الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

محاضرات مادة الجيولوجيا الهندسية / المرحلة الاولى / قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة / جامعة تكريت

تدريسي المادة

أ.م. د. لمياء نجاح الطائي

م.د. سراب سهام

٢٠٢٥/٢٠٢٤

الفصل الثامن

الجيولوجيا التركيبية وفهم الخرائط الجيولوجية

الخرائط الطبوغرافيه

وهي تلك الخرائط التي يظهر عليها الرسم الافقي لاجزاء مختلفه المناسيب من سطح الارض او ايه اشكال طبيعيه مجسمه على هيئة مستويات افقيه مرسومة وفق مقياس رسم معين.

وعادة تستعمل هذه الخرائط الطبوغرافيه لتسهيل مهمة الجيولوجي او المهندس وذلك باستخدامها كلوحة اساس لتوقيع النتائج والمشاهدات الجيولوجيه على هذه الخرائط

وترسم الخرائط بمقاييس تمثل النسبة بين المسافة الموضحة على الخريطة الى تلك المسافة الحقيقية على الارض ويعبر عنها بنفس الوحدات.

ولتحديد مقدار الارتفاعات والميول واشكال المعالم الارضية من الخريطة يستخدم جهاز التسوية ليبين الارتفاعات النسبية لجميع النقاط التي سيتم توقيعها على الخريطة والوسيلة الاكثر استخداما لهذا الغرض تعرف **بخطوط الكنتور (خطوط التسوية).**

ويبين خط الكنتور الشكل الناتج من تقاطع مستوى افقي من سطح الارض عند ارتفاع محدد فوق سطح الارض او مستوى اساس معين وتتباعد خطوط الكنتور بمسافة راسية منتظمة تعرف **بالفترة الكنتورية (فترة التسوية)**

من اهم خواص خطوط الكنتور الارضية :

١ -جميع نقاط خط كنتور معين تمتلك نفس المنسوب.

٢ -جميع خطوط الكنتور يجب ان تغلق في الطبيعة او مركز الخريطة ماعدا حافات الخريطة.

٣ -لا تتقاطع خطوط الكنتور فيما عدا حالات نادرة كوجود مغاره مثلا".

٤ -قد تتقابل او تتباعد خطوط الكنتور ذي المناسيب المختلفة عند بعض القمم الجبلية.

٥ -يبين مدى تباعد خطوط الكنتور مقدار ميل الارض وطبيعتها ، وكما يلي :

أ. كلما تقاربت خطوط الكنتور دلت على شدة انحدار الارض.

ب. اذا كانت المسافات الفاصلة بين الخطوط الكنتورية متساوية دل ذلك على انتظام الارض وانتظام الميل بالنسبة للارض.

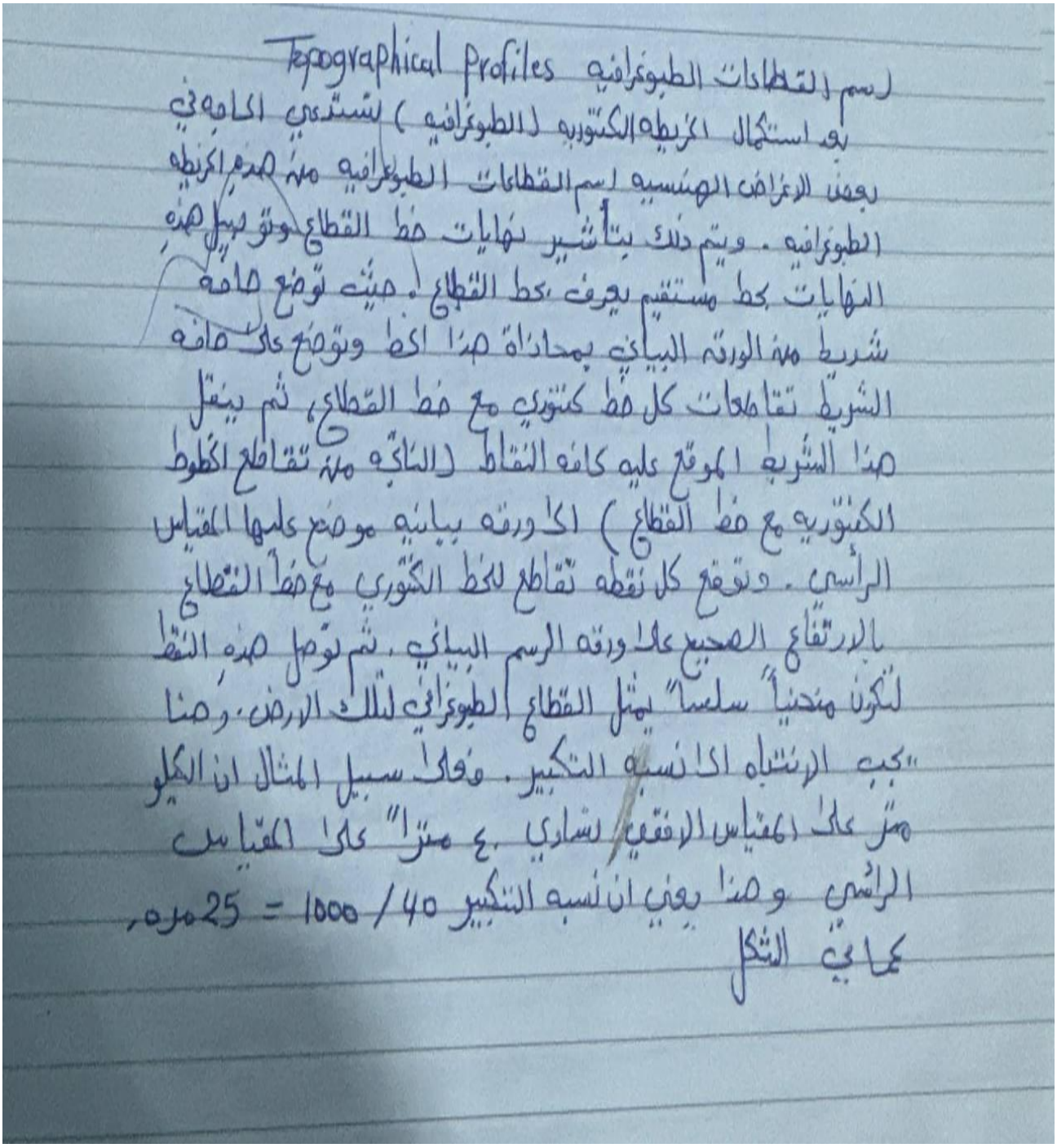
ت. يدل التباعد غير المتساوي بين الخطوط الكنتورية المختلفة المناسيب على ان ميل الارض غير منتظم وقد يكون هذا الانحدار على هيئة تقعر او تحدب.

٦ -عند تقاطع خطوط الكنتور مع مجرى نهر فانها دائما" تكون ما يشبه حرف Vبالإنكليزية ويتجه راسه نحو عالي الوادي اما في حالة تقاطع خط كنتور على شكل حرف Vبالإنكليزية مع مرتفع ما فان راس هذا الخط الكنتوري سيتجه نحو قاعدة المرتفع.

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

رسم القطاعات الطبوغرافية

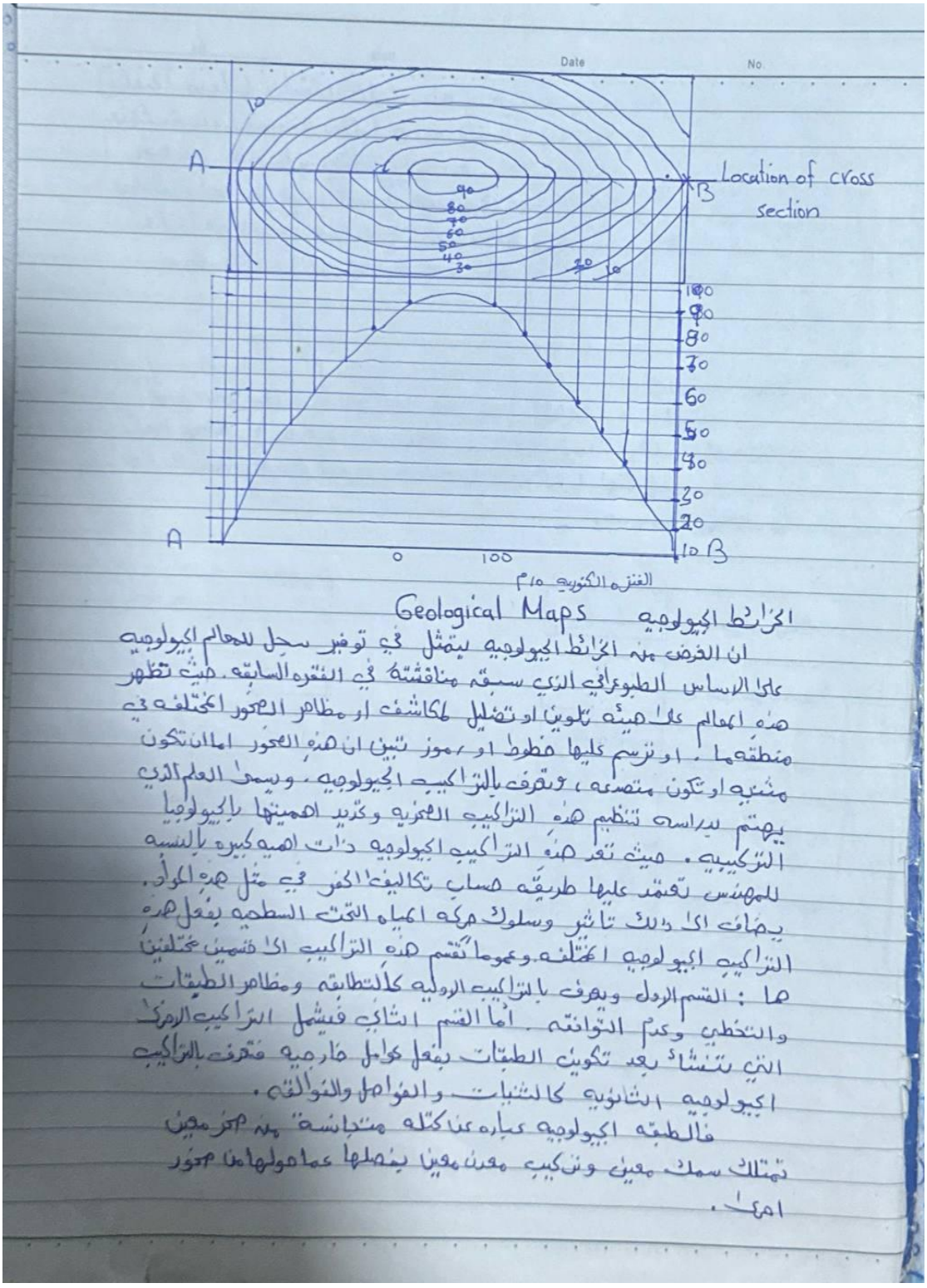


Topographical Profiles رسم القطاعات الطبوغرافية

يتم استكمال الخريطة الكنتورية (الطبوغرافية) تستخدم الخارطة في بعض الأغراض الهندسية لرسم القطاعات الطبوغرافية من هذه الخريطة الطبوغرافية. ويتم ذلك بتأشير نهايات خط القطاع وتوصيل هذه النهايات بخط مستقيم يعرف بخط القطاع. حيث توضع حافة شريط من الورقة البياني بمحاذاة هذا الخط وتوضع على حافة الشريط تقاطعات كل خط كنتوري مع خط القطاع، ثم ينقل هذا الشريط الموقع عليه كافة النقاط (الناتجة من تقاطع الخطوط الكنتورية مع خط القطاع) الى ورقة بيانية موضح عليها المقياس الرأسي. وتوقع كل نقطة تقاطع للخط الكنتوري مع خط القطاع بالارتفاع الصحيح على ورقة الرسم البياني. ثم توصل هذه النقاط لتكون منحنياً سلساً يمثل القطاع الطبوغرافي لتلك الارض. وهنا يجب الانتباه الى نسبة التكبير. فعلى سبيل المثال ان الكيلو متر على المقياس الافقي يساوي 4 سم "1 على المقياس الرأسي وهذا يعني ان نسبة التكبير 40 / 1000 = 25 مرة. كما في الشكل

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology



Geological Maps الخرائط الجيولوجية

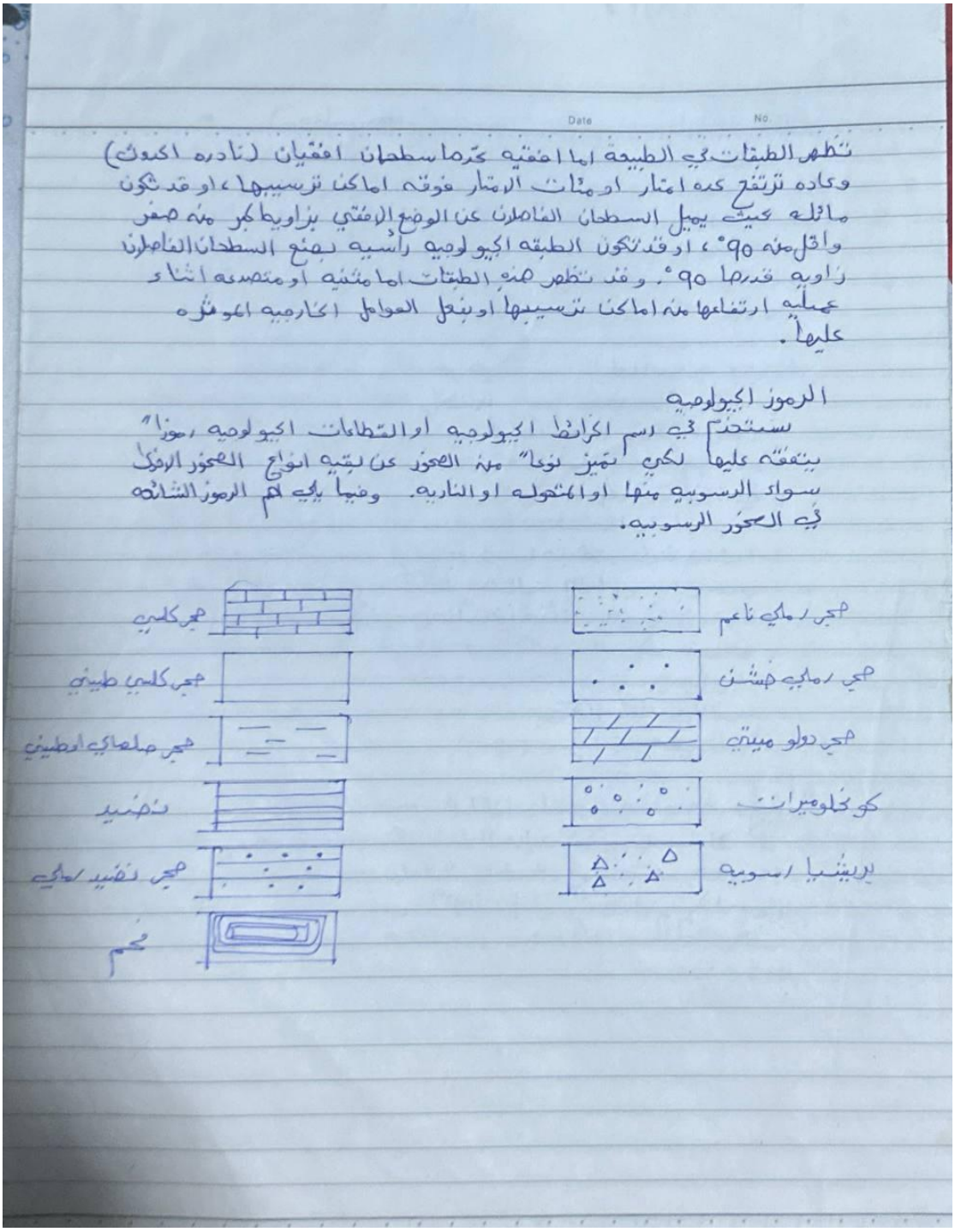
ان الغرض من الخرائط الجيولوجية يتمثل في توفير سجل للمعالم الجيولوجية على الاساس الطبوغرافي الذي سبقه مناقشته في الفقره السابقه. حيث تظهر هذه المعالم على هيئه تلوين او تظليل لكاشف او مظاهر العصور المختلفه في منطقه ما. او ترسم عليها خطوط او رموز تبين ان هذه العصور اما ان تكون مثنيه او تكون متصدعه، وتعرف بالتراكيب الجيولوجيه. ويسمى العلم الذي يهتم بدراسه تنظيم هذه التراكيب الصخريه وكذلك اهميتها بالجيولوجيا التركيبيه. حيث تعد هذه التراكيب الجيولوجيه ذات اهميه كبيره بالنسبه للمهندس تعتمد عليها طريقه حساب تكاليف الحفر في مثل هذه الحواف. يضاف الى ذلك تاثير وسلوك حركه المياه تحت السطحيه بفعل هذه التراكيب الجيولوجيه المختلفه. وعموما تقسم هذه التراكيب الى قسمين مختلفين هما: القسم الاول ويعرف بالتراكيب الاوليه كالتطابقه ومظاهر الطبقات والتخطي وعدم التوافقه. أما القسم الثاني فيشمل التراكيب الصخريه التي تنشأ بعد تكوين الطبقات بفعل عوامل خارجيه فتعرف بالتراكيب الجيولوجيه الثانويه كالشقوق والفواصل والتوالقه.

فالطبقه الجيولوجيه عباره عن كتله متجانسه من الصخور تمتلك سمك معين وتركيب معدني معين يفصلها عما حولها من صخور اخرى.

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

الرموز للخريطة الجيولوجية



الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

مظاهر الطبقات الجيولوجيه

تظهر الطبقات الجيولوجيه في عدة حالات ، اما افقيه او مائله

اولا : حاله الطبقات الافقيه

عند ظهور بعض اسطح الانفصال للطبقات الموجودة في المنطقه وبمعرفه سمك هذه الطبقات في تلك المنطقه وكذلك معرفه مناسيبها فان من الممكن استكمال تحديد بقيه مظاهر .جميع الطبقات في المناطق الاخرى في الخريطه

ثانيا في حاله الطبقات المائله

ان الطبقات الجيولوجيه قد تظهر مائله وهي الشائعه حيث يميل السطحان الفاصلان للطبقه عن الوضع الافقي بزاويه اكبر من الصفر واقل من ٩٠ درجة

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

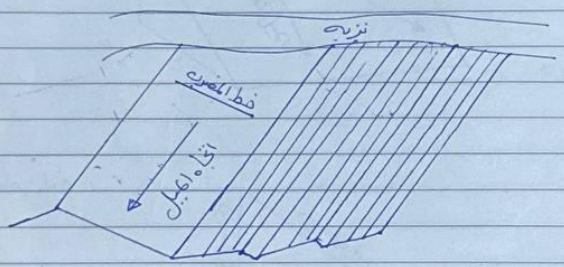
خط المضرب

خط المضرب: Strike line

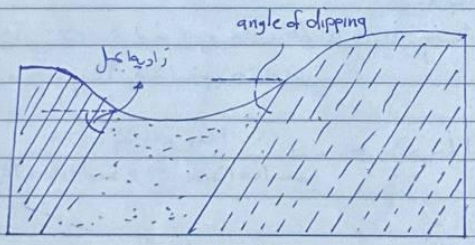
وهو عباره عن خط افقي وهمي موجود على سطح الطبقه عمودياً على اتجاه ميل الطبقه وعاده يقاس من الشمال بواسطه ايوصله المغناطيسيه في الحقل، او يرسم على الخريطه باستخدام المنقله الهندسيه كما مبين في الشكل (7-2)

زاويه ميل الطبقه Dipping Angle

تعرف زاويه ميل الطبقه بانها اكبر زاويه مقاسه بين الطبقه والمستوى الافقي (مهما كان ميل الارض) ولها اتجاه ومقدار. تقاس في اتجاه عمودي على خط المضرب. في الشكل



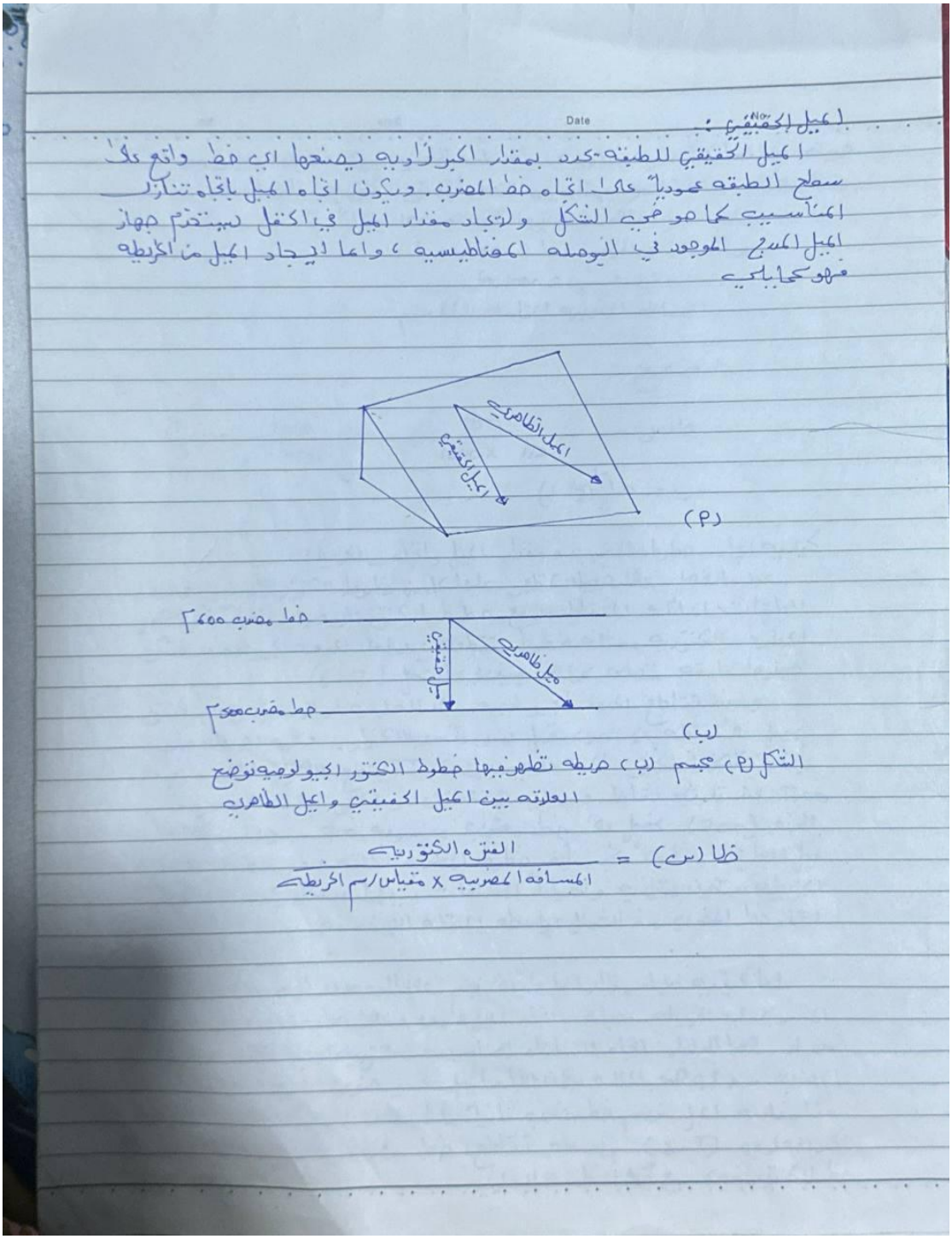
الشكل يوضح العلاقه بين خط المضرب واتجاه الميل في الطبقات



الشكل يوضح طبقات مائله بان زاويه الميل هي الافقي في مستوى راسي

الميل الحقيقي والميل الظاهري:

عندما تقاس زاويه ميل الطبقه في اتجاهات ليست عموديه على خط المضرب فان هذا الميل يعرف بالميل الظاهري. وان قيمتها سوف تقع بين الصفر والقيمه العظمى الميل الحقيقي كما في الشكل حيث ان ظا زاويه الميل الظاهري = ظا الميل الحقيقي X جيب الزاويه



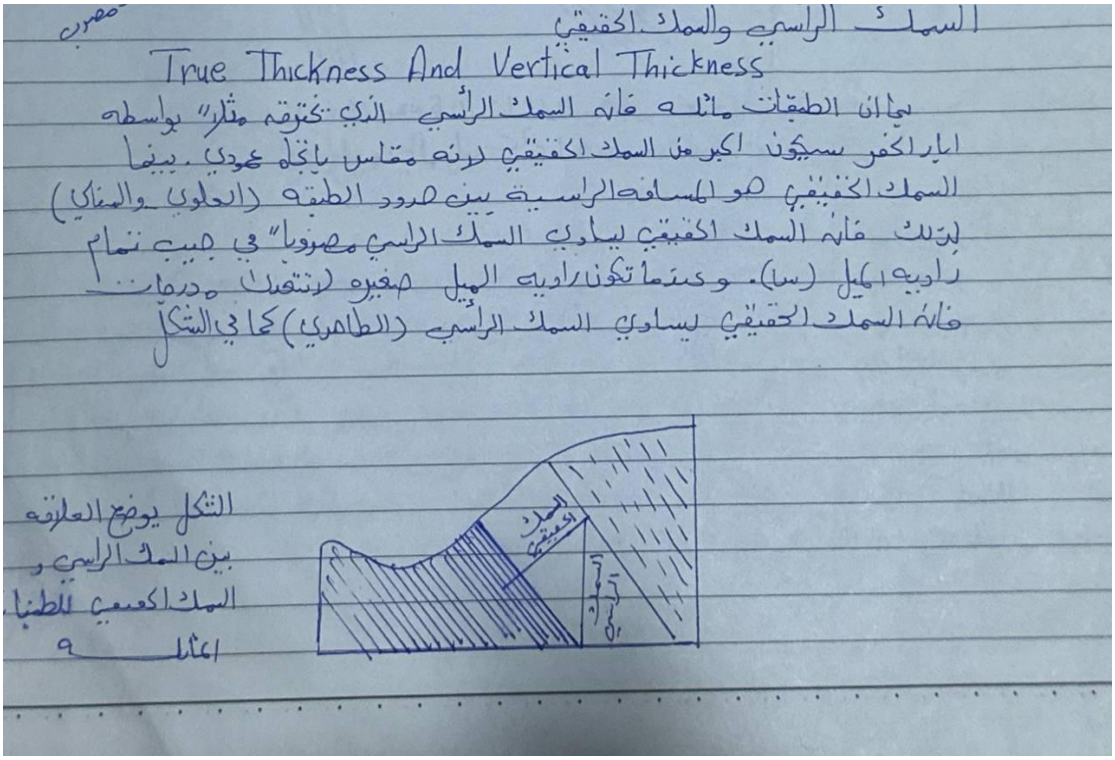
الشكل (أ) مجسم (ب) خريطة تظهر فيها خطوط الكنتور الجيولوجية توضح العلاقة بين الميل الحقيقي والميل الظاهري

$$\text{ظا}(\text{س}) = \frac{\text{الفترة الكنتورية}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{مقياس رسم الخريطة}}$$

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

السمك الراسي والسمك الحقيقي



الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

مظهر الطبقة او المائلة:

ويعني ظهور جزء من الطبقة او اجزاء من الطبقات على سطح الارض، وذلك الصدع، يتوقف مظهر الطبقة فوق سطح الارض على عدة عوامل وهي:

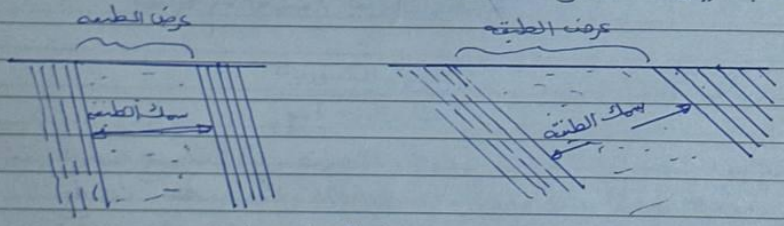
(P) طبوغرافية المنطقة

(ب) ميل الطبقة

(م) سمك الطبقة نفسها

عرض الطبقة المائلة Width of Outcrop

عندما يكون سطح الارض مستوياً نجد بأن عرض الطبقة او طرفها ذات السمك الثابت تعتبر مقاساً للميل كما هو مبين في الشكل. ولكننا في معظم الاحيان، نجد ان الطبقات الجيولوجية تظهر على الاراضي المتدرجة وان عرض الطبقة يصبح متأثراً اذا ما بميل الطبقة نفسها وميل الارض. ولذا نجد ان الطبقات المائلة تتقاطع مع خطوط الكنتور الارضية وفي حالة كون الطبوغرافية غير منتظمة وكان ميل الطبقة كبيراً فان عرض الطبقة يكون اكثر استقامة.



يوضح الملازمة لعروض مظاهر الطبقات الناتجة عن الطبقات التي تمتلك نفس السمك احدها ذات ميل عالي وميل واطئ

كيفية ايجاد مظاهر الطبقات المائلة

وفي هذه الحالة نحصل على مظهر الطبقة اي كل سطح من السطوح الجيولوجية (علوي او سفلي) من توصيل نقاط تقاطع خط الكنتور مع خطوط المضرب بعد ايجادها وفق الطريقة التالية. اي ان نقطة تقاطع خط كنتور مع خط مضرب من نفس المنسوب هي نقطة مظهر (اي خط كنتور 700 مع خط مضرب 700 نحصل على نقطة مظهر). ومن ايصال هذه النقط نحصل على مظهر الطبقة علوي او سفلي. ويمكن الحصول على مظاهر الطبقات في الحالات الاتية:-

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

عدم التوافق

عدم التوافقه

حدث عدم التوافقه للطبقات الجيولوجيه عندما لا تترسب الطبقات حسب نظام متسلسل ومستمر بل تتخللها فترات لم يحدث فيها ترسيب. وقد يصل انقطاع هذا الترسيب الى ملايين السنين. وهذا يعني بأنه السطح العلوي لمجموعه الطبقات التي تكونت قبل توقف الترسيب في هذه الفترة الزمنية قد تعرضت الى عوامل تعرية او حركات ارضية مختلفة مثل الرفع او الهبوط. بحيث ارتفعت الى مستوى اعلى من مستوى سطح البحر.

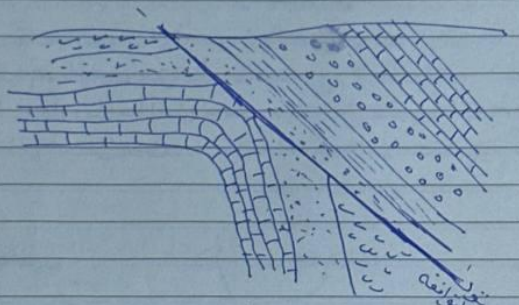
ونتيجه لعمليات التجويه المختلفة على هذه الطبقات فانها سوف تتآكل منها اجزاء كثيره تؤثر عليها الحركات الارضيه مره ثانيه. حيث تعود فيغمرها ماء البحر مره ثانيه. وبعدئذ قد ترسب مواد كثيره على سطحها الجديد مكونه طبقات جديده مترسبه على سطحها القديم.

ويمكن الاستدلال على عدم التوافقه بواسطه التعرف على السطح غير المنتظم الواقع بين مجاميع هذه الطبقات حيث تتخللها سطوح تعريه وحصى قاعديه او طبقه من صخر الكنجلوميرات تقلو المجموعه السفلى ناتجه عن تفتت الطبقات العليا من المجموعه السفلى بفعل عوامل التعريه المختلفه التي تعرضت لها هذه الطبقات أثناء توقف عمليه الترسيب كما موضحين في الشكل

(شكل يوضح عدم التوافق الزاوي (الموقع بعدم التوافق النعيم))

عدم التوافقه في الميلان (الزووي)

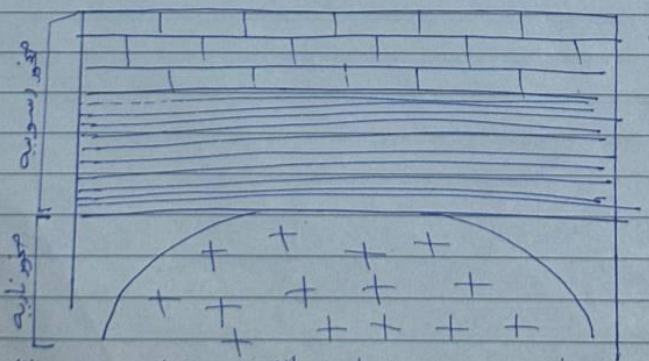
وهذا يعني بانه الطبقات السفلى من مجموعه من التكوينات الطبقيه اكديثه تمتلك ميلاً مختلفاً عن الطبقات التي أقدم منها وتقع على طبقات مختلفه الاعمار ايكيولوجيه . وهذا ينتج عن تعرض كل مجموعه لظروف تختلف عن الاخرى، وقد يكون ميل المجموعتين باتجاهين متعاكسين، وان الطبقات القديمه في حاله ميلانها قبل حدوث التقريب حيث تقابل مستوى عدم التوافقه بزاويه. ولذلك سمي عدم التوافقه هذا بالزووي او الميلان كما هو في الشكل



عدم التوافقه في الميلان (المعروف بعدم التوافقه الزووي)

عدم التوافقه الصخري

حيث تحدث عدم التوافقه هنا نتيجه لتكوين طبقات من الصخور الرسوبيه فوقه سطح اقدم من انواع الصخور الاخرى كالنارية مثلاً . حيث عند تعرض الصخر الناري كالكرانيت لعوامل تخريبيه وتقريبيه . وبتكون من مجموعه من الطبقات الرسوبيه فوقه هذا الصخر الناري في اماكن اخرى . سيسمى عدم التوافقه الصخري كما هو مبين في الشكل



الشكل يوضح عدم التوافقه الصخري بين صخور رسوبيه تقع فوقه صخور نارية

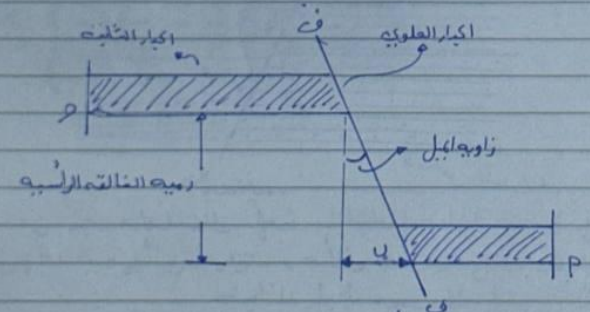
الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

الفوالق

الفوالق (Faults)

الفالقه عبارة عن تشققات وتصدعات في الصخور تحدث حركه وازاحه ضمن الصخور او الطبقات الصخريه. وقد تتحرك هذه الطبقات في اتجاه جانب الفالقه نفسها او مثلا نسبه الى الطبقات الصخريه المتواجدة على الجانب الاخر. وقد تكون هذه الحركه افقيه او راسيه او كليهما. وقد ظهر ان بعض الفوالقه تسبب في حركه الصخور امتدادا مسافه تقدر بعدة كيلو مترات. وان هذه الفوالقه تتكون من سطح مستوي قد تكون راسيه او مائله تنزلق عليها هذه الصخور. وفي حاله الفالقه المائله فانه الزاحه الراسيه تعرف برمية الفالقه الراسيه، والزاحه الافقيه تعرف برمية الفالقه الافقيه، التي يعرفان تعتمد على زاويه ميل الفالقه الذي يصنعها مع المستوى الراسي وتسمى كتله الصخور المنزلقه فوق مستوى الفالقه الجدار العلوي اما تلك الصخور التي تقع تحت مستوى الفالقه فتسمى الجدار الثابت كما بالشكل

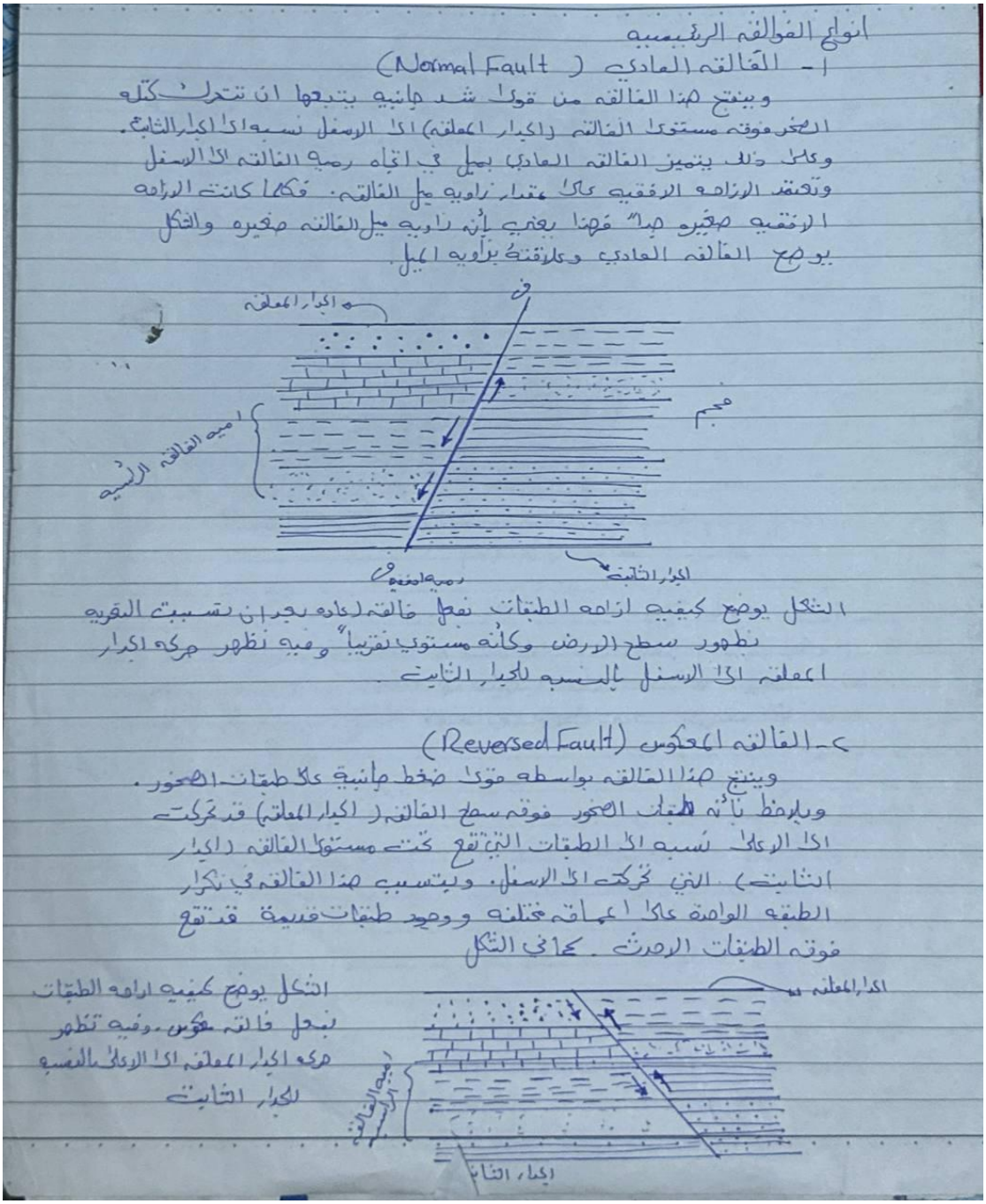


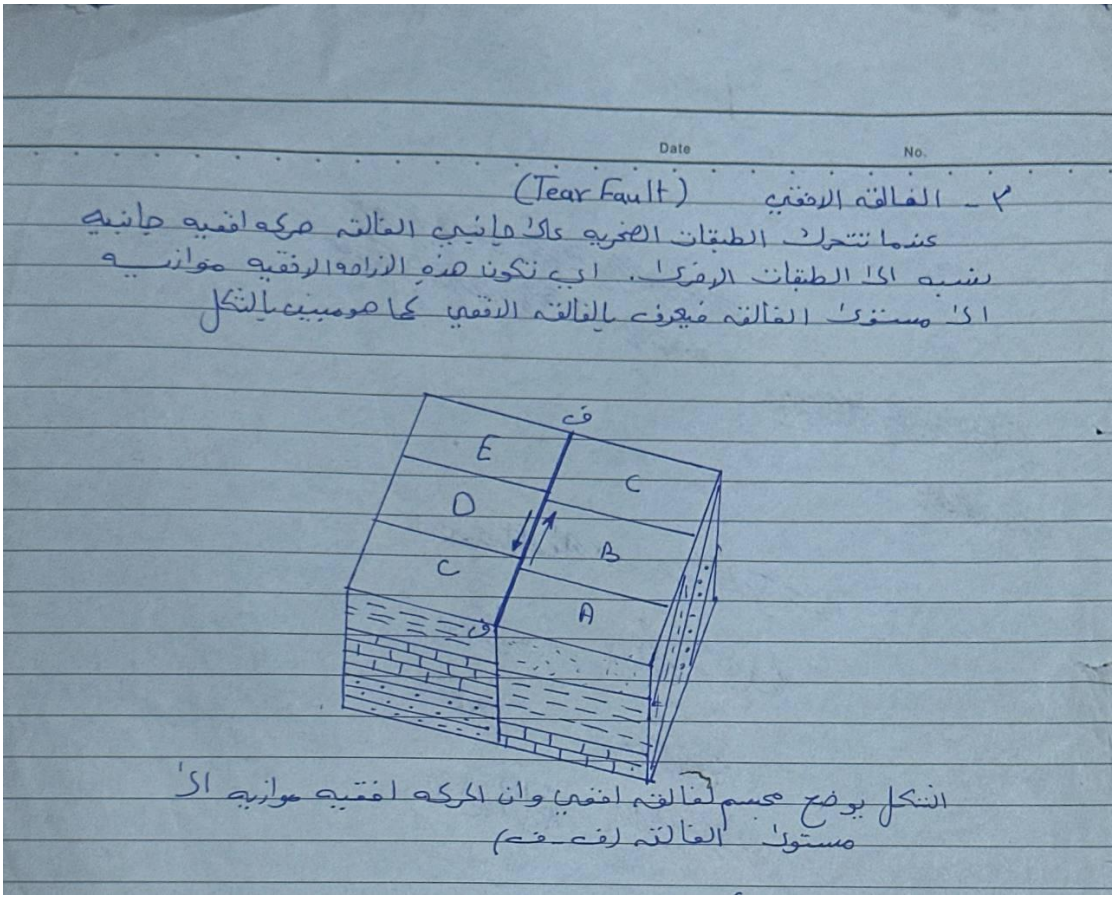
الشكل يوضح رميه الفالقه الراسيه، ورميه الفالقه الافقيه، وزاويه ميل الفالقه (طبقه من الصخور تعرضت الى فالقه (ف-ف)

الجيولوجيا الهندسية

Engineering Geology

انواع الفوالق





الثنيات

وهي عباره عن التواءات او انحناءات في الطبقه الصخريه وتنشأ نتيجه لقوى ضغوط جانبيه افقيه بطيئه تؤدي الى انثناء الطبقات حيث تعتمد على مقاومة المادة الصخريه والغطاء الصخري فوق هذه الطبقات من مواد اخرى.