**دانشکده کشاورزی**

**گروه خاکشناسی**

پایان‌نامه

**جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته خاکشناسی**

عنوان

# تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع از روی گذردهی خاک برای هوا

استاد راهنما

**دکتر محمدرضا نیشابوری**

استادان مشاور

**دکتر امیرحسین ناظمی**

**دکتر حسین رضائی**

پژوهشگر

**سید علیرضا رفیعی علوی**

شهریور ۱۳۸۷

بسم الله
الرحمن الرحيم

# تقدیر و تشکر

سپاس و ستایش مر خداوندی راست که دانش و دانائی همه از اوست، همو که آدمی را افسر خرد بخشید تا بدان دانش بیاموزد.

درود فراوان بر فرستادگانش بویژه آخرین آنها و خاندان پاکش که سفارش کنندگان به دانش و راستی بوده‌اند.

سر بندگی بر آستانش فرود می‌آوریم و از او می‌خواهیم تا در راه آموختن دانش و پیشبرد آن یاری‌امان نماید تا مصداق این گفته باشیم که:

خدایا چنان کن سرانجام کار  تو خوشنود باشی و ما رستگار

اینک که این دوره تحصیلی نیز رو به پایان است، بر خود لازم می‌دانم از زحمات پدر بزرگوارم و مادر مهربانم (سترگ تکیه‌گاه‌ها و ستارگان آسمان زندگی‌ام) تقدیر و تشکر نمایم.

بی‌شک بدون کمک‌ها و دلگرمی‌های خواهران عزیزم پیمودن این راه تا بدینجا ناممکن بود، از صمیم قلب سپاسگزارشان هستم.

از اساتید فرزانه‌ام آقای دکتر نیشابوری و آقای دکتر رضایی که با حوصله فراوان راهنمای بنده در انجام این پروژه بوده‌اند، تشکر می‌نمایم.

و در پایان از دوستان عزیزم آقایان فتحی، مرادی و طلوعی و خانم‌ها عباسی، شیخی، محمدزاده و سیف که در انجام کارها یاری رسانم بوده‌اند، سپاسگزارم.

تقدیم به:

دو ستارهٔ فروزان زندگیم

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

و خواهران عزیزم

دکتر رویا رفیعی علوی و مهندس رضوان رفیعی علوی

(که همه زندگی‌ام هستند و به پاس منش زیبا و والایشان)

و تمام کسانیکه در راه آموختن دانش بی ریا تلاش می کنند.

**نام خانوادگی**: رفیعی علوی **نام**: سیدعلیرضا

**عنوان پایان‌نامه**: تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع از روی گذردهی خاک برای هوا

**استاد راهنما**: دکتر محمدرضا نیشابوری

**استاد مشاور**: دکتر امیرحسین ناظمی، دکتر حسین رضایی

**مقطع تحصیلی**: کارشناسی ارشد **رشته**: خاکشناسی **گرایش**: فیزیک و حفاظت خاک **دانشگاه**: تبریز

**دانشکده**: کشاورزی **تاریخ فارغ‌التحصیلی**: شهریور ۱۳۸۷ **تعداد صفحه**: ۹۱

**کلید واژه‌ها**: گذردهی خاک برای هوا، هدایت هیدرولیکی اشباع، هدایت هیدرولیکی غیراشباع، مدل وانگنوختن، مدل بروکس-کوری

**چکیده:**

در مطالعهٔ جریان آب در خاک و انتقال مواد آلاینده در محیط‌های متخلخل، خصوصیات هیدرولیکی ($h(\theta)$، $K(\theta)$ و $D(\theta)$) نقش اصلی را ایفا می‌کنند. دقت این مطالعات در محیط متخلخل منوط به تعیین دقیق مقادیر این خصوصیات است. اندازه‌گیری آنها چه آزمایشگاهی و چه صحرایی مشکل بوده و به هزینه و وقت زیادی نیاز دارد.اندازه‌گیری‌هایی که تا بحال صورت گرفته عموماً در نزدیکی‌های رطوبت اشباع خاک بوده است. این مسئله، محققین را به استفاده از مدل‌های مختلف $h(\theta)$، $K(\theta)$ و $D(\theta)$ سوق داده است. لیکن هیچ یک از آنها به علت پیچیدگی ژئومتری محیط متخلخل خاک نتوانسته برای تمامی خاک‌ها عمومیت داشته باشد. در یک محیط متخلخلی مثل خاک همچنان که نفوذپذیری برای آب به عنوان $K(\theta)$ یک سیال مطرح شده، نفوذپذیری برای هوا $(K_a)$ نیز به عنوان یک سیال دیگر مطرح شده است. جریان آب از بخش اشباع منافذ و جریان هوا از بخش خالی منافذ می‌گیرد و با توجه به وابستگی بین دو بخش اشباع از آب و اشغال با هوا و اینکه آب و هوا هر دو سیال هستند، انتظار می‌رود که $K(\theta)$ و $(K_a)$ بی‌ارتباط از یکدیگر نباشند و مضافاً بر اینکه اندازه‌گیری $(K_a)$ در یک خاک حد اقل بر اساس روش بار افتان بسیار سهل و ساده است.بنابراین بررسی امکان برقراری رابطهٔ بین $K(\theta)$ و $(K_a)$ و استفاده از آنها به‌عنوان ابزار پیش‌بینی $K(\theta)$ می‌باشد.

در این تحقیق $(K_a)$ نمونه‌ها به روش بار افتان (کریکهام) و $K(\theta)$ به روش گاردنر اندازه‌گیری و با $(K_a)$ مقایسه و تجزیه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد که در ۲۲ نوع خاک مطالعه شده بین $K(\theta)$ و

$(K_a)$ رابطهٔ خطی رگرسیونی با حداکثر $R^2$ برابر با ۰/۸۷-۰/۹۹ وجود دارد و بیانگر این استکه می‌توان به وسیلهٔ این روابط و با داشتن $(K_a)$ در هر خاک مقدار $K(\theta)$ را با دقت زیاد تخمین زد. مقادیر $K(\theta)$ همچنین از مدل‌های وان‌گنوختن-معلم و بروکس و کوری-معلم برای هر نمونه برآورد شده و در نهایت با مقادیر $K(\theta)$ برآورد شده از اندازه‌گیری $(K_a)$ مقایسه شدند. مشخص شد که مقادیر برآورد شده از طریق $(K_a)$ نسبت به مقادیر $K(\theta)$ برآورد شده توسط دو مدل مذکور دارای دقت بیشتری است و پس از آن به ترتیب مدل وان‌گنوختن و بروکس-کوری قرار می‌گیرند.

عنوان | فهرست مطالب | صفحه

**مقدمه..... ۱**

**۱- بررسی منابع..... ٦**

۱-۱-تابع هدایت هیدرولیکی ..... ۷

۱-۲- معرفی نرم افزار *RETC* .....۲۱

**۲- مواد و روش‌ها..... ۲۵**

۲-۱- موقعیت محل نمونه‌برداری ..... ۲٦

۲-۲- تهیه نمونه‌های خاک دست نخورده و اشباع آنها .....۲٦

۲-۳- انجام آزمایشات بر روی نمونه‌های دست نخورده ..... ۲۸

۲-۳-۱- اندازه گیری رطوبت حجمی‌خاک در مکش‌های کم ..... ۲۸

۲-۳-۲- اندازه گیری رطوبت خاک در مکش‌های بالا..... ۲۸

۲-۳-۳- اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع ..... ۲۹

۲-۳-٤- اندازه‌گیری $K(\psi)$ به روش گاردنر.....۲۹

۲-۳-۵- گذردهی خاک برای هوا به روش بار افتان ..... ۳۲

۲-٤- تعیین بافت خاک، درصد ماده آلی،درصد آهک و جرم مخصوص ظاهری و حقیقی ..... ۳۹

۲-٤-۱- تعیین بافت خاک به روش هیدرومتر..... ۳۹

۲-٤-۲- درصد مواد آلی ..... ٤۳

۲-٤-۳- درصد کربنات‌کلسیم معادل ..... ٤٤

۲-٤-٤- جرم مخصوص ظاهری و حقیقی ..... ٤٤

۲-۵- استفاده از نرم افزار*RETC* ..... ٤۵

۲-٦- معرفی معیارهای مورد استفاده در ارزیابی دقت تخمین مدل‌ها ..... ٤۵

۲-٦-۱- کی دو ( $X^2$ ) ..... ٤٦

۲-٦-۲- *RMSD* ..... ٤۷

۲-٦-۳- *GMER* و *GSDER* ..... ٤۷

**۳- نتایج و بحث ..... ٤۹**

۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ..... ۵۰

۳-۲- برآورد یا تخمین گذردهی غیراشباع خاک برای آب ($K_{w,u}$) از اندازه‌گیری $K_a$ و ارزیابی دقت تخمین ..... ۵۲

۳-۲-۱- برآورد یا تخمین ($K_{w,u}$) از اندازه‌گیری $K_a$ ..... ۵۲

۳-۲-۲- ارزیابی دقت تخمین ..... ٦٤

۳-۳- ارزیابی دقت دو مدل وان‌گنوختن و بروکس-کوری برای تخمین $K(\psi)$ و مقایسهٔ آن با مقادیر بدست‌آمده از طریق اندازه‌گیری $K_a$ ..... ٦٧

۳-٤- تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع( $K_s$ )از روی گذردهی خاک برای هوا( $K_a$ ) ..... ۷۸

**٤-نتیجه‌گیری و پیشنهاد ..... ۸٤**

**۵- منابع و مراجع ..... ۸۵**

شکل ۲(-۱) نمودار تعیین مقدار $B$.....۳۱

شکل (۲-۲) ابزار اندازه گیری گذردهی خاک برای هوا در آزمایشگاه از طریق بار افتان.....۳۳

شکل (۳-۱) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۵۵

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۵۶

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۵۷

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۵۸

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۵۹

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب $(K_{w,u})$ در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا $(K_a)$ در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۶۰

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب ($K_{w,u}$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا ($K_a$) در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۶۱

شکل (۳-۱) (ادامه) نمودارهای لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب ($K_{w,u}$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا ($K_a$) در محدوده مکش ۰ تا ۱۰۰۰ سانتیمتر آب در ۲۲ نمونه خاک.....۶۲

شکل (۳-۲) نمودار لگاریتم گذردهی غیراشباع خاک برای آب در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا برای تمام خاک‌ها.....۶۴

شکل (۳-۳) نمودارهای مقایسه‌ای $K(\psi)$ تخمینی از مدل وان‌گنوختن- معلم و مقادیر اندازه‌گیری شده در سه خاک مورد آزمایش.....۶۸

شکل (۳-۴) نمودارهای مقایسه‌ای $K(\psi)$ تخمینی از مدل بروکس و کوری- معلم و مقادیر اندازه‌گیری شده در سه خاک مورد آزمایش.....۶۹

شکل ۳-۵ نمودارهای مقایسه‌ای $K(\psi)$ تخمینی از مدل وان‌گنوختن- معلم و مقادیر اندازه‌گیری شده در خاک شماره ۱۳.....۷۰

شکل ۳-۶ نمودارهای مقایسه‌ای $K(\psi)$ تخمینی از مدل بروکس و کوری- معلم و مقادیر اندازه‌گیری شده در خاک شمارهٔ ۱۸.....۷۰

شکل (۳-۷) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در خاک شمارهٔ ۲ تا ۱۰ در مکش ۲۵ سانتی‌متر آب.....۷۹

شکل (۳-۸) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در خاک شمارهٔ ۲ تا ۱۰ در مکش ۷۰ سانتی‌متر آب.....۸۰

شکل (۳-۹) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در ۲۲ نمونه خاک در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر آب.....۸۰

شکل (۳-۱۰) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در ۲۲ نمونه خاک در مکش ۲۰۰ سانتی‌متر آب.....۸۱

شکل (۳-۱۱) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در ۲۲ نمونه خاک در مکش ۳۰۰ سانتی‌مترآب.....۸۱

شکل (۳-۱۲) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در ۲۲ نمونه خاک در مکش ۵۰۰ سانتی‌متر آب.....۸۲

شکل (۳-۱۳) نمودار لگاریتم گذردهی اشباع خاک برای آب ($cm^2$) در مقابل لگاریتم گذردهی خاک برای هوا (*Darcy*) در ۲۲ نمونه خاک در مکش ۱۰۰۰ سانتی‌متر آب.....۸۲

عنوان | فهرست جداول | صفحه

جدول (۲-۱) عمق و محل نمونه برداری و نوع بافت خاک در نمونه‌ها.....۲۷

جدول (۲-۲) نتایج بدست آمده از نرم‌افزار *SPSS* .....۳۷

جدول (۳-۱) نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد استفاده در تحقیق.....۵۰

جدول (۳-۲) ضرایب معادلات رگرسیونی بین $K_{w,u}$ و $K_a$ برای خاک‌های مورد آزمایش.....٥٤

جدول (۳-۳) نتایج ارزیابی دقت تخمین $K_{w,u}$ حاصل از معادلهٔ رگرسیونی مختص هر خاک درمقایسه با مقادیر بدست آمده از طریق تجربی بر مبنای ملاک‌های *RMSD*، $X^2$ و *GEMR*، *GSDER*

.....٦٥

جدول (۳-٤) ارزیابی دقت تخمین $K(\psi)$ مدل وان‌گنوختن- معلم ($m=1-\frac{1}{n}$) درمقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده بر مبنای *RMSD*، $X^2$ و *GEMR*، *GSDER* .....۷۲

جدول (۳-۵) ارزیابی دقت تخمین $K(\psi)$ مدل بروکس و کوری- معلم درمقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده بر مبنای معیارهای *RMSD*، $X^2$ و *GEMR*، *GSDER* .....۷۳

جدول (۳-٦) ارزیابی دقت تخمین $K(\psi)$ از مدل‌های وان‌گنوختن-معلم،بروکس-کوری- معلم و معادلهٔ رگرسیونی ($K_{w,u}-K_a$) بر مبنای میانگین‌های *RMSD* و *GSDER* و برمبنای $1-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{22} GMER_i$ .....۷٦

# مقدمه

**مقدمه :**

خاک‌ها از نظر میزان رطوبت یا مقدار آب موجود به دو دسته کلی اشباع و غیراشباع تقسیم‌بندی می‌شوند. تا بحال تحقیقات عملی زیادی روی خاک‌های اشباع نسبت به خاک‌های غیر اشباع صورت گرفته است که علت را می‌توان سادگی و سریع بودن آزمایش در حالت اشباع در مقایسه با غیر اشباع، وابسته بودن پارامترهای هیدرودینامیکی به رطوبت در حالت غیر اشباع و نیز عدم رفتار یکسان خاک‌ها در رطوبت‌های متفاوت نام برد.

دانستن خصوصیات هیدرولیکی جریان غیراشباع که وابسته به مقدار آب خاک، بافت و ساختمان خاک است.برای پیش‌بینی نفوذ،رواناب سطی،آبشویی آفت‌کشها و مواد مغذی از زمین‌های کشاورزی و مهاجرت آنها به آبهای زیرزمینی،مدل کردن انتقال املاح، طراحی واجرای سیستم‌های اصلاحی برای زدودن آلاینده‌ها و ارزیابی احتمال موفقیت این فرایند الزامی است [٦١].

از مشخصه‌های هیدرولیکی خاک می‌توان توابع هدایت هیدرولیکی $K(\theta)$، منحنی‌های مشخصه آب خاک $\psi(\theta)$، سرعت نفوذ و ضریب پخشیدگی $D(\theta)$ را نام برد که در تجزیه و تحلیل جریان سیال در محیط‌های متخلخل به‌حالت غیر اشباع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پارامترها نقش اصلی را در پیش‌بینی جریان در محیط‌های متخلخل داشته و دقت پیش‌بینی منوط به تعیین دقیق مقادیر این مشخصات هیدرولیکی می‌باشد.[۲]

جهت تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاک از دو روش کلی تجربی و مدل‌ها استفاده می‌شود. اندازه گیری آنها بصورت تجربی(آزمایشگاه و یا صحرائی) بوده و هر دو غالبا مستلزم صرف هزینه و وقت زیاد می‌باشد. از این‌رو محققان برای حل این معضلات برای تخمین خصوصیات هیدرولیکی،

مدل‌ها و یا روابط ریاضی و تجربی ارائه داده‌اند که در حل معادله‌های جریان آب در خاک و یا انتقال مواد و آلاینده‌ها در خاک، بکار برده می‌شود. صحت نتایج بدست آمده منوط به تعیین مقادیر واقعی یا دقیق خصوصیات هیدرولیکی خاک است.

مدل‌های ارائه شده برای تعیین توابع $\psi(\theta)$ و $K(\theta)$ را به جهت نحوهٔ تخمین، می‌توان به دو گروه تقسیم نمود.گروه اول مدل‌هایی که هر یک از $\psi(\theta)$ یا $K(\theta)$ را در $\theta$ معین از روی یک سری توابع رگرسیونی تخمین می‌زنند.این مدل‌ها ناپیوسته‌اند و عموماً به نام توابع انتقالی نقطه‌ای[1] مشهورند[۸۷، ٤].

با منظور نمودن پارامترهای متعدد (بافت خاک،جرم ظاهری مخصوص،مقادیر آهک، ماده آلی، گچ، ظرفیت تبادل کاتیونی....) و با استفاده از روش‌های آماری و بر اساس درجه تأثیرو حساسیت هر یک از آنها مدل‌های نقطه‌ای ارائه شده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های رگرسیونی ارائه شده توسط گوپتا و لارسون [۳۳] که برای پیش‌بینی منحنی‌های $\psi(\theta)$ اشاره نمود. محدودیت عمومی‌آنها این است که فراگیر نیستند و وقتی در مورد خاک‌های متنوع از نظر بافت یا ماده آلی و دیگر عوامل بکار می‌روند ممکن است نتایج با خطای زیادی همراه باشد [به نقل از منبع ۲].

گروه دوم مدل‌ها، توابع پارامتری هستند که در این مدل‌ها با توجه به تجارب حاصله، روابط معینی، چه بصورت توانی و چه بصورت نمائی، برای تعیین $\psi(\theta)$ و $K(\theta)$ارائه شده است. اما در هر تابع یک، دو یا سه مقادیر ثابت بنام ضرایب مدل وجود دارد. تلاش زیادی بعمل آمده تا این ضرایب را بتوانند به خصوصیات خاک از جمله، توزیع اندازه ذرات، چگالی ظاهری و عوامل دیگر ربط دهند. برای

1 Pedotransfer function

تعیین این ضرایب از روابط رگرسیونی استفاده شده است. این مدل‌ها پیوسته‌انـد و بـه‌نـام توابـع انتقـالی پارامتریک مشهورند.شناخته‌ترین این مدل‌ها وان‌گنوختن [٧٦] و بروکس-کوری [٢٠] می‌باشـد.از مـدل-های گروه دوم به دلیل انطباق آن با غالب داده‌های تجربی در سطح گسترده‌ای مورد اسـتفاده قـرار گرفتـه است.

مدل‌های متعددی چه نقطه‌ای و چه پارامتریـک بـرای شـبیه‌سـازی منحنـی مشخـصه آب خـاک و ضرایب هیدرولیکی ارائه شده است. محققین نشان داده‌اند که نتایج شبیه‌سازی مدلها نسبت به یکـدیگر از پراکندگی زیادی می‌تواند برخوردار شود. انتخاب مدلی که نتایج آنها با مقادیر اندازه‌گیری شـده اخـتلاف نداشته باشد مشکل است. محققین گامهای زیادی را در جهت واسنجی مدل‌ها بکار گرفته‌اند ولـی نتـایج حاصل از آنها در شرایط خاصی قابل اعتماد است. مشکل عمده، مشکل استفاده از ضرایب ثابت در مدل-ها می‌باشد. برای نمونه مقدار عامل مقیاس ($\alpha$) در مدل آریا و پاریس [١٥] بسته به بافت می‌تواند از ١/١ تا ١/٤٨ تغییر کند. مسلماً عدم پیش‌بینی مناسب و دقیق مقدار ($\alpha$)برای هر بافت خاک می‌تواند منجـر بـه عدم تطابق مدل و داده‌های تجربی شود. علاوه بر این مشکل اصلی دیگر این اسـت کـه ژئـومتری منافـذ خاک و تعامل بین آب و سطوح ذرات آنقدر پیچیده است که هیچ مدلی نتوانسته تمامی این پیچیـدگی‌هـا را لحاظ کند.

از آنجایی که هوا و آب هر دو سیال هستند لذا انتظار می‌رود با عبور دادن آنها از خاک در شـرایط معین یک نوع همبستگی بین نفوذ پذیری خاک برای دو سیال وجود داشته باشد.

حال سئوال این است که که آیا می‌توان رابطه‌ای بین گـذردهی هـوای خـاک ($K_a$) در رطوبتهـای مختلف و هدایت هیدرولیکی اشباع $K_s$ و هدایت هیدرولیکی غیـر اشـباع $K(\psi)$ بدسـت آورد؟ در ایـن

تحقیق مقدار $K_a$ از روش بار افتان اندازه‌گیری شد و از آنجایی که اندازه‌گیری $K_a$ از نظر عملی ساده‌تر و سریعتر است[٤١]،پس اگر بتوان رابطه‌ای بین $K_a$ در رطوبت‌های مختلف و $K(\psi)$ برقرار کرد در این صورت محدودیت‌های اندازه‌گیری $K(\psi)$ یا مدل‌سازی تخمینی آن از بین می‌رود و با اندازه‌گیری $K_a$ می‌توان مدل‌های $K(\psi)$ را به‌طور دقیق ارزیابی و مقایسه کرد.همچنین از این طریق می‌توان $K_s$ و $K(\psi)$ را آسانتر و با هزینهٔ کمتر محاسبه نمود.به طور خلاصه اهداف مورد نظر که در این تحقیق دنبال شده است را می‌توان به صورت زیر بیان نمود.

۱- امکان برآورد یا تخمین $K(\psi)$ از اندازه‌گیری $K_a$ در رطوبت‌های مختلف وارزیابی دقت تخمین.

۲- ارزیابی دقت دو مدل بروکس- کوری و وان گنوختن برای تخمین $K(\psi)$ و مقایسه آن با مقادیرکه از طریق اندازه‌گیری $K_a$ و از طریق تجربی بدست خواهند آمد.

۳- برآورد یا تخمین $K_s$ از روی $K_a$ در رطوبت یا مکش معین.

# پیشینهٔ پژوهش

# و

# بررسی منابع

# فصل اول:بررسی منابع

## ۱-۱-تابع هدایت هیدرولیکی :

فرایندهای برهمکنش خاک- آب در مزرعه، و بخصوص جریان آب در ناحیهٔ ریشهٔ گیاهان، اغلب وقتی اتفاق می‌افتد که خاک در شرایط غیر اشباع است. این نوع جریان غیر اشباع که همراه با تغییراتی در حالت و مقدار آب خاک در طی فرایند حرکت می‌باشد عموماً پیچیده و تشریح کمی‌آنها دشوار است. فرمول بندی و حل مسائل جریان غیر اشباع غالباً نیازمند بهره‌گیری از روشهای مستقیم تحلیلی یا بر اساس تکنیکهای تقریبی یا عددی است. هدایت هیدرولیکی یکی از پارامترهای اساسی در تحلیل و مدل سازی جریان آب و انتقال املاح در خاک است [۷].

مدلهای کلاسیک دینامیک حرکت آب و املاح در خاک در نواحی غیر اشباع متکی بر دو تابع $K(\psi)$ و $\theta(\psi)$ است که به‌ترتیب به توابع هدایت هیدرولیکی و منحنی رطوبتی مشهورند [٤٩].

اندازه‌گیری $K(\psi)$ دشوار و زمان بر است، بخصوص در شرایطی که پتانسیل ماتریک آب خاک کم و جریان آب بسیار کند باشد. از طرفی $K(\psi)$ به وابسته به توزیع اندازه منافذ خاک نیز است. همچنین عواملی مثل شکل و آرایش منافذ و مجاری و تحوهٔ اتصال آنها به یکدیگر[1] نیز در $K(\psi)$ نقش دارند.

با این تفاسیر روابط یا مدل‌های متعددی برای پیش‌بینی $K(\psi)$ از منحنی رطوبتی خاک بدست آمده است[۲۱، ۲٦، ۵۰، ۵۲و ۵۵]. این روابط بر یک K مرجع تکیه کرده اند که غالباً هدایت هیدرولیکی اشباع($K_s$ ) خاک است. بنابراین $K(\psi)$ را از روی $K_s$ و پارامترهای $\theta(\psi)$ بدست آورده‌اند [۱۹، ۲۳، ٦۳و ۷٦].

1 Pore Geometry