

تأثیر پاکلوبوترازول بر خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم کنجد (*Sesamum indicum*) تحت تنش خشکی

Effects of paclubutrazol on physiological characteristic two genotypes (*Sesamum indicum*) under water stress

موسی میری^۱، همت الله پیردشتی^۱، الهام فغانی^{۲*}، ولی الله قاسمی عمرانی^۱

۱. پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۲. موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

چکیده

میری، م.، پیردشتی، ه.، فغانی، ا.، قاسمی عمرانی، و.، تأثیر پاکلوبوترازول بر خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم کنجد (*Sesamum indicum*) تحت تنش خشکی نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۱ - پایبند ۱۱۴ بهار ۹۶: ۸۳-۹۵

به منظور ارزیابی اثرات پاکلوبوترازول بر دو رقم کنجد (*indicum Sesamum*) در شرایط تنش خشکی و بررسی واکنش ارقام بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۹۳ در گلخانه واحد آموزشی کردکوی انجام شد. تیمارها شامل ارقام کنجد (یلوویت و اولتان)، سه سطح آبیاری (۵۰، ۲۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک) و سه غلظت کاربرد پاکلوبوترازول (۰، ۷/۵ و ۱۵ میلی گرم در لیتر) بودند. داده ها با نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد اثر رقم، سطوح آبیاری و پاکلوبوترازول بر صفات وزن هزار دانه، عملکرد، پرولین، موم برگ، کاتالاز برگ و ریشه، نشاسته و کربوهیدرات های محلول معنی دار شدند. همچنین غلظت انباشتگی موم کوتیکولی برگ در تنش خشکی شدید و بیشترین غلظت پاکلوبوترازول، ۴ برابر آبیاری مطلوب و عدم مصرف پاکلوبوترازول بود. فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه، کاتالاز برگ و پرولین برگ در ۱۵ میلی گرم پاکلوبوترازول و در تنش آبی شدید به ترتیب ۰/۲، ۹ و ۰/۴ برابر عدم مصرف پاکلوبوترازول و آبیاری مطلوب بود. میزان کربوهیدرات برگ در خشکی شدید و با بیشترین غلظت پاکلوبوترازول ۰/۶ برابر آن در شاهد بود. در آبیاری مطلوب با ۱۵ میلی گرم پاکلوبوترازول، ۱۳/۳ گرم در هر بوته با وزن هزاردانه ۳/۶۱ نسبت به شاهد بیشترین بودند. همچنین رقم اولتان نسبت به یلوویت به بیشترین غلظت مصرفی پاکلوبوترازول به دلیل تأثیر بر اسمولیت ها و آنزیم کاتالاز، واکنش مثبت نشان دادند.

واژه های کلیدی: آنزیم های اکسیداتیو، اسمولیت ها، تحمل به کم آبی، موم کوتیکولی، کربوهیدرات

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: elhamfaghanibio@gmail.com

مقدمه

اندام هوایی اشاره نمود. این مواد با واکنش های عادی بیوشیمیایی سلول تداخل ندارند. تجمع این مواد، سبب کاهش پتانسیل آب اندام های گیاهی و در نهایت جذب آب توسط گیاه را ممکن می سازد (Mohammadkhani & Heidari, 2008). یکی از تنظیم کننده های اسمزی، پرولین است. اسید آمینه پرولین در بسیاری از گیاهان عالی شناسایی شده است و معمولاً در مقادیر زیاد در پاسخ به تنش های محیطی، تجمع می یابد (Bates et al, 1973). اگرچه پرولین در همه اندام های گیاه در دوره تنش تجمع می یابد. اما تجمع آن در برگ، سرعت بیشتری دارد. انباشت پرولین در ریشه نسبت به برگ با تاخیر انجام می شود. نقش ویژه پرولین در گیاهانی که در معرض خشکی قرار گرفته اند، به اثبات رسیده است. میزان انباشت آن در گیاهان متحمل به تنش، بیش از ارقام حساس است (Heydari, 2000). قندهای محلول به عنوان تنظیم کننده های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای سلولی و حفظ کننده تورژسانس سلول عمل می کنند. در شرایط تنش خشکی، تجمع یافته و به عنوان عوامل حفاظتی در گیاهان عمل می کنند. در شرایط تنش، قندها از سلول ها از طریق تنظیم اسمزی و حفظ تورژسانس با پایداری غشاها از پروتئین ها محافظت می کنند (Bartels & Sunkar, 2005). در شرایط تنش خشکی، میزان نشاسته کاهش ولی میزان قندهای محلول افزایش می یابد (Oliviera-Neto et al, 2009). پاکلوبوترازول نوعی تنظیم کننده بیوسنتز جبریلین می باشد که به گروه تریازول ها تعلق دارد. این ترکیب، اکسیداسیون کارن به کارنیک

کنجد (*Sesamum indicum*) گیاهی یکساله خودکشن با سابقه زراعی ۵۰۰۰ ساله به علت دارا بودن ۷۵ درصد روغن و پروتئین به عنوان یک منبع تغذیه ای مناسب محسوب می شود (Ehsanzadeh & Mehrabi, 2011). سطح زیر کشت جهانی کنجد در سال ۲۰۱۴ میلادی بالغ بر ۷/۷ میلیون هکتار و میزان تولید دانه بیش از ۳/۳ میلیون تن گزارش شده است. در این سال، ایران با سطح زیر کشت ۴۲ هزار هکتار و تولید ۴۰ هزار تن دانه، متوسط عملکرد ۱۰۳۱ کیلو در اراضی آبی و ۲۹۰ کیلو در اراضی دیم را به خود اختصاص داده است (Oscar Rojas et al, 2014). کنجد از دانه های روغنی مناطق گرم و نیمه گرم است که در طی دوره رشد خود با تنش های متعدد محیطی از جمله تنش خشکی و شوری مواجه می گردد. هر یک از این تنش ها می تواند بسته به میزان حساسیت در مرحله رشد گیاه، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن ها داشته باشد. تنش خشکی از مهم ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود (Reddy et al, 2004). گیاهان در مواجهه با تنش خشکی عکس العمل های زیادی از خود نشان می دهند. از جمله این مکانیسم ها، تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی یک نوع سازگاری در مقابل کمبود آب است که با تجمع مواد محلول درون سلول، کمک به حفظ تورژسانس سلول در شرایط کم آبی می شود. از جمله این مواد می توان به پرولین، پروتئین، قندهای محلول در ریشه و

آموزش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل دو ژنوتیپ کنجد به نام های یلوویت و اولتان (از موسسه اصلاح بذر کرج)، سه سطح آبیاری (۲۰، ۵۰، ۸۰ درصد ظرفیت زراعی) و ۳ سطح پاکلوبوترازول (۰، ۷/۵ و ۱۵ میلی گرم در لیتر) در سه تکرار در گلخانه انجام شد. بذرهاى ارقام مذکور قبل از کاشت، توسط قارچ کش ویتاواکس ضد عفونی شد. کشت در لوله پلاستیکی به ابعاد ۱۲*۵۰ سانتیمتر تشکیل شد که در آن ۵ عدد بذر کشت و پس از سبز شدن به یک گیاهچه در هر لوله تقلیل یافت. لوله‌ها از مخلوط خاک زراعی و ماسه شسته به نسبت ۲ به ۱ پر شد. تیمار تنش خشکی در طی اجرای آزمایش براساس ظرفیت زراعی خاک، با اندازه‌گیری رطوبت با استفاده از درصد وزنی خاک، تعیین شدند. پس از تعیین بافت خاک، برای محاسبه مقدار رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی^۱ و مقدار آب قابل دسترس^۲ از توابع انتقالی استفاده گردید. بر اساس این معادله مقدار رطوبت خاک ظرفیت زراعی به صورت حجمی (cm^3/cm^3)، از طریق درصد شن بافت خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک محاسبه شد. برای محاسبه مقدار رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم^۳ (PWP) به صورت حجمی (cm^3/cm^3)، با داشتن درصد رس خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک تعیین گردید. سپس نقاط ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک محاسبه

- 1- Field capacity
- 2- Available water
- 3- permanent wilting point

اسید که توسط کارن اکسیداز انجام می‌شود، را مهار می‌کند (Hedden & Graebe, 1985). بنابراین تنظیم کننده‌های نوع تریازولی از طریق اثر بر مسیر بیوسنتز جیبرلین موجب کاهش آن می‌شود (Hedden & Kamiya, 1997). روش‌های متداول کاربرد آن، محلول‌پاشی و کاربرد حاکی است. صرف نظر از اثر تنظیم‌کنندگی رشد گیاهی در آن‌ها، پاکلوبوترازول قادر به افزایش تحمل بسیاری از گونه‌های تک لپه‌ای و دولپه‌ای به انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی، مانند بیمارگرهای قارچی، تنش خشکی و شرایط نامساعد مربوط به دماهای پایین و بالا هستند (Manal et al, 2013). تحقیقات نشان داد ترايزول‌ها، کاهش اثرات تخریب‌کنندگی رادیکال‌های آزاد را به واسطه افزایش فعالیت آن‌تی‌اکسیدان‌ها و خروج اکسیژن‌های رادیکالی از سلول انجام می‌دهند (Somasundaram et al, 2009). از این‌رو، آن‌ها را محافظت‌کننده‌های چند منظوره گیاهی نیز می‌نامند (Priyanka et al, 2015). محققین گزارش کردند با کاربرد پاکلوبوترازول در شرایط تنش خشکی، تعداد کپسول کنجد به میزان ۹۳ درصد افزایش یافت (Sindhu et al, 2008). همچنین استفاده از ۱۰ ppm پاکلوبوترازول موجب کاهش آسیب‌های حاصل از تنش خشکی در گیاهچه کلزا شد (Razavizadeh & Amoobeygi, 2012). این تحقیق با هدف ارزیابی نقش پاکلوبوترازول در تعدیل تنش خشکی در دو رقم کنجد یلوویت و اولتان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۴-۹۳ در گلخانه واحد

شد (De Ridder & Keulen, 1995).

استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد. در نهایت داده های به دست آمده بر اساس طرح آماری و با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند (SAS, 1999).

نتایج و بحث

پرولین برگ: اثر بر هم کنش رقم و تنظیم کننده رشد پاکلوبوترازول، در سطح احتمال ۵ درصد، رقم کنجد و سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پرولین برگ از نظر آماری اختلاف معنی دار مشاهده شد. اما اثر متقابل تنش خشکی و تنظیم کننده رشد پاکلوبوترازول بر میزان پرولین برگ معنی دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و رقم نشان داد بیشترین غلظت پرولین در رقم اولتان و سطح تنش آبیاری ۲۰ درصد ظرفیت زراعی خاک و کمترین میزان پرولین در رقم یلووایت در سطح آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک بود. در هر دو رقم با افزایش سطح تنش خشکی موجب افزایش معنی دار پرولین نسبت به شاهد گردید. در رقم یلووایت بین سطح آبیاری ۸۰ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه اختلاف معنی دار نبود. ولی آبیاری در سطح ۲۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به سطح ۵۰ و ۸۰ درصد معنی دار شد. در رقم اولتان بین سطوح آبیاری ۵۰ و ۲۰ درصد اختلاف معنی داری نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۲).

فعالیت آنزیم کاتالاز: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تنش نشان داد که با افزایش تنش خشکی، فعالیت آنزیم کاتالاز در ریشه و برگ افزایش یافت (جدول ۲). بطوری که بیشترین

همزمان با شروع گلدهی تا بلوغ فیزیولوژیکی دانه ها، تیمار تنش اعمال شد. در زمان غلاف دهی، ریشه و اندام هوایی جهت اندازه گیری غلظت پرولین، کربوهیدرات محلول، نشاسته و موم و اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز برداشت شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی عملکرد و اجزای عملکرد بوته ها اندازه گیری شد.

اندازه گیری کربوهیدرات محلول و نشاسته به روش (Dubious et al, 1956) انجام شد. پس از ۴۵ دقیقه میزان جذب نوری نمونه ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد. از گلوکز با غلظت های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ میلی مولار استاندارد تهیه شد. بعد از رسم منحنی استاندارد، غلظت کربوهیدرات محلول مشخص شد.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با روش (Kar & Mishra, 1975) صورت گرفت و جذب نور در طول موج ۲۴۰ نانومتر برای مدت ۲ دقیقه با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه گیری شد.

غلظت موم در برگ بر اساس شیب تغییر رنگ هنگامی که اسید دی کرومات پتاسیم با موم کوتیکولی واکنش نشان داد، تعیین شد. در نهایت جذب آن با استفاده از اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۹۰ نانومتر خوانده شد (Ebercon et al, 1997).

پرولین برگ به روش (Bates, ۱۹۷۳) اندازه گیری شد. جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و پرولین) در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر قرائت شد و مقدار پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن خشک با

رقم اولتان در سطح آبیاری ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه و کمترین میزان کربوهیدرات محلول مربوط به رقم یلووایت در سطح آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک بود (جدول ۲). با افزایش میزان تنش آب، میزان کربوهیدرات‌های محلول افزایش یافت. بطوری که کمترین سطح کربوهیدرات‌های محلول متعلق به تیمار شاهد و بیشترین غلظت آن در تنش آبیاری ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده شد (جدول ۲). اثر متقابل رقم و پاکلوبوترازول بر کربوهیدرات‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود. با کاهش میزان آبیاری از ۸۰ درصد به ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه، افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول گزارش شد. نتایج اثر متقابل تیمار آبیاری و پاکلوبوترازول بر میزان کربوهیدرات‌های محلول در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نشد. اما مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تنش، میزان کربوهیدرات‌های محلول افزایش پیدا کرد. بسیاری از شرایط تنش زای محیطی، بر متابولیسم قندها و توزیع ترکیبات فتوسنتزی در گیاهان در حال رشد اثر می‌گذارند. افزایش مقدار قندهای محلول در شرایط تنش خشکی، غرقابی و سرما گزارش شده است (Soltani et al., 2006). شرایط تنش خشکی، تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌توانند قدرت جذب آب را از خاک توسط ریشه افزایش دهند (Hongbo et al., 2006). مطالعه ای که روی دو رقم ذرت انجام شد، غلظت قندهای محلول با اعمال تنش خشکی افزایش یافت (Mohammadkhani & Heidari., 2008). همچنین در بررسی‌های انجام شده روی

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به سطح آبیاری ۲۰ درصد و کمترین فعالیت مربوط به شاهد با آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک بود (جدول ۲). برخی از محققین عنوان کردند در تنش کم آبی، افزایش غلظت پراکسید هیدروژن توسط فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز سبب افزایش فعالیت کاتالاز برای تجزیه آن می‌گردد، اما در شرایط بدون تنش به دلیل عدم تولید بیش از حد رادیکال‌های آزاد اکسیژن، تولید پراکسید هیدروژن ناشی از یون سوپراکسید، کاهش یافته و در نتیجه فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش می‌یابد (Bowler et al., 1992). آنزیم کاتالاز، یک آنزیم مهم برای مقابله با پراکسید هیدروژن تولید شده در شرایط تنش می‌باشد. بطوری که در شرایط تنش ایزوفرم‌های جدیدی از آن تولید شده و مقدار ایزوفرم‌های قبلی نیز افزایش می‌یابد (۲۰۰۳ Srivaly et al, 2009). افزایش فعالیت کاتالاز، با افزایش تنش خشکی در گیاهچه یونجه (Wang et al., 2009)، گندم (Esfandiari et al., 2009)، برنج (Lum et al., 2014) و کنجد (Kadkhodaie et al., 2014) گزارش شده است.

کربوهیدرات‌های محلول و نشاسته برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که اثر سطوح مختلف کاربرد تنظیم‌کننده رشد پاکلوبوترازول، اثر متقابل رقم و سطوح مختلف آبیاری، بر میزان کربوهیدرات‌های محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح آبیاری بر میزان کربوهیدرات‌های محلول نشان داد بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در

با کاهش نشاسته، افزایش فعالیت آنزیم های هیدرولیز کننده (آلفا-آمیلاز) نیز دیده می شود. (Ghorbanli et al., 2012). نتایج تحقیقات نشان داد اثر حذف آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها بر روی میزان کربوهیدرات های محلول برگ معنی دار شد (Aeain, 2012). بنظر می رسد تجمع کربوهیدرات های محلول در برگ در شرایط تنش خشکی به دلیل نیاز به تنظیم فشار اسمزی برگ و پایداری غشای سلولی باشد (Martin et al., 1993). همچنین گزارش شده است که ترکیباتی همانند کربوهیدرات های محلول در تنظیم اسمزی و مکانیسم های حفاظتی نقش دارند. نتایج این تحقیقات با یافته های محققین مبنی بر افزایش غلظت کربوهیدرات های محلول در برگ در شرایط تنش خشکی، مطابقت دارد (Ahmadi & Sio-se Mardeh, 2004 ; Aeain, 2012).

موم کوتیکولی برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد ، اثرات متقابل تیمار رقم، سطوح آبیاری و پاکلوبوترازول بر روی میزان موم برگ اثر معنی دار در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف آبیاری، حاکی از آن بود که در هر دو رقم با افزایش میزان تنش بر میزان موم برگ افزوده شد، بطوری که کمترین میزان مربوط به سطح آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه با (۱/۸ میلی گرم بر گرم) و بیشترین میزان موم متعلق به سطح آبیاری ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه با (۲۰/۴ میلی گرم بر گرم) گزارش شد. در اثر متقابل رقم و کاربرد سطوح مختلف پاکلوبوترازول، بر میزان موم برگ ، شاهد اختلاف معنی دار

برنج (Mostajeran & Rahimi., 2009)، گندم (Johari Pireivatlou, 2010) و ارقام دیگری از کلزا (Moradshahi et al., 2004) ، اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان قند رقم مقاوم در مقایسه با رقم حساس شده است.

نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایش، حاکی از آن بود اثر متقابل رقم، پاکلوبوترازول و سطوح آبیاری بر میزان نشاسته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطوح مختلف آبیاری بر میزان نشاسته نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی ، در هر دو رقم، میزان نشاسته کاهش یافت. بطوری که کمترین میزان نشاسته در تیمار ۲۰ درصد در رقم اولتان (۴/۵ میلی گرم بر گرم) و بیشترین میزان نشاسته در تیمار آبیاری ۸۰ درصد در رقم یلووایت (۱۷/۳ میلی گرم بر گرم) مشاهده شد (جدول ۲). مشاهده جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) اثر متقابل رقم و پاکلوبوترازول بر میزان نشاسته، حاکی از آن بود که با افزایش تنش خشکی از آبیاری مطلوب به آبیاری تنش شدید، میزان نشاسته کاهش یافت. بطوری که میزان نشاسته در آبیاری مطلوب (۱۵/۳ میلی گرم بر گرم) و در تنش شدید (۵/۸ میلی گرم بر گرم) بود (جدول ۲). نتایج بررسی تغییرات نشاسته نشان می دهد که برعکس کربوهیدرات های محلول، نشاسته برگ در اثر تنش خشکی کاهش می یابد. نتایج بدست آمده با نتایج پژوهش های انجام شده در این مورد مطابقت دارد (Oliviera-Neto et al., 2009).

محققین علت این امر را هیدرولیز آنزیمی نشاسته در شرایط تنش می دانند، زیرا هم زمان

از طریق کوتیکول دارد و نیز افزایش مقدار موم جزو سازوکارهای اجتناب از پژمردگی طبقه بندی می شود، رقم کنجدی که موم بیشتری داشته باشد با به کارگیری سازوکار اجتناب، با تنش خشکی مقابله می کند، ولی این افزایش مقدار موم، الزاما با عملکرد دانه ارتباط ندارد، زیرا ممکن است افزایش موم به هزینه عملکرد صورت گرفته باشد. افزایش موم تحت شرایط خشکی در جو با عملکرد ارتباط دارد (Gonzalez & Ayerbe, 2010). نتایج پژوهش در استفاده از پاکلوبوترازول بر توت فرنگی رقم سلوا، نشان داد که سطح برگ، وزن تر اندام هوایی و طول دمبرگ کاهش یافت و رشد رویشی آنها کاهش یافت. (Shakeri, 2009). تنش خشکی در گندم توسط پاکلوبوترازول، با افزایش فعالیت کاتالاز و پرولین همراه است (Kraus et al., 2004).

وزن هزار دانه و عملکرد: مقایسه میانگین ها نشان داد، اثر متقابل رقم و سطوح آبیاری بر وزن هزاردانه، با کاهش میزان آبیاری، کاهش یافت. کاهش وزن دانه می تواند متأثر از شرایط تنش خشکی باشد. خشکی سرعت فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات های پلی ساکاریدی را در برگ ها کاهش داد و این دو فرایند منجر به کاهش موجودی آسمیلات ها برای انتقال به اندام های ذخیره در گیاه شد (Liu et al., 2004). نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. (Aean, 2013; Gain et al., 2010) در اثر متقابل رقم و کاربرد پاکلوبوترازول، با افزایش کاربرد میزان پاکلوبوترازول وزن هزار دانه افزایش یافت و بیشترین وزن هزاردانه در رقم بلوویت مربوط به سطح کاربرد ۱۵ میلی گرم

در سطح احتمال ۱ درصد بودیم. بطوریکه با افزایش سطح کاربرد پاکلوبوترازول از تیمار صفر به ۱۵ میلی گرم در لیتر، افزایش میزان موم گزارش شد. نتایج (جدول ۲) مربوط به اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و کاربرد پاکلوبوترازول حاکی از آن بود که در تمام سطوح آبیاری (۸۰، ۵۰، ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه) میزان موم با افزایش میزان پاکلوبوترازول، افزایش یافت. به نحوی که کمترین میزان مربوط به عدم استفاده از پاکلوبوترازول در شرایط مطلوب آبیاری (۸۰ درصد ظرفیت مزرعه) به میزان (۴/۲ میلی گرم بر گرم) و بیشترین میزان موم مربوط به تیمار تنش شدید (۲۰ درصد ظرفیت مزرعه) در سطح کاربرد ۱۵ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول به میزان موم (۱۶/۶ میلی گرم بر گرم) گزارش شد. نتایج تحقیقات پژوهشگران نشان داد میزان موم در گیاه جو تحت شرایط تنش نسبت به شاهد افزایش یافت (Afshari-behbanizadeh, 2015). همچنین گزارش شد، بین ارقام مختلف ذرت از نظر میزان موم تفاوت وجود داشت (Beattie & Marcell, 2002). گیاهان متحمل به تنش خشکی، نسبت به گیاهان حساس به تنش خشکی، موم ضخیم تری دارند. البته این موضوع همیشه مصداق ندارد (Shepherd & Griffiths, 2006). موم برگ به بهبود کارایی مصرف آب گیاه و تنظیم رطوبت خروجی از طریق تعرق منجر می شود (Gonzalez & Ayerbe, 2010). از این رو افزایش مقدار موم ممکن است نوعی سازگاری در برابر شرایط تنش خشکی باشد (Cameron & Teece, 2006). از آنجا که موم برگ نقش محافظتی در برابر هدررفت آب

یافت (جدول ۲). تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل آبیاری و پاکلوبوترازول بر عملکرد، در سطح ۵ درصد معنی دار نبود. اما با افزایش میزان پاکلوبوترازول، عملکرد افزایش یافت. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و پاکلوبوترازول نشان داد (جدول ۲) کاربرد پاکلوبوترازول در سطح آبیاری ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه باعث ۹/۸ درصد افزایش عملکرد شد و در آبیاری ۵۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه بترتیب ۱۵/۷ و ۱۵/۵ درصد عملکرد افزایش یافت. نتایج بدست آمده با نتایج سیندهو و همکاران (۲۰۰۸) منطبق بود.

در لیتر و در رقم اولتان متعلق به کاربرد ۷/۵ میلی گرم در لیتر گزارش شد که نشان دهنده تاثیر مثبت کاربرد تنظیم کننده رشد پاکلوبوترازول بود. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و کاربرد پاکلوبوترازول نشان داد با افزایش میزان کاربرد پاکلوبوترازول، وزن هزاردانه افزایش یافت. نتایج بدست آمده با یافته های (Sarkar et al., 2006) مطابقت داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و آبیاری، حکایت از کاهش عملکرد به موازات کاهش میزان آبیاری از سطح ۸۰ درصد به ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه داشت (جدول ۲). این نتایج، با نتایج پژوهش های دیگران همسو بود (Ravishankar et al., 1990). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و پاکلوبوترازول نشان داد با افزایش میزان کاربرد پاکلوبوترازول از صفر به ۱۵ میلی گرم در لیتر، عملکرد، افزایش

جدول ۱) نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی ارقام مختلف کنگد با پاکلوبوترازول در تیمار آبیاری های مختلف

Table 1) Analysis Variance of physiology traits (*Sesamum indicum*) genotypes with pacloboutrazol under different water treatment

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	کربوهیدرات محلول Soluble Carbohydrate	نشاسته Starch	پرویلین proline	کاتالاز ریشه Catalase (root)	کاتالاز برگ Catalase (leaf)	موم wax	عملکرد yield	وزن هزاردانه Weight (1000 seed)
تکرار Replication	2	1.8*	0.00025 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.6 ^{ns}	1.25 ^{**}	0.05 ^{ns}
رقم (G) Genotype (G)	1	3712 ^{**}	1030.97 ^{**}	3953 ^{**}	0.54 ^{**}	0.0003 ^{**}	2002 ^{**}	759 ^{**}	2.6 ^{**}
تنش آبی Water Stress (S)	2	718 ^{**}	162.15 ^{**}	798 ^{**}	0.08 ^{**}	0.027 ^{ns}	379 ^{**}	117 ^{**}	0.61 ^{**}
پاکلوبوترازول Pacloboutrazol (P)	2	14.4 ^{**}	4.1*	38.2 ^{**}	0.002 ^{**}	0.002 ^{**}	43 ^{**}	8.95 ^{**}	0.28 ^{**}
رقم * تنش G*S	2	326.8 ^{**}	31.75 ^{**}	405 ^{**}	0.016 ^{**}	0.000002 ^{ns}	117 ^{**}	14.6 ^{**}	0.11 ^{**}
رقم * پاکلوبوترازول G*P	2	0.38 ^{ns}	1.99 ^{**}	3.4*	0.001 ^{**}	0.000029 ^{ns}	3.3 ^{**}	0.87*	0.001 ^{ns}
پاکلوبوترازول * تنش P*S	4	1.005 ^{ns}	0.78 ^{**}	0.9 ^{ns}	0.0004 ^{**}	0.0001 ^{**}	1.6*	0.13 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
رقم * تنش * پاکلوبوترازول G*S*P	4	2.28 ^{**}	0.38 ^{ns}	1.67*	0.0002 ^{ns}	0.00004 ^{**}	2.9 ^{**}	0.27 ^{ns}	0.002 ^{ns}
خطای آزمایش Error	38	0.55	0.15	0.6	0.0001	0.0003	0.28	0.26	0.008
ضریب تغییرات CV%		5.4	3.92	4.05	4.5	7.22	7.25	5.17	2.62

ns و **، * و *** بترتیب در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی دار می باشد

جدول ۲) مقایسه میانگین اثرات متقابل (تنش خشکی* پاکلوبوترازول) و (رقم* پاکلوبوترازول) بر صفات فیزیولوژیکی (G1 و G2 به ترتیب رقم بلوایت و اولتان)، (S1، S2 و S3 به ترتیب آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و (P0، P1، P2) به ترتیب کاربرد پاکلوبوترازول به میزان (۰، ۷/۵، ۱۵) میلی گرم بر لیتر

Table 2) Mean comparison of interaction effects S*P (drought stress*paclubutrazul), S*G (drought stress* genotype) and G*P (genotype* paclubutrazul) on physiology traits (G1 (Yellow- white) and G2 (Oltan), S1, S2 and S3 (20, 50 and 80% FC), P0, P1 and P2 concentration of paclubutrazul (0, 7.5 and 15mg.L⁻¹))

تیمار Treatments	کاتالاز برگ Catalase.leaf (mg.g ⁻¹ FW min ⁻¹)	کاتالاز ریشه Catalase.root (mg.g ⁻¹ FW min ⁻¹)	نشاسته Starch (mg.g ⁻¹)	پرولین Proline (mg.g ⁻¹)	کربوهیدرات Carbohidrat (mg.g ⁻¹ DW)	هزار دانه Weight (g) (1000 seed)	عملکرد Yield (g/plant)	موم Wax (mg.g ⁻¹ FW)
G1	0.047	0.33	15.2	12.3	7.5	3.5	13.7	4.2
G2	0.051	0.13	6.5	29.44	24.1	3.11	6.2	16.4
Lsd	0.43	0.0024	0.108	0.212	0.203	0.024	0.139	0.203
S1	0.014	0.3	14.11	13.3	9.03	3.5	12.7	14.6
S2	0.042	0.22	10.44	23.4	16.97	3.36	9.4	10.8
S3	0.091	0.16	8.1	25.9	21.5	3.13	7.7	5.4
Lsd	0.52	0.003	0.132	0.259	0.249	0.030	0.164	0.249
P0	0.039	0.24	11.3	22.2	14.9	3.2	9.2	8.8
P1	0.048	0.23	10.88	21.08	15.8	3.34	9.9	10.2
P2	0.06	0.22	10.4	19.3	16.7	3.45	10.6	11.9
Lsd	0.52	0.003	0.132	0.259	0.249	0.030	0.164	0.249
G1*S1	0.013	0.38	17.7	9.8	4.6	3.7	15.5	1.8
G1*S2	0.04	0.35	16.3	10.5	4.15	3.6	14	2.1
G1*S3	0.08	0.25	11.7	16.6	13.8	3.3	11.5	8.7
G2*S1	0.015	0.22	10.4	16.8	13.3	3.2	9.9	9.15
G2*S2	0.04	0.08	4.5	35.1	29.8	3.1	4.8	19.6
G2*S3	0.09	0.08	4.5	36.3	29.2	3	3.9	20.4
Lsd	0.74	0.0042	0.187	0.36	0.352	0.042	0.242	0.353
G1*P0	0.037	0.33	15.38	13.3	6.82	3.41	12.78	3.23
G1*P1	0.046	0.33	15.42	12.3	7.44	2.56	13/74	3.83
G1*P2	0.056	0.32	15.01	11.2	8.37	3.67	14.62	5.63
G2* P0	0.041	0.15	7.4	31.08	23.07	2.98	5.75	14.41
G2*P1	0.50	0.12	6.3	29.8	24.2	3.12	6.17	16.59
G2*P2	0.064	0.11	5.8	27.3	25.1	3.22	6.72	18.23
Lsd	0.74	0.0042	0.187	0.36	0.352	0.042	0.242	0.353
S1*P0	0.01	0.15	14.47	14.4	8.4	3.36	12	4.27
S1*P1	0.013	0.12	14.22	13.3	9.1	3.51	12.91	5.02
S1*P2	0.020	0.19	13.6	12.2	9.4	3.61	13.35	7.17
S2*P0	0.031	0.21	10.6	24.6	15.6	3.23	8.65	9.57
S2*P1	0.041	0.22	10.4	23.8	17.06	3.36	9.3	11.04
S2*P2	0.055	0.22	10.2	21.7	18.1	3.48	10.25	11.94
S3*P0	0.76	0.29	9.09	27.6	20.7	3	7.15	12.62
S3*P1	0.090	0.30	7.98	26	21.2	3.15	7.64	14.57
S3*P2	0.106	0.31	7.4	24	22.5	3.25	8.43	16.68
Lsd	0.91	0.0052	0.23	0.44	0.43	0.36	0.296	0.432
G1*S1*P0	0.009	0.39	17.5	11.4	4.7	3.66	14.7	1.3
G1*S1*P1	0.011	0.38	17.7	10.5	4.2	3.8	15.8	1.6
G1*S1*P2	0.015	0.38	17.8	9.9	4.06	3.9	16.1	2.6
G1*S2*P0	0.03	0.34	16.4	11.9	4.7	3.46	12.8	1.6
G1*S2*P1	0.036	0.36	16.7	11.3	4.1	3.6	13.94	1.8
G1*S2*P2	0.05	0.35	15.9	10.7	3.7	3.7	15.27	2.8
G1*S3*P0	0.07	0.26	11	17.56	14.4	3.1	10.6	6.7
G1*S3*P1	0.09	0.25	11.8	17.1	13.9	3.3	11.4	8.1
G1*S3*P2	0.097	0.23	12.4	16.9	13.2	3.4	12.5	11.4
G2*S1*P0	0.011	0.23	9.7	17.95	13.3	3.06	9.2	7.2
G2*S1*P1	0.0151	0.22	10.6	17.51	14	3.2	9.9	8.4
G2*S1*P2	0.019	0.20	11	17	12.7	3.3	10.59	11.7
G2*S2*P0	0.035	0.1	4	37.3	31.32	3	4.42	17.5
G2*S2*P1	0.04	0.07	4.1	37.09	29.9	3.1	4.7	20.2
G2*S2*P2	0.05	0.07	5.3	36.3	29.2	3.2	5.2	21
G2*S3*P0	0.08	0.11	3.8	36.5	29.84	2.9	3.6	18.5
G2*S3*P1	0.091	0.07	4.1	36.3	28.6	3	3.8	21
G2*S3*P2	0.11	0.06	5.8	35.6	28.9	3.1	4.3	21.9
Lsd	1.29	0.0074	0.32	0.63	0.611	0.073	0.419	0.611

نتیجه گیری کلی

به طور کلی می توان بیان داشت غلظت ۱۵ میلی گرم پاکلوبوترازول می تواند با تاثیر بر فعالیت اسمولیت ها و آنزیم های پراکسیدازی و با افزایش فعالیت این آنزیم ها صدمات ناشی از کم آبی را تعدیل کند. همچنین رقم یلووایت نسبت به رقم اولتان با مصرف پاکلوبوترازول توانست فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی و اسمولیت را افزایش داده و بدین طریق رادیکال های اکسیژنی که به دلیل تنش کم آبی در سلول گیاهی تجمع یافته اند را از سلول خارج کنند. لذا برای مزارع دیم، می توان رقم یلووایت با ۱۵ میلی گرم پاکلوبوترازول را توصیه کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت ها و حمایت های مالی پژوهشکده ی ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری قدردانی می گردد.

References

- Afshari-Behbahanzadeh, S., Ali Akbari, G. H., Shahbazi, M., and Alahdadi, I. 2015. Changes in cuticular transpiration, leaf wax and leaf wax crystals of barley genotypes in response to terminal drought stress. *Journal of Agriculture of Tehran university*, 17 (2): 487-502 (in Persian with English Summary).
- Ahmadi, A., and Sio-Se Mardeh, A. 2004. The effect of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regimens. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35(3): 753-763 (in Persian with English Summary).
- Aien, A. 2012. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. *Journal of Agronomy and seed*, 29(2): 67-79 (in Persian with English Summary).
- Bartels D., and Sunkar R. 2005. Drought and salt tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24: 23-58.
- Bates, L.S., Walderen, R.D. and Taere, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39: 205-207.
- Beattie, G.A., and Marcell, L.M. 2002. Effect of alternations in cuticular wax biosynthesis on the physicochemical properties and topography of maize leaf surfaces. *Plant, Cell and Environment*, 25: 1-16.
- Bowler, C., Van Montagu, M., and Inze, D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43: 83-116.
- Cameron, K.D., and Teece, M.A. 2006. Increased accumulation of cuticular wax and expression of lipid transfer protein in response to periodic drying events in leaves of tree tobacco. *Plant Physiology*, 140: 176-183.
- De Ridder, N. and H. van Keulen. 1995. Estimating biomass through transfer functions based on simulation model results: a case study for Sahel. *Agricultural water management*. 28: 57- 71.
- Dubious M.K., Gilles A., Hamilton J.K., Roberts P.A., and Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related. *Annual Chemistry*, 28: 350-356.
- Ebercon. A., Blum. A and Jordan. W.R. 1977. A rapid colorimetric method for epicuticular wax content of sorghum leaves. *Crop Science*, 17: 179-180.
- Esfandiari, A., Shakiba, M., Mahboobi, S., Alyari, H., and Baradaran-e-Firoozabadi, M. 2009. Effect of drought on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidant of wheat. *Agricultural Science Journal*, 19(2): 129-138 (in Persian with English Summary).
- Ghorbanli, M., Ahmadi, F., Monfared, A., and Bakhshi Khaniki, GH. 2012. Effect of salt stress and its interaction with ascorbate on catalase, ascorbate peroxidase activity, proline and malondialdehyde in *Cuminum cyminum* L. four weeks after germination. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(1): 28-42 (in Persian with English Summary).

- Gonzalez, A., and Ayerbe, L. 2010. Effect of terminal water stress on leaf epicuticular wax barley. *Euphytica*, 172(3): 341-349.
- Haidari sharif abadi. H. 2000. *Plant, land and drought*. Research Institute of Forests and Rangelands of Tehran. 163p.
- Hedden, P., and Graebe, J.E. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. *Plant Growth Regulation*, 4: 111-122.
- Hedden, P., and Kamiya, Y. 1997. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 48: 431-460.
- Hongbo, S., ZongSue, L., and MingAn, S. 2006. Osmotic regulation of 10 wheats (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. *Colloids and Surfaces, Biointerfaces*, 47: 132-139.
- Johari- Pireivatlou, M. 2010. Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines. *African Journal of Biotechnology*, 9: 36-40 (in Persian).
- Kadkhodaie, A., Razmjoo, J., Zahedi, M., and Pessarakli, M. 2014. Selecting sesame genotypes for drought tolerance based on some physiochemical traits. *Agronomy Journal*, 106(1): 111-118 (in Persian).
- Kar, M., and Mishra, D. 1976. Catalase, Peroxidase, and Polyphenoloxidase activities during Rice leaf senescence. *Plant Physiology*, 57: 315-319.
- Kraus, T.E., Murr, D.P., and Fletcher, R.A. 2004. Uniconazole inhibits stress-induced ethylene in wheat and soybean seedlings. *Plant Growth Regulation*, 23: 229-234.
- Liu, F., Jensen, C.R., and Anderson, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in altering pod set. *Fields Crops Research*, 86: 1-13.
- Lum, M.S., Hanafi, M.M., Rafii, Y.M. and Akmar, A.S.N. 2014. Effect of drought stress on growth, proline and antioxidant enzyme activities of upland rice. *The Journal of Animal and Plant Science*, 24(5): 1487-1493.
- Manal, M. E. H., Abd-Alah, S. and Abdel-Razik, A. 2013. Effects of paclobutrazol on mitigation of temperature stress induced by manipulation of sowing date in wheat plant. *The Egyptian Journal of Experimental Biology*, 9: 125-135.
- Mohammadkhhani, N., and Heidari, R. 2008. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. *World Applied Sciences Journal*, 3: 448-453.
- Moradshahi, A., Salehi Eskandari, B. and Kholdebarin, B. 2004. Some physiological responses of canola (*Brassica napus* L.) to water deficit stress under laboratory conditions. *Iraninan journal of science and technology*, 28: 43-50 (in Persian).
- Mostajeran, A., and Rahimi- Eichi, V. 2009. Effects of drought stress on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars and accumulation of proline and soluble sugars in sheath and blades of their different ages leaves. *American – Eurasian journal of agricultural and environmental sciences*, 5: 264-272 (in Persian).

- Oliviera- Neto, C.F., Silva- Lobato, A.K., Goncalves- Vidigal, M.C., Costa, R.C.L., Santos- Filho B.G., Alves, G.A.R., Silva- Maia W.J.M., Cruz F.J.R., Neres, H.K.B., and Santos Lopes, M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit three growth stages. *Science and Technology*, 7: 588-593.
- Oscar Rojas, N. R. C., Yanyun Li, E. S. T., Renato Cumani, N. R. L. (2014). *Understanding the drought impact of El Niño on the global agricultural areas: An assessment using*. FAO. Agricultural Stress Index (ASI). ISSN 2071- 0992.
- Priyanka, T., Vikram, N., Dhiman, S.R., and Gupta, Y.C. 2015. Effect of growing media, pinching and paclobutrazol on growth and flowering of barleria cristata for suitability as pot plant. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85: 143-158.
- Ravishankar, K.V., Umashankar, R., and Udaya, Kumar M. 1990. Relative stability of seed and kernel oil content under moisture stress in sunflower: Evolutionary adoption or physiologically constrained. *Indian Journal of Plant Physiology*, 33: 214-218.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal Plant Physiology*. 161(11): 1189-1202.
- Somasundaram, R., Abdul Jaleel, C., Abraham, S.S., Azooz. M.M and Panneerselvam, R. 2009. role of Paclobutrazol and ABA in drought stress amelioration in *Sesamum indicum* L. *Global Journal of Molecular Sciences* 4 (2): 56-62.
- Sarkar, S., Datta, J., and Bandhu, S . 2006. Influence of growth regulators on performance of sesame under varying irrigation levels. *Journal of crop and weed*, 2 (2): 1-4.
- SAS Institute. 1999. *SAS/Stat User's Guide*, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.
- Shakeri, F., Bani nasab, B., Ghobadi, S., and Mobli, M. 2009. Effect of Paclobutrazol concentration and application methods of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Selva). *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 23 (2): 18- 24 (In Persian).
- Shepherd, T., and Griffiths, D.W. 2006. The effects of stress on plant cuticular waxes. *New Phytologist*, 171: 469-499.
- Soltani., Ghorbanli.M and Manoucheri-Kalantari.Kh. 2007. Effect of cadmium on photosynthetic pigments, sugars and malondealdehyde content in (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Biology*, 19(2): 136-145.
- Srivali, B., Sharma G., and Khanna-Chopra, R. 2003. Antioxidative defense system in an upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery. *Physiologia Plantarum*, 119: 503-512.
- Wang, W.B., Kim, Y.H., Lee, H.S., Kim, K.Y., Deng, X.P., and Kwak. S.S. 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during. Germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47,570-577.

Effects of paclubutrazol on physiological characteristic two genotypes (*Sesamum indicum*) under water stress

M. Mousa¹, H. Pirdashti¹, E. Faghani^{2*}, V. Ghasemi-Omran¹

1. Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Agriculture and Natural Resources University of Sari, Iran .
2. Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran. (Corresponding author)

Received: July 2017 Accepted: February 2018

Extended Abstract

Mousa, M., Pirdashti, H., Faghani, E., Ghasemi-Omran, V., Effects of paclubutrazol on physiological characteristic two genotypes (*Sesamum indicum*) under water stress
Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 1, 2017 16-17: 83-95(in Persian)

Introduction: Sesame (*Sesamum indicum* L) is a flowering plant in the genus *Sesamum*. It is widely naturalized in tropical regions around the world and is cultivated for its edible seeds, which grow in pods (Monayem Miah et al., 2015). Drought is one of the most important abiotic stresses which affect almost every aspect of plant growth. The arid and semi-arid regions where sesame is grown are specified by high temperatures, high evaporation demand and occurrence of unpredictable drought (Oscar Rojas et al., 2014). This plant is relatively drought tolerant. Resistance to water stress in sesame is important in many countries with low rainfall.

Material and methods: In order to evaluation effects of Paclubutrazol on two *Sesamum indicum* genotypes under drought stress and study physiology, yield and yield component responses of genotypes, these experiment was done using factorial arrangement based on Randomized Complete Block with three replications in 1393-94 in greenhouse of educational department of Kordkoy. Treatments included *Sesamum indicum* genotypes (Yellow- white and Oltan), three levels of watering (20, 50 and 80% FC) and three concentrations of paclubutrazol application (0, 7.5 and 15 mgL⁻¹). Data were analyzed with SAS software.

Results and discussion: Finally results showed that genotype, water treatment

Email address of the corresponding author: elhamfaghanibio@gmail.com

and paclubutrazul on thousand seed weight, yield, proline, epicuticular wax of leaf, catalase activity of leaf and root, starch and carbohydrate soluble was significant. Although proline, EWL, catalase enzyme activity in leaf and root were declined, but Starch and carbohydrate solution content of leaf was elevated in Yellow- white against 20% FC. Application of paclubutrazul on starch, proline and catalase enzyme activity in both genotypes were not significant, but catalase enzyme activity in root, carbohydrate solution and EWL in leaves, thousand seed weight and yield were different significantly. Oltan in waterless stress had maximum proline content, EWL and catalase enzyme activity than yellow white, albeit, yellow white had highest carbohydrate solution than Oltan. Also EWL in leaves of Oltan was increased in 15mgL⁻¹ paclubutrazul. EWL accumulation leaves protect them from addition water evaporation (Gonzalez et al., 2010). Also concentration of EWL accumulation leaves against severe waterless stress and highest paclubutrazul content, was highest 4 times than well water and without paclubutrazul usage. Catalase enzyme activity in root and leaves and proline content of leaves in 15 mg paclubutrazuland severe waterless stress were 9, 0.2 and 0.4 times more than without paclubutrazul and well water treatment. Carbohydrate solution in leaves under severe water stress and highest paclubutrazul content was 0.6 times more than control. In well water with 15 mg paclubutrazul, average yield per plant 13.3 g with thousand seed weight, 3.61g than control was highest in comparison control. Also, Oltan genotype than Yellow white to highest concentration paclubutrazul usage in case of effect on Osmolites and Catalase activity enzyme showed positive reaction.

Key words: Oxidative enzyme, Osmolites, Waterless tolerant, Epicuticular wax, Carbohydrate

Monayem Miah., Afroz., S., Rashid. M. A and Shiblee S.A.M. 2015. Factors Affecting Adoption of Improved Sesame Technologies in Some Selected Areas in Bangladesh: *An Empirical Study. The Agriculturists*, 13(1): 140-151.

Oscar Rojas, N. R. C., Yanyun Li, E. S. T., Renato Cumani, N. R. L. (2014). *Understanding the drought impact of El Niño on the global agricultural areas: An assessment using. FAO's. Agricultural Stress Index (ASI). ISSN 2071- 0992.*

Gonzalez, A., and Ayerbe, L. 2010. Effect of terminal water stress on leaf epicuticular wax barley. *Euphytica*, 172(3): 341-349.