Archive of SID

تأثیر کاربرد زئولیت، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر رشد اولیه نهال‌های آتریپلکس کانیسنس (*Atriplex canescens* L.) در اراک

نوراله عبدی، دانشیار گروه منابع طبیعی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
n-abdi@iau-arak.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱
پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد زئولیت، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر رشد نهال‌های آتریپلکس کانیسنس (*Atriplex canescens* L.) آزمایشی در پاییز ۱۳۸۹ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، تحت شرایط دیم در اراک اجرا شد. تیمارها شامل زئولیت (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم برای هر نهال)، باکتری‌های محرک رشد (صفر و ۲۵ میلی‌لیتر برای هر نهال) و اسید هیومیک (صفر و ۱۰ میلی‌لیتر برای هر نهال) بودند که با خاک درون چاله‌ها مخلوط شدند. هر تکرار شامل ۵ نهال بود و درمجموع ۱۸۰ نهال مورد آزمایش قرار گرفتند. در ابتدای پاییز سال بعد، صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، بیوماس هوایی و بیوماس ریشه‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با مصرف زئولیت صفات ارتفاع بوته (۱۰/۴۹٪)، قطر ساقه (۱۱/۲۰٪) و بیوماس ریشه‌ای (۶۷/۹۹٪) در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری دارد. مصرف باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته (۶/۱۶٪) و قطر ساقه (۶/۰۱٪) شد و با مصرف اسید هیومیک، ارتفاع بوته (۶/۳۰٪) و قطر ساقه (۶/۱۴٪) افزایش معنی‌داری نشان دادند. استفاده از ۵۰۰ گرم زئولیت، همراه با مصرف باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک، بیشترین تأثیر را بر رشد اولیه نهال‌ها داشت. کاربرد ۵۰۰ گرم زئولیت برای هر نهال، افزایش ۶۸ درصدی بیوماس ریشه‌ای را موجب شد. از آن جایی‌که عدم توسعه مناسب ریشه‌ها در سال اول از دلایل مهم شکست طرح‌های نهال‌کاری است، با توجه به فراوانی و قیمت ارزان زئولیت، می‌توان این تیمار را برای افزایش موفقیت طرح‌های نهال‌کاری آتریپلکس توصیه کرد.

واژگان کلیدی: نهال کاری؛ احیای مناطق خشک و نیمه خشک؛ بیوماس؛ تنش خشکی.

مقدمه

آتریپلکس کانیسنس (*Atriplex canescens* L.) از گونه‌های غیربومی است که به علت مقاومت به خشکی و سرما، همیشه‌سبز بودن، اهمیت در تولید علوفه، درصد پروتئین بالا، داشتن مسیر فتوسنتزی C_4، سازگاری به طیف وسیعی از خاک‌ها و تثبیت خاک، سال‌های متمادی برای اصلاح و احیای مراتع خشک و نیمه‌خشک و مناطق کویری و بیابانی کشور کشت می‌گردد. هرچند تأثیر منفی بر بافت خاک و گیاهان بومی رویشگاه، ایجاد اختلال متابولیکی در دام‌ها و هزینه بالای کاشت گیاه به‌صورت نهال‌کاری، از معایب کشت آن به شمار می‌روند. به نظر می‌رسد پاره‌ای از مسائل و معضلات ناشی از توسعه این گونه را می‌توان با تحقیقات و به‌کارگیری نتایج پژوهش‌ها، برطرف نمود [۱۳].

استفاده از مواد معدنی طبیعی سوپرجاذب (super absorbent) مانند زئولیت می‌تواند کمک شایانی به استقرار نهال در عرصه‌های منابع طبیعی نماید. زئولیت‌ها کریستال‌های آلومینوسیلیکاته هیدراته از عناصر گروه I و II جدول تناوبی به‌ویژه سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، استرانسیم و باریم هستند. خاصیت جذب رطوبت و نگهداری آن برای مدت طولانی و صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی از دلایل کاربرد زئولیت در تولیدات گیاهی است [۸]. در خصوص اثرات کاربرد زئولیت بر روی گونه‌های زراعی، تحقیقات متعددی انجام شده ولی بر روی گونه‌های مرتعی مطالعات چندانی صورت نگرفته است. در تحقیقی اثرات کاربرد زئولیت معدنی بر روی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*) مورد مطالعه قرار گرفت و این نتیجه

www.SID.ir

Archive of SID

بدست آمد که مصرف زئولیت سبب استفاده بهینه از آب در شرایط تنش خشکی می‌گردد [۳]. در تحقیقی دیگر گزارش شد که با استفاده از زئولیت کلینوپتیلولیت، تولید در گیاهان علوفه‌ای- مرتعی، غلات، سبزیجات و میوه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می یابد [۹]. در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تأثیر سوپرجاذب‌های A200 و سیلیکات بر مقدار نگهداشت رطوبت و استقرار *Atriplex canescens* در بخشی از عرصه بیابانی شهرستان اشتهارد انجام شد، نتایج نشان داد که سوپرجاذب‌های مورد استفاده، سبب افزایش نگه‌داری رطوبت خاک، درصد زنده‌مانی نهال‌ها و بهبود برخی از صفات مورفولوژیکی گیاه ازجمله ارتفاع، تعداد ساقه‌های اصلی و سطح تاج پوشش شدند [۱۰].

اسید هیومیک (humic acid) یک ماکرومولکول پیچیده آلی است که درنتیجه پدیده‌های شیمیایی و باکتریایی در خاک، پوسیدگی مواد آلی، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است و از طریق افزایش متابولیسم ریزجانداران و بهبود وضعیت فیزیکی خاک، منجر به افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود [۱۵]. اسید هیومیک به‌جز در مورد وزن خشک ریشه و ساقه بر سایر ویژگی‌های مورفولوژیکی کاسنی مؤثر است؛ همچنین اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گل‌گاوزبان اروپایی ازجمله وزن تر ریشه، طول ساقه و ضریب رشد نسبی مؤثر است [۵]. در مطالعه‌ای که به منظور بررسی اثر انواع مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی دانهال‌های پسته رقم عباسعلی انجام شد، این نتیجه به دست آمد که در تیمار هیومکس نسبت به شاهد، بیشترین درصد زنده‌مانی، بیشترین سطح برگ، بالاترین میزان فتوسنتز و هدایت و مقاومت روزنه‌ای مشاهده شد [۱]. استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی گیاهان می‌شود و دلیل آن افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است [۷].

کودهای زیستی نوعی مایع تلقیح میکروبی هستند که از طریق فرآیندهای بیولوژیک توانایی متحرک‌سازی عناصر غذایی خاک را برای گیاهان از حالت غیرقابل دسترس به قابل دسترس دارند [۱۲]. انواع کودهای زیستی شامل باکتری‌های همزیست، قارچ‌های میکوریزا و ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه (Plant Growth Promoting Rhizobactria) می‌باشند. باکتری‌های جنس ازتوباکتر (*Azotobacter spp.*)، آزوسپیریلوم (*Azospirillum spp.*) و سودوموناس (*Pseudomonas spp.*) از مهم‌ترین این باکتری‌ها هستند که علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، با تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، تولید مواد تنظیم‌کننده رشد و کنترل عوامل بیماری‌زا، رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۹]. در مطالعه‌ای که بر روی گیاه دارویی نعناع فلفلی انجام شد، مشخص شد که کاربرد باکتری‌های باسیلوس، ازتوباکتر و سودوموناس و قارچ آربوسکولار میکوریزا، منجر به افزایش معنی‌دار تمام صفات رویشی گیاه، درصد کلونیزاسیون ریشه و غلظت عناصر غذایی پرمصرف نسبت به شاهد گردید [۱۱]. کاربرد تیمار منفرد سودوموناس و تیمار تلفیقی آن با قارچ میکوریزا، نقش برجسته‌ای در کاهش اثرات منفی شوری بر صفات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه یونجه داشت [۱۸]. سویه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد بر صفات ارتفاع گیاه، طول ریشه و عملکرد ماده خشک در محصولات کشاورزی گوناگون ازجمله سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، ذرت، گندم و غیره، افزایش معنی‌داری را موجب شده‌اند [۴]. نتایج تحقیقات در کشور ترکیه، بیانگر آن بود که کاربرد باکتری‌های محرک رشد سودوموناس و باسیلوس، به‌طور معنی‌داری عملکرد میوه، رشد گیاه و محتوای روی و فسفر برگ‌ها را در گیاه توت‌فرنگی افزایش داد [۶]. در آزمایشی بر روی سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم و سطوح کوددهی نیتروژنی در گیاه *Gaillardia pulchella*، مشخص شد که این تیمارها تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع گیاه، کل ماده خشک و تعداد برگ و شاخه در هر گیاه داشتند [۱۴]. بررسی تأثیر تلقیح ریزوباکتری‌ها و کاربرد اسید هیومیک بر کلزا (*Brassica napus*)، نشان داد که حداکثر مقادیر متغیرهایی چون ارتفاع گیاه، ماده خشک ریشه، تعداد ریشه‌های فرعی، عملکرد بذر، مقادیر روغن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، در اثر مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک همراه با PGPR به دست آمد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاربرد مخلوط اسید هیومیک و PGPR، راهکار مناسبی

www.SID.ir

Archive of SID

برای بهبود تغذیه و عملکرد در کلزا است [۲]. استفاده از اسید هیومیک و محرک‌های PGPR در سطوح مختلف تنش خشکی، ویژگی‌های عملکرد و مقاومت گیاه مرزه را بهبود می‌دهد [۱۷].

با توجه به اینکه مشکل عدم استقرار مناسب نهال‌های کاشته شده گیاه *A. canescens* در عرصه‌های منابع طبیعی قابل‌توجه است و از سوی دیگر بخشی از نهال‌های مستقر شده از رشد و عملکرد مناسبی برخوردار نیستند، بنابراین همه‌ساله هزینه‌های زیادی بابت تولید، توزیع، کاشت و بازکاشت نهال هدر می‌رود. در سال‌های اخیر بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در منابع طبیعی مورد توجه بوده است و در این راستا تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات استفاده از زئولیت به‌عنوان افزاینده ظرفیت نگهداری آب در خاک و باکتری‌های محرک رشد (PGPR) و اسید هیومیک به‌عنوان بهبوددهنده تغذیه گیاه و کیفیت خاک، بر روی گونه *A. canescens* انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک با موقعیت جغرافیایی ′۰۳ °۳۴ عرض شمالی و ′۴۸ °۴۹ طول شرقی با ارتفاع ۱۷۰۴ متر از سطح دریا، اجرا شد. خصوصیات اقلیمی منطقه مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک اراک (که در فاصله ۲ کیلومتری آن قرار دارد) به‌دست آمد. میانگین بارندگی سالیانه اراک ۳۴۱/۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن ۱۳/۷ درجه سلسیوس است. اقلیم اراک بر اساس طبقه‌بندی دومارتن نیمه‌خشک و براساس طبقه‌بندی آمبرژه نیمه‌خشک سرد می‌باشد. بافت خاک منطقه مورد مطالعه لومی- رسی و هدایت الکتریکی آن ۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر است.

نهال‌های گلدانی همگن *A. canescens* به سن حدود ۷۰ روز، از ایستگاه تولید نهال اداره منابع طبیعی شهرستان اراک تهیه شدند و در آبان ماه ۱۳۸۹ هم‌زمان با شروع بارندگی‌های پاییزه به عرصه مورد نظر منتقل شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، تحت شرایط دیم انجام شد. تیمارها شامل زئولیت کلینوپتیلولیت در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم برای هر نهال)، باکتری‌های محرک رشد در دو سطح (صفر و ۲۵ میلی‌لیتر برای هر نهال) و اسید هیومیک در دو سطح (صفر و ۱۰ میلی‌لیتر برای هر نهال) بودند. با توجه به اینکه زئولیت به‌عنوان نگهدارنده رطوبت در خاک، تیمار اصلی تحقیق بود، استفاده از آن در سه سطح و استفاده از سایر تیمارها به‌عنوان مکمل، تنها در دو سطح مدنظر قرار گرفت. مقدار تیمارها نیز بر اساس تحقیقات مشابه که این تیمارها را در گونه‌های زراعی و به ازای هر هکتار مزرعه یا کیلوگرم خاک گلدان به کار برده بودند، محاسبه گردید.

باکتری‌های محرک رشد شامل باکتری‌های جنس ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلوم بودند که با نام کود بیولوژیک نیتروکسین (حاوی باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و بیوفسفر (حاوی باکتری‌های جنس آزوسپیریلوم) از بازار تهیه شدند و به نسبت برابر باهم مخلوط شدند. در تیمار اسید هیومیک از هیومکس (HUMAX® -L با غلظت 1.05 g/cc) استفاده شد. هیومکس، اسید هیومیک غلیظ شده‌ای است که در اثر تجزیه مواد آلی به‌خصوص با منشأ گیاهی به‌دست می‌آید و مخلوطی از مولکول‌هایی بسیار بزرگ با قابلیت کلات‌کنندگی عناصر ریزمغذی است. تیمارهای مورد نظر با خاک درون چاله‌ها مخلوط شدند. فاصله چاله‌ها از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد و ابعاد هر چاله ۳۰×۳۰×۳۰ سانتیمتر بود که داخل فارو ایجاد شده بودند. هر تکرار شامل ۵ نهال در یک ردیف بود و درمجموع ۱۸۰ نهال مورد آزمایش قرار گرفتند. به‌منظور سنجش همگنی نهال‌ها، بلافاصله پس از کاشت، صفات ارتفاع و قطر یقه نهال‌ها، اندازه‌گیری شد که نتایج بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها و تکرارها بود.

در اوایل پاییز ۱۳۹۰، صفات ارتفاع بوته، قطر یقه، بیوماس هوایی و بیوماس ریشه اندازه‌گیری شدند و نمونه‌هایی از گیاه جهت تعیین درصد ماده خشک به آزمایشگاه ارسال گردید. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS 9.0 انجام پذیرفت. داده‌های مربوط به هریک از صفات، مورد تجزیه واریانس فاکتوریل قرار گرفت و پس از تأیید اختلاف معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج تجزیه واریانس فاکتوریل در جدول ۱ و نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۲ ارائه شده است.

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر مصرف زئولیت، باکتری‌های محرک رشد، اسید هیومیک و اثرات متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین صفات (جدول ۲) نشان داد که با افزایش مصرف زئولیت ارتفاع بوته نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته (۵۶/۱۳ سانتیمتر) متعلق به تیمار مصرف ۱۰۰۰ گرم زئولیت و کمترین ارتفاع بوته (۵۰/۸۰ سانتیمتر) مربوط به تیمار عدم مصرف زئولیت بود. همچنین با مصرف باکتری، ارتفاع بوته نسبت به عدم مصرف آن افزایش یافت؛ به‌نحوی‌که ارتفاع بوته از ۵۲/۴۱ در تیمار عدم مصرف باکتری به ۵۵/۶۴ سانتیمتر در تیمار مصرف آن رسید. مصرف اسید هیومیک نیز موجب افزایش ارتفاع بوته شد؛ به‌طوری‌که ارتفاع بوته از ۵۲/۳۷ در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک به ۵۵/۶۷ سانتیمتر در تیمار مصرف آن رسید. براساس نتایج مقایسه میانگین اثرات دوگانه مصرف زئولیت و باکتری، بیشترین ارتفاع بوته (۶۰/۴۰ سانتی‌متر) به تیمار مصرف ۱۰۰۰ گرم زئولیت به همراه مصرف باکتری و کمترین آن (۴۸/۳۶ سانتی‌متر) به تیمار عدم مصرف زئولیت و مصرف باکتری اختصاص داشت. در بین اثرات دوگانه زئولیت و اسید هیومیک نیز بیشترین ارتفاع بوته (۶۱/۳۳ سانتی‌متر) از تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت و مصرف اسید هیومیک و کمترین ارتفاع بوته (۵۰/۱۶ سانتی‌متر) از تیمار عدم مصرف زئولیت و اسید هیومیک به‌دست آمد. همچنین در بین اثرات دوگانه باکتری و اسید هیومیک، بیشترین ارتفاع بوته (۵۷/۰۲ سانتیمتر) مربوط به تیمار عدم مصرف باکتری و مصرف اسید هیومیک و کمترین آن (۴۷/۸۰ سانتیمتر) مربوط به تیمار عدم مصرف باکتری و اسید هیومیک بود. نتایج اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۶۲/۶۶ سانتیمتر) به تیمار مصرف ۱۰۰۰ گرم زئولیت + مصرف باکتری + عدم مصرف اسید هیومیک و کمترین مقدار آن (۴۳/۸۶ سانتیمتر) به تیمار عدم مصرف زئولیت+ مصرف باکتری + مصرف اسید هیومیک اختصاص داشت (جدول ۲).

قطر ساقه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) صفت قطر ساقه تحت تأثیر مصرف زئولیت و اثر متقابل باکتری و اسید هیومیک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها نشان داد که با مصرف زئولیت، قطر ساقه افزایش یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین قطر ساقه (۳۳/۵۵ میلی‌متر) به تیمار مصرف ۱۰۰۰ گرم زئولیت اختصاص داشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات دوگانه تیمارها بر روی قطر ساقه معنی‌دار نشد. نتایج اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که بیشترین قطر ساقه (۳۷/۰۶ میلی‌متر) به تیمار مصرف ۱۰۰۰ گرم زئولیت + مصرف باکتری + عدم مصرف اسید هیومیک و کمترین مقدار آن (۲۶/۵۹ میلی‌متر) به تیمار عدم مصرف زئولیت+ مصرف باکتری + مصرف اسید هیومیک اختصاص داشت (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس فاکتوریل و سطح معنی‌دار بودن میانگین مربعات، برای صفات مورد بررسی در نهال‌های *Atriplex canescens*

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	بیوماس هوایی	بیوماس ریشه
تکرار	۲	۹/۹۵ n.s	۳/۵۹ n.s	۲۵۷۵/۱۴ n.s	۴۹/۳۷ n.s
زئولیت (Z)	۲	۹۶/۶۶**	۴۳/۶۳**	۱۰۹۴۲/۷۷ n.s	۳۷۵/۹۱**
باکتری محرک رشد (B)	۱	۹۴/۰۹ **	۳۲/۲۱ **	۲۲۲۵/۷۹ n.s	۱۰۵/۶۴ n.s
اسید هیومیک (H)	۱	۹۸/۰۱ **	۳۳/۲۱ **	۵۶۵۹/۳۶ n.s	۰/۰۴ n.s
زئولیت×باکتری (Z×B)	۲	۱۷۸/۶۶ **	۴۸/۱۷ n.s	۲۳۹۱/۰۰ n.s	۸۱/۳۸ n.s
زئولیت×اسید هیومیک (Z×H)	۲	۱۲۰/۳۲**	۳۱/۸۶ **	۱۵۱۲۸/۷۸ n.s	۱۱۰/۱۹ n.s
باکتری×اسید هیومیک (B×H)	۱	۳۱۵/۶۵**	۱۱۹/۹۶ *	۹۱۵۴/۹۸ n.s	۳۱۹/۲۷ *
زئولیت×باکتری×اسید هیومیک (Z×B×H)	۲	۴۵/۳۶ **	۸/۷۸ n.s	۵۲۱۹/۴۱ n.s	۳۵/۳۴ n.s
درصد ضریب تغییرات (CV)		۴/۶۲	۴/۲۰	۴۲/۶۴	۳۸/۷۷

** و * به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطوح ۱٪ و ۵٪ و n.s نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر اثر ساده و اثر متقابل تیمارهای مورد استفاده در نهال‌های *Atriplex canescens*

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	بیوماس هوایی (گرم)	بیوماس ریشه (گرم)
Z_1 (عدم مصرف)	۵۰/۸۰ b	۳۰/۱۷ b	۱۲۰/۸۰ a	۱۲/۲۸ b
Z_2 (۵۰۰ گرم)	۵۵/۱۵ a	۳۳/۴۰ a	۱۷۵/۵۷ a	۲۲/۹۰ a
Z_3 (۱۰۰۰ گرم)	۵۶/۱۳ a	۳۳/۵۵ a	۱۷۰/۲۲ a	۲۰/۶۳ a
B_1 (عدم مصرف)	۵۲/۴۱ b	۳۱/۴۳ b	۱۴۷/۶۶ a	۱۶/۸۹ a
B_2 (۲۵ میلی‌لیتر)	۵۵/۶۴ a	۳۳/۳۲ a	۱۶۳/۳۹ a	۲۰/۳۲ a
H_1 (عدم مصرف)	۵۲/۳۷ b	۳۱/۴۱ b	۱۴۲/۹۹ a	۱۸/۵۷ a
H_2 (۱۰ میلی‌لیتر)	۵۵/۶۷ a	۳۳/۳۴ a	۱۶۸/۰۷ a	۱۸/۶۴ a
Z_1B_1	۵۳/۲۳ b	۳۰/۲۶ a	۹۶/۶۶ a	۹/۸۵ c
Z_1B_2	۴۸/۳۶ c	۲۲/۵۴ a	۱۴۴/۹۳ a	۱۴/۶۹ bc
Z_2B_1	۵۴/۱۰ b	۳۰/۲۶ a	۱۷۵/۰۰ a	۱۹/۰۱ ab
Z_2B_2	۵۸/۱۰ a	۴۰/۲۶ a	۱۷۶/۱۴ a	۲۶/۷۹ a
Z_3B_1	۴۹/۹۰ c	۲۳/۶۸ a	۱۷۱/۳۳ a	۲۱/۸۰ ab
Z_3B_2	۶۰/۴۰ a	۲۷/۷۳ a	۱۶۹/۱۰ a	۱۹/۴۶ ab
Z_1H_1	۵۰/۱۶ d	۲۳/۴۹a	۱۲۲/۷۹ b	۱۲/۰۲ b
Z_1H_2	۵۱/۴۳ dc	۲۳/۷۰a	۱۱۸/۸۱ b	۱۲/۵۲ b
Z_2H_1	۵۰/۹۳ d	۲۹/۶۵a	۱۲۲/۵۷ b	۱۹/۹۵ ab
Z_2H_2	۶۱/۳۳ a	۲۷/۴۱a	۲۲۸/۵۸ a	۲۵/۸۵ a
Z_3H_1	۵۶/۰۳ b	۲۶/۲۰a	۱۸۳/۶۲ ab	۲۳/۷۳ a
Z_3H_2	۵۴/۲۶ bc	۲۵/۲۲a	۱۵۶/۸۲ ab	۱۷/۵۳ ab
B_1H_1	۴۷/۸۰ c	۲۶/۲۰ a	۱۱۹/۱۸ a	۱۳/۸۸ b
B_1H_2	۵۷/۰۲ a	۲۷/۱۹ a	۱۷۶/۱۵ a	۱۹/۹۰ ab
B_2H_1	۵۶/۹۵ a	۲۶/۶۹ a	۱۶۶/۸۰ a	۲۳/۲۶ a
B_2H_2	۵۴/۳۳ b	۲۴/۶۹ a	۱۵۹/۹۸ a	۱۷/۳۷ ab
Z_1B_1H1	۴۷/۴۶ ef	۲۸/۵۹ ed	۶۶/۳۹ b	۶/۰۸ d
$Z_1B_1H_2$	۵۹/۰۰ ab	۳۴/۳۹ b	۱۲۶/۹۳ ab	۱۳/۶۳ bdc
$Z_1B_2H_1$	۵۲/۸۲ cd	۳۱/۱۴ c	۱۷۹/۱۸ ab	۱۷/۹۷ abcd
$Z_1B_2H_2$	۴۳/۸۶ f	۲۶/۵۹ e	۱۱۰/۶۸ ab	۱۱/۴۲ cd
$Z_2B_1H_1$	۴۶/۵۳ ef	۲۷/۱۱ e	۱۲۹/۵۵ ab	۱۵/۰۱ abcd
$Z_2B_1H_2$	۶۱/۶۶ a	۳۶/۶۹ ab	۲۲۰/۴۵ a	۲۳/۰۲ abc
$Z_2B_2H_1$	۵۵/۳۳ ac	۳۴/۳۶ b	۱۱۵/۵۸ ab	۲۴/۹۰ abc
$Z_2B_2H_2$	۶۱/۰۰ a	۳۶/۰۳ ab	۲۳۶/۷۰ a	۲۸/۶۹ a
$Z_3B_1H_1$	۴۹/۴۰ ed	۳۰/۲۵ cd	۱۶۱/۶۰ ab	۲۰/۵۴ abc
$Z_3B_1H_2$	۵۰/۴۰ ea	۳۱/۵۵ c	۱۸۱/۰۶ ab	۲۳/۰۶ abc
$Z_3B_2H_1$	۶۲/۶۶ a	۳۷/۰۶ a	۲۰۵/۶۴ a	۲۶/۹۱ ab
$Z_3B_2H_2$	۵۸/۱۳ a	۳۴/۷۷ ab	۱۳۲/۵۷ ab	۱۳/۶۳ bcd

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
Z: زئولیت، B: باکتری‌های محرک رشد، H: اسید هیومیک

بیوماس هوایی: براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر هیچ‌یک از تیمارهای مورد بررسی بر بیوماس هوایی معنی‌دار نشد (جدول ۱). با مصرف زئولیت، بیوماس هوایی تحت تأثیر قرار گرفت؛ به‌طوری‌که با مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت، بیشترین بیوماس هوایی (۱۷۵/۵۷ گرم) به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین اثرات دوگانه زئولیت و اسید هیومیک، نشان داد که بیشترین بیوماس هوایی (۲۲۸/۵۸ گرم) به تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت و مصرف اسید هیومیک و کمترین بیوماس هوایی (۱۱۸/۸۱ گرم) به تیمار عدم مصرف زئولیت و مصرف اسید هیومیک اختصاص داشت. مطابق نتایج مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه صفات، بیشترین بیوماس هوایی (۲۳۶/۷۰ گرم) از تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت + مصرف باکتری + مصرف اسید هیومیک و کمترین آن (۶۶/۳۹ گرم) از تیمار عدم مصرف زئولیت، باکتری و اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۲).

بیوماس ریشه‌ای: نتایج تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) نشان داد به‌جز اثر زئولیت در سطح ۱٪ و اثر دوگانه باکتری و اسید هیومیک در سطح ۵٪، اثر سایر تیمارهای مورد بررسی بر بیوماس ریشه‌ای معنی‌دار نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

براساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی، بیشترین میزان بیوماس ریشه‌ای (۲۲/۹۰ گرم) به تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت و کمترین مقدار (۱۲/۲۸ گرم) به تیمار عدم مصرف زئولیت اختصاص داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات دوگانه مصرف زئولیت و باکتری، بیشترین بیوماس ریشه‌ای (۲۶/۷۹ گرم) به تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت به همراه مصرف باکتری و کمترین آن (۹/۸۵ گرم) به تیمار عدم مصرف زئولیت و باکتری اختصاص داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه زئولیت و اسید هیومیک، نشان داد که بیشترین میزان بیوماس ریشه‌ای (۲۵/۸۵ گرم) به تیمار ۵۰۰ گرم زئولیت و مصرف اسید هیومیک و کمترین مقدار (۱۲/۰۲ گرم) به تیمار عدم مصرف آنها اختصاص داشت. در بین اثرات دوگانه باکتری و اسید هیومیک، بیشترین بیوماس ریشه‌ای (۲۳/۲۶ گرم) مربوط به تیمار مصرف باکتری و عدم مصرف اسید هیومیک و کمترین آن (۱۳/۸۸ گرم) مربوط به تیمار عدم مصرف باکتری و اسید هیومیک بود. براساس نتایج مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه صفات، بیشترین بیوماس ریشه‌ای (۲۸/۶۹ گرم) از تیمار مصرف ۵۰۰ گرم زئولیت + مصرف باکتری + مصرف اسید هیومیک و کمترین آن (۶/۰۸ گرم) از تیمار عدم مصرف همه تیمارها به دست آمد (جدول ۲).

بحث

تیمار مصرف زئولیت: نتایج نشان داد که مصرف زئولیت موجب افزایش معنی‌دار رشد اولیه نهال‌ها شد؛ به‌طوری‌که صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و بیوماس ریشه به ترتیب به میزان ۱۰/۴۹، ۱۱/۲۰ و ۶۷/۹۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. بیوماس هوایی نیز ۴۵/۳۳ درصد افزایش یافته بود، هرچند ازنظر آماری این افزایش معنی‌دار نبود. تأثیر مثبت زئولیت بر افزایش رشد نهال‌ها را می‌توان به نقش زئولیت بر جلوگیری از هدررفت رطوبت و نگه‌داری و حفاظت از مواد غذایی مرتبط دانست. استفاده از سوپرجاذب‌ها سبب افزایش نگه‌داری رطوبت خاک، درصد زنده‌مانی نهال‌ها و بهبود برخی از صفات مورفولوژیکی نهال‌های *Atriplex canescens* می‌گردد [۱۳]. استفاده از زئولیت در حفظ رطوبت خاک مؤثر بوده [۸]؛ و موجب افزایش وزن تر اندام هوایی و ریشه و طول ساقه در گیاه پنیرک شده است [۱۳]؛

تیمار مصرف باکتری‌های محرک رشد: مصرف باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش تمامی صفات گردید. این اثر برای ارتفاع بوته (۶/۱۶٪) و قطر ساقه (۶/۰۱٪) معنی‌دار و برای بیوماس هوایی (۱۰/۶۵٪) و ریشه‌ای (۲۰/۳۰٪) غیر معنی‌دار بود. باکتری‌های جنس ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند، از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد هستند که از طریق افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی، تثبیت نیتروژن و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد، موجب بهبود عملکرد گیاهان می‌شوند. گزارش‌های متعددی در خصوص اثر مثبت کاربرد باکتری‌های محرک رشد بر روی گیاهان وجود دارد. در تحقیقی مشخص شد که کاربرد باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد در بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی نعناع فلفلی اثرات مثبتی دارد [۱۱]. بررسی ها نشان داد که مایه‌زنی نهال‌های پسته با باکتری‌های محرک رشد در بهبود برخی شاخص‌های رشد در شرایط تنش خشکی مؤثر بوده است [۱۶]. باکتری‌های محرک رشد و قارچ میکوریزا به‌واسطه بهبود جذب آب و عناصر غذایی در گیاه، موجب حفظ رشد گیاه در هنگام مواجهه با تنش شوری می‌گردند [۱۸].

تیمار مصرف اسید هیومیک: تمامی صفات مورد مطالعه در تیمار مصرف اسید هیومیک نسبت به شاهد افزایش نشان دادند هرچند این افزایش برای ارتفاع بوته (۶/۳۰٪) و قطر ساقه (۶/۱۴٪) معنی‌دار و برای بیوماس هوایی (۱۷/۵۳٪) و ریشه‌ای (۰/۳۷٪) غیر معنی‌دار بود. استفاده از اسید هیومیک بر اغلب ویژگی‌های جوانه‌زنی و صفات مرفولوژیکی گونه‌های گل‌گاوزبان اروپایی و کاسنی تأثیر مثبت داشت [۵]. استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام‌های هوایی می‌شود و دلیل آن جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است [۷]. استفاده از ریزوباکتری‌ها و اسید هیومیک، موجب افزایش اغلب صفات مرتبط با رشد و عملکرد کلزا گردید [۲]. استفاده توأم اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد، بهبود ویژگی‌های عملکرد گیاه دارویی مرزه را در شرایط تنش خشکی درپی داشت [۱۷].

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق پیش رو نتایج بیانگر آن است که سطح مصرفی ۵۰۰ گرم زئولیت در هر چاله، همراه با استفاده از اسید هیومیک و باکتری‌های محرک رشد، بیشترین تأثیر را بر رشد اولیه نهال‌های *A. canescens* داشت و بیشترین بیوماس ریشه‌ای و هوایی را ایجاد کرد. همچنین نتایج تحقیق مشخص کرد که کاربرد ۵۰۰ گرم زئولیت برای هر بوته، افزایش ۶۸ درصدی بیوماس ریشه‌ای را در مقایسه با تیمار شاهد در پی داشته است. از آن جایی‌که عدم توسعه مناسب سیستم ریشه‌ای در سال اول پس از کاشت نهال، از دلایل مهم شکست طرح‌های نهال‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک است، بنابراین استفاده از این تیمار، افزایش موفقیت طرح‌های نهال‌کاری آتریپلکس را دربر خواهد داشت. در حال حاضر قیمت زئولیت کلینوپتیولیت در مقدار تن زیاد (برای طرح‌های نهال‌کاری عرصه‌های منابع طبیعی)، کیلویی ۱۰۰۰ ریال است و با احتساب فاصله کاشت ۲×۲ متر، در هر هکتار ۲۵۰۰ نهال آتریپلکس کاشته می‌شود که با در نظر گرفتن ۰/۵ کیلوگرم زئولیت به ازای هر نهال، در هر هکتار ۱۲۵۰ کیلوگرم زئولیت مورد نیاز است؛ بنابراین در هر هکتار ۱۲۵۰۰۰۰ ریال هزینه خرید زئولیت باید در نظر گرفته شود. درصورتی‌که از سوپرجاذب‌های پلیمری استفاده شود که قیمت کنونی هر کیلوگرم آن ۲۵۰۰۰۰ ریال و مقدار مصرف آن ۴۰ گرم برای هر نهال است، هزینه خرید آن در هر هکتار برابر ۲۵۰۰۰۰۰۰ ریال می‌گردد. بنابراین با توجه به فراوانی زئولیت‌های طبیعی در کشور و قیمت ارزان آن در مقایسه با سوپرجاذب‌های پلیمری، استفاده از این تیمار برای افزایش موفقیت طرح‌های نهال‌کاری *A. canescens* به‌ویژه برای مناطقی که به دلیل کمبود بارندگی، درصد موفقیت طرح‌های نهال‌کاری پایین است، توصیه می‌شود.

References

[1]. Afshari, H., Poorali, M., Sajedi, S., and Hokmabadi, H. (2015). The effect of different types of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of pistachio (*Pistacia vera* cv. AbbasAli). *Journal of Plant Environmental Physiology*, 10(1), 72-83.

[2]. Ahmad, S., Daur, I., Al-Solaimani, S.G., Mahmood, S., Bakhashwain, A.A., Madkour, M.H. and Yasir M. (2016). Effect of rhizobacteria inoculation and humic acid application on canola (*Brassica napus* L.) crop. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5), 2109-2120.

[3]. Ahmadi Azar, F., Hasanloo, T., Imani, A. and Feiziasl, V. (2015). Water stress and mineral zeolite application on growth and some physiological characteristics of Mallow (*Malva sylvestris*). *Journal of Plant Researches (Iranian Journal of Biology)*, 28(3), 459-474.

[4]. Bhattacharyya, P.N., Jha, D.K., (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1327–1350.

[5]. Ebrahimi, M. and Miri, E. (2016). Effect of humic acid on seed germination and seedling growth of *Borago officinalis* and *Cichorium intybus*. *Journal of ECOPERSIA*, 4(1), 1239-1249.

[6]. Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Donmez, M.F., Turan M. and Gunes, A., (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Journal of Scientia Horticulturae*, 124, 62–66.

[7]. Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G. and Ostatek Boczyski, Z. (2000). Characterization on fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus comaldulensis* and from decomposed hey. *Soil Biochemistry*, 32, 1331-1336.

[8]. Huang, Z. and Petrovic, A.M. (1995). Physical properties of sand an affected by Clinoptilolite zeolite particle size and quantity, *J. Turfgrass Management*, 1(1), 1-15.

[9]. Ibrahim, K.M., Ghrir, A.M. and Khoury, H.N. (2001). Influence of Jordanian Chabazite-Philipsite tuff on nutrient concentration and yield of strawberry. *Studies in surface science and catalysis*, 135, 181.

[10]. Jafari, M., Tavili, A. and Ali, M., (2012). Application of superabsorbent on soil moisture retention and establishment of *Atriplex canescens* in arid area. *Journal of Renewable Natural Resources Research*, 3(1), 11-18.

[11]. Mahmoudzadeh, M., Rasouli Sadaghiani, M. and Asgari Lajayer, H. (2016). Effect of plant growth promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on growth characteristics and concentration of macronutrients in peppermint (*Mentha pipperita* L.) under greenhouse conditions. *Ejgcst*, 6(4), 155-168.

[12]. Manna, M.C., Swarup, A., Wanjari, R.H., Mishra, B. and Shahi, D.K. (2007). Long-term fertilization, manure and liming effects on soil

www.SID.ir

Archive of SID

organic matter and crop yields. *Soil and Tillage Research*, 94, 397-409.

[13]. Moghimi, J. (2005). Introduction some of important rangeland species for improvement of Iranian rangelands. *Arvan press*, 669p (in Persian).

[14]. Ravi, S., Gadagi, P.U., Krishna, K.J.H. and Tongmin, S.A. (2004). The effect of combined *Azospirillum* inoculation and nitrogen fertilizer on plant growth promotion and yield response of the blanket flower (*Gaillardia pulchella*). *Scientia Horticulture*, 100, 323-332.

[15]. Sanchez-Sanchez, A., Sanchez-Andreu, J., Juarez, M., Jorda, J., and Bermudez, D. (2002). Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemon tress. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 2433-2442.

[16]. Sarcheshmehpour, M., Savaghebi, G.R., Siadat, H., and Alikhani, H.A. (2013). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on improvement of nutrition and growth of Pistachio seedlings under drought stress. *Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences)*, 27(1), 107-119.

[17]. Sharifi Ghazvini, N., Pazoki, A. and Tajali, A. (2014). Study the effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and humic acid for some savory (*Satureja hortensis* L.) plant physiological traits under drought stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(3), 182-185.

[18]. Younesi, O., Moradi, A. (2015). The effect of growth promoting bacteria (GPB) and mycorrhizal fungi on seedling emergence, early eestablishment and growth of alfalfa (*Medicago sative*) under salinity stress condition. *Journal of Plant Production Research (JOPPR)*, 22(1), 105-126.

[19]. Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger, W.T.J. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81, 97-168.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Zeolite, Plant Growth Promoting Rhizobactria (PGPR) and Humic Acid on early growth of *Atriplex canescens* L. seedlings in Arak

N. Abdi, Associate Professor, Department of Natural Resources, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

n-abdi@iau-arak.ac.ir

Received: 01 Jan 2018
Accepted: 28 June 2018

Abstract

To investigate the effects of Zeolite, Plant Growth Promoting Rhizobactria (PGPR) and Humic Acid on growth of *Atriplex canescens* L. seedlings, an experiment was conducted in a factorial randomized complete block design with three replications under dryland conditions at Arak in autumn 2010.Treatments consisted of zeolite (0, 500 & 1000 g per plant), PGPR (0 & 25 ml per plant) and humic acid (0 & 10 ml per plant), were mixed with the soil in the hollows. Each replication consisted of five seedlings and in total, 180 seedlings were examined. In next fall, plant height, stem diameter, above ground biomass and underground biomass were measured. Results showed that with consuming of zeolite, plant height (10.49%), stem diameter (11.20%) and root biomass (67.99%) were significantly increased compared with control. Plant height (6.16%) and stem diameter (6.01%) showed a significant increase by using PGPR and also plant height (6.30%) and stem diameter (6.14%) showed a significant increase by using humic acid. Results showed that 500 g of zeolite, with the use of PGPR and humic acid had the greatest effects on early growth of seedlings and using of 500 g zeolite per plant, lead to 68% increase in root biomass. Since the lack of proper development of roots in first year is an important reason for the failure of seedling plantation projects, according to abundance and low price of zeolite, so this treatment is recommended to increase the success of *Atriplex* seedling plantation projects.

Keywords: Planting; Restoration of arid and semi-arid areas; Biomass; Drought stress.

www.SID.ir