٢٧١٧٤

دانشگاه تبریز

۱۳۸۲/۴/۲۰

دانشکده کشاورزی

گروه آبیاری وزهکشی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گرایش:دررشته آبیاری وزهکشی

موضوع:

تعیین تلفات نفوذی برمبنای مشخصات چگالی ظاهری ورطوبت اولیه خاک

اساتیدراهنما:

دکتراحمدفاخری فرد- دکترمحمدرضانیشابوری

استادمشاور:

مهندس فرسادی زاده

نگارش:

جعفرخیری استیار

بهمن ماه۸۱

۴۷۱۷۶

تقدیم به

گل واژه ایثار و مهربانی

مادر عزیزم

تشکر و قدر دانی

سپاس و ستایش خداوند یکتا را که عنایت فرمود تا بار دیگر مقطعی از تحصیلاتم را با موفقیت به پایان رسانم.
در ابتدا وظیفه خود می دانم از تلاشهای مستمر و دلسوزانهٔ اساتید راهنما، آقایان دکتر محمد رضا نیشابوری و جناب دکتر احمد فاخری فرد که با صبر و حوصله کامل اینجانب را در تهیه و تدوین پایان نامه راهنمایی کردند، صمیمانه تشکر نمایم.
همچنین از جناب آقای مهندس داوود فرسادی زاده که زحمت مشاوره این پایان نامه را قبول فرمودند تشکر و قدردانی می نمایم.از جناب آقای دکتر امیر حسین ناظمی که داوری این پایان نامه را متقبل شدند، نهایت سپاس وتشکر را دارم.
از جناب آقای دکتر یوسف مجتهدی، معاون امور پژوهشی و نماینده تحصیلات تکمیلی در دانشکده کشاورزی بسیار سپاس گذارم.
لازم می دانم مراتب امتنان خود را نسبت به دوستان عزیزی که مرا در انجام و اتمام این پایان نامه یاری کردند از جمله آقایان فرزاد پاسیار، اسماعیل اسدی، عباس تدین نژاد، کامران رجبی ابراز نمایم.
در پایان لازم می دانم از پدر و مادرم که در طول تحصیلاتم متحمل زحمات فراوانی شدند نهایت سپاس و قدردانی را داشته باشم

جعفر خیری استیار
بهمن ماه ۱۳۸۱

نام خانوادگی : خیری استیار **نام** : جعفر

عنوان پایان نامه : تعیین مشخصه های نفوذ آب بر مبنای چگالی ظاهری و رطوبت اولیه خاک

اساتید راهنما : دکتر احمد فاخری فرد – دکتر محمد رضا نیشابوری

استاد مشاور : مهندس فرسادی زاده

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته** : آبیاری **گرایش** : آبیاری و زهکشی **دانشگاه** : تبریز

دانشکده : کشاورزی **تاریخ فارغ التحصیلی** : بهمن ماه ۱۳۸۱ **تعداد صفحات** : ۱۱۰

کلید واژه ها : نفوذ- چگالی ظاهری خاک- رطوبت اولیه

چکیده:

در این پروژه آزمایش نفوذ در ستونهای خاک دست‌ساز با درصد رطوبتهای اولیه معین و چگالی ظاهری مشخص انجام شد درهریک از ستونهای خاک نیمرخ چگالی خاک و درصد رطوبت اولیه یکنواخت ایجاد گردید منحنی‌های نفوذ تجمعی و پیشروی جبهه رطوبتی مشاهداتی برای هریک از تست‌های نفوذ ترسیم گردید. مدلهای نفوذ تجمعی فیلیپ، کاستیاکف و کاستیاکف تعدیل شده بر منحنی‌های نفوذ تجمعی مشاهداتی و مدلهای پیشروی جبهه رطوبتی فیلیپ و گرین آمپت بر منحنی‌های پیشروی جبهه رطوبتی مشاهداتی برازش داده شدند.

ضرایب مدلهای برازش داده شده فوق‌الذکر بعنوان متغیر وابسته و چگالی‌های ظاهری و درصد رطوبتهای اولیه ستونهای خاک مورد آزمایش بعنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند و رابطه رگرسیونی بین هریک از ضرایب با چگالی ظاهری و درصد رطوبت بدست آمد. پس از بررسی اثر چگالی ظاهری و درصد رطوبت اولیه روی ضرایب مدلها، با جاگذاری توابع بدست آمد برای ضرایب در مدلهای مربوطه، معادلات برآورد نفوذ تجمعی و پیشروی جبهه رطوبتی ارائه می‌شود.

فهرست مطالب :

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات و بررسی منابع

مقدمه ۱

۱-۱- خاک ۳

۱-۱-۱- دانه‌ها ۳

۱-۱-۲- چگالی دانه‌ها ۳

۱-۱-۳- ترکیب خاک ۴

۱-۲- نگهداری آب در خاک ۵

۱-۲-۱-خصوصیات رطوبتی خاک ۶

۱-۲-۲- وضعیت فاز گاز در خاکهای اشباع ۶

۱-۲-۳- توابع منحنی مشخصه رطوبت خاک (SMC) ۷

۱-۳- قوانین فیزیکی جریان آب در خاک ۹

۱-۳-۱-معادله پایه جریان آب در خاک ۹

۱-۴-هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک ۱۱

۱-۵-نفوذ ۱۲

۱-۵-۱-ظرفیت نفوذ ۱۳

۱-۵-۲- عوامل موثر در شدت نفوذ ۱۵

۱-۵-۳- طبقه بندی نفوذ ۱۹

۱-۵-۴- مدلهای نفوذ آب به خاک ۲۰

۱-۶-توزیع مجدد رطوبت در خاک ۳۱

۱-۶-۱- مدل پروفیل مستطیلی توزیع مجدد رطوبت ۳۳
۱-۶-۲- مدل سینماتیکی ۳۴
۱-۷-پیشروی جبهه رطوبتی ۳۵
۱-۸- تعیین زمان غرقاب ۳۷
۱-۹-روشهای اندازه‌گیری رطوبت خاک و چگالی ظاهری خاک ۳۹

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- تنظیم رطوبت اولیه خاک ۴۲
۲-۲- مشخصات استوانه نفوذسنج ۴۴
۲-۳- ضرورت تعیین جبهه رطوبت با زمان و انتخاب الکترودها بعنوان وسیله کار ۴۶
۲-۴- تهیه ستونهای خاک ۴۸
۲-۵- آزمایش نفوذ ۵۰
۲-۶- اندازه‌گیری‌ها در طول نفوذ ۵۱
۲-۶-۱- نفوذ تجمعی ۵۱
۲-۶-۲- پیشروی جبهه رطوبت در نفوذ ۵۲
۲-۷- داده‌های آزمایش و تجزیه و تحلیل آنها ۵۲
۲-۷-۱- برازش داده‌های نفوذ به مدلهای نفوذ تجمعی ۵۲
۲-۷-۲- برازش داده های پیشروی جبهه رطوبتی به مدل های پیشروی جبهه رطوبت . ۵۲
۲-۷-۳- تعیین ضرایب مدلهای نفوذ تجمعی و پیشروی جبهه رطوبتی بعنوان تابعی از
w_0 و ρ ۵۳
۲-۷-۴- معادله‌های برآورد کننده نفوذ تجمعی و پیشروی جبهه رطوبت ۵۳

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- داده‌هایآزمایش ۵۴

۳-۲- تعیین ضرایب مدلهای برازش یافته بر آزمایش و ترسیم منحنی‌های مربوطه ۶۱

۳-۳- ضرایب مدل های نفوذ براساس درصد رطوبت اولیه و چگالی ظاهری ۶۶

۳-۳-۱- مدل فیلیپ ۶۶

۳-۳-۲- مدل کاستیاکف ۶۸

۳-۳-۳- مدل کاستیاکف تعدیل شده ۶۹

۳-۴- ضرایب مدل های پیشروی جبهه رطوبت بر اساس رطوبت اولیه وچگالی ظاهری ۷۱

۳-۴- ۱- ضرایب مدل پیشروی جبهه رطوبت فیلیپ ۷۱

۳-۴-۲- ضرایب مدل پیشروی جبهه رطوبت گرین- آمپت ۷۳

۳-۵- معادله‌های برآورد کننده نفوذ تجمعی براساس چگالی ظاهری و درصد رطوبت اولیه .. ۷۵

۳-۵-۱- معادله نفوذ تجمعی فیلیپ ۷۵

۳-۵-۲- معادله نفوذ تجمعی کاستیاکف ۷۵

۳-۵-۳- معادله نفوذ تجمعی کاستیاکف تعدیل شده ۷۶

۳-۵-۴- تعیین بهترین معادله برآورد کننده بر اساس درصد رطوبت اولیه و چگالی ظاهری ۸۳

۳-۶- معادله‌های برآورد کننده عمق پیشروی جبهه رطوبت ۸۵

۳-۶-۱-معادله فیلیپ ۸۵

۳-۶-۲- معادله گرین آمپت ۸۵

جمع بندی نتایج و پیشنهادات ۹۳

فهرست منابع ۹۴

ضمائم ۹۹

فصل اول :

کلیات و بررسی منابع

مقدمه

بـه دلیل رشد جمعیت درجهان بخصوص در کشورهای در حال توسعه از جمله کشور خودمان، تقاضا بـرای مواد غذایی و آب، روزبه‌روز بیشتر می‌شود و برای تولید بیشتر منابع غذایی، آب نقش بسزایی دارد. از طـرف دیگـر منابع آب قابل مصرف محدود است و این مسئله در کشور ما که متوسط بارش سالانه آن کمـتر از یـک‌سـوم متوسـط بارش دنیاست(۹) بسیار حادتر می‌باشد. مضاف اینکه بارش در ایران، بجز در مـناطق محدود، بصورت فصلی است. درنتیجه برای پاسخگو بودن به نیاز جامعه و نیل به خودکفائی، لازم اسـت از مـنابع محـدود آبـی اسـتفاده بهینه صورت گیرد. در بخش کشاورزی به عنوان عمده‌ترین بخش مصـرف‌کننده آب، بیشترین تلفات آب به دلیل راندمان پائین سیستم‌های آبیاری به صورت نفوذ عمقی یا رواناب، اتفـاق مـی‌افـتد. نفـوذ عمقی علاوه از اینکه املاح خاک، سموم را از منطقه ریشه، به همراه خود خارج می‌کند، موجب زه‌دار شدن اراضی پائین‌دست نیز می‌شود. در حوضه‌های آبریز بعضی مواقع به دلیل تخریـب و فرسـایش خاک منطقه، فرایند نفوذ با مشکل مواجه می‌شود و نزولات جوی بجای تغذیه منابع آب زیرزمینی به سیلاب مبدل گشته، خسارات فراوانی به بار می‌آورند. لذا برای بهره‌گیری بهتر از آب قابل دسـترس شناخت فرآیند نفوذ و عوامل مؤثر در این فرآیند ضروری به نظر می‌رسد. در طول فصل زراعی، چگالـی ظاهـری خـاک و رطوبـت اولیه در اثر آبیاری و تردد و فعالیت بیولوژیکی، تغییر می‌کند و موجب تغییر در نفوذ و ضرایب معادلات نفوذ می‌گردد(۱۰). افزایش رطوبت اولیه موجب افزایش پتانسیل ماتریک در جبهه رطوبت می‌شود که به تبع آن شیب هیدرولیکی کمتر شده، در نهایت شدت نفوذ کاهش خواهد یافـت.بـا افزایش چگالی ظاهری خاک مجاری آب کاهش یافته و درنتیجه هدایت هیدرولیکی کاهش پیدا می‌کند و از شدت نفوذ کاسته می‌شود.

کـیومس و وارگنتیـن (۲۱) بـا انجـام آزمایش روی ستونهای خاک با رطوبت‌های اولیه و چگالی‌های ظاهـری مـتفاوت اظهـار داشـتند، بـه ازاء اندک تغییر در چگالی ظاهری خاک، شدت نفوذ شدیداً کاهش مـی‌یابد. فری (نقل از منبع شماره۴۱)، تیلور و هسر (۴۰) با انجام آزمایش روی خاک لوم سیلتی به این

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

نتیجه رسیدند که با افزایش رطوبت اولیه شدت نفوذ کاهش می‌یابد. فیلیپ (نقل از منبع شماره۴۱) با آزمایش روی یک نوع خاک رسی، به این نتیجه رسید، با افزایش رطوبت اولیه ضریب جذبی کاهش پیدا می‌کند و ضریب انتقال افزایش می‌یابد و نیز با افزایش رطوبت اولیه پیشروی جبهه رطوبتی افزایش پیدا می‌کند.

در این پژوهش با انجام آزمایشات نفوذ در یک خاک شنی لومی با رطوبت‌های اولیه متفاوت و چگالی‌های ظاهری مختلف، اثرات تغییرات این دو بر روی فرآیند نفوذ و ضرایب معادلات نفوذ کاستیاکف، کاستیاکف تعدیل شده و فیلیپ بررسی می‌شود.

۱-۱ خاک

در علـوم مهندسـی، خـاک مخلـوط غیریکـپارچه‌ای (سـیمانی نشده) از کانیها و مواد آلی فاسد شده می‌باشد که فضای خالی بین آنها توسط آب و هوا اشغال شده است.

۱-۱-۱ دانه ها

دانه های کانی که تشکیل‌دهنده قسمت جامد خاک هستند، از هوازدگی سنگها بوجود می‌آیند. دامنه تغیـرات انـدازه دانـه‌هـا وسـیع اسـت. بسـیاری از خـواص فیزیکی خاک توسط اندازه، شکل و ترکیبات شـیمیایی دانـه‌هـا دیکته می‌شوند. برحسب اندازه، دانه‌ها یا ذرات تشکیل‌دهنده خاک به سه گروه شنی، سـیلتی و رسی تقسیم می‌شود. برای تشریح خاک‌ها، سازمانهای مختلف، مرز تفکیک بین سه گروه ذرات را پیشـنهاد می‌کنند(جدول۱-۱).در حال حاضر، حدود پیشنهادی توسط سیستم طبقه‌بندی متحد خاک، مـتداول‌تریـن سیسـتم اسـت. ایـن سیستم مورد پذیرش اداره استاندارد آمریکا (ASTM) نیز قرار گرفته است(۶).

جدول(۱-۱):حدود جدا کننده اندازه ذرات(منبع شماره۶)

نام سازمان	اندازهٔ دانه‌ها (mm)			
	شـن	مـاسـه	لای	رس
انسـتیتو تکنولوژی ماساچوسـت (MIT)	>2	2 تا 0.06	0.06 تا 0.002	<0.002
سازمان کشاورزی آمریکا (USDA)	>2	2 تا 0.05	0.05 تا 0.002	<0.002
انجمن ادارات راه‌وترابری آمریکا(AASHTO)	76.2 تا 2	2 تا 0.075	0.075 تا 0.002	<0.002
سیستم طبقه‌بندی متحد	76.2 تا 4.75	4.75 تا 0.075	ریزدانه‌ها (رس و لای) <0.075	

۱-۱-۲ چگالی دانه‌ها

چگالـی ذراتـی کـه بطور معمول در خاک یافت می‌شوند معمولاً بین ۲/۶ تا ۲/۹ است و با رابطه زیر توصیف می‌شود:

$$\rho_s = \frac{W_s}{V_s} \qquad [۱-۱]$$

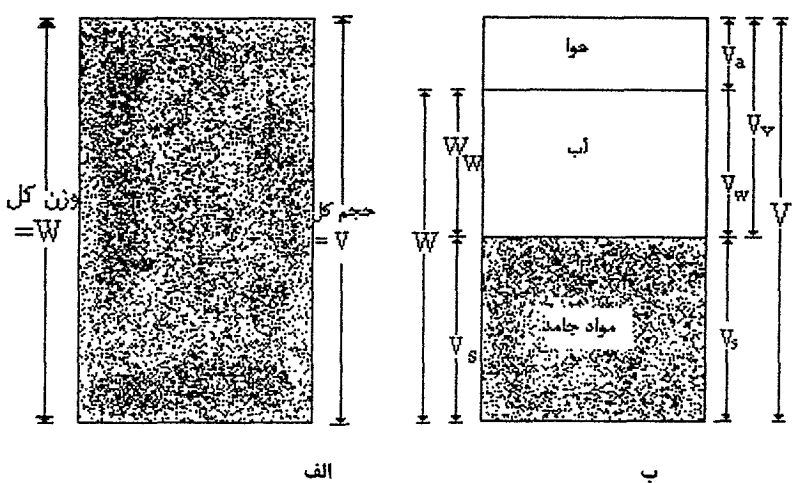
ρ_s :چگالی ذرات

w_s : وزن ذرات

v_s : حجم ذرات

۱-۱-۳ ترکیب خاک

خاک یک سیستم سه‌قسمتی مرکب از مواد جامد، آب و هوا می‌باشد



شکل(۱-۱) :اجزای مختلف خاک(شکل از منبع شماره۶)

در شکل (۱-۱-الف) یک توده خاک با حجم V و وزن w به همان صورتی که در طبیعت یافت می‌شود نشان داده شده است. برای حصول روابط وزنی – حجمی قسمت های مختلف خاک مطابق شکل (۱-۱-ب) از یکدیگر جدا می‌شوند.

حجم کل نمونه خاک به صورت زیر قابل بیان است:

$$v=v_s+v_v= v_s+v_w+v_a \qquad [۲-۱]$$

v_s : حجم قسمت جامد خاک

v_v : حجم حفرات

v_w : حجم آب درون حفرات

v_a : حجم هوای درون حفرات

با صرف‌نظر کردن از وزن هوا، وزن کل نمونه را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$w=w_s+w_w \qquad [۳-۱]$$

w_s وزن قسمت جامد و w_s وزن آب خاک است.

کمیت‌های مربوط به منافذ خاک بر حسب تخلخل (n) و درجه اشباع (s) به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$n = \frac{v_v}{v} \qquad [۴-۱]$$

$$s = \frac{v_w}{v_v} \qquad [۵-۱]$$

زمانی که منافذ خاک با فاز مایع پر می‌شوند خاک اصطلاحاً اشباع نامیده می‌شود (s=۱) مقدار آب خاک با گنجایش حجمی (θ_v) و گنجایش وزنی (θ_w) با روابط زیر تعریف می‌شوند:

$$\theta_v = \frac{v_w}{v} \quad (m^3m^{-3}) \qquad [۶-۱]$$

$$\theta_w = \frac{w_w}{w_s} \quad (gg^{-1}) \qquad [۷-۱]$$

۱-۲ نگهداری آب در خاک

آب در ناحیه انتقالی، ناحیه بین سطح خاک و سطح آب زیرزمینی در اثر عمل متقابل بین ذرات خاک و آب، در منافذ خاک باقی می‌ماند. این عمل متقابل پتانسیل آب در خاک را کاهش می‌دهد. مقدار انرژی کاهش یافته با پتانسیل ماتریک $\phi\,(Jkg^{-1})$ نشان داده می‌شود و عموماً در ناحیه انتقالی منفی است.بار ماتریک ψ_m بر حسب ستون آب به صورت $\psi_m = \frac{\phi_m}{g}$ تعریف می‌شود که g شتاب ثقل زمین است. برای اینکه بار ماتریک ψ_m را به صورت مطلق نشان دهند از عبارت مکش h استفاده می‌شود.

$$h = -\psi_m \qquad [۸-۱]$$

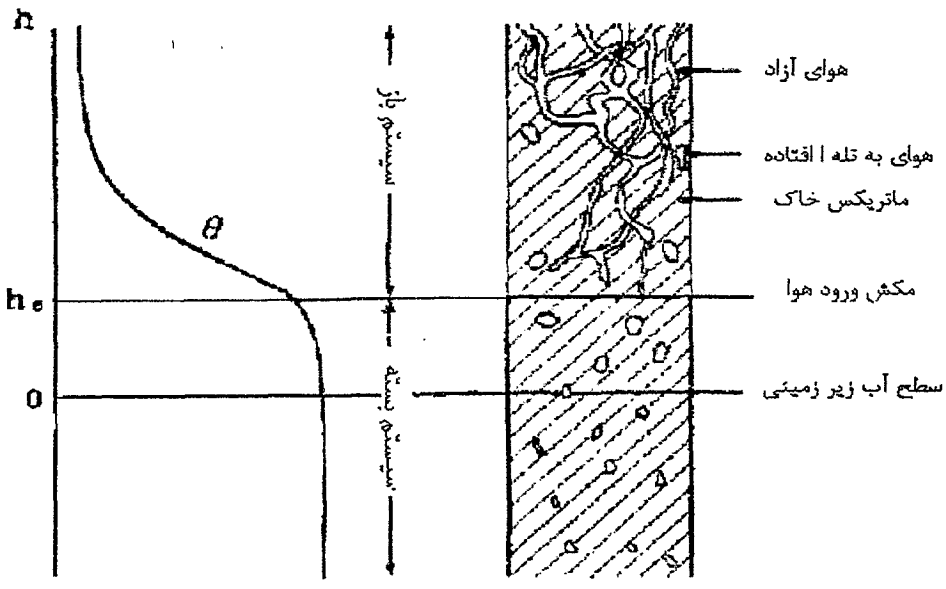
معمولی‌ترین روش برای اندازه‌گیری بار ماتریک استفاده از تانسیومتر است.

۱-۲-۱ خصوصیات رطوبتی خاک

رابطـه بیـن مقـدار رطوبت و مکش را مشخصه رطوبتی خاک گویند که اگر به صورت منحنی ترسیم شـود منحنـی رطوبتـی خـاک نامـیده می‌شود. چنانچه مقدار رطوبت، بجای مکش، نسبت به لگاریتم آن رسم شود به آن منحنی نگهداری رطوبت در خاک گفته می‌شود.این منحنی برای هر خاک حالت منحصر به فردی دارد و نه تنها به بافت خاک بلکه به ساختمان ودیگرخصوصیات خاک نیز بستگی دارد(۷).

۱-۲-۲ وضعیت فاز گاز در خاکهای اشباع

در خاکها دو نوع وضعیت فاز گاز وجود دارد: ۱- هوای آزاد که با اتمسفر در تماس است. ۲- هوای به تلـه افـتاده که توسط فاز مایع احاطه شده است. شکل (۱-۲) رابطه بین منحنی مشخصه رطوبت خاک و وضعیت فاز گاز را نشان می‌دهد.



شکل(۱-۲):رابطه بین منحنی مشخصه خاک وفاز گاز(شکل ازمنبع شماره۳۰)

بـر روی شـکل ماتـریکس خـاک بـا خطـوط مورب موازی مشخص شده است. h_e مکش ورود هوا، مقدار مکشی است که در طی فرآیند خشک شدن اجازه دهد هوای آزاد وارد منافذ خاک شود. موقعی که مکش کمـتر از h_e اسـت، فاز گاز به صورت هوای به تله افتاده، و موقعی که مکش بزرگتر از h_e است فاز گاز، به صـورت هوای آزاد خواهد بود. موقعی که مکش کمتر از h_e است می‌توان خاک را اشباع درنظر گرفت. در