محاضرة رقم 11	
الكلية	**التربية للبنات**
القسم	**جغرافية**
المادة باللغة الانجليزية	Geomorphology
المادة باللغة العربية	**جيومورفولوجي**
المرحلة	**ثانية**
اسم التدريسي	**اوراد عماد شهاب حمد**
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	Weathering and soil formation processes
عنوان المحاضرة باللغة العربية	**التجوية وعمليات تكون التربة**
رقم المحاضرة	11
المصادر والمراجع	**حسن رمضان سلامة (٢٠٠٤) أصول الجيومورفولوجيا, دار المسيرة, عمان, الأردن**
	جوده حسنين جوده (١٩٩٧): الجيومورفولوجيا، دار المعرفة، الإسكندرية, مصر.
	وفيق الخشاب وآخرون (١٩٧٨) علم الجيومورفولوجيا، الجزء الأول، بغداد, العراق.

محتوى المحاضرة

التجوية وعمليات تكون التربة

تعتبر التربة النتاج المباشر لعمليات التجوية المختلفة، وتطلق هذه التسمية على الطبقة العليا المفككة من القشرة الأرضية والتي تكونت بتأثير عمليات التجوية المختلفة. وترتبط مع عمليات التجوية, وبشكل وثيق, عمليات تكوين التربة على الجزء العلوي من القشرة الأرضية، وقد تبلورت الأفكار العلمية الرئيسية عن التربة وطرق تكوينها على يد العالم الروسي دوكوجيف، وفي واقع الأمر لا يمكن الفصل بين الأفكار المتعلقة بالتربة وخصوبتها فالتربة وبتعريف فلسفي هي الجزء العلوي المفكك من الغطاء الصخري وتحتوي على الحياة العضوية وعلى الأخص النباتية منها, وهي تتكون نتيجة مجموعتي عمليات متلازمة هما عمليات التجوية وعمليات تكوين التربة لذلك فان التربة تتكون بشكل أساسي, من جزأين صلبين هما المادة المعدنية المفككة والمادة العضوية.

ومن الضروري أن نشير إلى أن مصطلح التربة له معاني عديدة اعتمادا على ماهية الشخص الذي يستعمل هذا المصطلح. فالمهندس, مثلا يعني بمصطلح التربة على انه مادة غير متماسكة, في حين يكون مفهوم هذا المصطلح بالنسبة لعلماء التربة الوسط الذي تنمو فيه النباتات وتزدهر, وقد ذكر جوف (Joffe) أن التربة هي جسم طبيعي يتكون من طبقات أو آفاق معدنية وعضوية ذات سمك متباين، وتختلف هذه الآفاق عن الصخور الأم في شكلها وفيزيائيتها وكيميائيتها وخصائصها المعدنية والبيولوجية.

تكوين التربة:

تتكون التربة من خلال عمل عدة عوامل وقد تمكن دوجيف وجيني jenny من تمييز خمسة عوامل منها هي : (١) المادة الصخرية الأصلية (صخور الأساس) التي تتكون التربة عليها, و (٢) الحياة النباتية والحيوانية و (٣) المناخ (٤) عمر المنطقة التي تتكون التربة فيها و (٥) الطوبوغرافيا المحلية (التضاريس). إن العامل الحياتي, وعلى الأخص النباتات, تلعب دورا مهما في هذه العملية المعقدة، وكان سبب ذلك أن تكوين التربة يكون على أشده في المنطقة التي قد تأثرت بمواد قد تطورت وتكونت بفعل الأحياء المجهرية خلال دورة حياتها وبواسطة نظم جذور النباتات. وإن اغلب المادة العضوية المتواجدة في التربة إنما هي بقايا المادة الكلوروفيلية الخضراء. وتكون بقايا الجذور مهمة جدا وعلى الأخص في منطقة تكون الحشائش ونموها.

وتسهم الحيوانات المجهرية بشكل فعال في هذه العملية المعقدة وإنتاج المادة العضوية التي يكون لونها اسود أو اسمر عند تجمعها في التربة بعد عملية تفسخ المادة العضوية الأولية وتسمى بالعادة بمادة الدبال (Humus) وهي كلمة مشتقة من اصل لاتيني، وهذه المادة هي العامل الرئيسي في خصوبة التربة. ويلعب الماء, حينما يعمل على إذابة جزء من مواد التربة دورا مهما في تكوين المقطع العمودي للتربة (Vertical Profile) وقد تتحرك المواد الذائبة نحو الأسفل بفعل الماء. وحيثما تكون الظروف ملائمة فان هذه المواد يتكرر ارسابها إما من خلال التبلور أو التخثير Coagulation وتحدث مثل هذه الحركة نحو الأعلى أيضا وذلك من خلال الخاصية الشعرية. وبهذه الطريقة تتلاشى بعض المواد من آفاق التربة في جهة معينة في حين تغتني آفاق أخرى بهذه المواد ذاتها.

وحيثما تسود الحركة السفلى لهذه المواد, يصبح بالامكان تمييز ثلاثة آفاق أصلية بشكل واضح ضمن مقطع التربة هي:

١- الأفق العلوي (A1) ويحدث في هذا الأفق عملية غسل شديد لمكونات التربة (Leaching) ومع ذلك فان العملية السائدة في هذا الأفق هي تجمع المادة العضوية.

٢- الأفق التالي (A2) وهو أفق الاستخلاص (أو الإزالة) Fluvial ويقع هذا الأفق تحت الأفق السابق, ويتميز هذا الأفق بشكل خاص بكثرة تسرب المواد منه للأسفل. وهذا الأفق يقتصر تواجده على المناطق المناخية الباردة والممطرة.

٣- الأفق المستقبل أو أفق الترسيب: هذا الأفق يحتوي على المواد التي يتم غسلها من الآفاق العليا في التربة.

يمكن تقسيم التربة من ناحية جيومورفولوجية وجيولوجية إلى نوعين هما:

١- التربة المتبقية (المتخلفة):

تعني هذه التربة من اسمها أنها تلك التي اشتقت من الصخور التي تستند عليها وإنها تبقى فوق تلك الصخور وبذلك فأنها تحتوي على المعادن الأولية نفسها الموجودة في صخور الأساس. وتدل التربة المتخلفة العميقة على حدوث عمليات تجوية سريعة أو أن المنطقة لم تتأثر منذ وقت طويل بعمليات تعرية تقوم بنقل الحطام الصخري إلى مكان أخر. ويكون من الصعوبة بمكان معرفة نوعية الصخور الأصلية التي تنشا منها التربة المتخلفة القديمة التكوين وذلك بسبب عمليات التحلل الكيماوي الذي تعرضت له مكوناتها وأدت إلى تغيير في صفاتها الأصلية, وتعرف مثل هذه التربة بالتربة الناضجة.

تلعب الظروف المناخية دورا مهما في تكوين خصائص التربة المتبقية إذ يطلق على مجموعة التربة التي تتطور عند ظروف مناخية رطبة اسم مجموعة Pedalfers وهي الترب التي تحتوي على الحديد والألمنيوم بشكل خاص، وتتكون هذه الترب في المناطق ذوات المناخ الرطب التي يزيد معدل مطرها عن ٦٠ إلى ٧٥ سم في العام. ويعني هذا أن التربة والصخور الأصلية الواقعة تحتها تكون رطبة بصورة مستمرة. وتتجرد هذه الترب من أملاحها بصورة مستمرة الأمر الذي يجعلها فقيرة بها نسبيا. وتتصف بأنها تفتقر كثيرا إلى المواد القابلة للذوبان مثل أملاح البوتاسيوم والكالسيوم وكذلك فهي فقيرة بموادها العضوية. ومن أمثلة هذه التربة تربة اللاتريت Literate التي توجد في الأقاليم المدارية ذات الأمطار الغزيرة التي تسبب حدوث ظاهرة التجرد leaching فيها. ولا يمكن استغلال هذه التربة للزراعة إلا باستعمال الأسمدة.

ويطلق على مجموعة الترب التي تتطور تحت ظروف مناخية جافة أو شبه جافة اسم ترب البيدوكال pedocals وتعني الترب التي تحتوي على الكالسيوم، وتنشأ هذه الترب في الأقاليم التي تقل أمطارها السنوية عن ٦٠ سم ولا تسمح هذه الكمية القليلة من الأمطار بحدوث جريان مائي خلال التربة نحو الأسفل، ويكون معظم النبات الطبيعي الموجود عليها من الحشائش والشجيرات الصغيرة، وتحتوي هذه التربة على كل المواد القابلة للذوبان والتي تسبب خصوبتها. وتتباين هذه الترب في

خصوبتها من ترية الجرنوزم Chernozem السوداء الخصبة التي تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية إلى ترب الصحاري الرمادية الفقيرة التي ليس فيها إلا كميات قليلة من هذه المواد.

٢- التربة المنقولة: Transported

وتشمل التربة المنقولة كل أنواع التربة التي قامت عمليات جيومورفولوجية معينة بإزالتها من فوق الصخور الأصلية التي نشأت عنها ونقلتها ورسبتها تلك العمليات نفسها أو غيرها. وتختلط هذه التربة أثناء عملية نقلها بمواد قادمة من صخور أخرى مختلفة. ولذلك لا يمكن تحديد نوعية الصخور الأصلية بالنسبة إلى التربة المنقولة. كما وتنتقل بعض هذه الأنواع من التربة إلى مسافات قصيرة من خلال حركات الانزلاقات الأرضية المختلفة، وينقل القسم الأخر إلى مسافات قد تزيد عن مئات الكيلو مترات عن منطقة المنشأ كما هي الحالة في التربة الطموية وتضم التربة المنقولة الأنواع التالية:

١- التربة التثاقلية Colluvial أو Gravity Soil

تتكون هذه التربة نتيجة تدحرج الحطام الصخري تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية من المناطق المرتفعة باتجاه الجهات المنخفضة ولمسافة قصيرة من منطقة المنشأ. ويكثر هذا النوع من التربة في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية بسبب سيادة التجوية الميكانيكية وقلة وجود الغطاء النباتي الذي يمنع تساقط وحركة الحطام المفكك. وتعتبر الانزلاقات الأرضية بكافة أشكالها أسبابا رئيسية لهذه الحركة للتربة. ولا تتشابه ذرات هذه التربة في أحجامها إذ غالبا ما تختلط معها الجلاميد الصخرية الكبيرة الأحجام (boulders) وتوجد هذه التربة عند قدمات المنحدرات الشديدة، ولا تظهر فيها عادة صفة طباقية جيدة.

٢- التربة الطموية Alluvial

تضم هذه التربة كل أنواع التربة التي قامت المياه السطحية الجارية بنقلها وترسيبها أو عند اتصالها بمسطحات مائية بشكل دلتاوات. وتتميز هذه التربة بأنها ذات صفة طبقية جيدة كما وتتصف بتجانس ذرات الرواسب فيها. وهما خاصيتان تميزان الترسيب المائي عن غيره. وتوجد الترب الطموية بصورة خاصة فوق سهول الأنهار الفيضية التي تغمرها مياه الفيضان بين حين وأخر. كما توجد في الدلتاوات والدالات المروحية والبجادا وبنطاق اقل في البحيرات الساحلية lagoons والمستنقعات وفي قيعان المجاري النهرية القديمة. وتمثل السهول الفيضية للأنهار الكبرى في العالم مثل سهل المسيسبي والنيل ودجلة والفرات نماذج جيدة من التربة الطموية. ويوضح نهر النيل جيدا كيفية تكون كل من السهول الفيضية والدلتاوات من خلال نقله للكميات العظيمة من التربة الجيدة إلى الأراضي الواقعة قرب مصبه.

هذا وتتميز التربة الطموية بأنها سميكة في العادة وخصبة خاصة إذا كانت ظروف المناخ ملائمة لتكاثر المواد العضوية بسرعة فيها وكذلك بسبب التجديد المتواصل الذي يحصل عليها جراء ما تلقيه عليها الفيضانات من ارسابات جديدة كل عام تقريبا.

٣- التربة الجليدية Glacial Soils

ترسبت التربة الجليدية في مناطق واسعة من اليابسة عندما تراجع الجليد الذي غطى مساحات كبيرة من القارات أثناء عصر البلايستوسين. وقد ألقى ذلك الجليد بالرواسب التي كان يحملها معه مكونا ما يعرف باسم التربة الجليدية، و تتميز التربة الجليدية بأنها غير طبقية وأنها ذات ذرات غير متجانسة في أحجامها كما تتصف بدرجة مساميتها العالية. وتعتبر تربة نطاق الذرة المشهور في الولايات المتحدة من أوضح الأمثلة لهذا النوع من التربة.

٤- تربة قيعان البحيرات: Lacustrine

تتغطى قيعان كثير من البحيرات التي جفت مياهها لسبب من الأسباب بتربة ذات صفة طبقية جيدة. وتتباين هذه التربة كثيرا في حجم ذراتها تبعا لموقع البحيرة من وادي النهر حيث تكون طبيعة الرواسب أكثر خشونة إذا كانت الأنهار التي تصب في البحيرات في مرحلة متقدمة من مراحل الدورة الجيومورفولوجية. وتختلف تربة البحيرات في خصوبتها أيضا تبعا لدرجة وجود وتحلل المواد العضوية فيها. ويقع نطاق القمح في الولايات المتحدة وكندا, الذي يمتد في غرب ولاية مينسوتا وشمال داكوتا فوق موقع لأحد البحيرات القديمة التي انصرفت مياهها بواسطة النهر الأحمر وروافده, ويتصف هذا الإقليم باستوائه الشديد وبخصوبة تربته بالوقت الحاضر.

٥- التربة الهوائية: Aeolian soil

تتكون هذه التربة من جراء الترسيب للمواد التي تنقلها الرياح. إذ تستطيع الرياح أن تنقل ذرات الرواسب من مصادر مختلفة بعضها قادم من مواد طموية قامت الأنهار بترسيبها فوق سهولها الفيضية ويأتي قسم أخر من تلك الرواسب من مناطق الارسابات الجليدية إضافة إلى مصادر أخرى مثل الغبار البركاني أو المواد التي تقوم الرياح نفسها بتعريتها وقطعها من الصخور أو تقوم بتفريغها من المناطق والأحواض الصحراوية. وتترسب المواد الخشنة الذرات في مناطق ليست بعيدة عن المنشأ. ومن الأمثلة عليها تربة اللويس في المناطق الجافة وشبه الجافة. كما تعتبر الكثبان الرملية نوع من أنواع هذه التربة التي سندرسها لاحقا عند الحديث عن الدور الجيومورفولوجي للرياح.

عوامل الضعف الصخري:

يمكن تصنيف الصخور الى ضعيفة Soft rocks مثل الطباشير والطين والحجر الرملي – وصخور صلبة Resistant \ Hard rocks مثل صخر الجرانيت والبازلت والصوان. ويعتمد هذا التصنيف على مدى قابلية الصخور للتجوية وعمليات الخدش او الحت والهدم المختلفة. وتعتبر الصخور سريعة التحلل والتفكك والحت صخور ضعيفة, في حين توصف الصخور التي تقاوم هذه العمليات وتحافظ على الوضع الاصلي لاشكالها الارضية لاطول فترة زمنية ممكنة بالصخور الصلبة. وقد يكون الصخر ضعيفا او صلبا في الاصل بسبب خصائصة الطبيعية او الكيماوية, كما قد يتعرض الصخر للاضعاف او التصلب بسبب الظروف البيئية او العوامل الجيومورفولوجية المؤثرة. لذا, يمكن التمييز بين ثلاث مجموعات من عوامل الضعف الصخري:

اولاً: مظاهر الضعف النوعي:

وهي التي تنشاء مع الصخر نفسة نتيجة لطريقة او ظروف تكوينة. بحيث يمكن ان يرث الصخر ضعفة بسبب نوعية المعادن التي يتكون منها, ودرجة تبلورها او قوامها Texture او مساميتها Porosity او لونها, او بسبب وجود مواد لاحمة Cementing material تعمل على تجميع الحبيبات المعدنية وتكتلها، وفيما يلي اهم الخصائص المحددة للضعف النوعي للصخر:

١ – التركيب الكيماوي:

يلعب التركيب الكيماوي للصخر دور مهم في صلابته او ضعفه من خلال نسب المعادن والعناصر كيماوية المكونه له, ويمكن تحديد ذلك حسب مقياس موه للصلابة Mohs scale of hardness، ويعتبر الماس في هذا المقياس اقسى انواع المعادن في حين تمثل معادن الجبس والكلس ادنى درجات الصلابة. كما تعتبر معادن الاوليفين والبلاجيوكليز الجيري والاوجايت اقل المعدان مقاومة لهذه العمليات. وعليه, فان صلابة أي صخر او ضعفه تعتمد بالدرجة الاولى على نوعية المعادن والعناصر المكونة له. اذ يمكن ان يصبح الصخر ضعيفا بسبب احتوائه على نسب مرتفعه من المعادن الضعيفة اصلا, والعكس صحيح. فصخر الجرانيت على سبيل المثال, الغني بمعدني الكوارتز

والمسكوفايت يعتبر اكثر صلابة ومقاومة للتجوية من جرانيت اخر او صخر اخر, كالجابرو الذي تقل فيه نسبة وجود هذين المعدنين.

٢ – التبلور والقوام:

تعتبر عملية التبلور احدى الطرق التي تعمل على تكون الصخور خاصة من نوع الماجما Magma والتي تتم عادة مع انخفاض درجة الحرارة وانطلاق الغازات منها. وتختلف درجة تبلور المعادن حسب سرعة تبريد الماجما وتصلبها والتي تعتمد على نوع المعادن المكونة والاعماق التي تنتشر فيها. كما ان الاجزاء العليا من الماجما يمكن ان تتبلور خلال ايام او سنوات معدودة في حين تحتاج الاجزاء العميقة جدا الى الاف و ملايين السنين. ويزداد قوام الصخر خشونة مع زيادة درجة تبلور المعادن, في حين يصبح القوام زجاجيا Glassy / Fine او ناعما في حالة ازدياد سرعة التبريد والتصلب بحيث يمتنع معها حدوث التبلور او التحبب. وتتخذ البلورات المعدنية عدة اشكال, منها: النظام المكعب والسداسي والرباعي. وان انتظام ترتيب هذه البلورات ودرجة تداخلها او انضغاطها واندماجها والتحامها وتجانسها يحدد مدى انتشار مراكز الضعف في الصخر. وقد يطغى تاثير درجة وطبيعة التبلور والقوام للمعادن المكونة للصخر على فعل تركيبه الكيماوي.

٣ – المسامية والنفاذية:

المسامية Prosity هي نسبة حجم الفراغات الموجودة في الصخر الى حجمه الكلي, والنفاذية Permeability هي معدل تسرب الماء عبر الفراغات الصخرية في وحدة زمنية معينة. وتختلف الصخور والتجمعات الرسوبية في كل من مساميتها ونفاذيتها. فالصخور الرملية والجيرية اقل مسامية من الصخور الطينية, ولكنها اعلى نفاذية, مما يظهر ان العلاقة بين هاتين الخاصيتين قد تكون عكسية احيانا. وتتضح اهمية كل من المسامية والنفاذية في تسهيل مرور الماء سواء الباطني او السطحي, عبر الفراغات الصخرية – والذي يعمل على اضعاف الصخر عن طريق اذابة المواد اللاحمة او بفعل الضغط الناتج عن زيادة الحجم بالتجمد او بتبلور الاملاح المذابة, او ما يؤدي اليه من تشقق وانتفاخ في التكوينات الطينية اثر تعرضها للتجفف والترطيب. او تمهد لتصعيد

الخاصية الشعرية, وتراكم الاملاح على السطح وتكوين قشرات صلبة Duricrusts تعمل على عزل الصخر عن تلك العمليات.

١-المادة اللاحمة:

تنتج الصخور الرسوبية عن التحام او التصاق الرواسب المختلفة مما يؤدي الى تحجرها او تصخرها Lithification بفعل المواد اللاحمة Cementing material. ومن المواد اللاحمة الكوارتز والكلس والتكوينات الحديدية مثل الهيماثايت والتورجايت والليمونايت, بالاضافة الى تكوينات الباريوم كسلفات الباريوم وسلفات الكالسيوم وسلفات السترنتيوم وفلوريد الكالسيوم. وتنتج هذه المواد عن ذوبان المعادن المكونة للصخور نفسها خاصة عند زواياها وسطوحها الخارجية, والتي ينقلها الماء المتسرب عبر الفراغات الهوائية الموجودة في الصخر. ويعتمد تركيز المواد اللاحمة في الماء المتسرب على درجة حرارته ومعدل حموضته PH وتكوينه الكيماوي. وتقدر كمية المواد الصخرية التي يفقدها كل ميل مربع من سطح الارض عن طريق الاذابة بنحو ٩٥ طنا سنوياً، تشكل منها كربونات الكالسيوم ٥٠ طنا , وسلفات الكالسيوم ٢٠ طنا والسيلكا سبعة اطنان وكلوريد الصوديوم ثمانية اطنان . كذلك يمكن ان يزود الماء الباطني الرواسب بالمادة اللاحمة مع المحافظة على اشكالها الاصلية كما هو الحال في القشرات الصلبة, مثل القشرات السيليكية Silcretes والحديدية Ferricretes والكلسية Calcretes.

ويتم تحجر الرواسب بفعل المواد اللاحمة عن طريق التجفف او الانضغاط اللذان يعملان على تحرر الرواسب من الماء وتناقص حجم الفراغات الصخرية باقتراب حبيبات الصخر والمعدن من بعضها البعض. وقد لا يتم تصلب الرواسب الا بعد ان يتناقص حجم الفراغات الصخرية فيها بنسبة ٧٥%. وتعتمد درجة تصلب او ضعف الصخور الرسوبية على التكوين الكيماوي للمواد اللاحمة نفسها، فالكوارتز والمسكوفايت والزركون على سبيل المثال, تعتبر من المواد اللاحمة المقاومة للتحلل الكيماوي, ويتم تزويد الرواسب بها بعد ان تتحرر وتنقل للماء اثر تحلل الصخور او المعادن المحيطة بها, وذلك على العكس من كربونات الكالسيوم سهلة التحلل. وطبيعي ان تنعكس صلابة

المواد اللاحمة على صلابة الصخور المكونة لها. فكثير من انواع الصخور يستمد صلابته او ضعفه من خصائص هذه المواد. فاذا ما تاثرت المواد اللاحمة بالتحلل سرعان ما ينفرط الصخر الى حبيبات متفككة, كما هو الحال بالنسبة للرمال الناتجة عن انفراط الصخر الرملي والجروس Gruss الناتج عن انفراط صخر الجرانيت. كذلك, قد تكون المادة اللاحمة اقسى من الصخر نفسه وفي هذه الحالة يتم تحلل الصخر وتبقى المادة اللاحمة على شكل عروق او شبكة معدنية تفصل بين فجوات او حفر متفاوتة الاحجام.

٢-لون المعادن:

تختلف المعادن المكونة للصخور من حيث اللون. وتبرز اهمية لون المعادن في تحديد مدى تاثرها باشعة الشمس. ومن ثم معدل تمددها وتقلصها. فالصخور داكنة اللون, كالبازلت والجابرو تسخن بسرعة مما يعمل على تمدد معادنها وانضغاطها, في حين تعتبر الصخور فاتحة اللون مثل الطباشير والحجر الجيري قليلة التاثر بالاشعاع الشمسي. وتعتبر الصخور النارية الحمضية فاتحة اللون, كالجرانيت اكثر مقاومة لعمليات التجوية من الصخور النارية القاعدية داكنة اللون , مثل البيوتايت والاوليفين .

ثانياً: مظاهر الضعف المكتسبة:

وهي التي تزيد او تنقص من ضعف الصخر نتيجة اتصالة بالظروف البيئية المحيطة بة بعد تشكيلة. وتتمثل هذه المظاهر بوجود المفاصل والشقوق وسطوح الطبقات الصخرية واختلاف سمكها وانحدارها واهمها:

١- **المفاصل: Joints**

وهي عبارة عن شقوق هندسية تمتاز بوجود زحزحة سطحية محدودة بين اجزاء الصخر, وهي بذلك تختلف عن الشقوق العادية Cracks التي تمتد بشكل عشوائي, وعن الصدوع Faults التي تتزحزح عندها الطبقات الصخرية حتى اعماق بعيدة. وتسمى الكتل الصخرية التي تحيط بها المفاصل بالكتل المفصلية Joint blocks ويعتمد تباعدها على ابعاد المفاصل نفسها. وتختلف المفاصل في اشكالها وابعادها، فمنها ما يكون قصيرا او طويلا, مستقيما او منحنيا, منتظما او غير منتظم, مما يسمح بتمييزها الى مجموعات مفصلية Joint sets يرتبط كل منها بعوامل تكوين معينة. وترتبط نشاة

المفاصل بقوى الانضغاط Compression والتوتر Tension التي ترافق الحركات التكتونية او التبريد والتقلص او التمدد بفعل التغيرات الكيماوية وينتج عنها مفاصل مائلة Diagonal joints , او مفاصل سداسية الشكل Hexagonal columnar joints , او متعارضة Transverse كما تؤدي ازالة الضغط بفعل الحت المائي الى تكوين مفاصل صفائحية الشكل Sheet joints تمتد بصور موازية لسطح الارض , وتجزء الصخر الى كتل صفائحية مسطحة , كما يحصل في الصخور النارية كالجرانيت. ومثل هذه النوع من المفاصل يشبه سطوح الانفصال الطبقي Bedding planes الموجودة عادة في الصخور الرسوبية.

وتمتازالمفاصل عموما بحداثة تكوينها بالنسبة للصخر الام, وعدم استمرارها، ومع انتهاء المفاصل في اتجاه معين, يبدا مفصل اخر في نفس الاتجاه او في اتجاهات اخرى وقد تنتهي المفاصل في الطبقة التالية. وتعتبر المفاصل صغيرة اذا تراوح بعدها الافقي ما بين ٠.١ – ١ مترا , او كبيرة اذ بلغ طولها ١ – ١٠ امتار , او ضخمة اذا تراوح طولها ما بين ١٠ – ١٠٠ مترا اما اتساعها فيختلف من مكان الى اخر , ولكنه يتناقص مع العمق , في حين تبلغ اقصى اتساع لها عند سطح الصخر. ويمكن للمفاصل ان تحافظ على فتحاتها لمدة طويلة حتى لو تم تغطيتها بالرواسب. وتكمن اهمية المفاصل في كثرة انتشارها. ومعظم سطح الارض يحتوي على مفاصل. كما ان معظم الاشكال الارضية ترتبط بنظام المفاصل. اذ تقوم بدور هام في تطوير الاشكال الارضية خاصة في صخور الجرانيت (كاشكال الجلاميد والانسلبرج والحجارة القلبية Core stones) والحجر الرملي والحجر الجيري. كما تجذب اليها العمليات الجيومورفولوجية من تجوية وحت او ترسيب. وتعمل كاقنية للماء المتسرب قائمة بعمل المسامات الصخرية من حيث تحليل الصخر كيماويا او تفتيتة ميكانيكيا في حالة تجمد الماء وتكون الصقيع, كذلك, يمكن ان تتجمع فيها المحاليل الكيماوية التي تحتوي على نسبة عالية من بعض المعادن مما يساهم في تكوين عروق معدنية Mineral viens تقاوم عمليات الحت

٢– الشقوق:

يعني التشقق Fissility/cleavage قابلية المعدن للتشقق والانقسام باتجاهات متوازية , او البناء الذي تتمكن الصخور بواسطتة من الانفصال على طول اسطح متوازية معينة تحولها الى رقائق صخرية منفصلة, ويستعمل تعبير الصفائحية او الشيستية Schistosity في وصف تشقق الصخور المتحولة خشنة التحبب, نسبة الى صخر الشيست المتحول متوسط او خشن القوام والذي يتم فية ترتيب حبيبات المعدن بشكل متوازي. وتقاس المسافة بين سطوح التشقق بالمليمترات او السنتيمترات، اما اذا زادت المسافة عن بعضة سنتيمترات فيستعمل في وصفها تعبير المفاصل, في حين اذا رافق ذلك حدوث زحزحة صخرية عميقة فانها تتحول الى صدوع. ويمكن ان تنتج هذه الشقوق عن عمليات الجز sheeting او strain التي ترافق النشلطات التكونية كالالتواءات , او التقلص الناتج عن تبريد اللافا وما يؤدي الية من ضغوط, او نتيجة لتكرر عملية التبلور والتحولات الكيماوية. وتشترك الشقوق مع المفاصل في اضعاف الصخر وذلك من خلال تصعيد عمليات التجوية والهدم المختلفة فيها. كما تساهم في تكوين بعض الاشكال الارضية المميزة على هيئة نصال parting slabs يفصل فيما بينها اودية او صدوع يطلق عليها تسمية الحجارة الناسكة Monk–stones او الحجارة الهائمة (الصخور المعزولة) penitent rocks او شواهد الاضرحة Tomb stones. وتسمى الطبوغرافيا التي تشمل على هذه الاشكال بالطبوغرافيا القوامية Textured relief او طبغرافية الاشكال الهائمة Gefuge relief.

٣ – سطوح التطبق: Bedding planes

تمثل سطوح التطبيق اماكن اتصال الطبقات المتتابعة فوق بعضها في الصخور المختلفة خاصة الرسوبية منها. وتفصل سطوح التطبق عادة بين طبقات صخرية يرتبط كا منها بظروف جيولوجية ومناخية خاصة. فقد تتوضع طبقات صخرية تختلف من حيث العمر الجيولوجي، كان تتبع تكوينات زمن ما قبل الكمبري فالأول، فالثاني، وانتهاء بتكوينات الزمن الرباعي, حسب ما توضحه المقاطع الجيولوجية للمناطق المختلفة. وقد تنتمي الطبقات الصخرية إلى تكوينات جيولوجية مختلفة من حيث نوعية الصخر, كما هو الحال في تكوين أراضي البادلاندز Bad Lands فوق التكوينات الجيرية والتكوينات

الرملية. وفي جميع الحالات, فان طبيعة تتابع الطبقات الصخرية وسطوح تطبقها تعكس سطوحا مناخية وجيولوجية مرتبطة بها, كما تترك أثارها فيما يتعلق بالضعف الصخري.