



مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۱۵۴-۱۴۳

بررسی اثر استفاده از زئولیت و پلیمر بر کارایی مصرف آب و عملکرد اسفزه (*Plantago ovate forsk.*)

- حامد خاکباز^۱، عباس خاشعی سیوکی^{۲*}، علی شهیدی^۳، محمدحسین نجفی مود^۴
۱. دانش‌آموخته آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان دارویی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، کمبود آب و تنش خشکی است. از این رو، در این پژوهش گیاه دارویی اسفزه (*Plantago ovate* Forsk.) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی باارزش در منطقه بیرجند انتخاب گردید. هدف از این تحقیق افزایش بهره‌وری مصرف آب در تولید اسفزه می‌باشد که به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای پژوهش شامل انواع بسترهای کشت شامل پلیمر سوپرجاذب A200 در یک سطح (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) و زئولیت در یک سطح (۲/۰۸ گرم در یک کیلوگرم خاک) و کرت شاهد بدون افزودن مواد اصلاحی خاک و ۳ سطح آبیاری شامل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ نیاز آبی بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات ریختی (درصد جوانه‌زنی، سطح برگ، وزن ماده خشک، تعداد سنبله در بوته) صفات زیستی (وزن دانه در کرت، وزن هزاردانه و موسیلاژ) و کارایی مصرف آب دانه بودند. نتایج نشان داد که تیمارها اثر معنی‌داری بر صفات ریختی و زیستی و کارایی مصرف آب دانه داشتند، به‌طوری‌که بهترین نتایج برای صفات ریختی در حالت بستر حاوی پلیمر سوپرجاذب تعداد برگ ۱۲/۷۵ به‌دست آمد. بهترین نتایج برای صفات زیستی، در تیمار زئولیت با آبیاری کامل با وزن هزاردانه ۱۲/۸۹ گرم و کارایی مصرف آب دانه با ۱۱/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب در بستر همراه زئولیت مشاهده و ثبت گردید.

کلیدواژه‌ها: اصلاح خاک، بستر کشت، بیرجند، تنش خشکی، گیاهان دارویی.

Effect of Zeolite and Polymer on Water Use Efficiency and Yield of Isabgol (*Plantago ovate forsk.*)

Hamed Khakbaz¹, Abbas Khashei Siuki^{2*}, Ali Shahidi³, Mohammad Hossein Najafi Mood⁴

1. M.Sc. Irrigation and Drainage Engineering of Water Engineering, Department of Agriculture Faculty, University of Birjand, Iran.
2. Associate Professor of Water Engineering, Department of Agriculture Faculty University of Birjand, Iran.
3. Associate Professor of Water Engineering, Department of Agriculture Faculty University of Birjand, Iran.
4. Assistant Professor of Water Engineering, Department of Agriculture Faculty University of Birjand, Iran.

Received: October 15, 2019

Accepted: December 01, 2019

Abstract

One of the most important limitation factors the production of medicinal crops is water deficit and water stress in arid and semiarid regions of the world. Therefore, in this study, the medicinal crop Isabgol was selected as one of the valuable medicinal plants. The purpose of this study was to increase water use efficiency in Isabgol. Research carried out as a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications. The treatments were A200 superabsorbent polymer at one level (125 kg ha⁻¹) and zeolite at one level (2.08 gr/ kg soil) and control plot without adding soil amendments and 3 levels of water stress including 50, 75 and 100 The percentages water requirement. The measured factors included morphological traits (germination percentage, leaf area, dry matter weight, number of spikes per plant), biological traits (seed weight per plot, 1000 seed weight and mucilage) and water use efficiency. The results showed that treatments had significant effect on morphological and biological traits and grain water use efficiency. The best results were obtained for the morphological traits in the substrate containing superabsorbent polymer at 12.75 gr. The best results were observed for biological traits of 12.89 kernel weight and WUE 11.76 kg / m³ in zeolite bed.

Keywords: Birjand, Dry stress, Medicinal plants, Planting media, Soil amendment.

مقدمه

هر دو سال آزمایش به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شدند (۷).

راه دیگر استفاده مناسب‌تر از منابع آب، افزایش کارایی مصرف آب است. با اضافه کردن موادی به خاک یا گیاه به‌صورت محلول به افزایش عملکرد در واحد سطح به‌ازای آب مصرفی ثابت می‌توان کارایی مصرف آب را افزایش داد. کمپوست و کودهای دامی و انواع هوموس بافت خاک را سبک‌تر و به ظرفیت نگهداری آب خاک می‌افزایند. این ویژگی‌ها در کنار تأمین برخی مواد موردنیاز گیاه باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. ولی در میزان مصرف هوموس‌ها بالاخص کمپوست‌ها به‌دلیل وجود ازت زیاد محدودیت‌های زیادی وجود دارد و حتی ممکن است در سطوح بالای استفاده به گیاه آسیب هم بزند (۲۲). در این زمینه برخی پژوهش‌گران تصمیم گرفتند از موادی استفاده کنند که بی‌تأثیر و یا حتی‌الامکان کم‌ترین تأثیر منفی را داشته باشند و محدودیت‌های کم‌تری داشته باشند. از مواد پرمصرف و نسبتاً قدیمی که به‌عنوان رزین نیز از گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفته می‌توان به زئولیت‌ها اشاره کرد. زئولیت‌ها علاوه بر تأثیر کم بر میزان مواد معدنی در خاک به‌عنوان یک ماده اصلاحی در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفته و امروزه زئولیت‌ها را به‌عنوان نگه‌دارنده آب نیز مورد استفاده قرار می‌دهند. اقلیم خشک ایران و فراوانی منابع زئولیت در کشور نیز ضرورت استفاده از این کانی در کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر می‌کنند (۴). در کشت محصولات زراعی از زئولیت به‌وفور استفاده شده و پژوهش‌های زیادی نیز در این زمینه انجام گرفته است. از این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهشی که به بررسی اثر توأم زئولیت و آبیاری بر بنه زعفران پرداختند اشاره کرد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سطح مصرف زئولیت اثر معنی‌داری بر متوسط وزن بنه، تعداد بنه با وزن کم‌تر از ۲ گرم، تعداد

با توجه به منابع محدود آب و خاک و توزیع غیریکنواخت آن باید سعی شود با برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق از منابع آب فصلی و سایر منابع به نحو صحیح استفاده نمود. مقابله با کم‌آبی راه‌کارهای زیادی دارد که از آن جمله می‌توان به تغییر الگوی کشت، کشت گیاهان مقاوم به خشکی و شوری و یا اصلاح خاک با مواد اصلاحی که ظرفیت نگهداری آب را در خاک افزایش دهد و مانع از نفوذ عمقی شود. با توجه به وجود انواع گیاهان دارویی با ارزش و مقاوم به خشکی و شوری در محیط طبیعی ایران فرصت خوبی در اختیار کشاورزان ایرانی گذاشته تا به‌وسیله کشت آن‌ها کشاورزی رونق و جان تازه‌ای گیرد. چرا که غالباً عمر گیاهان دارویی کم و بهاره هستند، به همین دلیل نیاز به آبیاری کمی دارند.

یکی از پر ارزش‌ترین گیاهان دارویی اسفرزه است که در بسیاری از مناطق ایران خودرو است. اسفرزه گیاهی متحمل به شوری و خشکی پسند است که با شرایط اقلیمی ایران همخوانی فراوان دارد (۲۲). با توجه به اقتصادی بودن کشت زراعی اسفرزه نیاز به شناخت این گیاه وجود داشت. پژوهش‌های زیادی پیرامون ویژگی‌های بیولوژیکی اسفرزه صورت گرفته است. از بین این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش کوچکی و همکاران در سال ۱۳۸۳ که برای تعیین بهترین درجه حرارت جهت جوانه‌زنی اسفرزه در مشهد صورت گرفت، اشاره کرد. دامنه حرارتی مطلوب جهت جوانه‌زنی بذور اسفرزه ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد و با کاهش یا افزایش درجه حرارت از این دامنه، جوانه‌زنی بذور به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۲۰). پژوهش‌گران در انجام پژوهشی به‌منظور بررسی تغییرات عملکرد کمی و کیفی دانه اسفرزه و پسیلیوم در ارتباط با تراکم‌های مختلف در شرایط تنش خشکی پرداختند. نتایج نشان داد تنش خشکی در هر دو گونه، در

تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات گیاه دارویی بادرشبو پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که مصرف زئولیت بر وزن خشک و تعداد میانگره تأثیر معنی دار نداشت ولی تأثیر آن روی سایر صفات در سطح یک درصد معنی دار بود.

یکی از مواد جاذب آب و نگه دارنده آب خاک که به افزایش ظرفیت زراعی خاک نیز می انجامد پلیمرهای سوپرجاذب آب می باشد. این مواد که از فرآورده های نفتی می باشد و ظرفیت جذب آب بسیار زیادی دارد. این مواد که در صنعت از گذشته کاربرد داشته، در کشاورزی جزو جدیدترین افزودنی ها به خاک می باشد. پژوهش هایی پیرامون تأثیرگذاری این مواد بر گیاهان انجام شده است. در پژوهشی امکان سنجی استفاده از پلیمر سوپرجاذب رطوبت برای ذرت انجام گرفت. مشاهدات این پژوهش نشان داد برهم کنش بین سوپرجاذب و فواصل آبیاری که در سطح دوم (۸۰ کیلوگرم در هکتار) سوپرجاذب تفاوت قابل ملاحظه ای بین فواصل آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز در تمام صفات وجود نداشت (۳). دهباشی و همکاران (۶) به مطالعه اثر پلیمر سوپرجاذب بر گل جعفری پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین محتوی پرولین در دور آبیاری ۶ روز و میزان ۶۰ گرم در کیلوگرم سوپرجاذب و کمترین محتوی رطوبت نسبی در ۶ روز و صفر گرم در کیلوگرم سوپرجاذب (شاهد) مشاهده گردید. همچنین طبق نتایج به دست آمده بیشترین محتوی رطوبت نسبی با سایر دوره ها که حاوی سوپرجاذب بودند، اختلاف معنی داری نداشت. رحمانی و همکاران (۸) با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در اقتصاد کشاورزی و کشاورزی پایدار در مناطق خشک و مشکلات کمبود آب در این مناطق به بررسی اثر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد گیاه دارویی خردل پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که از نظر آماری تمام صفات اندازه گیری شده

بنه با وزن بین ۶ تا ۸ گرم و تعداد بنه خواهری داشت (۵). پژوهشی جهت بررسی اثر مواد بهبوددهنده خاکی و برگی بر عملکرد و کارایی مصرف آب آفتابگردان انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هرچند هر یک از تیمارهای بهبوددهنده به تنهایی به طور معنی داری نسبت به شاهد (عدم مصرف مواد بهبوددهنده-زئولیت کلسیم) از کاهش کارایی مصرف آب آبیاری در شرایط تنش شدید جلوگیری کردند، ولی مصرف توأم این مواد در بهبود کارایی مصرف آب آبیاری برتر بوده و باعث افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۲۵ تا ۵۹ درصد نسبت به شاهد شدند (۱۳). غیاثوند غیائی و همکاران (۱۸) آزمایشی برای بررسی اثر زئولیت بر کلزا انجام دادند. نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که کاربرد زئولیت در شرایط تنش کم آبی، بر تمام صفات مورد بررسی به جز درصد روغن و میزان کلروفیل، اثر مثبت و معنی داری داشت و به ویژه موجب بهبود عملکرد دانه و روغن گردید. در پژوهشی افاضاتی و همکاران (۲) به بررسی تأثیر سوپرجاذب (سوپر آب آ ۲۰۰) بر عملکرد و کارایی مصرف آب خیار، در گلخانه و شرایط کم آبیاری پرداختند. کشت گیاه در گلدان های پلاستیکی انجام و آبیاری توسط قطره چکان های با دبی چهار لیتر در ساعت انجام گرفت. نتایج نشان داد کم آبیاری بر تمام صفات، جز قطر ساقه، تأثیر معنی داری داشت. اثر سوپرجاذب و اثر متقابل کم آبیاری با سوپرجاذب برای همه صفات، به جز قطر ساقه معنی دار بود. کریم زاده اصل و همکاران (۱۹) آزمایشی جهت بررسی اثر سطوح مختلف رطوبتی و زئولیت طبیعی بر گیاه دارویی بادرشبو انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش خشکی ملایم (۶۰٪ ظرفیت مزرعه) با مصرف زئولیت و ترکیب نیتروکسین و بیوفسفر، به منظور به دست آوردن بیشترین عملکرد اسانس در گیاه بادرشبو مناسب می باشد. قلی زاده و همکاران (۱۶) به مطالعه اثرات

شرایط بدون استفاده از این مواد اصلاحی بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه پرداخته شد. مطابق پژوهش شیخ مرادی و همکاران (۱۳) بهترین دور آبیاری برای گیاه اسفرزه دور آبیاری ۷ روزه تعیین شد. فاکتور اول تحقیق سطوح مختلف آبیاری با ۳ سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و فاکتور دوم با ۳ سطح بسترهای متفاوت برنامه‌ریزی شد. بستر ۱ با نشان C شاهد و بدون مواد اصلاحی است. بستر ۲ با نماد Z بستر زئولیت که مطابق تحقیق قلی‌زاده و همکاران (۱۶) ۲۵ گرم در کیلوگرم خاک تعیین شد. بستر ۳ نیز بستر حاوی پلیمر سوپرجاذب آب با نام A۲۰۰ و نشان P که از شرکت بلور آب بجنورد تهیه گردید و به مقدار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار در خط کاشت همراه بذرها قرار داده شد.

بذرها اول اسفندماه سال ۱۳۹۵ مستقیم در شرایط مزرعه کشت شدند و هم‌زمان با کاشت، آبیاری سنگینی به‌منظور خاک آب مزرعه انجام شد. سپس به‌طور منظم با دور آبیاری ۷ روزه آبیاری شده و بعد از ۱۴ روز جوانه‌ها سبز شدند. با آبیاری منظم و دقیق و اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی با کنتور حجمی ۱ اینچی انجام گرفت. در اواسط اردیبهشت‌ماه اسفرزه به گل رفته و سنبله‌ها شکوفا شدند. اول خردادماه نیز دوره رشد گیاه کامل شد و بذرها خرمایی رنگ‌شده برداشت شدند. در این مقطع تمام کرت به‌استثنای حاشیه کرت‌ها بوته کامل برداشت شد و جهت اندازه‌گیری صفات مختلف مانند کارایی مصرف آب، وزن ماده خشک، موسیلاژ، تعداد سنبله در بوته، وزن دانه در کرت و وزن هزاردانه هر تیمار به آزمایشگاه انتقال داده شد.

بین سطوح مختلف تنش کم‌آبی و کاربرد سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در پژوهشی مرادیان و همکاران (۲۱) به‌منظور ارزیابی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها روی کارایی مصرف آب، عملکرد و برخی عناصر غذایی گیاه هویج طرحی در شرایط گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد اثر متقابل اصلاح‌کننده و سطوح مختلف تأثیر معنی‌داری روی عملکرد محصول و کارایی مصرف آب دارد.

سوپرجاذب‌ها موادی جدید در علم کشاورزی هستند و پژوهش‌گران مختلف به بررسی اثر این ماده و زئولیت بر گیاهان مختلف پرداختند. بررسی‌ها نشان داد که مطالعات محدودی بر اثر پلیمر و زئولیت بر گیاه دارویی اسفرزه انجام شده است و هدف از این مطالعه بررسی اثرات این اصلاح‌کننده‌های خاک بر عملکرد کیفی گیاه دارویی اسفرزه در منطقه بیرجند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر زئولیت و پلیمر سوپرجاذب رطوبت و تنش خشکی بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک گیاه دارویی اسفرزه، پژوهشی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی طی زمستان و بهار سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۸۷ دقیقه و با ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح آب‌های آزاد با ویژگی‌های خاکی مطابق جدول (۱) انجام شد. این پژوهش با ۶ تیمار در ۴ تکرار و در مجموع ۲۴ کرت به بررسی تأثیر زئولیت و پلیمر سوپرجاذب و مقایسه آن‌ها با

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

مواد آلی	pH	EC (dS/m)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی مترمکعب)	FC-PWP (%w)	شن (%)	لاي (%)	رس (%)	بافت خاک
۰/۶۸	۷/۷۶	۵/۹	۱/۳۸	۱۹۰	۳۶	۳۴/۸	۲۹/۲	لومی رسی

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸

دوم می‌توان گفت برخی تغییرات در فاکتوری می‌تواند در فاکتوری دیگر اثر داشته به‌عنوان مثال ویژگی‌های مثبت به‌دست‌آمده از فاکتور اصلاح خاک می‌تواند برخی اثرات منفی تنش خشکی را کاملاً جبران کند به‌طوری‌که حتی در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری به‌وجود نیاید (جدول ۲). در ادامه به بررسی اثرات تیمارها بر صفات اندازه‌گیری‌شده پرداخته می‌شود. ارتفاع گیاه تحت تأثیر بستر یا تنش خشکی قرار نگرفت و درصد موسیلاژ تنها صفتی بود که با هر تیمار متفاوت به‌شدت تغییر پیدا کرد و در سطح ۱ درصد تیمارها با هم اختلاف داشتند. کریم‌زاده اصل و همکاران (۱۹) نیز نتایج مشابهی درخصوص عملکرد مثبت بستر ژئولیتی در اثر اصلاح خاک و افزایش رطوبت در دسترس گیاه ارائه داده‌اند. قلی‌زاده و همکاران (۱۶) نتایجی درخصوص افزایش عملکرد گیاه دارویی بادرشبو تحت اثر استفاده از ژئولیت تحت تنش خشکی جهت جبران کمبود رطوبت در سطوح تخلیه مختلف رطوبتی مشاهده کردند. شکفته و همکاران (۱۲) در استفاده از پلیمر سوپرجاذب بر گیاه دارویی شوید نتایجی به‌دست آوردند که نشان دادند هیدروژل اثر معنی‌داری بر وزن خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک، عملکرد دانه و اسانس داشته است. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد کارایی مصرف آب تحت تأثیر قرار گرفت و در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری پیدا کردند ولی بسترهای موجود بر ارتفاع بوته و تعداد سنبله در بوته و طول سنبله تأثیر معنی‌داری نداشته و از حیث آماری یکسان تلقی می‌شوند (جدول ۲). شاه‌حسینی و همکاران (۱۱) نیز نشان دادند پلیمر سوپرجاذب آب بر تمامی صفات‌های اندازه‌گیری‌شده به‌جز ارتفاع بوته و وزن خشک اثر معنی‌داری داشت.

کارایی مصرف آب^۱ (WUE) که نشان‌دهنده مقدار دانه تولیدی به‌ازای واحد حجم آب مصرفی می‌باشد، براساس رابطه (۱) محاسبه شد (۲۱):

$$\text{WUE} = \frac{GY}{W} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه: GY نشان‌دهنده عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار و W نیز حجم آب مصرف‌شده در هکتار برحسب مترمکعب می‌باشد. پس از اندازه‌گیری و ثبت صفات مختلف و ثبت مقدار آن‌ها، داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و نمودارها و جدول‌ها با نرم‌افزار ریاضی-آماري Excel تنظیم و ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول (۲) نشان داد که بین تکرارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. سطوح مختلف بستر که شامل ۳ تیمار متفاوت می‌شود اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر "سطح برگ" و "وزن هزاردانه" و "تعداد برگ" داشت. سطوح مختلف آبیاری نیز بر صفات اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت و البته برخی صفات تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفتند (جدول ۲). برخی صفات فقط به کمبود آب واکنش نشان داده و برخی نیز فقط به تغییر بستر و مواد اصلاحی واکنش نشان دادند. صفتهایی وجود داشت که فقط در اثر متقابل معنی‌دار گشته و یک فاکتور بدون اختلاف معنی‌دار بودند و صفتهایی نیز وجود داشت که هر یک از فاکتورها به‌تنهایی اثر معنی‌داری داشته و اثر متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌دار نداشت که می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت برخی صفات بسیار سخت تغییرپذیرند و یک تغییر نمی‌تواند موجب اختلاف فاحش در آن‌ها شود ولی تغییر چند فاکتور می‌تواند اختلاف آن‌ها معنی‌دار کند و در حالت

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (آماره F) اثر سطوح مختلف بستر بر برخی ویژگی‌های گیاه دارویی اسفرزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	کارایی مصرف آب	موسیلاژ	وزن هزاردانه	وزن دانه در کرت	تعداد سنبله در بوته	درصد جوانه‌زنی	وزن ماده خشک
بلوک	۳	۸۲۱۲/۲۱ ^{ns}	۶۴/۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۳/۲۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۵۸ ^{ns}	۰/۹۶ ^{ns}	۲۲۱۷ ^{ns}
تنش	۲	۱۷۹۳۳۲/۰۸ ^{**}	۳۲۶/۲۱ ^{**}	۰/۱۹۴ ^{**}	۳۱۰/۷۶ ^{**}	۰/۰۵۴ ^{**}	۶۸/۲۵ ^{**}	۱/۱۸ ^{ns}	۳۳۶۱۰ ^{**}
بستر	۲	۱۵۸۱۷۳۳/۵۴ ^{**}	۱۶۰/۸۹ [*]	۰/۰۲۵ ^{**}	۳۱۰/۷۶ ^{**}	۰/۰۱۲ ^{**}	۲/۶۳ ^{ns}	۱۶۳۲۵ ^{**}	۲۱۵۸۱ [*]
اثر متقابل	۴	۱۰۴۳۵/۵۴ [*]	۵۵/۷۳ ^{ns}	۰/۰۳۲ ^{**}	۱۰۶/۶۲ ^{**}	۰/۰۰۴ [*]	۷/۱۲۵ [*]	۰/۶۲ ^{ns}	۵۹۲۹ ^{ns}
ضریب تغییرات	-	۱۲/۳۳	۱۳/۷۷	۱۵/۸۹	۱۵/۵۶	۲۴/۶۴	۲۰/۴۴	۱/۲۹	۲۴/۲۳

ns، * و **: به ترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

افزایش کارایی مصرف آب دارد. رحمانی و همکاران (۸) در آزمایشی گیاه دارویی خردل را تحت تنش خشکی و پلیمر سوپرجاذب بررسی کردند که به نتایج مشابهی دست یافتند. اثر کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، هم‌چنین سبب افزایش طول دوره پرشدن دانه‌ها شد. اثر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و هم‌چنین موجب افزایش طول دوره رشد گیاه شد و اثر متقابل تنش کم‌آبی و پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود که نشان از تأیید جبران کم‌آبی به وسیله پلیمر سوپرجاذب است. ضیایی و همکاران (۱۵) نیز در پژوهشی بر روی گیاه دارویی رزماری در شرایط تنش خشکی و استفاده از اصلاح‌کننده پلیمر سوپرجاذب به نتایج مشابهی دست یافتند. در این آزمایش براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار سوپرجاذب، تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد شاخه فرعی، میزان وزن تر ریشه، نسبت وزن تر ریشه به اندام هوایی، وزن تر کل گیاه، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. سوپرجاذب بر میزان وزن تر اندام هوایی، وزن خشک ساقه و وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌داری نداشت. اثر سوپرجاذب و تأثیر متقابل این دو عامل بر وزن خشک برگ معنی‌دار نشد. معنی‌دار نشدن

اگرچه به لحاظ ظاهری در گیاهان متعلق به تیمارهای سوپرجاذب ارتفاع بیش‌تر نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد ولی این تفاوت به لحاظ آماری نسبت به سایر تیمارهای دیگر معنی‌دار نبود. به‌طورکلی گزارش‌های متفاوتی درخصوص تأثیر پلیمر سوپرجاذب بر ارتفاع گیاهان وجود دارد. عربی و همکاران (۱۷) نتایج آزمایش‌های پلیمر سوپرجاذب بر گیاه دارویی آیسون را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که اثر معنی‌داری بر تمام متغیرهای اندازه‌گیری‌شده داشته است به‌طوری‌که اثرات هیدروژل بر ارتفاع بوته، تعداد چتر و تعداد چترک بوته، تعداد دانه و وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است.

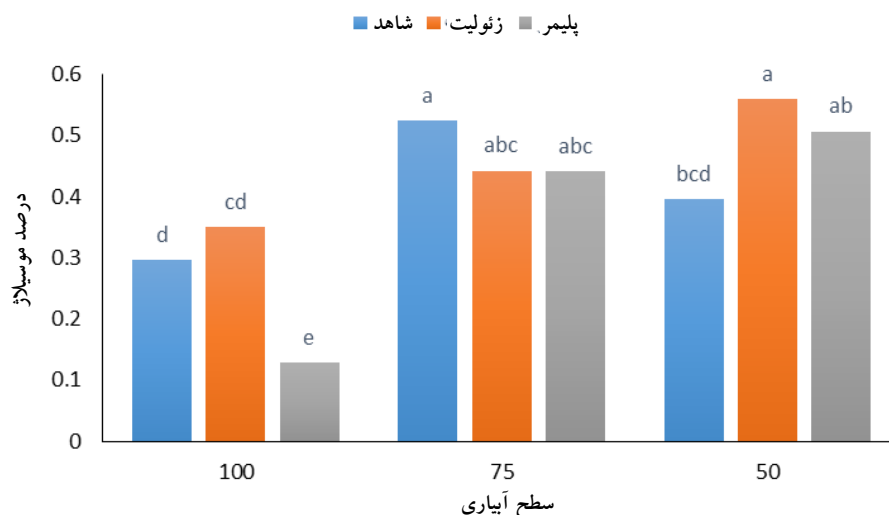
رضایی و همکاران (۹) طی پژوهشی نیز به نتایجی مشابه بر گیاه رازیانه دست یافتند. در این آزمایش نتایج نشان داد که دو کرت آبیاری کامل و کرت پلیمری با بیشترین تعداد چتر، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس، بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی، بیش‌ترین وزن هزاردانه و وزن تر بوته، بهترین عملکرد را داشتند. نتیجه این‌که پلیمر سوپرجاذب ضمن کاهش اثرات تنش خشکی، باعث افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس رازیانه شده است. در پژوهشی (۲۴) که بر فاکتور کارایی مصرف آب (WUE) چند گیاه تحقیق کردند نشان دادند پلیمر سوپرجاذب سهم بسیار زیادی در

دانه بر مترمکعب آب مصرفی را داشت و کمترین مقدار آن برخلاف انتظارات مربوط به بستر حاوی پلیمر سوپرجاذب در آبیاری ۷۵ درصد با مقدار میانگین ۱/۵۵ است و بستر شاهد که هیچ افزودنی اصلاحی نداشت، رفتاری بینابینی داشت، به طوری که با هیچ کدام از بسترهای حاوی زئولیت و پلیمر سوپرجاذب اختلاف معنی داری نداشت. در محاسبه کارایی مصرف آب صرفاً وزن دانه محاسبه شده است و این اتفاق می تواند به همین دلیل باشد. پلیمر سوپرجاذب با تأمین آب در مواقع خشکی و کمبود آب نیاز آبی گیاه را تأمین کرده و به عبارتی رطوبت بیشتری در اختیار گیاه قرار می دهد که این امر موجب افزایش رشد بیولوژیک گیاه و تولید بیش تر شاخ و برگ می شود. تولید بیش تر کاه و کلش موجب صرف بسیاری از انرژی گیاه شده و انرژی و مواد غذایی کمتری جهت تولید دانه به کار گرفته می شود و با توجه به این که در مورد گیاه دارویی اسفرزه دانه گیاه بخش قابل برداشت می باشد، می توان این گونه بیان کرد با افزایش عملکرد بیولوژیک از عملکرد دانه گیاه کاسته می شود.

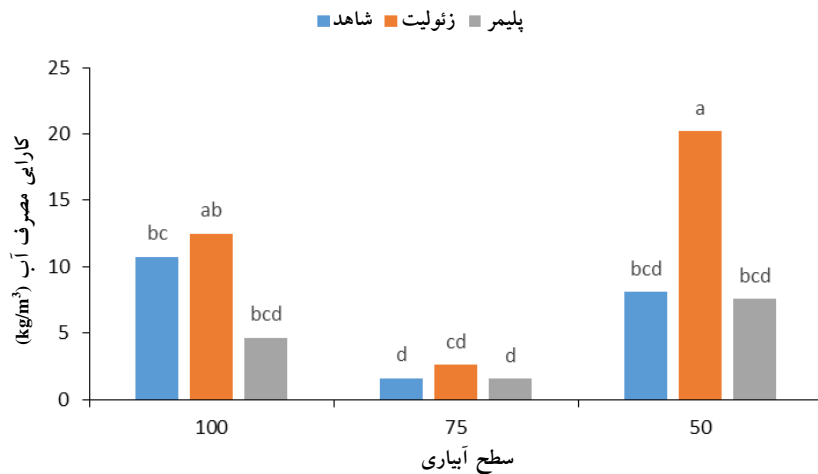
اثر متقابل تنش خشکی و پلیمر سوپرجاذب می تواند نتیجه دهد پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان یک ماده اصلاحی در شرایط کم آبی بهترین عملکرد را دارد و به خوبی می تواند کمبود آب را جبران کند، بازدهی و کارایی مصرف را افزایش دهد. علاوه بر این پلیمر سوپرجاذب در افزایش عملکرد بیولوژیک بسیار مؤثر است و در مورد گیاهانی که قسمت سبز گیاه مورد استفاده قرار می گیرد بسیار مفید فایده است.

اثر ساده تنش خشکی و اثر سطوح مختلف بستر و اثر متقابل آن ها بر موسیلاژ تأثیرگذار بوده و اختلاف ها از منظر آماری معنی دار گشت. بیش ترین درصد موسیلاژ در بستر همراه زئولیت با آبیاری ۵۰ درصد با میانگین ۵۶ درصد و کم ترین درصد موسیلاژ در بستر حاوی پلیمر سوپرجاذب با آبیاری کامل و میانگین ۱۲/۸۴ درصد مشاهده و ثبت شد (شکل ۱).

کارایی مصرف آب در این تحقیق در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (شکل ۲). بستر همراه زئولیت در آبیاری ۵۰٪ بیش ترین کارایی مصرف با میانگین ۲۰/۲۰۵ کیلوگرم



شکل ۱. اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح بستر بر درصد موسیلاژ



شکل ۲. میانگین کارایی مصرف آب در بسترهای متفاوت

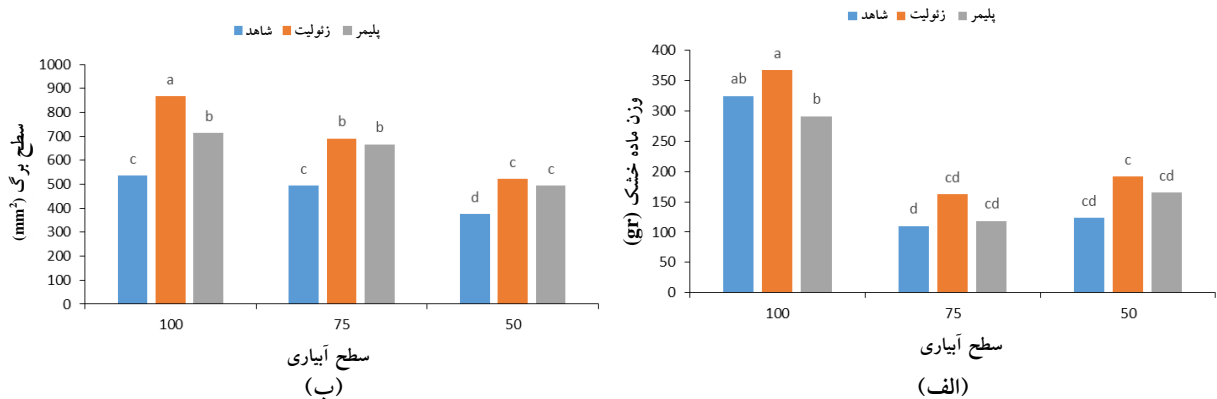
تکرارها و سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و سطوح بستر نتوانست اختلاف معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی به وجود آورد و تنها اثر ساده سطوح مختلف بستر بر درصد جوانه‌زنی تأثیرگذار بوده و اختلافی در سطح احتمال ۱ درصد به وجود آورد. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در آبیاری کامل و بستر حاوی پلیمر با میانگین درصد جوانه‌زنی ۸۸/۶۵ درصد و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در بستر ژئولیتی با آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی به مقدار میانگین ۱۸/۴۲ درصد مشاهده و ثبت شد (شکل ۴). صباغ نکونام و همکاران (۱۴) نصیرزاده و همکاران (۲۲) نیز به نتایج مشابهی رسیدند و تأکید کردند که ارتفاع بوته بدون در نظر گرفتن رقم و تراکم سطح کود و سطح آبیاری و غیره به صورت تک‌عامله تحت تأثیر معنی‌دار قرار نمی‌گیرد.

می‌توان صفات زیستی وزن هزاردانه و وزن دانه در کرت را مهم‌ترین صفت و پارامتر اندازه‌گیری بیان کرد، زیرا با داشتن این دو فاکتور می‌توان عملکرد و بازدهی گیاه را مشخص کرد. اثر ساده سطوح مختلف بستر و اثر ساده سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزاردانه داشت.

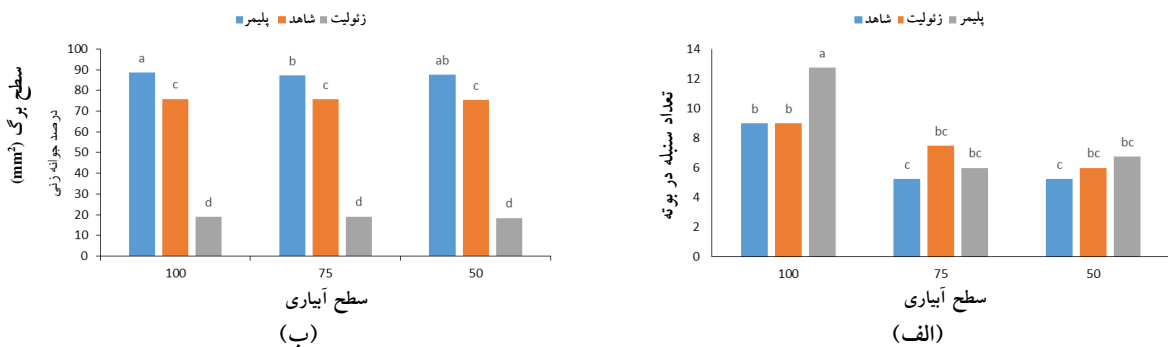
نوع بستر بر روی شاخص‌های عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر داشته است و مقایسه میانگین‌های آن به تفکیک سطوح تنش خشکی در شکل (۳) قابل مشاهده است. بیش‌ترین سطح برگ با اختلاف خیلی کم مربوط به بستر همراه ژئولیت با آبیاری کامل مقدار ۸۶۶/۱ میلی‌مترمربع را به خود اختصاص داد و کم‌ترین مقدار سطح برگ در کرت شاهد با آبیاری ۵۰ درصد به مقدار ۳۷۵/۵ میلی‌مترمربع مشاهده گردید. بیش‌ترین وزن ماده خشک در کرت ژئولیتی با آبیاری کامل به وزن میانگین ۳۶۷/۸۹ گرم و کم‌ترین وزن ماده خشک در تیمار شاهد با آبیاری ۷۵٪ به میزان میانگین ۱۱۰/۱۱ گرم بود.

اثر ساده سطوح مختلف آبیاری بر تعداد سنبله در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار داشت، و اثر ساده سطوح مختلف بستر نتوانست اختلاف معنی‌داری بر تعداد سنبله در بوته به وجود آورد و اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح بستر این صفت را در سطح آماری ۵ درصد تحت تأثیر قرار داد. در این بین بیش‌ترین تعداد سنبله در بوته با میانگین ۱۲/۷۵ در آبیاری کامل و بستر حاوی پلیمر و کم‌ترین تعداد سنبله در بوته با میانگین ۵/۲۵ در آبیاری ۵۰ درصد و کرت شاهد ثبت گردید (شکل ۴). اثر

بررسی اثر استفاده از ژئولیت و پلیمر بر کارایی مصرف آب و عملکرد اسفرزه (*Plantago ovate forsk*)



شکل ۳. شاخص های عملکرد بیولوژیک. الف) اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و بستر بر میانگین سطح برگ، ب) اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و بستر بر میانگین تعداد برگ در بوته



شکل ۴. الف) اثر سطوح متقابل آبیاری و بستر بر میانگین طول سنبله، ب) اثر سطوح متقابل آبیاری و بستر بر میانگین تعداد سنبله در بوته

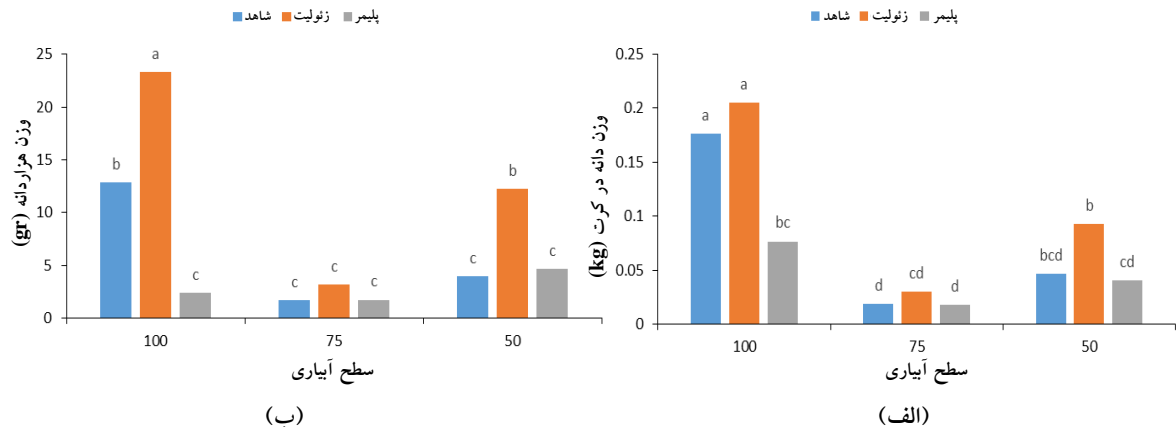
(شکل ۵). با مشاهده این صفت‌ها به راحتی می‌توان به تأثیر مثبت ژئولیت در افزایش عملکرد محصول را مشاهده کرد و هم‌چنین می‌توان گفت پلیمر برای گیاهان خشکی‌پسندی مانند اسفرزه نتیجه معکوس می‌دهد و از افزایش تولید دانه جلوگیری می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از ژئولیت به دلیل کاهش آبشویی، داشتن مواد مغذی مخصوصاً منابع کلسیم بالا در افزایش بازدهی گیاه دارویی اسفرزه سهم زیادی داشت و می‌توان با افزودن ژئولیت به بستر افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد گیاه دارویی اسفرزه داشت.

اثر ساده سطوح آبیاری و اثر ساده سطوح مختلف بستر بر وزن دانه در کرت تأثیر زیادی گذارده و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بوجود آورد و اثر متقابل سطوح بستر و آبیاری بر این صفت در در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌دار گذاشت. صفت وزن هزاردانه بستر همراه ژئولیت با آبیاری کامل بیشترین مقدار را با میانگین ۲۳/۲۸ گرم به‌خود اختصاص داد و هم‌چنین بستر شاهد و آبیاری ۷۵ درصد کم‌ترین مقدار را با میانگین ۱/۷ داشت (شکل ۵). وزن دانه در کرت در تیمار با بستر همراه ژئولیت با آبیاری کامل بیش‌ترین مقدار را با میانگین ۰/۲۰۴۸ گرم به‌خود اختصاص داد و هم‌چنین بستر شاهد و آبیاری ۷۵ درصد کم‌ترین مقدار را با میانگین ۰/۱۷۸ گرم داشت

مدیریت آب و آبیاری



شکل ۵. شاخص‌های بازدهی گیاه. الف) میانگین تعداد دانه در سنبله، ب) میانگین وزن هزار دانه

منابع

۱. آقازاده خلخالی د، مهرآفرین ع، عبدوسی و. و نقدی‌بادی ح. (۱۳۹۴). عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه (*Plantago psyllium L.*) در پاسخ به محلول‌پاشی نانو کود کلات آهن و پتاسیم. گیاهان دارویی. ۴ (۵۶): ۲۳-۳۴.
۲. افاضاتی م، ایران دوست م. و رضایی استخرویه ع. (۱۳۹۴). تأثیر پلیمر سوپرجاذب بر رشد و عملکرد گیاه خیار گلخانه‌ای تحت شرایط کم‌آبیاری. مدیریت آب و آبیاری. ۵ (۲): ۲۰۳-۲۱۴.
۳. جهان م، کماستانی ن. و رنجبر، ف. (۱۳۹۲). امکان‌سنجی استفاده از سوپرجاذب رطوبت به‌منظور کاهش تنش خشکی وارده به ذرت (*Zeamays L.*) در یک نظام زراعی کم‌نهاد در شرایط مشهد، بوم‌شناسی کشاورزی. ۵ (۳): ۲۷۸-۲۸۱.
۴. خاشعی سیوکی، ع. و احمدی، م. (۱۳۹۴). زئولیت‌ها، معرفی، خواص و کاربرد آن، انتشارات دانشگاه بیرجند، ۱۰۰ ص.
۵. احمدی، م. (۱۳۹۴). اثر زئولیت بر حاصلخیزی و کاهش آب‌شویی نیترات از خاک شور تحت کشت

البته این امر بدان معنی نیست که بوته‌هایی بزرگ با تعداد برگ‌های زیاد و پهن خواهیم داشت. بلکه کاملاً برخلاف این تصور بوته‌ها کوچک شده تعداد برگ‌ها و سطح برگ کاسته می‌شود ولی کاهش عملکرد بیولوژیک در این گیاه اهمیتی ندارد و تنها قسمت دارویی مورد استفاده دانه گیاه است. پلیمرهای سوپرجاذب با جبران تنش خشکی و افزایش رطوبت در دسترس گیاه، آن را قادر می‌سازند تا به حداکثر رشد بیولوژیک خود برسد که در این آزمایش نیز به‌خوبی قابل مشاهده است. به‌همین جهت پلیمر سوپرجاذب برای گیاهان زراعی و خصوصاً گیاهان علوفه‌ای در صورت اقتصادی بودن یکی از بهترین مواد اصلاحی خاک است که می‌توان استفاده کرد. اما در مورد گیاه دارویی اسفرزه با توجه به عدم استفاده بخش بیولوژیک گیاه و اقتصادی نبودن برداشت بیولوژیک قابل استفاده نیست. تنها دانه گیاه از اهمیت اقتصادی برخوردار است که افزایش عملکرد بیولوژیک تولید دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش آن شده و توصیه نمی‌شود در گیاه اسفرزه و گیاهانی با ویژگی‌های گیاه دارویی اسفرزه (نیاز آبی بسیار کم، محصول غیر بیولوژیک) استفاده شود.

۱۲. شکفته، ح.، سالاری، ن. و عبدی، ص. (۱۳۹۴). اثر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیم و پلیمر سوپرچاذب بر عملکرد گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.). فناوری تولیدات گیاهی. ۱۵(۲): ۵۵-۶۸.
۱۳. شیخ مرادی، ف.، ارجی، ع.، اسماعیلی، ا. و عبدوسی، و. (۱۳۹۰). بررسی اثر دور آبیاری و پلیمر سوپرچاذب روی برخی خصوصیات کیفی چمن اسپورت. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۲): ۱۷۰-۱۷۷.
۱۴. صباغ نکونام، م. (۱۳۹۰). تأثیر تراکم بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفزه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۵. ضیایی، ع.، مقدم، م. و کاشفی، ب. (۱۳۹۵). تأثیر پلیمرهای سوپرچاذب بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) در شرایط تنش خشکی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای. ۷(۲): ۹۹-۱۱۱.
۱۶. قلی‌زاده، آ.، اصفهانی، م. و عزیزی، م. (۱۳۸۵). مطالعه اثرات تنش آب به‌همراه کاربرد ژئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. ۱۹(۳): ۹۶-۱۰۲.
۱۷. عربی، ز.، کابوسی، ک.، رضوان‌طلب، ن. و ترک لاله باغ، ج. (۱۳۹۴). اثر سطوح مختلف آبیاری و هیدروژل سوپرچاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) تولید گیاهان زراعی (الکترونیک تولید گیاهان زراعی). ۴(۸): ۵۱-۶۶.
۱۸. غیاثوند غیاثی، ا.، اکبری، غ. ع.، شیرانی‌راد، ا.ح.، اله‌دادی، و. و نعیمی، م. (۱۳۹۳). تأثیر کاربرد ژئولیت و کود نیتروژن در شرایط تنش کم‌آبی بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک کلزا. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۴(۱۲): ۷۳-۸۳.
- زعفران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند. ۱۵۰ ص.
۶. دهباشی ص.، لادن مقدم، ع. و غفوریان، ع. (۱۳۹۲). اثر سوپرچاذب بر کاهش اثر تنش خشکی بر برخی صفات فیزیولوژیکی گل جعفری (*Tagetes marigold*). فیزیولوژی محیطی گیاهی (پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران). ۹(۳۵): ۷۲-۸۲.
۷. رحیمی، ا.، جهانسوز، م. ر. و رحیمیان مشهدی، ح. (۱۳۹۱). تأثیر تنش خشکی و تراکم بر صفات کمی و کیفی دو گونه دارویی اسفزه اواتا و پسیلیوم، تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۲(۴): ۱۵۵-۱۴۳.
۸. رحمانی، م.، حبیبی، د.، شیرانی راد، ا.ح.، دانشیان، ج.، ولدآبادی، ع.، مشهدی اکبر، بوجار م. و خلعتبری، ا.ح. (۱۳۸۹). تأثیر پلیمر سوپرچاذب بر عملکرد، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و پایداری غشای سیتوپلاسمی در گیاه دارویی خردل تحت شرایط تنش کم‌آبی. علمی پژوهشی گیاه و زیست‌بوم. ۲۲(۶): ۱۹-۳۸.
۹. رضایی، ز. و رفیعی‌الحسینی، م. (۱۳۹۶). پاسخ فیزیولوژیک گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) به کود دامی و پلیمر سوپرچاذب در شرایط تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۳): ۵۴۷-۵۶۴.
۱۰. رضوان‌طلب، ن.، کابوسی، ک.، عربی، ز. و ترک لاله باغ، ج. (۱۳۹۴). اثر سطوح مختلف آبیاری و هیدروژل سوپرچاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اسانس گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). تولید گیاهان زراعی. ۸(۴): ۵۱-۶۶.
۱۱. شاه حسینی، ر.، امید بیگی، ر. و کیانی، د. (۱۳۹۱). بررسی اثر کودهای زیستی بیوسولفور و نیتروکسین و پلیمر سوپرچاذب بر رشد و عملکرد و کمیت اسانس گیاه دارویی ریحان. علوم باغبانی. ۲۶(۳): ۲۴۶-۲۵۴.

۱۹. کریمزاده اصل، خ.، سفیدکن، ف.، مجنون حسینی، ن. و پیغمبری، س.ع. (۱۳۹۳). اثر سطوح مختلف رطوبتی، زئولیت طبیعی و کودهای زیستی (نیتروکسین و بیوفسفر) بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد و میزان اسانس بادرشبو، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰ (۱): ۱۷۳-۱۵۸.
۲۰. کوچکی، ع.، تبریزی، ل. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۸۳). کشت ارگانیک اسفرزه و پسیلیوم در واکنش به تنش آبی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۲ (۱): ۶۷-۷۸.
۲۱. مرادیان، م.، ملکی، ع. و عالی‌نژادیان بیدآبادی، ا. (۱۳۹۷). تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر کارایی مصرف آب، عملکرد و برخی عناصر غذایی گیاه هویج. مدیریت آب و آبیاری. ۸ (۱): ۱۰۱-۱۱۲.
۲۲. نصیرزاده، س.، فلاح، س.، کیانی، ش. و محمدخانی، ع. (۱۳۹۴). اثر سطوح مختلف کود گاوی و اوره بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران (۶۹): ۴۱-۵۱.
23. Khan HU, Link W, Hocking T and Stoddard F (2007) Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in fababean (*Vicia faba* L.). *Plant and Soil* 292: 205-217.
24. Johnson MS and Leah RT (1990) Effects of Superabsorbent Polyacrylamides on Efficiency of Water Use by Crop Seedlings. *Journal of Food Science and Agriculture* 52: 431-434.
25. Yazdani F, Allahdadi I and Akbari GA (2007) Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of Soybean (*Glycine max* L.) under drought stress condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(23): 4190-4196.