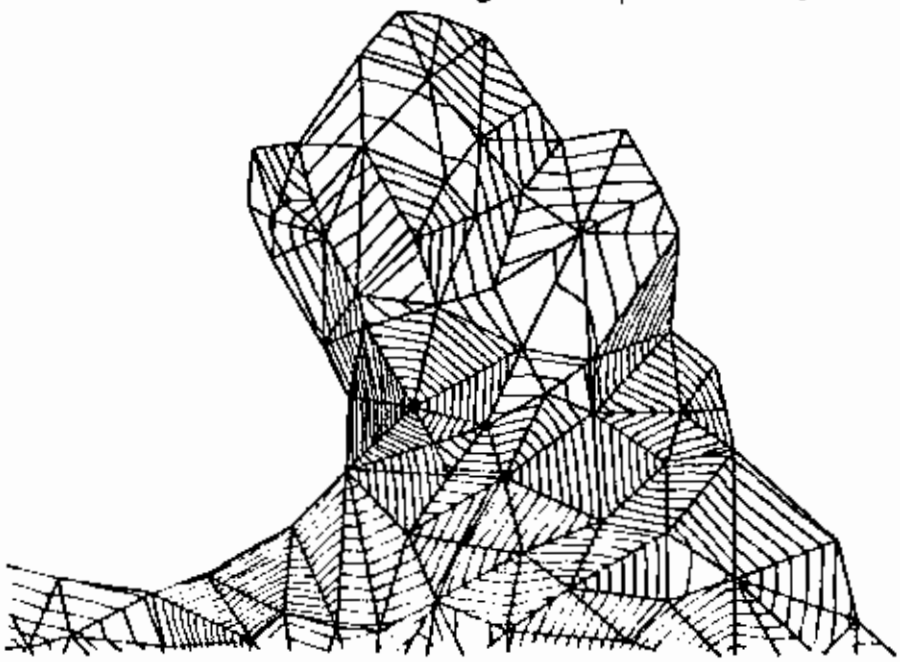
جدول يمثل البيانات الموضحة فى شكل (٧) .

node (150, 6987, 2152, 1010, [238]).
node (151, 8482, 1861, 1240, [238, 251, 250]).
node (152, 7344, 1345, 910, [238, 251, 252, 253]).
node (153, 9562, 1928, 1200, [250]).
node (156, 9675, 510, 1387, [250, 251, 252]).
node (158, 6980, 24, 1255, [253]).
segment (301, [150, 151], [238, 0]).
segment (302, [150, 152], [0, 238]).
segment (303, [152, 151], [238, 251]).
segment (304, [151, 153], [250, 0]).
segment (305, [153, 156], [250, 0]).
segment (306, [151, 156], [250, 251]).
segment (307, [152, 156], [251, 252]).
segment (308, [152, 157], [253, 252]).
segment (309, [156, 157], [252, 0]).
segment (310, [152, 158], [253, 0]).
segment (311, [158, 157], [253, 0]).
cell (238, [150, 151, 152], [0, 251, 0], [304, 303, 302], [3, 3, 3])
cell (250, [151, 153, 156], [0, 0, 251], [304, 305, 306], [7, 7, 7])
cell (251, [151, 156, 152], [250, 252, 238], [306, 307, 303], [7, 7, 7])
cell (252, [152, 156, 157], [251, 0, 253], [307, 309, 308], [6, 2, 6])
cell (253, [152, 157, 158], [252, 0, 0], [308, 311, 310], [6, 4, 4])

ويجب بعد ترجمة البيانات إلى بيانات رمزية طبقاً للإطار العام ، ترجمة التعاريف البسيطة إلى رموز . ويجب أن يكون مفهوماً قبل تكوين تلك التعاريف أن أساس التحليل يقوم على تحديد أي النقطتين المحددتين للعنصر الخطي أعلى منسوباً من الأخرى ، لذا يجب مراجعة كل عنصر خطي لتحديد منسوب عقدتيه وتعيين أيهما أكثر ارتفاعاً . ويتم ذلك باصدار أمر إلى الحاسب الآلي لعرض بيانات عقد العناصر الخطية في ترتيب تنازلي بالنسبة لكل عنصر خطي على حده . فإذا كانت إحدى النقط في وضع غير صحيح سوف تظهر على شاشة الحاسب ومضه تشير إلى الخطأ . وتتم المراجعة على النحو التالي :

```
node_switch( N ) :-  segment( N, [V1,V2], T ),
                     node( V1, _, _, Z1, _ ),
                     node( V2, _, _, Z2, _ ),
                     Z2 < Z1,
                     retract( segment( N, _, _ ) ),
                     assertz( segment( N, [V2,V1], T ) ).
check_all_node :-    node_switch( X ), fail.
```

وبهذه الطريقة يتم مراجعة كل العقد .



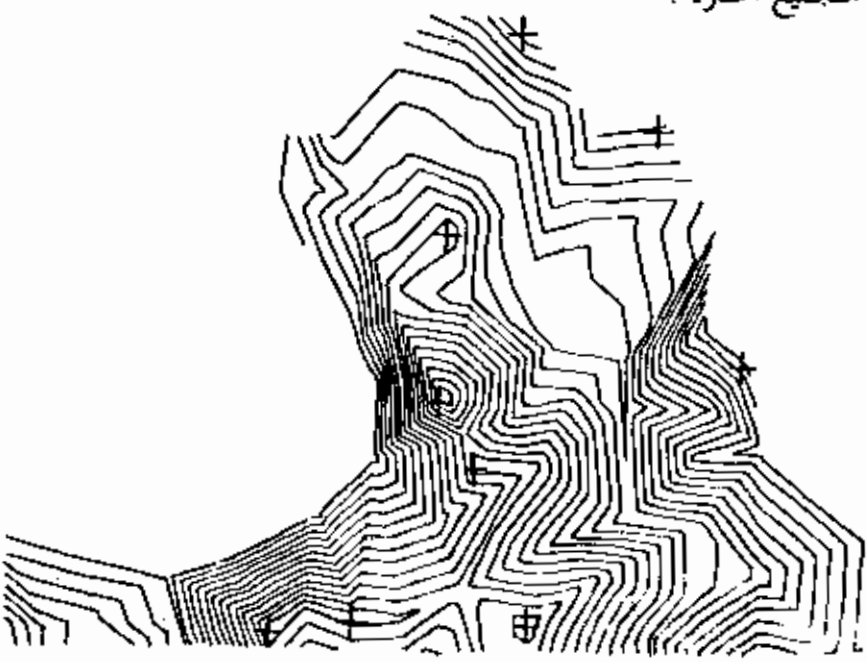
شكل (٥)
شبكة المثلثات غير المنتظمة وخطوط الكنتور لمنطقة التجميع المختاره

القمة Peak :

بعد ترتيب عقد العناصر الخطية تنازلياً حسب منسوبها من الأعلى إلى الأدنى ، نلاحظ أن تنفيذ قاعدة تعريف القمة أصبح أمراً سهلاً . فالعقدة التى تحتل ذيل قائمة العنصر الخطى لا يمكن أن تكون قمة . ولكن العقدة التى تحتل قمة الترتيب لهذا العنصر الخطى ، ان لم تكن هي القمة فسوف تحتل مؤخرة العنصر الخطى التالى . وهكذا ينتقل الحاسب الآلى على عقد العناصر الخطية المتتابعة حتى يصل إلى عقده منسوبها هو أعلى منسوب ولا تتصل بنقطة أعلى منها عبر عنصر خطى فتكون هى القمة . وذلك على النحو التالى :

```
peak ( N ) :- node ( N, _ , _ , _ , _ , _ ),
              node ( segment (  _ , [ _ , N ], _ ) ).
```

ويلاحظ إذا كان رقم العقدة التى هى قمة غير معلوم فإن قيمة منسوبها سوف يعاود الظهور مرة أخرى . ويوضح (شكل ٨) مواقع القمم فى منطقة التجميع المختارة .



شكل (٨)
مواقع القمم فى منطقة التجميع المختارة

القاع Pit :

تعتبر قاعدة تمثيل القاع على العكس من قاعدة القمة . فالعقدة التى تحتل رأس الترتيب التنازلى لمناسيب عقد العناصر الخطية لا يمكن أن تكون قاعاً ، ولكن العقدة التى تحتل مؤخرة الترتيب هى التى تمثل القاع بشرط ألا تتصل بأى عقدة أدنى منها فى المنسوب عبر عنصر خطى . وذلك على النحو التالى :

```
Pit ( N ) :   node ( N, _ , _ , _ , _ ),
              not ( segment ( _ , _ , [N , _ , _ ] ) ).
```

انسياب البيانات Flow :

لتحديد إتجاه انسياب البيانات نحو العنصر الخطى أو بعيداً عنه ، فمن الضرورى اخراج معلومات من الخلية المعنية وفحصها بالنسبة للعناصر الخطية التى تحددها . وتتبع القواعد التالية لتحديد أى تلك العناصر له علاقة بالانسياب :

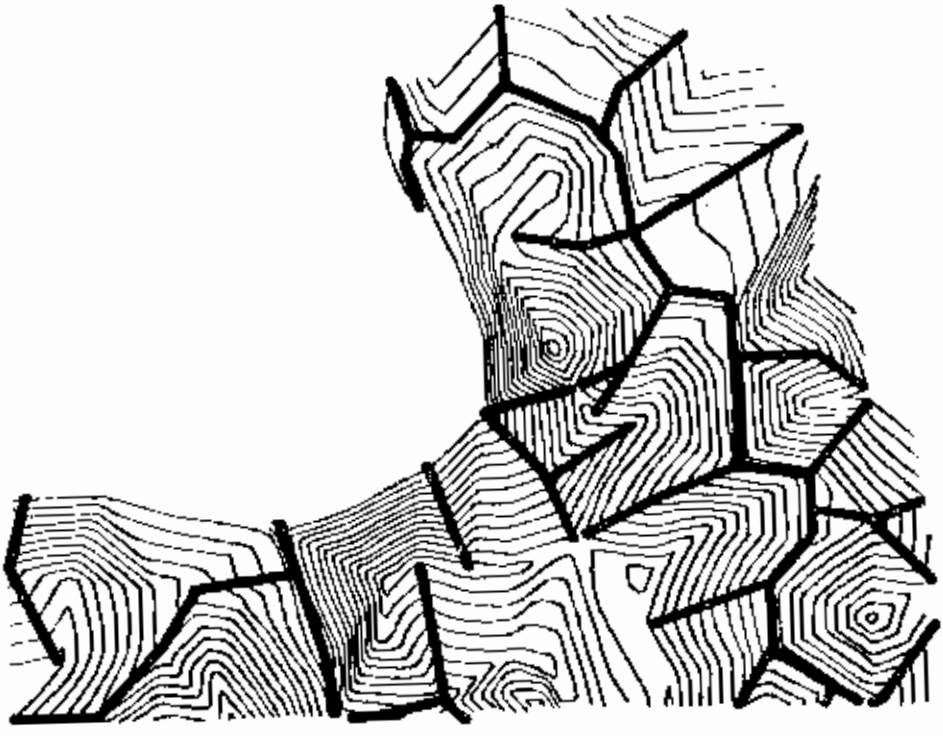
```
cell _ flow ( C, S, F ) :   cell ( C, _ , _ , [S, _ , _ ], _ , _ , [F, _ , _ ] ).
cell _ flow ( C, S, F ) :   cell ( C, _ , _ , [_ , S , _ ], _ , _ , [_ , F , _ ] ).
cell _ flow ( C, S, F ) :   cell ( C, _ , _ , [_ , _ , S ], _ , _ , [_ , _ , F ] ).
```

الوادى Valley :

يعتبر الوادى عنصراً خطياً تنساب نحوه البيانات من الجانبين . ويحدد هذا الانسياب ما نحتاج إليه من بيانات عند مراجعة العنصر الخطى ، فإذا كان التدفق من كلا الجانبين إشارته سالبة فإن هذا العنصر الخطى يعتبر وادياً . وتتبع القاعدة التالية فى تحديد الأودية :

```
Valley ( S ) :   segment ( S, _ , _ , [C1 , C2] ),
                 cell _ flow ( C1 , S , F1 ), F1 > 0,
                 cell _ flow ( C2 , S , F2 ), F2 > 0.
```

وتمثل الخطوط السميكة فى (شكل ٩) الأودية فى منطقة التجميع المختاره .



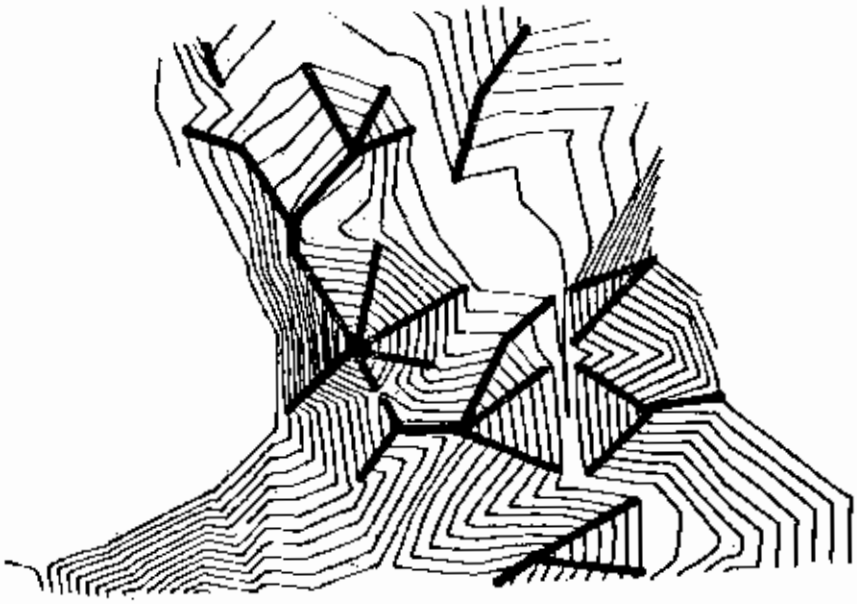
شكل (٩)
الأودية فى منطقة التجميع

الضلع الجبلى Ridge :

يعتبر الضلع الجبلى عنصراً خطياً تنساب منه البيانات إلى الخارج ، وهو بذلك عكس الوادى . فإذا كان تدفق البيانات من جانبى العنصر الخطى اشارته موجبه ، فإن هذا العنصر يعتبر ضلعاً جبلياً . وتتبع القاعدة التالية فى تحديد الضلوع الجبلية :

```
ridge ( S ) :-   segment ( S, _ , [C1 , C2] ),
                 sell_flow ( C1 , S , F1 ), F1 < = 0 !,
                 sell_flow ( C2 , S , F2 ), F2 < = 0.
```

وتمثل الخطوط السميكة فى (شكل ١٠) خطوط الضلوع الجبلية فى منطقة التجميع .



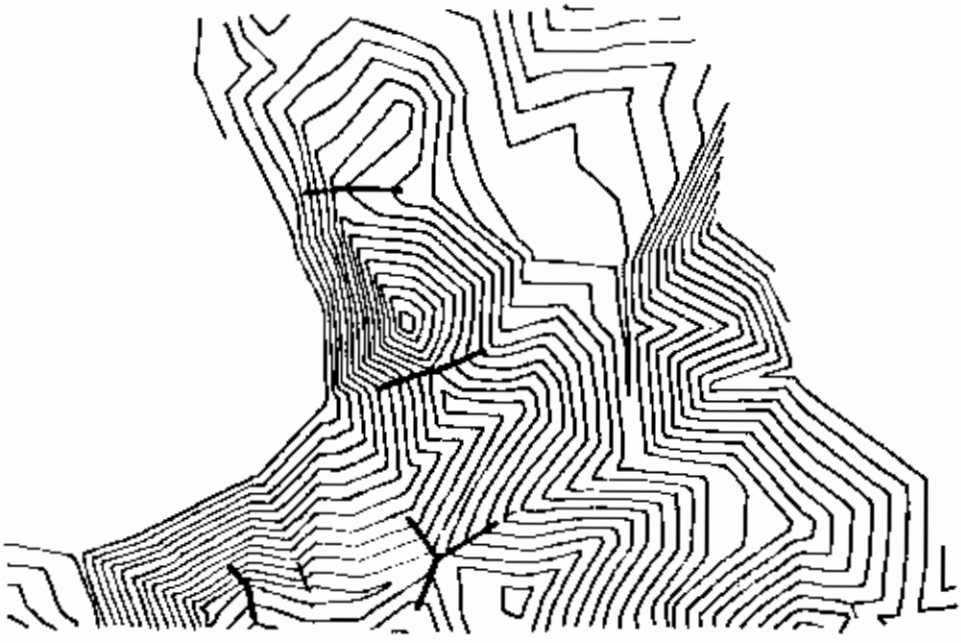
شكل (١٠)
الطلوع الجبلية فى منطقة التجميع

الأحياس العليا Top reaches :

يستخدم هذا المصطلح أحياناً للتعبير عن المنابع العليا للوادى فتسمى بالأحياس العليا للوادى ، وأحياناً أخرى فى التعبير عن مصاعد النهر upstream فيسمى بالأحياس العليا للمجرى . لذا يجب التمييز بداية بين الوادى والمجرى حتى يمكن تحديد المقصود بمصطلح الأحياس العليا . ويشيع فى البيئات الجافة استخدام كلمة وادى مرادفة للمجرى الجاف وبذلك يقصد بالأحياس العليا مصاعد المجرى الجاف . وفى هذا البحث من أجل تبسيط قواعد التحليل الرمزى باستخدام الحاسب الآلى يقترح الباحث اعتبار الأحياس العليا للوادى هى نفسها الأحياس العليا للمجرى إذا كانت نقطة بداية المجرى الذى يجرى فى قاع الوادى عبارة عن عقدة node يبدأ منها مجرى آخر ينحدر فى قاع وادى فى الاتجاه العكسى . وبذلك يمكن إستخدام القاعدة التالية فى تحديد الأحياس العليا فى منطقة التجميع المختارة :

```
top_reach ( S )      valley ( S ),
                     segment ( S, [U, _], _),
                     segment ( O, [U, _], _), S \== O,
                     valley ( C )
```

وتبين الخطوط السميكة فى (شكل ١١) مواقع الأحباس العليا فى منطقة التجميع .



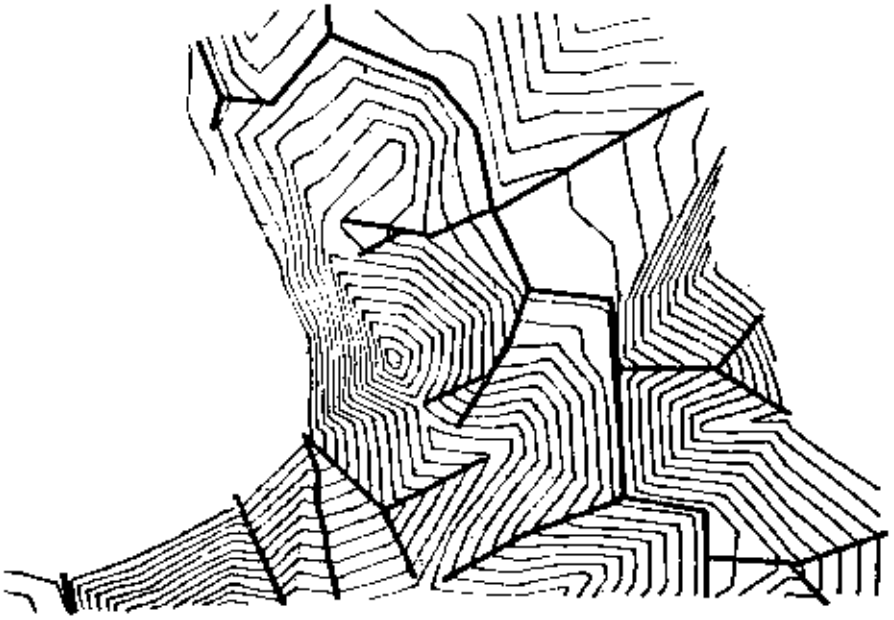
شكل (١١)
الأحباس العليا فى منطقة التجميع

المجرى Stream :

يمكن استخدام القاعدة التالية فى تحديد المجرى :

```
stream ( S ) :-  valley ( S ),
                 not ( top_reach ( S ) ).
```

وتوضح الخطوط السميكة (شكل ١٢) المجارى النهرية فى منطقة التجميع .



شكل (١٢)
خطوط المجارى النهرية فى منطقة التجميع

خاتمة :

استخدم نظام تكويد لغة الفورتران فى تقديم هذا النموذج المبسط لتحليل الرمزى لبعض الظواهر الجيومورفولوجية البسيطة باستخدام الحاسب الآلى . ويشير هذا النموذج إلى امكانيات التحليل الرمزى للبيانات الجغرافية المكانية فى انشاء الخرائط الكنتورية وخطوط ظواهرها الجيومورفولوجية بشرط تصميم إطار تعريف رمزى مناسب يقوم على فهم واضح ومحدد للظواهر الجيومورفولوجية ومصطلحاتها ، وعلى ادراك أن الخريطة الكنتورية خريطة وصفية بالدرجة الأولى وليست خريطة أصولية . لذا يجب استعمال عبارات وصفية والابتعاد عن العبارات الأصولية عند صياغة التعريفات الرمزية .

كما يشير هذا النموذج إلى مرونة التحليل الرمزى فى معالجة ظواهر أكثر تعقيداً تضم عناصر متعددة وعلاقات متشابكة وتمثيلها على الخريطة الكنتورية وفى انشاء الخرائط الجيومورفولوجية . إذ يمكن اعتبار الخريطة الكنتورية مجموعة من الرقع المساحية المتداخلة تضم قيم متعددة ومركبة من إحداثيات سينية وصادية ورأسية فى نظام هرمى . والخريطة الجيومورفولوجية تضم أيضاً ظواهر خطية ومساحية متداخلة ومترابطة ، فخط تقسيم المياه المحدد للحوض النهرى هو فى نفس الوقت محور الكتلة الجبلية ، وخط المجرى النهرى ــ خط تجميع المياه ــ المحدد للكتلة الجبلية هو محور الحوض النهرى . وكذلك جانب الوادى هو سفح المرتفع المجاور ، وواجهة المصطبة العليا هى مؤخرة المصطبة الأحدث منها . كما يحتوى المجرى النهرى على جزر نهرية مختلفة الشكل والمساحة ، ويضم السهل الكارستى أشكال مساحية مختلفة من الدولينات Doline والأوفالات Uvala وأقماع الإذابة Sink Hole ومجارى مائية وقيعان جافة لمجارى نهرية غائرة Sinking Creek . وهذه أمثلة لتداخل الظواهر الجيومورفولوجيه فى بعضها البعض . ويمكن معالجتها ــ إذا وضع تعريف مناسب لها ــ فى قيم مركبة من احداثيات كارتيزية وتمثيلها فى خرائط باستخدام الحاسبات الآلية .

Referances

1 - Board, C., "How Can Theories of Cartographic Communication Be Used to Make Maps More Effective ?" International Yearbook of Cartography, 18, PP. 41-49, 1978.

2 - Clark, S., "Dynamic Cartography : The Moving Map". Computer generated dynamic maps on video tape, Geographic information Systems Laboratory, State Univ. of New York at Buffalo, 1982.

3 - Freeman, H., "Map Data Processing and the Annotation Problem", Proc 3rd. Skandinavian conf. on Image Analysis, Copenhagen, Denmark, 1983.

4 - McKellar, H.N. & Homer, M. & Pearlstine, L. & Kitchens, W., "Preliminary Analysis of Energy Flow Impacts of River Diversion", W.R. Mitsch, Bosserman & J. Klopatek (eds.) Energy and Ecological Modelling, PP. 315-326, New York, 1981.

5 - Moellering, H., "Winds : A Computer Program for the Analysis of Geographical Interactions". Cartography Laboratory, Univ. of Michigan, 1975.

6 - Olson, J.M., "Spectrally Encoded Two-Variable Maps". Annals Association of American Geographers, Vol. 71, No. 2, PP. 259-276, 1981.

7 - Yoeli, P., "The Logic of Automated Map Lettering". The Cartographic Journal, 9, PP. 99-108, 1972.