نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص.۸۱۳-۸۰۷

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 807-813

بررسی معادلات آنکنی و ویر در برآورد پارامترهای هیدرولیکی با استفاده از نفوذسنج صفحه ای

مهرداد شریعتی[1*]- غلامعباس صیاد[2]- عبدالرحمن برزگر[3]- زهرا درویش پسند[4]

تاریخ دریافت:۸۹/۴/۲۳
تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۲۴

چکیده

نفوذسنج‌صفحه‌ای یکی از جمله وسایلی است که در سال‌های اخیر برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک‌ها بر اساس نمونه دست‌نخورده استفاده شده است. برای تحلیل داده‌های برداشت شده بوسیله نفوذسنج صفحه‌ای روش‌های گوناگونی که بر اساس تحلیل‌های وودینگ پایه‌گذاری شده است معرفی شده است. هدف از این تحقیق مقایسه اعداد بدست آمده برای خصوصیات هیدرولیکی در دو روش آنکنی و ویر می‌باشد. برداشت داده با نفوذسنج صفحه‌ای با شعاع دیسکت ۱۰ سانتی‌متر در ۳ بافت مختلف خاک انجام گردید. در خاک لوم سیلتی به ترتیب از مکش های ۱۵، ۱۰،۷ ، ۳ و ۱ سانتی‌متر، در خاک لوم شنی به ترتیب از مکش‌های ۱۰، ۷، ۵ ، ۳ و۱ سانتی‌متر و در خاک شنی نیز به ترتیب از مکش های ۳۰، ۲۵، ۲۱ و ۱۷ سانتی متر ارتفاع آب استفاده شد. میانگین اعداد جذب (α) ۰/۰۶۵، ۰/۱۷۵ و ۰/۱۹۲ cm^{-1} به ترتیب برای خاک‌های لوم شنی، شنی و لوم سیلتی بدست آمد. همچنین تمام ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع بدست آمده برای هر سه بافت توسط معادلات آنکنی بزرگتر از اعداد بدست آمده توسط معادلات ویر است به این صورت که در خاک لوم‌شنی که شعاع دیسک کوچک محسوب شده است ۷/۵ درصد، در خاک سیلتی لوم ۲۹ درصد و در خاک شنی ۴۵ درصد معادلات آنکنی ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع بزرگتری را نسبت به ویر تخمین زده است. و می توان نتیجه گیری نمود که اعداد بدست آمده از معادلات آنکنی به واقعیت نزدیک تر بوده و فاقد نتایج بی معنی می باشد.

واژه های کلیدی: معادلات آنکنی، معادلات ویر، نفوذسنج صفحه ای، هدایت هیدرولیکی غیراشباع و اشباع

مقدمه

پیروکس و وایت در سال ۱۹۸۸ نفوذسنج‌صفحه‌ای یا دیسک پرامتر را طراحی کردند که برای اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی و مطالعات مدیریتی خاک‌ها بسیار مناسب می‌باشد (۶). به اعتقاد بسیاری از دانشمندان فیزیک خاک نفوذسنج‌صفحه‌ای یکی از وسایل پرطرفداری است که اخیراً برای اندازه‌گیری درجای هدایت هیدرولیکی خاک‌ها در حالت نزدیک به اشباع طراحی و ساخته شده است (۱، ۴ و ۶). نفوذسنج‌صفحه‌ای به سادگی قابل حمل بوده و نسبتاً به حجم آب کمی برای اندازه‌گیری‌ها نیاز دارد، که این خصوصیات آن را به‌طور ویژه‌ای برای مطالعات متغیرهای مکانی مناسب می‌سازد (۵، ۸ و ۹).

برای برداشت داده بوسیله نفوذسنج‌صفحه‌ای چندین روش وجود دارد که از آن جمله می‌توان استفاده از دو یا چند بار آبی (مکش) را با یک شعاع دیسکت نام برد. یک برتری واقعی این روش این است که همه نفوذ از یک دیسکت و از میان همان سطح اتفاق می‌افتد، به‌طوری‌که تغییرات فاصله‌ای در این روش مطرح نمی‌باشد، اما این مشکل می‌تواند در روش استفاده از دو یا چند شعاع مختلف دیسکت که روش دیگری برای برداشت داده بوسیله نفوذسنج صفحه‌ای می‌باشد مطرح باشد. برای تحلیل داده‌های برداشت شده به وسیله دستگاه نفوذسنج‌صفحه‌ای روش‌های مختلفی وجود دارد، که از آن جمله می توان روش آنکنی و همکاران (۱) را که براساس تحلیل‌های وودینگ (۱۴) پایه‌گذاری شده است نام برد، که شاید قوی‌ترین روش برای بدست‌آوردن خصوصیات هیدرولیکی خاک به وسیله دستگاه نفوذسنج‌صفحه‌ای باشد. در عمل به‌طور گسترده‌ای از روش تخمین بر اساس شدت نفوذ پایدار، از دستگاه نفوذسنج‌صفحه‌ای بوسیله روش تحلیلی وودینگ استفاده می‌شود. روش‌های تحلیل داده‌های

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: msh.shariaty@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

بدست‌آمده از نفوذسنج‌صفحه‌ای اغلب نیازمند تعیین خصوصیات زودگذر جریان آب از قبیل جذب و طول مویینگی منافذ درشت می‌باشد مانند روش پیشنهاد شده توسط وایت و سالی (۱۲) ولی به دلیل این که در روش آنکنی بر پایه تحلیل های وودینگ (۱۴) تنها به شدت نفوذنهایی برای تخمین سایر پارامترها نیاز می‌باشد به طورگسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، هر چند که صحت پارامترهای تخمین زده شده توسط روش وودینگ و روش های پایه گذاری شده بر اساس آن ممکن است کمی سؤال برانگیز باشد. بعنوان مثال، مقادیر تخمین‌زده شده برای هدایت هیدرولیکی اشباع بین ۵ تا ۳۰۰ درصد متوسط بدست آمده با روش‌های حل عددی و روش‌های متداول آزمایشگاهی می‌باشد (۱، ۶ و ۷). ویر (۱۰) در سال ۱۹۸۷، گزارش کرد که روش وودینگ برای دیسکت‌های کوچک کارآیی ندارد و نتایج نادرستی بدست می‌دهد، بنابراین روش اصلاح شده ویر را برای نفوذسنج‌هایی با شعاع کوچک پیشنهاد داد. هدف از انجام این تحقیق مقایسه نتایج معادلات آنکنی بر پایه تحلیل های وودینگ و معادلات ویر در اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک می‌باشد.

تئوری

روش آنکنی

در روش آنکنی و همکاران که بر اساس تحلیل‌های وودینگ پایه گذاری شده است، برای تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاک، حداقل به دو شدت نفوذ نهایی در دو مکش متفاوت (h_1 و h_2) نیاز می‌باشد (۱)، تا بتوان بوسیله یک تخمین مناسب از هدایت هیدرولیکی اشباع (K_S ($cm.s^{-1}$)) و عدد جذب α (cm^{-1}) و با استفاده از مدل نمایی گاردنر (۱۹۵۸) تخمین مناسبی برای $K(h_0)$ هدایت هیدرولیکی غیراشباع ایجاد شده در مکش h_0 بدست آورد.

$$k(h_0) = k_s \exp(h_0.\alpha) \qquad (۱)$$

تحت جریان پایدار، تحلیل‌های وودینگ برای شدت نفوذ از یک حوضچه مدور با شعاع r_0 (cm) تحت یک بارآبی ثابت (مکش ثابت) در سطح خاک، بر اساس معادله نمایی گاردنر برای هدایت هیدرولیکی غیر اشباع شرح داده شده به وسیله معادله ۱ خواهیم داشت:

$$Q(h_0) = \pi r_0^{\,2} K(h_0) + \frac{4r_0}{\alpha} K(h_0) \qquad (۲)$$

که در آن $Q(h_0)$ شدت جریان پایدار بر حسب ($cm.s^{-1}$)، در مکش ایجاد شده h_0 می‌باشد. پارامترهای مجهول در معادله شماره ۲ عبارتند از عدد جذب α و هدایت هیدرولیکی غیراشباع $k(h_0)$ که می‌توان α را با استفاده از معادله زیر برآورد نمود:

$$\alpha = \frac{\ln[Q(h_1)/Q(h_2)]}{h_1 - h_2} \qquad (۳)$$

که در آن h_1 و h_2 مکش های اعمال شده می باشند و $Q(h_1)$ و $Q(h_2)$ به ترتیب شدت نفوذ نهایی در مکش های h_1 و h_2 می باشند. در ادامه می‌توان با استفاده از چینش مجدد معادله شماره ۲، $k(h_0)$ را از معادله زیر بدست آورد:

$$K(h_0) = \frac{Q(h_0)}{\pi r_0^2 + \frac{4r_0}{\alpha}} \qquad (۴)$$

حال با قرار دادن $k(h_0)$ در معادله ۵ که همان معادله گاردنر می‌باشد، هدایت هیدرولیکی اشباع را می توان محاسبه نمود:

$$K_s = \frac{K(h_0)}{\exp(\alpha h_0)} \qquad (۵)$$

روش ویر

برای جریان آب از یک منبع سطحی کوچک مانند نفوذسنج صفحه‌ای، ویر (۱۹۸۷) بیان نمود که تحلیل تقریبی وودینگ نادرست می‌باشد. اگر شدت جریان $Q(h_0)$ و شعاع دیسکت نفوذسنج r ، نرمال‌سازی شده و در اشکال بدون بعد به صورت معادلات زیر توصیف می گردند:

$$Q^* = \frac{\alpha}{rK_s \exp(\alpha h_0)} Q(h_0) \qquad (۶)$$

$$r^* = \frac{1}{2}\alpha r \qquad (۷)$$

در روش ویر معادله وودینگ به صورت زیر ساده می‌گردد:

$$Q^* = 4 + 2\pi r^* \qquad (۸)$$

برای شرایطی $r^*<0.4$ ویر بیان نمود که معادله ۸ (به دست آمده از روش وودینگ) به طور نادرستی بزرگتر است و برای بدست آوردن شدت جریان بدون بعد معادله زیر را پیشنهاد کرد:

$$Q^* = \frac{4\pi \sin^2(r^*)}{r^*\pi \sin(r^*)\cos(r^*) + 2r^* \sin^2(r^*)\ln(r^*) - 1.073(r^*)^2} \qquad (۹)$$

پارامتر تجربی α اصولاً برای هر دو روش آنکنی و ویر می‌تواند بوسیله اندازه‌گیری شدت جریان در دو مکش اعمال شده مانند (h_1 و h_2) برای یک قطر دیسکت ثابت، مشابه معادله ۳ برآورد شود. با تعیین Q^* و α با استفاده از معادلات ۹ و۳ هدایت هیدرولیکی اشباع با استفاده از معادله ۱۰ تعیین می‌گردد:

$$K_s = \frac{\alpha}{r}\exp(-\alpha h_1)\frac{Q(h_1)}{Q^*} \qquad (۱۰)$$

در ادامه هدایت هیدرولیکی غیراشباع به وسیله معادله نمایی گاردنر و با استفاده از K_s و α تعیین‌شده، بدست می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایشات صحرایی با دستگاه نفوذسنج‌صفحه‌ای، از ۳ بافت مختلف استفاده شد که خصوصیات خاک ها در جدول ۱ ارائه شده است. خاک لوم سیلتی در استان چهارمحال و بختیاری و در شهر فرخ شهر، خاک لوم شنی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع شده بود و خاک شنی به صورت آزمایشگاهی و با ریختن ماسه نرم (رمل) درون جعبه‌ای به ابعاد ۴۰ × ۴۰ ×۵۰ سانتی‌متر تهیه شده بود. برای برداشت داده از نفوذسنج‌صفحه‌ای با شعاع دیسکت ۱۰ سانتی‌متر مدل پارس ۱ ساخت شرکت مهندسی کشاورزی فرخ پارس چهارمحال استفاده شد. در خاک لوم سیلتی به ترتیب از مکش های ۱۵، ۱۰، ۷، ۳ و ۱ سانتی‌متر، در خاک لوم شنی به ترتیب از مکش های ۱۰، ۷، ۵، ۳ و۱ سانتی متر و در خاک شنی نیز به ترتیب از مکش‌های ۳۰، ۲۵، ۲۱ و ۱۷ سانتی متر ارتفاع آب استفاده شد. برداشت‌ها در هر خاک با ۳ تکرار و در ۳ مکان مجزا انجام شد. در خاک‌های لوم سیلتی و لوم شنی برای برداشت داده از مکان های مجاور هم و با فاصله‌هایی حدود ۲۰ تا ۳۰ متر از یکدیگر استفاده شد تا از اختلاط جبهه‌های رطوبتی هر برداشت با برداشت قبلی جلوگیری شود و نیز اختلافات مکانی موجود در خاک به حداقل برسد.

جدول ۱- خصوصیات خاک های مورد تحقیق

بافت خاک	درصد اجزاء ذرات (٪)			وزن مخصوص ظاهری(g/cm^3)
	رس	سیلت	شن	
لوم سیلتی	۱۷	۵۲/۵	۳۰/۵	۱/۱
لوم شنی	۸	۲۲	۷۰	۱/۳۳
شنی	۲	۵/۵	۹۲/۵	۱/۵۱

برای استفاده از دستگاه در خاک‌های مختلف به این صورت عمل شد که در ابتدا سطح خاک از موادی همچون سنگ و کاه و کلش تمیز گردید و سپس سطح به حالت تراز در آورده شد، پس از آن یک لایه به قطر ۳ تا ۵ میلی متر از ماسه نرم بر روی سطح مورد نظر برای تماس بهتر و کامل تر دیسکت با خاک زیرین ریخته شد. پس از آماده کردن سطح مورد آزمایش دستگاه نفوذسنج‌صفحه‌ای به صورت تراز بر روی سطح آماده شده قرار گرفت و برداشت داده‌ها آغاز گردید. میزان افت سطح آب در مخزن دستگاه تحت مکش تنظیم شده در فواصل زمانی معین قرائت می‌شود که انتخاب این فواصل زمانی بستگی به میزان دبی خروجی از دیسکت دارد، همچنین دبی خروجی از دیسکت در ارتباط با نوع خاک مورد آزمایش و مکش تنظیم شده بر روی دستگاه می‌باشد. پس از آن‌که در سه تا چهار قرائت میزان افت سطح آب قرائت شده یک مقدار ثابت بدست آمد، قرائت‌ها در آن مکش به پایان رسیده و با تنظیم دستگاه بر روی مکش جدید قرائت‌های مکش بعدی آغاز می‌گردد. در ادامه تجزیه و تحلیل داده‌های خام صحرایی به دو روش آنکنی و ویر انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از روش آنکنی و روش ویر در جداول ۲ تا ۴ به صورت میانگین از سه تکرار در هر بافت آورده شده است. با توجه به داده‌های بدست آمده شدت نفوذ نرمال سازی شده (Q*)، در دو روش آنکنی و ویر در هر سه بافت خاک با هم از اختلافات فاحشی برخوردار می‌باشند.

- به دلیل استفاده از مکش و ضریب جذب میانگین برای مکش اول عدد بالاتری وجود ندارد که مورد میانگین گیری قرار گیرد و فقط میانگین مکش اول و مکش دوم می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش ویر برای تحلیل داده‌های حاصل از جریان از یک منبع سطحی کوچک همانند یک نفوذسنج‌صفحه‌ای کوچک کاربرد دارد، چرا که ویر داده‌های بدست‌آمده از روش وودینگ و متعاقب آن داده های بدست آمده از روش های پایه گذاری شده براساس تحلیل وودینگ مانند روش آنکنی و همکاران را برای منابع کوچک سطحی نادرست می‌دانست.

جدول۲- پارامترهای هیدرولیکی بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک لوم شنی

	روش ویر				روش آنکنی				
	K_s (cmd^{-1})	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	Q*	r*	K_S (cmd^{-1})	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	α (cm^{-1})	h_a (cm)	$Q(h_0)$ (mLS^{-1})	$*h_0$ (cm)
	۴۷/۴۶	۲۶/۲۱	۶/۲۹	۰/۲۹۲	۵۴/۹۴	۲۸/۲۷	–	–	۰/۳۵۷	۱۰
	۵۰/۸۱	۳۱/۷۲	۶/۲۹	۰/۲۹۲	۵۴/۹۴	۳۴/۲۱	۰/۰۵۸	۸/۵	۰/۴۲۲	۷
	۶۴/۱۶	۴۰/۸۹	۶/۶۶	۰/۳۴۸	۶۹/۴۲	۴۷/۲۷	۰/۰۶۹	۶	۰/۴۸۷	۵
	۷۳/۲۰	۴۴/۷۸	۶/۵۰	۰/۳۲۱	۵۹/۹۳	۴۸/۴۹	۰/۰۶۴	۴	۰/۵۵۲	۳
	۶۰/۳۱	۵۶/۱۸	۱/۵۹	۰/۳۳۸	۶۳/۱۳	۵۹/۸۰	۰/۰۶۷	۲	۰/۵۶۴	۱

$*h_0$: مکش اعمال شده، $Q(h_0)$: شدت نفوذ نهایی در مکش h_0 ، h_a: مکش میانگین، α: عدد جذب، $K(h_0)$: هدایت هیدرولیکی غیراشباع در مکش h_0، K_s: هدایت هیدرولیکی اشباع در مکش h_0، r^*: شعاع نرمال سازی شده، Q^* شدت نفوذ نرمال سازی شده

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- پارامترهای هیدرولیکی بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک لوم سیلتی

	روش آنکنی					روش ویر			
h_0 (cm)	$Q(h_0)$ (mLS^{-1})	h_a (cm)	α (cm^{-1})	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	K_S (cmd^{-1})	r*	Q*	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	K_s (cmd^{-1})
۱۵	۰/۰۳۲	–	–	۳/۱۷	۱۱/۷۳	۰/۴۱۴	۷/۱۷	۲/۹۲	۱۰/۷۶
۱۰	۰/۰۴۴	۱۲/۵	۰/۰۸۳	۴/۸۸	۱۱/۷۳	۰/۴۱۵	۷/۱۷	۴/۱۵	۱۰/۷۶
۷	۰/۰۵۴	۸/۵	۰/۰۹۷	۷/۳۶	۱۵/۱۷	۰/۴۸۸	۷/۹۵	۶/۴۷	۱۳/۹۱
۳	۰/۱۶۳	۵	۰/۲۵۲	۲۹/۶۲	۶۳/۰۱	۱/۲۶۰	۵/۴۱	−۱۷/۶۲	−۱۴/۱۷
۱	۰/۳۲۱	۲	۰/۳۳۳	۶۴/۲۹	۹۰/۳۷	۱/۶۸۳	−۳/۶۱	−۳۴۶/۴۰	−۲۱۲/۷۷

جدول ٤- پارامترهای هیدرولیکی بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک شنی

	روش آنکنی					روش ویر			
h_0 (cm)	$Q(h_0)$ (mLS^{-1})	h_a (cm)	α (cm^{-1})	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	K_S (cmd^{-1})	r*	Q*	$K(h_0)$ (cmd^{-1})	K_s (cmd^{-1})
۳۰	۰/۰۳۱	–	–	۴/۶۷	۴۷۲	۰/۷۶	۱۱/۵۱	۳/۵۷	۳۵۴/۶۰
۲۵	۰/۰۶۷	۲۷/۵	۰/۱۵۱	۱۰/۰۳	۴۷۲/۸	۰/۷۶	۱۱/۵۱	۷/۶۴	۳۵۵/۱۳
۲۱	۰/۱۵۷	۲۳	۰/۲۱۳	۲۷/۰۱	۱۱۳۵/۵	۱/۰۶	۹/۶۴	۷/۰۲	۲۲۳/۷۴
۱۷	۰/۲۹۴	۱۹	۰/۱۵۹	۴۴/۵۲	۹۵۰/۷	۰/۸	۲۶/۳۴	۲۶/۳۲	۳۴۳/۳۸

تعریف کوچک بودن شعاع منبع سطحی یا در این مطالعه نفوذسنج‌صفحه‌ای تنها وابسته به ابعاد فیزیکی دیسکت (مانند شعاع دیسکت) نمی‌باشد، بلکه به خصوصیاتی از خاک همانند α (عدد جذب) نیز وابسته می‌باشد. بر اساس معادله ۷ شعاع نرمال سازی شده دیسکت می‌تواند به طور قابل ملاحظه ای برای یک خاک کوچک باشد (با یک عدد جذب کوچک) در صورتی که ممکن است همان دیسکت برای خاک دیگری کوچک نباشد (خاکی با یک عدد جذب بزرگ) (۱۱).

پارامتر α اغلب دامنه‌ای در حدود ۰/۰۰۸ در خاک‌های رسی و ۰/۱۴۵ cm^{-1} برای خاک‌های درشت بافت مانند خاک شنی دارد (۲). اگر دامنه بیان شده را معیاری برای تعیین کوچکی و بزرگی شعاع دیسکت قرار دهیم، دیسکتی با شعاع ۱۰۰ سانتی‌متر و قطر ۲ متر برای خاک‌های رسی کوچک محسوب می‌شود و این در حالی است که شعاعی در حدود ۵/۵ سانتی‌متر و کوچک‌تر از این مقدار در خاک-های شنی کوچک محسوب می‌شود. به گفته وانگ و همکاران این نوع دسته‌بندی، شرایطی غیرکاربردی می‌باشد (۱۱). همان‌طورکه بیان شد تمام برداشت‌ها در هر سه خاک بوسیله نفوذسنج‌صفحه‌ای با شعاع دیسکت ۱۰ سانتی‌متر انجام گردید. ۰/۰۶۵، ۰/۱۷۵ و ۰/۱۹۲ cm^{-1} به ترتیب برای متوسط عدد جذب خاک های لوم شنی، شنی و لوم سیلتی بدست آمد. اعداد بدست آمده در خاک‌های لوم شنی و شنی در این تحقیق به خوبی با اعداد بدست آمده توسط کارسل و همکاران (۲) و ونگ و همکاران (۱۱) قابل مقایسه می‌باشد. کارسل و همکاران برای عدد جذب مقادیر ۰/۰۷۵ و ۰/۱۴۵ cm^{-1} و وانگ و همکاران اعداد ۰/۰۸۶ و ۰/۲۰۸ cm^{-1} را به ترتیب برای خاک‌های لوم شنی و شنی گزارش کردند. میانگین محاسبه شده برای عدد جذب خاک لوم سیلتی بزرگتر از مقادیر محاسبه شده توسط سایر محققیق می‌باشد که دلیل آن می‌تواند تخلخل بسیار بالای خاک لوم سیلتی در هنگام برداشت داده ها باشد زیرا داده‌ها پس از شخم زدن خاک برداشت شد. با توجه به مقادیر محاسبه شده برای α در خاک لوم شنی، دیسکت‌هایی با شعاع کمتر از ۱۲/۳ سانتی‌متر کوچک خواهند بود، این به آن معناست که دیسکت به کار برده شده در این تحقیق با شعاع ۱۰ سانتی متر کاملاً به عنوان یک منبع سطحی کوچک برای استفاده از روش ویر و مقایسه آن با معادله وودینگ مناسب می باشد. بر اساس متوسط α بدست آمده در خاک شنی در این تحقیق، دیسکت هایی با شعاع ۴/۵ سانتی متر و کمتر از آن برای استفاده از روش ویر مناسب ترین شعاع را دارا می باشند. همچنین با توجه به α بدست آمده در خاک لوم سیلتی نیز دیسکتی با شعاع کمتر از ۴/۲ برای استفاده از معادله ویر مناسب ترین شعاع دیسکت می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می توان نتیجه گرفت که برای استفاده از روش ویر در خاک های سبک بافت تر و یا با عدد جذب α بزرگتر، دیسکت با شعاع حدود ۵ سانتی متر مناسب می باشد. در صورتی که در خاک هایی با عدد جذب کوچک تر دیسکت های قطور تر مناسب تر می باشند.

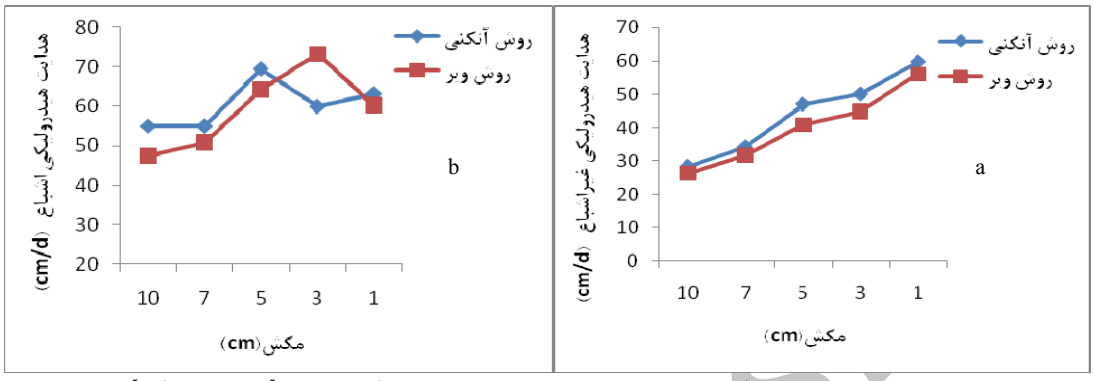
همان طور که در جداول ۲تا ۴ ملاحظه می‌شود اگر از روش ویر در شرایطی که شعاع نرمال سازی شده (r^*) محاسبه شده خیلی بزرگتر از ۰/۴ باشد، استفاده شود شدت نفوذ نرمال سازی شده (Q^*) منفی بدست آمده و باعث بدست آمدن نتایج بی‌معنی از معادلات ویر می گردد و این حالت در خاک لوم سیلتی که اعداد جذب بزرگتری

Archive of SID

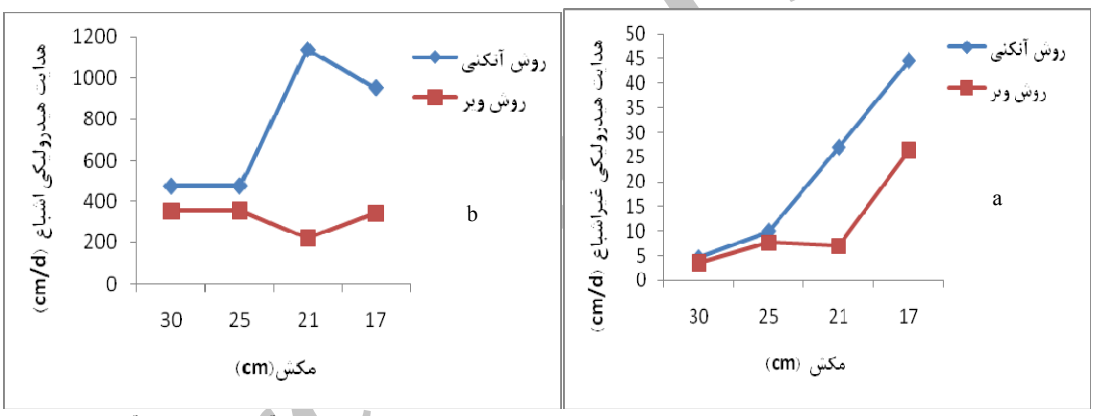
www.SID.ir

بدست آمد، به وضوح قابل مشاهده می باشد (جدول ۳) و درصورتی که در هر سه خاک تحلیل های انجام شده بر اساس معادلات آنکنی بدون وجود محدودیتی برای شعاع دیسکت استفاده شد، در تمام اعداد منطقی بدست آمد و محدودیت های موجود در معادلات ویر مانند منفی بدست آمدن در α های بزرگتر وجود نداشته است (جداول ۲ تا ۴).

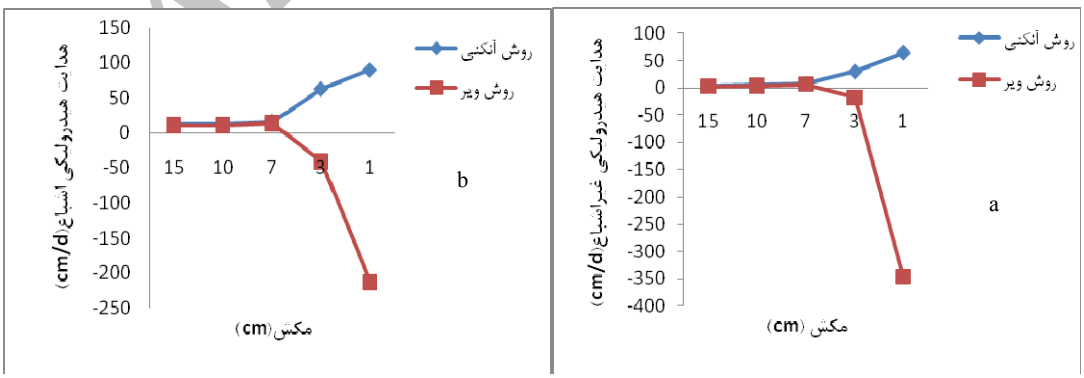
البته از دیگر نتایج بدست آمده در این تحقیق این است که، تمام ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع بدست آمده برای هر سه بافت خاک با روش آنکنی و همکاران، بزرگتر از مقادیر بدست آمده توسط معادلات ویر هستند (شکل های ۱ تا ۳).



شکل۱- نمودار a مقایسه هدایت هیدرولیکی غیراشباع و نمودار b مقایسه هدایت هیدرولیکی اشباع بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک لوم شنی



شکل۲- نمودار a مقایسه هدایت هیدرولیکی غیراشباع و نمودار b مقایسه هدایت هیدرولیکی اشباع بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک شنی



شکل۳- نمودار a مقایسه هدایت هیدرولیکی غیراشباع و نمودار b مقایسه هدایت هیدرولیکی اشباع بدست آمده از دو روش آنکنی و ویر در خاک لوم سیلتی

www.SID.ir

نتیجه گیری

همانطور که ملاحظه شد در روش ویر زمانی که شعاع دیسکت کوچک محسوب شود اعداد منطقی و کوچکتری نسبت به معادلات آنکنی ارائه می دهد. ولی زمانی که شعاع دیسکت بزرگ محسوب شود داده های بسیار کوچک تر و گاهی بی معنی ارائه می دهد و این در حالی است که معادلات آنکنی براساس تحلیل های وودینگ در همان خاک ها، زمانی که شعاع کوچک محسوب می شود داده هایی با اختلاف جزیی نسبت به معادلات ویر ارائه می دهد و در صورتی که شعاع دیسکت بزرگ محسوب می شود داده هایی کاملاً منطقی و بامعنی بدست می آورد. پس می توان نتیجه گیری نمود که معادلات ویر به دلیل وابستگی که به پارامتر بسیار متغیری مانند عدد جذب (α) دارد، کارایی نسبتاً محدود و پایینی نسبت به معادلات آنکنی بر اساس تحلیل های وودینگ دارد. در این تحقیق تمام ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع بدست آمده برای هر سه بافت توسط معادلات آنکنی بزرگتر از اعداد بدست آمده توسط معادلات ویر بدست آمد به این صورت که در خاک لومشنی که شعاع دیسک کوچک محسوب شده است ۷/۵ درصد، در خاک سیلتی لوم ۲۹ درصد و در خاک شنی ۴۵ درصد معادلات آنکنی ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع بزرگتری را نسبت به روش ویر تخمین زده است. و می توان نتیجه گیری نمود که اعداد بدست آمده از معادلات آنکنی به واقعیت نزدیک تر بوده و فاقد نتایج بی معنی می باشد.

منابع

1- Ankeny M.D., Ahmed M., Kaspar T.C. and Horton R. 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity, Soil Science Society of America Journal, 55: 467-470.
2- Carsel R.F. and Parrish R.S. 1988. Developing joint probability distribution of soil water retention characteristics, Water Resources Reaserch, 24: 755-769.
3- Jarvis N.J. and Messing I. 1995. Near-Saturated Hydraulic Conductiity in Soils of Contrasting Texture Measured by Tension Infiltrometers, Soil Science Society of America Journal, 59: 27-34.
4- Logsdon S.D. and Jaynes D.B. 1993. Methodology for determinin soil for hydraulic conductivity with tension infiltrometers, Soil Science Society of America Journal, 57: 34-367.
5- Mohanty B.P., Ankeny M.D., Horton R. and Kanwer R.S. 1994. Spatial analysis of hydraulic conductivity measured using disc infiltrometers, Water Resources Reaserch, 30: 2489-2498.
6- Perroux K.M. and White I. 1988. Design for disc permeameters, Soil Science Society of America Journal, 52: 1205-1215.
7- Reynolds W.D. and Elrick D.E. 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer, Soil Science Society of America Journal, 55: 633-639.
8- Shouse P.J. and Mohanty C.F. 1998. Scaling of near-saturated hydraulic conductivity measured using disc infiltrometers, Water Resources Reaserch, 34: 1195-1205.
9- Smettem K., and Clothier B. 1989. Measuring saturated hydraulic conductivity using multiple disc permeameters, Soil Science, 40: 563-568.
10- Weir G.J. 1987. Steady infiltration from small shallow circular ponds, Water Resources Research, 23: 733-736.
11- Wang D., Yetes S.R., Lowery B. and Van Genuchten M.T. 1998. Estimating soil hydraulic properties using tension infiltrometers with varying disk diameters, Soil Science, 163: 356-361.
12- White I. and Sully M.J. 1987. Macroscopic and Microscopic capillary lengthand time scales from field in filtration, Water Resources Research, 23:1514-1522.
13- White I. and Perroux K.M. 1989. Estimation unsaturated hydraulic conductivity from field sorptivity measurement, Soil Science Society of America Journal, 53: 324-329.
14- Wooding R.A. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond, Water Resources Research, 4: 1259-1273.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 807-813

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص.۸۱۳-۸۰۷

Evaluation of Ankeny and Weir Equation Estimating Hydraulic Parameters Using Disc Infiltrometer

M. Shariaty[1]*- Gh. Sayyad[2]- A. Barzegar[3]- Z. Darvishpasand[4]

Received:14-7-2010
Accepted:14-6-2011

Abstract

Disc infiltrometer is one of those devices that used in recent years in measurement of hydraulic conductivity of entire soil. In order to analyze the data taken by Disc infiltrometer a variety of methods based on Wooding's base analyze have been introduced. The objective of this study was to compare the performances of Ankeny and Weir methods for predicting soil hydraulic properties using disc data. The study was conducted using a 10 cm radius disc infiltrometer in three different soil texture .The water infiltration was measured for silty loam soil using 15, 10, 7, 3, 1 cm tensions, for loamy sand using 10, 7, 5, 3, 1 cm tensions, and for sandy soil using 30, 25, 21, 17 cm tensions, respectively. The average calculated sorptive number (α) was 0.065, 0.175, and 0.192 cm^{-1} for loamy sand, sandy, and silty loam soils, respectively. All the unsaturated- saturated hydraulic conductivity coefficients obtained for three soil textures using Ankeny analyze were bigger than the values obtained using modified Weir equation so that the predicted saturated hydraulic conductivity coefficients using Ankeny analyze for sandy loam soil 7.5%, for silty loam soil 29%, and for sandy soil 45% were greated than Weir estimates.

Keywords: Equations Ankeny, Equations Weir, Unsaturated and Saturated Hhydraulic Conductivity, Disc infiltrometer

Archive of SID

1,2,3,4- Former MSc Student, Assistant Professor, Professor and MSc Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Respectively
(*-Corresponding Author Email: msh.shariaty@yahoo.com)

www.SID.ir