

بررسی اثرات رزین اکریلیک حاوی نانو ذرات رس و مالچ گیاهی بر خصوصیات مورفولوژی گونه پسته (*Pistacia vera* L.) در مراتع گورپان اسفراین

پریا کمالی^{*}، عادل سپهری^۱، غلامعلی حشمتی^۲، شروین احمدی^۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۸

چکیده:

مسئله کم آبی و پیچیدگی این فرآیند، یکی مشکلات شناخته شده کشور است. از طرفی کشت گونه های مثمر در قالب طرح مرتعداری برای عشایر اسکان داده شده می تواند یکی از راه حل های تامین معیشت این دسته از بهره برداران و کاهش تعداد دام آنها در عرصه های منابع طبیعی باشد. در این تحقیق اثر نانوکامپوزیت های پلیمری و مالچ گیاهی بر تغییرات برخی خصوصیات مورفولوژی گونه پسته (*Pistacia vera* L.) صورت گرفت. تیمارهای اعمال شده عبارتند از تیمارهای شاهد، مالچ گیاهی (کاه و کلش گندم دیم) و نانوکامپوزیت پلیمری ۰٪، ۱٪ و ۳٪ نانو ذرات رس- رزین اکریلیک که با ۱۰ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. خصوصیات مورفولوژی گیاه پسته (ارتفاع گیاه، مساحت تاج پوشش و تعداد برگ) بعد از یک سال از مرحله کشت اندازه گیری شد. آنالیز داده ها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن صورت گرفت. نتایج نشان داد بین تیمار کاه و کلش با شاهد هیچ تفاوت معنی داری (در سطح ۰.۵٪) مشاهده نشد اما سایر تیمارهای مورد بررسی (در سطح ۰.۱٪) با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار بودند که بین تمامی تیمارهای اعمال شده با تیمار ۳٪ نانو ذرات رس- رزین اکریلیک اختلاف معنی دار وجود داشت (در سطح ۰.۱٪). بطوری که ارتفاع گیاه، مساحت تاج پوشش و تعداد برگ ها در تیمار ۳٪ نانو ذرات رس- رزین اکریلیک بیشتر از سایر تیمارها بود.

کلمات کلیدی: پسته *Pistacia vera*، رزین اکریلیک، مالچ گیاهی، نانو ذرات رس.

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری علوم مرتع دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان Email:

paria.kamali@gmail.com

۲- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- استادیار پژوهشکده شیمی و پلیمر ایران

مقدمه

بیش از دو سوم کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده است. در این مناطق تبخیر و تعرق بیشتر از نزولات جوی است و به دلیل کمبود بارندگی، پوشش گیاهی فقیر و پراکنده است. بارندگی‌ها در این شرایط آب و هوایی، بسیار نامنظم، اغلب با شدت زیاد و مدت کوتاه صورت می‌گیرد که عمدتاً به دلیل نبود پوشش گیاهی کافی و اقدامات مدیریتی نادرست، باعث وقوع سیلاب و هدر رفت منابع آب و خاک می‌گردد. انتخاب گونه‌ای گیاهی سازگار و مقاوم با شرایط خشک در راستای اهداف احیاء و ایجاد پوشش گیاهی امری ضروری است و موفقیت در امر احیاء منوط به شناسایی نیازهای بوم‌شناختی این گیاهان و ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو آنها می‌باشد (۲۰). ایجاد بستر کاشت مناسب رشد گیاه، همراه با تامین رطوبت مورد نیاز آن از فاکتورهای اساسی رشد و استقرار گیاه در مناطق خشک می‌باشد. استفاده از پوشش‌های سطحی خاک تحت عنوان مالچ‌ها با تاثیری که بر خصوصیات خاک از جمله بافت، ساختمان، نفوذپذیری، رطوبت، دما و تامین مواد مغذی و ... می‌گذارند می‌توانند شرایط را برای رشد و رویش گیاهان به ویژه در مناطق خشک و بیابانی بهبود بخشند (۲۴). افزایش رطوبت خاک می‌تواند از طریق استفاده از پوشش‌های سطحی خاک مانند مالچ گیاهی و نانوکامپوزیت‌های پلیمری انجام گیرد. 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 (۲۴ و ۳۶). استفاده از لاشبرگ (بقایای گیاهی) به عنوان پوشش سطحی یکی از این روش‌ها است که به مقدار قابل توجهی از هدر رفت آب جلوگیری می‌کند (۱، ۳۶، ۲۶). از دیگر روش‌ها اضافه کردن اصلاح کننده‌ها مثل پلیمرهای طبیعی و سنتزی می‌باشد (۱). 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 شن‌های روان، کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی از جایگاه ویژه‌ای در دنیا برخوردار شده‌اند (۳۷). 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 (۱۸).

ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، و مولکولی نانو ذرات 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 می‌تواند با کنترل دریافت کود و یا موادشیمیایی در تنظیم رشد گیاه و ویژگی‌های مرتبط با رشد موثر واقع شوند (۲۳ و ۶).

بیولوژیک تپه‌های شنی نشان داد، هر دو ماده تاثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی تاغ دارند (۲۷)
تاثیر نانوذرات دی اکسید سیلیکون nano-SiO₂ بر

رشد و توسعه گیاه برنج حاکی از تاثیر این نانوذره بر رشد ریشه گیاه بود بطوری که سبب افزایش طول ریشه این گیاه از ۱۱ سانتی‌متر به ۱۵ سانتی‌متر شد (۴۱)

استفاده از نانوذرات دی اکسید سیلیکون nano-SiO₂ بر جوانه‌زنی بذر گیاه گوجه فرنگی نشان داد که در غلظت‌های پایین از این نانو ذره درصد جوانه‌زنی بذر گیاه گوجه فرنگی افزایش یافت در حالی که غلظت‌های بالای این نانوذره دارای اثر منفی بر جوانه‌زنی بزرگ‌گوجه فرنگی داشت بطوری که درصد جوانه‌زنی بذر آن در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت (۳۴).

از آنجایی که در اجرای هر طرح علمی در نظر گرفتن مسایل اقتصادی و اجتماعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بدون در نظر گرفتن مشکلات مردم ساکن در منطقه اجرای هر گونه طرح محکوم به شکست خواهد بود. لذا در این مطالعه مشکلات اقتصادی و اجتماعی مردم منطقه (پروژه تعمیر ترسیب کربن خراسان شمالی) بررسی و سپس اقدام گردید. منطقه پروژه تعمیر ترسیب کربن خراسان شمالی دارای چندین روستا با عشایر اسکان داده شده است. بعد از طرح اسکان عشایر و تهیه طرح مرتعداری برای آنها طبق قانون، امکان کشت محصولات محصولاتی مانند گندم و جوی دیم در بخش محدودی از عرصه‌های مرتعی امکان پذیر است. در سال‌های اخیر با توجه به

تومی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقات خود بیان می‌دارند که نانو ذرات قادرند به درون سلول‌های گیاهان و برگ نفوذ کنند و سبب بهبود رشد آن‌ها شوند. 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 (۴ و ۲۷).

اثر نانو کربن‌های لوله‌ای بر درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در گوجه فرنگی نشان تاثیر مثبت این نانوذره بود (۱۴).

مطالعات بر روی کاربرد بیوپلیمرها در اصلاح خاک‌های لومی شنی و تاثیر آنها بر جوانه‌زنی و رشد جوانه‌های گونه *Gossypium herbaceum* نشان داد نشان داد که در همه تیمارهای حاوی پلیمر، مقدار مواد آلی، نیتروژن و نرخ تنفس، کم و بیش افزایش یافته است (۲۹)

تاثیر نانوذرات دی اکسید سیلیکون nano-SiO₂ بر روی گیاه ذرت نشان داد که استفاده از نانو ذرات روی سبب افزایش جوانه‌زنی بذر گیاه ذرت و توسعه رشد آن بعد از جوانه‌زنی شد. در واقع نانوذرات روی با افزایش سطح ویژه خاک زمینه را برای دریافت بیشتر مواد غذایی در دسترس بذر گیاه ذرت فراهم می‌کنند. از طرفی سبب نانو ذرات روی سبب تنظیم pH و هدایت الکتریکی خاک شد که در نهایت بهبود رشد گیاه ذرت در این مطالعه را به‌همراه داشت (۳۸)

مقایسه تاثیر پلیمر پلی لاتیس و مالچ نفتی در جوانه‌زنی و استقرار گیاه به منظور تثبیت

متری از سطح دریا واقع شده است. اقلیم ناحیه به روش دومارتن از نوع « خشک بیابانی » و به روش آمبرژه از نوع « خشک سرد » تعیین گردیده است. میزان ریزش‌های جوی سالانه حوزه، به‌طور متوسط حدود ۲۱۷ میلیمتر بوده متوسط دمای سالانه حوزه حدود $14/6^{\circ}C$ می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی سالانه حوزه حدود ۵۸ درصد بوده که در ماه‌های مختلف بین ۴۶ تا ۶۹ درصد نوسان دارد.

- مراحل اجرای پروژه:

- انتخاب گونه‌های گیاهی: گیاه پسته اهلی با نام علمی *Pistacia vera* L. از خانواده Anacardiaceae به جهت دیرزیستی، سازگاری و استقبال عمومی بهره‌برداران از گونه حاضر در منطقه انتخاب شد. علاوه بر این گونه جز گیاهان مثمر بوده که دارای اهمیت دارویی و تجاری و در گیاه پالایی جهت جذب عناصر سرب نیز قابل کاربرد می‌باشد (۱۰). نهال‌ها به شکل گلدانی به منطقه منتقل و بعد از ایجاد شکاف در زیر گلدان‌ها داخل چاله‌های با ابعاد $40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ در فروردین ماه ۱۳۹۴ کشت گردیدند.

- اعمال تیمارها: به عنوان مالچ گیاهی کاه و کلش حاصل ساقه گندم دیم (فراوان ترین نوع مالچ گیاهی در منطقه) انتخاب شد. همچنین نانوکامپوزیت انتخاب شده در سه سطح ۰٪، ۱٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک (فاقد نانو ذره)، ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تهیه و به منطقه انتقال داده رزین اکریلیک مورد استفاده کوپلیمر

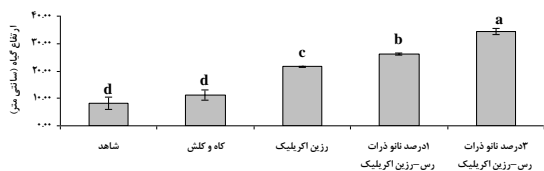
خشکسالی‌های پی در پی و کمبود آب در منطقه مورد مطالعه عملاً کشت محصولاتی چون گندم دیم و جو دیم با مشکل مواجه شده است و بخشی از درآمدهای عشایر اسکان داده شده از دست رفته است. در راستای این مهم مطالعه حاضر تصمیم به بررسی گونه پسته اهلی به عنوان یک گونه درآمدزا برای بهبود شرایط اقتصادی عشایر اسکان داده شده در نظر گرفته شده تا بحث معیشت مردم بومی نیز مدنظر قرار گیرد تا در صورت استقرار و نتایج مناسب به عنوان گونه قابل کشت در قالب طرح مرتعداری معرفی گردد. از طرفی استفاده از نانوکامپوزیت‌های پلیمری و مالچ گیاهی نیز می‌تواند در افزایش رطوبت و استقرار پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک موثر واقع گردد، به همین منظور مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر تیمارهای مالچ گیاهی (لاشبرگ کاه و کلش ساقه گندم دیم) و نانوکامپوزیت‌های پلیمری بر خصوصیات مورفولوژی (ارتفاع، تاج پوشش و تعداد برگ) گونه پسته اهلی *Pistacia vera* صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها:

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

منطقه پروژه بین‌المللی تعمیم ترسیب کربن استان خراسان شمالی در جنوب شهرستان اسفراین از استان خراسان شمالی قرار دارد. محدوده جغرافیایی $58^{\circ}03'$ تا $56^{\circ}58'$ شرقی و $36^{\circ}45'00''$ تا $37^{\circ}03'31''$ شمالی و در ارتفاع ۱۵۰۰

نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد بین تیمارها در تغییرات ارتفاع گیاه پسته اختلاف معنی دار وجود داشت ($F=59/681$ ، $Sig=0/00$). بطوری که بین تیمارهای کاه کلش، رزین اکریلیک (فاقد نانو ذره)، ۱٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک و ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک اختلاف معنی داری وجود داشت. و بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار ۳٪ نانو رس مشاهده گردید. اما بین تیمار کاه و کلش و تیمار شاهد اختلافی مشاهده نشد (شکل ۱).



شکل ۱: تغییرات ارتفاع گیاه پسته اهلی در اثر تیمارهای مورد مطالعه

بررسی تغییرات سطح تاج پوشش گیاه پسته اهلی:
نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد بین تیمارها در تغییرات سطح تاج پوشش گیاه پسته اختلاف معنی دار وجود داشت ($F=98/116$ ، $Sig=0/00$). بطوری که بین تیمارهای کاه کلش، و شاهد در یک گروه، تیمارهای رزین اکریلیک (فاقد نانو ذره)، ۱٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک در یک گروه و ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک در گروه جدا قرار گرفتند و تیمار ۳٪ نانو ذره بیشترین میزان سطح تاجپوشش را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).

امولسیون 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 می‌شود و 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 بود. تعداد ۱۰ تکرار برای هر یک از تیمار در نظر گرفته شد و نهال‌ها به فواصل ۹×۷ متر با توجه به موقعیت موجود در عرصه کشت شدند.

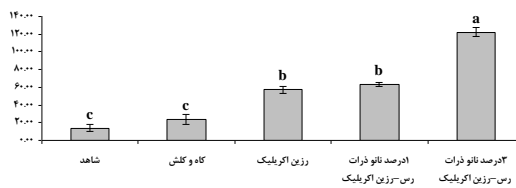
اولین نشانه‌هایی رشد و توسعه گیاه جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه (ساقه، ریشه، تعداد برگ و زیست توده) می‌باشد که مطالعات نشان داده نانوذرات نقش قابل قبولی در بهبود این ویژگی‌ها دارند (۳۴). لذا مطالعه حاضر به بررسی ارتفاع، مساحت تاج پوشش و تعداد برگ‌ها گیاه پسته اهلی پرداخت شد. بدین منظور در لحظه کاشت نهال‌ها ارتفاع گیاهان، سطح تاج پوشش و تعداد برگ‌های اولیه ثبت گردید تا تغییرات مورد بررسی قرار گیرد. سطح تاج پوشش نیز با اندازه‌گیری قطر بزرگ و قطر کوچک پایه‌های گیاهی بدست آمد (۳۴) و تجزیه و تحلیل داده‌های مورد نظر در قالب تجزیه واریانس یک طرفه و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ صورت گرفت.

نتایج:

بررسی تغییرات ارتفاع گیاه پسته اهلی:

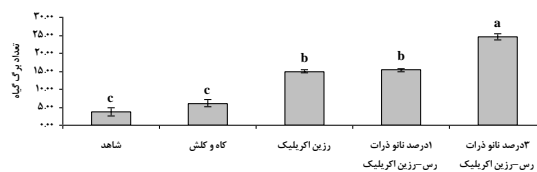
سایر غلظت‌های نانورس- رزین اکریلیک و همچنین تیمار کاه کلش از خود نشان داد. تیمار کاه و کلش در هیچ یک از خصوصیات مورد بررسی تفاوت با تیمار شاهد نداشت.

اثر نانو ذرات بستگی به غلظت ماده دریافتی داشته و از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است، با این حال، نانو ذرات نقش قابل قبول در جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، رشد گیاه (ساقه و ریشه زیست توده) و افزایش فتوسنتز بازی می‌کنند. جوانه‌زنی بذر، طولیل شدن ریشه، ظهور ساقه و سپس ظهور و تعداد برگ‌ها به عنوان اولین نشانه‌های رشد و توسعه گیاه شناخته می‌شوند. بنابراین، درک این دوره از رشد و توسعه گیاه و ارتباط آن با نانو ذرات مهم است (۳۴). بررسی تجزیه واریانس یکطرفه تغییرات ارتفاع گیاه پسته نشان داد که بین تیمارهای کاه کلش، رزین اکریلیک (فاقد نانو ذره)، ۱٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک و ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در واقع تمام تیمارها جز تیمار کاه کلش وضعیت بهتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. این مهم در واقع تایید کننده این فرض مطالعه می‌باشد که استفاده از ترکیبات رزینی به همراه ذرات نانو از دو جهت می‌تواند تاثیرگذار باشد یکی به لحاظ حفظ و نگهداری آب در محیط گشت گیاه و تغییراتی که در خصوصیات خاک ایجاد می‌کند و دیگری به علت ویژگی‌های ذاتی ذرات نانو که زمینه را برای رشد و توسعه گیاه به نحوه بهینه‌تری فراهم می‌آورد. این مهم حاصل خواص منحصر به فرد فیزیک و شیمیایی نانو ذرات مانند سطح بالا، واکنش



شکل ۲: تغییرات سطح تاج پوشش گیاه پسته اهلی در اثر تیمارهای مورد مطالعه

بررسی تغییرات تعداد برگ گیاه پسته اهلی: نتایج مقایسات تغییرات تعداد برگ گیاه پسته نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار تیمارها بود (Sig=۰/۰۰، F=۱۰۲/۵۰۹). بطوری که بین تیمارهای کاه کلش، و شاهد در یک گروه، تیمارهای رزین اکریلیک (فاقد نانو ذره)، ۱٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک در یک گروه و ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک در گروه جدا قرار گرفتند و تیمار ۳٪ نانو ذره بیشترین تعداد برگ نهال‌ها نیز در تیمار ۳٪ نانو ذرات رس-رزین اکریلیک مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات تعداد برگ گیاه پسته اهلی در اثر تیمارهای مورد مطالعه

بحث:

نتایج نشان داد که استفاده از نانوکامپوزیت رس- رزین اکریلیک تاثیر محسوسی بر ویژگی‌های مربوط به رشد و توسعه گیاه پسته اهلی از جمله ارتفاع گیاه، سطح تاج پوشش و تعداد برگ گیاه داشت. از طرفی غلظت ۳٪ نانورس- رزین اکریلیک عملکرد بهتری در مقایسه با

بررسی سطح تاج پوشش و همچنین تعداد برگ‌های گیاه پسته نیز حاکی از این مهم بود که بین تیمارهای مورد استفاده تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج این بررسی‌ها بطور خاص نشان داد که در هر دو عامل مورد بررسی تیمار ۳٪ نانو رس-رزین اکریلیک تفاوت معنی‌داری با باقی تیمارها داشت و همچنین تیمار رزین اکریلیک و ۱٪ نانورس-رزین اکریلیک در یک گروه قرار داشتند، در واقع این مهم می‌تواند بیانگر این است که استفاده از تیمار رزین اکریلیک (فاقد نانو) و ۱٪ نانورس-رزین اکریلیک تفاوت معنی‌داری با هم ندارند و استفاده از غلظت پایین نانو رس یا عدم استفاده از نانو در مطالعه حاضر تاثیر چندانی بر تغییرات خصوصیات گیاه نداشت. اما به هر حال حتی در غلظت پایین نانو رس-رزین اکریلیک نیز تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده گردید که شاید بتواند نشان دهنده تاثیر نانورس بر تغییرات خصوصیات گیاه پسته اهلی باشد. تحقیقات نیز نشان داده که اثر نانو ذرات توسط ترکیب آنها، مواد شیمیایی، اندازه، پوشش سطح، دوز و واکنش-پذیری آنها متفاوت خواهد بود (۱۵). یافته‌های محققان نیز از اثرات مثبت و منفی نانو ذرات بر رشد و توسعه گیاهان خبر داده‌اند. تاثیر نانو ذرات مهندسی‌شده در گیاهان بستگی به ترکیب، غلظت، اندازه، و خواص فیزیکی و شیمیایی و همچنین گونه‌های گیاهی پیشنهاد شده، دارد (۱۹) چرا که نانو ذرات در خواص فیزیکی منحصر به فرد می‌باشند و پتانسیل بالایی برای افزایش متابولیسم گیاهان دارا می‌باشند (۸). شاید بتوان پاسخ تغییرات بهینه

پذیری بالا، اندازه منافذ موزون، و مورفولوژی ذرات نانو است (۳۴). 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 شوند (۲۳ و ۶). بویژه نانو ذرات رس که از سطح ویژه بالایی برخوردارند لذا زمینه را برای رشد و توسعه گیاه از جمله ارتفاع، تاج پوشش، تعداد برگ و افزایش میزان تولید محصولات فراهم می‌آورد (۳۱). نتایج مطالعه پوسی^۱ و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد، ظهور و استقرار نهال گونه‌های گیاهی مختلف از مهمترین مسائل موجود در مناطق خشک و نیمه خشک 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. نتایج خداکووسکایا^۲ و همکاران (۲۰۰۹) بر اثر نانو کربن‌های لوله‌ای بر درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گوجه فرنگی نشان داد، استفاده از این نانو ذره باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد و توسعه گیاه گوجه فرنگی گردیده است که علت آن را نفوذ این نانو ذره در دیواره بذر و جذب بیشتر آب بیان می‌نمایند که در نهایت سبب افزایش ارتفاع گیاه شده است و که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

1 Puoci
2 Khodakovskaya

و سلما^۷ و همکاران (۲۰۱۲) از اثر گذاری نانو ذرات نقره و محمدزاده^۸ و همکاران (۲۰۱۳)، جابرزاده^۹ و همکاران (۲۰۱۳) میسرا^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۴) و یانگ^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۶) نیز از تاثیر نانوذرات تیتانیوم دی اکسید بر ویژگی‌های رشد و توسعه گیاهان خبر دادند که نتایج تحقیقات تحقیق حاضر با آن‌ها همخوانی دارد. نتایج نشان داد که استفاده از نانوذرات رس در تحقیق حاضر سبب بهبود خصوصیات رشد و توسعه گیاه شد که زو^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۳) اثرات رتقاءدهنده نانو ذرات رس را بر رشد و توسعه نهال گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. سن و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه خود در بررسی اثرات نانوکامپوزیت خاک رس آینده استفاده از این نانوذرات را به علت ویژگی‌هایی چون پایداری، دوام و وسیله‌ای برای انتشار کودهای معمولی در صنعت سبز هند بسیار روشن معرفی نموده و آن را یکی از مسیرهای کلیدی کارآمد برای دستیابی به رشد، پایداری و سرعت بخشیدن به کشاورزی هند در مسیری مثبت معرفی می‌نماید.

علت دوم بهبود خصوصیات گیاه پسته اهلی را همانطور که گفته شد می‌توان به تاثیر گذاری نانوکامپوزیت رس-رزین اکریلیک بر خصوصیات خاک و قابلیت بالایی آن در جذب و نگهداری آب و از سمت دیگر کاهش تبخیر و تعرق از سطح خاک دانست که نهایتاً آب مورد

در رشد و توسعه گونه پسته اهلی بخصوص تغییر در ارتفاع، تعداد برگ و سطح تاج پوشش در مطالعه حاضر را با مطالعات محققانی مانند تومی و همکاران (۲۰۰۷) مرتبط دانست که در تحقیقات خود بیان می‌دارند که نانو ذرات قادرند به درون سلول‌های گیاهان و برگ‌ها نفوذ کنند و سبب بهبود رشد آنها بوسیله انتقال مواد شیمیایی به سلول‌های گیاهی شوند. از طرف دیگر حضور نانو ذرات را عامل بهبود عملکرد و سرعت حمل و نقل مواد غذایی در گیاهان می‌دانند. افزایش تعداد برگ و نیز افزایش ارتفاع گیاه پسته اهلی را شاید بتوان به تغییرات حاصل از تاثیر نانوذرات بر میزان کلروفیل گیاه جستجو کرد در واقع بررسی محققان نشان داده است که حضور نانو ذرات می‌تواند سبب بهبود عملکرد کلروفیل‌ها شده و به کلروپلاست اجازه جذب بیشتری از طول موج نور را می‌دهند (۹ و ۵) و در نهایت جوانه‌زنی بذر، رشد و توسعه گیاهان را افزایش دهد (۳۴ و ۱۷). محققانی از جمله کامرا^۱ و همکاران (۲۰۱۳)، گوپیناس^۲ و همکاران (۲۰۱۴) و آرورا^۳ و همکاران (۲۰۱۲) استفاده از نانو ذرات طلا را سبب بهبود خصوصیات نظیر جوانه‌زنی، رشد، زیست توده، تاج پوشش، کلروفیل و تعداد برگ گیاهان معرفی کردند. مطالعات سیو^۴ و همکاران (۲۰۱۴)، گرویر^۵ و همکاران (۲۰۱۳) شارما^۶ و همکاران (۲۰۱۲)

7 Salama
8 Mahmoodzadeh
9 Jaberzadeh
10 Mishra
11 Yang
12 Zhu

1 Kumar
2 Gopinath
3 Arora
4 Syu
5 Gruyer
6 Sharma

پایین آوردن دمای خاک و افزایش رطوبت باعث افزایش رشد در گندم گردیده است.

نتیجه گیری:

اکثر مطالعات درباره نانوکامپوزیت ها و نانوها به سمیت نانو ذرات پرداخته اند. مطالعات نسبتا کمی بر روی نانو ذرات انجام شده است که در آن گیاهان از نانوذرات ذینفع بوده اند (۳۲) و (۳۰). فناوری نانو دارای پتانسیل زیادی برای ارائه فرصت های طلایی برای محققان علوم گیاهی (به منظور توسعه ابزارهای جدید برای بهبود استقرار و تقویت رشد گیاهان) است که نتایج مطالعه حاضر نیز تا حدودی این مهم را تایید می نماید بطوری که استفاده از نانو رس به همراه رزین اکریلیک سبب بهبود خصوصیات مرفولوژی گیاه پسته اهلی شامل ارتفاع گیاه، مساحت تاج پوشش و تعداد برگ-ها شد. با توجه به اینکه امروزه دانشمندان و محققان به دنبال توسعه تکنیک های جدید هستند که بتواند به تقویت گیاهان و بهبود شرایط رشد آنها کمک کند. ترکیبات نانوذرات به همراه پلیمرها می توانند یکی از این راه حل ها باشند. نانو ذرات در خواص فیزیکی منحصر به فرد می باشند و پتانسیل بالایی برای افزایش متابولیسم گیاهان دارا می باشند که با قرار گرفتن در ترکیب پلیمرهای سبب بهبود خواص آنها می شوند. بنابراین، توصیه می شود که اثر ترکیب سایر نانو ذرات و پلیمرها بر رشد گیاهان بررسی گردد تا بتوان به درک مناسب

نیاز برای رشد گیاه را در اختیار آن قرار می دهد. خلیل پور (۲۰۰۵) با بررسی اثر پنج سطح مختلف سوپر جاذب بر مصرف آب و رشد گیاه کاج نشان داد که کاربرد مقادیر ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۵ درصد وزنی سبب افزایش وزن ماده خشک، سطح برگ ها و افزایش ارتفاع گیاه گردیده است. همچنین مطالعات خادم و همکاران (۱۹۸۸) بر بررسی نقش دو پلیمر polyacrylamide و polyvinylalcohol بر جوانه زنی و زنده مانی گونه *Acacia Senegal* نشان داد، جوانه زنی بذرها فقط در گلدان های حاوی پلیمرها صورت گرفت، همچنین زنده مانی نهال ها در عرصه با استفاده از این دو پلیمر تقریبا ۴۰ درصد افزایش یافت که موید تحقیق بالا می باشد. آگابا^۱ و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه تاثیر پلیمرهای جاذبه الرطوبت زنده مانی و آب در دسترس درختان *Eucalyptus grandis*، *Araucaria citriodora*، *Pinus caribaea*، *Melia volkensii*، *cunninghamii*، *Azadirachta indica*، *Grevillea robusta* و *Terminalia superba* و *Maesopsis eminii* نتیجه می گیرند استفاده از پلیمرهای جاذب رطوبت باعث افزایش درصد استقرار و زنده مانی آنها تحت تنش خشکی ۱۵۳ روزه گردیده است. شهید^۲ و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود بر روی نانو کامپوزیت حاوی نانو ذرات آهن و آلومینیوم بر نگهداری رطوبت در خاک و رشد گندم بیان داشتند که استفاده از این نانوپلیمر بر سطح خاک از یک طرف با

برای بهبود عملکرد نانو ذرات در گیاهان کمک

نمود.

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. Agaba, H. L., G. Baguma, G.F.O. Esegu, J. Obua, G.D. Kabasa, & A. Hüttermann. 2010. Effects of hydrogel amendment to different soils on plant available water and survival of trees under drought conditions CLEAN – soil. *Air. Water* 38(4):328-335.
3. 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.
4. Brunner, G. 2014. Reactions of synthetic polymers with water. *Supercritical Fluid Science and Technology* 5:511-523.
5. 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. <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/39440/title/Next-Generation-Nanoparticles-Augment-Plant-Functions>.
6. DeRosa, M.C., C. Monreal, M. Schnitzer, R. Walsh, & Y. Sultan, 2010. Nanotechnology in fertilizers. *Nat Nanotechnology* 5:91-99.
7. Galbraith, D.W., 2007. Nano biotechnology: silica breaks through in plants. *Nat Nanotechnology* 2:272-273.
8. 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* 2012-2035,
9. 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 of Nanostructure Chemistry* 4:1-11.
10. Gruyer, N., M. Dorais, C. Bastien, N. Dassylva, & G. Triffault-Bouchet, 2013. Interaction between silver 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*, pp. 6–11,
11. 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. *Not botanical horti agrobotanici*.41: 201–207.
 12. Khadem, K., M. Jangjou, & M. Mesdaghi, 1998. The best location of the plants and the most suitable criteria Chalh–Hay size or squeeze in the Kavir Mohammadabad Qayan arches" Proceedings of the Third International Conference against desertification and sustainable development Talab–Hay deserts in Iran, Arak, 98-104.
 13. Khalilpour, A., H. Tabatabaei, R. Sharifian, B. Roshan, S.D. Alikhani, & M. Fatahi, 2005. Super absorbent effect on increasing water use efficiency in pine seedlings, Proceedings of the Second National Conference of watershed management and soil and water resources management, martyr. Bahonar University of Kerman 1617-1609 .
 14. Khodakovskaya, M., E. Dervishi, M. Meena, Y. Xu, L. Zhongrui, W. Fumiya, & A.S. Biris, 2009. Carbon Nanotubes Are Able To Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth. *ACS Nano* 3(10):3221-3227.
 15. Khodakovskaya, M.V., K. de Silva, A.S. Biris, E. Dervishi, & H. Villagarcia, 2012. Carbon nanotubes induce growth enhancement of tobacco cells. *ACS Nano* 6(3):2128-2135.
 16. Kumar, V., P. Guleria, V. Kumar, & S.K. Yadav, 2013. Gold nanoparticle exposure induces growth and yield enhancement in *Arabidopsis thaliana*. *Sci Total Environ* 461:462–468,
 17. Lahiani, M.H., E. Dervishi, J. Chen, Z. Nima, A. Gaume, A.S. Biris, & M.V. Khodakovskaya, 2013. Impact of carbon nanotube exposure to seeds of valuable crops. *ACS Apply Mater Interfaces* 5:7965-7973.
 18. Liu, Sh. Wu, M. Ven, A. 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.
 19. Ma, C., S. Chhikara, B. Xing, C. Musante, J.C. White, & O.P. Dhankher, 2013. Physiological and molecular response of *Arabidopsis thaliana* (L.) to nanoparticle cerium and indium oxide exposure. *ACS Sustainable Chemistry Enginaring* 1(7):768-778.
 20. Mack, M.C. C. M.Mack, & D. Antonio, 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes, *Trends in Ecology and Evolution* 13:195-198,.
 21. Mahmoodzadeh, H., M. Nabavi, & H. Kashefi, 2013. Effect of nanoscale titanium dioxide particles on the germination and growth of canola (*Brassica napus*). *Journal of ornamental hortical plants* 3:25-32.
 22. 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.

23. Nair, R., S.H. Varghese, B.G. Nair, T. Maekawa, Y. Yoshida, & D.S. Kumar, 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Science* 179:154–163.
24. Norton, J.B., T.A. Monaco, J.M. Norton, D.A. Johnson, & T.A. Jones. 2004. Cheatgrass invasion alters soil morphology and organic matter dynamics in big sagebrush–steppe. *Rangelands* 1:57–63.
25. Puoci, F., F. Iemma, U.G. Spizzirri, & G. Cirillo, 2008. Polymer in Agriculture. *American Journal of Agriculture and Biological Science* 3(1):299-314.
26. Ranger, J., M. Colin-Belyrand, & C. Nys, 1995. Le cycle biogéochimique des éléments majeurs dans les écosystèmes forestiers. *Etude Gestion Sds* 2(2):119-134.
27. Safari-ned, 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(8):638-642.
28. 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 biotech* 3(10): 190-197.
29. Satish Vitthalrao, B.K., C.D. Salunke, & R.B. Patil, 2011. Studies on amendment of different biopolymers in sandy loam and their effect on germination seedling growth of *Gossypium herbaceum* L. *Applied biochemist biotechnol* 163:780-791.
30. Scrinis, G., & K. Lyons, 2007. The emerging nano-corporate paradigm: nanotechnology and the transformation of nature, food and agri-food systems. *International Journal of Societal Food Agriculture* 15:22–44.
31. Sen, J.P., Prakash, & N. De, 2015. Nano- clay composite and phto-nanotechnologic : a new horizon to food security issue in Indian agriculture. *Journal of Global Biosciences* 4(5):2187-2198.
32. 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. *Wheat Seedling Growth Molecules* 17(11):12587-12602.
33. Sharma, P., D. Bhatt, M.G. Zaidi, P.P. Saradhi, P.K. Khanna, & S. Arora, 2012. Silver nanoparticle mediated enhancement in growth and antioxidant status of *Brassica juncea*. *Applied Biochemical Biotechnology* 167:2225-2233.
34. Siddiqui, M.H., M.H. Al-Whaibi & F. Mohammad, 2015. Nanotechnology and plant sciences. *Nanoparticles and their impact on plants* 978 p.
35. Siddiqui, M.H., & M.H. Al-Whaibi, 2014. Role of nano-SiO₂ in germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* seeds mill. *Saudi Biology Sciences* 21:13–17.
36. Simmons, A.M., C.K. Kousik, & A. Levi, 2004. Combining reflective mulch and host plant resistance for sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) management in watermelon. *Crop protection* 29:898-902.

37. Standnes, D.C.,& I. Skjevrak, 2014. Literature review of implemented polymer field projects. Journal Of Petroleum Science and Engineering 122:761-775.
38. 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. Curry Nanosciences 8:902-908.
39. 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.
40. Torney, F.,B.G. Trewyn, V.S.Y. Lin.,& K. Wang, 2007. Mesoporous silica nanoparticles deliver DNA and chemicals into plants. Nat Nanotechnology 2:295-300.
41. 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. Journal of Spectroscopy., 5:409-435.
42. 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.
43. Zhu, W., X. Zhang, D. Wang,& W. Lu, 2013. Experimental study on the conduction function of nano-hydroxyapatite artificial bone. IET Micro & Nano Letters5(11):19-27.