مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد الثالث - العدد الثالث من ٦٩ الى ٧٩

المحرم ١٤٠١
تشرين الثاني ١٩٨٠

ضغط وكمية الماء في التربة غير المشبعة

الدكتور شوقي سعد
كلية الهندسة

تهدف دراسة قوانين حركة جريان الماء في التربة الى الوصول لرسم المخطط العام الذي يربط كمية الماء مع ضغط الماء في تلك النوع من التربة من جهة ومن جهة اخرى تدفق الماء الذي يقسم في دراسة التربة غير المشبعة الى :

١ ـ التبخر وهو عبارة عن جريان الماء في التربة من الطبقات السفلية نحو الطبقات العلوية من التربة ومنها الى الجو بشكل بخار الماء .

٢ ـ التسرب وهو عبارة عن جريان الماء في التربة من الطبقات العلوية نحو الطبقات السفلية من التربة ومنها الى المياه الجوفية .

١ ـ المقدمـــــــة :

تكون التربة غير المشبعة الطبقة الفاصلة بين سطح الارض وطبقات المياه الجوفية . تعتبر كافة انواع الجريانات في تلك المنطقة معقدة جدا لانه من الصعب تقدير نسبة فراغات التربة المملوءة بالماء ونسبة فراغات التربة المملوءة بالهواء وحساب التحولات المتكررة والمتواصلة لتغيرات تلك النسب مع الزمن .

يساعد القياس المتتابع لكمية وضغط الماء في التربة في اعطاء فكرة عن حركة الماء في التربة غير المشبعة ، اذ يساعد قياس تغيرات كمية الماء مع الزمن في التربة لمعرفة تغيرات حجم الماء الكلي ويساعد قياس تغيرات ضغط الماء مع الزمن في التربة لمعرفة اتجاه سير الماء في المقطع المقيد .

ونتيجة تلك القياسات والدراسات يمكن رسم (اخيرا) المخطط العام الذي يربط كمية الماء وضغط الماء في نوع معين من الترب للمنطقة المعتبرة .

٢ ـ قياس كمية وضغط الماء في التربة :

لقياس كمية وضغط الماء في التربة يجب اختيار طرق سهلة للقاس تعطي ادق النتائج والاقرب الى حقيقة الواقع ويجب الا تكون مخربة للتربة وقابلة للاعادة ولا تؤثر عليها تغيرات الجو من حرارة ورطوبه .

٢ ـ ١ ـ قياس كمية الماء في التربة .

٢ . ١ ـ ١ ـ تعريف كمية الماء في التربة .

تعرف كمية الماء الحجمية في التربة (H_o)

Humidite Volumique

بنسبة حجم الماء الموجود في التربة (V_o) على الحجم الكلي للتربة في واحدة الحجم (V_t) :

$$H_o = V_o / V_t$$

٢ ـ ١ ـ ٢ ـ طرق قياس كمية الماء في التربة :

يتم قياس كمية الماء في التربة بعدة طرق نذكر منها :

آ ـ الطريقة النوترونية :

قياس كمية الماء في التربة كل ١٠سم في اعماق التربة بشكل متتابع وبمسافات متساوية طريقة سهلة دقيقة حساسة وغير مخربة للتربة . ويتم تلك القياس بواسطة الجهاز النوتروني :

humidimetre à Sonde à Neutrons

ب ـ الطريقة الوزنية :

قياس كمية الماء في التربة قبل وبعد مرورها بالفرن ذات حرارة ١٠٥ درجة مئوية طريقة من افضل الطرق دقة ولكنها ليست قابلة للاعادة ومخربة للتربة .

Methode Gravimetrique

٢ ـ ٢ ـ ضغط الماء في التربة

٢ ـ ٢ ـ ١ تعريف ضغط الماء في التربة

يخضع الماء في التربة الى الضغوط التالية :

آـ الضغط الاوسموزي (P_o) وسببه وجود المواد المنحلة في التربة .

Potentiel Osmotique

ب ـ الضغط الباسكالي (P_p) وسببه فروق الضغط في العنصر حسب اتجاه محور القياس (عدم تجانس الضغوط في كافة الاتجاهات) .

Potentiel Pascalien

حـ ـ الضغط النيوتوني (P_n) سببه فروق الضغط بين نقطتين على مستويين مختلفين .

وبفرض :

(p) كثافة السائل

(G) تسارع الثقالة

(Z) الفرق بين منسوبي النقطتين المعتبرتين .

فالضغط النيوتوبي يساوي الى Potentiel Newtonien

$$P_n = p.G.Z$$

د ـ الضغط الماتريسي (P_m) وسببه القوى اللازمة لنقل وحدة وزن السائل الى الحالة الحرة ويعتبر الضغط الماتريسي سالبا في الترب غير المشبعة .

وبفرض :

(H) ارتفاع الماء الاعظمي للصعود الشعري ويسمى بالضغط المماثل الشعري .

فالضغط الماتريسي يساوي الى : Potentiel Matriciel

$$P_m = p.G.h$$

هـ ـ ويفرض الجريان متساو بدرجة الحرارة والسائل عبارة عن ماء نظيف والوسط متجانس الشكل . فان الضغط الكلي (P_t) في التربة يساوي الى مجموع الضغط الماتريسي والضغط النيوتوني

$$P_t = p.G.H_t = P.G.(h-Z)$$

حيث :

(H_t) الارتفاع الهيدروكيلي الكلي Charge Hydraulique Totole

ومنه : $H_t = h - Z$

يكون الضغط المسامي مرتفعا في الاراضي الرطبة ومنخفض في الاراضي الجافة . ينتقل الماء في المناطق ذات الضغوط العالية الى المناطق ذات الضغوط المنخفضة .

٢ ـ ٢ ـ ٢ ـ قياس ضغط الماء في التربة :

يتم قياس ضغط الماء في التربة بالطرق التالية :

آ ـ طريقة الضغط المتري : La Méthode Tensiometrique

وهي طريقة تستعمل في الحقل لقياس ضغط الماء في التربة . مميزاتها انها سهلة الاستعمال دقيقة وتعطي فكرة صحيحة عن كيفية انتقال الماء في التربة . تقيس ضغوطا من /٠/ حتى / ٧٠٠ ـ / ميلليبار .

ب ـ طريقة ريشارد La Methode de Richards

وهي طريقة مخبرية تستعمل لقياس ضغط الماء بين / ٣٠٠ ـ / و / ١٦٠٠٠٠ ـ / ميلليبار .

حـ ـ طريقة الرطوبة La Methode de L'hygroscopicite'

وهي طريقة تستعمل في المخبر لقياس الضغوط العالية في التربة وتقيس ابتداء من / ١٦٠٠٠ ـ / ميللبار وما دون .

٢ ـ ٣ ـ القوانين العامة لجريان الماء في التربة :

٢ ـ ٣ ـ ١ ـ معادلة الاستمرار .

تعبر معادلة الاستمرار على المحافظة على وزن الماء الموجود في عنصر من حجم التربة . وفي حالة جريان سائل غير قابل للانضغاط ـ حالة الماء مثلا وذات اتجاه وحيد نحو الشاقول (Z) تعطى هذه المعادلة كالتالي :

$$\frac{dHo}{dt} = - divq$$

حيث :

(q) التدفق الواحدي

(t) الزمـن

(Ho) الرطوبة الحجمية ـ كمية الماء الحجمية .

٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ المعادلة الدنيـاميكية .

تعبر المعادلة الديناميكية عن العلاقة بين التدفق والضغـط وتسمى عادة بقانون دراسي المعمم Loide Darcy Generalisee وفي حالة جريان وحيد نحـو الشاقول (z) تعطى هذه العلاقة :

$$q = - K (H_v)(\frac{dh}{dz} - 1)$$

حيث :

(H_v) (K) عامل النفوذية الهيدروديناميكي في التربة .

(h) ارتفاع الماء للصعود الشعري ـ الضغط المماثل الشعري .

(Z) منسوب النقطة المعتبرة .

٢ ـ ٣ ـ ٣ ـ معادلة التحول .

نحصل على معادلة التحول ـ التي تسمى ايضا بمعادلـة الجريان ـ يجمع معادلة الاستمرار والمعادلة الديناميكيـة وبالتالي نحصل على :

$$\frac{d H_v}{dt} = \frac{d}{d_z} \quad K(H_v)(\frac{dh}{dz} - 1$$

٢ ـ ٤ ـ التجارب الحقلية والمخبرية .

للحصول على قيم كل من كمية الماء الحجمية (H_v) والضغـط المماثل الشعري للماء في التربة يجب اجراء بعض التجارب الحقلية والمخبرية .

٢ ـ ٤ ـ ١ ـ التجارب الحقلية :

لقد أجريت التجارب في الحقل بواسطة الجهاز النوتروني وبالتالي تم تقدير كمية الماء في التربة كل ١٠ سم من اعماق التربة بشكل متتابع وبمسافات متساوية .

٢ ـ ٤ ـ ٢ ـ التجارب المخبرية :

تمت مقارنة القيم الناتجة عن التجارب الحقلية بمنحنيات ضغط الماء في التربة التي تم التوصل اليها بواسطة طريقة

ريتشارد المخبرية وبالتالي معرفة قيم الضغط المماثل الشعري (h) في كل ١٠ سم من اعماق التربة بشكل متتابع وبمسافات متساوية .

٤ ـ النتائج :

بمعرفة كل من قيمة كمية الماء في التربة (H_V) وضغط الماء الشعري (h) بالقياسات والحسابات المتتابعة والمتكررة في فترات مختلفة من الزمن يمكن تحليل حركة الماء في التربة غير المشبعة ودراسة كيفية الجريان وبالتالي الاستفادة من كل النتائج المختلفة لتطبيقها في المشاريع الهيدروديناميكية ومشاريع الري والصرف .

٤ ـ ١ ـ منحني كمية وضغط الماء في التربة : ($h = f(H_V)$)

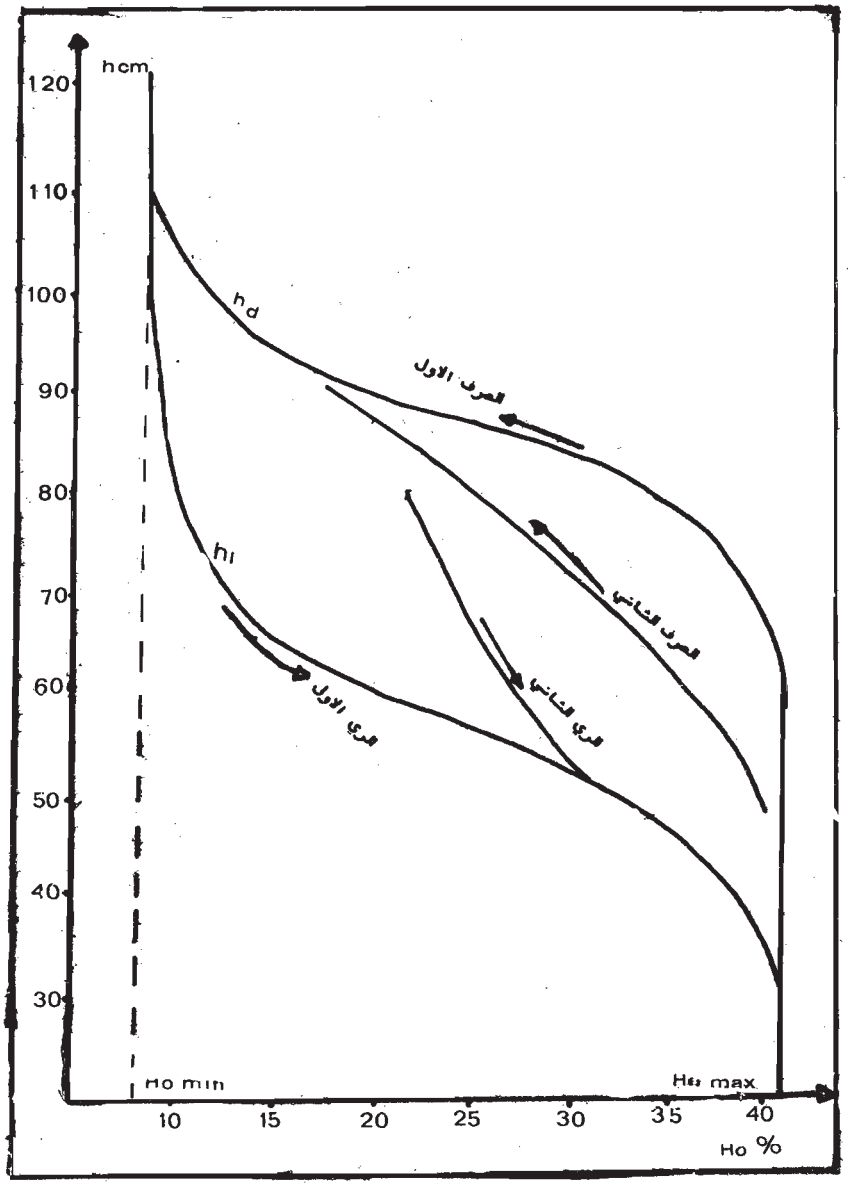
يمكن اعطاء منحني كمية وضغط الماء في التربة اما بحل معادلة التحول او نقطة نقطة بمعرفة كل من (H_V) و (h) وذلك بمعرفة نوع الجريان المعتبر في التربة ـ شكل ـ ١ ـ .

ومن الملاحظ ان منحنيات ($h = f(H_V)$) تختلف بعضها عن بعض حسب نوعية الجريان ـ صرف او ري ـ

اذا اخذنا عنصرا حجميا كمية الماء فيه اعظمية (H_V Max) وخضع الى تجفيف فان هذا العنصر يبدأ بفقدان مائة تدريجيا حتى تصل كمية المياه فيه الى قيمتها الاصغرية (Hv Min) حسب المنحني (h_d) الذي يسمى بالمنحني الحدي للصرف .

ولكن اذا اخضع هذا العنصر الى تشرب للماء من حالته الجافة (Hv Min) الى الحالة الرطبة الاعظمية (Hv Max) فانه يبدأ بالتشرب حسب المنحني (hi) الذي يسمى بالمنحني الحدي للري والذي يختلف عن المنحني (hd)

شكل ـ١ـ منحنيان $h = p\ (H_u)$ كمية وضغط الماء في التربينة .



وكل تطور في الحالة المائية للتربة في نوعية الجريان الري او الصرف غير في الحالتين الحديتين (h_i)و(h_d) يعبر عنها بواسطة منحنيان وسطية للمرور بين تلك المنحنيين ـ شكل ـ ١ ـ .

وتسمى معظم الحالات السابقة بحالات التأثير غير النظامية .

Les Effets de L'Hysteresis .

٤ ـ ٢ ـ اتجاه جريان الماء في التربة .

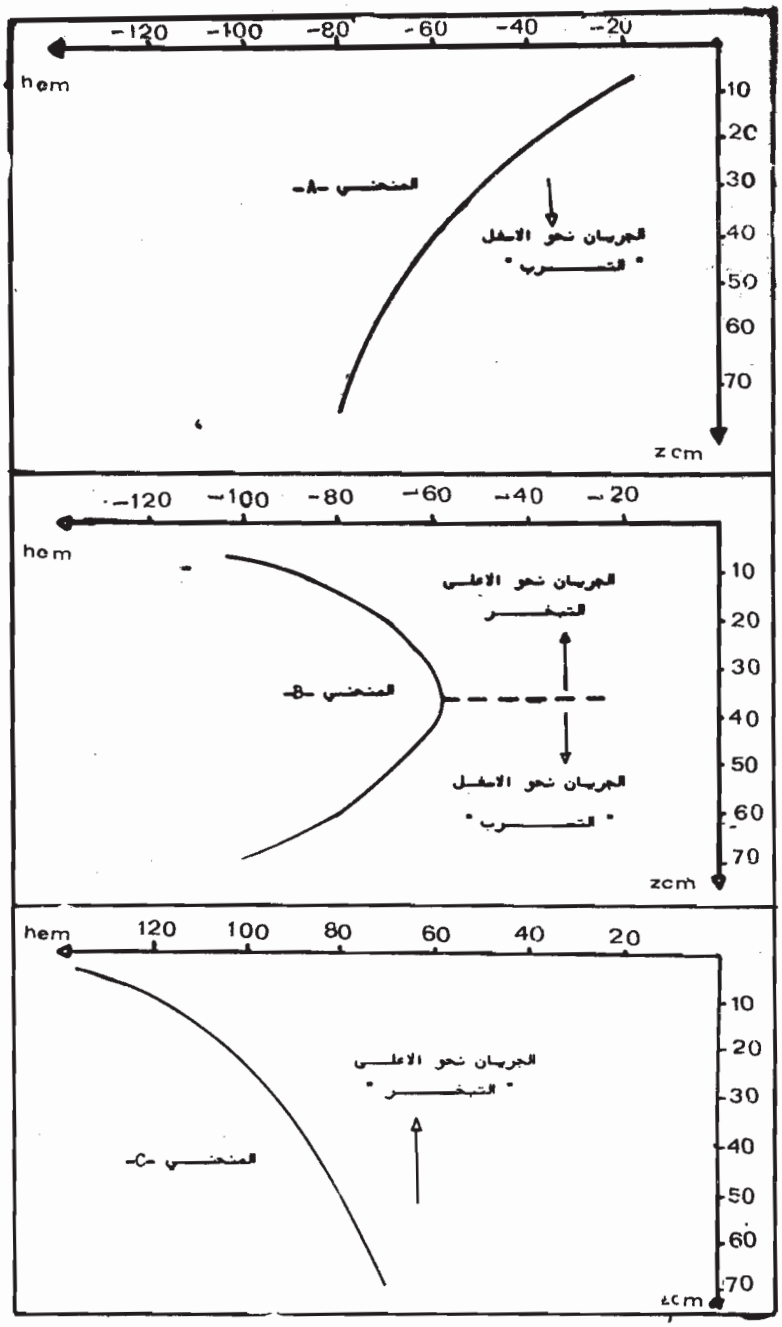
يتم تعيين منسوب عمق التربة الفاصل في حادثتي التبخر والتسرب بواسطة منحنيات ضغط الماء في التربة حسب الاعماق (Z) اي العلاقة : $h = f(z)$. حيث نلاحظ وجود ثلاث انواع من حالات الجريان ضمن التربة كما يبين شكل ـ ٢ ـ :

آ ـ يبين المنحني ـ A ـ ان الماء يتسرب بكامله نحو الاسفل. ويمكن الحصول على تلك الحالة عندما نقوم بري الاراضي بكمية كبيرة من الماء حيث يتسرب بكامله .

ب ـ يبين المنحني ـ B ـ ان التسرب يحدث في اعماق التربة في الطبقات السفلية بينما تخضع الطبقات السطحية الى التبخر .

حـ ـ يبين المنحني ـ C ـ ان الجريان بكامله شاقولي نحو الاعلى اي ان التربة بكاملها خاضعة لحادثة التبخر حيث تكون هذه الحادثة قوية في الطبقات العلوية من التربة وضعيفة في الطبقات السفلية من التربة .

شكل -٢- منحنيان اشكال الجريان ضمن التربة



1 - MASSAD Ch. - 1975 --
Etude experimentale de la Correlation entre Teneur en eau et succion au cours de lévolution hydrologique Naturelle Ou sous L'effet' irrigation de deux Types de sols .
D.E.A. - Mecanique des luides - E.N.S.E.E.I.H.T. Tou louse - France .

2 - MASSAD Ch. - 1979 -
Rolc de L'ex traction racinaire dans les Modalités d'utilisation de l'eau du Sol Par les eulturos Application á l'irrigation - These de Docteur Ingénieur universitc Paul Sabatier Tau louse - France.

3 - MAGRONDJI N. - 1977 -
Etude de l'ecoulemeut En Milieu poreux au - Dessus d'un Seuil Souterrain
These de Docteur Engenieur - Universite Paul Sabatier Taulouse - France .