دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی
۲ خرداد ماه ۱۳۸۷

اثر فرصت زمان، رطوبت اولیّه خاک و نوبت آبیاری بر نفوذ آب از جویچه

محمدرضا نیشابوری[۱]، ابوالفضل ناصری[۲]

چکیده

فرآیند نفوذ در شبیه سازی، طرّاحی، ارزیابی ومدیریّت آبیاری جویچه‌ای، نقش و اهمّیت اساسی دارد. با وجودی که مقادیر نفوذ به میزان رطوبت اولیّه و سابقه قبلی مرطوب شدن خاک بستگی دارد، ولی تاکنون، نقش وتاثیر این متغیّرها در معادلات تجربی نفوذ آب از جویچه‌های آبیاری اعمال نشده است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی جهت تغییرات نفوذ تجمعی از جویچه آبیاری در اثر تغییر در فرصت زمان، مقدار رطوبت اولیّه و نوبت آبیاری و تنظیم یک الگوی مناسب رگرسیونی برای بیان نفوذ تجمعی از جویچه به صورت تابعی از متغیّرهای یادشده انجام شده است. آزمایش نفوذ پذیری با جریان پیوسته و با روش جویچه‌های مسدود شده در پنج نوبت آبیاری اوّل تا پنجم با فاصله هفت روز و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شده است. نتایج نشان داد با حذف اثر مقدار رطوبت اوّلیّه خاک، با گذشت زمان ونوبت آبیاری، مقدار نفوذ تجمعی افزایش یافت. در هر نوبت آبیاری، با بالا رفتن ضریب تغییرات رطوبت اولیه ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهائی افزایش یافت. برای برآورد مقادیرنفوذتجمعی الگوهای مختلف و به صورت تابعی از متغیرهای زمان، رطوبت اولیه ونوبت آبیاری تنظیم شد. الگوهای برازش شده بیش از ۹۹ درصد از تغییرات نفوذ تجمعی را توجیه می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: نفوذ تجمعی، رطوبت اولیّه خاک، نوبت آبیاری، آبیاری جویچه‌ای.

۱- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تبریز-دانشگاه تبریز- دانشکده کشاورزی تلفن ۹-۳۳۴۰۰۸۱-۰۴۱۱

۲- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی آذربایجان شرقی

تبریز- صندوق پستی ۱۳۶۳-۵۱۳۸۵ تلفن ۲۶۶۳۹۱۵-۰۴۱۲ همراه ۰۹۱۴۳۱۰۸۴۷۱ ، پست الکترونیک ab-nasseri @ azran.org.ir

مقدمه

روش‌های آبیاری سطحی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش‌های کاربرد آب در مزارع است. در حال حاضربیش از ۹۵ درصد از اراضی فاریاب دنیا با این روش‌ها آبیاری می‌شوند [۵]. استفاده گسترده از آن در مقایسه با روش‌های آبیاری تحت فشار به سبب داشتن هزینه اولیه کم و نیاز کم آن به انرژی است [۱۱]. یکی از روش‌های آبیاری سطحی، آبیاری جویچه‌ای است که روشی بسیار مناسب برای آبیاری گیاهان ردیفی از قبیل سبزیجات، پنبه، چغندرقند، ذرّت و... بوده و در مواردی، برای آبیاری باغات نیز می‌توان ازآن استفاده کرد [۳]. در اغلب اوقات راندمان کاربرد این روش بین۴۰ تا۶۰ در صد بوده، در حالی که بطور نظری با این روش، دست یابی به راندمانی درحدود ۷۰-۸۵ درصد امکان پذیر است [۴]. دلیل عدم نیل به این درصد از راندمان چندین عامل مختلف است. تحلیل حسّاسّیت انجام شده بر روی پارامترهای عملکرد آبیاری جویچه‌ای نشان داده که راندمان کاربرد آب به تغییرات پارامترهای معادله نفوذ بسیار حسّاس است [۱۶].

نفوذ فرآیند ورود آب از «سطح خاک» به «داخل آن» است. این «سطح» می‌تواند به صورت کم و بیش افقی در سطح خاک یا بستر یک جویچه یا مسیر طبیعی یا مصنوعی جریان یا دیوارهای یک تونل یا گودال طبیعی یا دست ساخت باشد [۱۰]. در تحلیل نفوذ آب از یک جویچه آبیاری، سطح یاد شده شامل بستر جویچه است که معبر جریان در موقع آبیاری است. نفوذ فرآیند پیچیده‌ای است که به خواص فیزیکی خاک و میزان رطوبت اولیّه خاک و سابقه قبلی مرطوب شدن خاک بستگی دارد. در مزارعی که آبیاری آن با روش‌های سطحی انجام می‌شود، تابع نفوذ برای هر آبیاری تغییر یافته و به ازاء یک فرصت زمان نفوذ ثابت درنوبت‌های متوالی آبیاری، نفوذ تجمعی کاهش می‌یابد. در یک خاک خشک، سرعت اولیّه نفوذ بسیار زیاد بوده و با گذشت زمان سریعاً کاهش یافته و نهایتاً به حدّ نسبتاً ثابتی می‌رسد که به آن سرعت نفوذ پایه گفته می‌شود. مقدارآن، به هدایت هیدرولیکی اشباع خاک سطحی بسیار نزدیک است.

برای توصیف نفوذ آب، معادلات مختلفی ارائه گردیده که آنها را می‌توان به سه دسته کلی و به صورت زیر تقسیم نمود [۱۵]:

الف- معادلاتی مبنای آنها روابط جریان آب درمحیط متخلخل است, ب- معادلاتی که بر اساس مدل فیزیکی به دست آمده اند. ج- معادلاتی که بر اسا س داده‌های آزمایشی در مزرعه به دست آمده‌اند و به معادلات تجربی موسوم هستند.

این نوع معادلا ت نتیجه برازش سرعت نفوذمشاهده شده، باتوابع وابسته به زمان است. از انتگرال‌گیری این توابع، معادلات نفوذ تجمعی بدست می‌آید، که در آن، ضرائب معادلات مفهوم فیزیکی ندارند. یکی از اوّلین معادلات تجربی نفوذ، معادله کاستیاکف (Kostikov,1932) است. مزّیت آن در این است که این معادله، نفوذ واقعی و تئوریک را برای زمان‌های کوتاه تا متوسط، بسیارخوب بیان می‌کند [۱۵]. معایب آن در این است که شرایط مختلف مزرعه‌ای از جمله رطوبت اوّلیّه خاک را نمی‌توان در این معادله دخالت داد [۱۵]. همچنین، سرعت نفوذ برآورد شده درزمان طولانی به صفر نزدیک می‌شود که این با واقعیّت

سازگاری ندارد. برای استفاده از آن لازم بود که تعدیلی در آن انجام گیردوشکل تعدیل یافته آن معادله کاستیاکف- لوئیس (Kostiakov-Lewis,1938) می‌باشد [۱۰]. کالیبره نمودن این معادله با داده‌های مزرعه ای ویا استفاده در الگوهای برآورد، به سبب وجود یک متغیّر اضافی نسبت به معادله کاستیاکف نسبتاً مشکل است [۱۰].

با توجه به نقش و اهمّیت اساسی فرآیند نفوذ در شبیه سازی، طرّاحی، ارزیابی ومدیریّت آبیاری جویچه ای، بررسی جنبه‌های مختلف نفوذ با منظور نهائی کاربست در برآورد درست میزان راندمان کاربرد آب در مزرعه و بهبود مدیریّت آبیاری ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، چون مقادیر نفوذ به میزان رطوبت اولیّه خاک و نیز به سابقه قبلی مرطوب شدن خاک بستگی داشته و تابع نفوذ متأثر از نوبت آبیاری نیز می‌باشد، ولی تا حال، نقش نوبت آبیاری ورطوبت اولیّه خاک در معادلات نفوذ آب از جویچه‌های آبیاری و بخصوص در معادلات پر کاربرد اعمال نشده است، بنابراین، هدف پژوهش حاضر الف) بررسی روند تغییرات نفوذ تجمعی از جویچه آبیاری در مقابل تغییرات زمان، رطوبت اولیّه خاک و نوبت آبیاری و ب) تنظیم یک الگوی مناسب رگرسیونی برای بیان نفوذ تجمعی از جویچه به صورت تابعی از متغیّرهای یادشده و ج) بررسی تغییر پذیری نفوذ تجمعی وسرعت نفوذ پایه در نوبت‌های آبیاری بوده است.

موادّ و روش‌ها

آزمایش‌ها در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج در دوازده کیلومتری شرق تبریز انجام شد. آزمایش نفوذپذیری با روش جویچه‌های مسدود شده و با استفاده از دو صفحه فلزی به ابعاد ۹۰×۶۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۲ میلی‌متر، با جریان پیوسته و به مدت زمان ۲۴۰ دقیقه در پنج نوبت آبیاری اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم با فاصله دقیقاً هفت روز و در سه تکرار انجام شده است (در آبیاری اوّل مدت زمان برابر ۲۱۰ دقیقه بود). به منظور انجام هر آزمایش نفوذ پذیری، سه جویچه از جویچه‌های سمت غربی مزرعه انتخاب شد. میانگین شیب مزرعه برابر ۱/۵۶ درصد و فاصله جویچه‌ها از هم برابر ۶۵ سانتی‌متر بود. از جویچه میانی به عنوان جویچه اندازه‌گیری یا جویچه اصلی و از دو جویچه جانبی یا کناری به عنوان جویچه‌های محافظ استفاده شد. مقطعی از طول جویچه اصلی و جویچه‌های کناری به اندازه ۸۵ سانتی‌متر انتخاب شد. در جویچه اصلی دو صفحه فلزی با مشخصات یاد شده در مقطع انتخاب شده کوبیده شد. بمنظور استفاده در محاسبه حجم آب آبیاری در زمان صفر، مقطع سنجی از نیمرخ عرضی جویچه با سه تکرار انجام شد. عمق آب آبیاری بر اساس رطوبت اولیه خاک، رطوبت در حدّ ظرفیت مزرعه، چگالی ظاهری خاک و عمق توسعه ریشه محاسبه شد، در این محاسبه برای سه نوبت آبیاری عمق توسعه ریشه به ترتیب برابر ۴۰،۲۰ و ۶۰ سانتی متر و راندمان کاربرد آب برای تمام آزمایش‌ها برابر ۷۰ درصد در نظر گرفته شد. یک صفحه پلاستیکی در داخل هر جویچه و یک میله اندازه‌گیری به همراه پایه نگهدارنده در شانه جویچه اصلی قرار داده شد. حجم معینی از آب به درون مقطع مسدود جویچه ریخته شد آزمایش با کشیدن سریع پلاستیک از جویچه شروع، و

به آب اجازه ورود به خاک داده شد. برای ثابت ماندن سطح آب به هر سه جویچه پی در پی آب اضافه شد و حجم آب نفوذ یافته به ازاء زمان یادداشت و برای تحلیل آماده شد [۱۴ و ۱۵].

نتایج و بحث

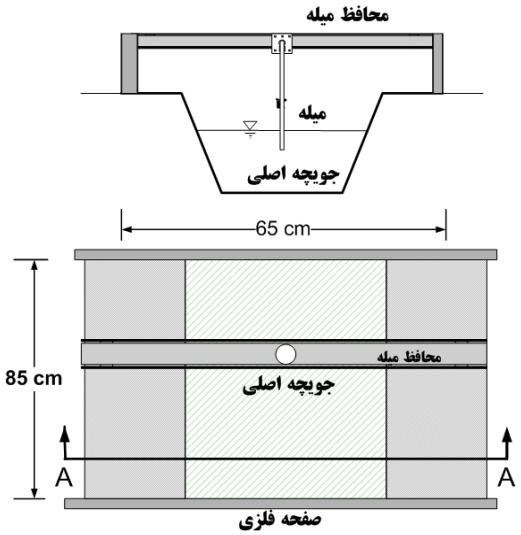
مقادیر نفوذ تجمعی (میلی لیتر بر متر طول جویچه) به ازاء زمان (دقیقه) و مقادیر رطوبت اولیّه خاک بستر جویچه (درصد) که از انجام آزمایش‌ها بدست آمده بود، در شکل شماره ۲ به ترتیب برای نوبت‌های آبیاری اوّل تا پنجم ارائه شده است.

به منظور بررسی میزان همبستگی نفوذ تجمعی با متغیّرهای زمان، رطوبت اولیّه خاک و نوبت آبیاری، همبستگی ساده و جزئی متغیّرهای یاد شده محاسبه شد [۹]. درجه آزادی در بررسی همبستگی ساده و جزئی به ترتیب برابر ۳۰۹۵ و ۳۰۹۴ بوده و همه مقادیر همبستگی در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی‌دار بود. خلاصه نتایج به دست آمده به شرح زیر است:

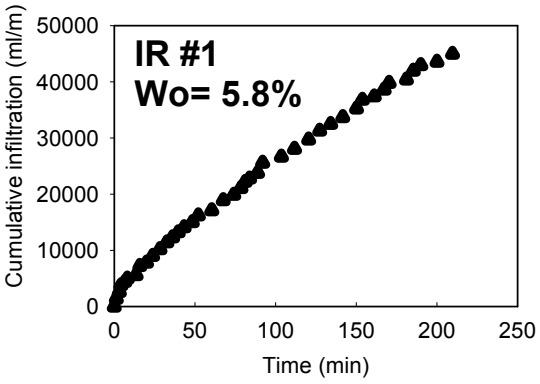
الف)- همبستگی ساده نفوذ تجمعی با زمان، رطوبت اولیّه خاک و نوبت آبیاری به ترتیب برابر ۰/۵۰۴، ۰/۳۵۵- ، ۰/۱۰۳- به دست آمد. بنابراین، در حالت تغییر متغیّرها، با سپری شدن زمان، مقدار نفوذ تجمعی افزایش یافت. با افزایش مقادیر رطوبت اولیّه خاک و نوبت آبیاری، مقدار نفوذ تجمعی کاهش یافت.

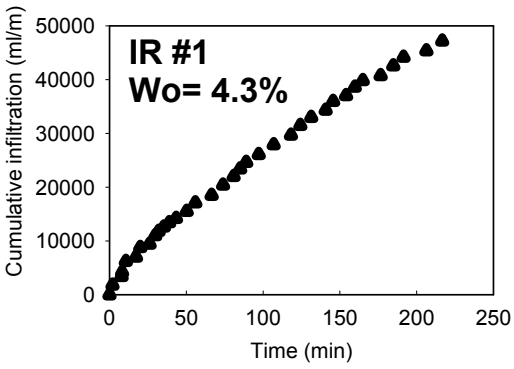
ب) در صورت ثابت ماندن مقدار رطوبت اوّلیّه خاک در تمام نوبت‌های آبیاری، همبستگی جزئی نفوذ تجمعی با زمان و نوبت‌های آبیاری به ترتیب برابر ۳ ۰/۵۵ و ۰/۲۳۶ به دست آمد. بنابراین، با افزوده شدن زمان و نوبت آبیاری، مقدار نفوذ تجمعی افزایش یافت. موضع کاربرد این یافته هنگامی است که زمان شروع آبیاری در همه نوبت‌های آبیاری، رسیدن رطوبت خاک به مقدار معینی، بوده باشد

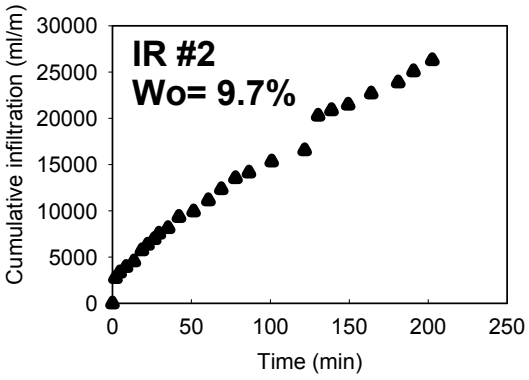
ج) در یک نوبت آبیاری، همبستگی جزئی نفوذ تجمعی با زمان و مقدار رطوبت اولیّه بترتیب برابر ۰/۵۰۹ و ۰/۴۰۸- به دست آمد.

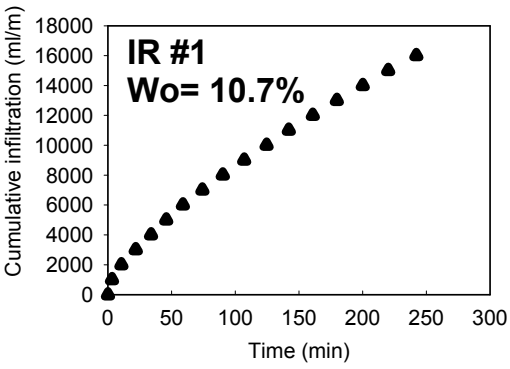


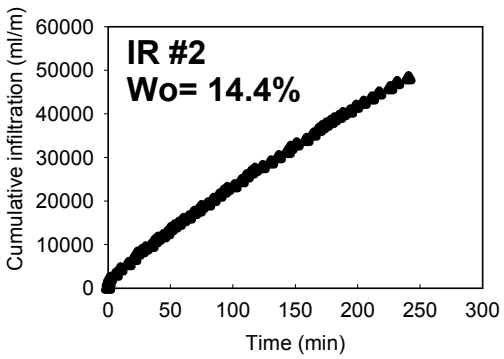
شکل شماره ۱- شمای اندازه‌گیری نفوذ با روش جویچه مسدود در هر واحد آزمایشی.

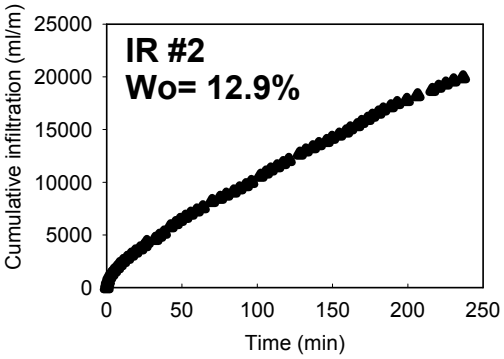

IR #1
Wo= 5.8%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)

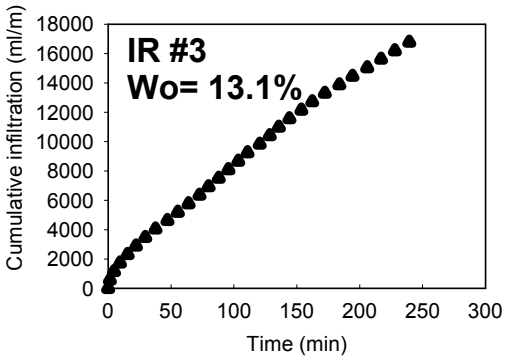

IR #1
Wo= 4.3%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)

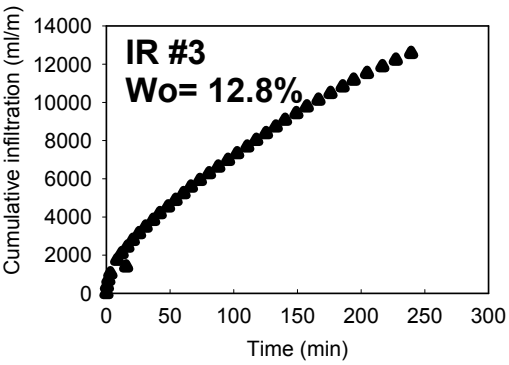

IR #2
Wo= 9.7%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)

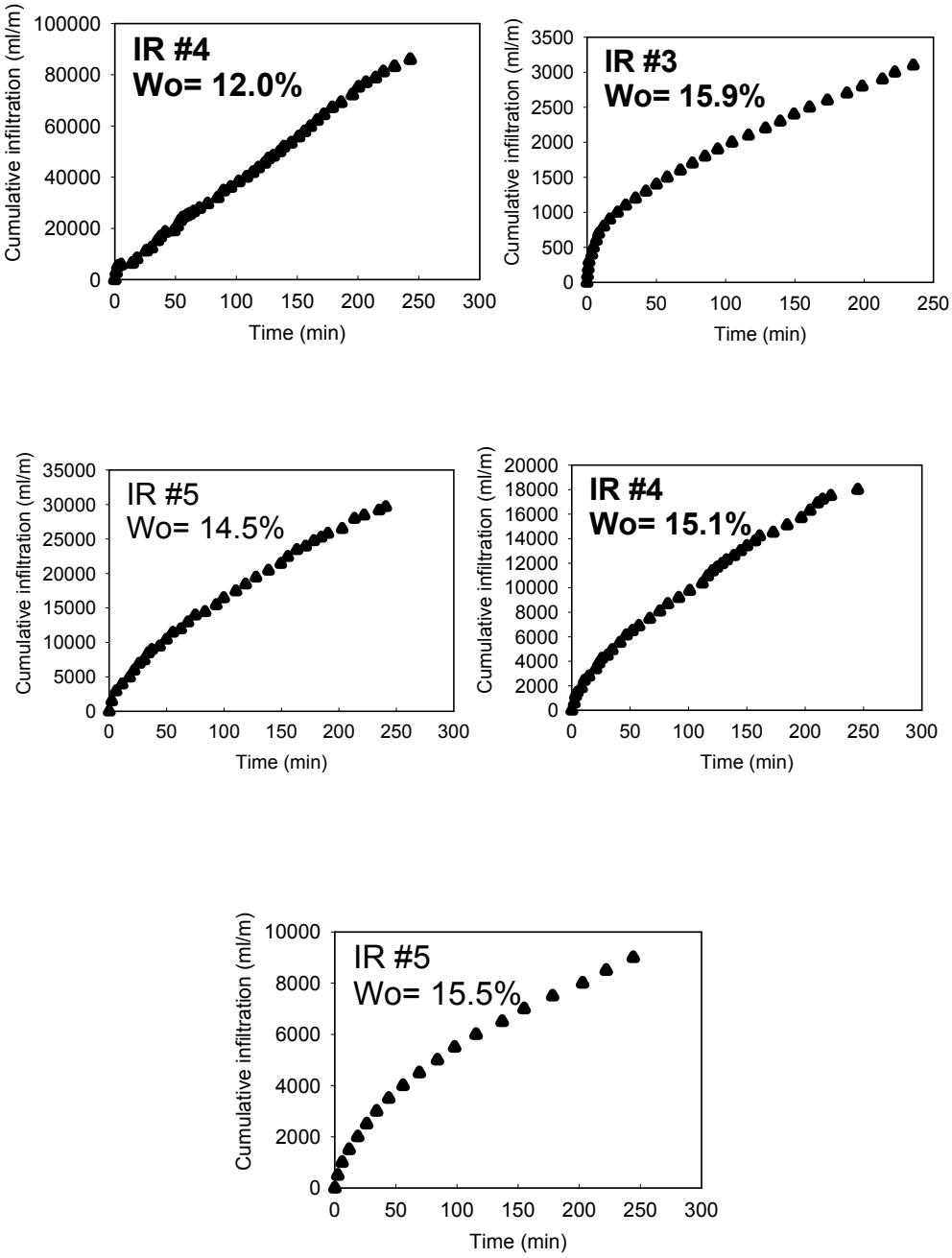

IR #1
Wo= 10.7%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)


IR #2
Wo= 14.4%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)


IR #2
Wo= 12.9%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)


IR #3
Wo= 13.1%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)


IR #3
Wo= 12.8%
Cumulative infiltration (ml/m)
Time (min)



شکل شماره۲- نفوذ تجمعی به ازاء زمان در شرایط رطوبت اولیّه متفاوت در آبیاری‌های اوّل تا پنجم

جدول ۱- نتایج آزمایش‌های فیزیکی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش(۱)

دانه بندی خاک						پارامترهای فیزیکی خاک				پارامترهای هیدرولیکی خاک	
افق	عمق (cm)	سنگریزه (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gm/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی (gm/cm^3)	تخلخل کل (درصد)	آب اشباع (درصدوزنی)	رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (درصدوزنی)
A_P	۰-۲۵	۸/۴	۶۹/۵	۲۴/۰	۶/۵	لوم شنی	۱/۶۱	۲/۵۰	۳۵/۶	۲۱/۷	۱۲/۲
BK_1	۲۵-۳۸	۱۴/۳	۵۵/۵	۲۹/۷	۱۴/۸	لوم شنی	۱/۳۷	۲/۵۶	۴۶/۵	۳۵/۱	۱۸/۲
BK_2	۳۸-۶۵	-	۶۳/۸	۲۷/۸	۸/۴	لوم شنی	۱/۲۸	۲/۵۶	۵۰	۳۹/۳	۲۳/۲
C_1	۶۵-۹۰	۱۲/۰	۸۰/۴	۱۶/۲	۳/۴	شنی لوم	۱/۵۷	۲/۵۰	۳۷/۲	۲۵/۷	۱۷/۱
C_2	>۹۰	۳۹/۵	۹۳/۱	۶/۶	۰/۳	شنی	-	۲/۵۰	-	-	-

لذا با افزایش زمان وکاهش مقدار رطوبت اولیّه، مقدار نفوذ تجمعی افزایش یافت. بنابراین به منظور داشتن مقدار نفوذ تجمعی معین در هر نوبت آبیاری، می‌توان نسبت ب تعیین رطوبت اولیه و زمان نفوذ بهینه با استفاده از یکی از روش‌های بهینه سازی اقدام نمود.

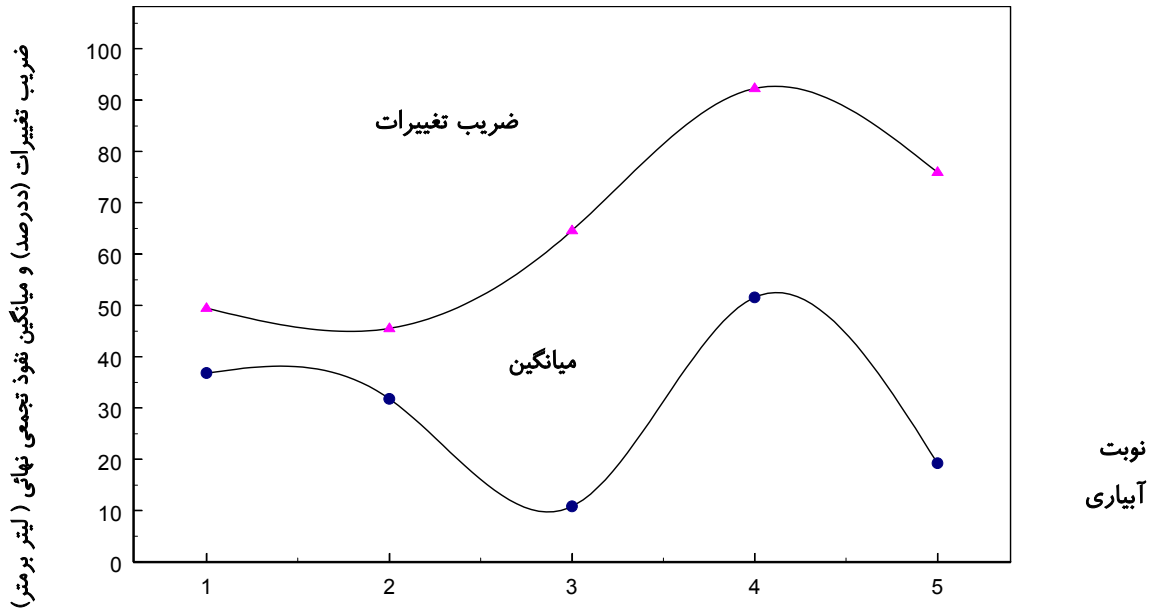
د) در یک فرصت زمان ثابت، همبستگی جزئی نفوذ تجمعی با مقدارrطوبت اولیّه ونوبت آبیاری به ترتیب برابر ۰/۴۳۲- و۰/۱۳۳- به دست آمد. بنا براین به ازاءیک زمان ثابت، با افزایش مقدار رطوبت اولیّه خاک ونوبت آبیاری، مقدار نفوذ تجمعی کاهش یافت.

برای برآورد و پیش بینی مقادیر نفوذ تجمعی برمبنای داده‌های زمان، مقدار رطوبت اولیّه و نوبت آبیاری حاصل از انجام آزمایش‌ها، الگوهایی تنظیم شد. برای تنظیم این الگو از تحلیل رگرسیون چندگانه خطی با روش کمترین مربعات خطاها و از فنّ پسرو استفاده شد [۹]. از میان انواع مختلف مدل‌ها، مدل‌های انتخاب شده به دلیل داشتن ضریب تبیین بالا وا شتباه استاندارد پائین‌تر در برآورد، در جدول ۲ ارائه گردیده‌اند. در تحلیل واریانس مدل‌های یاد شده از آماره F و در ارزیابی تأثیر متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته از آماره T استفاده گردید. هر دو در سطح احتمال کمتر از یک درصد معنی دار شدند. بر پایه نتایج حاصل می‌توان گفت معادله‌های برازش شده بیش از ۹۹ درصد از تغییرات نفوذ تجمعی را توجیه می‌کنند. دقت برآورد نفوذ تجمعی با مدل‌های یاد شده متفاوت بود. مدل ۲ با اشتباه استاندارد برابر با ۰/۵۱ و مدل اول با اشتباه استاندارد برابر با ۰/۶۸، دقیق‌ترین مدل‌ها تشخیص داده شدند. از بین دو مدل تابع زمان (مدل‌های سوم و چهارم) دقیق‌تر است. بنابراین برای الگوبندی و برآورد نفوذ تجمعی از جویچه‌های آبیاری استفاده از شکل مدل‌های اول یا دوم توصیه می‌گردد.

جدول شماره ۲- مدل‌های تجربی نفوذ تجمعی به صورت تابعی از متغیرهای مستقل

شماره	شکل مدل	ضریب تبیین (R^2)	اشتباه استاندارد برآورد
۱	$Z = t^{0.806} Wo^{2.9384} N^{1.521}$	۰/۹۹۵	۰/۶۸
۲	$Z = t^{0.6829} \exp(6.4086 \cos(\ln N))$	۰/۹۹۷	۰/۵۱
۳	$Z = \frac{932522.1297 + 111749.5t^{0.9877}}{638.9325 + t^{0.9877}}$	۰/۹۹۸	۳۰۱/۷۶
۴	$Z = 508.9408t^{0.7028} + 26.9607t$	۰/۹۹۸	۳۴۸/۰۶

برای بررسی میزان تغییرپذیری نفوذ تجمعی نهایی (نفوذ در زمان ۲۴۰ دقیقه) در نوبت‌های آبیاری از ضریب تغییرات که یکی از شاخص‌های پراکندگی در تحلیل آماری است استفاده گردید. به همین منظور، مقادیر آن برای نفوذ تجمعی در هر نوبت آبیاری و برای تکرارهای درون هر نوبت محاسبه گردید. نمودار نتایج در شکل شماره ۴ ارائه شده است. بیشترین و کمترین مقدار ضریب تغییرات نفوذ تجمعی برابر ۹۲/۳۲ و ۴۵/۵۴ درصد و به ترتیب در نوبت‌های آبیاری چهارم و دوم اتفاق افتاده است. باتیستا و والندر ضریب تغییرات حجم آب نفوذ یافته را برابر ۵۳ درصد گزارش نموده‌اند که با میانگین مقادیر به دست آمده (۶۵/۵۸) سازگاری دارد.



شکل ۳- میانگین و ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهائی در پنج نوبت متوالی آبیاری

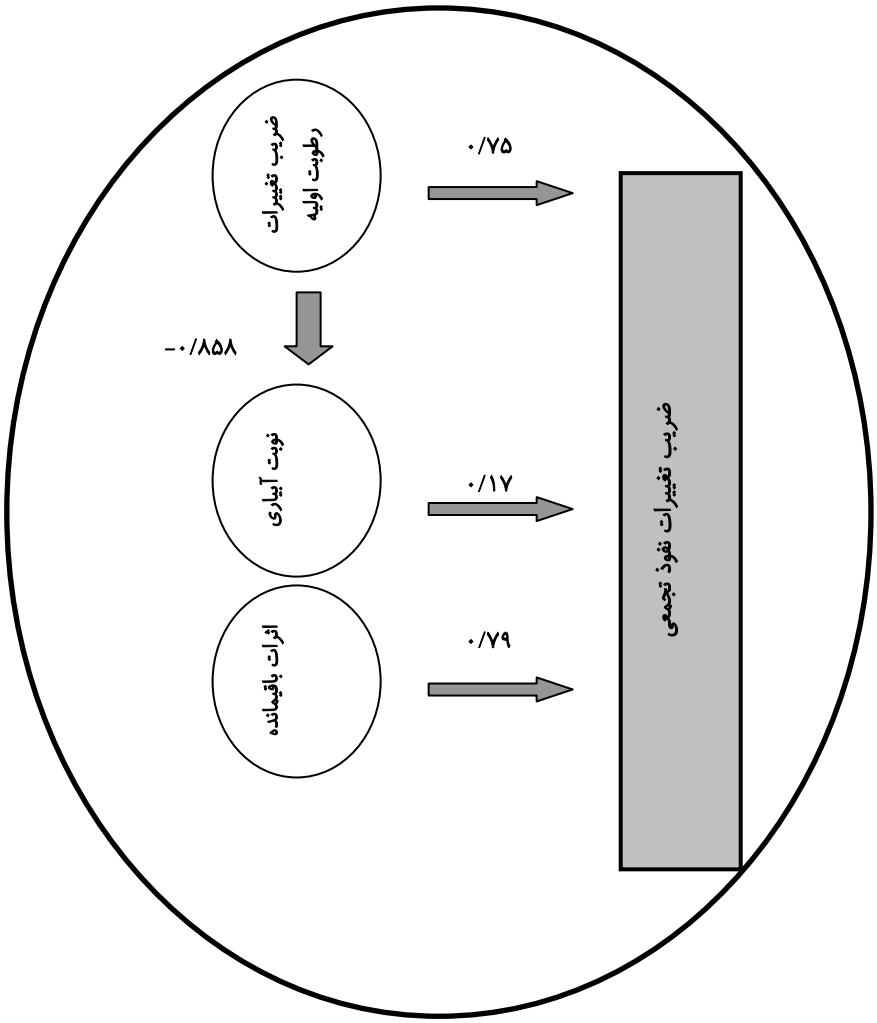
برای پی بردن به علت تغییرات نفوذ تجمعی در نوبت‌های آبیاری، از تحلیل علیت استفاده شد. نتایج در جدول شماره ۳ و دیاگرام ضرایب علیت در شکل ۴، به منظور تشریح روابط میان مشخصه‌ها ارائه شده است. در تحلیل علیت اثر همه عامل‌های وارد نشده و اشتباه آزمایشی به عنوان اثرات باقیمانده در نظر گرفته شده است. اندازه این اثرات برابر ۰/۷۹ (شکل ۴) به دست آمد. اثر مستقیم ضریب تغییرات رطوبت اولیه برروی ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی مثبت (۰/۷۵) و بالا می‌باشد. یعنی افزایش مستقیم ضریب تغییرات رطوبت اولیه موجب افزایش ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی گردید. اثر غیرمستقیم این مشخصه از طریق نوبت آبیاری منفی (۰/۱۴-) است، یعنی افزایش ضریب تغییرات رطوبت اولیه از طریق نوبت آبیاری سبب کاهش ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی گردید. اندازه مجموع اثرات مستقیم و غیر مستقیم ضریب تغییرات رطوبت اولیه بیشتر از نوبت آبیاری بود.

جدول ۳- تجزیه همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم برای ضریب تغییرات نفوذ تجمعی

مشخصه اول: ضریب تغییرات رطوبت اولیه	
اثر مستقیم	۰/۷۵
اثر غیر مستقیم از طریق نوبت آبیاری	-۰/۱۴
جمع اثرات	۰/۶۱
مشخصه دوم: نوبت آبیاری	
اثر مستقیم	۰/۱۷
اثر غیر مستقیم از طریق نوبت آبیاری	-۰/۶۴
جمع اثرات	-۰/۴۷
اثرات باقیمانده	۰/۷۹۲
ضریب تبیین تصحیح شده	۰/۹۷۹

از جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر مستقیم نوبت آبیاری برروی ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی نسبتاً کم (۰/۱۷) و اثر غیر مستقیم آن به طور نسبی زیادتر (۰/۶۴-) بود. این متأثر از ضریب همبستگی منفی بین نوبت آبیاری و ضریب تغییرات رطوبت اولیه بوده است. با این همه، مقدار بالای ضریب تبیین بیانگر نقش بارز مشخصه‌های مورد بررسی بر روی ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی بوده است. در یک نوبت آبیاری افزایش ضریب تغییرات رطوبت اولیه سبب ازدیاد ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی شده است. اثر مستقیم ضریب تغییرات رطوبت اولیه حدود ۴/۴۱ برابر (حاصل نسبت مقدار ۰/۷۵ به ۰/۱۷ از جدول ۳)

اثر مستقیم نوبت آبیاری برروی ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهایی بود. این موضوع، بیانگر اهمیت نسبی ضریب تغییرات رطوبت اولیه نسبت به نوبت آبیاری بوده و در نتیجه در هر نوبت آبیاری تغییرات نفوذ تجمعی به تغییرات رطوبت اولیه خاک حساس می‌باشد.

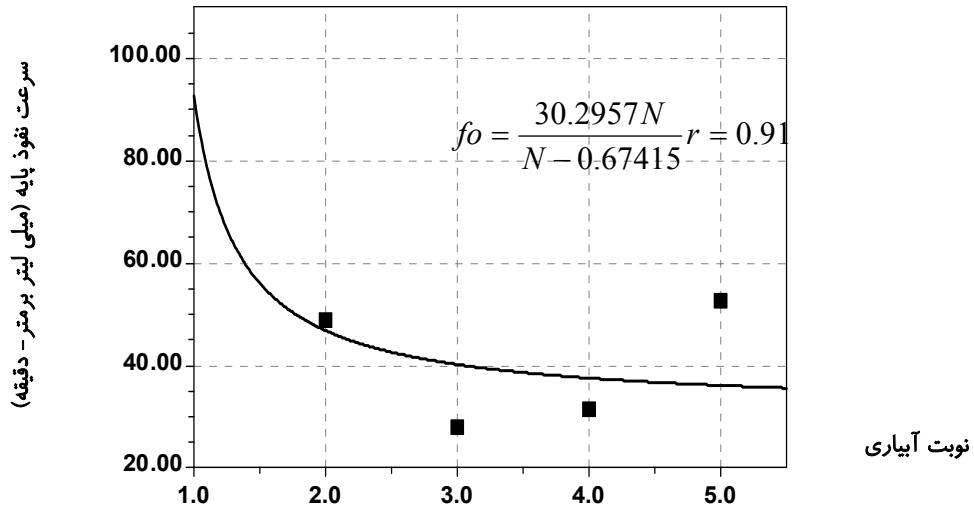


شکل ۴- دیاگرام علیت برای بیان روابط بین مشخصه‌های موثر برضریب تغییرات نفوذ تجمعی

برای بیان تغییرات سرعت نفوذ پایه به صورت تابعی از نوبت آبیاری از تحلیل رگرسیون استفاده شد. معادله تغییرات آن در شکل ۶ ارائه شده است. ضریب همبستگی رابطه حاصل بابر ۰/۹۱ بوده ونزدیک به ۸۳ درصد از تغییرات سرعت نفوذ پایه با این الگو قابل توجیه است. این رابطه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد.

برای بررسی تغییر پذیری سرعت نفوذ پایه در نوبت‌های آبیاری، از شاخص ضریب تغییرات استفاده شد. این شاخص در هر نوبت آبیاری برای تکرارهای درون هر نوبت آبیاری به طور مجزا محاسبه شد. نتایج در شکل ۷ ارائه شده است. بیشترین، میانگین و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۹۶/۲ و ۷۹ و ۵۹/۷ درصد

به دست آمد. باتیستا و والندر (گزارش شده توسط شوانکل و همکاران (۱۱)) ضریب تغییرات سرعت نفوذ پایه را بین ۱۰ تا ۱۰۰ و میانگین آن را ۲۵ درصد گزارش نموده‌اند. یافته این بررسی دردامنه ذکر شده توسط نامبردگان قرار داشته ولی میانگین حاصل زیادتر بوده است.



شکل ۵- تغییرات سرعت نفوذ پایه (fo) و نوبت آبیاری (N).

تغییر پذیری قابل ملاحظه نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ پایه در مزرعه می‌تواند موجب غیر یکنواختی کاربرد آب در مزرعه گردیده و از سوی دیگر، وجود تعدد مقادیر برای برخی پارامترها مثلاً برای سرعت نفوذ پایه موجب برآورد ناصحیح عوامل طراحی گردد.

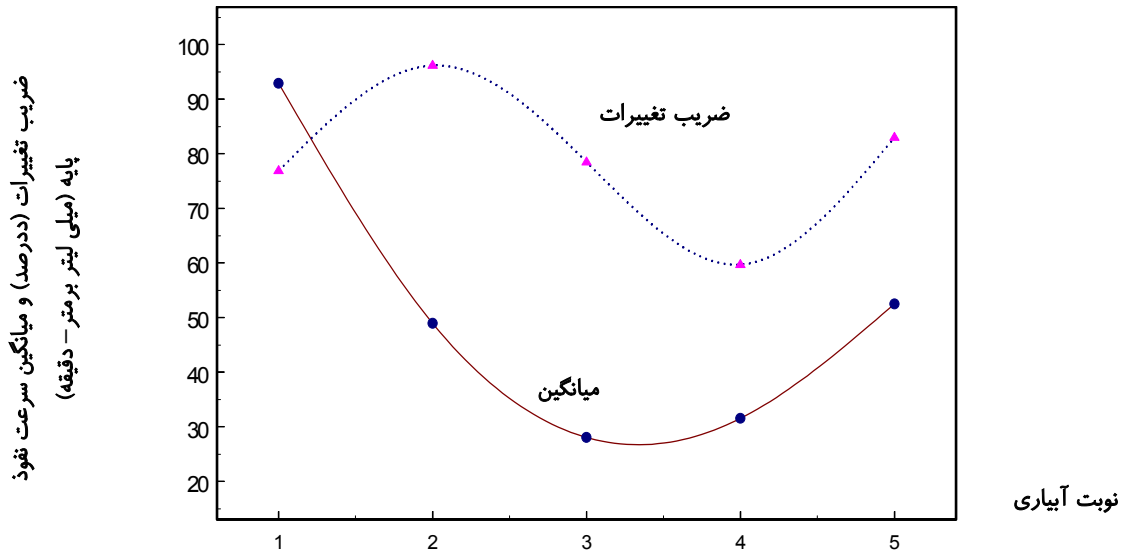
نتیجه‌گیری و پیشنهاد

بررسی‌های انجام شده نشان داد که:

الف- در صورت ثابت ماندن مقدار رطوبت اولیه، نفوذ تجمعی با زمان و نوبت آبیاری رابطه مستقیم و در هر نوبت آبیاری، نفوذ تجمعی با زمان رابطه مستقیم و با رطوبت اولیه رابطه معکوس دارد. بنابراین برای دستیابی به مقدار معینی از نفوذ تجمعی در هر نوبت آبیاری، با استفاده از یکی از روش‌های دینامیک بهینه‌سازی مقدار رطوبت اولیه وزمان نفوذ مقدور است.

ب- نتیجه وارد نمودن اثرات رطوبت اولیه و نوبت آبیاری در الگوی نفوذ تجمعی، موجب کاهش اشتباه استاندارد برآورد و در نتیجه سبب افزایش دقت برآورد نفوذ تجمعی نسبت به معادله کاستیاکف – لوئیس گردید. وارد نمودن اثرات متغیرهای یاد شده مالا به برآورد دقیق راندمان کاربرد آب منجر خواهد شد.

ج) میانگین ضریب تغییرات نفوذ تجمعی نهائی و سرعت نفوذ پایه به ترتیب برابر ۶۵/۵۸ و ۷۹ درصد به دست آمد. رطوبت اولیه خاک در تغییر پذیری نفوذ و سرعت نفوذ پایه موجب غیر یکنواختی کاربرد آب در مزرعه می‌گردد. شناخت عوامل تغییر پذیری رطوبت اولیه خاک در مزرعه ضروری است.



شکل۶- میانگین و ضریب تغییرات سرعت نفوذ پایه در پنج نوبت متوالی آبیاری

منابع مورد استفاده

۱. جعفرزاده،ع.ا. ، ر. کسرائی، و م.ر. نیشابوری، (۱۳۷۲)، «گزارش نهائی طرح تحقیقاتی مطالعات تفصیلی ۱۸ هکتار از اراضی و خاک‌های ایستگاه کرکج».انتشارات اداره کلّ امور پژوهشی دانشگاه تبریز.

۲. غازان شاهی،ج.(۳۷۴). «فیزیک خاک».انتشارات دانشگاه تهران.تهران.

3. Booher,L.J. (1974). " Surface irrigation". F.A.O. Agricultural Development,Paper 5.Rome.
4. Camacho,E.C., C. Perez-Lucena, J. Roldan-Canas, and M. Alcaide, (1997)."IPE:Model for management and control of furrow irrigation in real time".J.Irrig.and Drain.Engrg.,ASAE,123(4):264-269.
5. F.A.O.(1981)."Agriculture:Toward 2000".F.A.O.,Rome.
6. Fonteh,M.F. and T.Podmore.(1993)."Aphysically based infiltration model for furrow irrigation".Agricultural Water Management,23:271-284.
7. Gardner, W. H. (1976). "Water content.In Methods of Soil Analysis. Part 1:Physical and Mineralogical Properties". 4th Ed., ed. C.A. Black ,D.D. Evans , L. E. Ensminger, J. L.White, F. E.Clark,and R.C. Dinauer.82- 127.Madison,WI.:Agronomy Society.

8. Izadi,B. and W.W. Walender.(1985)."Furrow hydraulic characteristics and infiltration".Trans.ASAE,28(6):1901-1908.
9. Kohler ,H.(2002). " Statistics for business and economics".Thomson Learning,Inc.1226 pp.
10. Philip,J.R. (1969),"Theory of infiltration".a part of Advances in hydrosciencen ,ed.V.T.Chow,215-297.Academic Press,INC.
11. Sepaskhah,A.R. and H. Afshar-Chamanabad.(2002)."Determination of infiltration rate for every-other furrow irrigation".Biosystems Engineering:82(4):479-484.
12. Scaloppi,E.j.,G.P.Merkley and L.S.Willardson.(1995)."Intake paramers from advance and wetting phases of surface irrigation".Journal of irrigation and Drainage Engineering.121(1):57-69.
13. Tarbotan,K., and W.W. Wallender, (1989)."Field-wide furrow infiltration variability".Transactions of the ASAE,32(3):913-918.
14. Walker, W. R. (1989). " Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems". F.A.O. Paper No.45.Rome.
15. Walker, W.R., and G.V.Skogerboe ,(1987). "Surface irrigation:Theory and Practice".Prentice-Hall,Inc.,New Jersey,386 pp.
16. Zerihun,D., J.Feyen, and J.Reddy, (1996)."Sensitivity analysis of furrow- irrigation performance parameters". J.Irrig. and Drain.Engrg.ASCE, 122(1):49-57.