دانشکده مهندسی علوم آب

گروه آبیاری و زهکشی

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

مقایسه هدایت هیدرولیکی غیراشباع صحرایی با چهار مدل تخمینی دانه‌بندی برای دو نوع خاک در خوزستان

نگارش:

کبری مکوندی

استاد راهنما:

دکتر حیدرعلی کشکولی

استاد مشاور:

دکتر عبدالرحیم هوشمند

بهمن‌ماه 1387

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

مادر عزیزم و روح پاک پدرم که تمام هستیم مدیون آنهاست

برادران عزیز و خواهر مهربانم

سپاس بی‌پایان

اینک که در پرتو الطاف و عنایت خدای سبحان، کلیه مراحل تحقیق به پایان رسید بر خود لازم می‌دانم از استاد محبوب و دلسوزم جناب آقای پروفسور حیدر علی کشکولی، راهنمای پژوهش حاضر، که همواره مدیون توجه و منش بزرگوارانه ایشان خواهم بود صمیمانه سپاسگذاری نمایم.

از جناب آقای دکتر عبدالرحیم هوشمند استاد محبوبم که با اظهار نظرات ارزشمند و الطاف بی‌دریغ خود به عنوان استاد مشاور، حقیر را در تدوین این پایان نامه یاری فرمودند، کمال تشکر را دارم.

از اساتید محترمی که در طی دوران تحصیل کارشناسی و کارشناسی ارشد افتخار شاگردیشان را داشته و از تجارب و مساعدت‌شان بهره‌مند بودم؛ آقایان دکتر ناصری، دکتر بهزاد، دکتر برومند نسب و دکتر معاضد.

از کلیه مسؤلین آزمایشگاه دانشکده مهندسی علوم آب؛ سرکار خانم مهندس بزاز و آقای مهندس امیرزاده، به خاطر راهنمایی‌ها و تحمل من.

از آقای مهندس کجباف مسؤل آزمایشگاه خاکشناسی بخاطر کمک و راهنمایی‌های ایشان.

از اعضای محترم گروه مهندسی آب، به پاس تمام زحماتشان.

از کلیه مسؤلین مرکز تحقیقات منابع طبیعی و جهاد کشاورزی استان خوزستان خصوصاً جناب آقای دکتر اورشم و آقای معاوی.

از تمامی دوستان و همکارانم در شرکت مهندسی مشاور سامان آبراه خصوصاً جناب آقای مهندس حسین سخائی راد به خاطر همکاریهای بی‌دریغشان.

از آقایان مهندس نیمتارابی فارسانی، مهندس امیر سلطانی محمدی، مهندس فریبرز محمدی، مهندس امیر ناصرین، وحید قاسمی و خانمها مهندس زینب نادری و مهندس مائده محمودیان شوشتری به خاطر کمک و راهنمایشان.

از همکلاسی‌های عزیزم به خاطر تمام خاطرات خوب دوران تحصیل.

در خاتمه، هر چند پاره ای لغزشهای موجود در این پایان نامه دلیل بر قصور این جانب در ادای حق شاگردی اساتید محترم و ارزشمند می‌باشد اما خاضعانه کلیه عزیزان را سپاس نهاده و تقاضای آن دارم که به دیده اغماض به آن بنگرند.

با عرض ادب و احترام، کبری مکوندی

بهمن ماه ۱۳۸۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه

1-1- مقدمه.....1

1-2- هدف.....4

فصل دوم : کلیات و مروری بر تحقیقات انجام شده

2-1- اهمیت بخش غیر اشباع خاک.....5

2-2- منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....7

2-2-1- کاربرد منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....10

2-2-2- نمایه‌های تجربی منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....10

2-2-2-1- فشار ورود هوا.....10

2-2-2-2- درجه اشباع باقی مانده و تخلخل مؤثر.....12

2-2-3- روش‌های تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....14

2-2-4- مدل سازی منحنی مشخصه رطوبتی خاک.....17

2-2-5- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه منحنی رطوبتی.....18

2-3- هدایت هیدرولیکی.....25

2-4- مدلهای تعییین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع.....27

2-5- روشهای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیر اشباع.....33

2-5-1- روشهای مستقیم.....33

2-5-1-1- روش زهکشی داخلی یا نیمرخ آنی.....34

2-5-2- روشهای غیر مستقیم.....36

2-5-2-1- مدل‌سازی معکوس.....37

2-5-2-2- روش‌های فیزیکی – تجربی.....37

2-5-2-3- توابع انتقالی خاک.....38

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

2-5-2-3-1- مطالعات انجام شده در زمینه توابع انتقالی خاک.....42

2-6- برنامه کامپیوتری RETC.....45

2-6-1- شبیه‌سازی منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....47

2-6-2- گزینه‌های برنامه کامپیوتری RETC.....53

2-6-2-1- برآورد مستقیم $K(q)$ و یا $D(q)$ با مقادیر پارامترهای معین.....53

2-6-2-2- برازش توابع $K(q)$ و یا $D(q)$ با استفاده از داده‌های منحنی رطوبتی 53

2-6-2-3- برآورد تابع $q(h)$ با استفاده از داده‌های تجربی $K(q)$.....54

2-6-2-4- برازش همزمان داده‌های منحنی رطوبتی و توابع هیدرولیکی خاک.....54

فصل سوم : مواد و روشها

3-1- زمان و موقعیت محل اجرای طرح.....55

3-2- خصوصیات فیزیکی خاکها.....55

3-2-1- بافت خاک.....56

3-2-2- چگالی ظاهری خاک.....56

3-2-3- میزان مواد آلی خاک.....56

3-3- روشهای تعیین منحنی رطوبتی.....57

3-3-1- میزشنی.....57

3-3-2- صفحات تحت فشار.....57

3-4- اندازه‌گیری صحرایی هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....59

3_5- مدلهای تخمینی هدایت هیدرولیکی.....64

3-5-1- مدل‌های تخمین هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....65

3-5-2- مدلهای تخمینی هدایت هیدرولیکی اشباع.....69

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

3-6- ارزیابی آماری داده‌ها.....71

فصل چهارم : نتایج و بحث

4-1- خصوصیات سهل‌الوصول خاک.....73

4_2_ تعیین منحنی رطوبتی.....73

4_3_ اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....77

4_4_ نتایج و آنالیز آماری مدلهای تخمینی.....81

4_4_1_ هدایت هیدرولیکی غیراشباع.....83

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

5_1_ نتیجه‌گیری.....98

5_2_ پیشنهادات.....99

منابع و ضمائم

منابع.....100

ضمائم.....106

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه

(2-1)- میانگین هندسی ضرایب تجربی مدل وان‌گنوختن برای مختلف.....52

(2-2)- میانگین هندسی ضرایب تجربی مدل وان‌گنوختن برای بافت‌های مختلف.....53

فصل چهارم : نتایج و بحث

(4-1)- خصوصیات سهل الوصول و نوع خاک مکانهای مورد مطالعه.....73

(4-2)- مقادیر درصد رطوبت حجمی نمونه های خاک برای مکان شماره یک.....74

(4-3)- مقادیر درصد رطوبت حجمی نمونه های خاک برای مکان شماره دو.....75

(4-4)- تخمین توابع انتقالی مدل ون گنوختن، برای مکان یک.....82

(4-5)- تخمین توابع انتقالی مدل ون گنوختن، برای مکان دو.....82

(4-6)- مقادیر تخمینی هدایت هیدرولیکی اشباع (متر بر ثانیه).....83

(4-7)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل راولز و براکنسیک (مکان یک).....84

(4-8)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وستون (مکان یک) 84

(4-9)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وستون و همکاران (مکان یک).....85

(4-10)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وریکن (مکان یک).....85

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

(4-11)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل راولز و براکنسیک (مکان دو).....88

(4-12)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وستون (مکان دو).....88

(4-13)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وستون و همکاران (مکان دو).....89

(4-14)- مقادیر تخمینی و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع (متر بر ثانیه) در برابر مقادیر اندازه گیری شده مدل وریکن و همکاران (مکان دو).....89

(4-15)- مقادیر RMSE و RE محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) اندازه گیری شده در مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره یک).....92

(4-16)- مقادیر GMER محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) اندازه گیری شده در مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره یک).....92

(4-17)- مقادیر GSDER محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) شده در اندازه‌گیری مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره یک).....93

(4-18)- مقادیر RMSE و ER محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) اندازه‌گیری شده در مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره دو).....93

(4-19)- مقادیر GMER محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) شده در اندازه‌گیری مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره دو).....94

(4-20)- مقادیر GSDER محاسبه شده برای هدایت هیدرولیکی غیراشباع (Ku) شده در اندازه‌گیری مقایسه با چهار مدل تخمینی (مکان شماره دو).....94

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

فصل دوم : کلیات و مروری بر تحقیقات انجام شده

(2-1)- تیپ منحنی‌های مشخصه رطوبتی خاک.....9

(2-2)- رابطه بین فشار کاپیلاری و درجه اشباع.....11

فصل چهارم : نتایج و بحث

(4-1)- منحنی رطوبتی مکان شماره یک.....76

(4-2)- منحنی رطوبتی مکان شماره دو.....76

(4-3)- نیمرخ میزان رطوبت خاک مکان شماره یک.....77

(4-4)- نیمرخ میزان رطوبت خاک مکان شماره دو.....78

(4-5)- نمودار شیب هیدرولیکی اعماق مختلف مکان شماره یک برای زمانهای متفاوت.....79

(4-6)- نمودار شیب هیدرولیکی اعماق مختلف مکان شماره دو برای زمانهای متفاوت.....79

(4-7)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده به صورت تابعی از میزان رطوبت.....80

(4-8)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده به صورت تابعی از پتانسیل ماتریک.....81

(4-9)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
مدل رالز و براکنسیک به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان یک.....86

(4-10)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وستون به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان یک.....86

(4-11)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وستون و همکاران به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان یک.....87

(4-12)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وریکن و همکاران به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان یک.....87

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

(4-13)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
رالز و براکنسیک به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان دو.....90
(4-14)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وستون به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان دو.....90
(4-15)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وستون و همکاران به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان دو.....91
(4-16)- نمودار مقادیر هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و تخمینی
وریکن و همکاران به صورت تابعی از مکش ماتریک برای مکان دو.....91

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

فصل سوم : مواد و روشها

(3-1)- میز شنی و نمونه‌های مورد آزمایش.....59
(3-2)- دستگاه صفحات فشاری و نمونه‌های مورد آزمایش.....59
(3-3)- کرت در مرحله اشباع شدن.....62
(3-4)- پوشش کرت با استفاده از صفحه پلاستیکی.....62
(3-5)- پوشش کرت با استفاده از صفحه پلاستیکی و خاک.....63
(3-6)- پوشش کرت با استفاده از صفحه پلاستیکی و خاک.....63
(3-7)- اندازه‌گیری رطوبت حجمی با استفاده از دستگاه TDR.....64

نام خانوادگی: مکوندی	**نام**: کبری
عنوان پایان‌نامه:: مقایسه هدایت هیدرولیکی غیراشباع صحرایی با چهار مدل تخمینی دانه بندی برای دو نوع خاک در خوزستان	
استاد راهنما: دکتر حیدرعلی کشکولی	
درجهٔ تحصیلی: کارشناسی ارشد	**رشته**: آبیاری و زهکشی
محلّ تحصیل: دانشگاه شهید چمران اهواز	**دانشکده**: مهندسی علوم آب
تاریخ دفاع:1387/11/7	**تعداد صفحات**:106
کلید واژه‌ها: هدایت هیدرولیکی غیراشباع ، راولز و براکنسیک، وستن، وریکن، نیم رخ آنی، *RETC*، *TDR*	

چکیده:

اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک و کاربرد آنها در مدلهای مربوط به حرکت آب در خاک نقشی بنیادین در حل تعداد زیادی از مشکلات مدیریتی آب دارد که این خصوصیات معمولاً در غالب منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی به کار گرفته می شود. در تحقیق حاضر با اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع در دو مکان با بافت خاک متفاوت سعی شد تا کارایی چهار مدل متداول راولز و براکنسیک، وستن، وستن و همکاران و وریکن و همکاران مورد بررسی قرار گیرد.

به منظور بررسی اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع و مقایسه با چهار مدل تخمینی، آزمایشی در دو مکان با بافت خاک سیلتی رسی و لومی انجام شد، اندازه‌گیری منحنی رطوبتی در مکش‌های کمتر از یک متر توسط میز شنی و در مکش‌های بیشتر از یک متر توسط صفحات تحت فشار انجام شد. در این تحقیق از مدل وان‌گنوختن برای برازش منحنی رطوبتی استفاده شد. به منظور برازش فوق از نرم‌افزار *RETC* استفاده گردید. در این تحقیق ملاحظه شد که نرم‌افزار مذکور توانسته است با دقت فوق‌العاده‌ای روابط بین پتانسیل ماتریک و رطوبت را شبیه سازی کند ($R^2 = 0.99$). جهت اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیر اشباع، روش نیم رخ آنی (زهکشی داخلی)، مدل هیلل برای یک دوره 45 روزه به کار گرفته شد. در طی این دوره رطوبت خاک در 9 فاصله زمانی برای حد فاصلهای 10 سانتی متری عمق خاک توسط دستگاه *TDR* اندازه‌گیری شد. عمق نهایی اندازه گیری در دو مکان، 60 سانتی‌متر بود. مکش معادل هر رطوبت از منحنی رطوبتی مربوط به همان عمق استخراج و دبی عبوری در هر عمق و در نهایت هدایت هیدرولیکی غیراشباع بدست آمد. برای مقایسه نتایج تخمینی و اندازه‌گیری، ارزیابی آماری صورت گرفت. برای این منظور از نرم‌افزار SPSS و آماره‌های RMSE، RE، GMER و GSDER استفاده شده است. نتایج حاصل از این آماره‌ها نشان می‌دهد که در مکان شماره یک مدل راولز و براکنسیک(1989) با هدایت هیدرولیکی اشباع تخمینی توسط مدل وستون و همکاران(1984) و مدل وستون و همکاران(1999) با هدایت هیدرولیکی اشباع تخمینی توسط مدل وستون(1997) و در مکان شماره دو مدل وستون(1997) با هدایت هیدرولیکی اشباع تخمینی توسط همین مدل و مدل وستون و همکاران(1999) با هدایت هیدرولیکی اشباع تخمینی توسط مدل وستون(1997) نزدیکترین مقادیر تخمینی را نسبت به مقادیر اندازه‌گیری ارائه می‌کنند.

فصل اول

مقدمه و هدف

1-1- مقدمه

اهمیت آب و خاک در طبیعت و در زندگی بشر از زمانی شناخته شد که تمدن بشر آغاز گردید و انسان از رابطه‌اش با محیط آگاه گردید. یونانیان قدیم آب و خاک را دو عنصر از چهار عنصر اولیه‌ای که طبیعت از آنها تشکیل یافته است می‌دانستند. ادیان الهی موید آن است که انسان از خاک به‌وجود آمده و به آن بازخواهد گشت. انسان، امروز نیز مانند گذشته برای ادامه زندگی خود به آب و خاک و همچنین گیاه که در خاک می‌روید متکی است (هیلل[1]، 1971).

جریان آب در خاک‌های غیر اشباع اهمیت فوق العاده‌ای در مسائل آبیاری و زهکشی دارد، زیرا در حالت غیر اشباع علاوه بر آب و خاک، مقداری هوا نیز موجود است. هنگام آبیاری، آب جانشین هوا و هنگام زهکشی، هوا، جایگزین آب می‌گردد و بدین ترتیب چه در آبیاری و چه در زهکشی، یک نظام غیر اشباع، پیش و پس از حالت اشباع و یا توأماً با آن رخ می‌دهد (بای بوردی، 1372).

اهمیت منطقه غیر اشباع به عنوان یکی از قسمتهای اصلی چرخه هیدرولوژیکی از مدت‌ها پیش شناخته شده است. این منطقه نقش غیرقابل اغماضی در بسیاری از مباحث هیدرولوژی دارد که شامل نفوذ، میزان ذخیره آب در خاک، تبخیر، آب جذب شده توسط گیاهان، تخلیه آب از سفره زیرزمینی، رواناب و فرسایش می‌شود. مطالعات اولیه این منطقه عموماً متمرکز بر تهیه مقدار آب مورد نیاز گیاه بوده است. در سال‌های اخیر افزایش نگرانی عمومی در مورد آلودگی آبهای زیرزمینی و تخلیه زیر سطحی فاضلابهای مضر، بدلیل تأثیر فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهری بر محیط زیر سطحی یا آبهای زیرزمینی سبب تحقیقات جدید بسیاری بر روی جریان آب در محیط غیراشباع شده است. در این

1- Hillel

راستا، مخصوصاً پیش‌بینی و برآورد هدایت هیدرولیکی غیراشباع از روی خواص فیزیکی و منحنی رطوبتی خاک بسیار مهم است (کشکولی و ظهرابی، 1384).

منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک دو فاکتور اصلی در بررسی روابط هیدرولیکی غیراشباع خاک می‌باشند. میزان رطوبت می‌تواند به‌صورت عاملی از پتانسیل ماتریک خاک مطرح شود. منحنی حاصل از چنین ارتباطی درواقع همان منحنی رطوبتی خاک می‌باشد که می‌تواند به دو صورت رطوبت‌زدائی و رطوبت‌گیری ترسیم شود. غالباً هنگامی که در روابط آب و خاک صحبت از منحنی رطوبتی می‌شود، منظور منحنی رطوبتی مکش می‌باشد. هدایت هیدرولیکی در واقع بیانگر قابلیت گذردهی آب توسط یک خاک می‌باشد، بطوریکه هرچقدر هدایت هیدرولیکی خاکی بیشتر باشد قابلیت آبگذری آن نیز بیشتر است. هدایت هیدرولیکی غیراشباع همواره در روابط آب و خاک به صورت عاملی از میزان رطوبت یا پتانسیل ماتریک نشان داده می‌شود (علیزاده، 1378 و بای‌بوردی، 1366).

پتانسیل آب خاک، مقدار رطوبت و هدایت هیدرولیکی غیر اشباع خاک مشخصه‌های بسیار مهم خاک هستند که معمولاً در قالب منحنی های مشخصه آب خاک (h-q) و منحنی هدایت هیدرولیکی- رطوبت (K-q) بیان می‌شوند. یکی از عوامل بسیار مهم حاکم بر انتقال آب و محلول‌ها در خاک، هدایت هیدرولیکی غیراشباع است که تعیین آن در صحرا و آزمایشگاه علاوه بر وقت‌گیر بودن، بسیار هزینه‌بر است. علاوه بر آن به لحاظ تغییرات مکانی و زمانی، مفید بودن این اندازه‌گیری‌های محدود و اغلب پراکنده، در کارهای عملی قابل تردید است. از این رو روش‌های بسیار زیادی برای تخمین هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک با استفاده از پاره‌ای از خواص خاک که اندازه‌گیری آنها ساده‌تر می‌باشد ارائه شده است (هیلل، 1998).

منحنی رطوبتی در نیمه اول قرن بیستم جهت بررسی هرچه بیشتر روابط آب و خاک به‌دست‌آمد. در حالیکه هدایت هیدرولیکی ابتدا در اوایل نیمه اول قرن نوزدهم برای شرایط اشباع مطرح شد و بعدها در قرن بیستم برای شرایط غیراشباع نیز تعمیم داده شد. درحال‌حاضر روشهای مستقیم زیادی برای تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاک وجود دارد ولی از آنجا که اندازه‌گیری این خصوصیات به‌ویژه اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی غیراشباع بسیار وقت‌گیر و هزینه‌بر می‌باشد، مدلهایی که منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی را با استفاده از خصوصیات ساده‌تر خاک نظیر بافت خاک، چگالی‌حجمی و میزان مواد آلی تخمین می‌زنند، برای حل معادلات جریان آب در خاک استفاده می‌شوند. با این وجود اندازه‌گیریهای مستقیم لازم و ضروری است چرا که آنها تنها کنترل‌کننده‌های تجربی برای عوامل محاسبه‌شده به‌وسیله مدلها می‌باشند.

امروزه با توسعه علم و پیشرفت علوم رایانه‌ای استفاده از مدلهای رایانه‌ای در رشته‌های مختلف مرتبط با علوم آب و خاک مانند حفاظت خاک، طراحی و برنامه‌ریزی سیستمهای آبیاری، زهکشی، انتقال و جابه‌جایی املاح درخاک، رشد و نمو گیاهان و بررسی تنش آبی گیاهان رو به گسترش است. دانستن روابط هیدرولیکی غیراشباع خاک به‌عنوان ورودی برای این مدلها لازم و ضروری است. ازطرفی در سالهای اخیر افزایش نگرانی عمومی درمورد آلودگی آبهای زیرزمینی و تخلیه زیرسطحی فاضلابها، تحقیقات جدیدی را در زمینه جریان در محیط غیراشباع باعث گردیده است (کشکولی و زینال‌زاده، 1380).

در این تحقیق هدایت هیدرولیکی غیراشباع توسط روش نیمرخ آنی[1] (زهکشی داخلی)با استفاده از مدل هیلل(1972) در زمین‌های مورد آزمایش اندازه‌گیری شد. برای تعیین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در روش مذکور لازم است منحنی رطوبتی تعیین شود. جهت تعیین منحنی رطوبتی از برنامه

1-Instantaneous profile

کامپیوتری RETC استفاده گردید. در این راستا از دو دستگاه میزشنی[1] برای مکش کمتر از یک متر و دستگاه صفحات فشاری[2] برای مکش بیشتر از یک متر استفاده شده است. از طرفی برای هر دو نوع خاک خصوصیات فیزیکی نظیر بافت خاک، چگالی حجمی و میزان موادآلی[3] را بدست آورده و با استفاده از چهار مدل متفاوت، که سعی شده از جدیدترین و کاراترین مدلهای تخمینی انتخاب شوند، هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک تخمین زده شد.

1-2- هدف

اهداف کلی این تحقیق را می‌توان به شرح ذیل بیان کرد:

- تعیین منحنی رطوبتی خاک با مدل ون گنوختن با استفاده از نرم افزار RETC.
- تعیین هدایت هیدرولیکی غیراشباع صحرایی بر اساس تغییرات میزان رطوبت حجمی تعیین شده توسط دستگاه TDR و داده‌های منحنی رطوبتی خاک.
- تعیین هدایت هیدرولیکی غیر اشباع توسط مدلهای تخمینی با توجه به خصوصیات فیزیکی خاک و مقایسه نتایج حاصل با مقادیر صحرایی اندازه‌گیری شده و رتبه‌بندی مدلهای مورد بررسی براساس درستی داده‌هایشان درخاکهای مورد بررسی.

1-Sand table
2- Pressure plate
3- Organic matter

فصل دوم
کلیات و مروری بر تحقیقات
انجام شده

2-1- اهمیت بخش غیر اشباع خاک

خاک زراعی را می‌توان یک مجموعه یا سیستم سه جزئی[1]دانست کـه بخـشی از آن را ذرات جامـد تشکیل می‌دهد و دو جزء دیگر آب و هوا می باشند. خاک‌های اشباع و خـشک هـر دو سیـستم‌هـای دو جزئی[2] به‌شمار می‌روند. در اولی به دلیل اشباع بودن، هوا وجود ندارد و دومی به دلیل خشک بودن فاقـد آب است. در هیچکدام از این خاک‌های دو جزئی امکان کشت و زرع فراهم نیست (بجـز گیاهـانی نظیـر برنج) زیرا ریشه‌های گیاه برای رشد خود به هر سه جزء خاک نیاز دارند (علیزاده، 1378).

انتقال و نگهداری آب در خاک به حالت غیر اشباع را از سه نقطه نظر مولکولی، ماکروسکوپی و میکروسکوپی می‌توان مورد مطالعه قرار داد. بدیهی است چه در حالت ملکولی و چه در حالت میکروسکوپی، تعیین رفتار انفرادی مولکول‌های آب و یا مشاهده توزیع سرعت و فشار سیالی در محیط متخلخل، امکان‌پذیر نیست. در روش ماکروسکوپی، کلیه متغیرها مانند سرعت و فشار را به صورت توابع پیوسته از زمان و مکان فرض کرده و آنها را می توان در یک نقطه اندازه‌گیری نمود. متأسفانه، مطالعه مولکولی و میکروسکوپی آب در خاک با دانش امروزی امکان‌پذیر نیست و با آنکه در چند ساله اخیر استفاده از علم مکانیک پیوسته‌ها[3] و مکانیک آماری[4]در فیزیک آب و خاک متداول شده است، اما مقالات نوشته شده از بحث نظری پا را فراتر نمی‌گذارند (بای‌بوردی، 1372).

مهم‌ترین تفاوت بین جریان اشباع و غیر اشباع در هدایت هیدرولیکی آنهاست. در حالت اشباع، تمام خلل و فرج خاک پر از آب بوده و در نتیجه مقدار هدایت هیدرولیکی خاک حداکثر است. در حالت غیر اشباع، تعدادی از خلل و فرج خاک از آب خالی بوده و سطح مقطع هدایت کننده آب

1- Three phases
2-Two phases
3- Continum mechanics
4- Statistical mechanics

کاهش می‌یابد. با افزایش مکش خاک، ابتدا درشت‌ترین منافذ از آب خالی می‌گردند. با تخلیه خلل و فرج بزرگ، مسیر حرکت آب در خاک طویل‌تر می‌شود و پیچاپیچی یا اعوجاج[1] مسیر افزایش می‌یابد (عالمی،1360). بنابراین تبدیل حالت اشباع به غیر اشباع معمولاً با کاهش شدید هدایت هیدرولیکی همراه است. در حالت غیر اشباع، هدایت هیدرولیکی(که به آن هدایت موئینه‌ای[2] نیز گفته می‌شود) تابعی از رطوبت خاک و رطوبت خاک خود تابعی از پتانسیل ماتریک و یا نیروی مکش می‌باشد. بنابراین رابطه این دو کمیت با رطوبت یک رابطه خطی نیست و غیر خطی بودن این روابط سبب می‌شود که معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان غیر اشباع به صورت غیر خطی درآمده و حل آن نیز برای هر شرط حدی به سهولت امکان‌پذیر نگردد (بای‌بوردی، 1372).

اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک و کاربرد آن در مدلهای مربوط به حرکت آب در خاک نقش بنیادین و اساسی برای حل تعداد زیادی از مشکلات مدیریتی آب نظیر آبیاری، زهکشی، رواناب ناشی از بارندگی، کنترل فرسایش و انتقال املاح و آلودگی دارد (اسمیتم و کلودیر[3]، 1989). خصوصیات هیدرولیکی مورد نیاز در ارتباط با این مدلها عموماً منحنی رطوبتی خاک و عوامل هدایت هیدرولیکی خاک می‌باشند که دراین میان هدایت هیدرولیکی مهمترین خصوصیت هیدرولیکی به حساب می‌آید (ژانگ[4]، 1997b).

1-Tortuosity
2-Capillary conductivity
3- Smettem and Clothier
4- Zhang