



## ارزیابی عملکرد روش‌های آبیاری تحت فشار در استان خراسان

حسین ابراهیمی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس

### چکیده

استفاده بهینه از منابع آب به عنوان محور توسعه کشاورزی بایستی مورد توجه قرارگیرد، دراین راستا گسترش سیستم‌های آبیاری بارانی به لحاظ توانمندی زیاد در توزیع آب با راندمان قابل توجه، راهکاری مطمئن برای استفاده بهینه از منابع آب است. با هدف توسعه کمی، کیفیت کار یا عملکرد این گونه طرحها نیز باید مورد توجه قرار گیرد. بررسی عملکرد هر سیستم آبیاری که مبتنی بر اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای طی ادوار عملیات (آبیاری) سیستم باشد را "ارزیابی" می‌نامند. طراحی و اجرای یک سیستم آبیاری ممکن است بنحو مطلوبی به انجام نرسیده باشد، بنابراین ارزیابی سیستم آبیاری بدان جهت ضروری است که برای مدیر مزرعه مشخص می‌گردد که آیا اجرای سیستم مناسب بوده و یا باید در تجهیزات سیستم آبیاری مزرعه تغییراتی ایجاد گردد. برای دستیابی به عوامل مرتبط با ارزیابی ابتدا ضروری است که اندازه‌گیری‌های مورد نیاز از قبیل ویژه‌گیهای اقلیمی، پارامترهای خاک، گیاه و سیستم آبیاری به انجام رسد. بمنظور تعیین راندمانهای آبیاری و محاسبه پارامترهای مرتبط با یکنواختی توزیع آب در مزرعه تعداد ۱۲ طرح آبیاری تحت فشار در سطح استان خراسان مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین راندمان آبیاری از سه تعریف اساسی شامل: راندمان توانمندی کارکرد در ربع پایین (PELQ)، راندمان واقعی کارکرد در ربع پایین (AELQ) و راندمان کاربرد آب آبیاری (AE) استفاده شده است در نتیجه مشخص گردیده که حداقل مقدار PELQ در مزرعه شماره ۱ برابر ۴۵ درصد و حداکثر آن در مزرعه شماره ۱۱ برابر با ۶۷ درصد بوده است. علاوه بر راندمانهای آبیاری، ضرایب یکنواختی توزیع آب آبیاری (CU, DU) نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. کمترین میزان یکنواختی مربوط به مزرعه شماره ۱۱ و حداکثر درجه یکنواختی آن مربوط به مزرعه شماره ۶ و به ترتیب برابر با ۵۳ و ۷۵ درصد محاسبه گردید. بدلیل آنکه یکی از مهمترین دلایل پایین بودن میزان یکنواختی در سیستم، وزش باد در منطقه و عدم دقت در طراحی بوده است. بدین ترتیب بطور کلی نتایج نشان می‌دهد که در این قبیل سیستم‌های اجرا شده، راندمان آبیاری حداکثر ۶۷ درصد است که در مقایسه با راندمان مطلوب که در طراحی‌ها لحاظ می‌گردد (۷۵ درصد) تفاوت زیادی دارد از این نظر بایستی در مراحل طراحی، اجراء و مدیریت بهره‌برداری موارد دقت بیشتری مبذول و ملاحظات خاصی مورد امعان نظر و اعمال قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** راندمان، ارزیابی، آبیاری، آبیاری تحت فشار، استان خراسان.

## مقدمه

منابع آب‌های استحصالی کشور که در بخش کشاورزی استفاده می‌شود ۷۲ میلیارد مترمکعب است. (۱) بخش اعظم آب استحصالی در مسیر انتقال و قبل از کاربرد در مزرعه از دسترس آبیاری خارج می‌شود. طبق مطالعات انجام شده، حدود ۵۱ میلیون هکتار از اراضی کشور دارای پتانسیل کشاورزی بوده که در حال حاضر ۷ میلیون هکتار زیرکشت محصولات آبی قرار دارد. (۵) متوسط آب مورد نیاز برای یک هکتار کشت باران‌دما ۳۱/۵ درصد و برای الگوی کشت غالب کشور حدود ۱۴۶۰۰ مترمکعب در سال است. با این نیاز آبی سطح زیرکشت محصولات (با تامین کامل نیاز آبی) نمی‌تواند بیش از ۴/۹ میلیون هکتار باشد. (۱۰) با راندمان فعلی قسمت عمده‌ای از اراضی کشور دچار کمبود آب و در نتیجه تحت تنش آبی قرار دارد. برای تامین نیاز آبی کامل به منابع آبی بیشتری نیاز داریم که برای شرایط اقلیمی ایران افزایش منابع آبی مشکل بوده و بایستی ارتقاء بهره‌وری آب را بعنوان مهمترین راه مقابله با کم آبی در نظر گرفت. (۳) روش‌های مختلفی برای مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی وجود دارد که سه عمل زیر را می‌توان به عنوان اساسی‌ترین روش‌ها پذیرفت: (۱)

الف- تغییر سیاست الگوی کشت در مناطق مختلف کشور و رو آوردن به کشت گیاهان کم مصرف در مناطق با محدودیت آب

ب- تغییر روش آبیاری سنتی به روشهای آبیاری سطحی مدرن با راندمان کاربرد بالا

پ- تغییر روش آبیاری به روشهای آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف بسته به شرایط موجود.

یکی از راههای افزایش راندمان آبیاری استفاده از روش‌های آبیاری نوین است. استفاده از آبیاری نوین در دو بخش آبیاری سطحی با راندمان بالا و آبیاری تحت فشار قابل تقسیم است. توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار به عنوان یکی از راه‌های صرفه‌جویی آب مطرح شده است.

تبدیل روش آبیاری غرقابی باران‌دما پایین به روش آبیاری شیاری باران‌دما بالا احتیاج به تسطیح دقیق دارد و این روش در اراضی شیبدار و با توپوگرافی نامناسب امکان‌پذیر نخواهد بود. در چنین شرایطی بهترین روش بالا بردن راندمان آبیاری، توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار (بارانی و میکرو) می‌باشد. اجرای این روشها در زمان کوتاه صورت گرفته و بازده تولید محصولات کشاورزی در ازاء واحد حجم آب مصرفی با مدیریت مناسب، می‌تواند افزایش یابد.

طبق مطالعات انجام شده حدود ۱/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی ایران قابلیت تبدیل و تغییر روش‌های سنتی به تحت فشار را دارند که بدون هیچگونه محدودیتی این کار می‌تواند صورت گیرد. (۱۰) آبیاری تحت فشار باعث افزایش راندمان آبیاری می‌شود ولی همواره باید توجه داشت که در هر شرایطی نباید این روشها را توصیه نمود. در شرایط کنونی که چندسالی از توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار در کشور می‌گذرد و تا حدودی این سیستم‌ها جایگاه خود را در کشاورزی باز کرده و کارهای ترویجی مناسبی صورت گرفته است، جا دارد که در کنار توسعه کمی این روشها به توسعه کیفی نیز پرداخته شود. با بررسی و ارزیابی طرح‌های اجرا شده می‌توان درجه موفقیت را در هر منطقه ارزیابی کرده و راههای بالا بردن کیفیت روشهای اجرا شده را تعیین نمود. لذا با گذشت چند سال از اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار و مقبول واقع شدن نسبی آن در بین کشاورزان بجا خواهد بود که به بررسی و ارزیابی عملکرد این سیستمها پرداخته شود تا نکات مثبت و منفی هر طرح هویدا و از این نکات برای طراحی و اجرای طرح‌های آینده استفاده گردد.

استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار در ایران به حدود ۵۰ سال قبل برمی‌گردد (۱) این درحالی است که تحقیقات زیادی درخصوص ارزیابی و تعیین راندمان‌های این سیستمها انجام نشده است. در سال ۱۳۵۷ در مرکز بررسی‌های مهندسی زراعی کرج ارزیابی فنی دستگاههای آبیاری توسط دادگر و فرجودی انجام گردید. (۵) در سال ۱۳۷۲ امکان افزایش راندمان آبیاری با استفاده از آبیاری موجی بررسی گردید نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که راندمان واقعی در روش موجی به ۵۶/۸ درصد خواهد رسید. (۴) در طرح توسعه روشهای آبیاری تحت فشار در سال ۱۳۶۷-۱۳۷۰ امکان استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار با راندمان بالا بررسی

گردید. نتایج نشان می‌دهد که در حدود ۱,۵ میلیون هکتار از اراضی کشور امکان تغییر سیستم آبیاری وجود دارد. (۸) در سال ۱۳۷۴ مقایسه دو روش آبیاری سنتریپوت و نشتی توسط اصیل منش انجام گردید در این تحقیق نیز مشاهده شد که راندمان آبیاری سیستم تحت فشار از روش آبیاری سطحی بیشتر است. (۴)

در این مقاله روشهای آبیاری بارانی در شهرهای مشهد، چناران، تربت حیدریه، سرخس، فردوس و طبس با هدف تعیین درجه صحت کارائی این سیستمها مورد بررسی و ارزیابی فنی قرار گرفته‌اند تا پارامترهای ارزیابی مشخص گردیده و راهنمایی برای توسعه کمی سایر پروژه‌های منطقه باشد.

#### • ارزیابی سیستم آبیاری:

آنالیز هر روش آبیاری که برپایه اندازه‌گیری‌ها، در شرایط واقعی مزرعه و حین کار طبیعی استوار باشد را ارزیابی آبیاری درمزرعه گویند. ارزیابی یک پروژه به منظور بررسی عملکرد آن پروژه بعد از طراحی و اجراء صورت می‌گیرد و یک ابزار مدیریتی است که به مدیر پروژه امکان می‌دهد بتواند از آنچه در دسترس دارد بهترین عملکرد را بوجود آورده و محدودیت‌های سیستم را با یکسری تغییرات جزئی کم کرده و کارائی واقعی سیستم را با آنچه که منظور طراح بوده است هماهنگ کند. اهداف ارزیابی یک سیستم آبیاری بارانی شامل موارد زیر است (۹)

#### - تعیین کارائی واقعی سیستم

کارایی واقعی سیستم شامل برآورد راندمان واقعی در مزرعه است بدین معنی که بدون هیچگونه اصلاح و یا با تغییراتی بعد از طراحی و اجرای روش آبیاری، عملکرد مزرعه تعیین شود.

#### - تعیین حداکثر کارائی سیستم یا به عبارتی تعیین پتانسیل عملکرد روش آبیاری در شرایط موجود:

در این قسمت هدف این است که بعد از طراحی و اجرای پروژه آبیاری در مزرعه حداکثر راندمان آبیاری چه میزان بوده و چه مقدار با واقعیت موجود فاصله دارد. هرچه که تفاوت بین دو راندمان محاسبه شده فوق بیشتر باشد، این مفهوم را می‌رساند که سیستم موجود نتوانسته است به حداکثر راندمان خود برسد و مشکل موجود نه تنها مشکل طراحی بوده بلکه بیشتر اشکالات مدیریتی باعث افزایش تفاوت دو راندمان شده است.

#### - تعیین معیارهای مقایسه بین روش‌های مختلف:

در یک منطقه بسته به شرایط موجود معمولاً یکسری روش‌های آبیاری بارانی اجراء می‌گردند که هر روش مزایا و معایبی دارد و بایستی مورد بحث و بررسی قرار گیرد و بهترین روش در منطقه با توجه به شرایط آب و هوا، خاک، محصول و... تعیین گردد.

#### - ارائه الگوهای طراحی، اجرا و مدیریتی سیستم در منطقه:

چنانچه پارامترهای آبیاری در یک مزرعه مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد، اختلاف بین آنچه که اجرا شده و آنچه که بایستی اجرا می‌شد، مشخص خواهد گردید و بدیهی است که در شرایط واقعی کارکرد سیستم یک سری اطلاعات از مزرعه بدست خواهد آمد که در تئوری و طراحی به این نکات کمتر توجه شده است. این نکات می‌تواند در پروژه‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد

## مواد و روش‌ها:

## مواد:

مزارع آبیاری بارانی کلاسیک و آفشان غلطان که مورد ارزیابی فنی قرار گرفته‌اند در شهرهای مشهد، چناران، سرخس، تربت حیدریه، فردوس و طبس قرار دارند. تمامی پارامترهای ارزیابی مزرعه‌ای که بعنوان مواد اصلی پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرند در این مزارع اندازه‌گیری شده است. جدول (۱) مشخصات مزارع و نوع سیستم آبیاری بارانی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات مزارع ارزیابی شده<sup>۱</sup>

ردیف	کد مزرعه	نوع سیستم	شهرستان	مساحت	بافت خاک
۱	BFV	آفشان غلطان	فردوس	۳۸	لوم شنی
۲	MFV	آفشان غلطان	فردوس	۱۵	رسی
۳	DTV	آفشان غلطان	طبس	۵۵	لوم رسی
۴	MSK	کلاسیک	چناران	۱۲	شنی
۵	MRK	کلاسیک	چناران	۱۸	شنی لومی
۶	MBV	آفشان غلطان	مشهد	۳۵	رس لومی
۷	MAV	آفشان غلطان	مشهد	۶۵	شنی
۸	TJV	آفشان غلطان	تربت حیدریه	۴۵	شن لومی
۹	TSV	آفشان غلطان	تربت حیدریه	۸۵	لوم شنی
۱۰	TJK	کلاسیک	تربت حیدریه	۴۵	شنی
۱۱	THK	کلاسیک	تربت حیدریه	۳۰	شنی لومی
۱۲	ETV	آفشان غلطان	طبس	۲۰	شن لومی

اندازه‌گیری‌های پارامترهای ارزیابی سیستم آبیاری بارانی شامل موارد زیر است:

الف: جمع آوری اطلاعات اولیه شامل بررسی نقشه‌های موجود وضعیت آب و خاک و برنامه ریزی آبیاری

ب- اندازه‌گیری‌های داخل مزرعه

آزمایشات مزرعه‌ای شامل بافت خاک و رطوبت، آزمایشات اقلیمی شامل رطوبت هوا، درجه حرارت، سرعت و جهت باد، میزان تبخیر و آزمایشات سیستم آبیاری شامل دبی آبپاش، فشار کارکرد آبپاش و عمق آب آبیاری جمع شده در قوطی‌های اندازه‌گیری می‌باشد. تمام آزمایشات در پنج نوبت در طول فصل کشت انجام گردید.

- روش پژوهش و معرفی پارامترهای ارزیابی:

پارامترهای ارزیابی که با آن عملکرد آبیاری در مزرعه نشان داده می‌شود به شرح زیر تعریف می‌گردد.

راندمان کاربرد آب<sup>۱</sup>:

راندمان کاربرد آب معرف میزان کارایی مصرف آب در مزرعه است. حجم آب که در ناحیه ریشه ذخیره می‌شود و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد، همواره کمتر از مقدار آبی است که به مزرعه داده می‌شود. نسبت این دو مقدار راندمان کاربرد آب خواهد بود. (۱۴)

$$AE = (D / Dr) * 100 \quad (1)$$

AE = راندمان کاربرد آب در مزرعه برحسب درصد

<sup>۱</sup> حرف اول کد مزرعه معرف نام خانوادگی کشاورز حرف دوم معرف نام شهرستان و حرف سوم معرف نوع سیستم است.

$D$  = متوسط عمق آب نفوذ یافته و ذخیره شده در منطقه ریشه برحسب میلیمتر

$Dr$  = متوسط عمق آب آبیاری (اندازه گیری شده از نازل) برحسب میلیمتر

راندمان فوق یکنواختی و کفایت آبیاری را در تمام نقاط مزرعه نشان نمی‌دهد. این راندمان نخواهد توانست معرف راندمان واقعی آبیاری باشد. بنابراین بایستی این تعریف را تغییر داد تا هدف از راندمان واقعی آبیاری در مزرعه و کفایت آبیاری برآورده گردد.

• راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین<sup>۱</sup>:

راندمان واقعی کاربرد آب معرف راندمان مصرف آب در مزرعه است و در حقیقت راندمان واقعی موجود مزرعه خواهد بود. تعیین راندمان واقعی سیستم جهت بهبود و اصلاح و اقدامات مدیریتی لازم است. (۱۴)

$$AELQ = (Dq / Dr) * 100 \quad (۲)$$

$AELQ$  = راندمان کاربرد آب در ربع پایین مزرعه

$Dq$  = متوسط عمق آب در ربع اراضی که کمترین آب را دریافت کرده اند.

$Dr$  = متوسط عمق آبیاری (اندازه گیری شده از سر نازل)

• راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پائین<sup>۲</sup>:

چنانچه مدیریت بهره‌برداری در روش آبیاری مناسب باشد، راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین ( $PELQ$ ) حداکثر راندمان قابل تصور برای یک سیستم خواهد بود (۱۴).

$$PELQ = (Dq / Dr) * 100 \quad (۳)$$

$PELQ$  = راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین

$Dq$  = متوسط عمق آب جمع شده در قوطی‌ها در ربع پایین (میلی متر)

$Dr$  = متوسط عمق آبیاری (میلی متر)

مقدار کم  $PELQ$  نشان دهنده مشکلات طراحی و اجرای سیستم آبیاری است.

ضریب توزیع یکنواختی کریستین سن:  $CUC$

کریستن سن مطالعات زیادی روی یکنواختی پخش آب با آب پاش‌های متفاوت و تحت شرایط مختلف انجام داد. معادله‌ای که جهت تعیین ضریب یکنواختی ارائه داد به صورت زیر بیان می‌گردد. (۱۱)

$$CUC = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |(Di - D)|}{D * n} \right] * 100 \quad (۴)$$

$CUC$  = ضریب یکنواختی کریستن سن (درصد)

$Di$  = عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع آوری در شبکه محاسباتی

$D$  = میانگین عمق آب در قوطی‌های جمع آوری در شبکه محاسباتی

1-Application efficiency of low quarter, AELQ

2- Potential Application of Low Quarter ,PELQ

$n =$  تعداد قوطی‌های جمع آوری آب

$i =$  شماره هر قوطی

• یکنواختی توزیع آب (DU):

یکی دیگر از روش‌های بیان مقدار عددی توزیع یکنواختی آب ضریب (DU) در مزرعه است این ضریب معیاری برای بیان میزان یکنواختی پخش آب است (۱۲).

$$DU = \left( \frac{Dq}{D} \right) * 100 \quad (5)$$

DU = توزیع یکنواختی بر حسب درصد

$Dq =$  متوسط عمق آب در  $\frac{1}{4}$  قوطی‌های نمونه‌گیری که کمترین عمق آب را دریافت کرده‌اند.

$D =$  متوسط عمق آب در قوطی‌های نمونه‌گیری در شبکه محاسباتی

ضریب DU نمایانگر خوبی از میزان مشکل یکنواختی است. مقدار کم DU تلفات آب در شکل فرونشست عمقی را نشان می‌دهد هر چند مقدار DU نسبی است ولی مقدار کمتر از ۶۷٪ عموماً قابل قبول نخواهد بود.

• روش اندازه‌گیری داده‌های مورد نیاز جهت محاسبه پارامترهای ارزیابی:

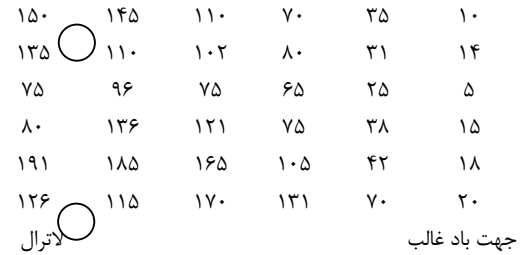
- فشار کارکرد ودبی آبپاش‌ها:

در ارزیابی روش آبیاری بارانی باید فشار آب پاش‌ها اندازه‌گیری شود. برای این کار از یک فشار سنج با لوله پیتواستفاده می‌شود. لوله پیتو متصل به فشارسنج در مرکز نازل قرار داده شد به طوری که جهت آب مستقیماً با درون لوله پیتو تماس داشته باشد. بر اثر افت فشار در طول لاترال، دبی آب پاش‌ها تغییر می‌کند که این تغییرات مستقیماً روی توزیع یکنواختی و راندمان آبیاری در مزرعه تأثیر می‌گذارد. در ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی به منظور تعیین شدت پاشش و تعیین رابطه دبی-فشار، دبی تمامی آب پاش‌ها اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری دبی به صورت حجمی بوده و با قرائت زمان پر شدن یک ظرف با حجم مشخص بدست می‌آید.

- اندازه‌گیری توزیع آب در اطراف لوله آبیاری (لاترال) و محاسبه عمق‌های آب:


یکی از مهم‌ترین اندازه‌گیری‌ها در هر ارزیابی، تعیین و اندازه‌گیری و تعیین نحوه پخش آب در مزرعه است. در روش آبیاری بارانی توزیع آب در سطح مزرعه تقریباً یکسان بوده و به صورت ریزش خواهد بود. اندازه‌گیری عمق آب پخش شده روی سطح زمین به روش‌های مختلفی امکان پذیر است. یکی از روش‌ها، اندازه‌گیری آب جمع شده در شبکه قوطی‌های نمونه‌گیر در زیر سطح بارش آبپاش‌ها است که در این طرح از این روش استفاده شده است. بعد از استقرار قوطی‌ها و رسیدن فشار کارکرد آبپاش به حد مورد نظر در طراحی، زمان یادداشت شده و پس از مدت ۳ ساعت کارکرد سیستم، حجم آب جمع شده در قوطی‌ها توسط استوانه مدرج اندازه‌گیری و در فرمهای مخصوص ثبت می‌شود (داده‌های شکل شماره ۱). پس از ثبت داده‌های برداشت شده در مزرعه، بایستی عمق‌های شبکه اندازه‌گیری هم پوشانی شوند. اعداد شبکه فوق برای یک ردیف لاترال اندازه‌گیری می‌شود و با قرارگیری دو لاترال مجاور سمت چپ و راست در طرفین لاترال اول و تشابه سازی عمق آب در قوطی‌ها، تأثیر هر ردیف آب پاش بر روی ردیف مجاور بدست می‌آید. (داده‌های شکل شماره ۲) شبکه محاسباتی از روی شبکه اندازه‌گیری به دست می‌آید (۲).

		هیدرانت				پائین دست		شیب زمین					بالا دست
↗	↘	۰	۳۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۱۰	۷۰	۳۵	۱۰	۰	
۰	۰	۱۰	۶۵	۱۱۴	۱۷۶	۱۳۵	۱۱۰	۱۰۲	۸۰	۳۱	۱۴	۰	
۰	۰	۸	۲۵	۱۰۵	۷۶	۷۵	۹۶	۷۵	۶۵	۲۵	۵	۰	
۰	۰	۰	۱۲	۶۵	۹۵	۸۰	۱۳۶	۱۲۱	۷۵	۳۸	۱۵	۰	
۰	۰	۴	۱۸	۸۱	۱۲۴	۱۹۱	۱۸۵	۱۶۵	۱۰۵	۴۲	۱۸	۰	
۰	۰	۰	۰	۷۸	۱۱۰	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰	



شکل شماره ۱- مقادیر حجم آب جمع شده در مدت آزمایش در ظروف اندازه گیری (میلی لیتر)

۰	۰	۰	۳۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۴۵	۱۱۰	۷۰	۳۵	۱۰	۰
150	145	110	70	35	10	۱۳۵	۱۱۰	۱۰۲	۸۰	۳۱	۱۴	۰
۰	۰	۱۰	۶۵	۱۱۴	۱۷۶	۷۵	۹۶	۷۵	۶۵	۲۵	۵	۰
135	110	102	80	31	14	۸۰	۱۳۶	۱۲۱	۷۵	۳۸	۱۵	۰
۰	۰	۸	۲۵	۱۰۵	۷۶	۱۹۱	۱۸۵	۱۶۵	۱۰۵	۴۲	۱۸	۰
75	96	75	65	25	5	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
۰	۰	۰	۱۲	۶۵	۹۵	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
80	136	121	75	38	15	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
۰	۰	۴	۱۸	۸۱	۱۲۴	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
191	185	165	105	42	18	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
۰	۰	۰	۰	۷۸	۱۱۰	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰
126	115	170	131	70	20	۱۲۶	۱۱۵	۱۷۰	۱۳۱	۷۰	۲۰	۰



عدد لاتین، نماینده اعداد همپوشانی شده در لاترالهای طرفین است.

شکل شماره ۲- مقادیر همپوشانی شده حجم آب (میلی لیتر)

$$d_{1,1} = d'_{1,8} + d'_{1,13} + d'_{1,3}$$

$$d_{1,2} = d'_{1,9} + d'_{1,14} + d'_{1,4}$$

$$d_{1,3} = d'_{1,10} + d'_{1,15} + d'_{1,5}$$

$$d_{1,4} = d'_{1,11} + d'_{1,16} + d'_{1,6}$$

$$d_{1,5} = d'_{1,12} + d'_{1,17} + d'_{1,7}$$

$$d_{k,t} = d'_{k,t+7} + d'_{k,t+12} + d'_{k,t+2} \quad (۶)$$

فرمول عمومی برای همپوشانی هر گره از شبکه اندازه گیری برای هر فاصله جابجایی لاترالها به شرح زیر است:

$$d_{k,t} = d'_{k,t+7} + d'_{k,t+7-sm/3} + d'_{k,t+7+sm/3} \quad (۷)$$

در فرمول فوق  $Sm$  فاصله جابجایی است و  $d$  معرف عمق آب در شبکه اندازه گیری و  $d'$  عمق آب همپوشانی شده در شبکه محاسباتی است. بعد از اینکه همپوشانی صورت گرفت باید متوسط عمق آب جمع شده در قوطی‌ها بدست آید. که در حالت فوق متوسط عمق آب جمع شده در کل شبکه به صورت زیر خواهد بود. (داده‌های شکل ۳)

لاترال شماره ۱	-	حداقل دو موضع لاترال	لاترال شماره ۲
۱۷,۲	۱۳,۴	۱۴	۱۸,۵
۲۴,۱	۱۸,۱	۱۴,۳	۱۴
۱۰,۳	۱۱,۵	۱۰,۶	۱۲,۲
۱۴	۱۱,۱	۱۵,۴	۱۷,۳
۱۸,۱	۱۵,۷	۲۱,۵	۲۳,۶
۱۶,۶	۱۶,۷	۲۱,۷	۱۴,۶

شکل شماره (۳) عمق آب همپوشانی شده برای فاصله لاترال ۱۸ متر (میلیمتر)

$$D = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m d_{kj}}{n \times m} \quad n = \frac{SI}{3} + 2 \quad m = \frac{Sm}{3} \quad (۸)$$

که  $SI$  و  $Sm$  به ترتیب فاصله آب پاش و فاصله جابجایی به متر هستند. با داشتن  $d$  و فواصل آب پاش، شدت پاشش از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = \frac{3600 * q}{SI * Sm} \quad (۹)$$

$SI$  = فاصله آب پاش (m)

$Sm$  = فاصله جابجایی (m)

$q$  = دبی (لیتر بر ثانیه)

$R$  = شدت پاشش (میلیمتر در ساعت)

عمق آبیاری  $Dr$  برابر است با:

$$Dr = R * T \quad (۱۰)$$

$dq$  به فرم زیر محاسبه می‌گردد:

کلیه عمق‌های صفر شبکه ( $J$  و  $d_i$ هایی که صفر هستند) حذف گردیده و عمق‌های غیر صفر به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند.

$d_1, d_2, \dots, d_i, d_n$

$dq$  طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$dq = \frac{\sum_{i=1}^{n/4} d_i}{n}$$

### نتایج:

پس از اندازه‌گیری‌های صحرائی و جمع‌آوری داده‌ها، به منظور محاسبه پارامترهای ارزیابی و تجزیه و تحلیل نتایج، مدل کامپیوتری بزبان فورترن نوشته شد که تمام پارامترهای ارزیابی را محاسبه می‌نماید. راندمان‌های آبیاری از حداقل ۴۵ درصد تا حداکثر ۶۵ درصد در نوسان است. اگر بپذیریم که راندمان انتقال و توزیع در داخل مزارع به دلیل استفاده از لوله ۱۰۰ درصد است، اعداد فوق معرف راندمان کل در مزرعه خواهد بود. هر چند این اعداد نسبت به راندمان آبیاری سطحی (۳۰-۳۵ درصد) بیشتر است ولی به عنوان آبیاری بارانی ایدال نخواهد



بودو بایستی با روشهای مدیریتی این اعداد را افزایش داد. جدول (۲) نتایج متوسط پارامترهای ارزیابی را برای مزارع تحت آزمایش نشان می‌دهد.

ملاحظه می‌شود که راندمان آبیاری در سیستم کلاسیک بیشتر از سیستم ویل مو است. اعمال مدیریت مناسب و روشهای بهره برداری از دلایل عمده این اختلاف بحساب می‌آید. مزارع آبیاری کلاسیک در این بررسی اغلب دارای سطح کوچک بوده و بهره‌برداری از آن ساده‌تر خواهد بود علاوه بر این تحصيلات مدیریت دو مزرعه (msk, mrk) دانشگاهی بوده و راندمان‌های بهتری بدست آمده است. درمقابل در بعضی از مزارع با آبیاری ویل مو راندمان به شدت پایین است. بعنوان مثال راندمان در مزرعه BFV در حد ۴۵ درصد است که عدم آشنایی و آموزش کافی بهره‌بردار، استفاده از آبشاهای نامناسب، فشار کم سیستم پمپاژ و سرعت و جهت باد از عمده دلایل پایین بودن راندمان آبیاری است.

جدول ۲- نتایج ارزیابی مزارع آبیاری بارانی در استان خراسان (درصد)

ردیف	شماره مزرعه	DU	CU	PELQ	AELQ <sup>۱</sup>
۱	BFV	۶۵	۷۳	۴۵	۴۵
۲	DTV	۶۹	۸۰	۵۹	۵۹
۳	ETV	۶۴	۷۸	۵۳	۵۳
۴	MFV	۶۳	۷۵	۵۰	۵۰
۵	MBV	۷۵	۸۲	۶۵	۶۵
۶	MAV	۶۵	۷۵	۵۹	۵۹
۷	TJV	۵۹	۷۱	۵۵	۵۵
۸	TSV	۶۸	۷۸	۵۶	۵۶
۹	MSK	۶۸	۸۱	۵۸	۵۸
۱۰	MRK	۷۱	۸۱	۵۰	۵۰
۱۱	TJK	۶۷	۷۷	۵۶	۵۶
۱۲	THK	۵۳	۷۵	۶۰	۶۰

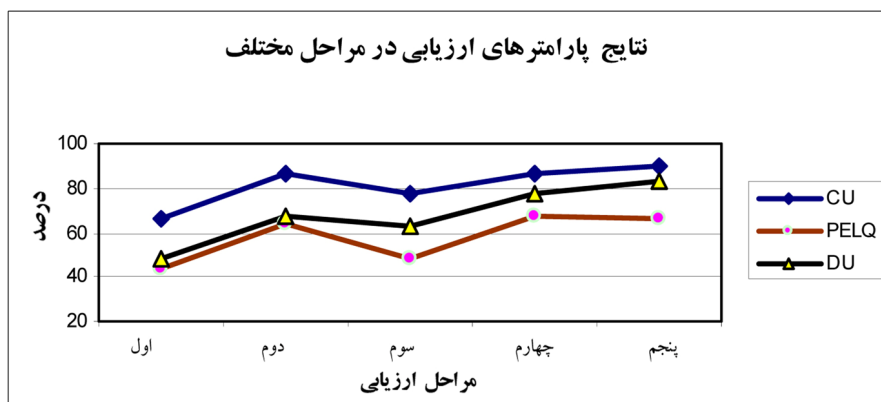
مقادیر متوسط پارامترهای ارزیابی برحسب نوع سیستم آبیاری در منطقه محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که حداکثر راندمان آبیاری در مزارع ارزیابی شده، ۵۶ درصد است. جدول (۳)

جدول (۳) متوسط پارامترهای ارزیابی بر اساس نوع سیستم آبیاری

نوع سیستم	DU	CU	PELQ	AELQ
کلاسیک	۶۴/۷۵	۷۸/۵	۵۶	۵۶
آبفشان غلطان	۶۶	۷۶/۵	۵۵	۵۵

یکی از نتایج درخور توجه این بررسی تاثیر آموزش بهره‌بردار در افزایش راندمان آبیاری سیستمهای آبیاری تحت فشار است. اندازه‌گیریهای ارزیابی در چند مرحله انجام گردید و در هر مرحله نتایج محاسبه و موارد اصلاحی به بهره‌بردار تذکر داده شد در مرحله بعدی تاثیر این آموزش در افزایش پارامترهای ارزیابی به خوبی مشخص گردید. شکل شماره (۴)

۱- برابری دو تعریف راندمان PELQ و AELQ نشان دهنده کم آبیاری انجام شده در مزرعه است.



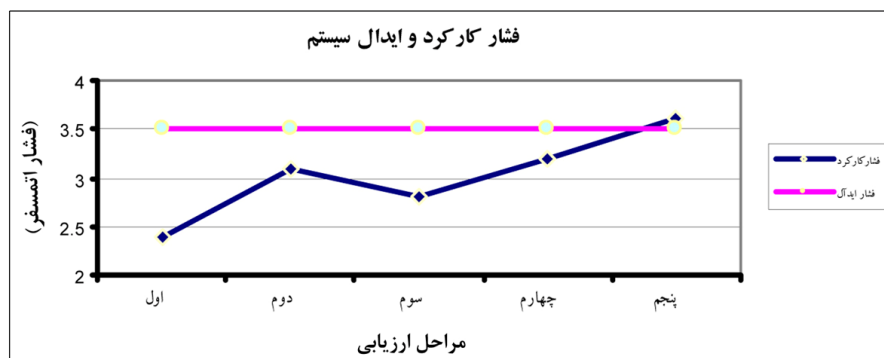
شکل ۴- تغییرات پارامترهای ارزیابی در مراحل مختلف اندازه گیری

به عنوان نمونه نتایج مراحل مختلف در مزرعه MSK در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۴- پارامترهای ارزیابی در مراحل مختلف

ردیف	مراحل ارزیابی <sup>۱</sup>	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
۱	فشار کارکرد آبیاش	۲/۴	۳/۱	۲/۸	۳/۲	۳/۶
۲	دبی آبیاش	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۷۵
۳	DU	۴۸	۶۷	۶۳	۷۷	۸۳
۴	CU	۶۶	۸۷	۷۸	۸۶	۹۰
۵	PELQ	۴۴	۶۴	۴۸	۶۷	۶۶

به جز در مرحله سوم ارزیابی که بدلیل خرابی پمپ فشار کارکرد سیستم کم بود در سایر مراحل افزایش پارامترهای ارزیابی مشهود است. فشار کارکرد نامناسب و کمتر از مقدار طراحی شده در این پروژه و سایر پروژه‌های ارزیابی شده باعث کاهش یکنواختی توزیع و نهایتاً کاهش راندمان آبیاری می‌شود. این مطلب در شکل ۵ به خوبی نشان داده شده است.



شکل شماره ۵- فشار کارکرد نامناسب در سیستم

۱- ارزیابی‌ها در فواصل زمانی یکماه انجام شده است.

اگر به عنوان تخمینی از متوسط راندمان آبیاری تحت فشار در منطقه (با پذیرش خطای میانگین‌گیری) میانگین حسابی راندمان‌های بدست آمده را محاسبه نمائیم به عدد ۵۵/۵ درصد می‌رسیم که برای آبیاری تحت فشار عدد مناسبی نیست. از جمله مهمترین عوامل کاهش دهنده راندمان آبیاری بارانی در منطقه، می‌توان به مشکلات طراحی، استفاده از لوازم با کیفیت پایین، وجود عوامل محدودکننده اقلیمی مثل باد، فرهنگ نامناسب استفاده از سیستم‌های آبیاری جدید و نظارت نامناسب بر اجراء و بهره‌برداری از این سیستم‌ها را نام برد. همزمان با توسعه روشهای آبیاری تحت فشار نیاز است که در بخش کیفی و ارتقاء راندمان‌های آبیاری در مزرعه توجه خاص به عمل آید.

### پیشنهادات

میزان منابع آب موجود منطقه بسیار محدود است و استفاده از سیستم‌های آبیاری باران‌دما بالا الزامی است. چنانچه مراحل طراحی، اجراء، نظارت و بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری بارانی بدرستی انجام گیرد می‌توان انتظار توسعه مناسب آبیاری بارانی و قطره‌ای را در منطقه داشت.

با توجه به نتایج بدست آمده و بازدیدهای محلی که انجام گردیده پیشنهادات مدیریتی زیر قابل ارائه هستند:

- تعیین ضوابط و معیارهای طراحی برای هر منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و نوع فرهنگ کشاورزی.
- ارزیابی و بررسی عملکرد هر سیستم آبیاری پس از طراحی و اجراء و قبل از تحویل از پیمانکار.
- آموزش مدیر مزرعه و آبیاری جهت بهره‌برداری مناسب‌تر از سیستم قبل از تحویل پروژه به کشاورز.
- نظارت بیشتر بر روش کار شرکت‌های طراح و مجری سیستم‌های آبیاری.
- ملزم کردن شرکت‌های طراح و مجری به رعایت مسائل فنی در طراحی و لحاظ کردن شرایط اقلیمی.

### منابع و مأخذ:

۱. ابراهیمی - حسین. ۱۳۷۵. بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی در استان خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
۲. ابراهیمی - حسین. ۱۳۷۹. بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی در منطقه فردوس. طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس.
۳. ابراهیمی - حسین. ۱۳۸۴. بررسی پتانسیل اثر تغییر اقلیم بر مصارف آب کشاورزی دشت مشهد. رساله دوره دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۴. اصیل منش - رضا. ۱۳۷۴. مقایسه و ارزیابی سیستم‌های آبیاری نشتی و سنتر پیوت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران
۵. دادگر، فرجودی. ۱۳۵۵. ارزیابی آبیاری بارانی. انتشارات مهندسی زراعی
۶. رحیم‌زادگان. ۱۳۷۱. کتاب آبیاری بارانی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
۷. سازمان هواشناسی کشور. آمار و اطلاعات هواشناسی ایستگاه هواشناسی.
۸. علیزاده - امین. ۱۳۷۱. کتاب اصول طراحی روش‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس
۹. قاسم‌زاده مجاوری. ۱۳۶۷. کتاب ارزیابی روش‌های مختلف آبیاری در مزرعه. انتشارات آستان قدس
۱۰. مهندسی زراعی. گزارشات داخلی. ۱۳۶۷-۱۳۷۰. طرح توسعه روشهای آبیاری تحت فشار

11. Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by Sprinkling. Bulletin 670, Agricultural Experiment Station, University of California , Berkeley. Oct 1942
12. Hart.W.E. and Heermann, D.F.1976. Evaluating Water Distribution of Sprinkler Irrigation Systems. Colorado State Univ.
13. Howell. D. T. Sept. 1964. Non uniformity and Sprinkler Application Efficiency. Journal of The irrigation and Drainage Division, ASCE, Vol. 90 NO.IR3, PP. 41-35
14. John.L.Merriam and Jack Keller.1978. Farm Irrigation System Evaluation. A Guide for Management. Utah State University Logan, Utah. 1978.

# Analysis and Evaluation of Simplified Irrigation Systems in Khorasan

H. Ebrahimi

*Department of Irrigation Science, Islamic Azad University, Ferdows*

**Keywords:** Efficiency, Evaluation, Irrigation, Simplified Irrigation, Khorasan.

## Abstract

The best usage of water resources must be considered as the main axis of agricultural progress. Sprinkler irrigation systems having high application efficiency may be considered to be a safe way in the direction of the best usage of water resources. In order to reach the above mentioned goal, one has to be creation about their performance in the field. The valuation of irrigation of farms is the analysis of any irrigation system which is based on measurements made in the real conditions of the fields and under the normal condition of work. Irrigation systems may or may not be well designed and properly used. The technique for system evaluation described in this study is designed for evaluation actual operation and management and for determining the potential for more economical and efficient operation. This study based on climatic condition, management, soil, and irrigation system were selected in 12 projects in Khorasan Province of Iran. At part of efficiency irrigation used from three parameters such as AE (application efficiency), AELQ (application efficiency of low quarter) and PELQ (potential application efficiency of low quarter). The minimum amount of PELQ at farm of BFV was 45% and maximum amount at THK farm was equal to 67%. Also, in this we've evaluated distribution uniformity coefficients like (CU, DU). Minimum distribution uniformity was related to THK farm and it's maximum was related to MBV farm equal to 75 and 53%. One of the main reasons for low distribution uniformity is existence of wind at area and carelessness at designing. However, all results show that at executed system, maximum irrigation efficiency is 67% which have had en numerous difference with ideal efficiency (75%), so we should be more careful about drawing procedure, efficiency and exploitation management process.