مدیریت آب و آبیاری
دوره ۸ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۷
صفحه‌های ۱۱۲-۱۰۱

تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر کارآیی مصرف آب، عملکرد و برخی عناصر غذایی گیاه هویج

مرضیه مرادیان[۱]، عباس ملکی[۲*]، افسانه عالی نژادیان بیدآبادی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری- زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲. استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۳. استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۱۳

چکیده

این پژوهش به‌منظور ارزیابی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها روی کارآیی مصرف آب، عملکرد و برخی عناصر غذایی گیاه هویج در قالب فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور شامل نوع اصلاح‌کننده (پلیمر سوپر جاذب بلور آب A، زئولیت و پرلیت) و سطوح مختلف (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک) در چهار تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد اصلاح‌کننده‌ها تأثیر معنی‌داری روی عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب دارد. در بین اصلاح‌کننده‌ها پلیمر سوپرجاذب در سطح ۲ گرم در کیلوگرم بهترین اثر را روی عملکرد گیاه هویج و کارآیی مصرف آب به‌ترتیب با میانگین ۸۶/۴۷ گرم و ۲۹/۵ گرم در لیتر داشت. که در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ۲/۸ و ٤/۱۰ برابر افزایش نشان دادند. همچنین کاربرد اصلاح‌کننده و سطوح مختلف اثر معنی‌داری بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم و کلسیم) گیاه هویج نسبت به شاهد داشت. بیشترین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم به‌ترتیب (۲/۳٤، ۰/۳٦، ۱/۷۷، ۱/۳۷ و ۱/۵۵ درصد) مربوط به اصلاح‌کننده سوپرجاذب در سطح ۲ گرم در هر کیلوگرم خاک بود.

کلیدواژه‌ها: پرلیت، پلیمر سوپرجاذب بلور آب A، زئولیت، غلظت عناصر NPK غده هویج، هویج رقم نانتز.

* نویسنده مسئول
Email: dr.maleki38@yahoo.com

مقدمه

هویج با نام علمی[1] گیاهی علفی و دو ساله است که به خانواده چتریان تعلق دارد. این گیاه از مهم‌ترین سبزی‌ها ریشه‌ای غنی از ترکیبات فعال زیستی مثل کاروتنوئیدها و فیبرهای رژیمی با مقادیر مناسبی از چندین ترکیب فراسودمند دیگر می‌باشد (١٦). هویج به تغییرات محیطی از جمله تنش خشکی بسیار حساس است و وقوع این تنش در هر مرحله‌ای از رشد عملکرد اقتصادی آن را تحت تأثیر شدید قرار می‌دهد (٢٦). افزودن مواد اصلاحی به خاک برای افزایش کارآیی مصرف آب و بهبود خواص فیزیکی خاک یکی از مهم‌ترین راه‌های مقابله با کمبود آب بشمار می‌رود (١٤). از جمله این مواد اصلاحی می‌توان به پلیمرهای سوپرجاذب، زئولیت و پرلیت اشاره کرد (٢٤ و ٢٧).

سوپر جاذب‌ها یا هیدروژل‌ها پلیمرهایی با پیوندهای عرضی هستند که به‌دلیل خصوصیات یونی و نوع به‌هم‌پیوستگی آن‌ها در ساختار پلیمر حفره‌هایی به‌وجود می‌آید که باعث می‌شود مقدار زیادی آب و محلول‌های آبی را بدون این‌که در آن‌ها حل شوند، به خود جذب نمایند (٦). به‌کارگیری سوپرجاذب‌ها باعث افزایش خصوصیات کمی و کیفی گیاه گل همیشه‌بهار ازجمله ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد برگ، سطح برگ و کلروفیل برگ شده است (١٠). طی آزمایشی نتیجه‌گیری شد که استفاده از ١٥٠٠ میلی‌گرم پلیمر سوپرجاذب و کاهش ١٢/٥ درصدی نیاز آبی سبب افزایش سطح برگ و کارآیی مصرف آب و کاهش از دست دادن آب برگ موز شده است (١٨). طی پژوهشی نتایج نشان داد که افزودن هیدروژل استاکوزوب به خاک سبب افزایش ارتفاع نهال، افزایش تولید ماده خشک اندام هوایی و ریشه و طول آن شده است (٢). طی آزمایشی نتیجه‌گیری شد که تنش آبی و سوپر جاذب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت و کارآیی مصرف آب دارد. بیشترین عملکرد دانه ذرت و کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار تأمین ١٠٠ درصد نیاز آبی و ١٠٥ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و کمترین عملکرد دانه ذرت و کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ٤٠ درصد نیاز آبی به‌همراه عدم استفاده از سوپر جاذب بود (٧).

زئولیت‌ها یک آلومینوسیلیکات کریستاله طبیعی و جز کانی‌های غالب در سنگ‌های رسوبی هستند که در کارآیی مصرف آب کاربرد فراوانی پیدا کرده است (٣). نتایج تحقیقاتی که تاکنون انجام‌شده است حاکی از نقش مفید و کارآمد زئولیت‌ها در بهبود ویژگی‌های خاک از طریق تغییر ساختمان خاک، افزایش میزان دسترسی گیاه به آب و کاهش چسبندگی ذرات خاک می‌باشد (٢٧). طی آزمایشی اثر چهار سطح زئولیت (صفر، ٢، ٤ و ٦ تن در هکتار) و سه سطح نیتروژن (٩٦، ١٨٤ و ٢٧٦ کیلوگرم در هکتار) بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا در شرایط مزرعه را موردبررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن بر تعداد ساقه در بوته، ارتفاع بلندترین ساقه اصلی، وزن خشک اندام هوایی، وزن کل غده در بوته، وزن غده‌هایی با قطر بیشتر از ٥/٥ سانتی‌متر و عملکرد غده در هکتار در سطح ١٪ معنی‌دار شد (١١). تحقیق دیگری نشان داد که مصرف زئولیت بر وزن خشک و ارتفاع بوته گیاه دارویی بادرشبی تأثیر معنی‌دار نشان نداد ولی تأثیر آن روی سایر صفات (وزن تر بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل، تعداد روز تا گلدهی، طول ریشه و درصد اسانس) معنی‌دار گردید (٩).

پرلیت ماده‌ای معدنی بر پایه شیشه از سنگ آتش‌فشانی و با ترکیب ریولیتی است که به‌دلیل وجود دو تا شش درصد آب ترکیبی در آن با حرارت دادن سریع

1. *Daucus carota* L.

در دمای ۱۱۰۰–۸۰۷ درجه سانتی‌گراد افزایش حجم شدیدی معادل ٤ تا ۲۰ برابر بر اساس نوع و ترکیب شیمیایی و شرایط انبساط پیدا می‌کند (٤). پرلیت منبسط‌شده دارای ساختمان سلولی بسته‌ای است که آب و عناصر غذایی را در سطح خود نگهداری و به‌مرور آن را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهد (۱۹). طی تحقیقی نشان داد شد که مصرف ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار پرلیت به‌صورت لایه در خاک نه‌تنها تولید ماده خشک را افزایش داده بلکه میزان آب مصرفی موردنیاز گندم را نیز کاهش داده است (۲۱). در آزمایشی عملکرد، کیفیت و فعالیت فتوسنتزی گل رز را در بستر پرلیت–زئولیت موردبررسی قرار گرفت. در این آزمایش پرلیت–زئولیت با نسبت‌های ۲۵–۷۵، ۵۰–۵۰، ۷۵–۲۵ و ۰–۱۰۰ به‌کار گرفته شدند. نتایج نشان داد که گیاهان کشت‌شده در نسبت ۷۵–۲۵ به‌طور متوسط بالاترین عملکرد و بیشترین تعداد گل با طول ساقه بیشتر از ۵۰–٦۰–۷۰ سانتی‌متر را دارا بودند (۲۰).

با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده بهینه از آب در کشاورزی امری ضروری است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب بلور آب A، پرلیت و زئولیت بر کارآیی مصرف آب، عملکرد و برخی از مهم‌ترین عناصر غذایی در گیاه هویج اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال ۱۳۹٦ به‌صورت گلدانی و به‌صورت آزمایش فاکتوریل در پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل سه نوع اصلاح‌کننده (پلیمر سوپرجاذب بلور آب A، زئولیت و پرلیت) و پنج سطح مختلف (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک گلدان) بود.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده‌شده به‌عنوان بستر کشت در هر گلدان قبل از استفاده آزمایش شد. به این منظور از عمق ۳۰–۰ سانتی‌متری خاک مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان مقداری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌برداری شد و پس از مخلوط و هوا خشک‌کردن و عبور از الک دو میلی‌متری برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی شامل بافت خاک (به روش هیدرومتری)، واکنش خاک و شوری خاک در عصاره‌ی گل اشباع به‌ترتیب با دستگاه pH متر و EC متر، میزان مواد آلی خاک بر اساس روش اکسایش، میزان فسفر قابل‌جذب بر اساس روش اولن و به‌کمک دستگاه اسپکتروفتومتر، میزان پتاسیم قابل‌جذب بر اساس روش آمونیم استات و به‌کمک دستگاه شعله سنجی بر روی نمونه‌های خاک و عناصر کم‌نیاز (روی، آهن، منگنز و مس) با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

قبل از کاشت بذرها، ابتدا در کف گلدان‌ها به‌منظور زهکشی سنگ‌ریزه اضافه شد. مقادیر مختلف اصلاح‌کننده‌ها به‌ازای هر کیلوگرم خاک، با خاک گلدان‌ها مخلوط گردید. سپس بر اساس آزمون خاک قبل از کشت، عناصر غذایی موردنیاز جهت جلوگیری از کمبود احتمالی به‌صورت کود شیمیایی به گلدان‌ها اضافه گردید. بعد از آماده‌سازی گلدان‌ها، بذرهای گیاه هویج رقم نانتز که به‌مدت ۲٤ ساعت در آب خیسانده شده بودند، به تعداد ۵ بذر در عمق یک سانتی‌متری از سطح خاک هر گلدان کشت گردید.

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})	واکنش خاک	نیتروژن (٪)	فسفر قابل‌جذب (mg.kg^{-1})	پتاسیم قابل‌جذب (mg.kg^{-1})	روی (mg.kg^{-1})	آهن (mg.kg^{-1})	منگنز (mg.kg^{-1})	مس (mg.kg^{-1})	بافت خاک
۰/۹۰۱	۸/۰٤	۰/۳۷۱	۰/۰۳۵	۵/۸	۰/۳۹	۱/۹۲	٦/۵٤	۰/۷۸	لوم شنی

میزان آب آبیاری با تعیین رطوبت وزنی خاک گلدان قبل از هر آبیاری و تفاوت آن با رطوبت ظرفیت مزرعه محاسبه شد. دور آبیاری برای همه گلدان‌ها ۵ روز تعیین شد. بعد از استقرار گیاه، بوته‌ای که نسبت به بقیه مقاوم‌تر بودند نگه‌داشته و بقیه از گلدان خارج شدند. پس از دوره رشد گیاه، بوته‌های هویج از داخل گلدان‌ها خارج و شاخص‌های عملکردی گیاه ازجمله وزن تر اندام هوایی، وزن تر، قطر و ارتفاع غده هویج اندازه‌گیری شد. همچنین هر کدام از نمونه‌های غده‌های هویج به‌طور جداگانه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. بعد از این مرحله نمونه‌های گیاهی توزین و با آسیاب برقی به‌صورت پودر درآمده، سپس یک گرم از نمونه پودرشده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی خاکستر شد. سپس در پنج میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو نرمال حل گردید. محلول موجود پس از عبور از کاغذ صافی به حجم نهایی ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. درنهایت از این محلول برای اندازه‌گیری غلظت فسفر به‌روش آمونیوم مولیبدات وانادات، پتاسیم به‌روش شعله‌سنجی و نیتروژن به‌روش کجلدال استفاده شد. برای محاسبه کارآیی مصرف آب آبیاری از رابطه ۱ استفاده شد (۲۳):

$$WUE = \frac{G_Y}{W_{ap}} \quad (1)$$

که در این رابطه G_Y و W_{ap} به‌ترتیب مقدار ماده تر تولیدشده برحسب گرم و مقدار آب مصرف‌شده در هر گلدان برحسب لیتر می‌باشند.

آنالیز آماری

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS 22 و رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2015 استفاده شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

تأثیر پلیمر سوپرجاذب بلور آب A، زئولیت و پرلیت بر عملکرد و کارآیی مصرف آب هویج

تجزیه واریانس اثر اصلاح‌کننده و سطوح مختلف در قالب طرح فاکتوریل بر روی عملکرد گیاه هویج نشان داد که اثر جداگانه اصلاح‌کننده‌ها و سطوح روی همه شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در هویج، به‌جز ارتفاع غده تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. همچنین اثر متقابل اصلاح‌کننده× سطوح روی شاخص‌های گیاهی وزن تر غده و وزن تر اندام هوایی هویج و کارآیی مصرف آب در گیاه هویج تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد (P>۰/۰۱) نشان داد (جدول ۲).

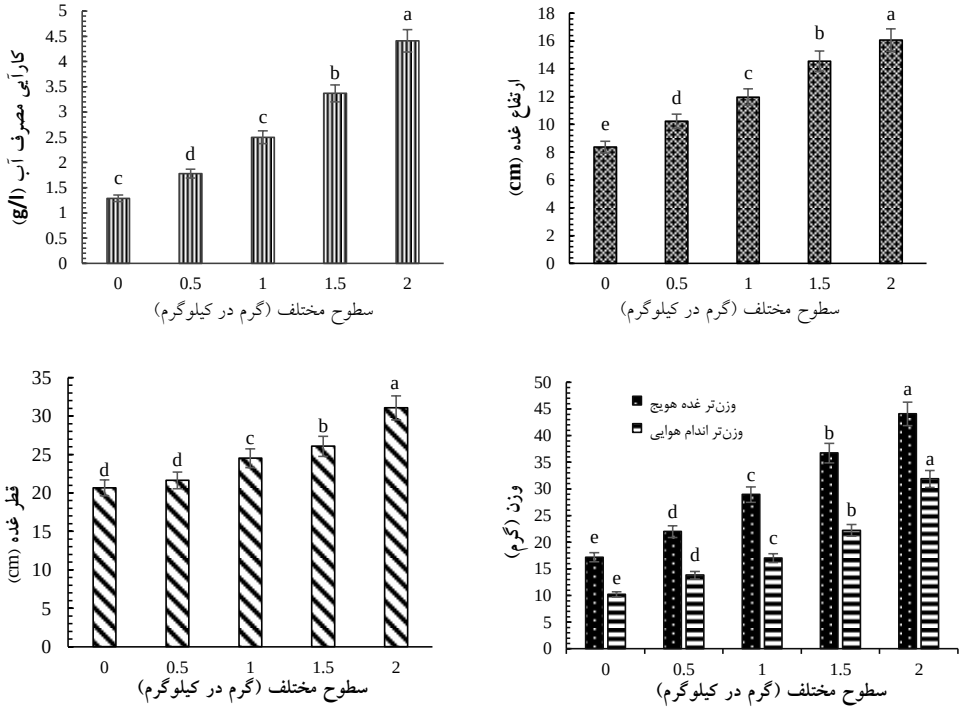
جدول ۲. تجزیه واریانس اثر کاربرد اصلاح‌کننده، سطوح مختلف و اثر متقابل آن‌ها بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در غده هویج

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر غده هویج	وزن تر اندام هوایی	قطر غده	ارتفاع غده	کارآیی مصرف آب
اصلاح‌کننده	۲	٦٦/٨٤**	٢٦/٤٩**	٢٩/٥١**	٢/٣٨**	١٣٢/٠٢**
سطوح	٤	١٦٥/٦٧**	٦١٨/١١**	١٧٢/٥٠**	٢٧٠/٧١^{ns}	٢٧١/٩٤**
اصلاح‌کننده × سطوح	٨	٦/٢٦**	٤/٩٩**	٠/٨٢^{ns}	٠/٤٢^{ns}	١١/٣٠**
خطا	٤٥	–	–	–	–	–
کل	٥٩	–	–	–	–	–

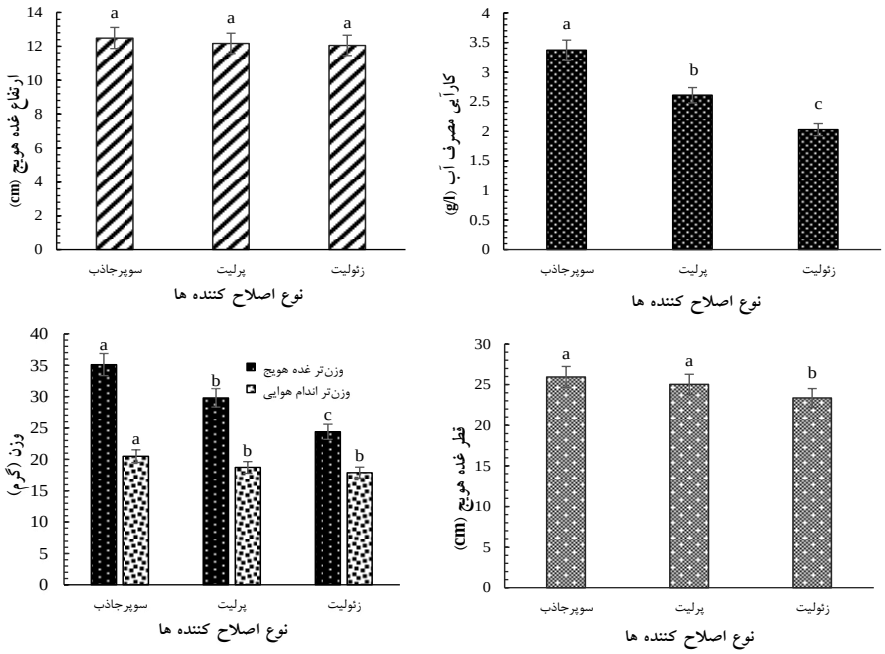
** سطح معنی‌داری P< ۰/۰۱، * سطح معنی‌داری ۰/۰۵ > P > ۰/۰۱، ns معنی‌دار نشدن P >۰/۰۵.

مطابق شکل ۱ با افزایش سطوح اصلاح‌کننده‌ها هر یک از شاخص‌های عملکردی و کارآیی مصرف آب در گیاه هویج افزایش یافت و بین سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده گردید. به‌طوری‌که در بین سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها، سطح ۲ گرم بر کیلوگرم خاک بیشترین عملکرد و کارآیی مصرف آب را نشان داد. در این سطح وزن تر غده ٤٤/٠٦ گرم، وزن تر اندام هوایی با ۳۱/۸۸ گرم، قطر غده ۳۱/۰۵ میلی‌متر، ارتفاع غده ۱٦/۰۷ سانتی‌متر و کارآیی مصرف آب با ٤/٤۱ گرم بر لیتر بود. همچنین کمترین عملکرد و کارآیی مصرف آب مربوط به سطح صفر (شاهد) مشاهده شد (شکل ۱).

با به‌کارگیری اصلاح‌کننده‌ها شامل سوپرجاذب بلور آب A، پرلیت و زئولیت شاخص‌های عملکردی و کارآیی مصرف آب در گیاه هویج افزایش داد. در میان اصلاح‌کننده‌ها، بالاترین میانگین عملکرد محصول با ۳۵/۱۱ گرم مربوط به اصلاح‌کننده سوپرجاذب به‌دست آمد. در اصلاح‌کننده سوپرجاذب وزن تر اندام هوایی با ۲۰/۵۰ گرم، قطر غده ۲۵/۹۵ میلی‌متر، ارتفاع غده ۱۲/٤۹ سانتی‌متر و کارآیی مصرف آب با ۳/۳۷ گرم بر لیتر بیشترین مقدار را داشتند ولی این میزان تغییر در شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده تحت تأثیر سوپر جاذب، در قطر غده با پرلیت و در ارتفاع غده با پرلیت و زئولیت تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲). اصلاح‌کننده‌های به‌کار گرفته‌شده در این پژوهش در همه سطوح نسبت به شاهد (سطح صفر) در شاخص‌های گیاهی هویج و افزایش کارآیی مصرف آب تأثیر معنی‌داری را نشان دادند. مشخص‌شده است اصلاح‌کننده‌ها با داشتن ویژگی‌هایی از جمله توانایی افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی برای مدت طولانی در خاک، کاهش شستشوی مواد غذایی، افزایش رشد سریع و مطلوب ریشه با ذخیره مواد غذایی باعث بهبود شاخص‌های مختلف گیاه هویج شده است.



شکل ۱. اثر سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها (گرم بر کیلوگرم) بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی غده هویج



شکل ۲. اثر اصلاح‌کننده‌ها بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی غده هویج

بررسی اثر متقابل اصلاح‌کننده‌ها و سطوح مختلف

در همه تیمارها نشان داد که کاربرد ۲ گرم بر کیلوگرم سوپرجاذب اثر بهتری نسبت به سایر تیمارها دارد. البته کاربرد سوپر جاذب در سطح ۱/۵ و ۲ گرم بر کیلوگرم با سطح ۲ گرم بر کیلوگرم پرلیت تفاوت معنی‌داری روی وزن تر غده هویج نشان ندادند و بیشترین عملکرد مربوط به سوپرجاذب در سطح ۲ گرم بر کیلوگرم (٤٧/٨٦ گرم) و کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد (۱۷/۱۱ گرم) می‌باشد (جدول ۳). افزایش عملکرد محصول در اثر کاربرد اصلاح‌کننده پلیمر سوپرجاذب به‌دلیل این است که وقتی پلیمرسوپرجاذب با خاک مخلوط می‌گردد، با حفظ مقادیر زیادی از آب و مواد غذایی که موردنیاز گیاه است می‌تواند سبب بهبود رشد گیاه شود. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج حاصل از یزدانی و همکاران (۱۳۸۵)، حسام وکلوئی (۱۳۹۲)، کسیم و همکاران (۲۰۱۷)، نظرلی و زردشتی (۲۰۱۰) مطابقت دارد. تیمار اثر سوپرجاذب در سطح ۲ گرم بر کیلوگرم به‌تنهایی بهترین عملکرد وزن تر اندام هوایی با ٣٤/٣٣ گرم و کارآیی مصرف آب با میزان ۵/۲۹ گرم بر لیتر را داراست. این در حالی است که قطر غده هویج تحت تأثیر تیمار سطح ۲ گرم بر کیلوگرم سوپرجاذب و پرلیت به‌ترتیب با ۳۲/۵۸ و ۳۱/٦٦ گرم و ارتفاع غده هویج در سطح ۲ گرم بر کیلوگرم همه اصلاح‌کننده‌ها تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و بهترین تیمارهای به‌کار گرفته‌شده بر روی این شاخص‌ها بودند. با کاهش سطوح از ۲ گرم بر کیلوگرم به ۰/۵ گرم بر گرم بر کیلوگرم اصلاح‌کننده‌ها، میزان کل شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده کاهش یافت (جدول ۳). پلیمرهای سوپرجاذب با جذب و نگه‌داری آب آبیاری و آزاد کردن تدریجی آن، مدت‌زمان دسترسی گیاه به رطوبت را افزایش داده و درنتیجه باعث افزایش کارآیی مصرف آب می‌شود. پژوهشگرانی ازجمله نجفی علیشاه و همکاران (۱۳۹۱)، کسیم و همکاران (۲۰۱۷)، عابدیی کوپایی و مس‌فروش (۱۳۸۸) و فاضلی رستم‌پور و همکاران (۱۳۹۰) نیز نتایج به‌دست‌آمده در مورد تأثیر پلیمر سوپرجاذب در افزایش کارایی مصرف آب را تأیید می‌کنند.

نتایج حاصل از کاربرد اصلاح‌کننده‌ها به‌خصوص سوپرجاذب با یافته‌های رافی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد پلیمر سوپرجاذب با توسعه بیشتر اندام‌های رویشی از طریق در اختیار قرار دادن آب کافی در اختیار گیاه و افزایش انتقال مواد از خاک توسط گیاه و همچنین با افزایش کارآیی فتوسنتزی برگ‌ها از طریق افزایش سطح برگ و میزان فتوسنتز باعث تجمع بیشتر ماده خشک و عملکرد گیاه می‌شود (۱۲).

تأثیر اصلاح‌کننده‌ها برجذب و غلظت برخی عناصر غذایی در غده هویج

تجزیه واریانس اثر کاربرد اصلاح‌کننده و سطوح مختلف آن‌ها بر عناصر غذایی در غده گیاه هویج نشان داد که اثر اصلاح‌کننده و سطوح مختلف در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. همچنین اثر متقابل اصلاح‌کننده‌ها با کاربرد سطوح مختلف آن‌ها روی تمام عناصر اندازه‌گیری شده، به‌جز نیتروژن در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار می‌باشد (جدول ٤).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل اصلاح‌کننده‌ها و سطوح بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در غده هویج

تیمار	سطح (g/kg)	وزن تر غده هویج (g)	وزن تر اندام هوایی (g)	قطر غده (cm)	ارتفاع غده (cm)	کارآیی مصرف آب (g/l)
شاهد	۰	۱۷/۱۱^{d}	۱۰/۱۷^{g}	۱۹/٦۸^{h}	۸/۳٦^{g}	۱/۲۹^{e}
سوپر جاذب	۰/۵	۲۷/٦۵^{c}	۱٤/۰۰^{f}	۲۲/۵٤^{fg}	۱۰/۳۲^{f}	۲/۳۲^{d}
	۱	۳۷/٤۵^{b}	۲۰/۲۰^{e}	۲۵/۹۲^{cd}	۱۲/۱٦^{e}	۳/٤٤^{c}
	۱/۵	٤۵/۳۸^{a}	۲۳/۷٦^{d}	۲۷/۱۱^{bc}	۱۵/۰۱^{bcd}	٤/۵۲^{b}
	۲	٤۷/۸٦^{a}	۳٤/۳۳^{a}	۳۲/۵۸^{a}	۱٦/۵۸^{a}	۵/۲۹^{a}
پرلیت	۰/۵	۲۰/۷۸^{d}	۱۳/۹٦^{f}	۲۱/٤۹^{gh}	۱۰/۲۰^{f}	۱/٦۵^{e}
	۱	۲۸/۹٤^{c}	۱۵/۵٦^{f}	۲٤/۷۹^{de}	۱۱/۹۰^{e}	۲/٤٦^{d}
	۱/۵	۳٦/٦۰^{b}	۲۱/۷۵^{de}	۲٦/۵۳^{cd}	۱٤/٤۱^{cd}	۳/۳۰^{c}
	۲	٤۵/۸۹^{a}	۳۱/۹٦^{b}	۳۱/٦٦^{a}	۱۵/۹۸^{ab}	٤/۳۷^{b}
زئولیت	۰/۵	۱۷/۸٦^{d}	۱۳/٤۵^{f}	۲۰/۸٤^{gh}	۱۰/۱۷^{f}	۱/۳۷^{e}
	۱	۲۰/٤۳^{d}	۱۵/۲۳^{f}	۲۲/۷۹^{efg}	۱۱/۸۵^{e}	۱/۵۹^{e}
	۱/۵	۲۸/۲۰^{c}	۲۱/۱۱^{e}	۵٤/۲٤^{def}	۱٤/۱۹^{d}	۲/۳۰^{d}
	۲	۳۸/٤۲^{b}	۲۹/۳۱^{c}	۲۸/۹۰^{b}	۱۵/٦٤^{abc}	۳/۵۸^{b}

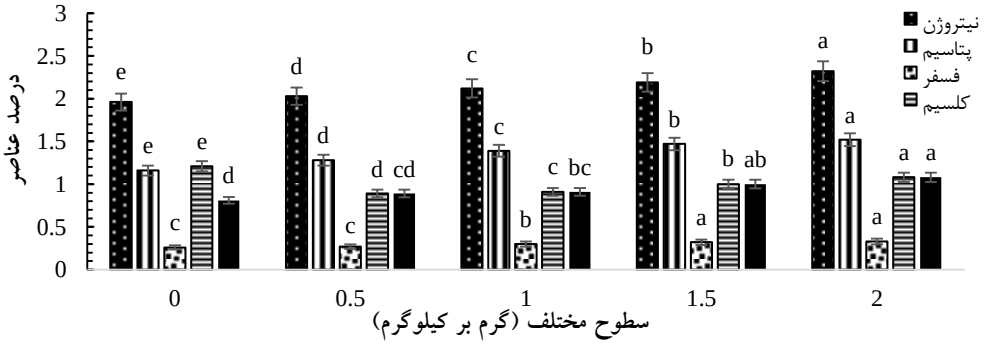
جدول ٤. تجزیه واریانس اثر کاربرد اصلاح‌کننده و سطوح مختلف آن‌ها بر عناصر غذایی در غده گیاه هویج

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن (٪)	پتاسیم (٪)	فسفر (٪)	کلسیم (٪)	منیزیم (٪)
اصلاح‌کننده	۲	۸/۸٤**	٦۹٤/۸۷**	۳۵/٤٤**	۳۳۲/۳۵**	۳۳/۲۵**
سطوح	٤	۱٦۹/۵٤**	۳۹۹/۵۰**	۲۷/۳٤**	۲۱۰/۳۱**	۱۸/۷۳**
اصلاح‌کننده × سطوح	۸	۱/۱۸^{ns}	۵۳/٤۲**	٤٤/۲۰**	٤۵/٦۲**	٤/۹۲**
خطا	٤۵	-	-	-	-	-
کل	۵۹	-	-	-	-	-

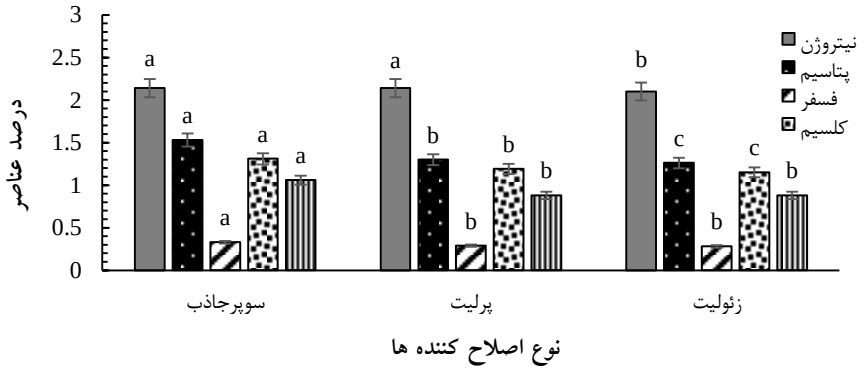
** سطح معنی‌داری P< ۰/۰۱، * سطح معنی‌داری ۰/۰۵ > P > ۰/۰۱، ns معنی‌دار نشدن P >۰/۰۵.

در مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها با افزایش سطوح میزان عناصر غذایی در غده هویج افزایش یافته است. در بین سطوح به‌کاررفته سطح ۲ گرم در هر کیلوگرم از اصلاح‌کننده‌ها نسبت به سطوح دیگر دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بوده و بیشترین میزان نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم به‌ترتیب با ۲/۳۲، ۱/۵۲، ۰/۳۳، ۱/۳٤و ۱/۰۸ درصد در این سطح در غده هویج مشاهده شد (شکل ۳).

کاربرد اصلاح‌کننده‌های مختلف اثر متفاوتی بر درصد عناصر هویج داشت. بین سه نوع اصلاح‌کننده به‌کار گرفته‌شده، سوپرجاذب بیشترین اثر و زئولیت کمترین اثر را در جذب عناصر غذایی غده هویج داشتند. میزان درصد نیتروژن در غده هویج برای سوپر جاذب و پرلیت یکسان و برابر ۲/۱٤ درصد بود. میزان پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم در کاربرد سوپرجاذب به‌ترتیب ۱/۵۳، ۰/۳۳، ۱/۳۱، ۱/۰٦ و ۱۰۸/۰۱ درصد بود که این مقدار بیشترین درصد عناصر اندازه‌گیری‌شده در غده هویج بود (شکل ٤). به‌کارگیری سوپرجاذب سبب افزایش دسترسی گیاه به آب و درنتیجه باعث نگهداری آب بیشتر درون بافت‌ها به‌خصوص بافت برگ می‌شود. این امر موجب افزایش توان فتوسنتزی در گیاه و به‌طبع آن عملکرد بالاتر می‌شود و درنهایت می‌تواند میزان عملکرد غده هویج را نیز بالا ببرد (۱۷). بنا به اظهار برخی از محققان سوپر جاذب‌ها با دارا بودن قابلیت بالای ظرفیت تبادل کاتیونی قادرند علاوه برجذب زیاد آب، کاتیون‌های مؤثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب و با جلوگیری از هدر رفتن آن‌ها این مواد را در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار داده و باعث رشد گیاه شوند (۸).



شکل ۳. اثر سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها (گرم در کیلوگرم) بر غلظت و جذب عناصر غذایی غده هویج



شکل ٤. اثر اصلاح‌کننده‌ها بر عناصر غذایی در غده گیاه هویج

بر اساس جدول ۵ در سطح ۲ گرم در هر کیلوگرم خاک، کاربرد سوپرجاذب تأثیر بیشتری برجذب عناصر غذایی داشته است. لازم به ذکر است بالاترین میانگین نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم غده هویج مربوط به اصلاح‌کننده پلیمر سوپر جاذب در سطح کاربرد ۲ گرم در هر کیلوگرم خاک با میانگین به‌ترتیب (۲/۳٤– ۱/۷۷– ۰/۳۷– ۱/۵۵– ۱/۳۷) درصد و کمترین میانگین مربوط به تیمار شاهد (بدون اصلاح‌کننده) به‌ترتیب (۱/۹٦– ۱/۱٦– ۰/۲٦– ۱/۱۲– ۰/۸۱) درصد به‌دست‌آمده است. با کاربرد اصلاح‌کننده پلیمر سوپرجاذب می‌توان نتیجه گرفت که وجود رطوبت مناسب و هوای کافی باعث افزایش جذب بیشتر عناصر غذایی در گیاه شده است. کاربرد سطوح مختلف اصلاح‌کننده‌ها به‌علت بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک، رشد و توسعه بهتر ریشه‌ها و بالطبع بهبود وضعیت تغذیه گیاهان موجب افزایش جذب عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی توسط غده هویج شد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت ازآنجایی‌که اصلاح‌کننده‌ها نقش تغذیه‌ای ندارند، افزایش رشد و عملکرد حاصله، در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک است. در شرایط تهویه‌ای و آب مناسب قابل‌دسترس برای گیاه ، میزان رشد گیاه افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی کم، نظیر عناصر غذایی می‌توانند جذب این ماده شوند و با آزاد شدن تدریجی جذب ریشه گیاه شوند.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از اصلاح‌کننده‌ها به‌علت بهبود تهویه ریشه، از طریق جذب آب ثقلی در مدتی به نسبت کوتاه پس از آبیاری و نیز جلوگیری از تراکم خاک، باعث ایجاد یک محیط بسیار مناسب برای گیاه می‌گردد و گیاه در این شرایط آب و املاح را بهتر جذب می‌کند نتایج نشان داد اثر مثبت اصلاح‌کننده‌ها و سطوح مختلف بر روی وزن تر اندام هوایی و غده هویج، طول غده، قطر غده و کارآیی مصرف آب معنادار بود.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل اصلاح‌کننده‌ها و سطوح آن‌ها بر عناصر غذایی در غده گیاه هویج

تیمار	سطح (g/kg)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (٪)	فسفر (٪)	منیزیم (٪)	کلسیم (٪)
شاهد	۰	۱/۹٦g	۱/۱٦h	۰/۲٦d	۰/۸۱d	۱/۱۲i
سوپر جاذب	۰/۵	۲/۰٤ef	۱/٤٦d	۰/۳bcd	۰/۹٦cd	۱/۲٤cde
	۱	۲/۱٤bcd	۱/۵۵c	۰/۳٤ab	۱/۰۳bc	۱/۲۵cd
	۱/۵	۲/۲۲b	۱/۷۲b	۰/۳۷a	۱/۱٤b	۱/٤b
	۲	۲/۳٤a	۱/۷۷a	۰/۳٦a	۱/۳۷a	۱/۵۵a
پرلیت	۰/۵	۲/۰۸de	۱/۲h	۰/۲٦d	۰/۸۵d	۱/۱٤hi
	۱	۲/۱٤cd	۱/۳۲efg	۰/۲۷cd	۰/۸۳d	۱/۱۸fgh
	۱/۵	۲/۲bc	۱/۳۷e	۰/۳۱bc	۰/۹٤cd	۱/۲۲def
	۲	۲/۳۲a	۱/٤۳d	۰/۳٤ab	۰/۹٦cd	۱/۲۷c
زئولیت	۰/۵	۱/۹۹fg	۱/۱۹h	۰/۲٦d	۰/۸۷cd	۱/۱۲gh
	۱	۲/۰۹de	۱/۲۹g	۰/۲۸cd	۰/۸۷cd	۱/۱٤gh
	۱/۵	۲/۱٦bc	۱/۳۲fg	۰/۲۹cd	۰/۹۱cd	۱/۱۷fg
	۲	۲/۲۹a	۱/۳۵ef	۰/۲۹cd	۰/۹۲cd	۱/۲۱efg

تأثیر پلیمر سوپرجاذب بلور آب A نسبت به زئولیت و پرلیت بر کارایی مصرف آب، وزن تر اندام هوایی، قطر و ارتفاع غده هویج بیشتر بوده است. از طرفی نتایج نشان داد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب و پرلیت بر وزن تر غده هویج تأثیر معنی‌داری ندارد و با توجه به اقتصادی بودن پرلیت نسبت به پلیمر سوپرجاذب می‌توان از پرلیت استفاده نمود. همچنین نتایج نشان داد که با افزودن پلیمر سوپرجاذب بلور آب A، زئولیت و پرلیت غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم نسبت به شاهد افزایش یافتند و این افزایش غلظت عناصر غذایی در پلیمر سوپرجاذب بلور آب A نسبت به زئولیت و پرلیت بیشتر بود.

منابع

۱. حسام، م. و کلوئی، م. (۱۳۹۲). نگهداشت رطوبت خاک توسط سوپرجاذب و اثر آن بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک. ۲۱ (۲): ۲۵۹-۲٤۵.

۲. زنگویی نسب، ش.، امامی، ح.، آستارایی، ع. و یاری، ع. (۱۳۹۱). اثرات هیدروژل استاکوزوب بر برخی خصوصیات هیدرولیکی خاک و رشد و استقرار نهال آتریپلکس. اولین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه. کرج- مؤسسه تحقیقات آب و خاک. ص ۲۷.

۳. سهرابی، ا. و میخک، آ. (۱۳۹۲). زئولیت و اهمیت آن در کشاورزی. انتشارات کنکاش، اصفهان. ص ۱۰۰.

٤. عابدی کوپایی، ج. سلطانیان، س؛ و قیصری، م. (۱۳۹۲). تأثیر افزودن پامیس، پرلیت و میکروسیلیس بر ویژگی‌های خاک‌های گچی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه اصفهان.

۵. عابدی کوپایی، ج. و مس‌فروش، م. (۱۳۸۸). ارزیابی کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و ذخیره‌ی عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای. مجله آبیاری زهکشی ایران. ۲: ۱۱۱-۱۰۰.

٦. عزیزی، س. ن. و لکورج، م. م. (۱۳۸۷). سنتز و بهینه‌سازی رفتار تورمی فوق جاذب‌های آکریلیک SAPs باهدف کاربردی در پزشکی، داروسازی و آرایشی- بهداشتی. مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل. ۱۰ (۲): ٤۳- ۳٦.

۷. فاضلی رستم پور، م.، ثقه‌الاسلامی، م.ح. و موسوی، غ.ر. (۱۳۹۰). اثر تنش آبی و پلیمر سوپرجاذب A200 بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت در منطقه بیرجند. مجله تنش‌های محیطی در علوم. زراعی، دانشگاه بیرجند. جلد چهارم، شماره اول.

۸. قربانی ا، جلیلیان ج و امیرنیا ر. (۱۳۹۲). اثر پیش تیمار بذر و سوپرجاذب بر برخی خصوصیات کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum* L.) تیپ کابلی. پژوهش در گیاهان زراعی. ۱(۱): ۵۳-٤٤.

۹. قلی پور، آ. (۱۳۸۳). بررسی اثرات زئولیت و تنش خشکی بر رشد و نمو گیاه دارویی بادرشبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی. دانشگاه گیلان.

۱۰. مستکانلو، س.، جورابلو، م.، دانایی، ا.و عیدوسی، و. (۱۳۹٤). بررسی اثر دوره آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گل همیشه‌بهار. سومین همایش ملی گیاهان داروی و کشاورزی پایدار. همدان، دبیرخانه دائمی همایش، شهید مفتح.

۱۱. مدنی، ح.، فرهادی، ا.، پازکی، ع. و چنگیزی، م. (۱۳۸۸). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا در منطقه اراک. یافته‌های نوین در کشاورزی. سال سوم. شماره ٤. صفحه‌های ۳۷۹ تا ۳۹۱.

۱۲. مرتضوی س، توکلی ا، محمدی م، و افصحی ک. (۱۳۹٤). تأثیر کاربرد سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم آذر ۲ در شرایط دیم. نشریه زراعت. ۱۰٦: ۱۲۵-۱۱۸.

۱۳. نجفی علیشاه، ف.، گلچین، ا. و محبی، م. (۱۳۹۱). تأثیر پلیمر سوپرجاذب آکوسورب و دور آبیاری بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و شاخص‌های رشد خیار گلخانه‌ای. مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای. ٤ (۱۵): ۱٤-۱.

۱٤. نورافکن، ح. (۱۳۸٦). استفاده از استاکوسورب و زئولیت در آمیخته‌های خاکی گلخانه‌ها. اولین کارگاه فنی ارتقای کارآیی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای، شماره ۱۸.

۱۵. یزدانی، ف.، اله دادی، ا.، اکبری، غ. ع. و بهبهانی، م. (۱۳۸۵). تأثیر مقادیر پلیمر سوپرجاذب و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۵.

16. Datt Sharma, K., Karki, S., Thakur, N. S., and Attri, S. (2012). Chemical composition, functional processing of carrot-a review. Food Science Technology, 49(1): 22-32.
17. Specht, A. and Harvey-Jones, J. (2000). Improving water delivery to the roots of recently transplanted seedling trees: The use of hydrogels to reduce leaf and hasten root establishment. J. For. Res. 1: 117-123.
18. Kassim, F. S., El-Koly, M. F. and Hosny, S. S. (2017). Evaluation of super absorbent polymer application on yield, and water use efficiency of grand nain banana plant. Middle East Journal of Agriculture Research. 6(1): 188-198.
19. Maloupa E, Mitsios I, Martines PF and Bladenopouiou S (1992). Study of substrate use in Gerbera soilless culture grown in plastic greenhouses. Acta Horticulturae. 323: 139-144.
20. Moloupa, E., Samartziodis., C. Cououmbis, P & Komninou, A (1999). yield quality & photosynthetic activity of greenhouse grown madelon roses on perlit-zeolit substrate mixture. Acta hort.. 481:97-102.
21. Munsuz N (1978). Perlitin sera ve Tarla Kosullarinda Toprakta Tutulmasi ve Bugday Verimi Uzerine Etkileri. Yayin. Agron. Report. No. 2. Pp. 1-78.
22. Nazarli, H., Zardashti. (2010). The effrct of drought stress and super absorbent polymer (A200) on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field condition. Cercetari Agronomice in Moldova. 3(143): 5-14.
23. Payero, J.O. Tarkalson, D.D. Irmak, S. Davison, D. and Petersen, J.L. (2009). Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. J. Agric. Water Manage. 96: 1387-1397
24. Tongo, A., Mahdavi, A. and Sayad, E. 2014. effect of superabsorbent polymer aquasorb on chlorophyll, antioxidant enzymes and some growth characteristics of Acacia Victoriae seedlings under drought stress. Ecopersia Journal. 2 (2): 571- 583.
25. Rafiei, F., Nourmohammadi, G., Chokan, R., Kashani, A. & Haidari, H. (2013). Investigation of superabsorbent polymer usage on maize under water stress. Global Journal of Medicinal Plant Research. 1(1), 82-87.
26. Wicks G. 2004. Commercial carrot production in Labrador. Agricultural Business Profiles. Canada Newfoundland and Labrador, Agricultural Policy Framework (APF).
27. Xiubin, H. and Zhanbin, H. (2001). Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil, Resources, Conservation and Recycling. 34: 45-52.

Water and Irrigation Management
(Scientific Journal of Agriculture)
(*College of Abouraihan – University of Tehran*)
Vol. 8 ■ No. 1 ■ Spring & Summer 2018

Effect of modifiers on water use efficiency, yield and some nutritional elements of carrot

Marzieh Moradiyan[1*], Abbas Maleki [2], Afsaneh Alinejadian Bidabadi[3]

1. Master student of Water Engineering, Department of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2. Assistant Professor of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran
3. Assistant Professor of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

Received: May 21, 2018 Accepted: July 4, 2018

Abstract
This research was conducted to evaluate the effect of modifiers on water use efficiency, yield and some nutritional elements of carrot in a factorial based on randomized complete blocks with two factors including reformer type (Super absorbent polymer of water crystalline A, zeolite and perlite), and different levels (0, 0.5, 1, 1.5 and 2 g/kg soil), and four repetitions in greenhouse conditions. The results showed that interaction between modifiers and different levels has a significant effect on product performance and water use efficiency. Among the modifiers the superabsorbent polymer had the best effect at 2 g/kg on carrot plant performance and water use efficiency, with means 47.68 grams and 29.5 g/l, respectively. That in comparison with control treatment showed an increase 2.8 and 4.10 times, respectively. Also, Interaction between modifiers and different levels has a significant effect on the concentration of nutrients–such as nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, magnesium and calcium–in the carrot plant. The highest nutrient concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and calcium–2.34, 0.36, 1.77 and 1.55 percent, respectively –were superabsorbent correction at 2 g / kg soil.

Keywords: Carrot Variety of Nantes, Density Elements of NPK Carrot Gland, Perlite, Super Absorbent Polymer Water Crystalline A, Zeolite.

Corresponding author: dr.maleki38@yahoo.com