بررسی تاثیر کاربرد برخی تیمارها بر خصوصیات رشد *Medicago sativa* L. در شرایط گلخانه

مهدی معمری*[۱]، لیدا عندلیبی[۲] الهام علی‌جعفری[۳] و اردوان قربانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۶/۱۴

چکیده

یکی از مراحل حساس در اصلاح مراتع و ایجاد چراگاه‌های دست‌کاشت، استقرار اولیه گیاهان است. این تحقیق به منظور بررسی اثر نانوسیلیکات پتاسیم (NSP[۵]) (با غلظت‌های ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، ریزموجودات مفید (EM[۶]) (با غلظت یک و دو درصد)، سوپرجاذب (H[۷]) (با غلظت‌های ۰، ۱۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم) و کود دامی (FM[۸]) (به مقدار ۰ ، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم) بر خصوصیات رشد *Medicago sativa* در محیط گلخانه به‌صورت طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام شد. برای این منظور، در پایان دوره رشد شاخص‌های ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، حجم گیاه، سطح برگ، درصد استقرار، محتوی نسبی آب برگ، شاخص پایداری غشا، نشت الکترولیت، شاخص کلروفیل و سرعت فتوسنتز محاسبه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار سطح برگ در تیمار FM_{100} (۵۱/۴۰ سانتی‌متر مربع)، درصد استقرار در تیمار H_{30} (۹۵/۵ درصد)، وزن تر و خشک گیاه، حجم گیاه و طول ریشه در تیمار FM_{200} (به‌ترتیب ۱۰۰/۳۵ گرم در گلدان، ۲۳/۲۶ گرم در گلدان، ۹۲/۲۶ سانتی‌مترمربع در گلدان و ۲۰ سانتی‌متر) و ارتفاع گیاه در تیمار FM_{100} (۸۲/۷ سانتی‌متر) مشاهده شد. همچینن، بیشترین مقدار ویژگی‌های فیزیولوژیکی یونجه شامل نشت الکترولیت در تیمار EM_1 (۶۳/۴۴ درصد)، پایداری غشاء در تیمار H_{30} (۷۹/۰۹ درصد)، محتوی نسبی آب برگ در تیمار NSP_{500} (۸۷/۷۴ درصد) و سرعت فتوسنتز در تیمارهای NSP_{500}(۱۳/۳۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) مشاهده شد. بنابراین می‌توان از تیمارهای مذکور در بهبود استقرار و رشد گیاه *M. sativa* در برنامه‌های اصلاح مراتع و استقرار مراتع دست‌کاشت استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: استقرار گیاه، نانوسیلیکات پتاسیم، ریزموجودات مفید، کود دامی، سوپرجاذب.

[۱]- استادیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* نویسنده مسئول: moameri@uma.ac.ir

[۲]- دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۳]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۴]- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۵]- Nano silica potassium

[۶]- Effective microorganisms

[۷] -Hydrogel

[۸] - Fertilizer manure

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

مقدمه

توسعه اقتصادی هر کشوری در گرو برخورداری از منابع طبیعی سالم و پایدار است. امروزه بهره‌برداری از منابع طبیعی بدون توجه به ارزش واقعی و ظرفیت‌های محیطی، یکی از مسائل پیش روی کشورهای در حال توسعه بوده و شاهد تغییر کاربری مرتع به کشاورزی برای دستیابی سریع به تولید بیشتر هستیم. مراتع با برخورداری از پوشش‌های متنوع گیاهان مرتعی، کارکردهای متنوعی را داشته و نقش به‌سزایی در حفظ منابع آب، جلوگیری از ایجاد سیلاب و کنترل فرسایش و رسوب دارند (۴۰ و ۵۰). یکی از مسائل اساسی در مرتعداری تغییر ترکیب گیاهی مرتع در اثر استفاده‌های نادرست و کاهش تولید علوفه مناسب و کافی برای دام است که این امر خود هم باعث بروز مسائل اجتماعی و کاهش درآمد بهره‌برداران شده و هم سبب افزایش فشار بر مراتع و در نهایت تخریب آن‌ها می‌شود. کاشت گیاهان علوفه‌ای و ایجاد چراگاه‌های دست‌کاشت در مراتع تخریب شده و یا دیمزارهای رهاشده و کم بازده می‌تواند علاوه بر بهبود پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی به افزایش درآمد و رفاه مرتعداران و در نتیجه حفاظت خاک و کاهش فرسایش کمک کند.

تنش خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین در هنگام جوانه‌زنی، سله بستن خاک و کشت بی موقع از جمله عواملی هستند که استقرار گیاه را محدود می‌کنند (۲۹ و ۵۲) که این امر در اکوسیستم‌های مرتعی و خشک نسبت به سایر اکوسیستم‌ها ممکن است حادتر باشد. بنابراین گام برداشتن در راستای کمک به استقرار اولیه گیاهان، می‌تواند موفقیت طرح‌های اصلاح مراتع را افزایش دهد. *M. sativa* (یونجه) به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات علوفه‌ای جهان شناخته می‌شود. این گیاه در میان نباتات علوفه‌ای به علت میزان پروتئین بالا، خوش‌خوراکی، قابلیت هضم بالا و سازگاری آن در شرایط مختلف محیطی، به عنوان ملکه گیاهان لقب گرفته است (۱۸). ایران به‌دلیل کمبود ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار داشته و همواره با مشکل کمبود آب روبروست. این موضوع به‌خصوص در مرحله جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهان مرتعی مشکلاتی برای گیاهان ایجاد می‌کند. بنابراین یکی از اهداف طرح‌های مرتع‌کاری، بهبود جوانه‌زنی، ظهور موفق‌تر و استقرار اولیه گیاهچه است. در این راستا می‌توان از مواد تسهیل‌گر رشد و بهساز خاک مانند سوپرجاذب‌ها، کودهای آلی از قبیل کود دامی، میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاهان مانند ریزموجودات مفید و مواد نانو بهره گرفت. یکی از این تسهیل‌گرهای رشد، پلیمرهای سوپرجاذب (ابرجاذب و فراجاذب) از جنس هیدروکربن هستند. این مواد چندین برابر وزن خود آب را جذب، ذخیره و نگهداری کرده و در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (۲۴). پلیمرهای سوپرجاذب، از نوع پلی‌اکریل آمید، جزو آن دسته مواد هستند که به عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگه‌داری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان اهمیت به‌سزایی دارد (۸). گیلبرت و همکاران (۲۰۱۴) نیز بیان کردند که سوپرجاذب آب، حجم رطوبت خاک را در محیط کشت *Cajanus cajan* افزایش داد و سبب افزایش رشد گیاه شد. کلوک و استین[1] (۲۰۱۶) در بررسی تاثیر کمپوست و پلیمر سوپرجاذب بر روی پوشش گیاهی شیب‌های فرسایشی در مراتع دره مونتانا بیان کردند که کاربرد این تیمارها باعث بروز کمترین مقدار مرگ و میر گیاهان *Cercocarpus ledifolius*، *Juniperus scopulorum* و *Purshia tridentate* شدند و رشد این گیاهان نیز افزایش یافت.

از دیگر تسهیل‌گرهای رشد، کود دامی است که امروزه با توجه به کشت پایدار گیاهان، استفاده از آن‌ها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است (۶). کودهای دامی نه تنها به علت رفع احتیاجات تغذیه‌ای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه به منظور بهبود ساختمان فیزیکی خاک از نظر حفظ رطوبت در هنگام خشک‌سالی و کمبود بارندگی استفاده می‌شوند. مواد آلی قادرند آب را چندین برابر ذرات معدنی خاک در خود نگهداری کنند (۲۰). احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان کردند که مصرف توأم کودهای آلی و نیتروژن، صفات زراعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم را در

[1]- Klocke and Stein

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

مقایسه با شاهد و کاربرد کودهای آلی و نیتروژن به تنهایی افزایش داد. قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که منابع کود و خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در هکتار داشت همچنین تغذیه آلی (کود سبز و دامی) طی فرآیند معدنی‌شدن در زمان طولانی‌تر باعث افزایش عملکرد می‌شود.

استفاده از موجودات همزیست با ریشه گیاهان مانند ریزموجودات مفید (EM) در ترکیب با خاک می‌تواند سبب افزایش فعالیت زیستی خاک و گیاه شود. ترکیبی از باکتری‌های اسید لاکتیک و فتوسنتزی اکتنومیست‌ها، مخمرها و سایر موجودات زنده از جمله، قارچ‌ها تخمیری در زمره ریزموجودات مفید (EM) قرار می‌گیرند. بررسی‌های انجام‌شده در زمینهٔ کاربرد EM نشان داده است که این ترکیب می‌تواند روی کیفیت خاک، رشد گیاه، کیفیت عملکرد محصول موثر باشد (۴۸). زیدلیک و زیدلیک[1] (۲۰۰۸) به اثرات مثبت کاربرد ریزموجودات مفید در خاک اشاره کردند و گزارش دادند که ریزموجودات مفید سبب افزایش حجم ریشه گیاهان می‌شوند. نتایج پژوهش شکوهیان و همکاران، (۲۰۱۳) نشان داد که ریزموجودات مفید سبب افزایش سطح برگ، کلروفیل، ذخیرهٔ پروتئین، نیتروژن، پتاسیم و فسفر برگ در دو ژنوتیپ بادام شد.

تالات و همکاران[2] (۲۰۱۵) اثرات کاربرد ریزموجودات مفید را در بهبود عملکرد رشد، تغییر جذب مواد غذایی و کاهش تنش ناشی از شوری در گیاه *Phaseolus vulgaris L.* را بررسی کرده و بیان نمودند که EM این گیاه را در برابر شوری محافظ می‌کند و سبب بهبود رشد، قابلیت تولید و مقدار آب موجود در گیاه می‌شود.

نانوسیلیکات‌پتاسیم یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی در رشد و نمو گیاهان است که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه به عهده دارد در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است. نانوسیلیکات‌پتاسیم در تمام سطوح اعم از سلول، بافت آوند چوبی و آبکشی متحرک می‌باشد (۲۷). مصرف سیلیکات پتاسیم نیز می‌تواند ضمن تأمین بخشی از نیاز غذایی گیاه شرایط را برای تحریک رشد و گلدهی فراهم سازد، زیرا عناصر موجود در این ترکیب در انجام بسیاری از واکنش‌های آنزیمی، توسعه سیستم ریشه‌ای و نیز تولید ترکیبات آلی مانند آمینواسیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای هسته‌ای نقش دارند (۳۰). نانوسیلیکات‌پتاسیم نقش فعالی در افزایش تحمل گیاهان به سرما، خشکی، بیماری و شوری دارد، در انتقال املاح به داخل شیره سلولی و فعال نمودن بسیاری از آنزیم‌ها نقش اساسی را بازی می‌کند. هم‌چنین مهم‌ترین عنصر در فعالیت روزنه‌های برگ است به‌علاوه، از طریق کنترل باز و بسته نمودن روزنه‌ها در میزان تنفس و تبخیر نقش دارد (۹). معمری (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای بیان کرد که کاربرد نانوسیلیس در غلظت‌های پایین‌تر (۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌تواند سبب بهبود خصوصیات رشد و عملکرد گیاه *Secale montanum* شود، ولی در غلظت‌های بالاتر (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) ممکن است برای گیاه ایجاد سمیت کرده و کاهش رشد و عملکرد گیاه را به‌دنبال داشته باشد.

بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر تسهیل‌گرهای رشد سوپرجاذب، کوددامی، ریزموجودات مفید و نانوسیلیکات پتاسیم، بر خصوصیات گونه مهم مرتعی *M. Sativa* در محیط گلخانه بود تا در صورت کسب نتایج مثبت بتوان در برنامه‌های اصلاح مرتع به امر استقرار این گیاه کمک نمود.

مواد و روش‌ها

گونه مورد مطالعه

یونجه (*M. sativa*) گیاهی علفی، پایا، گاهی خوابیده بر خاک به ارتفاع ۸۰-۳۰ سانتی متر، در اکثر مناطق ایران به‌عنوان یک محصول علوفه‌ای چندساله کشت می‌شود (۴۹). یونجه از آن دسته از گیاهانی است که در خاک‌های قلیایی و مناطقی که دارای بارندگی سالیانه ۲۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر هستند، مشاهده می‌شود (۲). یونجه از بااهمیت‌ترین گیاهان علوفه‌ای است که به‌واسطه ویژگی‌های باارزشی نظیر دامنه وسیع سازگاری با محیط، تولید علوفه بالا و با کیفیت، ملکه گیاهان علوفه‌ای نامیده می‌شود. این گیاه نقش مهمی در تامین خوراک دام داشته و از آن به عنوان علوفه خشک، سیلوشده، چرای مستقیم دام و نیز در

[1]- Zydlik1and Zydlik

[2]- Talaat

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

اصلاح و احیای مراتع سردسیری و تبدیل دیمزارهای پرشیب و کم‌بازده استفاده می‌گردد (۳۵).

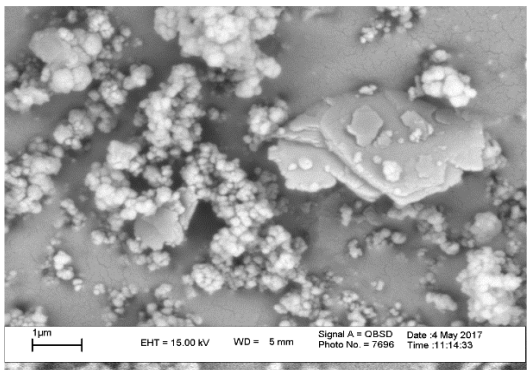
این پژوهش در سال ۱۳۹۶ به‌منظور بررسی اثرات مواد تسهیل‌گر بر رشد گونه *M. sativa* در شرایط گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در استان اردبیل اجراء شد. بذر یونجه در زمان رسیدگی کامل (۳۳ و ۳۴) از مزارع علوفه‌کاری شده شهرستان هیر استان اردبیل در موقعیت جغرافیایی ´۳۰°۳۰ شمالی و ´۳۵ °۴۸ شرقی و ارتفاع ۲۲۵۰ متری از سطح دریا جمع‌آوری و خالص‌سازی فیزیکی شد و بقایای گیاهی، بذرهای پوک، معیوب و خار و خاشاک از بذرها تفکیک شدند.

خاک مورد نیاز برای کشت گلخانه‌ای از عرصه طبیعی مراتع حوزه آبخیز بالخلوچای اردبیل جمع‌آوری شد. برای انجام این کار از پنج نقطه مختلف، نمونه‌های خاک از عمق ریشه‌دوانی (۳۰-۰ سانتی متر) برداشت شد. سپس، خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شد تا برای کشت گلدانی آماده شود. برخی از خصوصیات خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

نانوسیلیکات پتاسیم از شرکت مینا تجهیز آریا با مارک سیگما الدریچ[1] تهیه شد و تصویر میکروسکوپ الکترونی آن در شکل ۱ ارائه شده است. کود دامی کاملا پوسیده از مزرعه دامپروری دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شد که مشخصات آن در جدول ۲ ارائه شده است ریزموجودات مفید از شرکت امکان‌پذیر پارس تهیه شد که مواد تشکیل دهنده آن از باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، باکتری‌های فتوسنتزی، آب، آلوئه‌ورا و ملاس قند می‌باشد و تعداد میکروارگانیسم‌های موثر در ترکیب ۱۲۰ عدد در سانتی‌متر مکعب بود. سوپرجاذب (هیدروژل) از شرکت بلورآب شیروان تهیه شد که دارای ظاهری قهوه‌ای روشن، بدون بو و سمیت، مقدار رطوب کمتر از ۵ درصد، اندازه ذرات بین ۲۰ تا ۴۰۰ میکرومتر و pH معادل ۶-۷ بود.

جدول ۱: برخی از خصوصیات خاک مورد مطالعه

ویژگی	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm3)	EC (ds/m)	pH	ماده آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)
مقدار	۲۵	۲۰	۵۵	۱/۲۱	۰/۵	۷/۸	۰/۸۹	۰/۱	۳۰



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) نانوسیلیکات پتاسیم

جدول ۲: خصوصیات کود دامی مورد مطالعه

ویژگی	pH	هدایت الکتریکی ds/m	پتاسیم(٪)	ماده آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)
مقدار	۶/۸	۶/۱	۱/۱	۲۱	۵۷/۰	۰/۰۹

روش کار

در این تحقیق تاثیر تسهیل‌گرهای نانوسیلیکات پتاسیم (NSP) (با غلظت‌های ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ریزموجودات مفید (EM) (با غلظت ۱ و ۲ درصد) (۳۳)، سوپرجاذب (H) (با غلظت‌های ۰، ۱۰ و ۳۰ گرم در کیلوگرم) (۵۷) و کود دامی(FM) (به میزان ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم) (۵) به صورت طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار بر خصوصیات رشد و استقرار *M. sativa* مورد بررسی قرار گرفت.

قبل از کشت، مواد تسهیل‌گر سوپرجاذب و کود دامی در سه سطح مورد نظر با خاک مخلوط شده و بر اساس طرح آزمایشی به گلدان‌ها افزوده شدند. در هر تیمار، سطح صفر درصد به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس بذرهادر عمق حدود یک سانتی‌متری سطح خاک کشت شدند. همچنین در مورد تیمارهای نانوسیلیکات پتاسیم و EM، خاک بدون

[1]- Sigma Aldrich

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

تیمار به گلدان‌ها اضافه شد و بذرها کشت شدند. بعد از اینکه بذرها جوانه زدند و گیاه ۴ برگی شد، محلول نانوسیلیکات پتاسیم در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به گلدان‌ها اضافه شد. این عمل تا پایان دوره آزمایش دوبار و با فاصله ده روز انجام شد. همچنین، محلول ریزموجودات مفید با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد تا پایان رشد، سه بار با فاصله ده روز به گلدانها اضافه شد.

در پایان دوره رشد گیاه (بعد از ۷ ماه)، فاکتورهای وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه، ارتفاع نهال، حجم ریشه، حجم اندام هوایی، درصد استقرار، سطح برگ، کلروفیل، نشت الکترولیت، شاخص پایداری غشا، محتوی نسبی آب برگ و سرعت فتوسنتز اندازه‌گیری شدند. وزن تر و خشک گیاه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. طول ریشه، ارتفاع گیاه و حجم گیاه با استفاده از خط‌کش دقیق اندازه‌گیری شدند. حجم ریشه از روی جابجایی حجم آب پس از غوطه‌ور ساختن ریشه‌ها در آب توسط یک استوانه مدرج ۵۰۰ سی‌سی اندازه‌گیری شد. درصد استقرار بر اساس شمارش پایه‌های مستقر شده محاسبه شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح‌سنج برگ پرتابل مدل AM350 کمپانی ADC انگلستان استفاده شد. برای قرائت شاخص کلروفیل برگ از کلروفیل‌سنج مدل SPAD استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری سرعت فتوسنتز در واحد سطح برگ (میکرومول بر مترمربع در ثانیه) از دستگاه IRGA[1] مدل LCA4 (شرکت ADC) استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۰ الی ۱۲ صبح و در شدت نور معادل ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع در ثانیه انجام شدند. در هر گلدان برگهای تازه و سالم انتخاب شدند و اندازه‌گیری انجام شد.

برای محاسبه محتوای نسبی آب برگ[2]، به‌طور تصادفی ۵ برگ تازه گیاه انتخاب و وزن شده (FW) ، در آب مقطر و در محل تاریک با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت دوباره وزن شد (TW) و سپس وزن خشک این برگ‌ها پس از قرار دادن در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، اندازه‌گیری شد (DW) (۳۴).

رابطه ۱:

$$\mathrm{RWC} = \frac{(FW-DW)}{(SW-DW)} * 100$$

FW: وزن برگ تازه؛ DW: وزن خشک برگ بعد از قرار دادن در آون؛ SD: وزن اشباع برگ (آماس شده) بعد از قرار دادن در آب مقطر

برای اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت[3] ۵ نمونه برگ طوقه از گیاه مربوط به هر تیمار انتخاب و به طور جداگانه در فالکون ۲۰ میلی‌لیتری حاوی آب مقطر قرار داده و در آزمایشگاه نگهداری شدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی هر نمونه با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد (EC_1). به منظور اندازه‌گیری میزان کل الکترولیت‌ها در اثر مرگ سلول، فالکون‌ها در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه حرارت داده شدند و بعد از آن نمونه‌ها مجدداً به شرایط آزمایشگاهی منتقل شده و هدایت الکتریکی آن‌ها ثبت شد (EC_2). سپس درصد نشت الکترولیت‌ها از رابطه (۲) محاسبه شد. همچنین شاخص پایداری غشاء[4] از رابطه ۳ و اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیت‌های برگ از رابطه ۲ ارزیابی شد (رابطه ۲) (۴۲).

رابطه ۲:

$$\text{درصد نشت الکترولیت} = \frac{(EC1)}{(EC2)} * 100$$

EC_1 : نشت الکتریکی اولیه، EC_2 : نشت الکتریکی ثانویه

رابطه ۳:

$$\text{شاخص پایداری غشا} = [1- \frac{(EC1)}{(EC2)} *]100$$

EC_1 : نشت الکتریکی اولیه، EC_2 : نشت الکتریکی ثانویه

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. برای تجزیه واریانس تیمارها از آزمون یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

[1]- Infra Red Gas Analyzer
[2]- Relative Water Content (RWC)
[3]- Electrolyte leakage
[4]- Curtain Stability Index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

نتایج

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات مورفولوژی *M. sativa*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مورد بررسی (سوپرجاذب، کوددامی، ریزموجودات مفید و نانوسیلیکات پتاسیم) بر روی ارتفاع گیاه، حجم گیاه، درصد استقرار، طول ریشه و وزن تر و خشک گیاه به جز درصد سطح برگ، معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد بررسی بر خصوصیات مورفولوژی *M. sativa*

متغیر	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
ارتفاع گیاه (cm)	اثر تیمار	۸	۴۵۳/۲	۳/۸**
	اثر خطا	۲۷	۱۱۸/۵	
حجم گیاه (cm^3)	اثر تیمار	۸	۵۹۱۷۱۷۲۴۶	۲/۶*
	اثر خطا	۲۷	۲۲۷۱۰۰۰۹۵	
سطح برگ (m^2)	اثر تیمار	۸	۱۴۸۷۲۱۸	۱/۴ns
	اثر خطا	۲۷	۱۰۷۰۲۷۷	
درصد استقرار	اثر تیمار	۸	۴۴۷/۴	۵/۹**
	اثر خطا	۲۷	۷۵/۷	
طول ریشه (cm)	اثر تیمار	۸	۳۱/۹	۲۳/۴**
	اثر تیمار	۲۷	۱/۴	
وزن تر گیاهچه (g/pot)	اثر تیمار	۸	۹۵۸/۷	۲/۵*
	اثر خطا	۲۷	۳۸۰/۱	
وزن خشک گیاهچه (g/pot)	اثر تیمار	۸	۶۱/۷	۲/۸*
	اثر خطا	۲۷	۲۲/۲	

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که به جز درصد استقرار گیاه سایر پارامترها شامل وزن تر و وزن خشک گیاه، طول ریشه، ارتفاع گیاه، حجم گیاه و سطح برگ در تیمار کود دامی مشاهده شدند. به‌طوریکه بیشترین مقدار وزن تر گیاه (۱۰۰/۳۰ گرم در گلدان)، وزن خشک گیاه (۲۳/۰۰ گرم در گلدان)، طول ریشه (۲۰/۸۲ سانتی‌متر)، ارتفاع گیاه (۸۲/۲۰ سانتی‌متر)، سطح برگ (۵۱۴۰/۱۷ سانتی‌متر مربع در گلدان) و حجم گیاه (۹۲/۴۰ سانتی‌متر مکعب در گلدان) در تیمار کود دامی ۲۰۰ گرم در کیلوگرم مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد استقرار گیاه (۹۵/۳۰ درصد) در تیمار سوپرجاذب ۳۰ گرم در کیلوگرم مشاهده شد.

جدول ۴: نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات مورفولوژی *M. sativa*

تیمار	وزن تر گیاه (g/pot)	وزن خشک گیاه (g/pot)	طول ریشه (cm)	ارتفاع گیاه (cm)	سطح برگ (cm^2/pot)	حجم گیاه (cm^3/pot)	درصد استقرار
شاهد	۴۷/۱۰±۶/۹۲^{b}	۱۲/۱۰±۳/۸۰^{d}	۱۱/۸۳ ± ۰/۰۰^{f}	۵۳/۳۰±۷/۱۰^{c}	۳۱۴۵/۸۹±۵/۳۰^{b}	۵۳/۲۰±۹/۷۷^{b}	۶۹/۱۰±۲/۰۰^{bcd}
H10	۸۶/۰۸ ±۳/۳۰^{a}	۱۶/۲۰±۴/۳۸^{abcd}	۱۳/۰۰±۵/۹^{e}	۶۵/۴۰±۷/۴۱^{abc}	۴۰۲۴/۶۰ ±۱۳/۰۰^{ab}	۵۴/۲۰±۹/۷۶^{b}	۸۱/۰۱±۳/۰۰^{b}
H30	۷۰/۳۰±۵/۹۷^{ab}	۱۴/۱۰±۴/۰۸^{cd}	۱۷/۱۰±۵/۷۰^{b}	۷۰/۳۰±۵/۲۰^{abc}	۴۰۴۶/۱۲±۸/۳۰^{ab}	۷۶/۲۰±۳/۸۳^{ab}	۹۵/۳۰±۵/۱۲^{a}
FM100	۷۸/۱۰±۶/۲۳^{ab}	۱۹/۱۰±۳/۱۴^{abcd}	۱۶/۰۰±۵/۵۷^{bc}	۷۷/۲۰±۵/۵۰^{ab}	۴۳۴۵/۵۴±۸/۷۰^{ab}	۷۱/۲۰±۹/۸۰^{ab}	۷۹/۲۰±۵/۲۴^{b}
FM200	۱۰۰/۳۰±۵/۱۴^{a}	۲۳/۰۰±۶/۶۹^{a}	۲۰/۸۲ ±۰/۰۰^{a}	۸۲/۲۰±۷/۲۷^{a}	۵۱۴۰/۱۷±۸/۸۰^{a}	۹۲/۴۰±۶/۶۴^{a}	۷۸/۳۰±۵/۰۰^{bc}
EM1	۸۳/۲۰±۵/۵^{a}	۱۵/۱۰±۳/۲۴^{bcd}	۱۲/۸۱ ±۰/۰۰^{ef}	۷۸/۳۰±۷/۳۹^{a}	۴۰۹۲/۵۰ ±۵۹/۰۰^{ab}	۷۲/۲۰±۸/۵۲^{ab}	۷۴/۲۰±۰/۴۳^{bc}
EM2	۹۳/۲۰±۹/۵^{a}	۲۰/۱۰±۳/۰۵^{abc}	۱۵/۰۰±۲/۵ ^{cd}	۷۱/۲۰±۵/۵۴^{ab}	۳۴۸۱/۹۴±۵/۵۰^{ab}	۶۴/۱۰±۵/۱۰^{b}	۶۹/۲۰±۵/۵۱^{bcd}
NSP500	۷۲/۲۰±۹/۸۱^{ab}	۲۲/۱۰±۷/۶۶^{ab}	۱۳/۰۰±۶/۵۲^{de}	۶۰/۲۰±۷۵/۹۸^{bc}	۳۳۹۸/۴۵±۵/۵۰^{b}	۷۳/۱±۷/۷۹^{ab}	۶۵/۴۲±۲/۰۰^{cd}
NSP1000	۶۸/۱۰±۴/۵۰^{ab}	۱۵/۱۰±۷/۳۵^{abcd}	۱۶/۱۰±۵/۷۰^{bc}	۵۳/۲۰±۵/۲۰^{c}	۳۴۹۱/۷۱±۲/۱۷^{ab}	۵۹/۲۰±۴/۱۹^{b}	۵۹/۲۰±۵/۴۱^{d}

H10 و H30 (سوپرجاذب ۱۰ و ۳۰ گرم بر کیلوگرم)، NSP500 و NSP1000 (نانوسیلیکات پتاسیم ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، EM1 و EM2 (ریزموجودات مفید ۱ درصد و ۲درصد)، FM100 و FM200 (کوددامی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در کیلوگرم)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر خصوصیات فیزیولوژیکی *M. sativa*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مورد بررسی (سوپرجاذب ،کوددامی، ریزموجودات مفید و نانوسیلیکات پتاسیم) بر تمامی خصوصیات فیزیولوژی (نشت الکتریکی، شاخص پایداری غشاء ، محتوی آب نسبی برگ ها و سرعت فتوسنتز) به جز کلروفیل، در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

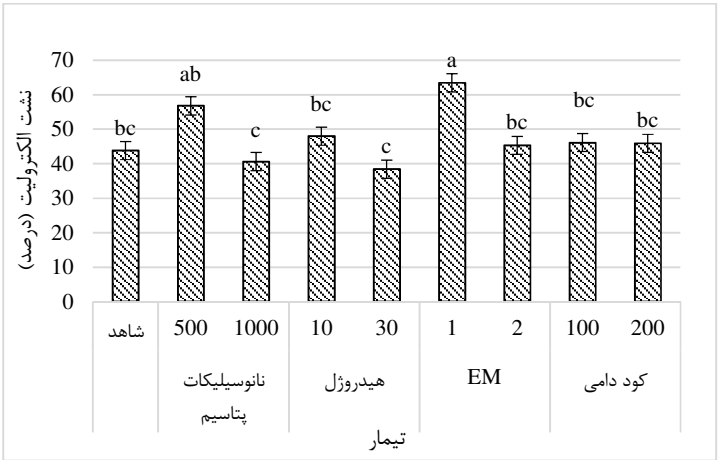
جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد بررسی بر خصوصیات فیزیولوژی *M. sativa*

متغیر	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
نشت الکترولیت (٪)	بین گروه‌ها (اثر تیمار)	۸	۲۴۶	۲/۰۰۱ **
	درون گروه‌ها (اثر خطا)	۲۷	۸۸	
شاخص پایداری غشا (٪)	بین گروه‌ها (اثر تیمار)	۸	۲۵۱	۳/۰۰۱ **
	درون گروه‌ها (اثر خطا)	۲۷	۱۰۹	
محتوی آب نسبی برگ (٪)	بین گروه‌ها (اثر تیمار)	۸	۸۵۸	۵/۰۰۲ **
	درون گروه‌ها (اثر خطا)	۲۷	۱۵۶	
شاخص کلروفیل	بین گروه‌ها (اثر تیمار)	۸	۲/۱	۱/۰۳ ns
	درون گروه‌ها (اثر خطا)	۲۷	۲/۰۳	
سرعت فتوسنتز (میکرومول بر مترمربع در ثانیه)	بین گروه‌ها (اثر تیمار)	۸	۴۶/۴	۵۱۵/۰۹**
	درون گروه‌ها (اثر خطا)	۲۷	۰/۰۹	

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌داری

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها هستند.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار نشت الکترولیت در تیمار ریزموجودات مفید ۲ درصد (۶۳/۴۴ درصد) و سوپرجاذب ۳۰ گرم در کیلوگرم (۳۸/۴) مشاهده شد. البته قابل ذکر است که تیمار نانوسیلیکات پتاسیم ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیز سبب افزایش معنی دار مقدار نشت الکترولیت شده است (شکل ۲).

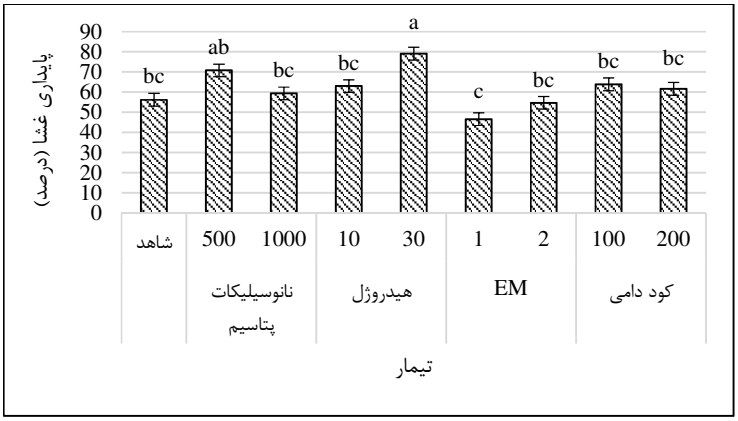


شکل ۲: نتایج مقایسه میانگین اثر تیماهای مورد مطالعه بر نشت الکترولیت

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای مورد استفاده و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به طوریکه بیشترین مقدار پایداری غشا سلولی در اثر کاربرد سوپرجاذب ۳۰ گرم در کیلوگرم (۷۹/۰۹ درصد) مشاهده شد در حالی‌که کمترین مقدار آن در تیمار ریز موجودات مفید یک درصد (۴۶/۵۵ درصد) مشاهده شد (شکل ۳).

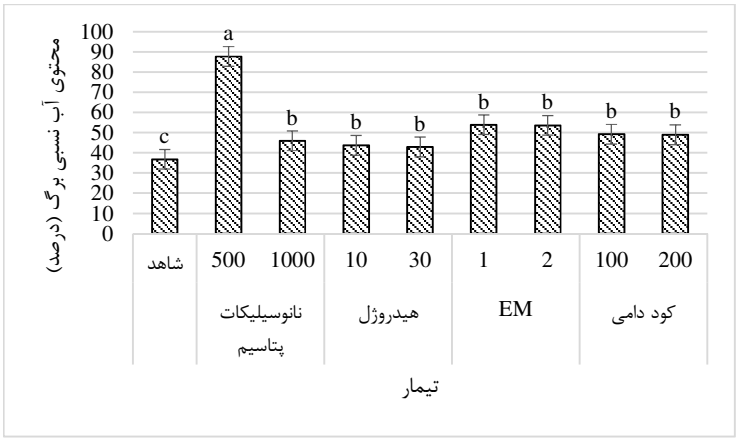
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]



شکل ۳: نتایج مقایسه میانگین اثر تیماهای مورد مطالعه بر پایداری غشای سلولی

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف مورد استفاده بر محتوی نسبی آب برگ با نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند و تنها تیمار نانوسیلیکات پتاسیم ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تاثیر معنی‌داری داشته و بیشترین مقدار محتوی آب نسبی برگ در این تیمار ۸۷/۷۵ درصد بوده است (شکل ۴).

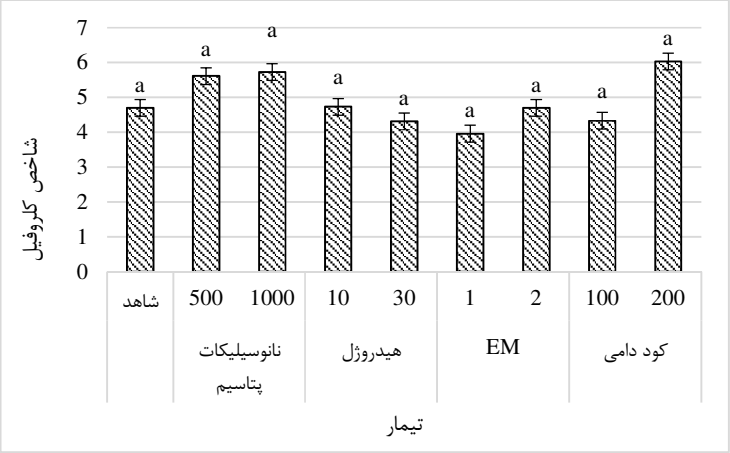


شکل ۴: نتایج مقایسه میانگین اثر تیماهای مورد مطالعه بر محتوی آب نسبی برگ

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد بررسی بر خصوصیات فیزیولوژی *M. sativ* در شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مورد آزمایش بر شاخص کلروفیل از نظر آماری معنی‌دار نبود. با این حال بیشترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمار کود دامی ۲۰۰ گرم در کیلوگرم (۶/۰۳) و کمترین مقدار آن در تیمار ریزموجودات مفید ۱ درصد (۳/۹۶) مشاهده شد (شکل ۵).

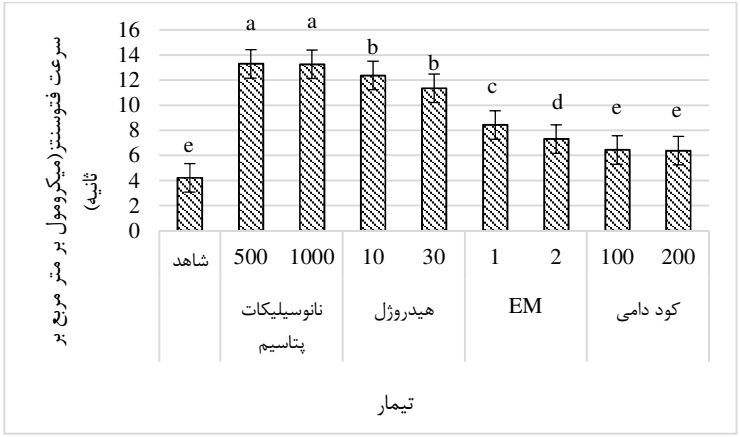
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]



شکل ۵: نتایج مقایسه میانگین اثر تیماهای مورد مطالعه بر شاخص کلروفیل

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای نانوسیلیکات پتاسیم بیشترین تاثیر را بر سرعت فتوسنتز داشته‌اند. به‌طوریکه بیشترین سرعت فتوسنتز در تیمار نانوسیلیکات پتاسیم ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (۱۳/۳ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) مشاهده شد. قابل ذکر است که سایر تیمارها نیز تاثیر معنی‌داری بر این فاکتور داشته‌اند. به‌طوری که سرعت فتوسنتز در تیمار سوپرجاذب ۱۰ گرم در کیلوگرم ۱۲/۳۷ میکرومول بر مترمربع در ثانیه بوده است. کمترین مقدار سرعت فتوسنتز نیز در تیمار شاهد (۴/۲۱ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) مشاهده شد (شکل ۶).



شکل ۶: نتایج مقایسه میانگین اثر تیماهای مورد مطالعه بر سرعت فتوسنتز

بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه حاصل از این آزمایش نشان داد که تاثیر کود آلی بر بیشتر خصوصیات عملکردی و فیزیولوژی *M. sativa* معنی‌دار شد. بیشترین مقدار وزن تر گیاه (۱۰۰/۳۰ گرم در گلدان)، وزن خشک گیاه (۲۳/۰۰ گرم در گلدان)، طول ریشه (۲۰/۸۲ سانتی‌متر)، ارتفاع گیاه (۸۲/۲۰ سانتی‌متر)، سطح برگ (۵۱۴۰/۱۷ سانتی‌متر مربع در گلدان)، حجم گیاه (۹۲/۴۰ سانتی‌متر مکعب در گلدان) و شاخص کلروفیل (۶/۰۳) در تیمار کود دامی ۲۰۰ گرم در کیلوگرم مشاهده شد. کود دامی به‌دلیل دارا بودن مواد آلی سبب بهبود شرایط خاک و در نتیجه افزایش خصوصیات رشد گیاه می‌شود. به‌عبارت دیگر کودهای دامی اثرات مثبتی بر خصوصیات بیولوژیک خاک گذاشته و همچنین سبب اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

افـزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غـذایی توسط گیاه و به طور کلی بهبود ساختار شـیمیایی و فیزیکـی بستر کاشت، از جمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کودها گزارش شده است (۴). رضایی‌نژاد و افیونی (۲۰۰۰) اظهار داشتند که، کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شده و قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش دادند. از طرفی نیتروژن موجود در کودهای آلی نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و با توجه به اینکه نیتروژن مهم‌ترین عنصر در ساخت پروتئین‌ها است، افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. با افزایش پروتئین‌ها گیاه به توسعه رویشی مانند سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع و قطر ساقه می‌پردازد. که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد. با افزایش مواد فتوسنتزی، میزان عملکرد و ماده خشک تولیدی نیز افزایش می‌یابد. سینگ[1] و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که عملکرد گیاه اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk) در شرایط استفاده از کود گاوی در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی افزایش معنی‌داری نشان داد. لوی[2] و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود بیان نمودند که کاربرد زیرسطحی کود مرغی موجب افزایش عملکرد گیاه ذرت گردید. ایشان بیان کردند که به نظر می‌رسد افزایش تولید گیاه به دلیل تولید برگ بیشتر بوده که این موضوع می‌تواند ناشی از آزادشدن تدریجی عناصر از کودهای آلی باشد. سلیمانی[3] و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر کودهای شیمیایی، زیستی و آلی بر عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuu L.*) گزارش کردند که کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با ورمی‌کمپوست می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار راهکار مؤثری باشد. همچنین، رئیسی[4] و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تأثیر کود آلی بیولوژی و شیمیایی بر شاخص‌های کلروفیل گیاه اسفرزه (*Plantago ovata Forsk*) بیان کردند که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمارهای کود دامی و ورمی‌کمپوست بود. احتمالاً به این دلیل که عمده این ترکیبات دارای ساختار نیتروژنی هستند از این رو استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حدود زیادی سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ در گیاه شود. به‌علاوه سیفولا و باربری (۲۰۰۶) بیان کردند که کودهای آلی با بهبود میزان عناصر به‌ویژه نیتروژن، باعث افزایش طول برگ و سطح برگ ریحان شدند.

نتایج این پژوهش نشان داد که تاثیر سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیولوژی و عملکردی *M. sativa* در هر دو غلظت معنی‌دار شده و سبب افزایش خصوصیات رشد گیاه در مقایسه با شاهد شده است. به نظر می‌رسد با افزودن پلیمرهای سوپرجاذب به خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش یافته و گیاه برای مدت طولانی‌تری به آب دسترسی دارد. همچنین سوپرجاذب، عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را جذب نموده و به مرور آنها را آزاد کرده و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و بدین ترتیب مانع از آبشویی می‌گردد. در این ارتباط یوسفیان و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که سوپرجاذب تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه و قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش *Atriplex lentiformis* داشت. شهریاری و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که سوپرجاذب سبب افزایش تعداد پایه مستقرشده، ارتفاع بوته، طول ریشه و وزن تر و خشک گیاه *Nitraria schoberi* در محیط گلخانه شده که دلیل آن، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اسدکاظمی و عابدی کوپای[5] (۲۰۰۶) بیان کردند که استفاده از سوپرجاذب می‌تواند به‌طور معنی‌داری تعداد دفعات آبیاری به خصوص در خاک‌های سبک را کاهش دهد. در قوت استفاده از سوپرجاذب می‌توان به استدلال خلیل پور[6] (۲۰۰۱) در مصرف آن با افزایش قدرت نگه‌داری آب، ایجاد چسبندگی، کاهش فرسایش سطحی خاک و افزایش درصد گیرایی گیاهان در خاک‌های در معرض خطر فرسایش، اشاره کرد. فاضلی رستم‌پور (۲۰۱۳) اظهار داشت که کاربرد سوپرجاذب به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار و تامین نیاز آبی سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) تا میزان ۸۰

[1] Singh
[2] Lui
[3] Soleymani
[4] Raeisi
[5] Abedi-Koupai
[6] Khalilpour

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

درصد موجب افزایش معنی‌داری در تعداد برگ‌ها، پنجه‌ها، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و محتوی نسبی آب و ماده خشک گردید. به نظر می‌رسد تأثیر سوپرجاذب‌ها بر گیاهان احتمالا تحت تاثیر میزان مصرف آنها، نوع محصول و ویژگی‌های خاک قرار دارد. ماوو[1] و همکاران (۲۰۱۱) و مهدوی (۲۰۱۱) در تحقیقات خود افزایش شاخص سبزینهٔ برگ را به واسطهٔ کاربرد ۴۱ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و ۵ تن در هکتار زئولیت گزارش داده‌اند درحالی که براساس نتایج این تحقیق سوپرجاذب و زئولیت تأثیر معنی‌داری بر شاخص سبزینهٔ برگ نداشتند. شکاری و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر مصرف سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان دادند که سطوح مختلف سوپرجاذب، سبب بهبود عملکرد گیاه در آزمایش، شد.

به‌علاوه، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تاثیر ریزموجودات مفید (EM) در هر دو غلظت بر بیشتر ویژگی‌های مورفولوژی و فیزیولوژی *M. sativa* معنی‌دار بود. علت افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌تواند ناشی از افزایش ترشح برخی هورمون‌های محرک رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین باشد (۳۳). در این ارتباط چاندراسکار[2] و همکاران (۲۰۰۵) افزایش ارتفاع ارزن (*Panicum miliaceum*) بر اثر تلقیح با ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با کاربرد اوره را گزارش دادند. همچنین کادر[3] و همکاران (۲۰۰۲) تلقیح گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) با ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژن را بر ارتفاع نهایی بوته مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. کریمی و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که هم زیستی قارچ *Piriformospora indica* با گیاه جو (*Hordeum vulgare*) باعث افزایش زیست‌توده، ارتفاع و شاخص کلروفیل شد و هم چنین باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به غلظت بالای سرب شده بود. به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ، جذب بیش تر عناصر معدنی می‌باشد. زیدلیک و زیدلیک (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که کاربرد ریزموجودات مفید در خاک سبب افزایش ماده آلی خاک شده و در نتیجه باعث افزایش حجم سیستم ریشه گیاهان و افزایش جذب مواد غذایی و رشد گیاهان می‌شود. زارع و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که بالا بودن میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ، می‌تواند به علت وجود رابطه مثبت بین غلظت فسفر و مقدار کلروفیل در گیاهان باشد زیرا گزارش‌های زیادی از افزایش جذب فسفر توسط این قارچ به گیاه میزبان ارائه گردیده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که نانوسیلیکات پتاسیم بر خصوصیات رشد و عملکردی *M. sativa* تاثیر معنی‌داری داشت. افزودن نانوذره نانوسیلیکات پتاسیم به محلول غذایی گیاهان به عنوان کود به دلیل داشتن اثرات بی‌نظیر مانند نفوذ سریعتر و راحت‌تر به درون غشای سلولی، افزایش مقاومت بذور گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی، افزایش جوانه‌زنی، فتوسنتز و عملکرد گیاهان نیز توجه زیادی را در بین تولیدکنندگان به خود جلب کرده است (۱۳ و ۳۲). فوگر و ملکوتی[4] (۲۰۰۰) بیان نمودند پتاسیم علاوه بر افزایش تولید و بهبود کیفیت محصول، سبب افزایش تحمل گیاهان به شوری، کم آبی، انواع تنش‌ها، آفات و بیماری‌ها شده و کارایی مصرف آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. خضرلو و همکاران (۲۰۱۰) نتیجه گرفتند که با کاربرد پتاسیم در تنش خشکی شاخص کلروفیل در گیاه سورگوم افزایش می یابد. حجازی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که کاربرد پتاسیم ۷ درصد در مرحلهٔ سخت شدن هسته زیتون، سبب افزایش وزن و در نهایت افزایش عملکرد شد.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که تیمار کود دامی نسبت به سایر تیمارها بیشترین تاثیر را بر خصوصیات رشد گیاه *M. sativa* داشت. کودهای دامی ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهند، سبب افزایش ماده آلی و مواد غذایی مختلف مانند فسفر در خاک شده و در نتیجه افزایش رشد گیاه را به‌دنبال خواهند داشت. همچنین با توجه به وسعت دامداری‌های صنعتی و هزینه کم تهیه کود دامی، استفاده از آن در عملیات اصلاح مرتع می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

در الویت‌های بعد از کود دامی، تیمارهای سوپرجاذب، ریزموجودات مفید و نانوسیلیکات پتاسیم نیز اثرات مثبتی بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه یونجه داشته و باعث

1- Mao
2- Chandrasekar
3- Kader
4- Fouger and Malakooti

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

اختلاف معنی‌دار فاکتورهای رشد گیاه نسبت به شاهد شدند. بنابراین با توجه به اینکه یکی از مسائل اساسی عملیات اصلاح مراتع و تبدیل دیمزارهای رهاشده به کشت گیاهان علوفه‌ای، استقرار و رشد اولیه گیاهان کشت شده است، می‌توان از تیمارهای مذکور در برنامه‌های اصلاح مراتع در راستای بهبود استقرار و رشد اولیه گیاه *M. sativa* استفاده نمود. مصرف سوپرجاذب‌ها در خاک، به‌ویژه در بافت‌های سبک می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، باعث موفقیت برنامه‌های اصلاح مراتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک گردد. مطالعات انجام‌شده توسط سازمان محیط‌زیست آلمان و سایر کشورها نشان داده است که استفاده از این تیمار هیچ‌گونه عوارضی برای انسان، گیاه، خاک و محیط‌زیست ندارد (۱۶ و ۳۸). همچنین تاثیر سوپرجاذب‌ها بر روی بسیاری از گیاهان در شرایط کم‌آبی موفقیت‌آمیز بوده و به‌دلیل مناسب بودن قیمت آن، سهولت ساخت و مصرف آن، عدم مشاهده اثرات سو زیست‌محیطی، کاربرد وسیعی دارند (۵۶). استفاده از نانوذرات منجر به افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رسیدن آثار منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد عنصر می‌شود (۴۱). از این رو کاربرد تیمار نانوسیلیکات پتاسیم به محلول غذایی گیاهان به عنوان کود به دلیل داشتن اثرات بی‌نظیر، توجه زیادی را در بین تولیدکنندگان به خود جلب کرده است (۱۴). ولی با توجه به هزینه‌های این مواد، استفاده از آنها در سطح وسیع بایستی با در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی باشد.

References

1. Abedi-Koupai, J. & J. Asadkazemi., 2006. Effect of hydrophilic polymer on thefield performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Iranian Polymer Journal, 15(9): 715-725.
2. Ahmadinejad, R., N. Najafi., N. Aliasgharzad & SH. Oustan, 2013. Effect of organic fertilizers and nitrogen on water use efficiency, yield and growth characteristics of wheat (Alvand cultivar). Journal of Water and Soil Science, 6(3): 177-194. (In Persian)
3. Azarnivand, H. & M.A. Zare Chahouki., 2008. Range Improvement, Tehran University Press. 354 p.(In Persian)
4. Bachman, G.R. & J. D. Metzeger., 1998. The use of vermicompost as a media amendment. Pedo Biologia, 32: 419-423.
5. Banayi, M.H., A. Momeni., M. Buybordi & M.J. Malakouti, 2004. Soils in Iran New developments in identification, management and exploitation, Senate Publications, 482p.
6. Brussard, L. & R. Ferrera Cenato., 1997. Soil ecology in sustainable agricultural systems Lewis puplishers, New York, 168 p.
7. Chandrasekar, BR., G. Ambrose & N. Jayabalan, 2005. Influence of bio-fertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology, 1(2): 223-234.
8. Chatzopoulos, F., J.F. Fugit & L. Ouillous, 2000. Etu deocation function do different parameters dolabsption et alla desorption do sodium retitule. European Polymer Journal, 36: 51-60.
9. Dilmaghani, M.R., M.J. Malakouti., G.H. Neilsen & E. Fallahi, 2004. Interaction effect of K and Ca on K/Ca ratio and its consequence to apple fruit quality on calcareous soils of Iran. Journal of Plant Nutrition, 27: 1149-1162.
10. Fazeli Rostammpour, M., 2013. Effects of irrigation regimes and polymer on dry matter yield and several physiological traits of forage *sorghum* var 'Speedfeed'.African journal of Biotechnology, 12(51): 7074-7080.
11. Fouger, Z.K. & M.J. Malakooti., 2000. Optimum fertilizer effects on yield of tomato. The first printed publishing of agricultural education in Tehran.germination and seedling growth of *Purpurea Echinacea*. 2nd Iranian Nation. Conf. Seed Sci. Technol, 1-5.
12. Ghasemi, A., A. Ghanbari., B.A. Fakheri & H.R. Fanaei, 2015. Effect of different fertilizer resources on yield and yield components of grain maize (*Zea mays* L.) influenced by tillage managements. Journal of Agroecology, 7(4): 499-512. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

13. Gilbert, Ch., S. Peter., N. Wilson., M. Edward., M. Francis., K. Sylvester & B. Erick, 2014. Effects of Hydrogels on Soil Moisture and Growth of *Cajanus cajan* in Semi-Arid Zone of Kongelai, West Pokot County. Open Journal of Forestry, 4(1): 34-37.
14. Han, S. & D. Lee., 2006. Effect of in oculate on with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment, 52: 130-136.
15. Hegazi, E., S. Samira., M. Mohamed., M. R. El-Sonbaty., S.K.M. Abd El-Naby &. El- Sharony, 2011. Effect of potassium nitrate on vegetative growth, nutritional status, yield and fruit quality of olive cv. *'Picual'*. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plant, 3(3): 252-258.
16. Heydari, M., 2008. Define fertility and its dimensions. Agricultural Engineering Organization. Agricultural inputs.1-3.
17. Kader, M.A., M.H. Mian & M.S. Hoque, 2002. Effect of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological science, 4: 259-261.
18. Karimi, F., M. Sepehri., M. Afuni & M.Hajabbasi, 2015. Effect of Endophytic Fungus, Piriformospora Indica, on Barley Resistance to Lead. JWSS–Isfahan University of Technology, 19(71): 311-321.
19. Karimi, H., 1990. Rangeland. Third edition, Tehran University, 470P.
20. Khadem, S.A., M. Galavi., M, Ahmadian & KH. Roustayi, 2007. Investigation on the application of superabsorbent polymers and manure on yield and yield components of 704 maize under drought conditions. Drought Regional Conference, Consequences and Solutions to it. Islamic Azad University of Birjand, 63-70.
21. Khalilpour, A., 2001. Study the application of Superabsorbent polymer (BT_{773}) on controlling soil erosion and conservation. Report of Research Project, Tehran Research center of Natural Resources. Iran, Ministry of Jihad Agriculture.
22. Khezrloo, F., F. Jalili & J. Khalili Mahaleh, 2010. Effects of water stress and amounts of nitrogen and potassium on forage feed forage sorghum varieties. Journal of Agricultural, 2(8): 51-66.
23. Klocke, A.R. & D.A. Stein., 2016. The effects of compost and polyacrylamide hydrogel on the revegetation of eroded southern aspects in the western rangeland. Undergraduate Theses and Professional Papers.
24. Lentz, R.D. & R.E. Sojka., 1994. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. Soil Science, 158(4): 274-282.
25. Lui, J., P.J.A, Kleinman., D.B, Beegle., C.J, Dell., T.L. Veith., L.S. Saporito., K. Han., D.H. Pote & R.B. Bryant, 2016. Subsurface application enhances benefits of *micropropagated Scutellaria* integrifolia plants. Industrial. Crops and Products Journal, 25: 169-177.
26. Mahdavi, B., 2011. Evaluate the interaction of Chitosan and zeolite on phenology and yield of Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) under water stress. Ph. D. dissertation, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
27. Malakouti, M.J., A. Shahabi & K. Bazargan, 2005. Potassium in Iranian Agriculture. Sana Press. Tehran, 292p. (In Persian)
28. Mao, S., M.R. Islam., Y. Hu., X. Qian., F. Chen & X. Xue, 2011. Antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in corn (*Zea mays L.*) following soil application of super absorbent polymer at different fertilizer regimes. African Journal of Biotechnology, 10(49): 1000-1008.
29. Mcdonald, M.B., 2000. Seed priming. In: M. Black and J.D. Bewley (eds.). Seed Technology and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, Pp. 287- 325.
30. Memon, S.A., A.R. Baloch., M.A., Baloch & M.I. Keerio, 2013. Pre-soaking treatment and foliar application of KNO_3 on growth and flower production of gladiolus (*Gladiolus hortulanus*). International Journal of Agricultural Technology, 9(5): 1347-1366.
31. Moameri, M., 2019. Effects of municipal waste compost and silicon nanoparticles on the growth and functional factors of *Secale montanum* Trusted. Rangeland, 12(4): 507-518.
32. Moameri, M., E. Alijafari., M. Abbasi Khalaki & A. Ghorbani, 2018. Effects of nanopriming and bioprimingon on growth characteristics of *Onobrychis sativa* Lam. under laboratory conditions, Rangeland, 12(1): 101-111.
33. Moameri, M., M. Abbasi Khalaki & A. Tavili. 2011. Effects of *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) lljin extract on seeds germination and seedlings growth of Agropyron elongatum (Host.) and Agropyron desertorum (Fisch.). Research Journal of Seed Science, 4(1): 40-50.
34. Moameri, M., M. Jafari, A. Tavili, B. Motasharezadeh & M.A. Zare Chahouki, 2018. Investigating lead and zinc uptake and accumulation by Stipa hohenackeriana trin and rupr. in field and pot experiments. Bioscience Journal, 34(1): 138-150.
35. Moghimi, J., 2005. Introduction of some important species of pasture in Aaron Publication. 667 P.
36. Mohsen Zadeh S., S. Farahi Ashtiani., M.A. Malbobi & F. Ghannati, 2003. Effects of drought stress and chloroquinoline chloride on growth and seedling photosynthesis of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L). Research and construction in agriculture and gardening, 5: 60: 64

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]

37. Mostafavi, Kh. & A. Heydarian., 2012. Effects of different salinity levels on germination indices in four sunflower varieties. Agronomy Journal, 8(4): 123-131.
38. Najafipour, F., 2007. Fertility of agricultural soils. Ministry of Agriculture Jihad. Research and Training Organization. Soil and Water Research Institute.
39. Olle, M. & I. Williams., 2015. Effective microorganisms and their influence on vegetable production - a review. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 88(4): 380–386.
40. Parehkar, A., N. Behnam & M. Shokrabadi, 2013. An investigation survey on MPSIAC Model to predict sediment yeilad in Iran. Research Journal of Environment and Earth Sciences, 5: 324-349. (In Persian).
41. Peyvandi, M., Z. Kamali & M. Mirza, 2011. Effect of iron nanoclay with iron chelate on growth and activity of antioxidant enzymes *Satureja hortensis*. New Cellular-Molecular Biotechnology Journal, 2(5): 25-32.
42. Raeisi Ash., M. Galavi., M. Ramroodi., M. Rahimi & R. Farhadi, 2012. Effect of organic manure, biological and chemical fertilizers on chlorophyll indicators of herb Isabgol. 1st National Congress on Medicinal Plants. Kish Island. Iran, 186 pp.
43. Rezainejhad, Y. & M. Afuni., 2000. Effect of organic matter on soil chemical properties, elements absorption by Maize and its yield. Journal of Agricultural Science and Technology, 4: 19-27. (In Persian).
44. Sairam, R.K. & G.C. Srivastava., 2002. Changes in Antioxidant Activity in Sub-Cellular Fractions of Tolerant and Susceptible Wheat Genotypes in Response to Long Term Salt Stress. Plant Science, 162: 897-904.
45. Science, 27(2): 217-226. (In Persian).
46. Shaalan, M.N., 2005. Influence of Biofertilizer and Poultry Manure on Growth, Yield and Seed Quality of (*Nigella sativa L.*) Plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 811-828.
47. Shahriari, A., 2011. Investigating the interaction of wastewater, superabsorbent and soil texture on the growth of Karaj-e-Gh (*Nitraria schoberi*). Rangeland, 4: 564-573. (In Persian)
48. Shekari, F., A. Javanmard & A. Abbasi, 2015. Effects of Super-Absorbent Polymer Application on Yield and Yield Components of Rapeseed (*Brassica napus L.*) Notulae Scientia Biologicae, 7(3): 361-366.
49. Shokoohian, A.A., Gh.H. Davarinejad., A. Imani & A. RasoulZadeh, 2013. Effect of effective microorganisms in water stress conditions on formation of flower buds of two *Prunus dulcis* genotypes. Journal of Horticulture
50. Shokouhian, A.A. & SH. Einizadeh., 2018. Impact of Effective Microorganisms and Nitrogen Levels on Morphological Characteristics and Yield of Strawberry cv. Paros. Journal of Horticultural Science, 32(1): 51-60. (In Persian)
51. Siadat, H., 1998. Iranian agriculture and salinity. Conference on New Technologies to Combat Desertification. Soil and Water Research Institute of Iran. Tehran, Iran. 12-15 October.
52. Sifola, M.I & G. Barbieri., 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under.different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae, 108(4): 408-413.
53. Singh, D.K.N. & K.N. Agrawal., 1977. Effect of varieties, soil covers, forms of nitrogen and seed soaking on the uptake of major nutrients (NPK) in late sown wheat. Indian Journal of Agricultural Sciences, 22: 96-98.
54. Soleymani, F., G. Ahmadvand & A.A. Safari Sanjani, 2016. The effect of chemical, biological and organic nutritional treatments on sunflowers yield and yield components under the influence of water deficit stress. Journal of Agroecology, 8(1): 107-119. (In Persian)
55. Talaat, N.B., A.E. Ghoniem., M.T. Abdelhamid & B.T. Shawk, 2015. Effective microorganisms improve growth performance, alter nutrients acquisition and induce compatible solutes accumulation in common bean (*Phaseolus vulgarisL.*) plants subjected to salinity stress. Plant Growth Regular, 75: 281-29.
56. Zarei, A., M.A. Zare Chahuki., M. Jafari., M. Bagheri & M.A. Ebrahimi, 2011. Investigating the Effect of Seedling Design, Secretion on Vegetation Features of Mountain Kohl Rangelands in Qom Provinc. Watershed research, 60: 55-90.
57. Zohuriaan-Mehr, M.J., H. Omidian., S. Doroudiani & K. Kabiri. 2003. Advances in non-hygienic applications of superabsorbent hydrogel materials. Journal Mater, 45: 5711-5735.
58. Zydlik, P. & Z. Zydlik., 2008. Impact of biological effective microorganisms (EM) preparations on some physico-chemical properties of soil and the vegetative growth of apple-tree rootstocks. Nauka Przyroda Technologie, 2(1): 1-8.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.3.14.9]