

## کاربرد تسهیل‌گرهای ریزموجودات مفید و نانوذره سیلیکات پتاسیم در بهبود صفات

### رشدی گونه *Alopecurus textilis*

معصومه عباسی خالکی

دانش‌آموخته دکتری تخصصی علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

Email: m.abbasi@uma.ac.ir

مهدی معمری\*

نویسنده مسئول\* - استادیار، دکتری تخصصی علوم مرتع، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

Email: moameri@uma.ac.ir

#### چکیده

مطالعه حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار (۳ کرت) انجام شد. در هر کرت ۱۵ چاله حفر و بذر گونه دم‌روباهی کشت شد. در مرحله چهار برگگی گیاه، مواد مورد مطالعه با غلظت‌های مشخص تهیه و در هر چاله ریخته شدند. تیمارهای مورد مطالعه عبارتند از: شاهد، نانوذرات سیلیکات پتاسیم با سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ریزموجودات مفید با سطوح ۱ و ۲ درصد. در پایان دوره رویش گیاه، در ۳ بوته تصادفی از هر کرت شاخص‌های مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر معنی‌داری از مواد نانوسیلیکات پتاسیم و ریزموجودات مفید بر تمام خصوصیات رشدی گونه *A. textilis* در سطح آماری یک درصد نشان داده است. نانوسیلیکات پتاسیم ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در اغلب خصوصیات مورد مطالعه گیاه بیشترین تأثیر را داشته و در برخی از صفات نیز تیمار ریزموجودات مفید ۲ درصد اثر بیشتری داشته است. تیمار شاهد نیز کمترین مقدار را داشت. به‌طور کلی استفاده از تیمارهای مورد بررسی اثر مثبت در بهبود صفات داشته و غلظت‌های بالاتر اثر مثبت بیشتری نشان داده‌اند. بنابراین جهت مرتع‌کاری در حوزه مورد مطالعه استفاده از غلظت مناسب این مواد تسهیل‌گر برای کمک به جوانه‌زنی و رشد بهتر و استقرار موفق‌تر این گونه توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: EM، تسهیل‌گر رشد، مواد نانو، دم‌روباهی پاکوتاه

#### ۱. مقدمه

دم‌روباهی پاکوتاه (*A. textilis*) گیاهی است پایا به ارتفاع ۳۰ تا ۸۵ سانتی‌متر، با فرم بیولوژیک چمنی و فصل رشد سرد، از فراوان‌ترین و بارزترین گندمیان کوه‌سری بسیاری از کوهستان‌های مرتفع کشور که عمدتاً به صورت گونه غالب در تیپ‌های مرتعی دیده می‌شود. این گونه روی خاک‌های کم‌عمق و شیب‌دار استقرار یافته و نقش مهمی را در حفاظت این خاک‌ها ایفا می‌کند و در اصلاح و توسعه مراتع کوهستانی می‌توان از آن استفاده نمود [۱].

رشد فزاینده جمعیت انسانی و به تبع آن افزایش روزافزون نیاز انسان به غذا، اشتغال و درآمد سبب تشدید فشار به منابع پایه به‌ویژه مراتع شده که یکی از مهمترین اشکال این فشار تبدیل اراضی مرتعی به زراعی و به‌ویژه اراضی زراعی دیم بوده و به

## سیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

همین دلیل از سطح مراتع کاسته شده است [۲]. در طرح ملی تعادل دام و مرتع نیز تأکید بر تبدیل دیم‌زارهای کم‌بازده به استقرار و حفظ پوشش گیاهی شده است که نه تنها موجب حفظ پایداری منابع پایه آب و خاک شده بلکه در کنار سایر اثرات مطلوب می‌تواند با تولید علوفه بخش قابل توجهی از این کمبود را جبران نماید و سبب کاهش فشار دام بر مراتع کشور و در نتیجه بهبود وضعیت، ظرفیت و گرایش مراتع کشور گردد [۳]. با انتخاب ترکیب مناسبی از گونه‌های مرتعی و علوفه‌ای، به‌خصوص گراس‌ها و بقولات می‌توان ضمن جلوگیری از فرسایش خاک در عرصه دیم‌زارهای پرشیب و کم‌بازده، علوفه قابل توجهی را هم از حیث کمیّت و هم از لحاظ کیفیت جهت استفاده دام‌ها تولید نمود [۲].

تکنولوژی‌های نانو و استفاده از نانوکامپوزیت‌های پلیمری در سال‌های اخیر سبب ارتقاء سطح کیفیت محصولات در زمینه‌های مختلف از جمله سیستم‌های پوشش سطحی خاک گردیده است [۴]. مزایای نانوذرات بسیار زیاد بوده و هنوز در حال کشف شدن است، امروزه افزودن نانوذرات مختلف (مانند نانوسیلیس) به محلول غذایی گیاهان به‌عنوان کود، به دلیل داشتن اثرهای بی‌نظیر مانند نفوذ سریع‌تر و راحت‌تر به درون غشای سلولی، افزایش مقاومت بذور گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی، افزایش جوانه‌زنی، افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاهان، توجه تولیدکنندگان زیادی را به خود جلب کرده است [۵]. تأثیر برخی تسهیل‌گرها بر رشد گونه‌های مرتعی *Onobrychis sativa* و *Medicago sativa* و *Festuca ovina* در شرایط گلخانه‌ای با استفاده از نانوسیلیکات پتاسیم مطالعه شده و مشخص شد که این نانوذرات با غلظت‌های مختلف بر خصوصیات رویشی، فیزیولوژی و عملکردی اسپرس علوفه‌ای و یونجه معنی‌دار بود. همچنین در گونه *Festuca ovina* بیشترین تأثیر تیمارها در خاک علف‌زار در مقایسه با خاک دیم‌زار مشاهده شد [۶ و ۷]. در مطالعه‌ای گزارش شد که کاربرد نانوسیلیس به‌طور قابل توجهی ویژگی‌های جوانه زنی بذر در *Vicia faba* را افزایش می‌دهد [۸]. بررسی اثر نانوذرات سیلیس و نقره بر صفات جوانه‌زنی بذر *Thymus kotschyanus* در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که افزایش غلظت نانوذرات سیلیس جوانه‌زنی بذر را افزایش می‌دهد [۹]. مطالعات متعددی نیز نشان داده که نانوذرات نقره در بهبود جوانه‌زنی گیاهان می‌توانند نقش مؤثری داشته باشند [۱۰، ۱۱ و ۱۲].

یکی دیگر از موارد افزایش عملکرد محصولات گیاهی، ریزموجودات مفید (EM) در ترکیب طبیعی خاک است که می‌تواند سبب افزایش فعالیت زیستی خاک و گیاه شود. این ترکیب می‌تواند روی کیفیت خاک، رشد گیاه، کیفیت و عملکرد محصول مؤثر باشد و به‌صورت معنی‌داری سبب افزایش کارایی سایر عملیات انجام شده گردد. زمانی که EM همراه با خاک یا به‌صورت محلول پاشی روی گیاه استفاده می‌شود، سبب گسترش جمعیت باکتری‌های فتوسنتزی و تثبیت‌کننده ازت شده، این پدیده سبب رشد بیشتر گیاه و عملکرد و کیفیت بالاتر از طریق افزایش سطح کارایی فتوسنتز و افزایش سطح تثبیت ازت می‌گردد [۱۳]. درخصوص کاربرد ریزموجودات مفید گزارشاتی بر روی مرکبات و گوجه فرنگی، تمبر هندی و انبه و پرتقال به‌منظور بهره‌وری بهتر ارائه شده است [۱۴ و ۱۵]. در مطالعه اثر ریزموجودات مفید و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی بیان شد که ریزموجودات مفید سبب افزایش وزن تر و وزن خشک در این گیاه شده است [۱۶]. بررسی تأثیر نانوپرایمینگ و بیوپرایمینگ بر مؤلفه‌های رشد *Onobrychis sativa* نشان داد که بیشترین مقدار وزن تر گیاهچه، شاخص بنیه بذر و محتوای آب بافتی گیاهچه در تیمار EM ۲ درصد بوده است [۱۷]. در بررسی تأثیر میکروارگانیزم‌های مؤثر بر رشد و محتوای نیترات پیوندهای سبزیجات مشخص شد که در هر دو آزمایش پیوند با استفاده از EM و بدون استفاده از EM، پیوندهای خیار، کدو و کاهو با EM به‌طور معنی‌داری دارای رشد سریع‌تر و ساقه‌های ضخیم‌تر و محتوای نیترات کمتر تولید نمودند [۱۸].

<sup>1</sup>- Effective Microorganism (EM)

# صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

بنابراین، به نظر می‌رسد که یکی از راه‌های مناسب برای استفاده بهینه از اراضی دیم در مراتع، اجرای عملیات بیولوژیک باشد که پروژه تبدیل دیم‌زار به عرصه‌های طبیعی نیز جزو آن می‌باشد. با کشت گیاهان مرتعی می‌توان هم از پتانسیل اراضی رها شده استفاده نمود و هم موجبات افزایش درآمد روستائیان و مرتعداران را از طریق کشت گیاهان علوفه‌ای یا دارویی فراهم کرد. همچنین باعث حفاظت بیشتر منابع پایه مراتع از جمله آب و خاک شد. و با استفاده از تسهیل‌گرهای رشد مختلف مانند انواع نانوذرات و ریزموجودات مفید می‌توان میزان استقرار و رشد گونه‌های مرتعی کشت شده و میزان موفقیت پروژه اجرا شده را افزایش داد.

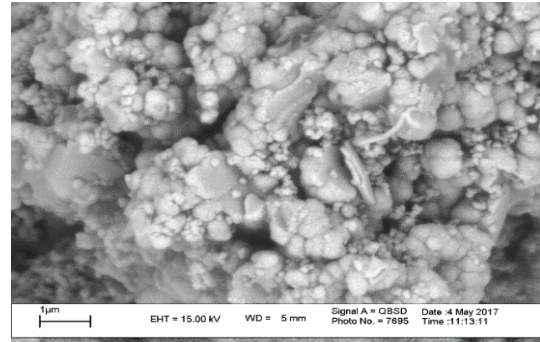
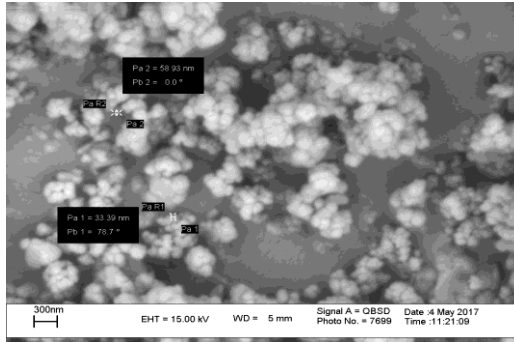
## ۲. مواد و روش

استان اردبیل با مساحت ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع در شمال غربی فلات ایران جای گرفته و حدوداً ۱/۱ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد [۱۹]. این استان به دلیل شرایط خاص جغرافیایی، از تنوع محیطی زیادی برخوردار بوده و از نواحی سردسیر کوهستانی محسوب می‌شود [۲۰]. بعد از مشخص کردن محدوده دیم‌زار مورد مطالعه در حوزه آبخیز بالخی‌چای استان اردبیل، ابتدا سطح منطقه شخم خورده و علف‌های هرز موجود پاک‌سازی شده و بستر کشت آماده شد. سپس زمین به تعداد تیمارهای مدنظر کرت‌بندی شد. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار (۳ کرت) انجام شد. در هر کرت ۱۵ چاله به صورت ۳ ردیف ۵ تایی با فاصله افقی ۳۰ سانتی‌متر و فاصله عمودی ۲۰ سانتی‌متر حفر شده و بذر گونه دم‌روباهی در آن کشت شد. زمانی که نهال‌های سبز شده از گیاه به مرحله چهار برگی رسیدند، مواد مورد مطالعه با غلظت‌های مشخص تهیه شده و در هر چاله پای گیاه ریخته شدند. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: شاهد، نانوذرات سیلیکات پتاسیم با سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ریزموجودات مفید با سطوح ۱ و ۲ درصد. ماده نانوسیلیکات پتاسیم ساخت شرکت سیگما آلدريج بوده و از شرکت مینا تجهیز آریا تهران و ریزموجودات مفید مورد مطالعه نیز از نمایندگی شرکت امکان‌پذیر پارس شیراز واقع در تهران خریداری شدند. همچنین بذر گونه *A. textilis* از مراتع آوارس سبلان جمع‌آوری شد.

در پایان دوره رویش گیاه نمونه‌برداری انجام شد. برای برداشت اطلاعات گیاهی، ۳ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شده و شاخص‌های مورد مطالعه مانند درصد زنده‌مانی، ارتفاع گیاه، قطر یقه، سطح تاج پوشش، سطح ریشه، عمق ریشه‌دوانی، مقدار تولید، تعداد گل‌آذین، وزن صد دانه بذر و کلروفیل کل گیاه (با استفاده از روش‌های متداول: [۲۱؛ ۲۲؛ ۲۳ و ۲۴]) اندازه‌گیری شدند.

بذر گونه *A. textilis* از مراتع آوارس سبلان جمع‌آوری شد. ترکیبات تشکیل‌دهنده ریزموجودات مفید شامل آب، ملاس نیشکر، آلونته‌ورا، باکتری‌های فتوسنتز کننده، باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمرها و pH ماده کمتر از ۴ بوده است. تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری پودر نانوسیلیکات پتاسیم توسط دستگاه SEM که توسط آزمایشگاه مرکزی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه گردیده، در شکل ۱ نشان داده شده است.

# سیات از منابع طبیعی و محیط زیست



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از نانوذرات سیلیکات پتاسیم

### ۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر معنی داری از مواد نانوسیلیکات پتاسیم و ریزموجودات مفید بر تمام خصوصیات رشدی مورد مطالعه در گونه *A. textilis* در سطح آماری یک درصد نشان داده است (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در گونه *A. textilis* تحت اثر غلظت‌های مختلف سوپر جاذب

sig	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر	خصوصیات
**	۱۷۲/۱۰	۴۳۷/۰۳	۴	بین گروه	زنده‌مانی (%)
		۲/۵۳	۴۰	خطا	
**	۷۵/۰۷	۱۷۰/۵۸	۴	بین گروه	ارتفاع گیاه (cm)
		۲/۲۷	۴۰	خطا	
**	۴۴/۳۶	۵۸/۱۶	۴	بین گروه	قطر یقه (cm)
		۱/۳۱	۴۰	خطا	
**	۱۹۷/۹۹	۳۰/۴۸	۴	بین گروه	سطح تاج پوشش (cm <sup>2</sup> )
		۰/۱۵	۴۰	خطا	
**	۵۲/۳۲	۵/۶۷	۴	بین گروه	سطح ریشه (cm <sup>2</sup> )
		۰/۱۰	۴۰	خطا	
**	۲۵/۲۸	۲۸۱/۷۵	۴	بین گروه	طول ریشه (cm)
		۱۱/۱۴	۴۰	خطا	
**	۸۸/۴۷	۴۱۴۸/۹۴	۴	بین گروه	تولید (g/m <sup>2</sup> )
		۴۶/۸۹	۴۰	خطا	
**	۲۱/۸۴	۷/۸۸	۴	بین گروه	تعداد گل‌آذین
		۰/۳۶	۴۰	خطا	
**	۲۷/۳۰	۰/۰۲	۴	بین گروه	وزن صدانده بذر (g)
		۰/۰۰	۴۰	خطا	
**	۳۴/۱۱	۶۵/۶۳	۴	بین گروه	کلروفیل کل
		۱/۹۲	۴۰	خطا	

\*\* وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها در سطح ۱٪

## صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

مقایسه میانگین خصوصیات رشدی گونه *A. textilis* تحت اثر غلظت‌های مختلف نانوذره سیلیکات پتاسیم و ریزموجودات مفید در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که تیمار نانوسیلیکات پتاسیم با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین تأثیر مثبت را بر خصوصیات زنده‌مانی گیاه (۲۹/۵۵ درصد)، سطح تاج پوشش (۵/۸۹ سانتی‌متر مربع)، سطح ریشه (۲/۲۰ سانتی‌متر مربع)، طول ریشه (۱۸/۴۴ سانتی‌متر)، تولید گیاه (۶۵/۸۷ گرم در مترمربع)، تعداد گل آذین (۵)، وزن صد دانه بذر (۰/۰۵ گرم) و کلروفیل کل (۹/۱۴) داشته است. در بررسی صفات سطح تاج پوشش، تولید گیاه، تعداد گل‌آذین و وزن صدانه بذر مشخص شد که تیمار ریزموجودات مفید با غلظت ۲ درصد پس از نانوسیلیکات پتاسیم ۱۰۰۰، مؤثرترین تیمار در بهبود رشد و عملکرد گونه *A. textilis* بوده است. اما در صفات زنده‌مانی گیاه، سطح ریشه، طول ریشه و کلروفیل کل تیمار نانوسیلیکات پتاسیم با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تأثیر دوم را بر بهبود آن‌ها نشان داده است. در مورد خصوصیات ارتفاع گیاه و قطر یقه، تیمار ریزموجودات مفید با غلظت ۲ درصد به ترتیب با مقادیر ۱۹/۴۴ و ۸/۶۶ سانتی‌متر اثرگذارتر از سایر تیمارها بوده و تیمار نانوسیلیکات پتاسیم با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در جایگاه دوم قرار گرفته است. همچنین در تمام خصوصیات مورد مطالعه، تیمار شاهد کمترین مقدار را داشته و به عبارت دیگر مواد استفاده شده در تمام غلظت‌ها اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد گیاه نشان داده‌اند.

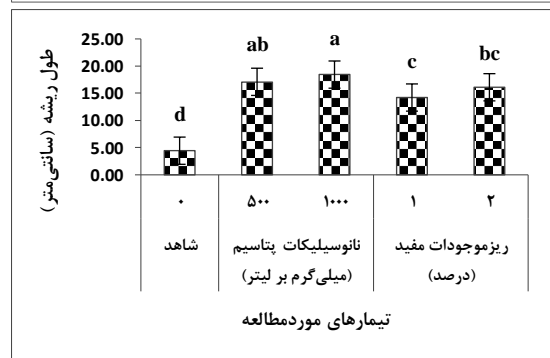
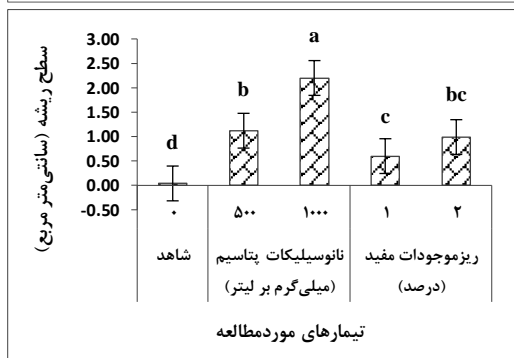
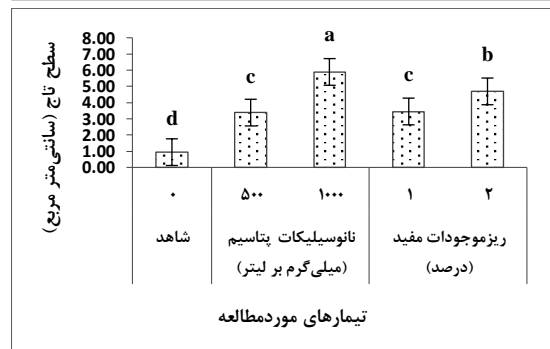
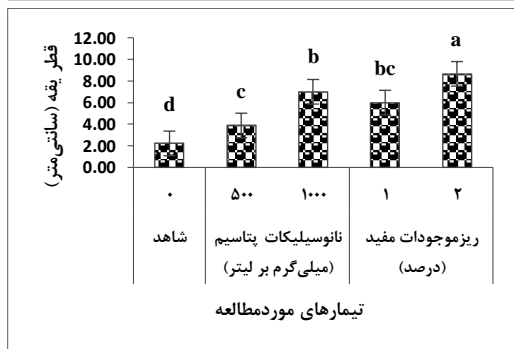
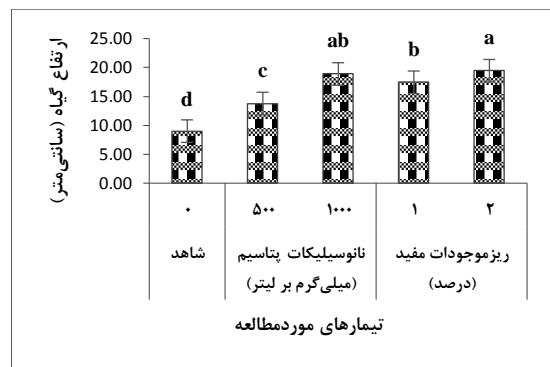
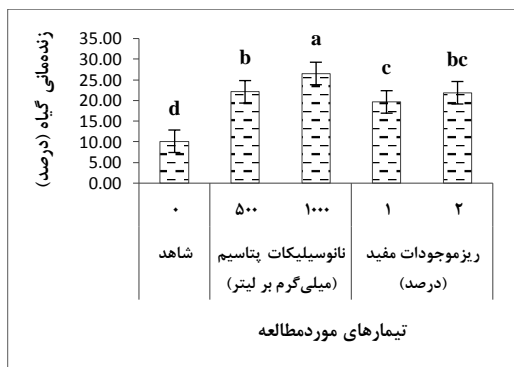
بهبود رشد و عملکرد گیاه در حضور سیلیسیم از طریق افزایش توانایی مکانیکی ساقه و برگ‌ها، بهبود جذب نور و افزایش ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد [۲۵]. همچنین سیلیکون باعث افزایش رشد گیاه از طریق بهبود کشیدگی مکانیکی برگ‌ها و ساقه‌ها شده و جذب نور و ظرفیت فتوسنتز را افزایش می‌دهد [۲۶]. از طرفی بین پتاسیم و رشد بافت‌های مریستمی و نیز تقویت اثر این عنصر بر هورمون‌های رشد نظیر جیبرلین و اکسین رابطه تنگاتنگ وجود دارد، بنابراین این امر باعث رشد طولی سلول‌ها و در نتیجه رشد طولی اندام‌های گیاهان می‌شود [۲۷]. همان‌طور که نانوسیلیکات باعث افزایش ارتفاع ساقه، عرض ساقه، تعداد برگ و مقدار سیلیسیم در گیاه ذرت شده است [۲۸]. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تعداد برگ در محلول پاشی با کود نانوپتاسیم در غلظت ۰/۳ درصد و طول ریشه و اندام هوایی در غلظت ۰/۱۵ درصد افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشته است [۲۹]. در پژوهشی نیز به اثرات مثبت نانوسیلیکات پتاسیم و نانوتیتانیوم بر روی خصوصیات رشد *Onobrychis sativa* در محیط آزمایشگاه اشاره کردند [۱۷]. در مطالعه‌ای گزارش شد که غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانوسیلیکا سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، شاخص ویگوریته و میانگین طول ساقه‌چه *Lycopersicon esculentum* شده است [۳۰]. در تحقیقی نشان داده شد که نانوذرات سیلیس و نانوذرات نقره در دو غلظت ۲۰ و ۶۰ درصد، باعث بهبود جوانه‌زنی گیاه *Thymus kotschyanus* شدند [۹]. به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل اثر مثبت محرک‌های شیمیایی مانند نانوذرات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی و زنده‌مانی گیاهان، به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش مواد بازدارنده رشد، مانند آبسزیک اسید باشد. محتوای کلروفیل برگ‌ها نیز یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد [۳۱]. در مطالعه بر روی اثر کود نانوپتاسیم بر فاکتورهای رشد، سیستم فتوسنتزی و میزان پروتئین گیاه گندم این نتیجه به‌دست آمد که محلول پاشی کود نانوپتاسیم در سه غلظت ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/۶ درصد موجب افزایش میزان کلروفیل a و b در مقایسه با شاهد شده و میزان فتوسنتز و تولید و عملکرد گیاه نیز همزمان با رشد برگ‌های جوان به‌سرعت افزایش یافته است [۲۹].

به‌نظر می‌رسد افزایش میزان سطح برگ و همچنین دیگر عوامل رشدی گیاه در اثر کاربرد ریزموجودات مفید می‌تواند در نتیجه اثرهای عمیق مواد تنظیم‌کننده رشد سنتز شده توسط این ریزموجودات و ارتقاء توانایی استفاده بهینه از مواد غذایی موجود در خاک باشد. همچنین EM سبب کاهش تأثیر آفات و امراض بر رشد گیاهان شده و عملکرد آن‌ها را افزایش می‌دهد

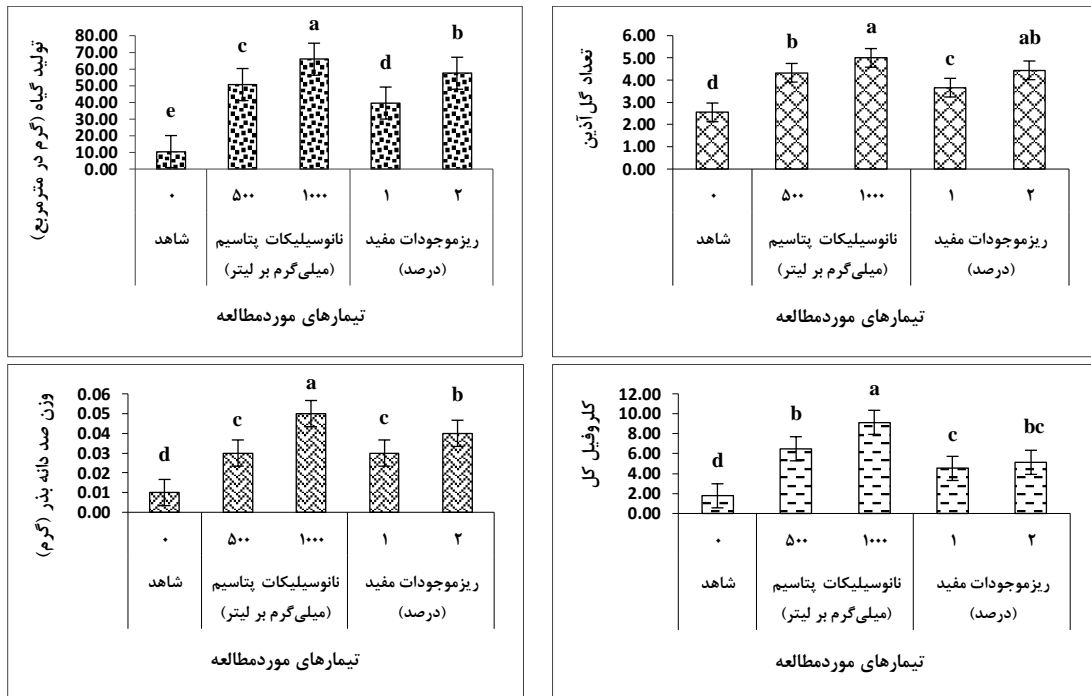


# سیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

[۳۲]. شکوهیان و عینی‌زاده (۱۳۹۷) در مطالعه اثر ریزموجودات مفید و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی بیان کردند که ریزموجودات مفید سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه شده است. نتایج بررسی اثرات کودهای زیستی و شیمیایی بر رشد و غلظت مواد مغذی صنوبر زرد نشان داد که کاربرد کودهای آلی سبب بهبود وزن خشک برگ و ساقه، ارتفاع نهال و قطر ریشه گیاه *Liriodendron tulipifera* شد [۳۳]. کودهای زیستی مانند ریزموجودات مفید شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزار دانه بذر می‌شود. به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه‌ی ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌گردد [۳۴].



# صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست



شکل ۲- اثر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات رشدی گیاه *A. textilis*

## ۴. نتیجه‌گیری

در این مطالعه نانوسیلیکات پتاسیم ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در اغلب خصوصیات مورد مطالعه گیاه بیشترین تأثیر را داشته و در برخی از صفات نیز تیمار ریزموجودات مفید ۲ درصد اثر بیشتری داشته است. تیمار شاهد نیز کمترین مقدار را در این خصوصیات از خود نشان داد. همچنین در هر دو تیمار، با افزایش غلظت رشد و عملکرد مطلوب‌تری در گیاه حاصل شده است. بنابراین می‌توان گفت استفاده از تیمارهای مورد بررسی اثر مثبت در بهبود صفات مورد مطالعه داشته و غلظت‌های بالاتر اثر مثبت بیشتری از خود نشان داده‌اند.

به‌طور کلی نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که کاربرد تیمارهای مورد مطالعه تأثیر مثبت و مطلوبی بر شاخص‌های مورد بررسی گونه مورد مطالعه در سطح آماری یک درصد داشته است و با افزایش غلظت بهبود بیشتری در خصوصیات مورد مطالعه گیاه مشاهده شد. بنابراین جهت مرتعکاری در حوزه مورد مطالعه استفاده از غلظت مناسب این مواد تسهیل‌گر برای کمک به جوانه‌زنی و رشد بهتر و استقرار موفق‌تر این گونه توصیه می‌شود.

## ۵. مراجع

- [۱] عصری، ی. ۱۳۹۰. گیاهان مرتعی ایران- جلد اول: تک‌لپه‌ای‌ها، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. ۵۷۳ ص.
- [۲] سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور- معاونت نظام راهبردی. ۱۳۸۷. ضوابط و دستورالعمل‌های فنی مرتع (دستورالعمل تبدیل دیم‌زارهای کم‌بازده و پرشیب به مراتع دست‌کاشت). نشریه ۴۱۸. ۳۴ ص.

## صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

- [۳] سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۰. برنامه ملی تعادل دام و مرتع با نگرشی به منابع علوفه کشور، وزارت جهاد کشاورزی.
- [۴] کمالی، ن. ۱۳۹۳. ارزیابی میزان تأثیر نانوذرات در رزین‌های پلیمری طبیعی و سنتزی و مالچ گیاهی بر استقرار پوشش گیاه. رساله دکتری علوم مرتع، دانشگاه تهران. ۱۹۶ص.
- [۵] حقیقی، م.، مظفریان، م. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات رویشی، مورفولوژیک و فتوسنتزی گوجه‌فرنگی در اثر سیلیسیم و نانوسیلیسیم افزوده شده به محلول غذایی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵(۳): ۳۷-۴۸.
- [۶] علی‌جعفری، ا. ۱۳۹۷. تأثیر برخی تسهیل‌گرها بر رشد گونه‌های مرتعی *Medicago sativa* و *Onobrychis sativa* در شرایط گلخانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی. ۹۰ص.
- [۷] تقی‌زاده، ف. ۱۳۹۷. تأثیر کاربرد نانوسیلیکات پتاسیم و برخی تیمارهای دیگر بر شاخص‌های رشد *Festuca ovina* L. در شرایط گلخانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی. ۸۸ص.
- [8] Qados, A.M.A., Mofteh, A.E. 2015. Influence of silicon and nano-silicon on germination, growth and yield of faba bean (*Vicia faba*) under salt stress conditions. American Journal of Experimental Agriculture. 5(6): 509- 524.
- [9] Abbasi Khalaki, M., Ghorbani, A., Moameri, M. 2016. Effects of silica and silver nanoparticles on seed germination traits of *Thymus kotschyanus* in laboratory conditions. Journal of Rangeland Science. 6(3): 221- 231.
- [10] Yin, L., Benjamin, P., Bonnie, M., Justin, P., Emily, S. 2012. Effects of silver nanoparticle exposure on germination and early growth of eleven wetland plants. PLOS ONE. 10: 47- 67.
- [11] Karimi, N., Minaei, S., Almassi, M., Shahverdi, A.R. 2012. Application of silver nano-particles for protection of seeds in different soils. African Journal of Agricultural Research. 7(12): 1863- 1869.
- [12] Parveen, A., Rao, S. 2014. Effect of nano-silver on seed germination and seedling growth in *Pennisetum glaucum*. Journal of Cluster Science. 26(3): 693- 701.
- [۱۳] شکوهیان، ع.ا.، داوری‌نژاد، غ.ح.، تهرانی‌فر، ع.، ایمانی، ع.، رسول‌زاده، ع. ۱۳۹۲. اثر ریزموجودات مفید در شرایط تنش آبی بر تشکیل جوانه‌های گل دو ژنوتیپ بادام، علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۷(۲): ۲۱۷-۲۲۶.
- [14] Xu, H.L. 2000. Effect of a microbial inoculant and organic fertilizer, on the growth, photosynthesis and yield of sweet com. Journal of Crop Production. 3(1): 183- 214.
- [15] Kleiber, T., Starzyk, J., Gorski, R., Sobieralski, K., Siwulski, M., Rempulska, A., Sobiak, A. 2014. The studies on applying of Effective microorganisms (EM) and Crf on nutrient contents in leaves and yielding of Tomato. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 13(1): 79- 90.
- [۱۶] شکوهیان، ع.ا.، عینی‌زاده، ش. ۱۳۹۷. اثر ریزموجودات مفید و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی رقم پاروس. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۲(۱): ۶۰-۵۱.
- [۱۷] معموری، م.، علی‌جعفری، ا.، عباسی‌خالکی، م.، قربانی، ا. ۱۳۹۷. تأثیر نانوپرایمینگ و بیوپرایمینگ بر مؤلفه‌های رشد *Onobrychis sativa*. مرتع. ۱۲(۱): ۱۰۱-۱۱۱.
- [18] Olle, M. 2015. The influence of effective microorganisms on the growth and nitrate content of vegetable transplants. Journal of Advanced Agricultural Technologies. 2(1): 25- 28.
- [۱۹] ملکی مرشت، ر. ۱۳۹۰. مدل‌بندی و تحلیل شاخص‌های رطوبتی شهرستان اردبیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. دانشکده علوم انسانی دانشگاه محقق اردبیلی. ص ۱۴-۱۵.



## سیانت از منابع طبیعی و محیط زیست

- [۲۰] رزمجویی، ش. ۱۳۸۷. شناسایی و تحلیل تیپ‌های همدیدی هوای شهرستان اردبیل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. دانشکده علوم انسانی دانشگاه محقق اردبیلی، ۸۲ ص.
- [۲۱] علیزاده، ا. ۱۳۸۷. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۷۹۵ ص.
- [۲۲] نظرلی، ح.، درویش‌زاده، ر.، زردشتی، م.ر.، حاتمی ملکی، ح.، رسولی صدقیانی، م.ح.، قویدل، ف. ۱۳۹۴. بررسی اثر کاربرد سوپرچادب و کم‌آبیاری بر صفات‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان. زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۰۸: ۲۳-۱۷.
- [۲۳] عباسی خالکی، م.، قربانی، ا.، صمدی خانقاه، س. ۱۳۹۶. بررسی اثر تیمارهای اسموپرایمینگ و هورموپرایمینگ بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گونه مرتعی *Festuca ovina* تحت تنش خشکی (در شرایط آزمایشگاهی). مرتع و آبخیزداری. ۷۰(۴): ۹۰۹-۹۱۹.
- [۲۴] عباسی خالکی، م.، قربانی، ا. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر کاربرد ریزموجودات مفید بر شاخص‌های رویشی و مورفولوژیکی گونه مرتعی اسپرس علوفه‌ای. هفتمین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران، کرج.
- [25] Zhu, Z., Wie, G., Li, J., Qian, Q., Yu, G. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus*). Plant Science. 167: 527- 533.
- [26] Roohizadeh, Gh., Majd, A., Arbabian, S. 2015. The effect of sodium silicate and silica nanoparticles on seed germination and growth in the *Vicia faba* L. Tropical Plant Research. 2(2): 85- 89.
- [27] Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: From molecular to tissue level. Annual of Botany. 92: 627- 634.
- [28] Yuvakkumar, R., Elango, V., Rajendran, V., Kannan, N.S., Prabu, P. 2011. Influence of nanosilica powder on the growth of Maize crop (*Zea Mays*). International Journal of Green Nanotechnology. 3: 180- 190.
- [۲۹] توان، ط.، نیاکان، م.، نوری‌نیا، ع.ع. ۱۳۹۳. اثر کود نانوپتاسیم بر فاکتورهای رشد، سیستم فتوسنتزی و میزان پروتئین گیاه گندم (*Triticum aestivum*) رقم ۸۰۱۹. پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران. ۳۵ (۳): ۶۱- ۷۱.
- [30] Lu, M.M.D., De Silva, DMR., Peralta, EK., Fajardo, AN., Peralta, MM. 2015. Effects of nanosilica powder from rice hull ash on seed germination of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). Philippine e-Journal for Applied Research and Development. 5: 11- 22.
- [31] Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., Hati, K.M. 2004. Comparative affective of cattle manure, pultry manure, phospocompost and fertilizer- NPK on three cropping system in vertisols of semi- arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll Content and enzyme activity. Bioresours Technology. 95: 85- 93.
- [32] Olle, M., Williams, I.H. 2013. Effective microorganisms and their influence on vegetable production - a review. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 88(4): 380- 386.
- [33] Hana, S.H., Anb, J.Y., Hwangc, J., Kima, S.B., Park, B.B. 2016. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*) in a nursery system. Forest Science and Technology. 1- 7.
- [۳۴] راعی، ی.، شریعتی، ج.، ویسانی، و. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای بیولوژیک بر درصد روغن، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در سطوح مختلف آبیاری. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵(۱): ۶۵- ۸۴.

# سیات از منابع طبیعی و محیط زیست

## The use of effective microorganisms and potassium silicate nanoparticles facilitators in the development of *Alopecurus textileis* species growth traits

**Masoomeh Abbasi Khalaki**

PhD Graduated in Rangeland Sciences, Natural Resources Department, Agriculture & Natural Resources Faculty, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Email: m.abbasi@uma.ac.ir

**Mehdi Moameri\***

Corresponding author- Assistant Professor, Agriculture Faculty, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Email: moameri@uma.ac.ir

### Abstract

The present study was conducted in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications (3 plots). In each plot, 15 holes were drilled and seed of *A. textileis* was cultivated. In the four-leaf stage, the studied materials were prepared with specific concentrations and poured into each hole. Studied treatments include: control, potassium silicate nanoparticles with levels of 500 and 1000 mg / L and effective microorganisms (EM) with levels of 1 and 2 %. At the end of the plant growth period, three randomly selected plants were measured from each plot. The results of analysis of variance of data showed a significant effect of N-potassium silicate and EM on all growth traits of *A. textileis* ( $p \leq 0.01$ ). N-potassium silicate 1000 mg/L in most studied properties had the greatest impact and in some traits, EM 2% was more effective. Control treatment had the lowest amount. Generally, the studied treatments have a positive effect on the improvement of traits and higher concentrations have a more positive effect. Therefore, in order to study the field of study, the appropriate concentration of these facilitating materials is recommended to help germination and better growth and a more successful establishment of this species.

**Key Words:** EM, Growth Facilitator, Nano Particles, *Alopecurus textileis*