



Gonbad Kavous University
Journal of New Approaches in
Water Engineering and Environment
Volume 1, Issue 1

Evaluating Center pivot system in different speeds Parallel and perpendicular to the water line

Mohammad Reza Barati¹, Mehdi Zakerinia^{2*}, Abutaleb Hezarjeribi³

¹ Former M.Sc. Student, Water Engineering Department, Water and soil Engineering Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

^{2,3} Associate Professor, Water Engineering Department, Water and soil Engineering Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 23.02.2022; Accepted: 10.06.2022

Abstract

The Center pivot system is one of the most advanced sprinkler irrigation systems that recently has been used in Iran. Hence, research on the possible compatibility of the system with the cultural, economic, climate and optimization performance of the system is essential. Indeed, the importance of this matter, on one hand, and the lack of information, on the other hand, highlights the need for an investigation. In this regard, the evaluation of the Center pivot system in two speeds 10 and 60 percent took a radial and vertical. The uniformity coefficient (CU) in the radial arrangement of cans and in two speeds 10% and 60 % was 80.3% and 76.4%, respectively. Also, the uniformity of water distribution (DU) was 72.6 and 65.5, respectively. The uniformity coefficient (CU) in the vertical arrangement of cans and in the same speed was also 61.1 and 59.3 % respectively. Uniform distribution of moisture in the soil after irrigation with rate of 60% was 86.37 percent. The amount of Uniform distribution of moisture in the soil was thus higher than the uniformity coefficient in the Surface Soil (CU). The main reason is the horizontal flow and water transfer in the soil and its influencing factors (Mass flow, Diffusion and Hydrodynamic dispersion). Considering this reason and also the lack of available water resources in arid and semi-arid area, there may be no need to increase water of irrigation in order to increase the uniformity of water distribution to more than 70 percent.

Key words: Center pivot, Uniformity coefficient, Uniform distribution of soil moisture.

* Corresponding author, Email: mzakerinia@gmail.com



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست"

دوره اول، شماره اول

<http://Nawee.gonbad.ac.ir>

ارزیابی سامانه‌ی آبیاری عقربه‌ای در دو سرعت مختلف در جهت موازی و عمود بر خط آبیاری

محمدرضا براتی^۱، مهدی ذاکری نیا^{۲*}، ابوطالب هزارجریبی^۳

^۱ دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
^{۲*} دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۰

چکیده

بادستگاه‌های آبیاری آفشان دوار که یکی از پیشرفته‌ترین سامانه‌های آبیاری بارانی می‌باشد، اخیراً در ایران کاربرد زیادی پیدا کرده است. با توجه به امر لزوم تحقیق در مورد سازگاری این سامانه با شرایط فرهنگی، اقتصادی، اقلیمی ایران و بهینه نمودن کارایی سامانه امری ضروری است. با توجه به موارد فوق هدف از این ارزیابی، شناخت وضع موجود دستگاه آفشان دوار می‌باشد که بر اساس آن بتوان در جهت بهبود وضعیت دستگاه و رفع نقاط ضعف آن تصمیم‌گیری نمود. اهمیت این موضوع از یک طرف و کمبود اطلاعات از طرف دیگر، ضرورت انجام تحقیقات در این زمینه را روشن می‌سازد. لذا در این راستا ارزیابی سنتریوت در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد بصورت شعاعی و عمودی صورت گرفت که در آن ضریب یکنواختی در عبور دستگاه به صورت شعاعی و با سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد، به ترتیب ۸۰/۳ و ۷۶/۴ درصد و یکنواختی توزیع آب به ترتیب ۷۲/۶ و ۶۵/۵ درصد به دست آمد. همچنین آزمایش ضریب یکنواختی در جهت عمودی در دو سرعت مذکور به ترتیب ۶۱/۱ و ۵۹/۳ درصد به دست آمد. یکنواختی توزیع رطوبت در خاک پس از آبیاری با سرعت ۶۰ درصد نیز اندازه‌گیری و محاسبه شد که نتیجه مقدار ۸۶/۳۷ درصد را نشان داد. نتایج نشان داد که مقدار یکنواختی توزیع رطوبت خاک از مقدار یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه بیشتر بود که علت آن در جریانات افقی و فرآیند انتقال آب در زیر سطح می‌باشد. براین اساس در این مناطق با وجود یکنواختی پخش آب حدود ۷۰ درصد، مقدار یکنواختی توزیع رطوبت در خاک مناسب بوده است.

واژگان کلیدی: سامانه‌ی عقربه‌ای، ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع رطوبت خاک

* نویسنده مسئول، Email: mzakerinia@gmail.com

مقدمه

بشر از ابتدای آشنایی با امر آبیاری و کاربرد آن به مسئله آبیاری و بهبود آن پرداخته است. ابداع فن‌آوری‌های قابل توجه در تمامی مراحل عمر طرح‌های آبیاری از طراحی تا احداث و مدیریت بهره‌برداری در دوران‌های گذشته، گواه بر این مدعا است. در چهار دهه‌ی اخیر سرمایه‌گذاری‌های عظیمی در زمینه‌ی توسعه‌ی آبیاری به منظور افزایش تولیدات مواد غذایی صورت پذیرفته است و در دنیای امروز تأمین غذا بدون اجرای این پروژه‌ها قابل تصور نیست و یکی از راه‌های توصیه‌شده، تغییر در نظام مدیریت آبیاری و نهایتاً افزایش راندمان آبیاری است. بنابراین بعد از اینکه لزوم تغییر روش‌های موجود احساس شد، باید به توسعه و ترویج روش‌های جدید در یک حد مشخص و علاوه بر ادامه ترویج کمی، به بالا بردن کیفیت نیز پرداخته شود. با گذشت چند سال از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار و مقبول واقع شدن آن در بین کشاورزان، به‌جا خواهد بود که به بررسی و ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها در هر منطقه پرداخته شود و نکات مثبت و منفی هر طرح آشکار و از این نکات برای طراحی و اجرای طرح‌های آینده استفاده گردد و هر سامانه با مجموعه‌ای اعمال مدیریت‌های مناسب بهینه شود و راندمان آبیاری بالا رود. ارزیابی عملکرد دستگاه آیفشان دوار مرکزی به‌عنوان یک موضوع تحقیق از سال‌های ۱۹۶۰ شروع شد. (Hirman and Hin, 1968) با توجه به محاسبات همپوشانی و تأثیر آبپاش‌های مجاور و فرم پاشش آبپاش‌ها (بیضوی یا مثلثی) و حرکت مداوم دستگاه به یک ضریب یکنواختی رسیدند که امروزه به نام آن‌ها معروف است. این ضریب برای دستگاه آیفشان دوار که در آن ظرف جمع‌آوری آب به شکل موازی با لترال سامانه قرار گرفته بود، به‌دست آمد. مقادیر ضریب یکنواختی^۱ (CU) با عمق آب درون هر ظرف جمع‌آوری‌شده با احتساب افزایش مساحت تعیین شده توسط ظروف متوالی که با حرکت به انتهای خط لترال سامانه افزایش می‌یابد، محاسبه می‌گردد و این ضریب یکنواختی را به‌عنوان یک شاخص ارزیابی سامانه‌ی آیفشان دوار پیشنهاد کردند (Bermond and Mole, 1995).

Roland (1982) براساس تحقیقات انجام گرفته روشی را برای ارزیابی و طراحی آبیاری با روش آیفشان دوار یا عقربه-ای ارائه نمود که هدف آن طراحی و ارزیابی برای رسیدن به یک راندمان مناسب است. همچنین (Bichler, 1992) سامانه‌های سنترپیوت با فشار کم را مورد ارزیابی قرار داد. این آزمایش را در سه ردیف شعاعی و در سه شیب مختلف بررسی کرد و به این نتیجه رسید که در شیب یک درصد رواناب وجود نداشت، ولی در شیب‌های سه درصد و هشت درصد رواناب زیادی مشاهده شد. نتایج نشان داد که عملکرد بهتر می‌تواند با احداث کرت‌های کوچک در فارو حاصل شود. (Ring and Hirman, 1978) با توجه به دستورالعمل‌های مختلف آزمایشی و تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌ها دستگاه‌های متعددی را مورد ارزیابی قرار دادند و ضرایب یکنواختی Hin and Herman را با انتخاب ردیف‌های شعاعی به‌دست آوردند (Bermond and Mole, 1995). (Aboghar and Elmod, 1993) در عربستان سعودی با اندازه‌گیری یکنواختی توزیع در شش دستگاه آیفشان دوار در شرایط مزرعه این سامانه‌ها را ارزیابی کردند. در این تحقیق تأثیر سرعت حرکت دستگاه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که یکنواختی توزیع در جهت افقی، مناسب، اما یکنواختی در جهت مقاطع (عمود) بر مسیر حرکت کم بود که دلیل این امر را سرعت برج دستگاه و سرعت باد ذکر کردند و متوسط ضریب یکنواختی توزیع با کاهش سرعت دستگاه آیفشان دوار افزایش می‌یافت. (Nimer and perkinz, 1987) در آمریکای شمالی درباره‌ی راندمان آبیاری در دستگاه آیفشان دوار مرکزی تحقیق کردند. در این تحقیق دو سامانه را بررسی کردند و راندمان کاربرد آب را در دو سامانه به‌دست آوردند و همواره راندمان آبیاری بیش از ۹۰ درصد بیان شد. (Sohrabi and Fatollah zadeh, 1997) رواناب حاصل از سامانه‌ی آبیاری آیفشان دوار مرکزی را در مزرعه‌ی ایستگاه تحقیقات کشاورزی تجرک (همدان) مطالعه کردند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری هرزآب بیانگر آن بود که کاربرد بوم بلند در مقایسه با آیفشان منفرد، باعث

² - Center Pivot¹ -Christiansen Uniformity (CU)

کاهش هرزآب به میزان ۷۳/۱ درصد در سرعت چرخش ۴۰ درصد گردیده است. (Sohrabi and Asilmanesh (1998 عملکرد آبیاری بارانی آفشان دوار مرکزی را در منطقه‌ی مشکین‌آباد کرج بررسی کردند. در این سامانه مقادیر راندمان کاربرد ربع پایین و یکنواختی توزیع به‌ترتیب ۷۵/۸ و ۸۴ درصد برآورد شد. مقادیر کم این پارامترها به علت مطابقت نداشتن وضعیت کارکرد و طراحی سامانه عنوان شده است. (Mohammadi and Shirdeli (2012 به ارزیابی عملکرد سه سامانه‌ی آبیاری بارانی کلاسیک ثابت، ویلمو و سنتریپوت با آبیاش‌های مختلف در حین بهره‌برداری در شهرستان خدابنده پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به شاخص‌ها، سامانه‌ی آبیاری بارانی ثابت با ظرفیت راندمان نواختی ربع پایین برابر با ۴۴/۶ درصد، ضعیف‌ترین سامانه از لحاظ طراحی و سامانه آبیاری سنتریپوت با PELQ و راندمان واقعی یکنواختی یک چهارم پایین‌به‌ترتیب برابر با ۸۱/۹ و ۷۹/۲ درصد بهترین سامانه از لحاظ طراحی و مدیریت است.

دستگاه آبیاری آفشان دوار که یکی از پیشرفته‌ترین سامانه‌های آبیاری بارانی است، اخیراً در ایران کاربرد زیادی پیدا کرده است. با توجه به کاربرد رو به افزایش دستگاه آبیاری آفشان دوار، لزوم تحقیق در مورد سازگاری این سامانه با شرایط اقتصادی و اقلیمی ایران و بهینه نمودن کارایی آن امری ضروری است. با توجه به موارد ذکر شده در این بخش مشخص شد که بیشتر ارزیابی‌های سامانه‌ی عقربه‌ای به صورت داده‌برداری شعاعی بوده‌اند؛ بنابراین به منظور ارزیابی بهتر سامانه، علاوه بر آن باید داده‌برداری عمود بر عقربه یا خط آبیاری نیز انجام گیرد. از این رو هدف از این تحقیق ارزیابی سامانه به دو روش داده‌برداری در جهت بهبود وضعیت دستگاه و رفع نقاط ضعف آن است.

مواد و روش‌ها

اراضی مورد مطالعه در استان سمنان، شهرستان شاهرود و روستای قلعه‌نو واقع شده است. منطقه‌ی مورد نظر در ارتفاع ۱۳۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد و از لحاظ

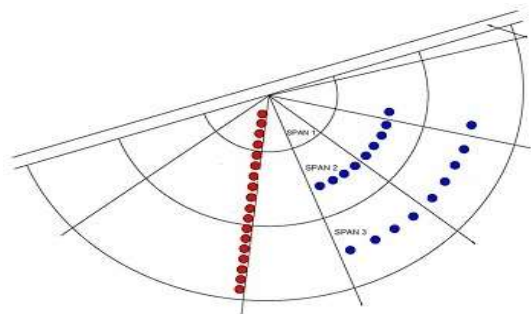
تقسیمات اقلیمی جزء مناطق خشک محسوب می‌گردد. منطقه در موقعیت طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۹۷ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه‌ی شمالی قرار گرفته است. با توجه به آمار هواشناسی، میانگین حداکثر درجه حرارت منطقه ۳۳/۱ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین حداقل آن ۲/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد است. متوسط بارندگی سالانه نیز ۱۵۶ میلیمتر است. اراضی مورد نظر دارای شیب ۰/۱ درصد در جهت شرق به غرب و در جهت شمال به جنوب شیب ناچیزی دارد. براساس نتایج حاصل از آزمایش خاک در مزرعه‌ی مورد مطالعه، بافت خاک از نوع لومی است و جزء خاک‌های با بافت متوسط طبقه‌بندی می‌شود. همچنین زمین مزرعه فاقد شوری و دارای خاک معمولی است. آب مورد نیاز برای آبیاری این اراضی از طریق دو حلقه چاه با دبی ۳۰ و ۱۳/۴۴ لیتر بر ثانیه تأمین می‌گردد. آب چاه‌های مذکور از طریق خط انتقال به یک استخر ۱۶۰۰ متر مکعبی واقع در قسمت شرقی مزرعه که دارای بالاترین رقوم ارتفاعی نسبت به مزرعه است، منتقل می‌گردد. آب مزرعه دارای هدایت الکتریکی ۱ دسی‌زیمنس برمتر است که به لحاظ شوری دارای محدودیت کم تا متوسط و از نظر نفوذپذیری فاقد محدودیت است. اسیدی‌بودن آب نیز حدوداً ۷/۶ و در محدوده مناسب قرار دارد. مزرعه‌ی مورد مطالعه با سامانه‌ی آفشان دوار مرکزی (عقربه‌ای) آبیاری می‌شد. طول خط آبیاری در سامانه‌ی عقربه‌ای مذکور، ۳۲۸/۳۵ متر با طول دنباله ۶/۶ متری و دارای ۵ دهانه‌ی آبیاری (اسپنر) به طول‌های ۴۷/۶ متر و یک دهانه‌ی آبیاری به طول ۳۵/۸ متر است. قطر لوله-ی لاترال ۱۶۷/۲ سانتی‌متری است و دستگاه مساحتی برابر با ۳۴ هکتار را تحت پوشش آبیاری قرار می‌دهد. آزمایش‌ها در تاریخ ۲۷ مرداد ماه ۱۳۹۱ صورت گرفت، سرعت باد در هنگام آزمایش ۳ متر بر ثانیه و دمای هوای مزرعه ۳۴ درجه‌ی سانتیگراد ثبت شد. برای انجام آزمایش ارزیابی یکنواختی در جهت شعاعی (موازی با خط آبیاری)، تعداد ۱۰۸ قوطی با قطر دهانه‌ی ۸ سانتی‌متر، با فاصله‌ی ۳ متر از هم و در جهت شعاعی در طول دستگاه آفشان دوار قرار

³ -Span

¹ - PELQ

² - AELQ

آبیاری در هیچ یک از آن‌ها آب ریخته نشود و پس از دقایقی از شروع حرکت دستگاه، آب داخل ظروف ریخته شود. در واقع ردیف‌های ظروف خارج از شعاع پاشش دستگاه چیده شدند. پس از عبور دستگاه از بالای ظروف چیده شده و دور شدن دستگاه به اندازه‌ی شعاع پاشش از روی آخرین قوطی در جهت عمودی، زمان آزمایش به پایان رسید. حجم آب جمع شده در هر لیوان به همراه فاصله‌ی ظرف تا مرکز دستگاه یادداشت گردید. در شکل ۱، شمای کلی قرارگیری قوطی‌ها در زیر دستگاه سنترپیوت نشان داده شده است.



شکل ۱- الگوی چیدمان ظروف اندازه‌گیری در زیر سنترپیوت.

سنترپیوت برداشت و در آزمایشگاه رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه شاخص‌هایی نظیر ضریب یکنواختی، یکنواختی توزیع و توزیع رطوبت در خاک در آزمایش‌های مختلف محاسبه گردید و نتایج با هم مقایسه شد که در ادامه، این نتایج و مقایسات و نمودارها ارائه شده است. با استفاده از معادله‌ی Hirman and Hin (1968)، مقدار ضریب یکنواختی در حالتی که سنترپیوت با سرعت ۱۰ درصد از روی قوطی‌ها عبور می‌کرد، ۸۰/۳ درصد و در حالتی که با سرعت ۶۰ درصد از روی آن‌ها عبور کرد، مقدار ۷۶/۴ درصد به دست آمد. از آنجا که ضریب یکنواختی حدود ۸۵ درصد بیانگر توزیع یکنواختی خوب برای سامانه‌ی آبیاری بارانی است (Rahimzadegan, 1996)، ضریب یکنواختی دستگاه سنترپیوت موجود در مزرعه، مقدار

گرفت و دستگاه سنترپیوت با سرعت ۱۰ درصد و ۶۰ درصد، از روی قوطی‌ها عبور کرد. همچنین تعداد ۲۲ قوطی در دو ردیف ۱۱ تایی و عمود بر جهت حرکت سنترپیوت در زیر دستگاه و در فاصله ۲۶۴ متری از مرکز آن (تقریباً وسط دستگاه) قرار داده شد و دستگاه با دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد از روی این قوطی‌ها نیز برای ارزیابی در جهت عمودی، عبور کرد. این سرعت‌هایی بود که به ترتیب در اواخر و اوایل فصل کشت به کشاورز توصیه شده بود تا مقادیر عمق آب آبیاری متناسب با دوره‌ی رشد گیاه اعمال شود. ظروف جمع‌آوری آب طوری چیده شدند که در شروع

معادله Hirman and Hin (1998) که برای محاسبه‌ی ضریب یکنواختی (UC) در سنترپیوت به کار برده می‌شود در زیر ارائه شده است:

$$UC = 100 \left\{ 1.0 - \frac{\sum_{i=0}^n \left[r_i \left| d_i - \frac{\sum_{i=0}^n (d_i r_i)}{\sum_{i=0}^n r_i} \right| \right]}{\sum_{i=0}^n (d_i r_i)} \right\} \quad (1)$$

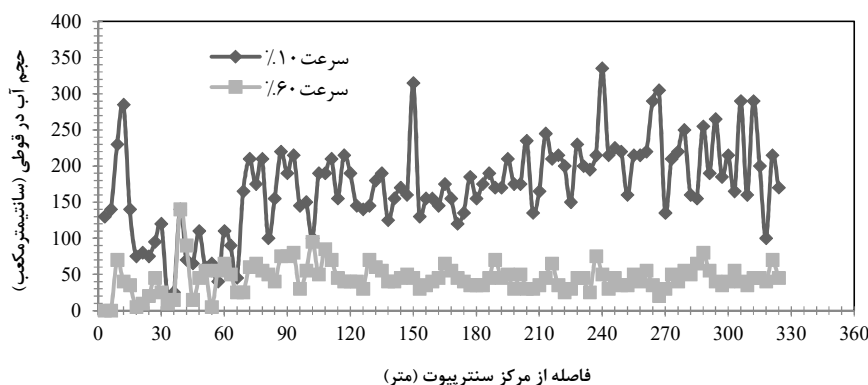
در این معادله UC برابر با ضریب یکنواختی، d_i عمق آب جمع شده در هر یک از قوطی‌ها، r_i فاصله‌ی شعاعی هر یک از قوطی‌ها تا نقطه‌ی مرکزی و n تعداد قوطی‌ها را نشان می‌دهد.

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک و تعیین یکنواختی توزیع رطوبت خاک نیز نمونه‌هایی از خاک منطقه برداشت شد، بدین ترتیب که نمونه‌های خاک از نقاط میانی هر دهانه‌ی آبیاری و از عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متری خاک، پس از عبور

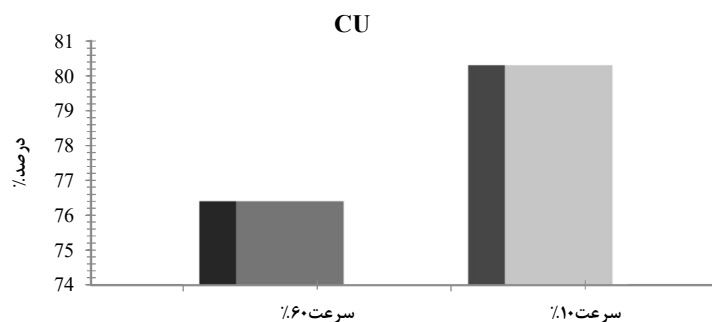
¹ - Uniformity Coefficient

میزان پاشش در طول دستگاه سنتریپوت در دو ردیف شعاعی و در هنگام عبور دستگاه در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد، در شکل ۲ آورده شده است. مقادیر ضریب یکنواختی در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد بصورت نمودار میله‌ای در شکل ۳، نشان داده شده است.

مطلوب و متوسطی را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به ارقام به‌دست آمده، ضریب یکنواختی در سرعت ۱۰ درصد مقدار بالاتری را نشان داد که نمایانگر توزیع بهتر آب در حالت آبیاری دستگاه با سرعت پایین است.



شکل ۲- میزان پاشش در طول دستگاه سنتریپوت در دو ردیف شعاعی و در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد.



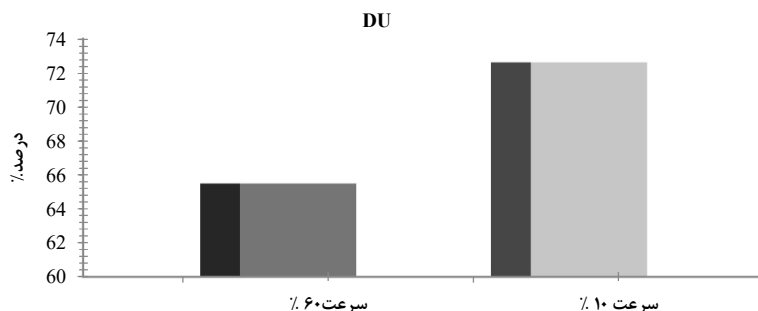
شکل ۳- نمودار ضریب یکنواختی در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد.

یکنواختی پخش، باد است، می‌توان گفت که در سرعت بالا یکنواختی پخش بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. مقدار DU در این آزمایش در حالتی که سنتریپوت با سرعت ۱۰ درصد از روی قوطی‌ها عبور می‌کرد، ۷۲/۶ درصد و در حالتی که با سرعت ۶۰ درصد از روی آن‌ها عبور

با توجه به ضرایب یکنواختی به‌دست آمده در شکل ۳، می‌توان گفت، ضریب یکنواختی در سرعت ۱۰ درصد نسبت به سرعت ۶۰ درصد، افزایش یافته است. که با توجه به یکسان بودن تمام وضعیت‌ها در هنگام اندازه‌گیری و با توجه به اینکه مهم‌ترین عامل محیطی تأثیرگذار بر روی

سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد قابل مشاهده است، مقدار کم و نامطلوب DU در سرعت ۶۰ درصد، نشان از عملکرد نامطلوب آبپاش‌ها در سرعت بالا دارد.

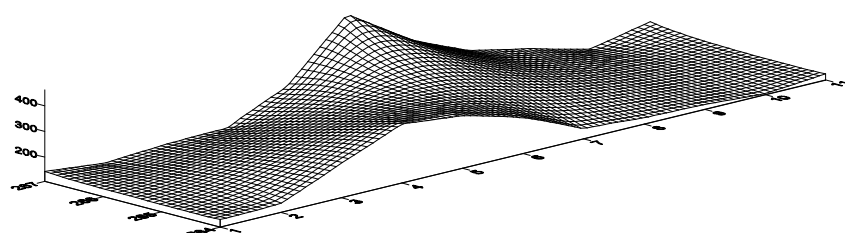
می‌کرد، مقدار ۶۵/۵ درصد به‌دست آمد؛ با توجه به اینکه مقدار کم DU نسبی است، مقدار کمتر از ۶۷ درصد عموماً قابل قبول نیست (Rolan, 1982). همانطور که در شکل ۴، مقادیر یکنواختی توزیع به‌صورت نمودار میله‌ای در دو



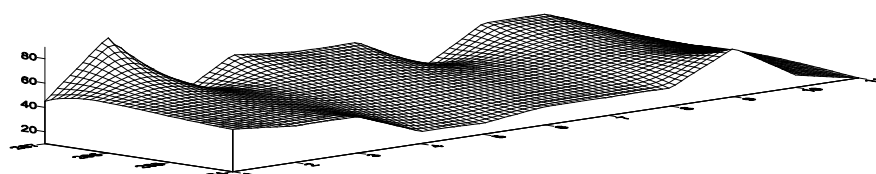
شکل ۴- مقادیر یکنواختی توزیع آب در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد.

کرد، مقدار ۵۹/۳ درصد به‌دست آمد. در شکل ۵، عمق پاشش آب در قوطی‌ها در جهت عمود بر سنتریپوت در حالت عبور دستگاه با سرعت ۱۰ درصد نشان داده شده است که در آن محور X و Y سطح پاشش و محور Z مقدار آب موجود در قوطی‌ها بر حسب میلی‌لیتر را نشان می‌دهد. در شکل ۶، مقادیر پاشش آب در قوطی‌ها در جهت عمود بر سنتریپوت در حالت عبور دستگاه با سرعت ۶۰ درصد، نشان داده شده است

برای برآورد ضریب یکنواختی در جهت عمودی نیز تعداد ۲۲ قوطی و در دو ردیف ۱۱ تایی و با فاصله ۳ متر از هم، در فاصله ۲۶۴ متری از مرکز سنتریپوت و در جهت عمود بر حرکت سنتریپوت چیده شد. مقدار ضریب یکنواختی در حالتی که سنتریپوت با سرعت ۱۰ درصد از روی قوطی‌ها عبور می‌کرد، مقدار ضریب یکنواختی ۶۱/۱ درصد و در حالتی که با سرعت ۶۰ درصد از روی آن‌ها عبور



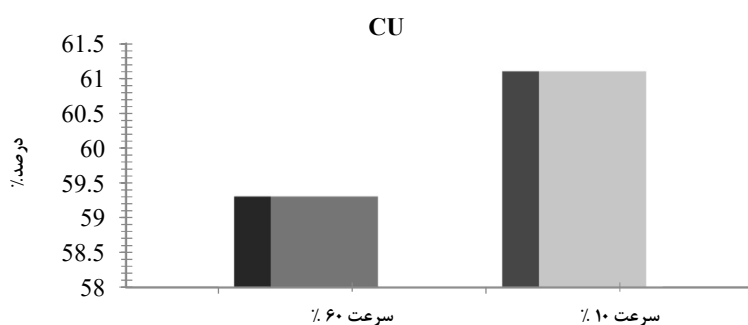
شکل ۵- حجم پاشش آب بر حسب میلی‌لیتر در قوطی‌ها در جهت عمود بر سنتریپوت در سرعت ۱۰ درصد



شکل ۶- حجم پاشش آب در قوطی‌ها در جهت عمود بر سنتریپوت در سرعت ۶۰ درصد

داشت که یکنواختی پخش آب در سرعت های پایین بهتر به دست خواهد آمد. بر این اساس استفاده از سامانه‌ی عقربه‌ای با سرعت های بالاتر می‌تواند به کاهش شدید بازدهی آبیاری با این روش منجر شود، به شکلی که توجیه اقتصادی استفاده از سامانه را از بین می‌برد. در انتها براساس اندازه‌گیری‌های رطوبت تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک (جدول ۱)، توزیع رطوبت نیز ارزیابی شد.

مقادیر ضریب یکنواختی در جهت عمودی و در دو سرعت ۱۰ و ۶۰ درصد به صورت نمودار میله‌ای در شکل ۷، نشان داده شده است. با توجه به مقادیر به دست آمده و شکل‌های ۵ تا ۷ می‌توان افزایش ضریب یکنواختی در سرعت ۱۰ درصد در حالت عمود بر حرکت سنتریوت را نیز مشاهده کرد. بنابراین بررسی ضریب یکنواختی در حالتی که داده های عمود بر خط آبیاری برداشته شده بود نیز حاکی از آن



شکل ۷- مقادیر ضریب یکنواختی در جهت عمودی و در دو سرعت ۶۰ و ۱۰ درصد

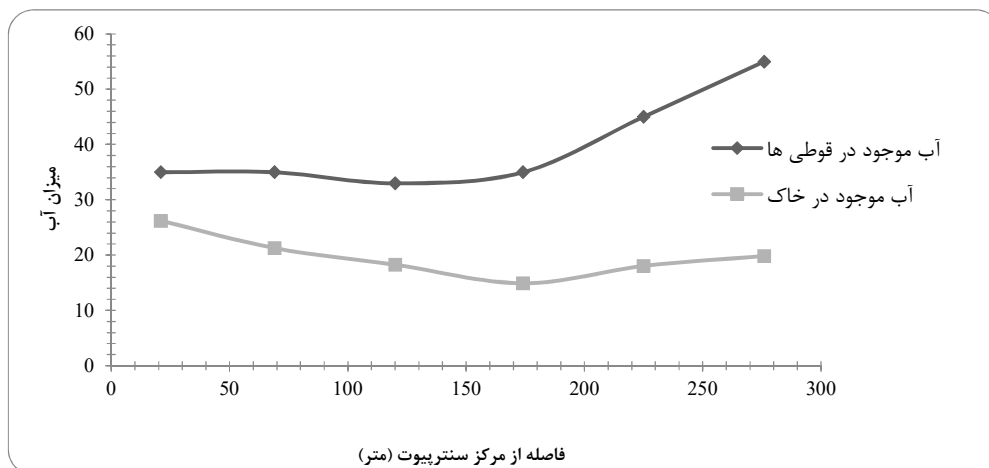
جدول ۱- تعیین رطوبت خاک بعد از آبیاری با سرعت ۶۰ درصد

شماره نمونه	عمق خاک cm	فاصله از مرکز m	وزن تر gr	وزن خشک gr	رطوبت وزنی %
۱	۲۰-۰	۲۱	۰/۷۷۰	۰/۶۱۰	۲۶/۲۳
۲	۲۰-۰	۶۹	۱/۰۵۵	۰/۸۷۰	۲۱/۲۶
۳	۲۰-۰	۱۲۰	۰/۸۱۰	۰/۶۸۵	۱۸/۲۴
۴	۲۰-۰	۱۷۴	۱/۰۸۰	۰/۹۴۰	۱۴/۸۹
۵	۲۰-۰	۲۲۵	۱/۰۸۰	۰/۹۱۵	۱۸/۰۳
۶	۲۰-۰	۲۷۶	۰/۶۹۵	۰/۵۸۰	۱۹/۸۳

در خاک و آب موجود در قوطی مجاور محل نمونه‌گیری، نمودار آن رسم گردید که در شکل ۸ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، دو منحنی روند تقریباً مشابهی را طی

پس از نمونه‌گیری و اندازه‌گیری رطوبت خاک از ۶ نقطه در طول سنتریوت با سرعت ۶۰ درصد و از نقاط میانی هر دهانه‌ی آبیاری، با در نظر گرفتن رطوبت موجود

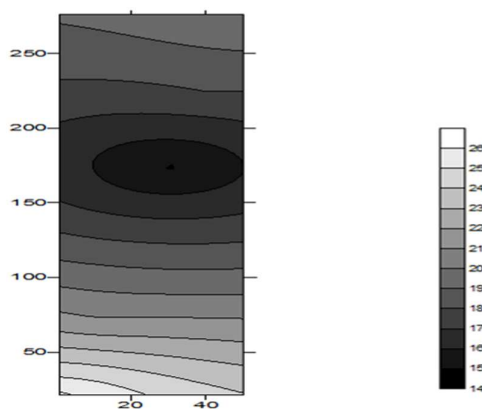
می‌کنند که نشان از توزیع مطلوب رطوبت در خاک مزرعه دارد.



شکل ۸- توزیع آب موجود در داخل خاک و سطح خاک در طول سنتریوت با سرعت ۶۰ درصد.

محورهای افقی و عمودی این شکل به ترتیب نشان دهنده محور طولی و عرضی ابعاد محل نمونه‌برداری در زیر سنتریوت را نشان می‌دهد.

شکل ۹ منحنی هم‌رطوبت خاک مربوط به اندازه‌گیری رطوبت در طول سنتریوت در سرعت ۶۰ درصد را نشان می‌دهد. در این شکل، منحنی‌های هم‌رطوبت در آزمایش‌های انجام گرفته بر حسب درصد ارائه شده است.



شکل ۹- منحنی هم رطوبت در آزمایش یکنواختی رطوبت خاک در طول سنتریوت.

آبی) جست‌وجو نمود. این نتیجه توسط محققانی چون Stern and Bresler (1983); Li (1998); Li and Rao (2000) نیز مورد تأیید قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

از مقایسه یافته‌های این تحقیق با نتایج کار این محققان که به مطالعه‌ی توزیع رطوبت خاک در سامانه‌های آبیاری بارانی در عمق توسعه‌ی ریشه‌ی گیاه (عمق ۴۰ سانتی‌متری) در خاک‌های همگن پرداخته‌اند، می‌توان

یکنواختی توزیع رطوبت در خاک با توجه به اعداد جدول (۱) مقدار ۸۶/۳۷ درصد به‌دست آمد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقدار یکنواختی توزیع رطوبت خاک از مقدار یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه (در قوطی‌های جمع‌آوری) بیشتر بوده است، که دلیل اصلی آن را می‌توان در جریان‌ات افقی و فرآیند انتقال آب در زیر سطح خاک و عوامل تأثیرگذار بر آن (حرکت توده‌ای، پخشیدگی و انتشار

دسترس در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شاید در این مناطق نیازی به افزایش آب آبیاری به منظور افزایش یکنواختی پخش آب به بیش از ۷۰ درصد وجود نداشته باشد.

منابع

- Abo-Ghobar H. M., Amoud A. Al. 1993. Center pivot Water application uniformity relation travel speed and direction. Agricultural Research Service (ARS), 38(1), pp.1-18.
- Bermond B., Molle B. 1995. Characterization of rainfall under centerpivot. Influence of measuring procedure. ASCE, 121(5).
- Buchleiter G.W. 1992. Performance of LEPA equipment on center pivot machines, Agricultural Research service, ARS, 8(5), PP.631-637.
- Li J. 1998. Modeling crop yield as affected by uniformity irrigation system. Agricultural Water Management. 38, pp.135-146.
- Li J., Rao M. 2000. Sprinkler water distribution as affected by winter wheat canopy. Irrigation Science, 20, pp. 29-35.
- Mohamadi M., Shirdeli A. 2012. Evaluation of PELQ and AELQ in sprinkler irrigation systems (the case study in khodabande city), The 1th national conference on water management at the farm. May. 29-30. Karaj, Iran (In Persian).
- Roland L. 1982. Mechanized Sprinkler Irrigation. FAO, Irrigation & Drainage, No. 35, 409 p.
- Rahimzadegan R. 1996. Sprinkler irrigation system design. Isfahan university of Technology. Press, 530p.
- Sohrabi T., Asilmanesh R. 1998. Evaluation of center pivot irrigation in karaj. Iranian Journal of Agricultural sciences, 2(2) (In Persian).
- Sohrabi T., Fatollahzade F. 1997. The Study Of runoff in low-pressure sprinkler irrigation systems, Iranian Journal of Agricultural sciences, 2(2) (In Persian).
- Stern J., Bresler E. 1983. Nonuniform sprinkler irrigation and crop yield. Irrigation Science, 4, pp.17-29.
- Timmer W.L., Perkins W.A. 1987. Irrigation efficiency of center pivot sprinkler, ASAE. pp.87-2594.