نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۸، ص. ۲۵۸-۲۴۵

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 2, May-Jun. 2019, p. 245-258

مقایسه روش‌های آبیاری سطحی، قطره‌ای و واترباکس در استقرار نهال زالزالک برای کنترل پدیده بیابان‌زایی

حبیب عابدی باباحیدری[۱]- روح الله فتاحی[۲]- داود نامدار خجسته[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۱

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل کمبود نزولات جوی، آب مهم‌ترین عامل محدودکننده استقرار گیاهان است. با توجه به محدودیت کمی و کیفی منابع آبی در استقرار گیاهان مناطق بیابانی، انتخاب روش مناسب آبیاری گیاهان دارای اهمیت زیادی است و باید این انتخاب آگاهانه و با دقت تمام انجام گیرد. هدف از این پژوهش مقایسه واترباکس (شکل خاصی از آبیاری فتیله‌ای) با آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای برای استقرار یک گونه گیاهی به نام زالزالک که اغلب برای پروژه‌های بیابان‌زدایی مورد استفاده مناطق نیمه‌خشک در ایران قرار می‌گیرد می‌باشد. در روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای آزمایش‌ها بر روی پنج رژیم کم آبیاری به ترتیب با صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد کم آبیاری و در سه تکرار انجام گرفت. در روش واترباکس نیز با توجه به خودتنظیم بودن سامانه واینکه امکان اعمال کم آبیاری وجود نداشت آزمایش‌ها با ۱۵ تکرار مشابه انجام گرفت. پارامترهای گیاهی شامل قطر ساقه و ارتفاع نهال هنگام کاشت نهال و پس از آن و نیز درصد زنده‌مانی نهال و میزان آب مصرفی در هر تیمار در طول یک سال (۱۳۹۵-۱۳۹۶) و دربازه‌های زمانی یک ماهه جهت مقایسه اندازه‌گیری شد و در پایان پژوهش با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج تحقیق نشان داد که سامانه واترباکس ضمن کاهش چشمگیر میزان آب مصرفی (در حد ۹۲ درصد کم آبیاری نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) و درصد زنده‌مانی بالای نهال (در این پژوهش ۱۰۰ درصد) روشی مفید و کاربردی جهت استقرار نهال زالزالک برای مبارزه و کنترل پدیده بیابان‌زایی می‌باشد. با توجه به این‌که در زمینه آبیاری با سامانه واترباکس تحقیقات چندانی صورت نگرفته توصیه می‌شود تحقیقاتی در خصوص استفاده از این سامانه برای آبیاری گونه‌های مثمر انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری فتیله‌ای، درصد زنده مانی، کارایی مصرف آب، کم آبیاری

مقدمه

وجود ۳۵ تا ۴۵ میلیون هکتار عرصه‌های بیابانی در کشور و محدودیت‌های حاکم بر آن‌ها، از جمله کمبود بارندگی، چالش‌های زیادی را برای توسعه پیش روی ساکنین این مناطق قرار داده است. از طرفی بهره‌برداری نامناسب از منابع موجود، بیابان‌زایی را به عنوان یک امر طبیعی مطرح نموده که از این طریق سالانه بر وسعت اراضی بیابانی کشور افزوده می‌شود. فعالیت‌هایی را که از سالیان پیش برای مهار بیابان تحت عنوان بیابان‌زدایی نیز پیگیری شده است، تنها توانسته است گوشه بسیار کوچکی (حدود ۱/۹ میلیون هکتار) از عرصه‌های وسیع را کنترل نماید. بیابان‌زایی بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین به عنوان سومین چالش مهم جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌گردد. به طوری‌که در کشور ما از حیث قلمرو سرزمین‌های بیابانی ازکل مساحت کشور ۴۳/۷ میلیون هکتار آن در زمره اکوسیستم بیابانی است که حدود ۲۰ میلیون هکتار از اکوسیستم های بیابانی تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند ضمن این که ۴/۶ میلیون هکتار از آن در ۱۸۳ منطقه در ۸۲ شهرستان و ۱۸ استان کشور جز کانون‌های بحرانی فرسایش بادی قلمداد می‌شوند. به طور کلی عوامل طبیعی و انسانی از عوامل اصلی بیابان‌زایی به شمار می‌روند.

از سوی دیگر با بروز خشکسالی‌های شدید در سال‌های جاری مدیریت منابع آب در ایران اینک به جایی رسیده است که به یکی از مهم‌ترین مباحث رایج در سطح کلان کشور تبدیل شده و کارشناسان

۱ و ۲- به‌ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه شاهد
(*- نویسنده مسئول: Email: D.namdarkhojasteh@shahed.ac.ir)
DOI: 10.22067/jsw.v33i2.74246

زیادی را در وزارت خانه‌ها و سازمان‌های مختلف واداشته است تا با نشست‌های کارشناسی برای برون رفت از این بحران راه چاره‌ای بیاندیشند.

کمبود آب و رطوبت از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و بقا گیاهان در مناطق بیابانی می‌باشند. در این مناطق بارندگی بسیار کم و غیرقابل پیش‌بینی بوده و علاوه بر این دمای بالا و وزش بادهای سهمگین نیز باعث تبخیر و تعرق سریع آب و تشدید محدودیت رطوبتی می‌شود. بنابراین در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل کمبود نزولات جوی، آب مهم‌ترین عامل محدودکننده استقرار گیاهان است. از طرفی این خشکی هوا و کمبود رطوبت عملیات بذرکاری یا کشت مستقیم نهال گیاهان را با خطر شکست مواجه می‌کند. پس در پروژه‌های بیابانی نیاز به کشت گلدانی و آبیاری است تا نهال‌ها مستقر شده و بتوانند از رطوبت لایه‌های عمقی خاک استفاده کنند. با توجه به محدودیت کمی و کیفی منابع آبی در استقرار گیاهان مناطق بیابانی، انتخاب روش مناسب آبیاری گیاهان دارای اهمیت زیادی است و باید این انتخاب آگاهانه و با دقت تمام انجام گیرد. انتخاب سیستم آبیاری مناسب جهت استقرار نهال‌ها در پروژه‌های بیابان‌زدایی به عواملی همچون شرایط اقلیمی، نیروی کارگر، بودجه، نوع گیاه کاشته شده و غیره بستگی دارد. در برخی مناطق بیابانی ایران از جمله شهرهای یزد، فردوس و اردکان روش‌های آبیاری نوینی مثل لوله‌های منفذدار، لوله‌های عمیق، گلدان‌های رسی دفن شده، آبیاری در حفاظ‌های درختی، آبیاری فتیله‌ای و کپسول‌های رسی منفذدار استفاده شده است. اگر چه روش‌های آبیاری زیر سطحی، برای استقرار گیاهان مورد آزمایش قرار گرفته است اما با وجود راندمان بالای آبیاری فتیله ای و واترباکس، پژوهش‌های علمی چندانی تاکنون در این زمینه خصوصا در پروژه‌های بیابان‌زدایی صورت نگرفته و در دسترس نیست. لذا با توجه به سنگین بودن هزینه اجرای اغلب پروژه‌های بیابان‌زدایی لازم است در این زمینه تحقیقات علمی و قابل استنادی صورت پذیرد و در تحقیقات مختلف جنبه‌های گوناگون این نوآوری مورد بررسی قرار گیرد تا مدیران و مسئولان اجرایی با اطمینان بیشتر تصمیم به استفاده از این فناوری بگیرند.

مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور طرح به کارگیری لوله کوزه‌ای با استفاده از لوله‌های سفالی قطر کم را در منطقه کرج به مرحله اجرا گذاشت و چنین نتیجه گرفت که مصرف آب در روش لوله سفالی با کیفیت و کمیت بالایی است.

نتایج تحقیقات کاظمی نژاد و همکاران (۸) نشان داد که نهال‌های تاغ آبیاری شده با سیستم آبیاری لوله‌های سفالی از نظر ارتفاع و تاج پوشش، تقریباً با نهال ۴ ساله روش غرقابی برابری می‌کند، یعنی نهال ۲ ساله لوله سفالی برابر یا حتی بهتر از نهال ۴ ساله غرقابی به روش کرتی است. لازم به ذکر است که هزینه سیستم لوله سفالی خیلی بیشتر از سیستم غرقابی است ولی پس از تکمیل سیستم، هزینه آبیاری آن حدود یک پنجم هزینه آبیاری روش غرقابی است.

بریج و رامیرز (۲) با بررسی سیستم‌های آبیاری مختلف برای مناطق بیابانی به این نتیجه رسیدند که لوله‌های منفذ دار علاوه بر کاهش چشمگیر مصرف آب نسبت به سایر روش‌ها مانع از رشد علف هرز خواهد شد. اسلامی و کریمی گوغری (۷)، با مقایسه آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر سطحی همراه با کم‌آبیاری نشان دادند که میزان آب آبیاری داده شده به تیمارهای مختلف (۱۰۰ و ۷۵ و ۵۰ درصد کم‌آبیاری) درآبیاری قطره‌ای زیر سطحی در مقایسه با قطره‌ای سطحی به ترتیب با کاهش ۹۸، ۷۴ و ۵۲ درصد همراه بوده است. در حالی‌که میزان عملکرد در تیمارهای مختلف در مقایسه با قطره‌ای سطحی به ترتیب ۱۴۷، ۱۳۸ و ۱۴۹ درصد افزایش داشته است. مشخصات محصول پسته از نظر تعداد دانه در اونس، درصد خندانی، درصد ناخندانی و درصد پوکی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری و همچنین دو روش آبیاری به لحاظ متغیرهای کیفی اندازه‌گیری شده وجود نداشت.

فال سلیمان و حاصلی (۴)، با هدف بررسی شیوه‌های نوین آبیاری و تلفیق آن با شیوه‌های سنتی برای انطباق و سازگاری آن با جغرافیای کشاورزی کشور، به معرفی روش آبیاری زیر سطحی- کوزه‌ای بیدسکان در شهرستان فردوس پرداختند. آنها با اجرای پروژه تلفیق فنون سنتی با روش‌های نوین آبیاری به این نتیجه دست یافتند که روش آبیاری زیر سطحی- کوزه‌ای صرفه‌جویی ۵۰٪ آب را نسبت به روش سنتی غرق آبی در پی داشته و چنانچه در مرحله بهره‌برداری از گیاهان زراعی و باغی کاشته شده، نتیجه مطلوب حاصل شود قابل تسری به سایر مناطق همگون جغرافیایی خواهد بود. سیال و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تولید محصول و راندمان استفاده از آب (کارایی مصرف آب) تحت شرایط آبیاری با لوله‌های زیرسطحی متخلخل رسی پرداختند. نتایج بررسی آن ها نشان داد که آبیاری با این روش باعث صرفه‌جویی در مصرف آب تا حدود ۸۰ درصد و افزایش عملکردی ۵ تا ۱۶ درصد سبزیجات آبیاری شده با این روش در مقایسه با روش آبیاری سطحی شد.

سیستم آبیاری فتیله‌ای پس از استفاده در یک مزرعه براحتی قابلیت جابجایی به مزرعه دیگر را دارد. همچنین طراحی، نصب و راه اندازی آن نیاز به تخصص بالایی نداشته و چون مصرف آب در آن خودتنظیم است نیاز به محاسبات آبی ندارد. لورن (۱۰) گزارش کرد که ایده آبیاری فتیله‌ای علاوه بر این که نیاز به پمپاژ را حذف می‌کند، از انرژی پتانسیل منفی زیاد سطح خاک و ریشه جهت انتقال آب به گیاه استفاده می‌کند. وی همچنین در پایان گزارش خود مواردی که نیاز است در مورد این سیستم بررسی شوند را به شرح زیر بیان کرد:

بررسی مقیاس زمانی رسیدن به خودتنظیمی سیستم

تغییراتی که در مراحل مختلف رشد گیاه در جذب آب صورت می

پذیرد

بررسی هزینه‌های اجرایی و دوام سیستم

آشنافی و همکاران (۱) با مطالعه تاثیر واترباکس بر زنده‌مانی درختان میوه (سیب، پرتقال، آووکادو و گواوا) به نتایج زیر دست یافت:

الف) درصد زنده‌مانی همه درختان میوه ۱۰۰ درصد بود بجز آووکادو که ۸۴ درصد زنده‌مانی داشت.

ب) میانگین رشد درختان سیب ۴۵/۵ سانتی‌متر، درختان پرتقال ۸۵ سانتی‌متر، درختان آووکادو ۵۱ سانتی‌متر و درختان گواوا ۸۲ سانتی‌متر بود.

این محققین به این نتیجه رسیدند که واترباکس اثر مثبتی بر بقاء و رشد ارتفاعی درختان میوه دارد. همچنین واترباکس با کاهش تبخیر از سطح آب را در خاک حفظ می‌کند.

همچنین در گزارشی از تحقیقات شرکت سازنده طی ده سال از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ و با مقایسه واترباکس با آبیاری قطره‌ای نتایج ذیل اعلام شد:

الف) به ازای هر هکتار استفاده از واترباکس به جای سیستم آبیاری قطره‌ای ۷۴۹۴ یورو صرفه اقتصادی دارد.

ب) مصرف آب سامانه واترباکس در مقایسه با آبیاری قطره‌ای ۹۴/۸۱ درصد کمتر است.

البته به دلایل ذیل نمی‌توان گفت که هزینه استفاده از سامانه واترباکس چقدر است:

الف) هزینه کارگری در کشورهای مختلف متفاوت است. به عنوان مثال در کشور اتیوپی هزینه کارگری ۲ یورو در ساعت است در حالی‌که در کشور اسپانیا ۲۰ یورو در ساعت است.

ب) بسته به گونه گیاهی نیز هزینه‌ها متفاوت خواهد بود به طوری که گونه پسته ۸ یورو و مورینگاه یک یورو در هکتار هزینه دارد.

ج) تراکم کشت نیز در برآورد هزینه‌ها بسیار مؤثر است (۷).

آبیاری با سامانه واترباکس[1]

در سامانه آبیاری این فناوری که با نام تجاری واترباکس، تولید و عرضه می‌شود علاوه بر این که از شیوه آبیاری فتیله‌ای استفاده شده، دارای ویژگی‌های منحصر به فرد دیگری از جمله استفاده از رطوبت موجود در هوا طبق قانون نقطه شبنم، ایجاد میکروکلیمای کوچک اطراف نهال و ایفای نقش به عنوان قیم نهال نیز می‌باشد. شکل ۱ یک نمونه واترباکس را از دو نمای مختلف را نشان می‌دهد.

از دیگر ویژگی‌های این سامانه این است که با ایجاد میکروکلیمای کوچکی اطراف نهال، دمای هوای پیرامون آن را متعادل نگه می‌دارد به نحوی که طول شب گرم‌تر از هوای محیط و در طول روز خنک‌تر می‌باشد. همچنین این سامانه در مقابل وزش باد به عنوان یک قیم برای نهال ایفای نقش می‌کند. جنس آن پروپلی پیلن بوده که مقاوم در برابر تغییرات حرارتی روز و شب و اشعه ماوراء بنفش خورشید می‌باشد و عمر مفید آن را در شرایط بیابان و کوهستان ۱۰ تا ۲۰ سال برآورد کرده‌اند.

هدف از این پژوهش مقایسه واترباکس که شکل خاصی از آبیاری فتیله‌ای می‌باشد با آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای برای استقرار یک گونه گیاهی به نام زالزالک که اغلب برای پروژه‌های بیابان‌زدایی مورد استفاده مناطق نیمه‌خشک در ایران قرار می‌گیرد می‌باشد. برای این منظور با در نظر گرفتن دو فرضیه زیر این پژوهش انجام گرفت:

الف) استفاده از واتر باکس در مقایسه با سایر روش ها در کشور اقتصادی نیست.

ب) آبیاری با استفاده از واتر باکس اثر مثبتی بر روی استقرار و رشد گیاه در مناطق کم بارش ندارد.

مواد و روش‌ها

موقیت جغرافیایی محل مورد مطالعه

آزمایشات در مزرعه‌ای در دانشگاه شهرکرد و در محدوده مختصات (UTM) به عرض ۴۸۳۳۵۱ متر شمالی و طول ۳۵۸۰۱۰۵ متر شرقی و با ارتفاع از سطح دریا ۲۱۰۵ انجام شد. منطقه مورد مطالعه در فاصله ۷ کیلومتری ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرکرد قرار دارد. در تقسیم‌بندی کوپن شهرکرد دارای اقلیم نوع Dcas که مبین شرایط آب و هوای معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک است.

گیاه مورد مطالعه

در این مطالعه از از نهال گلدانی یک ساله زالزالک استفاده شد. زالزالک درختچه یا درختی کوچک به ارتفاع ۵ تا ۱۴ متر، با شاخه‌های انبوه و خاردار از تیره گل‌سرخیان با میوه‌ای خوراکی می‌باشد. این درختچه دارای شکوفه‌های پُرپَر زیبا به رنگ سفید یا صورتی و معطر است. درختچه زالزالک در دامنه کوه‌ها و اراضی جنگلی آفتابی در سرتاسر جهان می‌روید. نهال‌ها در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۵ در فاصله سه متر در سه متر کاشته شدند و تغییرات آن‌ها از جمله ارتفاع و قطر ساقه در دو فصل زراعی ۹۵ و۹۶ اندازه‌گیری شد.

طرح آزمایشی

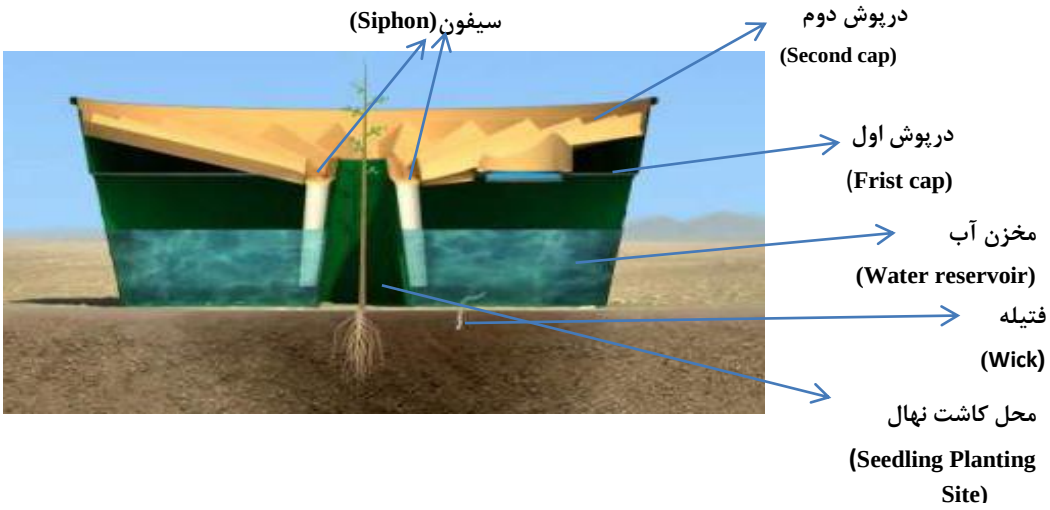
این پژوهش با سه روش آبیاری سطحی، قطره‌ای و واترباکس انجام شد که روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در ۵ تیمار سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و۱۰ درصد نیاز آبی) و در سه تکرار و تیمار واترباکس با ۱۵ تکرار انجام شد که به این ترتیب ۱۱ تیمار مورد

1- Water Box Irrigation

ارزیابی قرار گرفت. لازم بذکر است اختصاص تیمارها به واحدهای آزمایشی به صورت تصادفی بود. در شکل ۳-۲، R_1,R_2,R_3 سه بلوک هستند که هر کدام به یک روش آبیاری اختصاص داده شدند و Tn نشان‌دهنده روش و سطح آبیاری سطحی و Dn نشان‌دهنده روش و سطح آبیاری قطره‌ای و Wn نشان‌دهنده روش و تکرار واتراباکس می‌باشد.

اندازه‌گیری‌ها قبل و بعد از کاشت

پارامترهای گیاهی شامل قطر ساقه و ارتفاع نهال دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی، یعنی کل ۴۵ نمونه نیز این کار انجام شد. قبل از کاشت نهال‌های گلدانی ۵ سانتی‌متر از کف گلدان پلاستیکی برای حذف ریشه پیچ خورده در گلدان به وسیله کاتر بریده شد تا ریشه مستقیم به سمت عمق خاک رشد کند (برای تمام تیمارها انجام شد). سپس نهال را در مرکز چاله‌ای که یک روز قبل آماده شده بود کاشته و دور آن همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود یک ورق از جنس کارتوپلاست قرار د اده شد. این ورق به خاطر پوشش دادن سطح خاک و کاهش تبخیر استفاده می‌شود. لازم بذکر است طبق دستورالعمل کنار هر نهال هنگام کاشت به میزان ۱۰۰ گرم قارچ مایکوریزا ریخته شد (برای تمام تیمارها انجام شد). این قارچ باعث ریشه‌زایی و استقرار بهتر نهال می‌شود. مطابق تصاویر شکل ۳.



شکل ۱- قسمت‌های مختلف سامانه واتراباکس

Figure 1- Different parts of the Water Box system

شکل ۲- نصب ورق کارتوپلاست در روش واتراباکس

Figure 2- Installing the Cartoplast sheet in the WaterBox method

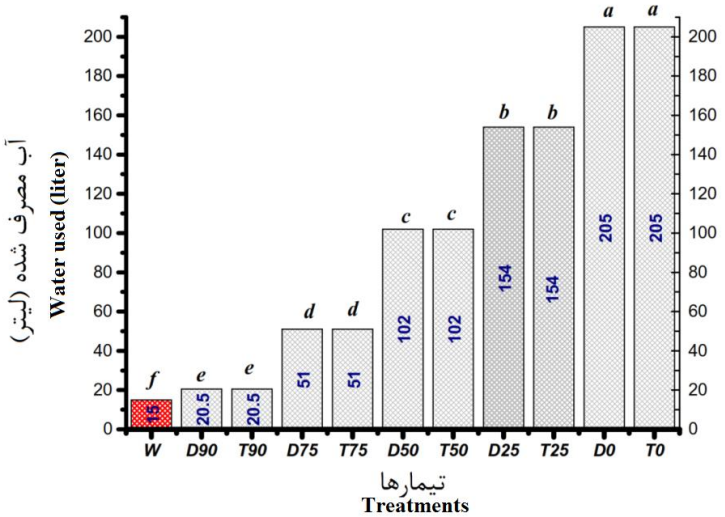
شکل ۳- نصب واترباکس بر روی نهال

Figure 3- Installing Water Box on the seedlings

نتایج و بحث

مقایسه مصرف آب سالانه واتر باکس با آبیاری قطره‌ای و سطحی

مطابق شکل ۴ مصرف آب در روش آبیاری با واترباکس سالانه ۱۵ لیتر بوده در حالی‌که در روش آبیاری قطره‌ای با کم آبیاری‌های صفر و ۲۵، ۵۰، ۷۵ و۹۰ درصد کم آبیاری به‌ترتیب ۲۰۵، ۱۵۴، ۱۰۲، ۵۱ و ۲۰/۵ لیتر در سال بوده است. میزان مصرف آب در روش سطحی (دستی) نیز با همان درصد کم آبیاری مطابق آبیاری قطره‌ای صورت گرفته است. لذا از دیدگاه مقدار آب مصرفی تیمار واترباکس معادل ۹۲ درصد کم آبیاری نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل می‌باشد. در این نمودار T و D و W به ترتیب نماد آبیاری سنتی، آبیاری قطره ای و آبیاری با واترباکس هستند. در شکل ۴ مشاهده می‌شود بین تمام تیمارها از لحاظ میزان آب مصرفی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد.



شکل ٤- مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری

Figure 4- Water use in irrigation treatments

مقایسه رشد قطری سالانه گیاه در تیمارها

جهت مقایسه آماری میانگین رشد سالانه قطری تیمارها، داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS به روش آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن بصورت نمودار در شکل ۵ نمایش داده شده است.

در جدول ۱ خلاصه نتایج آماری رشد سالانه قطر تیمارها نشان داده شده است. بیشترین رشد مربوط به تیمارهای آبیاری سطحی کامل با ۶۸ میلی‌متر رشد سالانه قطری بوده است. همچنین کمترین رشد مربوط به آبیاری سطحی با ۹۰ درصد کم آبیاری با ۲۱ میلی‌متر رشد سالانه قطری می‌باشد.

همانطور که ملاحظه می‌شود تأثیر رژیم آبیاری بر رشد قطری در برخی از تیمارها بر خلاف انتظار بوده است. به عنوان مثال میانگین رشد قطری تیمار D50 از تیمار D25 بیشتر می‌باشد ولی اختلاف آن ها ناچیز و طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

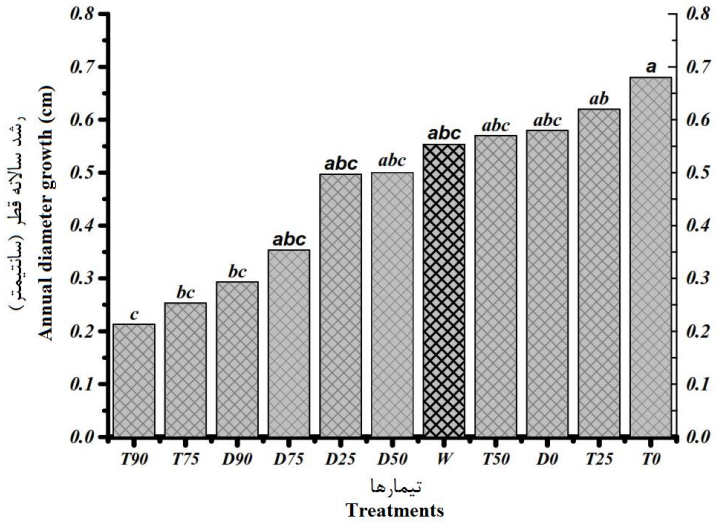
در بین تیمارهای آبیاری سطحی فقط بین تیمار T0 با تیمارهای T90,T75 و همچنین بین تیمار T25 و T90 اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشته است. بین تیمارهای آبیاری قطره‌ای علی رغم اختلافات بین میانگین رشد قطری، مطابق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات صوفی و همکاران که تأثیر رژیم آبیاری بر رشد قطری سرو نقره‌ای را بررسی کردند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نکردند مطابقت دارد. همچنین تحقیقات گرجی بحری و همکاران هرچند نشان داد رژیم آبیاری تأثیر معنی‌داری بر درصد زنده مانی نهال بلوط دارد ولی بر رشد نهال تأثیر معنی‌داری ندارد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

تیمار واترباکس با رشد قطری ۰/۵۵ سانتی‌متر، با وجود آنکه مصرف آب در حد ۹۲ درصد کم آبیاری (نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) داشته است از لحاظ رشد قطری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای آبیاری قطره‌ای کامل و آبیاری سطحی کامل نداشته است.

همانگونه که اشاره شد از لحاظ رشد قطری نهال اختلاف معنی داری بین روش‌های آبیاری (آبیاری قطره‌ای کامل، آبیاری سطحی کامل و واترباکس) مشاهده نشده است که با نتایج آزمایشات نیکان فر و همکار که بین رشد قطری انگور با روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای اختلاف معنی‌داری مشاهده کردند متفاوت بود.

مقایسه رشد ارتفاع سالانه گیاه در تیمارها

مطابق شکل ۶ میانگین رشد سالانه ارتفاع گیاه در روش آبیاری با واترباکس سالانه ۲۹ سانتی‌متر بوده در حالی‌که در روش آبیاری قطره‌ای با کم آبیاری‌های صفر و۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد به ترتیب ۲۷، ۴۲، ۴۰، ۲۲ و ۱۶ سانتی‌متر در سال و در روش سطحی (دستی) نیز با همان درصد کم آبیاری به ترتیب ۴۹، ۶۰، ۲۸، ۳۴ و ۱۰ سانتی متر بوده است. در مورد تیمار آبیاری با واترباکس علی‌رغم این که میزان آب مصرفی معادل ۹۲ درصد کم آبیاری (نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) بوده است میزان رشد ارتفاعی وضعیت مطلوبی داشته است که برای مقایسه آماری آن با سایر تیمارها داده‌ها در محیط نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت.



شکل ۵- رشد سالانه قطر در تیمارهای مختلف آبیاری (W واترباکس، D آبیاری قطره‌ای، T آبیاری دستی)

Figure 5- Annual diameter growth in different irrigation treatments

جدول ۱- خلاصه نتایج آماری رشد سالانه قطر در تیمارهای مختلف

Table 1- Statistical results of annual diameter growth in different treatments

متغیر Variable	تیمار Treatment	نماد Symbol	تعداد تکرار Repeat	میانگین رشد قطری (میلی‌متر) Average diameter growth (mm)	انحراف استاندارد (میلی متر) Standard deviation (mm)	خطای میانگین استاندارد (میلی‌متر) MSE (mm)
رشد قطر Diameter growth	آبیاری دستی کامل Full suface irrigation	T0	3	68	14	8
	آبیاری دستی با ۲۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 25% deficit-irrigation	T25	3	62	8	5
	آبیاری دستی با ۵۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 50% deficit-irrigation	T50	3	57	42	24
	آبیاری دستی با ۷۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 75% deficit-irrigation	T75	3	25	1	1
	آبیاری دستی با ۹۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 90% deficit-irrigation	T90	3	21	10	6
	آبیاری قطره ای کامل Full drip irrigation	D0	3	57	31	18
	آبیاری قطره ای با ۲۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 25% deficit-irrigation	D25	3	50	12	7
	آبیاری قطره ای با ۵۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 50% deficit-irrigation	D50	3	53	7	4
	آبیاری قطره ای با ۷۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 75% deficit-irrigation	D75	3	35	8	5
	آبیاری قطره ای با ۹۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 90% deficit-irrigation	D90	3	29	15	9
	واترباکس Water box	W	11	55	9	3

در جدول ۲ خلاصه نتایج آماری رشد سالانه ارتفاع تیمارها نشان داده شده است. بیشترین رشد مربوط به تیمارهای آبیاری سطحی با ۲۵ درصد کم آبیاری با ۶۰ سانتی‌متر رشد ارتفاعی بوده است. همچنین کمترین رشد مربوط به آبیاری سطحی با ۹۰ درصد کم آبیاری می‌باشد. جهت مقایسه آماری میانگین رشد سالانه ارتفاع تیمارها، داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS به روش آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن بصورت نمودار در شکل ۶ نمایش داده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود تاثیر رژیم آبیاری بر رشد ارتفاع نیز در برخی از تیمارها بر خلاف انتظار بوده است. به عنوان مثال میانگین رشد ارتفاع تیمار D0 از تیمارهای D50, D25 کمتر می‌باشد ولی اختلاف آن‌ها طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. همچنین میانگین رشد ارتفاع تیمار T0 از تیمار T25 کمتر می‌باشد ولی اختلاف آن‌ها طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

در بین تیمارهای آبیاری قطره‌ای علی‌رغم اختلافات بین میانگین رشد ارتفاعی، مطابق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشده است.

بین تیمارهای آبیاری سطحی مطابق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف تیمارهای T25, T0 با تیمارهای T90, T75 معنی‌دار بوده است. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات صوفی و همکاران که تأثیر رژیم آبیاری بر رشد ارتفاع سرو نقره‌ای را بررسی کردند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نکردند مطابقت ندارد.

تیمار واترباکس با میانگین رشد ارتفاع ۲۹/۳ سانتی‌متر، با وجود آنکه مصرف آب در حد ۹۲ درصد کم‌آبیاری داشته است (نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) از لحاظ رشد ارتفاعی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشته است.

همانگونه که اشاره شد از لحاظ رشد ارتفاعی نهال اختلاف معنی

داری بین روش‌های آبیاری (آبیاری قطره‌ای کامل، آبیاری سطحی کامل و واترباکس) مشاهده نشده است که با نتایج آزمایشات نیکان فر و همکاران که بین رشد ارتفاع انگور با روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای اختلافات معنی‌داری مشاهده کردند متفاوت بود. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات گرجی بحری و همکاران که اختلاف معنی‌داری بین رژیم‌های مختلف آبیاری نهال بلوط مشاهده نکردند مطابقت دارد.

مقایسه کارایی مصرف آب در تیمارها

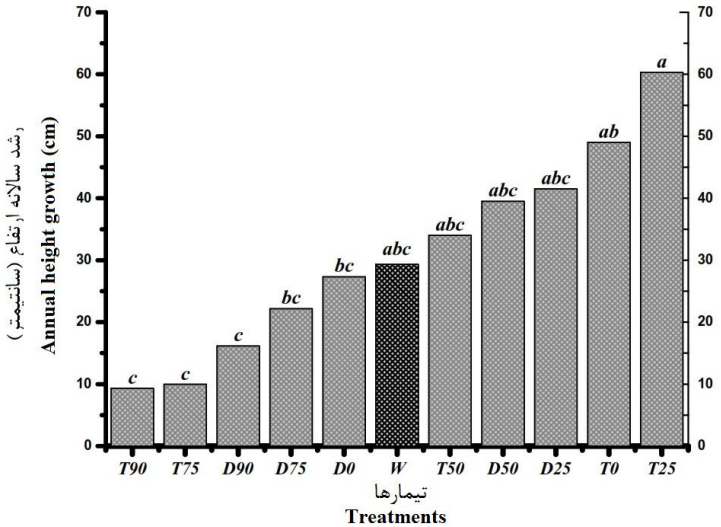
برای محاسبه کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف، مقدار ماده تولیدی گیاه (بر حسب سانتی‌متر مکعب) نسبت به آب مصرف شده محاسبه شد که نتایج در جدول ۳ نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری با واتر باکس بوده با ۲/۵ سانتی‌متر مکعب بر لیتر که با فاصله نسبتا زیادی از سایر تیمارها بدست آمده است و این در حالی است که همانطور که در بخش‌های قبل گفته شد مصرف آب این تیمار معادل ۹۲ درصد کم آبیاری (نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) بوده است. کمترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری سطحی با ۷۵ درصد کم آبیاری بوده که مقدار آن ۰/۱۵ سانتی‌متر مکعب بر لیتر بوده است. در تیمار آبیاری قطره‌ای کامل نیز کارایی مصرف آب ۰/۱۶ سانتی‌متر بر لیتر محاسبه شده است که نشان می‌دهد علی‌رغم آن که رشد این تیمار در وضعیت مناسبی بوده است ولی از لحاظ کارایی مصرف آب بسایر عملکرد ضعیفی داشته است.

جهت مقایسه آماری میانگین کارایی مصرف آب تیمارها داده‌ها در نرم‌افزار SPSS به روش آزمون دانکن تحلیل شد که نتایج آن در شکل ۷ نمایش داده شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف بین تیمارها از لحاظ کارایی مصرف آب فقط بین تیمار واترباکس و سایر تیمارها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و سایر تیمارها با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. هر چند تحقیقاتی در خصوص تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر گیاه زالزالک موجود نیست ولی نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج تحقیقات ریمون و همکاران مطابقت دارد به گونه‌ای که ایشان با اعمال رژیم های مختلف آبیاری قطره‌ای در کشت چغندر به این نتیجه رسیدند که از لحاظ کارایی مصرف آب بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. هرچند نتایج تحقیقات توپاک و همکاران بر روی تأثیر رژیم-های مختلف آبیاری قطره‌ای بر چغندرقند حاکی از آن است که از لحاظ کارایی مصرف آب بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد کم‌آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی این دو تیمار با تیمار ۵۰ درصد کم آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارند.

مقایسه درصد زنده‌مانی تیمارها

با توجه به مقاوم بودن زالزالک به خشکی فقط سه مورد از نهال های کشت شده خشک شدند. برای بررسی درصد زنده‌مانی به لحاظ آماری داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS تحلیل شد که نتایج در نمودار شکل ۸ نشان داده شده است. طبق نمودار درصد زنده‌مانی در روش واترباکس ۱۰۰ درصد بوده است و تنها در دو تیمار از آبیاری قطره‌ای و یک تیمار از آبیاری سطحی زنده‌مانی ۱۰۰ درصد نبوده است.



شکل ٦- رشد سالانه ارتفاع در تیمارهای مختلف آبیاری (W واترباکس، D آبیاری قطره‌ای،T آبیاری دستی)

Figure 6- Annual hieght growth in different irrigation treatments

جدول ۲- خلاصه نتایج آماری رشد سالانه ارتفاع در تیمارهای مختلف

Table 2- Statistical results of annual hieth growth in different treatments

متغیر Variable	تیمار Treatment	نماد Symbol	تعداد تکرار Repeat	میانگین رشد ارتفاع (سانتی‌متر) Average height growth (cm)	انحراف استاندارد (سانتی‌متر) Standard deviation (cm)	خطای میانگین استاندارد (سانتی‌متر) MSE(cm)
رشد ارتفاع Height growth	آبیاری دستی کامل Full suface irrigation	T0	3	49	21.79	12.58
	آبیاری دستی با ۲۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 25% deficit-irrigation	T25	3	60.29	9.50	5.48
	آبیاری دستی با ۵۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 50% deficit-irrigation	T50	3	28.33	33.86	19.55
	آبیاری دستی با ۷۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 75% deficit-irrigation	T75	3	34	1.5	0.87
	آبیاری دستی با ۹۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 90% deficit-irrigation	T90	3	10	9.29	5.36
	آبیاری قطره ای کامل Full drip irrigation	D0	3	27.33	10.5	6.06
	آبیاری قطره ای با ۲۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 25% deficit-irrigation	D25	3	41.5	4.93	2.85
	آبیاری قطره ای با ۵۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 50% deficit-irrigation	D50	3	39.5	4	2.31
	آبیاری قطره ای با ۷۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 75% deficit-irrigation	D75	3	22.16	2	1.15
	آبیاری قطره ای با ۹۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 90% deficit-irrigation	D90	3	16.17	4.48	2.59
	واترباکس Water box	W	11	29.32	11.59	3.49

البته اختلاف در درصد زنده‌مانی طبق روش دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده است. نتایج درصد زنده‌مانی نهال با نتایج ناصری و همکاران مطابقت داشته است. ایشان با بررسی درصد زنده‌مانی گونه تا اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کم‌آبیاری به لحاظ درصد زنده‌مانی مشاهده نکردند. گرجی بحری و همکاران با بررسی درصد زنده‌مانی بلوط تحت رژیم‌های آبیاری متفاوت اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده کردند که با نتایج این تحقیق متفاوت بوده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

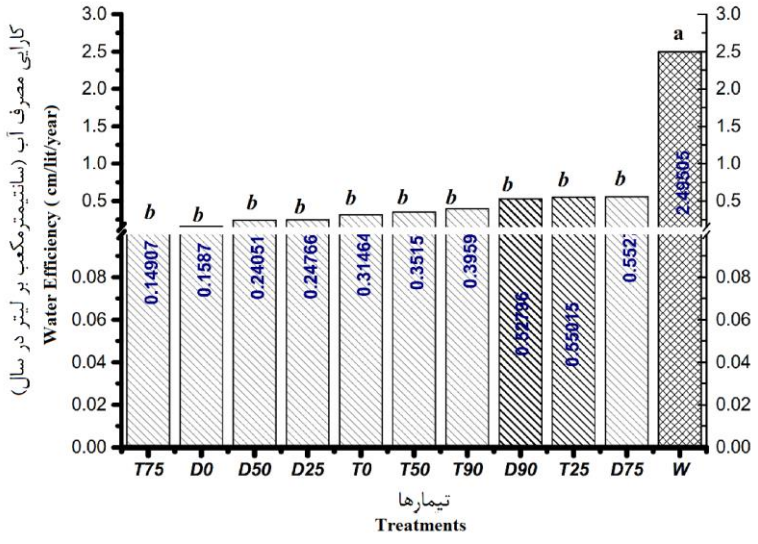
در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که سامانه واترباکس ضمن کاهش چشمگیر میزان آب مصرفی (در حد ۹۲ درصد کم آبیاری نسبت به آبیاری قطره‌ای کامل) و درصد زنده‌مانی بالای نهال (در این پژوهش ۱۰۰ درصد) روشی مفید و کاربردی جهت استقرار نهال زالزالک برای مبارزه و کنترل پدیده بیابان‌زایی می‌باشد. همچنین مشاهده گردید کارایی مصرف آب در واترباکس نسبت به روش‌های آبیاری قطره‌ای و آبیاری سطحی با اختلاف معنی‌داری بیشتر است. طبق نتایج حاصل از این پژوهش با بکار گیری سامانه واترباکس ضمن استفاده حداکثری از منابع آب موجود و در دسترس می‌توان از منابع آبی که از دسترس خارج می‌شوند مثل نزولات جوی که با تبخیر از سطح از دسترس خارج می‌شوند استفاده نمود.

در بخش مقایسه رشد تیمارها در فصل بهار ۹۶ ملاحظه شد که بیش‌ترین رشد چه به لحاظ قطری و چه به لحاظ ارتفاعی مربوط به تیمار واترباکس بود و این اختلاف به احتمال قوی به خاطر اندوخته آبی است که در مخزن خود در فصل زمستان از نزولات جوی ذخیره کرده است.

جدول ۳- کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

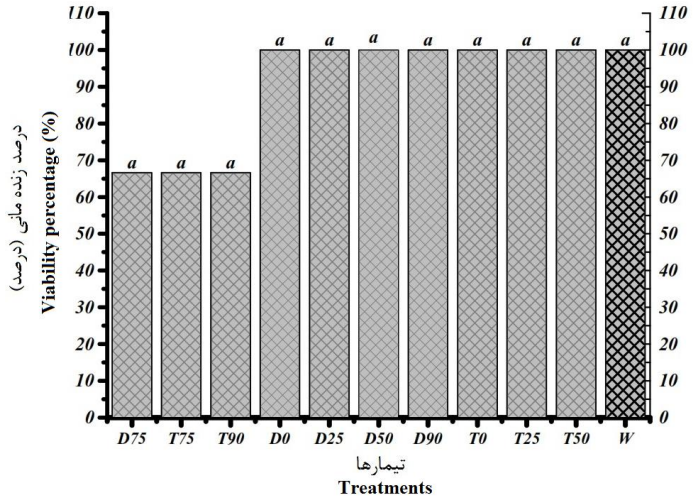
Table 3- Water efficiency in different treatments

تیمار Treatment	نماد Symbol	رشد حجمی (سانتی متر مکعب) Volume growth (ccm)	آب مصرفی (لیتر) Water used (lit)	کارایی مصرف آب (سانتی متر مکعب بر لیتر) Water efficiency (ccm/lit)
آبیاری دستی کامل Full suface irrigation	T0	3	49	21.79
آبیاری دستی با ۲۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 25% deficit-irrigation	T25	3	60.29	9.50
آبیاری دستی با ۵۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 50% deficit-irrigation	T50	3	28.33	33.86
آبیاری دستی با ۷۵ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 75% deficit-irrigation	T75	3	34	1.5
آبیاری دستی با ۹۰ درصد کم آبیاری Suface irrigation by 90% deficit-irrigation	T90	3	10	9.29
آبیاری قطره ای کامل Full drip irrigation	D0	3	27.33	10.5
آبیاری قطره ای با ۲۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 25% deficit-irrigation	D25	3	41.5	4.93
آبیاری قطره ای با ۵۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 50% deficit-irrigation	D50	3	39.5	4
آبیاری قطره ای با ۷۵ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 75% deficit-irrigation	D75	3	22.16	2
آبیاری قطره ای با ۹۰ درصد کم آبیاری Drip irrigation by 90% deficit-irrigation	D90	3	16.17	4.48
واترباکس Water box	W	11	29.32	11.59



شکل ۷- کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

Figure 7- Water efficiency in different treatments



شکل ۸- درصد زنده‌مانی در تیمارهای مختلف

Figure 8- Viability percentage in different irrigation treatments

لذا با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان درستی فرضیه‌های مطرح شده در ابتدای پژوهش را این‌گونه پاسخ داد:

در طراحی سیستم آبیاری علاوه بر مسائل فنی باید به تحلیل اقتصادی پروژه نیز پرداخت بطوری‌که در هر گزینه هزینه‌های ثابت و جاری را متناسب با نوع طرح در نظر گرفته و درآمدهای اقتصادی آن را مورد مقایسه قرار داد تا بتوان نسبت به انتخاب یا عدم انتخاب نوع سیستم تصمیم‌گیری نمود. نکته‌ای را که درطرح‌های آبخیزداری و بیابان‌زدایی باید مد نظر قرار داد این است که باید میزان موفقیت و اثربخشی و توجیه اقتصادی این پروژه‌ها بعد از اجرای آنها مورد بررسی قرار گیرد و علل موفقیت و یا عدم موفقیت آنها مشخص و همچنین میزان تأثیر آن بر محیط زیست و وضعیت اجتماعی و اقتصادی منطقه اعلام گردد. لذا بررسی اقتصادی گزینه‌ها و تیمارهای مورد آزمایش در این پژوهش قبل از اجرای کامل (بعد از چند سال تا گیاه به اندازه مطلوب رسیده باشد) مستقیما امکان‌پذیر نبوده ولی به طور غیر مستقیم می‌توان با توجه به کارایی مصرف آب گزینه‌های مختلف را مقایسه نمود.

کارایی مصرف سامانه واترباکس (۲/۵ سانتی‌متر مکعب بر لیتر) با سایر تیمارها اختلاف زیاد و معنی‌داری داشت یعنی با به کارگیری این روش آبیاری، به ازاء مصرف آب واحد (یک لیتر) میزان تولید محصول که اثر مستقیمی بر درآمد حاصل از طرح خواهد گذاشت بیشتر از سایر تیمارها بوده است. جهت تحلیل اقتصادی کامل باید ضمن محاسبه هزینه‌های اجرای طرح، درآمد حاصل از اجرای طرح در درازمدت محاسبه گردد که نیاز به تحقیقات چندین ساله دارد.

همچنین نتایج بدست آمده نشان داد استفاده از واترباکس بر روی رشد (قطری و ارتفاعی) گیاه (در این مطالعه زالزالک) تأثیر معنی‌داری نداشته است. همچنین تأثیر این روش آبیاری بر روی زنده‌مانی نهال که از مهمترین معیارهای استقرار نهال می‌باشد در مقایسه با دو روش دیگر (قطره‌ای و سطحی) معنی‌دار نبوده است. لذا این فرضیه رد نمی‌شود.

با توجه به این‌که در زمینه آبیاری با سامانه واترباکس تحقیقات چندانی صورت نگرفته توصیه می‌شود تحقیقاتی در خصوص استفاده از این سامانه برای آبیاری گونه‌های مثمر انجام گیرد.

تحقیقات و آزمایشات جهت انتخاب بهترین جنس فتیله متناسب با گونه گیاهی و بافت و ساختمان خاک لازم می‌باشد.

باتوجه به اینکه آزاد سازی سامانه واتر باکس در شرایطی مشابه این تحقیق که طوقه نهال در مرکز قرار می‌گیرد دشوار است، تحقیقی در خصوص قرار دادن سامانه در مجاورت نهال انجام شود.

محل نصب و کارگزاری فتیله نیز از جمله مواردی است که لازم است در تحقیقات بعدی به آن پرداخته شود.

نظر به این‌که واترباکس موجود در بازار در یک اندازه و گنجایش واحد وجود دارد به‌نظر می‌رسد طراحی مخزن از نظر شکل و گنجایش با توجه به اقلیم های مختلف می‌تواند موضوع دیگری برای تحقیقات آتی در زمینه واترباکس باشد.

منابع

1- Ashenafi A., Mereseit H., and Dawit B. 2015. Preliminary study on effect of Waterboxx on survival rate of fruit trees (apple, avocado, gouva and orange) at Selame elementary school garden wukro. Ethical and sustainable

ecosystem management 22: 83-102.
2- Bainbridge A., and Ramirez A. 2008. More efficient irrigation systems for desert and dry land restoration. Expo Zaragoza. 14 June-14 September. Zaragoza, Spain.
3- Bastani Sh., 1994. Groundwater irrigation scheme with jug tubes. Seventh Seminar of the National Irrigation and Drainage Committee. August 31 to September 2. National Irrigation and Drainage Committee. Tehran.
4- Fal Salman M., and Haseli M. 2011. Introduction of subsurface water-irrigation method in arid and low water areas (Case study of Bidsekan village in Ferdows city). International Conference on Knowledge of Traditional Water Resources Management. 2 to 4 March. Qazvin International Center.
5- Fall Solomon M. My goodness 1390. Introduction of subsurface water-irrigation method in arid and low water areas (Case study of Bidsekan village in Ferdows city). International Conference on Knowledge of Traditional Water Resources Management. 2 to 4 March. Qazvin International Center and Yazd Blue Historical Structures.
6- Groasis. 2017. Explanation-of-the-Groasis-Technology. https://www.groasis.com/images/scientific_results/Appendix.
7- Islam A., and Karimi Goghari Sh. 2008. Low irrigation of pistachio trees using underwater drip irrigation. The 2nd National Conference on Irrigation and Drainage Management. 1 to 4 March. Chamran martyr of Ahwaz University.
8- Kazeminejad AE., Kareghar AS., Karegar H., Sadri P., Dehghan A., Ghazanfarian and Qabriyeh H. 2007. Study of the effects of sub-surface irrigation on the growth and development of halophytes in desert areas using clay pipes. Forest and Range Quarterly. 74: 88-93.
9- Lauren B. 2013. Wick irrigation systems for subsistence farming. Bachelor of science in mechanical engineering. 20-23 jon. Massachusetts, US.
10- Radiobaracoa. 2017. 5-wick-irrigation-a-sustainable-technology-available-to-everyone. http://www.radiobaracoa.icrt.cu/en/component/k2/item/167.

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 2, May-Jun. 2019, p. 245-258

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۸، ص. ۲۵۸-۲۴۵

Comparison of Surface, Drip and Water Box Irrigation Methods on the Establishment of Hawthorn Seedling for Controlling Desertification Phenomenon

H. Abedi Babaheydari[1]- R. Fatahi[2]- D. Namdar Khojasteh[3*]

Received: 08-10-2018
Accepted: 11-05-2019

Introduction: The existence of 35 to 45 million hectares of desert areas in Iran and many restrictions such as lack of precipitation, have caused many challenges for the development of these areas. On the other hand, improper utilization of existing resources has resulted in desertification as a natural phenomenon, which is increasing annually. The activities that have been tracked down desertification decades ago have only managed to control a very small corner (about 9.1 million hectares) of these areas. Desertification is the consequence of two challenges of climate change and freshwater scarcity. In Iran, 43.7 million hectares are desert ecosystems in the wilderness of the country, of which about 20 million hectares of desert ecosystems are affected by wind erosion. Meanwhile, 4.6 million hectares in 183 districts in 82 counties and 18 provinces of the country are considered critical wind erosion centers. In general, natural and human factors are among the main origins of desertification. In arid and semi-arid areas due to lack of precipitation, water is the most important limiting factor for plant deployment. Due to the quantitative and qualitative limitations of water resources, the survival of plants in desert areas, mainly depends on the choosing appropriate irrigation method. The purpose of this study was to compare Water Box method, which is a particular form of irrigation, with surface and drip irrigations for planting hawthorn plant, which is often used for desertification projects in semi-arid areas such as Iran.

Materials and Methods: Experiments were carried out in the research field at Shahrekord University in the coordinate 32.3526° N, 50.8261° E and 2105 meters above sea level. The study area is 7 km far from the Shahrekord synoptic meteorological station. Shahrekord climate is categorized as Dcas climate by Copenhagen division method, which is characterized by moderate cold weather conditions with warm summers. In surface and drip irrigation methods, five irrigation regimes with zero, 25, 50, 75 and 90 percent of water requirements each with three replications were applied. In the Water box method, due to the self-regulation of the system and the no possibility of deficit irrigation, experiments with 15 similar replications were performed. Plant parameters such as stem diameter, height, seedling survival percentage and water content in each treatment were measured by one-month interval and compared to each other at the end of the study.

Results: The results of this study showed that the Water Box system, while significantly reducing the amount of consumed water (92% than drip irrigation) and high survival rate of seedlings (in this research 100%), is a useful method for establishing some hawthorn seedlings for combat and control of the desertification phenomenon. The highest growth was observed in irrigation treatments with 25 percent low irrigation with 60 cm height growth. Also, the lowest growth is due to irrigation with 90 percent low irrigation. In order to compare the mean annual growth rate of treatments, data were analyzed in SPSS software using the Duncan test at a significant level of 5 percent. The highest water use efficiency was related to water Box irrigation with 2.5 cc/l, which was obtained with a relatively large distance from other treatments, while, as mentioned in the previous sections, the water consumption of this treatment 92 percent low irrigation than full drip irrigation. The lowest water use efficiency was related to irrigation with 75% irrigation, which was 0.15 $m^3 l^{-1}$. In total drip irrigation treatment, water use efficiency was estimated to be 0.16 cm/liter, which shows that although the growth of this treatment was in good condition, it has poor results regarding water use efficiency.

Discussion: Due to the resistance of hawthorn to drought, only three of the cultivated seedlings were dried. The percentage of viability in the Water Box method was 100 percent. However, the difference in the percentage of vitality according to Duncan's method was not significant at 5 percent level. The results of seedling survival

1 and 2- M.Sc Graduate Student and Associate Professor, Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Respectively
3- Assistant Professor, Department of Soil Science, Shahed University
(*- Corresponding Author Email: D.namdarkhojasteh@gmail.com)

percentage were consistent with Naseri et al.(2005). They did not observe the significant difference between irrigation treatments in terms of viability. Due to the lack of research on irrigation with the Water box system, it is recommended that other researches be carried out on the use of this system for irrigation of other (productive) species. The location of the installation and tiling of wicks is one of the things that need to be addressed in the future research.

Keywords: Deficit irrigation, Survival, Water use efficiency, Wick irrigation