اثر رزین‌اکریلیک حاوی نانو ذرات رس و مالچ گیاهی گندم دیم در استقرار گیاه قره‌داغ (*Nitraria schoberi* L.) در داخل هلالی آبگیر (مطالعه موردی: پروژه بین‌المللی تعمیم ترسیب کربن استان خراسان شمالی)

پریا کمالی[۱]، غلامعلی حشمتی*[۲]، عادل سپهری[۳] و شروین احمدی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۲/۲۷

چکیده

در سال‌های اخیر، فناوری نانو راه خود را در دامنه وسیعی از کاربردهای جدید باز کرده است، تحقیق حاضر به نقش نانوکامپوزیت رس و مالچ گیاهی در داخل هلالی‌های آبگیر بر رشد و توسعه گیاه مرتعی قره‌داغ (*Nitraria schoberi*) می‌پردازد. بدین منظور ابتدا هلالی‌های آبگیر در منطقه احداث گردید. سپس در داخل هر هلالی یک پایه از گونه قره‌داغ کشت گردید. برای انجام مطالعه ۵ تیمار شامل تیمار شاهد، تیمار رزین اکریلیک خالص (فاقد نانو ذره)، تیمار ۱ درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک، تیمار ۳ درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک و تیمار مالچ گیاهی گندم دیم در نظر گرفته شد. هر کدام از تیمارهای دارای ۱۰ تکرار بود. بعد از اعمال تیمارها خصوصیات گیاهی شامل درصد پایه‌های نهال استقرار یافته، درصد تاج پوشش، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون تجزیه واریانس یک طرفه صورت گرفت. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای مورد مطالعه با تیمار شاهد در تمامی خصوصیات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشتند. تیمار ۳ درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک به‌عنوان بهترین تیمار شناخته شد که سبب بهبود کلیه خصوصیات مورد بررسی و استقرار ۱۰۰ درصد پایه‌های نهال کشت شده در مقایسه با تیمار شاهد (۲۰ درصد استقرار) شد. لذا استفاده همزمان غلظت بهینه ۳ درصد نانو ذرات رس- رزین اکریلیک با هلالی آبگیر در کشت گونه قره‌داغ برای اطمینان از استقرار و رشد بهینه در عرصه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رزین اکریلیک، نانوذرات رس، مالچ گیاهی، *Nitraria schoberi*.

[۱]- دانشجوی دکتری علوم مرتع دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲]- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*: نویسنده مسئول: heshmati@gmail.com

[۳]- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۴]- استادیار پژوهشکده شیمی و پلیمر ایران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

مقدمه

کشور ایران در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است و میزان آب در این مناطق محدود می‌باشد. بارندگی‌های مناطق خشک اغلب با شدت زیاد و مدت کوتاه صورت می‌گیرد و به‌صورت هرزآب در سطح مراتع جاری شده و از طریق شبکه هیدروگرافی از منطقه خارج می‌گردد. در نتیجه در فصل رویش که گیاهان نیازمند رطوبت‌اند، خاک ذخیره‌ای از این نظر ندارد (۵۶). استقرار گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت کمبود رطوبت با مشکل مواجه است (۳) و فراهم آوردن شرایطی که آب در دسترس گیاه قرار بگیرد، ضروری به‌نظر می‌رسد. هرگونه اقدام در جهت فرصت‌دهی به نفوذ آب می‌تواند گام مؤثری در جهت جبران کمبود آب بوده و سبب افزایش رطوبت در منطقه رشد ریشه و افزایش تولید مراتع شود.

افزایش رطوبت خاک می‌تواند از طریق ترکیب عوامل مکانیکی (احداث هلالی آبگیر) و استفاده از پوشش‌های سطحی خاک مانند مالچ گیاهی و نانوکامپوزیت‌های پلیمری انجام گیرد. اجرای پروژه هلالی آبگیر تاثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای گیاهی از جمله تراکم و تاج پوشش دارد (۴۶). پوشش‌های سطح خاک آثار مخرب قطرات باران را کاهش می‌دهند، مانع سفت شدن سطح خاک می‌گردند، میزان تبخیر را کم می‌کنند و باعث تقلیل آب مصرفی برای رشد گیاهان می‌شوند (۴۳). استفاده از لاشبرگ (بقایای گیاهی) به عنوان پوشش سطحی یکی از این روش‌ها است که به مقدار قابل توجهی از هدر رفت آب جلوگیری کند (۱، و ۵۶).

از دیگر روش‌ها اضافه کردن اصلاح کننده‌ها مثل پلیمرهای طبیعی و سنتزی می‌باشد (۲۱). پلیمرهای سنتزی به شکل کریستال یا مهره‌های کوچک هستند که بر میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری و ساختمان خاک (۲۵، ۴ و ۵۴) و میزان تبخیر از سطح خاک (۶۱) تاثیر داشته و باعث بهبود چسبندگی خاک، تخلخل و افزایش حداکثر ظرفیت نگهداری آب می‌شود (۱۹ و ۸) همچنین از دیگر دلایل استفاده از پلیمرها، مقاومت آن‌ها در برابر تجزیه بیولوژیک و حفظ آب برای دوره بیشتر است (۶۷) پلیمرها خصوصیات نگهداشت آب را در خاک‌های خشک متخلخل افزایش می‌دهد و در نتیجه شروع نقطه پژمردگی دائم را تحت تبخیر شدید به تاخیر می‌اندازد (۵۸). این پلیمرها ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک می‌توانند مشکل نفوذناپذیری خاک‌های سنگین و مشکل شویش سریع کودها و آلودگی آب‌های زیرزمینی را نیز مرتفع کنند. همچنین با جذب سریع آب به میزان صدها برابر وزن خود به ژلی با دوام زیاد تبدیل می‌شوند که در تثبیت بیولوژیکی ماسه‌های روان، کنترل فرسایش خاک و بیابان‌زدایی از جایگاه ویژه‌ای در دنیا برخوردار شده‌اند (۵۸). فن‌آوری‌های نانو در سال‌های اخیر سبب ارتقا سطح کیفیت محصولات پلیمری شده و استفاده از نانو ذرات خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها را بهبود می‌بخشد (۳۱ و ۴۹). نتایج مطالعات برخی از محققین نشان داده است که استفاده از مقادیر ناچیزی از نانو ذرات می‌تواند به صورت محسوسی خصوصیات فیزیکی پلیمرها را بهبود ببخشد (۹ و ۴۷). ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، و مولکولی نانوذرات منجر به رشد بهتر گیاه و توسعه آن می‌شود. وجود مواد مغذی در ترکیبات نانوها به علت سطح ویژه بالای آنها ممکن است بر روی برخی خواص محصولات گیاهی موثر باشد برای مثال می‌توانند با کنترل دریافت کود و یا مواد شیمیایی در تنظیم رشد گیاه و ویژگی‌های مرتبط با رشد موثر واقع می‌شوند (۱۶ و ۳۸). امروزه دانشمندان و محققان به دنبال توسعه تکنیک‌های جدید هستند که بتواند به تقویت گیاهان و بهبود شرایط رشد آنها کمک کند. نانوذرات می‌توانند یکی از این راه حل‌ها باشند. نانوذرات در خواص فیزیکی منحصر به فرد می‌باشند و پتانسیل بالایی برای افزایش متابولیسم گیاهان دارا می‌باشند (۲۲).

اعمال همزمان سازه‌های جمع‌آوری روان‌آب به همراه استفاده از نانوکامپوزیت‌های پلیمری و مالچ گیاهی شاید بتواند سبب افزایش رطوبت و استقرار پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک گردد لذا تحقیق حاضر بمنظور بررسی تاثیر تیمارهای مورد نظر شامل شاهد (هلالی آبگیر بدون مالچ)، مالچ گیاهی(هلالی آبگیر با لاشبرگ کاه و کلش ساقه گندم) و نانوکامپوزیت‌های پلیمری در داخل هلالی‌های آبگیر، بر خصوصیات پوشش گیاهی و همچنین استقرار گونه قره‌داغ (*Nitraria schoberi* L.) صورت گرفت.

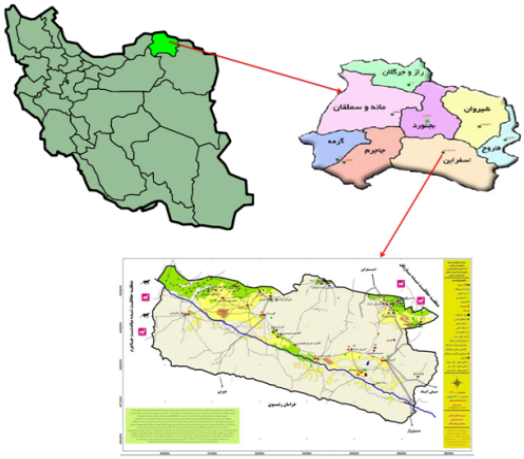
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

مواد و روش‌ها:

- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

منطقه پروژه بین المللی تعمیم ترسیب کربن استان خراسان شمالی در جنوب شهرستان اسفراین از استان خراسان شمالی قرار دارد. محدوده جغرافیایی ´´۰۳ ´۵۸ °۵۶ تا ´´۵۸ ´۳۸ °۵۷ شرقی و ۰۰ ´۴۵ °۳۶ تا ´´۳۱ ´۰۳ °۳۷ شمالی و در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). اقلیم ناحیه به روش دومارتن از نوع « خشک بیابانی » و به روش آمبرژه از نوع « خشک سرد » تعیین گردیده است (۵). میزان ریزش‌های جوی سالانهٔ حوزه، به‌طور متوسط حدود ۱۵۰ میلیمتر بوده و متوسط دمای سالانهٔ حوزه حدود C° ۱۴/۶ می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی سالانهٔ حوزه حدود ۵۸ درصد بوده که در ماه‌های مختلف بین ۴۶ تا ۶۹ درصد نوسان دارد (۵).

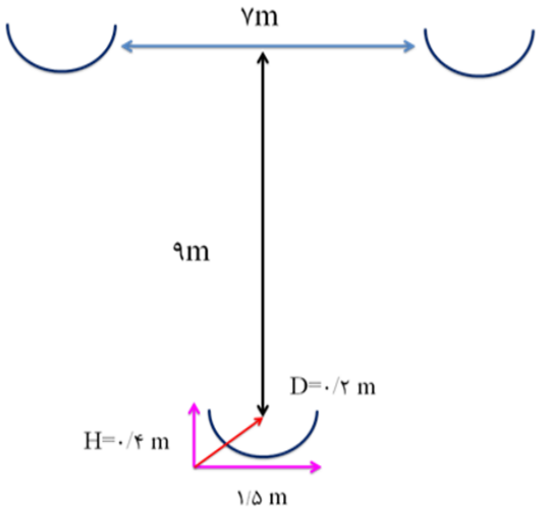


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

- مراحل اجرای پروژه:

- احداث هلالی‌های آبگیر

هلالی‌های آبگیر زمستان ۱۳۹۳ بصورت دستی و توسط نیروی کارگر طبق شبکه هیدروگراف منطقه طراحی و احداث شدند. با توجه به اینکه میانگین بارندگی در حوزه برابر ۱۵۰ میلیمتر در سال بود به ازای هر میلی‌متر بارندگی یک هلالی احداث گردید (۴۶). هلالی‌های آبگیر در مراتع و بیابان‌های شیبدار با شیب بین ۸ تا ۲۵ درصد اجرا می‌شود در اجرای این پروژه سازه‌های نیم دایره‌ای به قطر ۱/۵ متر، عمق ۰/۲ متر، ارتفاع ۰/۴ متر احداث گردید (۴۶). فاصله هلالی‌ها بر اساس طرح مرتعداری در هر ردیف ۷ متر و فاصله طولی ۹ متر تعیین شد (۵) (شکل ۲).



شکل ۲- فاصله هلالی‌های آبگیر بر اساس شبکه هیدروگراف در منطقه (D= عمق، H= ارتفاع پشته)

- انتخاب گونه‌ی گیاهی

علت انتخاب گونه‌ها:

قره‌داغ با نام علمی *Nitraria schoberi* از تیره Zygophyllaceae یکی از بهترین گیاهان تثبیت‌کننده شن‌های روان می‌باشد. از طرفی گونه‌ای دارویی، صنعتی و علوفه‌ای شناخته شده (۵) که در مقایسه با بسیاری از گیاهان شورپسند و شن‌دوست از برتری خاص جهت استقرار در عرصه برخوردار است. لذا توسعه کشت گیاه مذکور در مناطق بیابانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۵۱).

- کاشت نهال‌ها در عرصه:

نهال قره‌داغ *Nitraria schoberi* برای کاشت در منطقه در نظر گرفته شد که بصورت گلدانی از نهالستان واقع در ایستگاه تهیه نهال کرنخ وابسته به اداره کل منابع طبیعی استان خراسان شمالی تهیه شد. طبق مطالعه خادم و همکاران (۲۰۱۲) بهترین محل کاشت گونه گیاهی در هلالی آبگیر در بخش میانی داخل پشته‌ها معرفی شده است. لذا کاشت نهال‌ها در بخش میانی داخل پشته هلالی‌های آبگیر صورت گرفت. نهال‌ها به شکل گلدانی به منطقه انتقال داده شدند و بعد از ایجاد شکاف در زیر

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

گلدان‌ها داخل چاله‌های با ابعاد ۴۰ cm × ۴۰ cm × ۴۰ cm کاشته شدند.

- اعمال تیمارها:

بعد از احداث هلالی های آبگیر در داخل هر هلالی یک پایه از گونه قره‌داغ کشت گردید. برای انجام مطالعه ۵ تیمار شامل تیمار شاهد، تیمار رزین اکریلیک خالص (فاقد نانو ذره)، تیمار ۱ درصد نانو ذرات رس_رزین اکریلیک، تیمار ۳ درصد نانو ذرات رس_رزین اکریلیک (۵۳) و تیمار مالچ گیاهی گندم دیم در نظر گرفته شد) و در نهایت تیمارهای مورد نظر در داخل هلالی‌های آبگیر به اجرا درآمدند. هر کدام از تیمارهای دارای ۱۰ تکرار بود. تیمارها مطابق با جدول ۲ و شکل ۳ اجرا گردید. نانوکامپوزیت‌های مصرفی در مطالعه در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تهیه و به منطقه انتقال داده شد. رزین اکلریک مورد استفاده کوپلیمر امولسیونی است و شامل اتصالات عرضی اسیدی است. امولسیون را با آب رقیق کرده و با ذرات امولسیون پایه‌ای بسیار متورم شونده خنثی می‌کنند. امولسیون تحت این شرایط ساخته شد که دارای ویسکوزیته بالایی است. حجم موادی مورد نیاز از تیمارها نانوکامپوزیت پلیمری برای هر پایه نهال، با احتساب ابعاد چاله و عمق نفوذ ۵ سانتی‌متر، معادل ۸ لیتر گردید.

جدول ۲- سطوح تیمارهای مورد مطالعه

		تیمار اعمال شده	تکرار
Nitraria قره‌داغ *shoberi*	۱	بدون مالچ	۱۰
	۲	مالچ گیاهی (کاه و کلش گندم دیم)	۱۰
	۳	رزین اکریلیک	۱۰
	۴	۱درصد نانو ذرات رس–رزین اکریلیک	۱۰
	۵	۳درصد نانو ذرات رس–رزین اکریلیک	۱۰
جمع		۵	۵۰

- خصوصیات گیاهی شامل درصد پایه‌های نهال استقرار یافته، درصد تاج پوشش، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی که از نشانه‌های اولیه رشد و توسعه گیاه است (۴۷) اندازه‌گیری شد.

بعد از کاشت نهال‌ها و اعمال تیمارها، پیگیری‌ها به مدت دو سال ادامه یافت. برآورد استقرار نهال‌ها در سال دوم مطالعه بعد از پایان تنش سالانه گرما که پایان شهریور برای منطقه مطالعه می‌باشد صورت گرفت.

قابل ذکر است که آبیاری تنها یکبار و آن هم در زمان کشت صورت گرفت و در پیگیری دو ساله آب مورد نیاز گیاهان متکی بر آب حاصل از بارندگی بود و هیچ‌گونه آبیاری صورت نگرفت تا اثر استفاده همزمان نانوکامپوزیت و مالچ گیاهی در داخل هلالی با شاهد قابل مقایسه باشد.



شکل ۳- A= شاهد (بدون مالچ)، B= مالچ گیاهی(کاه و کلش)، C= رزین اکریلیک، D=۱ درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک و E= ۳درصد نانو ذرات رس–رزین اکریلیک ، R = تعداد تکرارها

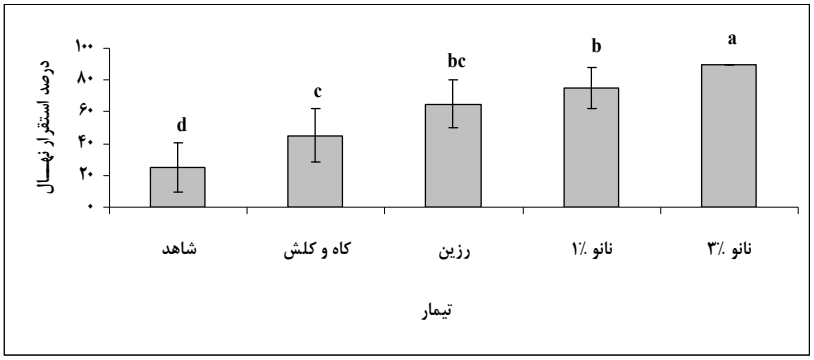
تجزیه و تحلیل داده‌ها:

تجزیه و تحلیل داده‌های با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ صورت گرفت. ابتدا تست نرمالیتی توسط آزمون کلموگروف-اسمیرونوف صورت گرفت. سپس برای مقایسه اثر تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و از آزمون مقایسات دانکن و در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

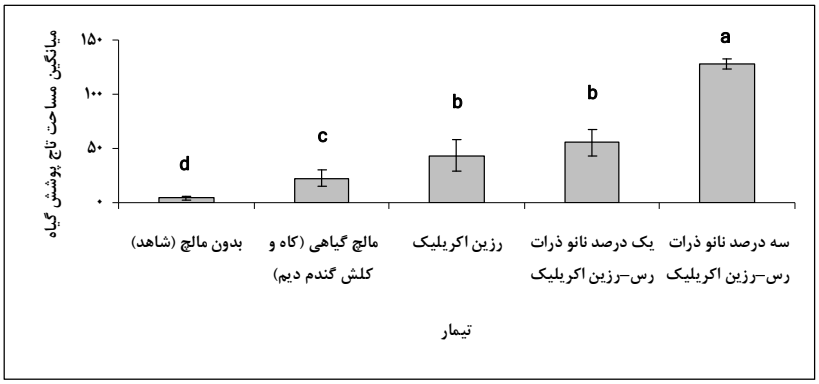
بررسی نتایج استقرار پایه‌های قره‌داغ نشان داد که بین تیمارهای مورد استفاده اختلاف معنی‌داری وجود دارد (Sig= ۰/۰۰ ، F= ۳/۱۶) و بعد از ۲ سال بیشترین درصد استقرار مربوط به تیمار ۳درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک و کمترین میزان استقرار مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۴)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]



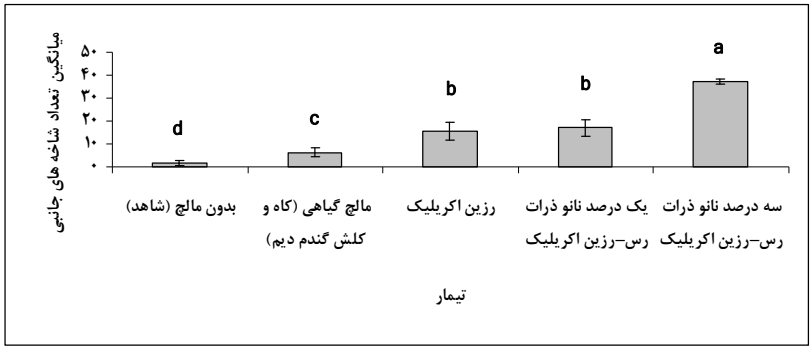
شکل ۴- بررسی تغییرات درصد استقرار گونه قره‌داغ تحت تیمارهای مختلف (اعداد لاتین نشان دهنده اختلاف بین تیمارها می‌باشد)

بررسی تغییرات میانگین مساحت تاج پوشش گونه قره‌داغ نیز نشان داد که بین تیمارهای مورد استفاده اختلاف معنی‌دار وجود دارد (Sig= ۰/۰۰ ، F= ۲۵/۳۷). تیمار ۳درصد بیشترین مساحت تاج پوشش و تیمار شاهد دارای کمترین مقدار بود. بین تیمار ۱درصد نانو ذرات رس- رزین اکریلیک و رزین اکریلیک خالص نیز تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل۵).



شکل ۵- بررسی میانگین مساحت تاج پوشش گونه قره‌داغ تحت تیمارهای مختلف (اعداد لاتین نشان دهنده اختلاف بین تیمارها می‌باشد)

بررسی تغییرات میانگین شاخه‌های فرعی پوشش گونه قره‌داغ نیز نشان داد که بین تیمارهای مورد استفاده اختلاف معنی‌دار وجود دارد (Sig= ۰/۰۰ ، F= ۲۶/۷۷). تیمار ۳درصد بیشترین شاخه‌های فرعی و تیمار شاهد دارای کمترین مقدار بود. بین تیمار ۱درصد نانو ذرات رس- رزین اکریلیک و رزین اکریلیک خالص نیز تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل ۶).

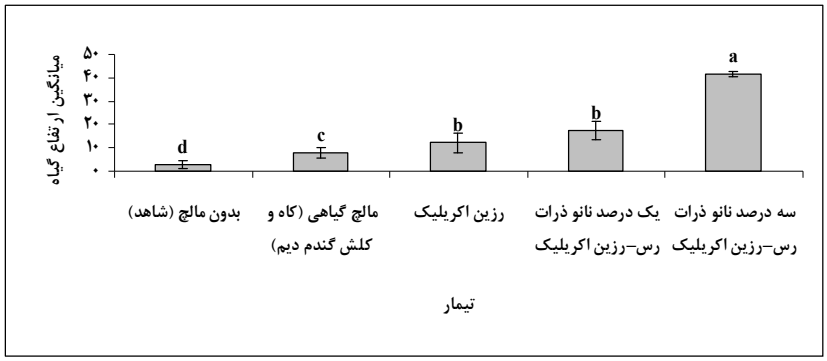


شکل ۶- تغییرات میانگین تعداد شاخه جانبی قره‌داغ تحت تیمارهای مختلف (اعداد لاتین نشان دهنده اختلاف بین تیمارها می‌باشد)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

بررسی تغییرات میانگین ارتفاع پوشش گونه قره‌داغ نیز نشان داد که بین تیمارهای مورد استفاده اختلاف معنی‌دار وجود دارد (Sig= ۰/۰۰ ، F= ۲۹/۰۶). تیمار ۳ درصد بیشترین ارتفاع و تیمار شاهد دارای کمترین مقدار بود. بین تیمار ۱درصد نانو ذرات رس- رزین اکریلیک و رزین اکریلیک خالص نیز تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل۷).



شکل ۷- تغییرات میانگین ارتفاع گونه قره‌داغ تحت تیمارهای مختلف (اعداد لاتین نشان دهنده اختلاف بین تیمارها می‌باشد)

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از تیمار ۳ درصد نانو ذرات رس-رزین اکریلیک سبب استقرار ۱۰۰ درصدی پایه‌های کشت شده این گیاه در داخل هلالی‌های آبگیر شد از طرفی بین باقی تیمارها با تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. موخوپادهایا[1] و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی مشابه به بررسی اثرات نانوکامپوزیت رس پرداختند و نتایج آنها نشان داد که استفاده از نانوکامپوزیت رس سبب بهبود استقرار بوته قره‌داغ و رشد آن می‌شود. در این مطالعه درصد جوانه‌زنی گندم ۸۰ تا ۹۸ افزایش یافت و درصد طول ساقه بین ۱۵ -۳۰ سانتی‌متر در طول ۳۰ روز اول بعد از کشت افزایش نشان داد. وی علت این مهم را فراهم کردن سطح ویژه زیاد در نانوکامپوزیت‌های رس معرفی می‌کند. در واقع افزایش سطح سبب در دسترس بودن مواد مغذی موجود در خاک برای گیاه می‌شود (۳۷) و از طرفی ظرفیت احتباس آب در خاک را افزایش می‌دهد که به نفع گیاه است (۳۳ و ۷) که با تحقیق حاضر همخوانی دارد. بهبود عملکرد گیاه قره‌داغ در حضور نانوکامپوزیت رس می‌تواند وابسته به این باشد که نانوذرات قادرند به درون به سلول‌های گیاهان و برگ نفوذ کنند و سبب بهبود رشد آنها به‌وسیله انتقال مواد شیمیایی به سلول‌های گیاهی و همچنین بهبود عملکرد حمل و نقل مواد غذایی در گیاهان شوند (۲۰ و ۶۳). از طرفی بررسی محققان نشان داده است که حضور نانو ذرات می‌تواند سبب بهبود عملکرد کلروفیل‌ها شود و در واقع به کلروپلاست اجازه جذب بیشتری از طیف طول موج نور را می‌دهند (۱۳ و ۲۲) که این مهم سبب افزایش قابلیت پایداری و در نهایت زنده‌مانی گیاه می‌شود. عده دیگری از دانشمندان نیز معتقدند جایگزینی ذرات نانو در دیواره سلولی باعث حفظ آب و عدم از دست رفتن آب در زمان تعرق و شادابی بیشتر گیاه در زمان خشکی خواهد شد (۴۰، ۱۱، ۵۲، ۴۴ و ۴۱) همچنین استفاده همزمان از نانورس و پلیمرهای آبدوست ضمن بهبود خواص فیزیکی خاک باعث افزایش جوانه‌زنی و استقرار بیشتر گیاهان می‌گردد (۶۸) که منطبق با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر می باشد. نانوذرات باعث بسیاری از تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاهان، بسته به خواص نانو ذراتی که با آن در تعامل هستند می‌شوند. اثر نانوذرات توسط ترکیب آنها، مواد شیمیایی، اندازه، پوشش سطح، دوز و واکنش پذیری آنها متفاوت خواهد بود (۲۹). یافته های محققان از اثرات مثبت و منفی نانوذرات بر رشد و توسعه گیاهان خبر داده‌اند. تاثیر نانوذرات مهندسی شده در گیاهان بستگی به ترکیب، غلظت، اندازه، و خواص فیزیکی و شیمیایی و همچنین

[1] - Mukhopadhyay

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

گونه‌های گیاهی پیشنهاد شده، دارد (۳۲) و این اثر بسته به غلظت ماده دریافتی و از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است.

بین درصد استقرار تیمار ۱ درصد نانوذرات رس- رزین اکریلیک و استفاده از مالچ گیاهی تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما بین تیمار رزین خالص و تیمار مالچ گیاهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد لذا شاید بتوان با توجه به نتایج به‌دست آمده اینگونه نتیجه‌گیری کرد در شرایط عادی و در صورت وجود محدودیت‌های مالی بتوان گزینه مالچ گیاهی را در مقابل استفاده از رزین خالص معرفی کرد. در واقع استفاده از لاشبرگ سطح خاک با جلوگیری از تبخیر آب و افزایش دمای خاک باعث فعال شدن آنزیم های موجود در پوسته بذور و افزایش سرعت جوانه‌زنی شده، با اضافه کردن مواد آلی و مغذی گیاه به رشد آن کمک می‌کند (۱۸). بررسی سایر محققان نیز همچون تحقیق حاضر اثر مفید استفاده از مالچ‌های گیاهی را تایید می‌نمایند که از این دست می‌توان به مطالعه چون[2] و همکاران (۲۰۱۰) و ترزی[3] و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد. چاکرابورتی و همکاران (۲۰۰۸[4])، در بررسی اثر دو مالچ گیاهی و پلی اتیلن بر رشد و استقرار گندم در مناطق نیمه‌خشک در هند مشاهده کردند، استفاده از مالچ گیاهی باعث افزایش رشد ریشه، طول برگ، ارتفاع و وزن خشک گیاه گردیده است، اشاره کرد.

جوانه زنی بذر، طویل شدن ریشه و ظهور ساقه و سپس ظهور و تعداد برگ ها به عنوان اولین نشانه هایی از رشد و توسعه گیاه شناخته می‌شوند. بنابراین، درک این دوره از رشد و توسعه گیاه در ارتباط با نانو ذرات مهم است (۵۴). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد مساحت تاج پوشش، ارتفاع گیاه و تعدا شاخه‌های جانبی بهترین تیمار مربوط به ۳درصد نانو ذرات رس -رزین اکریلیک بود. بین تیمار ۱درصد نانو ذرات رس -رزین اکریلیک و تیمار رزین اکریلیک تفاوت معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد استفاده از غلظت ۱ درصدی نانو ذرات رس بر خصوصیات مورد بررسی خیلی تاثیرگذار نیست. تیمار مالچ گیاهی نیز در تمامی خصوصیات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد بود. نتایج تحقیق سایداکو[5] و همکاران (۲۰۱۵) نیز منطبق با تحقیق حاضر بوده بیان می‌دارند نانوذرات نقش قابل قبول در جوانه‌زنی بذر، ریشه، رشد گیاه (ساقه، ریشه و زیست توده) و فتوسنتز می‌باشند. از سایر مطالعاتی که نانو ذرات را در رشد و توسعه گیاهان موثر دانسته‌اند میتوان به مطالعه سوریاپاراباهاتا[6] و همکاران (۲۰۱۲) بر روی تاثیر نانوذرات دی اکسید سیلیکون[7] بر ذرت اشاره کرد، وی بیان میدارد که نانوذرات با ارائه بهتر مواد غذایی در دسترس به ذرت دانه و تنظیم pH و هدایت مواد غذایی سبب افزایش جوانه‌زنی بذر و بهبود رشد ذرت می‌شوند. مطالعه وانگ[8] و همکاران (۲۰۱۴) بر روی تاثیر نانوذرات دی‌اکسید سیلیکون بر برنج حاکی از افزایش قابل توجه رشد ریشه این گیاه بود. استفاده از نانو ذرات طلا نیز در تحقیقات مختلف به عنوان عاملی جهت بهبود جوانه‌زنی، رشد، و افزایش زیست توده و افزایش تاج پوشش و توسعه رشد گیاه و افزایش گلروفیل و تعداد برگ گیاهان معرفی شده است (۶، ۲۳، ۳۰). همچنین مطالعاتی از اثرگذاری نانو ذرات نقره (۲۳، ۵۴، ۴۸،۶۰) و نیز نانوذرات تیتانیوم دی اکسید بر ویژگی‌های رشد و توسعه گیاهان خبر دادند (۲۶، ۲۷، ۳۴، ۳۶ و ۶۹).

مهمترین خاصیت کامپوزیت نانورس این است که جاذب و آزاد کننده آب و مواد مغذی است (۳۷) که این مهم سبب می‌شود استفاده از کود نیز کاهش یابد (۵۷) همچنین حضور نانو رس می‌تواند سبب کاهش میزان آفات شود (۳۷). استفاده همزمان نانو ذرات رس و رزین اکریلیک و همزمانی آن با اجرای پروژه هلالی آبگیر عملکرد گیاه قره‌داغ را به شکل چشم‌گیری افزایش داد. نانوکامپوزیت رس میتواند به عنوان ابزار برداشت آب برای بهبود بهره‌وری از زمین‌های خشک نقش ایفا کند چرا که به جذب آرام با ظرفیت بالای آب حاصل از بارندگی در این مناطق کمک می‌کند. سن و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان می‌دارند که ظرفیت نگهداری آب در میان غلات و حبوباتی که همراه با نانوکلی کشت شده‌اند بیشتر بوده و افزایش ۳۰ درصد در بهره‌وری محصولات آنها را گزارش می‌کند. بنابراین برای پر

[2] - Chon
[3] - Terzi
[4] - Chakraborty
[5] - Siddiqui
[6] - Suriyaprabha
[7] - nano-SiO2
[8] - Wang

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

کردن شکاف نیاز آبی و عملکرد مطلوب، ذرات نانورس، نانو رس کائوچو را به عنوان ابزار کارآمد معرفی می‌کند (۴۹) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. از طرفی رزین اکریلیک در شرایط خشک و نیمه‌خشک منطقه و بارندگی محدود منطقه به جذب و نگهداشت آب جمع شده درون هلالی‌ها کمک کرده و می‌تواند به کاهش تبخیر کمک کند. همراهی این سه فاکتور سبب استقرار بهینه نهال‌های قره‌داغ بدون هیچگونه آبیاری شد. نتایج مطاللعه برخی محققان نیز با تحقیق حاضر همخوانی دارد از جمله شهریاری (۲۰۱۰) که استفاده از پلیمر را در استقرار قره‌داغ موثر دانسته و بیان می‌دارد که مصرف پلیمر در خاک و به ویژه خاک های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه-خشک شود. از این رو با توجه به مشکل تامین آب برای گونه‌های گیاهی این مناطق، این روش می‌تواند نقش قابل توجهی در پایداری گیاهان، کاهش هزینه‌های آبیاری و کود دهی و احیاء بیولوژیک مناطق بیابانی داشته باشد. پوسی[۹] و همکاران (۲۰۰۸) بیان می‌دارند که ظهور و استقرار نهال گونه‌های گیاهی مختلف از مهمترین مسائل موجود درمناطق خشک و نیمه‌خشک است، استفاده از پلیمرهای آبدوست ضمن بهبود خواص فیزیکی خاک باعث افزایش جوانه‌زنی و استقرار بیشتر گیاهان می‌گردد که منطبق با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر می‌باشد. شهید[۱۰]و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود بر روی نانو کامپوزیت ((AA-co-AAm/AlZnFe2O4/potassium بر نگهداری رطوبت در خاک و رشد گندم علت افزایش میزان جوانه‌زنی گندم را استفاده از این پلیمر را بیان می‌دارند، آن‌ها نتیجه می‌گیرند، استفاده از این نانوپلیمر بر سطح خاک با پایین آوردن دمای خاک و افزایش رطوبت باعث افزایش جوانه‌زنی در گندم گردیده است. که با تحقیق حاضر دارای تطابق است. همچنین ایکسی و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مطالعه خود بر روی تاثیر پلیمرهای فراجاذب بر روی خصوصیات میکروبی خاک و رشد کلزای چینی نتیجه می‌گیرند، این پلیمرها نقش قابل توجهی بر روی رشد ریشه و وزن تر گیاه کلزا ایفا می‌کنند.

به‌طورکلی بررسی‌های ما نشان از تاثیر مثبت استفاده از نانوکامپوزیت رس در بهبود استقرار گیاه قره‌داغ داشت که این مهم می‌تواند به علت‌های مانند افزایش ظرفیت نگهداشت آب و در نتیجه افزایش آب قابل دسترس (۱۵ و ۶۷)، افزایش جذب عناصر غذایی (۱۷)، کاهش تبخیر سطحی (۶۴)، افزایش تخلخل خاک (۲ و ۲۷)، بهبود رشد عمقی ریشه (۶۴)، کاهش از دست رفتن آب از طریق فرونشت عمقی (۳۵ و ۵۵)، بهبود شرایط فیزیکی خاک که سبب رشد بهتر ریشه و تراکم ریشه می‌شود (۵۵) و افزایش ریشه های فرعی (۵۷) باشد. لذا استفاده همزمان غلظت بهینه ۳درصد نانو ذرات رس- رزین اکریلیک با هلالی آبگیر در کشت گونه قره‌داغ برای اطمینان از استقرار و رشد بهینه در عرصه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد می‌شود.

References

1. Abd El-Kader, A., S. Shaaban & M.S. Abd El-Fattah, 2010. Effect of irrigation levels and organic compost on okra plants (*Abelmoschus esculentus* l.) grown in sandy calcareous soil. Agriculture and Biology Journal of North America,1(3): 225-231.
2. Abedi-Koupai, J. & J. Asadkazemi., 2006. Effects of hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant (*Cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Iran. Polymer Journal, 15:715-725.
3. Abrisham, E., M. Jafari & A. Tavili. 1394. Effects of water deficit and Zeolite application on some soil properties and growth parameters of *Halothamnus glaucus* in arid land ecosystems. Journal of Rangeland, 9(2):120-128 (In Persian).
4. Agaba, H., L.G. Baguma., G.F.O. Esegu., J. Obua., G.D. Kabasa & A. Hüttermann, 2010. Effects of hydro gel amendment to different soils on plant available water and survival of trees under drought conditions. CLEAN – Soil, Air, Water, 38(4):328-335.
5. Ahkani, H.. 2002. Notes on the flora of Iran: Asparagus (Asparagaceae) *Nitraria* (Zygophyllaceae). Edinburgh Journal of Botany, 59(2): 295-302 (In Persian).

[1] - Shahid

[9] - Puoci

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

6. Arora, S., P. Sharma., S. Kumar., R. Nayan., P.K. Khanna & M.G.H. Zaidi, 2012. Gold-nanoparticle induced enhancement in growth and seed yield of *Brassica juncea*. Plant Growth Regular, 66:303-310.
7. Bandyopadhyay, P.K., S. Saha & S. Mallick, 2011. Comparison of soil physical properties between a permanent fallow and a long-term rice-wheat cropping with inorganic and organic inputs in the humid subtropics of eastern India. Commun Soil Sci Plant Anal, 42:435- 449.
8. Bhat, N.R., M.K. Suleiman., H. Al-Menaie., H.E. Al-Ali., L. Al-Mulla & A. Christopher, 2009. Use of hydrophilic polymers and mulches for water conservation in greenery projects in Kuwait. European Journal of Scientific Research, 2(4):549-558.
9. Brunner, G., 2014. Reactions of synthetic polymers with water. Supercritical Fluid Science and Ttechnology, 5: 511-523.
10. Chakraborty, D., Sh. Nagarajan., P. Aggarwal., V.K. Gupta., R.K. Tomar., R.N. Garg., R.N. Sahoo., A. Sarka., U.K. Chopra., K.S. Sundara Sarma & N. Kalra, 2008. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. Agricultural Water Management, 95(12):1323-1334.
11. Chazen, O., W. Hartung & P.M. Neumann, 1995. The different effects of PEG 6000 and NaCl on leaf development are associ- ated with differential inhibition of root water transport. Plant, Cell & Environment, 18:727-735.
12. Chon, S.U. & C. J. Nelson., 2010. Allelopathy in Compositae plant. Agronomy for Sustainable Development, 3: 349-358.
13. Cossins, D., 2014. Next generation: nanoparticles augment plant functions. The incorporation of synthetic nanoparticles into plants can enhance photosynthesis and transform leaves into biochemical sensors. The scientist, News & Opinion, March 16.
14. Cullen, L.G., E.L. Tilston., G.R. Mitchell., C.D. Collins & L.J. Shaw, 2011. Assessing the impact of nano- and micro-scale zerovalent iron particles on soil microbial activities: Particle reactivity interferes with assay conditions and interpretation of genuine microbial effects. Chemosphere, 82(11): 1675-1682.
15. Davies, F., T. Jr. & Y. Castro-Jimenez., 1989. Water relations of *Lagerstromia indica* deficiency growth in amended media under drought stress. Scientia Horticulturae, 41:97-104.
16. DeRosa, M.C., C. Monreal., M. Schnitzer., R. Walsh & Y. Sultan, 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nat Nanotechnol, 5:91-101.
17. El-Hady, O.A., M.Y. Tayel & A.A. Lofty, 1981. Super gel as a soil conditioner. II – Its effect on plant growth, enzymes activity, water use efficiency and nutrient uptake. Acta Horticulturae, 119:257-265.
18. Facelli, J.M., T.A. Steward & T. Pickett, 1991. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. The Botanical Review, 57(1):1-32.
19. Gabriels, D., 1990. Application of soil conditioners for agriculture and engineering. In M. F. De Boodt, M. Hayes, & A. Herbillon (Eds.), Soil colloids and their associations in aggregates. NATO ASI series, Ser. B: Physics. New York: Plenum, 557-565.
20. Galbraith, D.W., 2007. Nanobiotechnology: silica breaks through in plants. Nat Nanotechnol, 2:272–273.
21. Ganjidoust, H. & B. Ayati., 2005. Effect of natural polymers and seed production speed of the system UASB. Journal of Polymer Science and Technology, 18(1): 46-62 (In Persian).
22. Giraldo, J.P., M.P. Landry., S.M. Faltermeier., T.P. McNicholas., N.M. Iverson., A.A. Boghossian., N.F. Reuel., A.J. Hilmer., F. Sen., J.A. Brew & M.S. Strano, 2014. Plant nanobionics approach to augment photosynthesis and biochemical sensing. Nat Mater.
23. Gopinath, K., S. Gowri., V. Karthika & A. Arumugam, 2014. Green synthesis of gold nanoparticles from fruit extract of Terminalia arjuna, for the enhanced seed germination activity of *Gloriosa superba*. Journal Nanostruct Chemical, 4:1-11.
24. Gruyer, N., M. Dorais., C. Bastien., N. Dassylva & G. Triffault-Bouchet, 2013. Interaction between sliver nanoparticles and plant growth. In: International symposium on new technologies for environment control, energy-saving and crop production in greenhouse and plant factory– greensys, Jeju, Korea, 6–11 Oct.
25. Helalia, A. & J. Letey., 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. Soil Science Society of America Journal, 52(1): 247-250.
26. Jaberzadeh, A., P. Moaveni., H.R.T. Moghadam & H. Zahedi, 2013. Influence of bulk and nanoparticles titanium foliar application on some agronomic traits, seed gluten and starch contents of wheat subjected to water deficit stress. Notulae Botanicae Horti agrobotanici, 41:201-207.
27. Kamali, N. & A. Sadeghipour., 2015. Effects of different concentrations of nano TiO2 on germination and early growth of five range plant species. Rangeland, 9(2):170-181 (In Persian).
28. Khadm, K., D. Janghou & D. Medsaghi, 2012. The best location of the plants and the most suitable criteria size of arches or squeeze in the Kavir Mohammadabad Qayan. Proceedings of the Third International

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

Conference against desertification and sustainable development wetlands deserts in Iran, Arak, 98-104 (In Persian).
29. Khodakovskaya, M.V., D.K. Silva., A.S. Biris., E. Dervishi & H. Villagarcia, 2012. Carbon nanotubes induce growth enhancement of tobacco cells. ACS Nano, 6(3):2128-2135.
30. Kumar, V., P. Guleria., V. Kumar & S.K. Yadav, 2013. Gold nanoparticle exposure induces growth and yield enhancement in Arabidopsis thaliana. Science Total Environ, 461:462-468.
31. Liu, G., Wu, Sh. Ven., M. Molenaar & J. Besamusca, 2010. Characterization of organic surfactant on Mont morillonite nanoclay to be used in Bitumen. Journal of materials in civil engineering, 22(8):794-799.
32. Ma, X., J. Geiser-Lee., Y. Deng & A. Kolmakov, 2010. Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: phytotoxicity, uptake and accumulation. Science Total Environ, 408(16):3053-3061.
33. Mahdi, R., D. Habibi., S. Hossain., D. Jahanfer & A.H. Khalatabri, 2010. The effect of super absorbent polymer on yield, antioxidant enzymes (catalase and superoxide dismutase) activity and cell membrane stability in mustard under water deficiency stress condition. Plant and Ecosystem, 6:19-38.
34. Mahmoodzadeh, H., M. Nabavi & H. Kashefi, 2013. Effect of nanoscale titanium dioxide particles on the germination and growth of canola (*Brassica napus*). Journal Ornamental Horticultural Plants, 3:25-32.
35. McGuire, E., R.N. Carrow & J. Troll, 1978. Chemical soil conditioner effects on sand soils and turfgrass growth. Agronomy Journal, 70:317-321.
36. Mishra, V., R.K. Mishra., A. Dikshit & A.C. Pandey, 2014. Interactions of nanoparticles with plants: an emerging prospective in the agriculture industry. In: Ahmad P, Rasool S (eds) Emerging technologies and management of crop stress tolerance, Biological Techniques, 1:159-180.
37. Mukhopadhyay, R., N. De & T. Kumar Das., 2015. Effect of Nanoclay polymer composite on growth and yield of lentil in longer term trial under rained condition. International Journal of Science and Nature, 6 (2):2015:209-213.
38. Nair, R, S.H. Varghese., B.G. Nair., T. Maekawa., Y. Yoshida & D.S. Kumar, 2010. Nano particulate material delivery to plants. Plant Science, 179:154-163.
39. Naseri, R.A., M. Jafari., S.S. Sangdehi., H. Mohamadzadeh khani & M. Safariha, 2011. The effect of salinity on seed germination and growth of *Nitraria schoberi*. Journal of Rangeland, 5(1):35-45 (In Persian).
40. Neumann, P.M., 1987. Sequential leaf senescence and correlatively controlled increases in xylem flow resistance. Plant Physiology, 83, 941-944.
41. Proseus, T.E. & J.S. Boyer, 2005. Turgor pressure moves polysac- charides into growing cell walls of Chara coralline. Annals of Botany 95, 967-979.
42. Puoci, F., F.Iemma., U.G. Spizzirri & G. Cirillo, 2008. Polymer in agriculture. American Journal of Agriculture and Biological Science, 3(1): 299-314.
43. Ramazani, F., C. Mohammadi & A.B. Ismail, 2009. Effect of mulch (mulch) on yield and yield components of cucumber. Iranian Horticultural Science Congress, 123-120 (In Persian).
44. Ranathunge K., L. Kotula., E. Steudle & R. Lafitte, 2004. Water permeability and reflection coefficient of the outer part of young rice roots are differently affected by closure of water channels (aquaporins) or blockage of apoplastic pores. Journal of Experi- mental Botany, 55:433–447.
45. Ranger, J., M. Colin-Belyrand & C. Nys, 1995. Le cycle biogeochemical des elements majeure dens les ecosystems foresters. Etude Gestation Sds, 2(2): 119-134.
46. Rigi, M., B. Pakzad &O.R. Fkhyrh, 2012. The effect of the intake systems crescent vegetation indices (Case study: rangelands Chahzylan Taftan). Proceedings of the First National Conference of rainwater systems, Mashhad, 9-17 (In Persian).
47. Safari-ned many, M., F. Javid., M. Zad-Behtuyi & Z. Marjani, 2013. Study of rice varieties yield and yield components response to iron nano composite apply in different growth stages. Journal of Farming and Allied Sciences, 2(18) 638-642.
48. Salama, H.M.H., 2012. Effects of silver nanoparticles in some crop plants, common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.). International Research Journal of Biotechnology, 3(10):190–197.
49. Sen, J., P. Prakash & N. De, 2015. Nano clay composite and phyto nanotechnology: a new horizon to food security issue in Indian agriculture. Journal of Global Biosciences 4(5):2187-2198.
50. Shahid, S.A, A.Q. Ansar., A. Farooq., U. Inam & R. Umer, 2012. Effects of a Novel Poly (AA-co-AAm) /AlZnFe2O4/potassium Humate Superabsorbent Hydrogel Nanocomposite on Water Retention of Sandy Loam Soil and Wheat Seedling Growth. Molecules, 17(11):12587-12602.
51. Shahriyari, A., S. Nouri., F. Asaleh., Gh. Nouri & M. Zaboli, 2010. The effects of wastewater, soil texture and super absorbent on growth of *Nitraria schoberi*. Journal of Rangeland, 4(4):564-574 (In Persian).
52. Shane, M.W., M.E. McCully & M.J. Canny, 2000. Architecture of branch–root junctions in maize: structure of the connecting xylem and the porosity of pit membranes. Annals of Botany, 85:613-624.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]

53. Sharma, P., D. Bhatt., M.G. Zaidi., P.P. Saradhi., P.K. Khanna & S. Arora, 2012. Silver nanoparticlemediated enhancement in growth and antioxidant status of *Brassica juncea*. Applied Biochemistry Biotechnology, 167:2225–2233.
54. Siddiqui, M.H., M.H. Al-Whaibi & F. Mohammad, 2015. Nanotechnology and plant sciences, nanoparticles and their impact on plants. Springer, 330 P.
55. Silberbush, M., E. Adar & Y. Malach, 1993. Use of a hydrophyilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. Agricultural Water Management, 23:303-313.
56. Simmons, A.M., C.K. Kousik & A. Levi, 2010. Combining reflective mulch and host plant resistance for sweet potato whitefly (*Hemiptera:* Aleyrodidae) management in watermelon. Crop Protection, 29: 898-902.
57. Stocker, O., 1960. Physiolohical and morphological changes in plants due to water deficiency. Arid Zone Research, 15:63-104.
58. Standnes, D.C. & I. Skjevrak., 2014. Literature review of implemented polymer field projects,.Journal of Petroleum Science and Engineering, 122: 761-775.
59. 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, 8:902-908.
60. Syu, Y.Y., J.H. Hung., J.C. Chen & H.W. Chuang, 2014. Impacts of size and shape of silver nanoparticles on Arabidopsis plant growth and gene expression. Plant physiology biochemistry, 83:57-64.
61. Terzi, I. & Y. Demir, 2013. Allelopathic Effects of Some Tree Leaf Extracts on Seed Germination and Seedling Growth of Turf Grasses. Journal of Environmental Protection and Ecology, 14(3):1236-1243.
62. Teyel, M.Y. & A.O. EL-Hady., 1981. Super gel as a soil conditioner. Acta Horticulture, 119: 247-250.
63. Torney, F., B.G. Trewyn., Y. Lin & K. Wang, 2007. Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants. Nat Nanotechnol, 2:295-300.
64. Wallace, A. & G. Wallace., 1986. Effect of polymeric soil conditioner on emergence of tomato seedling. Soil Science, 141:321-323
65. Wang, A., Y. Zheng & F. Peng, 2014. Thickness-controllable silica coating of CdTe QDs by reverse Microemulsion method for the application in the growth of rice. J Spectrosc. http://dx.doi. org/10.1155/2014/169245.
66. Wang, Y. & L.L. Gregg., 1992. Hydrophilic polymers- Their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. Journal of the American Society for Horticultural Science, 115: 943-948.
67. Willenbacher, J., O. Altintas., P.W. Roesky., & C. Barner-Kowollik, 2014. Single-Chain self-folding of synthetic polymers induced by metal–ligand complexation. Macromolecular Rapid Communications, 35(1): 45-51.
68. Xi, L., H. Ji-Zheng., L. Yu-Rong & Zh. Yuan-Ming, 2013. Effects of super absorbent polymers on soil microbial properties and Chinese cabbage (Brassica chinensis) growth. Journal of Soil Sediment, 13:711-719.
69. Yang, F., F. Hong., W. You., C. Liu., F. Gao., C. Wu & P. Yang, 2006. Influence of nano-anatase TiO2 on the nitrogen metabolism of growing spinach. Biological Trace Element Research, 110(2):179-190.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1396.11.2.10.9]