

ارزیابی روش‌های مختلف آبیاری اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* Boiss. در شرایط مزرعه

امید اسدی اسدآباد^۱، سیدحمید متین‌خواه^۱، زهرا جعفری^۱ و حسن کریم‌مجنی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۶)

چکیده

با هدف بررسی اثر روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری، زیرسطحی و آبیاری شیاری در زراعی کردن گیاه اسپرس همدانی، آزمایشی با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه صنعتی اصفهان به مدت دو سال (۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷) اجرا شد. بدین منظور لوله‌های سفالی ساخته شدند و گیاه اسپرس همدانی در طرفین لوله‌های سفالی و نوارهای آبیاری قطره‌ای تیپ کشت شد. همچنین تیمار آبیاری شیاری به‌عنوان شاهد اعمال شد. در طول آزمایش تمام تیمارها آب مصرفی یکسان دریافت کردند و در نهایت برخی شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تحقیق، بهبود صفات ارتفاع (۰/۴۳ و ۰/۳۴)، سطح تاج پوشش (۰/۶۶ و ۰/۵۲)، تعداد ساقه (۰/۴۴ و ۰/۸۵)، شاخص کلروفیل (۰/۴۵ و ۰/۳۸)، سبز شدن بذور (۰/۷۵ و ۰/۳۰)، زنده‌مانی گیاه (۰/۷۸ و ۰/۵۵)، عملکرد (۰/۲۳ و ۰/۳۵) و کارایی مصرف آب (۰/۲۵ و ۰/۲۵) را تحت تیمار آبیاری قطره‌ای نواری به ترتیب نسبت به آبیاری سفالی و شیاری نشان داد ($P < 0.05$). در نتیجه، تیمار قطره‌ای نواری در سال‌های ابتدایی کاشت اسپرس همدانی قابل توصیه است، اما از آنجا که حداکثر توان تولیدی این گیاه در سال‌های سوم به بعد است، برای توصیه روش آبیاری مناسب به‌خصوص بهره‌گیری از آبیاری زیرسطحی نیاز به بررسی نتایج در سال‌های بعدی است.

واژه‌های کلیدی: آبیاری زیرسطحی؛ آبیاری قطره‌ای نواری تیپ؛ آبیاری شیاری؛ زنده‌مانی گیاه؛ شاخص‌های رشد گیاه.

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، ایران

۲. گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، ایران

* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: zahra.jafari1@na.iut.ac.ir

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت جهان و محدود شدن منابع تولید محصولات کشاورزی، یکی از راه‌های مؤثر برای منابع غذایی نسل‌های آینده تلاش در جهت افزایش راندمان تولید در واحد سطح، افزایش راندمان آبیاری و استفاده از منابع گیاهی جدید است (۱۵). طی چند سال اخیر به دلیل افزایش سطح زیرکشت و افزایش عملکرد در واحد سطح، تولید محصولات زراعی افزایش قابل توجهی داشته است (۱۳). استفاده از گونه‌های بومی در مقایسه با گونه‌های وارداتی دارای برتری است، دلیل این امر سازگاری بیشتر این گونه‌ها در طول سالیان گذشته است، به طوری که گونه‌های بومی نسبت به گونه‌های وارداتی از نظر نوسانات دمایی حداکثر و حداقل درجه حرارت، خشکی، شوری آب و خاک، آفات و بیماری‌ها، رقابت با گونه‌های موجود در عرصه و بسیاری از موارد دیگر دارای تحمل بیشتری هستند (۲۲). اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* Boiss. با نام انگلیسی Sweetvetch از خانواده Papilionaceae (۹) انحصاری کشور ایران بوده و با نام دیگر *Hedysarum ecbatanum* Beck. نیز شناخته می‌شود. در استان‌های همدان، کرمانشاه، لرستان، اراک، اصفهان، یزد و چهارمحال و بختیاری دیده می‌شود (۱۹). حدود ۲۰۰ گونه از آن در نواحی معتدله نیمکره شمالی، اروپا، آسیا، شمال آفریقا و شمال آمریکا انتشار دارند. فلور شوروی سابق با بیش از ۸۸ گونه غنی‌ترین جایگاه رویش گیاهان این جنس است (۸) و فلور عراق با ۵ گونه، کمترین تعداد گونه را داراست (۳۲). اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* Boiss. از نظر خصوصیات جوانه‌زنی، کیفیت علوفه و توان فراهم‌آوری نیتروژن دارای قابلیت‌های مطلوبی است و می‌توان آن را به‌عنوان یک گونه بومی مرتعی برای کاشت در شرایط اکولوژیک مشابه معرفی و ترویج کرد (۲۸). این گونه یکی از گونه‌های علوفه‌ای چندساله و بسیار با ارزش مراتع بیلاقی ایران است که در شدت برداشت متوسط می‌تواند تولید مناسبی داشته باشد و در شدت های چرای مختلف نشان داده که از تحمل چرای و رشد دوباره مناسبی برخوردار است (۲۰). اسپرس دارای ریشه عمیق به قطر

یک متر تا پنج سانتی‌متر و عمق چند متر با انشعابات جانبی بسیار است. در خاک‌های عمیق و آهکی، خشک و به‌نسبت سبک تولید مناسبی دارد و اراضی خیلی شور و اسیدی برای کشت گیاه مناسب نیست. شهبازی و همکاران (۲۸) بیان کردند که مقدار عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم در این گونه بیشتر از حد بحرانی است و این گونه حاوی آهن و منگنز است.

از آنجا که میزان آب در مناطق خشک و بیابانی محدود است، بنابراین روش‌های بهره‌برداری از منابع آب موجود و همچنین روش‌های آبیاری در این مناطق با دیگر مناطق تفاوت دارد. از طرفی استفاده، جمع‌آوری و بهره‌برداری بهینه از منابع آب موجود سبب می‌شود تا پوشش گیاهی احیا شود و غنی شدن پوشش گیاهی سبب می‌شود تا برای بهره‌برداری بهینه از مناطق خشک اقدام مثبتی صورت گیرد. با اعمال مدیریت صحیح و به‌کارگیری فناوری‌های سنتی و در کل هر فناوری که سبب حفظ رطوبت، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و به‌طور کلی بهبود خصوصیات فیزیکی خاک شود، می‌توان بازده مصرف آب را افزایش داد. در پژوهشی با عنوان ارزیابی روش‌های آبیاری مختلف با بهره‌گیری از دو سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و شیاری به این نتیجه رسیدند که عملکرد سویا تحت تأثیر روش آبیاری قرار نگرفت ولی رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد محصول مؤثر بودند. متوسط راندمان یکنواختی پخش آب در آبیاری کامل در روش آبیاری قطره‌ای ۹۶ درصد و آبیاری شیاری ۹۵ درصد بوده است و راندمان کاربرد آب در روش قطره‌ای به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از روش آبیاری شیاری به‌دست آمد. بر اساس نتایج این پژوهش قسمت عمده هدررفت آب در روش آبیاری شیاری ناشی از تلفات رواناب سطحی (۶۷ درصد در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی) است، درحالی که این تلفات در روش آبیاری قطره‌ای مشاهده نشد (۲۹). اثر سه تیمار آبیاری لوله‌ای زیرسطحی، آبیاری کوزه سفالی و آبیاری سطحی یا شاهد بر نهال کهور *Prosopis cineraria* (L.) Druce در بیابان سنورن مورد بررسی قرار گرفت. در آبیاری لوله‌ای

مواد و روش‌ها

خصوصیات منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در محدوده اراضی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. مختصات عرصه کشت شده در عرض جغرافیایی $33^{\circ} 43'$ شمالی و طول جغرافیایی $51^{\circ} 33'$ شرقی و در ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. طبق بررسی‌های بلندمدت آماری از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۵، میانگین درجه حرارت سالانه $16/04$ درجه سانتی‌گراد بوده و میانگین بارندگی سالانه منطقه 127 میلی‌متر و متوسط رطوبت نسبی هوای سالانه $38/7$ درصد است. گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال نیز به ترتیب تیرماه با $29/5$ درجه سانتی‌گراد و دی‌ماه با 3 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. میانگین سالانه حداکثر دمای هوا، $23/5$ درجه سانتی‌گراد و میانگین سالانه حداقل دما $9/2$ درجه سانتی‌گراد است (۳).

روش تحقیق

ساخت لوله‌های سفالی: ماده اولیه برای ساخت لوله‌های سفالی، خاک محوطه دانشگاه صنعتی اصفهان با بافت رس است. لوله‌های سفالی به طول 60 سانتی‌متر و قطر خارجی 5 سانتی‌متر به منظور آبیاری گیاه مورد نظر ساخته و در دمای 900 درجه سانتی‌گراد پخته شدند.

محاسبه نیاز آبی اسپرس همدانی: به منظور محاسبه نیاز آبی اسپرس از نرم‌افزار Netwat استفاده شد. در این نرم‌افزار، نیاز خالص آبیاری 9310 مترمکعب در هکتار برآورد شده است.

کاشت گونه در عرصه و اعمال تیمارها: آزمایش با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی دانشگاه صنعتی اصفهان به مدت دو سال (1395 تا 1397) اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری لوله‌های سفالی زیرسطحی، آبیاری قطره‌ای نوارهای تیپ و آبیاری شیاری بود. بدین منظور، کانال‌هایی به

زیرسطحی، لوله‌هایی به حجم $3/14$ لیتر به صورت عمودی در خاک جایگذاری شد، آبیاری کوزه‌ای با کوزه‌هایی سفالی و بدون لعاب با حجم $2/4$ لیتر اجرا شد و آبیاری سطحی به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد، نتیجه بررسی‌ها نشان داد که مناسب‌ترین روش آبیاری در مناطقی مثل بیابان سونوران با بارش کم و تبخیر شدید، آبیاری لوله‌ای زیرسطحی است و برای استقرار درختان و درختچه‌ها در مناطق خشک روش آبیاری سطحی اصلاً توصیه نشده است (۵). در تحقیق دیگر، تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بر استقرار گونه‌های درختی مثمر و غیرمثمر کاج، زبان گنجشک، انار و پسته در مناطق بیابانی بررسی شد. روش‌های مختلف آبیاری به ترتیب شامل آبیاری کوزه‌ای، آبیاری با لوله‌های سفالی به قطر 10 سانتی‌متر، آبیاری با لوله‌های سفالی با قطر 15 سانتی‌متر و آبیاری به روش قطره‌ای بود، که با بررسی ارتفاع و تاج پوشش نهال‌ها به این نتیجه رسیدند که مناسب‌ترین روش آبیاری، آبیاری با لوله‌های سفالی به قطر 10 سانتی‌متر است و آبیاری کوزه‌ای و قطره‌ای در مراتب سوم و چهارم هستند (۱۷). یاووز و همکاران (۳۶) به مقایسه روش‌های مختلف آبیاری از نظر کارایی مصرف آب و عملکرد در شرایط مزرعه سیب‌زمینی پرداختند. ایشان نتیجه گرفتند که بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به آبیاری قطره‌ای و کمترین مربوط به آبیاری بارانی بود.

در راستای احیای پوشش گیاهی مراتع و همچنین تأمین منابع علوفه، کشت گیاهان علوفه‌ای لازم و ضروری است. با توجه به خوش‌خوراکی و کیفیت بالای اسپرس و با توجه به اینکه تاکنون مطالعات چندانی در راستای زراعی کردن آن صورت نگرفته است، هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی روش‌های مختلف آبیاری گیاه اسپرس همدانی در شرایط مزرعه در راستای اهلی کردن و زراعی کردن گیاه اسپرس همدانی *Hedysarum criniferum* Boiss. و در نتیجه انتخاب روش آبیاری مناسب است که بتواند به استقرار و زنده‌مانی بیشتر این گونه کمک کند.



الف: آبیاری قطره‌ای نواری ب: آبیاری لوله‌های سفالی ج: آبیاری شیاری

شکل ۱. روش‌های مختلف آبیاری: الف) آبیاری قطره‌ای نواری تیپ، ب) آبیاری لوله‌های سفالی و ج) آبیاری شیاری

اندازه‌گیری کیفیت آب آبیاری: کیفیت آب آبیاری در مطالعه حاضر تعیین شد. EC و pH آب به ترتیب با استفاده از EC متر و pH متر اندازه‌گیری شدند. غلظت Na^+ و Cl^- آب (meq/l) به ترتیب با استفاده از روش تیتراسیون و دستگاه فلیم‌فوتومتر اندازه‌گیری شد. CO_3^{2-} و HCO_3^- آب (meq/l) از طریق تیتراسیون محلول استاندارد نمونه آب و اسید قوی اندازه‌گیری شد. Ca^{+2} و Mg^{+2} (meq/l) نیز از طریق تیتراسیون با EDTA اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: به منظور اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ۳ نمونه خاک از عمق ۵-۵۰ سانتی‌متر جمع‌آوری شد. EC و pH خاک به روش عصاره اشباع (۳۰)، بافت خاک به روش هیدرومتری و کلاس بافت خاک از روی مثلث بافت خاک (۶)، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر (۱۲)، تخلخل نمونه‌های خاک (f) با استفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک (۲/۶۵ g/cm^3) محاسبه شد. ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) با استفاده از دستگاه صفحات فشاری در پتانسیل ماتریک ۳۳- و ۱۵۰۰- kPa تعیین شدند (جدول ۲).

اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی: در تحقیق حاضر، در اواخر خرداد سال ۱۳۹۶ اقدام به اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی شد.

طول پنج متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر با عمق ۵۰ سانتی‌متر به فاصله ۱۵ سانتی‌متر حفر شد و با استفاده از لوله‌های سفالی ساخته شده در عمق ۱۵ سانتی‌متری لوله‌گذاری شدند و روی لوله‌های سفالی خاکریزی شد. نوارهای تیپ نیز در سطح زمین به فاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر مستقر شدند. ۱۰۰ عدد بذر گونه *H. criniferum* به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر در طرفین لوله‌های سفالی و نوارهای تیپ در هفتم اردیبهشت سال ۱۳۹۵ کشت شدند تا آب از طریق نشت از لوله‌های سفالی و تیپ در اختیار گیاه قرار بگیرد. به منظور کنترل و اندازه‌گیری مقادیر آب مصرفی، برای هر ردیف کشت یک مخزن آب با حجم ۲۰ لیتر به‌طور جداگانه تعبیه شد. در تیمار آبیاری شیاری، شیارهایی با انتهای بسته به فاصله ۲۰ سانتی‌متر حفر شدند، ۱۰۰ عدد بذر گیاه مذکور به فاصله ۱۰ سانتی‌متر در شیارها کشت شد و آبیاری با مخزن ۲۰ لیتری به‌صورت سطحی انجام شد. در نتیجه، در طول آزمایش تمام تیمارها آب مصرفی یکسان دریافت کردند. با توجه به اینکه درصد تخلیه آب از لوله‌های سفالی ساخته شده ۰/۲۵ بود (۲۳)، چهار روز طول کشید که آب موجود در مخازن تخلیه شود و وارد لوله‌ها و نوارهای تیپ شود و سپس در اختیار گیاه قرار گیرد. در نتیجه، فاصله دور آبیاری آزمایش هر ۳ روز یک‌بار بود. نمایی از روش‌های آبیاری مختلف اعمال شده در مطالعه حاضر در شکل ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات شیمیایی آب آبیاری

Ca+Mg (meq lit ⁻¹)	Na ⁺ (meq lit ⁻¹)	Cl ⁻ (meq lit ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (meq lit ⁻¹)	CO ₃ ²⁻ (meq lit ⁻¹)	pH (-)	EC (dS m ⁻¹)
۲/۴	۱/۵۷	۱۳	۶	۲	۸/۰۵	۰/۲۰

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (cm)	pH (-)	EC (dS m ⁻¹)	بافت لوم	شن %	رس %	سیلت %	FC (kg 100kg ⁻¹)	PWP (kg 100kg ⁻¹)	جرم مخصوص ظاهری (Mg m ⁻³)	جرم مخصوص حقیقی (g cm ⁻³)	تخلخل (%v/v)
۵۰-۰	۸/۸۱	۲		۴۸/۷	۲۱/۸	۲۹/۵	۱۳/۴۸	۸/۳۸	۱/۳۶	۲/۶۵	۵۱

(Water Used) مقدار آب مصرفی است. به منظور اندازه‌گیری مقدار ماده خشک، اندام‌های تر درختان پس از برداشت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک و سپس با ترازوی دیجیتالی توزین شدند. اندازه‌گیری زنده‌مانی گیاه با استفاده از رابطه (۲) با شمارش گیاهان در پایان دوره پس از شش ماه ثبت شد که نسبت تعداد گیاهان باقی‌مانده در پایان آزمایش (s) به تعداد گیاه اولیه در زمان شروع آزمایش در هر تیمار (n) به صورت درصد به عنوان درصد زنده‌مانی (SP) منظور و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۴):

$$SP = \frac{s}{n} \times 100 \quad (۲)$$

محاسبات آماری: پس از به دست آوردن داده‌های خام مربوط به عامل‌های پوشش گیاهی، نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. فرض نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون کنترل شد. برای تجزیه آماری صفات مورد مطالعه در قالب طرح مذکور از تحلیل واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 انجام شد (۲۷).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس و مقایسه میانگین صفات

ارتفاع گیاه از محل یقه گیاه تا بلندترین نوک برگچه انتهایی به سانتی‌متر با استفاده از خط‌کش با تقسیم‌بندی میلی‌متری اندازه‌گیری شد. پژوهشگران روش‌های متعددی را در مطالعات میدانی برای اندازه‌گیری مساحت تاج پوشش به کار برده‌اند. به طور کلی، برای این منظور بسته به اشکال متفاوت تاج پوشش از دو شکل دایره و بیضی استفاده می‌شود (۱۱، ۱۸ و ۲۵). با در نظر گرفتن شکل دایره برای تاج پوشش اسپرس، قطر کوچک و قطر بزرگ تاج پوشش برای هر پایه گیاهی با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد، سپس از جمع قطر کوچک و قطر بزرگ تقسیم بر چهار، شعاع به دست آمد و با استفاده از شعاع و مساحت دایره، سطح تاج پوشش محاسبه شد (۲۴). شاخص کلروفیل گیاه با استفاده از دستگاه Chlorophyll Content Meter یا SPAD Model CL-01 اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری تعداد ساقه در هر پایه گیاه، تعداد ساقه‌ها شمارش شد و برای تعیین میزان سبز شدن گیاه، تعداد پایه گیاهی سبز شده برای هر تکرار و تیمار آبیاری شمارش شد. کارایی مصرف آب در روش‌های مختلف آبیاری با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (۱۴):

$$WUE = \frac{DM}{WU} \quad (۱)$$

در رابطه ۱، WUE (Water Use Efficiency) کارایی مصرف آب، DM (Dry Matter) مقدار ماده خشک و WU

جدول ۳. میانگین مربعات آزمون آنالیز واریانس صفات گیاهی اسپرس همدانی

منابع تغییرات	تیمار	تکرار	خطا	CV
ارتفاع گیاه	۸/۰۶**	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۲۴	۹/۲۳
سطح تاج پوشش	۴۰/۶۶**	۴۴/۲۲ ^{ns}	۱۲۵/۷	۱۷/۵۴
تعداد ساقه در هر پایه	۲۱/۵۲*	۲/۸۳ ^{ns}	۲/۳۲	۲۱/۳۳
شاخص کلروفیل	۲۰/۲۶*	۴۰/۱۲ ^{ns}	۰/۳۵	۱۹/۶۶
سبز شدن بذور	۲۰/۵۳**	۶۰/۳۳ ^{ns}	۲۰/۸۳	۱۰/۱۴
زنده‌مانی گیاه	۱۱۶۳**	۷۸/۱۱ ^{ns}	۳۵/۴۴	۲۲/۱۴
عملکرد	۴۰۰۰**	۷۴ ^{ns}	۳۲	۱۰
کارایی مصرف آب	۲/۵۰**	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۱۲	۰/۸۲

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین صفات گیاهی گونه اسپرس همدانی

LSD (0.05)	تیمارهای آبیاری			صفات
	آبیاری شیاری	آبیاری قطره‌ای نواری	آبیاری سفالی	
۱/۱۱	۴/۷ ^b	۷/۱۶ ^a	۴/۰۵ ^b	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
۲۵/۴۲	۵۰/۵۹ ^b	۱۰۵/۵ ^a	۳۵/۶۲ ^b	سطح تاج پوشش (سانتی متر مربع)
۳/۴۶	۵/۵۱ ^b	۱۰/۲۴ ^a	۵/۶۹ ^b	تعداد ساقه در هر پایه
۳/۴۲	۲۲ ^b	۳۴ ^a	۲۵ ^b	شاخص کلروفیل
۱۰/۳۵	۴۸/۳۳ ^b	۶۹/۳۳ ^a	۱۷/۳۳ ^c	سبز شدن بذور (درصد)
۱۳/۴۹	۲۱/۶۷ ^b	۴۸/۶۷ ^a	۱۰/۳۳ ^b	زنده‌مانی گیاه (درصد)
۸۸/۴	۴۲۰ ^c	۶۵۰ ^a	۵۰۰ ^b	عملکرد (گرم بر مترمربع)
۰/۱۰	۰/۳۹ ^c	۰/۹۲ ^a	۰/۶۹ ^b	کارایی مصرف آب (گرم بر مترمکعب)

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارد.

گیاهی گونه اسپرس همدانی در هر یک از تیمارها به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است.

ارتفاع گیاه

با مقایسه میانگین‌های ارتفاع گیاه مورد آزمایش (جدول ۴)، تحت تیمار آبیاری قطره‌ای نواری، بیشترین ارتفاع (۷/۱۶ سانتی‌متر) و تحت آبیاری سفالی و شیاری کمترین ارتفاع مشاهده شد (به ترتیب ۴/۵ و ۴/۷ سانتی‌متر). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که ارتفاع گیاه اسپرس همدانی بین تیمارهای مختلف آبیاری شیاری و سفالی و قطره‌ای

نواری از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در نتیجه، ارتفاع گیاه در مطالعه حاضر تحت تأثیر روش آبیاری قرار گرفته است. به نظر می‌رسد با توجه به ریز بودن بذر اسپرس همدانی و به دلیل گسترش کم ریشه در سال‌های اولیه، به دلیل عمیق‌تر بودن عمق نصب لوله‌های سفالی در تیمار آبیاری سفالی، گیاه قادر به جذب مؤثر آب نیست و دچار تنش آبی می‌شود. در نتیجه، دور بودن مواد غذایی از محیط ریشه، جذب کمتر آب و مواد غذایی موجب کاهش رشد و به دنبال آن کاهش ارتفاع شده است. در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری به دلیل نزدیک‌تر بودن تیپ و مواد

تعداد ساقه در هر پایه

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیشترین مقدار مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای نواری (۱۰/۲۴ پایه) و سپس آبیاری سفالی (۵/۶۹ پایه) و در نهایت آبیاری شیاری (۵/۵۱ پایه) است. با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۳)، از نظر آماری اختلاف تعداد ساقه در هر پایه در روش‌های آبیاری مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار است ($P < 0/05$). که با نتایج ویسی‌پور و همکاران (۳۵) همخوانی دارد. آنها نتیجه گرفتند کمبود رطوبت موجب کاهش تعداد ساقه می‌شود (۳۵). در شرایط فراهمی بیشتر آب هورمون اکسین می‌تواند منجر به تشکیل ساقه‌های بیشتر شود. همچنین احتمال دارد فراهمی بیشتر آب باعث افزایش حلالیت و فراهمی عناصر غذایی در خاک شده باشد و این موضوع منجر به افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود و تولید ساقه‌ها را افزایش دهد (۲).

شاخص کلروفیل

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، شاخص کلروفیل در روش آبیاری قطره‌ای نواری بیشترین مقدار (۳۴)، سپس در روش آبیاری سفالی (۲۵) و در نهایت در آبیاری شیاری، کمترین میزان شاخص کلروفیل (۲۲) مشاهده شد. با توجه به جدول تجزیه واریانس، محتوی کلروفیل از نظر آماری در سطح ۵ درصد تحت تیمارهای مختلف آبیاری معنی‌دار است ($P < 0/05$), در نتیجه شاخص کلروفیل گیاه تحت تأثیر روش آبیاری قرار می‌گیرد. کاهش شاخص کلروفیل در شرایط کمبود آب می‌تواند به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی و جلوگیری از ساخت کلروفیل جدید باشد (۳۳). در نتیجه با افزایش فراهمی آب آبیاری مقدار کلروفیل به‌طور خطی افزایش می‌یابد که با نتایج پژوهش دیگری (۲۱) همخوانی دارد. او نتیجه گرفت ضریب همبستگی مقادیر کلروفیل در سطوح مختلف آب مصرفی حدود ۹۸ درصد است. در شرایط کمبود آب تولید آبسزیک اسید بیشتر منجر به تحریک فعالیت آنزیم کلروفیل‌لاز

غذایی به محیط توسعه ریشه و تشکیل پیاز رطوبتی با توسعه مناسب، ارتفاع بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. در آبیاری شیاری، شیارها بر سطح خاک جهت موجب هدایت آب می‌شوند و آب کامل به پای طوقه گیاه می‌رسد که به دلیل عدم کنترل دقیق آب، هدررفت آب در این روش قابل توجه است. نتایج فوق با نتایج مطلبی‌فر و همکاران (۲۱) همخوانی دارد. آنها نیز دریافتند بر اثر کمبود آب، رشد گیاه، ارتفاع و ماده خشک آن کاهش می‌یابد.

سطح تاج پوشش

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، تیمار آبیاری قطره‌ای نواری بیشترین سطح تاج پوشش (۱۰۵/۵ سانتی‌متر مربع) را به‌خود اختصاص داده است و سپس آبیاری شیاری (۵۰/۵۹ سانتی‌متر مربع) و در نهایت آبیاری سفالی (۳۵/۶۲ سانتی‌متر مربع) کمترین سطح تاج پوشش را به‌خود اختصاص داد. این نتایج با نتایج کاظمی‌نژاد و همکاران (۱۷) مغایرت داشت. آنها با بررسی سه روش آبیاری لوله سفالی، آبیاری قطره‌ای و آبیاری کوزه‌ای به این نتیجه رسیدند که در روش قطره‌ای معمولاً ارتفاع نهال‌ها کم و سطح تاج کمتر است و در آبیاری لوله سفالی حداکثر است، زیرا در روش قطره‌ای در ابتدا نهال به‌خوبی استقرار یافته و از رشد خوبی برخوردار است ولی در سال‌های بعد به دلیل تنها مرطوب شدن بخش سطحی خاک و در نتیجه تولید ریشه کمتر و سطحی‌تر، گیاه دارای رشد کمتر است. با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۳)، اختلاف سطح تاج پوشش اسپرس همدانی بین تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با قرار گرفتن رطوبت مناسب در اختیار گیاه با افزایش پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای و کربن‌گیری، حجم شاخ و برگ را که برای جذب نور خورشید و فتوسنتز ضروری است افزایش می‌دهد و فتوسنتز بیشتر می‌تواند موجب افزایش سطح تاج پوشش شود.

شده و به تجزیه کلروفیل منجر می‌شود (۲۷).

درصد سبز شدن بذور

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، در آبیاری قطره‌ای نواری، بیشترین درصد سبز شدن گیاه مورد آزمایش (۶۹/۳۳ درصد) مشاهده شد و کمترین میزان سبز شدن گیاه مربوط به آبیاری سفالی بود (۱۷/۳۳ درصد). با توجه به جدول تجزیه واریانس، این صفت تحت روش‌های مختلف آبیاری از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است ($P < 0.05$). در هنگام سبز شدن بذر یکی از فاکتورهای اساسی و مهم برای سبز شدن، رطوبت کافی و مناسب است که در آبیاری تیپ این رطوبت به‌خوبی تأمین می‌شود. طی تحقیقی اظهار شد که در دسترس نبودن آب و کمبود آب موجب تسریع در پیری برگ و پدیده زودرسی می‌شود که طی آن برگ‌های پیر به میزان قابل توجهی سطح سبز خود را از دست می‌دهند (۱۶).

زنده‌مانی گیاه

با توجه به مقایسه میانگین‌ها در جدول ۴، درصد زنده‌مانی در تیمار قطره‌ای نواری بیشتر (۴۸/۶۷ درصد)، سپس آبیاری شیاری (۲۱/۶۷٪) و درنهایت تحت آبیاری سفالی (۱۰/۳۳ درصد) کمترین درصد زنده‌مانی مشاهده شد. جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد زنده‌مانی گیاه مورد آزمایش در روش‌های مختلف آبیاری از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. در صورت عدم دسترسی کافی به رطوبت به‌دلیل اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی گیاهی، فتوسنتز و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد (۷) و از راه‌هایی مانند بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز، کاهش آماس سلول‌ها و ممانعت از رشد سلولی باعث کاهش عملکرد می‌شود (۱۵).

عملکرد و کارایی مصرف آب

اثر روش‌های آبیاری بر عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۳)، به

طوری که بیشترین عملکرد مربوط به آبیاری نواری (۶۵۰ گرم بر متر مربع) و کمترین میزان مربوط به آبیاری شیاری (۴۲۰ گرم بر متر مربع) است (جدول ۴). اخوان و همکاران (۱) در پژوهش خود به نتیجه مشابه دست یافتند و بیان کردند هر چه آب بیشتری برای گیاه تأمین شود عملکرد افزایش می‌یابد.

کارایی مصرف آب نیز در سه روش آبیاری به‌طور معنی‌دار متفاوت بود (جدول ۳)، به‌طوری که بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به آبیاری نواری (۰/۹۲ گرم بر مترمکعب) و کمترین میزان مربوط به آبیاری شیاری (۰/۳۹ گرم بر مترمکعب) بود (جدول ۴). قمرنیا و همکاران (۱۰) در پژوهش‌های خود به بررسی روش‌های آبیاری قطره‌ای تیپ (سطحی و زیرسطحی) و شیاری روی عملکرد و کارایی مصرف آب سیاه دانه پرداختند و نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب در آبیاری تیپ زیرسطحی و کمترین در آبیاری شیاری به‌دست آمد. اخوان و همکاران (۱) به بررسی آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب زمینی پرداختند و نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد و بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به آبیاری تیپ و کمترین مربوط به آبیاری شیاری بود. آنها عنوان کردند که از دلایل بالا بودن راندمان کاربرد آب، حاکم بودن شرایط کم آبیاری، نداشتن رواناب سطحی در انتهای مزرعه و اعمال مدیریت صحیح آبیاری است.

نتیجه‌گیری

نتایج گویای بهبود ارتفاع گیاه، سطح تاج پوشش، تعداد ساقه، شاخص کلروفیل، سبز شدن بذر، زنده‌مانی، عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه اسپرسی همدانی در تیمار آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) بود. تمامی صفات گیاهی در تیمار آبیاری شیاری، کارایی پایینی داشتند. در آبیاری قطره‌ای نواری، آب در نزدیک منطقه توسعه ریشه گیاه به زمین داده می‌شود و مساحت و عمق کوچکی از سطح خاک خیس شود. با توجه به اینکه بذر گیاه اسپرسی همدانی ریز است و خاک منطقه مورد مطالعه لومی

آزمایش در سال‌های بعد این نتایج تغییر کرده و آبیاری لوله سفالی نتیجه قابل قبول‌تری داشته باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود که این گونه تحقیقات در بازه زمانی طولانی‌تر انجام شوند و متناسب با اندازه بذر گیاه و بافت خاک، عمق نصب لوله‌های سفالی تعیین شود. همچنین با شبیه‌سازی توزیع رطوبت به صورت افقی و عمودی اطراف لوله‌های سفالی می‌توان عمق بهینه لوله‌های سفالی و در نتیجه استفاده مؤثر آب توسط گیاه را تعیین کرد.

است بهتر است لوله‌ها در عمق کمتر کارگذاری می‌شدند تا گیاه بتواند از آب موجود در لوله‌ها بهتر استفاده کند و رشد کند. با توجه به دوره کوتاه انجام آزمایش برای این گیاه و اینکه ریشه گیاهان چندساله در سال‌های اول کشت هنوز چندان گسترش نیافته است بر خلاف آنچه انتظار می‌رفت، تیمار آبیاری لوله سفالی آنچنان بر صفات گیاهی اسپرسی همدانی تأثیرگذار نبود و آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) از آن پیشی گرفت. با توجه به نتایج مطالعات قبلی، احتمال قوی وجود دارد که با ادامه

منابع مورد استفاده

1. Akhavan, S., S. F. Mousavi, B. Mostafazadeh Fard and A. Ghadami Firouzabadi. 2008. Investigation of Type and Furrow Irrigation of Potato Yield and Water Use Efficiency. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources* 11(41): 15-26.
2. Ahmed, M. E., N. I. A. El-Kader and A. A. El-Kader Derbala. 2009. Effect of irrigation frequency and potassium source on the productivity, quality and storability of garlic. *Australian Journal of Basic Applied Science* 3(4): 4490-4497.
3. Anonymous. 2015. Meteorological Statistics of Isfahan Province in the Years 1951-2010.
4. Azizi, S., M. Tabari Kochaksarai and S. E. Sadati. 2015. Responding of the survival and growth of the *Populus euphratic* Olive to the waterlogging- salinity stresses. *Journal of Desert Ecosystem Engineering* 4: 9-20.
5. Bainbridge, D. A. 2001. Buried clay pot irrigation: A little known but very efficient traditional method of irrigation. *Journal of Agricultural Water Management* 48(2): 79-88.
6. Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal* 54(5): 464-465.
7. Deblonde P. M. K. and J. F. Ledent. 2001. Effects of moderate drought conditions on green leaf number stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy* 14(1): 31-41.
8. Fedtschenkoi, B. 1948. Flora of the USSR. *Moscow and Leningard* 13: 199- 243.
9. Ghahreman, A. 1988. Plant Systematic. Tehran University Press.
10. Ghamarnia, H., H. Khosravi, Z. Jalili and S. Bahrami Nezhad. 2016. Investigation of Different Irrigation and Water Management Methods on the Yield and Water Use Efficiency of *Nigella sativa*. *Water and Irrigation Management* 5 (1): 55-67.
11. Greenberg, J. A., S. Z. Dobrowski and V. C. Vanderbilt. 2009. Limitations on maximum tree density using hyperspatial remote sensing and environmental gradient analysis. *Journal of Remote Sensing of Environment* 113: 94-101.
12. Grossman, R. B. and T. G. Reinsch. 2002. Bulk density and linear extensibility. PP. 201-228. In: DICK, W.A. (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Physical Methods*. Madison: SSSA.
13. Hosseinzadeh, S. H., S. Dastan, A. Zareian, A. Hosseinzadeh and S. H. R Hashemi. 2013. The role of crop production on Iran food security in the future. Second National Seminar on Food Security, Islamic Azad University of Savadkoh Branch. Mazandaran, Iran.
14. Jones, H. J. 1993. Drought tolerance and water-use efficiency. PP. 193-203. In: Smith, J. and H. Griffiths, (Eds.), *Water Deficits, Plant Response from Cell to Community*. BIOS Scientific Publishers, Oxford.
15. Kafi, M., Z. E. Kamkar, H. R. Sharifi and M. Goldance. 2000. *Plant Physiology*, SID Press, Mashhad, Iran. (In Farsi).
16. Karimi, M. and M. Azizi. 1994. *Growth Analyzes of Crop Plants*. Academic Jihad Publisher, Mashhad. (In Farsi).
17. Kazemi-Nejad, A. A., N. Baghestani and A. A. Karimi. 2006. Effect of different irrigation methods on the establishment of productive and unproductive tree species in desert areas. *Journal of Research and Construction* 71: 94-89. (In Farsi).
18. Ke, Y. and L. J. Quackenbush, 2009. Individual tree crown detection and delineation from high spatial resolution imagery using active contour and hill-climbing methods. ASPRS Annual Conference, March 9-13, Maryland, USA.

19. Khajeddin, S. J. 2018. The flora Atlas of the Mutheh Wildlife Refuge. Isfahan University of Technology Press.
20. Manafain, N. 2010. Tolerate and regrowth of four forage species *Hedysarum criniferum*, *Astragalus effusus*, *Astragalus cyclophyllon* and *Bromus tomentellus* in a simulated grazing. M.Sc. Thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (In Farsi).
21. Matlabi Fard, R. 2015. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on growth characteristics and chlorophyll concentration of Garlic in single-chopped sprinkler irrigation system in Hamadan Province. *Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology)* 30(4):1058-1043.
22. Moghimi, J. 1998. Investigation of the relationship between vegetation, soil salinity and water table depth around Hoz Soltan, Qom. Master's thesis. University of Tehran. Tehran, Iran. (In Farsi).
23. Naik, B. S., R. K. Panda, S. C. Nayak and S. D. Sharm. 2008. Hydraulics and salinity profile of pitcher irrigation in saline water condition. *Journal of Agricultural Water Management* 95(10): 1129-1134.
24. Namiranian, M. 2007. Measurement of Tree and Forest Biometry, University of Tehran Press, Tehran. Iran. (In Farsi).
25. Nasset, E. 2004. Practical large-scale forest stand inventory using a small-footprint airborne scanning laser. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 164-179.
26. Rechinger, K. H. 1974. Linaceae. Akademische Druchu, Verlagsansrat, Graz- Austria.
27. Reddy, M. R. and H. F. Perkins. 1974. Fixation of zinc by clay minerals. *Journal of Soil Science Society America* 38(2): 229-231.
28. SAS. 2001. User's guide. Release 9.2 SAS Institute, Cary N.C. Nos SAS and SSSA, Madison.
29. Shahbazi, A. 2016. Examination of some ecological characteristics of *Hedysarum criniferum* Boiss., Ph.D Thesis, Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran. (In Farsi).
30. Shahbazi, A., A. Sheikhzadeh, H. Bashari and S. H. Matinkhah. 2016. Determination and comparison of mineral elements of two species of *Hedysarum criniferum* Boiss. and *Astragalus cyclophyllon* Beck. in various phonological stages in Chadegan rangelands of Isfahan province. *Journal of Rangeland* 10(2): 213-223. (In Farsi).
31. Shahin Rokhsar, P. and M. A. Asadi. 2013. Evaluation of two type irrigation systems and furrow under various moisture regimes. *Journal of Water Research in Agriculture* 27(1): 90-100. (In Farsi).
32. Slavich, P. and G. Petterson. 1993. Estimating the electrical conductivity of saturated paste extracts from 1: 5 soil, water suspensions and texture. *Journal of Soil Research* 31(1): 73-81.
33. Sultan, A. 2005. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Journal of Environmental and Experimental Botany* 42(3): 211-220.
34. Townsend, C. 1974. Flora of Iraq: vol 3. Leguminales. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Baghdad.
35. Visipoor, A., M. M. Majidi and A. F. Mirlahi. 2012. Analysis of relationship between traits under two conditions of stress and non-drought stress in *Onobrychis* patches. *Iranian Journal of Crop Science* 42(4): 756-745.
36. Yavuz, D., M. Kara and S. Suheri. 2012. Comparison of different irrigation methods in terms of water use and yield in potato farming. *Journal of Selcuk University Nature and Applied Science* 1(2): 1-12.

Evaluation of Different Irrigation Methods of *Hedysarum criniferum* Boiss. under Field Conditions

O. Asadi Asadabad¹, S. H. Matinkhah¹, Z Jafari^{1*} and H. Karim Mojeni²

(Received: June 30-2020 ; Accepted: September 30-2020)

Abstract

In order to investigate the effect of the type drip of irrigation methods, subsurface irrigation and furrow irrigation on the domestication of *Hedysarum criniferum* Boiss., an experiment with a randomized complete block design with three replications was implemented at Isfahan University of Technology for two years (2016 to 2018). For this purpose, clay pipes were made and the plant was cultivated on the sides of clay pipes and types. Also, furrow irrigation treatment was applied as the control. During the experiment, all treatments received the same water and finally, some growth parameters were measured. The results of the study showed improvement in height (0.43 and 0.34), canopy cover (0.66 and 0.52), stem number (0.44 and 0.85), chlorophyll index (0.45 and 0.45), seed emergence (0.75 and 0.30), plant survival (0.78 and 0.55), yield (0.23 and 0.35), and water use efficiency (0.25 and 0.25) under type drip irrigation treatment, as compared to subsurface and furrow irrigation, respectively ($P < 0.05$). In general, the type drip treatment is recommended in the early years of planting; however, since the maximum production potential of this plant is in the third year onwards, it is necessary to examine the results in the following years to recommend the proper irrigation method, especially the use of subsurface irrigation.

Keywords: Subsurface clay pipes, Tape irrigation, Furrow irrigation, Plant survival, Plant growth indicators.

1. Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Isfahan, Iran.
2. Department of Production and Plant Genetics, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Isfahan, Iran.
Corresponding author, Email: zahra.jafari1@na.iut.ac.ir