

کاربرد مدل موج جنبشی در ارزیابی سیستم آبیاری شیاری

بهروز مصطفی زاده، روح الله فتاحی و فرهاد موسوی

بترتیب استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، مربی دانشگاه شهرکرد و

دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله ۷۵/۷/۴

خلاصه

آبیاری شیاری یکی از متداولترین روشهای آبیاری سطحی است. استفاده از مدل‌های کامپیوتری به منظور طراحی و شبیه سازی سیستم آبیاری سطحی در سالهای اخیر مورد توجه خاص محققین و طراحان بوده است. مدل موج جنبشی یکی از مدل‌های آبیاری سطحی است که در عین سادگی قادر است فرایندهای هیدرولیکی آبیاری شیاری در مزارع شیب دار را با دقت خوبی ارزیابی و شبیه سازی نماید. مدل‌های جامع تر آبیاری سطحی نظیر مدل هیدرودینامیک و مدل اینرسی - صفر بعلت پیچیدگی تنها در سطوح تحقیقاتی کاربرد دارند.

دقت پیش بینی مدل‌های آبیاری سطحی تا حد زیادی بستگی به دقت تعیین پارامترهای معادله نفوذ آب به خاک دارد. در این مطالعه، مدل موج جنبشی با استفاده از سه روش جدید تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لونس یعنی روش نفوذ سنج چرخشی، روش بیلان حجم و روش مدل سینک ویو مورد ارزیابی قرار گرفت. شبیه سازی مدل موج جنبشی برای مزارع مختلف آبیاری شیاری و مقایسه با اندازه گیری های صحرائی نشان داد که مدل موج جنبشی با پارامترهای معادله نفوذ حاصل از روش بیلان حجم بهترین پیش بینی را در مقایسه با دو روش دیگر دارد.

مقدمه

امروزه در دنیا تحقیقات زیادی پیرامون کاربرد مدل های ریاضی به منظور حل معادلات حاکم بر جریان آب در آبیاری سطحی صورت گرفته است (۵، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۱). با استفاده از این مدلها می توان سیستمهای آبیاری سطحی را به منظور حصول راندمان بیشتر بدون صرف وقت و هزینه زیاد برای شرایط مختلف آبیاری ارزیابی نمود. مدل موج جنبشی^۱ یکی از مدل‌های آبیاری سطحی است که در عین سادگی قادر است با دقت خوبی شرایط سیستم آبیاری شیاری را شبیه سازی نماید (۷، ۱۵ و ۲۱).

جریان آب در آبیاری سطحی شامل جریان سطحی و جریان تحت الارضی است. پیچیدگی هیدرولیک آبیاری سطحی ناشی از

این است که علاوه بر غیر یکنواخت و غیر ماندگار^۲ بودن جریان سطحی، جریان تحت الارضی نیز خود نسبت به زمان و مکان در طول شیاری تغییر می کند. در مدل‌های آبیاری سطحی، نظیر مدل هیدرودینامیک^۳ (۵، ۱۱ و ۱۹) برای توصیف هیدرولیک جریان از معادلات مومنتم^۴ و پیوستگی^۵ معروف به معادلات سنت - ونانت^۶ (۱۸)، استفاده می شود. در مدل‌های ساده تر آبیاری سطحی، نظیر مدل اینرسی - صفر^۷ (۹ و ۲۰)، مدل موج جنبشی (۱۴ و ۲۲) و مدل بیلان حجم^۸، با فرضیاتی معادله مومنتم به معادله ساده تر تبدیل گشته که در نهایت با ادغام معادله مومنتم ساده شده با معادله پیوستگی و حل آن هیدرولیک آبیاری سطحی توصیف

1 - Kinematic wave model

2 - Unsteady and nonuniform

3- Hydrodynamic model

4 - Momentum

5- Continuity

6- Saint-Venant

7-Zero-inertia

8- Volume balance

می گردد.

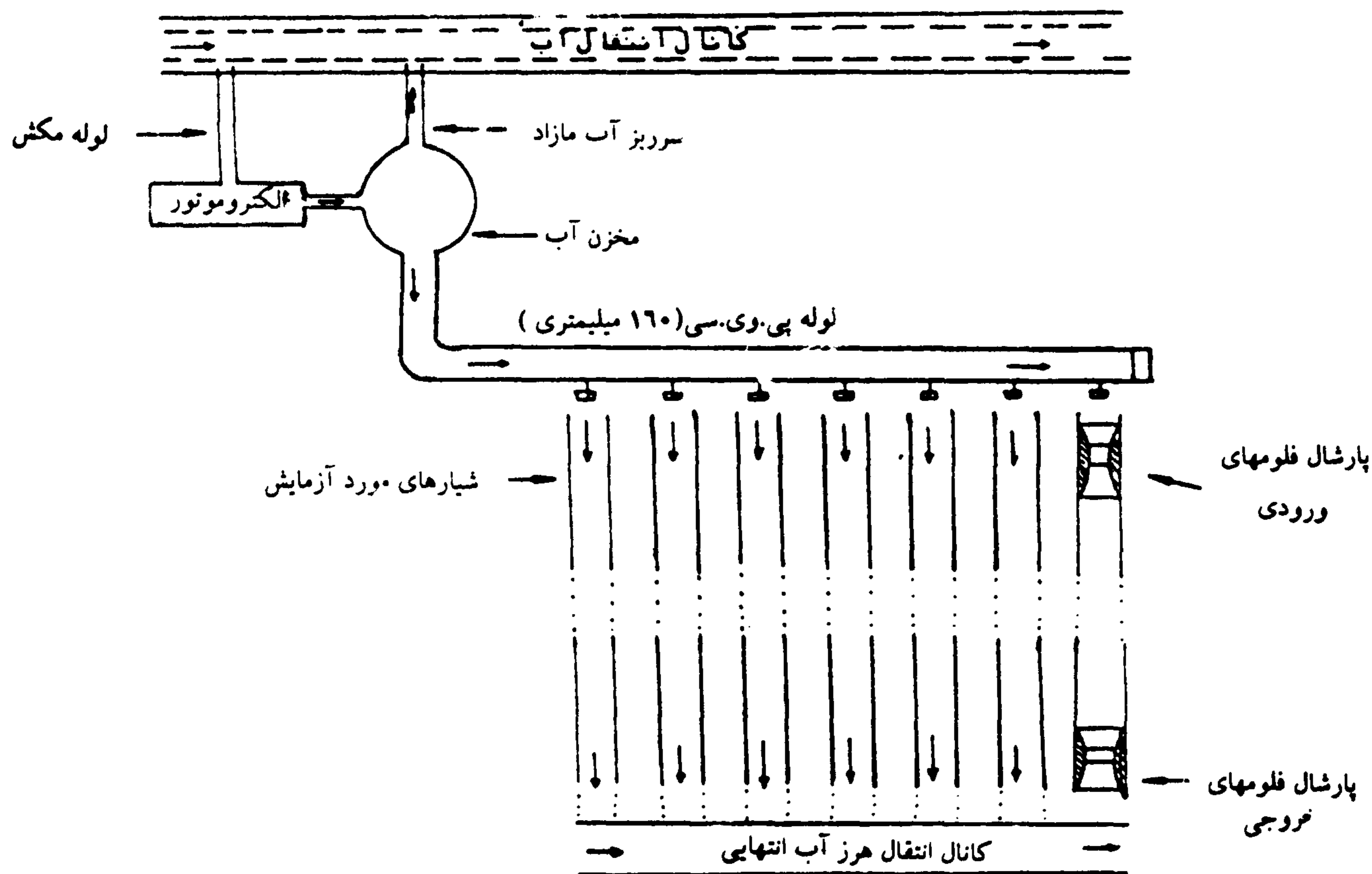
مواد و روشها

در این تحقیق، ابتدا سه مزرعه آبیاری شیاری در مناطق اصفهان و شهر کرد که دارای خصوصیات فیزیکی متفاوتی بودند انتخاب گردیدند. شیارها در خاک آماده استفاده برای آبیاری ایجاد گردیدند و برای اولین آبیاری مورد آزمایش قرار گرفتند. جدول ۱ مشخصات فیزیکی مزارع و شیارهای آزمایشی را نشان میدهد. شیارها به فواصل ۵ متری از ابتدای شیار علامت گذاری شدند. برای اندازه گیری دبی جریان ورودی و خروجی شیار از پارشال فولوم های یک اینچی که در ابتدا و انتهای شیارهای انتخابی نصب گردیده بودند استفاده شد. سپس به منظور انتقال آب به شیارهای آزمایشی دستگاه نشان داده شده در شکل ۱ در مزارع آزمایشی نصب گردید (۱). سطح مقطع شیار بوسیله دستگاه مقطع سنج شیار^۲ اندازه گیری گردید (۱۶). نفوذ آب به شیار بوسیله دستگاه نفوذ سنج شیار که در شکل ۲ نشان داده شده است در هر سه مزرعه اندازه گیری گردید و معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس از تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمد. کلیه آزمایشات با سه تکرار در هر یک از مزارع آزمایشی انجام شد.

در هر یک از مدل‌های فوق الذکر، پیش بینی مدل به طور قابل توجهی تحت تاثیر پارامترهای معادله نفوذ قرار دارد که به عنوان ورودی به مدل داده می شود. هر قدر پارامترهای معادله نفوذ دقیق تر تعیین گردند، این مدلها بهتر قادر خواهند بود شرایط مزرعه ای را پیش بینی نمایند.

از روشهای جدیدی که اخیراً برای تعیین معادله نفوذ آب به خاک مورد استفاده قرار می گیرند می توان به روش نفوذسنج چرخشی^۱ (۲، ۱۴ و ۱۷)، روش بیلان حجم (۳ و ۱۲) و روش مدل سینگ ویو (۴ و ۱۸) اشاره کرد.

هدف از مطالعه حاضر عبارت است از: ۱ - معرفی مدل موج جنبشی، ۲ - استفاده از روشهای جدید برای تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس و مقایسه نتایج مدل موج جنبشی برای روشهای مختلف تعیین معادله نفوذ و ۳ - ارزیابی مدل موج جنبشی از طریق مقایسه ارقام پیش بینی مدل با اندازه گیری های صحرائی برای سیستم آبیاری شیاری.



شکل ۱ - شمای سیستم انتقال آب به شیار.

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی خاک در مزارع آزمایشی.

محل مزرعه	بافت خاک	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	وزن مخصوص ظاهری	وزن مخصوص حقیقی	درصد رطوبت (حجمی)	تخلخل خاک (درصد)	شیب زمین (درصد)	طول شیارها (متر)	فاصله شیارها (متر)
لورک	لوم رسی	۳۷/۳	۲۹/۷	۳۳	۱/۶۱	۲/۳۵	۲۶/۴	۳۱/۴	۰/۲۵	۱۱۰	۰/۶۰
شهرکرد ۱	لوم رسی	۳۰/۷	۳۵/۷	۳۳/۶	۱/۳۲	۲/۶۲	۲۲	۴۹/۶	۰/۷۲	۱۱۵	۰/۶۵
شهرکرد ۲	لوم رسی-شنی	۴۹	۲۶/۸	۲۴/۲	۱/۳۵	۲/۵	۱۳/۵	۴۶	۰/۶۶	۱۱۵	۰/۶۵

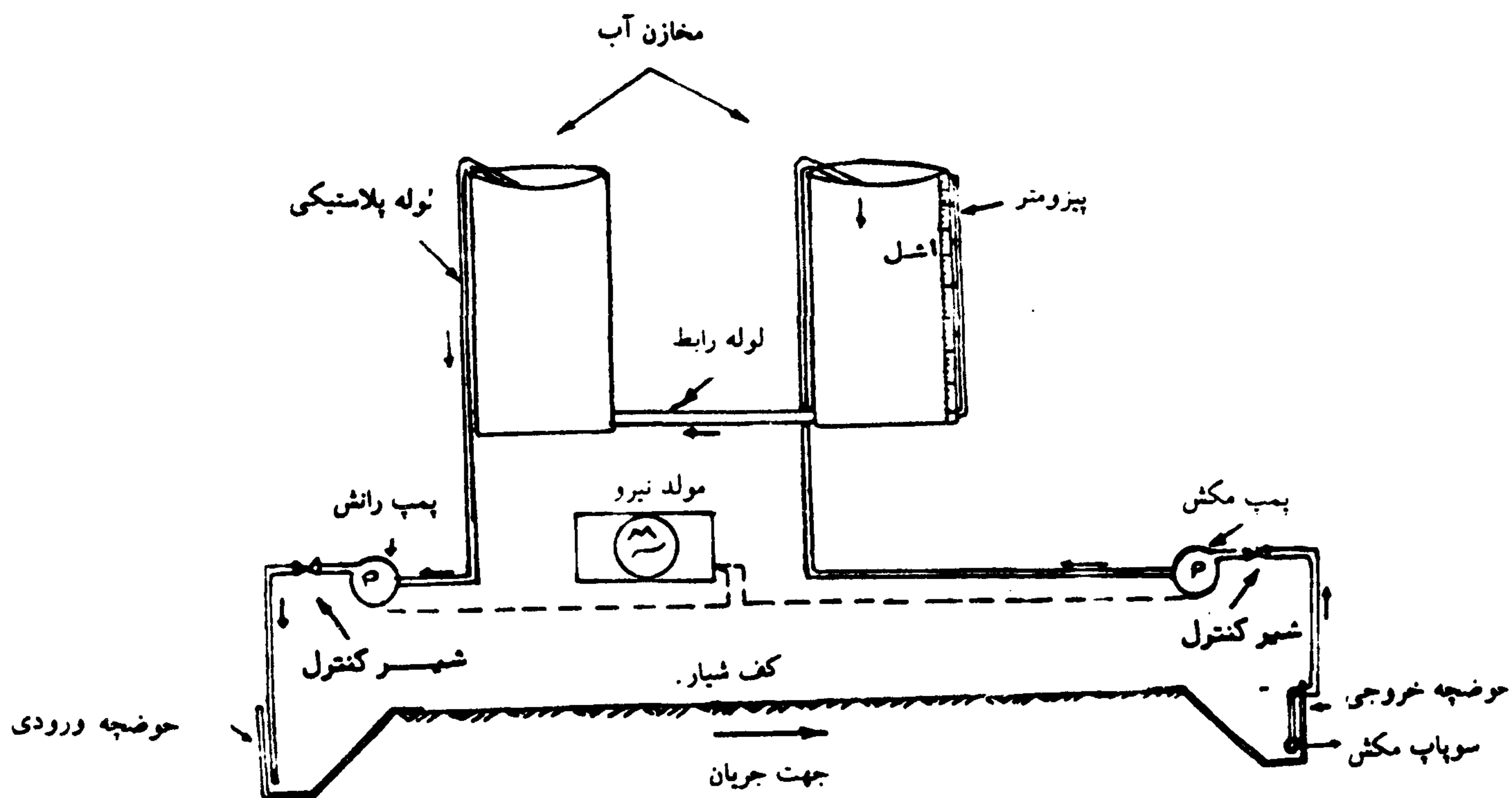
مورد نیاز مدل مانند دبی جریان ورودی، زمان قطع جریان، طول مزرعه، شیب مزرعه، ثابت های معادله نفوذ و غیره... برای هر یک از مزارع آزمایشی جمع آوری گردید که نتایج در جدول ۲ ارائه گردیده است.

توسعه مدل موج جنبشی:

این مدل ابتدا برای کاربردهای هیدرولوژیکی توسعه یافت (۱۲) و (۲۲) و سپس در مورد نوارهای با زهکشی آزاد مورد استفاده قرار گرفت (۶). اخیراً با اصلاحاتی که بر روی مدل انجام گرفته از این مدل برای مطالعه سیستم های آبیاری شیار به روش سرچ^۲ و پیوسته^۳

همچنین اطلاعات ارزیابی شیارهای آزمایشی از قبیل پیستروی، پیستروی، دبی جریان ورودی، دبی جریان خروجی، شکل هندسی شیار و غیره... جمع آوری گردید که با تجزیه و تحلیل نتایج حاصله، پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس به روش بیلان حجم (۳) و (۱۲) برای هر سه مزرعه آزمایشی محاسبه گردید. با استفاده از اطلاعات جدول ۱ و استفاده از مدل سینگ و یو^۱ (۴) و (۱۸)، پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس برای هر یک از مزارع آزمایشی محاسبه گردید.

به منظور استفاده از مدل موج جنبشی، پارامترهای ورودی



شکل ۲ - شمای دستگاه نفوذ سنج چرخشی شیار (۲).

جدول ۲ - پارامترهای ثابت ورودی مدل برای مزارع مختلف

پارامترها	مزرعه آزمایشی		
	شهرکرد ۲	شهرکرد ۱	لورک
جریان ورودی (لیتر بر ثانیه)	۲/۱	۱/۹	۲/۱
زمان قطع جریان ورودی (دقیقه)	۱۱۰	۱۰۰	۱۱۵
طول مزرعه (متر)	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۰
شیب طولی (درصد)	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۲۵
ضریب زبری (n)	۰/۰۳۵	۰/۰۳	۰/۰۳۵
ρ_1	۰/۱۳۶	۰/۱۱	۰/۱۳۵
ρ_2	۲/۷۹۸	۲/۸۰۴	۲/۷۹۸
σ_1	۰/۳۵۱	۰/۳۱۵	۰/۳۵۹
σ_2	۰/۶۲۲	۰/۶۲۱	۰/۶۲۲
فاکتور وزنی ϕ	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵
فاکتور وزنی σ	۰/۶	۰/۶	۰/۶

استفاده می شود (۲۱).

جریان آب بر روی سطح خاک جریان غیر یکنواخت و غیر ماندگار است (۹). توضیح این جریان در قالب معادله مونتگم و معادله پیوستگی در سال ۱۸۷۱ توسط سنت - ونانت ارائه گردیده است (۷). این دو معادله که معادلات حاکم بر جریان آب در آبیاری سطحی می باشند بصورت زیر هستند (۲۰):

معادله مونتگم:

(۱)

$$\frac{1}{Ag} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A^2g} \frac{\partial Q}{\partial x} + (1 - F_r^2) \frac{\partial y}{\partial x} - S_o + S_f = 0$$

معادله پیوستگی:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Z}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

که:

A = سطح مقطع جریان (L^2)

Q = دبی جریان ($L^3 T^{-1}$)

g = شتاب ثقل (LT^{-2})

Fr = عدد فرود (بدون بعد)

y = عمق جریان (L)

S_o = شیب کف شیار

S_f = شیب خط انرژی

Z = نفوذ تجمعی ($L^2 T^{-1}$)

t = مختصات زمانی (T)

x = مختصات مکانی (L)

در مدل موج جنبشی، با فرضیاتی معادله مونتگم به معادله زیر ساده می گردد (۱۵):

$$S_o = S_f \quad (3)$$

همچنین فرض می شود که رابطه واحدی بین دبی جریان و سطح مقطع جریان وجود دارد و می توان آن را از یکی از معادلات جریان یکنواخت، نظیر معادله مانینگ (معادله ۴)، به شرح زیر بدست آورد:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S_o^{1/2} \quad (4)$$

که در آن:

Q = دبی جریان، متر مکعب در ثانیه

n = ضریب زبری مانینگ

A = سطح مقطع جریان، متر مربع

R = شعاع هیدرولیکی، متر

S_o = شیب کف شیار، متر بر متر

اگر معادله فوق را برای متوسط شیب کف شیار (S_o) حل کنیم خواهیم داشت:

$$S_o = \frac{Q^2 n^2}{A^2 R^{4/3}} \quad (5)$$

مخرج کسر معادله (۵) را می توان با یک تابع نمائی که سطح مقطع جریان را شامل می شود نشان داد:

$$A^2 R^{4/3} = \rho_1 A \rho_2 \quad (6)$$

که در آن ρ_1 و ρ_2 پارامترهای معادله شکل هندسی شیاری باشند که از اندازه گیری های مزرعه ای بدست می آیند.

با ادغام معادلات (۵) و (۶) و حل معادله حاصل برای دبی جریان می توان رابطه زیر را نوشت:

$$Q = \alpha A^{m+1} \quad (7)$$

که در آن:

نتایج و بحث

پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس که از سه روش مختلف محاسبه گردیدند در جدول ۳ نشان داده شده است. با بهره‌گیری از برنامه کامپیوتری مدل موج جنبشی که بزبان فرترن نوشته شده و با ایجاد فایل های ورودی و خروجی برای این برنامه، مدل موج جنبشی برای هر سه مزرعه و برای سه روش مختلف تعیین معادله نفوذ آب به خاک مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که در آبیاری شیاری اراضی شیب دار، مدت زمان پشروی در مقایسه با کل زمان آبیاری ناچیز است و مهمترین پارامتر در ارزیابی آبیاری شیاری ارقام پشروی هستند لذا مقایسه های پیش بینی مدل با اندازه گیری های صحرائی برای ارقام پشروی صورت گرفت. در شکلهای ۳ تا ۹ مقایسه ارقام پشروی اندازه گیری شده و تخمین زده شده توسط مدل موج جنبشی برای مزارع آزمایشی با معادلات نفوذ کوستیاکف - لوئیس بدست آمده از سه روش مختلف نشان داده شده است. همانگونه که از این شکلها مشاهده می گردد برای هر سه مزرعه آزمایشی مدل موج جنبشی با استفاده از پارامترهای معادله نفوذ بدست آمده از روش بیلان حجم (که بعنوان پارامترهای ورودی به مدل داده می شود) بهترین هماهنگی و با استفاده از پارامترهای معادله نفوذ بدست آمده از مدل سینگ و یو کمترین هماهنگی را با ارقام اندازه گیری شده پشروی نشان می دهد.

این نکته که هر چه در تعیین پارامترهای معادله نفوذ آب به خاک بیشتر دقت گردد نتایج مدل های آبیاری سطحی رضایتبخش تر خواهند بود کاملاً مشهود است. در روش بیلان حجم، چون کل

$$\alpha = \frac{(\rho 1 S_0)^{1/2}}{n} \quad (8)$$

و

$$m + 1 = \frac{\rho^2}{2} \quad (9)$$

از طرفی، معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس را که در مدل موج جنبشی مورد استفاده قرار می گیرد می توان به صورت زیر نوشت:

$$Z = kt^a + f_0 t \quad (10)$$

که در آن:

Z = نفوذ تجمعی، متر مکعب در واحد طول شیاری

k = پارامتر معادله، متر مکعب بر دقیقه به توان a بر متر

t = زمان نفوذ، دقیقه

a = نمای معادله، بدون بعد

f₀ = سرعت نفوذ نهائی، متر مکعب بر دقیقه بر متر

چون مدل موج جنبشی حل همزمان معادله پیوستگی با معادله نفوذ و معادله رابطه دبی جریان با سطح مقطع جریان می باشد در صورتیکه از معادله (۱۰) نسبت به زمان و از معادله (۷) نسبت به x مشتق گرفته شود و نتایج حاصله در معادله (۲) ادغام می گردد، معادله کلی مدل موج جنبشی بصورت زیر بدست می آید:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \alpha(m + 1)A^m \frac{\partial A}{\partial t} + (akt^{a-1} + f_0) = 0 \quad (11)$$

لازم به ذکر است که در این مدل تغییرات دبی جریان نسبت

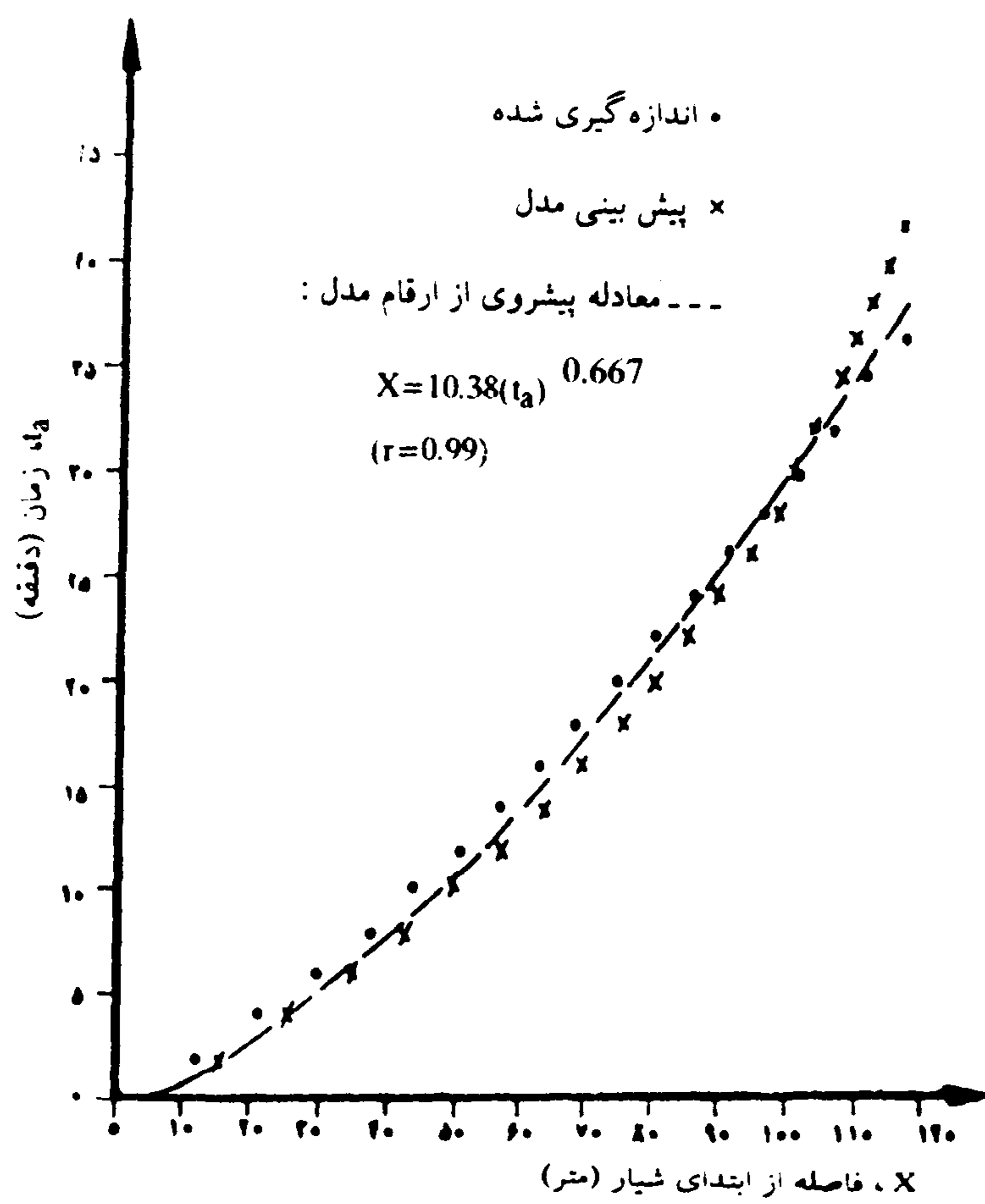
به مسافت x برابر با حاصلضرب تغییرات مسافت نسبت به زمان ضربدر

تغییرات مساحت نسبت به زمان در نظر گرفته شده است (۲۱).

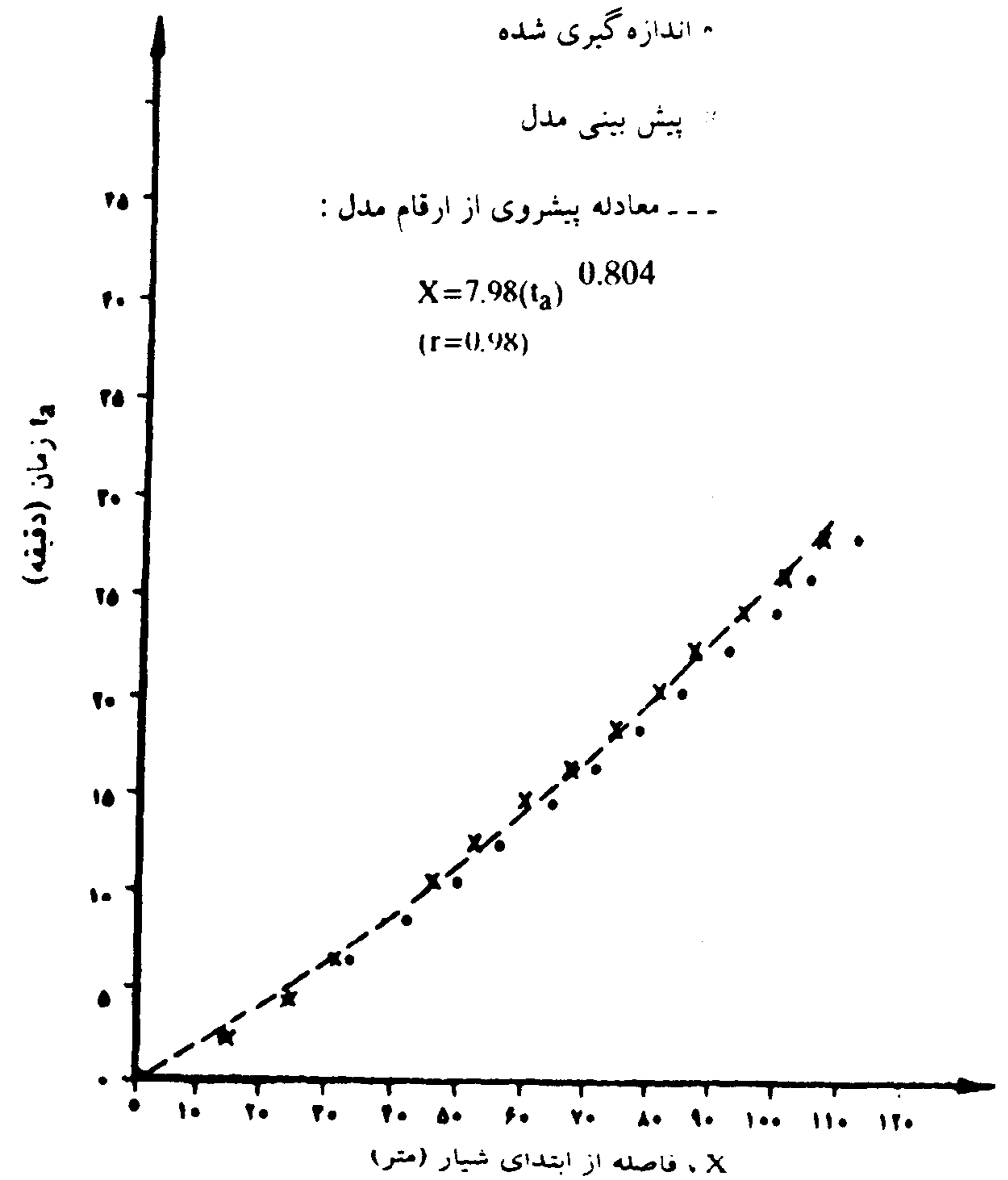
جدول ۳ - پارامترهای معادله نفوذ بدست آمده از روشهای مختلف برای مزارع مورد آزمایش

شهرکرد ۱			شهرکرد ۲			لورک			مزرعه	روش
f ₀	k	a	f ₀	k	a	f ₀	k	a	پارامتر معادله نفوذ	
۰/۰۰۰۰۸۵۸	۰/۰۰۰۰۸۹۶	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰۰۵۴۷	۰/۰۰۰۷۶	۰/۱۵۲	۰/۰۰۰۰۳۰۵	۰/۰۰۰۷۵۷	۰/۱۹۵	بیلان حجم	
۰/۰۰۰۰۹۱۸	۰/۰۰۰۰۹۷	۰/۱۳۵	۰/۰۰۰۰۱۷۴	۰/۰۰۰۰۹۶	۰/۱۳۲	۰/۰۰۰۰۳۱۶	۰/۰۰۰۰۶۳	۰/۱۵۵	برگشت آب	
۰/۰۰۰۰۲۲۵	۰/۰۰۰۰۶۶	۰/۶۰۹	۰/۰۰۰۰۶۳	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۳۴۲	۰/۰۰۰۰۲۳۳	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۶۰۶	مدل سینگ و یو	

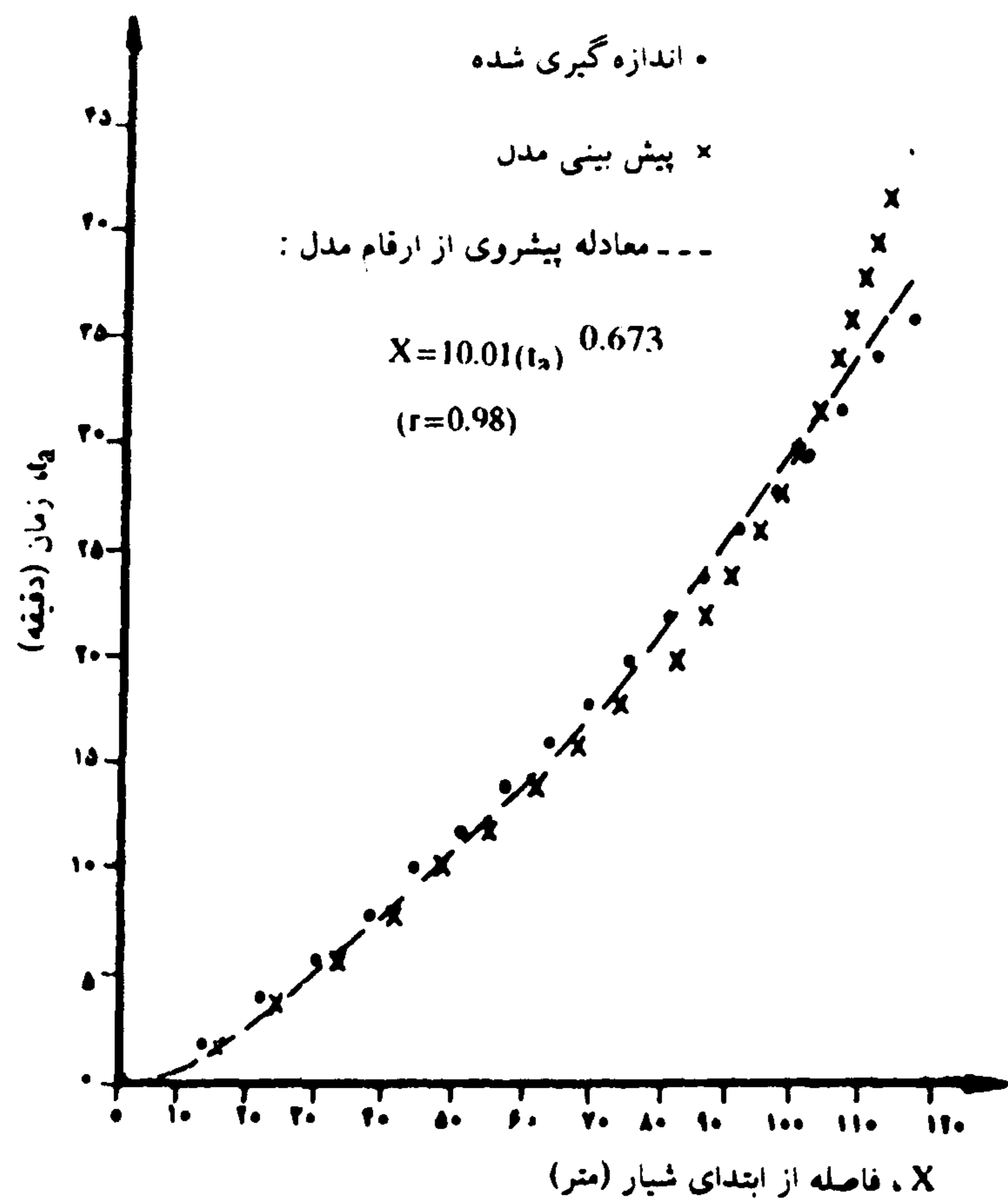
در جدول فوق a عددی بدون بعد، k بر حسب متر مکعب بر متر بر دقیقه به توان a و f₀ بر حسب متر مکعب بر متر بر دقیقه می باشند. در این صورت نفوذ تجمعی بر حسب متر مکعب در متر بدست می آید.



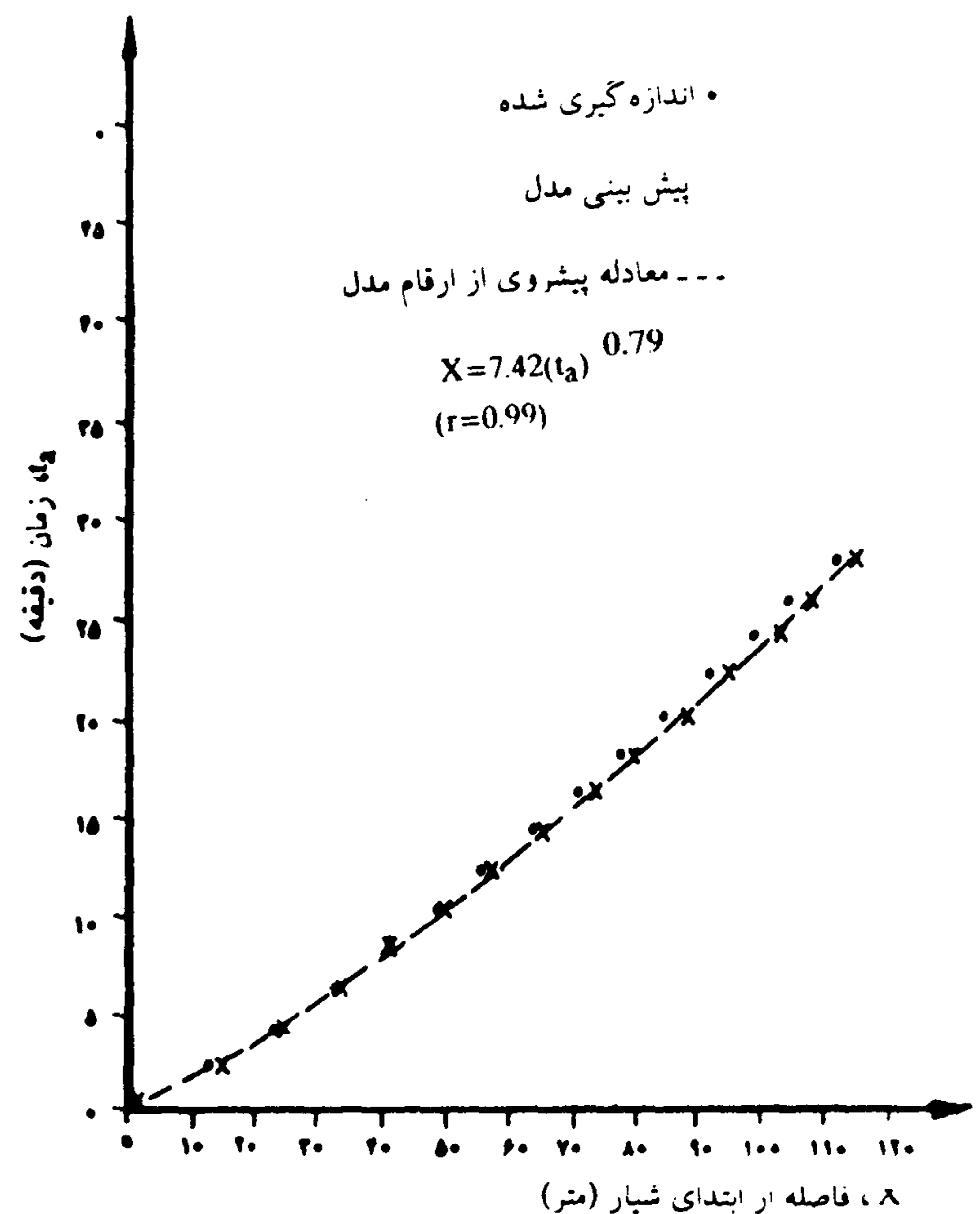
شکل ۵- مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش بیلان حجم و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه شهرکرد ۱.



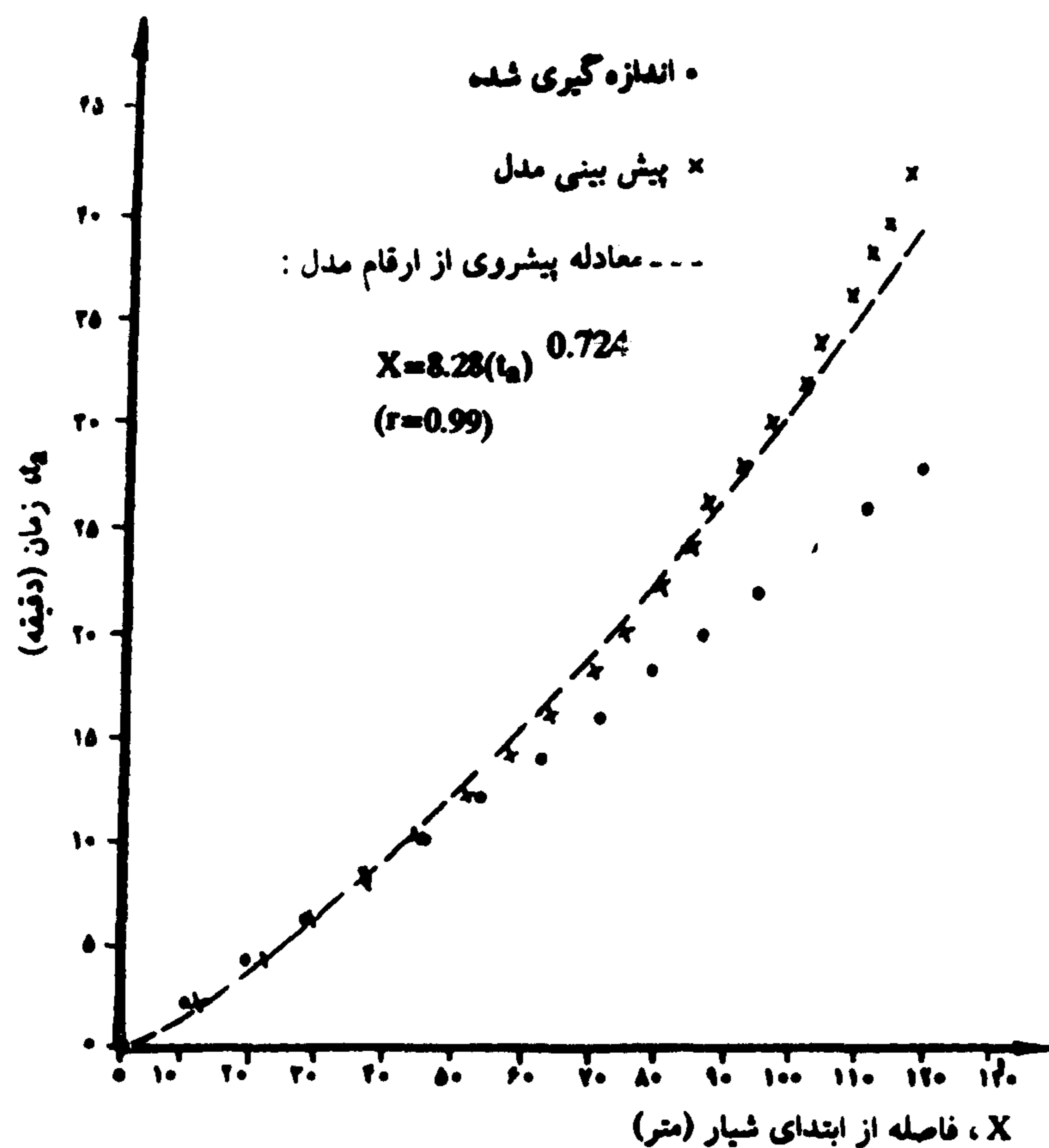
شکل ۳- مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش نفوذسنج چرخشی و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه لورک.



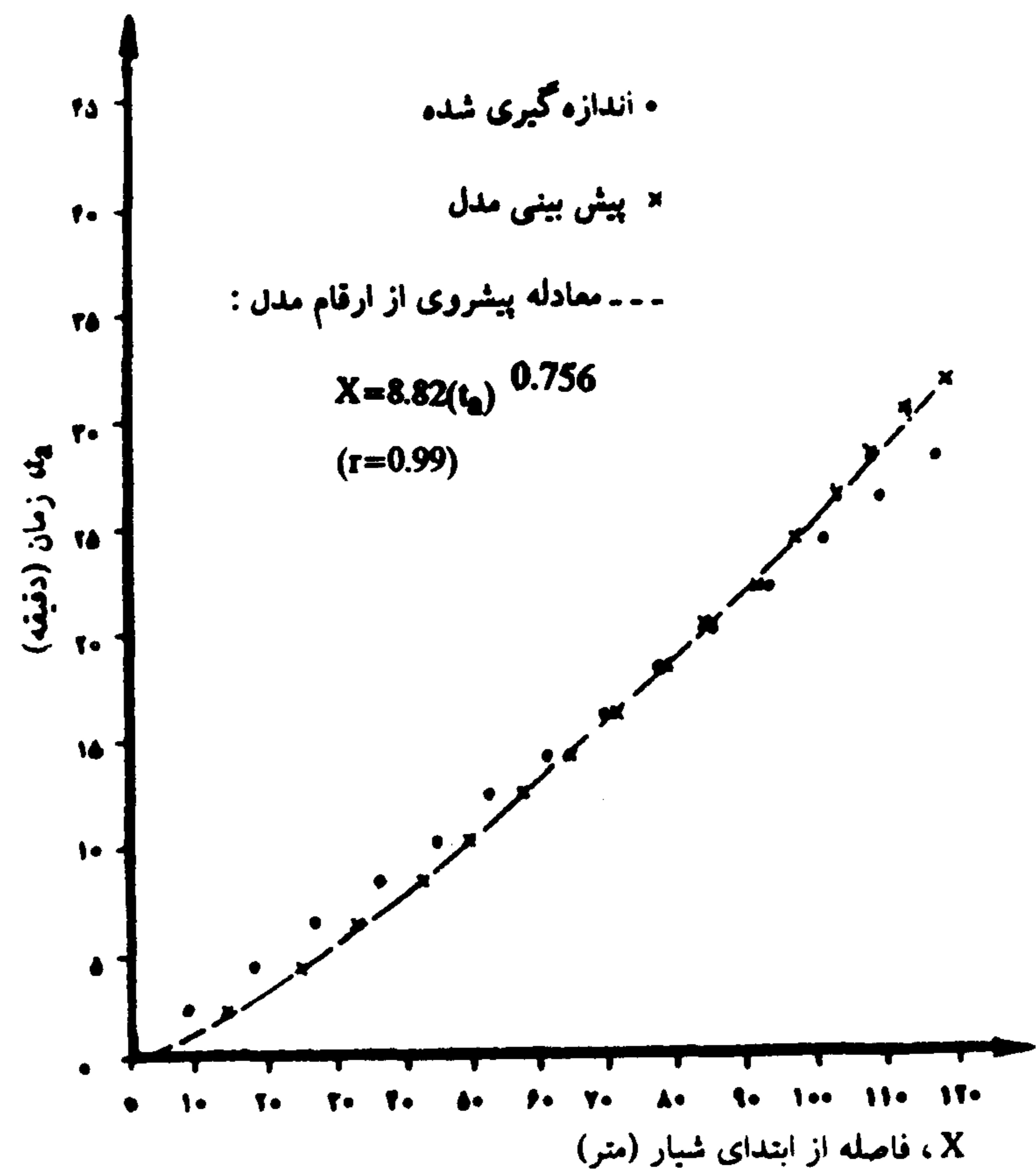
شکل ۶- مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش نفوذسنج چرخشی و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه شهرکرد ۱.



شکل ۴- مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش بیلان حجم و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه لورک.



شکل ۸ - مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش نفوذسنج چرخشی و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه شهرکرد ۲.



شکل ۷ - مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش بیلان حجم و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه شهرکرد ۲.

نفوذ بدست آمده از روش مدل سینگ و یو برای هر سه مزرعه آزمایشی تفاوت فاحشی با ارقام اندازه گیری شده داشت، تنها نتایج مزرعه لورک در شکل ۹ نشان داده شده است. همانگونه که از این شکل مشاهده می شود پیش بینی مدل موج جنبشی برای پارامترهای نفوذ حاصل از مدل سینگ و یو کمترین هماهنگی را با ارقام اندازه گیری شده نشان می دهد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که مدل سینگ و یو با دقت خوبی قادر به پیش بینی پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس برای سیستم آبیاری شیاری نمی باشد زیرا تخمین نفوذ از مدل سینگ و یو بر اساس پارامترهای فیزیکی خاک نظیر رطوبت حجمی اولیه خاک، تخلخل خاک، عمق خاک و وزن مخصوص خاک می باشد و شرایطی نظیر دبی جریان شیار، شکل هندسی شیار و محیط خیش شده شیار را در اندازه گیری دخالت نمی دهد.

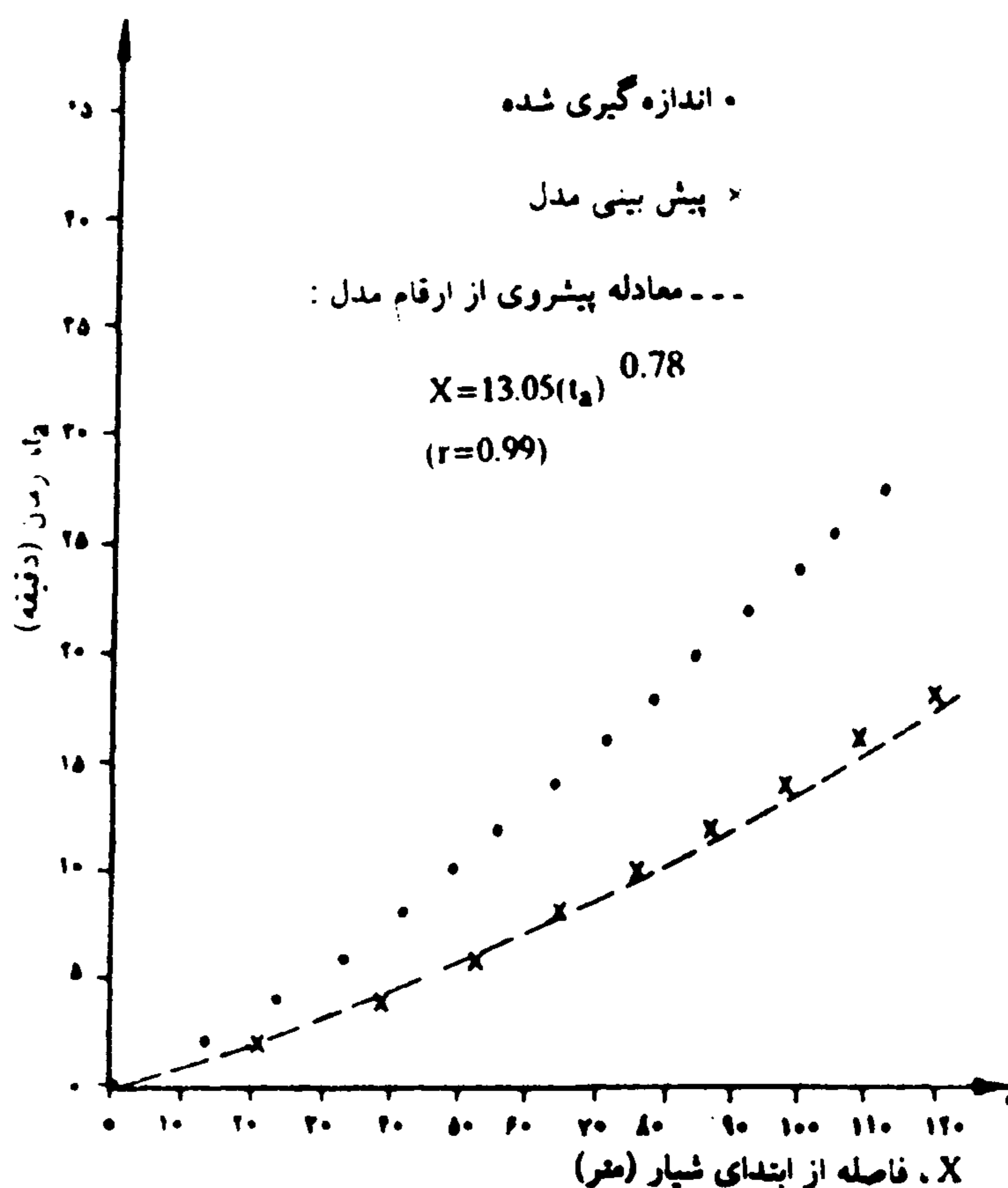
قابل ذکر است که از مطالعه مدل سینگ و یو چنین استنباط می شود که در عین حالیکه این مدل با دقت خوبی قادر به پیش بینی پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس در سیستم آبیاری شیاری نمی باشد ولی قادر است بر اساس پارامترهای فیزیکی خاک و اطلاعات نفوذ اندازه گیری شده سرعت نفوذ آب بخاک را بخوبی

شیار بعنوان یک نفوذسنج مورد استفاده قرار می گیرد و شرایط کاملاً مشابه شرایط انجام آبیاری است، لذا معادله نفوذ بدست آمده با استفاده از این روش بیانگر خصوصیات نفوذ در طول شیار و در طول زمان آبیاری اول بوده است. در روش نفوذسنج چرخشی، چون طول کوتاهتری از شیار مورد آزمایش قرار می گیرد و شرایط تا حدودی با شرایط واقعی آبیاری متفاوت است، نتایج بدست آمده از این روش دقت نتایج بدست آمده از روش بیلان حجم را ندارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در سیستم آبیاری شیاری استفاده از روش بیلان حجم برای تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس بهترین روش می باشد. ولی در صورتیکه بدلیل سهولت اندازه گیری، از روش نفوذسنج چرخشی برای تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس استفاده شود دقت این روش عمدتاً بستگی به این خواهد داشت که شرایط انجام آزمایش قطعه شیار انتخابی تا چه اندازه به شرایط واقعی آبیاری نزدیک می باشد که در این رابطه بخصوص هماهنگ بودن دبی شیار آزمایشی با دبی واقعی آبیاری، مشابه بودن قطعه شیار آزمایشی با شیارهای آبیاری، طول قطعه شیار آزمایشی و غیره... می توانند موثر باشند.

چون نتایج پیش بینی مدل موج جنبشی با استفاده از معادله

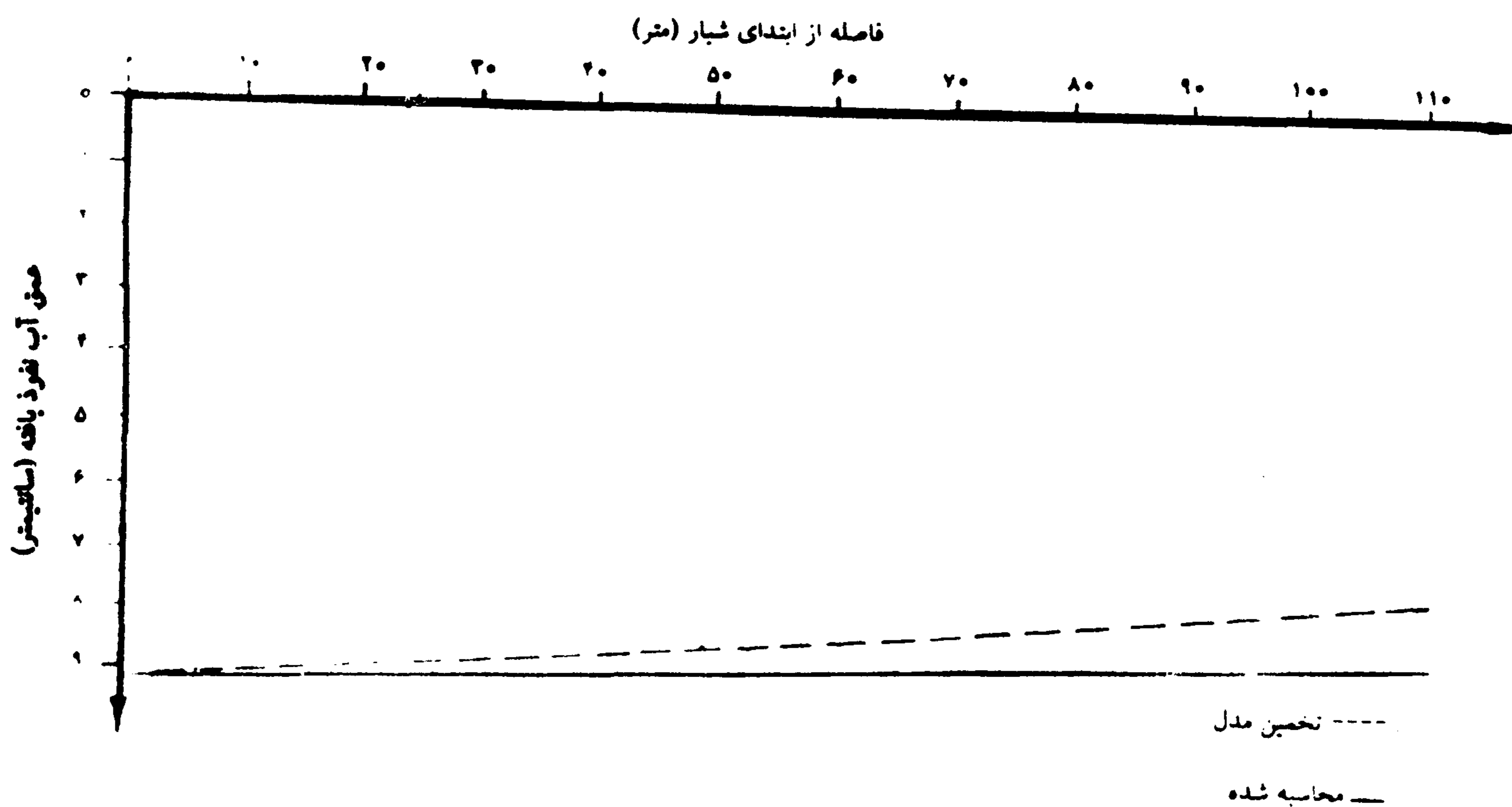
شده از مدل و پروفیل رطوبت تحت الارضی محاسبه شده برای مزرعه لورک نشان داده شده است. برای سایر مزارع آزمایشی نیز نتایج مشابه بود. همانگونه که از شکل ۱۰ مشاهده می شود مدل موج جنبشی قادر است با دقت خوبی پروفیل رطوبت تحت الارضی را تخمین بزند. برای محاسبه پروفیل رطوبت تحت الارضی از اطلاعات پیشروی، پسروی و معادله نفوذ (معادله نفوذ حاصل از روش بیلان حجم) استفاده گردید. قابل ذکر است که با معلوم بودن پروفیل رطوبت تحت الارضی می توان به چگونگی عملکرد آبیاری، بخصوص از نظر توزیع رطوبت در طول شیار که راندمان آبیاری را تحت تاثیر قرار می دهد پی برد.

به طور کلی در صورتیکه پارامترهای معادله نفوذ مورد نیاز مدل با دقت خوبی تخمین زده شده باشند، با استفاده از مدل موج جنبشی، طراحی و یا ارزیابی سیستم آبیاری شیار برای حصول راندمان بیشتر به سهولت امکان پذیر است زیرا با انتخاب دبی مجاز شیار می توان با متغیر قرار دادن پارامترهایی نظیر طول شیار، شیب زمین، زمان آبیاری و غیره بهترین ترکیب این پارامترها را برای مزرعه مورد نظر بدون صرف وقت و هزینه زیاد آزمایش نمود.



شکل ۹ - مقایسه ارقام پیشروی تخمین زده شده توسط مدل با استفاده از معادله نفوذ بدست آمده از روش سینگ ویو و ارقام اندازه گیری شده برای مزرعه لورک. برازش دهد (۴).

در شکل ۱۰ پروفیل رطوبت تحت الارضی تخمین زده



شکل ۱۰ - پروفیل‌های رطوبتی تحت الارضی تخمین زده شده توسط مدل و محاسبه شده برای مزرعه لورک.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

- ۱ - مصطفی زاده ، ب. ۱۳۶۹. مقایسه پیشروی آب در آبیاری شیاری با جریانهای پیوسته و سرج در سه مزرعه در اصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۲۱ شماره های (۱ و ۲)، صفحات ۹-۱۵.
- ۲ - مصطفی زاده، ب. و ف. موسوی. ۱۳۶۸. مقایسه نفوذ آب به شیاری تحت روشهای سرج و سنتی در آبیاری شیاری در سه مزرعه در اصفهان. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۳، شماره (۲)، صفحات ۳۵-۴۴.
- ۳ - مصطفی زاده، ب. ۱۳۷۰. تعیین پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس با استفاده از معادله بیلان حجم در یک مزرعه شیاری در اصفهان. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۵، شماره (۱)، صفحات ۱۰۱-۱۱۲.
- ۴ - موسوی، ف. و ب. مصطفی زاده. ۱۳۷۱. کاربرد مدل عمومی نفوذ در بررسی نفوذ آب به شیاری تحت روشهای سرج و سنتی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۶، شماره (۲)، صفحات ۹۴-۱۰۷.
- 5 - Bassett, D. L. 1972. *Mathematical model of water advance in border irrigation*. *Trans ASAE*, 15(5): 992-995.
- 6 - Bassett, D. L., D.D. Fangmeier & J. Strelkoff. 1980. *Hydraulics of surface irrigation in design and management of irrigation system*. *ASAE. Monogr, St. Joseph, Mich., Chap.12.*
- 7 - Chen, C. L. 1970. *Surface irrigation using kinematic wave method*. *J. Irrig. & Drain. Div. ASCE*, 96(IRI): 36-46.
- 8 - Chow, V. T. 1959. *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Co., New York.
- 9 - Elliott, R. L., W. R. Walker., & G. V. Skogerboe. 1982. *Zero inertia modeling of furrow irrigation advance* *J. Irrig. and Drain. Div. ASCE*. 108(IR3) :179-195.
- 10- Hansen, V. E. 1960. *Mathematical relationship expressing the hydraulics of surface irrigation*. *Proceeding of the ARS-SCS*, pp. 27-35.
- 11- Katapodes, N. D. & T. Strelkoff. 1977. *Hydrodynamics of border irrigation - complete model*. *J. Irrig. and Drain. Div. ASCE*, 103(IR3):307-324.
- 12- Lai, R. & A. C. Pandya. 1972. *Volume balance method for computing infiltration in surface irrigation*. *Trans. ASCE*, 15(1): 67-72.
- 13- Lighthill, M. L. & Whitham. 1955. *On kinematic waves: I - Flood movement in long rivers*. *Proc. Soc. London*. A229 :201-316.
- 14- Malano, H. M. 1982. *Comparison of the infiltration process under continuous and surge flow*. *M. S. Thesis, Agricultural and irrigation Engineering Dept., Utah State University, Logan Utah.*
- 15- Merkly, G.P. 1983. *Semigranhyal design of furrow irrigation system using a non-dimensional kinematic wave model*. *M.S. Thesis, Utah State University, Logan, Utah.*
- 16- Mostafazadeh, B. & W.R. Walker. 1987. *Furrow geometry under surge and continuous flow*. *Iran Agricultural Research*, 6: 57-71.
- 17- Nance, L. A., & J. R. Lambert. 1968. *A modified inflow-outflow method for measuring infiltration in furrow irrigation*. *Trans. ASAE*, 13(6) :792-794.
- 18- Singh, V. P. & F. X. Yu. 1990. *Derivation of infiltration equation using system approach*. *J. Irrig. and Drain. Div. ASCE.*, 116(IR6) :837-857.
- 19- Strelkoff, T. 1970. *Numerical solution of Saint-Venant equations*. *J. Hydraul. Div. ASCE*. 96(Hy1) :223-252.
- 20- Strelkoff, T. & N. D. Katapods. 1977. *Border irrigation hydraulic with zero inertia*, *J. Irrig. and Drain. Div. ASCE.*, 102(IR3) :325-342.
- 21- Walker, W. R. & G. V. Skogerboe. 1987. *Surface Irrigation: Theory and Practice*. Prentice Hall Inc. Englewood, New Jersey, U.S.A.
- 22- Walker, W. R. & A. S. Humpherys. 1983. *Kinematic wave furrow irrigation model*. *J. Irrig. and Drain. Div. ASCE*, 109(IR4) : 377-392.
- 23- Woolhiser, D. A. & J. A. Liggett. 1967. *Unsteady one dimensional flow over a plane - the rising hydrograph*. *Water Resources Research*, 3(3) :753-771.

Use of Kinematic Wave Model in Evaluating Furrow Irrigation System

B.MOSTAFAZADEH, R.FATAHI AND S.F. MOUSAVI

**Assistant Professor, Instructor and Associate Professor, Respectively,
Isfahan University of Technology, Shahre-Kord University
, and Isfahan University of Technology, Iran.**

Accepted 25 sep.1996

SUMMARY

Furrow irrigation is one of the most common methods of surface irrigation . In recent years , researchers and designers have shown much interest to use computer models in order to design and simulate surface irrigation systems . The kinematic wave model is one of the surface irrigation models, which with its simplicity , is still able to evaluate and simulate furrow irrigation hydraulic on sloping fields with good accuracy . The more sophisticated surface irrigation models, such as hydrodynamic and zero inertia , because of their complexity , are only used on research levels.

The accuracy of prediction of surface irrigation models are highly dependent on the accuracy of prediction of infiltration equation parameters . In this study, the kinematic wave model was evaluated under three new methods of determining the Kostiakov-Lewis infiltration equation parameters , which are recycling furrow infiltrometer , volume balance , and singh and Yu model. The simulation of the kinematic wave model for different furrow irrigation fields and comparisons with the field measurements showed that the kinematic wave model with infiltration equation parameters developed from the volume balance method has the best results compared to the other two methods.