

## بررسی همبستگی بین مقاومت فروری و پارامترهای فیزیکی کیفیت خاک

حجت امامی<sup>۱</sup>، مهدی شرفاء<sup>۲</sup> و محمدرضا نیشابوری<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲. استادیار گروه خاکشناسی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۳. استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

### مقدمه

کاربری اراضی و فعالیتهای مدیریتی بر توانایی خاک برای تحمل نیروهای داخلی و خارجی تاثیر می‌گذارد بدون اینکه به طور مکانیکی متراکم شده یا به قطعات مجزا تبدیل شود. مقاومت خاک یکی از پویاترین ویژگیهای مکانیکی خاک است و اطلاع از آن برای شخم، رشد گیاه و فعالیتهای بیولوژیکی خاک مهم است. مقاومت زیاد خاک، رشد ریشه را محدود می‌سازد (بوسچر و بائور ۲۰۰۳). همچنین هدایت هیدرولیکی و نفوذپذیری خاک را کاهش و هرزآب و تلفات خاک را افزایش داده و لذا اثر نامطلوبی بر کیفیت محیط زیست دارد (گومز و همکاران ۱۹۹۹). یکی از مزایای اصلی فروسنج مخروطی سادگی و سهولت استفاده آن در مزرعه است. محدوده حداقل دامنه آب LLWR<sup>۱</sup> دامنه‌ای از آب خاک است که عوامل محدود کننده رشد گیاه از قبیل پتانسیل آب، تهویه و مقاومت مکانیکی جهت نفوذ ریشه در خاک حداقل می‌باشد (داسیلوا و همکاران ۱۹۹۴). ترکیب تهویه، مقاومت و پتانسیل ماتریک آب خاک برای رشد گیاه در قالب LLWR بیان می‌شود و LLWR به تغییرات ساختمان خاک (بر حسب جرم مخصوص ظاهری مشخص می‌شود) نسبت به آب قابل دسترس حساسیت بیشتری دارد (داسیلوا و همکاران ۱۹۹۴).

### مواد و روشها

برای تعیین مقادیر مقاومت فروری (PR)، ۷۰ نمونه از خاکهای دشت کرج و ورامین براساس تنوع ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی، انتخاب و با استفاده از فروسنج مخروطی<sup>۱۸</sup> (مدل EL 29-3739) به سطح قاعده ۶/۲۹ سانتی-متر مربع مقاومت فروری لایه سطحی خاک (۵-۰ cm) در صحرا اندازه گیری شد. همزمان نمونه های خاک از محل اندازه گیری جهت تعیین درصد رطوبت به آزمایشگاه منتقل شدند و درصد رطوبت آنها مشخص گردید. علاوه بر این شیب نقطه عطف منحنی رطوبتی (Si) به عنوان شاخصی از کیفیت فیزیکی در ۷۰ نمونه خاک ارزیابی شد. برای به دست آوردن Si از داده های منحنی رطوبتی خاک استفاده شد. بدین منظور داده های توزیع اندازه ذرات و جرم مخصوص ظاهری به همراه مقادیر رطوبت در مکشهای اندازه گیری شده (۰، ۱/۵، ۲/۵، ۵/۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ kPa) به نرم افزار RETC وارد و پارامترهای معادله وان گن اختن (۱۹۸۰) به دست آمد. مقدار شیب در نقطه عطف منحنی رطوبتی یا شاخص کیفیت فیزیکی خاک (Si) محاسبه شد (دکستر ۲۰۰۴).

$$S_i = -n(\theta_{sat} - \theta_{res}) \left[ 1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)}$$

محدوده حداقل دامنه آب (LLWR) نیز در این خاکها بر اساس تفاضل بین حد بالایی و حد پایینی تعیین گردید. حد بالایی  $\theta_{fc}$  (رطوبت ظرفیت زراعی در مکش ۰/۰۱ MPa) یا  $\theta_{afp}$  (تخلخل تهویه‌ای ۱۰٪) (هر کدام که کمتر باشد) و حد پایینی،  $\theta_{wp}$  (رطوبت نقطه پژمردگی در مکش ۱/۵ MPa) یا  $\theta_{pr}$  (مقدار رطوبت در مقاومت فروری MPa ۲) (هر کدام که بیشتر باشد) است (داسیلوا و همکاران ۱۹۹۴). آب قابل استفاده گیاه (AWC) نیز از تفاضل رطوبت خاک بین دو حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی محاسبه شد و رابطه بین PR و پارامترهای LLWR، Si و AWC مورد بررسی قرار گرفت.

1. Least Limiting Water Range

2. Cone Penetrometer

## نتایج و بحث

در جدول ۱ دامنه، میانگین و ضریب همبستگی بین PR و ویژگیهای کیفیت فیزیکی خاکهای مورد مطالعه در این تحقیق نشان داده شده است. از نظر کیفیت این خاکها بر اساس طبقه بندی دکستر (۲۰۰۴) دارای شرایط فیزیکی و ساختمانی خوبی برای کشاورزی می باشند زیرا مقدار شاخص Si در تمام خاکها بیشتر از ۰/۳۵ است و همان گونه که در جدول ۱ نیز نشان داده شده است در این خاکها حداکثر مقدار مقاومت فروروی ۰/۳۴ مگا پاسکال است. در منابع مختلف عنوان شده است در صورتی که مقدار مقاومت خاک در مقابل نفوذ ریشه بیش از ۲ مگا پاسکال باشد باعث محدودیت رشد ریشه و جوانه زنی و کاهش عملکرد گیاهان می شود (تیلر و همکاران ۱۹۶۶). چون در هیچ یک از این خاکها مقدار مقاومت فروروی بیشتر از دو مگا پاسکال نیست لذا مقادیر مقاومت فروروی همانند شاخص Si نشان می دهد که این خاکها دارای شرایط فیزیکی خوبی می باشند. از نقطه نظر مدیریت خاک، هر چه مقاومت فروروی خاک زیاد باشد آن خاک دارای شرایط نامناسبی برای جوانه زنی، رشد ریشه گیاه و شخم ورزی و بالعکس هر چه شاخص کیفیت فیزیکی خاک بیشتر باشد دارای وضعیت مطلوب و مناسبی می باشد. همچنین بین مقاومت فروروی (PR) با شاخص Si، LLWR و AWC در این خاکها همبستگی منفی وجود داشت ( $p=0.01$ ). با توجه به اینکه LLWR به عنوان شاخصی از کیفیت ساختمان خاک جهت تولید محصول در نظر گرفته شده است (داسیلوا و همکاران ۱۹۹۴)، لذا همبستگی منفی بین PR و LLWR منطقی بوده و با نتایج سایر محققین (داسیلوا و همکاران ۱۹۹۴، تورمنا و همکاران ۱۹۹۹) مطابقت دارد. در بررسیهایی که محققین فوق انجام دادند مشخص شد که با افزایش PR مقدار LLWR کاهش می یابد. علاوه بر این بین شاخص Si و LLWR همبستگی مثبت در سطح یک درصد مشاهده شد ( $r=0.322$ ). چون شاخص Si و LLWR نشان دهنده کیفیت ساختمان خاک می باشند، به همین علت بین این دو پارامتر همبستگی مثبت مشاهده شده است.

جدول ۱) مقادیر و ضرایب همبستگی بین PR و پارامترهای کیفیت فیزیکی در ۷۰ نمونه از خاکهای مورد مطالعه

ویژگیها یا پارامترهای خاک	حداقل	حداکثر	میانگین	ضریب همبستگی (۲) تغییرات
مقاومت فروروی (MPa)	۰/۰۵	۰/۳۴	۰/۱۸	-
شاخص Si	۰/۰۷۴	۰/۲۱۰	۰/۱۳۷	-۰/۵۹۳**
محدوده حداقل دامنه آب ( $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ )	۰/۲۴	۰/۴۰	۰/۳۳	-۰/۵۷۳**
ظرفیت نگهداری رطوبت ( $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ )	۰/۱۵	۰/۴۷	۰/۲۲	-۰/۶۰۳**

NS معنی دار نیست. \* معنی دار در سطح ۵ درصد. \*\* معنی دار در سطح یک درصد.

## منابع

- Busscher, W.J., and P.J. Bauer. 2003. Soil strength, cotton growth and lint yield in a southeastern USA coastal loamy sand. *Soil Till. Res.*, 74:151-159.
- Gomez, J.A., J.V. Giraldez, M. Pastor, and E. Fereres. 1999. Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration, and yield in an olive orchard. *Soil Till. Res.*, 52:167-175.
- DA Silva, A.P., B.D. Kay, and E. Perfect. 1994. Characterization of the least limiting water range of soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1775-1781.
- Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality. Part I: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-214.
- Van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:892-898.
- Tormena, C.A., A.P. Da Silva, and P.L. Libardi. 1999. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. *Soil Till. Res.* 52:223-232.
- Taylor, H.M., G.M. Roberson, and J.J. Parker. 1966. Soil Strength root penetration relations for medium and coarse-textured soil materials. *Soil Sci.*, 102:18-22.