بررسی عملکرد سیستم آبیاری بارانی ارابه‌ای (قرقره‌ای یا گان) اجرا شده در مزرعه عصمتیه قم

محمد مهدی دوست محمدی[1*]، امیر سلطانی محمدی[2] و سعید برومندنسب[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، m-doustmohammadi@mscstu.scu.ac.ir

۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۳

چکیده

یکی از اهداف اصلی آبیاری بارانی توزیع یکنواخت آب در مزرعه است تا حتی الامکان با تأمین نیاز آبی گیاه از اتلاف آن جلوگیری شود. سیستم آبیاری ارابه‌ای نوعی از آبیاری بارانی دائماً متحرک است که مزرعه را به صورت نواری آبیاری می‌کند. مزرعهٔ عصمتیه یکی از اراضی موقوفهٔ آستان مقدس حضرت فاطمه المعصومه(سلام الله علیها) است که در آن سیستم آبیاری بارانی ارابه‌ای اجرا شده است. دستگاه آبیاری موجود مدل ۸۵-TX۲۹۰ با قطر لوله پلی اتیلن ۸۵ میلی‌متر و طول لوله ۲۹۰ متر و آبپاش مورد استفاده در این دستگاه مدل BIG GUN-SR 150 ساخت شرکت NELSON با اندازه نازل ۱۷/۸ میلی‌متر می‌باشد. برای بررسی عملکرد سیستم آبیاری موجود در این مزرعه، در تابستان سال ۱۳۹۲ تحقیقی در دو حالت ارابه ثابت با سه تکرار و ارابه متحرک با چهار تکرار انجام گرفت. بدین منظور ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع، کفایت آبیاری، راندمان کاربرد آب در ربع پایین، راندمان کاربرد آب و تبخیر و بادبردگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که در حالت ارابهٔ ثابت نیمرخ عمق پاشش آب، عمق آب رسیده به زمین تا فاصله‌ای ۱۰ متری از مرکز ارابه کاهش می‌یابد، در فاصله بین ۱۰ تا ۲۰ متری از ارابه مقدار آب رسیده به سطح زمین سیر صعودی دارد و در فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری بیشترین حجم آب به سطح زمین را دارد، متوسط ضریب یکنواختی در حالت ارابهٔ ثابت ٦١ درصد و متوسط یکنواختی توزیع در این حالت ٤٤/٨ درصد می‌باشد. میانگین عمق آب رسیده به زمین ۱۰/۱ میلی‌متر و متوسط درصد تبخیر و بادبردگی به روش تریمر ۱/٤ درصد به دست آمد. در حالت ارابهٔ متحرک اختلاف بین تلفات بادبردگی در سمت راست و چپ ارابه نماینگر تأثیر باد بر روی پراکنش آب بر روی زمین می‌باشد. بر این اساس که هرچه اثر باد بر روی پراکندگی بیشتر بوده تلفات بادبردگی بیشتر بوده است. متوسط تلفات تبخیر و بادبردگی به روش تریمر در حالت ارابه ثابت ١/٦ درصد و در حالت ارابه متحرک ۲/۵ درصد می‌باشد. میانگین ضریب یکنواختی آب ٦٥/١ درصد و میانگین یکنواختی توزیع ٤٨/٣ درصد به دست آمدکه نشان می‌دهد ضریب یکنواختی آب در مزرعه عصمتیه مناسب است، میانگین یکنواختی توزیع در مزرعه عصمتیه قابل قبول نخواهد بود و بیانگر توزیع نامناسب آب در سطح مزرعه است. متوسط کفایت آبیاری ٦٦/٧ درصد محاسبه گردید. میانگین راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین ٢٤/٧ درصد و راندمان کاربرد ٤٨/٨ درصد به دست آمد.

کلید واژه: آبیاری ارابه‌ای، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع، تلفات بادبردگی، مزرعه عصمتیه.

The performance Evaluation of Travelling Gun Irrigation System implemented in Esmatyeh Farm of Qom

M. M. Doust Mohammadi[1*], A. Soltani Mohammadi [2] and S. Boroomand-Nasab[3]

1*-M. Sc. Student, Irrigation and Drainage Department, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

2-Assistant Professor, Irrigation and Drainage Department, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

3- Professor, Irrigation and Drainage Department, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

Received:14 April 2014 Accepted: 24 June 2014

Abstract

One of the main purposes of sprinkler irrigation is the uniform distribution of water in the farm in order to supplying crop water and preventing wasting water. Travelling Gun irrigation

system is a kind of sprinkler irrigation that is always mobile and irrigates farm in border-like manner. Esmatyeh Farm is one of the dedicated lands of Holly Shrine of Hazrat Fatemeh Masumeh where Travelling Gun irrigation system has been implemented. This irrigation system is 290-85 TX model with the diagonal of 85 mm Polyethylene and length of 290 m. The employed sprinkler is BIG GUN-SR 150 model, nozzle size of 17.8 mm made by NELSON Corporation. For the performance evaluation of this system, in the summer, June 2013, an investigation was carried out in two ways: Fixed Cart (3 repetitions) and Mobile Cart (4 repetitions). Therefore, coefficient of uniformity, distribution of uniformity, adequacy of irrigation, application efficiency of low quarter, application efficiency and wind drift and evaporation were determined. The results showed that in fixed Cart way, the deep of water on the ground decreases to the distance of 10 m from the Cart centre. Within the distance of 10-20 m from the Cart, the amount of water on the ground increases and will have the maximum amount in the distance of 20-30 m. The average of coefficient of uniformity in fixed Cart way was 61 percent and the average of distribution of uniformity was 44.8 percent. The average amount of water on the ground was 10.1 mm and the average of wind drift and evaporation in Trimmer method was 1.4 percent. In mobile Cart way, the difference between wind drift on the left and right side of the Cart indicate the effect of wind on the water distribution on the ground. The average of wind drift and evaporation in Trimmer method and fixed Cart way was 1.6 percent and in the mobile Cart way was 2.5 percent. The average of coefficient of uniformity was 65.1 percent and the average of distribution of uniformity was 48.3 percent which indicate that coefficient of uniformity is appropriate in Esmatyeh Farm. The average of distribution of uniformity in aforementioned farm is not appropriate and indicates of inappropriate of water distribution in the farm. The average of adequacy of irrigation was calculated as 66.7 percent. The average of application efficiency of low quarter calculated 24.7 percent and application efficiency was 48.8 percent.

Keywords: Traveling Gun, Coefficient of uniformity, Distribution of uniformity, Wind drift, Esmatyeh Farm.

مقدمه

آب منبعی محدود و در عین حال ضروری برای جوامع بشری و سیستم اکولوژیکی وابسته به آن می‌باشد. با رشد جمعیت و توسعه اقتصادی در بسیاری از کشورها و مناطق جهان، این منبع با ارزش به شکلی فزاینده رو به کاهش است. بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب برای تولید غذای بیشتر با آب کمتر با چالش مواجه می‌باشد (مؤمنی،۱۳۹۰). استفاده منطقی از آب در کشاورزی به منظور افزایش تولید محصول و تأمین نیازهای اساسی مردم در جهت مقابله با تهدید خشکسالی باید جزء اصلی برنامه‌های توسعه کشاورزی و اساس پژوهش‌ها قرارگیرد. پیش‌بینی افزایش جمعیت جهان از ۱/۴ میلیارد نفر در سال ۱۹۷۵ به ۷/۵ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ میلادی و کاهش منابع موجود، تلاش و رقابت دولت‌ها را برای امنیت غذایی، انرژی و آب افزایش خواهد داد. برآورد سازمان ملل متحد حاکی از ضرورت افزایش ۳۰ درصدی در مقدار آب آبیاری مورد نیاز جهت تأمین مقدار غذای مورد نیاز در سال ۲۰۲۵ میلادی است. با توجه به این موضوع ضروری است تا با بهبود راندمان آبیاری، توجهی بیش از پیش در بهینه‌سازی مصرف آب صورت پذیرد (هزار جریبی و همکاران، ۱۳۸۹). در سال‌های اخیر موضوع توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار به عنوان سیستمی با پتانسیل و راندمان بالا در جهت استفاده بهینه از منابع آب مطرح شده است. از میان شیوه‌های مختلف آبیاری تکمیلی، ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین روشی که زودتر بتوان به اهداف مورد نظر رسید و با اکثر شرایط جغرافیایی منطقه سازگاری داشته باشد استفاده از دستگاه‌های آبیاری ارابه‌ای(قرقره‌ای) است. سیستم آبیاری ارابه‌ای نوعی از آبیاری بارانی دائما متحرک است که مزرعه را به صورت نواری آبیاری می‌کند (بی نام، ۱۳۸۵الف). آبپاش ارابه ای، یک آبپاش با ظرفیت بالاست که از طریق یک لوله انعطاف پذیر تغذیه میشود. این آبپاش بر روی یک شاسی و ارابه نصب شده و در طول یک خط مستقیم در حین آبیاری حرکت داده می شود (کلر و بلیسنر[1]،۱۹۹۰).

در سال‌های گذشته سیستم آبیاری ارابه‌ای در کشور به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفت اما در بیش از ۸۰ درصد از مزارع اجرا شده با شکست مواجه شد که از عوامل شکست آن می‌توان به عدم آموزش بهره‌برداران برای استفاده صحیح از این سیستم آبیاری اشاره کرد، همچنین ترغیب بسیار زیاد کشاورزان برای استفاده از آبیاری قرقره‌ای بدون انجام خدمات پس از فروش از سوی وزارت کشاورزی سابق از دلایل دیگر این شکست بود که این موضوع سبب ایجاد ذهنیت منفی در مورد این روش آبیاری برای کشاورزان شد (دوست محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

1- Keller and Bliesner

سهراب و عباسی (۱۳۸۸) نتایج ۹۵ تحقیق و مطالعه منتشر شده در خصوص بازده آب آبیاری در سطح کشور که شامل ۹۰۹ مورد آبیاری اندازه گیری شده می‌باشد را از سال ۸۷-۱۳۵۱ مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق تمام روش‌های مرسوم آبیاری سطحی و تحت فشار مورد بررسی قرار گرفت اما در بین تمام سامانه‌های آبیاری، آبیاری ارابه‌ای مورد مطالعه قرار نگرفته است. این در حالی است که در مقاله‌ای که توسط ولی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) ارائه گردید آمار اجرایی طرح توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار به تفکیک سال و نوع سیستم در کل کشور از سال ۱۳۶۹ تا پایان سال ۱۳۸۷اعلام شد، در این آمار از مجموع ۷۵۷۱۸۲ هکتار اراضی تحت پوشش آبیاری تحت فشار، سامانه آبیاری ارابه‌ای یا قرقره‌ای با سطحی در حدود ۳۴۰۱۹ هکتار با فراوانی ۴/۵ درصد در بین روش های آبیاری تحت فشار رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است، همچنین بر اساس آمارهای ارائه شده از سوی سازمان خوار و بار جهانی (فرنکین، ۲۰۰۹)[1]، ۵۰ درصد از اراضی فاریاب ایران دارای وسعت کمتر از ۱۰ هکتار می‌باشد. یکی دیگر از خصوصیات اراضی کشورمان خرده مالکی و شکل نامنظم آن است. با توجه به مطالب ذکر شده مناسب‌ترین روش از نظر هزینه‌های اجرا، انعطاف‌پذیری در اراضی با مساحت و شکل مختلف و مسائل اجتماعی سیستم آبیاری ارابه‌ای یا قرقره‌ای می‌باشد و این امر ضرورت تحقیقات در مورد بررسی عملکرد و کارآیی این سیستم آبیاری را نشان می‌دهد.

یکی از اهداف اصلی آبیاری بارانی توزیع یکنواخت آب در مزرعه است تا حتی الامکان با تامین نیاز آبی گیاه از اتلاف آن جلوگیری شود. به منظور ارزیابی و بررسی عملکرد سیستم آبیاری یکنواختی پخش (DU)[2] و ضریب یکنواختی (CU)[3] مورد بررسی قرار می‌گیرد. یکنواختی پخش یک نمایه تجربی است که بصورت نسبت میانگین چارک پایین عمق‌های پخش به میانگین کل عمق‌ها بیان می‌گردد و به درصد نشان داده می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۹). اولین مطالعه در خصوص یکنواختی آبیاری بارانی توسط کریستیانسن[4](۱۹۴۲) در کالیفرنیا صورت گرفته است که منجر به ارائه ضریب یکنواختی کریستیانسن شده است. استفاده از ضریب یکنواختی کریستیانسن در سیستم های آبیاری بارانی بسیار متداول است. دابوس[5] (۱۹۶۲) از طریق روش‌های آماری مشخص کرد که ضریب یکنواختی کریستیانسن در مقایسه با دیگر روش ها معتبرتر است. شرکت های سازنده آبپاش معمولاً از ضریب یکنواختی کریستیانسن برای ارزیابی سیستم‌ها استفاده می‌کنند (موسوی‌بایگی و همکاران ،۱۳۸۷).

در طراحی سیستم‌های آبیاری علاوه بر بالا بودن راندمان و یکنواختی توزیع آب کفایت آبیاری[6] نیز حایز اهمیت است. منظور از کفایت آبیاری درصدی از سطح زمین مزرعه است که به اندازه مورد نظر یا بیشتر آبیاری می‌شود. از نظر یک زارع این نمایه شاخصی است که با داشتن آن می‌توان فهمید چه درصدی از سطح مزرعه به اندازه کافی یا بیشتر از آن آبیاری شده است (علیزاده، ۱۳۸۹). رابطهٔ عمومی برای محاسبه عمق آبیاری در ازای مقادیر مشخص عمق خالص آبیاری، شامل تأثیر پارامتر یکنواختی است که تحت تأثیر تلفات ناشی از عدم یکنواختی توزیع، نفوذ عمقی، بادبردگی و تبخیر و همچنین نشت از لوله‌ها می‌باشد. راندمان کاربرد که مبین راندمان در نظر گرفته شده توسط طراح است باید بتواند تعریفی از مقدار کفایت آبیاری مورد نظر نیز داشته باشد. یعنی آن بخش از زمین که به مقدار نیاز آبی گیاه، آب دریافت می‌کند. راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین[7]معرف راندمان مصرف آب در مزرعه است و در حقیقت راندمان واقعی موجود در مزرعه خواهد بود.تعیین راندمان واقعی سیستم برای بهبود و اصلاح و اقدامات مدیریتی لازم بوده و این راندمان یکی از موارد ارزیابی سیستم است که نشان دهنده کارائی سیستم و نحوه عملکرد آن است (ابراهیمی،۱۳۹۰).

تلفات تبخیر و باد در آبیاری بارانی عمدتاً بستگی به فاکتورهای اقلیمی مانند سرعت باد، درجه حرارت محیط، رطوبت نسبی و نیز فاکتورهای مربوط به سیستم آبیاری بارانی مانند فشار آب، ارتفاع رایزر و اندازه نازل دارد. میزان تلفات تبخیر و بادبردگی با درجه حرارت محیط رابطه مستقیم و با رطوبت نسبی رابطه عکس دارد (رحمت آبادی و همکاران، ۱۳۹۱). فراست و شوالن نموداری را جهت تخمین تلفات تبخیر و باد به دست آوردند، آنها دریافتند که میزان تلفات تبخیر و بادبردگی با سرعت باد و فشار آب رابطه مستقیم و با رطوبت نسبی و اندازه قطر نازل رابطه عکس دارد (زازیوتا[8]، ۲۰۱۱). تجزیه و تحلیل های تریمر[9] (۱۹۸۷) بر روی نمودار فراست و شوالن منجر به ارائه رابطه‌ای شد که با استفاده از آن می توان میزان تلفات تبخیر و بادبردگی را تخمین زد. تارجیلو و همکاران[10] (۱۹۹۹) (به نقل از برادران هزاوه و همکاران، ۱۳۸۵) مدلی را برای افت ناشی از تبخیر و بادبردگی در شرایط نیمه خشک ارائه نمودند که نوع آبپاش، ترکیب نازل، کمبود فشار بخار و سرعت باد در ان 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. جورج[11] (۱۹۵۵) (به نقل از مک لین و همکاران[1]، ۲۰۰۰) برای به دست آوردن میزان تلفات تبخیر با روش اندازه‌گیری هدایت

1 -Frenken
2 -Distribution Uuniformity
3 -Coefficient of Uniformity
4 -Christiansen
5 -Dabbaus

6 -Adequacy of irrigation
7- Application efficiency of low quarter
8- Zazueta
9- Trimmer
10- Tarjuelo *at al.*
11- George

الکتریکی آب (EC) و همچنین پیدا کردن تغییرات میزان تبخیر نسبت به فاصله از آبپاش تحقیقاتی را انجام داد و اعلام کرد در آبپاش‌هایی که آب مسافت زیادی را در هوا طی می‌کند و شعاع پاشش زیادی دارند میزان تبخیر بیشتر از آبپاش‌هایی است که شعاع پاشش کمتری دارند، همچنین اعلام کرد میزان هدایت الکتریکی آب رسیده به زمین با فاصله گرفتن از آبپاش افزایش می‌یابد. یازار[2] (۱۹۸۴) در آزمایش‌هایی که در ایالت نبراسکا بر روی تلفات بادبردگی و تبخیر با استفاده از روش اندازه گیری هدایت الکتریکی آب انجام داد مقدار تلفات در آبپاش‌های آبیاری بارانی را بین ۱/۵ تا ۱۶/۸ درصد اعلام کرد، همچنین نشان داد که سرعت باد و کمبود فشار بخار اشباع مهمترین عوامل مؤثر بر تلفات بوده‌اند.

سیدمحمدی (۱۳۸۰) عملکرد دستگاه آبیاری ارابه‌ای را برای سه مدل آبپاش Nelson 100، Nelson 150، Komet مورد بررسی قرار دادند که نتایج این پژوهش نشان داد که آبپاش Nelson 150 به ازای اکثر مقادیر زوایای کارکرد آبپاش‌ها دارای یکنواختی پخش مطلوب‌تری بوده است، همچنین اعلام کردند مهمترین عامل ایجاد یکنواختی در سیستم آبیاری قرقره‌ای حرکت پیوسته و مداوم آبپاش می‌باشد. به طوری‌که می‌توان سیستم آبیاری قرقره‌ای را سیستم کلاسیک ثابتی فرض کرد که فاصله آبپاش‌ها روی لترال‌ها بسیار کم و حتی نزدیک به صفر می‌باشد. مصطفی‌زاده و تقوی (۱۳۸۵) سیستم آبیاری ارابه‌ای (قرقره‌ای) را مورد ارزیابی قرار دادند و راندمان پتانسیل کاربرد این سیستم آبیاری را از ۴۰ تا ۵۶/۵ درصد متغیر معرفی کردند.، متوسط ضریب یکنواختی ۶۴/۴ درصد و یکنواختی توزیع آب را ۵۱/۵ درصد به دست آوردند. اسفندیاری و داوری (۱۳۹۰) در بررسی تأثیر آبیاری با آبپاش تفنگی سیار بر روی خصوصیات فیزیکی و نفوذ آب در خاک نتیجه گرفتند که آبیاری با آبپاش تفنگی سیار از طریق ایجاد سله و تراکم در سطح خاک باعث افزایش چگالی ظاهری خاک می‌گردد. نتایج تحقیقات خرمیان و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد آبیاری بارانی قرقره‌ای به دلیل یکنواختی توزیع بالاتر باعث افزایش آبیاری عملکرد علوفه و در نهایت باعث بهره‌وری آب آبیاری می‌شود، به طوری که بهره‌وری آب از ۰/۴۹ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب در آبیاری سطحی به ۲/۱۱ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک به ازای هر متر مکعب آب در آبیاری قرقره‌ای می‌رسد.

در صورتی که ضریب یکنواختی بزرگتر از ۷۰ درصد باشد عمق آب در نقاط مختلف مزرعه از یک توزیع نرمال تبعیت می‌کند (ابراهیمی، ۱۳۹۰). سهرابی و پایدار (۱۳۸۷) و ابراهیمی (۱۳۹۰) اعلام کردند هرچند مقدار کم یکنواختی توزیع نسبی است ولی مقدار کمتر از ۶۷ درصد عموماً قابل قبول نخواهد بود. کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) اعلام کردند که راندمان کاربرد آب برای سیستم‌های آبیاری ارابه‌ای با آبپاش تفنگی نسبتاً کم است این موضوع حتی در قسمت‌های مرکزی مزرعه در جایی‌که هم‌پوشانی و عملکرد سیستم در بهترین شرایط قرار دارد نیز صادق است، همچنین دامنه معمول یکنواختی کاربرد و راندمان کاربرد آب را در سیستم آبیاری ارابه‌ای، در شرایط باد بسیار کم (۰ تا ۸ کیلومتر در ساعت) به ترتیب ۸۲ درصد و ۷۷ درصد و در شرایط باد شدید (نزدیک به ۱۶ کیلومتر در ساعت) ۷۰ درصد و ۶۵ درصد معرفی کردند، همچنین آنها برای آبپاش‌های تفنگی و بوم مقدار CU را ۶۰ تا ۷۵ درصد در شرایط باد کم و متوسط مناسب معرفی کردند. سیستم‌های آبیاری قرقره‌ای اغلب کم بازده و با یکنواختی توزیع کم است و میزان پخش بالا که اغلب سبب تولید رواناب و فرسایش می‌شود اما اگر سیستم آبیاری قرقره‌ای به درستی طراحی شود این مشکلات می تواند حل شود (رولیم و پریرا[3]، ۲۰۰۵). سیلوا و همکاران[4] (۲۰۰۷) سیستم آبیاری بوم را با سیستم آبیاری ارابه‌ای در سه سرعت ۱۰، ۳۰ و ۴۰ متر در ساعت مقایسه کردند و میانگین ضریب یکنواختی را در سرعت ۱۰ متر در ساعت ۵۱ درصد، در سرعت ۳۰ متر در ساعت ۴۶ درصد و در سرعت ۴۰ متر در ساعت ۳۶ درصد اعلام کردند، همچنین مقدار ضریب یکنواختی در دستگاه بوم در سرعت های ۱۰، ۳۰ و ۴۰ متر بر ساعت به ترتیب ۶۴، ۶۴ و ۶۹ درصد محاسبه نمودند. مریان و کلر[5](۱۹۷۸) اعلام کردند که آبپاش‌های تفنگی شدت پخش زیاد و قطرات درشتی ایجاد می‌کنند که احتمال کوبیده شدن خاک و ایجاد مشکلات مربوط به رواناب را افزایش می‌دهند. آبپاش‌های تفنگی برای استفاده در شرایط بادی شدید توصیه نمی‌شوند، زیرا الگوی توزیع آب در آنها دچار چولگی می‌گردد. حتی در شرایط بادی آرام، یکنواختی توزیع آب در این آبپاش‌ها پایین است. در تحقیقی که اسمیت و ایوانس[6] (۲۰۰۰) بر روی ۲۶ دستگاه آبیاری ارابه‌ای انجام دادند، مقدار حداکثر ضریب یکنواختی را ۹۴ درصد و حداقل ضریب یکنواختی را ۱۶ درصد اعلام و به طور متوسط ۷۳ درصد را به عنوان میزان CU معرفی کردند.

این تحقیق با هدف بررسی عملکرد سیستم آبیاری ارابه‌ای مزرعه عصمتیه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق درتابستان سال ۱۳۹۲، در مزرعه عصمتیه یکی از اراضی موقوفه آستان مقدس حضرت فاطمه المعصومه (سلام الله علیها) واقع در شمال شرقی استان قم، بخش جعفرآباد صورت پذیرفت. این مزرعه در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه، ۵۰ دقیقه و ۴۲ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۰ درجه، ۲۸ دقیقه، ۵۶ ثانیه و با ارتفاع ۹۴۵ متر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱).

1- Mclean *at al.*
2- Yazar
3- Rolim and Pereira
4- Silva at al.
5 -Merrian and Keller
6- Smith and Evans



شکل ۱- موقعیت مزرعه عصمتیه

جدول ۱- مشخصات خاکشناسی مزرعه عصمتیه

عمق	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی	رطوبت حجمی حد پژمردگی	جرم مخصوص		نفوذپذیری	خلل وفرج	بافت خاک
			حقیقی	ظاهری			
سانتی‌متر	(درصد)	(درصد)	(گرم برسانتی‌متر مکعب)		(سانتی‌متر بر ساعت)	(درصد)	
۰-۳۰	۲۳/۶۶	۱۳/۲۲	۲/۶۱	۱/۵۰	۳/۴۴	۴۲/۵۳	رسی لومی
۳۰-۴۵	۲۴/۹۲	۱۲/۶۹	۲/۵۹	۱/۵۴	۲/۱۲	۴۰/۵۴	رسی لومی
۴۵-۷۰	۲۴/۱۲	۱۴/۶۱	۲/۶۶	۱/۷۲	۳/۱۴	۳۵/۳۴	رسی لومی
۷۰-۱۰۵	۲۲/۱۱	۱۱/۰۳	۲/۶۵	۱/۸۱	۱/۰۹	۳۱/۷۰	رسی لومی

جدول ۲- میانگین سالیانه عوامل هواشناسی

پارامتر	بارندگی	حداکثر مطلق دما	حداقل مطلق دما	تبخیر سالیانه*	رطوبت متوسط	سرعت باد
واحد	(میلی‌متر)	(درجه سانتی گراد)	(درجه سانتی گراد)	(میلی‌متر)	(درصد)	(متر بر ثانیه)
میانگین سالیانه	۱۵۳	۴۶	-۱۳	۲۷۵۳	۴۲/۷	۳/۸

* میانگین تبخیر سالیانه از تشت تبخیر

جدول ۳- داده‌های هواشناسی در طول مدت انجام آزمایش

پارامتر	بارندگی	دمای هوا			رطوبت	سرعت باد	
		متوسط دما	حداکثر دما	حداقل دما	نسبی	حداکثر	متوسط
واحد	(میلی‌متر)	(درجه سانتی گراد)	(درجه سانتی گراد)	(درجه سانتی گراد)	(درصد)	(متر بر ثانیه)	(متر بر ثانیه)
تیر ماه	۰	۳۰/۷	۴۲/۷	۱۷/۴	۲۴/۳	۴/۴	۰/۹
مرداد ماه	۰	۲۹/۴	۴۴/۲	۱۳/۹	۲۷/۱	۴/۷	۰/۸

حقابه مزرعه عصمتیه از سد الغدیر ساوه تأمین می‌گردد که هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در زمان انجام این تحقیق ۷/۴۶ دسی زیمنس بر متر بود. خصوصیات خاک مزرعه بر اساس نتایج مطالعات مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی اراضی (بی نام، ۱۳۸۵ب) در جدول (۱) ارائه شده است که بر اساس این جدول بافت خاک مزرعه از نوع رسی لومی و متوسط نفوذپذیری خاک ۲/۴ سانتی‌متر بر ساعت می‌باشد.

در زمان انجام تحقیق، مزرعه تحت کشت ذرت علوفه ای بود. وضعیت هوا و اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس آمار ۱۵ ساله ایستگاه سینوپتیک قم از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت که رطوبت هوا در آن به ندرت ۷۰ درصد می رسد. بیشترین میانگین سرعت باد در ماه خرداد با ۵/۴ متر بر ثانیه و کمترین در ماه آذر ۱/۷ متر بر ثانیه می باشد و حداکثر سرعت باد ۲۵متر بر ثانیه است(بی نام، ۱۳۸۵ب) سایر عوامل هواشناسی در جدول (۲) آورده شده است.

در جدول (۳) داده‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه در طول مدت انجام آزمایش ارائه شده است. بر اساس این جدول حداکثر دمای هوا در تیرماه ۴۲/۷ و مردادماه ۴۴/۲ درجه سانتی‌گراد بوده است.

دستگاه آبیاری قرقره‌ای مورد استفاده در مزرعه مدل ۸۵-TX۲۹۰ ساخت شرکت گیاه ماشین با قطر لوله پلی اتیلن ۸۵ میلی‌متر و طول لوله ۲۹۰ متر و آبپاش مورد استفاده در این

دستگاه مدل BIG GUN-SR 150 ساخت شرکت NELSON با اندازه نازل ۱۷/۸ میلی‌متر می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۸).
در این تحقیق ارزیابی سیستم آبیاری موجود در مزرعه عصمتیه در دو حالت زیر صورت گرفت:
الف) حالت ارابهٔ ثابت: به منظور بررسی عملکرد آبپاش مورد استفاده، سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالتی که ارابه ثابت بود با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. در این حالت ارابه بدون حرکت در ابتدای مزرعه قرار داده شد و عملیات آبیاری به مدت یک ساعت انجام پذیرفت (شکل ۲).

ب) حالت ارابه متحرک: در این حالت ارابه در ابتدای مزرعه مستقر گردید و دستگاه بر روی وضعیت متحرک قرار داده شد. ارابه از وسط ظرف‌ها حرکت و عملیات آبیاری انجام می‌گرفت. پایان آزمایش زمانی بود که پاشش آبپاش از روی آخرین ردیف ظروف عبور می‌نمود. این حالت با چهار تکرار انجام گردید.
برای اندازه گیری ضریب یکنواختی در دایره پاشش آبپاش، تعداد ۱۵۰ قوطی به صورت شبکه مربعی قرار داده شد. قطر قوطی‌ها ۱۵۵ میلی متر و فاصله ظرف‌ها از یکدیگر یک دهم فاصله بین دو آبپاش، سه متر در نظر گرفته شد. فشار کارکرد آبپاش با استفاده از فشارسنجی که قبل از آبپاش نصب گردیده بود در سه نوبت در طول مدت آبیاری در هر آزمایش اندازه‌گیری شد. سرعت حرکت ارابه نیز با اندازه‌گیری فاصله طی شده و ثبت زمان حرکت محاسبه گردید.
به منظور ارزیابی سیستم، یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی محاسبه گردید. یکنواختی پخش (DU) یک نمایه تجربی است که به‌صورت نسبت میانگین چارک پایین عمق‌های پخش به میانگین کل عمق‌ها بیان می‌گردد و به درصد نشان داده می‌شود(رابطه ۱):

$$DU = \frac{\bar{x}_{lowquarter}}{\bar{x}} \times 100 \qquad (۱)$$

$\bar{x}_{lowquarter}$: میانگین ۲۵ درصد پایین‌ترین عمق‌های جمع شده در ظروف نمونه برداری (میلی‌متر)
$\bar{x}$: میانگین کل عمق‌های ظروف (میلی‌متر)
ضریب یکنواختی کریستیانسن از رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$CU = 1 - \frac{\sum_{r=1}^{n}|x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \qquad (۲)$$

CU: ضریب یکنواختی کریستیانسن (درصد)
x_i: عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع آوری آب (میلی‌متر)
$\bar{x}$: میانگین عمق آب در قوطی‌ها (میلی‌متر)
n: تعداد قوطی‌های جمع آوری آب
راندمان کاربرد (E_{pa}) برای هر درصدی از کفایت آبیاری از رابطه (۳) محاسبه گردید:

$$E_{pa} = DE_{pa} \times R_e \times O_e \qquad (۳)$$

DE_{pa} : راندمان توزیع (درصد)
R_e: بادبردگی و تبخیر (درصد)
O_e: نشت از لوله‌ها (درصد)
رابطه (۴) برای محاسبهٔ راندمان توزیع (DE_{pa}) استفاده گردید:

$$DE_{pa} = 100 + [(606 - 24.9pa + 0.349pa^2 - 0.00186pa^3)] \times (1 - CU/100) \qquad (۴)$$

Pa: کفایت آبیاری (درصد)
CU: ضریب یکنواختی (درصد)
همچنین راندمان کاربرد از رابطه (۵) نیز محاسبه گردید:

$$E_a = CU \times \frac{M}{M_a} \qquad (۵)$$

E_a: راندمان کاربرد (درصد)
CU: ضریب یکنواختی (درصد)
M: آب رسیده به سطح زمین (میلی‌متر)
M_a: آب خارج شده از آبپاش (میلی‌متر)
راندمان واقعی کاربرد آب با استفاده از اندازه‌گیری میزان آب ذخیره شده در ناحیه ریشه و میزان آب خروجی از نازل و از رابطه (۶) محاسبه می‌شد:

$$AELQ = \frac{Dq}{Dr} \times 100 \qquad (۶)$$

AELQ: راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین (درصد)
Dq: متوسط عمق آب در ربع اراضی که کمترین آب را دریافت کرده‌اند (میلی‌متر)
Dr: متوسطآب خارج شده از آبپاش (میلی‌متر)
میزان تلفات تبخیر و بادبردگی از رابطه (۷)که توسط تریمر معرفی گردیدتخمین زده شد:

$$L_s = [1.98D^{-.72} + 022(E_s - E_a)^{.63} + 3.6 \times 10^{-4}P_a^{1.16} + 0.14W^{0.7}]^{4.2} \qquad (۷)$$

L_s: تلفات تبخیر و بادبردگی (درصد)
W: سرعت باد (متر بر ثانیه)
P_a: فشار آب (پاسکال)
E_s-E_a: رطوبت نسبی (درصد)
D: اندازه قطر نازل (میلی‌متر)
برای تخمین تلفات تبخیر و بادبردگی با استفاده از هدایت الکتریکی آب (EC)، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر آب از ظروف قرار گرفته در سمت چپ و راست ارابه برداشته شد و با استفاده از معادله (۸) به طور جداگانه درصد تلفات تبخیر و بادبردگی محاسبه گردید:

$$E_{EC} = 100 \times \frac{EC_S - EC_I}{EC_I} \quad (۸)$$

E_{EC}: درصد تلفات تبخیر و بادبردگی

EC_S: هدایت الکتریکی (EC) آب رسیده به زمین (جمع شده در ظروف)

EC_I: هدایت الکتریکی (EC) آب آبیاری

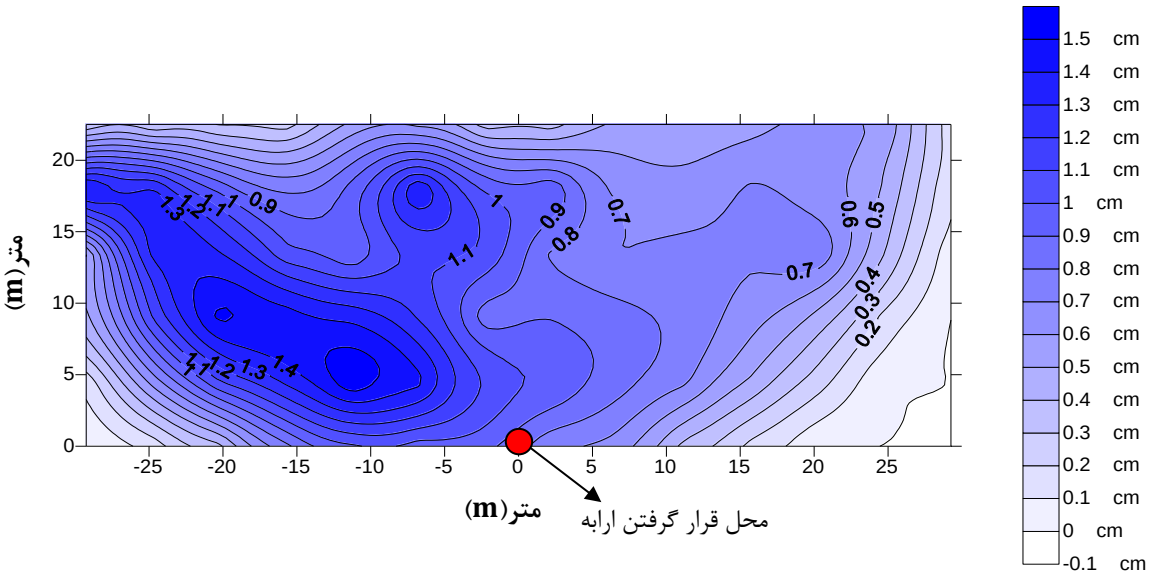
در این تحقیق بر اساس عمق آب جمع‌آوری شده در ظروف شکل پراکنش آب بر روی زمین با استفاده از نرم افزار Surfer 7.0 رسم گردید.



شکل ۲- حالت ارابه ثابت

جدول ٤- نتایج ارزیابی سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالت ارابهٔ ثابت

تکرار	ضریب یکنواختی (درصد)	یکنواختی توزیع (درصد)	میانگین عمق آب رسیده به زمین (میلی‌متر)	حداکثر سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)	حداکثر دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	درصدتبخیر و بادبردگی به روش تریمر (درصد)
اول	۴۷/۶	۳۵/۴	۹/۲	۱۵/۱	۳۵/۵	۱۵/۳	۱/۸
دوم	۵۵/۹	۳۱/۵	۱۲/۴	۱/۱	۳۱/۹	۳۰/۷	۰/۶
سوم	۷۹/۴	۶۷/۵	۸/۶	۶/۸	۳۳/۵	۲۹	۱/۸
میانگین	۶۱/۰	۴۴/۸	۱۰/۱	۷/۷	۳۳/۶	۲۵	۱/۴



شکل۳- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابه ثابت تکرار اول

نتایج و بحث

الف: حالت ارابه ثابت

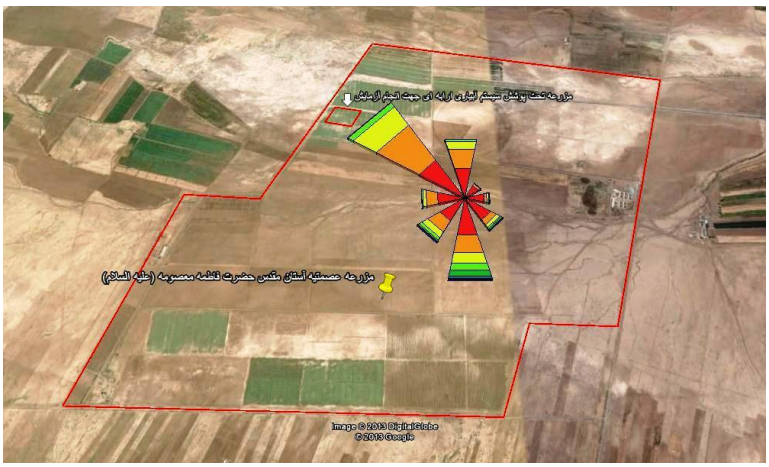
نتایج ارزیابی سیستم آبیاری ارابه‌ای مورد بررسی در حالت ارابهٔ ثابت در جدول (۳) ارائه گردیده است.

شکل(۳) پراکنش آب بر روی زمین با توجه به نتایج به دست آمده در تکرار اول حالت ارابه ثابت را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل بیشترین مقدار آب در محدوده ۱۰- تا ۲۵- متری سمت چپ ارابه برروی محور افقی و ۳ تا ۱۳ متری بر روی محور عمودی است.

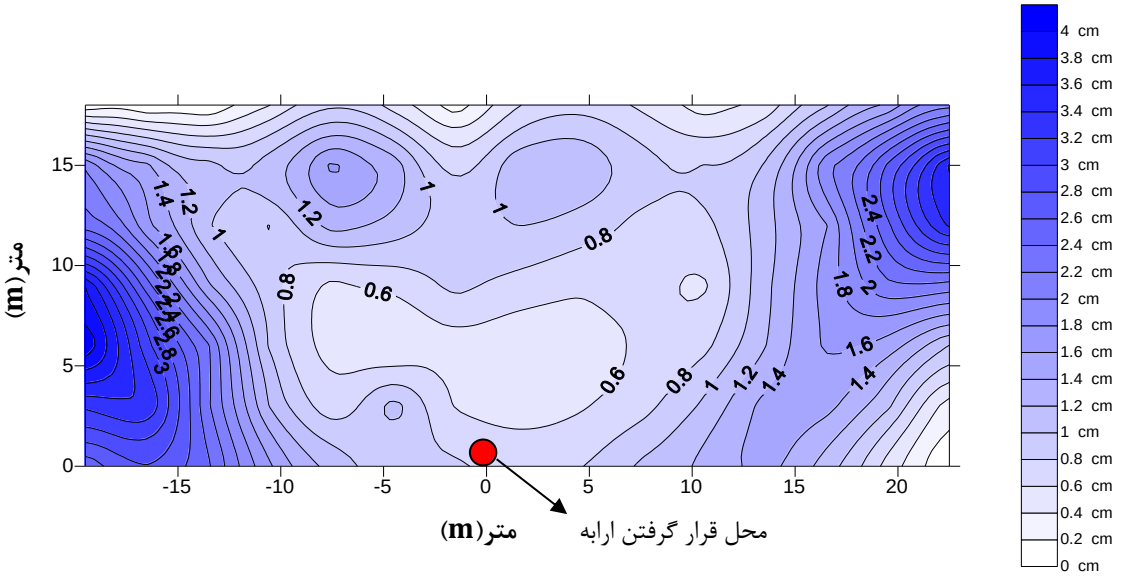
شکل (۴) که گلباد حاصل از داده‌های مربوط به مقدار سرعت و جهت باد در حین انجام آزمایش می‌باشد جهت باد را در سه سمت، از سمت جنوب به شمال، جنوب شرقی به سمت شمال غربی و شمال شرقی به سمت جنوب غربی نشان می‌دهد که حداکثر سرعت باد در این مدت ۳/۳ متر بر ثانیه و مربوط به بادی است که از جهت جنوب شرقی به سمت شمال غربی می‌وزد، همچنین بیشترین فراوانی مربوط به همین جهت می‌باشد.

مقایسه این گلباد با شکل (۳) نشان دهنده رابطه مستقیم بین جهت باد و پراکندگی آب بر روی زمین است. ضریب یکنواختی در تکرار اول ۴۷/۶ درصد و یکنواختی توزیع ۳۵/۴ درصد می‌باشد، همچنین متوسط آب رسیده به زمین در این تکرار ۹/۲ میلی‌متر محاسبه شد. مقدار تلفات و بادبردگی در این تکرار ۱/۸ درصد محاسبه گردید.

بر اساس شکل (۵) که پراکنش آب در تکرار دوم حالت ارابه ثابت را نمایش می‌دهد بیشترین عمق آب رسیده به زمین در فاصلهٔ ۱۵متری از مرکز دستگاه می‌باشد. در تکرار دوم که حداکثر سرعت باد ۱/۱ کیلومتر بر ساعت است وضعیت پراکنش آب در دو طرف ارابه تقریباً قرینه می‌باشد. متوسط عمق آب رسیده به زمین ۱۲/۴ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. ضریب یکنواختی در در این تکرار ۵۵/۹ درصد و یکنواختی توزیع ۳۱/۵ درصد محاسبه گردید.



شکل٤- گلباد فراوانی باد در مزرعه عصمتیه



شکل٥- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابه ثابت تکرار دوم

بر اساس محاسبات صورت پذیرفته بر روی هدایت الکتریکی (EC) آب آبیاری و آب جمع‌آوری شده در ظروف، متوسط تلفات بادبردگی به روش یازار (۱۹۸۴) در سمت راست ارابه ۳۶/۸ درصد و در سمت چپ آن ۳۷/۷ درصد به دست آمد. این موضوع نشان می‌دهد با توجه به گلباد مزرعه (شکل ۴) و سرعت بسیار کم با بر روی مقدار تلفات بادبردگی تأثیرگذار بوده است، همچنین تلفات بادبردگی به روش تریمر ۰/۶ درصدبه دست آمد.

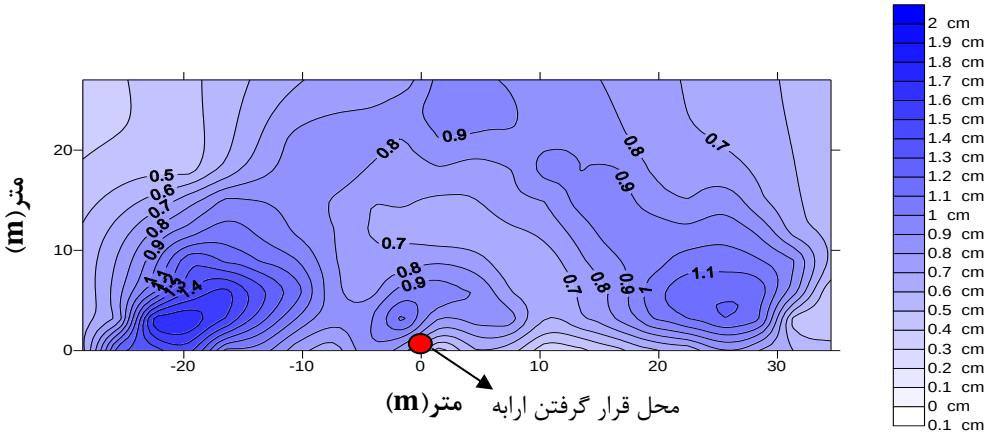
شکل (۶) پراکنش آب بر روی زمین در تکرار سوم حالت ارابه ثابت نشان می‌دهد. میانگین آب رسیده به زمین در این تکرار ۸/۶ میلی‌متر و ضریب یکنواختی ۷۹/۴ درصد و یکنواختی توزیع ۶۷/۵ درصد محاسبه گردید.

بر اساس شکل (۶) در تکرار سوم مقدار عمق آب رسیده به زمین تا فاصلهٔ ۱۰ متری از مرکز ارابه کاهشی است و بعد از آن افزایش می‌یابد که بیشترین مقدار آب رسیده به زمین در محدوده ۲۰ تا ۳۰ متری از مرکز ارابه می‌باشد. سرعت وزش باد در هنگام تکرار ۶/۱۲ کیلومتر بر ساعت ثبت گردیده است و سرعت باد نسبتاً آرام بوده است. درصد تلفات و بادبردگی به دست آمده به روش تریمر ۱/۸ می‌باشد.

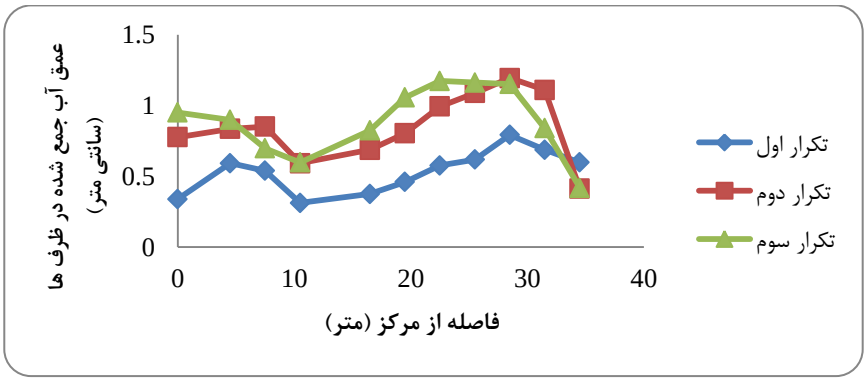
شکل (۷) نیمرخ عمق پاشش آبپاش در سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالت ثابت سه تکرار می‌باشد.

در الگوی پاشش آب در آبپاش‌ها، در نزدیک آبپاش (مرکز دایره توزیع آب) آب بیشتری به زمین ریخته می‌شود و هرچه فاصله از آبپاش زیادتر شود مقدار آب پخش شده بر روی زمین کمتر می‌گردد (رحیم‌زادگان، ۱۳۷۵). با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در سه تکرار (شکل ۷)، الگوی پاشش با آبپاش‌های ضربه‌ای تفاوت دارد. در نیمرخ عمق پاشش آب سیستم آبیاری در حالت ثابت، عمق آب رسیده به زمین تا فاصله‌ای ۱۰ متری از مرکز ارابه کاهش می‌یابد، در فاصله بین ۱۰ تا ۲۰ متری از ارابه مقدار آب رسیده به سطح زمین سیر صعودی دارد و در فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری بیشترین حجم آب به سطح زمین رسیده است که به نظر می‌رسد مهمترین دلیل این الگوی پخش آب فشار کارکرد بالا و قطر زیاد نازل آبپاش می‌باشد که سبب می‌شود قطرات آب به ارتفاع زیادی پرتاپ گردیده و با فاصله گرفتن از ارابه با سطح زمین برخورد کند. نتایج این تحقیق با اسمیت و همکاران (۲۰۰۸) و کلر و بلیسنر(۱۹۹۰) مشابه است.

متوسط ضریب یکنواختی در حالت ارابه ثابت ۶۱ درصد و متوسط یکنواختی توزیع در این حالت ۴۴/۸ درصد می‌باشد. میانگین عمق آب رسیده به زمین ۱۰/۱ میلی‌متر و متوسط درصد تبخیر و بادبردگی به روش تریمر ۱/۴ درصد به دست آمد.



شکل٦- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابه ثابت تکرار سوم



شکل ۷- نیمرخ عمق پاشش آبپاش سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالت ثابت

جدول ۵- شاخص‌های اندازه گیری شده در حالت ارابهٔ متحرک

تکرار	سرعت حرکت دستگاه (متر بر ساعت)	میانگین عمق آب رسیده به زمین (میلی‌متر)	حداکثر سرعت باد (کیلومتر بر ساعت)	جهت وزش باد (درجه)	حداکثر دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	فشار کارکرد (کیلوپاسکال)
اول	۷/۳	۴۲/۲	۱۳/۷	۳۴۴	۳۸	۴۰۱
دوم	۱۰/۷	۲۶/۶	۱۵/۸	۳۱۶	۳۹/۷	۴۰۵
سوم	۹	۲۳/۲	۱۳/۷	۳۰۲	۳۶/۱	۴۰۰
چهارم	۵/۱	۷۷/۳	۱۵/۸	۳۱۰	۳۱/۳	۴۰۵

جدول ٦- نتایج ارزیابی سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالت ارابهٔ متحرک

تکرار	ضریب یکنواختی (درصد)	یکنواختی توزیع (درصد)	کفایت آبیاری (درصد)	راندمان کاربرد (درصد)	راندمان واقعی کاربرد آب (درصد)	تریمر	درصدتبخیر و بادبردگی یازار	
							راست	چپ
اول	۷۹/۲	۶۸/۸	۹۳/۳	۷۲/۳	۳۶/۴	۳/۰	۲۹	۳۴/۹
دوم	۶۵/۴	۵۵/۸	۳۹/۵	۴۵	۲۶/۰	۳/۳	۳۹	۴۸/۱
سوم	۶۴/۳	۴۲/۹	۵۱	۳۵/۳	۱۵/۲	۲/۴	۳۶/۹	۴۴/۵
چهارم	۵۱/۴	۲۵/۵	۸۳	۴۲/۷	۲۱/۳	۱/۵	–	–
میانگین	۶۵/۱	۴۸/۳	۶۶/۷	۴۸/۸	۲۴/۷	۲/۵	۳۴/۹	۴۲/۵

جدول ۷- راندمان توزیع برای هر درصدی از کفایت آبیاری سیستم آبیاری ارابه‌ای در حالت ارابهٔ متحرک

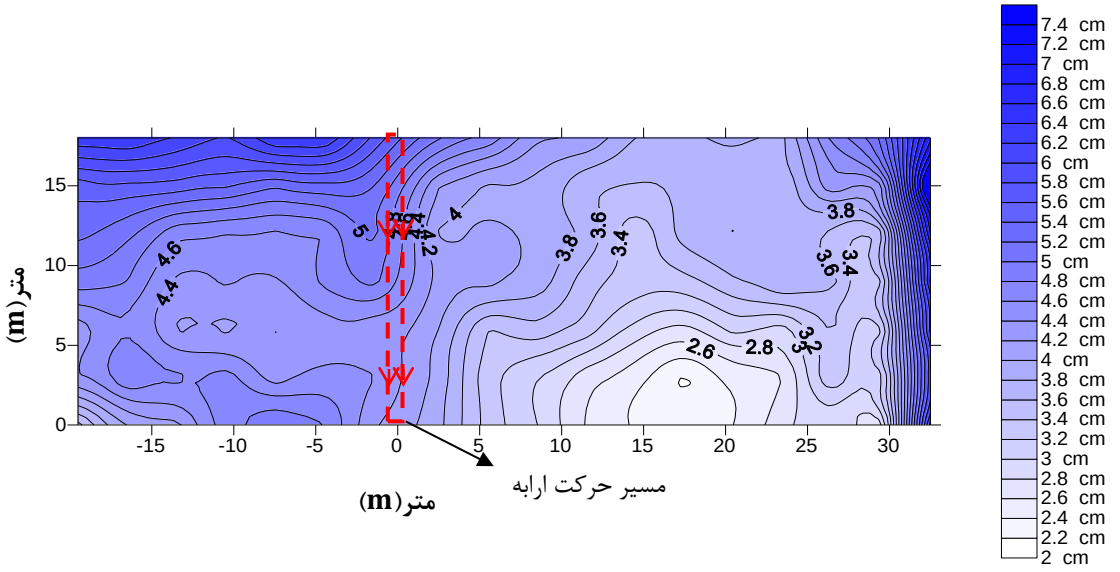
تکرار	اول	دوم	سوم	چهارم	میانگین
راندمان توزیع برای هر درصدی از کفایت آبیاری	۶۶/۳	۱۱۴/۳	۹۶/۳	۴۰/۸	۷۹/۴
راندمان کاربرد برای درصدتبخیر و بادبردگی رابطهٔ تریمر	۶۰/۱	۱۰۴/۹	۸۹/۳	۳۸/۱	۶۰/۱
راندمان کاربرد برای درصدتبخیر و بادبردگی رابطهٔ یازار	۴۲/۸	۶۱/۳	۵۴/۲	-	۵۲/۸

ب: حالت ارابه متحرک

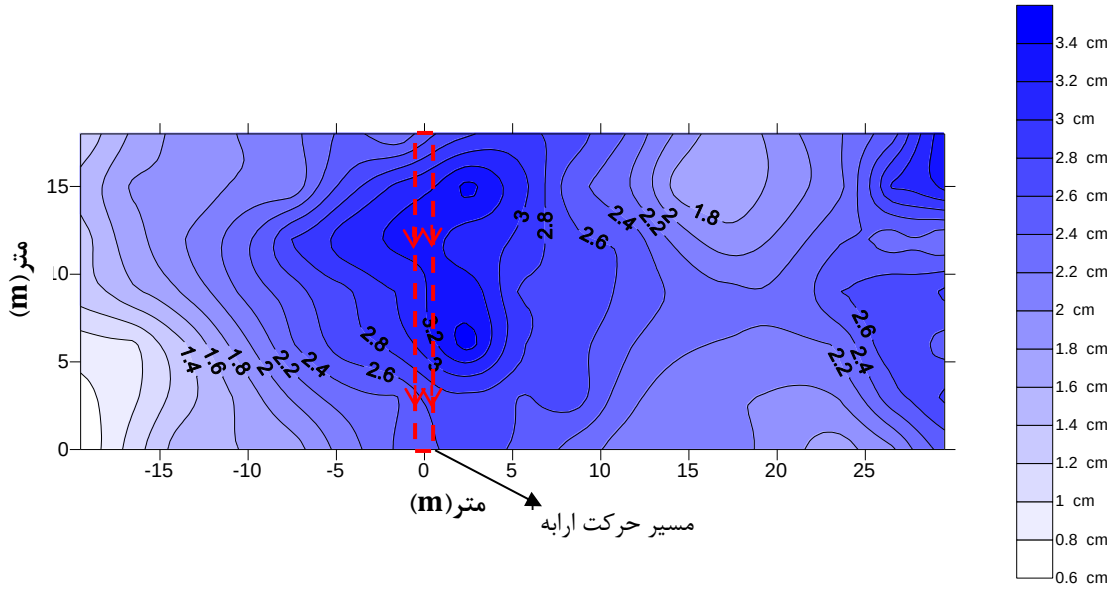
شاخص‌های اندازه گیری شده در حالت ارابهٔ متحرک در جدول (۵) و نتایج ارزیابی سیستم آبیاری ارابه‌ای در این حالت در جدول (۶) ارائه شده است.

در جدول (۷) راندمان کاربرد برای هر درصدی از کفایت آبیاری با استفاده از رابطهٔ (۳) و راندمان توزیع با استفاده از رابطهٔ (۴) آورده شده است. بر اساس جدول (۶) ضریب یکنواختی و کفایت آبیاری در تکرار اول بالاترین و تکرار دوم کمترین مقدار کفایت آبیاری را دارد در حالی که در جدول (۷) تکرار دوم راندمان توزیع بیشترین مقدار به اختصاص داده است. بر اساس محاسبات انجام شده به نظر می‌رسد معادله (۳ و ۴) که توسط کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) معرفی گردیده است بیشتر در کفایت ۸۰ تا ۹۰ درصد کاربرد داشته باشد لذا در این مقاله راندمان کاربرد با استفاده از معادله (۵) محاسبه و استفاده شد.

شکل (۸) پراکنش آب بر روی زمین در تکرار اول حالت ارابهٔ متحرک را نمایش می‌دهد. بر اساس جدول (۶) مقدار ضریب یکنواختی ضریب یکنواختی در تکرار اول ۷۹/۲ درصد می‌باشد. پراکنش آب در تکرار اول دارای توزیع نرمال است. مقدار یکنواختی توزیع ۶۸/۸ درصد محاسبه گردید، مقدار یکنواختی توزیع بر مبنای میانگین میزان عمق آب برای یک چهارم اراضی است که در این نقاط آب کمتری نسبت به سایر قسمت‌های مزرعه نفوذ کرده است. در تکرار اول یک هشتم اراضی به حد نیاز آب دریافت می‌کنند (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰). متوسط آب رسیده به زمین در این تکرار ۴۲/۲ میلی‌متر بود. کفایت آبیاری در این تکرار ۹۳/۳ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده این موضوع است که تنها ۶/۷ درصد سطح زمین کمتر از حد مورد نیاز آب دریافت کرده است.



شکل۸- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابهٔ متحرک در تکرار اول



شکل۹- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابهٔ متحرک در تکرار دوم

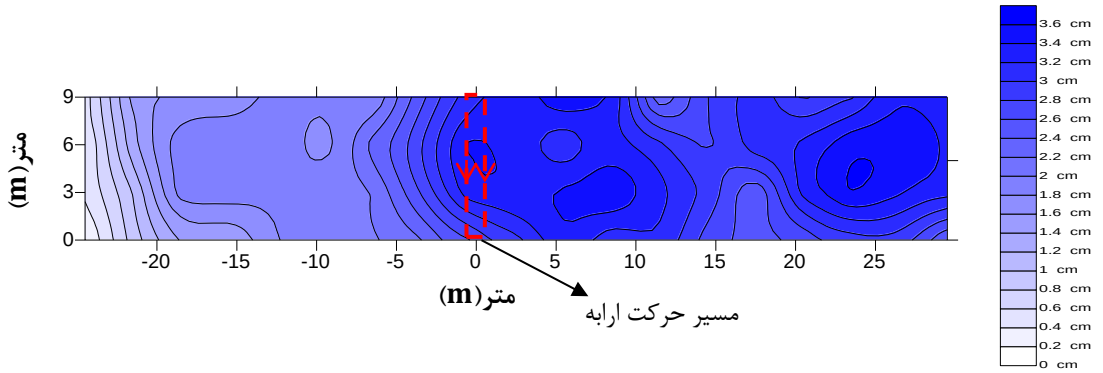
بر اساس معادله تریمر مقدار تبخیر و بادبردگی ۳ درصد به دست آمد، همچنین بیشترین فراوانی وزش باد تقریباً از سمت جنوب شرقی به سمت شمال غربی بوده است که بر اساس شکل (۸) بر روی پراکنش آب مؤثر بوده است. با توجه به اندازه‌گیری‌های هدایت الکتریکی آب، تلفات بادبردگی در سمت چپ حرکت ارابه ۲۹ درصد و در سمت راست ارابه ۳۴/۹ درصد محاسبه گردید. راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین۳۶/۴ درصد و راندمان کاربرد ۷۲/۳ درصد به دست آمد که با توجه به کفایت ۹۵ درصد به نظر می‌رسد که در این تکرار در بیشتر قسمت‌های مزرعه بیش آبیاری صورت گرفته و تلفات عمقی وجود داشته است.

ضریب یکنواختی در تکرار دوم حالت ارابهٔ متحرک ۶۵/۴ درصد و یکنواختی توزیع ۵۵/۸ درصد می‌باشد. مقدار ضریب یکنواختی در تکرار دوم تقریباً نزدیک به ۷۰ درصد می‌باشد و می‌توان گفت که دارای توزیع نرمال است. با توجه به مقدار یکنواختی توزیع حدود یک هشتم اراضی کمتر از حد نیاز آب دریافت می‌کنند. در نتیجه این تکرار دارای یکنواختی توزیع قابل قبول نمی‌باشد. متوسط آب رسیده به زمین در این تکرار ۲۶/۶میلی‌متر بود. شکل (۹) پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابهٔ متحرک تکرار دوم نشان می‌دهد.

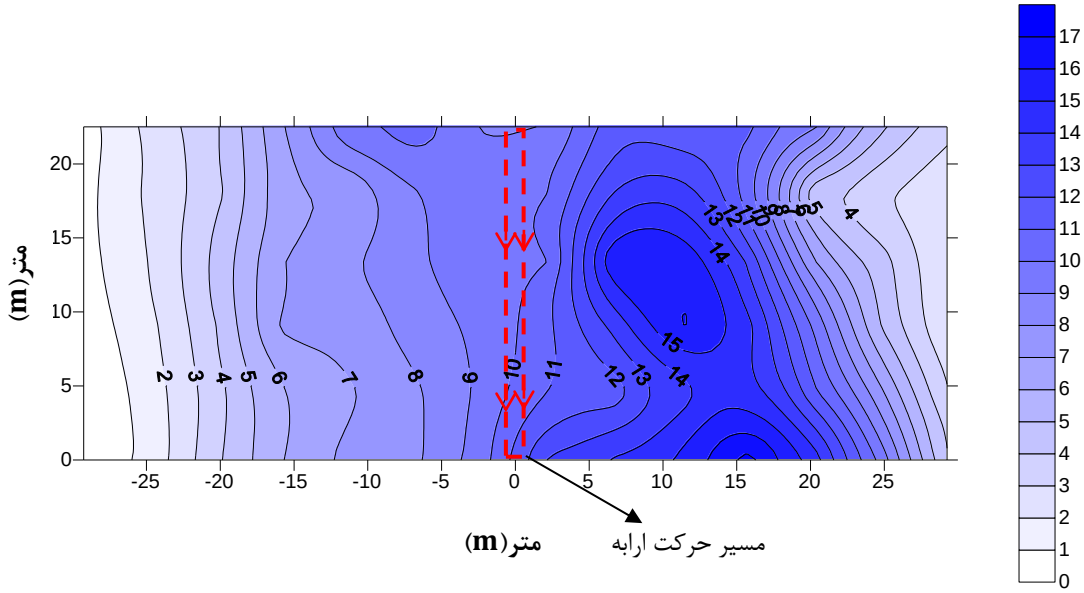
در شکل (۶) با توجه به مسیر حرکت ارابه در فاصله ۱۰ متری اطراف ارابه میزان آب رسیده به سطح زمین زیاد بوده و با فاصله

گرفتن از ارابه حجم آب رسیده به زمین کاهش یافته است. عمق نزولی آب رسیده به زمین تا فاصله ۲۰ متری از ارابه ادامه داشته و از آن به بعد میزان حجم آب جمع‌وری شده افزایش یافته است که این پراکنش آب مشابه پراکندگی آب در حالت ارابه ثابت می‌باشد. در زمان انجام آزمایش بیشترین جهت وزش باد حدوداً از سمت شرق مزرعه به سمت غرب بود لذا همان‌طور که در شکل (۹) نمایش داده شده است بیشترین حجم آب رسیده به زمین در سمت راست ارابه بوده است. بر این اساس تلفات بادبردگی در سمت راست ارابه ۳۰ درصد و در سمت چپ ۴۸/۱ درصد محاسبه گردید. مقدار کفایت آبیاری ۳۹/۵ درصد به دست آمد این موضوع نشان دهنده این است که در ۶۰/۵ درصد مزرعه کم آبیاری صورت پذیرفته است. میزان بادبردگی به روش تریمر ۳/۳ درصد به دست آمد، همچنین راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین ۲۶/۰ درصد و راندمان کاربرد ۴۵ درصد محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد تلفات آب در این تکرار زیاد بوده است.

تأثیر بادهای وزیده شده از سمت شرق بر روی پراکندگی آب در حالت ارابهٔ متحرک تکرار سوم در شکل (۱۰) کاملاً مشخص است. بر اساس شکل (۱۰) بیشترین فراوانی مقدار آب در فواصل ۰ تا ۱۰ متری و ۲۰ تا ۳۰ متری از مسیر حرکت ارابه می‌باشد. در فاصله ۱۰ تا ۲۰ متری از ارابه حجم آب رسیده به زمین کاهش یافته است که این حالت مشابه پراکنش آب در حالت ارابه ثابت می‌باشد. ضریب یکنواختی آب در تکرار سوم با مقدار ۶۴/۳ مناسب است (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰). در حالی‌که یکنواختی توزیع در این تکرار با ۴۲/۹ درصد قابل قبول نمی‌باشد و پراکنش آب بر روی زمین دارای توزیع نرمال نیست. متوسط عمق آب رسیده به سطح زمین ۲۳/۱ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۱۰- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابهٔ متحرک در تکرار سوم



شکل ۱۱- پراکنش آب بر روی زمین در حالت ارابهٔ متحرک در تکرار چهارم

کفایت آبیاری در تکرار سوم ۵۱ درصد به دست آمد این به معنی است که ۴۹ درصد مزرعه مورد آزمایش کمتر از نیاز آبیاری، آبیاری شده است. یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی کم سبب گردید راندمان واقعی کاربرد آب و کاربرد به ترتیب ۱۵/۲ و ۳۵/۳ درصد گردد. در این تکرار نیز به نظر می‌رسد که کم آبیاری صورت گرفته است و راندمان آبیاری بسیار پایین بوده است. مقدار بادبردگی با استفاده از روش یازار در سمت راست ارابه ۳۶/۹ درصد و در سمت چپ ارابه ۴۴/۵ درصد محاسبه گردید با توجه به شکل (۱۰) تأثیر وزش باد بر روی میزان تبخیر و بادبردگی محسوس بوده است، همچنین میزان تبخیر و بادبردگی به روش تریمر ۲/۴ درصد به‌دست آمد.

در تکرار چهارم ضریب یکنواختی ۵۱/۴ درصد به دست آمد که نامناسب می‌باشد. پراکندگی آب بر روی زمین در این تکرار توزیع نرمال ندارد و یکنواختی توزیع با مقدار ۲۵/۵ درصد قابل قبول نمی‌باشد. الگوی پخش آب در این تکرار متفاوت با تکرارهای دیگر است، با توجه به شکل (۱۱)، وزش باد در هنگام انجام بر روی پراکندگی آب تأثیر زیادی گذاشته است به‌طوریکه بیشترین حجم آب در سمت راست ارابه و در فاصله ۷ تا ۱۸ متری آن به سطح زمین رسیده است و در سمت چپ ارابه با افزایش فاصله میزان آب رسیده به زمین کاهش می‌یابد.

در تکرار چهارم تقریباً ۱۷ درصد مزرعه کمتر از حد مورد نظر آب دریافت کرده بود و ۸۳ درصد مزرعه به اندازه کفایت آبیاری شده بود. با توجه به اینکه متوسط آب رسیده به زمین ۷۷/۳ میلی‌متر است و نسبت به نیاز آبیاری (۲۴/۵ میلی‌متر) بسیار بیشتر است به نظر می‌رسد در بخش زیادی از مزرعه بیش آبیاری صورت گرفته است و نفوذ عمقی بسیار زیاد بوده است بر این اساس راندمان واقعی کاربرد آب ۲۳/۳ درصد به دست آمد و راندمان کاربرد ۴۲/۷ درصدی نشان دهنده هدر رفت زیاد آب می‌باشد. مقدار تبخیر و بادبردگی به روش تریمر در این روش ۱/۵ درصد محاسبه گردید.

میانگین ضریب یکنواختی آب در چهار تکرار صورت گرفته در حالت ارابهٔ متحرک ۶۵/۱ درصد و میانگین یکنواختی توزیع ۴۸/۳ درصد به دست آمد. میانگین یکنواختی توزیع در مزرعه عصمتیه قابل قبول نخواهد بود و بیانگر توزیع نامناسب آب در سطح مزرعه می‌باشد و نفوذ آب در سرتاسر مزرعه یکنواختی پایینی دارد. مقدار کم ضریب یکنواختی تلفات آب در شکل فرونشت عمقی را نشان می‌دهد. تکرار اول و تا حدودی تکرار دوم دارای توزیع نرمال هستند. مقدار یکنواختی توزیع بر مبنای میانگین میزان عمق آب برای یک چهارم اراضی است که در این نقاط آب کمتری نسبت به سایر قسمت‌های مزرعه نفوذ کرده است در نتیجه در تکرارهای اول، دوم و سوم حدود یک هشتم اراضی کمتر از حد نیاز آب دریافت می‌کنند. متوسط کفایت آبیاری۶۶/۷ درصد محاسبه گردید که نشان می‌دهد نزدیک به ۳۳ درصد مزرعه کمتر از حد مورد نیاز آب دریافت کرده است. میانگین راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین ۲۴/۷ درصد و راندمان کاربرد ۴۸/۸ درصد به دست آمد که راندمان به دست آمده پایین می‌باشد. نتایج این تحقیق مشابه نتایج تحقیق مصطفی‌زاده و تقوی (۱۳۸۵) می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در حالت ارابهٔ ثابت، در نیمرخ عمق پاشش آب، عمق آب رسیده به زمین تا فاصله‌ای ۱۰ متری از مرکز ارابه کاهش می‌یابد، در فاصله بین ۱۰ تا ۲۰ متری از ارابه مقدار آب رسیده به سطح زمین سیر صعودی دارد و در فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری بیشترین حجم آب به سطح زمین رسیده است. متوسط ضریب یکنواختی در حالت ارابه ثابت ۶۱ درصد و متوسط یکنواختی توزیع در این حالت ۴۴/۸ درصد می‌باشد. میانگین عمق آب رسیده به زمین ۱۰/۱ میلی‌متر و متوسط درصدتبخیر و بادبردگی به روش تریمر ۱/۴ درصد به دست آمد.
در حالت ارابهٔ متحرک میانگین تلفات بادبردگی در سمت راست ارابه ۳۴/۹ درصد و سمت چپ ارابه ۴۲/۵ درصد محاسبه گردید که اختلاف بین تلفات بادبردگی در سمت راست و چپ ارابه نماینگر تأثیر باد بر روی پراکنش آب بر روی زمین می‌باشد. متوسط تلفات تبخیر و بادبردگی به روش تریمر در حالت ارابه متحرک ۲/۵ درصد به دست آمد. میانگین ضریب یکنواختی آب در چهار تکرار صورت گرفته در حالت ارابهٔ متحرک ۶۵/۱ درصد و میانگین یکنواختی توزیع ۴۸/۳ درصد به دست آمد. میانگین کفایت آبیاری۶۶/۷ درصد محاسبه گردید و میانگین راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین ۲۴/۷ درصد و راندمان کاربرد ۴۸/۸ درصد به دست آمد. بر اساس محاسبات انجام شده به نظر می‌رسد معادله راندمان کاربرد برای هر درصدی از کفایت آبیاری و راندمان توزیع که توسط کلر و بلیسنر (۱۹۹۰) معرفی گردیده است بیشتر در کفایت ۸۰ تا ۹۰ درصد کاربرد داشته باشد.

پیشنهاد می‌گردد با توجه به تبخیر و بادبردگی در صورت امکان عملیات آبیاری با این دستگاه در شب انجام پذیرد، فواصل دستگاه‌ها به گونه‌ای انتخاب گردد که عمل همپوشانی صورت گیرد و تمام قسمت‌های مزرعه تقریباً به یک اندازه آبیاری شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس احمدپور رئیس اداره مهندسی زراعی سازمان جهاد کشاورزی استان قم، مدیر عامل مؤسسه زائر کریمه جناب آقای مهندس فراهانی، جناب آقای مهدی صفا و همچنین تکنسین مزرعه عصمتیه جناب آقای مهندس حجت زال و کارکنان مزرعه آقایان احمدی، فرد، چراغی و شعبانی و کلیه پرسنل مزرعه عصمتیه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

۱- ابراهیمی، ح. ۱۳۹۰. آبیاری بارانی و قطره‌ای (اصول تهیه طرح‌های اجرایی). انتشارات سخن گستر و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، ۵۸۲ صفحه.

۲- اسفندیاری، ص. و ک. داوری. ۱۳۹۰. بررسی اثرات آبیاری با آبپاش تفنگی سیار بر روی خصوصیات فیزیکی و نفوذ آب در خاک. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) (۹۲): ۷۳-۷۹.

۳- برادران هزاوه، ف.، برومندنسب، س.، بهزاد، م. و ا. محسنی موحد. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی سیستم های آبیاری بارانی اجرا شده در شهرستان اراک. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۹ صفحه.

۴- بی نام. ۱۳۸۵الف. ضوابط و معیارهای فنی روش‌های آبیاری تحت فشار. دفتر بهبود و توسعه روش‌های آبیاری، معاونت صنایع و امور زیربنایی، وزارت جهاد کشاورزی، جلد سوم، ضوابط طراحی روش‌های آبیاری بارانی، بخش اول، کلاسیک، آبفشان غلطان و آبفشان قرقره ای، ۷۷ صفحه.

۵- بی نام. ۱۳۸۵ب. مطالعات سازماندهی نظام بهره برداری و مطالعات مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی اراضی مزارع جعفریه آستانه مقدسه حضرت فاطمه المعصومه (سلام الله علیها) . مهندسین مشاور مارون.

۶- بی نام. ۱۳۸۸. راهنمای دستگاه باران ساز مدل 85-290TX. شرکت گیاه ماشین. ۴۶ صفحه.

۷- خرمیان، م.، شوشی دزفولی، ا. و ع. عصاره. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر آبیاری قرقره‌ای بر عملکرد علوفه و کارآیی مصرف آب یونجه در خوزستان . فصلنامه علمی پژوهشی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال چهارم، (۱۵): ۸۷-۹۷.

۸- دوست محمدی، م. م.، صفریان، ف.، احمدپور، م. ح. و ح. فراهانی. ۱۳۹۰. بررسی توزیع آب، راندمان آبیاری، ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در سیستم آبیاری قرقره‌ای (گان). یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، ۸ صفحه.

۹- رحمت آبادی، و.، برومندنسب، س.، سخایی راد، ح. و ع. باوی. ۱۳۹۱. تلفات تبخیر و باد دو نوع آبپاش تک نازله و سه نازله در سیستم ابیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط اقلیمی اهواز. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴ (۶): ۲۷۲-۲۶۵.

۱۰- رحیم‌زادگان، ر. ۱۳۷۵. طراحی سیستم‌های آبیاری بارانی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۲۸۰ صفحه.

۱۱- سهراب، ف. و ف. عباسی. ۱۳۸۸. ارزیابی بازده آبیاری در کشور و ارائه نقشه هم بازده آبیاری. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم اندازها، صفحات ۴۳-۲۹.

۱۲- سهرابی، ت. و ز. پایدار. ۱۳۸۷ . اصول طراحی سیستم‌های آبیاری . موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، ۴۰۳ صفحه.

۱۳- سید محمدی، س. ح. ۱۳۸۰. ارزیابی عملکرد دستگاه آبیاری قرقره ای. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۸۵ صفحه.

۱۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۹. طراحی سیستم‌های آبیاری، طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار. دانشگاه امام رضا(علیه‌السلام). انتشارات آستان قدس رضوی، جلد دوم، چاپ چهارم، ۳۶۷ صفحه.

۱۵- مصطفی زاده، ب. و ص. تقوی. ۱۳۸۵. ارزیابی سیستم های مختلف آبیاری بارانی در استان آذربایجان شرقی. پژوهش کشاورزی آب خاک و گیاه در کشاورزی، ۶ (۴): ۴۸-۳۹.

۱۶- موسوی‌بایگی، م.، علیزاده، ا.، عرفیان ، م.، انصاری، ح. و ج. باغانی .۱۳۸۷. بررسی تاثیر عوامل اقلیمی و سیستمی بر تلفات آب در آبیاری بارانی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه آب و خاک، ۲۲ (۱):۲۱۲-۲۰۵.

۱۷- مؤمنی، ر.۱۳۹۰. ارزیابی سناریوهای افزایش بهره‌وری مصرف آب گندم دیم در حوزه کرخه با استفاده از آنالیزهای مدیریتی مدل رشد گیاهی CropSyst. مجله مدیریت آب و آبیاری، (۱):۴۰-۲۹.

۱۸- هزار جریبی، ا.، شریفان، ح.، انصاری، ح. و ب. سهرابی. ۱۳۸۹. ارزیابی یکنواختی توزیع آب با شدت متغیر از یک دستگاه آبیاری سنترپیوت اصلاح شده. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۷(۱): ۱۴۳-۱۲۹.

۱۹- ولی زاده، ن.، دهقانی سانیج، ح.، زارعی، ق. و ع. گرجی. ۱۳۸۸. چشم انداز توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار در ایران. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی، صفحات ۲۷۷-۲۹۹.

20- Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agricultural Experiment Station Bulletin, University of California, Berkeley, No. 670.

21- Dabbaus, B. 1962. A study of sprinkler uniformity evaluation methods. Thesis Submitted to Utah State University of Logan. In Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of the Master of Science.

22- Frenken, K. 2009. Irrigation in the Middle East region in figures. Food and Organization of the United Nation, FAO Land and Water Division: 423 p.

23- Keller, J. and R. Bliesner. 1990. Sprinkle and trickle irrigation. Van Nosrand Reinhold, New York, 652 p.

24- Mclean, R .K., Sriranjan, R. and G. Klassen. 2000. Spray evaporation losses from sprinkler irrigation system. Canadian Agricultural Engineering, 42(1): 1-15.

25- Merriam, J, I. and J. Keller. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. United States of America, 276 p.

26- Rolim, j. and L. S. Pereira. 2005. Design and evaluation of traveling-gun systems. The simulation model travelling gun Efita, Evila Real, Portugals. 96 (1): 121–127

27- Silva, L. L., Serralheiro, R. and N. Santos. 2007. Improving irrigation performance in Hose-drawn Traveller sprinkler systems. Biosystems Engineering, 96 (1): 121–127.

28- Smith, J,. T. and R. O. Evans. 2000 .Field evaluation of irrigation systems applying lagoon effluent. Watershed Management and Operations Management, 9p.

29- Smith, R. J., Gillies, M. H., Newell, G. and J. P. Foley. 2008. A decision support model for travelling gun irrigation machines. Biosystems Engineering, 100: 126– 136.

30- Tarjuelo, J. M., Ortega, J. F., Montero, J. and J.A. Dejuan. 2000. Modeling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid condition. Agricultural Water Management. 43:263-284.

31- Trimmer, W. 1987. Sprinkler evaporation loss equation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 113,(4): 616–620.

32- Yazar, A. 1984. Evaporation and drift Losses from sprinkler irrigation systems under various operating conditions. Agricultural Water Management, 8:439-449.

33- Zazueta, F. S. 2011. Evaporation loss during sprinkler irrigation. Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida: 1-7.