

المبحث الاول /المعلومات الجيومورفولوجية المتعلقة بتخطيط المشاريع الهندسية

ان تخطيط المشاريع الهندسية من الانشطه التي تتطلب خبره علميه وعملية وذلك لما يكتنفها من مشاكل وما يترتب عليها من مخاطر حيث يعتمد نجاحها على كفاءه المسؤولين عن تخطيطها وتنفيذها اذا يتطلب تخطيط المشروع تحديد موقعه ضمن الاقليم اي جهه منه تتم اقامته ومن ثم اختيارالموضع الملائم من حيث الخصائص الطبيعيه كالتضاريس والتربه والمناخ والنظام الهيدرولوجي فضلا عن تاثير النشاط البشري في تلك المنطقه وهنا يعني وجود الكثير من المعايير التي تؤخذ بنظر الاعتبار سواء كانت طبيعيه او بشريه او اقتصاديه يصعب على الانسان القيام بها بمفرده ولذلك تعاني الدول النامية من مشاكل متنوعه في كافه المجالات ناتجه عن اخطاء في تخطيط المشاريع خاصه وان المكلفين في ذلك غالبا يكونو من غير المختصين في مجال التخطيط فكثيرا ما توكل المهمه الى المهندس باعتباره الشخص المؤهل لتصميم المشروع فيتولى مهمه اخرى تخص التخطيط والتي تتطلب جمع المعلومات المختلفه طبيعيه وبشريه واقتصاديه والتي لا علاقه لها باختصاصه ويقوم بتحليلها حسب قدراته ومعرفته اذ تحتاج تلك المهمه الى جهد كبير لجمع وتحليل البيانات وهذا يعني اضافته عبئ اخر الى عمله الاصلي التصميم وهوه التخطيط فهو لا يمكن ان يحل محل الجيولوجي والجيومورفولوجي والهيدرولوجي والاقتصادي والمناخي والمختص في التربه.

ان التخطيط Planning غير التصميم Design فالتخطيط يعني اختيار الموقع والموضع الملائم وفق اعتبارات طبيعيه واقتصاديه وبيئية ،اما التصميم فيعني اعداد مخططات وتصاميم تفصيليه للمشروع اعتمادا على المعطيات التي وفرها المخططون وفي هذا الصدد يدخل دور الجيومورفولوجي كأحد اعضاء فريق التخطيط الذي يتحمل عبئا كبيرا ومهما في توفير معلومات متنوعه تسهم بشكل فاعل في نجاح المشروع وتقلل من المشاكل والآثار السلبية التي ترافق تنفيذه من تلك المعلومات ما يلي :

1-طوبوغرافية الارض، تعد التضاريس وطبيعة الانحدارات من حيث الدرجة ونوع المكونات من الجوانب المهمة في تحديد مواضع المشاريع.

2 -العمليات الجيومورفولوجية السائدة في موقع المشروع او المتوقع حدوثها وما يترتب عليها من اثار مستقبلا والتي قد تضر بالمشروع لذا تتخذ التدابير اللازمة للحد من اثار تلك العمليات ومن انواع تلك العمليات ما يأتي:

أ-عمليات التجوية بأنواعها الفيزيائية والكيميائية

ب-عمليات التعرية والأرسان الحالية والمتوقعة

ج-الانزلاقات والتدفق الطيني والهبوط وغيرها من العمليات التي تتعرض لها السفوح .

د-الهبوط الموضعي الناتج عن الاذابه او تفريغ المياه الجوفية او اي سبب اخر.

هـ-الرطوبة والجفاف وما يترتب عليها من عمليات كتشقق بعض انواع الترب الطينية او تقلص وتمدد بعض المعادن.

3 -طبيعة بيئية وتركيب صخور المنطقة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ودرجه ميل الطبقات وما تتضمنه من فواصل وشقوق وصدوع واتجاهاتها .

4- الوضع الهيدرولوجي في المنطقة من المياه السطحية أو الجوفية، اذ يتم التعرف على النظام النهري ومناسيب المياه في الأيام الاعتيادية وأوقات الفيضان ،وطبيعة الجريان والعمل النهري من تعريه وارساب وكذلك الحال بنسبة المياه الجوفية اذ يتم التعرف على مناسيبها ومدى وقربها وبعدها على سطح الأرض وكذلك البرك والمستنقعات والقنوات المائية الداخلية، اذ تؤثر جميعها على المشاريع التي تنفذ بالقرب منها.

6- المعلومات الحيويه عن النبات الطبيعي والحيوان والمحاصيل الزراعية التي تزرع في المنطقة ونظام الري المتبع في سقيها.

7- النشاطات البشرية في المنطقة كال عمران والمنشآت الصناعية ومشاريع الري والطرق والجسور وغيرها ونوع المشاكل الطبيعية التي تعاني منها لكي يتم تجاوزها في المشاريع اللاحقة.

8- الموارد الطبيعية المتاحة في موقع المشروع كالرمل والحصى والمعادن والصخور والطين، والتي يمكن الاستفادة منها عند تنفيذ اي مشروع.

9- الأشكال الارضية الناتجة عن العمليات الجيوديناميكية والتي لا يستطيع الإنسان التأثير عليها أو التحكم بها كالحركات التكتونية والزلازل والبراكين والانهيارات والتي تسمى بالأخطار الجيولوجية، ويمكن على ضوءها تحديد المواضع الامنة والخطرة اذا ما توفرت دلائل كافية عما حدث في الماضي.

10 - المناخ السائد في المنطقة واثاره على مظاهر السطح من خلال العمليات الناتجة عن أثر عناصر المناخ منها ما يأتي:

أ- متوسطات درجات الحرارة الشهرية والسوية وأعلى درجة حرارة تشهدها المنطقة.

ب- عدد ساعات سطوع الشمس الشهرية والسوية.

ج - معدلات سقوط الأمطار الشهرية وأشد الزخات المطرية.

د- عدد أيام حدوث الضباب ومدى الرؤيا.

هـ - عدد أيام حدوث الصقيع.

و- عدد أيام تساقط الثلوج وسمك الكمية الساقطة.

ز- معدلات الرطوبة النسبية.

ح - اتجاه الرياح وقوتها.

ط - شدة الجفاف.

المشاكل التي تواجه تخطيط المشاريع الهندسية:

أولاً/ مشاكل مظاهر السطح:

يعد شكل سطح الأرض وما يتضمنه من تضاريس من العوامل الأساسية التي تحدد الاستعمال المناسب لكل منطقة، فالمناطق الجبلية تكون وعرة وشديدة التضرس في حين تكون الهضاب أقل وعورة وتضرساً بل البعض منها ذات سطح منبسط، أما السهول فتكون منبسطة يسهل استغلالها في أي نشاط.

إن إقامة المشاريع في أي منطقة يواجه مشاكل حسب طبيعة التضاريس في تلك المنطقة وتكون واضحة في المناطق الجبلية لعدم استواء الأرض لذا تتركز الأنشطة على السفوح التي تتعرض إلى عمليات الانزلاق والهبوط والزحف والتي تسبب أضراراً مختلفة لمعظم تلك الأنشطة في حين تقل تلك العمليات في الهضاب والسهول.

ثانياً_ مشاكل التربة :

التربة من وجهة نظر بيئية نظاماً مفتوحاً تكونت بفعل عدة عوامل وذات خصائص فيزيائية وكيميائية متنوعه والتي تنعكس آثارها على الأنشطة التي تمارس في تلك التربة. وفي مجال تخطيط المشاريع الهندسية يتم تقسيم التربة إلى أنواع بما ينسجم ومتطلبات تلك المشاريع كما يأتي :

1_ تربة طينية شديدة التماسك والصلابة :

وهي رواسب قديمة تعرضت إلى ضغط الرواسب التي تجمعت فوقها بطبقات سميكة ثم تعرضت إلى عمليات التعرية التي أدت إلى إزالة الطبقات العليا الهشة وظهرت الطبقات الصلبة التي تليها ومن مشاكل هذا النوع من الترب احتوائها على شقوق كبيرة وصغيرة فيقل ذلك من شدة صلابتها .

2_ تربة طينية غرينية ضعيفة التماسك :

تتكون من تربة هشة حديثه التكوين وغير متماسكة وقدرة تحملها ضعيفة لذا يكون تنفيذ المشاريع عليها مكلفا وينتشر هذا النوع في الأودية النهرية والدلتوات .

3_ تربة حصوية ورملية ضعيفة التماسك :

تعد ذات نفاذية عالية وقليلة التماسك فتسبب مشاكل عند تنفيذ المشاريع الهندسية المختلفة خلالها خاصة إذا كانت تحتوي على مياه جوفيه عالية المناسيب والتي تسبب عمليات مختلفه من هبوط وانهيارات وغيرها. وتزداد عند القيام بعمليات الحفر وتحرك المياه نحو المناطق المحفوره.

4_التربة العضوية :

وهي ضعيفة التماسك والصلابة. لذا يكون تنفيذ المشاريع خلالها مكلف جدا. وقد تكون المعالجات غير مجديه فينتج عنها مخاطر كبيره خاصه إذ كانت تحت الطبقات السطحيه فتتعرض الى الانتفاخ عند الترطيب والانكماش عند الجفاف فيؤدي الى تصدع وانهار الابينه والطرق. ان أقامه المشاريع العمرانيه ومد الطرق في اي مكان يعتمد على قدره تحمل التربه التي تتأثر بعده عوامل منها مايتي :

أ- الاجهاد الناتج عن ثقل المنشآت الكبيرة او سير المركبات الثقيله او هبوط واقلع الطائرات الكبيرة فيؤدي ذلك إلى تصلب التربه التي تقع تحتها. أما في حاله ازاله التربه المجاورة لتلك المشاريع فقد ينتج عن ذلك انسياب التربه التي تحتها نحو المناطق المحفوره. فيتسبب في هبوط المبنى او الطريق او ممر المطار فتتعرض الأبنية الى التشقق وتظهر المطبات في الطرق

ب - احتواء التربه على المياه فتقلل من تماسكها وتضعف من صلابتها.

ت - تأثير عناصر المناخ على التربه كالتساقط بأنواعه والحرارة ارتفاعا وانخفاضا وحسب نوع المعادن التي تتضمنها التربه ومعامل تمددها الحراري وقدرتها على امتصاص المياه.

أساليب تحسين خصائص التربة:

ان استغلال الترب يحتاج في كثير من الأحيان الى تحسين خواصها بما يتلائم طبيعة النشاط وعلى العموم من بين تلك الأساليب ما يأتي:

1- تخفيض مناسيب المياه الجوفية في المناطق التي ستنفذ فوقها منشآت وطرق ومطارات ومن خلال استخدام التقنيات الحديثة في هذا المجال.

2_ اضافه التربة الجيرية الى الترب الطينية التي تحتوي على معادن لها القابلية على امتصاص كميات كبيره من المياه مثل معدنالمنتورولايت والذي يؤدي تشبعه بالمياه الى انتفاخه فيسبب مشاكل للمشاريع التي تقام فوق مثل تلك المناطق.

3-اضافه الجير المطفأ والرماد الخفيف الذي يحتوي على السليكات والتي تتحد مع المعادن الطينية مكونه سليكات الكالسيوم

4-حقن الترب ذات المسامية العالية والصخور المتضمنة فواصل وشقوق بالمواد الإسمنتية

5-استخدام القار في تحسين خصائص الصخور

ثالثا-مشاكل جيولوجية

تعتمد صلابه الصخور على بنيتها وتركيبها المعدني والتي تتأثر بالظروف البيئية والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة.

رابعا_ مشاكل المياه الجوفية:

يؤدي وجود المياه الجوفية في التربة والصخور القريبة من مستوى الأسس والطرق الى مشاكل لما تسببه من تغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتلك التكوينات. والتي تنعكس آثارها على صلابتها كما تعمل تلك المياه على تنشيط عمليات تآكل الأنابيب والقابلات ومراسي السفن والأعمدة والاسيجة الحديدية المدفونة، وخاصة في المناطق التي تحتوي نسبة عالية من الملوحة.

خامسا - مشاكل فيضانات الأنهار

تتعرض المناطق الواقعة على ضفاف الأنهار الى مخاطر الفيضانات وخاصة السهول الفيضية التي تمثل مركزا للنشاط البشري بأنواعه المختلفة, لذا تكون اثارها مدمرة في المناطق التي توجد فيها مراكز عمرانية كبيرة, وقد يكون التأثير مباشرا عندما تغمر مياه الفيضان تلك المناطق وغير مباشر بسبب ارتفاع مناسيب المياه الجوفية والتي تؤثر على المنشآت والمشاريع الواقعة على جانبي المجرى, أو قد تتعرض الى عمليات التعرية التي تحدث في الضفاف القريبة منها.

سادسا - مشاكل التعرية والارساب

تتعرض مناطق واسعة الى عمليات التعرية بتأثير القوى المختلفة والتي تنعكس آثارها على المشاريع والأنشطة المختلفة, كما يكون للارساب الناتج عن عمليات التعرية الأثر الكبير على تلك المشاريع وخاصة الترب الرملية التي تنقلها الرياح من المناطق الصحراوية وتنقلها نحو مراكز النشاط البشري المختلفة.

تخطيط المراكز الحضرية :

أولا- العناصر الجيومورفولوجية المؤثرة على تخطيط العمران
ان تخطيط المناطق العمرانية يعتمد على تحديد معالم الموضع المختلفة والتي تؤثر على تخطيطها من خلال ما تتضمنه من تضاريس وطبيعة مكوناتها السطحية وتحت السطحية والعمليات الجيومورفية وانحدار السطح والانشطة التي تمارس في تلك المواضع اذ يتم وضع المخططات الأساسية لاستعمالات الارض اعتمادا على تلك المواضع.

ولغرض التوضيح يجب التمييز بين مصطلحي الموضع Site والموقع Location اذ يعني الموضع المساحة التي يشغلها العمران او المشروع او المنشأة فعلا, والذي يحدد على أساس المعطيات التي مر ذكرها اما الموقع فيعني موقع العمران او المشروع بالنسبة للمناطق المحيطة بالموضع او الواقعة خارج حدود المنطقة المستغلة أي الموقع بالنسبة للظواهر الطبيعية والبشرية المحيطة بالعمران أو المشروع, وتخطيط المراكز العمرانية يتأثر بعدة عناصر هي:

1- التضاريس

تعد التضاريس ذات أهمية كبيرة في إبراز التلائم والتناسق في شكل البناء وامكانية التوسع الأفقي بالاتجاهات الملائمة لانتشار العمران. اما في حالة عدم توافق شكل المدينة ونموها وطبيعة استعمالاتها مع ما يمليه الواقع الطبيعي في المكان الذي تقام عليه تكون المدينة غريبة عليه, و سترتب على ذلك الكثير من المشاكل.

وقد تنوعت مواقع المدن بتنوع التضاريس لذا تتباين مشاكلها حسب نوع التضاريس التي ينتشر عليها العمران ففي المناطق الجبلية يتركز العمران على السفوح المتباينة الانحدار. وتعد المنحدرات التي لا يتجاوز انحدارها 30 من افضل السفوح الملائمة لإقامة العمران. اما إقامة العمران فوق السفوح الشديدة الانحدار يحتاج الى معالجات تزيد من تكاليف البناء مهما كانت طبيعة المعالجة ربما تقام الأبنية الا انه يصعب توفير الخدمات مثل الطرق وشبكات الماء والصرف الصحي والكهرباء, ومما يزيد في المشاكل ضعف تماسك مكونات السفوح او صلابتها, اذ تعد السفوح الضعيفة التماسك غير مستقرة وتتعرض الى عمليات مختلفة من تعرية وتجوية وما يترتب عليها من انزلاق وهبوط وغيرها والتي تحتاج الى كلف كبيرة لتحسين خواصها وزيادة تماسكها ومن ثم قوة تحملها اما إذا كانت شديدة الصلابة فأنها سوف تشكل عائقا أمام مد شبكات الخدمات المختلفة ويكون توفيرها مكلفا . ومن مشاكل المناطق المتضرسة تشتت المراكز العمرانية ونموها في اتجاهات مختلفة ومتباعدة مما يفقد المدينة خصوصية تجانسها الحضري اذ تقام المراكز العمرانية فوق المناطق الملائمة مجتنبه المناطق الوعرة غير الملائمة من وديان وجبال ومستنقعات وتنعكس اثار ذلك على توفير خدمات النقل والصحة والتعليم والماء والكهرباء والهاتف والمجاري, اذ ترتفع تكاليف توفيرها لقلة السكان المستفيدين منها في بعض الأماكن لعدم توفر ارض ملائمة للتوسع العمراني فتضطر الدولة الى توفير الخدمات لجميع

السكان مهما كان عددهم وهذا مكلف في الدول ذات الدخل المحدود. فمدينة مكة المكرمة التي نشأت في وادي إبراهيم عليه السلام اذ تحيط بها المرتفعات من عدة جهات وبعد نمو او امتداد العمران على جميع المناطق الممكن استغلالها حتى سفوح الجبال التي يصل انحدار بعضها 45 بدأ العمران ينتقل الى المناطق الواقعة وراء الجبال وعلى امتداد الطرق الرئيسية الخارجة من مركز المدينة الى المناطق المجاورة فاصبح شكل المدينة مشتتاً.

وقد كان للتضاريس ألا ساهم الفاعل في ظهور انماط مختلفة من النمو العمراني كالنووي الشعاعي والشريطي والمتناثر والدائري .

وتعد الهضاب المنبسطة من افضل المناطق لتوسع المدن في اتجاهات عدة دون معوقات كبيرة تحول دون ذلك ، اما الهضاب المتموجة فهي اقل صلاحية من الهضاب المنبسطة وافضل من الجبال ، وكذلك الحال بالنسبة للسهول فأنها من المناطق التي نشأت فوقها مدن كبيرة منذ القدم سواء كانت فيضية او ساحلية رغم ان بعض تلك المدن تعاني من مشاكل كثيرة بسبب موقعها في بعض المناطق السهلية بسبب المياه الجوفية او ضعف تحمل تربتها او تهدها أخطار الفيضانات او الهبوط الارضي. ومن المشاكل ايضاً استواء الارض وقلة انحدارها، لذا تحتاج مشاريع الصرف الصحي والامطار الى محطات ضخ لغرض نقلها من مكان لآخر لعدم توفر انحدار كافي يسهل عملية جريانها من المدينة الى مواقع تجميعها ومعالجتها.

2- التكوينات السطحية وتحت السطحية (التربة والصخور) :

تعد التكوينات السطحية وتحت السطحية ذات اهمية كبيرة في مجال العمران وخاصة في تحديد نوع الاسس وعدد الطوابق التي يمكن اقامتها في اي مكان، فالتكوينات السطحية قد تكون طبقات صخرية صماء تمتد الى اعماق تصل عدة امتار، او طبقة قليلة السمك تتركز فوق طبقة طينية ضعيفة، او قد تكون الطبقة السطحية عبارة عن ترسبات منقولة او مشتقة، اي طبقة التربة تتركز على طبقة صخرية، او تكون تربة عضوية ناتجة عن عمليات طمر النفايات، اذ تختلف تلك التكوينات في خصائصها عن بعضها البعض والتي تنعكس آثارها على تماسكها وقدرة تحملها، فالتربة المفككة كالرملية واللوس اضعف تلك التكوينات وكذلك التربة المتجمدة التي تتعرض الى ذوبان، واخيراً مناطق طمر النفايات التي تعد ضعيفة التماسك وذات مخاطر كبيرة لعدم ثباتها لتنوع مكوناتها وعدم تحولها الى وضعها النهائي لذا تتعرض الى هبوط بشكل مستمر وبطيء خاصة في المناطق الرطبة، وقد تحدث تفاعلات في التكوينات المظمورة فينتج عنها غازات ربما بكميات تؤدي الى حدوث انفجار في تلك المواضع التي تجمعت فيها والتي تتضمن كسور او شقوق تسمح بتسرب تلك الغازات الى الخارج فينتج عنها مشاكل كثيرة، كما ان اقامة الابنية الثقيلة فوق مثل تلك المناطق يؤدي الى هبوطها بسرعة. ومن ثم تعرض البناء إلى التصدع والتشقق أو الانهياراً، التكوينات تحت السطحية فلا تقل أهمية عن السطحية اذ هنالك تضامناً بين الإثنين من حيث التأثير على العمران فكلما كانت صلابة ساعدت على إقامة أبنية متعددة الطوابق وثقيلة أما اذا كانت ضعيفة فلا تسمح بذلك. فتعد الصخور النارية افضل انواع الصخور من حيث الصلابة في حين تعد الصخور الرسوبية الطينية من الصخور الضعيفة. كما تقل قوة الصخور مع زيادة ما تتضمنه من فواصل وكسور والتي تمثل موضع الضعف فيها. في حالة استغلالها يجب تحسين خواصها أو اتخاذ إجراءات مناسبة لغرض تجنب المشاكل التي تعمل على زيادة الكلف.

وقد تتعرض بعض المناطق إلى عمليات هبوط وإلخساف ولأسباب مختلفة ومنها ما يأتي:-

1_ المناطق السهلية المنبسطة التي تتضمن تكوينات تحت السطحية هشة ينتج عنها هبوط إلى الأسفل دون حدوث زحزحة جانبية في المواد الهابطة

2_ المناطق الجبلية التي تتركز فيها رواسب الطفل الجليدي فوق طبقات الجليد فعند ذوبان الجليد تهبط الترسبات نحو الأسفل لتدخل معدل الجليد الذائب. كما تتعرض إلى تلك الظاهرة التربة

المتجمدة عند ذوبان الجليد الموجود في مساماتها فيقل تماسك حبيباتها لوجود فراغات بينها مما يؤدي إلى تحرك تلك الحبيبات جانباً ونحو الأسفل لعل تلك الفراغات فتهبط نحو الأسفل.

3_ مواقع التنجيم الخاصة بالبحث عن المعادن والفحم والتي يترتب عليها إزالة التكوينات تحت السطحية فإذا كانت الطبقة السطحية قليلة السمك تتعرض إلى الهبوط

4_ مناطق الصخور الجيرية (الكارستية) وخاصة في المناطق الرطبة تؤدي عمليات تجوية والاذابة الناتجة عن المياه الجوفية التي تكون حفر وكهوف في الطبقات تحت السطحية والتي تتوسع وتكبر بمرور الزمن لقابلية تلك الصخور على الذوبان بالماء حتى تصبح الطبقة السطحية رقيقة وضعيفة التماسك فتضعف أو تهبط في الأسفل.

5_ تعرض المناطق الضعيفة التماسك والصلابة إلى ضغط يفوق طاقة تحملها مثل مرور المركبات أو إقامة أبنية ثقيلة

6_ المناطق التي يتم سحب السوائل من تحتها كالمياه والنفط فتترك فراغات كبيرة تحت الطبقة السطحية والتي قد تصل إلى نطاق يؤدي إلى هبوط الطبقة السطحية.

7_ مناطق الطمر الصحي التي تكون من طبقات سميكة تعرض إلى التحلل والاذابة فتهبط الأرض خاصة إذا كان أقيمت فوقها ابنية ثقيلة.

ثانيا :-اختيار المواضع الملائمة لإقامة العمران:

أن اختيار المواضع الملائمة لإقامة العمران يحتاج إلى معلومات دقيقة عن عناصر الموضع والمتمثلة بما يأتي:

1-قدرة تحمل التربة والصخور: والتي على ضوءها يتحدد نوع الاسس الملائمة اذا تكون المناطق الصخرية الصلبة عالية القدرة على تحمل ويمكن إقامة الأبنية فوقها مباشرة. في حين تكون التربة اقل قدرة وتعرض إلى الانضغاط لذا لا يمكن البناء فوقها مباشرة إلا بعد اجراء تحسين على خواصها أو إزالتها أو استبدالها بنوعية افضل مثل الصخور أو الكتل الكونكريتية.

2 _ التركيب الكيميائي للتربة والصخور:

تحتوي التكوينات السطحية من الترب والصخور على معادن مختلفة ذات خصائص متباينة بعضها لها القابلية على التشبع بالماء والارتفاع والانكماش أو الإذابة التي تنعكس اثارها على الأبنية المقامة فوقها اذ تتعرض الجدران الى التصدع والبعض الى الهبوط فيختل توازن الابواب والشبابيك وقد تتوقف حركتها عند الفتح أو الغلق. كما تضم الصخور معادن ذات معامل تمدد حراري كبير ،وايضا الكتل الكونكريتية التي تستخدم في البناء والبلوك building block يتعرض الى التصدع نتيجة لتمدد وتقلص ذلك المعدن .وتتضمن بعض التكوينات معادن لها القابلية على التفاعل مع معادن اخرى مثل اكاسيد الحديد مع املاح الصوديوم والكالسيوم فينتج تآكل انابيب شبكات المياه المدفونة في الارض. فينتج عنها تسرب كميات كبيرة من المياه والتي تصل اثرها الى الاسس وارضيات الأبنية القريبة منها فتعمل على اذابه بعض التكوينات الواقعة تحت الاسس فتقلل من صلابتها وقوة تحملها فتتعرض تلك المواضع الى الهبوط فتتشقق جدران الأبنية .

3 _ نفاذية التكوينات السطحية:

تتباين نفاذية التكوينات السطحية من مكان لآخر فبعضها كثيمه اي قليله النفاذيه ولا تسمح بتسرب المياه المتجمعه فوقها الى طبقات التي تحتها مثل الترب الطينية الثقيله، التي تنعكس اثارها على الابنية المقامة فوقها او بالقرب منها خاصه مثل المناطق التي لا تتوفر فيها مجاري لتصريف مياه الامطار اذ تتسرب تلك المياه نحو الاسس والجدران فتسمح بتسرب اكبر كميته من المياه نحوها وقد تعمل على تشويه ارضيات الابنية فضلا عن احتواء تلك المياه على املاح والتي تزيد من شدة تأثيرها نتيجة لتفاعلها مع بعض معادن مواد البناء فتعمل على اضعاف

تماسكها ومن ثم صلابتها ومن الجدير بالذكر ان نوعيه الاسس يعتمد على طبيعة التكوينات السطحية وتحت السطحية وتكون على نوعين هما :

أ - اسس سطحية:

يستخدم هذا النوع في المناطق الصلبة غير القابلة للانضغاط وقد تكون الاسس عريضة لزياده قدرتها على تحمل الاعمده والجدران ،اما ان كانت الابنيه كبيرة وثقله ولغرض زياده قدرة التحمل تستخدم اسس حصيرية تغطي جميع المساحة المخصصة للبناء اذ تكون تلك الاسس عبارة عن كتله كونكريتيه صلبه غير قابله للهبوط.

ب - اسس عميقه

يستخدم هذا النوع عند بناء المنشآت الضخمة التي تقام فوق الصخور الضعيفه او التربه الهشه، اذ يتم استخدام اسلوب الركائز الكونكريتيه التي تتركز على الطبقات الصخريه التي تقع تحت الطبقات السطحيه ،اذ يتم حفر طبقه الهشه والتي قد يصل سمكها عده امتار وعند اختيار مواضع الاسس يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار التأثيرات المستقبليه سواء تأثير البيئه التي تقام فيها او مدى استقرارها العمودي بعد اقامه البناء عليها.

3- المياه الجوفيه والرطوبه :

ان وجود المياه الجوفيه في الترب والصخور وعلى مناسيب قريبه من الاسس لها اثار سيئه على المنشآت المقامة في تلك الاماكن، اذ تعمل تلك المياه على تغيير خصائص التربه وتقلل من قدرتها على التحمل ، كما تؤثر على الابنيه من الناحية الجمالية والصحية والإنشائية من خلال حدوث ظاهرة التزهير وتنشيط تفاعل الاملاح، وخاصة الكبريتية منها مع مركبات الاسمنت فتؤدي الى اضعاف الخرسانة ،ومن الجوانب الاخرى التي تؤثر فيها المياه هو انجمادها داخل الكتل الكونكريتيه فيعمل على تفككها، فضلا عن صدأ وتآكل بعض المعادن فيتشوه مظهر الجدران وتقل صلابه مكوناتها ،وتزداد فيها عمليات التعرية والتجوية وتنتقل المياه والرطوبه الى الابنيه بعده طرق اهمها ما يأتي :

أ_ انتقال الرطوبه بواسطه الخاصية الشعرية من التربه الى الاسس والجدران والارضيات والممرات، اذ تزداد نسبه المياه المنتقله كلما كانت مناسيبها مرتفعة وقريبه من المباني ،وتقل نسبته بانخفاض مناسيبها .

ب_ وجود خلل او عيوب في الجدران والسقوف تسمح بتسرب المياه الى الجدران ويكون تأثيرها الى الاعلى.

ت- وجود كسور او ثقوب في الأنابيب المارة عبر الجدران او بالقرب منها، والتي تسمح بتسرب المياه نحو الأسس والجدران.

ث- وجود تشققات وكسور وحفر وثقوب في الجدران والأسس القريبه من سطح الارض ،والتي تسمح بتسرب المياه المتجمعة فوق المناطق المجاورة نحو الابنيه.

ج- احتواء بعض مواد البناء على الرطوبة عند استخدامها فتعمل على ترطيب بقية المواد التي تلامسها.

ح- تعرض الأجزاء الخارجية من المباني الى الرطوبة الناتجة عن الامطار وبخار الماء في الهواء وخاصة المناطق الواقعة قرب شواطئ البحار.

خ- ارتفاع مناسيب مياه الانهار في مواسم الفيضان فينتج عنها ارتفاع مناسيب المياه الجوفية وخاصة في المناطق التي تقع على مستوى اقل من مناسيب المياه عند ارتفاعها.

4-نوع مواد البناء:

يستخدم في البناء مواد متنوعة ذات خصائص مختلفة، وهذا ينعكس على طبيعة سلوكها عند استخدامها في البناء وانتقالها الى بيئة جديدة ذات ظروف مختلفة عن الوضع الذي كانت عليه، وقد تنعكس اثار ذلك على طبيعة البناء،ومن تلك المواد ما يأتي:

أ- الصخور:

1- الحجر الطيني Claystone : وهو على نوعين ضعيف التماسك وصلب، والأخير، هو الذي يستخدم في البناء رغم ان هذا النوع من الحجر ذات خصائص غير جيدة لأنه سريع الاستجابة لعمليات التعرية والتجوية لذا يستخدم عند الضرورة.

2-الصخور الكلسية Lime stone : ومن خصائص تلك الصخور قابليتها على الذوبان بالماء في المناطق الرطبة وحسب طبيعة تركيبها الكيميائي اذ يتباين التأثير من نوع لآخر لذا تفضل الانواع الاكثر صلابه ومقاومه ومن انواع تلك الصخور:

*-الصخور الجيرية المتبلورة، وتكون اكثر صلابه من النوعين السابقين واكثر استخداما وهي ذات ألوان متنوعه لاحتوائها على اكاسيد مختلفة والتي تمثل عناصر ضعف في تلك الصخور.

*-الحجر الرملي sand stone: ويتواجد بأنواع مختلفه حسب المادة اللاصقة Cemented materials والتي تتكون من اكاسيد الحديد والمواد السليكية والكلسيه وعلى العموم تعد اقل استخداما من الانواع الاخرى.

ج- صخور السربنتين النارية serpentine Rocks : وتكون ذات ألوان مختلفه لاحتوائها على اكاسيد تقلل من صلابتها.

ح-صخور الجرانيت Granite Rocks :وتعد من اكثر الصخور صلابه وتستخدم على نطاق واسع في المناطق التي تتوفر فيها

ب-الطابوق

يستخدم في المناطق التي تتوفر فيها ترب طينية ولا تتوفر فيها صخور. اذ يتم تحويل التربة الى طين متوسط الصلابة، ومن ثم تحول الى كتل مستطيله بواسطة قوالب خاصه، ووفق قياسات معينه اطوالها يتراوح بين 25و30سم وبعرض ما بين 12و15سم و بارتفاع ما بين 15و20سم، وبعد ان تجف تحت تأثير الشمس والهواء توضع في أفران خاصه فتتحول الى كتل صلبه ذات خصائص جيدة، لذا تفضل على الصخور في المناطق التي تتوفر فيها رغم انها اقل متانة منها، وينتشر استخدامه في العديد من المناطق ومنها وسط وجنوب العراق.

ج- الكتل الكونكريتية:

يعد استخدام الكتل الكونكريتية من اكثر المواد استعمالا في الوطن العربي، والتي تصنع بأحجام مختلفة من الاسمنت والحصى والرمل، بعضها يكون على شكل كتلة متراصة والبعض الاخر مجوف من الداخل لتقليل وزنها والمواد المستخدمة فيها، ومن مساوى تلك الكتل التأثير بالحرارة ارتفاعاً وانخفاضاً فتتعرض الى التصدع والتشقق ومن ثم نقل تلك التغيرات الى داخل الابنية لأنها جيدة التوصيل للحرارة، لذا تكون حارة في الصيف وباردة في الشتاء وهذه الخاصية تظهر بشكل واضح في المناطق التي ترتفع حرارتها في الصيف وتنخفض في الشتاء، ويكون المدى الحراري كبير ،في حين لأحدث تلك الحالة في المناطق المعتدلة الحرارة، ومع ذلك تعد البديل للصخور والطابوق في المناطق التي لا تتوفر فيها تلك المواد، وحتى ان توفرت الصخور في بعض المناطق تفضل الكتل عليها لأنها سهلة الاستعمال.

د-الاسمنت:

يوجد على نوعين مقاوم للرطوبة ويستخدم في بناء الاسس والسقوف، ونوع عادي في بناء الجدران فوق الاسس، وهذا النوع يتأثر بالرطوبة ويتحول الى مادة هشه كالتراب، لذا لا يستخدم في المناطق التي يكون فيها الجو عالي الرطوبة لفترة طويلة.

هـ - الجص:

يستخدم في البناء فوق الاسس وباطن الجدران، لأنه شديد التأثر بالرطوبة ويتحول الى مادة هشة جداً اذا ما تعرض لها بما فيها رطوبة الهواء العادية ويصنع الجص من الصخور الطباشيرية والجبس.

ي-الحصى والرمل Sands and gravel :

تعد مادتي الحصى والرمل من المواد المكملة لاستخدام الاسمنت ،اذ لايمكن استخدامه في البناء الا بعد خلطه بالرمل لزيادة متانته، وفي حالة استخدامه في السقوف والارضيات فيخلط مع الرمل والحصى ليكون كتلة شديدة التماسك والصلابة، ومن الشروط التي يجب توفرها في مادتي الحصى والرمل ان تكون خالية من الاملاح وبعض المعادن الطينية التي يسبب وجودها اضعاف تماسك الكتلة وتقليل متانتها. ومن الجدير بالذكر كان يستعمل في الماضي مادة النورة في البناء قبل معرفة الاسمنت وهي مادة تشبه الجص الا انها اكثر صلابة من الاسمنت المقاوم، وتصنع من الصخور الجبرية ،وقد استعملها العراقيون في عمل مصاطب النواير وابراج الطواحين على نهر الفرات في غرب العراق قبل اكثر من مائتي سنة، كما تم تغليف بعض جهات الجزر بالصخور والنورة للحد من اثر قوة التيار في تلك المواضع، ولا تزال مصاطب النواير وابراج الطواحين قائمة في الوقت الحاضر ،وبعض النواير مازالت تعمل ،كما ان الضفاف المغلفة لا تزال موجودة دون ان تتعرض الى التآكل خلال هذه الفترة الزمنية الطويلة ،وهذا يعني انها اكثر ملائمة للبيئة وجودة من الاسمنت والجص، كما انها اقل كلفة خاصة وان الصخور التي تصنع منها منتشرة في كل انحاء الوطن العربي ،لذا من الاجدر العودة الى ما هو افضل.

5- مجاري الانهار

اتخذت العديد من المدن مواقعها عند ضفاف الانهار أو بالقرب منها لكونها مصدرا دائما للمياه فضلا عن جمال الطبيعة في مثل تلك المواقع لذا اتخذها الانسان موطناً له منذ القدم رغم المواقع التي تتعرض لها المناطق المنخفضة بسبب الفيضانات المتكررة والتي لم تمنعها التدابير والاجراءات المتنوعة في سبيل السيطرة عليها ولا تزال العديد من المدن تتعرض الى الفيضانات المدمرة في دول العالم النامي والمتقدم. فالذي يتحكم بها الله سبحانه وتعالى العزيز المقتر و الانسان عاجز امام القوى الطبيعية ولا يستطيع التحكم بها مهما بلغ من علم ومعرفة، وقد لا يقتصر تأثير الانهار على الفيضانات بل ما يترتب عليها من عمليات تعرية وإرساب وما ينتج عنها من مظاهر أو تغير في المجرى والتي تنعكس أثارها على النشاط البشري في المناطق الواقعة على جانبي النهر بما فيها المراكز العمرانية فقد كان للمنعطات والبحيرات الهالالية والجزر الاثر الكبير على طبيعه العمران وانتشاره بشكل يتلائم مع نوع مظاهر السطح في كل منطقة. ولغرض الحد من أثار الفيضانات على المراكز العمرانية والمنشآت المختلفة فقد أخذت بعض الدول التدابير المختلفة منها:

- 1-إنشاء سداد ترابي على جانبي قناه النهر وعلى مسافه لا تقل 50م عن ضفه النهر وبارتفاع مناسب لإستيعاب أكبر كميته من الفيضان خلال فتره الفيضان
- 2- تعديل بعض المنعطات التي يتضمنها المجرى وخاصة المنعطات ذات الانعطاف الكبير والمسافه بين طرفيها صغيره بحيث يؤدي قطع عنقها الى اختصار المسافه التي ستقطعها موجة الفيضان فضلا عن سرعة انتقالها الذي يكون بطيئاً عند مرورها عبر المنعطات فيترتب على ذلك اثار سيئة.
- 3- عدم السماح للجزر بالثبات في وسط المجرى لأنها ستؤدي الى تقليل الطاقة الاستيعابية للقناة وعرقلة الجريان وزيادة الترسيب، والعمل على تركيز قوة الجريان في إحدى الجهات فيعمل على تآكل الضفة التي يمر من عندها، كما تعمل على رفع مستوى قاع القناة والتي تؤدي بدورها

الى رفع مناسيب المياه الى مستوى أعلى من الأراضي المجاورة لها، فتتعرض تلك الأراضي الى ظاهرة النزير او تسرب المياه الجوفية نحوها فتدمر ما يشغلها من نشاط.

4- عمل مجاري احتياطية للأنهار التي تمر في المراكز الحضرية الكبيرة لنقل المياه أوقات الفيضان خارج المنطقة الحضرية، بحيث تأخذ المياه قبل وصولها الى المدينة، وتمر من خارج المدينة لتعود الى النهر مرة أخرى بعد المدينة، شكل (6-3).

5- عمل خزانات جانبية على جانبي النهر وعلى امتداده قبل المناطق الحضرية لخزن اكبر كمية من مياه الفيضانات والتي يمكن أعادتها الى النهر في أوقات انخفاض المناسيب (الصيهدود).

6- الحد من كميات التصريف في المجاري الرئيسية للأنهار، ومن خلال الإجراءات الآتية:
أ- إنشاء سدود وخزانات على الروافد الكبيرة التي تزود النهر بالمياه، فتعمل على تنظيم المياه المتدفقة منها الى المجرى الرئيسي، والتي يستفاد منها أوقات الشحة، فيؤمن سد حاجة جميع الأنشطة.

ب- عمل سدود احتجازية ثابتة تعمل على رفع مناسيب المياه في المجرى الرئيسي، وتكون بشكل متدرج باتجاه انحدار المجرى، وهذا بدوره يؤدي الى الحفاظ على مستوى المياه بما يسد حاجة الأنشطة المعتمدة عليها في تلك الأماكن، وقد يستفاد منها لأغراض الري ورفع مناسيب المياه الجوفية في المناطق المجاورة، والتي يمكن استغلالها لأغراض الري وغيرها.

7- حفر قنوات بزل ما بين مجاري الأنهار والمناطق العمرانية التي تتعرض الى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية لنقل تلك المياه بعيدا عنها ويمكن إعادة ضخها الى النهر اذا لم تكن ملوثة، وتوجيهها نحو مكان آخر بعيدا عن المدينة.

8- ترشيح بعض المناطق الواقعة على ضفتي القناة لغمرها بالمياه عند التعرض الى موجة فيضان عالية لايمكن السيطرة عليها بالوسائل المتاحة، ويفضل ان تكون تلك المناطق لا تتضمن مشاريع ومنشآت كبيرة ذات تكاليف باهضة ويترتب عليها خسائر مادية كبيرة.

يتضح مما تقدم ان تخطيط المناطق العمرانية يعتمد على معلومات جيوهيدرولوجية مترجمة الى خرائط والتي من خلالها يمكن تحديد المواضع الملائمة لنمو المدن، فمن خلال تلك الخرائط يتم التعرف على الوضع الطبوغرافي للمنطقة ونوع مكوناتها السطحية وطبيعة انتشارها والنظام الهيدرولوجي من حيث الجريان السطحي ومستوى المياه الجوفية، وتسمى تلك الخرائط بالخرائط الأساسية.

اثر التضاريس على تخطيط خدمات البنى التحتية

ان تخطيط البنى التحتية المتمثلة بالماء والكهرباء والهاتف والصرف الصحي تواجه مشاكل كبيرة عند مدها، لأنها تمتد عبر مسافات طويلة، ويعد الوضع الطبوغرافي من اهم المشاكل التي تواجه توفيرها، كالمدين الجبلية، وفيما يلي استعراض لكل نوع منها :

اولا- شبكات توزيع المياه:

ان توزيع المياه يتم عن طريق شبكة انابيب باقطار واطوال مختلفة، ويتم دفنها في الأرض، ففي المناطق المتضرسة تعترض عملية اقبال المياه الى المناطق المرتفعة او المنخفضة مشاكل فاذا تم مد الشبكة الى مناطق منخفضة قبل المرتفعة ستعاني الأخيرة من شحة ماء، واذا حدث العكس ستعاني الأولى من شحة الماء لذا تتطلب العملية مد شبكات مستقلة، كما تحتاج عملية اقبال المياه الى المناطق المرتفعة عمليات ضخ، مما يعني زيادة الكلف، فضلا عن كلف الصيانة المستمرة ومن المشاكل الأخرى عملية حفر موضع الشبكة فاذا كانت الأرض صخرية ستكون عملية الحفر صعبة ويكتنفها كثير من المشاكل، فضلا عن ارتفاع التكاليف كما تتعرض الانابيب التي تمتد عبر السفوح غير المستقرة الى الكسر، اذ ترحف مكونات السفوح فتدفع بتلك

الانابيب الى الاسفل فتتعرض الى الكسر ومن المشاكل الأخرى هو ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في بعض الاماكن التي تمر عبرها الانابيب مما يؤدي الى تأكلها بمرور الزمن فتتسرب منها المياه مما يضطر الجهات المسؤولة الى استبدال الشبكة بين فترة واخرى قد لا تتجاوز بضع سنوات.

ثانيا-تخطيط شبكة توزيع الكهرباء

ان توزيع الطاقة يحتاج اما الى اعمدة او عبر كابلات في الأرض، وفي كلا الحالتين هنالك صعوبات تواجه عمليات مد الكابلات او الاعمدة وخاصة في المناطق المتضرسة التي تضم مرتفعات وادوية،اذ تحتاج عملية التوزيع المتكامل الى شبكة عالية الانتظام والدقة، فعملية مدها على المنحدرات قد يواجه مشاكل كبيرة اذا كانت مكوناتها غير مستقرة، اذ تتعرض الى الزحف فتحرك الاعمدة معها، كما تؤدي الانزلاقات والانهيارات الصخرية الى تدمير منشآت الطاقة، وهذا يعني أن توفير الطاقة في المدن ذات الموضع المتضرس تحتاج الى تكاليف اكثر مما في المدن التي تقع في مواضع منبسطة او قليلة التضرس.

ثالثا- تخطيط شبكات الصرف الصحي

تعد عملية مد شبكة الصرف الصحي اكثر صعوبة من النوعين السابقين، اذ يتطلب نقل مياه الصرف الصحي الى مجاري تنقلها الى اماكن محددة، فعندما تكون الارض وعرة فهذا يعني الحاجة الى احواض تجميع ومحطات ضخ كثيرة حتى يتم اوصول المياه الثقيلة الى محطات المعالجة، مما يزيد من كلف توفير تلك الخدمة، كما تواجه مشاكل عند سقوط الامطار بكميات غزيرة قد تعمل على توقف عمل تلك الشبكات، وخاصة الواقعة في المناطق المنخفضة، يؤدي الى تجمع كميات كبيرة من مياه الامطار والصرف الصحي على شكل برك تغمر بعض الشوارع والاراضي المتروكة.

رابعا - مد شبكة الاتصالات

تحتاج عملية توفير خدمات الاتصالات الى مد كابلات وانشاء كابينات ومحطات توزيع، فمد الكابلات عبر الاراضي المتضرسة سيواجه مشاكل خاصة على السفوح، وكذلك الحال انشاء الكابينات والتفاسيم واعمد التوزيع، مما يؤدي الى زيادة كلفة اوصول تلك الخدمة.

تخطيط الطرق عبر مظاهر السطح

اولا-تخطيط طرق السيارات عبر المظاهر والتكوينات الارضية

يختلف تخطيط الطرق عن باقي المشاريع لأنها لا تحتل موقعا معينا على مساحة محددة بل تمتد لمسافة طويلة وضمن مناطق ذات أشكال وتكوينات متنوعة، بعضها ملائم لانشاء الطرق والبعض الآخر غير ملائم، وتحتاج الى معالجات معينة وقد يؤدي إهمال بعض المشاكل الى تدمير الطريق وعرقلة المرور فوقه، وربما تكون تكاليف معالجتها باهضة مقارنة بتكاليف المعالجة منذ البداية ولغرض تغطية الموضوع بشكل افضل سيتم تناول مد الطرق عبر مظاهر السطح كل على حده لمعرفة المشاكل التي تعترضها في كل نوع من تلك المظاهر وكالاتي:

1- المناطق الجبلية

تعد الجبال من اكثر المناطق تعقيدا في مد الطرق خلالها، لشدة تضرس المنطقة لما تتضمنه من مرتفعات وادوية عميقة، اذ تتميز معظم السفوح بشدة انحدارها وعدم استقرارها، لذا يجب التعامل مع تلك المتغيرات وتخطيط الطرق بما ينسجم وطبيعة تلك المنطقة، ففي بعض المناطق تقطع سفوح بعض الجبال او تحفر أنفاق وخاصة عندما تكون الجبال تعترض مد الطريق بين منطقتين منبسطتين او اقل ارتفاعا منها، اما إذا كانت الطرق لغرض الوصول الى قمم تلك المرتفعات او الى سفوحها فيتم مدها فوق السفوح المستقرة من تلك المرتفعات، وحسب طبيعة تلك الجبال وارتفاعها، ففي الجبال ذات القمم المنفردة تكون حلزونية او دائرية. وفي الجبال التي تكون على شكل سلسلة متصلة تكون بشكل متدرج عبر امتداد سفوحها متبعة الموضع المستقرة، ويتحكم بطبيعة امتداد الطرق عبر سفوح الجبال درجة انحدارها واستقرار مكوناتها

والبيئة السائدة رطبة او جافة، حارة او باردة، اذ تتطلب كل حالة معالجة تختلف، عن الأخرى، ففي السفوح غير المستقرة ذات التكوينات الهشة تستبدل بأخرى صلبة او انشاء مساند كونكريتية تحول دون تحرك تلك التكوينات وتعمل على استقرارها، كما يجب الانتباه الى طبيعة تصريف المياه فوق تلك السفوح ومنع جريانها عبر الطرق او التجمع فوقها أو تحتها، وقد تتضمن بعض السفوح مجاري مائية تتجمع فيها المياه فتتقلها من اعلى المرتفعات الى اسفلها، وتكون بعضها عميقة وواسعة والبعض الآخر صغيرة ومتشعبة الى عدة مجاري، فعندما تعترض مد الطرق فيجب اتخاذ التدابير اللازمة وعمل قنوات تمر من تحت الطريق لتأمين نقل تلك المياه الى الجهة الأخرى ولزيادة الأمان وتجنب حدوث المشاكل في السفوح التي تطلو الطريق والتي تنعكس اثارها عليه تعالج مشكلة تجمع المياه فوقها ان وجدت، والتي تعد المصدر الرئيسي لتلك المشاكل وما ينتج عنها من عمليات جيومورفولوجية كالتدفق الطيني والهبوط والانزلاق وغيرها، والتي تلحق الضرر بالطريق.

2- السهول الفيضية :

تتميز السهول الفيضية عن بقية مظاهر سطح الارض بانبساطها والتي تسهل عملية مد الطرق فوقها، الا ان المشاكل التي تعترض ذلك كثيرة سنظهر عند القيام بالتنفيذ، وبعضها منظورة واخرى غير منظورة ومنها ما يأتي:

أ-تتكون السهول الفيضية من تربة رسوبية منقولة ضعيفة التماسك والتحمل، لذا يتعرض الطريق الى الهبوط وخاصة عند مرور مركبات الحمل الثقيلة، لذا تحتاج الى معالجة لتحسين خواصها أو استبدالها.

ب-وجود قنوات الري والبزل والتي تمتد على شكل شبكات تتقاطع مع الطريق في عدة مواقع، فيتطلب ذلك انشاء قناطر وجسور فتزداد كلفة الطريق.

ت-تتضمن بعض السهول الفيضية بحيرات هلالية ومستنقعات لا يمكن مد الطريق عبرها ، لسعتها وضعف صلابة تكويناتها لتشبعها بالمياه وصعوبة انشاء جسور عليها، لذا يجب الابتعاد عنها نحو مناطق افضل في خصائصها وقل كلفة ومشاكل، الا انها اطول مسافة.

ث-ارتفاع مناسيب المياه الجوفية بسبب الري المستمر وارتفاع مناسيب مياه النهر خاصة في مواسم الفيضان فتؤثر على خصائص التربة، والتي تنعكس اثارها سلبا على الطرق .

ج-التعرض الى فيضانات الانهار بشكل مباشر فتعمل على تدمير الطرق.

ح-تأثير المنعطفات النهرية وخاصة على الطرق التي تمر قرب ضفاف الانهار ،اذ تعمل على زيادة المسافة حسب نوع الانعطاف، كما تتعرض الطرق القريبة من قمة المنعطف الى مخاطر التعرية التي ادت الى تدمير العديد من الطرق.

3- الهضاب:

أ - هضاب منبسطة:

تتكون بعض الهضاب من تكوينات صخرية جيرية او طباشيرية، أو أي نوع من الصخور الرسوبية الأخرى، والتي من خصائصها قابليتها على الذوبان بالماء في المناطق الرطبة التي تتعرض الى سقوط الامطار بكميات غزيرة وربما تسمح طبيعة الطرق بتجمع المياه فوق بعض المواضع لوجود حفر وشقوق ضمنها او لانخفاضها عما يجاورها ، أو فوق المناطق المحاذية لتلك الطرق مباشرة، فتعمل تلك المياه على إذابة بعض مكونات الطريق فينتج عنها تشقق الطبقة العليا منها، وتسرب المياه الى الطبقة التي تليها فتعمل على أضعاف تماسكها وصلابتها ومن ثم هبوطها. وتزداد المشكلة تعقيدا عند مرور مركبات الحمل الثقيلة فوقها فتعمل على توسع تلك الحفر والشقوق وهبوط تلك المواضع، وقد تصل الى حد يصعب معه مرور المركبات الصغيرة من تلك المواضع.

وتحدث مثل تلك الظاهرة في بعض المدن وخاصة التي لا تتوفر فيها شبكات لتصريف مياه الأمطار والصرف الصحي تعمل بشكل كفاء، فتوجه مياه الاستعمالات المنزلية والأمطار نحو الشوارع فتتجمع في المواضع المنخفضة، وتبقى لفترة طويلة فتؤدي الى تدمير هذه الأجزاء من الشوارع فتتحول الى حفر ومطبات وتكون ذات منظر مشوه للطريق، وهذا ما يجب الانتباه اليه عند تخطيط الشوارع فيجب ان تكون درجة انحدارها كافية لانسياب المياه بشكل طبيعي من الشوارع الفرعية الى الرئيسية ومنها الى مجاري تنقلها بعيدا عن تلك الطرق.

ب - هضاب متضرسة

تتميز بعض الهضاب بقلة انبساطها وتموج سطحها لما تتضمنه من تلال وهضاب صغيرة (الميسا ووديان) متباينة الابعاد، لذا يواجه مد الطرق في مثل تلك الهضاب مشاكل عدة تحتاج الى معالجات وإجراءات لتجاوزها، ففي بعض المواقع يعترض الطريق تلال او هضاب صغيرة، في مثل هذه الحالة اما ان ترفع تكويناتها السطحية للحفاظ على مستوى الطريق واستقامته أو تغيير المسار إذا كانت تكويناتها رملية او تتضمن أشكال كارستية تؤدي الى هبوط الطريق في المستقبل.

ت-الهضاب ذات التكوينات الهشة:

يغطي سطح المناطق الصحراوية تكوينات غير متماسكة كالرمال وتربة اللوس، والتي تعد ضعيفة التحمل لذا يكون مد الطرق عبرها مكلفا، وقد يتطلب الأمر أزالتها واستبدالها بأخرى افضل منها، وربما تكون الرمال على عمق كبير يصعب رفعها ومعالجتها ومد الطرق فوقها. وحتى ان تم مد تلك الطرق فهناك مشكلة اخرى تتعرض لها تلك المناطق وهي تحرك الرمال والأتربة نحوها فتسبب مشاكل بيئية ومرورية، الأولى تتعلق بتحديد الرؤية والتلوث والثانية تجمع كميات كبيرة من الرمال فوق الطريق فتؤثر على حركة المرور وتعمل على عرقلته، وقد يتسبب في حوادث ينتج عنها خسائر مادية وبشرية.

4- مناطق البحيرات والمستنقعات الجافة ومجاري الانهار المظمورة

يغطي سطح البحيرات والمستنقعات الجافة رواسب غير متماسكة وهشة ضعيفة التحمل، لذا تتعرض الى الهبوط والانخساف عند مرور المركبات الثقيلة فوقها، وعليه يجب معالجة تلك التكوينات من خلال خلطها بمواد تسهم في تحسين خصائصها، او استبدالها بتكوينات افضل. وكذلك الحال بالنسبة لمجاري الانهار المظمورة او المتروكة التي تتكون من رواسب رملية ضعيفة التحمل تغطيها طبقة رقيقة من الطين، فعند مد الطرق فوقها تتعرض الى الهبوط.

5 - مناطق التكوينات الجليدية

تعد المناطق التي كان يغطيها الجليد سابقا والمناطق التي غطتها الرواسب الجليدية من المناطق الضعيفة التماسك والتحمل، اذ يعمل التجمد والذوبان على اضعاف تماسك تلك التكوينات، وايضا بالنسبة للرواسب التي تنقلها الثلوج والمياه الناتجة عن اذابتها فهي ضعيفة التماسك والتحمل، فعند مد الطريق فوقها يجب معالجتها بحقنها بمواد صلصالية غير مسامية تزيد من تماسكها .

مكونات الطرق ومتطلباتها الاساسية

1 - مكونات الطرق

تتكون الطرق من ثلاث طبقات رئيسية وكما يأتي:

أ - الطبقة السفلى او تحت الأساس:

تشمل مكونات سطح الارض التي يمر فوقها الطريق والتي تختلف من مكان لآخر عبر المسافة الطويلة التي يمتد عبرها الطريق، اذ تتباين خصائص المكونات فبعضها جيد والآخر غير جيد

ويحتاج الى معالجة, وتعد تلك الطبقة ذا أهمية كبيرة لتركز ضغط حركة المركبات عليها عبر الطبقات التي تعلوها وعليه أي خلل فيها تنعكس آثاره على تلك الطبقات فيتعرض الطريق الى التشقق والهبوط, لذا يجب ان تكون طبقة متماسكة وصلبة ولا تسمح للمياه بالتسرب خلالها وعليه يتم ضغطها بمكائن ثقيلة لزيادة تماسكها وصلابتها.

ب - طبقة الأساس:

تقع فوق الطبقة السابقة ويتركز عليها ثقل المركبات والذي يتوزع بشكل متساوي على أجزاء تلك الطبقة فيكون تأثيرها على التي تحتها اقل, لذا يجب ان تتمتع بمتانة عالية بحيث لا تتأثر بعناصر المناخ, لذلك تستخدم كسارة الصخور المختلفة كمادة أولية لهذه الطبقة, وفي حالة عدم توفرها تستخدم الترب الطينية الثقيلة المتماسكة والصلبة وقليلة التأثير بالعوامل الخارجية.

ت - الطبقة السطحية:

تمثل الجزء العلوي او السطحي من مكونات الطريق والتي تكون عبارة عن خرسانة ممزوجة من القير او الإسفلت أو الأسمنت والحصى المتوسط الحجم أو الصخور المجروشة, والتي تمزج وفق مقادير معينة ففي حالة زيادة نسبة القير تكون الخلطة لينة وقابلة للتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة, اما إذا قلت نسبة القير وازدادت نسبة الحصى او الحجر فيكون الطريق خشن وذا مسامية عالية تسمح بتسرب المياه في داخل مكونات الطريق فتعمل على اضعاف تماسكها ولغرض تجاوز السلبيات التي تتعرض لها الطرق يجب ان تتصف المواد المستخدمة في تلك الطبقة السطحية بما يأتي:

أ- مواد صلبة ذات مقاومة انضغاطية عالية.

ب - قليلة المسامية والنفاذية

ج خشونة أسطح الحصى والصخور المجروشة لزيادة التماسك والمتانة.

د - قلة تأثير المواد المستخدمة بعناصر المناخ.

2 - المتطلبات الأساسية لإنشاء الطرق

ان انشاء الطرق يتطلب مراعاة جوانب تحقيق المتانة وقلة المشاكل ومنها ما يأتي:

- 1- طبيعة تضاريس المنطقة ودرجة انحدار سفوح المرتفعات والأودية.
- 2- موقع الطريق بالنسبة لشواطئ البحار ومجاري الانهار، ومدى تأثيرها عليه من خلال عمليات التعرية والتجوية، وما تتضمنه من تعرجات ومنعطفات تزيد في أطوال الطرق.
- 3- نوع التكوينات السطحية وتحت السطحية في المواضع التي تمر بها الطرق.
- 4- طبيعة المياه الجوفية، ومدى تأثيرها على الطريق عند إنشائه .
- 5- نوع التساقط الذي يتعرض له الطريق على طول امتداده امطار ام ثلوج، واثاره على مكونات الطريق، وحركة المرور فوقه.
- 6- نوع البيئة التي يمر بها الطريق واثرها عليه، مثل المرور عبر المناطق الصحراوية، وما يتعرض له الطريق من مشاكل مثل حركة الرمال، او المرور خلال مناطق سهلية تتعرض الى مخاطر الفيضانات او المرور ضمن منطقة جبلية تتعرض الى عمليات سقوط وانزلاق وهبوط.
- 7- مدى توفر المواد اللازمة لإنشاء الطريق، كالقير والإسفلت والأسمنت والصخور والحصى.
- 8- اختيار اقصر الطرق واقلها مخاطر واكثرها راحة وأمانا .
- 9- عمل مجاري على جانبي الطريق لتجميع مياه الامطار والثلوج الساقطة فوق الطريق والمناطق المجاورة لها ونقلها بعيدا عنها.
- 10- عدم السماح بتوجيه مياه الاستعمالات المنزلية والصرف الصحي والأمطار نحو الشوارع والتي تعمل على تدميرها وتخطيط شوارع المدن بشكل يضمن انسياب مياه الامطار نحو مناطق تخصص لتجميعها خارج الشوارع.

- 11- عدم مد انابيب شبكات مياه الشرب والصرف الصحي في وسط الطرق بل تكون ضمن الرصيف المخصص للمشاة, اذ يؤدي مرور المركبات الثقيلة فوق تلك الأنابيب الى تأثرها فتؤدي لتدمير الطريق, وقد تكون الآثار غير واضحة في البداية إلا بعد مرور فترة من الزمن فيتعرض الطريق الى الهبوط او الانخساف في تلك المواضع.
- 12 - اتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة المشاكل القائمة والمتوقعة التي تتعرض لها الطرق المارة اسفل السفوح، والتي تكون مخاطرها كبيرة على مستخدمي الطريق.

تخطيط المطارات:

انواع المطارات

تخطط المطارات حسب الخدمة التي تؤديها فبعضها للنقل داخل البلد وخارجه واخرى لأغراض محددة وتسمى بالمطارات الثانوية، كالأغراض العسكرية او الزراعية او التصوير الجوي او أي خدمة محددة, واستنادا لذلك يتم تخطيط المطارات الخاصة بإقلاع وهبوط الطائرات حسب نوع الطائرة ودرجات الحرارة وارتفاع ارض المطار عن مستوى سطح البحر وميل الأرض وعلى العموم تكون أطوال الممرات كما يأتي:

- 1-مطارات ثانوية طول الممر ما بين 500—1000م.
 - 2-مطارات محلية طول الممر ما بين 1000—1300م.
 - 3- مطارات رئيسية طول الممر ما بين 1300—1800م.
 - 4- مطارات كبيرة للرحلات داخل القارة طول الممر ما بين 1800—2300م.
 - 5- مطارات كبيرة جدا للرحلات بين القارات طول الممر ما بين 2300—3300م.
- وتتخذ الممرات أوضاع مختلفة منها منفردة واخرى مزدوجة او متقاطعة او على شكل حرف (V) , وعليه يحتاج كل نوع من المطارات الى منشآت ومواقف سيارات وخدمات، وهذا يتطلب مساحة واسعة من الارض، والتي تصل الى 20 كم² وقل من ذلك في المطارات الصغيرة.

العناصر التي يجب مراعاتها عند تخطيط المطارات:

- 1-ان تكون الارض منبسطة وذات انحدار بسيط لغرض تصريف مياه الامطار والصرف الصحي خارج منطقة المطار, وكذلك لتأمين تصريف المياه الجوفية بشكل طبيعي دون الحاجة الى محطات ضخ نحو المناطق الواقعة خارج المطار.
 - 2-ان لا تكون المنطقة حوضية تحيط بها الجبال التي تعرقل عمليات الاقلاع والهبوط.
 - 3-انبساط ارض المطار، بحيث يسهل انشاء الممرات عليها في اتجاهات مختلفة لتأمين عمليات الاقلاع والهبوط.
 - 4-توفر المياه من مصادر مختلفة سطحية او جوفية لسد حاجة الاستعمالات المختلفة.
 - 5-ان تكون ارض المطار ذات تكوينات متماسكة وقدرة تحملها عالية لاستقبال الطائرات الكبيرة.
 - 6-عدم تأثر ارض المطار بالنظام الهيدرولوجي سواء المياه السطحية او الجوفية.
 - 7-عدم التعرض الى العواصف الرملية والغبارية التي تؤثر على مدى الرؤيا, كما تؤثر على الممرات عند تجمع الرمال والأتربة فوقها فتعرقل عمليات الاقلاع والهبوط.
 - 8-نوع المناخ السائد من حيث الحرارة وتساقط الامطار والثلوج والرياح والضباب ومدى تأثيرها على الطيران.
- الخصائص الجيومورفولوجية لأرض المطارات:**

ان الخصائص الطبيعية الجيولوجية و الهيدرولوجية والجيومرفولوجية تتباين من مكان لآخر، وربما لا توجد منطقة تتوفر فيها جميع الشروط الملائمة لإنشاء المطارات، إذ تتباين المشاكل من منطقة لأخرى، فبعضها يمكن معالجتها واخرى مكلفة المعالجة او غير مجدية. وقد كانت لطبيعة سطح الارض الدور الفاعل في شكل وسعة المطار، فبعضها واسعة لتوفر ارض مناسبة والبعض الآخر متوسطة المساحة، في حين توجد مطارات صغيرة تقتصر على مدرج واحد للهبوط والاقلاع، لعدم توفر المساحة اللازمة. فالمطارات متباينة المساحة، بحسب تباين خصائص المناطق وكما يأتي:

1- السهول الفيضية:

تتميز السهول الفيضية عن غيرها من مظاهر السطح بما يأتي:

- أ- انبساط الارض وعلى نطاق واسع .
- ب- ارتفاع مناسب للمياه الجوفية.
- ت- التعرض الى مخاطر الفيضان بشكل مباشر او غير مباشر.
- ث- قدرة مكوناتها على التحمل ضعيفة لقلة تماسكها .
- ج- توفر المياه لسد حاجة الاستعمالات المختلفة.

2- ارض المدرجات النهرية:

ان ما تتميز به المدرجات يتمثل بما يأتي:

- أ- الارض المنبسطة محدودة المساحة.
- ب- جودة التصريف لمياه الامطار وغيرها.
- ت- عدم التعرض الى أخطار الفيضانات لارتفاعها عن مستوى مجاري الانهار.
- ث- عدم التأثر بالمياه الجوفية، إذ لا تساعد تكويناتها على خزن المياه في طبقاتها العليا لنفاذيتها العالية، فضلا عن ارتفاعها وابتعادها عن مصادر تلك المياه.
- ج- قدرة تحمل تكويناتها جيدة.

3- الهضاب الصخرية المنبسطة:

تعد الهضاب المنبسطة من المناطق التي تتمتع بالعديد من الخصائص منها ما يأتي:

- أ- ارض منبسطة واسعة المساحة.
- ب- قدرة تحملها عالية خاصة في المناطق الجافة وتقل في المناطق الرطبة وخاصة التي تتكون من صخور كارسنية تذوب في الماء.
- ت- عدم التعرض لأخطار الفيضان.
- ث- قلة توفر المياه .
- ج- التعرض الى العواصف الرملية والترابية في اغلب الاحيان اكثر من المناطق الأخرى.

ظاهرة هبوط الارض واثرها على تخطيط المشاريع الهندسية

تعد ظاهرة هبوط الارض من المشاكل التي تعرضت لها مناطق عدة في العالم، ورغم أنها قديمة وأثارها ومخاطرها بدت واضحة مع زيادة استغلال الموارد الطبيعية وانتشار العمران، وقد كانت تلك الظاهرة في البداية تحدث لأسباب طبيعية، الا أن تدخل الانسان في شؤون البيئة أسهم في ارتفاع معدلات حدوث تلك الظاهرة، كما ارتفع عدد الحالات والمشاكل الناتجة عنها، و الهبوط يعني تعرض جزء من سطح الارض الى التحرك نحو الاسفل عما يحيط به، فيظهر منخفض عما يجاوره، وتختلف درجة الهبوط من مكان لآخر حسب العامل المسبب لذلك، كما أنها متباينة الحدوث من حيث السرعة، فبعضها بطيئة وتستمر عشرات السنوات كما هو الحال بالنسبة للمناطق التي يتم سحب المياه من تحتها، او التي تتغير فيها خصائص التربة، او قد تكون سريعة الحدوث وعميقة مثل ظاهرة تكهف الطبقة تحت السطحية، ثم تتعرض الى الهبوط بشكل مفاجئ، كما ان مدى تأثيرها على النشاط البشري يختلف من مكان لآخر حسب نوعية الانشطة

التي تمارس في مكان الهبوط. ولغرض تغطية الجوانب الاساسية للموضوع سيتطرق للعوامل المسببة لذلك والاحداث والمشاكل الناتجة عنها.
اولا-اسباب الهبوط

- 1-هبوط ناتج عن انخفاض منسوب المياه الجوفية
- 2- هبوط ناتج عن سحب البترول والغاز
- 3-هبوط ناتج عن عمليات التعدين الباطني
- 4-هبوط ناتج عن عمليات الري
- 5-هبوط ناتج عن تأثير الزلازل
- 6-هبوط ناتج عن الميل والانحدارات
- 7-هبوط ناتج عن تأثير الجاذبية الارضية
- 8- هبوط ناتج عن تأثير مياه الامطار الاستثنائية
- 9-هبوط ناتج عن ارتفاع درجات الحرارة
- 10- هبوط ناتج عن تغير خصائص التربة.
- 11 – هبوط ناتج عن تأثير الاحمال الساكنة على الارض كالمنشآت والمباني
- 12-هبوط ناتج عن تأثير الاحمال المتحركة على طبقات التربة كحركة الانسان والمركبات.
- 13-هبوط ناتج عن التراكمات الجيولوجية الثانوية كالكسور والطيات والفواصل والشقوق.
- 14-هبوط ناتج عن ظاهرة التكيف (الكارست).
- 15-هبوط ناتج عن هبوط نيازك على سطح الارض

1-هبوط ناتج عن انخفاض منسوب المياه الجوفية

يتعرض سطح الارض في بعض الاماكن إلى حركة أفقية أو رأسية ناتجة عن ضخ الماء الجوفي، وتعرف الحركة الرأسية للقشرة الأرضية بهبوط سطح الأرض، ويظهر هذا واضح في المناطق التي يتركز فيها استغلال المياه الجوفية على نطاق واسع، وتتجاوز كمية الضخ المحددة، وتتنخفض تبعا لذلك مناسيب المياه الجوفية أو السطح البيزومتري في الخزانات المستغلة، فيؤدي الى تحرك الطبقة التي كانت مشبعة بالمياه إلى الاسفل لكي تحل ذرات التربة مكان الفراغ الذي تركته المياه، ويزداد هذا الهبوط كلما ازداد هبوط منسوب الماء الجوفي أو السطح البيزومتري، وكلما ازداد سمك الخزان الجوفي أو الطبقات شبه الصماء أو الحابسة فتصبح هذه الطبقات أكثر انضغاطية، فيزداد عمق المنطقة الهابطة. ومن الجدير بالذكر أن الهبوط غير المنتظم أو التفاوت لسطح الارض يظهر نتيجة زيادة الاختلاف أو الفرق بين العوامل المذكورة اعلاه، ويعد الهبوط غير المنتظم أشد خطورة من الهبوط العادي أو المنتظم.

أما الحركة الأفقية لسطح الارض فيمكن أن تسبب شروخا وشقوقا في سطح الارض، فينتج مزيدا من الدمار لكل ما هو موجود فوق سطحها، وقد سجلت حالات انهيار وتدمير كامل لكثير من الجسور والمباني والطرق والانفاق وخطوط السكك الحديدية، وخطوط شبكات المياه والمجاري والكهرباء، فضلا عن انهيار وتقوس كثير من أنابيب تغليف آبار المياه الجوفية وذلك نتيجة إجهاد التكوينات الصخرية .

2- الهبوط الناتج عن سحب البترول والغاز

ان الهبوط الناتج عن استخراج البترول والغاز الطبيعي عادة ما يتميز بمحليته وتركزه في مناطق محددة وواضحة بشكل اكبر مما يترتب على سحب المياه الجوفية.

3-الهبوط الناتج عن عمليات التعدين الباطني:

تعد عمليات التعدين الباطني احد أسباب حدوث الهبوط الموضعي في كثير من المناجم، اذ يعد التعدين بمثابة إزالة جزء من مكونات القشرة الارضية تحت السطحية، وتكوين تجاويف تحتية

تتعرض أسطحها لانهيار ،خاصة مع زيادة كمية المواد التي يتم تعدينها، وشق ممرات رئيسية أفقية ورأسية داخل المنجم تؤدي الى تفويض سفلي يتسبب عنه في كثير من الاحيان تدمير و تشويه لسطح الارض في مناطق التعدين.

4-الهبوط الناتج عن عمليات الري:

يرافق بعض عمليات الري هبوط ارضي في بعض المناطق الزراعية، مثل مناطق رواسب المراوح الفيضية الهامشية وعادة ما يحدث الهبوط لتعاقب الرطوبة مع الجفاف على انواع التربة الصلصالية، فيؤدي جفافها بعد ابتلالها الى تصلبها وانكماشها. والواقع رغم ان ظاهرة الهبوط السطحي للأرض غير ملحوظة في كثير من المناطق خاصة في الدول غير المتقدمة التي لا تتوفر فيها عمليات مسح وقياسات دقيقة الا ان نتائجها ذات اثر كبير على العديد من الاستخدامات البشرية المختلفة.

5-الهبوط الناتج عن تأثير الزلازل:

تعد الزلازل احد الظواهر الطبيعية التي تصيب بقاعا من الارض بصورة مستمرة ،وخاصة المناطق التي تقع في مناطق يمر عبرها الخط الزلزالي، وتصيب مواقع أخرى بصورة مفاجئة مسببة في كلا الحالتين الكوارث والدمار إذا كانت شدتها كبيرة، او تقع بؤرتها تحت مناطق مأهولة بالسكان فتبعث حركات موجية في تكوينات القشرة الارضية يعقب ذلك تحرر الطاقة من الغلاف الصخري، وهذه الطاقة تتولد نتيجة الإزاحة العمودية أو الأفقية ضمن صخور القشرة الارضية عبر الصدوع التي تحدث لتعرضها المستمر للتقلصات والضغط الكبيرة، فالزلازل تولد حركات موجية طويلة وعرضية ،والتي تتراكب فيما بينها بالقرب من القشرة الارضية، فتزداد سعتها مما يولد قوى تززع استقرار الصخور على المنحدرات فتؤدي الى حصول الانهيارات الارضية أو الى انزلاق المنحدرات.

6-هبوط ناتج عن الميل والمنحدرات

وتعد الانحدارات من أهم الاسباب الرئيسية التي تؤدي الى انزلاق الكتل الصخرية ،وزحف التربة وجعل المنطقة غير مستقرة جيولوجياً ،وقد يترتب على تجمع الصخور والتلوج واقامة الأبنية الثقيلة فوق بعض السفوح حدوث عمليات هبوط في الأرض ،ويكون واضحاً في المناطق التي تكون هشة ورطبة.

7- تأثير الجاذبية الارضية ان للجاذبية الأرضية دور كبير في عملية الهبوط والانهيار و الانزلاق الصخري وزحف التربة المفككة والركام الصخري على المنحدرات، والتي تؤدي الى تدمير المدرجات الزراعية والمباني السكنية والبنية التحتية ،وقوة الجاذبية الأرضية تزداد بزيادة مقداري الكتلة ودرجة الميل ،أي تتناسب تناسباً طردياً مع مقدار الكتلة ودرجة الميل وتزداد أيضاً عندما تمتلئ مسامات الصخور بالمياه أثناء تساقط الأمطار. وان عدم الاستقرار هنا ناتج عن تأثير التجوية والتعرية التي تقلل من مقاومة سطح المنحدرات الصخرية وتسهل عملية انزلاق الصخور غير المتماسكة أو زحف التربة الى أسفل المنحدرات بواسطة قوة جذب الأرض لها.

8- هبوط ناتج عن تأثير الامطار الاستثنائية

تعد الأمطار احد الأسباب الرئيسة التي تؤدي الى الهبوط والانهيارات والانزلاقات الأرضية لتأثر الصخور بالعديد من الشقوق والفواصل أثناء تكوينها وغيرها من التراكيب الاولى والثانوية في الصخور بالإضافة الى عوامل التعرية الأخرى. فعندما تنتشعب هذه الصخور بمياه الإمطار والضباب الكثيف المشبع ببخار الماء والعيون والينابيع من خلال الشقوق والفواصل الموجودة فيها، تؤدي الى تقليل واضعاف قوى التماسك والشد و

الاحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخرية وتعمل أيضا على إذابة المواد اللاصقة في الصخور وتكوين مادة غروية أو صابونية تسهل عملية انزلاق الصخور أو التربة التي تعلوها ،كما أنها تشكل حمل وثقل إضافي على الطبقات الصخرية مما يؤدي الى زيادة الوزن وتشقق الصخور نتيجة الثقل الواقع عليها مما يسهل عملية الانزلاق للمكونات الصخرية. كما أن وجود بعض الطبقات الطينية التي تتركز عليها الكتل الصخرية المعرضة للسقوط تساعد على حدوث الانهيارات الصخرية لأن هذه الطبقات لها قابلية شديدة لامتصاص المياه والانتفاخ والتشقق بعد فقدانها للمياه وبذلك تكون محفزة لحدوث الانهيارات وتساقط الكتل الصخرية. كما تعمل مياه الأمطار التي تتجمع في الحفر التي تتضمنها التربة الهشة على تشبع تلك التكوينات بالمياه

9-هبوط ناتج عن ارتفاع درجات الحرارة

تعد الحرارة من أهم عناصر المناخ ونتيجة لاختلاف درجات الحرارة أثناء الليل والنهار تؤدي الى استمرار تمدد الصخور وانكماشها وهذا يؤدي بدوره الى خلخلة أجزائها وتفتتها ، كما أن التغير في درجة الحرارة يؤدي الى تولد ضغوط وجهود متباينة في الصخر ، وفي اتجاهات مختلفة يكون نتيجتها على مر الوقت حدوث في التشققات في الاتجاهات المختلفة مما يساعد على تهشم الصخر وتفتته خصوصا الطبقات الخارجية منه ، ثم يمتد التأثير الى الطبقات التي تليها من الداخل. كما إن الصخور ليست جيدة التوصيل الحرارة وان انتقال الحرارة من السطح الى الداخل قليل وبالتالي لا تتمدد الاسطح الداخلية بنفس تمدد وتقلص الاسطح الخارجية، وهذا يؤثر على مدى انفرط وتكسر الصخر.