نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۴، مرداد - شهریور ۱۳۹۹، ص. ۱۰۷۸-۱۰۶۷

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 14, Agu.-Sept. 2020, p. 1067-1078

امکان‌سنجی کشت گلخانه‌ای با استفاده از آبیاری چگالشی (گیاه مورد مطالعه: ریحان)

حسین عرب نژاد[۱]، فرهاد میرزایی[۲]، حمیده نوری[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۱

چکیده

شوری‌زدایی یکی از راه‌های مقابله با کمبود منابع آب در بخش کشاورزی، بخصوص در مناطقی که دارای منابع آب‌شور و لب‌شور هستند، می‌باشد. آبیاری چگالشی به‌عنوان روشی برای آبیاری با استفاده از آب بی‌کیفیت و انرژی خورشیدی، ترکیبی از آبیاری زیرسطحی و دستگاه تقطیر ساده خورشیدی است. در این تحقیق باهدف بررسی توان آبیاری چگالشی برای تأمین نیاز آبی گیاهان، طرحی به مساحت دو متر مربع در گلخانه ایجاد شد. برای این منظور مخزنی (رطوبت‌ساز) به ابعاد ۱۵×۷۰×۱۷۰ سانتی‌متر ساخته شد که آب‌شور موجود در آن با استفاده از یک المنت گرمایشی تبخیر می‌شد. بخارآب هوای بالای سطح آب‌شور را گرم و مرطوب می‌کرد. این هوا به ۵ عدد لوله‌ی منفذدار به طول دو متر که با فواصل ۲۰ سانتی‌متر در عمق ۸ سانتی‌متری خاک دفن بودند دمیده می‌شد. سپس بخارآب در داخل جدار لوله و خاک میعان کرده و آب مورد نیاز گیاهان ریحان که در خاک کشت شده بودند را تأمین می‌نمود. نتایج نشان داد که رطوبت ساز روزانه به‌طور متوسط ۱۲۵۵۰ میلی‌لیتر آب را به‌صورت بخارآب، وارد لوله‌های منفذدار نمود و از این مقدار به‌طور متوسط ۴۱۶۷ میلی‌لیتر در خاک و لوله به آب مایع تبدیل می‌شد. همچنین این سیستم با آبیاری متوسط روزانه بیش از دو میلی‌متر توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان را داشت و تولید ماده تر و خشک در آبیاری چگالشی نسبت به گلدان‌های شاهد ۳۲ و ۶۳ درصد بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: آب‌شور، آبیاری، انرژی خورشیدی، شوری‌زدایی

مقدمه

افزایش نیاز به آب به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، کشاورزان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی را مجبور کرده که از آب‌های باکیفیت پایین، مانند آب‌های شور و پساب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری برای آبیاری گیاهان استفاده کنند. این آب‌ها، قبل از مصرف می‌بایست اصلاح و شوری‌زدایی شوند تا به محصول و همچنین خاک و به‌طورکلی محیط‌زیست آسیبی وارد نکنند (Mashaly et al., 2015).

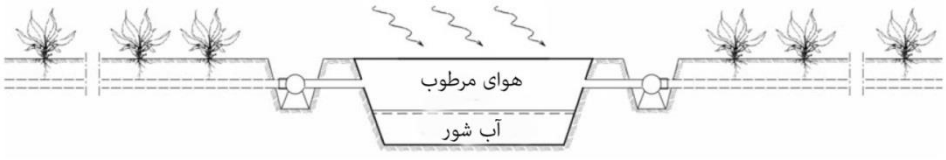
روش‌های معمول شوری‌زدایی مانند اسمز معکوس و الکترودیالیز، مصرف انرژی زیادی دارند (Li et al., 2013; Maia et al., 2019) و موجب انتشار مقادیر زیاد گاز کربن دی‌اکسید می‌شوند (Sharon and Reddy, 2015). مصرف آب‌های حاصل از طرح‌های شوری‌زدایی در بخش کشاورزی مقرون‌به‌صرفه نیست و لذا فقط دو درصد از آب تولیدی از این طرح‌ها در این بخش مصرف می‌شود (Burn et al., 2015). بسیاری از کشورها مانند ایران که در کمربند میانی کره زمین قرارگرفته از پتانسیل بالایی برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی برخوردار هستند، به‌طوری‌که میزان تابش دریافتی در ایران در طول دو ماه برابر کل منابع سوخت فسیلی این کشور است (Bahrami and Abbaszadeh, 2013; Gorjian et al., 2013). بنابراین استفاده از انرژی خورشیدی برای شوری‌زدایی نه‌تنها عقلانی بلکه ضروری به‌نظر می‌رسد. علاوه بر این در این کشورها منابع قابل‌توجه آب‌شور وجود دارد و شرایط برای استفاده از انرژی خورشیدی برای شوری‌زدایی بسیار مناسب است (Gorjian and Ghobadian, 2015).

تقطیر خورشیدی یک روش حرارتی برای حذف آلودگی‌ها از آب‌شور و یا آب ناخالص با استفاده از انرژی خورشید است. فن‌آوری تقطیر خورشیدی به دو دسته کلی تقطیر خورشیدی منفعل و فعال تقسیم‌بندی می‌شوند. در فن‌آوری تقطیر خورشیدی منفعل از انرژی مستقیم خورشید استفاده می‌شود، درحالی‌که در تقطیر خورشیدی فعال از برخی منابع انرژی خارجی (کلکتور حرارتی، صفحه‌های فتوولتاییک، سیستم ترکیبی و غیره) استفاده می‌شود (Manchanda and Kumar,

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲- دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: hnoory@ut.ac.ir)

(2017). تقطیر خورشیدی منفعل یک روش ساده، کم‌هزینه و سازگار با محیط‌زیست برای تولید آب شیرین است که در سراسر جهان مورداستفاده قرار می‌گیرد (Tiwari and Sahota, 2017).

آبیاری چگالشی درواقع ترکیبی از یک دستگاه تبخیر خورشیدی ساده و سیستم آبیاری زیرسطحی است. روش کار به این صورت است که ابتدا آب‌شور وارد دستگاه تبخیر خورشیدی (رطوبت ساز) می‌شود و با جذب انرژی خورشیدی تبخیر می‌گردد، بخارآب تولیدشده هوای بالای سطح آب‌شور را گرم و مرطوب می‌کند. این هوای گرم و مرطوب به لوله‌های منفذدار مدفون در زمین منتقل می‌شود و با خنک شدن بخارآب، میعان می‌کند و قطرات آب شیرین تشکیل می‌شوند که با نفوذ از منافذ لوله، خاک منطقه ریشه را آبیاری می‌کند. بعلاوه مقداری بخارآب نیز وارد خاک می‌شود، که در اثر میعان به آب مایع تبدیل می‌گردد و در آبیاری خاک شرکت می‌کند Chouaib and (Chaibi, 2014). همچنین آبیاری چگالشی موجب تهویه بهتر خاک نیز می‌شود (Lindblom and Nordell, 2007). شکل ۱ شماتیک آبیاری چگالشی برای آبیاری گیاهان را نشان می‌دهد.



شکل ۱- طرح شماتیک آبیاری چگالشی که لوله‌های منفذدار مدفون در محیط ریشه به دستگاه رطوبت‌ساز متصل هستند (Lindblom and Nordell, 2007)

لازم به ذکر است که میعان یک پدیده گرماده است، لذا وقتی بخارآب، درون لوله‌ها و خاک میعان می‌کند، گرمای حاصل از میعان، باعث گرم‌تر شدن لوله و خاک اطراف آن شده و میعان کاهش می‌یابد. برای جلوگیری از کاهش تولید، می‌توان در طول شب، هوای خنک را به درون لوله‌ها هدایت نمود تا دما مجدداً کاهش یابد و نرخ تولید آب شیرین افزایش یابد (Lindblom and Nordell, 2006a).

در زمان طراحی آبیاری چگالشی می‌بایست به مواردی نظیر طول لوله‌ها و فاصله‌ی آن‌ها، همچنین نوع خاک توجه نمود. برای مثال فاصله‌ی بیشتر لوله‌ها باعث بیشتر شدن تولید آب شیرین در واحد طول لوله خواهد شد، اما این امر، میزان آب تولیدی در واحد سطح را کاهش خواهد داد. همچنین میعان به دلیل خنک شدن جریان هوا درطول لوله، کاهش پیدا می‌کند Lindblom and Nordell, (2006b). نیاز آبی گیاه، عمق ریشه و حساسیت گیاه به دمای منطقه ریشه نیز باید مدنظر قرار گیرد (Lindblom, 2012). لازم به ذکر است که در بیشتر گیاهان دمای تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد سبب تحریک رشد ریشه می‌شود (Arai-Sanoh et al., 2010)، اما دماهای بالاتر می‌تواند موجب تنفس و کاهش رشد ریشه شود Rachmilevitch et (al., 2006). لذا باید حداکثر دمای قابل‌تحمل ریشه‌ی گیاه را نیز در نظر گرفت تا دمای زیاد، رشد گیاه را تهدید نکند.

در آبیاری چگالشی فواصل بین لوله‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که دمای غیرقابل تحمل برای رشد ریشه در نزدیکی جدار لوله‌ها اتفاق بیافتد، اما در منطقه بین دو لوله، دما کمتر از این مقدار باشد. لذا ریشه گیاه می‌تواند به‌راحتی در فضای بین لوله‌ها رشد و نمو کند اما هرگز به داخل منافذ لوله وارد نشود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که ورود ریشه گیاهان به داخل منافذ یا قطره‌چکان‌های سیستم‌های آبیاری زیرسطحی از مشکلات عمده این سیستم‌هاست Camp, (1998)، اما در آبیاری چگالشی به‌طور طبیعی از بروز این مسئله جلوگیری می‌شود (Lindblom, 2012).

سیستم‌های آبیاری زیرسطحی در مقایسه با دیگر روش‌های آبیاری امتیازات زیادی دارند ازجمله بالا بودن راندمان آبیاری، کاهش تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی، حذف رواناب و عدم تداخل لوله‌ها و تأسیسات با عملیات کشاورزی (Ayars et al., 2015). اما آبیاری چگالشی امتیازات بیشتری دارد برای نمونه در این سیستم می‌توان با استفاده از انرژی خورشیدی، از آب بی‌کیفیت برای آبیاری گیاهان استفاده نمود. همچنین میزان تولید آب برای آبیاری در این سیستم از نیاز آبی گیاه پیروی خواهد کرد، به‌طوری‌که در روزهای آفتابی که نیاز آبی گیاه بیشتر است، رطوبت ساز نیز می‌تواند بخارآب بیشتری تولید نماید (Lindblom, 2012).

گوستافسون و لیندبلوم (۲۰۰۱) ، با حل معادلات، میزان آبیاری توسط آبیاری چگالشی را ۴/۶ میلی‌متر در روز محاسبه نمودند. آن‌ها همچنین یک طرح پایلوت بدون حضور گیاه و در مزرعه ایجاد کردند و بیان نمودند که به دلیل برخی مفروضات نمی‌توان نتایج حاصل را به‌عنوان صحت محاسبات در نظر گرفت Gustafsson and (Lindblom, 2001). لیندبلوم (۲۰۱۲) یک مدل ریاضی برای آبیاری چگالشی ارائه داد تا انتقال حرارت و رطوبت در خاک غیراشباع را شبیه‌سازی کند. نتایج نشان داد درصورتی‌که دمای هوای اشباع ورودی به لوله ۷۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به ازای فواصل ۱/۲ متر لوله‌ها ، میزان آبیاری ۳/۴۴ میلی‌متر در روز خواهد بود Lindblom, (2012). لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲)، همچنین به بررسی عملی آبیاری چگالشی پرداختند. برای نمونه آن‌ها در آزمایشی که بدون حضور گیاه

انجام شد و دمای هوای ورودی بـه لولـه ۴۶/۲ درجـه سـانتی‌گـراد و رطوبت نسبی آن ۷۱ درصد بود، میزان آبیاری ۱/۱۶ میلی‌متـر در روز را گزارش دادند (Lindblom and Nordell, 2012).

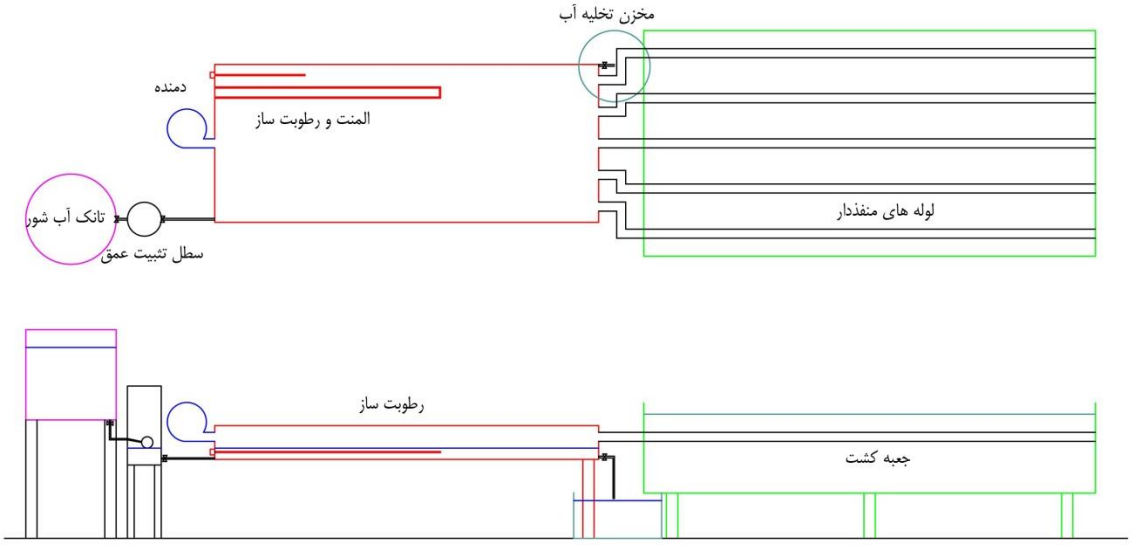
در تونس شوایب و چـایبی (۲۰۱۴)، یـک طـرح پـایلوت آبیـاری چگالشی بدون حضور گیاه را موردبررسی قراردادند و نتیجه گرفتند که بیشترین میعان در ساعات شب و صبحگاه صورت می‌گیرد و همچنین محاسبات تبخیرتعـرق نشـان داد کـه حـداکثر نیـاز آبـی گوجـه ۳/۵ میلی‌متر در روز بود و آبیاری چگالشی مورد آزمایش آن‌ها توان تأمین ۱۵ درصد از آن را داشت (Chouaib and Chaibi, 2014). اوکاتی و همکاران (۲۰۱۶)، به بررسی و حل عددی معادلات مربوط به آبیـاری چگالشی پرداختند و نتیجه گرفتند که تولید آب شیرین در هر متر لوله ۳/۸ کیلوگرم در ساعت می‌تواند باشـد (Okati et al., 2016). آن‌هـا در پژوهشی دیگر با استفاده از محاسبات عددی برای آبیاری چگالشی با ۸ عدد لوله منفذدار به طول ۵۰ متر میزان آبیاری ۲۶۴/۸۶ لیتـر در روز را محاسـبه نمودنـد (Okati et al., 2018). کـه ایـن مقـدار محاسبه‌شده بسیار بیشتر از تحقیقات گذشته است. در محاسبات آن‌ها فرض شده بود که تمام بخارآب در خاک میعـان مـی‌کنـد. یوسـفی و همکاران در مزرعه دانشگاه اهواز و در خاک با بافت لومی یک طـرح آبیاری چگالشی بدون حضور گیاه ایجاد نمودند. طرح آن‌ها شامل یک لوله‌ی منفذدار ۲۵ متری بود که به یک رطوبت‌ساز متصل شـده بـود. نتایج نشان داد که میزان آبیاری ۱/۵ میلی‌متر در روز بود (Yousefi et al., 2017). احمدی مقدم و همکاران (۱۳۹۸) بـا حـل معـادلات ریاضی، مقدار تولید آب شیرین در آبیاری چگالشی را تا ۵/۱۵ لیتـر در هر متر لوله در روز محاسبه نمودند.

هدف اصلی این پژوهش یافتن راهی است تا بتوان بـا اسـتفاده از آب بی‌کیفیت و انرژی خورشیدی، برای تولید محصـولات کشـاورزی آب شیرین ارزان‌قیمت تولید نمود. در هیچ‌کدام از پژوهش‌های گذشته آبیاری چگالشی با حضور گیاه موردبررسی عملی قرار نگرفت و تـأثیر استفاده از آبیاری چگالشی بر رشد گیاه و تأمین نیاز آبی گیاه مشخص نیست. تاکنون تحقیقات محدودی درزمینهٔ روش آبیاری چگالشی و بررسی قابلیت‌ها و مشکلات احتمـالی ایـن روش آبیـاری بـر اسـاس شوری‌زدایی آب صورت گرفته است و امکـان‌پـذیری کشـت گیاهـان مختلف با استفاده از این روش آبیاری کمتر مـورد بررسـی قرارگرفتـه است. در این پژوهش، یک طرح کوچک آبیاری چگالشـی در گلخانـه ایجاد شـد و امکـان کشـت گیـاه ریحـان موردبررسـی قـرار گرفـت. همچنین میزان آب شیرین تولیدی و میزان بخارآبی که از سطح خاک خارج می‌شد نیز برآورد شد. دمای خاک نیز در دوره‌های مختلف پایش شد.

مواد و روش

آبیاری چگالشی مورد آزمایش

یک طرح کوچک کشـت گلخانـه‌ای کـه بـا اسـتفاده از آبیـاری چگالشی آبیاری می‌شد در گلخانه پردیس کشاورزی و منـابع طبیعـی دانشگاه تهران ایجاد شد. این طرح کوچک مساحتی برابر دو مترمربـع داشت و گیاه موردبررسی گیاه ریحان بود. همچنین تعداد ۵ گلدان نیز به کشت شاهد اختصاص یافت که با استفاده از آبپاش دستی بـه‌طـور کامل آبیاری می‌شدند به‌طوری‌که در ابتـدا وزن گلـدان‌هـا در حالـت رطوبت ظرفیت زراعی انـدازه‌گیـری شـد و هـر روز بـا وزن‌گیـری و آبیاری، کمبود رطوبت خاک جبران می‌شد. نمای کلی آبیاری چگالشی در شکل ۲ و ۳ نشان داده‌شده است.



شکل ۲- طرح شماتیک جعبه کشت و لوله‌های منفذدار که به سیستم رطوبت ساز متصل شده‌اند

شکل ۳- نمای کلی آبیاری چگالشی موردبررسی در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

در کف رطوبت‌ساز، یک المنت مجهز به ترموستات نصب شد تا دمای آب موجود در رطوبت‌ساز را در دمای موردنظر ثابت نگه دارد. البته لازم به ذکر است که با استفاده از سیستم‌هایی شبیه به آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی، در عمل و در مزرعه می‌توان دمای آب را تا میزان لازم بالا برد و از این نظر محدودیتی وجود ندارد. همچنین برای سنجش دما از یک دماسنج جیوه‌ای دقیق استفاده شد. رطوبت‌ساز در ابعاد ۱۷۰ سانتی‌متر طول، ۷۰ سانتی‌متر عرض و ۱۵ سانتی‌متر ارتفاع و از جنس آهن گالوانیزه ساخته‌شد که وجه بالایی آن پلاستیک شفاف بود. در یک سمت آن یک منفذ دایره‌ای به قطر ۴۰ میلی‌متر برای نصب دمنده و در سمت دیگر آن پنج خروجی به قطر ۴۰ میلی‌متر نصب شد تا لوله‌های منفذدار به آن متصل شوند. همچنین برای ثابت نگه‌داشتن عمق آب‌شور، یک ورودی به قطر شش میلی‌متر تعبیه شد تا با یک شلنگ به سیستم تثبیت عمق آب متصل گردد. در طرف دیگر حوضچه نیز لوله شش میلی‌متری خروج آب قرار گرفت.

برای اینکه هوای مرطوب به لوله‌های منفذدار جریان داشته باشد از یک دمنده که هوای اطراف را به درون رطوبت‌ساز هدایت می‌کرد استفاده شد. این دمنده قابلیت تنظیم سرعت هوا را داشت، لذا می‌توان سرعت جریان هوا به رطوبت‌ساز و لوله‌های مدفون را با تنظیم دریچه، کنترل نمود. سرعت هوای عبوری از رطوبت‌ساز باید آن‌قدر کم باشد تا هوا، فرصت کافی برای جذب رطوبت را داشته باشد و از رطوبت اشباع شود. از طرفی سرعت هوا در لوله منفذدار باید به‌قدری باشد تا توانایی این را داشته باشد که به انتهای لوله برسد و در خاک جعبه کشت منتشر گردد.

برای سنجش توانایی آبیاری چگالشی در تأمین نیاز آبی و تأثیر این روش بر رشد و نمو گیاه، مانند افزایش دمای ناشی از عملکرد سیستم بر رشد گیاهان، محیط کشت به مساحت دو متر مربع به آبیاری چگالشی اختصاص یافت. همچنین برای مقایسه رشد گیاه و سنجش تعرق پتانسیل تعداد ۵ گلدان با استفاده از آبپاش دستی، به‌طور کامل آبیاری می‌شد. آبیاری چگالشی در خاک‌های سبک و متخلخل عملکرد بهتری دارد (Lindblom, 2012)، لذا خاک مورد آزمایش ترکیبی از یک قسمت شن، یک قسمت کود گاوی پوسیده و سه قسمت خاک‌برگ بود. به‌این‌ترتیب می‌توان تأثیر استفاده از آبیاری چگالشی و تنش‌های آبی و حرارتی احتمالی را با کشت شاهد مقایسه نمود. زیرا تمامی عوامل مانند دمای هوا و رطوبت هوا برای هر دو محیط کشت برابر بود و تنها عامل متفاوت، استفاده یا عدم استفاده از آبیاری چگالشی بود. برای آبیاری به روش چگالشی، تعداد پنج لوله‌ی منفذدار هرکدام به طول ۲۰۰ سانتی‌متر و قطر ۴۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. فاصله لوله‌های مدفون از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بود. گیاه مورد مطالعه در این پژوهش ریحان بود و چون این گیاه عمق ریشه کمی دارد، لذا لوله‌های منفذدار در عمق ۸ سانتی‌متری از سطح خاک نصب شدند.

در کنار دستگاه رطوبت‌ساز یک سطل تثبیت عمق آب قرار گرفت که مجهز به یک شناور بود تا عمق آب درون آن ثابت بماند. این سطل ازیک‌طرف متصل به شلنگ آب ورودی رطوبت‌ساز و از طرف دیگر متصل به تانک آب‌شور بود. واضح است که حجم آب کاهش‌یافته درون تانک آب‌شور، برابر با حجم آب ورودی به رطوبت‌ساز خواهد بود.

طراحی آبیاری چگالشی باید به‌گونه‌ای باشد که بیشترین تولید آب شیرین محقق شود ولی دمای زیاد خاک، رشد گیاه را تهدید نکند. برای این منظور ترموستات رطوبت‌ساز روی دمای ۴۵ درجه تنظیم شد تا دمای خاک هرگز بیشتر از تحمل گیاه نشود. البته ترموستات

مقداری نوسان دمایی داشت اما اندازه‌گیری دما در ساعات مختلف نشان داد که متوسط دمای آب ۴۵ درجه بود.

برای این آزمایش هدایت الکتریکی آب‌شور موجود در رطوبت‌ساز تا ۱۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر نگه‌داشته شد. برای این منظور ابتدا آب با هدایت الکتریکی ۱۰ میلی‌موس تهیه و در رطوبت‌ساز ریخته شد، در روز بعد طبیعتاً مقداری از آب تبخیر شده و در قالب رطوبت به لوله‌های مدفون هدایت می‌شد. بنابراین فردای آن روز آب مقطر در تانک تغذیه ریخته می‌شد. لذا همواره در شروع هرروز، آب با هدایت الکتریکی ۱۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر در رطوبت‌ساز موجود بود.

روش انجام آزمایش (اندازه‌گیری‌های داده)

بعدازاینکه آبیاری چگالشی ایجاد شد. هرروز در ساعت هشت، آب در تانک آب‌شور ریخته می‌شد و شیر ورودی آب به حوضچه باز می‌شد. سپس با تنظیم ترموستات المنت، دمای آب به ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسید. سپس دمنده روشن می‌شد تا هوای گرم و مرطوب تولیدشده به داخل لوله‌های منفذدار جریان یابد. در ساعت ۱۸ هرروز نیز سیستم خاموش می‌شد.

در تاریخ ۲۴ اسفند و بعد از گذشت ۵ روز که سیستم به تعادل رسید و مقداری رطوبت در خاک جعبه کشت ذخیره شد، کشت نشاء ریحان به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر در جعبه کشت انجام شد، در گلدان‌های شاهد نیز هرکدام یک نشا ریحان کشت شد. به‌این‌ترتیب تعداد ۵۰ گیاه ریحان در جعبه کشت وجود داشت. لازم به ذکر است برای تثبیت نشاءهای کشت‌شده در جعبه کشت یک‌بار آبیاری به میزان دو لیتر انجام شد.

با اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک موجود در جعبه‌ی کشت، می‌توان میزان آب تولیدی توسط سیستم را اندازه‌گیری نمود. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک هرروز و به مدت ۲۰ روز، نمونه خاک به وزن ۲۰۰ گرم از مکان‌های مختلف جعبه کشت و از اعماق ۴، ۱۲ و ۲۰ سانتی‌متر در ساعت ۱۸ برداشته می‌شد و وزن خشک نمونه نیز اندازه‌گیری می‌شد. هرروز و به مدت بیست روز از تاریخ چهارم فروردین (نه روز بعد از کاشت نشاء) تا ۲۳ فروردین (۲۸ روز بعد از کاشت نشاء)، در ساعت ۱۶ دمای گلخانه، دمای آب، هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها و دمای شش نقطه از خاک در نزدیکی جدار لوله‌ی دوم و وسط لوله‌ی دوم و سوم در ابتدا، وسط و انتهای جعبه‌ی کشت در عمق ۸ سانتیمتری اندازه‌گیری شد.

ترکیب خاک گلدان‌های شاهد نیز مشابه خاک جعبه کشت بود. برای اندازه‌گیری میزان تعرق گیاهان، ابتدا رطوبت ظرفیت زراعی خاک به دست آمد که برابر ۳۵/۴۳ درصد بود. سپس این خاک به گلدان‌های شاهد انتقال یافت و وزن آن یادداشت شد. هرروز گلدان‌ها وزن و آبیاری می‌شدند و روی سطح خاک نیز با کارتن کاغذی پوشیده شد تا فقط میزان تعرق پتانسیل گیاه به دست آید.

بعد از پایان آزمایش مشخص شد که متوسط وزن تر گیاهان جعبه کشت ۱۱/۰۶ گرم بود و فرض می‌کنیم که گیاهان هم‌وزن مقدار تعرق مشابهی خواهند داشت، لذا در این پژوهش متوسط تعرق گیاهانی از گلدان‌های شاهد انتخاب شد که مشابهت بهتری با متوسط وزن گیاهان جعبه کشت داشته باشند. به‌بیان‌دیگر متوسط وزن تر گیاهان شاهد دو و سه و چهار ۱۱/۰۳ گرم بود و متوسط تعرق این سه گیاه به‌عنوان متوسط تعرق گیاهان جعبه کشت لحاظ شد.

هر دو روز یک‌بار ارتفاع تمام گیاهان جعبه کشت و شاهد اندازه‌گیری می‌شد و این اندازه‌گیری‌ها تا زمان برداشت محصول ادامه داشت. بعد از برداشت محصول در تاریخ ۲۵ فروردین، وزن تر و خشک گیاهان نیز اندازه‌گیری شد.

در این تحقیق سعی شد که اجزای مختلف بیلان آب در سیستم موردمطالعه اندازه‌گیری گردد. از کل آبی که در رطوبت‌ساز تبخیر می‌شود و در قالب بخارآب به لوله‌های منفذدار وارد می‌شود، مقداری در خاک و لوله میعان می‌کند که همان تولید آب شیرین توسط سیستم است و مقداری به همان صورت بخارآب از سطح خاک خارج می‌شود که جزو تلفات سیستم خواهد بود. از مقدار آبی که در خاک و لوله تولید می‌شود، مقداری موجب تغییرات ذخیره آب در خاک و مقداری نیز صرف تعرق گیاه می‌شود. به دلیل اینکه آبیاری به‌صورت زیرسطحی انجام می‌شود به نظر می‌رسد که می‌توان از تبخیر سطحی آب صرف‌نظر نمود. برای به دست آوردن میزان تعرق گیاه، از میزان تعرق در گلدان‌های شاهد استفاده‌شده که قبلاً توضیح داده شد.

$$EW = CW + ESW \quad (۱)$$

$$CW = T_{crop} + \Delta S \quad (۲)$$

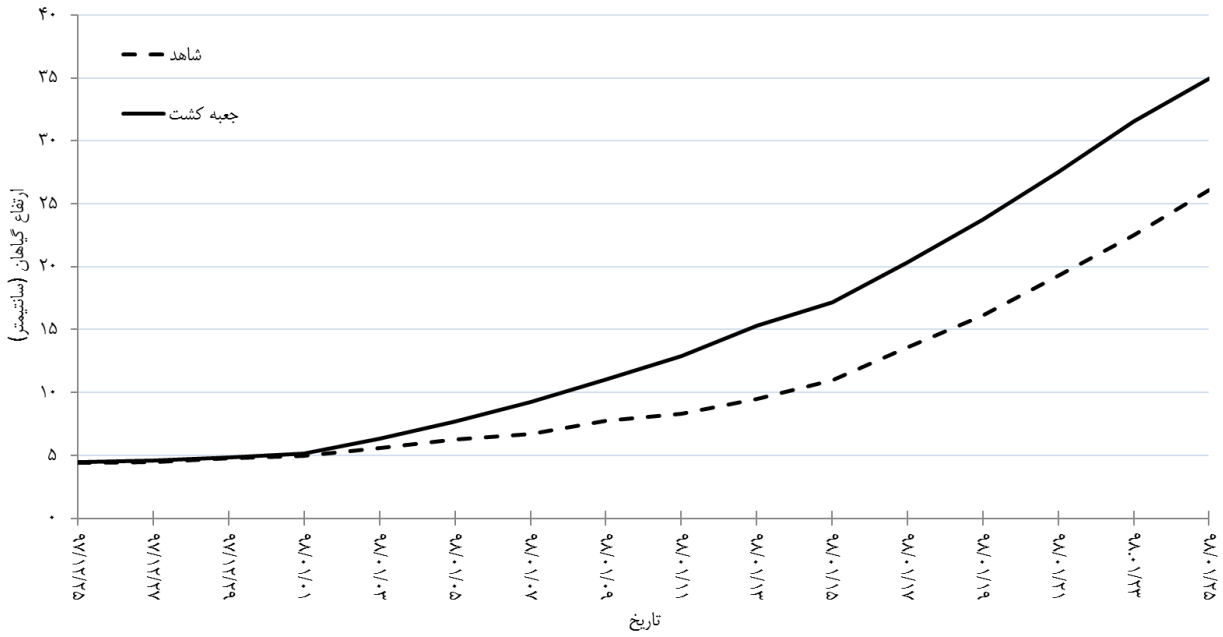
در روابط ۱ و ۲ ، EW آب‌شور تبخیر شده در رطوبت‌ساز، CW مقدار آب تولیدشده در خاک و لوله‌ها، ESW بخارآب خارج‌شده از سطح خاک، T_{crop} تعرق انجام‌شده توسط گیاه، و ΔS تغییرات ذخیره آب در خاک است. لازم به ذکر است کلیه پارامترها برحسب میلی‌لیتر است.

نتایج و بحث

رشد و ماده گیاهی تولیدشده ریحان

در شکل ۴ نمودار متوسط ارتفاع گیاهان از ۲۵ اسفند (یک روز بعد از کاشت نشاء) تا ۲۵ فروردین (۳۰ روز بعد از کاشت و هم‌زمان با برداشت) ارائه‌شده است. خط‌چین نشان‌دهنده ارتفاع گیاهان گلدان‌های شاهد است و خط پررنگ ارتفاع گیاهان جعبه کشت که با استفاده از آبیاری چگالشی آبیاری می‌شوند را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است گیاهان در آبیاری چگالشی رشد بسیار بیشتری داشتند. لازم به ذکر است در ابتدای انتقال نشاء، متوسط

ارتفاع گیاهان برابر ۴/۴ سانتی‌متر بود ولی بعدازآن گیاهان جعبه کشت رشد بیشتری داشتند به‌گونه‌ای که در زمان برداشت، متوسط ارتفاع گیاهان جعبه کشت و گلدان‌های شاهد به ترتیب ۳۵ و ۲۶/۱ سانتی‌متر بود. به‌عبارت‌دیگر ارتفاع گیاهان جعبه کشت که با آبیاری چگالشی آبیاری می‌شدند در روز برداشت ۳۴ درصد بیشتر از ارتفاع گیاهان در گلدان‌های شاهد بود. شکل شماره ۵ وضعیت گیاهان در جعبه کشت را در روز برداشت نشان می‌دهد.



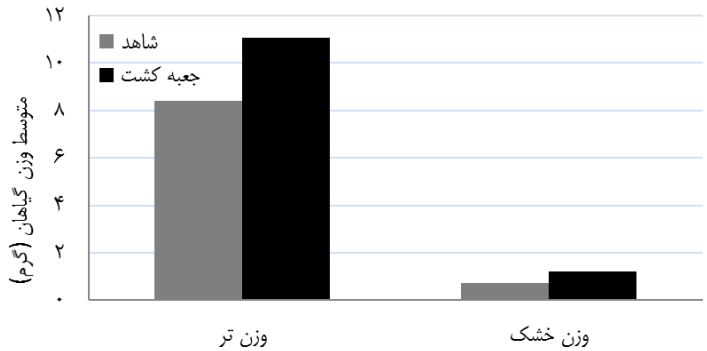
شکل ٤- ارتفاع گیاهان در روزهای مختلف تا روز برداشت

خط پررنگ متوسط ارتفاع گیاهان در آبیاری چگالشی و خط‌چین متوسط ارتفاع گیاهان در گلدان‌های شاهد است.

شکل ۵- وضعیت گیاهان ریحان جعبه کشت در روز برداشت (۲۵ام فروردین)

شکل ۶ نمودار ستونی متوسط وزن تر و خشک گیاهان جعبه کشت و گلدان‌های شاهد را نشان می‌دهد. ستون‌های تیره متوسط وزن تر و خشک گیاهان جعبه کشت و ستون‌های روشن متوسط وزن تر و خشک گیاهان گلدن‌های شاهد هستند. همان‌گونه که مشخص است متوسط وزن تر و خشک گیاهان جعبه کشت به ترتیب حدود ۳۲ و ۶۳ درصد بیشتر از متوسط وزن تر و خشک گیاهان شاهد بود. لذا تولید گیاهی در آبیاری چگالشی بیشتر از گلدان‌های شاهد بوده است که می‌توان این تفاوت را به تهویه خوب و دمای مناسب خاک در

سیستم آبیاری چگالشی موردمطالعه نسبت داد، زیرا که پژوهش‌های گذشته نشان داده است که تزریق هوا به خاک تأثیر مثبت بر رشد گیاهان داشت (Ben-Noah and Friedman, 2016) و همچنین دمای مناسب خاک، تأثیر مثبت بر رشد و نمو ریشه، جذب بهتر آب و مواد غذایی و درنهایت رشد گیاهان داشته است Onwuka and (Mang, 2016). شکل‌های ۴ و ۶ نشان می‌دهد که آبیاری چگالشی توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان را دارد و همچنین دمای ایجادشده توسط سیستم، رشد گیاهان ریحان را محدود نکرده است.

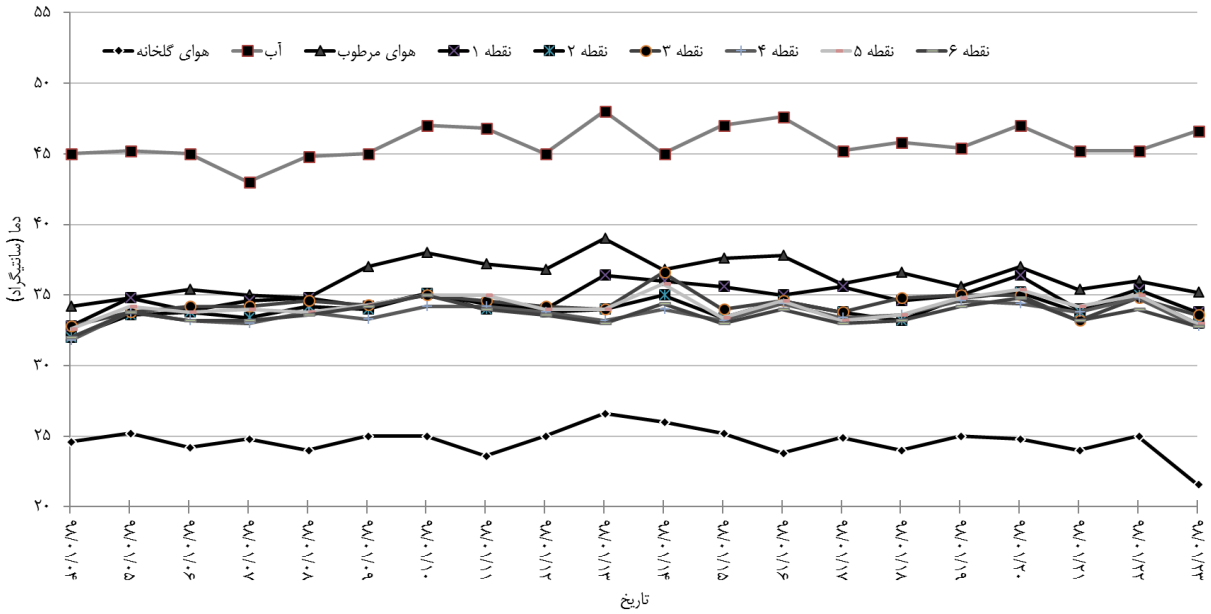


شکل ٦- وزن تر و خشک گیاهان جعبه کشت و گلدان‌های شاهد

ستون‌های تیره متوسط وزن تر و خشک گیاهان جعبه کشت و ستون‌های روشن متوسط وزن تر و خشک گیاهان گلدان‌های شاهد

دمای هوای گلخانه، آب موجود در رطوبت‌ساز، هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها و خاک

شکل ۷ نمودار خطی دمای هوای گلخانه، آب موجود در رطوبت‌ساز، هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها و شش نقطه از خاک در آبیاری چگالشی را نشان می‌دهد. جدول ۱ نیز متوسط دمای موارد یادشده در طی این ۲۰ روز را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است دمای آب موجود در رطوبت‌ساز و هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها به‌طور متوسط ۴۵/۷ و ۳۶/۳ درجه سانتی‌گراد و دمای خاک در نقاط مختلف خاک به‌طور متوسط ۳۴/۱ درجه سانتی‌گراد بود. لازم به ذکر است که در بیشتر گیاهان دمای تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد سبب تحریک رشد ریشه می‌شود (Ayars et al., 2015)، اما دماهای بالاتر می‌تواند برای اکثر گیاهان مضر باشد Rachmilevitch et al., (2006).



شکل ۷- دمای گلخانه، آب موجود در رطوبت‌ساز، هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها و نقاط مختلف خاک اندازه‌گیری شده

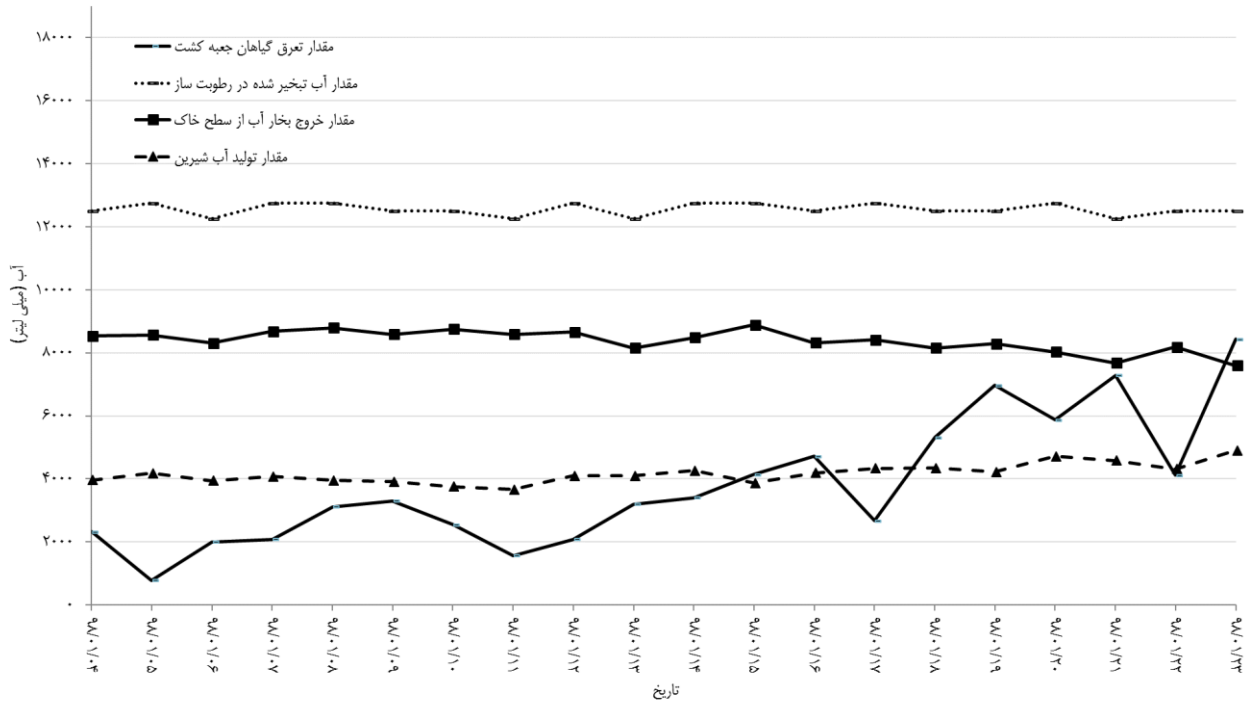
جدول ۱- مقادیر متوسط دمای گلخانه، آب‌شور موجود در رطوبت‌ساز، هوای مرطوب ورودی به لوله‌ها و نقاط مختلف خاک

	هوای گلخانه	آب	هوای مرطوب	نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳	نقطه ٤	نقطه ٥	نقطه ٦
متوسط دما در طی ۲۰ روز (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۶	۴۵/۷	۳۶/۳	۳۴/۸	۳۴/۰	۳۴/۴	۳۳/۷	۳۴/۲	۳۳/۶

مقادیر دمای خاک در نقاط مختلف (۱ تا ۶) نزدیک به هم است و مقادیر آن نزدیک به مقادیر دمای هوای مرطوب ورودی است. در مدل فیزیکی لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) در آزمایشی که در یک خاک شنی انجام‌شده بود و سطح خاک با یک پلاستیک پوشیده شده بود و دمای هوای ورودی به لوله ۴۰/۷ بود، دمای خاک نزدیک جدار لوله به ۳۶ درجه رسید (Lindblom and Nordell 2012). می‌توان تفاوت در دمای خاک را به اختلاف دمای هوای ورودی و تفاوت در نوع خاک و عدم پوشش سطح خاک در این پژوهش نسبت داد.

بیلان آب

شکل ۸ میزان آب‌شور تبخیر شده در بخش رطوبت ساز سیستم، تعرق گیاهان جعبه کشت، مقدار خروج بخارآب از سطح خاک و مقدار آب تولیدشده را از تاریخ ۴ فروردین (نه روز بعد از کاشت نشاء) تا ۲۳ فروردین (۲۸ روز بعد از کاشت نشاء) نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است با رشد گیاهان میزان تعرق نیز افزایش‌یافته، به‌طوری‌که در ابتدای دوره رشد میزان تعرق از میزان آب تولیدشده کمتر بود ولی با افزایش تعرق گیاهان، میزان تعرق از میزان آب تولیدی بیشتر شده است. رطوبت ساز به‌طور متوسط ۱۲۵۵۰ میلی‌لیتر آب را به‌صورت بخار وارد لوله‌های منفذدار نمود که از این مقدار به‌طور متوسط ۴۱۶۷ میلی‌لیتر در خاک و لوله به آب مایع تبدیل شد. البته باید اضافه کرد که مقدار تولید آب در روز اول ۳۹۶۶ میلی‌لیتر بود و در آخرین روزبه ۴۹۰۲ میلی‌لیتر رسید.

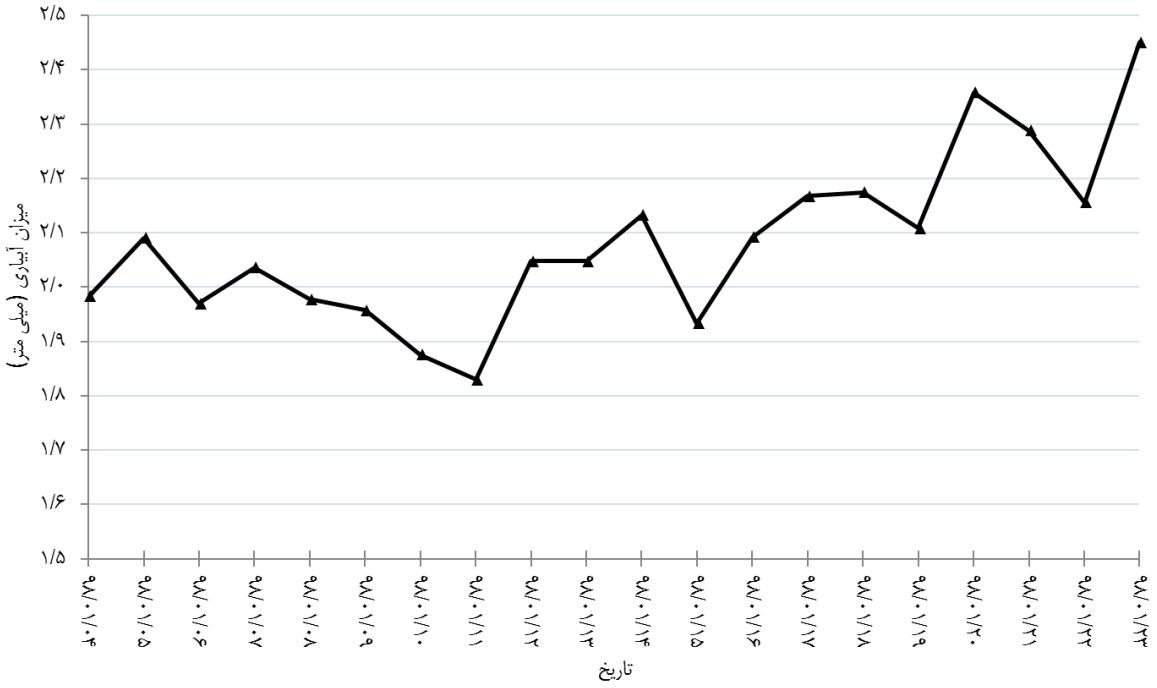


شکل ۸- مقدار آب‌شور تبخیر شده در رطوبت‌ساز، تعرق گیاهان جعبه کشت، خروج بخارآب از سطح خاک و مقدار آب تولیدشده در جعبه کشت

اگر میزان آب تولیدشده در جعبه کشت را بر مساحت جعبه کشت تقسیم نماییم مقدار آبیاری توسط آبیاری چگالشی در هرروز به دست می‌آید. در شکل ۹ میزان آبیاری برحسب میلی‌متر نشان داده‌شده است. از شکل مشخص است که با افزایش رشد گیاهان و افزایش مقدار تعرق میزان آبیاری افزایش داشته است که این افزایش را می‌توان به سایه‌اندازی گیاهان روی خاک و کاهش دمای خاک نسبت

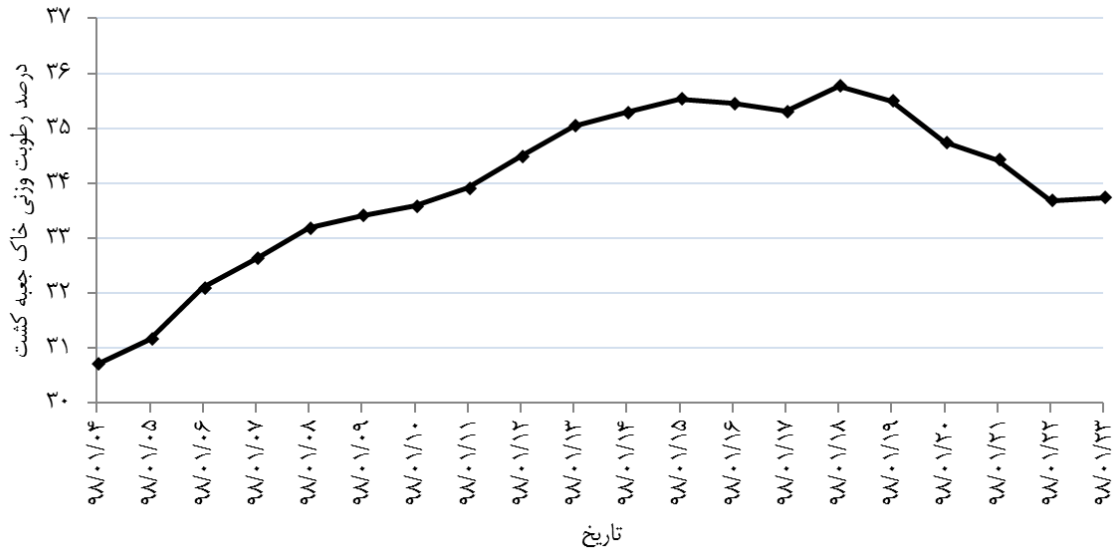
داد، زیرا با رشد گیاهان، خاک جعبه کشت تابش کمتری دریافت می‌کند و درنتیجه مقدار میعان افزایش می‌یابد. همچنین می‌توان احتمال داد که تعرق بیشتر موجب کاهش دمای خاک می‌شود، زیرا که گیاهان، آبی که دمای حدود ۳۴ درجه سانتی‌گراد دارد را جذب می‌کنند و این جذب موجب تخلیه انرژی گرمایی از خاک می‌شود و لذا خاک ظرفیت بیشتری برای میعان کسب می‌نماید. لازم به ذکر است که متوسط میزان آبیاری در طی ۲۰ روز آزمایش ۲/۰۸ میلی‌متر در روز بود. در پژوهش لیندبلوم (۲۰۱۲)، مطابق محاسبات ریاضی، درصورتی‌که دمای هوای اشباع ورودی به لوله منفذدار ۷۰ درجه سانتی‌گراد باشد با فواصل لوله ۱/۲ متر در طول ۳۰ روز مقدار آبیاری ۳/۴۴ میلی‌متر در روز محاسبه شد. در مدل فیزیکی پژوهش لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) برای آزمایشی که به مدت پنج روز ادامه داشت و هوایی با رطوبت نسبی ۹۳ درصد و دمای ۳۹/۷ درجه سانتی‌گراد به یک لوله منفذدار دمیده می‌شد، مقدار آبیاری ۱/۰۲ میلی‌متر در روز اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در پژوهش لیندبلوم تنها از یک لوله منفذدار استفاده‌شده بود (Lindblom and Nordell, 2012).

به نظر می رسد دلیل اختلاف نتایج این پژوهش با مدل فیزیکی لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) سه نکته است. اول اینکه در پژوهش آن‌ها سطح خاک به‌طور کامل با پلاستیک پوشیده شده بود، ولی در این پژوهش، سطح بستر کشت بدون پوشش بود، لذا تبادل حرارت بستر کشت با محیط وجود داشت و این نکته موجب بیشتر شدن میعان و مقدار آبیاری نسبت به پژوهش لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) بود، زیرا که میعان یک پدیده گرماده است و با کاهش دمای بستر کشت، مقدار تولید آب شیرین افزایش پیدا می کند. دوم اینکه در این پژوهش عمق لوله‌های منفذدار ۸ سانتیمتر و در پژوهش لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) ۲۲/۵ سانتیمتر بود و به نظر می رسد عمق کمتر لوله ها موجب بهتر شدن تبادل حرارت و افزایش میعان شده است. سوم اینکه در پژوهش لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) از خاک ۱۰۰ درصد شنی استفاده‌شده است ولی در این پژوهش به دلیل استفاده از مواد آلی در بستر کشت، تبادل حرارت بهتر صورت گرفت و مقدار آبیاری نسبت به پژوهش لیندبلوم و نوردل (۲۰۱۲) بیشتر بود.



شکل ۹- میزان آبیاری توسط آبیاری چگالشی

شکل ۱۰ نیز مقدار رطوبت وزنی خاک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، در ابتدا که میزان تعرق گیاهان کم بوده است رطوبت خاک افزایش‌یافته است، اما با بیشتر شدن نیاز آبی، گیاه هم از آب تولیدشده توسط سیستم تغذیه نموده است هم از ذخیره آب خاک. به‌عبارت‌دیگر میزان رطوبت وزنی خاک جعبه کشت در روز چهارم فروردین حدود ۳۱ درصد بود و ۱۴ روز بعد به حدود ۳۶ درصد رسید و بعدازآن کاهش یافت و در روز قبل از برداشت به حدود ۳۳ درصد رسید. این پژوهش نشان می‌دهد که آبیاری چگالشی قابلیت تأمین کامل نیاز آبی گیاهان را دارد و این در حالی است که در سال ۱۹۹۳ یک شرکت سوئیسی یک طرح آبیاری چگالشی را مورد آزمایش قرارداد و گزارش کرد که نیاز آبی گوجه ۵۰ درصد کاهش یافت (Chouaib and Chaibi, 2014).



شکل ۱۰- تغییرات رطوبت وزنی خاک جعبه کشت در دوره موردبررسی از تاریخ چهارم فروردین تا ۲۳ فروردین

نتیجه‌گیری

در این پژوهش یک طرح کوچک کشت گلخانه‌ای برای کشت ریحان که با استفاده از آبیاری چگالشی آبیاری می‌شد موردبررسی قرار گرفت. همچنین برای سنجش توان آبیاری چگالشی در تأمین نیاز آبی گیاهان، تعداد پنج گلدان که با آبپاش دستی و به‌طور کامل آبیاری می‌شدند نیز به کشت ریحان اختصاص یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که

- آبیاری چگالشی توانایی تأمین کامل نیاز آبی گیاه ریحان را داشت. به‌طوری‌که ارتفاع گیاهانی که با آبیاری چگالشی آبیاری می‌شدند در روز برداشت ۳۴ درصد بیشتر از گیاهانی بود که با آبپاش دستی و به‌طور کامل آبیاری می‌شدند.
- گیاهانی که با استفاده از آبیاری چگالشی آبیاری می‌شدند، رشد بیشتری داشتند که این اختلاف احتمالاً ناشی از تهویه بسیار خوب و دمای مناسب منطقه ریشه بود. به‌طوری‌که متوسط وزن تر و خشک گیاهان در آبیاری چگالشی به ترتیب ۳۲ و ۶۳ درصد بیشتر از متوسط وزن تر و خشک گیاهان در گلدان‌های شاهد بود.
- رطوبت ساز به‌طور متوسط روزانه مقدار ۱۲۵۵۰ میلی‌لیتر آب را به‌صورت بخارآب، وارد لوله‌های سوراخ‌دار نمود که از این مقدار به‌طور متوسط ۴۱۶۷ میلی‌لیتر در خاک و لوله به آب مایع تبدیل شد. البته باید اضافه کرد که مقدار تولید آب در روز اول ۳۹۶۶ میلی‌لیتر بود و در آخرین روز به ۴۹۰۲ میلی‌لیتر رسید، که این افزایش تولید، احتمالاً به دلیل سایه‌اندازی و افزایش تعرق گیاهان و تأثیر این دو عامل در خنک کردن خاک بود. لازم به ذکر است متوسط میزان آبیاری در طی ۲۰ روز آزمایش ۲/۰۸ میلی‌متر در روز بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که آبیاری چگالشی توان تأمین نیاز آبی گیاه ریحان درکشت گلخانه‌ای را دارد. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی آبیاری چگالشی برای آبیاری گیاهان دیگری مانند گوجه که یکی از محصولات اصلی کشت گلخانه‌ای است موردبررسی قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود یک مدل فیزیکی دقیق‌تر که امکان تغییر پارامترهای مختلف در آن وجود داشته باشد نیز ساخته شود و بر اساس نتایج آن، یک مدل ریاضی که قابلیت تخمین میزان آبیاری را داشته باشد ایجاد شود.

منابع

احمدی مقدم، م.، فراهت، س.، عینعلی، ع و ولیزاده، ج. ۱۳۹۸. شبیه‌سازی و طراحی بهینه استخر خورشیدی جهت آبیاری زیرسطحی. نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر. ۵۱, ۵۰۷–۵۲۳.

Arai-Sanoh, Y., Ishimaru, T., Ohsumi, A. and Kondo, M. 2010. Effects of soil temperature on growth and root function in rice. Plant Production Science, 13.3:235–242.

Ayars, J.E., Fulton, A. and Taylor, B. 2015. Subsurface drip irrigation in California-Here to stay? Agricultural Water Management, 157:39–47.

Bahrami, M. and Abbaszadeh, P. 2013. An overview of renewable energies in Iran. Renewable and

of Underground Irrigation by Condensation of Humid Air in Perforated Pipes. Luleå tekniska universitet. Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser.

Maia, C.B., Silva, F.V.M., Oliveira, V.L.C. and Kazmerski, L.L. 2019. An overview of the use of solar chimneys for desalination. Solar Energy. 183:83–95.

Manchanda, H. and Kumar, M. 2017. Performance analysis of single basin solar distillation cum drying unit with parabolic reflector. Desalination, 416:1–9.

Mashaly, A.F., Alazba, A.A., Al-Awaadh, A.M. and Mattar, M.A. 2015. Area determination of solar desalination system for irrigating crops in greenhouses using different quality feed water. Agricultural Water Management. 154:1–10.

Okati, V., Behzadmehr, A. and Farsad, S. 2016. Analysis of a solar desalinator (humidification–dehumidification cycle) including a compound system consisting of a solar humidifier and subsurface condenser using DoE. Desalination. 397:9–21.

Okati, V., Farsad, S. and Behzadmehr, A. 2018. Numerican analysis of an integrated desalination unit using humidification-dehumidification and subsurface condensation processes. Desalination, 433:172–185.

Onwuka, B.M. and Mang, B. 2016. Effects of Soil Temperature on Some Soil Properties and Plant Growth. Advances in Plants and Agriculture Research, 8.1:34–37.

Rachmilevitch, S., Lambers, H. and Huang, B. 2006. Root respiratory characteristics associated with plant adaptation to high soil temperature for geothermal and turf-type Agrostis species. Journal of Experimental Botany, 57.3:623–631.

Sharon, H. and Reddy, K.S. 2015. A review of solar energy driven desalination technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 41:1080–1118.

Tiwari, G.N. and Sahota, L. 2017. Review on the energy and economic efficiencies of passive and active solar distillation systems. Desalination, 401:151–179.

Yousefi, B., Boroomand-nasab, S., Moazed, H. and Nordell, B. 2017. Condensation Irrigation Field Test-Measurements of Soil Moisture. International Journal of Basic Sciences and Applied Research., 6.3:263–268.

Sustainable Energy Reviews, 24:198–208.

Ben-Noah, I. and Friedman, S.P. 2016. Aeration of clayey soils by injecting air through subsurface drippers: Lysimetric and field experiments. Agricultural Water Management, 176:222–233.

Burn, S., Hoang, M., Zarzo, D., Olewniak, F., Campos, E., Bolto, B. and Barron, O. 2015. Desalination techniques - A review of the opportunities for desalination in agriculture. Desalination 364:2–16.

Camp, C.R. 1998. Subsurface drip irrigation: A review. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 41.5:1353–1367.

Chouaib, W. and Chaibi, M.T. 2014. Performance evaluation of condensation-irrigation solar system under arid climate conditions. International Journal of Energy Technology and Policy. 10.2:145–160.

Gorjian, S. and Ghobadian, B. 2015. Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 48:571–584.

Gorjian, S., Hashjin, T.T., Ghobadian, B. and Banakar, A. 2013. Modeling Global Solar Radiation over Iran based on Meteorological Data Using ANN Technique. 11th Iranian Conference on Intelligent Systems(ICIS2013). 9:1–8.

Gustafsson, A.M. and Lindblom, J. 2001. Underground condensation of humid air: a solar driven system for irrigation and drinking-water production.

Li, C., Goswami, Y. and Stefanakos, E. 2013. Solar assisted sea water desalination: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 19:136–163.

Lindblom, J. 2012. Condensation irrigation: a combined system for desalination and irrigation. In Solar Energy. Luleå tekniska universitet.

Lindblom, J. and Nordell, B. 2006a. Subsurface irrigation by condensation of humid air. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 96:181–189.

Lindblom, J. and Nordell, B. 2006b. Water production by underground condensation of humid air. Desalination, 189:248–260.

Lindblom, J. and Nordell, B. 2007. Underground condensation of humid air for drinking water production and subsurface irrigation. Desalination, 203.(1–3):417–434.

Lindblom, J. and Nordell, B. 2012. Experimental Study

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 14, Agu.-Sept. 2020, p. 1067-1078

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۴، مرداد – شهریور ۱۳۹۹، ص. ۱۰۷۸-۱۰۶۷

Greenhouse Cultivation Feasibility Using Condensation Irrigation (Case Study: Basil Plant)

H. Arabnejad[1], F. Mirzaei[2], H. Noory[3*]

Recived: Nov.09, 2020 Accepted: Mar.20, 2020

Abstract

Desalination is one of the ways to cope with water scarcity in agriculture sector, especially in areas with saline water. The condensation irrigation as a method for irrigating with saline water and solar energy, is a combination of subsurface irrigation and simple solar distillation. In this study, a condensation irrigation with area of two square meters was developed in a greenhouse, in order to study the feasibility for meeting plant water requirement, so a humidifier with dimensions of 170×70×15 cm was made in which saline water was evaporated using a heating element. The vapor humidified the air above the salty water surface and warmed it. The air was blown into 5 two-meter-long perforated pipes buried with 20 cm intervals at deep of 8 cm. The water vapor then condensed inside the pipe wall and soil, providing the required water for the basil plants grown in the soil. The results showed that daily average of humidifier insertion into the perforated pipes was 12550 ml of water, of which 4167 ml were converted into liquid water in the soil and tubes. Also, this system with average daily irrigation of more than two millimeters was able to meet basil water requirement and production of wet and dry matter in this system was 32% and 63% more than control pots.

Keywords: Desalination, Irrigation, Salty water, Solar Energy

1- Ph.D. Student of Irrigation and Drainage, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
2- Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
3– Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
(*- Corresponding Author Email: hnoory@ut.ac.ir)