البنية الجيولوجية والتاريخ التكويني لارض العراق

أ.م.د مثنى معان المزهروعي

إن الهدف الأساسي من دراسة البنية الجيولوجية لأي منطقة هو اعتماده أساس لفهم وتحليل الوحدات الجيومورمولوجية السائدة حيث يرجع تكوين معظم المظاهر الأرضيةالى العمليات الباطنية والبعض الآخر الى العمليات الخارجية وفي معظم الأحيان تشترك جميع العمليات ولكن بنسب متفاوتة، وكما تنعكس أثار بعض العمليات على تباين الصفات المورفولوجية للسطح فضلاً عن نسيج ذلك السطح أيضا. ويتبين أن العمليات الجيومورفولوجية تترك آثار واضحة على منطقة الدراسة وان كل عملية تطور الأشكال أو الوحدات الأرضية الخاصة بها الى جانب إعطاء صورة عن الوضع الجيومورفولوجي السائد، ومحاولة لفهم التغيير الجيومورفولوجي المستقبلي له . وان من الحقائق الرئيسية التي تتحكم في نشوء أشكال اليابس هي البنية الجيولوجية والعملية الجيومورفولجية والمرحلة وعلى العموم تكون هذه العلاقات واضحة وينتج عنها صفات طوبوغرافية بارزه. وقد قسمت الحركات الأرضية التي أثرت في منطقة الخليج العربي والمناطق المحيطة به إلى ثلاث حركات وكما يلي:-

أ-حركات ما قبل البلايوسين (Pre-Pliocene Movements): وهي تمثل مجمل الحركات التي حدثت قبل حوالي (6-5) مليون سنةً. وأن هذه الحركات كانت على العموم حركات بطيئة جداً تسببت في تكون تراكيب تحدبيه ذات ميول واطئة التركيب التحدبية النامية تظهر بشكل واضح في العمود الطباقي كما في الملحق رقم (٩) وذلك من خلال تغييرات السمك والصخارية.

ب- حركات البلايو- بلايستوسين (Plio-Pleistocene Movements): وهي الحركات التي قادت إلى وجود تراكيب كثيرة من أهمها الطيات والقباب الملحية والفوالق والشقوق، إذ تكثر في هذه الفترة القباب الملحية في منطقة الخليج العربي وفي جنوب غرب إيران(BudayandJassim , 1987) كما أن هناك أدلة من الصور الفضائية تشير إلى وجود نظام من الفوالق والشقوق تؤثر على صخور المايوسين وربما البلايوسين باتجاه شمال غرب-جنوب شرق كما هو الحال الساحل السعودي. فضلاً عن ذلك فان الصور الجوية أيضاً تشير إلى أن صخور المايوسين تأثرت بمجموعة من الفوالق والشقوق المتوازية والقريبة من بعضها باتجاه شمال- جنوب.وان شكل الخليج العربي الحالي يعزى إلى هذه الحركات.

ج-حركات العصر الرباعي (Quaternary Movements): إن تأثير حركات الرباعي، بصورة عامة' هي أقل بكثير من تأثيرات حركة العصور السابقة. وكان من نتاج هذه الحركات

هبوط خليج سلوى (غرب قطر)، ومرتفع البحرين الذي زاد ارتفاعه خلال بضع آلاف سنة مضت. ومن أهم الحركات في العصر الرباعي هي حركة القباب الملحية .

كما قسم Dunninglon العراق فيزيوغرافياً إلى ثلاثة انطقه رئيسة هي من الشمال إلى الجنوب:نطاق الزحف (Thrust Zone) ،نطاق الطيات (Folded Zone) والنطاق المستوي (Unfolded Zone).وتقع منطقة الدراسة ضمن هذا التصنيف في النطاق المستوي.

أما Buday and Jassim فقد قسموا العراق تكتونياً إلى ثلاثة مناطق رئيسة هي من الشمال إلى الجنوب: منطقة الجيوسنكلاين (Geosyncline)،الرف المستقر (Stable Shelf) والرف غير المستقر من الدرع العربي (Unstable Shelf) ويعد غير مستقر بسبب وجود طبقات ملحيه سميكة تعرف بأملاح هرمز أو بسبب وجود فوالق تصل الى سطح الأرض.لقد قسم Buday and Jassim كل من المناطق الرئيسة الثلاثة السابقة إلى انطقه ثانوية. تقع منطقة الدراسة وفقاً لهذا التقسيم ضمن الرف غير المستقر.

كما نجد أن Numan يضع تقسيماً تكتونياً للعراق اعتمد فيه على نظرية تكتونية الأطباق (Plate tectonic) كان الغرض منه إيجاد تفسيرات جديدة وتسميات جديدة للتقسيمات التكتونية التي وضعها Buday and Jassim تتوافق مع آراء نظرية تكتونية الأطباق، وذلك بالاعتماد على التقسيمات التكتونية للمناطق المحيطة بالعراق خصوصاً تركيا وإيران والسعودية.

يقع نطاق ما بين النهرين إلى الشرق من فالق أبو جير (Abu–Jeer Fault) والى الشمال الشرقي من فالق الفرات (Euphrates Fault)، يتميز هذا النطاق بانخساف كبير بدأ على الأقل منذ الدهر المتوسط (Late Mesozoic)، كما ويتميز هذا النطاق بالتواءات خفيفة للغطاء الرسوبي .و لقد ذكر ,Numan بان نطاق ما بين النهرين يمثل حوضاً غائرا بين فالقين عظيمين يقعان إلى الجنوب الغربي والشمال الشرقي منه.

والعمود الطباقي للعراق للحقبه الحديثة (Cainozoi Era) وابتداءاً من الأحدث عمراً إلى الأقدم منه :

١. رواسب مروحة الباطن الغرينية. وترسبت في فترة(pliestocene– Holocene) الهولوسين والبلايوسين ومعظم رواسبها من الرمال

٢– تكوين الدبدبة (Dibdiba Formation) ، الذي يعود عمره إلى فترة البلايوسين (,Pliocene period) ويتكون من الحصى والرمال

٣. تكوين الفتحة(Fatha Formation)الذي يعود عمره الى فترة المايوسين الأعلى (periodupper) ويتكون من صخور المارل والجبس والانهايدرايت

٤ . تكوين الغار(Ghar Formation) والذي يعود ترسبه الى فترة المايوسين الأسفل (Lower period) ويتكون من الصخور الطينية والرملية والحصوية

٥. تكوين الدمام(Dammam Formatior) ويرجع في تكوينه الى فترة الايوسين (periodEocene) ومعظم صخوره من الصخور الكلسية والدلومايتية

٦. تكوين الرس(Rus Formation) ويعود عمره الى فترة الايوسين ايضا Eocene(period) ويتكون من صخور المارل والصخور الكلسية والصخورالانهايدراتيه٠

٧. تكوين أم رضومة (Umm Radhuma Formation) ويعود عمره الى فترة الباليوسينية (periodPaleocenc) ويتكون من الصخور الكلسية وصخور الدولومايت وصخور الانهايدرايت.

سطح العراق

من يتأمل الخارطة الطبيعية لأقسام سطح العراق يجد اختلافا واضحا في أشكال السطح من حيث التضاريس اذ تتكون ارض العراق من سهول واسعة وأراض متموجة وجبال وان ٩٠% من السطح لا يزيد ارتفاعه عن ٥٠٠ م فوق مستوى سطح البحر وأن ٥% فقط من جبال عالية تنحصر في الشمال الشرقي منه اما الأقسام الجنوبية فلا يزيد ارتفاعها عن بضعة سنتمترات بالقرب من ساحل الخليج العربي ،ومن هنا فانها ترتفع ارتفاعا تدريجيا باتجاه الشمال وتكون الجبال باتجاه الشمال والهضبة باتجاه الغرب من ذلك نستطيع القول ان سطح العراق عبارة عن وادٍ منخفض تحيط به المرتفعات من الشمال والشرق والهضبة من الغرب وفيما يأتي وصف لهذه الأقسام.

أ-المنطقة الجبلية:

تحتل هذه المنطقة الطرف الشمالي الشرقي من العراق وتشكل٥,٣ % من مساحته او ما يعادل ٢٣٢٧٠كم ٢وتتكون من سلسلة جبلية يزيد ارتفاعها عن ١٢٠٠ م وتبدأ بجبل بخير في الشمال الغربي قرب مدينة زاخو ثم الجبل الأبيض عند مدينة دهوك فجبل عقرة الذي تقع عليه مدينة عقرة ثم جبل صلاح الدين وهيبت سلطان وجبل سكرمة وقره داغ وتنتهي جنوب موقع سد دربندخان حيث يمتد جبل برانان باتجاه الحدود الإيرانية، ولصلابة صخور هذه الجبال بقيت شاهقة وعارية من التربة وان اعلى جبل هو حصاروست قرب مدينة سيده كان الذي يبلغ ارتفاع قمته (٣٦٠٧م) فوق مستوى البحر، وتمتد الأودية العميقة التي تحاذي الجبال وتفصل بين السلاسل الجبلية العديد من الاحواض التي لا ينقطع جريان الماء فيها وهناك السهول التي أهمها سهل شهرزورالتي تقع عند نهايته مدينة السليمانية وسهل رانية الذي أخذت مدينة رانية اسمها منه وسهل السندي عند مدينة زاخو والسهول أصبحت اهم المراكز الزراعية لاعتدال مناخها صيفا ووفرة المياه وكثرة الغطاء النباتي بصورة عامة والمراعي بصورة خاصة .

ب-المنطقة المتموجة:

تمتد من الاقسام الغربية والجنوبية الغربية للمنطقة الجبلية حتى الحدود العراقية – السورية من الغرب وحافة الهضبة في الجنوب الغربي وتشكل هذه المنطقة ١٥,١% من مساحة العراق الكلية، وتضم المنطقة مجموعة كبيرة من الجبال والتلال والهضاب والوديان والسهول. وقد طغت صفة التموج على الأشكال الأرضية، ومن هنا جاءت التسمية على الرغم من ان لها تسميات عدة منها المنطقة شبه الجبلية' ومنطقة المقدمات الجبلية، ومنطقة التلال،ومنطقة الروابي. ومن جبال هذه المنطقة جبل حمرين الذي يصل اتفاعه بين ١٥٠–٢٠٠م فوق مستوى سطح البحر ومكحول وسنجار الذي يرتفع حوالي ٩٠٠م فوق مستوى سطح البحر، وتمتاز بكونها متفرقة ومختلفة في الاتجاه فهي تتجه اتجاهاً عاماً من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي، مع قلة ارتفاعها والانحدار البطيء لسفوحها وقلة وعورتها.

اما الهضاب فانها قليلة العدد وتقطع سطوحها الاودية مع وجود التلال التي تغطيها الحجارة الكلسية الممزوجة بالتربة الصلصالية والاراضي المنبسطة ذات المساحات الصغيرة التي تفصلها عن بعضها الأودية والمرتفعات وهذه المساحات الصغيرة قد تكونتبفعل الرواسب التي نقلت اليها من المرتفعات عن طريق التعرية الريحية وفعل المياه وان هذه الاراضي هي اراضِ خصبه جداً.

جدول (٣)

مساحة العراق حسب أقسام السطح

المنطقة	المساحة كم٢	نسبتها المئوية
السهل الرسوبي	٩٣٠٠٠	% ٢١,٤
الاراضي المتوجة	٦٦٠٧٦	% ١٥,٢
المنطقة الجبلية	٢٣٢٧٠	% ٥,٣
الصحاري	٢٥١٧٨٢	% ٥٧,٩
المياه الاقليمية	٩٢٤	% ٠,٢
المجموع	٤٣٥٠٥٢	%١٠٠

المصدر :جمهورية العراق ،مجلس الوزراء ، الجهاز المركزي للإحصاء ، المجموعة الإحصائية السنوية ، ص١ ، ٢٠٠١.

وهي تزداد انبساطاً باتجاه شرق دجلة وكذلك باتجاه جنوب جبل سنجار والقسم هو القسم المعروف باسم (الجزيرة) التي يختلف المعدل السنوي لسقوط الأمطار في اقسام المنطقة المتموجة وهو يتراوح بين ٥٠٠ملم في الشمال ويقل كلما اتجهنا نحو الجنوب ليصل إلى ٢٠٠ملم ، لذلك استغل القسم الشمالي في إنتاج المحاصيلالشتوية (القمح الشعير) وتربية الأغنام كما في سهول كركوك ونينوى ولا سيما منطقة الجزيرة الشمالية، اما القسم الجنوبي من

الجزيرة فقد استغل في تربية الأغنام والمواشي وذلك لتوافر النباتات الطبيعية، فضلا عن ذلك استغلال المياه الجوفية الموجودة فيها في إنتاج المحاصيل الصيفية ورعي الأغنام على هامشها.

ج- السهل الرسوبي:

يشغل هذا السهل ٢١% او ٩٣٠٠٠كم^{٢} من مساحة القطر وهو يقع بين المنطقة المتموجة في الشمال والخليج العربي في الجنوب والهضبة غرباً والحدود العراقية الإيرانية شرقاً، يقدر طول السهل الرسوبي ٦٥٠ كم ويتراوح عرضه الى حوالي ٣٠٠ كم. وترتفع ارض السهل الرسوبي ما بين سطح البحرو١٠٠م ، ومما يميز السهل الرسوبي انبساط سطحه وقلة الانحدار الذي لا يزيد عن ٦,٩سم/كم لنهر دجلة ١,٥ سم /كم لنهر الفرات حتى ان مدينة بغداد الواقعة بـ ٥٥٠ كم شمال الخليج العربي لا يزيد ارتفاعها عن ٣٢ متراً عن مستوى سطح البحر والسهل الرسوبي يعد امتداد طبيعياً للجزيرة (ارض ما بين النهرين) وهو من أفضل مناطق العراق ازدهاراً من الناحيتين البشرية والاقتصادية ومنذ آلاف السنين اذ استغلت ارض السهل الخصبة في الزراعة بالاعتماد على الري لقلة سقوط الأمطار في الشتاء ونتيجة قلة الانحدار فقد اصبح التصريف قليلاً مع ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف التي تزيد من معدلات التبخر مما يؤدي الى ارتفاع معدل الاملاح في التربة وتتحول مساحات واسعة الى اراضٍ غير صالحة للزراعة بسبب تركز الملوحة فيها (التصحر)، وتعد هذه المشكلة من اخطر المشاكل التي تهدد استثمار ارض السهل الرسوبي وبسبب انبساط سطحه وتقعره الكبير في الجنوب فقد تكونت الاهوار والمستنقعات من فيضان نهري دجلة والفرات.

د – الهضبة الغربية:

تشكل الهضبة الغربية أكثر من نصف مساحة العراق الكلية ، وبنسبة ٥٧,٨ وهي تشغل الأقسام الغربية والجنوبية الغربية من القطر، يتراوح ارتفاعها بين ١٠٠–٩١٥متر فوق مستوى سطح البحر غير ان ارتفاع معظم أقسامها يكون بين ٣٠٠–٥٠٠ م ، وهو امتداد لجزيرة العرب التي يقل ارتفاعها بالاتجاه من الغرب نحو الشرق.

تتكون اراضي الهضبة من الصخور الكلسية والرملية وتكسو بعض اقسامها طبقة من الرمال، تقطع الهضبة اودية طويلة عدة تأخذ انحدار ارض الهضبة نفسه وتكثر فيها التلال المتفرقة ذات الارتفاع البسيط ، وتوجد فيها منخفضات واسعة مثل منخفض الحبانية وابو دبس وبحر النجف ، وتنتهي أودية المنطقة في هذه المنخفضات أو في نهر الفرات.

تمتاز الهضبة بفقر غطائها النباتي الذي يقتصر على النباتات الصحراوية لقلة الأمطار التي يكون مجموعها ٥٠ ملم / سنوياً ومع ذلك تعد منطقة صالحة لرعي الأغنام، ويعتمد سكان الهضبة على مياه الآبار والعيون.

وبالنظر لسعة مساحة الهضبة الغربية البالغة (٢٥١,٧٨٢ كم٢) يمكن تقسيمها ثلاثة الأقسام الثانوية اعتماداً على السطح والتربة والنبات الطبيعي والتساقط والمياه السطحية والجوفية.

١- منطقة الجزيرة

٢- البادية الشمالية

٣- البادية الجنوبية

١- منطقة الجزيرة:

تشغل الجزيرة مساحة تبلغ ٨٣ الف كم٢ ، وتمتد من جبل سنجار وعدي وإبراهيم ومكحول شمالاً الى البادية الغربية والسهل الرسوبي جنوباً والحدود العراقية السورية غرباً والى تلال حمرين شرقا. ويمتاز سطحها بالتموج مع وجود المنخفضات الذي يعد منخفض الثرثار من أهمها .

٢-البادية الشمالية:

تبلغ مساحة البادية (١٠١,١٦٠ كم٢) ، وهي تقع شمال بادية الشام السورية، اما من الجنوب فلا توجد ظاهرة طبيعية تفصلها عن البادية الجنوبية سواء وادي الخر، ومن الغرب الحدود العراقية – الأردنية ، ومن الشرق نهر الفرات ، يتميز سطحها بالانحدار التدريجي من الغرب نحو الشرق حتى مدينة الرمادي عند حافتها الشرقية والتي ترتفع "٥٠ م "عن مستوى سطح البحر بينما ترتفع مدينة الرطبة "٦٦٠ م" عن مستوى سطح البحر، ويتباين سطح البادية من منطقة الى اخرى ، فتكون اما اراضٍ منبسطة او اراضٍ متموجة تقطعها الاودية والمنخفضات كمنخفض الحبانية وابو دبس ، ويمكن تقسيم البادية الشمالية الى الأقسام التالية.

أ- منطقة الحمادة :

تشغل الجزء الغربي من البادية الشمالية المحاذية للحدود السورية ويتكون سطحها من ارض منبسطه خالية من الظواهر الطوبوغرافية عدا بعض الأودية الضحلة كوادي حوران الذي ينحدر من السفوح الشرقية لجبل عنزه عند الحدود العراقية السورية متجهاً نحو الشرق، قاطعاً مسافة ٤٨٠ كم حتى ينتهي عند ناحية البغدادي على نهر الفرات.

ب-منطقة الوديان:

سميت المنطقة بهذا الاسم لاحتوائها على العديد من الأودية التي تخترقها من الغرب إلى الشرق والتي تجري فيها مياه الامطار في موسم التساقط (الخريف والشتاء،والربيع) كوادي حوران والمحمدي الذي يلتقي بنهر الفرات شمال مدينة الرمادي ووادي الغدف الذي يصرف مياهه الى هور ابو دبس. وتستخدم هذه الوديان في تنقل وترحال القوافل التي تستفيد من الظروف المناسبة والملائمة للتنقل حيث تساعد في التقليل من تأثير الرياح الباردة وكذلك الحارة ، ومن الظواهر

الطبيعية البارزة في منطقة الوديان منخفض (الكعره) الذي يشغل مساحة ٨٠٠ كم٢ ، وتوجد في منطقة التقاء الوديان بالسهل الرسوبي عيون تحوي مياهها على أملاح كبريتية وجيرية مثل هيت وكبيسه وشثاثه وعين التمر والرحالية.

ج- منطقة الحجارة:

وقد سميت بهذا الاسم لان سطحها تكسوه الصخور والحجارة ذات الحافات الحادة، وتقع الى الشرق من منطقة الوديان وصخورها مكشوفة وعارية من التربة، وقد انعكس مناخها الحار صيفاً وقليل الأمطار شتاءاً على حياة سكانها الرحل وقطعانهم الذين يعيشون حياة قصيرة يضطرون معها النزوح الى المناطق القريبة من ضفاف نهر الفرات، وتمتاز المنطقة بوجود اوسع المنخفضات وهما منخفض السلمان ومنخفض الشبجه.

٣- **البادية الجنوبية:** تحتل البادية الجنوبية المنطقة الممتدة من نهر الفرات شرقاً الى الصحراء السعودية غرباً وتحادد البادية الشمالية من الشمال الغربي ولا يفصلها عنها سوى وادي الخر، اما من الجنوب فهي تنتهي بالحدود العراقية – الكويتية.

يتكون سطح البادية في معظمه من أراضى صخرية عارية من التربة او انها مغطاة بطبقة ضحله من الحصى والرمل وتنتشر فيها الكثبان الرملية لا سيما في نطاقها الجنوبي الشرقي الذي يطلق عليه اسم (بحر الرمال) ويوجد فيها ايضاً العديد من الوديان التي تسمى الشعبان ومن اشهرها (شعب البطل) التي تنحدر باتجاه الشمال الشرقي نحو نهر الفرات وقد قامت مجموعة من القرى عند مصباتها كالسلمان وبصيه. اما مهنة الرعي فانها محدودة وحركة الرعي ضعيفة بسبب رداءة التربة وقلة التساقط الذي انعكس على قلة نباتات الرعي يضاف إلى ذلك قلة مياه الشرب.

عوامل نشوء اشكال سطح الارض والتغيرات التي تحدث عليها لظاهرة التعرية

تقسم عوامل نشوء اشكال سطح الارض إلى قسمين:

اولا. عوامل باطنية.

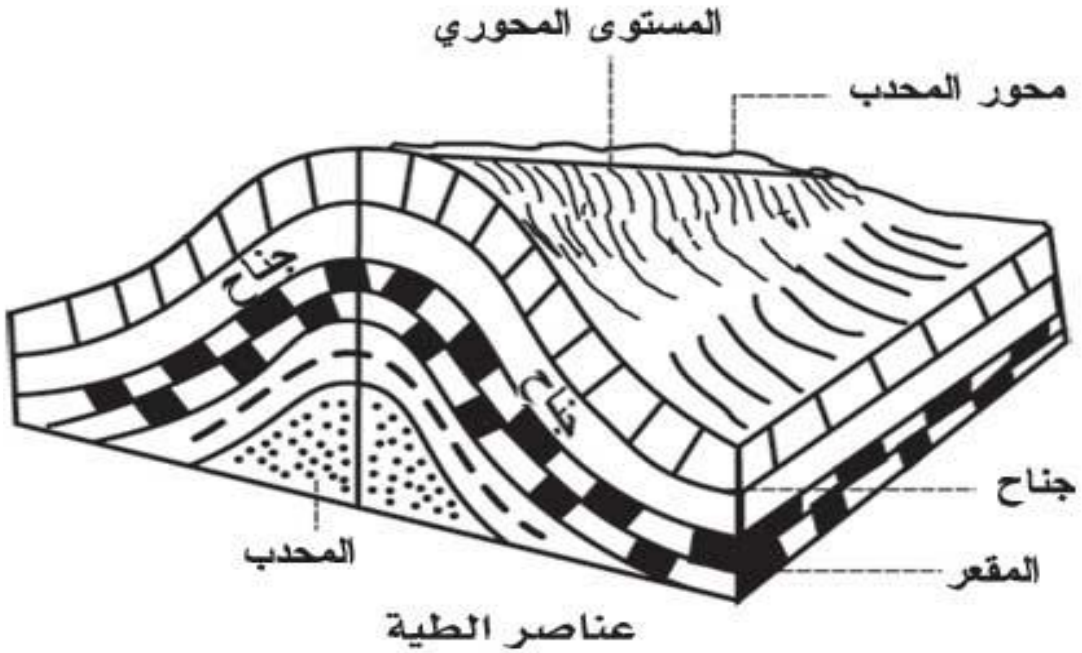
ثانيا. عوامل خارجية.

تتعرض القشرة الأرضية لضغوط كبيرة وحركات بنائية (تكتونية) تؤدي إلى عدم استقرارها، وإلى استمرار حركتها. وقد تكون الحركة سريعة في حالة الزلازل والبراكين، أو بطيئة على مدى ملايين السنين، كما هو الحال في حركات تشكل الجبال أو تشكل القارات، وقد تكون العوامل سطحية (تعمل على سطح القشرة الأرضية) ناتجة عن الترسيب والنقل والإزاحة، أو بسبب اتساع الغطاء الجليدي أو اختفائه، أو امتلاء حوض مائي بالرسوبات أو تفريغه، ولكن على الرغم من تقسيم العوامل المؤثرة في تشكل التضاريس وتطورها إلى داخلية وخارجية وبطيئة وسريعة، فلا

يمكن فصل بعضها عن بعض، لأنها كل متكامل، وتشكل منظومة واحدة. ولتسهيل الدراسة لابد من دراسة كل منها على حدة.

اولا. العوامل الباطنية: وتشمل:-

أ . البراكين: تشمل عملية البركنة جميع العمليات التي تندفع بوساطتها المواد الصلبة والسائلة والغازية من أعماق الكرة الأرضية إلى السطح مشكلة المخاريط والقباب والأغشية البركانية، وتشكل الكسور والشقوق ومناطق الضعف في القشرة الأرضية ممرات للمهل magma والمواد البركانية (اللابات) الأخرى.



عناصر الطية

ب . الزلازل: هي حركات فجائية سريعة جداً تعتري سطح القشرة الأرضية، وتكون على شكل هزات أفقية أو شاقولية أو رحوية، تنطلق من مركز عميق داخل الأرض نحو مركز سطحي، ومنه تتوزع نحو الأطراف .

ج . الالتواءات :folds تتعرض الطبقات الصخرية المؤلفة من المواد الرسوبية المكدسة بعضها فوق بعض في المقعرات الأرضية، إلى حركات بنائية (تكتونية(، وخاصة قوى الضغط الجانبي التي تؤدي إلى تشكل تموجات أو التواءات. وتعد هذه العملية من العمليات الباطنية البطيئة، إذ يتطلب تشكلها آلاف بل ملايين السنين، وتشكل المحدبات والمقعرات التي يُطلق عليها اسم التضاريس الالتوائية. وتتألف كل واحدة من هذه الطيات أو الالتواءات من العناصر المحدبة والمقعرة والجناحان والمفصلة والمستوى المحوري ومحور الطية، ولما كانت عمليات الضغط متباينة من حيث الشدة والاتجاه، والصخور الرسوبية متباينة من حيث الثخانة والصلابة والنوع،

نتج عنها أشكال مختلفة من الالتواءات البسيطة حتى المركبة. وأهم أنواع الطيات البسيطة التي تشاهد في الطبيعة الطيات المتناظرة والطيات المائلة والشديدة الميل والمتوازية والمقلوبة والنائمة، والطية على شكل الركبة والمروحية والعرفية والصندوقية. أما الطيات المركبة فتتكون من الطيات الجوراسية وهي طيات متناظرة ومنتظمة من حيث التباعد والارتفاع، كما هي الحال في جبال الجورا الفرنسية . السويسرية ومن الالتواءات الألبية والأغشية المسحوبة، وتكون الطيات فيها غير متناظرة ومعقدة نسبياً، وكما هي الحال في جبال الألب السويسرية.

ومن الملاحظ أن الجبال الالتوائية الحديثة تمتاز بتشابه عام فيما بينها من حيث الاتجاه والارتفاع، إذ تكون ذات ارتفاع كبير وجوانب شديدة الانحدار لعدم توغل التعرية فيها بعد. وتتجه من الغرب إلى الشرق في آسيا وأوربة، أما في العالم الجديد فتتجه من الشمال إلى الجنوب، أما غالبية الجبال الالتوائية القديمة فقد تعرضت لأعمال الحت والتعرية، وتحول بعضها إلى تلال لاطئة في الوقت الحاضر.

د . الصدوع :faults تقوم الحركات البنائية بدور مهم في رسم معالم سطح الأرض، فإذا كانت هذه الحركات شديدة، والصخور التي تتأثر بها صلبة وقليلة المرونة، فإنها تتكسر وتشكل كتلاً من الصخور المخلعة، تفصل بينها صدوع تختلف أهميتها تبعاً لقوة الحركة وتجاوب الطبقات الصخرية، وينتج عن ذلك تحرك الطبقات الصخرية أفقياً أو شاقولياً أو الاثنين معاً. من هنا فإن الفالق هو انكسار يصيب الطبقات الصخرية، ويؤدي إلى تشويه هندستها. وتصادف الصدوع في سائر أنواع صخور القشرة الأرضية بدرجات مختلفة، ويتميز كل صدع بعناصر أساسية هي:

١. رمية الصدع.
٢. شفتا الصدع.
٣. مضرب الانكسار.
٤. زاوية الميل.
٥. مرآة الصدع.
٦. الحافة الانكسارية.
٧. النطاق الانكساري.

أما من حيث أنواع الصدوع، فإنها تُصنف عادة تبعاً لمعدلات تحرك الكتل الصخرية وزحزحتها على جانبي خط الصدع، ويمكن تمييز الأنواع الآتية من الصدوع:-

١- الصدع العادي أو الموافق: ويكون فيه أحد الجانبين قد انزلق نحو الأسفل باتجاه مستوى الصدع.

٢- الصدع المعاكس: وهو الصدع الذي يميل فيه مستوى الصدع لجهة المرتفع، وتأخذ فيه الشفة العليا المستلقية وضعاً هابطاً، والشفة السفلى المعلقة وضعاً مرتفعاً.

٣- الصدوع السلّمية: وتنشأ عندما يحدث عدد من الصدوع مختلفة المدى، ويكون النزول على القطاعات بوساطة زمرة من المدرجات المتتابعة.

٤- الصدع المتباعد أفقياً: وتكون الحركة أفقية وموازية لخط ظهور الانكسار.

٥- الصدوع المركبة: ويحدث فيها أن تهبط الطبقات والكتل الصخرية بين كسرين، وينشأ عن ذلك إما منخفض يسمى أخدوداً أو غوراً، وأحياناً يحدث العكس فترتفع كتلة صخرية وسطى نحو الأعلى فيتشكل نجد.

ثانيا. عوامل نشوء التضاريس الخارجية:

تتلخص هذه العوامل بأوجه النشاط السائدة في الغلاف الجوي، وبنشاط التجوية weathering والنقل والحت والترسيب.

أ . العوامل الجوية: وينتج عنها التجوية الفيزيائية التي تؤدي إلى تفتت الصخور وتجزئتها من دون أن يرافق ذلك أي تبدل في خواصها الكيمياوية، ومنها التجوية الحرارية التي ينجم عنها تمدد مكونات الصخوروتقلصها، مما يؤدي إلى إضعاف بنية الصخور وتماسكها. وأكثر ما يتأثر بهذه الظاهرة الطبقات الصخرية السطحية، وأثر الجليد الذي يتمثل في تفتيت الصخور تحت تأثير عملية التجمد والذوبان للماء الموجود في شقوق ومسامات الصخر، وما يرافق ذلك من ازدياد بحجم الجليد بنسبة ٩%، مما يؤدي إلى تشكل ضغط على الصخر، ومن ثم تفلقه.

أما التجوية الكيمياوية فتتمثل بالعلاقة بين الصخر والمياه المشبعة بالأحماض التي ينجم عنها تبدل في بنية الصخر وتركيبه الكيمياوي. ويخضع لهذه العملية الصخور القابلة للتحلل الكيمياوي كالصخور الكلسية.

والتجوية الحيوية تتم تحت تأثير بعض الكائنات الحية التي تسهم في تفتيت جزيئات الصخر.

تؤدي جميع العمليات السابقة إلى تفتيت الصخور بأشكال مختلفة، يُطلق عليها اسم مخلفات التجوية. وهذه المخلفات لا تبقى مكانها، بل تتحرك تحت تأثير عوامل عدة، وبالنهاية تتجمع هذه المواد على شكل رواسب لها أنظمتها وأشكالها الخاصة التي تؤثر في طبيعة تجمعها عوامل عدة، منها العوامل المناخية والجيولوجية. وعامة تكون المنخفضات وقيعان البحار والمحيطات والبحيرات والمنخفضات المغلقة المطاف الأخير لهذه المواد التي تتكدس بعضها فوق بعض عبر آلاف وملايين السنين. ويسهم في عملية التجوية أيضاً الأمواج البحرية التي تقوم بلطم الشاطئ وتفريغ الخط الشاطئي، مما يؤدي إلى تراجعه وتشكيل نماذج مختلفة من أشكال التضاريس الساحلية.

التضاريس البنيوية

هي التضاريس الناشئة عن العوامل الباطنية والمتأثرة ببنية الصخور وهندستها ولم يظهر فيها أثر العوامل الخارجية بوضوح وتشمل:-

أ . التضاريس الناشئة عن بنية أفقية: ففي زمرة من الطبقات الصخرية الرسوبية الأفقية الطرية والصلبة المتناوبة، يقطع الحت أشكالاً تكون خطوطها الموجهة أفقية أيضاً. ويحتفظ مقطع السفوح لمدة طويلة بتعاقب شرفات وجروف تتناوب وانحدارات لطيفة الانحدار. وهكذا تظهر هضاب تحوي حافاتها على درجات منتظمة. ويكون كل من هذه الهضاب عبارة عن ظهر طبقة صخرية أفقية قاسية قشط الحت الطبقة الرخوة العليا عنها، وهو ما يدعى بالسطح البنيوي. وإذا استمر الحت أكثر، تنفصل عن الهضبة وتدعى بالتلال الشاهدة.

ب . الطبقات المائلة: إذا كانت الطبقات الرسوبية الطرية والقاسية والمتناوبة مائلة قليلاً، تتكون بنية تضاريس وحيدة الميل، وتتشكل على أساسها الضلوع الكويستا cuesta ، وتشتمل الضلوع على جبهة، هي عبارة عن جرف ناجم عن انقطاع الطبقة الصلبة والطرية دونها.

ج . التضاريس الالتوائية: يمكن أن تكون الصخور الرسوبية ملتوية بصورة خفيفة أو شديدة، وبشكل متناظر أو غير متناظر، ولكل نموذج تطوره الخاص. وفي حال وجود تعاقب منتظم من الطيات، فإن الحت يعمل على بري الطبقات الرخوة بسرعة أكبر من التأثير في الطبقات القاسية. وكل جبل التوائي يحتوي على مجموعة من العناصر أهمها، المحدب (السنام) والمقعر والكومب (السنام المفرغ) والروز (الخانوق) وهو واد صغير محفور في خاصرة المحدب. ولتطور التضاريس والعمليات الحتية، تصل سوية الأنهار إلى مستوى أخفض من المحدبات، أي تصير المحدبات أخفض من المقعرات، وهنا نصل إلى مرحلة تسمى انقلاب التضاريس. ولكن إذا نهضت المنطقة بعد وصولها إلى مرحلة الهرم، فإن الحت سيتجدد ويعمل في الطبقات الطرية، وتبرز الصخور القاسية، ويظهر نموذج من التضاريس الالتوائية هو التضريس الأبالاشي، إذ تكون القمم في هذه الحالة على سوية واحدة ممثلة لدورة سابقة.

د . التضاريس الصدعية: إن الكسور التكتونية هي المسؤولة عن تفاوت المستويات بين الكتل الصخرية للقشرة الأرضية وتعقيدات البنى. فإذا ارتفعت كتلة صخرية على امتداد صدع، عندها يعمل الحت فيها، بينما يعمل التراكم فوق الكتلة الهابطة، إذا لم يعزلها الجريان، ومن ثم تأخذ الأنهار وضعاً متعامداً مع الجرف الصدعي، وتعطيه وجَيْهات ذات أشكال أشباه منحرف، قاعدته الكبرى هي قاعدة الجرف، ومن خاصرتي خوانق قاطعة. وتكون هذه الأشكال واضحة جداً في المناخ الجاف لأن المنحدر لا يتثلم، ويعمل كل من حت سفوح مجاري الماء التي تقطع الجرف، وانحطاط الوجيهات، على تقهقر الجرف بعد مدة. وقد يصبح قدمه مستحاثاً مردوماً بالأنقاض القادمة من الكتلة العليا. هذا ويتم تراجع جرف الصدع بحسب قوانين الحت الاصطفائي (التفاضلي .(ففي منطقة ذات بنية رسوبية تقطعت

إلى كتل وحيدة الميل بفعل الصدوع المعاكسة، فإن التراجع يؤدي لقيام شروط مواتية لنشوء الكويستات، وختام تطور الجرف الصدعي هو التسوية.