الفصل السابع

منحدرات سطح الأرض

خصائصها أشكالها – العوامل والعمليات المؤثرة بها

الفصل السابع

المنحدرات
وتأثيرها في تشكيل سطح الأرض

الفصل السابع

المنحدرات وتأثيرها في تشكيل سطح الأرض

مفهوم المنحدر:

يقصد بالمنحدر ميل سطح الأرض عن المستوى الافقي، ويعبر عن الانحدار بالدرجات أو النسبة المئوية أو من خلال التضرس فيقال مثلاً نسبة الانحدار 30٪ ودرجة الانحدار16° أو 300 متر لكل كيلومتر. ويقاس الانحدار في الميدان باستعمال آلة التسوية Abany level أو من الخرائط الكنتورية.

وتصنف الانحدارات حسب درجة انحدارها إلى مايأتي:

درجة الانحدار	نوع الانحدار	درجة الانحدار	نوع الانحدار
اكثر من 45	جرف Cliff	5 إلى 10	معتدل
30 إلى 40	حاد جداً	2 إلى 5	طفيف
18 إلى 30	حاد	أقل من 2	مستوي

يتكون الانحدار بسبب عمليات التعرية المائية أو التعرية الجليدية أو الحركات التكتونية المفاجئة. ويتكون المنحدر من ثلاثة محاور يتمثل المحور الأول بقمة المنحدر التي تمثل اعلى جهة في المنحدر، ويمثل الثاني سفح المنحدر وهو المكان الذي تترسب عليه المفتتات الصخرية، في حين يتمثل المحور الثالث بخلف المنحدر وهو المكان الذي ينقل منه الفتات الصخري.

تصنف المنحدرات اعتماداً على شكلها إلى الانواع الآتية: (سلامة، 2010، 141).

1- المنحدرات المحدبة: تمثل الأجزاء العليا من المنحدر، ويعتقد ان الجداول الصغيرة تكون متناثرة ومتباعدة فوق اعالي المنحدرات وتكون قدرتها على النحت

ضعيفة بسبب قلة مياهها، حيث تضيع معظم طاقتها في عملية نقل الرواسب ولذلك تبقى الكتل الأرضية في تلك الاماكن بارزة لقلة تآكلها.

2- المنحدرات المقعرة: تكون هذا النوع من المنحدرات بفعل المياه الجارية في مجموعات كثيرة من الجداول الصغيرة التي تنبع من المرتفعات في اعالي المنحدر. وتتجمع قبل وصولها إلى القسم الأسفل من المنحدر مما يضاعف قدرتها على النحت وازالة المواد الناعمة، وتنشأ هذه الجداول في اعقاب ذوبان الثلوج أو عقب زخات المطر مما يؤدي إلى زيادة كمية المياه فيها.

3- المنحدرات المستقيمة: تتكون المنحدرات المستقيمة نتيجة لتعرض المنحدر الأصلي إلى عمليات التجوية ونقل المفتتات الصخرية من اعلى المنحدر إلى اسفله سواء بواسطة المياه الجارية أم بواسطة الزحف الأرضي، مما ينجم عنه تكوين منحدرات مستقيمة أو منتظمة.

العوامل المتحكمة في نشوء وتطور المنحدرات

تتباين العوامل التي تؤدي إلى نشأة وتطور المنحدرات حسب انواعها ويمكن اجمال هذه العوامل بما يأتي:-

1- البناء الجيولوجي: يؤثر البناء الجيولوجي في المنحدرات من خلال تفاوت قابلية الصخور لعمليات الهدم الجيومورفولوجية المختلفة فالصخور الصلبة تقاوم هذه العمليات وتؤدي إلى نشوء منحدرات سحيقة، واذا كانت طبيعة الصخور المكونة للمنحدر مناسبة فانها تساعد على حدوث الانهيارات وتطور المنحدرات والتي تتمثل بالآتي:

أ- الفواصل المائية وسريان المياه الأرضية خلالها ب- سطوح التصدع ج- الطبقات الضعيفة د- الصخور القابلة للتحلل والتفتت مثل البازلت والحجر الطيني.

2- الانحدار: ان انحدار سطح الأرض وعدم استوائه تماماً يساعد المواد غير المتماسكة (المفككة) التي انتجتها عمليات التجوية والجوانب الصخرية الصلبة من اسطح المنحدرات وتحت تاثير قوى جاذبية الأرض من ان تتحرك تلك المواد من اعلى المنحدرات إلى اسفلها، وقد تكون بطيئة احياناً وسريعة في احيان اخرى، وهذا يعني ان المنحدرات العليا تخسر الفتات الصخري وتكسبة لبعض الأودية والمنخفضات.

3- المناخ: يؤثر المناخ في تطوير المنحدرات بصورة غير مباشرة من خلال تحديد نوعية ومعدلات التجوية وكذلك فاعليته في تحديد التصريف المائي للأنهار ومعدلات التسرب ورطوبة التربة وكثافة الغطاء النباتي، فضلاً عن تحديد نشاط الرياح. ففي الأقاليم الجافة التي تقل فيها كمية الأمطار وتنخفض كمية التصريف المائي وتقل كثافة الغطاء النباتي الطبيعي وتتفاوت درجات الحرارة اليومية وتنشط التجوية الميكانيكية، فان معدلات تراجع المنحدرات تنخفض وتحافظ على شدتها ووعورتها.

عندما تتسرب مياه الأمطار الغزيرة في المناطق الرطبة إلى طبقات الطين التي تقع اسفل طبقات الصخور الاخرى يؤدي ذلك إلى تكوين محاليل غروية تساعد على انزلاق كتل كبيرة من الطبقات التي تعلوها.

4- الانسان: يؤثر الانسان في تطور المنحدرات من خلال اعمال التعدين والحفر والردم وازالة الغطاء النباتي والتفجيرات والمشاريع الانشائية، مما ينجم عنه اضطراب المنحدرات وحدوث الانهيارات الأرضية.

5- النشاط الزلزالي: ان حدوث الزلازل في المناطق التي تتعرض إلى الانزلاقات الأرضية يؤدي إلى زيادة حدوث تلك الانزلاقات بسبب اهتزاز الأرض الذي يسبب انتشار واسع لمواد التربة التي تسمح للتسرب السريع للماء. ومثال

ذلك الانزلاقات الأرضية التي رافقت زلزال الاسكا عام 1964 والتي ترتب عليها خسائر مادية كبيرة جداً.

6- النشاط البركاني: تعمل الحمم البركانية على اذابة الثلوج بصورة سريعة وتتسبب في حركة الصخور والتربة والرماد. وقد ترتب على انفجار بركان جبل سانت هيلين عام 1980 في واشنطن انهيار أرضي هائل في الجزء الشمالي للبركان ويعد من اكبر الانهيارات الأرضية المسجلة لحد الآن.

حركة المواد الصخرية على سفوح المنحدرات

يعد الجذب الأرضي احد الأسباب المهمة لحركة المواد الصخرية باتجاه اسفل المنحدرات، وتسمى الحركة المحسوسة للفتات الصخري على المنحدرات باتجاه الأسفل بالانزلاقات الأرضية التي تشتمل على التربة والصخور. وتتحرك هذه المواد بطرائق مختلفة منها السقوط والانزلاق والتدفق. وعلى الرغم من ان الانزلاقات الأرضية ترتبط بالمناطق الجبلية بشكل رئيس، الا انها تحدث ايضاً في المناطق ذات الانحار البسيط، حيث يمكن ان تحدث الانزلاقات الأرضية بفعل التنقيب وانهيار السدود العالية للأنهار وعمليات التعدين وبخاصة في مناجم الفحم.

تتمثل معظم الانواع الشائعة للانزلاقات الأرضية بالآتي:(سلامة، 156،2010-161).

1- زحف التربة Soil creep: يقصد بزحف التربة عملية نقل حبيبات التربة إلى الأجزاء السفلى من المنحدرات، ويكون زحف التربة بطيئاً تتراوح سرعته ما بين 10-19 ملم في السنة وقد تصل إلى بضعة سنتيمترات سنوياً. ويترك زحف التربة آثاراً خلال فترة زمنية طويلة منها ميلان الأسيجة واعمدة الكهرباء والهاتف وتعرج سطح التربة. الشكل (24).

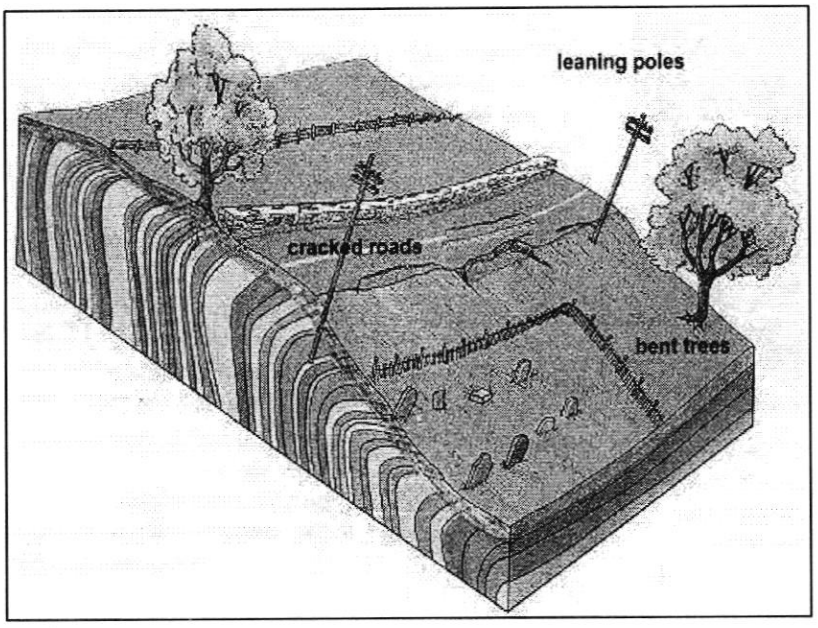
2- السقوط Falls: يعني حركة الصخور التي انفصلت عن طبقات الصخور الام بفعل التشققات أو الصدوع، ويحدث على المنحدرات الحادة جداً أو الجروف. وتتجمع تلك المواد التي تسقط عند قاعدة المنحدرات ويطلق عليها اسم الركام. الشكل (25).

3- الانزلاق Slide: ويشمل انزلاق وحدات متماسكة من الصخور أو انزلاق التربة باتجاه الأسفل، ومما يساعد في حدوث هذه الانزلاقات قلة الغطاء النباتي وهطول الأمطار الغزيرة، فضلاً عن وجود طبقة طينية مزحلقة على سطوح المنحدرات.

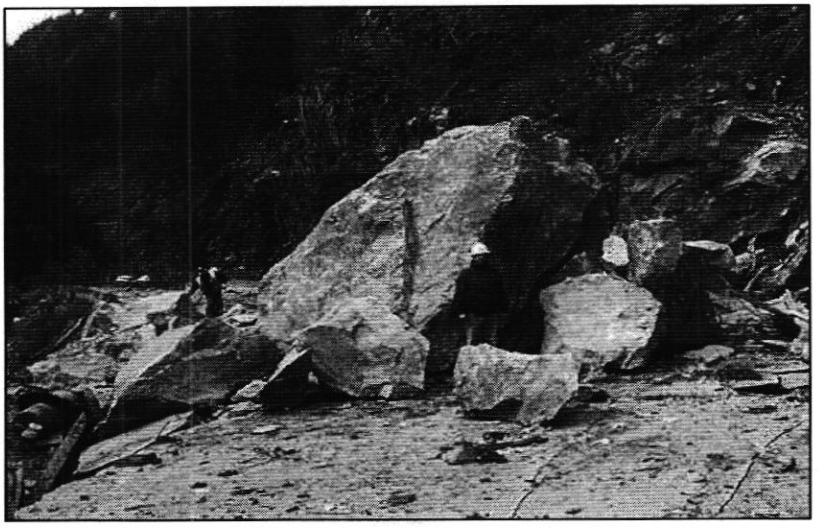
4- الهبوط Slumps: يحدث الهبوط في الصخور أو التربة. فالصخور عندما تنزلق لاتتحرك بعيداً وانما تهبط إلى الأسفل. ويرتبط هبوط التربة بوجود تكوينات طينية قابلة لزيادة الحجم عند الترطيب والتقلص عند التجفيف.

5- التدفق Flows: حركة المواد غير المتماسكة مثل المواد الطينية والغرينية المشبعة بالمياه باتجاه اسفل المنحدرات بصورة غير منتظمة، وتنشط هذه الحركة في الأقاليم الرطبة والأقاليم الجافة. ففي الأقاليم الرطبة شبه القطبية يحدث تدفق التربة بعد ان تتشبع بالمياه الناجمة عن ذوبان الثلوج، وفي الأقاليم الجافة يحدث تدفق التربة بفعل هطول امطار غزيرة ومفاجئة. ولايشمل التدفق التربة فقط، اذ أن انهيار الثلوج يعد واحداً من انواع التدفق وكذلك تدفق القطع النارية التي ترتبط مع النشاط البركاني.

شكل (24) زحف التربة



شكل (25) سقوط الصخور



الاشكال الأرضية الحتية في بيئة المنحدرات

تتأثر البنية التضاريسية في بيئة المنحدرات بعملية التجوية التي تؤدي إلى تهيئة الفتات الصخري إلى عملية النقل، الا انها لاتستطيع اعطاء الصورة التضاريسية النهائية بدون وجود العامل المهم الذي يرسم لنا تلك الصورة، والذي يتمثل بوجود الأنهار التي تجري في مثل هذه المناطق، والتي تؤدي إلى تكوين انواع متباينة من التضاريس واهم تلك المظاهر ما يأتي:-

1- المواد الخشنة: عندما تزداد كمية الأمطار عن طاقة تسرب المياه عبر مسامات التربة وتصبح التربة مشبعة بالمياه، فان المياه الزائدة تتجمع على سطح التربة وتجري باتجاه انحدار المنطقة، وان هذا الجريان السطحي يؤدي إلى تعرض السطح العلوي للمنحدر إلى عملية التعرية المائية، التي يطلق عليها الحت الطبقي Sheet erosion. ويترتب على تكرار هذه العملية تعرية المواد الناعمة مثل الطين والغرين، في حين تبقى المواد الخشنة مثل الرمال والحصى منتشرة على سفوح هذه المنحدرات.

2- السفوح الصخرية Pediments: يكون الانتقال من المناطق المرتفعة إلى السهول في الأقاليم المعتدلة الرطبة على شكل سفوح قليلة الانحدار، فيما تتميز المناطق الجافة وشبه الجافة الجبلية بتجاور السهول القليلة الانحدار مع الجبال ذوات الجوانب الشديدة الانحدار. وتمثل البيدمنت نطاقاً من الصخور الأصلية التي تمتد عند قاعدة الجبال، أي هي المنطقة المحصورة بين المناطق الجبلية والأودية النهرية أو السهول لمسافة تتراوح ما بين كيلومتر واحد إلى بضعة كيلو مترات وتنحدر نحو الأراضي المجاورة بمقدار يتراوح ما بين 1-7° ولا يتجاوز المعدل العام للانحدار عن 2.5° ويزداد سمك الرواسب كلما اقتربنا من قيعان الأحواض. وقد تكونت هذه

الظاهرة بسبب التعرية المائية الناجمة عن تساقط الأمطار على الجبال مما ادى إلى تعريتها، حيث ان المياه التي تجري على السطح على شكل طبقة رقيقة قبل ان تتجمع في اوديتها هي التي تقوم بتعرية هذه المنطقة لتجعلها ليست جزءاً من الجبال الوعرة وليست سهلية تماماً.

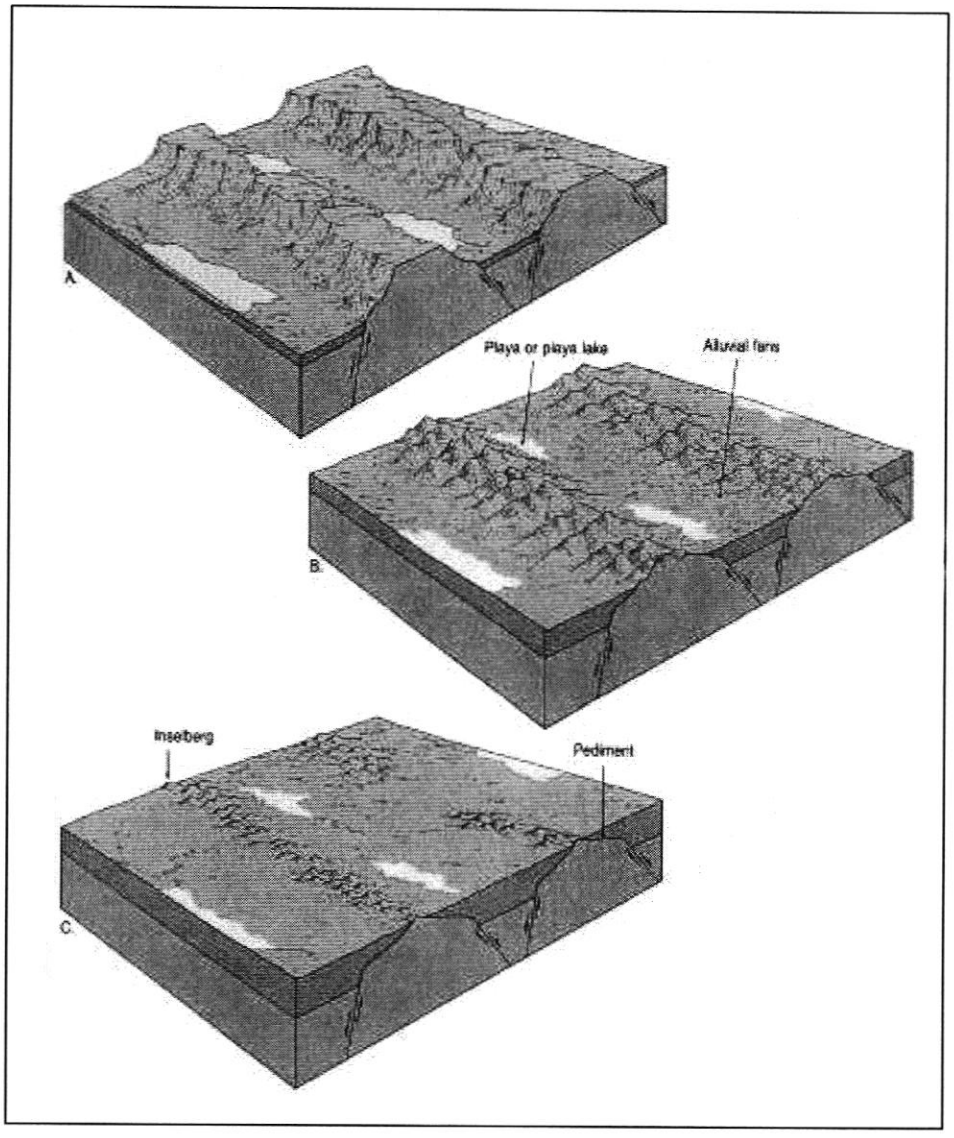
وقد يكون سبب تكون البيدمينت هو تراجع الأودية النهرية المنحدرة من المناطق الجبلية التي يرافقها تنشيط عملية النحت في المنطقة الواقعة بين اقدام الجبال والمصب، مما يؤدي إلى ظهور البيدمينت، لذلك توصف البيدمينت على انها تراجع للجبال بسبب التعرية. وتنتشر هذه الظاهرة في المناطق الجافة مثل صحراء سنيورا في المكسيك وصحراء اريزونا في الولايات المتحدة. ولكن معظم الباحثين يرجعون تكون هذه الظاهرة إلى التعرية المائية، وان وجودها في تلك الصحاري ربما يكون قديماً يعود إلى عصور اكثر مطراً مما علية في الوقت الحاضر. ويكون سطح البيدمنت مقطع بالأودية وغير مستو ويكون صخرياً، اي ان النحت تم في صخور القاعدة الأصلية (السامرائي والريحاني، 1990، 158).

3- الأعمدة الأرضية والتلال المنفردة: تتكون الأعمدة الأرضية في مناطق المنحدرات التي تتميز بوجود طبقات صخرية متباينة الصلابة، فتقوم مياه الأمطار المتساقطة على سفوح المنحدرات بنحت الصخور القليلة الصلابة ومنها الصخور الطينية، فيما تبقى الصخور الصلبة المقاومة للتعرية على شكل اعمدة أرضية بارزةعلى سطح المنحدر.

وتتواجد فوق بعض جهات البيدمنت تلال منفردة حادة الجوانب غالباً ماتكون منعزلة ومرتفعة عما يجاورها يطلق عليها اسم التلال المنفردة Inselberg كما في الشكل (26) وتتكون عن طريق النحت التراجعي وتمثل صخوراً صلبة

مقاومة للتعرية المائية، وتتفاوت في احجامها ويصل ارتفاع البعض منها إلى اكثر من 600 متراً (جودي وولكنسون، 1985، 92).

شكل (26) البيدمنت والتلال المنفردة



4- الجداول الصغيرة والأخاديد Small Rill & Gully: تتكون الجداول الصغيرة على سفوح المنحدرات بسبب التعرية المائية. وتتشكل تلك الجداول عندما تتجمع مياه المطر متخذة من المناطق المنخفضة مساراً لها، وقد لايزيد عمق واتساع هذه الجداول عن بضعة سنتيمترات، وان قوة نحت تلك الجداول تتناسب طردياً مع معدل كمية الأمطار وطول الانحدار.

أما الأخاديد فانها تتكون نتيجة لاستمرار هطول الأمطار الغزيرة التي تؤدي إلى زيادة التعرية المائية للجداول الصغيرة وزيادة عمقها واتساعها. وتتأثر هذه الظاهرة بعوامل عديدة منها طول المنحدر ودرجة انحداره وتفكك التربة وطبيعة تركيب الصخور، فضلاً عن ندرة النبات الطبيعي (العبدان، 2004، 106).

5- الوديان الجافة Dry Valleys: ان الأودية عبارة عن مناطق منخفضة تتوسط المناطق المرتفعة، وتتواجد في الصحاري والسهول المنخفضة بين السلاسل الجبلية. وقد استطاعت الوديان الجافة ان تشق مجاريها عن طريق الحت المائي عندما تنساب المياه باتجاه الأجزاء المنخفضة متخذة مجاري لها وغالباً ماتلتقي الأودية الصغيرة مع بعضها لتشكل وادي كبير رئيس، وتقوم الأودية الصغيرة بصرف حمولتها من مياه الأمطار والسيول والفتات الصخري عبر الوادي الرئيس (ابو العينين، 1976، 366).

6- الأراضي الوعرة Badland: تعني الأراضي المضرسة ايضاً وهي من المظاهر التضاريسية في المناطق الجافة وشبه الجافة. وتنشأ في المناطق التي تتميز بوجود بنية صخرية متكونة من صخور لينة قليلة المسامية مع قلة في الغطاء النباتي وشدة في الانحدار. ويتصف سطح الأراضي الوعرة بوجود حافات حادة يصعب اجتيازها. تنتشر الأراضي الوعرة في امريكا الشمالية في ولاية البرتا في كندا وفي

ولايات مونتانا وداكوتا وكلورادو واريزونا ونيفادا وكاليفورنيا، كما تشكل الأراضي الوعرة اجزاء متفرقة لسفوح مرتفعات البحر الاحمر ومرتفعات شبه جزيرة سيناء وبخاصة في الأماكن التي تتألف من طبقات الصخور الرملية والطينية (ابو العينين، 1981، 645).

هناك مجموعة من العوامل تساهم في تكوين الاراضي الوعرة ابرزها ما يأتي:-

1- قلة الغطاء النباتي أو انعدامه كلياً في مساحات واسعة، مما يساهم في زيادة عملية التعرية المائية.

2- وجود الصخور الهشة التي لاتقاوم عملية الحت المائي في الأماكن التي تشغلها الأراضي الوعرة، مما يساهم في سرعة تعميق وتوسيع المجاري المائية.

3- تباين صلابة الصخور حيث تتعرض الصخور الهشة عند قواعد التلال إلى التآكل، مما يساعد على انهيار الطبقات الصخرية العليا، ومن ثم تساهم في سرعة تراجع جوانب المنحدرات إلى الخلف.

4- قلة قابلية الصخور المكونة لهذه المناطق على تسرب المياه، مما يؤدي إلى زيادة الجريان السطحي ومن ثم زيادة قابلية المياه الجارية على الحت ونقل الرواسب.

5- ان الطبقات الطينية الموجودة في مناطق البادلاند عندما تتشبع بالماء تصبح زلقة، مما يضاعف من عمليات الانزلاق والانهيار الأرضي (الدراجي، 2010، 124).

الأشكال الأرضية الترسيبية في بيئة المنحدرات

بعدما تتعرض بيئة المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى عملية الحت المائي ونقل الترسبات فانها تترسب في اماكن اخرى مكونة اشكالاً أرضية تتمثل بالآتي:-

1- المراوح الفيضية Alluvial Fans: تعد المراوح الفيضية من الظواهر الترسيبية الشائعة في بيئة المنحدرات في المناطق شبه الجافة. وتنشأ عند مناطق الانتقال بين المرتفعات ذوات الانحدار الشديد وبين الأماكن المنخفضة المجاورة لها التي تتسم بانبساطها وقلة درجة انحدارها، حيث تجري في تلك المناطق انهار وقتية في موسم تساقط الأمطار، وتحمل تلك الأنهار عند جريانها بسرعة فوق المناطق الشديدة الانحدار كميات كبيرة من الرواسب التي هيأتها عمليات التجوية المختلفة. وعندما تنتقل تلك الأنهار نحو المناطق المنخفضة المجاورة، تتناقص سرعة جريانها فتلقي معظم حمولتها من الرواسب فوق المنطقة السهلية مكونة مراوح فيضية كما يتضح من الشكل (27). تترسب معظم الرواسب الخشنة اولاً وخاصة في منتصف المجرى النهري حيث يتكون حاجز يؤدي إلى انقسام النهر إلى فرعين ينقسمان بدورهما ايضاً، ويزداد تفرع الأنهار وتقل كمية مياهها والرواسب التي تحملها كلما ابتعدت عن المنطقة الجبلية، لذلك نجد ان المراوح الفيضية ذات سمك كبير ورواسب خشنة من الحصى والجلاميد في جزئها الأعلى القريب من المنطقة المرتفعة ويتناقص سمكها ويقل حجم الرواسب وتصبح ناعمة كلما ابتعدنا عن تلك المنطقة المرتفعة (كربل، 1986، 173). وتوجد في العراق مجموعة من المراوح الفيضية وبخاصة في القسم الشرقي من محافظتي واسط وديالى والقسم الشمالي الشرقي من محافظة ميسان.

شكل (27) مروحة فيضية

2- البجادا Bajada: تتكون البجادا من التقاء عدد من المراوح الفيضية التي يمكن ان تكون في بعض المناطق الجافة نطاقاً طموياً متصلاً يمتد إلى عدد من الكيلومترات. وتتكون البجادا نتيجة انتقال وحركة المجاري المائية المؤقتة التي توجد في المروحة الفيضية تحركاً جانبياً بسبب تجمع الرواسب في احد تلك المجاري، وبالتالي ارتفاع قاع المجرى النهري فيتحول مجراه إلى مكان آخر من خلال الانحدار نحو المناطق المنخفضة المجاورة. تختلف درجة انحدار سطح البجادا اختلافاً كبيراً،

اذ تتراوح ما بين 8-10° قرب المناطق الجبلية، وتقل درجة الانحدار كثيراً بالقرب من قيعان الأحواض حتى تصل إلى أقل من درجة واحدة (كربل، 1986، 262). ومما تجدر الاشارة اليه ان معظم مياه الأنهار والسيول تتسرب خلال الرواسب الخشنة التي تقع في الجزء الأعلى من المراوح الفيضية وتنحدر بانحدارها لتنضم إلى المياه الباطنية.

3- السبخات Playa: يمكن تعريف البلايا على انها قيعان البحيرات الصحراوية الوقتية، وهي عبارة عن سهول منبسطة تقع عند قيعان الأحواض الداخلية المحصورة بين المرتفعات. تتغطى أرضيتها برواسب من الغرين والطين وكذلك الأملاح التي تجمعت في البحيرات الوقتية والتي جلبتها اليها الأنهار الوقتية القادمة من المرتفعات المحيطة بتلك الأحواض بعد تساقط الأمطار عليها. وبعدما تتبخر المياه تترك ماتحمله من رواسب واملاح. وتغطي الأملاح بعض سطوح البلايا بطبقة ملحية صلبة اذا كان مستوى الماء الباطني بعيداً عن سطح الأرض، فيما تصبح هشة اذا كان مستوى الماء الباطني قريباً من سطح الأرض، وتسمى في هذه الحالة بالمملحة.

تتباين مساحة البلايا تبعاً إلى مقدار مساحة الحوض الذي تشغل قاعه وتبعاً إلى كمية الأمطار التي تجمعت في البحيرات التي كانت تغطي أرض البلايا، فهناك بلايا لاتزيد مساحتها عن بضعة امتار مربعة في حين تزيد مساحة البعض منها عن 9000 كم^2 (كربل، 1986، 261).