



## ارزیابی راندمان سیستم‌های آبیاری تحت فشار در شرایط مزرعه

حسین حاج آقا علیزاده<sup>۱</sup>، محمد رضا احسانی<sup>۲</sup> و حمید زارع ایبانه<sup>۱\*</sup>

### چکیده

مطالعات اخیر حاکی از پائین بودن کارایی مصرف آب آبیاری در بخش کشاورزی است، که نشان دهنده توجه ویژه برای بهبود کارایی است. راندمان آبیاری بر اساس برآوردهای فائو (سازمان خواربار جهانی) در حدود ۳۰ درصد است. وزارت جهاد کشاورزی تغییر در سیستم‌های سطحی سنتی را به منظور کسب راندمان ۷۵-۷۰ درصد در برنامه خود قرار داد. در ده سال اخیر اراضی زیادی تحت پوشش آبیاری تحت فشار قرار گرفتند و اراضی بسیاری نیز مطالعه و در انتظار اجرا می‌باشند. در این مطالعه ۵۴۵ هکتار از اراضی منطقه همدان که آبیاری بارانی در آن‌ها طراحی و اجرا شده است انتخاب شد. این سطح در ۲۱ مزرعه شخصی زارعین منطقه پراکنده بوده که به روش نمونه‌گیری تصادفی از کل ۳۰۰۰۰ هکتار اراضی طراحی و اجرا شده انتخاب شد. علاوه بر این در طی سنوات گذشته استان همدان از نظر طراحی و اجرا، رتبه اول را در بین سایر استان‌ها داشته است. هدف این مطالعه برآورد راندمان آبیاری موجود پس از اجراء در سطح مزرعه و میزان انرژی مصرفی مرتبط با راندمان بوده است. نتایج نشان داد که تغییر سیستم آبیاری موجب ارتقاء راندمان کاربرد تا حد ۵۸ درصد شده است، اما با مقدار بهینه پیش بینی در برنامه های توسعه (۷۵-۷۰ درصد) فاصله دارد. اختلاف بین راندمان مشاهداتی و طراحی بیشتر متوجه شرکت‌های طراح و مجریان، کیفیت وسایل آبیاری و عدم نظارت کافی بر عملیات طراحی و اجرائی می‌باشد. نتیجه پائین بودن راندمان موجب افزایش آب و انرژی مصرفی به منظور تأمین آب مورد نیاز گیاهی می‌شود. این امر لزوم بازنگری در طرح‌های اجرا شده و طرح‌های در انتظار اجرا را نشان می‌دهد، و حتی امکان غیر اقتصادی بودن بعضی از طرح‌های آبیاری نیز وجود دارد. پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها و ارگان‌های ذیربط با نظارت بر عملکرد شرکت‌های طراح و مجری سیستم‌های آبیاری و استاندارد وسایل و لوازم آبیاری تولیدی ضمن افزایش راندمان آبیاری به ۷۵ درصد، از منابع آبی کشور به عنوان سرمایه ملی حفظ و صیانت گردد.

### مقدمه

کشاورزی ایران با مصرف ۹۳/۲ درصد از کل آب به عنوان بزرگترین بخش مصرف کننده به علت وابستگی جمعیت عمده‌ای از کشور به آن، یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین بخش‌ها در ایجاد فرصت‌های شغلی است که همواره به عنوان یک بخش مستقل در مقابل سایر بخش‌ها توانسته است درصد زیادی از کل اشتغال مردان و زنان را تامین نماید (براتی و همکاران). نهاد آب در این بخش از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید محصولات کشاورزی است که همواره سهم قابل توجهی از هزینه‌های تولید محصولات آبی را تشکیل می‌دهد. به این ترتیب کوشش در جهت کاهش هزینه‌های آب، گامی در جهت افزایش کارایی مصرف آن می‌باشد. توجه به اجزای تشکیل دهنده هزینه‌های آب نشان می‌دهد که همواره بخشی از آن، مربوط به هزینه‌های تامین حامل‌های انرژی است که برای استحصال و توزیع آب از سفره‌های آب زیرزمینی در کلیه روش‌های آبیاری تا به جریان انداختن آب در روش‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد. راندمان پائین آب در روش‌های آبیاری سطحی از یک سو و نگرش جدید جهانی که آب را

۱- به ترتیب اعضای هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا- همدان و ۲- کارشناس آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا- همدان



کالایی اجتماعی- اقتصادی دانسته از دیگر سو، امکان استفاده بهینه از آب کشاورزی را با اصلاح و یا تغییر در روش‌های آبیاری میسر نموده است. این امر در سال‌های اخیر توجه برنامه‌ریزان و محققین کشاورزی را به منظور حصول راندمان آبیاری ۷۵-۷۰ درصد با به‌کارگیری سیستم‌های تحت فشار به عنوان سیستمی مناسب و قابل جایگزین با سیستم‌های سطحی، معطوف ساخته است. فرشی (۱۳۸۳) سطح سیستم‌های آبیاری تحت فشار در طول اجرای سه برنامه عمرانی تا سال ۲۰۰۲ را بالغ بر ۳۵۰ هزار هکتار گزارش می‌کند، وی سطح توسعه را چشمگیر اما راندمان واقعی در شرایط مزرعه را متفاوت از راندمان منظور شده در طراحی اولیه می‌داند. نتایج حاصل از بررسی‌های جعفری (۱۳۷۶) در استان همدان نشان می‌دهد که روش‌های آبیاری بارانی می‌توانند باعث گسترش سطح زیر کشت محصولات سود آور شده و در نتیجه افزایش هزینه سیستم‌های آبیاری بارانی با افزایش درآمد حاصل، جبران شده و در نهایت راندمان تولید آب را به همراه خواهد داشت. نیکویی و ترکمانی (۱۳۸۰) در ارزیابی اقتصادی از نوع روش آبیاری، نوع موتور پمپ و اندازه زمین نشان دادند در صورت حذف هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه آبیاری بارانی در محاسبات هزینه‌های آبیاری بارانی، هزینه‌های جاری این سیستم از سایر روش‌های آبیاری کمتر است. همچنین با افزایش اندازه زمین، یک روند تقریبی کاهش هزینه‌های آبیاری وجود دارد. مطالعات بازدهی در شبکه‌های آبیاری سطحی و تحت فشار در سطح کل کشور بر پائین‌تر بودن راندمان از سقف ۷۵-۷۰ درصد در این شبکه‌ها دلالت دارد (شهیدی و همکاران). در مقاله حاضر با توجه به اهمیت تاثیر عامل راندمان بر افزایش کارایی و کاهش مصرف بی‌رویه منابع آب با استفاده از تحلیل داده‌های مشاهداتی، راندمان واقعی سیستم‌های تحت فشار در منطقه همدان مطالعه و به بررسی اثر راندمان‌های واقعی و طراحی بر میزان آب و انرژی مصرفی پرداخته شده است. برای مطالعه جاری منطقه همدان به دلیل احراز رتبه اول طراحی و اجرای سیستم‌های تحت فشار و توجه سیاست‌گذاران کشاورزی به ایجاد سیستم‌های فوق انتخاب شده است. سطح زیر پوشش سیستم‌های تحت فشار این منطقه تا سال ۱۳۸۳ بالغ بر ۳۰۰۰۰ هکتار است.

## مواد و روش‌ها

برای دستیابی به اهداف تحقیق، ۲۱ مزرعه دارای سیستم آبیاری تحت فشار فعال در منطقه همدان بر اساس روش تصادفی انتخاب شدند. منطقه همدان از مناطق پیشرو در طراحی و اجرای سیستم‌های تحت فشار است که در غرب فلات ایران قرار گرفته است. این منطقه با وسعتی حدود ۱۹۰۰۰ کیلومتر مربع، ۱/۱۷ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و با واقع شدن در بلندای



۱۸۰۰ متری از سطح دریا از شرایط آب و هوایی کوهستانی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً معتدل برخوردار است (زارع ابیانه و همکاران).

برای ارزیابی کارایی سیستم‌های اجرا شده، راندمان آبیاری به عنوان اساسی‌ترین عامل تأثیر گذار بر کارایی یک سیستم آبیاری سنجیده شد. در یک سیستم آبیاری مقدار انحراف راندمان واقعی آبیاری از راندمان طراحی، نشان دهنده میزان ناکارایی یک سیستم مورد ارزیابی است که با استفاده از سنجش‌های میدانی در سطح مزرعه تعیین می‌شود. وسعت مزارع مورد مطالعه در حدود ۵۴۵ هکتار شامل سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی کلاسیک ثابت، کلاسیک متحرک و لوله‌های چرخدار بودند. در کل برای محاسبه راندمان سیستم آبیاری به عمق آب پخش شده توسط آبپاش و عمق آب ذخیره شده در خاک نیاز است. عمق آب پخش شده توسط آبپاش با اندازه گیری دبی خروجی آبپاش نسبت به مساحت خیس شده در دامنه زمان کارکرد سیستم قابل دستیابی است. عمق آب ذخیره شده در خاک نیز با عوامل یکنواختی-توزیع، بازده کاربرد کمترین دبی و بازده پتانسیل کمترین ربع ارزیابی می‌شود.

عوامل یکنواختی توزیع نمایان گر نحوه توزیع آب روی زمین، بازده کاربرد کمترین ربع کارکرد موجود سیستم آبیاری در مزرعه و بازده پتانسیل کمترین ربع عملکرد یک سیستم آبیاری تحت شرایط مطلوب مدیریتی و طراحی را بیان می‌دارند، عوامل فوق برای هر سیستم از روش آزمایش قوطی به عنوان مطمئن‌ترین روش ارزیابی میدانی بدست آمد (قاسم زاده مجاوره‌ای). ارزیابی سیستم‌های تحت فشار با مقایسه میانگین وزنی راندمان‌های مشاهداتی با راندمان طراحی، مقادیر آب مصرفی در شرایط مزرعه با آب مصرفی در شرایط طراحی، هیدرومدول واقعی آبیاری با هیدرومدول طراحی و انرژی مصرفی تحت شرایط مزرعه با انرژی مصرفی در شرایط طراحی، انجام شد. در هر آزمایش تعداد ۱۰۰ قوطی به صورت شبکه منظم مربعی ۳×۳ در فاصله بین دو لوله فرعی استقرار داشتند. حداقل و حداکثر فواصل سیستم‌های مورد بررسی به ترتیب ۱۵×۱۲ و ۲۷×۲۵ متر بود. هر سیستم آبیاری شامل ایستگاه پمپاژ، لوله اصلی فلزی، آبست و یا پلی‌اتیلن و لوله(های) فرعی آلومینیومی یا پلی‌اتیلن بود. آبپاش‌های موجود در مزارع ساخت داخل و یا انواع وارداتی موجود در بازار با شدت پخش ۵/۴ تا ۱۶/۲ میلی‌متر در ساعت بودند. فشار کاربردی سیستم، ۴ تا ۸ اتمسفر یا معادل ۸۰-۴۰ متر آب و متوسط ارتفاع چاه-های آب منطقه ۷۰ متر بود. پمپ‌های مورد استفاده در مزارع همگی ساخت داخل بودند. توان لازم برای استحصال و پخش آب در هر سیستم آبیاری از رابطه (۱) قابل محاسبه است.

$$P = \frac{\gamma Q H}{E_p E_m E_c} \quad (1)$$

که در آن :



$P$  = توان مصرفی بر حسب  $watt$ ،  $Q$  = دبی بر حسب  $m^3s^{-1}$ ،  $H$  = ارتفاع کلی دینامیک بر حسب  $m$ ،  $\gamma$  = وزن مخصوص آب ( $9810 Nm^{-3}$ )،  $E_p$  = راندمان پمپ بر حسب درصد،  $E_m$  = راندمان موتور بر حسب درصد،  $E_c$  = راندمان انتقال نیرو بر حسب درصد.

ارتفاع کلی دینامیک مزارع مورد مطالعه ۱۲۱ متر لحاظ شده است که شامل متوسط مؤلفه‌های ارتفاع چاه (۷۰ متر)، افت‌های اصطکاکی چاه (۱ متر)، و فشار کارکرد سیستم‌های آبیاری (۵۰ متر) می‌باشد. لازم به ذکر است که افت‌های اصطکاکی از رابطه داریسی- ویسباخ محاسبه شده است. دبی بر اساس متوسط هیدرومدول طراحی و هیدرومدول موجود به ترتیب  $1/1 LS^{-1}$  و  $1/29 LS^{-1}$  در سطح هکتار محاسبه گردید. مؤلفه‌های راندمان سیستم پمپاژ در جدول ۱ آورده شده و در نهایت انرژی مصرفی در سطح مزارع از رابطه ۱ حاصل شد.

### بحث و نتایج

با بررسی به عمل آمده از دفترچه‌های راهنمای انتخاب پمپ‌های آبرسان مؤلفه‌های راندمان شامل راندمان پمپ، راندمان موتور و راندمان انتقال نیرو به تفکیک در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس داده‌های این جدول متوسط راندمان سیستم پمپاژ  $53/28$  درصد برآورد گردید.

جدول ۱ راندمان‌های برداشت شده از دفترچه‌های راهنما\*

توصیف	راندمان پمپ	راندمان موتور	راندمان انتقال	راندمان متوسط
	درصد	درصد	نیرو درصد	درصد
مقدار	۷۴	۸۰	۹۰	۵۳/۲۸

\* استخراج از دفترچه های راهنما و نصب الکتروموتورها

جدول ۲ میزان انرژی لازم بر اساس هیدرومدول طراحی ( $Q_1$ ) و هیدرومدول مشاهداتی ( $Q_2$ ) را به تفکیک برای چاه، سیستم آبیاری بارانی و ترکیب سیستم آبیاری و چاه نشان می‌دهد. راندمان اشاره شده در این جدول نیز برای سیستم آبیاری بارانی بر اساس راندمان اندازه گیری شده در مزرعه و راندمان در نظر گرفته شده از سوی طراحان می‌باشد. راندمان‌های ذکر شده برای ترکیب سیستم و چاه از میانگین راندمان چاه در راندمان سیستم آبیاری بارانی بدست آمده‌اند. انرژی لازم جهت توزیع آب استحصالی در جدول ۲ آورده شده است که بر اساس رابطه ۱ حاصل شده است.



جدول ۲ انرژی لازم برای تامین و پخش آب ناشی از افت راندمان سیستم های تحت فشار (کیلو وات)

سیستم + چاه		سیستم آبیاری بارانی		چاه		توصیف
E=۶۴/۱۴	E=۵۵/۵۴	E=۷۵	E=۵۷/۸	E=۵۳/۲۸	H=۷۱	
H= ۱۲۱		H= ۵۰		H=۷۱		
۳/۰۸	۴/۴	۰/۷۳۳	۰/۹۵۲	۱/۴۶۶		$Q_1 = 1/1 \text{ m}^3\text{s}$
۲/۴۴	۲/۸۱	۰/۸۶	۱/۱۶	۱/۷۱۹		$Q_2 = 1/29 \text{ m}^3\text{s}$

$Q_1$  و  $Q_2$  به ترتیب بر اساس هیدرومدول ۱/۱ و ۱/۲۹ لیتر در ثانیه بر هکتار می‌باشند.

نتایج بدست آمده از این مطالعه شامل راندمان آبیاری مزارع مورد ارزیابی، هیدرومدول موجود، هیدرومدول طراحی، دبي در سطح يك هکتار در جدول ۱ ارائه شده است. در ارزیابی مجموعه کل مزارع مطالعه شده، پایین‌ترین سطح راندمان ۳۰/۳۵ درصد از مزارع و بالاترین سطح راندمان ۸۸/۷۳ درصد مزارع بدست آمد. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که مقدار راندمان آبیاری در حد ۵۷/۸ درصد برآورد گردید. این بدان معنی است که تغییر سیستم آبیاری از سطحی به آبیاری تحت فشار ارتقاء راندمان آبیاری از ۳۰ درصد به ۵۷/۸ درصد را در پی داشته است. این نکته گویای آن است که اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار ضمن افزایش راندمان آبیاری، صرفه جویی در مصرف آب و حفظ منابع آبی منطقه را به دنبال دارد. از مقایسه راندمان مشاهداتی با راندمان طراحی چنین بر می‌آید که اختلاف بین این دو ۱۷/۲ درصد است. به عبارت دیگر سیستم آبیاری بارانی با راندمانی که طراحان در نظر می‌گیرند عمل نمی‌کند، زیرا  $Q_1$  موجب موجب تحمیل تنش‌های رطوبتی بر گیاه شده و در نتیجه به جهت جبران آن سیستم بر اساس  $Q_2$  کار می‌کند، جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که انرژی مصرفی به دلیل عدم دستیابی به راندمان طراحی افزایش یافته است. چنین افزایشی سهم نهاده‌های اولیه انرژی را علاوه بر هزینه نهاده آب در پی دارد. با افزایش سهم نهاده‌های اولیه می‌توان انتظار کاهش درآمد بهره‌برداران سیستم‌های تحت فشار را داشت.

با اجرای کامل پروژه‌های آبیاری تحت فشار در سطح کل کشور انتظار می‌رود بخش اعظمی از منابع آب به واسطه افزایش راندمان حفظ شوند. همچنین از این طریق هزینه نهاده‌های اولیه کشاورزان در بخش تولید کاهش می‌یابد. در مجموع می‌توان انتظار داشت که تغییر در روش آبیاری



به نفع اقتصاد کل کشور است. اما این نکته نیز قابل تأمل می‌باشد که عدم دستیابی به راندمان مطلوب موجب اتلاف بخشی از سودهای حاصله می‌شود. لذا پیشنهاد می‌گردد:

۱- دقت و نظارت در مطالعات فنی اولیه با مطالعه طرحهای اجرا شده از طریق مشارکت بخش دولتی و خصوصی انجام شود.

۲- استاندارد بودن قطعات و لوازم سیستم‌های آبیاری از جمله مسائلی است که در رسیدن به راندمان مطلوب نقش دارد، که کمتر به آن توجه می‌شود. همچنین این موضوع در جلب اعتماد جامعه کشاورزان به تغییر سیستم آبیاری نقش ویژه‌ای دارد.

۳- توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار بایستی با توجه به پتانسیل‌های هر منطقه صورت گیرد، چرا که عدم توجه به پتانسیل‌های هر منطقه منجر به اتلاف سرمایه‌گذاری در این بخش و عدم دستیابی به اهداف مورد نظر می‌گردد. در این بین شرایط اقلیمی هر منطقه فاکتور مهم و اساسی در پیشنهاد نوع سیستم تحت فشار می‌باشد

## منابع

براتی، ع. ا.، ج. میر محمد صادقی و ا. خاتون آبادی، ۱۳۸۳. بررسی عوامل مؤثر بر عرضه نیروی کار غیر کشاورزی در نواحی روستایی شهرستان قوچان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره دوم.

جعفری، ع.م. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آب اندوز: مطالعه موردی در استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

- زارع ابیانه، ح.، ع.ا.، محبوبی و م.ر.، نیشابوری، ۱۳۸۳. بررسی وضعیت خشکسالی و روند آن در منطقه همدان بر اساس شاخص‌های آماری خشکسالی. نشریه پژوهش و سازندگی، شماره ۶۴ زراعت و باغبانی.

- شهیدی، ع.م.، بهزاد، س. مینایی و ز. شامحمدی حیدری، ۱۳۸۲. بررسی دیدگاه‌های مدیریتی انتخاب سیستم‌های آبیاری نقلی یا تحت فشار در استان خوزستان (چالش‌ها و راهبردها). سومین همایش منطقه‌ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان

فرشی، ع. ا. ۱۳۸۳. مصرف بهینه آب کشاورزی. گوه‌ران کویر، اولین همایش بررسی مشکلات شبکه‌های آبیاری، زهکشی و مصرف بهینه آب کشاورزی.

- قاسم زاده مجاوره‌ای، ف. ۱۳۶۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع. ترجمه. ۳۲۹ صفحه.

انتشارات آستان قدس رضوی.



- نیکویی، ع.ر. و ج. ترکمانی، ۱۳۸۰. کاربرد روش تحلیل واریانس عاملی و ارزیابی اثرات نوع موتور پمپ، روش آبیاری و اندازه زمین بر هزینه آبیاری: مطالعه موردی گندم آبی در شهرستان شیراز. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۱.