



ارزیابی فنی سیستم های آبیاری بارانی اجرا شده در شهرستان سرپل زهاب

جبار خدامرادی^۱ - سیاوش مرادی^۲

چکیده :

کمبود منابع آب از مهمترین مسائل پیش روی بشری است. با عنایت به مصرف بیش از ۹۲٪ منابع آب شیرین کشور توسط بخش کشاورزی، با استفاده غالب از روش های آبیاری سنتی با راندمان ۳۰ تا ۳۲ درصد، اجرای سیستم های آبیاری بارانی و افزایش راندمان مصرف تا حد زیادی می تواند در مصرف بهینه آب موثر باشد. پس از گذشت چند سال از اجرای سیستم های آبیاری بارانی در شهرستان سرپل زهاب، ارزیابی عملکرد این سیستم ها، ضروری به نظر می رسد. در مطالعه حاضر، وضعیت و عملکرد سیستم های آبیاری بارانی اجرا شده در شهرستان سرپل زهاب ارزیابی شده است. به منظور انجام این کار، تعداد ۸ پروژه مورد ارزیابی قرار گرفتند و مشکلات طراحی، اجرایی و بهره برداری آنها بررسی شد. پروژه ها از نوع کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک بوده و پارامترهای ضریب یکنواختی (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد (AELQ) در بلوک آزمایش محاسبه و با محاسبه تغییرات فشار (Δp) به کل سیستم تعمیم گردید. تلفات پاششی و تلفات نفوذ عمقی نیز از دیگر پارامترهای محاسبه شده در این تحقیق بودند. اندازه گیری ها با استفاده از ایجاد شبکه قوطی های نمونه برداری در بلوک آزمایش در شرایط کارکرد واقعی سیستم و قرائت میزان آب جمع آوری شده در قوطی های نمونه برداری انجام و ضمن اندازه گیری سرعت باد و دمای هوا، با استفاده از فرمول ها و روابط مربوطه محاسبات لازم بعمل آمد. منحنی های توزیع آب آبیاری و منحنی سه بعدی الگوی هم پوشانی آب رسم شدند. میزان فشار در ابتدای سیستم و سپس در محل خروجی آب از آبپاش ها به منظور اندازه گیری تغییرات فشار در کل

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی (دفاع کرده) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز، رئیس اداره فنی و زیر بنایی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان سرپل زهاب. jkhodamoradini@yahoo.com
۲. کارشناسی ارشد تاسیسات آبیاری از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، معاون مدیریت آب و خاک و امور فنی و مهندسی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه.



سیستم اندازه گیری گردیدند. نتایج ارزیابی ها نشان دهنده برخی مشکلات در طراحی، اجرا و بهره برداری از سیستم های آبیاری بارانی مورد بررسی می باشد. مهمترین این مشکلات را می توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱- مرحله طراحی:

- عدم بازدید مهندس طراح جهت بررسی وضعیت آبدهی واقعی منبع تامین آب و بررسی شرایط واقعی مزرعه قبل از طراحی و اکتفا کردن به مجوز بهره برداری و نقشه برداری توپوگرافی طرح.

- اکتفا کردن به کاتالوگ های ارائه شده جهت آبیاری توسط شرکت های سازنده و عدم بررسی کارکرد واقعی آبیاری ها.

- لحاظ نکردن سرعت و جهت باد در طراحی خطوط جانی، در نتیجه عدم همپوشانی آبیاری ها که باعث عدم یکنواختی سطح سبز و پایین آمدن عملکرد برداشت محصول در واحد سطح خواهد بود. در تمامی طرح ها جهت و سرعت باد اندازه گیری نشده و فقط به کلمه " آرام " اکتفا شده است.

۲- مرحله اجرایی:

- عدم نصب کتور حجمی جهت اندازه گیری میزان آب ورودی به سیستم در تمامی طرح ها.

- عدم نصب فشار سنج در ورودی آب به سیستم جهت کنترل میزان فشار آب ورودی در اکثر طرح ها.

- عدم دقت لازم در عملیات اجرایی از جمله؛ بستن لوازم و اتصالات، انحراف پایه آبیاری ها از محور قائم، تعبیه لوازم حفاظتی و ایمنی بهره برداری.

۳- مرحله بهره برداری:

- عدم آموزش های کافی و مستمر به بهره بردار در حین بهره برداری.

- توجیه نبودن بهره بردار در خصوص نحوه بهره برداری بهینه از سیستم؛ از جمله کنترل فشار ورودی به سیستم،

تعداد آبیاری های در حال کار و مدت کارکرد هر یک از آبیاری ها و در نتیجه عدم رعایت ساعت و دور آبیاری.

- ارائه ندادن آموزش های فنی نگهداری به بهره بردار و پایین بودن دانش فنی بهره بردار.



نتایج ارزیابی برای میانگین درصد پارامترهای Δp ، AELQ، PELQ، DU، CU؛ محاسبه شده برای سیستم‌ها به ترتیب: ۴۷/۲۲، ۴۹/۰۶، ۷۷/۱۵، ۵۴/۶۸ و ۲۳/۷۱ درصد و متوسط تلفات پاششی و تلفات نفوذ عمقی ۳۶/۳۶ و ۲۹/۵۶ درصد بود. جدول‌های مقایسه‌ی بین پارامترهای طراحی و اجرایی نشان می‌دهد که میزان پارامترهای فنی بسیار کمتر از آنچه انتظار می‌رود، بودند.

کلمات کلیدی: آبیاری بارانی، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل، راندمان واقعی

مقدمه:

کمیاب بودن آب از مهمترین مسائل پیش روی بشری است. با عنایت به مصرف بیش از ۹۲٪ منابع آب شیرین کشور توسط بخش کشاورزی با استفاده از روش‌های آبیاری سنتی و راندمان ۳۰ تا ۳۲ درصدی این روش‌ها، اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی و افزایش راندمان مصرف تا حد زیادی می‌تواند در مصرف بهینه آب موثر باشد. پس از گذشت چند سال از اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی در شهرستان سرپل زهاب، ارزیابی عملکرد سیستم‌های اجرا شده، ضروری به نظر می‌رسد. اصلاح عملکرد سیستم‌ها و بهبود مدیریت آن را می‌توان با ارزیابی سیستم‌ها ممکن نمود.

ارزیابی‌ها، در مزرعه، با اندازه‌گیری‌های میدانی و در شرایط کارکرد واقعی سیستم‌ها و حین کار طبیعی انجام و سپس پارامترهای اندازه‌گیری شده آنالیز گردیدند.

مروری بر تحقیقات:

در بحث ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی تحقیقات زیادی انجام شده که بخش عمده آن به شرح زیر است:

۱- تحقیقات انجام شده در داخل کشور:

اکرم (۱۳۶۳) ارتباط ضریب یکنواختی با زاویه پرتاب آبپاش‌ها را تحت شرایط مختلف باد و با فشارهای بسیار کم مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که در شرایط بدون باد، زاویه پرتاب ۳۶ درجه و در شرایط باد با شدت متوسط (۳ تا ۶ متر بر ثانیه) زاویه پرتاب ۳۰ درجه بهترین توزیع یکنواختی را دارند.



اکبری و رحیم زادگان (۱۳۷۵) اثرات باد را در توزیع یکنواختی آب مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند با افزایش سرعت باد یکنواختی توزیع آب کاهش می‌یابد. در شدت های ضعیف باد (کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت) افزایش فشار کارکرد آبپاش باعث افزایش یکنواختی توزیع شده، ولی در بادهای شدید با همان مقدار افزایش فشار، یکنواختی توزیع آب تغییر قابل ملاحظه ای نداشته است.

اکبری و کوچک زاده (۱۳۷۹) تعدادی از سیستم های آبیاری تحت فشار اجرا شده در استان اصفهان را مورد ارزیابی قرار دادند. سامانه های آبیاری بارانی ارزیابی شده شامل سیستم های کلاسیک ثابت با جابجایی آبپاش و سیستم کلاسیک نیمه متحرک بوده است. برای دستیابی به اهداف تحقیق ضمن مشاوره با مسئولین و کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان طرح های آبیاری تحت فشار مورد ارزیابی، در مناطق مختلف استان شناسایی شده و معیارهای مورد ارزیابی شامل: یکنواختی توزیع آب، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین اندازه گیری و محاسبه گردید و آزمایشات نشان داده که راندمان پتانسیل کاربرد در مزارع مورد ارزیابی بین ۲۵ تا ۷۵ درصد تغییرات داشته و به طور متوسط حدود ۵۰ درصد بوده است. لازم به ذکر است در اکثر موارد راندمان واقعی کاربرد و راندمان پتانسیل کاربرد به واسطه اعمال کم آبیاری در اثر کمبود آب به یکدیگر نزدیک بوده‌اند. براساس بررسی های به عمل آمده طرح های مورد ارزیابی عمدتاً به علت طراحی و اجرای نامناسب، کیفیت وسایل و تجهیزات مورد استفاده از جمله پائین بودن یکنواختی توزیع آب آبپاش ها، نامناسب بودن فشار و فواصل آبپاش ها از راندمان پتانسیل کاربرد پائینی برخوردار بوده‌اند.

برادران هزاوه (۱۳۸۵) تعداد ۹ طرح سیستم آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک، غلطان) در شهرستان اراک را مورد ارزیابی قراردادده است. در این مطالعه در شرایط اقلیمی مشابه از دو تیمار نوع سیستم، دو تیمار بافت خاک (متوسط و سنگین) و دو تیمار نوع محصول (یونجه و سیب زمینی) استفاده شد. ضرایب یکنواختی، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد آب اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل بهتر، الگوی توزیع آب در اطراف آبپاش ها ی مورد آزمایش و منحنی کفایت آبیاری ترسیم گردید. در بخش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک راندمان پتانسیل کاربرد در مزارع مورد ارزیابی از ۴۳/۶۸ تا ۶۴/۳۶ درصد متغیر بوده و متوسط راندمان پتانسیل کاربرد برابر ۵۵/۵۶ درصد به دست آمد. میانگین ضریب یکنواختی کریستیان سن، یکنواختی توزیع، راندمان واقعی سیستم، تلفات نفوذ عمقی،



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



متوسط اختلاف فشار و درصد تغییرات فشار به ترتیب برابر ۷۶/۱۶، ۷۷/۸۱، ۵۱/۴۸، ۳۲/۸۳، ۳/۹۲ و ۴۵/۲۳ درصد به دست آمد.

بایزیدی (۱۳۸۳) سیستم های آبیاری بارانی در شهرستان قروه را مورد ارزیابی قرار داد. در این تحقیق، سیستم های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت در چهار روستای شهرستان قروه از توابع استان کردستان (با الگوی کشت گندم و یونجه) مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین ضریب یکنواختی کریستیان سن، یکنواختی توزیع، راندمان پتانسیل در ربع پائین، راندمان واقعی در ربع پائین اراضی، تلفات نفوذ عمقی، تلفات تبخیر و باد بردگی و حداکثر اختلاف فشار به ترتیب برابر ۷۵، ۴۳/۶، ۷۸/۲، ۳۵/۱۴، ۴/۶، ۲۰/۶۳ و ۴۱ درصد به دست آمد. کلیه طرح ها دارای راندمان پائینی بوده و یکنواختی توزیع در آنها کمتر از مقادیر توصیه شده کلر و مریام بود و در نتیجه پدیده کم آبیاری در آنها حاکم بوده است به طوریکه در یکی از آنها آثار خشکی محصول در نقاطی از مزرعه مشاهده گردید که به مسائل مدیریت و طراحی بر می گردد. مشکل اساسی در این طرح ها عدم دقت لازم در طراحی و اجرا و همچنین به کاربردن وسایل با کیفیت نامناسب بوده است. آبیاشهای آلمانی پیروت دارای کارایی خیلی بهتری نسبت به آبیاشهای شرکت داخلی پرسرود بوده اند. همچنین عدم انجام آزمایشات صحرائی برای طراحی سیستم ها و اکتفا به اعداد و ارقام داخل مراجع، در پائین بودن راندمان آبیاری دخیل بوده است.

مصطفی زاده و عطایی (۱۳۷۸) ۶ سیستم آبیاری بارانی (کلاسیک، آبفشان غلطان) در منطقه اصفهان و برخوردار را مورد ارزیابی قراردادند. در این مطالعه در شرایط اقلیمی یکسان از دو تیمار نوع سیستم، دو تیمار بافت خاک (متوسط و سنگین) و دو تیمار نوع محصول (یونجه و سیب زمینی) استفاده شد. ضرایب یکنواختی، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد آب اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل بهتر الگوی توزیع آب در اطراف آبیاش ها ی مورد آزمایش و منحنی کفایت آبیاری ترسیم گردید.

راندمان پتانسیل کاربرد در مزارع مورد ارزیابی از ۱۸ تا ۷۰ درصد متغیر بوده و متوسط راندمان واقعی کاربرد برابر ۵۱ درصد به دست آمد. در وضعیت هوای آرام برای سیستم های آبفشان غلطان و کلاسیک به ترتیب متوسط ضریب یکنواختی ۸۰ و ۶۰ درصد و یکنواختی توزیع آب در ربع پائین ۷۵ و ۵۴ درصد تعیین گردید. در شرایط باد آرام و بافت خاک متوسط عملکرد سیستم آبفشان غلطان بهتر از سیستم کلاسیک و در شرایط باد متوسط و بافت خاک سنگین عملکرد سیستم کلاسیک



بهرتر از سیستم آبهشان غلطان تعیین گردید . در اکثر موارد راندمان پتانسیل و واقعی کاربرد آب تقریباً برابر بود ، که بیانگر اعمال کم آبیاری در مزارع مورد مطالعه به دلیل کمبود آب در طی فصل زراعی بوده است .

در تحقیقی که از سال ۱۳۸۱ توسط سالمی و نیکویی در مورد ارزیابی فنی - اقتصادی سیستم های آبیاری بارانی اجرا شده بر روی محصول سیب زمینی در استان اصفهان آغاز شده است ، در ابتدا تعداد ۵ مزرعه مجهز به سیستم آبیاری بارانی در سه منطقه از شهرستان فریدن مورد ارزیابی قرار گرفت . این مزارع دارای سیستم های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک بودند . در این تحقیق از معیارهای یکنواختی توزیع ، راندمان پتانسیل و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین استفاده گردید . نتایج سال اول نشان داد که ضریب یکنواختی اندازه گیری شده در مزارع آزمایشی از ۷۷ تا ۸۳ درصد و یکنواختی توزیع آب از ۶۷ تا ۷۷ درصد متغیر می باشد . راندمان پتانسیل کاربرد آب در مزارع مورد ارزیابی بین ۶۷ تا ۸۳ درصد و یکنواختی توزیع آب از ۶۷ تا ۷۷ درصد متغیر می باشد . راندمان پتانسیل کاربرد آب در مزارع مورد ارزیابی بین ۶۷ تا ۸۳ درصد تغییرات داشته و به طور متوسط حدود ۷۵ درصد می باشد . از دلایل تغییرات راندمان پتانسیل کاربرد در طول دوره ارزیابی می توان به شرایط متفاوت جوی در هنگام آزمایشات و تغییرات فشار کارکرد آبیاش مورد آزمایش اشاره کرد .

در مزارعی که بافت خاک آنها سنگین یا دارای استخر ذخیره آب و سیستم پمپاژ مجهز بوده و آب کافی برای آبیاری در اختیار داشتند ، راندمان واقعی کاربرد آب کمتر از راندمان پتانسیل به دست آمد و در مزارع دیگر که زارعین با کمبود آب مواجه بودند ، راندمان واقعی و پتانسیل برابر بود . در این تحقیق متوسط راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین ۶۶ درصد به دست آمد و متوسط نفوذ عمقی در مزارع مورد مطالعه ۳۵ درصد برآورد شده است . به طور کلی وضعیت طراحی و اجرا و بهره برداری از سیستم های مورد ارزیابی خوب بوده است و مدیریت مزارع می توانند با کاهش زمان آبیاری ، راندمان واقعی کاربرد آب و با تعویض به موقع آبیاش های قدیمی و فرسوده ضرایب یکنواختی را در مزارع خود افزایش دهند .

۲- تحقیقات انجام شده در سایر کشورها :

در زمینه ارزیابی سیستم های آبیاری در جهان نیز تحقیقات زیادی صورت گرفته است .

فراست و شوالن^۱ (۱۹۵۵) برای تعیین تلفات تبخیر و باد از آبیاشها نمودگرمی را ارائه دادند و تریمر روی آن تجزیه و

تحلیلی انجام داد و منجر به ارائه معادله هایی برای تعیین تلفات تبخیر و تعرق شد.



ویلسون و داوید زولد سوک^۲ (۱۹۹۷) در مرکز تکنولوژی آبیاری روی ارزیابی یکنواختی توزیع آبپاشها مطالعاتی انجام

$$SC = \frac{D}{DC} \quad \text{: دادند و یک شاخص جدید را به صورت زیر تعریف نمودند}$$

که در آن: SC : ضریب برنامه ریزی، D : متوسط عمق آب در کل قوطی های جمع آوری آب (میلیتر)، DC : میانگین عمق آب در ناحیه بحرانی (میلیتر)، این شاخص کمک می کند تا بزرگترین سطح خشک را بدانیم.

تارجوئلو و همکاران^۳ (۱۹۹۹) یک مدل را برای افت ناشی از تبخیر و بادزدگی در شرایط نیمه خشک ارائه نمودند که عواملی شامل نوع آبپاش، ترکیب نازل، کمبود فشار بخار و سرعت باد در آن اثر داشتند و دریافتند که ضریب یکنواختی با افزایش سرعت باد تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت به صورت خطی کاهش یافته و از آن به بعد، کاهش بیشتری دارد.

چودری و همکاران^۴ (۱۹۷۸) با در نظر گرفتن توزیع زمان و توزیع گاما و حل تحلیلی آنها پارامترهای مختلف راندمان کاربرد را از نظر آماری مورد بررسی قرار دادند و نتایج تحقیقاتی خود را به صورت گرافهایی کاربردی ارائه نمودند.

سگینر و کسترینسکی^۵ (۱۹۷۵) گزارش نموده اند که اثر باد بر توزیع یکنواختی روش آبیاری بر روی آبپاش هایی که فاصله کمتری دارند، کاهش می یابد و گزارش داد که در صورت وجود باد با کاهش فواصل آبپاشها می توان یکنواختی توزیع آب را افزایش داد. هرچه سرعت باد بیشتر و قطرات آب کوچکتر باشند، تأثیر منفی باد نیز بیشتر شده و امکان اختلال در توزیع یکنواختی آب افزایش می یابد. تحقیقات صورت گرفته نشان داد بادهای با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت تأثیر چندانی روی یکنواختی توزیع آب ندارد ولی سرعت های بیشتر از آن باعث به هم خوردن یکنواختی توزیع آب می شوند. معمولاً سیستم آبیاری بارانی برای مناطقی که سرعت متوسط باد بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت است توصیه نمی شود.

مطالعات دی بوئربک و بندر^۶ (۱۹۹۲) در ارزیابی آبپاش ها نشان داد که رابطه معکوسی بین میزان کاربرد آب و فشار آبپاش ها برقرار است.

^۱. Frost & Schwalon

^۲. Vilson & Zoldsok

^۳. Tarjuelo

^۴. Chaudhry

^۵. Seginer & Kostrinsky

^۶. De Boer & Back & Bender



فرای و گری^۷ (۱۹۷۱) مطالعاتی درخصوص اثر عوامل اقلیمی بر میزان مصرف آب انجام داده و نسبت مقدارخالص آب آبیاری را در شرایط اقلیمی مختلف بررسی نمودند. آنها جدولی را برای محاسبه فاصله آبیاشها در طول لوله های جانبی و لوله های اصلی نسبت به قطر پراکنش آبیاش در سرعت های مختلف باد ارائه نمودند و نتیجه گرفتند که هر چه سرعت باد افزایش می یابد، بایستی میزان همپوشانی آبیاشها بیشتر شود.

تارجوئلو^۸ (۱۹۹۲) برای انجام آزمایشات خود در شرایط وجود باد از یک تونل باد مصنوعی به طول ۲۲ متر، عرض ۹/۵ متر و ارتفاع ۵ متر استفاده کرده و آزمایشات بدون باد را در شرایط آرام مزرعه انجام داده است. وی نتایج زیر را در مورد اثر باد روی ضریب یکنواختی به دست آورد:

۱- با افزایش سرعت باد مقدار ضریب یکنواختی کاهش می یابد و این کاهش به صورت یک معادله درجه دوم است. اگر چه در بعضی از آرایش ها و اندازه نازل ها این رابطه ممکن است خطی شود.

۲- معمولاً شیب منحنی سرعت باد - ضریب یکنواختی با افزایش فاصله آبیاشها بیشتر می شود. نحوه آرایش آبیاشها نیز می تواند بر این شیب تأثیر بگذارد.

۳- در شرایط یکسان باد، آرایش مربعی نسبت به آرایش مستطیلی ضریب یکنواختی بالاتری دارد. به علاوه جهت باد روی آرایش مربعی تأثیر کمتری دارد.

۴- در شرایط وزش بادهای با سرعت بیش از ۲ متر در ثانیه بیشترین مقدار ضریب یکنواختی با استفاده از آبیاشهای دو نازله به دست می آید.

۵- سعی کنید سیستم آبیاری بارانی را با شدت پاشش کم (۷-۵ میلیمتر در ساعت) طراحی کنید و عمل آبیاری در شب انجام شود، زیرا سرعت باد در شب کمتر است.

همچنین با انجام آزمایشات دریافت که افزایش فشار آب تأثیر کمتری نسبت به آرایش آبیاشها بر ضریب یکنواختی دارد.

^۷ . Fry & Gray

^۸ . Tarjoelo



کین ساید و همکاران^۹ (۱۹۹۶) دریافتند که تلفات بادی به سرعت باد، اندازه قطرات آب و مسافتی که قطرات آب قبل از رسیدن به زمین طی می‌کنند، بستگی دارد.

ویرسما^{۱۰} (۱۹۵۵) دریافت در شرایطی که باد آرام می‌وزد، ارتفاع پایه آبپاش تأثیر چندانی بر یکنواختی توزیع آب ندارد ولی هنگام وزش بادهای شدید، ارتفاع پایه آبپاش بر یکنواختی توزیع تأثیر می‌گذارد. طبق نظر ویرسما، برای بادهای با سرعت متوسط تا شدید ارتفاع پایه آبپاش بایستی بین ۰/۶ تا ۰/۹ متر بلندتر از ارتفاع محصول باشد.

نتایج مطالعاتی که توسط ویرسما بر روی جهت وزش باد نسبت به لوله‌های جانبی انجام گرفت نشان داد، بیشترین یکنواختی توزیع آب در مزرعه در صورتی حاصل می‌شود که زاویه جهت وزش باد نسبت به لوله‌های جانبی ۴۵ درجه باشد.

پیر^{۱۱} (۱۹۶۸) مطالعاتی در زمینه اثر پارامترهای مختلف بر یکنواختی توزیع آب انجام داد، عوامل یکنواختی بر توزیع آب را به شرح زیر دسته بندی نمود:

الف- عوامل مربوط به آبپاشها نظیر اندازه نازل، سرعت چرخش، فشار آب در نازل و نوع نازل.

ب- عوامل مربوط به سیستم آبیاری نظیر فواصل آبپاشها، ارتفاع پایه آبپاش و تغییرات فشار آب.

ج- عوامل مربوط به مدیریت نظیر مدت آبیاری، مستقیم بودن لوله‌های جانبی و عمود بودن پایه آبپاشها.

د- عوامل مربوط به اقلیم نظیر شدت و جهت باد.

آلیسون و هیس^{۱۲} (۱۹۶۹) دریافتند تغییرات یکنواختی توزیع آب زمانی که لوله‌های جانبی عمود بر جهت باد هستند گسترده‌تر از زمانی است که به موازات جهت باد باشد.

مواد و روش‌ها:

در این مطالعه در شرایط اقلیمی یکسان از یک نوع سیستم (کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک)، دو نوع بافت خاک (متوسط و سنگین) و دو نوع محصول (یونجه و ذرت) استفاده شده است. تعداد ۸ پروژه مورد ارزیابی قرار گرفتند و

^۹. Kincaid & Solomon

^{۱۰}. Wiersma

^{۱۱}. Pair

^{۱۲}. Alison & Heis



مشکلات طراحی، اجرایی و بهره برداری آنها بررسی شد. پروژه ها از نوع کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک بوده و پارامترهای ضریب یکنواختی (CU)، یکنواختی توزیع (DU)، راندمان پتانسیل (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد (AELQ) در بلوک آزمایش محاسبه و با محاسبه تغییرات فشار (Δp) به کل سیستم تعمیم گردید. تلفات پاششی و تلفات نفوذ عمقی نیز از دیگر پارامترهای محاسبه شده در این تحقیق بودند. اندازه گیری ها با استفاده از ایجاد شبکه قوطی های نمونه برداری در بلوک آزمایش در شرایط کارکرد واقعی سیستم و قرائت میزان آب جمع آوری شده در قوطی های نمونه برداری انجام و ضمن اندازه گیری سرعت باد و دمای هوا، با استفاده از فرمول ها و روابط مربوطه محاسبات لازم بعمل آمد. در جدول (۱) مشخصات سیستم های آبیاری بارانی مورد ارزیابی آورده شده است. لازم به ذکر است که هدف اصلی مطالعه حاضر، ارزیابی فنی سیستم آبیاری بارانی بوده و بررسی اثرات فاکتورهای مختلف بر عملکرد سیستم مدنظر نمی باشد.

جدول (۱) - مشخصات سیستمهای آبیاری بارانی مورد مطالعه

کدسیستم	منطقه	نوع سیستم	مختصات	ارتفاع	تعداد لوله های جانبی یا آبپاش درحال کار	تعداد لوله های جانبی یا آبپاش درحال کار	مدل آبپاشها
ZNT	زهاب	کلاسیک ثابت	ذرت	۱۲	چاه	۳	آمبو
ZTA	زهاب	کلاسیک ثابت	ذرت	۵/۵۵	چاه	۲	آمبو
ZVA	زهاب	کلاسیک ثابت	ذرت	۷	چاه	۱	آمبو
GDH	قلعه شاهین	کلاسیک ثابت	ذرت	۸	چاه	۱	آمبو
G1SB	حومه	کلاسیک ثابت	یونجه	۴	رودخانه	۱	آمبو
ZTS	زهاب	کلاسیک ثابت	ذرت	۶/۱	چاه	۳	آمبو



آمبو	۲۴	۳	چاه	۱۵	ذرت	کلاسیک ثابت	قلعه شاهین	GSN
آمبو	۲۵	۲	چاه	۶	ذرت	کلاسیک ثابت	قلعه شاهین	GNM

به منظور ارزیابی سیستم های مورد نظر ابتدا اطلاعات اولیه نظیر توپوگرافی ، مشخصات منابع تأمین آب ، لوله های اصلی ، نیمه اصلی و جانبی و مشخصات آبیاش ها ، شیرهای قطع و وصل و نقشه جزئیات اتصالات جمع آوری گردید . مرحله بعدی اندازه گیری پارامترهای ارزیابی در مزرعه است که شامل مراحل زیر بود :

۱- اندازه گیری پارامترهای خاک که شامل بافت خاک (به روش هیدرومتری و استفاده از مثلث بافت خاک) ، جرم حجمی خاک ، رطوبت خاک قبل از آبیاری به منظور تخمین کمبود رطوبت خاک (SMD) ، رطوبت خاک در ظرفیت زراعی (FC) و سرعت نفوذ نهائی خاک می باشد.

۲- اندازه گیری پارامترهای گیاهی که شامل عمق توسعه ریشه می باشد .

۳- اندازه گیری پارامترهای اقلیمی که شامل سرعت و جهت باد ، تبخیر و رطوبت و درجه حرارت می باشد .

۴- اندازه گیری های مربوط به سیستم آبیاری که شامل ؛ دبی آبیاش که توسط دو شیلنگ و یک سطل مدرج و یک کرنومتر اندازه گیری گردید ، فشار آبیاش که با استفاده از فشار سنج و لوله پیتو متصل به آن اندازه گیری گردید ، اندازه گیری توزیع آب که یکی از بلوک های شبکه، که معرف مرکز ثقل سیستم بود، انتخاب شد و سپس قوطی های مدرج جمع آوری در شبکه های ۳*۳ متر بین چهار عدد آبیاش شبکه ، چیده شد ند. مدت آزمایش بسته به شرایط مزرعه معمولاً بین ۰/۵ تا ۱ ساعت انتخاب می گردید . در نهایت حجم آب جمع شده در قوطی ها قرائت می گردید .

$$CU_t = \left(1 - \frac{\sum |D_i - \bar{D}|}{\bar{D} \times n} \right) \times 100$$

برای تعیین ضریب یکنواختی (CU_t) از معادله زیر استفاده گردید .



که در آن D_i برابر عمق آب در هر یک از قوطی های جمع آوری در شبکه محاسباتی بر حسب میلی متر، \bar{D} برابر متوسط عمق های آب جمع شده در قوطی ها بر حسب میلی متر و n برابر تعداد مشاهدات می باشد. برای تعیین یکنواختی توزیع آب در ربع پائین (DU_t) متوسط یک چهارم پائین مشاهدات به متوسط مشاهدات تقسیم گردید. راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین ($AELQ_t$) از تقسیم میانگین یک چهارم کمترین عمق های آب ذخیره شده در ناحیه ریشه به میانگین عمق آب آبیاری محاسبه گردید. البته زمانی که میانگین عمق آب نفوذ کرده در خاک در یک چهارم نمونه ها از کمبود رطوبت خاک بیشتر بود، $AELQ$ از تقسیم کمبود رطوبت خاک بر میانگین عمق آب آبیاری محاسبه شد. برای تعیین راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پائین ($PELQ_t$) از معادله زیر استفاده شد.

$$PELQ_t = D_q / D_r \times 100$$

که در آن D_q برابر میانگین یک چهارم کمترین عمق های آب نفوذ یافته که برابر حداکثر تخلیه مجاز باشد بر حسب میلی متر و D_r برابر متوسط عمق آب آبیاری بر حسب میلی متر می باشد. مقادیری که برای پارامترهای فوق به دست می آید بایستی با توجه به اختلاف فشار موجود در سیستم تعدیل شوند تا بتوان آن را به کل سیستم نسبت داد. روابط آن به صورت زیر می باشد:

$$CU_s = CU_t \left[\frac{1 + \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{2} \right] \quad , \quad DU_s = DU_t \left[\frac{1 + 3 \left(\frac{P_{min}}{P_{mean}} \right)^{0.5}}{4} \right]$$

$$ER = 0.2 \times (P_{max} - P_{min}) / (P_{mean})$$

$$PELQ_s = (1 - ER) \times PELQ_t$$

$$AELQ_s = (1 - ER) \times AELQ_t$$

که در آنها اندیس s به سیستم و اندیس t به بلوک آزمایش مربوط می شود و P_{min} و P_{mean} و P_{max} به ترتیب فشار حداقل، متوسط و حداکثر داخل سیستم آبیاری و ER فاکتور کاهش راندمان می باشد.

پس از تعیین پارامترهای مورد نیاز با تبدیل شبکه نمونه برداری به شبکه محاسباتی و براساس روابط مربوطه پارامترهای

ارزیابی محاسبه گردید.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



AELQs	PELQs	CUs	DUs	AELQt	PELQt	CUt	DUt	کد سیستم

منحنی های توزیع آب آبیاری و منحنی سه بعدی الگوی هم پوشانی آب رسم شدند . میزان فشار در ابتدای سیستم و سپس در محل خروجی آب از آبیاری ها به منظور اندازه گیری تغییرات فشار در کل سیستم اندازه گیری گردیدند .

نتایج و بحث :

جدول های (۲) ، (۳) و (۴) پارامترهای ارزیابی محاسبه شده برای سیستم های مورد آزمایش را نشان می دهند . راندمان واقعی کاربرد و تفاوت آن با راندمان پتانسیل کاربرد وضعیت مدیریت سیستم را نشان می دهد . سایر پارامترها بیانگر وضعیت طراحی و اجرایی سیستم می باشند . شکل های (۱) و (۲) ، به عنوان نمونه در طرح (ZVA) ، به ترتیب الگوی سه بعدی توزیع آب بین ۴ آبیاری و منحنی هم عمق آبیاری در بلوک آزمایش را نشان می دهد .

جدول (۲) - خلاصه نتایج اندازه گیری پارامترهای ارزیابی (برحسب درصد)



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
 دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۴۷/۴۸	۶۳/۱۳	۶۰/۵۱	۴۸/۳۱	۵۱	۶۷/۱۷	۶۲/۸۵	۶۶/۲۱	ZNT
۴۸/۲۸	۵۵/۰۵	۳۰/۹۲	۱۷/۹۵	۵۰/۲۹	۵۸/۵۶	۳۲/۱۲	۳۵/۹۲	ZTA
۶۱/۱۱	۷۶/۴۲	۶۱/۳۸	۵۲/۱۹	۶۵/۰۱	۸۱/۳۰	۵۴/۲۱	۴۳/۸۴	ZVA
۴۳/۹۴	۱۱۰/۵۴	۶۱/۱۲	۴۵/۵۴	۴۶/۷۴	۱۱۷/۶	۶۳/۴۸	۹۰/۰۵	GDH
۸۵/۳۶	۸۴	۸۷/۵۳	۸۴/۳۹	۸۸	۸۹/۳۷	۹۰/۹۱	۹۲/۹۹	G۱SB
۷۰/۱۴	۹۴	۷۲/۰۱	۶۳/۸۱	۷۴/۶۵	۱۰۰	۷۴/۷۹	۷۶/۰۵	ZTS
۳۶/۳۶	۸۶/۴۷	۱۴/۷۲	۳۶/۱۲	۳۹	۹۱/۹۹	۷۵/۲۹	۴۴/۶۲	GSN
۴۴/۵۱	۴۷/۶۴	۵۴/۵۹	۴۴/۲۶	۴۷/۳۵	۵۰/۶۹	۵۶/۷۰	۵۸/۵۰	GNM

جدول (۳) - مقایسه نتایج پارامترهای ارزیابی شده (بر حسب درصد)

ردیف	عنوان	تلفات پاششی	تلفات نفوذ عمقی	DUt۱/۲	DUt۱/۴	DUs	CUt	CUs	PELQt	PELQs	AELQt	AELQs
۱	MAX	۵۹/۳۸	۶۶/۳۳	۹۷/۹۹	۸۹/۳۷	۸۴/۳۹	۹۰/۹۱	۸۷/۵۳	۱۱۷/۶	۱۱۰/۵۴	۸۸/۰۰	۸۵/۳۶
	کد طرح	GDH	GDH	G۱SB	G۱SB	G۱SB	G۱SB	G۱SB	GDH	GDH	G۱SB	G۱SB
۲	MIN	۱۷/۱۰	۴/۵	۳۵/۹۲	۱۹/۰۰	۱۷/۹۵	۳۲/۱۲	۱۴/۷۲	۵۰/۶۹	۴۷/۶۴	۳۹/۰۰	۳۶/۳۶
	کد طرح	ZTA	G۱SB	ZTA	ZTA	ZTA	ZTA	GSN	GNM	GNM	GSN	GSN



همایش ملی مدیریت بحران آب
 The National Conference on Water Crisis Management
 دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



۷۸/۳۵	۵۷/۷۵	۵۱/۸۸	۷۰/۸۷	۸۲/۸۳	۶۸/۶۵	۶۰/۶۳	۵۰/۵۵	۶۳/۵۲	۶۵/۵۱	۶۸/۶۸	MEAN	۳
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	---

جدول (۴) - تغییرات فشار

ضریب کاهش راندمان	تغییرات فشار $\frac{\Delta P}{P_m} (\%)$	فشار حداقل $P_{\min} (bar)$	فشار حداکثر $P_{\max} (bar)$	متوسط فشار $\bar{P} (bar)$	کلاسینگ
۰/۰۷	۳۰	۲/۸	۴	۳/۴	ZNT
۰/۰۴	۲۲	۲/۸	۳/۵	۳/۲	ZTA
۰/۰۶	۲۵	۳	۴	۳/۵	ZVA
۰/۰۶	۲۵	۳	۴	۳/۵	GDH
۰/۰۳	۱۲/۷	۴/۸	۵/۵	۵/۱۵	G۱SB
۰/۰۶	۲۵	۳	۴	۳/۵	ZTS
۰/۰۶	۲۵	۳	۴	۳/۵	GSN
۰/۰۶	۲۵	۳	۴	۳/۵	GNM



- ضریب یکنواختی درکل سیستم از $14/72$ درصد در سیستم GSN تا $87/53$ درصد در سیستم G1SB و یکنواختی توزیع درکل سیستم از $17/95$ درصد در سیستم ZTA تا $84/39$ درصد در سیستم G1SB متغیر بوده است.

- راندمان پتانسیل کاربرد در ربع پائین بلوک آزمایش از $50/69$ درصد در سیستم GNM تا $117/61$ درصد در سیستم GDH متغیر بوده و متوسط آن در بلوک آزمایش $82/08$ درصد محاسبه شده است. راندمان پتانسیل کاربرد کل سیستم از $47/64$ درصد در سیستم GNM تا $110/54$ درصد در سیستم GDH متغیر بوده و متوسط آن $77/15$ درصد محاسبه شده است.

- راندمان واقعی کاربرد ربع پائین در بلوک آزمایش از 39 درصد در سیستم GSN تا 88 درصد در سیستم G1SB متغیر بوده و میانگین آن $57/75$ درصد محاسبه شده است. راندمان واقعی کاربرد سیستم از $36/66$ درصد در سیستم GSN تا $85/36$ درصد در سیستم G1SB متغیر بوده و میانگین آن $54/68$ درصد محاسبه شده است.

- تلفات پاششی از $17/10$ درصد در سیستم ZTA تا $59/83$ درصد در سیستم GDH متغیر بوده و میانگین آن $36/36$ درصد محاسبه شده است. همچنین تلفات نفوذ عمقی از $4/5$ درصد در سیستم G1SB تا $62/63$ درصد در سیستم GDH متغیر بوده و میانگین آن $29/56$ درصد محاسبه شده است.

- تغییرات متوسط فشار از $2/8$ بار در سیستم های ZNT و ZTA تا $5/15$ بار در سیستم G1SB متغیر بوده متوسط فشار در سیستم های مورد ارزیابی $3/6$ بار و متوسط درصد تغییرات فشار $23/71$ درصد اندازه گیری شده است. علی رغم وجود شیب مناسب جهت جبران افت فشار، اختلاف فشار در بعضی موارد در طول لوله جانبی بیش از حد مجاز بود. همچنین به دلیل آرایش نامناسب، اختلاف فشار در کل سیستم نیز بالا بود، تلفات آب در مسیر لوله ها خصوصاً در محل اتصالات، به طور مثال در محل اتصال پایه آبپاش، وجود داشت و این مسأله نیز باعث اختلاف فشار در طول لوله های جانبی شده بود.

پایین بودن ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع سیستم ها به علت انتخاب فاصله نامناسب آبپاش ها، قائم نبودن پایه های آبپاش ها و افت فشار در شبکه ها می باشد. در مجاورت آبپاش ها پاشش بیشتر صورت گرفته است و هر چه از آبپاش



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸

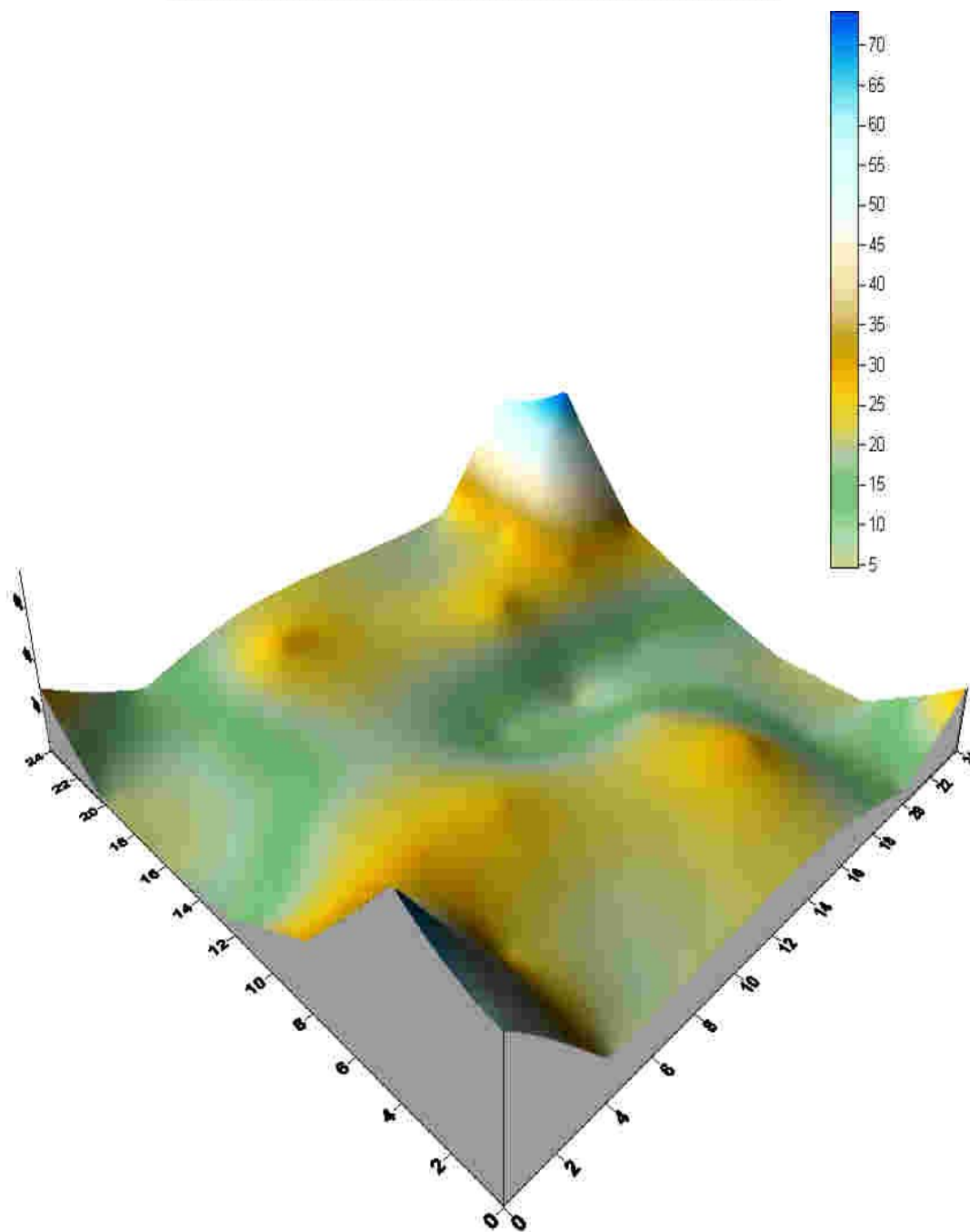


ها به سمت لوله جانبی دورتر می‌شویم، پاشش کمتر شده است، به عنوان مثال در فاصله لوله های جانبی ۲۴ متر شعاع پاشش حداکثر بیشتر از ۲۰ متر نبوده است.

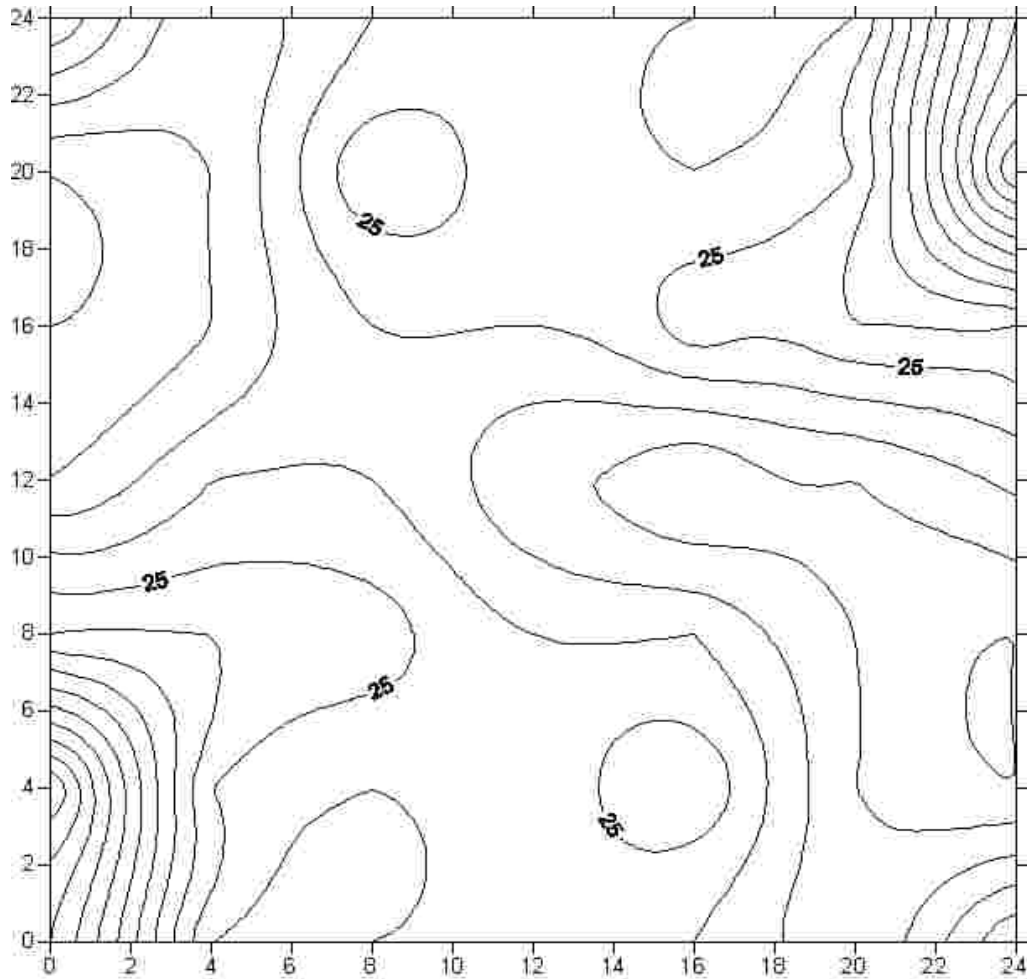
در مواردی که راندمان واقعی کاربرد کمتر از راندمان پتانسیل کاربرد است، آبیاری بیش از نیاز انجام گرفته است و مزرعه بیش از نیاز آب دریافت کرده است و فرو نشست عمقی قابل توجهی وجود داشته، لذا مدیریت مزرعه می‌تواند با کاهش مدت زمان آبیاری از تلفات نفوذ عمقی زیاد جلوگیری و راندمان واقعی کاربرد را تا حد راندمان پتانسیل ربع پائین افزایش دهد.

برابری تقریبی راندمان پتانسیل و راندمان واقعی بیانگر آبیاری کمتر از نیاز می‌باشد که یکی از شاخص های مدیریت خوب است زیرا با انتخاب زمان و دور آبیاری مناسب و آبیاری کافی می‌توان راندمان واقعی کاربرد را تا حد راندمان پتانسیل بالا برد. کم آبیاری باعث بالا رفتن راندمان واقعی شده است.

مقایسه بین میزان سرعت نفوذ نهایی خاک و شدت پخش آبپاش ها معیار بررسی ایجاد رواناب در سطح مزرعه می باشد. بالا بودن سرعت نفوذ نهایی خاک نسبت به شدت پخش از ایجاد رواناب جلوگیری می نماید.



شکل ۱- الگوی سه بعدی توزیع آب ما بین ۴ آبپاش سیستم ZVA



شکل (۲) - منحنی هم عمق آبیاری سیستم ZVA

پیشنهادات :



- کاهش راندمان و یا عدم رضایت بهره برداران سیستم های آبیاری بارانی عمدتاً ناشی از عدم رعایت موارد زیر هنگام طراحی، اجرا و بهره برداری می باشد. لازم است دقت بیشتری در این موارد به عمل آید:
- ۱- جهت و سرعت باد غالب در ماه های مختلف زراعی به خصوص در ماه حداکثر مصرف، برای انتخاب فواصل آبیاش ها و جهت لوله های جانبی رعایت گردد.
 - ۲- وضع موجود آبیاری منطقه به ویژه از نظر دور و ساعات آبیاری بررسی و رعایت گردد.
 - ۳- انتخاب طول و قطر لوله های جانبی با توجه به افت فشار مجاز (۱۵ تا ۲۰ درصد فشار متوسط) انجام گردد.
 - ۴- انتخاب آرایش سیستم به نحوی که افت فشار در لوله اصلی در بدترین شرایط حداقل باشد.
 - ۶- نقشه جزئیات اتصالات، مرکز کنترل و توصیه های لازم جهت بهره برداری سیستم توسط طراح ارائه گردد.
 - ۷- بازدید مرتب از آبیاش ها و اتصالات و مشاهده نحوه کارکرد آنها، و در صورت ایراد تعمیر و در صورت لزوم تعویض آنها و همچنین شستشوی سیستم و خروج مواد اضافی از لوله های جانبی انجام پذیرد.
 - ۸- آبیاری در ساعاتی از شبانه روز که باد کمتر است انجام پذیرد.
 - ۹- در شرایط کم آبی با تغییر زمان و دور آبیاری به خوبی می توان برنامه کم آبیاری را اجرا نمود.
 - ۱۰- طراحی، اجرا و فروش لوازم این سیستم ها انحصاراً در اختیار شرکت های دارای مجور و رتبه آبیاری بوده و فعالیت این شرکت ها در تمامی استان های کشور تحت کنترل دقیق قرار داشته باشد.
 - ۱۱- شرکت های طراح، مجری و یا فروشنده لوازم آبیاری نسبت به خدماتی که ارائه می نمایند، تضمین کافی و معتبر ارائه نمایند. این امر موجب می شود که در صورت بروز هر گونه نقص و اشکال در سیستم، موارد قابل پیگیری و جبران باشد.
 - ۱۲- آبیاش هایی که عموماً جهت سیستم های آبیاری توصیه می شوند، در طیف وسیعی از فشار در سرعت های مختلف باد مورد مطالعه قرار گیرند تا فشار اپتیمم در سرعت های مختلف باد برای هر نوع آبیاش مشخص گردد.



- (۱). اکرم، ح. ۱۳۶۳. " رابطه ضریب یکنواختی با زاویه پرتاب در آبیاری بارانی با فشار خیلی کم ".
(۲). اکبری، م. و رحیم زادگان، ر. ۱۳۷۵. " اثرات باد و خصوصیات هیدرولیکی سیستم آبیاری بارانی بر یکنواختی توزیع آب ". مجموعه مقالات دومین کنگره حل مسائل آب و خاک کشور.
(۳). اکبری، م. و کوچک زاده، م. ۱۳۷۹. " نگرشی بر سیستم های آبیاری تحت فشار در استان اصفهان ". مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری زهکشی ایران، مقاله شماره ۱۶.
(۴). برادران هزاوه، ف. ۱۳۸۵. " ارزیابی طرح های آبیاری بارانی اجرا شده در منطقه اراک ". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران.
(۵). بایزیدی، م. و فرداد، ح. و لیاقت، ع. ۱۳۸۳. " ارزیابی سیستم های آبیاری در شهرستان قروه ". مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی «توانمندی های و چالش ها»، مرکز تحقیقات فنی و مهندسی کرج.
(۶). عطایی، م. ۱۳۷۶. " ارزیابی طرح های آبیاری تحت فشار اجرا شده در منطقه اصفهان و بررسی امکان اصلاح آنها ". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
(۷). Frost, K.R. and Schwalon, H.C. ۱۹۵۵. " Sprinkler evaporation losses ". Agric. Eng. ۳۶(۸), PP ۵۲۶-۵۲۸.
(۸). Jiusheng Li. ۱۹۹۸. " Modeling crop yield as affected by uniformity of sprinkler irrigation system ". Agric Water Manage. ۳۸: ۱۳۵-۱۴۶.
(۹). Tarjuelo, J. M., Ortega, J. F., Montero, J., Dejuan, J.A. ۲۰۰۰. " Modeling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid condition ". Agric. Water. Manage. ۴۳ PP ۲۶۳-۲۸۴.