مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية ـ المجلد ١٣ ( العدد ٤) ١٤١٢هـ ـ ١٩٩١ م

# فعالية الصرف الزراعي في الأتربة الثقيلة

د. علي كنجو
مدرس في كلية الزراعة
جامعة تشرين

أظهرت النتائج أن الفترة الصرفية تتميز بوجود مرحلتين أساسيتين : مرحلة تصرف شبكة الصرف أثناء سقوط المطر وفيها تكون قيمة تصرف الشبكة عالية وخاصة بالنسبة للتربة الطينية .

إن الأفق السطحي هو المسؤول عن نقل الماء الساقط مباشرة على التربة باتجاه خندق الصرف ومنها إلى أنابيب الصرف لإظهار التصرف الحرج .

أما مرحلة تصرف شبكة الصرف بعد توقف سقوط المطر بشكل نهائي ، فإن قيمة تصرف الشبكة تكون منخفضة وخاصة بالنسبة للتربة الطينية . وهو ناتج عن نفاذية جزء من ماء المطر الساقط على سطح التربة وتشكل الماء الأرضي المؤقت . إن هذا التصرف ذو أهمية كبيرة جداً بالنسبة للعمليات الزراعية لأنه يبقى فترة طويلة من الزمن ، ولذلك يعتبر الأساس في حساب المسافة بين أنابيب الصرف .

## ١ـ مقدمة :

تؤدي زيادة كمية الماء في التربة إلى انخفاض في الإنتاج ، وهذا الانخفاض يعود لسببين التاليين :

١ـ اختناق جذور النباتات وبالتالي عدم قدرتها على النمو والتطور .

٢ـ صعوبة القيام بالعمليات الزراعية المطلوبة .

إن الصرف الزراعي قد تطور بشكل سريع خلال الفترة الأخيرة وحيث إن المساحة المصروفة في العالم بلغت ١٢٥ مليون هكتار في عام ١٩٥٨ ، بينما هذه المساحة أصبحت ٢٧٠ مليون هكتار في عام ١٩٨٤ ، ( FAVROT, 1984 ) .

تعود زيادة الماء في التربة بشكل رئيسي إلى تجمع مياه الأمطار الساقطة مباشرة على الأرض . إن هذه المياه تنفذ عبر الطبقات ذات النفاذية الجيدة حتى تصل الى طبقة شبه كتيمة ، حيث تتراكم وتؤدي إلى تشكل مايسمى بمنسوب الماء الأرضي المتغير . والأتربة التابعة لهذا النوع من أنواع زيادة الماء تسمى بمجموعة البسيدوجلي والأتربة الثقيلة ( الطينية ) تنضم إلى هذه المجموعة .

يتلخص الهدف الرئيسي لهذه الدراسة بتقديم لمحة سريعة عن فعالية شبكة الصرف الزراعي في تربتين تابعتين لصف الأتربة المائية ، بعد تقديم لمحة سريعة

عن وضع المشروع الصرفي وصفات التربتين المدروستين . ستكون الدراسة متضمنة الفقرات التالية :

١- فعالية الصرف الزراعي من الناحية الهيدرولوجية / حسب الطريقة التراكمية /.

٢- فعالية الصرف الزراعي من الناحية الهيدروليكية وذلك حسب النقاط التالية :

آ- فعالية الصرف الزراعي أثناء سقوط المطر .

ب- فعالية الصرف الزراعي بعد توقف سقوط المطر .

**٢- التجهيزات التجريبية :**

إن الجدول رقم /١/ يقدم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربتين المدروستين ، بينما الجدول رقم /٢/ يوضح أهم الخصائص والمميزات للمشروع الصرفي .

**٣- النتائج والمناقشة :**

**٣-١- فعالية الصرف الزراعي من الناحية الهيدرولوجية :**

إن هذه الناحية تهتم بشكل رئيسي بنسبة كمية المياه الخارجة من أنابيب الصرف إلى كمية المياه الساقطة على الأرض المصروفة . لقد درست هذه النقطة بطريقة إحصائية وبواسطة الكومبيوتر ولمدة عشر سنوات متتالية (١٩٧١ - ١٩٨٤). إن هذه الطريقة تسمى بالطريقة التراكمية وهي معروفة في الهيدرولوجيا ( OBERLIN, 1971 ) وقد أدت إلى النتائج التالية :

جدول رقم /٢/ : خصائص ومميزات المشروع الصرفي :

١- فترة الدراسة الإحصائية : عشر سنوات متتالية (١٩٧٤-١٩٨٤) .

٢- متوسط كمية المطر الهاطلة سنوياً : ٧١٠ مم .

٣- طبيعة الطبقة الجيولوجية : لياس .

٤- طبيعة الصخر الأم : مارن غضاري

٥- نوع التربة :

آ- تربة طينية ثقيلة .

ب- تربة سلتية طينية مغسولة .

٦- نوع الطين :

مونتموريونيت - مونتموريونيت

٧- المساحة المصروفة : ١٫٨٥ هكتاراً ٢٫٨٣ هكتاراً .

٨- البعد بين أنابيب الصرف : ٨ م ، ١٢م .

٩- نوع أنابيب الصرف وعمقها : أنابيب بلاستيكية ( PVC ) وعلى عمق ٩٠ سم .

١٠- متوسط الميل الطبيعي للتربة : ٠/٠ ٦ ١ ٠/٠ .

١١- قيمة التصرف الذي حسبت على أساسه شبكة الصرف : ١ ليتر / ثا / هكتار ١ ليتر / ثا / هكتار - .

جدول رقم /١/ : الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربتين المدروستين .

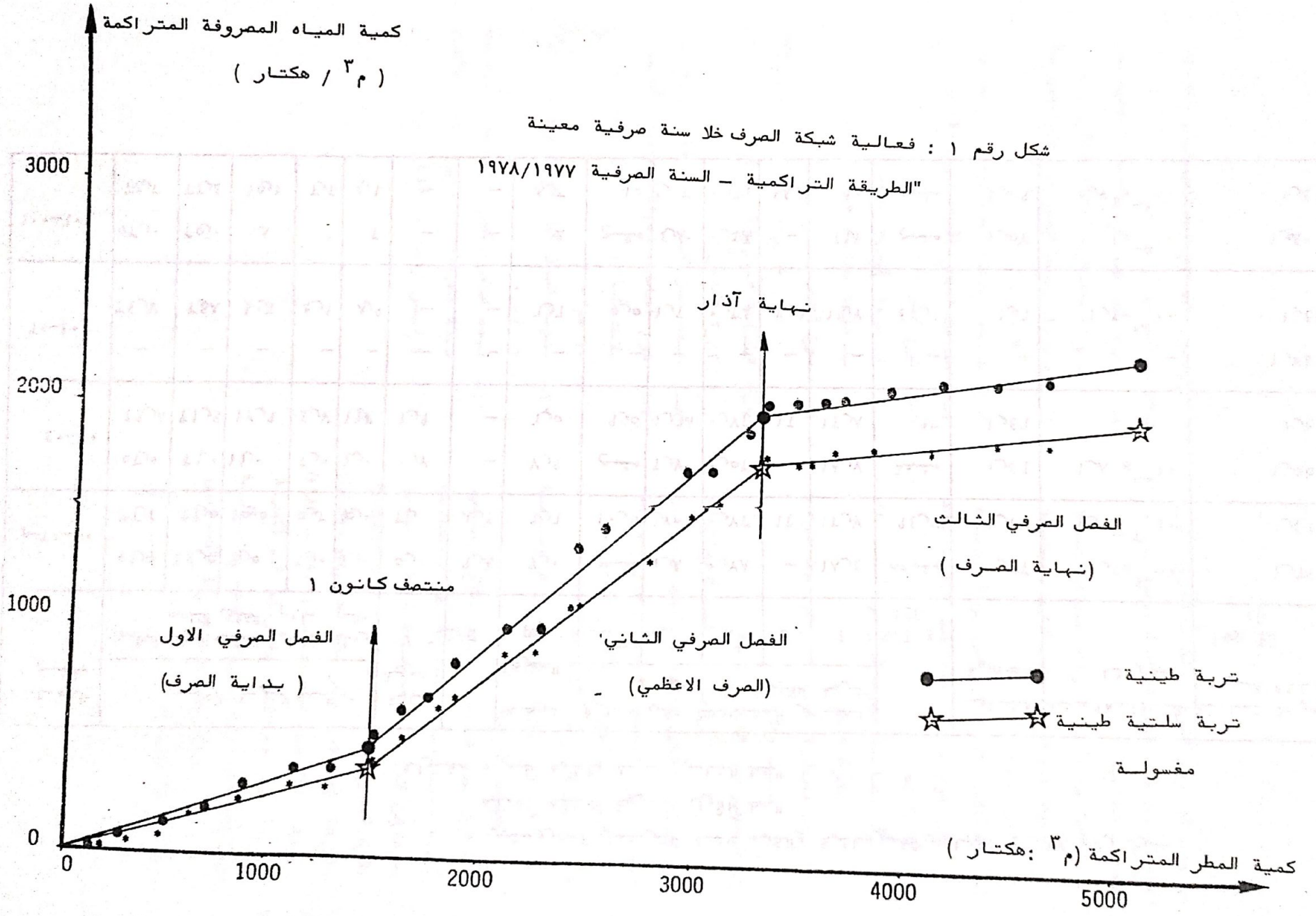
الخط الأول : تربة طينية ثقيلة

الخط الثاني: تربة سلتية طينية مغسولة

| درجة شباتية بناء التربة log IS 10 | الناقلية الماشية سم/ شا | الكثافة الظاهرية | S/T X 100 | العناصر المتبادلة على ١٠٠ غ تربة مقدرة بالمليون ( . ) T | S | $K^{+}$ | $Mg^{++}$ | $Ca^{++}$ | درجة الحموضة pH | C/N | مادة عضوية ٠/٠٠ | تركيب التربة الجيبي ٠/٠ رمل خشن | رمل ناعم | السلت الخشن | السلت الناعم | الطين | العمق بالسم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ر٦٤ | ١ر٢x١٠$^{-٤}$ | ١ر٣٢ | مشبعة | ١٨ر٤ | – | ٠ر٧٨ | ١ر٨ | مشبع | ٧ر٠ | ٩ر٨ | ٥ر٠ | ٢ر٠ | ٣ر٠ | ٩ر٥ | ٢٩ر٥ | ٥١ر٥ | ٠٠–٢٠سم |
| ١ر٤١ | ٣ر٦x١٠$^{-٣}$ | ١ر٤٧ | ٩٤ر٧ | ١٣ر٧ | ١٣ | ٠ر٧٣ | ١ر٧٥ | ١٠ر٥ | ٦ر٦ | ٨ر٢ | ٣ر٠ | ١٥ر٠ | ٥ر٣ | ١٥ر٥ | ٣٢ر٥ | ٣٢ر٢ | |
| ١ر٥٥ | ١ر٨ x١٠$^{-٥}$ | ١ر٤٦ | مشبعة | ١٨ر٧ | – | ٠ر٥٣ | ٢ر٧ | مشبع | ٧ر٩ | – | ٠ر٧ | ١ر٠ | ٢ر٠ | ١١ر٠ | ٣١ر٠ | ٥٣ر٠ | ٢٠–٤٠ |
| ١ر٤٥ | – | ١ر٤٦ | ٩٣ | ١٢ر٨ | ١٢ | ٠ر٧٣ | ١ر٦٨ | ٩ر٥ | ٦ر٥ | – | ١ر٩ | ١٣ر١ | ٤ر٧ | ١٧ر٩ | ٣١ر٩ | ٢٩ر٨ | |
| ١ر٧٤ | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | ٤٠–٦٠ |
| ١ر٤٩ | ١ر٢x١٠$^{-٣}$ | ١ر٦ | ٤٢ر٤ | ١٦ر٧ | ٧ر١ | ٠ر٣٨ | ١ر٢ | ٥ر٥ | ٦ر٦ | – | – | ٨ر٩ | ٤ر١ | ١٠ر٦ | ٣٤٨ | ٣٤ر٧ | |
| ١ر٨٠ | ٢x١٠$^{-٥}$ | ١ر٥٧ | مشبع | ٢١ر٧ | – | ٠ر٤٨ | ٤ر٨ | مشبع | ٨ | – | – | ٢ | ٢ | ٨ | ٣٥ر٠ | ٥٣ر٠ | ٦٠–١٠٠ |
| ١ر٤١ | ٥ر٧ x١٠$^{-٤}$ | ١ر٥٩ | مشبع | ١٨ | ١٨ر٦ | ٠ر٦١ | ٣ر٠٣ | ١٥ | ٨ر٣ | – | – | ٥ر٦ | ٣ر٢ | ١٥ر١ | ٣٣ر٤ | ٣٨ر٣ | |

شكل رقم ١ : فعالية شبكة الصرف خلا سنة صرفية معينة

"الطريقة التراكمية ـ السنة الصرفية ١٩٧٨/١٩٧٧



**٣-١-١-** تحديد فصول الصرف :

من أجل أية سنة صرفية هناك ثلاثة مراحل صرفية متميزة بعضها عن بعض من حيث كمية و استمرارية المياه المصروفة . فمثلاً السنة الصرفية لعام ١٩٧٧/١٩٧٨تتميز بوجود ثلاثة فصول صرفية ( شكل رقم١) :

آ- فصل بداية الصرف : وتكون كمية المياه المصروفة قليلة وتزداد مع الزمن . إن هذه المرحلة تقع بشكل عام خلال فصل الخريف .

ب - فصل الصرف الأعظمي : وتكون كمية المياه المصروفة عالية ومنتظمة . إن هذه المرحلة تقع خلال فصل الشتاء. إن النتائج الإحصائية لتحديد بدء وانتهاء هذه المرحلة أدت إلى النتائج التالية ( الشكل رقم١) :

١- بالنسبة للتربة الطينية : إن بداية هذا الفصل تقع بشكل متوسط خلال الأسبوع الثاني من شهر كانون الأول ، أما نهايته فتقع خلال الأسبوع الثاني من شهر آذار .

٢- بالنسبة للتربة السلتية الطينية المغسولة : إن بداية هذا الفصل تقع خلال الأسبوع الثالث من شهر كانون الأول ، أما نهايته فتقع خلال الأسبوع الثالث من شهر آذار.

ج- فصل نهاية الصرف : حيث تبدأكمية المياه المصروفة بالانخفاض حتى تتوقف نهائياً خلال فصل الصيف .

**٣-١-٢-** مقارنة فعالية شبكتي الصرف :

إن المقارنة ولمدة عشر سنوات متتالية (١٩٧٤-١٩٨٤) بين كمية المطر الساقطة المصروفة ( شكل رقم٢) أدت إلى التطورات التالية ( كنجو ١٩٨٦) :

آ- اختلاف بسيط لمسير الخط البياني ( خط الفعالية ) اعتباراً من عام ١٩٧٧ ، يعود سبب هذا الاختلاف إلى :

١- تأثير الصيف الجاف لعام ١٩٧٦ .

٢- وجود بعض النواقص في المعطيات التجريبية ( الصرفية والمطرية ).

ب - انخفاض واضح في فعالية شبكتي الصرف وخاصة في التربة الطينية اعتباراً من عام ١٩٨٠، ويعود سبب هذا الانخفاض إلى حصاد الذرة الصفراء في وقت غير ملائم ( التربة الطينية )مما أدى إلى تشكل طبقة كتيمة على سطح التربة وبالتالي عدم نفاذيتها للماء بشكل جيد ( كنجو ١٩٨٢).

ج- تحسن بسيط لفعالية شبكتي الصرف اعتباراً من عام ١٩٨٢ ويعود سبب ذلك إلى العوامل التالية :

١- الفلاحات السطحية والعميقة تحت ظروف مناخية جيدة .

٢- تغير نوع المحصول المزروع ( قمح وشعير بدلاً من الذرة الصفراء).

**٣-٢- فعالية الصرف الزراعي من الناحية الهيدروليكية :**

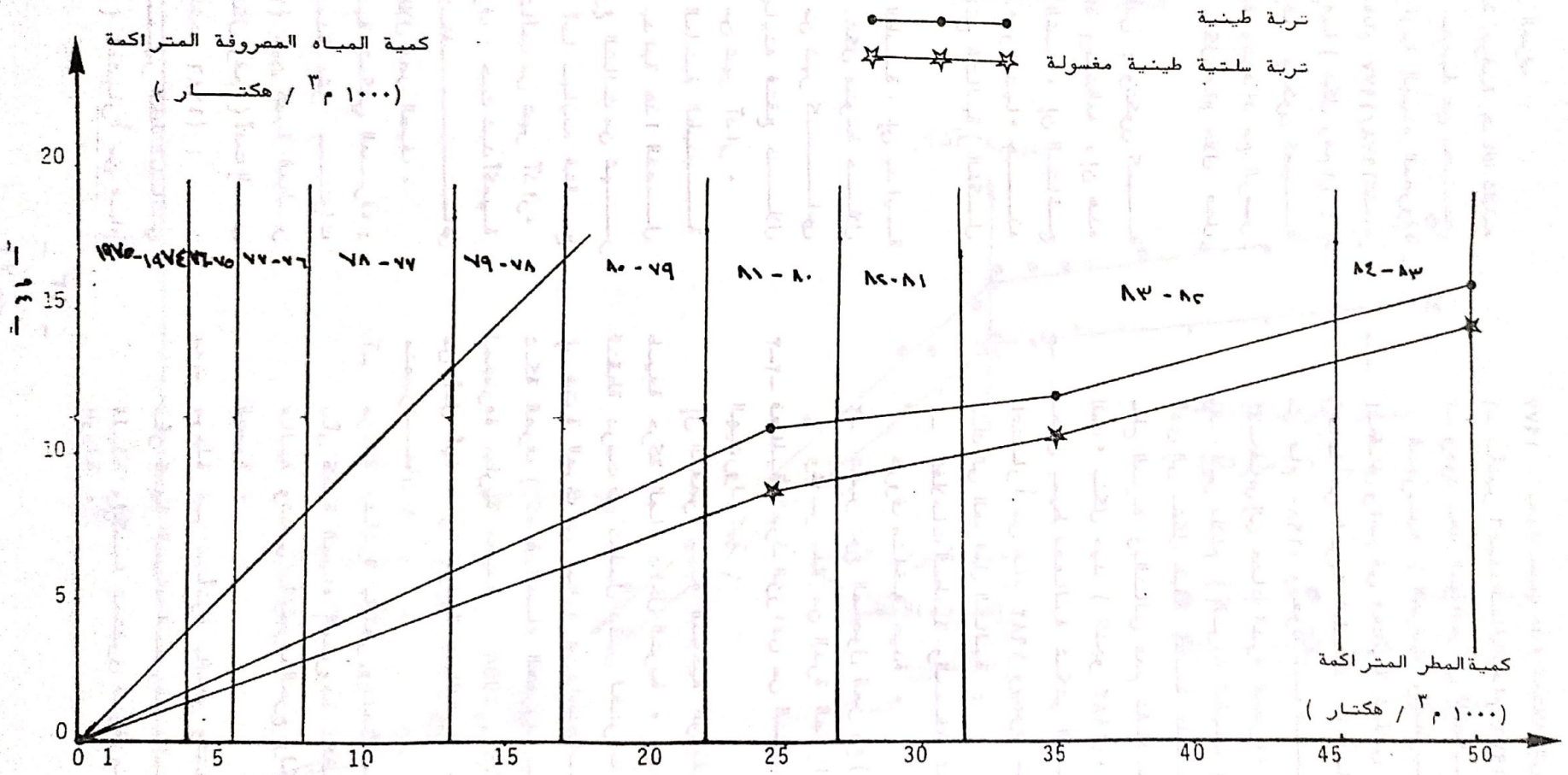
إن المقصود بهذه الناحية هو تفهم طبيعة حركة الماء داخل التربة ، إن هذه النقطة درست في تحليل دقيق لفترات الصرف. إن فترة الصرف هي عبارة عن استجابة شبكة الصرف ( كمية المياه المصروفة ) لمجموعة مطرية معينة ( HERVE , 1984 ) من أجل أية فترة صرفية هناك مرحلتان متميزتان .

آ- مرحلة متأثرة بالمطر.وتتميز بأن كمية المياه المصروفة تكون عالية وتسمى بالتصرف الحرج ولكنها قصيرة .

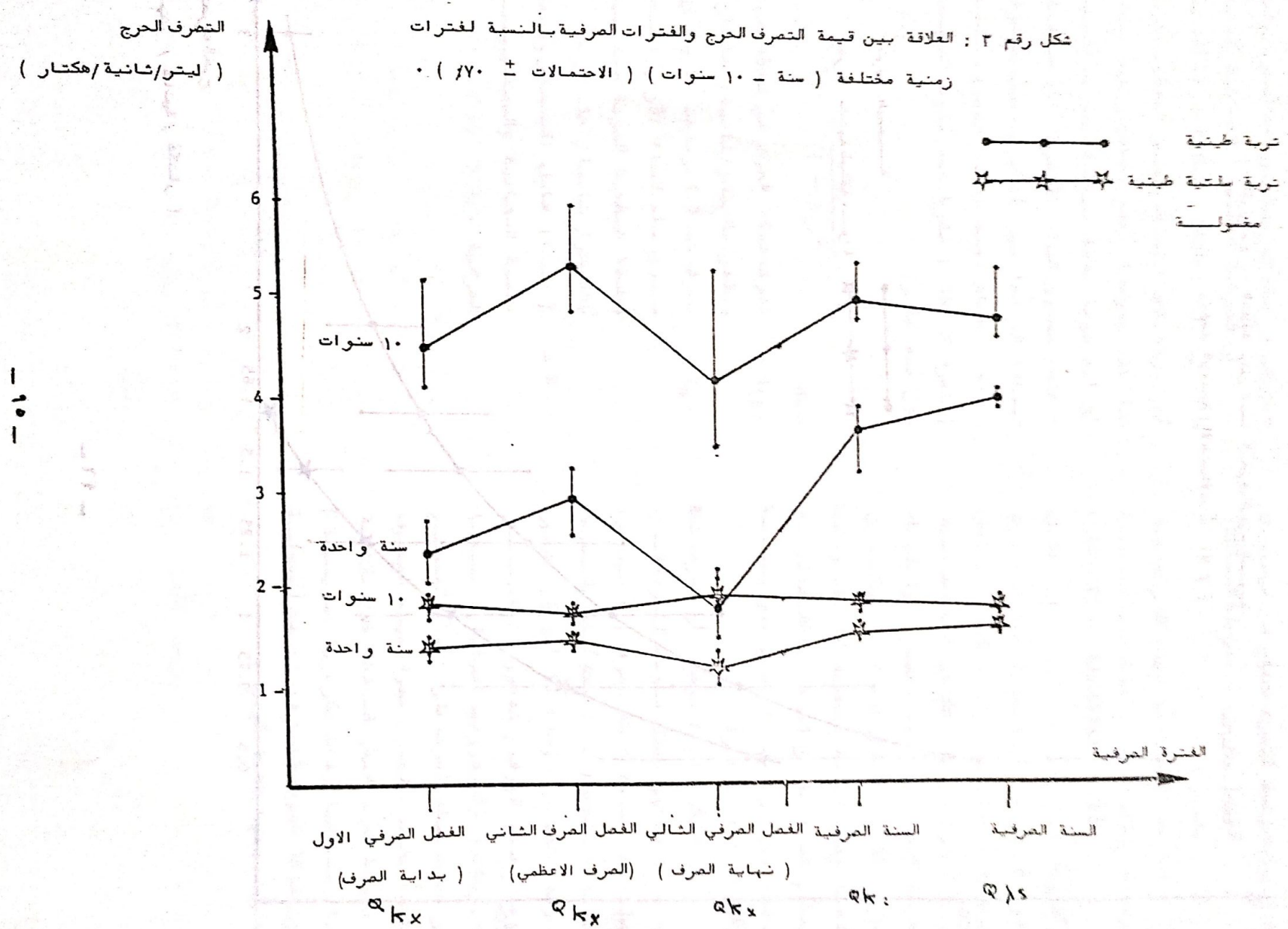
ب - مرحلة غير متأثرة بالمطر وتتميز بأن كمية المياه المصروفة تكون قليلة ولكنها تستغرق فترة زمنية طويلة .

شكل رقم ٢: فعالية شبكتي الصرف خلال عشرة سنوات متتالية

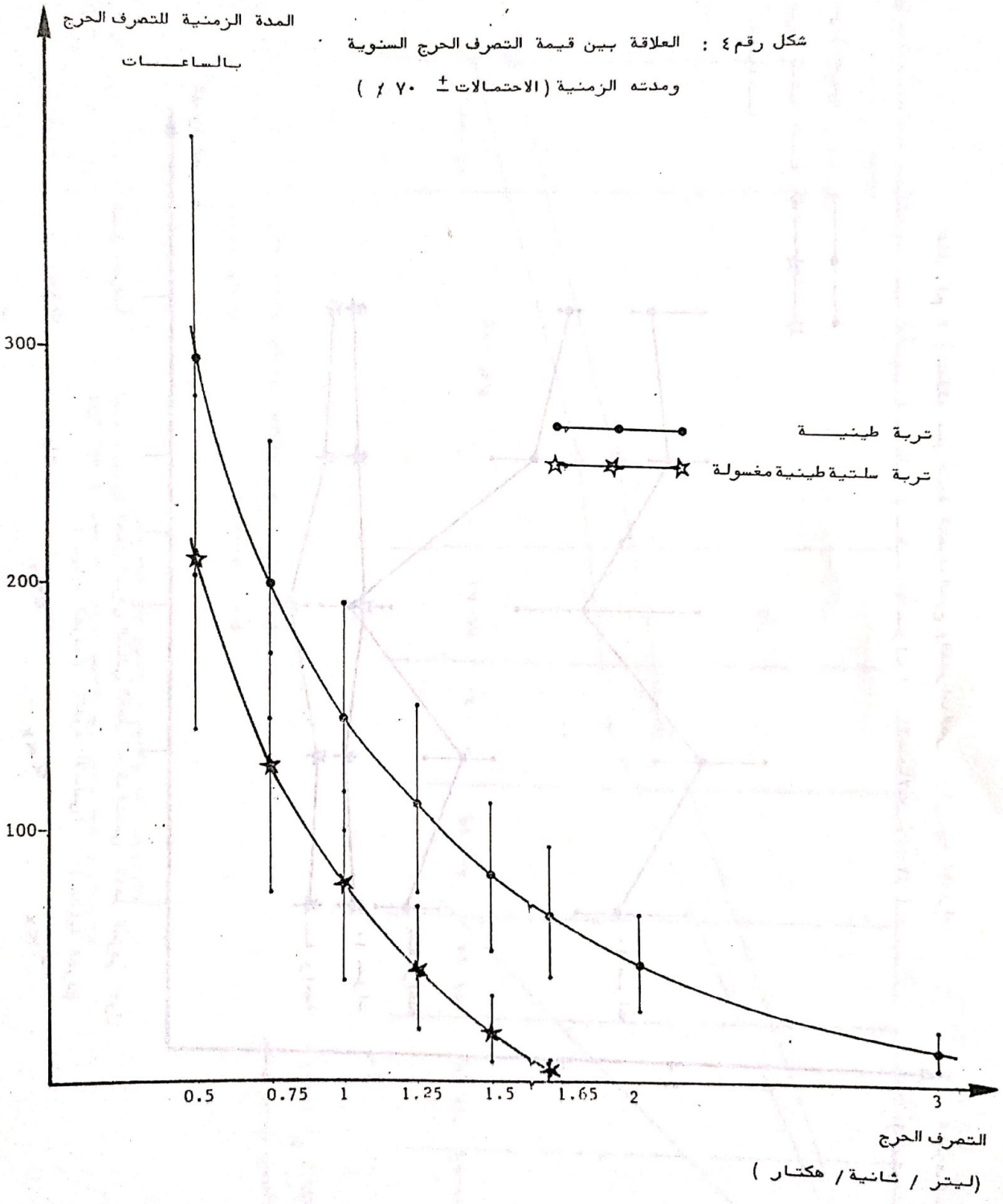
(الطريقة التراكمية ـ الفترة من ١٩٧٤/١٩٨٤ )



شكل رقم ٣ : العلاقة بين قيمة التصرف الحرج والفترات الصرفية بالنسبة لفترات زمنية مختلفة ( سنة ـ ١٠ سنوات ) ( الاحتمالات ± ٧٠٪ ) .



شكل رقم ٤ : العلاقة بين قيمة التصرف الحرج السنوية ومدته الزمنية ( الاحتمالات ± ٧٠ ٪ )



٣-٢-١- دراسة التصرف الحرج من حيث القيمة والزمن ( المرحلة المتأثرة بالمطر ):

الطريقة المستخدمة لهذه الدراسة موجودة بشكل موسع في مقالة (LAURENT el LESAFFRE , 1983) وأطروحة ( Kinjo, 1986 ) . إن الشكل رقم /٣/ يوضح أن قيمة التصرف الحرج مرتفعة وخاصة في التربة الثقيلة ( تصل إلى ٦ ليتر/ ثانية / هكتار ) بالنسبة لقيمة التصرف بعد توقف المطر ، ولذلك فإن حركة الماء خلال هذه الفترة تكون أفقية وضمن الطبقة السطحية للتربة ، وعندما يصطدم الماء بخندق الصرف حيث النفاذية عالية فإن حركة الماء تصبح عمودية باتجاه أنابيب الصرف .

إن الشكل رقم ٤ يوضح أن تصرف شبكة الصرف قد تجاوز بشكل متوسط التصرف الذي حسبت على أساسه شبكة الصرف ( ١ ليتر/ ثانية / هكتار) لمدة ستة أيام بالنسبة للتربة الثقيلة ، وهذا ما أدى إلى تدهور نوعية خندق الصرف ( تدهور الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية ) ، بينما لو حسبت شبكة الصرف على الأساس المتبع حالياً بفرنسا لحساب تصرف شبكة الصرف ( متوسط كمية المطر الساقطة خلال ثلاثة أيام متتالية وذات تكرارية سنوية ) فإن شبكة الصرف كانت قد تعرضت لحمولة مائية مدتها ثلاثة أيام .

٣-٢-٢- دراسة المرحلة غير المتأثرة بالمطر:

إن الدراسة الحقلية الاحصائية التي قام بها ( KINJO, 1986 ) قد أثبتت أن حركة الماء في التربتين المذكورتين خلال هذه المرحلة تخضع لقانون بتلر ، أي أنه توجد علاقة مباشرة بين سرعة انخفاض مستوى الماء الأرضي ( في منتصف المسافة الواقعة بين أنابيب الصرف) وسرعة انخفاض كمية المياه المصروفة ( تصرف الشبكة ) بشرط عدم سقوط المطر خلال هذه الفترة :

$$q_{(t)} = \frac{q_o}{(1 + B_t)^2}$$

حيث :

- $q_{(t)}$ – تصرف شبكة الصرف في لحظة معينة ويقدر بالليتر/ثانية / هكتار .
- $q_o$ – تصرف شبكة الصرف عندما يكون مستوى سطح الماء الأرضي تحت الطبقة السطحية للتربة ويقدر بالليتر/ ثانية / هكتار .
- B – ( بيتا ) عامل الانخفاض ويتعلق بنسبة النفاذية والمسامية الصرفية .

جدول رقم /٣/ : قيمة كل من $B, q_o$ ، $\frac{B}{q_o}$ ، $\frac{K}{\mu}$ في التربتين المدروستين

| نوع التربة | التاريخ | $q_o$ ليتر/ثانية/هكتار | B عامل بيتا | $\frac{B}{q_o}$ | $\frac{K}{\mu}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| تربة ثقيلة (طينية) | تشرين ١٩٧٩ | ٠ر٠٦٩ | ٠ر١٥٥١ | ٠/٠ ٥٩ | ٢١ر١٢ |
| | كانون١/٧٩ | ٠ر١٠٩١ | ٠ر١١٩٤ | ٠ر٣٨٩ | ١٣ر٩٤ |
| | كانون١/٩٧٩ | ٠ر٢٠٧٧ | ٠ر١٣٤٢ | ٠ر٢٩٤ | ١٠ر٥٤ |
| تربة سلتية طينية مغسولة | كانون٢/٩٨١ | ٠ر٤٣٧٥ | ٠ر٠٢٧١ | ٠ر٠٤١ | ٢ر٢٠ |
| | كانون٢/٩٨١ | ٠ر١٣٠٢ | ٠ر٢٦٠ | ٠ر٠٧٢ | ٣ر٨٧ |
| | تموز ٩٨١ | ٠ر١٢١٧ | ٠ر٠٣٩٦ | ٠ر١١٤ | ٦ر١٠ |

بعد الاطلاع على الجدول رقم / ٣ / نستطيع أن نلخص النتائج التالية والمتوافقة مع النتائج التجريبية الأخرى (LESAFFRE,1984, GUYON, 1984 )

١- إن انخفاض قيمة كمية الماء المصروفة خلال هذه المرحلة ($q_o$) يوضح أهمية حركة الماء السطحية بالنسبة لحركة الماء داخل التربة .

٢- إن النسبة بين النفاذية (K) والمسامية الصرفية ($\mu$) تبقى شبه ثابتة خلال الفصل الصرفي الكثيف حيث التربة مشبعة بينما هذه النسبة ترتفع بشكل ملحوظ خلال الفصول الصرفية الأخرى ( بداية ونهاية الصرف ) ، وإن سبب هذا الارتفاع يعود الى أن نفاذية التربة ترتفع بشكل أعلى من ارتفاع المسامية الصرفية . وفي الحقيقة فخارج الفصل الصرفي الكثيف إن درجة الحرارة تبدأ بالارتفاع وبالتالي تؤدي إلى ظهور شقوق في التربة وخاصة في التربة الثقيلة ( الطينية ) مما يؤدي إلى زيادة النفاذية . ومن جهة أخرى فإن الباحثين ( Guyon, 1972 ) ( LESAFFRE, 1984 ) كانا قد أثبتا هذه الفرضية على الأتربة السلتية والأتربة الطينية .

## ٥- خاتمة :

لدى الدراسة الإحصائية للتربتين المذكورتين ولمدة عشر سنوات متتالية ( ١٩٧٤ - ١٩٨٤ ) تبين أن هاتين التربتين متشابهتان من حيث فعالية شبكة الصرف في التربتين المدروستين وأن الاختلاف بينهما يعود إلى العوامل التالية :

١- تركيب وطبيعة التربة .
٢- المسافة الفاصلة بين أنابيب الصرف .
٣- الميل الطبيعي للتربة .

Efficacite du drainape apricol en sol lourd

Les resultats que nous avons obtenus montre que la periode de drainage se caracterije par deux phases bien distinctes: phase de drainage durant la pluie , d'ou le debit du reseau de drainage est tres important et sur lout en sol lourd. l'horizon de surface est le responsable de transfert de l'eau vers la tranchee de drainage et ensuite vos les drains pour donner naissance aux debit, de pointe. Tandis que la deuxieme phase commence apres l'arret de la plaine , d'ou le debit che reseau duraul cette phase est faible et surtout en sol lourd. Il est fonction de la formation d'une nappe temporaire, ce debit est tres important pour les facons cultarales . Pour cela , il est la base pour caleuler l'ecartement entre les draives .

FAVROT, J,C ( 1984) - Compte rendu de la mission aux ETATS - UNIS 12 eme congres des irrigations et de drainage . INRA,Montpellier.

GUYON.G(1966 ) : Considerations sur ehydraulique du drainage des nappes. B.T.G.R N° 79. Ministere de l'Agriculture PP 1 - 115 .

GUYON.G ( 1972 ) Experimentations sur le drainage entreprisses par le CEMAGREF, Bull. tech,d'Information du ministere de l'Agriculture n° 273 - 274 PP. 921 - 946 .

GUYON, G (1981 )- Hydraulique des nappes des sols draines , B.T.G.R N° 127, CEMAGREE,Antony .

GUYON,G ; LESAFFRE,B; Bouye,j-m ; Dumitru , A; MAMCIER , A, (1984 ) Courbes de tarissement du drainage en sols Limoneux Lessives hydromorphes battants peu permecables soumis a un travail du sol profond . XIIeme Conpres International des Irrigations et de drainage .

HERVE , J_J ; LESAFFRE, B ; ALDANONDO , j - j ; LAURENT,F (1984)-Restitution et debits de pointe d'un reseau de drainage en sots limoneux lessives hydromorphes battants peu permeables XII eme congres ICID - Fort - collins, V.S.A .

KINJO, A (1982)- Contribution a l'etude hydrodynamique des sol, lourds lorrains a parti du protocol experimental de drainage de la Bouzule . These de doctorat dingenieur. INPL, Nang .

KINJO,A(1986)-ESSAI de synthese sur le fonctionnement hydraulique et hydrolofique d'un reseau de drainage en sols hydromorphes lorrains. These de doctorat d'etat .INPL,Nancy .

LAURENT, F ; LESAFFRE,B (1983)- Etude statistique des debit, eleves en drainage . Etude de CEMAGREF , Hors serie N°6 .

LESAFFRE,B + NORMAND,m ; VALENCIA, G(1984) -Fonctionnement hydraulique du drainage - taupe en sols argileux lourd de sologne . Wageningen , PP - G

OBERLIN , G (1971) - Generalite sur les exipences et controles de qualite des donnees hydrologiques de base , Note interne , CEMAGREF, Antony .