المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
معهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامي
مركز بحوث العلوم الاجتماعية
مكة المكرمة

سلسلة بحوث العلوم الاجتماعية

وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة جنوب غربي المملكة العربية السعودية

إعداد

الدكتور / صالح علي عبدالرحمن الشمراني

أستاذ الجغرافيا المشارك

بقسم الجغرافيا

جامعة أم القرى

مكة المكرمة

١٤١٧ هـ / ١٩٩٦م

ح جامعة أم القرى ، ١٤١٧ هـ .

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر .

الشمراني ، صالح علي

وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة ـ مكة المكرمة .

١٥٢ ص ؛ ١٧ × ٢٤ سم (أبحاث ودراسات في العلوم الاجتماعية)

ردمك : ١ ـ ١٣٨ ـ ٠٣ ـ ٩٩٦٠

ردمد ٣٧٣٢ ـ ١٣١٩

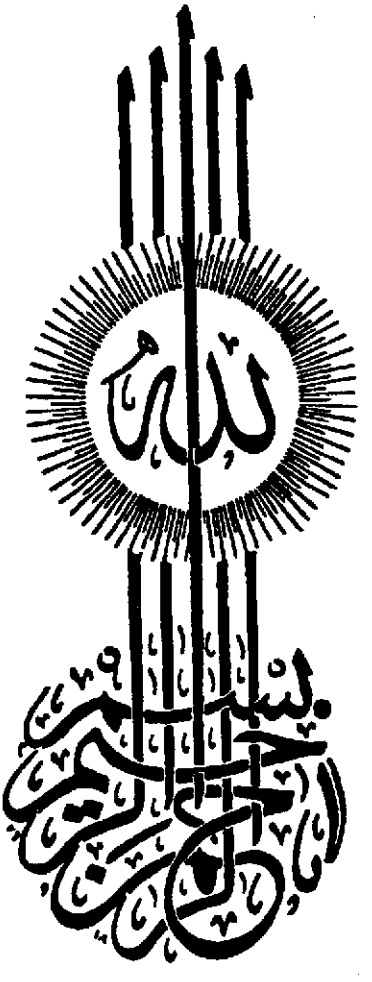
١ ـ السعودية ـ التربة أ ـ العنوان ب ـ السلسلة

ديوي ٦٣١,٤٩٥٣١ ١٧ / ٠٤٦٠

رقم الايداع : ١٧ / ٠٤٦٠

ردمك : ١ ـ ١٣٨ ـ ٠٣ ـ ٩٩٦٠

ردمد : ٣٧٣٢ ـ ١٣١٩


بسم الله الرحمن الرحيم

ملخص البحث

وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة

جنوب غربي المملكة العربية السعودية

تتعرض السفوح الجبلية في إقليم السراة لمشكلة إنجراف التربة. ويعزى ذلك إلى مجموعة من العوامل الجغرافية كالميل الشديد للمنحدرات، والتركيز الشديد للأمطار، والجفاف الذي يتعرض له الإقليم ما بين وقت وآخر، وقابلية التربة للإنجراف، وتدهور الزراعة بسبب عزوف الناس عنها، والاستغلال غير المنظم للموارد الغابية والرعوية، والزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية .

وقد حاول إنسان السراة منذ زمن قديم أن يحد من آثار إنجراف التربة فعمد إلى الحراثة والزراعة الكنتورية، وبناء المصاطب الزراعية، وإنشاء الجدران والحواجز الخرسانية، وبناء السدود بنوعيها الترابية والخرسانية، وحماية بعض المناطق من القطع والرعي الجائرين، واتباع نظام الدورة الزراعية، والتخطيط لاستخدام الأرض، وإعادة تشجير بعض المناطق، والمحافظة على الطاقة الإنتاجية للأراضي الزراعية .

ويأتي هذا البحث ليجيب على التساؤلات التالية : ١ ـ ماهي أهم العوامل الجغرافية التي تسببت في إنجراف التربة بإقليم السراة ، ٢ ـ ماهي أهم أشكال التعرية المائية التي سببت إنجراف التربة بالسراة ، ٣ ـ ماهي أهم وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة ، وما دور كل وسيلة منها في الحد من تعرية وإنجراف التربة ، وماهي أهم المشكلات التي تعاني منها هذه الوسائل ، وهل بالإمكان إيجاد حلول فاعلة لها ؟

وللإجابة على التساؤلات السابقة عمد الباحث إلى ثلاثة مصادر رئيسية للحصول على المادة العلمية لهذا البحث وهي : الدراسات السابقة، والمعطيات والبيانات الصادرة عن مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والنشرة الهيدرولوجية الصادرة عن وزارة الزراعة والمياه ، والعمل الميداني . وتمت الاستعانة بالمعادلة العامة لتقدير الفقد الكلي للتربة Universal Soil Loss Equation وتقدير إحتياجات الصيانة لمقاومة إنجراف التربة في السراة .

توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج الهامة وذلك على النحو التالي : ١ ـ يعاني إقليم السراة من مشكلة إنجراف التربة، وهي حقيقة لا يمكن تجاهلها ولا مجال لإخفاء مخاطرها . ٢ ـ تعد التعرية الأخدودية أوسع أنواع التعرية إنتشاراً وأشدها خطراً بالنسبة لهضبة السراة ، ٣ ـ يعد عامل الأمطار الغزيرة الشديدة التركز أكثر العوامل الجغرافية إسهاماً في تعرية وإنجراف التربة بمنطقة الدراسة ، ٤ ـ بالرغم من التأكيد على أهمية عامل المناخ في تكوين التربة وإنجرافها إلا أنه وجد بالحساب أن القدرة الحتية للأمطار في السراة منخفضة إلى متوسطة حيث تراوحت القيم المحسوبة بين (٣٦,٧ وَ ٧٣,٢)، ٥ ـ تبين بالحساب أيضاً عند تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف أنه يوجد تفاوت ملموس بين المناطق المدروسة حيث تراوحت القيم المحسوبة بين (٢٨,٣ وَ ١١٣,٤) طن/ هكتار/ السنة ، ٦ ـ تؤكد الأرقام والقيم التي تم الحصول عليها بالحساب أن المنحدرات في وضعها الطبيعي تعاني من مخاطر إنجراف التربة حيث بلغت قيمة الفقد الكلي للتربة في المتوسط (٦٠,٥) طن/ هكتار/ السنة .

أظهرت وسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة تفاوتاً ملحوظاً في قدرة كل منها في الحفاظ على التربة من الإنجراف . وقد برزت المدرجات الزراعية، والحواجز الخرسانية المساندة، والسدود كأهم ثلاث وسائل من حيث قدرتها على حفظ التربة من التعرية والإنجراف. واتضح من تطبيق المعادلة العامة لتقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف في المناطق المدروسة والمستغلة زراعياً ، أن معدل الفقد الكلي للتربة كان منخفضاً (٧,٦) طن/ هكتار/ السنة ، ويعزى ذلك إلى الإسهام الفعال لعامل الصيانة المتمثل في وسائل حفظ التربة من الإنجراف كالمدرجات الزراعية والحراثة الكنتورية والحواجز الخرسانية والسدود والدورة الزراعية وغير ذلك .

الفصل الأول

١ ـ مشكلة البحث وهدفه ومنهجه

١ ـ ١ توطئـــة :

يمكن تعريف التربة بأنها الطبقة الرقيقة من المواد المفككة التي تغطى سطح القشرة الأرضية والتي تمد النباتات جذورها فيها، فتمتص الغذاء والماء منها[١]. وتعد التربة أحد مقومات الإنتاج الزراعي الرئيسية. ويتوقف نجاح المحاصيل الزراعية إلى حدٍ كبيرٍ على قوامها، وعمقها، ومقدار ما تحتوي عليه من عناصر معدنية وعضوية. ويبذل الإنسان منذُ زمنٍ قديمٍ جهوداً مضنية لاستغلال التربة بما يحقق مضاعفة الإنتاج. وقد أدرك منذُ آلاف السنين ما تتعرض له التربة من مشكلات كالإنجراف والتدهور في الخصوبة وارتفاع نسبة الأملاح فيها، الأمر الذي حتم عليه العمل على إيجاد حلول فعالة لتلك المشكلات[٢].

وقد عمد الإنسان في المناطق الجبلية بصفة عامة، وفي مرتفعات السراة الواقعة في الجزء الأوسط من الإقليم الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية (الشكل رقم ـ ١) بصفة خاصة إلى الحراثة الكنتورية للحد من تعرية وانجراف التربة. ونظراً لشدة تعقد التضاريس بهذا الإقليم. فإن هذا الأسلوب لم يحقق نتائج إيجابية كبيرة، مما دفع بالإنسان إلى التفكير في وسيلة أخرى أكثر فعالية، فاهتدى إلى بناء المدرجات الزراعية التي عملت بنجاح على حفظ التربة، والحد من إنجرافها وحفظ المياه التي تتجمع فيها بعد سقوط الأمطار، هذا بالإضافة إلى توفير مسطحات مستوية تزاول فيها الزراعة في يسر وسهولة[٣].

١ ـ ٢ مشكلة البحث :

يعد إنجراف التربة وتعريتها من بين أهم المشكلات البيئية التي تهدد القطاع الزراعي. ويزيد المشكلة خطورة إذا علمنا أن مياه الأمطار وحدها تجرف ما يعادل (٧٥) بليون طن من التربة المنتجة في كل عام[٤] . ويحدث إنجراف التربة في الأوقات التي يكون سطحها مكشوفاً بدون حماية بغطاء نباتي، وعندما يقل معدل إمتصاصها للماء. ويواجه العالم اليوم إحتياجات متزايدة وسريعة للحد من مشكلة إنجراف التربة. وقد شملت معظم برامج حماية التربة من الإنجراف العديد من الوسائل وذلك على النحو التالي[٥] :

١ ـ إتباع أسلوب الحراثة الكنتورية .

٢ ـ بناء المدرجات « المصاطب الزراعية » .

٣ ـ إقامة العقوم الترابية .

٤ ـ زراعة الأشجار على شكل صفوف متوازية .

٥ ـ تطبيق نظام الحماية البيئية .

٦ ـ تشجير بعض المناطق وحمايتها .

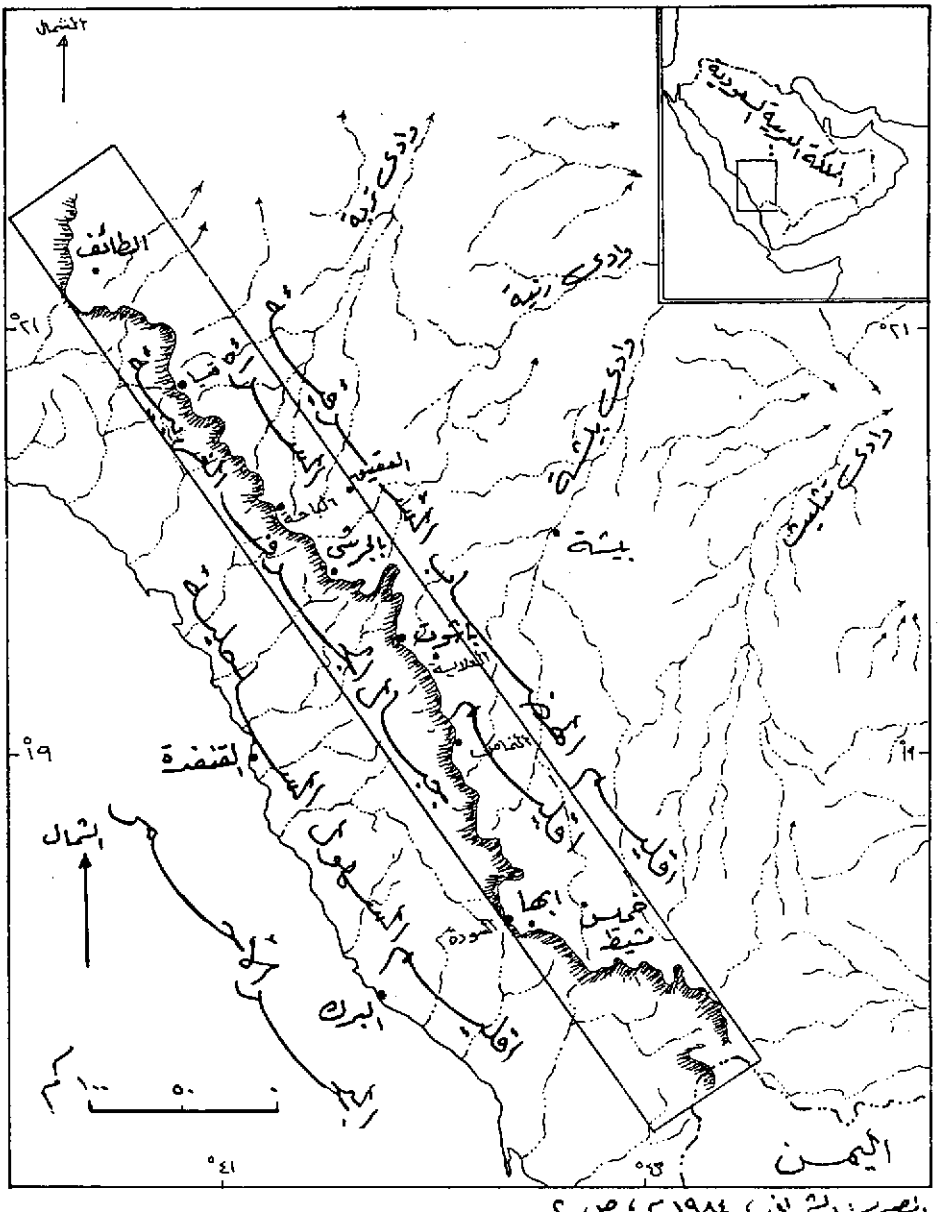
٧ ـ بناء السدود على إختلاف أنواعها .

٨ ـ إتباع نظام الدورة الزراعية .

٩ ـ أساليب استخدام الأرض .

١٠ ـ الإدارة الحكيمة للمزرعة .

وتعد وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة بالمملكة العربية السعودية مشكلة بحث جيدة خاصة إذا أمكن تحديد دور كل منها في الحد من تعرية التربة وإنجرافها، وأيها أفضل وأجدى، وما أنواع المشكلات التي تعاني منها هذه الوسائل في الوقت الحاضر ؟.



المصدر: الشرقاوي، ١٩٨٤م، ص ٢

الشكل رقم (١)

الموقع الجغرافي لإقليم السراة بالنسبة للإقليم الجنوبي الغربي من المملكة

١ ـ ٣ الهدف من البحث :

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أهم وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة الواقع في الجزء الأوسط من الإقليم الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية، مع تسليط الأضواء على دور كل منها في الحد من تعرية التربة بهذا الإقليم .

١ ـ ٤ تساؤلات البحث :

تستلزم دراسة هذا الموضوع الإجابة على التساؤلات التالية :

١ ـ ما هي أهم العوامل الجغرافية التي تسببت في إنجراف التربة بإقليم السراة ؟

٢ ـ ما هي أهم أشكال التعرية المائية للتربة في إقليم السراة ؟

٣ ـ ما هي أهم وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة، وما دور كل منها في الحد من تعرية التربة بهذا الإقليم، وما هي المشكلات التي تعاني منها هذه الوسائل حالياً، وكيف يمكن التغلب عليها ؟

١ ـ ٥ فرضيات البحث :

تمشياً مع أهداف وتساؤلات هذه الدراسة يمكن بناء الفرضيات التالية :

١ ـ تسهم العديد من العوامل الجغرافية في تعرية التربة بإقليم السراة، إلا أن إنجراف التربة الناتج عن سقوط الأمطار هو الأقوى والأكثر إنتشاراً .

٢ ـ تتعرض التربة في إقليم السراة لأشكال مختلفة من الإنجراف بالماء، إلا أن التعرية الأخدودية هي أخطرها وأكثرها إنتشاراً .

٣ ـ يوجد العديد من وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة، إلا أن بناء المصاطب الزراعية هو أكثرها استخداماً وأوسعها إنتشاراً .

١ ـ ٦ التعريف بمنطقة الدراسة :

يحتل إقليم السراة الجزء الأوسط من الإقليم الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية ، ويحده من الشرق إقليم الهضاب الشرقية ، ومن الغرب جبال الجرف الغربية ، ومن الشمال وادي السيل ، ومن الجنوب الحدود السعودية اليمنية . ويعد إقليم السراة من الناحية الجغرافية الطبيعية ، هضبة ضيقة لا يتجاوز عرضها الأربعين كيلو متراً، أما طولها فيزيد على ستمائة كيلو متراً مع إتجاه من الشمال إلى الجنوب . بارتفاعات تتراوح بين (١٧٠٠ ـ ٣١٣٣) متراً ، ويزيد الإرتفاع والاتساع باتجاه الجنوب[٦] (الشكل رقم ـ ٢ واللوحة رقم ـ ١) .

ويتأثر مناخ إقليم السراة بكتل هوائية مختلفة تلعب دوراً أساسياً في تحديد مناخاته الفصلية المختلفة ، التي تتأثر بدورها بعامل التضاريس. ويخضع إقليم السراة خلال فصل الشتاء لتأثير الكتل الهوائية الباردة التي تهب عليه من الشمال والشمال الغربي، ويوجد إنخفاضات في الضغط الجوي إعصارية الصفة تترافق في أغلب الحالات مع هذه الكتل الهوائية، يقدم بعضها ضمن المنخفضات الجوية القادمة من البحر الأبيض المتوسط ، والتي تنحرف نحو الجنوب في هذا الموسم، فتتأثر بمياه البحر الأحمر، وحال صعودها جبال الجرف الغربية العالية، ينتج عن ذلك هطول أمطار على طول إمتداد الجزء الغربي من إقليم السراة[٧] .

وتهب على السراة رياح موسمية جنوبية غربية وجنوبية شرقية خلال فصلي الربيع والصيف، تحدث هطولاً في الأمطار يشمل معظم الإقليم، ويبلغ متوسط المطر السنوي حوالي (٣٢٠) مليمتراً[٨] ، الأمر الذي ساعد على قيام الزراعة المطرية (البعلية) بشكل واسع، وملفت للإنتباه .

لقد إعتمدت حياة الإنسان في إقليم السراة حتى وقت قريب جداً على الزراعة في المقام الأول، يستدل على ذلك بما يلي[٩] :

١ ـ تنتشر في إقليم السراة آلاف من المستوطنات الريفية القديمة والحديثة مع وجود إختلافات ملفتة للنظر بينها .

٢ ـ يغطى المظهر الطبيعي للإقليم بالملايين من المدرجات الزراعية التي بنيت بإحكام عجيب منذ زمن قديم .

٣ ـ حفرت آلاف من الابار القديمة والحديثة في مواقع كثيرة من الإقليم حددتها العديد من العوامل الطبيعية والبشرية ولا زال السكان يعتمدون عليها كمصدر رئيسي لمياه الشرب والزراعة والاستعمالات المنزلية .

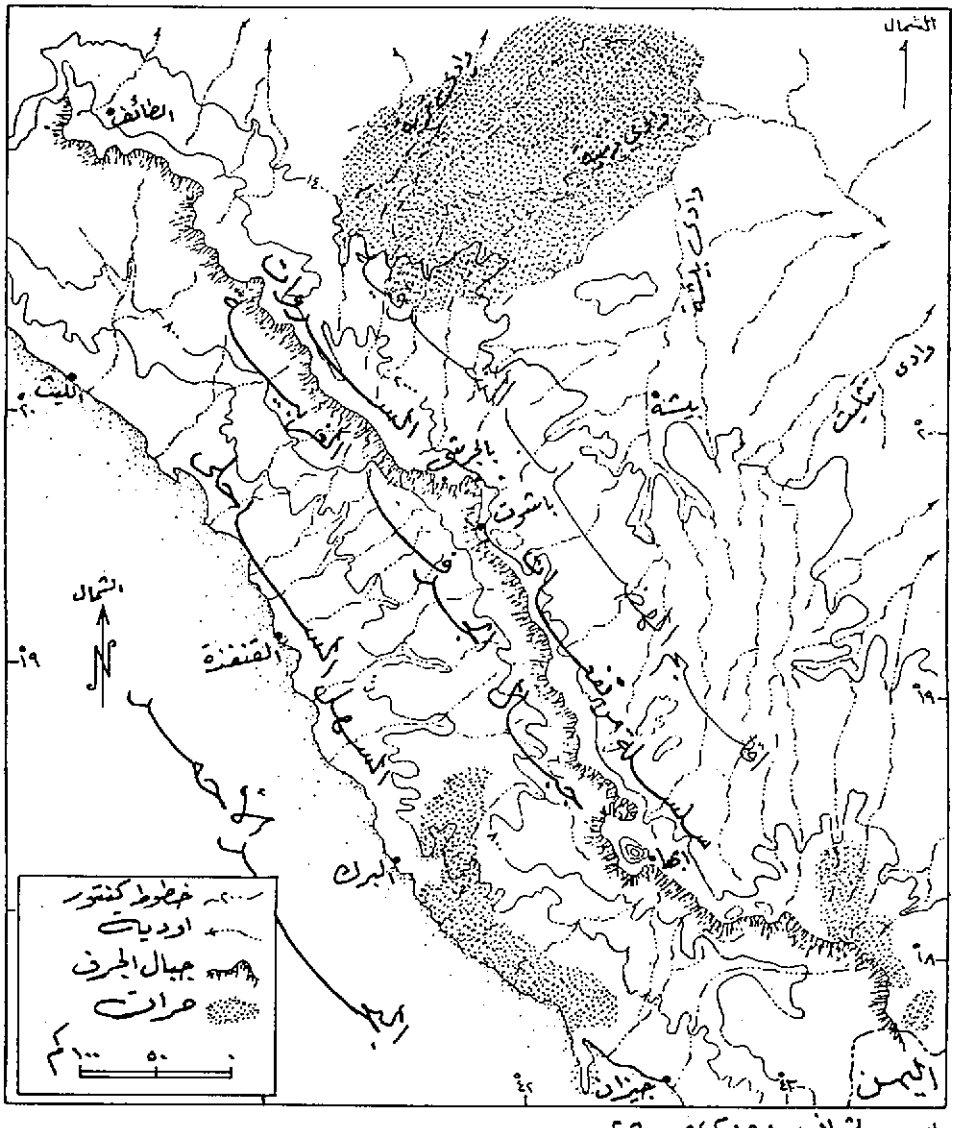
٤ ـ شيدت العديد من السدود على إختلاف أنواعها منذ زمن قديم بهدف حفظ الماء والتربة .

٥ ـ شقت آلاف الكيلو مترات من الطرق الزراعية القديمة والحديثة على طول إمتداد إقليم السراة بهدف تيسير عمليتي النقل والمواصلات .

٦ ـ صممت آلاف الكيلو مترات من السواقي والقنوات لأغراض الري، ومما يؤسف له أن معظمها أصبحت دامرة في وقتنا الحاضر بسبب الإهمال في صيانتها .

٧ ـ كان التركيز قديماً منصب على زراعة الحبوب وأشجار الفاكهة وتربية الحيوانات نظراً لحاجة مزارعي إقليم السراة إلى ذلك، وكان الغرض من الإنتاج للإكتفاء الذاتي .

٨ ـ يوجد توجه حديث نحو إنتاج الخضروات والفواكه، وتربية الدواجن، وتسمين الأغنام نظراً لحاجة سكان الإقليم إلى ذلك، ويتميز الإنتاج بأنه للأغراض التجارية .

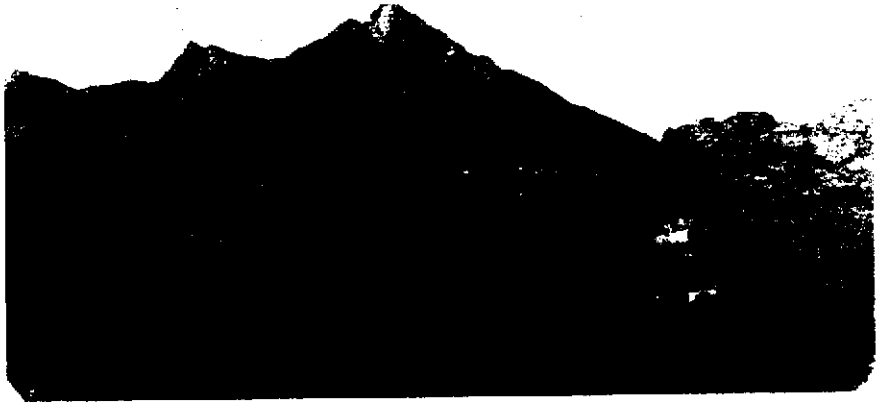


المصدر: الشرقاوي، ١٩٨٠م، ص ٢٩

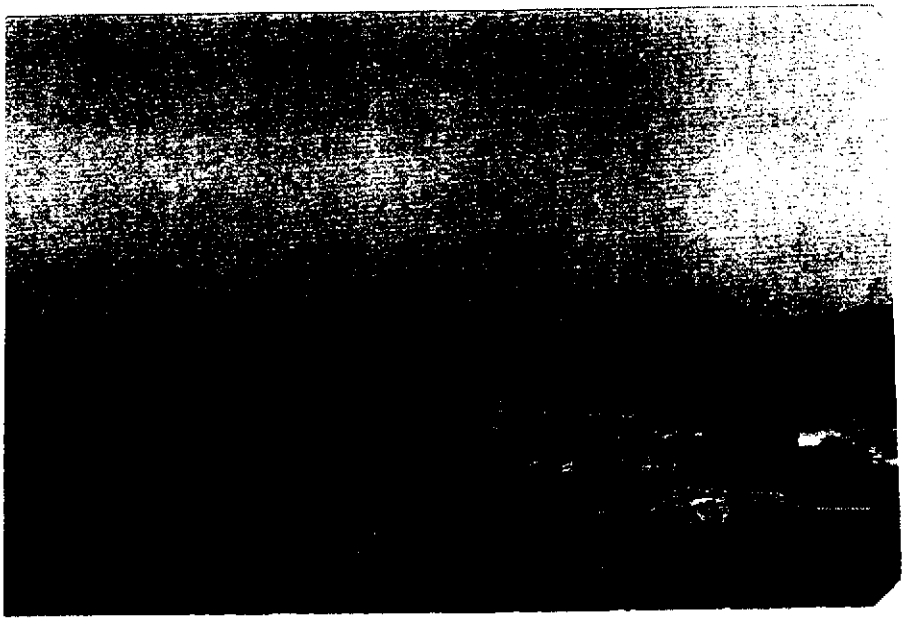
الشكل رقم (٢)

الأقسام الطبيعية لإقليم جنوب غربي المملكة العربية السعودية

لوحة رقم (١)



١ ـ ١ السراة في وضعها الطبيعي ، لاحظ كثافة الغطاء النباتي الطبيعي



١ ـ ٢ السراة تحت الاستغلال البشري ، لاحظ أثر عامل التضاريس في استخدام الأرض

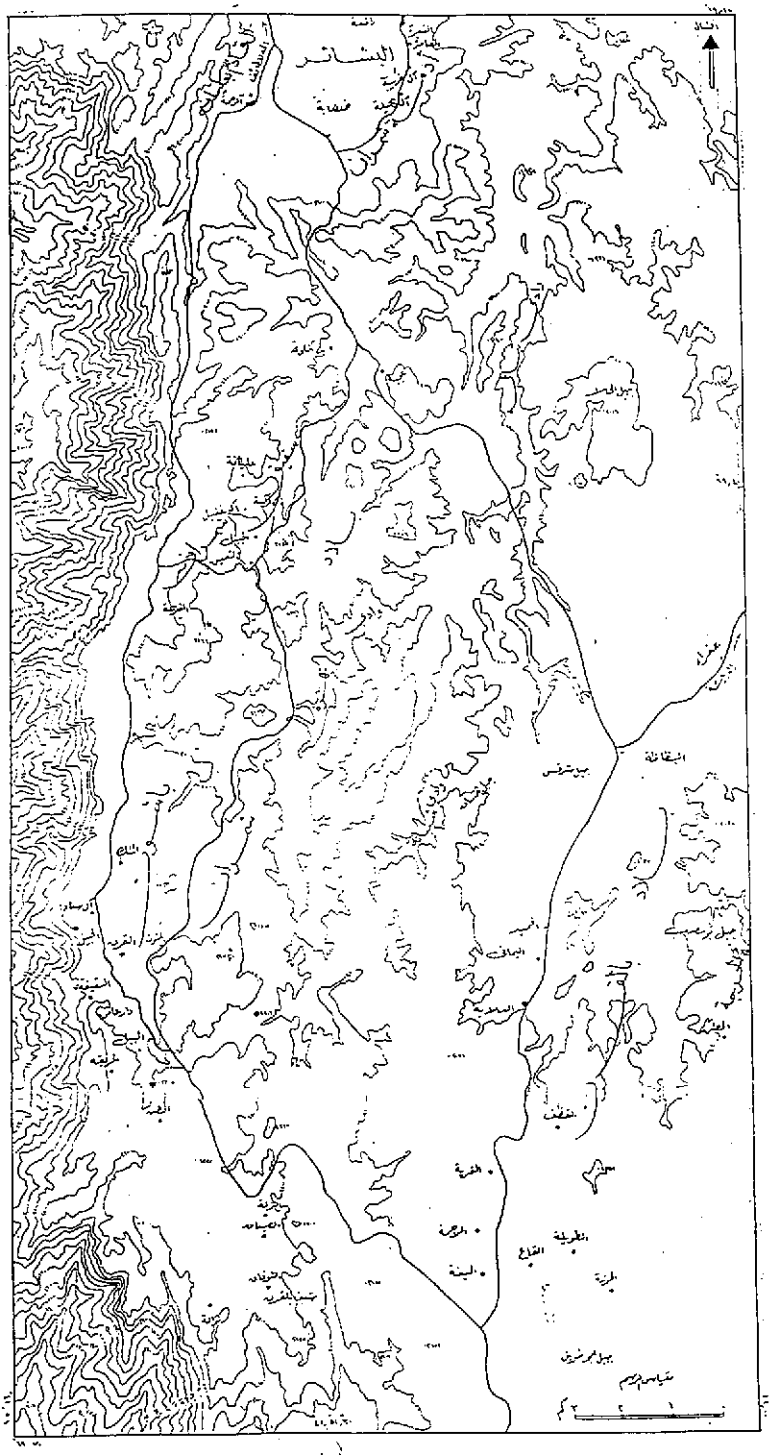
٩ ـ حلت العمالة الزراعية الأجنبية محل العمالة الزراعية الوطنية نظراً لعزوف المواطنين عن الزراعة ودخولهم في مهن أخرى. وقد أثر ذلك في نوعية وكمية الإنتاج الزراعي بالنسبة لإقليم السراة .

١٠ ـ كانت الزراعة حتى وقت قريب هي مصدر الدخل الوحيد لمعظم سكان السراة، وكان العائد منها محدوداً، وقد حدث العكس تماماً في الوقت الحاضر، حيث يعتمد معظم سكان السراة ومعظمهم من المزارعين على مصادر دخل أخرى غير زراعية كالوظائف الحكومية والتجارة .

١١ ـ لازال معظم المزارعين يهتمون بمزارعهم ويحافظون عليها وينظرون إلى الزراعة نظرة إيجابية .

١ ـ ٧ أسلوب الدراسة :

عمد الباحث إلى أسلوب الحصر بالعينة نظراً لكبر مجتمع الدراسة، حيث أختيرت عينة عشوائية بلغ عدد مفرداتها (٣٠٠) مزارعاً، يمثلون مجتمعاً ريفياً في محافظة بالقرن (الشكل رقم ـ ٣)، بلغ عدد أفراده (٢٩٨٢) مزارعاً. أجريت مقابلة شخصية مع أفراد العينة بهدف معرفة مرئياتهم وتصوراتهم عن وسائل حفظ التربة من الإنجراف في محافظة بالقرن خاصة وإقليم السراة عموماً (ملحق رقم ـ ١). ودرس الباحث أيضاً (٤٢٥) مدرجاً زراعياً أختيرت بطريقة عشوائية في مواقع متفرقة من منطقة الدراسة بهدف معرفة خصائص المصطبة الزراعية وأثرها في الحد من إنجراف التربة[١٠] (ملحق رقم ـ ٢). وتم أيضاً أثناء القيام بالعمل الحقلي دراسة أنواع أخرى من وسائل حفظ التربة من الإنجراف كالعقوم والحواجز الترابية، والجدران المبنية من الإسمنت والخرسانة المسلحة، والمحميات الطبيعية، وزراعة الأشجار على شكل صفوف[١١] .



الشكل رقم (٣)

منطقة الدراسة (محافظة بالقرن)

١ ـ ٨ منهج الدراسة :

عمد الباحث إلى المنهج الوصفي الكمي في دراسته هذه لظاهرة وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة وذلك على النحو التالي :

١ ـ ٨ ـ ١ لتقويم العوامل التي تحكم إنجراف التربة بالماء وهي الأمطار، وقابلية التربة للإنجراف، ودرجة إنحدار الأرض، وطول المنحدر، والغطاء النباتي، والدورة الزراعية، والصيانة، استخدمت المعادلة العامة التالية لتقدير فقد التربة[١٢] .

$$A = (R. K. L. S. C. P)$$

حيث أن :

A = مقدار التربة المفقودة بالطن/هكتار في السنة .

R = عامل الأمطار ويعبر عنه بدليل الإنجراف بالمطر .

K = عامل قابلية التربة للإنجراف بالماء .

L = عامل طول إنحدار الأرض بالأمتار .

S = عامل ميل إنحدار الأرض بالدرجات أو النسبة .

C = عامل الزراعة (عامل خدمة المحصول) .

P = عامل أساليب الصيانة .

١ ـ ٨ ـ ٢ تحسب قيمة كل عامل من العوامل السالفة الذكر على النحو التالي :

١ ـ عامل المطر (R) :

يوجد أكثر من معادلة لحساب قيمة عامل المطر ، وقد أختيرت المعادلة التالية نظراً لإمكانية تطبيقها ووجود معلومات عن الأمطار يمكن الاستفادة منها .

$$R = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P^-}\right)$$

حيث أن :

R = معامل القدرة الحتية للأمطار .

p = كمية الأمطار الساقطة شهرياً .

P^- = كمية الأمطار الساقطة سنوياً .

٢ ـ عامل درجة الإنحدار (S) :

يرى بعض الباحثين في مجال علم التربة أن علاقة إنجراف التربة بدرجة إنحدار الأرض يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية[١٤] :

$$X = 0.065\ S^{1.49}$$

حيث أن :

X = مقدار الفقد الكلي للتربة طن/في الهكتار .

S = النسبة المئوية للإنحدار (درجة ميل المنحدر) .

٣ ـ عامل طول إنحدار الأرض (L) :

يرتبط إنجراف التربة بالماء بطول إنحدار الأرض، ولذا يمكن استخدام المعادلة التالية لتمثيل هذه العلاقة[١٥] .

$$X = 0.025\ L^{1.53}$$

حيث أن :

X = مقدار الفاقد الكلي من التربة طن/في الهكتار .

L = طول إنحدار الأرض بالأمتار .

ويمكن الربط بين الفقد الكلي للتربة وعاملي درجة وطول الإنحدار في معادلة واحدة على النحو التالي[١٦] :

$$X = (C.S^{1.4}\ L^{1.6})$$

حيث أن :

X = مقدار الفاقد الكلي من التربة طن/في الهكتار /في السنة .

S = درجة إنحدار الأرض (نسبة الإنحدار) .

L = طول المنحدر بالأمتار .

C = ثابت الأرض (يتوقف على خواصها الطبيعية، وعامل المطر) .

٤ ـ عامل قابلية الأرض للإنجراف (K) :

يمكن تقدير معامل قابلية التربة للإنجراف بالماء عن طريق المعادلة التالية[١٧] :

$$K = \frac{M}{R}$$

حيث أن :

K = معامل قابلية التربة للإنجراف طن/في الهكتار .

M = كمية التربة المفقودة سنوياً طن/في الهكتار .

R = دليل الإنجراف بالمطر .

٥ ـ عامل الزراعة (C) :

يمكن حساب قيمة معامل الزراعة (النباتات) عن طريق قدرة النبات النسبية على حماية التربة من الإنجراف بالمطر وذلك على النحو الموضح في الجدول التالي :

الجدول رقم (١)

قدرة النبات النسبية على حماية التربة من الإنجراف

التسلسل	نوع الغطاء النباتي	درجة الحماية	النسبة المئوية
١	أشجار كثيفة أو أعشاب نجيلية	كاملة	< ٠,٩٠
٢	البرسيم والأعلاف والبقوليات	عالية جداً	٨١ ـ ٩٠
٣	نباتات الحبوب الصغيرة (القمح والشعير)	عالية	٧١ ـ ٨٠
٤	نباتات الحبوب الكبيرة (الذرة)	متوسطة	٦٠ ـ ٧٠
٥	محاصيل مزروعة على خطوط وأتلام (الخضروات)	منخفضة	٤٠ ـ ٦١
٦	غير مغطاة بأي محصول	معدومة	> من ٤٠

المصدر : من إعداد الباحث (١٤١٥ هـ) بالإعتماد على الملاحظات الشخصية وبعض الدراسات السابقة
(Mitchell and Bubenzer, 1980, P. 17 - 62)

٦ ـ عامل أساليب الصيانة (P) :

يمكن حساب قيمة عامل الصيانة على النحو التالي :

١ ـ عند عدم استخدام أساليب الصيانة تكون قيمة (P) (١,٠) .

٢ ـ عند استخدام أساليب الصيانة تكون قيمة (P) أقل من (١,٠) ، كما هو موضح في الجدول رقم (٢) .

جدول رقم (٢)

أساليب حفظ التربة من الإنجراف (عامل الصيانة)

التسلسل	نسبة إنحدار الأرض	الحراثة الكنتورية	الزراعة مع الكنتور وفي أتلام	بناء المدرجات
١	١ ـ ٢	٠,٦٠	٠,٣٠	٠,١٢
٢	٣ ـ ٨	٠,٥٠	٠,٢٥	٠,١٠
٣	٩ ـ ١٢	٠,٦٠	٠,٣٠	٠,١٢
٤	١٣ ـ ١٦	٠,٧٠	٠,٣٥	٠,١٤
٥	١٧ ـ ٢٠	٠,٨٠	٠,٤٠	٠,١٦
٦	٢١ ـ ٢٥	٠,٩٠	٠,٤٥	٠,١٨

المصدر : Mitchell and Bubenzer, (1980), P. 45

١ ـ ٨ ـ ٣ بالنسبة لتقدير قيمة وسائل حفظ التربة من الإنجراف (إحتياجات صيانة التربة)، فسوف نستعين بالمعادلة العامة لتقدير فقد التربة C A = (R. K. L. S. C. P) في حساب ذلك إذا كان ممكناً .

١ ـ ٩ الدراسات السابقة :

أختيرت الدراسات الثلاث التالية من بين الدراسات العامة التي تناولت موضوع إنجراف التربة والأساليب المتبعة والمقترحة لصيانتها والمحافظة عليها[١٨] :

١ ـ ٩ ـ ١ درست باتي Batie (١٩٨٣ م) مشكلة تعرية التربة وأثرها على الزراعة في الولايات المتحدة الأمريكية، وهدفت من دراستها التعريف بمجال وطبيعة مشكلة تعرية التربة، ولماذا تعد مشكلة بيئية ـ خاصة بعد القيام بالعديد من مشاريع حفظ التربة، وما هو دور التقنيات الحديثة في الحد من آثار تعرية التربة، وهل المزارعون على استعداد للاستفادة منها، وما هي مبررات إعلان سياسة عامة تهتم بصيانة التربة والمحافظة عليها ؟

توصلت الباحثة إلى بعض النتائج الهامة المتمثلة في إزدياد تعرية التربة سوءاً، سنة تلو الأخرى، عمّا كانت عليه في سنوات ما قبل القيام ببرامج صيانة التربة والمحافظة عليها من الإنجراف. تتعرض الأراضي الزراعية في الولايات المتحدة الأمريكية لأضرار بالغة الخطورة كالتدهور والتلف والتحول والتلوث بسبب إنجراف التربة المتزايد بشكل يوحي بحدوث كارثة تهدد الأمن الغذائي في البلاد. تقدر كميات التربة التي تفقد من الأراضي الزراعية وحدها بحوالي بليوني طن في السنة. يوجد أربعة أقاليم رئيسية في الولايات المتحدة الأمريكية تعاني من مخاطر تعرية التربة هي الإقليم الشمالي الغربي، وبعض

أجزاء السهول الوسطى في الولايات نبراسكا وكانساس وآيوا وميزوري، ومنطقة عالية نهر المسسبي الجنوبي، وولاية مين Main الواقعة في الركن الشمالي الشرقي من البلاد. يستأثر ما نسبته ٨.٦٪ من الأراضي الزراعية في الولايات المتحدة الأمريكية بحوالي ٧٠٪ من تعرية التربة التي يتجاوز مقدار الفاقد من التربة فيها خمسة أطنان من الأيكر الواحد في السنة الواحدة. يقدر معدل الفاقد من تربة الأراضي الزراعية على مستوى البلاد بحوالي ٨.٤ طن/أيكر/في السنة، أحتلت ولاية تنسي المرتبة الأولى، حيث قدر معدل فقد التربة الزراعية فيها بحوالي ١٢.١٤ طن/ أيكر/ في السنة . أتضح أنه يوجد علاقة عكسية بين درجة خطورة تعرية التربة وكميات الإنتاج الزراعي، فكلما زادت الأولى نقصت كمية الإنتاج الزراعي وقد يحدث العكس تماماً .

١ ـ ٩ ـ ٢ بحث الشيخ (١٩٨٧ م) في مشكلة الحت وإنجراف التربة التي تتعرض لهما جبال سورية الساحلية، وقد ركز في بحثه هذا على دراسة وتحليل مختلف الجوانب المرتبطة بهذه الظاهرة، كما درس أثر العوامل الطبيعية والبشرية في هذا المجال، وسلط الأضواء على الدور الذي يلعبه الغطاء النباتي الطبيعي في حماية التربة من الحت والإنجراف .

ويتلخص الهدف التطبيقي من الدراسة في محاولة إلقاء المزيد من الأضواء على أشكال الحت المائي في منطقة الدراسة الذي يتخذ أحياناً أشكالاً مأسوية مخربة، مع التركيز على الدور الذي يلعبه عامل المناخ، والعوامل الأخرى المتمثلة في التربة، والصخر الأساس، والنبات والإنسان في تعرية وإنجراف التربة .

توصل الباحث إلى بعض النتائج الهامة وذلك على النحو التالي : تعد مشكلة الحت وانجراف التربة في القطاع المدروس حقيقة واقعة لا مجال لنكرانها

ولا يمكن إخفاء حقيقتها المأسوية كما أكدتها معطيات الدراسة؛ تعرض الغطاء النباتي في المنطقة للقطع والرعي الجائرين مما سهل عمليات حت وجرف التربة مع مرور الزمن؛ يحق للإنسان أن يبحث عن التربة الزراعية الجيدة، وبإمكانه أن يوسع حدود الزراعة عندما يجد نفسه مضطراً لذلك، غير أن من واجبه أن يعي دوره الأساسي في الحفاظ على التربة واستغلالها بحكمة؛ يجب على الإنسان في المرتفعات السورية الغربية أن يعي قدرة الغطاء النباتي الحراجي على حماية التربة من الإنجراف، كما يلزمه المحافظة على ما تبقى من الغطاء النباتي الطبيعي مستعيناً بكل الوسائل العلمية القديمة والحديثة في تحقيق واستمرار التوازن البيئي؛ يجب على المزارعين أن يطبقوا أفضل الطرق الزراعية في مجال إعداد الأرض للزراعة على أسس علمية وفنية مدروسة بهدف الحفاظ على التربة وحمايتها من التدهور .

١ ـ ٩ ـ ٣ أدرك البياتي (١٩٩١ م) ما تتعرض له التربة من مخاطر الإنجراف في منطقة الجزيرة بالعراق، فسارع إلى دراستها وحذر من مغبة إهمالها وعدم الإهتمام بها. يهدف البحث إلى دراسة مشكلة الحت وإنجراف التربة في منطقة الجزيرة، والتعرف على أثر عاملي المناخ والإنسان في تصعيد عمليات الحت وتعرية التربة، مع التركيز على وضع الحلول المناسبة لهذه المشكلة البيئية الخطيرة .

توصل الباحث إلى بعض النتائج التي أكد فيها أن تربة منطقة الجزيرة بالعراق تعرضت للتعرية المائية والريحية، وفقدت القسم الأكبر من عناصرها الغذائية ومواردها العضوية بعد أن تعرض غطاؤها النباتي للاستغلال غير المقنن من قبل الإنسان، وإن أي تنمية ريفية في منطقة الدراسة لا يمكن أن يكتب لها النجاح إلا بمعالجة مشكلة تعرية التربة مع التركيز على النقاط التالية :

١ ـ لا بد من تغيير نمط استثمار الأرض من حبوب وبور إلى نمط الزراعة الكثيفة .

٢ ـ يجب السيطرة على السيول خلال الفصل المطير من السنة، عن طريق بناء السدود الصغيرة .

٣ ـ معالجة مشكلة الرعي الجائر عن طريق التقليل من أعداد الحيوانات التي ترعى في هضبة الجزيرة .

٤ ـ الاهتمام بزراعة الأشجار كمصدات للرياح وكوسائل لحفظ التربة من الإنجراف .

٥ ـ نشر الوعي البيئي بين سكان منطقة الدراسة عن أهمية الغطاء النباتي وضرورة المحافظة عليه لأنه أساس حفظ التربة من الإنجراف .

وتعد الدراسات السابقة التي كتبت عن إقليم السراة عموماً وعن منطقة الدراسة على وجه التحديد، فيما يتعلق بمشكلة إنجراف التربة ووسائل حفظها قليلة جداً إذا لم تكن معدومة، وقد أختيرت الدراسات الثلاث التالية لارتباطها بالموضوع[١٩] :

١ ـ ٩ ـ ٤ أجرى كل من الحسيني ومغرم (١٩٧٧ م) دراسة جغرافية عن أشكال السفوح واستخدامات الأراضي في سراة غامد بمنطقة الباحة، توصل مغرم من خلالها إلى بعض الاستنتاجات[٢٠] التي تؤكد بأن حياة الإنسان في السراة كانت تعتمد على الزراعة في المقام الأول ، وأن الوفرة النسبية في الأمطار كانت على ما يبدو له السبب الوحيد الذي استقطب الاستيطان الزراعي في هذا الإقليم الجبلي .

ويرى مغرم أن بداية الزراعة في السراة كانت قد قامت على الأجزاء المقعرة من السفوح الموالية للمجرى المائي الرئيسي، وعلى جوانب الأودية التي

تتميز بضيق أراضيها، والإرتفاع السريع لدرجات الميل باتجاه القمة، مما أدى إلى قيام الإنسان ببناء المدرجات الجبلية وذلك لحماية التربة من الإنجراف ولمنع التخليخ وللمحافظة على درجة ميل متوازنة في الحقول. ولم يغفل مغرم أثر العامل البشري في الغطاء النباتي الطبيعي في إقليم السراة سواء كان هذا التأثير سلبياً أو إيجابياً، فمن وجهة نظره يرى أن الغطاء النباتي قد تعرض كثيراً للرعي والقطع الجائرين لدرجة أن الكثير من المنحدرات تعرت من غطائها النباتي الطبيعي، مما زاد في سرعة إنجراف التربة، بسبب سرعة التدفق السطحي للمياه، الذي نتج عنه تناقص معدل تسرب المياه فيما تحت التربة، وبالتالي تناقص مخزون المياه الجوفية الذي يغذي الآبار التي تعتمد الزراعة المروية على مياهها كمصدر رئيسي لإمدادها بالماء[٢١].

١ ـ ٩ ـ ٥ درس الشمراني (١٩٨٠ م) ظاهرة المدرجات الزراعية في إقليم السراة، ركز فيها على توزيعها المكاني، والعوامل الطبيعية المؤثرة في ذلك التوزيع، وأهميتها بالنسبة لسكان السراة. وكانت قد بذلت محاولة من قبله لتصنيف هذه المدرجات معتمداً في ذلك على المعايير التشكلية والوظائف واستخدامات الأراضي وأساليب الري والمساحات ودرجات الإنحدار، كما جرت تحليلات إحصائية لكل مدرج على حده، والعناصر التي يتكون منها كالطول والعرض وارتفاع الجدار والحافة ودرجة الميل وغير ذلك .

توصل الباحث من خلال هذه الدراسة إلى بعض النتائج التي تشير إلى أن ثمة علاقة متميزة بين توزيع نماذج المدرجات الزراعية ، والمنظر الطبيعي للأرض، ثم بين كيفية هذه المدرجات ونجاح إزدراعها، وأخيراً بين إهمالها ونقص اليد العاملة اللازمة لصيانتها والحفاظ عليها. وتعد المدرجات الزراعية النموذج الوحيد للتقنية الزراعية الجيدة في إقليم السراة، لسوء الحظ، ومع

ذلك، فإن النقص في صيانة هذه المدرجات وهو نقص شائع فيها كلها، لا بد أن يؤدي إلى إزدياد التهافت في الأعمال الزراعية المكثفة في إقليم السراة عموماً، وبالتالي فإن إعادة بناء هذه المدرجات ومحاولة الاستفادة منها في مجال الزراعة قد يكون أمراً شبه مستحيلاً .

١ ـ ٩ ـ ٦ أجرى كل من أبو الفتح وحشيش (١٩٨٩ م) دراسة بيولوجية تتعلق بتأثير الرعي على الغطاء النباتي والتربة فوق مرتفعات عسير التي تعد جزءاً هاماً من إقليم السراة .

وقد تبين لهما من خلال هذه الدراسة أنه يوجد إختلافات جوهرية بين المناطق الخاضعة لرعي الأغنام والماعز والمناطق المحمية، وتتمثل هذه الإختلافات في أنواع النباتات والإنتاج النباتي والصفات الكيميائية والفيزيائية والبكتيرية للتربة. كذلك وجد أن المناطق المحمية تتميز بزيادة ملحوظة في أنواع النباتات والإنتاج النباتي وأطوال وأحجام النباتات وكربونات التربة وقابلية تبادل الأيونات الموجبة والتوصيل الكهربائي للتربة، مع إنخفاض نسبة الماء والمادة العضوية والنيتروجين والبكتريا في التربة وذلك عند مقارنتها بالمناطق الخاضعة للرعي .

الفصل الثاني

٢ ـ عوامل إنجراف التربة في السراة

٢ ـ ١ تعريف إنجراف التربة :

يمكن تعريف إنجراف التربة بأنه عملية الإزالة الجزئية أو الكلية للمواد المفككة التي تتكون منها التربة سواء كان ذلك بواسطة الماء أو الرياح أو الإنسان أو بها مجتمعة[٢٢] . ويحدث الإنجراف أساساً عن طريق تدفق الماء بسرعة وبكميات كبيرة على سطح الأرض، وبواسطة إشتداد سرعة الرياح التي تنقل حبيبات التربة من مكان لآخر .

ويؤدى إنجراف التربة بالماء أو الرياح أو الإنسان أو الحيوان إلى العديد من الأضرار البيئية مثل فقدان التربة لخصوبتها. وقد وجد أن متوسط الفقد السنوي للتربة الزراعية قد يصل إلى حوالي (٣٠٠ طن) متري للهكتار أو أكثر، وهذه القيمة تعادل وزن طبقة من الأرض بعمق (٢.٥) سم لمساحة هكتار واحد تقريبا، وبهذا المعدل فإن الطبقة السطحية للتربة (طبقة الحراثة) قد تفقد خلال فترة زمنية قصيرة لا تتجاوز الست أو السبع سنوات. وعموماً إذا زاد معدل الفقد السنوى من التربة على (١٠ طن) للهكتار الواحد فإن ذلك يعد خطيراً[٢٣] .

ويعد تناقص الأراضي الزراعية من بين الأضرار الناتجة عن إنجراف التربة، ذلك أن عملية إنجراف التربة لا تتوقف على الطبقة السطحية منها، بل قد تتعمق حتى تصل إلى الصخر الأم أو الأساس. ويعتبر هذا النوع من التعرية من أخطر أنواع التعرية المائية التي تعانى منها المناطق الجبلية، نظراً لكبر كميات التربة التي تزال[٢٤] .

ويعاني إقليم السراة عموماً ومنطقة الدراسة على وجه التحديد من تعرية التربة وإنجرافها، ويوجد حالياً العديد من المنحدرات على طول إمتداد إقليم السراة التي فقدت معظم تربتها ، كما توجد بعض المناطق الزراعية داخل وخارج إقليم السراة التي تعرضت أراضيها الزراعية للغمر بالمواد التي نقلتها السيول الجارفة من أعالى الجبال مما تسبب في تدمير وتلف هذه الأراضي (لوحة رقم ـ ٢) .

٣ ـ ٣ أنواع إنجراف التربة في السراة :

يحدث إنجراف التربة في السراة بواسطة تدفق مياه الأمطار على شكل سيول على سطح الأرض، وعن طريق إشتداد سرعة الرياح التي تنقل حبيبات التربة من مكان لآخر. ويتم إنجراف التربة بالرياح ومياه السيول التي تتجمع على سطح الأرض بعد تفكيك حبيبات التربة عن طريق إتلاف المواد المسؤولة عن تماسكها. وتؤمن الرياح ومياه السيول المتدفقة على سطح الأرض الطاقة اللازمة لعمليات تفكيك وتفتيت حبيبات التربة ومن ثم نقلها من أعالي المنحدرات وترسيبها في المناطق الواطئة[٢٥] .

وبالإعتماد على ملاحظات الباحث الشخصية فإن إنجراف التربة الناتج عن مياه السيول التي تتجمع على سطح الأرض وفي بطون الأودية بعد سقوط الأمطار هو الأكثر إنتشاراً والأشد خطراً في منطقة الدراسة، الأمر الذي استوجب التركيز في هذه الدراسة على التعرية المائية، أما التعرية الريحية التي يشتد أثرها في المناطق الجافة وشبه الجافة بعكس المناطق الرطبة وشبه الرطبة فستكون موضوع بحث آخر يطبق على منطقة أخرى تعاني تربتها من الإنجراف بالرياح[٢٦] .

لوحة رقم (٢)

٢ ـ ١ تخديد التربة وجرفها بواسطة مياه الجريان السطحي / مقاطعة العلاية

٢ ـ ٢ بقايا مدرج نهري كبير وقد جرفت مياه السيول جزءاً كبيراً منه / بلاد بالقرن

٢ ـ ٢ ـ ١ أنواع إنجراف التربة بالماء :

يأخذ إنجراف التربة بالماء أشكالاً مختلفة تبعاً لسلوك الماء وتحركه على سطح الأرض، وعموماً يمكن تقسيم التعرية المائية بمنطقة الدراسة (محافظة بالقرن) إلى الأنواع التالية[٢٧] :

٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ١ التعرية السطحية :

تعد التعرية السطحية من أكثر أنواع التعرية إنتشاراً في منطقة الدراسة ومن أخطرها. تحدث عندما تتدفق مياه الأمطار الغزيرة وتنتشر بشكل واسع على سطح الأرض، وتزيد خطورتها كلما كانت سرعة تدفق الماء على سطح الأرض أسرع من نفاذية التربة للماء. وتظهر التعرية السطحية على شكل أخاديد صغيرة ولكنها كثيرة جداً وذلك بعد سقوط الأمطار. ينتشر هذا النوع من التعرية في جميع أجزاء منطقة الدراسة بدون استثناء، ويشتد فعلها فوق السفوح الجبلية التي تعرضت تربها للكشط بالبلدوزرات من قبل المزارعين الذين عمدوا إلى إحتلالها من أجل توسيع مساحة ممتلكاتهم الزراعية والسكنية. وقد يستهان بالتعرية السطحية في أول الأمر، إلا أنه لوحظ أنها تزيل كميات كبيرة من ذرات التربة الدقيقة المفككة والمواد العضوية التي تخلفها الأشجار والحشائش والمواد المعدنية التي تحتوي عليها التربة والتي يعد وجودها في التربة شرطاً أساسياً لنمو النبات .

٢ ـ ٢ ـ ١ ـ٢ التعرية الأخدودية :

تعانى التربة في السراة من التعرية الأخدودية حيث تتجمع مياه الأمطار الغزيرة على شكل سيول جارفة في مجاري الأودية، ويزيد جرف الماء للتربة كلما زاد الإنحدار، حيث يتدفق الماء في مجاري الأودية بسرعة، مسبباً نحراً وجرفاً للتربة، وكثيراً ما تعمل التعرية الأخدودية على تجزئة سطح الأرض

وتقطيعه بحيث لا يمكن في النهاية الاستفادة منه، ويلاحظ أن معدل الرشح يكون بطيئاً نظراً لزيادة سرعة تدفق المياه في مجاري الأودية (لوحة ٢ ـ ١) .

٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ٣ إنجراف التربة بالتناثر :

يحدث هذا النوع من التعرية المائية عندما تسقط قطرات المطر وتصطدم بسطح الأرض، محدثة تأثيراً قوياً على بناء التربة، يعقبه في الحال تفكيك لحبيباتها وتناثر لها، ومن ثم جرف للتربة باتجاه أسفل المنحدر. يعد إنجراف التربة بالتناثر خطيراً، إلا أن معظم مزارعي منطقة الدراسة لا يدركون ذلك، مستبعدين عدم قدرة قطرة المطر على تفكيك حبيبات التربة بعضها عن بعض، ومن ثم جرفها ونقلها إلى أماكن بعيدة[٢٨] .

٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ٤ تعرية التربة بالجداول والروافد الصغيرة :

تحدث تعرية الجداول الصغيرة في مناطق الحقول الزراعية البسيطة والمتوسطة الإنحدار (أقل من ١٠ درجات)، وذلك عندما تسقط الأمطار عليها، حيث تمتلىء الأخاديد والشقوق الموجودة في التربة بالماء، ومع زيادة كمية الماء فإنه يتدفق على شكل سيل جارف مسبباً نحراً لهذه الجداول والأخاديد من القاع، ويتبع ذلك جرفٌ للتربة وتخديدٌ غير عميقٍ للأراضي الزراعية وغير الزراعية، وتزداد خطورة تعرية التربة بالجداول الصغيرة مع مرور الزمن حتى تصبح في النهاية كارثة أو مشكلة بيئية كبيرة يصعب حلها. ويلاحظ أن معظم مزارعي إقليم السراة بصفة عامة، وسكان منطقة الدراسة على وجه الخصوص لا يدركون مخاطرها بسبب جهلهم وعدم إكتراثهم بها .

٢ ـ ٣ عوامل تعرية التربة في السراة :

يوجد العديد من العوامل البيئية التي تتشابك فيما بينها وتعمل معاً على تهيئة التربة في منطقة السراة للحت والإنجراف وذلك على النحو التالي :

٢ ـ ٣ ـ ١ عمليات التجوية :

تعمل التجوية بنوعيها الكيميائي والميكانيكي على تحطيم الصخور وتحللها على سطح الأرض أو بالقرب منه ومن ثم نقل مخلفات هذا الحطام من أعالي المنحدرات وترسيبه عند أقدام الجبال حيث يقل الإنحدار[٣٠] . وتعتمد التجوية في إقليم السراة على عامل المناخ الذي يتميز بأنه مناخ رطب ولذا فإن فعل التجوية الكيميائية في الصخر يكون قوياً . وتختلف صخور منطقة الدراسة من حيث درجة مقاومتها لعوامل التجوية إختلافاً كبيراً، فالصخور الرسوبية والمتحولة تكون سهلة التفكك، بينما تكون الصخور النارية شديدة التماسك صعبة التحلل والتفكك. وينتج عن ذلك تفاوت في تعرية التربة وانجرافها حيث تقوى على سفوح مناطق الصخور الشستية المتحولة والصخور الرسوبية سهلة التفكك، وتضعف على منحدرات مناطق صخور الجرانيت والصخور القاعدية شديدة التماسك .

٢ ـ ٣ ـ ٢ عامل التضاريس :

يؤثر عامل التضاريس في تربة السراة من خلال المنسوب، ودرجة الميل، وطول المنحدر وشكله، والمواجهة. ويتضح أثر المنسوب في التربة إذا علم أن السراة يشكل كتلة مرتفعة يزيد إرتفاعها عن (١٧٠٠) متراً، ويصل في بعض قممها إلى ما يزيد عن (٣٠٠٠) متراً عن مستوى سطح البحر[٣١] . وتتميز تضاريس السراة بأنها معقدة، ولكنها تساعد على تقليل معدلات درجة الحرارة ورفع كميات الأمطار التي تزيد في بعض المحطات المناخية عن (٥٠٠) ملم[٣٢] . ويظهر أثر عامل المنسوب وتضرس المنطقة في التربة بشكل واضح وجلي حينما نشاهد الإنجراف الشديد للتربة بعد سقوط الأمطار، وهي ظاهرة تعم إقليم السراة بأكمله .

وتحدد درجة ميل المنحدر في السراة سرعة جريان الماء وقوته على سطح الأرض، وبالتالي تحديد كمية التربة التي يمكن جرفها، بمعنى أنه كلما زادت درجة ميل الأرض كلما زادت سرعة الماء وقوته وبالتالي يزيد إنجراف التربة. ويحدث العكس بالنسبة للأراضي البسيطة الميل. لوحظ أن السفوح الشديدة الميل (٢٠ درجة فأكثر) تعاني من شدة وسرعة التعرية المائية للتربة. وهي ظاهرة واسعة الإنتشار في إقليم السراة، ولكنها أكثر وضوحاً في بعض المناطق كالباحة والسودة بعسير، حيث تتميز الأودية وروافدها من الرتب الأولى والثانية والثالثة بعمق مجاريها وشدة إنحدارها وظهورها على الشكل (٧). وتؤكد بعض الدراسات على أن زيادة درجة ميل الأرض تعمل على مضاعفة سرعة المياه التي تنساب على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار، وبالتالي يكون بمقدورها تحريك ذرات التربة بقوة تزيد بمقدار (٦٤) مرة عمّا كانت عليه. كما تتضاعف قدرتها على حمل المواد العالقة فيها بحوالي (٣٢) مرة، وينتج عن ذلك مضاعفة قوة الإنجراف إلى حوالي أربعة أضعاف ما كانت عليه[٣٣].

ويؤثر طول السفح ونوعه على عملية التعرية المائية ومن ثم على إنجراف التربة، بمعنى أنه كلما زاد طول المنحدر، كلما زادت سرعة الماء وقوته، وبالتالي تزداد كمية التربة المنجرفة. كذلك فإن تعرية التربة وإنجرافها تزيد في المناطق التي تكون منحدراتها مستقيمة أو محدبة، وتقل في المناطق ذات السفوح المقعرة، وهي ظاهرة واسعة الإنتشار في السراة ويمكن مشاهدة نماذج من السفوح المستقيمة والمحدبة في بلاد زهران بمنطقة الباحة، كما يمكن مشاهدة المنحدرات المقعرة في الشعاب قبقاب ومهرة وشيبانه والصحن وأفرك الواقعة في محافظة بالقرن التابعة لمنطقة عسير الإدارية .

ويلاحظ أيضاً أن واجهة السفوح لها تأثير واضح على ظاهرتي تعرية التربة وإنجرافها. تتميز السفوح المواجهة للشرق والجنوب الشرقي بأنها أكثر تعرضاً للإنجراف والتآكل من المنحدرات المواجهة للشمال والشمال الغربي.

ويعزى ذلك إلى وقوع الأولى أمام أشعة الشمس التي تصلها بشكل شبه عمودي معظم وقت النهار، مما يؤدي إلى إرتفاع نسبة التبخر وبالتالي سرعة فقد التربة لرطوبتها. تؤثر هذه الظاهرة على حجم وكثافة الغطاء النباتي الذي يتميز بفقره النسبي بالنسبة للمنحدرات المواجهة للجنوب والجنوب الشرقي إذا ما قورن بالكساء النباتي الغني نسبياً بالنسبة للسفوح المواجهة للشمال والشمال الغربي. بالنسبة للمنحدرات المواجهة للشرق والغرب فتكاد الفوارق بينها تكون طفيفة، إلا أن السفوح المواجهة للغرب أكثر إيجابية من السفوح المواجهة للشرق، نظراً لمواجهتها للمطر ووقوعها في ظل الشمس معظم وقت النهار.

٢ ـ ٣ ـ ٣ قابلية التربة للإنجراف :

يؤثر قوام وعمق وبناء التربة على معدل الرشح ومدى قابلية التربة للإنجراف. وتتميز ترب إقليم السراة بتنوعها وتباين خصائصها تبعاً لعوامل تكوينها. وتنتشر التربة الطينية ذات المسامات العالية والنفاذية المنخفضة في الجزء الغربي من السراة، بينما تنتشر التربة الطينية الرملية ذات المسامات المنخفضة والنفاذية العالية مقارنة بالتربة الطينية في الجزء الشرقي من إقليم السراة[٣٤]. ويؤدي ذلك إلى جعل عملية رشح الماء أكبر وأسرع في التربة الطينية الرملية التي تتميز ببناء ضعيف قليل التماسك ومن ثم يزداد جرف التربة تبعاً لذلك. ويحدث العكس تماماً بالنسبة للتربة الطينية والطينية اللومية اللتان تتميزان ببناء قوي التماسك تحدده حبيبات التربة والمواد الغروية المعدنية والعضوية كالفضار والدبال. ويمكن أيضاً تقسيم تربة السراة إلى قسمين كبيرين هما التربة التي تكونت تحت تأثير الظروف الطبيعية البحتة والتربة التي تشكلت تحت التأثير البشري وهي تربة المدرجات. يعاني النوع الأول من التعرية المائية والإنجراف الشديد للتربة، بينما يحظى النوع الثاني بصيانة جيدة ومقاومة مستمرة للإنجراف[٣٥]. (اللوحة رقم ـ ٣).

لوحة رقم (٣)

٣ ـ ١ قطاع للتربة الطينية في منحدر تحت الظروف الطبيعية / مقاطعة باشوت

٣ ـ ٢ قطاع للتربة الطينية في منحدر تحت الاستغلال البشري / مقاطعة باشوت

٢ ـ ٣ ـ ٤ عامل المناخ :

يعمل المناخ بعناصره المختلفة على تكوين التربة إينما وجدت ، وله تأثير ملموس على قابليتها للإنجراف . وتساهم العوامل المناخية التالية في تهيئة التربة للإنجراف مساهمة فعالة تصل بالتربة أحياناً إلى الحد الذي تفتقد فيه إلى صفاتها الوراثية التي تربطها بالصخور الأم التي اشتقت وتكونت منها. هذه العوامل تكون على النحو التالي[٣٦] :

١ ـ التباين الشديد بين الفصول من حيث كميات الأمطار .

٢ ـ طول فترة الجفاف الصيفي .

٣ ـ التفاوت الملحوظ في معدلات التساقط الشهري .

٤ ـ التركز الشديد للتساقط المطري .

٥ ـ ارتفاع معدلات الحرارة وانخفاضها .

٦ ـ تزامن إرتفاع معدلات الحرارة مع فترة الجفاف .

٧ ـ إرتفاع معدلات سرعة الرياح .

٨ ـ حدوث تغيرات وتذبذبات مناخية شديدة .

٩ ـ إرتفاع معدلات التبخر / نتح بسبب إرتفاع معدلات الحرارة .

١٠ ـ تناقص معدلات الرطوبة النسبية .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ١ تباين الفصول من حيث كميات التساقط :

تتباين الفصول الأربعة في إقليم السراة من حيث كمية المطر وتوزعه وانتظامه وغزارته. ونلاحظ بشكل عام من قراءة الأرقام الواردة في الجدول رقم (٣) أن معظم الأمطار في إقليم السراة تسقط في فصلي الشتاء والربيع (حوالي

جدول رقم (٣)

توزيع معدلات الأمطار حسب الفصول في بعض محطات السراة (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الفصول / المحطات	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف		المجموع
	التساقط (ملم)	النسبة المئوية	التساقط (ملم)	النسبة المئوية	التساقط (ملم)	النسبة المئوية	التساقط (ملم)	النسبة المئوية	
أبها	٨٦,٣	٢٤,١	١٧٣	٤٨,٢	٧٥	٢١,٠	٢٤	٦,٧	٣٥٨,٣
بالجرشي	١٧٤	٣٠,٥	١٠٠	١٧,٥	١٣٦	٢٣,٨	١٦٠	٢٨,٢	٥٧٠,٠
النماص	١٩٣	٣٣,٩	٢٦٢	٤٦,١	٦٣,٥	١١,٢	٥٠	٨,٨	٥٦٨,٥
العلاية	١١١	٣٤,٧	١٤٤	٤٤,٩	٣٣,٣	١٠,٤	٣٢	١٠,٠	٣٢٠,٢
الباحة	٢٠٦	٤٤,٠	١٨٦	٣٩,٧	٤٣	٩,٢	٣٢,٨	٧,١	٤٦٧,٨
المعدل	١٥٤,١	٣٣,٤	١٧٣	٣٩,٢	٧٠,٢	١٥,١	٦٠,١	١٢,٣	٤٥٧ (١٠٠٪)

المصدر : الجدول من حساب الباحث والأرقام مستمدة من مصلحة الأرصاد وحماية البيئة (التقارير ٦٧ ـ ١٩٨٧ م) .

٦ . ٧٢٪) ، بينما تكون معدلات التساقط في فصلي الصيف والخريف ضئيلة نوعاً ما (حوالي ٤ . ٢٧٪) . ويتبين أيضاً أن نظام التساقط السائد في إقليم السراة هو (ربيع ـ شتاء ـ صيف ـ خريف)، ولا يشذ عن هذ النظام إلا محطة بالجرشي التي يكون نظام سقوط الأمطار فيها (شتاء ـ خريف ـ صيف ـ ربيع). وتبدو آثار التوزع الفصلي للأمطار في السراة واضحة في عملية إنجراف التربة ، ففي الفصل الجاف (الصيف والخريف) تتفكك التربة طبيعياً وعن طريق الحراثة، ويكون سطحها غير مغطى بالمحاصيل الزراعية، وعند سقوط الأمطار بغزارة في الفصل المطير (الشتاء والربيع) تتعرض التربة للإنجراف الشديد، إلا في الحالات التي يكون سطحها مغطى بالنبات الطبيعي الكثيف أو بالمحاصيل الزراعية .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٢ طول فترة الجفاف الصيفي :

يتميز إقليم السراة بأنه أقل أقاليم المملكة جفافاً وأغزرها أمطار ، نظراً لما يتمتع به من سمات طبيعية تتمثل في إرتفاع تضاريسه ، واعتدال درجات الحرارة نسبياً ، وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية ، وكثافة الغيوم وتلبد السماء بها معظم أيام السنة ، وكثافة الغطاء النباتي . حددت فترة الجفاف والعجز المائي باستخدام معادلة ثورنثويت Thornthwaite المبنية على إيجاد العلاقة بين معدلات الأمطار السنويه وما يضيع منها بالتبخر نتح . طبقت المعادلة على محطة النماص الواقعة في وسط إقليم السراة (جدول رقم ـ ٤) .

وتبين من تطبيقها أنه يوجد فائض ونقص معاً في الرطوبة . ويحدث النقص في فصلي الصيف والخريف ، وتبلغ القيمة المحتسبة لهذا النقص ١٧ . ٦٥ سم . وتمتد فترة الجفاف والعجز المائي لمدة ستة أشهر . ويحدث الفائض في الرطوبة خلال فصلي الشتاء والربيع (من بداية مايو إلى نهاية

جدول رقم (٤)

فترة الجفاف والعجز المائي في محطة النماص للفترة (١٩٦٧ ـ ١٩٨٠ م)

أشهر السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع السنوي (ملم)
التساقط (ملم) P	٩٨	١٠٠	١٠٠	٩٨,٤	٦٣,٥	٩,٥	١٩	٣٥	٧,٦	٣,٥	٣٩	٦٢	٥٦٨,٥
طاقة التبخر النتح (ملم) E.T.P.	٢٨,٥	٤٩,٥	٤٩,٥	٥٦,٧	٧٧,٩٧	٩٢,٤	١١٦,٣	٨٢,٥	٧٩,٦	٥٧	٣٣,٥	٤٢ر٨	٧٤٥,٠
التساقط ـ التبخر نتح P - E.T.P.	٧٠,٥	٥٠,٥	٥٠,٥	٤١,٧	ـ ١٤,٥	ـ ٨٣	ـ ٩٧,٣	ـ ٤٧,٥	ـ ٧٢	ـ ٥٣,٥	٥,٥	١٩ر٣	ـ ١٧٦,٥
العجز المائي					١٤,٥	٩٧,٥	١٩٤,٨	٢٤٢,٣	٣١٤,٣	٣٦٧,٨			

المصدر : الجدول من إعداد الباحث ١٤١٦ هـ / ١٩٩٦ م .

فترة الجفاف والعجز المائي

أكتوبر) . وتبلغ القيمة المحتسبة لهذا الفيض بحوالي ٢ . ١٩ سم ، ويلاحظ أن شهر يناير وحده يساهم بحوالي ٧ سم ، وهي أعلى مساهمة من بين جميع الشهور .

تؤثر فترة الجفاف الطويلة هذه كثيراً على عمليات تشكل التربة وعلى النباتات والأحياء الدقيقة الموجودة فيها ، كما تساعد على تفاقم مخاطر مشكلة تعرية التربة وانجرافها بالسيول ، حيث تبدو التربة في نهاية فصل الجفاف والعجز المائي جافة مفككة وذات قابلية حتية كبيرة مما يؤدى إلى سهولة تعريتها ، وزيادة فعالية إنجرافها بمياه السيول التي تتجمع على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار[٣٧] .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٣ التفاوت الملحوظ في معدلات التساقط الشهري :

يظهر الجدول رقم (٥) معدلات الأمطار الشهرية في بعض محطات إقليم السراة للفترة (٦٧ ـ ١٩٨٧ م) ومنه يلاحظ أن المطر يتميز بعدم إنتظام توزعه الشهري ، كما يوجد تفاوت ملحوظ في معدلات التساقط الشهري والسنوي . وتتشابه محطات المناخ الخمس من حيث تسجيلها لأعلى معدل أمطار في شهر يناير ، وأقل معدل تساقط مطري في شهر أكتوبر . ويتبين أيضاً أنه يوجد قمتان متقاربتان للمطر في جميع المحطات ، تقع الأولى في شهر يناير ، وتقع الثانية في شهر أبريل . يؤثر هذا التباين والتفاوت في توزع ومعدلات الأمطار في التربة من حيث عمليات تشكلها ، ومن حيث إمداد النباتات والمحاصيل الزراعية بالمياه اللازمة لنموها . يحدث نقص في مياه الأمطار في فصل الجفاف الذي يمتد من بداية شهر يونية وينتهي بنهاية شهر نوفمبر ، فتجف التربة وتتشقق ويتفكك سطحها العلوي . ويحدث فائض في مياه الأمطار في الفصل الرطب الذي يمتد من بداية شهر ديسمبر وينتهى بنهاية

جدول رقم (٥)

معدلات الأمطار الشهرية (ملم) في بعض المحطات المناخية بإقليم السراة (١٩٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الشهور / المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع السنوي
أبهـــا	٢٦,٣	٢٩	٦٣	٦٢	٤٨	١٥	٣٠	٤٠	١٠	٣	١٩	١٣	٣٥٨,٣
النماص	٩٨	٣٣	١٠٠	٩٨	٦٤	٩,٥	١٩	٣٥	٧,٦	٣,٥	٣٩	٦٢	٥٦٨,٥
العلايـــة	٥٢	٣٠	٣٩	٦٣	٤٢	٦,٣	١٣	١٤	٦	٩	١٧	٢٩	٣٢٠,٢
بالجرشي	٨٠	٣٩	٣٥	٣٤	٣١	٨١	٢٩	٢٦	٦٩	٢٥	٦٦	٥٥	٥٧٠
الباحـــة	٩٨	٤٤	٥٣	٧٤	٥٩	١١	١٠	٢٢	٦,٤	٥,٤	٢١	٦٤	٤٦٧,٨
المعدل	٧٠,٩	٣٥	٥٨	٦٦,٢	٤٨,٨	٢٤,٦	٢٠,٢	٢٧,٤	١٩,٨	٩,٢	٣٢,٤	٤٤,٦	٤٥٧

المصدر : الجدول من حساب الباحث والأرقام مستمدة من تقارير مصلحة الأرصاد وحماية البيئة (٦٧ ـ ١٩٨٧ م) .

شهر مايو ، وينتج عنه تعرية وجرف للتربة السطحية . ويكون تأثير الأمطار مباشراً على التربة بطريقتي الغسل العمودي والحت أو الإنجراف السطحي .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٤ التركز الشديد للأمطار :

يتميز إقليم السراة بأنه أقل أقاليم المملكة العربية السعودية تركزاً للأمطار حيث يقل تركزها عن ٤٠٪ . ويبلغ في محطة بالجرشي بالذات ٣١٪ فقط . ويرتبط تركز الأمطار في إقليم السراة بالنظام الموسمي الذي يؤثر على الإقليم الجنوبي الغربي من البلاد . وتتركز الأمطار في السراة في شهري يناير وأبريل[٣٨] .

ويمتاز السراة أيضاً بتذبذب أمطاره وتغير كمياتها الساقطة من سنة لأخرى ، فقد تسقط الأمطار بغزارة في بعض السنين وتشح في سنوات أخرى مما يهيء التربة للتعرية السطحية بنوعيها المائي والريحي . ومن الملاحظ على أمطار السراة أن التذبذب في كمياتها ومواعيد سقوطها لا يقتصر على معدلاتها السنوية فحسب بل يشمل أيضاً معدلاتها الشهرية . ويوجد تذبذب كبير ملفت للنظر فيما يتعلق بكميات الأمطار التي تسقط في الفصل المطير من السنة ، حيث لا تسقط الأمطار أحياناً لفترة زمنية طويلة ، ثم يعقب ذلك هطول غزير لها في فترة زمنية قصيرة قد لا تتجاوز بضعة أيام . وقد بلغت أكبر كمية هطلت في شهر واحد (٤٠٩ ملم)، هطل منها (٢٧٧ ملم) في يوم واحد ، وأكثر من (٦٠ ملم) في ثلاثين دقيقة ، (أنظر الجدول رقم ـ ٦) . تمتاز هذه الزخات المطرية الكبيرة بقدرتها على جرف التربة وتخديد الأرض وإلحاق أضرار بالغة بزراعة المدرجات التي تعد نمط الزراعة الرئيسي السائد في منطقة السراة[٣٩] .

جدول رقم (٦)

كثافة الأمطار وغزارتها كما سجلتها بعض محطات المناخ بإقليم السراة (١٩٧٥ م و ١٩٨٧ م)

المحطة	أكبر كمية سنوية (ملم) ١٩٧٥ م	أقل كمية سنوية (ملم) ١٩٨٧ م	أكبر كمية شهرية (ملم)	أكبر كمية في ٢٤ ساعة (ملم)	أكبر كمية في ٣٠ دقيقة (ملم)
أبهـــا	٥١٤.٧	٢٥٣.٧	٢٢٤ (فبراير ١٩٨٣ م)	٢٢٤ (١٩٨٣/٢/٣ م)	٤٠.٦
النمـاص	٧٠٢.٩	٢٦٠.١	٣٤١ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٤٨ (ـ/٤/١٩٧٥ م)	٥٧.٤
العلايـة	٧٩٠.٤	١٨٠.٣	٣٣٩ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٦٠ (ـ/٤/١٩٧٥ م)	٥٩.٢
بالجـرشي	٧٤١.٧	٧٢.٤	٣٣٨ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٤٤ (١٠/٤/١٩٧٥ م)	٥٣.٦
أدمـــة	٧٥٤.٩	—	٤٠٩ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٧٧ (١٠/٤/١٩٧٥ م)	٦٠.٤
البـاحـة	٨٨٧و٩	٧٠.٢	٢٦٦ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٦٦ (١٠/٤/١٩٧٥ م)	٥٧.٠
المنـــدق	٧٦٩.٥	—	٢٣٨ (أبريل ١٩٧٥ م)	٢٣١ (١٠/٤/١٩٧٥ م)	٥٤.٧
المعـدل	٧٣٧.٤	١٦٧.٣	٣٠٧.٨	٢٤٧.١	٥٤.٧

المصدر : الجدول من حساب الباحث بالإعتماد على النشرة الهيدرولوجية رقم ٨٩ (١٣٩٥/١٢/٢٩ هـ) قسم الهيدرولوجيا ، إدارة تنمية موارد المياه ، وزارة الزراعة والمياه الرياض .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٥ إرتفاع معدلات الحرارة وتزامنها مع فترة الجفاف :

تتميز معدلات الحرارة في هضبة السراة بأنها معتدلة بشكل عام ، فهي في حدود (١٧,٣) درجة في أبها ، و(١٥,٤) درجة في النماص ، و(١٨,٦) درجة في بالجرشي ويتراوح معدل العظمى بين (٢٠ ـ ٢٤) درجة ، ويكون معدل الصغرى بين (١٠ ـ ١٣) درجة . وتتجاوز العظمى (٣٠) درجة في فصل الصيف في بعض المحطات ، وتنخفض الصغرى إلى الصفر في فصل الشتاء البارد في محطات أخرى (الجدول رقم ـ ٧) .

وتتوافق فترة الجفاف مع فترة إرتفاع معدلات الحرارة وينعكس ذلك مباشرة على حرارة التربة (الجدول رقم ـ ٨) التي تتراوح معدلاتها بين (١٦) درجة عند عمق ٥ سم ، وحوالي (٢٠) درجة عند عمق ١٠٠ سم في محطتي أبها وبالجرشي . وعند مقارنة معدلات حرارة التربة بمعدلات حرارة الجو فإنها تكون أعلى وأكثر تطرفاً ، فهي أكثر إرتفاعاً في فصل الصيف الجاف نسبياً وأكثر إنخفاضاً في فصل الشتاء الرطب . ويترتب على المدى الحراري للتربة تعرض الأفق السطحي لها للعديد من العمليات الطبيعية والكيميائية التي تساعد على قابليتها للإنجراف بشكل مرتفع .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٦ إرتفاع معدلات سرعة الرياح :

للرياح تأثير ملموس في تعرية التربة ويشتد هذا الأثر بازدياد سرعتها . ويأتي إقليم السراة بأقل معدلات سرعة الرياح بالنسبة لأقاليم المملكة الأخرى . ويتراوح معدل سرعتها بين (٧ ـ ١٠) كم / الساعة . وتهب الرياح عموماً من الجنوب الغربي والجنوب الشرقي ومن الغرب ، ويأتي فصل الصيف بأقل معدلات سرعة الرياح ، بينما يأتي الفصلان الشتاء والربيع بأعلاها (الجدول رقم ـ ٩) .

جدول رقم (٧)

معدلات درجات الحرارة (مْ) في بعض محطات السراة للفترة (٦٦ ـ ١٩٨٦ م)

الشهور	محطة أبها			محطة النماص			محطة بالجرشي		
	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط	الصغرى	العظمى	المتوسط
يناير	٨,٣	١٦,٤	١٢,٤	٥,٧	١٣,٨	٩,٧	٨,٢	١٦,٢	١٢,٣
فبراير	٩,٢	١٧,٣	١٣,٣	٦,١	١٤,٩	١٠,٥	٨,٥	١٧,٨	١٣,٢
مارس	١١,١	١٩,٥	١٥,٣	٨,٧	١٧,٣	١٣,٠	١٠,٧	٢١,٤	١٥,٧
أبريل	١٢,٢	٢١,٤	١٦,٨	٩,٩	٢٠,٣	١٥,١	١٢,٣	٢٤,٠	١٨,٤
مايو	١٤,٢	٢٤,٣	١٩,٣	١٢,٢	٢٣,٦	١٧,٩	١٤,٨	٢٧,٨	٢١,٤
يونيه	١٦,٧	٢٧,٥	٢٢,١	١٤,٢	٢٦,٥	٢٠,٣	١٧,٨	٣٠,٦	٢٤,٠
يوليه	١٦,٦	٢٦,٧	٢١,١	١٥,٤	٢٥,٥	٢٠,٦	١٧,٨	٢٩,٦	٢٤,١
أغسطس	١٦,٣	٢٦,٥	٢١,٥	١٥,٢	٢٥,٧	٢٠,١	١٧,٤	٢٩,٦	٢٣,٤
سبتمبر	١٥,٠	٢٦,٤	٢٠,٧	١٢,٨	٢٦,٢	١٩,٨	١٥,٩	٢٩,٤	٢٢,١
أكتوبر	١١,٢	٢٣,٠	١٧,٢	٩,٨	٢٢,٠	١٥,٩	١٢,٨	٢٥,٨	١٩,٣
نوفمبر	٩,٥	١٩,٧	١٤,٦	٦,٢	١٧,٩	١٢,١	٩,٤	٢١,٢	١٥,٥
ديسمبر	٨,١	١٧,٤	١٢,٩	٥,٢	١٥,٢	١٠,٢	٧,٩	١٨,١	١٣,٢
المعدل	١٢,٤	٢٢,٢	١٧,٣	١٠,١	٢٠,٧	١٥,٤	١٢,٨	٢٤,٣	١٨,٦

المصدر : AL-Amri, (1990), P. 188 .

جدول رقم (٨) درجات حرارة التربة في محطتي أبها وبالجرشي لعام ١٣٩٥ هـ / ١٩٧٥ م

الشهور	١ ـ محطة أبها					٢ ـ محطة بالجرشي		
	عمق التربة					عمق التربة		
	٥ سم	١٠ سم	٢٠ سم	٥٠ سم	١٠٠ سم	١٠ سم	٥٠ سم	١٠٠ سم
يناير	١٠,٣	١٠,٨	١٣,٣	١٥,٦	١٧,٩	١٢,٠	١٤,٩	١٥,٢
فبراير	١٣,١	١٣,٨	١٥,٥	١٦,٦	١٧,٤	١٢,٧	١٤,٥	١٤,٤
مارس	١٥,٦	١٦,١	١٨,٠	١٩,٠	١٩,٠	١٦,٥	١٨,٣	١٦,٩
أبريل	١٦,٣	١٦,٣	١٧,٤	١٨,٣	١٨,٨	١٤,٩	١٦,٨	١٦,٥
مايو	١٨,٥	١٨,٥	٢٠,٤	٢١,١	٢٠,٦	٢١,٨	٢٣,٠	٢٠,٤
يونيه	١٩,٢	١٩,٦	٢٠,٩	٢١,٦	٢١,٦	٢٢,٧	٢٤,٣	٢٢,٣
يوليه	١٩,٦	١٩,٩	٢١,١	٢١,٦	٢١,٨	٢٦,٥	٢٦,٥	٢٤,٢
أغسطس	١٩,٩	٢٠,١	٢١,٣	٢١,٩	٢٢,١	٢٢,٢	٢٤,٥	٢٣,٧
سبتمبر	١٨,٦	١٩,١	٢٠,٤	٢١,٢	٢١,٨	٢١,٨	٢٣,٢	٢٢,٢
أكتوبر	١٥,٣	١٥,٧	١٧,٥	١٩,٠	٢٠,٦	١٩,٧	٢٢,٤	٢١,٨
نوفمبر	١٤,٢	١٤,٦	١٦,٧	١٧,٣	١٨,٨	١٥,٥	١٩,٢	١٩,٤
ديسمبر	١١,٩	١٢,٣	١٣,٨	١٥,٢	١٧,١	١١,٥	١٥,١	١٦,٠
المعدل	١٦,٠	١٦,٤	١٨,٠	١٩,٠	١٩,٨	١٨,١	٢٠,٢	١٩,٠

المصدر : الجدول من إعداد الباحث بالإعتماد على النشرة الهيدرولوجية رقم ٨٩ (١٣٩٥ هـ) ، قسم الهيدرولوجيا وزارة الزراعة والمياه بالرياض .

جدول رقم (٩)

معدلات سرعة الرياح واتجاهها (كم / الساعة) في بعض محطات السراة للفترة (١٩٧٠ ـ ١٩٨٧ م)

الشهور	محطة أبها		محطة النماص		محطة بالجرشي	
	سرعة الرياح	إتجاه الرياح	سرعة الرياح	إتجاه الرياح	سرعة الرياح	إتجاه الرياح
يناير	٩,٤	S - SW	١٠,٩	S W	٤,٨	S W
فبراير	٩,٧	SW - S	٩,٨	S W	٥,١	S W
مارس	١٠,١	SW - S	٨,٩	S W	٥,٠	S W
أبريل	٨,٨	SW - S	٩,٥	S W	٤,٣	S W
مايو	٧,٨	S - E	١٠,٢	W	٣,٧	W
يونيه	٨,٤	N E	٩,٥	N E	٤,٥	NE - W
يوليه	٨,٩	NE - SE	٩,٨	W	٤,٧	W
أغسطس	٨,٣	W	٩,٦	W	٤,٤	W
سبتمبر	٨,٣	S E	١٢,٠	N E	٣,٩	N E
أكتوبر	٧,٥	E - S E	١١,٠	N E	٣,٨	N E
نوفمبر	٧,٤	N E	٨,٧	S W	٣,٤	S W
ديسمبر	٨,١	S	٩,٥	S W	٤,٢	NE - S W
المعدل	٧	S W	١٠,٠	S W	٨,٦	S W

المصدر : AL-Amri, (1990), P. 219 and 223.

ويقل حدوث رياح عنيفة في هضبة السراة وخاصة في فصل الصيف بسبب اتساع الضغط المنخفض على أجواء المملكة عموماً ، وبسبب إعتراض سلسلة السراة لمسار واتجاه الرياح الجنوبية الغربية ، الأمر الذي يؤدي إلى تكسير وتقليل سرعة الرياح ، وبالتالي الحد من أثرها كعامل تعرية للتربة . ولكنه تبين أن السراة يتعرض ما بين حين وآخر لهبوب رياح شديدة تدخل ضمن ما يسمى بالإعصار . وقد هبت على مدينة الطائف في أغسطس عام ١٩٧٢ م رياح شديدة بلغت سرعتها ١٢٢ كم / الساعة[٤٠]. كما هبت على باشوت والعلاية رياح إعصارية الصفة في يناير عام ١٩٩٦ م نتج عنها إقتلاع العديد من الأشجار الضخمة وموت العديد من الحيوانات . ويرتبط بسرعة الرياح الشديدة هذه زيادة حادة في تعرية التربة وتكوين العواصف الترابية بالسراة[٤١] .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٧ حدوث تغيرات وتذبذبات مناخية شديدة :

تتسبب التغيرات والتذبذبات المناخية الشديدة في تعرض التربة لحت متسارع وانجراف شديد لها[٤٢] . وحيث أن المعطيات المناخية المتوفرة حالياً عن إقليم السراة لا تمثل إلا فترة قصيرة جداً لا تتجاوز (٣٠) عاماً ، لذا فإن تتبع الآثار المباشرة للتغيرات المناخية على ظاهرة تعرية التربة وانجرافها في منطقة الدراسة يكون متعذراً . ولكن يمكننا أن نتصور وبشكل عام أن معدلات الأمطار كانت أكثر غزارة مما هي عليه الآن .

يستدل على ذلك من الخصائص الجيومورفولوجية لمجاري الأودية التي يغذيها إقليم السراة (الأودية ـ بيشة، ونجران، وتثليث، وتربه، وجيزان، وبيش، وغيرها) والتي تتصف بالنضج التام ، والإنحسار الشديد للمساحات الزراعية حيث كانت زراعة المدرجات وهي نمط الزراعة السائد في الإقليم بكامله أوسع

إنتشاراً مما هي عليه في الوقت الحاضر ، وما تبقى من الغطاء النباتي الطبيعي الذي كان بلا شك أكثف مما هو عليه الآن . ولا يراد من ذلك إثبات أن ظاهرة إنجراف التربة كانت أقوى وأكثر فاعلية حينما كان يعتقد أن الأمطار أغزر ، بل على العكس إذ تسببت الأمطار الغزيرة في نمو غطاء نباتي كثيف غطى معظم أجزاء المنحدرات ، كما عمل الإنسان على بناء الملايين من المدرجات الزراعية التي ساعدت بفاعلية في حفظ التربة والرطوبة على حد سواء .

ونخلص من العرض السابق إلى أن المملكة العربية السعودية تقع حالياً ضمن الحزام المداري الجاف وتتعرض غالباً لهبوب الرياح الجافة في معظم الفصول[٤٣] . ويؤدي ذلك إلى حدوث فترات جفاف تصل أحياناً إلى بضع سنوات ، وتشمل معظم أجزاء المملكة بما في ذلك إقليم السراة . وإذا كانت بيئة السراة لم تزل تتمتع بنظام بيئي متوازن ومتكامل إلى حدٍ ما إلا أن حدوث بعض التغيرات المناخية والتذبذب في كميات الأمطار ومعدلات الحرارة والرطوبة كلها تؤدي إلى تهيئة التربة للإنجراف . ولابد من إيضاح أن آثار الجفاف قد تفوق آثار العواصف الرعدية الغزيرة الأمطار من حيث تعريضها التربة لأخطار التعرية بنوعيها المائي والريحي .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٨ إرتفاع معدلات التبخر / نتح :

يرتبط بارتفاع معدلات حرارة الجو إرتفاع في حرارة التربة ، ويصاحبهما إرتفاع في معدلات التبخر / نتح مما يكون له آثار ملموسة على الأفق السطحي للتربة حيث تجف التربة ومن ثم تتشقق ، فيسهل تعريتها وجرفها . وتعد معدلات التبخر / نتح التي سجلت في بعض محطات الرصد المناخي في السراة أقل من معدلات التبخر / نتح التي سجلت في أي محطة من محطات الرصد المناخي الأخرى بالمملكة . ولا يقصد من ذلك إثبات أن

معدلات التبخر / نتح في محطات السراة هي معدلات منخفضة . بل على العكس من ذلك ، إذ يتراوح المعدل بين (١٤٠٠ ـ ١٦٠٠) ملم في السنة (أنظر الجدول رقم ـ ١٠) .

جدول رقم (١٠)

معدلات التبخر / نتح (ملم) في بعض محطات السراة للفترة

(٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	محطة أبها	محطة النماص	محطة بالجرشي
يناير	٩٦,١	٦٥,١	٦٥,١
فبراير	١٠٠,٨	٦٧,٢	٨١,٢
مارس	١٢٤,٠	٧٤,٤	١٥٢,٣
أبريل	١٣٢,٠	١٢٣,٠	١١٧,٠
مايو	١٥٨,١	١٤٥,٧	١٤٨,٨
يونيه	١٨٠,٠	١٦٥,٠	١٨٩,٠
يوليه	١٤٥,٧	١٧٠,٥	١٧٠,٥
أغسطس	١٤٢,٦	١٦١,٢	١٥٥,٠
سبتمبر	١٥٠,٠	١٧١,٠	١٥٩,٠
أكتوبر	١٢٤,٠	١١٧,٨	١٣٣,٣
نوفمبر	١٠٥,٠	٨٧,٠	٩٠,٠
ديسمبر	٩٦,١	٦٥,١	٧٧,٥
المجموع	١٥٥٤,٤	١٤١٣,٠	١٤٨٨,٧

المصدر : AL-Amri, (1990), P. 616 .

ويتبين من قراءة أرقام الجدول رقم (١٠) أنه يوجد تشابه كبير بين المحطات الثلاث من حيث معدلات التبخر / نتح ، كما يوجد إرتباط بين أشهر الفصل الجاف نسبياً (مارس ـ سبتمبر) والمعدلات الشهرية العالية للتبخر / نتح مما يؤدي إلى زيادة خطر تعرية وانجراف التربة في هذا الفصل ، وأخيراً تأتي محطة أبها بأعلى معدلات التبخر / نتح (١٥٥٤.٤ ملم) تليها محطة بالجرشي (١٤٤٨.٧ ملم) ، فمحطة النماص بأقل القيم لمعدلات التبخر / نتح على مستوى إقليم السراة حيث سجلت (١٤١٣ ملم) فقط .

٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٩ نقص معدلات الرطوبة النسبية :

تقع المملكة العربية السعودية داخل نطاق المنطقة المدارية الجافة ، ولا تحف بها مسطحات مائية واسعة . لذا تكون الرطوبة النسبية فيها منخفضة ، ما عدا المناطق الساحلية والمرتفعات الجبلية التي تشكل معظم تضاريس إقليم السراة[٤٤] .

ويوضح الجدول رقم (١١) توزيع معدلات الرطوبة النسبية في بعض محطات إقليم السراة ومنه يتبين أن معدلات الرطوبة النسبية تتراوح بين (٥٦٪) إلى (٦٠٪) ، وأن أشهر الفصل الرطب (الشتاء) تبرز أعلى القيم ، كما تبرز أشهر الفصل الجاف نسبياً (الصيف) أقل القيم . ومن الملاحظ أيضاً أن معدلات الرطوبة النسبية تصل في بعض محطات الرصد المناخي إلى أكثر من ٩٠٪ ، وقد تصل الرطوبة أحياناً إلى حد التشبع (١٠٠٪) ، وذلك بسبب إنخفاض درجات الحرارة وهبوب الرياح الجنوبية الغربية الممطرة[٤٥] .

ويبرز أثر إرتفاع معدلات الرطوبة النسبية أو إنخفاضها في التربة على النحو التالي الذي يؤكد على أنه كلما كان الجو رطباً كلما أدى ذلك إلى

جدول رقم (١١)

معدلات الرطوبة النسبية (٪) في بعض محطات السراة للفترة

(١٩٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	محطة أبها	محطة النماص	محطة بالجرشي
يناير	٦٥	٧٢	٧٢
فبراير	٦٧	٧٤	٧٢
مارس	٦٣	٦١	٦٣
أبريل	٦٦	٧٢	٦٦
مايو	٥٣	٥٣	٥٦
يونيه	٤٤	٥٠	٤٣
يوليه	٥٠	٥٢	٤٤
أغسطس	٥٥	٥٤	٥٦
سبتمبر	٥٦	٤٩	٥٥
أكتوبر	٤٨	٥٣	٤٩
نوفمبر	٦١	٦٤	٥٩
ديسمبر	٦٥	٧٠	٧٢
المجموع	٥٦	٦٠	٥٩

المصدر : الجدول من إعداد الباحث بالإعتماد على تقارير مصلحة الأرصاد وحماية البيئة ، وتقارير وزارة الزراعة والمياه للفترة (٦٦ ـ ١٩٨٧ م) .

تناقص التبخر / نتح وبالتالي تزداد قدرة التربة على الإحتفاظ برطوبتها مما يجعل قدرة الرياح على جرفها منخفضة ، ويحدث العكس تماماً في حالة كون الجو جافاً بسبب إنخفاض معدلات الرطوبة النسبية ، حيث يزيد التبخر / نتح وبالتالي تفقد التربة معظم رطوبتها وتجف ثم تتشقق وتتفكك حبيباتها بعضها عن بعض فتقوى الرياح والماء على تعريتها وجرفها .

نخلص من العرض السابق إلى بعض الملاحظات الهامة التي يمكن تضمينها في النقاط التالية :

١ ـ يوجد تأثير ملموس للمناخ بعناصره المختلفة في قابلية التربة لعمليتي التعرية والإنجراف .

٢ ـ يتسارع أثر الرياح طرداً مع شدتها حيث يشتد أثرها في جرف التربة كلما زادت سرعتها .

٣ ـ كلما ارتفعت معدلات درجات حرارة الجو كلما إزدادت نسب التبخر / نتح وبالتالي تصبح التربة أكثر عرضة لمخاطر الإنجراف .

٤ ـ كلما كان الجو رطباً كلما تناقصت نسب التبخر / نتح ، وارتفعت رطوبة التربة ، وقلت قدرة الرياح على جرفها .

٥ ـ تتفاوت قدرة الأمطار على جرف التربة حسب حجم قطرات المطر وغزارته وتوزعه ، حيث يكاد ينعدم الإنجراف في حالة الأمطار الخفيفة ، خاصة إذا وجدت الأمطار الوقت الكافي الذي يسمح بتسربها إلى أعماق التربة ، ويحدث العكس في حالة هطول الأمطار بغزارة في فترات زمنية قصيرة حيث يكون إنجراف التربة على أشده .

٦ ـ ترتبط التعرية المائية للتربة بالفصل المطير ، بينما ترتبط التعرية الريحية بالفصل الجاف .

٧ ـ لا يمكن حصر العوامل المتسببة في إنجراف التربة في المناخ وعناصره فقط ، بل يوجد العديد من العوامل البيولوجية والبشرية التي لا يقل تأثيرها في عملية حت وإنجراف التربة عن أثر عامل المناخ .

٢ ـ ٣ ـ ٥ تدني مستوى صيانة التربة :

تعاني تربة السراة من تدني مستوى صيانتها والمحافظة عليها مما زاد من خطورة تعرضها للإنجراف . إن عزوف الشباب عن الزراعة وعجز كبار السن عن مزاولتها بسبب تقدمهم في السن وموت الكثيرين منهم قد أفقد التربة قدرتها الإنتاجية نظراً لتعرضها للتدهور والتعرية . لم تعد التربة تخدم جيداً كما كان عليه الوضع في السابق حيث أفتقرت إلى العزق والتخلص من الثيل والحجارة وبعض الملوثات الصلبة ، ولم يضف لها أي نوع من الأسمدة لأنها لم تستغل منذ عشرين عاماً عند الأقل . والأسوأ من ذلك أن جدران المدرجات التي تهدمت وانهارت والتي أنشئت أساساً من أجل حفظ التربة لم يعد بناؤها ، ولم يكترث بها ، وهي مشكلة خطيرة واسعة الإنتشار قد ينتج عنها في القريب العاجل فقد كامل لجسم التربة ، وتدهور بل إختفاء للزراعة التي تعد أهم الموارد الطبيعية المتجددة على الإطلاق .

٢ ـ ٣ ـ ٦ الخدمة العشوائية للمحاصيل الزراعية :

أنتهى عصر الأجيال القديمة المدربة على الزراعة وبدأ عصر أجيال حديثة لا تعرف من الزراعة إلا إسمها . كان مزارعو السراة قديماً على معرفة تامة بمواسم ومواعيد الزراعة وكانوا أهل خبرة وتجربة فيما يتعلق بخدمة المحاصيل الزراعية إبتداءاً بتهيئة التربة للزراعة ، وتحديد موعد البذر ، واختيار التقاوي الجيدة ، وتحديد طريقة البذر ، وتنقية التربة من الأعشاب ، ومكافحة أمراض النبات ، وتحديد مواعيد الري ووسائله ، وتسميد التربة بالأسمدة العضوية ،

واتباع الدورات الزراعية ، وتوزيع المساحات الزراعية بين الاستخدامات الزراعية المختلفة وفق أسس علمية صحيحة تعلمها المزارع من واقع خبرته وتجاربه في مجال الزراعة مع مر السنين . هذا بالإضافة إلى تقسيم العمل بين أفراد الأسرة ، وتحديد مواعيد الحصاد ، وتصفية الحبوب ، وطرق تخزينها وغير ذلك . كل ذلك أدى إلى المحافظة على التربة من التدهور وبقيت مورداً طبيعياً متجدداً جيلاً بعد جيل . ويأتي مزارع اليوم بأفكار جديدة تهدف في مجملها إلى محاولة زيادة كميات الإنتاج الزراعي عن طريق استخدام الأسمدة الكيماوية بدون تقنين ، والتركيز على زراعة الخضروات دون سابق تجربة ، واستخدام الجرارات الزراعية في حراثة التربة حتى في بعض المدرجات التي يتعذر وصول الجرار إليها إلا عن طريق هدم بعض أجزاء جدار المدرج وتسوية المدرجات بعضها ببعض مما تسبب في تدهور التربة وزيادة إنجرافها وفقدها الكثير من عناصرها المعدنية والعضوية . وقد ترتب على ذلك إنخفاض ملموس في القدرة الإنتاجية لها .

٢ ـ ٣ ـ ٧ أساليب حراثة التربة :

أنتهى عصر المحراث التقليدي القديم الذي كان يستخدم بشكل واسع من قبل مزارعي إقليم السراة والذي يعد الوسيلة الفعالة والمناسبة لحراثة التربة في السراة نظراً لما يتمتع به من ميزات كخفته وسهولة نقله من مدرج لآخر وفاعليته حيث لا يترتب على استخدامه أي مخاطر تذكر بالنسبة لتعرية التربة (اللوحة رقم ٤ ـ ١) .

وبدأ عصر المحراث الآلي الحديث الذي عم استخدامه كل مقاطعات السراة، والذي يتميز بقدرته على حراثة التربة إلى أعماق تصل أحياناً إلى الخمسين سنتيمتراً ، وهو عمق كبير يترتب عليه القضاء على النباتات

الطبيعية وتفكك التربة وتعرضها للتعرية الريحية وخاصة في فصل الجفاف . ويصاحب تفكك التربة بفعل الحراثة العميقة وخاصة في الطبقة السطحية منها فقد كبير لمحتوياتها العضوية بفعل التذرية الريحية مما ينتج عنه تناقص خصوبة التربة وهبوط إنتاجيتها (اللوحة رقم ٤ ـ ٢) .

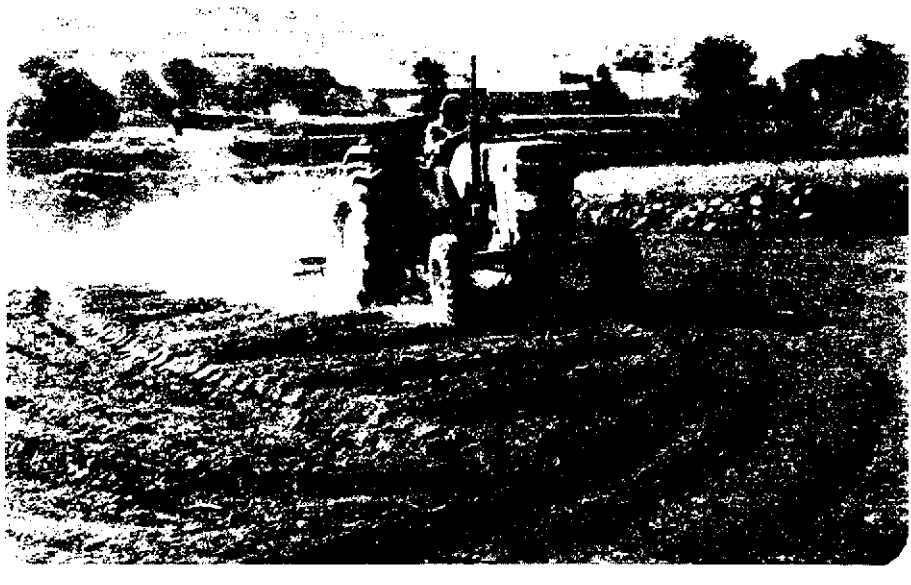
وتؤدي الحراثة العمودية ، والحراثة مع إتجاه الرياح ، والاستخدام العشوائي للبلدوزرات في كشط التربة وتسويتها إلى آثار سيئة فيما يتعلق بعمليات تدهور ، وتعرية ، وجرف التربة . ويمكن القول أن الآثار الناجمة عن استخدام البلدوزرات فيما يتعلق بتعرية التربة وتعريضها للإنجراف في السراة خلال عشرين عاماً فقط تعدل بل تزيد كثيراً عن الآثار التي تعرضت لها التربة وانجرفت بسببها خلال فترة استغلال الإنسان لها والتي تتجاوز ثلاثة آلاف سنة عند الأقل[٤٦] .

٢ ـ ٣ ـ ٨ الإستغلال الجائر للغطاء النباتي الطبيعي :

يعزى إنجراف التربة في إقليم السراة إلى الاستغلال غير المنظم للموارد الطبيعية . لقد أدى القطع الجائر للأشجار ، والاستغلال العشوائي للغابات والمراعي الطبيعية إلى إبادة شبه كاملة للغطاء النباتي الطبيعي مما نتج عنه ترك سطح الأرض عارياً وبالتالي تعرضت التربة لمخاطر عمليتي التعرية والإنجراف . وزاد الأمر تعقيداً وسوءاً في وقتنا الحاضر استخدام بعض الحطابين للمنشار الكهربائي الذي سهل عليهم عملية قطع الأشجار واستخدامها كمصدر للوقود . كما تسبب بعض الناس في إشعال النار في بعض المواقع للاستفادة منها في بعض أغراض الطبخ والتدفئة خارج المنزل ، وعند مغادرتهم هذه المواقع لم يتقيدوا بنظم السلامة كإطفاء النار والتأكد من أنها غير مشتعلة مما أدى إلى إشتعال الحرائق التي التهم بعضها غابات بأكملها . وقد أسفرت

لوحة رقم (٤)

٤ ـ ١ أسلوب حراثة التربة قديماً وهو أسلوب فعال للحفاظ على التربة



٤ ـ ٢ أسلوب حراثة التربة حديثاً ، وهو أسلوب يساعد على تعرية التربة .

بأكملها . وقد أسفرت بعض حرائق الغابات إلى تعرض الطبقة السطحية للتربة للتصلب والجفاف وارتفاع معدلات التبخر / نتح من التربة السطحية ومن الجو، مما أثر بدوره على كمية المياه التي تتسرب إلى داخل التربة ، فكثرت المجاري المائية وزاد إنجراف التربة[٤٧] .

وتتعرض بعض المناطق الغابية والرعوية في السراة عامة وفي محافظة بالقرن على وجه التحديد إلى الاستغلال السيء عن طريق التوسعين الزراعي والعمراني اللذان صاحبهما استخدام واسع للبلدوزرات التي عملت بشكل ملفت للنظر على إجتثاث الأشجار وتخديد التربة وتعريضها للتعرية المائية الشديدة بعد سقوط الأمطار . وسيؤدي تجاهل إنسان السراة واستغلاله العشوائي للموارد الغابية والرعوية والأرضية دون إعتبار لحدود إمكاناتها إلى تعرض المنطقة لمشكلات بيئية خطيرة تأتي مشكلتي تعرية التربة وإنجرافها ، والتصحر وتدهور الزراعة في مقدمتها .

٣ ـ ٤ تقويم العوامل الجغرافية التي تحكم إنجراف التربة :

عمد الباحث إلى استخدام المعادلة العامة لتقدير فقد التربة بالماء بهدف الحصول على تعبير كمي يستعان به في معرفة مدى خطورة إنجراف التربة بالماء في منطقة الدراسة . وتعد هذه الدراسة محاولة أولية لا تخلو من القصور في بعض جوانبها نظراً للنقص الحاد في المعطيات اللازمة لتطبيقها ، وستتبع بدراسات مستقبلية أكثر دقة إذا أمكن إقامة بعض محطات التجارب الزراعية في مواقع مختارة من السراة والتي سيتم عن طريقها جمع البيانات اللازمة عن كل عامل من العوامل التي تساهم وتؤثر على ظاهرة إنجراف التربة بالماء[٤٨] .

٢ ـ ٤ ـ ١ القدرة الحتية للأمطار في منطقة السراة :

أمكن حساب القدرة الحتية للأمطار في منطقة الدراسة باستخدام المعادلة التالية[٤٩] :

$$\overline{R} = F\left(E_{i}^{12} \quad \frac{P^2}{\overline{P}}\right)$$

حيث أن :

$\overline{R}$ = معامل القدرة الحتية للأمطار .

P = كمية الأمطار الساقطة شهرياً .

$\overline{P}$ = كمية الأمطار الساقطة سنوياً .

وعند تطبيقها على المعطيات المناخية لسبع محطات رصد مناخية يرى الباحث أنها تمثل إقليم السراة وجد أن القدرة الحتية للأمطار تتصف بأنها منخفضة إلى متوسطة حيث تراوحت قيم معامل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$) بين ٣٦,٧ في محطة العلاية و ٧٣,٢ في محطة النماص (الجدول رقم ـ ١٢ والملحق رقم ـ ١) . ويلاحظ أنه يوجد إرتباط عال بين قيم دليل الإنجراف بالأمطار (R) وقيم معامل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$) ففي المحطات المناخية النماص والباحة وبالجرشي وقيا بني مالك والسودة ارتفعت قيم معامل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$) بسبب إرتفاع معدلات الأمطار الشهرية والسنوية ، وحدث العكس بالنسبة لمحطتي العلاية وأبها حيث كانت قيم معامل القدرة الحتية للأمطار منخفضة بسبب إنخفاض معدلات الأمطار الشهرية والسنوية في كل منهما إذا ما قرنتا بالمحطات الأخرى .

ويتبين من معطيات الجدول رقم (١٣) أن قيمة معامل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$) لإقليم السراة عموماً لم تتجاوز (٥٤,٨) ، وعند مقارنتها بقيم

جدول رقم (١٢)

حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لعدد من محطات الرصد المناخي بالسراة للفترة (٦٥ ـ ١٩٨٧ م)

المحطـة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	معامل القدرة الحتية R
أبهـا	١.٩	٢.٣	١١.١	١٠.١	٦.٤	٠.٦	٢.٥	٤.٥	٠.٣	٠.٠٣	١.٠١	٠.٥	٤١.٢٤
السودة	١.٣	٤.٣	٤.٩	٩.٥	١٥.٠	١.٠	١.٢	١١.٢	٠.٩	٠.٧	٢.١	٠.٥	٥٢.٦
النماص	١٦.٩	١.٩	١٧.٦	١٦.٩	٧.٢	٠.٢	٠.٦	٢.٢	٠.١	٠.٠٢	٢.٧	٦.٧	٧٣.٢
العلايـة	٨.٤	٢.٨	٤.٨	١٢.٤	٥.٥	٠.١	٠.٥	٠.٦	٠.١	٠.٣	٠.٩	٢.٦	٣٦.٧
بالجرشي	١١.٢	٢.٧	٢.٢	٢.٠	١.٧	١١.٥	١.٥	١.٢	٨.٤	١.١	٧.٦	٥.٣	٥٦.٤
الباحـة	٢٠.٥	٤.١	٦.٠	١١.٧	١٣.٣	٠.٣	٠.٢	١.١	٠.١	٠.١	٠.٩	٨.٨	٦٧.١
قيا بني مالك	١٨.١	٥.٦	٤.٩	٧.٠	٣.٦	٠.٧	١.٠	٠.٧	٠.٢	١.٢	١.٤	١٠.٨	٥٥.٢
المعـدل	١١.٢	٣.٤	٧.٤	٩.٩	٧.٥	٢.١	١.١	٣.١	١.٤	٠.٥	٢.٤	٥.٠	٥٤.٨

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على جداول الملحق رقم (١) (١ ـ ١ إلى ١ ـ ٧) .

دليل الإنجراف بالأمطار حسب تقدير منظمة الأغذية العالمية (F.A.O.)

م	قيمة R	القدرة الحتية للأمطار	م	قيمة R	القدرة الحتية للأمطار
١	صفر ـ ٥٠	منخفضـة	٣	٥٠٠ ـ ١٠٠٠	عالية
٢	٥٠ ـ ٥٠٠	متوسطـة	٤	أكثر من ١٠٠٠	عالية جداً

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على بليع ونسيم (١٩٩٤ م) ، ص (١٣١) .

جدول رقم (١٣) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لإقليم السراة (٦٥ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) $\bar{P}$	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري / معدل الأمطار السنوي $\frac{P^2}{\bar{P}}$	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٤٦٨	٦٧,٦	٤٥٦٩,٧	٩,٨	١ = (٠ ـ ٥٠)
فبراير	»	٣٩,١	٥١٢٨,٨	١١,١	منخفضة
مارس	»	٥٥,٥	٣٠٨٠,٣	٦,٦	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠)
أبريل	»	٦٥,٥	٤٢٩٠,٣	٩,٢	متوسطة
مايو	»	٥٣,٣	٢٨٤٠,٩	٦,١	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠)
يونيه	»	٢٣,٤	٥٤٧و٦	١,٢	عالية
يوليه	»	٢٣,٦	٥٥٧,٠	١,٢	٤ = (أكثر من ١٠٠٠)
أغسطس	»	٣٣,١	١٠٩٥,٦	٢,٣	عالية جداً
سبتمبر	»	١٨,٤	٣٣٨,٦	٠,٧	
أكتوبر	»	١٢,٦	١٥٨,٨	٠,٣	
نوفمبر	»	٣١,٦	٩٩٨,٦	٢,١	
ديسمبر	»	٤٤,٤	١٩٧١,٤	٤,٢	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار ($\bar{R}$)				٥٤,٨	تقويم قيمة ($\bar{R}$) بالنسبة لقيمة (R) (القيمة متوسطة)

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على جداول الملحق رقم (١) (١ ـ ١ إلى ١ ـ ٧) .

ملاحظة : تمت الاستعانة بالمعادلة التالية لحساب معامل القدرة الحتية بالأمطار (انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$R = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{\bar{P}}\right)$$

دليل الإنجراف بالأمطار (R) كما وردت في حاشية الجدول رقم (١٢) ، أتضح أن القدرة الحتية للأمطار في السراة في ظل الظروف الطبيعية هي قدرة متوسطة . ويلاحظ أن قيم معامل القدرة الحتية للأمطار (R) ترتفع كلما أرتفعت قيم معامل الإنجراف بالأمطار (R) ، بمعنى أن القدرة الحتية للمطر تزيد كلما زادت كميات الأمطار ، كذلك تزداد القدرة الحتية للأمطار كلما زاد تركز المطر خلال شهر أو فصل أو سنة أو عدة سنوات .

٢ ـ ٤ ـ ٢ تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف في السراة :

يظهر الجدول رقم (١٤) تقديراً للفقد الكلي للتربة بالإنجراف في إقليم السراة . ويتبين منه أنه يوجد تفاوت ملحوظ بين المناطق المدروسة والتي تمثلها محطات الرصد المناخي التي تم الإعتماد على معطياتها المناخية ، من حيث مقدار الفقد الكلي للتربة بالإنجراف (A) ، حيث تراوحت قيم (A) ، مقدار التربة المفقودة ، بين (٣ و ٢٨) و (٤ و ١١٣) طن / هكتار / السنة ، وهي مقادير عالية إذا ما قورنت بغيرها من المعدلات العالمية[٥٠] .

ويعزى هذا التفاوت في معدلات إنجراف التربة في المناطق المدروسة إلى التفاوت في أثر العوامل الجغرافية المتمثلة في القدرة الحتية للأمطار ، وقابلية التربة للإنجراف ، ووعورة التضاريس ، ومقدار تغطية سطح الأرض بالنباتات، وصيانة التربة كما توضحها القيم الواردة في الجدول رقم (١٤) . وعموماً تشير المؤشرات التي حصلنا عليها بالحساب إلى أن إقليم السراة يعاني من مخاطر إنجراف التربة حيث بلغت قيمة (A) التي ترمز لمقدار التربة المفقودة (٥ ، ٦٠) طن / هكتار / السنة في المتوسط وهي قيمة عالية تنبىء بأن التربة التي تعد أحد مقومات الإنتاج الزراعي الرئيسية في السراة هي في طريقها للزوال ، ويزيد الأمر سوءاً أن ترب المدرجات بدأت تعاني من الحت والإنجراف بسبب تهدم وانهيار جدرانها ، وعدم إكتراث المزارعين بذلك .

جدول رقم (١٤) تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف (طن/ هكتار/ السنة) في بعض مناطق محطات الرصد المناخي الطبيعية بالسراة

المحطة	معدل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$)	معدل قابلية التربة للإنجراف (K)	معدل الطبوغرافيا (طول المنحدر ودرجة الميل) (L S)	معامل تغطية سطح الأرض بالنبات (C)	معامل صيانة التربة (P)	مقدار التربة المفقودة (A)
أبهـــا	٤١.٢٤	٠.٣٩	٣.٦	٠.٥٠	١.٠	٢٨.٩
السـودة	٥٢.٦	٠.٤٢	٤.٤	٠.٦٠	١.٠	٥٨.٣
النمـاص	٧٣.٢	٠.٤١	٦.٣	٠.٦٠	١.٠	١١٣.٤
العـلاية	٣٦.٧	٠.٤٠	٣.٥	٠.٥٥	١.٠	٢٨.٣
بالجـرشي	٥٦.٤	٠.٣٨	٣.٢	٠.٦٨	١.٠	٤٦.٦
البـاحـة	٦٧.١	٠.٤٢	٥.٣	٠.٥٠	١.٠	٧٤.٦
قيا بني مالك	٥٥.٢	٠.٥١	٤.٦	٠.٥٧	١.٠	٧٣.٨
المعـدل	٥٤.٨	٠.٤٢	٤.٤	٠.٦٠	١.٠	٦٠.٥

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدولين رقم (١٢ و ١٣) .

ملاحظات هامة :

١ ـ استخدمت المعادلة العامة لتقدير فقد التربة بالإنجراف في السراة كما وردت في الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة .

٢ ـ تعد قيمة معامل القدرة الحتية للأمطار في السراة معقولة حيث إنها عموماً متوسطة حسب دليل الإنجراف الذي وضعته منظمة الأغذية العالمية الـ F. A. O .

٣ ـ تعد قيمة معامل قابلية التربة للإنجراف عالية حسب مقياس Goldsmith المتدرج سنة ١٩٧٧ م كما أورده بليع وزميله (١٩٩٤) ، ص ١٢٣ .

٤ ـ يتراوح الإنحدار بصفة عامة بين (٥ ـ أكثر من ٣٠٪) نظراً لوعورة السطح ، لذا كان معامل الطبوغرافيا عالياً .

٥ ـ تعد قيمة معامل تغطية الأرض بالنبات الطبيعي عالية حسب تقدير منظمة الأغذية العالمية الـ F. A. O (بليع ونسيم ، ص ١٣٣) .

الفصل الثالث

٣ـ وسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة

٣ـ ١ توطئـة :

نظراً لما يسببه إنجراف التربة من خسائر مادية كبيرة ، وما تحدثه تعريتها من مخاطر بيئية كفقد التربة لخصوبتها وبالتالي تدني قدرتها الإنتاجية ، وتحول الأراضي الزراعية المنتجة إلى أخرى غير منتجة ، واتساع رقعة الصحراء على حساب المساحات الزراعية بسبب التصحر ، فقد ظهرت محاولات عدة للحد من ذلك ، واستطاع الإنسان مع مرور الزمن ، وعن طريق إتباع الأساليب والوسائل التالية أن يقلل من تعرية التربة إلى أدنى حد ممكن .

٣ـ ١ ـ ١ الحراثة الكنتورية للتربة :

تعد الحراثة الكنتورية من أفضل الأساليب المتبعة في المناطق الجبلية والتلية البسيطة والمتوسطة الإنحدار للحفاظ على التربة من الإنجراف . ويقصد بالحراثة الكنتورية خدمة التربة وحراثتها بشكل مواز لخطوط الكنتور . أي بشكل أفقي وليس بشكل عمودي ، ذلك أن حراثة التربة وخدمتها باتجاه ميل المنحدر يعد أسلوباً خاطئاً لأنه يساعد على سرعة تدفق الماء على السفح ، وبالتالي تزداد قدرته على تخديد التربة وجرفها[٥١] .

وتتميز الزراعة الكنتورية بقدرتها على صيانة التربة والحد من إنجرافها بتكاليف منخفضة نسبياً . ولا شك أن الزراع في السراة قديماً قد أدركوا أهمية الحراثة الكنتورية فيما يتعلق بالحد من إنجراف التربة والمحافظة عليها فعمدوا إليها حتى أهتدوا فيما بعد إلى بناء المصاطب الزراعية ذات الكفاءة العالية . وتعد الحراثة الكنتورية من أبسط الطرق التي أتبعها الزراع في مناطق كثيرة

من العالم للحد من تعرية التربة والتقليل من الفاقد منها . لقد تبين أن هذا الأسلوب يقلل من إنجراف التربة بمقدار (٥٠٪) عند الأقل إذا كانت طريقة حراثة التربة موازية بشكل أفقي لخطوط الكنتور ، حيث يتجمع الماء والتربة في الأخاديد الصغيرة التي يكونها المحراث . ومن ناحية أخرى ، لوحظ أن حراثة التربة وزراعتها بشكل مواز لخطوط الكنتور تزيد من كميات الإنتاج الزراعي إلى أكثر من (٥٠٪) نظراً لقدرة هذا الأسلوب على حفظ الماء والتربة ومن ثم قدرته على التقليل من تعرية التربة وانجرافها[٥٢] .

وتعد الحراثة والزراعة الكنتورية واسعة الانتشار في السراة . ويوجد نوعان منها ، الأول ـ الحراثة والزراعة باتجاه خطوط الكنتور وهي تقلل إنجراف التربة إلى حوالي (٧٠٪) ، والثاني ـ الحراثة والزراعة في أتلام توازي خطوط الكنتور وهي تحد من إنجراف التربة وتقلل الفقد منها إلى حوالي (٨٠٪) .

وعموماً يؤدي أسلوب الحراثة والزراعة الكنتورية إلى تقليل الفقد من التربة إلى حوالي (٦٢,٥٪) في المتوسط (أنظر الجدول رقم ـ ١٥ ـ ٢) .

٣ـ ١ ـ ٢ بناء المدرجات الزراعية :

عمد الإنسان في إقليم السراة إلى بناء المدرجات الزراعية كأفضل وسيلة للحد من تعرية التربة وإنجرافها ، ولا يعرف على وجه التحديد متى بدأ الزراع في بناء هذه المدرجات ، إلا أن ثمة فرضية ترى أن نشوء المدرجات الزراعية في جنوب غربي شبه الجزيرة العربية أرتبط بالحضارات اليمنية القديمة المتمثلة بالممالك الثلاث التي أزدهرت خلال الألف الأول قبل الميلاد ، وكان إنتشار المدرجات الزراعية من اليمن قد أتجه شمالاً إلى إقليم السراة على أيدي القبائل التي هاجرت من اليمن إلى المناطق الشمالية من السراة وخاصة بعد إنهدام سد مأرب[٥٣] .

ويمكن تعريف المدرج الزراعي بأنه عبارة عن ثغرة إما طبيعية أو بشرية تنشأ عمودية على ميل المنحدر بهدف منع التدفق السطحي السريع للماء الذي يتسبب عادة في نحر الأرض وتخديدها وبالتالي جرف التربة ، بالإضافة إلى استخدامه في تقصير طول المنحدر « السفح » وتحويله إلى سلسلة من المصاطب ذات الأسطح المستوية تماماً ، مما يسمح بمزاولة الزراعة في يسر وسهولة[٥٤] .

ويتكون المدرج الزراعي من ثلاثة عناصر رئيسية هي : الجدار الحاجز ويبنى عادة من الحجارة ذات الأحجام المختلفة، وتتلخص مهمته في حجز التربة خلفه، بعمق قد يصل في مقدمة المدرج إلى أكثر من ثلاثة أمتار ، والحافة وهى إمتداد لجدار المدرج وتتحدد وظيفتها الرئيسية في حفظ المياه في المدرج ، بالإضافة إلى استخدام المزارعين لها كطرق زراعية في حالة إنتقالهم من مدرج لآخر . وأخيراً وجه المدرج وهو الوحدة المنبسطة المستغلة في الزراعة[٥٥] .

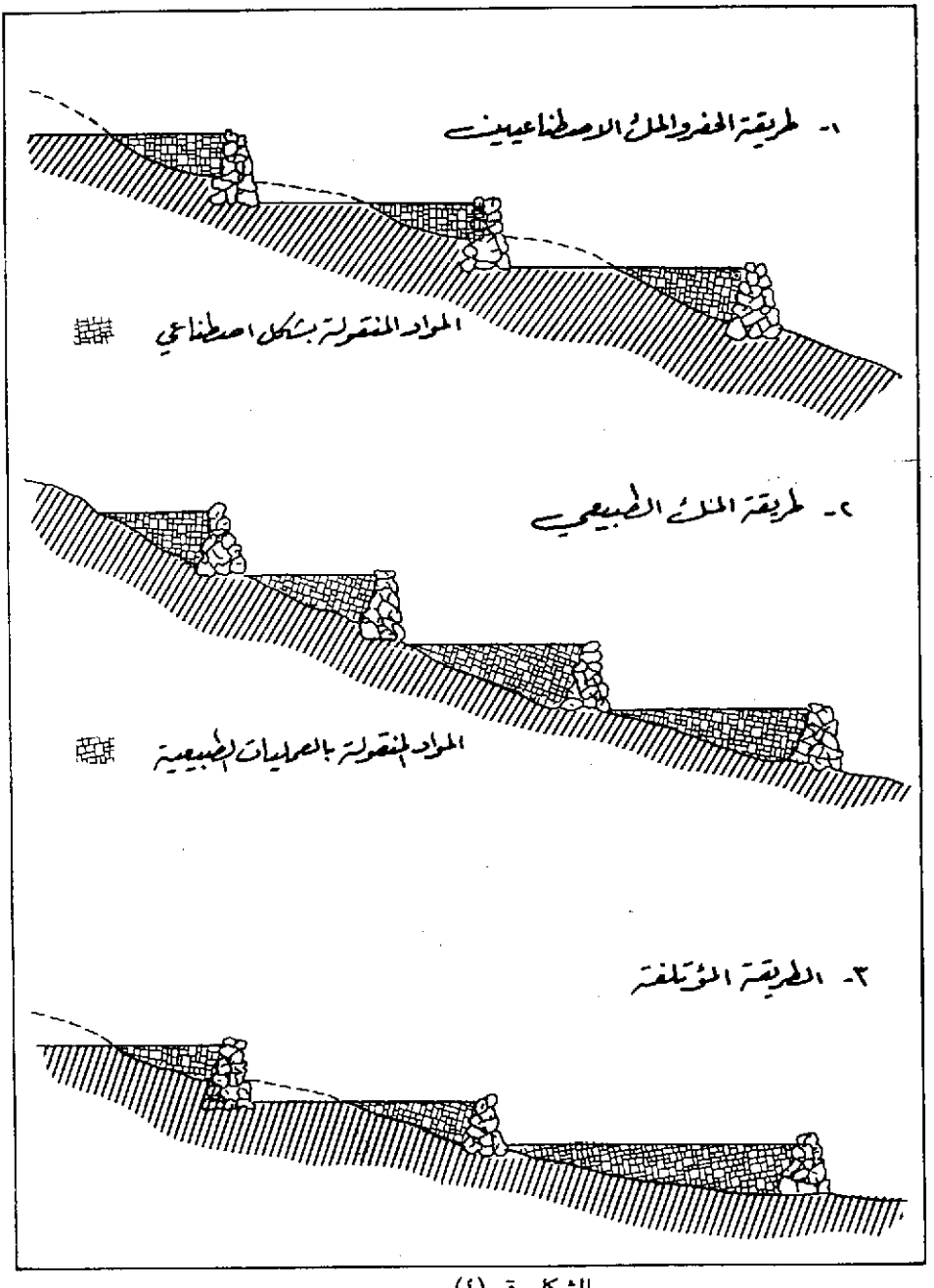
ويعد تشكل المدرجات الزراعية في إقليم السراة أساساً ، نتيجة رئيسية لإجراءات إنشاء وبناء هذه المدرجات (الشكل رقم ـ ٤) ، ويعتقد أن الإنسان في السراة قبد إتبع ثلاث طرق على الأقل حينما أنشأ المصاطب الزراعية وذلك على النحو التالي :

١ ـ طريقتي الحفر والملء الإصطناعيتين .

٢ ـ طريقة الملء الطبيعي وحدها .

٣ ـ الطريقة المؤتلفة « الطبيعية والإصطناعية » .

وتصنف المدرجات الزراعية في السراة إلى أربعة أنواع رئيسية هي : المدرجات الجانبية المروية ، والمدرجات الكنتورية البعلية والمروية ، ومدرجات الشعاب وروافد الأودية ، ومدرجات المراوح الفيضية . وقد بني هذا التصنيف



الشكل رقم (٤)

أساليب تشكل المدرجات الزراعية

على أساس علاقة المدرج أو المصطبة بطبيعة الأرض التي أقيمت عليها المدرجات وذلك كما يلي :

٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ١ المدرجات الجانبية المروية :

يمكن تعريف المدرجات الجانبية المروية بأنها المصاطب التي أنشئت على ضفاف الأودية حيث تتوفر مقومات الإنتاج الزراعي الأساسية التي تتمثل في التربة الخصبة والمياه الوفيرة والأراضي الواسعة ذات الميل البسيط (صفر ـ ٥٪) والصالحة للزراعة . وبدون شك ، يعد هذا النوع أقدم أنواع المدرجات الزراعية في السراة من حيث تاريخ الإنشاء ، وأهمها من حيث القيمة الإقتصادية . وتتميز المدرجات الجانبية بمتانة وضخامة جدرانها ، وكبر مساحاتها التي تبلغ في المتوسط ثلاثة دونمات للمصطبة الواحدة ، وأشكالها المستطيلة ، وعمق قطاعات تربها التي تصل أحياناً إلى خمسة أمتار فأكثر . وتعتمد معظم المدرجات المروية (٨٠٪ فأكثر) على الري الإصطناعي ، ولذلك تزرع ما بين مرة واحدة إلى ثلاث مرات في السنة الواحدة . وكان الزراع قديماً يركزون فيها على زراعة الحبوب المتمثلة في القمح والذرة والرشاد والبرسيم . أما في الوقت الحاضر ، فإن إهتمام المزارعين قد أنصبَ على زراعة الخضروات والفواكه . ويولي المزارعون المدرجات الجانبية عناية خاصة من حيث الصيانة وخدمة التربة والتسميد وتنقيتها من الأعشاب والحشائش ولذا نجدها تحد من تعرية التربة وتقلل الفاقد منها بالإنجراف بما يساوى (٩٥٪) في المتوسط (الجدول رقم ـ ١٥ واللوحة رقم ـ ٥) .

٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٢ المدرجات الكنتورية البعلية والمروية :

تقع المدرجات الكنتورية إلى الخلف من المدرجات الجانبية وتجاورها مما يلي الأجزاء الوسطى والعليا من المنحدرات . ويوجد نوعان منها في إقليم

جدول رقم (١٥)

الأهمية النسبية لأهم أنواع وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة

م	الوسيلة الرئيسية	نوع وسيلة حفظ التربة من الإنجراف	الأهمية النسبية	متوسط الأهمية النسبية	
١	المدرجات الزراعية	١ ـ ١ المدرجات الجانبية المروية .	أكثر من ٩٠٪	٩٥٪	٧٧,٥٪
		١ ـ ٢ المدرجات الكنتورية البعلية المروية	من ٥٠ ـ ٩٠٪	٧٠٪	
		١ ـ ٣ مدرجات الشعاب والمجارى المائية	من ٧٠ ـ ٩٠٪	٨٠٪	
		١ ـ ٤ مدرجات المراوح الفيضية	من ٥٠ ـ ٨٠٪	٦٥٪	
٢	الحراثة والزراعة الكنتورية	٢ ـ ١ الحراثة والزراعة مع إتجاه خطوط الكنتور	من٥٠ ـ ٧٠٪	٦٠٪	٦٢,٥٪
		٢ ـ ٢ الحراثة والزراعة في أتلام مع اتجاه خطوط الكنتور	من ٥٠ ـ ٨٠٪	٦٥٪	
٣	العقوم والحواجز الترابية	٣ ـ ١ العقوم والحواجز الترابية المستقيمة	من٢٠ ـ ٤٠٪	٣٠٪	٣٥٪
		٣ ـ ٢ العقوم والحواجز الترابية المقوسة	من ٣٠ ـ ٥٠٪	٤٠٪	
٤	الجسور الاسمنتية	٤ ـ ١ الجسور الاسمنتية المستقيمة	من٧٠ ـ ٩٠٪	٨٠٪	٨٥٪
		٤ ـ ٢ الجسور الاسمنتية المائلة	أكثر من ٨٠٪	٩٠٪	
٥	إعادة التشجير	٥ ـ ١ التشجير الخاص	من٣٠ ـ ٦٠٪	٤٥٪	٥٥٪
		٥ ـ ٢ التشجير العام	من ٥٠ ـ ٨٠٪	٦٥٪	
٦	تطبيق نظام الحمى	٦ ـ ١ الأحمية الموسمية	من٤٠ ـ ٦٠٪	٥٠٪	٦٢,٥٪
		٦ ـ ٢ الأحمية الدائمة	من ٦٠ ـ ٩٠٪	٧٥٪	
٧	بناء السدود	٧ ـ ١ السدود الترابية	من٥٠ ـ ٧٠٪	٦٠٪	٧٧,٥٪
		٧ ـ ٢ السدود الخرسانية	أكثر من ٩٠٪	٩٥٪	
٨	نظام الدورة الزراعية	٨ ـ ١ دورة الحقـول	من ٤٠ ـ ٦٠٪	٥٠٪	٥٢,٥٪
		٨ ـ ٢ دورة المحاصيل	من ٤٠ ـ ٧٠٪	٥٥٪	
٩	استخدامات الأرض	٩ ـ ١ استخدام المدرجات الجانبية	من ٨٥ ـ ٩٥٪	٩٠٪	٧٠٪
		٩ ـ ٢ استخدام المدرجات الكنتورية	من ٥٠ ـ ٩٠٪	٧٠٪	
		٩ ـ ٣ استخدام مدرجات عالية المنحدر	من ٣٥ ـ ٦٠٪	٤٥٪	
١٠	الإدارة المزرعية	١٠ ـ ١ تنظيم العمل الزراعي	من ٤٠ ـ ٦٠٪	٥٠٪	٧٦٪
		١٠ ـ ٢ تغطية التربة بالكامل	أكثر من ٩٠٪	٩٥٪	
		١٠ ـ ٣ المحافظة على خصوبة التربة	من ٥٠ ـ ٨٠٪	٦٥٪	
		١٠ ـ ٤ التحكم الميكانيكي في الأرض	٨٠٪ فأكثر	٨٥٪	
		١٠ ـ ٥ المقاومة الحيوية للإنجراف	٨٠٪ فأكثر	٨٥٪	
معدل الأهمية النسبية لجميع وسائل حفظ التربة من الإنجراف				٦٥,٤٪	

المصدر / الجدول من حساب وإعداد الباحث بناءاً على ملاحظاته وخبراته الشخصية (١٤١٥ هـ) .

لوحة رقم (٥)

٥ ـ ١ نمط المدرجات الزراعية الجانبية في السراة / لاحظ كيف يتبع الجدار خط الكنتور

٥ ـ ٢ نمط آخر للمدرجات الزراعية الجانبية في السراة / لاحظ استقامة وضخامة جدار المدرج

السراة هما : المدرجات الكنتورية المروية والمصاطب الكنتورية البعلية[٥٦].
وتتميز هذه المدرجات بجدرانها المتوسطة والعالية الإرتفاع (مترين فأكثر) . وهي تتبع خطوط الكنتور على طول إمتدادها . ويعد المدرج الأول مما يلي المدرجات الجانبية أكبرها من حيث المساحة ، وأهمها من حيث الجدوى الإقتصادية ، ومنه تبدأ جدران هذه المدرجات في الإرتفاع واحداً تلو الآخر ، كما تضيق وحدة المدرج وتصغر مساحتها بالإتجاه نحو قمة المنحدر بسبب زيادة الميل . وتعتمد المدرجات الكنتورية من حيث إمدادها بالماء على مياه الآبار والسيول والأمطار . وتزرع المصاطب الكنتورية المروية مرتين في السنة . أما المدرجات الكنتورية البعلية (العثري) فلا تزرع أكثر من مرة واحدة في العام إلا ما ندر . وكان المزارعون يركزون على زراعة الحبوب المتمثلة في القمح والشعير والذرة في هذه المدرجات . وتوجد حقيقة يجب الإشارة إليها وهي أن التربة المحجوزة خلف الجدار في مقدمة المدرج أعمق منها في مؤخرته مما يلي المدرج الذي يليه ، وقد يصل عمقها أحياناً إلى ثلاثة أمتار . وتؤدي هذه الخاصية إلى إرتفاع رطوبة التربة في مقدمة المدرج عنها في مؤخرته ، مما يجعل الزراعة أغنى وأجود . ويولي المزارعون إهتماماً بالغاً بتربة هذه المدرجات ، حيث يحافظون عليها من التعرية ، ويضيفون لها السماد العضوي ، وينقونها من الأعشاب والثيل ، إلا أن هذا النوع من الصيانة لا يرقى إلى مستوى الصيانة التي يتعهدون بها تربة المدرجات الجانبية التي تحتل الأجزاء المقعرة من السفوح مما يلي الوادي . وتقدر نسبة إسهام المدرجات الكنتورية في الحفاظ على التربة من التعرية بالإنجراف بحوالي (٥٠ ـ ٩٠٪) أو ما يعادل (٧٠٪) في المتوسط (الجدول ١٥ ـ ١ واللوحة رقم ـ ٦) .

لوحة رقم (٦)

٦ ـ ١ نمط المدرجات الزراعية الكنتورية في محافظة النماص بعسير

٦ ـ ٢ نمط المدرجات الزراعية الكنتورية في جبل فيفا

٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٣ مدرجات الشعاب والمجاري المائية :

يتميز إقليم السراة باحتوائه على تشكيلة كثيفة من روافد الأودية من الرتب الأولى والثانية والثالثة . ونظراً لما سببته هذه الروافد من آثار بيئية خطيرة كجرف وتخديد وتعرية التربة ، بالإضافة إلى الحاجة الماسة لكل شبر من الأرض ، حيث يندر وجود مساحات زراعية واسعة ، بسبب تعقد تضاريس إقليم السراة ، فقد عمد الإنسان في السراة إلى بناء العديد من المدرجات الزراعية عبر الشعاب بشكل معاكس لمجاري الروافد . ويتلخص الهدف من بناء هذا النوع من المدرجات في الحد والتحكم في التدفق السطحي الغزير الذي يحدث بعد سقوط الأمطار الغزيرة ، وحفظ التربة من الإنجراف ، وإيجاد مسطحات زراعية خلف الجدران المتينة التي تبنى عادة لتفي بالأغراض السالفة الذكر .

ويوجد نوعان من مدرجات الشعاب والروافد المائية في السراة . يتميز النوع الأول بضخامة جدرانه واستقامتها . ويتميز النوع الثاني بمتانة جدرانه أيضاً وانحنائها باتجاه مؤخرة المدرج . وتكون الجدران المنحنية إلى الخلف أمتن وأقوى من الجدران المستقيمة . ويلاحظ أن تربة هذا النوع من المدرجات تتجدد باستمرار نظراً لتعرضها لعمليات النقل والإرساب التي تسببها السيول بين حين وآخر . كما تحمل السيول كميات جيدة من المواد العضوية وتلقي بها في هذه المصاطب مما يساعد في تخصيب التربة وزيادة قدرتها الإنتاجية . وتعتمد الزراعة في مدرجات الشعاب والروافد المائية على مياه الأمطار والسيول كمصدر رئيسي لإمدادها بالماء . ونظراً لطبيعة الشعاب وروافد الأودية التي بنيت فيها هذه المصاطب فإن الزراع يهتمون بصيانتها دائماً وهم يدركون تماماً أن تعرض أي منها لمخاطر الإنجراف بالسيول سيعمها جميعاً وبالتالي فإن

تكاليف إعادة استصلاحها ستكون باهظة . ويقدر إسهام مصاطب الشعاب وروافد الأودية في الحد من تعرية التربة والتحكم في الجريان السطحي الذي يسبب الإنجراف بحوالي (٨٠٪) في المتوسط . ويكون إنحدارها بسيطاً إذ لا يتجاوز (٥٪) ، ومساحاتها متوسطة إلى كبيرة (٢ ـ ٤ دونمات) (أنظر الجدول رقم ١٥ ـ ١ واللوحة رقم ـ ٧) .

٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٤ مدرجات المراوح الفيضية :

تنشأ المراوح الفيضية عادة عند أقدام الجبال تحت ظروف جافة وأخرى رطبة . ويعزى تكوينها إلى الإنخفاض المفاجيء في قدرة المجاري المائية على نقل حمولتها من المواد المفككة ، وبالأخص بعد هبوطها من أعالي الجبال ، ووصولها إلى الأراضي السهلية المستوية الواقعة عند أقدام الجبال . ويعد التغير المفاجيء في درجات ميل المنحدرات ، العامل الرئيسي في تناقص سرعة الجريان السطحي ، وبالتالي تتكون المراوح الفيضية . وتتميز المراوح الفيضية بتشعب المجاري المائية فوقها ، وتغير مساراتها ما بين الحين والآخر . وتؤدي كثافة الإرساب وتوزيعه في شيء من التناسق فوق أسطح المراوح الفيضية إلى التحامها ببعض مكونة أسطح واسعة شبه مستوية[٥٧] .

وقد أدرك مزارعو هضبة السراة منذ زمن قديم ما تتميز به المراوح الفيضية من خصائص طبيعية جيدة كالتربة الخصبة ، والمياه العذبة التي تتخزن بكميات جيدة في التكوينات الفيضية السميكة للمراوح ، والأراضي الصالحة للزراعة ، فسارعوا إلى استغلالها ، حيث بنوا العديد من المدرجات الزراعية المروية والبعلية على طول إمتداد هذه المراوح التي تحتل الأجزاء الدنيا من المنحدرات عند أقدام الجبال . ويلاحظ أن نمطي الزراعة المختلطة والكثيفة هما السائدان في هذه المدرجات ، ويركز المزارعون فيها على زراعة الحبوب

لوحة رقم (٧)

٧ ـ ١ نموذج للمدرجات البعلية التي بنيت عبر روافد الأودية بالسراة

٧ ـ ٢ نموذج آخر للمدرجات المروية التي بنيت عبر روافد الأودية بالسراة

والخضروات والفواكه ، وتتميز مساحدة المدرج الواحد بأنها كبيرة نسبياً حيث تصل أحياناً إلى حوالي خمسة دونمات ، وتزرع مدرجات المراوح الفيضية مرتين عند الأقل كل عام ، وتحظى هذه المدرجات بعناية مزارعيها خاصة في مجالات الصيانة والإدارة واتباع نظام الدورة الزراعية (لوحة رقم ـ ٨) .

ويقدر إسهام هذا النوع من المدرجات فيما يتعلق بالحد من تعرية التربة والتقليل من الفاقد منها بواسطة السيول التي تتدفق باتجاه المدرجات من السفوح الموالية لها من الأعلى مسببة أحياناً بعض الأضرار الجسيمة كتهدم الجدران وجرف التربة بحوالي (٦٥٪) في المتوسط ، وترتفع هذه النسبة أحياناً لتصل إلى (٨٠٪) ، وتقل أحياناً أخرى إلى حوالي (٥٠٪) (أنظر الجدول رقم ـ ١٥ ـ ١) .

ويتكون المدرج الزراعي في إقليم السراة من مجموعة العناصر التالية : زاوية إنحدار السفح المستغل في الزراعة، وواجهة المنحدر الذي حول إلى متوالية من المدرجات الزراعية، وإرتفاع الجدار ووضعه ، وطول وعرض المدرج، ومساحة المصطبة الزراعية، وحافة المدرج، ومصادر إمداد المدرج الزراعي بالماء، والاستخدام الزراعي للمدرج، وأخيراً حالة المدرج الزراعي في الوقت الحاضر (جدول رقم ـ ١٦) .

ويستخلص من قراءة أرقام الجدول رقم (١٦) العديد من الملاحظات وذلك على النحو التالي :

١ ـ بنيت معظم المدرجات الزراعية التي شملتها هذه الدراسة (٧٥ . ٥٪) في مناطق سهلية لم تتجاوز درجات إنحدارها الخمس درجات ، ويمكن تعليل ذلك بأن إنسان السراة أول ما فكر في بناء المدرجات الزراعية ، فطن إلى أن أفضل المناطق الزراعية التي يمكن استغلالها في الزراعة إنما تقع عند

لوحة رقم (٨)

٨ ـ ١ المراوح الفيضية في وضعها الطبيعي قبل الاستغلال البشري

٨ ـ ٢ مدرجات المراوح الفيضية بعد الاستغلال البشري

جدول رقم (١٦)

العناصر الرئيسية المكونة للمدرج الزراعي في إقليم السراة*

م	نـوع المتغير	خصائص المتغير	عدد المدرجات	النسبة المئوية
١	زاوية إنحدار السفح المستغل	١ ـ أقل من (٥) درجات	٣٢١	٧٥.٥
		٢ ـ من (٥ ـ ١٠) درجات	٠٧٥	١٧.٧
		٣ ـ أكثر من (١٠) درجات	٠٢٩	٦.٨
٢	واجهة السفح المستغل	١ ـ شرقية .	١٤٦	٣٤.٥
		٢ ـ غربية .	١٢٧	٢٩.٨
		٣ ـ شمالية .	٠٧٨	١٨.٣
		٤ ـ جنوبية .	٠٧٤	١٧.٤
٣	إرتفاع جدار المدرج	١ ـ أقل من متر واحد	٣٤١	٨٠.٣
		٢ ـ من (١ ـ ٢) متر	٠٥٩	١٣.٨
		٣ ـ أكثر من (٢) متر	٠٢٥	٥.٩
٤	وضع جدار المدرج	١ ـ قائم « رأسي »	٢٥٦	٦٠.٢
		٢ ـ مائل إلى الخلف	١٦٩	٣٩.٨
٥	طول المدرج الزراعي	١ ـ مدرجات قصيرة (أقل من ٤٠ متراً)	٠٨٤	١٩.٨
		٢ ـ مدرجات طويلة (أكثر من ٤٠ متراً)	٣٤١	٨٠.٢
٦	عرض المدرج الزراعي	١ ـ مدرجات عريضة (أكثر من ٣٠ متراً	٣٢٨	٧٧.٢
		٢ ـ مدرجات ضيقة (أقل من ٣٠ متراً)	٠٩٧	٢٢.٨
٧	مساحة المدرج الزراعي	١ ـ أقل من دونم واحد	٠٨٣	١٩.٥
		٢ ـ من (١ ـ ٢) دونم	١٦٣	٣٨.٣
		٣ ـ أكثر من (٢) دونم	١٧٩	٤٢.٢
٨	حافة المدرج الزراعي	١ ـ حافـة عريضة	١٩٤	٤٥.٦
		٢ ـ حافـة ضيقة	٢٣١	٥٤.٤
		١ ـ حافة مرتفعة	٢١١	٤٩.٦
		٢ ـ حافة منخفضة	٢١٤	٥٠.٤
٩	إمداد المدرج بالماء	١ ـ مدرجات مروية بمياه الأمطار	١٣٤	٣١.٥
		٢ ـ مدرجات مروية بمياه السيول	٠٦٨	١٦.٢
		٣ ـ مدرجات مروية بمياه الآبار	٢٢٣	٥٢.٣
١٠	الاستخدام الزراعي للمدرج	١ ـ إنتاج الحبوب	٠١٣	٣.١
		٢ ـ إنتاج البرسيم والعلف	٠٣١	٧.٣
		٣ ـ إنتاج الخضروات	٠٢٦	٦.١
		٤ ـ إنتاج الفواكه	٠٢٧	٦.٤
		٥ ـ إنتاج زراعي مختلط	٠٩٨	٢٣.١
		٦ ـ مدرجات غير مستغلة	٢٣٠	٥٤.٠
١١	حالة المدرجات الزراعية	١ ـ مدرجات عامرة	١٩٧	٤٦.٤
		٢ ـ مدرجات دامرة جزئياً	١٥٨	٣٧.٢
		٣ ـ مدرجات دامرة كلياً	٠٧٠	١٦.٤

المصدر / الدراسة الميدانية عام ١٤١٤ هـ .

* ملاحظة / عدد الحالات (٤٢٥) مدرجاً .

أقدام الجبال نظراً لخصوبة تربتها، واتساعها، ووفرة الماء بها، كما تبنى المصاطب الزراعية عادة بانحدار بسيط يساعد الإنسان في استغلالها ، ويسمح للمياه السطحية أن تتحرك ببطء على طول المنحدر المستغل في الزراعة . (لوحة رقم ـ ٩) .

٢ ـ تركزت معظم المدرجات الزراعية التي درست (٣ . ٦٤٪) في واجهتين رئيسيتين بالنسبة لمواجهة السفوح للشمس والمطر هما الشرقية والغربية ، ولهذا التوزيع مغزى كبيراً بالنسبة للزراعة على المنحدرات ، حيث تركزت الزراعة الكثيفة « زراعة الحبوب والخضروات والفواكه » على السفوح المواجهة للشمس والمطر ، بينما إنتشر الرعي في السفوح الواقعة في ظلهما ، الجدير بالذكر أن فلاح السراة يحاول دائماً أن يلائم بين نشاطه الزراعي والظروف الطبيعية السائدة في بيئته .

٣ ـ يقل إرتفاع الجدار بالنسبة لمعظم المدرجات الزراعية التي درست بالسراة (٣ . ٨٠٪) عن متر واحد ، مما يفيد بأن معظم المدرجات الزراعية التي بناها الإنسان في هذا الإقليم منذ زمن قديم ، إنما أنشئت في مناطق بسيطة الإنحدار (أقل من خمس مدرجات) أي أنها بنيت في الأجزاء الدنيا من المنحدرات ، عند أقدام الجبال . (لوحة رقم ـ ١٠) .

٤ ـ تتميز المدرجات الزراعية بالسراة بأنها ذات جدران قائمة « أي رأسية » وأخرى مائلة باتجاه مؤخرة المدرج . فحيث ما يكون المنحدر بسيط الميل، يكون وضع الجدار رأسياً وارتفاعه متر واحد فأقل . ويحدث العكس تماماً إذا كان ميل المنحدر شديداً . حيث يبنى جدار المدرج مائلاً نحو الخلف نظراً لارتفاعه، وحرصاً على متانته ومقاومته لضغط المواد المترسبة خلفه بكميات كبيرة، بالإضافة إلى قدرته على الحد من سرعة الجريان السطحي وحفظ التربة من الإنجراف (لوحة رقم ـ ١١) .

لوحة رقم (٩)

٩ ـ ١ نمط الزراعة المروية في المناطق البسيطة الإنحدار

٩ ـ ٢ نمط الزراعة البعلية في المناطق المتوسطة والشديدة الإنحدار

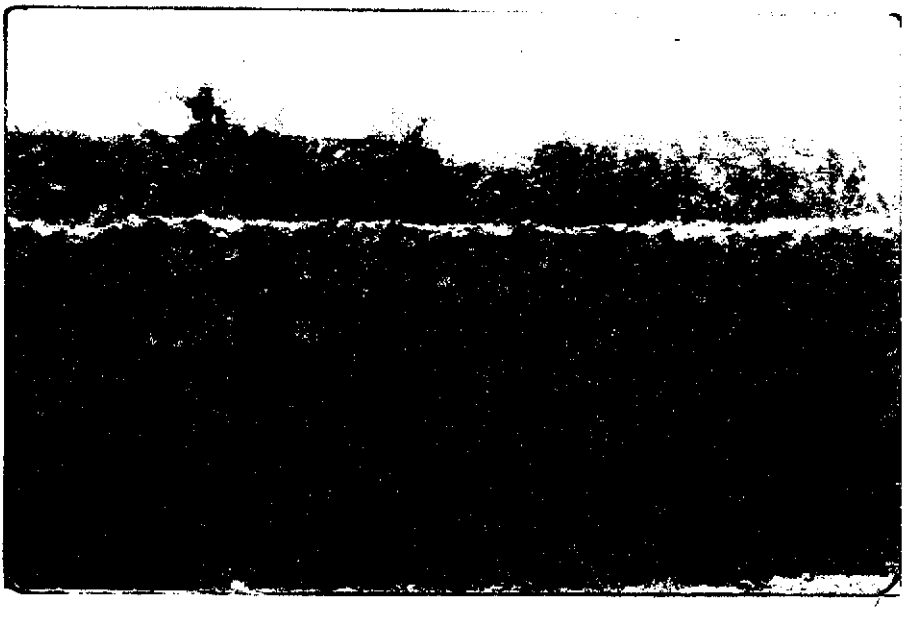
لوحة رقم (١٠)

١٠ ـ ١ نماذج لجدران بعض المدرجات التي بنيت في مناطق متوسطة الإنحدار

١٠ ـ ٢ نموذج آخر لجدار مدرج جديد بني في منطقة متوسطة الإنحدار أيضاً

لوحة رقم (١١)

١١ ـ ١ جدار أحد المدرجات وقد بني مائلاً إلى الخلف



١١ ـ ٢ جدار أحد المدرجات وقد بني قائماً باتجاه شبه رأسي

٥ ـ يلاحظ أن معظم المصاطب الزراعية التي شملتها الدراسة (٢ . ٨٠٪) مدرجات طويلة بسبب إتباعها لمسارات خطوط الكنتور ، كما أن معظمها عريضة (٢ . ٧٧٪) مما يشير إلى أنها مبنية في مناطق شبه سهلية ذات درجات إنحدار بسيطة ومتوسطة .

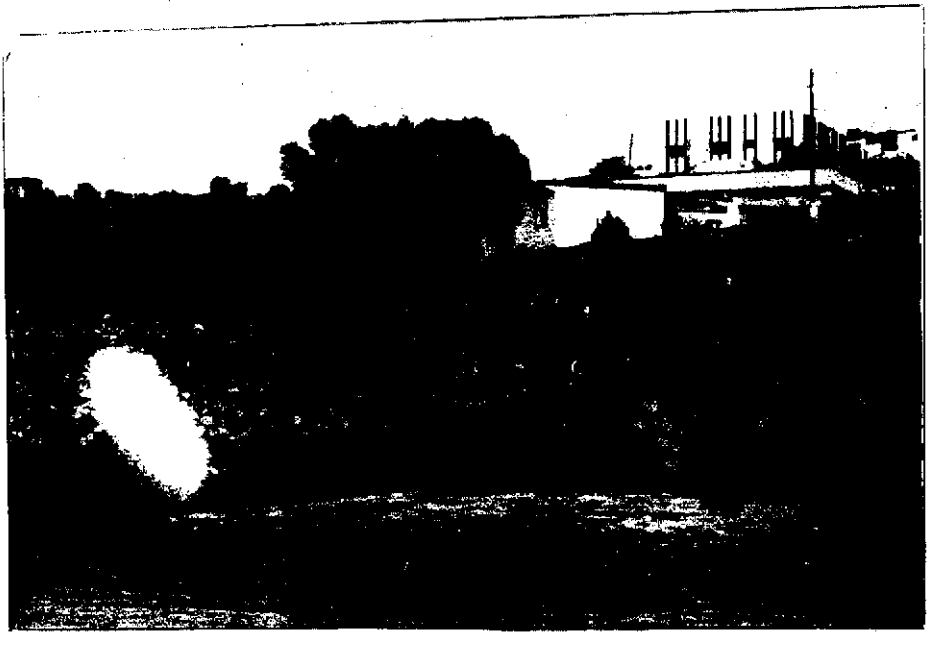
٦ ـ تعد المساحة الإجمالية لمعظم المدرجات الزراعية التي درست (٥ . ٨٠٪) متوسطة إلى كبيرة، مما يدل على أن معظم المدرجات الزراعية التي بناها إنسان مرتفعات السراة إنما تحتل مناطق متوسطة وبسيطة الإنحدار . وثمة مدرجات زراعية تزيد مساحة الواحد منها على خمسة دونمات ، مما سهل على مزارعيها استخدام بعض الآلات الزراعية كالحراثة والحصادة وعربات النقل في يسر وسهولة .

٧ ـ تكون حافة المدرج الزراعي الذي يعتمد على مياه السيول « السواقي والأقنية » كمصدر رئيسي لإمداده بالماء عريضة ومرتفعة ، ويحدث العكس بالنسبة للمصطبة الزراعية التي تعتمد على مياه الآبار والأمطار كمصدرين لإمدادها بالماء ، حيث تنساب مياه الجريان السطحي في النوع الأول بكميات كبيرة ، وفي النوع الثاني بكميات قليلة .

٨ ـ تعتمد زراعة المدرجات في إقليم السراة على مياه الأمطار كمصدر رئيسي لإمداد النباتات والمحاصيل الزراعية باحتياجاتها من المياه . وحيث تتميز الأمطار في السراة بأنها موسمية ومتباينة في كمياتها وتوزيعها المكاني. لذا عمد الإنسان إلى حفر آلاف من الآبار اليدوية بهدف استغلال مياهها في الزراعة وقت شح المطر . كما قام الإنسان ببناء العديد من السدود . وشق القنوات بهدف حفظ مياه السيول وتخزينها وتحويل جزء منها إلى بعض المدرجات المجاورة لها وقت الحاجة (لوحة رقم ـ ١٢) .

لوحة رقم (١٢)

١٢ ـ ١ إمداد المدرجات الزراعية بالماء عن طريق المطر



١٢ ـ ٢ إمداد المدرجات الزراعية بالماء عن طريق تجميع مياه السيول وتحويلها إليها

٩ ـ تستغل المدرجات الزراعية في إقليم السراة لإنتاج الحبوب والخضروات والفواكه والأعلاف بنسب متفاوته ، ويلاحظ أن استخدامها في الإنتاج الزراعي المختلط هو الأكثر شيوعاً . وكانت معظم المدرجات الزراعية بالسراة حتى وقت قريب (١٣٩٠ هـ) تستغل لإنتاج المحاصيل الزراعية المختلطة . وقد بدأ التركيز حديثاً على الزراعة المتخصصة كإنتاج الخضروات مثلاً . وثمة ملاحظة هامة وهي أن استغلال المدرجات الزراعية بكاملها بدأ يتناقص إلى أكثر من النصف ، بسبب هجر الناس للزراعة والإعتماد على المحاصيل الزراعية المستوردة من داخل وخارج البلاد .

١٠ ـ تسبب هجر الناس لزراعة المدرجات في إلحاق أضرار بالغة بها ، نظراً لتدني مستوى الصيانة والمحافظة عليها . وتشير أرقام الجدول رقم (١٦) إلى أن أكثر من نصف المدرجات الزراعية التي شملتها الدراسة الميدانية تعاني من الدمار الجزئي والكلي ، حيث تهدمت أجزاء كبيرة من جدرانها التي تسندها ، وجرفت السيول في بضع سنوات كميات كبيرة من التربة التي لزم الأمر لتكونها آلاف السنين .

١١ ـ تؤدى المدرجات الزراعية بإقليم السراة ثلاث وظائف رئيسية هي حفظ التربة والماء وتوفير وحدات مسطحة من الأراضي تستغل في إنتاج مختلف المحاصيل الزراعية بالإضافة إلى استغلال البعض منها في إنتاج الأخشاب ، والرعي ، والسياحة .

٣ ـ ١ ـ ٣ العقوم الترابية :

عمد الإنسان في إقليم السراة حديثاً إلى استخدام العقوم الترابية كوسيلة لحفظ الماء والحد من إنجراف التربة . وتتكون هذه العقوم من الطين وأغصان الأشجار والحصباء والحجارة بأحجام مختلفة . ويتراوح عرض وارتفاع الحاجز

الواحد منها بين (١ ـ ٣) أمتار . وتنشأ العقوم أو الحواجز الترابية متعامدة على خطوط الكنتور . وتتراوح المسافة بين كل حاجز وآخر بين (١٠ ـ ٣٠) متراً ، حسب درجة ميل المنحدر . وتمتاز العقوم الترابية بسهولة إقامتها حيث تستخدم آلات الحفر والتسوية الحديثة (البلدوزر والحراثة) . والعقوم منخفضة التكاليف نسبياً إذا ما قورنت بالوسائل والأساليب الأخرى . ومن عيوبها أنها قصيرة العمر . ويعتمد إنشاؤها على استغلال التربة الحقيقية المتواضعة على طول السفح ، مما يفقد الوحدة المسطحة التي ستستغل في الزراعة جزءاً كبيراً من تربتها الحقيقية ، إلا أنه يلاحظ أن الترب التي تفقد من الحاجز بعد إقامته، بواسطة الماء والجاذبية ، إنما يعود جزء منها إلى داخل تجويف المدرج ، والجزء الآخر ينقل بفعل قوة الماء (مياه الأمطار والسيول) إلى الوحدة المسطحة للمدرج الذي يليه من الأسفل . كذلك فإنها ليست واسعة الإنتشار كالمدرجات ، حيث يقتصر استخدامها في المناطق المتوسطة الإنحدار (١٠ ـ ١٥) درجة تقريباً (لوحة رقم ـ ١٣) .

ويوجد نوعان من العقوم والحواجز الترابية في السراة هما : العقوم الترابية المستقيمة ، والحواجز الترابية المقوسة . وكلاهما يتبع مسارات خطوط الكنتور . وتكون الحواجز المنحنية أقوى وأمتن من العقوم الترابية المستقيمة . ويتميزان بسهولة إنشائهما آلياً ، وانخفاض تكاليف بنائهما التي تكون في حدود مائتي ريال للساعة الواحدة .

ويلاحظ أن قدرة العقوم والحواجز الترابية على حفظ التربة من الإنجراف تكون منخفضة إذ لا تتجاوز (٣٥٪) في المتوسط ، ويعزى ذلك إلى تدني مستوى أدائها الوظيفي بسبب ضعف الحاجز وسرعة زواله (الجدول رقم ١٥ ـ ٣) .

لوحة رقم (١٣)

١٣ ـ ١ نموذج للعقوم الترابية التي بنيت آلياً باستخدام البلدوزر

١٣ ـ ٢ نموذج آخر للعقوم الترابية التي بنيت بالأيدي البشرية وحدها

٣ـ ١ ـ ٤ زراعة الأشجار :

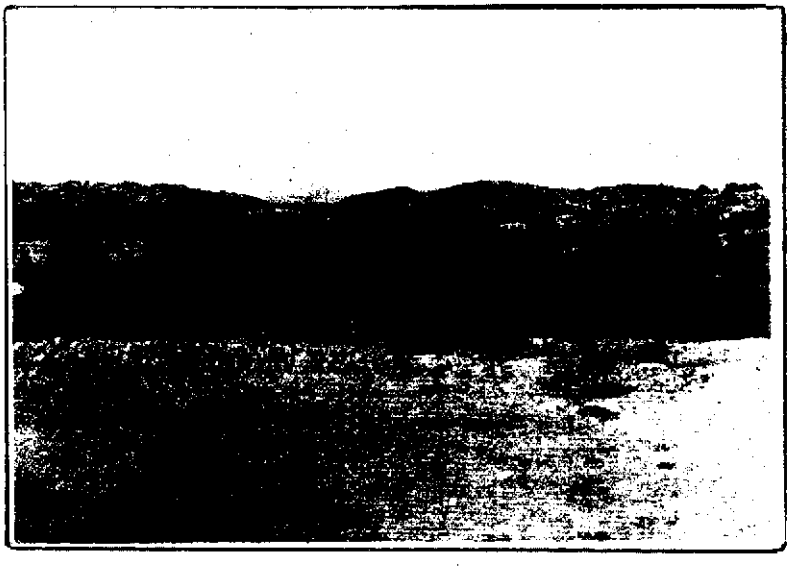
تعانى العقوم الترابية من تآكل التربة وانجرافها، وللمحافظة عليها قام المزارعون بزراعة الأشجار على شكل صفوف متوازية تتبع الحواجز الترابية التي أنشئت على المنحدرات باتجاه خطوط الكنتور . كما قاموا بتبطين الحواجز الترابية بزراعة الأعشاب عليها مما أدى إلى تماسكها . وتؤدى زراعة الأشجار كالعرعر والزيتون والطلح والشث العديد من الفوائد . فبالإضافة إلى الاستفادة منها في حفظ التربة من الإنجراف ، إلا أنه يستفاد من مخلفاتها على إختلاف أنواعها كمادة عضوية تخصب بها التربة . كما كان يستفاد من سيقانها في صنع بعض الأدوات الزراعية ، وتسقيف المنازل .

وتوجد العديد من المناطق ، على طول إمتداد سلسلة جبال السروات ، التي شجرت بكاملها من قبل وزارة الزراعة والمياه . وتتلخص الأهداف من تشجيرها في محاولة الإستكثار من الأشجار ، وفك النزاعات التي وقعت بين بعض القبائل بسبب محاولة البعض منها الإستيلاء عليها ، والحفاظ على التربة من الإنجراف وتخزين المياه ، والمحافظة على البيئة والحياة الفطرية . وقد أدت هذه المشاريع الإنمائية الجيدة فوائد كثيرة حيث زادت كثافة الغطاء النباتي وبالتالي تناقص إنجراف التربة وزاد سمكها وارتفعت نسبة المواد العضوية بها، كما أرتفعت نسبة الرطوبة بها . وأصبحت هذه المناطق ملاذاً للعديد من الكائنات الحية، كما أخذ السياح يرتادونها في فصل الصيف للاستمتاع بمناظرها والاستظلال تحت أشجارها (لوحة رقم ـ ١٤) .

ويلاحظ أن التشجير العام يوفر تغطية شبه كاملة للمناطق التي شجرت مما أدى إلى حماية التربة من الإنجراف إلى حوالي (٨٠٪) . وتتراوح نسبة الحماية التي يوفرها التشجير الخاص بين (٣٠ ـ ٦٠٪) أو ما يعادل (٤٥٪)

لوحة رقم (١٤)

١٤ ـ ١ زراعة الأشجار على شكل صفوف متوازية لحماية التربة من الإنجراف



١٤ ـ ٢ نموذج آخر لزراعة الأشجار على شكل صفوف متوازية / لاحظ أن الحواجز الترابية من الأعلى لم تزرع بعد .

في المتوسط . ويعزى هذا الإنخفاض في النسبة مقارنة بالنسبة الخاصة بالتشجير العام إلى أن التشجير الخاص لا يتم أحياناً إلا على أطراف المدرجات. أما وحدة المدرج الداخلية فتبقى خالية من الأشجار وتستغل في الزراعة . ويمتلك بعض المزارعين مدرجات يخصصونها لزراعة الأشجار وخاصة أشجار العرعر والطلح ولذا تكون مغطاة بالنبات الطبيعي تغطية شبه كاملة ، وفي مثل هذه الحالة ترتفع كفاءتها في الحفاظ على التربة والحد من إنجرافها إلى أكثر من (٨٠٪) .

٣ـ ١ ـ ٥ الحواجز الخرسانية :

نظراً لقلة مواد البناء التقليدية « الأحجار » ، وارتفاع تكاليف صنعها ونقلها وبنائها أضطر المزارعون إلى استخدام المؤنة الحديثة « الاسمنت والخرسان والحديد » في بناء بعض الحواجز التي تقوم مقام الجدران من حيث حفظ التربة من الإنجراف ، وتخزين الماء ، وإيجاد تجويف « وحدة مسطحة » تزاول فيه الزراعة . وتتميز الحواجز الخرسانية بأنها أقل تكلفة ، وإنشاؤها أسهل من بناء الجدران الحجرية . ويؤخذ عليها أنها قصيرة العمر إذا ما قورنت بالحواجز المبنية من الصخور ، كما أنها ضيقة الإنتشار (لوحة رقم ـ ١٥) .

ويوجد عادة نوعان من الحواجز الخرسانية مائلة ومستقيمة . يتميز النوع الأول بأنه أقوى وأمتن من النوع الثاني . وتؤدي الجدران الخرسانية إلى تقليل الإنجراف بما يساوي (٨٥٪) عند الأقل ، وهي نسبة عالية .

٣ـ ١ ـ ٦ نظام الحمى :

عمد الإنسان في السراة إلى نظام الحمى منذ زمن قديم كوسيلة للمحافظة على البيئة . ويطبق هذا النظام على الأنشطة الزراعية وغير الزراعية . ويتضمن نظام الحمى إتفاق أفراد القبيلة على تحديد بعض المناطق المحيطة

لوحة رقم (١٥)

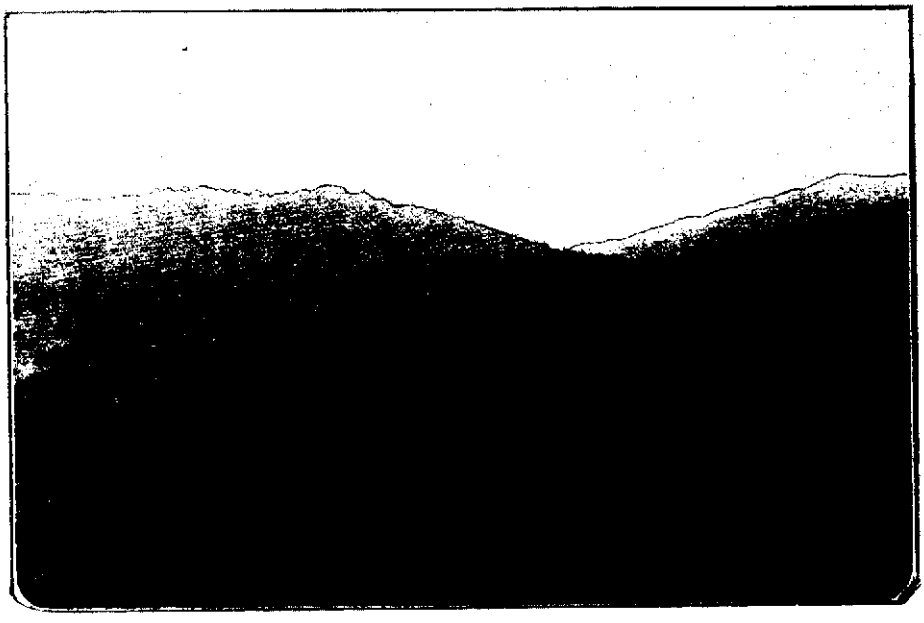
١٥ ـ ١ حاجز لمدرج زراعي بني من الإسمنت والخرسانة المسلحة

١٥ ـ ٢ حاجز آخر لمدرج زراعي بني من الصخور الكبيرة والإسمنت

بمزارعهم ، فلا يسمح بالرعي فيها إلا في أوقات الجفاف الشديد . ويمنع قطع الأشجار من الغابات التي تملكها القبيلة . ويحظر على الناس عموماً تلويث مياه الآبار ومجاري الأودية ، كما لا يسمح للزراع وغيرهم من الناس العبث بالبيئة الطبيعية . وقد نتج عن نظام الحمى هذا وجود محيط بيئي صحيح من وجهة النظر الإيكولوجية ، فالتربة في المناطق المحمية لم تعان من التعرية أو الإنجراف بعد . كما يتميز قطاعها بعمقه إذا ما قورن بقطاع التربة في المناطق غير المحمية . ويتميز الغطاء النباتي بأنه كثيف ، وأشجاره ضخمة . وقد فطنت الدولة حديثاً لهذا الأسلوب وأدركت محاسنه فشجعته ، وسنت بعض القوانين للمحافظة على البيئة ومعاقبة من يخل بتوازنها الطبيعي. ولا شك أن نظام الحمى يعد من أفضل الوسائل التي حفظت التربة من الإنجراف ، والبيئة بصفة عامة والمياه بصفة خاصة من التلوث آلاف السنين . (لوحة رقم ـ ١٦) .

ويوجد نوعان من الأحمية في السراة : الأحمية الموسمية والأحمية الدائمة. ويقصد بالأحمية الموسمية منع الرعي والإحتطاب في بعض المناطق لفترة زمنية معينة قد تكون سنة عند الأقل ، ثم يسمح بالرعي فيها والإحتطاب مؤقتاً ولمدة لا تتجاوز الفصل الواحد ، ثم تعاد حمايتها لفترة ثانية وهكذا . أما الأحمية الدائمة فهي المناطق التي لا يسمح فيها بالرعي والإحتطاب لفترات زمنية طويلة قد تصل إلى عشرات السنين . ولكنه يسمح بحش الحشائش الطويلة في أوقات الجفاف الشديد فقط . تسهم الأحمية في الحفاظ على التربة والحد من إنجرافها بنسب تصل أحياناً إلى (٩٠٪) ذلك أن الغطاء النباتي الكثيف يوفر حماية شبه كاملة للتربة (الجدول رقم ـ ١٥ ـ ٦) .

لوحة رقم (١٦)



١٦ ـ ١ أثر نظام الحمى في المحافظة على الغطاء النباتي الطبيعي

١٦ ـ ٢ أثر نظام الحمى في المحافظة على التربة من الإنجراف

٣ـ ١ ـ ٧ بناء السدود الزراعية :

عمدت الدولة إلى بناء العديد من السدود الزراعية في السراة بهدف التحكم في التدفق السطحي للمياه ونقله إلى مكان مناسب يتجمع فيه بسرعة لا ينتج عنها نحر للأرض أو جرف للتربة . بالإضافة إلى تخزين مياه السيول ، التي تنساب من الشعاب والجبال إلى مجاري الأودية ، وحفظها بقصد استغلالها وقت الحاجة ، وتغذية الطبقة الحاملة للمياه ، حيث حفر الزراع بها العديد من الآبار التي تستخدم مياهها للعديد من الأراض الزراعية والمنزلية والشرب وغير ذلك (لوحة رقم ـ ١٧ ـ ٢) .

لقد أدرك إنسان السراة أهمية السدود في حفظ الماء والتربة منذ زمن قديم فأقام العديد من السدود الترابية على مجاري روافد الأودية من رتب الدرجات الأولى والثانية والثالثة ، الأمر الذي نتج عنه خزانات كبيرة مملوءة بالطين والمخلفات العضوية والماء . ومع مرور الزمن تحولت هذه السدود الترابية إلى مدرجات زراعية ذات ترب خصبة جداً ، مما يساعد في اتساع الرقعة الزراعية أفقياً وبالتالي زادت كمية الإنتاج الزراعي .

ويقدر عدد السدود المسلحة التي أنشئت في هضبة السراة بحوالي (٧٠) سداً. يوجد في منطقة عسير منها حوالي (٣٥) سداً. ويعد سد وادي أبها أشهرها. كما شيد (٢١) سداً في منطقة الطائف. ويعد سد وادي عكرمة أكبرها. وأنشىء في منطقة الباحة أكثر من (٢٣) سداً. وقد خصصت ثلاثة سدود منها للري، وسد واحد للشرب، و(١٩) سداً لتغذية الابار. وبلغت السعة التخزينية للسدود جميعاً (٩٩) مليون متر مكعب ، بواقع (٣٩.٢) مليون متر مكعب لسدود منطقة الطائف، وحوالي (٣٢) مليون متر مكعب لسدود منطقة الباحة، و(٢٨) مليون متر مكعب لسدود منطقة عسير[٥٨] .

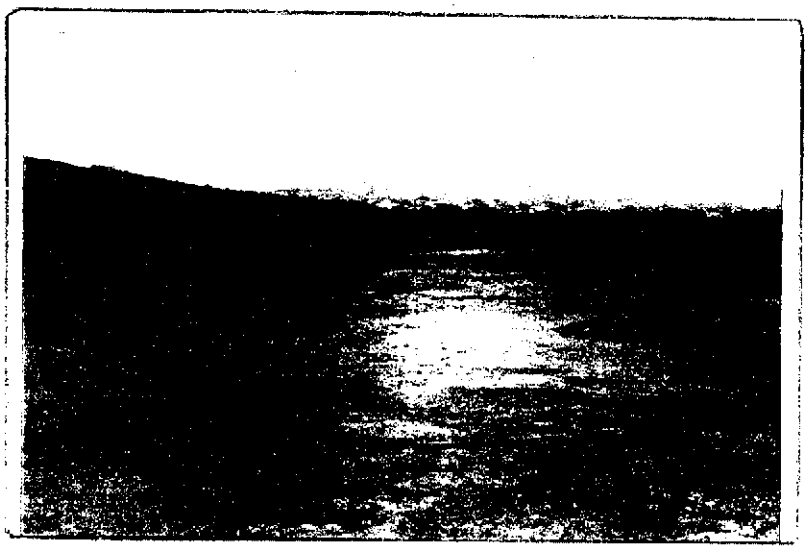
وتستأثر محافظة بالقرن وحدها بأكثر من ستة سدود مسلحة . وتعد السدود التالية من أكبرها حجماً : سد وادي الحرجة، وسد وادي ثما، وسد وادي باشوت، وسد وادي نبا. ويوجد حوالي عشرين سداً ترابياً أقيمت في مواقع مختارة من قبل المزارعين بهدف حفظ مياه السيول والاستفادة منها في تغذية الآبار بالإضافة إلى حفظ التربة من الإنجراف (لوحة رقم ـ ١٧ ـ ١) .

ويقدر إسهام السدود في حفظ المياه والحد من إنجراف التربة بالسراة بحوالي (٩٥٪) للسدود الخرسانية ، و(٦٠٪) للسدود الترابية التي أظهرت فعالية جيدة في الحد من مخاطر الجريان السطحي الذي يتسبب وبشكل واسع في نحر التربة وجرفها . وتتميز السدود الترابية بأنها واسعة الإنتشار ومنخفضة التكاليف . ويحدث العكس بالنسبة للسدود الخرسانية حيث أنها ضيقة الإنتشار وعالية التكاليف وتحتاج إلى صيانة دائمة (أنظر الجدول رقم ـ ١٥ ـ ٧) .

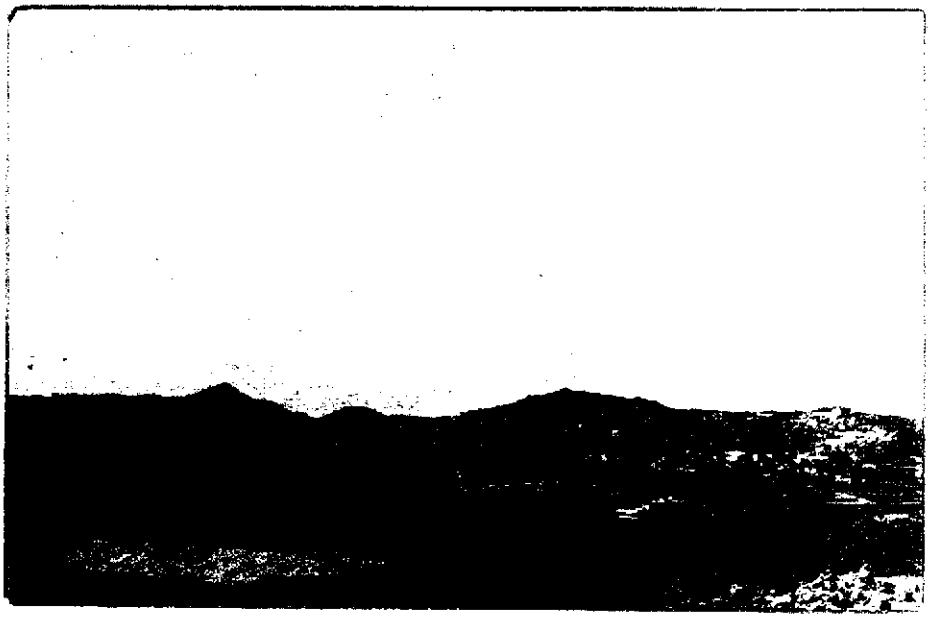
٣ـ ١ ـ ٨ اتباع نظام الدورة الزراعية :

أدرك المزارع في السراة أهمية إتباع الدورة الزراعية في الحفاظ على خصوبة التربة، فعمد إلى استخدامها بنوعيها دورة الحقول ودورة المحاصيل. ويقصد بدورة الحقول، تقسيم المزرعة إلى حقول زراعية تزرع بالتناوب بمحاصيل زراعية تساعد على زيادة خصوبة التربة وتحافظ عليها من التعرية والإنجراف . أما دورة المحاصيل فهي التي يتم بواسطتها تكرار زراعة الأرض بمحاصيل مختلفة بالتناوب على أن يخدم أحدها بالعزق كالبرسيم حيث يتم عن طريقه إضافة النتيروجين للتربة . وقد نتج عن إتباع نظام الدورة الزراعية في مزارع إقليم السراة زيادة في كميات الإنتاج الزراعي ، وحماية كافية للتربة من التعرية . بالإضافة إلى تنظيم العمل الزراعي، وإمكانية استخدام الآلات

لوحة رقم (١٧)



١٧ ـ ١ سد ترابي أنشيء بمقاطعة باشوت لحفظ التربة والماء



١٧ ـ ٢ سد خرساني مسلح أنشيء بمقاطعة باشوت أيضاً لحفظ المياه

الزراعية، والقضاء على العديد من الآفات الزراعية، والحشائش التي تنمو مع المحاصيل الزراعية ، والتي تستخدم علفاً للحيوانات. كذلك فإن نظام الدورة الزراعية يجنب المحاصيل الزراعية مخاطر الطقس والتذبذب في أسعار المنتجات الزراعية .

ويؤدي إتباع نظام الدورة الزراعية إلى الحفاظ على التربة وتقليل الفاقد منها بحوالي (٥٢.٥٪) . ويعد نظام دورة المحاصيل أفضل إذ يبقى سطح التربة مغطى بالمحاصيل معظم أيام السنة وبالتالي يقل الفقاد منها بالإنجراف والرياح . ويتفوق نظام دورة الحقول في أنه يوفر راحة للأرض مرة واحدة كل ثلاث أو أربع سنوات حسب مدة الدورة ، مما يساعد التربة في استعادة نشاطها وقدرتها الحيوية (الجدول رقم ١٥ ـ ٨) .

٣ـ ١ ـ ٩ استخدامات الأرض :

كانت حياة الإنسان في السراة حتى وقت قريب تعتمد على الزراعة بدرجة كبيرة نظراً للوفرة النسبية في الأمطار . وحيث أن الزراعة لا يمكن أن تتم إلا على التربة ، لذا فإنه يعتقد أن بداية الزراعة كانت قد قامت على الأجزاء المقعرة من المنحدرات عند أقدام الجبال . ثم أخذت تتسع أفقياً ورأسياً يوماً تلو الآخر باتجاه الأجزاء العليا من السفوح . وقد تطلب ذلك القيام ببناء المدرجات الواحد تلو الآخر بسبب زيادة درجة الميل باتجاه قمة الجبل ، بهدف حماية التربة من الإنجراف والتخلج ، والمحافظة على درجة ميل متوازنة في الحقول تسمح بقيام الزراعة . ويتبع المظهر العام للمدرجات الزراعية في السراة بالنسبة لاستخدامات الأرض الشكل التالي :

١ ـ تستخدم المدرجات السفلى الموازية لمجرى الوادي في الزراعة المروية ، وهي تزرع على الأقل مرتين في السنة . وأهم المحاصيل التي تزرع فيها القمح

والذرة والبرسيم وأشجار الفاكهة والخضروات . وتتميز المدرجات الجانبية بكبر مساحاتها وخصوبة تربتها واعتمادها على مياه الآبار كمصدر رئيسي لإمدادها بالماء ، ويعد استخدامها كثيفاً .

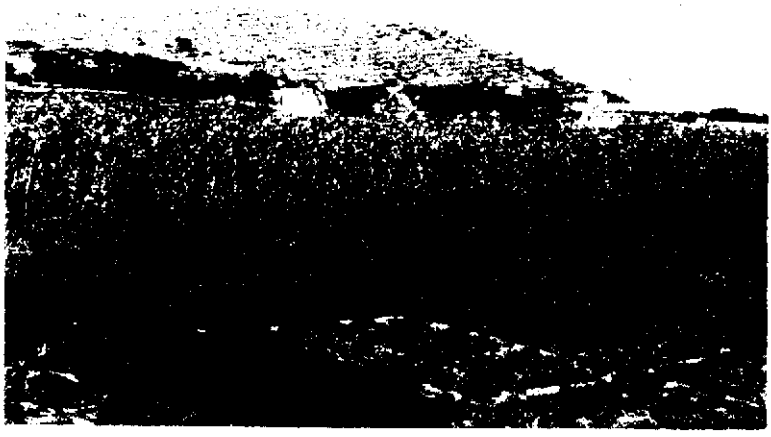
٢ ـ تستخدم المدرجات التي تلي المدرجات الجانبية في الزراعة البعلية، أي في الزراعة التي تعتمد على مياه الأمطار والسيول، وتزرع في العادة مرة واحدة في السنة، ويركز فيها على زراعة الحبوب كالقمح والشعير والعدس، وقد يزرع بعضها مرتين في السنة إذا سقطت الأمطار بكميات تسمح للمزارعين بزراعتها .

٣ ـ تستخدم مدرجات عالية المنحدر في الرعي حيث تنمو فيها الحشائش والأعشاب بكثافة بعد سقوط الأمطار ، كما تنمو بها بعض الأشجار كأشجار اللوز والعرعر والطلح والتين والصبار وغير ذلك (لوحة رقم ـ ١٨) .

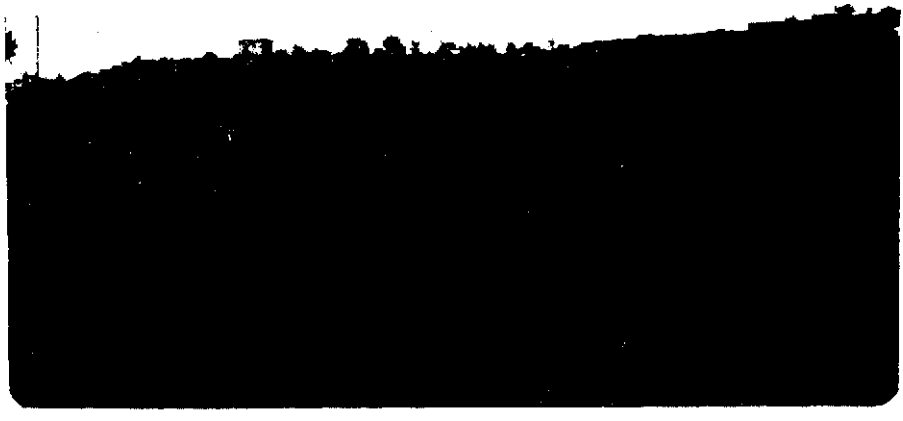
ويبدو واضحاً أن من أهم أساسيات حفظ التربة من التعرية، وصيانة الأراضي الزراعية من الإنجراف في السراة، هو إتباع المزارعين للأسلوب السابق الذي يركز على تخصيص كل نوع من المدرجات الزراعية لاستخدام زراعي معين يلائم كل نوع منها ، ويعطي عائداً ويحقق نتائج أفضل من حيث الحفاظ على التربة من التعرية والإنجراف .

ويلاحظ أن استخدام الأرض وفق النظام السالف الذكر يؤدي إلى تقليل الإنجراف وحماية التربة من التعرية إلى حوالي (٧٠٪) في المتوسط . وتزيد النسبة إلى حوالي (٩٠٪) بالنسبة لاستخدامات الأرض في المدرجات الجانبية ومدرجات الروافد والشعاب البسيطة والمتوسطة الإنحدار . كذلك تقل نسبة إسهام استخدام الأرض في الحد من الفاقد من التربة بالإنجراف

لوحة رقم (١٨)



١٨ ـ ١ نمط استخدامات الأرض موسم صيفي « مدرجات مروية »



١٨ ـ ٢ نمط استخدامات الأرض موسم شتوي « مدرجات بعلية »

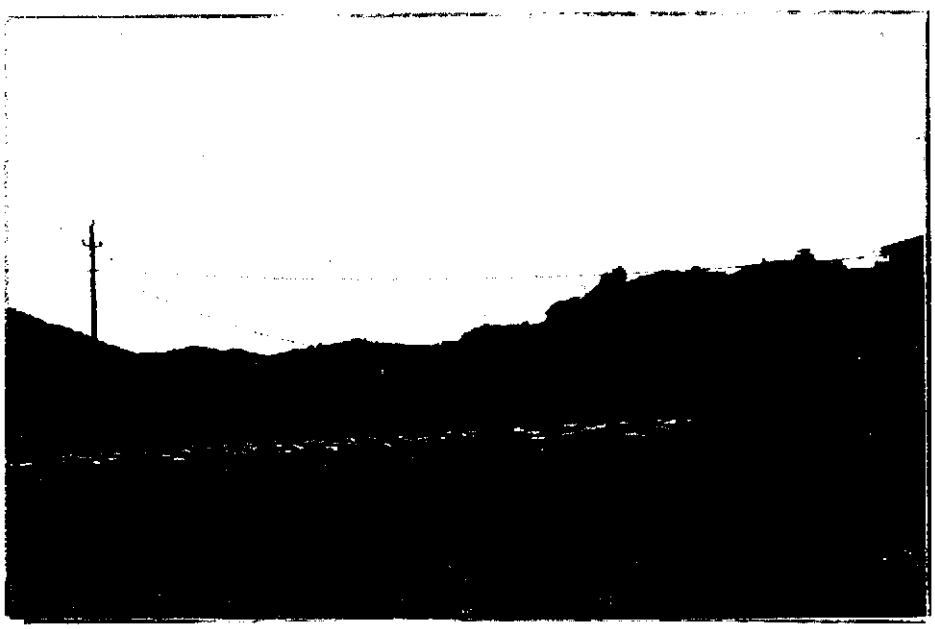
إلى حوالي ٣٥٪ بالنسبة لمدرجات عالية المنحدر ، نظراً لتعرضها للرعي وزيادة درجات إنحدارها- التي قد تصل أحياناً إلى حوالي (٢٠ درجة) (أنظر الجدول رقم ١٥ ـ ٩) .

٣ـ ١ ـ ١٠ إدارة المزرعة :

تهدف إدارة المزرعة إلى تنظيم العمل وتسويق الإنتاج والحفاظ على التربة من الإنجراف، وتأمين جميع مستلزمات المزرعة . فالبنسبة لمقاومة إنجراف التربة قام المزارعون في السراة منذ زمن قديم ببناء المدرجات الزراعية كأفضل وسيلة لحفظ التربة من التعرية والإنجراف . كما عمدوا إلى الزراعة الكنتورية كوسيلة أخرى للتقليل من آثار ومخاطر تعرية التربة . وقد وجد أن بناء المدرجات الزراعية قد يقلل التعرية إلى حوالي النصف، ولكنه عن طريق الإدارة المزرعية يمكن للزراع تقليل إنجراف التربة إلى حوالي العشر أو أكثر من ذلك[٥٩] . وقد عمد المزارعون في السراة إلى حراثة التربة باستمرار وتغطيتها بالأسمدة العضوية ومخلفات الزراعة بالإضافة إلى شق قنوات الري وعمل المصارف اللازمة لصرف المياه الزائدة عن الطاقة الاستيعابية للمدرج الزراعي. كما يعي المزارعون تماماً أن زيادة تغطية التربة بالمحاصيل والنباتات والأعشاب من شأنه أن يقلل من إنجراف التربة (اللوحة رقم ـ ١٩) .

ويظهر الجدول رقم (١٥ ـ ١٠) أشكال الإدارة المزرعية وإسهام كل نوع منها في المحافظة على التربة وتقليل الفقاد منها. الجدير بالذكر أن تغطية التربة بالأسمدة العضوية وبالمحاصيل أو بقاياها تزيد الحماية وتقلل الإنجراف إلى حوالي (٩٠٪) . كما تعتبر المقاومة الميكانيكية أو الطبيعية مكلفة وتحتاج إلى صيانة مستمرة ولذا يفضل عدم اللجوء إليها إلا في الحالات الحرجة. ويلاحظ أنها تسهم بحوالي (٨٥٪) من حيث قدرتها على الحد من تعرية التربة والتحكم في الجريان السطحي الذي ينشأ عنه الإنجراف .

١٩ ـ ١ أثر الحراثة الكنتورية في الحفاظ على التربة والماء



١٩ ـ ٢ تسميد التربة وتغطيتها من أجل الحفاظ عليها

ويتبين من العرض السابق أن معدل الأهمية النسبية لجميع وسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة هو في حدود (٤ . ٦٥٪) وهو معدل منخفض من وجهة نظر الباحث . ويعزى إنخفاضه إلى التفاوت الملحوظ بين معدلات نسب وسائل حفظ التربة من التعرية إذ ترتفع معدلات بعضها إلى حوالي (٩٥٪)، وتنخفض معدلات البعض الآخر إلى حوالي (٣٥٪)، ويرجع ذلك أيضاً إلى طبيعة كل وسيلة وفعاليتها ومدى إهتمام المزارعين بها .

ويلاحظ أيضاً أن وسيلة الجسور الخرسانية هي أهم الوسائل، ولكنه يعاب عليها أنها مكلفة ولا تعيش طويلاً . يلى ذلك المدرجات الزراعية والسدود حيث كان معدل الأهمية النسبية لكل منها في حدود (٥ . ٧٧٪). ويؤخذ على السدود المسلحة أنها عالية التكاليف ومحدودة الإنتشار بعكس المدرجات التي تعد أوسع الوسائل إنتشاراً وأنسبها لطبيعة الإقليم. ثم تأتي في المرتبة الثالثة الإدارة المزرعية بنسبة (٧٦٪) ويليها في المرتبة الرابعة وسيلة استخدامات الأراضي حيث سجلت نسبة تقدر بحوالي (٧٠٪) في المتوسط. واحتلت وسيلتي الحراثة الكنتورية ونظام الحمى المرتبة الخامسة من حيث الأهمية النسبية (٥ . ٦٢٪). وبلغت الأهمية النسبية لزراعة الأشجار (٥٥٪) وقد أحتلت هذه الوسيلة المرتبة السادسة . وقدرت الأهمية النسبية لتطبيق نظام الدورة الزراعية بحوالي (٥ . ٥٢٪)، وتكون بهذه النسبة قد احتلت المرتبة السابعة. وأخيراً بلغت الأهمية النسبية لوسيلة العقوم والحواجز الترابية حوالي (٣٥٪) محتلة بهذه النسبة المرتبة الثامنة والأخيرة. وقد أشرنا سابقاً إلى مزايا وعيوب كل طريقة من طرق الحفاظ على التربة والتحكم في الجريان السطحي الذي يتسبب في إنجراف التربة .

٣ـ ٢ تقويم وسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة :

يمكن استخدام المعادلة العامة لتقدير فقد التربة (USLE) مرة أخرى لتقويم وسائل حفظ التربة من الإنجراف وبنفس الطريقة التي استخدمت بها لتقويم عوامل إنجراف التربة . وتبدو المعادلة على النحو التالي[٦٠] :

$$A = (R.\ K.\ L.\ S.\ C.\ P)$$

حيث أن :

A = مقدار التربة المفقودة بالحساب بالطن لكل هكتار في السنة .

R = عامل المطر ويعبر عنه بمعامل القدرة الحتية للأمطار .

K = عامل قابلية التربة للإنجراف بالماء .

L = عامل طول المنحدر بالأمتار .

S = عامل ميل المنحدر بالدرجات أو النسبة .

C = عامل خدمة المحاصيل الزراعية كما في الجدول رقم (١) .

P = عامل خدمة الصيانة كما في الجدول رقم (٢) .

سبقت الإشارة في الفصل الثاني إلى أن تطبيق المعادلة العامة لفقد التربة (USLE) على منطقة السراة ما هي إلا محاولة أولية يعتريها بعض النقص نظراً لعدم توفر البيانات والمعطيات اللازمة لتطبيقها . وقد أسفر عن محاولة تطبيقها التوصل إلى تقدير مبدئي يحدد مقدار الفاقد من التربة بالإنجراف في سبع مناطق مستغلة زراعياً بالسراة. ويطبق فيها عامل الصيانة المتمثل في وسائل حفظ التربة من الإنجراف كالحراثة الكنتورية وبناء المصاطب

وإعادة التشجير وتطبيق نظام الحمى والدورة الزراعية والإدارة المزرعية والتخطيط لاستخدامات الأرض .

ويتبين من دراسة أرقام الجدول رقم (١٧) أن معدل فقد التربة بالإنجراف في إقليم السراة لم يتجاوز (٦ . ٧) طن لكل هكتار في السنة. ويعزى ذلك إلى الإسهام الفعال لوسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة. ويمكن الحصول على نتائج أفضل إذا أعيد بناء المدرجات الدامرة، واستغلت التربة استغلالاً أمثل. وعند مقارنة معامل مقدار التربة المفقودة سنوياً في السراة بمعامل مقاومة التربة للفقد السنوي الذي حددته منظمة الأغذية العالمية الـ (F A O) بما لا يزيد عن (١٠/ طن/ هكتار/ السنة)، نجد أنه في السراة أقل في جميع المناطق المدروسة، ما عدا منطقة النماص التي بلغ معامل مقدار التربة المفقودة فيها (١٨ . ٩) طن / هكتار / السنة . ويعزى ذلك إلى غزارة أمطارها وقابلية تربتها للإنجراف، ووعورة تضاريسها ، وكثرة مدرجاتها الدامرة، وتدنى مستوى صيانة التربة بسبب العزوف عن الزراعة . وعند مقارنة معطيات الجدول رقم (١٧) بمعطيات الجدول رقم (١٤) نلمس الفارق الكبير بين مقدار التربة المفقودة في ظل الظروف الطبيعية (٥ . ٦٠ طن / هكتار / السنة) ومقدار التربة المفقودة في نفس المناطق ولكنها خاضعة للاستغلال البشري (٦ . ٧ طن / هكتار / السنة) . حيث يعتنى بالتربة ويحد من إنجرافها بعدد من الوسائل الفاعلة التي تقدم الحديث عنها .

جدول رقم (١٧)

تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف (طن/ هكتار/ السنة) في بعض مناطق الرصد المناخي المستغلة بالسراة

المحطة	معدل القدرة الحتية للأمطار ($\overline{R}$)	معدل قابلية التربة للإنجراف (K)	معدل الطبوغرافيا (طول المنحدر ودرجة الميل) (L S)	معامل تغطية سطح الأرض بالمزروعات (C)	معامل صيانة التربة (P)	مقدار التربة المفقودة (A)
أبهـــا	٤١.٢٤	٠.٤٦	١.٣	٠.٥٠	٠.٣٣	٤.١
السـودة	٥٢.٦	٠.٤٨	١.٤	٠.٧٥	٠.٤٠	٨.٣
النعـاص	٧٣.٢	٠.٤٥	١.٦	٠.٨٠	٠.٤٥	١٨.٩
العـلاية	٣٦.٧	٠.٣٤	١.٣	٠.٥٠	٠.٣٠	٢.٤
بالجـرشي	٥٦.٤	٠.٤٢	١.٢	٠.٥٥	٠.٣٤	٥.٣
البـاحـة	٦٧.١	٠.٤٣	١.٤	٠.٤٥	٠.٤٠	٧.٢
قيا بنى مالك	٥٥.٢	٠.٤٧	١.٣	٠.٥٠	٠.٤٢	٧.١
المعـدل	٥٤.٨	٠.٤٤	١.٤	٥٧.٨	٠.٣٨	٧.٦

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على جداول الملحق رقم (١) والجدولين رقم (١٤ و ١٥) .

٣ـ ٣ تصورات عينة من مزارعي محافظة بالقرن عن بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة :

يظهر الجدول رقم (١٨) تصورات عينة من مزارعي محافظة بالقرن التابعة لمنطقة عسير عن بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف في محافظة بالقرن على وجه الخصوص وفي السراة عموماً . ويتبين من قراءة معطيات هذا الجدول أن مرئيات المستجوبين تتشابه كثيراً فيما يتعلق بانتشار وتكاليف وأهمية وفاعلية والعمر الزمني لوسائل حفظ التربة من الإنجراف . ولا يستغرب عدم وجود فوارق ذات دلالة إحصائية بين تصورات ومرئيات عينة الدراسة عن المتغيرات السالفة الذكر إذ ينتمون إلى مجتمع ريفي واحد له نفس الخصائص والسمات البشرية التي تميزه عن غيره من المجتمعات الريفية في المملكة . وثمة حقيقة يجب الإشارة إليها وهي أن وسائل حفظ التربة العشرة التي ركز على دراستها ، وتم استجواب عينة من المزارعين عنها لا تتوفر جميعها في مزرعة كل مزارع منهم ، ولكن المزارعين في السراة عموماً يعرفونها جيداً من واقع خبراتهم وتجاربهم أكثر مما يعرفها غيرهم من المتخصصين في مجال الزراعة والعلوم الأخرى ذات العلاقة .

لقد جاءت تصورات عينة المزارعين المستجوبين على النحو التالي : يعد أسلوب المدرجات الزراعية أوسع وسائل حفظ التربة من الإنجراف إنتشاراً (حوالي ٩٤٪)، يليه أسلوب التخطيط لاستخدامات الأرض (حوالي ٨٣٪)، فأسلوب الحراثة الكنتورية (أكثر من ٧٨٪)، ثم أسلوب الإدارة المزرعية (٦٦٪)، ويأتي بعد ذلك أسلوب العقوم الترابية (٦٥٪)، ويتبع بأسلوب الجدران والحواجز الخرسانية (٦٠٪) . ويعزى تفوق أسلوب المدرجات على غيره من الوسائل في كل من الآتي :

جدول رقم (١٨) تصورات عينة من مزارعي محافظة بالقرن عن بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف (١٤١٥ هـ الموافق ١٩٩٤م)

التسلسل	نوع الأسلوب	الإنتشار		التكلفة		العمر الزمني		الأهمية		الفاعلية	
		واسع	ضيق	مرتفعة	منخفضة	طويل	قصير	مهم	غير مهم	فعال	غير فعال
١	بناء المدرجات الزراعية	٢٨١ (٩٣.٧)	١٩ (٦.٣)	٢٨١ (٩٣.٧)	١٩ (٦.٣)	٢٨٢ (٩٤.٠)	١٨ (٦.٠)	٢٧٦ (٩٢.٠)	٢٤ (٨.٠)	٢٧٤ (٩١.٣)	٢٦ (٨.٧)
٢	الحراثة الكنتورية	٢٣٥ (٧٨.٣)	٦٥ (٢١.٧)	٦٣ (٢١.٠)	٢٣٧ (٧٩.٠)	١٢٣ (٤١.٠)	١٧٧ (٥٩.٠)	٢٢٤ (٤٧.٧)	٧٦ (٢٥.٣)	١٩٦ (٦٥.٣)	١٠٤ (٣٤.٧)
٣	العقوم الترابية	١٩٥ (٦٥.٠)	١٠٥ (٣٥.٠)	١٤٣ (٤٤.٧)	١٥٧ (٥٢.٣)	٢٦ (٨.٧)	٢٧٤ (٩١.٣)	١١٢ (٣٧.٣)	١٨٨ (٦٢.٧)	١٢٥ (٤١.٧)	١٧٥ (٥٨.٣)
٤	زراعة الأشجار	٤٨ (١٦.٠)	٢٥٢ (٨٤.٠)	١٨٢ (٦٠.٧)	١١٨ (٣٩.٣)	١٨٥ (٦٢و٧)	١١٥ (٣٧.٣)	١٦٧ (٥٥.٧)	١٣٣ (٤٤.٣)	٢٢٤ (٧٤.٧)	٧٦ (٢٥.٣)
٥	جدران الخرسانة المسلحة	١٨٠ (٦٠.٠)	١٢٠ (٤٠)	٢٥٨ (٨٦.٠)	٤٢ (١٤.٠)	٢٤١ (٨٠.٣)	٥٩ (١٩.٧)	٢٥٦ (٨٥.٣)	٤٤ (١٤.٧)	٢٤١ (٨٠.٣)	٥٩ (١٩.٧)
٦	نظام الحمى	٨٦ (٢٨.٧)	٢١٤ (٧١.٣)	١٢ (٤.٠)	٢٨٨ (٩٦.٠)	١٨١ (٦٠.٣)	١١٩ (٣٩.٧)	٢٣٥ (٧٨.٣)	٦٥ (٢١.٧)	٢٥٦ (٨٥.٣)	٤٤ (١٤.٧)
٧	بناء السدود الزراعية بنوعيها الترابية والمسلحة	٧٩ (٢٦.٣)	٢٢١ (٧٣.٧)	٢٨٤ (٩٤.٧)	١٦ (٥.٣)	٢٤٣ (٨١.٠)	٥٧ (١٩.٠)	٢٥٨ (٨٦.٠)	٤٢ (١٤.٠)	٢٥١ (٨٣.٧)	٤٩ (١٦.٣)
٨	إتباع نظام الدورة الزراعية	١٦٩ (٥٦.٣)	١٣١ (٤٣.٧)	٢٩ (٩.٧)	٢٧١ (٩٠.٣)	١٧٨ (٥٩.٣)	١٢٢ (٤٠.٧)	٢٠٣ (٦٧.٧)	٩٧ (٣٢.٣)	١٨٨ (٦٢.٧)	١١٢ (٣٧.٣)
٩	التخطيط لاستخدامات الأرض	٢٤٨ (٨٢.٧)	٥٢ (١٧.٣)	٢١ (٧.٠)	٢٧١ (٩٣.٠)	١٦٣ (٥٤.٣)	١٣٧ (٤٥.٧)	٢١٦ (٧٢.٠)	٨٤ (٢٨.٠)	١٦٣ (٥٤.٣)	١٣٧ (٤٥.٧)
١٠	إدارة الزراعة	١٩٨ (٦٦.٠)	١٠٢ (٣٤.٠)	١٠ (٣.٣)	٢٩٠ (٩٦.٧)	١٨٩ (٦٣.٠)	١١١ (٣٧.٠)	٢١٤ (٧١.٣)	٨٦ (٢٨.٧)	١٦٦ (٥٥.٣)	١٣٤ (٤٤.٧)

المصدر : الدراسة الميدانية ١٤١٤ هـ .

* ملاحظة / عدد الحالات (٣٠٠) مزارع ، والرقم بين قوسين يعبر عن النسبة المئوية .

١ ـ يكون عمره الزمني طويلاً إذا توفرت الصيانة للمدرجات عامة وجدرانها خاصة (٩٤٪) يليه أسلوب السدود (٠ . ٨١٪)، ثم أسلوب الحواجز والجدران الخرسانية (أكثر من ٨٠٪) .

٢ ـ يعد أهم وسائل حفظ التربة من الإنجراف على الإطلاق (٠ . ٩٢٪) لأنه يؤدي العديد من الوظائف الهامة كحفظ التربة من الإنجراف ، وحفظ الماء، وإيجاد متوالية من المسطحات المستوية التي يمكن أن تزاول فيها الزراعة في يسر وسهولة .

٣ ـ يتميز بأنه أكثر الأساليب فعالية (أكثر من ٩٠٪) حيث أنه الوسيلة الفاعلة التي نجح استخدامها في حفظ التربة والماء ومن ثم قيام الزراعة في المناطق الجبلية .

٤ ـ يرى الباحث أنه منخفض التكاليف إذا ما تمت مقارنته بأسلوبي بناء السدود الترابية المبطنة بالحجارة أو الخرسانة المسلحة، والجدران الخرسانية . بعكس مرئيات عينة المزارعين الذين يرون أنه مرتفع التكاليف (٩٢٪). ويبرر الباحث موقفه بأن المواد اللازمة لبناء جدران المدرجات وهي الحجارة والأخشاب والطين وغيرها متوفرة ويمكن الحصول عليها بأسعار معقولة (مائة ريال لنقلة القلاب العايدي) .

٣ـ ٤ بعض المشكلات التي تعاني منها بعض وسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة :

تتعرض التربة في إقليم السراة لمخاطر الإنجراف الناجم عن شدة ميل المنحدرات والتركز الشديد للأمطار والرعي الجائر والإحتطاب وتدهور الزراعة بشكل ملفت للنظر . وقد نتج عن هذه العوامل عموماً وعن تدهور الزراعة

بسبب عزوف الناس عنها على وجه الخصوص تعرض وسائل حفظ التربة من الإنجراف في منطقة الدراسة لبعض المشكلات وذلك على النحو التالي :

٣ ـ ٤ ـ ١ تهدم وانهيار جدران معظم المدرجات بسبب إهمال المزارعين لصيانتها : ويعزي إهمال الصيانة إلى إهمال المزارعين للزراعة وعزوفهم عنها . ويلاحظ أنه يوجد إرتباط قوي بين الزراعة الناجحة والصيانة الجيدة ويحدث العكس تماماً . وإن عابر السراة من شمالها إلى جنوبها ليحزن حينما يرى المدرجات الدامرة وقد غطت معظم أجزاء المظهر العام لسطح الأرض. ويعد تجاهل إنسان السراة بهذه الظاهرة في الوقت الحاضر مشكلة خطيرة. فهو لا يعلم أن ما بناه الآباء والأجداد من مدرجات وسدود وقنوات للري وآبار خلال فترة زمنية طويلة لا تقل عن ثلاثة آلاف سنة، وما بذلوه من جهد، وما تكلفه هذا المشروع الكبير من موارد إقتصادية ، يمكن أن يختفي ويزول خلال فترة زمنية قصيرة لا تصل في بعض المناطق لبضع سنوات. ومن ثم فإن إعادة البناء ستكون شبه مستحيلة تماماً نظراً لارتفاع التكاليف وضياع التربة بالإنجراف والتي تعد العمود الفقري للزراعة وأحد أهم مقوماتها الطبيعية .

٣ ـ ٤ ـ ٢ إنتهاك أنظمة الحمى : كانت الأحمية تنتشر بشكل واسع في هضبة السراة ، إلا أن خروج معظم الناس عن الأنظمة التي تحميها أدى إلى إشاعتها واستغلال مواردها الرعوية والغابية بشكل عشوائي . وقد تسبب ذلك في تدهور نظامها البيئي بشكل عام ، وفي إنجراف التربة بشكل خاص .

٣ ـ ٤ ـ ٣ الزحف العمراني على الأراضي الزراعية : أرتبط بالنمو السكاني لإقليم السراة نمو متسارع لأحجام المدن والقرى . وقد تم التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية . وإنه بوسع الإنسان أن يلمس مشكلة الزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية من مجرد إلقاء نظرة عابرة يتضح له من خلالها إبتلاع القرى والمدن لأراض زراعية خصبة كانت تزرع مرتين إلى ثلاث مرات بالمحاصيل الزراعية المختلفة . وتعد مدينة بالجرشي بمنطقة الباحة مثالاً لهذه الظاهرة حيث توسعت أفقياً على حساب ظهيرها الزراعي . ويصاحب الزحف العمراني عادة تدهور التربة وتعرضها لمخاطر الإنجراف بسبب تعرض وسائل حفظها للخراب والدمار من جراء الممارسات والأنشطة التي تصاحب عمليات الإنشاء والتعمير .

٣ ـ ٤ ـ ٤ تدهور المراعي بسبب الرعي الجائر : توفر المراعي الكثيفة غطاءاً جيداً يحمي الطبقة السطحية من التربة من مخاطر الإنجراف . ولكنه تبين من خلال المسح الميداني أن بعض مناطق السراة الرعوية أصبحت غير قادرة على تحمل الضغط الكبير عليها بسبب تزايد أعداد الحيوانات من الضأن والماعز التي تعيش وتربى على مواردها الرعوية . وقد نتج عن هذا السلوك الرعوي تناقص شديد في الحشائش والأعشاب وكذلك الأشجار مما زاد من مخاطر إنجراف التربة .

٣ ـ ٤ ـ ٥ الاستغلال السيء للموارد الغابية : تسبب الإحتطاب والجفاف اللذان تعرض لهما إقليم السراة خلال السنوات القليلة الماضية إلى إجتثاث وموت الكثير من الأشجار . ونتج عن ذلك إنخفاض نسبة

المساحات المغطاة بالنبات الطبيعي ، مما عرض التربة لمخاطر الإنجراف بالسيول والأمطار .

٣ ـ ٤ ـ ٦ إرتفاع تكاليف صيانة بعض وسائل حفظ التربة من الإنجراف .

تعاني وسائل حفظ التربة من الإنجراف في وقتنا الحاضر من إرتفاع تكاليف صيانتها . فعلى سبيل المثال : يكلف بناء المتر الطولي من جدار أي مدرج وبإرتفاع متر واحد وعرض خمسين سنتيمتراً ما لا يقل عن (١٢٠) ريالاً . ويكلف المتر الطولي وبإرتفاع متر واحد وعرض عشرين سنتيمتراً من الحواجز الخرسانية ما لا يقل عن (٢٠٠) ريالاً ، وتكلف الساعة الواحدة لإقامة عقم أو حاجز ترابي بواسطة البلدوزر ما لا يقل عن (٢٥٠) ريالاً . وتكلف زراعة الشجرة الواحدة غير المثمرة حوالي (خمسين ريالاً)، ويكلف السياج بطول عشرة أمتار وارتفاع متر ونصف المتر ما يقارب (٢٠٠) ريال. وتكلف الساعة الواحدة من إدارة المزرعة حوالي عشرة ريالات . وتقدر تكاليف السدود الخرسانية بعشرات بل بمئات الملايين من الريالات . وعند حساب هذه التكاليف مع العائد من الزراعة يجد المزارع نفسه خسراناً . فيعزف عن الزراعة ومن ثم عن صيانة وسائل حفظ التربة من الإنجراف مما يعرض هذه الوسائل لخطر داهم يؤدي بها ويعرض التربة للإنجراف .

الفصل الرابع

٤ ـ النتائج والتوصيات

٤ ـ ١ النتائج :

توصلت هذه الدراسة إلى العديد من النتائج الهامة والتي يمكن تلخيصها على النحو التالي :

٤ ـ ١ ـ ١ يعاني إقليم السراة من مشكلة حت التربة وإنجرافها ، وهي حقيقة لا يمكن تجاهلها ولا مجال لإخفاء المخاطر البيئية والإقتصادية المترتبة عليها . وإذا كان إنسان السراة في الوقت الحاضر لا يشعر بها ولا يعاني منها بسبب عزوفه عن الزراعة وإهماله لها ، إلا أنه سيعاني وستزداد معاناته كلما تفاقمت هذه المشكلة وكلما شعر أنه بحاجة إلى الزراعة التي كان يعتمد عليها كمصدر للدخل حتى وقت قريب .

٤ ـ ١ ـ ٢ يأخذ إنجراف التربة بالماء في السراة أشكالاً مختلفة حسب سلوك الماء وتحركه على سطح الأرض . وتعد التعرية السطحية ، والتعرية الأخدودية ، وانجراف التربة بالتناثر ، وتعرية التربة بالجداول والروافد الصغيرة أهم أنواع التعرية السائدة في هذا الإقليم . وتتميز التعرية الأخدودية بأنها أوسعها إنتشاراً ، وأشدها خطراً .

٤ ـ ١ ـ ٣ يوجد العديد من العوامل الجغرافية التي تتشابك فيما بينها وتعمل معاً على تهيئة التربة للإنجراف في منطقة السراة . ويمكن حصرها في عمليات التجوية الشديدة ووعورة التضاريس وقابلية التربة للإنجراف، والقدرة الحتية لعناصر المناخ، والاستغلال غير المنظم

للموارد البيئية ، وتدهور الزراعة ، وتدني مستوى صيانة التربة والمدرجات . ويعد المناخ بعناصره المختلفة أخطر هذه العوامل من حيث التأثير على قابليتها للإنجراف .

٤ ـ ١ ـ ٤ بالرغم من التأكيد على أهمية المناخ في تكوين التربة وإنجرافها إلا أنه وجد بالحساب أن القدرة الحتية للأمطار تعد منخفضة إلى متوسطة بالنسبة للمناطق المدروسة في السراة . وقد تراوحت قيمة معامل القدرة الحتية للأمطار بين (٣٦.٧) في محطة العلاية و(٧٣.٢) في محطة النماص ، وبلغ معدل المحطات السبع التي يعتقد بأنها تمثل إقليم السراة (٥٤.٨) .

٤ ـ ١ ـ ٥ لقد تبين بالحساب عند تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف في منطقة السراة أنه يوجد تفاوت ملحوظ بين المناطق المدروسة التي تمثلها محطات الرصد المناخي التي تم الإعتماد على بياناتها من حيث الفقد الكلي للتربة بالإنجراف ، حيث تراوحت قيم الفقد بين (٢٨.٣ وَ ١١٣.٤) طن / هكتار / السنة . وتعد هذه المقادير عالية عند مقارنتها بالمعدلات العالمية التي تكون في حدود (١٠) طن / هكتار / السنة . ويعزى هذا التفاوت في مقادير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف إلى التفاوت الملموس في أثر العوامل الجغرافية التي تسهم في تهيئة التربة للحت والإنجراف في كل منطقة من مناطق السراة .

٤ ـ ١ ـ ٦ تؤكد الأرقام التي تم الحصول عليها بالحساب أن إقليم السراة يعاني بشكل عام من مخاطر إنجراف التربة ، حيث بلغت قيمة الفقد الكلي للتربة في المتوسط (٦٠.٥) طن / هكتار / السنة .

تعد هذه القيمة عالية ، وهي تنبىء بأن تربة السراة المتكونة فوق المنحدرات التي لازالت على وضعها الطبيعي هي في طريقها للزوال السريع بالإنجراف .

٤ ـ ١ ـ ٧ تعاني ترب المنحدرات ذات الميل الشديد (أكثر من ٢٠٪) والتي يمارس الإنسان فوقها بعض الأنشطة العمرانية والإقتصادية (الرعي والإحتطاب) إلى تعرضها للحت والإنجراف بشكل خطير . كذلك تعاني الترب في المنحدرات التي لازالت في وضعها الطبيعي للحت والإنجراف أكثر مما تعاني منه ترب السفوح المستغلة زراعياً.

٤ ـ ١ ـ ٨ أظهرت وسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة تفاوتاً ملحوظاً فيما يتعلق بقدرة كل منها في الحفاظ على التربة والحد من إنجرافها . ويعزى هذا التفاوت إلى طبيعة وخصائص كل وسيلة ومدى ملاءمتها لمنطقة الدراسة . وقد برزت الحواجز الخرسانية والمدرجات الزراعية والسدود كأهم ثلاث وسائل من حيث قدرتها على حفظ التربة والتحكم في الجريان السطحي .

٤ ـ ١ ـ ٩ أتضح من تطبيق المعادلة العامة لتقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف في المناطق المدروسة والمستغلة زراعياً في السراة ، أن معدل الفقد الكلي للتربة لم يتجاوز (٧.٦) طن / هكتار/ في السنة ، وهو معدل منخفض نسبياً . ويعزى ذلك إلى الإسهام الفعال لوسائل حفظ التربة من الإنجراف . ويمكن الحصول على معدل أقل إذا أعيد بناء المدرجات الدامرة وعني بالزراعة .

٤ ـ ١ ـ ١٠ يعد أسلوب بناء المدرجات الزراعية أفضل الأساليب المستخدمة في حفظ التربة من التعرية والإنجراف نظراً لما يتمتع به هذا الأسلوب من خصائص كالاستخدام الواسع والأهمية النسبية والفاعلية والعمر الزمني الطويل والجدوى الإقتصادية .

٤ ـ ٢ التوصيات :

توصي هذه الدراسة المزارعين والمسؤولين في المؤسسات الحكومية ذات العلاقة والباحثين بضرورة الأخذ بالتوصيات التالية والعمل من أجل تحقيقها ما أمكن ذلك :

٤ ـ ٢ ـ ١ يجب أن ندرك جميعاً ما لحماية التربة من الإنجراف من أهمية تستدعي أن ندرك أبعادها، وأن نتحمل المسؤولية للحد من آثارها البيئية والإقتصادية الخطيرة .

٤ ـ ٢ ـ ٢ يجب أن تبدأ برامج التنمية الريفية الشاملة أو الإقتصادية أو الزراعية في السراة بالمحافظة على التربة الزراعية من الإنجراف لأنها تمثل العمود الفقري للزراعة وتعد أحد أهم مقوماتها الطبيعية.

٤ ـ ٢ ـ ٣ يجب البحث عن العامل أو العوامل الحقيقية التي تقف وتتسبب في حدوث هذه الظاهرة البيئية الخطيرة مستعينين في ذلك بكل ما يقدمه العلم من حقائق وأفكار ونماذج وتجارب وغير ذلك .

٤ ـ ٢ ـ ٤ يجب العمل على إقامة بعض محطات التجارب الزراعية والبيئية في مواقع مختارة من السراة بهدف جمع البيانات اللازمة عن كل عامل من العوامل الجغرافية التي تسهم وتؤثر في ظاهرة حت التربة وإنجرافها بالسراة .

٤ ـ ٢ ـ ٥ لا بد من إعادة بناء المدرجات الدامرة في أسرع وقت حيث ثبت منذ آلاف السنين أنها الوسيلة المناسبة في المكان المناسب للحد من تعرية التربة والتحكم الجيد في ظاهرة الجريان السطحي .

٤ ـ ٢ ـ ٦ يجب التأكيد على زراعة الأشجار والمحافظة على النبات الطبيعي المتبقي إذ يعد من أفضل الوسائل التي تحمي التربة من الإنجراف.

٤ ـ ٢ ـ ٧ يجب محاربة الممارسات الخاطئة التي يتعرض لها الغطاء النباتي الطبيعي كالإحتطاب والرعي الجائرين ، واجتثاث أشجار الغابات والحرائق نظراً لما ينتج عنها من آثار بيئية سيئة يأتي في مقدمتها إنجراف التربة وتعريتها .

٤ ـ ٢ ـ ٨ لا بد من توعية الناس جميعاً ولفت إنتباههم حول مشكلة تعرية التربة وما قد يترتب على تجاهل الإنسان بها من مخاطر بيئية كبيرة قد يعجز الإنسان عن إيجاد حلول لها في المستقبل .

٤ ـ ٢ ـ ٩ يجب على وزارة الزراعة والمياه ومصلحة الأرصاد وحماية البيئة والجامعات أن تشجع البحث العلمي ليس في مجال المحافظة على التربة من الإنجراف فحسب بل وفي جميع المجالات الزراعية والبيئية والاجتماعية والترفيهية والإقتصادية ، وأن تدعمه مادياً ومعنوياً نظراً للنقص الشديد في الأبحاث والمعلومات عن إقليم السراة .

٤ ـ ٢ ـ ١٠ إن إتخاذ أي قرار أو أي إجراء مهما بلغت المخصصات والكفاءات التي تدعمه يبدو في غير موضعه إذا لم يسبق بمحاولات علمية وعملية جادة تحدد أبعاد ظاهرة إنجراف التربة في السراة والأسباب المؤدية إلى ذلك والحلول المقترحة للحد من آثارها .

٥ ـ ملحق رقم (١)

٥ ـ ١ ـ ١ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة أبهـا المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٢ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة السودة المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٣ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة النماص المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٤ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة العلايـة المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٥ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة بالجرشي المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٦ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة الباحـة المناخية .

٥ ـ ١ ـ ٧ حساب القدرة الحتية للأمطار لمحطة قيا بني مالك المناخية .

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ١) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة أبها المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري P^2 / معدل الأمطار السنوي P	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٣٥٨.٣	٢٦.٣	٦٩١.٧	١.٩	
فبراير	»	٢٩.٠	٨٤١.٠	٢.٣	
مارس	»	٦٣.٠	٣٩٦٩.٠	١١.١	
أبريل	»	٦٢.٠	٣٨٤٤.٠	١٠.١	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٤٨.٠	٢٣٠٤.٠	٦.٤	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	»	١٥.٠	٢٢٥.٠	٠.٦	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
يوليه	»	٣٠.٠	٩٠٠.٠	٢.٥	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
أغسطس	»	٤٠.٠	١٦٠٠.٠	٤.٥	
سبتمبر	»	١٠.٠	١٠٠.٠	٠.٣	
أكتوبر	»	٣.٠	٩.٠	٠.٠٣	
نوفمبر	»	١٩.٠	٣٦١.٠	١.٠١	
ديسمبر	»	١٣.٠	١٦٩.٠	٠.٥	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٤١.٢٤	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : تكون منخفضة

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدول رقم (٥) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٢) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة السودة المناخية بعسير (٦٥ ـ ١٩٨٤ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري / معدل الأمطار السنوي $\frac{P^2}{P}$	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٥٠٦.٥	٢٥.٨	٦٦٥.٦	١.٣	
فبراير	»	٤٦.٨	٢١٩٠.٢	٤.٣	
مارس	»	٥٠.٠	٢٥٠٠.٠	٤.٩	
أبريل	»	٦٩.٤	٤٨١٦.٤	٩.٥	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٨٧.١	٧٥٨٦.٤	١٥.٠	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	»	٢٢.٣	٤٩٧.٣	١.٠	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
يوليه	»	٢٤.١	٥٨١.٠	١.٢	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
أغسطس	»	٧٥.٤	٥٦٨٥.٢	١١.٢	
سبتمبر	»	٢١.٠	٤٤١.٠	٠.٩	
أكتوبر	»	١٨.٥	٣٤٢.٣	٠.٧	
نوفمبر	»	٣٢.٥	١٠٥٦.٣	٢.١	
ديسمبر	»	١٥.٦	٢٤٣.٤	٠.٥	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٥٢.٦	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : « متوسطة »

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على (Al-Amri, 1990, P. 152) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٣) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة النماص المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري / معدل الأمطار السنوي $\frac{P^2}{P}$	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٥٦٨,٥	٩٨,٠	٩٦٠٤,٠	١٦,٩	
فبراير	«	٣٣,٠	١٠٨٩,٠	١,٩	
مارس	«	١٠٠,٠	١٠٠٠٠,٠	١٧,٦	
أبريل	«	٩٨,٠	٩٦٠٤,٠	١٦,٩	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	«	٦٤,٠	٤٠٩٦,٠	٧,٢	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	«	٩,٥	٩٠,٣	٠,٢	
يوليه	«	١٩,٠	٣٦١,٠	٠,٦	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
أغسطس	«	٣٥,٠	١٢٢٥,٠	٢,٢	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
سبتمبر	«	٧,٦	٥٧,٨	٠,١	
أكتوبر	«	٣,٥	١٢,٣	٠,٠٢	
نوفمبر	«	٣٩,٠	١٥٢١,٠	٢,٧	
ديسمبر	«	٦٢,٠	٣٨٤٤,٠	٦و٧	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٧٣,٢	تقويم قيمة $\overline{R}$ بالنسبة لقيمة R : « متوسطة »

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدول رقم (٥) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\overline{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٤) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة العلاية المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري P^2 / معدل الأمطار السنوي P	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٣٢٠.٢	٥٢.٠	٢٧٠٤.٠	٨.٤	
فبراير	»	٣٠.٠	٩٠٠.٠	٢.٨	
مارس	»	٣٩.٠	١٥٢١.٠	٤.٨	
أبريل	»	٦٣.٠	٣٩٦٩.٠	١٢.٤	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٤٢.٠	١٧٦٤.٠	٥.٥	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	»	٦.٣	٣٩.٧	٠.١	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
يوليه	»	١٣.٠	١٦٩.٠	٠.٥	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
أغسطس	»	١٤.٠	١٩٦.٠	٠.٦	
سبتمبر	»	٦.٠	٣٦.٠	٠.١	
أكتوبر	»	٩.٠	٨١.٠	٠.٣	
نوفمبر	»	١٧.٠	٢٨٩.٠	٠.٩	
ديسمبر	»	٢٩.٠	٨٤١.٠	٢.٦	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٣٦.٧	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : « منخفضة »

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدول رقم (٥) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٥) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة بالجرشي المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري / معدل الأمطار السنوي $\frac{P^2}{P}$	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٥٧٠,٠	٨٠,٠	٦٤٠٠,٠	١١,٢	
فبراير	»	٣٩,٠	١٥٢١,٠	٢,٧	
مارس	»	٣٥,٠	١٢٢٥,٠	٢,٢	
أبريل	»	٣٤,٠	١١٥٦,٠	٢,٠	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٣١,٠	٩٦١,٠	١,٧	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	»	٨١,٠	٦٥٦١,٠	١١,٥	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
يوليه	»	٢٩,٠	٨٤١,٠	١,٥	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
أغسطس	»	٢٦,٠	٦٧٦,٠	١,٢	
سبتمبر	»	٦٩,٠	٤٧٦١,٠	٨,٤	
أكتوبر	»	٢٥,٠	٦٢٥,٠	١,١	
نوفمبر	»	٦٦,٠	٤٣٥٦,٠	٧,٦	
ديسمبر	»	٥٥,٠	٣٠٢٥,٠	٥,٣	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٥٦,٤	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : « متوسطة »

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدول رقم (٥) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٦) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة الباحة المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري / معدل الأمطار السنوي $\frac{P^2}{P}$	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٤٦٧,٨	٩٨,٠	٩٦٠٤,٠	٢٠,٥	
فبراير	»	٤٤,٠	١٩٣٦,٠	٤,١	
مارس	»	٥٣,٠	٢٨٠٩,٠	٦,٠	
أبريل	»	٧٤,٠	٥٤٧٦,٠	١١,٧	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٧٩,٠	٦٢٤١,٠	١٣,٣	
يونيه	»	١١,٠	١٢١,٠	٠,٣	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يوليه	»	١٠,٠	١٠٠,٠	٠,٢	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
أغسطس	»	٢٢,٠	٤٨٤,٠	١,١	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
سبتمبر	»	٦,٤	٤١,٠	٠,١	
أكتوبر	»	٥,٤	٢٩,٢	٠,١	
نوفمبر	»	٢١,٠	٤٤١,٠	٠,٩	
ديسمبر	»	٦٤,٠	٤٠٩٦,٠	٨,٨	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٦٧,١	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : تكون منخفضة

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على الجدول رقم (٥) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :
(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

ملحق رقم (٥ ـ ١ ـ ٧) حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة قيا بني مالك المناخية بمنطقة الطائف (٦٥ ـ ١٩٨٤ م)

الأشهر	معدل الأمطار السنوي (ملم) (P)	معدل الأمطار الشهري (ملم) (P)	مربع معدل الأمطار الشهري (P^2)	مربع معدل الأمطار الشهري P^2 / معدل الأمطار السنوي P	دليل الإنجراف بالأمطار (R) حسب تقدير الـ FAO
يناير	٤٨٥	٩٣,٢	٨٦٨٦,٢	١٨,١	
فبراير	»	٥١,٩	٢٦٩٣,٦	٥,٦	
مارس	»	٤٨,٥	٢٣٥٢,٣	٤,٩	
أبريل	»	٥٨,١	٣٣٧٥,٦	٧,٠	١ = (٠ ـ ٥٠) منخفضة
مايو	»	٤١,٩	١٧٥٥,٦	٣,٦	٢ = (٥٠ ـ ٥٠٠) متوسطة
يونيه	»	١٩,٠	٣٦١,٠	٠,٧	٣ = (٥٠٠ ـ ١٠٠٠) عالية
يوليه	»	٢٢,٢	٤٩٢,٨	١,٠	٤ = (أكثر من ١٠٠٠) عالية جداً
أغسطس	»	١٨,٩	٣٥٧,٢	٠,٧	
سبتمبر	»	٨,٧	٧٥,٧	٠,٢	
أكتوبر	»	٢٣,٧	٥٦١,٧	١,٢	
نوفمبر	»	٢٦,٥	٧٠٢,٣	١,٤	
ديسمبر	»	٧٢,٣	٥٢٢٧,٣	١٠,٨	
المجموع = معامل القدرة الحتية للأمطار (R)				٥٥,٢	تقويم قيمة $\bar{R}$ بالنسبة لقيمة R : تكون منخفضة

المصدر : الجدول من حساب وإعداد الباحث بالإعتماد على (Al-Amri, 1990, P. 152) .

ملاحظة : لحساب معامل القدرة الحتية للأمطار تم الاستعانة بالمعادلة التالية :

(انظر الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة ، الفصل الأول)

$$\bar{R} = F\left(E_{i}^{12} \frac{P^2}{P}\right)$$

٦ ـ ملحق رقم (٢)
بطاقة العمل الميداني

٦ ـ ٢ ـ ١ البطاقة الأولى : بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة .

٦ ـ ٢ ـ ٢ البطاقة الثانية : العناصر الرئيسية المكونة للمدرج الزراعي في إقليم السراة .

٦ ـ ٢ ـ ١ البطاقة الأولى :

بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة

م	الأسلوب	الإنتشار		التكلفة		العمر		الأهمية		الفاعلية	
		واسع	ضيق	مرتفعة	منخفضة	طويل	قصير	مهم	غير مهم	فعال	غير فعال
١	بناء المدرجات										
٢	الحراثة الكنتورية										
٣	العقوم الترابية										
٤	زراعة الأشجار										
٥	الحواجز الخرسانية										
٦	بناء السدود										
٧	الدورة الزراعية										
٨	نظام الحمى										
٩	استخدامات الأرض										
١٠	إدارة المزرعة										

٦ ـ ٢ ـ ٢ البطاقة الثانية :

العناصر الرئيسية المكونة للمدرج الزراعي في إقليم السراة

م	نـوع المتغير	خصائص المتغير	عـدد	النسبـة
١	زاوية إنحدار السفح المستغل	١ ـ أقل من (٥) درجات ٢ ـ من (٥ ـ ١٠) درجات ٣ ـ أكثر من (١٠) درجات		
٢	واجهة السفح المستغل	١ ـ شرقية . ٢ ـ غربية . ٣ ـ شمالية . ٤ ـ جنوبية .		
٣	إرتفاع جدار المدرج	١ ـ أقل من متر واحد ٢ ـ من (١ ـ ٢) متر ٣ ـ أكثر من (٢) متر		
٤	وضع جدار المدرج	١ ـ قائم « رأسي » ٢ ـ مائل إلى الخلف		
٥	طول المدرج الزراعي	١ ـ مدرجات قصيرة (أقل من ٤٠ متراً) ٢ ـ مدرجات طويلة (أكثر من ٤٠ متراً)		
٦	عرض المدرج الزراعي	١ ـ مدرجات عريضة (أكثر من ٣٠ متراً ٢ ـ مدرجات ضيقة (أقل من ٣٠ متراً)		
٧	مساحة المدرج الزراعي	١ ـ أقل من دونم واحد ٢ ـ من (١ ـ ٢) دونم ٣ ـ أكثر من (٢) دونم		
٨	حافة المدرج الزراعي	١ ـ حافة عريضة ٢ ـ حافة ضيقة		
		١ ـ حافة مرتفعة ٢ ـ حافة منخفضة		
٩	إمداد المدرج بالماء	١ ـ مدرجات مروية بمياه الأمطار ٢ ـ مدرجات مروية بمياه السيول ٣ ـ مدرجات مروية بمياه الآبار		
١٠	الاستخدام الزراعي للمدرج	١ ـ إنتاج الحبوب ٢ ـ إنتاج البرسيم والعلف ٣ ـ إنتاج الخضروات ٤ ـ إنتاج الفواكه ٥ ـ إنتاج زراعي مختلط ٦ ـ مدرجات غير مستغلة		
١١	الحالة الراهنة للمدرج الزراعي	١ ـ مدرجات عامرة ٢ ـ مدرجات دامرة جزئياً ٣ ـ مدرجات دامرة كلياً		

٧ ـ ملحق رقم (٣)

هوامش البحث

١ ـ الشلش ، على حسين : جغرافية التربة ؛ مطابع جامعة البصرة ، الجمهورية العراقية ، ١٩٨١ م ، ص ١٣ .

٢ ـ الشيخ ، محمد إسماعيل : حول مشكلة الحت وإنجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس)؛ الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد (٩٨) ، فبراير ١٩٨٧ م / جمادى الآخرة ١٤٠٧ هـ ، ص ص (٣ ـ ٤) .

٣ ـ Al-Shomrany S. A. : Types, Distribution, and Significance of Agricultural Terraces In Assarah, South-Western Saudi Arabia, MA Thesis, Department of Geography, M. S. U., East-Lansing, Michigan, U.S.A, 1980. P. 1.

٤ ـ الساعاتي ، عدنان جمال : المحافظة على التربة عامل أساس في مكافحة التصحر ؛ مجلة العلوم والتقنية ، العدد السادس، ربيع الآخر ١٤٠٩ هـ / ديسمبر ١٩٨٩ م ، ص (٢٧) .

٥ ـ بليع ، عبدالمنعم ، ونسيم ، ماهر جورجى : تصحر الأراضي مشكلة عربية وعالمية ؛ منشأة المعارف بالإسكندرية ، الطبعة الثانية ، أبريل ١٩٩٤ م ، ص ص (١٣٤ ـ ١٧٧) .

٦ ـ Mughram A. A. : Assarah, Saudi Arabia : Change and Development In A Rural Context, Unpublished Ph. D. Dissrtation, Dept. of Geography, Durham University, U. K., 1973, P. 23 .

٧ ـ Al-Shomrany S. A. (1980), PP. 53 - 69.

٨ ـ Al-Amri S. A. : Climate and Climate - Crop Relationships In The South-West Region of Saudi Arabia; Unpublished Ph. D Thesis, School of Geography, University of Mancheste, 1990, P. 125 .

٩ ـ اعتمد الباحث في ذلك على ملاحظاته الشخصية وخبرته وتجاربه فهو أصلاً من أبناء إقليم السراة .

١٠ ـ لم يتمكن الباحث من تحديد عدد مفردات مجتمع الدراسة (المدرجات) إذ يوجد عشرات الآلاف منها على مستوى محافظة بالقرن والملايين على مستوى إقليم السراة ، ولكنه يؤمل من دراسة مفردات العينة أن نتوصل إلى معرفة جيدة بخصائص هذه المدرجات وخاصة أثرها في الحد من إنجراف التربة .

١١ ـ لم تقتصر ملاحظات الباحث الشخصية على محافظة بالقرن ، بل شملت معظم أجزاء الإقليم كالباحة والنماص وتنومة والسودة في عسير .

١٢ ـ 1 - Cooke R. U., and Doornkamp J. C. "Geomorphology In Environmental Management - An Introduction", Clarendon Press. Oxford, 1974, P. 41.

2 - Mitchell. J. K, and Bubenzer G. D., "Soil Loss Estimation" in Soil Erosion (ed) by Kirkby M. J. and Morgan R. P. C., John Willey and Sons, New York, 1980, PP. 21 - 22.

3 - ـ بليع ، عبدالمنعم ، ونسيم ، ماهر جورجي : (مرجع سابق ذكره) ، ص ـ ١١٦ .

١٣ ـ الشيخ ، محمد إسماعيل : حول مشكلة الحت والجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس) ؛ الجمعية الجغرافية الكويتية ، رسائل جغرافية ، عدد (٩٨) ، ١٩٨٧ م / ١٤٠٧ هـ ، ص (٣٢) .

١٤ ـ بليع ، عبدالمنعم ، ونسيم ، ماهر جورجي : (١٩٩٤) ، مرجع سبق ذكره ، ص (١١٩) .

١٥ ـ نفس المرجع السابق ، ص (١١٩) .

١٦ ـ نفس المرجع السابق ، ص ١٢٠ [نقلاً عن Zingg, A. W. (1940)] .

١٧ ـ نفس المرجع السابق ، ص (١٢٢) .

١٨ ـ راجع قائمة المراجع للإطلاع على البعض منها .

١٩ ـ يتبع رقم التسلسل ما قبله في الدراسات العامة .

٢٠ ـ معظم الاستنتاجات التي ذكرت أقتبست من الجزء الذي كتبه مغرم وهو الخاص باستخدامات الأراضي .

٢١ ـ لمزيد من المعلومات عن هذا الجانب راجع المرجع التالي :

ـ الحسيني ، السيد السيد ، ومغرم ، على عبدالله : أشكال السفوح واستخدامات الأراضي في سراة غامد ؛ مجلة كلية العلوم ، جامعة الملك عبدالعزيز بجدة ، ١٩٧٧ م ، ص ص (٣٥ ـ ٣٦) .

٢٢ ـ تعريف إنجراف التربة من إعداد الباحث بناءاً على ملاحظاته الشخصية والمواد العلمية التي أطلع عليها .

٢٣ ـ بليع ونسيم ، (١٩٩٤ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص ـ (٩٩) .

٢٤ ـ الشلش ، (١٩٨١ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص ـ (١٥٢) .

٢٥ ـ بليع ونسيم ، (١٩٩٤ م) مرجع سبق ذكره ، ص (١٠٠) .

٢٦ ـ أثبت (Al-Shomrany, 1980, P. 68) مرجع سابق ، أن إقليم السراة ذو مناخ رطب حيث بلغت قيمة فعالية المطر (PE) ٥ . ٧٤ سم ، وقيمة دليل الرطوبة ٦ . ٢٥ وذلك باستخدام معادلة ثورنثويت لموازنة المياه .

٢٧ ـ أعتمد الباحث على المراجع التالية في تقسيمه لأشكال التعرية المائية :

١ ـ بليع ونسيم (١٩٩٤ م) مرجع سبق ذكره ، ص ص (١٠١ ـ ١٠٥) .

٢ ـ الشلش (١٩٨٥ م) مرجع سبق ذكره ، ص ص (١٥٢ ـ ١٥٣) .

٣ ـ - Cooke and Doornkamp, 1974, P. 21 - 50.

٤ ـ - Batie, 1983, P. 15.

٥ ـ - Evans R., "Mechanics of water Erosion and Their Spatial and Temporal Controls : An Empirical Viewpoint" in "Soil Erosin" edited by Kirkby and Morgan, John Wiley and Sons, New York, 1980, P. 115.

٢٨ـ بليع ونسيم (١٩٩٤ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص (١٠٣) .

٢٩ ـ أنظر الشلش (١٩٨٥ م) ، مرجع سابق ، ص ١٥٣ (للإطلاع فقط) .

٣٠ ـ حسن ، محمد يوسف ، وشريف ، عمر حسين ، والنقاش ، عدنان باقر : أساسيات علم الجيولوجيا ؛ جون وايلي وأولاده ، (١٩٨٣ م) ، ص ١٩٥ .

٣١ ـ الشريف ، عبدالرحمن صادق : جغرافية المملكة العربية السعودية ـ الجزء الثاني ـ إقليم جنوب غرب المملكة .، دار المريخ ، ١٤٠٤ هـ / ١٩٨٤ م ، ص (٤١ ـ ٤٢) .

٣٢ ـ Al-Amri (1990), P. 152 (مرجع سبق ذكره) .

٣٣ ـ عبدالقادر ، حسن ، وأبو علي ، منصور حمدي : الأساس الجغرافي لمشكلة التصحر ؛ دار الشروق ، عمان ـ الأردن ؛ (١٩٨٩ م) ، ص ٧١ .

٣٤ ـ Al-Shomrany, (1980), P. 44 (مرجع سبق ذكره) .

٣٥ ـ نفس المرجع السابق ، ص (٣٩ ـ ٤٠) .

٣٦ ـ البياتي (١٩٩١) ، مرجع سبق ذكره ، ص ٦٦ ـ ٦٨ ؛ والموصلي ، عماد الدين : جغرافية الترب . مكتبة أطلس دمشق، ط (١)، ١٩٧٤ ـ ١٩٧٥ م ، ص ٣٢ ـ ٤٣ ؛ وعبدالقادر، حسن وأبو علي ، منصور حمدي (١٩٨٩ م) ، ص (٦٩ ـ ٧٠) .

٣٧ ـ الشيخ (١٩٨٧ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص ٢٨ .

٣٨ ـ أحمد ، بدر الدين يوسف محمد : مناخ المملكة العربية السعودية . الجمعية الجغرافية الكويتية ، رسائل جغرافية (١٥٧) ، ذو الحجة ١٤١٣ هـ / يونيو ١٩٩٣ م ، ص (١٠١ ـ ١٠٣) .

٣٩ ـ يعتقد بعض الباحثين أن الأمطار تشكل خطراً على بناء التربة وتعرضها للإنجراف إذا تجاوزت ٣٠ ملم خلال ٢٤ ساعة لأن تركز الأمطار في ساعات قليلة وبغزارة يقلل من فرص تسرب المياه في التربة ويعمل على تحريك ذراتها السطحية وجرفها مع السيول . عبدالقادر وأبو علي ، ١٩٨٩ م ، ص (٦٩) .

٤٠ ـ أحمد ، بدر الدين يوسف محمد ، مرجع سبق ذكره ، ص (٥٦) .

٤١ ـ مقابلة الباحث مع بعض سكان المنطقة خلال إجازة عيد الفطر المبارك لعام ١٤١٦ هـ .

٤٢ ـ الشيخ (١٩٨٧ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص (٣٤ ـ ٣٦) .

٤٣ ـ الشريف ، عبدالرحمن صادق : جغرافية المملكة العربية السعودية ـ الجزء الأول .، دار المريخ ، (١٤٠٧ هـ / ١٩٨٧ م) ، ص (٧٦ ـ ٧٨) .

٤٤ ـ أحمد ، بدر الدين يوسف محمد ، مرجع سبق ذكره ، ص (٧٩) .

٤٥ ـ المرجع السابق ، ص (٨٤) .

٤٦ ـ بني هذا الاستنتاج على ملاحظات الباحث الشخصية فهو من أبناء الإقليم المتخصصين في الكتابة عنه ، وسوف أفرد لهذا الموضوع « أثر البلدوزرات في تعرية التربة بالسراة » بحثاً مستقلاً إنشاء الله تعالى .

٤٧ ـ وقعت حديثاً (١٩٩٠ ـ 1990)بعض الحرائق في السراة منها ثلاث حرائق في محافظة بالقرن وحدها في كل من غابة الخالدية بباشوت ، وثعنبة في بلاد بالقرن ، وقبقاب في البشائر وكانت ثعنبة أشدها تضرراً حيث التهمت النار عشرات الهكتارات من الأشجار .

٤٨ ـ أنظر المعادلة العامة لتقدير فقد التربة في الفقرة (١ ـ ٨ منهج الدراسة) .

٤٩ ـ أنظر الشيخ (١٩٨٧ م) ، ص (٣٢) ، وكذلك بلبع ونسيم ، (١٩٩٤ م) ، ص (١٣١) ، والبياتي (١٩٩١ م) ، ص (٦٦) .

٥٠ ـ ١ ـ حددت وزارة الزراعة والمياه الأمريكية المعدلات المقبولة لظاهرة إنجراف التربة بعتبة حرجة لا يجوز تجاوزها تتراوح بين (٢,٥ ـ ١٢ طن/ هكتار/ السنة) (أنظر الشيخ ، (١٩٨٧ م) ، ص ـ ٢٣) .

٢ ـ يرى بلبع ونسيم (١٩٩٤ م) ، ص (٩٩) أن الفقد السنوي للتربة الذي يزيد على (١٠ طن / هكتار / السنة) يعد خطيراً .

٥١ ـ الشلش ، علي حسين ، (١٩٨٥ م) ، مرجع سبق ذكره ، ص (١٦٥) .

٥٢ ـ المرجع السابق ، ص (١٥٧ ـ ١٥٨) .

٥٣ ـ Al-Shomrany, (1980), P. 19 - 20

٥٤ ـ بلبع ونسيم (١٩٩٤ م) عرفا المصاطب « بأنها عبارة عن أرصفة ترابية تنشأ عمودية على ميل المنحدر لتقطع التدفق السطحي للماء وتنقله إلى مخرج مناسب وبسرعة لا تؤدي إلى نحر للأرض . وكذا تستخدم لتقصير المنحدر . أي أنها تقوم بوظيفة مشابهة لطريقة الجسور الكنتورية . وتختلف المصاطب في العرض والطول وتدرجها وترتيبها » . (ص ١٤١ ـ ١٤٢) .

٥٥ ـ Al-Shomrany, (1980), P. 108

٥٦ ـ نقصد بالمدرجات الكنتورية البعلية تلك التي تعتمد الزراعة فيها على مياه الأمطار كمصدر رئيسي من حيث إمدادها بمتطلباتها من المياه .

٥٧ ـ يحيري ، صلاح الدين : أشكال الأرض . دار الفكر ، دمشق ، ص . ب ٩٦٢ ، الطبعة الأولى ، ١٣٩٩ هـ / ١٩٧٩ م ، ص (١٦١ ـ ١٦٢) .

٥٨ ـ محمد ، حسن الياس : مشروع سد بيشة : دراسة حول الأثر الطبوغرافي والهيدروليكي لاستغلال مياه السيول في التنمية الزراعية والأعمار في الصحراء . مركز دراسات الصحراء ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٤١٠ هـ / ١٩٨٩ م ، ص (١١٦) .

٥٩ ـ بلبع ونسيم ، (١٩٩٤) ، مرجع سبق ذكره ، ص (١٣٥) .

٦٠ ـ راجع الفقرة ١ ـ ٨ منهج الدراسة من الفصل الأول لمعرفة تفاصيل المعادلة والمصادر التي أخذت منها .

مراجـــع البحـــث

٨ ـ ١ ـ المراجع العربية :

١ ـ أبو حسن ، عطا الله أحمد وآخرون : الغابات في المملكة العربية السعودية وإمكانية استغلالها إقتصادياً. إدارة البحث العلمي ـ المركز الوطني السعودي للعلوم والتكنولوجيا ـ الرياض، ١٤٠٤ هـ ، ١٩٨٤ م.

٢ ـ أحمـــد ، بدر الدين يوسف محمد : مناخ المملكة العربية السعودية . الجمعية الجغرافيـة الكويتية ، جامعـة الكويت ، الكويت ، ذو الحجة ١٤١٣ هـ ـ يونيو ١٩٩٣ م .

٣ ـ الأحيدب ، إبراهيم سليمان : أثر النشاط البشري على الأرض . مجلة جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية ، العدد الأول ، رجب ١٤٠٩ هـ / فبراير ١٩٨٩ م ، ص (٣٢٥ ـ ٣٦١) .

٤ ـ بحـيري ، صلاح الدين : أشكال الأرض . دار الفكر ، دمشق، ص . ب ٩٦٢، الطبعة الأولى ، ١٣٩٩ هـ ، ١٩٧٩ م .

٥ ـ بلبـــع ، عبدالمنعم ، ونسيم ، ماهر جورجي : تصحر الأرض ـ مشكلة عربية وعالمية . منشأة المعارف بالإسكندرية ، جمهورية مصر العربية ، الطبعة الثانية ، أبريل ١٩٩٤ م .

٦ ـ البياتي ، عدنان هزاع : السيطرة على تعرية التربة أساس التنمية الريفية الشاملة في منطقة الجزيرة بالجمهورية العراقية . الزراعة والتنمية في الوطن العربي ، العدد (٤) . السنة العاشرة ، ١٩٩١ م ، ص (٦٤ ـ ٦٨) .

٧ ـ حـــسن ، محمد يوسف وآخرون : أساسيات علم الجيولوجيا . جون وايلي وأولاده، نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية ، ١٩٨٣ م .

٨ ـ الحسيني ، السيد وَمغرم ، علي عبدالله : أشكال السفوح واستخدامات الأراضي في سراة غامد . مجلة كلية العلوم ، جامعة الملك عبدالعزيز ، جدة ، م (١) ، ١٩٧٧ م ، ص (١٨ ـ ٤٤) .

٩ ـ الجـــراش ، محمد عبدالله : الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية تطبيق مقارن للتحليل التجميعي وتحليل المركبات الأساسية . الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ١٤١٣ هـ / ١٩٩٢ م .

١٠ ـ جـوار ، كامل سعيد وآخرون : خصوبة التربة والتسميد . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، المعهد الزراعي الفني ، بغداد ، الجمهورية العراقية ، ١٩٨٨ م .

١١ ـ الديـب ، محمد محمود إبراهيم : الجغرافيا الإقتصادية ـ الجغرافيا الزراعية ـ مكتبة الأنجلو المصرية ، ١٦٥ شارع محمد فريد ، القاهرة ، جمهورية مصر العربية ، الطبعة الأولى ، ١٩٨٢ م .

١٢ ـ الدمياطي ، عبدالحليم ، والمشهدي ، عبده سعود : التربة والإنسان . مركز البحوث الزراعية ، كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٣٩٩ هـ ، ١٩٧٩ م .

١٣ ـ السعيدي ، حامد : هندسة التربة وتطبيقاتها . مطابع جامعة البصرة ، البصرة، الجمهورية العراقية ، ١٩٨١ م .

١٤ ـ الساعاتي ، عدنان جمال : المحافظة على التربة عامل أساس في مكافحة التصحر . مجلة العلوم والتقنية ، العدد السادس ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، الرياض ، ١٤٠٩ هـ ، ١٩٨٨ م ، ص (٢٦ ـ ٢٩) .

١٥ ـ الشريف ، عبدالرحمن صادق : جغرافية المملكة العربية السعودية (الجزء الأول). دار المريخ، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٤٠٧ هـ ـ ١٩٨٧ م .

١٦ ـ الشريف ، عبدالرحمن صادق : جغرافية المملكة العربية السعودية (الجزء الثاني) إقليم جنوب غرب المملكة، دار المريخ ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ١٤٠٤ هـ ـ ١٩٨٤ م .

١٧ ـ الشلش ، علي حسين : جغرافية التربة . مطابع جامعة البصرة ، البصرة ، الجمهورية العراقية ، الطبعة الثانية ، ١٩٨٥ م .

١٨ ـ الشيخ ، محمد إسماعيل : حول مشكلة الحت وانجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس). الجمعية الجغرافية الكويتية ، جامعة الكويت ، الكويت ، فبراير ١٩٨٧ م ـ جمادى الآخرة ١٤٠٧ هـ .

١٩ ـ العامري ، سامي عبود : ترب العالم . دار المريخ ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، طبعة ١٤٠٦ هـ ـ ١٩٨٦ م .

٢٠ ـ عبدالقادر ، حسن ، وأبو علي ، منصور حمدي : الأساس الجغرافي لمشكلة التصحر . دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ م .

٢١ ـ فـــوث ، هنري د : أساسيات علم الأرض . « ترجمة أحمد طاهر مصطفى ومراجعة أنجى عبدالله زين العابدين » ، دار جون وايلي وأبنائه ، نيويورك ـ الولايات المتحدة الأمريكية ، ١٩٨٥ م .

٢٢ ـ كنانـــة ، محمد سعيد : حفظ المياه والتربة بدول شمال أفريقيا . المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، تونس ، ١٩٨٥ م .

٢٣ ـ الكندري ، عبدالله رمضان : التصحر والبعد الإيكولوجي . الناشر ـ بدون، الكويت ، الطبعة الأولى ، ١٩٩١ م .

٢٤ ـ كوك وآخرون : الأبعاد الجيومورفولوجية لتنمية الأراضي الصحراوية مع التركيز على المملكة العربية السعودية. « ترجمة عبدالله الوليعي » الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٤١٥ هـ ، ١٩٩٤ م .

٢٥ ـ كونكة ، هيلموت : صيانة التربة . « ترجمة خليل إسماعيل » وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، الموصل ، الجمهورية العراقية ، ١٩٨٤ م .

٢٦ ـ محمد ، حسن الياس : مشروع سد بيشة : دراسة حول الأثر الطبوغرافي والهيدروليكي لاستغلال مياه السيول في التنمية الزراعية والإعمار في الصحراء . حلقات الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية مجالاتها والمهتمون بها ، مركز دراسات الصحراء ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ص (١١٣ ـ ١٢٨) .

٢٧ ـ محمدين ، محمد محمود ، وأحمد ، حسن عبدالعزيز : الأقاليم الجافة ـ دراسة جغرافية في السمات والأنماط . دار العلوم للطباعة والنشر ، ١٤٠٥ هـ ، ١٩٨٥ م .

٢٨ ـ الموصلي ، عماد الدين : جغرافية الترب . مكتبة أطلس ، دمشق ، الجمهورية العربية السورية ، الطبعة الأولى ، ١٩٧٤ ـ ١٩٧٥ م .

٢٩ ـ نصرون ، تاج الدين حسين : أهمية الغابات في مكافحة التصحر . حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية مجالاتها والمهتمون بها ، مركز دراسات الصحراء ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ٢٣ ـ ٢٥ ربيع الآخر ١٤١٠ هـ ، ٢١ ـ ٢٣ نوفمبر ١٩٨٩ م ، ص (٢٥٩ ـ ٢٧٨) .

٣٠ ـ يوسف ، أحمد فوزي : البيدولوجي نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الأراضي . عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ١٤٠٨ هـ ـ ١٩٨٧ م .

٣١ ـ وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية ـ إدارة تنمية موارد المياه ؛ القسم الهيدرولوجي ـ معلومات هيدرولوجية رقم (٣٦) في ١٣٨٩/١١/٢٥ هـ .

٣٢ ـ وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية ـ إدارة تنمية موارد المياه ، قسم الهيدرولوجيا النشرة الهيدرولوجية رقم (٨٩) في ١٣٩٥/١٢/٢٩ هـ .

٣٣ ـ وزارة الدفاع والطيران بالمملكة العربية السعودية ، مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة : التقارير المناخية السنوية (٦٦ ـ ١٩٨٧ م) ، جدة .

٨ ـ ٢ ـ المراجع الأجنبية :

1 - Abulfatih H. A. and Others, "The Influence of Grazing On Vegetation and Soil of Asir Highlands In South-Western Saudi Arabia". Arab Gulf J. Science Res., Agric Biol. Sci, B 7 (1), PP. 69 - 78, (1989).

2 - Batie, S. S. "Soil Erosion Crisis in America's Croplands" The Conservation Foundation, 17171 Massachusetts Avenue, N.W. D.C. 20036, U.S.A., 1983.

3 - Bridges, E. M. "World Soils" Combridge University Press, London, New york, Melbourn, 1978.

4 - Cooke R. U. and Doornkamp J. C. "Geomorphology In Environmental Management - An Introduction". Clarendon Press. Oxford, U. K, 1974.

5 - Donahue, M. S. "Soils - An Introduction To Soils and plant Growth" Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1983.

6 - Donahue, J. J., "Our Soils and Their Management" The Interstate Printers and Publishers, Inc., Danvill, Illinois, U.S.A., 1976.

7 - Evans, R. "Mechanics of Water Erosion and Their Spatial and Temporal Controls: An Empirical Viewpoint" In "Soil Erosion" ed. by. Kirkby M. J. and Morgan, R.P.C., John Wiley and Sons, 1980, PP. 109 - 128.

8 - Foth H. D., and John W. S. "Soil Geography and Land Use" John Wiley and Sons, New Yourk, U.S.A., 1980.

9 - Foth H. D. "Fundamentals of Soil Science" John Wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1978.

10 - Green L. D. J. (ed.). "Soil Conservation and Management In The Humid Tropics" John Wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1977.

11 - Kirkby M. J, and Morgan R, P. C. "Soil Erosion". John Wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1980.

12 - Mitchell, J. K., and Bubenzer, G. D. "Soil Loss Estimation" In "Soil Erosion" ed. by: Kirkby M. J. and Morgan, R. P. C., John Wiley and Sons, New York, U.S.A. 1980, PP. 17 - 62.

13 - Murty, V. V. N, "Stone Terracing of Hill Slopes" J. of Soil and Water Conservation In India, Vol. (17), Nos. 3 and 4, July - Dec. 1969, PP. 35 - 38.

14 - Schwab, Frevert, Barnes, and Edminster. "Elementary Soil and Water Engineering: John wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1976.

15 - Schwab G. O., and Others. "Soil And Water Conservation Engineering" John wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1981.

16 - Singer M. J., and Donald N. M. "Soils-An Introduction" Macmillan Publishing Co., N.Y., U.S.A., 1987.

17 - SCSA. "Soil Conservation Polices An Assessment" Soil conservation Society of America, Ankeny Lowa, U.S.A., 1979.

18 - Troeh, F. R., and Others, "Soil And Water Conservation For Productivity and Environmental Protoction" Printice - Hall, Inc, New Jersey, U.S.A., 1980 .

19 - White R. E. "Introduction To The Principles and Practice of Soil Science". John wiley and Sons, N.Y., U.S.A., 1979.

٨ ـ ٣ ـ بعض الرسائل العلمية :

1 - AL-Amri, S. A. "Climate and Climate - Crop Relationships In The South - West Region of Saudi Arabia". Ph. D. Thesis, School of Geography, U. of Manchester, U. K. O.G.B., 1990.

2 - AL-Shomrany S. A. "Types, Distribution, and significance of Agriculturdl Terraces In Assarah, South-Western Saudi Arabia". Unpublished M. A. Thesis, Dept. of Geography, Michigan States University, U.S.A., 1980.

3 - AL-Shomrany S. A. "Agricultural Land use Patterns in Relation to Physical, Locational, and Socioeconomic Factors in the Assarah Region of Saudi Arabia," Unpublished Ph. D. Dissertation Dept. of Resource Development, Michigan State University, U.S.A., 1984.

4 - Mughram A. A. "Assarah, Saudi Arabia : Change and Development in a Rural Context." Unpubished Ph. D. Dissertation Dept. of Geography, Durham University, U.K., 1973.

٩ ـ فهـارس البحـث

٩ ـ ١ فهرس الجداول .

٩ ـ ٢ فهرس الأشكال .

٩ ـ ٣ فهرس اللوحات .

٩ ـ ٤ فهرس المحتويات .

٩ ـ ا فهـرس الجـداول

رقم الجدول	عنـــــوان الجـــدول	رقم الصفحة
١	قدرة النباتات النسبية على حماية التربة من الإنجراف .	٢٠
٢	أساليب حفظ التربة من الإنجراف (عامل الصيانة) .	٢٠
٣	توزيع معدلات الأمطار حسب الفصول في بعض محطات السراة (٦٧ ـ ١٩٦٨م) .	٣٧
٤	فترة الجفاف والعجز المائي في محطة النماص للفترة (٦٧ ـ ١٩٨٠ م).	٣٩
٥	معدلات الأمطار الشهرية (ملم) في بعض المحطات المناخية بإقليم السراة (٦٧ ـ ١٩٨٧ م) .	٤١
٦	كثافة الأمطار وغزارتها كما سجلتها بعض محطات المناخ بإقليم السراة (١٩٧٥ م وَ ١٩٨٧ م) .	٤٣
٧	معدلات درجات الحرارة (مْ) في بعض محطات السراة للفترة (٦٦ ـ ١٩٨٦ م) .	٤٥
٨	درجات حرارة التربة في محطتي أبها وبالجرشي لعام ١٣٩٥ هـ / ١٩٧٥ م .	٤٦
٩	معدلات سرعة الرياح واتجاهها (كم/الساعة) في بعض محطات السراة للفترة (١٩٧٠ ـ ١٩٨٧ م) .	٤٧
١٠	معدلات التبخر / نتح (ملم) في بعض محطات السراة للفترة (٦٧ ـ ١٩٨٧ م) .	٥٠
١١	معدلات الرطوبة النسبية (٪) في بعض محطات السراة للفترة (١٩٦٧ ـ ١٩٨٧ م) .	٥٢
١٢	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لعدد من محطات الرصد المناخي بالسراة للفترة (٦٥ ـ ١٩٨٧ م) .	٦٠
١٣	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لإقليم السراة (٦٥ ـ ١٩٨٧ م) .	٦١
١٤	تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف (طن/ هكتار/ السنة) في بعض مناطق محطات الرصد المناخي الطبيعية بالسراة .	٦٣

رقم الجدول	عنـــــــوان الجـــدول	رقم الصفحة
١٥	الأهمية النسبية لأهم أنواع وسائل حفظ التربة من الإنجراف في إقليم السراة .	٦٩
١٦	العناصر الرئيسية المكونة للمدرج الزراعي في إقليم السراة .	١٨
١٧	تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف (طن/ هكتار/ السنة) في بعض مناطق الرصد المناخي المستغلة بالسراة .	١٠٥
١٨	تصورات عينة من مزارعي محافظة بالقرن عن بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف (١٤١٥ هـ / ١٩٩٤ م) .	١٠٧

٩ ـ ٢ فهـرس الأشكال

رقم الشكل	عنـــــــوان الشكل	رقم الصفحة
١	الموقع الجغرافي لإقليم السراة بالنسبة للإقليم الجنوبي الغربي من المملكة .	٩
٢	الأقسام الطبيعية لإقليم جنوب غربي المملكة العربية السعودية .	١٣
٣	منطقة الدراسة (محافظة بالقرن) .	١٦
٤	أساليب تشكل المدرجات الزراعية .	٦٧

٩ ـ ٣ فهـرس اللوحـات

رقم اللوحة	عنـــــوان اللوحـــة	رقم الصفحة
١	السراة في وضعها الطبيعي وتحت الاستغلال البشري .	١٤
٢	تخديد التربة وجرفها بواسطة مياه السيول (الجريان السطحي) .	٢٩
٣	قطاع للتربة الطينية في منحدرين أحدهما في الوضع الطبيعي والآخر تحت الاستغلال البشري	٣٥
٤	أساليب حراثة التربة قديماً وحديثاً .	٥٧
٥	نمط المدرجات الزراعية الجانبية في السراة .	٧٠
٦	نمط المدرجات الزراعية الكنتورية في السراة .	٧٢
٧	أنماط المدرجات الزراعية البعلية والمروية .	٧٥
٨	مدرجات المراوح الفيضية .	٧٧
٩	أنماط الزراعة المروية والبعلية في المناطق البسيطة والمتوسطة والشديدة الانحدار .	٨٠
١٠	نماذج لجدران بعض المدرجات الزراعية بالسراة .	٨١
١١	كيفية بناء جدران المدرجات الزراعية بالسراة .	٨٢
١٢	طرق إمداد المدرجات الزراعية بالماء في السراة .	٨٤
١٣	نماذج للعقوم الترابية في السراة .	٨٧
١٤	أساليب زراعة الأشجار في السراة .	٨٩
١٥	نموذجان لحاجز خرساني وآخر صخري .	٩١
١٦	أثر نظام الحمى في المحافظة على التربة والغطاء النباتي .	٩٣
١٧	نموذجان لسدين زراعيين أحدهما ترابي والآخر خرساني .	٩٦
١٨	أنماط استخدامات الأراضي الزراعية في السراة .	٩٩
١٩	أثر الحراثة الكنتورية وتغطية التربة بالأسمدة العضوية في المحافظة على التربة .	١٠١

٩ ـ ٤ فهـرس المحتويـــات

التسلسل	الموضـــــــــوع	رقم الصفحة
ـ	ملخص البحث	٥
ـ	الفصل الأول	٧
١	مشكلة البحث وهدفه ومنهجه	٧
١ ـ ١	توطئـــة	٧
١ ـ ٢	مشكلة البحث	٨
١ ـ ٣	الهدف من البحث	١٠
١ ـ ٤	تساؤلات البحث	١٠
١ ـ ٥	فرضيات البحث	١٠
١ ـ ٦	التعريف بمنطقة الدراسة	١١
١ ـ ٧	أسلوب الدراسة	١٥
١ ـ ٨	منهج الدراسة	١٧
١ ـ ٩	الدراسات السابقة	٢١
ـ	الفصل الثاني	٢٧
٢	عوامل إنجراف التربة في السراة	٢٧
٢ ـ ١	تعريف إنجراف التربة	٢٧
٢ ـ ٢	أنواع إنجراف التربة في السراة	٢٨
٢ ـ ٢ ـ ١	أنواع إنجراف التربة بالماء	٣٠
٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ١	التعرية السطحية	٣٠
٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ٢	التعرية الإخدودية	٣٠
٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ٣	إنجراف التربة بالتناثر	٣١
٢ ـ ٢ ـ ١ ـ ٤	تعرية التربة بالجداول والروافد الصغيرة	٣١
٢ ـ ٣	عوامل تعرية التربة في السراة	٣١
٢ ـ ٣ ـ ١	عمليات التجوية	٣٢
٢ ـ ٣ ـ ٢	عامل التضاريس	٣٢

التسلسل	الموضـــــــــــــوع	رقم الصفحة
٢ ـ ٣ ـ ٣	قابلية التربة للإنجراف	٣٤
٢ ـ ٣ ـ ٤	عامل المناخ	٣٦
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ١	تباين الفصول من حيث كميات التساقط	٣٦
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٢	طول فترة الجفاف الصيفي	٣٨
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٣	التفاوت الملحوظ في معدلات التساقط الشهري	٤٠
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٤	التركز الشديد للأمطار	٤٢
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٥	إرتفاع معدلات الحرارة وتزامنها مع فترة الجفاف	٤٤
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٦	إرتفاع معدلات سرعة الرياح	٤٤
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٧	حدوث تغيرات وتذبذبات مناخية شديدة	٤٨
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٨	إرتفاع معدلات التبخر / نتح	٤٦
٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ٩	نقص معدلات الرطوبة النسبية	٥١
٢ ـ ٣ ـ ٥	تدني مستوى صيانة التربة	٥٤
٢ ـ ٣ ـ ٦	الخدمة العشوائية للمحاصيل الزراعية	٥٤
٢ ـ ٣ ـ ٧	أساليب حراثة التربة	٥٥
٢ ـ ٣ ـ ٨	الاستغلال الجائر للغطاء النباتي الطبيعي	٥٦
٢ ـ ٤	تقويم العوامل الجغرافية التي تحكم إنجراف التربة	٥٨
٢ ـ ٤ ـ ١	القدرة الحتية للأمطار في منطقة السراة	٥٩
٢ ـ ٤ ـ ٢	تقدير الفقد الكلي للتربة بالإنجراف في السراة	٦٢
ـ	الفصل الثالث	٦٤
٣	وسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة	٦٤
٣ ـ ١ ـ ١	الحراثة الكنتورية للتربة	٦٤
٣ ـ ١ ـ ٢	بناء المدرجات الزراعية	٦٥
٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ١	المدرجات الجانبية المروية	٦٨
٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٢	المدرجات الكنتورية البعلية والمروية	٦٨
٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٣	مدرجات الشعاب والمجاري المائية	٧٣
٣ ـ ١ ـ ٢ ـ ٤	مدرجات المراوح الفيضية	٧٤

التسلسل	الموضـــــــــــوع	رقم الصفحة
٣ ـ ١ ـ ٣	العقوم الترابية	٨٥
٣ ـ ١ ـ ٤	زراعة الأشجار	٨٨
٣ ـ ١ ـ ٥	الحواجز الخرسانية	٩٠
٣ ـ ١ ـ ٦	نظام الحمى	٩٠
٣ ـ ١ ـ ٧	بناء السدود الزراعية	٩٤
٣ ـ ١ ـ ٨	إتباع نظام الدورة الزراعية	٩٥
٣ ـ ١ ـ ٩	استخدامات الأرض	٩٧
٣ ـ ١ ـ ١٠	إدارة المزرعة	١٠٠
٣ ـ ٢	تقويم وسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة	١٠٣
٣ ـ ٣	تصورات عينة من مزارعي محافظة بالقرن عن بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة	١٠٦
٣ ـ ٤	بعض المشكلات التي تعاني منها بعض وسائل حفظ التربة من الإنجراف بالسراة	١٠٨
ـــ	الفصل الرابع	١١٢
٤	النتائج والتوصيات	١١٢
٤ ـ ١	النتائـج	١١٢
٤ ـ ٢	التوصيـات	١١٥
٥	ملحق رقم (١)	١١٧
٥ ـ ١ ـ ١	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة أبها المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)	١١٨
٥ ـ ١ ـ ٢	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة السودة المناخية بعسير (٦٥ ـ ١٩٨٤ م)	١١٩
٥ ـ ١ ـ ٣	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة النماص المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)	١٢٠
٥ ـ ١ ـ ٤	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة العلاية المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)	١٢١
٥ ـ ١ ـ ٥	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة بالجرشي المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)	١٢٢
٥ ـ ١ ـ ٦	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة الباحة المناخية (٦٧ ـ ١٩٨٧ م)	١٢٣
٥ ـ ١ ـ ٧	حساب معامل القدرة الحتية للأمطار لمحطة قيا بنى مالك المناخية (٦٥٧ ـ ١٩٨٤ م)	١٢٤

التسلسل	الموضـــــــــــــوع	رقم الصفحة
٦	ملحق رقم (٢) بطاقة العمل الميداني	١٢٥
٦ ـ ٢ ـ ١	البطاقة الأولى : بعض الخصائص العامة لوسائل حفظ التربة من الإنجراف في السراة	١٢٦
٦ ـ ٢ ـ ٢	البطاقة الثانية : العناصر الرئيسية المكونة للمدرج الزراعي في إقليم السراة	١٢٧
٧	ملحق رقم (٣) هوامش البحث	١٢٨
٨	مراجع البحث	١٣٤
٨ ـ ١	المراجع العربية	١٣٤
٨ ـ ٢	المراجع الأجنبية	١٣٩
٨ ـ ٣	بعض الرسائل العلمية	١٤١
٩	فهارس البحث	١٤٣
٩ ـ ١	فهرس الجداول	١٤٤
٩ ـ ٢	فهرس الأشكال	١٤٦
٩ ـ ٣	فهرس اللوحات	١٤٧
٩ ـ ٤	فهرس المحتويات	١٤٨