المحاضرة السابعة

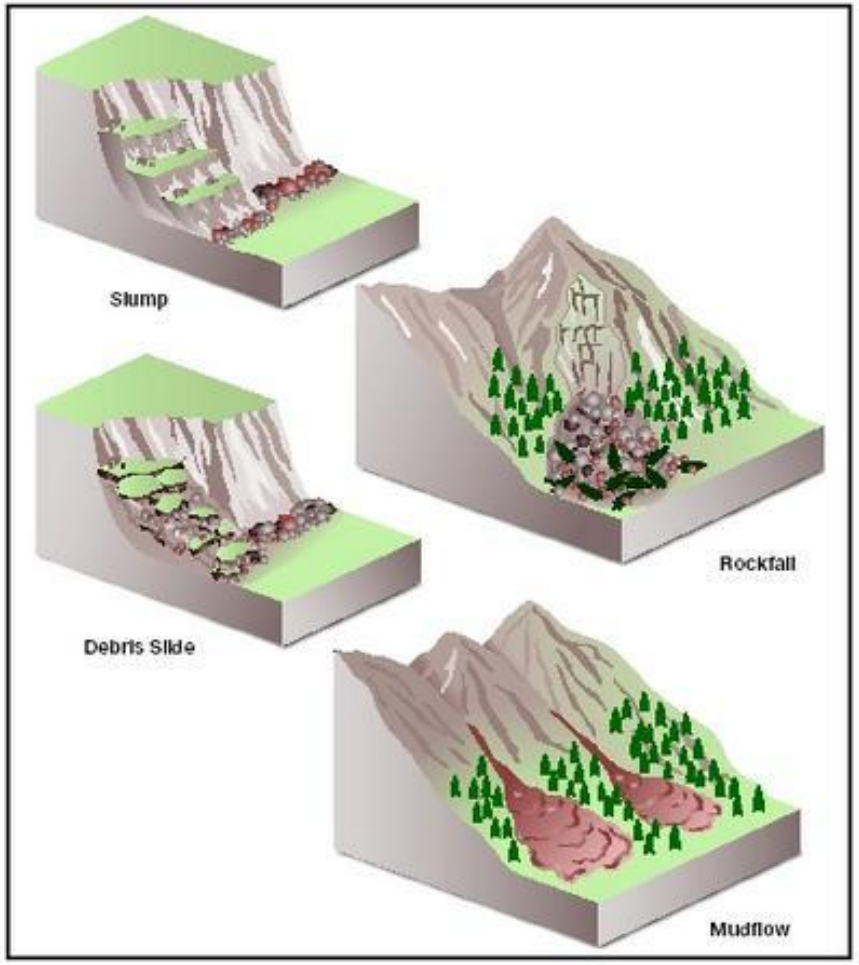
الأخطار وسطح الأرض
(الجيومورفولوجية)

ثالثاً: الانهيارات الأرضية.

رابعاً: الهبوط الأرضي.

ثالثاً: الانهيارات الأرضية

١- مفهوم الانهيارات الأرضية



يطلق مصطلح انهيارات أرضية على كل العمليات التي ينتج عنها نقل للمواد الصخرية فوق السفوح والذي يختلف في طبيعته من حيث الحجم والسرعة ونوع التكوينات الصخرية المنقولة والأخطار التي تنجم عن حدوثها.

ومن أنواع الانهيارات الأرضية **الانزلاقات** وفيها تتحرك المواد الصخرية كوحدة منزلقة على سطح الانهيار عندما تسيل وتبدو في تحركها أشبه ما يكون بالمادة في حالة السيولة. ويسبب الاحتكاك أثناء الانزلاق اهتزاز للتربة مما يجعلها تتحرك في شكل متدفق على سفح أقل انحداراً، ومن أكثر المناطق تعرضاً للانزلاق الأرضي جروف الانهيارات والجروف البحرية.

وهناك ما يعرف **بالسقوط الصخري** ويحدث عادة فوق السفوح الصخرية العارية حيث تنحدر الكتل الصخرية باتجاه قدم السفح المنحدر مرتطمة بالأرض دون احتكاكها بسطح السفح، لذلك تكون عادة فجائية وبسرعة أكبر من أي نوع آخر من الانهيارات الأرضية الأخرى.

توجد أيضاً أنواع بطيئة في تحركها وغير محسوسة ولكن لها أخطارها بالمناطق التي تتعرض لها ومنها **زحف التربة وزحف هشيم السفح**.

على أساس مدى تأثيرها على الإنسان والأخطار المرتبطة بها يمكن تقسيم الانهيارات الأرضية إلى ثلاثة أنواع:

١- الانهيارات والانزلاقات التي **يستحيل توقع حدوثها** وعندما تحدث ينتج عنها تدمير بالغ بالمنشآت وخسائر فادحة بالأرواح.

٢- انهيارات **يمكن توقع حدوثها**، وعادة ما تكون في مناطق السفوح المنحدرة التي تعرضت في مراحل سابقة لعمليات انهيارات أرضية، ومن ثم فإنها في حاجة لتدخلات من قبل الإنسان لمنع حدوثها أو الحد من آثارها التدميرية عندما تحدث من سفوح الأودية المنحدرة.

٣- هي الانهيارات الأرضية التي قد تتعرض لها مواضع المنشآت الهندسية من مبان وطرق وقنوات مائية وسكك حديدية وغيرها.

٢- خصائص صخور الأساس

يتحدد حجم الكتل الساقطة أو المنزلقة فوق السفح على أساس كثافة الفواصل الصخرية والصدوع وأسطح الطبقية والشقوق التي تبين أحد السفوح المنحدرة شديدة التقطع والتفصل مما يجعلها عرضة لحدوث انهيارات أرضية وشيكة، مثل منطقة عسير الجبلية

تلعب خصائص الصخور المفتتة دورها في حجم الانزلاق الصخري وطبيعته، وتتمثل أهم خصائصها في نسيجها الصخري ودرجة تماسكها وبنيتها وشكل المفتتات وكثافتها النوعية ودرجة نفاذيتها ومساميتها، فمثلاً نجد أن التربة السطحية الناعمة تكون صلبة في حالة جفافها، ولكن عند سقوط أمطار غزيرة على السفح فإنها تتحول إلى حالة لدنة أو يحدث تسييل وتتعرض لتدفقات طينية عارمة.

تلعب الاهتزازات الأرضية دورها في عدم استقرار السفح وتعرض مفتتاته للانزلاق أو السقوط، وهذه الاهتزازات قد تكون نتاج زلازل طبيعية أو ذبذبات ناشئة عن تفجيرات في المناطق الجبلية، أو عن حركة السيارات الثقيلة فوق الطرق الجبلية المتاخمة لها، كذلك قد تؤدي البراكين في حدث تدفقات طينية مدمرة وذلك نتيجة للأمطار التي كثيراً ما تسقط في أعقاب الانفجارات البركانية.

للإنسان دور في إحداث انهيارات أرضية بأنواع مختلفة وبطرق مباشرة وغير مباشرة، وذلك من خلال نشاطاته المتنوعة في تلك البيئات الجبلية مثل ما يتعلق بعمليات الحفر والتعميق في أعالي التلال أو عند رؤوس الأودية. أو من خلال مده للطرق وشقه للأنفاق وتعميق الخزانات، وقد يحدث أضراراً بالسفوح بطرق غير مباشرة من خلال اقتطاعه للأشجار وتعرية السفوح وتعرضه لأخطار الفيضانات والانهيارات الأرضية دون حماية. كذلك نجد في السفوح الجبلية بالعروض الباردة نشاطات بشرية تلعب دورها السلبي على استقرار السفح مثل قطع الأشجار وتشييد المباني ومد الطرق وغيرها من التدخلات التي تزيد من فرص حدوث انزلاقات أرضية وانهيارات جليدية إلى جانب ممارسة رياضة التزلج على الجليد التي تنتشر في أوربا وأمريكا الشمالية ويتسبب عنها انهيارات جليدية تودي بأرواح أعداد من السكان وتدمر المنشآت من مبان وطرق وجسور خاصة مع وجودها عند أقدام السفوح الجبلية.

٣- أمثله لحوادث انهيارات أرضية والكوارث التي تترتب عليها

١- حدث سقوط لكتلة صخرية من أعلى سفح منحدر بشدة باتجاه عقبة الباحة في موضع على مسافة ٥ كم من مدينة الباحة وقد سقطت فوق أحد الجسور الضخمة ونتج عنها تحطم الجسر وقتل ٥ أشخاص بجانب تدمير لإحدى الشاحنات التي كانت تسير لحظة سقوطها وكان ذلك في عام ١٩٩٠م.

٢- وقع انهياراً ارضياً ناجماً عن أمطار غزيرة في منتجع جبلي شرق سول عاصمة كوريا الجنوبية عام ٢٠١١م دمر ثلاثة فنادق صغيرة وقتل ١٣ شخصاً. وقال أحد الناجين أن صوت الانهيار بدا كصوت قطار قادم. وقال مسئولون أن ٢٤ شخصاً أصيبوا بجراح حينما وقع الانهيار الأرضي بعد منتصف الليل بقليل. وقد ارتفع منسوب الإمطار على العاصمة مما أدى إلى سيول وانهيارات أرضية وإغلاق جسور. وانقطعت الكهرباء عن جنوب المدينة وعلقت خدمة القطارات وغمرت المياه محطات قطارات الأنفاق.

٤- مواجهة الإنسان للانهيارات الأرضية (٥)

١- حفر وتمهيد انحدار السفح إلى أن يصل إلى زاوية استقرار وتكون هذه الطريقة مجدية في حالة ما إذا كان الانهيار يتضمن إزالة أقل من مليوني م٣ من الصخور.

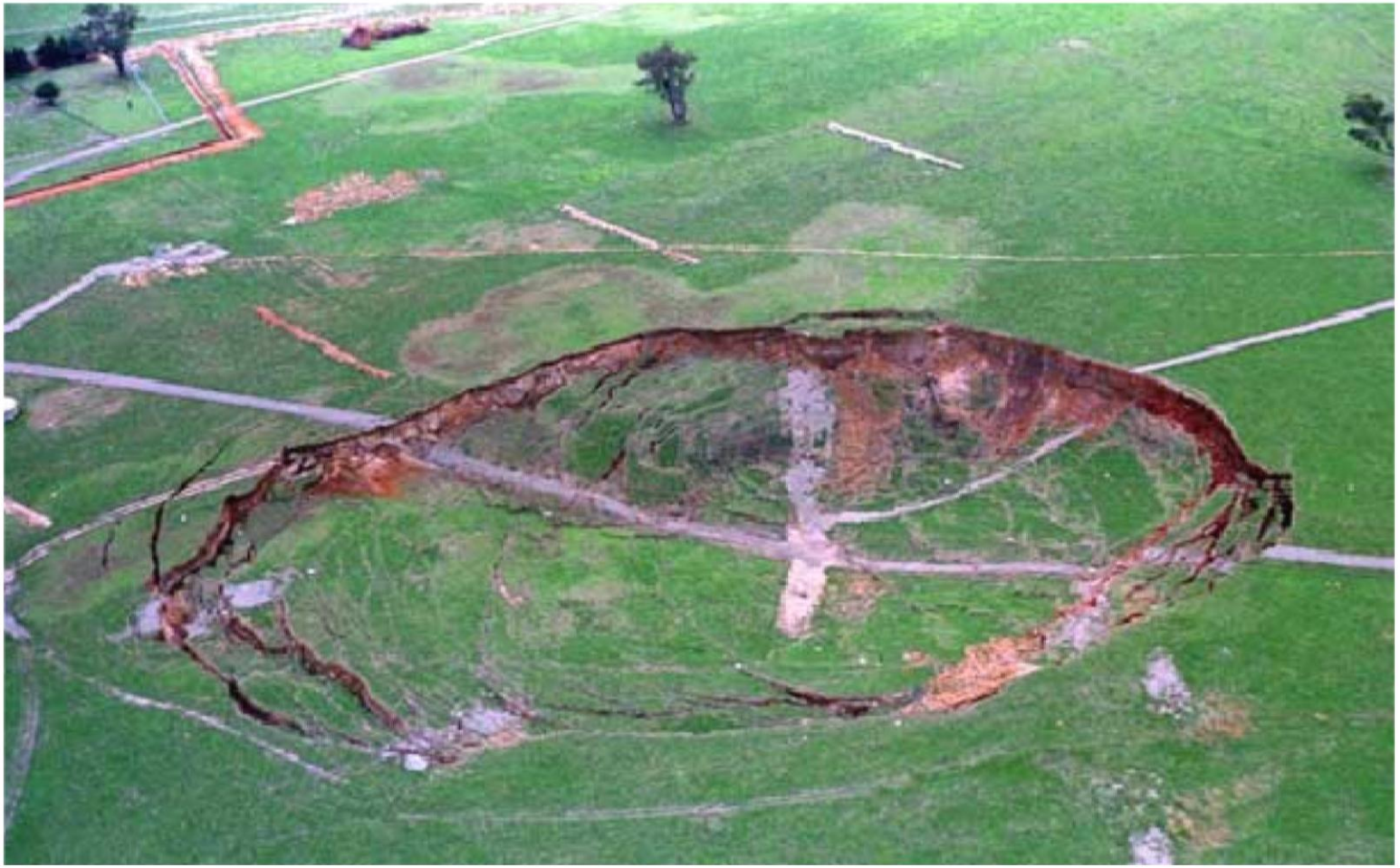
٢- وضع دعامات خرسانية عند أقدمها لتخفيف تأثير الذبذبات الناجمة عن حركة النقل الثقيل على الطرق المتاخمة بشكل كثيف.

٣- استخدام قضبان الشد لتثبيت الصخور حيث تعمل هذه القضبان المشدودة على زيادة الاجهادات العمودية على سطوح الانهيار المحتمل مما يزيد من قدرتها على تحمل إجهادات القص واستقرار السفح.

٤- وتستخدم أيضاَ لتثبيت السفوح وتصريف المياه في الطبقات السطحية مواد الألياف الصناعية.

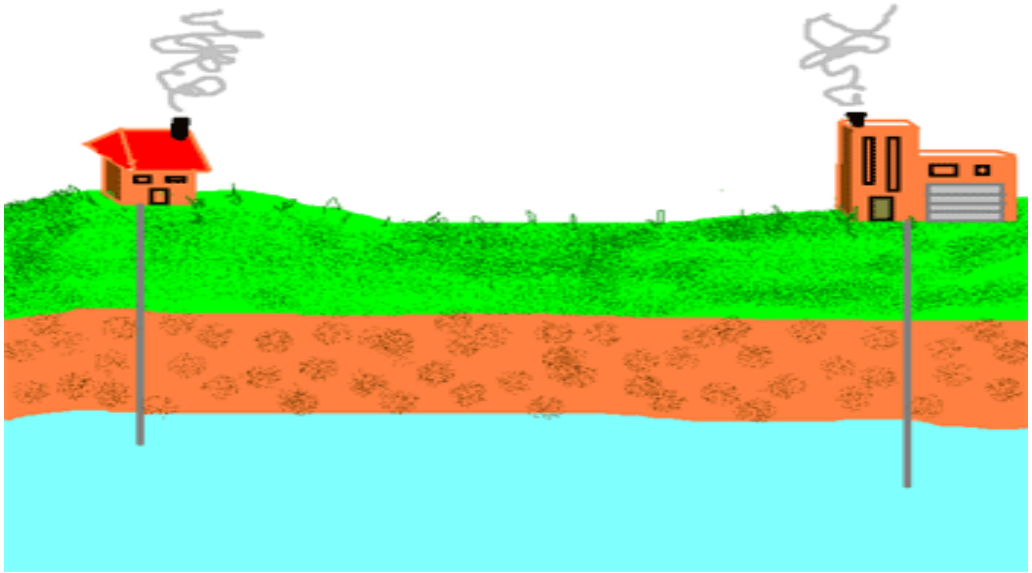
٥- حشو الفراغات في التربة والشقوق الصخرية مثل الاسمنت وذلك بهدف زيادة قدرة السفح على تحمل إجهادات القص والتقليل من نفاذية التربة والصخور للمياه.

رابعاً: الهبوط الأرضي



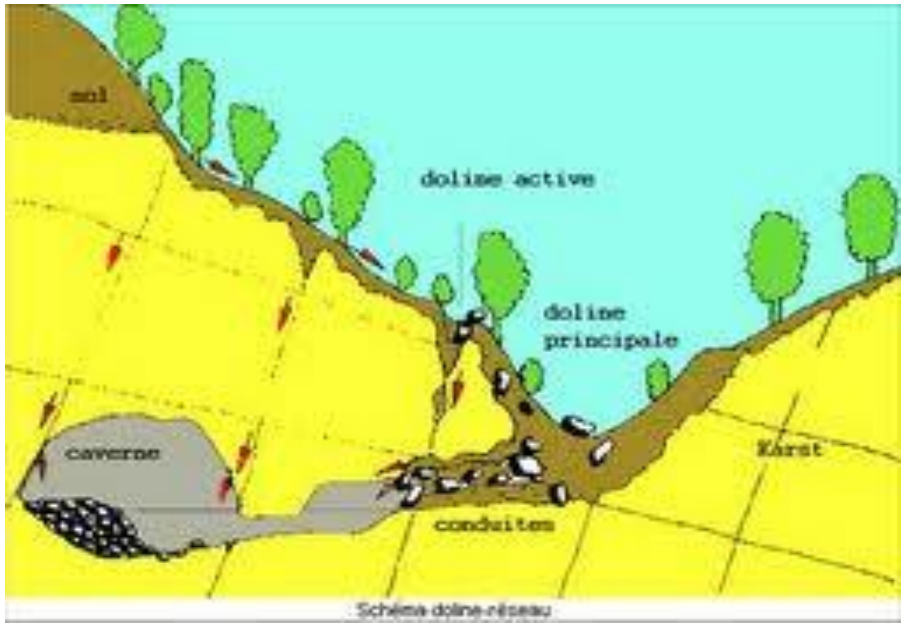
١- مفهوم الهبوط الأرضي

يقصد بالهبوط الأرضي أو ما يعرف بالترييح لدى المهندسين أنه حركة عاموديه أو أفقية تنتاب سطح الأرض، تنشأ عادة نتيجة لحدوث حالة خلل بالتوازن الإستاتيكي للطبقات الأرضية السطحية، وقد تحدث هذه الحالة بشكل تدريجي غير محسوس أو بصورة فجائية.



٢- الأسباب الطبيعية وراء الهبوط الأرضي (٣)

١- الإذابة تحت السطحية



تتعرض المناطق التي تتكون من صخور كلسية بشكل تدريجي لإذابة المكونات الصخرية التحتية، حيث تتميز الصخور الجيرية السطحية بكثرة شقوقها وفواصلها الصخرية التي تعد بمثابة مواضع ضعف وثغرات تهاجمها المياه المشبعة بحمض الكربونيك وتتخللها باتجاه الطبقات التحتية لتقوم بعمليات التعرية الكارستية بتكوين كهوف وأودية تحتية تمتد في شكل ممرات تعمل على تقويض للطبقات الصخرية أسفل السطح مما يؤدي إلى حدوث هبوط من أعلى أو انهيارات.

٢- هبوط الأرض بسبب انصهار الجليد الأرضي:

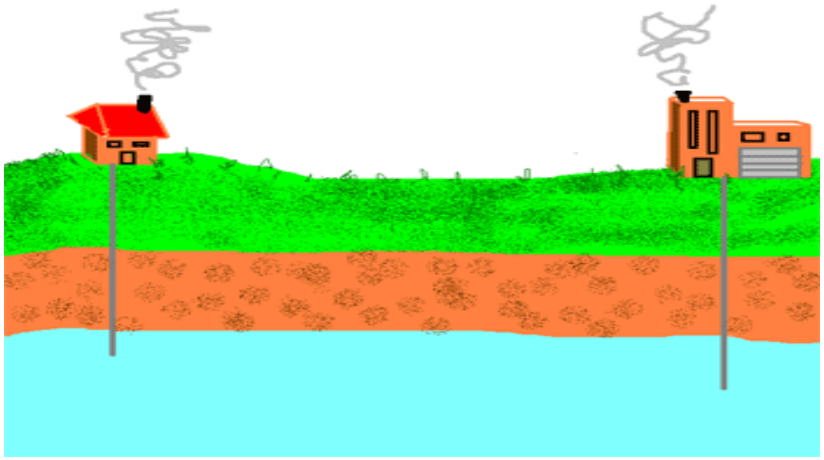
عندما يحدث انصهار للجليد في الرواسب السطحية فإنها تتغير في خصائصها التي كانت تكتسبها في حالة التجمد، مما يؤدي إلى هبوط المباني والطرق والمنشآت المقامة فوقها مع ظهور تجويفات وأودية على السطح نتيجة لانصهار الجليد بالطبقة السطحية والتي تزداد خطورتها إذا ما كانت مكونة من رواسب صلصالية أو غرينية.

٣- التجوية الملحية وهبوط الأرض وتشققها:

يقصد بالتجوية المحلية تلك الضغوط التي يحدثها نمو بلورات الأملاح التي تمتلئ بها التشققات والمسامات الصخرية مما يؤدي إلى تفكك الصخر خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

٣- الأسباب البشرية وراء الهبوط الأرضي(٣)

١- استخراج السوائل تحت الأرض (سحبها)



تظهر حالات الهبوط الأرضي نظرا للسحب الزائد للمياه الجوفية وقد ظهرت في مناطق مختلفة من العالم وخاصة في المدن الصناعية التي تعتمد في جزء كبير من حياتها على المياه الجوفية وكذلك مناطق استخراج البترول.

ويرجع الهبوط الأرضي نتيجة السحب الزائد للسوائل بسبب حدوث نقص في كمياتها بالخزان الجوفي مما يؤدي إلى زيادة قوة التحمل على الطبقات التحتية وحدوث حركة بطيئة للصخر إلى أسفل وذلك نتيجة لحدوث تغيرات في خصائص الرواسب أهمها شدة تماسكها.

٢- عمليات الري في مناطق ذات خصائص فيزيائية معينة:

عندما تمارس عمليات الري والزراعة مناطق ذات تربة ناعمة تزداد بها المواد الغروية والعضوية فإنه ينتج عن ابتلالها عادة تمدد واضح لها يعقبه انكماش واضح عند تعرضها للجفاف مما يؤدي بدوره إلى نقص الحجم الظاهري لها وهكذا تهبط.

٣- عمليات التعدين الباطني والهبوط الأرضي:

تتعرض كثير من مناطق التعدين الباطني لهبوط أرضي موضعي، حيث نتج استخراج المعادن حدوث تجويفات وتكهفات تحت أرضية تؤدي بدورها إلى حدوث هبوط وترييح للطبقات السطحية العلوية لملء الفراغ الناتج عن التعدين، وكلما زادت كميات المعادن المستخرجة اتسع المجال المساحي للهبوط، والذي يرتبط اتساعه كذلك بدرجة انضغاطية الصخور المحيطة بالمعدن وعمق التعدين وغير ذلك من المتغيرات، مثل مناطق تعدين الفحم.

٤- أمثله لحوادث هبوط أرضي (٣)

١- تعرضت منطقة الأفلاج بالسعودية لهبوط أرضي وتشققات أرضية نتيجة لعمليات نحت كيميائي كارستي قامت بها المياه الجوفية المشبعة بالكربون في تكوين الهيت التحتي أدى إلى حدوث سلسلة من الانهيارات.

٢- تعرضت مناطق بالمدن الساحلية المصرية لهبوط أرضي مثل مدينة مرسى مطروح حيث تتعرض بعض المباني للترييح والهبوط، ومدينة الإسكندرية، يرجع ذلك لعمليات إذابة تحتية كيميائية في صخور الحجر الجيري.

٣- حدوث هبوط أرضي في حقل تعدين الفحم بإقليم الرور بألمانيا لم يتم إعادة تخزين مخلفات التعدين بالفراغات التي نجمت عن استخراج الفحم فحدث هبوط كامل لمساحة واسعة وحدوث إزاحة سطحية وتصدع في الصخور.

٤- مواجهة الإنسان لأخطار الهبوط الأرضي(٣)

١- إعادة حقن البترول والمياه بعد عمليات السحب، وذلك بهدف إعادة التوازن في الضغوط.

٢- الحد من السحب المتزايد للمياه الجوفية المحلية وذلك عن طريق مد أنابيب لجلب المياه من مناطق بعيدة.

٣- المناطق التي تتعرض للتصلب السطحي فإن أفضل الوسائل لمعالجتها هي في إغراقها بالمياه وتركها تجف بشكل متتابع فترة طويلة قبل البناء فوقها وتعرف هذه العملية بالتصلب المسبق.