الفصل الرابع والعشرون
أهمية الأشجار فى مقاومه السيول

الجريان السطحى وانجراف التربة

فى معظم الأراضى التى يكون سحطها منحدرا أو تربتها غير منفذة للماء تقريبا ، يحتمل أن يفقد جزء محسوس من الماء الذى يصل إليها ، بالجريان السطحى . ويهتم فى هذه الظروف ، أمران : (١) فقد الماء الذى كان سينفذ الى التربة وربما احتاجت إليه النباتات ، و (٢) إزالة التربة ، كما يحدث عادة عندما يجرى الماء سريعا بهذه الطريقة . ويطلق على نزع التربة ونقلها حينئذ كلمة « انجراف » .

اثار **الانجراف** : قد يرتفع الفقد بالجريان من السطح فى بعض الأقاليم الرطبة إلى ٥٠ أو ٦٠ فى المائة من الأمطار السنوية . أما فى المناطق الجافة فإنه يكون أقل عادة ، إلا إذا كان سقوط المطر من النوع الجارف ، كما يحدث أحيانا فى المنطقة الجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة . ومع أن الفقد فى الماء نفسه خسارة كبيرة فإن الانجراف الذى يصحبه يكون فى العادة أكثر خطورة . نظرا إلى أن التربة السطحية تفقد تدريجيا . ولا يعنى هذا فقدا فى الخصوبة الطبيعية فقط ، بل يتعداه أيضا إلى فقد المغذيات التى قد أضيفت صناعيا . كما أن الجزء الناعم من التربة يزاح فى الأول دائما وهو ، كما سبق التأكيد أكثر أجزاء الأرض خصوبة . فعلى سبيل المثال ، احتوت المادة المنجرفة من أرض كولنجتون Collington طميية رملية (بولاية نيوجرسى) ، ٤ر٧ أضعاف العضوية ، – ر٥ أضعاف النيتروجين ، ٣ر١ أضعاف الفوسفور ، ١ر٤ ضعفا من البوتاسيوم الموجود فى التربة الأصلية أضف إلى ذلك أن المواد الناعمة فى الجزء المنجرف كانت أربعة أمثال ، والبوتاسيوم المتيسر ٣ر٧ أمثال كميتها فى التربة الأصلية .

وبهذا يتدخل الانجراف بدرجة خطيرة فى عدم تحقيق الأهداف المقصودة من أى سياسة لخدمة الأرض ، إذ تصبح طبقة الحرث مكونة من تحت التربة التى تكون فى العادة أقل خصبا ، كما يصير من الصعب الاحتفاظ بالخواص الفيزيائية المرضية . ثم إن

كثيرا من المزارعين ، خصوصا فى جنوب الولايات المتحدة، يفلحون طبقات تحت التربة الآن غير متنبهين إلى أن الطبقات السطحية من التربة قد سلبت من تحت أقدامهم

لقد كان الفعل المدمر للانجراف فى أراضى المناطق العالية ، وما يسببه من ترسيب ضار على الأراضى المنخفضة ، مهملين إلى وقت قريب . ويرجع ذلك إلى الاعتقاد بأن الانجراف ظاهرة لا يمكن التحكم فيها ، وعلة لا يمكن تجنبها . وكان العامل الأكبر هو عدم الملاحظة ـ والاخفاق فى لمس أهمية الازاحة الخفيفة أو تقدير مداها . ومن أكثر اثار الانجراف وضوحا « اطماء » الخزانات ، تلك الظاهرة التى تقلل لدرجة خطرة من السعة التخزينية لها فى جهات عدة ، كما ترفع كثيرا نفقات صيانتها

لقد جاء مستعمروا أمريكا الأوائل من أوربا الغربية التى لا يعتبر الانجراف فيها خطرا. ولا شك أن ذلك كان من العوامل التى ساعدت على وجود الجمود وعدم الاهتمام القديم فى هذا الجزء من العالم بالنسبة لأضرار الانجراف بجميع أنواعه .

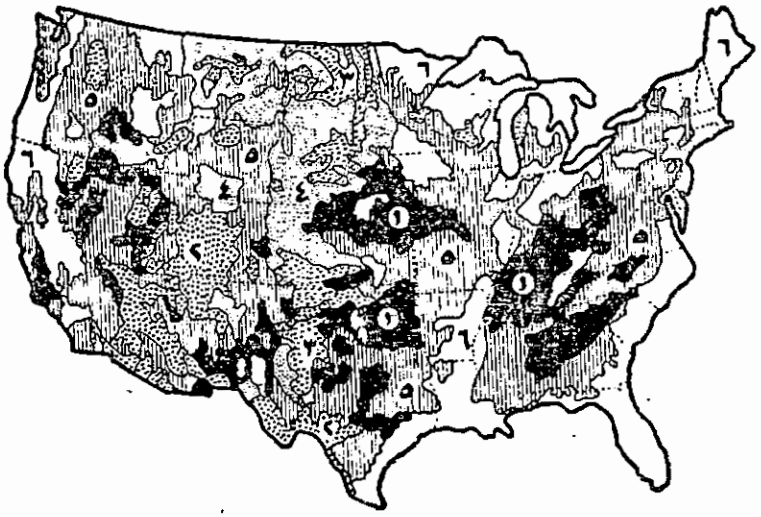
مدى الانجراف : إن ما ناله الفقد بالانجراف من دعاية ليجعل من غير الضرورى الافاضة فى تقديم أرقام كمية له . لقد قدر Davis أن كمية المواد المعلقة التى تحملها أنهار الولايات المتحدة إلى المحيط تبلغ ٨٧٠ مليون طن فى العام ـ وهى كمية تكفى لأن تغطى فى عشر سنوات مساحة ولاية أوهايو أو كنتكى بطبقه من الرواسب سمكها ٢٫٥ بوصة تقريبا . وهذا جزء فقط من الأتربة التى تجلب إلى أسفل من المرتفعات ، إذ أن ما يترسب فى الطريق مسببا تدهور الأراضى المنخفضة ، أكبر بكثير .

وقدر Bennett أن ٦٣ مليون طن من مغذيات النبات تكتسح سنويا من الحقول المنزرعة والمراعى بمزارع الولايات المتحدة . وربما بلغ هذا الرقم عشرين مرة مقدار الفقد بالإنجراف يزيد كثيرا على ألفى مليون دولار فى العام ، وقيمة النقص فى المحصولات بملايين الدولارات .

ثم أوضحت تقديرات Bennett فيما بعد أن ما يزيد على ٥٠ مليون أيكر من أراضى المحصولات بالولايات المتحدة قد دمرت تقريبا ، وقل الانتاج إلى الحالة الحدية فى ٥٠مليونا أخرى ، زيادة على أن الانجراف يتقدم بخطى سريعة على ٢٠٠ مليون ايكر غيرها . فإذا استبعدنا مساحة المائة المليون ايكر التى تلفت تقريبا . نوجدنا أن الانجراف

يهدد تهديدا خطيرا ثلث أو ما يقرب من نصف مساحة الأراضى الزراعية فى الولايات المتحدة (انظر شكل ١٠١) .

هذه الأرقام تتساوى فى دلالتها الواضحة لكل ولايه على حدة إذ يقدر على سبيل المثال أن ٨٣ فى المائة من مساحة ولاية آلاباما تتأثر جزئيا بالانجراف ، منها ٢٩ ٪ تأثرت بدرجة خطيرة . والأرقام المقابلة لذلك فى ولاية آيواهى ٥٨ فى المائة ، ١٨ فى المائة على الترتيب . ورغما عما يقال من أن ٣٤ فى المائة من مساحة ولاية نيويورك يظهر بعض الانجراف . فإن المساحة التى كانت آثاره فيها شديدة تبلغ حوالى ٢ فى المائة فقط



شكل ١٠١ ـ خريطة الانجراف للولايات المتحدة : (١) انجراف سطحى واخدودى شديد، (٢) انجراف متوسط إلى شديد فى الارتفاعات المتوسطة والجبال ، (٣) انجراف ريحى متوسط إلى شديد مصحوب ببعض الانجراف الاخدودى ، (٤) انجراف سطحى واخدودى متوسط مع بعض اثار لفعل الرياح ، (٥) انجراف سطحى واخدودى متوسط وخورته محلية، (٦) الانجراف غير مهم تقريبا .

وقد عملت هذه التقديرات فى السنين الأولى من انشاء مصلحة صيانة الأراضى بالولايات المتحدة قبل استكمال التحريات عن موقف الانجراف فى هذه الدولة ، وبذا فهى ولا شك تقديرات عالية جدا . ولم يكن مفهوما حينئذ أن بعض الأراضى التى سبق أن تعرضت للانجراف يمكن أن تستصلح بسهولة إذا لم تكن الأخوار قد تكونت

فيها بدرجة محسوسة . وعلى الرغم من هذا يجب ألا يدعو ذلك إلى الاقلال من شأن التخريب الذى يسببه انجراف الاراضى . فهو خطير جدا فى أجزاء عدة من الولايات المتحدة ويجب أن تتخذ احتياطات خاصة لتأكيد التحكم فيه . وتعتبر هذه الاحتياطات الآن جزءا لا يتجزأ من الخطة العامة للمحافظة على خصوبة الأرض وانتاجها . أما كونها تلقى اهتماما ضئيلا أو رئيسيا فذلك يتوقف على الظروف .

ولا تقل خطورة آثار الانجراف فى الدول الأخرى عنها فى الولايات المتحدة ـ نذكر منها عددا قليلا ـ الصين ، والهند ، وسوريا ، وفلسطين . ويبدو أن الانجراف قد هدد اليونان وايطاليا وسوريا وشمال أفريقيا ، وايران فى الأزمنة القديمة . بل ربما كان الاسراع بسقوط بعض الامبراطوريات ، مثل الامبراطورية الرومانية ، نتيجة لما سببه ضياع طبقات التربة السطحية من تأثير منهك فى الزراعة .

الانجراف السريع وميكانيكيته

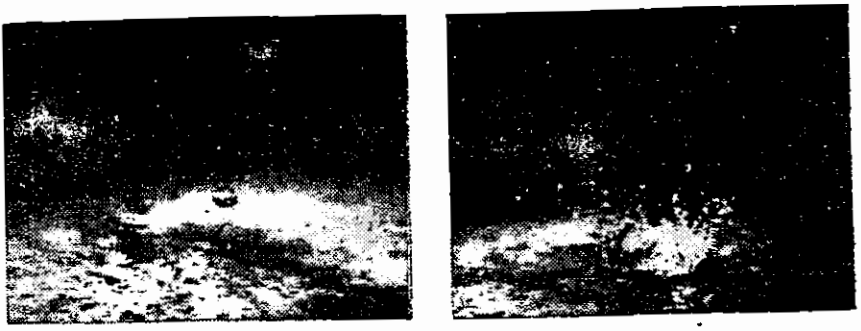
الانجراف بالماء من أكثر الظواهر الجيولوجية شيوعا . فإليه يرجع الجزء الأكبر من استواء الجبال وتكوين السهول ، والهضاب ، والوديان ومسطحات الأنهار والدلتا . وبهذه الطريقة نشأت الرواسب الشاسعة التى تظهر الآن كصخور رسوبية . هذا هو الانجراف « العادى normal » وهو يعمل ببطء ولكن بطريقة لا تلين . فإذا زاد الانجراف عن هذا المعدل العادى وأصبح مدمرا فوق العادة ، أطلق عليه سريع » أو « متقدم » وهذا على الأخص هو مفعول الماء الذى يهم الزراعة .

تعرف للانجراف السريع مرحلتان ـ « الفصل » أو التفكيك ، وهو فصل تحضيرى ، و « النقل » بواسطة الطفو والدحرجة والجر ، والطرطشة . وأهم عوامل الفصل هى التجمد وذوبان الثلوج ، والماء الجارى ، واصطدام مياه الأمطار . أما أثر الطرطشة التى تسببها قطرات المطر ، وكذلك ، على الأخص ، الماء الجارى فانها تسهل عملية نقل الجزئيات التى تفككت من الأرض . ويكون معظم التفكيك والنحر فى الخلجان راجعا إلى جريان الماء ، أما على الأراضى التى تكون أسطحها ملساء فإن ضربات قطرات الأمطار هى التى تسبب معظم ما يحدث للتربة من تفتت .

أثر قطرات المطر : لاصطدام قطرات المطر بالتربة ثلاثة تأثيرات هامة :ـ

(١) تفكيك التربة، (٢) تدمير التحبيب تحت تأثير ضرباتها ، و (٣) تسهم طرطشتها ، تحت تأثير ظروف خاصة ، بدرجة محسوسة فى نقل التربة . (انظر شكل ١٠٢ ، ١٠٣) .

بهذا فإن قوة المطر المندفع كبيرة لدرجة أن أثرها على الحبيبات الأرضية لا يقتصر على التفكيك والفصل بل قد يتعداه إلى تحطيمها وتفتيتها . ونتيجة لذلك تختفى تقريبا مجمعات التربة التى تتعرض لمثل هذه الضربات . فإذا لم تزج المادة المغرقة بواسطة الجريان السطحى فإنها قد تتحول إلى قشرة صلبة عندما تجف . هذه الطبقة غير ملائمة من عدة نواح ، منها أن بعض البادرات ، كالفول ، تجد مشقة فى اختراقها .



شكل ١٠٢ ، ١٠٣ قطرة ماء (الى اليسار) والانتشار (الى اليمين) التى تسببه عندما تصطدم بسطح الأرض العارى المبتل . لا يقتصر أثر الاصطدام على اتلاف التحبيب الأرضى وتشجيع الانجراف السطحى والاخدودى ، بل يتعداه إلى نقل كميات محسوسة من التربة . ان تغطية سطح أرض ، بالمروج مثلا . تحد كثيرا من هذا النوع من الانجراف .

إن الأهمية الوقائية للكساء الخضرى ، كالغابات أو الحشيشة الزرقاء ، أو للتغطية الصناعية بالقش أو الربايب ، لكبيرة للغاية . هذه الوقاية تمنع الفاقد فى الماء والتربة على السواء وتقلل تفتت مجمعات التربة الى الحد الأدنى ، لأنها تمتص الطاقة الناتجة من اصطدام قطرات المطر .

نقل التربة ـ أثر الانتشار (الطرطشة) : يلعب ماء الجريان السطحى دورا رئيسيا فى نقل التربة من مكان إلى آخر . فقدرة الماء لنحر والنقل معروفة عند معظم الناس لدرجة أن الحاجة إلى المزيد من هاتين القدرتين لا تكاد تذكر . والواقع أن الجريان

السطحى قد ناله الكثير من الدعاية حتى أن الرأى العام ، عموما ، ينسب إليه جميع الأضرار التى تنتج عن الأمطار الجارفة (السيول) .

ومع ذلك فإن للنقل بالانتشار أهمية كبيرة تحت ظروف خاصة فقد يصل إلى ١٠٠ طن تربة للايكر أثر عاصفة مطر شديدة إذا كانت الأرض من النوع الذى يسهل تفتته . وربما وصل ارتفاع الرذاذ حينئذ إلى قدم وتحركه الأفقى إلى أربع أو خمس أقدام . فعلى المنحدرات يساعد الانتشار كثيرا ويشجع انتقال التربة بالجرف السطحى هبوب الرياح ، وإلى هذين العاملين مجتمعين يعزى الفقد الكلى فى النهاية . وقبل أن نتعرض لطرق التحكم فى الانجراف السريع لابد من فحص العوامل التى تؤثر فى مداه .

الانجراف السريع ـ أسبابه والعوامل التى توثر فى معدله

يعزى حدوث الانجراف السريع إلى عاملين رئيسيين : (١) ازالة الغطاء الخضرى الطبيعى ، و(٢) كشف الأراضى الزراعية ، بلا داع ، عن طريق استخدام المحصولات الكاشفة للأرض . ان الغطاء الخضرى الكثيف ، يعترض الأمطار فيبطل أثر اصطدام قطراتها بالأرض . هذا بالاضافة إلى أن بقايا الغابات وحشائش المراعى الطبيعية تزيد من المادة العضوية التى تختلط بالطبقة السطحية للتربة مما ينتج عنه ازدياد ثبات مجمعاتها وارتفاع سعة امتصاصها للماء . كما أن جذور النباتات تمسك التربة فى مكانها ، وبذلك تمنع انجرافها حتى إذا كان الجريان السطحى كبيرا .

ومن دواعى الانجراف الخطر على الأراضى الزراعية التوسع فى زراعة المحصولات التى لا تساعد هى بنفسها على الحد من الانجراف ، أو تلك التى تشجع عمليات خدمتها على الجرف . ومثال ذلك أن لبعض أنواع الشوفان شهرة سيئة من ناحية عدم قدرته على الحد من الانجراف بالرغم من أنه يغطى سطح الأرض تماما . أما المحصولات التى تزرع فى صفوف أو على خطوط فإنها تزيد من ازالة الطبقة السطحية للتربة بدرجة كبيرة خصوصا إذا كان إتجاه الصفوف متمشيا مع الانحدار . أضف إلى ذلك أن لفقد الماء ، بدلا من دخوله الى منطقة الجذور أهمية كبيرة بالنسبة لانتاج المحصولات .

معدل الانجراف : يتوقف معدل الانجراف فى حالات خاصة على عدد من العوامل ، أهمها : (١) كمية الأمطار وكثافتها وتوزيعها الموسمى و (٢) شدة انحدار ميل

الأرض وطولها وكذلك الطبوغرافية العامة لسطحها و (٣) حجم وشكل منطقة سقوط المياه وتجمعها و (٤) وجود أو غياب مجار للتجميع و (٥) نوع الكساء الخضرى ، وأخيرا (٦) طبيعة التربة السطحية وتحت السطحية . فعندما تعمل هذه العوامل مجتمعة فإنها تقر كمية الماء التى تدخل الأرض والكمية التى تجرى على السطح ، وطريقة التخلص منها ومعدله .

فعل الأمطار : تعتبر كثافة الأمطار ، فى العادة ، أكثر أهمية من كميتها الكلية . فقد تكون كمية الأمطار السنوية كبيرة ولكنها تسبب انجرافا طفيفا إذا كان سقوطها بلطف ، فى حين أن كمية سنوية منخفضة قد تسبب تلفا خطيرا إذا كان سقوطها على هيئة سيول . وهذا يفسر الانجراف الواضح الذى يسجل أحيانا فى الأقاليم شبه الجافة .

ولتوزيع الموسمى للأمطار أهمية هو الآخر فى تقدير ضياع الأرض بالانجراف . ففى الجزء الشمالى من الولايات المتحدة ، مثلا ، تكون مياه الأمطار التى تجرى على الأراضى فى أوائل الربيع والأراضى لا تزال متجمدة ، غير فعالة فى احداث الانجراف . غير أن نفس الكمية من المياه عندما تسيل على السطح بعد ذلك بأشهر قليلة فإنها غالبا ما تحمل معها كميات محسوسة من الأرض . وفى أى مناخ إذا سقطت الأمطار بغزارة فى وقت من العام تكون الأرض فيه عارية ، فانها تسبب فقدا فى مادة التربة . وتتوافر هذه الظروف فى وقت تحضير مهد البذور ، وكذلك بعد حصاد بعض المحصولات كالفول وبنجر السكر والبطاطس .. الخ .

الميل ، الطبوغرافية ، ومجارى المياه : تتبع الزيادة فى درجة ميل السطح زيادة فى الانجراف نتيجة لزيادة سرعة جريان الماء ، إذا كانت باقى الظروف ثابتة . ويحتمل أيضا أن تكون كمية الماء التى تفقد بالجريان السطحى أكبر . ومن الناحية النظرية ، إذا ضوعفت سرعة المياه فان حجم الحبيبات التى تستطيع نقلها يكون أكبر بمقدار ٦٤ مرة، ويزيد مقدار ما تحمله من المادة العالقة ٣٢ مرة ، كما يصبح مجموع قوة الجرف أربعة أمثال ما كانت عليه .

ولامتداد الميل أهمية رئيسية ، مادام تجميع مياه الفيضان يزداد بازدياد امتداد المساحة المنحدرة . فمثلا ، أظهرت البحوث فى جنوب غربى ولاية أيوا أن مضاعفة

الطول فى ميل قدره ٩ فى المائة قد أدى إلى ازدياد الفقد فى الأراضى بمقدار ٦ر٢ مرة وفى ماء الجريان السطحى ٨ر١ مرة ومن الطبيعى أن يتحور تأثير الميل هذا بحجم منطقة التصريف وطبوغرافيتها العامة . ومن العوامل المحورة أيضا وجود المجارى المائية لا فى المنطقة المنجرفة نفسها فقط ، بل فى منطقة سقوط المياه كلها ، لهذا كان وجود مثل هذه المجارى وتهذيبها وسيلة للتحكم فى تركيز تجمع المياه .

تأثير النبت : الغابات والحشائش هما أفضل عوامل الحماية الطبيعية المعروفة للأراضى كما أنهما متساويتان تقريبا فى درجة فاعليتهما ، وان اختلف تأثيرهما . فالغابات التى تغطى أرضها بطبقة سميكة من المادة العضوية وتكثف النموات الخضرية تحت أشجارها تفوق بشكل واضح غابات أخرى خفيفة ذات تجمعات عضوية قليلة . كما أن نوع العشب ، وكثافة غطائه ، وقوة نموه ، تؤثر تأثيرا كبيرا فى قوة الجرف ولها أهمية عظيمة فى وسائل التحكم فيها .

وتختلف كذلك محصولات الحقل فى فاعليتها . فبينما نرى بعضها ، وبخاصة المحصولات التى تحتاج إلى خدمة بيئية ، تشجع على الانجراف ، نرى بعضها كالقمح والشوفان يعوق كثيرا من المجروفات السطحية (انظر جدول ٥٧) . وحيثما يمكن استعمال أغطية الربايب أو النفاية مع محصولات الحقل بدرجة مرضية ، فلن يكون مفعولها حينئذ مقصورا على الحد من الانجراف ، بل انها ستزيد كذلك من نفاذية الماء، وتقلل التبخر ، وتحفظ التحبيب .

جدول رقم (٥٧)

الفقد بالانجراف من أرض شلى Shelley طمية سلتية بمحطة التجارب الزراعية فى ولاية ميسورى . كان الميل ٣ر٧ فى المائة ، طول الأحواض ٩٠ قدما ، ومتوسط الأمطار ٤٠ بوصة . (متوسط ١٤ عاما)

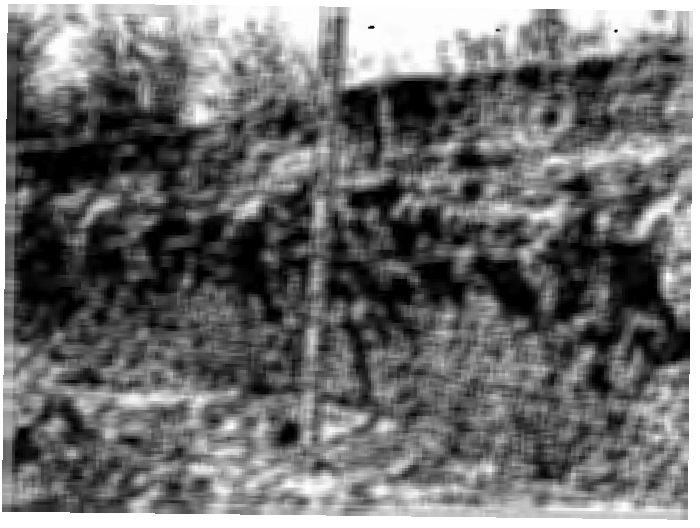
المعاملـــة	الجريان لسطحى كنسبة مئوية من الأمطار	الفقد فى التربة أطنان للايكر فى العام	الانجراف النسبى باعتبار الحشيشة الزرقاء	عدد الأعوام اللازمة لجرف ٧ بوصات فى التربة
بدون محصول ، محروثة لعمق ٤ بوصات ،وتخدم باستمرار	٣٠ر٧	٤١ر٦٤	١٢٢	٢٤
أذرة تزراع باستمرار	٢٩ر٤	١٩ر٧٢	٥٨	٥٠
قمح يزرع باستمرار	٢٣ر٣	١٠ر١٠	٣٠	١٠٠
دورة ،أذرة ، قمح ، برسيم	١٣ر٨	٢ر٧٨	٨	٣٦٨
مرجة مستديمة من الحشيشة الزرقاء	١٢ر٠	٠ر٣٤	١	٣-٤٣

طبيعة الأرض : أكثر الخواص الأرضية تأثيرا فى الانجراف اثنتان ، هما (١) قدرتها على انفاذ الماء و (٢) ثبات بنائها . وهما وثيقتا الصلة ؛ إذ أن النفاذية تتأثر لدرجة كبيرة بثبات البناء ، خصوصا فى الآفاق العليا من القطاع الأرض . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن قوام الأرض ونوع وكمية الطين المنتفخ ، وعمق التربة ، ووجود طبقات غير منفذة بالقطاع ، كلها تؤثر فى القدرة على انفاذ الماء .

يؤثر ثبات المجمعات الأرضية بطريقة أخرى فى مدى الضرر الذى يسببه الانجراف . فمقاومة التحببات السطحية لضربات الأمطار تحمى التربة حتى فى حالة حدوث جريان سطحى . كما أن الثبات المميز للتحببات فى بعض الأراضى الطينية الاستوائية الغنية فى الأوكسيدات المؤدرتة للحديد والالومنيوم هو الذى يفسر مقاومة هذه الأراضى لفعل الأمطار الجافة ؛ إذ أن هطولها بنفس الكمية على الأراضى الطينية بالأقاليم المعتدلة يكون كارثة .

أنواع الانجراف بالماء

يقسم الانجراف بالماء ، بوجه عام ، إلى ثلاثة أنواع واضحة بعض الشيء : السطحى Sheet الاخدودى ، والأخوار (الخلجان) Gully (انظر شكل رقم ١٠٤) ففى النوع الأول ، تزال التربة بسمك متجانس تقريبا من كل جزء على المنحدر . غير أن هذا النوع كثيرا ما تصحبه أخوار صغيرة جدا منتشرة بغير نظام ، خصوصا على الأراضى المكشوفة التى زرعت حديثا أو فى الأراضى البور . وهذا هو الانجراف الاخدودى . أما فى الأماكن التى تتركز فيها المياه فتتكون خنادق أو وديان ضيقة نتيجة للتقويض وازدياد النحر إلى أسفل ، وهذا هو ما يطلق عليه الانجراف الخورى . ومع أن جميع الأنواع قد تكون خطرة ، فإن الفقد نتيجة للانجراف السطحى والأخدودى هما بدون شك أكثر أهمية من ناحية تدهور أراضى الحقول ، رغم أنهما أقل الأنوع من ناحية ملاحظتهما .



شكل رقم (١٠٤) يوضح تأثير النحر الناتج عن السيول

الانجراف السطحى والأخدودى ـ الفقد بالزراعة العادية

هناك عدد من الطرق التى قد تستخدم حاليا للاقلال من الانجراف السطحى والأخدودى وللتحكم فيهما . فكل ما يرفع من قدرة الأرض على الامتصاص ،

كالحرث العميق ، وتمهيد السطح ، وزيادة المادة العضوية ، يقلل من جريان الماء فوق السطح . ولذا كانت أغطية النفايات والربايب عونا كبيرا ، كما أن طبيعة المحصولات المتزرعة عامل ذو أهمية خاصة .

تأثير المحصولات : الواقع أن المحصولات التى تزرع فى خطوط كالذرة والبطاطس قد تشجع الانجراف خصوصا إذا كان للخطوط انحدار كبير . ومن ناحية أخرى تعوق محاصيل الحبوب الصغيرة مثل هذا الفقد . إلا أن الحشائش هى أكثر محصولات الحقل جميعها فاعلية فى الحد من الانجراف .وهذا أمر معروف جيدا لدرجة أن المروج يوصى بها فى أغلب الأحيان تقريبا للأماكن التى يحتمل أن يأخذ الانجراف الخطير طريقه اليها .

وتدل الأرقام المأخوذة من ميسورى (جدول ٥٨) على أن المروج فعالة للغاية فوق الميول المتوسطة . فإذا تفرسنا فى هذه البيانات فان أول ما يسترعى انتباهنا تلك الكمية الهائلة التى تفقد خصوصا من أراضى الأحواض العارية وتلك المتزرعة بالذرة . فبينما نرى فى بعض الحالات أنه قد يكفى تعاقب جيلين ، يصبح الحرث بعدهما فى طبقة تحت التربة ، نرى فى حالات أخرى أنه قد تختفى الطبقة السطحية من الأرض فى جيل واحد فقط .

وللتباين بين تأثير المحصولات المختلفة نفس الأهمية . فزراعة الذرة تؤدى إلى أكبر فقد فى الأرض ، يتلوها القمح . وبينما يمكن التحكم بدرجة محسوسة فى الانجراف باتباع دورة زراعية جيدة ، فان فاعلية الحشائش أكبر بكثير ، وبزراعتها تصبح كمية الفقد بالانجراف تافهة . هذا وتبلغ كفاية الغابات المعنى بها نفس الدرجة التى لحشائش ، وحيث أن للمروج القوية النمو مفعولا أكبر من مفعول المروج الضعيفة ، فقد أصبح التسميد والعناية باستغلال المراعى والمروج من المميزات الهامة للتحكم العمى فى الانجراف .

الفقد فى المغذيات : إذا تبصرنا فى تجارب ميسورى (جدول ٥٨) الى أبعد من ذلك ، فستبرز أهمية أن نلاحظ كمية ما اكتسحه الانجراف من بعض المغذيات الهامة . وقد تبلغ مقادير الفقد أكثر مما يتوقعه المرء مادامت الحبيبات الأرضية الناعمة ، وهى

أعلى بكثير فى خصبها من الأرض نفسها ، تفرز جانبا وتحمل بعيدا . هذا يعنى فقدا سريعا لكل عناصر الخصب . وقد اختيرت للمقارنة أرقام تجريبية للمغذيات التى تمتص من الأرض بواسطة المحصول العادى فى دورة قياسية . هذه الأرقام ، مقربة إلى أعداد صحيحة، مبينة بالجدول .

جدول رقم (٥٨)

مقارنة كمية المغذيات التى تزال سنويا بالأرطال للايكر ، من تجربة الانجراف فى ميسورى ، بما يمتصه محصول الحقل العادى فى السنة

الظروف	ن	فو $أ_{٥}^{٢}$	بو $أ_{٢}$	كا أ	مغ أ	كب $أ_{٢}$
الازالة بالانجراف						
اذرة تزرع باستمرار	٦٦	٤١	٧٢٩	٣٠٩	١٤٥	٤٢
دورة : اذرة ، قمح ، وبرسيم	٢٦	١٨	٢٥٨	١٢٠	٤٨	١٥
الازالة بالمحصول المتوسط فى دورة قياسية	٧٥	٣٠	٦٠	٣٥	٢٥	٢٥

(١) هذه الأرقام عن عامين فقط .

وعلى الرغم من أن هذه البيانات لا تنطبق على جميع الحالات فمن الممكن أن نحصل منها على استنتاجات خاصة . ومن السهل أن يكون الفقد فى المغذيات نتيجة للانجراف أكبر مما تمتصه المحصولات المنزرعة بالأرض ، حتى لو كان الانحدار فى الحالة الأولى ٤ فى المائة . ويظهر أن هذا الاستنتاج صحيح خصوصا بالنسبة لعناصر الكالسيوم والمغنسيوم ، والبوتاسيوم . كما يتضح من البيانات أن وفراً كبيرا يحدث تلقائيا بوسائل الوقاية التى يتخذها معظم المزارعين الناجحين .

طرق التحكم فى الانجراف السطحى والأخدودى

ان المحافظة على بقاء الأرض عند مستوى عال من الخصب والقدرة الانتاجية هى

أكثر طرق التحكم فى الانجراف أهمية ، وان كانت فى نفس الوقت أقلها تقديرا . ولا تقتصر الفائدة من زراعة المحصولات المائلة bumper crops على اعطاء أقصى غطاء للأرض فقط ، بل انها تعطى فى نفس الوقت مواد عضوية تساعد فى صيانة هذا المكون الأرضى بالغ الأهمية . ومن المؤكد أن ازدياد نفاذية الأراضى للمياه تحت هذه الظروف عامل ذو أهمية رئيسية . ورغم أن الاستعمال الحكيم للمخصبات والجير ، والأسمدة لا يعتبر فى العادة وسيلة للتحكم فى الانجراف ، فإنها تزيد كثيرا فى مفعولها لمنع انجراف الأرض ، خصوصا السطحى والأخدودى ، عن بعض طرق التحكم الميكانيكية الأكثر وضوحا .

الوسائل الميكانيكية : عند زراعة نبات الذرة وغيره مما يمائله ، يجب أن يكون التخطيط والخدمة عمودية على الانحدار لا أن يكون فى اتجاهه . ويطلق على ذلك اصطلاح « التمهيد الكنتورى » أما على الميول الطويلة التى تكون معرضة للانجراف السطحى والأخدودى التى تحتاج إلى خدمة بينية كالذرة والبطاطس ، مع محصولات الدريس (الحشيش الجاف) والحبوب ، لأن الفرصة لا تسمح للماء لبلوغ سرعة عالية على الشرائط الضيقة للأراضى المنزرعة . كما أن محصولات المرعى المجفف والحبوب تحد من سريان الماء المنجرف على السطح بدرجة واضحة . ويطلق على هذا الترتيب « الزراعة الشرائطية » وهى الأساس فى كثير من الطرق التى يدعى لها حاليا للتحكم فى الانجراف (انظر شكل ١٠٥) .

شكل رقم ١٠٥ ـ صورة جوية لأحد مراكز صيانة الأراضى فى ولاية مينيسوتا . يلاحظ ظهور بعض الانجراف بالرغم من الزراعة الشرائطية على الكنتور (قرب الركن السفلى على اليمين) ربما كان نتيجة لهطول رخات جارفة .

إذا كانت الشرائط العرضية قد التزمت عند عملها حدود الكنتور بدقة ، فان انظام يسمى حينئذ « الزراعة فى شرائط كنتورية » . ويتوقف عرض الشرائط أصلا على درجة الانحدار وعلى نفاذية الأرض وقابليتها للانجراف . ويعطى الجدول رقم (٥٩) المأخوذ عن جوستافسون ، فكرة عامة عن عرض هذه الشرائط من الناحية العملية . ونظام «الزراعة فى شرائط كنتورية » ينفذ بحفر قنوات تحويل Diversion ditches أو مجار للماء بين الحقول لحماية الزراعة الشرائطية . فإذا كان انحدار هذه القنوات والمجارى عالية يجب أن تزرع جسورها بالحشائش لتغطيتها . ويعتبر هذا التحوط أول القواعد لمعظم وسائل التحكم فى الانجراف . ومع هذا ، فلابد من تشجير المنحدرات أو زراعتها بالمراعى المستديمة إذا كانت معرضة للانجراف الشديد الخطر ، مع يقظة دائمة حتى لا

يبدأ تكوين الأخاديد . وأحيانا يكون التخطيط الكنتورى عمليا إذا كانت المسافات بينه مناسبة ، حتى فى المراعى المستديمة والزراعات الحديثة ؛ إذ أنه يساعد على استقرار الأرض ويوفر للمحصول كميات كبيرة من الماء . ولهذا الفعل أهمية خاصة على المنحدرات الجدباء التى لا ينالها مطر كثير .

جدول رقم (٥٩)

العروض المقترحة ، بالأقدام ، للشرائط عند الزراعة فى شرائط كنتورية

الانحدار (فى المائة)	ظروف الأرض		
	صرفها جيد قابليتها لانجراف	صرفها متوسط قابليتها لانجراف	صرفها ردىء قابليتها لانجراف
٪ ٥	١٢٥	١٠٠	٧٥
٪ ١٠	١٠٠	٧٥	٥٠
٪ ١٥	٧٥	٥٠	–

إذا لم تجد الطرق البسيطة للحد من الانجراف السطحى على الأراضى المنزرعة ، فانه ينصح فى كثير من الأحيان بالإلتجاء الى انشاء شرفات terraces عرضية على اتجاه الانحدار . هذه الشرفات تستقبل الماء وتقوده بانحدار طفيف ، وبهذا تعطى الفرصة لمقدار أكبر من الماء لكى ينفذ داخل الأرض . ويشيع فى الوقت الحاضر استعمال شرفات مانجم Mangum والأنواع المتحورة عنها بكثرة . هذه الشرفة ، عموما ، عبارة عن جسر ترابى عريض جوانبه ذات انحدار بسيط ، يحيط الحقل بميل يبلغ ٦ ـ ٨ بوصات لكل ١٠٠ قدم . وهى تنشأ عادة بمحراث يروح ويغدو back gurrowing وبكشط التربة Scraping ، وتتوقف المسافات بين الجسور المتعاقبة على درجة الانحدار وقابلية الأرض للانجراف . وحيث أن الشرفة منبسطة وعريضة ، فمن الممكن زراعتها دون صعوبة ، كما أنها لا تعوق آلات الخدمة والحصاد . فهى فعالة تماما إذا عنى بصيانتها وكذلك لا يترتب على بنائها ضياع فى مساحة الأرض المستغلة وحتى إذا حدث يكون قليلا . وتزرع مجارى المياه بالحشائش حينما يكون ذلك ضروريا . وهذه

الشرفات ما هى فى الواقع إلا نوع متقن من الزراعة فى شرائط كنتورية .

طرق التحكم فى الانجراف الخورى

على الرغم من أن الأخوار الصغيرة تكون فى أول الأمر غير هامة فسرعان ما تكبر إلى أن تصبح قنوات أو وديانا ضيقة بشعة . وتنحر بسرعة فى الطبقات السطحية للأرض فتكشف بذلك الطبقات التحتية ، وتزيد من الانجراف السطحى والأخدودى المذين يكون أثرهما المكروه موجودا فعلا (انظر شكلى ١٠٦ ، ١٠٧) إذا كانت هذه الأخوار صغيرة فمن الممكن حرثها ثم بذرها بالحشائش ، مع استخدام محصول تخضيرى كالشوفان أو الشعير أو القمح الذى يحد من خطر الجريان السطحى الى أن تبدأ الحشائش فى النمو وتوطيد نفسها ، وبعدها قد توقف المرجة الخضراء الانجراف يقافا تاما تقريبا .

أما إذا كان الانجراف الخورى شديد الفعل لدرجة لا يمكن معها الحد منه بالطريقة السابقة رغم صغر المجرى ، فقد وجد أن استخدام سدود من المادة العصوية المتحللة أو من القش تبعد عن بعضها بمسافة ١٥ أو ٢٠ قدما يصبح فعالا للغاية . وقد تؤمن هذه السدود بشرائط أو شبك معدنى تثبت بقوائم عند قواعد السدود . وبعد فترة ، قد يحرث المجرى ثم يبذر موقع الخور بالحشائش ويبقى مرجه مستديمة . بهذا يصبح مجرى مائيا مكسوا بالحشائش ، وهو أحد المميزات الهامة لجميع مشروعات الانجراف الناجحة .

فى حالة الاخوار ذات الحجوم المتوسطة قد تستخدم أنواع مختلفة من سدود أكبر ، تبنى على مسافات من أول المجرى إلى آخره . وعند استخدام الشجيرات فى عمل السدود تكوم فى الخليج عند الموقع المختار على أن تكون أعقابها تجاه مورد الماء . فإذا ربطت الأوتاد معا بالأسلاك قبل دقها فى الأرض فإنها تضغط أفرع الشجيرات وتمسكها جيدا فى مكانها . ووضع القش فوق هذه السدود يجعلها أكثر فاعلية فى امساك الأتربة المنجرفة . وقد تبنى من السلك المجدول سدود لها نفس الفاعلية إذ ما أحسن دقها وتثبيتها بالأوتاد . وليست هذه سوى بعض التفاصيل المتعلقة بهذه الحالة من حالات ضبط الماء .

شكل رقم (١٠٦)

شكل رقم (١٠٧)