

## اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک به روش گاردنر (۱۹۵۶)

برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک به روش میزان آب خروجی (Outflow) که توسط گاردنر (۱۹۵۶) پیشنهاد شده است به روش زیر عمل می‌شود. گاردنر (۱۹۵۶) با در نظر گرفتن شرایط مرزی معین و ثابت ماندن هدایت هیدرولیکی و پخشیدگی آبی خاک در دامنه مکش ماتریک مورد بررسی، معادله ریچاردز را به روش تحلیلی حل نمود. در این روش جریان آب از نمونه خاک در دستگاه جعبه شن یا صفحه فشاری تحت اثر یک اختلاف پتانسیل ماتریک صورت گرفته و از اثر ثقل صرف نظر می‌شود. در واقع در این روش پتانسیل ماتریک خاک به صورت پله‌ای کاهش یافته و جریان آب خروجی در برابر زمان اندازه‌گیری می‌شود. دامنه پتانسیل ماتریک باید به اندازه کافی کوچک باشد تا فرض هدایت هیدرولیکی ثابت و رابطه خطی مقدار رطوبت با پتانسیل ماتریک خاک صادق باشد. در عین حال این دامنه باید به اندازه‌ای باشد که اندازه‌گیری مقدار آب خروجی به دقت انجام گیرد. گاردنر (۱۹۵۶) اثبات کرد که در این شرایط، حل تحلیلی زیر قابل استفاده است:

$$\ln(Q_0 - Q) = \ln\left(\frac{8Q_0}{\pi^2}\right) - \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2 Dt$$

که در این فرمول:  $Q$  حجم تجمعی محلول خروجی از نمونه در زمان  $t$  بر حسب سانتی متر مکعب،  $Q_0$  کل حجم تجمعی محلول خروجی (پس از تعادل) بر حسب سانتی متر مکعب،  $L$  طول نمونه خاک بر حسب سانتی متر،  $D$  میانگین پخشیدگی آبی خاک در دامنه پتانسیل ماتریک (یا رطوبت) مورد نظر می‌باشند.

در این روش، نمونه‌هایی که برای اندازه‌گیری SWCC استفاده می‌شوند، به کار گرفته می‌شوند. برای این منظور هم‌زمان با اندازه‌گیری‌های مربوط به منحنی مشخصه، مقدار آب خروجی از نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری می‌شود. روش بدین صورت است که خاک اشباع (مکش صفر) پس از توزین، در دستگاه جعبه شن یا صفحه فشاری قرار داده شد و مکشی (مثلاً ۲ سانتی متر) روی نمونه اعمال می‌شود (زمان صفر). در زمان‌های مختلف (۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۲۴۰، ۳۶۰، ... و زمان تعادل) پس از اعمال مکش روی نمونه، نمونه‌ها توزین و بلافاصله درون دستگاه قرار داده می‌شوند. همین کار برای دامنه مکش‌های دیگر (مثلاً ۲ به ۵ سانتی متر) نیز تکرار می‌شود. تفاوت وزن نمونه در هر زمان با وزن اولیه آن بیان‌گر حجم تجمعی آب خروجی ( $Q$ ) و تفاوت وزن‌های اولیه و تعادلی نمونه بیانگر کل حجم تجمعی آب خروجی ( $Q_0$ ) است (در صورتی که چگالی آب برابر واحد باشد). سپس مقادیر  $\ln(Q_0 - Q)$  در برابر  $t$  رسم شده و با توجه به معادله بالا، شیب این رابطه برابر  $\left(\frac{\pi}{2L}\right)^2 D$  می‌باشد که از روی آن  $D$  به عنوان میانگین پخشیدگی آبی خاک در دامنه مکش ماتریک اعمال شده محاسبه می‌شود. سپس با فرض رابطه خطی مقدار رطوبت و مکش ماتریک و فرمول  $(K(\theta) = D(\theta) \times \frac{\Delta h}{\Delta \theta})$ ، میانگین هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک محاسبه می‌شود.