مقایسه اندازه گیری شدت نفوذ با روش حلقه های مضاعف و تراز آبی در پلات های کرتی

بهزاد قربانی
استاد یار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مقدمه

شدت نفوذ آب در خاک یکی از پارامترهای مهم هیدرودینامیکی خاک است که در هیدرولوژی و مدیریت حوضه‌های آبخیز، مدیریت منابع آب و طراحی روش های مختلف آبیاری و کنترل رواناب و فرسایش مورد استفاده قرار می گیرد. برای اندازه گیری نفوذ در آبیاری نواری از نفوذسنج های تک حلقه ایی یا مضاعف استفاده می شود. بانگز (۷) در سال ۱۹۸۳ برای اندازه گیری نفوذ از نفوذ سنج های حلقه ای با قطرهای مختلف استفاده کرد و نتیجه گرفت که برای حلقه های کوچکتر از ۳۰ سانتی متر مقدار شدت نفوذ نهایی بزرگ تر از مقدار واقعی و در فاصله زمانی کوتاه تری اتفاق می افتد، ولی برای اقطار بزرگتر از ۳۰ سانتی متر مقادیر شدت نفوذ اندازه گیری شده تقریباً یکسان و ثابت می ماند. اکثر محققین استفاده از دو حلقه متحد المرکز به اقطار ۴۰،۵۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر را توصیه می کنند. در روش تراز آبی از دستگاه شبیه ساز باران استفاده می شود. این دستگاه قادر است آب را با شدت های مختلف، متناسب با فشاری که توسط پمپ و یا هوا در مخزن دستگاه ایجاد می شود، به سطح یک قطعه زمین کوچک بپاشد. روش تراز آبی در واقع ایجاد تعادل بین جریان های ورودی و خروجی به یک ریز حوضه است(۲). جریان های ورودی شامل آبیاری بارانی و یا بارندگی است. جریان های خروجی شامل نفوذ آب به داخل خاک، رواناب سطحی و تبخیر تعرق است (چون مدت زمان آزمایش معمولا کوتاه است، مقدار تبخیرتعرق را می توان نادیده گرفت).
هر چند اندازه گیری نفوذ پذیری خاک با روش حلقه های مضاعف ساده، سریع و ارزان است، اما مقادیر به دست آمده به علت بهم خوردن ساختمان خاک، وجود عمق آب روی سطح زمین بیش از مقدار واقعی است. بالعکس در شبیه ساز باران نه تنها ضربه قطرات شبیه سازی می شود بلکه فقط یک لایه تازکی از آب روی سطح زمین جریان می یابد. تا کنون دستگاه های شبیه ساز متعددی توسط پژوهشگران از جمله آدام و همکاران (۱)، ماچلر و هرمسمیر (۵)، هال (۳)، تریکر (۶) و مور و همکاران (۴) طراحی و ساخته شده است که باران را تا حدودی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه شبیه سازی می کنند و هر یک دارای محاسن و معایبی هست. باردواج و سینق (۲) در سال ۱۹۹۲ یک نفوذسنج شبیه ساز باران را که نسبتاً ساده، ارزان و قابل جابجایی بود طراحی و ساختند آنها نشان دادند که مقادیر شدت نفوذ که با این روش اندازه گیری شده بودند ۲ الی ۳ و در برخی موارد ۴/۷ برابر کمتر از مقادیری بود که با روش حلقه های مضاعف به دست آمده بود.

در این مقاله دو روش اندازه گیری نفوذ یعنی حلقه های مضاعف و روش تراز آبی مورد بررسی قرار گرفته اند. از آنجا که روش اندازه گیری به روش حلقه های مضاعف آسان تر و ارزان تر از روش تراز آبی است، لذا در صورت ایجاد همبستگی بین داده‌های دو روش امکان استفاده از داد ه های حلقه های مضاعف و تعمیم آن برای آبیاری بارانی به وجود می آید.

مواد وروشها

برای اندازه گیری نفوذ پذیری خاک با روش های حلقه های مضاعف و تراز آبی از سه کرت به ابعاد ۱۲×۳ متر و سه نوع خاک با بافت های سنگین، متوسط و سبک و هر یک با سه تکرار استفاده شد. برخی از خواص فیزیکی سه نوع خاک در جدول (۱) آمده است. برای تعیین نفوذ پذیری خاک با روش حلقه های مضاعف، عمق اولیه آب داخل حلقه ها ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد و آزمون ها برای وضعیت بار ثابت انجام شدند و از نتایج حاصل منحنی های مربوطه رسم و ضرایب نفوذ به دست آمدند. در این بخش تعداد ۹ آزمون برای پلات های کرتی با سه نوع خاک (سنگین، متوسط و سبک)، و سه تکرار انجام شد.

جدول ۱- برخی از خواص فیزیکی خاک های مورد آزمایش

بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	جرم مخصوص واقعی (gr/cm^3)	در صد تخلخل (٪)
سبک	۱/۵۴	۲/۵۶	۴۰
متوسط	۱/۴۸	۲/۶۳	۴۳/۷
سنگین	۱/۱۹	۲/۷۴	۵۶/۶

برای اندازه گیری نفوذ پذیری خاک در پلات های آزمایشی(با ابعاد ۳×۲ متر و شیب ۶/۷ در صد) با روش تراز آبی از یک شبیه ساز باران که شدت پاشش آن با تغییر فشار سیستم (۳ تا ۸ بار) قابل تنظیم بود استفاده شد در این بخش بیست و هفت آزمون برای پلات های کرتی با سه شدت پاشش زیاد(بیش از ۲۶ میلی متر در ساعت)، متوسط(بین ۲۰ تا ۲۶ میلی متر در ساعت) و کم (کمتر از ۲۰ میلی متر در ساعت)، روی سه نوع خاک سنگین، متوسط و سبک و هر یک با سه تکرار انجام شد. در طول آزمایش شدت پاشش ثابت نگه داشته شد و مقدار آن در واحد زمان توسط یک باران سنج کنترل شد. اطراف پلات های کرتی آزمایشی با یک پشته به ارتفاع ۲۰ سانتی متر محصور گردید و برای جمع آوری و هدایت رواناب حفره ای در انتهای شیب ایجاد و دبی رواناب نسبت به زمان اندازه گیری شد و آنگاه شدت نفوذ آب به داخل خاک نسبت به زمان به دست آمد

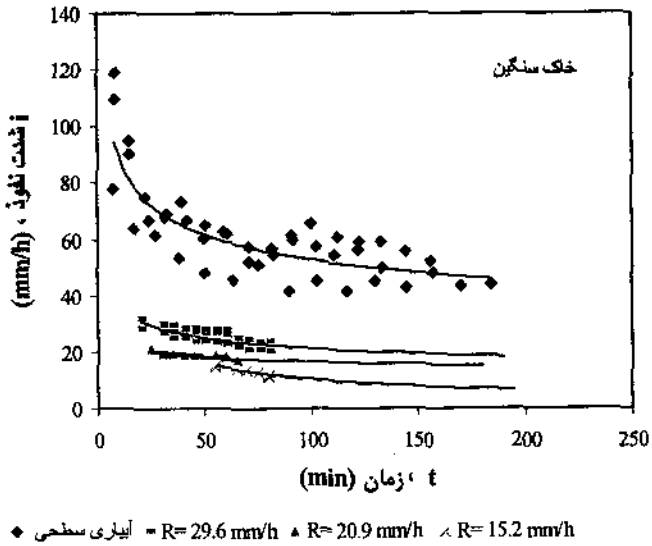
نتایج و بحث

در شکل ۱ نفوذ پذیری خاک سنگین با روش حلقه های مضاعف با بار ثابت و تراز آبی در شدت پاشش های کم، متوسط و زیاد مقایسه شده اند. همانطور که در نمودار ملاحظه می شود، شدت نفوذ در روش حلقه های مضاعف و تراز آبی در ابتدا بیشینه بوده و به تدریج که خاک رطوبت بیشتری را جذب می کند، مقدار آن کاهش می یابد و در دراز مدت به یک مقدار ثابت که آن را سرعت نفوذ نهایی می نامند میل می کند، ولی در همه حالات شدت نفوذ با روش تراز آبی کمتر از شدت نفوذ با روش حلقه های مضاعف است. علت این اختلاف، کاهش نفوذ پذیری خاک بر اثر تراکم سطح، متلاشی شدن ساختمان و مسدود شدن منافذ آن بر اثر ضربه قطرات آب تحت شرایط شبیه ساز باران می باشد. توضیحات فوق در مورد خاک های متوسط و سبک نیز صادق است.

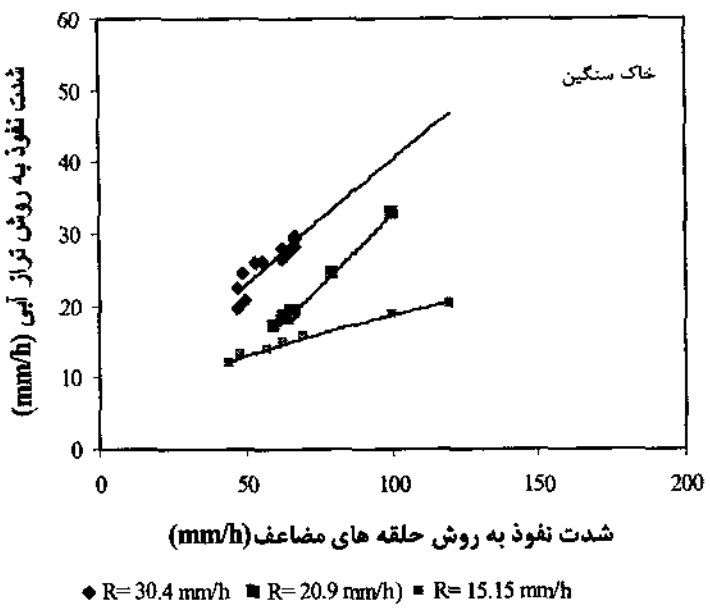
در شکل ۲ به عنوان نمونه بین نفوذ پذیری خاک سنگین با روش حلقه های مضاعف با بار ثابت و تراز آبی یک همبستگی ایجاد شده است. نتایج این همبستگی نشان می دهد که معادلات در کلیه حالات به صورت توانی به شرح زیر است:

$$i_s = \alpha\, i_g^{\beta} \qquad \beta>0 \qquad (1)$$

که در آن i_s شدت نفوذ با روش تراز آبی و i_g شدت نفوذ با روش حلقه های مضاعف است. و a و β ضرایب نفوذ هستند. از آنجا که شدت نفوذ با روش تراز آبی کمتر از شدت نفوذ با روش حلقه های مضاعف است، لذا معادله فوق برای i_g بزرگتر از ۲ صادق است که نفوذ پذیری غالب خاک ها از این مقدار بزرگتر است. توضیحات فوق در مورد خاک های متوسط و سبک نیز صادق است. میانگین شیب (β) خطوط همبستگی برای شدت های مختلف متفاوت است. مثلاً برای شدت های پاشش زیاد ۰/۷۵۶۹ متوسط ۰/۹۹۸ و کم ۱/۶۸۹۷ است و میانگین عرض از مبدا (a) برای شدت پاشش زیاد ۱/۰۸۹۴، متوسط ۰/۶۶۲۰۵ و کم ۰/۵۸۷۵ است. با توجه به جدول فوق میانگین شیب منحنی همبستگی برای خاک های سنگین ۰/۸۷۷۹ومتوسط ۰/۸۹۱۸ وسبک ۳/۲۶۹۷ است. میانگین عرض از مبدا برای خاک های سنگین ۰/۸۹۹۹، متوسط ۰/۸۵۵۲ وسبک ۰/۰۰۰۰۲ است.



شکل۱- نفوذپذیری خاکهای سنگین، متوسط وسبک با روش حلفه‌های مضاعف وتراز آبی باشدتهای بارش مختلف



شکل ۲ - مقایسه نفوذ آب در خاک های سنگین با روش حلقه های مضاعف و تراز آبی در شدت‌های بارش مختلف

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق به شرح زیر است:

۱- شدت نفوذ اندازه گیری شده به روش تراز آبی و تحت شرایط دستگاه شبیه ساز باران مشابه نفوذ سنج حلقه ای نسبت به زمان کاهش یافته و در یک زمان طولانی به مقدار ثابتی میل می کند، ولی همواره مقدار آن در خاک های مختلف کمتر از مقادیر اندازه گیری شده به روش حلقه های مضاعف است.

۲- هر چند ضرایب فرمول های همبستگی بین شدت نفوذ اندازه گیری شده در تراز آبی و حلقه های مضاعف از روند خاصی تبعیت نمی کند، ولی این فرمول ها به صورت رابطه توانی ($i_s = \alpha t^{\beta}$) با ضریب بالایی قابل بیان هستند.

منابع مورد استفاده

1- Adam, J.E., D. Khirkham and D. R. Nielsen A portable rainfall simulator infiltrometer and physical measurement of soil in place. Soil Science Society. American Proceeding. 21, 473-477, 1957.

2- Bhadrwaj A. and R. Singh Development of a portable rainfall simulator infiltrometer for infiltration, runoff and erosion studies Agricultural Water Management, 22- 235-248, 1992.

3- Hall, M.J. A critique of methods of simulating rainfall. Water Resources Ress. 6, 1104-1114, 1970.

4- Moor, I.D, M.C. Hirschi and B.J. Barfield Kentucky rainfall simulator Transaction ASAE, 24, 1089-1089, 1983.

5- Mutchler, C.R. and L.F. Hermsmier, A review of rainfall simulators Transaction ASAE, 8, 67-68, 1965.

6- Tricker, A.S. The design of a portable rainfall simulator infiltrometer Journal of hydrology, 41, 143-147, 1979.

7- Youngs, E. G., Soil physical theory and heterogeneity, Agricultural Water Management, 6, 145-159, 1983.