

بررسی اثر میزان رطوبت، رس خاک و شوری بر جوانه‌زنی و رشد گونه اسپرسی همدانی *Hedysarum criniferum* Boiss تحت شرایط گلخانه و رویشگاه

جاوید حیاتی^۱، حمیدرضا کریم‌زاده^{۲*}، سید حمید متین‌خواه^۳، حسین بشری^۳، مصطفی ترکش اصفهانی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۲

چکیده

در اکوسیستم‌های مرتعی، بررسی و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی و رشد گونه‌های بارزش به‌منظور مدیریت، اصلاح و احیای مراتع ضروری است. از این رو در مطالعه حاضر تأثیر فاکتورهای دوره آبیاری، شوری آب و درصد رس بر جوانه‌زنی بذر و ارتفاع نشاهای گونه اسپرسی همدانی *Hedysarum criniferum* به‌عنوان یکی از گونه‌های بومی و خوش‌خوراک مراتع ایران بررسی شد. از این رو آزمایشی بر پایه فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور دوره آبیاری در سه سطح ۷، ۱۰ و ۱۴ روزه، شوری آب در سه سطح کمتر از ۱ (۰/۴)، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر و تغییرات رس خاک در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰٪ و سه تکرار در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. منحنی عکس‌العمل این گونه نیز نسبت به شرایط بارش، شوری آب و میزان رس خاک در ۸ رویشگاه این گونه در ۵ استان کشور با استفاده از روش مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) بررسی شد. نتایج نشان داد که از بین سه تیمار فوق تنها تیمار دوره آبیاری بر طول نشاهای جوانه‌زده و درصد جوانه‌زنی گونه اسپرسی همدانی تأثیر معنی‌داری داشتند ($\alpha = 5\%$)، به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی و ارتفاع نشاهای جوانه‌زده در دوره آبیاری ۷ روزه مشاهده شد. در طول این دوره آبیاری به‌طور متوسط ارتفاع نشاها ۴/۹۳ سانتی‌متر و جوانه‌زنی بذر ۷۷/۷۷٪ برآورد شد. عکس‌العمل گونه نسبت به این عوامل در شرایط رویشگاه نشان داد که ارتفاع و تراکم گونه‌ها نسبت به افزایش میزان بارندگی و EC به ترتیب افزایشی و کاهشی بود، درحالی‌که عکس‌العمل این گونه نسبت به افزایش رس خاک روند کاهشی و بعد از آن افزایشی بود. این مطالعه نشان داد که در شرایطی که بارندگی کافی نیست، آبیاری بر رشد بذر و زنده‌مانی گونه اسپرسی همدانی تأثیر بسزایی دارد و بذریابی یا کپه‌کاری این گونه زمانی قابل توصیه است که پس از آن احتمال بارندگی بالا باشد.

کلیدواژه‌ها: گونه مرتعی، ارتفاع نشا، درصد جوانه‌زنی، احیای مرتع، دوره آبیاری.

۱. دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، نویسنده مسئول، karimzadeh@cc.iut.ac.ir

۳. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان است.

مقدمه

طی سال‌های اخیر تغییرات آب‌وهوایی به شدت تجدید حیات گونه‌های مرتعی را تحت تأثیر قرار داده است. مراتع از بزرگ‌ترین زیست‌توده‌های زمینی در جهان است که حدود ۳۰٪ از ذخایر کربن زمین را در خود جای داده است (بهتری و همکاران، ۲۰۱۹). بر اساس آخرین آمار گزارش شده از سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، مراتع ۸۴/۷ میلیون هکتار معادل ۵۳/۲٪ از سطح کشور را به خود اختصاص داده است (افتخاری و خلیفه‌زاده، ۲۰۱۸). حدود ۸۵٪ از مراتع ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است که در برابر چرای دام آسیب‌پذیر و شکننده‌اند (بهتری و همکاران، ۲۰۱۹). در این مناطق، اصلاح و احیای مراتع و کاشت گونه‌های علوفه‌ای لازم و ضروری است.

به‌رغم استفاده دام از مراتع، منابعی نظیر علوفه‌های دستی، پس‌چر مزارع و... نیز برای تغلیف دام استفاده می‌شود. از این‌رو به دلایل گوناگون اقتصادی و اجتماعی، اثرات چرای بی‌رویه و کمبود علوفه بر مراتع وارد شده و در نتیجه تخریب مراتع را در پی خواهد داشت (جعفری، ۲۰۱۹). از سوی دیگر گسترش گونه‌های مهاجم در مراتع ناشی از بهره‌برداری شدید از مراتع و تغییر کاربری، باعث تغییر در ترکیب گونه‌ای شده و همچنین بر کارکردها و خدمات اکوسیستم نیز تأثیرگذار بوده و موجب تخریب اکوسیستم‌ها در سطح جهانی می‌شود (دیویس^۱، ۲۰۱۳). در این رابطه، زمانی که گونه‌های مهم و باارزش، مورد چرای شدید قرار گرفته باشند، برای بازسازی توان تولیدی مراتع، کاهش توان رقابتی گونه‌های مهاجم و افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی و کشت گونه‌های چندساله، پرتولید و خوش‌خوراک توصیه می‌شود (دیتوماسو^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به موارد فوق می‌توان با مدیریت جامع و اصولی از طریق کاشت بذر یا کپه‌کاری گونه‌های باکیفیت، تولید علوفه را در مراتع و دیم‌زارهای کم‌بازده افزایش داد و به حفظ تعادل دام و مرتع کمک نمود. برای افزایش احتمال موفقیت برنامه‌های اصلاح و احیای مراتع، انتخاب گونه گیاهی و عوامل مؤثر بر آن

اهمیت زیادی دارد. همچنین بهتر است از گونه‌های دائمی یا چندساله که علوفه بیشتر و باکیفیت‌تری دارند و نسبت به خشکی و چرای شدید مقاوم‌اند، استفاده کرد (علیزاده و نصیری، ۲۰۱۲).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک استرس‌های خشکی، شوری و همچنین بافت خاک نامناسب از جمله عوامل محدودکننده رشد گیاهان مرتعی هستند که در این بین محدودیت خشکی و کمبود رطوبت در دسترس خاک در بسیاری از موارد جزو مهم‌ترین عوامل ناکامی پروژه‌های بذرکاری گونه‌های مرتعی است (فجری، ۲۰۰۵). تحت تأثیر تنش شوری مقدار آب قابل دسترس به گیاه کاهش می‌یابد که به کاهش پتانسیل آب محیط ریشه و کاهش توان جذب آب مربوط است. علاوه بر آب، بافت خاک نیز نقش مهمی در مکانیسم جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف گیاهی دارد، به‌طوری که ظهور گیاهچه تحت تأثیر بافت خاک و موقعیت بذر در خاک قرار دارد (تستر و موریس^۳، ۱۹۸۷). بافت خاک به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در قدرت رویش بذر یا به عبارتی نیروی مورد نیاز برای خروج بذر از زیر خاک به شمار می‌رود. رابطه مناسب بذر و خاک از عوامل مهم در جذب آب مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر محسوب می‌شود (هاداس^۴، ۲۰۰۴). در مرحله جوانه‌زنی بذر تا سبز شدن آن، دانه به اکسیژن و آب نیازمند است و با توجه به سرعت خشک شدن سطح خاک، دوره بحرانی برای ظهور موفق جوانه در سطح خاک به وجود می‌آید (باکر^۵، ۲۰۰۶).

در چراگاه‌ها و مراتع کشور، گراس‌ها و لگوم‌ها ارزش و اهمیت ویژه‌ای دارند. لگوم‌ها از طریق تثبیت نیتروژن در حاصلخیزی خاک نقش مهمی دارند. گراس‌ها نیز موجب افزایش و پایداری مرتع شده و همچنین در موازنه نسبت انرژی به پروتئین نقش دارند و موجب مصرف نیتروژن تثبیت‌شده توسط لگوم‌ها می‌شوند (جعفری، ۲۰۱۹). جنس *Hedysarum* از تیره *Papilionaceae* دارای حدود ۲۰۰ گونه است که عمدتاً در نواحی معتدل نیمکره شمالی انتشار دارند (فدچنکو^۶،

3. Tester and Morris

4. Hadas

5. Baker

6. Fedchenko

1. Davis

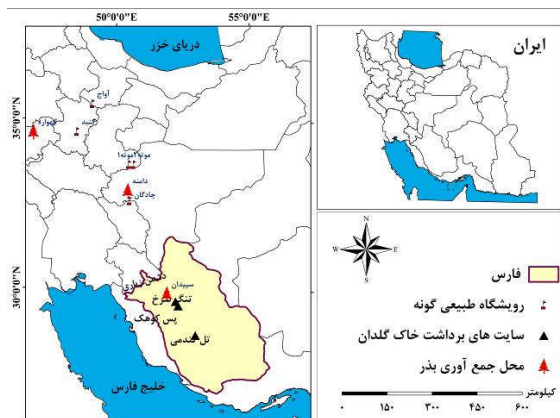
2. Ditomaso

نشای گونه اسپرسی همدانی تحت تأثیر دوره آبیاری، شوری آب و بافت خاک در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. همچنین منحنی عکس‌العمل این گونه نسبت به میزان بارش، EC خاک و بافت خاک در رویشگاه‌های طبیعی این گونه مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در مطالعه حاضر رویشگاه‌های طبیعی گونه *H. criniferum* در پنج استان ایران و در هشت رویشگاه مختلف در سطحی معادل ۲۹۵۰۰۰ کیلومتر مربع تعیین شدند (شکل ۱ و جدول ۱). ابتدا بذرهای گونه اسپرسی همدانی از سه رویشگاه طبیعی گونه مورد مطالعه در خرداد و تیر ۱۳۹۷ از استان‌های اصفهان (دامنه)، فارس (سپیدان) و کرمانشاه (گهواره) جمع‌آوری شدند (جدول ۲). سپس بذرهای جمع‌آوری شده برای انجام این مطالعه به‌صورت گلدانی در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان کشت شدند.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و نمایی از گونه

اسپرسی همدانی در رویشگاه طبیعی

Figure (1): Geographical location of the study area and *H. criniferum* in its natural habitat

مراکز اصلی تنوع گونه‌های این جنس در آسیای میانه است ولی در شمال آمریکا، اروپا و حوزه مدیترانه نیز یافت می‌شوند (چویی و اوهایشی^۱، ۲۰۰۳). حدود ۱۸ گونه چندساله علوفه‌ای از این جنس در ایران مشاهده شده است. اسپرسی همدانی با نام علمی *Hedysarum criniferum* یکی از گونه‌های این جنس بوده که گونه‌ای چندساله، بسیار باارزش و انحصاری مراتع ییلاقی ایران است که کیفیت مناسب علوفه آن از لحاظ هضم‌پذیری ماده خشک و انرژی متابولیسمی و خوش‌خوراکی باعث شده است که در معرض چرای بی‌رویه و خطر انقراض قرار بگیرد. گونه فوق همچنین به‌لحاظ قابلیت تثبیت ازت خاک، عناصر معدنی غنی و ارزش غذایی بسیار بالا دارای اهمیت فراوانی است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۶). این گونه در شدت برداشت متوسط می‌تواند تولید مناسبی داشته باشد. همچنین در شدت‌های چرای مختلف نشان داده که از تحمل چرای و رشد مجدد مناسبی برخوردار است (منافیان، ۲۰۱۱). در گذشته و حال، پژوهش‌های ارزنده‌ای توسط پژوهشگران مختلف در مورد بررسی مقاومت به خشکی و دما (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۶)، ارزش غذایی علوفه (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۷) تثبیت خاک (محمدقاسمی و همکاران، ۲۰۱۶) و بررسی پارامترهای خاک در رویشگاه‌های طبیعی این گونه (قاسمی شیرینی و همکاران، ۲۰۱۷) انجام شده است. مقاومت به خشکی، تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی محیط و توانایی جذب آب توسط گیاه قرار دارد. مهم‌ترین عوامل محیطی در استقرار اکثر گیاهان رطوبت، شوری و شرایط خاک هستند که رفتار بیشتر گونه‌های مرتعی نسبت به این عوامل به‌صورت دقیق مشخص نیست. از سوی دیگر با توجه به نتایج سایر تحقیقات گونه اسپرسی همدانی خاک‌هایی با درصد شن بیشتر و در نتیجه خاک سبک را ترجیح می‌دهند و احتمال حضور گونه با افزایش مقدار شوری کاهش و با افزایش بارندگی افزایش می‌یابد. با توجه به موارد فوق و اهمیت گونه اسپرسی همدانی به‌عنوان یکی از گونه‌های بومی ایران که جزو علوفه‌های خوش‌خوراک و باارزش مرتعی است، در تحقیق حاضر میزان جوانه‌زنی و ارتفاع

جدول (۱): مشخصات ۸ رویشگاه طبیعی گونه اسپرسی همدانی

Table (1): The characteristics of the eight natural habitats of *H. criniferum*

رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	رس (%)	EC (ds/m)
سپیدان	۵۹۲۷۱۴	۳۳۰۷۰۲۵	۲۰۵۰	۳۷/۹۳	۱/۸
دامنه	۴۶۴۲۲۵	۳۶۵۱۷۸۶	۲۴۵۰	۲۹/۱۵	۴/۴
موته ۱	۴۸۰۷۱۳	۳۷۳۸۱۵۶	۱۹۴۳	۳۰/۷۹	۲/۳
موته ۲	۴۷۹۰۳۹	۳۷۳۸۱۲۱	۲۰۹۰	۱۷/۸۹	۱/۲
چادگان	۴۷۰۵۰۷	۳۶۱۸۹۴۹	۲۱۱۴	۱۸/۰۱	۱/۶
آواج	۳۳۸۱۰۷	۳۹۳۴۳۷۸	۲۱۱۸	۲۷/۵	۵/۳
گهواره	۶۲۵۱۱۱	۳۸۳۷۴۳۳	۱۵۴۶	۴۸/۱۶	۲/۵
گنبد	۲۸۸۹۷۳	۳۸۴۱۴۴۱	۲۲۶۶	۱۴/۹۸	۲/۹

جدول (۲): تاریخ و مکان‌های جمع‌آوری بذر اکوتیپ‌های مختلف گونه اسپرسی همدانی

Table (1): Date and places of seed collection in various ecotypes of *H. criniferum* species

ردیف	استان	محل جمع‌آوری و تهیه بذر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تاریخ جمع‌آوری بذر	درصد جوانه‌زنی اولیه
۱	فارس	سپیدان	۵۹۲۷۱۴	۳۳۰۷۰۲۵	۲۰۵۰	۱۳۹۷/۳/۱۹	۷۰
۲	اصفهان	دامنه	۴۶۴۲۲۵	۳۶۵۱۷۸۶	۲۴۵۰	۱۳۹۷/۴/۵	۷۶
۳	کرمانشاه	گهواره	۶۲۵۱۱۱	۳۸۳۷۴۳۳	۱۵۴۶	۱۳۹۷/۳/۵	۶۵

کاشت گونه اسپرسی همدانی

به منظور تهیه خاک گلدان‌ها از سایت‌های منتخب تل‌گندمی، تنگ سرخ و پس‌کوهک به عنوان رویشگاه‌های این گونه در استان فارس استفاده شد (جدول ۳). دلیل استفاده از خاک عرصه برای کاشت در گلخانه این بود که سعی شد بافت و شرایط خاک در تیمارهای شاهد مشابه شرایط عرصه حضور گونه مورد مطالعه باشد. پس از تهیه نمونه‌های خاک، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد (جدول ۴). پس از مراحل فوق اقدام به کاشت بذر گونه مورد مطالعه در ۸۱ گلدان در شرایط گلخانه شد، به طوری که در هر گلدان تعداد ۳ بذر در عمق ۳ سانتی‌متری کاشته شد. دمای گلخانه در روز ۳۰ درجه و در شب ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود و قبل از انجام آزمایش نیز بذور ضد عفونی شدند. در مرحله بعد با هدف بررسی اثر تغییرات خاک و طول دوره آبیاری و همچنین اثر تغییرات شوری بر موفقیت جوانه‌زنی گونه اسپرسی همدانی، تأثیر سه تیمار بافت خاک، دوره آبیاری و تغییرات شوری آب بررسی شد. بدین منظور طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بر اساس

طرح جدول (۵) انجام شد. بر این اساس در مطالعه حاضر دوره زمانی آبیاری (t) در سه تکرار ۷، ۱۰ و ۱۴ روزه در نظر گرفته شد، در صورتی که شوری آب (EC) در سه سطح کمتر از ۱ (آب معمولی، ۰/۴)، ۲ (حالت بینابینی) و ۴ دسی‌زیمنس بر متر (آب شور) بررسی شد. دوره زمانی آبیاری‌ها به این نحو انتخاب شد که تیمار آبیاری ۷ روزه به مثابه نبود تنش، ۱۰ روزه حالت بینابینی و ۱۴ روزه برای اعمال تنش خشکی در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج سایر مطالعات درباره تأیید رویش گونه اسپرسی همدانی در خاک‌های با بافت سبک (حیاتی و همکاران، ۲۰۲۲) در پژوهش حاضر چگونگی واکنش گونه فوق نسبت به بافت سنگین بررسی شد. از این رو برای بافت خاک نیز تغییرات رس (Clay) در ۳ سطح صفر (بدون تغییر در میزان رس اولیه خاک هر سایت) افزایش ۱۰ و ۲۰٪ به رس اولیه خاک سه سایت، مورد مطالعه قرار گرفت. در حالت بدون تغییر میزان رس خاک سه سایت تل‌گندمی، تنگ سرخ و پس‌کوهک به ترتیب ۱۰/۴، ۲۶/۴ و ۳۰/۴٪. به این ترتیب در تعداد ۹ گلدان در سایت تل‌گندمی در ردیف S₁ (جدول ۵)،

در تعداد ۹ گلدان مربوط به سایت تنگ سرخ در ردیف S₂ و سایر گلدان‌ها در ردیف‌های S₁C₁ و S₁C₂ و S₂C₁ و S₂C₂ و تعداد ۹ گلدان مربوط به خاک سایت پس‌کوهک در ردیف S₃ همچنین ردیف‌های S₃C₁ و S₃C₂ بر اساس جدول (۵) میزان S₃ هیچ‌گونه تغییری در میزان رس آن‌ها ایجاد نشد اما در ۱۰٪ (C₁) و ۲۰٪ (C₂) رس اضافه شد.

جدول (۳): ویژگی‌های سه رویشگاه منتخب برای برداشت خاک در استان فارس (برای کشت گلدانی)

Table (1): The characteristics of three selected habitats for soil collection in Fars province (for pot cultivation)

نام رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	متوسط بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما ماهانه (درجه سانتی‌گراد)
تل‌گندمی	۵۳° ۳' ۵۶"	۳۶° ۴۵' ۲۸"	۱۱۰۰	۳۱۰	۱۹/۶
تنگ سرخ	۵۲° ۲۲' ۲۸"	۲۹° ۴۵' ۱۶"	۱۸۷۰	۳۱۳	۱۸
پس‌کوهک	۵۲° ۲۸' ۰۰"	۲۹° ۳۷' ۳۲"	۱۷۵۶	۳۱۶	۱۸

جدول (۴): مشخصات خاک سه رویشگاه منتخب در استان فارس (برای کشت گلدانی)

Table (4): The soil characteristics of three *Hedysarum criniferum* habitats in Fars province (for pot cultivation)

نام رویشگاه	SAR	کچ / %	pH	شوری dS/m	رطوبت اشباع (%)	کربن آلی (%)	پتاسیم (ppm)	فسفر (meq/l)	نیتروژن (mg/kg)	آهک (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
تل‌گندمی	۱/۹۶	۳/۴	۷/۹	۲/۶۹	۴۳	۰/۲۸	۳۰۲	۴/۶	۰/۰۳	۴۶/۵	۵۳/۶	۳۶	۱۰/۴
تنگ سرخ	۱/۱۷	۱/۲۹	۷/۷۶	۲/۰۲	۳۳	۰/۱۱	۱۷۸	۹/۶	۰/۰۱	۳۹	۱۹/۶	۵۴	۲۶/۴
پس‌کوهک	۰/۶	۳/۰۱	۷/۵	۳/۸۹	۵۷	۰/۰۷	۳۵۶	۳/۱	۰/۰۱	۲۷/۵	۱۹/۶	۵۰	۳۰/۴

جدول (۵): طرح آماری انجام شده در مطالعه حاضر. S₁: خاک برداشت شده از سایت تل‌گندمی؛ S₂: خاک برداشت شده از سایت تنگ سرخ؛ S₃: خاک برداشت شده از سایت پس‌کوهک؛ T₁: فاصله آبیاری ۷ روز؛ T₂: فاصله آبیاری ۱۰ روز؛ T₃: فاصله آبیاری ۱۴ روز؛ C₁ بدون اعمال تغییر در میزان رس؛ C₂: افزایش ۱۰ درصدی رس؛ C₃: افزایش ۲۰ درصدی رس؛ EC₁: هدایت الکتریکی کمتر از ۱ (۰/۴) دسی‌زیمنس بر متر؛ EC₂: هدایت الکتریکی ۲ دسی‌زیمنس بر متر؛ EC₃: هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر

Table (5): Statistical project conducted in the present study (S1: soil collected from TolGandami site; S2: soil collected from Tange Sorkh site; S3: soil collected from Pas Koohek site; T1: 7 days irrigation interval; T2: 10 days irrigation interval; T3: 14 days irrigation interval; C1: without changing the amount of clay; C2: Increasing 10% clay; C3: Increasing 20% clay; EC1: electrical conductivity less than 1 dS / m; ; EC2: Electrical conductivity 2 dS / m; EC3: electrical conductivity 4 dS / m)

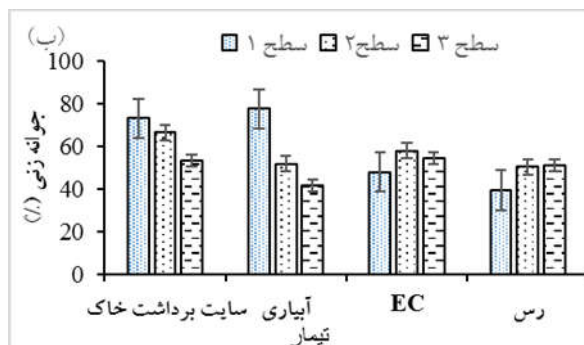
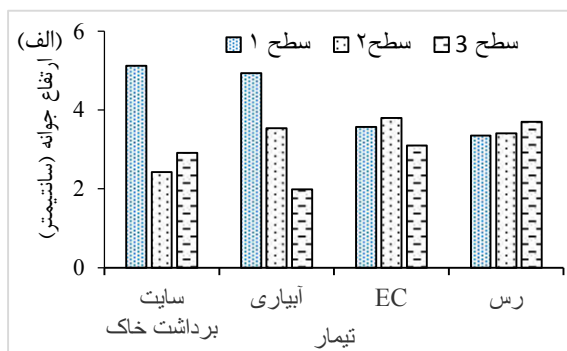
منطقه تل‌گندمی			منطقه تنگ سرخ			منطقه پس‌کوهک					
S ₁	S ₁ EC ₁ T ₁	S ₁ EC ₂ T ₁	S ₁ EC ₃ T ₁	S ₂	S ₂ EC ₁ T ₁	S ₂ EC ₂ T ₁	S ₂ EC ₃ T ₁	S ₃	S ₃ EC ₁ T ₁	S ₃ EC ₂ T ₁	S ₃ EC ₃ T ₁
	S ₁ EC ₁ T ₂	S ₁ EC ₂ T ₂	S ₁ EC ₃ T ₂		S ₂ EC ₁ T ₂	S ₂ EC ₂ T ₂	S ₂ EC ₃ T ₂		S ₃ EC ₁ T ₂	S ₃ EC ₂ T ₂	S ₃ EC ₃ T ₂
	S ₁ EC ₁ T ₃	S ₁ EC ₂ T ₃	S ₁ EC ₃ T ₃		S ₂ EC ₁ T ₃	S ₂ EC ₂ T ₃	S ₂ EC ₃ T ₃		S ₃ EC ₁ T ₃	S ₃ EC ₂ T ₃	S ₃ EC ₃ T ₃
S ₁ C ₁	S ₁ C ₁ EC ₁ T ₁	S ₁ C ₁ EC ₂ T ₁	S ₁ C ₁ EC ₃ T ₁	S ₂ C ₁	S ₂ C ₁ EC ₁ T ₁	S ₂ C ₁ EC ₂ T ₁	S ₂ C ₁ EC ₃ T ₁	S ₃ C ₁	S ₃ C ₁ EC ₁ T ₁	S ₃ C ₁ EC ₂ T ₁	S ₃ C ₁ EC ₃ T ₁
	S ₁ C ₁ EC ₁ T ₂	S ₁ C ₁ EC ₂ T ₂	S ₁ C ₁ EC ₃ T ₂		S ₂ C ₁ EC ₁ T ₂	S ₂ C ₁ EC ₂ T ₂	S ₂ C ₁ EC ₃ T ₂		S ₃ C ₁ EC ₁ T ₂	S ₃ C ₁ EC ₂ T ₂	S ₃ C ₁ EC ₃ T ₂
	S ₁ C ₁ EC ₁ T ₃	S ₁ C ₁ EC ₂ T ₃	S ₁ C ₁ EC ₃ T ₃		S ₂ C ₁ EC ₁ T ₃	S ₂ C ₁ EC ₂ T ₃	S ₂ C ₁ EC ₃ T ₃		S ₃ C ₁ EC ₁ T ₃	S ₃ C ₁ EC ₂ T ₃	S ₃ C ₁ EC ₃ T ₃
S ₁ C ₂	S ₁ C ₂ EC ₁ T ₁	S ₁ C ₂ EC ₂ T ₁	S ₁ C ₂ EC ₃ T ₁	S ₂ C ₂	S ₂ C ₂ EC ₁ T ₁	S ₂ C ₂ EC ₂ T ₁	S ₂ C ₂ EC ₃ T ₁	S ₃ C ₂	S ₃ C ₂ EC ₁ T ₁	S ₃ C ₂ EC ₂ T ₁	S ₃ C ₂ EC ₃ T ₁
	S ₁ C ₂ EC ₁ T ₂	S ₁ C ₂ EC ₂ T ₂	S ₁ C ₂ EC ₃ T ₂		S ₂ C ₂ EC ₁ T ₂	S ₂ C ₂ EC ₂ T ₂	S ₂ C ₂ EC ₃ T ₂		S ₃ C ₂ EC ₁ T ₂	S ₃ C ₂ EC ₂ T ₂	S ₃ C ₂ EC ₃ T ₂
	S ₁ C ₂ EC ₁ T ₃	S ₁ C ₂ EC ₂ T ₃	S ₁ C ₂ EC ₃ T ₃		S ₂ C ₂ EC ₁ T ₃	S ₂ C ₂ EC ₂ T ₃	S ₂ C ₂ EC ₃ T ₃		S ₃ C ₂ EC ₁ T ₃	S ₃ C ₂ EC ₂ T ₃	S ₃ C ₂ EC ₃ T ₃

اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی شامل تعداد بذرهای جوانه‌زده و طول نشاها بعد از یک هفته از اولین تاریخ (۱۳۹۷/۱۲/۲۰) کاشت شد و به‌صورت هفتگی به مدت دو ماه در طول دوره رویش گیاه پارامترهای فوق اندازه‌گیری شد. ارتفاع گیاه از

اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی و تحلیل‌های آماری به‌منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی اسپرسی همدانی تحت شرایط مختلف بافت خاک، دوره‌های آبیاری و تغییرات شوری پس از کاشت بذور گونه بر اساس طرح جدول (۵) اقدام به

نتایج

اثر دوره آبیاری، شوری آب و رس در شرایط گلخانه
نتایج نشان داد که بیشترین طول جوانه به ترتیب در دوره آبیاری ۷ روزه، شوری ۲ دسی‌زیمنس و افزایش میزان رس ۲۰٪ در خاک نسبت به حالت اولیه مربوط به سایت تل‌گندمی ثبت شد. برای درصد جوانه‌زنی مشاهده‌شده نیز به‌طور مشابه بیشترین مقدار (۷۳/۷۳٪) در گلدان‌هایی که خاک آن مربوط به سایت تل‌گندمی بود مشاهده شد. همچنین در برابر تیمارهای مختلف بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۷/۷۷٪) برای دوره آبیاری ۷ روزه، شوری ۲ دسی‌زیمنس (۴۸/۱۵٪) و تغییر رس ۲۰٪ (جوانه‌زنی ۳۹/۵٪) اتفاق افتاد (شکل ۲ ب).



شکل (۲): میانگین ارتفاع جوانه (الف) و درصد جوانه‌زنی (ب) در سطح تیمارهای مختلف (سایت برداشت خاک ۱: تل‌گندمی، سایت برداشت خاک ۲: تنگ سرخ، سایت برداشت خاک ۳: پس کوهک، سطح ۱: فاصله آبیاری ۷ روزه، رس صفر٪ و شوری کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر؛ سطح ۲: فاصله آبیاری ۱۰ روزه، افزایش رس ۱۰٪ و افزایش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر؛ سطح ۳: فاصله آبیاری ۱۴ روزه، افزایش رس ۲۰٪ و افزایش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر)

Figure (2): Mean bud height (a) and number of buds (b) at the level of different treatments (soil harvest site 1: wheat mound, soil harvest site 2: Tang-e-Sorkh, soil harvest site 3: Paskohak, level 1: irrigation distance 7 days, zero percent clay and salinity less than 1 dS / m; level 2: 10-day irrigation interval, 10% clay and salinity 2 dS / m; level 3: 14-day irrigation interval, 20% clay and salinity 4 dS / m

محل یقه گیاه تا بلندترین نوک برگچه انتهایی به سانتی‌متر با استفاده از خط‌کش با تقسیم‌بندی میلی‌متری اندازه‌گیری شد (اسدی اسدآباد، ۲۰۲۱). همچنین به‌منظور اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی از معادله (۱) زیر استفاده شد (بیجه کشاورزی و موسوی‌نیک، ۲۰۱۴):

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه‌زده}}{\text{تعداد کل بذر}} \times 100 \quad (1)$$

در مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر دوره آبیاری، شوری و درصد تغییرات رس بر ارتفاع و تعداد جوانه از آزمون آماری تحلیل واریانس چندمتغیره مانوا در محیط نرم‌افزار SPSS 24 استفاده شد.

منحنی عکس‌العمل گونه نسبت به شوری و بارش و

رس خاک در شرایط رویشگاه طبیعی

به‌منظور بررسی پاسخ گونه نسبت به عوامل محیطی از مدل خطی تعمیم‌یافته^۱ (GLM) استفاده شد. به این منظور در مطالعه حاضر، بررسی رابطه بین ارتفاع و تراکم گونه و فاکتورهای محیطی از نرم‌افزار CANOCO v4.5 استفاده شد. در مدل خطی تعمیم‌یافته مشکلات مربوط به متغیرهای وابسته به‌وسیله تبدیلات منطقی همچون تبدیل لگاریتمی برطرف می‌شود و پارامترهای مدل به‌وسیله روش حداقل مربعات خطا تعیین می‌گردد. شایان ذکر است تابع توزیع متغیر وابسته، بسته به نوع آن تعیین می‌شود. چنانچه متغیر وابسته شمارشی باشد، از توزیع پواسون و اگر از نوع حضور و غیاب باشد، از توزیع باینومیل استفاده می‌شود (هستی و تیب‌شیرانی، ۱۹۸۶).

در مدل خطی تعمیم‌یافته، Y بیانگر متغیرهای وابسته، X نشان‌دهنده متغیرهای مستقل و μ توزیع وابسته به متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد (معادله ۲):

$$E(Y) = \mu = g^1(X\beta) \quad (2)$$

$$g(\mu) = \eta_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$$

در این معادله، $E(Y)$ ارزش Y ، $X\beta$ پیش‌بینی‌کننده خطی و g ، β توابع وابسته هستند

1. Generalized Linear Model

هر سه دوره آبیاری ۷، ۱۰ و ۱۴ روزه به لحاظ تأثیر بر پارامتر طول نشاهای جوانه‌زده گونه اسپرس تأثیر قابل توجه و معنی‌داری را نشان دادند ($p < 0.05$) (جدول ۷). همچنین درصد جوانه‌زنی در ۳ دوره آبیاری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.05$) و بهترین عملکرد آن در دوره آبیاری ۷ روزه مشاهده شد.

پارامترهای گیاهی، نسبت به تغییرات و تیمارهای مختلف شوری اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۸). همچنین تیمار درصد رس نتایج مشابهی با شوری آب داشت و طول نشاهای جوانه‌زده و درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری را نسبت به تغییرات رس ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ نشان ندادند (جدول ۹).

نتایج حاصل از تحلیل چندمتغیره مانوا و مقایسه آماری در شرایطی که خاک گلدان‌ها بدون هیچ تغییری از محل برداشت خاک در سه سایت به گلدان‌ها منتقل شد، نشان داد که در مورد طول نشاء در خاک رویشگاه تل‌گندمی با رویشگاه تنگ سرخ و رویشگاه پس‌کوهک تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) وجود داشت (جدول ۶). نتایج نشان داد که طول نشاهای جوانه‌زده در خاک رویشگاه تل‌گندمی با دو رویشگاه تنگ سرخ و پس‌کوهک تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) داشتند. از سوی دیگر درصد جوانه‌زنی نیز در خاک رویشگاه تل‌گندمی با رویشگاه تنگ سرخ و پس‌کوهک اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.05$)، در صورتی که درصد جوانه‌زنی در گلدان‌های با خاک‌های مربوط به رویشگاه تنگ سرخ و پس‌کوهک اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

جدول (۶): نتایج حاصل از تحلیل واریانس چندمتغیره (MANOVA) در سه سایت منتخب قبل از اعمال تیمار

Table (6): Results of multivariate analysis of variance (MANOVA) at three selected sites before treatment

متغیر	رویشگاه	رویشگاه	Mean Difference (I-J)	Std. Error	P-value
طول نشاهای جوانه‌زده (cm)	تل‌گندمی	تنگ سرخ	۲/۶۸	۰/۵۶	۰/۰۰۰
		پس‌کوهک	۲/۲۰	۰/۵۶	۰/۰۰۱
	تنگ سرخ	تل‌گندمی	-۲/۶۸	۰/۵۶	۰/۰۰۰
		پس‌کوهک	-۰/۴۸	۰/۵۶	۱
	پس‌کوهک	تل‌گندمی	-۲/۲۰	۰/۵۶	۰/۰۰۱
		تنگ سرخ	۰/۴۸	۰/۵۶	۱
جوانه‌زنی (%)	تل‌گندمی	تنگ سرخ	۲/۹۳	۰/۳۵	۰/۰۰۰
		پس‌کوهک	۲/۷۶	۰/۳۵	۰/۰۰۰
	تنگ سرخ	تل‌گندمی	-۲/۹۳	۰/۳۵	۰/۰۰۰
		پس‌کوهک	-۰/۱۷	۰/۳۵	۱
	پس‌کوهک	تل‌گندمی	-۲/۷۶	۰/۳۵	۰/۰۰۰
		تنگ سرخ	۰/۱۷	۰/۳۵	۱

جدول (۷): نتایج حاصل از تحلیل واریانس چندمتغیره (MANOVA) برای تیمار دوره آبیاری

Table (7): Results of multivariate analysis of variance (MANOVA) for irrigation period treatment

متغیرها	فاصله آبیاری (روز)	فاصله آبیاری (روز)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	P-value
طول نشاهای جوانه‌زده (cm)	۷	۱۰	۱/۴	۰/۵۶	۰/۰۴۵
		۱۴	۲/۹۵	۰/۵۶	۰/۰۰۰
	۱۰	۷	-۱/۴	۰/۵۶	۰/۰۴۵
		۱۴	۱/۵۵	۰/۵۶	۰/۰۲۲
	۱۴	۷	-۲/۹۵	۰/۵۶	۰/۰۰۰
		۱۰	-۱/۵۵	۰/۵۶	۰/۰۲۲

جوانه زنی (%)	۷	۱۰	۱/۰۴	۰/۳۶	۰/۰۱۴
		۱۴	۲/۰۲	۰/۳۶	۰/۰۰۰
	۱۰	۷	-۱/۰۴	۰/۳۶	۰/۰۱۴
		۱۴	۰/۹۸	۰/۳۶	۰/۰۲۳
	۱۴	۷	-۲/۰۳	۰/۳۶	۰/۰۲۳
		۱۰	۰/۹۸	۰/۳۶	۰/۰۰۰

جدول (۸): نتایج حاصل از تحلیل واریانس چندمتغیره (MANOVA) برای تیمار شوری آب (دسی‌زیمنس بر متر)

Table (8): Results of multivariate analysis of variance (MANOVA) for water salinity treatment (dS / m)

متغیر	شوری آب	شوری آب	Mean Difference (I-J)	Std. Error	P-value
طول نشاهای جوانه زده (cm)	۱ >	۲	-۰/۲۳	۰/۵۶	۱
		۴	۰/۴۷	۰/۵۶	۱
	۲	۱ >	۰/۲۳	۰/۵۶	۱
		۴	۰/۷	۰/۵۶	۰/۶۵
	۴	۱ >	-۰/۴۷	۰/۵۶	۱
		۲	-۰/۷	۰/۵۶	۰/۶۵
جوانه زنی (%)	۱ >	۲	-۰/۲۱	۰/۳۶	۱
		۴	۰/۲۲	۰/۳۶	۱
	۲	۱ >	۰/۲۱	۰/۳۶	۱
		۴	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۷
	۴	۱ >	-۰/۲۲	۰/۳۶	۱
		۲	-۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۷

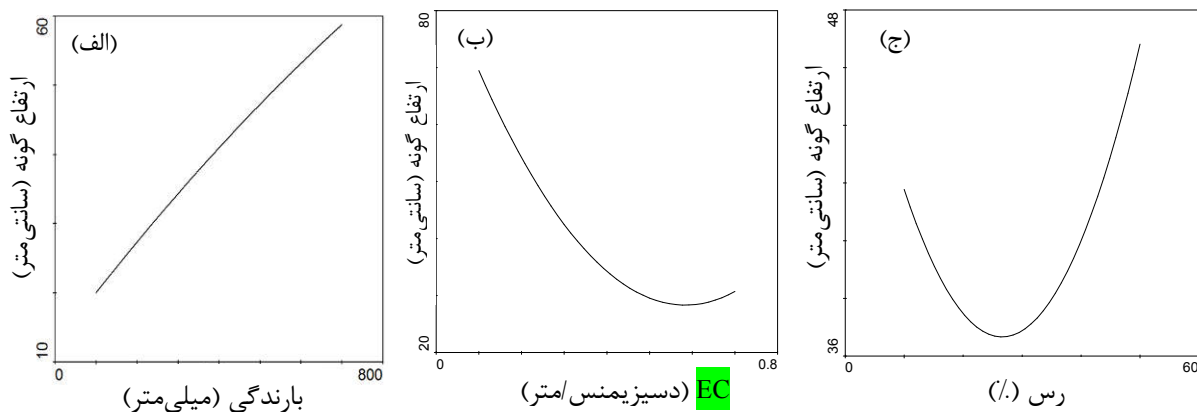
جدول (۹): نتایج حاصل از تحلیل واریانس چندمتغیره (MANOVA) برای تیمار مقدار رس

Table (9): Results of multivariate analysis of variance (MANOVA) for clay amount treatment

متغیر	مقدار رس (%)	مقدار رس (%)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	P-value
طول نشاهای جوانه زده (cm)	۰	۱۰	-۰/۰۷	۰/۵۶	۱
		۲۰	-۰/۳۵	۰/۵۶	۱
	۱۰	۰	۰/۰۷	۰/۵۶	۱
		۲۰	-۰/۲۸	۰/۵۶۲	۱
	۲۰	۰	۰/۳۵	۰/۵۶	۱
		۱۰	۰/۲۸	۰/۵۶	۱
جوانه زنی (%)	۰	۱۰	-۰/۲۴	۰/۳۶	۱
		۲۰	-۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۶۰۱
	۱۰	۰	۰/۲۴	۰/۳۶	۱
		۲۰	-۰/۲۲	۰/۳۶	۱
	۲۰	۰	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۶۰۱
		۱۰	۰/۲۲	۰/۳۶	۱

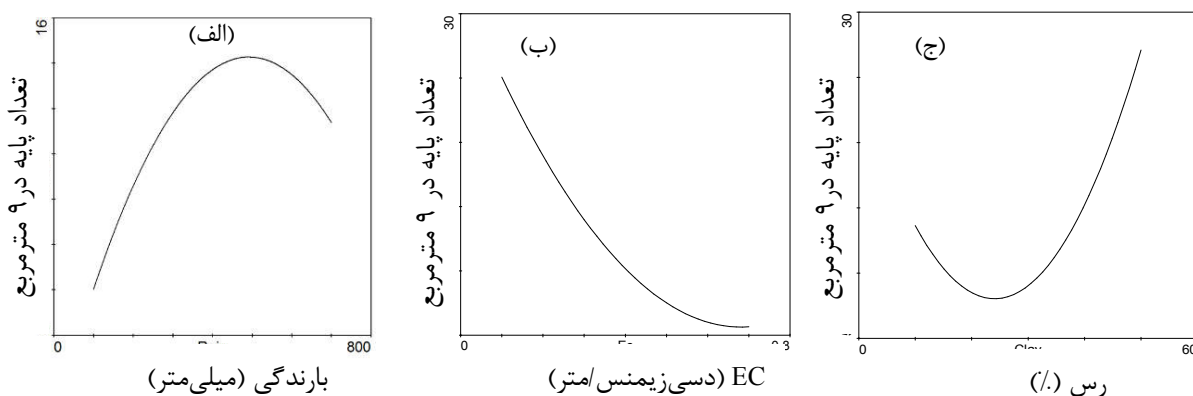
روند افزایشی بود (شکل ۳ ج).
 منحنی عکس‌العمل گونه از نظر تراکم نشان داد که با افزایش بارندگی تراکم گونه اسپرسی همدانی نیز افزایش داشت، به طوری که حداکثر تراکم گونه در رویشگاه‌هایی با بارندگی ۵۰۰ میلی‌متر مشاهده شد و کمترین تراکم گونه در بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر بود (شکل ۴ الف). با افزایش شوری نیز تراکم گونه کاهش یافت. بیشترین تراکم در ۰/۱ و کمترین تراکم در شوری ۰/۷ دسی‌زیمنس مشاهده شد (شکل ۴ ب). تراکم گونه نسبت به رس عکس‌العملی مشابه با ارتفاع گونه را نشان داد و با افزایش مقدار رس تراکم گونه کاهش داشت (شکل ۴ ج).

واکنش گونه اسپرسی همدانی به عوامل مؤثر در محیط طبیعی
 بر اساس منحنی‌های عکس‌العمل گونه، ارتفاع گونه نسبت به بارندگی روند افزایشی را نشان داد و بیشترین ارتفاع گونه در بارندگی ۶۹۰ و کمترین مقدار آن در بارندگی ۱۳۰ میلی‌متر مشاهده شد (شکل ۳ الف). درحالی‌که ارتفاع گونه با شوری روندی معکوس را نشان داد، به طوری که با افزایش شوری، ارتفاع گونه کاهش داشته و بیشترین ارتفاع گونه در شوری کم (۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر) اندازه‌گیری شد (شکل ۳ ب). ارتفاع گونه با افزایش میزان رس خاک تا ۲۵٪ روند کاهشی را نشان داد اما در مقادیر رس بیشتر از ۲۵٪، این



شکل (۳): عکس‌العمل گونه اسپرسی همدانی از نظر ارتفاع نسبت به متغیرهای محیطی الف) بارندگی، ب) EC و ج) رس

Figure (3): Response curve of *Hedysarum criniferum* in terms of height to environmental variables a) rainfall, b) EC and c) clay



شکل (۴): عکس‌العمل گونه اسپرسی همدانی از نظر تعداد جوانه نسبت به متغیرهای محیطی الف) بارندگی، ب) EC و ج) رس

Figure (4): Response of *Hedysarum criniferum* in terms plant density to environmental variables a) rainfall, b) EC and c) clay

بحث و نتیجه گیری

نشان داده شد در محیط طبیعی با افزایش بارندگی، احتمال حضور گونه تا بارندگی ۶۵۰ میلی متر افزایش داشت. دامنه بارندگی رویشگاه‌های این گونه نشان‌دهنده این نکته است که گونه اسپرسی همدانی در مناطق مختلف اقلیمی نظیر خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب می‌تواند حضور داشته باشد. به این ترتیب با افزایش بارندگی از سمت مناطق خشک به نیمه‌خشک و نهایتاً نیمه‌مرطوب، احتمال حضور گونه افزایش داشت، به طوری که با توجه به میزان بارش بهینه برای این گونه مشخص شد که این گونه، اقلیم نیمه‌مرطوب را ترجیح می‌دهد (حیاتی و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به محدودیت منابع آب در مناطق نیمه‌خشک این رفتار قابل پیش‌بینی است. شوری جذب آب را به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر در جذب آب و آماس بذر کاهش می‌دهد و در نتیجه قابلیت جوانه‌زنی بذر کاهش می‌یابد. در مطالعات مشابه نیز باورسادی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که کمترین درصد جوانه‌زنی یونجه در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. همچنین در مطالعه‌ای، زو^۷ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین درصد جوانه‌زنی برای گونه *Hedysarum scoparium* در شرایط بدون شوری بود و افزایش شوری به تدریج از جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کند. افزایش میزان شوری موجب کاهش کلروفیل و در نتیجه ساخت مواد فتوسنتزی لازم برای رشد گیاه است. از سوی دیگر افزایش غلظت سدیم و کلر موجب رقابت در جذب بسیاری از عناصر ضروری در گیاه و در نتیجه کاهش رشد می‌گردد (شیاب^۸، ۲۰۱۱). به طوری که دی روسی^۹ و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که *Hedysarum coronarium* در غلظت‌های شوری ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلی‌مولار بر تولید بذر و رشد ساقه‌ها تأثیر منفی گذاشت و افزایش طول ریشه را محدود ساخت. آن‌ها همچنین بیان کردند وجود نمک در محیط‌های کشت می‌تواند جذب آب را کاهش داده و یا اثرات سمی روی دانه‌ها ایجاد کند. دلیل تأثیر منفی شوری

بررسی طول نشاهای جوانه‌زده و درصد جوانه‌زنی در گونه اسپرسی همدانی تحت تیمارهای مختلف دوره آبیاری، تغییرات رس خاک و میزان هدایت الکتریکی مختلف نشان داد که دوره آبیاری نسبت به دو تیمار دیگر عامل مهم‌تری است. حد تحمل جوانه‌زنی و رشد نشاها در آبیاری ۱۴ روزه، شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و افزایش ۲۰ درصدی رس خاک بود. کاهش فاصله بین دوره‌های آبیاری می‌تواند موجب رشد ریشه و حفظ رطوبت در ۰-۴۰ سانتی‌متری پروفیل خاک شده و موجب تسهیل رشد ریشه و در نتیجه افزایش فتوسنتز شود (من^۱ و همکاران، ۲۰۱۵؛ لو^۲ و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش دوره آبیاری موجب اختلال در فتوسنتز از طریق کاهش رطوبت خاک و کاهش تولید مواد فتوسنتزی برای انتقال به بخش‌های در حال رشد گیاه و در نتیجه، رشد نکردن گیاه از نظر ارتفاع می‌شود (سواز^۳ و همکاران، ۲۰۰۴). به طوری که گوکسوی^۴ و همکاران در مطالعه خود نشان دادند افزایش فاصله زمانی بین آبیاری موجب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. همچنین زانگ^۵ و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان دادند که آبیاری مناسب موجب افزایش ارتفاع بوته به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور در عملکرد و تعداد شاخه در یونجه شد. در مطالعات فلیپ^۶ و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است که تیمارهای فاصله آبیاری باعث تغییر در رطوبت خاک شده که جوانه‌زنی، رشد، بقا و زیست توده گونه‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درصد جوانه‌زنی گونه اسپرسی همدانی در دوره آبیاری ۷ روزه عملکرد بهتری را نسبت به آبیاری ۱۰ و ۱۴ روزه داشت. همچنین برهانی و حجه‌فروش (۱۴۰۰) در مطالعه تأثیر دوره‌های آبیاری دو و چهار هفته‌ای بر خصوصیات گونه سیاه‌تاغ نشان دادند که اثر دوره آبیاری بر ارتفاع و زنده‌مانی گونه به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود. از سوی دیگر

1. Man
2. Lv
3. Souaz
4. Goksoy
5. Zhang
6. Philip

7. Xue
8. Shiyab
9. De Rossi

می‌یابد زیرا رس می‌تواند مولکول‌های آب را به‌طور مؤثرتری با یکدیگر متصل کند. بنابراین خاک‌هایی که مقدار بیشتری رس دارند، ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهند. خاک با ظرفیت نگهداری کم آب به‌زودی خشک شده و در نتیجه نیاز به آبیاری را بیشتر می‌کند (نات^۳، ۲۰۱۴). مشخص شد که برای پارامترهای ارتفاع نشاهای جوانه‌زده و درصد جوانی در سطوح مختلف شوری آب آبیاری و درصد رس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این نتیجه بیانگر این نکته است که برای تعیین فاکتورهای اصلی مؤثر بر جوانه‌زنی و رویش نشاهای اسپرسی همدانی می‌توان دوره آبیاری را در نظر گرفت، درحالی‌که شوری آب و درصد رس تأثیر چندانی ندارند. همان‌طور که کشاورز (۲۰۱۲) نشان داد، صفات جوانه‌زنی در گونه اسپرسی همدانی تا شوری ۱۵۰ میلی مولار (۱۳ دسی‌زیمنس بر متر) معنی‌دار نبود. با توجه به گسترش کم ریشه گونه اسپرسی همدانی در مراحل اولیه، افزایش فاصله بین آبیاری موجب کاهش دسترسی گیاه به رطوبت شده و در نتیجه این کمبود آب رشد گیاه، ارتفاع و ماده خشک آن کاهش می‌یابد (اسدی و همکاران، ۲۰۲۱).

نتایج تیمارهای مختلف حاکی از آن است که درصد جوانه‌زنی و طول نشاهای جوانه‌زده در گونه اسپرسی همدانی تحت تأثیر دوره آبیاری کوتاه، خاک سبک و آب با شوری کم شرایط مناسبی دارد. از آنجا که گونه مذکور بر اساس شاخص‌های طبقه‌بندی مراتع از نظر ارزش غذایی علوفه به‌عنوان یکی از علوفه‌های با کیفیت خیلی مطلوب مراتع ایران محسوب می‌شود که در مقایسه با یونجه دارای پروتئین و انرژی متابولیسمی بیشتری است و در نتیجه ارزش غذایی بالاتری دارد و توانایی مناسبی در تثبیت نیتروژن خاک دارد، می‌توان در راستای تبدیل دیم‌زارهای رهاشده مناطق نیمه‌خشک به علوفه‌کاری و همچنین احیای مراتع تخریب‌شده در مناطق رویشی، از این گونه استفاده کرد. با توجه به پراکنش لکه‌ای این گونه در رویشگاه‌های طبیعی آن، بومی بودن گونه مذکور و در نتیجه اهمیت حفظ گونه‌های

بر پارامترهای گیاهی گونه اسپرسی همدانی را این‌گونه می‌توان توجیه کرد که شوری و به‌طور کلی غلظت املاح محلول در خاک و یا محیط اطراف ریشه علاوه بر کاهش آب قابل استفاده گیاه، موجب برهم خوردن تعادل یونی می‌شود. از طرف دیگر قلیائیت با مقدار بالای عنصر سدیم نیز باعث تخریب خاکدانه‌ها و کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد. به‌دلیل بالا بودن دو یون سدیم و کلر در خاک، جذب بسیاری از عناصر غذایی ضروری از قبیل کلسیم، پتاسیم و منیزیم دچار اختلال و کاهش شده و این امر به‌دلیل تأثیر این دو یون بر فعالیت برخی از آنزیم‌ها و نیز جذب انتخابی سلول‌های ریشه است (یبینگ^۱، ۲۰۰۸). املاح محلول موجود در خاک از جمله شوری به‌دلیل ایجاد محدودیت در استقرار و رشد و توسعه پوشش گیاهی نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای بر درصد پوشش گیاهی دارد (زارع‌چاهوکی و همکاران، ۲۰۱۰). بافت خاک بر خصوصیات خاک از جمله تأمین آب در دسترس، میزان نفوذ آب، هوادهی، حاصلخیزی خاک و حساسیت به فرسایش، تأثیرگذارند. با توجه به موارد فوق کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد نشاء با افزایش میزان رس در خاک را می‌توان چنین بیان کرد که در خاک‌های سبک (شنی) به‌دلیل منافذ بزرگ‌تر، هوادهی بیشتر و در نتیجه درصد و سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش می‌یابد. همچنین در خاک‌های رسی به‌دلیل کاهش اندازه ذرات خاک، نفوذ و هوادهی خاک کاهش و در نتیجه جوانه‌زنی بذور کاهش می‌یابد (اسفندیاری و همکاران، ۲۰۱۷). بر این اساس خاک‌های شنی متخلخل هستند، سرعت نفوذ زیادی دارند و آب کمی در آن‌ها نگهداری می‌شود، در صورتی که رس‌ها میزان نفوذ کمی دارند، آب زیادی را در خود نگه می‌دارند و ممکن است زهکشی ضعیفی داشته باشند. هوادهی در خاک‌های شنی خوب است اما در خاک رس ضعیف است. ریشه‌ها در خاک‌های با بافت سبک راحت‌تر نفوذ می‌کنند (نجیسی^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). با افزایش درصد رس در خاک، ظرفیت نگهداری آب افزایش

1. Yibing

2. Negyesi

3. Nath

می‌شود. از سوی دیگر بر اساس نتایج این مطالعه، آبیاری و در نتیجه رطوبت خاک به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر گونه اسپرسی همدانی مشخص شد؛ از این رو پیشنهاد می‌شود دیم‌کاری گونه مذکور در فصل پاییز قبل از بارندگی صورت گیرد.

بومی به‌ویژه گونه‌های باارزش علوفه‌ای و در معرض خطر انقراض، پیشنهاد می‌شود با توجه به ارزش غذایی و کیفیت بالای گونه از نظر ارزش علوفه‌ای نسبت به زراعی کردن این گونه اقدام نمود. با اهلی کردن و کشت این گونه علاوه بر حفظ و توسعه آن، بخشی از علوفه مورد نیاز دام نیز تأمین

منابع

- Alizadeh, M.A. and Nasiri, M., 2012. Seed Technology Appearance with Emphasis on Natural Resources Plants, Publications of Seed and Plant Registration and Certification Research Institute, 197 pp.
- Asadi Asadabad, O., Matinkhah, S. H., Jafari, Z. and Karim Mojeni, H., 2021. Evaluation of Different Irrigation Methods of *Hedysarum criniferum* Boiss. Under Field Conditions. *JWSS*, 25 (1):179-189.
- Baker, C.J., 2006. Drilling into dry soil. PP. 74-84. in: Eds. Baker, C.J., K.E. Saxton, W.R. Ritchie, W.C.T. Chamen, D.C. Reicosky, M.F.S. Ribeiro, S.E. Justice, and P.R. Hobbs. No-tillage seeding in conservation agriculture. F.A.O. and CAB International. Rome.
- Bavarsadi, M., Medhaj, A. and Majdam, M., 2017. Investigation the effect of salinity tension on germination, seedling growth and ionic content of alfalfa genotypes (*Medicago sativa* L.). *Crop Physiology Journal*, 9(35): 121-136.
- Behtari, B., Jafarian, Z. and Alikhani, H., 2019. Temperature sensitivity of soil organic matter decomposition in response to land management in semi-arid rangelands of Iran. *CATENA*, 179: 210-219.
- Bijeh Keshavarzi, M.H. and Mousavi Nik, M., 2014. Study of the effect of different salinity osmotic potentials on germination and early growth of spinach seedlings. *Journal of plant production science*, 5(1): 1-5.
- Borhani, M. and Hajehforoshnia, S., 2022. The effect of moisture absorption plates on the growth of *Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge ex Fenzl species in saline playa (Case study: Fesaran, Isfahan). *Desert Mangament*, 9 (4): 79-90
- Choi, B.H. and Ohashi, H., 2003. Generic criteria and an infrageneric system for *Hedysarum* and related genera (Papilionoideae-Leguminosae). — *Taxon*, 52: 567-576.
- Davis, M.A., 2013. Invasive Plants and Animal Species: Threats to Ecosystem Services. *Climate Vulnerability: Understanding and Addressing Threats to Essential Resources*, 51-59.
- De Rossi, S., Di Marco, G., Bruno, L., Gismondi, A. and Canini, A., 2021. Investigating the Drought and Salinity Effect on the Redox Components of *Sulla coronaria* (L.) Medik. *Antioxidants*, 10, 1048. <https://doi.org/10.3390/antiox10071048>.
- DiTomaso, J. M., Masters, R. A. and Peterson, V. F., 2010. Rangeland Invasive Plant Management. *Rangelands*, 32(1): 43-47.
- Eftekhari, A. and Khaliphazadeh, R., 2018. The importance of Rangelands in environmental aspects, water production and proper management method. The 7th National Conference on Pasture and Pasture Management of Iran, 8-9 May.
- Esfandyari, M., Hakimi, M.H. and Hakimzadeh Ardakani, M.A., 2017. Effects of soil texture and planting depth on germination and survival of *Nepeta asterotricha*. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 9(1): 1-10.
- Fajri, A., 2005. Effect of Irrigation on Yield and Green Growth Period in Nine Range Plants in Urmia. *Iranian Journal of Natural Resources*, 58 (2): 471-480
- Fedchenko, B. A., 1948. *Hedysarum* L. in Komarov, V. L., Shishkin, B. K. & Bobrov, E. G. (eds.) *Flora URSS*, 13: 259-379.
- Ghasemi Shiri, F., Matinkhah, H., Torkesh,

- M. and Shamshiri, F., 2017, Soil Parameters in Hamedani Espresso Natural Habitats, The First International Conference on the Silk Road Geographic Information System, Isfahan.
17. Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M. and Dagustu, N., 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Res, 87: 167-178.
 18. Hadas, A., 2004. Seedbed preparation. PP. 33 – 44. in: Eds. Benech, R.L. Arnold, R. and A. Sanchez. The soil physical environment of germinating seeds. In Handbook of seed physiology: applications to agriculture.
 19. Hasti, T. and R. Tibshirani. 1986. Generalized additive models. Statistical Science 1(3): 297-310.
 20. Hayati, J., Matinkhah, H., Bashari, H., Tarkesh Esfahani, M. and Karimzadeh, H.M., 2022. Predicting habitat suitability for the endangered species *Hedysarum criniferum* Boiss. using a fuzzy model in the semi-arid zone in Iran. Arid Land Research and Management, 36(3): 344-369.
 21. Jafari, A.A., 2019. Challenges of seed production for cultivation of rangeland species in Iran. 7th National Conference on Rangeland and Rangeland Management of Iran, May: 18-19.
 22. Keshavarz, A., 2012. The effect of different salinity treatments on seed germination traits, some physiological parameters of seedlings and forage quality. *Hedysarum coronarium* L and *H. criniferum* Boiss Master Thesis. Tarbiat Modares University - Faculty of Natural Resources and Marine Sciences.
 23. Lv, G., Kang, Y., Li, L. and Wan, S., 2010. Effect of irrigation methods on root development and profile soil water uptake in winter wheat. Irrig Sci, 28:387–398
 24. Man, J., Shi, Y., Yu, Z. and Zhang, Y., 2015. Dry matter production, photosynthesis of fag leaves and wate use in winter wheat are affected by supplemental irrigation in the Huang-Huai-Hai Plain of China. PLoS ONE, 10:1–18.
 25. Mohammadghasemi, F., Matinkhah, H. and Shahbazi, A., 2016. Effects of *Hedysarum criniferum* Boiss. as a Plant Symbiotic With Nitrogen Fixers on Some Chemical Properties of the Soil. Journal of Soil and Water Science, 26(2): 129-140.
 26. Manafian M., 2011. Investigating the condition of grazing tolerance and regrowth in four fodder species, *Cirinigrum Hedysarum*, *Astragalus effuses*, *Cyclophyllon Astragalus* and *Bromus tomentellus* in a simulated grazing. Master's thesis, Shahrekord University.
 27. Nath, T.N. 2014., soil texture and total organic matter content and its influences on soil water holding capacity of some selected the growing soils in sivasagar district of assam, India. Int. J. Chem. Sci, 12(4): 1419-1429.
 28. Neegyesei, G., Szabó, S., Buró, B., Mohammed, S., Lóki, J., Rajkai, K. and Holb, I.J., 2021. Influence of Soil Moisture and Crust Formation on Soil Evaporation Rate: A Wind Tunnel Experiment in Hungary. Agronomy, 11: 935.
 29. Philip, A., Megan, F. and chultz, J., 2009. Germination, survival, and growth of grass and forb seedlings: Effects of soil moisture variability, 35(5), 0–684.
 30. Shahbazi, A., matin khah, H., Bashari, H. and Tarkesh esfahani, M., 2017. Forage quality of *Astragalus cyclophyllon* G.Beek and *Hedysarum criniferum* Boiss in Chadegan region of Isfahan. IRANIAN JOURNAL OF RANGE AND DESERT RESEARCH, 23(4): 823-831.
 31. Shahbazi, A., Matin Khah, S.H., Bashari H. and Tarkesh Esfahani, M. 2016. valuation of Germination Characteristics for *Hedysarum Criniferum* Boiss in Alternative Temperature and Drought Stress Conditions. Ijae, 5 (15) :27-37.
 32. Shiyab, S. 2011. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on macro and micro elements and protein content of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment, 9: 350-356.
 33. Souza, G.M., Cardoso, J.M. and Goncalves, A.N., 2004. Proline content and protein patterns in *Eucalyptus grandis* shoot submitted too high and low temperature shoks. Brazil. Archives. Biolo. Techno, 47 (3), 355-362.

34. Tester, M. and Morris, C. 1987. The penetration of light through soil. *Plant Cell Environ*, 10: 281–286.
35. Xue, J., Wang, X., Du, X., Mao, P., Zhang, T., Zhao, L. and Han, J., 2012. Influence of salinity and temperature on the germination of *Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey. *African Journal of Biotechnology*, 11(14): 3244-3249.
36. Yibing, Q., 2008. Impact of habitat heterogeneity on plant community pattern in Gurbantunggut Desert. *Geographical science*, 14(4): 447-455pp.
37. Zare Chahouki, M.A., L. Khalasi Ahvazi and H. Azarnivand, 2010. Environmental factors affecting distribution of vegetation communities in Iranian Rangelands. *Vegetos*, 23 (2): 1-15.
38. Zhang, Q.B., Liu J.Y., Yu, L., Lu, W.H. and Ma, C.H., 2020. Effects of irrigation on growth traits, nutritional quality and seed characteristics of *Medicago falcata* var. *Romanica* in an oasis. *International Journal of Agriculture and Biology*, 23(2): 391-398.

Investigating the Effect of Moisture, Salinity, and the Soil's Clay Content on the Germination and Growth of *Hedysarum criniferum* Boiss under Natural Habitat and Greenhouse Conditions

Javid Hayati¹, Hamidreza Karimzadeh^{2*}, Seyed Hamid Matinkhah³, Hossein Bashari³, Mostafa Tarkesh Isfahani³

Received: 13/12/2021

Accepted: 29/06/2022

Extended Abstract

Introduction: In addition to pasture grazing, animals are fed on such sources as manual forage, farm straw, etc. Therefore, due to various socio-economic reasons, overgrazing and forage shortage exert adverse effects on rangelands, leading to their degradation. On the other hand, excessive exploitation of rangelands and changes in their use has led to the expansion of invasive species, altering the rangelands' species composition and influencing the relevant ecosystem's functions and services, which, consequently, ends in the destruction of ecosystems worldwide. In this regard, in cases where the invaluable and important species are overgrazed, the improvement of the rangelands containing perennial, high-yielding, and palatable species is recommended to restore the rangeland's production capacity, reduce the competitiveness of invasive species, and increase the vegetation both quantitatively and qualitatively. Thus, it could be argued that identifying the factors involved in the germination and growth of invaluable species in rangeland ecosystems is required for the management, improvement, and restoration of rangelands.

Materials and Methods: This study sought to investigate the effect of irrigation interval, water salinity, and the soil's clay content on the seed germination and the height of germinated seedling of *Hedysarum criniferum* which is an endangered, palatable species indigenous to Iran's rangelands, under greenhouse and natural habitat conditions. To this end, a factorial experiment was performed in terms of irrigation interval at three levels of 7, 10, and 14 days, water salinity at three levels of <1 (0.4), 2, and 4 dS m⁻¹, and added clay contents at three levels of 0, 10, and 20% under greenhouse conditions with three replications, using a random sampling method. Moreover, the GLM method was applied to examine the factors affecting the herbal parameters of the *Hedysarum criniferum* species.

Results: The study's results revealed that out of the three treatments mentioned above, only the irrigation interval had a significant effect on the *H. criniferum* species' germinated seedling height and its germination percentage ($\alpha = 5\%$), with the greatest amount of germination (77.77%) and the highest germinated seedling's height (4.93 cm) being observed in the seven-day irrigation interval based on the comparison of means. According to the species' response curves, while the species' height showed an ascending trend in proportionate to the precipitation rate, it had a reverse trend in proportionate to salinity. As for the clay content, it was found that the species' height decreased up to 25% with an increase in the clay content. However, the trend was increasing for over 25% clay content.

1. PhD student at Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

2. Associate Professor at Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran, Correspondence author; karimzadeh@cc.iut.ac.ir

3. Associate Professor at Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

DOI: 10.22052/deej.2022.11.35.1

On the other hand, the analysis of the species' response curve in terms of the amount of germination density indicated that while the number of germinated seeds increased with an increase in the precipitation rate, it decreased with an increase in salinity. Moreover, the number of germinated seeds responded to clay content the same as it reacted to the species' height, getting decreased with up to a 25% increase in the clay content.

Discussion and Conclusion: as found in this study, irrigation interval is a more important factor than the other two treatments. The tolerance level of germination and seedling growth was found to be at a 14-day irrigation interval, 4 dS m⁻¹ salinity level, and 20% added clay content. Therefore, it could be argued that lowering the irrigation intervals may help the root growth. Furthermore, maintaining the moisture at 40-0 cm away from the soil profile can facilitate root growth and thereby increase photosynthesis. However, increasing the irrigation intervals may disrupt photosynthesis by creating a shortage in the soil's moisture and decreasing the production of photosynthate materials to be transformed into the plant's growing parts, checking the growth of the plant's height.

Considering the fact that *Hedysarum criniferum* is regarded as a very high-quality forage in Iranian rangelands based on the rangeland classification indices in terms of forage quality, and that the species contains more protein and metabolic energy and higher nutritional value than alfalfa, and also its desirable ability to stabilize the soil's nitrogen, the species can be used to convert the abandoned rain-fed lands in semi-arid areas to forage-planted lands and restore the destroyed rangelands in natural habitats. On the other hand, it was revealed that in natural habitats, the chances for the growth of the aforementioned species increased with an increase in precipitation rate, reaching its highest points in areas with average annual 650 mm precipitation. It should be noted that the precipitation range of the species' habitats indicates the possibility of *H. criniferum* growth in different climatic regions, including arid, semi-arid, and semi-humid regions. Therefore, it was found that the chances for the species' growth increased with an increase in precipitation rate from arid to semi-arid and finally, to semi-humid regions. Moreover, the study found that based on its optimal precipitation rate, the species prefers semi-humid climates.

Keywords: Rangeland Species, Seedling Height, Germination Percentage, Rangeland Restoration, Irrigation Interval.