المحاضرة العاشرة

تعرية وتجوية المياه الجوفية

The tenth lecture

Erosion and weathering of groundwater

ا.م.د احمد فليح فياض

تؤثر المياه الباطنية على التكوينات تحت السطحية ميكانيكيا وكيميائيا فيترتب على ذلك عمليات انزلاق وهبوط تعمل على أضعاف تماسكها, وقد ينتج عن عمل تلك المياه تكون مجاري مائية باطنية والتي تتوسع بمرور الزمن لنشاط عمليات التعرية والتجوية وخاصة الكيميائية عندما يتحول الماء الباطني الى حامض مخفف لذوبان بعض الأكسيد فيه مثل حامض والكاربونيك الناتج عن ذوبان ثاني أو كسيد الكار بون في الماء [$Co_2 + H_2o = H_2Co_3$] والذي يتفاعل مع الصخور الجيرية (كربونات الكالسيوم) فتتحول الى مادة ذائبة هي بيكاربونات الكالسيوم [$H_2Co_3 + Caco_2 = CaH_3(Co_3)_2$] وقد تنتقل المواد الذائبة مع الماء المتحرك وتترسب في الفواصل والشقوق أو تخرج مع مياه الينابيع, وينتج عن عمل المياه الجوفية تكون كهوف مختلفة الأبعاد واوسعها التي تظهر في الصخور الجيرية وحسب امتداد الطبقات الصخرية, ففي مناطق الامتداد الأفقي الكهوف واسعة ومنخفضة وفي منا طق الامتداد الرأسي آو العمودي الكهوف ضيقة ومرتفعة,أي آن عمليات التعرية والتجوية تتركز في الفواصل والشقوق التي تتضمنها الطبقات والتي تتخذ اتجاهات أفقية آو عمودية فتحدد الشكل العام للكهف.

وتتطور الكهوف في المناطق الرطبة بسرعة اكبر مما في المناطق الجافة , وعليه أن ماتتضمنه المناطق الجافة من كهوف لا يعود الى الوقت الحاضر بل الى العصور المطيرة والجليدية(عصر البلايستوسين),و للكهوف اثر كبير في حياة الانسان ونشاطاته في الماضي والحاضر إذ كانت

تمثل الملجأ الأمن لسكن الانسان في العصور القديمة لحمايته من الظروف المناخية والحيوانات المفترسة, اما في الوقت الحاضر فأنها تعد من مصادر النترات التي تستخدم في صناعة المفرقعات والأسمدة الكيميائية وهي من فضلات الطيور التي تحتمي في تلك الكهوف.

كما تعد من المواقع السياحية المهمة في مناطق عدة من العالم مثل لبنان توجد مغارة جعيتا وفي ولاية كنتكي الأمريكية كهف ماموث والذي كان سببا في أنشاء منتزه قومي في تلك المنطقة مساحته 240كم^2 , ويتكون الكهف من خمس مستويات يصل عمقها الى 110م, ويجري في المستوى الأخير منه نهر باطني يسمى Echo والذي يصب بعد خروجه من الكهف في نهر جرين أحد روافد نهر اوهايو, ويصل امتداد ممرات هذا الكهف عدة كيلومترات يتراوح ارتفاعها مابين 1و30م ,

وتنتشر الكهوف أيضا في الدول الأوربية مثل سويسرا وفرنسا والنمسا ويوغسلافيا.

وتستخدم الكهوف في بعض الأحيان كملاجئ للوقاية من الحروب الذرية او كمخابئ سرية لاخفاء بعض الأمور او المواد التي تود بعض الدول إخفاءها.

وقد تتعرض بعض الكهوف الى الانهيار فينتج عنها جسور طبيعية مثل ما حدث في فرجينيا.[7]

ومن المظاهر الناتجة عن المياه الجوفية الحفر البالوعية التي يتكون بعضها بشكل تدريجي وبطيء فتكون قليلة العمق وذات جوانب متوسطة الانحدار, والبعض يتكون بشكل سريع فتكون ذات جوانب شديدة الانحدار وعميقة وواسعة ومعظمها يوجد تحت سطح الارض, لذا تتعرض الطبقات الرقيقة التي تغطيها الى الانخساف او الهبوط فينتج عنها أضرار مختلفة وهذا ما حدث في حديقة ونتر بولاية فلوريدا عام 1981 والذي تسبب في هدم منزل وحوض سباحة المدينة وعدد من السيارات الواقفة بالقرب منه, ولم تكن الأولى من نوعها في تلك المنطقة بل البالوعة الثالثة خلال أسبوعين, ويعتقد البعض أن سببها انخفاض منسوب المياه الجوفية التي كانت ترتكز عليها

, ويتميز نظام صرف المياه في المناطق البالوعية بعدم وجود نظام صرف سطحي بل تنصرف المياه نحو البالوعات.[8]

ومن المشاكل الأخرى الناتجة عن المياه الجوفية هو عند سحب كميات كبيرة من تلك المياه الموجدة

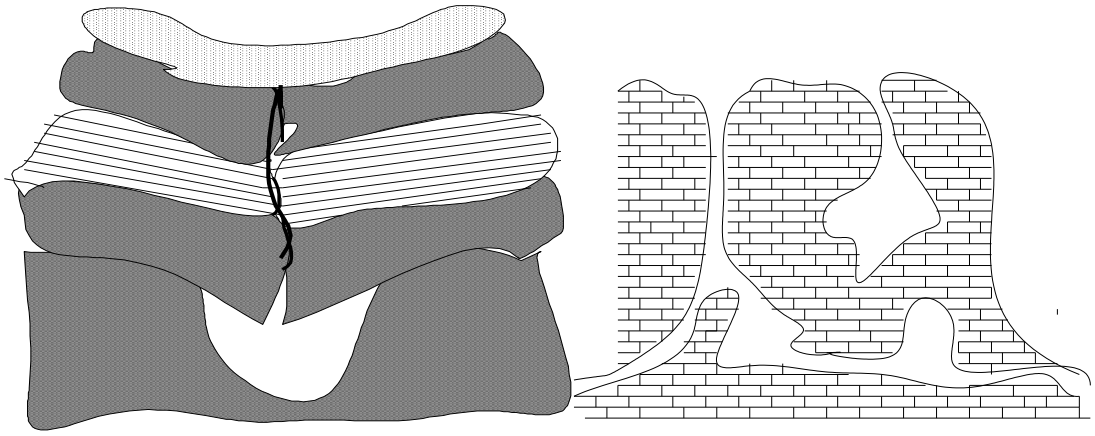
في طبقات سميكة من الرواسب غير المتماسكة فيؤدي سحب المياه الى ترك فراغات خلال تلك الرواسب فتتحرك نحو الأسفل فيحث انخساف في تلك المواضع , وهذا ما حدث بمنطقة سان جوان في كاليفورنيا حيث تسبب سحب المياه الى مستوى 30م انخساف الى حوالي 3م, وكذلك ما حدث في المكسيك فقد حفرت عدة أبار في منطقة كانت بحيرة قديمة فادى ذلك الهبوط الارض في بعض المواضع مابين 6و7 م والذي أدى الى هبوط بعض العمارات بحيث انطمر الدور الاول وتحول مدخلها الى الدور الثاني.[9]

وقد تكون الفجوات الكارستية التي تتضمنها الصخور الجيرية على عمق بضع أمتار ولايمكن التعرف عليها ألا بدراسة متعمقة للموضع, ويحدث في بعض الأحيان كسر في الطبقات الواقعة فوق تلك الفجوة والذي يكون غير واضح في الطبقات السطحية, فعند إقامة أبنية فوق تلك المواضع سيؤدي ذلك الى زيادة الضغط على منطقة الضعف فتهبط الطبقة المكسورة نحو الأسفل والتي تؤدي الى تدمير البناء المقام فوقها, شكل رقم(4-9).

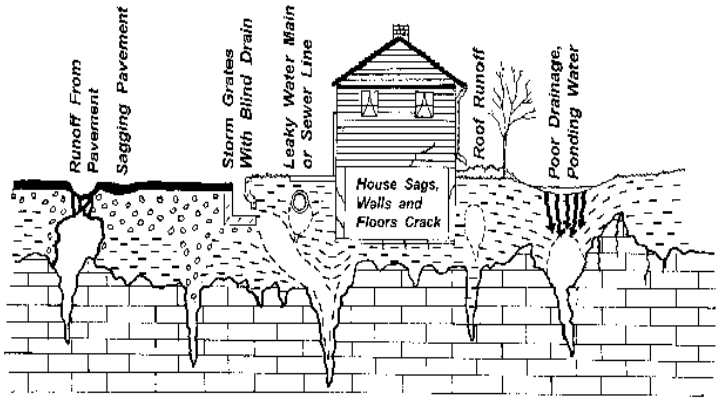
وهذا ما حدث في أرمينيا عام 1939 عندما كان أحد الفلاحين يقود جراره فوق إحدى الفجوات فهبطت به الى عمق 52م, وعليه تحتاج مناطق الصخور الجيرية الى دراسة مستفيضة لأنها تكون صلبة في مظهرها ألا أنها متآكلة من داخلها.[10]

ومن نتائج عمل المياه الجوفية توسيع الفواصل والشقوق الصخرية تدريجيا فتحولها الى ممرات تختلف في سعتها من مكان لاخر, وبعضها مفتوحة الى الخارج وأخرى مغلقة في الأعماق, حيث تنتقل المياه عبر تلك الممرات فتتوسع المناطق ذات التكوينات الضعيفة مكونة فجوات كبيرة تربط بينها ممرات ضيقة, شكل رقم(4- 10أ) وقد تستمر تلك الممرات في امتدادها الى المسطحات المائية القريبة كالبحار او الى مجاري الأنهار, أو تستمر المياه في الغور اسفل الأبنية فتعمل على إذابة الطبقات التي ترتكز عليها أسس الأبنية فتؤدي الى هبوطها كليا أو جزئيا, فتعمل على تدمير الأبنية, حيث تظهر في الجهات الهابطة شقوق تكون كبيرة إذا كان الهبوط واسعا وعميقا, شكل رقم (4-10ب).

شكل رقم(4-9) انكسار وهبوط الطبقات الواقعة فوق فجوات شكل رقم(4-10أ) ممرات وفجوات في الصخور الجيرية



شكل رقم (10ب) هبوط مبنى



❖ **التعرية الريحية وسبل الحد من آثارها:**

تتميز الرياح عن بقية قوى التعرية بأنها حرة الحركة وتغير الاتجاه , وعملها واضح في المناطق الصحراوية والجافة التي تتعرض لعمليات التجوية على نطاق واسع فتعمل على تفكك مكونات التربة والصخور السطحية مما يسهل على الرياح تعريتها بعمليات التفريغ والتذرية والصقل والبري, فتنعكس أثارها على الانسان ونشاطاته المختلفة وخاصة في الوطن العربي الذي تحتل الصحراء نسبة كبيرة من ارضه تصل الى اكثر من 85% من مساحته , حيث توجد معظم مراكزه الاستيطانية

ضمن هذا النطاق أو تحت تأثير البيئة الصحراوية من حرارة وبرودة وتلوث, وقد شهدت بعض المناطق زحف صحراوي نحو الأراضي الزراعية المجاورة لها فأسهمت في انتشار ظاهرة التصحر.

وتعمل الرياح السريعة القادمة من الصحراء على نقل الرمال والمفتتات الصخرية والأتربة والحصى الذي يتدحرج على الارض او ينتقل بالقفز والتي تصطدم بالمنشآت العمرانية واعمدة الكهرباء والهاتف فتعمل على تأكلها, اما الرمال المتحركة فتتجمع فوق الطرق وسكك الحديد فتعرقل السير عليها فضلا عن مشاكل الرؤية , كما تعمل التعرية الريحية على تخفيض بعض المناطق ذات التكوينات الهشة وتظهر الصخور الصلبة بارزة في مثل تلك الأماكن , في حين يترسب ما تحمله الرياح في أماكن معينة عندما تنخفض سرعتها فتعمل على رفع منسوبها ودفن ما عليها من نشاط بشري زراعي او صناعي او عمراني, وعليه يجب اتخاذ بعض التدابير اللازمة للحد من أثار الرياح ومنها ما يأتي:

1- إحاطة المراكز الحضرية بحزام اخضر من الأشجار المتباينة الارتفاع قصيرة وطويلة لتقلل من سرعة الرياح القادمة من الصحراء فتترسب اكبر كمية من الغبار الذي تحمله الرياح وخاصة الخشنة منها, وعرقلة المتدحرجة والقافزة منها, كما أنها تسهم في خفض حرارة الهواء لأنها تمتص الحرارة منه ورفع رطوبته بواسطة عملية النتح.

2- تثبيت الكثبان الرملية وبأساليب متعددة من أهمها ما يأتي:

أ- رش مواد تعمل على تماسك الطبقات السطحية من الكثبان الرملية فتمنع التي تحتها من التطاير مثل الإسفلت او النفط الأسود او مواد طينية.

ب- تغطية الكثبان الرملية بالحصى الخشن والناعم وبسمك لايقل عن 20سم لمنع تطايرها.

ج- عمل اسيجة من النباتات اليابسة أو حائط من طين او الصخور يعمل على حجز الرمال ويحول دون وصولها الى المناطق التي يراد حمايتها, ويفضل أن لاتكن بشكل متعامد على اتجاه الرياح بل بشكل مائل نحو الجهة التي يمكن أن تنحرف أليها الرياح لتغير مسار اتجاه الرمال التي تحملها عن الوضع السابق.

د- عمل خنادق بشكل متعامد على اتجاه الرياح لتجميع الرمال التي تسير فوق سطح الارض وخاصة المتدحرجة والقافزة, كما تعمل سواتر من التراب الذي تم حفره من جهة هبوب الرياح لتخفيف سرعتها وترسيب ما تحمله من أتربة داخل الخندق.

3- تغليف المنشآت والأبنية واعمدة الكهرباء والهاتف بمادة تقاوم تأثير التعرية الريحية وخاصة الأجزاء السفلى منها وعلى ارتفاع 1-2م.

4- أيجاد تصاميم للمساكن والوحدات السكنية بما يتلاءم والبيئة الصحراوية, بحيث يؤخذ بنظر الاعتبار المناخ السائد من جميع الجوانب مثل اتجاه هبوب الرياح وزاوية أشعة الشمس , و تصميم الشوارع والمناطق الخضراء بما ينسجم مع خصائص تلك البيئة والحد من آثارها السلبية.

❖ التعرية الجليد يه:

يعد الجليد من العوامل التي أسهمت في تشكيل سطح الارض من خلال تعرية المنحدرات والأودية التي تمر بها وبطريقتين هما:

1- تفتيت الصخور المتجمدة في قاع الأودية وجوانبها وسفوح المرتفعات, والتقاط تلك المفتتات وجرفها بواسطة الثلاجات.

2- تأكل التكوينات التي تمر فوقها الثلاجات بواسطة ثقل كتلة الجليد وضغطها واحتكاك الصخور التي تحملها بالقاع والجوانب, وقد ينتج عن عمليات التعرية الجليدية تغير مظهر سطح الارض وتكون العديد من الأشكال الأرضية مثل الأودية الجليدية والمعلقة والحلبات الجليدية والحافات الجبلية والقمم الهرمية وغيرها.

و تعد الحلبات الجليدية من الأشكال التي تشهد تطورات تؤثر على المظهر العام للمرتفعات التي تتضمنها, فهي تتكون في أعالي المرتفعات وتمثل بداية أودية تنحدر من أعلى تلك المرتفعات , حوضية الشكل وتمتلئ بالثلوج تارة والمياه تارة أخرى عند ذوبانها, فتؤدي تلك العملية الى توسيع وتعميق الحلبات لما يترتب على عمليتي الانجماد والإذابة من تحلل وتفكيك لمكونات الصخور والتي تنقلها المياه الجارية من تلك الحفر فيزداد عمقها بمرور الزمن, كما تسهم هذه العملية في تقويض سفوح الجبال وتحويلها الى منحدرات شديدة تنعكس أثارها على النشاط البشري فوق تلك السفوح واسفلها.

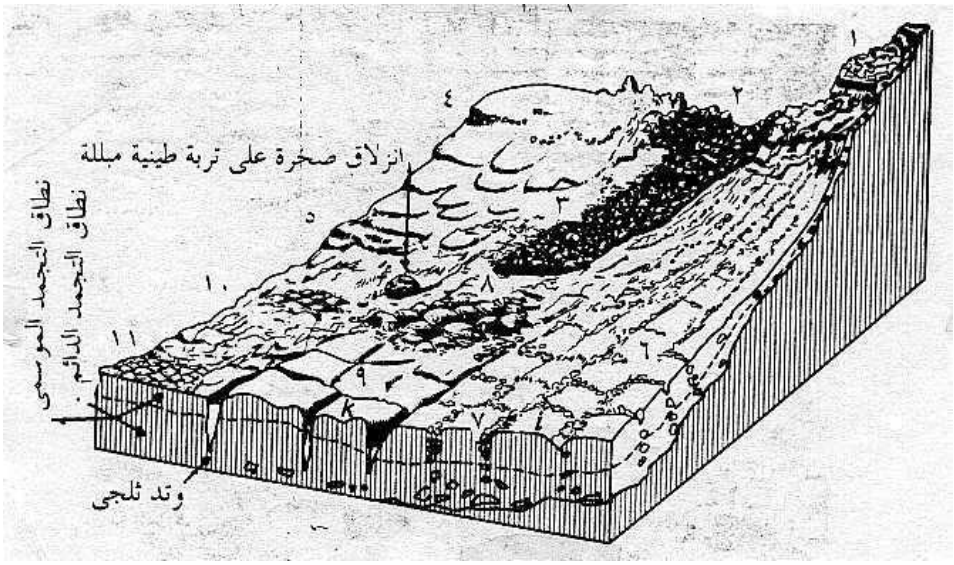
وقد تؤدي التعرية المستمرة في الحلبات المتقاربة الى تأكل مساحات كبيرة من تكوينات السفوح العليا للمرتفعات ذات القمم المنفردة فتتحول الى حافات جبلية حادة وقمم هرمية مدببة من الأعلى.[11]

ومن نتائج عمليات الانجماد والإذابة التي تتعرض لها السفوح حدوث عمليات الانزلاق والهبوط وذلك لما ينتج عن الثلوج من ثقل في مواضع تجمعها وما ينتج عن المياه من قلة تماسك مكونات السفوح.

اما الرواسب الناتجة عن التعرية الجليدية فقد تعمل على تغطية اسفل السفوح وطمرالاودية الصغيرة ومساحات واسعة من الأراضي الواقعة اسفل تلك الجبال, وعليه تكون السفوح المعرضة للتعرية الجليدية غير مستقرة, وكذلك التي تغطيها الرواسب الجليدية الضعيفة التماسك.

ومن الجدير بالذكر أن تأثير الانجماد والذوبان لا يقتصر على المناطق المرتفعة فقط بل يشمل جميع المناطق التي تغطيها الثلوج, ويكون التأثير متباين حسب صلابة الصخور التي تتكون منها كل منطقة , حيث يكون التأثير واضحا في المناطق الهشة او ضعيفة التماسك والتي تتضمن فواصل وشقوق وأخاديد وحفر إذ تتركز فيها عمليات التعرية والتجوية فتؤدي الى تضرس مثل تلك المناطق, شكل رقم(4-11).

شكل رقم(4-11) التعرية الجليدية



❖ اثر المناخ على التعرية:

ظهرت دراسات متنوعة حول علاقة المناخ بالتعرية والتجوية وتكون مظاهر السطح, والتي اتخذت تسميات عديدة مثل الجيومورفولوجيا المناخية ويتناول هذا الاختصاص اثر عناصر المناخ على سطح الارض ولفترة طويلة من الزمن والتي عملت على تغيير مظاهر السطح بسبب التغيرات التي شهدها المناخ بمرور الزمن, والمورفومناخية ويتناول اثر المناخ على النظام البيئي الذي يؤدي بدوره الى تغير مظاهر السطح نتيجة لتنوع المناخ والنبات الطبيعي والتربة. اماالمورفوجينية فيتناول دراسة تصنيف التربة والنبات الطبيعي على أساس المناخ, أي تتناول جميع الدراسات المذكورة الآثار المباشرة وغير المباشرة للمناخ, فالمباشرة تتمثل بالتعرية المائية المطرية والهوائية والثلجية , اما غير المباشرة تتمثل في التجوية بنوعيها الميكانيكية والكيميائية, إذ تسود الأولى على نطاق واسع في المناطق الجافة الصحراوية والثلجية في حين تحدث الثانية في المناطق الرطبة.

والتعرية لاتكن على وتيرة واحدة في جميع المناطق بل تتباين من مكان لاخر اعتمادا على تنوع المناخ , إذ يتميز كل إقليم مناخي بمظاهر تضاريسية تختلف عن الأقاليم الأخرى, حيث لم تكن تلك المظاهر وليدة الظروف المناخية الحالية بل تعود الى الأزمنة الجيولوجية القديمة.

وقد أجريت عدة دراسات لتقسيم الكرة الأرضية الى أقاليم مناخية الان تداخل تلك الأقاليم وظهور مناطق انتقالية

2- قام قو رنيه الفرنسي بجمع حصيلة ترسبات التساقط السنوي والفصلي وكثافة التصريف في 78 حوض نهري فتوصل الى أن متوسط معدل التخفيض لكل جهات العالم القارية تقدر بحوالي 4,. ملم سنويا وهو اكبر من تقدير كور بل.

3- دراسة قام بها سترا خوف الروسي للتعرية التي حدثت في 60 نهر كبير وفي ظروف مناخية مختلفة, فكانت النتائج أن معدل تخفيض الأرض يتراوح مابين (2,. و 4,. ملم) سنويا, ويتميز جنوب شرق أسيا بشكل واضح في هذا المجال ويصل الى حوالي 35,. ملم سنويا.

4- دراسة شوم والتي اعتبر التضاريس والصرف عاملين أساسيين في تقدير كمية الترسبات فتوصل من تجاربه الى ان سطح الأرض ينخفض بمعدل يتراوح مابين 3,. و 9,. ملم سنويا.[13]

❖ قياس التعرية:

أن قياس التعرية عملية معقدة تكتنفها الكثير من الصعاب ومع ذلك جرت عدة محاولات لقياسها في أماكن مختلفة من العالم, وكان التركيز على التعرية المائية وخاصة الجارية والناتجة عن سيول الزخات المطرية او مياه الانهار, ومن خلال تجارب حقلية ومختبريه وكما يأتي:

اولا–القياسات الحقلية:

يعتمد قياس التعرية حقليا على طرق بسيطة ولكن غير دقيقة, كما لايمكن تعميم النتائج على جميع المناطق في العالم لتباين العوامل التي تتحكم في التعرية من مكان لاخر.

وعلى أية حال لا يوجد بديل عن ذلك ويمكن الاستفادة من النتائج في المناطق المتشابهة الظروف والعوامل المؤثرة على التعرية, ومن الطرق المتبعة في التجارب الحقلية ما يأتي:

1– استخدام أوتاد حديدية او خشبية متساوية الطول تثبت في المناطق التي يراد قياس التعرية فيها وتوزع على تلك المساحة بأبعاد متساوية وتكون الأجزاء البارزة منها فوق الارض متساوية الارتفاع, وبعد فترة زمنية محددة يراد قياس التعرية المطرية او المائية خلالها, طويلة أم قصيرة أي قد تكون خلال فصل مطير او لمدة سنة او عدة سنوات, إذ تعمل المياه الجارية على تعرية الطبقة السطحية من تكوينات تلك المنطقة فينخفض منسوبها فينتج عن ذلك زيادة طول الوتد الظاهر فوق الارض وبدرجات متفاوتة حسب قوة التعرية وطبيعة صلابة التكوينات, حيث تتركز التعرية في المناطق الأقل صلابة.

ومن خلال حساب الفرق في ارتفاع الأوتاد قبل وبعد التعرية ومن ثم جمع تلك الفرو قات وتقسيمها على عدد الأوتاد يمكن معرفة معدل التعرية في تلك المنطقة خلال الفترة الزمنية المحددة للقياس.

فعلى سبيل المثال كان عدد الأوتاد 50 وكان الفرق في ارتفاعها قبل وبعد التعرية كلأتي:

18 وتد الفرق في القياس 2سم مجموع الفرق 36سم .

16 وتد الفرق في القياس 1,5سم مجموع الفرق 24سم.

16 وتد الفرق في القياس 2,5 سم مجموع الفرق 40سم.

.: مجموع الفرو قات 100سم وعليه معدل التعرية = $\frac{100}{50}$ = 2سم

وتعد هذه الطريقة سهلة التطبيق وتعطي مؤشرات واضحة عن التعرية في المناطق التي تتعرض لها على نطاق واسع.

2- مقارنة التعرية بين منطقتين إحداهما مغطاة بالنبات وأخرى خالية منه, او بين منطقتين مختلفتين في الانحدار ومتشابهتي التكوين وذات مساحات متساوية, ويتم توجيه المياه الجارية فوق تلك المناطق نحو خزانات تتجمع فيها تلك المياه وما تحمله من رواسب جرفتها من المناطق التي مرت عليها. وبعد توقف الجريان يتم جمع الرواسب في كل حوض وقياس كميتها بوحدة قياس الحجوم مثل سم^3 اوم^3 , ومن المقارنة بين كمية الرواسب المتجمعة في حوض كل منطقة يتضح أي المناطق اكثر تعرضا للتعرية وهي الأكثر رواسب, فعلى سبيل المثال كان مقدار الرواسب المتجمعة من المنطقة الأولى التي مساحتها 50 م^2 $\frac{1}{2}$ م^3 أي معدل التعرية 1سم, أما المنطقة الثانية وهي نفس المساحة ألا أن كمية الرواسب المتجمعة $\frac{1}{4}$ م3 أي معدل التعرية 5,. سم وعليه يكون الفرق في التعرية بين الاثنين 5,. سم.

ثانيا – المحطات التجريبية:

أجريت تجارب متنوعة على التعرية في محطات تجريبية ثابتة ومتغيرة, ففي الثابتة او الدائمة يكون الاعتماد على وحدات تجريبية محددة بحواجز وذات مساحات معلومة, ودرجة انحدار وطول منحدر ونوع تربة متشابهة أو مختلفة حسب الغرض من التجربة, ويتم استخدام عدد من الوحدات التجريبية حسب الهدف من تلك التجربة, وعلى العموم يكون على الأقل وحدتين لكي تجري المقارنة بينهما.

ولغرض التعرف على طبيعة التعرية في ظل نوعين من المحاصيل الزراعية على الأقل وفي كل حالة يستخدم نوعين من الأراضي وفي كل مرة تكون الحاجة الى أربع وحدات, وبتكرار التجربة مرتين تكون الحاجة الى ثماني وحدات تجريبية أبعاد كل وحدة بين 22X 1,8 م و50X 2,5 م, وتصنع حواف تلك الوحدات التجريبية من المعدن أو الخشب وتكون غير نفيذة وغير قابلة للتآكل وارتفاعها ما بين 15و20 سم فوق سطح التربة, ويوجد في نهاية كل وحدة تجريبية أحواض لتجميع المياه الحاملة للرواسب, ومن ثم تجميع تلك الرواسب ومعرفة حجمها في كل وحدة, ومن ثم المقارنة بين تلك الوحدات التي يقع كل واحد منها تحت تأثير عامل معين من العوامل المؤثرة في التعرية, فيتضح أيهما اكثر تأثيرا.[14]

ثالثا – قياس عام للتعرية مثل كمية الرواسب: التي تحملها مياه الانهار وتتجمع أمام السدود وخاصة أوقات الفيضان والتي تعبر عما تفقده أحواض الانهار من رواسب بواسطة التعرية خلال فترة زمنية محددة والتي على ضوئها يمكن تقدير ما يفقده الحوض من رواسب, ومقدار انخفاض سطح الارض بصورة عامة والمشاكل المترتبة على ذلك.

وكان من نتائج الدراسات عن الانهار أن انهار جنوب شرق أسيا تتميز بمعدلات تعرية عالية ومن المتوقع انخفاض أحواضها بمعد 2,7ملم سنويا, كما في حوض النهر الأصفر.اما في الولايات المتحدة الأمريكية فيقدر بحوالي 24.,. ملم سنويا.

كما يمكن قياس الترسبات المتجمعة أمام السدود المقامة على الانهار ومن خلال مقارنة الخرائط الكنتورية للخزانات عند إنشائه وبعد فترة من الزمن فيظهر الفرق بينهما في ارتفاع قاع الخزان وهذا يعني أن الرواسب ناتجة عن تعرية الحوض, وقد طبقت تلك الطريقة على خزان بحيرة ميد على نهر كلورادو التي حجزت فيها المياه من عام 1935لغاية 1948فتبين أن الرواسب التي تجمعت عند رأس البحيرة وصل سمكها الى 73م وعند السد 30م , حيث بلغت كمية الرواسب التي وصلت البحيرة خلال تلك الفترة 1775مليون طن, أي بمعدل 127 مليون طن سنويا.

كما اعتمد الباحثون طرق أخرى لمعرفة معدل التعرية وهي ألد لتوات الناتجة عن الارساب النهري مثل دلتا نهر نيفي أمام ساحل كاليفورنيا كان حجم الترسبات 56كم^3 ناتجة عن تعرية تعرض لها حوض النهر الذي تصل مساحته الى6500كم^2 , وتم تقدير الفترة الزمنية التي تكونت خلالها الدلتا فقدرت بحوالي 15 ألف سنة, ويكون معدل التعرية حوالي 6,. ملم سنويا.