

بررسی و ارزیابی عملکرد سیستمهای آبیاری بارانی در مزارع استان خراسان

تیمور سهرابی و حسین ابراهیمی

استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۱۱/۱۴

خلاصه

نظر به اینکه راندمان آبیاری در بخش کشاورزی حدوداً ۳۰ تا ۳۵ درصد می باشد، از این رو استفاده بهینه از منابع آب به عنوان محور اصلی توسعه بایستی مورد توجه قرار گیرد، در این راستا گسترش سیستمهای آبیاری بارانی به لحاظ پتانسیل بالا در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مطمئن در جهت استفاده بهینه از منابع آب می باشد. در راستای توسعه کمی، کیفیت کار یا عملکرد این طرحها در جهت رسیدن به موفقیت باید مورد توجه قرار گیرد. طراحی یک سیستم آبیاری و اجرای آن ممکن است به نحو خوبی انجام پذیرد و یا بالعکس. مطالعه ارزیابی سیستم آبیاری از آن جهت ضروری است که برای مدیریت روشن می سازد که آیا بهره برداری از سیستم کنونی را ادامه دهد و یا آن را بهبود بخشد. روشهای ارزیابی سیستمهای آبیاری که در این مطالعه بیان شده اند حتی الامکان برای ارزیابی واقعی سیستم در حال کار و روش مدیریت آن و ارائه پتانسیل واقعی سیستم برای کاربرد با صرفه تر و با بازدهی بیشتر است. در این مطالعه هشت مزرعه در مناطق مشهد و تربت حیدریه که شامل سیستمهای آبیاری بارانی کلاسیک و آبفشان خطی متحرک (wheel-move) بودند، به طور جداگانه پنج بار در طول فصل آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفتند. مزارع مناطق مزبور تحت سیستمهای آبیاری بارانی کلاسیک و آبفشان خطی متحرک آبیاری می شدند. برای تعیین پارامترهای ارزیابی ابتدا اندازه گیریهای مورد نیاز از قبیل اقلیم، خاک، گیاه و خود سیستم آبیاری انجام گرفت. بعضی از این آزمایشها در محل مزرعه و بعضی دیگر در آزمایشگاه انجام گردید. هدف اصلی این مطالعه اندازه گیری و محاسبه پارامترهای مهم ارزیابی (توزیع یکنواختی - ضریب یکنواختی کریستیان سن - راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین و راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین) بود. راندمان پتانسیل کاربرد آب در سیستم آبفشان خطی متحرک در منطقه مشهد بیشتر از سیستم کلاسیک در منطقه تربت حیدریه به دست آمد که یکی از دلایل آن را می توان وجود شرایط باد ذکر نمود. راندمان پتانسیل در سیستم آبفشان خطی متحرک در مشهد ۵۸ درصد و در تربت حیدریه ۵۵ درصد بدست آمد که با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه این رقم به ۶۵ درصد قابل افزایش است. نتایج نشان می دهد که حداقل و حداکثر PELQ در این اندازه گیری به ترتیب ۴۵ و ۶۵ درصد در طول فصل آبیاری است.

واژه های کلیدی: ارزیابی آبیاری، آبیاری بارانی، راندمان آبیاری و خراسان.

مقدمه

منابع محدود آب و رشد جمعیت، توجه همگان را به این نکته جلب می‌نماید که باید از واحد حجم آب به نحو احسن استفاده نمود. افزایش راندمانهای آبیاری از استحصال تا کاربرد آب در مزرعه باعث جلوگیری از تلفات خواهد شد. استفاده از روشهای انتقال با تلفات کمتر از قبیل کانالهای پوشش‌دار، انتقال با لوله‌های تحت فشار و ... می‌تواند در بالا بردن راندمان انتقال کمک نماید. اصلاح روشهای توزیع و کاربرد آب در روشهای آبیاری سطحی و یا به عبارتی آبیاری سطحی مدرن و ترویج و کاربرد آبیاری تحت فشار کمک زیادی در افزایش راندمان کاربرد و توزیع خواهند کرد. استفاده از روشهای آبیاری بارانی و میکرو به دلیل ماهیت این روشها دارای انعطاف‌پذیری در برنامه‌ریزی آبیاری و جیره آبیاری بوده و اعمال تکنیکهای کم آبیاری به راحتی میسر است.

خوشبختانه در چند سال اخیر توجه خاصی به امر ترویج روشهای آبیاری تحت فشار شده است و در این راه اقدامات مؤثری نیز صورت گرفته و سطح قابل توجهی از اراضی آبی توسط این روشها آبیاری می‌شوند.

استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار به دلیل مزایای قابل توجه آنها مورد قبول همگان است ولی نکته مهم شرایط محل مورد استفاده، انتخاب و نحوه به کارگیری این روشها می‌باشد. به طور مسلم بنا به موازین علمی کاربرد آنها در تمام اراضی بدون مطالعه دقیق و کافی نباید تجویز شود. آبیاری تحت فشار باعث افزایش راندمان آبیاری می‌شود ولی همواره باید توجه داشت که در هر شرایطی نباید این روش را توصیه نمود، در صورتی که روش آبیاری سطحی موجود در مزرعه بتواند از تلفات جلوگیری کند هیچ توجهی برای تغییر روش آبیاری وجود ندارد. در شرایط کنونی که چند سالی از توسعه روشهای آبیاری تحت فشار در کشور می‌گذرد و تا حدودی جایگاه این سیستمها در کشاورزی احساس می‌شود جا دارد که در کنار توسعه کمی روشهای آبیاری تحت فشار به توسعه کیفی و ارزیابی عملکرد این سیستمها نیز پرداخته شود. ارزیابی هر پروژه آبیاری مسأله مهمی است که بعد از اجرا باید مورد توجه قرار گیرد. مهمترین کاربرد ارزیابی کمک به بهینه کردن روش آبیاری و برطرف کردن ضعفها و کاستیهای موجود خواهد کرد.

ساده‌ترین روش بالا بردن راندمان آبیاری بعد از ارزیابی،

تغییر روشهای مدیریتی آبیاری در مزرعه است. این بهبود مدیریت کاربرد در مزرعه، باعث صرفه‌جویی در مصرف آب، نیروی کارگر، و حفاظت از خاک شده و علاوه بر آن باعث افزایش محصول و بالا رفتن راندمان تولید خواهد شد.

با توجه به بررسیهای به عمل آمده، ارزیابی فنی از سیستمهای آبیاری بارانی به کار گرفته شده در ایران، زیاد صورت نگرفته و در کمتر جایی منعکس گردیده است. در سال ۱۳۵۷ ارزیابی فنی دستگاههای آبیاری بارانی توسط دادگر و همکاران صورت گرفت. در این ارزیابی یکنواختی پخش آب برای سیستم کلاسیک ۸۵ و برای سیستم تفنگی ۶۳ درصد به دست آمد. Pair (۱۹۶۷) اثر باد بر روی یکنواختی پخش آب را مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که هرچه سرعت باد بیشتر شود یکنواختی پخش کمتر می‌گردد ولی باز یاد شدن تعداد آبیاری یکنواختی پخش در مزرعه افزایش پیدا می‌کند. در بررسی که در سال ۱۳۷۴ توسط سهرابی و اصیل‌منش صورت گرفت، راندمانهای کاربرد پتانسیل و واقعی در سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت به ترتیب ۷۹ و ۷۵/۸ درصد و برای سیستم شیاری این راندمانها به ترتیب ۶۹/۵ و ۵۶/۸ درصد گزارش شده است. ستوده‌نیا در سال ۱۳۷۱ یکنواختی پخش آب در آبشهای ساخت داخل انجام و برای فواصل مختلف آبپاش DU و CU اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی یک پروژه به منظور بررسی عملکرد آن پروژه بعد از طراحی و اجرا صورت می‌گیرد و یک ابزار مدیریتی است که به مدیر پروژه امکان می‌دهد تا بتواند از آنچه که در دسترس دارد. با بهترین عملکرد استفاده نموده و محدودیتهای سیستم را با یکسری تغییرات جزئی کاهش داده و کارایی سیستم را با آنچه که منظور طراح بوده است، هماهنگ کند. یکی از اهداف ارزیابی علاوه بر استفاده از نتایج آن جهت بالا بردن راندمانهای آبیاری، بهبود مدیریت مزرعه جهت استفاده بهینه از آب و مقایسه روشهای مختلف آبیاری و میزان سودمندی هر روش بسته به شرایط محیطی موجود است. از روی نتایج ارزیابی دقیق یک مزرعه می‌توان به این نکته پی برد که چگونه می‌توان راندمان آبیاری در مزرعه را افزایش داده و منشأ مشکلات موجود سیستم آبیاری را پیدا کرد. چنانچه مدیریت بهره‌برداری از مزرعه مناسب باشد و اشکال کار ناشی از طراحی باشد می‌توان با یافتن منابع اشکال نسبت به رفع آن اقدام نمود.

مواد و روشها

مطالعات ارزیابی روشهای آبیاری بارانی در استان خراسان روی ۸ مزرعه در دو منطقه، مشهد و تربت حیدریه، متمرکز گردید. این اندازه گیریها در پنج مرحله رشد گیاهی در طول فصل آبیاری انجام گرفت.

اساس انتخاب مزارع با توجه به شناخت قبلی از مزارع در استان خراسان بود. مهمترین معیار انتخاب، موافقت بهره بردار یا مالک مزرعه بود که سایر معیارها را تحت پوشش قرار داد. معیارهای دیگر انتخاب عبارت بودند از نوع سیستم آبیاری بارانی، سطح زیر پوشش، نوع بهره برداری و نوع محصول و مشخصات مزارع انتخابی که در جدول (۱) آورده شده است.

پارامترهای ارزیابی - در هر روش آبیاری جهت تعیین شاخصهای ارزیابی لازم است یکسری عوامل ارزیابی اندازه گیری و محاسبه شده و از روی این نتایج بتوان نحوه عملکرد سیستم را تفسیر نمود.

عوامل ارزیابی، ابزارهای مقایسه برای روشهای مختلف آبیاری هستند. جهت ارزیابی آبیاری بارانی روشهای مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از مفهوم یک چهارم کمترین عمقها SCS استفاده گردید.

الف - راندمان واقعی کاربرد آب در پایین ترین ربع^۱

راندمان واقعی کاربرد آب معرف راندمان مصرف آب و راندمان واقعی سیستم آبیاری تحت شرایط موجود در مزرعه است. رابطه ریاضی راندمان واقعی کاربرد آب در مزرعه به صورت زیر بیان می شود:

$$AELQ = \frac{D_q}{D_r} \times 100 \quad (1)$$

= AELQ = راندمان واقعی کاربرد آب در پایین ترین ربع مزرعه (درصد).

D_q = متوسط عمق آب نفوذ و ذخیره شده در ربع اراضی که کمترین آب را دریافت کرده اند (SMD) (میلیمتر)

D_r = متوسط عمق آبیاری (اندازه گیری شده از سر فواره) (میلیمتر)
میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده در منطقه ریشه همان میانگین یک چهارم مقدار اندازه گیری شده است که در این

صورت حدود یک هشتم مساحت آبیاری شده (۱۲/۵ درصد) آب کمتری از این مقدار را دریافت می کنند. در صورتی که از میانگین یک دوم کمترین عمقها استفاده شود، حدود یک چهارم مساحت آبیاری شده (۲۵ درصد) آب کمتری دریافت می کنند.

مفهوم یک چهارم عمقها در فرمول فوق موقعی کاربرد دارد که میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه کمتر از مقدار آب مورد نیاز جهت رساندن رطوبت خاک از حالت موجود به ظرفیت زراعی باشد، و در صورتی که مقدار میانگین یک چهارم عمق آب از عمق قابل ذخیره در خاک بیشتر باشد، تلفات عمقی وجود داشته و راندمان واقعی کاهش خواهد یافت و در صورت کسر رابطه فوق، به جای میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه، حداکثر آب قابل ذخیره در خاک^۲ قرار می گیرد.

با اندازه گیری توزیع آب در مزرعه (داده های عمق آب در نقاط شبکه اندازه گیری) و استفاده از فرمول، علاوه بر تعیین راندمان واقعی سیستم، تلفات عمقی، تأمین یا عدم تأمین نیاز آبی گیاه، و جبران کمبود رطوبت خاک نیز تعیین می شوند و می توان با اعمال مدیریت مناسب هر کدام از قسمتهای فوق را بهبود بخشید. چنانچه میانگین یک چهارم عمق آب ذخیره شده بیشتر از کمبود رطوبت خاک (SMD) باشد راندمان واقعی کاربرد آب از رابطه زیر به دست

می آید:

$$AELQ = \frac{SMD}{D_r} \times 100 \quad (2)$$

که در آن:

D_r = متوسط عمق آبیاری بر حسب میلی متر

SMD = کمبود رطوبت خاک بر حسب میلیمتر

AELQ = راندمان واقعی کاربرد آب

ب - راندمان پتانسیل کاربرد آب^۳

چنانچه مدیریت بهره برداری از روش آبیاری مناسب بوده و از نظر تأمین آب مورد نیاز آبیاری مشکلی در مزرعه وجود نداشته باشد راندمان پتانسیل کاربرد آب در پایین ترین ربع (PELQ) حداکثر راندمان قابل تصور برای یک سیستم خواهد بود. در یک سیستم آبیاری پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین (PELQ) به صورت زیر بیان می گردد.

1 - Application efficiency of low quarter (AELQ)

2 - Soil moisture deficit (SMD)

3 - Potential application efficiency of low quarter (PELQ)

آب را دریافت کرده‌اند.

$D =$ متوسط عمق آب در نمونه‌گیریها در شبکه محاسباتی.

روابط شاخصهای ارزیابی:

الف - رابطه بین AELQ و PELQ: زمانی که عمق آبیاری به اندازه کافی اعمال شود و SMD جبران گردد AELQ با PELQ برابر خواهد بود چنانچه آب اضافه (بیشتر از SMD) به کار برده شود تلفات عمقی افزایش یافته و در نتیجه مقدار AELQ و PELQ تفاوت خواهد داشت. میزان عمق آب آبیاری به طور مستقیم روی AELQ تأثیر می‌گذارد در صورتی که در PELQ هیچ‌گونه تأثیری ندارد.

با اعمال تغییرات مدیریت در مزرعه به راحتی می‌توان این اختلاف‌ها را کم کرد. یکی از ابزارهای مناسب در این مورد، تغییر در مدت آبیاری و دور آبیاری است. تفاوت AELQ و PELQ می‌تواند معرف تلفات عمقی باشد.

ب - رابطه بین PELQ و DU

در سیستم آبیاری بارانی مقدار PELQ همواره کمتر از DU است. تفاوت این دو نشان دهنده تأثیر شرایط اقلیمی و طراحی روی راندمان است. هرچه این اختلاف بیشتر باشد تلفات باد زدگی و تبخیر بیشتر خواهد بود.

اندازه‌گیریهای صحرائی عوامل ارزیابی:

جهت رسیدن به اهداف ارزیابی بایستی از فرمولهای ارائه شده در بخش قبل استفاده نمود. هر کدام از متغیرهای فرمولها نیاز به اندازه‌گیری در مزرعه و یا آزمایشگاه دارند. به طور کلی در ارزیابی عملکرد سیستمهای آبیاری بارانی اندازه‌گیریهای زیر انجام گرفتند.

الف - اندازه‌گیریهای پارامترهای خاک

در این بخش پارامترهای فیزیکی خاک از قبیل بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری اندازه‌گیری شدند بدین منظور از وسایل نمونه‌گیری خاک دست نخورده و دست خورده و تجهیزات آزمایشگاهی گروه آبیاری دانشکده کشاورزی مشهد استفاده شده است.

ب - اندازه‌گیری پارامترهای اقلیمی

پارامترهای اقلیمی از قبیل رطوبت هوا، درجه حرارت و سرعت و جهت باد در طول آزمایشها اندازه‌گیری شدند که برای انجام این اندازه‌گیریها از بادسنج دستی، دماسنج و رطوبت سنج

$$PELQ = \frac{D_q}{D_r} \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

PELQ = راندمان پخش آب در پایین‌ترین ربع (درصد)

$D_q =$ متوسط عمق آب جمع شده در قوطی‌ها در پایین‌ترین

اراضی (میلیمتر)

$D_r =$ متوسط عمق آبیاری (میلیمتر)

مقدار کم PELQ نشان دهنده مشکلات طراحی و اجرا بوده ولی همواره مقدار بالای PELQ مقصود و هدف اصلی نیست چراکه در بعضی موارد به دلایل اقتصادی مقدار راندمان کاربرد پایین را قابل قبول دانسته و این نکته از ابتدای طراحی مد نظر طراح قرار داشته است.

ج - یکنواختی توزیع:

یکی از مزایای مهم آبیاری بارانی، توزیع یکنواخت نسبتاً بالا در سطح مزرعه است. در آبیاری بارانی هدف این است که آب به طور یکنواخت در مزرعه پخش شود تا حتی‌الامکان از تلفات آب جلوگیری شود. جهت بیان یکنواختی توزیع، فرمولها و روابط زیادی ارائه شده‌اند که در این تحقیق از دو تعریف، یکنواختی توزیع DU و ضریب یکنواختی CU استفاده شده است.

$$CU = \left[\frac{\sum_{i=1}^n D_i - D}{D \times n} \right] \times 100 \quad (4)$$

CU = ضریب یکنواختی کریستینسن

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

n = تعداد قوطیها در شبکه محاسباتی

$D_i =$ عمق آب در هر قوطی در شبکه محاسباتی

i = شماره هر قوطی

$$DU = \frac{D_q}{D} \times 100 \quad (5)$$

که در آن:

DU = یکنواختی توزیع در پایین‌ترین ربع برحسب درصد.

$D_q =$ متوسط عمق آب یک چهارم نمونه‌گیریها که کمترین عمق

مشخصات استاندارد استفاده گردید.

در آرایش قوطیها هر آبپاش در مرکز ۴ قوطی طوری قرار داده شد که ۱/۵ متر از هر قوطی مجاور فاصله داشته باشد و فاصله قوطیها از یکدیگر ۳ متر در نظر گرفته شد. بعد از اینکه تمام قوطیها در محل خود قرار گرفتند، قبل از به کار انداختن سیستم تمام قوطیها کنترل شدند تا کاملاً عمود بوده و پوشش گیاه اطراف، مانع ورود آب به داخل قوطیها نشود. مدت کارکرد آبپاش و ورود آب به قوطیها بستگی به شدت پاشش داشته و کمتر از ۲ ساعت نبود بعد از مدت کارکرد، عمق آب در هر قوطی اندازه گیری و سه فرم مخصوص انتقال یافت و این دادهها جهت تعیین شبکه محاسباتی لازم می باشد.

با داشتن عوامل اندازه گیری شده، تمام شاخصهای ارزیابی تعریف شده محاسبه شده اند. بدین منظور مدل کامپیوتری به نام ISE تهیه شده است که تمام فرمولها در آن گنجانده شده اند و نتایج نهایی به صورت جداول ارائه می شوند.

نتایج و بحث

چهار عامل عمده ارزیابی شامل توزیع یکنواختی DU، ضریب یکنواختی CU، راندمان کاربرد پتانسیل در ربع پایین PELQ و راندمان واقعی کاربرد در ربع پایین AELQ اندازه گیری و محاسبه شده اند. در جدول (۲) عوامل فوق برای مراحل بنجگانه ارزیابی نشان داده شده است.

عقر به ای استفاده گردید. اندازه گیریها در سه مرحله در طول آزمایش (مرحله اولیه، میانی و انتهایی) انجام گرفت. سرعت باد در ارتفاع پاشش حدود ۲ متری اندازه گیری شد. جهت تعیین میزان تبخیر از قوطیهای نمونه گیر و برای کنترل خطای ناشی از تبخیر، از چند قوطی مشابه نمونه گیریها در کنار منطقه آزمایش استفاده شد.

ج - اندازه گیریهای مربوط به روش آبیاری

در این مطالعه فشار و دبی آبپاش در سیستمهای مختلف آبیاری بارانی در مناطق انتخابی اندازه گیری شدند. برای تعیین فشار کارکرد آبپاش، از یک عدد فشار سنج با لوله پیتوت استفاده شد که با قرارگیری در فاصله ۱۷۵/۳ اینچ از سر نازل، فشار آبپاش قرائت گردید. همچنین برای تعیین دبی آبپاش از دو قطعه شیلنگ، ظرف مدرج و کرنومتر استفاده شد.

به منظور کم کردن خطای اندازه گیری، فشار کارکرد و دبی آبپاش سه مرتبه به طور مکرر اندازه گیری شدند.

اندازه گیری توزیع آب در اطراف لوله فرعی آبیاری

یکی از مهمترین اندازه گیریها در هر ارزیابی، تعیین و اندازه گیری نحوه پخش آب در مزرعه است. در روش آبیاری بارانی توزیع آب در سطح مزرعه تقریباً یکسان بوده و به صورت ریزش خواهد بود. اندازه گیری عمق آب پخش شده روی زمین به روشهای مختلفی امکان پذیر است یکی از روشهای اندازه گیری برحسب جمع آوری آب در قوطیهای نمونه گیری می باشد که در این طرح از این روش استفاده شد. برای این منظور از قوطیهای نمونه گیری با

جدول ۱ - مشخصات طرحهای مورد ارزیابی

| ردیف | شماره مزرعه | نوع سیستم | شهرستان | نوع محصول | مساحت (هکتار) | فاصله تا مرکز استان (کیلومتر) |
|------|-------------|-----------------|-------------|-----------|---------------|-------------------------------|
| ۱ | MRK | کلاسیک | مشهد | یونجه | ۱۶ | ۴۰ |
| ۲ | MSK | کلاسیک | مشهد | یونجه | ۸ | ۴۰ |
| ۳ | MBV | آفشان خطی متحرک | سمنان | چغندر قند | ۶۵ | ۵۰ |
| ۴ | MAH | آفشان خطی متحرک | مشهد | چغندر قند | ۱۵۰ | ۴۵ |
| ۵ | TJK | کلاسیک | تربت حیدریه | چغندر قند | ۱۰ | ۱۷۰ |
| ۶ | TJV | آفشان خطی متحرک | تربت حیدریه | چغندر قند | ۱۴۲ | ۱۷۰ |
| ۷ | TSV | آفشان خطی متحرک | تربت حیدریه | چغندر قند | ۱۵۰ | ۱۷۰ |
| ۸ | THK | کلاسیک | تربت حیدریه | یونجه | ۱۲۰ | ۱۹۰ |

جدول ۲ - خلاصه نتایج پارامترهای ارزیابی

| متوسط دوره | مرحله پنجم | مرحله چهارم | مرحله سوم | مرحله دوم | مرحله اول | پارامتر | کد مزارع |
|------------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|
| ۸۱ | ۹۰ | ۸۶ | ۷۸ | ۸۷ | ۶۶ | CU | MSK |
| ۶۸ | ۸۳ | ۷۷ | ۶۳ | ۶۷ | ۴۸ | DU | |
| ۵۸ | ۶۶ | ۶۷ | ۴۸ | ۶۴ | ۴۴ | PELQ | |
| ۵۸ | ۶۶ | ۶۷ | ۴۸ | ۶۴ | ۴۴ | AELO | |
| ۸۱ | ۸۲ | ۷۲ | ۸۵ | ۸۱ | ۸۵ | CU | MRK |
| ۷۱ | ۷۴ | ۵۱ | ۷۷ | ۷۱ | ۸۰ | DU | |
| ۵۲ | ۵۷ | ۴۰ | ۵۷ | ۵۲ | ۵۶ | PELQ | |
| ۵۲ | ۵۷ | ۴۰ | ۵۷ | ۵۲ | ۵۶ | AELO | |
| ۸۲ | - | ۸۲ | ۸۰ | ۸۵ | ۸۱ | CU | MBV |
| ۷۵ | - | ۷۵ | ۷۰ | ۷۸ | ۷۵ | DU | |
| ۶۸ | - | ۶۲ | ۶۲ | ۶۷ | ۸۱ | PELQ | |
| ۶۸ | - | ۶۲ | ۶۲ | ۶۷ | ۸۱ | AELO | |
| ۷۵ | ۸۰ | ۸۲ | ۷۸ | ۷۵ | ۶۰ | CU | MAH |
| ۶۵ | ۶۹ | ۷۴ | ۷۰ | ۶۵ | ۴۵ | DU | |
| ۶۰ | ۶۵ | ۴۵ | ۷۵ | ۷۱ | ۴۵ | PELQ | |
| ۶۰ | ۶۵ | ۴۵ | ۷۵ | ۷۱ | ۴۵ | AELQ | |
| ۷۷ | - | ۷۷ | ۶۶ | ۸۵ | ۷۹ | CU | TJK |
| ۶۷ | - | ۶۸ | ۵۴ | ۷۶ | ۶۸ | DU | |
| ۶۰ | - | ۵۹ | ۴۸ | ۷۵ | ۵۹ | PELQ | |
| ۶۰ | - | ۵۹ | ۴۸ | ۷۵ | ۵۹ | AELO | |
| ۶۸ | ۸۵ | ۵۸ | ۷۴ | ۶۴ | ۵۹ | CU | TIK |
| ۵۳ | ۷۶ | ۴۰ | ۵۹ | ۴۸ | ۴۱ | DU | |
| ۴۷ | ۵۳ | ۳۶ | ۵۴ | ۴۵ | ۴۷ | PELQ | |
| ۴۷ | ۵۳ | ۳۶ | ۵۴ | ۴۵ | ۴۷ | AELQ | |
| ۷۱ | ۶۶ | ۶۷ | ۷۳ | ۸۱ | ۷۰ | CU | TJV |
| ۵۹ | ۵۶ | ۵۶ | ۵۷ | ۷۲ | ۵۵ | DU | |
| ۵۵ | ۵۳ | ۵۸ | ۵۶ | ۶۱ | ۴۵ | PELQ | |
| ۵۵ | ۵۳ | ۵۸ | ۵۶ | ۶۱ | ۴۵ | AELO | |
| ۷۸ | ۸۳ | ۷۴ | ۷۷ | ۸۶ | ۷۲ | CU | TSV |
| ۶۸ | ۷۸ | ۶۶ | ۶۶ | ۷۷ | ۵۳ | DU | |
| ۵۶ | ۷۵ | ۵۴ | ۶۴ | ۵۳ | ۳۵ | PELQ | |
| ۵۶ | ۷۵ | ۵۴ | ۶۴ | ۵۳ | ۳۵ | APELQ | |

- نشان دهنده اینست که آبیاری تا ماه مرداد انجام شده است و در شهریورماه به دلیل عدم آبیاری، اندازه گیری بعمل نیامد.

رساند که این خود گامی مهم در جلوگیری از تلفات آب خواهد بود. جدول شماره (۴) متوسط عوامل ارزیابی را در طول دوره ارزیابی نشان می‌دهد حداقل راندمان پتانسیل کاربرد آب ۴۷ درصد در مزرعه THK به دست آمده است که با به کارگیری روشهای صحیح مدیریتی می‌توان این راندمان را تا حد زیادی افزایش داد. راندمان ۶۸ درصد در مزرعه MBV به راحتی به دست آمده است که در این مزرعه نیز می‌توان راندمان را تا ۸۱ درصد افزایش داد همان طور که در مرحله اول این عدد به دست آمده است.

نتایج متوسط عوامل برحسب نوع سیستم و منطقه در جدول شماره (۵) داده شده است. اختلاف راندمان پتانسیل در روشهای مختلف حداکثر ۸ درصد است. در منطقه تربت حیدریه به دلیل وجود سرعت باد (فاصله جابجایی کمتر) روش کلاسیک دارای راندمان پتانسیل بهتری است و در منطقه مشهد روش آیفشان خسی نتایج بهتری داشته است. این مسئله موکداً قابل بیان است که اگر طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری مناسب باشد آبیاری بارانی دارای راندمان بالا خواهد بود. هشت مزرعه مورد ارزیابی جزء اولین سیستمها در استان خراسان می‌باشند و روشن است که دارای معایبی هستند ولی در هر صورت دارای راندمان نسبتاً بالایی هستند و این نشان می‌دهد که منطقه مساعد برای توسعه این سیستمها می‌باشد.

نتایج نشان می‌دهند که بجز در چند مزرعه، راندمان آبیاری در حد مطلوب بوده و قابل افزایش نیز هست. با توجه به جدول شماره (۲) بیشترین راندمان پتانسیل کاربرد آب مربوط به مزرعه MBV و برابر با ۸۱ درصد است. کمترین راندمان پتانسیل کاربرد آب مربوط به مزرعه TSV در مرحله اول ارزیابی و برابر با ۳۵ درصد است. تغییرات راندمان پتانسیل و یکپارختی توزیع در مراحل مختلف و در مزارع مختلف به خاطر وجود شرایط خاص در هر مزرعه می‌باشد مدیریتهای نامناسب، طراحی و اجرای غلط و همچنین استفاده از وسایل و ماشینهای آبیاری نامرغوب باعث کاهش راندمان در بعضی مزارع شده است. در جدول شماره (۳) حداکثر راندمان واقعی کاربرد آب در مزارع مختلف نشان داده شده است.

نتایج حاصله (جدول ۳) نشان می‌دهد که تغییرات راندمان کاربرد واقعی مزارعه دقیقاً مشابه تغییرات راندمان کاربرد پتانسیل می‌باشد و در تمام مراحل مقدار عددی آنها برابر شده است. دلیل این امر تأمین نشدن نیاز آب آبیاری SMD بوده است که نشان دهنده عدم وجود نفوذ عمقی و در نتیجه تلفات عمقی در خاک و همچنین وجود مسئله کم آبیاری در این مزرعه است.

در صورتی که هیچ‌گونه تغییری در ماهیت سیستمهای اجراء شده در مزارع داده نشود می‌توان با اعمال روشهای صحیح مدیریتی راندمان کاربرد را در هر مرحله حداقل به اعداد ماگزیمم جدول فوق

جدول ۳ - حداکثر راندمان واقعی کاربرد آب در دوره ارزیابی (AELQ)

| مزارع | MSK | MRK | MBV | MAH | TJK | THK | TJV | TSV |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| حداکثر راندمان واقعی کاربرد | ۶۷ | ۵۷ | ۸۱ | ۷۵ | ۷۵ | ۵۴ | ۶۱ | ۷۵ |
| اندازه‌گیری شده | | | | | | | | |

جدول ۴ - متوسط عوامل ارزیابی در طول دوره ارزیابی

| شماره مزرعه | MSK | MRK | MBV | MAH | TJV | TSV | TJK | THK |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DU | ۶۸ | ۷۱ | ۷۵ | ۶۵ | ۵۹ | ۶۸ | ۶۷ | ۵۳ |
| CU | ۸۱ | ۸۱ | ۸۲ | ۷۵ | ۷۱ | ۷۷ | ۶۸ | ۶۸ |
| PELQ | ۵۸ | ۵۲ | ۶۸ | ۶۰ | ۵۵ | ۵۶ | ۶۰ | ۴۷ |

جدول ۵ - متوسط عوامل ارزیابی برحسب نوع سیستم و منطقه

| منطقه | | تربت حیدریه | | مشهد | |
|-----------|--|-------------|------------------|--------|------------------|
| نوع سیستم | | کلاسیک | آبفشان خطی متحرک | کلاسیک | آبفشان خطی متحرک |
| DU | | ۶۴ | ۶۰ | ۷۰ | ۷۰ |
| CU | | ۷۵ | ۷۶ | ۷۹ | ۸۱ |
| PELQ | | ۵۶ | ۶۰ | ۶۲ | ۵۴ |

عوامل کاهش راندمان آبیاری در مزارع مورد ارزیابی:

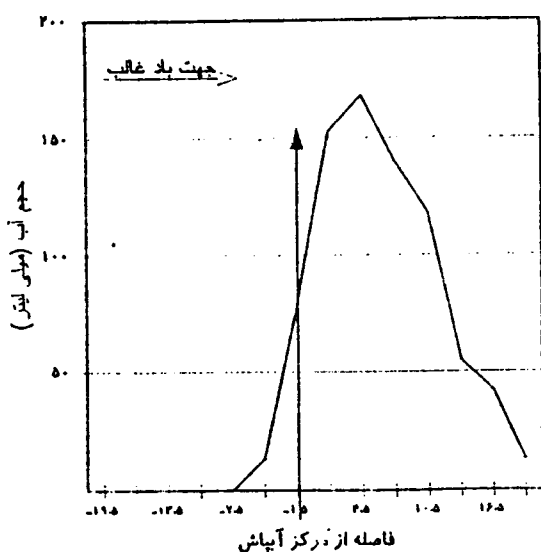
شرایط اقلیمی: یکی از مهمترین عوامل مؤثر در راندمان آبیاری و یکنواختی توزیع، شرایط اقلیمی می باشد، سرعت و جهت باد و درجه حرارت محیط عوامل مؤثر در راندمان آبیاری و یکنواختی توزیع هستند. در طراحی روش آبیاری بارانی، بخصوص در آرایش خطوط فرعی و فاصله جابجایی، نوع آبیاری و ... بایستی جهت و سرعت باد را در نظر گرفت. این عامل مهم در بعضی از طرحها در نظر گرفته نشده است. به عنوان مثال در مزرعه MSK در مرحله اول اندازه گیری به دلیل وجود سرعت زیاد باد یکنواختی در مزرعه کم (۶۶ = CU درصد) و راندمان کاربرد پتانسیل آب ۴۴ درصد به دست آمده است. شکل (۱) تأثیر باد را در یکنواختی توزیع در مزرعه MSK و در مرحله اول نشان می دهد همان گونه که ملاحظه می شود سرعت زیاد باد باعث عدم یکنواختی توزیع آب در اطراف لوله فرعی شده است. اگر سرعت و جهت باد در طراحی در نظر گرفته نشده باشد بهره بردار می تواند با کاهش فاصله جابجایی تا حدودی راندمان کاربرد را افزایش دهد. این مسأله به خوبی در مزرعه MSK قابل مشاهده است.

در شرایطی که سرعت باد کم و فشار کارکرد آبیاری به حدی باشد که شعاع پرتاب طراحی شده را به وجود آورد تأثیر تغییرات جابجایی تقریباً کم می شود. به طوری که در مرحله چهارم (مزرعه MSK) تغییر فاصله جابجایی از ۱۸ متر به ۹ متر فقط باعث افزایش DU به میزان ۶ درصد شده است. در حالی که در مرحله اول که باد وجود داشته است با کاهش فاصله جابجایی از ۱۸ متر به ۹ متر ضریب DU از ۴۸ درصد به ۷۶ درصد (۲۸ درصد افزایش) افزایش یافته است. این تغییرات در گراف (۲) نشان داده شده است. شرایط اقلیمی و بخصوص سرعت باد در مزرعه THK نیز باعث کاهش راندمان

پتانسیل و توزیع یکنواختی در مرحله چهارم شده است. به طوری که راندمان پتانسیل در مرحله چهارم به ۳۶ درصد کاهش یافته است که یکی از مهمترین دلایل آن جهت و سرعت باد بوده است. فشار کارکرد سیستم: فشار کمتر از حد نیاز آبیاری باعث ایجاد الگوی پاشش نامناسب شده و در نتیجه شعاع پرتاب کمتر از حد نیاز می شود که در این حالت هم پوشانی مناسب صورت نمی گیرد. در اغلب مزارع فشار کارکرد آبیاری به مراتب کمتر از فشار لازم آبیاری بود. جدول شماره (۶) حداکثر و حداقل فشار متوسط آبیاری روی لوله فرعی (اندازه گیری) را در طول دوره نشان می دهد. در مزرعه MSK در مرحله‌ای که فشار آبیاری در حد لازم بود

تأثیر باد در یکنواختی توزیع

مزرعه MSK سرعت باد زیاد



شکل ۱ - الگوی پاشش آب در طرفین لاترال

جدول ۶ - حداقل و حداکثر فشار و کارکرد آبیاری (اتمسنفر)

| THK | MBV | MRK | MSK | |
|------|-----|-----|-----|---------------------------|
| ۱/۴۵ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۳/۶ | ماکزیمم فشار متوسط آبیاری |
| ۱/۳ | ۲/۴ | ۱/۴ | ۲/۴ | حداقل فشار متوسط آبیاری |

۱- سطح مدیریت بهره‌برداری از سیستم آبیاری یکی از عوامل مهم در برابری راندمان واقعی آبیاری با راندمان طراحی است.

۲- مهم‌ترین اهرمهای مدیریتی در مزرعه عبارتند از: کاهش فاصله جابجایی در زمان وجود باد، استفاده از روش تناوبی محل قرارگیری لوله فرعی برای افزایش یکنواختی. آبیاری در ساعاتی که سرعت باد کمتر است.

۳- لزوم ارزیابی هر پروژه بعد از اجرا جهت بهینه کردن سیستم. با توجه به نتایج حاصله پیشنهادهای زیر به منظور بهبود کیفیت طراحی. اجرا و بهره‌برداری که برآیند آنها افزایش راندمان آبیاری می‌باشد ارائه می‌گردد:

۱- تشکیل واحدی در معاونت فنی زیربنایی جهت ارزیابی فنی پروژه‌های آبیاری تحت فشار در کشور که به نظر می‌رسد این مسأله

راندمان کاربرد نیز نسبتاً بالا است ولی در مرحله اول که فشار به ۲/۴ اتمسفر کاهش می‌یابد (به دلیل استفاده تعداد لوله فرعی بیشتر) راندمان کاربرد نیز در حداقل خود و برابر با ۴۴ درصد است. همچنین در مزرعه MRK در مرحله چهارم نیز همین وضعیت مشاهده می‌شود. در مزرعه THK این موضوع از تمام مزارع مشخص‌تر است فشار لازم برای آبیاری طراحی شده حداقل ۳ اتمسفر است در حالی که بیشترین فشار اندازه‌گیری شده ۱/۴۵ اتمسفر یعنی حدود نصف می‌باشد به همین دلیل راندمان پتانسیل کاربرد در این مزرعه از تمام مزارع کمتر به دست آمده است. تغییرات فشار کارکرد آبیاری و فشار لازم در مزرعه THK در شکل (۳) نشان داده شده است.

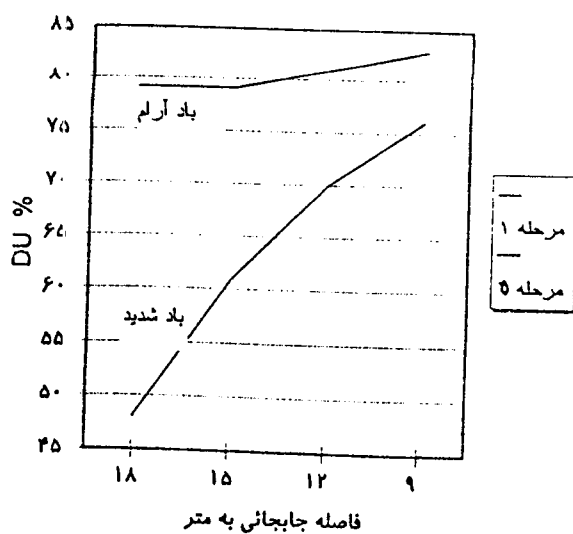
فاصله جابجایی: در بعضی از طرحها فاصله جابجایی لوله‌های فرعی نامناسب طراحی شده بود. این مسأله در مزرعه THK به خوبی مشاهده می‌شود. فاصله جابجایی لوله‌های فرعی ۲۱ متر در نظر گرفته شده است و علاوه بر این فاصله زیاد جابجایی فشار کارکرد آبیاری نیز کم در نظر گرفته شده است. این مسأله باعث عدم یکنواختی توزیع در مزرعه شده است به طوری که با فاصله جابجایی ۲۱ متر در مرحله اول توزیع یکنواختی ۴۱ درصد و در مرحله دوم ۴۸ درصد است که اگر فاصله جابجایی به ۱۵ متر کاهش یابد ضریب توزیع یکنواختی به ۶۱ درصد در مرحله اول و به ۶۴ درصد در مرحله دوم افزایش می‌یابد. این تغییرات در شکل (۴) مشاهده می‌شود. به طور کلی نتایج نشان می‌دهند که در صورتی که مطالعات اولیه جهت اجرای سیستم آبیاری تحت فشار به طور کامل انجام گیرد و طراحی، اجرا و نظارت به خوبی انجام گیرد روش آبیاری تحت فشار خواهد توانست راندمان بالایی را فراهم آورد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

با بررسی عوامل ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی

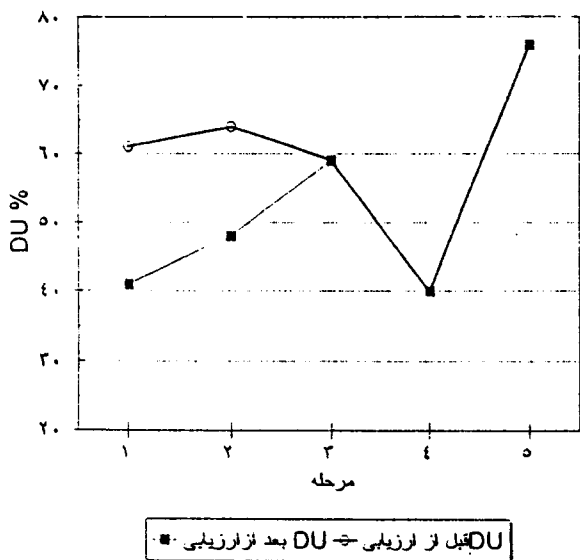
در استان خراسان می‌توان به نتایج زیر رسید:

تأثیر متقابل اقلیم و مدیریت سیستم
روی توزیع یکنواختی



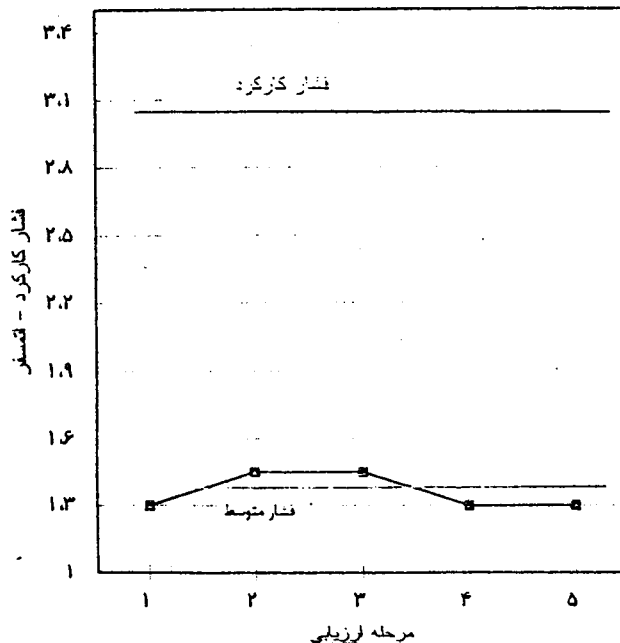
شکل ۲- تأثیر فاصله جابجایی و شرایط در یکنواختی توزیع (DU) در مزرعه MSK

تأثیر فاصله جابجایی روی یکنواختی
مزرعه THK



شکل ۴ - تأثیر کاهش فاصله جابجایی در یکنواختی توزیع آب

تغییرات فشار کارکرد سیستم
مزرعه THK



شکل ۳ - تغییرات فشار کارکرد در مراحل مختلف و همچنین اختلاف فشار متوسط کارکرد در طول دوره با فشار مناسب کارکرد

- ۶ - رعایت اصول و مبانی طراحی در تهیه طرح.
- ۷ - رعایت دقیق موارد اجرایی در زمان اجرا.
- ۸ - توجه بیشتر به عوامل اقلیم و خاک و ... در طراحی.
- ۹ - تشکیل شرکتهای خصوصی ناظر و ارزیاب؛ جهت نظارت بر اجراء و ارزیابی پروژهها پس از اجراء و همچنین ارائه خدمات فنی، مشاوره‌ای و آموزشی به بهره‌برداران در زمان بهره‌برداری.

- مهمترین اهرم دولتی برای کنترل کیفیت روشهای آبیاری تحت فشار خواهد بود:
- ۲ - نظارت دقیق و اصولی بر طراحی و اجرای کلیه پروژهها.
- ۳ - استاندارد کردن لوازم مورد استفاده در آبیاری.
- ۴ - نظارت دقیق بر تولید وسایل و کنترل کیفیت.
- ۵ - نظارت بر روش کار شرکتهای خصوصی طراح و مجری.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱ - دادگر، پ. و کیاحسینی. ۱۳۵۵. ارزیابی سیستمهای مختلف آبیاری بارانی. چهارمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

۲ - سهرابی، ت. و اصیل‌منش، ر. ۱۳۷۴. مقایسه ارزیابی و کارایی سیستمهای آبیاری بارانی دستگاه ستیریوت با سیستم آبیاری شیاری. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، سازمان تحقیقات کشاورزی.

3 - Pair, C. H. 1967. Water distribution under sprinkler irrigation. ASAE paper 67-709, ASAE, St. Joseph, MI 49085.

Field Performance Evaluation of Sprinkle Irrigation Systems in Khorasan Province

T. M. SOHRABI AND H. EBRAHIMY

Assistant Professor and Former Graduate Student, College of Agriculture

University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted 3 Feb. 1999

SUMMARY

Since the average irrigation efficiency in the country is about 32.5 percent, the best usage of water resources must be considered as the main axis of agricultural progress. Sprinkle 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 certain about their performance in the field. Irrigation systems may or may not be well designed and properly used. The technique for system evaluation described in this study is designed for evaluating actual operation and management and for determining the potential for more economical and efficient operation. This type of study is necessary in order to provide direction to management in deciding whether to continue existing practices or to improve them. This study used the SCS procedure for the field performance evaluation of hand-move and wheel-move sprinkler irrigation systems. In order to carry out this study, eight farms based on climatic condition, management, soil, and irrigation system were selected in khorasan province of Iran. Each farm was evaluated five times during the irrigation season. Water application systems on four of the selected farms was hand-move and the other four was wheel-move sprinkler irrigation systems. For the purpose of determining evaluation factors, first the necessary measurements such as soil, plant and irrigation systems were determined on farm or laboratory. Evaluation parameters such as Christiansen's uniformity "CU", distribution uniformity "DU", application efficiency of low quarter "AELQ" and potential application efficiency of low quarter "PELQ", were determined. The PELQ values obtained on farms with wheel-move systems in

Mashhad were found to be more than classic systems in Torbat haidarieh region. The reason for that could most probably be the wind condition. The values of PELQ in wheel-move system in Mashhad and Torbat haidarieh were about 58 and 55 percent, respectively. It can be increased up to 65 percent with proper management. The results also showed that during the study period the minimum and maximum values for PELQ were %45 and %65, respectively.

Keyword: Irrigation evaluation, Sprinkler & Khorasan.