



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد مرودشت  
دانشکده کشاورزی-گروه مهندسی آب

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
گرایش: آبیاری و زهکشی

عنوان:

تاثیر مقدار رطوبت اولیه خاک بر پارامترهای  
نفوذ آب در خاک

استاد راهنما:

دکتر حمید رضا فولادمند

استاد مشاور:

مرحوم دکتر علیرضا فرهمند

نگارش:

هانیه مظلوم

تابستان 1391



صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد (M. A)

نام و نام خانوادگی دانشجو : هانیه مظلوم

رشته: مهندسی کشاورزی گرایش آبیاری زهکشی

در تاریخ 1391/6/27 از پایان نامه خود با عنوان تاثیر رطوبت اولیه خاک بر پارامترهای نفوذ آب در خاک

با درجه و نمره دفاع نموده است.

نام و نام خانوادگی اعضای هیئت داورى سمت امضای هیئت داورى

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| 1 - دکتر حمید رضا فولادمند | استاد راهنما     |
| 2 - دکتر علی رضا فرمند     | استاد مشاور      |
| 3 - دکتر هما رزمخواه       | استاد داور داخلی |
| 4 - دکتر شمس نیا           | استاد داور خارجی |
- مراتب فوق مورد تایید است.

مدیریت/ معاونت پژوهشی

مهر و امضا

این پایان نامه را  
با قلبی پر شور ، چشمانی اشکبار ،  
دستانی پر سپاس  
و خاطره‌ای که تا ابد در من جاودان  
خواهد ماند

تقدیم می‌دارم به :

پدر عزیز و بزرگوارم  
که به من زی‌با زی‌ستن آموخت  
و پندهایش همیشه چراغ راه زندگی‌ست  
و با حمایت‌های بی دریغش پشتیبان  
تمامی اندیشه‌های زندگیم بوده  
است.

و

خواهر مهربانم که با وجود سبزش  
همیشه شوق آفرین بوده است برای  
لحظه‌های آموختنم.

و

تقدیم به همه آنان که مرا علم  
آموختند.

پس از سپاس خداوند جهان آفرین  
از اساتید فرهیخته و عالی قدر  
جناب آقای دکتر حمید رضا فولادمندی  
که در تمام مراحل انجام این پایان  
نامه مرا یاری کردند کمال تشکر را  
دارم.

مدیون صفا، صمیمیت، محبت و بزرگواری  
جناب مهندس ابراهیم عافیت دوست  
هستم.

از اساتید ارجمند

سرکار خانم دکتر رزم خواه

و

جناب آقای دکتر شمس نیا

که داوری این پژوهش را بر عهده  
داشتند سپاسگزارم.

## چکیده

فرآیند نفوذ آب به خاک نقش مهمی در چرخه آبی طبیعت ایفا می کند. میزان رطوبت اولیه خاک تاثیر زیادی روی مشخصات نفوذپذیری آن دارد. لیکن در اندازه گیری های مربوط توجه چندانی به این مسئله نمی گرد. این تحقیق به منظور بررسی اثر رطوبت اولیه خاک بر مشخصات نفوذپذیری آن و میزان حساسیت ضرایب مدل های کوستیاکوف و فیلپ به این ویژگی خاک و تعیین بهترین مدل نفوذ برای خاک های شهرستان مرودشت استان فارس در مزرعه ای واقع در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت انجام شد. آزمایش های نفوذپذیری به روش استوانه های مضاعف در میزان 24 رطوبت اولیه مختلف خاک انجام پذیرفت. نتایج ارزیابی نشان می دهد که با افزایش رطوبت اولیه خاک مقدار نفوذ جمعی کاهش و زمان رسیدن به سرعت نهایی نفوذ کوتاهتر می شود. مدل کوستیاکوف نسبت به مدل فیلپ در برآورد میزان نفوذ آب در خاک از عملکرد مناسب تری برخوردار می باشد و نیز ضرایب مدل های نفوذ بررسی شده در این تحقیق (مدل های کوستیاکوف و فیلپ) با تغییر رطوبت خاک ثابت باقی نمی ماند. این تغییرات در ضرایب در برخی موارد زیاد و در برخی دیگر کم می باشد. همچنین روند این تغییرات بطور کامل با رطوبت هماهنگ نمی باشد. در نهایت مدل کوستیاکوف با تغییرات رطوبت اولیه خاک نتایج بهتری از میزان نفوذ آب به درون خاک را تخمین می زند. همچنین تلاش شد که با استفاده از اطلاعات در دسترس توابعی برای تخمین پارامترهای معادلات نفوذ کوستیاکوف و فیلپ برای خاک مورد بررسی ایجاد گردید. در مرحله ایجاد از 17 رطوبت و در مرحله ارزیابی و از 7 نمونه باقیمانده استفاده گردید. با بررسی نتایج مشاهده شد که مدل های تخمین زده شده با مقدار اندازه گیری شده رابطه نزدیکی دارد.

## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه

1

- 1-1-1- مقدمه . . . . . 1
- 2-1-2- نفوذ و تعاریف مهم آن . . . . . 2
- 1-2-1- نفوذ تجمعی . . . . . 3
- 2-2-1- شدت یا سرعت نفوذ . . . . . 3
- 1-2-2-1- سرعت نفوذ لحظه ای . . . . . 3
- 2-2-2-1- نفوذ نهایی . . . . . 4
- 3-2-2-1- سرعت نفوذ متوسط . . . . . 4
- 4-2-2-1- سرعت نفوذ پایه . . . . . 5
- 3-1-3- مکانیسم نفوذ . . . . . 5
- 4-1-4- اهداف تحقیق . . . . . 6
- 5-1-5- پیشینه تحقیق . . . . . 7
- 1-5-1- مدل های نفوذ آب در خاک . . . . . 7
- 1-1-5-1- مدل های فیزیکی . . . . . 8
- 2-1-5-1- مدل های تجربی و نیمه تجربی . . . . . 9
- 2-5-1- تاثیر برخی پارامتر های اولیه خاک بر میزان نفوذ . . . . . 9
- 1-2-5-1- رطوبت اولیه خاک . . . . . 9
- 1-1-2-5-1- حساسیت معادلات نفوذ به رطوبت اولیه . . . . . 11
- 2-2-5-1- کیفیت آب آبیاری . . . . . 13
- 3-2-5-1- چگالی ظاهری . . . . . 13
- 4-2-5-1- سطح خاک و پوشش گیاهی . . . . . 14
- 3-5-1- روش های تعیین پارامتر های معادلات نفوذ . . . . . 14
- 1-3-5-1- روش های مستقیم . . . . . 14

- 14-1-3-5-1- استوانه فلزی (مضاعف و تک استوانه) .
- 15-1-3-5-1- استوانه های مضاعف . . . . .
- 16-2-1-3-5-1- تک استوانه . . . . .
- 16-3-1-3-5-1- بارشی. . . . .
- 17-2-3-5-1- روش های غیر مستقیم (توابع انتقالی) .
- 18-4-5-1- تعیین بهترین معادله نفوذ برای هر منطقه .

**23**

**فصل دوم: مواد و روش ها**

- 23-1-2- جمع آوری اطلاعات . . . . .
- 23-1-1-2- اندازه گیری نفوذ آب در خاک . . . . .
- 23-2-1-2- اندازه گیری بافت خاک و منحنی دانه بندی خاک .
- 24 . . . . .
- 24-3-1-2- اندازه گیری رطوبت اولیه خاک . . . . .
- 24-4-1-2- اندازه گیری نفوذ آب در خاک . . . . .
- 25-5-1-2- محاسبه پارامترهای مدل های نفوذ . . . . .
- 25-1-5-1-2- مدل تجربی کوستیاکوف . . . . .
- 26-2-1-5-1- مدل تجربی فیلیپ . . . . .
- 27-2-2- تحلیل و بررسی اطلاعات . . . . .
- 27-1-2-2- محاسبه و تعیین بهترین معادله نفوذ برای خاک منطقه . . . . .
- 28-2-2-2- محاسبه سرعت نفوذ . . . . .
- 29-3-2-2- مقایسه دو روش اندازه گیری نفوذ . . . . .
- 29-4-2-2- تخمین پارامترهای مدل های نفوذ . . . . .
- 29-5-2-2- ارزیابی و واسنجی روابط . . . . .



- 30 1-3-1- مقادیر اندازه گیری شده . . . . .
- 30 1-3-1- اندازه گیری نفوذ . . . . .
- 43 1-3-2- تعیین بافت خاک . . . . .
- 44 3-2- بررسی رابطه نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه خاک . . . . .
- 47 3-3- بررسی مدل های نفوذ . . . . .
- 47 3-3-1- نفوذ تجمعی . . . . .
- 50 3-3-2- سرعت نفوذ . . . . .
- 3-4- ایجاد رابطه بین پارامترهای معادلات نفوذ و رطوبت اولیه خاک . . . . .
- 52 3-5- رابطه بین نفوذ تجمعی آزمایش استوانه های مضاعف و تک استوانه . . . . .
- 64 3-6- نتیجه گیری . . . . .
- 74 3-7- پیشنهادها . . . . .
- 75 منابع . . . . .

## فهرست جداول

- جدول 3-1- رطوبت های اولیه اندازه گیری شده برای انجام آزمایش نفوذ . . . . . 31
- جدول 3-2- درصد ذرات تشکیل دهنده خاک. . . . . 44
- جدول 3-3- پارامتر های معادله کوستیاکوف در رطوبت های مختلف در رو آزمایش استوانه های مضاعف و تک استوانه . 48.
- جدول 3-4- پارامتر های معادله فیلپ در رطوبت های مختلف در رو آزمایش استوانه های مضاعف و تک استوانه . 49.
- جدول 3-5- ارزیابی نتایج تخمین نفوذ آب در خاک در آزمایش استوانه های مضاعف. . . . . 54
- جدول 3-6- ارزیابی نتایج تخمین نفوذ آب در خاک در آزمایش تک استوانه. . . . . 55
- جدول 3-7- ارزیابی تخمین سرعت نفوذ آب در خاک در زمان 180 دقیقه در 7 خاک مرحله ارزیابی در آزمایش استوانه ای مضاعف . . . . . 55.
- جدول 3-8- ارزیابی تخمین سرعت نفوذ آب در خاک در زمان 180 دقیقه در 7 خاک مرحله ارزیابی در آزمایش تک استوانه . . . . . 56

جدول 3-9- ارزیابی تخمین نفوذ آب در خاک در آزمایش

استوانه های مضاعف بر مبنای آزمایش تک استوانه. . . . 70.

### فهرست شکل ها

- شکل 3-1- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 32/66 . . . 31
- شکل 3-2- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 31/76 . . . 32
- شکل 3-3- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 28/8 . . . 32
- شکل 3-4- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 28/55 . . . 33
- شکل 3-5- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 27/43 . . . 33
- شکل 3-6- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 27/03 . . . 34
- شکل 3-7- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 25/55 . . . 35
- شکل 3-8- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 25/62 . . . 35
- شکل 3-9- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 25/44 . . . 35
- شکل 3-10- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 24/1 . . . 36
- شکل 3-11- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 23/35 . . . 36
- شکل 3-12- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 23/28 . . . 37
- شکل 3-13- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 23/15 . . . 37
- شکل 3-14- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 22/9 . . . 38
- شکل 3-15- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 22/7 . . . 38
- شکل 3-16- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 20/03 . . . 39
- شکل 3-17- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 19/1 . . . 39
- شکل 3-18- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 16/8 . . . 40

- شکل 3-19- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 16/6 . . . 40
- شکل 3-20- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 16/35 . . . 41
- شکل 3-21- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 15/8 . . . 41
- شکل 3-22- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 15/38 . . . 42
- شکل 3-23- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 15/16 . . . 42
- شکل 3-24- منحنی نفوذ آب در خاک با رطوبت اولیه 11/01 . . . 43
- شکل 3-25- تغییرات نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه خاک در آزمایش  
استوانه های مضاعف. . . . . 45 شکل 3-
- 26- تغییرات نفوذ تجمعی با رطوبت اولیه خاک در آزمایش تک  
استوانه. . . . . 47 شکل 3-27-
- 180 سرعت نفوذ آب در خاک بر حسب میلی متر در ساعت در زمان  
دقیقه بر مبنای معادل ه کوستیاکوف در آزمایش استوانه های  
مضاعف و تک استوانه . . . . . 51 شکل 3-28-
- 180 سرعت نفوذ آب در خاک بر حسب میلی متر در ساعت در زمان  
دقیقه بر مبنای معادله فیلیپ در آزمایش استوانه های مضاعف  
و تک استوانه. . . . . 51
- شکل 3-29- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 31/76 دصد . . . . . 57
- شکل 3-30- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 28/55 دصد . . . . . 58
- شکل 3-31- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 23/15 دصد . . . . . 58

- شکل 3-32- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 22/7 درصد . . . . . 59
- شکل 3-33- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 20/03 درصد . . . . . 59
- شکل 3-34- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 16/8 درصد . . . . . 60
- شکل 3-35- منحنی نفوذ حاصل از روابط استوانه های مضاعف برای  
رطوبت 15/16 درصد . . . . . 60
- شکل 3-36- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
31/76 درصد . . . . . 61
- شکل 3-37- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
28/55 درصد . . . . . 61
- شکل 3-38- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
23/15 درصد . . . . . 62
- شکل 3-39- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
22/7 درصد . . . . . 62
- شکل 3-40- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
20/03 درصد . . . . . 63
- شکل 3-41- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
16/8 درصد . . . . . 63.

شکل 3-42- منحنی نفوذ حاصل از روابط تک استوانه برای رطوبت  
15/16 درصد . . . . . 64

شکل 3-43- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 31/67 درصد . . . . . 66

شکل 3-44- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 28/55 درصد . . . . . 67

شکل 3-45- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 23/15 درصد . . . . . 67

شکل 3-46- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 22/7 درصد . . . . . 68

شکل 3-47- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 20/03 درصد . . . . . 68

شکل 3-48- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 16/8 درصد . . . . . 69

شکل 3-49- مقایسه نفوذ جمعی و اندازه گیری شده در رطوبت  
اولیه 15/16 درصد . . . . . 69

## فصل اول: مقدمه

### 1-1-مقدمه

آب منبعی محدود است که برای تمام امور زندگی ضروری است و به عنوان ماده حیاتی، قسمت اصلی گیاهان و جانوران را تشکیل داده است. بیشتر آب موجود در کره زمین شور است و عمده آب شیرین زمین به صورت یخهای قطبی می باشد. منابع آب شیرین سطحی و زیرزمینی در بسیاری از نقاط دنیا رو به کاهش است (فولادمند، 1388).

کشور ایران به دلیل نقصان ریزش های جوی و نا مناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان همواره با مشکل کمبود آب روبرو است. از سویی بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده منابع آب کشور می باشد. ارقامی که در گزارش های مختلف در این رابطه ارائه گردیده حاکی از این است که حدود نود درصد از حجم آب مصرفی در کشور صرف تولیدات کشاورزی می شود. محدودیت منابع آب کشور و افزایش بی رویه جمعیت که نیاز روز افزون آب را در پی دارد ضرورت صرفه جویی در مصرف آب را روشن می سازد (سید دراجی و همکاران، 1389).

مقداری از آب مورد نیاز گیاهان در طی فصل رشد به وسیله باران تامین می شود و قسمت عمده آن به وسیله آبیاری باید در اختیار گیاه قرار داده شود. آبیاری عبارت است از رساندن آب کافی به خاک به منظور تامین رطوبت لازم برای رشد گیاه (فولادمنند، 1388).

## 1-2- نفوذ و تعاریف مهم آن

فرآیند ورود آب از سطح زمین به درون خاک اصطلاحاً نفوذ (Infiltration) نامیده می شود. پدیده نفوذ فقط شامل وارد شدن آب به داخل خاک است. به حرکت رو به پایین آب در داخل خاک نفوذ عمقی گفته می شود و نفوذ پذیری که درجه سهولت و روانی نفوذ قائم آب به درون خاک را بیان می دارد (بی نام، 1380).

یکی از پارامترهای مهم در مطالعات خاک شناسی، طراحی سیستم های آبیاری و زهکشی، مدیریت منابع آب و حفاظت خاک، بر آورد دقیق از میزان نفوذ آب به درون خاک می باشد. بخشی از آب آبیاری یا نزولات جوی که به سطح زمین می رسد به داخل خاک نفوذ می کند. این آب ممکن است در داخل زمین نیز به نفوذ عمقی خود ادامه دهد و جز منابع آب زیر زمینی به حساب آید و یا اینکه فقط صرف مرطوب نمودن خاک ناحیه ریشه شده و دوباره در اثر تبخیر و تعرق به اتمسفر برگردد (موسوی و همکاران، 1384).

بررسی نفوذ آب به داخل خاک از دو جهت شدت و مقدار نفوذ در طراحی و اجرای تمام روش های آبیاری دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد، بنابراین می توان نفوذ را



یکی از مهم ترین مشخصه های خاک در کشاورزی دانست (نشاط و پاره کار، 1386).

### 1-2-1-نفوذ تجمعی

مقدار آبی را که با گذشت زمان پس از شروع آبیاری یا بارش وارد خاک می شود را نفوذ تجمعی گویند. مقدار نفوذ تجمعی با گذشت زمان به صورت غیر خطی افزایش می یابد (فولادمند، 1388).

### 1-2-2-شدت یا سرعت نفوذ

به ارتفاع آبی گفته می شود که اگر بر روی زمین وجود می داشت می توانست در واحد زمان (فرضا یک ساعت) در زمین نفوذ کند (علیزاده، 1384). سرعت یا شدت نفوذ یکی از خصوصیات فیزیکی خاک است که به عواملی نظیر بافت و ساختمان خاک، پوشش گیاهی، شیب زمین، دما و پایداری خاکدانه های سطحی خاک بستگی دارد. اگر لایه سطحی خاک دارای مقدار زیادی سدیم قابل تبادل باشد، ذرات خاک پس از خیس شدن پراکنده شده و منافذ خاک را می بندد و مانع نفوذ آب به درون خاک می شوند (گیلдіا و تیریپاتی، 1987).

وقتی نفوذ آب در خاک به صورت قائم باشد از واژه "Infiltration Rate" استفاده می شود. نفوذ آب به خاک در شیارهای آبیاری نشتی، کاملاً قائم نیست و آب به صورت جانبی نیز به خاک نفوذ می کند، در این حالت معمولاً از واژه "Intake Rate" استفاده می شود. سرعت نفوذ آب در خاک

پارامتری متغیر است و در طول زمان تغییر می کند (بی نام، 1380).

#### **1-2-2-1-سرعت نفوذ لحظه ای**

به سرعت ورود آب به داخل خاک در هر زمان، سرعت نفوذ لحظه ای آب در خاک گفته می شود. سرعت نفوذ از نظر ریاضی برابر با مشتق معادله نفوذ تجمعی نسبت به زمان می باشد. همچنین مقدار سرعت نفوذ لحظه ای با گذشت زمان به صورت غیر خطی کاهش می یابد. نکته قابل توجه آن است که سرعت نفوذ لحظه ای هرگز برابر با صفر نمی شود بلکه با گذشت زمان به یک حد ثابت می رسد که به آن سرعت نفوذ نهایی آب در خاک گفته می شود (فولادمنده، 1388).

#### **1-2-2-2-نفوذ نهایی**

با توجه به این که سرعت اولیه نفوذ معمولاً بسیار زیاد است لذا در لحظات اول شروع بارندگی یا آبیاری تقریباً تمام آب در خاک نفوذ می کند اما به تدریج ممکن است شدت آن بر سرعت نفوذ نهایی خاک فزونی گرفته و مازاد آن در سطح زمین جاری شود. آب تنها در زمانی در سطح خاک جاری می شود و به صورت رواناب در می آید که شدت بارندگی یا فراهمی آب به سطح خاک از شدت نفوذ آب در خاک بیشتر باشد. بنابراین مقدار نفوذ نهایی خاک که به آن ظرفیت نفوذ هم گفته می شود بر شدت رواناب موثر است. مقدار نفوذ نهایی حتی در یک خاک معین نیز ثابت نبوده و علاوه بر ساختمان و بافت خاک به درصد رطوبت اولیه خاک قبل از شروع بارندگی یا آبیاری نیز بستگی دارد (علیزاده، 1384؛ گیلدیا و تیریپاتی، 1987).

#### **1-2-2-3-سرعت نفوذ متوسط**

به میانگین سرعت نفوذ از آغاز پدیده تا هر لحظه زمانی سرعت نفوذ متوسط گفته می شود. که از تقسیم نفوذ تجمعی تا زمان مشخص بر مدت زمان فوق بدست می آید.

#### **1-2-2-4-سرعت نفوذ پایه**

سرعت نفوذ آب به خاک با گذشت زمان کاهش می یابد و پس از مدتی به حد نسبتاً ثابتی می رسد که به آن سرعت نفوذ پایه اطلاق می شود. هرگاه سرعت نفوذ لحظه ای نسبت به زمان معادل 10 درصد سرعت نفوذ لحظه ای گردد، این سرعت نفوذ را می توان سرعت نفوذ پایه فرض کرد (بی نام، 1380).

#### **1-3-مکانیسم نفوذ**

نفوذ آب به خاک به عنوان فرآیند اولیه ورود آب از سطح خاک به داخل ناحیه غیر اشباع خاک می باشد (پرچمی عراقی و همکاران، 1389). ورود آب به داخل خاک در نتیجه تاثیر توام نیروهای ثقلی و مویینگی صورت می گیرد. نیروی ثقل فقط در جهت قائم عمل می کند، ولی نیروی مویینگی در ابتدا که خاک خشک بوده و منافذ مویین خالی از آب است، هم در جهت عمود و هم در جهت افقی یکسان عمل می کند. ولی به تدریج که منافذ مویین از آب اشباع شد تنها نیروی ثقل دخالت کرده و جریان نفوذ تقریباً فقط عمودی است. به همین علت سرعت نفوذ در ابتدای وارد شدن آب به خاک زیاد و سپس به تدریج تقلیل یافته و به مقدار ثابتی که فقط نتیجه عمل نیروی ثقل است، می رسد. بنابراین مقدار آبی که در زمین نفوذ می کند صرف نظر از وضعیت سطح خاک بصورت تجمعی نسبت به زمان افزایش می

یابد. نفوذ تجمعی آب به داخل خاک چه در یک خاک لخت و چه در خاکی که پوشش گیاهی داشته باشد یکسان بوده و مقدار نفوذ نسبت به زمان بصورت نمایی افزایش می یابد (علیزاده، 1384).

نفوذ آب در خاک که از مسایل مهم فیزیک خاک است به عواملی مانند خصوصیات فیزیکی خاک (بافت و ساختمان خاک)، مقدار رطوبت اولیه، شیب زمین، زبری زمین، تراکم، نوع پوشش گیاهی، عمق آب، دمای آب و خاک، کیفیت آب کاربردی (کیفیت آب نفوذ کننده به خاک از قبیل غلظت املاح، مواد معلق، نظیر رس و سیلت آب آبیاری و گرانروی نیز می توانند بر نفوذ تأثیر داشته باشند)، مقدار نمک های محلول به خصوص سدیم قابل تبادل در آب و خاک و از همه مهمتر قابلیت پراکندگی ذرات سطحی خاک (فشردگی خاک و وجود درز و ترک) بستگی دارد. در بین عوامل گفته شده رطوبت اولیه خاک دارای تغییرات زیادی می باشد (بی نام، 1380؛ علیزاده، 1380؛ دربندی و همکاران، 1389؛ گیلدیا و تیریپاتی، 1987).

#### **1-4-اهداف تحقیق**

در طی سال های گذشته با توجه به تغییر اقلیم آب و هوایی جهان و افزایش جمعیت و نیاز مواد غذایی تصحیح روش های آبیاری و استفاده بهینه از منابع آبی موجود مورد توجه بسیاری از محققین بوده است. یکی از مهم ترین پارامترهای طراحی مناسب سیستم های آبیاری تخمین نفوذ آب به درون خاک می باشد. هدف اصلی در این تحقیق، مقایسه دو روش معمول اندازه گیری نفوذ آب به خاک و تاثیر رطوبت خاک بر پارامترهای معادله نفوذ برای بافت