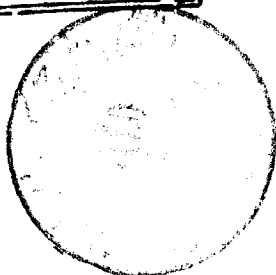
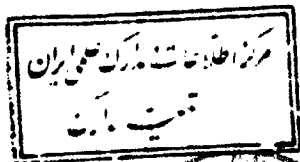


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

گروه عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع :

ارزیابی تغذیه آبهای زیرزمینی در فرآیند نفوذ  
با استفاده از یک مدل تابع انتقال

تحقیق و نگارش :

شروین فقیهی راد

۱۴۸۲۹

استاد راهنما :

دکتر محمد محمودیان شوشتری

استاد مشاور :

دکتر حسین صدقی

شهریور ماه ۱۳۷۸

۲۷۹۴۵

## بسمه تعالی

### (فرم ارزشیابی پایان نامه دوره کارشناسی ارشد)

پایان نامه آقای شروین فقیهی راد به شماره دانشجویی ۷۶۷۰۹۰۲

با عنوان: «ارزیابی تغذیه آبهای زیرزمینی در فرآیند نفوذ با استناد از یک مدل تابع انتقال»

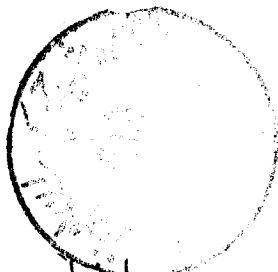
جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی آب در ساعت ۱۰ صبح روز

سه شنبه مورخ ۷۸/۶/۳۰ در دانشکده مهندسی دانشگاه شهید چمران اهواز ارائه گردید و توسط هیأت

داوران مورد تصویب قرار گرفت.

ضمناً این ارزشیابی درجه عالی با نمره ۱۹/۵ اعلام گردید.

### اعضای هیأت داوران



اعضای

مرتبه دانشگاهی

عنوان

نام و نام خانوادگی

استاد

استاد راهنما

۱- دکتر محمد محمودیان شوشتری

استاد

استاد مشاور

۲- دکتر حسین صدقی

استادیار

استاد داور

۳- دکتر حمیدرضا غفوری

استادیار

استاد داور

۴- دکتر عبدالمجید لیاقت

دانشیار

نماینده تحصیلات تکمیلی

۵- دکتر حیدرعلی کشکولی

تقديم به پيشگاه

فخر عالم امکان

حضرت وليعصر (ارواحنا له الفدا)

## تقدیر و تشکر

اکنون که با تأییدات خداوند متعال و راهنمایی اساتید بزرگوار موفق به انجام کار کوچکی در دریای بی کران علم و سازندگی گشته‌ام، بر خود لازم می‌دانم از زحمات و راهنمایی‌های بی شائبه جناب آقای دکتر محمد محمودیان شوشتری استاد راهنما، که در روند تحقیق و نگارش پایان نامه با حوصله و صبر فراوان اینجانب را در انجام این مهم یاری نموده‌اند، تشکر نمایم. همینطور از ارشادات جناب آقای دکتر حسین صدقی استاد مشاور رساله که بی شک سهم بسزائی در برطرف نمودن مشکلات این تحقیق داشتند نیز تشکر می‌نمایم. و از کلیه اساتید گرامی که در طول دوران تحصیل زحمات فراوانی برای تربیت جوانان این مرز و بوم متحمل می‌شوند نیز سپاسگزارم.

از پدر و مادر عزیزم که برای تربیت و تحصیل اینجانب از دوران کودکی تا بدین مرحله نهایت کوشش و تلاش و محبت خود را به فرزند حقیر خود ابراز داشته‌اند نیز صمیمانه تشکر نموده و بر آنها درود می‌فرستم. همچنین کمال تشکر و قدردانی خود را از سرکار خانم فاطمی بخاطر دقت نظر و زحمات بی شائبه ایشان در تایپ پایان نامه ابراز می‌دارم. در خاتمه لازم می‌دانم از زحمات کلیه دوستان گرامی که در تنظیم اشکال و جداول پایان نامه و برگزاری جلسه دفاعیه، اینجانب را مورد لطف و عنایت خویش قرار دادند خصوصاً از آقایان مهندس حمیدرضا یگانه صالح پور و مهندس پیمان اوجیان سپاسگزاری نمایم. امیدوارم در سایه آموخته‌های خود بتوانم در آینده‌ای نزدیک دین خود را به میهن اسلامی عزیزمان ادا کنم.

## فهرست مطالب



مقدمه..... ۱

### فصل اول: پیشینه موضوع

- ۱-۱- مروری بر تحقیقات گذشته ..... ۶
- ۲-۱- تحلیلی بر ارتباط میان بارندگی و تغذیه ..... ۱۶
- ۱-۲-۱- معادله ریچاردز ..... ۱۸
- ۲-۲-۱- معادلات ژانگ ..... ۱۹
- ۳-۲-۱- معادلات وان گنختن ..... ۲۰
- ۳-۱- نفوذ حاصل از بارش ..... ۲۳
- ۱-۳-۱- سطح ایستابی کم عمق ..... ۲۳
- ۲-۳-۱- سطح ایستابی با عمق متوسط ..... ۲۴
- ۳-۳-۱- سطح ایستابی عمیق ..... ۳۰

### فصل دوم: تلفات هیدرولوژیکی

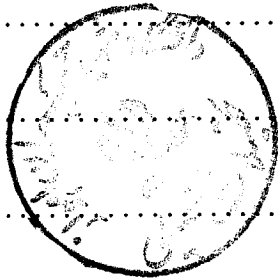
- ۱-۲- تبخیر ..... ۳۳
- ۲-۲- تعرق ..... ۳۶
- ۳-۲- رابطه میان تبخیر و تعرق با رطوبت خاک ..... ۳۷
- ۴-۲- انواع تبخیر سنجها ..... ۳۸

۳۹	.....	۱-۴-۲- طشتک نوع A
۳۹	.....	۲-۴-۲- طشتک نوع ISI
۴۰	.....	۳-۴-۲- طشتک کلرادو (مدفونی)
۴۱	.....	۴-۴-۲- طشتک شناور
۴۱	.....	۵-۴-۲- ضریب طشتک
۴۳	.....	۵-۲- اندازه گیری، تبخیر و تعرق
۴۳	.....	۱-۵-۲- اندازه گیری مستقیم از طریق لیسیمتر
۴۴	.....	۲-۵-۲- کرتهاى آزمایشی
۴۴	.....	۶-۲- روابط تجربی و نیمه تجربی بر آورد تبخیر و تعرق
۴۵	.....	۱-۶-۲- روش دورنبوس - پریوت
۴۷	.....	۷-۲- برگاب
۴۸	.....	۸-۲- چالاب
۵۰	.....	۹-۲- تبخیر از سطح ایستابی

### فصل سوم: معادلات مدل

۵۵	.....	۱-۳- توزیع زمانی
۵۹	.....	۱-۱-۳- مدل Nash
۶۱	.....	۲-۳- شار آب خاک
۶۲	.....	۳-۳- برآورد تبخیر از سطح آب زیرزمینی

- ۶۳ ..... ۴-۳- نفوذ مؤثر.....
- ۶۵ ..... ۵-۳- برآورد عملی مقادیر نفوذ کلی و تبخیر و تعرق مازاد.....
- ۶۸ ..... ۶-۳- محاسبه دبی نفوذ.....
- ۶۹ ..... ۷-۳- برآورد پارامترهای مدل و صحت عملکرد آن.....
- ۷۱ ..... ۱-۷-۳- الگوی طرح محاسباتی تبخیر و تعرق مازاد.....



### فصل چهارم: آزمون مدل

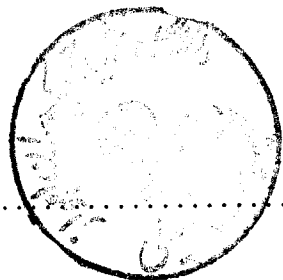
- ۷۴ ..... ۱-۴- الگوی کلی طرح.....
- ۷۵ ..... ۲-۴- چگونگی اندازه گیری دبی نفوذ.....
- ۷۵ ..... ۳-۴- مشکلات موجود در طرح و چگونگی برخورد با آن.....
- ۸۸ ..... ۴-۴- توضیح در خصوص برنامه.....
- ۹۳ ..... فلوچارت برنامه.....
- ۹۴ ..... زیر برنامه ها.....

### فصل پنجم: بحث نتایج

- ۱۲۶ ..... ۱-۵- آنالیز حساسیت.....
- ۱۲۷ ..... ۲-۵- بررسی شدت تأثیر پارامترهای زمان تأخیر ماکزیمم و زمان تأخیر اولیه.....
- ۱۲۹ ..... ۳-۵- بررسی شدت تأثیر پارامتر نرخ تبخیر از سطح سفره در حالت ماندگار.....
- ۱۲۹ ..... ۴-۵- بحث نتایج و پیشنهادات.....



پیوست الف



۱۴۱ ..... چگونگی پخش مواد حلال در خاک با استفاده از مدل تابع انتقال

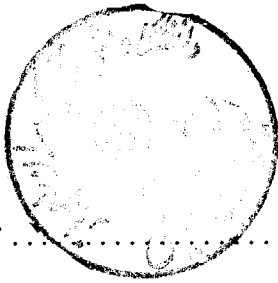
۱۴۳ ..... حجم انتقال محلول

۱۴۵ ..... معادله تابع انتقال

۱۴۷ ..... واژه نامه

۱۵۹ ..... فهرست منابع و مراجع

## فهرست اشکال

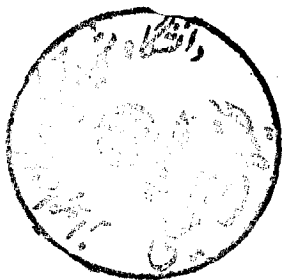


### فصل اول : پیشینه موضوع

- شکل (۱-۱) شماتیک لیسیمتر مورد استفاده [۳۵] ..... ۱۷
- شکل (۲-۱) برآورد نرخ تغذیه برای اعماق مختلف از سطح آب زیرزمینی [۳۵] ..... ۲۲
- شکل (۳-۱) رابطه میان بارش - تغذیه برای سطح ایستابی کم عمق ۱/۵ (متر) [۳۵] ..... ۲۴
- شکل (۴-۱) تأثیر زمان تأخیر در تغذیه توسط یک دسته بارش پی در پی و تفکیک اثر هر کدام [۳۵] ..... ۲۵
- شکل (۵-۱) بارش سالیانه در ۱۹۸۸ [۳۵] ..... ۲۸
- شکل (۶-۱) تبخیر سالیانه در ۱۹۸۸ [۳۵] ..... ۲۹
- شکل (۷-۱) رابطه میان بارش مؤثر - تغذیه برای سطح ایستابی در عمق ۴/۵ m [۳۵] ..... ۲۹
- شکل (۸-۱) تغییرات ضریب تبخیر با زمان [۳۵] ..... ۳۰
- شکل (۹-۱) شبیه سازی عددی تغذیه سالیانه [۳۵] ..... ۳۱

### فصل دوم : تلفات هیدرولوژیکی

- شکل (۱-۲) تغییرات تبخیر و تعرق واقعی [۲] ..... ۳۸
- شکل (۲-۲) طشتک کلاس (A) آمریکائی [۲] ..... ۳۹
- شکل (۳-۲) طشتک نوع ISI [۲] ..... ۴۰
- شکل (۴-۲) طشتک کلرادو [۲] ..... ۴۱
- شکل (۵-۲) تغییرات تبخیر از سطح ایستابی با عمق [۲۳] ..... ۵۳
- شکل (۶-۲) تغییرات تبخیر از سطح ایستابی با عمق به نسبت درصد تراکم پوشش گیاهی [۲۳] ..... ۵۳

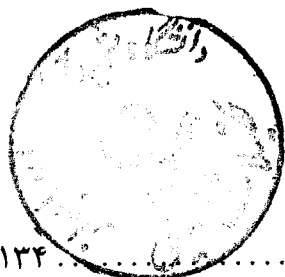


### فصل سوم: معادلات مدل

- شکل (۱-۳) تغییرات شار آب زیرزمینی با تبخیر و تعرق از خاک و گیاه [۳۶] ..... ۵۶
- شکل (۲-۳) توزیع گاما: تأثیر پارامترهای  $k, n$  ..... ۶۰

### فصل چهارم: آزمون مدل

- شکل (۱-۴) شماتیک طرح مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۷۸
- شکل (۲-۴) پلان موقعیت طرح مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۷۹
- شکل (۳-۴) تغییرات بارندگی با زمان در منطقه مورد نظر [۶] ..... ۸۶
- شکل (۴-۴) تغییرات تبخیر با زمان در منطقه مورد نظر [۶] ..... ۸۷
- شکل (۵-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۱) ..... ۱۱۶
- شکل (۶-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۲) ..... ۱۱۷
- شکل (۷-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۳) ..... ۱۱۸
- شکل (۸-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۴) ..... ۱۱۹
- شکل (۹-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۵) ..... ۱۲۰
- شکل (۱۰-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۶) ..... ۱۲۱
- شکل (۱۱-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۷) ..... ۱۲۲
- شکل (۱۲-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۸) ..... ۱۲۳
- شکل (۱۳-۴) مقایسه میان شار حاصل از مدل با شار اندازه‌گیری شده در مزرعه شماره (۹) ..... ۱۲۴



### فصل پنجم: بحث نتایج

شکل (۵-۱) حساسیت شار نسبت به زمان تأخیر اولیه ..... ۱۳۴

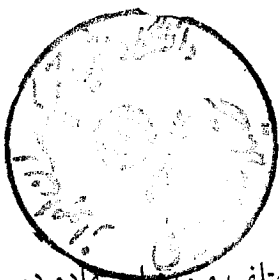
شکل (۵-۲) حساسیت شار نسبت به زمان تأخیر ماکزیمم ..... ۱۳۵

شکل (۵-۳) حساسیت شار نسبت به نرخ تبخیر از سطح سفره در حالت ماندگار ..... ۱۳۶

### پیوست الف

شکل (۱) حرکت افقی جبهه مواد محلول در یک محیط متخلخل ..... ۱۴۱

شکل (۲) الگوی حجم انتقال ..... ۱۴۴



## فهرست جداول

### فصل اول : پیشینه موضوع

جدول (۱-۱) پارامترهای هیدرولیکی برای خاکها در لایه‌های مختلف مورد استفاده در

معادلات وان گنختن [۳۵] ..... ۲۰

### فصل دوم : تلفات هیدرولوژیکی

جدول (۱-۲) ضریب طشتک‌های مختلف [۲] ..... ۴۲

جدول (۳-۲) اطلاعات مربوط به نوع پوشش گیاهی جهت بر آورد [۲۳] de ..... ۵۲

جدول (۴-۲) مقایسه میان نتایج تحقیقات گذشته با کار فعلی (eg) [۲۳] ..... ۵۲

### فصل سوم : معادلات مدل

### فصل چهارم : آزمون مدل

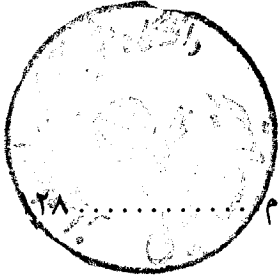
خصوصیات مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۸۰

جدول (۱-۴) مشخصات خاک مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۸۱

خصوصیات مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۸۲

جدول (۲-۴) مشخصات خاک مزرعه آزمایشی فیدس [۶] ..... ۸۳

جدول (۳-۴) اطلاعات هواشناسی منطقه مورد نظر [۶] ..... ۸۴



## فصل پنجم: بحث نتایج

جدول (۱-۵) برآورد خطا در محاسبه شار نسبت به پارامتر  $t_0$  در روز ۱۲۹م ..... ۱۲۸

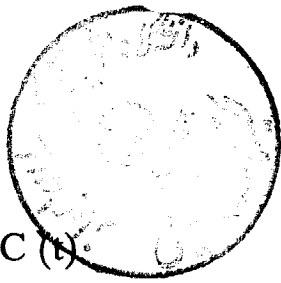
جدول (۲-۵) برآورد خطا در محاسبه شار نسبت به پارامتر  $m$

در روز ۱۲۸م ..... ۱۲۸

جدول (۳-۵) مقادیر عددی شدت تأثیر زمان تأخیر اولیه بر روی شار ..... ۱۳۷

جدول (۴-۵) مقادیر عددی شدت تأثیر زمان تأخیر ماکزیمم بر روی شار ..... ۱۳۸

جدول (۵-۵) مقادیر عددی شدت تأثیر نرخ تبخیر از سطح سفره ..... ۱۳۹



## لیست علائم و متغیرها

$C(t)$	تابع غلظت رخنه	$P_g$	بارش اندازه گیری شده
$ET_{ex}$	تبخیر و تعرق مازاد	$P_{net}$	بارش خالص
$e_a$	تبخیر و تعرق حقیقی	$q_d$	شار تغذیه
$e_g$	نرخ تبخیر از سطح سفره در حالت ماندگار	$q_u$	شار روبه بالا
$e_p$	تبخیر و تعرق پتانسیل	$R_s$	رواناب سطحی
$f_g$	ضریب تبخیر از سطح ایستابی	$S_d$	حداکثر ظرفیت ذخیره گودالی
$f_o$	ضریب مربوط به تابع کاهنده تبخیر و تعرق	$S_i$	ذخیره برگاب
$f(t)$	تابع چگالی احتمال	$t_e$	مدت زمانی از شروع بارندگی تا انتهای آشفستگی
$I_e$	نفوذ مؤثر	$t_m$	زمان تاخیر ماکزیمم
$I_{intp}$	تلفات سطحی	$t_o$	زمان تاخیر اولیه
$I_t$	نفوذ کلی	$t_r$	زمان دوام بارش
$k$	پارامتر آماری مربوطه به تابع توزیع گاما	$Z_w$	عمق سطح ایستابی
$K(\theta)$	هدایت هیدرولیکی تابعی از رطوبت	$\alpha$	ضریب مربوط به تابع کاهنده تبخیر و تعرق
$L_1$	ارتفاع گیرش	$\nu$	پارامتر آماری مربوطه به تابع توزیع گاما
$P_e$	بارش مؤثر	$\theta$	رطوبت حجمی