تأثیر هگزاکونازول بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سویا در شرایط تنش کم‌آبی

مونا پوردهقان[۱]، سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[۲*]، فائزه قناتی[۳] و سمیه کرمی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۸)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مصرف هگزاکونازول بر صفات کمی و کیفی دو رقم سویا در شرایط تنش کم‌آبی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۰ - ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. عوامل مورد بررسی در این پژوهش شامل ارقام سویا (L17 و کلارک۶۳)، غلظت هگزاکونازول (صفر و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر) و سطوح آبیاری (آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی در سطح ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس) بود. محتوای کلروفیل، نسبت Fv/Fm، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد پروتئین و روغن دانه بررسی شد. نتایج نشان داد که اکثر صفات تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و هگزاکونازول قرار گرفتند و ارقام مورد بررسی نیز واکنش متفاوتی نسبت به تیمارهای آزمایش نشان دادند. کاربرد هگزاکونازول در هر دو سطح تیمار آبی و در هر دو رقم سبب افزایش عملکرد دانه گردید اما در شرایط تنش، میزان افزایش عملکرد دانه ناشی از کاربرد هگزاکونازول در رقم L17 (۳۵/۹۹ درصد) نسبت به کلارک۶۳ (۱۴/۵۳درصد) در مقایسه با عدم کاربرد این ترکیب، بیشتر بود. از بین اجزای عملکرد تعداد غلاف در بوته بیشترین سهم را در تنظیم عملکرد دانه داشت. درصد پروتئین دانه در رقم کلارک۶۳ در شرایط تنش کم‌آبی در پاسخ به تیمار هگزاکونازول ۶/۱۴ درصد افزایش یافت اما در رقم L17 تحت‌تأثیر این تیمار قرار نگرفت. درصد روغن تحت‌تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. در مجموع در هر دو رقم کاربرد هگزاکونازول سبب تخفیف اثرات تنش کم‌آبی گردید و ارقام مورد بررسی عکس‌العمل متفاوتی نسبت به این ترکیب داشتند و در شرایط تنش عملکرد دانه رقم L17 عکس‌العمل مطلوب‌تری به هگزاکونازول داشت ضمن این‌که این ترکیب سبب بهبود کیفیت دانه رقم کلارک۶۳ گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش کم‌آبی، هگزاکونازول، سویا، عملکرد، درصد پروتئین، درصد روغن

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. دانشیار دانشکده علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: modaresa@modares.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی از محصولات روغنی و مهم‌ترین لگوم دانه‌ای جهان به شمار می‌آید (۱۴). دانه سویا با داشتن ۴۵ – ۳۵ درصد پروتئین، ۲۳–۱۸ درصد روغن و ۴–۳ درصد مواد معدنی (۵) قادر است نیازهای غذایی بشر را به میزان زیادی تأمین نماید. نقش مهم سویا در اقتصاد و مصارف صنعتی و جایگاه ویژه آن در سیستم‌های کشت به لحاظ قابلیت این گیاه در تثبیت نیتروژن اتمسفری، اهمیت تحقیق بر عوامل مؤثر بر افزایش تولید در سطح کشور را به‌خوبی روشن می‌سازد.

کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود (۳۷) و از بین عوامل مختلف، تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کنندهٔ رشد و عملکرد سویا در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان معرفی شده است (۲۴). گیاه سویا از نظر حساسیت به انواع تنش‌های محیطی و به‌ویژه تنش خشکی در مقایسه با سایر لگوم‌ها از جمله لوبیای چشم بلبلی و لوبیا سبز بسیار حساس است (۴۰ و ۳۵). نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که کمبود آب در بسیاری از مراحل نموی سویا عملکرد را کاهش داده اما اثرات منفی تنش در مراحل گل‌دهی، تشکیل بذر و پر شدن دانه بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۱۲). تحقیقات مختلف حاکی از کاهش رشد و عملکرد دانه سویا در شرایط خشکی می‌باشد. تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و شاخص برداشت سویا گردید. وقوع تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و اوایل گسترش غلاف باعث افزایش سرعت سقط غلاف گردیده و از این طریق عملکرد دانه کاهش می‌یابد (۳۸).

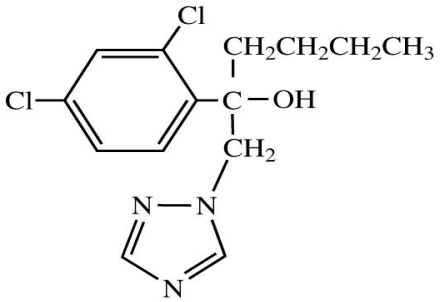
بسیاری از گزارش‌ها حاکی از تأثیر عوامل تنش‌زا بر مقدار کلروفیل و سبزینگی برگ در شرایط تنش است. بدین لحاظ برخی از پژوهشگران، کلروفیل برگ را یکی از معیارهای مهم نشان‌دهندهٔ تنش‌های محیطی بر گیاه دانسته و گزارش می‌کنند که مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود (۴۴). تنش خشکی با تغییر در سنتز و مقدار رنگدانه‌های گیاهی، سبب اختلال در فرآیند فتوسنتز می‌گردد به گونه‌ای که محتوای کلروفیل در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد (۸). نسبت Fv/Fm نیز نشان‌دهندهٔ حداکثر کارایی به دام انداختن انرژی برانگیخته شده توسط مرکز واکنش PSII می‌باشد. بنابراین هرچه میزان آن بالاتر باشد بیانگر کارایی خوب فتوسیستم II در تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی و در نتیجه فتوسنتز مناسب گیاه است (۷). البته این کارایی به‌شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و با کاهش رطوبت قابل دسترس برای گیاه این نسبت کاهش می‌یابد که باعث بازدارندگی فتوسنتز نیز می‌گردد (۲۹).

یکی از راه‌های مقابله و تطابق با تنش خشکی، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است. یک گروه مهم از این ترکیبات تریازول‌ها می‌باشند. این ترکیبات در دهه ۱۹۶۰ برای کنترل بیماری‌های قارچی در گیاهان و جانوران استفاده می‌شدند (۱۵). هگزاکونازول یکی از ترکیبات خانوادهٔ تریازول‌ها می‌باشد. این ترکیبات با اثر بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاهان، باعث القای مقاومت به انواع تنش‌های محیطی می‌شوند (۳۶). بخش مهمی از اثرات فیزیولوژیک تریازول‌ها، ناشی از اثر این ترکیبات در تغییر توازن هورمون‌های ABA، سیتوکینین، جیبرلین و اتیلن می‌باشد که موجب بروز پاسخ‌های فیزیولوژیک در شرایط تنش‌های غیرزیستی می‌شود. گزارش‌ها حاکی از آن است که کاربرد ترکیبات تریازولی از جمله پاکلوبوترازول در شرایط تنش شوری منجر به افزایش عملکرد گندم (۲۸) و کاربرد یونیکونازول سبب افزایش عملکرد کنجد تحت تنش خشکی (۲) گردید. هم‌چنین در آزمایش عبدالجلیل و همکاران (۱) کاربرد ماده هگزاکونازول سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی شیرین گردید. در آزمایشی دیگر نیز، ماده هگزاکونازول در شرایط تنش کم‌آبی، توانست عملکرد گل در گیاه بابونه را افزایش دهد (۱۹).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

جدول ۱. مشخصات ارقام مورد بررسی

رقم	گروه رسیدگی	طول دوره رشد	تیپ رشدی	رنگ گل	رنگ کرک	نوع شاخه‌بندی
L17	۳	۱۲۰	نامحدود	سفید	طلایی	تک شاخه
کلارک۶۳	۴	۱۳۰	نامحدود	بنفش	طلایی	چند شاخه



Hexaconazole (2- (2, 4- dichlorophenyl)-1-(2 H-1, 2, 4-triazole-1-Y1) hexan –2-01)[$C_{14}H_{17}Cl_2N_3O$]

شکل ۱. فرمول شیمیایی ترکیب هگزاکونازول

تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در شرایط آب و هوایی خشک، مستلزم اعمال روش‌های مدیریتی مناسب می‌باشد. تریازول‌ها سبب بروز مقاومت به انواع تنش‌های محیطی می‌شوند لذا چنین موادی که بتوانند تغییرات مفیدی را در فیزیولوژی گیاهان ایجاد کنند، می‌توانند تأثیر قابل توجهی در تولید محصولات کشاورزی داشته باشند. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر هگزاکونازول بر تخفیف اثرات تنش کم‌آبی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. اثر سه عامل رقم (V)، آبیاری (I) و غلظت هگزاکونازول (H) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، مورد بررسی قرار گرفت.

برخی ویژگی‌های خاک مزرعه آزمایش شامل: فسفر و پتاسیم قابل جذب به‌ترتیب ۱۱۹/۲ و ۹۰۸ پی پی ام، نیتروژن کل ۰/۱۱ درصد، PH ۷/۴۵، قابلیت هدایت الکتریکی ۱/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر، ماده آلی ۱/۵۸ درصد، بافت خاک لوم شنی، ظرفیت زراعی (FC) ۱۷/۴۵ درصد وزنی، نقطه پژمردگی دائم (PWP) ۷/۷۸ درصد وزنی و جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۴۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. عملیات آماده‌سازی زمین در تاریخ ۸۹/۳/۲۵ انجام شد. ابتدا زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و سپس عملیات دیسک‌زنی دو بار و به‌صورت عمود بر هم انجام گرفت. پس از تسطیح زمین، کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۲ متر که شامل ۵ ردیف کاشت بود ایجاد گردید. فاصله هر کرت از کرت مجاور و تکرار بعدی ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. ارقام مورد استفاده در این آزمایش دو رقم L17 (V_1) و کلارک۶۳ (V_2) با مشخصات جدول ۱ بودند.

عملیات کاشت در تاریخ ۲۶ /۸۹/۳ صورت گرفت. قبل از کاشت، بذور با باکتری ریزوبیوم تلقیح و سپس به‌صورت دستی کشت شدند. فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کشت ۸ سانتی‌متر و بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به آزمایش خاک و غنی بودن خاک مزرعه از فسفر و پتاسیم، مقدار۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان آغازگر قبل از کاشت استفاده شد. عملیات وجین علف‌های هرز از مرحله ۴-۲ برگی آغاز و تا گل‌دهی به‌صورت دستی انجام گرفت. اعمال تیمار هگزاکونازول به مقادیر صفر (شاهد) و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر (ماده خالص هگزاکونازول) (شکل ۱) (۱۹) و به روش خاک کاربرد در مرحله گل‌دهی (R_1) صورت گرفت. به این منظور، از فرم تجاری این ترکیب با نام انویل (فرم SC) (ساخت شرکت آریاشیمی www.Ariashimi.com) استفاده شد. با توجه به تراکم بوته موجود در کرت مقدار مشخصی از ترکیب محاسبه و در آب مقطر کاملاً حل شد. محلول حاصل به‌صورت یکنواخت روی سطح خاک پای بوته‌ها ریخته شد و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

بلافاصله آبیاری انجام شد. جهت کنترل حجم آب مورد استفاده برای کرت‌ها از کنتور استفاده گردید. آبیاری تمامی کرت‌های آزمایشی تا مرحله گل‌دهی (R_1) به‌طور یکسان و هم‌زمان صورت گرفت. پس از اعمال تیمار هگزاکونازول، دور آبیاری براساس کاهش رطوبت خاک تنظیم شد، به‌طوری‌که زمان آبیاری تیمارهای شاهد پس از ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس و آبیاری کرت‌های دارای تنش کم‌آبی پس از ٦٠ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس صورت می‌گرفت. تیمار تنش از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد اعمال گردید. برای اندازه‌گیری و سنجش رطوبت خاک از روش انعکاس‌سنجی زمانی (TDR) استفاده شد که برای این منظور لوله‌های مخصوص TDR در عمق توسعه ریشه (۶۰ سانتی‌متر) در کرت‌های تیمار تنش قرار گرفت. حجم آب آبیاری (Vw) برحسب مترمکعب برای رساندن رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه به کمک رابطه (۱) تعیین شد:

$$Vw = (FC - \theta v) \times D \times A \quad (۴) \qquad (۱)$$

در این رابطه FC درصد رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی مزرعه، θv درصد رطوبت حجمی خاک قبل از اعمال آبیاری، D عمق توسعه ریشه برحسب متر (۰/۶ متر) و A مساحت کرت برحسب متر بود.

در انتهای فصل رشد و پس از رسیدن گیاهان، اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه با میانگین‌گیری از ۵ بوته از هر کرت که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، ارزیابی شد. برداشت نهایی در زمان رسیدگی کامل از دو ردیف میانی کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه انجام گرفت. عملکرد نهایی بر مبنای تراکم موجود تعیین گردید و با رطوبت ۱۳ درصد محاسبه شد. با محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت تعیین گردید. درصد روغن بذر با استفاده از دستگاه سوکسله (Model No SCMS-F100-6H) تعیین شد. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه ابتدا با روش Indophenol blue method (۳۱) میزان نیتروژن موجود در بذر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (GBC-Cintra 6- Australia) اندازه‌گیری شده و سپس میزان پروتئین با ضرب میزان نیتروژن در عدد ٦/۲۵ (۹) محاسبه گردید.

داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد و همبستگی بین صفات از طریق روش پیرسون محاسبه گشت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان کلروفیل کل تحت تأثیر رقم، هگزاکونازول، آبیاری و اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). در شرایط تنش خشکی، حفظ غلظت کلروفیل به ثبات فتوسنتز کمک می‌کند. در این آزمایش، مصرف هگزاکونازول در شرایط تنش کم‌آبی باعث افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل کل بافت (۲۲/۶۶٪) گردید درحالی‌که در شرایط آبیاری مطلوب کاربرد آن تأثیری بر این صفت نداشت (جدول ۳). افزایش سطح اتیلن در شرایط تنش خشکی، یکی از دلایل کاهش کلروفیل می‌باشد، زیرا اتیلن تخریب کلروفیل را تشدید می‌کند (۴۶). هورمون اتیلن عامل اصلی ناپایداری غشاءها و کاهش میزان رنگیزه‌ها می‌باشد. گزارش شده است که کاهش میزان کلروفیل می‌تواند به‌دلیل اثر اتیلن روی غشاء یا به‌دلیل پیری زودرس باشد که در نتیجه این هورمون در گیاه ایجاد شده است (۴۲). ممکن است تریازول‌ها با کاهش میزان این هورمون در شرایط تنش سبب افزایش میزان کلروفیل شده باشند. گزارشات متعددی مبنی بر کاهش میزان هورمون اتیلن در اثر کاربرد تریازول‌ها وجود دارد (۲۶ و۱۷). افزایش هورمون سیتوکینین نیز سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌گردد (۱۵) و در همین راستا آیزومی و همکاران (۲۰) گزارش کردند که یونیکونازول باعث افزایش هورمون سیتوکینین در گیاهان تیمار شده گردید. پس افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تحت تنش احتمالاً ناشی از افزایش هورمون سیتوکینین می‌باشد. هم‌چنین تریازول‌ها به‌دلیل خواص

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی دانه سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل کل	Fv/Fm	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد پروتئین	درصد روغن
تکرار (R)	۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۰۸۱	۸۸۹/۲	۱۰۳/۱	۰/۰۱۷	۱/۲	۲۵۵۱/۲	۰/۱۸۲	۴/۶	۱/۶
رقم (V)	۱	۱/۳۴۱**	۰/۰۰۶۶۰۰**	۲۹۱۵۶/۲	۱۳/۲	۰/۰۰۱۸	۱۹۴۲/۲**	۱۹۲۳۲۶۸/۱ **	۳۶/۷**	۲۱/۱**	۱/۵
هگزاکونازول (H)	۱	۰/۰۴۹ *	۰/۰۰۱۹۳۶**	۱۷۵۹۴۲۵/۵ **	۵۲۸/۷ *	۰/۰۱۶۵	۱۶۰/۶**	۶۶۷۴۵۶۳/۴**	۰/۳	۱۱/۰ **	۲/۶
آبیاری (I)	۱	۰/۴۴۹ **	۰/۰۱۷۶۰۴**	۳۴۶۵۴۷۰/۸ **	۱۰۷۱/۳ **	۰/۱۰۵۳ **	۷۲۹۰/۶**	۴۳۴۶۵۰۳۳/۵**	۱۲۰/۱**	۱۴/۶**	۱/۵
V × H	۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰۰۰۹	۶۸۸۱۹/۲ *	۰/۲	۰/۰۰۲۶	۱۳۶/۸**	۳۱۸۳/۲	۴/۰	۴/۱*	۰/۶
V × I	۱	۰/۱۳۵	۰/۰۰۰۷۴۱	۱۱۴۳۷۸/۵ **	۱۶/۲	۰/۰۱۰۸	۱۴۵/۵**	۶۹۶۶۰/۳*	۰/۰۹۳	۰/۲	۱/۵
H × I	۱	۰/۱۷۱*	۰/۰۰۳۹۲۷**	۱۵۴۲۷/۵	۳۰/۴	۰/۰۱۷۶	۸۷۹/۶**	۱۷۴۳۵۵/۳**	۶۷/۰**	۱۴/۶ **	۲/۶
V × H × I	۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۱۱۲۲۷۰/۳ **	۷۷/۹	۰/۰۰۱۲	۶۴۵/۸**	۶۴۶۲۵/۸*	۰/۲	۱/۰	۲/۶
E	۱۴	۰/۰۶۸	۰/۰۰۰۲۰۹	۹۱۱۵/۸	۸۹/۷	۰/۰۱۱۰	۴/۸	۱۰۵۷۱/۱	۲/۱	۰/۹	۳/۰
CV(%)		۱۳/۶۴	۲/۸۵	۱۰/۳	۱۷/۴	۳/۶	۲/۶	۶/۴	۴/۰	۳/۷	۷/۴

بدون علامت و علامت‌های ** و * به‌ترتیب به مفهوم عدم وجود و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشند.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات محتوای کلروفیل کل و نسبت Fv/Fm تحت تأثیر اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری

آبیاری	آبیاری مطلوب (I_1)		تنش کم‌آبی (I_2)	
غلظت هگزاکونازول	mg/L (H_1) ۰	mg/L (H_2) ۳۵	mg/L (H_1) ۰	mg/L (H_2) ۳۵
کلروفیل کل (mg/g FW)	۲/۱۶۲ a	۲/۱۳۱ a	۱/۵۷۱ b	۱/۹۲۷ a
Fv/Fm	۰/۵۳ a	۰/۵۳ a	۰/۴۵ c	۰/۵۰ b
پروتئین دانه (درصد)	۳۶/۶ a	۳۶/۵ a	۳۳/۵ b	۳۶/۵ a
شاخص برداشت (درصد)	۳۸/۵ b	۳۷/۲ b	۳۸/۸ b	۴۵/۲ a

در هر ردیف تیمارهایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند، براساس آزمون LSD ($P \leq ۰/۰۵$) دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

آنتی‌اکسیدانی خود از تخریب کلروفیل جلوگیری کرده و به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش آن در گیاهان تنش دیده می‌شوند. هم‌چنین افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تنش دیده در اثر کاربرد پاکلوبوترازول در گیاهان گندم (۶) و ذرت (۴۱) و در گیاه بابونه (۱۹) در اثر کاربرد هگزاکونازول نیز مشاهده شده است.

نتایج نشان داد که نسبت Fv/Fm تحت تأثیر رقم، هگزاکونازول، آبیاری و اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). با توجه با این‌که اثر متقابل آبیاری × هگزاکونازول معنی‌دار بود، مقایسه‌های میانگین تنها در مورد این اثر انجام شد. ترکیب هگزاکونازول در شرایط تنش باعث افزایش (۱۱/۱۱٪) این نسبت گردیده است در حالی‌که در حالت آبیاری مطلوب اثر معنی‌داری بر این نسبت نداشت (جدول ۳). نسبت Fv/Fm نشان دهندهٔ حداکثر کارایی به دام انداختن انرژی برانگیخته شده توسط مرکز واکنش PSII می‌باشد. بنابراین هرچه میزان آن بالاتر باشد بیانگر کارایی خوب فتوسیستم II در تبدیل انرژی نورانی به شیمیایی و در نتیجه فتوسنتز مناسب گیاه است (۷). البته این کارایی به‌شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و با کاهش رطوبت قابل دسترس برای گیاه این نسبت کاهش می‌یابد که باعث بازدارندگی فتوسنتز نیز می‌گردد (۲۹). بروز تنش اکسیداتیو در کلروپلاست‌ها در شرایط تنش خشکی به‌دلیل انتقال انرژی مولکول‌های کلروفیل تحریک شده در وضعیت سه تایی به اکسیژن و رادیکال آزاد اکسیژن می‌باشد که رادیکال تولید شده بسیار مخرب بوده و اثر نامطلوبی بر پروتئین‌ها و مرکز واکنش فتوسیستم II می‌گذارد. (۲۱).

ژانگ و همکاران (۴۵) گزارش کردند که کاربرد یونیکونازول در شرایط تنش در گیاه سویا منجر به افزایش نسبت Fv/Fm گردید.

تعداد غلاف در بوته تحت‌تأثیر هگزاکونازول ($P \leq ۰/۰۵$) و آبیاری ($P \leq ۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۲). تنش کم‌آبی سبب کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته گردید (جدول ۵). این صفت یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده عملکرد می‌باشد. در گیاه سویا پتانسیل تولید محصول به شکل قابل توجهی حتی در شرایط نرمال محیطی، به‌دلیل ریزش گل و غلاف کاهش می‌یابد (۳۲). رامسور و همکاران (۳۴) گزارش کردند که تنش رطوبتی طی گل‌دهی و آغاز تشکیل غلاف، تعداد غلاف‌ها را به میزان زیادی کاهش داد. کاهش آب خاک قبل یا پس از آغاز گل‌دهی باعث کاهش معنی‌دار پتانسیل آب گل می‌شود که ممکن است فعالیت تخمدان را مختل و در نتیجه مانع از نمو آن شود (۲۳). مصرف هگزاکونازول سبب افزایش (۱۸/۹۰ درصد) تعداد غلاف در بوته گردید (جدول ۵). در همین زمینه ژانگ و همکاران (۴۵) گزارش کردند که کاربرد تریازول‌ها منجر به کاهش هورمون ABA در سویا گردید و کاهش میزان این هورمون با تأثیر بر سلول‌های روزنه میزان فتوسنتز گیاه را افزایش داد. لذا چنین به نظر می‌رسد که احتمالاً هگزاکونازول از طریق کاهش این هورمون توانسته از ریزش غلاف‌ها ممانعت نماید.

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر آبیاری قرار گرفت (جدول ۲) و تنش کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار این صفت گردید (جدول ۵). در برخی مطالعات، بر خلاف نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، تعداد دانه در غلاف در بین تیمارهای آبیاری یکسان گزارش شده است (۴۵). در حالی‌که برخی دیگر از محققین گزارش نمودند که تنش رطوبتی در دورهٔ زایشی سویا، تعداد دانه در غلاف را کاهش می‌دهد (۳۰). به‌نظر می‌رسد که در شرایط تنش کم‌آبی با کاهش رطوبت قابل دسترس، تعداد دانه در غلاف به‌دلیل افزایش سقط تخمک کاهش یافته است.

تأثیر اثرات اصلی و متقابل بر میانگین وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه‌های میانگین بیشترین میانگین (۱۷۹/۶۳ گرم) این صفت در رقم کلارک۶۳ در شرایط آبیاری مطلوب و مصرف هگزاکونازول و کمترین (۱۰۹/۹۰ گرم) در رقم L17 در شرایط تنش و عدم مصرف هگزاکونازول مشاهده گردید (جدول ۴). نتایج بسیاری

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی سویا تحت‌تأثیر اثر متقابل رقم × هگزاکونازول × آبیاری

آبیاری	هگزاکونازول	رقم	کلروفیل (mg/g Fw)	نسبت Fv/Fm	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)	درصد پروتئین	درصد روغن
آبیاری مطلوب (I_1)	mg/L (H_1)۰	L17 (V_1)	۱/۸۰ bc	۰/۵۱ b	۳۰۳۰/۵۵ b	۵۷/۰۶ abc	۲/۹۵ ab	۱۳۹/۴۳ c	۷۳۶۷/۳۳ d	۴۱/۱۳ a	۳۶/۲۶ bcd	۲۳/۰۰ a
		کلارک ۶۳ (V_2)	۲/۳۷ a	۰/۵۵ a	۲۹۳۲/۵۰ bc	۵۳/۴۱ abc	۳/۰۱ a	۱۴۷/۲۰ b	۸۱۲۲/۰۰ c	۳۹/۴۰ ab	۳۷/۰۹ abc	۲۳/۰۰ a
	mg/L (H_2)۳۵	L17 (V_1)	۱/۶۷ bc	۰/۵۰ b	۳۴۹۱/۶۷ a	۶۴/۹۰ ab	۲/۹۸ a	۱۴۱/۵۶ c	۹۰۳۷/۳۳ b	۳۸/۶۳ ab	۳۴/۸۰ de	۲۴/۰۰ a
		کلارک ۶۳ (V_2)	۲/۳۵ a	۰/۵۵ a	۳۴۵۳/۰۰ a	۶۸/۸۶ a	۲/۹۷ a	۱۷۹/۶۳ a	۹۶۳۰/۵۰ a	۳۵/۶۶ cd	۳۸/۱۴ a	۲۲/۰۰ a
تنش کم‌آبی (I_2)	mg/L (H_1)۰	L17 (V_1)	۱/۵۶ c	۰/۴۴ d	۲۰۴۵/۰۰ f	۴۴/۰۰ c	۲/۸۲ ab	۱۱۱/۲۳ f	۵۴۲۱/۹۰ g	۳۳/۲۳ de	۳۲/۹۲ f	۲۴/۳۳ a
		کلارک ۶۳ (V_2)	۱/۷۳ bc	۰/۴۶ cd	۲۳۹۶/۶۷ e	۴۴/۲۶ c	۲/۷۶ b	۱۲۹/۹ d	۵۷۵۳/۵۰ f	۳۱/۶۶ e	۳۴/۱۷ ef	۲۴/۰۰ a
	mg/L (H_2)۳۵	L17 (V_1)	۱/۶۶ bc	۰/۴۹ bc	۲۷۸۱/۱۱ cd	۵۴/۵۳ abc	۲/۹۳ ab	۱۰۹/۹۰ f	۵۸۱۵/۲۷ f	۳۷/۸۳ bc	۳۵/۴۲ cde	۲۲/۶۶ a
		کلارک ۶۳ (V_2)	۲/۱۴ ab	۰/۵۱ b	۲۷۴۵/۰۰ d	۴۸/۰۰ bc	۲/۸۶ ab	۱۱۷/۳۶ e	۶۴۰۰/۵۰ e	۳۴/۲۰ de	۳۷/۵۱ ab	۲۳/۰۰ a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند، براساس آزمون LSD ($P \leq ۰/۰۵$) دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی هر یک از تیمارهای رقم، هگزاکونازول و آبیاری بر صفات فیزیولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی سویا

سطوح تیماری	سطح	کلروفیل کل (mg/g Fw)	Fv/Fm	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)
رقم	(V1) L17	۱/۷۵ b	۰/۴۹ b	۵۵/۱ a	۲۸۱۲/۰ a	۲/۹ a	۱۲۵/۵ b	۶۹۱۰/۴ b	۴۰/۶ a	۳۴/۸ b	۲۳/۵ a
	کلارک ۶۳(V2)	۲/۰۹ a	۰/۵۲ a	۵۳/۶ a	۲۸۸۱/۷ a	۲/۹ a	۱۴۳/۵ a	۷۴۷۶/۶ a	۳۸/۵ b	۳۷/۷ a	۲۳/۰ a
هگزاکونازول	mg/L۰(H1)	۱/۸۷ b	۰/۴۹ b	۴۹/۶ b	۲۵۷۶/۱ b	۲/۸ a	۱۳۱/۹ b	۶۶۶۶/۱ b	۳۸/۶ b	۳۵/۱ b	۲۳/۵ a
	mg/L۳۵(H2)	۱/۹۹ a	۰/۵۱ a	۵۹/۱ a	۳۱۱۷/۶ a	۲/۹ a	۱۳۷/۱ a	۷۷۲۰/۹ a	۴۰/۳ a	۳۶/۴ a	۲۲/۹ a
آبیاری	آبیاری مطلوب (I_1)	۲/۱۲ a	۰/۵۳ a	۶۱/۰ a	۳۲۲۶/۹ a	۲/۹ a	۱۵۱/۹ a	۸۵۳۹/۲ a	۳۷/۷ b	۳۶/۵ a	۲۳/۰ a
	تنش کم‌آبی (I_2)	۱/۷۴ b	۰/۴۷ b	۴۷/۷ b	۲۴۶۶/۹ b	۲/۸ b	۱۱۷/۱ b	۵۸۴۷/۷ b	۴۲/۱ a	۳۵/۰ b	۲۳/۵ a

در هر صفت و گروه مقایسه شده، میانگین‌هایی که با حرف یکسان نشان داده شده‌اند، براساس آزمون LSD ($P \leq ۰/۰۵$) دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

از محققان بیانگر کاهش وزن هزار دانه در اثر خشکی در ارقام سویا می‌باشد (۲۵). علت کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی را می‌توان به کاهش میزان فتوسنتز جاری گیاه و انتقال مواد نسبت داد (۱۳). با توجه به تأثیر تریازول‌ها بر فتوسنتز جاری گیاه (۴۵)، احتمالاً هگزاکونازول از طریق افزایش فتوسنتز جاری و افزایش انتقال مواد به نفع غلاف‌ها سبب افزایش میانگین وزن هزار دانه در شرایط آبیاری مطلوب گردیده است. چنان‌که بررسی ضرایب همبستگی نیز نشان داد (جدول ۶) که وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۷۵^{*}$) با نسبت Fv/Fm داشت. در این شرایط میانگین وزن هزار دانه در رقم کلارک۶۳ با مصرف هگزاکونازول افزایش (۲۲/۰۳درصد) چشمگیری یافت درحالی‌که در رقم L17 (۱/۵۲ درصد) تأثیر معنی‌داری نداشت. در شرایط کم‌آبی بر خلاف آبیاری مطلوب، کاربرد هگزاکونازول باعث افت جزئی وزن هزاردانه در هر دو رقم گردید (جدول ۴). چنین به‌نظر می‌رسد که در این آزمایش به‌علت افزایش تعداد غلاف در بوته در اثر کاربرد هگزاکونازول، افزایش فتوسنتز ناشی از این ترکیب قادر به پاسخگویی کامل مخازن به‌ویژه دانه‌ها نشده و در نتیجه در مقایسه با عدم کاربرد هگزاکونازول دانه‌های بیشتر اما با وزن کمتر تولید کرده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی هگزاکونازول، آبیاری و اثرات متقابل رقم × آبیاری، رقم × هگزاکونازول × آبیاری ($P \leq ۰/۱$) و رقم × هگزاکونازول ($P \leq ۰/۵$) بر میزان عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط آبیاری مطلوب کاربرد هگزاکونازول عملکرد دانه را در هر دو رقم L17 (۱۵/۲۱ درصد) و کلارک۶۳ (۱۷/۷۴ درصد) افزایش داد. اما در شرایط تنش، میزان افزایش عملکرد ناشی از هگزاکونازول در رقم L17 (۳۵/۹۹ درصد) نسبت به کلارک۶۳ (۱۴/۵۳ درصد) بیشتر بود (جدول ۴). در این آزمایش، تنش خشکی از مرحله گل‌دهی تا پایان فصل رشد اعمال گردید و طبق نتایج ارائه شده منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد گردید. شو و همکاران (۳۹) اظهار کردند که وقوع تنش خشکی در مرحله گلدهی سویا میزان عملکرد دانه را ۴۶ درصد کاهش می‌دهد که این کاهش عملکرد ناشی از کاهش میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و میزان تبخیر و تعرق می‌باشد. تحت شرایط تنش در مراحل گل‌دهی و پر شدن غلاف، اکثر صفات اجزاء عملکرد کاهش می‌یابند که بیشترین خسارت وارده به عملکرد دانه ناشی از ریزش گل‌ها بوده و پس از آن کاهش وزن ۱۰۰ دانه قابل ملاحظه می‌باشد. طبق نظر محققین، کاهش میزان فتوسنتز گیاه، پتانسیل آب برگ و میزان انتقال مواد فتوسنتزی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی به‌حساب می‌آیند. در مورد تأثیر تیمار هگزاکونازول بر عملکرد دانه چنین به‌نظر می‌رسد که علاوه بر این‌که استفاده از تریازول‌ها در شرایط آبیاری مطلوب از طریق افزایش انتقال مواد به غلاف‌ها سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد، در شرایط تنش نیز از طریق افزایش پتانسیل آب برگ‌ها، افزایش میزان فتوسنتز گیاه (ناشی از افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و میزان کلروفیل) و هم‌چنین با افزایش انتقال مواد پرورده به ریشه و غلاف‌ها باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود (۴۵). بررسی ضرایب همبستگی (جدول ۶) نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد غلاف در بوته ($r = +۰/۹۳^{**}$)، تعداد دانه در غلاف($r = +۰/۸۰^{*}$) و وزن هزار دانه ($r = +۰/۷۲^{*}$) داشته است. چنین به‌نظر می‌رسد که در این آزمایش افت عملکرد در شرایط تنش، عمدتاً ناشی از کاهش تعداد غلاف در بوته بوده است و تعداد غلاف در بوته نسبت به سایر اجزاء تأثیر بیشتری بر میزان عملکرد داشته است.

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر رقم، هگزاکونازول، آبیاری و اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری در سطح ۱ درصد و اثر متقابل رقم × آبیاری و رقم × هگزاکونازول × آبیاری در سطح ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط آبیاری مطلوب مصرف هگزاکونازول عملکرد بیولوژیک را ۲۲ درصد و ۱۸/۵۷ درصد به‌ترتیب در رقم L17 و کلارک۶۳ افزایش داد اما در شرایط تنش افزایش در این صفت جزئی بود به شکلی که در رقم، L17، ۷/۲۵ درصد و در رقم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

جدول ۶. ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد سویا

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱. کلروفیل	۱					
۲. نسبت Fv/Fm	۰/۸۷**	۱				
۳. تعداد غلاف در بوته	۰/۳۳ n.s	۰/۶۵ n.s	۱			
۴. وزن هزار دانه	۰/۶۵ n.s	۰/۷۵*	۰/۷۶*	۱		
۵. تعداد دانه در غلاف	۰/۴۷ n.s	۰/۸۱*	۰/۷۹*	۰/۵۵	۱	
۶. عملکرد دانه	۰/۴۴ n.s	۰/۷۶*	۰/۹۳**	۰/۷۲*	۰/۸۰**	۱

n.s و علامت‌های ** و *: به‌ترتیب به مفهوم عدم وجود و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشند.

کلارک و۶۳، ۱۱/۲۳ درصد افزایش مشاهده گردید (جدول ۴). تنش خشکی سبب کاهش تجمع ماده خشک در گیاه و در نتیجه کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (۱۰). افزایش عملکرد بیولوژیک ناشی از مصرف هگزاکونازول در شرایط آبیاری مطلوب را می‌توان به افزایش میزان فتوسنتز و انتقال مواد پرورده به اندام‌ها نسبت داد. ژانگ و همکاران (۴۵) گزارش کردند که کاربرد یونیکونازول در شرایط بدون تنش باعث افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی گردید درحالی‌که در شرایط تنش سهم ریشه و غلاف‌ها بیشتر از اندام‌های رویشی بود. تریازول‌ها باعث افزایش اندازه و یا تعداد دستجات آوندی گردیده و از این طریق انتقال مواد پرورده را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۶). اما در شرایط تنش، افزایش فتوسنتز گیاه و انتقال بیشتر مواد پرورده به ریشه و غلاف‌ها در اثر کاربرد هگزاکونازول می‌تواند دلیلی بر افزایش جزئی میزان عملکرد بیولوژیک باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم، آبیاری و اثر متقابل دوگانه هگزاکونازول × آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۱$) (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب اعمال این ترکیب هر دو پارامتر مؤثر در شاخص برداشت را افزایش داد، اما میزان افزایش عملکرد بیولوژیک (۲۰/۵۲ درصد) در مقایسه با عملکرد دانه (۱۶/۴۶ درصد) بیشتر بوده و در نتیجه باعث کاهش جزئی شاخص برداشت گردید (جدول ۳). اما در شرایط تنش، سهم افزایش عملکرد دانه (۲۷/۲۸ درصد) ناشی از کاربرد هگزاکونازول بیشتر از عملکرد بیولوژیک (۹/۳۰ درصد) بود. افزایش میزان شاخص برداشت در اثر کاربرد تریازول‌ها توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (۳۳). ارقام مورد بررسی نیز از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند به شکلی که رقم L17 با میانگین ۴۰/۶۹ درصد در مقایسه با رقم کلارک۶۳ با میانگین ۳۸/۵۴ درصد برتری داشت (جدول ۵). شاخص برداشت پائین رقم کلارک۶۳ به‌دلیل عملکرد بیولوژیک بیشتر این رقم در مقایسه با رقم L17 می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم، هگزاکونازول، آبیاری و اثر متقابل هگزاکونازول × آبیاری در سطح ۱ درصد و اثر متقابل رقم × هگزاکونازول در سطح ۵ درصد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). کم‌آبی یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که می‌تواند به‌طور مؤثری بر پروتئین دانه اثر گذاشته و آن را کاهش دهد (۲۲). در این آزمایش نیز وقوع تنش کم‌آبی سبب کاهش معنی‌دار درصد پروتئین دانه گردید (جدول ۵). نتایج مقایسه‌های میانگین نشان داد که کاربرد هگزاکونازول در شرایط تنش منجر به افزایش معنی‌دار این صفت شد اما در شرایط بدون تنش تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). ارقام مورد بررسی از نظر عکس‌العمل به تیمار هگزاکونازول متفاوت بودند به‌طوری‌که تیمار هگزاکونازول در رقم کلارک۶۳ منجر به افزایش (۶/۱۴ درصد) معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

پروتئین دانه گردید درحالی‌که در رقم L17 تأثیر این ترکیب بر میزان پروتئین معنی‌دار نبود. مقدار نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه وابستگی زیادی به تأمین مواد فتوسنتزی دارد. وقتی تولید مواد فتوسنتزی گیاه اندک باشد تثبیت نیتروژن کاهش می‌یابد. تأثیر هگزاکونازول بر افزایش پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی را می‌توان ناشی از تأثیر این ترکیبات بر تأمین مواد فتوسنتزی جهت تثبیت نیتروژن دانست. هان و یانگ (۱۸) اظهار داشتند که کاربرد تریازول‌ها سبب افزایش کمیت و کیفیت پروتئین دانه گندم گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد روغن دانه تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲). حتی ارقام نیز از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵). نتیجه به‌دست آمده بر خلاف نتایج دانشیان و همکاران (۱۱) مبنی بر افزایش درصد روغن در اثر تنش خشکی بود. ضمن این‌که عدم تأثیر تریازول‌ها بر مقدار روغن توسط لئول و ژو (۲۷) نیز گزارش شده است. در مورد عدم تأثیر هگزاکونازول بر این صفت می‌توان چنین گفت که نوع ترکیب، غلظت مورد استفاده، نوع گیاه، زمان و دفعات کاربرد می‌توانند بر تأثیر ترکیب مؤثر باشند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که هگزاکونازول می‌تواند اثرات زیان‌آور حاصل از تنش کم‌آبی را کاهش دهد و سبب بهبود عملکرد گیاه در شرایط تنش گردد. ترکیب هگزاکونازول در هر دو رقم مورد بررسی، سبب افزایش مقاومت به تنش کم‌آبی گردید. در شرایط تنش، عملکرد دانه رقم L17 واکنش مطلوب‌تری به هگزاکونازول داشت ضمن این‌که این ترکیب سبب بهبود میزان پروتئین دانه رقم کلارک۶۳ در شرایط تنش گردید. لذا کاربرد این ترکیب به منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه سویا در شرایط تنش توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Abdul Jaleel, C., A. Kishorekumar, P. Manivannan, B. Sankar, M. Gomanthianayagam, R. Gopi, R. Somasundaram, and R. Panneerselvam, 2007. Alteration in carbohydrate metabolism and enhancement in tuber production in white yam (*Discorea rotundata* Poir.) under triadimefon and hexaconazole application. *Plant Growth Regulation* 53: 7-16.
2. Abraham, S. S., C. Abdul Jaleel, Z. Chang Xing, R. Somasundaram, M. M. Azooz, P. Manivannan and R. Panneerselvam. 2008. Regulation of growth and metabolism by paclobutrazol and ABA in *Sesamum indicum* L. under drought condition. *Global Journal of Molecular Sciences* 3(2): 57- 66.
3. Alizadeh, G. G., S. Asadi-Kangharshahi and A. Tavakoli. 2005. Study of effects of different amounts of organic fertilizer on yield and quality of soybean. *In*: Proceeding of the 9th Iran Soil Science Congress. Tehran, Iran. pp. 7-9. (In Farsi).
4. Alizadeh, A. 2002. Public Irrigation. Jahad daneshgahi Mashhad Press. Mashhad. (In Farsi).
5. Alyari, H., F. Shekari and F. Shakari. 2000. Soybean.pp 147-182. *In:* Oil Seed Crops. (Agronomy and Phisiology). Amidi Publication, Tabriz. (In Farsi)
6. Berova, M., Z. Zlatev and N. Stoeva, 2002. Effect of paclobutrazol on wheat seedling under low temperature stress. *Plant Physiol*ogy 28(1- 2):75-84.
7. Bjorkman, O. and B. Demming, 1987. Photon yield of O_2 evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. *Planta* 170: 489-504.
8. Castrillo, M. and I.Turujillo, 1994. Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase activity and chlorophyll and protein contents in two cultivars of french bean plants under water stress and rewatering. *Photosynthetica* 30: 175-181.
9. Chun, L., W. Xiansheng, M. Hao, Z. Zhanqin, G. Wenrui and Z.Li, 2008. Functional properties of protein isolates from soybean stored on various condition. *Food Chemistry* 111:29-37.
10. Clarke, J. M., T. F. T. Smith, T. N. McCaig and D. G. Grean. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Science* 24: 537-541.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

11. Daneshian, J., A. Majidi hervan and P. Jonoubi. 2002. The effect of water stress and different potassium levels on qualitative and quantitative characteristics of soybean. *Agricultural Sciences* 8(1): 95-108 (In Farsi).
12. Doss, B. D., R. W. Pearson and H. T. Rogers. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agronomy Journal* 66:297-299.
13. Eduerdo, E., J. Esculante and R. W. Wilcox. 1993. Variation in seed protein among nodes of normal and high protein soybean genotypes. *Agronomy Journal* 75: 590-595.
14. Farnia, A., G. Noormohammadai, A. Naderi, F. Darvish and I. Majidi Hervan. 2006. Effect of drought stress and strain of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) in Borujerd. *Crop Sciences* 8, (3): 201-214. (In Farsi)
15. Fletcher, R. A., G. N. Sankhla and T. Davis. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews* 24:55-122.
16. Gao, J., G. Hofstra and R. A. Fletcher. 1987. Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedlings. *Canadian Journal of Botany* 66: 1178-1185.
17. Grossman, K., F. Siefert, J. Kwiatkowski, M. Schraudner, C. Langebartels, and H.Sandermann, 1993. Inhibition of production in sunflower cell suspensions by the plant growth retardant BAS 111.W: Possible relations to changes in polyamine and cytokinin contents. *Plant Growth Regulation* 12: 5-11.
18. Han, H. and W. Yang. 2009. Influence of uniconazole and plant density on nitrogen content and grain quality in winter wheat in south china. *Plant Soil Environment* 55(4): 159-166.
19. Hojati, M. 2010. Study of Hexaconazole (HEX) and Propiconazole (PRO) effects on increasing resistance to water deficit stress in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). MSc. Thesis, Tarbiat Modares University. Tehran, Iran. (In Farsi)
20. Izumi, K., S. Kakagawa, M. Kobayashi, H. Oshio, A. Sakurai and N. Takahashi. 1988. Levels of IAA, cytokinins, ABA and Ethylene in rice plants as affected by gibberelin biosynthesis inhibitor, uniconazole-p. *Plant and Cell Physiology* 29(1): 97- 104.
21. Jin, E. S., K. Yokthongwattana, J. E. W. Polle, and A. Melis. 2003. Role of the reversible xanthophyll cycle in the photosystem II damage and in dunaliella salina. *Plant Physiology*. 132:325-364.
22. Johnston, A. M., D. L. Tanaka, P. R. Miller, S. A. Brandt, D. C. Nielsen, G. P. Lafond and N. R. Riveland. 2002. Oilseed Crops for Semiarid Cropping Systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 231-240.
23. Kokubun, M., S. Shimada and M. Takahashi. 2001. Flower abortion caused by pre anthesis water deficit is not attributed to impairment of pollen in soybean. *Crop Science* 41: 1517-1521.
24. Korte, L. L., J. E. Specht, J. H. Williams and R. C. Sorenson. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. *Crop Science* 23:528-533.
25. Kpoghomou, B. K., V. T. Sapra and C. A. Reyl. 1990. Sensitivity for drought stress of three soybean cultivars during different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science* 164: 104-109.
26. Kraus, T. E., D. P Murr and R. A. Fletcher. 1991. Uniconazole inhibits stress-induced ethylene in wheat and soybean seedlings. *Plant Growth Regulation* 10: 229-234.
27. Leul, M. and W. J. Zhou. 1999. Alleviation of waterlogging damage in winter rape by uniconazole application: effects on enzyme activity, lipid peroxidation, and membrane integrity. *Plant Growth Regulation* 18:9–14.
28. Manal, F., A. Mahmed, T. Thalooth and R. Kh. M. Khalifa. 2010. Effect of foliar spraying with uniconazole and micronutrients on yield and nutrient uptake of wheat plants grown under saline condition. *American Science* 6(8): 398-404.
29. Maxwell, K. and G. N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany* 345: 659-668.
30. Neishabori, M. R. and J. L. Hatfield. 1986. Soil water deficit effects on semi-determinate and indeterminate soybean growth and yield. *Field Crops Research* 15: 73-84.
31. Novozamsky, I., R. van Eck, J. Ch. Van Schouwenburg and I. Walinga, 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 22:3-5.
32. Peterson, C. M., J. C. Williams and A. Kuang. 1990. Increased pod set of determinate cultivars of soybean, *Glycine max*, by 6-benzylaminapurine. *Botanical Gazette* 151: 322–330.
33. Rajendiran, K. and M. P. Ramanujam. 2004. Improvement of biomass partitioning, flowering and yield by triadimefon in UV-B stressed *Vigna radiate* (L.) Wilczek. *Biologia Plantarum* 48(1): 145-148.
34. Ramseur, E. L., V. L. Quinsenberry, S. V. Wallace and J. H. Palmer. 1984. Yield and yield components of 'Braxton' soybeans as influenced by irrigation and intra row spacing. *Agronomy Journal* 76: 442-446.
35. Roy-Macauley H., Y. Zuily-Fodil, M. Kidric, A T. Pham Thi, J. V. Silva. 1992. Effects of drought stress on proteolytic activities in *Phaseolus* and *Vigna* leaves from sensitive and resistant plants. *Plant Physiology* 85: 90-96
36. Rademacher, W. 1995. Growth retardants: biochemical features and applications inhorticulture. *Acta Horticulturae* 394: 57-73.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]

37. Sarmadnia, Gh. 2003. Importance of environmental stresses in agronomy. In: Proceeding of the 1th Iran Agronomy and Plant Breeding Congress. Tehran, Iran. PP. 157-172. (In Farsi)
38. Shahmoradi, S. H. 2003. Evaluation of drought stress on quantitative and qualitative characteristics of some cultivars and advanced lines of soybean. MSc.Thesis, University of Tehran. Tehran, Iran.
39. Shou, H X., D H. Zhu, C X. Chen, W Y. Zhu and S L. Zhu. 1991. The initial study of responses and physiological indexes for drought resistance in eight soybean varieties under drought condition. *Acta Agriculture Zhejiangensis* 6: 278–281.
40. Silveira J A G, Costa R C L, Viegas R A, Oliveira J T A, Figueiredo M V B. 2003. N-Compound accumulation and carbohydrate shortage on fixation in drought-stressed and rewatered cowpea plants. *Spanish Journal of Agricultural Research* 1: 65-75.
41. Sopher, C. R., M. Krol, N. P. A. Huner, A. E. Moore, and R. A. Fletcher. 1999. Choloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedlings. *Canadian Journal of Botany* 77: 279-290.
42. Taiz, L. and E. Zeiger, 2002. Plant Physiology, 3rd. edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. Pp. 430.
43. Upadhyaya, H. and S.K. Panda. 2004. Responses of Camellia sinensis to drought and rehydration. *Biologia Plantarum* 48: 597-600.
44. Zarco-Tejada, P. J., J. R. Miller, G. H. Mohammad, T. L. Noland, and P. H. Sampson. 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remote Sensing of Environment* 74: 596-608.
45. Zhang, M., l. Duan, X. Tian, Z. He, J. Li, B. Wang and Z. Li. 2006. Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *Plant Physiology* 164: 709-717.
46. Zhang, J. and Kirkham, M. B. 1996. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings. *New Phytologist* 132: 361-370.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-21]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.16.12.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.16.109]