الرشح Infiltration

ان كمية الماء الداخلة الى جسم التربة من خلال الغيض تعتمد على:

1. نوعية التربة ورطوبتها ونفاذيتها: تحدد نوعية التربة عدد الأنابيب الشعرية وحجمها التي يمكن للمياه أن تمر من خلالها، أما رطوبة التربة فتحدد طاقة الخاصية الشعرية (طاقة الخاصية الشعرية هي ارتفاع المياه في الأنابيب الشعرية وتحددها قوى الشد السطحي في هذه الأنابيب، ويعبر عنها بالسينتمترات لما يكافئها من عمق المياه) والإيصالية النسبية حيث تكون طاقة الخاصية الشعرية عالية والإيصالية قليلة إذا كانت رطوبة التربة قليلة. أما النفاذية فهي تحدد الفتحات المتصلة مع بعضها، فإذا كانت حبيبات التربة خشنة تزداد النفاذية أما إذا كانت الحبيبات ناعمة نجد أن النفاذية ستكون قليلة وكلما زادت النفاذية زادت كمية المياه المترشحة داخل التربة.
2. الغطاء النباتي: تعمل جذور النباتات والمواد العضوية على تفكيك التربة، مما يؤدي إلى زيادة قابليتها لترشيح المياه.
3. طبيعة التضاريس: كلما كانت الأرض منبسطة، فإن كمية المياه الممكن ان تترشح داخل الأرض تكون اكثر مما لو كانت الأرض اكثر ميلا.
4. طبيعة الامطار: كلما كانت كمية الامطار اكبر ازدات كمية المياه المترشحة.

5. المناخ: كلما زادت درجة حرارة المياه قلت لزوجته وازدات كمية المياه المترشحة.
6. الهواء والغازات: كلما زادت كمية الهواء او الغازات داخل مسامات التربة قلت كمية المياه المترشحة.
7. نوعية المياه المترشحة: كلما كانت المياه المترشحة خالية من الايونات الذائبة زادت قابليتها على الترشيح داخل التربة.

أجهزة قياس الرشح

1. أسطوانة الرشح المزدوجة Double ring infiltrometer

الجهاز عبارة عن اسطوانتين تختلف أقطارها وتتراوح عادةً من
(20) سم إلى (50) سم وتكون معدنية عادةً حادة الحواف وذلك كي لا تحدث
أضراراً كبيرة عند إدخالها في التربة. تضغط الاسطوانتان في التربة بحدود
(10) سم ويبقى جزء من حافة الاسطوانتين خارج التربة ولا بد أن تكون عملية دفع الاسطوانات داخل التربة دقيقة وهادئة لتجنب تشويه التربة ويضاف الماء داخل الاسطوانة الداخلية وتستمر العملية بهدف المحافظة على سطح الماء ثابتاً، ولتلافي انتشار المياه في قاع الاسطوانة أُفقياً تغذى الاسطوانة الخارجية بالمياه أيضاً، ولا بد من المحافظة على مستوى المياه في الاسطوانتين بشكل متساو تقريباً. تجرى عدة تجارب في المنطقة المراد معرفة معدل الرشح فيها ويؤخذ المعدل العام الذي يفترض أن يمثل مقدار المياه المترشحة في المنطقة المدروسة عند هطول الأمطار عليها.

رطوبة التربة Soil Moisture

ان رطوبة التربة لها علاقة كبيرة بنسجة التربة، وان عملية الغيض لها علاقة مباشرة بنسجة التربة وسعة المياه.

عوامل تكوين التربة

المناخ – الميل – النشاط الحيوي – مادة الام - الزمن

أنواع القوى المؤثرة على حركة المياه داخل التربة

1. **قوى الجذب الجزيئي** Molecular Forces: يتكون غشاء رقيق من الماء يكون سمكه بحدود (10) الي (20) جزيء من الماء حول دقائق التربة نتيجة قوى الجذب الجزئي والذي يسمى Hygroscopic water.

2. **قوى الشد الشعري** Capillary Forces:نتيجة لاختلاف لدقائق المكونة للتربة والمتكونة من تجوية وتعرية الصخور المختلفة يلاحظ وجود فراغات ومسامات صغيرة وكبيرة بين أجزائها وبغض النظر عن حجم جزيئات التربة أو الفراغات نجد أن قسما من المياه المتغلغلة داخل التربة تتأثر بعمليات الشد السطحي وتتحرك المياه خلال الأنابيب الدقيقة الموجودة خلال جزيئات التربة باتجاه سطح الأرض أي إلى الأعلى بعكس قوى الجذب الأرضي، ويعتمد ارتفاع المياه في هذه الأنابيب الشعرية على قطر هذه الأنابيب.

3. **قوى الجاذبية الأرضية** Gravitational Forces: المياه الفائضة في التربة والمقصود بذلك بعد أن تأخذ التربة الجافة ما تحتاجه من المياه الغشائية (Hygroscopic water) ومياه الأنابيب الشعرية فإن ما يزيد من مياه سيكون تحت تأثيرة الجذب الأرضي، وتتحرك هذه المياه إلى الأسفل محاولة الوصول إلى خزانات المياه الجوفية بتأثير الجاذبية الأرضية، وعليه تعرف هذه المياه بالجذبية (gravitational water) وتتحرك هذه المياه بحرية داخل الفراغات الكبيرة.

السعة الحقلية Field Capacity

يمكن تعريف السعة الحقلية بأنها أكبر نسبة مئوية للمياه، أو أكبرنسبة للرطوبة التي تحتفظ بها التربة بعد صرف المياه الزائدة.

الذبول الدائم Wilting Point

تعرف درجة الذبول بأنها أقل كمية من المياه، أو أقل نسبة رطوبة تصل إليها التربة وتمثل الحد الأدنى للمياه الموجودة في التربة إذا انخفضت عنها كمية المياه تبدأ النباتات بالذبول.

المياه المتاحة Available water

المياه المتاحة هي المياه التي يمكن استغلالها والموجودة في التربة، وتمثل السعة الحقلية حدها الأعلى ودرجة الذبول تمثل حدها الأدنى، وتتغذى النباتات على هذا المياه بصورة رئيسة وتفقد التربة قسماً من هذه المياه بواسطة عمليات التبخر،

6-4: كيفية حساب مؤشر (دليل) الرشح Φ:

لحساب مؤشر أو دليل الرشح نأخذ مثالاً على ذلك:

هبت عاصفة مطرية على حوض تجميعي فسببت جريان سطحي عمقه 52ملم وقيست قيم شدة المطر أثناء العاصفة، فكانت كما هي في الجدول (3-4) والمطلوب إيجاد دليل الرشح:

جدول (4-3): قياس شدة المطر مع الزمن لعاصفة مطرية:

الزمن (ساعة)	شدة المطر (ملم/ ساعة)
1-0	5
2-1	13
3-2	30
4-3	26
5-4	29
6-5	14
7-6	12

ولتحقيق المطلوب نتبع الخطوات الآتية:

الخطوة الأولى: نجمع العمق التراكمي للمطر (p) من بداية العاصفة إلى نهايتها:

$$P = 5 + 13 + 30 + 26 + 29 + 14 + 12 = 129 \text{ mm}$$

الخطوة الثانية: نطرح عمق الجريان السطحي (R) من قيمة (P) العمق التراكمي للمطر حيث إن قيمة (R) معطاة وتساوي (52) ملم:

$$F = P - R \quad = 129 - 52 \quad = 77 \text{ mm} \tag{8-4}$$

الخطوة الثالثة: نحسب مؤشر الرشح Φ:

$$\Phi = \frac{P - R}{t} \quad = \frac{77}{7} = 11 \quad \text{mm/hour} \tag{9-4}$$

الخطوة الرابعة: نقارن قيمة Φ مع قيم شدة المطر لكل ساعة من مدة العاصفة المطرية، فنجد أنه في الساعة الأولى كانت قيمة شدة المطر أقل من قيمة Φ.

$$i < \Phi \qquad o < t < l$$

فلذلك لا تأخذ الساعة الأولى ضمن الحسابات، أما المدة المتبقية من العاصفة المطرية ($l < t < 6$) فقيمة المطر أكبر أو تساوي Φ $l < t < 6$ فلذلك تدخل هذه الساعات الستة في الحساب لإيجاد قيمة Φ وبناء عليه فإن:

$$P = 129 - 5 = 124 \text{ mm}$$

$$R = 52 \text{ mm}$$

$$F = 124 - 52$$

إذن

$$= 72 \text{ mm}$$

$$\Phi = \frac{F}{t} = \frac{72}{6} = 12 \text{ mm/hour}$$

الخطوة الخامسة: نعيد مقارنة قيمة Φ الجديدة مع قيمة (i) في كل ساعة من الساعات الستة للعاصفة المطرية وسنجد إن قيمة شدة المطر (i) هي أكبر أو تساوي Φ وعليه فإن حساب Φ صحيحاً (جدول 4-4).

جدول (4-4) العلاقة بين شدة المطر ودليل الرشح

الزمن (ساعة)	شدة المطر (ملم/ساعة)	Φ (ملم/ ساعة)	المطر الفائض (ملم/ساعة)
1-0	5	12	-
2-1	13	12	1
3-2	30	12	18
4-3	26	12	14
5-4	29	12	17
6-5	14	12	2
7-6	12	12	-

التبخر Evaporation

يطلق التبخر على عملية تحول الماء من الحالة السائلة إلى الغازية، وتعتمد هذه العملية على كمية الطاقة اللازمة لتحويل قطرات الماء السائلة إلى بخار ماء، ومن هذا المنطلق فإن عملية التبخر تقلل من حرارة جسم الماء التي تتحول جزيئاته إلى قطرات بخار، أما الطاقة اللازمة للقيام بعملية التبخر فمصدرها الرئيس الطاقة الشمسية، وتليها في الأهمية مصادر أخرى تتمثل بالحرارة المخزونة في المياه وحرارة الكتلة الأرضية والحرارة التي تجلبها الرياح. تحدث عملية التبخر بصورة مباشرة من المسطحات المائية كالبحيرات والأنهار والخزانات إلى الهواء، ويكون من السهل نسبياً قياس كميات المياه المتبخرة بهذه الطريقة وتدعى بالتبخر Evaporationوقد تكون عملية التبخر غير مباشرة أي بواسطة عملية النتح Transpirationمن النباتات، وقد يطلق على هذه العملية تبخر نتح Evapotranspirationوالمقصود كمية المياه المفقودة بعملية التبخر من الأرض والنباتات، حيث يشمل هذا المصطلح كمية المياه المفقودة بواسطة عمليات التبخر نتيجة الاعتراض المباشر للهواطل، وكذلك المياه المفقودة بعملية النتح من النباتات.

ميكانيكية التبخر

كتلة أي جسم تحتوي على جزيئات تتحرك بشكل مستمر وباتجاهات وسرعات مختلفة، واعتماداً على سرعات الجزيئات تتحدد حرارة هذه الكتلة والجزيئات المنفردة داخل الكتلة تنجنب فيما بينها اعتماداً على قوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلة الجزيئين المنجذبين، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما. ويفترض أن تتوقف حركة كافة الكتلة عند درجة الصفر المطلق وتخضع جزيئات الماء إلى الحقيقة نفسها أعلاه، وتزداد حركة جزيئات الماء كلما زادت درجة حرارة الماء، وتكتسب جزيئاته طاقة اكبر تساعدها على ترك سطح الماء الى الهواء، حيث تزداد سرعة هذه الجزيئات أي تقل لزوجة الماء مما يساعد على اضعاف قوى الجذب بين جزيئات الماء.

الطريقة المشتركة لبنمان Penmen combination methods

الطريقة المشتركة لبنمان:

Penmen combination Method:

اعتمد بنمان عام (1948) بعض القوانين الفيزيائية، و أدخل بعض الثوابت على القراءات التي أجراها ميدانياً من خلال دراسته للمتغيرات المناخية حيث جمع بين طريقة موازنة الطاقة وانتقال الكتلة وتوصل إلى المعادلات الآتية:

إذا أخذنا طريقة موازنة الطاقة بشكل بسيط تكون:

$$H = E + Q$$

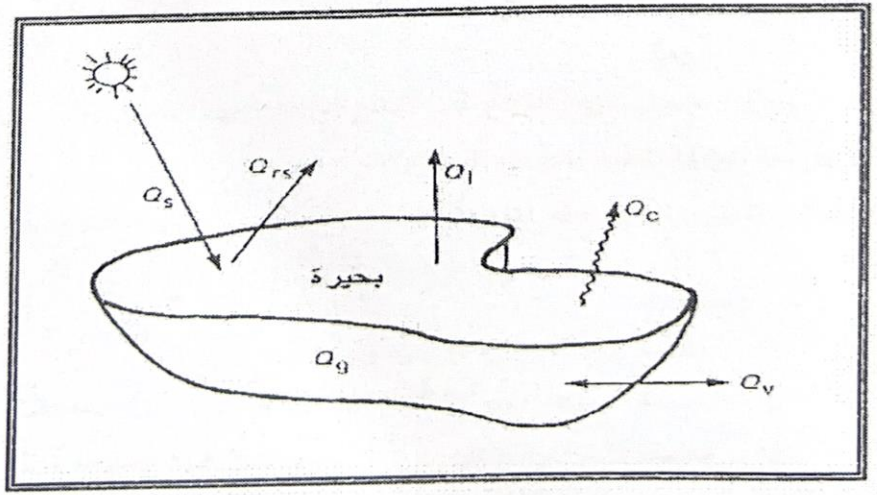
حيث إن:

H: الطاقة المتاحة.

E: الطاقة اللازمة للتبخر.

Q: الطاقة اللازمة لتسخين الهواء.

شكل (5-5): قياس ميزانية الطاقة



يمكن إيجاد قيم (E ، Q) بواسطة انتقال الطاقة كما يلي:

$$E = C(e_s - e_a)$$

وكذلك:

$$Q = \gamma\, c_1(u)\,(T_s - T_a)$$

حيث إن:

γ : معامل هيكرو متري = (0.27 ملم زئبق/ درجة فهرنايت).

T_a: حرارة الهواء.

C_1: وعادةً يكون (C_1) يساوي الثابت (C).

Ts: درجة حرارة المسطح المائي.

وإذا استخدمنا معادلة نقل الطاقة على أساس الرطوبة في الهواء نحصل على:

$$Ea = C(e_a - e_d)$$

حيث إن:

e_a: ضغط بخار الماء عند درجة حرارة الهواء (T_a).

e_d: ضغط بخار الماء في الهواء عند الإشباع (عند نقطة الندى).

e_a-e_d: نقص الإشباع.

ويرهن بنمان أن التبخر يكون:

$$E = \left(\frac{\Delta}{\gamma} H + E_a\right) / \left(\frac{\Delta}{\gamma} + 1\right)$$

حيث إن:

Δ : ميل الخط الذي يمثل العلاقة بين ضغط بخار الماء المشبع مع الحرارة.

γ : ثابت.

H : كمية الطاقة المتاحة ويمكن قياسها من قيم R_i الأشعة المستلمة و R_o الأشعة المنعكسة إلى الفضاء بواسطة قياس أشعة الشمس والحرارة والرطوبة كما يلي:

$$H = R_i(1 - r) - R_o$$

حيث إن:

r: ثابت البيدو = (0.05) للمسطحات المائية.

كما أن (R_1) و (R_a) (الأشعة الشمسية التي تعتمد على الموقع والفصل) مترابطة وتعتمد على العلاقة بين (n/N) وهي قياس أطول وقت لساعات السطوع الشمسي وعلى الشكل الآتي:

$$R_1(1-r) = 0.95 R_a f_s (n/N)$$

n/N: معامل السحب أو الغيوم.

ويحسب (R_o) عن معادلة (21-5) كما يلي:

$$R_o = \sigma T_a^4 (0.56 - 0.09\sqrt{ed})(0.10 + 0.90\, n/N)$$

حيث إن:

σT_a^4: الإشعاع النظري من السطوح السوداء في درجة حرارة T_a.

وحسبت قيمة(E_a) بالتجربة ووجدت:

$$E_a = 0.35(0.5 + u_2/100)(e_a - e_d)$$

واستناداً إلى المعادلات أعلاه نحتاج إلى قياس الأمور الآتية لتطبيق المعادلات:

1. (T_a): معدل حرارة الهواء لمدة تتراوح بين (7-10) ايام أو شهر (درجة فهرنهايت أو مئوي).
2. (e_d): معدل ضغط البخار للفترة نفسها في (1) أعلاه بالملميتر زئبق.
3. (n): عدد ساعات شروق الشمس للفترة نفسها من (1) أعلاه (ساعة/يوم).
4. (u_2): معدل سرعة الرياح على ارتفاع (2) متر فوق السطح (ميل / يوم).

الهواطل Precipitation

الهواطل تمثل الأشكال المختلفة للمياه التي تصل الأرض من الجو كالمطر والثلج والندى، والهواطل عنصر مهم في دورة المياه في الطبيعة فهي التي تحدد كمية المياه التي تجرى في الأنهار وتدخل كمية من مياه الهواطل إلى باطن الأرض لتغذي خزانات المياه الجوفية، ويتغير مكان هطول الهواطل وزمانها على سطح الأرض، مما يحدد الملامح الرئيسة للوضع المائي في الأماكن المختلفة، فعلى أساس هذه التغيرات تصنف بعض الأماكن بالجافة لندرة الهواطل فيها، وأخرى بالرطبة لكثرة هطول الهواطل فيها، وإذا ازدادت كمية الهواطل في مكان ما أكثر من الحد الاعتيادي فتسبب الفيضان)

أشكال الهواطل Forms of Precipitations :

1. المطر Rain

يقصد بالمطر نوع من أنواع الهواطل التي تكون المياه الساقطة على شكل قطرات يتراوح حجمها بين (0.5) إلى (6)ملم (وتصنف الأمطار استناداً إلى شدتها إلى أمطار خفيفة أقل من 2.5ملم /ساعة (ومتوسطة 2.5-7.5)ملم /ساعة) وكثيفة أكثر من 7.5ملم /ساعة.

2الثلج والجليد Snow and Ice :

يتكون من بلورات من الماء المتجمد وله القابلية على خزن الماء حيث تتراوح كثافته من (0.005)غم /سم إذا كان حديث السقوط إلى (06)غم /سم 3إذا كان مضغوطاً، ولهذا السبب لا بد من أخذ عينات الثلج على أعماق مختلفة لكي تكون ممثلة لكافة السمك المدروس.

3. الرذاذ Drizzle

يمثل الرذاذ قطرات صغيرة من المياه تكون أقل من (0.5)ملم وبشده أقل من (1)ملم /ساعة ونتيجة لصغر حجمها تكون معلقة أو عائمة في الهواء.