تعیین ضریب های معادله نفوذ گرین و امپت برای خاک های مختلف و مقایسه آنها با ارقام موجود

مسعود دادیور و محمد بای بوردی

عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات و مشاور علمی مؤسسه خاک و آب تهران

مقدمه

منظور از نفوذ، ورود آب به خاک و حرکت آن بطور عمودی به بخش زیرین است. از نظر کمی، شدت نفوذ عبارت است از حجم آب ورودی بدرون خاک در واحد سطح و در واحد زمان وقتی که سطح خاک غرقاب باشد (گیلدیال و تریپاتی ، ۱۹۸۷). شدت نفوذ آب به خاک بطور گسترده ای بین خاک ها فرق می کند، همچنین در یک خاک بسته به مقدار آب خاک و عملیات مدیریتی شدت نفوذ متفاوت است ،بنابراین روشی که بتواند تخمین قابل قبولی از نفوذ ارائه دهد اهمیت پیدا می کند زیرا آبی که نتواند نفوذ نماید به صورت آبدوی یا هرز آب سطحی باعث فرسایش می شود و پیش بینی آبدوی، فرسایش و رسوب در تعیین نوع و چگونگی استفاده از زمین ضروری است. شدت نفوذ را نباید با هدایت آبی (K_s) اشتباه گرفت، زیرا در زمان بی نهایت شدت نفوذ به مقدار ثابتی میل می کند که معرف K_s می باشد (بای بوردی ، ۱۳۶۶). شدت نفوذ بستگی به عواملی از جمله : رطوبت اولیه، نیروی مکش ، بافت ،ساختمان و وجود یا فقدان افق های مختلف در خاک دارد (بای بوردی ، ۱۳۷۲). معادله های زیادی برای پیش بینی شدت نفوذ آب به خاک وجود دارد که از آن میان معادله نفوذ گرین و امپت (۱۹۱۱) معادله جبری ساده ایست که بر اصول فیزیکی استوار بوده و پارامترهای مورد استفاده آن می توانند از خصوصیات فیزیکی خاک ارزیابی شوند. این معادله برای پیش بینی شدت نفوذ آب بدرون خاک همگن و مطبق کاربرد دارد. معادله گرین و امپت از قانون دارسی به شکل زیر منشاء می گیرد. (نیومن، ۱۹۷۶ – اسمیت ، ۱۹۷۶).

$$i = K_s(H_p + L_f - H_f)/L_f = A+B/L_f$$

i : شدت نفوذ (LT^{-1})

K_s : هدایت آبی اشباع (LT^{-1})

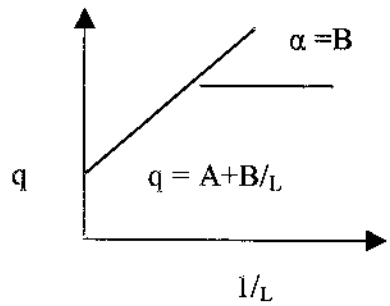
H_p : بار ثابت آب در سطح خاک (L)

H_f : نیروی مکش در جبهه رطوبی (L)

L_f : طول جبهه رطوبی (L)

مواد و روشها

نمونه های خاک مورد استفاده در این تحقیق شامل کلاس های بافتی Loam ،Sandy loam،Loamy sand Silty loam، Silty clay و Clay می باشد. آزمون تعیین بافت به روش هیدرومتر انجام گرفت. معادله نفوذگرین و امپت دو پارامتر مجهول (K_s , H_f) دارد که برای تعیین پارامترهای معادله باید ورود آب به خاک و جریان آن قابل مشاهده باشد . بنابراین استوانه ای از جنس پیرکس به طول ۵۷/۲ و قطر ۵/۹ سانتی متر استفاده گردید. بدلیل اینکه وزن مخصوص ظاهری (ρ) خاک در میزان نفوذ تأثیر دارد لذا برای هر کلاس بافتی ρ خاصی درنظر گرفته شد. بافت سنگین (Silty clay,Clay) ρ=۱/۳۰ g/cm^3 بافت میانه (Siltyloam,Loam) ρ = ۱/۴۰ g/cm^3 و بافت سبک (Sandy loam, Loamy sand) ρ=۱/۵۲g/cm^3 بعد از آماده شدن نمونه و قراردادن آن در داخل استوانه اجازه داده شد که آب وارد خاک شود. همیشه بار ثابتی از آب به ارتفاع یک سانتی متر در بالای خاک وجود داشت . شدت جریان (q) و طول جبهه رطوبتی (L) در زمان مشخص ثبت شد. برای یافتن K_s و H_f بایستی نموداری تشکیل دهیم که در محور افقی $1_{/L}$(عکس طول جبهه رطوبی) و در محور عمودی q (شدت جریان یا افت آب در لوله محتوی آب) قرار داشته باشد.



$A = K_s$

$tg = B$

$B = K_s (H_p - H_f)$

از H_p (ارتفاع آب روی خاک) بدلیل کوچکی صرف نظر می شود. بنابراین

$B = K_s H_f$ $\qquad$ $H_f = B/K_s$

نتایج و بحث

در این تحقیق شش کلاس باقی مورد آزمایش قرار گرفت.

کلاس بافتی رسی شامل چهار نمونه است که میانگین هدایت آبی اشباع (K_s) و مکش در جبهه رطوبتی (H_f) عبارت است از :

$K_s = ۰/۰۰۰۹$ cm/min $\qquad$ $H_f = ۵/۶۳$cm

کلاس بافتی رسی سیلتی شامل پنج نمونه که میانگین K_s و H_f عبارت است از

$K_s = ۰/۰۰۱۲$cm/min $\qquad$ $H_f = ۲/۳۳$ cm

کلاس بافتی لومی سیلتی شامل چهار نمونه

$K_s = ۰/۰۰۷$ cm/min $\qquad$ $H_f = ۳/۵۸$ cm

کلاس بافتی لومی با شش نمونه

$K_s = ۰/۰۲۰$ cm/min $\qquad$ $H_f = ۲/۲۸$ cm

کلاس بافتی لومی شنی با پنج نمونه

$K_s = ۰/۰۳۹$ cm/min $\qquad$ $H_f = ۲/۸۰$ cm

کلاس بافتی شنی لومی با سه نمونه

$K_s = ۰/۰۷۶$ cm/min $\qquad$ $H_f = ۱۲/۳۹$ cm

بعد از تعیین پارامترهای K_s و H_f می خواهیم بدانیم این پارامترها با مقادیر نظیرشان که بروش بروکز و کوری بدست آمده مطابقت دارد یا نه ، که در جدول ۱ مقادیر این پارامترها آورده شده است.

برای تعیین اینکه آیا ضریب های بدست آمده از طریق آزمایش با پارامترهای بروکز و کوری انطباق دارد یا نه ، با توجه به تعداد نمونه ها از آزمون t استیودنت استفاده شد. نتیجه این آزمون در جدول ۲ آورده شده است.

نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که با توجه به شرایط آزمایش اعداد مربوط به پارامتر K_s موجود در جدول با مقادیر بدست آمده از آزمایش به طریق مدل گرین و امپت انطباق دارد و تفاوت معنی داری مشاهده نشد. ولی در مورد H_f غیر

از بافت شنی لومی این انطباق برای میانگین مقادیر وجود ندارد و تفاوت معنی دار است . البته اعداد بدست آمده در دامنه گزارش شده، قرار می گیرند.

جدول ۱ – مقادیر پارامترهای K_s و H_f بدست آمده از آزمایش و از جدول

کلاس بافتی	ضریب آبگذری اشباع (cm/min)		مکش در جبهه رطوبی (cm)		
	آزمایش	روش:بروکزوکوری	آزمایش	جدول (حسابی)	جدول (هندسی)
شنی لومی	۰/۰۷۶	۰/۱۰۰	(۱۲/۳۹) ۲/۵۹-۲۴/۲۳	(۲۰/۵۸) -۴/۰۴-۴۵/۲۰	(۸/۶۹) ۱/۸۰-۴۱/۸۵
لومی شنی	۰/۰۳۹	۰/۰۴۳	(۲/۸۰) ۱/۸۳-۳/۶۳	(۳۰/۲۰) ۳/۶۱-۶۴/۰۱	(۱۴/۶۶) ۳/۴۵-۶۲/۲۴
لومی	۰/۰۲۰	۰/۰۲۲	(۲/۲۸) ۱/۴۵-۲/۸۰	(۴۰/۱۲) ۲۰/۰۷-۱۰۰/۳۰	(۱۱/۱۵) ۱/۶۳-۷۶/۴۰
لومی سیلتی	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	(۳/۵۸) ۲/۰۰-۵/۵۰	(۵۰/۸۷) ۷/۶۸-۱۰۹/۴۰	(۲۰/۷۶) ۳/۵۸-۱۲۰/۴
رسی سیلتی	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۵	(۲/۳۳) ۰/۹۲-۲/۸۳	(۷۶/۵۴) ۶/۴۷-۱۵۹/۶	(۳۴/۱۹) ۷/۰۴-۱۶۶/۲
رسی	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۰	(۵/۶۳) ۳/۸۰-۹/۶۰	(۸۵/۶۰) ۴/۹۲-۱۷۶/۱	(۳۷/۳۰) ۷/۴۳-۱۸۷/۲

جدول ۲ – نتایج آزمون **t-student** مربوط به داده های ضریب آبگذری اشباع و مکش در جبهه رطوبی

بافت	K_s	H_1	H_2
شنی لومی	$۲/۶۰^{ns}$	$۱/۳۴^{ns}$	$۰/۶۰^{ns}$
لومی شنی	$۰/۸۱^{ns}$	$۹۱/۳۳^{**}$	$۳۹/۵۳^{**}$
لومی	$۰/۸۰^{ns}$	$۱۶۸/۱۸^{**}$	$۳۹/۴۲^{**}$
لومی سیلتی	$۱/۳۳^{ns}$	$۵۹/۸۶^{**}$	$۲۱/۷۵^{**}$
رسی سیلتی	$۲/۴۵^{*}$	$۲۳۳/۷۱^{**}$	$۱۰۰/۳۴^{**}$
رسی	$۰/۷۴^{ns}$	$۶۶/۶۴^{**}$	$۲۶/۳۹^{**}$

H_1: حسابی

H_2: هندسی

* معنی دار در سطح ٪۵

** معنی دار در سطح ٪۱

منابع مورد استفاده

۱ – بای بوردی ، م . ۱۳۶۶. اصول مهندسی آبیاری ، جلد اول ، روابط آب و خاک ، چاپ چهارم ، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ – بای بوردی ، م . ۱۳۷۲ . فیزیک خاک ، چاپ پنجم ،انتشارات دانشگاه تهران.

3 – Ghildyal, B.P. and R.P. Tripathi. 1987. Soil physics . Wiley Easter Limited.

4 – Neuman, Sh.P. 1976. Wetting front pressure head in the infiltration model of Green & Ampt. Water Resources Research. 12: 564-566.

5 – Smith, R.E. 1976. Approximation for vertical infiltration rate patterns. Transactions of the ASAE. 19: 505-509.