کاربرد مدل عمومی نفوذ درارزیابی

نفوذ در سیستمهای آبیاری کرتی و نواری

کاربردمدل عمومی نفوذدرا رزیابی نفوذدرسیستمهای آبیاری کرتی ونواری

سیدفرهادموسوی وبهروزمصطفی زاده

استادیاران دانشکده کشاورزی ـ دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده :

یکی ازپارامترهای مهم درطراحی، ارزیابی وشبیه‌سازی سیستم های آبیاری نواری و کرتی، نفوذآب بخاک است.نفوذآب بخاک ماهیت دینامیکی داشته‌وتحت تاثیرعوامل مختلفی نسبت به‌مکان دریک مزرعه‌خاص وهمچنین نسبت به‌زمان درطول فصل آبیاری تغییرمی کند. چون عملکرد ،ونهایتا "راندمان سیستم های آبیاری نواری وکرتی تحت تاثیربدیدهٔ نفوذآب بخاک قراردارد،ضرورت توجه‌خاص به‌این پدیده‌مشخص است .

نفوذآب بخاک درسیستم های آبیاری کرتی ونواری عمدتا "بصورت عمودی ویک بعدی است.نفوذیک بعدی آب بخاک با استفاده‌ازاستوانه‌های نفوذسنج با محافظ درسه‌مزرعه‌مختلف آبیاری کرتی اندازه‌گیری شد .ازبرنامه‌کامپیوتری GEFI (مدل سینگ ویو)برای برازش ارقام اندازه‌گیری شده‌صحرائی استفاده‌شد .اطلاعات اولیهٔ موردنیازمدل اندازه‌گیری گردید ونتایج مدل برای هریک ازمزارع آزمایشی موردمطالعه‌قرارگرفت.نتایج نشان دادکه‌مدل قادراست ارقام اندزه‌گیری شده‌نفوذتجمعی وهمچنین نفوذلحظه‌ای را برای هریک ازمزارع آزمایشی با دقت برازش دهد .

مقدمه‌وبررسی منابع :

یکی ازپارامترهای مهم درطرحی وارزیابی سیستم های آبیاری سطحی نفوذآب بخاک است.هراندازه‌نفوذآب بخاک‌دقیقترتخمین زده‌شودبهترمی توان سیستم های آبیاری سطحی را طراحی وارزیابی نمود .درمدلهای‌شبیه‌سازی‌سیستم های آبیاری سطحی که‌پارامترهای معادله نفوذبعنوان ورودی به‌مدل داده‌می شود ،دقت پیش بینی مدل تاحدزیادی بستگی به‌دقت تعیین پارامترهای معادله‌نفوذدارد .این مدلها درصورتی قادرخواهندبودفازهای مختلف آبیاری سطحی ازقبیل پیشروی،پسروی،توزیع‌رطوبت تحت الارضی ونهایتا "راندمان آبیاری را با دقت خوبی تخمین بزنندکه‌معادله‌نفوذبیانگرشرایط طبیعی نفوذآب بخاک درمزرعه‌باشد (۹و۱۰) .با توجه‌به‌این حساسیت ،واینکه‌عملکردا ین سیستمها تحت تاثیرپارامترهای معادله نفوذقرارمی گیرد،تابحال مطالعات زیادی برروی فاکتورهای مختلف موثربرنفوذآب بخاک انجام گرفته‌است (۱،۲و۷) .اهم این فاکتورها عبارتنداز بافت خاک،رطوبت اولیه‌خاک ، دانسیته‌خاک،درزوشکافهای موجوددرخاک ، درصدپوشش گیاهی ،ذرات رس معلق درآب آبیاری

هوای محبوس شده درخاک ودرجه حرارت آب .علاوه برتاثیراتی که این فاکتورها می توانند برروی نفوذداشته باشند ،نفوذپذیری خاک نسبت به زمان ومکان دریک مزرعه مشخص نیز متغیراست (۳و۶) . تغییرات دینامیکی خاک درمزرعه ،بخصوص درفصل آبیاری ،سبب می گردد که نفوذپذیری ازآبیاری به آبیاری دیگرتغییرکند .با توجه به مطالب فوق ،ملاحظه می گرددکه نفوذآب بخاک از اهمیت خاصی برخوردار است وبدلیل پیچیدگی ماهیت آن بایستی نهایت دقت بعمل آیدتا مقادیر اندازه گیری شده مبین هرچه دقیقتر شرایط مزرعه ای باشد .

درسیستمهای آبیاری نواری وکرتی ،نفوذآب بخاک عمدتا "بصورت عمودی ویک بعدی است (۹) .ازنظرتئوری ،نفوذآب بخاک را می توان بوسیله مدلهای مختلف تشریح نمود (۵) . پیش بینی این مدلها براساس اطلاعات فیزیکی خاک،شرایط اولیه وشرایط مزرعه ای است . یکی ازمدلهائی که اخیرا "نوشته شده مدل سینگ ویو[1] است که براساس یک سری پارامترهای فیزیکی خاک وهمچنین ارقام نفوذاندازه گیری شده درمزرعه قادراست معادله نفوذآب بخاک را پیش بینی نماید (۸) .ازنظرعملی اندازه گیری مزرعه ای نفوذیک آب بخاک با استفاده ازاستوانه های نفوذسنج با محافظ بسیارمتداول می باشد (۴ و۹) .

هدف ازمطالعه حاضراندازه گیری نفوذیک بعدی عمودی درسه مزرعه آبیاری کرتی ومقایسه نتایج پیش بینی مدل سینگ ویوبا اندازه گیریهای صحرائی است .

مواد وروش :

سه مزرعه درنزدیکی دانشگاه صنعتی اصفهان (مزرعه دانشگاه ،مزرعه ای دردهکده دهنو ومزرعه سوم درنزدیکی شهردرچه)با مشخصات فیزیکی خاک داده شده درجدول ۱ انتخاب گردیدند . درهرمزرعه ،درسطحی ازخاک که تقریبا "عاری ازگیاه ،بدون ترکوشکاف ظاهری ،شخم نخورده ونسبتا "مسطح بودسه استوانه نفوذسنج بقطر ۳۰ سانتیمتردرنقاط انتخابی قرارداده شد .چون هدف اندازه گیری نفوذیک بعدی عمودی است ،ازاستوانه های محافظ به قطر ۶۰ سانتیمتربرای جلوگیری ازنشت جانبی آب استوانه داخلی استفاده شد .پس ازفروبردن ۱۵ سانتیمتراز استوانه ها درخاک ،بطورهمزمان دراستوانه های داخلی ومحافظ آب ریخته شدوبلافاصله اندازه گیری نفوذآب بخاک با قرائت میزان آب نفوذکرده درزمانهای مختلف شروع شد. آزمایش

1- Singh and Yu

جدول ۱ ـ مشخصات فیزیکی خاک* برای مزارع آزمایشی.

پارامتر / مزرعه	درصدذرات بافت خاک			بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری خاک خشک (g/cm^3)	تخلخل (درصد)	رطوبت حجمی اولیه‌خاک (درصد)	عمق خاک (cm)	متوسط سرعت نفوذنهائی** (cm/hr)
	رس	سیلت	ماسه						
دانشگاه	۲۶	۱۲	۶۲	لوم‌رسی شنی	۱/۴۲	۴۶/۴	۱/۳۵	۹۰	۲۶
درچه	۵۶	۳۰	۱۴	رسی	۱/۲۱	۵۴/۴	۲۳/۲۳	۷۰	۱۰
دهنو	۵۶	۳۸	۶	رسی	۱/۲۲	۵۴	۱۸/۵	۹۰	۹

* برای تعیین بافت ، وزن مخصوص ظاهری وتخلخل خاک ، ازعمق ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری نمونه‌برداری شده‌است .

** سرعت نفوذنهائی ازاندازه‌گیریهای سرعت نفوذلحظه‌ای دراستوانه‌ها حاصل شده‌است .

برای مدت دوساعت ادامه یافت تا سرعت نفوذ به حد ثابتی رسید. در تمام مدت انجام آزمایش سعی گردید تا عمق آب در استوانه‌ها حداقل ۱۰ سانتیمتر باشد.

چون رطوبت اولیه خاک بر خصوصیت نفوذپذیری تاثیر می گذارد، قبل از شروع آزمایش رطوبت در عمق ۱۵ سانتیمتری اندازه‌گیری شد. عمق خاک در هر سه مزرعه حدوداً یک متر بود و وزن مخصوص ظاهری خاک خشک نیز در هر مزرعه آزمایشی تعیین گردید.

با استفاده از اندازه‌گیریهای فوق، سرعت نفوذ در هر لحظه و همچنین کل عمق آب نفوذ کرده محاسبه شد. بمنظور برازش اطلاعات نفوذ آب بخاک با روش سینگ ویو، از برنامه کامپیوتری GEFI[1] (نوشته شده توسط مولفین مقاله حاضر) استفاده گردید. پارامترهای لازم در جدول ۱ ذکر شده‌اند.

شرح مختصری از فرم عمومی معادله نفوذ که توسط سینگ ویو ارائه شده ضروری است. این دو محقق ستونی از خاک را با سطح مقطع واحد در نظر گرفته‌اند که آب با سرعت $f(t)$ در آن نفوذ می کند و با سرعت $f_s(t)$ از آن خارج می شود (۸). فضای اولیه خاک جهت ذخیره رطوبت، (عمق خاک ضربدر تخلخل موثر) و پتانسیل ذخیره رطوبت در لحظه t برابر $S(t)$ است. با استفاده از مفهوم سیستم، معادله پیوستگی را بصورت زیر نوشته‌اند:

$$S(t) = S_0 - \int_0^t f(t)dt + \int_0^t f_s(t)dt \qquad (۱)$$

و فرم دیفرانسیلی معادله ۱ عبارت خواهد بود از:

$$\frac{dS(t)}{dt} = f_s(t) - f(t) \qquad (۲)$$

بر پایه بررسی مدلهای مختلف نفوذ (نظیر معادلات فیلیپ، هورتون، اورتون، کوستیاکف و غیره)، معادله عمومی نفوذ را بصورت زیر پیشنهاد کرده‌اند:

$$f(t) - f_s(t) = \frac{a\,[S(t)]^n}{[S - S(t)]^m} \qquad (۳)$$

که a، m و n ضرائب ثابت می باشند. فرم کلی معادله $f_s(t)$ عبارتست از:

$$f_s(t) = f_c \quad , \quad 0 < f_c \leq \min f(t_i) \qquad (۴)$$

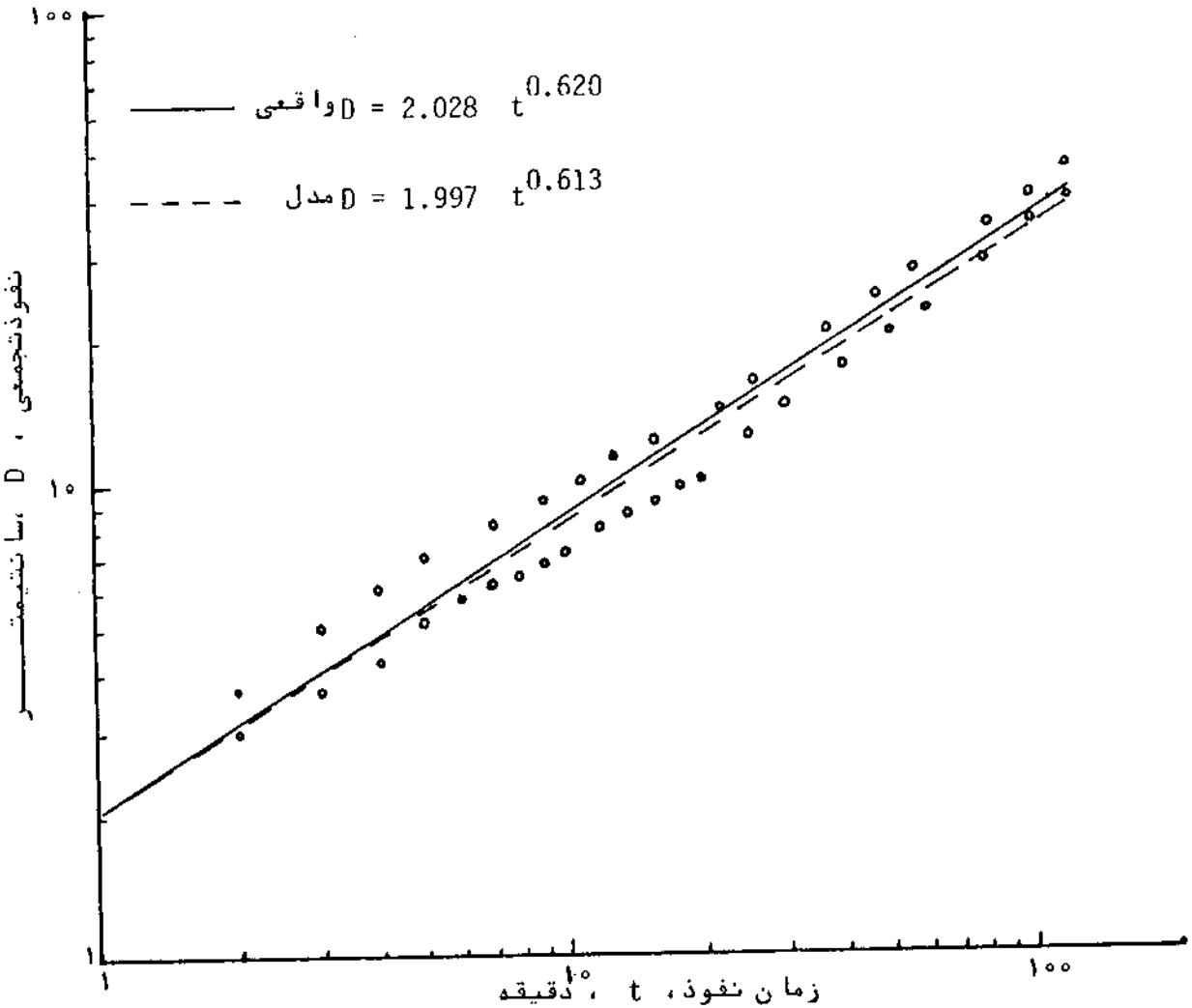
1- General Equation For Infiltration

که f_c سرعت نهائی نفوذو $f(t_i)$ سرعت نفوذدرلحظه t_i استوقتی f_c و S ازخصوصیات خاک وشرایط قبلی بطورمنطقی انتخاب شوند، مقادیر a ، m و n ازروش حداقل مجذورات بدست می آیند (۸).

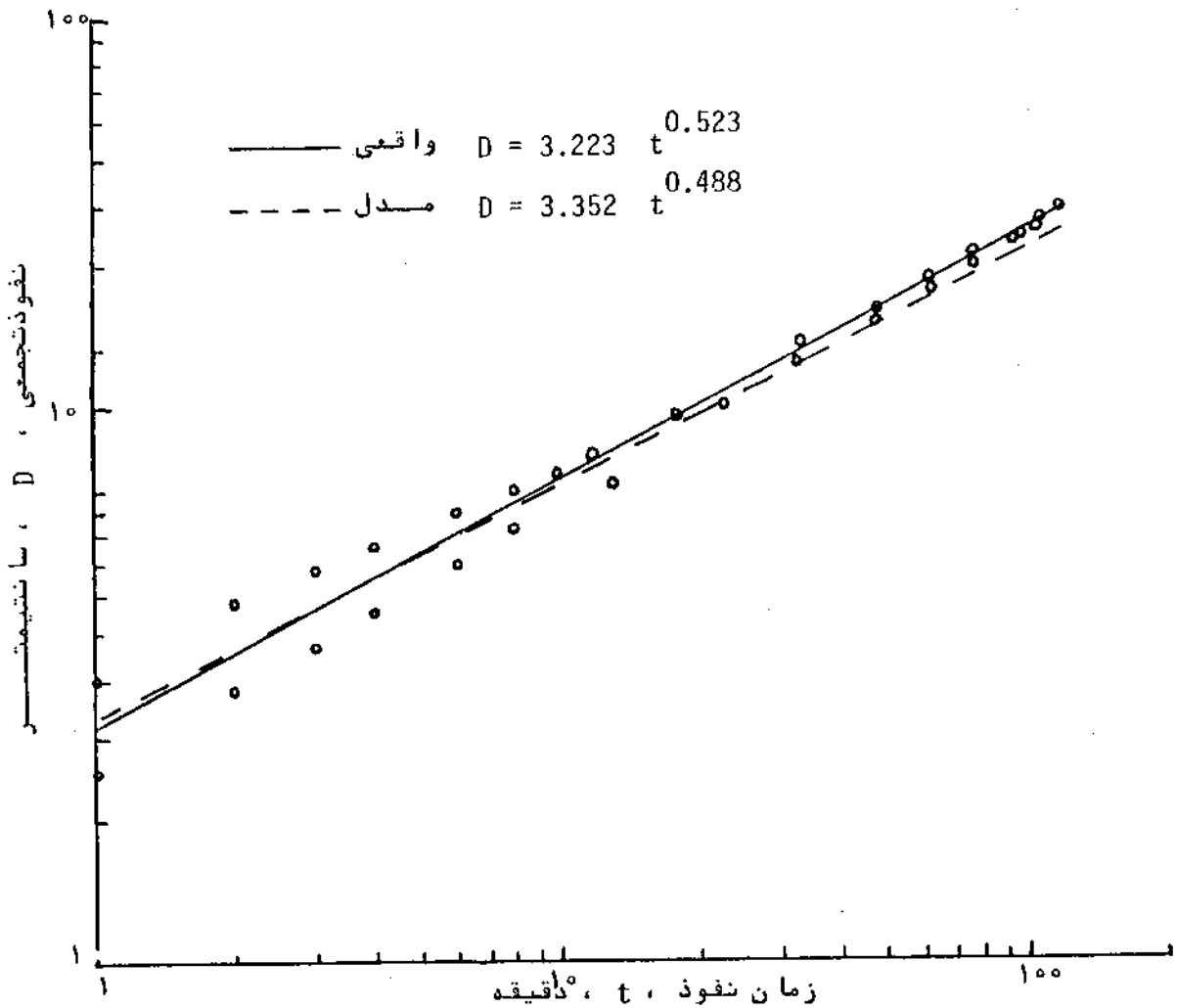
نتیجه‌وبحث:

اطلاعات اولیه موردنیازمدل سینگ‌ویوشامل وزن مخصوص ظاهری خاک ، رطوبت اولیه حجمی خاک ، فضای اولیه‌خالی خاک ، سرعت نفوذنهائی خاک ، وارقام اندازه‌گیری شده نفوذبرای هریک ازمزارع به‌مدل داده‌شدوازنتایج آن بهترین برازش وهمچنین معادله‌نفوذ تجمعی بدست آمد .درشکل ۱ ، معادله‌نفوذتجمعی حاصل ازمدل وهمچنین پیش بینی مدل برای مزرعه‌درچه‌نشان داده‌شده‌است‌دراین شکل ، ارقام اندازه‌گیری شده‌ومعادله‌حاصل ازرگرسیون نفوذتجمعی نیزدیده می شود .همانطورکه‌درشکل ۱ مشاهده می گرددمدل سینگ ویوبخوبی قادر است ارقام اندازه‌گیری شده‌نفوذتجمعی را برازش دهدوپیش بینی نماید .درشکلهای ۲ و ۳ ارقام اندازه‌گیری شده‌نفوذتجمعی ومعادلات حاصل ازرگرسیون ومدل بترتیب برای مزارع دهنوودانشگاه‌نشان داده‌شده‌است .ازاطلاعات ارائه‌شده‌درشکلهای ۲ و ۳ می توان نتایجی مشابه‌شکل ۱ گرفت زیرادراین‌دوشکل نیزمدل توانسته‌است ارقام صحرائی را بخوبی برازش‌دهد. درشکل ۴ معادله‌نفوذلحظه‌ای اشتقاق یافته‌ازمعادله‌نفوذتجمعی مدل برای مزرعه‌دانشگاه نشان‌داده‌شده‌است .همانگونه‌که‌درشکل ۴ مشاهده می گرددمدل سینگ ویوبخوبی قادراست‌ارقام نفوذلحظه‌ای (سرعت نفوذ) را نیزبرای سیستم های آبیاری کرتی ونواری برازش دهد .لازم به ذکراست که‌برای سایرمزارع آزمایشی نیزنتایج شبیه‌شکل ۴ بود .ضریب همبستگی (r) هریک ازمعادلات ارائه‌شده‌درشکلهای ۱ تا ۳ درحدودبیش از ۹۸ درصدبود .

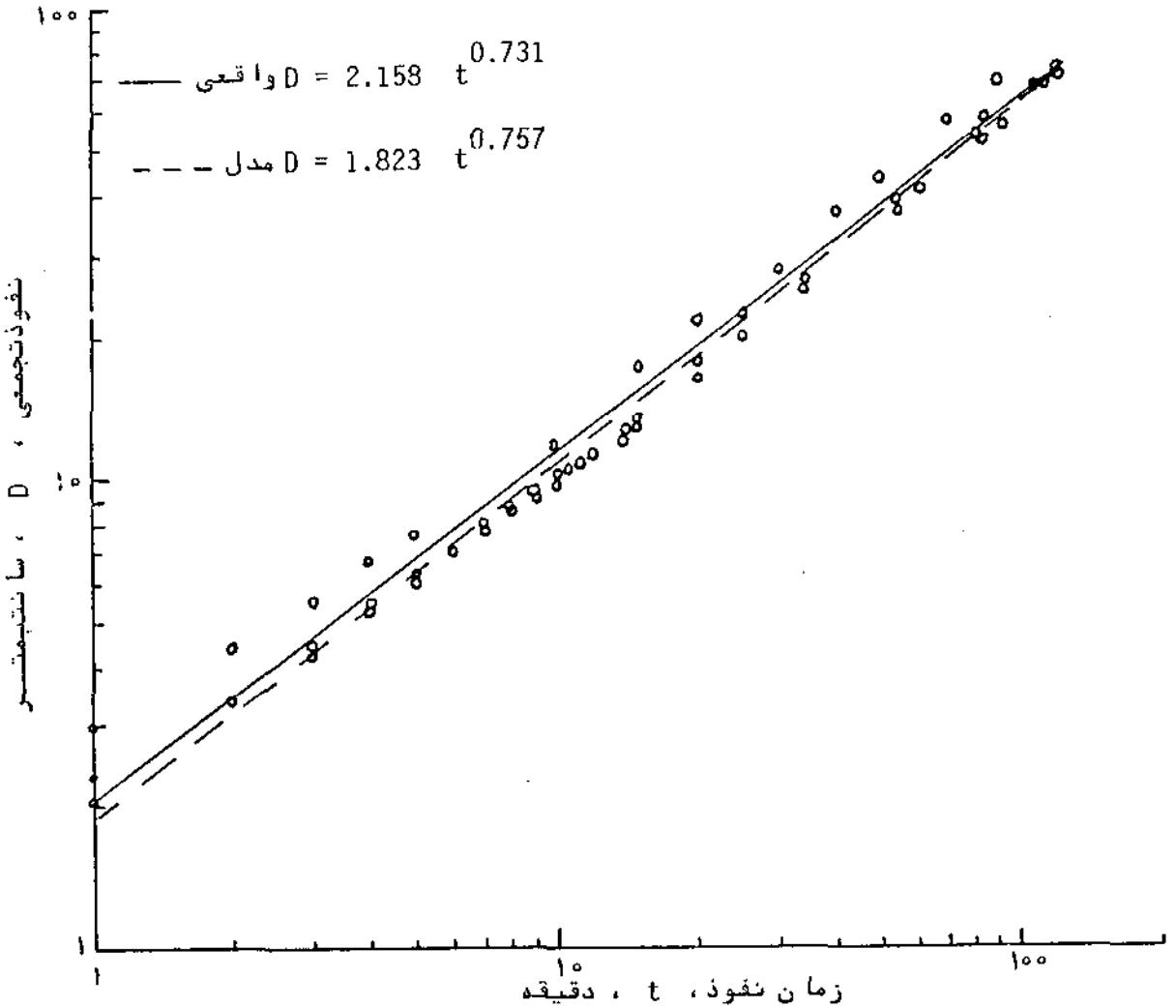
بطورکلی ، ازنتایج ارائه‌شده‌درشکلهای ۱ تا ۴ می توان چنین نتیجه‌گرفت که‌مدل سینگ ویوبا دقت خوبی می تواندازه‌گیری شده‌نفوذتجمعی وسرعت نفوذرا برای سیستمهای آبیاری کرتی ونواری که‌درآنها نفوذآب بخاک عمدتا "بصورت عمودی ویک بعدی است برازش دهدومعادلات مربوطه‌را تعیین کند .با معلوم بودن معادله‌نفوذآب بخاک ، عمل طراحی، ارزیابی ویا شبیه‌سازی سیستمهای آبیاری کرتی ونواری با دقت بیشتری ممکن می گرددزیرا معادله‌نفوذآب بخاک ازپارامترهای مهم‌موردنیازبرای چنین مواردی می باشد .



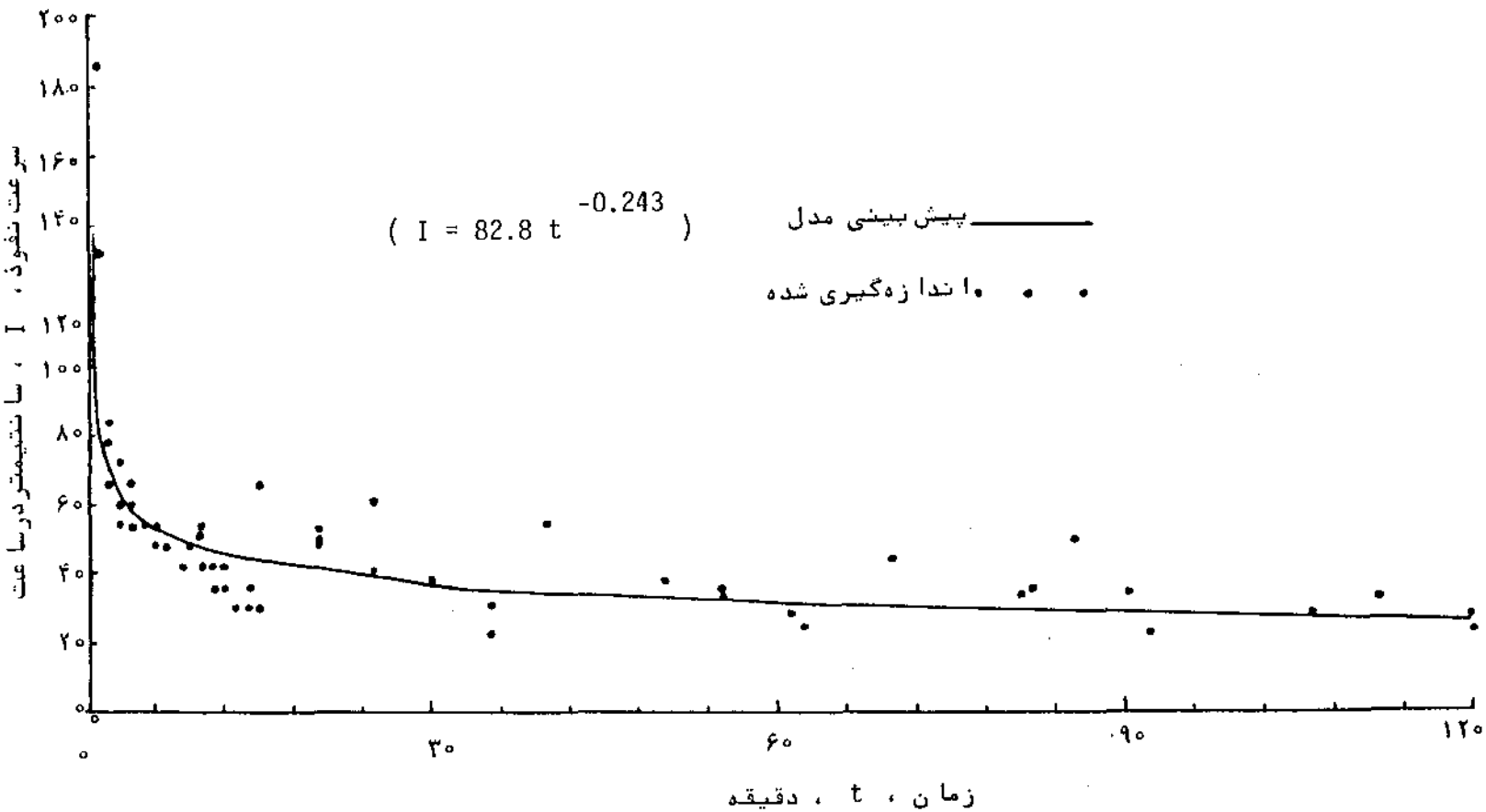
شکل ۱ – مقایسهٔ پیش‌بینی مدل با ارقام اندازه‌گیری شده (o) نفوذ یک بعدی برای مزرعهٔ درچه .



شکل ۲ ـ مقایسهٔ پیش‌بینی مدل با ارقام اندازه‌گیری شده (○) نفوذیک بعدی برای مزرعهٔ دانشگاه.



شکل ۳ ــ مقایسهٔ پیش بینی مدل باارقام اندازه‌گیری شده (○) نفوذیک بعدی بـــرای مزرعهٔ دانشگاه.



شکل ۴ ـ مقایسهٔ پیش بینی مدل با ارقام اندازه‌گیری شده سرعت نفوذ برای مزرعهٔ دانشگاه .

منابع مورد استفاده :

1- Akram, M. and W.D. Kemper. 1979. Infiltration of soils as affected by the pressure and water content at the time of compaction. Soil Science Society of America Journal, Vol.43 No.6, 1080-1086.

2- Bishop, A.A. 1962. Relation of intake rate to length of run in surface irrigation. Amer. Soc. Civ. Eng., Trans. 127:282-293.

3- Jaynes, D.B. and D.J. Hunsaker. 1989. Spatial and temporal variability of water content and infiltration on a flood irrigation field.Trans. ASAE, Vol. 32(4): 1229-1238.

4- Haise, H.R., W.W. Donnan, J.J. Phelan, L.F. Lawhon and D.G. Shockley. 1956. The use of cylinderical infiltrometers to determine the intake characteristics of irrigated soils. USDA Publ. ARS. 41:7.10P.

5- Haverkamp, R., M. Vaulin, J. Touma, P.J. Wierenga and G. Vachaud. 1977. A comparison or numberical simulation models for one-dimensional infiltration. Soil Science Society of America Journal..Vol.41, 285-295.

6- Hopmans, J.W. 1989. Stochastic description of field-measured infiltration data. Trans. ASAE, Vol.32(6), 1987 - 1993.

7- Philip, J.R. 1957. The Theory of infiltration: 5. The influence of the initial moisture content. Soil Science, Vol. 84,329-339.

8- Singh, V.P. and F.X. Yu. 1990. Derivation of infiltration equation using systems approach. J. Irrig. and Drain. Div. ASCE, 116(IR6): 837-857.

9- Walker, W.R., and G.V. SKogerboe. 1987. Surface Irrigation: Theory and Practice, Prentice Hall, Inc. Englewood,New Jersey, U.S.A.

10- Wattenburger, P.L. and W. Clyma. 1989. Level basin design and management in the absence of water control Part I: Evaluation of completion-of-advance irrigation.Trans. ASAE, Vol. 32(3), 838-843.

Application of General Infiltration Model in Evaluation of Infiltration in Basin and Border Irrigation systems

Mousavi, S.F., and B. Mostafazadeh

Assistant Professors, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.

ABSTRACT

One of the important parameters in design, evaluation, and simulation of basin and border irrigation systems is soil water infiltration. Infiltration has a dynamic characteristic, and changes under different factors both with respect to place in a given field and with respect to time during the irrigation season. Since performance, and finally efficiency, of basin and border irrigation systems is affected by soil infiltration, this phenomenon requires special consideration.

Soil infiltration in basin and border irrigation systems is mainly vertical and one-dimensional. One dimensional infiltration was measured with buffered cylinderical infiltrometers in three fields. GEFI computer program (Singh and Yu model) was used to fit the measured field values. Input data required for the model was measured and the results of the model for each field test was studied. The results showed that the model is able to fit accurately the cumulative and instantaneous infiltration for each field.