الفصل السادس

اللاتوافقات

المحاضرة الاولى

من الصفحة 158-167

6 ــ 1 ــ مدخل:

يعبّر اللاتوافق عن انقطاع في السجل الرسوبي، حيث يغيب جزء من التعاقب الستراتيغرافي والتاريخي لطبقة كان من المفترض أن تسجل ارتباطها بجزء من الزمن الجيولوجي.

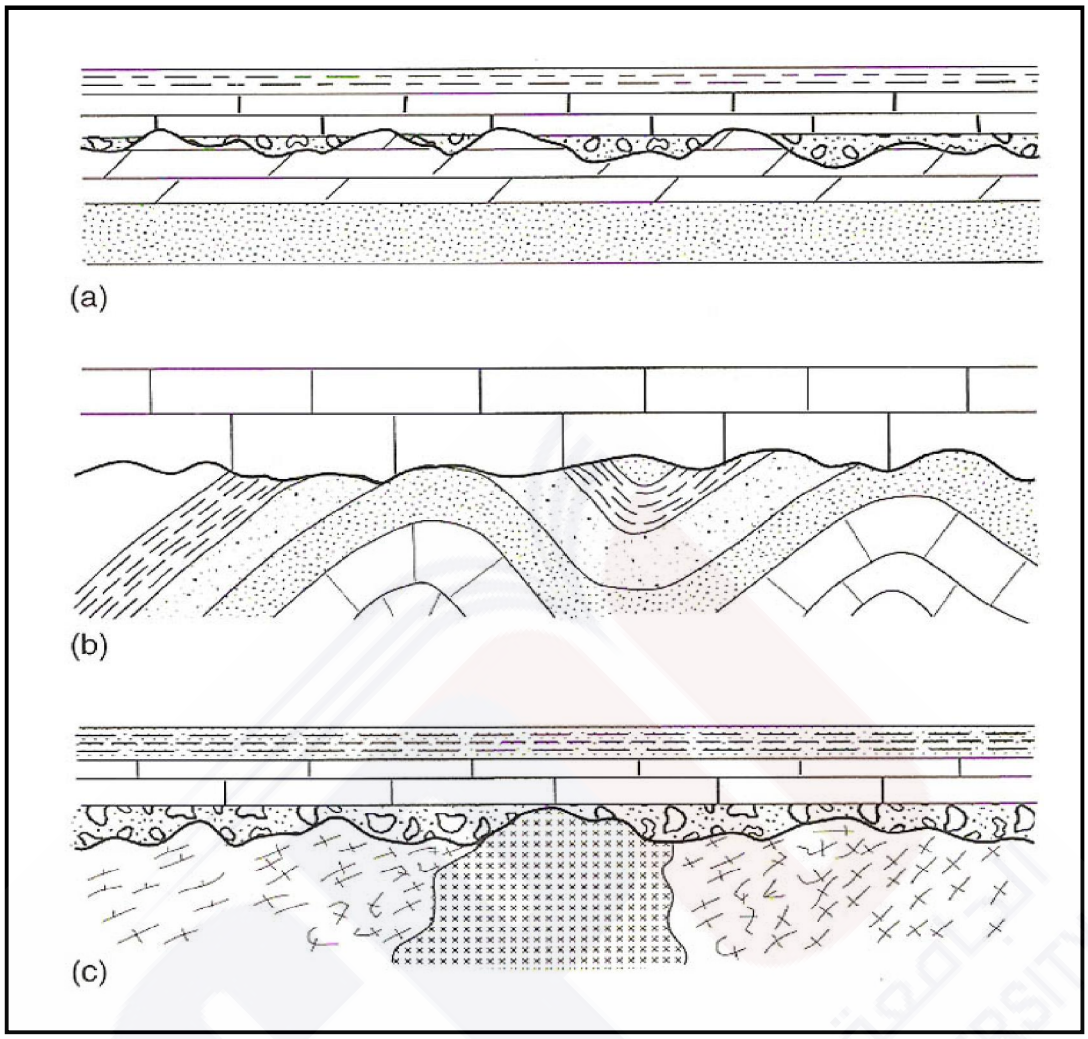
وتعد سطوح اللاتوافق سطوحاً تفصل بين أنماط صخرية مختلفة من حيث الخصائص البتروغرافية، ويأخذ هذا المفهوم أهميّته على اعتباره مظهراً بنيويّاً من جهة، ومن جهة أخرى يمكن أن يتم عدم الوضوح بين بعض أنواع الصدوع مع اللاتوافق كما يكتسب أهميّته من دوره في تأريخ الحركات الأوروجنية والبانية للجبال وارتباطه في كثير من الحالات مع الخامات الاقتصادية كالتوضعات النفطية والفلزية الهامة.

6 ــ 2 ــ أنواع اللاتوافقات unconformities types:

يوجد ثلاثة أنواع رئيسة تمثّل اللاتوافقات وهي اللاتوافق، اللاتوافق الزاوي، التباين الشكل (6 ــ 1).

6 ــ 2 ــ 1 ــ اللاتوافق disconformity:

ينتج عن وضع ترسيبي لتشكيلات ما، تبعها عملية حتية بدون تشوه أو ميول، ومن ثمّ استقرّت وتجدّدت عملية الترسيب. ويبقى توضّع الرسوبات فوق وأسفل سطح اللاتوافق متوازياً. ويشير اللاتوافق إلى انقضاء فترة زمنيّة ما بين تشكيلة الصخور التي تقع تحته وتلك التي توجد فوقه ويستخدم مصطلح شبه توافق (Para conformity) في الأمكنة التي يكون اللاتوافق فيها ذي بروز صغير ويبقى التوضع متوازياً في كلا الجانبين (الشكل 6 ــ 1 ــ a).



شكل (6 ــ 1)

أنواع اللاتوافقات

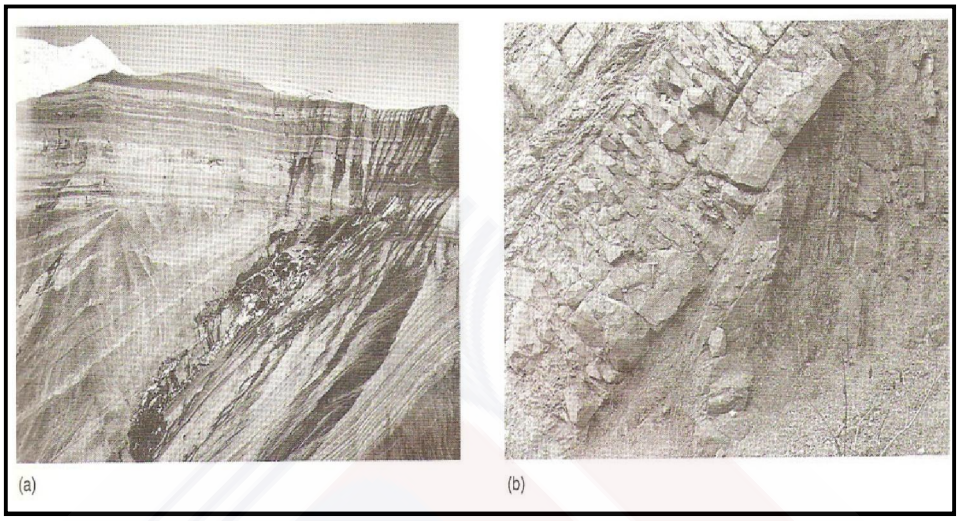
a ــ اللاتوافق. b ــ اللاتوافق الزاوي. c ــ التباين.

6 ــ 2 ــ 2 ــ اللاتوافق الزاوي Anangular Unconformity

يظهر اللاتوافق الزاوي عندما يكون تعاقب التوضع مائلاً، كنتيجة للانزلاق أو لعمليّات تكتونية من طي أو تصدّع. الشكل (6 ــ 1 ــ a)

تترافق التعرية عادةً، أو يتبعها الميل والانحدار، وعندما يعاود الترسيب تجدده فستتضح العلاقة الزاوية بين الصخور التي تقع تحت وتلك التي تقع فوق

سطح اللاتوافق الزاوي (الشكل 6 ــ 2). كما يمكن لهذه العمليّة أن تتم بسرعة أو ربّما تنقضي ملايين السنين في تشكيل اللاتوافقات الزاوية.



شكل (6 ــ 2)

a ــ لا توافق زاوي ــ جنوب شرق آلاسكا.

b ــ لا توافق زاوي مائل ــ بين غرواك (الأردوفيسي) وتشكيلات الحجر الرملي (السيلوري) في كنغ ستون (نيويورك) (Hatcher)

6ــ 2ــ3 ــ التباين Nonconformty:

يحدث التباين عندما توجد صخور ناريّة أو متحولة (أو كلاهما) تحت السطح الحتي وتتشكّل صخور رسوبية فوق هذا السطح. يشير التباين إلى فاصل زمني طويل.

ربّما تمر عدّة ملايين من السنين ما بين تشكل الصخور النارية أو المتحولة في أعماق كبيرة من الأرض. ومن ثمّ توضع الرسوبات فوق كتلة الصخر المبلورة المحتوتة تساعد صفات هذه الصخور في تبيان الحدود كسطح لاتوافق أكثر منها تماساً بين صخور نارية ورسوبيّة وذلك بسبب عدم وجود الهالة التماسيّة.

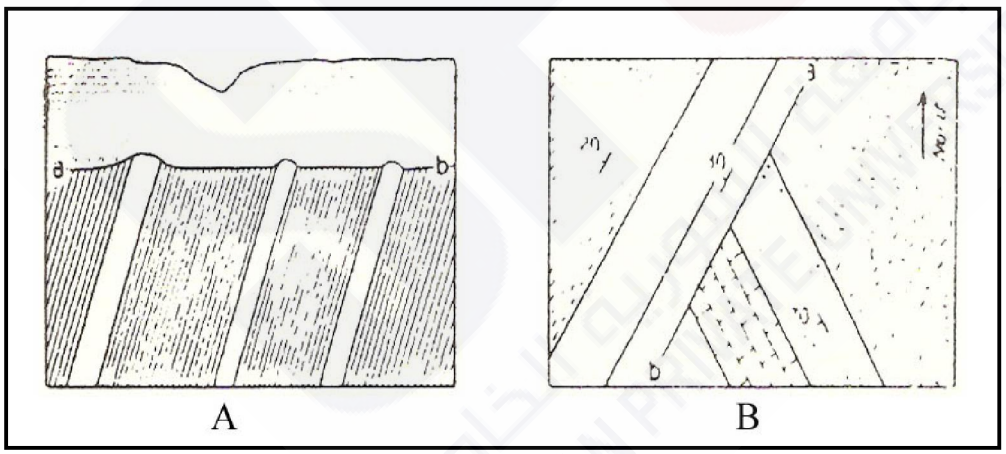
6 ــ 3 ــ طرائق تمييز اللاتوافقات:

Recognition of Unconformity methods

6 ــ 3 ــ 1 ــ المشاهدة الحقلية المباشرة:

يمكن التعرف على عدم التوافق بالمشاهدة المباشرة للتكشف الواحـــد. إلا أن التكشف قد يكون صغيراً وممتداً لعدة أقدام، مثل مقلع أو جدار لواد سحيق كما هي الحال في (Grand Canyon) في نهر الكولورادو.

عندما يكون عدم التوافق من الأنواع الزاوية، فإن النقص في توازي الطبقات يظهر على طرفي الفاصل، ويتم التحقق من ذلك بواسطة المقاطع الرأسية. يمكـــن ملاحظة النقص في وجود جرف (شكل 6 ــ 3 ــ A)، أو مـــن خـــلال ســـطح التكشف (شكل 6 ــ 3 ــ B).



شكل (6 ــ 3) عدم توافق زاوي A ــ مقطع. B ــ خارطة

قد تحتوي الطبقات السفلية من الجزء الموجود أعلى سطح عدم التوافق على كونغلوميرا مكونة من حصى نقلت من التشكيلات المتوضعة أسفل فاصل عدم التوافق. فإذا كانت الكونغلوميرا رقيقة عندها تكون قد تجمعت في منخفسات صغيرة ناتجة عن طبقات هشة في تشكيلة أسفل عدم التوافق. وليس من

الضروري أن تظهر الكونغلوميرا القاعدية على طول عدم التوافق الزاوي، وقد تنقطع الصدوع والجدر النارية على سطح عدم التوافق.

في الشروط المثلى يمكن تمييز حالات عدم التوافق من خلال تكشفات المقالع، وشق الطرق.

تظهر طبيعة فاصل عدم التوافق بوضوح إذا كان هناك أي تخالف أو تباين شديد بين لون الطبقات الموجودة أسفل وأعلى فاصل عدم التوافق أو إذا كان عدم التوافق بحالة متموجة، أو عند وجود كونغلوميرا رقيقة السماكة فوق عدم التوافق هذا ويجب التأمل فيما يتعلق بالمنطقة وذلك للتفريق بين اللاتوافق (Disconformity) وبين عدم التوافق المحلي. إلا أن حالات اللاتوافق لا تعتبر صعبة التمييز، وفي حالات كثيرة تشير المعلومات المتسحاثية إلى وجود الثغرات في السجل الجيولوجي.

أما حالات التباين (Nonconformity) فيمكن تفريقها من خلال فواصل الصخور الاندساسية.وتكون الصخور المتوضعة فوق عدم التوافق حاوية على فتات من الصخور الاندفاعية القديمة، وهذه الحصى يتم تدقيقها تحت المجهر عندما تكون صغيرة، وتتصف بعض حالات التباين بوجود الأركوز الذي يتمتع بسماكة عدة أقدام، حيث تبدو وكأنها صخور اندفاعية مرتبة وفق طبقات من الأعلى. وقد تنفذ إلى الصخور المجاورة على طول فاصل الصخور بعض الجدر النارية الاندساسية.

قد تغطي سطوح التعرية بغطاء سميك من التربة المتبقية التي تنتقل وبشكل تدريجي إلى الطبقة الصخرية السفلى. وإن أي توضع رسوبي حديث فوق سطح التعرية هذا قد يؤدي إلى اختلاطه مع التربة المتبقية، وبالتالي قد تفتقد الشكل الحاد

لسطح التماس، وتسمى مثل هذه الفواصل بفواصل التباين المختلط (Unconformity).

هناك الكثير من حالات عدم التوافق لا تظهر في التكشفات، ويمكن أن يعزى هذا لفقر التكشفات أو للصخور الاندساسية أو للتصدع. في مثل هذه الحالات يجب استعمال طرق أخرى لملاحظة عدم التوافق.

6 ــ 3 ــ 2 ــ الاختلاف الشديد في درجة التصلب:

(A sharp Contrast in the degree of induration)

يشير أحياناً الاختلاف الشديد في درجة تصلب الصخور خلال تتابع ما، إلى وجود عدم توافق. فوجود طبقات من الرمل والغضار غير المتماسكة فوق طبقات شديدة التماسك من الحجر الرملي والحجر الغضاري قد يدل بوجه عام على أن الطبقات غير المتماسكة مفصولة بعدم توافق عن الطبقات المتماسكة الأقدم منها. ولكن يجب أن يؤخذ مثل هذا الاستنتاج بشيء من الحذر إذ أن الطبقات المتماسكة قد تتصلب محلياً، وبالعكس فإن الصخور المتماسكة قد تتجوى محلياً إلى رمال وغضار غير متماسكة.

6 ــ 3 ــ 3 ــ الاختلاف المتميز الشديد في درجة التحول:

Distinct differences in the grade of regiorial metamorphism

قد تظهر حالات اختلاف مميزة واضحة في درجة تحول الصخور في المنطقة نفسها، يدل ذلك على أن الصخور الأقل تحولاً قد ترسبت فوق الصخور الأكثر تحولاً، وأن هناك عدم توافق بين الاثنين. تعين درجة التحول عادة بواسطة طبيعة الفلزات الناتجة عن إعادة التبلور، ففي شروط معينة من التحول الإقليمي تصبح الصخور الصفحية إما شيستية أو أردوازية ذات فلزات سيريستية وكلوريتية

وتعد فلزات الـــ (Biotite, Garnet, Staurolite, Sillimanite) من ظـــواهر نطاقات التحول العالية. وأغلب هذه الفلزات يثبت في النطاقات العالية كالشيســـت السيليمانيتي الذي يحتوي على (Biotite, Garnet).

وهكذا إذا دققت منطقة بدرجة كافية، فإن تشكيلة واحدة غضارية في الأصل قد تمثل بسحنات تحول مختلفة كالتالي، الأردواز وفيلليت بيوتيتي، وفيلليت بيوتيتي غريني، وشيست بيوتيتي ــ غريني ــ ستوروليتي، وشيست سيليماينتي ــ غريني بيوتيتي.

وعادة فإن أي خارطة جيولوجية قادرة على توضيح التغير من سحنة إلـــى أخرى بشكل متدرج.

عند ظهور تكشفات متجاورة من الشيست السيليمانيتي والـــ (Slate) يصبح وجود عدم التوافق محتملاً. وتكون الصخور ذات التحول العالي هـــي الصـــخور القديمة. إلا أن الأخذ بهذا الاستنتاج يجب أن يتم بحذر، فقد تكون عمليات التصدع هي السبب المباشر في جمع سحنتين مختلفتين من نفس التشكيلة بجوار بعضـــهما مباشرة.

6 ــ 3 ــ 4 ــ الاختلاف المتمايز في درجة الطي:

Significant differences in the intensity of folding:

إذا تعرضت بعض التشكيلات في منطقة ما للطي والالتواء بشكل كبير، وإذا بقيت بعض الطبقات الأخرى بميل لطيف أو أفقية، فإنه من المحتمـــل حينئـــذٍ أن تكون الصخور التي تشوهت بشكل قليل هي الصخور المتوضعة بعدم توافق فوق الصخور المشوهة بشدة.

6 ــ 3 ــ 5 ــ شواهد المستحاثات: *The paleontology:*

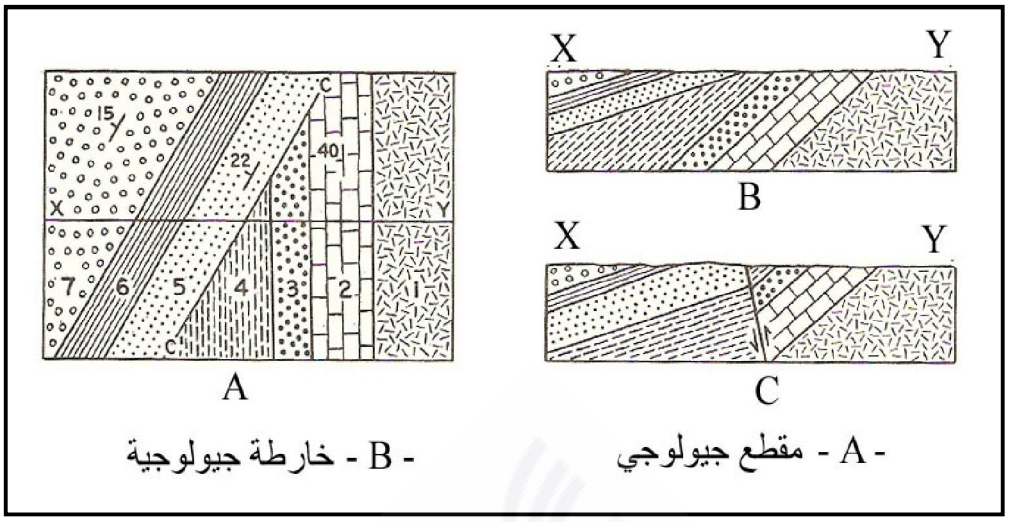
قد يشير وجود المستحاثات إلى وجود عدم توافق. وتتضح الأهمية النسبية للثغرة على الفور إذا كانت كل من الطبقات التي فوقها وتحتها تحمل مستحاثات، يمكن بواسطتها تعيين مستوياتها المضبوطة في العمود الجيولوجي. فإذا كان هناك طبقات تحتوي على مستحاثات ترياسية وكان هناك توضع مباشر على هذه الطبقات بواسطة صخور تحوي على مستحاثات الكريتاسي الأسفل وحتى إذا كانت هذه التشكيلات تبدو متوافقة، فمن الواضح أن هناك نقص ترسيبي في كل فترة الجوراسي. وكذلك في بعض الحالات فإن المستحاثات تشير إلى نقص كبير في بعض التشكيلات حتى ولو كانت تبدو متوافقة.

6 ــ 4 ــ تمييز الصدوع من عدم التوافق:

Distinguishing Faults From Unconformity

تشير الكثير من الملاحظات إلى خطورة عدم التمييز بين الصدوع وعدم التوافق في كثير من المناطق.

والواقع أنه قد لا يوجد أية صعوبة في التفريق بين عدم التوافق وبين الصدوع المائلة والمنحرفة والعريضة، إلا إذا كان التطبق يتجه في طرفي الفاصل (Contact).



شكل (6 ــ 4) الصدوع وعدم التوافق

A ــ مقطع جيولوجي B ــ خارطة جيولوجية

بنفس اتجاه الفاصل كما في الشكل (6 ــ 4)، عندها يكون المظهر إما صدعاً أو عدم توافق. إذ قد تتوضح التشكيلة رقم (5) بعدم توافق فوق التشكيلات (1، 2، 3، 4) مع مجموعة من التشكيلات القديمة. وحتى لو كانت التشكيلات (1، 2، 3، 4) قديمة، فإن الفاصل قد يكون ممثلاً لعدم توافق أو لصدع.

الشكل (6 ــ 4 ــ B) عبارة عن مقطع رأسي على طول XY من الشكل (A)، ويشير الفاصل في هذا المقطع إلى عدم التوافق. بينما يشير الشكل (6 ــ 4 ــ A) إلى وجود صدع.

إذا لم يكن هناك إمكانية في ملاحظة الفاصل فلدينا عدة طرق يمكن استعمالها:

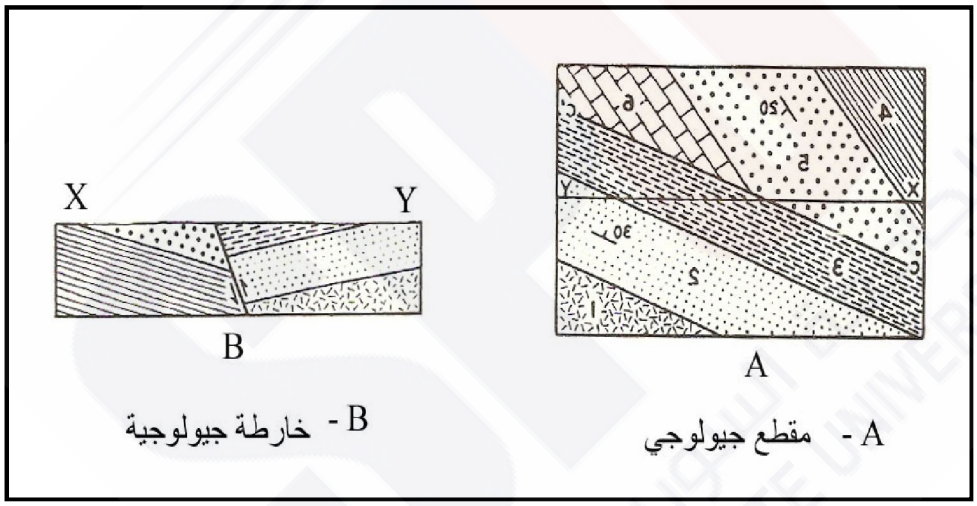
ــ إن كانت التشكيلات (5، 6، 7) أقدم من التشكيلات (1، 2، 3، 4) شكل (6 ــ 4 ــ C) فإن الفاصل عبارة عن صدع.

ــ كما يمكن التعرف على وضع الفاصل (C-C) في المناطق ذات التضاريس الواضحة وذلك من خلال علاقة الفاصل (C-C) بالطبغرافيا. وفي الحالات البسيطة يجب أن يكون ميل عدم التوافق موازياً تقريباً لميل الطبقات في

التشكيلة (5). إن الاختلاف الكبير في ميل الفاصل عن ميل التشكيلة (5)، يعطـــي احتمالاً كبيراً بأن الفاصل هو الصدع.

يشير وجود حصى التشكيلات (1، 2، 3، 4) في التشكيلة (5) إلى وجـــود عدم التوافق بين التشكيلتين، وحتى في بعض الحالات فإن الفاصل (C-C) يمثـــل فالقاً.

أما إذا كانت الطبقات الحديثة تتجه أو تميل بشكل يغوص في الفاصل، عندها تكون هذه الحالات مشيرة إلى وجود صدع. وتتمثل هذه الحالة في الشكل (6 ــ 5 ــ A) حيث التشكيلات (4، 5، 6) تتجه نحو تشكيلة قديمة (3).



شكل (6 ــ 5) خرائط جيولوجية تبين عدم التوافق وحالاته

A: عدم توافق زاوي، B: اللاتوافق، C: تباين، d: تباين (C-C) وفاصل اندفاعيات (II).

إن التحليل الرئيسي لمعرفة الفاصل الحقيقي هو المثابرة في الحقل على جمع المعلومات وتحليلها للتوصل إلى حقيقة الفاصل. فإذا كان الفاصل عـــدم توافـــق، فربما تظهر فوق الفاصل بروزات صغيرة من الصخر القديم داخـــل الصـــخور الحديثة، أو ظهور كونغلوميرا أو حجر رملي، أو قد يحوي حصى من الصـــخور القديمة. أما وجود الميلونيت والبريش والخدوش فتدل على انعدام التوافق وتظهر على سطح الصدع.