

## ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا

حامد ریاحی فارسانی<sup>۱</sup>، محمد رضا نوری امامزاده‌ئی<sup>۲\*</sup>، روح اله فتاحی نافچی<sup>۳</sup> و سید حسن طباطبائی<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد [Nouri1351@yahoo.com](mailto:Nouri1351@yahoo.com)

۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۴- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۰

### چکیده

کاهش تلفات و افزایش راندمان آبیاری یکی از گام‌های اساسی در توسعه کشاورزی و افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک به حساب می‌آید. تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۸۹ در سه دشت بروجن، خانمیرزا و شهرکرد با هدف ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای انجام گرفت. ارزیابی سیستم‌های آبیاری در مزارع تحت کشت گیاه سیب‌زمینی در دشت بروجن و ذرت در دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد انجام گردید. نتایج نشان داد که متوسط راندمان‌های کاربرد، انتقال، کفایت و راندمان کل آبیاری در دشت بروجن به ترتیب، ۴۹/۲۷، ۸۳/۶۵، ۹۸/۲۲ و ۴۱/۵۳ درصد، در دشت خانمیرزا، ۵۵/۴۱، ۷۷/۱۱، ۶۰/۲ و ۴۱/۵۸ درصد و در دشت شهرکرد، ۶۱/۴۱، ۸۸/۴۳، ۸۴/۲۴ و ۵۴/۶۷ درصد می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که راندمان‌های کاربرد و کفایت سیستم‌های آبیاری شیار مزارع در این دشت‌ها در حد قابل قبول می‌باشند. همچنین پایین بودن راندمان انتقال باعث کاهش راندمان کل آبیاری شده است. استفاده از کانال‌های پوشش‌دار و ابنیه استاندارد برای مدیریت انتقال بهتر و کاربرد لوله‌های دریچه‌دار برای بهبود وضعیت توزیع جریان در سطح مزرعه می‌تواند مفید باشد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی جویچه‌ای، راندمان آبیاری.

## Evaluating of Furrow Irrigation Systems in Shakrekord, Borojen and Khanmirza plains

H. Riahi Farsani<sup>1</sup>, M. R. Nouri Emamzadei<sup>2</sup>, R. Fattahi<sup>3</sup> and S.H.Tabatabaei<sup>4</sup>

- 1- Former MSc Student, Department of water engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
- 2- Associate Professor, Department of water engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
- 3- Associate Professor, Department of water engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
- 4- Associate Professor, Department of water engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

Received: 29 Jan 2013

Accepted: 7 July 2013

### Abstract

Agriculture development and improvement of soil and water resources productivity mainly depends on irrigation efficiency and reduction of water losses. This research was conducted in Boroujen, Khanmirza and Shahrekord plain during 2010 growing season in order to evaluate the furrow irrigation systems. Evaluation of furrow irrigation systems were carried out in Potato fields in Borujen and maize fields in Khanmirza and Shahrekord plains. According to the results, application, conveyance, adequacy and overall irrigation efficiencies of Borujen plain were calculated 49.27, 83.65, 98.22 and 41.53 in percent, respectively. Such values for Khanmirza plain were 55.41, 77.11, 60.2 and 41.58 percent and those of

Shahrekord plain were, 61.41, 88.43, 84.24, 54.67 percent, respectively. The results show that the application and adequacy efficiencies of furrow irrigation systems in these plains are acceptable. The overall irrigation efficiency was low mainly due to conveyance efficiency. Lining the transmission canals, using the standard structures and using of gated pipes, instead of traditional methods especially in furrow irrigation, is recommended and can be useful for improving distribution efficiency on farm.

**Keywords:** Evaluation, Furrow irrigation, Irrigation efficiency.

#### مقدمه

آبیاری کوششی است که انسان به عمل می‌آورد تا چرخه هیدرولوژی را در مزرعه تغییر داده و شرایط را از نظر آب به گونه‌ای فراهم سازد که رشد مطلوب گیاه و در نتیجه تولید بیشتر محصولات کشاورزی امکان‌پذیر گردد. بر اساس آمارهای موجود وسعت اراضی تحت آبیاری ایران ۷/۸ میلیون هکتار می‌باشد. در میان روش‌های آبیاری، آبیاری سطحی رایج‌ترین شیوه آبیاری است که در آن آب به روش ثقیلی در سطح زمین جریان می‌یابد و سطح زمین به‌عنوان جذب کننده و انتقال دهنده آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علت پایین بودن هزینه سرمایه‌گذاری، پایین بودن هزینه تأمین انرژی و استفاده از سیستم، سهولت عملیات، و همچنین تعمیر و نگهداری آسان، پژوهشگران مطالعات زیادی را در زمینه افزایش راندمان آبیاری سطحی انجام داده‌اند (۴). آبیاری به روش جویچه‌ای عبارت است از وارد ساختن آب در جویچه‌های نزدیک به هم به طوری که گیاه در حد فاصل بین این جویچه‌ها و در روی پشته‌ها کشت شود و جریان کاپیلاری به طور غیرمستقیم موجب تغذیه گیاهان می‌شود. در این روش فاصله و طول جویچه‌ها بستگی به عواملی نظیر نوع محصول، نوع خاک، ماشین‌آلات، شیب زمین، دبی ورودی دارد (۳). بهزادی‌نسب و همکاران طی مطالعه‌ای که روی مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه داشتند راندمان کاربرد را در یکی از مزارع به طور متوسط ۵۲/۱۲ درصد و در مزرعه دیگر به‌طور متوسط ۳۶/۶۱ درصد به دست آوردند (۲). اموند و همکاران<sup>۱</sup> راندمان آبیاری در یکی از مناطق ایالت کلرادو آمریکا را پس از دو سال تحقیق در تعدادی از مزارع آن منطقه، متفاوت و از ۷ تا ۶۷ درصد گزارش کردند (۱۱). در اغلب موارد راندمان کاربرد آبیاری جویچه‌ای بین ۴۰ تا ۶۰ درصد است، درحالی که به طور نظری با آبیاری جویچه‌ای، دستیابی به راندمانی در حدود ۷۰-۸۵ درصد امکان‌پذیر است (۸). به منظور افزایش راندمان در آبیاری جویچه‌ای هر یک از پارامترهای مربوط به خصوصیات خاک، هندسه جویچه، پارامترهای هیدرولیکی جریان و پارامترهای گیاهی با مدیریت صحیح می‌تواند مؤثر واقع شود. ملوخی و همکاران راندمان‌های کاربرد آب را در دو روش آبیاری سطحی و در دو حالت جویچه‌های بازسازی شده و بدون بازسازی در مزارع واقع در مرکز تحقیقات نیشکر در واحد امیرکبیر مورد ارزیابی قرار دادند، آنها در

طی ماه‌های اردیبهشت الی مهرماه، مقادیر راندمان کاربرد آب را در جویچه‌های بازسازی شده ۴۸ تا ۷۵ درصد و به‌طور متوسط ۶۲ درصد و در جویچه‌های بدون بازسازی ۴۳ تا ۶۳ درصد و به‌طور متوسط ۵۳ درصد اندازه‌گیری کردند (۵). ناصری و همکاران با ایجاد همبستگی ساده و جزئی بین نفوذ تجمعی و متغیرهای مستقل نفوذ دریافتند که اثر سطح مقطع جریان و محیط خیس شده بر نفوذ تجمعی معنی‌دار بود (۱۳). طباطبائی و همکاران گزارش کردند که مقدار کاهش نفوذ بسته به بافت خاک و نوع مدیریت مزرعه، بین ۳۰ تا ۵۵ درصد متفاوت می‌باشد (۱۷). دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری به لحاظ نزدیک بودن به منابع آب، پتانسیل توسعه در بخش کشاورزی را دارا می‌باشد و از آنجایی که توسعه عمودی مقدم بر توسعه افقی است لذا اقدام برای ارزیابی وضعیت موجود حاکم بر سیستم کشاورزی در دشت‌های استان ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا تحقیق حاضر با هدف ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا انجام گردید.

#### مواد و روش‌ها

##### مناطق مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری در ناحیه مرکزی سلسله جبال زاگرس که از شمال غربی به جنوب شرقی امتداد دارد واقع شده است. به دلیل شیب ارتفاعات بختیاری، همچنین به دلیل شرایط ارتفاعی و موقعیت جغرافیایی، آب و هوای استان نسبتاً سرد است. میانگین سالانه دمای هوا در بخش‌های مختلف آن تحت تأثیر عوامل مختلف اقلیمی و توپوگرافی متغیر است به طوری که مقدار آن در شهرکرد ۱۱/۵، بروجن ۱۰/۵ و لردگان ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رژیم بارندگی در چهارمحال و بختیاری همانند سایر مناطق غربی ایران، مدیترانه‌ای است. متوسط ۳۰ ساله مجموع بارش سالیانه در شهرکرد ۳۱۹، در بروجن ۲۴۵/۲ و در لردگان ۵۰۹/۶ میلی‌متر می‌باشد. براساس تقسیم‌بندی کوپن نواحی شرقی منطقه دارای اقلیم معتدل و سرد با تابستان‌های گرم و خشک، نواحی غربی منطقه که پوشیده از جنگل‌های بلوط است، اقلیم نیمه‌گرمسیری با تابستان‌های گرم و خشک، ارتفاعات ۳۰۰۰ - ۲۵۰۰ متری منطقه، اقلیم معتدل سرد و تابستان‌های خشک و

**د) پارامترهای هیدرولیکی جریان:** در این تحقیق به منظور سنجش راندمان انتقال با نصب فلوم دبی آب در ابتدای مزرعه (محل چاه) و در ورودی واحد زراعی اندازه‌گیری شد. مقادیر ضریب زبری برای مزارع سیب‌زمینی در آزمایش اول ۰/۰۴، آزمایش دوم ۰/۰۲۵ و آزمایش سوم به دلیل پهن شدن برگ‌های سیب‌زمینی در کف جویچه ۰/۰۸، همچنین برای مزارع ذرت در آزمایش اول ۰/۰۴ و آزمایش دوم و سوم ۰/۰۲۵ در نظر گرفته شد (۷). ضرایب معادله نفوذ کوستیاکف لوئیس در هر آزمایش به روش بیلان حجم محاسبه شد. فرصت زمان نفوذ برای هر نقطه از شبکه با کسر زمان پیشروی از زمان پسروی در جویچه، محاسبه گردید.

**ه) شاخص‌های گیاهی:** طی مراحل مختلف نمو، به طور مرتب پس از گذشت ۲۴ تا ۴۸ ساعت از هر نوبت آبیاری با حفر پروفیل ضمن تعیین عمق توسعه ریشه، ریشه گیاه از خاک خارج و پس از شستشو شاخص‌هایی همچون وزن، تراکم و طول آن اندازه‌گیری گردید.

**و) شاخص‌های ارزیابی:** با استفاده از معادله نفوذ خاک که قبلاً به دست آمد و زمان پیشروی و پسروی در هر نقطه، نفوذ تجمعی و حجم آب نفوذ یافته در طول جویچه، به دست آمد.

با استفاده از داده‌های برداشت شده شاخص‌های ارزیابی شامل، راندمان کاربرد آب در شرایط آبیاری کامل از معادله (۱)، در شرایط کم‌آبیاری از معادله (۲)، راندمان کفایت آبیاری در شرایط کم‌آبیاری از معادله (۳)، راندمان انتقال و راندمان کل آبیاری به ترتیب از معادله های (۴) و (۵) محاسبه شدند. لازم به ذکر است راندمان کفایت آبیاری در موارد آبیاری کامل ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد.

$$E_a = \frac{(Z_{req} \times L \times W)}{(Q_0 \times t_{co})} \times 100 \quad (1)$$

$$E_a = \frac{Z_{req} x_d + V_{zi}}{Q_0 t_{co}} \times 100 \quad (2)$$

$$E_r = \frac{Z_{req} x_d + V_{zi}}{Z_{req} L} \times 100 \quad (3)$$

$$E_c = \frac{Q_0}{Q_1} \times 100 \quad (4)$$

$$E_i = \frac{E_a}{100} \times \frac{E_c}{100} \quad (5)$$

بالاخره ارتفاعات بیش از ۳۰۰۰ متری منطقه دارای اقلیم ارتفاعات می‌باشد که پوشیده از برف‌های دائمی است (۹).

این تحقیق برای دستیابی به چگونگی مدیریت آبیاری و ارزیابی آبیاری جویچه‌ای در استان چهارمحال و بختیاری در دو کشت غالب منطقه، سیب‌زمینی و ذرت، انجام شد. با توجه به اهداف طرح از بین دشت‌های استان، دشت شهرکرد، بروجن و خانمیرزا به عنوان نماینده اراضی فاریاب به روش سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. مشخصات این مزارع در جدول (۱) آمده است.

### اندازه‌گیری‌های صحرائی

با توجه به هدف طرح در دشت‌های مورد مطالعه، سیستم آبیاری جویچه‌ای در مزارع انتخابی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این ارزیابی اقدامات زیر انجام گرفت:

**الف) خصوصیات فیزیکی خاک:** برای تعیین بافت خاک نمونه‌های مرکبی از نقاط مختلف و عمق‌های ۰ تا ۶۰ سانتی‌متر تهیه و با روش هیدرومتری بافت آنها تعیین گردید. برای محاسبه چگالی ظاهری به وسیله رینگ‌های فلزی نمونه‌برداری از اعماق ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری خاک بسته به عمق توسعه ریشه گیاه انجام گردید.

**ب) رطوبت سنجی خاک:** قبل از هر اتفاق آبیاری رطوبت خاک برای هر کدام از مزارع در عمق توسعه ریشه به روش جرمی تعیین شد. به منظور حفظ رطوبت خاک، نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری و جهت تعیین رطوبت به آزمایشگاه منقل شدند. همچنین حدود رطوبتی شاخص از جمله ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم توسط دستگاه صفحه فشاری<sup>۲</sup> تعیین شد. قبل از هر عملیات آبیاری مقدار عمق آبیاری مورد نیاز با کسر رطوبت ظرفیت زراعی از رطوبت قبل از آبیاری در منطقه توسعه ریشه محاسبه گردید. همچنین قبل و پس از خاتمه آبیاری توسط آگر<sup>۳</sup> نمونه‌هایی از اعماق مختلف خاک برداشت و دامنه جبهه رطوبتی در خاک اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در آزمایش اول (خاک-آب) مقدار عمق مورد نیاز جهت خیس شدن خاک و رفع نیازهای گیاهی ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

**ج) پارامترهای هندسی جویچه‌ها:** برای انجام آزمایش‌های مربوط به فازهای پیشروی و پسروی آبیاری، مسیر طولی جویچه معرف به فواصل ۱۰ متر نشانه‌گذاری شد. همچنین سطح مقطع عرضی ابتدا، وسط و انتهای جویچه معرف قبل و بعد از هر آبیاری به وسیله مقطع‌سنج اندازه‌گیری شد. برای تعیین شیب طولی، ارتفاع نقاط میخ کوبی شده جویچه‌ها به وسیله دوربین نیوو برداشت و شیب متوسط جویچه محاسبه گردید.

1- Pressure Plate

2- Auger

جدول ۱- مشخصات مزارع مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری

عنوان	شماره مزرعه	محل مزرعه	موقعیت	مزارع	نوع محصول	نحوه آب‌گیری	طول جویچه (m)	عرض جویچه (m)	شیب طولی جویچه (m/m)	دبی ورودی جویچه ( $m^3/min$ )	عمق مورد نیاز آبیاری (m)	بافت خاک
دشت بروجن	یک	فرادیه	۳۵۴۱۸۶۵ N	۵۱۵۸۲۶ E	سیب‌زمینی	سیفون	۱۹۰-۲۰۰	۰/۷۵-۰/۸	۰/۱۹	۰/۰۵-۰/۰۹۳	۰/۰۱۴-۰/۰۷	کلی لوم
	دو	کترک	۳۵۱۹۸۸۸ N	۵۱۵۱۱۵ E	سیب‌زمینی	سیفون	۲۰	۰/۸	۰/۰۰۷۷-۰/۰۰۸۴	۰/۰۷۶-۰/۱۱	۰/۰۲۳-۰/۰۷	کلی لوم
	سه	معموره	۳۵۱۷۹۳۳ N	۵۱۴۷۳۳ E	سیب‌زمینی	ستی	۹۰-۱۰۰	۰/۸	۰/۰۰۸-۰/۰۱۱	۰/۰۹۸-۰/۱۲	۰/۰۵۴-۰/۰۷	کلی لوم
دشت خانمیرزا	چهار	کوشکی	۳۴۹۰۴۴۳ N	۵۱۱۰۵۲ E	ذرت	ستی	۸۴-۱۷۰	۰/۸-۰/۹	۰/۰۰۲۹-۰/۰۰۵	۰/۰۷۸-۰/۱۲	۰/۰۱-۰/۰۷	کلی لوم
	پنج	مرادان	۳۴۹۱۳۸۷ N	۵۱۰۱۱۴ E	ذرت	ستی	۸۴-۱۴۰	۰/۷۵	۰/۰۰۷۳-۰/۰۰۸	۰/۰۵۸-۰/۱۶	۰/۰۷-۰/۱۱	کلی لوم
	شش	دهصرا	۳۴۸۶۶۶۳ N	۵۰۹۹۰ E	ذرت	سیفون	۱۴۰-۱۵۰	۰/۷۵-۰/۸	۰/۰۰۹۸-۰/۰۱۱	۰/۰۶۵-۰/۱	۰/۰۴۵-۰/۰۷	کلی لوم
دشت شهرکرد	هفت	گلدره	۳۵۶۹۸۸۱ N	۴۹۴۰۴۰ E	ذرت	ستی	۱۰۰-۱۰۵	۰/۷۵	۰/۰۰۷۵-۰/۰۰۸	۰/۰۵۴-۰/۱	۰/۰۲۶-۰/۰۷	لوم
	هشت	دوتو	۳۵۷۴۸۲۵ N	۴۹۲۱۱۷ E	ذرت	ستی	۸۰	۰/۷۵	۰/۰۰۵۱-۰/۰۰۶	۰/۰۸-۰/۱۴	۰/۰۵۵-۰/۰۷	کلی لوم
	نه	چالشر	۳۵۸۲۱۶۹ N	۴۷۹۲۲۴ E	ذرت	ستی	۹۰-۱۱۰	۰/۷۵	۰/۰۰۴۴-۰/۰۰۸۱	۰/۰۷۴-۰/۰۹	۰/۰۴-۰/۰۷	سیلتی کلی لوم

جویچه شده که منجر به تلفات زیاد رواناب سطحی و کاهش راندمان آبیاری شده است. با توجه به نتایج پورکی و والندر<sup>(۱۴)</sup> به نظر می‌رسد اگر از روش‌های موجهی در آبیاری جویچه‌ای استفاده گردد این مشکل تا حد زیادی مرتفع خواهد شد چرا که به نظر می‌رسد پایین بودن راندمان ناشی از تلفات رواناب سطحی ناشی از ثابت بودن دبی ورودی می‌باشد. استفاده از روش موجهی در مزارع استان باعث بالا رفتن یکنواختی توزیع در طول جویچه شده و این امر به بالا بردن راندمان آبیاری کمک می‌کند.

#### ب) تلفات عمقی

با توجه به نتایج جدول (۲) و شکل (۲)، در دشت بروجن در آزمایش اول بیشترین تلفات در مزرعه شماره سه، ۳۹/۱۴ درصد و کمترین مربوط به مزرعه شماره دو، ۱۳/۸۴ درصد می‌باشد. در آزمایش دوم تلفات عمقی نسبت به آزمایش اول در مزارع شماره یک و سه بیش‌تر شده است. همچنین، در آزمایش سوم وجود شاخ و برگ گیاه در مسیر جریان، ناهموار بودن سطح اراضی، نامناسب بودن شیب، ابعاد و طول جویچه‌ها منجر به افزایش تلفات عمقی در طول جویچه در مزارع شماره دو و سه شده است، شکل (۳) این رویداد را نشان می‌دهد. در مزرعه شماره یک در همین آزمایش به دلیل کاهش مقدار آب کاربردی در انتهای فصل رشد هیچ‌گونه تلفات عمقی صورت نگرفته است. با توجه به جدول (۲) و شکل (۲)، در دشت خانمیرزا، در آزمایش اول بیشترین تلفات در مزرعه شماره شش، ۳۲/۸۵ درصد و کمترین مربوط به مزرعه شماره چهار، صفر می‌باشد. در آزمایش دوم و سوم به جز مزرعه شماره چهار در آزمایش سوم، هیچ‌گونه تلفات عمقی صورت نگرفته است که ناشی از کاهش مقدار آب کاربردی در انتهای فصل رشد می‌باشد.

با توجه به جدول (۲) و شکل (۲)، در دشت شهرکرد در آزمایش‌های انجام شده بیشترین تلفات در مزرعه شماره هشت، ۵۰ درصد و کمترین مربوط به مزرعه شماره هفت، ۳/۲۲ درصد می‌باشد. دبی ورودی نامناسب به جویچه و مدت زمان زیاد آبیاری و ناهموار بودن سطح اراضی باعث بالا رفتن این تلفات در مزرعه شماره هشت در آزمایش اول شده است، شکل (۳) این موضوع را به‌خوبی نشان می‌دهد. در آزمایش دوم تلفات نسبت به آزمایش اول کاهش پیدا کرده است به طوری که مقدار این تلفات در مزرعه شماره هشت به صفر رسیده است. در آزمایش سوم تلفات عمقی وجود نداشته است که ناشی از کاهش مقدار آب کاربردی در انتهای فصل رشد می‌باشد. با توجه به نتایج ارزیابی‌ها در دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری می‌توان اظهار کرد که تلفات نفوذ عمقی در دشت بروجن نسبت به دشت‌های خانمیرزا و شهرکرد بیشتر می‌باشد. مدیریت صحیح در مقدار و زمان آبیاری،

در این معادله ها،  $Z_{req}$ : مقدار آب مورد نیاز آبیاری (متر)،  $L$ : طول جویچه (متر)،  $W$ : عرض جویچه (متر)،  $Q_1$  و  $Q_0$ : به ترتیب دبی چاه و دبی ورودی به جویچه (متر مکعب بر دقیقه)،  $t_{co}$ : مدت زمان آبیاری (دقیقه)،  $x_d$ : فاصله از ابتدای جویچه تا محلی که آب کم دریافت کرده (متر) و  $V_{zi}$ : حجم آب نفوذ یافته در منطقه‌ای که آبیاری کافی نبوده (متر مکعب) می‌باشند. همچنین پارامتر  $Z_{req}$ : از معادله زیر محاسبه گردید.

$$Z_{req} = (f_c - \theta) \times D_{rz} \quad (6)$$

در این معادله  $f_c$  و  $\theta$ : به ترتیب رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و رطوبت قبل از آبیاری بر حسب درصد حجمی و  $D_{rz}$ : عمق توسعه ریشه (متر) می‌باشد.

#### نتایج و بحث

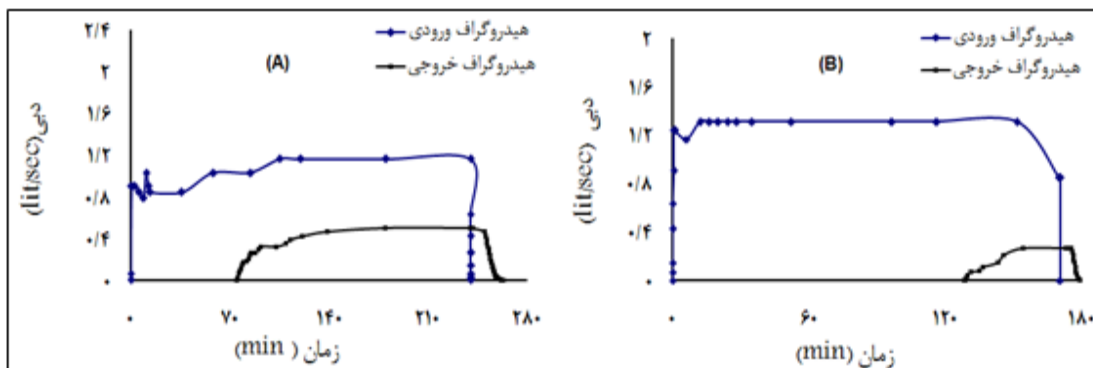
این تحقیق به منظور مشخص نمودن اجزاء و عوامل مؤثر بر راندمان آبیاری جویچه‌ای در سه دشت بروجن، خانمیرزا و شهرکرد صورت گرفته است. مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی آبیاری جویچه‌ای، تلفات آبیاری (نفوذ عمقی و هرز آب انتهایی)، راندمان انتقال، کفایت آبیاری و راندمان کاربرد آب می‌باشند. آزمایش‌های ارزیابی برای هر دشت در سه مزرعه و در سه تکرار انجام گردید. بر این اساس ۲۷ آزمایش ارزیابی در این سه دشت انجام شد. نتایج این آزمایش‌ها در جدول (۲) ارائه شده است.

#### الف) تلفات رواناب سطحی

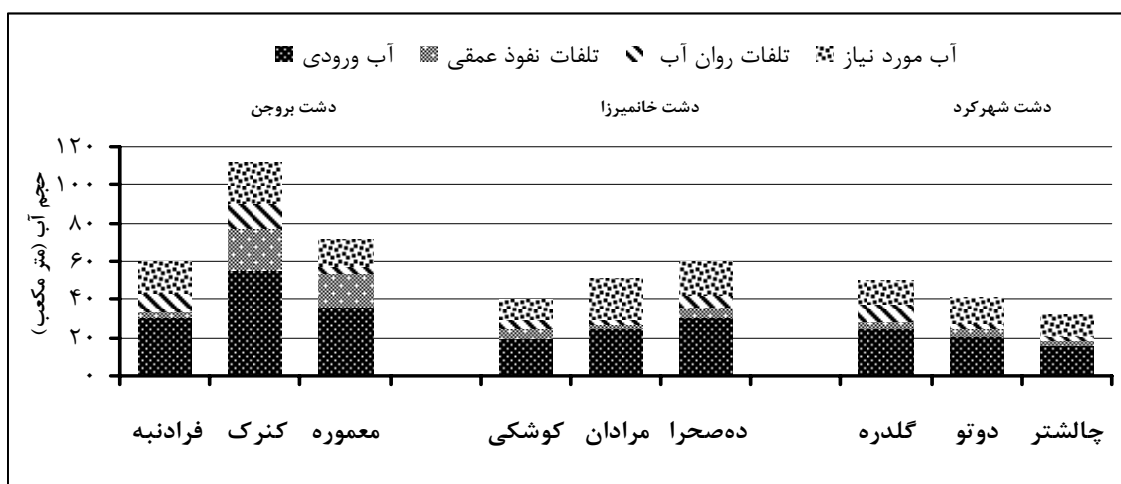
با توجه به شکل (۲) و جدول (۲) در دشت بروجن در آزمایش اول بیشترین تلفات مربوط به مزرعه شماره یک، ۳۱/۲۳ درصد و کمترین تلفات مربوط به مزرعه شماره سه، ۲/۶۸ درصد می‌باشد. در آزمایش دوم در مزارع شماره یک و دو تلفات رواناب نسبت به مزرعه شماره سه بیشتر می‌باشد. در دشت خانمیرزا با توجه به جدول (۲)، شکل‌های (۱) و (۲)، در آزمایش اول بیشترین تلفات مربوط به مزرعه شماره شش، ۲۰/۲ درصد و کمترین تلفات مربوط به مزرعه شماره پنج، ۹/۷۲ درصد می‌باشد. در دشت شهرکرد با توجه به جدول (۲) و شکل‌های (۱) و (۲)، بیشترین تلفات مربوط به مزرعه شماره هفت، ۶۱/۳۱ درصد و کمترین تلفات مربوط به مزرعه شماره هشت، ۶/۶۶ درصد می‌باشد. شکل (۱) نشان دهنده تلفات زیاد رواناب در مزرعه شماره هفت می‌باشد. با توجه به نتایج ارزیابی‌ها در دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری می‌توان گفت مدت زمان زیاد آبیاری، عدم مدیریت صحیح در امر آبیاری، کاربرد دبی با مقدار ثابت در طول هر نوبت آبیاری و شیب نامناسب جویچه‌ها سبب کاهش یکنواختی توزیع آب در طول

جدول ۲- نتایج ارزیابی دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری

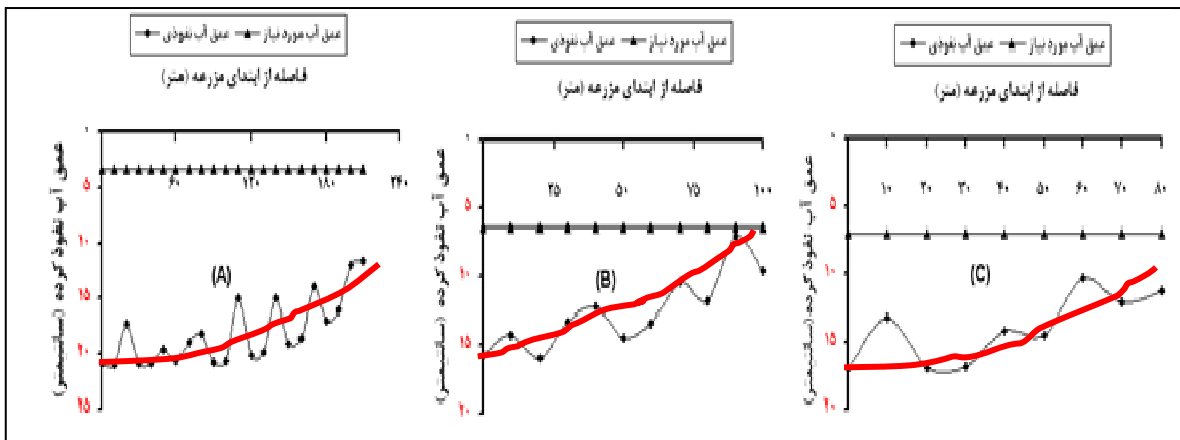
نام دشت	کد مزرعه	محل مزرعه	راندمان انتقال (%)	راندمان کاربرد (%)	راندمان کفایت (%)	راندمان نفوذ عمقی (%)	روان آب (%)	راندمان کل (%)
بروجن	یک	فراذنبه	۸۹	۵۹	۹۵	۱۳	۲۷	۵۳
	دو	کنرک	۸۷	۴۵	۹۹	۲۵	۵۶	۳۹
	سه	معموره	۷۵	۴۳	۱۰۰	۴۸	۹	۳۳
خانمیرزا	چهار	کوشکی	۷۸	۵۲	۷۸	۲۶	۲۲	۴۲
	پنج	مرادان	۶۲	۷۰	۵۳	۵	۲۶	۴۲
	شش	ده صحرا	۹۱	۴۴	۵۰	۱۱	۴۵	۴۰
شهرکرد	هفت	گلدره	۸۱	۴۶	۱۳	۱۰	۴۴	۴۱
	هشت	دوتو	۹۱	۶۸	۱۳	۱۷	۱۶	۶۲
	نه	چالشر	۸۷	۷۱	۱۶	۱۳	۲۶	۶۱



شکل ۱- هیدروگراف ورودی و خروجی مزرعه شماره شش (A) و مزرعه شماره هفت (B) در آزمایش اول



شکل ۲- متوسط حجم آب کاربردی در مزارع مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۳- تلفات نفوذ عمقی مزرعه دو (A)، مزرعه سه (B) در آزمایش سوم و مزرعه هشت (C) در آزمایش اول

استان‌های کشور اندازه‌گیری و ۶۰ درصد گزارش شده است (۱۰ و ۶). پس به نظر می‌رسد راندمان انتقال دشتهای استان چهارمحال و بختیاری نسبت به سایر دشتهای دیگر کشور از وضعیت بهتری برخوردار است.

**د) راندمان کفایت آبیاری**

با توجه به شکل (۶) و نتایج جدول (۲)، نیازهای آبی مزارع دشت بروجن در مراحل مختلف رشد تقریباً به طور کامل برآورده شده است ولیکن در دشتهای خانمیرزا و شهرکرد این گونه نمی‌باشد. علت این کم آبیاری در دو دشت مذکور را می‌توان به کمبود منابع آبی و همچنین عدم مدیریت صحیح در مزرعه ارتباط داد. با توجه به نتایج جدول (۲) کفایت آبیاری در دشتهای خانمیرزا و شهرکرد پایین بوده، در عین حال تلفات نفوذ عمقی وجود دارد لذا می‌توان نتیجه گرفت که در قسمتی از مزرعه نفوذ بیش از اندازه اتفاق افتاده است که ناشی از ناهمواری سطحی اراضی و در نتیجه نامناسب بودن تسطیح اراضی مربوط می‌شود.

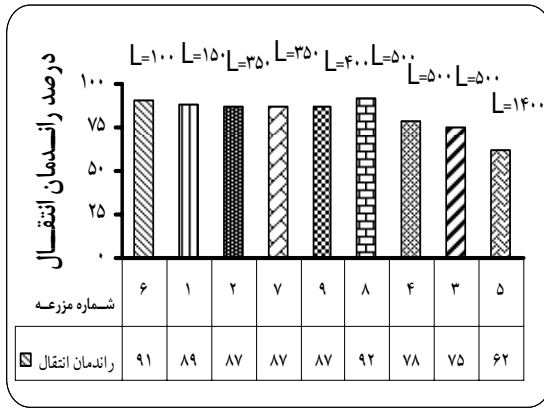
**ه) راندمان کاربرد**

با توجه به جدول (۲) و شکل (۷)، در آزمایش‌های ارزیابی، بیشترین راندمان کاربرد مربوط به دشت شهرکرد ۶۱/۴۱ درصد و کمترین آن مربوط به دشت بروجن ۴۹/۲۷ درصد می‌باشد. نامناسب بودن دبی ورودی، طول جویچه و اعمال مدیریت غیر صحیح در زمان آبیاری و عدم تسطیح مناسب اراضی و شیب جویچه‌ها را می‌توان از علل کاهش راندمان کاربرد در مزارع نام برد. محققین زیادی (۱، ۷، ۱۲ و ۱۶) اظهار داشتند مهمترین دلایل پایین بودن بازده آبیاری، ناهمواری اراضی، عدم برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع توسط زارعین و عدم طراحی و مدیریت علمی سیستم‌های آبیاری می‌باشد. لازم به ذکر می‌باشد بالا بودن نسبی راندمان کاربرد در بعضی از مزارع به طور مثال مزارع شماره پنج و شش دلیل بر

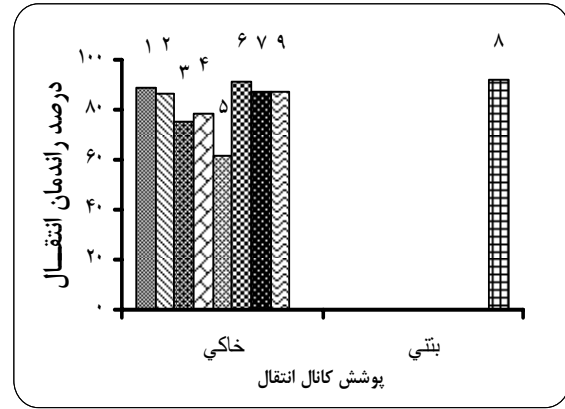
تسطیح اراضی و بهینه کردن ابعاد اراضی متناسب با دبی ورودی می‌تواند تلفات نفوذ عمقی را تا حد زیادی کاهش دهد. با توجه به نتایج ملوخی و همکاران (۵) بازسازی جویچه‌ها در مزارع باعث کاهش تلفات نفوذ عمقی و افزایش راندمان کاربرد آب به‌طور متوسط به میزان ۱۰ درصد خواهد شد.

**ج) راندمان انتقال**

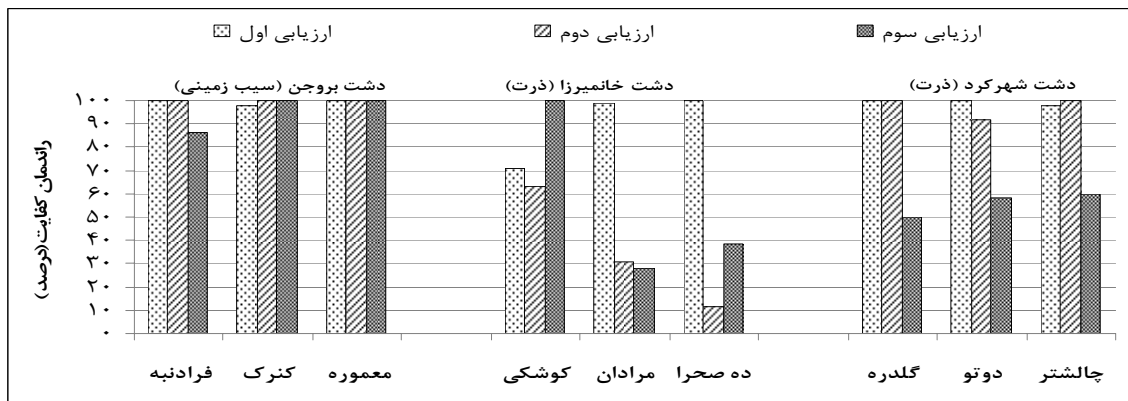
با توجه به نتایج به دست آمده در جدول (۲)، راندمان انتقال در دشتهای بروجن، خانمیرزا و شهرکرد به ترتیب ۸۳/۶۵، ۷۷/۱۱ و ۸۸/۴۳ درصد به دست آمد. وجود مسیر طولانی انتقال آب و همچنین عدم پوشش انهار سبب کاهش راندمان انتقال آب و به تبع آن کاهش راندمان آبیاری در این دشت‌ها گردیده است. شکل (۴) نشان می‌دهد که هر چه مقدار طول مسیر در مزارع تحت ارزیابی افزایش یافته میزان تلفات انتقال آب افزایش پیدا کرده است به طوری که حداکثر راندمان انتقال آب در نهر به طول ۱۰۰ متر برابر ۹۱ درصد و حداقل آن در نهر به طول ۱۴۰۰ متر ۶۲ درصد اندازه‌گیری شده است. بر اساس این نتایج تقریباً مقدار ۲۰ درصد تلفات آب در قسمت انتقال آب اتفاق افتاده است. لذا در مورد مزارع مورد مطالعه با کاهش طول کانال می‌توان حدود ۲۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. از دیگر علل کاهش راندمان انتقال در این مزارع می‌توان به پوشش دار نبودن کانال‌های انتقال آب اشاره کرد. به جز مزرعه شماره هشت که دارای پوشش بتنی بوده، در بقیه مزارع کانال‌های انتقال از نوع خاکی بودند. با توجه به شکل (۵) می‌توان گفت که راندمان انتقال آب در مزرعه شماره هشت با توجه به پوشش آن از بقیه مزارع بیشتر می‌باشد به طوری که بیشترین میزان راندمان انتقال در مزارع تحت ارزیابی به میزان ۹۲ درصد در این مزرعه به دست آمده و سایر مزارع کمتر از این مقدار بوده است. در ارزیابی‌های انجام شده در دشتهای دیگر متوسط بازده انتقال آب در برخی از



شکل ۴- تأثیر طول کانال بر راندمان انتقال آب



شکل ۵- تأثیر پوشش کانال بر راندمان انتقال آب



شکل ۶- مقادیر راندمان کفایت آبیاری در مزارع مورد مطالعه

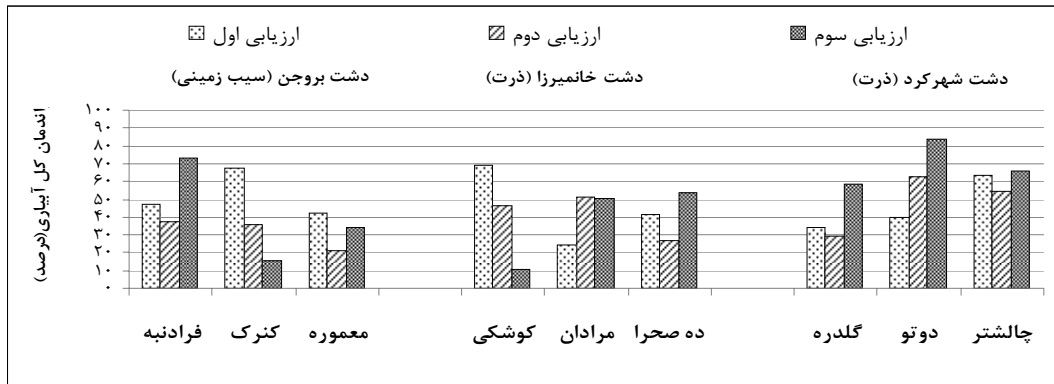


شکل ۷- مقادیر راندمان کاربرد در مزارع مورد مطالعه

بالا در صورتی معیار مطلوبی قلمداد می‌شود که نیازهای آبی مزرعه به طور ۱۰۰ درصد یا با سطح کفایت قابل قبول تأمین شوند. چنان چه دیده می‌شود مقدار راندمان کاربرد در مزارع

موفقیت عملیات آبیاری نمی‌باشد چون نیاز آبیاری به طور کامل تأمین نشده است و کم آبیاری موجب بالا رفتن این مقدار شده، زیرا این دو پارامتر رابطه معکوس دارند. بنابراین راندمان کاربرد





شکل ۸

شکل ۸- مقادیر راندمان کل در مزارع مورد مطالعه

### نتیجه‌گیری

میانگین راندمان کاربرد در استان چهارمحال و بختیاری ۵۵/۳۶ درصد و متوسط راندمان کل در این استان ۴۵/۹۲ درصد می‌باشد. با توجه به نتایج ارائه شده می‌توان گفت راندمان کاربرد در استان چهارمحال و بختیاری نسبت به دشت‌های دیگر در حد قابل قبول می‌باشد. استفاده از دبی ثابت برای هر جویچه در مدت زمان آبیاری، باز بودن انتهای جویچه، نامناسب بودن شیب جویچه‌ها در مزرعه، عدم آگاهی زارعین در نحوه آبیاری بهینه در مزارع، نداشتن برنامه آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه، اداره شدن مزارع به صورت خرده مالکی، ناهموار بودن سطح اراضی و نامتناسب بودن ابعاد زمین را می‌توان از علل کاهش راندمان آبیاری در این دشت‌ها نام برد. همچنین از جمله راه‌های افزایش راندمان آبیاری در استان، پوشش‌دار کردن کانال‌های انتقال آب، از بین بردن علف‌های هرز در مسیر انتقال، کاهش طول کانال‌های انتقال آب، اعمال مدیریت صحیح در زمان آبیاری، انتخاب دبی ورودی مناسب، مسدود نمودن انتهای جویچه‌ها، بهینه کردن طول جویچه‌ها و اجرای شیب مناسب در اراضی برای افزایش راندمان کاربرد و کاهش تلفات رواناب، را می‌توان نام برد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری که هزینه طرح را تقبل نموده، کلیه کشاورزانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نموده و مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد به دلیل هماهنگی امور اداری این طرح تقدیر و تشکر می‌گردد.

### منابع

- ۱- اسفندیاری، ب. ۱۳۸۳. معرفی تکنولوژی تسطیح لیزری اراضی زراعی به کشاورزان ایران. کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، مقاله شماره ۵۵.

مختلف متنوع می‌باشد چرا که این پارامتر متأثر از عوامل متعددی است. بهزادی نسب و همکاران (۲)، دامنه تغییرات زیاد این پارامتر را در مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه ۳۶/۶۱ تا ۵۲/۱۲ درصد گزارش کردند.

### و) راندمان کل

راندمان کل آبیاری با در نظر گرفتن راندمان انتقال و کاربرد در هر سه آزمایش، در دشت‌های بروجن، خانمیرزا و شهرکرد به دست آمد که حداقل و حداکثر آن در دشت‌های مذکور به ترتیب ۳۱/۳۳ و ۵۲/۴۵ درصد، ۳۸/۱۵ و ۴۵/۰۵ درصد و ۴۵/۷۱ و ۶۹/۵۰ درصد می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد مقدار میانگین راندمان کل آبیاری در دشت‌های بروجن و خانمیرزا تقریباً ۴۱ درصد و در دشت شهرکرد ۵۴ درصد می‌باشد. شکل (۸) میانگین راندمان کل در هر مزرعه در دشت‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. راندمان کل در این مزارع مطابق نتایج میر ابوالقاسمی (۶) تا حدی از مقادیر ارائه شده در دشت‌های خوزستان و تبریز که متوسط نه ساله آن (۱۳۶۱ تا ۱۳۶۹) فقط ۲۱ درصد بوده است، مناسب‌تر می‌باشد. همچنین اموند و همکاران (۱۱) راندمان آبیاری در یکی از مناطق ایالت کلرادو آمریکا پس از دو سال تحقیق در تعدادی از مزارع آن منطقه را متفاوت و از ۷ تا ۶۷ درصد گزارش کردند. با توجه به نتایج محققان و نتایج این تحقیق می‌توان گفت که راندمان آبیاری در استان چهارمحال و بختیاری در حد قابل قبول می‌باشد.

- ۲- بهزادی نسب، م.، ناظمی، ا. و س. ع. ا. صدرالدینی ۱۳۸۷. ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای (مطالعه موردی مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت تپه). دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز.
- ۳- طباطبائی، س. ح. و م. شایان‌نژاد ۱۳۸۸. مبانی مهندسی آبیاری. انتشارات دانشگاه شهرکرد.
- ۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۳. طراحی سیستم‌های آبیاری. ترجمه (چاپ پنجم با تجدید نظر)، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
- ۵- ملوخی، ح.، بهزاد، م. و ع. ع. ناصری ۱۳۸۵. راندمان‌های کاربرد آب در دو حالت جویچه‌های بازسازی شده و بدون باز سازی در مزارع نیشکر. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اردیبهشت‌ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۶- میرابوالقاسمی، س. ه. ۱۳۷۳. ارزیابی بازده آبیاری در تعدادی از شبکه‌های سنتی ایران. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، صفحه‌های ۱۶-۱.
- ۷- کارزنده، ح. ۱۳۷۱. راهنمای طراحی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری سطحی، نشریه شماره ۲۲۳/۱۰، نشر آب و خاک، ۲۴۳ صفحه.
- 8- Camacho, E. C., Perez-Lucena, C., Roldan-Canas, J. and M. Alcaide. 1997. IPE: Model for management and control of furrow irrigation in real time. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 123(4):264-269.
- 9- Chaharmahal and Bakhtiari Meteorological Administration. 2011. <http://www.chaharmahalmet.ir>
- 10- Dutta, S., Gupta, P.K. and S. Panigrahy. 2010. Mapping of Conjunctive Water Use Productivity Pattern in an Irrigation Command Using Temporal IRS WiFS Data. Water Resources Management, 24: 157-171.
- 11- Emond, H., Loftis, J. C., Podmore, T. H., Roberts, J. and F. Leaf. 1993. Evaluation of surface irrigation systems near Greeley. Colorado. In: Klein K.C. and Williams D.J. (eds.). Seeking an Integrated Approach to Watershed Management in the Sough Platte Basin. Colorado State University, Fort Collins, Co, 80523, USA.
- 12- Pfof, D., Thompson, A. and J. Henggeler. 2005. Annual progress report for precision agriculture and surface drainage. University of Missouri, USA.
- 13- Nasser, A., Neyshabori, M. R., Fakhri Fard, A., Moghadam, M. and A. H. Nazemi. 2004. Field measured furrow infiltration functions. Turk Journal Agriculture, 28: 93-99.
- 14- Purkey, D. R. and W.W. Wallender. 1989. Surge flow infiltration variability. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 32(3): 894-900.
- 15- Rickman, J. F. 2002. Manual for laser land leveling. Technical Bulletin, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India.
- 16- Schwankl, L. J., Raghuwanshi, N. S. and W.W. Wallender. 2000. Furrow irrigation performance under spatially varying conditions. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 126(6): 355-361.
- 17- Tabatabaei, S. H., Farhad, H., Neyshabori, M. R. and A. Liaghat. 2004. Simulation model for seasonal variation of infiltration in heavy soils with two crop residue management. International Soil Congress, June 7-10, Erzurum, Turkey.