نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۳، جلد۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۳۳۷-۳۳۰

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 3, Vol. 4, Winter 2011, p. 330-337

تعیین بهترین معادله نفوذ برای خاکهای ایستگاه نعمت آباد(دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز) وآنالیزحساسیت ضرایب معادلات نفوذ به رطوبت اولیه خاک

صمد دربندی[۱*]، صابره دربندی[۲] و صابر تقوی[۳]

چکیده

میزان رطوبت اولیه خاک تأثیر زیادی روی مشخصات نفوذ پذیری آن دارد. لیکن در اندازه گیریهای مربوطه توجه چندانی به این مسئله نمی گردد. این تحقیق به منظور بررسی اثر رطوبت اولیه خاک بر مشخصات نفوذ پذیری آن وآنالیزحساسیت ضرایب مدلهای نفوذ کوستیاکف، فیلیپ، هورتون، کوستیاکف تعدیل شده و روش سازمان حفاظت خاک آمریکا(SCS) به این ویژگی خاک و تعیین بهترین مدل نفوذ برای خاکهای ایستگاه تحقیقات کشاورزی نعمت آباد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام گرفته است. آزمایشهای نفوذ سنجی با استفاده از استوانه‌های مضاعف در میزان ۹ رطوبت اولیه مختلف خاک انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت اولیه خاک مقدار نفوذ تجمعی کاهش و زمان رسیدن به سرعت نهایی نفوذ کوتاهتر می‌شود. روش سازمان حفاظت خاک آمریکا برای خاکهای منطقه مناسب نبوده و مدلهای کوستیاکف و فیلیپ بعنوان بهترین مدل برای شبیه‌سازی نفوذ تجمعی برای منطقه می‌باشند. همچنین ضریب b مدل کوستیاکف و کوستیاکف تعدیل شده و ضریب S مدل فیلیپ حساسیت کمتر و ضرایب c مدل کوستیاکف تعدیل شده و A مدل هورتون حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات رطوبت اولیه خاک دارند. در نهایت مدل فیلیپ کمترین حساسیت و مدل کوستیاکف تعدیل شده بیشترین حساسیت را به تغییرات رطوبت اولیه خاک نشان دادند.

واژه های کلیدی: نفوذ ،رطوبت اولیه ، مدل،آنالیزحساسیت،ایستگاه نعمت آباد

مقدمه

مشخصات نفوذ آب به خاک به عواملی مانند خصوصیات فیزیکی خاک ، مقدار رطوبت اولیه ، شیب و زبری سطح زمین ، تراکم و نوع پوشش گیاهی و کیفیت آب کاربردی بستگی دارد. در بین عوامل گفته شده رطوبت اولیه خاک دارای تغییرات زیادی می‌باشد. در نتیجه اندازه‌گیری نفوذ پذیری در یک وضعیت خاص رطوبتی و ضرایب روابط بدست آمده برای همان وضعیت رطوبتی معتبر بوده و با تغییر رطوبت اولیه، ضرایب نیز تغییر خواهند نمود. لیکن هنگام آزمایشهای نفوذسنجی به این مسئله توجه چندانی نمی گردد. بنابراین ضرورت دارد که نتایج اندازه‌گیری در یک رطوبت اولیه مشخص، برای دیگر مقادیر رطوبتها تعدیل شود. این تعدیل یا اصلاح ضرایب مدلهای نفوذ به رطوبت اولیه از نظر پیش بینی مقادیر نفوذ و رواناب در حوضه‌های آب‌خیز، مدیریت آبیاری و غیره می‌تواند نقش بسیار مهمی در مدیریت و استفاده از منابع آب و خاک داشته باشد.گامبز و وارکنتین[۴] (۱۹۷۲) تأثیر جرم مخصوص ظاهری و رطوبت اولیه خاک را به روی سرعت نفوذ در نمونه‌های خاک رسی را بررسی و به این نتیجه رسیدند که افزایش اندکی در جرم مخصوص ظاهری خاک باعث کاهش قابل توجهی در میزان سرعت نفوذ می‌شود. فهد[۵] و همکاران (۱۹۸۲) با کاربرد مدلهای نفوذ در قطعه‌های کاشته شده با گیاه سویا نتیجه گرفتند که مدلهای کوستیاکف و فیلیپ مطابقت بهتری با داده‌های تجربی دارند لیکن در مراحل اولیه و نهایی نفوذ معادله کوستیاکف تطابق بهتری دارد. هیلل[۶] (۱۹۸۲) بیان داشته است رطوبت اولیه خاک تأثیر زیادی بر روی سرعت نفوذ دارد و رابطه بین این دو برعکس می باشد به این صورت که هر چه رطوبت اولیه زیادتر باشد سرعت نفوذ در مراحل اولیه کاهش می‌یابد، لیکن سرعت پیشروی جبهه رطوبتی بیشتر می‌گردد بنابراین میزان رطوبت اولیه و تعیین آن باید در کلیه روشهای اندازه‌گیری نفوذ مدنظر قرار گیرد. پارلانژ[۷] و همکاران (۱۹۸۵) پدیده نفوذ را تحت شرایط غرقابی خاک بررسی نموده و بیان داشتند که تحت شرایط مذکور نفوذ تجمعی تابعی از خصوصیات خاک، شرایط اولیه و ضخامت لایه آب در سطح خاک

۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
(*- نویسنده مسئول: (Email: sadarbandi@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۳- مهندسین مشاور فراز آب

4- Gumbs and warkentin

5- Fahad
6- Hillel
7- Parlange

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد. چو[1] (۱۹۹۵) اثر رطوبت اولیه خاک بر پارامترهای معادله نفوذ گرین-آمپت را را بررسی نموده و روابطه مربوطه را ارائه نموده است.شوارتزند روبر[2] (۲۰۰۰) برای خاکهای عمیق و یکنواخت یک رابطه دو جزئی از مدل گرین- آمپت استخراج نموده است. لیو[3] و همکاران (۲۰۰۸) رابطه ای برای تخمین مکش متوسط در مدل گرین- آمپت اعمال و این مدل را اصلاح نموده اند. در این رابطه اثرات رطوبت اولیه خاک و غیر همگن بودن نیمرخ خاک بر نفوذ در نظر گرفته شده است. ینگ[4] و همکارن (۲۰۱۰) مدل گرین- آمپت را برای بررسی نفوذ آب از یک ستون خاک چهار لایه ای اصلاح نموده اند. آنها برای تعیین میزان رطوبت و هدایت هیدرولیک در ناحیه خیس شده خاک، ضریب اشباع را به مدل اولیه گرین- آمپت اضافه نمودند. نتایج آنها نشان داد که مدل اصلاح شده نسبت به مدل اولیه با دقت بیشتری می تواند نفوذ آب در خاکهای غیر همگن را شبیه سازی نماید. بارانی وهمکاران (۱۳۷۹) با استفاده از روش حداقل مربعات و روش حل عددی نیوتون – رافسون پارامترهای معادله نفوذ سازمان حفاظت خاک آمریکا

(SCS) را برای چهار نوع خاک مختلف محاسبه نموده‌اند. قربانی دشتکی و همایی(۱۳۸۶) با اندازه گیری نفوذ پذیری خاک در ۱۲۳ نقطه از خاکهای مناطق مختلف ایران توابعی برای برآورد پارامترهای برخی مدلهای نفوذ با توجه به میزان رطوبت اولیه،درصد تخلخل،درصد کربن آلی،جرم ویژه ظاهری خاک ،میزان رطوبت خاک در مقدار ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی و غیره را ارائه نموده اند. هدف از این تحقیق بررسی اثر رطوبت اولیه خاک بر مشخصات نفوذ پذیری آن، تعیین رابطه بین میزان رطوبت اولیه خاک و ضرایب معادلات نفوذ کوستیاکف، فیلیپ، هورتون، کوستیاکف تعدیل شده و روش سازمان حفاظت خاک آمریکا(SCS) و آنالیز حساسیت ضرایب مدلهای گفته شده به این ویژگی خاک و تعیین بهترین مدل نفوذ برای خاکهای ایستگاه تحقیقات کشاورزی نعمت آباد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی نعمت آباد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در مرداد ماه سال ۱۳۸۳ انجام گرفت. برای حذف اثر عوامل دیگر مانند غیر یکنواختی خاک ، زمین انتخابی بایستی کاملاً همگن درنظر گرفته می‌شد. به همین منظور قطعه زمینی به مساحت ۴۰۰ مترمربع که از نظر ظاهری یکنواخت بنظر می رسید و معرف خاکهای ایستگاه بود انتخاب شد. در ۸ نقطه از سطح خاک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری به فواصل ۱۰ سانتی متری نمونه برداری شده و بافت خاک ، رطوبت نقطه پژمردگی، رطوبت ظرفیت مزرعه ، رطوبت اشباع و جرم مخصوص ظاهری آنها تعیین شد. قبل از انجام آزمایشهای نفوذ سنجی ، قطعه زمین انتخابی با روش غرقابی آبیاری گردید تا رطوبت در سطح خاک بطور کامل به حالت اشباع برسد. پس از گذشت دو روز و رسیدن رطوبت سطح خاک به حد ظرفیت مزرعه آزمایشهای اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک با استفاده از استوانه های مضاعف شروع شد. قبل از اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک، رطوبت خاک توسط دستگاه TDR در اعماق ۱۵-۰ ، ۳۰-۱۵ و ۵۰-۳۰ سانتی متری اندازه‌گیری گردید. پس از اولین اندازه‌گیری نفوذ، اجازه داده شد تا رطوبت خاک مقداری کاهش یابد. دو روز بعد دوباره ابتدا رطوبت خاک اندازه‌گیری شده سپس آزمایش نفوذ سنجی انجام گرفت. آزمایشهای نفوذ سنجی در ۹ رطوبت اولیه مختلف که در جدول (۱) آمده است در سه تکرار انجام پذیرفت. مدلهای نفوذ مورد بررسی در این پژوهش درجدول (۲) آورده شده است.

برای ۹ سری آزمایش انجام شده ضرایب مدلها به روش حداقل مجموع مربعات خطا تعیین شد. برای ارزیابی دقت مدلها از دو پارامتر ضریب تبیین (R^2) و ریشه میانگین مربع خطاها[1] (RMSE) استفاده گردید. RMSE از رابطه زیر محاسبه گردید(ینگ و همکارن ۲۰۱۰):

$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(I_i - \bar{I}_i)^2}{n}} \quad (1)$$

در رابطه بالا :

I_i : مقدار نفوذ تجمعی مشاهده شده در قرائت i ام،

$\bar{I}_i$: مقدار نفوذ تجمعی پیش بینی شده توسط مدل برای قرائت i ام، و

n : تعداد قرائت می‌باشد.

RMSE انحراف معیار بین مقادیر نفوذ تجمعی مشاهده و پیش بینی شده توسط مدل می‌باشد. هر مدلی که دارای بیشترین R^2 و کمترین RMSE بود بعنوان مدل با دقت زیاد محسوب می گردد. با استفاده از نرم افزار کامپیوتری Curve Expert رابطه ریاضی تغییرات مدلهای نفوذ با رطوبت اولیه خاک تعیین شد. به منظور بررسی کمی و مقایسه میزان اثر پذیری ضرایب مدلهای نفوذ از تغییرات رطوبت اولیه خاک، با استفاده از رابطه زیر آنالیز حساسیت انجام پذیرفت(بهبهانی و بابازاده۱۳۸۳):

1- Chu
2- Swartzendruber
3- Liu
4- Ying

5- Root Mean Square Error

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر رطوبت حجمی (درصد) در اعماق مختلف خاک در روزهای مختلف آزمایش

عمق خاک(سانتی متر) / نوبت آزمایش- تاریخ	۰-۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۵۰
سری اول- ۸۳/۶/۲	۲۴/۷۵	۲۹/۳	۲۹/۹
سری دوم- ۸۳/۶/۴	۲۱/۳۵	۲۸/۴	۲۹
سری سوم - ۸۳/۶/۹	۱۷/۶	۲۷/۵	۲۸
سری چهارم-۸۳/۶/۱۳	۱۶/۸	۲۶/۶	۲۷/۷
سری پنجم- ۸۳/۶/۱۶	۱۳/۲۳	۲۶	۲۷
سری ششم- ۸۳/۶/۲۰	۱۲/۱	۲۵/۶	۲۷
سری هفتم- ۸۳/۶/۲۴	۱۰/۵	۲۵/۳	۲۷
سری هشتم- ۸۳/۶/۳۱	۹/۵۴	۲۵/۲	۲۷
سری نهم- ۸۳/۷ /۳	۸/۶	۲۵/۲	۲۷

جدول۲- مدلهای مورد بررسی نفوذ آب به خاک

نام مدل	معادله نفوذ تجمعی	ضرایب
کوستیاکف	$I=at^b$	a,b
سازمان حفاظت خاک آمریکا(SCS)	$I=at^b+c$	a,b,c
فیلیپ	$I= St^{1/2}+ At$	S,A
کوستیاکف تعدیل شده	$I= at^b + ct$	a,b,c
هورتون	$I= H(1- \exp(-At)) + Ct$	H,A,C

$$S = \frac{\frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{X_n - X_c}{X_c}\right)}{\frac{1}{n}\sum_{i-1}^{n} D_i} \qquad (۲)$$

در رابطه بالا:

n : تعداد تغییر در پارامتر ورودی،

X_n : مقدار جدید پارامتر خروجی با تغییر در پارامتر ورودی،

X_c : مقدار قبلی پارامتر خروجی بدون تغییر در پارامتر ورودی،

D_i : قدر مطلق تغییر پارامتر ورودی به صورت درصد، و

S : شاخص حساسیت به صورت درصد می باشد.

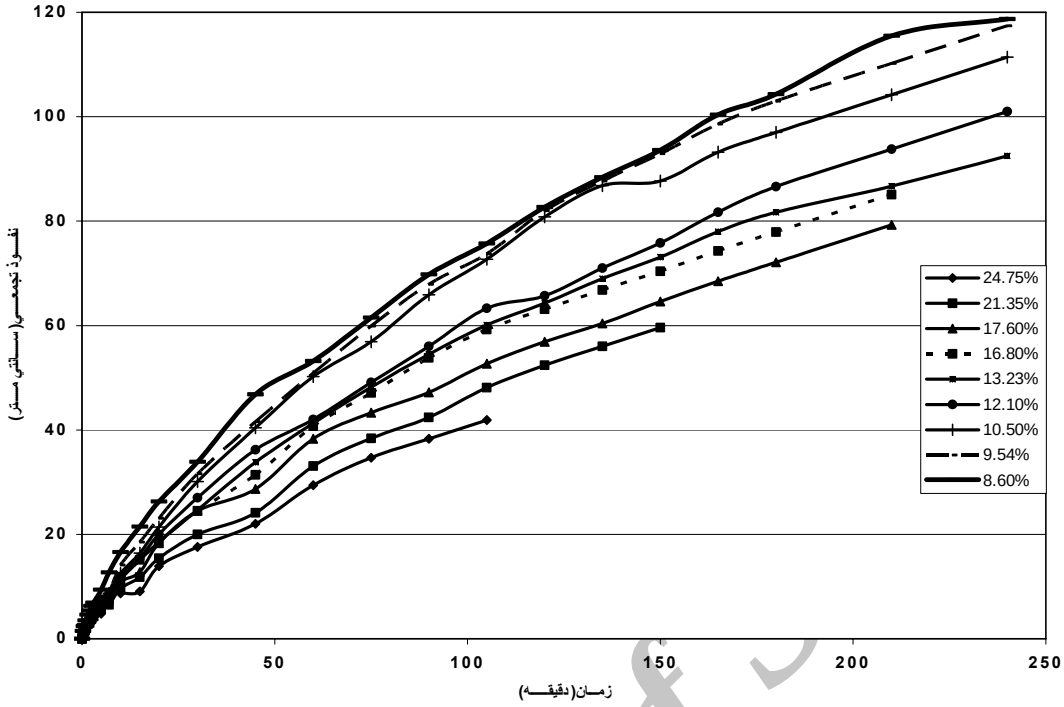
نتایج

نتایج آزمایشهای نمونه‌های خاک برداشت شده از ۸ نقطه مختلف قطعه زمین نشان داد که ویژگیهای خاک زمین مورد نظر در سطح ظاهراً یکنواخت، لیکن در عمق متفاوت و بافت آن تا عمق ۲۰سانتی متری لوم شنی و در لایه های زیرین شنی می باشد. اندازه گیری تغییرات رطوبت نشان داد که درطول حدود یک ماه، کاهش رطوبت در اعماق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۵۰-۳۰ سانتیمتری به ترتیب ۱۶/۱۵ ، ۴/۱ و ۲/۹ درصد می‌باشد. بدلیل اینکه تغییرات رطوبت در سطح خاک زیاد بود از این نظر رطوبت عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری بعنوان مبنای محاسبات رطوبت اولیه در نظر گرفته شد. در شکل (۱) نمودار تغییرات نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه خاک،در عمق۱۵-۰ سانتی متر نشان داده شده است. از آنجایی که آزمایش تا زمان رسیدن به سرعت نهایی نفوذ صورت گرفته است، از این نظر همانگونه که در این شکل مشاهده می‌شود اندازه‌گیری نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه ۲۴/۷۵ درصد تا ۱۰۵ دقیقه و با رطوبت اولیه ۲۱/۳۵ درصد تا ۱۵۰ دقیقه و در نهایت با رطوبت ۸/۶ درصد تا ۲۴۰ دقیقه ادامه داشته است.

در رطوبتهای اولیه بیشتر، زمان رسیدن به سرعت نهایی نفوذ کوتاه‌تر است. البته از رطوبت ۱۶/۸ درصد به بعد زمان اندازه‌گیری ۲۴۰ دقیقه می‌باشد. و این زمان در تمامی اندازه‌گیریها یکسان بوده است. زیرا تعیین زمان دقیق رسیدن به سرعت نهایی نفوذ با این روش امکان پذیر نیست و پس از گذشت ۲۴۰ دقیقه چون نتایج آزمایش رسیدن به سرعت نهایی نفوذ را نشان داده است از این نظر آزمایش قطع شده است. همانگونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، با کاهش رطوبت اولیه خاک مقدار نفوذ تجمعی افزایش می‌یابد. بعنوان مثال پس از گذشت ۷۵دقیقه ازشروع نفوذ، مقدار نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه ۲۴/۷۵ درصد برابر ۳۴/۷ سانتی‌متر و با رطوبت اولیه ۸/۶ درصد برابر ۶۱/۵ سانتی‌متر می‌باشد. البته در برخی از زمانها این اختلاف کمتر است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱-نمودار تغییرات نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه خاک

لیکن در حالت کلی با کاهش رطوبت اولیه خاک مقدار نفوذ تجمعی افزایش می‌یابد. شیب منحنی نفوذ تجمعی در هر فاصله زمانی نشان دهندهٔ سرعت متوسط نفوذ در همان فاصله زمانی می‌باشد. از دیدگاه نظری با گذشت زمان سرعت نفوذ بایستی کاهش یابد از این نظر شیب منحنی نفوذ تجمعی بطور تدریجی کم گردد. لیکن در شکل (۱) در برخی از زمانها این مسئله کاملاً برعکس می‌باشد. بعنوان مثال شیب منحنی نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه ۱۰/۵ درصد در فاصله زمانی ۱۵۰-۱۳۵ دقیقه نسبت به فاصله زمانی ۱۶۵-۱۵۰ دقیقه کمتر است. بعبارت دیگر سرعت متوسط نفوذ در فاصله زمانی ۱۵۰-۱۳۵ دقیقه نسبت به فاصله زمانی ۱۶۵-۱۵۰ دقیقه کمتر است. این امر را می‌توان به اینصورت توجیه نمود که در اولین فاصله زمانی ، حبابهای هوا درمیان خلل و فرج خاک محبوس بوده و باعث کندی سرعت نفوذ آب به خاک شده‌اند لیکن در فاصله زمانی ۱۶۵-۱۵۰ دقیقه این حبابها از بین رفته و سرعت نفوذ افزایش یافته است. نتایج ارزیابی دقت مدلهای نفوذ که در جدول (۳) آورده شده است نشان می دهد بیشترین مقدار R^2 و کمترین مقدار RMSE مربوط به مدل کوستیاکف و سپس مدل کوستیاکف تعدیل شده می‌باشد.

ارزیابی روش سازمان حفاظت خاک آمریکا نشان داد که هیچکدام از منحنی‌های این روش مطابق با منحنی‌های نفوذ بدست آمده از آزمایشهای مزرعه‌ای نمی باشد، از این نظر این روش برای خاکهای منطقه مناسب نبوده و در جدول گفته شده درج نشده است.

روابط ریاضی تغییرات ضرایب معادلات نفوذ با رطوبت اولیه خاک (درصد حجمی) یا IM در جدول(۴) آورده شده است.

همانگونه که مشاهده می شود کلیه مدلها دارای ضریب تبیین بالایی هستند. مقادیر حساسیت ضرایب مدلهای نفوذ به رطوبت اولیه خاک که با استفاده ازرابطه (۲) محاسبه گردیده درشکل(۲) نشان داده شده است.طبق این شکل ضریب c مدل کوستیاکف تعدیل شده و ضریب A مدل هورتون دارای بیشترین حساسیت و ضریب S مدل فیلیپ، b مدل کوستیاکف و b مدل کوستیاکف تعدیل شده حساسیت کمتری به رطوبت اولیه خاک در مقایسه با دیگر ضرایب دارند. در شکل (۳) حساسیت مدلهای مورد مطالعه به رطوبت اولیه خاک نشان داده شده است. طبق این شکل مدل کوسیتاکف تعدیل شده دارای بیشترین حساسیت و مدل فیلیپ دارای کمترین حساسیت به طوبت اولیه خاک هستند. از این نظر با توجه به دو پارامتر دقت و میزان حساسیت مدل به رطوبت اولیه خاک، مدلهای کوستیاکف و مدل فیلیپ بهترین مدل برای زمینهای اراضی مورد آزمایش می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر R^2 و RMSE مدلهای نفوذ با رطوبتهای اولیه مختلف

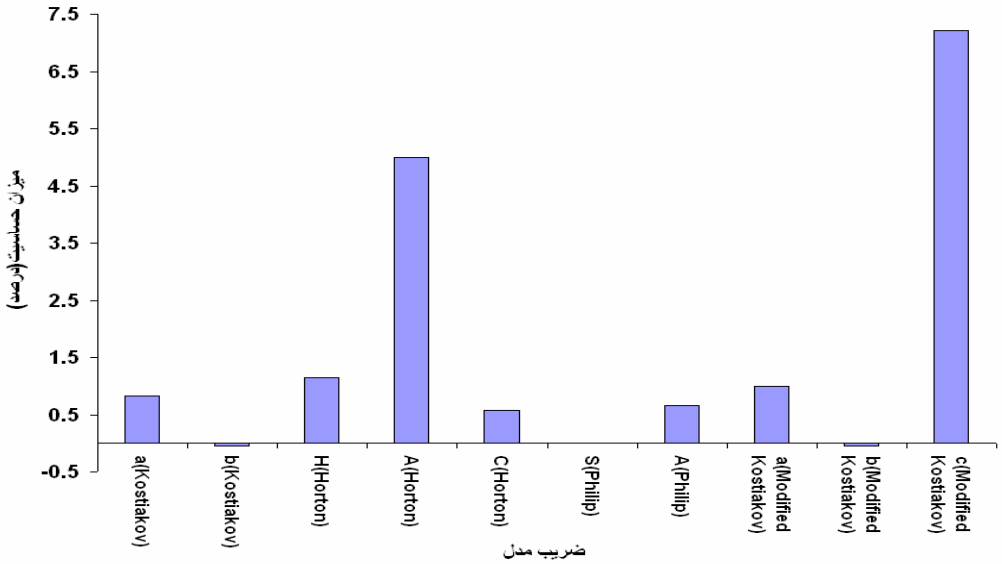
مدل / رطوبت اولیه (%)	کوستیاکف		فیلیپ		هورتون		کوستیاکف تعدیل شده	
	R^2	RMSE	R^2	RMSE	R^2	RMSE	R^2	RMSE
۲۴/۷۵	۰/۹۹۸	۰/۲۱۹	۰/۹۲۴	۶/۰۵۰	۰/۹۸۹	۳/۰۳۷	۰/۹۸۵	۰/۸۲۹
۲۱/۳۵	۰/۹۹۶	۱/۱۲۱	۰/۸۳۹	۱۱/۰۱۰	۰/۹۸۳	۳/۸۱۰	۰/۹۶۱	۳/۲۹۰
۱۷/۶۰	۰/۹۹۸	۲/۱۳۰	۰/۹۱۸	۱۳/۶۵۰	۰/۹۷۸	۸/۴۳۰	۰/۹۸۲	۲/۵۳۰
۱۶/۸۰	۰/۹۹۸	۲/۲۸۰	۰/۸۸۵	۱۹/۰۸۰	۰/۹۷۱	۹/۸۷۰	۰/۹۷۱	۲/۵۷۰
۱۳/۲۳	۰/۹۹۷	۱/۹۷۶	۰/۹۹۴	۵/۷۲۰	۰/۹۷۹	۲۰/۳۵۰	۰/۹۹۶	۹/۰۰۰
۱۲/۱۰	۰/۹۹۲	۱/۹۷۶	۰/۹۸۰	۵/۰۲۰	۰/۹۸۶	۱۹/۰۴۰	۰/۹۸۶	۷/۰۶۰
۱۰/۵۰	۰/۹۹۴	۳/۵۸۳	۰/۹۸۶	۷/۰۷۰	۰/۹۷۲	۲۱/۹۹۰	۰/۹۹۱	۷/۸۴۰
۹/۵۴	۰/۹۹۶	۲/۴۲۰	۰/۹۹۲	۸/۲۵۰	۰/۹۶۷۶	۲۵/۴۰۰	۰/۹۹۲	۸/۲۵۰
۸/۶۰	۰/۹۹۹	۲/۴۲۰	۰/۹۸۶	۱۵/۶۶۰	۰/۹۵۷	۲۲/۲۵۰	۰/۹۹۳	۶/۰۲۰
میانگین	۰/۹۹۶	۲/۰۲۴	۰/۹۴۵	۱۰/۱۶۸	۰/۹۷۶	۱۴/۹۰۸	۰/۹۸۴	۵/۲۶۶

جدول٤- روابط ریاضی تغییرات ضرایب معادلات نفوذ با رطوبت اولیه خاک (درصد حجمی)

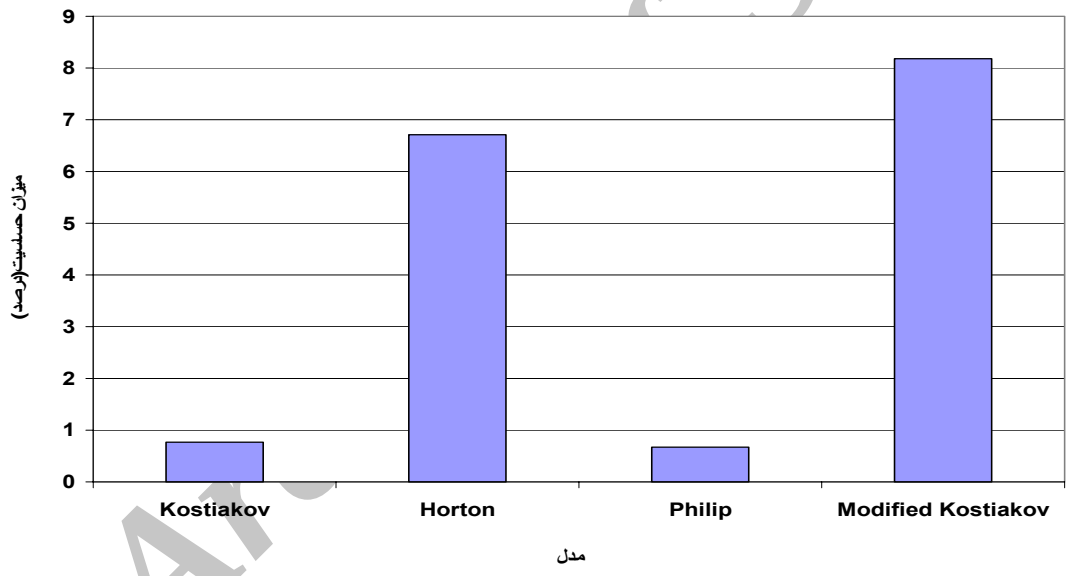
مدل	معادله تغییرات ضرایب با رطوبت اولیه خاک	R^2
کوستیاکف	$a = 0.7143 + \frac{23.492}{IM}$	۰/۹۵
	$b = 0.699(1 - e^{-0.3143\,IM})$	۰/۹۹
فیلیپ	$S = \frac{1}{-3.419 + 2.9104\,IM^{0.1166}}$	۰/۸۸
	$A = 0.42866483 + 0.1616588\cos(0.85054549IM - 0.7860021)$	۰/۷۸
هورتون	$A = EXP(79.046477 - \frac{261.01475}{IM} - 22.49276 Ln IM)$	۰/۹۰
	$H = 3.3768172 + 1.429428 Cos(0.457337IM - 2.5788553)$	۰/۸۵
	$C = 0.2316 + \frac{5.1777}{IM}$	۰/۹۴
کوستیاکف تعدیل شده	$a = 0.00207274 + 2.1271348IM - 0.36246675IM^2 + 0.022483437IM^3 - 0.000511374IM^4$	۰/۸۸
	$b = 4.0543503 - 0.77171307IM + 0.051653711IM^2 - 0.0010434217IM^3$	۰/۹۱
	$c = -0.41281699 + 1.0301144\cos(0.33580886IM + 2.4238524)$	۰/۸۱

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار میزان حساسیت ضرایب مدلهای مورد بررسی به رطوبت اولیه خاک(درصد)



شکل ۳- نمودار میزان حساسیت مدلهای مورد بررسی به رطوبت اولیه خاک(درصد)

بحث و نتیجه گیری

اندازه‌گیری رطوبت خاک طی یک ماه نشان داد که تغییرات میزان رطوبت خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متری به مراتب بیشتر از اعماق زیرین می‌باشد و با گذشت زمان رطوبت در اعماق پایین تر تقریباً ثابت می‌ماند. اندازه‌گیری‌های نفوذ آب در خاک نشان داد که رطوبت اولیه سطح خاک اثر زیادی بر روی نفوذ آب در خاک دارد. بدین ترتیب که هر قدر رطوبت اولیه بیشتر باشد به همان میزان از سرعت نفوذ آب در خاک کاسته شده و در نتیجه نفوذ تجمعی کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه تغییرات رطوبت اولیه خاک در سطح زمین زیاد می‌باشد و مشخصات نفوذ آب در خاک به این پارامتر بستگی دارد، از این نظر اندازه‌گیری نفوذ آب در خاک در یک رطوبت مشخص برای همان شرایط رطوبتی معتبر بوده و ضرایب مدلهای نفوذ مورد مطالعه با تغییر رطوبت خاک تغییر نشان خواهند داد. این تغییرات در ضرایب در برخی از موارد زیاد و برخی دیگر کم می‌باشد. همچنین روند این تغییرات بطور کامل با رطوبت هماهنگ نمی‌باشد. بررسی تغییرات

www.SID.ir

سرعت نهایی نفوذ با تغییرات رطوبت اولیه خاک نشان داد که با کاهش رطوبت اولیه خاک زمان رسیدن به سرعت نهایی نفوذ افزایش می‌یابد.

ارزیابی مدلهای نفوذ در خاک قطعه زمین مورد مطالعه بیانگر این مطلب است که مدل کوستیاکف نسبت به سه مدل دیگر دقت زیادی در شبیه سازی نفوذ تجمعی آب در خاک دارد.

مقایسه دو مدل فیلیپ و کوستیاکف تعدیل شده نشان می‌دهد که مدل فیلیپ حالت خاصی از مدل کوستیاکف شده است. بدین ترتیب که اگر در مدل کوستیاکف تعدیل شده b=۰/۵ در نظر گرفته شود به مدل فیلیپ تبدیل می‌شود. از این نظر انعطاف پذیری مدل فیلیپ نسبت به مدل کوستیاکف تعدیل شده کمتر است. در نتیجه بایستی R^2 مدل کوستیاکف تعدیل شده در شبیه سازی نفوذ تجمعی بیش از مدل فیلیپ باشد. نتایج این تحقیق نیز موید این مطلب می‌باشد.

آنالیز حساسیت ضرایب مدلهای نفوذ به رطوبت اولیه خاک نشان می‌دهد که میزان حساسیت این ضرایب متفاوت است. ضرایبی که پارامتر زمان در آنها دارای توان می باشد (t^b)، دارای حساسیت کمتری می‌باشند. مقادیر حساسیت مدلها نیز نشان می‌دهد مدلهایی که دارای ضرایب کمتری می‌باشند حساسیت آنها نسبت به رطوبت اولیه خاک بیشتر است. در بین مدلهای مورد مطالعه مدلهای فیلیپ و کوستیاکف حساسیت کمتری نسبت به تغییرات رطوبت خاک از خود نشان دادند. از این نظر در مواردی که رطوبت خاک متغییر است پیشنهاد می‌شود از مدلهایی که حساسیت کمتری به این تغییرات دارند استفاده شود. همچنین در اندازه‌گیری مشخصات میزان نفوذ آب به خاک حتماً رطوبت اولیه اندازه‌گیری شده و به هنگام گزارش ضرایب مدلهای نفوذ برای یک منطقه این مشخصه مهم و متغیر خاک نیز گزارش شود. زیرا ضرایب تعیین شده فقط برای همان میزان رطوبت معتبر هستند. همچنین پیشنهاد می‌شود در انتخاب مدلهای نفوذ، علاوه بر دقت مدل به میزان حساسیت مدل نیز توجه شده و مدلهایی با حساسیت کمتر به رطوبت اولیه خاک انتخاب شوند همچنین برای پیش‌بینی نفوذ و برآورد رواناب در مدیریت حوضه‌های آبخیز، حتماً بایستی ضرایب مدلهای نفوذ نسبت به رطوبت اولیه خاک اصلاح شوند.

مراجع

بارانی، غلامرضا ، محمدجواد خانجانی و محسن اسکافی .(۱۳۷۹). واسنجی معادله نفوذ سازمان حفاظت خاک آمریکا با روش حداقل مربعات. مجله کشاورزی و عمران روستایی.جلد ۲ شماره‌های ۱و۲. صفحات ۵۰-۴۳.

بهبهانی،محمود رضا و حسین بابازاده. (۱۳۸۳).تحلیل حساسیت مدل SIRMOD.مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی.سال دهم شماره ۳.صفحات ۱۱۱-۱۰۱ .

قربانی دشتکی،شجاع و مهدی همایی.(۱۳۸۶).برآورد پارامترهای برخی مدل های نفوذ آب به خاک با استفاده از توابع انتقالی.مجله آبیاری و زهکشی.جلد ۱ شماره ۱ .صفحات ۳۹-۲۱ .

Chu,S.T.(1995). Effect of initial water content on Green-Ampt parameters. parameters.Transaction-American society of agriculture engineers, 38(3):839-841

Fahad, A. A., L. N. Mielke, A. D. Flowerday. , and D. Swatzendruber. (1982). Soil physical properties as affected by soybeans and other cropping sequences. Soil Sic. Soc. Am. J., 46: 377-381.

Gumbs, F. A., and B. P. Warkentin. (1972). The effect of bulk density and initial water content on infiltration in clay soil samples. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 36: 720-724

Hillel,D.(1982).Crust formation in loessial soils.Trans.Int.Soil Sci.congr.7th Madison Wisconsin I, 330-339

Liu,J., J.Zhang and J.Fng. (2008). Green-ampt model for layered soils with nonuniform initial water content under unsteady infiltration. Soil Science Society of America J.,72(4):1041-1047.

Parlange, J. Y., R. Haverkamp, and J. Touma. (1985).Infiltration under ponded conditions:1.Optimal analytical solution and comparison with experimental observations. Soil Sci. 139: 305-311.

Swartzendruber,D.(2000).Derivatio n of two term infiltration equation from the Green–Ampt model. Journal of Hydrology, 236: 247-51.

YingM.,F.Shaoyuan,S.Dongyuan,G. Guangyao and H. Zailin.(2010). Modeling water in.ltration in a large layered soil column with a modified Green–Ampt model and HYDRUS-1D.Computers and Electronics in Agriculture journal, 71S:S40–S47.

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱

Archive of SID
www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 3, Vol. 4, Winter 2011, p. 330-337

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۳، جلد۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۳۳۷-۳۳۰

Determination of the best infiltration equation for Nehmat Abad Station of (Islamic Aazd university of Tabriz)soils and sensitivity analysis of infiltration coefficients to initial soil moisture

S. Darbandi[1]* , S. Darbandi[2], S. Tagavi[3]

Abstract

Initial soil moisture has high effect on infiltration characteristics, but it has not received much attention in measurement. This study was conducted to evaluate the initial soil moisture on infiltration characteristics and sensitivity Analysis of Kostiakov, Philip, Horton, Modified Kostiokov and SCS infiltration models and to find out the best infiltration model for Nehmat Abad Agriculture Research Station soils in agriculture faculity of Tabriz Azad Islamic university. The infiltration tests were carried out with double rings and 9 various initial soil moistures. The results showed that accumulation infiltration and time to reach the final infiltration reduces by increasing of initial soil moisture. Also Kostiokov and Philip methods were found the most suitable and SCS method unsuitable for the soils of the region. The coefficient of b in Kostiokov and Modified Kostiokov models and S in Philip had low sensitivity to initial soil moisture but coefficients of C and A in Modified Kostiokov and Horton models showed high sensitivity. Finally, results showed that Philip model had least and Modified Kostiokov model had the highest sensitivity to initial soil moisture variability.

Key words: Infiltration, Initial Moisture, Model, Sensitivity Analysis, Nehmat Abad Station

Archive of SID

1- Assistant professor of Islamic Azad University-Tabriz branch
(* - Corresponding Author Email: sadarbandi@yahoo.com)
2- Assistant Professor of Tabriz University
3- Farazab Consulting Engineering

www.SID.ir