محاضرة رقم 12	
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	Landforms resulting from weathering
عنوان المحاضرة باللغة العربية	**الأشكال الأرضية الناتجة عن التجوية**
رقم المحاضرة	12
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

عندما تتعرض الصخور التي تتباين طبقاتها أو مكوناتها في درجة مقاومتها لعمليات التجوية يحدث أن يكون تأثير تلك العمليات شديدا فوق الجهات اللينة أو القليلة المقاومة بحيث تتآكل تلك الأجزاء في حين تظل الطبقات الصلبة بارزة. ويعرف هذا النوع من التجوية باسم التجوية المتباينة Differential وتتكون بهذه الطريقة أشكال متنوعة منها، الأشكال الأرضية التي تشبه نبات الفطر Mashroom rock. وينتج من تعرض الركام جليدي وصخور المجمعات البركانية (البريشيا) إلى عملية التجوية أعمدة أو أبراج توجد في أعلاها جلاميد صخرية كبيرة صلبه تحمي الحطام الصخري المفكك الموجود أسفلها ويطلق على هذه الأشكال اسم Demoiselles. والتالوس Talus وهو أيضا احد الأشكال الجومورفولوجية التي تنتج عن عملية التفكك الصخري بواسطة تكرار عملية التجمد والذوبان، وينتج عن التجوية عدة أشكال أرضية منها:

١- الحرافيش أو القشعات: Lapies وهي عبارة عن حزوز أو شقوق واسعة تنتشر فوق الصخور الجيرية التي تختلف في نفاذيتها ونظام مفاصلها أو أسطح تطبقها, وغيرها من الخصائص الطبيعية والكيماوية التي تحدد سير عملية الإذابة المتفاوتة بفعل ماء المطر الحمضي المتسرب.

٢- الأعمدة المسننة: Stylolitites وتتطور هذه الأعمدة الصغيرة بفعل الإذابة المتغايرة التي تحدث على سطح الصخور الجيرية. ففي الأجزاء الضعيفة من الصخر الجيري تتعمق عملية الإذابة بينما تبقى المراكز السطحية الصلبة قائمة فوق مستوى سطح الأرض المحيطة على شكل أعمدة، ويعتمد تطورها على وجود المفاصل المتعمقة, خاصة العمودي منها, ونشاط عملية الإذابة وانجراف نتاج هذه العملية.

٣- حفر التجوية: Weathering pits وتنتشر فوق الأسطح الصخرية المكشوفة قليلة الانحدار خاصة على طول المفاصل الصخرية أو نقاط الضعف المعدني أو نتيجة للتفاوت في تآكل الصخر. وتنشا هذه الحفر بفعل التجوية المتغايرة خاصة في الصخور الصماء وما يتبع ذلك من إزالة للهشيم وتآكل متغاير مركز في نقاط الضعف. ويزيد حجمها باستمرار بتجمع الرطوبة في داخلها وما تقوم به عملية الاماهه أو التميؤ Hydration. ويمكن أن تساهم الجذور المتباينة بما تفرزه من أحماض, في تكون حفر التجوية صغيرة الحجم نسبيا, وتكون في هذه الحالة متجاورة وغير منتظمة، وتسمى هذه الحفر بالتنخربات Honeycombs لارتباطها بالتجوية الحفرية أو التنخبرية (من نخر) / Cavernous Honeycomb Weathering.

٤- الجلاميد: Boulders وتتكون الجلاميد في صخور صلبة قليلة المسامية كالجرانيت بفعل عمليتين متتابعتين هما، التجوية السفلية المتغايرة والتعرية المتفاوتة، فعندما يتسرب الماء الحمضي عبر المفاصل تتعرض أطراف الكتل الصخرية لتجوية مركزة تعمل على توسيع المفاصل واستدارة الكتل الصخرية, حسب نظام المفاصل السائد, وتطويرها إلى جلاميد مستديرة صغيرة الحجم نسبيا تسمى الحجارة القلبية Gore stones/ Kernels وتظهر على السطح بعد إزالة نتاج التجوية. ويحدد نظام المفاصل وطبيعتها شكل الجلاميد المتطورة، ففي حالة وجود مفاصل قليلة الاتساع ومحددة للتسرب المائي, تتطور أنواع أخرى من الجلاميد كبيرة الحجم نسبيا تسمى الانسلبرغ Inselbergs أو القباب أو الأعلام الصحراوية, وتتخذ الشكل المستدير في أماكن المفاصل المكعبة والشكل البيضاوي أو الاسطواني في أماكن المفاصل الأفقية والمستطيله والشكل ألبرجي في أماكن المفاصل العمودية والشكل ألقبابي .(Bornhards)

٥- الأشكال الناتجة عن التجوية المتباينة المدى: يستخدم هذا المصطلح للإشارة إلى عملية التجوية التي تعمل على حت وإزالة الأجزاء الضعيفة من الكتل الصخرية المعرضة إلى هذه العملية، وقد تؤدي هذه العملية إلى ظهور سطوح صخرية محفورة, أو أنها تعكس بشكل بارز ظهور النطاقات الصلبة من الصخور والطبقات الرسوبية التي تستطيع مقاومة عمليات التجوية. وتشير الدلائل

الموجودة في الطبيعة مثلا إلى أن صخور البريشيا أو الطفل الجليدي إذا ما تعرضت إلى عمليات التجوية المتباينة فإنها تنتهي إلى أشكال تضاريسية تشبه الأعمدة (pillars) أو الاسطوانات (Column) تتغطى هذه بكتل صخرية اكبر أو شظايا صخرية كبيرة الحجم تعمل على حماية الكتل الصخرية المتفككة الواقعة تحتها، ويطلق على هذه الأعمدة (Demoiselles). ويعتبر الهشيم الصخري (Talus) نتاجا أخر لعمليات التجوية، والهشيم مفتت صخري ينتج عن التفكك الذي يحصل في سفوح شديدة الانحدار، ويتجمع هذا الهشيم عادة عند قاعدة السفوح، وقد يسمى في بعض الأحيان (Scree). فإذا اتخذ هذا التراكم شكلا مخروطيا شديد الانحدار فعند ذلك يطلق عليه اسم مخروط الهشيم (Talus cone).

٦- ومن أثار التجوية الأخرى للتجوية الكتل الماكثة Residual Boulders وتتقطع مثل هذه الكتل بواسطة سلسلة أو أكثر من الفواصل, فتتحول إلى ألواح كتليه ذات أحجام مختلفة, وليس من الغريب أن تتواجد هذه الفواصل على شكل مناطق أو خطوط ضعف, بحيث تجد الرطوبة والعوامل الفعالة الأخرى, طريقها من خلالها إلى داخل الصخور فتؤدي وبشكل تدريجي إلى استدارة زوايا هذه الكتل حتى تنتهي أخيرا على شكل بيضاوي.

٧- زحف التربة: Soliflustion or Soil Creep ويستخدم هذا المصطلح من الناحية الجيومورفية للدلالة على الحركة البطيئة غير المنظورة لكتل الصخور والتربة المشبعة بالماء, من ارض عالية إلى جهات منخفضة. ومن الجدير بالذكر أن ظاهرة من هذا النوع يمكن تتبعها في الجهات التي تتميز بوجود جهات جبلية ذات مناخ رطب، وتظهر على شكل كتل من الصخور متباينة الحجم ممتزجة مع التربة وتتخللها كمية لا بأس بها من المياه, ويكون مصدر هذه المياه من الجليد الذائب في غالب الأحيان, يتحرك هذا المزيج الثلاثي وبشكل تدريجي عبر منحدر من الأعلى نحو الأسفل. على أن ضخامة هذا المزيج أثناء هذه الحركة تتراوح من مناطق لوحية واسعة (Extensive Sheets) وثلاجات صغيرة الحجم يطلق عليها اصطلاحا اسم الثلاجات Mud) Glaciers) وفي الجهات الجبلية اوالتلالية التي تتعرض إلى مثل هذه الظاهرة يظهر تناقص واضح في شدة التضاريس المحلية المتواجدة على السطح، فعلى سبيل المثال نلاحظ آن الجهات التي تتميز بمناخات شبه جليدية (Sub glacial Regions) والتي يتساقط فيها الثلج بغزارة في فصل الشتاء تصبح هذه العملية عاملا فعالا في هدم الأشكال الأرضية السطحية البارزة وفي الوقت نفسه, نلاحظ أن المناطق القطبية وشبه القطبية, حيث لا تتغطى الأرض بالجليد فان هذه العملية تكون مستمرة بشكل دائم. أما التدفق الطيني, ويشار إليه في بعض الأحيان على انه انسياب (Mudflow) فانه ظاهرة تتجمع التربة بموجبها ثم تتحرك بصورة بطيئة عبر الثلاجات المحتوية على الصخر والوحل. وفي حالة من هذا النوع تشتمل الحركة على صخور من مختلف الأحجام. ومن ابرز الأمثلة المعروفة عن مثل هذه الحركة هو التدفق الطيني في منطقة ينابيع

ندكن سون في مقاطعة كولورادو في أمريكا، وقد أدى هذا التدفق إلى تكوين ما يشبه الدلتا, في غير موضعها بطبيعة الحال و أدى ذلك إلى تكوين بحيرة كرستوبال (san Cristobel lake) ولقد بلغ مجموع هذا التدفق حوالي أربعة أميال كما بلغ انحداره ٢.٥٠٠ قدم وقد يتراوح سمك الوحل الذي بدا على الوادي بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ قدم.

٨- قباب التقشر: (Exfoliation Domes) من الملاحظ أن الكتل الصخرية المتجانسة الضخمة تتقشر على شكل أغشية رقيقة عند تعرضها إلى تغيرات متطرفة في درجات الحرارة. وتعود هذه الظاهرة إلى تفكك الكتل الجرانيتية إلى أغشية محدبة وإن هذا التركيب – كما هو معروف, يتصل اتصالا وثيقا بالحالة الصهيرية التي كانت عليها هذه الصخور في بداية تكوينها ومع ذلك هناك نواح عديدة ترجح فرضية أخرى لتفسير هذه الظاهرة ومرجع هذه النظرية، إن ظاهرة تقشر الصخور ترجع إلى التذبذب الحاصل في درجات حرارة البيئة المتواجدة فيها، فمن الملاحظ أن البيئة القبابية لا تمتد باتجاه سفلي أو جانبي إلى مدى لا نهائي، ودليل ذلك أن أغشية التقشر لا تمتد في غالب الأحيان إلى عمق يزيد على ٥٠ قدم، وهذا دليل على أن هذه ظاهرة سطحية وليست ظاهرة تمتد إلى أعماق الغلاف الصخري، هذا فضلا عن أن هذه البيئة لا تقتصر على مظهر القباب بل تتواجد أيضا في خوانق وحوائط وواجهات السلاسل الجبلية وحتى في قيعان الوديان الأخدودية. ولقد اجمع بعض علماء الجيومورفولوجيا على وجود ثلاثة تفسيرات لظاهرة التقشر السطحي هي: (١) تغير فصلي في درجات الحرارة يؤدي إلى تمدد وتقلص بشكل ملائم بحيث يدفعان إلى حدوث التقشر, و (٢) تمدد سطح الصخور نتيجة التميؤ (دخول الماء في تركيب الصخر) وخاصة صخور الفلسبار وذلك لتكوين الكاؤولين و(٣) وجود تضاريس ذات ضغط داخلي، وتنتج هذه التضاريس عن تعرية الكتل الصخرية السطحية.

إن تمدد وتقلص سطح الصخر, استنادا إلى معامل تمدد صخر النايس المعروف, يؤدي في الواقع, إلى زيادة في طول الصخر يصل إلى حوالي ٠.٥ بوصة لكل ١٠٠ قدم, وذلك عند ارتفاع درجة الحرارة إلى حوالي ١٠٠ ° ف. وتصبح هذه الدرجة اقل من ذلك في الأعماق وذلك لان المدى الحراري في هذه الجهات يكون اقل من ذلك بكثير، فيكون التمدد والانكماش على عمق قدم واحد, تحت السطح مقاربا إلى حوالي ٢٠/١ ملم يوجد من نفس هذا المعدل على السطح. لذلك يمكن القول انه ما دامت السطوح التي تتعرض إلى مثل هذه الظاهرة تكون متسعة بحيث تصل إلى ألاف الإقدام فان الضغط المتواجد بين الطبقات العليا والطبقات السفلى يكون كبيرا وواضحا، ومن الضروري الإشارة إلى أن عملية التقشر لا تحدث أو تظهر بشكل بارز إلا إذا توفرت عوامل مساعدة لها منها الشقوق المجهرية الصغيرة التي تعمل على إيصال الحرارة والماء إلى داخل الصخر فضلا عن فعل النباتات المجهرية. ويبدو أن تغيرا بسيطا في درجات الحرارة يحدث على عمق ١٥ قدم يكون أكثر فعالية من

تغيرات مماثلة تحدث على سطح الصخر ذاته، وسبب ذلك أن صخور السطح تكون في وضعيتها الحالية قد تاقلمت مع بيئتها, إذ لا مجال أمامها لمقاومة تغيرات نوعية من هذا الطراز.