١٦٧٥

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

اثر رطوبت اولیهٔ خاک و با رآب برفرآیند نفوذ در سه با فت مختلف خـــاک

پا یا ن نا مهٔ دورهٔ کا رشنـا سی ا رشد
در رشتـــهٔ خا ک شنا ســـی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

۱۳۶۲ / ۲ / ۱۲

توسط :

حبیب ا لـه بیگی هرچگانی

زیر نظر :

آقا ی دکتر رحما ن رحیم زا دگا ن

بهمن ما ه ۱۳۶۸

قـــــدردا نـــــــی :

اینجا نب ا زکمک ها ی بی دریغ آقا یا ن :
دکتررحیم زا دگا ن ودکترذکا ئی ودکترجلالیان
ا ستا.دوا عضا ی هیئت دا وران ، درا نجـــــا م
کا رها ی عملی وفکری ا ین پا یا ن نا مـــــــه
نشکروقدردا نی می نما یم .

اثر رطوبت اولیهٔ خاک و با رآب برفرآیند نفوذ در سه با فت مختلف خـــــاک

توسط :

حبیب اله بیگـــی هرچگانی

هیئت داوران :

دکتر رحمان رحیم زادگان (استاد راهنمای پایان نامه).....

دکتر محمد ذکائـــــی .....

دکتر احمد جلالیـــان .....

این پایان نامه توسط کمیتهٔ فوق در تاریخ ۸۰/۱۱/۲۰ به تصویب رسیده است .

مسئول کمیتهٔ تحصیلات تکمیلی دانشکده

تاریخ .....

الف

* تعریف علائم بکار رفته *

m و n : پارامترهای مدل کوستیاکوف : $d = m t^n$

S و A : پارامترهای مدل فیلیپ : $d = St^{1/2} + At$

a ، b و c : پارامترهای مدل کوستیاکوف ـ لوئیس : $d = at^b + ct$

ضمناً" در این رساله کلیهٔ حروف لاتین که بوسیلهٔ زیرنویس r مشخص شده اند، نشان دهندهٔ نسبت ماکزیمم به مینیمم پارامترهای بدست آمده برای معادلات نفوذ فوق الذکر هستند. حروف دارای زیرنویس عبارتند از:

m_r

n_r

S_r

A_r

a_r

b_r

c_r

* فهرست مطالب *

عنوان	صفحه
فهرست اشکال	د
فهرست جداول	هـ
چکیده فارسی	ز
مقدمه وکلیات	۱
مروربرمنابع	۴
مواد وروش ها	۲۳
طرح کلی آزمایش ها	۲۳
وضعیت عمومی خاکها	۲۳
روش اندازه‌گیری خصوصیات خاکها	۲۴
اندازه‌گیری بافت خاک	۲۴
اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری	۲۴
محاسبهٔ درصد اشباع خاک	۲۵
رطوبت اولیهٔ خاک	۲۷
نحوهٔ ایجاد رطوبت اولیه	۲۷
اندازه‌گیری رطوبت اولیه	۲۷
اندازه‌گیری سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی	۲۸
وسایل اندازه‌گیری	۲۸
روش آزمایش	۲۸
نتایج	۳۰
برازش مدل به داده‌های اولیه آزمایشهای صحرائی	۳۰
مقایسهٔ میزان برازش مدل ها	۴۱
مقایسهٔ ترسیمی تأثیر رطوبت اولیهٔ خاک وبا رآب برفرآیند نفوذ	۵۷
مقایسهٔ آماری تأثیر رطوبت اولیهٔ خاک وبا رآب برفرآیند نفوذ	۵۸

عنوان | صفحه

تأثیر بافت خاک برفرآیند نفوذ ۶۹
تغییرات پارامترهای معادلات نفوذ تحت تأثیر رطوبت اولیه و بارآب ۶۹
برازش مدل به پارامترهای معادلات نفوذ تحت تأثیر رطوبت اولیهٔ خاک ۷۱
بحث ۷۶
کاربرد برخی از نتایج ۸۴
پیشنهادات ۸۷
منابع مورد استفاده ۸۸
چکیدهٔ انگلیسی I

* فهـــرست اشکـــال *

شکل — صفحه

۰ : نیمرخ رطوبتی خاک درحین نفوذ ۱۴

۱ : تأثیررطوبت اولیه برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای ، مزرعهٔ لورک ۵۹

۲ : تأثیررطوبت اولیه برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای ، مزرعهٔ ویلاشهر ۶۰

۳ : تأثیررطوبت اولیه برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای ، مزرعهٔ اردستان ۶۱

۴ : تأثیربارآب برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای،مزرعهٔ لورک ۶۲

۵ : تأثیربارآب برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای،مزرعهٔویلاشهر ۶۳

۶ : تأثیربارآب برمیزان نفوذتجمعی وسرعت نفوذلحظه‌ای ، مزرعهٔ اردستان. ۶۴

* فهرست جداول *

جدول — صفحه

۰ : برخی از خصوصیات فیزیکی خاکهای مورد مطالعه ۲۶
۱ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ، مزرعهٔ لورک ۳۱
۲ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ، مزرعهٔ ویلاشهر ۳۲
۳ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ، مزرعهٔ اردستان ۳۳
۴ : پارامترهای مدل فیلیپ ، مزرعهٔ لورک ۳۴
۵ : پارامترهای مدل فیلیپ ، مزرعهٔ ویلاشهر ۳۵
۶ : پارامترهای مدل فیلیپ ، مزرعهٔ اردستان ۳۶
۷ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ـ لوئیس ، مزرعهٔ لورک ۳۷
۸ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ـ لوئیس ، مزرعهٔ ویلاشهر ۳۸
۹ : پارامترهای مدل کوستیاکوف ـ لوئیس ، مزرعهٔ اردستان ۳۹
۱۰ : مقادیر حداقل و حداکثر پارامترهای مدل کوستیاکوف ، نسبت آنها و ضریب تغییرات هر پارامتر ۴۲
۱۱ : مقادیر حداقل و حداکثر پارامترهای مدل فیلیپ ، نسبت آنها و ضریب تغییرات هر پارامتر ۴۳
۱۲ : مقادیر حداقل و حداکثر پارامترهای مدل کوستیاکوف ـ لوئیس ، نسبت آنها و ضریب تغییرات هر پارامتر ۴۴
۱۳ : پارامترهای مدل های سه‌گانه برای متوسط تکرارها ، مزرعهٔ لورک ۴۵
۱۴ : پارامترهای مدل های سه‌گانه برای متوسط تکرارها ، مزرعهٔ ویلاشهر ۴۶
۱۵ : پارامترهای مدل های سه‌گانه برای متوسط تکرارها ، مزرعهٔ اردستان ۴۷
۱۶ : مقادیر حداقل و حداکثر پارامترها برای متوسط تکرارها ۴۸
۱۷ : نسبت مقادیر حداکثر به حداقل پارامترها ، برای متوسط تکرارها ۴۹
۱۸ : ضریب تغییرات پارامترها ، برای متوسط تکرارها ۵۰
۱۹ : نتایج برازش مدل به داده‌های آزمایشی بدون در نظرگرفتن بار آب ، مزرعهٔ لورک ۵۱

صفحه

جدول

۲۰ : نتایج برازش مدل به‌داده‌های آزمایشی بدون درنظرگرفتن بـــا رآب ،
مزرعهٔ ویلاشهر ۵۲
۲۱ : نتایج برازش مدل به‌داده‌های آزمایشی بـدون درنظرگرفتـن بـــا رآب ،
مزرعهٔ اردستان ۵۳
۲۲ : نتایج برازش مدل به‌داده‌های آزمایشی بدون درنظرگرفتن رطوبت اولیهٔ
خاک ، مزرعهٔ لورک ۵۴
۲۳ : نتایج برازش مدل به‌داده‌های آزمایشی بدون درنظرگرفتن رطوبت اولیهٔ
خاک ، مزرعهٔ ویلاشهـر ۵۵
۲۴ : نتایج برازش مدل به‌داده‌های آزمایشی بدون درنظرگرفتن رطوبت اولیهٔ
خاک ، مزرعهٔ اردستان ۵۶
۲۵ : نفوذتجمعی پس از ۱۲۰ دقیقه‌ازشروع نفوذبرای بارهای مختلف‌آب ۶۵
۲۶ : سرعت نفوذلحظه‌ای دردقیقهٔ ۱۲۰ پس‌ازشروع نفوذبرای بارهای مختلف‌آب ۶۵
۲۷ : زمان نفوذنهائی ماکزیمم بافت‌ها ۶۷
۲۸ : نتایج تجزیهٔ واریانس میزان نفوذتجمعی درسه‌مزرعه ۶۸
۲۹ : نتایج برازش مدل به‌مجموع اطلاعات هرخاک ۷۰
۳۰ : نتایج برازش مدل به‌پارامتراول معادلهٔ کوستیاکوف ، m ۷۴
۳۱ : نتایج برازش مدل به‌پارامتردوم معادلهٔ کوستیاکوف ، n ۷۴
۳۲ : نتایج برازش مدل به‌پارامتراول معادلهٔ فیلیپ ، S ۷۵
۳۳ : نتایج برازش مدل به‌پارامتردوم معادلهٔ فیلیپ ، A ۷۵

* چکیـــــده *

در این مطالعه اثر رطوبت اولیهٔ خاک و با رآب برفرآیندنفوذ، درسه بافت مـــورد بررسی قرار گرفت. تأثیر بافت و رطوبت اولیهٔ خاک برفرآیندنفوذ معنی دار بوده ولی با رآب چندان اثری نشان نمی دهد. درهرسه بافت تأثیر رطوبت اولیه بسیار معنـــی دار بوده وسرعت نفوذ و نفوذتجمعی را بشدت تحت تأثیر قرار می دهد. بنا براین دراندازه گیری های صحرائی آزمایشهای نفوذ و یا محاسبهٔ آن با یستی به میزان رطوبت اولیهٔ خـــاک توجه نمود. ازطرف دیگر می توان از تأثیر با رآب، درآبیاری سطحی، چشم پوشید.

رطوبت اولیهٔ خاک بـــرفرآیندنفوذ، ودرنتیجه، پارا مترهای معادلات نفـــوذ، بشدت موءثراست. روندتغییرات پارا مترهای معادلات نفوذکوستیاکوف، فیلیـــــپ و کوستیاکوف ـ لوئیس درسه بافت موردمطالعه بررسی شدو بـــه تغییرات پارا مترهـــای معادلات کوستیاکوف وفیلیپ مدل های ریاضی برازش داده شد. کاربردمدل های ریاضی مذکورنیازبه آزمایشهای صحرائی مجدد، روی خاکهای مذکوررا، درمواقع موردنیـــاز، رفع وکارطراحی سیستمهای آبیاری سطحی راآسان ودقیق خواهدکرد.

* مقـــدمـــه وکلیـــات *

فرآیندنفوذ، معمولا" به‌ورود آب از سطح خاک به‌درون خاک گفته می‌شود. این فرآیند از اهمیت عملی بسیاری در آبیاری و هیدرولوژی برخوردار است[۱ و ۲ و ۳۲].

در آبیاری دانستن رابطهٔ بین میزان آب نافذ و یا سرعت نفوذ با زمان از اهمیت خاصی برخوردار است. رابطهٔ مذکور که توسط یک معادلهٔ ریاضی بیان می‌گردد، از عوامل مهم در طراحی سیستم‌های آبیاری بوده و علاوه بر این، معیاری مهم، برای ارزیابی و افزایش راندمان آبیاری بشمار میرود. بهمین جهت، برای بدست آوردن رابطهٔ مذکور، بمنظور کاربرد در روشهای مختلف آبیاری، روشهای متفاوت و در عین حال متناسب با روش آبیاری ارائه گردیده است. بعنوان مثال، نحوهٔ تعیین معادلهٔ نفوذ در آبیاری بارانی از آبیاری سطحی متفاوت است و در عین حال در اشکال مختلف آبیاری سطحی نیز معادلهٔ مذکور به روشهای خاصی تعیین میشود.[۲۳]

در اورهیدرولوژیکی نیز فرآیند نفوذ بعنوان یک متغیر و عامل مهم در مدلها و روشهای بررسی هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز در نظر گرفته میشود. بعنوان مثال، در یک ناحیهٔ معین، این ظرفیت نفوذ خاک است که در یک رگبار مشخص توزیع زمانی و کمی بارش اضافی(۱) را برای رواناب سطحی(۲) معین میکند. بنابراین ظرفیت نفوذ، عامل مهمی در فرسایش خاک نیز می‌باشد [۲۲]. فرآیند نفوذ بر ذخیره و تجمع آب و رطوبت در خاک، رواناب سطحی، تولید رسوب، جریان پوسته‌ای و تغذیه و حرکت آبهای زیرزمینی موثر است. از این رو، درک همهٔ جانبه فرآیند نفوذ و عوامل موثر بر آن، در تعیین رواناب، حرکت زیرزمینی آب، و ذخیرهٔ آب، در داخل حوزهٔ آبخیز، اهمیت بسزایی دارد [۲۲].

عوامل زیادی در فرآیند نفوذ دخالت دارند که در بخش بعدی به‌تفصیل از آنها

1- Exess Water

2- Surface Runoff

یا دخواهدشد . اما درموقع اندازه‌گیری یا محاسبهٔ نفوذپذیری درنظرگرفتن کلیهٔ این عوامل ومتغیرهامشکل وغیرعملی است . درواقع میتوان گفت تمام روشهای عملی و محاسباتی نفوذپذیری برآوردی ازفرآیندنفوذ بدست می‌دهند . بعنوان مثال درجه حرارت خاک ودرجه‌حرارت آب وفشاربا روتریک ازعوامل موثربرفرآیند نفوذ هستند ، لیکن بهنگام محاسبه‌یا اندازه‌گیری نفوذ ، درنظرگرفتن این عوامل بسیارمشکل است .

درحال حاضرروشهای متعددی برای توصیف وبیان فرآیند نفوذ دردسترس هستند . برخی ازاین روشها تجربی وبرخی دیگرداری اساس تحلیلی ـ فیزیکی هستند .روشهای تجربی معمولا" میزان آب نافذ درواحدزمان را ، تحت شرایط صحرایی درنظرمیگیرند . این قبیل روشها عموما " معادله‌هایی را می‌دهند که‌برشکل منحنی رابط بین سرعت نفوذ وزمان تحمیل شده‌اند ودارای اساس تئوریک نیستند . اصولا" ارزیابی ومقایسه چنین روشهایی براساس چگونگی ومیزان برازش منحنی مربوطه ، صورت میگیرد . معادله‌های کوستیاکوف ، کوستیاکوف ـ لوئیس ، وهورتون مثالی ازروشهای‌تجربی هستند . روشهای تحلیلی ـ فیزیکی خوددوگونه‌اند .

اول : روشهایی که‌براساس توصیف فیزیکی فرآیندنفوذ بنانهاده‌شده‌اند ، از قبیل معادلهٔ گرین وامپت ،

دوم : روشهایی که‌براساس حل معادله‌حرکت آب درخاک ارائه‌شده‌اند ، ازقبیل معادلهٔ فیلیپ ،

بطورکلی معادلات نفوذتجربی ، بخاطرسادگی آنها ، درطراحی سیستمهای‌آبیاری بسیارمفیدهستند [۲۳ و۳۷] . بهمین جهت اداره‌ٔ حفاظت خاک امریکا ،اس سی اس[1] ، براساس فرمی ازمعادلهٔ کوستیاکوف ، اقدام به‌تعیین وگزارش گروههای نفوذ[2] ، مبتنی بربافت خاک نموده‌است که‌درطراحی سیستمهای آبیاری مورد استفاده‌است . منحنی های گروههای نفوذ ، نفوذ تجمعی رابه‌زمان نفوذ ربط می‌دهند . ضرایب معادلات برای هرگروه‌نفوذ نیزارائه‌شده‌است [۳۷] .

قابلیت نفوذ را میتوان به‌دونوع تقسیم‌کرد ، قابلیت نفوذافقی وقابلیت‌نفوذ عمودی .

1- Soil Conservation Service(S.C.S.) 2- Intake Family

درقابلیت نفوذافقی ، مؤلفهٔ ثقلی تأثیری درحرکت آب نداشته وآب از یک منبع اشباع درجهت افقی به‌درون یک خاک جریان پیدا میکند . درقابلیت نفوذعمودی مؤلفهٔ ثقلی برحرکت آب موثر است . ازطرف دیگرفرآیندنفوذ را میتوان درحالت سه‌بعدی ، دوبعدی ویک بعدی مورد مطالعه‌قرارداد . لیکن به‌دلیل اینکه امکان تعریف کردن شرایط خاک درشروع ودرهنگام نفوذ ، بصورت شرایط مرزی وحدی ، به میزان لازم برای حل معادلات جریان آب وجودنداردد ، بهمین جهت حل معادلات جریان درحالت سه‌بعدی ودوبعدی تاکنون میسرنشده‌است . حتی معادلهٔ جریان درحالت یک بعدی توسط فیلیپ ودیگران نیزبصورت کاملا"تحلیلی[1] نبوده‌است ، بلکه ازروشهای عددی نیزسودجسته‌شده‌است . درنظرگرفتن متغیرهای بیشتری دراندازه‌گیری یامحاسبه فرآیندنفوذ ، سیمای دقیقتری ازاین فرآیندارائه‌خواهدداد وکاربردنتایج مذکور موجب افزایش بازدهٔ آبیاری خواهدشد . ازجملهٔ عواملی که‌گفته‌میشودبرفرآیندنفوذ موثرند ، میتوان نوع خاک ، رطوبت اولیهٔ خاک وعمق آب روی خاک (یا رآب) رانام برد[۱ ، ۲۳ ، ۲۶ ، ۲۷ ، ۲۸ و ۳۰] . دراین مطالعه ، اثرات این سه‌عامل برفرآیند نفوذ ، مورد بررسی قرارگرفته‌است .

1- Analytical

* مـــروری بـــرمنـــابـــع *

فرآیندورود آب به‌خاک ، حرکت‌آب دردرون خاک وخروج آب اضافی ازخاک ،از اهمیت ویژه‌ای درکشاورزی وهیدرولوژی برخوردار است [۳۲] . فرآیند ورود آب به خاک ، ازسطح خاک ، ودرجهت عمودی ، نفوذعمودی نامیده میشود [۱ و۳۲] . این‌فرآیند یکی ازمهمترین اجزاء چرخهٔ هیدرولوژیکی [۲۲] ویکی ازمعمولترین پدیده‌های فیزیکی است‌که‌انسان پیوسته درامورآبیاری وهیدرولوژیکی باآن روبروبوده وپژوهشگران علوم زمینی وعلوم گیاهی نسبت به‌آن توجه‌خاصی دارند [۲] .

ماکزیمم شدتی راکه‌یک خاک معین درشرایط معینی ، درهرلحظه ، باآن شدت‌آب راجذب میکند شدت یا سرعت‌نفوذ نام دارد [۲] . اگرشدت کاربردآب مساوی یا بزرگتر ازظرفیت نفوذ باشد ، سرعت واقعی نفوذ برابربا ظرفیت‌نفوذ خواهدبودودراین حالت سرعت نفوذ بوسیله‌خصوصیات خاک کنترل میشود . درغیراینصورت سرعت نفوذ ازظرفیت نفوذکمتربوده ومقدار آن برابرباشدت کاربردآب (یا شدت بارندگی) است ودراین حالت‌سرعت نفوذ بوسیلهٔ شدت‌کاربردآب کنترل میشود [۲] . دراین مطالعه ظرفیت نفوذ برابرسرعت‌نفوذ خواهدبود .

اگرمقداری آب به‌سطح خاک اضافه‌شودوعمق آب درسطح خاک ثابت‌نگه‌داشته‌شود ، قابلیت نفوذ خاک ازابتدا رل مهمی درنفوذ خواهدداشت . اندازه‌گیری های بسیار نشان داده‌است‌که درچنین شرایطی سرعت‌نفوذ معمولا" بازمان کاهش می یابد . بنابراین نفوذ تجمعی که‌برابرانتگرال سرعت‌نفوذ نسبت‌به‌زمان است ، به‌صورت منحنی بوده وتابعی اززمان است‌که‌شیب آن بتدریج کم‌میشود [۲ و۲۳] :

$$F(t)=\int_0^t f(t)dt \qquad (۶)$$

که درآن :