کاربرد معادلات مختلف نفوذ برای تخمین نفوذ آب در خاک در روشهای مختلف خاک‌ورزی

مصلح‌الدین رضایی
عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان. اصفهان

مقدمه

خاک‌ورزی بهم زدن خاک برای بهبود شرایط استقرار و رشد نباتات در خاک می‌باشد. خاک‌ورزی خلل و فرج درشت (Macro pores) طولانی و پایدار را از بین برده و همزمان خلل و فرج غیر پایدار در لایه شخم ایجاد مینماید، بعلاوه محل تردد چرخها بر این پدیده اثر گذار است (۵). فرایند نفوذ آب در خاک یکی از خصوصیات مهم فیزیکی خاک است. شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی با دگرگونی و تغییرات در ساختمان و تخلخل خاک بر فرایند نفوذ آب در آن اثر گذار است. نفوذپذیری آب در خاک در دو نوع خاک رسی شکاف پذیر قهوه‌ای رنگ و خاک لای شنی در روش خاک‌ورزی حفاظت شده بیش از شخم کم عمق همراه با خارج کردن بقایای گیاهی گزارش گردیده است (۷). بنابراین ارزیابی اثر شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی بر نفوذ آب در خاک مورد نیاز است. اثرات شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی بر نفوذ آب در خاک به علت تنوع در بافت خاک اقلیم گیاه مورد کاشت و سایر عملیات زراعی دیگر و تغییرات مکانی و زمانی و واکنشهای این عوامل بر یکدیگر نیاز به بررسی منطقه‌ای و محلی دارد (۵). در مناطق دیم روش‌های خاک‌ورزی که بقایای گیاهی را در سطح خاک نگهدارد موجب افزایش نفوذپذیری، ذخیزه آب در خاک و کاهش روان آب شده که نتیجتاً کاهش فرسایش آبی و افزایش عملکرد را بدنبال دارد. در حالیکه در مناطق فاریاب و خشک بعلت کمی مواد آلی در خاک و افزایش علفهای هرز و عدم پوسیدن کافی بقایای گیاهی در دوره غیر کشت و کاهش عملکرد را بدنبال داشته است (۱ و ۲).

مواد و روشها

اثر۷ تیمار خاک‌ورزی برنفوذ آب درخاک زیرکشت‌گندم پاییزه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب‌شرقی اصفهان با اقلیم نیمه بیابانی شدید موردبررسی قرارگرفت. آزمایش درقالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۴ تکرار در کرتهای ثابت به اجرا درآمد. در پایان ۴ دور کشت ممتد گندم پاییزه میزان نفوذ آب در خاک به روش استوانه دوگانه بترتیب با قطرهای داخلی ۳۰ و ۴۵ سانتیمتر اندازه‌گیری گردید. آزمایش در اواسط تابستان بعد از آخرین برداشت در حالیکه زمین کاملاً خشک شده بود و شکافهای عمیق تاعمق ۴۰ سانتیمتری در خاک مشاهده می‌شد انجام گردید. هنگام نصب استوانه سعی گردید محل اندازه‌گیری از شکافهای آشکار در سطح خاک و محل عبور چرخها بدور باشد و استوانه‌های داخلی و خارجی هر یک تا عمق ۱۰ سانتی‌متری در خاک فرو رفتند. پس از اضافه نمودن آب در استوانه‌ها و همزمان با شروع نفوذ آب در خاک میزان نفوذ آب در خاک در زمانهای مختلف تا ۲۴۰ دقیقه بعد از شروع هر آزمایش اندازه‌گیری گردید.
تیمارها خاک‌ورزی شامل روشهای زیر می‌باشند، که توسط همت و همکاران (۲ و ۳) تشریح گردیده است:

T1= شخم با گاو آهن برگرداندار + دیسک
T2= شخم با گاو آهن چیزل + دیسک
T3= شخم با گاو آهن چیزل+ رتیواتر
T4= شخم با گاوآهن چیزل ۲ مرتبه عمود بر هم + دیسک
T5= شخم با خیش چی+ دیسک
T6= ورزکاشت (شخم و کاشت همزمان)
T7= بی‌خاک‌ورزی

اثرات خاک‌ورزی بر نفوذ آب در خاک با استفاده از معادلات: کوستیاکف ($I=at^n$) ، دوجزئی فیلیپ $I=St^{1/2}+At$، سه جزئی فیلیپ ($I=St^{1/2}+At+Bt^{3/2}$) و معادله گرین-امپ ($i=ks+B/I$)، با استفاده از روش رگرسون معمولی با عبور از مبداء مختصات (۱) بررسی گردید. همچنین ضرایب معادله سه پارامتری علی و زندروبر (۴)، ($I=(S/A)[1-\exp(-At^{1/2})]+Kt$) با استفاده از روش رگرسیون غیر خطی Marquart با محدود نمودن ضرایب S، A و K بترتیب بین ۰/۵ تا ۵۰ ، ۰/۰۵ تا ۱/۲ و ، ۰/۰۵ تا

۱/۲ همراه با مشتقات لازم و تعیین حداقل باقیمانده مجموع مربعات بعنوان تابع هدف با همگرایی 10^{-12} محاسبه گردید (۹). ضریب آبگذری اشباع با استفاده از رابطه $(K=(3xSxB)^{1/2}+A)$ از روش معادله سه جزئی فیلیپ تعیین شد (۱). در معادله کوستیاکف ضرایب a، n با تبدیل لگاریتم طبیعی دادهای زمان و نفوذ تجمعی بدست آمد. در معادلات فوق I i و t بترتیب نشان دهنده نفوذ تجمعی (mm)، i شدت نفوذ (mm/min) و t زمان حسب دقیقه می‌باشند.

نتایج و بحث

ضرایب مدلهای مورد استفاده در جدول شماره ۱ آورده شده است. در معادله کوستیاکف اثر روشهای مختلف خاکورزی بر a و n در حد احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. در معادله دو جزیی فلیپ ضریب A در ۱۰ کرت از ۲۸ کرت و معادله گرین- امپ در ۲۴ کرت از ۲۸ کرت و در معادله سه جزئی فلیپ ۳ کرت از ۲۸ کرت K منفی شد که غیر واقعی است. در معادله سه پارامتری علی و زندروبر فقط داده‌های یکی از کرتها تابع هدف با همگرایی 10^{-12} را توجیه نکرد. روش سه جزئی فلیپ و روش علی و زندروبر نشان می‌دهد که هر دو روش مقادیر k را بطور نسبتاً قابل قبولی برآورد نموده‌اند. همچنین نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگینها در معادلات مختلف نفوذ و اثرات روشهای مختلف خاکورزی بر آنها مورد بحث قرار خواهد گرفت.

جدول ۱- ضرایب معادلات نفوذ در روشهای مختلف خاکورزی.

تیمار	کوستیاکوف			دو جزئی فلیپ		سه جزئی فلیپ				گرین ـ امپ		علی و زندروبر		
n	Ln(a)	a	S	A	K	S	A	B	K	K	B	A	S	K
		$mm\ Min^{-n}$	$Mm\ Min^{-1/2}$	$mm\ Min^{-1}$	$mm\ Min^{-1}$	$mm\ Min^{-1/2}$	$mm\ Min^{-1}$	$mm\ Min^{-3/2}$	$mm\ Min^{-1}$	mm/ Min	$mm^2\ Min^{-1}$	mm $Min^{-1/2}$	mm Min^{-1}	mm Min^{-1}
T1	۰/۴۴	۲/۳۱	۷/۱۹	۰/۱۰۱	۰/۴۱۷	۱۰/۵۱	-۰/۶۹	۰/۰۳۴	۰/۴۱۷	۹/۰۰۱	-۱/۱۰۱	۱۴/۹۲	۰/۴۷۱	۰/۴۵۸
T2	۰/۵۵	۱/۹۵	۵/۹۹	۰/۳۳	۰/۶۰۷	۸/۲۴	-۰/۲۱	۰/۰۲۶	۰/۶۰۷	۰/۵۵۲	-۰/۳۰۷	۹/۳۶	۰/۳۲۲	۰/۶۱۳
T3	۰/۴۷	۲/۹۰	۲۲/۶۰	-۰/۴۱	۰/۵۱۷	۲۵/۲۰	-۱/۰۰	۰/۰۲۹	۰/۵۱۷	۱/۲۵۵	-۱/۱۲۴	۱۶/۶۵	۰/۲۵۰	۰/۴۹۹
T4	۰/۳۷	۲/۴۹	۷/۶۱	-۰/۰۴	۰/۳۰۰	۱۱/۶۱	-۱/۰۰	۰/۰۴۸	۰/۳۰۰	۹/۹۷۹	-۱/۴۵۵	۱۸/۱۱	۰/۶۲۳	۰/۳۵۷
T5	۰/۴۶	۲/۰۳	۵/۳۰	۰/۱۶	۰/۳۴۹	۹/۳۷	-۰/۸۰	۰/۰۴۸	۰/۳۴۹	۶/۶۶۱	-۰/۶۹۱	۱۲/۲۴	۰/۵۸۶	۰/۴۳۶
T6	۰/۵۳	۲/۲۵	۹/۵۳	۰/۲۰	۰/۴۲۶	۱۰/۲۵	-۰/۰۵	۰/۰۰۷	۰/۴۲۶	۸/۶۰۳	-۰/۵۴۵	۱۲/۳۳	۰/۱۷۷	۰/۵۳۳
T7	۰/۴۳	۲/۱۲	۲۱/۳۸	-۰/۳۶	۰/۶۳۳	۲۹/۲۷	-۲/۳۱	۰/۱۰۲	۰/۶۳۳	۲/۰۵۳	-۲/۴۸۶	۳۳/۲۷	۰/۴۵۴	۰/۶۶۹

منابع مورد استفاده

۱- سپاسخواه، ع. ۱۳۷۵ . کاربرد معادله نفوذ سه جزئی فلیپ برای تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک، تهران.

۲- همت، ع ۱۳۷۵ . اثرات شیوه‌های تهیه بستر بذر و کاشت بر سبز شدن گندم پاییزه آبی. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۷ (۴) ۶۸-۵۵.

۳- همت، ع و ا. اسدی خشوئی.۱۳۷۶ . اثرات سیستمهای مستقیم -کاشت، بی‌برگردان‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر عملکرد دانه گندم پاییزه آبی.مجله علوم کشورزی ایران جلد ۲۸ (۱) ۳۲-۱۹.

4- Ali, A.-S.I. and D. Swartzendruber. 1994. An infiltration Equation to assess Cropping Effects on soil water infiltration.Soil Sci. Soc. AM. J., Vol. 58. P:1218-1223

5- Arkney M. D, T. C. Kaspar and M. A. Pricsat. Traffic Effect on Water Infiltaration in Chisel-plow and no-till systems.

6- Horton R, M.D. Ankeny and R. R. Allmaras. 1994 Effect of Compaction on Soil Hydraulic Properties. Chapter 7 In Soil Compaction in Crop Production. B.D. Soane and C. van ouwerkerk (ed) Elsevier Science B. V.

7- Melinda J. Bisstt and Garry J. Oleary. 1996 Effect of Conservation Tillage and Rotation on Water Infiltration in two soil in South-eastern Australia. Aust. J. Soil Res. 34:299-308.
8- Kassell D. K., C.W. Rackowski and H.P. Denton. 1995. Tillage effect on Corn Production and Soil Physical Properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1434-1443.
9- SAS Instutute. 1990. SAS/SAT user guide. Version 6.06 ed. SAS Inst. Cary, NC.