کالیبراسیون آزمایشگاهی دستگاه TDR برای اندازه گیری رطوبت خاک

داوود نامدار خجسته[۱]، مهدی شرفاء[۲]، رسول کریمی [۳] ، ابوذر بذرافشان[۴]، علی عبداللهی آرپناهی[۵]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تهران ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه تهران۳ -دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تهران۴- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه گیلان ۵-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

انعکاس‌سنج زمانی یک روش نسبتاً جدید برای اندازه‌گیری مقدار آب است. اولین بار به منظور اندازه‌گیری آب خاک به وسیله تاپ و همکاران (۱۹۸۰) استفاده شد. ثابت دی‌الکتریک در خاک تحت تاثیر دی‌الکتریک آب مایع است زیرا ثابت های دی‌الکتریک دیگر اجزای خاک بسیار کوچک است در حالی که ثابت دی‌الکتریک آب ۸۱ می‌باشد دو روش اساسی برای برقراری ارتباط میان ضریب‌دی الکتریک و مقدار حجمی آب خاک مورد استفاده قرار گرفته است. اولین روش تجربی است. این روش را به وسیله تاپ و همکاران (۱۹۸۰) به کارگرفته شدکه از یک معادله درجه سه بین ضریب دی‌الکتریک و مقدار آب حجمی استفاده کردند (معادله۱). این معادله در رطوبت‌های بالا نتایج قابل قبولی نمی‌دهد. روش دوم که مدل مخلوط نامیده می‌شود از ثابت‌های دی‌الکتریک و اجزای حجمی هر یک از ترکیبات خاک استفاده می‌کند تا ارتباطی میان ثابت دی‌الکتریک مرکب و آب خاک (برای مثال یک ترکیب خاص) به دست آورد. چنین روش بر مبنای قوانین فیزیک بوده و مدل اختلاط دی‌الکتریک خوانده می‌شود که بیرچاک (۱۹۷۴)، دوبسون و همکاران (۱۹۸۵) و روشو و همکاران (۱۹۸۰) آن را به کار گرفته‌اند .

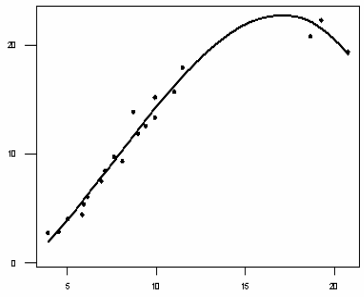
$$\Theta=5.3*10^{-2}+2.92*10^{-2}ka-5.5*10^{-4}ka^2+4.3*10^{-6}ka^3 \qquad \text{معادله(۱)}$$

مواد و روش ها

در تابستان ۱۳۸۷ خاک‌ها با بافت clay loam در دو نقطه از خاک در لایه شخم و زیر لایه شخم (از ۳۰ سانتی متر تا لایه B) نمونه‌برداری و در هوا خشک شدند و سپس از الک کمتر از ۵ میلیمتر رد شدند. در هر نوع ۴ خاک به چند زیر گروه تقسیم شدند و با مقدار آب حجمی به اندازه ۰/۰۲۵ m3/m3 از محدوده هوا خشک تا حالت اشباع مرطوب شدند، خاکها را به مدت ۲۴تا ۴۸ ساعت در داخل محیط بسته نگه داشته شدند که این کار با خاطر به دست آوردن توزیع یکنواخت مقدار آب خاک میباشد. خاک‌ها را در لوله های PVC با طول و قطر مشخص قرار داده شدند. نمونه‌های سطحی و عمقی به جرم مخصوص ظاهری در شرایط مزرعه رسانده شدند. پروب‌ها با طول ۱۵ سانتی متر و قطر ۶/۳۵ mm با فاصله ۵۱ میلی متر در داخل ستون قرار داده شد با دستگاه TDR (سیستم تریس مدل۶۰۵۰ x1)ضریب دی‌الکتریک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای مشخص کردن رطوبت حجمی، سیلندرهای استیلی به طول ۱۵/۶ cm و قطر ۸/۵ cm استفاده شد که به آهستگی در داخل خاک قرار گرفتند و نمونه‌ها در آون در دمای ۱۱۰ به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و مقدار رطوبت حجمی مشخص شد.

نتایج و بحث

$$\theta_v = -3.13+0.67k_a+0.188\ k_a^{\,2}-0.00814\ k_a^{\,3}$$



R-Sq = 98.5% R-Sq(adj) = 98.0

نتایج حاصل از معادله تاپ و soil moisture و رگرسیون مرکب نشان می‌دهد در رطوبت زیر ۰/۲۵ (متر مکعب در متر مکعب) معادله تاپ معادله خوبی برای اندازه گیری رطوبت می‌باشد و در رطوبت بالای ۰/۲۵ این معادله دقت کافی ندارد. معادله soil moistur بین ۰/۲۵ تا ۰/۴ رابطه خوبی نشان می‌دهد هیچ یک از معادله های بالا در رطوبت بالای ۰/۴ پیش-بینی دقیقی از رطوبت به ما نمی‌دهند. معادله رگرسیونی مرکب (که شامل3 Ka ka2 ka1 و وزن مخصوص ظاهری) برای اندازه گیری مقدار آب حجمی خاک نتایج بهتری را نشان میدهد.

در معادله ((1-R2)(n-1/n-p)-1=R2 adj، n تعداد نمونه ها و p تعداد متغییرها و مقدار adj R2 نشان میدهد که با افزایش تعداد متغییرها میزان R2adj نیز افزایش می‌یابد بنابر این با افزایش تعداد پارامترها از ۱ (Ka1) به چهار پارامتر (شامل3 Ka ka2 ka1 و وزن مخصوص ظاهری) میزان R2 بالاتری را برای اندازه‌گیری رطوبت به دست آمد و با اضافه کردن وزن مخصوص ظاهری میزان R2 ۰/۳ افزایش داشته است. در رگرسیون خطی چندگانه، زمانی که از مقدار وزن مخصوص استفاده شد، نتایج بهتری به دست آمد. همچنین مطالعات نشان داد، هنگامی که یک مقدار رطوبت ثابت در خاک-های با بافت‌های یکسان اعمال شود، نمونه‌هایی که دارای مقدار وزن مخصوص زیادی باشند، دارای ضریب دی‌الکتریک بیشتر از نمونه‌های که دارای مقدر وزن مخصوص کمتر هستند می‌باشند که این حالت مورد انتظار می‌باشد. زمانی که وزن مخصوص ظاهری بیشتر می‌شود، فاز جامد نیز در خاک افزایش می‌یابد چون فاز جامد دارای ضریب دی‌الکتریک در حدود ۴-۵ می‌باشد. بنابراین ضریب دی‌الکتریک خاک افزایش می‌یابد. این مدل خطی نتایج بهتری نسبت به مدل تاپ و دیگران به خاطر تاثیر وزن مخصوص ظاهری در اندازه گیری ضریب دی‌الکتریک نشان می‌دهد. پیشنهاد می‌شود خصوصیات فیزیکی دیگر که بر روی ضریب دی‌الکتریک تاثیر دارد، مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

Ledieu,j.,deridder ,p.,de cleric,p and dautreband,s.,1986.A method of measuring soil moisture by time domain reflectometry .j.hydrol.,88:319-328

Nedler,A.,dasberg ,s.and Lapid ,I.,1991. Time domain reflectometry measurement of water content and electrical conductivity of layred soil columns .soilsci.soc.am.j.,55:938-943

Soilmoisture Equip ment crop.,1990.Trace System I. Soilmoisture Equip ment crop.,SantaBarbara ,CA ,53pp.

Topp,G.C.,Davis ,j.L.and Annan ,A.P.,1980.Electromagnetic determination of soil water content :measurement in coaxial transmission lins.Water Resour .Res.,16:574-582