نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۵

ISSN 2251-7480

ارزیابی کارایی آبیاری زیرسطحی به‌روش تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی در آبیاری گیاه پانیکوم

سعید رنگریزی[۱]، حسینعلی بهرامی[۲*]، مهران کیانی‌راد[۳] و ابوذر شجاع الدینی[۴]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران

۲*) دانشیار؛ گروه علوم خاک؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران

*مسئول مکاتبات: Bahramih@modares.ac.ir

۳) استادیار پژوهشی؛ پژوهشکده زیست‌فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران؛ تهران؛ ایران

۵) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۰٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۲

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب شیرین و تبخیر و تعرق بسیار شدید در مناطق خشک و بیابانی، به نظر می‌رسد که آبیاری زیرسطحی مناسب‌ترین روش آبیاری برای کشت گیاه باشد. هدف از انجام این پژوهش، دستیابی به روش آبیاری زیرسطحی مناسب برای تأمین نیاز آبی گیاه پانیکوم است. پژوهش حاضر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملا تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران در سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاکتورهای اصلی شامل آبیاری زیرسطحی به‌وسیله سه نوع تنبوشه بیوکامپوزیتی P3، P8 و P9، آبیاری زیرسطحی با کپسول‌های رسی متخلخل و آبیاری غرقابی به‌عنوان شاهد و فاکتورهای فرعی شامل سه سطح تنش خشکی ۵۰، ۲۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی خاک بود. نتایج نشان داد، تیمار آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P8 و سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، با ۱۲/۶۸ درصد کاهش، کمترین حجم آب مصرفی در آبیاری را به خود اختصاص داد. هم‌چنین آبیاری زیرسطحی منجر به افزایش ارتفاع، وزن تر و وزن خشک شد که این اختلاف در سطح یک درصد نسبت به شاهد معنی‌دار بود. با توجه به تامین نیاز آبی گیاه پانیکوم با سیستم آبیاری زیرسطحی به‌روش تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی، پیشنهاد می شود صرف نظر از کاهش حجم آب مصرفی، با انجام تحقیقات بیش‌تر از سیستم آبیاری زیرسطحی به‌روش تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی به‌عنوان یک روش کاربردی در آبیاری گیاهان بیابانی استفاده شود.

کلید واژه‌ها: آبیاری زیرسطحی؛ کپسول‌های متخلخل رسی؛ تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی؛ گیاه پانیکوم

مقدمه

طوفان‌های حاوی ذرات گرد و غبار و شن پدیده‌های طبیعی هستند که به‌طور گسترده در نواحی خشک و نیمه خشک جهان، در نتیجه فرسایش بادی رخ می‌دهند. این پدیده‌ها باعث بروز آثار مخرب و متعدد اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و سیاسی شده و موجب تخریب منابع زیستی، مناطق مسکونی شهری و روستایی، تأسیسات زیربنایی و اقتصادی از قبیل کارخانجات، مراکز نظامی، فرودگاه‌ها، راه‌ها و شبکه ریلی می‌شود. طوفان‌های گرد و غبار با جابجایی و برداشت ذرات سطحی خاک مانند هوموس، رس و املاح خاک و رسوب‌گذاری آن‌ها در مناطق دیگر در تشکیل، تخریب و حاصلخیزی خاک نقش قابل توجهی دارند (ناصری و همکاران، ۱۳۹۰؛ ایرانمنش و همکاران، ۱۳۸٤).

نگهداری و توسعه پوشش گیاهی مراتع و مناطق بیابانی یکی از راه‌های بیولوژیکی بیابان‌زدایی و از راهکارهای مدیریتی حفظ مراتع به عنوان اکوسیستم‌های طبیعی است (آذرنیوند، ۱۳۸۲). خشکسالی یکی از مهم‌ترین مشکلات

مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این مناطق تنش خشکی شروع جوانه‌زنی را به تعویق انداخته و میزان جوانه‌زنی را کند می‌کند. خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌شود (Hoekstra *et al.*, 2001). در نتیجه استقرار و توسعه گیاه در این گونه مناطق با مشکل مواجه می‌شود. مرحله جوانه‌زنی یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به تنش‌های شوری و خشکی است. اگر گیاه بتواند در این مرحله تنش را تحمل کند، می‌تواند مراحل بعدی رشد را پشت سر بگذارد. آب مهم‌ترین عامل در شروع فرآیندهای مربوط به جوانه‌زنی بذر و بقاء گیاهچه پس از ظهور است (Sathiyamoorty and Nukamura, 1995). در مناطق خشک، تهیه آب شیرین بسیار دشوار و هزینه زیادی را در بردارد. عمده تلفات آب در مورد کشت گیاه در مناطق خشک از طریق نفوذ و تبخیر است. به همین دلیل، ایجاد رطوبت بهینه و جلوگیری از هدرروی آب به طریق نفوذ عمقی و هم‌چنین کاهش تلفات آب ناشی از تبخیر از سطح خاک از جمله مسائلی است که کارشناسان را بر آن داشته است تا روش‌های جدید و مقرون به صرفه‌ای را در مدیریت صحیح آب آبیاری ارائه کنند (Jiusheng *et al.*, 2004; Siyal and Skaggs, 2009). به دلیل گستردگی اراضی خشک و کم آب در ایران و همچنین ضرورت توسعه پوشش گیاهی و نهال‌کاری در پروژه‌های بیان‌زدایی، دستیابی به روش‌هایی که بتوان به کمک آن‌ها از تلفات آب در محیط ریشه جلوگیری نموده و آب قابل دسترس گیاه را افزایش داد و از حداقل آب موجود حداکثر جذب آب را برای رشد و توسعه گیاه به وجود آورد، بسیار مفید و کارآمد خواهد بود. بررسی ادبیات علمی جهان نشان می‌دهد که برای تغییر سامانه‌های آبیاری با هدف کاهش مصرف آب روش‌های مختلفی ارائه شده است. ولی برای مناطق خشک و بیابانی با تبخیر و تعرق بسیار شدید و بادهایی با سرعت زیاد به نظر می‌رسد آبیاری زیرسطحی مناسب‌ترین روش آبیاری برای کشت گیاه باشد (کاظمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸٦؛ ناصری و همکاران، ۱۳۹۰). در روش آبیاری زیرسطحی، آبیاری در زیر خاک انجام شده و در اثر تبخیر مقدار کمی از آب مصرفی در اثر نیروی شعریه به سطح خاک رسیده و تبخیر می‌شود. در نتیجه، آب بیشتری در اختیار ریشه گیاهان قرار می‌گیرد. هم‌چنین به دلیل کم بودن سرعت آبیاری، میزان نفوذ آب به اعماق خاک، خیلی کم بوده و تقریبا حدود ۵۰ تا ٦۰ درصد آب آبیاری مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. ولی در روش غرقابی مدت کمی پس از آبیاری تقریبا ۵۰ درصد از آب آبیاری تبخیر شده و همین‌طور به دلیل زیاد بودن سرعت آبیاری تلفات آب به دلیل نفوذ عمقی زیاد است. بررسی منابع نشان می دهد که با توجه به ویژگی های خاک حدود ۳۰ درصد آب آبیاری به اعماق نفوذ کرده و تقریبا ۲۰ درصد آب به مصرف گیاه می‌رسد (کاظمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸٦). در نتیجه در مدت کوتاهی گیاهان نیاز به آب داشته و به همین دلیل از رشد و نمو کمتری برخوردارند. نتایج آزمایشی که تحت عنوان بررسی تاثیر آبیاری زیرسطحی سفالی بر روی کشت تاغ در منطقه میبد یزد انجام شده نشان داده است که نهال‌های تاغ مورد کشت با سامانه آبیاری لوله سفالی از نظر ارتفاع و تاج پوشش، تقریبا با نهال چهار ساله روش غرقابی برابر یا حتی بهتر از آن بوده است. هزینه سیستم آبیاری زیرسطحی خیلی بیشتر از سیستم غرقابی است، ولی پس از تکمیل سیستم، هزینه آبیاری آن حدود یک‌پنجم هزینه آبیاری روش غرقابی است (کاظمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸٦). در آزمایشی دیگری که با عنوان بررسی تاثیر روش‌های مختلف آبیاری بر استقرار گونه‌های درختی در منطقه بیابانی میبد یزد انجام شد، میزان رشد قطر تاج پوشش و ارتفاع نهال‌ها صرف نظر از نوع گونه، در آبیاری لوله سفالی حداکثر و عموما به عنوان شیوه‌ای برتر در توسعه فضای سبز در مناطق بیابانی معرفی شد. در نقطه مقابل، آبیاری‌های کوزه‌ای و قطره‌ای در مراتب بعدی قرار گرفته و کاربرد آن در عرصه مورد

مطالعه و مناطق مشابه آن در سطح کشور قابل توصیه نخواهد بود، زیرا در روش قطره‌ای در ابتدا نهال‌ها به خوبی استقرار یافته و از رشد خوبی برخوردار است، ولی در سال‌های بعد به دلیل مرطوب شدن بخش سطحی خاک دارای رویش ارتفاعی کمتر بوده و ریشه‌های نهال به طور سطحی گسترش می‌یابند. در روش کوزه‌ای هم در شروع کشت، نهال‌ها به خوبی رشد کرده ولی در سال‌های بعد به دلیل بالا رفتن نیاز آبی نهال‌ها، تراوایی دیواره کوزه‌ها قادر به تامین نیاز آبی نهال‌ها نخواهد بود، در نتیجه از رشد نهال‌ها کاسته خواهد شد (کاظمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۵). بررسی تاثیر آبیاری با لوله‌های سفالی زیرسطحی بر روی رشد بامیه، بادمجان و شلغم نشان داد که این روش آبیاری باعث صرفه‌جویی در آب تا ۸۰ درصد در مقایسه با روش آبیاری سطحی شد. هم‌چنین، عملکرد محصولات کشاورزی در سبزیجات آبیاری شده با این روش ۵ تا ۱۶ درصد بیشتر از روش آبیاری سطحی متعارف بود (Siyal *et al.*, 2011). نتایج عملکرد اراضی تحت کشت هندوانه در هند موید آن است که عملکرد تولید هندوانه در سیستم سفالی ۲۵ تن بر هکتار است، در حالی که در مقایسه با آبیاری غرقابی مقدار تولید به روش سفالی به میزان ۸ تن بر هکتار کمتر از روش غرقابی است. اما در این مقدار کاهش تولید به میزان ۲۴۰۰ مترمکعب آب صرفه‌جویی شده است (Bainbridge, 2001). قربانی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی عملکرد محصول انگور و کارآیی مصرف آب در دو روش آبیاری زیرسطحی به روش کپسول‌های رسی متخلخل و سطحی با قطره‌چکان پرداخته‌اند، نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داده است که میانگین حجم آب مصرفی و عملکرد میوه در دو روش آبیاری زیرسطحی و سطحی به ترتیب ۴۰۵۰ و ۶۶۶۸ متر مکعب در هکتار و ۱۴/۲ و ۱۴/۸ تن در هکتار بوده است. در آزمایشی که به مقایسه و ارزیابی برخی شاخص‌های رشد گونه‌های غالب فضای سبز شهری در سیستم‌های آبیاری زیرسطحی سفالی، قطره‌ای و سطحی پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که متوسط رشد گیاه در روش آبیاری زیرسطحی بهتر بوده است. کمترین آب مصرفی در طول دوره اندازه‌گیری برابر ۳/۴۶ مترمکعب برای سیستم آبیاری زیرسطحی به دست آمده و پس از آن سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب با ۴/۰۶ و ۴/۵۷ مترمکعب در مراتب بعدی بوده‌اند. نتایج مربوط به حداکثر ارتفاع نیز نشان داد که ارتفاع گیاه در روش آبیاری زیرسطحی سفالی نسبت به بقیه روش‌های آبیاری رشد بیشتری داشته است (انصاری و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به اینکه در حال حاضر کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در درازمدت مسئله بحران منابع آب به صورت یک مسئله جدی مطرح است، توجه به افزایش راندمان کارآیی مصرف آب و ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. در این شرایط، ارتقاء سیستم‌های آبیاری و اصلاح روش‌های ارزیابی آب مورد نیاز گیاهان، دو راهکاری است که در نیل به این مقصود راه‌گشا است. با توجه به مطالعات انجام شده به نظر می‌رسد آبیاری زیرسطحی یک راه‌حل مناسب برای آبیاری کنترل شده باشد.

این تحقیق با هدف بررسی کارایی آبیاری زیرسطحی با استفاده از تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی و تاثیر آن‌ها بر روی میزان آب مصرفی، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه پانیکوم *(Panicum antidotale)* تحت شرایط مختلف تنش خشکی و مقایسه نتایج حاصل از آن با دیگر روش‌های آبیاری نظیر روش آبیاری زیرسطحی با استفاده از کپسول‌های متخلخل رسی و روش آبیاری غرقابی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار و تابستان ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت‌مدرس در زمینی به مساحت ۱۲۶ مترمربع و با بافت خاک شنی‌لومی انجام شد. فرم قابل دسترس عناصر، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی خاک مزرعه و ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده به ترتیب

در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. این تحقیق به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. آزمایش در ۱۵ تیمار و سه تکرار پیاده شد. فاکتورهای اصلی شامل روش‌های آبیاری زیرسطحی به وسیله سه نوع تنبوشه‌ی بیوکامپوزیتی ساخته شده (رنگریزی و همکاران، ۱۳۹٤)، آبیاری زیرسطحی به وسیله کپسول‌های رسی متخلخل (قربانی و همکاران، ۱۳۹۰) و آبیاری غرقابی بودند که جمعا پنج فاکتور اصلی را شامل می‌شد. فاکتورهای فرعی شامل سه سطح تنش خشکی ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بودند. ابعاد کرت‌های اصلی ۱ در ٤ متر، و کرت‌های فرعی ۱ در ۱ متر، به مساحت ۱ متر مربع بودند. فاصله کرت‌های اصلی ۱ متر و فاصله کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر بود. برای آماده کردن زمین محل آزمایش برای کشت، ابتدا زمین مورد نظر شخم و تسطیح شد. بذرها ابتدا در سینی‌های مخصوص جوانه‌زنی کشت داده شد و بذور جوانه‌زده سه هفته بعد به زمین اصلی انتقال یافت.

جدول ۱. فرم قابل دسترس عناصر بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

Mn	Fe	Zn	Cu	K	P
۱/۷۳	۷/۵۷	۰/۷	۰/۸۱	۵۳۳	٤۰/۸۳

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

θ_{PWP} (%)	θ_{FC} (%)	BD (gr/cm^3)	TNV (%)	pH	EC (dS/m)	Texture
۹/۳	۱۹/۷	۱/٥٤	۱۲/٥	۷/٤٥	۲/٥۱	Sandy loam

جدول ۳. نتایج تجزیه آب منطقه

pH	EC (µS/m)	NO_3^-(mg/L)	PO_4^{---}(mg/l)	SO_4^{--} (mg/l)	Ca^{++} (mg/l)	Mg^{++} (mg/l)
۷/۹۹	٦٦۰	۲٤/٤۸	۰/۳۷	۱۲۱۱/۳۸	۱۲۸۲/٥٦	٤۳۱۷/٤٤

عملیات کارگذاری تنبوشه‌ها و کپسول‌های رسی متخلخل

پس از اجرای کرت‌بندی زمین، تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی و قطعات کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی در هر کرت به تعداد دو عدد و به فاصله ۳۰ سانتی‌متری از دو طرف گیاه و عمق ۳۰ سانتی‌متری به صورت عمودی کارگذاری شد (شکل ۱). مشخصات کپسول‌های رسی متخلخل زیرسطحی و تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی به ترتیب در جدول ٤ و ۵ ارائه شده است. این قطعات در گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران ساخته شده است.

شکل ۱. کارگذاری قطعات در عمق ۳۰ سانتی‌متری و فاصله ۳۰ سانتی‌متری از دو طرف گیاه

جدول ٤. مشخصات قطعات کپسول‌های رسی متخلخل کاربردی در طرح

ریخت‌شناسی		مشخصات هیدرولیکی				
قطر خارجی کپسول (سانتی‌متر)	طول کپسول (سانتی‌متر)	فشار هیدروستاتیکی (کیلوپاسکال)	عمق خیسیدگی (سانتی‌متر)	شعاع خیسیدگی (سانتی‌متر)	مدت زمان آبیاری (ساعت)	آبدهی (لیتر بر ساعت)
۳/۵	۱۲	۲۵	٤٦	۲۰	۲٤	۰/۸
		۵۰	۵۲	۲۰	۲٤	۱/۳
		۸۰	۵۹	۲۰	۲٤	۲/۵
		۱۰۰	۷۵	۲۰	۲٤	۳/۵

جدول ۵. مشخصات تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی کاربردی در طرح

نوع تنبوشه	ریخت‌شناسی		مشخصات هیدرولیکی (تحت فشار هیدروستاتیکی ۰/۲۵ کیلوپاسکال)			
	قطر خارجی تنبوشه (سانتی‌متر)	طول تنبوشه (سانتی‌متر)	عمق خیسیدگی* (سانتی‌متر)	شعاع خیسیدگی* (سانتی‌متر)	مدت زمان آبیاری (ساعت)	آبدهی (لیتر بر ساعت)
P3	۳/۵	۱۰	۲۳	۲۰	۲٤/۳۹	٦/۳
P8			۲۱	۱۹	۱۹/۱۱	۰/۸۱
P9			۸	۹	٤۵/۲۹	۳/٤

*عمق و شعاع خیسیدگی پس از کارگذاری قطعات در عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک در محیط آزمایشگاهی و در شرایط یکسان اندازه‌گیری شد.

برای انتقال آب از منبع ذخیره تا محل مزرعه از لوله پلی‌اتیلن با قطر ۳۲ میلی‌متر به عنوان لوله اصلی و از لوله‌های‌پلی اتیلن با قطر ١٦ میی‌متر به عنوان لوله‌های فرعی استفاده شد. برای پیاده کردن برنامه آبیاری از پنج عدد کنتور با دقت ۰/۰۰۱ متر مکعب استفاده شد که اجازه می‌داد حجم آب مورد نظر وارد سیستم شود (شکل ۲). برای کنترل فشار آب از یک فشارسنج استفاده شد به‌طوری‌که فشار آب در طول آبیاری یکسان و برابر ۲۵ کیلو پاسکال بود.

شکل ۲. نمایی از چگونگی اتصال سیستم آبیاری در مزرعه

اندازه‌گیری رطوبت خاک

میزان رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه یکی از مهم‌ترین علائم نیاز آبی گیاه است. برای بررسی تغییرات رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه چندین مرتبه در طول آزمایش میزان رطوبت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری در مراحل اولیه رشد و ٦۰ سانتی‌متری در مراحل پایانی رشد اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت از روش انعکاس‌سنجی زمانی[1] استفاده شد.

برنامه ریزی آبیاری

برای برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک (Soil Moisture Deficit) از رابطه زیر استفاده شد.

$$SMD = (FC - \theta_C) \times D \times B_d$$

که در آن: SMD، FC، θ_c، D و B_b به ترتیب کمبود رطوبت خاک بر حسب سانتی‌متر، درصد رطوبت خاک در

[1] (TDR) Model 6050x1,TRAZE

ظرفیت‌زراعی، درصد رطوبت موجود در خاک، عمق توسعه ریشه برحسب سانتی‌متر و جرم ویژه ظاهری خاک گرم برسانتی‌متر مکعب است.

تعیین دبی خروجی سیستم آبیاری

برای تعیین دبی خروجی سیستم آبیاری غرقابی در فشار ۰/۲۵ بار برحسب لیتر در ساعت، دبی خروجی سیستم آبیاری به مدت ٦۰ ثانیه و با استفاده از یک تشت آب و استوانه ۲۰۰۰ میلی لیتری تعیین شد.

تعیین دبی خروجی سیستم آبیاری زیرسطحی

با توجه به دبی تنبوشه های بیوکامپوزیتی و قطعات سفالی در فشار ۰/۲۵ بار و تعداد آن‌ها در هر کرت (دو عدد در هر یک متر مربع)، دبی خروجی سیستم آبیاری زیرسطحی در یک کرت طبق رابطه زیر تعیین شد:

$$\Phi_s = 2 \times M_{\phi s} \qquad (۲)$$

که در آن: M_{Qs} و ϕ_s به ترتیب دبی کپسول‌های رسی متخلخل بر حسب لیتر در ساعت و دبی خروجی سیستم آبیاری بر حسب لیتر در ساعت بوده است.

تعیین حجم آب آبیاری

با توجه به عمق آبیاری و مساحت هر کرت (مساحت هر کرت یک متر مربع) و تعداد کرت مشابه از نظر سطح تنش خشکی حجم آب مصرفی طبق رابطه زیر در هر بار آبیاری محاسبه و اعمال شد.

$$WV=TAW\times N\times A \qquad (۳)$$

که در آن: WV، TAW، N و A به ترتیب حجم آب آبیاری برحسب متر مکعب، عمق آبیاری برحسب متر، تعداد کرت مشابه از نظر سطح تنش، مساحت هر کرت بر حسب متر مربع است.

تعیین حجم آب آبیاری بر اساس سطوح تنش خشکی

برای تعریف سطوح تنش خشکی پس از محاسبه مقدار حجم آب آبیاری برای کرت‌های مشابه، به ترتیب مقدار حجم آب آبیاری در ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ که نشان دهنده‌ی سطوح تنش خشکی ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد است، ضرب شد.

تعیین مدت زمان آبیاری

برای تعیین مدت زمان آبیاری، حجم آب مورد نیاز در هر کرت، تقسیم بر دبی ورودی به هر کرت شد.

بررسی کارآیی مصرف آب

کارآیی مصرف آب عبارت است از مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد آب مصرف شده توسط گیاه که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$WUE= D/W \qquad (٤)$$

که در آن: WUE عبارت است از کارآیی مصرف آب، D عبارت است از جرم ماده خشک تولید شده و W عبارت است از حجم آب مصرف شده توسط گیاه.

تعیین صفات مورد ارزیابی

ارتفاع اندام هوایی

برای اندازه‌گیری ارتفاع اندام هوایی، تعداد ۱۰ ساقه از هر گیاه به صورت تصادفی قبل از برداشت انتخاب و به وسیله خط کش اندازه گیری شد. بدین‌منظور یک طرف خط‌کش را با سطح خاک مماس کرده و ارتفاع ساقه تا محل ظهور خوشه اندازه‌گیری شد.

وزن تر و خشک اندام هوایی

برای اندازه‌گیری وزن تر، پس از ظهور خوشه‌ها (٦۳ روز بعد از کاشت)، برداشت از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح زمین انجام و وزن تر نمونه‌ها به ازای هر کرت با استفاده از ترازوی الکتریکی اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه ها به مدت ٤۸ ساعت درون آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرارداده شد و بعد از آن وزن خشک نمونه ها اندازه‌گیری شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد در نرم‌افزار MSTATC انجام و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

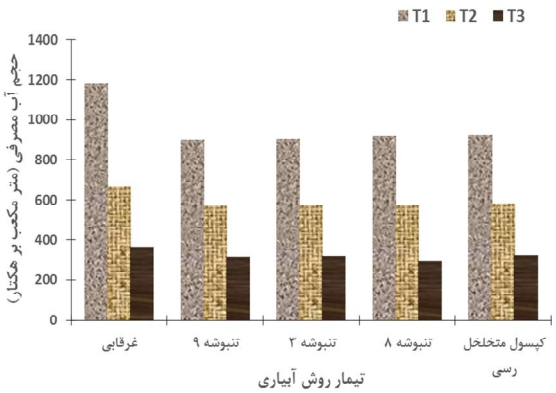
مقدار آب مصرفی

نتایج نشان داد حجم آب مصرفی در روش آبیاری غرقابی، زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلل رسی به ترتیب ۷۳٦/۹، ۵۹٤/۱، ۵۹۷/۱، ۵۹٦/٤ و ٦۰۸/۷ مترمکعب در هکتار بوده است (شکل ۳). حجم آب مصرفی در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی نسبت به آبیاری غرقابی به ترتیب ۱۹/۳۷، ۱۸/۹۷، ۱۹/۰٦ و ۱۷/۳۹ درصد کاهش یافت. بروسز و ویرسما (۱۹۷٤)، در اوکلاهامای آمریکا سه روش آبیاری بارانی، قطره‌ای و زیرسطحی را درکشت ذرت بررسی نموده‌اند. بر طبق اظهارات آن‌ها در سیستم آبیاری زیرسطحی با کاهش ۲۰ درصد آب مصرفی، عملکرد محصول ۱۵ درصد افزایش داشته است که با نتایج این پژوهش مشابه است.

نتایج به تفکیک سطح تنش خشکی نشان داد حجم آب مصرفی در روش آبیاری غرقابی، زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلل رسی در سطح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۱۱۸۲/۵۷، ۸۹٦/۵۸، ۸۹۹/۵۸، ۹۲۱/٦۵ و ۹۲۲/۹۸ مترمکعب در هکتار بوده است (شکل ۳). در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی نسبت به آبیاری غرقابی در سطح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی حجم آب مصرفی به ترتیب ۲٤/۱۸، ۲۳/۹۳، ۲۲/۰٦ و ۲۱/۹۵ درصد کاهش یافت. هم‌چنین، حجم آب مصرفی در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3 و P8 نسبت به آبیاری زیرسطحی با کپسول متخلخل رسی در سطح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۲/۸٦، ۲/۵۳ و ۰/۱٤ درصد کاهش یافت. حجم آب مصرفی در روش آبیاری غرقابی، زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی در سطح تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ٦٦۵/۸، ۵۷۰/۵۵، ۵۷٤/۳۵، ۵۷٤/۲۵ و ۵۸۱/۷ مترمکعب در هکتار بود. در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی نسبت به آبیاری غرقابی در سطح تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی حجم آب مصرفی به ترتیب ۱٤/۳۰، ۱۳/۷۳، ۱۳/۷۵ و ۱۲/٦۳ درصد کاهش یافت. هم‌چنین، حجم آب مصرفی در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3 و P8 نسبت به آبیاری زیرسطحی با کپسول متخلخل رسی در سطح تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۱/۹۱، ۱/۲٦ و ۱/۲۸ درصد کاهش یافت. حجم آب مصرفی در روش آبیاری غرقابی، زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی در سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۳٦۲/۲۸، ۳۱۵/۰٤، ۳۱۷/۰٦، ۳۱٦/۳۳ و ۳۲۱/۲۹ متر مکعب در هکتار بود. در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3، P8 و کپسول متخلخل رسی نسبت به آبیاری غرقابی در سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی حجم آب مصرفی به ترتیب ۱۳/۰۳، ۱۲/٤۸، ۱۲/٦۸ و ۱۱/۱٤ درصد کاهش یافت. هم‌چنین، حجم آب مصرفی در آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، P3 و P8 نسبت به آبیاری زیرسطحی با کپسول متخلخل رسی در سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۱/۹٤، ۱/۳۱ و ۱/۵٤ درصد کاهش یافت.

حجم آب صرفه‌جویی شده در آبیاری زیرسطحی به روش تنبوشه و کپسول متخلخل رسی نسبت به روش آبیاری غرقابی از نظر اقتصادی ملموس و قابل توجه است. کاظمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸٦) گزارش کرده‌اند که دلیل موفقیت آبیاری زیرسطحی به خاطر مرطوب بودن خاک مورد کشت است. زیرا آبیاری در زیر خاک انجام شده و در اثر تبخیر مقدار کمی از آب مصرفی در اثر نیروی شعریه به سطح خاک رسیده و تبخیر می‌شود. در نتیجه

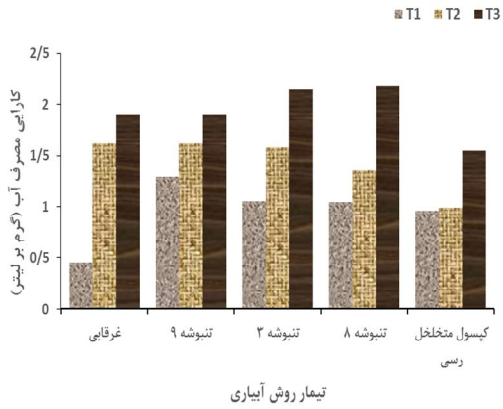
بیشترین مقدار آب مصرفی به مصرف گیاهان می‌رسد. افزون بر این، به‌دلیل کم بودن سرعت آبیاری، میزان نفوذ آب به اعماق خاک کم بوده و تقریبا ۵۰ تا ٦۰ درصد آب آبیاری مورد استفاده می‌گیرد که با نتایج این پژوهش مشابه است. مقایسه دو روش آبیاری زیرسطحی به وسیله تنبوشه و کپسول متخلخل رسی نشان داد که حجم آب مصرفی تقریبا یکسان و غیر قابل توجه بود.



شکل ۳. اثر روش آبیاری و تنش خشکی بر حجم آب مصرفی (T1 تنش ۱۰۰ درصد، T2 تنش ۵۰ درصد، T3 تنش ۲۵ درصد)

کارآیی مصرف آب

کارآیی مصرف آب در سطح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی برای آبیاری غرقابی، تنبوشه P9، تنبوشه P3، تنبوشه P8 و کپسول متخلخل رسی به ترتیب ۰/٤۵، ۱/۲۹، ۱/۰۵، ۱/۰٤ و ۰/۹٦ گرم به ازای لیتر آب مصرفی بود (شکل ٤). بیشترین کارآیی مصرف آب مربوط به آبیاری با قطعه P9 با سطح تنش خشکی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین مربوط به آبیاری غرقابی با سطح تنش خشکی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. کارآیی مصرف آب در سطح تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی برای آبیاری غرقابی، تنبوشه P9، تنبوشه P3، تنبوشه P8 و کپسول متخلخل رسی به ترتیب ۰/۵٦، ۱/٦۲، ۱/۳٤، ۱/۳۵ و ۰/۹۹ گرم به ازای لیتر آب مصرفی بوده است که بیشترین کارآیی مربوط به آبیاری با تنبوشه P9 و کمترین مربوط به آبیاری غرقابی بود. کارآیی مصرف آب در سطح تنش ۲۵ درصد ظرفیت زراعی برای آبیاری غرقابی، تنبوشه P9، تنبوشه P3، تنبوشه P8 و کپسول متخلخل رسی به ترتیب ۰/۷۱، ۱/۹۰، ۲/۱۵، ۲/۱۸، ۱/۵۵ گرم به ازای لیتر آب مصرفی بود. بیشترین کارآیی مربوط به آبیاری با تنبوشه P8 و کمترین مربوط به آبیاری غرقابی بود. به طور کلی نتایج حاصله نشان داد که آبیاری زیرسطحی کارآیی مصرف بیشتری نسبت به آبیاری غرقابی دارد. در واقع به ازای مصرف آب کمتر، عملکرد ماده خشک تولیدی افزایش پیدا کرده است. پاترسون (۲۰۰۲)، گزارش کرده است که کاهش تبخیر از سطح خاک و کاهش نفوذ عمقی باعث افزایش کارآیی مصرف آب می‌شود که با نتایج این پژوهش مشابه است. همان‌طور که پیشتر نیز گفته شده است آبیاری زیرسطحی به‌دلیل عدم تبخیر از سطح خاک باعث می‌شود تا بیشترین حجم آب مصرفی در اختیار گیاه قرار گیرد و عملکرد محصول افزایش پیدا کند. نتایج مربوط به مقایسه کارآیی مصرف آب بین تنش‌های مختلف نشان داد که با افزایش شدت تنش و کاهش رطوبت خاک میزان کارآیی مصرف آب افزایش یافت به‌طوری‌که کمترین کارآیی مصرف آب مربوط به سطح تنش اول (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و بیشترین مربوط به سطح تنش سوم (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بود. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط هادی‌راد و همکاران (۱۳۸۷) مشابه است.

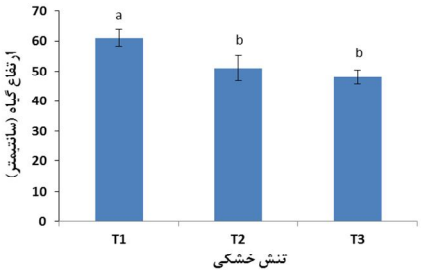


شکل ٤. کارآیی مصرف آب در تنش‌ها و روش‌های مختلف آبیاری (T1 تنش ۱۰۰ درصد، T2 تنش ۵۰ درصد، T3 تنش ۲۵ درصد)

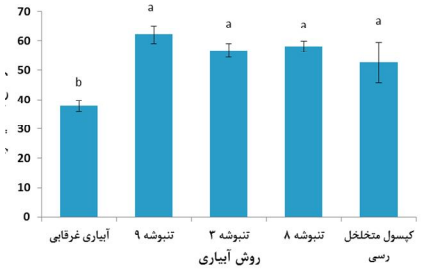
ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که اثر ساده تنش و روش آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار شد (جدول٦). بیشترین ارتفاع مربوط به تنش اول با ٦١/٠٧ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع مربوط به تنش سوم با ٤٨/١٣ سانتی‌متر بود که در سطح یک درصد معنی دار شد (شکل ٥). البته بین تنش اول و دوم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت که ممکن است به دلیل کم بودن زمان دور آبیاری و مقاومت گیاه نسبت به تنش در این فاصله زمانی بوده است. چیاتانت و همکاران (٢٠٠٦) گزارش کردند در شرایط تنش آبی، قسمت هوایی گیاه بیش از ریشه‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد، به عبارتی رشد اندام هوایی زودتر از ریشه متوقف می‌شود. این امر باعث افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی خواهد شد. اثر ساده روش آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9 (٦٢/١١ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع مربوط به آبیاری غرقابی (٣٧/٧٨ سانتی‌متر) بود (شکل ٦). آبیاری زیرسطحی با فراهم کردن آب در زیر سطح خاک و منطقه ریشه و سرعت کم آبیاری شرایط بهتری را برای رشد گیاه فراهم می‌آورد. این می‌تواند دلیلی برای افزایش ارتفاع گیاه دراین روش نسبت به آبیاری غرقابی باشد.

انصاری و همکاران (١٣٩٣)، متوسط تغییرات ارتفاع گیاهان پیروکانتا، رز، زرشک و ترون در طول دوره رشد با روش‌های مختلف آبیاری (سطحی، زیر سطحی سفالی و قطره‌ای) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داده است که روش آبیاری زیرسطحی سفالی بر روی ارتفاع گونه‌های مختلف تاثیر مثبت داشته است که با نتایج این پژوهش مشابه است. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تنش و روش آبیاری نشان داد که بین این دو تفاوت معنی‌دار وجود ندارد.



شکل ٥. مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی بر روی ارتفاع گیاه (T1 تنش ١٠٠ درصد، T2 تنش ٥٠ درصد، T3 تنش ٢٥ درصد)



شکل ٦. مقایسه میانگین اثر ساده روش آبیاری بر روی ارتفاع گیاه

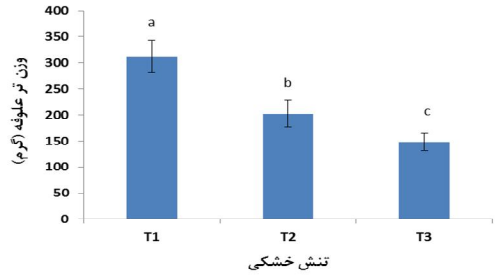
جدول ٦. جدول تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیکی گیاه پانیکوم

		میانگین مربعات (Ms)		
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)
تکرار	٢	١٢١/٧٥٦	٢٠٥/٨٦٧	٢١٩/٢٠٦
تنش خشکی (T)	٢	٦٨٩/٦٨٩**	١٠٤٥٦٠/٢٦٧**	٥٠٤٤/٠١**
روش آبیاری (I)	٤	٧٩٣/٠٧٨**	٦٣٣٠٤/٧٥٦**	٣٨١٣/٣٠٧**
روش آبیاری در تنش خشکی (T*I)	٨	٦٦/٤٤١	٣٣٨٥/١٥٦**	٢٢٦/٤١٩
خطای آزمایش	٢٨	١٠١/٣٠٣	٤١٣٤/١٥	٤١٥/٠٦٢
درصد ضریب تغییرات (CV٪)		١٨/٨٤	٢٩/١٧	٢٨/٥

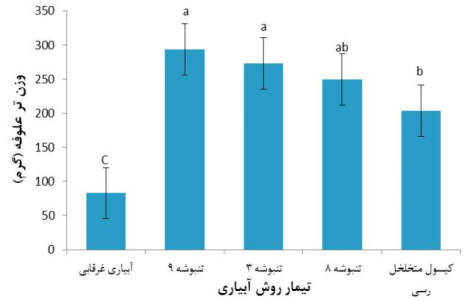
وزن تر اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد که اثر ساده تنش و روش آبیاری معنی‌دار شد (جدول٦). بیشترین مقدار وزن تر علوفه در سطح تنش اول با ۳۱۱/٦ گرم و کمترین مقدار آن در سطح تنش سوم با ۱٤۷/۷ گرم بود که در سطح ۱ درصد معنی دار شد (شکل ۷). ماسینده و همکاران (۲۰۰٦)، گزارش کردند که با کاهش رطوبت خاک، ریشه‌ها علائمی به اندام‌های هوایی برای افزایش مقاومت ارسال می‌کنند. در این شرایط ابتدا اندام‌های هوایی با کاهش تعرق و حفظ رطوبت برگ، با خشکی مقابله و در ادامه رشد خود را کاهش و یا متوقف می‌کنند. این در حالی است که ریشه‌ها هم‌چنان به رشد خود ادامه می‌دهند. نتیجه این امر توسعه ریشه برای تامین آب بیشتر و بهبود نسبت ریشه به اندام هوایی خواهد بود. در مورد اثر ساده روش آبیاری بیشترین وزن تر علوفه مربوط به آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9 به مقدار ۲۹۳/۳ گرم و کمترین مقدار وزن تر علوفه مربوط به آبیاری غرقابی به مقدار ۸۲/۸۹ گرم بود (شکل ۸). بین روش آبیاری زیرسطحی و آبیاری غرقابی اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد. سیال و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند که عملکرد محصولات کشاورزی در سبزیجات آبیاری شده با لوله‌های سفالی زیرسطحی ۵ تا ۱٦ درصد بیشتر از روش آبیاری سطحی متعارف است. نتایج این پژوهش با نتایج آن‌ها مشابه است.

هم‌چنین، مقایسه میانگین اثر ساده روش آبیاری نشان دادکه بین آبیاری زیرسطحی با تنبوشه و آبیاری زیرسطحی با کپسول متخلخل رسی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. از آن‌جایی که دبی تنبوشه‌های به کار رفته نسبت به کپسول‌های متخلخل رسی کمتر است لذا به نظر می‌رسد که برای تامین رطوبت مورد نیاز گیاه، آبیاری گیاهان با روش زیرسطحی با استفاده از تنبوشه می‌بایستی در مدت زمان بیشتری انجام پذیرد. این موضوع باعث می‌شود تا رطوبت مورد نیاز گیاه به مرور زمان و در فاصله زمانی بیشتری در اختیار ریشه آن قرار گیرد. این امر احتمالا باعث افزایش وزن تر علوفه شده است. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تنش و روش آبیاری بر روی وزن تر علوفه نشان داد که تفاوت معنی داری بین این دو وجود نداشته است.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی بر روی وزن تر اندام هوایی (T1 تنش ۱۰۰ درصد، T2 تنش ۵۰ درصد، T3 تنش ۲۵ درصد)

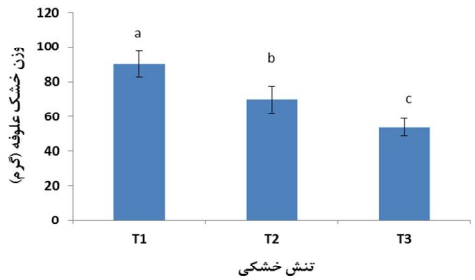


شکل ۸. مقایسه میانگین اثر ساده روش آبیاری بر روی وزن تر اندام هوایی

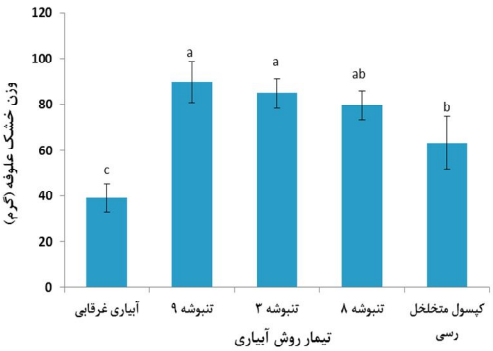
وزن خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها نشان داد که اثر ساده تنش و روش آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. سطح تنش اول با ۹۰/۲۳ گرم بیشترین وزن خشک و سطح تنش سوم با ۵۳/٦۳ گرم کمترین وزن خشک علوفه را داشت (شکل ۹). بابایی و همکاران (۱۳۸۹)، گزارش کرده‌اند که با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن خشک و تر ریشه و طول ریشه آویشن کاهش نشان داده است که با نتایج حاصل از این پژوهش تا حدود زیادی مشابه است. مقایسه میانگین اثر ساده آبیاری نشان داد که بین روش‌های آبیاری اختلاف معنی دار وجود دارد.

آبیاری زیرسطحی با تنبوشه P9، با میانگین ۸۹/۷۵ گرم بیشترین وزن خشک و تیمار آبیاری غرقابی با میانگین ۳۹/۰۱ گرم کمترین وزن خشک علوفه را داشت (شکل ۱۰). نتایج این بخش با نتایج کاظمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸٦) مشابه است. به نظر می‌رسد در تیمار آبیاری زیرسطحی به دلیل فعالیت مطلوب ریشه و تامین کافی املاح معدنی همسو با جذب آب، باعث افزایش وزن خشک علوفه شده است. از نظر وزن خشک علوفه نیز بین روش آبیاری زیرسطحی با تنبوشه و کپسول متخلخل رسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به نظر می‌رسد که این موضوع به دلیل فراهمی رطوبت در دسترس گیاه در مدت زمان بیشتر اتفاق افتاده باشد. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تنش و روش آبیاری بر روی وزن خشک علوفه نشان داد که بین این دو تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است.



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی بر روی وزن خشک اندام هوایی (T1 تنش ۱۰۰ درصد، T2 تنش ۵۰ درصد، T3 تنش ۲۵ درصد)



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر ساده روش آبیاری بر روی وزن خشک اندام هوایی

کنترل علف‌های هرز

یکی از محاسن منحصر به فرد استفاده از آبیاری زیرسطحی، کنترل موفق علف هرز در مقایسه با روش‌های آبیاری سطحی است. نتایج بررسی تنوع و تراکم علف هرز با کادر یک در یک متری (یک متر مربع) نشان داد که در روش آبیاری غرقابی ٤ گونه گیاهی علف هرز و در روش آبیاری زیرسطحی چه به روش تنبوشه و چه به روش کپسول متخلخل رسی تنها ۱ گونه علف هرز مشاهده شد. افزون بر این، در روش آبیاری غرقابی در طول دوره رشد بین ۲۵ تا ۵۰ درصد سطح کرت‌ها با علف هرز پوشیده شده بود، در حالی که در روش آبیاری زیرسطحی بین ۰ تا ۵ درصد سطح کرت‌ها در طول دوره رشد پوشیده از علف هرز بود. نتایج مربوط به وزن خشک علف‌های هرز رشد کرده در سطح مربوط به آبیاری غرقابی ۱۱۵/٦۱ گرم بود در حالی که این مقدار در سطح مربوط به آبیاری زیرسطحی به روش تنبوشه ۳۰/۷۰ گرم و برای آبیاری زیرسطحی به روش کپسول متخلخل رسی ۲۸/۷۵ گرم اندازه‌گیری شد. تفاوت معنی‌دار و قابل ملاحظه وزن خشک و تنوع علف‌های هرز در دو روش آبیاری زیرسطحی با آبیاری غرقابی نشان‌دهنده تاثیر هر یک از سیستم‌های آبیاری در کنترل علف‌های هرز است. در آبیاری زیرسطحی به علت عدم آبیاری سطح خاک میزان رشد علف‌های هرز به مقدار قابل توجهی کنترل می‌شود. روشن است که ویژگی کنترل رشد علف‌های هرز در یک سیستم آبیاری یک مزیت چند جانبه است. مزیت حفظ رطوبت و صرفه‌جویی در مصرف آب، با توجه به محدودیت‌های منابع آبی در مناطق خشک از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. وجود این ویژگی در یک سیستم آبیاری در حقیقت رقم زدن شرایط به نفع گیاه اصلی و به عبارتی کاهش اثر رقابتی علف‌های هرز با گیاه اصلی در مصرف آب تلقی می‌شود. نتایج این بخش با نتایج دستورانی و همکاران (۱۳۸۷) مشابه است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در دراز مدت مسئله بحران منابع آب به صورت یک مسئله جدی مطرح است، لذا توجه به افزایش راندمان کارآیی مصرف آب و ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. با توجه به کاهش حجم آب مصرفی در روش آبیاری زیرسطحی با تنبوشه نسبت به آبیاری غرقابی و تاثیر معنی‌دار آن بر روی صفات اندازه‌گیری شده، با انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه می‌توان از این روش آبیاری به‌عنوان یک روش کاربردی در آبیاری گیاهان استفاده نمود. لذا پیشنهاد می‌شود تا با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور و ضرورت کاشت گیاه برای مقابله با بیابان‌زایی، از این روش به‌عنوان یک روش آبیاری برای بهینه‌سازی مصرف آب و کاهش هدررفت آب برای کشت گیاه در شرایط بیابانی و خشک استفاده شود. با این حال برای تبدیل شدن این سیستم به جایگزین گسترده به جای سیستم آبیاری غرقابی در آبیاری گیاهان بیابانی، نیاز به بررسی سازگاری آن با این شرایط است.

فهرست منابع

انصاری، ح.، نادریان‌فر، م.، رمضانی، ح. و جلینی، م. ۱۳۹۳. مقایسه و ارزیابی برخی شاخص‌های رشد گونه‌های غالب فضای سبز شهری در سیستم‌های آبیاری زیرسطحی سفالی، قطره‌ای و سطحی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۸ (۲): ۴۰۲- ۴۱۲.

ایرانمنش، ف.، عرب خدری، م. و اکرم، م. ۱۳۸٤. بررسی مناطق برداشت ذرات گرد و غبار و ویژگی های انتشار آن‌ها در طوفان های منطقه سیستان با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ٦۷: صفحات ۲۵-۳۳.

آذرنیوند، ح. ۱۳۸۲. بررسی ویژگی‌های گیاه‌شناسی و اکولوژیک دو گونه *Artemisia sieberi* و *Aaucheri* در دامنه جنوبی البرز. پایان‌نامه دکتری مرتع‌داری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.

بابایی، ک.، امینی دهقی، م.، مدرس ثانوی، ع م. و جباری، ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٦ (۲): ۲۵۱-۲۳۹.

دستورانی، م. ت.، صادق‌زاده، م. ع. و حشمتی، م. ۱۳۸۷. بررسی کارآیی آبیاری زیرسطحی در میزان رشد و تولید درختان پسته. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ویژه آب و خاک، جلد ۲۲ (۱): ۳۵-٤۷.

رنگریزی، س.، بهرامی، ح ع. کیانی‌راد، م و شجاع‌الدینی، ا. (۱۳۹٤). ساخت تنبوشه‌های بیوکامپوزیتی بر پایه استفاده از الیاف خرما جهت آبیاری زیرسطحی گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک. دومین کنفرانس ملی کشاورزی و توسعه

قربانی واقعی، ح.، بهرامی، ح ع، علیزاده، پ و نصیری صالح، ف. (۱۳۹۰). ویژگی‌های هیدرولیکی کپسول‌های رسی متخلخل و تاثیر آن بر توزیع رطوبت خاک. مجله پژوهش آب ایران، ۹: ۱۳۱-۱٤۱.

قربانی واقعی، ح.، بهرامی، ح ع. و رشیدی جوشقان، م. (۱۳۹۳) کپسول‌های رسی متخلخل و کاربرد آن‌ها در تامین نیاز آبی گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک. فصل‌نامه بین المللی و پژوهشی منابع آب و توسعه، ۲: ۲٦-۲۰.

کاظمی‌نژاد، ا ع.، باغستانی میبدی، ن. و کریمی، ا. ع. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر روش‌های مختلف آبیاری براستقرار گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر در مناطق بیابانی. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۷۱: ۸۹-۹٤.

کاظمی‌نژاد، ا ع.، کارگر، ع.، کارگر، ح.، صدری، ص.، دهقان، ع.، غضنفریان. و ا و کبریایی، ح. ۱۳۸٦. بررسی اثر آبیاری زیرسطحی در رشد و نمو درخت تاغ در مناطق بیابانی با استفاده از لوله‌های سفالی. فصلنامه جنگل و مرتع، جلد۷٤: ۸۸-۹۳.

ناصری، ا.، بابازاده، ح و نخجوانی، س. ۱۳۹۰. انتخاب مناسب‌ترین دبی گسیلنده با تحلیل توزیع رطوبت از یک گسیلنده نقطه‌ای. حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (۱): ۲۹-٤۲.

هادی‌راد، م.، میرحسینی، ر.، مشکوه، م ع. و سلطانی، م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر مقادیر مختلف رطوبت خاک بر کارآیی مصرف آب (WUE) در گیاه تاغ. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، جلد ۸۰: ۷۵- ۸۲.

Bainbridge, D. 2001. Buried clay pot irrigation a little known but a very efficient traditional method of irrigation. Agriculture Water Management, 48: 79-88.

Chiatante, D., Di-Iorio, A., Sciandra, S., Stefania, G. and S. Mazzoleni. 2006. Effect of drought and fire on root development in *Quercus pubescens* wild and *Fraxinus ornal* seedlings. Environmental and Experimental Botany, 56: 190-197.

Hoekstra, F., A. Golovia. and J. Buitink. 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends plant Sci, 6: 431-438.

Jiusheng, Li., Zhang, J. and M. Rao, 2004. Wetting patterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source. Agricultural Water Management, 67: 89-104.

Masinde, P.W., Stutzel, H., Agong, S. and A. Goand- Fricke. 2006. Plant growth, water relations and transpiration of two species of African nightshade (*Solanum villosum Mill.* ssp. *Miniatum* (Bernh. Ex Willd.) Edmonds and *S. sarrachoides* Sendtn.) Under water-limited conditions. Scientia Horticulturae, 110: 7-15.

Sathiyamoorty, P. and S. Nukamura. 1995. Effect of gibberalic acid and inorganic salts on breaking dormancy and enhancing germination of true potato seed. Seed Res, 23: 5-7

Siyal, A.A. and T.H. Skaggs. 2009. Measured and simulated soil wetting patterns under porous clay pipe sub-surface irrigation. Agricultural Water Management, doi:10.1016/j.agwat.2008. 11.013.

Siyal, A.A., Siyal, A.G. and M.Y. Hasini. 2011. Crop production and water use efficiency under subsurface porous clay pipe irrigation. Vet. Sci, 27: 39-50.

ISSN 2251-7480

Evaluating the performance of bio-composite pipes as a subsurface irrigation method in culturing panicum (*panicum antidotale*)

Saeed Rangrizi[1], Hossein Ali Bahrami[2*], Mehran Kianirad[3], Abouzar Shojaaddini[4]

1) M.Sc. Graduated, Department of Soil Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2[*]) Assistant Professor, Department of Soil Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[*]Corresponding author: Bahramih@modares.ac.ir
3) Assistant Professor, Biotechnology Dept., Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran
4) M.Sc. Graduated, Department of Soil Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: 24-02-2016 Accepted: 22-05-2016

Abstract

Considering the limited access to fresh water resources and intense plant respiration and high evapotranspiration in deserts and arid regions, subsurface irrigation seems to be the most appropriate method for cultivation. The aim of this study was finding a proper subsurface irrigation to supply moisture for plant roots using bio-composite water pipes to supply water for panicum. Experimental design was factorial experiment conducted based on completely randomized block design with three replications in the Faculty of Agriculture in Tarbiat Modarres University in 2015. Main factors included subsurface irrigation using three types of bio-composite water pipes manufactured P3, P8, P9, subsurface irrigation using subsurface porous clay capsules and flood irrigation (control treatment). Secondary factors included three drought stress levels of 25, 50, and 100% of soil field capacity (FC). Results showed that, subsurface irrigation treatment using water pipe P8 and drought stress level of 25%, and FC decrease for 12.68%, was the lowest water consumption in irrigation. In addition, in subsurface irrigation, height, wet and dry weights were significantly different at %1 level compared to flood irrigation. Therefore, with regard to responsiveness of panicum water demand to subsurface irrigation using bio-composite water pipes, and considering the results of this research using subsurface irrigation by bio-composite water pipes, it is recommended to optimize water consumption for urban areas located in arid and semi-arid regions.

Keywords: bio-composite water pipes, panicum, porous clay capsules, subsurface irrigation