Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۳، صفحه ۴۴۸-۴۳۵، (۱۳۹۸)

تأثیر پیش‌تیمارهای نانوذرات سیلیکا ($NSiO_2$) بر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گونه اندمیک بارانک لرستانی (*Sorbus luristanica* Bornm.)

سیدوحید سیدنا[۱]، بابک پیله‌ور*[۲]، کامبیز ابراری واجاری[۳]، مهرداد زرافشار[٤]، حمیدرضا عیسوند[۵] و فاطمه علی‌یاری[٦]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (seyedena.va@fa.lu.ac.ir)
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (babakpilehvar@yahoo.com)
۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (kambize_abrari2003@yahoo.com)
٤- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. (mehrdadzarafshar@gmail.com)
۵- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. (hrisvand@yahoo.com)
٦- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (homazar1988@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹٦/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۹

چکیده

در این پژوهش از غلظت‌های مختلف نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون (۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌عنوان پیش‌تیمار قبل از استراتیفه سرد بذور بارانک لرستانی استفاده شد تا پتانسیل این نانومواد در ارتقاء صفات جوانه‌زنی و همچنین تحریک رشد گیاهچه‌های این گونه مورد آزمون قرار گیرد. بدین منظور بذور این گونه به‌مدت ۲٤ ساعت با غلظت‌های یادشده پرایم شد و سپس به‌مدت سه ماه در استراتیفه سرد قرار گرفتند. این آزمایش در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تکرار ۲۵ تایی انجام شد. بذرهای استراتیفه شده بعد از گذشت سه ماه به درون ژرمیناتور منتقل شده و با شروع نشانه-های جوانه‌زنی، اطلاعات روزانه در یک دوره ۲۲ روزه ثبت شد. نتایج نشان داد که تیمارهای ۲۵۰ و ۳۵۰ سبب ارتقاء درصد جوانه‌زنی تا حدود ۱۰۰ درصد شدند، درحالی‌که بذرهای شاهد فقط ۲٦ درصد جوانه-زنی داشتند.

واژه‌های کلیدی: آندوکارپ بذر، بارانک لرستانی، زی‌توده، پرایمینگ، جوانه‌زنی، نانومواد.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۲۵۲۲۸۵۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بارانک لرستانی (*Sorbus luristanica* Bornm.) متعلق به تیره گل‌سرخیان یکی از گونه‌های منحصربه‌فرد و اندمیک ایران است که در سطوح محدود در استان‌های کرمانشاه و لرستان انتشار دارد (Mozaffarian, 2010). این گونه به‌صورت درختچه یا درختی کوتاه، با شاخه‌های یک‌ساله ارغوانی تیره، قهوه‌ای تیره یا بنفش تیره، بدون کرک، برگ‌ها به طول پنج تا هشت و به عرض سه تا شش سانتی‌متر، تخم‌مرغی، بیضوی تا تخم‌مرغی و بیضوی پهن با قاعده اغلب گرد، میوه به طول ۱۰-۱۲ و به عرض هفت تا نه میلی‌متر به اشکال واژ تخم‌مرغی، بیضوی یا تقریباً مخروطی و به رنگ زرد و نارنجی دیده می‌شود (Mozaffarian, 2010). Nekratova and Shurupova (2015) گونه‌های جنس بارانک را به‌عنوان گیاهانی با خواص دارویی مدر، قابض، ملین (برگ‌ها)، قاعدگی‌آور، مفید در بیماری‌های ناشی از کمبود ویتامین C، بواسیر، سرفه و برونشیت، اختلال و درد در دفع ادرار، سوزش مثانه، اختلالات سوخت‌وساز اسید اوریک و انحلال رسوبات آن در بدن، تصفیه و قلیایی‌کردن خون معرفی کرده‌اند.

یکی از مشکلات در مورد استقرار جنس بارانک تأخیر در جوانه‌زنی بذرها (خواب بذر) است (Espahbodi *et al.*, 2007). خواب بذر عامل محدود کننده گونه‌های جنس بارانک در عرصه‌های جنگلی است. باوجود یکنواختی بسیار زیاد ساختار موجود در بذر گونه‌های مختلف، درجات متفاوتی از خواب (برحسب ماهیت خواب بذر) و متناسب با آن تیمارهای متعدد جوانه‌زنی برای این جنس معرفی شده است (Takos and Efthimiou, 2003، Yang and Hai-long, 2011، Bian *et al.*, 2013). بذور بارانک دارای دوره خواب به‌نسبت طولانی بوده که معمولاً با قرارگیری در شرایط مرطوب سرد (استراتیفیته سرد) شکسته می‌شود (Piagnani and Bassi, 2000). مدت استراتیفیته برای گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و از سه تا نه ماه نیز گزارش شده است (Piotto and Dinoi, 2003). دوره طولانی خواب بذر سبب می‌شود تا بخش عمده‌ای از بذرها در بهار سال اول جوانه نزده و جوانه‌زنی آن‌ها (اگر از خطر بذرخواران در امان بمانند) به بهار سال دوم و حتی سال سوم موکول شود (Espahbodi *et al.*, 2005) در پژوهشی که در همین راستا توسط Efthimiou and Takos (2003) انجام شد، زمان کاشت بذر ۱۵ گونه پهن‌برگ مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد فقط یک درصد بذرهای بارانک که در اوایل دسامبر (اواسط آذرماه و یا دو ماه بعد از جمع‌آوری) کاشته شده بودند، جوانه زدند؛ بنابراین شکست خواب بذر و کاهش دوره آن (مدت تیمار سرما) که هم مانع از تأخیر جوانه‌زنی به سال دوم شده و هم بذور را مدت کمتری در معرض خطرات ناشی از بذرخواران قرار می‌دهد، توصیه شده است (Mirzanejad *et al.*, 2007). از معدود پژوهش‌های صورت‌گرفته بر جوانه‌زنی گونه‌های بارانک در ایران مربوط به بررسی Esmaeili Sharif و همکاران (2016) بر روی گونه بارانک ایرانی (*Sorbus persica* Hedl.) است که نتایج آن‌ها نشان داد که استراتیفه سرد بهترین روش برای شکست خواب فیزیولوژیک بذر این گونه است ولی خواب فیزیولوژیک آن بسیار عمیق است. ازآنجایی‌که هیچ‌گونه اطلاعاتی در رابطه با تیمارهای جوانه‌زنی گونه بارانک لرستانی وجود ندارد از این‌رو پژوهش در این زمینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در سال‌های اخیر استفاده از نانومواد و بهره‌گیری از خصوصیت منحصربه‌فرد آن‌ها در جنبه‌های مختلف علوم کشاورزی به‌ویژه شکست خواب بذر گونه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی موردتوجه فراوان قرار گرفته است، ولی با این وجود سازوکار این نانوذرات هنوز مشخص نشده است (Haghighi *et al.*, 2012). شایان ذکر است در مورد بذر گونه‌های جنگلی اطلاعات محدود و اندک است. از معدود پژوهش‌های انجام‌شده در این خصوص می‌توان به پژوهش Goodarzi و همکاران (2017) اشاره کرد. نتایج آن‌ها نشان داد درصورتی‌که بذور محلب (*Prunus mahaleb* L.) با نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با غلظت یک درصد به‌مدت ۲۰ دقیقه پرایم شوند، جوانه‌زنی این گونه تا ٦٥ درصد ارتقاء می‌یابد. همچنین نهال‌های حاصل از بذور تیمارشده با نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت ۰/۵ درصد و به‌مدت ۱۰ دقیقه دارای بالاترین رشد ارتفاعی بودند. از سوی دیگر پژوهش Zheng و همکاران (2005) نشان داده است که بین مقدار جوانه‌زنی در گیاه گوجه‌فرنگی و ابعاد نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم رابطه معکوس وجود دارد و هرچه ابعاد نانوذرات کوچک‌تر باشد مقدار جوانه‌زنی بیشتر می‌شود. برخی از نانوذرات می‌توانند با نفوذ به دیواره سخت بذر نفوذ آب و اکسیژن را برای جنین بذر مهیا سازند (Khot *et al.*, 2012) که در همین راستا Khodakovskaya و همکاران (2012) با استفاده از نانو تیوب کربن‌های چند دیواره توانستند مقدار جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی را تا بیست درصد نسبت به بذور شاهد افزایش دهند.

طبق نظر پژوهشگران پرایمینگ بذر می‌تواند سبب شکست خواب، رفع موانع جوانه‌زنی، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، تسریع در خروج گیاهچه‌ها و افزایش قدرت نمو گونه‌های گیاهی شود (McDonald, 2000). از این‌رو بسیاری از پژوهشگران به‌منظور اعمال نانوذرات بر بذور، از روش پرایمینگ استفاده می‌کنند.

سیلیکون (Si) یکی از عناصر فراوان موجود در خاک است و به‌دلیل اینکه در دسته عناصر ضروری برای رشد گیاهان قرارنگرفته، از این‌رو توجه زیادی به نقش زیستی آن در گیاه نشده است. سیلیکون به‌عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان عالی و آوندی محسوب نمی‌شود، چراکه در شرایط بهینه و نرمال، گیاهان چرخه زندگی خود را بدون این عنصر کامل می‌کنند (Epstein, 2009). پژوهشگران در سال‌های اخیر از نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون در مراحل جوانه‌زنی گیاهان استفاده کرده و نتایج آن امیدبخش بوده است. طبق نظر Suriyaprabha و همکاران (2012) گیاه ذرت قادر است با جذب بهتر نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون نسبت به سیلیکون در مقیاس درشت‌دانه، درصد جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه را افزایش دهد. همچنین Haghighi و همکاران (2012) با استفاده از نانو ذرات سیلیکون با غلظت یک میلی‌مولار توانستند اثرهای منفی تنش شوری حاصل از کلرید سدیم در بذر گوجه‌فرنگی را کاهش دهند. در این پژوهش اگرچه صفات جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت ولی با اعمال نانو–ذرات سیلیکون نه‌تنها مقدار و سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد بلکه وزن خشک گیاهچه نیز افزایش یافت. در پژوهش دیگری Siddiqui و همکاران (2013) از نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون به‌منظور بهبود صفات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی استفاده کردند و اثرهای مثبت آن را تأیید کردند.

با عنایت به تأثیرات قابل‌تأمل نانوذرات سیلیکون در جوانه‌زنی گونه‌های گیاهی از یک‌سو و عدم اطلاعات کافی در رابطه با شکست خواب بذر و افزایش جوانه‌زنی گونه آندمیک بارانک لرستانی، در این پژوهش سعی شد که اثرهای پیش تیمارهای این

www.SID.ir

Archive of SID

نانومواد در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گونه بارانک لرستانی موردتوجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برای تهیه بذور مورد نیاز از گونه بارانک لرستانی، در اوایل آبان‌ماه (زمان رسیدن میوه‌ها) به رویشگاه طبیعی این گونه در منطقه گهر دورود لرستان مراجعه و از پایه‌های مادری مشابه، شاداب و سالم (حدوداً ۱۰ پایه) بذرگیری انجام شد. بعد از انتقال بذرها به محیط آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، پریکارپ میوه‌ها جداسازی شده و بذرها درون یخچال و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمایش‌های مربوطه نگهداری شد.

مشخصات نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون

نانو دی‌اکسید سیلیکون مورداستفاده ساخت کشور اسپانیا و از شرکت TECNAN بوده که از مهم‌ترین مشخصات ریختی آن می‌توان به میانگین ابعاد ۱۵-۱۰ نانومتر و سطح ویژه ۲۲۶-۱۵۰ مترمربع بر گرم اشاره کرد.

اعمال تیمارهای آزمایش

بر اساس پژوهش Esmaeili Sharif و همکاران (2016) بهترین تیمار برای جوانه‌زنی گونه بارانک ایرانی (*Sorbus persica* Hedl.) لایه‌گذاری در گرما (چینه گرمایی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) به‌مدت دو هفته و سپس لایه‌گذاری در سرما (چینه سرمایی در دمای یک تا چهار درجه سانتی‌گراد) به‌مدت حداکثر چهار ماه گزارش شده است، که با توجه به شباهت گونه بارانک لرستانی با گونه مذکور، در این پژوهش نیز مدنظر قرار گرفت. برای بررسی اثر نانومواد بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی این گونه، بذرهای بارانک لرستانی به‌مدت ۲۴ ساعت با غلظت‌های ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر از نانو دی‌اکسید سیلیکون پرایم شد. برای ایجاد سوسپانسیون و جدا کردن ذرات نانو از یکدیگر، محلول‌های موردنظر ابتدا توسط دستگاه التراسونیک همگن شدند (Pazhouhan *et al.*, 2016). سپس بذرهای تیمارشده در لایه‌ای از ماسه مرطوب الک شده و سترون در درون ظروف پلاستیکی به‌مدت دو هفته در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و پس از آن در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در درون یخچال لایه‌گذاری شدند (Naseri and Tabari, 2015). بازدید، رطوبت‌دهی و هوادهی بذرها نیز به‌طور مستمر انجام شد. پس از گذشت حدود سه ماه از شروع لایه‌گذاری سرد و با ظهور علائم شکست خواب بذور مانند برجستگی و تورم، بذرهای لایه‌گذاری شده، از یخچال خارج شده و پس از کشت هر تیمار در چهار تکرار ۲۵ تایی در پتری دیش با استفاده از دو لایه کاغذ صافی، در درون ژرمیناتور (دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد، روشنایی به تاریکی ۸/۱۶ ساعت، شدت نور ۱۰۰۰ لوکس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد) قرار داده شدند (Huang *et al.*, 2003). معیار شروع آزمایش جوانه‌زنی نیز، ظهور ریشه‌چه به‌اندازه دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Aliyari *et al.*, 2016). شمارش بذرهای جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت یک‌بار، در زمان معین شده انجام شد و اطلاعات مربوطه ثبت شد (Ahmadloo *et al.*, 2011). شمارش بذرهای جوانه‌زده تا زمانی که در بیش از سه بازدید جوانه‌زنی جدیدی مشاهده نشد، ادامه یافت (Lafond and Baker, 1986). در این مرحله شاخص‌های درصد جوانه‌زنی (رابطهٔ ۱) (Panwar and Bhardwaj, 2005)، سرعت جوانه‌زنی (رابطهٔ ۲) (Panwar and Bhardwaj, 2005) و میانگین زمان جوانه‌زنی (رابطهٔ ۳) (Kulkarni *et al.*, 2007) با استفاده از رابطه‌های ذیل محاسبه شد:

www.SID.ir

Archive of SID

$GR = n/N \times 100$ رابطهٔ (۱)

$GS = \sum (ni/ti)$ رابطهٔ (۲)

$MTG = \sum (ni.ti) / \sum n$ رابطهٔ (۳)

در این رابطه‌ها، n: تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره، ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در فاصله زمانی مشخص ti، N: تعداد بذرهای کاشته شده و ti: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی هستند.

پس از اتمام جوانه‌زنی بذور و ثبت داده‌های مربوطه، پتری دیش‌ها تا زمان خروج کامل گیاهچه‌ها از بذرهای جوانه‌زده و رشد آن‌ها که حدود ۱۵ روز به‌طول انجامید، در ژرمیناتور نگهداری شدند. در پایان این مدت گیاهچه‌ها از پتری‌دیش‌ها خارج و شاخص‌های رویشی آن‌ها شامل تعداد برگ‌ها، طول ساقه و ریشه به‌وسیله خط‌کش و با دقت میلی‌متر و وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه آن‌ها (پس از قرار دادن در آون در دمای ٦٠ درجه به‌مدت ٤٨ ساعت) به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت میلی‌گرم اندازه‌گیری شد.

بررسی‌های میکروسکوپیک

بعد از انجام پیش‌تیمارهای نانوپرایمینگ، از هر تیمار یک عدد بذر برای بررسی سطح خارجی بذر (آندوکارپ) به آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی دانشگاه لرستان انتقال داده شد. از میکروسکوپ الکترونی مدل FE-SEM ساخت کشور چک استفاده شد و تصاویر با بزرگ‌نمایی‌های مختلف از آندوکارپ بذر تهیه شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری

این پژوهش در قالب یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی انجام شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری ضمن رعایت فرضیات همگنی واریانس‌ها و نرمال‌بودن داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه در فضای نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ١٦ استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی انجام شد.

نتایج

بررسی‌های میکروسکوپیک

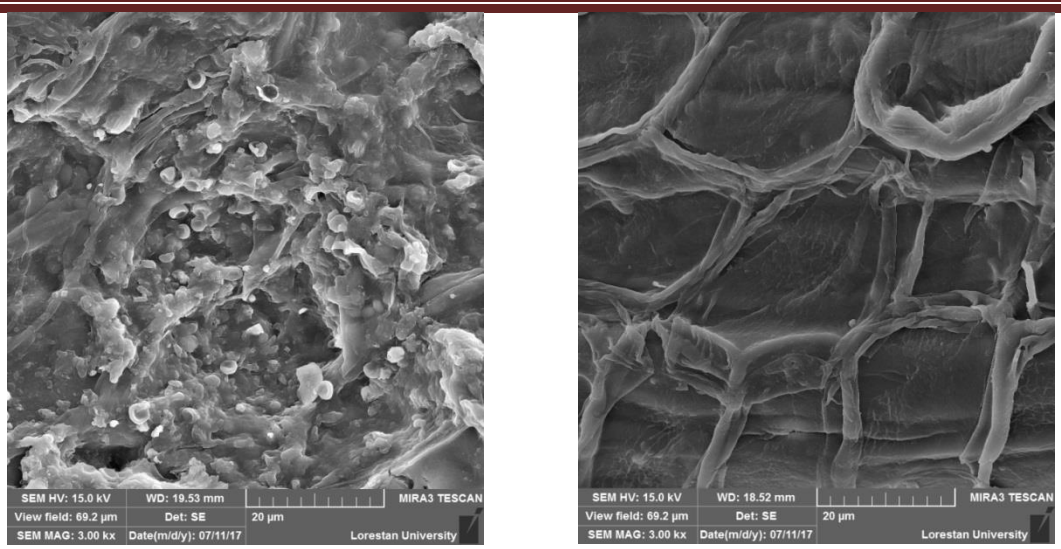
برای درک هر چه بیشتر اثر پیش تیمارنانو ذرات دی اکسید سیلیکون، فقط تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد مورد بررسی میکروسکوپیک قرار گرفتند. بررسی پوسته خارجی بذر گونه بارانک لرستانی نشان داد که در شرایط کنترل، پرایمینگ با آب مقطر و بدون حضور نانوذرات، سطح آندوکارپ بذر دارای برجستگی‌های مشبک به حالت لانه‌زنبوری است. در مقابل بررسی تصاویر تهیه‌شده از بذرهای پیش‌تیمار شده با نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون، نه‌تنها حضور، تجمع و چسبندگی نانو ذرات در سطح آندوکارپ مشهود است بلکه تحلیل و کاهش برجستگی‌های مشبک آندوکارپ نیز قابل‌رؤیت است (شکل ۱). ابعاد ذرات نانو در تصاویر با سایز اصلی نانوذرات مطابقت دارد.

تأثیر تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون بر صفات جوانه‌زنی

مقایسه روند جوانه‌زنی بذر گونه بارانک لرستانی تحت تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون در طول آزمایش نشان داد که ضعیف‌ترین روند درصد جوانه‌زنی تجمعی مربوط به بذرهای شاهد بود. مقدار جوانه‌زنی در بذرهای شاهد ٢٦ درصد ثبت شد. در مقابل بذرهایی که با غلظت‌های ۳۵۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شده بودند از بهترین شرایط جوانه‌زنی برخوردار شدند به‌طوری‌که بعد از گذشت ۲۵ روز به‌ترتیب به ۹۷ و ۹۱ درصد جوانه‌زنی رسیدند. روند درصد جوانه‌زنی تجمعی در تیمارهای ۵۰۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر به‌طور نسبی مشابه بود. در نگاه کلی تمامی تیمارها سبب بهبود درصد جوانه‌زنی تجمعی گونه بارانک لرستانی شدند (شکل ۲).

www.SID.ir

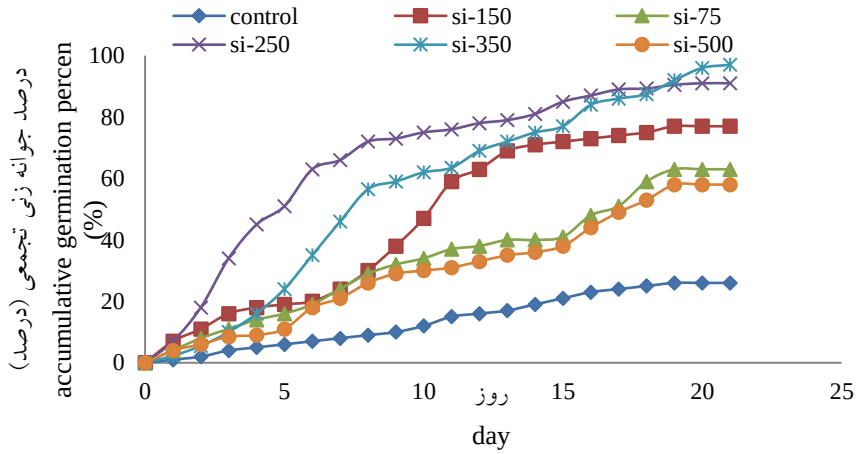
Archive of SID



بذر تیمارشده با نانو دی‌اکسید سیلیکون با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
500 milligram/ Liter $NSiO_2$ seed treatment

بذر شاهد
Control seed

شکل ۱- تصاویر گرفته شده توسط میکروسکوپ الکترونی از آندوکارپ بذر گونه بارانک لرستانی
Figure 1. Seed andocarp images of *S. luristanica* by SEM



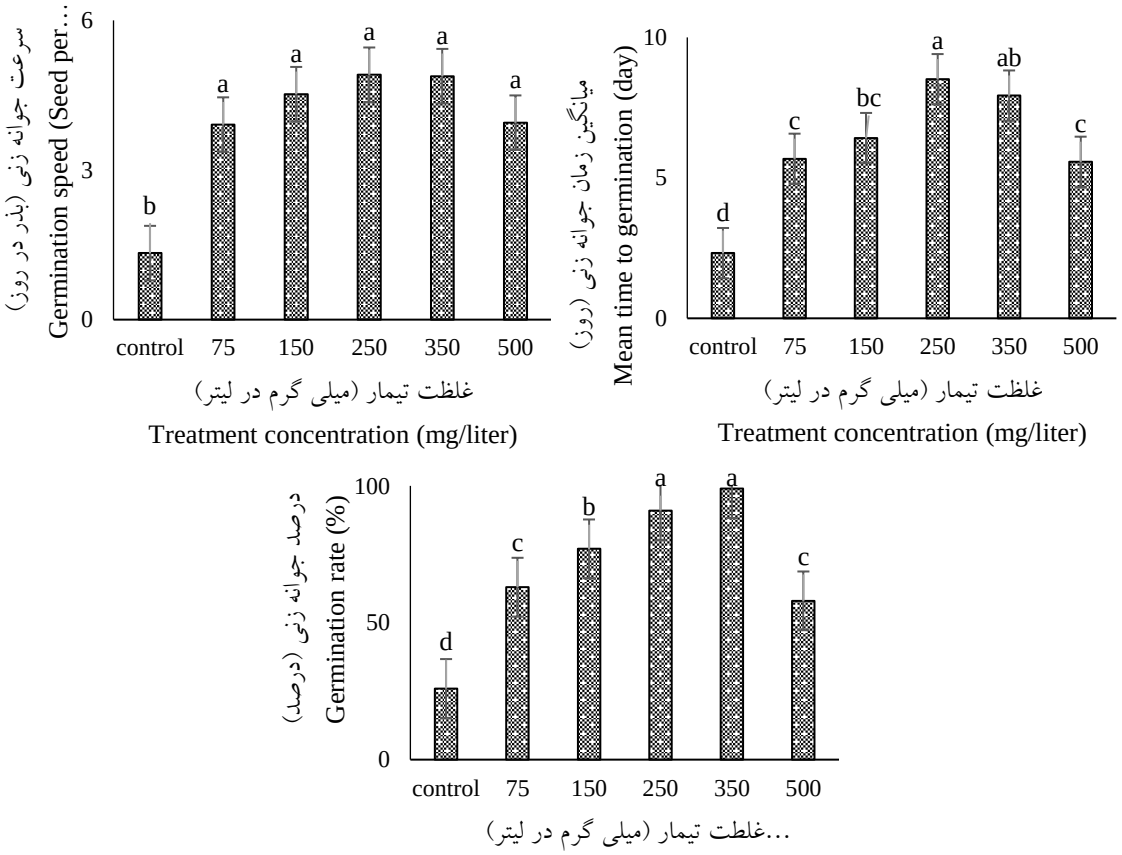
شکل ۲- روند درصد جوانه‌زنی تجمعی در گونه بارانک لرستانی تحت تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون
Figure 2. Trend of *S. luristanica* accumulative germination in percent under $NSiO_2$ treatments

نتایج آنالیزهای آماری نشان داد که اعمال تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون سبب تغییرات معنی‌دار در مقدار درصد جوانه‌زنی گونه بارانک لرستانی شده، به‌طوری‌که کمترین مقدار جوانه‌زنی در تیمار شاهد و بالاترین آن در تیمارهای ۳۵۰ و ۲۵۰ ثبت شد. درصد جوانه‌زنی در تیمار ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر به حدود ۱۰۰ درصد رسید درحالی‌که با افزایش غلظت نانو دی‌اکسید سیلیکون تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد جوانه‌زنی به مقدار قابل‌توجهی کاهش یافت. از تیمار ۷۵ تا تیمار ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد جوانه‌زنی به‌صورت صعودی و پلکانی افزایش نشان داد. از سوی دیگر، آنالیزهای آماری ضمن تأیید اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از نظر میانگین زمان جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین میانگین زمان جوانه-

www.SID.ir

Archive of SID

زنی متعلق به تیمارهای ۳۵۰ و ۲۵۰ بود. از طرفی دیگر، کمترین میانگین جوانه‌زنی متعلق به تیمار شاهد بود. نتایج آزمون توکی نشان داد که کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی متعلق به تیمار شاهد بوده و از سوی دیگر بین دیگر تیمارهای از نظر این صفت تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد. به‌طورکلی تیمارهای اعمال شده سبب افزایش قابل‌توجه سرعت جوانه‌زنی شد (شکل ۳).



شکل ۳- تأثیر تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون بر صفات جوانه‌زنی بذر گونه بارانک لرستانی

Figure 3. Effect of $NSiO_2$ treatments on germination characteristics of *S. luristanica* seed

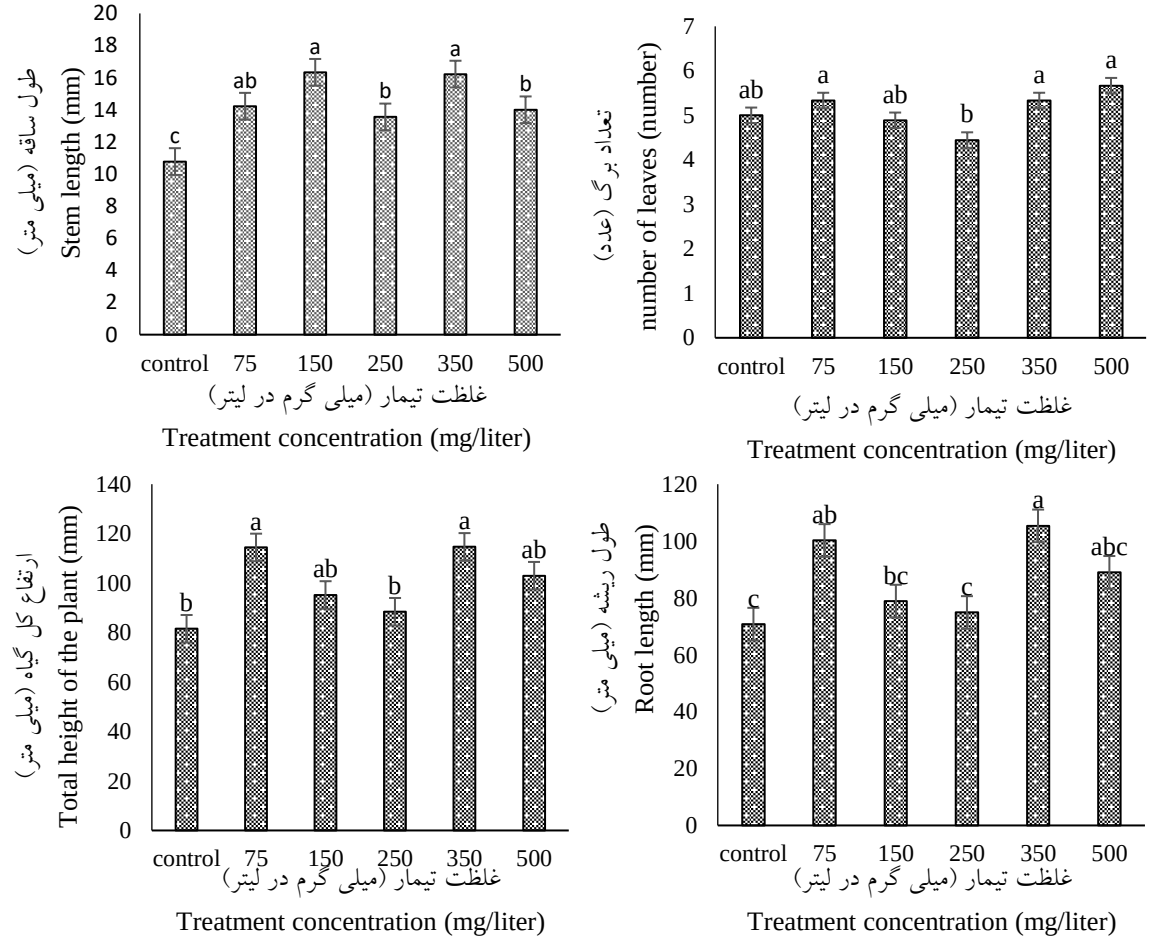
تأثیر تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون بر صفات ریختی و رشد گیاهچه‌های بارانک لرستانی

برخی از صفات ریختی گیاهچه‌های بارانک لرستانی از قبیل تعداد برگ، طول ساقه و ریشه و همچنین ارتفاع کل گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. اگرچه آزمون آماری اختلاف معنی‌دار تعداد برگ بین تیمارها را تأیید کرد ولی این اختلاف‌ها فراوان نبود. تیمارهای اعمال‌شده سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه گیاهچه‌ها شد به‌طوری‌که کمترین طول ساقه در گیاهچه‌های شاهد اندازه‌گیری شد و در مقابل تیمارهای ۷۵، ۱۵۰ و ۳۵۰ دارای بالاترین مقادیر بودند. بزرگ‌ترین طول ریشه مربوط به تیمارهای ۳۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر بود درحالی‌که بین تیمار شاهد با دیگر تیمارها از نظر صفت طول ریشه تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت. از نظر ارتفاع کل گیاهچه‌ها نیز فقط تفاوت معنی‌دار آماری بین شاهد با تیمارهای ۷۵ و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد درحالی‌که دیگر تیمارها سبب تغییرات معنی‌دار آماری در مقایسه با شاهد نشد (شکل ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

وزن تر و خشک در سه قسمت ریشه، ساقه و برگ و در آخر وزن کل گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که در دو حالت وزن تر و خشک، تیمارهای اعمال‌شده سبب تغییرات معنی‌دار آماری در کلیه این صفات شد. تیمار ۷۵ میلی‌گرم در لیتر در حالت وزن‌تر تمامی قسمت-های گیاهچه و همچنین وزن تر کل برتری نسبی داشت. در مقایسه کلی می‌توان گفت که تمامی تیمارهای نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون سبب افزایش معنی‌دار آماری در وزن‌تر گیاهچه‌های بارانک لرستانی شد. از نظر وزن خشک نیز تمامی تیمارها سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ، ساقه و ریشه و درنهایت وزن خشک کل گیاهچه‌ها شد. اگرچه تمامی تیمارها دارای زی‌توده خشک بیشتری نسبت به شاهد بودند ولی بین تیمارهای نانو ذرات دی‌اکسید سیلیکون اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد (شکل ۵).

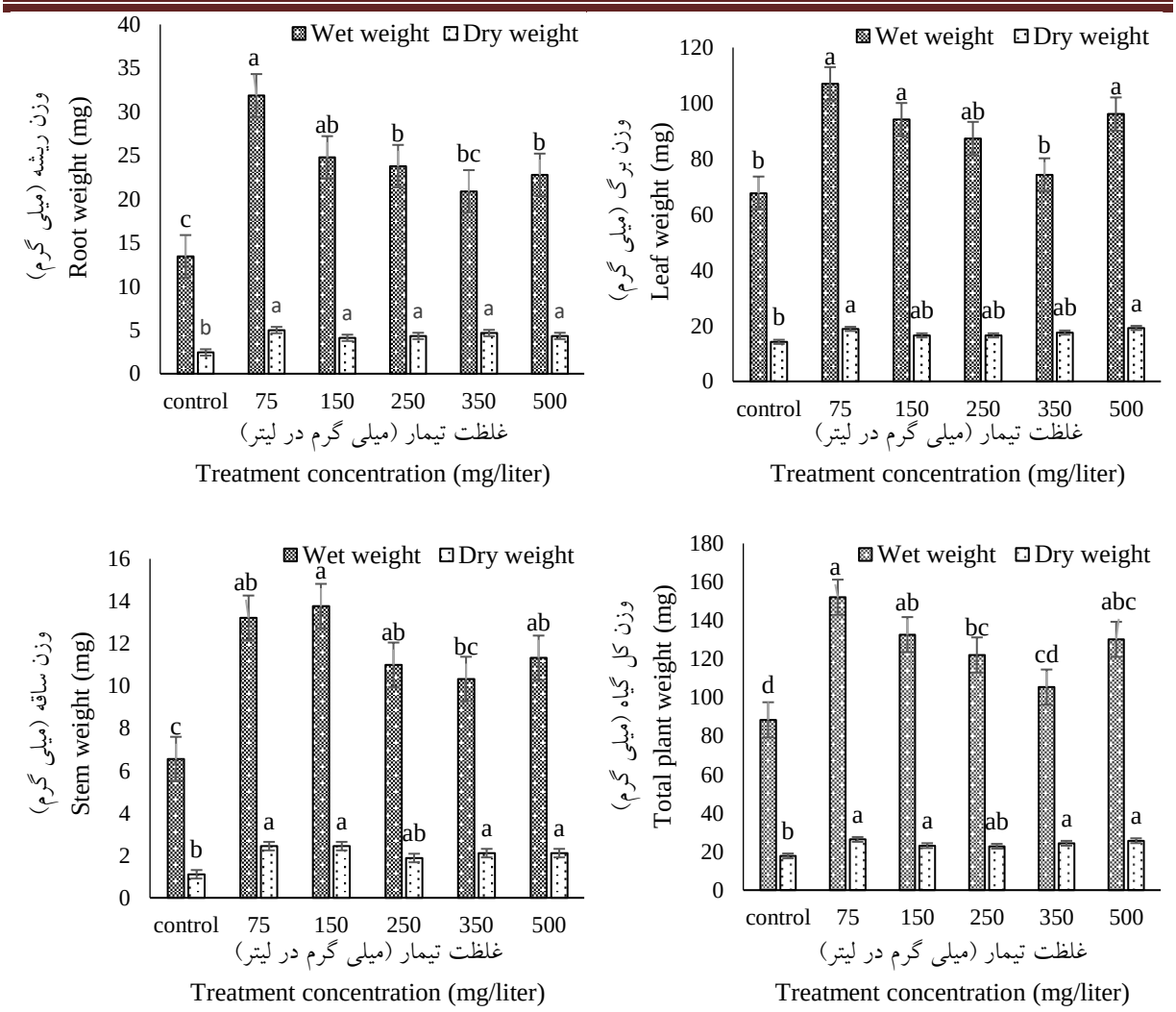


شکل ٤- تأثیر پیش‌تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون بذر گونه بارانک لرستانی بر صفات مورفولوژی گیاهچه‌های آن

Figure 4. Effect of $NSiO_2$ pretreatments on morphologic characteristics of *S. luristanica* Seedlings

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تأثیر پیش تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون بذر گونه بارانک لرستانی بر رشد گیاهچه‌های آن

Figure 5. Effect of $NSiO_2$ pretreatments on growth of *S. luristanica* Seedlings

بحث

بذور در بارانک دارای دوره خواب به‌نسبت طولانی بوده که معمولاً با قرارگیری در شرایط مرطوب سرد (استراتیفیته سرد) شکسته می‌شود (Piagnani and Bassi, 2000). در این پژوهش پیش از استراتیفیته سرد بذرهای بارانک لرستانی از پیش تیمارهای نانو

www.SID.ir

Archive of SID

ذرات سیلیکون با غلظت‌های مختلف استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که بذرهای شاهد که فقط به پیشنهاد دیگر پژوهشگران، تحت لایه‌گذاری سرد قرار گرفتند (Esmaeili Sharif *et al.*, 2016) بعد از گذشت سه ماه فقط ۲۶ درصد جوانه‌زنی داشتند درحالی‌که با اعمال تیمارهای نانوذرات سیلیکون به‌ویژه تیمارهای ۳۵۰ و ۲۵۰ به حدود ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی رسیدند، از این‌رو اثرهای مثبت این پیش تیمارها تأیید می‌شود. بررسی نتایج صفات مختلف جوانه‌زنی نشان می‌دهد که اثرهای مثبت این نانو مواد تا غلظت ۳۵۰ کاملاً مشهود است و با افزایش غلظت تا ۵۰۰ میلی‌گرم صفات جوانه‌زنی به‌طور فزاینده ارتقاء نیافته است، از این‌رو به‌نظر می‌رسد کاربرد نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون تا غلظت ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر برای بذر این گونه می‌تواند کاملاً مؤثر و از سوی دیگر مقرون‌به‌صرفه باشد. Suriyaprabha و همکاران (2012) نیز توانستند با استفاده از تیمارهای نانو ذرات دی‌اکسید سیلیکون درصد جوانه‌زنی ذرت را افزایش دهند. Haghighi و همکاران (2012) با استفاده از نانو ذرات سیلیکون با غلظت یک میلی‌مولار توانستند اثرهای منفی تنش شوری حاصل از کلرید سدیم در بذر گوجه‌فرنگی را کاهش دهند. در این پژوهش اگرچه صفات جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت، ولی با اعمال نانو ذرات سیلیکون مقدار و سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد. در پژوهشی Siddiqui و همکاران (2013) از نانو ذرات دی‌اکسید سیلیکون برای بهبود صفات جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی استفاده کردند. استفاده از نانوذرات با قطر متوسط ۱۲ نانومتر و غلظت هشت میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۱۰ روز توانست درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و در آخر وزن تازه و خشک گیاهچه را افزایش دهد. بررسی میکروگراف‌های تهیه شده از سطح خارجی بذر بارانک لرستانی حضور و چسبندگی نانوذرات دی اکسید سیلیکون را تأیید کرد، پس نانوذرات به‌واسطه ابعاد کوچک خود توانسته‌اند از دیواره آندوکارپ عبور کرده و وارد بذر شود و نه تنها مسیری برای ورود بیشتر رطوبت و اکسیژن ایجاد کرده بلکه تغییراتی در بذر ایجاد کرده که خواب فیزیولوژیک آن را از بین برده و جوانه‌زنی را تسهیل بخشیده است. پژوهشگران بر این باورند که عنصر سیلیکون می‌تواند عملکردهای بیوشیمیایی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Matichenkov and Bocharnikov, 2001، Miyashita *et al.*, 2005). از این‌رو تغییرات در فیزیولوژی بذر پس از اعمال نانو ذرات سیلیکون دور از انتظار نیست. البته تأثیر نانو ذرات بر فیزیولوژی گیاهان از جنبه‌های مولکولی هنوز به بررسی‌های عمیقی احتیاج دارد (Khodakovskaya *et al.*, 2011)، ولی یکی از اثرهای آن‌ها این است که با نفوذ به دیواره سخت بذر نفوذ آب و اکسیژن را برای جنین بذر مهیا سازند (Khot *et al.*, 2012). اخیراً استفاده از نانوذرات در رابطه با گیاهان زراعی به‌ویژه برای افزایش صفات جوانه‌زنی موردتوجه قرار گرفته، ولی با این وجود سازوکار این نانو ذرات هنوز مشخص نشده است (Haghigh *et al.*, 2012).

در این پژوهش اثرهای متعاقب پیش تیمارهای نانو ذرات دی‌اکسید سیلیکون بر رشد و صفات ریختی گیاهچه‌های بارانک لرستانی نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت، چرا که طبق نظر Ma and Yamaji (2006) درصورتی‌که یک گیاه بتواند سیلیکون را به مقدار زیاد جذب کند قطعاً از مزیت‌های زیاد آن بهره خواهد برد (Ma and Yamaji, 2006). نتایج نشان داد که این پیش‌تیمارها سبب تغییرات فراوان در تعداد برگ گیاهچه‌ها نشد، ولی در

www.SID.ir

Archive of SID

مقابل ابعاد گیاه به‌ویژه طول اندام‌های گیاهی را افزایش دادند. در این میان افزایش ۳۰ تا ۳۵ درصد در طول گیاهچه‌ها در تیمارهای ۷۵ و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر از این نانو مواد ثبت شد. اثرهای مثبت نانو ذرات سیلیکا در بهبود فعالیت‌های فیزیولوژیک و افزایش زی‌توده کل در نهال‌های کاج سیاه تحت تنش خشکی نیز تأیید شده است (Dehghan *et al.*, 2016).

تحریک و ارتقا رشد گیاهی به‌عنوان یکی از اثرهای مثبت عنصر سیلیکون مطرح است که البته برحسب نوع گونه و غلظت‌های به‌کار گرفته شده نتایج متفاوت است (Parvee and Ashraf, 2010). نتایج نشان داد که زی‌توده سبز گیاهچه‌ها دارای تغییرات زیاد و قابل‌تأمل بوده و به‌بیان‌دیگر دارای واریانس زیادی بود، درحالی‌که بعد از جذب رطوبت موجود در بافت گیاه در دستگاه آون، زی‌توده خشک تغییرات فاحشی بین تیمارهای نانو دی‌اکسید سیلیکون با غلظت‌های مختلف نداشت. بنابراین می‌توان اذعان داشت که یکی از مهم‌ترین تأثیر این نانو مواد جذب رطوبت بیشتر در بافت‌های گیاهی است. پیش از این گزارش شده بود که سیلیکون قادر است با نگه‌داری آب سلول، مقدار رطوبت نسبی بافت‌های گیاهی را افزایش دهد (Romero-Aranda *et al.*, 2006). در نگاه کلی تمامی تیمارهای اعمال‌شده توانست زی‌توده گیاهچه‌ها را در مقایسه با شاهد افزایش دهد که به‌عنوان یک اثر مثبت و قابل‌ملاحظه از این تیمارها گزارش می‌شود.

با عنایت به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که در رابطه با گونه بارانک لرستانی غلظت‌های کم تا متوسط (۷۵ تا ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر) هم صفات جوانه‌زنی و هم صفات رشد گیاهچه‌ها را به‌طور قابل‌ملاحظه ترفیع بخشیده است، از این‌رو تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر چه از نظر اقتصادی و هم از نظر تأثیرگذاری قابل پیشنهاد نیست.

References

- Ahmadloo, F., M. Tabari, A. Rahmani & H. Yousefzadeh, 2011. Effect of cattle manure and decomposed litter to improve germination and survival of *Cupressus arizonica* and *C. sempervirens var. horizontalis* in nursery, *Journal of Forest and Wood Products*, 63(4): 317-330 (In Persian).
- Aliyari, F., A. Soltani & M. Zarafshar, 2016. Germination model for Arizona Cypress (*Cupressus arizonica*) in response to temperature and drought stress, *Iranian Journal of Seed Research*, 2(2): 113- 121 (In Persian).
- Bian, L., L. Yang, J. Wang & H. Shen, 2013. Effects of KNO3 pretreatment and temperature on seed germination of *Sorbus pohuashanensis*, *Journal of Forestry Research*, 24: 309-316.
- Dehghan, S., M. Tabari Kochak Saraei & Gh. Jalali, 2016. Effect of SiO2 NPS nanoparticles on morphophysiological characteristics of *Pinus nigra* under drought stress, *Journal of Forest Research and Development*, 3(1): 1-14 (In Persian).
- Epstein, E., 2009. Silicon: its manifold roles in plants, *Annals of Applied Biology*, 155: 155-160.
- Esmaeili Sharif, M., S.M. Hosseini Nasr, A. Ghamari Zare & M. Talebi, 2016. Appropriate methods for breaking seed dormancy of Iranian mountain ash (*Sorbus persica* Hedl.), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(4): 694-706 (In Persian).
- Espahbodi, K., S.M. Hosseini, H. Mirzaie–Nodoushan, M. Tabari, M. Akbarinia & Y. Dehghan-Shoorak, 2007. Tree age effects on seed germination in *Sorbus torminalis*, *Genetic Applied Plant Physiology*, 33(1-2): 107-119.
- Espahbodi, K., H. Mirzaee Nadoshan, M. Tabari, M. Akbarinia & Y. Dehghan Shuraki, 2005. The effect of maternals age and one year of maintenance seeds on seed growing of mountain ash (*Sorbus torminalis*), *Iranian Journal of Forest and*

www.SID.ir

Archive of SID

Poplar Research, 11(4): 519- 538 (In Persian).
- Goodarzi, Gh.R. V, Payam Noor & F. Ahmadloo, 2017. Effects of nanoparticle treatments on propagation of *Prunus mahaleb* L. by seed, *Journal of Forest Science*, 63 (9): 408–416.
- Haghighi, M., Z. Afifipour & M. Mozafarian, 2012. The effect of N-Si on tomato seed germination under salinity levels, *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 6(16): 87-90.
- Huang, Z., X. Zhang, G. Zheng & Y. Gutterman, 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*, *Journal of Arid Environments*, 55(3): 453-464.
- Khodakovskaya, M.V., K. de Silva A.S. Biris E. Dervishi & H. Villa-garcia, 2012. Carbon nanotubes induce growth enhancement of tobacco cells, *American Chemical Society Nano*, 6(3): 2128–2135.
- Khodakovskaya, M.V., K. de Silva, D.A. Nedosekin, E. Dervishi, A.S. Biris, E.V. Shashkov, I.G. Ekaterina & V.P. Zharov, 2011. Complex genetic, photo thermal, and photo 7 acoustic analysis of nanoparticle-plant interactions, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(3): 1028-1033.
- Khot, L. R., S. Sindhuja, J. M. Maja, R. Ehsani & W. S. Edmund, 2012. Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review, *Crop Protection*, 35:64-70.
- Kulkarni, M.G., R.A. Street & J.V. Staden, 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of Diosscorea *dregeana* (Kunth) Dur. and *Schinz-A tuberous* medicinal plant, *South African Journal of Botany*, 73(1): 131-137.
- Lafond, G.P. & R.J. Baker, 1986. Effects of temperature, moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheat cultivars, *Crop science*, 26(3): 563-567.
- Ma, J.F. & N. Yamaji, 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants, *Trends in Plant Science*, 11(8): 392–397.
- Matichenkov, V.V. & E.A. Bocharnikova, 2001. The relationship between silicon and soil physical and chemical properties, Studies in Plant Science, 8: 209-219.
- McDonald, M. B. 2000. Seed Priming. In: Black, M. & J. D. Bewley (eds.), Seed Technology and Its Biological Basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, pp. 287-325.
- Mirzanejad, S., K. Espahbodi, M. Ghorbanli, R. Khavari Nejad & F. Ghahramani Nejad, 2007. Relation between wild service tree seed physiology and site conditions, *Pajouhesh and Sazandegi*, 77(3): 69-75 (In Persian).
- Miyashita, K., S. Tanakamaru, T. Maitani & K. Kimura, 2005. Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress, *Environmental and Experimental Botany*, 53: 205–214.
- Mozaffarian, V.A., 2010. Trees and Shrubs of Iran, Publication of Farhang Moaser, Tehran, 991p (In Persian).
- Naseri, B. & M. Tabari, 2015. Effects of GA3 and Stratification on Seed Germination of Field Maple (*Acer campestre* L.), *Forest and Wood Products*, 68(2): 419-428 (In Persian).
- Nekratova, N. A. & M. N. Shurupova, 2015. Medicinal plants in the Altai Mountains: reserves of raw materials and annual possible volumes of harvesting, *International Journal of Environmental Studies*, 72(3): 490-500.
- Panwar, P. & S.D. Bhardwaj, 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios (India), 202p.
- Parveen, N. & Ashraf, M. 2010. Role of silicon in mitigating the adverse effects of Salt stress on growth and photosynthetic attributes of two maize (*Zea Mays* L.) cultivars grown hydroponically, *Pakistan Journal of Botany*, 42(3): 1675–1684.
- Pazhouhan, I. S.Gh.A. Jalali, H. Atabati, M. Zarafshar & A. Sattarian, 2016. Comparison of carbon nanotubes with chemical and physical treatments to break seed dormancy of *Myrtus communis*.L, *Journal of Bottany Research*, 29(2): 300-308 (In Persian).
- Piagnani, C. & D. Bassi, 2000. In vivo and in vitro propagation of *Sorbus spp.* from juvenile material, *Italus Hortus*, 7: 3-7.
- Piotto, B., & A.D. Dinoi, 2003. Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs, Agency for the protection of environment and for technical services (APAT), Roma-Italy, 107 p.
- Romero-Aranda, M. R. O. Jurado & J. Cuartero, 2006. Alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status, *Plant Physiology*, 163: 847-855.

www.SID.ir

Archive of SID

- Siddiqui, M. H. & M. H. Al-Whaibi, 2013. Role of nano-SiO2 in the germination of tomato *(Lycopersicum esculentum* Mill.*)*, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(1): 13-17.
- Suriyaprabha R., G. Karunakaran R. Yuvakkumar V. Rajendran & N. Kannan, 2012. Silica nanoparticles for increased silica availability in maize (*Zea mays* L.) seeds under hydroponic conditions, *Current Nanoscience*, 8(6): 902-908.
- Takos, I. A. & G. SP. Efthimiou, 2003. Germination Results on Dormant Seeds of fifteen Tree Species Autumn Sown in a Northern Greek Nursery, *Silvae Genetica*, 52(2): 67-71.
- Yang, L. & S. Hai-long, 2011. Effect of electrostatic field on seed germination and seedling growth of Sorbus *pohuashanesis*, *Journal of Forestry Research*, 22(1): 27-34.
- Zheng L., F. Hong, S. Lu & C. Liu, 2005. Effect of nano-TiO2 on strength of naturally aged seeds and growth of spinach, *Biological trace element research*, 104(1): 83-91.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of $NSiO_2$ pre-treatments on seed germination and primary growth of *Sorbus luristanica* Bornm. as endemic species

S. V. Sayedena [1], B. Pilehvar[*2], K. Abrari-Vajari [3], M. Zarafshar[4], H. R. Eisvand[5] and F. Ali-Yari[6]

1- Ph.D. Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoram Abad, I. R. Iran. (seyedena.va@fa.lu.ac.ir)
2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoram Abad, I. R. Iran. (babakpilehvar@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoram Abad, I. R. Iran. (kambize_abrari2003@yahoo.com)
4- Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, I. R. Iran. (mehrdadzarafshar@gmail.com)
5- Associate Professor, Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoram Abad, I. R. Iran. (hrisvand@yahoo.com)
6- Ph.D. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources and Geosciences, Shahrekord University, Shahrekord, I. R. Iran. (homazar1988@gmail.com)

Received: 10.03.2018 Accepted: 19.06.2018

Abstract

In this study different concentrations of SiO_2 nanoparticles (o, 75, 150, 250, 350, 500 milligram per liter) have been used as a pre-treatment before cold stratification on *Sorbus luristanica*'s seeds in order to assessment of the nanoparticle potential for simulation of seed germination and growth of the species. For this purpose, the seeds were primed with the nanoparticles for 24 hours and then stratified in sand for 3 months. The experiment was performed as a completely randomized design with 4 replications with 25 seeds in each replication. After 3 month, stratified seeds were transported to germinator and after starting of germination symptoms, germination data were recorded daily for 22 days. The results showed that seed germination under 250 and 350 m/L $NSiO_2$ treatments improved around 100% while seed germination in control seeds was 26%.

Keywords: Biomass, Germination, Nano-material, Priming, Seed endocarp, *Sorbus luristanica*.

[*] Corresponding author Tel: +989125228512

www.SID.ir