١ – المحتوى الرطوبي للتربة وطرق قياسها

قياس ماء التربة (رطوبتها)

ان الحاجة لتقدير كمية الماء التي تحتويها تربة معينة تبرز بشكل واضح في مجالات التحري عن التربة والصفات الهيدرولوجية . هناك طرق مباشرة وغير مباشرة لقياس رطوبة التربة ، وهناك عدة طرق يمكن اتباعها للتعبير عنها كمياً ، حيث لاتوجد طريقة متماثلة ومتكاملة لايجاد النتيجة المثلى لتقدير المحتوى الرطوبي (Gardner ، ١٩٦٥) .

رطوبة التربة عادة مايعبر عنها على اساس انها نسبة مجردة من الوحدات ، على اساس انها كتلة الماء الى كتلة التربة الجافة أو على اساس حجم الماء الى الحجم الكلي للتربة ، وهذه النسب تكون عادة مضروبة في الرقم (١٠٠) لكي يعبر عنها كنسبة مئوية سواءا على اساس الكتلة أو الحجم . الان سوف نستعرض بعضا من الطرق بصورة وصفية وبايجاز والتي تكون من اكثر الطرق المتبعة في تقدير المحتوى الرطوبي :

١ – اخذ النموذج وتجفيفه Sampling and Drying

وهي من الطرق التقليدية لقياس المحتوى الرطوبي للتربة على اساس الكتلة وذلك باستخلاص نموذج التربة (بواسطة الاوكر) وتقدير رطوبته بتعيين وزنه الرطب ووزن نموذج التربة الجاف (بعد وضع النموذج في الفرن على درجة حرارة ١٠٥°م لحين ثبوت الوزن) .

الرطوبة الوزنية (كتلة الرطوبة) هي عبارة عن النسبة بين الفقد في الوزن عند التجفيف الى الوزن الجاف لنموذج التربة . عادة مايكون استعمال نسبة كتلة الماء الى التربة ، ويرمز لرطوبة التربة على اساس الكتلة الجافة θ_{ms} ، كتلة رطوبة التربة θ_{mw}

$$\theta_{ms} = \frac{\theta_{mw}}{1 - \theta_{mw}}$$

ويمكن تحويل كل منها الى الحالة الثانية باتباع المعادلات الآتية :

$$\theta_{ms} = \frac{\theta_{mw}}{1 - \theta_{mw}}$$

$$\theta_{mw} = \frac{\theta_{ms}}{1 + \theta_{ms}}$$

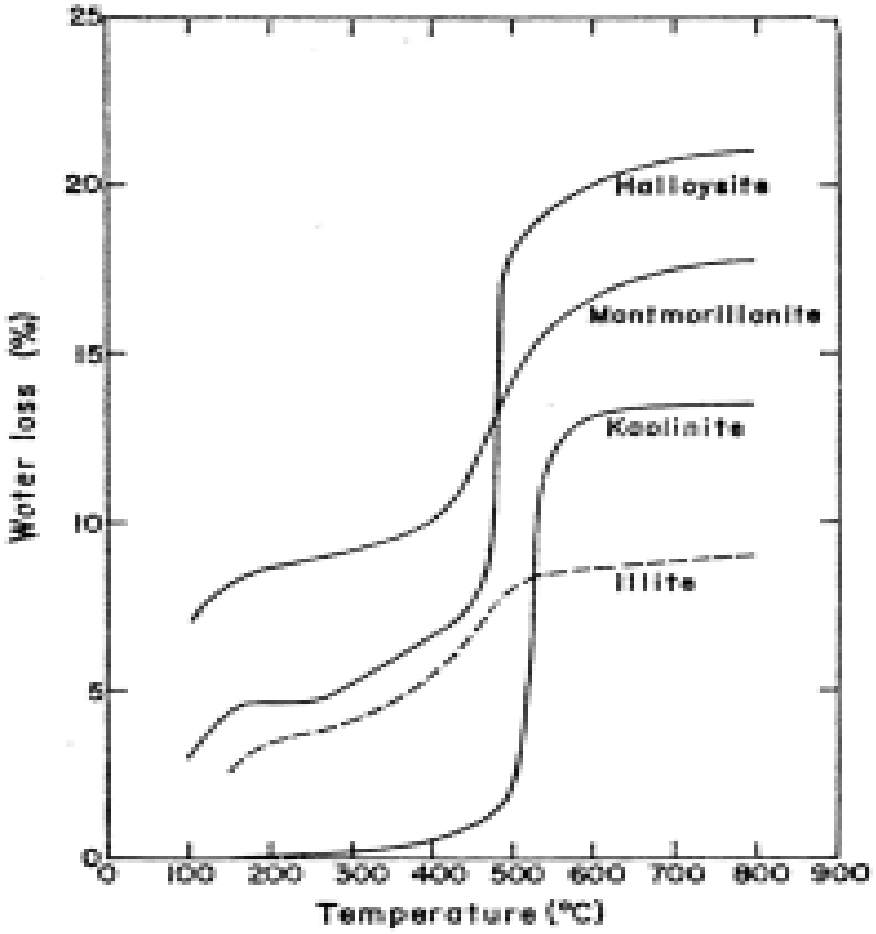
وللحصول على رطوبة التربة على اساس الحجم (θ_v) من الطرق الوزنية ، يجب قياس الكثافة الظاهرية (ρ_b) في نموذج التربة المستقل وباتباع المعادلة

$$\theta_v = \left(\frac{\rho_b}{\rho_w} \right) \theta_{ms}$$

ان قياس الكثافة الظاهرية ، خصوصا في الحقل يكون صعبا ومعرضا لبعض الاخطاء . الطريقة الوزنية نفسها تعتمد على عملية اخذ النموذج ، نقله واعادة وزنه والتي قد تكون معرضة لبعض الاخطاء ، وتكون العملية مجهدة وتحتاج الى وقت ، وبسبب ان فترة ٢٤ ساعة عادة مسموح بها لاكمال التجفيف . الطريقة القياسية باستعمال التجفيف في الفرن تكون ايضا اعتباطية . بعض انواع الطين ربما لاتزال تحتوي على كمية ولو ضيئلة من الماء المدمص حتى عندالتجفيف على ١٠٥°م الشكل (٥-١) . من جهة ثانية بعض المواد العضوية ربما تتاكسد وتتحلل عند هذه الدرجة وعليه فان الفقد في الوزن ربما يكون ناتجاً عن تبخرالماء فضلاعن التغيرفي وزن المادة العضوية .

الاخطاء الناتجة عن استعمال الطريقة الوزنية يمكن اختزالها بواسطة زيادة حجم وعدد النماذج الخاصة بالتربة .

ولهذه الاسباب فان كثير من الباحثين يفضلون الطرق غير المباشرة والتي تسمح في كثير من الاحيان الحصول على قراءات مستمرة لنفس النقطة ، خاصة عند وضع الادوات وتعبيرها لاخذ القراءات بزمن قليل وكذلك لاتحتاج الى جهد كبير.



شكل (٣-١) منحنى اعادة الماء لبعض المعادن الطينية عند الدرجات الحرارية المختلفة . (عن Marshal ، ١٩٦٤).

٢- طريقة التوصيل الكهربائي (المقاومة الكهربائية) Electrical Resistance

المقاومة الكهربائية لحجم معين من التربة لاتعتمد على المحتوى الرطوبي للتربة ، لكنه يعتمد على مكونات التربة ، النسجة وكذلك على تركيز الاملاح الذائبة . من الجهة الثانية المقاومة الكهربائية للاجسام المسامية التي توضع في التربة وتترك لغرض التعادل في المحتوى الرطوبي للتربة يمكن في بعض الاحيان معايرتها مع المحتوى الرطوبي (المائي) ويطلق على هذه الوحدات بقوالب المقاومة الكهربائية ، والتي تحتوي على زوج من الاقطاب المغموسة في الجبسوم (Bouyoucos and Mick ، ١٩٤٠) أو قد يغمس في النايلون أو صوف الزجاج (Colman and Hendrix ، ١٩٤٩).

القوالب المسامية تغمر في التربة وعندها تميل للتعادل مع المحتوى الرطوبي للتربة (جهد الشد) بدلا من المحتوى الرطوبي للتربة مباشرة. الترب المختلفة يمكن ان يكون لها رطوبة مختلفة وهذا تكون علاقة المحتوى الرطوبي مع جهد الشد مختلفة (مثال ذلك الترب الرملية ربما تحتفظ باقل من ٥٪ من رطوبتها عند شد ١٥٠٠ كيلو باسكال ، في حين الترب الطينية تحتفظ بثلاثة أو اربعة اضعاف هذه الكمية عند نفس الشد). وعليه فان معايرة القوالب المسامية قبل الاستعمال يعد من الاسس المفضلة ، خاصة عندما تكون التربة المستعملة لغرض المعايرة مبعثرة ومختلفة البناء عن طبيعة التربة في الحقل. ان تعادل القوالب المسامية مع رطوبة التربة ربما تتاثر بظاهرة الهيستريسيس Hysteresis (التخلف في المحتوى الرطوبي) أو التغير في الاتجاه. ان الصفات الهيدروليكية للقوالب (درجة تلامسها مع التربة) ربما تعترض حصول التعادل بسبب تداخل الزمن وحالة الماء المقاس بواسطة القوالب اضافة لحساسية القوالب.

التوصيل الكهربائي لمعظم القوالب المسامية تكون مستندة طبقا لتغوذية السوائل بدلا من الدقائق الصلبة وعليه ، تعتمد على المذاب الالكتروديي الموجود في السائل فضلا عن المحتوى الحجمي من السائل. تصنع القوالب المسامية من المواد الخاملة مثل صوف الزجاج والتي تكون ذات حساسية عالية لاي تغيرات صغيرة في ملوحة التربة لمحلول التربة من جهة ثانية ، القوالب المصنوعة من الجبسوم(Plaster of Paris)تحتوي على تركيز الكتروديي ثابت ، وعند مقارنته مع القوالب المشبعة بكبريتات الكالسيوم ، يؤدي ذلك الى حدوث اختلافات صغيرة او متوسطة في محلول التربة المتغير عند اضافة الاسمدة او مستويات واطئة من الاملاح ، وبسبب ان الجبس ذات قابلية ذوبان عالية ، فان القوالب تتاكل في التربة عند وضعها لفترة طويلة.

نتيجة لهذه الاسباب وغيرها مثل حساسيته للحرارة ، فان تقييم رطوبة التربة بواسطة استخدام قوالب المقاومة تكون ذات دقة محدودة . لقد وجد بان رطوبة التربة عند استخدام قوالب المقاومة اكثر اعتمادا وميولا في حالة التربة ذات المديات القريبة من الجفاف عن الترب الرطبة (Johnson ، ١٩٦٢). من محاسن استخدام قوالب المقاومة هو امكانية ربطها الى مسجل والحصول على قراءات مستمرة لرطوبة التربة في الحقل .

٣- طريقة المدس النتروني Neutron Scattering

حصلت هذه الطريقة على اقبال واسع في السنوات الحديثة لغرض تنظيم مقدات المحتوى المائي للتربة في الحقل ، ومن محاسنها هو السماح لاعطاء قراءة سريعة ومستمرة لنفس الموقع والعمق للمحتوى الرطوبي للتربة . الجهاز يعرف بعداد المدس النيتروني والذي يتكون من جزئين اساسيين :

١- المدس Probe

والذي يدخل في الانابيب بصورة عمودية ويوضع داخل التربة ويحتوي على مصدر النيترونات السريعة ومستقبل للنيترونات البطيئة .

٢- العداد او المقياس Sceller or ratemeter

عادة مايجهز بقوة عن طريق ربطه بالبطارية ويكون متحركا لكي ينظم جريان النيترونات البطيئة ، والتي تكون متناسبة مع المحتوى الرطوبي . مصدر النترونات السريعة ربما تكون من خليط (٢ - ٥ مليكيوري) لكل من الراديوم والبيريليوم (الذي يشع اشعة كاما الخطرة) ، او قد تكون مزيجا من اميريسيوم مع البيريليوم (اقل خطرا لاشعة كاما) . مصدر المواد التي تختار يكون تبعا لطول عمر هذه المواد (مثل الراديوم - بيريليوم لها عمر يقدر بـ ١٦٢٠ سنة) وبذا يمكن استخدامها لفترة طويلة دون حدوث اي تغيرات في جريان الاشعة .

النيترونات السريعة تنبعث كأشعة الى التربة ، وتواجه مختلف نواة الذرات المطاوعة ، وتدريجيا تفقد بعضا من طاقاتها الحركية . ومعدل الطاقة المفقودة يكون اقصى مايمكن عندما تكون سحابة النترونات المصطدمة مع الدقائق المساوية تقريبا لها في الكتلة . مثل هذه الدقائق تكون نواة الهيدروجين في الماء . يكون معدل عدد التصادمات المحتاجة الى بطء النيترونات من 2MeV الى طاقة حرارية تكون ١٨ للهيدروجين ، ١١٤ للكاربون ، ١٥٠ للاوكسجين ، وتحتاج 6 + 9N للنواة ذات العدد الكتلي الكبير او الاكبر من

N(Weinberg and Wigner، ١٩٥٨) . في التطبيق العملي ، نجد بان النيترونات السريعة في التربة متناسبة مع المحتوى الهيدروجيني للتربة ،النيترونات البطيئة (الحرارية) تشع عشوائيا في التربة مشكلة سحابة حول المدس(probe)، بعضها ترجع الى المدس والتي تم تسجيلها من قبل العداد الخاص بالنيترونات البطيئة .

حجم التربة المؤثر والتي يكون محتواها الرطوبي مقاساً بواسطة المدس النيتروني تعتمد على تركيز نواة الهيدروجين مثل اعتمادها على حجم الترطيب للتربة ، فضلا عن طاقة النيترونات السريعة المنبعثة . ان الاستخدام الاعتيادي لمصدر الراديوم– بيريليوم ، حجم التربة المقاس يكون ذو تاثير كروي والتي تكون في حالة التربة الرطبة ذات قطر ١٥ سم ، لكن في الترب الجافة نسبيا تكون ذات قطر ٥٠ سم او اكبر(de vries and Kiny ، ١٩٦١ و Van Bavel et, al ، ١٩٦١) وهذا التغير يجعل الجهاز غير ملائم للتحسس في المحتوى الرطوبي المتقطع (جبهة الابتلال او الحدود بين الطبقة) . او للقياس القريب من سطح التربة . طريقة معايرة قياس المحتوى الرطوبي بالمدس النيتروني قد وصفت من قبل (Holmes، ١٩٥٦ و Holmes and Jenkinson ، ١٩٥٩) في معظم الترب من الممكن الحصول على منحني خطي معتمداً على معدل العد المعتمد على حجم التربة الرطبة .

ان الاستعمال الخاطئ للادوات والاجهزة يمكن ان تكون خطرة ، والتي تكون ناتجة من التعرض الى الاشعاعات المعتمدة على قوة المصدر، المسافة بين المصدر والشخص العامل على الاجهزة ، فترة التعرض لهذه الاشعاعات . الجدار الحامي يتكون من الرصاص والبارافين او البولي اثيلين ويعد مكونا ضروريا لهذا الجهاز ويخدم كقاعدة مدعمة قياسية لغرض تحديد دقة القراءة . عندما تكون العناية جيدة ، يمكن استخدام الجهاز بكل امان .

٤– طرق اخرى Other methods

من الطرق التكنيكية الاخرى لقياس رطوبة التربة تتضمن استخدام اشعة كاما (Curr ، ١٩٦٢) ، اعتماد الخصائص الحرارية للتربة على المحتوى المائي ، واستخدام الاشعة الموجية . قليل من هذه الطرق تستخدم بشكل واسع ، وفي التطبيق العملي لازالت قسما منها يستخدم روتينيا لغرض تطبيقه في الحقل .