

بهبود صفات رویشی بذر در گونه سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*) با کاربرد پرایمینگ زیستی و مکانیکی

ندا ابراهیمی محمدآبادی^۱، سید حسن کابلی^{۲*}، فرهاد رجالی^۳ و علی اصغر ذوالفقاری^۴

۱- دانشجوی دکتری، رشته بیابان‌زدایی، گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران، پست الکترونیک: hkaboli@semnan.ac.ir

۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- دانشیار، گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۷

چکیده

تاغ *Haloxylon ammodendron* از گونه‌هایی است که به صورت گسترده در احیای مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد توجه قرار گرفته است. این گونه مقاومت مناسبی به انواع تنش‌های محیطی این مناطق نشان داده است. با توجه به حساسیت مرحله جوانه‌زنی بذرها و مشکلات خاص مناطق بیابانی، استقرار و زنده‌مانی این گیاه وابسته به جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه است. معرفی روش‌هایی برای بهبود صفات رویشی بذر گیاه می‌تواند در توفیق عملیات احیائی مؤثر باشد. هدف این پژوهش، ارزیابی روش‌های زیستی و مکانیکی پرایمینگ بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تاغ بود. کشت در دو بخش سینی نشا و آزمایشگاه در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه سمنان انجام شد. باکتری‌های مورد استفاده *Bacillus Azotobacter chroococcum*، *Pseudomonas fluorescens*، *Flavobacterium F-40* و *Azospirillum lipoferum megaterium* تیمارهای پرایمینگ زیستی بودند. دستگاه اولتراسونیک با طول موج ۲۴ kHz به مدت ۵ دقیقه تیمار پرایمینگ مکانیکی بود. صفات مرتبط با جوانه بذر و گیاهچه اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس در آزمایش پتریدیش برای صفات طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). در آزمایش سینی نشا، تفاوت بین تیمارها برای صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن تر و خشک برگ و سطح برگ معنی‌دار ($p < 0.01$) شد. براساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها، تیمار اولتراسونیک سبب افزایش (۳۳ درصدی) وزن تر ریشه‌چه تاغ نسبت به شاهد در آزمون سینی نشا شد. تیمار *Azotobacter* سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه (۱۹٪)، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (۱۳٪)، رشد گیاهچه‌ای (۱۰٪)، وزن تر ریشه‌چه (۲۳٪) و وزن تر (۱۸٪) و خشک (۱۸٪) ساقه‌چه تاغ نسبت به شاهد در آزمایشگاه شد. همچنین این باکتری طول ریشه‌چه (۱۶٪)، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (۶۰٪)، وزن تر برگ (۲۶٪)، وزن خشک برگ (۶۸٪) و سطح برگ (۱۷۲٪) تاغ را نسبت به شاهد در سینی نشا افزایش داد. *Flavobacterium* توانست طول ساقه‌چه (۲۱٪) تاغ را نسبت به شاهد در آزمایش سینی نشا افزایش دهد. باکتری *Azospirillum* وزن تر (۶۵٪) و خشک (۱۵۶٪) ساقه‌چه این گیاه را در سینی نشا نسبت به شاهد افزایش داد. به‌طور کلی با توجه به این نتایج، استفاده از باکتری‌های *Flavobacterium Azotobacter* و *Azospirillum* به‌عنوان تیمار پرایمینگ زیستی مثبت ارزیابی شد و برای تکثیر و تولید نهال تاغ قابل استفاده است.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ زیستی، *Azospirillum lipoferum*، *Flavobacterium Azotobacter chroococcum*، اولتراسونیک.

مقدمه

در چند دهه اخیر، عوامل انسانی و طبیعی زیادی سبب پیش‌روی و گسترش بیابان‌ها شده است. یکی از بهترین و پرکاربردترین روش‌های جلوگیری از گسترش قلمرو بیابان و کنترل تبعات آن، کاشت گونه‌های سازگار با این محیط برای تثبیت بیولوژیکی عرصه است که حفاظت خاک، کاهش فرسایش آبی و بادی و استقرار پوشش گیاهی را در پی دارد. در میان گونه‌های پرکاربرد در احیاء بیولوژیکی بیابان‌ها، جنس تاغ از پرطرفدارترین گیاهان برای این هدف است (Khaladbarin, 2015)، تا جایی که به‌عنوان پادشاه کنترل باد و حفاظت از آب و خاک در بیابان‌ها معرفی شده است (Suo et al., 2012). سیاه‌تاغ *Haloxylon ammodendron* درختچه‌ای دائمی، دارای برگ‌های تحلیل رفته، ساقه‌های گوشتی و ریشه‌های بلند از خانواده *Amaranthaceae* است، مقاومت این گیاه به شرایط بیابانی (شوری، درجه حرارت بالا، کمبود مواد غذایی، بادهای شدید و شن‌های روان) مثال زدنی است (Huang et al., 2003). این گیاه در ایران، آسیای مرکزی، افغانستان، پاکستان و عراق پراکنش دارد و بومی مناطق کویری، بیابانی و بخش ایرانی و تورانی، ایران است (Sabeti, 1994; Asadi, 2001).

استفاده از نهال تاغ در طرح‌های احیایی بسیار فراگیر است (Jafari & Tavili, 2013). در رشد گیاهان، جوانه‌زنی یک مرحله بحرانی است که می‌تواند تعیین‌کننده استقرار یا عدم استقرار گیاه باشد (Gutterman, 1993). پژوهش‌ها نشان می‌دهد پرایمینگ بذر می‌تواند سبب افزایش تحمل دوره‌های خشکسالی، افزایش تولید و کاهش زمان لازم برای رشد دوباره شود (Nawaz et al., 2013). Yan در سال ۲۰۱۵، افزایش صفات جوانه‌زنی بذر *Brassica rapa* را در اثر پرایمینگ با نیترات پتاسیم (KNO₃) با وجود تنش خشکی گزارش نمود. همچنین استفاده از هیدروپرایمینگ بذر *Bromus tomentellus* می‌تواند سبب مقاومت بیشتر این گیاه نسبت به تنش خشکی شود (Eskandari & Alizadeh Amraie, 2017). Ruttanarungbaworn و همکاران (۲۰۱۷)، با بررسی تأثیر غلظت‌های (۰، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۱، ۱/۵۰ و ۲ درصد) نیترات

پتاسیم بر جوانه‌زنی دو رقم برنج، تأثیر مثبت غلظت ۱ درصد را بر هر دو رقم گزارش کردند. Alvandi و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی تأثیر پرایمینگ بذر *Taverniera cuneifolia* با چهار سطح از اسید آسکوربیک (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار) و چهار سطح آبیاری (۳، ۶، ۹ و ۱۲ روزه) پرداختند. بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر، بالاترین سطح ویژه برگ، سطح برگ و بیوماس خشک در تیمار اسیدآسکوربیک ۲۰۰ میلی مولار و بدون تنش خشکی (شاهد) بود. از میان روش‌های پرایمینگ سرمادهی (دو هفته در دمای ۵ درجه سلسیوس)، امواج اولتراسونیک (۴۰kHz به مدت ۱۰ دقیقه) و آبشویی در آب جاری برای بذرهای *Dioscorea* و *Dioscorea alatisipes* و *fandra* بهترین تیمار اولتراسونیک است (Andriamparany & Buerkert, 2019). تحقیق Venâncio و Matins (۲۰۱۹)، در مورد تأثیر امواج اولتراسونیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر *Senna multijuga* نشان‌دهنده افزایش ۸۰ درصدی سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی این بذر نسبت به شاهد بود. در بین طول موج‌های مختلف تفاوت معنی‌داری گزارش نشد. در پژوهشی تأثیر امواج اولتراسونیک با شدت ۵۰kHz به مدت ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دقیقه و هیدروپرایمینگ و عدم هیدروپرایمینگ بر بذر درمنه کوهی *Artemisia aucheri* L. مورد بررسی قرار گرفت. بذرها تحت تأثیر تیمار امواج تفاوت معنی‌داری را در صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و هدایت الکتریکی نسبت به شاهد نشان دادند. در میان زمان‌های مختلف، تیمار ۱۰ دقیقه اولتراسونیک سبب ایجاد بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در این بذر شد (Eisvand & Latifinia, 2009). در پژوهشی استفاده از سویه‌های *Bacillus* بر خصوصیات جوانه‌زنی و کنترل بیماری‌های *Xanthomonas oryzae* درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر و تحمل بیماری مثبت ارزیابی شد (Udayashankar et al., 2011). در پژوهشی تأثیر شش تیمار بیوپرایمینگ (بدون تلقیح، سویه PF2 و CHA0، باکتری *Pseudomonas fluorescense* T36، T39 و قارچ *Trichoderma harzianum*) بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر زیره *Cuminum cyminum* تحت سطوح خشکی (۰، ۳- و

در آزمایشگاه، از پتری‌دیش‌های با قطر ۱۵ سانتی‌متر پوشانده شده با کاغذ واتمن استفاده شد. پس از اعمال تیمارها، تعداد ۲۰ بذر با سه تکرار در پتری‌دیش‌ها قرار داده و با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب گردید. پتری‌دیش‌ها تا پایان آزمایش در دستگاه جوانه‌زنی با تنظیم ۱۶ ساعت روز با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (Huang et al., 2003) و ۸ ساعت شب با دمای ۱۵ درجه (Movafeghi et al., 2008) نگهداری شدند.

کشت در سینی نشا

در این بخش از سینی نشا با خانه دایره‌ای با ۴۵ خانه با قطر ۴/۳ سانتی‌متر استفاده شد. بستر کشت با ترکیب ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۳۰ درصد پرلیت، ۳۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پیت‌ماس با قارچ‌کش کاربندازیم استریزه شده و سلول‌های سینی با آن پر شد. تیمارها بر بذرها اعمال شده و ۱۰ تکرار (هر تکرار با دو عدد بذر پریم شده) در نظر گرفته شد. روی بذرها با لایه نازکی از ماسه بادی پوشانده شد. سینی‌های نشا در دمای ۲۵ درجه تا پایان آزمایش (دوره ۴۵ روزه) نگهداری شده و در طی این مدت با آب تصفیه با شوری ۳۷۱ دسی‌زیمنس آبیاری شد.

اندازه‌گیری صفات

شمارش بذرها در پتری‌دیش تا زمانی که برای سه روز متوالی تعداد بذرها جوانه زده یکسان باشد، ادامه یافت. درصد جوانه‌زنی بذرها با رابطه ۱ برآورد گردید (Abdel-Haleem & El-Shaieny, 2015).

$$GP = \left(\frac{n}{N}\right) * 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

n تعداد بذر جوانه‌زده نهایی، N: تعداد بذر مورد آزمایش و GP درصد جوانه‌زنی است.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و رشد گیاهچه اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ با کمک ترازوی دقیق برآورد گردید.

۶- بررسی شد. نتایج بیانگر بهبود عملکرد دانه و افزایش پروتئین محلول و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی این بذر در اثر پرایمینگ با باکتری CHA0 و قارچ T36 بود (Piri et al., 2019). بررسی تأثیر بیوپرایمینگ *Trichoderma harzianum*، *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* بر بذر *Lallemandia royleana* نشان‌دهنده بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه توسط *Trichoderma harzianum* و بیشترین طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه با کمک *Pseudomonas fluorescens* است (Hasanzadeh et al., 2015). البته بهبود صفات رویشی گیاه در مراحل ابتدایی رویش می‌تواند در سایر مراحل نیز مؤثر تلقی گردد.

در این پژوهش، تعیین اثرهای پرایمینگ (مکانیکی و زیستی) بذرها سیاه‌تاغ *Haloxylon ammodendron* بر صفات رویشی در مراحل ابتدایی رویش بذر مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

بذرها سیاه‌تاغ *Haloxylon ammodendron* از منطقه علاء واقع در ۶ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر سمنان در اواسط پائیز جمع‌آوری شد. بذر از بال‌های آن جدا و در یخچال نگهداری شد. با استفاده از اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و هیپوکلرید سدیم دو درصد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شد (Khatibzadeh et al., 2013). آزمایش در دو بخش آزمایشگاه و سینی نشا به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در آزمایشگاه پتری‌دیش‌ها با اتانول ۷۰ درصد و سینی‌نشا با کمک هیپوکلرید سدیم ۷۰ درصد استریل گردید. از طول موج ۲۴ kHz دستگاه اولتراسونیک به مدت ۵ دقیقه به‌عنوان تیمار مکانیکی استفاده شد. تیمار پرایمینگ زیستی شامل باکتری‌های *Azotobacter chroococcum*، *Azospirillum lipoferum*، *Flavobacterium F-40* و *Bacillus megaterium* بود، به طوری که بذرها به مدت ۱۵ دقیقه در مایه تلقیح با جمعیت 10^8 * ۵ cfu از باکتری مورد نظر قرار گرفت.

روش کار در آزمایشگاه

$$PLI = \frac{R2 - R1}{R1} \times 100 \quad \text{رابطه ۷}$$

R2: تیمار مدنظر، R1: شاهد

سطح برگ گیاهچه‌ها (در آزمایش سینی نشا) با نرم‌افزار Axio Vision SE64 Rel. 4.9.1 برآورد شد.

تحلیل داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج

آزمایشگاه:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر پرایمینگ‌های زیستی و مکانیکی بر صفات جوانه‌زنی بذر *Haloxylon ammodendron* در پتری‌دیش بیانگر معنی‌دار بودن تفاوت در سطح یک درصد در صفات طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف انجام شد (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی در روز، شاخص جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه تفاوت معنی‌داری نداشت.

بیشترین میزان طول ریشه‌چه در تیمار *Azotobacter* (۵/۴۷ سانتی‌متر) ایجاد شد. نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین رشد گیاهچه‌ای تاغ در تیمار *Azotobacter* (۷/۸۶ سانتی‌متر) نسبت به شاهد و سایر تیمارها بیشترین بود. *Azotobacter* سبب اثر تحریک‌کنندگی و افزایش وزن تر ریشه‌چه به میزان (۲۳٪)، وزن تر ساقه‌چه (۱۸٪) و وزن خشک ساقه‌چه (۱۸٪) نسبت به شاهد شد.

درصد جوانه‌زنی در روز GPD با رابطه ۲ حساب شد که GP: درصد جوانه‌زنی، D: طول دوره آزمایش بود.

$$GPD = \frac{GP}{D} \quad \text{رابطه ۲}$$

میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) به کمک رابطه ۳ محاسبه گردید. n1: تعداد بذر شمارش شده در روز اول، d1: روز شمارش بذر و n: تعداد کل بذرها (Schelin et al., 2003).

$$MGT = \frac{\sum((n1 * d1))}{n} \quad \text{رابطه ۳}$$

سرعت جوانه‌زنی GR با رابطه ۴ بدست آمد. در این رابطه، n: تعداد بذر جوانه‌زده و Dn: تعداد روز شمارش بذر است (Hampton et al., 1995).

$$GR = \sum n / \sum (Dn) \quad \text{رابطه ۴}$$

با کمک رابطه ۵ شاخص جوانه‌زنی (GI) محاسبه شد. n: تعداد کل بذرها و D: طول دوره آزمایش است (Biabani et al., 2017).

$$GI = n/D \quad \text{رابطه ۵}$$

شاخص بنیه بذر SVI با رابطه ۶ محاسبه گردید (Abdul-Baki & Anderson, 1973).

$$SVI = SL * GP \quad \text{رابطه ۶}$$

SL: مجموع طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه، GP: درصد جوانه‌زنی

درصد تحریک‌کنندگی یا بازدارندگی (PLI) با استفاده از رابطه زیر برآورد شد (Amoo et al., 2008).

جدول ۱- مقایسه میانگین و تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر *Haloxylon ammodendron* در پتريدیش

| وزن خشک | وزن خشک | وزن تر | وزن تر | رشد | نسبت طول | طول | طول | شاخص بنبیه | شاخص جوانه‌زنی | جوانه‌زنی | میانگین | سرعت | درصد | نام تیمار |
|------------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| ساقه‌چه (گرم) | ریشه‌چه (گرم) | ساقه‌چه (گرم) | ریشه‌چه (گرم) | گیاهچه‌ای (سانتی‌متر) | ریشه‌چه / ساقه‌چه (سانتی‌متر) | ساقه‌چه (سانتی‌متر) | ریشه‌چه (سانتی‌متر) | بذر (SVI) | جوانه‌زنی (GI) | در روز (GPD) | زمان جوانه‌زنی (MGT) | جوانه‌زنی (GR) | جوانه‌زنی (GP) | |
| ۰/۰۷۷bc | ۰/۰۶۳a | ۰/۲۰۳b | ۰/۳۸۰cd | ۳/۷۶۷b | ۰/۹۸۸b | ۱/۹۰۰a | ۱/۸۶۷b | ۲۰۷/۷a | ۰/۹۱۰a | ۴/۵۸۰a | ۳۴/۲۰ a | ۲۶/۷۱ a | ۵۵/۰۰a | شاهد |
| ۰/۲۲۳a (٪۱۸۹) | ۰/۱۲۰a | ۰/۵۸۷a (٪۱۸۹) | ۱/۲۶۳a (٪۲۳۲) | ۷/۸۶۷a (٪۱۰۸) | ۲/۳۰۰a (٪۱۳۲) | ۲/۴۰۰a | ۵/۴۷۷a (٪۱۹۳) | ۴۹۳/۷a | ۱/۰۰۰a | ۵/۰۰۰a | ۳۸/۸۳a | ۳۲/۶۶a | ۶۰/۶۰ a | <i>Azotobacter chroococcum</i> |
| ۰/۰۲۳d | ۰/۰۶۷a | ۰/۰۸۰bc | ۰/۷۷۷bc (٪۱۰۴) | ۴/۵۶۷b | ۱/۰۴۱b | ۲/۲۶۷a | ۲/۳۰۰b | ۳۲۵/۷a | ۱/۱۶۷a | ۵/۸۳۰a | ۴۳/۲۰a | ۳۳/۶۴a | ۷۰/۰a | <i>Azospirillum lipoferum</i> |
| ۰/۰۴۷cd | ۰/۰۸۷a | ۰/۱۲۷bc | ۰/۹۴۳ab (٪۱۴۸) | ۴/۱۰۰b | ۱/۲۸۳b | ۱/۸۰۰a | ۲/۳۰۰b | ۱۸۷/۵a | ۰/۷۵۰a | ۳/۷۵۰a | ۲۷/۱۳a | ۲۴/۳۷ a | ۴۵/۰۰ a | <i>Flavobacterium sp.</i> |
| ۰/۰۴۰cd | ۰/۱۱۳a | ۰/۱۲۷bc | ۰/۹۰۳ab (٪۱۳۷) | ۴/۵۶۷b | ۱/۰۸۶b | ۲/۲۰۰a | ۲/۳۶۷b | ۲۹۱/۸a | ۱/۰۵۶a | ۵/۲۸۰a | ۳۹/۳۳a | ۳۱/۶۸ a | ۶۳/۳۳ a | <i>Bacillus megaterium</i> |
| ۰/۰۱۳d | ۰/۱۱۳a | ۰/۰۳۰c | ۰/۳۲۷d | ۳/۷۶۷b | ۱/۰۴۹b | ۱/۸۶۷a | ۱/۰۰۹b | ۱۳۲/۵a | ۰/۵۵۶a | ۲/۷۸۰a | ۱۸/۴۰a | ۱۸/۸۳a | ۳۳/۳۳a | <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| ۰/۱۱۳b (٪۴۶) | ۰/۱۱۷a | ۰/۴۶۷a (٪۱۳۰) | ۰/۲۵۰d | ۲/۹۰۰b | ۱/۰۹۹b | ۱/۴۳۳a | ۱/۴۶۷b | ۲۱۷/۵a | ۱/۲۵۰a | ۶/۲۵۰a | ۴۲/۸۰a | ۳۰/۳۲a | ۷۵/۰۰a | اولتراسونیک |
| ۰/۰۱۶* | ۰/۰۰۲ ^{ns} | ۰/۱۳۴* | ۰/۴۳۴* | ۷/۵۶۹* | ۰/۶۵۲* | ۰/۳۲۹ ^{ns} | ۵/۳۶۲* | ۴۲۸۹۷/۳ ^{ns} | ۰/۱۷۳ ^{ns} | ۴/۳۳۸ ^{ns} | ۲۴۹/۷ ^{ns} | ۸۵/۳۱ ^{ns} | ۶۲۴/۶ ^{ns} | F تست |

حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.
 اعداد داخل پرانتز میزان افزایش تیمار نسبت به شاهد است.
 ns: عدم تفاوت معنی‌دار، *: تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین و تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات گیاهچه‌ای بذر *Haloxylon ammodendron* در سینی نشا

| تیمار | درصد جوانه‌زنی | شاخص بنیه بذر | طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) | نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه | رشد گیاهچه (سانتی‌متر) | وزن تر ریشه‌چه (گرم) | وزن تر ساقه‌چه (گرم) | وزن خشک ریشه‌چه (گرم) | وزن خشک ساقه‌چه (گرم) | وزن تر برگ (گرم) | وزن خشک برگ (گرم) | سطح برگ (سانتی‌متر مربع) | تعداد برگ |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|
| شاهد | ۶۰/۰۰a | ۳۲۷۰/۰a | ۲/۹۳۰ab | ۲/۵۷۰ab | ۱/۱۴۷bc | ۵/۵۰۰a | ۰/۰۳۶ab | ۰/۰۶۶b | ۰/۰۱۶a | ۰/۰۲۵bc | ۰/۰۴۵c | ۰/۰۱۸b | ۰/۴۱۱ ab | ۳/۰۰۰a |
| <i>Azotobacter chroococcum</i> | ۵۰/۰۰a | ۲۶۳۵/۰a | ۳/۴۱۰a (٪۱۶) | ۱/۸۶۰b | ۱/۸۳۸a (٪۶۰) | ۵/۲۷۰a | ۰/۰۴۳ab | ۰/۰۴۱bc | ۰/۰۲۰a | ۰/۰۱۸c | ۰/۱۶۶a (٪۲۶۸) | ۰/۱۴۲a (٪۶۸۸) | ۱/۱۱۸a (٪۱۷۲) | ۳/۴۰۰a |
| <i>Azospirillum lipoferum</i> | ۵۵/۰۰a | ۲۳۳۰/۰a | ۱/۶۶۰c | ۲/۵۰۰ab | ۰/۷۰۷c | ۴/۱۶۰a | ۰/۰۲۸b | ۰/۱۰۹a (٪۶۵) | ۰/۰۱۷a | ۰/۰۶۴a (٪۱۵۶) | ۰/۰۸۶bc | ۰/۰۲۳b | ۰/۹۵۴ab | ۳/۰۰۰a |
| <i>Flavobacterium sp.</i> | ۵۵/۰۰a | ۳۰۴۵/۰a | ۲/۴۲۰abc | ۳/۱۲۰a (٪۲۱) | ۰/۸۰۸bc | ۵/۵۴۰a | ۰/۰۳۰b | ۰/۰۳۷c | ۰/۰۱۷a | ۰/۰۲۱c | ۰/۱۱۰b (٪۱۴۴) | ۰/۰۶۵b | ۰/۹۴۰ab | ۳/۰۰۰a |
| <i>Bacillus megaterium</i> | ۵۵/۰۰a | ۲۹۱۵/۰a | ۲/۶۱۰abc | ۲/۶۵۰ab | ۰/۹۲۸bc | ۵/۲۶۰a | ۰/۰۳۰b | ۰/۰۵۱bc | ۰/۰۱۷a | ۰/۰۲۷bc | ۰/۰۹۱b (٪۱۰۲) | ۰/۰۴۵b | ۰/۷۵۷bc | ۲/۸۰۰a |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | ۵۵/۰۰a | ۲۵۷۰/۰a | ۱/۹۷۰bc | ۲/۴۷۰ab | ۰/۸۰۱bc | ۴/۴۴۰a | ۰/۰۳۳ab | ۰/۰۵۵bc | ۰/۰۱۷a | ۰/۰۳۴b | ۰/۰۶۵bc | ۰/۰۲۰b | ۰/۶۹۴bc | ۲/۴۰۰a |
| اولتراسونیک | ۶۰/۰۰a | ۲۴۵۵/۰a | ۲/۳۲۰abc | ۲/۰۸۰b | ۱/۲۸۴b | ۴/۴۰۰a | ۰/۰۴۸a (٪۳۳) | ۰/۰۵۶bc | ۰/۰۲۵a | ۰/۰۲۵bc | ۰/۰۵۴c | ۰/۰۱۸b | ۰/۵۸۹c | ۲/۸۰۰a |
| F تست | ۱۱۹/۱ ^{ns} | ۱۱۵۵۹/۵ ^{ns} | ۳/۴۰۹* | ۱/۶۴۹* | ۱/۵۵۸* | ۳/۳۹۱ ^{ns} | ۰/۰۰۰۶* | ۰/۰۰۶* | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۲* | ۰/۰۱۸* | ۱/۲۰۹* | ۰/۵۸۴* | ۱/۲۰۰ ^{ns} |

حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.
 اعداد داخل پرانتز میزان افزایش تیمار نسبت به شاهد است.
 ns: عدم تفاوت معنی‌دار، *: تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد

نتایج سینی نشا

بررسی نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات گیاهچه‌ای بذر *Haloxylon ammodendron* در سینی نشا، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ و سطح برگ بود. درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، رشد گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و تعداد برگ معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات گیاهچه‌ای بذر تاغ در سینی نشا نشان داد که درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، رشد گیاهچه‌ای، وزن خشک ریشه‌چه و تعداد برگ در بین تیمارهای زیستی و مکانیکی تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. به طوری که بیشترین طول ریشه‌چه (۳/۴۱ سانتی‌متر)، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (۱/۸۳)، وزن تر (۰/۱۶۶ گرم) و خشک (۰/۱۴۲ گرم) برگ و سطح برگ (۱/۱۱۸) در تیمار *Azotobacter* مشاهده گردید. *Flavobacterium* سبب افزایش معنی‌دار در طول ساقه‌چه تاغ (۲۱٪) نسبت به شاهد شد. وزن تر ریشه‌چه (۰/۴۸ گرم) در تیمار اولتراسونیک بیشتر از سایر تیمارها و شاهد بود. به نحوی که تیمار باکتری *Azospirillum* موجب افزایش وزن تر و خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد گردید.

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها، تیمار اولتراسونیک سبب افزایش وزن تر ریشه‌چه تاغ نسبت به شاهد در آزمون سینی نشا شد. مشابه با این نتایج می‌توان به پژوهش Ramteke و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود که اثر مثبت استفاده از امواج اولتراسونیک بر صفات جوانه‌زنی بذرهای *Anethum* و *Lycopersicon esculentum* و همچنین پژوهشگران *graveolens* گزارش شده است. همچنین پژوهشگران زیادی مانند (Andriamparany & Buerkert, 2019)، (Venâncio & Matins, 2019) و (Eisvand & Latifinia,)

(2009) نتایج مشابهی را ارائه کرده‌اند. امواج اولتراسونیک سبب تسریع جذب آب شده و سرعت جوانه‌زنی بذر را افزایش می‌دهد (Gill et al., 2003). تیمار *Azotobacter* سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه تاغ نسبت به شاهد در آزمون پتری‌دیش شد. همچنین این باکتری طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن تر و خشک برگ و سطح برگ تاغ را نسبت به شاهد در سینی نشا افزایش داد. *Flavobacterium* توانست طول ساقه‌چه تاغ را نسبت به شاهد در آزمایش سینی نشا افزایش دهد. باکتری *Azospirillum* وزن تر و خشک ساقه‌چه این گیاه را در آزمایش سینی نشا با تفاوت معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش داد. استفاده از باکتری‌های محرک رشد (*Azotobacter chroococcum* و *Flavobacterium F40* و *Azospirillum lipoferum*) برای پرایمینگ بذر، توانست صفات رویشی این گیاه (به‌ویژه طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه) را به شکل چشمگیری افزایش دهد، مشابه با این نتایج در پژوهش‌های زیادی گزارش شده است. بهبود صفات رویشی و افزایش مقاومت به خشکی *Festuca arundinacea* تحت تأثیر بیوپرایمینگ با باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* در پژوهش Radnejad و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق Seyed Sharifi & Khavazi و همکاران (۲۰۱۱)، تلقیح بذر ذرت هیبرید با *Azotobacter* سبب بهبود رشد و مؤلفه‌های رشدی این بذر خواهد شد. در پژوهشی تأثیر بیوپرایمینگ سه باکتری *Psodomonas fluorescens*، *Psodomonas putida* و *Bacillus subtilis* بر بهبود جوانه‌زدن بذرهای *Abies religiosa* و *Abies hickelii* بررسی شد. نتایج بیانگر بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر *Abies hickelii* و *Abies religiosa* به ترتیب تحت تیمار *Psodomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis* بود (Zulueta-Rodrigues et al., 2015). این باکتری‌های محرک رشد گیاه، با تولید هورمون‌های محرک رشد (جیبرلین، اکسین و

- Andriamparany, J.N. and Buerkert, A., 2019. Effect of ultrasonic dormancy breaking on seed germination and seedling growth of three wild yam species (*Dioscorea* sp.) from SW-Madagascar. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Springer, 1-8.
- Asadi, M., 2001. Flora of Iran (Chenopodiaceae family, Beetle). Research Institute of Forests and Rangelands. 508 p.
- Biabani, A., Zarei, M., Sancholi, S. and Romani, A., 2017. The effect of temperature and duration of the placement of seeds at different temperatures on seed germination of barley. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*. 4(1): 173-186.
- Eivvand, H.R. and Latifinia, E., 2009. Effects of hydropriming and ultrasonic waves on seed leakage and germination of *Artemisia* (*Artemisia aucheri* L.). *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 7(1): 1-8.
- Eskandari, H. and AlizadehAmraie, A., 2017. Evaluation of profitability of seed priming for improvement seed germination performance of two rangeland plants (*Festuca ovina* and *Bromus tomentellus*) under drought Conditions. *Journal of Rangeland Science*, 7(4): 400:406.
- Gill, P.K., Sharma, A.D., Singh, P. and Bhullar, S.S., 2003. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds under various abiotic stresses. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40: 157-162.
- Gutterman, Y., 1993. Seed germination of desert plants. *Adaptations of Desert Organisms*. Springer, Berlin, 253pp.
- Hampton, J.G., Tekrony, D.M. and Chairperson, D., 1995. Handbook of vigour test methods. The International Seed Testing Association, Zurich, 117p.
- Hasanzadeh Daloi, H., Omid, H., Saedizade, A. and Alirahimi, N., 2015. The effect of seed bio-priming on germination characteristics of Shiraz Balnagoo *Lallemantia royleana*. 3rd National Conference on the Environment and Agricultural Research Iran.
- Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G. and Gutterman, Y., 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination on *Haloxylon ammodendron*. *Journal of Arid Environments*, 55: 453-464.
- Jafari, M. and Tavili, A., 2013. Reclamation of Aridlands, University of Tehran press, 398pp.
- Kavandi, A., Jafari, A. A. and Jafarzadeh, M., 2018. Effects of osmopriming on the enhancement of seed germination and seedling growth of deteriorate seeds of sainfoin (*Onobrichis viciifolia*) in basic and active collections of gene bank. *Iranian Journal of Range*
- سیتوکینین)، کمک به تثبیت زیستی نیتروژن، مبارزه با عوامل بیماری‌زای گیاهی به وسیله تولید قارچ‌کش‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، آنزیم‌ها، معدنی کردن فسفات آلی و حلالیت فسفات آلی، تولید فیتوهورمون‌ها و ویتامین‌ها و گسترش سیستم ریشه، افزایش اندام هوایی، افزایش آهن در اندام‌های گیاهی و افزایش ترکیبات شیمیایی و ترکیبات فرعی نقش مؤثری بر بهبود صفات جوانه‌زنی و رشدی بذرها دارند و سبب بهبود استقرار می‌شوند (Seyed sharifi & Kavazi, 2012; Singh et al., 2011).
- نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان برای افزایش موفقیت در طرح‌های بذرپاشی، بذرکاری و تولید نهال تاغ، استفاده از تیمارهای پرایمینگ اولتراسونیک و بیوپرایمینگ را با باکتری‌های *Flavobacterium* و *Azospirillum Azotobacter* پیشنهاد نمود. به طوری که با توجه به سهولت استفاده از مایه تلقیح باکتری‌ها، می‌توان بیوپرایمینگ بذرهای تاغ را توصیه کرد. بنابراین با در نظر گرفتن تأثیر مثبت *Azotobacter* بر صفات مهمی مانند طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه که تأثیر مهمی بر سازگاری گیاهان با شرایط بیابانی دارند، از این رو استفاده از این باکتری در طرح‌های بیولوژیکی مؤثر خواهد بود.

منابع مورد استفاده:

- Abdel-Haleem, A. and El-Shaieny, H., 2015. Seed germination percentage and early seedling establishment of five (*Vigna unguiculata* L. (Walp) genotypes under salt stress. *European Journal of Pelafia Research Library*, 5(2): 22-32.
- Abdul-Baki, A. A. and Anderson, J. D., 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Journal of Crop Science*, 13: 630-633.
- Alvandi, f., Dianati Tilaki, G.H.A. and Sadati, S.E., 2018. The effects of seed priming with acid ascorbic on seed germination and morphological traits of *Taverniera cuneifolia* under drought stress. *Journal of Rangeland Science*. 8(3): 264-271.
- Amoo, S. O., Ojo, A. U. and Van Staden, J., 2008. Allelopathic potential of tetrapleura tetraptera leaf extracts on early seedling growth of five agricultural crops. *South African Journal of Botany*, 74: 149-152.

- Schelin, M., Tigabu, M., Eriksson, I., Swadago, L. and Oden, P.C., 2003. Effect of scarification, gibberlic acid and dry heat treatments on the germination of *Balanites* Egyptian seed from the *Sudanian savanna* in Burkina Faso. *Journal of Seed Science Technology*, 31: 605-617.
- Seyed Sharifi, R. and Khavazi, K., 2011. Effects of seed priming with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield attribute of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3): 496-500.
- Seyed Sharifi, R. and Kavazi, K., 2012. Effect of plant growth promoting bacteria on the components of germination and seedling growth of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agroecology*, 3(4): 506-513.
- Singh, J.S., Pandey, V.C. and Singh, D.P., 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140:339-353.
- Suo, Z., Jia, Z., Lu, Q., Pan, B., Jin, Xiaobai., Xu, G., Peng, Xi., Sun, H. and Tao, Y., 2012. Distinguishing *Haloxylon persicum* and *H. ammodendron* (*Haloxylon Bunge*, Amaranthaceae) using DNA Marker. *AASRI Conference on Computational Intelligence and Bioinformatics*, 1:305-310.
- Udayashankar, A.C., Nayaka, S.C., Reddy, M.S. and Srinivas, C., 2011. Plant growth-promoting rhizobacteria mediate induced systemic resistance in rice against bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. *Biological Control*, 59(2): 114-122.
- Venâncio, R. and Matins, R., 2019. Overcoming dormancy of *Senna multijuga* seeds with an ultrasonic probe the comparison with ultrasound and sulfuric acid baths. *Journal of Forestry science*, 1-7.
- Yan, M., 2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. *South African Journal of Botany*, 99: 88-92.
- Zulueta-Rodriguez, R., Hernandez_Montiel, G.L., Murillo-Amador, B., Rueda-Puente, E.O., Lara Capistran, L., Troyo-Dieguez, E. and Cordoba-Matson, M.V., 2015. Effect of hydropriming and bioprimering on seed germination and growth of two Mexican Fir Tree Species in danger of extinction. *Journal of Forests*, 6: 3109-3122.
- and *Desert Research*, 25(3): 672-685.
- Khaladbarin, A., 2015. Planting seedlings of *Haloxylon*. Reaserch Institiute of Forests and Rangelands Press, 205.
- Khatibzadeh, R., Azizi, M., Aroie, H. and Farsi, M., 2013. The effect of surface disinfection and stratigraphic treatments on seed germination of Roman ginger (*Levisticum officinale* Koch.) In vitro conditions. *Journal of Horticultural Science*, 27(2): 130-138.
- Mahdzadeh, M., Golkariyan, A., Naseri K. L. and Talebanfard A. A., 2017. Relationship between the growth of *Haloxylon aphyllum* and soil properties (Case study: Gonabad and Mah'velat cities). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(1): 30-38.
- Movafeghi, A., Habibi, G.H. And Aliasgharpour, M., 2008. Plant regeneration of *Capparis spinosa* L. using hypocotyl explants. *Journal of Iran Biology*, 21(2): 1-10.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G.H.A., Sajid, M., Subtain, M. and Shabbir, I., 2013. Seed Priming A Technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 620: 1373-1381.
- Piri, R., Moradi, A., Balouchi, H. and Salehi, A., 2019. Improvement of cumin (*Cuminum cyminum*) seed performance underdrought stress by seed coating and bioprimering. *Journal of Scientia Horticulturae*, 257: 1-8.
- Radnejad, H., Behtarri, B., Naghipour Borj, A.A. and Haj Agha Memar, S.H., 2017. Effects of seed bioprimering with *Azospirillum* and *Azotobacter* on performance and drought resistance in *Festuca arundinacea* Schreb. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*. 23 (4):760-771.
- Ramteke, A.A., Meshram, U.P. and Yaul, A.R., 2015. Effect of ultrasonic waves on seed germination of *lycopersicon esculentum* and *anethum graveolens*. *International Journal of Chemical and Physical Sciences*, 4: 333-336.
- Ruttanaruangboworn, A., Chanprasert, W., Tobunluepop, P. and Onwimol, D., 2017. Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of integrative Agriculture*, 16(3): 605-613.
- Sabit, H., 1994. Forests, trees and shrubs of Iran, Yazd University Press.886 p.

Improvement of seed vegetative traits in *Haloxylon ammodendron* species using biological and mechanical priming

N. Ebrahimi Mohamad Abadi¹, S. H. Kaboli^{2*}, F. Rejali³ and A. A. Zolfaghari⁴

1-Ph.D. Student in Combat Desertification, Department of Arid Land Management, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

2*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Arid Land Management, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran, Email: hkaboli@Semnan.ac.ir

3-Associate Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Extension and Education Organization, Karaj, Iran

4-Associate Professor, Department of Arid Land Management, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

Received: 11/19/2019

Accepted: 03/17/2020

Abstract

The aim of this study was to evaluate the biological and mechanical methods of priming on improving germination characteristics and growth of *Haloxylon ammodendron* seedlings. Cultivation was performed in two parts of seedling tray and Petri dish in a completely randomized design in the Plant Physiology Laboratory of Semnan University. The biological treatments were *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum lipoferum*, and *Flavobacterium* F-40. Ultrasonic device with 24 kHz wavelength application for 5 minutes was considered as mechanical priming treatment. Traits related to seed and seedling germination were measured. Result of analysis of variance in laboratory (Petri dish) showed significant differences for radicle length, ratio of radicle length to plumule length, seedling growth, radicle and plumule fresh weight, and plumule dry weight ($p < 0.01$). In the seedling tray, the effect of treatments was significant in radicle and plumule length, ratio of radicle length to plumule length, radicle and plumule fresh weight, plumule dry weight, leaf fresh and dry weight and leaf areas ($p < 0.01$). Based on the results obtained from the comparison of means, ultrasonic treatment caused an increase (33%) in fresh weight of *Haloxylon ammodendron* radicle compared with the control in the seedling tray test. *Azotobacter* significantly increased radicle length (19%), ratio of radicle length to plumule length (13%), seedling growth (10%), radicle fresh weight (23%), fresh weight (18%) and dry weight (18%) of plumule as compare to control in petri dish. In addition, *Azotobacter* increased radicle length (16%), ratio of radicle length to plumule length (60%), leaf fresh weight (26%) and dry weight (68%), leaf area (172%) compare with the control in the seedling tray. *Flavobacterium* was able to increase the plumule length (21%) of *Haloxylon ammodendron* compared to the control in the seedling tray experiment. *Azospirillum* increased plumule fresh (65%) and dry weight (156%) of the plant in the seedling tray compared to the control. In general, according to the present results, the use of *Azotobacter*, *Flavobacterium* and *Azospirillum* bacteria was evaluated as a positive bio-priming treatment and can be used for propagation and production of *Haloxylon ammodendron* seedlings.

Keywords: Bio priming, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum lipoferum*, *Flavobacterium*, ultrasonic.