

الفصل العاشر

الخرائط الجيولوجية

أولاً : مفهوم الخرائط الجيولوجية :

يوضح هذا النوع من الخرائط توزيع الأنواع المختلفة من الصخور، وهي تبين أيضاً الأماكن التي تظهر فيها الطبقات المختلفة على سطح الأرض، وكذلك مواقع الفوالق والتثنيات، والعصور الجيولوجية التي تكونت خلالها، وعادة ما توقع هذه البيانات على الخريطة الطبوغرافية التي تمثل معالم سطح الأرض؛ ولذلك يمكن القول بأن الخريطة الجيولوجية ما هي إلا خريطة طبوغرافية وتشمل الخرائط الجيولوجية جميع الخرائط التي يظهر عليها نوع أو أكثر من الصخور المختلفة (النارية Igneous Recks، الرسوبية Sedimentary Rocks، المتحولة Metamorphic Rocks) بالإضافة إلى أية مظاهر جيولوجية أخرى.

ومنذ أوائل هذا القرن بدأت محاولات استعمال الصور الجوية في رسم خرائط جيولوجية وكنتورية لجهات العالم المختلفة، وتطورت هذه المحاولات تطوراً ملموساً أثناء الحرب العالمية الأولى إلى أن أصبح ممكناً منذ سنوات عديدة رسم خرائط جيولوجية أكثر دقة من الخرائط التقليدية المذكورة بواسطة الصور الجوية.

وقد تختلف الخريطة الجيولوجية لمنطقة ما عن خريطة أخرى لنفس المنطقة تبعاً لأسباب عديدة. وفي مقدمتها الاختلاف في مقياس الرسم، فكلما كانت الخريطة ذات مقياس أكبر كلما كانت أكثر توضيحاً للتفاصيل البنوية والعكس صحيح. كما قد تختلف الخريطتان (الجيولوجية والطبوغرافية) تبعاً للغرض التي ترسم له الخريطة، هذا فضلاً عن الاختلافات الفنية من حيث كمية البيانات الجيولوجية المستقاة أثناء عملية المسح الجيولوجي وأثناء الرسم.

ويلاحظ أن هناك بعض الخرائط التي يبدو فيها الاتجاه أوضح إلى إبراز كل تفصيلات التركيب الجيولوجي ما أمكن، بينما تميل بعض الخرائط إلى التركيز على التصنيف الزمني للتكوينات. ويمكن القول بوجه عام أن الخرائط الجيولوجية بالأطالس العالمية والخرائط الجيولوجية للقارات والدول (الخرائط الصغيرة المقياس) يغلب عليها الطابع الأخير. أما الخرائط التفصيلية كبيرة المقياس فهي عادة ما تعطى تفصيلات دقيقة عن التركيب الجيولوجي بجوانبه المختلفة، إلى جانب التصنيف الزمني للتكوينات^(١) وليس من الضروري أن تظهر الطبقات في مساحات كبيرة على الأرض، ولكنها قد تظهر عند نقط محددة، حيث تغطي التربة عادة أجزاء كبيرة منها. وعلى ذلك فمن الضروري أن يستطيع الجغرافي تفسير البيانات التي توضح على الخرائط الجيولوجية.

وللخريطة الجيولوجية أهمية خاصة بالنسبة للجغرافي وخاصة في الدراسات الضيعية، فهي تساعد على فهم نوع وطبيعة أشكال سطح الأرض وتوزيع المعادن وموارد المياه والتربة، كما أن الخريطة الجيولوجية تعتبر أداة وافية المعلومات يمكن للجغرافي أن يستخدمها إذا كانت لديه القدرة على تفهم طريقة تمثيلها للظواهرات الجيولوجية من أجل التطبيقات العملية من خلال استغلال بعض أنواع الصخور مثل الحجر الجيري ومواد البناء، أو من أجل الاستفادة بها في الدراسات النظرية - ونظرا لأن الخرائط الجيولوجية غالبا ما توقع على خرائط طبوغرافية كما سبق الذكر، ولا بد أن يوضح على الأخيرة خطوط الكنتور، نظرا لأهميتها الكبيرة بالنسبة للخرائط الجيولوجية، حيث تعتبر عنصرًا هامًا من العناصر التي تمكن من تفهم البيانات التي تعطى في الخرائط الجيولوجية.

ولما كانت التكوينات الجيولوجية تختلف في عمرها وفي أنواعها وخاصة كلما اتسعت المنطقة التي تمثلها الخريطة الجيولوجية بالتعقيد الشديد، فإن الألوان والرموز التي تستعمل في الخرائط الجيولوجية غير متعارف عليها جميعا بصفة مطلقة، فإن هناك بعض الاصطلاحات والرموز الأساسية الخاصة بالتركيب الجيولوجي تكاد تكون ثابتة في كل الخرائط الجيولوجية بمختلف مقاييسها ومواضعها.

(١) محمود عبد اللطيف عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبى، ص. ٢٢٦ - ٢٢٧.

وبطبيعة الحال هناك تباين كبيراً بين الخرائط الجيولوجية من حيث الرموز الخاصة بعمر التكوينات على اعتبار أن التكوينات الجيولوجية تختلف من خريطة لأخرى. ولكن هذا التباين في الرموز لا يعتبر مشكلة في قراءة الخريطة إذ أن كل خريطة لها مفتاح تفصيلي بألوانها ورموزها.

وإذا استثنينا خرائط الأطالس واللوحات الحائطية فإن معظم الخرائط الجيولوجية التي ترسم في الكتب الدراسية والمؤلفات والتقارير العلمية، لا يستعمل فيها التلوين بل تظل المناطق التي تمتد فيها التكوينات أو المجموعات الصخرية لظلال معينة تدرج في مفتاح الخريطة. ومن هنا نجد تبايناً أكبر في الظلال المستعملة من خريطة لأخرى.

ولكن هناك ألوان اصطلاحية منفق عليها في تلوين الخرائط الجيولوجية وأهم هذه الألوان هي⁽¹⁾:

خرائط المقياس الكبيرة:

نوع الصخور	اللون
الصخور النارية	اللون الأحمر
الصخور المتحولة	اللون البنفسجي
الصخور الرسوبية:	

نوع الصخور	اللون
الحجر الرملي	اللون الأخضر
الحجر الجيري	اللون الأزرق
المجر الجيري	اللون الأزرق
الصنصال	اللون الرمادي
الطفل	اللون البني الفاتح
تمارن	اللون ليرتقالي
تكم جمع مرات	اللون الأصفر

(1) انظر ماضي، ج. ر. ص 100، مرجع مظهر سكر، ص 100، ص 101.

الخرائط الجيولوجية حسب الأساس الزمني:

نوع الصخور	اللون
صخور ما قبل الكامبري	اللون الأحمر والبنفسجي
الحجر الرملي النوبي	اللون البني
صخور الكريتاسي الأعلى	اللون الأخضر
صخور عصر الأيوسين	اللون الأزرق
صخور عصر الأوليجوسين	اللون البرتقالي
صخور عصر الميوسين	اللون الأصفر
صخور البلايوسين	اللون الأصفر المائل للبياض
صخور البلايستوسين والحديث	اللون المائل لبشرة الإنسان
الرواسب الفيضبة	اللون البني

وهذه الألوان هي المستخدمة في خريطة مصر الجيولوجية مقياس ١ : ٢٠٠,٠٠٠ وتوضح الخريطة رقم (٨٧) نموذج لدليل الرموز والألوان المستخدمة في الخرائط الجيولوجية.

ثانياً : محتويات الخريطة الجيولوجية :

- (١) يجب أن تشتمل الخريطة الجيولوجية على ما يأتي^(١):
 - (١) خطوط تلاصق الطبقات.
 - (٢) رموز ميل الطبقات ومقاديرها، وهي تشير إلى ميل الطبقة على الخريطة وكذلك ميلها عن المستوى الأفقي.
 - (٣) رموز الامتداد الجغرافي لكل طبقة (المضرب) والتي تشير إلى الاتجاه الجغرافي.
 - (٤) رموز توضح الخصائص الكنتورية أو البنائية للصخور.

(١) محمد فتحى عوض الله: المعادن والصخور والحفريات، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة ١٩٩٤، ص ١٢١ - ١٢٢.

(١) تعتبر إحدى الوسائل الهامة التي يمكن بواسطتها أن يتعرف الدارس على التراكيب الجيولوجية التي تشكلها وتتشكل منها صخور منطقة معينة.

(٢) يمكن الاعتماد عليها في قراءة الأحداث، والتاريخ الجيولوجي للمنطقة.

وتجدر الإشارة إلى أن الأدوات اللازمة لدراسة وقراءة الخرائط الجيولوجية هي: مثلثان أحدهما قائم الزاوية، مسطرة دقيقة التدريج، منقلة، أقلام رصاص ذات صلابة مختلفة، أقلام تلوين خشبية، ممحاة، ورق مربعات وشفاف، آلة حاسبة صغيرة، مبراة، وجدول ظلال.

ونظرا لتعدد أنواع الخرائط الجيولوجية حيث نجد الخرائط الجيولوجية العميقة على مناسيب معينة تحت سطح الأرض، وخرائط توزيع تكوينات بعينها أسفل السطح في منطقة ما، فضلا عن الخرائط الجيولوجية السطحية، فسوف نتناول دراسة النوع الأخير نظرا لأهميتها بالنسبة للجغرافي. حيث توضح الخرائط الجيولوجية السطحية التفصيلية البنية الجيولوجية السطحية بمفهومها الجغرافي. فهي توضح تكوينات السطح مع نظامها أو تركيبها في نفس الوقت. إذ أن ما يظهر من صخور القشرة الأرضية على سطح الأرض في صورة طبقات أو غير طبقات بمنطقة ما يمثل في الخريطة الجيولوجية، كما أن ما يوجد من التواءات ونكسارات بمختلف أشكالها يوضح في هذه الخرائط.

ثالثاً : المفاهيم الخاصة بالخريطة الجيولوجية:

الطبقة الجيولوجية: Layer

هي كتلة متجانسة من الصخر الواحد، لها نفس الخواص الجيولوجية ويحدها سطحان يفصلانها عما حولها من صخور أخرى، والطبقات الجيولوجية إما أفقية يحدها سطحان أفقيان، أو مائلة بحيث يميل السطحان الفاصلان عن الوضع الأفقي بزاوية أكبر من الصفر أو أقل من ٩٠°، أو أن تكون رأسية بحيث يضع السطحان الفاصلان زاوية قدرها ٩٠° مع الأفقي. وقد تأخذ الطبقات الجيولوجية أشكال أخرى كما هو الحال في الثنيات مثلاً.

خط المضرب أو الامتداد: Strike Line

هو الخط الوهمي الذي ينتج عن تقاطع مستوى أفقى مع سطح الطبقة الجيولوجية، بحيث يمر بالنقط ذات المنسوب الواحد والواقعة على نفس السطح الفاصل، ويمكن اعتباره خط كنتور واقع على السطح الفاصل للطبقة. فإذا كان السطح الفاصل منتظم الميل فإن خطوط المضرب الواقعة عليه، والتي يكون الفرق بين منسوبى أى خطين متتاليين منها ثابتاً، هذه الخطوط تكون مستقيمة وتظهر فى المسقط الأفقى بحيث تكون المسافات الأفقية بينها ثابتة وتسمى المسافة المضربية. أما إذا كان السطح الفاصل غير منتظم الميل ففى هذه الحالة تكون خطوط المضرب غير مستقيمة، وإنما تأخذ الأشكال العادية شكل خطوط الكنتور^(١).

ميل الطبقة: Dip

هى الطبقات التى تميل أسطحها عن المستوى الأفقى بزواوية تتراوح ما بين صفر، ٩٠°، وبطبيعة الحال قد يكون هذا الميل فى أى اتجاه من الاتجاهات الأصلية، ويرجع سبب ميل هذه الطبقات إما إلى تعرضها لحركات أرضية وهى على سطح الأرض، أو ميلها أثناء رفعها فوق مستوى سطح البحر بعد ترسيبها وتقلبها. وهناك نوعان من الميل هما:

الميل الحقيقى: True Dip

هو الميل الذى يتم قياسه فى الاتجاه العمودى على اتجاه خطوط الامتداد ويسمى الخط الوهمي الذى يقع على سطح الطبقة متعامداً مع خط المضرب وفى اتجاه ميل الطبقة بأسم خط الميل الحقيقى.

الميل الظاهري: Apparent Dip

هو الميل الذى يتم قياسه فى أى اتجاه آخر لا يكون عمودياً على اتجاه خطوط الامتداد، ومن ثم تكون له اتجاهات كثيرة وقيم تختلف حسب الاتجاه. وغالباً ما تكون زاوية الميل الحقيقى أكبر من زاوية الميل الظاهري.

(١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٦٩، ص ٣٣٣.

ويمكن قياس قمة ميل سطح الطبقة باستخدام جهاز بسيط يسمى مقياس أما اتجاه الميل فيحدد Clinometer زاوية الميل (كلينومتر) بالنسبة لاتجاه الشمال الجغرافى، ويمكن معرفته باستخدام البوصلة Compass^(١).

سُمك الطبقة: Thickness of Bed

يعرف سمك الطبقة فى الخرائط الجيولوجية بأنه المسافة الرأسية بين نقطتى تقاطع خط رأسى يخترق الطبقة مع السطحين الفاصلين.

ولكل طبقة سمك محدد بالمسافة بين سطحها، العلوى والسفلى، وعلى حسب اختلاف اتجاه قياس هذه المسافة، يتحدد لدينا سمان للطبقة المائلة هما: السمك الحقيقى والسمك الرأسى.

ويختلف السمك الحقيقى عن السمك الرأسى بالنسبة للطبقات المائلة، بينما يتساويان فى حالة الطبقات الأفقية.

والسمك الرأسى: عبارة عن المسافة الرأسية مضروباً فى مقياس رسم الخريطة بين سطحى الطبقة المائلة.

ويقصد بالمسافة الرأسية تلك المسافة بين سطحى الطبقة، العلوى والسفلى رأسياً - أى عمودياً على الخط الأفقى.

أما السمك الحقيقى: للطبقة فيقاس بأقصر مسافة بين سطحها - المسافة العمودية بين السطحين.

الانحدار: Slope

ويقصد به بإيجاز شكل سطح الأرض من حيث كونه مستويًا فيكون السطح بلا انحدار، أو يكون فى وضع غير مستو أى منحدر. ويجب الحذر من الخلط بين الانحدار والميل، فالأول يوصف به سطح الأرض والثانى توصف به الطبقات الصخرية. وقد نجد فى بعض الحالات أن هناك اتفاقاً بين درجة انحدار سطح الأرض

(١) نعيم أحمد شعت، خالد بن إبراهيم التركى: أساسيات الخرائط الجيولوجية، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض ١٤١٤ هـ / ١٩٩٤ م، ص ٤٨.

واتجاهه وبين درجة ميل الطبقات واتجاهه. ولكن في أغلب الحالات التي لا تتحكم فيها مقدرة التركيب الجيولوجي يوجد اختلاف بين الجانبين المذكورين. ويتضح الاتفاق بين الميل والانحدار في الخريطة الجيولوجية من حيث اتجاه كل منهما إذا كانت علامة الميل تتجه نحو الجانب المنخفض من المنحدر، أي تجاه خطوط الكنتور ذات الأرقام الأقل في حالة الخريطة الجيولوجية الكنتورية.

مظهر الطبقة (المكشوف): Outcrop

عندما يظهر جزء من طبقة جيولوجية على سطح الأرض فإن هذا الجزء يسمى مظهر الطبقة، فإذا كانت الطبقات أفقية فإن الطبقة العليا منها هي التي تظهر فوق سطح الأرض ولا يظهر ما تحتها من طبقات، هذا إذا كان سطح الأرض أفقياً، أما إذا كان سطح الأرض مائلاً، أمكن ظهور بعض الطبقات الأفقية السفلى، وفي حالة الطبقات المائلة كما هو غالباً، فإن أجزاء منها تظهر على السطح.

ويتوقف اتساع وشكل مظهر الطبقة على سطح الأرض على ثلاثة عوامل هي^(١):

أ - طوبوغرافية المنطقة التي تظهر فيها الطبقة.

ب - سمك الطبقة.

ج - ميل الطبقة، إذا كانت الطبقة رأسية كان مظهرها ممتداً يحده خطان بحيث يختلف البعد بينهما باختلاف سمك الطبقة. وإذا كانت الطبقة أفقية فإن الخطوط التي تحدد مظهرها تكون موازية لخطوط الكنتور، وفي حالة الطبقات المائلة فإن مظهر الطبقة يتوقف على مقدار زاوية الميل بحيث يزداد البعد بين الخطين الذين يحددان المظهر كلما قلت زاوية الميل، والعكس صحيح إذا كانت زاوية الميل كبيرة.

مفتاح أو دليل الخريطة: Map Index

هو عبارة عن عمود استراتيجرافي Stratigraphic Column يبين تتابع الطبقات في المنطقة والتي تمثلها الخريطة على حسب ترتيبها، بحيث تكون أقدم الطبقات في قاعدة العمود وأحدثها في قمة العمود، ويرسم في الجانب الأيمن السفلي لحافة الخريطة

(١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجية الهندسية والخرائط الجيولوجية، مرجع سبق ذكره ص ٣٤٠ - ٣٤٧.

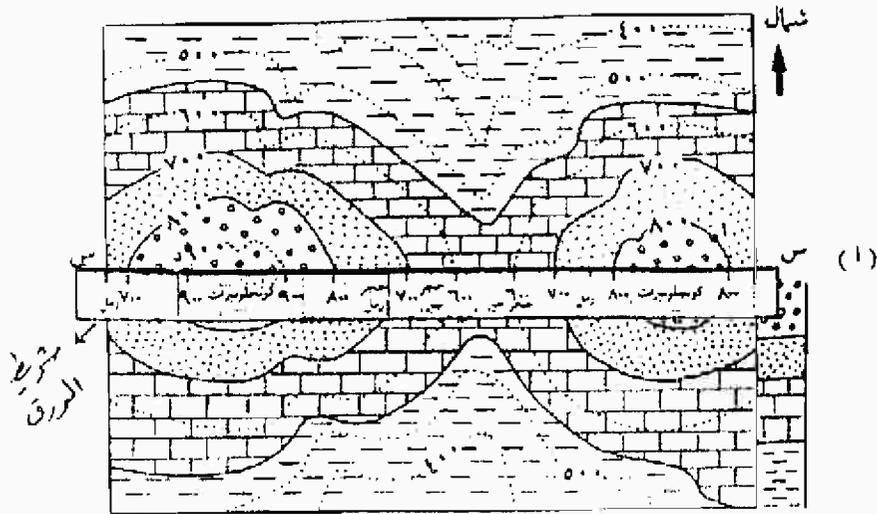
عادة، ولكن هذا لا يمنع أن يرسم في أى مكان مناسب على الخريطة أو على ورقة للرسم البياني للقطاع الجيولوجى Geological Cross Section ولرسم المفتاح يتم تحديد عمود عرضه ٢ سم بجانب الحافة اليمنى السفلية للخريطة وبارتفاع مناسب على حسب عدد وسمك الطبقات الموجودة فى الخريطة ونبدأ برسم سطح من أسطح الطبقات بعد معرفة نقطة معلومة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، يظهر فيها منكشف هذا السطح وتكون هذه عادة معلومة من معطيات الخريطة - ويجب إعطاء بيان تفصيلى عن بقية التتابع الصخرى Rock Sequence الموجود بالخريطة مع بيان السمك الرأسى لهذه الطبقات، وأهم ما يراعى عند رسم الدليل مقياس الرسم. فإذا افترضنا أن سمك الطبقة هو ١٠٠ متر ومقياس رسم الخريطة هو ١ سم = ١٠٠ م فإن هذه الطبقة يتم رسمها فى الدليل بارتفاع ١ سم. أما إذا كان السمك ٢٠٠ م، فإنه سيمثل بمقدار ٢ سم على الدليل، وهكذا يتم الرسم اعتمادا على معطيات الخريطة.

رابعاً: القطاع الجيولوجى للطبقات الأفقية:

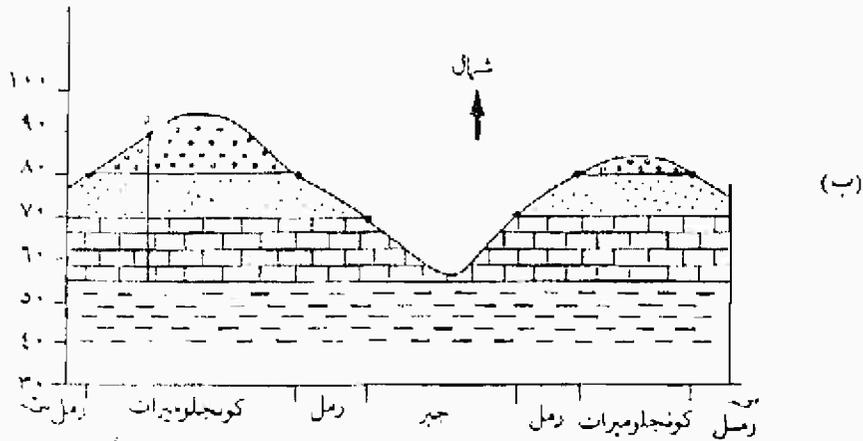
هو عبارة عن قطاع تضاريسى بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض موقعة عليه الطبقات أو التكوينات التى يمر بها خط القطاع، بحيث ترسم هذه الطبقات بمقياس رسم يتفق وسمك كل منها وبنفس درجة الميل إذا كانت الطبقات مائلة ولكن قد يصادف راسم القطاع فى حالات كثيرة، صعوبة فى رسم ميل الطبقات بنفس الدرجة التى تميل بها. أما الطبقات الأفقية فهى لا تشكل عائقاً فى رسم القطاع كما يتضح من الشكل التالى. والقطاع الجيولوجى قد يفسر كثيراً من الظواهر التضاريسية التى تهتم الجغرافى، حيث توجد علاقة وثيقة فى حالات كثيرة بين التركيب الجيولوجى وأشكال السطح. وإذا لم تكن هناك علاقة مباشرة فإن التركيب الجيولوجى يلقى ضوءاً على تفسير كثير من هذه الأشكال.

ولرسم قطاع جيولوجى يجب علينا اتباع الخطوات التالية الشكل (٨٨):

- (١) نمد خطاً فى اتجاه الميل يمر بالظواهر الرئيسية للطبقات وفى أكثر الأجزاء تشبيهاً للتركيب الجيولوجى للمنطقة (م - ن)



مقياس الرسم 1 : 100,000



تقلاً عن: رجائي الطحلاوي

شكل (٨٨) قطاع جيولوجي لمجموعة من الطبقات الأفقية

(٢) نضع شريط من الورق بحيث تتطبق حافته على الخط (س-س) الذي يحدد مكان القطاع المراد رسمه، ثم نحدد نهايتنا القطاع على شريط الورق، وكذلك نقط تقاطع خطوط الكنتور المختلفة مع الخط (س-س) ويكتب منسوب كل خط من خطوط الكنتور عند العلامة التي تحدد نقطة تقاطعه مع الخط (س-س)، وكذلك يجب تحديد مواقع أعلى النقط منسوبا والتي توجد في المناطق المرتفعة، وأقل النقط منسوبا والتي تقع في المناطق المنخفضة على الشريط.

وبهذه الكيفية تحدد المسافات الأفقية بين النقط المختلفة الناتجة عن تقاطع خطوط الكنتور مع الخط الذى يحدد القطاع، ويلاحظ فى هذه الحالة أن المسافات المذكورة تكون قد وقعت على طول القطاع بنفس مقياس الرسم الذى رسمت به الخريطة الكنتورية أصلاً.

(٣) ترسم خطوط أفقية موازية تماماً للمحور الأفقى من نقاط التقاطع ويمثل كل خط سطح طبقة (سطحاً فاصلاً بين طبقتين) كما يظهر فى الشكل الدالى. فنجد أن السطح العلوى للحجر الرملى يقع على ارتفاع ٨٠٠ م بينما سطحه السفلى يظهر على ارتفاع ٧٠٠ م كما يظهر فى الخريطة وكذلك باقى أسطح الطبقات. كما أن السمك الرأسى لكل طبقة على القطاع يساوى السمك الموضح على الخريطة.

(٤) تظل كل طبقة برمزها أو تكون بلونها المتفق عليه والذى تم تحديده على كل من الخريطة والدليل.

وتجدر الإشارة إلى أنه إذا وجدت بالخريطة طبقة أسفل جميع الطبقات غير معلومة السمك فإنه من الصعب تحديد سطحها السفلى. لذلك نتبع فى تظليل هذه الطبقة أو تلوينها الخطوات التى اتبعت فى تظليل أو تلوين دليل الخريطة (الدليل الجيولوجى)، وذلك بتلوين ١,٥ سم فقط بلون طبقة الطفل وترك الباقى بدون تظليل أو تلوين لعدم معرفتنا بسمك الطبقة أو بالصخور التى تقع أسفلها.

(٥) يحدد المحور الرأسى والمحور الأفقى اللزمان لرسم القطاع على ورقة ملليمترات (مربعات) ويوضع شريط الورق بحيث تكون حافته مطابقة للمحور الأفقى، وتكون نقطة الأصل للمحاور منطبقة تماماً مع بداية القطاع المحددة على الشريط، وتنقل جميع البيانات (مواقع النقط ومناسيبها) من الشريط إلى المحور الأفقى للقطاع.

(٦) تقام أعمدة عند مواقع النقط المختلفة المحددة على المحور الأفقى ويحدد عليها ارتفاعات تطابق مناسيب النقط المدونة أمام كل منها. ولهذا الغرض قد يستخدم نفس مقياس الرسم الذى وقعت به الأبعاد على المحور الأفقى، أو قد يستخدم مقياس رسم مخالف للمقياس الأفقى.

فإذا استخدم نفس مقياس الرسم على المحورين الأفقي والرأسي، كانت ميول سطح الأرض الناتجة في القطاع هي نفسها الموجودة في الطبقة، أي أنه إذا كان ميل سطح الأرض في الطبيعة في جزء من القطاع هو ٣٠ درجة مثلاً، فإن ميل سطح الأرض في القطاع الممثل لنفس الجزء لا بد وأن يكون ٣٠ درجة، ويفضل دائماً أن يستخدم نفس المقياس على المحورين كلما أمكن ذلك، إلا أنه إذا كان مقياس رسم الخريطة صغيراً فإنه إذا استخدم على المحور الرأسي لا يمكن أن يعطى صورة واضحة لتضاريس المنطقة، وفي هذه الحالة يستخدم مقياس رسم على المحور الرأسي يكون أكبر من مقياس الرسم المستخدم على المحور الأفقي، وذلك لإمكان إظهار التغير في تضاريس المنطقة. وينتج عن ذلك ميول لسطح الأرض في القطاع تخالف الميول الطبيعية، ولتحديد ميل سطح الأرض الطبيعي عند استعمال مقياسي رسم مختلفين يحدد ظل زاوية الميل من واقع الأبعاد التي يمكن حسابها ومنها يمكن حساب مقدار زاوية الميل.

خامساً: تقدير أعماق الآبار باستخدام الخريطة الجيولوجية:

الطريقة الأولى:

لتحديد عمق بئر ما تصل إلى طبقة معينة على سطح الأرض من واقع الخريطة الجيولوجية فإننا نحدد خط الكنتور الذي تقع عليه النقطة، وبذلك يتحدد منسوب النقطة على سطح الأرض، ثم نحدد منسوب خط المضرب^(١) الذي تقع عليه النقطة، وعلى ذلك يتحدد منسوب النقطة على سطح الطبقة والتي تكون واقعة رأسياً تحت النقطة الموجودة على سطح الأرض، والفرق بين المنسوبين يعطى المسافة الرأسية بين النقطتين والتي تكون مساوية لعمق البئر.

مثال في خريطة ما إذا أريد تحديد عمق البئر (أ) إلى السطح العلوي للطبقة، فإننا نجد أن (أ) تقع على خط كنتور منسوبه (٨٠٠ م) وعلى خط مضرب (واقع على السطح العلوي) منسوبه (٦٠٠ م)

$$\text{فيكون عمق البئر} = ٨٠٠ - ٦٠٠ = ٢٠٠ \text{ متراً}$$

(١) يمكن اعتبار خط المضرب خط كنتور واقع على السطح الفاصل للطبقة.

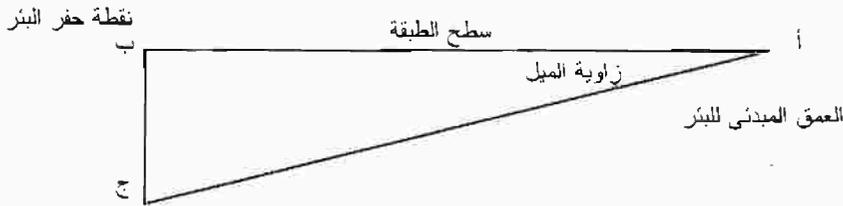
أما عند (ب) فمنسوب خط الكنتور الواقعة عليه هو (٦٥٠ م)، بينما خط المضرب منسوبة (٦٠٠ م)

ويكون عمق البئر = ٦٥٠ - ٦٠٠ = ٥٠ مترا

الطريقة الثانية:

لحساب عمق البئر من الخريطة الجيولوجية نتبع الآتى:

- (١) نمد خطا من النقطة التى سيحفر بها البئر موازيا لاتجاه الميل بحيث يصل إلى حد الطبقة المطلوب الوصول إليها بالحفر مع مراعاة أن يكون الخط ممتدا حتى السطح العلوى أو السطح السفلى كيفما طلب



- (٢) نأتى بورقة رسم بيانى ونمد خطا أفقيا بطول الخط الذى مددناه بالخريطة ثم نرسم زاوية ميل الطبقة المشار إليها. ونمد خطا يحصر هذه الزاوية مع الخط الأفقى المرسوم ثم نسقط عمودا من نهاية الخط الأفقى الأول حتى يقطع الخط الثانى.
- (٣) نقيس طول هذا العمود بدقة كبيرة ونحوله بمقياس رسم الخريطة إلى أمتار فيكون هذا هو عمق البئر أو أن سطح الأرض مستو تماما. أى أن نقطة البئر على منسوب يساوى منسوب حد الطبقة أو التكوين المذكور.
- (٤) عادة ما يكون هناك اختلاف فى ذلك المنسوب، ولا بد من معرفة الفرق بين المنسوبين كما يتضح من الخريطة لأخذه فى الاعتبار. فلو أن نقطة حفر البئر أكثر ارتفاعا من نقطة حد الطبقة المذكورة فمعنى هذا أن عمق البئر الذى حسبناه بمقياس الرسم السابق الإشارة إليه يضاف إليه هذه الزيادة فى الارتفاع، والعكس صحيح أى لو أن نقطة حفر البئر أقل فى المنسوب من النقطة المذكورة فسوف يقل مقدار العمق بمقدار الفرق بين المنسوبين فنطرح هذا الفرق من الرقم الناتج فى عملية التحويل^(١).

(١) محمود عصفور، محمد الشرنوبى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٤٥-٢٤٦.

سادسا : وصف الخرائط الجيولوجية:

عند إعداد ووصف لخريطة جيولوجية يجب الاستعانة بكل المعلومات الجيولوجية المتوافرة عن المنطقة، وقد توجد بعض هذه المعلومات مباشرة على الخريطة مثل اتجاه وزوايا ميل الطبقات، أو قد يكون التتابع الطباقى موضحاً في دليل الخريطة Legend، أما إذا كانت هذه البيانات غير موجودة فيجب أن يقوم الدارس بإعدادها بنفسه. وفيما يلي وصف لنموذج خريطة جيولوجية يحوى كل المعلومات المحتمل توافرها وهي^(١):

- ١- **طبوغرافية المنطقة:** وتضم مساحة الخريطة، ووصف الظواهر التضاريسية (وديان - تلال الخ)
- ٢- **التتابع الطباقى:** ترتيب الطبقات الظاهرة في الخريطة وموضعا أقدمها وأحدثها عمرا مع تجميع الطبقات المتوافرة في مجموعات وحساب سمك الطبقات - إذا كان منتظما - سواء كان السمك الرأسى أو السمك الحقيقى.
- ٣- **العلاقة بين المجموعات الصخرية:** تحديد مكان ونوع عدم التوافق.
- ٤- **التركيبة الجيولوجية:** ندرس تراكيب المجموعات الصخرية كل على حدة، ويستحسن البدء بالأحدث عمرا على النحو التالى:
 - أ - **ميل الطبقات:** إذا لم تكن على شكل طيات تحديد زاوية واتجاه ميل الطبقات وأى تغير في زاوية الميل.
 - ب - **الطيات:** تحديد البيانات الخاصة بالطيات مثل: الطبقات التى تكون الطيات، نوع وترتيب الطيات، اتجاه وزاوية ميل الأجنحة، اتجاه المفصل (المحور)، عمر الطى.
 - ج - **الفوالق:** إذا كانت الخريطة تحوى أكثر من فالق، يوصف كل فالق منها على حده من حيث النوع، الميل، الامتداد، اتجاه الحركة النسبية، مقدار الإزاحة على سطح الفالق، رمية الفالق، الطبقات التى تأثرت بالفالق عمر الفالق، والعلاقة بين الفوالق وبعضها.
 - د - بيان العلاقة بين الطيات والفوالق.

(١) محمد رجاتى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، الطبعة الثانية، أسبوط ٢٠٠٠ ص ص ١٧٩ - ١٨٠.

٥ - الصخور النارية: وصف أنواع الصخور الموجودة كل على حدة، وأنواعها (قواطع، جدد، باثوليت الخ)، والطبقات التي تداخلت فيها، وعمرها بالنسبة للطبقات وبالنسبة لبعضها البعض.

٦- العلاقة بين تضاريس المنطقة والتراكيب الجيولوجية.

٧- التاريخ الجيولوجي للمنطقة: ويشمل التسلسل التاريخي الذي مرت به المنطقة منذ تكوين أقدم الصخور الموجودة بها حتى وصلت إلى حالتها الراهنة ولإيضاح خطوات قراءة الخريطة الجيولوجية ووصفها نورد المثال التالي:

مثال: خريطة جيولوجية لمنطقة معروفة تتابعها الطباقى شكل (٨٩) وتظهر على الخريطة الخطوط التي استخدمت للحصول على المعلومات الجيولوجية اللازمة.

الإجابة: لوصف الخريطة يمكن أن نستنتج المعلومات الجيولوجية الآتية^(١)

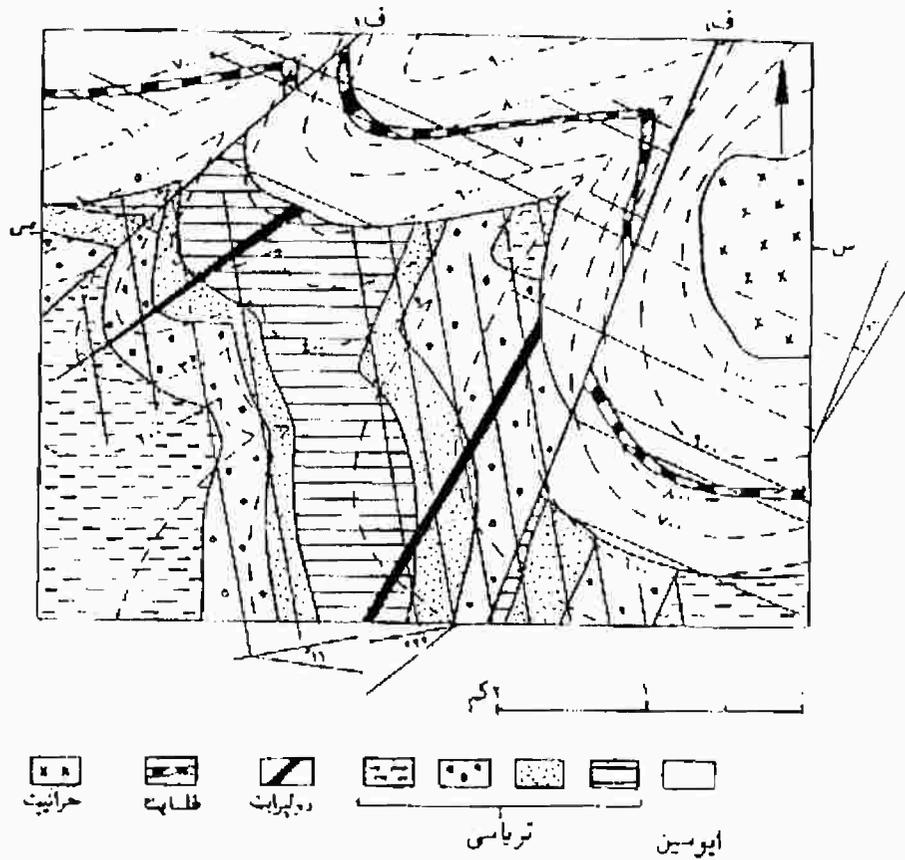
١- طبوغرافية المنطقة: تبلغ مساحة المنطقة حوالي ١٨ كم^٢ (الطول × العرض × مربع مقياس الرسم)، يخترق المنطقة واديان رئيسيان ينحدران من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى، أعلى جزء يقع شرق الخريطة على منسوب ١٠٠٠ متر، وينحدر سطح الأرض تدريجياً ناحية الجنوب الغربى حيث يصل منسوب سطح الأرض إلى ٢٠٠ متر.

٢- التتابع الطبقي: وهو موضح على الخريطة وترتيبه على النحو التالي:

أولاً الصخور

الزمن	نوع الصخر	السماك الرأسى
أحدث	أبوسين	أكثر من ٤٠٠ م
	حجر طيني	أكثر من ٢٠٠ م
	حجر رملي	١٠٠ م
أقدم	الترياسى	٢٠٠ م
	طفلة	أكثر من ٤٠٠ م

(١) المرجع السابق، ص ١٨١ - ١٨٥.



نقلا عن: رجائي الطحلاوي

شكل (٨٩) نموذج خريطة جيولوجية لمنطقة معروف تتابعها الطبقي

ثانيا : الصخور النارية: جرانيت، دوليرايت، فلسايت

٣- العلاقة بين المجموعات الصخرية: يوجد سطح عدم توافق بين قاع طبقة الطباشير الأيوسيني حيث يقع فوق صخور المجموعة السفلية التابعة لترياسي.

٤- التراكيب الجيولوجية:

أ - تميل طبقات الطباشير بزواوية قدرها ٥٩° في الاتجاه شمال ٢٢° شرق.

ب - الطيات: توجد طبقات الترياسي على شكل طية مقعرة غير متماثلة يتجه مفصلها (محورها) شمال ١٠° غرب، ويميل الجناح الشرقي ٢٥° غربا والجناح الغربي ١٦° شرقا.

ويقع عمر الطي في الفترة بين الأيوسين، وما بعد الترياسي.

ج - الفوالق: يقطع المنطقة فالقان. ف١، ف٢.

١- الفالق ف١: رأسي، عادي، يمتد شمال ٢٠° شرق، الرمية السفلية ٢٠٠ متر على الجانب الجنوبي الشرقي وقد تكون بعد تداخل الفلسايت.

٢- الف الف٢: ويقع في الركن الشمال الغربي من المنطقة، ويمتد شمال ٥٠° شرق، عادي، الرمية السفلية ٢٠٠ متر على الجانب الشمالي الغربي. وتمثل الكتلة المحصورة بين الفالقين هضبة تركيبية.

٥- الصخور النارية: يوجد في المنطقة ثلاث متداخلات نارية مختلفة:

أ - الدوليرايت: ويوجد على هيئة قاطعين يمتدان في الاتجاه شمال شرق وقد تداخل في صخور الترياسي فقط، ويبدو أنهما من نفس العمر، أي أنهما تكونا بعد الطي وقبل ترسب الأيوسين. سمك القاطع الشرقي منتظم ويبلغ حوالي ١٠٠م. أما القاطع الغربي فيتلاشى ناحية الجنوب الغربي.

ب - الفلسايت: ويوجد عادة على هيئة جُدة، سمكه حوالي ٤٥ مترا، وهو متداخل في صخور الطباشير وله نفس اتجاه و زواوية الميل، وعمر التداخل يقع في الفترة قبل التصدع وبعد ترسيب الطباشير.

ج - الجرانيت: ويظهر في الجانب الشرقي من المنطقة ويأخذ شكل منطقة محدبة، وهو أحدث عمرا من الطباشير.

٦- العلاقة بين طبوغرافية المنطقة والتراكيب الجيولوجية:

تتحد الوديان في الاتجاه المعاكس لميل طبقات الطباشير، فهي لذلك وديان معاكسة Obsequent وتظل محتفظة باتجاهها وهي تخترق الطبقات السفلى فتكون مطابقة.

٧ - التاريخ الجيولوجي:

أ - ترسبت طبقات الترياسي في ظروف بحرية بادئة بالطفلة ثم الكنجلومرات ثم الحجر الرملي ثم الحجر الطيني.

ب - تعرضت المنطقة لعمليات الطي، ثم تداخلت قواقع الدوليرايت، ثم ارتفعت المنطقة عن سطح البحر، وتعرضت لعمليات التمامات.

ج - غمرت المنطقة بالمياه ثم ترسب الطباشير.

د - تداخل الفلسايت والجرانيت.

هـ - ارتفعت المنطقة ثم مالت، وتعرضت لعوامل التمامات والتعرية التي أعطتها شكلها الأخير.

و - حدثت تصدعات في المنطقة نتج عنها الفالقان ف١ ، ف٢ .

ل - تعرضت المنطقة لعوامل التمامات والتعرية التي أعطتها شكلها الأخير

وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن تحديد عمر تداخل الجرانيت بدقة لعدم توافر معلومات جيولوجية كافية، فمن الممكن أن يكون قد تداخل في أي وقت بعد تكوين الطباشير، وكذلك الحال بالنسبة للفلسايت، فتداخله يقع بعد تكوين الطباشير وقبل نشوء الفوالق.^(١)

(١) المرجع السابق، ص ١٨٥.

الملاحق

قوانين المساحات والحجوم

$$\text{مساحة المثلث} = \text{نصف القاعدة} \times \text{الارتفاع}$$

$$\text{مساحة المربع} = \text{مربع طول الضلع}$$

$$= \text{طول الضلع} \times \text{نفسه}$$

$$\text{مساحة المستطيل} = \text{الطول} \times \text{العرض}$$

$$\text{مساحة الدائرة} = \text{ط} \times \text{نق} \div 2$$

$$= \text{مربع نصف القطر} \times 3,14$$

$$\text{حيث } \text{ط} = 3,14 \text{ أو } \frac{22}{7}$$

$$\text{نق} = \text{نصف قطر الدائرة}$$

$$\text{طول محيط الدائرة} = \text{القطر} \times 3,14$$

$$\text{طول قطر الدائرة} = \text{محيط الدائرة} \div 3,14$$

$$= \text{مساحة الدائرة} \times 1,1283$$

$$\text{مساحة سطح الاسطوانة} = \text{مساحة القاعدتين} + (\text{الطول} \times \text{محيط الاسطوانة})$$

$$\text{مساحة المخروط} = \text{مساحة القاعدة} + (\text{محيط القاعدة} \times \text{نصف الارتفاع})$$

$$\text{مساحة الكرة} = \text{مربع القطر} \times 3,14$$

$$\text{حجم المكعب} = \text{الطول} \times \text{العرض} \times \text{الارتفاع}$$

$$= \text{طول الحرف} \times \text{نفسه} \times \text{نفسه}$$

$$\text{حجم الاسطوانة} = \text{مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$$

$$= \text{ط} \times \text{نق} \times \text{ع}$$

$$\text{حجم الكرة} = \text{مكعب القطر} \times 0,5236$$

$$= 4 \times \text{مربع نصف القطر} \times 3,14$$

$$\text{حجم المخروط} = \frac{1}{3} \text{ مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$$

$$\frac{1}{3} = \text{ط} \text{ نق}^2 \times \text{ع}$$

$$\text{حجم الهرم} = \frac{1}{3} \text{ مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$$

$$\frac{1}{3} = \text{س} \times \text{ع}$$

حجم متوازي المستطيلات = مساحة القاعدة \times الارتفاع

$$= \text{الطول} \times \text{العرض} \times \text{الارتفاع}$$

$$= \text{حاصل ضرب الأبعاد الثلاثية}$$

المساحة الجانبية لمتوازي المستطيلات = محيط القاعدة \times الارتفاع

$$= \text{المساحة الجانبية} + \text{مجموع مساحتي القاعدتين}$$

$$= \text{مجموع مساحات الأوجه الجانبية}$$

المساحة الجانبية للمكعب = مساحة وجه واحد $\times 4$

$$= \text{مجموع مساحات الأوجه الجانبية}$$

مساحة أوجه المكعبات الكلية = مساحة وجه واحد $\times 6$

مساحة المعين = نصف حاصل ضرب القطرين

مساحة شبه المنحرف = نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين \times الارتفاع

مساحة الشكل الرباعي = مجموع مساحة المثلثين الناتجين من توصيل أحد قطريه

مساحة الشكل الخماسي المنتظم = مربع طول ضلع الشكل $\times 1,72$

مساحة الشكل السداسي المنتظم = مربع طول ضلع الشكل $\times 2,6$

مساحة الشكل الثماني المنتظم = مربع طول ضلع الشكل $\times 2,83$

$$\text{مساحة المثلث} = \frac{1}{2} \text{ القاعدة} \times \text{الارتفاع} = \frac{\text{القاعدة} \times \text{الإرتفاع}}{2}$$

$$\sqrt{ح(ح-أ)(ح-ب)(ح-ج)}$$

$$\text{حيث } \frac{1}{2} ح = \text{محيط المثلث} = \frac{أ+ب+ج}{2}$$

أ، ب، ج هي أطوال أضلاع المثلث

مساحة المثلث المتساوي الأضلاع = مربع طول الضلع $\times 0.433$ ،

= مربع نصف الضلع \times ظا 60° درجة (1,732)

= نصف مربع طول الضلع \times الجذر التربيعي $\frac{3}{2}$

= نصف مربع طول الضلع $\times 0.866$ ،

مساحة المثلث القائم الزاوية = حاصل ضرب ضلعي الزاوية القائمة.

حجم المنشور = مساحة القاعدة \times الارتفاع

حجم الهرم أو المخروط الناقص = $\frac{ع}{3} \sqrt{(س_1 \times س_2 + س_1 \times س_3 + س_2 \times س_3)}$

حيث ع هي المسافة العمودية بين القاعدتين

س₁، س₂ هي مساحة القاعدتين على التوالي

مساحة أى شكل منتظم = $\frac{1}{2}$ المحيط \times العمود الساقط من المركز على أحد

الأضلاع

مساحة القطاع الدائري = $\frac{طنق ٢ ن}{360}$

حيث ن = الزاوية المركزية

مساحة القطاع الناقص = $\frac{ط م ١ م}{4}$

حيث أن م = طول قطره الأكبر

١ م = طول قطره الأصغر

بعض المقاييس الهامة

المقاييس الفرنسية الطولية

الكيلو متر = ١٠٠٠ متر

= ٦٢١، من الميل

= ٥٤٠، من الميل البحرى

السنتمتر = ١٠ ملليمتر

الديسمتر = ١٠ سنتمتر

المتر = ١٠ ديسمتر = ١٠٠ سم

الديكامتر = ١٠ متر

الهكومتتر = ١٠٠ متر

المقاييس الإنجليزية الطولية

البوصة = ٢١ لينيا

القدم = ١٢ بوصة

الياردة = ٣ قدم

الميل = ١٧٦٠ ياردة

الميل البحرى = ١٨٥٣ متر

العقدة : تعنى الميل البحرى وتستخدم لقياس سرعة السفن وهى تساوى ١،٨٥٣ كم /

ساعة أو ٥١٤ متر / ثانية

القامة = ٦ قدم = ١،٨٢٨ متر

المساحات :

$$\frac{1}{1000} = \text{الميكرومتر}$$

$$\text{اسم}^2 = 0,155 \text{ بوصة مربعة}$$

$$1 \text{ متر} = 10,8 \text{ قدم مربع}$$

$$\text{اكرم}^2 = 0,386 \text{ ميل مربع}$$

$$\text{اهكتار} = 2,47 \text{ من الفدان}$$

$$= 10000 \text{ متر مربع}$$

$$\text{الدونم} = 1000 \text{ متر مربع}$$

جدول مقابلات مقاييس الرسم الرئيسية

مقابل الكيلو متر الواحد	مقابل الميل الواحد	ما يمثله السنتمتر الواحد	ما تمثله البوصة الواحدة	مقياس رسم الخريطة
٥٠ سم	٣١,٦٨ بوصة	٢٠ متر	٥٦ ياردة	٢٠٠٠ : ١
٤٠ سم	٢٥,٣٤ بوصة	٢٥ متر	٦٩,٥ ياردة	٢٥٠٠ : ١
٣٠ سم	١٢,٦٧ بوصة	٥٠ متر	١٣٩ ياردة	٥٠٠٠ : ١
١٠,٠ سم	٦,٣٤ بوصة	٠,١٠ كم	٠,١٥٨ ميل	١٠٠٠٠ : ١
٥,٠٠ سم	٣,١٧ بوصة	٠,٢٠ كم	٠,٣١٦ ميل	٢٠٠٠٠ : ١
٤,١٧ سم	٢,٦٤ بوصة	٠,٢٤ كم	٠,٣٧٩ ميل	٢٤٠٠٠ : ١
٤,٠ سم	٢,٥٣ بوصة	٠,٢٥ كم	٠,٣٩٥ ميل	٢٥٠٠٠ : ١
٣,١٦ سم	٢,٠٠ بوصة	٠,٣١٧ كم	٠,٥٠٠ ميل	٣١٦٨٠ : ١
٢,٠٠ سم	١,٢٧ بوصة	٠,٥٠٠ كم	٠,٧٨٩ ميل	٥٠,٠٠٠ : ١
١,٦ سم	١,٠١٤ بوصة	٠,٦٢٥ كم	٠,٩٨٦ ميل	٦٢,٥٠٠ : ١
١,٥٨ سم	١,٠٠ بوصة	٠,٦٣٤ كم	١,٠٠ ميل	٦٣,٣٦٠ : ١
١,٣٣ سم	٠,٨٤٥ بوصة	٠,٧٥ كم	١,١٨ ميل	٧٥,٠٠٠ : ١
١,٢٥ سم	٠,٧٩٢ بوصة	٠,٨٠ كم	١,٢٦ ميل	٨٠,٠٠٠ : ١
١,٠٠ سم	٠,٦٣٤ بوصة	١,٠٠ كم	١,٥٨ ميل	١٠٠,٠٠٠ : ١
٨,٠ مم	٠,٥٠٧ بوصة	١,٢٥ كم	١,٩٧ ميل	١٢٥,٠٠٠ : ١
٤,٠ مم	٠,٢٥٣ بوصة	٢,٥٠ كم	٣,٩٥ ميل	٢٥٠,٠٠٠ : ١
٢,٠٠ مم	٠,١٢٧ بوصة	٥,٠٠ كم	٧,٨٩ ميل	٥٠٠,٠٠٠ : ١
١,٠٠ مم	٠,٠٦٣ بوصة	١٠,٠٠ كم	١٥,٧٨ ميل	١٠٠٠,٠٠٠ : ١

جدول أطوال درجات الطول ودوائر العرض

دوائر العرض	طول دوائر العرض بالأميال	طول دوائر العرض بالكيلو متر	طول درجة الطول بالأميال	طول درجة الطول بالكيلو متر
٠	٦٨,٧٠٤	١١٠,٥٦	٦٩,١٧٢	١١١,٣١٢
٥	٦٨,٧١٠	١١٠,٥٧	٦٨,٩١١	١١٠,٩٠
١٠	٦٨,٧٢٥	١١٠,٦٠	٦٨,١٢٩	١٠٩,٦٤
١٥	٦٨,٧٥١	١١٠,٦٤	٦٦,٨٣٠	١٠٧,٥٥
٢٠	٦٨,٧٨٦	١١٠,٧٠	٦٥,٠٢٦	١٠٤,٦٤
٢٥	٦٨,٨٢٩	١١٠,٧٧	٦٢,٧٢٩	١٠٠,٩٥
٣٠	٦٨,٨٧٩	١١٠,٨٥	٥٩,٩٥٦	٩٦,٤٨٨
٣٥	٦٨,٩٣٥	١١٠,٩٤	٥٦,٧٢٥	٩١,٢٩٠
٤٠	٦٨,٩٩٣	١١١,٠٤	٥٣,٠٦٣	٨٥,٣٩٦
٤٥	٦٩,٠٥٤	١١١,١٤	٤٨,٩٩٥	٧٨,٨٤٩
٥٠	٦٩,١١٥	١١١,٢٤	٤٤,٥٥٢	٧١,٦٨٩
٥٥	٦٩,١٧٥	١١١,٣٣	٣٩,٧٦٦	٣٦,٩٩٦
٦٠	٦٩,٢٣٠	١١١,٤٢	٣٤,٦٧٤	٥٥,٨٠٢
٦٥	٦٩,٢٨١	١١١,٥٠	٢٩,٣١٥	٤٧,١٧٧
٧٠	٦٩,٣٢٤	١١١,٥٧	٢٣,٧٢٩	٣٨,١٨٨
٧٥	٦٩,٣٦٠	١١١,٦٢	١٧,٩٦٠	٢٨,٩٠٣
٨٠	٦٩,٣٨٦	١١١,٦٧	١٢,٠٥١	١٩,٣٩٤
٨٥	٦٩,٤٠٢	١١١,٦٩	٦,٠٤٩	٩,٧٣٥
٩٠	٦٩,٤١٧	١١١,٧٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠

النظام المتري

هو وحدة قياس يشتق منه عدة وحدات هي:

- ١ ألتوميتير = 10^{18} متر.
- ١ فتموميتير = 10^{15} متر.
- ١ بيكومتر = 10^{12} متر.
- ١ نجستوم = 10^{10} متر.
- ١ فانوميتير = 10^9 متر.
- ١ ميكروميتير = 10^6 متر.
- ١ ملليمتر = 10^3 متر.
- ١ سمنيمتر = 10^2 متر.
- ١ ديسمتر = 10^1 متر.
- ١ ديكاميتير = 10^0 متر.
- ١ هكتومتر = 10^2 متر.
- ١ كيلومتر = 10^3 متر.
- ١ ميجامتر = 10^6 متر.
- ١ تيرامتر = 10^{12} متر.

جدول تحويل الوحدات الإنجليزية والفرنسية

متر	كيلو متر	بوصة	قدم	ياردة	فورلنج	ميل	الوحدات المقابلة	الوحدات
١٦٠٩٠٧٠٤١	١,٦٠٩٣	٦٣٣٦٠	٥٢٨٠	١٧٦٠	٨	١	الميل	
٠,٦٠٩٣٣٤٤								
٢٠١,١٦٨	٠,٢٠١١٦	٧٩٢٠	٦٦٠	٢٢٠	١	٠,١٢٥	الفورلنج	
٠,٩١٤٤	٠,٠٠٠٩١	٣٦	٣	١	٠,٠٠٤٥	٠,٠٠٠٥٦٨	الياردة	
٠,٣٠٥٤	٠,٠٠٠٣	١٢	١	٠,٣٣٣	٠,٠٠١٥١٥	٠,٠٠٠١٨٩	القدم	
٠,٠٢٥٤	٠,٠٠٠٠٢٥	١	٠,٠٨٢٣	٠,٠٢٧٧	٠,٠٠٠١٢٦	٠,٠٠٠١٥٧	البوصة	
١٠٠٠	١	٣٩٣٧,٠٧	٣٢٨,٠٨	١٠٩٣,٦١	٤,٩٧,٠٩	٠,٦٢,٣٧	الكيلو متر	
١	٠,٠٠١	٣٧,٣٩	٣,٢٨	١,٠٩٣	٠,٠٤٩٧	٠,٠٠٠٦٢	المتر	

المراجع

أولاً : المراجع العربية:

- (١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٦٩.
- (٢) أحمد البدوي الشريعي: الخرائط الجيولوجية تصميم وقراءة وتفسير، دار الفكر العربي، القاهرة ١٩٩٨.
- (٣) أحمد على إسماعيل: الجغرافيا العامة، موضوعات مختارة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٥ / ١٩٩٦.
- (٤) الفريدو بنهيرو كاركس: رواد المحيط، مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، يونيو ١٩٩١م، ص ٢٤.
- (٥) ج. ب. هالي: القصة الجديدة لفن رسم الخرائط، مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، ص ٤٤.
- (٦) بطرس عوض الله: المساحة المستوية والجيوديسية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٥٢.
- (٧) جودت أحمد سعادة: تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٢.
- (٨) جوده حسنين جوده: الجغرافيا الطبيعية والخرائط، الطبعة الخامسة، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٩٨.
- (٩) حسن سيد حسن: بعض أساسيات ومبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠٠.
- (١٠) طه محمد جاد: تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيمو رفولوجي، الطبعة الثانية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٤م.
- (١١) حمدي أحمد الديب: المساحة والخرائط، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادي، د. ت.
- (١٢) س. م. ضياء الدين علوي: الجغرافيا العربية في القرنين التاسع والعاشر الميلاديين، تعريب عبد الله يوسف الغنيم، طه محمد جاد، دار المدنى، جدة ١٩٨٤.

- (١٣) فتحى عبد العزيز أبو راضى: الجغرافيا العملية ومبادئ الخرائط، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ١٩٩٦.
- (١٤) كاترين ديلاونسميث: تصور العالم، مجلة اليونسكو، ٤٤، يونيو ١٩٩١م، ص ١٢.
- (١٥) فلاح شاكر اسود: خرائط التوزيعات، دار الحكمة اليمانية للطباعة والنشر والتوزيع، صنعاء ١٩٩٤.
- (١٦) مجدى السرسى: التدريبات العملية فى الخرائط والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ١٩٩٨.
- (١٧) محمد حلمى جعفر: المقدمة فى المساحة والخرائط، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة ١٩٩٩.
- (١٨) محمد رجائى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، الطبعة الثانية، أسبوط ٢٠٠٠.
- (١٩) محمد صبحى عبد الحكيم: الخرائط العربية مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، يونيو ١٩٩١، ص ١٦ - ١٨.
- (٢٠) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر عبد الحميد الليثى: علم الخرائط، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٧٩.
- (٢١) محمد صبرى محسوب، أحمد البدوى الشريعى: الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربى، القاهرة ١٩٩٦.
- (٢٢) محمد صبرى محسوب، جودة فتحى التركمانى: أسس الجغرافيا العامة، كلية الآداب، جامعة القاهرة ٢٠٠٣.
- (٢٣) محمد على الغرا: مناهج البحث فى الجغرافيا، الكويت ١٩٧٣.
- (٢٤) محمد فتحى عوض الله: المعادن والصخور والحفريات، الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٩٤.
- (٢٥) محمد فريد فتحى: محاضرات فى الخرائط والمساحة، دار الرشد للطباعة والنشر، الإسكندرية ١٩٨١.
- (٢٦) محمد متولى وآخرون: الجغرافيا العلمية، الجزء الأول، القاهرة ١٩٥٥ م.
- (٢٧) محمد متولى موسى، إبراهيم أحمد رزقانة: قواعد الجغرافيا العملية، الطبعة الثانية، مكتبة الآداب ومطبعتها، القاهرة ١٩٦٩.

- (٢٨) محمد محمد سطيحة: خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة فى طرق التمثيل الكارتوجرافى، دار النهضة العربية، القاهرة ١٩٩٢.
- (٢٩) محمود عبد اللطيف عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبى: الخرائط ومبادئ المساحة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٣.
- (٣٠) مؤسسة دار المعارف: أطلس المعارف (الوطن العربى والعالم) الطبعة الثانية، القاهرة ١٩٧٥.
- (٣١) نعيم أحمد شعت، خالد بن إبراهيم التركى: أساسيات الخرائط الجيولوجية، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض ١٤١٤ هـ / ١٩٩٤ م.
- (٣٢) نقولا إبراهيم: مساقط الخرائط، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٨٢.
- (٣٣) هيام سليم: تطور الفكر الجغرافى، كلية البنات جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠١.
- (٣٤) يسرى الجوهرى: الخرائط الجغرافية، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية ١٩٩٧.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- 1 - Cuff D-, & Mattson M., Thematic Maps, London 1982.
- 2 - Getis, A. & Others, Introduction To Geography Mirror Higher Education Group, Inc., London 1996.
- 3 - Hassan, S.H., Geographical Texts and research works in English, Cairo 2002.
- 4 - John, A.D., Geography, Hodder & stoughton, Kent 1983.
- 5 - Keltie & Howarth, History of Geography London 1913.
- 6 - Robinson, A., & Randall, D. s., Elements of Carography, New York 1969.
- 7 - Same & Robert N., Map skills around the world Social Education, Vol. 47, No-5, March 1983.
- 8 - Singh, R. L., Elements of Practical Geography, New Delhi 1979 .
- 9 - Winston, B., Map and Globe skill, the National Council For Geography Education 1984.