الفصل التاسع

الخرائط الكنتورية

تعتبر الخرائط الكنتورية أهم الخرائط التى يستخدمها الجغرافى فى دراسته لسطح الأرض، وذلك لأنها تعد دليلاً وافياً يتضمن جميع مظاهر سطح الأرض بأشكالها المختلفة وخصائصها، وأنماط توزيعها. وتعد الخريطة الكنتورية جزء من الخريطة الطبوغرافية، غير أن وجودها ضمن الخريطة الطبوغرافية بما تحتويه من مظاهر تضاريسية وأخرى حضارية كالمدن والقرى والطرق بجميع أنواعها والترع والمصارف وغيرها يؤدى بلا شك إما إلى حجب جزء من المعلومات أو اللجوء إلى بعض التعميمات لكى يمكن للخريطة أن تحتوى هذا الكم الهائل من المعلومات بجميع أنواعها طبيعية كانت أو بشرية.

ولا تهدف الخرائط الكنتورية إلى توضيح المناطق على لوحه مسطحة بأى شكل ولكنها تهدف إلى توضيح التفاصيل مع عدم إهمال البعد الثالث Third Dimension وهو الارتفاع فى الخريطة.

طرق تمثيل تضاريس سطح الأرض:

هناك عدة طرق لتمثيل تضاريس سطح الأرض على الخريطة وهى:

(١) نقط المناسيب.

(٢) المنظور.

(٣) خطوط الهاشور.

(٤) خطوط الهيئة.

(٥) التظليل.

(٦) خطوط الكنتور.

وقد تستخدم طريقتان أو أكثر من هذه الطرق فى الخريطة الواحدة مثلاً قد تستخدم طريقتا الكنتور والتظليل أو طريقتا الكنتور والهاشور، وكثيراً ما تستخدم الألوان المتدرجة مع طريقة الكنتور لزيادة الإيضاح.

وفيما يلى دراسة لكل طريقة من هذه الطرق:-

(١) نقط المناسيب: Spot Lines

وهى عبارة عن نقط توضع على الخرائط وإلى جانبها يظهر رقم يبين مقدار ارتفاع هذه النقطة عن منسوب سطح البحر Mean Sea Level ويطلق على هذه النقاط أو العلامات أسم نقطة الروبير[١] حيث تقوم هيئات المساحة فى معظم دول العالم بسلسلة من الميزانيات تبدأ بمستوى المقارنة[٢] وتتجه لجميع الاتجاهات. إذن نقط المناسيب عبارة عن البعد الرأسى بين أية نقطة على سطح الأرض وبين مستوى ثابت للمقارنة وغالباً ما يكون هذا المستوى هو متوسط منسوب سطح البحر، ويعتبر مستوى سطح البحر هو مستوى المقارنة المستخدم فى جميع دول العالم. وعلى الرغم من أن نقط المناسيب لا تعطى الإحساس بتضاريس سطح الأرض، إلا أنها تحدد بدقة الارتفاعات والانخفاضات لأماكن محددة. وغالباً ما تكون خريطة نقط المناسيب مرحلة أولية لإعداد الخريطة الكنتورية[٣] راجع الشكل رقم (٧٥).

(٢) المنظور:

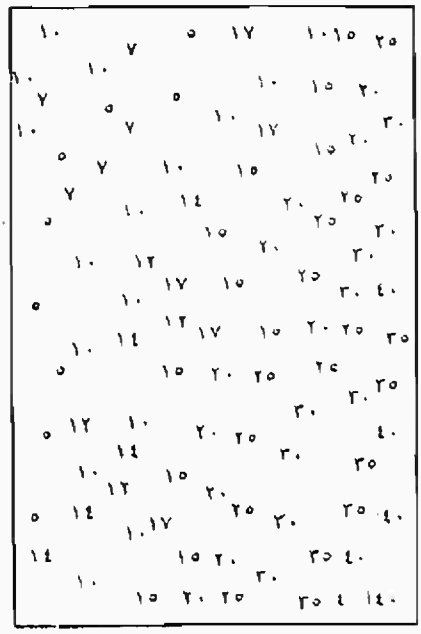
يقصد به توضيح المظهر التضاريسى بمسقط جانبى وفى نفس موقع الظاهرة ليدل بذلك على نمط وشكل هذه الظاهرة ولكن بصورة تقديرية. وتتطلب استخدام هذه الظاهرة عين فاحصة وقدرة على الرسم، ونقل منظر الظاهرة من الطبيعة ووصفها على الورق، أى أنها تحتاج إلى حس فنى أكثر منها دقة قياس.

---

(١) الروبير: هو علامة خاصة تضعها مصلحة المساحة فى جميع أجزاء الدولة وتدون عليها ارتفاع هذه العلامة أو النقطة عند مستوى سطح البحر للرجوع إليها عند الضرورة.

(٢) أى مستوى سطح البحر.

(٣) محمد رجائى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، مرجع سبق ذكره، ص ٢١.



عن: معدى السرسى

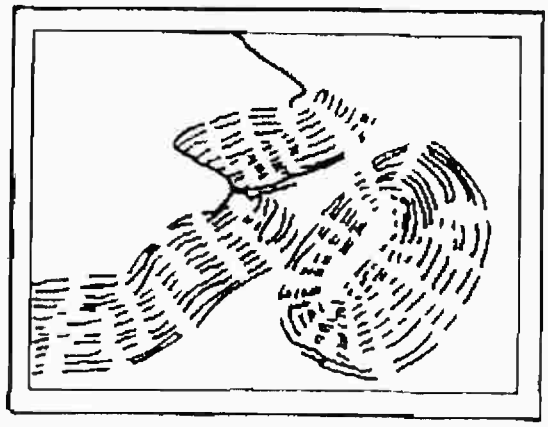
شكل (٧٥) نقط المناسيب

(٣) خطوط الهاشور: Haschures

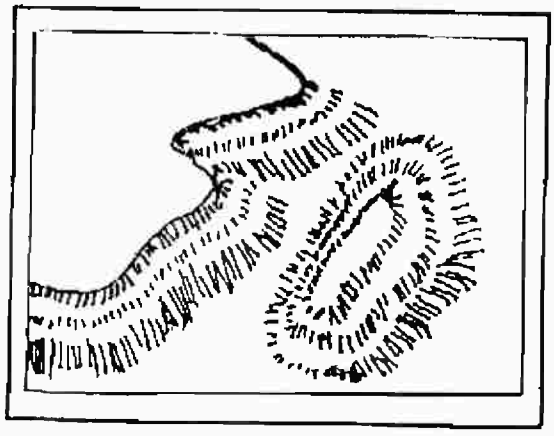
هى خطوط قصيرة جداً ترسم فى اتجاهات انحدار سطح الأرض. ويراعى فى رسمها أنه كلما كان الانحدار شديدا يرسم عدد كبير من الهاشور حتى يعطى تزاحمها انطباع على شدة الانحدار. كما يمكن بدلاً من ذلك أن ترسم الخطوط بسمك أكبر فى المنحدرات الشديدة عنه بالنسبة للمنحدرات الطفيفة راجع الشكل رقم (٧٦).

والواقع أن خريطة الهاشور تعد قليلة الأهمية نسبياً إذا قورنت بالخريطة الكنتورية. فبدون إضافة بعض نقط المناسيب التى تبين مناسيب سطح الأرض إلى خريطة الهاشور فإنه لا يمكن تحديد ارتفاع أو انخفاض سطح الأرض. إلا أن التهشير يستعمل عادة كطريقة إضافية فى الخرائط الكنتورية. وهنا تعتبر هذه الطريقة ذات فائدة فى توضيح المنحدرات الشديدة جدا والجروف، كما انه يمكن بواسطتها توضيح التلال الصغيرة التى لا يسهل تمثيلها بخطوط الكنتور لعدم مناسبة مقياس رسم الخريطة[١].

(١) طه محمد جاد: تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيمو رفلوجى، الطبعة الثانية مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٤، ص ٦ – ٧.



شكل (٧٦) أ



شكل (٧٦) ب

شكل (٧٦) خطوط الهاشور

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة الهاشور أو خطوط التهشير قد تم ابتكارها بواسطة ليمان Lehman (١٧٦٥ - ١٨١١). وتعتمد فكرة ليمان فى خطوط الكنتور على الظل فى تمثيل أشكال السطح، ويعتمد ذلك على بعض العمليات الرياضية وتفترض هذه الطريقة سقوط الضوء على سطح متضرس من أعلى فتبدو المناطق المنبسطة بيضاء ساطعة، أما المناطق المنحدرة فتبدو داكنة، وكلما اشتد الانحدار اشتدت دكانة أو قتامة اللون، ويكون الاعتماد فى تغير درجة الدكانة فى اللون على سمك خطوط التهشير، فكلما أزداد سمك تلك الخطوط وتقاربت من بعضا دل ذلك على زيادة فى الانحدار والعكس صحيح، وقد وضع (ليمان) جدول يوضح فيه العلاقة بين سمك خطوط الكنتور ودرجة الانحدار.

وبوجه عام يراعى عند رسم خطوط الهاشور أن يزداد سمكها فى المناطق شديدة الانحدار، فى حين يتناقص سمكها فى المناطق قليلة الانحدار، كما يزداد طول الخطوط كما كان الانحدار طفيفا، وتدل الخطوط القصيرة على شدة الانحدار.

ولم تلق طريقة الهاشور أو خطوط التهشير النجاح الكافى أو المطلوب، ولجأ الكارتوجرافيين إلى استخدام طريقة خطوط الكنتور لما لها من فوائد أكثر فى شرح وتفسير الكثير من الظاهرات التضاريسية.

(٤) خطوط الهيئة: Form Lines

تستخدم هذه الخطوط فى تمثيل المرتفعات كبديل لخطوط الكنتور، وهى تشبهها فى كونها غير دقيقة تماما، كما إنها فى بعض الأحيان ترسم بين خطوط الكنتور. وهى ترسم فى العادة على هيئة خطوط منفصلة أو مقطعة لتميزها عن خطوط الكنتور كما تستخدم فى المناطق التى يتم مسحها بالكامل. وهذه الخطوط عبارة عن خطوط أفقية ترسم حول المنطقة المرتفعة وتتقارب أو تتباعد حسب درجة الانحدار. وبمعنى أدق فهى تتقارب وتقصر ويزداد سمكها فى الانحدارات الشديدة، بينما تتباعد ويقل سمكها ويزداد طولها فى الانحدارات البطيئة أو التدريجية.

وتعتبر هذه الطريقة طريقة تصويرية ولها نفس عيوب الهاشور.

(٥) التظليل: Hill Shading

تهدف طريقة الظلال لبيان المرتفعات عن طريق استخدام الضوء والظل ففى هذه الطريقة يظهر التأثير عن طريق تصور مصدر الضوء فوق المرتفعات ومن ثم فالمنحدرات الشديدة تظلل فقط، بينما الأرض المستوية سواء كانت ذات ارتفاعات كبيرة أو منخفضة تترك بدون تظليل، ومن ثم فكلما كان الانحدار شديدا كلما كان التظليل كثيفاً. والتظليل له تأثير تصورى ويعطى فكرة جيدة عن التضاريس العامة للمنطقة.

وتختلف طريقة التظليل عن طريقة ظل التل إذ يتصور فى هذه الطريقة أن مصدر الضوء يأتى من الشمال الغربى، ومن ثم فالمنحدرات التى تواجه الشمال الغربى هى التى تترك بدون تظليل، وذلك على النقيض من تلك التى تواجه الجنوب الشرقى. وتزداد كثافة التظليل حينما تكون المرتفعات شديدة الانحدار.

وهكذا فالأساس فى خريطة التظليل هو افتراض وجود مصدر ضوء عمودى على المنطقة المضرسة، ومن ثم تظهر المرتفعات مظللة، بينما تظهر القمم المسطحة، وكذلك الهضاب المستوية بيضاء وغير مظللة، وقد يفترض استخدام هذه الطريقة أيضاً أن مصدر الضوء ليس عمودياً، وإنما هو فى جانب من المرتفعات، ومن ثم تبدو المرتفعات مظللة من الناحية المضادة وبيضاء من ناحية المصدر[١] ويوضح الشكل رقم (٧٧) طريقة التظليل مع خطوط الكنتور.

(٦) خطوط الكنتور: Contour Lines

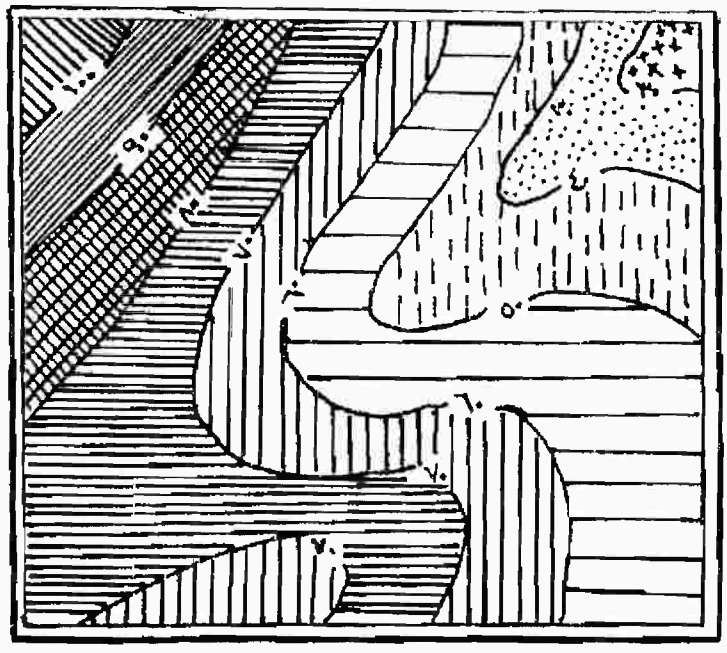
تعتبر خطوط الكنتور أكثر الطرق استخداماً لتمثيل سطح الأرض، ومعناها خطوط الارتفاعات المتساوية أى أنها عبارة عن خطوط تربط الأماكن المتساوية فى ارتفاعها عن منسوب سطح البحر. وقد تبدو خطوط الكنتور في الخرائط على أنها تفصل الأراضى المرتفعة عن الأراضى التى تقع أسفلها.

وأول من استخدم خطوط الكنتور هو المهندس الهولندى كروكيوس Cruquius عام ١٧٣٠ عندما قام بدراسة أعماق نهر ميرفدى Merwede فى هولندا لتسهيل حركة الملاحة به، كذلك قام بوش Buache بتحديد أعماق القنال الإنجليزى بنفس الأسلوب وذلك عام ١٧٣٧[٢].

وكان أول استخدام لخطوط الكنتور فى الخرائط البحرية، بينما كانت أول خريطة كنتورية لليابس فى فرنسا وقد قام بإنشائها دوبى تريال Dupain – Triel وذلك عام ١٧٩١. وفى القرن التاسع عشر اتسع نطاق استخدام خطوط الكنتور فى الخرائط العسكرية، كما استخدم معها الهاشور لتخفيف الغموض الذى كان يكتنف تلك الخرائط. وبعد ذلك بدأت المحاولات لإضافة الألوان إلى خطوط الكنتور، وقد أدى نجاح هذه المحاولات إلى تحديد اللون البنى لخطوط الكنتور على اليابس، واللون الأزرق لهذه الخطوط على سطح البحر، واللون الأسود للرموز والاصطلاحات.

(١) يسرى الجوهرى، مرجع سبق ذكره، ص. ص ٢٢٦ – ٢٤٠.

(٢) صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٠٤.



شكل (٧٧) طريقة التظليل مع خطوط الكنتور

وتجدر الإشارة إلى أن أغلب الخرائط الكنتورية لا تخلو من بعض نقاط المناسيب وبعض الهاشورات زيادة فى تمثيل التضاريس تمثيلاً دقيقاً. ولكن المظهر العام للخريطة مع ذلك يبقى كخريطة كنتورية فى المقام الأول. ولا شك أن خطوط الكنتور هى أحسن الطرق فى تمثيل التضاريس. ويعرف المختصون ذلك جيداً لدرجة أن التصوير الجوى لم يغن عن استعمال الخرائط الكنتورية. فنجد أن الهيئات المختصة بعدما تحصل على صور جوية لمنطقة ما عادة ما تقوم باستخراج خرائط كنتورية من هذه الصور إذا لم تكن هناك خرائط دقيقة قبل التصوير الجوى. بل إن التصوير الجوى قد تم بغرض عمل خرائط كنتورية بصفة رئيسية أحياناً.

ويوضح الشكل رقم (٧٨) ماهية خطوط الكنتور وكيفية رسمها.

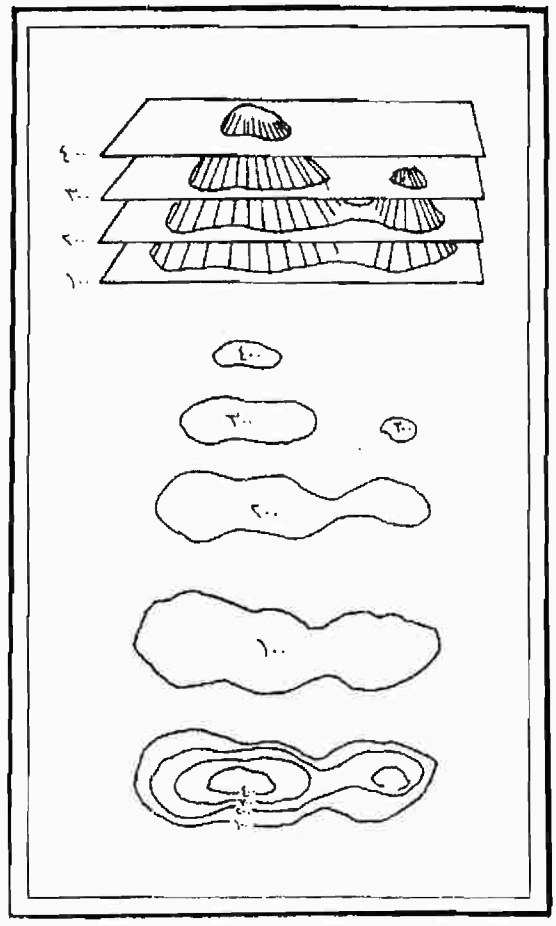
الفاصل الكنتورى : Contour Interval

تعرف المسافة الرأسية بين كل خط كنتور والذى يليه بالفاصل الكنتورى أو الفاصل الرأسى، وهو غالباً ما يكون ثابتاً فى الخريطة الواحدة، ويعتمد الفاصل

الكنتورى على طبيعة سطح الأرض، فضلاً عن مقياس الرسم والتفاصيل المطلوبة والغرض من استعمالها.

فإذا كان مقدار التضرس المحلى أى مقدار التفاوت بين المناسيب ضئيلاً ويبدو ذلك واضحاً فى الأراضى السهلية أو قليلة التضرس فينبغى أن يكون الفاصل الكنتورى صغيراً بقدر مناسب. وعلى العكس من ذلك كلما كان التفاوت التضاريسى كبيراً بين جزء وآخر فى المنطقة، فإن ذلك يعنى ضرورة توسيع الفاصل الكنتورى، ولكن بدرجة تسمح بتمثيل التضاريس الموجودة.

خواص خطوط الكنتور



شكل (٧٨) ماهية خطوط الكنتور وكيفية رسمها

تتميز خطوط الكنتور بالخصائص التالية:-

(١) أن خطوط الكنتور توضح الشكل العام للتضاريس التى تمثلها الخريطة توضيحاً سريعاً، فإذا ما نظرنا إلى الخريطة الكنتورية يمكن فى بضع لحظات أن نتبين الأجزاء المرتفعة والأراضى المنخفضة كما يمكن توضيح السهول والمنحدرات.

(٢) أن خطط الكنتور ليس له بداية أو نهاية، فهو خط مغلق.

(٣) لا تتقاطع خطوط الكنتور ذات المناسيب المختلفة إطلاقاً، ولكن من الممكن أن تتحد مكونة خطا واحدا فى حالة الجرف Cliff، أو تتقابل فى حالة وجود مغارة.

(٤) يدل تقارب خطوط الكنتور على شدة انحدار سطح الأرض، ويدل تباعدها على قلة الانحدار.

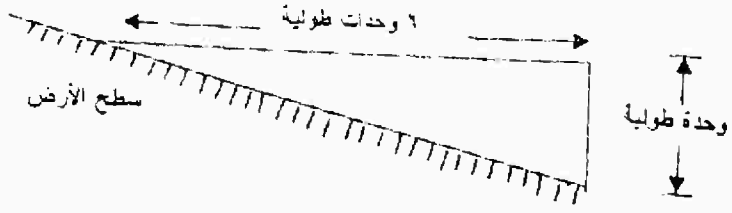
(٥) خط الكنتور الواحد لا يتفرع إلى خطين لهما نفس المستوى، وكذلك لا يمكن أن يتلاقى خطا كنتور لهما نفس المنسوب.

(٦) تتراجع خطوط الكنتور نحو منابع المجارى المائية، وتتقدم نحو المصبات فى حالة وجود نتوءات صخرية.

(٧) الهدف من رسم خطوط الكنتور هو شرح وتفسير الأشكال التضاريسية التى تبدو على الخريطة.

الانحدار: Slope

ويعبر عن انحدار سطح الأرض بنسبة رياضية بسيطة مثل ١ : ٦ ويعنى هذا أن سطح الأرض ينخفض بمقدار وحدة طولية على مسافة أفقية تساوى ست وحدات طوليا.



شكل (٧٩) درجة الإنحدار

ولقياس انحدار سطح الأرض بين نقطتين تطبق المعادلة الآتية[1]:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{المسافة الراسية بين النقطتين}}{\text{المسافة الأفقية بين النقطتين}}$$

ويمكن الحصول على المسافة الرأسية والأفقية بين النقطتين من الخريطة الكنتورية، مع ملاحظة توحيد الوحدات الطولية فى القياس.

كما يمكن أيجاد معدل الإنحدار بالمعادلة الآتية[2]:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{مقياس الرسم}}$$

حيث أن:

الفاصل الرأسى: الفرق بين قيمة ارتفاع النقطة الأولى والنقطة الثانية المراد معرفة معدل الانحدار بينهما.

المسافة الأفقية: المسافة مقاسة بالمسطرة بين نفس النقطتين مضروبة فى مقياس رسم الخريطة.

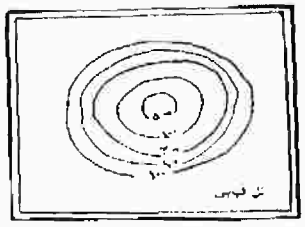
الأشكال التضاريسية الرئيسية فى الخريطة الكنتورية:

خطوط الكنتور كما سبق أن أشرنا – عبارة عن خطوط وهمية تصل بين النقط المتساوية المنسوب على سطح الأرض، ولذلك فهناك علاقة مباشرة بين نمط خطوط الكنتور وشكل سطح الأرض، وفيما يلى أهم الأشكال التضاريسية التى يمكن توضيحها على الخرائط اعتمادا على خطوط الكنتور شكل (٧٧).

(١) رجاء الطحلاوى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٣.

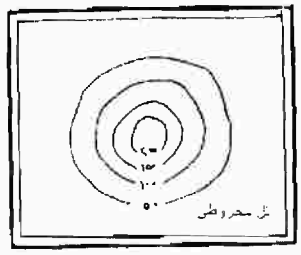
(٢) محمد صبرى محسوب، أحمد الشريعى، مرجع سبق ذكره، ص ٤١.

(١) التـــل القبابـــى: Dormal Hill



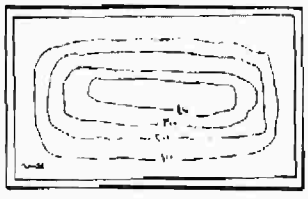
ويتميز بجوانب محددة شديدة الإنحدار فى الجـــزء الأسفل وتنتهى إلى أعلى بانحدار خفيف وفيه نجـــد أن خطوط الكنتور تتقارب عند السطح وتتباعد عند القمة.

(٢) التل المخروطى Conical Hall



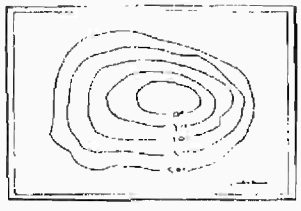
ويتميز بجوانب مقعرة طفيفة الانحدار فى الجـــزء الأسفل تنتهى إلى اعلى بانحدار اكثر شدة، وتسمى المنطقة المنخفضة الواقعة بين تلين بأســـم الـــسرج Saddle وفى التل المخروطـــى نجـــد أن خطـــوط الكنتور تقترب عند القمة وتتباعد عند السفح.

(٣) الهضبة:



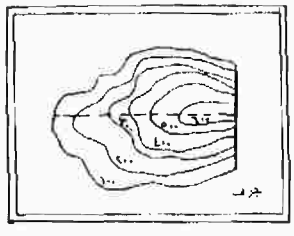
هى منطقة مرتفع نسبيا كما تتميز باستواء سطحها وشدة انحدارها من الجابين وتتميز بقلـــة خطـــوط الكنتور بها فى الوقت الـــذى تتقـــارب فيـــه هـــذه الخطوط عند جوانبها التى تبدأ فى الانخفاض.

(٤) الانخفاض الحوضى:



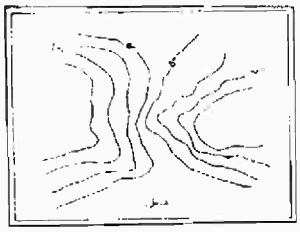
الحوض هو عبارة عن منطقـــة منخفـــضة عمـــا يجاورها ويحيط بها المرتفعات من جميع الجهات. وفيها نجد خطوط الكنتور تتناقص نحو الداخل.

(٥) الجرف: Escarpment, Cliff



وهو منطقة ينحنى عندها ســـطح الأرض فجـــأت بزاوية تكاد تكون قائمة، وتمتد خطوط الكنتـــور أو تكون شديدة القرب عند حافة الجرف الساحلى.

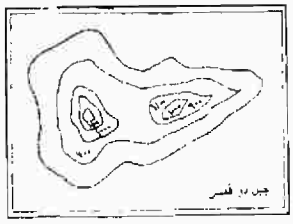
(٦) الخانق Canyon (George)



وهو عبارة عن واد ضيق له جوانب شديدة الانحدار ويظهر فى شكل فجوة عميقة بين مرتفعين قائمين تقريبًا.

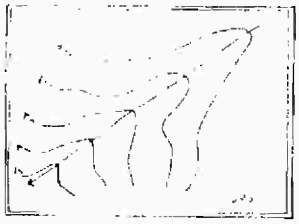
ويظهر فى الخريطة الكنتورية على هيئة خطوط كنتورية شديدة التقارب.

(٧) جبل ذو قمتين:



وهو عبارة عن جبل له قمتان وتفصل كل منهما عن الأخرى رقبة Col وهو انخفاض بين قمتى الجبل والرقبة تكون دائمة فى مستوى أقل من القمم التى تحيط بها ولكنها تكون أعلى من السهول أو الوديان المجاورة لها.

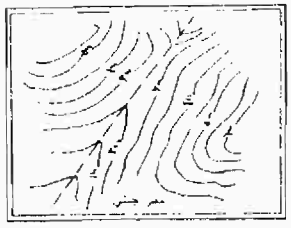
(٨) وادى:



وتظهر وديان الأنهار على شكل خطوط كنتورية تأخذ شكل الرقم مشيرة دائماً نحو المنبع.

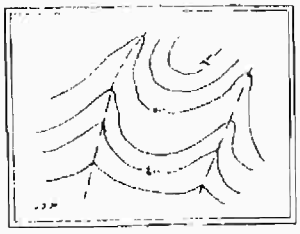
أما الوديان الجليدية فتأخذ شكل الحرف (U).

(٩) الممر الجبلى: Pass



وهو عبارة عن منخفض من الأرض يقع بين منطقتين مرتفعتين وليس بين قمتين ولهذا فإن الممر الجبلى يظهر فى الخريطة الكنتورية عادة على هيئة خطى كنتور على منسوب واحد.

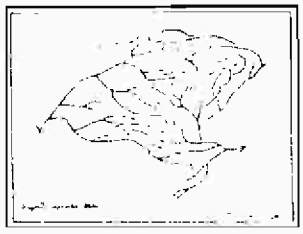
(١٠) البروز: Spur



وهو لسان من الأرض المرتفعة بين واديين، وهو عبارة عن ظاهرة صغيرة متولدة عن ظاهرة أخرى رئيسية وهى التل أو الجبل ويظهر هذا البروز فى

الخرائط الكنتورية على شكل لسان من الأرض المرتفعة تندفع خطوطها الكنتورية داخل الأراضى الأقل ارتفاعا. وتأخذ خطوط الكنتور شكل الرقم (٧) مشيراً إلى الأقل منسوبا.

(١٢) خط تقسيم المياه Watershed :



هو عبارة عن الأرض المرتفعة المنسوب التى تفصل بين حوضين نهريين متجاورين أو أعلى جزء فى سطح الأرض حيث تتوزع المياه المتساقطة وتسير فى اتجاهين مختلفين. وهو يحدد أعلى منسوب فى المنطقة التى تخترقها الوديان.

أنواع خطوط الكنتور:

يهدف تقسيم خطوط الكنتور لمجموعة من الأنواع إلى اكتشاف طبيعة العلاقات التى تربط بين الظاهرات الطبيعية والبشرية، كما يهدف أيضًا إلى إبراز بعض أشكال السطح بشكل مميز لتسهيل دراستها وتحليلها، وعلى هذا الأساس تقسم خطوط الكنتور إلى ما يلى:-

(١) خطوط الكنتور العادية أو المتوسطة Intermediate Contours:

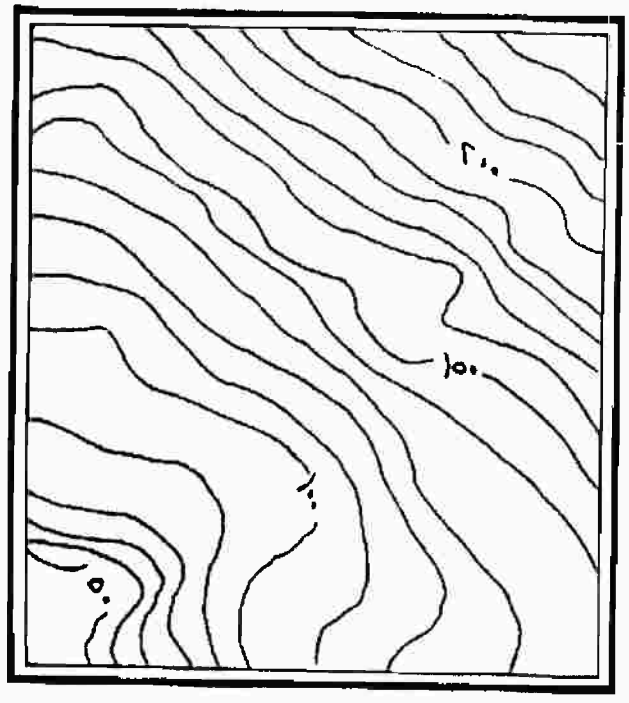
وهى تلك الخطوط التى ترسم على الخريطة الكنتورية دون تمييز أو أهمية لإحداها أو لبعضها، ولذا يكون الفاصل بينها واحد ويكون سمكها ثابت وهى تترك لقارئ الخريطة الحرية فى استخلاص الحقائق الجغرافية أو الجيمورفولوجية دون شد انتباهه إلى ظاهرة دون غيرها ويجوز حذف بعض خطوط الكنتور العادية لتخفيف التزاحم الشديد الذى قد يؤدى إلى طمس معالم الخريطة ومن ثم صعوبة قراءتها وتفسيرها.

(٢) خطوط الكنتور المتميزة Significant Contour:

تظهر هذه الخطوط على الخرائط بسمك أكبر من باقى خطوط الخريطة، وقد يظهر على الخريطة أكثر من خط كنتور متميز، وهى ترسم لكى تحدد وبدقة ظاهرات جغرافية معينة على الخرائط، كما أنها ترسم بفاصل كنتورى موحد على

الخريطة الواحدة، ويرتبط وجود هذا الخط بالخريطة الكنتورية على نمط توزيع ظاهرة جغرافية متميزة فريدة قد تحددها دراسة جغرافية معينة، فعلى سبيل المثال يعتبر خط كنتور ١٢٠ هو الخط الفاصل بين الصحراء ومناطق شرق الدلتا، فلذا يمكن تمثيله بخط سميك باعتباره خطا متميزاً يفصل بين أراضى صحراوية فى الجنوب وأراضى وصلها طمى النيل فى يوم من الأيام ويعمرها السكان بكثافات متباينة منها الأراضى الزراعية ومنها الأراضى الحضرية[١].

وتوضح الخريطة رقم (٨٠) خطوط الكنتور المتميزة.



شكل (٨٠) خطوط الكنتور المتميزة

(٣) خطوط الكنتور الرئيسية Index Contour:

يشبه هذا النوع إلى حد كبير النوع السابق من حيث ضرورة رسمه بشكل مميز، ولذلك ترسم خطوط الكنتور الرئيسية بسمك أكبر من سمك باقى الخطوط، غير أن الخريطة الكنتورية قد لا تحتوى إلا على خط كنتور متميز واحد.

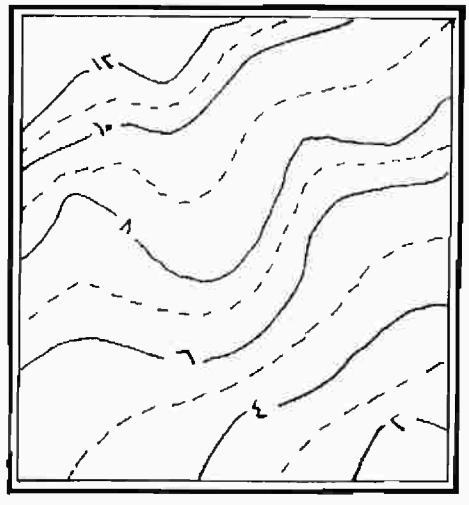
(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره، ص ٨٩.

أما خطوط الكنتور الرئيسية فإنها تنفذ عن طريق رسم خطوط محددة بفاصل كنتورى أكبر من الفاصل العادى فى الخريطة، فعندما تتزاحم خطوط الكنتور فى منطقة شديدة التضرس فلابد من تعيين عدد من خطوطها الكنتورية وتميزها برسمها بسمك أكبر لتسهيل الدراسة والتحليل، وعادة ما ترسم خطوط الكنتور الرئيسية فى المناطق الوعرة التى تتزاحم فيها خطوط الكنتور بحيث تصعب كتابة مناسيبها عليها، ولذلك يلجأ الكارتوجرافيون إلى اختيار خطوط معينة وتميزها وكتابة المناسيب عليها لتكون مرشدا لباقى الخطوط[1].

(٤) خطوط الكنتور الإضافية Supplementary Contours:

قد تكون نقط المناسيب المرصودة من الطبيعة غير كافية لرسم الخريطة الكنتورية الدقيقة، فيضطر مصمم الخريطة هنا إلى إضافة رسم خطوط كنتور أخرى، وتبدو هذه الخطوط على بعض الخرائط بشكل متقطع تمييزاً لها عن خطوط الكنتور العادية أو المتوسطة.

وتفيد هذه الخطوط فى معرفة درجة الانحدار فى منطقة صغيرة يراد معرفة تفاصيل كثيرة عنها، وقد ترسم فى بعض أجزاء الخريطة دون غيرها من الأجزاء الأخرى. أنظر الشكل رقم (٨١).



شكل (٨١) خطوط الكنتور الإضافية

(١) مجدى السرسى، مرجع سبق ذكره، ص ١٤٠.

(٦) خطوط الكنتور المبسطة أو المعممة Generalized Contours:

قد يصعب أحياناً تفسير الخريطة الكنتورية أو شرح بعض ظاهراتها بسبب كثرة خطوط الكنتور وتزاحمها بها، وهنا يتطلب الأمر – تسهيلاً على قارئ الخريطة أو الدارس – تخفيف تزاحم الخطوط الذى يؤدى إلى تشويه الخريطة، ومن ثم يمكن حذف بعض خطوط الكنتور غير المؤثرة، ويكون هذا العمل بمثابة تبسيط للخريطة الكنتورية.

القطاعات التضاريسية:

يقصد بالقطاع التضاريسى Profile أو Section ذلك الخط البيانى الذى يمثل سطح الأرض، أو أنه يمثل الشكل العام لسطح الأرض بمناسيبه المختلفة على طول خط ما مستقيم وفى وضع أفقى أو رأسى أو مائل. ويوضح القطاع تعرج سطح الأرض ومنسوبه بالنسبة لسطح البحر.

أنواع القطاعات التضاريسية:

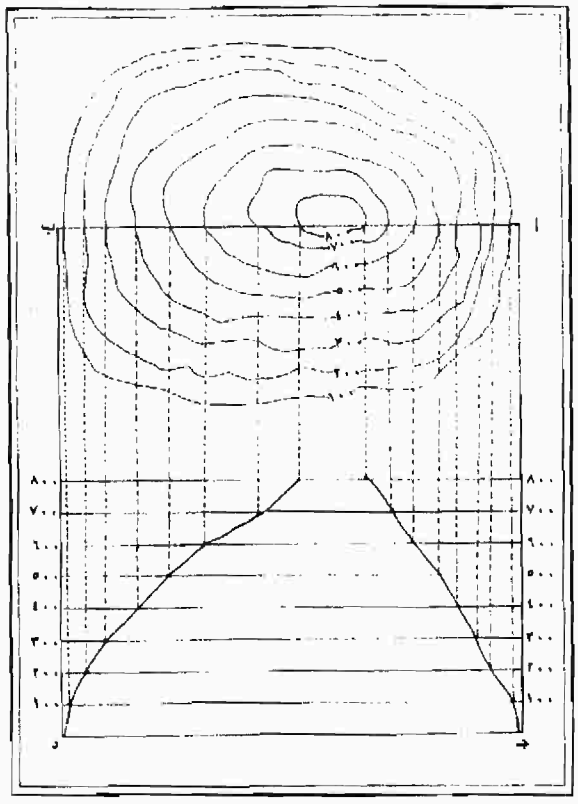
تتعدد أنواع القطاعات التضاريسية فمنها القطاع البسيط الذى يصل بين نقطتين فى شكل خط مستقيم أو فى شكل منحنى، ومنها القطاع المنكسر وهو يتكون من مجموعة من القطاعات البسيطة المستقيمة، يبدأ كل منها من حيث ينتهى سابقه فهى إذن قطاعات متصلة وقد تكون مفتوحة أو مغلقة أى تنتهى عند نقطة البداية، بالإضافة إلى القطاعات البيانية التى يمثلها القطاع الهيبسومترى والذى يعرف أيضًا بالقطاع أو المنحنى الهيبسوجرافى، بالإضافة إلى القطاع الكلينوجرافى والقطاع أو المنحنى الألتيمترى.

وفيما يلى دراسة لأنواع القطاعات التضاريسية:

١ – القطاع التضاريسى البسيط:

يمكن عمل هذا النوع من القطاعات باستخدام طريقتين هما:

الطريقة الأولى: من الشكل رقم (٨٢) المطلوب عمل قطاع تضاريسى بين النقطة أ والنقطة ب حيث نتبع الخطوات التالية:



شكل (٨٢) مراحل عمل القطاع التضاريسى

- نرسم خطا على الخريطة الكنتورية نفسها على طول المنطقة المراد عمل القطاع عليها أى على طول أ ب.
- نأتى بالورقة المطلوب رسم القطاع عليها ونرسم بها خطا أفقيا موازيا لخط القطاع المرسوم على الخريطة الكنتورية ليكون قاعدة للقطاع المطلوب رسمه.
- نسقط على قاعدة القطاع أعمدة من النقط يلتقى عندها الخط أ ب بالخطوط الكنتورية ثم ندون تحت كل عمود تباعا رقم خط الكنتور الذى أسقطته.
- فى نهاية قاعدة القطاع نرسم محوراً رأسياً يحدد طوله ارتفاع أجزاء القطاع فيكون لدينا محورين محوراً أفقيا وهو خط القطاع ومحوراً راسياً تحدد على طوله الارتفاعات.
- نصل النقط التى تحددت على طول الأعمدة ببعضها بخط منحنى فيتكون لدينا القطاع المطلوب رسمه.

الطريقة الثانية: تتمثل خطوات تنفيذها فيما يلى:

- نرسم خطا موازيا لخط القطاع ومساويا له فى الطول فى ورقة الرسم وذلك على بعد مناسب من خط القطاع، ويعرف هذا الخط بأسم خط القاعدة وليكن ج د.
- نسقط خطين رأسيين من طرفى خط القطاع أ ب إلى النقطتين ج ، د.
- نسقط فى اتجاه خط القاعدة أعمدة تبدأ من نقط التقاء خطوط الكنتور بخط القطاع وذلك بعدد خطوط الكنتور، مع مراعاة أن يكون خط القاعدة دائماً هو أكثر الخطوط الكنتورية انخفاضاً.
- نحدد النقاط التى يقطع فيها خط القطاع خطوط الكنتور فى الخريطة.
- نسقط من كل نقطة من النقاط السابق تحديدها خطا موازيا للخط أ ج أو ب د يصل إلى أى من الخطوط الأفقية حسب ارتفاع المنطقة التى أسقط منها الخط.
- نصل نهايات هذه الخطوط فينتج لدينا شكل القطاع المطلوب والذى يسمى أحيانا بأسم خط البروفيل.

وتجدر الإشارة أنه ينبغى كتابة أسماء الظاهرات الجيمورفولوجية الهامة على خط القطاع كالأنهار أو البحيرات. كما أنه غالبا ما تفوق الامتدادات الأفقية بكثير المناسيب الرأسية خاصة فى الخرائط صغيرة المقياس، ولذلك يضطر الكارتوجرافى إلى رسم المقياس الرأسى مبكرا بالنسبة للمقياس الأفقى ويطلق على هذا التكبير بتعبير المبالغة الرأسية.

وهذا يعنى أن تظهر التضاريس الأرضية على طول خط القطاع مبالغ فى ارتفاعاتها بالنسبة لامتدادها الأفقى.

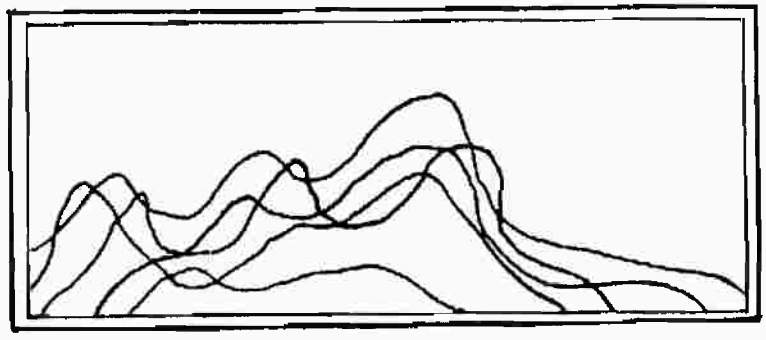
ولتحديد المبالغة الرأسية نطبق المعادلة الآتية:

$$\text{المبالغة الرأسية} = \frac{\text{الفاصل الرأسى}}{\text{مقياس رسم الخريطة}}$$

٢ - القطاعات التضاريسية المتداخلة : Superimposed Profiles

القطاعات المتداخلة عبارة عن مجموعة من القطاعات التضاريسية منطبقة فوق بعضها مع توحيد خط القاعدة لها جميعا.

وتفيد هذه القطاعات فى إجراء المقارنات بين القطاعات، بالإضافة بأنها توضح وبسهولة الظاهرات الجيمورفولوجية المتكررة فى المنطقة المعنية بالدراسة، وبالطبع فإنها تفيد أيضا فى إعطاء صورة دقيقة عن الظاهرات المتفردة. ويوضح الشكل (٨٣) مثالا لمجموعة قطاعات متداخلة رسمت من خريطة كنتورية واحدة.



شكل (٨٣) القطاعات المتداخلة

يلاحظ فى هذا النوع من القطاعات أن الأجزاء الموضحة من القطاع الأول لاتخفى الأجزاء المنخفضة للقطاعات التى تليه، ومن ثم فالقطاعات المتداخلة تعطى تصورا دقيقا لكل أجزاء سطح الأرض كما هى موضحة بالخريطة الكنتورية.

٣ - القطاع التضاريسى المركب: Composite Profiles

تهدف هذه القطاعات المركبة إلى إعطاء صورة لسطح الأرض كما لو نظرنا إليه من نقطة بعيدة، إذ لا تظهر هذه القطاعات سوى القمم الواضحة فقط.

وتتلخص تنفيذ القطاعات المركبة فيما يلى:

- نقسم الخريطة الكنتورية بواسطة مجموعة من الخطوط المتوازية، ونقيم قطاعات تضاريسية على هذه الخطوط.

- نطبق القطاعات فوق بعضها (على خط قاعدة واحدة) مثلما فعلنا فى القطاعات المتداخلة.
- نرسم قمم هذه القطاعات فقط فتحصل على القطاع المركب.

٤ - القطاعات التضاريسية المنحنية:

يستخدم هذا النوع من القطاعات لتحديد انحدارات الطرق والمجارى المائية وامتداد الحدود السياسية وجميعها تتخذ شكل الخطوط المنعطفة على الخريطة. ولكى نرسم قطاعا طوليا لأحد الأنهار فإنه من الضرورى تتبع مجراه من المنبع للمصب، ويتم ذلك على النحو التالى:

- نرسم خط قاعدة بطول مناسب (لا يتم تحديد طول هذا الخط فى البداية لأن طول القطاع غير معلوم الآن، وإنما يتم التعرف على طوله عند الانتهاء من رسم القطاع).
- نقيم عمودا على أحد طرفى الخط ونقسمه إلى ارتفاعات حسب ما توضحه الخريطة الكنتورية على أن نضع فى اعتبارنا وجود مبالغة رأسية مناسبة.
- نستخدم المقسم Divider بفتحة صغيرة (٣ ملم) من بداية المجرى لقياس طول المجرى المائى بين كل خطى كنتور متتاليين.
- نقوم بتوقيع المسافة التى قيست (حاصل ضرب فتحة المقسم × عدد مرات نقله) أمام ارتفاع مسجل على المحور الرأسى. فإذا كانت المسافة بين خطى كنتور ٨ نقلات بالمقسم أى أنها تبلغ ٨ × ٣ ملم = ٢٤ ملم فإننا سنقوم برسم خط بهذا الطول أمام الارتفاع المناسب على المحور الرأسى، ونسجل المسافة التالية، أى المسافة بين خطى الكنتور التاليين بنفس الطريقة على أن ترسم بنفس الطريقة من نهاية المسافة السابقة فإذا كانت المسافة الجديدة تبلغ ٧ نقلات للمقسم × ٣ = ٢١ ملم فان إجمالى الخط الذى تم رسمه = ٢٤ + ٢١ = ٤٥ ملم، وهكذا إلى نهاية خط القطاع أو المجرى.

أما القطاعات العرضية فهى تفيد فى التعرف على المرحلة التطورية للأودية النهرية، كما تعطى فكرة عامة عن العمليات الجيمورفولوجية المؤثرة فى شكل القطاع كمعدلات النحت والإرساب والعمليات البنيوية المختلفة.

ولا تختلف طريقة رسم هذه القطاعات عن طريقة رسم القطاعات المتداخلة (المتسلسلة) من حيث أن الخطوط التى ترسم على طولها القطاعات العرضية للأودية النهرية تكون قاطعة أى عمودية على اتجاهات هذه الأودية.

ولرسم هذا النوع من القطاعات نتبع الخطوات التالية[1]:

- نحدد مواقع القطاعات العرضية على الخريطة.
- يتم نقل تقاطع خطوط الكنتور على المجرى المائى.
- يحدد على القطاع الطولى لمجرى النهر نقط تقاطعه مع القطاعات العرضية.
- إحضار شريط من الورق يوضع فوق خط القطاع العرضى وتنقل عليه نقط التقاطع مع خطوط الكنتور، وأيضا نقط تقاطعه مع المجرى المائى.
- لابد أن تكون حافة شريط الورق موازية تماما للمحور الأفقى للقطاع الطولى.
- يراعى أن تصمم القطاعات العرضية فى أحباس مختلفة على طول المجرى المائى (الأعلى، الأوسط، الأدنى) وذلك بغرض التعرف على الظواهر الجيمورفولوجية على طول المجرى المائى.

٥ - القطاعات (المنحنيات) البيانية:

المنحنى البيانى هو عبارة عن خط يرسم بغرض توضيح العلاقة بين ظاهرتين متغيرتين، ولذلك فمن الممكن بواسطته معرفة مدى تغير إحدى الظاهرتين تبعا للأخرى.

وأهم هذه المنحنيات هى:

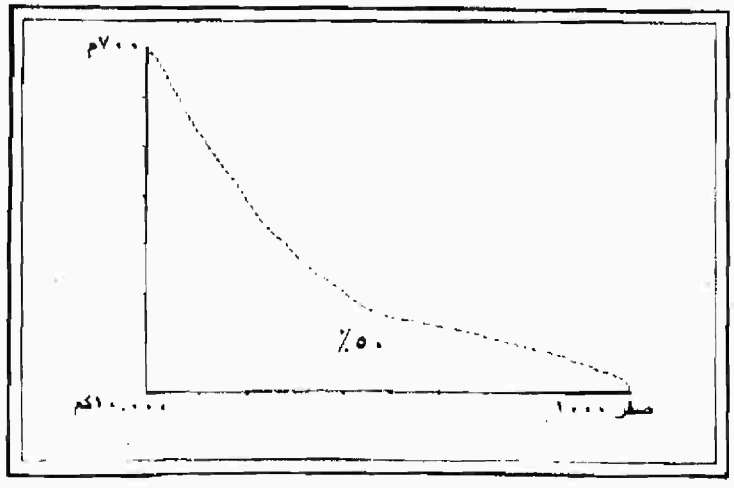
١ - المنحنى الهبسومترى أو الهبسوجرافى :
Hyposmetric or Hypsographic Curve

ويوضح هذا المنحنى العلاقة بين الارتفاع والمساحة، فيعطى بذلك صورة واضحة عن نسبة ما يمثله كل ارتفاع من مساحة المنطقة محل الدراسة، لذا فهو يوضح التغير فى السطح وشكل الانحدار، ويستخدم هذا المنحنى لدراسة خصائص أحواض التصريف النهرية وتسهيل عقد المقارنات بينها.

(١) محمد صبرى محسوب، أحمد الشريعى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٣٤ - ٢٣٥.

ولعمل هذا النوع من القطاعات نتبع الخطوات التالية:

- تقاس مساحة كل من: النطاقات الكنتورية -المساحة بين كل خطى كنتور متتاليين- قياسا دقيقا باستخدام أجهزة قياس المساحات على الخرائط.
- نرسم محورين للقطاع بحيث يمثل المحور الأفقى المساحات، أما المحور الرأسى فيتمثل عليه الارتفاعات، كما يتضح من الشكل رقم (٨٤) ويجب ألا يتجاوز طول المحور الأفقى ثلاثة أمثال طول المحور الرأسى حتى يعطى القطاع الانطباع البصرى المرجو منه.



شكل (٨٤) المنحنى الهيبسومترى أو الهيبسوجرافى

٢ - المنحنى الكلينوجرافى Clinographic Curve

يستعمل المنحنى الكلينوجرافى فى تمثيل متوسط الانحدار Average Gradint بين كل خطى كنتور متتاليين، وهذا ما يعجز عنه المنحنى الهيبسومترى. ولمعرفة درجة الانحدار بين خطوط الكنتور لتنفيذ المنحنى الكلينوجرافى نتتبع الخطوات الآتية:

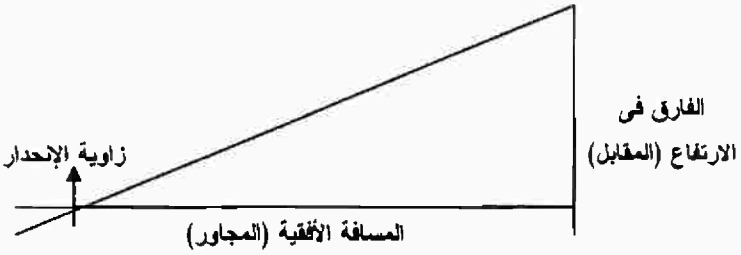
- نقيس المساحة بين كل خطى كنتور متتاليين بإحدى طرق القياس السابق شرحها.
- نحول المساحات التى حصلنا عليها إلى دوائر.
- نوجد أنصاف الأقطار لهذه الدوائر بالأمتار حسب مقياس الرسم المستخدم

$$\text{نق} = \sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\text{ط}}}$$

- ترسم الدوائر جميعها متحـدة فى المركز، وهى فى هذه الحالـة بديلـة لخطـوط الكنتور، ونحسب المسافة أو الفرق بين كل نصف قطر دائرتين متتاليين.
- بتحويل العلاقة بين كل دائرتين متتابعتين إلى مثلث قائم الزاوية يمكن حساب درجة الانحدار بين كل دائرتين (أى بين كل خطى كنتور)

$$\text{ظل الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

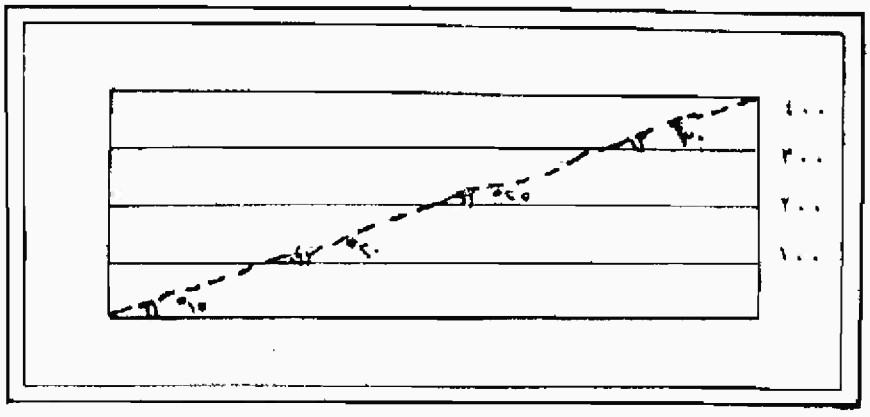
وبذلك يمكن الحصول على زاوية الانحدار على أساس معرفتنا بالمقابل الذى يمثل الفارق فى الارتفاع بين النطاقين الكنتوريين المتتاليين، والذى هو فى حقيقته يمثل أول النطاق وآخره، وذلك على أساس معرفتنا بالمجاور أو المسافة الأفقية.



ويمكننا أيضا حساب درجة الانحدار بين خطى كنتور من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{المسافة الأفقية}}$$

- نرسم محورين : أفقى يمثل منسوب سطح البحر، ورأسى يمثل الارتفاعات المسجلة على الخريطة الكنتورية.
- نبدأ فى تنفيذ المنحنى باستخدام المنقلة لقياس أول درجة انحراف حـصلنا عليهـا، وهذه الزاوية محصورة بين منسوب سطح البحر أو المنـسوب الأفقـى لأى خـط كنتور نبدأ منه، والخط الممتد من مركز المنقلة والدرجة المطلوب تسجيلها، على أن يمتد هذا الخط على استقامته ليقابل الامتداد الأفقى للمنسوب التالى وهكذا إلـى أن ننتهى من رسم القطاع أو المنحنى الكلينوجرافى شكل (٨٥).



شكل (٨٥) المنحنى الكلينوجرافى

ويمكن أن نطبق معادلة رياضية واحدة توفر علينا بعض العمليات الحسابية وهى[١]:

$$\text{ظل الزاوية} = \frac{\text{ل} \sqrt{\text{ط}}}{\sqrt{\text{أ} -} \sqrt{\text{ب} \times \text{س}}}$$

حيث أن: ل = الفاصل الرأسى بين خطوط الكنتور

ط = النسبة التقريبية $\frac{٢٢}{٧}$ أو ٣,١٤

أ = مساحة الأرض المحصورة بأى خط كنتور.

ب = مساحة الأرض المحصورة بالكنتور الذى يعلو الكنتور الذى يحصر المساحة (أ)

س = مقياس رسم الخريطة.

٣ - المنحنى الالتيمترى Altimetric Frequency Graph

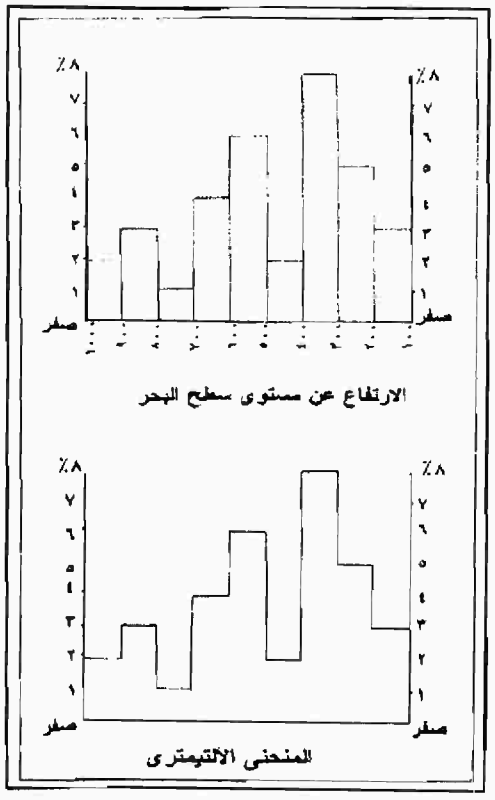
يخدم المنحنى الألتيميترى كثيراً من أغراض الدراسة الجيمورفولوجية، وخاصة تلك التى تتعلق بالتعرية.

(١) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٦٨.

ويوضح هذا المنحنى العلاقة بين الارتفاع والمساحة مثله فى ذلك المنحنى الهيبسومترى، غير أنه يوضح أيضا إلى جانب ذلك العلاقة بين ارتفاعات أو مناسيب مجموعة متعددة من النقاط اعتمادا على طريقة الأعمدة البيانية النسبية، حيث تتضح الارتفاعات أو المناسيب التى تتكرر أكثر من غيرها، ولذا فهى الطريقة الأصلح لبيان التوزيعات التكرارية.

ويستلزم عمل المنحنى الألتيمترى إتباع الخطوات التالية:

١ - رسم محورين، الأول أفقى ليوضح الارتفاعات والمناسيب من الخريطة الكنتورية، والثانى رأسى يوضح النسبة المئوية للمساحات، وبهذا تمثل المساحات المحصورة بين كل خطى كنتور (النطاق الكنتورى) على شكل عمود رأسى، فى حين أن ارتفاع العمود يمثل النسبة المئوية لما يمثله هذا الأرتفاع من جملة مساحة منطقة الدولة.



شكل (٨٦) المنحنى الآلتيمترى

٢- استخراج مساحة كل نطاق من واقع الخريطة باستخدام أى جهاز قياس دقيق.

٣- تحويل هذه المساحات إلى نسب مئوية من جملة المساحات الكلية.

٤- توقيع هذه النسب على الشكل البيانى بطريقة الأعمدة البيانية النسبية.

٥- حذف الخطوط الرئيسية التى تصل إلى المحور الأفقى، والتركيز على الخط الأعلى الذى يمثل خطا بيانيا كما هو موضح فى الشكل (٨٦).

٦- القطاعات البانورامية: Projected Profiles

لا تختلف القطاعات البانورامية عن القطاعات المتداخلة فى طريقة الرسم، إلا أنه عند رسم القطاعات البانورامية تمحى الأجزاء منه التى يخفيها القطاع الواقع أمامه، وهذا يعنى أن القطاع الأول يرسم بكامله.

أما القطاع الثانى فلا يرسم منه سوى الأجزاء التى تعلو الأول، وهكذا بالنسبة للقطاع الثالث وما يرسم بعده.

وينبغى فحص الخريطة الكنتورية جيدا والتى سيصمم منها مجموعة القطاعات البانورامية بحيث يتضح ترتيب أى القطاعات نبدأ برسمها ثم الثانى والثالث وهكذا. ويراعى فى عملية الرسم ترتيب القطاعات الأدنى أولا ثم الذى يعلوه. ولذلك فالقطاعات البانورامية لا تصلح إلا فى المناطق المتدرجة الارتفاع. وإذا رسمت عدة قطاعات بانورامية عرضية على طول أحد الأودية فيمكن أن تظهر هذه القطاعات كما لو كانت قطاعات متتالية. ويحدث ذلك إذا عملت القطاعات العرضية عمودية على خطوط الكنتور، ورسمت بحيث تقع قيعان الأودية فى جزء واحد من الشكل بقدر الإمكان والسبب فى ذلك أن قاع الوادى وكذلك جوانبه تزيد فى الارتفاع من الجزء الأدنى فى اتجاه المنبع، كما يضيق الوادى فى الاتجاه. وهذا مما يجعل القطاعات يظهر كل منها فوق الآخر بقليل ودون حدوث التداخل. ومن الواضح أنه إذا لم يحدث أى تداخل بحيث لا تمحى أى أجزاء من القطاعات فإننا نصبح أمام قطاعات متتالية لا قطاعات بانورامية[١].

(١) طه جاد، مرجع سبق ذكره ص.