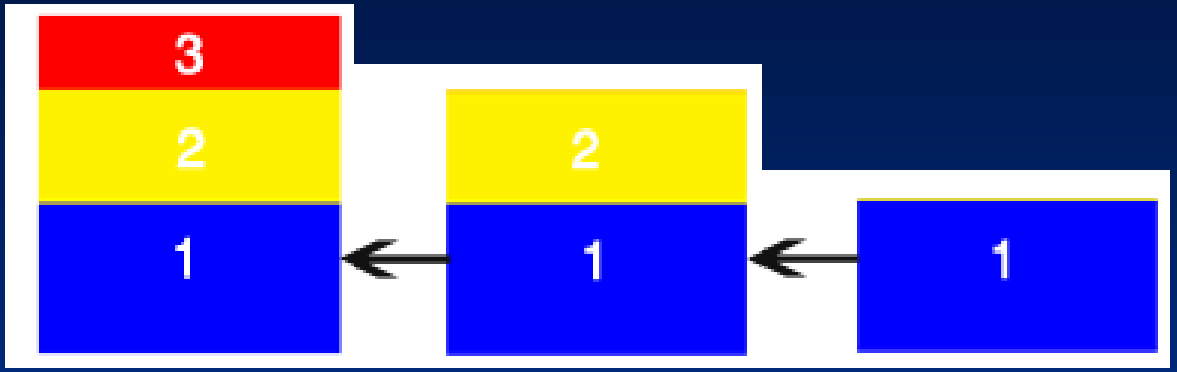
Stratigraphy

علم الطبقات هو علم دراسة طبقات الارض. بمعنى انه المدخل لفهم الارض وموادها وتركيبها و الحياة القديمة عليها. أي انه يشمل تاريخ كل الاحداث التي حدثت على كوكب الارض. وقد يكون ابسط تعرف لعلم الطبقات هو، دراسة الوحدات الصخرية وتفسير تتابعات الصخور كسلسة من الاحداث ضمن تاريخ الارض.

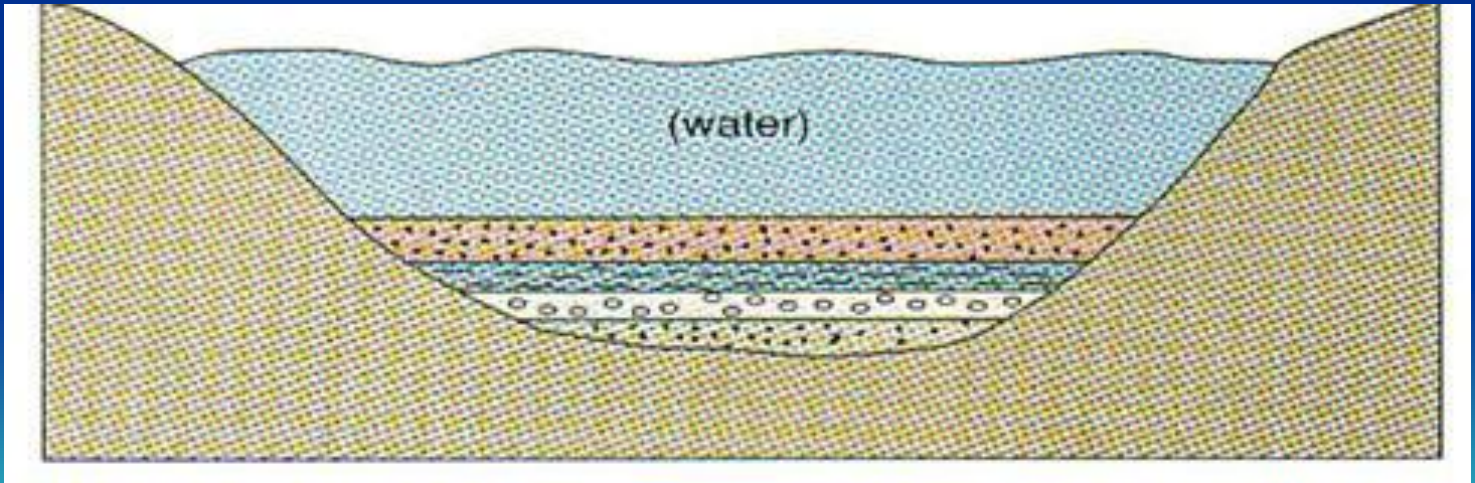
- **المبدأ الاول: الأنتظامية أو مبدأ الوتيرة الواحدة (Uniformitarianism):**
- هذا المصطلح مشتق من الكلمة الانكليزية منتظم او متماثل (uniform) ويراد به انتظام او ثبات العوامل الطبيعية ونواتجها على سطح الارض. وينص على ان : كافة القوانين الفيزياوية والكيمياوبة في الكون كانت وما تزال واحدة".
- مثال/ يمكن توضيح هذا المبدأ من خلال اتخاذ الرياح كمثال حيث تعد الرياح العامل الطبيعي المسبب لتكون الكثبان الرملية في الوقت الحاضر. وهي نفس العامل ايضا خلال العصور القديمة. لذا فان مشاهدتنا للكثبان الرملية المحفوظة في صخور قديمة تساعدنا على تحديد طبيعة المنطقة واتجاه الرياح في تلك الفترة.
- وبذلك فقد عرف الجيولوجين مبدأ الوتيرة الواحدة تعريفا بسيطا اصبح من البديهيات في علوم الارض، وهو : أن ((الحاضر مفتاح للماضي " The present is the key to the past")). أي أن ملاحظتنا للعوالم الطبيعية (كالرياح والمياه والزلالزل وغيرها) تساعدنا على فهم العديد من الظواهر الطبيعية التي نشاهدها على سطح الارض والتي يعود زمن حدوثها الى ملايين السنين.

- **المبدأ الثاني: مبدأ تعاقب الطبقات (Superposition):**
- اقترح هذا المبدأ من قبل العالم الايطالي ستينو Nicholas Steno (1638 -1686). وينص على ان: في أي تتابع من الصخور المتطبقة والتي لم تتعرض الى عملية تشويه بالتفلق أو الطي فأن كل طبقة قد تكونت بعد الطبقة التي تسفلها وقبل الطبقة التي تعلوها.
- ولهذا المبدأ مدلولا زمنيا ايضا. فحينما تتعاقب الصخور بشكل أفقي فأن الصخور او الطبقات التي في الاسفل هي الأقدم والتي في الأعلى هي الاحدث لأنها تكونت في فترة زمنية لاحقة،

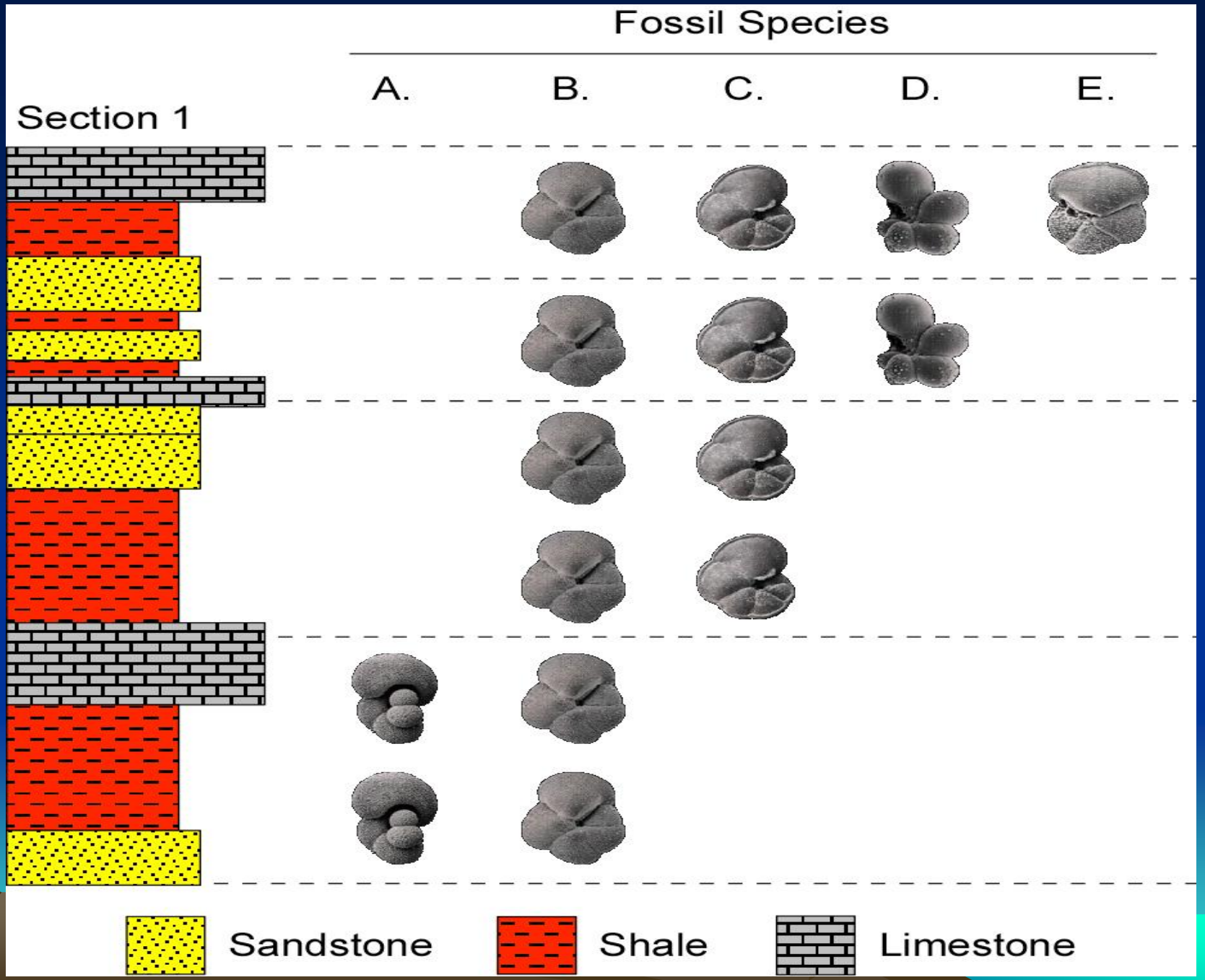


- الشكل يوضح التعاقب في ترسيب الطبقات زمنيا من اليمين الى اليسار.

- **المبدأ الثالث: مبدأ الأفقية الأصلية (Law of Original Horizontality):**
- **اقترح هذا المبدأ من قبل العالم الايطالي ستينو Nicholas Steno (1638 -1686) ايضا. الذي لاحظ ان ترسب جزيئات الصخور الرسوبية يحدث بفعل تاثير الجاذبية الأرضية عليها وبالتالي سقوطها في قاع البحر او اي حوض رسوبي. وبذلك تكون طبقة افقية موازية لسطح الأرض،**



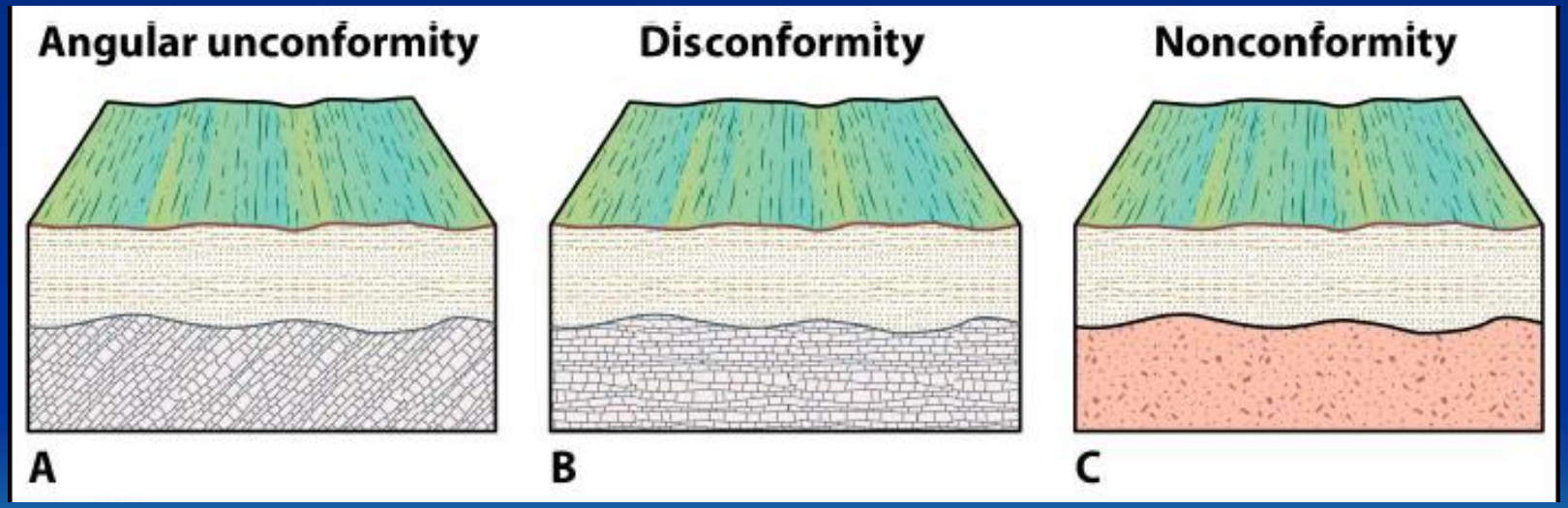
- **المبدأ الرابع: علاقة القواطع Cross Cutting Relation ( ):**
- ينص مبدأ القواطع على أن أي وحدة صخرية أو فالق يقطع وحدة صخرية أخرى فأن الوحدة الصخرية أو الفالق هو أحدث من الوحدات الصخرية المقطوعة.
- **المبدأ الخامس: قانون تعاقب الأحياء الحيوانية والنباتية (Law of Faunal and Floral succession):**
- ينص هذا المبدأ على أن المتحجرات الأقدم تكون في الأسفل والأحدث تقع في الأعلى. و يعد هذا المبدأ من أهم المبادئ في الجيولوجيا التأريخية حيث يعد الأساس في تحديد اعمار الوحدات الصخرية وتحديد العصور الجيولوجية. علما أن التعاقب في الأحياء هو نتيجة لعملية التطور العضوي وهو اساس تقسيم تأريخ الأرض،

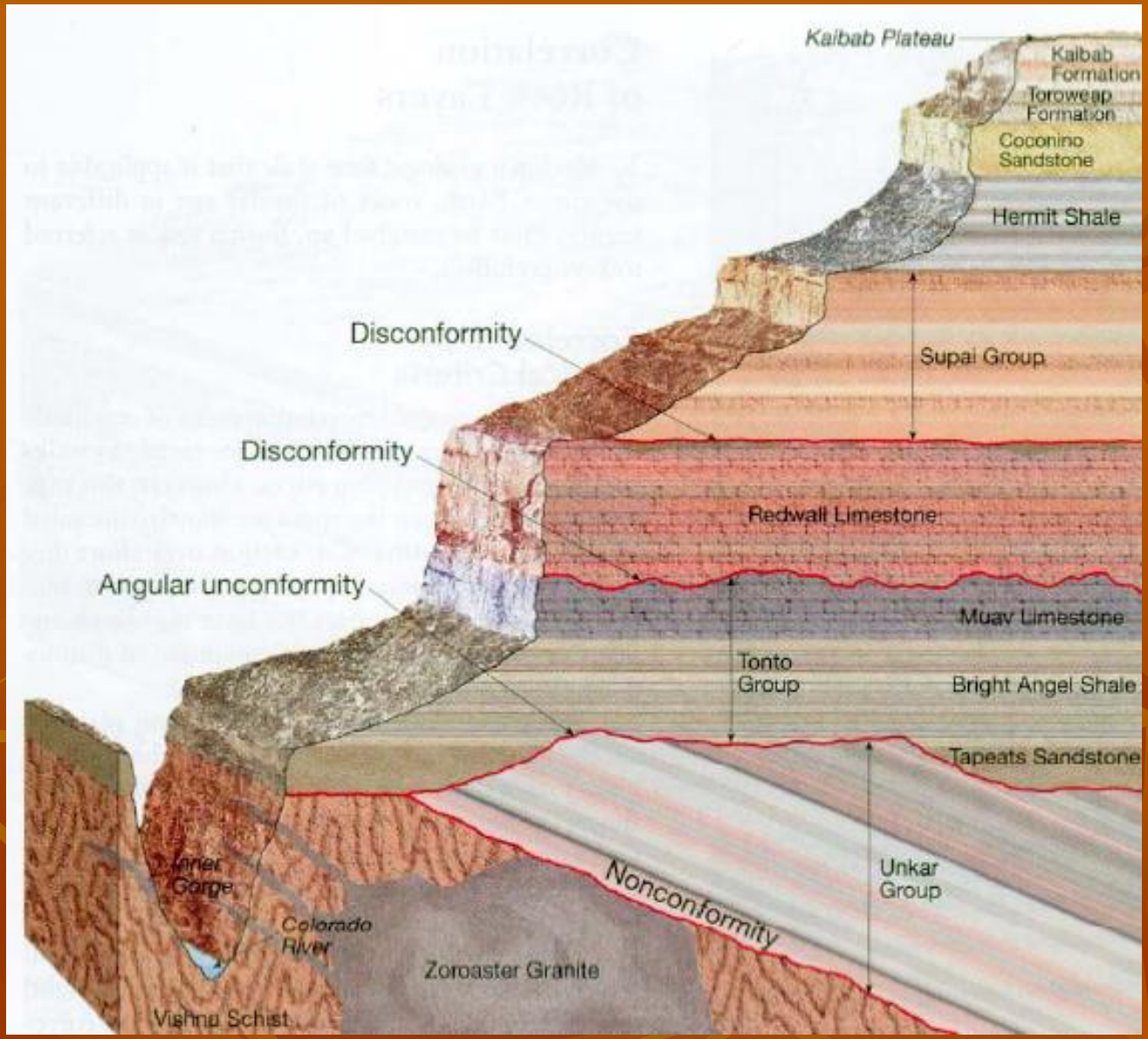

Fossil Species
A.
B.
C.
D.
E.
Section 1
Sandstone
Shale
Limestone

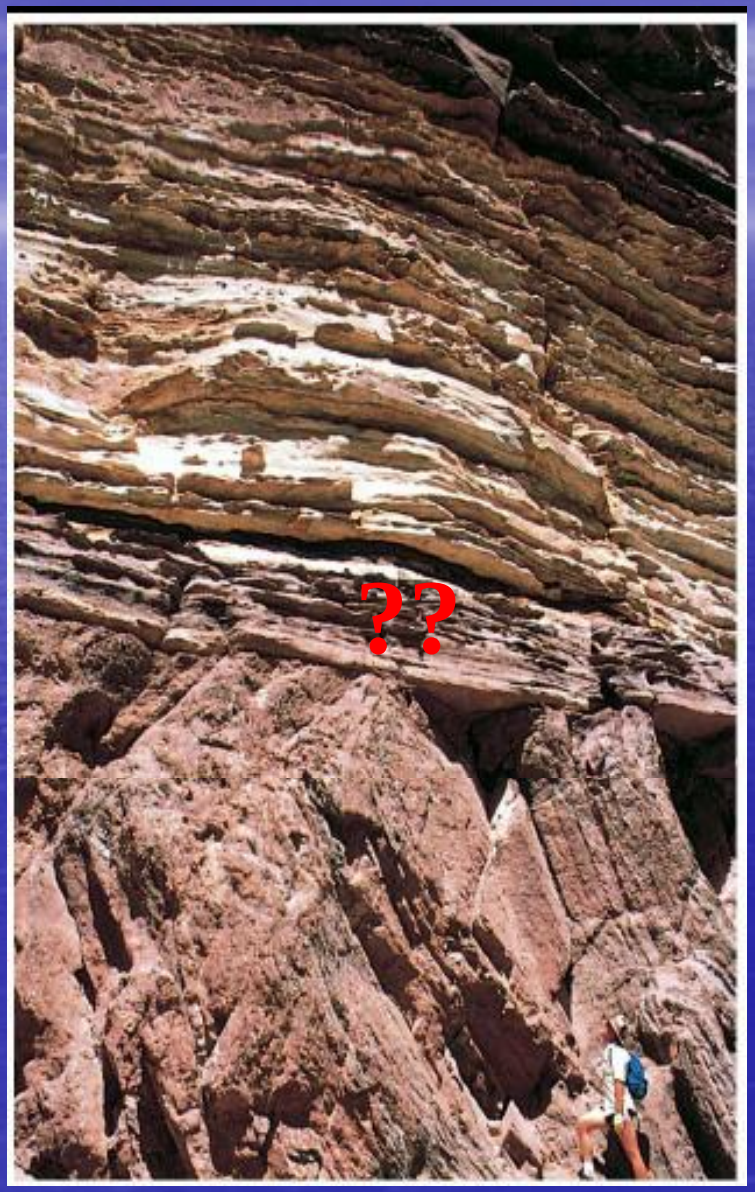
- **المبدأ السادس: مبدأ الأحتواء (Law of Inclusion):**
- ينص هذا المبدأ على ان الطبقات الصخرية التي تحتوي على قطع صخرية من طبقة ثانية مختلفة عنها فأن الطبقات الأولى هي الأحدث من الثانية .

- **المبدأ السابع: عدم التوافق (Unconformity):**
- عدم التوافق من الظواهر الطبقية المهمة التي تفيد كثيراً في تحديد العمر النسبي والتاريخ الجيولوجي ما يعرف بعلاقة **unconformity**. ويعرف عدم التوافق بأنه سطح تعرية أو عدم ترسيب مدفون, وبالتالي فهو يعبر عن جزء مفقود من السجل الجيولوجي نتيجة التعرية وعدم الترسيب. فعدم التوافق هو سطح بين طبقتين يفصل بينهما فاصل زمني. ويمكن تعرف أربعة أنواع من عدم التوافق, هي:
- عدم التوافق التباييني
- **nonconformity** وهو سطح طبقي يفصل بين صخور متبلورة (نارية أو متحولة) أقدم عمراً وأخرى رسوبية أحدث عمراً.
- عدم التوافق الزاوي
- **angular unconformity** وهو سطح تعرية يفصل بين مجموعتين من الطبقات مختلفتين في زاوية الميل.
- عدم التوافق التخالفي
- **disconformity** وهو نوع يصعب تعرفه, حيث يوجد سطح تعرية متعرج الشكل بين طبقات متوازية, وفيه يقطع سطح عدم التوافق أسطح الطباقية, ويكون الشاهد عليه وجود دليل على حدوث عملية تجوية مثل وجود فتات من الصخور التي تليه في الصخور التي تعلوه, مثل صخر الكونجلومرات.

- شبه التوافق paraconformity
- وهو أصعب أنواع عدم التوافق, حيث يعتمد تعرفه على إختلاف عمر الطبقات التي تليه عن الطبقات التي تعلوه,ويكون الشاهد عليه إختلاف المحتوى الحفري لكلا التتابعين أسفله وأعلاه.ويعبر عن الفترة الزمنية المقابلة لعدم التوافق بثغرة ترسب (الثلمة) hiatus, وهي تساوي الفرق في الزمن بين الصخور التي تقع فوق سطح عدم التوافق وتلك التي تقع تحته. وتجدر الإشارة إلى أن سطح عدم التوافق يمثل غياباً لفترة زمنية طويلة جيولوجياً. أما إذا كانت الفترة المفقودة من التتابع الطبقي قصيرة فإننا نشير إليها بالفصلة diastem. وفي العادة فإن عدم التوافق يشير إلى فقد لفترات من السنين, بينما تعبر عن فقد لفترات زمنية قصيرة نسبياً تصل إلى أسابيع أو شهوراً أو حتى قرون


Angular unconformity
Disconformity
Nonconformity
A
B
C


Kaibab Plateau
Kaibab Formation
Toroweap Formation
Coconino Sandstone
Hermit Shale
Supai Group
Disconformity
Disconformity
Redwall Limestone
Angular unconformity
Muav Limestone
Tonto Group
Bright Angel Shale
Tapeats Sandstone
Unkar Group
Nonconformity
Colorado River
Zoroaster Granite
Vishnu Schist



Lithostratigraphy

الطباقية الصخرية Lithostratigraphy هي احد ادوات علم الطبقات التي تهتم بتقسيم السجل الصخري اعتمادا على الخصائص الطبيعية للصخور دون ان يكون لعمر الصخور او التاريخ الجيولوجي لها اي دور في التقسيم.

تعريف الوحدات الطباقية الصخرية (Lithostratigraphic Unit):

الوحدات الطباقية الصخرية هي الوحدة الاساس في تقسيم السجل الطباقي الصخري. ويقصد بالوحدة الطباقية اجسام صخرية تعُرف وتُميز على اساس خصائصها الصخرية الطبيعية كاللون والحجم ونوع الصخور وغيرها من الصفات الصخرية فضلا عن علاقاتها الطباقية. وتعد الوحدات الطباقية لصخرية هي الوحدات الاساس في وضع الخرائط الجيولوجية.

تقسم الوحدات الطباقية الصخرية الى مجموعة من التقسيمات هي:

التكوين Formation:

التكوين هو الوحدة الطباقية الرسمية الاساس في التقسيم الطباقي. ويعبر عن كتلة طبقية تتميز بصفة او مجموعة من الصفات الصخرية الطبيعية المميزة والتي تميزها عن الطبقات المجاورة لها. ويتكون اسم التكوين عادة من مقطعين. وهناك طريقتين لتسمية التكوين: الطريقة الاولى هي ذكر اسم الموقع الجغرافي للتكوين يلحقه عبارة " تكوين"، مثل تكوين المقطم او تكوين القرن، حيث ان المقطم و القرن اسمين لموقعين جغرافيين في مصر. والطريقة الثانية لتسمية التكوين تكون باضافة لاحقة لاسم التكوين تمثل الصفة الصخرية السائدة فيه. مثل Esna Shale

العضو Member: هو وحدة طباقية صخرية تكون اصغر من التكوين. حيث يمكن تقسيم التكوين ثانويا الى مجموعة من الاعضاء (members) وذلك اذا لوحظ ان التكوين يتكون من مجموعة من الصفات الطبيعية يمكن فرزها.

الطبقة Bed:

الطبقة هي اصغر وحدة طباقية صخرية. وتطلق عبارة طبقة على وحدة طبقية من الصخور المتطبقة والتي يتراوح سمكها عادة من سنتمتر واحد الى عدة امتار. وعادة ما تتميز الطبقة بصفات صخرية تميزها عن الطبقات التي تعلوها او تسفلها.

المجموعة Group:

المجموعة هي وحدة طباقية صخرية تتكون من تكوينين او اكثر تجمعهم صفة صخرية طبيعية مشتركة. وعادة ما يكون الغرض من جمع التكاوين في مجموعة هو لإظهار العلاقات الطبقية فيما بينهم وكذلك في رسم الخرائط بمقياس رسم صغير، مثلا 1 سم: 5 كم. وتسمى المجموعة باسم الموقع الجغرافي المختار مع عبارة مجموعة. مثال على ذلك مجموعة كركوك التي تتكون من تسعة تكاوين هي: ازقند و بابا وشيخ علاس و ابراهيم وتارجيل وبلاني و عنة وباجوان و شورا. ومن الضروري الاشارة الى انه لا يتم تحديد موقع نموذجي للمجموعة لأن المقاطع النموذجية للتكاوين التي تضمها المجموعة تعد كافية.

- لإستحداث الوحدات الطباقية الصخرية لابد من اجراء الخطوات التالية:
- اولا: اختيار الموقع النموذجي والمقطع النموذجي: يجب ان يكون لكل وحدة صخرية طبقية موقع نموذجي ومقطع نموذجي دقيق ومحدد بوضوح. فيتم تمييز المقطع النموذجي للوحدات المتطبقة والمقطع النموذجي للوحدات الطباقية غير المتطبقة. ويفضل اختيار مقاطع مرجعية اضافية و مواقع نموذجية اخرى لزيادة الدقة في الاستدلال على الوحدات الطباقية الصخرية.
- ثانيا: تحديد حدود الوحدات الطباقية: توضع حدود الوحدات الطباقية عند وجود تغير عمودي او جانبي في الصخارية.
- ثالثا: عدم التوافق والفجوات الطباقية: التتابعات الطبقية ذات التركيب الصخاري المتشابه والمفصولة بعدم توافق اقليمي او فجوة كبيرة يجب ان تفصل كوحدات طباقية مستقلة. اما الفجوات المحلية او الثانوية او عدم التوافق ضمن تتابع من نفس الصخارية او من صخارية متشابهة فلا يجب ان تعد اسباب لفصلها الى وحدات طباقية مستقلة وانما تؤخذ كوحدة طباقية صخارية واحدة.

تسمية الوحدات الطباقية الصخرية:

يتكون اسم الوحدات الطباقية الصخرية من مقطعين. يمثل المقطع الاول اسم الموقع الجغرافي ويمثل المقطع الثاني درجة الوحدة الطباقية كأن تكون مجموعة او وحدة او عضو او طبقة. كما يضاف اسم الصفة الصخرية للمميزة للوحدة الطباقية في بعض الاحيان. اما اذا وجدت وحدتان تتدرجان جانبيا في صفاتهما الصخرية فالجزء الذي يمثل تداخل الوحدتين يمكن أن يشار له باسم الوحدتين تفصلهما شارحة، وذلك الى ان يتقرر اعتبار ذلك الجزء تابعا لأحد الوحدتين او استعمال اسم ثالث مستقل له.

مثال على ذلك Raha Formation

Biostratigraphy

- الطباقية الحياتية (Biostratigraphy) هي احد فروع علم الطبقات (Stratigraphy) نشأت منه كأداة في تقسيم العمود الطباقي وفقا لمحتواه من الاحافير. وبذلك فهو علم وصفي (descriptive) وتجريبي (empirical) معا، هدفه الاساسي هو إجراء المظاهاة (Correlation) مابين الطبقات المختلفة اعتمادا على اساس ما تحتويه من احافير (Fossils) من حيث توزيعها، عمرها، درجة تطورها، كثرتها او ندرتها، وغيرها من الصفات الاحفورية للطبقات.
- الطباقية الحياتية "دراسة الطبقات الصخرية وفقا لمحتواها من الاحافير"

2- مجاميع الأحافير:

هناك أربعة أنواع من الطبقات الصخرية وفقا لوجود الاحافير فيها:

- طبقات لا تحتوي على احافير.
- طبقات تحتوي على احياء عاشت ودفنت في نفس الموقع (مشتركة الحياة Biocoenosis).
- طبقات تحتوي على احافير عاشت في مكان مختلف عن المكان الذي وجدت فيه، اذ انتقلت إليه (من نفس الحوض الترسيبي) بعد الموت (مشتركة الموت Thanatocoenosis).
- طبقات تحتوي على احياء منقولة بعيدا عن بيئتها الطبيعية.

كل هذه الأصناف من الطبقات الحاملة للأحافير يمكن استخدامها كأساس في تحديد الأنطقة الحياتية الطباقية. اما الطبقات التي تفتقد للأحافير الممكن تحديدها او تلك الخالية تماما من الاحافير فهي لا تخضع للتصنيف الطباقي الحياتي.

- عملية استحداث الوحدات الطباقية الحياتية إلى نفس القوانين والقواعد التي تخضع لها كل أنواع الوحدات الطباقية الأخرى عند استحداثها أو تسميتها ووصفها. وتتمثل أول هذه القواعد بأهمية نشر هذا الاستحداث في إحدى وسائل النشر العلمية مع تعريف بالوحدة. وتتضمن عملية النشر عدة خطوات يجب إتباعها بدقة عند استحداث الوحدات الطباقية الحياتية، وهي:
- الإشارة إلى نية الباحث في استحداث وحدة رسمية.
- اختيار الاسم.
- تعريف الوحدة مع تحديد المقطع النموذجي (Stratotype).
- ذكر الصفات المميزة والمحددة للوحدة.
- تحديد الحدود والعلاقة مع الأنطقة الطباقية الحياتية الأخرى.
- سمك الوحدة وامتداداتها الجانبية.
- السحنة والأهمية البيئية.
- العمر الجيولوجي والمضاهاة.
- علاقة الوحدة بالوحدات الطباقية الصخرية والطباقية الزمنية.
- تاريخ التسمية والملاحظات المنشورة سابقا عنه قبل استعمال الاسم الرسمي.

- **تسمية الوحدات الطباقية الحياتية:**
- يتكون اسم الوحدة الطباقية الحياتية من اسم المصنف المستخدم في تحديدها وتعريفها ومن الاسم الرسمي لنوع الوحدة (مثل نطاق-مدى، أو نطاق- تجمع ...الخ). ويجب أن تستند طريقة كتابة اسم الاحفورة إلى القوانين العالمية في التسمية الحياتية (الحيوانية والنباتية)" *International Code of Zoological and Botanical Nomenclature*". فالحرف الأول من اسم الوحدة يجب أن يكتب بحرف كبير (Capital letter)، مثل: Rang-Zone. وكذلك يكتب الحرف الأول من اسم الاحفورة إذا كانت جنس بحروف كبيرة. بينما يكتب اسم النوع بحروف صغيرة (Small letter). وعند الطبع يجب أن تكتب الأسماء بحروف مائلة (Italics). وفي حالة كتابة الأسماء يدويا فيجب وضع خط تحت اسم الجنس أو النوع للدلالة على إنها حين الطبع يجب أن تكتب بأحرف طباعية مائلة.
- ملاحظات:
- عند استخدام اسم النوع في تسمية الوحدات الطباقية فيجب ان تحمل التسمية اسم الجنس أيضا.
- تستخدم الشارحة (-) في كتابة اسم الوحدات الطباقية الحياتية المركبة. مثل: Range- Zone. بينما لا تستخدم هذه القاعدة عند استعمال صفة تأتي في بداية الاسم. مثل: Biozone.

- تشترك كل الوحدات الطباقية بصورة عامة بكونها جميعا تتناول دراسة صخور القشرة الأرضية بصورتها المتطبقة وبدراسة تأريخ الأرض من خلال كتلتها الصخرية. ومن جانب آخر، تهتم كل فئة من فئات الوحدات الطباقية بصفات ومظاهر صخرية مختلفة. وبذلك فان لكل فئة من هذه الفئات أهمية واستخدام معين في حالة معينة ولغرض خاص.
- وكما هو معروف الآن، أن الوحدات الطباقية الحياتية تعتمد في تعريفها وتشخيصها على أساس ما تحتويه الصخور من احافير. وبذلك فهي تتميز عن غيرها من أنواع الوحدات الطباقية الأخرى بكون الأحياء التي اعتمد على بقاياها الاحفورية في تعيين هذه الوحدات تظهر تغيرات تطورية Evolutionary changes خلال الزمن الجيولوجي. وهذه التغيرات لا تتكرر في السجل الطباقي، وبالتالي فان المجاميع الاحفورية ستختلف من وقت لآخر.

- العلاقة بين الوحدات الطباقية الحياتية والوحدات الطباقية الصخرية:
- تعرف الوحدات الطباقية الصخرية وتشخص على أساس المكونات او الصفات الصخرية للصخور. وبذلك فهي تختلف في أسس تعريفها عن الوحدات الطباقية الحياتية. وعلى هذا الأساس فالوحدات الطباقية الصخرية تعد الوحدة الأساسية في رسم الخرائط الجيولوجية، فحيثما كان هناك صخور فمن الممكن تصنيفها وفقا لمفهوم الوحدات الطباقية الصخرية. اما الوحدات الطباقية الحياتية فلا يمكن استخدامها إلا في تصنيف الصخور الحاملة للأحافير.

•وقد تتطابق حدود الوحدتين الطباقيتين الصخرية والحياتية محليا، لكنهما عادة ما تقعان في أفق طباقية مختلفة أو تقطع احدهما الأخرى. ففي حالة ظهور الاحافير كصفة صخرية مميزة، كان تكون واضحة للعيان وبوفرة عالية، فمن الممكن استخدامها كصفة صخرية، وبذلك يمكن لحدود الوحدتين الطباقيتين الصخرية والحياتية أن تتطابقان. وقد تتطابق حدود الوحدتين أيضا حينما يكون هناك تغير في بيئة الترسيب حيث ينعكس ذلك على نوعية الصخور المترسبة وكذلك على الأحياء التي تعيش فيها. والمعروف أن كل من الوحدتين تعكس البيئة الترسيبية للعمود الطباقي، إلا إن الوحدات الطباقية الحياتية أكثر دلالة وتأثرا بالعمر الجيولوجي. ويمكن لعدم التوافق أن يؤدي، في بعض الأحيان، إلى تطابق حدود الوحدتين أيضا.

•وأخيراً، تعد كلا الوحدتين الطباقيتين الصخرية والحياتية وحدات طباقية أساسية لاغنى عنهما في تصوير المكونات الصخرية وهندسية صخور القشرة الأرضية وتعكسان تطور الحياة والبيئة القديمة على الأرض.

- العلاقة بين الوحدات الطباقية الحياتية والوحدات الطباقية الزمنية:
- تعرف الوحدات الطباقية الزمني بضم كل الصخور المتكونة ضمن فترة معينة من تاريخ الأرض. إن هذه الوحدات، في كل مكان، تتضمن صخور ذات عمر معين وحدودها متساوية العمر Synchronous. وبذلك ففي حين إن كل الوحدات الطباقية الأخرى (الصخرية والحياتية والمغناطيسية ووحدات عدم التوافق) تحدد وتعين على أساس مظاهر فيزيائية معينة، فان الوحدات الطباقية الزمنية تحدد وتعرف على أساس وقت تكونها.
- الوحدات الطباقية الحياتية قد تقترب من الوحدات الطباقية الزمنية. إلا إن حدود الوحدتين قد تختلف وبشكل أساسي. وكما هو معرف ان حدود الوحدات الطباقية الزمنية يجب أن تكون متماثلة في العمرIsochronous)) على حين تختلف حدود الوحدات الطباقية الحياتية بسبب التغير في ظروف الترسيب واختلاف ظروف حفظ الاحافير او عدم اكتشاف الاحافير والوقت الذي يحتاجه المصنف حين الهجرة وكذلك الاختلافات الموضعية في خطوط التطور، وغيرها من العوامل. وبذلك فان حدود الوحدات الطباقية الحياتية ليست متماثلة في العمر في جميع المناطق.
- وقد تتطابق حدود الوحدتين الطباقيتين الزمنية والحياتية في حالة كون الاحافير المستخدمة في تصنيف الوحدة الطباقية الحياتية مهمة من احافير مرشدة لعمر معين عند ذلك قد تتطابق حدد الوحدتين إلا إن معايير تشخيص كل منهما تختلف عن الأخر.
- Chronozone

- إن الفرق الأساسي بين الوحدتين الحياتية والزمنية هو ان النطاق الطباقي الحياتي يتحدد بالوجود الفعلي لصفة معينة من صفات الاحافير. بينما النطاق الطباقي الزمني يميز جميع الصور المتكونة خلال فترة زمنية معينة من عمر الأرض.