بعض ضوابط مائية السطح بين النظرة التفصيلية والنظرة العامة

مع اشارات الى الجريان الطارىء فى الصحارى العربية

للدكتور طه جاد *

أبرز « هورتن » Horton العوامل الرئيسية التى تتحكم فى قوة الانسياب السطحى للمياه • وهذه العوامل هى غزارة المطر ، والطاقة التسريبية وطول مسافة الانسياب السطحى وتضرس السطح ومقدار تخبط التيار (التعكير) turbulence أو نمط الجريان (١) • الا أن نظام « هورتن » يختص بمنحدر واحد وليس بمنطقة معقدة التضاريس •

وبالرغم من أن دراسة « هورتن » تهتم بأحواض التصريف النهرى وشبكاتها من نواح مرفستريه عديدة فهى لا تعالج أمثلة ذات خواص متفاوتة تعكس تأثير هذا التفاوت فى الانسياب السطحى • ويلاحظ أن كلا من العوامل التى أبرزها « هورتن » يخضع لعدد آخر من العوامل • ومن ناحية ثالثة هناك عوامل ثانوية لم ترد فى نظامه ، ومن ناحية رابعة فان هذه التركيبة من العوامل ليست ثابتة من حيث التوزيع الجغرافى والتوزيع الزمنى • وكانت هذه أسباب تزيد من صعوبة تطبيق نظامه وخاصة عند الكلام عن مناطق واسعة •

وقد توالت دراسات عديدة بعد مقال « هورتن » تدور حول فحص العوامل الرئيسية والثانوية التى تتحكم فى الانسياب • وقد اتسمت أغلب

---

* مدرس بقسم الجغرافيا بكلية الآداب بجامعة عين شمس .

(١) « هورتن » ، المصدر ١١ .

هذه الدراسات بالطابع الكمى • فهى دراسات يقوم بها هيدرولوجيون ، وجيولوجيون ، وعلماء فى التربة والزراعة ، فضلا عن الجغرافيين شديدى التخصص • وتتركز معظم هذه الدراسات على منحدرات أو أحواض صغيرة • ويمكن متابعة كثير منها فى دوريات المياه وخاصة " Journal of Hydrology, Amsterdam " ودوريات التربة والزراعة ، والجيولوجية ، وبعض منشورات الـ IBG

ويلاحظ أن هناك ثغرة فى الاهتمام والمنهج بين الدراسات الهيدرولوجية البحتة والدراسات ذات الطابع التطبيقى وبخاصة تلك التى تتناول مناطق واسعة • ومرجع ذلك أن الدراسات التفصيلة البحتة أصبحت كمية تقوم على اجراء قياسات دقيقة موضعية • وهذا يصعب اتباعه بالنسبة للمناطق الواسعة • وباستثناء الأرقام الخاصة بالتساقط والتبخر فلا تتوفر أرقام أخرى عن بقية ضوابط مائية السطح فى أجزاء العالم المختلفة • وفيما يبدو أن هذا الحال سيستمر الى المستقبل البعيد لصعوبة اجراء قياسات كافية عن هذه الضوابط • ولهذا فمن المتوقع أن تبقى هناك صعوبة فى الربط بين المبادىء التى تخرج بها الدراسات التفصيلية وبين دراسات المناطق الواسعة •

ومن الصحيح أن هناك وفرة فى البيانات الخاصة بمعدلات التصريف لكثير من المجارى النهرية ، كما أن هناك بعض البيانات الخاصة بتقدير الفاقد بالتبخر والنتح ، والتسرب • الا أن هذه البيانات تختص بالحوض النهرى ككل بلا معرفة حقيقية أو كاملة عن دور كل من الضوابط الهيدرولوجية التى تشكل النظام المائى للحوض • فمن الصحيح أن كميات التصريف تمثل الفائض بعد الفاقد فى صوره المختلفة ، ولكن هذه الكميات ما هى الا النتيجة النهائية التى لا تعرف حلقاتها الهيدرولوجية فى داخل الحوض وخاصة اذا نظرنا الى أجزاء الحوض بالتفصيل •

ويزداد الأمر صعوبة فى الكلام عن المناطق شبه الجافة • فمحطات الأرصاد وقياسات الجريان المائى أقل وفرة منها فى المناطق المطيرة ، والأمطار غير منتظمة فى كميتها وموعدها ، والطاقة التسريبية متفاوتة مع ارتفاعها عموما نظرا لجفاف السطح معظم الوقت ••• الخ من الأسباب التى تعرقل

الاستنتاجات الهيدرولوجية والجرفلوجية • ولهذا فلا يجب أن نتوقع ربطا مباشرا بنتائج الدراسات التفصيلية التى أجريت فى بعض مناطق العالم الا فى أضيق الحدود • ولا يهدف هذا البحث الى معالجة كل من العوامل التى تتحكم فى الانسياب السطحى معالجة خاصة ووافية • ولكنه يناقش بعض العوامل من وجهة النظر الجغرافية مع بعض الاشارات الى الجريان الطارىء فى الصحارى العربية التى يوضحها شكل (١) • وقد صنفت هذه العوامل الى مجموعات تندرج تحت علاقة التساقط بالتبخر ، والعوامل المتصلة بالتسرب،والعوامل المتصلة بالتضرس • وفيما يلى بعض المصطلحات الواردة فى هذا المقال :

١ ـ **الخزن السطحى** : Surface storage : تجمع المياه على سطح الأرض بين المفتتات الصخرية ومفتتات التربة وفى التشقوق والشروخ والتضرسات السطحية الدقيقة ••• الخ

٢ ـ **الانسياب السطحى** : Overland flow : تحرك المياه الفائضة على السطح بعد الفاقد بالتسرب والتبخر والخزن السطحى وذلك على هيئة غشاء رقيق جدا فى صورة لا تصل الى المسيلات الدقيقة •

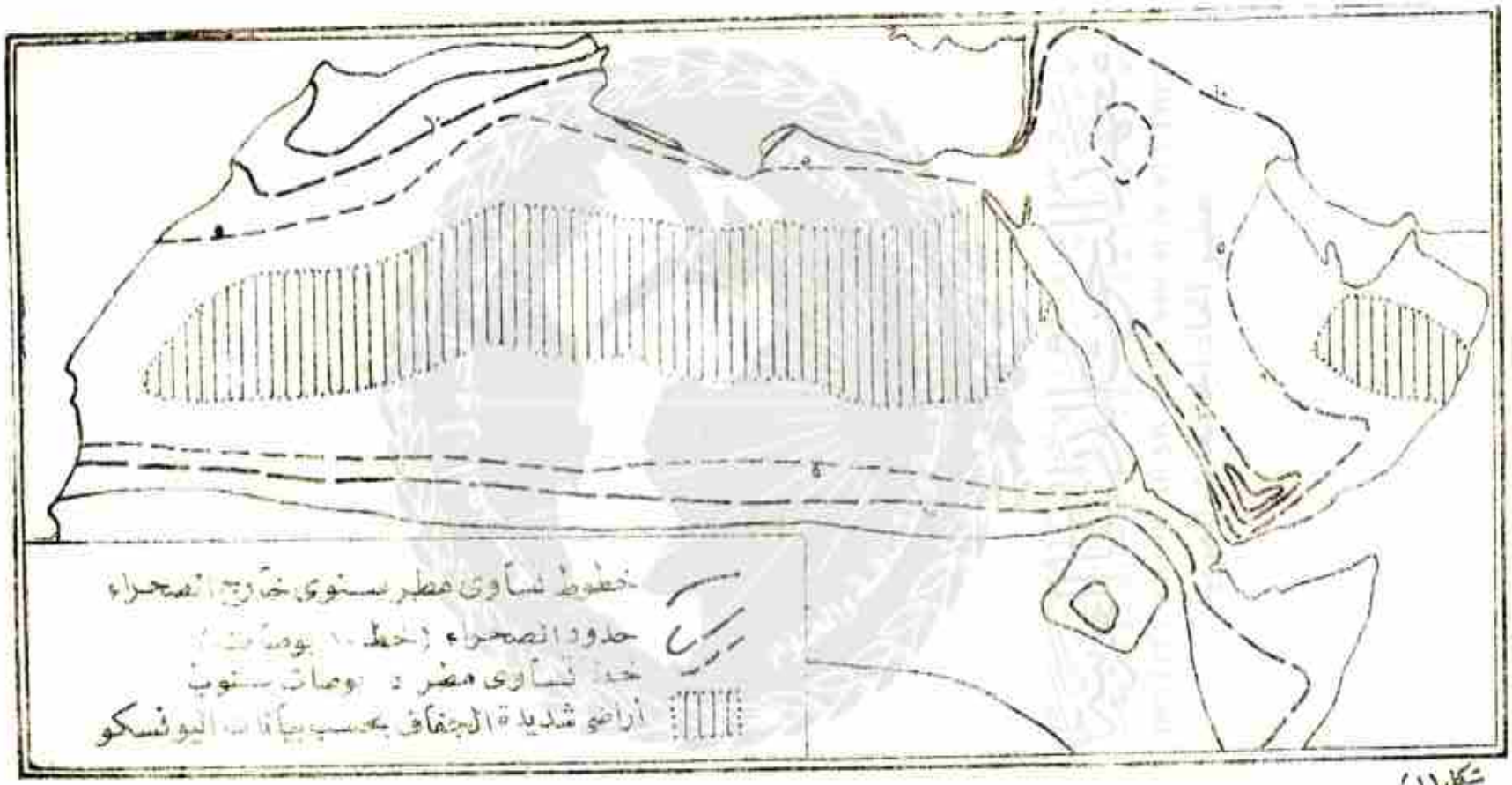
٣ ـ **الانسياب الداخلى** : Throughflow : هو انسياب بعض المياه فى داخل المفتتات أو التربة فى اتجاه حضيض المنحدر •

٤ ـ **الجريان** :

(أ) الجريان الدقيق : وهو يشمل المسيلات بأنواعها كما يمكن أن يشمل النوع السابق كمصطلح عام •

(ب) الجريان : وهو تحرك المياه فى مجارى واضحة تقاس أطوالها بمئات الأمتار ، كما يبلغ عرضها بضعة عشرات من السنتيمترات أو بضعة أمتار على الأقل • والصورة التى نتكلم عنها هنا هى السيول أى نوع من الجريان المؤقت •

٥ ـ **التساقط** : المياة الساقطة على سطح الارض بعد تكثف بخار الماء • ومن الواضح أن أهم صورها هو المطر • وتستعمل كلمة مطر هنا كمرادف ممكن للتساقط •


خطوط تساوى مطر سنوى خارج الصحراء
حدود الصحراء (خط ١٠٠ يوما)
خط تساوى مطر ٥ يومات سنويا
أراضى شديدة الجفاف حسب بيانات اليونسكو

شكل (١)

٦ ــ **الصحراء** : هى المساحات التى يقل فيها التساقط عن ٢٥٠ ملليمتر سنويا (أو نحو ١٠ بوصات) •

٧ ــ **التضرس** : مقدار الانحدار ، ودرجة التقطيع ، ومقدار الفارق التضاريسى المحلى •

اولا : علاقة التساقط بالتبخر

هناك عدة دلائل تؤدى الى القول بأن التساقط هو أهم العناصر المناخية المرتبطة بمائية السطح فى مناطق العالم المختلفة • وقد أوضحت كثير من الدراسات أن مقارنة التساقط بالتبخر والنتح (١) بالنسبة لأية منطقة تلقى ضوءا كبيرا على بعض خصائص مائية السطح بها • ونود التركيز فى هذا الموضوع على ملاحظتين متصلتين هما :

١ ــ انه ينبغى الاعتماد على البيانات الجوية بقدر من التفصيل يتناسب وتفصيلات مائية السطح التى يراد ابرازها • فهناك المعدلات المناخية العامة السنوية والشهرية التى يمكن من خلالها القاء الضوء على بعض الخصائص الرئيسية للتصريف • على حين أن هناك ظاهرات تفصيلية أو طارئة لا تصلح لها هذه البيانات العامة • ويهتم هذا البحث بابراز هذا الجانب وبخاصة عند دراسة السيول •

٢ ــ ان مقدار التساقط وكيفيته هما عاملان أكبر أهمية من التبخر فيما يتعلق بدراسة التصريف سواء فى الصحارى أو غيرها • بعبارة أخرى ، يعتبر التبخر فى المرتبة التالية بعد كمية التساقط وكيفيته سواء فى تفسير الجفاف العام الذى تتميز به الصحارى وأشباه الصحارى ، أو فيما يتعلق بالانسياب والجريان الطارىء الذى يحدث أحيانا فى هذه المناطق • فان زيادة التساقط عن التبخر فى هذه الحالات النادرة وما قد يرتبط بذلك من انسياب سطحى للمياه يرتبط بفاجآت التساقط • أما التبخر فهو قليل التغير بين يوم وآخر أو فصل وآخر •

---

(١) يقتصر الكلام على التبخر فى هذا المقال لقلة أهمية النتح •

ولو نظرنا الى المعدلات العامة السنوية للتساقط والتبخر نجد أنها تخفى كثيرا من الحقائق اللازمة لتبين الفرص الحقيقية للجريان وبخاصة فى منطقة كالمنطقة العربية • فنذكر مثلا أن معدلات التبخر السنوى تزيد عن معدلات التساقط السنوى فى كل المساحات العربية بلا استثناء بما فى ذلك أغزر مناطقها مطرا فى جنوب السودان وشمال غرب أفريقية والشام • بعبارة أخرى ، تشير هذه المعدلات الى انعدام الفائض تماما حتى دون حساب الفاقد بالتسرب وغيره • وتكمن أهم تفسيرات حدوث الجريان فى هذه الحالات فى نظام سقوط المطر بصورة تساعد على تغلب المطر على التبخر وأوجه الفاقد الأخرى •

وينبغى الاعتماد على تفصيلات جوية أكثر عند بحث ظاهرة الفصلية فى التصريف•وهناك ارتباط كبير بين تركز التساقط فى فصل معين أو أكثر وبين حدوث الجريان أو زيادة التصريف فى هذا الفصل أو الفصول • ويصبح الاهتمام بعلاقة التساقط بالتبخر يتركز على هذه الفصول بصفة خاصة وليس العام كله • ولهذا فالبيانات الشهرية مفيدة للغاية • ومن الحالات التى تبين أن الرجوع الى البيانات الشهرية ضرورة أساسية أن التساقط قد يتركز فى فصل يزيد أثناء معدل التبخر اليومى عن المعدل اليومى العام مما يساهم الى حد ما فى التقليل من فرصة ايجاد فائض للجريان السطحى ، والعكس صحيح •

ويتميز التساقط فى الصحارى العربية بتباعد مرات حدوثه • فهناك أجزاء صغيرة من المساحة الصحراوية تتعرض لمرات نادرة أثناء العام الواحد ، بينما لا تتعرض أغلب المساحة لمرة مطر الا كل عدة أعوام كما هو الحال فى وسط الصحراء الكبرى • وهذا يعنى أن هناك من الوقت بين كل مرتى تساقط ما يكفى فى معظم الحالات لجفاف التربة والمفتتات السطحية وأشكال الخزن المائى السطحية الدقيقة • وهكذا يسقط المطر كل مرة على أسطح شديدة الجفاف مما يزيد من مقدار الفاقد بالتسرب كما سيرد القول •

أما فى شبه الصحراء فمقدار التباعد بين رخات المطر ليس كبيرا بالقدر الذى تتميز به الصحارى • وينطبق هذا على كل من الاراضى

الشمالية التى تتعرض لمعظم رخاتها فى الشتاء والاطـراف الجنوبية التى تتعرض لمعظم رخاتها فى الصيف • وهذه ظاهرة تساعد على زيادة فرصة وجود فائض للانسياب والجريان السطحى نسبيا فضـلا عن زيادة فاعلية المطر فى المظهر الايكولوجى عامة •

ونظرا لأن مرات التساقط فى الصحارى وأشباه الصحارى العربيـة لا يطول استمرارها أكثر من يوم واحد فى أغلب الحالات ، فمن المعقول أن تقارن كمية التساقط فى كل مرة بكمية الفاقد بالتبخر أثناء وقت سقوط المطر اذا كنا بصدد دراسة الانسياب والجريان الطارىء الذى يحدث • فان هذه المقارنة تضع الفاقد بالتبخر فى وضعه الصحيح وتوضح مقدار تأثيره كعامل فى الانسياب والجريان السطحى فى الصحـارى وأشباهها • فاذا استمر التساقط يوما كاملا كان الفاقد بالتبخر فى ذلك اليوم (١) هو أهم كمية من الفاقد بالتبخر فيـما يختص بالانسياب والجريان المؤقت • واذا استمر التساقط لبضع ساعات فقط فمن الصواب أن تقدر كمية التبخر بالنسبة لهذه الساعات فقط • ومن الواضح أن بيانات كهذه لا تتوفر فى المعدلات العامة المتداولة ، ويلـزم لذلك الرجوع الى البيانات الجوية التفصيلية اليومية ، بل يتطلب الأمر فى أغلب الحالات أن تتوفر قياسات مباشرة عن هذه الجوانب ، وهذه القياسات نادرة بالنسبة للمنطقة العربية على وجـه الخصـوص •

ويستعمل فى معظم الدول العربية جهاز « بيش » لقياس التبخر • أمـا القياسات الخاصة بتقدير الفاقد من الأسطـح المائية فهى قليلة ومتفاوتة نظرا لتفاوت الأجهزة المصممة للقياس • وبرغم قلة القياسات الأخيرة فانها فيما يبدو تمثل تقدير أقرب الى الصحة فيما يتعلق بالفاقد بالتبخر مـن وجهة النظر الهيدرولوجية • وعلى أية حال فيمكن أن يؤخذ فى الحسبان دائما أن الكمية التى تسجلها قياسات المياه المكشوفة أقل مما يسجله جهاز

---

(١) من الواضح أن التبخر يستمر مفعوله بعد توقف المطر ، ولكـن حسابه أثناء سقوط المطر فقط هو اكثر ما يهم فيما يختص ببدء الانسياب والجريان ؛ اما الفاقد بالتبخر من المجارى فله حساب آخر ، وسنبين مثالا لذلك بعد قليل .

« بيش » . هذا وان كانت بعض تسجيلات وعاء القياس تشير الى اقتراب الأرقام فى فصل الصيف (١) .

واذا اجريت مقارنة بين التساقط والتبخر على هذا الاساس التفصيلى فى بعض المحطات العربية لا تضح أن التبخر يقل عن التساقط فى بعض مرات سقوط المطر حتى فى بعض المحطات التى تمثل المناخ الصحراوى الحقيقى . فالساحل الشمالى المصرى مثلا يدخل ضمن حدود الصحراء اذا اعتبرنا أن الصحراء هى المساحات التى يقل فيها المطر السنوى عن ١٠ بوصات (٢٥٠ ملليمتر تقريبا) وبحساب متوسط التبخر اليومى لمحطات الساحل الشمالى فى شهور الشتاء (فصل المطر) يتبين أنه كالتالى (٢) :

جـــدول (١)

متوسط التبخر اليومى شتاء فى الساحل الشمالى بمصر

بحسب جهاز بيش بالملليمتر

المعلوم	سيدى برانى	مطروح	الضبعة	كوم الناضورة	الدخيلة
٧.٦	٦.٠	٧.٢	٤.٧	٥.٣	٥.٥
الاسكندرية	رشيد	دمياط	بور سعيد	العريش	م. الساحل
٤.٢	٤.٢	٣.١	٥.٣	٣.٥	٥.١

متوسط التبخر/الساعة للساحل الشمالى ٢١ر٠ مم .

---

(١) لاجراء بعض المقارنة يمكن الرجوع مثلا الى « هرست » المصدر ١٢ ، ص ٦٠ ، و « بول » المصدر ٤ ، والمعدلات المناخية ، المصدر ٥ ، وقياسات وعاء القياس لاحدى المحطات الزراعية .

(٢) المعدلات المناخية ، المصدر ٥ ص ص ١٤ ــ ٤٥ .

ويشير بعض ماورد فى المعدلات المناخية الى أن كلا من المحطات السابقة قد تعرضت لعدة مرات من المطر يفوق فيها مقدار التساقط التبخر اليومى بمرات عديدة • وليس من المناسب أن نورد ما يوضح ذلك لكل المحطات ويكتفى بالعدد المبين بجدول (٢) •

جـــــدول (٢)

(اكبر كمية مطر ليوم واحد فى شهور المطر بساحل مصر الشمالى بالمليمتر (١)

السلوم ١٩٤٦ — ١٩٦٠	سيدى برانى ١٩٥٢ — ١٩٦٠
الكميـــة	الكميـــة
٣٨.٤	٢٩.١
١٣.٢	٧.٨
٣٠.٠	١٦.٠
٥٨.٨	٣٦.١
١٢٠.٨	٣٧.٣
٣٧.٢	٣٣.٦
الاسكندرية ١٩٤٢ — ١٩٦٠	**العريش ١٩٣٦ — ١٩٦٠**
الكميـــة	الكميـــة
٤٧.٨	٣٧.٣
٢٧.٠	٣١.٠
١٢.٧	٢٤.٥
١٢.٠	٥٢.٠
٣٢.٥	٣٩.٠
٣٦.٧	٣٠.٠

(١) المعدلات المناخية ، المصدر ٥ ، ص ١٥ ، ١٦ ، ٣٢ ، ٤٥ .

ويتضح من هذا الجدول أن المحطات المذكورة قد تعرضت فى الفترة المبينة لعدة مرات تفوق فيها التساقط على التبخر اليوميين • ولو توفرت بيانات فعلية عن توزيع المطر أثناء اليوم لا تضح تفوق أكبر للتساقط على التبخر / ساعة فى مثل هذه الايام الموضحة • ذلك أنه من المتوقع أن تكون معظم هذه الكميات قد سقطت فى أقل من يوم كامل • ولكن هذه التفصيلات لا تسجلها محطات الأرصاد •

ومن الواضح أن الحالات التى يزيد فيها المطر اليومى عن التبخر اليومى ليست نادرة بالقدر الذى يوحى به جدول (٢) • ذلك أن شتاء كل عام فى السواحل الشمالية تظهر به بضعة أيام يتفوق فيها التساقط على التبخر اليومى • فاذا قارنا أكبر كمية مطر يومى لكل شهر فيما بين عامى ١٩٦١ و ١٩٧٣ مثلا لمحطة الاسكندرية فى نصف السنة الشتوى يتضح أن متوسط تفوق كمية المطر اليومى المذكورة على متوسط التبخر اليومى لنفس الشهر هو ٤ر٢ (١) • ومن المؤكد أن هذا الرقم يمكن أن يرتفع اذا توفرت مقارنة كل أرقام المطر اليومى بكل أرقام التبخر اليومى الفعلية وطوال العام كله • كما يمكن أن يرتفع أكثر اذا أخذنا فى الحسبان احتمال سقوط كثير من الكميات اليومية فى أقل من يوم •

الا أنه بالاتجاه الى وسط المساحة الصحراوية تقل فرص تفوق التساقط اليومى على التبخر اليومى • ويوضح جدول (٣) أن هذه الفرصة تقل نسبيا بحسب ما يشير اليه صغر الارقام عما ورد فى جدول (٢) • وقد اختيرت محطات سيوه والمنيا وأسيوط والداخلة لتبين هذه الحقيقة • ومما يذكر أنه ليس هناك تدرجا منتظما فى هذه الكميات أو فى الاجمالى السنوى بحسب خطوط العرض فى الجزء الأوسط والجنوبى من مصر (٢) • وليس هنا مجال للتوسع فى تفسير ذلك • ونظرا لان نظام المطر يأخذ فى الاضطراب بحيث لا نجد تركيزا فى فصل معين فقد اختيرت أكبر ست كميات لمقارنتها بالكميات الست الواردة فى جدول (٢) • ونظرا لعدم توفر ست كميات

---

(١) استمارات ٧٥ (أ . ج) ، المصدر ١ ، محطة الاسكندرية .
(٢) قارن مثلا بين محطات : الخارجة ، الداخلة ، اسيوط ، قنا ، اسوان فى المعدلات المناخية ، المصدر ٥ .

جـــدول (٣)

(اكبر كمية مطر ليوم واحد والتبخر اليومى بجهاز بيش لبعض المحطات المختارة ـ بالمليمترات) (١)

سيوه ١٩٢١ — ١٩٦٠		المنيا ١٩٤١ — ١٩٦٠	
المطر	التبخر اليومى لنفس الشهر	المطر	التبخر اليومى لنفس الشهر
١٢.٠	٥.٤	٦.٨	٤.٥
٢١.٠	٧.٠	٩.٢	٦.٠
٧.٢	١١.٨	١٠.٢	١٠.٤
٢٣.٠	١٣.٨	٨.٤	١٤.٢
٧.٠	٨.٨	٦.٥	٧.٩
١١.٧	٥.٠	٤.٤	٤.٧
أسيوط ١٩٤٦ — ١٩٦٠		الداخلة ١٩٣١ — ١٩٦٠	
٢.٥	٩.٣	٠.٣	٧.٩
٠.١	١٢.٦	٨.٠	٩.٩
٠.١	٧.٢	٠.١	١٣.٦
		٣.٤	٢٢.٦
		١.٠	٧.٩

(١) المعدلات المناخية . المصدر ٥ ص ٩٨ ، ١٠٤ ، ١٢٣ ، ١٢٩ .

مقاسة بحسب الفترة المبينة لمحطة أسيوط فقد أوردت الكميات الثلاث المبينة . كما أنه من المفضل أن نورد التبخر اليومى بحسب شهر سقوط المطر نظرا لارتفاعه عن المتوسط الذى حسب للساحل الشمالى بجدول (١) .

وحتى فى المحطتين الاخيرتين لا يجب أن نهمل امكانية تفوق التساقط على التبخر أثناء سقوط المطر فى بعض المرات . فالكميات المبينة أو بعضها من الممكن أن تكون قد سقطت فى وقت قصير أثناء اليوم . بل يمكن أن يكون بعضها قد سقط فى وقت قصير أثناء الليل عندما يقل التبخر كثيرا عنه أثناء النهار . كما أن معدل التبخر/ساعة لابد أنه يقل فى معظم الحالات عن معدل المتوسط اليومى للتبخر/ساعة أثناء سقوط المطر . ونعزو ذلك الى أن السحب تحجب أشعة الشمس نهارا مما يقلل من التبخر أثناء سقوط المطر . كما يحصل الهواء السطحى على بعض بخار الماء من قطرات المطر ذاتها أثناء التساقط مما يرفع رطوبته النسبية ويقلل التبخر .

ويشير ما سبق الى ضرورة الاعتماد على بيانات تفصيلية عند حساب الفاقد بالتبخر فيما يتعلق بدراسة الجريد السيلى فى الصحارى العربية . فان التبخر فيما يلوح ليس العامل الحاسم فيما يتعلق بامكانية وجود الفائض للجريان السطحى المؤقت . ومما يضاف لتوضيح ذلك أن مقدار التذبذب فى التبخر من يوم لآخر وعلى مدار السنة ليس كبيرا مقارنا بمقدار التذبذب فى كمية التساقط . ومن الواضح أن فرص الجريان السطحى ترتبط بالحالات التى يشتد فيها انحراف التساقط الفعلى عن المتوسط العام .

ومما يوضح أن الفقر فى المياه السطحية بالصحارى العربية مرجعه قلة المطر أكثر مما هو شدة التبخر ، اجراء بعض المقارنة بمناطق اخرى رطبة . فعلى حين ان متوسط معدل التبخر السنوى للبحرية والخارجة وأسوان كعينات شديدة التبخر يبلغ نحو ١٥ مرة قدر التبخر فى لندن مثلا فان التساقط السنوى فى الاخيرة يبلغ نحو ٢٦٢ مرة قدر متوسط التساقط السنوى للثلاثة . وهذا يعنى أن المتغير الأكثر فعالية هنا هو التفاوت فى كمية التساقط فيما يتعلق بمائية السطح .

وفيما يبدو أن التبخر الفعلى فى المناطق الرطبة أكبر مما تشير اليه القياسات الجوية هناك على غير ما هو الحال فى الصحارى • فالغطاء النباتى الذى يتوفر فى المناطق الرطبة يساعد على زيادة الفاقد الفعلى بالتبخر بما تتقبله أوراقه من مياه المطر • ومن الواضح أن توزيع جزء من مياه المطر على سطح أوسع يضم سطح الأرض وما عليه من نبات يساعد على زيادة التبخر الحقيقى عما تسجله محطات الأرصاد • وهذه ظاهرة قليلة الأهمية فى الصحارى وأشباهها لضآلة الغطاء النباتى • وهذه مما يساهم فى التقليل من أهمية التبخر كمعوق للجريان السطحى فى الصحارى وأشباهها ، فالتبخر الحقيقى لا يزيد فيما يبدو عما تسجله أجهزة القياس بالصحارى •

ويمكن أن يلقى بعض الضوء على الفاقد بالتبخر أثناء جريان أحد السيول بعملية حسابية بسيطة • ولعله يتضح من خلال ذلك أيضا أن التسرب يفوق التبخر أهمية فى اعاقة الجريان السطحى المؤقت فى الصحارى• ولتوضيح ذلك نفترض أنه حدث جريان على هيئة سيل صغير فى أحد الأودية بمعدل تصريف ١ م٣/ثانية لمدة خمس ساعات عند نقطة معينة • ولتسهيل الحسابات نفترض أن كلا من عمقه واتساعه مترا واحدا •

فاذا افترضنا أنه لا يوجد تبخر ولا تسرب فمن المفروض أن يمتلىء مجرى ذلك الوادى بعد نقطة القياس بقطاع عرضى ١ م٣ لمسافة ٢١ كم وبسطح مائى مساحته ٢١ ألف متر مربع بعد الساعات الخمس • وبحساب اجمالى التبخر الممكن من هذا السطح المائى على ضوء قياسات التبخر الخاصة بالمسطحات المائية نجده رقما صغيرا•فاذا اعتمدنا مثلا على متوسط ما سجله « جون بول » فى دراسته عن بركة قارون لاشد الشهور بخرا (٢ر٩ مم يوميا) (١) يمكن أن نحسب التبخر للمتر المربع من سطح ذلك السيل كل ٥ ساعات كالتالى :

$$\frac{٥ \times ٢ر٩}{٢٤} = ١ر٩٢ \text{ مم تقريباً .}$$

---

(١) « بول » ، المصدر ٤ ، ص ص ٢٧٩ — ٢٨١ •

ولما كان امتلاء المجرى فى المسافة المذكورة (٢١ كم) لم تتم دفعة واحدة فيمكن أن يحسب متوسط التبخر للمتر المربع فى هذه المسافة خلال الساعات الخمسة طبقا للمتوسط الحسابى لهذه المدة وهو ساعتين ونصف . فيصبح الناتج نصف الكمية السابقة فقط أى ٩٦ر٠ مم . وبهذا يكون اجمالى الفاقد بالتبخر من السطح المائى كله هو : ٩٦ر × ٢١٠٠٠ = ٢٠١٦٠ مم . وبتحويل هذا الرقم الى أمتار مكعبة يكون الناتج ١٦ر٢٠ م . وهذا يعادل ٠٩٦ر٪ من حجم المياه المنصرفة . الا أنه ينبغى تعديل هذا التقدير بناء على مواصفات لقطاعات جريان أكثر قربا للواقع . ولهذا فيمكن أن تضرب النسب السابقة فى نسبة الاتساع الى العمق . فتكون نسبة الفاقد من مجارى اتساعها الى عمقها ١/١٠ ، ١/٢٠ و ١/٥٠ مثلا هو ٩٦ر٠٪ ، ٩٢ر١٪ ، ٩٢ر١٪ ، ٤ر٨٪ على الترتيب من حجم المياه المنصرفة .

ومن الصحيح ان الخصائص الفعلية لكثير من أجزاء قيعان الأودية الجافة وشبه الجافة تشير الى أن نسبة الاتساع الى العمق — رغم شدة تفاوتها لقلة ثبات المجارى وتفاوت معدلات تصريف السيول — هى نسبة كبيرة . الا أن هذا لا يعنى أن نسبة التبخر ترتفع كثيرا بالقدر الذى يسأل التبخر عن اعاقة الجريان المؤقت . ويوضح الرقم الأخير مما سبق (٤ر٨٪) أن نسبة الفاقد بالتبخر ضئيلة بالنسبة لحجم المياه المنصرفة حتى فى مجرى اتساعه الى عمقه ١/٥٠ . هذا مع ملاحظة أنه لم يجر تعديل فى معدل التصريف المفترض يتناسب ومجرى بهذا الاتساع .

ولعله يتضح مما سبق أن نسبة الفاقد بالتبخر ضئيلة بدرجة كبيرة تدعو الى القول بأن الفاقد بالتسرب أكبر أهمية فى اعاقة استمرار السيول لمسافات طويلة فى الصحارى وأشباه الصحارى . وليس هناك ما يدعو الى التفكير فى أن قصر رخات المطر هو المسئول الوحيد عن عدم وصول السيول الى البحر أو الى مسافات بعيدة . فلولا التسرب لاستطاعت سيول كثيرة أن تقطع مسافات طويلة نظرا لضآلة كمية التبخر الفعلى من المياه المؤقتة الجريان على نحو ما سبق شرحه .

الا أن التبخر تزداد أهميته نسبيا فى حدوث فاقد مستمر بعد توقف المطر • ففضلا عن أنه يساهم فى جفاف المفتتات وأشكال الخزن السطحى فانه يشكل فاقدا يوميا مستمرا مما قد يتجمع أمام السدود فى الأودية • وينظر الى التبخر كفاقد هام فى هذه الحالة لانه لا يوجد تعويض آخر من المياه عادة • الا أنه حتى فى هذه الحالات لا يصح أن نعتبر التبخر هو المسئول الرئيسى فى كل الحالات عن سرعة جفاف المياه المتجمعة فى قيعان الأدوية أو أمام السدود • فذلك تشترك فيه عوامل أخرى تتعلق بالظروف المائية لصخور القاع ومفتتاته أمام السدود • من هذه الظروف مقدار بعد الماء الجوفى ومعدل حركته ومعدل التسرب من القاع •

ولتوضيح أثر الفاقد بالتبخر من بحيرات السدود ليس كبيرا بالقدر الذى قد يبدو لأول وهلة نذكر أن الفاقد السنوى بالتبخر من جسم مائى فى وسط الصحراء الكبرى مثلا يمكن أن يقدر بنحو ٢٫٥ ــ ٣ متر بحسب التبخر من المياه المكشوفة وضعف ذلك على الاكثر بحسب قياسات جهاز « بيش » • أما الفاقد الشهرى لاشد الشهور بخرا فيمكن تقديره بنحو ٢٥ ــ ٣٥ سم بحسب تبخر المياه المكشوفة وضعف ذلك على الاكثر بحسب جهاز « بيش » (١) •

ومما يذكر من تفصيلات رخات المطر بالصحارى وأشباه الصحارى العربية أنها تتركز على مساحات صغيرة تبعا لما هو معروف عن خصائص الامطار الاعصارية • وذلك على غير ما هو الحال فى المناطق المدارية المطيرة أو المناطق المعتدلة الرطبة التى ينتشر فيها سقوط المطر على مساحات واسعة وان كان بكميات متفاوته أى أنه ليس من الضرورى أن تتعرض كل اجزاء الحوض الواحد أو المنطقة الواحدة للمطر فى نفس الوقت • وهذا يؤدى بطبيعة الحال الى تقليل فرص الجريان السطحى فى قيعان الأودية الرئيسية على غير ما لو تعرض الحوض أو المنطقة بكاملها لرخة المطر فى وقت واحد •

---

(١) هذه تقديرات فى ضوء بعض القياسات المتوفرة . انظر مثلا : « هرست » ، المصدر ١٢ ، ص ٦٠ ، « بول » المصدر ٤ ، ص ص ٢٧٩ - ٢٨١ ، المعدلات المناخية ، المصدرة ٥ .

ولعل هذه الخاصية الى جانب ارتفاع الطاقة التسريبية لارسابات قيعان الأودية كما سنذكر بعد قليل من أسباب ميل الباحثين الى اقتراح عدد كبير من السدود الصغيرة على الروافد وعلى المجرى الرئيسى فى الأحواض الكبيرة والمتوسطة بالمناطق الجافة وشبه الجافة • مثال ذلك ما هو موجود وما هو مقترح على وادى حنيفة وروافده الى الشرق من « جبل » طويق الشمالى فى المملكة العربية السعودية • وكذلك بالنسبة لوادى العريش وروافده فى شمال سينا (١) •

ثانيا ـ التسرب السطحى

يقصد بالتسرب السطحى تغلغل المياه فى الصخور أو المفتتات السطحية وهناك مصطلح يعرف بالطاقة التسريبية للتعبير عن شدة التسرب أو ضعفه• ومع أن هذا المصطلح يكاد يقتصر استعماله على التسرب فى التربات والمفتتات الا أنه يستعمل هنا فى الكلام عن التسرب السطحى بوجه عام • ويقصد بالطاقة التسريبية معدل امتصاص التربة أو السطح الصخرى للمياه • ويتأثر هذا المعدل فى المقام الأول بمقدار النفاذية كما يتأثر بالتضرس على نحو ما سنلمح اليه فيما بعد •

وتهتم كثير من الدراسات الهيدرولوجية ودراسات التربة بقياس معدل الطاقة التسريبية للمفتتات السطحية وخاصة التربات ، ولكن هناك نقصا فى القياسات الخاصة بالأسطح الصخرية • وواضح أن هذا النقص يرجع الى صعوبة وضع معدات مناسبة لقياس الطاقة التسريبية فى الاسطح الصخرية فبينما يمكن أن تتخذ أى مساحة ضئيلة لا تتعدى عدة سنتيمترات أو عشرات السنتيمترات المربعة وبسمك ضئيل (٥ سم مثلا) فى المفتتات الناعمة كعينة مناسبة فى الموضع لاجراء القياس (٢) ، فان تلك الأبعاد لا تصلح بالمرة سواء بالنسبة للمفتتات الجلمودية أو بالنسبة للاسطح الصخرية • فعادة ما تتميز المفتتات الجلمودية بشدة تفاوتها ، كما أن

---

(١) انظر الرملى ، المصدر ٢ ، شكل (١) .

(٢) لتبين أحد النماذج لقياس الطاقة التسريبية ، انظر « هلز » المصدر ١٠ ، ص ١٦٤ .

الاسطح الصخرية تحتوى على عناصر للنفاذية كبيرة الأبعاد كالمفاصل والشقوق .

وتبلغ الطاقة التسريبية فى المنطقة العربية مقارنة بها فى المناطق الرطبة أهمية أكبر من حيث اعاقة الانسياب والجريان . وهناك سببين مترابطين لذلك . الأول هو قلة المحتوى المائى للمفتتات والاسطح الصخرية لقلة المطر واستمرار التبخر على نحو ما سبق شرحه . والسبب الثانى وجود مساحات شاسعة من الارسابات الرملية تشكل نسبة كبيرة من الأراضى العربية الصحراوية وهى تتميز بارتفاع طاقتها التسريبية .

وفضلا عن الارسابات الرملية السائبة فان السمك العلوى من بقية الارسابات السطحية فى الصحارى أقل احتواء فيما يبدو على المواد الدقيقة منها فى المناطق الرطبة . ويعزى هذا الى تذرية الرياح للأتربة السطحية من ناحية وضعف عمليات التحلل الصخرى التى تساعد توفير مواد أدق من ناحية أخرى على السطح . ويستثنى من ذلك بعض المواضع التى يتوفر فيها الصلصال والطمى وبعض الارسابات الكيماوية كقيعان المنخفضات الصحراوية .

وهذا مما يساعد على ارتفاع الطاقة التسريبية عموما باستثناء تلك المواضع .

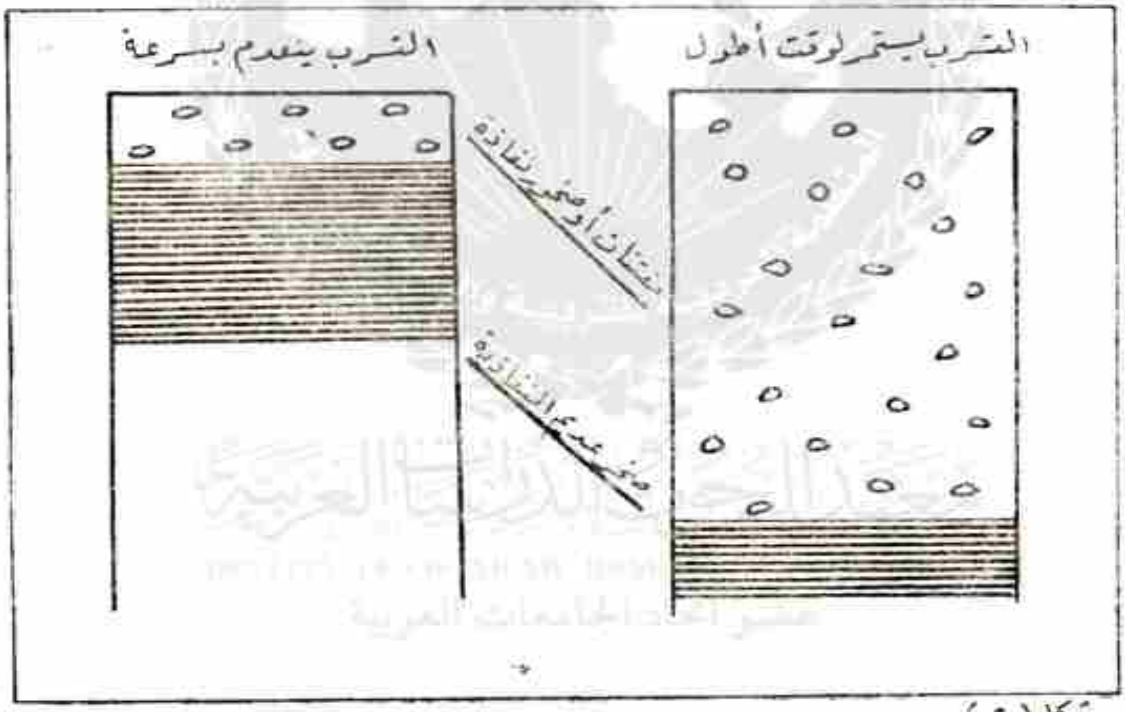
وقد أورد « ستريلر » (١) ، و « ليوبولد وآخرون » (٢) ما يوضح معدل الطاقة التسريبية فى بعض المفتتات . ويتضح مما ورد أن المفتتات الخشنة تأتى فى القمة بينما يأتى الصلصال بأدنى معدل . ومما وضح أن التسرب يبلغ أكبر معدل له بالنسبة لأى من الحجوم عند سقوط المطر ثم يقل هذا المعدل بحيث يستقر بعد ساعة تقريبا . ويتضح أنه باستثناء الصلصال ينبغى أن يتوفر قدر كبير من التساقط على المفتتات وباستمرار لكى يتوفر فائض للانسياب السطحى . فبعد الساعة الأولى من الضرورى أن يتوفر بالنسبة للموم الحصوى الرملى معدل تساقط يزيد عن ٣٠ ملليمترا/ساعة . وهذا فى الواقع معدل كبير جدا لا يبلغه أى تساقط .

---

(١) ، (٢) انظر « ستريلر » المصدر ١٥ ، ص ٤٤١ ، و « ليوبولد » وآخرين ، المصدر ١٤ ، ص ٣٥٤ .
المصدر ١٤ ، ص ٣٥٤ .

وكذلك أورد « هورتن » بعض الأرقام التى توضح تطور الطاقة التسريبية فى أحد التربات (١) ، ويتضح منها أنه ينبغى سقوط مطر بمعدل يتراوح بين نحو ٨ و ٦ ملليمترات/ساعة على الاقل للتفوق على التسرب. ومن الواضح أنه حتى هذا المعدل ولو أنه أقل مما سبق ذكره فهو معدل كبير قلما يضاهيه المطر الحقيقى .

وما نرى توضيحه هنا أن هذه القياسات أخذت لعينة معينة من المفتتات. ويلاحظ أن المفتتات السطحية يليها الصخر الأصلى أسفلها . وقد يكون هذا الصخر ذا نفاذية عالية أو ذا نفاذية منخفضة . وقد يكون على عمق عدة سنتيمترات كما قد يكون على عمق عشرات الأمتار . ومن الواضح أن هذه عوامل تساهم فى تغيير معدل التسرب لكل حالة . ويوضح شكل (٢) أحدى الحالات الممكنة التى يتغير فيها معدل الطاقة التسريبية



شكل (٢)

بسبب تفاوت سمك المفتتات السطحية . ففى الحالة الأولى قد يستمر التسرب لوقت طويل نظرا لشدة سمك المفتتات أما فى الحالة الثانية فيلغى

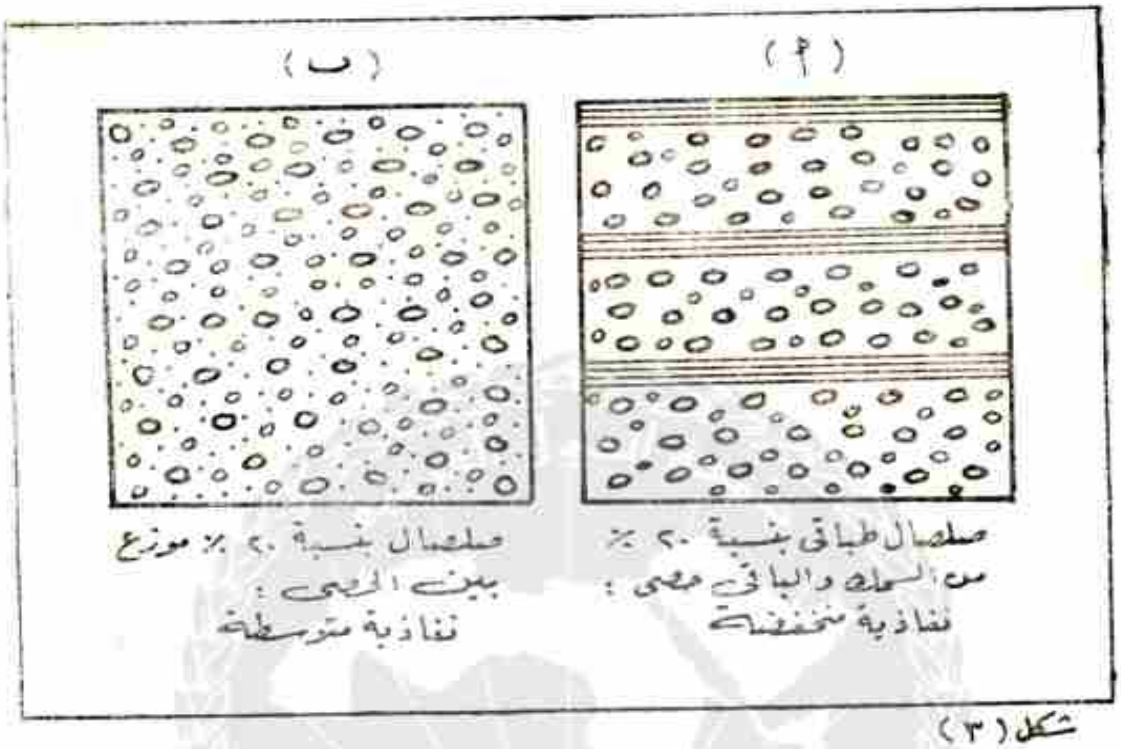
(١) « هورتن » المصدر ١١ ، ص ٣٠٧ .

التسرب بعد وقت أقصر أثناء رخة المطر نظرا لقرب الصـــخر الأصلى غير النفاذ أو مواد صلصالية من سطح الأرض •

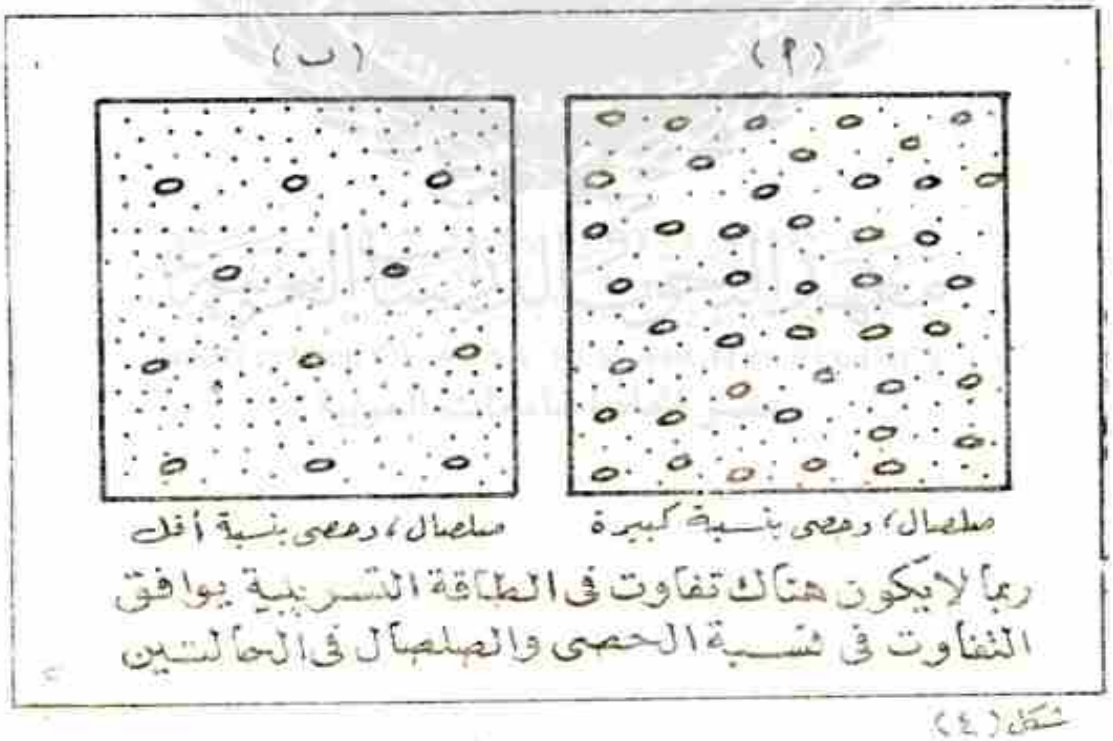
ومما يضـــاف الى هـــذه الظروف التى تقلل من أهمية الاعتماد على القياسات شدة اختلاط حجوم المفتتات فى أغلب الحالات • فكثيرا ما نجد الرمال الخشنة والناعمة والطمى والصلصال فى التربة الواحدة • كما قد نجد الجلاميد والحصى بنسب متفاوتة فى السمك الفتاتى • ونضرب هنا مثالا يوضح أن تحليل الحجوم مثلا قـــد يؤدى الى الخطأ فى الاستنتاج الرقمى فيما يتعلق بالطاقة التسريبية •

لو فرضنا أن هناك سمكا من الارسابات السطحية يختلط فيه الحصى بالصلصال دون نظام فيبدو معقولا لأول وهلة • ان معدل الطاقة التسريبية يتوافق ونسبة كل من الحصى والصلصال فى السمك الموجود • أى أنه لو كان الحصى يمثل ٨٠٪ من الحجم أو الوزن ، أو الوزن/بالحجم ، والباقى صلصال فقد يبدو معقولا أن الطاقة التسريبية تبلغ ٨٠٪ من متوسط معدل تسريب الحصى والصلصال الا أنه كما يتضح من شكل (٣ أ ، ب) يمكن أن تكون الطاقة التسريبية متفاوتة رغم تساوى نسبة الحصى والصلصال فى الحالتين • كما يتضح من شكل (٤ ــ أ ، ب) أنه رغم قلة الحصى فى حالة وزيادته فى حالة أخرى فانه لا يبدو تفاوت شديد بنفس النسبة بين الحصى والصلصال فيما يتعلق بالتسرب •

ومثل هذه الأمثلة ليست حالات شاذه بل شائعة • فيوجد مثل هـــذا الاختلاط فى المناطق الصحراوية المضرسة حيث يتراكم فتات السيول دون تصنيف جيد ، كما أنه يوجد فى كل المناطق التى تظهر فيها التعرية المتباينة بسبب تفاوت نوع الصخر ، كما يوجد فى الركامات الجليدية ••• الخ • ولذلك فيمكن أن تؤخذ هذه القياسات كدليل عام للطـــاقة التسريبية فى المواضع التى يوجد فيها تصنيف جيد للمفتتات السطحية • كما أنه ينبغى اجراء قياسات فعلية لكل موضع اذا كان ذلك ضروريا للوقوف على تقدير الطاقة التسريبية فيه • ولا يصح نقل عينات من الارسابات السطحية فى



شكل (٣)



ربما لايكون هناك تفاوت فى الطاقة التشريبية يوافق التفاوت فى نسبة الحصى والصلصال فى الحالتين

شكل (٤)

أى الحالات لتصنيفها بحسب الحجوم للخروج بنتيجة رقمية يعتمد عليها كلية فيما يختص بالتسرب .

ومن الدراسات التى تعضد هذا القول ما خرج به « هلز » فى دراسته لتأثير بعض خصائص التربة على الانسياب السطحى . فبالرغم من أن دراسته تختص بمواضع « حول برستل » بانجلترا الا أن نتائج قياساته أتت بتفاوت شديد بين العينات(١) . وهذا مما يشير الى امكانية الاختلاف الكبير فى المنطقة الواحدة . وقد أورد « هلز » عدة عوامل من بينها عوامل دقيقة تؤثر فى مقدار التخزين السطحى Surface storage الذى يسبق الجريان مباشرة . من هذه العوامل الدقيقة أثر حوافر الحيوانات ، وأثر السيارات (٢) .

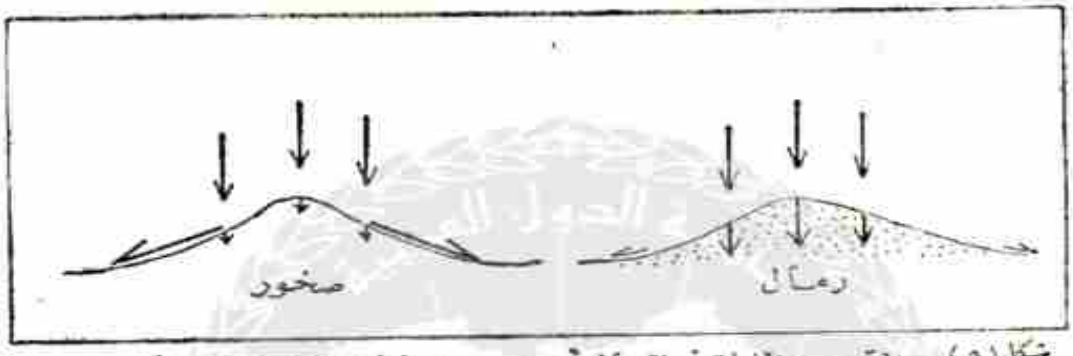
ومما يمكن أخذه كمؤشر فى تقدير الطاقة التسريبية ما يعرف بالنفاذية النسبية . وقد أورد « ليوبولد وآخرون » بعض الأرقام الخاصة بنفاذية المفتتات والصخور الأصلية تتضمن أن النفاذية النسبية للصلصال ١٠ ، وللرمال ١١٠٠ ، والحصى ١٠٠٠٠ (٣) الا أنه ينبغى أن تؤخذ هذه الأرقام كتقدير نسبى فقط مادمنا نأخذ فى الحسبان شدة اختلاط المفتتات فى حالات كثيرة فضلا عن وجود عوامل مختلفة أخرى تؤثر فى الطاقة التسريبية .

وبالرغم من الصعوبات السابقة الخاصة بالتحديد الرقمى للطاقة التسريبية فيمكن اعطاء بعض التعميمات التى تقوم على الخصائص العامة للارسابات السطحية وبحسب بعض توزيعاتها الهامة فى الصحارى وأشباه الصحارى العربية . فالمساحات الرملية الكبرى كمنطقة الربع الخالى ، وبحر الرمال الأعظم ، والارج الشرقى والارج الغربى من أشد المساحات ارتفاعا فى الطاقة التسريبية . وفضلا عن انعدام فرصة الجريان السطحى على سطح الارسابات الرملية ذاتها وبخاصة اذا كانت سميكة فانها تساهم فى تقليل فرصة الجريان السطحى بالمساحات المجاورة . ومرجع ذلك أن

---

(١) « هلز » المصدر ١٠ ، ص ١٦٥ .
(٢) « هلز » نفس المصدر ، ص ١٧٦ ، ١٧٧ — ١٧٨ .
(٣) « ليوبولد وآخرون » ، المصدر ١٤ ، ص ١٠١ .

الرمال تحتفظ بكمية من المياه بين حبيباتها فى صورة تعلق بين الحبيبات retention على حين أنه لو كان هناك سطحا صخريا بدلا من الجسم الرملى فان ذلك قد يزيد من فرصة الجريان السطحى بالاجزاء المجاورة لقلة تسرب المياه فيه نسبيا ، شكل (٥) .



شكل (٥) التسرب والتعلق فى الرمال أكبر منهما فى التلال الصخرية مما يؤثر على فرض الجريان فى الأجزاء المجاورة أيضا

أما ارسابات الاجزاء الوسطى من المنحدرات حيث تتراوح درجات الانحدار ما بين ٤٠ درجة وعدة درجات فهى عادة متنوعة الحجوم وبخاصة حيث تتنوع الصخور . ونظرا لكبر حجومها بصفة عامة فهى أكثر نفاذية من ارسابات الحضيض والأراضى الاوطأ . كما أنه من المرجح أن تكون أكثر نفاذية من الصخور الأصلية ، بسبب الفراغات الموجودة بينهما . وهذا مما يساهم فى عرقلة الانسياب السطحى بالصورة التى افترضها «هورتن» ويساعد على ما يعرف بالانسياب الداخلى throughflow وتشترك عدة عوامل منها قلة تماسك هذه المفتتات وشدة انحدارها نسبيا على نشاة مسيلات دقيقة تؤدى الى اتضاح التخوير gullying على مثل هذه المنحدرات وان يكن ليس بقدر وضوحها على ظواهر صلصالية أو طفلية أو ارسابات طينية .

أما المروحات الغرينية ونطاق البهادا عموما فيتكون عادة من ارسابات ناعمة بصفة عامة . وتوضح الصور الجوية لبعض مناطق الصحراء العربية ان هذه الارسابات لا تسأل بدرجة تذكر عن أشكال الجريان على سطح هذه الاشكال ذاتها . ذلك أن المسيلات والمجارى الصغيرة التى تقطع

المروحات تحصل على الجزء الأكبر من المياه الجارية عليها من الأراضى المرتفعة المجاورة. بل يلوح أن المروحات الغرينية هى مواضع تسريب لجزء من المياه الآتية اليها أو لمعظم المياه فى حالة السيول الضعيفة .الا أن هذا لا ينفى وجود بعض أشكال الجريان الدقيقة جدا التى تنشأ على سطح المروحة أو نطاق البهادا ذاته كنتيجة بصفة رئيسية لما يسقط من مطر على هذه الاجزاء ذاتها .

أما عن المفتتات فى قيعان الأودية الجافة فهى شديدة التفاوت تبعا لانواع الصخور الأصلية ، وحجم الوادى ودرجات انحداره ، ومقدار تعرضه للنقل والارساب الهوائى ... الخ . فتتراوح المفتتات على طول القطاع الطولى للقاع ما بين الجلاميد والكتل الكبيرة المبعثرة وقليل من الارسابات الدقيقة فى الاجزاء العليا الى جلاميد وكتل أصغر تختلط بالرمل والطمى فى الاجزاء الوسطى الى رمال وطمى وبعض الحصى فى الاجزاء الدنيا . وحتى هذا التصنيف العام يمكن الا نجده فى كثير من الأودية . كما أن توزيع الحجوم على القطاعات العرضية لقيعان الأودية وجوانبها ليس من الضرورى أن يكون منظما .

الا أن الملاحظات الميدانية تشير الى ان الاجزاء الوسطى والدنيا من معظم الأودية التى يصل طولها الى بضعة كيلو مترات وتتميز بانحدار متوسط أو طفيف لا يتعدى بضع درجات تحتوى على نسبة ما من الطمى والصلصال . وتزداد هذه النسبة فى الأودية التى تقطع صخورا صلصالية أو طفلية . كما توجد نسبة عالية من الصلصال فى قيعان الأودية التى تقطع الصخور الجيرية مع ملاحظة ان سمك الارسابات السطحية غالبا ما يكون صغيرا فى هذه الحالة .

وتساعد النفاذية المتوسطة والمنخفضة التى ترتبط بهـذه الارسابات الدقيقة على استمرار الجريان فى قيعان الأودية لمسافات أطول مما لو كانت ارسابات خشنة . وتساهم هذه الخاصية فى توفر فرصة طيبة لاقامة السدود على المجارى الوسطى والدنيا للاحواض الهيدروجرافيةالمتوسطة والكبيرة

وبخاصة وان التربات الناعمة أكثر مناسبة للاستغلال الزراعى فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية لقلة التسرب واحتفاظها بالرطوبة لوقت أطول.

ومن الواضح ان دقة المفتتات ليست هى العامل الوحيد الذى يحكم الطاقة التسريبية • فهناك عوامل أخرى كانحدار القطاع الطولى ، واتساع المجرى الى عمقه ، ومقدار الرطوبة فى المفتتات قبل سقوط المطر • ويتوقف طول جريان السيول على كل هذه العوامل مضافا اليها معدل تفوق المطر على التسرب خصوصا وطول مدة استمراره ، وما يلتحق به من اضافات سيلية أخـرى •

أما الارسـابات السطحية فى قيعان المنخفضات الصحراوية وشـبه الصحراوية فهى تتكون من مواد أكثر دقة مما يحيطها من ارسابات سطحية عند حضيض المنحدرات وفى قيعان الأودية فهى اما ارسابات أتى معظمها بواسطة ما يستطيع الوصـول من السـيول الى قاع المنخفض • أو أنها ارسابات موضوعية ناتجة عن فعل التحلل الصخرى (الاذابة) نظرا لتوفر فرص رطوبة أكبر سواء من أصل جوفى أو سطحى • أو أنها ارسابات تضم الصنفين معا • ومن الواضح أن توفر هذه الارسابات الدقيقـة فى قيعان المنخفضات يساعد على ظهور تأثير المياه مهما كانت قليلة على هيئة بحيرات أو برك صغيرة •

ونظرا لانخفاض الطاقة التسريبية للمفتتات الدقيقة وخاصة الصلصال والطمى فمن الممكن أن يفاد بهذه الخصيصة فى الزراعة • فيمكن خلط التربة الصلصالية الثقيلة بالتربة الطميية أو الـرملية الناعمة للتغلب على رداءة صرفها • ولكن هذا الخلط يجب ألا يكون كبيرا بالقدر الذى يؤدى الى زيادة الفاقد بالتسرب بكمية غير مناسبة • أما التربات الطميية الصلصلية والطميية فتعد جيدة فى هذه الناحية • اما التربات الرملية والحصـوية فيستحسن استبعادها من برامج التوسع الزراعى فى الصحارى وأشبـاه الصحارى العربيـة •

ومما تتميز به التربات الناعمة انها ذات قدرة اكبـر على الاحتفاظ

ببعض الرطوبة بين حبيباتها. وتزداد هذه القدرة بازدياد دقة الحبيبات (١) . ومن ثم كانت هذه الصفة من الاسباب التى تساعد على الجريان السطحى فى الاجزاء الدنيا والوسطى من بعض الاودية ، كما أنها كانت من الاسباب التى تزيد من فاعلية المطر أو الاعتماد عليه فى هذه الاجزاء وفى الأراضى الواطئة بصفة عامة .

أما عن الطاقة التسريبية للصخور السطحية الاصلية فيصعب جدا قياسها فى الطبيعة كما ألمحنا . وتتوقف الطاقة التسريبية على نفاذية الصخر . ويحدد هذه النفاذية مقدار ما به من مسام ومفاصل وشقوق . واذا قدرت الطاقة التسريبية لقطعة من الصخر فهذا التقدير لا يختص الا بهذه القطعة وحدها . أى أنه تقدير لا يمكن أن ينسحب على الوسط الصخرى الذى أخذت منه القطعة . فهو وسط يضم عادة من المفاصل والشقوق الكبيرة ما لا يدخل فى الحساب عند قياس نفاذية تلك القطعة .

وكما ذكر بالنسبة للمفتتات الصخرية يمكن أن نأخذ النفاذية النسبية كمؤشر تقريبى الى الطاقة التسريبية للصخور الاصلية . وقد أورد « ليوبولد وآخرون » أرقاما عن النفاذية النسبية لبعض الصخور الاصلية الشائعة ، وهى (٢) .

الصخور النارية والمتحوله	١
الطفل	٥
الحجر الجيرى	٣٠
الحجر الرملى	٥٠٠

ويلوح لنا أن الرقم الاخير خصوصا لا يصح الاعتماد عليه كثيرا لا بسبب تفاوت حجوم حبيبات الحجر الرملى وتفاوت كثافة وأبعاد المفاصل والشقوق فقط ، وانما بسبب تفاوت خصائص المادة اللاحمة أيضا . ولعل هذا الرقم أكبر مما يجب بالنسبة لاغلب صخور الحجر الرملى .

---

(١) انظر مثلا : البوشى ، المصدر ٦ .

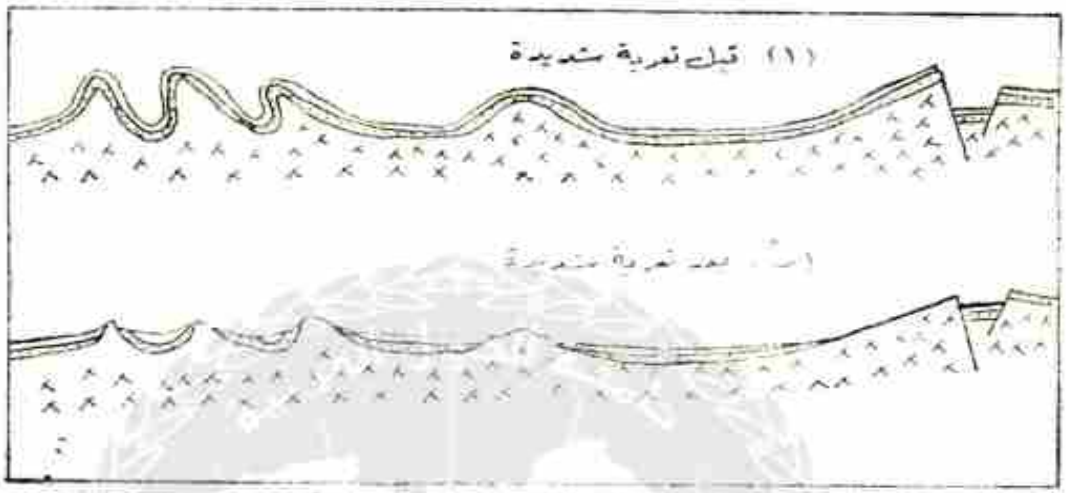
(٢) « ليوبولد وآخرون » ، المصدر ١٤ ، ص ١٠١ .

وبغض النظر عن بعض ما يمكن قوله عن مقدار دقة بقية الارقام فانها تعطى فكرة عامة عن التسرب بحسب الصخور المذكورة • ومما يلفت النظر من هذه الأرقام هو شدة التفاوت بين الصخور النارية والمتحولة من ناحية والحجر الرملى من ناحية أخرى • وهذا يدعو الى القول بأن امكانية وجود فائض للانسياب والجريان على الصخور النارية والمتحولة أكبر بكثير منها على صخور الحجر الرملى مع شرط التساوى فى بقية الظروف •

وفضلا عما تشير اليه النفاذية النسبية للصخور النارية والمتحولة من ناحية والحجر الرملى من ناحية أخرى فيلاحظ أن الصخورالنارية والمتحولة ترتبط بها مرتفعات أكثر وأكبر مما يرتبط بالحجر الرملى • ولهذا اسبابه التكتونية والتحاتية التى تتلخص فى أن الصخور النارية والمتحولة الظاهرة على السطح ترتبط بمناطق اصابتها حركات رفع ما بحيث أصبحت تمثل مناطق مرتفعة حتى بعد ازالة سمك صخرى من اعلاها • أما الحجر الرملى فى الصحارى وأشباه الصحارى العربية فيمتد فى أراض أوطأ فى معظم الحالات • فقد أزيلت معظم ظواهره المرتفعة كبعض الصخور الرسوبية الأخرى من الاراضى المرتفعة بحيث انكشفت الصخور النارية وبخاصة على جانبى البحر الاحمر وسيناء • وفضلا عن هذا فان كثيرا منه أرسب أصلا فى مساحات لم تصبها حركات رفع عنيفة • ويلاحظ ان الصخور النارية والمتحولة عنها وعن الصخور الرسوبية تشكل كثيرا من الاراضى المرتفعة على عكس ما هو الحال بالنسبة للصخور غير المتحولة والارسابات السطحية • ويصح هذا الكلام سواء بالنسبة للمرتفعات التى لم تتأثر كثيرا بالتعرية أو تلك التى تعرضت لكثير من التعرية كما يتضح فى شكل (٦ ــ أ، ب) •

ولعل هذه الخاصية التى تتميز بها الصخور النارية والمتحولة من العوامل التى تقلل من فرصة الفاقد بالتسرب فى مناطق الصخور النارية والمتحولة على جانبى البحر الاحمر وفى جنوب الجزائر والمغرب • وهذا مما يساهم فى زيادة فرصة الانسياب والجريان • كما أنه من المفروض أن يساهم فى زيادة كثافة خطوط التصريف بحسب بعض المبادىء المتفق

عليها (١) • وهذا مما يساعد بدوره على اظهار تأثير رخات المطر بدرجة أسرع منها فى الاراضى ذات التصريف الاقل كثافة • وهذه ظروف تساهم



شكل (١) بعض حالات المناطق تكوينية تشكل كما هى العادة مرتفعات ، كما ترتبط بها نفاذية أقل لوجود صخور نارية ومتحولة أو سميكة حولة سواء قبل تعرية شديدة أو بعدها

فى تفسير الوفرة النسبية للمياه المتجمعة فى قيعان الاودية بغرب شبه الجزيرة العربية وشمال الجزائر والمغرب • ذلك أنه لا يجب أن نعزو جريان السيول بصورة طيبة فى أودية هذه المناطق لكمية التساقط وخصائصه فقط •

أما ارتفاع نفاذية الحجر الرملى فهى من الاسباب الهامة التى تفسر قلة وضوح خطوط التصريف وقلة كثافتها كما هو الحال فى جنوب غرب مصر وجنوب ليبيا وشمال غرب السودان • أما الطفل فلا توجد ظواهر فسيحة له ويشكل فى العادة أجزاء واطئة تغطيها المفتتات السطحية • وأما الحجر الجيرى فيشكل مساحات واسعة فى شرق شبه الجزيرة العربية وسوريا ومصر ودول المغرب العربى • ويشير رقم نفاذيته الى امكانية للتسرب أكبر بكثير من الطفل وأقل بكثير جدا من الحجر الرملى • وتشير خصائص

---

(١) تتأثر كثافة التصريف بعوامل عديدة أهمها النفاذية ، ودرجة مقاومة الصخر للتعرية المائية ، وكثافة خطوط الضعف البنيوى كالانكسارات والمفاصل ، وكمية التساقط ونظامه ، كما تتأثر بالمتغيرات الجمرفلوجية بمرور الوقت .

مناطق الكارست فى أجزاء العالم المختلفة الى أن الحجر الجيرى ذا طاقة تسريبية عالية • وتتميز اراضى الحجر الجيرى فى الاراضى الصحراوية وشبه الصحراوية العربية بضعف خطوط التصريف ووجود أنماط متفاوتة مما يعرف بالتصريف الحوضى أو المركزى • وهذا مما يعزى جزئيا الى ارتفاع طاقته التسريبية •

وقبل الانتهاء من الكلام عن التسرب نذكر أنه بينما يساهم ارتفاع النفاذية فى تقليل فرصة الانسياب والجريان السطحى الدقيق فانه يساعد على زيادة المياه المنسابة داخليا والمياه الجوفية فى المنطقة ذاتها أو فى مناطق قريبة • وقد تتجه بعض هذه المياه الى قيعان الاودية اذا توفر التساقط الكافى فى أراضى ما بين الاودية وكانت الاودية عميقة بالقدر المناسب ، أو تتجمع كمياه جوفية تشكل قيمة اقتصادية فى بعض الحالات •

ثالثا ـ التضرس

هناك فصل بين الانحدار والتضرس فى الدراسات التفصيلية من حيث تأثيرهما فى الانسياب والجريان • وبهذا فالانحدار لا علاقة له بالتضرس بالمعنى المقصود فى معظم الدراسات الهيدرولوجية • فيتركز الكلام عن التضرس فى هذه الدراسات على ما يوجد على كل منحدر من تضرسات وعراقيل دقيقة جدا هى المقصود بالتضرس كما يتضح فى نموذج هورتن •

الا أنه فى بحث جغرافى واسع كالذى نحن بصدده الآن يمكن أن نتناول الانحدار كأحد عناصر التضرس بالمعنى الشائع لدى الجغرافيين • فالكلام يختص بايجاز تأثير التضرس فى مجمله أى بالنظر الى منطقة بأسرها نظرة كلية من حيث شكل السطح وليس الى منحدر واحد أو حوض نهرى واحد صغير • وهكذا فان ما نقصده بشدة التضرس هو شدة التقطيع وشدة الانحدار وكبر الفارق التضاريس المحلى • والعكس بالنسبة لمصطلح قلة التضرس • وينبغى أن نذكر أن هذا التعميم أو الدمج لا يعنى ضرورة توافق العناصر الثلاثة فى المنطقة الواحدة فى كل الحالات •

ولا مانع من أخذ الارتفاع فوق سطح البحر كأحد عناصر التضرس عند الكلام عن مناطق واسعة وان كان ذلك ليس شائعا • ونشير اليه

هنا بايجاز نظرا لانه ضابط غير مباشر من ناحية ، كما ان تأثيره العام يمكن تبينه من الخرائط العامة المتداولة للمطر والتضاريس •

فيؤثر الارتفاع فوق سطح البحر فى بعض الظروف المناخية ـ الهيدرولوجية وخاصة التساقط • ولكنه عادة لا يشار اليه فى الدراسات المائية الدقيقة كعامل مباشر فى مائية السطح • ذلك انه يكتفى بدراسة كمية المطر وكيفيته دون الدخول فى تفصيلات العلاقة بالارتفاع فوق سطح البحر • فهذا اهتمام يدخل اكثر فى الدراسات المناخية • كما أن هناك جوانب تفصيلية جيرفلوجية ـ مائية أهمها انحدارات القطاعات الطولية للمجارى النهرية وانحدارات السطح مما يعد مؤثرا مباشرا فى التصريف ويقلل من قيمة الارتفاع فوق سطح البحر كمؤثر •

وعلى العموم فليست هناك قواعد ثابتة توضح ارتباط التساقط بالارتفاع فوق سطح البحر توضيحا محددا على نحو يناسب التحليلات الكمية بوجه خاص • بعبارة أخرى ، مع اتضاح حقيقة ان الارتفاع يساعد على زيادة التساقط عما هو الحال فى الاراضى المجاورة الاوطأ فيلاحظ مثلا ان المناطق المتساوية فى الارتفاع ليست بالضرورة متساوية أو متقاربة فى كميات التساقط • وتوجد مساحات قليلة الارتفاع فوق سطح البحر تتقبل امطارا اكثر مما تتقبله مناطق جبلية • فهذا تتحكم فيه عوامل عديدة كالمسافة من المسطحات المائية ، والموقع بالنسبة للكتل الهوائية المختلفة ، ومن دوائر العرض ••• الخ وما تضمه هذه العوامل الكبرى من عوامل تفصيلية • ومن ناحية ثانية فان هناك تفصيلات فى انحدار السطح والقطاعات الطولية والتقطع والفارق التضاريسى المحلى مما قد لا يرتبط بالارتفاع فوق سطح البحر • فليس من الضرورى أن يكون التضرس بالمعنى الذى حددناه شديدا بشدة الارتفاع فوق سطح البحر •

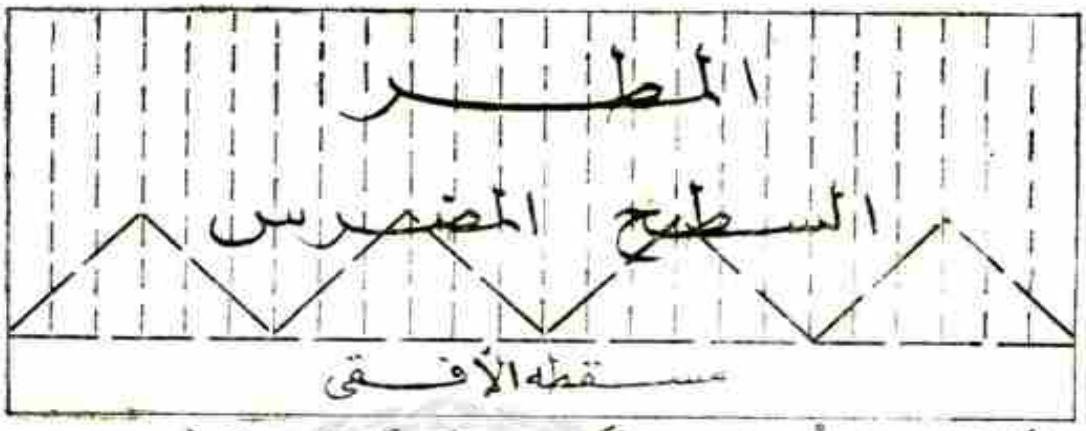
الا أن الجغرافية تهتم بخطين دراسيين هما دراسات المناطق الفسيحة وكذلك الدراسات الضيقة أو التفصيلية • وفيما يعتقد ان الارتفاع فوق سطح البحر يصح أن يظل مأخوذا كعامل يؤثر فى مائية السطح ولو بصورة غير مباشرة فى الدراسات العامة على وجه الخصوص • ويمكن أن نلمس

تأثير هذا العامل واضـــحا اذا نظرنا الى خريطة توزيع المطر والخـــريطة التضاريسية لمنطقة واسعة كالعـــالم العربى وان يكن هـــذا التأثير شديد التفاوت كما سبق الذكر .

وهنا يكمن أحد الفروق بين النظرة الجغرافية العامة أو الواسعة ، وبين النظرة الجغرافية أو غير الجغرافية التفصيلية . ففى الدراسة التى تختص بمنطقة واسعة يمكن أن يؤخذ الارتفاع فوق سطح البحر كأحد عناصر التضرس فهو صفة مرفمترية للسطح فضلا عن ارتباطه عادة بالعناصر الثلاثة التى يعرف بها التضرس عادة . فالمناطق المرتفعة تتميز بشدة الانحدارات وكبر الفارق التضاريسى المحلى وشدة التقطيع . وفضلا عن ذلك فالارتفاع فوق سطح البحر يؤثر فى التساقط وبالتالى له انعكاسات على هيدرولوجية السطح . الا أنه بالنظرة التفصيلية فيوزع معظم الكلام عن تأثير الارتفاع فوق سطح البحر فى سياق معالجة عناصر التضرس كما حددت ودراسة التساقط . ولهذا فالكلام عنه فى الدراسة التفصيلية ليس مباشرا .

ويلاحظ أن السهول هى أقل الاسطح تسهيلا لاحـــداث الجريان . ويرجع ذلك الى قلة وجود الانحدارات اللازمة لاظهار فعـــل الجاذبية فى تحريك المياه وتجمعها فى شبكة تصريف . ومن الصحيح أنه قد يحـــدث فائض من المياه بتفوق معدل التساقط أثناء رخات المطر على معدل الفاقد ولكن ينبغى وجود انحدارات تساعد على انسياب المياه وجريانها ، وهذا مما لا يتوفر فى السهول . كما ينتج عن انتشار المياه على السطح الافقى وبقائها عليه لأطول وقت ممكن زيادة الفاقد بالتسرب والبخر . ولهذا فان السهول من أقل المناطق نصيبا من الجـــريان السطحى الذى يرتبط بالظروف المائية للمنطقة ذاتها .

أما بوجود تضرس واضح فتزداد المساحة الفعلية عن مسقطها الافقى . ويرتبط بذلك عدة نتائج أو علاقات هيدرولوجية . أول هذه العلاقات هى قلة « كثافة المطر » للوحدة المساحية على السطح الفعلى (المضرس) مقارنة بكثافته للوحدة المساحية من المسقط الأفقى أى لو كان السطح افقيا ، شكل (٧) . ويمكن التعبير عن هذه الحقيقة أيضـــا بأنه بزيادة



شكل (٧) سطح المضرس أكبر مساحة من مسقطه مما يقلل من كثافة المطر على الأول

الانحدار يقل ما يتقبله السطح من المطر بحيث لايتقبل شيئا عندما يكون الانحدا رأسيا • وقد يسهل التعبير عن ذلك رقميا بالنسبة لمنحدر واحد ولكن ذلك من الصعوبة بمكان بالنسبة للمناطق الفسيحة أو لاحواض التصريف المتوسطة أو الكبيرة •

واذا كنا بصدد دراسة كمية جغرافية أو غير جغرافية فيمكن أن يقدر ذلك التأثير رياضيا كالتالى عندما يلزم :

$$\text{كمية المطر الفعلية} = \frac{\text{متوسط كمية ما تسجله محطات الارصاد بالمنطقة}}{\text{المساحة الفعليـــة}}$$
$$\text{المساحة المســقطة}$$

وقد يتضمن سطح المنطقة كثيرا من التفصيلات التى قد تستلزم بعض الحسابات التفصيلية كتقسيم المنطقة الى عـــدد من المساحات المتباينة فى الانحدار بحيث يحسب لكل منها متوسط انحدار للوصول الى نتيجة أكثر دقة عن كمية المطر الفعلى لكل من هذه المساحات • ومما يمكن الافادة به فى هذا الصدد اذا اجريت قياسات خاصة عن هذا التأثير أن يوضع جهاز تقبل المطر مائلا بدرجة تساوى متوسط الانحدار بكل من المناطق الصغيرة التى قسمت اليها المنطقة الكبيرة • غير أنه كما هو واضح هذه حسابات وقياسات تختص بالدراسات التفصيلية جدا مما يمكن اجراؤه فى حوض واحد من المرتبة الثالثة أو الرابعة مثلا وليس لمنطقة واسعة •

أما العلاقة الثانية فهى علاقة التبخر بزيادة المساحة • ورغم ضآلة التبخر كفاقد وبخاصة فيما يتعلق بدراسة السيول كما بينا الا أنه يمكن أن نشير اليه ولكن بايجاز • وتلك العلاقة مركبة أو هى مجموعة علاقات • فيلاحظ من ناحية أن امكانية التبخر الفعلى أثناء سقوط المطر على الاسطح المضرسة أكبر منها على السهول التى تساويها فى المسقط الافقى • ومرجع ذلك أن المطر يوزع على مساحة أوسع فى الحالة الأولى منها فى الحالة الثانية •

الا أن الانحدار من ناحية أخرى يساعد على سرعة انسياب المياه فى الاراضى المضرسة الى خطوط التصريف المختلفة • وهذا سرعان ما يؤدى الى تقليل مساحة السطح المعرض للتبخر بالنسبة لما يتجمع من المياه بعد التسرب والتبخر بعد وقت معين هو ما تستغرقه فى الوصول الى قيعان الاودية •

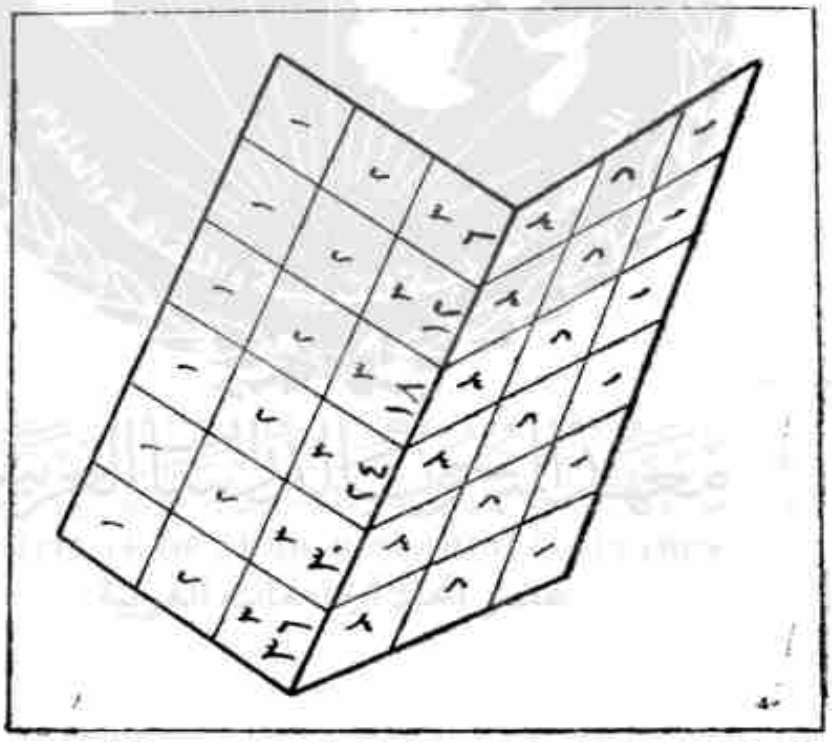
وكذلك فان شدة التضرس تساعد على تقليل الفاقد بالتبخر بسبب احتماء بعض الاجزاء الواطئة وخاصة قيعان الاودية العميقة من أشعة الشمس لبعض الوقت عند الشروق وعند الغروب •

ورغم وجود الفرض الأول (زيادة التبخر بزيادة التضرس عند سقوط المطر) ففيما يبدو أن شدة التضرس هى فى صالح التقليل من اجمالى التبخر الفعلى أى فى صالح الجريان السطحى المؤقت (والفيضانات فى المناطق الرطبة) • ومن أهم أسباب ذلك أن التبخر أثناء سقوط المطر يعد هزيلا كما سبق القول • وان الوقت الذى يمضى ابتداء من وجود فائض للانسياب والجريان الدقيق حتى تجمع المياه فى خطوط التصريف الرئيسية يقل طوله بزيادة التضرس •

أما العلاقة الثالثة فهى علاقة التسرب (والتعلق بالسطح) بزيادة المساحة فى الاراضى المضرسة عن مسقطها الافقى • وكثيرا مما سبق قوله عن العلاقة المركبة السابقة الخاصة بالتبخر يمكن قوله عن علاقة التسرب (والتعلق بالسطح) بزيادة المساحة •

مما سبق يتبين أنه رغم زيادة المساحة الفعلية بالتضرس عن مسقطها الافقى وما يتضمنه ذلك من تأثيرات تقلل من فرص الانسياب والجريان فان التضرس يساعد بصورة أخرى على الانسياب والجريان • وقد ألمحنا الى استمرار حركة المياه أثر سقوط المطر وزيادة سرعتها بزيادة التضرس مما يقلل من الفاقد بالتسرب والتبخر •

ومما يوضح أن شدة التضرس غاية فى الأهمية فى مساعدة السيول على الجريان لمسافات طويلة نقول ان ما يتجمع فى محاور أى من الاودية هو مجموع ما يتجمع من مساحة حوض ذلك الوادى • ومن الواضح أن هـذا التجمع يتم بمعدل مطرد على طـول محاور الاودية أو فى قيعان المنخفضات • ويعطى شكل (٨) فكرة مبسطة عن معدل ما يضاف من المياه



شكل رقم (٨) إطراد كمية المياه المنصرفة فى قيعان الأودية

الى جزء من محاور أحد الاودية • فلو افترضنا مثلا ان معدل الانسياب والجريان الدقيق فى كل من الوحدات المساحية المبينة بذلك الشكل هو قدم

مكعب/ثانية/للفدان المربع ، فان ما يضاف الى محور الوادى هو مجموع ما يتجمع من المنحدرين المتقابلين كما هو موضح بالأرقام .

وبمجرد نجاح الانسياب والجريان الدقيق فى الوصول الى قاع الوادى فان الجريان السيلى يظهر بصورة مرموقة فى المجرى . ومرجع ذلك أن الفاقد بالتسرب والتبخر من المجـرى الذى تنتهى اليه تلك المياه عادة ما يكون أقل بكثير من المياه الواردة نظرا لصـغر مساحة المجـرى مقارنة بمساحة الحوض . الا أنه من الواضح أن السيل قد يفشل فى الاستمرار لمسافات طويلة اذا لم تستمر نفس ظروف الانسياب والجريان الدقيق أو لم يلتق بسيول أخرى فى بقية الطريق الى الاجزاء الدنيا . وقد يكون ذلك راجعا الى توقف المطر أو الى عدم سقوطه أصلا على هذه الاجزاء .

وتتضح أهمية وجود شبكة التصريف فى تسهيل تجمع المياه بالمجرى الرئيسى . وواضـح أن كثيرا من خصائص أنماط التصريف ودرجات انحدار قطاعات المجارى ترتبط بالتضرس . فزيادة التقطع تعنى زيادة كثافة التصريف والعكس صحيح . وكلما زادت الفوارق التضاريسية المحلية مع زيادة التقطع كان هـذا يعنى زيادة الانحدار وزيادة وضوح خطوط التصريف بصفة عامة والعكس صحيح . ومما يوضح أن الكثافة المرتفعة لخطوط التصريف ذات أهمية فى تسهيل الجريان السطحى أن الأمطار الغزيرة سرعان ما تنعكس فى الأحـواض التى تتميز بالكثافة المرتفعة على هيئة فيضانات فى المجارى الرئيسية (١) .

والى جانب ما سبق فهناك تفصيلات أخرى تختص بتأثير التضرس فى مائية السطح منها ما يتعلق بالتساقط ومنها ما يتعلق بالتبخر ومنها ما يتعلق بالتسرب ... الخ . فمثـلا هناك تباين فى كمية المطر بحسب وضع وضع محاور المرتفعات الكبرى من الرياح الرطبة ، وكيفية تغلغل الرياح الجافة فى التضاريس الموجودة . وهناك أيضا تأثير عمق الاودية وشـدة انحدار جوانبها فى احتجاب الشمس عنها بعض الوقت بعد الشروق مباشرة وقبيل الغروب وبخاصة فى الأجزاء التى يغلب عليها الامتداد فى اتجاه يقطع

---

(١) « هاجت وتشورلى » المصدر ٧ ، ص ١٣١ .

خطوط العرض ... الخ مما يدخل بعضه فى الدراسات المناخية والتضاريسية الموضعية . وتعد هذه أمثلة أخرى تفصيلية لتداخل المؤثرات والنتائج بطريقة تعرقل التطور الكمى فى الدراسات الطبيعية الخاصة بسطح الأرض .

وفضلا عن الضوابط الرئيسية التى عرضنا لها هناك ضوابط أخرى لا مجال لمعالجتها الآن . من أهمها مقدار رطوبة السطح قبل رخة المطر . وهو يتأثر الى حد كبير بكثير مما سبق ذكره وخاصة مقدار تباعد مرات سقوط المطر ، والنفاذية والمسامية ، والتبخر ، والتضرس . وهو بهذا مثال آخر هام على ترابط الضوابط وتداخلها بصورة شديدة .

خلاصة وتوصيات

١ ــ التساقط أكثر أهمية من التبخر فيما يتعلق بالجريان الطارىء بالصحارى .

٢ ــ الطاقة التسريبية (التسرب السطحى) يعوق الجريان المؤقت فى الصحارى العربية أكثر مما يفعل التبخر .

٣ ــ لا يجب أن تؤخذ القياسات الخاصة بالتسرب فى عينة بمنطقة أو فى المعمل لمقارنتها بالتسرب فى منطقة أخرى على أساس رقمى مطمئن .

٤ ــ فضلا عما تتميز به المرتفعات من خواص واضحة تساعد على الجريان السطحى فتمتد فيها غالبا صخور نارية أو متحولة مما يقلل من نفاذيتها ويساعد على وجود فائض للجريان السطحى .

٥ ــ فيما يبدو أن شدة التضرس هى فى صالح الجريان السطحى وان كان ذلك لا يسهل تحديده رياضيا .

٦ ــ ينبغى الاهتمام بالدراسات الخاصة بالأراضى الواقعة على هوامش الصحارى العربية تلك التى تتقبل فى حدود ١٥٠ ــ ٢٥٠ ملليمتر (وكذلك الأراضى الواقعة خارج حدود الصحراء بقليل) . وذلك بقصد تكرارات المطر التى تزيد عن ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ملليمتر لليوم بحسب المحطات

الموجودة فى هذه المناطق بل وبمحطات صغيرة اضافية • وهذا بقصد تحديد فرص السيول عملا على الاستغلال الأمثل للمياه •

٧ ــ تحديد الأحواض الهيدروجرافية الواضحة التى توجد فى هذه المناطق واجراء دراسة مرفلوجية عن امكانيات التسرب فى قيعان اوديتها • وذلك بقصد تصنيفها الى فئات بحسب حجوم المفتتات ، ونظامها ، ودرجات الانحدار ••• الخ فلعل ذلك يساعد على الوصول الى تصنيفات عامة لامكانيات الاستغلال •

٨ ــ يمكن اقتراح عدد من السدود بعد اجراء مثل هذه الدراسات على شبكات مجارى هذه الأحواض بما يتناسب وامكانيات التصريف والاستغلال •

٩ ــ يمكن فى هذا السياق الافادة بما يوجد من بيانات مناخية وهيدرولوجية موجودة بالفعل ولكن من المستحسن التوسع فى اجراء بعض الدراسات والقياسات عن الأحواض التى لا توجد عنها بيانات كافية أو المستغلة على نحو غير مدروس •

معهد البحوث الدراسات العربية
جامعة الدول العربية

مراجـع ومصـادر

١ ــ استمارات ٧٥ (ا.ج) ، هيئة الأرصاد الجوية ، القاهرة .

٢ ــ الرملى ، اسماعيل محمود ، ١٩٦٥ « بحث عن دراسات السيول وادى العريش » ، معهد الصحراء ، القاهرة .

٣ ــ شطا ، عبده على ، ١٩٦٤ « امكانيات المياه فى الجمهورية العربية اليمنية » . تقرير بمعهد الصحراء ، القاهرة .

4 — Ball, J., 1938.Contributions to the Geography of Egypt. Surv. Egypt, Cairo.

5 — Climatological Normals for United Arab Republic up to 1960. Ministry of Military Production, Meteorological department. Cairo, 1968.

6 — El Boushi, I.M., 1971. Variation of specific retention in rubbly rock particles. J. Hydr. 13, pp. 81-90.

7 — Hanwell, J.D, & Newson, M.D., 1973. Techniques in physical geography. London.

8 — Hills, E.S., (ed.) 1966. Arid lands. London.

9 — Hil's , R.C., 1971. The influence of land management and their drainage basins : Hydrophysical approach to quanti- of overland flow. J. Hydrology, 13,pp. 163-81.

10 — Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins : Hyd ophysical approach to quantitative morphology. Bull. Geol. Soc. Amer., 56,pp. 275-370.

11 — Hurst, H.E., 1931. The Nile Basin, Vol.I. Minist. Pub. Works, Egypt.

12 — Kirkby M. J., 1975. Infiltration, Throughflow, and Over- and Flow : pp. 109-121 in R. Chorley, Introduction to physical Hydrology, London.

13 — Leopold, L.B., Wolman, G.M., & Miller, J.P. 1964. Fluvial Processes in Geomorphology. San Francisco.

14 — Strahler, A.N., 1963. The Earth Sciences, N.Y.

جامعة الدول العربية
معهد البحوث والدراسات العربية
عضو اتحاد الجامعات العربية