Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

تأثیر هگزاکونازول و تنش خشکی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه ختمی خیری (*Althaea officinalis*)

بهاره کاشفی* و الهام احمدیان

گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دامغان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۱/۲۱)

چکیده

تنش خشکی از موانع اصلی در تولید گیاهان در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی قادرند برخی از صدمات حاصل از تنش‌های محیطی را کاهش داده یا از بین ببرند. به‌منظور بررسی اثر هگزاکونازول بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه ختمی (*Althaea officinalis*) در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، در سال ۱۳۹۲- ۱۳۹۱ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل خشکی، (۵۰ درصد) و شاهد (۱۰۰ درصد) ظرفیت زراعی و محلول‌پاشی با هگزاکونازول در دو غلظت (۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم) و شاهد بودند. نمونه‌برداری حدود ۱۲۵ روز پس از مرحله سبزشدن، پیش از مرحله رشد زایشی انجام شد. براساس مقایسه میانگین‌ها، تیمار تنش بجز در طول ریشه، میزان پرولین، پروتئین و فعالیت آنزیم کاتالاز موجب کاهش مقادیر سایر صفات گردید. اثر متقابل خشکی و هگزاکونازول بر تعداد و سطح برگ، طول ساقه و نسبت طول ساقه به ریشه، وزن تر و خشک، میزان پرولین و فعالیت آنزیم پراکسیداز گیاه روند کاهشی داشتند. همچنین هگزاکونازول در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر سطوح موجب افزایش طول ریشه، کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین شد، همچنین تعداد برگ، طول ساقه، میزان پرولین و آنزیم پراکسیداز در سطح پایین‌تر نسبت به سطح بالاتر هگزاکونازول، روند کاهشی داشتند. براساس نتایج می‌توان عنوان نمود ترکیبات تریازولی در غلظت‌های بالا موجب افزایش بیشتر رشد در شرایط خشکی در گیاه ختمی می‌گردد که می‌تواند به عنوان ماده‌ای جهت کاهش اثرات تنش استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: پراکسیداز، پروتئین، پرولین، کاتالاز.

مقدمه

ختمی (*Althaea officinalis*) یکی از گیاهان دارویی مهم از تیره مالواسه (Malvaceae)، علفی، چندساله، ایستا و خودرو، که سرشاخه‌های گل‌دار و نیز ریشه گیاه حاوی مواد موثره می باشد. ختمی دارای لعاب و موسیلاژ فراوانی است. این گیاه دارای مواد نشاسته‌ای، چربی، اسانس، آنتوسیانین، آلتئین، دی‌اکسی‌بنزوئیک‌اسید و سیانیدین می‌باشد. خواص درمانی ختمی بیشتر در برگ و گل این گیاه است. گل این گیاه را به صورت درمانی برای ناراحتی‌های تنفسی مثل آسم، برونشیت و سرفه به کار می‌برند (امیدبیگی، ۱۳۸٤).

تنش خشکی از موانع اصلی در تولید گیاهان زراعی و دارویی در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه مناطق خشک و نیمه

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: bahareh.kashefi@gmail.com

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

خشک می‌باشد. خشکی و راهکارهای مقابله با آن یکی از مسائلی است که بشر از هزاران سال پیش تاکنون با آن دست به گریبان بوده است که باعث کاهش عملکرد محصول به میزان قابل توجه می‌شود (Mafakheri *et al*., 2011).

خشکی مهمترین عامل محدود کننده تولید در سراسر جهان به حساب می‌آید، این عامل هنگامی ایجاد می‌شود که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش داده، که به‌خاطر تأخیر و یا عدم استقرار گیاه، تضعیف و یا از بین رفتن گیاهان استقرار یافته (Nakayama *et al*., 2007)، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله آفات و بیماری‌های گیاهی، تغییرات مورفولوژیکی (Martinez *et al*., 2007; Shao *et al*., 2008) فیزیولوژیکی، و بیوشیمیایی (Farooq *et al*., 2008) در سوخت و ساز گیاه، تغییرات در کیفیت محصولات اقتصادی گیاه می‌باشد. تغییر در صفات فیزیولوژیک شامل کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و افزایش هورمون آبسیزیک اسید در ریشه و حرکت آن به سمت اندام‌های هوایی خصوصاً برگ‌ها (Manivannan *et al*., 2007) و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، و تجمع مواد محلول در سلول، به‌خصوص بتائین و پرولین و بروز تغییراتی در صفات مورفولوژیکی گیاه در ریشه، ساقه، برگ و میوه می‌گردد (Abdul Jaleel *et al*., 2009).

هگزاکونازول، از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و قارچ‌کشی سیستمیک از گروه تریازول است که با اثر حفاظتی و معالج، طیف وسیعی از بیماری‌های گیاهی از جمله، زنگ گندم (*Puccinia striiformis*)، سفیدک پودری سیب (*Podosphaera leucotricha*)، لکه سیاه سیب (*Spilocaea pomi*) و سفیدک سطحی انگور (*Uncinula necator*) را کنترل می‌کند. ثابت شده است که قارچ‌کش‌های گروه تریازول، از بین برنده رادیکال‌های آزاد هستند و به‌وسیله این مکانیزم از گیاهان در برابر تنش‌های اکسیداتیو حمایت می‌کنند. همچنین به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی عمل نموده و قادرند برخی از صدمات حاصل از تنش‌های محیطی را کاهش داده یا از بین ببرند. ترکیبات تریازولی اغلب برای ممانعت از رشد، به‌منظور حمایت از گیاهان در برابر تنش‌های محیطی استفاده می‌شوند (Fletcher *et al*., 2000).

اثرات مورفولوژیکی تریازول‌ها روی گیاه شامل کاهش ارتفاع گیاه، سبز و متراکم نمودن گیاه، افزایش ضخامت و کاهش سطح برگ، افزایش وزن خشک برگ در واحد سطح و افزایش رشد ریشه و تشکیل ریشه نابجا است (Davis, 1991). مصرف تریازول‌ها در غلظت‌های کم، اثرات فراوانی در گیاه دارند و مصرف زیاد آن‌ها نیز، موجب گیاه‌سوزی نمی‌شود و اثرات مضر در پی ندارد (Hojati *et al*., 2011). ثابت شده است که استفاده صحیح از تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند مقاومت گیاه را نسبت به تنش‌های محیطی نظیر خشکی، شوری، فلزات سنگین، یخ‌زدگی و غرقاب افزایش دهد (Hojati *et al*., 2011).

با توجه به کمبود آب در سال‌های اخیر، بهبود و توسعه سطح تحمل گیاهان به کم آبی با کاربرد ترکیبات طبیعی می‌تواند روند نویدبخشی در تولید و عرضه محصولات گیاهی ایجاد نماید و همچنین با توجه به شرایط خشک و فراخشک اغلب مناطق ایران و اهمیت روزافزون اقتصادی گیاهان دارویی لزوم توجه و تحقیقات بیشتر پیرامون این گیاهان پر بازده نمایان می‌شود، لذا تحقیق حاضر با هدف بهبود سطح تحمل گیاه ختمی خیری به تنش خشکی با کاربرد محلول هگزاکونازول مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تیمار هگزاکونازول بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه ختمی تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور در سال ۱۳۹۱ به اجرا در آمد. بذرهای ختمی خیری (*Althaea officinalis*) از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شده و به‌صورت مستقیم در گلدان (قطر دهانه: ۱۹ cm و ارتفاع گلدان: ۱۵/۵ cm) با مخلوطی از خاک لوم شنی و خاک برگ به‌نسبت سه به یک کاشته (جدول ۱) و آبیاری گلدان‌ها تا شروع جوانه‌زنی بذور، به‌طور روزانه انجام شد. پس از رشد و استقرار مناسب گیاهان در گلدان‌ها، در مرحله ٤- ۵ برگی،

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

جدول ۱- آزمون خاک مورد استفاده در تحقیق

pH	EC دسی‌زیمنس بر متر	T.N.V	O.C %	Sand %	Silt %	Clay %	N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
							میلی‌گرم بر کیلوگرم						
۷/۸	۲	۱۳/۲	۰/۳٦	٥٤	۳۲	۱٤	۰/۱۸	۹/۲	۲۸۸	۲	۳/۷۲	۱/۹٤	۰/۸٦

تیمارها اعمال شدند.

تیمارهای آزمایش شامل خشکی، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی با هگزاکونازول در دو غلظت (۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم) و شاهد بدون محلول‌پاشی با هگزاکونازول بودند. ظرفیت زراعی با خارج شدن آب ثقلی از خاک اشباع شده تعیین گردید و به‌صورت وزنی محاسبه گردید. تیمار هگزاکونازول در دو مرحله رشد فنولوژیک گیاه در حدود ٦۰ و ۸۰ روز پس از سبزشدن بذور (در مرحله سه تا پنج برگی گیاه)، به‌صورت محلول‌پاشی برگی روی گیاه اعمال شد. نمونه‌برداری حدود ۱۲۵ روز پس از مرحله سبزشدن، پیش از مرحله رشد زایشی انجام گردید، برگ گیاهان برداشت و صفات موردنظر اندازه‌گیری شدند. برای انتقال نمونه‌های گیاهی از ظرف حاوی یخ استفاده شد، همچنین نمونه‌ها در آزمایشگاه و دمای چهار درجه سانتی‌گراد برای انجام اندازه‌گیری‌های لازم و آماده‌سازی‌های مقدماتی نگهداری شدند.

صفات رشدی مورد بررسی از نمونه تازه شامل تعداد برگ در بوته، طول ساقه و ریشه، وزن تر گیاه در بوته، اندازه‌گیری سطح برگ (دستگاه سنجش سطح برگ مدل DeltaT ساخت انگلستان) در بوته، میزان پرولین، سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت پراکسیداز، کاتالاز و محتوای پروتئین گیاه (با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Spectrophotometer UV-Vis (WPA)) بودند. از نمونه خشک جهت تعیین وزن خشک گیاه و میزان کربوهیدرات‌های محلول استفاده شد. طول ساقه، ریشه، وزن تر و خشک گیاه اندازه‌گیری شدند. روش‌های اندازه‌گیری سایر صفات بر روی برگ گیاه، به اختصار به شرح ذیل می‌باشند.

به منظور استخراج پرولین از بافت تر (Bates *et al.*, 1973)، ۰/۵ گرم مادهٔ تر گیاهی با هاون خرد شده و سولفوسالیسیلیک اسید سه درصد اضافه گردید. عصارهٔ صاف شده درون لوله آزمایش جدید ریخته و معرف ناین‌هیدرین (اسیدناین‌هیدرین، اسیداستیک‌گلاسیال و اسیدفسفریک شش مولار) و اسیداستیک گلاسیال به آن افزوده و مخلوط گردیدند. همزمان محلول‌های استاندارد نیز آماده و نمونه‌ها در حمام آب گرم و سپس درون حمام یخ قرار داده شدند. پس از سرد شدن لوله‌ها، چهار میلی-لیتر تولوئن به محلول اضافه و پس از تشکیل دو فاز مجزا قسمت رنگی در دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت گردید و با کمک منحنی استاندارد مقدار پرولین محاسبه شد.

اندازه‌گیری میزان کل کربوهیدرات‌های محلول برگ به روش تغییر داده شده (Esheligl, 1986) انجام شد. ابتدا نمونه برگی خشک شده در آون، از الک با مش هشت عبور داده شد. یک‌صد میلی‌گرم با اتانول ۸۰ درصد مخلوط، ورتکس و در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفت. فاز مایع جدا شده به مدت ۲٤ ساعت در آون جهت تبخیر اتانول نگه‌داری شدند. جرم زرد رنگ یا سفید رنگی باقی مانده در کف پتری‌ها، پس از شستشو با ٤۰ میلی‌لیتر آب مقطر، به منظور حذف رسوبات اضافی و ترکیبات دیگر، با محلول پنج درصد سولفات روی ($Znso_4$) و محلول هیدروکسیدباریم ($Ba(oH)_2$) سه‌دهم نرمال ورتکس و سانتریفیوژ شدند. سپس مقدار دو میلی‌لیتر از عصاره فاز مایع با محلول پنج درصد فنل ترکیب و اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به داخل هر یک از نمونه‌ها اضافه شد. پس از گذشت ٤٥ دقیقه و تثبیت رنگ محلول‌ها گردد، نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ٤۸٥ نانومتر قرائت و با منحنی استاندارد محاسبه گردید.

جهت سنجش فعالیت کمّی آنزیم پراکسیداز (Chance and Maehly, 1955)، از بافت تازه، با استفاده از محلول‌های بافر فسفات، پیروگالل ($C_6H_6O_3$) و آب اکسیژنه،

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

میزان فعالیت کمّی آنزیم با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ٤۲۰ نانومتر قرائت شد. جهت کالیبره کردن دستگاه از بافر استاندارد استفاده شد و با محاسبه کمیت‌سنجی در واحد فعالیت بر میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

به منظور سنجش فعالیت کمّی آنزیم کاتالاز (Eising and Gerhardt, 1989)، از بافت تازه استفاده شد. با استفاده از محلول‌های بافر فسفات و آب اکسیژنه، میزان فعالیت کمّی آنزیم با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲٤۰ نانومتر در مدت یک دقیقه قرائت شد. جهت کالیبره کردن دستگاه از بافر استاندارد استفاده شد و با محاسبه کمیت‌سنجی در واحد فعالیت بر میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

برای اندازه‌گیری پروتئین (Lowry *et al.*, 1951)، پس از افزودن هیدروکسیدسدیم دو نرمال به عصاره گیاهی تازه یا استاندارد، نمونه‌ها در حمام آب گرم (دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفته و پس از سرد شدن، کمپلکس (محلول کربنات‌سدیم Na_2co_3 دو درصد، سولفات‌مس $Cuso_4$ یک درصد و سدیم‌پتاسیم تارتارات $C_4H_4kNao_6*4H_2O$ دو درصد)، و فولین خالص ($C_{10}H_5Nao_5S$) به آن اضافه شد و مخلوط حاصل پس از ۳۰ دقیقه ماندن در تاریکی و دمای اتاق در طول موج ۷۵۰ نانومتر قرائت شد. برای تهیه استاندارد از آلبومین گاوی جهت محاسبه میزان پروتئین عصاره‌ها استفاده شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری: پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و همبستگی بین صفات تعیین شد. همچنین برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج (جدول ۲)، سطوح تنش خشکی، تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل خشکی و هگزاکونازول، در تعداد برگ و سطح برگ اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P\leq۰/۰۱$). مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود، تعداد و سطح برگ در شرایط بدون تنش بالاتر از شرایط تنش بودند (جدول ۳ و ٤). همانطور که مشاهده می‌شود، تعداد و سطح برگ در شرایط تنش کاهش نشان دادند و عملا محلول‌پاشی هگزاکونازول نتوانست افزایشی در سطح برگ ایجاد نماید و بیشترین سطح و تعداد برگ در تیمار بدون تنش مشاهده شدند. مطالعه تأثیر تنش خشکی بر عملکرد ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه نشان داد تنش خشکی باعث کاهش تعداد برگ در گیاه شد. بین کاهش تعرق گیاه و نگهداری سطح برگ بحرانی برای فتوسنتز بایستی تعادل مناسبی وجود داشته باشد، در شرایط تنش کاهش سطح برگ یک روش سازگاری مهم است، چون اولین راهکاری است که گیاه هنگام کمبود آب آنرا اتخاذ می‌کند (معصومی و همکاران، ۱۳۸٤). این موضوع در مورد باقلا (*Vicia faba*) هم صادق است، هنگامی که با تنش خشکی مواجه می‌شود، ارتفاع گیاه و گسترش سطح برگ کاهش یافته، برگ‌های جدید ضخیم‌تر بوده ولی سطح برگ کمتری دارند (گنجعلی و نظامی، ۱۳۸۷).

نتایج نشان داد (جدول ۲) ظرفیت زراعی ۵۰ درصد، غلظت‌های هگزاکونازول و اثر متقابل آنها، اختلاف معنی‌داری در طول ساقه و ریشه نشان دادند ($P\leq۰/۰۱$). براساس جدول مقایسه میانگین، طول ساقه در شرایط بدون تنش بلندتر از شرایط تنش بود و در شرایط تحت تنش نیز، بیشترین مقدار میانگین در تیمار بدون هگزاکوناوزل مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، در شرایط تنش خشکی طول ریشه نسبت به شرایط بدون تنش افزایش یافت و بیشترین طول ریشه در سطح تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هگزاکونازول مشاهده شد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این سطح از تیمار هگزاکونازول باعث بهبود رشد ریشه در شرایط تنش می‌شود (جدول ۳ و ٤). زمانی‌که تنش شوری در گیاهان تیمار شده با تریازول‌ها بررسی گردید، اثر تریازول‌ها همراه با افزایش رشد ساقه مشاهده شد (Mackay and Sankhla, 2002). همچنین در مطالعه توانایی هگزاکونازول جهت کاهش شوری در کلزا (*Brassica napus*) به این نتایج رسیدند که افزایش غلظت هگزاکونازول باعث کاهش رشد ساقه شد (Akbari *et al.*, 2011). در مطالعه پاسخ

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بررسی تنش خشکی و هگزاکونازول بر صفات رشدی ختمی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	سطح برگ	طول ساقه	طول ریشه	ساقه/ریشه	وزن تر
تنش خشکی		۳۰/۳۷**	۳۰۹۶**	۳۰۸/۱۷**	۷۵/۲۶**	۰/۷۲**	۱۴/۵۷**
تیمار هگزاکونازول	۲	۳۱/۵۴**	۹۱۵/۲۲**	۸۴/۸۷**	۱۶۸/۸۴**	۰/۱۸**	۳/۱۸**
خشکی*هگزاکونازول	۲	۱۲/۱۲**	۱۸۷۷/۲**	۱۱/۵۴**	۹۰/۰۱**	۰/۱۷**	۴/۹۵**
خطا	۱۵	۲/۱۹	۱۶۲	۱/۷۸	۳/۴۵	۰/۰۰۰۸	۰/۱۶
ضریب تغییرات ٪		۱۷/۴۸	۱۴/۹۳	۷/۲۱	۶/۸	۳/۹	۱۵/۰۳

**** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪**

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	پرولین	کربوهیدرات محلول	پراکسیداز	کاتالاز	پروتئین
تنش خشکی		۰/۰۸۲**	۱۵۱/۸۵**	۰/۰۷۳	۰/۰۰۰۸۶**	۰/۵۴۵*	۱/۵۰۴**
تیمار هگزاکونازول	۲	۰/۰۲۶**	۳/۲۸	۲/۹۴**	۰/۰۰۰۴۱**	۲/۱**	۹/۹**
خشکی*هگزاکونازول	۲	۰/۱۴**	۲/۸۳	۰/۵۴*	۰/۰۰۰۴۶**	۴/۵۴**	۱/۹**
خطا	۱۵	۰/۰۰۲۳	۱/۸	۰/۱۶	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۸	۶/۶۴
ضریب تغییرات ٪		۱۸/۹۵	۱۱/۸	۱۱/۲	۱۸/۱۷	۱۱/۳۷	۲۶/۰۷

**** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪**

جدول ۳- مقایسه میانگین بررسی تنش خشکی و هگزاکونازول بر صفات رشدی ختمی

تنش خشکی	تعداد برگ	سطح برگ سانتیمتر مربع	طول ساقه سانتیمتر	طول ریشه سانتیمتر	ساقه/ریشه	وزن تر گرم	وزن خشک گرم
۰	۹/۶[a]	۱۲۱[a]	۲۲/۱[a]	۲۵/۵۴[b]	۰/۸۸[a]	۳/۴۴[a]	۰/۳۱[a]
۵۰	۷/۳[b]	۴۹[b]	۱۴/۹[b]	۲۹/۰۸[a]	۰/۵۴[b]	۱/۸۸[b]	۰/۱۹[b]
سطوح هگزاکونازول							
۰	۱۰/۷۵[a]	۹۶/۳[a]	۲۱/۹[a]	۲۷/۲۵[b]	۰/۸۶[a]	۳/۳۴[a]	۰/۳۲[a]
۱۵	۷/۳۸[b]	۷۴/۹[c]	۱۸/۲۵[b]	۳۱/۹۴[a]	۰/۵۶[c]	۲/۰۹[c]	۰/۲[c]
۲۵	۷/۲۵[c]	۸۴/۴[b]	۱۵/۴[c]	۲۲/۷۵[c]	۰/۷۲[b]	۲/۵۶[b]	۰/۲۴[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول ۳-

تنش خشکی	پرولین	کربوهیدرات‌های محلول	پراکسیداز	کاتالاز	پروتئین
	میلی‌گرم بر گرم وزن تر	میلی‌گرم بر گرم وزن خشک	واحد در میلی‌گرم پروتئین		میلی‌گرم در میلی‌گرم وزن تر
۰	۸/۹[b]	۳/۶۶[a]	۰/۰۳۵[a]	۲/۳۳[b]	۰/۰۰۰۲[b]
۵۰	۱۳/۹[a]	۳/۵۵[b]	۰/۰۲۳[b]	۲/۶۳[a]	۰/۰۰۰۴[a]
سطوح هگزاکونازول					
۰	۱۱/۸۲[a]	۳/۳۵[b]	۰/۰۳۸[a]	۲/۹۴[a]	۰/۰۰۰۲[c]
۱۵	۱۱/۱[b]	۴/۳[a]	۰/۰۲۸[b]	۱/۹۳[c]	۰/۰۰۰۴[a]
۲۵	۱۰/۶۶[c]	۳/۱۸[c]	۰/۰۲۳[c]	۲/۵۶[b]	۰/۰۰۰۳[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

جدول ٤، مقایسه میانگین بررسی تنش خشکی و هگزاکونازول بر صفات رشدی ختمی

خشکی	هگزاکونازول	تعداد برگ	سطح برگ سانتیمتر مربع	طول ساقه سانتیمتر	طول ریشه سانتیمتر	ساقه/ ریشه	وزن تر گرم	وزن خشک گرم
۰	۰	۱۳/۲۵^{a}	۱٤۸/۲۳^{a}	۲٦/۷۵^{a}	۲۱/۷۵^{b}	۱/۲^{a}	۵/۰۲۵^{a}	۰/۵۱^{a}
۰	۱۵	۷/۵^{b}	۹٦/۳۷^{c}	۲۰/۷۵^{b}	۳۱/۱۲^{a}	۰/٦۵^{c}	۲/۳۵^{b}	۰/۲۵^{b}
۰	۲۵	۸^{b}	۱۱۸/۷۳^{b}	۱۸/۷۵^{c}	۲۳/۷۵^{b}	۰/۸۱^{b}	۲/۹۵^{b}	۰/۱۷^{b}
۵۰	۰	۸/۲۵^{a}	٤٤/۳٤^{a}	۱۷^{a}	۳۲/۷۵^{a}	۰/۵۲^{b}	۱/٦۵^{b}	۰/۱۲^{b}
۵۰	۱۵	۷/۲۵^{b}	۵۳/۵۲^{a}	۱۵/۷۵^{a}	۳۲/۷۵^{a}	۰/٤۷^{c}	۱/۸۳^{ab}	۰/۱٦^{b}
۵۰	۲۵	٦/۵^{b}	٤۹/۹۸^{a}	۱۲^{b}	۲۱/۷۵^{b}	۰/٦۳^{a}	۲/۱۷^{a}	۰/۳^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول ٤-

خشکی	هگزاکونازول	پرولین میلی‌گرم بر گرم وزن تر	کربوهیدرات‌های محلول میلی‌گرم بر گرم وزن خشک	پراکسیداز واحد در میلی‌گرم پروتئین	کاتالاز واحد در میلی‌گرم پروتئین	پروتئین میلی‌گرم در میلی‌گرم وزن تر
۰	۰	۹/۸۱^{a}	۳/۱۲^{b}	۰/۰۵^{a}	۳/۲٤^{a}	۰/۰۰۰۱۵^{b}
۰	۱۵	۸/۵۳^{b}	٤/۵۸^{a}	۰/۰۳٦^{b}	۲/۲۱^{b}	۰/۰۰۰۱۵^{b}
۰	۲۵	۸/۲۸^{b}	۳/۲۹^{b}	۰/۰۲۱^{c}	۱/۵٤^{c}	۰/۰۰۰٤^{a}
۵۰	۰	۱۳/۸۲^{a}	۳/۵۸^{a}	۰/۰۲۵^{a}	۲/٦۵^{b}	۰/۰۰۰۲۲۵^{b}
۵۰	۱۵	۱٤/۸۷^{a}	٤/۰۲^{a}	۰/۰۲^{b}	۱/٦٦^{c}	۰/۰۰۰٦۵^{a}
۵۰	۲۵	۱۳/۰۳^{a}	۳/۰٦^{b}	۰/۰۲٦^{a}	۳/۵۸^{a}	۰/۰۰۰۳^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی زوفا (*Hyssopus Officinalis*) و مارگاریت (*Leucanthemum superbum*) به تنش خشکی نیز مشاهده شد که این دو گیاه پاسخ متفاوتی نشان دادند به‌نحوی که در گیاه زوفا با افزایش شدت تنش خشکی، طول ریشه‌چه افزایش و در مارگاریت کاهش یافت (امیری و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش جذب بیشتر آب است که این امر خود باعث افزایش فعالیت‌های متابولیکی در داخل بذر می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸٤). همچنین گزارش شده است جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین و افزایش محتوای سیتوکینین به وسیله تریازول می‌تواند دلیلی بر افزایش طول ریشه در گیاه کاساوا (*Manihot esculenta*) باشد (Gomathinayagam *et al*., 2007).

نتایج حاصل از تحقیق مشخص نمود (جدول ۲)، سطوح تنش خشکی، تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل خشکی و هگزاکونازول، در نسبت طول ساقه به ریشه اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P\leq ۰/۰۱$). همچنین براساس مقایسه میانگین‌ها، در شرایط ظرفیت زراعی ۵۰ درصد، نسبت ساقه به ریشه روند کاهشی داشت و در شرایط بدون تنش، طول ساقه به ریشه بیشتر از شرایط تنش بود و بیشترین نسبت ساقه به ریشه در تیمار بدون هگزاکونازول، مشاهده شد (جدول ۳ و ٤). در بررسی پاسخ رشد گیاهچه گیاهان دارویی زوفا و مارگاریت به تنش خشکی مشاهده شد که نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه با افزایش تنش خشکی در هر دو گیاه مورد بررسی کاهش یافت (امیری و همکاران، ۱۳۹۰). به نظر می‌رسد در گیاهان سازگار با شرایط تنش، حتی اگر طول اندام‌ها کاهش یابد، مقدار کاهش در اندام زیرزمینی به مراتب کمتر از اندام هوایی گیاه باشد تا بتواند با

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

ایجاد تعادل در نسبت ساقه به ریشه، شرایط تنش را بهتر تحمل کند (معصومی و همکاران، ۱۳۸٤). در آزمایشی مشابه بر روی گیاه تاپیوکا (*Manihot esculenta* Crantz) نیز نشان داده شد که کاربرد هگزاکونازول نسبت ریشه به اندام هوایی را افزایش داد (Gomathinayagam *et al*., 2007).

تجزیه داده‌ها نشان داد (جدول ۲) که ظرفیت زراعی ۵۰ درصد، تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل آنها، تفاوت معنی‌داری بر وزن تر و خشک بوته، داشتند (P≤۰/۰۱). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر در شرایط بدون تنش بیشتر از شرایط تنش بود و از میزان وزن تر و خشک در شرایط تنش کاسته شد، با افزایش غلظت هگزاکونازول، وزن تر و خشک کاهش نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن تر و خشک در سطح بدون هگزاکونازول مشاهده گردید (جدول ۳ و ٤). با بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه شوید (*Anethum graveolens*) مشاهده شد که با افزایش تنش خشکی وزن تر و خشک گیاه کاهش یافت (ستایش مهر و گنجعلی، ۱۳۹۲). این کاهش می‌تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر زیست توده تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها و یا در اثر کاهش میزان کلروفیل و یا بازددهی فتوسنتز رخ داده باشد. در بررسی اثرات سطوح مختلف تیمار هگزاکونازول بر گیاه کولئوس (*Plectranthus aromaticus* Benth and *Plectranthus vettiveroides* K.C. Jacob.) مشاهده شد، هگزاکونازول وزن تر و خشک گیاه را افزایش داد (Lakshmanan *et al*., 2007). در آزمایشی تأثیر دو ترکیب تریازولی هگزاکونازول و پاکلوبوترازول روی هویج (*Daucus carota* subsp. sativus) مشخص نمود که هگزاکونازول باعث افزایش وزن تر و خشک گیاه شد (Gopi *et al*., 2007).

نتیجه این پژوهش مشخص نمود (جدول ۲) تنش خشکی، اختلاف معنی‌داری بر مقدار پرولین داشت (P≤۰/۰۱)، اما تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل خشکی و هگزاکونازول، در این صفت، تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۱) نشان ندادند. همچنین مشاهده شد که غلظت پرولین در شرایط تنش بالاتر از شرایط بدون تنش بود. کاربرد هگزاکونازول موجب کاهش غلظت پرولین شد و بیشترین مقدار آن در تیمار بدون هگزاکونازول بود (جدول ۳ و ٤). براساس تحقیقی دیگر بر روی گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia*)، با افزایش تنش خشکی، میزان پرولین در گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (ترحمی و همکاران، ۱۳۸۹)، که افزایش پرولین در برگ‌ها و انتقال آن به بافت‌های مریستمی می‌تواند دلیلی بر حفظ و ایجاد تنظیم اسمزی در بافت‌های در حال رشد باشد. در مطالعه توانایی هگزاکونازول جهت کاهش شوری در گیاه کلزا (*Brassica napus*) نیز مشاهده شد که هگزاکونازول محتوای پرولین را افزایش داد (Akbari *et al*., 2011).

براساس نتایج آزمایش (جدول ۲)، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در میزان کربوهیدرات‌های محلول اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۱) نشان نداد، اما تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل خشکی و هگزاکونازول، تفاوت معنی‌داری داشتند (P≤۰/۰۵). همچنین برطبق مقایسه میانگین‌ها میزان کربوهیدرات‌های محلول در شرایط بدون تنش بالاتر بود و تیمار ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر هگزاکونازول در شرایط تنش نسبت به دیگر تیمارها باعث افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول شد. با توجه به این نتایج می‌توان بیان داشت که تیمار هگزاکونازول می‌تواند در افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول موثر باشد، ولی شرایط تنش این روند را نقصان می‌دهد (جدول ۳ و ٤). در تحقیقی بر روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)، علت افزایش اولیه کربوهیدرات‌های محلول برای بالا بردن مقاومت گیاه به منظور تنظیم فشار اسمزی سلول است، ولی با شدیدتر شدن تنش، تولید کربوهیدرات‌های محلول و میزان آنها کاهش یافت (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۸٦). در بررسی تأثیر تنش خشکی بر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia*) مشخص شد که با افزایش تنش، میزان کربوهیدرات‌های محلول در گیاه در ابتدا افزایش و سپس با افزایش شدت تنش کاهش یافت (ترحمی و همکاران، ۱۳۸۹). کربوهیدرات‌های محلول به عنوان محافظت-کننده‌های اسمزی در تنظیم اسمزی سلول نقش دارند و در پاسخ به تنش‌های محیطی تجمع می‌یابند. همچنین گزارش شده است که کاربرد خارجی تریازول‌ها در حسن یوسف موجب افزایش محتوای کربوهیدرات‌های محلول شد (Kishorekumar

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

et al., 2007).

نتایج این تحقیق نشان داد (جدول ۲) ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل آنها، در فعالیت کمّی آنزیم پراکسیداز و کاتالاز اختلاف معنی‌داری داشتند (P≤۰/۰۱). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که فعالیت کمّی آنزیم پراکسیداز در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش بالاتر بود (جدول ۳). در شرایط تنش، بیشترین مقدار فعالیت کمّی آنزیم پراکسیداز در تیمار شاهد مشاهده شد، که نشان داد هگزاکونازول تأثیر مثبتی بر فعالیت آنزیم در شرایط تنش نداشت (جدول ٤). براساس مقایسه میانگین نیز، فعالیت کمّی آنزیم کاتالاز در شرایط تنش افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در سطح بدون تیمار مشاهده شد (جدول ۳ و ٤). در تحقیق روی اکوتیپ‌های یونجه (*Medicago sativa*)، مشخص شد که با افزایش شدت تنش خشکی، در اکوتیپ‌های خارجی فعالیت کمّی آنزیم پراکسیداز کاهش یافت به‌طوری که در شرایط بدون تنش، این اکوتیپ‌ها دارای حداکثر فعالیت بوده و هرچه سطح تنش افزایش یافت از میزان فعالیت آن کاسته شد (سادات اسیلان و همکاران، ۱۳۸۹). محققان معتقدند که آنزیم پراکسیداز می‌تواند در فرآیندهای متابولیکی مانند سوخت و ساز هورمون، مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، اکسیداسیون فنل، ایجاد پیوند با پروتئین‌های ساختاری سلول و پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی نقش داشته باشد (Hojati *et al*., 2011) و سلول‌های گیاهی که دارای مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانت هستند بهتر می‌توانند در مقابل خسارت‌های اکسیداتیو محافظت شوند (Zeng *et al*., 1991). براساس فرضیات محققین، دخالت پراکسیداز در تجزیه کلروفیل تحت شرایط تنش خشکی، دلیلی بر کاهش میزان فعالیت این آنزیم می‌باشد، لذا بیان شده است که شدت اکسیداسیون نوری کلروفیل در شرایط تنش خشکی و گرمایی به‌وسیله رادیکال‌های اکسیژن فعال تعدیل می‌شود و فعالیت پراکسیداز با میزان آب بافت ارتباطی ندارد و شاید بتوان متابولیسم فیزیولوژیکی حاصل از پیوند کووالانسی آب، حذف اکسیژن فعال و رادیکال‌های آزاد به‌وسیله سیستم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی را در این عکس‌العمل مؤثر دانست (Zeng *et al*., 1991). تحقیقات متعدد افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز را در مقابل تنش خشکی در نخودفرنگی (*Pisum sativum*) (Mittler and Zilinskas, 1994) و ذرت (*Zea mays*) (Guan *et al*., 2000) گزارش نمودند. افزایش فعالیت کاتالاز در تنش خشکی، می‌تواند پاسخ سازشی گیاه نسبت به افزایش فتوسنتز خالص به کاهش سطوح پراکسیدهیدروژن باشد. در آزمایش اثر هگزاکونازول بر بابونه (*Matricaria chamomilla*) تحت شرایط تنش خشکی (Hojati *et al*., 2011) و بررسی اثر تنش شوری و هگزاکونازول بر کلزا (*Brassica napus*) و تاثیر تنش شوری و تریازول‌ها در محتوای آنزیم آنتی‌اکسیدانت پراکسیداز و کاتالاز گیاهان تیمار شده با تریازول‌ها، افزایش سطح تریازول‌ها، اثر مثبت بر محتوای آنزیمی داشته است (Mackay and Sankhla, 2002; Akbari *et al*., 2011).

نتایج پژوهش حاضر مشخص نمود (جدول ۲)، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، تیمار هگزاکونازول و اثر متقابل آنها در فعالیت کمّی پروتئین، اختلاف معنی‌دار (در سطح P≤۰/۰۱) نشان دادند. براساس جداول مقایسه میانگین‌ها، میزان پروتئین در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بالاتر بود (جدول ۳) و بیشترین میزان این صفت در سطح ۱۵ میلی‌گرم در لیتر هگزاکونازول مشاهده شد (جدول ٤). بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که پروتئین گیاهی تاحدی در مقابل تنش مقاومت نموده، ولی با گذشت زمان از غلظت آن کاسته می‌شود. سطوح هگزاکونازول نیز، تا سطح مشخص اثر مثبتی بر غلظت پروتئین خواهند داشت. در بررسی میزان پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تنش کمبود آب در لاین‌های جو، غلظت پروتئین تحت شرایط تنش افزایش یافت که می‌توان گفت، افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌ردوکتاز و کاهش تعداد پلی‌زوم‌های اتصالی به غشاء، احتمالاً مانع از تجزیه پروتئین‌ها در گیاه شده است (حداد و سالک جلالی، ۱۳۸۸). اما بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (ستایش مهر و گنجعلی، ۱۳۹۲) روی گیاه شوید نشان داد که با کاهش پتانسیل آب، پروتئین‌های محلول بخش هوایی و ریشه کاهش یافت. عامل کاهش میزان

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

جدول ۵- جدول همبستگی صفات بررسی تاثیر سطوح خشکی و هگزاکونازول بر صفات رشدی ختمی

ردیف	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	۱											
۲	۰/۷۵	۱										
۳	۰/۸۸*	۰/۸۷*	۱									
٤	-۰/۳۸	-۰/۵۳	-۰/۱۸	۱								
٥	۰/۸۸*	۰/۹۱**	۰/۸۱*	-۰/۷۲	۱							
٦	۰/۹**	۰/۹**	۰/۸۳*	-۰/٦۷	۰/۹۹**	۱						
۷	۰/۷٦	۰/٦٦	۰/٦۲	-۰/٦۸	۰/۸٥*	۰/۸۷*	۱					
۸	-۰/۳۲	-۰/۸۲*	-۰/٦۱	۰/٤۱	-۰/٦۱	-۰/٥٦	-۰/۳٥	۱				
۹	-۰/۳٥	-۰/۱۸	۰/۳	۰/۷۹	-۰/٤۸	-۰/٤۳	-۰/۳۸	-۰/۰٦	۱			
۱۰	۰/٦۸	۰/٦٥	۰/۷۲	۰/٤۲	۰/۷٤	۰/۷٦	۰/۹۱*	-۰/٤۹	-۰/۰۲	۱		
۱۱	۰/۳۱	-۰/۰۳	۰/۰۱	۰/٥۱	۰/۳٤	۰/۳	۰/٦٤	۰/۱٦	-۰/٥۲	۰/٥٤	۱	
۱۲	-۰/٤٤	-۰/۳۹	-۰/٥	۰/۲۷	-۰/٤۹	-۰/٤۲	-۰/٥۱	۰/٥۱	۰/۰۷	-۰/٦۹	-۰/٥۹	۱

۱- تعداد برگ، ۲- سطح برگ، ۳- طول ساقه، ٤- طول ریشه، ٥- ساقه به ریشه، ٦- وزن تر، ۷- وزن خشک، ۸-پرولین، ۹- کربوهیدرات¬های محلول، ۱۰- پراکسیداز، ۱۱- کاتالاز، ۱۲- پروتئین

پروتئین‌های محلول در گیاهان تیمار شده با خشکی، افت شدید فرآیند فتوسنتز و متعاقب آن کاهش پیش‌ماده‌های تولیدکننده پروتئین و در نهایت کاهش سنتز پروتئین‌ها بیان شد (ستایش مهر و گنجعلی، ۱۳۹۲). باجی و همکاران (Bajji *et al*., 2001) گزارش کردند که غلظت پروتئین‌های محلول برگها در اثر تنش خشکی به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین و نیز تجمع اسیدآمینه آزاد از جمله پرولین، کاهش می‌یابد (Sanchez *et al*., 2003).

بررسی نتایج همبستگی صفات نشان داد (جدول ۵) طول ساقه با تعداد برگ و سطح برگ، نسبت طول ساقه به ریشه با تعداد برگ، سطح برگ و طول ساقه رابطه مثبت و مستقیم داشتند (P≤۰/۰۵)، همچنین وزن تر با تعداد برگ، سطح برگ، طول ساقه و نسبت ساقه به ریشه نشان دادند (P≤۰/۰۵). صفات وزن خشک با نسبت ساقه به ریشه و وزن تر، پراکسیداز با وزن خشک، نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری (P≤۰/۰۵) داشتند. همچنین پرولین با سطح برگ همبستگی منفی و معنی‌داری (P≤۰/۰۵) را نشان داد. با توجه به اینکه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب سطح برگ کاهش پیدا می‌کند و میزان پرولین نیز در شرایط تنش افزایش می‌یابد، رابطه منفی بین پرولین با سطح برگ منطقی به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق مشخص نمود بطورکلی ترکیبات تریازولی تا حدی از میزان شدت تنش ممانعت می‌نماید، ولی با توجه به محدود بودن گزارش‌ها در این زمینه، نیازمند به تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه می‌باشد. همانطور که مشاهده شد تیمار تنش بجز در طول ریشه، میزان پرولین، کاتالاز و پروتئین موجب کاهش مقادیر صفات گردید. همچنین سطوح هگزاکونازول نیز در غلظت ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر در صفات طول ریشه، میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین نسبت به بقیه سطوح افزایش داشت و برخی صفات نیز در سطح بالاتر هگزاکونازول (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر) نسبت به سطح کمتر روند افزایشی داشتند. لذا پیشنهاد می‌گردد به منظور درک بهتر و بررسی وسیع تاثیر تریازول‌ها، پژوهش‌های

دیگری در قالب سطوح متفاوت ترکیبات تریازولی در گیاهان مختلف انجام گردد تا نقش این ترکیبات در روند رشدی به روشنی تعیین گردد.

منابع

احمدی، ع. و سی‌وسه مرده، ع. (۱۳۸۳) اثر تنش خشکی برکربوهیدرات های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. علوم کشاورزی ایران ۳۵ (۳): ۷۵۳-۷٦۳.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸٤) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۳، انتشارات آستان قدس رضوی، تهران.

امیری، م. ب.، رضوانی مقدم، پ.، احیایی، ح. م.، فلاحی، ج. و اقحوانی شجری، م. (۱۳۹۰) پاسخ جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) و مارگریت (*Chrysanthemum superbum*) به تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهی ۳ (۱): ٦٥– ۷۷.

ترحمی، گ.، لاهوتی، م. و عباسی، ف. (۱۳۸۹) بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر روی تغییرات قندهای محلول، میزان کلروفیل و پتاسیم در گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia Benth.*). علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان ۳ (۲): ۱–۷.

جباری، ف.، احمدی، ع.، پوستینی، ک. و علیزاده، ه. (۱۳۸۵) بررسی ارتباط فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت با پایداری غشای سلولی و کلروفیل در ارقام گندم نان مقاوم و حساس به تنش خشکی. علوم کشاورزی ایران ۳۷ (۲)، ۳۰۷– ۳۱٦.

حداد، ر. و سالک جلالی، م. (۱۳۸۸) بررسی میزان پروتیین و فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانت تحت تنش کمبود آب در لاین‌های جو. فن‌آوری تولیدات گیاهی ۱ (۲): ۱– ۱۰.

سادات اسیلان، ک.، مدرس ثانوی، ع. م. و حاجیلویی، س. (۱۳۸۹) بررسی اثر تنش خشکی بر سیستم آنتی اکسیدانتی گیاهچه های برخی از اکوتیپ های یونجه چند ساله. علوم گیاهان زراعی ایران ٤۱ (۱): ٦۷–۷۷.

ستایش مهر، ز. و گنجعلی، ع. (۱۳۹۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۷ (۱): ۲۷– ۳۵.

ضرابی، م. ح.، طلائی، ع.، سلیمانی، ع. و حداد، ر. (۱۳۸۹) نقش فیزیولوژیکی و تغییرات بیوشیمیائی شش رقم زیتون (*Olea europaea* L.). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲٤ (۲): ۲۳٤–۲٤٤.

عباس زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م. ح.، نادری حاجی باقر کندی، م. و مقدمی، ف. (۱۳۸٦) اثر تنش خشکی بر میزان پرولین ، قندهای محلول ، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه (*Metissa officinalis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ٤: ٥۰٤–٥۱۳.

کافی، م.، نظامی، ا.، حسینی، ح. و معصومی، ع. (۱۳۸٤). اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. پژوهش‌های زراعی ایران ۳ (۱): ٦۹– ۸۰.

گنجعلی، ع. و نظامی، ا. (۱۳۸۷) اکوفیزیولوژی و محدود کننده‌های عملکرد حبوبات در: حبوبات، پارسا م، باقری ع. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

معصومی، ع.، کافی، م.، نظامی، ا. و حسینی، س. ح. (۱۳۸٤) اثرات تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیک تعدادی از ژنوتیپ های نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه. پژوهشهای زراعی ایران ۳ (۲): ۲۷۷– ۲۸۹.

نصیبی، ف.، منوچهری کلانتری، خ. و مهدی یعقوبی، م. (۱۳۹۰) مقایسه اثر پیش تیمار سدیم نیترو پروساید و آرژینین بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه گوجه‌فرنگی (*Lycopersicun esculentum*) تحت تنش کم آبی. زیست شناسی ایران ۲٤ (٦): ۸۳۳– ۸٤۷.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021

Abdul Jaleel, C. Manivannan, R. Vahid, A. Farooq, M. Jasim al juburi, H. Sumasondaram, R. and Paneerselvam, R. (2009) Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. International Journal of Agriculture and Biology 1560-8530.

Akbari, G. A. Hojati, M., Modarres-Sanavi, S. A. M. and Ghanati, F. (2011) Exogenously applied hexaconazole ameliorates salinity stress by inducing an antioxidant defense system in *Brassica napus* L. plants. Pesticide Biochemistry and Physiology 100: 244–250.

Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy 23:112-121.

Bates, L. S. Waldern, R. P. and Teave, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205- 207.

Bajji, M. Lutts, S. Kinet, J. M. (2001) Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science 160: 669-681.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1955) Assay of catalases and peroxidases. Methods Enzymol 2: 764- 775.

Davis, T. D. (1991) Regulation of tree growth and development with triazole compounds. Arboriculture 17(6): 167-170.

Eising, R. and Gerhardt, B. (1989) Catalase synthesis and turnover during peroxisome transition in the cotyledons of *Helianthus annuus* L. Plant Physiolology 89(3): 1000- 1005.

Fletcher, R. A. Gilley, A. Davis, T. D. and Sankhla, N. (2000) Triazole as plant growth regulators and stress protectant. Horticultral Reviews 24: 55- 138.

Gomathinayagam, M. Abdul Jaleel, C. Lakshmanan, G. M. and Panneerselvam, R. (2007) Changes in carbohydrate metabolism by triazole growth regulators in cassava (*Manihot esculenta* Crantz.); effects on tuber production and quality. Biological Journal of The Linnean Society 330(9): 644-55.

Gopi, R. Abdul Jaleel, C. Sairam, R. Lakshmanan, G. M. A. Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. (2007) Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on biomass, electrolyte leakage, lipid peroxidation and antioxidant potential of *Daucus carota* L. Colloids and Surfaces Biointerfaces 60: 180–186.

Guan, L. Zhao, J. Scandalios, J. G. (2000) Cis-elements and trans-factors that regulate expression of maize Cat1 antioxidant gene in response to ABA and osmotic stress: H_2O_2 is the likely intermediary signaling molecule for the response. Plant Journal 22: 87- 95.

Hojati, M. Modarres-Sanavi, S. A. M. Ghanati, F. and Panahi, M. (2011) Hexaconazole induces antioxidant protection and apigenin-7-glucoside accumulation in *Matricaria chamomilla* plants subjected to drought stress. Journal of Plant Physiology 168(8): 782–791.

Kishorekumar, A. Abdul Jaleel, C. Manivannan, P. Sankar, B. Sridharan, R. and Panneerselvam, R. (2007) Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of *Solenostemon rotundifolius*. Colloids and Surfaces Biointerfaces 60: 207–212.

Lakshmanan, G. M. A. Abdul Jaleel, C. Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. (2007) Changes in antioxidant potential and sink-organ dry matter with pigment accumulation induced by hexaconazole in *Plectranthus forskholii* Briq. Cell Research Biologies 330(11): 814–820.

Lowry, O. H. Rosebrough, N. H. Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. Biology Chemical 193: 256-275.

Mackay, W. A. and Sankhla, N. (2002) Current and potential uses of plant growth regulators in floriculture and opnamental plants. Texas A&M University 7: 5252-6599.

Mafakheri, A. Siosemadreh, A. Bahramnejad, B. Struik, P. C. and Sohrabi, Y. (2011) Effect of drought stress and subsequent recovery on protein, carbohydrate contents, catalase and peroxidase activities in three chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars. Australian Journal of Crop Science 5(7): 1255-1260.

Mittler, R. and Zilinskas, B. (1994) Regulation of pea (*Cytosolic ascobate*) peroxidase and other antioxidant enzymes during the progression of drought stress and following recovery from drought, The Plant Journal 5: 397- 405.

Sheligl, H. Q. (1986) Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta 47-51.

Zeng, S. X., Wang, Y. R. Liu, H. X. (1991) Some enzymatic reactions related to chlorophyll degradation in cucumber cotyledons under chilling in the light, Acta Photophysiologica Sinica 17(2): 177- 182.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 22:45 IRST on Wednesday February 24th 2021