

تأثیر نانوذرات رس در پلیمر مصنوعی رزین آکرلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد دو گونه *Halothamnus glaucus* و *Nitraria schoberi*

سمیرا حسینی^۱، احمد صادقی پور^{۲*} و شیما نیکو^۳

۱- کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، گروه بیابان‌زدایی، دانشگاه سمنان، ایران

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

۳- استادیار، گروه بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۰۸

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین میزان تأثیر نانوذرات رس در پلیمر مصنوعی رزین آکرلیک، بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات دو گیاه قره‌داغ و عجوه بود که بدین منظور بذر دو گیاه از ایستگاه تثبیت شن کاظم‌آباد واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان بردسکن در استان خراسان رضوی تهیه شد. آزمایش‌ها به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار انجام شد. بدین منظور بذرها در داخل پتری‌دیش و همچنین مزرعه در معرض پلیمر مصنوعی رزین آکرلیک با یک و همچنین سه درصد نانوذرات رس قرار گرفتند. آب‌مقتر نیز به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی روزانه و نهایی بذرهای ثبت و سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر محاسبه گردید. همچنین ابعاد گیاهان کاشته شده در مزرعه در هر تیمار و تعداد برگ هریک، ۴ ماه پس از کشت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین همه فاکتورهای مورد بررسی در هر دو گونه، بجز اختلاف سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی که فقط در مورد گونه *Nitraria schoberi* مشاهده شد، می‌باشد. به‌عنوان مثال، درصد جوانه‌زنی قره‌داغ در تیمار پلیمر رزین آکرلیک حاوی یک درصد نانو رس (۵۱/۷۵٪) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، در حالی که در مورد عجوه بیشترین جوانه‌زنی متعلق به پلیمر حاوی سه درصد نانو رس (۶۵/۶۲٪) بود. در مورد رشد گیاه، با وجود اینکه تیمارهای مختلف تأثیرات متفاوتی بر گیاهان داشتند، کاربرد پلیمر و نانوذرات باعث افزایش طول ساقه و ریشه در هر دو گیاه شد. به‌طوری‌که با در نظر گرفتن شرایط متفاوت گیاهان در طبیعت، کاربرد مالجهای نانوپلیمری برای بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رویشی گیاهان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، مالچ پلیمری، نانوذرات رس، قره‌داغ، عجوه.

مقدمه

تأثیرات نانو مواد مختلف در گیاهان انجام شده است. از سوی دیگر جوانه‌زنی حساس‌ترین مرحله زندگی و استقرار یک گیاه است (Ahmadloo et al., 2011). جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و کامل بذرهای باعث سبز شدن مطلوب و

با وجود اینکه تصور می‌شود با تغییر ویژگی‌ها در حالت نانو، مواد تأثیرات متفاوتی بر رشد و فعالیت متابولیکی گیاهان داشته باشند، ولی تاکنون مطالعات اندکی در مورد

امروزه استفاده از پلیمرها و ذرات نانو در تولید فناوری در جهان نقش اساسی ایفا می‌کند، البته آنچه که در این میان حائز اهمیت است تهیه ذرات با ابعاد نانو و هزینه تولید این ذرات می‌باشد (Acevedo et al., 2008). از بین نانوذرات، انواع طبیعی مانند نانورس‌ها با هزینه کمتر و اقتصادی‌تر قابل تولید می‌باشد (Calabi et al., 2008). نانورس‌ها، رس‌های معدنی هستند که به اجزا ریزتر در حدود $1/5 - 0/7$ نانومتر ضخامت و قطر $20 - 300$ نانومتر مخلوط با آب هستند. نتایج به‌کاربردن نانورس‌ها همراه با ترکیبات پلیمری در خاک‌های شنی و گرم و خشک مصر، باعث افزایش 416 درصدی محصول گردیده و در دو سوم آب مصرف شده برای تولید محصول صرفه‌جویی کرده است (Olesen, 2010). نانو رس‌ها در سال‌های گذشته باعث بهبود خواص پلیمرها شده‌اند (Liu et al., 2010). در مطالعه‌ای که بر روی تأثیر اندازه‌های مختلف ذرات یک پلیمر سوپرجاذب بر ظرفیت نگهداشت آب در دو خاک با بافتهای مختلف انجام شد نتایج نشان داد که پلیمر سوپرجاذب $1 - 2$ میلیمتری نسبت به سایر تیمارها که در اندازه‌های بزرگتر و کوچکتر بودند باعث افزایش قابل توجهی در ظرفیت نگهداری آب خاک به‌ویژه در بافت سبک گردید (Dashtbozorg et al., 2013).

Cullen و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود بر روی اثر نانوذرات آهن در مالچ‌های پلیمری بر خصوصیات میکروبی خاک و گیاه با مطالعه بر خصوصیات گیاه *Trifolium sp.* و *Lolium sp.* اشاره کرده‌اند، همچنین آنان با مطالعه بر مواد غذایی خاک نتیجه گرفتند که استفاده از نانوذرات آهن با ظرفیت صفر (nZVI) باعث افزایش نیتروژن موجود در خاک و بافتهای گیاهی شده است. همچنین این مواد را مؤثر در افزایش تولید *Lolium sp.* می‌دانند که علت آن را در قدرت این ذره نانو در افزایش تثبیت نیتروژن بیان کرده‌اند. آنان همچنین افزایش قدرت تثبیت نیتروژن را در اثر بهبود وضعیت خاکدانه‌سازی می‌دانند. البته استفاده از این نانوذره تأثیری بر رشد شبدر نداشته است. همچنین اشاره می‌کنند که استفاده از این ماده در یک مطالعه ۸ ساله هیچ

رشد اولیه سریع گیاه می‌شود. رشد اولیه مطلوب سبب دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی و افزایش عملکرد می‌گردد. علاوه بر آن، جوانه‌زنی مطلوب در تعیین تراکم بوته در واحد سطح نیز حائز اهمیت بوده، بنابراین جوانه‌زدن و استقرار مناسب گیاهچه می‌تواند به‌عنوان یک عامل تعیین کننده در میزان عملکرد محسوب شود (Sabouri Rad et al., 2012).

جوانه‌زنی بذرها تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما، رطوبت و اکسیژن خاک قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006). از آنجا که جوانه‌زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله با توجه به شدت و طول مدت تنش، موجب عدم جوانه‌زنی یا کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌شود (Farrokhi et al., 2004). مراتع به‌عنوان مهمترین اکوسیستم‌های خشکی، موطن اصلی بسیاری از گیاهان علوفه‌ای محسوب می‌شود (Kavandi et al., 2018). انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط خشک در راستای اهداف احیاء و ایجاد پوشش گیاهی امری ضروری است و موفقیت در امر احیاء منوط به شناسایی نیازهای بوم‌شناختی این گیاهان و ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو آنها می‌باشد (Mack and D'Antonio, 1998). توسعه کشت گیاهان در مناطق خشک مستلزم ایجاد شرایط مطلوب به‌منظور تولید نهال آن به روش‌های ساده، کاربردی و ارزان است (Fakhri et al., 2019). ایجاد بستر کاشت مناسب رشد گیاه، همراه با تأمین رطوبت مورد نیاز آن از فاکتورهای اساسی رشد و استقرار گیاه در مناطق خشک می‌باشد. استفاده از پوششهای سطحی خاک تحت عنوان مالچها با تأثیری که بر خصوصیات خاک می‌گذارد، می‌تواند شرایط را برای رشد و رویش گیاهان به‌ویژه در مناطق خشک و بیابانی بهبود ببخشد (Norton et al., 2004). افزایش رطوبت خاک می‌تواند از طریق استفاده از پوشش‌های سطحی خاک مانند مالچ گیاهی و نانوکامپوزیت‌های پلیمری انجام شود (Norton et al., 2004). این مالچها با ایجاد تغییرات رطوبتی در خاکها به جوانه‌زدن، سبز شدن و رشد گیاهچه بذرها کمک می‌کنند.

آقاخانی و همکاران، ۱۳۸۹). این گیاه با ویژگی‌هایی مانند تولید علوفه بالا و قدرت تطابق قابل توجه با شرایط سخت محیطی به‌عنوان گیاهی بسیار مناسب برای اصلاح و توسعه بخش‌های وسیعی از مراتع خشک و بیابانی کشور محسوب می‌گردد (Moghimi, 2005).

مواد و روش‌ها

بذرهای هر دو گیاه از ایستگاه تثبیت شن کاظم‌آباد واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان بردسکن با میانگین سالانه دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۱۵۰ میلیمتر جمع‌آوری شد. قبل از انجام آزمایش با توجه به اینکه بذرهای قره‌داغ بلافاصله بعد از برداشت به‌طور کامل قادر به جوانه‌زنی نیستند و در خواب فیزیولوژیکی به‌سر می‌برند (Naseri et al., 2011)، بذرهایی تهیه شد که یک دوره خواب چندین ماهه را پشت سر گذاشته بودند. بذرهای بمدت ۴۸ ساعت در آب خیس شد، سپس بر اثر مالش دادن در آب، پریکارپ که مانع جوانه‌زنی است از روی بذر برداشته شد و ۶ روز داخل گونی کفی مرطوب قرار گرفت. در مورد بذرهای عجوه روند کار به این صورت بود که بذرهای به صورت دستی از نیامشان خارج شده و بذرهای سالم از نظر ظاهری انتخاب و به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل آب قرار گرفتند. سپس به مدت یک روز در داخل گونی کفی مرطوب قرار داده شدند تا آماده کشت گردند. ابتدا برای تشخیص بذرهای زنده، آزمون تترازولیوم بر روی بذرهای انجام شد.

آزمایش‌ها در دو مرحله بصورت آزمایشگاهی و مزرعه انجام شد.

مرحله آزمایشگاهی

برای انجام آزمون جوانه‌زنی، دستگاه ژرمیناتور و قفسه‌های آن با پنبه الکلی ضدعفونی شدند. پس از قرار دادن دو لایه کاغذ صافی واتمن (روش TP) داخل هر پتری‌دیش، ۵۰ عدد بذر با پراکنش یکنواخت در ۴ تکرار

اثر منفی بر فعالیت‌های میکروبیولوژیکی خاک نداشته است. ولی در درازمدت افزایش نیتروژن در خاک را به دنبال داشته است. نانورس‌ها کانی‌هایی هستند که حداقل یکی از ابعاد آنها در حد نانومتر باشد، این مواد به دلیل ارزان و در دسترس بودن توجه زیادی در زمینه نانو به خود جلب کرده‌اند. اندازه کوچک این مواد آنها را قادر نموده تا بتوانند با مواد دیگری که در این زمینه وجود دارد رقابت کنند. نتایج مطالعات برخی از محققان نشان داده است که استفاده از مقادیر ناچیزی از نانورس‌ها می‌تواند به صورت محسوسی خصوصیات فیزیکی پلیمرها را بهبود ببخشد (Ghaffarpour Jahromi et al., 2010). یکی از راه‌های بسیار مهم برای مبارزه با بیابان‌زایی، افزایش پوشش گیاهی می‌باشد، از این رو انتخاب صحیح گونه‌های گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط اکوسیستم بیابانی و ایجاد شرایط محیطی مناسب برای استقرار آنها در راستای احیا و ایجاد پوشش گیاهی مناسب، امری ضروریست. گیاه قره‌داغ با نام علمی *Nitraria schoberi* از تیره *Zygophyllaceae* یکی از بهترین گیاهان تثبیت‌کننده شن‌های روان می‌باشد که در مقایسه با بسیاری از گیاهان شورپسند و شن‌دوست از برتری خاصی برخوردار است، زیرا قادر است روی تپه‌های شنی که در مجاورت دریاچه‌ها و حوضه‌های شور قرار داشته و سطح آب‌های شور زیرزمینی آنها بالاست، رشد نماید. همچنین قره‌داغ در مقایسه با گیاهانی مانند تاغ و آتریپلکس، در عرصه‌هایی که دارای سفره‌های آب زیرزمینی نزدیک به سطح می‌باشند بهتر و بیشتر مستقر می‌گردد. علاوه بر این، مطالعات نشان داده است که شاخ و برگ این گیاه علوفه مناسبی برای تغذیه شتر و گوسفند در مناطق خشک و بیابانی می‌باشد. بنابراین گیاه قره‌داغ علاوه بر ایجاد فضای سبز و تولید علوفه مناسب، می‌تواند از پدیده بیابان‌زایی جلوگیری کند، از این رو توسعه کشت گیاه مذکور در مناطق بیابانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین گیاه عجوه با نام علمی *Halothamnus glaucus* از خانواده اسفناجیان، در گستره وسیعی از مناطق خشک و بیابانی دیده می‌شود (حیدریان

مرحله رشد گیاه در قالب طرح کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد. برای اعمال هر تیمار ۹ اصله نهال هم اندازه و هم سن کشت شد و پلیمر مورد نظر بر سطح خاک آنها پاشیده شد که در مورد تیمار شاهد هیچ ماده‌ای به خاک اضافه نشد. آبیاری نهالها به گونه‌ای انجام شد که مکش خاک در تیمارهای مختلف بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ سانتیمتر متغیر بود، به طوری که حداکثر مکش خاک در زمان آبیاری برابر با ۶۰۰ سانتی‌متر بود و رطوبت خاک از مکش ۶۰۰ سانتی‌متر به ظرفیت زراعی (مکش حدود ۳۰۰ سانتی‌متر) می‌رسید. ۴ ماه پس از کشت نهالها، طول ساقه، طول ریشه و تعداد برگ آنها اندازه‌گیری شد.

داده‌های بدست‌آمده برای آزمون نرمال بودن با آماره کولموگروف اسمیرنوف و برای آزمون همگنی با آماره لیون آزمایش شدند. در نهایت داده‌ها با آزمون تجزیه واریانس یکطرفه تحلیل شده و برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمون تترازولیوم نشان داد که بذرهای زنده توده *Nitraria halothamnus glaucus* ۴۸ درصد و برای توده *Nitraria schoberi* ۵۷ درصد بود. بنابراین درصد جوانه‌زنی بر این مبنای محاسبه گردید.

تجزیه واریانس داده‌های جوانه‌زنی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصد جوانه‌زنی بذر هر دو گونه و اختلاف سرعت جوانه‌زنی گونه *Nitraria schoberi* در تیمارهای مختلف بود، همچنین طول ریشه و ساقه در هر دو گونه در تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف نشان داد. درصد جوانه‌زنی عجوه در تیمار پلیمر حاوی سه درصد نانورس نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود و افزایشی ۴۰ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد، در حالی که در مورد قره‌داغ بیشترین جوانه‌زنی متعلق به تیمار پلیمر حاوی یک درصد نانورس بود (۵/۱ درصد افزایش نسبت به شاهد) و در تیمار سه درصد نانورس جوانه‌زنی نسبت به شاهد کمتر بود.

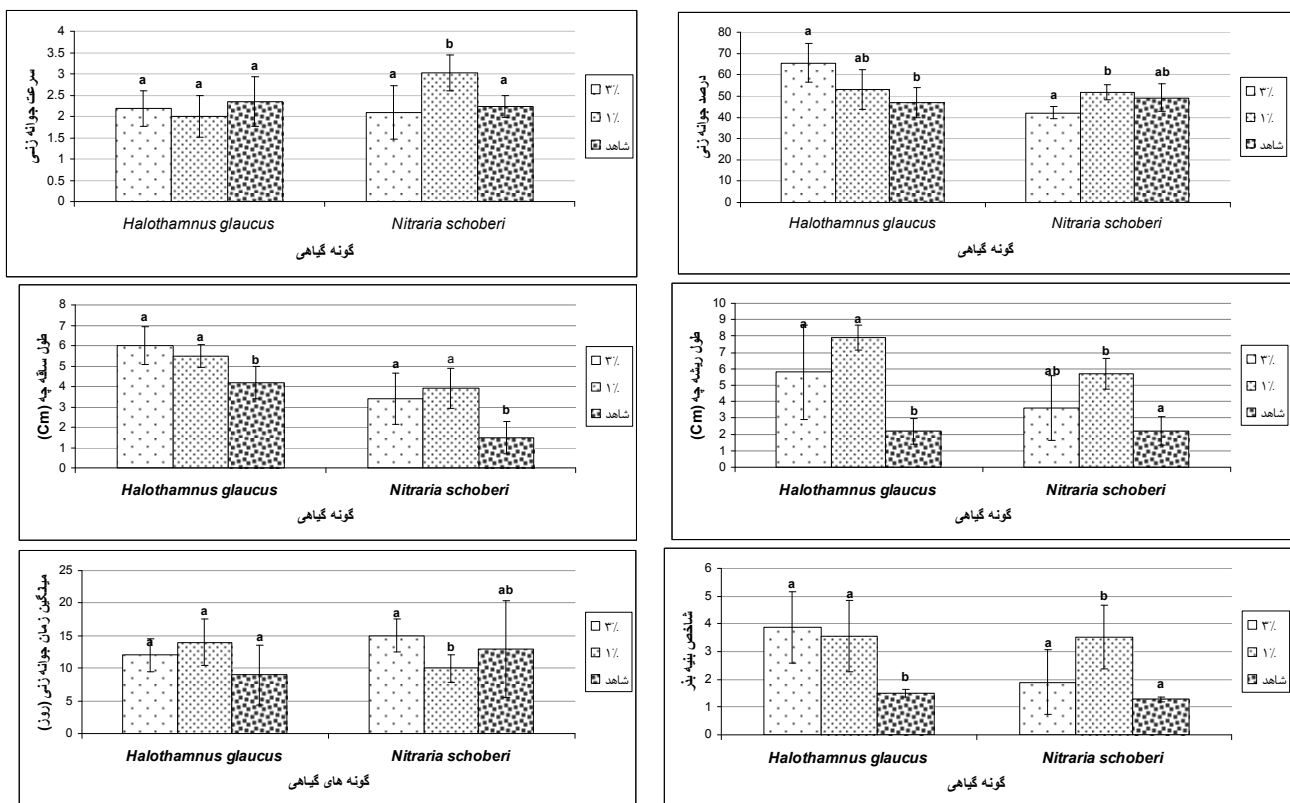
قرار گرفت و به هر پتری‌دیش ۷ میلی‌لیتر محلول مورد نظر شامل پلیمر رزین‌آکرلیک حاوی یک درصد نانورس، پلیمر رزین‌آکرلیک حاوی سه درصد نانورس و آب‌مقطر به‌عنوان تیمار شاهد افزوده شد. پتری‌دیش‌های حاوی بذرها در داخل ژرمیناتور با شرایط استاندارد جوانه‌زنی (۱۶ ساعت روشنایی، با شدت ۱۰۰۰ لوکس نوری و ۸ ساعت تاریکی، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد) به‌صورت تصادفی قرار گرفتند. هر دو روز ۵ میلی‌لیتر آب‌مقطر به هر پتری‌دیش اضافه شد و شمارش بذرهای جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت یکبار به مدت ۲۱ روز انجام شد و معیار جوانه‌زنی برای شمارش رشد ریشه‌چه به میزان ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد (۴). شمارش تا زمانی که تعداد بذرهای جوانه‌زده تا ۳ روز متوالی در هر نمونه ثابت باقی ماندند، ادامه یافت (۲۲). پس از پایان دوره جوانه‌زنی صفاتی همانند درصد، سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک، ساقه‌چه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه $GP = n / (N \times 100)$ سرعت جوانه‌زنی از رابطه $GS = \sum (ni / ti)$ (Panwar & Bhardwaj, 2005)، میانگین زمان جوانه‌زنی از رابطه $MGT = \sum (ni \cdot ti) / \sum ni$ (Kulkarni et al., 2007) و شاخص بنیه بذر از رابطه $SVI = GP \times \text{Mean} (SI + RI) / 100$ (6) استفاده شد؛ در این روابط ni تعداد جوانه‌زنی بذرها در یک فاصله زمانی، n تعداد جوانه‌زنی بذرها در طول دوره، ti تعداد روزهای بعد جوانه‌زنی، N تعداد کل بذرهای کشت شده، RI طول ریشه‌چه و SI طول ساقه‌چه می‌باشد. برای اندازه‌گیری صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، از هر پتری‌دیش ۱۰ گیاه‌چه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در آخر ریشه‌چه‌ها و ساقه‌چه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک آنها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

مرحله کشت در مزرعه

با توجه به سختی شرایط محیط طبیعی ۹ تکرار برای

طول ساقه‌چه ایجاد کرده است. شاخص بنبه بذر نیز در هر دو گیاه تحت تأثیر مالچ‌ها قرار گرفت، بدین معنی که بر اثر کاربرد پلیمر حاوی ۳٪ نانورس شاخص بنبه بذر عجوه ۱۵۸/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است و در پلیمر با یک درصد نانورس این شاخص در قره‌داغ ۱۷۵/۵ درصد افزایش یافته است. در مورد میانگین زمان جوانه‌زنی، عجوه تحت تأثیر اعمال تیمارها قرار نگرفت ولی در قره‌داغ پلیمر با ۳٪ نانورس موجب افزایش ۱۵/۳۸ درصدی زمان جوانه‌زنی شد، در حالی که پلیمر با یک درصد نانورس این زمان را کاهش داد. وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه هم تحت تأثیر مالچ‌های نانوپلیمری قرار گرفت و بجز ساقه‌چه عجوه، در سایر موارد با کاربرد مالچ وزن تر افزایش یافت.

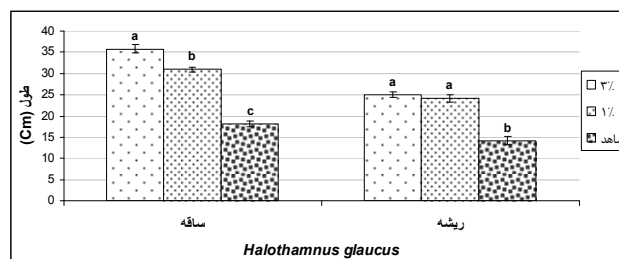
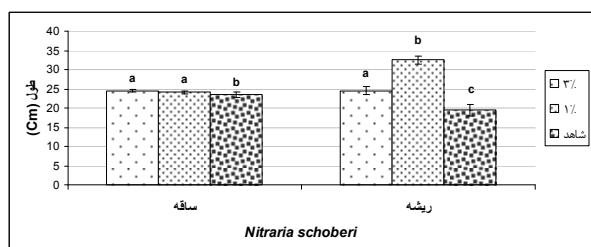
سرعت جوانه‌زنی عجوه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ولی در قره‌داغ تیمار پلیمر حاوی یک درصد نانورس، افزایش سرعت جوانه‌زنی را به میزان ۳۴/۸ درصد موجب شده است (شکل ۱). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در هر دو گیاه تحت تأثیر مالچ‌های پلیمری قرار گرفته است، به طوری که مالچ‌های پلیمر حاوی نانورس موجب تطویل ریشه‌چه و ساقه‌چه شده است. کاربرد پلیمر حاوی سه درصد نانورس موجب افزایش طول ریشه‌چه به میزان ۲۵۹ و ۱۶۲/۱ درصد به ترتیب در عجوه و قره‌داغ به نسبت شاهد شده است. طول ساقه‌چه در پلیمر حاوی یک درصد نانورس در عجوه بیشترین و ۴۲ درصد بیشتر از شاهد می‌باشد، ولی در قره‌داغ پلیمر حاوی سه درصد نانورس ۱۶۰ درصد نسبت به شاهد افزایش را در



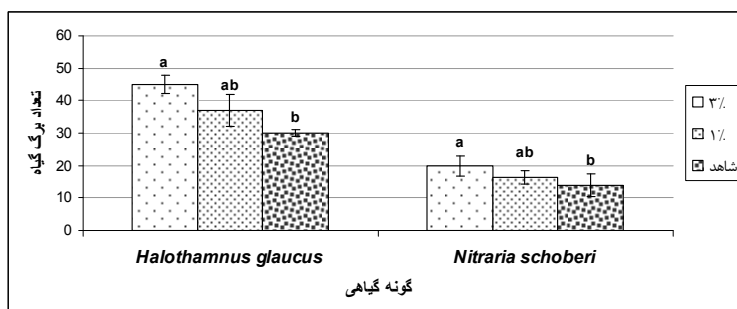
شکل ۱- مقایسه میانگین فاکتورهای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنبه بذر و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر گونه‌های مورد بررسی در تیمارهای مختلف

این تأثیرات در مورد قره‌داغ ۴/۱ درصد افزایش طول ساقه در پلیمر با ۳٪ نانورس و ۶۶/۷ درصد افزایش طول ریشه در پلیمر با یک درصد نانورس می‌باشد (شکل ۲). پلیمر به همراه ۳ درصد نانورس باعث افزایش ۵۰ درصدی تعداد برگ در عجوه و ۴۲/۸ درصدی در قره‌داغ شد (شکل ۳).

در مزرعه و پس از مدت ۴ ماه از کشت نونهالها طول ساقه و ریشه در هر دو گیاه تحت تأثیر مالچها قرار گرفته و نسبت به شاهد افزایش داشته است. به طوری که پلیمر حاوی ۳٪ نانورس موجب ۹۸/۸ درصد افزایش طول ساقه و ۷۶/۳ درصد افزایش طول ریشه گیاه عجوه شده است.



شکل ۲- میانگین طول ساقه و ریشه گونه‌های مورد بررسی ۴ ماه پس از اعمال تیمارها



شکل ۳- میانگین تعداد برگ گونه‌های مورد بررسی ۴ ماه پس از اعمال تیمارها

جذب آب توسط بذر گردد. Zheng و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مواد در ابعاد نانو ممکن است باعث افزایش جذب مواد غذایی معدنی و افزایش سرعت تجزیه مواد آلی شوند، همچنین Liu و همکاران (۲۰۰۹) نانورس را به عنوان ماده‌ای که در صورت پوشش بذر باعث کنترل رهاسازی مواد غذایی می‌شود، معرفی کردند. بنابراین به دلیل در دسترس بودن بیشتر و یکنواخت‌تر آب و مواد غذایی مورد نیاز جوانه‌زنی، بذرها در مجاورت نانو ذرات رس جوانه‌زنی بیشتری را از خود نشان می‌دهند. از سوی دیگر میزان جوانه‌زنی در پلیمر رزین آکریلیک با سه درصد نانورس در قره‌داغ کاهش یافته است. مطالعات زیادی به سمیت نانو

بحث

در مورد عجوه با افزایش غلظت نانوذرات رس، افزایش جوانه‌زنی مشاهده شد. در این راستا (Khodakovskaya et al., 2009) نتیجه گرفتند که نانو لوله‌های کربن به بذرها گوجه‌فرنگی نفوذ کرده و جوانه‌زنی و میزان رشد آن را نسبت به شاهد به طور چشم‌گیری افزایش داده است. در گیاه قره‌داغ نیز افزایش درصد جوانه‌زنی در پلیمر با یک درصد نانو رس مشاهده می‌شود که احتمال می‌رود این تأثیر نانوذرات رس بدلیل افزایش سطح و افزایش میزان جذب و نگهداری آب در سطح بذرها باشد. از سوی دیگر نفوذ ذرات نانو به درون پوسته سخت بذر هم می‌تواند موجب افزایش

بهبود جذب یونهای معدنی که در حضور برخی نانوکامپوزیتها رخ می‌دهد، سبب افزایش میزان رشد گیاهچه می‌گردد. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که سازوکارهای واحدی سبب افزایش یا کاهش رشد گیاهان در تیمارهای پیش‌رویشی و پس‌رویشی نمی‌گردد، بلکه برآیند عوامل متعددی مانند اختلاف در جذب یونهای معدنی، سنتز و یا تخریب کلروفیل، تغییر نرخ تقسیمات میتوزی، تغییر فعالیت‌های آنزیمی و غیره سبب تغییر میزان رشد گیاهان در معرض مالچهای گوناگون می‌شود (Assareh & Sardabi, 2007). البته باید توجه داشت که میزان رشد و جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف متفاوت است. همچنین از آنجا که شرایط طبیعی رویشگاه نیز بر رشد و جوانه‌زنی گونه‌های مختلف مؤثر است، از این رو بدیهی است که مطالعه یک گونه در رویشگاه‌های مختلف منجر به نتایج متفاوتی خواهد شد. به‌عنوان مثال تعداد برگ در دو گونه مورد بررسی که به‌طور ذاتی با توجه به ساختار گیاه متفاوت است تحت تأثیر مالچها قرار گرفته و افزایش تعداد برگ موجب افزایش فتوسنتز و توسعه بیشتر اندامهای گیاه شده است.

با توجه به نتایج متفاوتی که در تحقیقات گوناگون به‌دست آمده و حتی اختلاف موجود در نتایج کاربرد سطوح مختلف نانوذرات در این تحقیق، توصیه می‌گردد حتماً پیش از کاربرد افزودنی‌ها در طبیعت به شرایط محیطی از جمله ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک، همچنین خصوصیات پوشش گیاهی موجود و گیاهان دست کاشت توجه شود.

منابع مورد استفاده

- Acevedo, F., Cea, M., Sanhueza, S., Calabi, M. and Diez, M. C., 2008. Use of natural nanoclays as support material for manganese peroxidase immobilization. 5th International Symposium of interactions of Soil minerals With Organic Matter Components and Microorganisms (ISMOM). Chile, 24-28 November.
- Ahmadloo, F., Tabari, M., Rahmani, A. and Yousefzadeh, H., 2011. Effect of cattle manure and

ذرات در غلظت‌های بالا برای گیاهان گوناگون اشاره کرده‌اند (Lin & Xing, 2007). Canas و همکاران (۲۰۰۸)، گزارش کردند که نانو ذرات باعث افزایش جوانه‌زنی و طول ریشه پیاز و کدو شده است. همچنین گزارش شده است که نانو ذرات در غلظت‌های مختلف می‌تواند هم تأثیر مثبت و هم منفی بر گونه‌های مختلف گیاهی بگذارد (Mishra *et al.*, 2014). در مورد قره‌داغ هم با توجه به ساختار و مقاومت بذر، حضور سه درصد ذرات رس موجب ایجاد محدودیت در سرعت و درصد جوانه‌زنی شده است. بنابراین به نظر می‌رسد که تراکم بالای نانورس در اطراف بذر با وجود ایجاد سمیت به دلیل ایجاد فشار اسمزی منفی زیاد، موجب می‌شود که آب قابل استفاده در دسترس بذر کاهش یابد و نیز افزایش غلظت نانوذرات رس با کاهش خلل و فرج و در نتیجه با کاهش تبادل اکسیژنی نسبت به تیمار یک درصد نانورس باعث کاهش اثرهای مطلوب شده باشد. با توجه به تأثیرات مثبت نانورس بر جوانه‌زنی بذرهای مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود برای افزایش جوانه‌زنی این گیاهان در عرصه‌های وسیع خشک کشور برای کاهش هزینه اولیه خرید بذر به مقدار مورد نیاز استفاده شود. در همین راستا Mukhopadhyay و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی مشابه به بررسی اثرهای نانوکامپوزیت رس پرداختند و نتایج آنان نشان داد که استفاده از نانوکامپوزیت رس سبب بهبود استقرار بوته قره‌داغ و رشد آن می‌شود. این محققان علت این مهم را فراهم کردن سطح ویژه زیاد در نانوکامپوزیت‌های رس معرفی می‌کنند. در واقع افزایش سطح سبب در دسترس بودن مواد مغذی موجود در خاک برای گیاه می‌شود (Mukhopadhyay *et al.*, 2015) و از سویی ظرفیت احتباس آب در خاک را افزایش می‌دهد که به نفع گیاه است (Rahmani *et al.*, 2007). از سوی دیگر سازوکاری که سبب افزایش عملکرد بذر می‌گردد، احتمالاً مربوط به افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌باشد که در رشد و نمو بذر نقش دارد. همچنین برآیند عوامل متعددی مانند افزایش تقسیمات میتوزی در مریستم ریشه، افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالیز کننده فرایندهای حیاتی گیاه و

- Y., Li, Z., Watanabe, F. and Biris, A. S., 2009. Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth. *Journal of American Chemical Society*, 3(10): 3221-3227.
- Kulkarni, M. G., Street R. A. and Van Staden, J., 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz—a tuberous medicinal plant. *South African Journal of Botany*, 73(1): 131-137.
- Lin, D. and Xing, B., 2007. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. *Journal of Environmental Pollution*, 150(2): 243-250.
- Liu, G., Wu, S. H., Ven, M., Molenaar, A. and Besamusca, J., 2010. Characterization of organic surfactant on Montmorillonite nanoclay to be used in Bitumen. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 22(8):794-799.
- Liu, Q., Chen, B., Wang, Q., Shi, X., Xiao, Z., Lin, J. and Fang, X., 2009. Carbon nanotubes as molecular transporters for walled plant cells. *Journal of Nano Letters*, 9(3): 1007-1010.
- Mack, M. C. and D'Antonio, C. M., 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Journal of Trends in Ecology and Evolution*, 13(5):195-198.
- Mishra, V., Mishra, R. K., Dikshit, A. and Pandey, A. C., 2014. Interactions of nanoparticles with Plants: An Emerging Prospective in the Agriculture Industry, in *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*, Pages 159-180.
- Fakhri, F., Kaboli, H., Jafari, A. A. and Bayat, P., 2019. Methods for Improving capar (*Capparis spinosa* L.) seed germination. *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 26(2):561-570.
- Moghimi, J., 2005. Introduction of some important rangeland species suitable for development and improvement of rangelands in Iran. Arvan Publication, Iran.
- Mukhopadhyay, R., De, N. and Kumar Das, T., 2015. Effect of Nanoclay polymer composite on growth and yield of lentil in a long term trial under rainfed condition. *International Journal of Science and Nature*, 6 (2): 209-213.
- Naseri, H. R., Jafari, M., Sadeghi Sangdehi, S. A., Mohammadzade, H. and Safariha M., 2011. Effect of salinity on seedling germination and growth of *nitraria schoberi*. *Journal of Rangeland*, 5 (1): 81-90.
- Norton, J. B., Monaco, T. A., Norton, J. M., Johnson, D. A. and Jones, T. A., 2004. Cheatgrass invasion alters soil morphology and organic matter dynamics decomposed litter to improve germination and survival of *Cupressus arizonica* and *C. sempervirens* var. *horizontalis* in nursery. *Journal of Forest and Wood Products (JFWP)*, Iranian Journal of Natural Resources, 63(4):317-330.
- Assareh, M. H. and Sardabi, H., 2007. *Eucalyptus*, description. Illustration and Propagation by Advanced Techniques. Reserch Institute of Forests and Rangelands Publication, Tehran, p672.
- Calabi, M., Cea, M., Reyes, P., Jara, A., Sanhueza, S. and Mora, M. L., 2008. Comparative study of structural and physical-chemical characteristics of nanoparticles extracted from two Andisols of southern Chile: potential in agricultural application. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 8: 172-173.
- Canas, J. E., Long, M., Nations, S., Vadan, R., Dai, L., Luo, M., Ambikapathi, R., Lee, E. H. and Olszyk, D., 2008. Effects of functionalized and nonfunctionalized single-walled carbon-nanotubes on root elongation of select crop species. *Journal of Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(9): 1922_1931.
- Cullen, L., Tilston, G., Mitchell, E. L., Collins, G. R. and Shaw, L. J., 2011. Assessing the impact of nano- and micro-scale zerovalent iron particles on soil microbial activities: Particle reactivity interferes with assay conditions and interpretation of genuine microbial effects. *Journal of Chemosphere*, 82: 1675–1682.
- Dashtbozorg, A., Sayyad, G. A., Kazeminezhad, I. and Mesgarbash, M., 2013. The effects of different sizes of particles of a superabsorbent polymer on water holding capacity of two different soil textures. *Journal of Agricultural Engineering*, 36(1): 65-75.
- Farrokhi, A., Galeshi, S., Zeinali, A. and Abdolzade, A., 2004. Evaluation of drought tolerance of genotypes of soybean (*Glycine max* (L.)Merr.) in germination stage using polyethylene glycol. *Journal of Agricultural science and natural resources*, 11(2):137-148.
- Ghaffarpour Jahromi, S., Andalibzade, B. and Vossough, S. H., 2010. Engineering properties of nanoclay modified asphalt concrete mixture. *Arabian Journal for Science & Engineering*. 35(1): 89-103.
- 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 and Desert Reseach*, 25(3):671-685.
- Khodakovskaya, M., Dervishi, E., Mahmood, M., Xu,

- Plant and Ecosystem, 6(22): 19-38.
- Sabouri Rad, S., Kafi, M., Nezami, A. and Bannayan Aval, M., 2012. Study on seed germination behavior of *Kochia scoparia* L. Schard in response to temperature and water potential. Iranian journal of Range and Desert Research, 18(4):578-592.
 - Soltani, A., Gholipor, M. and Zeinali, E., 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Environmental and Experimental Botany, 55(1-2): 195-200.
 - Zheng, L., Hong, F., Lu, S. and Liu, C., 2005. Effects of nano-TiO₂ on strength of naturally aged seeds and growth of spinach. Journal of Biological Trace Element Research. 104(1): 83-92.
 - in big sagebrush-steppe rangelands. USDA Forest Service Proceedings.
 - Olesen Ole, M., 2010. Desert revegetation, Sand altered to clay-containing water absorbing soil – CO₂ reduction., Project manager, Nesahaugen, 47, N-4076 Vassoy, Norway.
 - Panwar, P. and Bhardwaj, S. D., 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios (India), 191p.
 - Rahmani, M., Habibi, D., Shiranirad, A. H., Daneshian, J., Valadabadi, S. A. R., Mashadi, A., Boujar, M. and Khalatbari, A. H., 2010. The effect of super absorbent polymer on yield, antioxidant enzymes (catalase and superoxide dismutase) activity and cell membrane stability in mustard under water deficiency stress condition. Journal of

The effect of clay nanoparticles in synthetic polymeric resins on germination and growth in two species of *Nitraria schoberi* and *Halothamnus glaucus*

S. Hosseini¹, A. Sadeghipour^{2*} and S. H. Nikoo³

1- M.Sc. in De-desertification, Department of De-desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

2*- Corresponding author, Assistant professor, Department of Dryland Management, Faculty of Desert studies, Semnan University, Iran, Email: a.sadeghipour@semnan.ac.ir

3- Assistant professor, Department of De-desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

Received:03/28/2019

Accepted:08/18/2019

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of clay nanoparticles in synthetic polymeric resins on germination and some characteristics of *Nitraria schoberi* and *Halothamnus glaucus*. Seeds of two plants collected from sand consolidated station located in Razavi Khorasan Province, Bardaskan city, Kazem Abad village. Experiments were carried on in completely Randomized Design with three treatment and four replications. For this purpose, seeds were subjected to synthetic polymeric resins with one and three percent of clay nanoparticles in petri dish and field condition. Distilled water was considered as the control treatment. Daily and final germination percentages were recorded and germination rate, mean germination time, shoot and root length, shootlet fresh and dry weigh, rootlet fresh and dry weight, and vigor index was calculated. After 4 months from cultivation, the size of cultivated plants and the number of leaves from each treatment was also measured. The results indicated that there was a significant difference between all the studied factors of both species except germination rate and mean germination time, which was observed just in *Nitraria schoberi*. For example, the highest germination percentage of *Nitraria schoberi* in acrylic resin polymer containing 1% nano clay (51.75%) was higher than other treatments, whereas the highest germination percentage of *Halothamnus glaucus* belonged to polymer containing 3% nano clay (65.62%). About the plant growth, despite the different effects of various treatments on cultivated species, application of polymer and nano-particles led to increasing the length of shoot and root of both plants. Considering the different conditions of plants in nature, the use of nanopolymer mulches to improve the germination and vegetative properties of plants is recommended.

Keywords: Germination, polymer mulch, clay nanoparticles, *Nitraria schoberi*, *Halothamnus glaucus*.