



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۶
صفحه‌های ۶۳۷-۶۲۱

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپر جاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

زهرا رضایی^۱، محمد رفیعی‌الحسینی^{۲*} و عبدالرحمان محمدخانی^۳

۱. کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳. دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثر کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در دانشگاه شهرکرد انجام شد. عامل اصلی سطوح مختلف تیمار تنش خشکی شامل سه سطح شاهد (۵۰ میلی‌متر)، تنش ملایم (۱۰۰ میلی‌متر) و تنش شدید (۱۵۰ میلی‌متر) تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و عامل فرعی نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب در شش سطح در نظر گرفته شد (D₁: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب، D₂: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپر جاذب ۷۵ درصد، D₃: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپر جاذب ۵۰ درصد، D₄: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپر جاذب ۲۵ درصد، D₅: کود دامی ۱۰۰ درصد (۴۰ تن در هکتار) و D₆: پلیمر سوپر جاذب ۱۰۰ درصد (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد چتر، عملکرد دانه (۱۴۶/۶۶ گرم بر مترمربع)، شاخص برداشت و عملکرد اسانس (۲/۹۹ گرم بر مترمربع) رازیانه از تیمار بدون تنش و مصرف D₆، بیشترین تعداد شاخه فرعی، گلچه و وزن خشک بوته (۱۶۵/۶۲ گرم بر مترمربع) از تیمار بدون تنش و مصرف D₄ و بیشترین وزن هزار دانه و وزن تر بوته به ترتیب از تیمار بدون تنش و D₃ و D₂ به دست آمد. بیشترین درصد اسانس (۳/۰۹) از تیمار تنش شدید و D₅ حاصل شد. بیشترین ارتفاع گیاه و تعداد انشعاب اصلی به ترتیب از تیمارهای D₆ و D₄ و در شرایط بدون تنش حاصل شد. از آنجا که پلیمر سوپر جاذب ضمن کاهش آثار تنش خشکی، باعث افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس رازیانه شده است، تیمار بدون تنش همراه با مصرف پلیمر سوپر جاذب ۱۰۰ درصد را می‌توان در شرایط مشابه آزمایش برای کسب حداکثر عملکرد دانه و اسانس پیشنهاد کرد.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع بوته، تعداد چتر، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه.

۱. مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی از خانوادهٔ چتریان است که عمدتاً به‌منظور استفاده از دانه و اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی-بهداشتی کشت می‌شود [۱۳]. تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌گردد که میزان تعرق بیش از مقدار جذب آب باشد. محققان متوسط کاهش عملکرد سالانه را در اثر تنش خشکی در جهان ۱۷ درصد ذکر کرده‌اند که تا بیش از ۷۰ درصد در سال افزایش می‌یابد [۹].

گیاهان در پاسخ به تنش خشکی با بستن روزنه‌ها و کاهش سطح برگ و تعرق مانع از کاهش آب بافت خود می‌شوند. به‌دلیل بسته‌شدن روزنه‌ها مقدار کربن در بافت گیاه کاهش و رشد مختل می‌شود. در نتیجه، ارتفاع بوته، عملکرد زیست‌توده، وزن هزاردانه، گل‌دهی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه کاهش می‌یابد [۱۴، ۲۲].

در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) کم‌آبی ارتفاع گیاه، سطح برگ، رشد و عملکرد را با افزایش اختلال در گرده‌افشانی تا ابریشم‌دهی کاهش می‌دهد. آبیاری راه‌حلی مهم در جلوگیری از کم‌آبی است. با وجود این، آبیاری خود مشکلاتی از جمله فرسایش، شوری و شست‌وشوی مواد خاک را در پی دارد. اما، تحقیقات نشان داده است که با اعمال مدیریت‌هایی می‌توان از شدت کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی کاست [۸].

استفادهٔ بهینه از آب، به‌ویژه در شرایط محدودیت، اهمیت ویژه‌ای دارد. کمبود آب از عمده‌ترین موانع تولید گیاهان دارویی در جهان است. امروزه، با کاربرد برخی مواد افزودنی، مانند پلیمرهای سوپرجاذب، می‌توان ضریب بهره‌وری آب کشاورزی را افزایش داد. این پلیمرها قادرند مقادیر زیادی آب را جذب و از فرونشست آن جلوگیری کنند و در شرایط تنش خشکی مجدداً در دسترس گیاه

قراردهند [۱۱، ۱۸]. پلیمرهای سوپرجاذب با بالابردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود ساختمان خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شرایط بهتری را برای رشد گیاه فراهم می‌کند [۱۷، ۱۹]. هیدروژل‌ها علاوه‌بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، به نگهداری مواد غذایی (کود) و عناصر ماکرو و میکرو در خاک نیز کمک می‌کنند [۱۶]. این مواد شامل سه نوع کاتیونی، آنیونی و خنثی است که در کشاورزی نوع آنیونی آن با داشتن بار منفی اهمیت دارد. این مواد بی‌بو، بی‌رنگ، و بدون خاصیت آلاینده‌گی خاک، آب و گیاه است [۵].

کودهای آلی سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش نگهداری آب در خاک می‌شود [۳، ۲۳]. کود دامی علاوه‌بر آثار مثبت بیولوژیکی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، به‌علت اینکه عناصر غذایی آن به آهستگی آزاد می‌شود و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، آلودگی کمتری در محیط‌زیست ایجاد می‌کند [۲۱]. بررسی محققان حاکی از آثار مثبت کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر رشد و کارایی ذرت (*Zea mays* L.) و سویا (*Glycine max* L.)، به‌ویژه بر وزن هزاردانه، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بلال است [۹، ۱۱]. نتایج تحقیقات روی کود دامی و پلیمر سوپرجاذب (A 200) نشان می‌دهد که این مواد قادرند ضمن افزایش عملکرد دانه، وزن خشک و شاخص برداشت گیاه سویا آثار سوء تنش را کاهش دهند [۱۲]. در شرایط تنش درصد اسانس بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) افزایش یافت، ولی عملکرد اسانس کاهش داشته است، که با کاربرد پلیمر سوپرجاذب عملکرد اسانس نیز افزایش نشان داد [۶].

با توجه به بحران آب در جهان، محدودیت منابع آب در کشور و سهم بزرگ بخش کشاورزی در مصرف این منابع، افزایش راندمان آب آبیاری ضروری است. استفاده از کود دامی و پلیمر سوپرجاذب باعث کاهش آثار تنش

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرچاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

دامی و پلیمر سوپرچاذب، D₂: کود دامی ۲۵ درصد معادل ۱۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرچاذب ۷۵ درصد معادل ۱۵۰ تن در هکتار، D₃: کود دامی ۵۰ درصد معادل ۲۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرچاذب ۵۰ درصد معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، D₄: کود دامی ۷۵ درصد معادل ۳۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد ۵۰ کیلوگرم در هکتار، D₅: کود دامی ۱۰۰ درصد معادل ۴۰ تن در هکتار و D₆: پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار [۱۱].

بذرهای از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و کشت بذور رازیانه (توده محلی اصفهان) درون سینی‌های نشا در بستر کوکوپیت در گلخانه انجام و در مرحله سه‌برگی نشاها به مزرعه (۱۳۹۴/۲/۲۴) منتقل شد. قبل از انتقال نشاها زمین شخم، دیسک، فارو، تراس‌بندی و کرت‌بندی شد. کود ازت و فسفر بر اساس نیاز گیاه و نتایج آزمون خاک و کود دامی پس از محاسبه (رطوبت موجود در کود دامی از کل میزان کود دامی استفاده‌شده در هر تیمار کسر و میزان ازت قابل جذب کود دامی در سال نخست محاسبه و با توجه به نتایج آزمون خاک، بقیه نیاز گیاه از طریق کودهای شیمیایی تأمین شد) به کرت‌های مربوط اضافه شد. کود دامی به‌صورت نواری در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری خاک و پلیمر سوپرچاذب به‌روش کپه‌ای در عمق ۵ سانتی‌متری خاک به‌کار برده شد [۴].

خشکی و ثبات عملکرد گیاهان می‌شود. بنابراین، هدف از این پژوهش کاهش آثار تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اسانس رازیانه با کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بود.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. این منطقه دارای اقلیم (براساس طبقه‌بندی کوپن) معتدل سرد با تابستان گرم و خشک است. بیشترین بارندگی‌ها در ماه‌های آذر تا آخر فروردین و فصل خشک استان بر فصل تابستان منطبق است. در ماه‌های اردیبهشت و تیر به‌ترتیب مقدار ۰/۴ و ۰/۷ میلی‌متر بارندگی صورت گرفت. عامل اصلی سطوح مختلف تیمار تنش خشکی شامل سه سطح بود: بدون تنش (۵۰ میلی‌متر)، تنش ملایم (۱۰۰ میلی‌متر) و تنش شدید (۱۵۰ میلی‌متر). تبخیر از تشت تبخیر کلاس A [۱۱] و عامل فرعی نسبت‌های مختلف کود دامی (از نوع گاوی) و پلیمر سوپرچاذب (200 A، اندازه ذرات ۵۰-۱۵۰ میکرومتر، اسیدیته ۶-۷، رنگ سفید و خرید از شرکت رهاب‌رزین) در شش سطح بود: D₁: عدم مصرف کود

جدول ۱. ویژگی‌های خاک محل آزمایش و کود دامی مورد استفاده

ویژگی‌ها	بافت	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	N (درصد)	P (درصد)	K (درصد)	OC (درصد)	رطوبت (درصد)
خاک	رسی سیلت	۰/۷	۸/۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱۶۷	۰/۰۲۴۶	۰/۶۱۲	-
کود دامی	-	۵/۶۹	۸/۲۱	۱/۱۲۴	۰/۷۱۳	۰/۹۰۵	۳۴/۰۹	۱۱/۲۸

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۶

۳. نتایج و بحث

۱.۳. ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی و سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر ارتفاع گیاه رازیانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود، ولی اثر متقابل این دو عامل بر صفت مذکور معنادار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که متناسب با افزایش شدت تنش خشکی از ارتفاع گیاه کاسته شد. میانگین ارتفاع بوته در تنش خشکی شدید نسبت به تیمار بدون تنش کاهش معناداری نشان داد که این کاهش برابر ۱۲/۸۷ درصد بود (جدول ۳). طبق گزارش‌ها تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود [۱۱]. نخستین اثر محسوس تنش خشکی بر گیاهان را می‌توان از کاهش ارتفاع گیاه تشخیص داد. این کاهش ارتفاع را به کاهش فعالیت سلول‌های مریستم و طول میان‌گره در شرایط تنش نسبت می‌دهند [۱۳، ۲۰]. در بررسی مقایسه میانگین کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد و کمترین ارتفاع بوته در تیمار عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب حاصل شد (جدول ۳). طبق گزارش‌ها پلیمر سوپرجاذب و کود دامی باعث افزایش ارتفاع در بوته می‌شود [۱۱، ۱۳] که این افزایش ارتفاع ممکن است به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب، گسترش ریشه و جذب مواد غذایی باشد.

۲.۳. تعداد انشعابات ساقه اصلی در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی همراه با کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر تعداد انشعابات ساقه اصلی در بوته معنادار نیست، ولی اثر سطوح کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲).

هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۳ متر، فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی، به ترتیب ۲ و ۱ متر فاصله در نظر گرفته شد.

آبیاری به روش غرقابی و تا مرحله به‌ساقه‌رفتن به‌طور یکسان انجام و بعد از این مرحله تیمارهای تنش خشکی اعمال شد. میزان آب مورد نیاز مطابق با تخییر و تعرق واقعی گیاه (با اعمال ضریب گیاهی) و با در نظر گرفتن مساحت هر کرت محاسبه و با استفاده از کتور به کرت مورد نظر داده شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد مورد بررسی پس از حذف اثر حاشیه‌ای پنج بوته از هر کرت و برای اندازه‌گیری عملکرد، کل کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شد. صفات مورد بررسی عبارت بود از: ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه اصلی در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد گلچه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، وزن تر بوته (گرم بر مترمربع)، وزن خشک بوته (گرم بر مترمربع)، شاخص برداشت (درصد)، درصد اسانس و عملکرد اسانس رازیانه. استخراج اسانس از دانه‌ها به روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر^۱ انجام شد. بدین منظور، ۵۰ گرم دانه خشک‌شده از هر تیمار توزین و آسیاب شد و به مدت ۴ ساعت در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب در دستگاه قرار گرفت تا اسانس آن استخراج شود. عملکرد اسانس از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد اسانس محاسبه شد [۶]. در اواخر شهریور و اوایل مهر (رسیدگی کامل دانه‌ها و تغییر رنگ از سبز به قهوه‌ای) محصول برداشت و تجزیه آماری اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS 9.0) انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

1. Clevenger

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی رازیانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	تعداد انشعابات اصلی	تعداد شاخه‌های فرعی	تعداد چتر	تعداد گلچه
وزن هزاردانه						
بلوک	۲	۱۵/۹۰ ^{ns}	۳/۶۴ ^{ns}	۳/۳۴ ^{ns}	۴۸/۵۷ ^{ns}	۱۵۵۶/۰۷ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۵۰۱/۹۳ ^{**}	۲/۴۶ ^{ns}	۲۶۱/۴۲ ^{**}	۱۲۱۱/۹۰ ^{**}	۲۳۵۸۲۹/۵۷ ^{**}
خطای اصلی	۴	۷۳/۲۷	۲/۰۴	۷/۸۹	۳۵/۴۶	۹۰۰/۹۶
کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۵	۱۱۱/۷۹ ^{**}	۶/۷۰ ^{**}	۵۰/۱۷ ^{**}	۱۶۶/۲۸ ^{**}	۲۰۱۹۰/۷۴ ^{**}
تنش × کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۱۰	۳۸/۵۹ ^{ns}	۰/۸۰ ^{ns}	۱۵/۴۳ [*]	۵۸/۹۷ [*]	۸۳۹۲/۱۹ ^{**}
خطای آزمایش	۳۰	۲۳/۱۸	۱/۲۸	۵/۲۷	۲۶/۴۷	۱۵۵۶/۴۴
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۴۱	۱۷/۸۷	۱۱/۱۷	۱۶/۲۵	۱۰/۳۳

ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیرمعناداری و معناداری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی رازیانه

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد انشعابات اصلی در بوته	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد گلچه در بوته	وزن هزاردانه (گرم)
بدون تنش	۸۰/۸۳ ^a	۶/۵۹ ^a	۲۴/۴۸ ^a	۴۰/۳۸ ^a	۵۰۶/۸۹ ^a	۶/۳۶ ^a
تنش ملایم	۷۴/۰۷ ^{ab}	۶/۵۳ ^a	۲۰/۳۱ ^b	۳۰/۴۴ ^b	۳۵۶/۲۸ ^b	۵/۹۲ ^b
تنش شدید	۷۰/۴۷ ^b	۵/۹۲ ^a	۱۶/۸۷ ^c	۲۴/۱۱ ^c	۲۸۲/۲۸ ^c	۵/۳۰ ^c
D ₁	۶۹/۸۱ ^c	۵/۱۸ ^c	۱۶/۵۹ ^d	۲۶/۱۱ ^c	۳۰۳/۲۲ ^c	۴/۸۶ ^d
D ₂	۷۶/۰۳ ^{ab}	۶/۶۶ ^{ab}	۲۰/۰۷ ^{bc}	۲۹/۱۱ ^{bc}	۳۷۱/۸۹ ^b	۵/۳۶ ^{cd}
D ₃	۷۳/۰۳ ^{bc}	۶/۰۷ ^{bc}	۱۹/۵۵ ^c	۳۱/۴۴ ^{bc}	۳۷۷/۳۳ ^b	۶/۰۸ ^b
D ₄	۷۷/۱۱ ^{ab}	۷/۷۳ ^a	۲۳/۱۴ ^a	۳۰/۶۶ ^{bc}	۴۰۵/۱۱ ^b	۶/۱۵ ^b
D ₅	۷۴/۵۹ ^{bc}	۵/۸۸ ^{bc}	۲۱/۷۱ ^{a-c}	۳۳/۸۸ ^{ab}	۳۸۵/۴۴ ^b	۵/۸۶ ^{bc}
D ₆	۸۰/۰۷ ^a	۶/۵۵ ^b	۲۲/۲۵ ^{ab}	۳۸/۶۶ ^a	۴۴۷/۸۹ ^a	۶/۸۴ ^a

D₁: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D₂: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D₃: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D₄: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D₅: کود دامی ۱۰۰ درصد و D₆: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد وجود حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار به منزله عدم وجود تفاوت معنادار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار کود دامی ۷۵ درصد+ پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد و کمترین تعداد شاخه فرعی در تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد (جدول ۳). تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه ریحان و ارزن (*Panicum miliaceum* L.) تحت تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپرچاذب قرار گرفت [۱۰]. کود دامی به علت داشتن عناصر غذایی و حفظ رطوبت خاک باعث افزایش عملکرد پیکر رویشی در گیاه بادرشبو شد [۱۲]. نتایج مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب حاصل شد (جدول ۴).

۴.۳. تعداد چتر در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل این دو عامل در سطح ۵ درصد بر تعداد چتر در بوته رازیانه معنادار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد چتر در بوته مربوط به تیمار بدون تنش و تنش خشکی شدید بود (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش تعداد چتر در گیاه گشنیز، شوید و رازیانه شد. با افزایش سطوح تنش خشکی و به موازات آن کاهش رشد سبزینه‌ای حمایت کمتری از اندام‌های زایشی گیاه می‌شود [۲].

در این آزمایش تنش خشکی پس از مرحله استقرار کامل گیاه و رشد انشعابات ساقه اصلی اعمال شد. در نتیجه این صفت تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. بررسی مقایسه میانگین کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد انشعابات ساقه اصلی در تیمارهای ۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد پلیمر سوپرچاذب و عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد با افزایش کود دامی تعداد ساقه در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) از ۹ به ۱۲/۴۴ ساقه در تیمار مصرف ۴۰ تن کود دامی افزایش یافت [۱۲]. به نظر می‌رسد افزایش تعداد انشعابات ساقه اصلی در گیاه نقش مثبت کود دامی و پلیمر سوپرچاذب در تهویه خاک، رشد بیشتر ریشه، دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش فتوسنتز گیاه باشد.

۳.۳. تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بر این صفت در سطح ۱ درصد معنادار است، اما اثر متقابل دو عامل فوق در سطح ۵ درصد معنادار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود. بعد از آن به ترتیب تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید کمترین تعداد شاخه فرعی را داشت (جدول ۳). افزایش دور آبیاری موجب کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در گیاهان ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و آویشن (*Thymus kotschyanus* Boiss.) شد [۱۲]. در بررسی مقایسه میانگین کاربرد سطوح مختلف کود

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

جدول ۴. مقایسه میانگین آثار متقابل تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی رازیانه

صفات				تیمار کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	تیمارهای تنش خشکی
وزن هزاردانه (گرم)	تعداد گلچه در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته		
۵/۸۵ ^{c-f}	۴۲۵/۶ ^d	۳۱/۰ ^{c-e}	۲۰/۳ ^{de}	D ₁	بدون تنش
۶/۵۰ ^{a-d}	۴۸۰/۳ ^{b-d}	۴۴/۶ ^{ab}	۲۶/۳ ^{ab}	D ₂	
۷/۱۸ ^a	۴۵۴/۰ ^{cd}	۴۲/۰ ^{ab}	۲۱/۱ ^{c-e}	D ₃	
۶/۷۷ ^{a-c}	۶۰۹/۳ ^a	۳۷/۰ ^{b-d}	۲۹/۰ ^a	D ₄	
۵/۹۰ ^{c-f}	۵۳۰/۰ ^b	۴۰/۳ ^{a-c}	۲۵/۲ ^{a-c}	D ₅	
۷/۰۶ ^{ab}	۵۴۲/۰ ^b	۴۷/۳۳ ^a	۲۴/۸ ^{a-c}	D ₆	
۴/۷۸ ^{fg}	۲۵۵/۰ ^g	۲۹/۰ ^{d-f}	۱۵/۳ ^{fg}	D ₁	تنش ملایم
۵/۴۳ ^{d-f}	۳۵۸/۳ ^e	۲۳/۶ ^{e-g}	۱۸/۵ ^{d-g}	D ₂	
۶/۱۱ ^{a-e}	۳۴۴/۶ ^{ef}	۲۷/۰ ^{e-g}	۱۹/۱ ^{d-f}	D ₃	
۶/۱۱ ^{a-e}	۳۳۴/۳ ^{ef}	۲۸/۶ ^{d-f}	۲۴/۷ ^{a-c}	D ₄	
۶/۰۱ ^{b-e}	۳۳۹/۶ ^{ef}	۳۲/۰ ^{c-e}	۲۲/۵ ^{b-d}	D ₅	
۷/۱۶ ^{ab}	۵۰۵/۶ ^{bc}	۴۲/۳ ^{ab}	۲۱/۵ ^{c-e}	D ₆	
۳/۹۶ ^g	۲۲۹/۰ ^g	۱۸/۳ ^g	۱۴/۱ ^g	D ₁	تنش شدید
۴/۱۵ ^g	۲۷۷/۰ ^{fg}	۱۹/۰ ^{fg}	۱۵/۳ ^{fg}	D ₂	
۴/۹۶ ^{e-g}	۳۳۳/۳ ^{ef}	۲۵/۳ ^{e-g}	۱۸/۴ ^{d-g}	D ₃	
۵/۵۸ ^{d-f}	۲۷۱/۶ ^{fg}	۲۶/۳ ^{e-g}	۱۵/۶ ^{fg}	D ₄	
۵/۶۸ ^{c-f}	۲۸۶/۶ ^{e-g}	۲۹/۳ ^{d-f}	۱۷/۳ ^{e-g}	D ₅	
۶/۳۰ ^{a-d}	۲۹۶/۰ ^{e-g}	۲۶/۳ ^{e-g}	۲۰/۳ ^{de}	D ₆	

تیمارهای تنش خشکی: بدون تنش (۵۰ میلی‌متر)، تنش ملایم (۱۰۰ میلی‌متر) و تنش شدید (۱۵۰ میلی‌متر)

D₁: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D₂: کود دامی ۲۵ درصد و پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D₃: کود دامی ۵۰ درصد و پلیمر سوپرجاذب

۵۰ درصد، D₄: کود دامی ۷۵ درصد و پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D₅: کود دامی ۱۰۰ درصد و D₆: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنادار بین تیمارها (آزمون دانکن) در سطح آماری ۵ درصد است.

رشد زایشی بهتر انجامید [۲]. همچنین، بین سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب، بیشترین و کمترین تعداد گلچه به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب و عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد. سایر تیمارها هم اختلاف معناداری با هم نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین تعداد گلچه در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب حاصل شد (جدول ۴).

۶.۳. وزن هزاردانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل این دو عامل بر وزن هزاردانه در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی نشان داد که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را به ترتیب تیمار بدون تنش و تنش شدید به خود اختصاص داد (جدول ۳). در گیاهان رازیانه، انیسون (*Pimpinella anisum* L.) و زنیان (*Carum copticum* L.) وزن هزاردانه بالاتری در شرایط آبیاری کامل در مقایسه با دیم به دست آمد [۲، ۱۵]. تنش خشکی در مرحله گل دهی با توجه به حساسیت دانه گرده به کمبود رطوبت، باعث کاهش تعداد دانه و موجب اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه ها شد که خود ممکن است دلیل کاهش وزن هزاردانه باشد [۲۱]. در بررسی اثر ساده سطوح کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را تیمارهای پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به خود اختصاص داد (جدول ۳). مصرف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب ضمن کاهش تلفات ناشی از

مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته در تیمار ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب کاهش ۳۲/۴۶ درصدی را نشان داد. همچنین، بین تیمار ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب و ۱۰۰ درصد کود دامی تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳). استفاده از پلیمر سوپرچاذب باعث افزایش تعداد غلاف در لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*) شد [۴]. بیشترین تعداد چتر در گیاه زنیان با مصرف ۱۵ تن کود دامی در هر هکتار حاصل شد [۱۲]. پلیمر سوپرچاذب و کود دامی با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک و جذب عناصر غذایی باعث افزایش تعداد چتر در بوته شده است. در بررسی اثر متقابل دو عامل فوق مشاهده شد که بیشترین تعداد چتر در شرایط بدون تنش خشکی همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب بود. همچنین، کمترین تعداد چتر در بوته در تیمار تنش خشکی شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد (جدول ۴).

۵.۳. تعداد گلچه در بوته

با توجه به نتیجه تجزیه واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل دو تیمار بالا بر این صفت در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین آثار ساده تنش خشکی نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد گلچه در بوته را به ترتیب تیمار بدون تنش خشکی و تیمار تنش خشکی شدید داشت (جدول ۳). با افزایش فواصل آبیاری تعداد گلچه در چتر به طور معناداری در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و شوید (*Anethum graveolens* L.) کاهش یافت. آبیاری مناسب به رشد رویشی بهتر، سطح برگ بیشتر و به دنبال آن

کم‌آبی قادر است باعث افزایش برخی صفات همچون تعداد دانه و وزن هزاردانه در گیاه شود [۵، ۱۲]. افزایش وزن هزاردانه در تیمار پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد احتمالاً به دلیل افزایش رطوبت خاک و آسیمیلات از منبع به مقصد در طول مراحل تشکیل و رسیدن دانه است [۴]. مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد پلیمر سوپرچاذب و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به دست آمد (جدول ۴).

۷.۳. عملکرد دانه

با توجه به نتیجه تجزیه واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۵). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین عملکرد دانه در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۶). کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی گزارش شده است [۷، ۹]. بروز تنش طی مراحل مختلف نموی، به ویژه در مرحله زایشی باعث کاهش طول دوره فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه، کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شود [۶]. تنش خشکی در مراحل اولیه پرشدن دانه از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر پرشدن دانه و در نتیجه عملکرد تأثیر می‌گذارد [۹، ۱۰]. مقایسه میانگین آثار ساده کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه را به ترتیب تیمارهای پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به خود اختصاص داد (جدول ۶). نتایج

آزمایش پژوهشگران نشان داد در زمانی که آبیاری به صورت معمول انجام شد و کود دامی مصرف نشد یا ۱۵ تن در هکتار استفاده شد، استفاده از پلیمر سوپرچاذب باعث افزایش عملکرد دانه در ذرت شد [۹]. بالاترین عملکرد دانه در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* Forssk.) با کاربرد ۲۰ تن کود دامی در هکتار حاصل شد [۴]. پلیمر سوپرچاذب و کود دامی با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و با نگهداری آب در خاک، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود [۱۱]. مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب و کمترین آن مربوط به تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بود (جدول ۷).

۸.۳. وزن تر بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل این دو بر وزن تر بوته در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۵). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین وزن تر در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۶). وزن تر، ساقه و برگ ریحان تحت شرایط تنش خشکی به شدت کاهش یافت. کاهش وزن تر در گیاهان تیمار شده با تنش خشکی، به دلیل جلوگیری از توسعه و رشد سلولی ناشی از کاهش فشار تورگر بود [۱۰، ۱۳]. بررسی آثار ساده کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین وزن تر بوته به تیمار کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۷۵ درصد تعلق داشت که با تیمارهای کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۵۰ درصد و پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد تفاوت معناداری نداشت. کمترین میزان وزن تر بوته از تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب حاصل شد (جدول ۶).

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات رازیانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	شاخص برداشت	درصد عملکرد اسانس
تکرار	۲	۹۱/۲۱ ^{ns}	۷۰۱۸/۰۹*	۲۹۸/۸۷ ^{ns}	۱۳۴/۲۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۱۷۱۴۲/۸۴**	۹۷۲۲۷/۹۹**	۲۰۲۲۰/۹۸**	۱۸۴۶/۴۴**	۴/۷۶**
خطای اصلی	۴	۱۲۵/۸۳	۷۶۶/۱۹	۸۷/۴۶	۹۴/۸۱	۰/۰۷
کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۵	۱۳۲۲/۱۴**	۱۴۵۴۲/۳۸**	۲۳۱۵/۶۱**	۲۲۴/۶۰**	۱/۰۶**
تنش × کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۱۰	۴۸۶/۲۴**	۳۷۴۹۳/۹۸**	۲۷۶/۱۴*	۲۵۴/۲۰**	۰/۲۲**
خطای آزمایش	۳۰	۴۹/۲۴	۱۱۲۵/۱۹	۱۲۹/۰۳	۴۳/۹۳	۰/۰۴
ضریب تغییرات (%)	-	۹/۸۱	۱۲/۸۹	۸/۷۱	۱۳/۴۵	۶/۳۶

ns, * و ** به ترتیب نشانگر غیرمعنادار بودن و معنادار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات رازیانه

تیمارها	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	وزن تر بوته (گرم بر مترمربع)	وزن خشک بوته (گرم بر مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)	اسانس (درصد)	عملکرد اسانس (گرم بر مترمربع)
بدون تنش	۱۰۴/۹۹ ^a	۳۴۲/۲۷ ^a	۱۶۵/۶۲ ^a	۶۴/۰۵ ^a	۲/۰۹ ^c	۲/۲۰ ^a
تنش ملایم	۶۵/۴۰ ^b	۲۳۷/۱۹ ^b	۱۲۶/۳۲ ^b	۵۱/۹۷ ^b	۲/۲۵ ^b	۱/۴۹ ^b
تنش شدید	۴۴/۱۹ ^c	۲۰۰/۷۱ ^c	۹۸/۹۴ ^c	۴۳/۹۳ ^b	۲/۷۰ ^a	۱/۲۰ ^c
D ₁	۴۹/۲۵ ^c	۱۹۶/۴۶ ^c	۱۰۱/۷۱ ^c	۴۵/۳۵ ^c	۲/۰۹ ^d	۰/۹۷ ^c
D ₂	۷۱/۱۶ ^b	۲۹۷/۹۸ ^a	۱۳۰/۱۳ ^b	۵۳/۸۷ ^{ab}	۲/۳۳ ^{cb}	۱/۶۳ ^b
D ₃	۷۰/۲۲ ^b	۲۹۳/۲۱ ^a	۱۲۹/۳۱ ^b	۵۳/۴۳ ^{ab}	۲/۳۹ ^{cb}	۱/۶۲ ^b
D ₄	۷۶/۵۲ ^b	۲۴۶/۹۵ ^b	۱۵۰/۹۵ ^a	۵۱/۰۲ ^{bc}	۲/۴۲ ^b	۱/۸۳ ^{ab}
D ₅	۷۶/۵۷ ^b	۲۳۷/۳۱ ^b	۱۳۵/۴۷ ^b	۵۵/۹۲ ^{ab}	۲/۶۱ ^a	۱/۹۰ ^a
D ₆	۸۵/۳۳ ^a	۲۸۸/۴۷ ^a	۱۳۴/۲۰ ^b	۶۰/۳۱ ^a	۲/۲۶ ^c	۱/۸۳ ^{ab}

D₁: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D₂: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D₃: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D₄: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D₅: کود دامی ۱۰۰ درصد و D₆: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد وجود حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار به منزله عدم وجود تفاوت معنادار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرچاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

جدول ۷. مقایسه میانگین آثار متقابل تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و تولید اسانس رازیانه

صفات		تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرچاذب				تیمارهای تنش خشکی
عملکرد اسانس (گرم بر مترمربع)	اسانس (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	وزن خشک بوته (گرم بر مترمربع)	وزن تر بوته (گرم بر مترمربع)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)	تیمارهای تنش خشکی و پلیمر سوپرچاذب
۱/۵۱fg	۱/۸۴j	۵۸/۳۰b-c	۱۴۰/۴۰d-e	۲۶۲/۵۸d-f	۸۲/۰۰e	D1
۲/۱۳b-d	۲/۱۹g-i	۶۳/۶۰b	۱۵۲/۹۷e-e	۴۵۱/۷۹a	۹۷/۳۳b	D2
۱/۹۳e-e	۱/۹۹j	۶۲/۹۰b-c	۱۵۷/۰۸e-d	۳۸۳/۸۷b	۹۷/۳۳b	D3
۲/۲۸b-c	۲/۲۹f-h	۵۰/۶۰b-f	۱۹۶/۵۳a	۲۹۵/۷۹e-e	۹۹/۵۷b	D4
۲/۳۷b	۲/۲۱f-i	۶۰/۲۰b-d	۱۸۰/۱۰a-b	۳۲۵/۱۲e-d	۱۰۷/۰۶b	D5
۲/۹۹a	۲/۰۴j-z	۸۸/۴۵a	۱۶۶/۶۶a-b	۳۳۴/۴۸b-c	۱۴۶/۶۶a	D6
۰/۹۰h	۲j	۴۷/۶۰d-f	۹۴/۹۵j	۱۹۰/۸۱g-i	۴۵/۰۶h	D1
۱/۵۱fg	۲/۳۱d-h	۴۹/۵۱b-f	۱۳۲/۰۹g	۲۴۸/۱۲e-g	۶۵/۳۳d-f	D2
۱/۵۷e-g	۲/۳۴d-g	۵۵/۹۱b-f	۱۱۹/۴۴g-h	۲۵۹/۱۵e-f	۶۶/۶۶d-f	D3
۱/۸۴d-f	۲/۴۰d-g	۵۱/۷۰b-f	۱۴۴/۰۰e	۲۴۲/۵۵e-g	۷۲/۶۶e-e	D4
۱/۹۸e-d	۲/۵۲d-e	۵۹/۶۶b-c	۱۳۲/۴۶g	۲۰۸/۶۷f-h	۷۸/۶۶e-d	D5
۱/۲۶g-h	۱/۹۶z	۴۷/۶۱d-f	۱۳۴/۹۷g	۳۷۳/۹۹d-e	۶۴/۰۰e-g	D6
۰/۵۱i	۲/۴۳d-g	۳۰/۵۵g	۶۹/۸۰j	۱۳۶/۰۸i	۲۰/۹۹i	D1
۱/۲۶g-h	۲/۴۸d-f	۴۸/۴۲d-f	۱۰۵/۵۳h-i	۱۹۴/۰۴g-h	۵۰/۸۳g-h	D2
۱/۴۶fg	۲/۸۴b	۴۱/۴۷f-g	۱۱۱/۴۱i	۳۳۶/۶۶c-h	۴۶/۶۶h	D3
۱/۴۸fg	۲/۵۸e-d	۵۰/۸۳b-f	۱۱۲/۳۳h-i	۲۰۲/۵۰f-h	۵۷/۳۳f-h	D4
۱/۳۶fg	۳/۰۹a	۴۸/۰۰d-f	۹۳/۸۴i	۱۷۸/۱۳h-i	۴۴/۰۰h	D5
۱/۲۵g-h	۲/۷۸b-c	۴۲/۸۷f-e	۱۰۰/۹۶h-i	۲۵۶/۹۵d-f	۴۵/۳۳h	D6

تیمارهای تنش خشکی بدون تنش (۵۰ میلی متر)، تنش ملایم (۱۰۰ میلی متر) و تنش شدید (۱۵۰ میلی متر) در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنادار بین تیمارها (آزمون دانکن) در سطح آماری ۵ درصد است. تیمارهای تنش خشکی بدون تنش (D1)، تنش ملایم (D2)، تنش ملایم (D3)، تنش ملایم (D4)، تنش ملایم (D5) و تنش ملایم (D6) در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنادار بین تیمارها (آزمون دانکن) در سطح آماری ۵ درصد است. تیمارهای تنش خشکی بدون تنش (D1)، تنش ملایم (D2)، تنش ملایم (D3)، تنش ملایم (D4)، تنش ملایم (D5) و تنش ملایم (D6) در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنادار بین تیمارها (آزمون دانکن) در سطح آماری ۵ درصد است.

افزایش درصد ماده خشک تولیدشده توسط ریشه و توسعه آن می شود [۵]. برای دستیابی به عملکرد بالا، منبع آبی کافی در طول فصل رشد مورد نیاز است تا حداکثر عملکرد با آبیاری کامل به دست آید. مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش خشکی شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به دست آمد (جدول ۷).

۱۰.۳. شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل این دو عامل بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین شاخص برداشت در تیمار تنش شدید به دست آمد. تفاوت معناداری بین تیمارهای تنش ملایم و تنش شدید مشاهده نشد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی در گیاه ذرت با کاهش میزان آب در دسترس عملکرد، کل ماده خشک و شاخص برداشت کاهش می‌یابد [۹] که با نتایج تحقیقات دیگر پژوهشگران روی گیاهان رازیانه، گشنیز و شوید در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد [۲]. مقایسه میانگین آثار ساده کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت به ترتیب در تیمارهای پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد (جدول ۶). نتایج تحقیقات روی کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان می‌دهد که این مواد قادرند عملکرد دانه، وزن خشک و شاخص برداشت را در گیاه سویا افزایش و آثار سوء تنش را کاهش دهند [۱۱]. اثر متقابل

طبق گزارش‌ها پلیمر سوپرچاذب سبب افزایش وزن تر بوته می‌شود [۱۰]. به نظر می‌رسد کاهش رشد عمومی واکنشی است دفاعی در کاهش تعرق تا رطوبت خاک بیشتر ذخیره و شانس بقا برای گیاه بیشتر شود. مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین وزن تر در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۷۵ و کمترین وزن تر مربوط به تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بود (جدول ۷).

۹.۳. وزن خشک بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب در سطح ۱ درصد و اثر متقابل این دو عامل در سطح ۵ درصد بر وزن خشک بوته معنادار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین وزن خشک در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی کاهش وزن خشک به دلیل کاهش رشد گیاه، بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و ریزش برگ‌هاست [۱۳]. مقایسه میانگین آثار ساده کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان وزن خشک بوته را به ترتیب تیمارهای کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرچاذب ۲۵ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب دارد (جدول ۶). کود آلی در شرایط تنش تا حدودی از بروز آثار سوء تنش بر عملکرد تولیدی گیاه می‌کاهد و سطوح کربن آلی خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی را افزایش می‌دهد، به طوری که بالاترین وزن خشک پیکر رویشی در گیاه بادرشبو با مصرف ۴۰ تن کود دامی در هکتار به دست آمد [۱۲]. مصرف پلیمر سوپرچاذب سبب

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرچاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

همراه با عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به‌دست آمد (جدول ۷). برهم‌کنش کود دامی و دفعات آبیاری به‌طور معناداری بر درصد اسانس و میزان شاخص‌های شیمیایی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) مؤثر بود [۱].

۱۲.۳. عملکرد اسانس

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد اسانس رازیانه در سطح ۱ درصد معنادار شد (جدول ۵). در بررسی مقایسه میانگین تنش خشکی مشاهده شد که بیشترین و کمترین عملکرد اسانس را به‌ترتیب تیمار بدون تنش خشکی و تیمار تنش خشکی شدید داشت (جدول ۶). مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی ضمن کاهش آثار تنش خشکی، باعث افزایش میزان ماده مؤثر و بهبود خصوصیات کیفی اسانس و جایگزین آبیاری بیشتر در مرحله پرشدن دانه شد. آثار نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس، روی گیاهان ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، آویشن (*Thymus kotschyanus* Boiss.)، کرفس (*Apium graveolens*)، شمعدانی (*Pelargonium graveolens*)، سراژدها ماهی (*Lallemantia iberca* Fish.) و اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis*) گزارش شده است، به‌طوری که درصد اسانس با کاهش دفعات آبیاری افزایش اما عملکرد دانه و عملکرد اسانس کاهش داشته است [۱]. در بین سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب، بیشترین و کمترین میزان عملکرد اسانس به‌ترتیب در تیمارهای کود دامی ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب مشاهده شد (جدول ۶). اثر متقابل دو عامل بالا نشان داد که تیمار بدون تنش همراه با کاربرد پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد بیشترین مقدار و تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب کمترین

دو عامل بالا نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار بدون تنش و کاربرد ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرچاذب و کمترین مقدار در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب به‌دست آمد (جدول ۷).

۱۱.۳. درصد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب و اثر متقابل این دو عامل بر درصد اسانس در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۵). در بررسی مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که تیمار تنش خشکی شدید بیشترین و تیمار بدون تنش خشکی کمترین درصد اسانس را داشت. تیمار بدون تنش کاهش ۲۲/۴ درصدی را نسبت به تیمار تنش خشکی شدید نشان داد (جدول ۶). بر اساس دو فرضیه موازنه رشد- تمایز و موازنه کربن- عناصر غذایی، عوامل محیطی درصد اسانس تولیدشده در گیاه را متأثر می‌سازد. فرضیه موازنه کربن- عناصر غذایی بیان می‌کند هنگامی که دسترسی گیاه به عناصر غذایی محدود شود، رشد بیش از فتوسنتز محدود و سوخت‌وساز صرف ساخت سطوح بالایی از متابولیت‌های ثانویه می‌شود [۱۳]. بنابراین، تنش خشکی بر کمیت و کیفیت اسانس‌های گیاهی تأثیرگذار است. از دلایل افزایش اسانس در این شرایط، غلیظتر شدن آن است [۵]. در بررسی مقایسه میانگین سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب ملاحظه شد که تیمار کود دامی ۱۰۰ درصد بیشترین و تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب کمترین درصد اسانس را به‌خود اختصاص داد که نشانگر کاهش ۱۹/۹۲ درصدی تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بود (جدول ۶). مقایسه میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین درصد اسانس در تیمار تنش شدید همراه با کاربرد کود دامی ۱۰۰ درصد و کمترین مقدار در تیمار بدون تنش

شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱۰(۱): ۱۲۴-۱۱۶.

۳. بدل‌زاده ا، رفیعی‌الحسینی م، دانش‌شهرکی ع و قبادی‌نیا م (۱۳۹۵) اثر کم‌آب‌اری و سطوح مختلف کود دامی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و برخی صفات آگرومورفولوژیک گیاه دارویی بادرشبو. به‌زراعی کشاورزی. ۱۱۸(۱): ۱۵۶-۱۴۱.

۴. پوراسماعیل پ، حبیبی د، توسلی ا، مشهدی‌اکبربوجار م، روشن ب، رفیعی ح و شکروی م (۱۳۸۶) بررسی تأثیر پلیمر سوپرچاذب آب در ارتقای عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ۴(۳): ۳۱۶-۳۰۵.

۵. پوریوسف م (۱۳۹۳) تأثیر تنش خشکی انتهای فصل و زمان برداشت بر عملکرد دانه و محتوای اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill). دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۶): ۸۸۹-۸۹۷.

۶. پیرزاد عر، فیاض مقدم ا، رازیان م و راعی ی (۱۳۹۱) بررسی عملکرد گل و اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی تحت رژیم‌های آبیاری و مقادیر سوپرچاذب A200. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۳): ۸۵-۹۹.

۷. توحیدی مقدم ح ر و مظاهری اح (۱۳۹۰) بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بر ویژگی‌های کمی، کیفی و فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های به‌زراعی. ۳(۴): ۳۷۵-۳۹۸.

۸. حسن‌زاده ا و فرج‌زاده معماری تبریزی ا (۱۳۹۵) ارزیابی اکوفیزیولوژیک سه رقم ذرت (*Zea mays* L.) در سطوح

مقدار را نشان داد (جدول ۷). از آنجا که عملکرد اسانس حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد اسانس است، در شرایط تنش خشکی کاهش عملکرد دانه سبب کاهش عملکرد اسانس می‌شود [۵].

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای حاوی کود دامی و پلیمر سوپرچاذب با توجه به خصوصیات آن همچون توانایی جذب آب، کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، نگهداری عناصر غذایی و جزآن موجب کاهش آثار تنش خشکی در گیاه رازیانه شده است. با توجه به اینکه عملکرد دانه و اسانس مهم‌ترین صفت تولیدی در گیاه رازیانه است و نظر به اینکه مقایسه میانگین آثار متقابل تنش خشکی و کود دامی و پلیمر سوپرچاذب نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۴۶/۶۶ گرم بر مترمربع) و عملکرد اسانس (۲/۹۹ گرم بر مترمربع) از تیمار بدون تنش همراه با مصرف پلیمر سوپرچاذب ۱۰۰ درصد به‌دست آمد، می‌توان این تیمار را در شرایط مشابه آزمایش برای کسب حداکثر عملکرد دانه و اسانس پیشنهاد کرد.

منابع

۱. احمدیان ا، قنبری ا، گلوی و، سیاه‌سرب و آزرمجوا (۱۳۸۹) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود دامی بر میزان عناصر، درصد اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در زیره سبز. مجله علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۴(۱۶): ۸۳-۹۴.
۲. امیری ده‌احمدی س ر، رضوانی مقدم پ و احیایی ح ر (۱۳۹۱) تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد سه گیاه داورویی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرچاذب و کود دامی بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی

تنش خشکی انتهای فصل بر مصرف آب رشد و عملکرد نخود. مجله پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۷(۲۳): ۱۷-۲۷.

15. Haynes RJ and Naidu R (1998) Influence of lime fertilizers and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 51(2): 123-137.

16. James EA and Richards D (1986) The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. *Scientia Horticulturae*. 28: 201-208.

17. Khalili Mahalleh J, Heidari Sharif Abad H, Nourmohammadi G, Darvish F, Majidi Haravan I and Valizadegan E (2011) Effect of superabsorbent polymer (Tarawat A200) on forage yield and qualitative characters in corn under deficit irrigation condition in Khoyzone (Northwest of Iran). *Advances in Environmental Biology*. 5(9): 2579-02587.

18. Mikiciuk G, Mikiciuk M and Hawrot-paw M (2015) Influence of superabsorbent polymer on the chemical composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) and biological activity in the soil. *Folia Horticulturae*. 27(1): 63-69.

19. Moslemi Z, Habibi D, Asgharzadeh A, Ardakani MR, Mohammadi A and Sakari A (2011) Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under drought stress and normal conditions. *African Journal of Agricultural Research*. 6(9): 4471-4476.

20. Reynolds MP, Ortiz-Monasterio JI and McNab A (Eds.) (2001) Application of physiology in wheat breeding Mexico, DF: CIMMYT, 240 p.

آبیاری و کاربرد سوپرچاذب. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰(۳۷): ۱۶۶-۱۵۱.

۹. خادم سع، رمرودی م، گلوی م و روستا م ج (۱۳۹۰) تأثیر تنش خشکی و کاربرد نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.). مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۱): ۱۱۵-۱۲۳.

۱۰. دانشمندی م و عزیزی م (۱۳۸۸) تأثیر پلیمر سوپرچاذب آب (Super absorbent polymer) در شرایط تنش خشکی بر خصوصیات فیزیکی مورفولوژیکی، عملکرد محصول و انباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه دارویی ریحان اصلاح شده. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۱۲۷۶-۱۲۷۹.

۱۱. روستایی خ، موحدی دهنوی م، خادم سع و اولیایی حر (۱۳۹۱) اثر نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرچاذب بر خواص کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. مجله به‌زراعی کشاورزی. ۱۴(۱): ۴۲-۳۳.

۱۲. رهبریان پ و افشارمنش غر (۱۳۹۰) اثر کم‌آبیاری و کود دامی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum modavica*) در جیرفت. مجله علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۵(۱۷): ۴۱-۵۲.

۱۳. نوروزی شهری ف، پوریوسف م، توکلی ا، صباح و یزدی‌نژاد عر (۱۳۹۴) ارزیابی کارکرد برخی از توده‌های رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) بومی ایران تحت شرایط تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۶(۱): ۴۶-۴۹.

۱۴. نه‌بندانی عر، سلطانی ا و درویشی‌راد پ (۱۳۹۴) تأثیر

21. Roe NE, Stoffella PJ and Groat D (1997) Composts from various municipal solid waste feed stocks affect vegetable crops. I. Emergence and seedling Growth. Journal of the American Society for Horticultural Science. 122(3): 427-432.
22. Shirani Rad AM (2012) Study of water stress effect on yield and some agronomic traits of spring rapeseed varieties. International Journal of Science and Advanced Technology. 2(2): 2221- 8386.
23. Sullivan P (2002) Drought resistant soil. Journal of Soil and Water Conservation. 49(2): 1-12.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 3 ■ Autumn 2017

The effect of different super absorbent polymer and animal manure ratios on some morphological characteristics and production of fennel essential oil under drought stress conditions

Zahra Rezaei¹, Mohammad Rafieiohossaini^{2*} and Abdolrahman Mohamadkhanf³

1. M.Sc. of Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: August 9, 2016

Accepted: October 19, 2016

Abstract

In order to evaluate the effect of manure and super absorbent polymer on some morphological characteristics and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) essential oil production under drought stress conditions, an experiment was conducted as split-plot in a randomized complete block design with three replications at University of Shahrekord in 2015. The main factor was different levels of drought stress including three levels of control (50 mm), moderate stress (100 mm) and severe stress (150 mm) evaporation from class. A pan and sub-factor was considered different ratios of animal manure and super absorbent polymer in six levels (D₁: lack of manure and super absorbent polymer, D₂: 25% manure + 75% super absorbent polymer, D₃: 50% manure + 50% super absorbent polymer, D₄: 75% manure + 25% super absorbent polymer, D₅: 100% manure (40 t.ha⁻¹) and D₆: 100% super absorbent polymer (200 Kg.ha⁻¹)). The results showed that the maximum number of umbel, grain yield (146.66 g/m²), harvest index and essential oil yield (2.99 g/m²) from control treatment and D₆, the maximum number of lateral branch, floret and plant dry weight (165.62 g/m²) from control treatment and D₄ and the maximum thousand seed weight and plant fresh weight, from control treatment and D₃ and D₂ were obtained, respectively. The maximum essential oil percentage (3.09) was obtained from severe stress and D₅ treatment. The maximum plant height and number of main branch was obtained from D₆ and D₄ treatments, respectively and under control conditions. Since the superabsorbent polymer while reducing the effects of drought, increased grain yield, harvest index and oil yield of fennel, thus, control treatment with 100% super absorbent polymer consumption can be offered to maximize grain and essential oil yield under the same conditions.

Keywords: biological yield, grain yield, number of umbel, plant height, 1000- grain weight.