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

اثر نسبت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب 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. کارشناسی‌ارشد آگرواکولوژی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳. دانشیار، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی و تولید اسانس رازیانه تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده 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 سوپرجاذب در شش سطح در نظر گرفته شد (D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد+ پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D_3: کود دامی ۵۰ درصد+ پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D_4: کود دامی ۷۵ درصد+ پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد (۴۰ تن در هکتار) و D_6: پلیمر سوپرجاذب 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 D_6، بیشترین تعداد شاخهٔ فرعی، گلچه و وزن خشک بوته (۱۶۵/۶۲گرم بر مترمربع) از تیمار بدون تنش و مصرف D_4 و بیشترین وزن هزاردانه و وزن تر بوته به‌ترتیب از تیمار بدون تنش و D_3 و D_2 به‌دست آمد. بیشترین درصد اسانس (۳/۰۹) از تیمار تنش شدید و D_5 حاصل شد. بیشترین ارتفاع گیاه و تعداد انشعاب اصلی به ترتیب از تیمارهای D_6 و D_4 و در شرایط بدون تنش حاصل شد. از آنجا که پلیمر سوپرجاذب ضمن کاهش آثار تنش خشکی، باعث افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس رازیانه شده است، تیمار بدون تنش همراه با مصرف پلیمر سوپرجاذب 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 هزاردانه.

* نویسنده مسئول Email: rafiei@agr.sku.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgar* 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 می‌کند [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 آلایندگی 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 قرارمی‌گیرد، 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

Archive of SID
www.SID.ir

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 سوپرجاذب بود.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کود دامی و پلیمر سوپرجاذب 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 مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام شد. این منطقه دارای اقلیم (براساس طبقه بندی 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 سوپرجاذب (200 A، اندازهٔ ذرات ۵۰-۱۵۰ میکرومتر، اسیدیتهٔ ۷-۶، رنگ سفید و خرید از شرکت رهاب‌رزین) در شش سطح بود: D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد معادل ۱۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد معادل ۱۵۰ تن در هکتار، D_3: کود دامی ۵۰ درصد معادل ۲۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، D_4: کود دامی ۷۵ درصد معادل ۳۰ تن در هکتار + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد ۵۰ کیلوگرم در هکتار، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد معادل ۴۰ تن در هکتار و D_6: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار [۱۱].

بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و کشت بذور رازیانه (تودهٔ محلی اصفهان) درون سینی‌های نشا در بستر کوکوپیت در گلخانه انجام و در مرحلهٔ 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 قابل‌جذب کود دامی در سال نخست محاسبه و با توجه به نتایج آزمون خاک، بقیهٔ 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 سوپرجاذب به‌روش کپه‌ای در عمق ۵ سانتی‌متری خاک به‌کار برده شد [۴].

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

آبیاری به‌روش غرقابی و تا مرحلهٔ به‌ساقه‌رفتن به‌طور یکسان انجام و بعد از این مرحله تیمارهای تنش خشکی اعمال شد. میزان آب مورد نیاز مطابق با تبخیر و تعرق واقعی گیاه (با اعمال ضریب گیاهی) و با درنظرگرفتن مساحت هر کرت محاسبه و با استفاده از کنتور 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 ساقهٔ اصلی در بوته، تعداد شاخهٔ 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 به‌روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر[1] انجام شد. بدین‌منظور، ۵۰ گرم دانهٔ خشک‌شده از هر تیمار توزین و آسیاب شد و به‌مدت ۴ ساعت در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب در دستگاه قرارگرفت تا اسانس آن استخراج شود. عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب 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 تجزیهٔ آماری اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9.0) انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

1. Clevenger

۳. نتایج و بحث

۱.۳. ارتفاع بوته

نتایج تجزیهٔ 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 مقایسهٔ 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 مقایسهٔ 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 به‌دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب، گسترش ریشه و جذب مواد غذایی باشد.

۲.۳. تعداد انشعابات ساقهٔ اصلی در بوته

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

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس سطوح مختف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مرفولوژیکی رازیانه

منابع تغییرات	درجهٔ 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}	۰/۰۳^{ns}
تنش خشکی	۲	۵۰۱/۹۳**	۲/۴۶^{ns}	۲۶۱/۴۲**	۱۲۱۱/۹۰**	۲۳۵۸۲۹/۵۷**	۵/۱۷**
خطای اصلی	۴	۷۳/۲۷	۲/۰۴	۷/۸۹	۳۵/۴۶	۹۰۰/۹۶	۰/۴۶
کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۵	۱۱۱/۷۹**	۶/۷۰**	۵۰/۱۷**	۱۶۶/۲۸**	۲۰۱۹۰/۷۴**	۴/۲۲**
تنش × کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۱۰	۳۸/۵۹^{ns}	۰/۸۰^{ns}	۱۵/۴۳*	۵۸/۹۷*	۸۳۹۲/۱۹**	۱/۴۳**
خطای آزمایش	۳۰	۲۳/۱۸	۱/۲۸	۵/۲۷	۲۶/۴۷	۱۵۵۶/۴۴	۰/۳۵
ضریب تغییرات (٪)	–	۶/۴۱	۱۷/۸۷	۱۱/۱۷	۱۶/۲۵	۱۰/۳۳	۱۰/۰۹

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

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی و تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مرفولوژیکی 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	۷۰/۴۲^{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}

D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D_3: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D_4: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد و D_6: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد

وجود حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار به‌منزلهٔ عدم وجود تفاوت معنادار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

Archive of SID
www.SID.ir

در این آزمایش تنش خشکی پس از مرحلهٔ استقرار کامل گیاه و رشد انشعابات ساقهٔ اصلی اعمال شد. در نتیجه این صفت تحت تأثیر تنش خشکی قرارنگرفت. بررسی مقایسهٔ میانگین کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد انشعابات ساقهٔ اصلی در تیمارهای ۷۵ درصد کود دامی + ۲۵ درصد پلیمر سوپرجاذب و عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مطالعات انجام‌شده 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]. به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد انشعابات ساقهٔ اصلی در گیاه نقش مثبت کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در تهویهٔ خاک، رشد بیشتر ریشه، دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش فتوسنتز گیاه باشد.

۳.۳. تعداد شاخهٔ فرعی در بوته

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب 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 شاخهٔ فرعی مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود. بعد از آن به‌ترتیب تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید کمترین تعداد شاخهٔ 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 مقایسهٔ میانگین کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمار کود دامی ۷۵ درصد+ پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد و کمترین تعداد شاخه فرعی در تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد (جدول ۳). تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه ریحان و ارزن (*Panucum miliaceum* L.) تحت تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب قرارگرفت [۱۰]. کود دامی به‌علت داشتن عناصر غذایی و حفظ رطوبت خاک باعث افزایش عملکرد پیکر رویشی در گیاه بادرشبو شد [۱۲]. نتایج مقایسهٔ 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 سوپرجاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب حاصل شد (جدول ۴).

۴.۳. تعداد چتر در بوته

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل این دو عامل در سطح ۵ درصد بر تعداد چتر در بوتهٔ رازیانه معنادار شد (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر سادهٔ 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 به‌موازات آن کاهش رشد سبزینه‌ای حمایت کمتری از اندام‌های زایشی گیاه می‌شود [۲].

Archive of SID
www.SID.ir

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

تیمارهای تنش خشکی	تیمار کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	صفات			
		تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد گلچه در بوته	وزن هزاردانه (گرم)
بدون تنش	D_1	۲۰/۳۰^{de}	۳۱/۰۰$^{c-e}$	۴۲۵ /۶۰^{d}	۵/۸۵$^{c-f}$
	D_2	۲۶/۳۰^{ab}	۴۴/۶۰^{ab}	۴۸۰/۳۰$^{b-d}$	۶/۵۰$^{a-d}$
	D_3	۲۱/۱۰$^{c-e}$	۴۲/۰۰^{ab}	۴۵۴/۰۰^{cd}	۷/۱۸^{a}
	D_4	۲۹/۰۰^{a}	۳۷/۰۰$^{b-d}$	۶۰۹/۳۰^{a}	۶/۷۷$^{a-c}$
	D_5	۲۵/۲۰$^{a-c}$	۴۰/۳۰$^{a-c}$	۵۳۰/۰۰^{b}	۵/۹۰$^{c-f}$
	D_6	۲۴/۸۰$^{a-c}$	۴۷/۳۳^{a}	۵۴۲/۰۰^{b}	۷/۰۶^{ab}
تنش ملایم	D_1	۱۵/۳۰^{fg}	۲۹/۰۰$^{d-f}$	۲۵۵/۰۰^{g}	۴/۷۸^{fg}
	D_2	۱۸/۵۰$^{d-g}$	۲۳/۶۰$^{e-g}$	۳۵۸/۳۰^{e}	۵/۴۳$^{d-f}$
	D_3	۱۹/۱۰$^{d-f}$	۲۷/۰۰$^{e-g}$	۳۴۴/۶۰^{ef}	۶/۱۱$^{a-e}$
	D_4	۲۴/۷۰$^{a-c}$	۲۸/۶۰$^{d-f}$	۳۳۴/۳۰^{ef}	۶/۱۱$^{a-e}$
	D_5	۲۲ /۵۰$^{b-d}$	۳۲/۰۰$^{c-e}$	۳۳۹/۶۰^{ef}	۶/۰۱$^{b-e}$
	D_6	۲۱/۵۰$^{c-e}$	۴۲/۳۰^{ab}	۵۰۵/۶۰^{bc}	۷/۱۶^{ab}
تنش شدید	D_1	۱۴/۱۰^{g}	۱۸/۳۰^{g}	۲۲۹/۰۰^{g}	۳/۹۶^{g}
	D_2	۱۵/۳۰^{fg}	۱۹/۰۰^{fg}	۲۷۷/۰۰^{fg}	۴/۱۵^{g}
	D_3	۱۸/۴۰$^{d-g}$	۲۵/۳۰$^{e-g}$	۳۳۳/۳۰^{ef}	۴/۹۶$^{e-g}$
	D_4	۱۵/۶۰^{fg}	۲۶/۳۰$^{e-g}$	۲۷۱/۶۰^{fg}	۵/۵۸$^{d-f}$
	D_5	۱۷/۳۰$^{e-g}$	۲۹/۳۰$^{d-f}$	۲۸۶/۶۰$^{e-g}$	۵/۶۸$^{c-f}$
	D_6	۲۰ /۳۰^{de}	۲۶/۳۰$^{e-g}$	۲۹۶/۰۰$^{e-g}$	۶/۳۰$^{a-d}$

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

D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد و پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D_3: کود دامی ۵۰ درصد و پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D_4: کود دامی ۷۵ درصد و پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد و D_6: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد

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

Archive of SID
www.SID.ir

مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته در تیمار ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب کاهش ۳۲/۴۶ درصدی را نشان داد. همچنین، بین تیمار ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب و ۱۰۰ درصد کود دامی تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳). استفاده از پلیمر سوپرجاذب 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 سوپرجاذب و کود دامی با بالابردن 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 سوپرجاذب بود. همچنین، کمترین تعداد چتر در بوته در تیمار تنش خشکی شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد (جدول ۴).

۵.۳. تعداد گلچه در بوته

با توجه به نتیجهٔ تجزیهٔ واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابل دو تیمار بالا بر این صفت در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین آثار سادهٔ تنش خشکی نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد گلچه در بوته را به‌ترتیب تیمار بدون تنش خشکی و تیمار تنش خشکی شدید داشت (جدول ۳). با افزایش فواصل آبیاری تعداد گلچه در چتر به‌طور 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 به‌دنبال آن رشد زایشی بهتر انجامید [۲]. همچنین، بین سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، بیشترین و کمترین تعداد گلچه به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب و عدم‌مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد. سایر تیمارها هم اختلاف معناداری با هم نداشت (جدول۳). مقایسهٔ میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین تعداد گلچه در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب حاصل شد (جدول ۴).

۶.۳. وزن هزاردانه

با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابل این دو عامل بر وزن هزاردانه در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر سادهٔ تنش خشکی نشان داد که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را به‌ترتیب 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 هزاردانهٔ بالاتری در شرایط آبیاری کامل در مقایسه با دیم به‌دست آمد [۲، ۱۵]. تنش خشکی در مرحلهٔ گل‌دهی با توجه به حساسیت دانهٔ گرده به کمبود رطوبت، باعث کاهش تعداد دانه و موجب اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره‌شده به دانه‌ها شد که خود ممکن است دلیل کاهش وزن هزاردانه باشد [۲۱]. در بررسی اثر سادهٔ سطوح کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را تیمارهای پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به خود اختصاص داد (جدول ۳). مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب ضمن کاهش تلفات ناشی از

Archive of SID
www.SID.ir

کم‌آبی قادر است باعث افزایش برخی صفات همچون تعداد دانه و وزن هزاردانه در گیاه شود [۵، ۱۲]. افزایش وزن هزاردانه در تیمار پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد احتمالاً به‌دلیل افزایش رطوبت خاک و آسیمیلات از منبع به مقصد در طول مراحل تشکیل و رسیدن دانه است [۴]. مقایسهٔ 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 سوپرجاذب و کمترین آن در تیمار تنش شدید و عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به‌دست آمد (جدول ۴).

۷.۳. عملکرد دانه

با توجه به نتیجهٔ تجزیهٔ واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۵). بررسی مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین عملکرد دانه در تیمار تنش شدید به‌دست آمد (جدول ۶). کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی گزارش شده است [۷، ۹]. بروز تنش طی مراحل مختلف نموی، به‌ویژه در مرحلهٔ زایشی باعث کاهش طول دورهٔ فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه، کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده در ساقه به دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شود [۶]. تنش خشکی در مراحل اولیهٔ پرشدن دانه از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر پرشدن دانه و در نتیجه عملکرد تأثیر می‌گذارد [۹، ۱۰]. مقایسهٔ میانگین آثار سادهٔ کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه را به‌ترتیب تیمارهای پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به خود اختصاص داد (جدول ۶). نتایج آزمایش پژوهشگران نشان داد در زمانی که آبیاری به‌صورت معمول انجام شد و کود دامی مصرف نشد یا ۱۵ تن در هکتار استفاده شد، استفاده از پلیمر سوپرجاذب 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 سوپرجاذب و کود دامی با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و با نگهداری آب در خاک، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود [۱۱]. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین آن مربوط به تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بود (جدول ۷).

۸.۳. وزن تر بوته

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۹۱/۲۱^{ns}	۷۰۱۸/۰۹*	۲۹۸/۸۷^{ns}	۱۳۴/۲۱^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۱^{ns}
تنش خشکی	۲	۱۷۱۴۲/۸۴**	۹۷۲۲۷/۹۹**	۲۰۲۲۰/۹۸**	۱۸۴۶/۴۴**	۱/۷۷**	۴/۷۶**
خطای اصلی	۴	۱۲۵/۸۳	۷۶۶/۱۹	۸۷/۴۶	۹۴/۸۱	۰/۰۱	۰/۰۷
کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۵	۱۳۲۲/۱۴**	۱۴۵۴۲/۳۸**	۲۳۱۵/۶۱**	۲۲۴/۶۰**	۰/۲۷**	۱/۰۶**
تنش × کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	۱۰	۴۸۶/۲۴**	۳۷۴۹۳/۹۸**	۲۷۶/۱۴*	۲۵۴/۲۰**	۰/۰۷**	۰/۲۲**
خطای آزمایش	۳۰	۴۹/۲۴	۱۱۲۵/۱۹	۱۲۹/۰۳	۴۳/۹۳	۰/۰۲	۰/۰۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۹/۸۱	۱۲/۸۹	۸/۷۱	۱۳/۴۵	۶/۳۶	۱۳/۲۵

ns، * و ** به‌ترتیب نشانگر غیرمعنادار بودن و معنادار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۶. مقایسهٔ 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}

D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D_3: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D_4: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد و D_6: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰درصد

وجود حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار به‌منزلهٔ عدم وجود تفاوت معنادار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

Archive of SID
www.SID.ir

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

تیمارهای تنش خشکی	تیمارهای کود دامی و پلیمر سوپرجاذب	صفات					
		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	D_1	۸۲/۰۰^{e}	۲۶۲/۵۸^{ef}	۱۴۰/۴۰^{de}	۵۸/۳۰$^{b-e}$	۱/۸۴^{ij}	۱/۵۱^{fg}
	D_2	۹۷/۳۳^{b}	۴۵۱/۷۹^{a}	۱۵۲/۹۷$^{c-e}$	۶۳/۶۰^{b}	۲/۱۹$^{gh-i}$	۲/۱۳$^{b-d}$
	D_3	۹۷/۳۳^{b}	۳۸۳/۸۷^{b}	۱۵۷/۰۸^{cd}	۶۲/۹۰^{bc}	۱/۹۹^{ij}	۱/۹۳$^{e-g}$
	D_4	۹۹/۵۷^{b}	۲۹۵/۷۹$^{c-e}$	۱۹۶/۵۲^{a}	۵۰/۶۰$^{b-f}$	۲/۲۹$^{f-h}$	۲/۲۸^{bc}
	D_5	۱۰۷/۰۶^{b}	۳۲۵/۱۲^{cd}	۱۸۰/۱۰^{ab}	۶۰/۲۰$^{b-d}$	۲/۲۱^{fi}	۲/۳۷^{b}
	D_6	۱۴۶/۶۶^{a}	۳۳۴/۴۸^{bc}	۱۶۶/۶۶^{bc}	۸۸/۴۵^{a}	۲/۰۴^{hij}	۲/۹۹^{a}
تنش ملایم	D_1	۴۵/۰۶^{h}	۱۹۰/۷۱^{gi}	۹۲/۹۵^{ij}	۴۷/۶۰$^{d-f}$	۲^{ij}	۰/۹۰^{h}
	D_2	۶۵/۳۳$^{d-f}$	۲۴۸/۱۲$^{e-g}$	۱۳۲/۰۹^{fg}	۴۹/۵۱$^{b-f}$	۲/۳۱$^{d-h}$	۱/۵۱^{fg}
	D_3	۶۶/۶۶$^{d-f}$	۲۵۹/۱۵^{ef}	۱۱۹/۴۴^{gh}	۵۵/۹۱$^{b-f}$	۲/۳۴$^{d-g}$	۱/۵۷$^{e-g}$
	D_4	۷۲/۶۶$^{c-e}$	۲۴۲/۵۵$^{e-g}$	۱۴۴/۰۰$^{d-e}$	۵۱/۷۰$^{b-f}$	۲/۴۰$^{d-g}$	۱/۷۴$^{d-f}$
	D_5	۷۸/۶۶^{cd}	۲۰۸/۶۷$^{f-h}$	۱۳۲/۴۶^{fg}	۵۹/۴۶$^{b-e}$	۲/۵۲^{de}	۱/۹۸^{cd}
	D_6	۶۴/۰۰$^{e-g}$	۲۷۳/۹۹^{de}	۱۳۴/۹۷^{fg}	۴۷/۶۱$^{d-f}$	۱/۹۶^{ij}	۱/۲۶^{gh}
تنش شدید	D_1	۲۰/۹۹^{i}	۱۳۶/۱۰^{ij}	۶۹/۸۰^{j}	۳۰/۵۵^{g}	۲/۲۴$^{d-g}$	۰/۵۱^{i}
	D_2	۵۰/۸۳^{gh}	۱۹۲/۰۲^{gh}	۱۰۵/۵۳^{hi}	۴۸/۴۲$^{d-f}$	۲/۴۸$^{d-f}$	۱/۲۶^{gh}
	D_3	۴۶/۶۶^{h}	۲۳۶/۶۲$^{e-h}$	۱۱۱/۴۱^{hi}	۴۱/۴۷^{fg}	۲/۸۴^{b}	۱/۳۶^{fg}
	D_4	۵۷/۳۳$^{f-h}$	۲۰۲/۵۰$^{f-h}$	۱۱۲/۳۳^{hi}	۵۰/۷۲$^{b-f}$	۲/۵۸^{cd}	۱/۴۸^{fg}
	D_5	۴۴/۰۰^{h}	۱۷۸/۱۳^{hi}	۹۳/۸۴^{ij}	۴۸/۰۰$^{d-f}$	۳/۰۹^{a}	۱/۳۶^{fg}
	D_6	۴۵/۳۳^{h}	۲۵۶/۹۵^{ef}	۱۰۰/۹۶^{hi}	۴۲/۸۷^{fg}	۲/۷۸^{bc}	۱/۲۵^{gh}

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

D_1: عدم مصرف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب، D_2: کود دامی ۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ درصد، D_3: کود دامی ۵۰ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۵۰ درصد، D_4: کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد، D_5: کود دامی ۱۰۰ درصد و D_6: پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد.

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

Archive of SID

www.SID.ir

طبق گزارش‌ها پلیمر سوپرجاذب سبب افزایش وزن تر بوته می‌شود [۱۰]. به‌نظر می‌رسد کاهش رشد عمومی واکنشی است دفاعی در کاهش تعرق تا رطوبت خاک بیشتر ذخیره و شانس بقا برای گیاه بیشتر شود. مقایسهٔ میانگین آثار متقابل دو عامل فوق نشان داد که بیشترین وزن تر در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود دامی۲۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۷۵ و کمترین وزن تر مربوط به تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بود (جدول ۷).

۹.۳. وزن خشک بوته

با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس ملاحظه شد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب در سطح ۱ درصد و اثر متقابل این دو عامل در سطح ۵ درصد بر وزن خشک بوته معنادار شد (جدول ۵). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین وزن خشک در تیمار تنش شدید به‌دست آمد (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی کاهش وزن خشک به‌دلیل کاهش رشد گیاه، بسته‌شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و ریزش برگ‌هاست [۱۳]. مقایسهٔ میانگین آثار سادهٔ کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان وزن خشک بوته را به‌ترتیب تیمارهای کود دامی ۷۵ درصد + پلیمر سوپرجاذب ۲۵ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب 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، به‌طوری که بالاترین وزن خشک پیکر رویشی در گیاه بادرشبو با مصرف ۴۰ تن کود دامی در هکتار به‌دست آمد [۱۲]. مصرف پلیمر سوپرجاذب سبب افزایش درصد مادهٔ خشک تولیدشده توسط ریشه و توسعهٔ آن می‌شود [۵]. برای دستیابی به عملکرد بالا، منبع آبی کافی در طول فصل رشد مورد نیاز است تا حداکثر عملکرد با آبیاری کامل به‌دست آید. مقایسهٔ 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 سوپرجاذب ۲۵ درصد و کمترین آن در تیمار تنش خشکی شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به‌دست آمد (جدول ۷).

۱۰.۳. شاخص برداشت

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابل این دو عامل بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۵). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار بدون تنش خشکی و کمترین شاخص برداشت در تیمار تنش شدید به‌دست 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 مادهٔ 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]. مقایسهٔ میانگین آثار سادهٔ کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب نشان داد که بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد (جدول ۶). نتایج تحقیقات روی کود دامی و پلیمر سوپرجاذب 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

Archive of SID
www.SID.ir

دو عامل بالا نشان داد کـه بیشـترین شـاخص برداشـت در تیمار بدون تنش و کاربرد ۱۰۰ درصد پلیمر سوپرجاذب و کمترین مقدار در تیمار تنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به‌دست آمد (جدول ۷).

۱۱.۳. درصد اسانس

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که تیمارهای تنش خشـکی، سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب و اثر متقابـل این دو عامل بر درصد اسانس در سـطح ۱ درصـد معنـادار بود (جدول ۵). در بررسی مقایسهٔ میانگین‌ها مشـاهده شـد که تیمار تنش خشکی شدید بیشترین و تیمار بـدون تـنش خشکی کمترین درصد اسانس را داشت. تیمار بدون تـنش کاهش ۲۲/۴ درصدی را نسـبت بـه تیمـار تـنش خشـکی شدید نشان داد (جدول ۶). بـر اسـاس دو فرضـیهٔ موازنـهٔ رشد- تمایز و موازنهٔ کربن- عناصر غذایی، عوامل محیطی درصد اسانس تولیدشده در گیاه را متأثر می‌سـازد. فرضـیهٔ موازنهٔ کربن- عناصـر غـذایی بیـان مـی‌کنـد هنگـامی کـه دسترسی گیاه به عناصر غذایی محدود شود، رشد بـیش از فتوسنتز محدود و سـوخت‌وسـاز صـرف سـاخت سـطوح بالایی از متابولیت‌های ثانویه می‌شود [۱۳]. بنـابراین، تـنش خشکی بر کمیت و کیفیت اسانس‌هـای گیـاهی تأثیرگـذار است. از دلایل افزایش اسانس در این شرایط، غلیظ‌تر شدن آن است [۵]. در بررسی مقایسهٔ میـانگین سـطوح مختلـف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب ملاحظه شد که تیمـار کـود دامی ۱۰۰ درصد بیشترین و تیمار عدم کاربرد کود دامـی و پلیمـر سـوپرجاذب کمتـرین درصـد اسـانس را بـه‌خـود اختصاص داد که نشانگر کاهش ۱۹/۹۲ درصدی تیمار عدم کاربرد کود دامـی و پلیمـر سـوپرجاذب بـود (جـدول ۶). مقایسهٔ میانگین آثار متقابـل دو عامـل فـوق نشـان داد کـه بیشترین درصد اسانس در تیمار تنش شدید همراه با کاربرد کود دامی ۱۰۰ درصد و کمترین مقدار در تیمار بدون تنش همراه با عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب به‌دسـت آمد (جدول ۷). برهم‌کنش کود دامی و دفعات آبیاری به‌طور معناداری بر درصد اسانس و میـزان شـاخص‌هـای شـیمیایی زیرهٔ سبز (*Cuminum cyminum* L.) مؤثر بود [۱].

۱۲.۳. عملکرد اسانس

با توجه به نتایج تجزیهٔ واریانس، ملاحظه شد که اثر تیمـار تـنش خشـکی، سـطوح مختلـف کـود دامـی و پلیمـر سوپرجاذب و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد اسانس رازیانه در سطح ۱ درصد معنادار شد (جدول ۵). در بررسـی مقایسـهٔ میانگین تنش خشکی مشاهده شد که بیشـترین و کمتـرین عملکرد اسانس را به‌ترتیب تیمـار بـدون تـنش خشـکی و تیمار تنش خشکی شدید داشـت (جـدول ۶). مصـرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی ضمن کاهش آثـار تـنش خشـکی، باعث افزایش میزان مادهٔ مؤثر و بهبـود خصوصـیات کیفـی اسانس و جایگزین آبیاری بیشـتر در مرحلـهٔ پرشـدن دانـه شد. آثار نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس، روی گیاهـان ریحـان (*Ocimum basilicum* L.)، آویشـن (*Thymus kotschyanus* Boiss.)، کـــرفس (*Apium graveolens*)، شـــمعدانی (*Pelargonium graveolens*)، سـراژدها مـاهی (*Lallemantia iberca* Fish.) و اکلیـل کـوهی (*Rosmarinus officinalis*) گـزارش شـده اسـت، به‌طوری که درصد اسانس با کاهش دفعات آبیاری افـزایش اما عملکرد دانه و عملکرد اسانس کاهش داشته اسـت [۱]. در بین سطوح مختلـف کـود دامـی و پلیمـر سـوپرجاذب، بیشترین و کمتـرین میـزان عملکـرد اسـانس بـه‌ترتیـب در تیمارهای کود دامی ۱۰۰ درصد و عدم کاربرد کود دامـی و پلیمر سوپرجاذب مشاهده شد (جـدول ۶). اثـر متقابـل دو عامل بالا نشان داد که تیمار بدون تـنش همـراه بـا کـاربرد پلیمر سوپرجاذب ۱۰۰ درصد بیشترین مقدار و تیمار تـنش شدید و عدم کاربرد کود دامی و پلیمر سوپرجاذب کمترین

Archive of SID
www.SID.ir

مقدار را نشان داد (جدول ۷). از آنجا که عملکرد اسانس حاصل‌ضرب 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 سوپرجاذب 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 مقایسهٔ میانگین آثار متقابل تنش خشکی و کود دامی و پلیمر سوپرجاذب 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 سوپرجاذب 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، سیاه‌سر ب و آزرمجو ا (۱۳۸۹) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود دامی بر میزان عناصر، درصد اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در زیرهٔ سبز. مجلهٔ علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۴(۱۶): ۹۴-۸۳.

۲. امیری ده‌احمدی س‌ر، رضوانی‌مقدم پ و احیایی ح‌ر (۱۳۹۱) تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد سه گیاه داوریی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در شرایط گلخانه. نشریهٔ پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰(۱): ۱۲۴-۱۱۶.

۳. بدل‌زاده ا، رفیعی‌الحسینی م، دانش‌شهرکی ع و قبادی‌نیا م (۱۳۹۵) اثر کم‌آبیاری و سطوح مختلف کود دامی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و برخی صفات آگرومورفولوژیک گیاه دارویی بادرشبو. به‌زراعی کشاورزی. ۱۸(۱): ۱۵۶-۱۴۱.

۴. پوراسماعیل پ، حبیبی د، توسلی ا، مشهدی‌اکبربوجار م، روشن ب، رفیعی ح و شکروی م (۱۳۸۶) بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب آب در ارتقای عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. فصلنامهٔ 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). دوماهنامهٔ 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 بابونهٔ آلمانی تحت رژیم‌های آبیاری و مقادیر سوپرجاذب A200. نشریهٔ دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۳): ۹۹-۸۵.

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

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

Archive of SID
www.SID.ir

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

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

۱۰. دانشمندی م و عزیزی م (۱۳۸۸) تأثیر پلیمر سوپرجاذب آب (Super absorbent polymer) در شرایط تنش خشکی بر خصوصیات فیزیکومورفولوژیکی، عملکرد محصول و انباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه دارویی ریحان اصلاح‌شده. ششمین کنگرهٔ علوم باغبانی ایران. ۱۲۷۶-۱۲۷۹.

۱۱. روستایی خ، موحدی دهنوی م، خادم س‌ع و اولیایی ح‌ر (۱۳۹۱) اثر نسبت‌های مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر خواص کمّی و کیفی سویا تحت تنش خشکی. مجلهٔ 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. مجلهٔ علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۵(۱۷): ۴۱-۵۲.

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

۱۴. نه‌بندانی ع‌ر، سلطانی ا و درویشی‌راد پ (۱۳۹۴) تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر مصرف آب رشد و عملکرد نخود. مجلهٔ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۷(۲۳): ۲۷-۱۷.

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.

Archive of SID
www.SID.ir

21. Roe NE, Stoffella PJ and Greatz 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 Rezaei[1], Mohammad Rafieiolhossaini[2] and Abdolrahman Mohamadkhani[3]*

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 vulgar* Mill) essential oil production under drought stress conditions, an experiment was conducted as spilt-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 (D_1: lack of manure and super absorbent polymer, D_2: 25% manure + 75% super absorbent polymer, D_3: 50% manure + 50% super absorbent polymer, D_4: 75% manure + 25% super absorbent polymer, D_5: 100% manure (40 $t.ha^{-1}$) and D_6: 100% super absorbent polymer (200 $Kg.ha^{1}$)). The results showed that the maximum number of umbel, grain yield (146.66 g/m^2), harvest index and essential oil yield (2.99 g/m^2) from control treatment and D_6, the maximum number of lateral branch, floret and plant dry weight (165.62 g/m^2) from control treatment and D_4 and the maximum thousand seed weight and plant fresh weight, from control treatment and D_3 and D_2 were obtained, respectively. The maximum essential oil percentage (3.09) was obtained from severe stress and D_5 treatment. The maximum plant height and number of main branch was obtained from D_6 and D_4 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.

Corresponding Author: rafiei@agr.sku.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir