



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۴۸-۱۰۳۵

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

حسن موسی‌پور یحیی‌آبادی^۱ و محمدرضا اصغری‌پور^{۲*}

۱. کارشناس ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

در این مطالعه، تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی سطوح مختلف سیلیکون بر عملکرد دانه، مقدار اسانس و خصوصیات فیزیوشیمیایی گیاه رازیانه ارزیابی شد. طرح آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه رژیم آبیاری شامل آبیاری در ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه به‌عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی سیلیکون در پنج سطح (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌مولار) به‌عنوان عامل فرعی بود که در سه تکرار اجرا شد. این مطالعه در سال ۱۳۹۳ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام گرفت. بیشترین درصد (۲/۴ درصد) و عملکرد اسانس رازیانه (۲۰/۶ لیتر در هکتار) از محلول‌پاشی ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون در شرایط آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد. کم‌آبیاری سبب کاهش معنادار مقدار کلروفیل، کاروتنوئیدها و محتوای نسبی آب برگ شد، ولی مقدار نشت الکترولیتی در شرایط خشکی نسبت به تیمار شاهد افزایش دوبرابری نشان داد. تیمار ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون در شرایط تنش، محتوای نسبی آب برگ، مقدار کلروفیل، آنتوسیانین، پرولین و قندهای محلول را به ترتیب ۳۰، ۳۸، ۱۲ و ۲۲ درصد افزایش و نشت الکترولیتی را ۲۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. نتایج نشان داد محلول‌پاشی سیلیکون از طریق افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و اسمولیت‌های محلول، همچنین محافظت در برابر خسارت نشت الکترولیتی توانایی گیاه رازیانه را در پاسخ به تنش خشکی بهبود بخشید و از این طریق، عملکرد دانه را در شرایط تنش شدید ۶۱ درصد افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: اسانس، پرولین، سیلیکون، کلروفیل، کم‌آبیاری.

۱. مقدمه

به تازگی در کشور افزایش یافته و در این زمینه، تحقیقات درباره این گیاه برای دستیابی به تولید زیاد با کیفیت مطلوب حائز اهمیت است [۶].

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محلول پاشی سیلیکون بر محتوای نسبی آب، نشت الکترولیت، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین، قندهای محلول، پرولین، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، همچنین درصد و عملکرد اسانس رازیانه در شرایط کم آبیاری است.

۲. مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه دارویی رازیانه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۹۸/۲ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین ۳۰ ساله بارندگی ۵۸/۹ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه در این منطقه ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. این مزرعه در سال قبل زیر کشت گیاه گاوزبان اروپایی قرار گرفته بود. بافت خاک مزرعه از نوع شنی رسی بود؛ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در سال آزمایش قبل از کشت به شرح جدول ۱ است و خصوصیات آب آبیاری در طول دوره آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

آزمایش به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اصلی کم آبیاری شامل آبیاری براساس نسبت‌های مختلفی از ظرفیت زراعی در سه سطح: شاهد، ملایم و شدید (به ترتیب در ۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) و فاکتور فرعی نیز محلول پاشی سیلیکون در پنج سطح (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌مولار) بود. در تحقیق حاضر از سیلیکون به شکل متاسلیکات سدیم ($\text{Sigma-Na}_2\text{SiO}_3$) استفاده شد.

در گیاهان در معرض خشکی شدید، فعالیت دستگاه‌های فتوسنتزی صدمه می‌بیند یا مختل می‌شود و این امر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی می‌انجامد [۲۱]. در این بین، استفاده از سازوکارهایی که به کاهش خسارت این تنش منتهی شود، می‌تواند مفید باشد. در همین زمینه، نقش برخی عناصر نظیر سیلیکون مورد توجه متخصصان تغذیه گیاهی قرار گرفته است [۵]. سیلیکون دومین عنصر فراوان پوسته زمین است که در محلول خاک به صورت مونوسیلیسیلیک اسید (H_4SiO_4) وجود دارد و با همین صورت توسط گیاهان جذب می‌شود [۱۷]. تا کنون سیلیکون به عنوان عنصر ضروری برای رشد گیاه در نظر گرفته نشده است، ولی این عنصر بر رشد و عملکرد گیاهانی نظیر گاوزبان [۲۹] و ژربرا [۲۲] تأثیر مثبت دارد. سیلیکون در زمان بروز تنش‌های محیطی، تأثیر مهمی در ایجاد تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده در گیاهان دارد [۲۵، ۲۸]. القای بهبود شرایط رشد گیاه توسط سیلیکون می‌تواند ناشی از تجمع سیلیکون در برگ‌ها، محدود کردن تعرق [۲۵]، محافظت از ساختارهای غشای پلاسمایی و بافت‌های گیاهی از رادیکال‌های آزاد به وسیله فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و تحریک فعالیت H^+ -ATPase باشد [۲۴]. تحقیقات در زمینه تنش خشکی و سیلیکون گیاه ذرت نشان داد که تیمار سیلیکون سبب افزایش عملکرد، محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با نمونه‌های شاهد شد. علاوه بر آن، سیلیکون سبب افزایش نفوذپذیری غشای پلاسمایی و میزان فتوسنتز شد [۲۳].

گیاه رازیانه از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان است که بیشتر به منظور استفاده از اسانس آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی کشت می‌شود [۷]. کشت این گیاه اسانس دار

1. *Foeniculum vulgare* Mill

به زراعی کشاورزی

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

جدول ۱. خصوصیات فیزیوشیمیایی نمونه خاک در کرت‌های آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

بافت خاک	مگنز آهن					نیتروژن		اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})
	(ppm)					(/)		Acidity	
لوم رسی	۰/۸	۱/۳	۱/۸	۱۸	۱۳۱	۰/۰۴۷	۰/۶۳	۷/۶	۱/۹

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده در طول آزمایش

سولفات	کلر	بی‌کربنات	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS.m^{-1})
۳/۸۷	۴/۰۰	۵/۰۰	۰/۰۷	۵/۷۸	۴/۰۰	۳/۰۰	۷/۸۵	۱/۲۴

و قندهای محلول نمونه برداری در اوایل رشد زایشی (۴۸ ساعت پس از محلول‌پاشی دوم سیلیکون) و برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و اسانس رازیانه در میانه گلدهی با حذف اثر حاشیه، نمونه برداری از مساحت ۱ مترمربع میانی هر کرت انجام گرفت.

به منظور استخراج اسانس، پس از خشک شدن بذور، ۳۰ گرم بذر از هر کرت به‌طور جداگانه آسیاب شد و اسانس گیاه به‌روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت استخراج شد؛ بازده اسانس براساس وزن خشک نمونه محاسبه شد [۷]. برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ، نمونه‌های برگ انتخاب شد و در کیسه‌های نایلونی قرار گرفت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و پس از تعیین وزن تر برگ‌ها، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر (دمای حدود ۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. پس از گذشت ۲۴ ساعت وزن آماس برگ‌ها ثبت شد. به منظور تعیین وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و در نهایت وزن خشک برگ‌ها

تنش خشکی از مرحله شش تا هشت برگی اعمال شد. ابتدا همه کرت‌ها به‌طور یکسان و یکنواخت آبیاری شدند، سپس اقدام به برداشت نمونه خاک از عمق توسعه ریشه (از سطح خاک تا ۲۵ سانتی‌متر) شد و به‌صورت روزانه درصد رطوبت خاک تعیین شد. در حالت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مقدار رطوبت خاک ۱۸/۵ درصد وزن خشک خاک بود. برای اعمال تیمارها از روش وزنی و دستگاه TDR^۱ همزمان استفاده شد. هر کرت آزمایش شامل ۵ ردیف ۳ متری بود؛ فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فاصله هر دو بوته روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود و بر روی هر ردیف کشت ۱۰ بوته رازیانه قرار داشت. کاشت بذور در ۱۰ اسفند ۱۳۹۲ صورت گرفت. محلول‌پاشی سیلیکون طی دو مرحله ۱. رشد رویشی (۳۰ فروردین) و ۲. اوایل رشد زایشی (۳۰ خرداد ۱۳۹۳) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، مقدار نشت الکترولیتی، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a, b و a+b و کاروتنوئیدها)، پرولین، آنتوسیانین

1. Time Domain Reflectometry

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۳۷

گرم بافت خشک گیاهی استفاده شد و مقدار جذب به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت و از محلول‌هایی با غلظت صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ میلی گرم گلوکز برای تهیه منحنی استاندارد استفاده شد و با در دست داشتن وزن خشک نمونه‌ها، مقدار قند محلول براساس میلی گرم وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد [۲۰]. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین برگ‌ها از روش وانگر^۱ استفاده شد و برای محاسبه غلظت، ضریب خاموشی (ε) معادل ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول در نظر گرفته شد و نتایج برحسب میلی‌مولار بر گرم وزن تر گزارش شد [۴۲]. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. محتوای آب نسبی برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنش خشکی و سطوح مختلف سیلیکون در سطح احتمال ۱ درصد و نیز اثر متقابل بین دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر محتوای آب نسبی برگ معنادار شد (جدول ۳). در این تحقیق، با افزایش تنش خشکی محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت، به طوری که بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ از آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) به ترتیب ۷۸/۲ و ۴۲/۵ درصد به دست آمد که این نتیجه کاهش ۴۵ درصدی محتوای آب نسبی برگ را در سطوح تنش شدید نشان می‌دهد (جدول ۴). در این خصوص، نتایج تحقیقات در گوجه‌فرنگی [۴۳] و گندم [۹] با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. کاربرد سیلیکون در شرایط تنش خشکی سبب افزایش محتوای آب نسبی برگ نسبت به شاهد شد. کاربرد ۷/۵ میلی‌مولار

اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر محتوای آب نسبی محاسبه شد:

$$RWC (\%) = ((FW - DW)/(TW - DW)) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه، FW وزن تازه برگ، DW وزن خشک برگ و TW وزن آماس یافته برگ است [۱۶].

سنجش شدت آسیب به غشا و مقدار نشت الکترولیت‌ها با استفاده از روش حامد و همکاران ارزیابی شد [۱۸]. به طور خلاصه، ۰/۲ گرم از بافت سالم و تازه برگ گیاه بعد از شست‌وشو با آب مقطر برای شست‌وشوی یون‌های احتمالی از سطح برگ، درون لوله آزمایش در پیچ‌دار قرار داده شد و ۱۰ میلی‌لیتر آب یون‌گیری شده به آن اضافه شد. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۲ ساعت درون حمام آب گرم با دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و هدایت الکتریکی نمونه‌ها (EC₁) با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌های آزمایش در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد و بعد از خنک شدن لوله‌ها تا دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، هدایت الکتریکی نمونه‌ها (EC₂) از نو اندازه‌گیری شد. سپس درصد نشت الکترولیت‌ها با استفاده از فرمول $(EC_1/EC_2 \times 100)$ محاسبه شد.

مقدار کلروفیل و کارتنوئید با استفاده از استون ۸۰ درصد به روش آرنون اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بافت محاسبه و ارائه شد [۲۶]. در تحقیق حاضر، برای اندازه‌گیری مقدار پرولین آزاد برگ از روش بیتز و همکاران استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد [۱۴]. مقدار قندهای محلول گیاه، با استفاده از روش فنول اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد. در این روش، از ۰/۱

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

سیلیکون در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) محتوای آب نسبی برگ را نسبت به شاهد ۳۹ درصد افزایش داد (جدول ۴). از دلایل افزایش محتوای آب بافت در اثر سیلیکون در شرایط تنش خشکی، افزایش استحکام بافت برگی است. سیلیکون به فرم سیلیکا ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) در آپوپلاست دیواره سلول‌های اپیدرم برگ رسوب می‌کند و کاهش آب از طریق روزنه‌ها را پایین می‌آورد [۱۷] و با کاهش تعرق سبب ایجاد تحمل به خشکی می‌شود. نتایج این آزمایش با یافته‌های مطالعه‌ای در مورد کاربرد سیلیکون در شرایط تنش خشکی مطابقت داشت که سیلیکون سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ نسبت به شاهد در گندم شد [۹].

جدول ۳. تجزیه واریانس برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد رازیانه تحت تنش خشکی و محلول پاشی سیلیکون

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد	درصد	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	نشت الکترولیت	محتوای آب نسبی		
۲/۲۳	۰/۰۰۸	۱۴/۵۲	۴۷۴۰۹/۱۶	۶۶۷۷/۹۰	۱۳/۴۲	۸/۲۳	۲	بلوک
۱۹۶/۰۲**	۱/۸۱**	۱۸/۱۳ ^{ns}	۶۴۲۸۶۲۰/۰۲**	۵۳۶۰۹۲/۱۰**	۲۴۳۸/۳۵**	۱۹۱۲/۴۵**	۲	تنش
۷/۱۱	۰/۱۰	۷/۴۹	۳۵۹۸۷/۴۲	۲۴۴۸/۳۹	۱/۸۹	۱۳/۶۷	۴	اشتباه اصلی
۱۰۱/۹۲**	۰/۳۵**	۵۶/۹۵**	۵۲۹۲۹۵/۰۳**	۱۰۹۸۹۷/۴۹**	۱۳۶/۲۲**	۳۴۸/۹۵**	۴	سیلیکون
۸/۹۷ ^{ns}	۰/۱۳*	۳۲/۸۸*	۱۲۵۵۰۰/۹۷*	۱۲۱۹۹/۱۳**	۴۱/۲۱*	۷۵/۱۹*	۸	تنش × سیلیکون
۵/۰۵	۰/۰۵	۱۰/۵۵	۵۳۰۵۳/۳۱	۲۹۶۷/۰۶	۱۵/۸۲	۳۰/۸۹	۲۴	اشتباه فرعی
۱۷/۸۰	۱۲/۴۴	۱۰/۸۵	۱۰/۰۳	۷/۹۳	۱۲/۶۷	۷/۸۴		ضریب تغییرات (%)

ns و * و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴. برهمکنش خشکی و سیلیکون بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه و اسانس گیاه رازیانه

صفات							غلظت‌های سیلیکون (mM)	تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (%)
عملکرد اسانس (Kg/ha)	درصد اسانس	شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک (Kg/ha)	عملکرد دانه (Kg/ha)	نشت الکترولیت (%)	محتوای آب نسبی (%)		
۱۰/۶۷ ^{fihg}	۱/۳۴ ^{ef}	۲۹/۱۹ ^{bac}	۲۷۱۱/۷ ^b	۷۹۱/۷ ^{bc}	۲۰/۰ ^{gh}	۷۸/۲ ^{bdac}	۰	
۸/۲۳ ^{ih}	۱/۱۰ ^f	۲۵/۸۵ ^{dc}	۲۹۱۵/۰ ^{ba}	۷۴۹/۴ ^{dc}	۲۱/۴ ^{gh}	۸۱/۹ ^{ba}	۲/۵	
۱۶/۰۸ ^{bdc}	۱/۷۶ ^{edc}	۳۳/۸۸ ^{ba}	۲۷۱۷/۷ ^b	۹۱۱/۱ ^a	۲۰/۴ ^{gh}	۷۹/۹ ^{bac}	۵	
۱۵/۴۹ ^{bedc}	۱/۶۸ ^{edc}	۲۹/۰۲ ^{bac}	۳۱۵۲/۳ ^a	۹۱۷/۲ ^a	۱۷/۶ ^h	۸۴/۲ ^a	۷/۵	
۱۲/۶۶ ^{fedg}	۱/۴۹ ^{edf}	۲۸/۲۱ ^{bc}	۳۰۱۵/۷ ^{ba}	۸۴۶/۶ ^{bac}	۲۲/۳ ^{gh}	۸۲/۹ ^{ba}	۱۰	

ادامه جدول ۴. برهمکنش خشکی و سیلیکون بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه و اسانس گیاه رازیانه

عملکرد اسانس (Kg/ha)	درصد اسانس	شاخص برداشت (%)	صفات				غلظت‌های سیلیکون (mM)	تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (%)
			عملکرد بیولوژیک (Kg/ha)	عملکرد دانه (Kg/ha)	نشت الکترولیت (%)	محتوای آب نسبی (%)		
۱۲/۷۳ ^{fedg}	۲/۰۴ ^{bac}	۳۰/۸۴ ^{bac}	۲۰۳۰/۰ ^d	۶۲۳/۵ ^{ef}	۳۴/۲ ^{ed}	۶۰/۸ ^{fhg}	۰	
۱۱/۸۲ ^{fehgh}	۱/۷۹ ^{dc}	۲۸/۸۳ ^{bac}	۲۳۰/۱۰ ^{dc}	۶۵۹/۱ ^{ed}	۳۱/۵ ^e	۷۱/۵ ^{dec}	۲/۵	
۱۷/۰۱ ^{bac}	۲/۲۷ ^{ba}	۳۳/۱۶ ^{ba}	۲۲۵۴/۶ ^{dc}	۷۴۵/۳ ^{dc}	۲۹/۸ ^{ef}	۷۸/۲ ^{bdec}	۵	
۲۰/۶۳ ^a	۲/۴۲ ^a	۳۱/۵۷ ^{bac}	۲۷۱۱/۰ ^b	۸۵۳/۶ ^{ba}	۲۱/۱ ^{gh}	۷۳/۶ ^{bdec}	۷/۵	
۱۸/۹۴ ^{ba}	۲/۳۲ ^{ba}	۳۱/۵۳ ^{bac}	۲۶۰/۱/۱ ^{bc}	۸۱۴/۶ ^{bac}	۲۴/۷ ^{gf}	۷۶/۵ ^{bdac}	۱۰	
۴/۱۴ ^j	۱/۶۶ ^{edc}	۲۰/۵۷ ^d	۱۲۲۵/۲ ^e	۲۴۹/۸ ^g	۵۴/۸ ^a	۴۲/۵ ⁱ	۰	
۶/۶۴ ^j	۱/۹۴ ^{bdc}	۲۸/۳۱ ^{bc}	۱۲۴۵/۰ ^e	۳۴۲/۳ ^g	۴۷/۶ ^b	۵۵/۸ ^h	۲/۵	
۱۴/۰۲ ^{fedc}	۲/۳۰ ^{ba}	۳۰/۷۶ ^{bac}	۱۹۶۸/۳ ^d	۶۰۶/۹ ^{ef}	۳۹/۰ ^d	۶۶/۷ ^{feg}	۵	
۱۰/۷۳ ^{fihg}	۱/۶۵ ^{edc}	۳۲/۰۴ ^{bac}	۲۰۳۰/۵ ^d	۶۴۶/۳ ^e	۳۹/۶ ^{cd}	۶۹/۶ ^{fde}	۷/۵	
۹/۴۶ ^{ihg}	۱/۷۶ ^{edc}	۳۵/۰۳ ^a	۱۵۳۸/۳ ^e	۵۳۶/۶ ^f	۴۵/۷ ^{cb}	۶۰/۰ ^{hg}	۱۰	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری ندارند.

۲.۳. نشت الکترولیتی

بیرون در زمان اندازه‌گیری شده و به غلیظ شدن و افزایش هدایت الکتریکی بیرون سلول منجر شده است [۲۵]. کمترین نشت الکترولیتی از ترکیب تیمار آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و کاربرد ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون با ۱۷/۶ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). برخی پژوهشگران، دلیل کاهش نشت الکترولیتی برگ را رسوب سیلیکون در غشای سلولی و سیلیسی و سخت شدن و افزایش معنادار پایداری آن می‌دانند [۴۶، ۲۵].

اثرهای ساده تنش خشکی و کاربرد سیلیکون بر مقدار نشت الکترولیتی در سطح احتمال ۱ درصد و نیز اثر متقابل بین دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار نشت الکترولیتی معنادار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش خشکی و سیلیکون نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی مقدار نشت الکترولیتی در گیاه رازیانه افزایش داشت و کاربرد سیلیکون در شرایط تنش سبب کاهش نشت الکترولیتی نسبت به شاهد شد، به طوری که در تیمار تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) کاربرد ۵ میلی‌مولار سیلیکون سبب کاهش ۲۸ درصدی نشت الکترولیتی نسبت به شاهد شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد تنش خشکی از طریق آسیب رساندن به غشای سلولی و تخریب ساختار آن سبب نشت بیشتر مواد داخل سلولی و واکنشی به محیط

۳.۳. عملکرد دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تنش خشکی و سطوح مختلف سیلیکون و اثر متقابل بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه معنادار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه برابر با ۹۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار از

به‌زراعی کشاورزی

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) همراه با کاربرد ۷/۵ میلی مولار سیلیکون به دست آمد که بین این تیمار و سایر تیمارها اختلاف معناداری مشاهده شد (جدول ۴). با افزایش سطح تنش خشکی میزان عملکرد دانه روند کاهشی نشان داد، به طوری که در سطح تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) عملکرد دانه ۶۹ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش نشان داد. کاهش شدید عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش کم آبی را می توان به تأثیر منفی تنش بر رشد رویشی و به ویژه اجزای عملکرد مربوط دانست، زیرا بسته شدن روزنه ها و کاهش فشار تورژسانس سلول های گیاهی در شرایط کمبود آب می تواند قابلیت رشدی، فتوسنتزی و زایشی گیاه و در نهایت عملکرد اقتصادی رازیانه را کاهش دهد. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی با نتایج تحقیقات در رازیانه مطابقت دارد [۳۵، ۱۰]. در این آزمایش، تأثیر محلول پاشی سیلیکون در زمان بروز تنش خشکی سبب افزایش معنادار عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد ۷/۵ میلی مولار سیلیکون در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) عملکرد دانه را ۶۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد سیلیکون، به دلیل افزایش محتوای کلروفیل و برگ ها و افزایش سطح فعال فتوسنتزی است که در نهایت به بهبود فتوسنتز منجر می شود [۳۲].

۵.۳. شاخص برداشت

تنش خشکی بر شاخص برداشت تأثیر معناداری نداشت، ولی سطوح مختلف سیلیکون و اثرهای متقابل دو عامل بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنادار شد (جدول ۳). نبود اختلاف معنادار را می توان در رابطه با اثر تنش بر عملکرد دانه از یک طرف و عملکرد کل اندام هوایی از طرف دیگر دانست. در این زمینه، طی آزمایشی گزارش شد شاخص برداشت گیاه ذرت تحت تأثیر تنش خشکی تقریباً ثابت بود، زیرا همان طور که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه می شود، وزن خشک کل را نیز کم می کند [۱۱]. تیمار ۵ میلی مولار سیلیکون در شرایط بدون تنش سبب افزایش معنادار ۱۳ درصدی شاخص برداشت شد. همچنین در شرایط تنش شدید (آبیاری در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی)، تیمار ۱۰ میلی مولار سیلیکون سبب افزایش ۴۵ درصدی شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴). شاخص برداشت سورگوم دانه ای تحت تأثیر مصرف سیلیکون روندی افزایشی داشت، زیرا سیلیکون، عملکرد دانه را نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری افزایش داد [۴].

آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) همراه با کاربرد ۷/۵ میلی مولار سیلیکون به دست آمد که بین این تیمار و سایر تیمارها اختلاف معناداری مشاهده شد (جدول ۴). با افزایش سطح تنش خشکی میزان عملکرد دانه روند کاهشی نشان داد، به طوری که در سطح تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) عملکرد دانه ۶۹ درصد نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش نشان داد. کاهش شدید عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش کم آبی را می توان به تأثیر منفی تنش بر رشد رویشی و به ویژه اجزای عملکرد مربوط دانست، زیرا بسته شدن روزنه ها و کاهش فشار تورژسانس سلول های گیاهی در شرایط کمبود آب می تواند قابلیت رشدی، فتوسنتزی و زایشی گیاه و در نهایت عملکرد اقتصادی رازیانه را کاهش دهد. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی با نتایج تحقیقات در رازیانه مطابقت دارد [۳۵، ۱۰]. در این آزمایش، تأثیر محلول پاشی سیلیکون در زمان بروز تنش خشکی سبب افزایش معنادار عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد ۷/۵ میلی مولار سیلیکون در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) عملکرد دانه را ۶۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد سیلیکون، به دلیل افزایش محتوای کلروفیل و برگ ها و افزایش سطح فعال فتوسنتزی است که در نهایت به بهبود فتوسنتز منجر می شود [۳۲].

۴.۳. عملکرد بیولوژیک

اثرهای ساده تنش خشکی و محلول پاشی سیلیکون در سطح احتمال ۱ درصد و اثرهای متقابل دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک رازیانه معنادار شد (جدول ۳). با افزایش سطح تنش خشکی میزان عملکرد بیولوژیک روندی کاهشی نشان داد، به طوری که تیمار تنش شدید (آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) با میانگین

۶.۳. درصد و عملکرد اسانس

(آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) را می‌توان به افزایش چشمگیر درصد اسانس در این تیمار مربوط دانست. نتایج این آزمایش با یافته‌های مطالعه‌ای درباره بررسی تأثیر تنش خشکی بر مقدار اسانس زیره سبز [۳۶] و رازیانه [۱۰] مطابقت دارد. کاربرد سیلیکون در شرایط تنش سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد. تیمار ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون در شرایط تنش ملایم (آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) بیشترین درصد و عملکرد اسانس را با میانگین ۲/۴۲ درصد و ۲۰/۶۳ لیتر در هکتار به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

۷.۳. محتوای رنگیزه‌های فتوستزی

تنش خشکی و سطوح مختلف سیلیکون بر کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل دو عامل بر کلروفیل b در سطح احتمال ۱ درصد و بر کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنادار داشت (جدول ۵).

تنش خشکی و محلول‌پاشی سیلیکون بر درصد و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنادار داشت و اثر متقابل دو عامل تنها بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی تا سطح تنش ملایم (آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) درصد و عملکرد اسانس در حدود ۳۴ و ۱۶ درصد نسبت به آبیاری شاهد افزایش نشان داد (جدول ۴). افزایش درصد اسانس در گیاهان دارویی خانواده چتریان می‌تواند یک سازوکار سازگاری گیاه در برابر تنش کم‌آبی باشد [۳۴]. همچنین تأثیر مثبت تنش خشکی بر افزایش درصد اسانس رازیانه گزارش شد [۳۱، ۳۰، ۱۰]. سطح تنش شدید (آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) سبب کاهش معنادار درصد اسانس نسبت به تنش ملایم شد (جدول ۴).

از آنجا که عملکرد اسانس حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد اسانس است، کاهش معنادار عملکرد اسانس در تیمار تنش شدید، اغلب مربوط به کاهش شدید عملکرد دانه است و بیشتر بودن عملکرد اسانس در تنش ملایم

جدول ۵. برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مربوط به اثر تنش خشکی و سیلیکون در گیاه رازیانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتونئیدها	آنتوسیانین
بلوک	۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
تنش	۲	۰/۵۷۷**	۱/۴۴۸**	۳/۷۹۵**	۰/۷۶۱**	۴/۵۹۲**
اشتباه اصلی	۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۲۴	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸
سیلیکون	۴	۰/۳۱۴**	۰/۳۷۵**	۱/۳۲۵**	۰/۰۵۶**	۱/۸۴۴**
تنش × سیلیکون	۸	۰/۱۰۰*	۰/۰۱۳**	۰/۰۹۵*	۰/۰۱۹*	۰/۳۰۹**
اشتباه فرعی	۲۴	۰/۰۳۳	۰/۰۰۳	۰/۰۳۷	۰/۰۰۶	۰/۰۳۵
ضریب تغییرات (%)		۷/۲۱	۵/۲۴	۵/۲۵	۶/۸۶	۴/۷۹

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار، و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

به زراعی کشاورزی

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

جدول ۶. برهمکنش خشکی و سیلیکون بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه رازیانه

مقدار پرولین (mg/g fw)	قندهای محلول (mg/g dw)	آنتوسیانین (mM/g fw)	صفات			غلظت‌های سیلیکون (mM)	تنش خشکی (ظرفیت زراعی) (%)
			کارتونئیدها (mg/g fw)	کلروفیل کل (mg/g fw)	کلروفیل b (mg/g fw)		
۱/۲ ^d	۲/۱۱ ^{de}	۳/۶۷ ^d	۱/۲۰ ^{cb}	۳/۷۶ ^{egf}	۱/۱۹ ^e	۲/۵۷ ^{bc}	۰
۱/۵۱ ^{dc}	۱/۹۰ ^e	۳/۶۵ ^d	۱/۲۸ ^b	۳/۵۱ ^{hg}	۱/۱۵ ^e	۲/۳۶ ^{dc}	۲/۵
۱/۲۱ ^d	۲/۱۱ ^{de}	۴/۰۳ ^c	۱/۳۱ ^b	۴/۴۹ ^a	۱/۵۴ ^{ba}	۲/۹۴ ^a	۱۰۰
۱/۴۰ ^{dc}	۲/۱۷ ^{de}	۴/۴۳ ^b	۱/۲۳ ^b	۴/۴۲ ^{ba}	۱/۶۴ ^a	۲/۷۸ ^{ba}	۷/۵
۱/۴۳ ^{dc}	۲/۱۶ ^{de}	۳/۹۲ ^{dc}	۱/۲۴ ^b	۴/۲۳ ^{bac}	۱/۴۹ ^{bc}	۲/۷۴ ^{ba}	۱۰
۱/۴۴ ^{dc}	۲/۰۳ ^{de}	۴/۰۲ ^c	۱/۳۱ ^b	۳/۳۸ ^h	۰/۸۵ ^g	۲/۵۲ ^{bc}	۰
۱/۲۸ ^d	۲/۳۸ ^{dc}	۳/۷۷ ^{dc}	۱/۳۸ ^b	۳/۵۹ ^{hgf}	۰/۹۶ ^f	۲/۶۲ ^{bac}	۲/۵
۱/۸۱ ^{bc}	۲/۲۴ ^{de}	۵/۲۶ ^a	۱/۳۳ ^b	۳/۹۷ ^{edc}	۱/۲۱ ^e	۲/۷۶ ^{ba}	۵
۱/۹۹ ^{ba}	۲/۱۶ ^{dc}	۴/۶۸ ^b	۱/۵۴ ^a	۴/۱۲ ^{bdc}	۱/۴۱ ^{dc}	۲/۷۱ ^{ba}	۷/۵
۲/۰۹ ^{ba}	۲/۱۰ ^{de}	۴/۴۹ ^b	۱/۲۹ ^b	۳/۸۶ ^{edf}	۱/۳۸ ^d	۲/۴۸ ^{bc}	۱۰
۱/۸۰ ^{bc}	۲/۳۳ ^{dc}	۲/۳۸ ^f	۰/۷۳ ^f	۲/۳۸ ^j	۰/۵۸ ^h	۱/۸۰ ^e	۰
۱/۸۴ ^{bc}	۲/۳۵ ^{dc}	۳/۰۸ ^e	۰/۹۴ ^{ed}	۲/۸۲ ⁱ	۰/۶۶ ^h	۲/۱۶ ^d	۲/۵
۱/۸۱ ^{bc}	۲/۸۱ ^{ba}	۳/۶۳ ^d	۱/۰۶ ^{cd}	۳/۳۷ ^h	۰/۸۷ ^{gf}	۲/۵ ^{bc}	۵
۲/۰۵ ^{ba}	۲/۹۹ ^a	۳/۸۴ ^{dc}	۱/۰۷ ^{cd}	۳/۴۱ ^h	۰/۹۲ ^{gf}	۲/۴۹ ^{bc}	۷/۵
۲/۳۳ ^a	۲/۵۸ ^{bc}	۳/۷۸ ^{dc}	۰/۸۸ ^e	۳/۵۲ ^{hg}	۰/۹۱ ^{gf}	۲/۶ ^{bc}	۱۰

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری ندارند.

به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۶). تأثیر مثبت سیلیکون به دلیل رسوب آن در برگ، افزایش استحکام برگ‌ها و نیز افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ است که از این طریق توانایی گیاه برای استفاده مؤثرتر از نور را افزایش می‌دهد [۳۳]. سیلیکون همچنین با تأثیر بر ساختار کلروپلاست [۲۵] و افزایش کارایی فتوسنتز II [۱۲] سبب افزایش فتوسنتز می‌شود. نتایج این مطالعه با یافته‌ها در گیاه گندم [۱۷] و ذرت [۴۴] در شرایط تنش خشکی، مطابقت دارد.

با افزایش تنش تا سطح ۴۰ درصد ظرفیت زراعی، مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل به ترتیب با میانگین ۱/۸، ۰/۵۸ و ۲/۳۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در حدود ۲۹/۹، ۵۱/۲ و ۳۶/۷ درصد نسبت به تیمار آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش کلروفیل داشتند. تیمار گیاه با سیلیکون در شرایط تنش سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه شد، به طوری که در شرایط تنش شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) محلول‌پاشی ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون، مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل را به ترتیب ۲۷/۷، ۳۶/۹ و ۳۰/۲ درصد نسبت

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۴۳

۸.۳. مقدار کاروتنوئیدها

اثرهای ساده تنش خشکی و محلول پاشی سیلیکون در سطح احتمال ۱ درصد و اثرهای متقابل دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار کاروتنوئیدها معنادار شد (جدول ۳). در این پژوهش، مقدار کاروتنوئیدها در ابتدای دوره تنش افزایش نشان داد، اما با افزایش شدت تنش خشکی، مقدار کاروتنوئیدها به شدت کاهش یافت، به طوری که مقدار کاروتنوئیدها در تنش شدید (آبیاری در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) نسبت به شاهد، ۴۰ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). نتایج تیمار سیلیکون نشان داد، محلول پاشی سیلیکون در شرایط خشکی سبب افزایش مقدار کاروتنوئیدها شد. تیمار ۷/۵ میلی مولار سیلیکون در شرایط تنش شدید مقدار کاروتنوئیدها را نسبت به تیمار شاهد در حدود ۴۷ درصد افزایش داد (جدول ۶). براساس گزارش‌های محققان و نتایج این مطالعه، به نظر می‌رسد تیمار سیلیکون به عنوان فرایند مقاوم سازی^۱ عمل می‌کند و سبب کاهش اثرهای مضر تنش خشکی بر مقدار کاروتنوئیدها می‌شود. در این زمینه، نتایج کاربرد سیلیکون در گیاه گاوزبان با نتایج حاضر مطابقت دارد [۱].

۹.۳. آنتوسیانین

براساس نتایج تجزیه واریانس، سطوح مختلف تنش و محلول پاشی سیلیکون و اثر متقابل دو عامل بر مقدار آنتوسیانین برگ در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنادار داشت (جدول ۵). مقدار آنتوسیانین در شرایط تنش ملایم (آبیاری در ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) با میانگین ۴/۰۲ میلی مولار بر گرم وزن تر نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول ۶). از نقش‌های اصلی آنتوسیانین می‌توان به نقش آنتی‌اکسیدانی و محافظت سیستم فتوسنتزی در برابر اکسیداسیون نوری اشاره کرد که در گیاهان در معرض

1. Hardening

به زراعی کشاورزی

تنش، نقش محافظتی ایفا می‌کنند [۱۹]. بنابر نتایج تحقیق حاضر، مقدار آنتوسیانین در سطح تنش ملایم افزایش پیدا کرد که سبب ایجاد مقاومت بیشتر در برابر تنش خشکی شد، ولی با افزایش سطح تنش خشکی مقدار آن در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (جدول ۶).

کاهش آنتوسیانین در تنش شدید را نمی‌توان به مقاومت کم گیاه در برابر خشکی نسبت داد، زیرا ممکن است گیاه از سازوکارهای دیگری برای مقاوم سازی خود استفاده کرده باشد. همچنین محلول پاشی سیلیکون در شرایط تنش سبب افزایش آنتوسیانین نسبت به شاهد شد. تیمار ۵ میلی مولار سیلیکون در شرایط تنش ملایم و تنش شدید، مقدار آنتوسیانین را نسبت به تیمار شاهد در حدود ۲۳/۶ و ۳۴/۴ درصد افزایش داد (جدول ۶). تیمار سیلیکون با پیشگیری از افت معنادار آنتوسیانین در گیاه رازیانه تحت تنش خشکی، سبب کاهش اثرهای مضر خشکی بر سیستم فتوسنتزی می‌شود و می‌تواند مقاومت گیاه را نسبت به تنش خشکی افزایش دهد [۳۹]. نتایج مشابهی در مورد افزایش مقدار آنتوسیانین در گیاه *Echium amoenum* در تیمار همزمان سیلیکون و تنش کادمیوم مشاهده شد [۱۳].

۱۰.۳. تغییرات قندهای محلول

اثرهای ساده تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد و کاربرد سیلیکون و نیز اثر متقابل بین دو عامل بر مقدار قندهای محلول در سطح احتمال ۵ درصد معنادار شد (جدول ۵). در این آزمایش، اعمال تنش شدید (آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) موجب افزایش ۱۰ درصدی محتوای قند در گیاه نسبت به تیمار آبیاری شاهد شد (جدول ۶). انباشت قندهای محلول در شرایط تنش علاوه بر نقش‌های فیزیولوژیکی مهمی که از نظر تأمین انرژی و جلوگیری از مرگ حتمی سلول ایفا می‌کنند،

تأثیر تغذیه برگی سیلیکون بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیوشیمیایی رازیانه تحت شرایط کم آبیاری

بر گرم بافت تازه برگ و تیمار آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و عدم کاربرد سیلیکون با ۱/۲ میلی گرم بر گرم بافت تازه برگ به دست آمد (جدول ۶). نقش پرولین در هنگام تنش، جلوگیری از تخریب آنزیم‌ها، جلوگیری از تجزیه ماکرومولکول‌ها، دخالت در حفظ استحکام دیواره سلولی و پاکسازی هیدروکسیل‌های تولیدی تحت تنش در گیاه است. به نظر می‌رسد سیلیکون با افزایش پرولین این تأثیر را شدت می‌بخشد و به افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش کمک می‌کند [۳۸]. افزایش مقدار پرولین در تیمار سیلیکون در شرایط تنش خشکی و عدم تنش را سایر پژوهشگران نیز گزارش کرده‌اند [۱۵، ۳].

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، می‌توان اظهار کرد که محلول‌پاشی سیلیکون موجب بهبود صفات اندازه‌گیری‌شده، تحت شرایط تنش خشکی شد. از این رو، افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و متابولیت‌ها، به‌ویژه قندهای محلول برگ، پرولین و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها (کاهش نشت الکترولیتی) در اثر محلول‌پاشی سیلیکون، می‌تواند تأثیر مثبتی بر سازوکارهای تحمل به خشکی و افزایش عملکرد داشته باشد، به طوری که در شرایط تنش ملایم، محلول‌پاشی ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون توانست عملکرد دانه و اسانس را ۵۰ و ۳۸ درصد و در شرایط تنش شدید خشکی ۶۳ و ۶۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد. همچنین با توجه به اینکه رازیانه، گیاه دارویی بوده و افزایش عملکرد اسانس آن بیشتر از سایر مؤلفه‌ها مدنظر است، اعمال تنش ملایم خشکی در این گیاه مطلوب است، زیرا تنش ملایم نه تنها عملکرد و محتوای اسانس را در این گیاه افزایش داد، بلکه تأثیر کاهشی چندانی بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی رازیانه نداشت.

می‌تواند سبب کاهش پتانسیل اسمزی سلول شوند و به این ترتیب، در سازوکار تحمل به خشکی نقش مهمی داشته باشند [۴۵]. محلول‌پاشی گیاهان با سیلیکون در شرایط تنش خشکی موجب افزایش مقدار قندها در مقایسه با عدم کاربرد سیلیکون شد. بیشترین مقدار قندهای محلول (۲/۹۹ میلی‌گرم در گرم بافت خشک) از تیمار ۷/۵ میلی‌مولار سیلیکون همراه با تنش شدید (آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) حاصل شد و کمترین مقدار (۱/۹ میلی‌گرم در گرم بافت خشک) از تیمار ۲/۵ میلی‌مولار سیلیکون همراه با آبیاری شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) به دست آمد (جدول ۶). سیلیکون با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، کاهش تنش اکسیداتیو و حفاظت از غشاهای کلروپلاستی و سلولی و حفاظت از ماکرومولکول‌هایی، نظیر پروتئین‌ها، موجب افزایش مقدار قندهای موجود در گیاهان می‌شود؛ قندها علاوه بر نقش‌های اصلی خود، در تنظیم اسمزی نیز به گیاهان کمک می‌کنند [۴۰، ۴۱]. در آزمایشی بر روی گیاه گاوزبان ایرانی، کاربرد سیلیکون در شرایط تنش، مقدار قندهای محلول را به طور معناداری نسبت به شاهد افزایش داد [۸].

۱۱.۳. مقدار پرولین

اثرهای ساده تنش خشکی و محلول‌پاشی سیلیکون در سطح احتمال ۱ درصد و اثرهای متقابل دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار پرولین معنادار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرهای متقابل دو عامل نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی مقدار پرولین در گیاه افزایش یافت. همچنین تیمار گیاهان با سیلیکون در شرایط تنش خشکی سبب افزایش معنادار مقدار پرولین نسبت به شاهد شد. بیشترین و کمترین مقدار پرولین به ترتیب در تیمارهای تنش شدید (آبیاری در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) همراه با محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار سیلیکون برابر با ۲/۳۳ میلی‌گرم

منابع

۱. ترابی ف، مجدها، انتشاری ش و آیریان س (۱۳۹۲) بررسی تأثیر سیلیکون بر برخی پارامترهای آناتومیکی و فیزیولوژیکی گیاه گاوزبان دارویی (*Borago officinalis* L. در شرایط هیدروپونیک. سلول و بافت. ۴(۳): ۲۸۵-۲۷۵.
۲. جمشیدی ا، قلاوند ا، سفیدکن ف و محمدی گل تپه ا (۱۳۹۱) تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر صفات کمی گیاه دارویی رازیانه در رژیم‌های مختلف آبیاری. زراعت (پژوهش و سازندگی). ۹۷: ۴۷-۵۴.
۳. حداد ر و مشیری ز (۱۳۸۹) تأثیر سیلیکون در افزایش تحمل به خشکی در مرحله دوبرگی جو. ژنتیک نوین. ۵(۴): ۴۷-۵۸.
۴. حسینی س و فرح‌بخش ح (۱۳۹۳) مطالعه اثر سیلیکون در بهبود تحمل به شوری ژنوتیپ‌های مختلف سورگوم دانه‌ای. سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات. ۶-۴ شهریور.
۵. خوشگفتارمنش ا ح (۱۳۸۶) مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۷۴ ص.
۶. درزی م ت و حاج سیدهادی م ر (۱۳۸۱) بررسی مسایل زراعی و اکولوژی دو گیاه بابونه و رازیانه. زیتون. ۱۵۲: ۴۹-۴۳.
۷. دوازده‌امامی س و مجنون حسینی ن (۱۳۸۷) زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۰۰ ص.
۸. سعادت‌مند م و انتشاری ش (۱۳۹۱) اثر طول زمان پیش‌تیمار با سیلیکون بر تحمل شوری در گیاه گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & C.A. Mey). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۳(۱۲): ۴۵-۵۷.
۹. طالع احمد س و حداد ر (۱۳۸۹) اثر سیلیکون بر فعالیت آنزیم‌های ضد اکسند و محتوای تنظیم‌کننده‌های اسمزی در دو ژنوتیپ گندم نان در شرایط تنش خشکی. به‌زراعی نهال و بذر. ۲۶(۲): ۲۰۷-۲۲۵.
۱۰. موسوی س م، موسوی س غ و ثقه‌الاسلامی م ج (۱۳۹۳) تأثیر تنش کم‌آبی و سطوح نیتروژن بر رشد و عملکرد میوه و اسانس در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۳): ۴۶۲-۴۵۳.
۱۱. مهربیان مقدم ن، آروین م ج، خواجوی نژاد غ و مقصودی ک (۱۳۹۰) اثر سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. به‌زراعی نهال و بذر. ۲۷(۱): ۵۵-۴۱.
12. AL-Aghabary K, Zhujun Z and Qinhu S (2004) Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*. 27: 2101-2115.
13. Amiri J, Entesari Sh, Delavar K, Saadatmand M and Rafie NA (2012) The Effect of Silicon on Cadmium Stress in *Echium amoenum*. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 62: 242-245.
14. Bates LS, Waldren RP and Teare LD (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 39: 205-207.
15. Gagoonani S, Enteshari S, Delavar K and Behyar M (2011) Interactive effects of silicon and aluminum on the malondialdehyde (MDA), proline, protein and phenolic compounds in *Borago officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 24: 5818-5827.

16. Ghanbari AA, Shakiba MR, Toorchi M and Choukan R (2013) Morpho-Physiological response of common bean leaf to water deficit stress. *European Journal of Experimental Biology*. 3: 487-492.
17. Gong HZ, Chen K, Wans S and Zhang C (2005) Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*. 169: 313-321.
18. Hamed KB, Castagna A, Salem E, Ranieri A and Abdelly C (2007) Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. *Plant Growth Regulation*. 3: 185-194.
19. He F, Mu L, Yan GL, Liang N, Pan Q, Wang J, Reeves M and Duan C (2010) Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*. 15: 9057-9091.
20. Irrigoyen JH, Emerich DW and Sanchez Diaz M (1992) Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plant. *Physiological Plantarum*. 84: 55-60.
21. Jaleel CA, Gopi R, Manivannan P, Gomathinayagam M, Sridharan R and Panneerselvam R (2008) Antioxidant potential and indole alkaloid profile variations with water deficits along different parts of two varieties of *Catharanthus roseus*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 62: 312-318.
22. Kamenidou S and Cavins TJ (2008) Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse- reduced ornamental sunflowers. *Horticultural Science*. 46: 236-239.
23. Li QF, Ma CC and Shang QL (2007) Effects of silicon on photosynthesis and antioxidative enzymes of maize under drought stress. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 18: 531-536.
24. Liang YC, Zhang WH, Chen Q, Liu YL and Ding RX (2006) Effect of exogenous silicon (Si) on H⁺-ATPase activity, phospholipids and fluidity of plasma membrane in leaves of salt stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 57: 212-219.
25. Liang Y, Sun W, Zhu Y and Christie P (2007) Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants- a review. *Environmental Pollution*. 147: 422-428.
26. Lichtenthaler HK (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. 148: 350-382.
27. Loggini B, Scartazza A, Brugnoli E and Navari F (1999) Antioxidative defense system pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to Drought. *Plant Physiology*. 119: 1091-1100.
28. Ma JF and Yamaji N (2006) Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Plant Science*. 11: 392-397.
29. Miyashita K, Tanakamaru S, Maitani T and Kimura K (2005) Recovery responses of photosynthesis, transpiration and stomata conductance in kidney bean following drought stress. *Environmental and Experimental Botany*. 53: 205-214.
30. Mohamed MAH and Abdu M (2004) Growth and oil production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): effect of irrigation and organic fertilization. *Biological Agriculture and Horticulture*. 22: 31- 39.
31. Munns R (1993) Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ*. 16: 15-24.
32. Na L and Jiashu C (2001) Effects of silicon on earliness and photosynthetic characteristics of melon. *Acta Horticultural Sinica*. 28: 421-424.

33. Nabati J, Kafi M, Masoumi A and Mehrjerdi M (2013) Effect of salinity and silicon application on photosynthetic characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). International Journal of Agricultural Sciences. 3: 483-492.
34. Olle M and Bender I (2010) The content of oils in umbelliferous crops and its formation. Agronomy Research. 8: 687-696.
35. Osman YAH (2009) Comparative study of some agricultural treatments effects on plant growth, yield and chemical constituents of some fennel varieties under Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 5(4): 541-554.
36. Rezaei Nejad A (2011) Productivity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) as affected by irrigation levels and row spacing. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(3): 151-157.
37. Samuels AL, Glass ADM, Ehret MD and Menzies JG (1993) The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: Changes in surface characteristics. Annals of Botany. 72: 433-440.
38. Schobert B and Tschesche H (1978) Unusual solution properties of proline and its interaction with proteins. Biochim Biophys Acta. 549: 270-277.
39. Shen X, Zhou Y, Duan L, Li Z, Eneji AE and Li J (2010) Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean antioxidative systems in two cottons. General and Applied Plant Physiology. 33: 221-234.
40. Silva ON, Lobato AK, Avila FW, Costa L, Oliveira F, Santos BG, Martins AP, Lemos R, Pinho J, Medeiros MB, Cardoso M and Andrade IP (2012) silicon-induced increase in chlorophyll is modulated by the leaf water potential in two water-deficient tomato cultivars. Plant Soil and Environment. 58: 481-486.
41. Verma S and Dubey RS (2001) Effect of cadmium on soluble sugars and enzymes of their metabolism in rice. Biologia Plantarum. 1: 117-123.
42. Wanger GJ (1979) Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology. 64: 88-93.
43. Yan GF, Jia CG, Li Z, Sun B, Zhang LP, Liu N and Wang QM (2012) Effect of brassinosteroids on drought resistance and abscisic acid concentration in tomato under water stress. Scientia Horticulturae. 126: 103-108.
44. Yong Y, Tai S and Bao X (2007) Effects of silicon on photosynthesis and antioxidative enzymes of maize under drought stress. Plant Science. 18: 531-536.
45. Zadehbagheri M, Kamelmanesh MM, Javanmardi S and Sharafzadeh S (2012) Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of Agriculture Research. 7: 5661-5670.
46. Zhu Z, Wei G, Li J, Qian Q and Yu J (2004) Silicon alleviates salt stress and increase antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber. Journal of Plant Science. 167: 527-533.



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۶۲-۱۰۴۹

بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا

ابوالفضل فرجی^{۱*}

۱. دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر سرعت نمو مراحل مختلف رویشی و زایشی کلزا، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد، در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ اجرا شد. با تأخیر در کاشت، طول دوره رویشی و زایشی به طور خطی کاهش یافت. رابطه بین میانگین دما با طول دوره نمو، برای دوره کاشت تا سبز شدن و سبز شدن تا شروع غنچه‌دهی توانی منفی، شروع غنچه‌دهی تا شروع گلدهی و شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه درجه ۲ و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک خطی منفی بود. کاهش طول دوره پر شدن دانه با افزایش دما در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' به طور شایان توجهی بیشتر از رقم 'آرجی اس ۲۰۰۳' بود که نشان‌دهنده واکنش بیشتر نمو هیبرید 'هایولا ۴۰۱' نسبت به دما بود. بین میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی با درجه روز رشد تجمعی طی این مرحله رابطه خطی مثبت وجود داشت که به ترتیب ۶۸ و ۷۴ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۲۰۰۳' را توجیه کرد و نشان‌دهنده تأثیر مثبت فتوپریود بر نمو کلزا از سبز شدن تا شروع گلدهی بود. نمو کلزا از سبز شدن تا شروع گلدهی تحت تأثیر فتوپریود و دما و از شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت تأثیر دما بود.

کلیدواژه‌ها: تاریخ کاشت، درجه روز رشد، رقم، کانولا، گنبد.

۱. مقدمه

کلزا^۱ گیاه نواحی خنک و معتدل [۸، ۹]، با دمای مناسب طی دوره گلدهی ۲۰ درجه سانتی‌گراد [۱۸] و آستانه دمای تنش‌زا بین ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد است [۲۳، ۴]. وقوع دماهای بالا و پایین می‌تواند اثرهای مضر بر نمو کلزا داشته باشد. دماهای بالا نمو گیاه را سرعت می‌بخشد، طول دوره رشد را کاهش می‌دهد و پتانسیل عملکرد را کم می‌کند [۲۵، ۱۴]. دمای بالا طی گلدهی طول دوره آزادسازی و بقای دانه گرده و زمان دریافت دانه گرده توسط گل را کوتاه می‌کند. بنابراین توانایی گیاه برای تطبیق مراحل حساس نمو با شرایط عدم تنش در طی فصل رشد می‌تواند سبب فرار گیاه از تنش‌های محیطی طی فصل رشد شود [۲۹]. تاریخ کاشت یک ابزار مدیریتی مهم در به حداقل رساندن جنبه‌های منفی دمای بالا و تنش رطوبت در طی گلدهی و پر شدن دانه کلزا است و تأخیر در کاشت می‌تواند سبب کاهش عملکرد دانه شود [۲۰].

واکنش نمو گیاهان حساس به فتوپریود در طول روز معینی آغاز می‌شود و در طول روز معینی به حداکثر می‌رسد [۵]. در دامنه بین این دو طول روز، تغییر طول روز بر نمو گیاه مؤثر است و سبب تسریع (گیاهان روزبلند نظیر گندم و کلزا) یا تأخیر آن (گیاهان روزکوتاه مانند سویا و آفتابگردان) می‌شود [۲]. در بیشتر گونه‌های گیاهی مانند گندم [۱۹] و جو [۲۲] دوره بین سبز شدن تا شروع گلدهی علاوه بر دما تحت تأثیر فتوپریود نیز قرار می‌گیرد. در کلزای تیپ زمستانه، دوره بین سبز شدن تا شروع گلدهی، دما، فتوپریود و بهاره‌سازی عوامل مؤثر بر نمو کلزا هستند [۱۵]، در حالی که نمو کلزا از گلدهی تا رسیدگی تنها تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد. به‌ازای هر روز تأخیر در کاشت کلزا از ۱۳ اکتبر، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی ۰/۶۲ روز کاهش یافت [۲۴]. با کاهش دما از

۲۴ به ۲ درجه سانتی‌گراد، درجه روز رشد تجمعی از سبز شدن تا ظهور غنچه کاهش یافت. مقدار درجه روز رشد تجمعی از سبز شدن تا ظهور غنچه‌های گل، معادل ۳۵۰ درجه روز بود که در ارقام مختلف به ازای هر درجه کاهش دما، میزان کاهش آن بین ۲۲ تا ۴۱ درجه روز متفاوت بود.

درک واکنش نمو ارقام کلزا به شرایط محیطی مختلف به‌منظور مدلسازی نمو آنها ضروری است. اگرچه گزارش‌هایی مبنی بر واکنش متفاوت نمو ارقام کلزا نسبت به شرایط محیطی وجود دارد، انتظار بر این است که ارقام سازگار به یک شرایط خاص دارای واکنش مشابهی به عوامل محیطی متفاوت باشند [۱۳، ۱۲] و بتوان از مدل‌های ارائه‌شده در زمینه واکنش نمو یک رقم به شرایط محیطی برای ارقام مشابه نیز استفاده کرد [۱۵]. بنابراین در انتخاب رقم مناسب هر منطقه، تطابق فنولوژی و مراحل حساس نمو با شرایط آب‌وهوایی مناسب مهم است.

تاکنون اثر دما (درجه روز رشد) و فتوپریود بر سرعت نمو و طول دوره مراحل مختلف رویشی و زایشی ارقام جدید کلزا بررسی نشده یا اطلاعات اندکی در این مورد در دسترس است، بنابراین در قالب بخشی از یک تحقیق دوساله، تأثیر دما، تاریخ کاشت و فتوپریود بر سرعت نمو دو رقم 'هایولا ۴۰۱' و 'آرجی اس ۰۰۳' کلزا بررسی شد و روابط بین تأخیر در کاشت، دما و فتوپریود با روز تا مراحل نمو و سرعت نمو این ارقام ترسیم شد.

۲. مواد و روش‌ها

اثر تاریخ کاشت، دما، درجه روز رشد^۲ و فتوپریود بر سرعت نمو مراحل مختلف رویشی و زایشی دو رقم کلزا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد، در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ بررسی شد. بر طبق تقسیم‌بندی

2. Thermal time (TT)

1. Brassica napus L.

بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا

آب‌وهوایی کوپن، منطقه گنبد دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک است. برای گیاهانی نظیر کلزا، به‌خصوص در کشت دیر، وقوع تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه آزمایش امری متداول است. میانگین بارندگی سالانه ایستگاه گنبد ۴۵۴ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین تبخیر سالانه ۱۱۵۷ میلی‌متر است. آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد طی دو سال آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد طی دو سال آزمایش

ماه	مجموع ساعات آفتابی (h)	بارندگی (mm)	میانگین دما (°C)	میانگین دمای حداکثر (°C)	میانگین دمای حداقل (°C)
۱۳۸۴-۸۵					
آبان	۱۷۹	۱۲۰/۲	۱۵/۱	۲۱/۲	۹/۲
آذر	۱۴۷	۲۲/۰	۱۲/۹	۱۸/۷	۷/۱
دی	۱۶۲	۵۹/۹	۶/۳	۱۱/۲	۱/۳
بهمن	۱۳۵	۵۵/۴	۸/۶	۱۳/۹	۳/۳
اسفند	۱۹۱	۱۵/۶	۱۲/۴	۱۹/۲	۵/۶
فروردین	۱۶۸	۴۸/۹	۱۵/۶	۲۱/۴	۹/۸
اردیبهشت	۱۵۲	۳۳/۵	۲۰/۳	۲۵/۸	۱۴/۷
خرداد	۳۱۴	۶/۹	۲۷/۶	۳۶/۳	۱۹/۰
۱۳۸۵-۸۶					
آبان	۱۸۲	۵۴/۶	۱۸/۱	۲۴/۳	۱۲/۰
آذر	۱۲۳	۶۳/۵	۸/۵	۱۲/۷	۴/۳
دی	۱۶۸	۴۱/۴	۷/۹	۱۲/۹	۲/۹
بهمن	۱۶۱	۳۵/۸	۱۱/۱	۱۷/۱	۵/۱
اسفند	۱۷۲	۹۵/۸	۹/۶	۱۵/۹	۳/۳
فروردین	۱۰۴	۹۳/۴	۱۳/۴	۱۸/۱	۸/۸
اردیبهشت	۱۷۸	۴۰/۱	۱۸/۳	۲۳/۹	۱۲/۸
خرداد	۳۱۰	۸/۰	۲۷/۱	۳۵/۳	۱۸/۹

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم انجام گرفت. پنج تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در کرت‌های اصلی و دو رقم 'هایولا ۴۰۱' و 'آرجی اس ۲۰۰۳' در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طی سال‌های اخیر، این دو رقم بیشترین سطح زیرکشت کلزا در منطقه و همچنین نواحی با اقلیم مشابه در کشور را پوشش دادند [۴]. انتخاب دامنه وسیع برای تاریخ‌های کاشت به‌منظور ایجاد شرایط آب‌وهوایی متفاوت طی دوره‌های نموی مختلف

کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طی سال‌های اخیر، این دو رقم بیشترین سطح زیرکشت کلزا در منطقه و همچنین نواحی با اقلیم مشابه در کشور را پوشش دادند [۴]. انتخاب دامنه وسیع برای تاریخ‌های کاشت به‌منظور ایجاد شرایط آب‌وهوایی متفاوت طی دوره‌های نموی مختلف

$$TT = \frac{T_{\min} + T_{\max}}{2} - T_b \quad (1)$$

در این رابطه، T_{\min} دمای حداقل روزانه، T_{\max} دمای حداکثر روزانه، T_b دمای پایه برای نمو کلزا و TT درجه روز رشد هستند.

طول روز با استفاده از نرم افزار TTDLC محاسبه شد. در این تحقیق، دمای پایه و سقف برای نمو کلزا به ترتیب صفر و ۲۵ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد [۲۲، ۱۵، ۶، ۳]. برای تأمین آب مورد نیاز گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی، مقدار رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه برای قطعه کاشت قبلاً تعیین شد و در طول اجرای طرح کمبود آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک به حالت ظرفیت مزرعه محاسبه شد و در شروع ساقه دهی، شروع گلدهی و شروع پرشدن دانه به کرت های آزمایشی داده شد [۳۱]. رسم نمودارهای روابط بین تاریخ کاشت، دما، فتوپریود با نمو کلزا با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS [۲۶] و اکسل صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

میزان درجه روز رشد تجمعی در مراحل مختلف نمو کلزا طی دو سال آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. با تأخیر در کاشت تا تاریخ کاشت چهارم، درجه روز رشد کاهش یافت، ولی این روند در تاریخ کاشت پنجم به طور کامل صادق نبود.

در هر دو سال، با تأخیر در کاشت تا ۱۵ بهمن، درجه روز رشد کاهش یافت و سپس در تاریخ کاشت ۱۵ بهمن افزایش نسبی پیدا کرد. درجه روز رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی در تاریخ کاشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم در سال ۸۵-۱۳۸۴ به ترتیب ۱۹۹۷، ۱۷۸۸، ۱۷۲۹، ۱۵۸۶ و ۱۶۸۲ درجه و در سال ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۲۰۷۰، ۱۹۰۰، ۱۷۵۰، ۱۶۴۸ و ۱۶۸۲ درجه بود.

گیاه تحت شرایط مزرعه بود. به غیر از تاریخ کاشت اول سال اول آزمایش که به دلیل شرایط جوی نامناسب کاشت گیاه با سه روز تأخیر صورت گرفت، قبل از کاشت بارندگی مناسب انجام گرفت و کاشت گیاه در تاریخ های معین صورت گرفت. هر کرت شامل ۸ خط کاشت به طول ۵ متر و با تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع بود [۴، ۱]. فاصله بین تکرارها ۳ متر، فاصله بین کرت های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد.

قبل از کاشت گیاه، نمونه های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر از سطح خاک تهیه و تجزیه شد. بافت خاک محل اجرای آزمایش سیلتی لوم، اسیدیته ۸/۱، هدایت الکتریکی ۰/۷۳ دسی زیمنس بر متر بود. مقدار فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب ۹/۵ و ۶۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم و مقدار نیتروژن کل، مواد خنثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۰/۱۲، ۲۰ و ۱/۲ درصد بود. براساس نتایج تجزیه خاک، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به ترتیب از منابع کودی سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. کود نیتروژن لازم به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع کود اوره)، یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه دهی و یک سوم در مرحله شروع گلدهی به زمین داده شد. در طی فصل رشد و در صورت نیاز عملیات وجین علف های هرز به صورت دستی توسط کارگر صورت گرفت. واکاری و تنک کردن بوته های مازاد در مرحله دو تا چهاربرگی انجام گرفت.

تعداد روز تا یک مرحله نمو معین براساس تعداد روز از سبز شدن تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله معین برسند، محاسبه شد [۱۶]. درجه روز رشد تا هر مرحله نمو براساس رابطه ۱ محاسبه شد [۲، ۳]:

به زراعی کشاورزی

بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا

جدول ۲. درجه روز رشد تجمعی طی مراحل مختلف رشد در دو رقم مورد مطالعه

هایولا ۴۰۱		آرجی اس ۰۰۳									
کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد		کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد		کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد		کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد		کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد		کاشت تا سبز شدن گلدهی تا پر شدن دانه کل فصل رشد	
سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد		سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد		سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد		سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد		سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد		سبز شدن تا گلدهی پر شدن دانه تا رسیدگی رشد	
تاریخ کاشت		تاریخ کاشت		تاریخ کاشت		تاریخ کاشت		تاریخ کاشت		تاریخ کاشت	
۱۳۸۴-۸۵											
۱۸ آبان	۱۶۴	۹۶۴	۲۷۱	۵۹۸	۱۹۹۷	۱۶۴	۹۷۸	۳۵۷	۵۷۱	۲۰۷۰	۱۸ آبان
۱۵ آذر	۱۷۷	۷۸۱	۳۰۱	۵۲۹	۱۷۸۸	۱۷۷	۸۰۳	۳۳۶	۵۸۳	۱۹۰۰	۱۵ آذر
۱۵ دی	۱۴۶	۶۵۶	۳۰۸	۶۲۰	۱۷۲۹	۱۵۳	۷۲۲	۲۸۵	۵۹۰	۱۷۵۰	۱۵ دی
۱۵ بهمن	۱۲۱	۶۵۷	۲۳۰	۵۷۹	۱۵۸۶	۱۲۱	۷۸۷	۱۵۶	۵۸۵	۱۶۴۸	۱۵ بهمن
۱۵ اسفند	۱۵۶	۷۰۸	۳۷۸	۴۳۹	۱۶۸۲	۱۵۶	۷۲۶	۳۸۰	۴۲۰	۱۶۸۲	۱۵ اسفند
۱۳۸۵-۸۶											
۱۵ آبان	۱۷۴	۹۵۹	۲۷۶	۷۲۰	۲۱۲۹	۱۷۴	۹۸۵	۲۸۲	۷۲۹	۲۱۷۰	۱۵ آبان
۱۵ آذر	۱۲۳	۸۹۶	۲۱۹	۶۷۳	۱۹۱۱	۱۳۳	۸۹۶	۲۷۵	۶۵۳	۱۹۵۷	۱۵ آذر
۱۵ دی	۱۵۲	۷۴۸	۲۳۲	۶۱۸	۱۷۵۰	۱۵۲	۷۸۹	۲۸۷	۵۴۲	۱۷۶۹	۱۵ دی
۱۵ بهمن	۱۲۲	۷۱۱	۲۰۹	۶۰۵	۱۶۴۸	۱۳۲	۷۳۲	۲۵۳	۵۵۳	۱۶۷۰	۱۵ بهمن
۱۵ اسفند	۱۳۸	۶۳۹	۲۲۷	۸۵۷	۱۸۶۱	۱۴۸	۶۸۳	۲۰۸	۸۴۵	۱۸۸۴	۱۵ اسفند

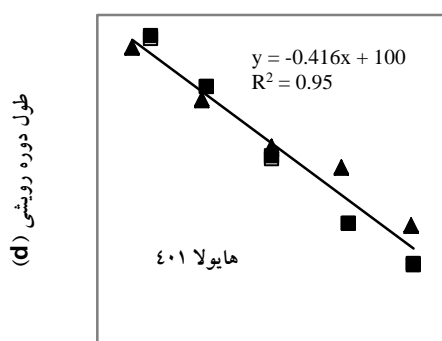
۱.۳. رابطه تاریخ کاشت با فنولوژی

در هر دو رقم مورد مطالعه، با تأخیر در کاشت از ۱۵ آبان، طول دوره‌های نمودی رویشی (روز از کاشت تا شروع غنچه‌دهی) و زایشی (روز از غنچه‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک) کلزا به‌طور خطی کاهش یافت (شکل ۱). بین میزان تأخیر در کاشت از ۱۵ آبان با طول دوره رویشی رابطه خطی منفی و قوی وجود داشت که به‌ترتیب ۹۵ و ۹۶ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد. شیب خط رگرسیون در هر دو رقم مشابه و حدود ۰/۴۱- و ۰/۴۲- روز به‌ازای هر روز تأخیر در کاشت از ۱۵ آبان بود (شکل ۱). این رابطه منفی بین تأخیر در کاشت از ۱۵ آبان با طول دوره زایشی نیز وجود داشت، ولی شیب خط رگرسیون

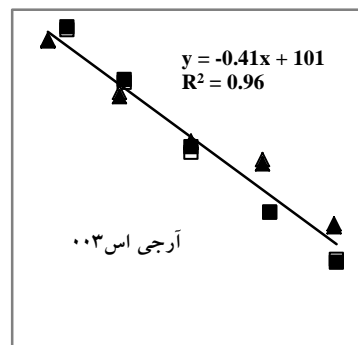
نسبت به دوره رویشی کمتر بود. رابطه منفی بین تأخیر در کاشت از ۱۵ آبان با طول دوره زایشی به‌ترتیب ۷۲ و ۷۸ درصد از تغییرات در هیبرید هایولا ۴۰۱ و رقم آرجی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۱). کاهش طول دوره زایشی با تأخیر در کاشت، در دو رقم هایولا ۴۰۱ و آرجی اس ۰۰۳ تقریباً مشابه و به‌ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۲۸ روز بود. بنابراین همان‌طور که در نتایج تحقیقات ارائه داده شده است [۲۱، ۱۷، ۱]، در این مطالعه با تأخیر در کاشت تعداد روز تا گلدهی و طول دوره بعد از گرده‌افشانی کاهش یافت. عملکرد کلزا اغلب به‌وسیله تنش خشکی و حرارت محدود می‌شود [۲۷، ۱۱]. کشت زودتر ممکن است سبب فرار گیاه از تنش خشکی و حرارت در مراحل بحرانی رشد گیاه شود.

به‌زراعی کشاورزی

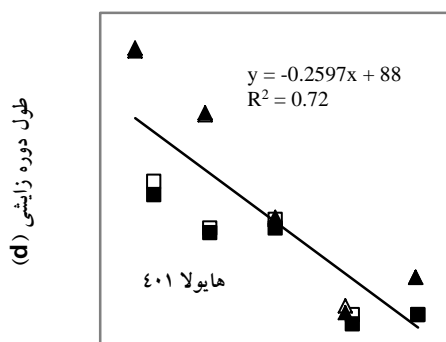
ابوالفضل فرجی



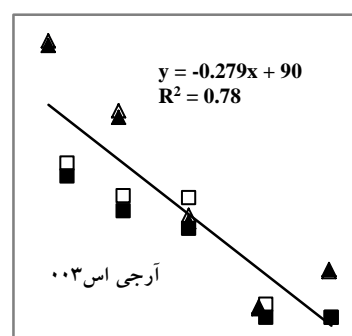
تاریخ کاشت، روز از اول آبان (d)



تاریخ کاشت، روز از اول آبان (d)



تاریخ کاشت، روز از اول آبان (d)



تاریخ کاشت، روز از اول آبان (d)

شکل ۱. رابطه بین تاریخ کاشت با طول دوره‌های رویشی و زایشی

دوره مراحل مختلف نموی معنادار بود. با تأخیر در کاشت میزان درجه روز رشد مورد نیاز برای تکمیل دوره زندگی گیاه کاهش یافت.

۲.۳. رابطه دما با فنولوژی و سرعت نمو

رابطه بین میانگین دما با طول دوره نمو، برای مرحله کاشت تا سبز شدن و سبز شدن تا غنچه‌دهی توانی منفی، غنچه‌دهی تا شروع گلدهی و شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه درجه ۲ و شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی خطی منفی بود (شکل‌های ۲، ۳، و ۴). بین میانگین دما طی دوره سبز شدن با طول دوره سبز شدن

تأخیر در تاریخ کاشت سبب کوتاه شدن طول دوره کاشت تا شروع شروع گلدهی شده که به دلیل کاهش پتانسیل تولید و پر شدن دانه‌ها سبب کاهش عملکرد دانه شد. میانگین عملکرد دانه در تاریخ‌های کشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم برای سال اول آزمایش به ترتیب ۳۷۸۰، ۳۱۰۶، ۲۴۶۰، ۱۷۲۴ و ۵۸۲ کیلوگرم در هکتار و برای سال دوم به ترتیب ۳۵۴۳، ۲۸۹۶، ۲۳۶۲، ۱۵۸۸ و ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. در گندم، طول دوره زندگی گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت، مکان و سال قرار گرفت [۱۹]. همچنین طول دوره مراحل مختلف نموی بین ارقام مختلف، متفاوت و اثر متقابل تاریخ کاشت × سال بر طول

به زراعی کشاورزی

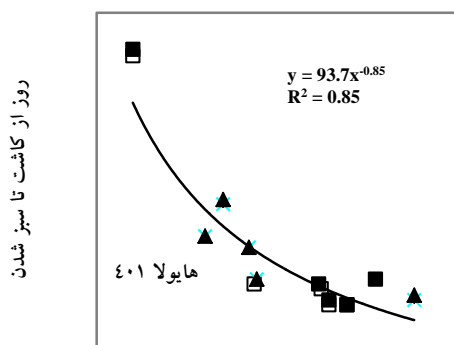
دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۵۴

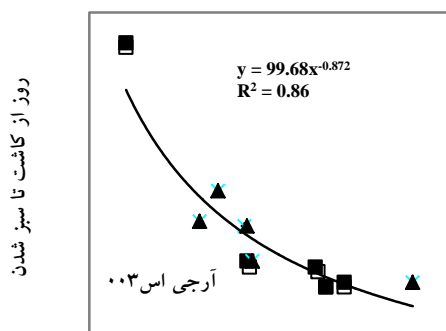
بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا

۸۰ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۲). شیب کاهش سرعت مانند مرحله قبل در ابتدا زیاد و سپس کم شد. در واقع در محدوده دماهای بین ۹-۱۸ درجه سانتی‌گراد، واکنش سرعت نمو نسبت به دما در ابتدا زیاد بود و پس از رسیدن دما به حدود ۱۴ درجه سانتی‌گراد واکنش سرعت نمو کاهش یافت. شیب واکنش توانی تعداد روز از سبز شدن تا شروع غنچه‌دهی با میانگین دما طی این دوره در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' بیشتر از رقم 'آرجی اس ۰۰۳' بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر هیبرید 'هایولا ۴۰۱' به افزایش میانگین دما نسبت به رقم 'آرجی اس ۰۰۳' بود (شکل ۲).

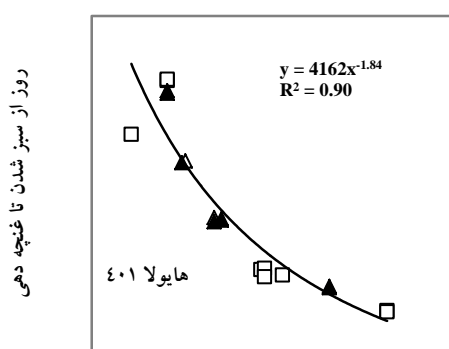
رابطه توانی منفی وجود داشت که به ترتیب ۸۵ و ۸۶ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۲). شیب تغییرات کاهش تعداد روز تا سبز شدن با افزایش دما (شیب خط رگرسیون) در دو رقم مورد مطالعه به‌طور تقریبی مشابه بود. در هر دو رقم، سرعت کاهش تعداد روز تا سبز شدن در دماهای بین ۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد زیاد بود و سپس با افزایش دما به بالاتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. رابطه بین میانگین دما طی دوره سبز شدن تا شروع غنچه‌دهی (شروع دوره زایشی) با طول این دوره تقریباً مشابه مرحله قبل بود. این رابطه توانی منفی به ترتیب ۹۰ و



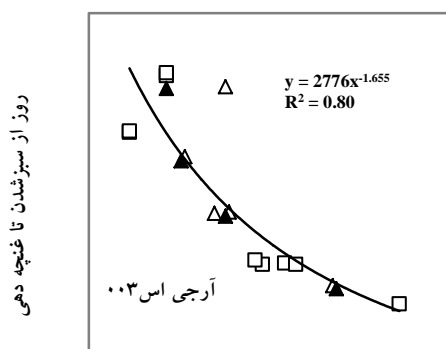
میانگین دما (°C)



میانگین دما (°C)



میانگین دما (°C)

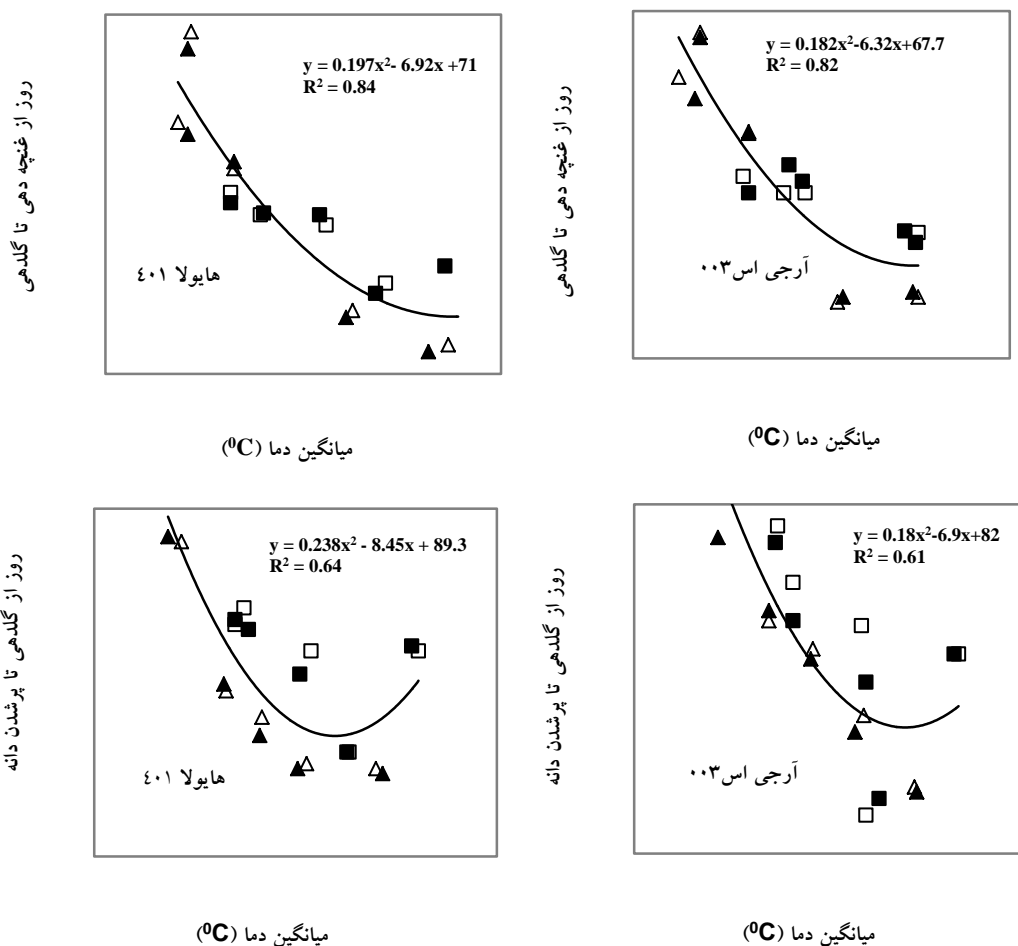


میانگین دما (°C)

شکل ۲. رابطه بین میانگین دما از کاشت تا سبز شدن و از سبز شدن تا شروع غنچه‌دهی با تعداد روز طی این دوره‌ها

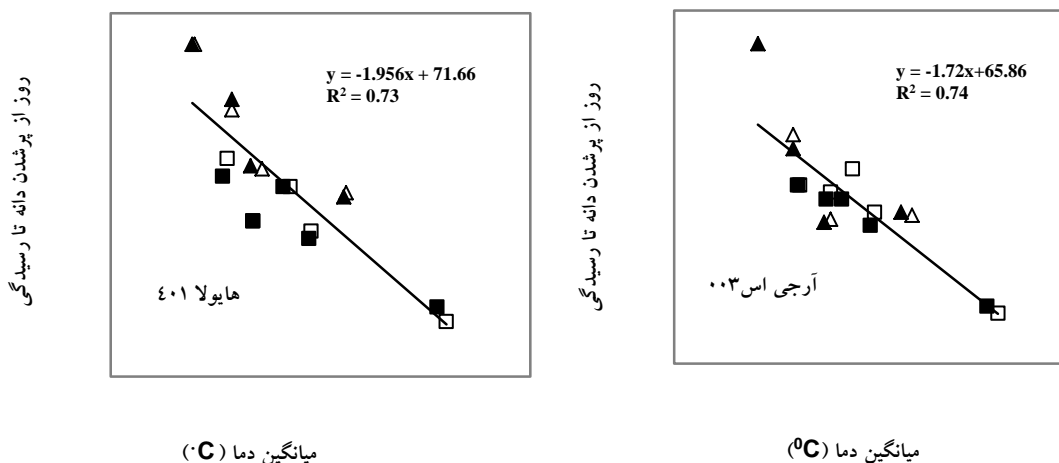
رقم، شیب خط رگرسیون در ابتدا زیاد بود و زمانی که میانگین دمای هوا به حدود ۱۶-۱۵ درجه سانتی‌گراد رسید، روند کاهش تعداد روز از غنچه‌دهی تا گلدهی با افزایش دما متوقف شد. رابطه منفی بین تعداد روز از شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه با میانگین دما طی این دوره به ترتیب ۶۴ و ۶۱ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۳).

با ادامه فصل رشد و ورود گیاه به مرحله زایشی، شیب واکنش تعداد روز تا یک مرحله خاص با میانگین دما از حالت توانی منفی به درجه ۲ تغییر پیدا کرد (شکل ۳). بین تعداد روز از شروع غنچه‌دهی تا شروع گلدهی با میانگین دما طی این دوره رابطه درجه ۲ قوی وجود داشت که به ترتیب ۸۴ و ۸۲ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۳). شیب کاهش تعداد روز از شروع غنچه‌دهی تا شروع گلدهی با افزایش دما در هر دو رقم تقریباً مشابه بود (شکل ۳). در هر دو



شکل ۳. رابطه بین میانگین دما از شروع غنچه‌دهی تا شروع گلدهی و از شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه با تعداد روز

بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا



شکل ۴. رابطه بین میانگین دما از شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک با تعداد روز

‘هایولا ۴۰۱’ نسبت به افزایش دما بود. شیب کاهش طول دوره پر شدن دانه به ازای هر درجه افزایش میانگین دمای هوا طی این دوره در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ و رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ به ترتیب $-1/96$ و $-1/72$ روز بود (شکل ۴). به عبارت دیگر، به ازای هر درجه افزایش میانگین دمای هوا در طی دوره پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ و رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ به ترتیب $1/96$ و $1/72$ روز کاهش یافت.

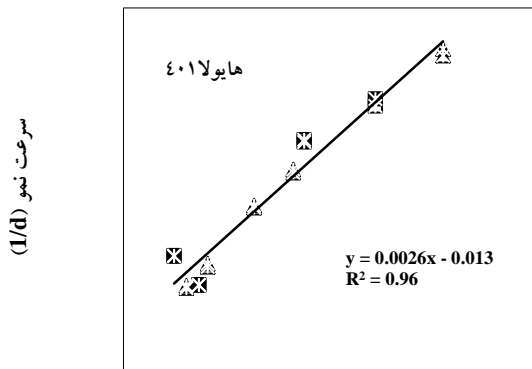
بین میانگین درجه روز رشد روزانه از سبز شدن تا شروع گلدهی و از شروع گلدهی تا رسیدگی با سرعت نمو رابطه خطی مثبت وجود داشت که به خصوص برای مرحله سبز شدن تا شروع گلدهی، این رابطه بسیار قوی بود (شکل ۵). رابطه بین میانگین درجه روز رشد روزانه از سبز شدن تا شروع گلدهی و سرعت نمو طی این دوره به ترتیب ۹۲ و ۹۳ درصد از تغییرات در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ و رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ را توجیه کرد (شکل ۵). همچنین رابطه بین میانگین درجه روز رشد روزانه از شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با سرعت نمو طی این دوره به ترتیب ۶۱ و ۶۳ درصد از تغییرات در هیبرید

در زمینه کاهش تعداد روز با افزایش اولیه میانگین دمای هوا از حدود ۱۰ به ۱۶ درجه سانتی گراد، حساسیت هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ به طور چشمگیری بیشتر از رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ بود. به عبارت دیگر، با افزایش دما تا حدود ۱۶ درجه سانتی گراد، در مقایسه با رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’، تعداد روز از شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ با سرعت بیشتری کاهش یافت و سپس با افزایش بیشتر دما با سرعت بیشتری نیز افزایش پیدا کرد. از این رو هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ در مقایسه با رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ حساسیت بیشتری نسبت به دما در این مرحله از رشد دارد و واکنش سریع تری نشان می دهد.

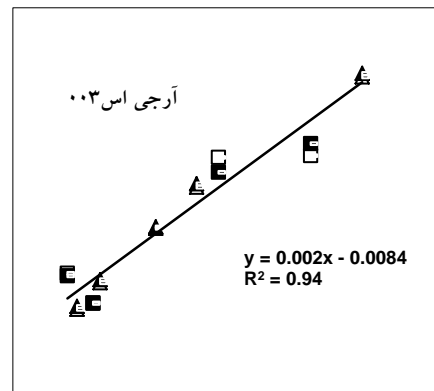
بین میانگین دما طی دوره پر شدن دانه (دوره بین شروع پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک) با طول این دوره رابطه خطی منفی قوی وجود داشت که به ترتیب ۷۳ و ۷۴ درصد از تغییرات در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ و رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ را توجیه کرد (شکل ۴). شیب منفی کاهش طول دوره پر شدن دانه با افزایش دما در هیبرید ‘هایولا ۴۰۱’ به طور چشمگیری بیشتر از رقم ‘آرجی اس ۰۰۳’ بود که نشان دهنده واکنش بیشتر هیبرید

اگرچه تمام مراحل نمو گیاه تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد [۱۰]، حساسیت مراحل مختلف نمو گیاهان به دما متفاوت است [۲۸]. رابطه بین دما با طول دوره کاشت تا سبز شدن و طول دوره پر شدن دانه خطی و در مراحل سبز شدن تا گرده‌افشانی غیرخطی بود [۷]. در مقابل رابطه بین نمو گیاه از سبز شدن تا گرده‌افشانی با دما طی این مرحله با توجه به رقم مورد مطالعه متفاوت بوده و در تعدادی از ارقام منحنی خطی و در تعدادی دیگر خطی بود [۲۸].

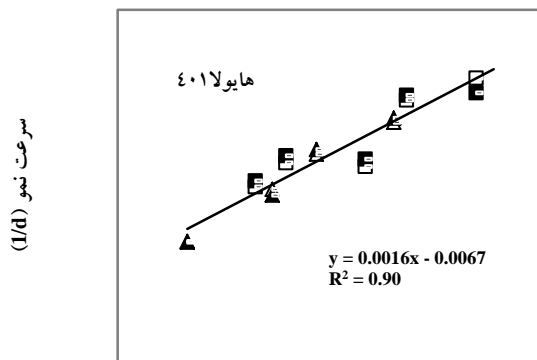
هایولا ۴۰۱ و رقم آرچی اس ۰۰۳ را توجیه کرد (شکل ۵). این روابط مثبت بین میانگین درجه روز رشد طی مراحل مختلف نمو با سرعت نمو گیاه نشان‌دهنده تأثیر مثبت دما بر سرعت نمو کلزا بود که در مطالعات دیگر محققان نیز گزارش شده است [۳۰، ۱۵]. در گندم، مشخص شد که در ارقام مختلف نمی‌توان یک معادله واحد برای رابطه بین دما با سرعت نمو طی مراحل مختلف ارائه کرد [۱۹].



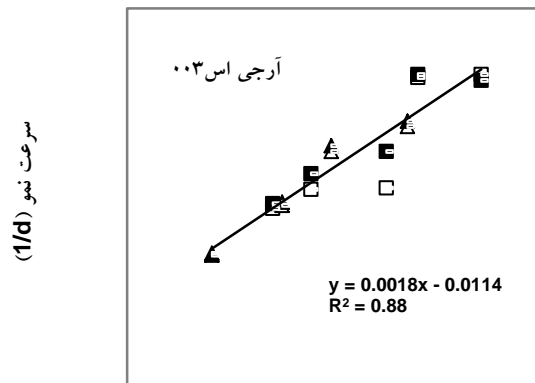
درجه روز رشد از سبز شدن تا شروع گلدهی



درجه روز رشد از سبز شدن تا شروع گلدهی



درجه روز رشد از شروع گلدهی تا رسیدگی



درجه روز رشد از شروع گلدهی تا رسیدگی

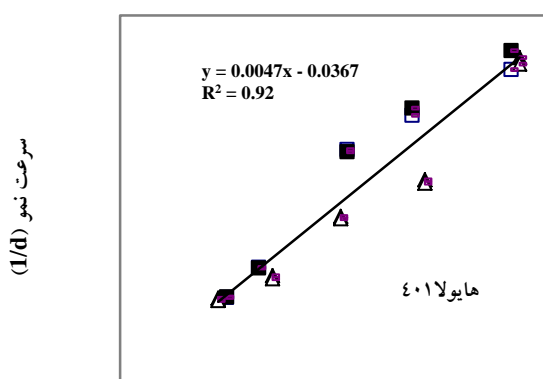
شکل ۵. رابطه بین درجه روز رشد از سبز شدن تا شروع گلدهی و از شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با سرعت نمو

بررسی تأثیر دما و فتوپریود بر مراحل رشد و نمو دو رقم کلزا

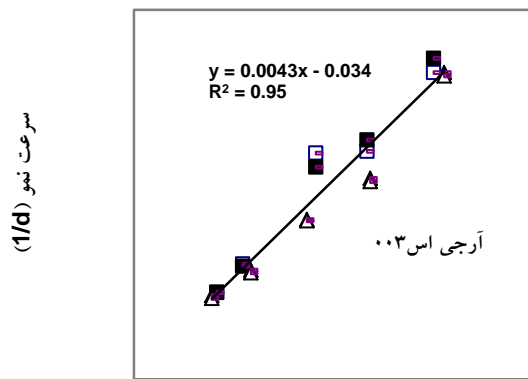
مثبت فتوپریود بر نمو کلزا از سبز شدن تا شروع گلدهی بود. رابطه منفی قوی بین میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی با درجه روز رشد تجمعی طی این دوره نیز مؤید تأثیر مثبت افزایش فتوپریود (بین ۱۰ تا ۱۳ ساعت در روز) در تسریع نمو کلزا بود که به ترتیب ۶۸ و ۷۴ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۷).

۳.۳. رابطه فتوپریود با فنولوژی و سرعت نمو

تعداد روز از سبز شدن تا شروع گلدهی در کلزا، علاوه بر دما، تحت تأثیر فتوپریود (طول روز) قرار می‌گیرد [۱۵، ۳]. بین میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی با سرعت نمو طی این مرحله، رابطه خطی مثبت قوی وجود داشت که به ترتیب ۹۲ و ۹۵ درصد از تغییرات در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' را توجیه کرد (شکل ۶). این رابطه قوی نشان‌دهنده تأثیر

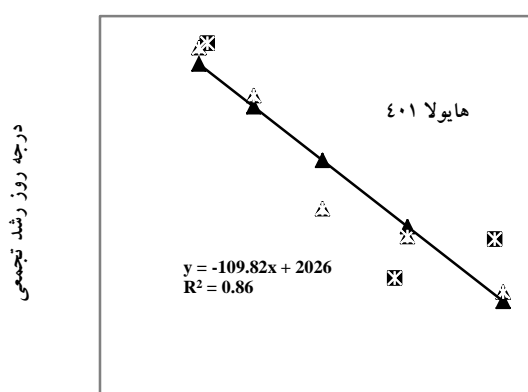


میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی (h)

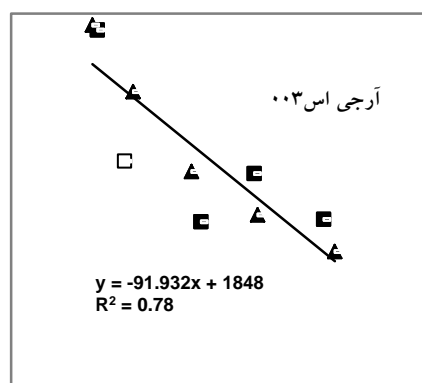


میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی (h)

شکل ۶. رابطه بین میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی با سرعت نمو



میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی (h)



میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی (h)

شکل ۷. رابطه بین میانگین فتوپریود از سبز شدن تا شروع گلدهی و از شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با درجه روز رشد تجمعی

ابوالفضل فرجی

کاهش طول دوره پر شدن دانه با افزایش دما در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' به طور چشمگیری بیشتر از رقم 'آرجی اس ۰۰۳' بود که نشان دهنده واکنش بیشتر نمو هیبرید 'هایولا ۴۰۱' نسبت به دما بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نمو کلزا از سبز شدن تا شروع گلدهی تحت تأثیر فتوپریود و دما و از شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک تنها تحت تأثیر دما بود.

منابع

۱. اسدی م ا و فرجی ا (۱۳۸۸) مبانی کاربردی زراعت دانه‌های روغنی (سویا، پنبه، کلزا و آفتابگردان). نشر علم کشاورزی ایران. ۸۴ ص.
۲. خواجه‌پور م ر (۱۳۸۶) اصول و مبانی زراعت (نگارش دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۸۶ ص.
۳. عزیز م، سلطانی ا و خاوری س (۱۳۷۸) کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ ص.
۴. فرجی ا و محتشم امیری ا (۱۳۹۲) مدیریت تنش‌های محیطی در مزارع کلزا. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۳۷ ص.

۵. فرجی ا، رئیسی س، هزارجریبی ا و مبصر س (۱۳۹۱) گیاهان روغنی. انتشارات نروزی. چاپ اول. ۵۴۲ ص.
6. Adamsen FJ and Coffelt TA (2005) Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. *Industrial Crops Production*. 21: 293-307.
7. Addae PC and Pearson CJ (1992) Thermal requirements for germination and seedling growth of wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43: 585-594.

کاهش درجه روز رشد تجمعی با افزایش فتوپریود در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' بیشتر از رقم 'آرجی اس ۰۰۳' بود که نشان دهنده واکنش بیشتر نمو این هیبرید به افزایش طول روز بود. شیب خط رگرسیون کاهش درجه روز رشد تجمعی از سبز شدن تا شروع گلدهی با افزایش فتوپریود از ۱۰ به ۱۳ ساعت در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' به ترتیب $۹۸/۶-$ و $۸۷/۷-$ درجه روز بود. به عبارت دیگر، به ازای هر ساعت افزایش طول روز بین ۱۰ تا ۱۳ ساعت، درجه روز رشد تجمعی از سبز شدن تا شروع گلدهی در هیبرید 'هایولا ۴۰۱' و رقم 'آرجی اس ۰۰۳' به ترتیب $۹۸/۶$ و $۸۷/۷$ درجه روز کاهش یافت. در مقابل، بین میانگین فتوپریود از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با درجه روز رشد تجمعی طی این دوره رابطه معناداری مشاهده نشد. به عبارت دیگر، افزایش طول روز طی دوره شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک تأثیر معناداری بر سرعت نمو کلزا نداشت که مؤید این است که نمو کلزا طی دوره شروع گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک تنها تحت تأثیر دما بود و تحت تأثیر فتوپریود قرار نگرفت، در حالی که زمان گلدهی به تأثیرات هر دو عامل فتوپریود و دما بستگی داشت.

۴. نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، با تأخیر در کاشت کلزا طول دوره‌های مختلف نمو به طور خطی کاهش یافت. میانگین عملکرد دانه در تاریخ‌های کشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم برای سال اول به ترتیب ۳۷۸۰، ۳۱۰۶، ۲۴۶۰، ۱۷۲۴ و ۵۸۲ کیلوگرم در هکتار و برای سال دوم به ترتیب ۳۵۴۳، ۲۸۹۶، ۲۳۶۲، ۱۵۸۸ و ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار بود. رابطه بین میانگین دما با طول دوره نمو، برای دوره کاشت تا غنچه‌دهی توانی منفی، غنچه‌دهی تا پر شدن دانه درجه ۲ و پر شدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک خطی منفی بود.

به زراعی کشاورزی

8. Angadi SV, McConkey BG, Ulrich D, Cutforth HW, Miller PR, Entz MH, Brandt SA and Volkmar K (1999) Developing viable cropping options for the semiarid prairies. Project Rep. Agric. and Agri-Food Can., Swift Current, SK.
9. Berry PM and Spink JH (2006) A physiological analysis of oilseed rape yields: Past fut. Journal of Agricultural Science. 144: 381-392.
10. Caliskan ME, Caliskan M, Arslan M and Arioglu H (2008) Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. Field Crops Research. 105: 131-140.
11. Chen C, Jackson G, Neill K, Wichman D, Johnson G and Johnson D (2005) Determining the feasibility of early seeding canola in the Northern Great Plains. Agronomy Journal. 97: 1252-1262.
12. Faraji A (2012) Oil concentration in canola (*Brassica napus* L.), as a function of environmental conditions during seed filling period. International Journal of Plant Production. 2: 267-277.
13. Faraji A, Latifi N, Soltani A and Shirani Rad AH (2009) Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agricultural Water Management. 96: 132-140.
14. Gan Y, Angadi SV, Cutforth H, Potts D, Angadi VV and McDonald CL (2004) Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science. 84: 697-704.
15. Habekotte B (1997) Evaluation of seed yield determining factors of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by means of crop growth modeling. Field Crops Research. 54: 137-151.
16. Harper FR and Berkenkamp B (1975) Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *Brassica napus*. Canadian Journal of Plant Science. 55: 657-658.
17. Johnson BL, McKay KR, Schneiter AA, Hanson BK, and Schatz BG (1995) Influence of planting date on canola and crambe production. Journal of Production Agriculture. 8: 594-599.
18. Johnston AM, Tanaka DL, Miller PR, Brandt SA, Nielsen DC, Lafond GP and Riveland NR (2002) Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. Agronomy Journal. 94: 231-240.
19. Kirby EJM, Spink JH, Frost DL, Sylvester-Bradley R, Scott RK, Foulkes MJ, Clare RW and Evans EJ (1999) A study of wheat development in the field: analysis by phases. European Journal of Agronomy. 11: 63-82.
20. Kirkland KJ and Jonson EN (2000) Alternative seeding dates (fall and April) affect *Brassica napus* canola yield and quality. Canadian Journal of Plant Science. 80: 713-719.
21. Kmec P, Weiss MJ, Milbrath LR, Schatz BG, Hanzel J, Hanson BK and Eriksmoen ED (1998) Growth analysis of crambe. Crop Science. 38: 108-112.
22. Miralles DJ, Ferro BC and Slafer GA (2001) Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field Crops Research. 71: 211-223.
23. Morrison MJ (1993) Heat stress during reproduction in summer rape. Canadian Journal of Botany. 71: 303-308.
24. Nanda R, Bhargava SC, Tomar DPS and Rawson HM (1996) Phenological development of *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata* grown in controlled environments and from 14 sowing dates in the field. Field Crops Research. 46: 93-103.

25. Ruiz RA and Maddonni GA (2006) Sunflower seed weight and oil concentration under different post-flowering source-sink ratios. *Crop Science*. 46: 671-680.
26. SAS Institute (1996) SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
27. Si P and Walton GH (2004) Determinants of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall areas of western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*. 55: 367-377.
28. Slafer GA and Rawson HM (1995) Rates and cardinal temperatures for processes of development in wheat: effects of temperature and thermal amplitude. *Australian Journal of Plant Physiology*. 22: 913-923.
29. USDA (2014) Foreign Agricultural Service/USDA Office of global analysis. Available at: <http://www.fas.usda.org>.
30. Wheeler TR, Hong TD, Ellis RH, Batts GR, Morison JLL and Hadley P (1996) The duration and rate of grain growth, and harvest index, of wheat (*T. aestivum* L.) in response to temperature and CO₂. *Journal of Experimental Botany*. 47: 623-630.
31. Zhang HP, Wang XY, You MZ and Liu CM (1999) Water-yield relations and water use efficiency of winter wheat in the North China plain. *Irrigation Science*. 19: 37-45.



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۶۳-۱۰۷۴

تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

فرشته روشن^{۱*}، محمدرضا مرادی تلاوت^۲ و سید عطاءاله سیادت^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز
۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل ارقام گلرنگ ('صفه' و 'محلی اصفهان') و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی سولفات روی (بدون محلول‌پاشی به‌عنوان شاهد، محلول‌پاشی در مراحل ساقه‌دهی، شاخه‌دهی، گلدهی و پر شدن دانه) بودند. محلول‌پاشی سولفات روی تأثیر معناداری بر صفات مورفولوژیک، تعداد طبق در بوته و در متر مربع، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن دارد. اثر رقم بر ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق، تعداد طبق در بوته و در متر مربع و تعداد دانه در طبق معنادار بود. اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر درصد روغن دانه معنادار بود. محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و شاخه‌دهی بیشترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیک از خود نشان داد. بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول ۲۸۶۲ کیلوگرم در هکتار) و اجزای آن و عملکرد روغن با محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی به‌دست آمد. محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. بیشترین درصد روغن دانه (۲۵/۸۳ درصد) در رقم 'صفه'، با محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی به‌دست آمد. نتایج نشان داد که رقم 'محلی اصفهان' و محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی، بیشترین عملکرد دانه و روغن گلرنگ را تولید کرد.

کلیدواژه‌ها: درصد روغن، سولفات روی، شاخص برداشت، عملکرد، ماده خشک.

۱. مقدمه

گلرنگ^۱ گیاهی پراهمیت و باکیفیت از خانواده دانه‌های روغنی است که به‌طور معمول در پاییز و زمستان کشت شده و در اواخر بهار سال بعد برداشت می‌شود. این گیاه هم‌خانواده آفتابگردان است که روغن دانه آن باکیفیت و دارای ارزش غذایی زیادی در تغذیه انسان است. این گیاه به دلیل مقاومت خوبی که به شرایط محیطی نامساعد نظیر تنش‌های خشکی، شوری و گرما دارد، برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب است [۱۰].

امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف، استفاده از عناصر ریزمغذی به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است [۱۷]. عناصر غذایی ریزمغذی علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامت انسان و دام نیز تأثیر بسزایی دارند [۲۲]. روی یکی از عناصر کم‌مصرف و ضروری است که در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها جزئی مهم به‌شمار می‌رود و همچنین برای بسیاری از آنزیم‌ها به عنوان کوفاکتور عمل می‌کند. روی در سنتز تریپتوفان، پیش‌ماده ساخت اکسین، طول عمر رنگدانه‌های کلروفیل و پیری برگ، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و سنتز پروتئین‌ها در گیاهان اثر دارد [۱۷]. همچنین عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است. مصرف خاکی عناصر ریزمغذی، علاوه بر کارایی اندک جذب آن توسط گیاه، از لحاظ اقتصادی نیز بسیار پرهزینه است. از این رو می‌توان از روش‌های جایگزین مانند تغذیه برگی بهره جست [۲]. تغذیه برگی، کاربرد عناصر و مواد غذایی روی شاخه‌ها و برگ‌های گیاهان و جذب آنها در محل مصرف است [۹]. تغذیه برگی امکان استفاده سریع‌تر از مواد غذایی توسط گیاه را فراهم می‌آورد و سبب اصلاح کمبود مواد غذایی موجود در مدت زمان کمتری نسبت به

کاربرد خاکی این مواد می‌شود [۵]. به‌طور کلی، اگر عناصر کم‌مصرف به‌صورت محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار گیرند، کمبود ناشی از مصرف خاکی را به‌طور کامل جبران می‌کنند و جایگزینی مناسب در این زمینه به‌شمار می‌روند [۲۰]. همچنین در شرایط مزرعه، یعنی جایی که فاکتورهای مؤثر بر جذب خاکی مواد غذایی بسیار متغیر است، ممکن است محلول‌پاشی روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان باشد [۱۵].

مصرف عناصر ریزمغذی از طریق محلول‌پاشی در موارد کمبود می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را بهبود بخشد [۱۶]. مصرف منگنز به‌صورت محلول‌پاشی به‌طور معناداری عملکرد دانه گلرنگ را از طریق افزایش تعداد دانه در گیاه افزایش می‌دهد [۱۶]. محلول‌پاشی روی و منگنز عملکرد بیولوژیک گلرنگ را به‌طور معناداری افزایش داد [۱۰]. نتایج تحقیقات مربوط به مصرف عنصر روی در مراحل مختلف رشد سویا نشان داد محلول‌پاشی روی، آن را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار می‌دهد و سبب بهبود عملکرد آن می‌شود [۱۳]. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر روغن دانه گلرنگ بسیار معنادار بود [۸]. نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش روغن دانه گندم و کلزا در اثر استفاده از سولفات روی گزارش شد [۱۹]. محلول‌پاشی اثر معناداری بر ارتفاع بوته دارد و همچنین مصرف برگی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز با افزودن بر ارتفاع بوته، موجب افزایش ماده خشک می‌شود [۱۴].

گیاه در بسیاری از مواقع چندان نمی‌تواند عناصر کم‌مصرف مانند روی را از راه خاک جذب و مصرف کند و محلول‌پاشی آنها می‌تواند کارایی جذب و مصرف آنها را افزایش دهد [۱۳]. از طرف دیگر، مرز بین کفایت و سمیت عناصر کم‌مصرف بسیار باریک است. از عوامل مؤثر در این موضوع، تفاوت بین ارقام مختلف گیاهان زراعی است، به‌طوری که برخی از ارقام یک گیاه زراعی ممکن است در

1. *Carthamus tinctorius* L.

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

بارندگی سالیانه حدود ۱۶۹ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت ۳۶ و ۹/۵ درجه سانتی‌گراد از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل ارقام گلرنگ ('صفه' و 'محلی اصفهان') و زمان‌های مختلف محلول پاشی سولفات روی (بدون محلول پاشی، محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی، مرحله شاخه‌دهی، مرحله گلدهی و مرحله پر شدن دانه) با غلظت ۵ در ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. رقم جدید 'صفه' حاصل انتخاب تک‌بوته از توده محلی گلرنگ اصفهان است که با استفاده از روش گزینش لاین‌های خالص و تأکید بر یکنواختی رنگ قرمز گلچه‌ها، تعداد و اندازه غوزه، نبود خار، زودرسی، درشتی طبق‌ها، جمع بودن شاخه‌های اصلی و فرعی و ارتفاع مناسب بوته برای برداشت مکانیزه تولید شده است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه دانشگاه در جدول ۱ آمده است.

اثر مصرف عناصر کم‌مصرف افزایش عملکرد را نشان دهند و برخی دیگر، در اثر مصرف عناصر کم‌مصرف، افزایش نشان ندهند و حتی عملکردشان کاهش یابد [۸]. با توجه به اهمیت دانه‌های روغنی و گیاه گلرنگ و ضرورت عناصر کم‌مصرف به‌ویژه روی در سلامت گیاه، می‌توان این عناصر را از راه محلول پاشی که آسان‌تر و سریع‌تر است، در اختیار گیاه گلرنگ قرار داد تا به واسطه آن به افزایش عملکرد کمی و کیفی دست یافت و تولید در منطقه را پایدار کرد. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر زمان محلول پاشی سولفات روی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ است.

۲. مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه، با ارتفاع حدود ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. براساس آمار هواشناسی بلندمدت، شهر ملاثانی با داشتن متوسط

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	مواد آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	روی (mg/kg)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)
۱۶	۴۰	۴۴	۰/۶۶	۰/۰۷	۶/۲	۱/۲	۷/۲	۳/۱

از هم تشکیل شدند. فاصله بین کرت‌ها به صورت یک پشته نکاشت و فاصله بین دو بلوک، ۲ متر و به صورت کانال‌های آبیاری بود. بذرهاي گلرنگ برای رسیدن به تراکم ۲۶/۶ بوته در متر مربع در تاریخ پنجم بهمن ۱۳۹۱ با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم بر روی پشته‌ها کاشته شدند [۴]. کاشت بر روی پشته‌ها به صورت دوردیفه انجام گرفت. در

آماده‌سازی زمین شامل آبیاری پیش از کاشت (با هدف سبز شدن بذر علف‌های هرز مدفون در خاک مزرعه)، شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دو بار دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین آغاز شد و پس از ایجاد جوی و پشته‌ها به وسیله فاروئر، کرت‌ها و کانال‌های آبیاری آماده شدند. هر کرت از چهار پشته به طول ۴ متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر

به‌زراعی کشاورزی

درصد روغن دانه و عملکرد دانه به دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه آماری شدند.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. صفات مورفولوژیک گلرنگ

۳.۱.۱. ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته معنادار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته (حدود ۱۲۲ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی به دست آمد (جدول ۳) و کمترین ارتفاع، در تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) مشاهده شد. ارتفاع بوته از مؤلفه‌های رشد رویشی و تولید ماده خشک محسوب می‌شود. در این آزمایش، افزایش ارتفاع بوته به خوبی نشان‌دهنده اثر مصرف روی در افزایش ماده خشک گیاه نیز خواهد بود. جذب عنصر روی از طریق محلول‌پاشی در اندام هوایی گیاه، در مراحل رشد می‌تواند ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار داده و افزایش دهد. از آنجا که نوسانات ارتفاع گیاه به طور معمول بارزترین مشخصه ژنتیکی و تغییر شرایط محیطی در اغلب گیاهان است، گاهی افزایش ارتفاع بوته، یک مزیت برای رقابت با سایر بوته‌ها در جامعه گیاهی محسوب می‌شود که یکی از نتایج آن، تشکیل برگ‌های جدید در بالای سایه‌انداز است. این خصوصیت، کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار می‌دهد [۳]. تأثیر معنادار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته گزارش شد و مصرف برگه ریزمغذی روی به علت تأثیر بر بیوسنتز اکسین سبب افزایش ارتفاع بوته گیاه می‌شود [۱۴، ۲].

بیشتر مدت فصل رشد به خصوص تا اواسط فروردین ۱۳۹۲ بارش‌های مناسبی روی داد و نیازی به آبیاری نبود. از این مرحله به بعد، با کاهش درصد رطوبت خاک به ۷۵ درصد ظرفیت زراعی عملیات آبیاری صورت گرفت. همچنین قبل از کاشت، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به صورت خاک استفاده شد. کود نیتروژن نیز به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. از این مقدار ۵۰ کیلوگرم هنگام کاشت، ۲۵ کیلوگرم در مرحله چهاربرگی و ۲۵ کیلوگرم در آغاز رشد طولی ساقه به صورت سرک مصرف شد.

برداشت گلرنگ در ۱۹ خرداد ۱۳۹۲ به صورت دستی و با داس انجام گرفت. بلافاصله پس از برداشت نمونه، از ۲ متر طولی از وسط دو خط کاشت مربوط به عملکرد نهایی (در مجموع با احتساب فاصله ۷۵ سانتی‌متری مساحت برداشت معادل ۱/۵ متر مربع بود)، نمونه‌هایی از هر واحد درون آن قرار داده شد و با تعیین درصد رطوبت هنگام برداشت، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح محاسبه شد. پس از آن نمونه‌های هر واحد آزمایشی، جداگانه بوجاری شدند و عملکرد اقتصادی به دست آمد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه با احتساب ۹ درصد رطوبت دانه محاسبه شد. برای محاسبه درصد رطوبت دانه‌ها، ۱۰ گرم از دانه‌های برداشت‌شده در آن به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس با اندازه‌گیری وزن خشک آنها، درصد رطوبت هنگام برداشت تعیین شد. برای تعیین اجزای عملکرد از کل بوته‌های برداشت‌شده پنج بوته از هر نمونه به طور تصادفی انتخاب شد. سپس به ترتیب ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد طبق در متر مربع، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه اندازه‌گیری شد. درصد روغن دانه، با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن از حاصل ضرب

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس بعضی از صفات مورفولوژیک گلرنگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه
بلوک	۲	۱۹۷/۱۳ ^{ns}	۲/۳۲ ^{ns}	۷/۱۷*
رقم	۱	۱۹/۴۴ ^{ns}	۴/۲۲*	۱۰/۴۴**
محلول پاشی	۴	۱۱۹۷/۷۷*	۱۹/۹۷**	۲۸/۷۲**
رقم در محلول پاشی	۴	۲۵۰/۱۶ ^{ns}	۷/۴۴ ^{ns}	۳/۹۲ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۸	۱۶۲۲/۷۳	۲۰/۲۲	۱۷/۵۲
ضریب تغییرات (%)		۸/۱۱	۱۵/۴	۱۰/۹۳
		۴/۸۶		

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین بعضی از صفات مورفولوژیک گلرنگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

فاکتورها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	قطر طبق (mm)
رقم صفه	-	۶/۵۱ ^b	-	۲۰/۸۸ ^a
رقم محلی اصفهان	-	۷/۲۶ ^a	-	۱۹/۷ ^b
شاهد	۱۰۴/۶ ^b	۵/۴ ^b	۴/۷ ^b	۱۸/۴ ^b
مرحله ساقه دهی	۱۲۲/۱۷ ^a	۷/۴۸ ^a	۶/۶۷ ^a	۲۰/۷۳ ^a
مرحله شاخه دهی	۱۱۹/۷۲ ^a	۷/۷۳ ^a	۶/۴۲ ^a	۲۰/۵۲ ^a
مرحله گلدهی	۱۱۹/۵۲ ^a	۷/۰۷ ^a	۶/۳۳ ^a	۲۱/۲۳ ^a
مرحله پر شدن دانه	۱۱۹/۳۴ ^a	۶/۷۳ ^a	۶/۶۳ ^a	۲۰/۵۷ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

۳.۱.۲. تعداد شاخه فرعی

در حالی که در آزمایش حاضر، رقم 'محلی اصفهان' با وجود تعداد شاخه بیشتر، تفاوت معناداری از نظر عملکرد دانه با رقم 'صفه' نداشت که نشان‌دهنده تعداد طبق کمتر در هر شاخه در رقم 'محلی اصفهان' در مقایسه با رقم 'صفه' است (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد و اثر زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد شاخه فرعی معنادار بود (جدول ۴). رقم 'محلی اصفهان' شاخه فرعی بیشتری نسبت به رقم 'صفه' تولید کرد. افزایش شاخه‌های فرعی در آزمایش برخی محققان ارتباط زیادی با افزایش عملکرد دانه داشته است [۶];

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۶۷

فرشته روشن و همکاران

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گلریگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

عملکرد	درصد روغن دانه	شاخص برداشت	عملکرد پیروزیک		عملکرد دانه		وزن هزاردانه	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بونه	تعداد طبق در متر مربع	درجه آزادی	منابع تغییرات
			عملکرد	عملکرد	دانه	دانه						
۲۲۱۲۶۲/۱۴**	۱/۳۸ ^{NS}	۲۱/۷۱ ^{NS}	۲۴۲۶۰۶۰۴/۸*	۳۱۳۰۳۳۶/۳۸*	۴۹/۴۴*	۴۹/۱۳ ^{NS}	۵۷/۳۱**	۵۱۵۸۲/۳**	۲	بلوک		
۵۲۴۸/۳ ^{NS}	۱/۴۵ ^{NS}	۵۰/۹۳ ^{NS}	۸۶۸۳۳۶۰/۳ ^{NS}	۳۸۸۷۲/۳	۳/۶۱ ^{NS}	۶۸/۰۷*	۱۶/۸۳*	۱۵۰۵۲/۸*	۱	رقم		
۳۹۸۹۶۲/۰۴**	۳۴/۶۴**	۱۵۰/۲۴ ^{NS}	۷۰۳۶۶۶۸/۸**	۶۲۶۲۰۴/۰۹**	۹۹/۶۷*	۲۰/۵۶ ^{NS}	۱۵۳/۰۶**	۱۳۷۵۲/۸**	۴	محلول پاشی		
۶۴۱۸۲/۱۷ ^{NS}	۱۴/۳۸*	۲۰/۷۹ ^{NS}	۶۴۳۵۶۸/۳ ^{NS}	۴۳۰۵۵۵/۰۹ ^{NS}	۲۸/۹ ^{NS}	۹۶/۴۳ ^{NS}	۱۱/۵۳ ^{NS}	۱۰۳۷۵/۴ ^{NS}	۴	رقم در محلول پاشی		
۳۲۴۸۳۵/۲۵	۱۴/۸۹	۳۹۰/۸۹	۶۱۵۵۶۹۹۵/۲	۴۹۵۰۰۶۶/۲۶	۱۴۱/۹۹	۴۹۸/۶۵	۸۳/۵۹	۷۵۲۳۲/۸	۱۸	اشتباه آزمایشی		
۲۶/۲۵	۳/۸۵	۲۱/۰۱	۱۸۷۶	۲۱/۹۶	۸/۸۷	۲۸/۲۸	۱۶/۹۸	۱۶/۹۸		ضریب تغییرات (%)		

NS، * و **: به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

تیمارها	تعداد طبق در متر مربع	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (Kg/ha)	عملکرد روغن (Kg/ha)
رقم صفا	۳۵۸/۴ ^b	۱۱/۹۵ ^b	۲۰/۱۲ ^a	-	-	-	-
رقم محلی اصفهان	۴۰۳/۲ ^a	۱۳/۴۴ ^a	۱۷/۱ ^b	-	-	-	-
شاهد	۲۵۷ ^c	۸/۵۷ ^c	-	۲۸/۶۳ ^b	۱۵۲۲ ^b	۷۱۳۳ ^b	۲۹۹/۴۸ ^b
مرحله ساقه دهی	۳۷۸ ^b	۱۲/۶ ^b	-	۳۲/۷۲ ^a	۲۵۱۹/۶ ^a	۱۱۸۲۸ ^a	۵۶۴/۴۳ ^a
مرحله شاخه دهی	۴۵۹ ^a	۱۵/۳ ^a	-	۳۳/۹۳ ^a	۲۸۶۳/۲ ^a	۱۰۴۵۱ ^a	۶۳۳/۶۴ ^a
مرحله گلدهی	۴۱۸ ^{ab}	۱۳/۹۳ ^{ab}	-	۳۰/۷۴ ^{ab}	۲۶۱۲/۵ ^a	۱۰۱۰۶ ^a	۵۶۷/۰۷ ^a
مرحله پر شدن دانه	۳۹۲ ^{ab}	۱۳/۰۷ ^{ab}	-	۳۲/۲۴ ^a	۲۴۲۰/۳ ^a	۹۷۶۸ ^a	۴۸۴/۱۴ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

۳.۱.۳. قطر ساقه

قطر ساقه تحت تأثیر معنادار تیمار زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتیجه به دست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی سولفات روی سبب افزایش قطر ساقه در همه سطوح در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). بنابراین جذب عنصر روی در اندام هوایی گلرنگ و به خصوص در مرحله ساقه دهی سبب افزایش قطر ساقه‌های تولیدی می‌شود. افزایش قطر ساقه می‌تواند مقاومت گلرنگ را نسبت به شرایط نامساعد محیطی از جمله خوابیدگی گیاه افزایش دهد. علاوه بر این، ساقه‌های قطور می‌توانند مواد هیدروکربنه بیشتری را در خود ذخیره و سپس به سمت دانه ارسال کنند که در نهایت به افزایش عملکرد از طریق تولید دانه‌های بزرگ‌تر منجر خواهد شد [۱۰]. نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگر پژوهشگران که تأثیر معنادار محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر قطر ساقه را در آفتابگردان گزارش کردند، مطابقت دارد [۱۱، ۴].

۳.۱.۴. قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنادار بودن اثر رقم

در مورد تیمار زمان محلول پاشی نیز می‌توان گفت که در محلول پاشی در مرحله شاخه دهی، بیشترین شاخه فرعی و در تیمار شاهد، کمترین تعداد شاخه فرعی مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد محلول پاشی سولفات روی به اندام هوایی گلرنگ در هر مرحله‌ای از رشد، می‌تواند تولید شاخه‌های جانبی را تحت تأثیر قرار دهد، اما در مرحله شاخه دهی گیاه این تأثیر بیشتر نمایان بوده است. بنابراین از آنجا که انتهای هر کدام از شاخه‌های جانبی به گل آذین ختم می‌شود، می‌توان گفت یکی از راهکارهای افزایش عملکرد دانه در گلرنگ، تولید شاخه‌های جانبی بارور است که زمان رسیدگی فیزیولوژیک یکنواخت داشته باشند. از این رو همان‌گونه که ملاحظه می‌شود این تأثیر بر ارقام یکسان نبود و رقم 'محلی اصفهان' توانست شاخه‌های جانبی بیشتری تولید کند. این امر سبب شد که این رقم از تعداد طبق بیشتری در بوته و در واحد سطح برخوردار باشد. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نیز در اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف از جمله روی گزارش شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین ارتباط قوی بین تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد دانه و روغن در گیاهانی نظیر گلرنگ و کلزا گزارش شد [۸، ۶].

به زراعی کشاورزی

کرد. افزایش تعداد شاخه فرعی به عنوان یکی از مؤلفه‌های رشد رویشی در اثر مصرف عناصر کم مصرف به خصوص عنصر روی از طریق افزایش سطح هورمون‌های رشد قبلاً نیز گزارش شد [۱۱]. همچنین علت زیاد بودن تعداد طبق در رقم 'محلی اصفهان' را می‌توان به دارا بودن شاخه‌های فرعی بیشتر نسبت به رقم دیگر نسبت داد. محلول پاشی روی تعداد طبق در بوته گلرنگ را به بیش از ۱۵ طبق در بوته افزایش داد [۸، ۱۰].

۲.۲.۳. تعداد دانه در طبق

بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در طبق اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۴). رقم 'صفه' تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به رقم دیگر داشت که این اختلاف را می‌توان به ژنتیک گیاه نسبت داد (جدول ۵). از آنجا که اجزای عملکرد مستقل از یکدیگر نیستند و کاهش یک جزء سبب افزایش دیگر اجزا خواهد شد، ملاحظه می‌شود که رقم 'صفه' که از تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد طبق در بوته کمتری برخوردار بود، تعداد دانه در طبق بیشتری تولید کرد. برخلاف آن، رقم 'محلی اصفهان' که تعداد شاخه‌های جانبی و طبق بیشتری در بوته داشت، تعداد دانه در طبق آن نیز به نسبت کاهش یافت.

به‌طور کلی، تعداد دانه در طبق در واقع ظرفیت مخزن‌های گیاه را مشخص می‌کند. هرچه تعداد دانه‌ها بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن‌های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد سبب افزایش عملکرد نیز خواهد شد. افزایش تعداد دانه در اثر مصرف عناصر کم مصرف روی و بور، ناشی از بهبود شرایط گرده‌افشانی از جمله تسهیل در حرکت دانه گرده اعلام شد [۱۱]. در تحقیقی دیگر نیز، رقم بر تعداد دانه اثر معناداری داشت و رقم 'صفه' تعداد دانه در طبق بیشتری در مقایسه با رقم 'محلی اصفهان' تولید کرده بود [۲].

و زمان محلول پاشی بر قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد است (جدول ۲). قطر طبق در رقم 'صفه' نسبت به رقم 'محلی اصفهان' بیشتر بود. در مورد تیمار زمان محلول پاشی، بیشترین قطر طبق در محلول پاشی در مرحله گلدهی به دست آمد، هر چند زمان‌های محلول پاشی اختلاف آماری معناداری با یکدیگر نشان ندادند و کمترین قطر طبق در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

قطر طبق در بین ارقام متفاوت بود که نشان داد محلول پاشی عنصر در هر مرحله‌ای از رشد گلرنگ قطر طبق را هر چند به مقدار اندک در مقایسه با شاهد (به‌طور متوسط ۲/۳۶ میلی‌متر) افزایش داد، اما همین مقدار کم نیز موجب افزایش تعداد دانه در طبق شد. مصرف روی به صورت محلول پاشی، قطر طبق را در آفتابگردان افزایش داد که خود موجب افزایش تعداد دانه در طبق و در نهایت افزایش عملکرد دانه شد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد، در حالی که در آزمایش دیگر افزایش قطر طبق بر اثر مصرف کودهای ریز مغذی از جمله روی معنادار نشد [۸، ۴].

۲.۳. صفات کمی گلرنگ

۲.۳.۱. تعداد طبق در بوته و متر مربع

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد و اثر محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد طبق در بوته و تعداد طبق در متر مربع معنادار بود (جدول ۴). در بین ارقام 'صفه' و 'محلی اصفهان'، بیشترین تعداد طبق در بوته و در واحد سطح در رقم 'محلی اصفهان' به دست آمد. در تیمار محلول پاشی بیشترین تعداد طبق در بوته و در واحد سطح در مرحله شاخه‌دهی و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵).

محلول پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد طبق را فراهم

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

۳.۲.۳. وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنادار بودن تأثیر زمان‌های محلول پاشی بر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵ درصد بود (جدول ۴). بیشترین وزن هزاردانه در محلول پاشی در مرحله شاخه‌دهی و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵). افزایش وزن هزاردانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع است که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌شود [۸]. این نتیجه با یافته‌های سایر تحقیقات مبنی بر افزایش وزن هزاردانه گلرنگ و کلزا بر اثر محلول پاشی روی، مطابقت دارد [۱۱، ۲]. اثر روی بر وزن هزاردانه گیاه را با تأثیر این عنصر در کمک به گیاه برای تحمل شرایط نامطلوب انتهای رشد نظیر گرما و خشکی آخر فصل مرتبط دانسته‌اند [۱۲].

۳.۲.۴. عملکرد دانه

در مورد عملکرد دانه، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که بین تیمار زمان محلول پاشی و تیمار شاهد اختلاف معناداری در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد در مقایسه با محلول پاشی در همه مراحل فنولوژی گلرنگ به دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد محلول پاشی سولفات روی در همه مراحل رشد سبب افزایش تعداد شاخه شد که در نتیجه تعداد طبق در بوته افزایش یافت و از آنجا که عملکرد دانه تابع اجزای عملکرد است، با افزایش تعداد طبق در بوته عملکرد دانه نیز افزایش یافت. در نتیجه، کاربرد روی از طریق بهبود اجزای عملکرد به طور معناداری سبب افزایش عملکرد دانه شد. در واقع افزایش عملکرد گلرنگ در واکنش به مصرف روی به دلیل اهمیت این عنصر در فرایند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌هاست. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقی

دیگر که نشان داد استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌شود، مطابقت دارد [۲]. با توجه به اینکه مصرف سولفات روی سبب افزایش تعداد طبق در بوته و همچنین در واحد سطح شد، تأثیر این عنصر در افزایش عملکرد محصول از طریق افزایش این جزء عملکرد روشن می‌شود که بیشتر نیز گزارش شده بود [۱۰، ۸].

۳.۲.۵. عملکرد بیولوژیک

تأثیر زمان محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی به دست آمد. در واقع اختلاف آماری معناداری بین تیمار زمان محلول پاشی با تیمار شاهد وجود داشت که نشان می‌دهد در اثر کاربرد عنصر روی عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد (جدول ۵).

این افزایش ممکن است به علت افزایش بیوستز اکسین، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد [۲۲، ۷]. همچنین کاربرد روی به صورت محلول پاشی، به طور معناداری سبب افزایش عملکرد بیولوژیک شد [۸].

۳.۲.۶. درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان محلول پاشی و اثر متقابل تیمار محلول پاشی و رقم بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین روغن دانه در رقم 'صفه' در محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در رقم 'محلی اصفهان' در محلول پاشی در

فرشته روشن و همکاران

مرحله گلدھی و شاخه دهی به دست آمد. کمترین روغن دانه در هر دو رقم افزایش می دهد (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر تیمارهای رقم و زمان محلول پاشی سولفات روی بر درصد روغن دانه

رقم	صفه	زمان محلول پاشی
محللی اصفهان	۲۱/۲ ^e	شاهد
۲۱/۸۷ ^c	۲۵/۸۳ ^a	مرحله ساقه دهی
۲۳/۲ ^{abc}	۲۴/۲ ^{bc}	مرحله شاخه دهی
۲۴/۲۷ ^a	۲۳/۱۷ ^{cd}	مرحله گلدھی
۲۴/۲۷ ^a	۲۴/۸ ^{ab}	مرحله پر شدن دانه

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معناداری از نظر آزمون LSD در سطح ۵ درصد با هم ندارند.

۳.۲.۷. عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد روغن تحت تأثیر معنادار تیمار زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان می دهد که بیشترین عملکرد روغن در محلول پاشی در همه مراحل رشد به دست آمد و کمترین عملکرد روغن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). با توجه به نتایج، به نظر می رسد که با مصرف سولفات روی عملکرد دانه و درصد روغن دانه افزایش یافته که سبب افزایش عملکرد روغن شده است. بین مصرف عنصر روی با عملکرد روغن در گیاه کلزا همبستگی مثبت و معنادار وجود دارد و افزایش مصرف روی از طریق افزایش درصد روغن و عملکرد دانه، به افزایش عملکرد روغن منجر می شود. با توجه به اینکه عملکرد روغن حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه است [۱۱]، در برخی مطالعات افزایش عملکرد روغن در اثر مصرف روی را به دلیل تأثیر روی بر افزایش عملکرد دانه می دانند و تأثیر آن از طریق افزایش درصد روغن را ناچیز می شمردند [۱۰، ۱].

رقم 'صفه' نسبت به رقم 'محللی اصفهان'، برای تولید روغن واکنش بیشتری به محلول پاشی روی از خود نشان می دهد. به این صورت که در شرایط وجود یا کمبود عنصر روی، بیشترین و کمترین درصد روغن دانه از رقم 'صفه' حاصل شد. در مرحله رشد طولی ساقه به دلیل اهمیت عنصر روی در افزایش رشد گیاه و افزایش متابولیسم چربی ها، مقدار چربی تولید شده و ذخیره شده در بافت های ذخیره ای و منبع افزایش یافت و در نهایت دانه گلرنگ از روغن بیشتری برخوردار شد.

در بیان تأثیر روی در افزایش میزان روغن بذور بیان شد که در حضور عنصر روی به دلیل افزایش فعالیت تعدادی از آنزیم های آنتی اکسیدان و بهبود فعالیت غشاهای لیپیدی، مقدار روغن دانه افزایش می یابد [۱۲]. با توجه به نتایج آزمایش حاضر [۸]، محلول پاشی عناصر ریزمغذی به خصوص عنصر روی به دلیل افزایش متابولیسم چربی ها و رفع به موقع نیاز گیاه سبب افزایش درصد روغن در گلرنگ شد؛ همچنین تأثیر عناصر ریزمغذی بر افزایش درصد روغن گلرنگ تأکید شد [۱۸].

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

۴. نتیجه گیری

باتوجه به نتایج پژوهش حاضر، می توان اظهار داشت که صفات مورفولوژیک و کمی گلرنگ در واکنش به محلول پاشی سولفات روی به طور معناداری افزایش یافتند. در بین زمان های محلول پاشی، محلول پاشی در مراحل رویشی نظیر ساقه دهی و شاخه دهی بیشترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیک داشت و محلول پاشی در همه مراحل رشد، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد روغن گلرنگ داشت. در واقع استفاده از محلول پاشی سولفات روی می تواند تأثیر زیادی در بهبود صفات مورفولوژیک و کمی گیاه گلرنگ داشته باشد. اثر رقم بر برخی صفات نظیر ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق، تعداد طبق و تعداد دانه در طبق معنادار بود. با توجه به اینکه رقم 'محلی اصفهان' دارای تعداد شاخه فرعی و تعداد طبق بیشتری بود، به نظر می رسد این رقم از توانایی زیادی برای دستیابی به عملکرد زیاد برخوردار است.

منابع

۱. احمدی م ر و جاویدفر ف (۱۳۷۷) تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی. ۱۹۴ ص.
۲. امیدیان ا، سیادت س ع، ناصری ر و مرادی م (۱۳۹۱) اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۱۶-۲۸.
۳. اوزونی دوجی ع، اصفهانی ع م، سمیع زاده لاهیجی ح ا و ربیعی م (۱۳۸۶) اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ. علوم زراعی ایران. ۹(۲): ۶۰-۷۶.
۴. برزگر ف، بخشنده ع، قرینه م ح و فتحی ق (۱۳۸۷) اثر الگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط آب و هوایی اهواز. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
۵. برمکی ی، جلیلی ف، عیوضی ع و رضایی ا (۱۳۸۸) اثر محلول پاشی روی، آهن و بور بر عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی. پژوهش در علوم زراعی. ۲(۶): ۱۳-۲۶.
۶. جمشیدی م (۱۳۹۰) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر برخی خصوصیات زراعی لوبیاقرمز (رقم ناز) تحت تنش خشکی در منطقه شهرکرد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۱۳۰ ص.
۷. خواجه پور م (۱۳۸۵) گیاهان صنعتی. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۲۰ ص.
۸. رحیمی م، کاشانی ع، زارع فیض آبادی ا، مدنی ح و سلطانی ا (۱۳۸۹) تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت تنش خشکی. تولید گیاهان زراعی. ۳(۱): ۷۲-۵۷.
۹. عزیزی خ، نوروزیان ع، حیدری س و یعقوبی م (۱۳۹۰) بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (*Brassica napus L.*) در شرایط اقلیمی خرم آباد. دانش زراعت. ۳(۵): ۱-۱۶.
۱۰. کمرکی ح و گلوی م (۱۳۹۱) ارزیابی محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بر و روی بر ویژگی های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*). بوم شناسی کشاورزی. ۴(۳): ۲۰۱-۲۰۶.

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۷۳

18. Kohnaward P, Jalilian J and Pirzad A (2012) Effect of foliar application of Micro-nutrients on yield and yield components of safflower under conventional and ecological cropping systems. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3(7): 1460-1469.
19. Lewis DC and McFarlane JD (1986) Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and grain analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*. 37: 567-572.
20. Pedram M, Ayeneband A and Modhej A (2013) The effect of biological and chemical fertilizers and plant density on quality and quantity yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Ahwaz condition. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(3): 524-529.
21. Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN and Dharmatti PR (2008) Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal Agriculture Science*. 32: 382-385.
22. Riley TG, Zhao F and McGrath SP (2000) Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oilgrain rape. *Plant and Soil*. 222: 139-147.
23. Sakar MT, Leila AA and Helaly MNM (1990) Physiological studies on soybean as affected by certain growth substances and micronutrients. *Journal of Agricultural Science*. 13: 613-622.
24. Sharafi S, Tajbakhsh M, Majidi M and Pourmirza A (2002) Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Soil and Water*. 12: 85-94.
25. Sharma AK, Srrvastava PC, Johri BN and Rathore VS (1992) Kinetics of zinc uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal corn roots. *Biology and Fertility of Soils*. 13: 206-210.
۱۱. مرادی تلاوت م ر و سیادت س ع (۱۳۹۱) معرفی و تولید گیاهان دانه روغنی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۷۴ ص.
۱۲. موحدی دهنوی م (۱۳۸۳) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف (روی و منگنز) بر عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. پایان نامه دکتری زراعت. دانشگاه تربیت مدرس. ۲۰۴ ص.
۱۳. موحدی دهنوی م و مدرس ثانوی س ع م (۱۳۸۵) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۵): ۱۱-۱.
۱۴. نورآبادی ع ر (۱۳۸۳) بررسی تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم آذر گل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ۱۰۶ ص.
15. Aytak Z, Gulmezoglu N, Sirel Z and Tolay I (2014) The effect of zinc on yield, yield components and micronutrient concentrations in the seeds of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). *Network of Bitany, Horticulture and Agrology*. 42(1): 202-208.
16. Golzarfar M, Shirani Rad AH, Delkhosh B and Bitarafan Z (2012) Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. *Agriculture*. 99(2): 159-166.
17. Khalily Mahaleh J and Rashidi M (2008) Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in Khoy. *Grain and Plant*. 24(2): 281-293.



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۸۵-۱۰۷۵

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

جابر عیسی‌زاده پتجلی خرابسی^۱، محمد گوی^۲ و محمود رمرودی^۳

۱. کارشناس ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۳. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و محلول پاشی متانول بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا (رقم 'ویلیامز')، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی مغان در سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. تنش خشکی شامل آبیاری پس از ۴۰، ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به عنوان عامل اصلی، و محلول پاشی متانول شامل عدم محلول پاشی (شاهد) و محلول پاشی با ۷، ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول به عنوان عامل فرعی لحاظ شد. تأثیر تنش خشکی بر قطر ساقه، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، شاخص برداشت، محتوای هیدرات کربن محلول، کلروفیل کل، درصد روغن و پروتئین دانه معنادار بود. افزایش تنش خشکی موجب افزایش محتوای هیدرات کربن محلول، درصد روغن دانه و کاهش سایر ویژگی‌های مورد بررسی شد. تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس عملکرد دانه را ۳۳/۸۷ درصد کاهش داد. تأثیر محلول پاشی متانول بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و محتوای کلروفیل بسیار معنادار و بر طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، هیدرات کربن محلول و درصد پروتئین دانه معنادار بود. بیشترین تأثیر بر ویژگی‌های بررسی شده از تیمار محلول پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول به دست آمد، به طوری که عملکرد دانه نسبت به شاهد ۲۵/۶ درصد افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به دست آمد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین دانه، تخلیه رطوبت، تعداد غلاف، عملکرد دانه، محتوای کلروفیل.

۱. مقدمه

باتوجه به نیاز روزافزون کشور به روغن‌های خوراکی که در حال حاضر بیشتر آنها از طریق واردات تأمین می‌شود، توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت بسزایی برخوردار است. سویا^۱ گیاهی روغنی است که بیشترین سطح زیر کشت را در جهان دارد [۱۳].

تنش خشکی، عامل اصلی کاهش عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود [۱۶]. اعمال تنش خشکی در طول دوره رشد سویا سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد شاخه، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف و شاخص برداشت می‌شود [۱۱، ۵]. بررسی تأثیر سطوح آبیاری بر دو رقم سویا نشان داد که وقوع تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه‌ها موجب کاهش وزن آنها می‌شود [۱۴]. محدودیت آب در دوره رشدونمو زایشی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا را کاهش می‌دهد که به شدت وقوع تنش بستگی دارد. تنش خشکی سبب کوتاه شدن دوره گلدهی و غلاف‌بندی، تسریع رسیدگی و کاهش عملکرد می‌شود [۲۶]. تنش خشکی در دوره زایشی سبب چروکیدگی، کوچکی و کاهش وزن دانه‌های سویا می‌شود [۲۸]. تنش خشکی در سویا، اغلب از طریق کاهش وزن دانه، به‌ویژه کاهش تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد [۲۶]. کاهش شاخص برداشت سویا بر اثر افزایش فواصل آبیاری، حاکی از تأثیر بیشتر تنش رطوبتی بر فرایندهای زایشی در مقایسه با رشد رویشی است [۲۹].

در گیاهان مقاوم به خشکی، برای دستیابی به عملکرد زیاد، اتخاذ راهکارهای کاهنده اثر تنش، بسیار مورد توجه بوده است [۱۹]. در چنین شرایطی، یافتن راهی برای کاهش تعرق، حفظ تثبیت دی‌اکسیدکربن و کاهش تنفس نوری از مهم‌ترین راهکارها محسوب می‌شود. برای مثال، افزایش دی‌اکسیدکربن می‌تواند اثر ناشی از تنش خشکی را

خنثی کند [۳۴]؛ بنابراین استفاده از مواد افزایشنده غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاه، موجب تثبیت عملکرد خواهد شد. از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به‌ویژه در گیاهان سه‌کربنه، استفاده از ترکیباتی مانند متانول، اتانول، پروپانول و بوتانول است [۲۷].

متانول ساده‌ترین فراورده گیاهی است که طی فرایندهایی در گیاه تولید می‌شود [۱۸]. کاربرد متانول سبب تولید دی‌اکسیدکربن در برگ‌ها و در نتیجه تسریع فتوسنتز می‌شود، از این رو به‌عنوان منبع کربن قابل استفاده است [۳۴]. محلول‌پاشی متانول ۵۰-۱۰ درصد حجمی سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان سه‌کربنه می‌شود. علت افزایش عملکرد را به کاهش تنفس نوری و افزایش آماس سلولی بافت‌های گیاهی نسبت داده‌اند [۳۰]. محلول‌پاشی متانول با ۲۰ درصد حجمی روی بادام‌زمینی^۲، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، وزن هزاردانه و مقدار پروتئین دانه را افزایش داد [۶]. محلول‌پاشی متانول روی گیاهانی که تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند، می‌تواند از کاهش زیست‌توده آنها جلوگیری کند [۲۷]. محلول‌پاشی متانول، زیست‌توده گیاهان زراعی مواجه با کمبود آب را افزایش می‌دهد، ولی بر آن دسته از گیاهان زراعی که محدودیت رطوبتی ندارند، تأثیر منفی می‌گذارد [۳۱، ۳۰].

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در شرایط تنش خشکی بر عملکرد کمی و ویژگی‌های کیفی سویا رقم 'ویلیامز' است.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان در ۲۰ کیلومتری شهرستان پارس‌آباد، در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول

1. *Glycine max* L.2. *Arachis hypogaea* L.

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

و معیار کلی مورد استفاده همگان است [۱۰]. بوته‌های سویا طی فصل رشد سه بار (ظهور گره چهارم، آغاز گلدهی و گلدهی کامل) با متانول محلول پاشی شدند، به نحوی که قطره‌های محلول روی تمام قسمت‌های بوته جاری شد. نازل حدود ۳۰ سانتی‌متر بالای بوته‌ها قرار داشت و محلول پاشی بین ساعت‌های ۲۰-۱۶ انجام گرفت.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک و حذف آثار حاشیه‌ای، ۱ متر مربع از دو ردیف وسط از سطح خاک برداشت و عملکرد بیولوژیک و دانه محاسبه شد. قطر ساقه با استفاده از کولیس در مرحله گلدهی کامل از ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست آمد. برای اندازه‌گیری سبزیگی برگ در مرحله گلدهی کامل بعد از محلول پاشی متانول از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502) ساخت ژاپن استفاده شد. کربوهیدرات‌های محلول در دانه بر مبنای روش طیف‌سنجی به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر [۲۰]، و پروتئین و روغن دانه نیز به ترتیب با استفاده از دستگاه کج‌لدال و سوکسله [۲۳] اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. قطر ساقه

تنش خشکی تأثیر بسیار معناداری بر قطر ساقه داشت (جدول ۱) و با افزایش شدت تنش، قطر ساقه به شدت کاهش نشان داد، به طوری که قطر ساقه در تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس نسبت به تیمار ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس ۲۷/۹۳ درصد کاهش یافت که احتمالاً به دلیل کاهش آماس سلولی بافت ساقه بوده است (جدول ۲) [۱۱].

جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی در ارتفاع ۹۰ متر از سطح دریا، به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. آبیاری در سه سطح شامل آبیاری پس از ۴۰، ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس خاک [۴] به عنوان عامل اصلی، و محلول پاشی متانول شامل عدم محلول پاشی (شاهد) و محلول پاشی با ۷، ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی به عنوان عامل فرعی لحاظ شد. بذرهاى سویا قبل از کشت با باکتری *R. japonicum* تلقیح شدند. کاشت به صورت ردیفی و بلافاصله پس از آن آبیاری انجام گرفت. به منظور ایجاد تراکم مطلوب، عملیات تنک کردن در مرحله سه تا چهاربرگی انجام گرفت و پس از آن تیمارهای تنش اعمال شد. هر کرت آزمایشی به طول ۵ متر دارای چهار ردیف با فاصله ۴۰ و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. با ظهور اولین علائم تنش در گیاه (تیره شدن برگ‌ها)، به فواصل زمانی کوتاه با استفاده از دستگاه TDR رطوبت خاک اندازه‌گیری و درصد آب قابل دسترس و درصد تخلیه آب محاسبه شد. نحوه محاسبه درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک بدین صورت بود که در آزمایشگاه درصد رطوبت وزنی خاک در ظرفیت زراعی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری و درصد آب قابل استفاده از رابطه ۱ [۱۰] تعیین و سپس با استفاده از رابطه ۲ درصد تخلیه آب قابل استفاده محاسبه شد:

$$D(\%) = \frac{FC - \theta}{FC - Wp} \quad (1)$$

$$D(\%) = 100 - D(\%) \quad (2)$$

در این رابطه‌ها، D درصد آب قابل استفاده، FC مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی، Wp مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی دائم و θ مقدار رطوبت فعلی خاک است. شایان ذکر است که مبنای محاسبات نقطه پژمردگی دائم، پتانسیل رطوبتی ۱/۵- مگاپاسکال بود که به صورت قراردادی

1. Time Domain Reflectometer

به زراعی کشاورزی

جابر عیسی‌زاده پنجعلی خرابسی و همکاران

جدول ۱. تجزیه واریانس قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد دانه

میانگین مربعات						منابع تغییرات
عملکرد دانه	وزن هزاردانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	قطر ساقه	درجه آزادی	
۸۸۰۳۲/۳	۱۶۲/۳۴	۰/۰۷	۱۳۱/۵	۰/۱۷	۲	تکرار
۱۸۸۳۶۹۶/۹**	۱۷۷۲/۸۰**	۰/۳۰**	۴۴۲/۵**	۱۴/۰۹**	۲	تنش خشکی
۳۴۸۰۲۲/۱	۱۳۴/۹۵	۰/۰۲	۱۰۴/۴	۰/۱۸	۴	خطای a
۴۵۸۱۹۰/۵**	۲۷۶۶/۳۳**	۰/۱۷*	۳۵۷/۵**	۰/۱۱	۳	محلول پاشی متانول
۲۳۵۲۲/۸ ^{ns}	۸۲/۳۸ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	^{ns} ۴۵/۸	^{ns} ۰/۴۲	۶	محلول پاشی متانول × تنش خشکی
۹۱۲۱۵/۳	۱۲۳/۴۰	۰/۰۴	۳۳/۲	۰/۳۰	۱۸	خطای b
۱۶/۲۳	۵/۵۴	۶/۶۳	۱۲/۱۵	۸/۲۸	-	ضریب تغییرات (%)

** و * : به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۲. مقایسه میانگین قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد دانه

عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (gr)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	قطر ساقه (mm)	تیمارها
تنش خشکی (درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس)					
۲۲۹۴/۰ ^a	۲۱۲/۶۳ ^a	۳/۲۶ ^a	۵۴/۰۲ ^a	۷/۷۷ ^a	۴۰
۱۷۷۰/۶ ^{ab}	۱۹۹/۹۰ ^{ab}	۳/۱۰ ^{ab}	۴۶/۹۲ ^{ab}	۶/۷۳ ^b	۵۵
۱۵۱۷/۱ ^b	۱۸۸/۳۳ ^b	۲/۹۵ ^b	۴۱/۹۴ ^b	۵/۶۰ ^c	۷۰
محلول پاشی متانول (درصد حجمی)					
۱۷۲۹/۷ ^b	۱۹۹/۳۱ ^b	۳/۰۷ ^{ab}	۴۸/۰۰ ^b	۶/۶۴ ^a	۰
۱۸۷۵/۰ ^{ab}	۲۰۱/۷۸ ^b	۳/۱۱ ^{ab}	۴۹/۴۷ ^{ab}	۶/۷۴ ^a	۷۰
۲۱۷۲/۶ ^a	۲۲۱/۴۶ ^a	۳/۲۸ ^a	۵۴/۰۴ ^a	۶/۸۴ ^a	۲۱
۱۶۶۴/۹ ^b	۱۷۸/۶۰ ^c	۲/۹۵ ^b	۳۹/۰۰ ^c	۶/۵۸ ^a	۳۵

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک‌اند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۷۸

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

۳.۳. تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۱). با افزایش شدت تنش خشکی تعداد دانه در غلاف به شدت کاهش یافت، به طوری که کمترین تعداد آن از تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده به دست آمد و کاهش آن نسبت به شاهد ۹/۵۰ درصد بود (جدول ۲). بر اثر تنش خشکی شدید در سویا، پژمردگی کلاله، رشد نکردن لوله‌های گرده و پسابیدگی دانه‌های گرده گزارش شده است که سبب کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شوند [۲۲].

محلول پاشی متانول بر تعداد دانه در غلاف تأثیر معناداری داشت (جدول ۱)، افزایش مصرف متانول تا ۲۱ درصد حجمی، تعداد دانه در غلاف را افزایش داد، ولی کاربرد ۳۵ درصد حجمی متانول، به شدت سبب کاهش آن شد، به حدی که از شاهد نیز کمتر بود که بیانگر نوعی تأثیر منفی بر تعداد دانه در غلاف سویاست (جدول ۲). نتایج مشابهی در سویا [۳۳] و ماش [۱۲] مشاهده شد.

۴.۳. وزن هزاردانه

تأثیر تنش خشکی بر وزن هزاردانه بسیار معنادار شد (جدول ۱)، به طوری که آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزاردانه را داشتند (جدول ۲). کاهش سطح برگ و دوام آن همراه با کاهش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر تنش خشکی، طول دوره پر شدن دانه‌ها را کاهش می‌دهد [۱۴]. تنش خشکی در زمان پر شدن غلاف، سبب کاهش مدت این دوره و در نتیجه کوچک شدن دانه‌ها می‌شود [۱].

وزن هزاردانه تحت تأثیر محلول پاشی متانول بسیار معنادار شد (جدول ۱). با افزایش محلول پاشی متانول تا سطح ۲۱ درصد، حجمی وزن هزاردانه افزایش یافت، ولی افزایش مصرف آن به ۳۵ درصد حجمی، وزن هزاردانه را

تأثیر محلول پاشی متانول بر قطر ساقه از نظر آماری معنادار نشد (جدول ۱)، ولی در تیمار محلول پاشی با ۲۱ درصد حجمی، قطر ساقه تا حدی افزایش یافت که احتمالاً به علت افزایش ارتفاع بوته تحت تأثیر محلول پاشی متانول، رشد رویشی افزایش یافت و بر قطر ساقه تأثیر معنادار نداشت (جدول ۲). میرآخوری و همکاران [۱۱] نیز افزایش ارتفاع و زیست توده سویا در محلول پاشی متانول ۲۱ درصد حجمی را گزارش کرده‌اند.

۲.۳. تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تا حد چشمگیری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۱) و با افزایش تنش خشکی کاهش یافت، به طوری که بیشترین و کمترین آن به ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به دست آمد که کاهش آن نسبت به شاهد حدود ۲۹ درصد بود (جدول ۲). کمبود آب در مرحله گلدهی، تشکیل آغازه‌های گل را به تأخیر می‌اندازد و نیز سبب افزایش درصد گل‌های عقیم، و ریزش گل‌ها و نیام‌ها می‌شود که به کاهش تعداد غلاف منجر می‌شوند [۹، ۳۲].

محلول پاشی متانول بر تعداد دانه در بوته بسیار مؤثر شد (جدول ۱)، اختلاف بین کاربرد ۷ درصد حجمی متانول با شاهد معنادار نبود، ولی افزایش آن تا ۲۱ درصد حجمی، بیشترین تأثیر را بر تعداد غلاف در بوته گذاشت. از این رو افزایش آن در سطح ۳۵ درصد حجمی به شدت تأثیر منفی نشان داد، به طوری که نتیجه حاصل از شاهد نیز کمتر بود و نسبت به شاهد ۱۸/۷۵ درصد کاهش داشت و کاربرد چنین غلظتی توصیه نمی‌شود (جدول ۲). دیگر محققان نیز نتایج مشابهی مبنی بر تأثیر منفی غلظت‌های زیاد متانول را گزارش کرده‌اند [۲۴، ۳۵].

دانه از محلول پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۵/۶ درصد افزایش داشت (جدول ۲). عملکرد دانه سویا که با متانول تیمار شده بود، به طور معناداری در مقایسه با شاهد افزایش داشت و محلول پاشی متانول با ۲۵ درصد حجمی، بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد سویا داشت [۲۴]. محلول پاشی ۳۵ درصد حجمی متانول، عملکرد دانه را کاهش داد، به طوری که از شاهد نیز کمتر بود (جدول ۲).

۶.۳. شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۳)، به طوری که با افزایش تنش خشکی کاهش یافت. بیشترین و کمترین آن به ترتیب به تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبتی تعلق داشت (جدول ۴). افزایش شاخص برداشت در آبیاری کامل، به دلیل افزایش تولید دانه است، با اعمال تنش خشکی، به دلیل ریزش گل‌ها و غلاف‌ها و همچنین کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد و این کاهش نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتر است؛ به همین دلیل شاخص برداشت، کاهش می‌یابد و هرچه تنش خشکی شدیدتر شود، کاهش بیشتری را نشان می‌دهد [۷].

کاهش داد (جدول ۲). افزایش وزن هزاردانه با محلول پاشی ۲۱ درصد حجمی متانول، ممکن است به دلیل افزایش فتوسنتز در اثر مصرف متانول و افزایش انتقال هیدرات‌های کربن به دانه باشد [۲۴].

۵.۳. عملکرد دانه

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه بسیار معنادار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به دست آمد. آبیاری پس از ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس، عملکرد دانه را نسبت به آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس کاهش دادند و کاهش به ترتیب ۲۲/۸۲ و ۳۳/۸۷ درصد بود (جدول ۲). تنش خشکی ضمن کاهش دوره مؤثر پر شدن دانه [۱۴]، سقط غلاف‌ها [۲۵] را افزایش می‌دهد. شرایط آبیاری کامل، سبب افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده می‌شود و بر سرعت پر شدن دانه، وزن دانه و عملکرد نهایی تأثیر مثبت دارد [۲۹]. کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی متأثر از کاهش اجزای عملکرد است [۱، ۲]. عملکرد دانه تحت تأثیر محلول پاشی متانول در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد

جدول ۳. تجزیه واریانس شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفی سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شاخص برداشت	پروتئین دانه	روغن دانه	محتوای کلروفیل کل
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۱/۸۵	۰/۰۵	۱/۱۱
تنش خشکی	۲	**۱/۰۲	**۶۶/۲۷	**۵۹/۷۷	**۵۹/۰۵
خطای a	۴	۰/۰۱۱	۱۱/۵۳	۳/۴۶	۷/۳۳
محلول پاشی متانول	۳	۰/۰۰۲	*۱۳/۴۰	۱/۸۹	**۵۲/۳۵
محلول پاشی متانول × تنش خشکی	۶	۰/۰۰۱ ^{ns}	۴/۰۷ ^{ns}	۱/۲۹ ^{ns}	۲/۰۴ ^{ns}
خطای b	۱۸	۰/۰۰۳	۴/۳۷	۱/۹۶	۲/۴۸
ضریب تغییرات (/.)	-	۱۹/۴۸	۷/۲۷	۷/۱۹	۴/۰۸

** و * : به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی متانول و تنش خشکی بر شاخص برداشت و ویژگی‌های کیفی سویا

تیماها	شاخص برداشت (%)	پروتئین دانه	روغن دانه	محتوای کلروفیل کل	هیدرات‌های کربن محلول
تنش خشکی (درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس)					
۴۰	۳۶/۱ ^a	۳۰/۹۹ ^a	۱۷/۳۲ ^b	۴۰/۸۸ ^a	۳/۱۷ ^c
۵۵	۲۹/۹ ^b	۲۸/۹۷ ^{ab}	۱۹/۳۰ ^b	۳۸/۵۱ ^{ab}	۳/۳۹ ^b
۷۰	۲۸/۱ ^b	۲۶/۳۰ ^b	۲۱/۷۷ ^a	۳۶/۴۵ ^b	۳/۵۴ ^a
محلول پاشی متانول (درصد حجمی)					
۰	۲۹/۱ ^a	۲۸/۳۴ ^{ab}	۱۸/۸۳ ^a	۳۷/۰۶ ^b	۲/۳۲ ^{ab}
۷	۳۱/۸ ^a	۲۸/۵۸ ^{ab}	۱۹/۹۱ ^a	۴۰/۰۲ ^a	۳/۴۳ ^a
۲۱	۳۳/۱ ^a	۳۰/۴۶ ^a	۱۹/۵۱ ^a	۴۱/۲۴ ^a	۳/۵۲ ^a
۳۵	۳۱/۱ ^a	۲۷/۵۹ ^b	۱۹/۶۲ ^a	۳۶/۱۳ ^b	۳/۲۲ ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک‌اند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

۱۵/۱۴ درصد کاهش یافت (جدول ۴). گیاه در شرایط تنش خشکی با کاهش آنزیم رویسکو و نقصان فتوسنتز همراه است، از این رو کاهش غلظت پروتئین به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین اتفاق می‌افتد [۲۱].

محلول پاشی متانول بر درصد پروتئین دانه تأثیر معناداری داشت (جدول ۳). افزایش محلول پاشی متانول تا ۲۱ درصد حجمی، درصد پروتئین دانه را نسبت به تیمار شاهد ۳۰/۵ درصد افزایش داد که احتمالاً به دلیل تأثیر افزایش متانول بر اسیدهای آمینه بوده است (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های تحقیق دیگری مبنی بر افزایش درصد پروتئین تحت تأثیر محلول پاشی متانول، مطابقت دارد [۶].

۸.۳ درصد روغن دانه

درصد روغن دانه به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳) و بیشترین درصد آن از تیمار آبیاری پس

تأثیر محلول پاشی متانول بر شاخص برداشت معنادار نشد (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت به محلول پاشی ۲۱ درصد حجمی متانول تعلق داشت (جدول ۴). شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است که نشان‌دهنده چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف گیاه است [۴]. احتمال می‌رود معنادار نبودن شاخص برداشت بر اثر محلول پاشی متانول به دلیل افزایش متناسب عملکرد دانه و بیولوژیک باشد [۱۱].

۷.۳ درصد پروتئین دانه

اثر تنش خشکی بر درصد پروتئین دانه بسیار معنادار شد (جدول ۳)، به طوری که بیشترین درصد آن از تیمار آبیاری پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به دست آمد. با افزایش تنش خشکی از درصد پروتئین دانه کاسته شد و در تیمار آبیاری پس از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس

۱۰.۳. هیدرات‌های کربن محلول

تأثیر تنش خشکی بر مقدار هیدرات‌های کربن محلول معنادار شد (جدول ۳)، به طوری که آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بودند (جدول ۴). در دوره تنش خشکی، گیاه به منظور گریز از پلاسمولیز و ادامه تورژسانس در سلول‌های خود، مولکول‌های درشت نظیر نشاسته را به ساکارز و سپس به مولکول‌های کوچک‌تری نظیر گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌کند که این موضوع، موجب منفی‌تر شدن پتانسیل آب در سلول‌ها و تنظیم اسمزی می‌شود. علاوه بر این، کاهش مصرف قند نیز عامل دیگر افزایش غلظت قندهای محلول در سلول است [۲۰]. نتایج تحقیقی در ارقام نخود تحت تأثیر تنش خشکی افزایش در کل قندهای محلول، به‌ویژه هگوزها مشاهده شده است [۱۵].

محلول‌پاشی متانول بر غلظت هیدرات‌های کربن محلول تأثیر معناداری داشت (جدول ۳). نتایج حاکی از آن است که محلول‌پاشی با ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار هیدرات‌های کربن محلول را دارا بودند که احتمالاً علت افزایش در تیمار ۲۱ درصد حجمی، افزایش قندهای ساده در اثر استفاده از متانول و تولید دی‌اکسیدکربن در گیاه؛ و علت کاهش آن در تیمار ۳۵ درصد حجمی، تأثیر سمی متانول است (جدول ۴).

۴. نتیجه‌گیری

تنش خشکی بر ویژگی‌های بررسی‌شده مؤثر بود و سبب کاهش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی متانول ویژگی‌های کمی و کیفی را تحت تأثیر قرار داد، به طوری که محلول‌پاشی با ۲۱ درصد حجمی متانول، بیشترین تأثیر را بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشت. این غلظت می‌تواند برای محلول‌پاشی مناسب باشد، ولی غلظت‌های بیشتر به علت اینکه سبب گیاه‌سوزی می‌شوند، توصیه نمی‌شود.

از ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس حاصل شد؛ ولی در تنش‌های ملایم، درصد روغن کاهش یافت (جدول ۴). درصد روغن دانه با درصد پروتئین دانه رابطه عکس دارد [۱۷]؛ بنابراین به علت کاهش درصد پروتئین دانه، درصد روغن آن افزایش می‌یابد [۳].

درصد روغن تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول از نظر آماری معنادار نشد (جدول ۳)، ولی بیشترین درصد آن در تیمار محلول‌پاشی ۷ درصد حجمی متانول مشاهده شد (جدول ۴). نتایج مشابهی مبنی بر نبود تأثیر معنادار محلول‌پاشی متانول بر درصد روغن نیز گزارش شده است [۶].

۹.۳. محتوای کلروفیل کل برگ

محتوای کلروفیل کل برگ تحت تأثیر تنش خشکی بسیار معنادار شد (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی، محتوای کلروفیل کل برگ کاهش یافت و در تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۷۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر مشاهده شد (جدول ۴). کاهش محتوای کلروفیل کل برگ در تنش خشکی به دلیل کاهش عوامل لازم برای سنتز کلروفیل و تخریب ساختمان آن است، بدین معنا که کاتابولیسم کلروفیل برگ در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد که علت اصلی آن علاوه بر موارد ذکرشده، پیری زودرس برگ‌ها در اثر اختلال‌های هورمونی ناشی از تنش خشکی است [۸].

تأثیر محلول‌پاشی متانول بر محتوای کلروفیل کل برگ بسیار معنادار شد (جدول ۳). محلول‌پاشی با ۲۱ و ۳۵ درصد حجمی متانول به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را داشتند. محتوای کلروفیل کل در تیمار محلول‌پاشی متانول با ۳۵ درصد حجمی از شاهد هم کمتر بود که نشان می‌دهد مصرف مقادیر زیاد متانول، سبب تخریب محتوای کلروفیل کل می‌شود (جدول ۴). به هر حال، استفاده از محلول‌پاشی متانول در سطوح غیرسمی سبب افزایش کلروفیل و افزایش ماده خشک می‌شود [۱۱].

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

منابع

۱. امینی‌فر، ج، بیگلویی م ح، محسن‌آبادی غ م و سمیع‌زاده ح (۱۳۹۱) اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا در منطقه رشت. تولید گیاهان زراعی. ۵(۲): ۹۳-۱۰۹.
۲. پورموسوی س ر، گلویم، دانشیان ج، قنبری ا و بصیرانی ن (۱۳۸۸) تأثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی لاین سویا در شرایط تنش خشکی. علوم گیاهان زراعی. ۴۰(۱): ۱۴۵-۱۳۳.
۳. دانشیان ج (۱۳۷۹) بررسی اکوفیزیولوژیک اثرات تنش کم‌آبی در سویا. رساله دکتری زراعت، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.
۴. زارع زرگر ج (۱۳۸۹) اثر کم‌آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی سه رقم ماش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل.
۵. شاه‌مرادی ش (۱۳۸۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۶. صفرزاده ویشگانی م ن، نورمحمدی ق و مجیدی هروان ا (۱۳۸۶) اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی. علوم کشاورزی. ۱۳(۱): ۸۷-۱۰۴.
۷. فرنیاء، نورمحمدی ق، نادری ا، درویش ف و مجیدی هروان ا (۱۳۸۵) تأثیر تنش خشکی و نژادهای باکتری *Bradyrhizobium japonicum* بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در سویا (رقم کلارک) در بروجرد. علوم گیاهان زراعی ایران. ۸(۳): ۲۱۴-۲۰۱.
۸. کافی م، زند ا، کامکار ب، شریفی ح ر و گلدانی م (۱۳۷۹) فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۹ ص.
۹. محلوچی م، موسوی س ف و کریمی م (۱۳۷۹) اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاچیتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۱): ۵۷-۶۸.
۱۰. مرادی ع، احمدی ع و حسین‌زاده ع ه (۱۳۸۷) واکنش زراعی - فیزیولوژیک ماش (رقم پرتو) به تنش‌های شدید و خفیف خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۳): ۶۷۲-۶۵۹.
۱۱. میرآخوری م، پاک‌نژاد ف، اردکانی م ر، پازوکی ع ر، نظری پ و اسماعیل‌پورجهرمی (۱۳۸۸) ارزیابی اثر تنش خشکی و محلول پاشی متانول بر مقدار پروتئین و روغن دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه سویا (L17). تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ۲(۲): ۱۸۳-۱۷۱.
12. Aslani A, Safarzadeh Vishgahi MN, Farzi M, Noorhosseini Niyaki SA and Jafari Paskiabi M (2011) Effect of foliar application of methanol on growth and yield of moonbeam (*Vigna radiate* L.) in Rasht, Iran. African Journal of Agricultural Research. 6(15): 3603-3608.
13. Attari AA (2006) Oil production and consumption of oil seeds in the world. Publication of Industry of Vegetable Oil Production, Magazine No. 13.
14. Ball RA, Purcell LC and Vories ED (2000) Short-season soybean yield compensation in response to population and water regime. Crop Science. 40: 1070-1078.
15. Basu PS, Berger JD, Turner NC, Chaturvedi SK, Ali M and Siddique KHM (2007) Osmotic adjustment of chickpea (*Cicer arietinum*) is not associated with changes in carbohydrate composition or leaf gas exchange under drought. Annals of Applied Biology. 150: 217-225.

16. Clover G, Smith H and Jaggard K (1998) The crop under stress. *British Sugar Beet Review*. 66(3): 17-19.
17. Cober ER and Voiding HD (2000) Developing high-protein, high-yield soybean populations and lines. *Crop Science*. 40: 39-42.
18. Fall R and Benson A (1996) Leaf methanol, the simplest natural product from plants. *Trends Plant Science*. 1: 296-301.
19. Hsiao TC (2000) Leaf and root growth in relation to water status. *Horticultural Science*. 35: 1051-1058.
20. Irigoyen JJ, Emerrich DW and Sanchez-Diaz M (1992) Water stress induced changes in concentration of praline and total soluble sugars in modulated alfalfa plant. *Plant Physiology*. 84: 55-60.
21. Kane MV, Steel CC and Hildebrand DF (1997) Early-maturing soybean cropping system: III: Protein and oil contents and oil composition. *Agronomy*. 89: 464-469.
22. Kooks RA and Klark R (1996) Drought resistance in soybean cultivar. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29: 897-912.
23. Laurence RCN, Gibbons RW and Young CT (1976) Changes in yield, protein, oil and maturity of groundnut cultivars with the application of sulfur fertilizers and fungicides. *The Journal of Agricultural Science*. 86(2): 245-250.
24. Li Y, Gupta J and Siyumbano AK (1995) Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. *Plant Nutrients*. 18: 1875-1880.
25. Liu F, Andersen MN and Jensen CR (2004) Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. *Field Crop Research*. 85: 159-166.
26. Muchow RC (1985) Phonology, seed yield and water use of legume grown under different soil regimes in semi-arid tropical environment. *Field Crop Research*. 11: 81-97.
27. Nonomura AM and Benson A (1992) The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 89: 9794-9798.
28. Palmer J, Dunphy J and Reese P (1995) Managing drought - stressed soybeans in the southeast. North Carolina cooperative extension service as publication number AG-519-12. <http://www.ces.ncsu.edu/drought/dro-24.html>.
29. Pandey RK, Herrera WAT, Villegas AN and Pendleton TW (1984) Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. *Agronomy*. 76: 557-560.
30. Ramberget HA, Bradley JSC, Olson JSC, Nishio JN, Markwell J and Osterman JC (2002) The role of methanol in promoting plant growth: An update. *Plant Biochemistry and Biotechnology*. 1: 113-126.
31. Ramirez I, Dorta F, Espinoza V, Jimenez E, Mercado A and Pen Cortes A (2006) Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. *Plant Growth Regulation*. 25: 30-44.
32. Stewart GR (1992) *Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plant*, Aspinnal New York.
33. Sunderman HD and Sweeney DW (1997) Soybean response to foliar applied methanol in humid and semiarid environments. *Products Agriculture*. 10(3): 415-418.

اثر محلول پاشی متانول بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی سویا تحت تنش خشکی

34. Zbiec II, Karczmarczyk S and Koszanski Z (1999) Influence of methanol on some cultivated plants. Department of Plant Production and Irrigation. Agricultural University of Szczecin Poland. 73: 217-220.
35. Zbiec II, Karczmarczyk S and Podsiado C (2003) Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 6: 1-7.



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۸۷-۱۱۰۰

تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

محمد رضا رحیمی^{۱*}، علی‌رضا یوسفی^۲، خلیل جمشیدی^۳، مجید پوریوسف^۳

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۰۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۰۲

چکیده

به‌منظور ارائه روش تلفیقی برای مدیریت علف‌های هرز رازیانه، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، در بهار سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. تیمارها شامل، نوع علف‌کش (پن‌دیمتالین و تریفلورالین)، دز علف‌کش (صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده در سایر گیاهان زراعی) و کنترل تکمیلی (بدون کنترل تکمیلی، یک‌بار و جین دستی ۵۰ روز پس از کاشت و مالچ کاه و کلش گندم به مقدار دو کیلوگرم در متر مربع) بودند. همچنین یک تیمار و جین علف هرز در کل طول فصل نیز به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. کاهش زیست‌توده علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه، به‌طور معناداری تحت تأثیر تیمارهای کنترل علف هرز قرار گرفتند. پن‌دیمتالین نسبت به تریفلورالین علف‌های هرز را بهتر کنترل کرد. همچنین کاربرد علف‌کش‌ها زیست‌توده علف‌های هرز را کاهش داد، اما بدون افزودن کنترل تکمیلی نتوانست به مدت طولانی در طول فصل رشد علف‌های هرز را کنترل کند. به‌طور کلی، دز توصیه‌شده پن‌دیمتالین (۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) وقتی با یک‌بار و جین ۵۰ روز پس از کاشت استفاده شد، بیشترین عملکرد (۳۵۶۱ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین کاهش در زیست‌توده علف‌های هرز (۹۲ درصد) حاصل شد.

کلیدواژه‌ها: پن‌دیمتالین، تریفلورالین، دز توصیه‌شده، زیست‌توده علف‌های هرز، مالچ.

۱. مقدمه

فیزیکی مختلفی را برای مبارزه با علف‌های هرز در رازیانه می‌توان به‌کار گرفت. در تحقیقی، سرکوب علف‌های هرز با استفاده از آفتاب‌دهی عملکرد این گیاه را تا ۹۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد [۱۶]. طی آزمایشی در چند گونه گیاهی از جمله رازیانه با استفاده از چنگک گردان کنترل خوبی بر علف‌های هرز قبل و بعد از سبز شدن به‌دست آمد. کنترل مکانیکی علف‌های هرز در رازیانه با این روش بسیار خوب و امیدوارکننده توصیف شد [۲۶]. وجین علف‌های هرز رازیانه در فصل بهار ضروری است. تعداد وجین مورد نیاز در سال اول کشت بیشتر از سال‌های بعدی است [۵]. علت این مسئله، رشد رویشی کند رازیانه در سال اول است که سبب می‌شود گیاه قادر به رقابت با علف‌های هرز نباشد. اما از سال دوم به بعد به‌علت رشد سریع گیاه و ایجاد انشعابات وسیع، بر روی علف‌های هرز سایه می‌افکند و عملاً بر آنها غلبه می‌کند. از این‌رو نیاز به وجین و مبارزه با علف هرز به حداقل خواهد رسید [۵].

از جمله علف‌کش‌های قابل استفاده در رازیانه می‌توان به مرکازین^۲، آرزین^۳، لینورون^۴، کلروگزورون^۵ و کلروبرومورن^۶ اشاره کرد [۵]. از بین علف‌کش‌های مذکور فقط لینورون در ایران ثبت شده و آن هم قدیمی [۴] و کمیاب است. متأسفانه بقیه علف‌کش‌های مذکور در کشور ثبت نشده‌اند و در نتیجه وارد یا تولید نمی‌شوند.

در آزمایشی تأثیر چند علف‌کش مختلف بر علف‌های هرز رازیانه بررسی شد. طی این آزمایش کمترین وزن خشک علف‌های هرز با استفاده از پندیمتالین^۷ به مقدار ۴۹۵ گرم ماده مؤثره در هکتار به‌دست آمد [۳۳]. پندیمتالین به مقادیر ۲ و ۳ لیتر در هکتار بیشترین تأثیر را

رازیانه^۱ از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای است که در تمام دارونامه‌های معتبر از آن به‌عنوان نوعی گیاه دارویی پراهمیت یاد شده است [۵]. مردم یونان و روم باستان از خواص دارویی آن اطلاع کاملی داشتند و برای درمان برخی بیماری‌ها از آن استفاده می‌کردند [۱]. رازیانه یکی از چهار گیاه ادویه‌ای بسیار مهم است که در سراسر نواحی معتدل و نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود [۲۷]. استان‌های عمده تولیدکننده آن همدان، خراسان، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان می‌باشند، با سطح زیرکشتی در حدود ۱۰۶۶ هکتار و همدان بیشترین میزان عملکرد بذر در واحد سطح (۲۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) را داراست [۵]. یکی از دلایل عمده محدودیت توسعه سطح زیرکشت رازیانه در ایران، کمبود تحقیقات به‌زراعی و به‌نژادی، بالا بودن هزینه و پایین بودن بازده تولید است [۵].

علف‌های هرز، جزء جدایی‌ناپذیر بوم‌نظام‌های زراعی و غیرزراعی بوده و تهدیدی جدی برای کشاورزان محسوب می‌شوند [۲۵]. به‌دلیل اینکه رشد رازیانه در مراحل اولیه رشد بسیار کند است، علف‌های هرز فراوانی در مزرعه رازیانه به‌چشم می‌خورد [۶]. همچنین استقرار ضعیف، عدم ایجاد پوشش گیاهی مطلوب، دوره رشدی طولانی و ویژگی‌های مورفولوژیکی خاص نظیر داشتن برگ‌هایی با کنگره‌های بسیار عمیق [۵] که اجازه عبور نور در تاج‌پوش برای علف‌های هرز را می‌دهد، موجب شده که این گیاه رقیب بسیار ضعیفی در برابر علف‌های هرز باشد. از این‌رو حفاظت از این گیاه در برابر علف‌های هرز برای مدت طولانی در طول فصل رشد ضروری است.

اطلاعات بسیار کمی در مورد کنترل علف‌های هرز در رازیانه در دسترس است [۳۳]. با وجود این، روش‌های

1. *Foeniculum vulgare* Mill.

2. Merkazin
3. Aresin
4. Linuron
5. Chloroxuron
6. Choloro bromuron
7. Pendimethalin

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوهای کامل تصادفی در سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول ۴۷ درجه و یک دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۶۳۴ متر از سطح دریا، انجام گرفت. زمین محل آزمایش دارای خاکی با بافت لومی رسی با هدایت الکتریکی ۰/۷۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. عامل اول نوع علف‌کش در دو سطح (پن‌دیمتالین و تریفلورالین)، عامل دوم دز علف‌کش در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده در سایر گیاهان زراعی) و عامل سوم کنترل تکمیلی در سه سطح (بدون کنترل تکمیلی، یک‌بار و جین ۵۰ روز پس از کاشت و مالچ کاه و کلش گندم) بود. همچنین یک تیمار شاهد و جین کامل علف‌های هرز در طول فصل رشد نیز در نظر گرفته شد. دز توصیه شده پن‌دیمتالین^۴ ۱۳۲۰ گرم و تریفلورالین^۵ ۱۴۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار است. کرت‌های اصلی در ابعادی به طول ۱۰ و عرض دو متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ و فاصله بوته‌ها از هم بر روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر تعیین شد. فاصله کرت‌های هر بلوک از هم ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها از هم چهار متر بود.

بعد از عملیات آماده‌سازی تکمیلی زمین (دیسک‌زنی و لولر) و بلوک‌بندی زمین، در ابتدا علف‌کش تریفلورالین با توجه به دزهای کاهش یافته‌ای که تعیین شده بود بدین صورت به کار برده شد که دزهای مختلف تریفلورالین (در مقادیر ۷۲۰، ۱۰۸۰ و ۱۴۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) پیش از کاشت سم‌پاشی گردیده و بلافاصله توسط شن‌کش با خاک مخلوط شد. در ادامه در تاریخ هفدهم اردیبهشت ماه

در کنترل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی داشت [۳۲]. کارایی تریفلورالین^۱ نیز در کنترل علف‌های هرز گیاه دارویی آنیسون^۲ تأیید شده و این گیاه حتی به دزهای بالاتر از مقدار توصیه شده این علف‌کش نیز تحمل مناسبی نشان داده است [۳۸].

در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، بر استفاده صحیح از تمام روش‌های فیزیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی برای کاهش خسارت علف‌های هرز تأکید می‌شود [۱۱]. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز با تأکید بر استفاده از ترکیبی از چندین روش مدیریتی با یکدیگر، ضمن کاهش سهم استفاده از علف‌کش‌ها، منجر به مدیریت کارآمد و پایدار در کنترل علف‌های هرز می‌شود [۱۵، ۱۷، ۲۰]. مدیریت تلفیقی علف‌های هرز یک راهکار اکولوژیک بوده که می‌تواند راهگشای مناسبی در حل مشکل علف‌های هرز با حداقل مصرف علف‌کش باشد [۱۰]. تلفیق روش‌های مدیریتی، به‌عنوان نمونه مالچ و علف‌کش با دزهای کاهش یافته می‌تواند کنترل علف‌های هرز را به‌طور مؤثری بهبود بخشد [۳۹، ۴۰]. در بررسی تأثیر مالچ کلش گندم در کنترل علف‌های هرز در عناب^۳ گزارش شد که هیچ علف هرز تک‌په‌ای ۴۰ و ۸۰ روز بعد از اعمال تیمار مالچ کلش گندم مشاهده نشد. با وجود این، ۱۲۰ روز بعد از اعمال تیمار برخی علف‌های هرز تک‌په و دولپه گسترش پیدا کردند [۳۴].

هیچ تحقیقی در مورد کنترل علف‌های هرز رازیانه در کشور صورت نگرفته است؛ از این رو با توجه به مطالب ذکر شده این تحقیق به منظور بررسی تأثیر دزهای کاهش یافته علف‌کش‌های تریفلورالین و پن‌دیمتالین در تلفیق با جین دستی و مالچ کاه و کلش گندم در کنترل علف‌های هرز و تأثیر آن بر عملکرد و اجرای عملکرد رازیانه صورت پذیرفت.

1. Trifluralin
2. Pimpinella anisum L.
3. Zizyphus mauritiana Lam.

4. Stomp, Ec, 330 g L-1, BASF

5. Treflan, Ec, 480 g L-1, Dow Agro Sciences

آزمایشی به مساحت ۲ متر مربع برداشت شد. برای تعیین اجزای عملکرد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد و صفات، شامل تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چتر در آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن هزاردانه، از هر واحد آزمایشی با دو تکرار هزار عدد بذر شمارش و سپس وزن آنها با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ توزین شده و به‌عنوان وزن هزاردانه برای هر واحد آزمایشی منظور شد.

به‌منظور محاسبه بازده تیمارهای آزمایشی از رابطه زیر استفاده شد:

$$R = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه، R درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در نتیجه اعمال تیمار، A زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط عدم اعمال تیمار (شاهد) و B زیست‌توده علف‌های هرز در نتیجه اعمال تیمار مورد نظر است.

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، وضعیت نرمال بودن تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab بررسی گردید. برای تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. پوشش علف‌های هرز محل آزمایش

طیف علف هرزی مزرعه آزمایشی به‌نسبت متنوع و به‌صورت غالب شامل گونه‌های: تاج خروس ریشه قرمز^۱، سوروف^۲، دم‌روباهی^۳، سلمه‌تره^۴، تاج خروس

سال ۱۳۹۱ عملیات کاشت به‌صورت دستی انجام گرفت. علف‌کش پندیمتالین (در مقادیر ۶۶۰، ۹۹۰ و ۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) نیز بعد از کاشت محصول و قبل از آبیاری اول به‌کار برده شد. سم‌پاشی با استفاده از یک سمپاش پشتی کتابی با نازل شراهی با فشار دو بار انجام گرفت. در ادامه هر کرت در جهت عرض به سه بخش تقسیم گردید که یک بخش بدون کنترل تکمیلی بود و عمل وجین یا پراکندن مالچ کاه و کلش در این بخش انجام نگرفت، بخش دیگر بعد از ۵۰ روز پس از کاشت به‌صورت دستی وجین شد و در بخش سوم مالچ کاه و کلش گندم به مقدار دو کیلوگرم در متر مربع با ضخامت ۱۰ سانتی‌متر، بلافاصله پس از کاشت در فاصله بین خطوط کاشت پراکنده شد.

آبیاری مزرعه، در ابتدا هر سه روز یک‌بار و بعد از استقرار گیاهچه‌ها هر شش روز یک‌بار به‌صورت قطره‌ای از نوع تیپ انجام گرفت. برای رسیدن به تعداد مطلوب بوته در واحد سطح (۱۰ بوته در متر مربع) عملیات تنک طی یک مرحله به هنگام ۳ تا ۴ برگی شدن گیاهچه‌ها انجام گرفت. در طول فصل رشد کود اوره در سه مرحله، هنگام کاشت، ساقه‌دهی و قبل از گلدهی به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توسط تانک کود متصل به سیستم آبیاری قطره‌ای به زمین داده شد و سه لیتر در هکتار نیز کود کامل محتوی ریزمغذی‌ها داده شد. به دلیل عدم خسارت آفات و بیماری‌ها از هیچ سم آفت‌کشی استفاده نشد.

در پایان فصل به‌منظور نمونه برداری از علف‌های هرز و تعیین زیست‌توده علف‌های هرز در داخل هر کرت کلیه علف‌های هرز از داخل یک کادر ۰/۵ در ۰/۵ متر به‌تفکیک گونه کف‌بر شد و در آون در دمای ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و سپس توزین شد. برای اندازه‌گیری عملکرد در پایان فصل، با حذف حاشیه از هر کرت

1. *Amaranthus retroflexus* L.
2. *Echinochloa crus-galli* L.
3. *Setaria viridis* (L.) P. Beauv
4. *Chenopodium album* L.

تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

توصیه‌شده + مالچ، پندیمتالین به مقدار ۷۵ درصد دز توصیه‌شده + یک‌بار وجین دستی، پندیمتالین به مقدار ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده به تنهایی و تریفلورالین به مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده + یک‌بار وجین دستی نیز با تیمار پندیمتالین به مقدار ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده + یک‌بار وجین دستی در یک گروه آماری قرار گرفتند. امکان کنترل مطلوب علف‌های هرز توسط مقادیری کمتر از توصیه تولیدکننده قبلاً نیز توسط تعدادی از محققان گزارش شده بود [۴۰، ۳۵، ۲۴، ۱۴]. به‌طور کلی، نتایج آزمایش حاضر پیشنهاد می‌کند برای کنترل مؤثر علف هرز در رازیانه پندیمتالین اگر با یک‌بار وجین دستی تلفیق شود، می‌تواند دز کاهش‌یافته ۷۵ درصد آن را استفاده کرد. تأثیر پندیمتالین به تنهایی یا در تلفیق با یک‌بار وجین در کنترل علف‌های هرز در نخود [۳۷] و در برنج [۳۱] گزارش شد. تیمارهای تریفلورالین به تنهایی و یا تلفیق با کنترل‌های فیزیکی نسبت به تیمارهای پندیمتالین کنترل ضعیف‌تری را بر مجموع علف‌های هرز نشان دادند و بازده کمتری داشتند.

سایر محققین نیز به تأثیر بهتر پندیمتالین در کنترل علف‌های هرز نسبت به تریفلورالین اشاره کردند [۳۷]. همچنین تلفیق روش‌های شیمیایی با یک‌بار وجین دستی بازده کنترل بالاتری را نسبت به تلفیق با مالچ کاه و کلش ایجاد کردند. مالچ کلش گندم نتوانست کنترل خوبی بر علف‌های هرز کلم بروکلی فراهم کند [۳۶]. کاربرد مالچ به تنهایی بدون استفاده از علف‌کش‌ها نمی‌تواند کنترل مطلوبی بر علف‌های هرز فراهم کند. این نتیجه‌گیری منطبق با مشاهدات محققین دیگر است [۳۱]. برعکس مالچ به تنهایی بدون تلفیق با علف‌کش‌ها می‌تواند کنترل مطلوبی بر علف‌های هرز فراهم کند [۳۰، ۲۹].

خواهیده^۱، توق^۲، نوک لک لکی^۳، علف شور^۴، شیرتیغی^۵، تاجریزی^۶ و پنیرک^۷ بود.

۲.۳. کارایی تیمارهای اعمال شده در کنترل

مجموع علف‌های هرز

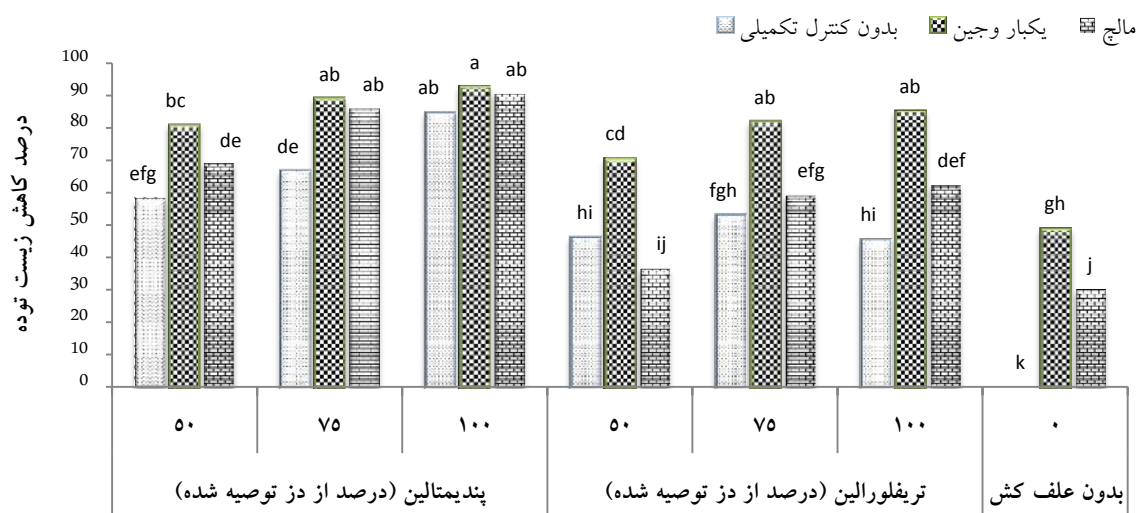
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل هر سه فاکتور (نوع علف‌کش، دز علف‌کش و کنترل تکمیلی) بر زیست‌توده مجموع علف‌های هرز معنادار شد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل هر سه فاکتور (نوع علف‌کش، دز علف‌کش و کنترل تکمیلی) بر کاهش زیست‌توده مجموع علف‌های هرز در زمان رسیدگی فیزیولوژیک محصول نشان داد که وزن خشک مجموع علف‌های هرز در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد آلوده به علف هرز به‌طور معناداری کاهش داشته است (شکل ۱). در شرایط عدم کاربرد علف‌کش و کنترل‌های تکمیلی (تیمار شاهد) مقدار زیست‌توده تولید شده توسط مجموع علف‌های هرز به ۱۶۱۸ گرم در متر مربع رسید. تجمع این مقدار زیست‌توده در واحد سطح احتمالاً به توان رقابتی بسیار پایین رازیانه مربوط می‌شود. همه تیمارهای اعمال‌شده اختلاف معناداری را نسبت به شاهد بدون کنترل نشان دادند. بازده تیمارهای مختلف بین ۳۰ تا ۹۲ درصد متغیر بوده و در این میان بالاترین درصد کاهش زیست‌توده مربوط به تیمار پندیمتالین به مقدار ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده + یک‌بار وجین دستی و کمترین آن به تیمار کاربرد مالچ کاه و کلش گندم به تنهایی، تعلق داشته است. تیمارهای پندیمتالین به مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز

1. *Amaranthus blitoides* S. Wats
2. *Xanthium strumarium* L.
3. *Erodium cicutarium* L.
4. *Salsola kali* L.
5. *Sonchus oleraceus* L.
6. *Solanum nigrum* L.
7. *Malva neglecta* wallr

به‌زرای کشاورزی

محمدرضا رحیمی و همکاران



تیمارهای تلفیق دزهای مختلف علف کش ها با کنترل های تکمیلی

شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای نوع علف کش، دز علف کش و کنترل تکمیلی، بر کاهش زیست توده مجموع علف های هرز در آخر فصل. ستون های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

وجین دستی به عنوان کنترل تکمیلی به کار برده شده است، تأثیری به مراتب بهتر از مالچ کاه و کلش گندم در افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر داشته و بدین لحاظ اختلاف معناداری نسبت به مالچ کاه و کلش گندم ایجاد کرده است. تیمار مالچ کاه و کلش گندم هر چند نسبت به وجین دستی تأثیر کمتری در افزایش تعداد چتر در بوته و چترک در چتر داشت، ولی با تیمار بدون کنترل تکمیلی اختلاف معناداری داشت و باعث افزایش تعداد چتر و چترک شد (شکل ۲). اثر متقابل نوع علف کش و دز علف کش، تعداد چتر در بوته را به طور معناداری نسبت به دز صفر علف کش افزایش داد، به طوری که بیشترین تعداد چتر در بوته در تیمار اثر متقابل پندیمتالین با دز ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده به دست آمد، در حالی که تیمار پندیمتالین با ۷۵ درصد دز توصیه شده و تریفلورالین با ۱۰۰ درصد دز توصیه شده در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد چتر در بوته بعد از تیمار

این تفاوت ها در نتایج کارایی مالچ در کنترل علف های هرز می تواند تحت تأثیر عواملی نظیر طیف علف های هرز محل آزمایش، ضخامت مالچ و نوع مالچ باشد. همچنین از آنجایی که گیاهان مختلف، هم از نظر نوع ماده آلوده پاتیک و هم مقدار آن با هم متفاوت هستند، در نتیجه توانایی بازدارندگی مالچ ها می تواند تحت تأثیر منبع گیاهی آن ها نیز قرار گیرد.

۳.۳. اجزای عملکرد رازیانه

۳.۳.۱. تعداد چتر در بوته و چترک در چتر

نوع علف کش، دز علف کش و کنترل تکمیلی تأثیر معناداری بر تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر داشتند ($P \leq 0.01$) و همچنین اثر متقابل تأثیر نوع علف کش و دز علف کش نیز بر این صفات معنادار شد.

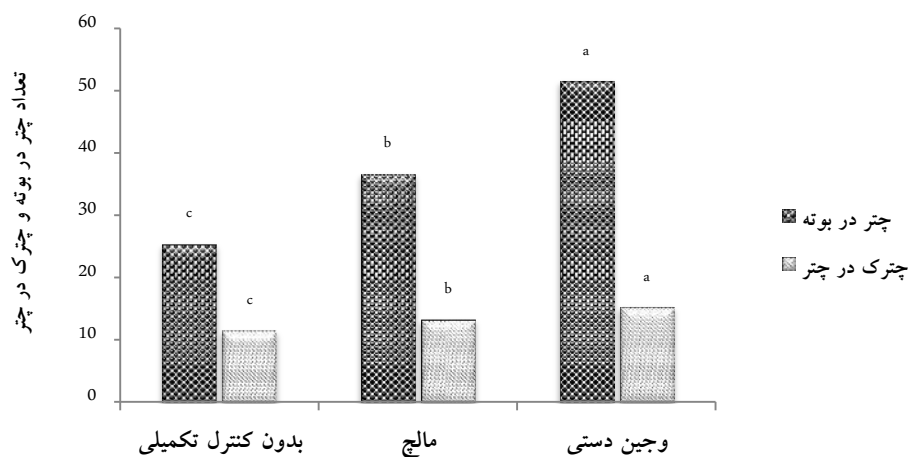
مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کنترل تکمیلی بر تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر نشان داد که وقتی

به زراعی کشاورزی

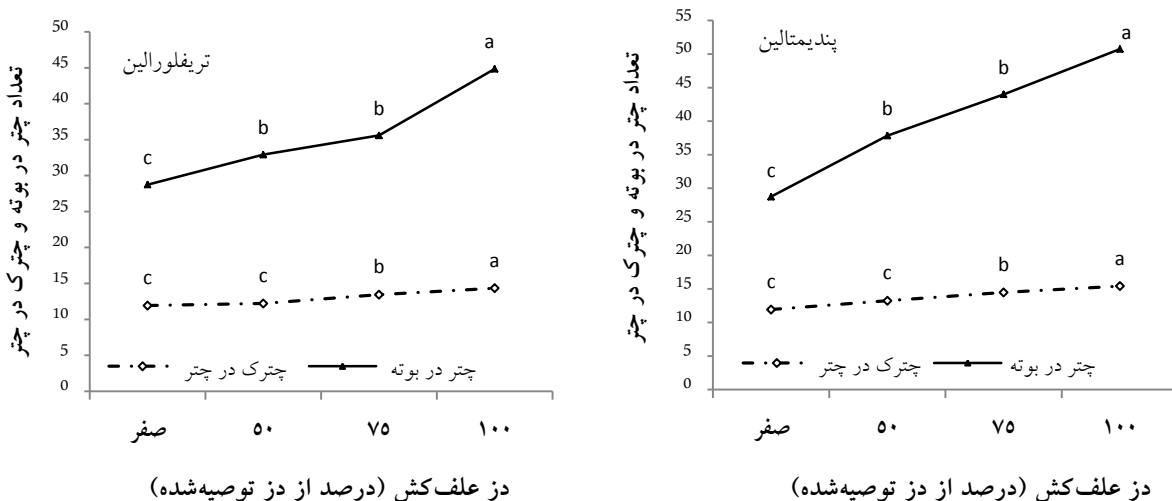
تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

که نسبت به بقیه تیمارها اختلاف معناداری داشت. همچنین پندیمتالین با ۷۵ درصد دز توصیه‌شده و تریفلورالین با ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده نیز بعد از تیمار برتر در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۳).

برتر داشتند. تریفلورالین با ۵۰ درصد دز توصیه‌شده نیز هر چند نسبت به تیمار دز صفر علف‌کش اختلاف معناداری داشت ولی کمترین تأثیر را در افزایش تعداد چتر در بوته داشت. به‌طور مشابه بیشترین تعداد چترک در چتر نیز در تیمار پندیمتالین با ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده مشاهده شد



شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کنترل تکمیلی علف هرز بر تعداد چتر در بوته و چترک در چتر ستون‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین تیمار اثر متقابل نوع علف‌کش با دز علف‌کش بر تعداد چتر در بوته و چترک در نقاط دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

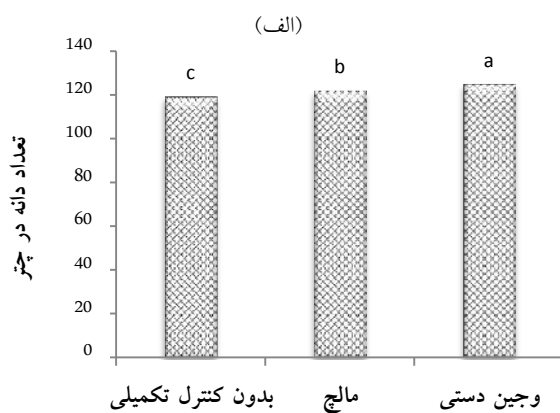
تعیین کننده پتانسیل عملکرد است، زیرا چتر در برگیرنده تعداد چترک و دانه‌ها است [۳].

۳.۲. تعداد دانه در چتر

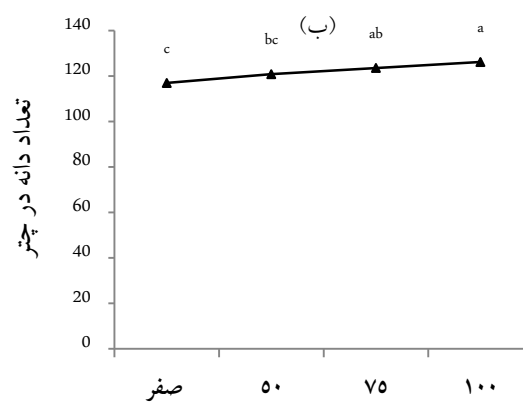
تعداد دانه در چتر به‌طور معناداری تحت تأثیر دز علف‌کش قرار گرفت ($P \leq 0/05$). همچنین کنترل‌های تکمیلی نیز به‌طور معناداری تعداد دانه در چتر را تحت تأثیر قرار دادند ($P \leq 0/01$). ولی نوع علف‌کش و اثر متقابل هیچ‌یک از عوامل مورد بررسی بر این صفت معنادار نشد.

مقایسه میانگین تأثیر دز علف‌کش بر تعداد دانه در چتر نشان داد که بیشترین تعداد دانه در چتر (۱۲۶) در دز ۱۰۰ درصد علف‌کش به‌دست آمد، درحالی‌که دز ۷۵ درصد علف‌کش نیز با تعداد (۱۲۳) دانه در چتر اختلاف معناداری با دز ۱۰۰ درصد نداشت (شکل ۴).

تریفلورالین با ۵۰ درصد دز توصیه‌شده نیز به‌عنوان ضعیف‌ترین تیمار با دز صفر علف‌کش در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۳). تعداد چتر و چترک در گیاه به مقدار زیادی به عواملی که برای رشد سریع گیاه مناسبند، به‌خصوص عناصر غذایی و رطوبت کافی وابسته است. با افزایش تداخل علف‌هرز این عوامل (عناصر غذایی و رطوبت) و همچنین دریافت نور به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، این محدودیت‌ها در مراحل زایشی گیاه می‌تواند از طریق کاهش فتوسنتز جاری و سنتز مواد پرونده، موجب کاهش توان گیاه در اختصاص مواد فتوسنتزی به تولید واحدهای زایشی شده و درنهایت منجر به کاهش تعداد چتر در بوته و چترک در چتر می‌شود. به نظر می‌رسد که تعداد چتر در تیره چتریان یکی از اجزای اصلی و تعیین‌کننده عملکرد نهایی این گیاهان است که



تیمارهای کنترل تکمیلی



دوز علف‌کش (درصد از دز توصیه‌شده)

شکل ۴. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کنترل‌های تکمیلی علف‌هرز (الف) و دزهای مختلف علف‌کش‌ها (ب) بر تعداد دانه در چتر ستون‌ها و نقاط دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

می‌تواند کاهش تراکم علف‌های هرز در اثر کاربرد دز بیشتر، در نتیجه کاهش رقابت بین بوته‌ای و توزیع مناسب تشعشع در سایه‌انداز گیاهی باشد [۱۳]. وجین دستی نیز با اختلاف معناداری نسبت به مالچ کاه و کلش گندم باعث

دز ۵۰ درصد علف‌کش نیز هر چند با دز ۷۵ درصد علف‌کش اختلاف معناداری نداشت، ولی با دز صفر علف‌کش نیز در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۴). علت افزایش تعداد دانه در چتر با افزایش دز علف‌کش

به‌زرای کشاورزی

تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

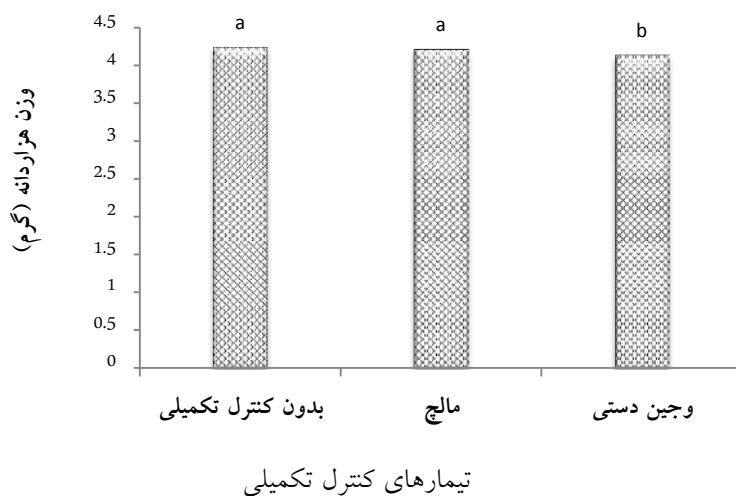
مواد کاهش یافته و در نتیجه تغییرات وزن دانه کم بوده است. شاید دلیل دیگر این باشد که صفت وزن هزاردانه جزء صفاتی است که به میزان کمی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و نحوه توارث این صفت موجب می‌گردد که در شرایط محیطی متفاوت وزن هزاردانه متفاوتی برای یک ژنوتیپ در محیط‌های مختلف دیده نشود [۱۲].

مقایسه میانگین تأثیر کنترل‌های تکمیلی بر وزن هزاردانه نشان داد که تیمار بدون کنترل تکمیلی دارای بیشترین وزن هزاردانه (۴/۲۴ گرم) است و همچنین تیمار مالچ کاه و کلش گندم نیز با تیمار بدون کنترل تکمیلی در یک گروه آماری قرار گرفت. تیمار یک‌بار وجین دستی نیز کمترین مقدار وزن هزاردانه را داشت و از این لحاظ اختلاف معناداری را با دو تیمار مذکور نشان داد (شکل ۵).

افزایش تعداد دانه در چتر شد. مالچ کاه و کلش گندم نیز با وجود تأثیر کمتر نسبت به وجین با تیمار بدون کنترل تکمیلی اختلاف معناداری داشت (شکل ۴).

۳.۳.۳. وزن هزاردانه رازیانه

در بین تیمارهای مورد بررسی فقط کنترل‌های تکمیلی تأثیر معناداری بر وزن هزاردانه داشتند ($P \leq 0.05$) و نوع علف‌کش و دز علف‌کش و اثرات متقابل آن‌ها هیچ‌یک تأثیر معناداری بر وزن هزاردانه نداشتند. معنادار نشدن وزن هزاردانه در تیمارهای مختلف احتمالاً به این دلیل است که در تیمارهایی که علف هرز خوب کنترل نشده به دلیل رقابت با علف هرز و در تیمارهایی که عملکرد دانه زیاد داشته‌اند، به دلیل توزیع مواد فتوسنتزی بین تعداد زیادی دانه، سهم تک دانه از این



شکل ۵. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کنترل‌های تکمیلی علف هرز بر وزن هزاردانه

ستون‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری ندارند.

بیشتر از تعداد سنبله تأثیر پذیرفته بود، درحالی‌که عکس این حالت در تراکم‌های بالای علف هرز مشاهده شده بود. به عبارت دیگر، وزن دانه در حضور جارو علفی سترون افزایش یافت. در توجیه این مشاهده پژوهشگران اظهار داشتند که رقابت، در اوایل زندگی گیاه زراعی صورت

کاهش وزن هزاردانه در تیمار وجین دستی احتمالاً به دلیل زیاد بودن تعداد چتر و دانه در چتر در این تیمار بوده که باعث شده مواد فتوسنتزی بین تعداد بیشتری دانه توزیع شود و در نتیجه وزن تک دانه کمتر شود. در تراکم‌های پایین جارو علفی سترون در گندم، تعداد دانه در سنبله

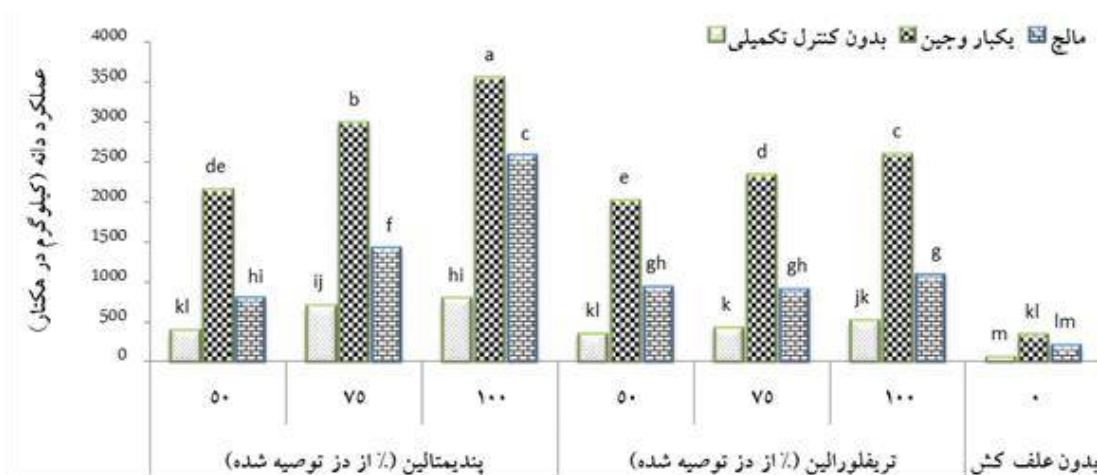
فصل با کاهش عملکردی در حدود ۹۸ درصدی فقط توانست ۶۲ کیلوگرم دانه در هکتار تولید کند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل هر سه فاکتور (نوع علف کش، دز علف کش و کنترل تکمیلی) نشان داد که تیمار تلفیق پندیمتالین با ۱۰۰ درصد دز توصیه شده با یک بار وجین بعد از شاهد عاری از علف هرز بیشترین عملکرد دانه (۳۵۶۱ کیلوگرم در هکتار) را داشت. تیمار کاربرد مالچ کاه و کلش گندم به تنهایی، نیز عملکرد بسیار کمی (۲۱۳ کیلوگرم در هکتار) داشت و با تیمار شاهد تداخل علف هرز در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۶). علف کش تریفلورالین در تلفیق با دزهای مختلف و کنترل های تکمیلی نسبت به پندیمتالین عملکرد دانه کمتری داشت. به عنوان مثال، تریفلورالین به مقدار ۱۰۰ درصد دز توصیه شده در تلفیق با یک بار وجین دستی عملکرد دانه (۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) کمتری نسبت به پندیمتالین به مقدار ۷۵ درصد دز توصیه شده در تلفیق با یک بار وجین دستی (۲۹۹۹ کیلوگرم در هکتار) داشت (شکل ۶).

گرفته است به نحوی که به دنبال پیری علف هرز، تنها واکنش جبران کنندگی ممکن، افزایش اندازه بذر بوده است [۱۸]. وزن هزاردانه گندم در تراکم های مختلف علف هرز در مقایسه با سایر اجزای عملکرد ثبات بیشتری دارد [۲۳]. همچنین بین تیمارهای مختلف گندم در رقابت با چاودار از لحاظ وزن هزاردانه تفاوت معناداری وجود نداشت [۲]. میزان تأثیر تراکم علف های هرز بر وزن هزاردانه گندم از روند مشخصی تبعیت نمی کند و به عبارت دیگر، بین تراکم های مختلف علف های هرز و وزن هزاردانه گندم همبستگی مشاهده نشد [۹].

۴.۳. عملکرد دانه رازیانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع علف کش، دزهای علف کش و کنترل های تکمیلی و همچنین اثرات متقابل عوامل مذکور تأثیر معناداری بر عملکرد دانه رازیانه داشتند ($P \leq 0.01$). حداکثر عملکرد دانه رازیانه (۳۸۱۶/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (عاری از علف هرز) به دست آمد، در حالی که تیمار شاهد تداخل علف هرز در طول



تیمارهای تلفیق دزهای مختلف علف کش ها با کنترل های تکمیلی

شکل ۶. مقایسه میانگین عملکرد دانه رازیانه تحت تأثیر اثر متقابل تیمارهای نوع علف کش، دز علف کش و کنترل تکمیلی نقاط دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

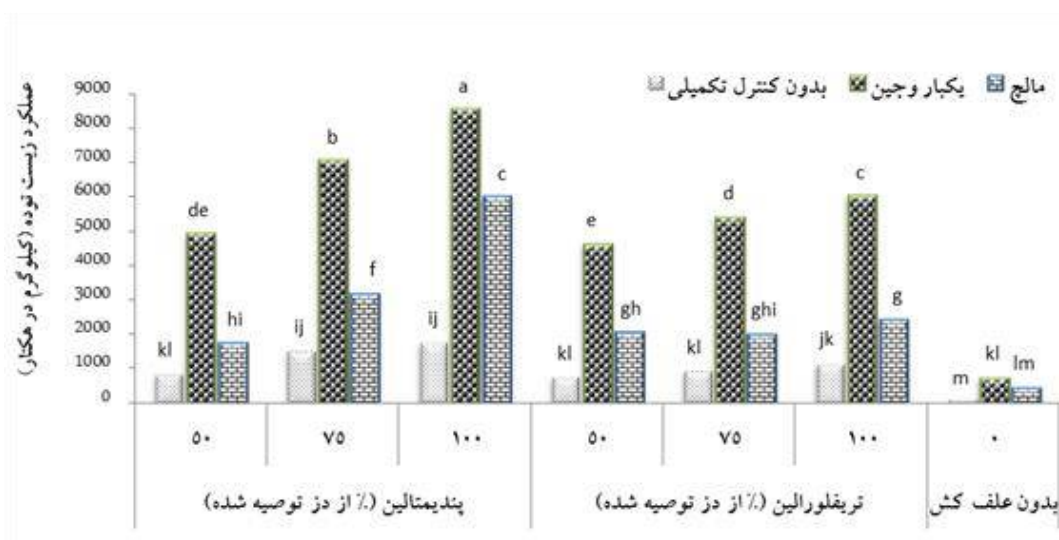
تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

اجزای عملکرد [۱۹] و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد رویشی (به دلیل سایه‌اندازی علف‌های هرز)، شدت کاهش در میزان سطح برگ [۲۸] و زمان سبز شدن علف‌های هرز [۲۱] نسبت داد.

۳.۵. عملکرد زیست‌توده رازیانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع علف‌کش، دز علف‌کش و کنترل تکمیلی و همچنین اثرات متقابل عوامل مذکور تأثیر معناداری بر عملکرد زیست‌توده داشتند ($P \leq 0.01$). مقایسه میانگین اثرات متقابل هر سه فاکتور (نوع علف‌کش، دز علف‌کش و کنترل تکمیلی) نشان داد که حداکثر زیست‌توده رازیانه (۸۶۱۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (عاری از علف هرز) به‌دست آمد، درحالی‌که تیمار تلفیق پندیمتالین با ۱۰۰ درصد دز توصیه‌شده با یک بار وجین نیز با عملکرد زیست‌توده (۸۵۶۸ کیلوگرم در هکتار) بعد از تیمار شاهد عاری از علف هرز بیشترین عملکرد را داشت (شکل ۷).

در ارتباط با شدت کاهش عملکرد در تیمار شاهد تداخل علف هرز، می‌توان گفت که به علت تداخل طولانی‌مدت علف‌های هرز و زیست‌توده بیشتر علف‌های هرز، تخلیه آب و عناصر غذایی بیشتر صورت گرفته و عملکرد دانه بیشتر کاهش یافته است که این نتیجه با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد [۷، ۸]. تحقیقی در مورد تداخل علف هرز در گیاه ذرت نشان داد زمانی که گیاه زراعی تا زمان فصل برداشت در رقابت با علف هرز باشد، عملکرد دانه تقریباً به میزان ۷۷ درصد کاهش خواهد یافت [۲۲]. کاهش شدید عملکرد دانه در رازیانه در تداخل با علف‌های هرز احتمالاً به دلیل این است که این گیاه رشد اولیه کند و سطح برگ کمی داشته و به دلیل سرعت رشد پایینی که دارد مدت زیادی جهت تکمیل سایه‌انداز خود نیاز داشته و همین عامل باعث غلبه علف‌های هرز بر این گیاه می‌گردد. از این رو لزوم تحقیقات بیشتر در زمینه به‌زراعی و به‌نژادی این گیاه جهت افزایش سطح زیرکشت آشکار است. میزان کاهش عملکرد دانه را می‌توان به میزان سایه‌اندازی علف‌های هرز، کاهش



تیمارهای تلفیق دزهای مختلف علف‌کش‌ها با کنترل‌های تکمیلی

شکل ۷. مقایسه میانگین عملکرد زیست‌توده رازیانه تحت تأثیر اثر متقابل تیمارهای نوع علف‌کش، دز علف‌کش و کنترل تکمیلی نقاط دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

شاهد عاری از علف هرز در یک گروه آماری قرار گیرد و ۶/۷ درصد نسبت به آن کاهش عملکرد داشت.

منابع

۱. امیدبگی ر (۱۳۸۶) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۴۳۸ ص.
۲. امینی ر ا (۱۳۸۲) تعیین قدرت رقابتی بین گندم و چاودار در تراکم های مختلف و تأثیر رقابت بر روی آنالیزهای رشد. دانشگاه تهران. تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد.
۳. رضائی چیاچه ا، زهتاب سلماسی س، قاسمی گلعدانی ک و دل آذرع (۱۳۹۱) اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه توده بومی رازیانه. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۴): ۷۰-۵۷.
۴. زند ا، باغستانی م ع، نظام آبادی ن و شیمی پ (۱۳۹۰) علف کش ها و علف های هرز مهم ایران. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. ۱۴۳ ص.
۵. صفایی ل، افیونی د و زینلی ح (۱۳۹۰) گیاه دارویی رازیانه از دانسته های کهن تا یافته های نوین. نشر نصح. اصفهان. ۱۴۷ ص.
۶. صیامی ر (۱۳۸۷) اصول و مدیریت تولید گیاهان زراعی. ترجمه، مرکز نشر سپهر، تهران. ۴۰۰ ص.
۷. حسینی ا، راشد محصل م ح، نصیری محلاتی م و حاج محمدنیا قالی باف ک (۱۳۸۷) بررسی تأثیر میزان نیتروژن و مدت زمان تداخل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای (*Zea mays L.*). حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۱): ۹۷-۱۰۵.
۸. عباس پور م و رضوانی مقدم پ (۱۳۸۳) دوره بحرانی کنترل علف های هرز ذرت در شرایط مشهد. پژوهش های زراعی ایران. ۲(۲): ۱۹۵-۱۸۲.

تیمار کاربرد مالچ کاه و کلش گندم به تنهایی، نیز عملکرد زیست توده بسیار پایینی (۴۵۹ کیلوگرم در هکتار) داشت و با تیمار شاهد تداخل علف هرز در یک گروه آماری قرار گرفت. عملکرد زیست توده بسیار پایین (۱۳۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد تداخل علف هرز نشان دهنده این است که احتمالاً محدودیت منابع در مراحل مختلف رشدی موجب کاهش سطح برگ، کاهش جذب نور، فتوسنتز جاری و سنتز مواد پرورده شده و در نتیجه میزان تجمع زیست توده کاهش پیدا کرده است. بیشترین عملکرد زیست توده در زمانی حاصل می شود که گیاه در طول دوره رشد خود با بیشترین زمان عدم حضور علف های هرز مواجه بوده است که این حالت مشابه آنچه در مورد عملکرد دانه مطرح است، است [۷]. چنین موضوعی دور از انتظار نیست زیرا گیاه با عدم وجود رقابت علف های هرز در طول رشد خود توانسته است از منابع موجود بهتر استفاده کند و اندام های هوایی بیشتری را تولید کند.

۴. نتیجه گیری

کاربرد انفرادی علف کش ها و کنترل های تکمیلی تأثیر مطلوبی در کنترل علف های هرز و در نتیجه در افزایش عملکرد نداشت، در حالی که تلفیق روش های مذکور علف های هرز را به خوبی کنترل کرد و باعث افزایش عملکرد رازیانه شد. پندیمتالین نسبت به تریفلورالین تأثیر به مراتب بهتری داشت. همچنین کاربرد یک بار و جین دستی با علف کش ها به عنوان کنترل تکمیلی تأثیر بهتری نسبت به مالچ کاه و کلش گندم داشت. در کل از نظر عملکرد دانه و کاهش زیست توده علف های هرز، تیمار دز توصیه شده پندیمتالین (۱۳۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) در تلفیق با یک بار و جین دستی به عنوان تیمار برتر این آزمایش معرفی می شود، هر چند که این تیمار نتوانست با

تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

- on Timing Field Production of Vegetable Crops. Acta Horticulturae. Pp. 249-255.
17. Chikoye D, Schulz S and Ekeleme F (2004) Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea Savanna of Nigeria. Crop Protection. 23: 895-900.
18. Cousins R, Peters BN and Marshal CJ (1998) Models of yield loss-weed density relationships. In: Proceeding 7th International Colloquium on Weed Ecology, Biology and Systematics. Pp. 367-374.
19. Fellows GH and Roeth FW (1992) Shatter cane (*Sorghum bicolor* L.) interference in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science. 40: 68-73.
20. Hatcher PE and Melander B (2003) Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. Weed Research. 43: 303-322.
21. Lindquist JL, Mortensen DA, Clay SA, Schmenk R, Kells JJ, Howatt K and Westea P (1996) Stability of corn (*Zea mays*) velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. Weed Science. 44: 309-313.
22. Mahmoodi S and Rahimi A (2009) Estimation of critical period for weed control in corn in Iran. World Academic Science. Eng. Technology. 49: 67-72.
23. Mc Lelland M (2000) Effect of weeds [on line]. Available at: <http://www.weed science.com>.
24. Muyonga CM, De Felice MS and Sims BD (1996) Weed control with reduced rates of four soil applied soybean herbicides. Weed Science. 44: 148-155.
25. Olson WA and Nalewaja I (2004) Effect of MCPA on ¹⁴C-diclofop uptake and translocation. Weed Science. 30: 59-63.
۹. قرحلو ج، مظاهری د، قنبری ع و قنادها م ر (۱۳۸۴) بررسی رقابت چند گونه‌ای علف هرز در گندم در منطقه مشهد. اولین همایش علوم علف‌های هرز. ایران. ص ۲۱۸.
۱۰. کوچکی ع ر، ظریف کتابی ح و نخ‌فروش ع ر (۱۳۸۰) رهیافت‌های اکولوژیکی مدیریت علف‌های هرز. ترجمه، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. ۴۵۷ ص.
۱۱. کوچکی ع ر و خواجه‌حسینی م (۱۳۸۷) زراعت نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ۷۱۲ ص.
۱۲. یوسفی ع ا، محمدعلیزاده ح، رحیمیان ح و جهانسوز م (۱۳۸۶) ارزیابی تأثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی علف‌کش‌های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در کشت انتظاری. پژوهشنامه علوم کشاورزی. ۱(۸): ۸۴-۷۳.
13. Bastawesy FI, El-Bially ME, Gaweeesh SSM and El-Din MS (1991) Effect of selected herbicides on growth and yield components of rape seed (*Brassica. Napus* L.) plants and associated weeds. Egyptian Journal of Agronomy. Special issue. Pp. 1-8.
14. Bhullar MS, Kaur S, Kaur T, Singh T, Singh M and Jhala AJ (2013) Control of broadleaf weeds with post-emergence herbicides in four barley (*Hordeum* spp.) cultivars. Crop Protection. 43: 216-222.
15. Bond W and Grundy AC (2001) Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed Research. 41: 383-405.
16. Campiglia E, Temperini O, Mancinelli R and Saccardo F (2000) Effects of soil solarization on the weed control of vegetable crops and on the cauliflower and fennel production in the open field. In: Proceedings 8th International Symposium

26. Peruzzi A, Ginanni M, Raffaelli M and Di Ciolo S (2005) The rolling harrow: a new implement for physical pre and post-emergence weed control. In: Proceedings 13th EWRS Symposium, Bari, 19-23 June.
27. Raj HA and Thakral KK (2008) Effect of chemical fertilizers on growth, yield and quality of fennel. *Weed Technology*. 17: 134-139.
28. Rajcan I and Swanton CJ (2001) Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*. 71: 139-150.
29. Ramakrishna A, Tam HM, Wani SP and Long TD (2006) Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*. 95: 115-125.
30. Rowley MA, Ransom CV, Reeve JR and Black BL (2011) Mulch and organic herbicide combinations for in-row orchard weed suppression. *International Journal Fruit Science*. 11: 316-331.
31. Sing HG, Maurya S, Lampasona MP and Catalan C (2006) Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract. *Food Control Journal*. 17: 745-752.
32. Teiteh R, Norman JC and Amoatey CA (2010) studies on weed management of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Horticultural Science*. 9: 126-132.
33. Thakral KK, Tehlan SK, Bhatia AK and Malik TP (2007) Comparative economics of weed management practices in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Haryana Journal horticultural Science*. 36: 169-170.
34. Thakur A, Navjot G and Dalal RPS (2013) Effect of mulching, herbicides and hand hoeing on seedling growth and weed population in jujube nursery. *Indian Journal of Weed Science*. 45: 42-46.
35. Tredaway Ducar J, Clewis SB, Wilcut JW, Jordan DL, Brecke BJ, Grichar WJ, Johnson, WC and Wehtje GR (2009) Weed management using reduced rate combinations of diclosulam, flumioxazin, and imazapic in peanut. *Weed Technology*. 23: 236-242.
36. Yordanova M and Shaban N (2007) Effect of Mulching on Weeds of Fall Broccoli. In: Proceeding 6th International Symposium Prospects for the 3rd Millenium Agriculture, Cluj-Napoca, Romania Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Horticulture. 99-102.
37. Yousefi AR, Alizadeh HM and Rahimian H (2007) Broadleaf weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) with pre-and post-emergence herbicides. *Research Crops*. 8: 560-564.
38. Yousefi AR, pouryousef M, Osanloo Z and Inaloo A (2012) Response of grass and broad-leaf weeds to different rate of trifluralin: implementation for weed control in anise (*Pimpinella anisum* L.). In: Proceeding 1th National Congress on Medicinal Plants, Kish Island, Iran, P. 397.
39. Zhang J, Weaver SE, Hamill AS (2000) Risks and reliability of using herbicides at below-labeled doses. *Weed Technology*. 14: 106-115.
40. Zhang J, Zheng L, Jack O, Yan D, Zhang Z, Gerhards R and Ni H (2013) Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop Protection*. 52: 26-32.



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۱۰۹-۱۱۰۱

ارزیابی کمی و کیفی اسانس برخی ارقام اصلاح‌شدهٔ بابونه، بادرشبی و رازیانه در شرایط اقلیمی شهرکرد

کرامتاله سعیدی^{۱*}، فروه‌السادات سیدی^۲ و محمود کیانی^۳

۱. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
 ۲. دانشجوی کارشناسی گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
 ۳. دکتری علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

چکیده

به منظور ارزیابی کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی بابونه رقم 'بودگلد'، بادرشبی رقم 'SZK1' و رازیانه رقم 'شورک شاری' در شرایط اقلیمی شهرکرد، آزمایشی در در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در اوایل فروردین ۱۳۹۳ انجام گرفت. نمونه‌های گل بابونه و پیکر رویشی بادرشبی در مرحلهٔ گلدهی کامل و میوه‌های رازیانه در مرحلهٔ واکسی و رسیدن کامل برداشت شدند. نمونه‌ها به‌وسیلهٔ کلونجر و به‌روش تقطیر با آب اسانس‌گیری و ترکیبات اسانس توسط دستگاه GC و GC-MS آنالیز شدند. مقدار اسانس بابونه، بادرشبی، رازیانه (واکسی) و رازیانه (بالغ) به‌ترتیب ۰/۶۹، ۰/۳۵، ۴/۹ و ۴/۴ درصد بود. عمده‌ترین ترکیبات اسانس بابونه آلفا-بیسابولول اکسید A (۴۳/۵۷ درصد)، بتا-فارنسن (۲۴/۰۹ درصد) و آلفا-بیسابولول اکسید B (۱۰/۳۴ درصد) بودند. ژرانیل استات (۲۷/۲۹ درصد)، ژرانیل (۲۴/۶۷ درصد)، نرال (۲۰/۹۳ درصد) و ژرانیول (۱۸/۵۴ درصد) مهم‌ترین ترکیبات اسانس در پیکر رویشی بادرشبی بودند. عمده‌ترین ترکیب اسانس در میوهٔ رازیانه در مرحلهٔ واکسی و رسیدن کامل ترانس-آنتول بود، اما مقدار این ترکیب در مرحلهٔ رسیدن کامل (۸۴/۹۶ درصد) نسبت به مرحلهٔ واکسی (۸۱/۶ درصد) بیشتر بود. به‌طور کلی، بابونه، بادرشبی و رازیانه، کمیت و کیفیت اسانس مطلوبی در شرایط اقلیمی شهرکرد داشتند.

کلیدواژه‌ها: آنتول، بیسابولول اکسید، ژرانیل، ژرانیل استات، گیاه دارویی.

۱. مقدمه

بادرشنی^۵ از گیاهان دارویی ارزشمند متعلق به تیره نعنایان است. پراکندگی این گیاه در بعضی از نواحی جنوبی اروپا، جزیره سیسیل، مولداوی و جنوب غرب آسیا نظیر ایران است [۷، ۴]. ساقه، برگ و گل بادرشنی معطر و دارای اسانس است. سیترال^۶ و ژرانیل استات^۷ از مهم‌ترین ترکیبات اسانس این گیاه‌اند. مواد مؤثره این گیاه آرام‌بخش و اشتهاآور بوده و اسانس آن دارای خاصیت ضدباکتریایی است و برای مداوای دل‌درد و نفخ شکم به‌کار می‌رود و همچنین در صنایع غذایی، نوشابه‌سازی و صنایع بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد [۲]. مهم‌ترین ترکیبات اسانس این گیاه در مناطق تهران و خوی، ژرانبول^۸، ژرانبال^۹ و ژرانیل استات مشاهده شد [۲۵، ۲۰].

رازبانه^{۱۰} گیاهی دارویی متعلق به تیره چتریان است. میوه‌های رازبانه مقدار زیادی اسانس دارند. بذور و اسانس رازبانه به‌عنوان طعم‌دهنده مواد غذایی کاربرد دارد و در محصولات دارویی و آرایشی - بهداشتی نیز از آن استفاده می‌شود [۱۷]. مهم‌ترین ترکیبات اسانس میوه‌های رازبانه در مطالعات مختلف فنکون^{۱۱}، متیل کایکول^{۱۲} و ترانس آنتول^{۱۳} مشاهده شد [۱۹، ۱۸، ۱۲]. در تحقیقی در شرایط اقلیمی تهران، مقدار اسانس رازبانه رقم 'شورک شاری'^{۱۴} ۵/۲ درصد بود. همچنین مهم‌ترین ترکیبات اسانس این رقم ترانس آنتول، فنکون و متیل کایکول گزارش شد [۲۲]. مقدار اسانس تحت تأثیر فاکتورهای زیادی از جمله زمان برداشت و شرایط اقلیمی است. مرحله بلوغ، یک فاکتور مهم اثرگذار بر کمیت و کیفیت اسانس در برخی از گیاهان

فاکتورهای محیطی بر تنظیم تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان مؤثرند. نیاز به کنترل سنتز ناشی از این واقعیت است که گیاهان برای بقا باید قادر به تنظیم تولید متابولیت‌ها با توجه به تغییر عوامل محیطی باشند. محصول یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی زمانی به‌صرفه است که مقدار متابولیت‌های اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. مواد مؤثره اگرچه با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، تولید آن‌ها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد، مقدار و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌شود. عوامل محیطی محل رویش گیاهان دارویی بر مقدار کلی و عناصر تشکیل‌دهنده مواد مؤثره تأثیر می‌گذارند. تأثیر اوضاع زیست‌محیطی بر گیاهان مختلف متفاوت است و همواره باید با تحقیقات مناسب، تأثیر عوامل مذکور بر مواد مؤثره گیاهان دارویی را بررسی کرد [۱].

بابونه آلمانی^۱ گیاهی علفی، یکساله و متعلق به تیره کاسنی است. بابونه معرق، مقوی معده، بادشکن، اشتهاآور، هضم‌کننده غذا، صفرابر، قاعده‌آور و التیام‌دهنده است [۳]. مقدار اسانس و کامازولن^۲ بابونه رقم 'بودگلد'^۳ در شرایط اقلیمی مشهد، در سه مرحله برداشت بررسی شد و درصد اسانس و کامازولن به‌ترتیب ۰/۷۱۳-۰/۷۷۷ و ۱۰/۱۲-۱۳/۳۱ درصد [۸] و مقدار اسانس و کامازولن رقم 'بودگلد' در شرایط اقلیمی خوزستان نیز ۰/۵ و ۳ درصد بود [۱۰]. در شرایط آب‌وهوایی مشهد، مهم‌ترین ترکیب اسانس بابونه رقم 'بودگلد' آلفا بیسابول اکسید^۴ A (۵۳/۴۵ درصد) بود [۲۱].

5. *Dracocephalum moldavica* L.

6. Citral

7. Geranyl acetate

8. Geraniol

9. Geranial

10. *Foeniculum vulgare* Mill.

11. Fenchone

12. Methyl chavicol

13. Anethole

14. Soroksari

1. *Matricaria chamomilla* L.

2. Chamazulene

3. Bodegold

4. α -Bisabolol oxide

ارزیابی کمی و کیفی اسانس برخی ارقام اصلاح شده بابونه، بادرشبی و رازیانه در شرایط اقلیمی شهرکرد

هر کرت ردیف‌هایی به فواصل ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد، به طوری که در هر کرت ۲۴ ردیف به طول ۵ متر حاصل شد. ۹ گرم بذر که کاملاً با ماسه بادی مخلوط شده بود، در هر کرت به طور سطحی بر روی ردیف‌هایی که آماده شده بود، کشت شد. بذور بادرشبی در ۱۲ خط کشت به فاصله ۵۰ و فاصله دو بوته ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. به ازای هر متر روی ردیف، ۱ گرم بذر استفاده شد. گیاهان در مرحله چهاربرگی برای رسیدن به فاصله مطلوب کاشت روی ردیف تنک شدند. بذور رازیانه در ردیف‌هایی به فاصله ۴۰ سانتی‌متر کشت شدند. پس از سبز شدن بذور، گیاهان برای رسیدن به فاصله مطلوب روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر تنک شدند. در طول مرحله رشد، کلیه مراقبت‌های لازم شامل وجین، آبیاری و ... برای همه کرت‌های آزمایشی به عمل آمد. گل‌های بابونه و همچنین اندام هوایی بادرشبی در مرحله گلدهی کامل برداشت و در سایه خشک شدند. میوه‌های رازیانه در دو مرحله واکسی و رسیدن کامل از گیاه بعد از خشک شدن چترها در سایه، با غربال جدا شده و برای اسانس‌گیری آماده شدند. مشخصات آب‌وهوایی و خاک منطقه کشت در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

برای اسانس‌گیری، ۵۰ گرم از هر کدام از نمونه‌های گیاهی آسیاب شده برداشت شد؛ سپس اسانس‌گیری با روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر^۱ به مدت سه ساعت برای بادرشبی و چهار ساعت برای بابونه و رازیانه انجام گرفت [۱۶]. درصد اسانس به صورت وزنی/ وزنی تعیین شد. نمونه‌ها با استفاده از سولفات سدیم خشک‌آوری شدند و تا زمان آنالیز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) انجام گرفت.

نظیر تیره چتریان است. برداشت یا تأخیر بذور در گیاهان این تیره به دلیل ریزش بذرها مناسب نیست، همچنین برداشت زودهنگام به دلیل وجود میوه‌های نارس سبب کاهش عملکرد می‌شود [۱۲]. در مطالعه‌ای در ترکیه، طی بررسی تأثیر مراحل مختلف رشدی میوه رازیانه بر ترکیبات اسانس آن، بیشترین مقدار ترانس آنتول به عنوان مهم‌ترین ترکیب اسانس در مرحله بلوغ کامل بذرها رازیانه بود [۲۴]. در پژوهشی اثر سه مرحله برداشت بذر رازیانه رقم 'شورک شاری' شامل خمیری، واکسی و رسیدن کامل بر کمیت و کیفیت اسانس در اقلیم تهران بررسی شد و بیشترین مقدار اسانس در مرحله واکسی و بیشترین مقدار آنتول به عنوان مهم‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس نیز در مرحله واکسی بود [۵].

با توجه به نیاز صنایع دارویی و آرایشی - بهداشتی به اسانس گیاهان دارویی بابونه، بادرشبی و رازیانه، این مطالعه بر روی سه رقم اصلاح‌شده از این گیاهان در شرایط آب‌وهوایی شهرکرد انجام گرفت تا امکان توسعه کشت و استفاده از این ارقام اصلاح‌شده در منطقه مذکور و مناطق مشابه آب‌وهوایی فراهم شود. هدف از اجرای پژوهش حاضر، تعیین کمیت و شناسایی ترکیبات اسانس برخی ارقام اصلاح‌شده بابونه، بادرشبی و رازیانه که از ارقام تجاری و مورد کشت در نقاط مختلف دنیا هستند در شرایط آب‌وهوایی شهرکرد بود.

۲. مواد و روش‌ها

در آزمایش حاضر، پس از شخم زدن و آماده‌سازی زمین در فصل پاییز، بذور بابون رقم 'بودگلد'، بادرشبی رقم 'SZK1' و رازیانه رقم 'شورک شاری' که از شرکت دارویی زردبند تهیه شده بودند، در کرت‌هایی به مساحت ۳۰ متر مربع، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در اوایل فروردین ۱۳۹۳ کشت شدند. برای کاشت بابونه در

1. Clevenger

جدول ۱. برخی مشخصات آب‌وهوایی شهرکرد در فصل زراعی کشت (۱۳۹۳، سایت هواشناسی چهارمحال و بختیاری)

ماه	دما (°C)		رطوبت (%)		مجموع بارندگی ماهیانه (mm)
	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	میانگین	میانگین حداقل	
فروردین	۲۴/۵	-۶/۴	۸/۶	۲۴	۴۱/۹
اردیبهشت	۲۷/۲	-۰/۷	۱۳/۶	۲۳	۱۶/۴
خرداد	۳۴/۴	۰/۴	۱۷/۷	۱۱	۰/۱
تیر	۳۵/۸	۸/۶	۲۳/۲	۱۰	۰
مرداد	۳۷	۹	۲۳/۱	۱۰	۰
شهریور	۳۲/۲	۴	۱۸/۸	۱۰	۰

جدول ۲. برخی مشخصات خاک مزرعه تحت کشت

بافت خاک	شوری خاک (dS.m ⁻¹)	اسیدیته خاک	نیتروژن (%)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	فسفر (mg.kg ⁻¹)
سیلت لوم	۰/۲۱	۷/۹۶	۰/۰۴۲	۳۳۰	۱۲/۹

جریان گاز حامل ۱ میلی‌لیتر در دقیقه و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون ولت بود. درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ و دمای ترانسفر لاین ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها، اندیس بازداری طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد یا اطلاعات موجود در کتابخانه شناسایی شدند [۲۳، ۱۱].

۳. نتایج و بحث

مقدار اسانس و ترکیبات اسانس بابونه رقم 'بودگلد' در جدول ۳ ارائه شده است. مقدار اسانس این گیاه در شرایط اقلیمی شهرکرد ۰/۶۹ درصد بود. براساس نتایج آنالیز اسانس، با استفاده از GC و GC/MS هفت ترکیب اصلی

کروماتوگراف گازی مدل Agilent 7890N (USA) مجهز به دتکتور FID (یونیزاسیون شعله هیدروژن)، ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر، و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر بود؛ ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بود؛ گاز حامل هلیوم و سرعت جریان گاز حامل ۱ میلی‌لیتر در دقیقه بود. برنامه حرارتی ۴۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی مدل Agilent 5975C، با سیستم تله یونی و ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بود. برنامه حرارتی ۴۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود. گاز حامل هلیوم، سرعت

به زراعی کشاورزی

ارزیابی کمی و کیفی اسانس برخی ارقام اصلاح شدهٔ بابونه، بادرشبی و رازیانه در شرایط اقلیمی شهرکرد

در اسانس بابونه شناسایی شد که در مجموع این هفت ترکیب ۹۱/۱۲ درصد اسانس بابونه رقم 'بودگلد' را در شرایط اقلیمی شهرکرد تشکیل دادند. عمده‌ترین ترکیبات اسانس بابونه در این تحقیق، آلفا-بیسابیلول اکسید A (۴۳/۵۷ درصد)، بتا-فارنسن^۱ (۲۴/۰۹ درصد)، آلفا-بیسابیلول اکسید B (۱۰/۳۴ درصد) و کامازولن (۵/۰۵ درصد) بودند. اصلی‌ترین ترکیبات اسانس بابونه، سزکوئی‌ترین‌ها بودند که با سایر گزارش‌های ترکیبات اسانس بابونه همخوانی دارد. در مورد ترکیبات اسانس بابونه، مهم‌ترین ترکیبات اسانس آن آلفا-بیسابیلول اکسید A

(۴۱-۵۷ درصد)، آلفا-بیسابیلول اکسید B (۱۵-۱ درصد)، کامازولن و بتا-فارنسن (۱۱-۳ درصد) بود [۱۴، ۱۵]. مهم‌ترین ترکیب اسانس بابونه رقم 'بودگلد' آلفا-بیسابیلول اکسید A (۵۳/۴۵ درصد) بود [۲۱]. نتایج این مطالعه، به‌لحاظ نوع ترکیبات اسانس با مطالعاتی که در مشهد و جنوب ایتالیا انجام گرفت مشابهت دارد، اگرچه از نظر مقدار ترکیبات اسانس در این مطالعه با پژوهش‌های دیگر تفاوت‌هایی وجود دارد که این تفاوت‌ها شاید ناشی از تفاوت وضعیت آب‌وهوایی مناطق کشت باشد.

جدول ۳. بازده و ترکیبات اسانس بابونه رقم 'بودگلد' در شرایط اقلیم شهرکرد

شماره ترکیبات	نوع ترکیب	مقدار ترکیب (%)	شاخص بازدهی
۱	بتا-فارنسن	۲۴/۰۹	۱۴۵۴
۲	جرماکرن D (Germacrene D)	۴/۵۶	۱۴۸۳
۳	بیسیکلوجرماکرن (Bicyclogermacrene)	۱/۳۶	۱۴۹۷
۴	اسپاتولنول (Spathulenol)	۲/۱۵	۱۵۸۱
۵	آلفا-بیسابیلول اکسید B	۱۰/۳۴	۱۶۵۹
۶	کامازولن	۵/۰۵	۱۷۳۸
۷	آلفا-بیسابیلول اکسید A	۴۳/۵۷	۱۷۵۵
بازده اسانس		۰/۶۹	
مقدار کل اجزای شناسایی شده		۹۱/۱۲	

بادرشبی رقم 'SZK1' از دیگر گیاهان دارویی بررسی شده در این تحقیق بوده است. مقدار اسانس آن ۰/۳۵ درصد بود. مهم‌ترین ترکیبات اسانس بادرشبی در شرایط اقلیمی شهرکرد ژرانیل استات (۲۷/۲۹ درصد)، ژرانیال (۲۴/۶۷ درصد)، نرال^۲ (۲۰/۹۳ درصد) و ژرانیول (۱۸/۵۴ درصد) بودند که در مجموع ۹۷/۱۴ درصد از

ترکیبات اسانس را شامل شدند. سایر ترکیبات اسانس آن نریل استات^۳، ترانس وربنول^۴، نرول^۵ و لینالول^۶ بودند (جدول ۴). مهم‌ترین ترکیبات اسانس این گیاه در مطالعات صورت گرفته در برخی مناطق ایران ژرانیول، ژرانیال و

3. Neryl acetate
4. Trans-Verbenol
5. Nerol
6. Linalool

1. β -Farnesene
2. Neral

به‌زرعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

کرامت‌اله سعیدی و همکاران

ژرانیل استات بود که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد، اگرچه تفاوت‌هایی در کمیت این ترکیبات در مقایسه با دیگر مطالعات وجود دارد که ممکن است ناشی از تفاوت آب‌وهوای مناطق کشت و اعمال فعالیت‌های مدیریتی متفاوت در مزرعه نظیر تاریخ کاشت و تیمارهای تغذیه‌ای آنها باشد [۲۰، ۱۷].

در این تحقیق، مقدار و ترکیبات اسانس رازیانه رقم 'شورک شاری' که در دو مرحله واکسی شدن بذرها و رسیدن کامل برداشت شد، مقایسه شدند. مقدار اسانس رازیانه در مرحله واکسی ۴/۹ و در مرحله رسیدن کامل بذور ۴/۴ درصد بود. مقدار اسانس در گیاهان دارویی متأثر از زمان برداشت اندام گیاهی است [۱]. در تیره چتریان، مرحله بلوغ، عاملی مهم و اثرگذار بر کمیت و کیفیت اسانس است. برداشت با تأخیر در گیاهان این تیره به دلیل

ریزش بذرها مناسب نیست. همچنین برداشت زودهنگام به دلیل وجود میوه‌های نارس سبب کاهش عملکرد می‌شود [۱۲]. تولید اسانس در میوه رازیانه متأثر از مرحله برداشت بود. مقدار اسانس در بذور رازیانه با بلوغ و رسیدن میوه کاهش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۲۴، ۶]. اسانس در گیاهان تیره چتریان در مجاری روغنی بذر که ویتا^۱ نام دارد ذخیره می‌شوند، این مجاری در مراحل اولیه نمو میوه‌ها زیادند. تعداد مجاری روغنی در میوه‌های نابالغ زیاد است؛ بنابراین مقدار اسانس در این گیاهان در مراحل نابالغ بذور بیشتر است. مقدار اسانس با رسیدن بذور به دلیل تجمع فراورده‌های فتوسنتزی در آندوسپرم کاهش می‌یابد [۱۳].

جدول ۴. بازده و ترکیبات اسانس بادرشبی رقم 'SZK1' در شرایط اقلیم شهرکرد

شماره ترکیبات	نوع ترکیب	مقدار ترکیب (%)	شاخص بازداری
۱	لینالول	۰/۸	۱۰۹۸
۲	ترانس-وربنول	۱/۰۵	۱۱۴۵
۳	نرول	۰/۷۹	۱۲۳۰
۴	نرال	۲۰/۹۳	۱۲۴۳
۵	ژرانیول	۱۸/۵۴	۱۲۵۷
۶	ژرانیال	۲۴/۶۷	۱۲۶۹
۷	نریل استات	۳/۰۷	۱۳۶۱
۸	ژرانیل استات	۲۷/۲۹	۱۳۸۲
بازده اسانس			۰/۳۵
مقدار کل اجزای شناسایی شده			۹۷/۱۴

1. Vitae

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۱۰۶

ارزیابی کمی و کیفی اسانس برخی ارقام اصلاح شده بایونه، بادرشی و رازیانه در شرایط اقلیمی شهرکرد

جدول ۵. بازده و ترکیبات اسانس رازیانه رقم 'شورک شاری' در دو مرحله برداشت در شرایط اقلیم شهرکرد

شماره ترکیبات	نوع ترکیب	واکسی		شاخص بازداری
		بالغ	مقدار ترکیب (%)	
۱	آلفا-پینن (α -Pinene)	۰/۳۷	۰/۳۳	۹۳۹
۲	بتا-میرسن (β -Myrcene)	۰/۲۸	-	۹۸۲
۳	آلفا-فلاندرن (α -Phellanderen)	۰/۲۸	-	۱۰۰۷
۴	لیمونن	۴/۵۱	۴	۱۰۳۱
۵	ترانس-بتا-اسیمن (<i>trans</i> - β -Ocimene)	۰/۷۳	۰/۶۱	۱۰۳۹
۶	گاما-تریپنین (γ -Terpenene)	۰/۲	-	۱۰۶۲
۷	فنکون	۵/۵۸	۵/۰۱	۱۰۹۱
۸	کامفور (Camphor)	۰/۱۷	-	۱۱۵۱
۹	متیل کایکول	۴/۳	۴/۱۳	۱۱۹۹
۱۰	فنچیل استات (Fenchyl acetate)	۰/۲۱	-	۱۲۳۵
۱۱	ترانس-آنتول	۸۱/۶	۸۴/۹۶	۱۲۹۵
۱۲	جرماکرن D	۰/۴۷	۰/۳۹	۱۴۸۳
بازده اسانس		۴/۹	۴/۴	
مقدار کل اجزای شناسایی شده		۹۸/۷	۹۹/۴۳	

به طوری که مقدار آنتول و فنکون در مرحله واکسی ۵۶/۴ و ۲۴/۷ درصد بود. مقدار این دو ترکیب اصلی اسانس رازیانه در مرحله رسیدن کامل به ترتیب ۶۵/۳ و ۲۳/۲ درصد بود [۱۲، ۱۹]. مهم ترین ترکیب اسانس بذر رازیانه رقم 'شورک شاری' در مرحله بلوغ در شرایط اقلیمی تهران، ترانس آنتول و به میزان ۶۷ درصد بود [۲۲]؛ در حالی که در مطالعه حاضر، مقدار این ترکیب ارزشمند دارویی ۸۴/۹۶ درصد گزارش شد که بیانگر ارزشمند بودن کشت رازیانه در منطقه مذکور است.

بیشترین مقدار ترانس آنتول (۸۷/۸۵ درصد) به عنوان مهم ترین ترکیب اسانس در مرحله بلوغ کامل بذرهای رازیانه حاصل شد [۲۴]. مقدار آنتول اسانس رازیانه در مرحله رسیدن کامل بیشتر از مرحله واکسی بود [۶]، اما

در مرحله واکسی بذور ۱۲ ترکیب از اسانس شناسایی شدند، در حالی که تعداد ترکیبات اسانس در مرحله رسیدن بذرها هفت ترکیب بود. مهم ترین ترکیب اسانس در هر دو مرحله برداشت بذرها، ترانس آنتول بود؛ اما مقدار این ماده در مرحله رسیدن کامل بذرها (۸۴/۹۶ درصد) نسبت به مرحله واکسی بودن (۸۱/۶ درصد) بذور بیشتر بود. سایر ترکیبات مهم اسانس در مرحله واکسی و رسیدن بذور، فنکون، لیمونن^۱ و متیل کایکول بودند (جدول ۵). نتایج این مطالعه به لحاظ مهم ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در بذور رازیانه با مطالعات گذشته در مجارستان که در آنها مهم ترین ترکیبات اسانس رازیانه در مرحله واکسی و رسیدن کامل آنتول و فنکون بودند همخوانی دارد؛

1. Limonene

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۱۰۷

رقم شوروک شاری (*Foeniculum vulgare* Mill. cv.)
Soroksari). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت
مدرس. تهران.

۶. شاه‌حسینی ر، دولتی م، سفیدکن ف و عزیزی ع
(۱۳۹۱) تأثیر مرحله برداشت میوه بر مقدار و ترکیب
اصلی در اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*)
بومی همدان. فناوری تولیدات گیاهی. ۱۲(۲): ۹-۱.

۷. شریعت ص (۱۳۸۹) تکثیر و پرورش گیاهان دارویی.
انتشارات مانی، تهران. ۴۲۲ ص.

۸. عزیزی م (۱۳۸۵) مطالعه چهار رقم بابونه اصلاح‌شده
در شرایط آب‌وهوایی ایران. تحقیقات گیاهان دارویی
و معطر ایران. ۲۲(۴): ۳۸۶-۳۹۶.

۹. مکی‌زاده تفتی م و فرهودی ر (۱۳۹۱) تأثیر تنش
خشکی بر رشد و نمو، عملکرد، میزان اسانس و درصد
کامازولن گیاه دارویی سه رقم بابونه (*Matricaria*
recutiata) در شرایط خوزستان. پژوهش‌های زراعی
ایران. ۱۰(۴): ۷۴۳-۷۳۵.

10. Adams RP (2001) Identification of Essential Oil
Components by Gas Chromatography.
Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured
Publication Corp, USA. 456 p.

11. Bernath J, Nemeth E, Kattaa A and Hethelyi E
(1996) Morphological and chemical evaluation
of fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*
Mill.) populations of different origin. Essential
Oil Research. 8: 247-253.

12. Bernath J and Mihalik E (2001) Regularities of
the essential oil accumulation in developing
fruits of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and
its histological background. International World
Conference on Medicinal and Aromatic Plants,
Budapest, Hungary. Pp. 8-11.

بیشترین مقدار آنتول به‌عنوان مهم‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده
اسانس در مرحله واکسی‌گزارش شد، اگرچه تفاوت اندکی
در مقدار آنتول با مرحله رسیدن کامل داشت [۵]. مقدار و
ترکیبات اسانس به‌طور بارزی وابسته به شرایط اقلیمی
است. تفاوت در ترکیبات اسانس یک گونه دارویی در
نواحی مختلف، ناشی از تفاوت وضعیت آب‌وهوا و به‌ویژه
محل، شرایط کشت و برداشت و شرایط اندازه‌گیری و
سنجش آن است [۱].

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، هر سه گیاه دارویی
در شرایط اقلیمی شهرکرد شرایط مناسبی به‌لحاظ کمیت و
کیفیت مواد مؤثره داشتند و به‌ویژه کشت رازیانه رقم
'شورک شاری' به‌دلیل داشتن مقدار زیاد آنتول می‌تواند در
این منطقه گسترش پیدا کند. همچنین پیشنهاد می‌شود
تحقیقات جامع‌تری در زمینه کشت و ارزیابی عملکرد،
کمیت و کیفیت اسانس این ارقام در دیگر مناطق کشور
برای انتخاب بهترین منطقه یا مناطق صورت گیرد.

منابع

۱. امیدبگی ر (۱۳۸۴) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد
اول، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۳۴۷ ص.
۲. امیدبگی ر (۱۳۸۴) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد
دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۴۳۸ ص.
۳. امیدبگی ر (۱۳۸۴) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد
سوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۳۹۷ ص.
۴. دوازده امامی س و مجنون حسینی ن (۱۳۹۲) زراعت
و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات
دانشگاه تهران، تهران. ۳۰۰ ص.
۵. دولتی م (۱۳۸۹) تأثیر زمان برداشت و مدت
اسانس‌گیری بر کمیت و کیفیت اسانس میوه رازیانه

13. Cioanca O, Aprotosoiaie AC, Spac A, Hancianu M and Stanescu UH (2010) Contribution to the study of the pharmaceutical quality of some chamomile commercial samples, Note I. the analysis of the volatile oil. *Farmacia*. 58(3): 308-314.
14. D'Andrea L (2002) Variation of morphology, yield and essential oil components in common chamomile (*Chamomilla recutita*) cultivars grown in southern Italy. *Herbs, Spices and Medicinal Plants*. 9(4): 359-365.
15. Duke JA (2012) Handbook of Medicinal Herbs. 2nd edition. CRC Press, USA. 896 p.
16. European pharmacopoeia (1983) Maisonneuve, SA. Sainte Ruffine. Vol 1. 401 p.
17. Franke R and Schilcher H (2005) Chamomile Industrial Profiles. CRC Press, USA. 280 p.
18. Guillen MD and Manzanos MJ (1994) A contribution to study Spanish wild-growing fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) as a source of flavour compounds. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*. 16(5-6): 141-145.
19. Miguel MG, Cruz C, Faleiro L, Simoes MT, Figueiredo AC, Barroso JG and Pedro LG (2010) *Foeniculum vulgare* essential oils: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Natural Product Communications*. 5(2): 319-328.
20. Omidbaigi R, Borna F, Borna T and Inotai K (2009) Sowing dates affecting on the essential oil content of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) and its constituents. *Essential Oil Bearing Plants*. 12(5): 580-585.
21. Rahmati M, Azizi M, Khayyat MH, Nemati H and Asili J (2011) Yield and oil constituents of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers depending on nitrogen application, plant density and climate conditions. *Essential Oil Bearing Plants*. 14(6): 731-741.
22. Raouffard F and Omidbaigi R (2005) Content and Composition of Essential and Fatty Oil of *Foeniculum Vulgare* cv. Soroksari Cultivated Fruits. *Essential Oil Bearing Plants*. 8(3): 264-267.
23. Shibamoto T (1987) Retention indices in essential oil analysis. In *Capillary Gas chromatography in Essential oil Analysis*, Sandra, P, Bicchi C (eds.). Alfred Heuthig-Verlag: New York, 259- 275.
24. Telci I, Demirtas I and Sahin A (2009) Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products*. 30: 126-130.
25. Yousefzadeh S, Modarres-Sanavy SAM, Sefidkon F, Asgarzadeh A, Ghalavand A and Sadat-Asilan K (2013) Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in two regions of Iran. *Food Chemistry*. 138(2): 1407-1413.