بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده‌ی کشاورزی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی

ارزیابی روش‌های مختلف تعیین ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری جویچه‌ای و تغییرات آن‌ها در آبیاری‌های مختلف

استادان راهنما:
دکتر مهدی قبادی‌نیا
دکتر محمد شایان‌نژاد

استادان مشاور:
دکتر سید حسن طباطبائی
دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی

پژوهشگر:
صدیقه رضایی‌پور قنات‌النوجی

مهر ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان‌نامه‌ی خانم صدیقه رضایی‌پور قنات‌النوجی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش آبیاری و زهکشی با عنوان **ارزیابی روش‌های مختلف تعیین ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری جویچه‌ای و تغییرات آن‌ها در آبیاری‌های مختلف** در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۳۰ با حضور هیئت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۵۰ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. **استادان راهنمای پایان‌نامه**

دکتر مهدی قبادی‌نیا، (استادیار) .....

دکتر محمد شایان‌نژاد، (دانشیار) .....

۲. **استادان مشاور پایان‌نامه**

دکتر سید حسن طباطبائی، (دانشیار) .....

دکتر محمدرضا نوری امامزاده‌ئی، (استادیار) .....

۳. **استادان داور پایان‌نامه**

دکتر روح اله فتاحی، (استادیار) .....

دکتر شجاع قربانی‌دشتکی، (استادیار) .....

دکتر سید حسن طباطبائی

معاون پژوهشی وتحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم .

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی ام بوده اند. دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند.

آموزگارانی که برایم زندگی؛ بودن و انسان بودن را معنا کردند.

اکنون که تدوین این پایان نامه به اتمام رسید بر خود واجب می دانم که در برابر پدر و مادر مهربانم که سال هاست لطف و مهربانیشان گرمی بخش زندگیم بوده سر تعظیم و سپاس فرود آورده و بر دستان زحمت کش و پر مهرشان بوسه زده و از ایشان قدردانی نمایم .

چکیده

آبیاری سطحی یکی از متداول ترین روش‌های آبیاری است که در آن، آب به روش ثقلی در سطح زمین جریان می‌یابد. برای طراحی و مدیریت مطلوب روش های مختلف آبیاری اطلاع، از خصوصیات نفوذپذیری خاک ضروری است. نفوذپذیری به خصوصیات خاک و شرایط سطحی مزرعه بستگی دارد . معادلات تجربی و فیزیکی برای کمی کردن فرایند نفوذ در آبیاری سطحی ، به دلیل تغییر پذیری زمانی و مکانی پارامتر نفوذ و همچنین زمان بر بودن ارائه شده است. معادله فیلیپ معادله ای فیزیکی است که برای تعیین ضرایب آن روش‌های مختلفی ارائه شده است . در این تحقیق روش‌های تعیین ضرایب معادله نفوذ فیلیپ، شامل فیلیپ(۱۹۵۷)، یانگ (۱۹۶۸)، راولز (۱۹۹۲)، یک نقطه ای شپارد(۱۹۹۳)، دو نقطه‌ای اصلاح شده کلمنز (۲۰۰۹)، معادله دو پارامتری خطی والیانتز (۲۰۱۰)، دو نقطه ای ابراهیمیان(۲۰۱۰) و روش چند نقطه ای نی‌ویبو(۲۰۱۱) برای آبیاری جویچه ای مورد ارزیابی قرار گرفت . ضرایب این معادلات برای چهار رویداد آبیاری و در بافت‌های لومی، شنی لومی‌رسی، لوم شنی، شنی و رسی، محاسبه و تغییرات آن‌ها بررسی شد . آنالیز ا ین تغییرات توسط نرم افزار SAS انجام پذیرفت. همچنین برای ارزیابی این معادلات در شبیه‌سازی پیشروی آب در جویچه توسط سه نرم افزار WinSRFR, Surface و Sirmod شبیه‌سازی جریان صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که دو روش یانگ و روش فیلیپ نسبت به روش‌های دیگر به ترتیب برآورد کمتر و بیشتر از مقدار ضریب‌جذبی داشتند. با بررسی تغییرات ضریب جذبی در چهار آبیاری در بافت لومی، روند تغییرات در تمامی روش‌ها به جزء روش والیانتز(۲۰۱۰) روند کاهشی است. این روند کاهشی به صورت خطی نبوده و یک مدل توانی را به خوبی توصیف می کنند. تغییرات زمانی ضریب جذبی در بافت های لوم‌شنی، لومی‌رسی‌شنی در روش‌های شپارد، کلمنز و راولز روند کاهشی داشته است . در بافت شنی تغییرات ضریب جذبی در روش شپارد روند افزایشی و در روش کلمنز، از روند خاصی پیروی نمی کند. در بافت رسی این تغییرات از روند خاصی پیروی نمی‌کند. تغییرات ضریب‌جذبی طی چهار آبیاری در روش های کلمنز، شپارد، راولز، فیلیپ و والیانتز در بافت لومی به ترتیب ۸۵، ۸۲، ۱۰، ۶۸ و ۳۳ درصد و در بافت لومی‌رسی‌شنی به ترتیب برابر ۷۴، ۶۵و ۵۴ درصد و در بافت لوم‌شنی ۶۵ و ۲۲ درصد کاهش داشته است . تغییرات ضریب انتقالی با روند آبیاری در همه روش ها به جزء روش شپارد و کلمنز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است . روش والیانتز یک روند کاهشی توانی و روش راولز یک روند درجه دو را به خوبی توصیف می کنند. تغییرات ضریب‌انتقالی طی چهار آبیاری در روش راولز، فیلیپ و والیانتز در بافت لومی به ترتیب ۹۲، ۶۷ و ۸۸ درصد و در بافت شنی‌لومی‌رسی برابر ۸۳ رصد و در بافت لوم‌شنی ۳۹ درصد کاهش داشته است. با بررسی روش‌های مختلف، در تمامی بافت ها، روش شپارد و راولز نتایج بهتری از برآورد زمان پیشروی داشته اند. از آنجا که در روش راولز، اندازه گیری پارامترهای ورودی آسان‌تر است و وقت کمتری نسبت به روش شپارد صرف برداشت داده می شود، روش راولز مناسب تر از روش‌های دیگر تعیین شد.

کلمات کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، تغییرات زمانی، شبیه‌سازی، ضرایب معادلات

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول – کلیات ۱۰

۱-۱- مقدمه ۱۰

۱-۲- انواع روش‌های آبیاری سطحی ۱۱

۱-۲-۱- آبیاری کرتی ۱۱

۱-۲-۲- آبیاری نواری ۱۲

۱-۲-۳- آبیاری جویچه‌ای ۱۲

۱-۳- مفاهیم و اصطلاحات آبیاری سطحی ۱۲

۱-۳-۱- فاز پیشروی(**Advance phase**) ۱۲

۱-۳-۲- فاز ذخیره(**Storage phase**) ۱۲

۱-۳-۳- فاز تخلیه(**Depletion phase**) ۱۳

۱-۳-۴- فاز پسروی(**Recession phase**) ۱۳

۱-۴- اهداف اصلی تحقیق ۱۳

۱-۵- فصل‌بندی پایان‌نامه ۱۴

فصل دوم - بررسی منابع ۱۵

۲-۱- نفوذ ۱۵

۲-۱-۱- مقدمه ۱۵

۲-۱-۲- روش‌های اندازه‌گیری نفوذ ۱۵

۲-۱-۲-۱- اندازه‌گیری نفوذ در جویچه ۱۶

۲-۱-۳- معادلات نفوذ ۱۸

۲-۱-۳-۱- معادلاتی که بر اساس روابط جریان در محیط‌های متخلخل بنا شده‌اند ۱۸

۲-۱-۳-۲- معادلات فیزیکی ۱۸

۲-۱-۳-۳- معادلات تجربی ۱۹

۲-۱-۳-۴- حل عددی معادله ریچاردز ۱۹

۲-۲- عوامل موثر بر نفوذ آب به داخل خاک ۲۰

۲-۳- روش‌های تعیین ضرایب جذبی و انتقالی ۲۲

۲-۳-۱- روش فیلیپ ۲۲

۲-۳-۱-۱- ضریب جذبی(**Sorptivity**) ۲۲

۲-۳-۱-۳- روش‌های اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک ۲۴

عنوان **صفحه**

۲-۳-۲- روش یانگ ۲۷
۲-۳-۳- روش راولز ۳۱
۲-۳-۴- روش شپارد و همکاران ۳۲
۲-۳-۵- روش کلمنز و همکاران ۳۴
۲-۳-۶- روش والیانتز و همکاران ۳۵
۲-۳-۷- روش ابراهیمیان و همکاران ۳۷
۲-۳-۸- روش نی ویبو و همکاران ۳۸
۲-۴- مدل‌های ریاضی آبیاری سطحی ۴۳
۲-۴-۱- مدل هیدرودینامیک ۴۳
۲-۴-۲- مدل اینرسی صفر ۴۳
۲-۴-۳- مدل موج سینماتیک ۴۴
۲-۵- آنالیز حساسیت ۴۵
فصل سوم - مواد و روش‌ها ۴۶
۳-۱- مقدمه ۴۶
۳-۲- داده‌های اندازه‌گیری ۴۶
۳-۲-۱- مشخصات منطقه ۴۶
۳-۲-۲- آماده‌سازی زمین ۴۶
۳-۲-۳- تعیین بافت خاک ۴۸
۳-۲-۴- تعیین رطوبت خاک ۴۹
۳-۲-۵- تعیین دبی جریان ۴۹
۳-۲-۶- اندازه‌گیری نفوذ ۵۰
۳-۲-۶-۱- روش استوانه مضاعف ۵۰
۳-۲-۶-۲- روش ورودی و خروجی ۵۰
۳-۲-۷- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی ۵۰
۳-۲-۸- اندازه‌گیری‌ها در طول آبیاری ۵۱
۳-۲-۸-۱- دستگاه مقطع‌سنج جویچه(پروفیل متر) ۵۲
۳-۳- داده‌های مورد بررسی ۵۲
۳-۴- تجزیه وتحلیل اطلاعات ۵۴

عنوان **صفحه**

۳-۴-۱- محاسبه ضرایب معادله نفوذ فیلیپ ۵۴
۳-۴-۲- صحت‌سنجی ضرایب معادله نفوذ ۵۴
۳-۴-۳- بررسی تغییرات زمانی ضرایب معادله نفوذ فیلیپ ۵۵
۳-۴-۴- تصیح روش‌های مورد بررسی ۵۵
۳-۴-۴-۱- معادله تصحیح‌شده نی‌ویبو ۵۵
۳-۴-۵- آنالیز حساسیت پارامترهای ورودی روی ضرایب معادله نفوذ ۵۷
فصل چهارم - نتایج و بحث ۵۸
۴-۱- مقدمه ۵۸
۴-۲- تعیین دبی خروجی ۵۹
۴-۳- تعیین نفوذ پایه ۶۰
۴-۴- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی ۶۳
۴-۵- تعیین ضرایب معادله فیلیپ ۶۳
۴-۶- مقایسه روش‌های تعیین ضرایب ۷۱
۴-۷- اصلاح روش نی‌ویبو برای آبیاری جویچه‌ای ۷۹
۴-۸- بررسی تغییرات ضرایب معادله نفوذ فیلیپ ۸۰
۴-۸-۱- تغییرات ضریب جذبی ۸۰
۴-۸-۲- تغییرات ضریب انتقالی ۸۳
۴-۸-۳- تغییرات نفوذ تجمعی در زمان پیشروی ۸۵
۴-۹- آنالیز حساسیت ۸۷
۴-۹-۱- بررسی تغییرات ضرایب معادله نفوذ در معادله فیلیپ در روش یک نقطه‌ای شپارد ۸۷
۴-۹-۱-۱- تاثیر تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در مرتبه آبیاری در روش شپارد ۸۹
۴-۹-۱-۲- تاثیر تغییر پارامترها روی ضرایب نفوذ در روش شپارد ۹۲
۴-۹-۲- بررسی تغییرات ضرایب معادله نفوذ در معادله فیلیپ در روش راولز ۹۳
۴-۹-۲-۱- تاثیر تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در مرتبه آبیاری در روش راولز ۹۴
۴-۹-۲-۲- تاثیر تغییر پارامترها روی ضرایب نفوذ در روش راولز ۹۶
۴-۹-۳- بررسی تغییرات ضرایب معادله نفوذ در معادله فیلیپ در روش نی‌ویبو ۹۷
۴-۹-۳-۱- تاثیر تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در مرتبه آبیاری در روش نی‌ویبو ۹۸
۴-۹-۳-۲- تاثیر تغییر پارامترها روی ضرایب نفوذ در روش نی‌ویبو ۱۰۰

عنوان **صفحه**

فصل پنجم – نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۱۰۲

۵-۱- نتیجه‌گیری ۱۰۲

۵-۲- پیشنهادها..... ۱۰۴

منابع..... ۱۰۵

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- محاسبه ضریب جذب (وندوایر و همکاران، ۲۰۰۰) ۲۳
شکل ۲-۲- رابطه C با H/r برای خاک‌های مختلف ۲۵
شکل ۲-۳- دستگاه پرمامتر گلف ۲۵
شکل ۲-۴- توسعه ناحیه رطوبتی در طول نفوذ به داخل خاک از نفوذسنج حلقه‌ای ۲۹
شکل ۲-۵- حل معادله ۲-۷۱ برای مقادیر مختلف λ ۳۶
شکل ۲-۶- پروفیل سطحی و زیرسطحی در آبیاری نواری ۳۹
شکل ۳-۱- موقعیت شهرکرد ۴۷
شکل ۳-۲- آماده سازی زمین ۴۷
شکل ۳-۳- جویچه‌های احداث شده ۴۷
شکل ۳-۴- آرایش سیستم جویچه‌ای با طول ۹۰ متر ۴۸
شکل ۳-۵- دستگاه اگر ۴۹
شکل ۳-۶- فلوم تیپ یک در انتهای جویچه‌ها ۵۰
شکل ۳-۷- فلوم تیپ دو در ابتدای جویچه‌ها ۵۰
شکل ۳-۸- روش استوانه مضاعف ۵۱
شکل ۳-۹- روش ورودی و خروجی ۵۱
شکل ۳-۱۰- دستگاه پرمامتر دیسک ۵۱
شکل ۳-۱۱- دستگاه پروفیل‌متر ۵۲
شکل ۴-۱- هیدروگراف ورودی و خروجی در آبیاری چهارم در داده‌های RL90 ۶۰
شکل ۴-۲- تغییرات زمانی نفوذپایه به روش استوانه مضاعف در داده‌های RL ۶۱
شکل ۴-۳- تغییرات زمانی نفوذپایه به روش ورودی و خروجی در داده‌های مورد بررسی ۶۲
شکل ۴-۴- ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های مورد بررسی در آبیاری اول ۶۹
شکل ۴-۵- ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های مورد بررسی در آبیاری دوم ۷۰
شکل ۴-۶- ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های مورد بررسی در آبیاری سوم ۷۰
شکل ۴-۷- ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های مورد بررسی در آبیاری چهارم ۷۰
شکل ۴-۸- مجموع مربعات خطا به ازای ضریب‌های مختلف در روش راولز در داده‌های مورد بررسی در آبیاری اول ۷۱
شکل ۴-۹- مجموع مربعات خطا به ازای افزایش سنگ‌ریزه در داده‌های RL90 ۷۲
شکل ۴-۱۰- پیشروی آب در چهار آبیاری در داده‌های RL90 ۷۲
شکل ۴-۱۱- پیشروی آب در طول جویچه در روش‌های مختلف در داده‌های RL90 ۷۴

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱۲- پیشروی آب در طول جویچه در روش‌های مختلف در داده‌های RL50 ..... ۷۴

شکل ۴-۱۳- متوسط مجموع مربعات خطا در چهار آبیاری در روش‌های مختلف در داده‌های مورد بررسی..... ۷۶

شکل ۴-۱۴- زمان پیشروی اندازه‌گیری شده و تخمین‌زده شده توسط سه مدل در داده‌های RL90..... ۷۷

شکل ۴-۱۵- شکل مربوط به داده‌های پیشروی اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده..... ۷۷

شکل ۴-۱۶- شکل مربوط به داده‌های پیشروی اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده..... ۷۸

شکل ۴-۱۷- تغییرات زمانی ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۸۱

شکل ۴-۱۸- تغییرات زمانی ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های RL50..... ۸۱

شکل ۴-۱۹- تغییرات زمانی ضریب جذبی در روش‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۸۲

شکل ۴-۲۰- تغییرات زمانی ضریب جذبی در روش‌های مختلف در TSL..... ۸۲

شکل ۴-۲۱- تغییرات زمانی ضریب انتقالی در روش‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۸۴

شکل ۴-۲۲- تغییرات زمانی ضریب انتقالی در روش‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۸۴

شکل ۴-۲۳- تغییرات زمانی نفوذ تجمعی در داده‌های RL50..... ۸۵

شکل ۴-۲۴- تغییرات زمانی نفوذ تجمعی در داده‌های RL90..... ۸۶

شکل ۴-۲۵- تغییرات زمانی نفوذ تجمعی در داده‌های GSCL..... ۸۶

شکل ۴-۲۶- تغییرات زمانی رطوبت در چهار آبیاری در داده‌های RL90..... ۸۷

شکل ۴-۲۷- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات سطح مقطع در آبیاری‌های مختلف در داده‌های TSL..... ۹۰

شکل ۴-۲۸- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات سطح مقطع در آبیاری‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۹۰

شکل ۴-۲۹- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات سطح مقطع در آبیاری‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۹۰

شکل ۴-۳۰- تغییرات ضریب انتقالی به ازای تغییرات سطح مقطع در آبیاری در داده‌های RL90، TSL و GSCL.... ۹۱

شکل ۴-۳۱- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های TSL..... ۹۱

شکل ۴-۳۲- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۹۱

شکل ۴-۳۳- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۹۲

شکل ۴-۳۴- تغییرات ضریب جذبی به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در RL90، GSCL و TSL..... ۹۲

شکل ۴-۳۵- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات رطوبت اولیه در آبیاری در داده‌های RL90 در روش راولز..... ۹۴

شکل ۴-۳۶- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات رطوبت اولیه در آبیاری در داده‌های GSCL در روش راولز..... ۹۵

شکل ۴-۳۷- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات رطوبت اولیه درآبیاری در داده‌های TSL در روش راولز..... ۹۵

شکل ۴-۳۸- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات هدایت هیدرولیکی در آبیاری درTSL، GSCL و RL90..... ۹۶

شکل ۴-۳۹- تغییرات ضریب جذبی به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های RL90، TSLوGSCL... ۹۶

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۴۰- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۹۸
شکل ۴-۴۱- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های TSL..... ۹۹
شکل ۴-۴۲- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات دبی ورودی در آبیاری‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۹۹
شکل ۴-۴۳- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات شیب در آبیاری‌های مختلف در داده‌های TSL..... ۹۹
شکل ۴-۴۴- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات شیب در آبیاری‌های مختلف در داده‌های RL90..... ۱۰۰
شکل ۴-۴۵- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات شیب در آبیاری‌های مختلف در داده‌های GSCL..... ۱۰۰
شکل ۴-۴۶- تغییرات ضریب جذبی به ازای تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های مورد بررسی..... ۱۰۱
شکل ۴-۴۷- تغییرات ضریب انتقالی به ازای تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های مورد بررسی..... ۱۰۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- خصوصیات جویچه‌های احداث‌شده ۴۷

جدول ۳-۲- خصوصیات خاک محل آزمایش ۴۸

جدول ۳-۳- مشخصات مناطق مورد بررسی ۵۳

جدول ۳-۴- خصوصیات جویچه‌ها ۵۳

جدول ۳-۵- خصوصیات خاک مناطق مورد بررسی ۵۳

جدول ۳-۶-روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای ورودی در داده‌های مورد بررسی ۵۴

جدول ۳-۷- علامت اختصاری تعیین شده برای سری داده‌ها ۵۴

جدول ۴-۱- ضرایب هندسی و هیدرولیکی سطح مقطع در ابتدای جویچه در داده‌های RL90 آبیاری اول ۵۹

جدول ۴-۲- ضرایب هندسی و هیدرولیکی سطح مقطع در وسط جویچه در داده‌های RL90 ..... ۵۹

جدول ۴-۳-ضرایب هندسی و هیدرولیکی سطح مقطع در انتهای جویچه در داده‌های RL90 ..... ۵۹

جدول ۴-۴- دبی خروجی از جویچه‌ها ۵۹

جدول ۴-۵- نفوذپایه به دست آمده از روش ورودی و خروجی در داه‌هایRL ۶۰

جدول ۴-۶- نفوذپایه به دست آمده از روش استوانه مضاعف در داده‌های RL ۶۰

جدول ۴-۷- طبقه‌بندی نفوذپذیری خاک ۶۱

جدول ۴-۸- ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع به روش پرمامتر دیسک در داده‌های RL ۶۳

جدول ۴-۹- ضرایب معادله فیلیپ در روش شپارد(۱۹۹۳) ۶۴

جدول ۴-۱۰- ضرایب معادله فیلیپ در روش یانگ(۱۹۶۸) ۶۴

جدول ۴-۱۱- ضرایب معادله فیلیپ در روش فیلیپ(۱۹۵۷) ۶۵

جدول ۴-۱۲- ضرایب معادله فیلیپ در روش راولز(۱۹۹۲) ۶۵

جدول ۴-۱۳- ضرایب معادله فیلیپ در روش والیانتز(۲۰۱۰) ۶۵

جدول ۴-۱۴- محاسبه ضرایب معادله فیلیپ در روش کلمنز(۲۰۰۹) ۶۶

جدول ۴-۱۵- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در روش راولز ۶۷

جدول ۴-۱۶- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در روش شپارد ۶۷

جدول ۴-۱۷- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در روش کلمنز ۶۸

جدول ۴-۱۸- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در روش ابراهیمیان ۶۸

جدول ۴-۱۹- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در داده‌های RL ۶۹

جدول ۴-۲۰- میزان مجموع مربعات خطا در روش‌های مختلف در داده‌های RL90 ..... ۷۳

جدول ۴-۲۱- میزان مجموع مربعات خطا در روش‌های مختلف در داده‌های RL50 ..... ۷۳

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۲۲- میزان مجموع مربعات خطا در روش‌های مختلف در داده‌های GSCL ۷۴
جدول ۴-۲۳- میزان مجموع مربعات خطا در روش‌های مختلف در داده‌های TSL ۷۵
جدول ۴-۲۴- میزان مجموع مربعات خطا در روش‌های مختلف در داده‌هایES و EC ۷۵
جدول ۴-۲۵- میزان خطای مجموع مربعات در روش دو نقطه‌ای الیوت و واکر ۷۶
جدول ۴-۲۶- میزان خطای مجموع مربعات در روش‌های مختلف در سری داده‌ها توسط مدلSirmod ۷۸
جدول ۴-۲۷- میزان خطای مجموع مربعات در روش‌های مختلف در سری داده‌ها توسط مدلWinSRFR ۷۹
جدول ۴-۲۸- ضرایب معادله فیلیپ در آبیاری‌های مختلف در روش نی‌ویبو اصلاح شده ۸۰
جدول ۴-۲۹- میزان مجموع خطای مربعات در سری داده‌ها ۸۰
جدول ۴-۳۰- آزمون معنی‌داری تغییرات ضریب جذبی ۸۲
جدول ۴-۳۱- معادله برآوردشده ضریب‌جذبی معادله فیلیپ در روش‌های مختلف ۸۳
جدول ۴-۳۲- مدل برآوردشده ضریب انتقالی معادله فیلیپ در روش‌های مختلف ۸۴
جدول ۴-۳۳- معادله برآوردشده نفوذ تجمعی در روش‌های مختلف ۸۶
جدول ۴-۳۴- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های RL90 ..... ۸۸
جدول ۴-۳۵- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های GSCL ۸۸
جدول ۴-۳۶- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌هایTSL ۸۹
جدول ۴-۳۷- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های TSL ۹۳
جدول ۴-۳۸- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های GSCL ۹۳
جدول ۴-۳۹- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های RL90 ..... ۹۴
جدول ۴-۴۰- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های TSL ۹۷
جدول ۴-۴۱- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های GSCL ۹۷
جدول ۴-۴۲- درصد تغییر ضرایب معادله فیلیپ به ازای درصد تغییر پارامترهای اندازه‌گیری در داده‌های RL90 ..... ۹۸

فصل اول

کلیات

۱ ۱ مقدمه

آبیاری سطحی یکی از متداول ترین روش‌های آبیاری است که در آن ، آب به روش ثقلی در سطح زمین جریان می یابد و سطح زمین به عنوان جذب کننده و انتقال دهنده آب عمل می نماید گرچه در سیستم های آبیاری تحت فشار بازده آبیاری بالا می باشد ولی افزایش روز افزون هزینه های انرژی سبب گردیده است که بسیاری از محققین مطالعات قابل توجهی را در زمینه افزایش بازده آبیاری سطحی انجام دهند و این روش را به عنوان جایگزین مناسبی برای روش های آبیاری تحت فشار پیشنهاد نمایند (واکر و اسکوگربو، ۱۹۸۷). روش آبیاری سطحی در مقایسه با روش های آبیاری تحت فشار به دلیل هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه کم ، ساده بودن تعمیر و نگهداری وسایل، عدم نیاز به کارگر ماهر و مقبول بودن نزد کشاورز از اهمیت بیشتری نسبت به آبیاری تحت فشار برخوردار است(واکر و اسکوگربو، ۱۹۸۲).

به منظور ارزیابی، طراحی و یا شبیه سازی یک سیستم آبیاری سطحی ، باید نرخ نفوذ را به صورت یک مدل ریاضی در آورد . روابط مختلفی برای تعیین معادله نفوذ ارائه شده است که اولین مرحله در ارزیابی و شبیه‌سازی، تعیین پارامترهای معادله نفوذ می باشد(سقائیان‌نژاد، ۱۹۹۵). روش‌های متعددی برای اندازه گیری نفوذ با توجه به روش آبیاری وجود دارد. در آبیاری جویچه‌ای سطح خاک که در معرض نفوذ قرار دارد، تقریباً سهمی شکل است و نفوذ به صورت دو بعدی در اطراف جویچه صورت می گیرد(سهرابی و پایدار ، ۱۳۸۴). با تعیین دقیق تر پارامترهای نفوذ می توان سیستم آبیاری مورد نظر را بهتر ارزیابی، طراحی و یا شبیه سازی نمود. سرعت پیشروی و پسروی تحت تأثیر نفوذ آب در مزرعه قرار می گیرد و هر یک از این عوامل بر بازده کاربرد و توزیع آب در مزرعه تأثیر می‌گذارد(هالزافل، ۲۰۰۴). برای استفاده بهینه از آب و افزایش بازده آبیاری لازم است که پارامتر های معادله نفوذ به خصوص در رابطه با عمق آب، محیط خیس شده و شکل هندسی جویچه با دقت خوبی تخمین زده شوند . در صورتی که پارامتر های معادله نفوذ با دقت مناسب و نزدیک به شرایط مزرعه‌ای تعیین نگردند ممکن است آبیاری بی رویه و در نتیجه نفوذ عمقی و رواناب انتهایی صورت پذیرد و یا آبیاری، کم تر از مقدار مورد نیاز انجام گیرد که در هر دو صورت، بازده آبیاری کم خواهد

بود(سقائیان‌نژاد، ۱۹۹۵). بررسی جریان آب در آبیاری سطحی به دلیل اثر متقابل چندین متغیر مانند هدایت هیدرولیکی، سرعت نفوذ و مشخصات نفوذ خاک پیچیده است (تابیودا، ۱۹۹۵). سرعت نفوذ خاک در یک نوع خاک با توجه به روش آبیاری متفاوت است. در آبیاری سطحی نفوذ بعد از زمان قطع جریان بر فاز پیشروی، جبهه رطوبتی و فاز پسروی تأثیر می گذارد(هالزافل و همکاران ، ۱۹۸۴). در آبیاری جویچه ای شکل و اندازه جویچه به دلیل اینکه محیط خیس شده و سطح تماس بین خاک و جویچه را افزایش می دهد بر حجم آب نفوذ کرده تأثیر می گذارد بنابراین برای به دست آوردن نتیجه مطلوب، لازمست روش طراحی شکل و طول جویچه‌ها مناسب باشد . آبیاری جویچه ای اگر به درستی طراحی و اجرا شود برای زارعین یکی از بهترین روش‌ها محسوب می‌شود. طراحی و اجرای نامناسب، موجب تلفات آب، عدم یکنواختی توزیع رطوبت و کاهش محصول می‌گردد(علیزاده، ۱۳۸۱). روش‌های ارزیابی که برای سیستم های آبیاری جویچه‌ای مطرح شده اغلب پیشنهاد می کند که آزمایش های صحرایی با دبی های مختلف انجام شود . دبی کمینه، کمترین دبی است که تضمین می کند جبهه پیش‌روی به انتهای جویچه برسد . دبی بیشینه، بالاترین دبی است که باعث ایجاد فرسایش خاک نشود . پارامتر نفوذ یکی از مشخصه های مهم در ارزیابی سیستم‌های آبیاری سطحی و مشکل‌ترین پارامتر قابل اندازه‌گیری است. مشخصات نفوذ دارای تغییرات مکانی و زمانی است و به دلیل هندسه جویچه‌ها، نفوذ در آبیاری جویچه ای نسبت به نواری پیچیده تر است(الیوت و واکر، ۱۹۸۲). تعیین پارامترهای نفوذ در تعیین اجرایی بودن آبیاری جویچه‌ای در زمان پیشروی و زمان آبیاری بسیار مؤثر است. به منظور بهینه کردن و افزایش بازده در آبیاری سطحی، تحقیق های گسترده‌ای صورت گرفته است. با توجه به پیشرفت‌ها و تحقیق های انجام گرفته روی آبیاری سطحی، برتری سیستم های تحت فشار به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده است(واکر و اسکوگربو، ۱۹۸۲).

۱ ۲ انواع روش‌های آبیاری سطحی

آبیاری سطحی یکی از متداول ترین و قدیمی ترین روش‌های آبیاری است که در اکثر نقاط جهان رواج دارد و بر حسب وضعیت و شرایط خاک، آب و گیاه به صورت گوناگون انجام می پذیرد. روش‌های آبیاری سطحی شامل آبیاری نواری، آبیاری کرتی، آبیاری جویچه‌ای و آبیاری سیلابی است(واکر و اسکوگربو، ۱۹۸۷).

۱ ۲ ۱ آبیاری کرتی

آبیاری‌کرتی یکی از روش‌های آبیاری غرقابی است که برای آبیاری اراضی مسطح مرزبندی شده، استفاده می‌شود. در این روش، از آنجا که خاک تا زمانی که آب نفوذ می‌کند، غرقاب باقی می‌ماند، رواناب وجود ندارد. در مناطق بارانی باید ملاحظاتی برای تخلیه آب مازاد نفوذی انجام گیرد. آبیاری کرتی تحت عناوین گوناگونی مانند آبیاری غرقابی کنترل شده، نوارهای مسطح، آبیاری کنترل شده، آبیاری کرتی کنترل شده، آبیاری کرتی مسطح انتها بسته و آبیاری کرتی مسطح، بیان می شود. از این شیوه آبیاری می‌توان برای محصولات ردیفی و غیر ردیفی استفاده نمود. برای گیاهان ردیفی باید در داخل کرت پشته و جویچه ایجاد کرد . این شیوه همچنین در باغات و تاکستان‌ها نیز به کار برده می‌شود. از آنجا که یکنواختی نفوذ نسبت به تغییرات نفوذپذیری بسیار حساس است سرعت نفوذ باید در هر کرت ثابت باشد . نیازی نیست که کرت‌ها حتماً

مستطیلی یا دارای مرزهای مستقیم و پشته‌ها نیز لزوماً دائمی باشند. تحت یک مدیریت خوب، حجم معینی از آب به سرعت در کرت تخلیه خواهد شد(علیزاده، ۱۳۸۵).

۱ ۲ ۲ -آبیاری نواری

آبیاری نواری(روی خطوط تراز، شیب دار و هدایت شده) نوار شیب داری از زمین را شامل می‌شود که ضرورتاً در جهت عرض نوار مسطح بوده و برای جلوگیری از پخش و فرار جانبی آب به وسیله مرزهایی(خاکریز، خاک پشته، پشته و ...) محدود شده است. مرزها معمولاً برای تسهیل عملیات شخم زنی، به صورت موازی احداث می‌شوند. اما این مورد برای آبیاری، به ویژه برای نوارهای روی خطوط تراز الزامی نیست . پس از آن که بین تمامی عوامل مربوط (دبی واحد ورودی، کمبود رطوبت خاک، سرعت نفوذ، زمان پسروی و طول نوار) ارتباط مناسبی برقرار شد، اگر هدف حذف رواناب باشد، جریان آب در خاک‌هایی با نفوذپذیری کم هنگامی که جبهه پیشروی آب حدود ۰/۶ طول کرت را طی کرده باشد و در خاک‌هایی با نفوذپذیری زیاد پس از طی ۰/۹ طول نوار، قطع می شود. انتهای پایینی نوار با رواناب موقتی ذخیره شده در بالا دست آبیاری می‌شود. می‌توان مقدار ناچیزی رواناب (حدود ۱۰ درصد) داشت و دو انتهای بالایی و پایینی غالباً نسبت به بخش میانی کمتر آبیاری می شوند. برای رسیدن به رواناب حداقل، لازم است که ترکیب ویژه ای از تخلیه رطوبت خاک و دبی جریان به وجود آید(علیزاده، ۱۳۸۵).

۱ ۲ ۳ -آبیاری جویچه‌ای

آبیاری جویچه‌ای یکی از روش های آبیاری سطحی است که به جای استغراق تمام سطح مزرعه می توان آبراهه‌های کوچکی در جهت شیب ایجاد نمود. در سیستم آبیاری جویچه ای تلفات آب عمدتاً به دو صورت نفوذ عمقی و رواناب سطحی اتفاق می افتد برای به حداقل رساندن این تلفات روش های مختلفی مانند آبیاری کاهش دبی و آبیاری با استفاده مجدد از پایاب پیشنهاد شده است(علیزاده، ۱۳۸۵).

۱ ۳ -مفاهیم و اصطلاحات آبیاری سطحی

در روش های آبیاری سطحی به ویژه در آبیاری جویچه‌ای بیشترین توجه به فاز پیشروی معطوف شده است چون در این مرحله فاصله زمانی بین نفوذ آب در ابتدا و انتهای شیار وجود دارد . در تمام سیستم‌های آبیاری سطحی توزیع آب روی خاک از یک قاعده کلی پیروی می کند و شامل ۴ فاز است شکل(۱-۱).

۱ ۳ ۱ -فاز پیشروی(Advance phase)

فاز پیشروی از زمانی که آب وارد زمین شده تا زمانی که آب تمام سطح مزرعه را می گیرد ادامه می‌یابد و سرعت پیشروی با افزایش زمان، کاهش می‌یابد.

۱ ۳ ۲ -فاز ذخیره(Storage phase)

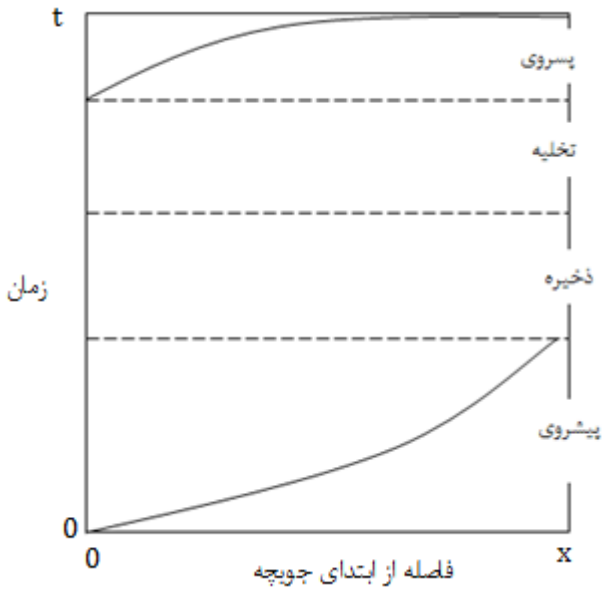
فاز ذخیره زمانی شروع می‌شود که فاز پیشروی به انتها رسیده باشد و تا زمان قطع جریان ادامه دارد.

۱ ۳ ۳ -فاز تخلیه(Depletion phase)

فاز تخلیه از زمان قطع جریان شروع شده و تا هنگامی که عمق آب در ابتدای مزرعه به صفر برسد ادامه می‌یابد.

۱ ۳ ۴ -فاز پسروی(Recession phase)

این فاز هنگامی شروع می شود که فاز تخلیه به پایان رسیده باشد . یک جبهه خشک شدن یا پسروی از ابتدا شروع شده تا به انتها برسد . فاز پسروی زمانی به انتها می رسد که یا جبهه پسروی به انتها ی مزرعه رسیده باشد یا عمق جریان در سرتاسر مزرعه صفر و یا یک مقدار ناچیز شود.



شکل ۱ ۱ -پیشروی آب در جویچه

۱ ۴ -اهداف اصلی تحقیق

بسیاری از تحقیقاتی که روش توسعه یافته جدیدی را ارائه می دهد، روش توسعه یافته را نسبت به روش دو نقطه‌ای الیوت و واکر مقایسه می‌نماید. بدین منظور این تحقیق به بررسی روش‌های مختلف ارائه شده برای تعیین ضرایب معادله فیلیپ پرداخته و اهداف زیر را دنبال می‌کند:

۱ - بررسی و مقایسه پارامترهای معادله نفوذ در معادله فیلیپ با استفاده از روش های مختلف حل معادله فیلیپ (روش فیلیپ(۱۹۵۷)، روش یانگ(۱۹۶۸)، روش راولز(۱۹۹۲)، روش یک نقطه‌ای شپارد(۱۹۹۳)، روش دونقطه‌ای اصلاح‌شده کلمنز(۲۰۰۹)، روش معادله دوپارامتری خطی والیانتز(۲۰۱۰)، روش دو نقطه ابراهیمیان(۲۰۱۰)، روش چند نقطه‌ای نی‌ویبو(۲۰۱۱))

۲ - بررسی تغییرات ضرایب نفوذ در رویدادهای مختلف آبیاری

۳ - آنالیز حساسیت ضرایب نفوذ به دست آمده از روش‌های مختلف به پارامترهای اندازه‌گیری ورودی

۱ ۵ فصل‌بندی پایان‌نامه

در فصل اول کلیاتی در مورد روش های آبیاری و فاز های توزیع آب در سطح زمین در آبیاری جویچه ای ذکر گردید. در فصل دوم به بررسی منابع انجام شده روی معادلا ت نفوذ، تعیین و ارزیابی پارامتر های معادلات نفوذ و همچنین به بیان روش های تعیین ضرایب جذبی و انتقالی خاک در آبیاری جویچه ای و مطالعات انجام شده در این زمینه پرداخته می شود. در فصل سوم، روش ها و مواد لازم برای انجام آزمایش های صحرایی از قبیل تعیین رطوبت، دبی ورودی و خروجی، بافت خاک و تعیین معادله پیشروی در آبیاری جویچه ای توضیح داده می‌شود. در فصل چهارم بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش ها به بحث و نتیجه گیری در مورد روش‌های مورد بررسی قرار می‌گیرد.