Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 48, No 2, Summer 2017 (377-388)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.133422.653957

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶ (ص ۳۸۸-۳۷۷)

بررسی تأثیر هگزاکونازول، پنکونازول و سیلیکات کلسیم بر صفات کمی و کیفی دو رقم سویا در شرایط کم‌آبیاری

الهام معدنی‌پور[۱]، کمال سادات اسیلان[۲*] و سیروس منصوری فرد[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، دانشیار و استادیار گروه زراعت، دانشگاه پیام‌نور، صندوق‌پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۷/۲٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/٦/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر ویژگی‌های زراعی سویا با و بدون کاربرد تریازول‌ها و سیلیکات کلسیم آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. نتایج نشان داد اثر متقابل سه‌گانهٔ عامل‌های آزمایشی به‌طور معنی‌دار همهٔ صفات مورد بررسی بجز ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار داد. در شرایط بدون تنش رقم L17 و در شرایط تنش متوسط محلول‌پاشی هگزاکونازول روی رقم ویلیامز با اختلاف بیش از ٤ برابر به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر عملکرد پروتئین را نشان دادند. محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم روی رقم ویلیامز در شرایط بدون تنش و تنش متوسط با اختلاف ۰/۲۳ به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر شاخص برداشت را نشان دادند. عملکرد زیست‌توده (بیوماس) و دانه در شرایط تنش متوسط به ترتیب ۹۵۱۹ و ۳۳۲۸ کیلوگرم در هکتار کاهش یافتند. بنا بر یافته‌های به‌دست‌آمده از این تحقیق تنش کم‌آبی می تواند باعث کاهش مقادیر صفات کمی و اجزای عملکرد سویا شود و در شرایط تنش محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد می‌تواند باعث تعدیل آسیب‌وزیان ناشی از تنش و افزایش مقاومت این گیاه زراعی شود. با توجه به واکنش متفاوت رقم‌های مورد بررسی از نظر عملکرد روغن به محلول پاشی در شرایط متفاوت باید بیان کرد، در شرایط بدون تنش محلول پاشی پنکونازول و سیلیکات کلسیم روی رقم ویلیامز، و در شرایط تنش متوسط و شدید به ترتیب محلول پاشی پنکونازول و هگزاکونازول روی رقم L17 کارایی بالاتری در افزایش عملکرد روغن داشتند.

واژه‌های کلیدی: تریازول‌ها، تنش کمبود آب، سویا، سیلیکات کلسیم، عملکرد.

The effect of hexaconazole, penconazole and calcium silicate on the quantitative and qualitative traits of two varieties of soybean under water deficit conditions

Elham Madanipour[1], Kamal Sadat Asilan[2*] and Sirus Mansourifar[3]
1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, P.O. Box 19395-3697, Tehran, Iran
(Received: Oct. 18, 2015 - Accepted: Aug. 31, 2016)

ABSTRACT

To study the different irrigation treatments on agronomic characteristics of soybean with and without use of triazoles and calcium silicate, an experiment was conducted as split-plot factorial in a randomized complete block design with three replications at the Research Field of Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. The results showed that three-way interaction among experimental factors significantly influenced all traits, except plant height. Under non-stressed conditions for L17 and under moderate stress for Williams, hexaconazole spraying caused maximum and minimum protein yield with more than fourflods differences between them. Calcium silicate spraying on Williams under non- and moderate- stressed conditions, with 0.23 difference, showed most and least values of harvest index, respectively. Biological and seed yield under stress conditions decreased 9519 and 3328 kg/ha, respectively. According to the findings of these research, water deficit stress can cause reductions in values for quantitative traits and yield components of soybean, and under stress conditions, spraying admendatory materials can mitigate the harm of stress and increase the crop tolerance. Considering different response of soybean cultivars tested in terms of oil yield to spraying under varios conditions, it can be noted that penconazole and calcium silicate spraying on Williams under non-stressed conditions, and penconazole and hexaconazole spraying on L17 under moderate- and severe stressed conditions, exhibited higher efficiency in increasing oil yield.

Keywords: Calcium Silicate, soybean, triazoles, water deficit stress, yield.

* Corresponding author E-mail: kamal.asilan@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویا یا لوبیای روغنی با نام علمی *Glycine max* L. Merrill یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی است که مورد استفادهٔ زیادی در کشاورزی و صنعت دارد. جایگاه ارزشمند این گیاه به دلیل روغن زیاد و پروتئین فراوان دانهٔ آن است که به ترتیب ۲۰ و ۴۰ درصد از وزن دانه را شامل می‌شود (Latifi, 1993). افزون بر این سویا در نظام‌های تناوب زراعی اهمیت ویژه‌ای دارد. امروزه این دانهٔ روغنی از نظر مجموع تولید و تجارت بین‌المللی، مهم‌ترین دانهٔ بقولات به شمار می‌آید. با توجه به اهمیت سویا در تأمین روغن و پروتئین گیاهی مورد نیاز برای جمعیت روز افزون کشور، شناسایی عامل‌هایی که باعث افزایش یا کاهش عملکرد می‌شوند، می‌تواند در دستیابی به عملکرد بیشتر آن مؤثر باشد (Mohammadi *et al*., 2015).

کشور ایران با میانگین بارش سالانه ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود. لذا رخداد تنش خشکی در دورهٔ رشد گیاهان زراعی امری پرهیزناپذیر است (Sarmadnia & Koocheki, 1992). امروزه تلاش‌های زیادی برای تولید رقم‌های محتمل به خشکی در جهان انجام شده است. یکی از راه‌های ممکن برای افزایش عملکرد شناسایی رقم‌هایی است که در شرایط رخداد تنش، کاهش عملکرد کمتری داشته و در ضمن در شرایط آبیاری مناسب نیز عملکرد شایان‌پذیرشی دارند. مقاومت سویا به خشکی کمی از آفتابگردان کمتر است و همانند ذرت در گروه گیاهان حساس به خشکی قرار می‌گیرد. درظاهر رقم‌های پر کرک به خشکی مقاوم‌ترند (Khajehpour, 2005). بیشترین عملکرد زیست‌تودهٔ (بیوماس) سویا هنگامی به‌دست می‌آید که رطوبت خاک در طول دورهٔ رشد از ۵۰ درصد حد ظرفیت زراعی پائین‌تر نرود. با توجه به اینکه کشور ما جزء مناطقی است که نیاز رطوبتی سویا درطول دورهٔ رشد بایستی از راه آبیاری تأمین شود و در بسیاری از مناطق، در بحرانی‌ترین مراحل رشد یعنی مرحلهٔ گلدهی و پر شدن دانه ممکن است هیچ‌گونه بارندگی وجود نداشته باشد و از سویی، چون این مراحل به‌طور عمده با شرایط آب و هوایی گرم و خشک تابستان روبه‌رو می‌شود و نیاز آبی دیگر گیاهان زراعی نیز بالا است، لذا امکان طولانی شدن دوره‌های آبیاری و یا به تعویق افتادن دو تا سه آبیاری در طی مراحل حساس رشد بسیار محتمل است. تنش خشکی سبب تغییر ریخت‌شناختی (مورفولوژیک)، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی در گیاهان می‌شود که تأثیر منفی بر رشد و عملکرد آن‌ها می‌گذارد (Wang *et al*., 2003). تحقیقات گویای آن است که تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی سویا، باعث افت چشمگیر عملکرد دانه (حدود ۴۶٪) می‌شود که این کاهش ناشی از کاهش نورساخت (فتوسنتز)، هدایت روزنه‌ای و سرعت تعرق گیاه است (Shou *et al*., 1991).

امروزه و با توجه به شرایط موجود، بهترین راه رویارویی با تنش خشکی هماهنگی و همراهی با آن است؛ یعنی اجرای کاربرد عملیات زراعی به گونه‌ای که ذخیره و استفاده از آب خاک را افزایش دهد که از جمله این موارد می‌توان به عملیات خاک‌ورزی مناسب، تاریخ کاشت مناسب، عمق مناسب کاشت، رعایت تراکم، رعایت زمان و میزان مناسب آبیاری، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، رعایت تناوب درست و افزایش حاصل‌خیزی خاک اشاره کرد. افزون بر این بخشی از این اقدام‌ها مربوط به خود گیاه زراعی است که از مهم‌ترین آن‌ها، انتخاب رقم‌های مقاوم به خشکی است. واکنش‌های گیاهان به تنش‌های محیطی پیچیده بوده و شامل بسیاری از انواع واکنش‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی است (Kafi *et al*., 2009). یکی از راه‌های رویارویی و سازگاری، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است. این ترکیب‌ها نقش مهمی در تولید محصولات زراعی و باغی ایفا می‌کنند و به همین دلیل امروزه کاربرد آن‌ها در نظام‌های تولید و به ویژه در رویارویی با تنش‌های محیطی در حال گسترش است. یک گروه مهم از این ترکیب‌های تریازول‌ها هستند (Zhang *et al*., 2006; Tuna, 2014). تریازول‌ها با اثرگذاری بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی گیاهان باعث القای مقاومت به انواع تنش‌های غیرزیستی می‌شوند (Farhad *et al*., 2015). به دلیل اثرگذاری چندگانهٔ تریازول‌ها، این گروه را با عنوان Plant multi-protectant می‌نامند. هگزاکونازول،

Archive of SID

www.SID.ir

پروپیکونازول، تریادیمفون، پاکلوبوترازول و ... از ترکیب‌های این خانواده هستند. از تغییرپذیری‌های ریخت‌شناختی و ساختاری (آناتومی) تریازول‌ها می‌توان به کاهش ارتفاع، افزایش کوتیکول مومی، توسعهٔ کلروپلاست و افزایش رشد ریشه اشاره کرد. راهکار دیگر استفاده از عنصر سیلیس است. سیلس دومین عنصر فراوان در پوستهٔ زمین است. اگر چه سیلیس به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان مطرح نشده است اما سودمند بودن آن برای رشد و توسعهٔ سالم گیاهان چندی از جمله برنج، نیشکر، آفتابگردان و جگنیان اثبات شده است (Epstein, 1994; Liang, 1999; Ma *et al.*, 1989; Liang *et al.*, 2005). مهم‌ترین تأثیر سیلیس سودمند بودن آن برای گیاهان در معرض تنش‌های زنده و غیر زنده است. افزایش مقاومت گیاهان در معرض تنش احتمال دارد به روش‌های مختلفی صورت گیرد. به‌طور مثال می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم ATPase و PPase در غشای پلاسمایی و تونوپلاست، کاهش شدید تعرق و افزایش فعالیت ریشه اشاره کرد (Liang et al., 2006).

با توجه به موارد اشاره‌شده هدف‌های این آزمایش شامل مقایسهٔ تأثیر هگزاکونازول، پنکونازول بر صفات کمی و کیفی گیاه سویا در مرحلهٔ گلدهی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی، مقایسهٔ تأثیر تریازول‌ها با سیلیکات کلسیم در کاهش تأثیر تنش کم‌آبی در گیاه سویا و بررسی تأثیر سیلیکات کلسیم و ترایازول‌ها بر بهبود کیفیت دانهٔ سویا در شرایط تنش کم‌آبی بودند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، واقع در کیلومتر ۱۶ اتوبان تهران-کرج با موقعیت ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۱۲۱۵ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. بر پایهٔ اطلاعات به‌دست‌آمده از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای آزمایش، ایستگاه هواشناسی چیتگر، میانگین ماهانهٔ فراسنجه‌های هواشناسی ارائه شدند (جدول ۱). بنابراین در طول دورهٔ رشد این گیاه بارندگی بسیار کم و فصل خشک به شمار می‌آید.

پیش از کاشت، از نقاط مختلف خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی نمونه‌برداری صورت گرفت و برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ خاک در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۱. ویژگی‌های آب و هوایی منطقه در طی دورهٔ آزمایش در سال ۱۳۹۲

Table 1. Average monthly weather properties during experiment period in 2013

Month	Maximum relative humidity (%)	Minimum relative humidity (%)	Rainfall (mm)	Soil temperature (°C)	Total sunny hours
May	59	23	9.13	18.8	349
June	55	21	10.6	24.6	329
July	49	15	-	31.5	351.3
Aug	49	17	-	30.2	356.9
Sep	49	14	-	26.5	340.7

جدول ۲. ویژگی‌های شیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی

Table 2. The soil chemical properties of experimental field

Soil depth (cm)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	Total N (%)	Organic C (%)	pH in a saturated paste extract	EC (dS/m)
0-30	908	119.2	0.15	1.58	7.45	1.22

جدول ۳. ویژگی‌های فیزیکی خاک مزرعهٔ آزمایشی

Table 3. The soil physical properties of experimental field

Soil depth (cm)	Soil texture	Bulk density (g/cm^3)	Permanent wilting point (% by weight)	Field capacity (% by weight)
0-20	Sandy loam	1.45	7.18	15.38
20-40	Sandy loam		8.39	19.52

Archive of SID

www.SID.ir

عملیات آماده‌سازی زمین در ۲۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ انجام شد. در آغاز زمین مورد نظر با گاوآهن برگرداندار شخم‌زده شد و آنگاه به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و نرم کردن زمین عملیات دیسک‌زنی دو بار و به صورت عمود بر هم انجام گرفت. پس از آماده‌سازی زمین، کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲ متر شامل پنج ردیف کاشت ایجاد شد. فاصلهٔ هر کرت از کرت مجاور و تکرار بعدی ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. پیش از کاشت، بذرهای سویا با باکتری ریزوبیوم تلقیح شدند و سپس عمل کاشت انجام گرفت. بذرها به صورت دستی کشت شدند و برای کاشت شیاری به عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر ایجاد شد. فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف‌های کشت ۸ سانتی‌متر و بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت مزرعهٔ آبیاری شد. با توجه به آزمایش خاک (جدول ۲) و غنی بودن خاک مزرعه از فسفر و پتاسیم، تنها میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره به عنوان کود آغازگر (استارتر)، پیش از کاشت در همهٔ کرت‌ها استفاده شد. عملیات تنک در مرحلهٔ V_2 انجام شد (Fehr & Caviness, 1977) و تراکم بوته به حدود ۳۲۰۰۰۰ بوته در هکتار کاهش یافت.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سه تیمار آبیاری شامل آبیاری پس از تبخیر (تخلیه) ۴۰درصد آب قابل استفادهٔ گیاه از خاک، تبخیر ۵۵درصد آب قابل استفادهٔ گیاه از خاک و تبخیر ۷۰درصد آب قابل استفادهٔ گیاه از خاک در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. کرت‌های فرعی شامل ترکیب فاکتوریلی از دو رقم سویا و پنج تیمار محلول‌پاشی به‌صورت: تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی)، محلول‌پاشی آب خالص، محلول‌پاشی هگزاکونازول به میزان ۳۵ میلی‌گرم در لیتر، محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و محلول‌پاشی پنکونازول به میزان ۳۵ میلی‌گرم در لیتر بودند. محلول‌پاشی در دو زمان پیش و پس از تنش انجام شد. در هر محلول‌پاشی نیمی از غلظت یادشده در بالا تهیه و استفاده شد. رقم‌های مورد استفاده در این آزمایش دو رقم L17 (با گروه رسیدگی ۳) و ویلیامز (با گروه رسیدگی ۴) بودند. برای کنترل حجم آب مورد استفاده برای کرت‌ها از کنتور استفاده شد. آبیاری همهٔ کرت‌های آزمایشی تا مرحلهٔ گلدهی (R_1) به‌طور یکسان و همزمان صورت گرفت. پس از اعمال تیمار محلول‌پاشی در مرحلهٔ گلدهی، دور آبیاری بر پایهٔ کاهش رطوبت خاک تنظیم شد به‌طوری‌که آبیاری تیمارهای شاهد پس از ۴۰ درصد تخلیهٔ رطوبتی و آبیاری کرت‌های دارای تنش کم‌آبی پس از ۵۵ و ۷۰ درصد تخلیهٔ رطوبتی صورت می‌گرفت. پیش از اعمال تیمار آبیاری، نمونه‌های خاک از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری کرت‌های آزمایشی تهیه و با استفاده از دستگاه پمپ فشاری میزان ظرفیت زراعی (FC) و نقطهٔ پژمردگی دائم (PWP) خاک تعیین شد. میزان رطوبت قابل دسترس از کم کردن میزان PWP از FC به دست آمد. اعمال تیمار تنش از مرحلهٔ گلدهی تا پایان دورهٔ رشد صورت گرفت. برای اندازه‌گیری و پایش رطوبت خاک از روش انعکاس‌سنجی زمانی (TDR)[1] استفاده شد که برای این منظور لوله‌های مخصوص TDR در مرکز هر کرت قرار گرفت. حجم آب آبیاری (Vw) بر حسب مترمکعب برای رساندن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی تعیین شد (Alizaded, 2007).

عملیات وجین علف‌های هرز از مرحلهٔ ۴-۲ برگی آغاز و تا گلدهی به صورت دستی انجام گرفت و هیچ‌گونه علف‌کش و آفت‌کشی در طول فصل رشد استفاده نشد. در مرحلهٔ دانه‌بندی (R_5) و پیش از انجام آبیاری شمار پنج بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناختی به‌کار گرفته شد. در انتهای فصل رشد و پس از رسیدن گیاهان صفات ریخت‌شناختی شامل ارتفاع بوته، شمار گرهٔ ساقه، شمار شاخهٔ فرعی، فاصلهٔ نخستین غلاف از زمین و اجزاء عملکرد شامل شمار غلاف در بوته، شمار دانه در غلاف و وزن هزاردانه با میانگین‌گیری از پنج 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

1. Time-Domain Reflectometry

Archive of SID

www.SID.ir

اثرگذاری حاشیه انجام گرفت. عملکرد نهایی بر مبنای تراکم موجود تعیین شد و با رطوبت ۱۳ درصد محاسبه شد.

درصد روغن دانه‌ها با دستگاه سوکسله (Model No SCMS-F100-6H) اندازه‌گیری شد. در آغاز بذرها توسط آسیاب‌های خانگی آسیاب شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد تا رطوبت آن‌ها به‌کلی از بین برود. پس‌ازآن ۲ گرم از نمونه را درون قیف‌های تهیه‌شده از کاغذ صافی ریخته و قیف‌ها به همراه نمونهٔ بذر وزن شدند. سپس قیف‌های حاوی نمونهٔ بذر به مدت ۶ ساعت درون سوکسله قرار گرفتند. پس از گذشت زمان تعیین‌شده نمونه‌ها از دستگاه خارج شده و به مدت ۱ ساعت در دمای آزمایشگاه گذاشته شد و سپس برای اطمینان از خشک شدن کامل نمونه‌ها، به مدت ۱ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس قرار گرفتند و پس از گذشت این زمان دوباره وزن شدند. اختلاف وزن نمونه‌ها برابر با میزان روغن موجود در بذرها است. عملکرد روغن نیز با در نظر گرفتن درصد روغن و عملکرد بذر هر تیمار محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه در آغاز با روش indophenol blue method (Novozamsky *et al.*, 1974) میزان نیتروژن موجود در بذر با دستگاه کجلدال اندازه‌گیری و آنگاه میزان پروتئین با ضرب میزان نیتروژن در عدد ۶/۲۵ (Chun *et al.*, 2008) محاسبه شد.

تجزیهٔ واریانس از مدل خطی تعمیم یافته (GLM) و پس از حصول اطمینان از نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد زیست‌توده

جدول تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ معنی‌داری اثر متقابل سه گانهٔ تیمارهای آزمایشی بر عملکرد زیست‌توده بود (جدول ۴). در شرایط بدون تنش محلول پاشی سیلیکات کلسیم روی رقم L17 بیشترین و در شرایط تنش متوسط محلول‌پاشی پنکونازول روی همین رقم (L17) با اختلاف ۹۵۱۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به یکدیگر کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (جدول ۶). گزارش شده که کاربرد یونیکونازول در شرایط بدون تنش باعث افزایش انتقال مواد نورساختی به اندام‌های رویشی شد درحالی‌که در شرایط تنش سهم ریشه و غلاف‌ها بیشتر از اندام‌های رویشی بود (Zhang *et al.*, 2006). به‌طورکلی در شرایط تنش شدید مقادیر این صفت نسبت به دیگر سطوح این تیمار کاهش بیشتری نشان داد. در این سطح از تنش (تنش شدید) محلول‌پاشی روی رقم L17 نسبت به رقم ویلیامز با اختلاف ۱۴۱۵ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش آسیب تنش شد. در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد روی رقم ویلیامز با اختلاف ۱۸۱۷ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد زیست‌توده نسبت به رقم L17 شد (جدول ۶). در قیاس تنش شدید و شرایط بدون تنش مشخص می‌شود محلول‌پاشی روی رقم ویلیامز نمی‌تواند تعدیل‌کنندهٔ شرایط تنش شود که در این میان رقم L17 در صورت محلول‌پاشی می‌تواند عملکرد زیست‌تودهٔ بیشتری را نشان دهد. افزایش نورساخت گیاه و انتقال بیشتر آسیمیلات‌ها به ریشه و غلاف‌ها در نتیجهٔ کاربرد پنکونازول می‌تواند دلیلی بر افزایش جزیی میزان عملکرد زیست‌توده باشد (Gao *et al.*, 1987). گزارش شده است، بسیاری از گیاهان از کمبود عنصر سیلیس در خاک رنج می‌برند و استفاده از این عنصر باعث افزایش عملکرد زیست‌توده می‌شود (Datnoff *et al.*, 1997).

وزن هزاردانه

اثر متقابل تنش کم‌آبی، رقم و محلول‌پاشی بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۵). در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی پنکونازول روی رقم L17 و در شرایط تنش متوسط بدون محلول‌پاشی همین رقم کمترین میزان وزن هزاردانه را نشان دادند (جدول ۶). این در حالی‌است که در شرایط تنش متوسط

Archive of SID

www.SID.ir

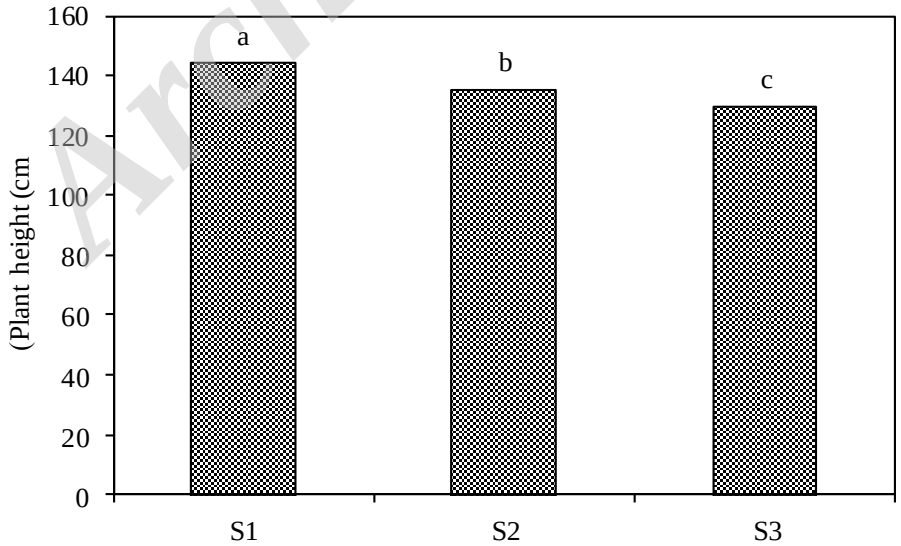
محلول‌پاشی هگزاکونازول روی همین رقم نسبت به شرایط بدون محلول‌پاشی با اختلاف ۲۴ درصد مقادیر وزن هزاردانهٔ بیشتری را نشان داد (جدول ۶). در همین سطح از تنش محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم باعث اختلاف معنی‌داری نسبت به آب مقطر نشد. به‌طورکلی در شرایط تنش متوسط وزن هزاردانه بیش از سطوح دیگر این تیمار مقادیر وزن هزاردانه را کاهش داد و با افزایش تنش به شرایط تنش شدید مقادیر این صفت افزایش نسبی پیدا کرد. در شرایط تنش متوسط و شدید واکنش رقم ویلیامز نسبت به L17 بهتر بود و تنش اثر کمتری بر آن داشت (جدول ۶).

شمار غلاف در بوته

در تجزیهٔ واریانس مشخص شد اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر صفت شمار غلاف در بوته معنی‌دار است (جدول ۵). در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی پنکونازول روی رقم L17 و ویلیامز با اختلاف ۳۹ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را در این سطح از تنش نشان دادند (جدول ۶). همچنین در شرایط تنش متوسط محلول‌پاشی محلول‌پاشی هگزاکونازول نسبت به پنکونازول با اختلاف ۲۳ درصد بیشتر بود (جدول ۶). به‌طورکلی میزان‌های این صفت در شرایط تنش متوسط نسبت به دو سطح دیگر کمتر بود و با افزایش سطح تنش به تنش شدید به مقادیر این صفت افزوده شد (جدول ۶). کاربرد سیلیکات کلسیم بر گیاه برنج بر شمار برگ‌ها افزوده و باعث افزایش شمار پنجه، سنبلک‌ها، وزن دانه و درصد سنبلک‌های پرشده و پانیکول شده و بر کیفیت و عملکرد دانه اثرگذار بوده است (Agarie *et al.*,1993).

ارتفاع بوته

تأثیر تنش کم‌آبی بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول۵). شرایط بدون تنش و شرایط تنش شدید با اختلاف ۱۴/۳ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (شکل ۱). همچنین با افزایش سطح تنش از شرایط بدون تنش به تنش متوسط مقادیر این صفت ۸/۷ سانتی متر کاهش یافت (شکل ۱). نتایج آزمایشی روی واکنش ۱۹ ژنوتیپ سویا در شرایط تنش خشکی نشان داد که تنش کم‌آبی تأثیر معنی‌داری بر شمار گره، ارتفاع بوته و شمار شاخه داشت و گیاهان در شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با تنش متوسط و شدید از نظر این صفات برتری داشتند (Daneshian *et al.*, 2009).



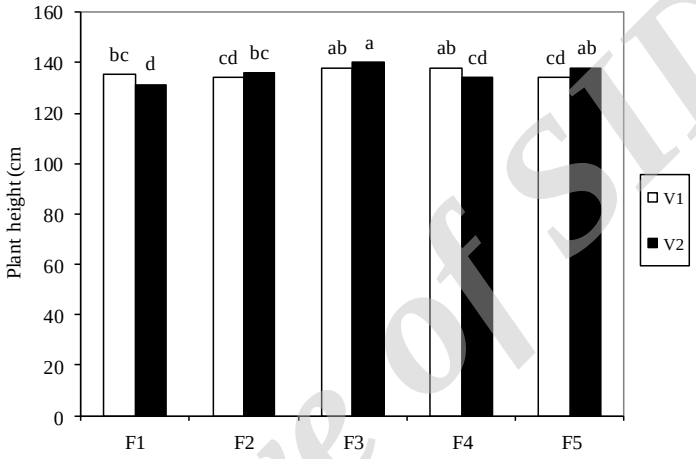
شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبی بر ارتفاع بوتهٔ سویا. S : بدون تنش، S2: تنش متوسط، S3: تنش شدید. وجود حرف‌های مشترک در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبود معنی‌داری است.

Figure 1. The effect of different water defecit stress levels on soybean plant height. S1: Un-stressed control, S2: Moderate stress, S3: Severe stress. Means within a column followed by the same letter are not significantly different.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد، اثر متقابل تیمارهای رقم و محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته معنی‌دار است (جدول ۴). محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم و هگزاکونازول روی رقم ویلیامز با اختلاف ۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (شکل ۲). مقادیر بالای سیلیس موجود در گیاه اهمیت زیادی در رشد بیشتر و مقاومت به بیماری‌های قارچی داشته باشد (Datnoff *et al.*, 1997). سیلیس باعث افزایش رشد رویشی و افزایش تولید مادهٔ خشک شده و تعرق را در گیاه برنج کاهش داده است (Agarie *et al.*, 1993). محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد روی رقم L17 باعث افزایش مقادیر این صفت شد که بین این مواد سیلیکات کلسیم بیش از دیگران اثر افزایش‌دهنده داشت. اما در رقم ویلیامز مواد بهبوددهندهٔ رشد نتوانستند باعث افزایش مقادیر این صفت شوند. بدون محلول‌پاشی این رقم با اختلاف ۲ سانتی‌متر نسبت به محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم در رتبهٔ بعدی ارتفاع در این رقم قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۲. اثر متقابل تیمارهای رقم و محلول‌پاشی بر ارتفاع بوتهٔ سویا. V1: L17، V2: ویلیامز، F1: محلول‌پاشی هگزاکونازول، F2: محلول‌پاشی پنکونازول، F3: محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم، F4: محلول پاشی آب و F5: شاهد. وجود حرف‌های مشترک نشان‌دهندهٔ نبود معنی‌داری است.

Figure 2. The interaction between variety and foliar spray on soybean plant height. V1: L17, V2: Williams, F1: Hexaconazole spraying, F2: Penconazole spraying, F3: Calcium silicate spraying, F4: Water spraying and F5: Control. Means within a column followed by the same letter are not significantly different.

عملکرد دانه

اثر متقابل تنش کم‌آبی، رقم و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۴). در شرایط بدون تنش، محلول‌پاشی رقم ویلیامز با سیلیکات کلسیم بیشترین و در شرایط تنش متوسط محلول‌پاشی رقم L17 با سیلیکات کلسیم کمترین عملکرد دانه را داشتند که بین این دو نمونه ۳۳۲۸ کیلوگرم اختلاف وجود داشت (جدول ۶). کمبود آب در بسیاری از مراحل نموی سویا می‌تواند باعث افت عملکرد گیاه شود اما تأثیر منفی تنش در فرآیند گلدهی، تشکیل بذر و پر شدن دانه بسیار مهم است (Doss et al., 1974). نتایج تحقیقی نشان داد، در نتیجهٔ تنش خشکی در سویا عملکرد دانه کاهش یافت که ناشی از کاهش شمار دانه در گیاه و وزن هزاردانه بود (Daneshian *et al.*, 2002). در شرایط بدون تنش، محلول‌پاشی آب مقطر روی رقم L17 و محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم روی رقم ویلیامز نسبت به دیگر سطوح محلول‌پاشی عملکرد دانهٔ بیشتری را به‌وجود آوردند (جدول ۶). در نتایج آزمایشی، کاربرد تریازول‌ها منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانهٔ برنج شد (Wang-Xi *et al.*, 1994). همچنین در نتایج آزمایش دیگری گزارش شده، یونیکونازول در گیاهان تحت تنش گندم باعث افزایش شمار پنجه، برگ و عملکرد دانه شد (Imam *et al.*, 1995). در آزمایشی دو روش کاربرد پاکلوبوترازول

Archive of SID

www.SID.ir

بر عملکرد میوه و صفات فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی بررسی شد. نتایج نشان داد، هر دو روش کاربرد پاکلوبوترازول منجر به تسریع تشکیل میوه شد و عملکرد گیاه را افزایش داد (Berova & Zelatev, 2000). در شرایط تنش شدید محلول‌پاشی هگزاکونازول روی رقم L17 توانست مقادیر عملکرد دانه را ۱۲ درصد افزایش دهد (جدول ۶).

درصد روغن

اثر اصلی و متقابل تیمارهای تنش کم‌آبی، رقم و محلول پاشی بر درصد روغن معنی‌دار نبود (جدول ۴). در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی پنکونازول روی رقم ویلیامز و بدون محلول‌پاشی (شاهد) روی رقم L17 با اختلاف حدود ۶ درصد به ترتیب بیشترین (۲۱/۲ درصد) و کمترین (۱۵/۳ درصد) مقادیر این صفت را نشان دادند (داده‌ها ارائه نشده‌اند). نداشتن تأثیر تریازول‌ها بر میزان روغن در آزمایش دیگری نیز گزارش شده است (Leul & Zhou, 1999). در مورد نداشتن تأثیر پنکونازول و سیلیکات کلسیم بر این صفت می‌توان چنین گفت، نوع ترکیب، غلظت مورد استفاده، نوع گیاه، زمان و شمار بارهای کاربرد می‌توانند بر این صفت مؤثر باشند.

شاخص برداشت

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان‌دهندهٔ معنی‌داری اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت بود (جدول ۴). محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم روی رقم L17 در شرایط بدون تنش و تنش متوسط با اختلاف ۰/۲۳ به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (جدول ۶). در همهٔ سطوح تنش رقم ویلیامز شاخص برداشت بیشتری را از خود نشان داد و رقم L17 در شرایط تنش متوسط کمترین مقادیر این صفت را در همهٔ سطوح محلول‌پاشی نشان داد. در شرایط تنش شدید محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد توانست مقادیر شاخص برداشت رقم L17 را نسبت به شرایط تنش متوسط افزایش دهد (جدول ۶). به دلیل اینکه شاخص برداشت حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیست‌توده است، لذا تغییر این دو فراسنجه تأثیر عمده‌ای بر شاخص برداشت دارند. در واقع اظهارنظر در ارتباط با این صفت قدری دشوار است. تنش کم‌آبی باعث کاهش شاخص برداشت شد. این مسئله می‌تواند به دلیل تأثیر بیشتر تنش بر عملکرد دانه باشد به شکلی که تنش کم‌آبی باعث کاهش هر دو فراسنجه مؤثر بر شاخص برداشت شد. مصرف تریازول‌ها، میزان تحمل به خشکی را از راه افزایش میزان آبسیزیک اسید، پرولین و پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان)ها و بسته شدن روزنه‌ها درگندم (Gilley & Fletcher, 1997)، تریتیکاله (Berova & Zlatev, 2003)، گوجه‌فرنگی (Still & Pill, 2004)، ری‌گراس چند ساله (Jiang & Frey, 1998)، افرای نقره‌ای (Marshal *et al*., 2000) و سویا (Zhang *et al*., 2006) افزایش داد. در واقع با افزایش تحمل به خشکی هم عملکرد دانه و هم عملکرد زیست‌توده افزایش یافته و با افزایش این دو فراسنجه احتمال افزایش شاخص برداشت نیز وجود دارد. بر خلاف نتایج این آزمایش، در تحقیقی بیان شد، تنش شدید کم آبی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت نسبت به دیگر سطوح تنش شد (Naderi Darbaghshahi *et al*., 2004).

عملکرد روغن

در بررسی نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس داده‌های آزمایشی مشخص شد اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد روغن معنی‌دار است (جدول ۴). در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی پنکونازول روی رقم ویلیامز و در شرایط تنش متوسط بدون محلول‌پاشی رقم L17 با اختلاف ۷۶۴ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (جدول ۶). عملکرد روغن حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن است بنابراین تحت تأثیر مستقیم این دو فراسنجه است. کاهش در عملکرد روغن را می‌توان ناشی از کمبود رطوبت خاک، کاهش نورساخت و تولید مواد نورساختی، کاهش تخصیص مواد به بخش‌های مختلف گیاه و در نتیجه نرسیدن عملکرد گیاه به قابلیت و ظرفیت ژنتیکی خود دانست (Flagella *et al.*, 2002). برخی محققان نیز در نتایج بررسی خود گزارش کردند، عملکرد روغن

Archive of SID

www.SID.ir

آفتابگردان در شرایط تنش کم آبی کاهش می‌یابد (Roshdi *et al*., 2006). به‌طورکلی رقم ویلیامز نسبت به رقم L17 در سطوح بدون تنش و تنش متوسط عملکرد روغن بیشتری را نشان داد که این روال در شرایط تنش شدید برعکس بود و رقم ویلیامز عملکرد روغن کمتری نسبت به رقم L17 نشان داد (جدول ۶). می‌توان نتیجه گرفت واکنش دو رقم در شرایط بروز تنش متفاوت است و اگر مدنظر مقادیر بالای این صفت در شرایط تنش شدید است می‌توان از رقم L17 برای کاشت استفاده کرد. همچنین مشخص شد در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد روی رقم L17 می‌تواند عملکرد روغن را نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش دهد. با توجه به واکنش متفاوت رقم‌های مورد بررسی به محلول‌پاشی در شرایط متفاوت باید بیان کرد، در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی پنکونازول و سیلیکات کلسیم روی رقم ویلیامز، و در شرایط تنش متوسط و شدید به ترتیب محلول‌پاشی پنکونازول و هگزاکونازول روی رقم L17 کارایی بالاتری در افزایش عملکرد روغن داشتند.

عملکرد پروتئین

در بررسی نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیهٔ واریانس مشخص شد اثر متقابل تیمارهای مورد بررسی بر این صفت معنی‌دار است (جدول ۴). در شرایط بدون تنش رقم ویلیامز و در شرایط تنش متوسط محلول‌پاشی هگزاکونازول روی رقم L17 با اختلاف بیش از ۴ برابر به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر این صفت را نشان دادند (جدول ۶). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عامل‌هایی است که می‌تواند بر پروتئین دانه اثر گذاشته و منجر به کاهش این صفت شود (Johnston *et al*., 2002). در شرایط بدون تنش محلول پاشی سیلیکات کلسیم روی رقم L17 و در شرایط تنش شدید محلول‌پاشی پنکونازول روی رقم ویلیامز باعث افزایش مقادیر عملکرد پروتئین شد (جدول ۶).

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و ویژگی‌های کیفی سویا تحت تأثیر سطوح مختلف کم‌آبی، رقم و محلول‌پاشی

Table 4. Analysis of variance (Mean square) of yield and qualitative properties in soybean varieties influenced by water defecit stress and foliar spaying

SOV	df	Protein yield	Oil yield	Harvest index	Oil concentration	Grain yield	Biological yield
Replication	2	158.88	8.58	0.00008	10.19	2891.24	130404.30
Stress	2	227908.08**	640220.74**	0.03244**	3.99	15975537.91**	73480615.20**
Error a	4	16.08	529.51	0.00008	2.31	19562.51	961473.60
Variety	1	108298.71**	216090.00**	0.02880**	9.25	3552954.71**	1913187.60
Spraying	4	18852.91**	21914.64**	0.00219**	20.20	140938.51**	769402.60
Stress × Variety	2	158758.08	70413.70**	0.00962**	12.50	1660799.51**	19782986.80**
Stress × Spraying	8	54740.06**	78283.61**	0.00887**	15.26	1295796.74**	6880298.40**
Variety × Spraying	4	18049.74**	6713.47**	0.00601**	5.45	299216.82**	5737928.40**
Stress × Variety × Spraying	8	43800.48**	69340.34**	0.00680**	5.11	1604002.12**	11528807.20**
Error b	54	54.05	1085.42	0.00009	12.22	27044	896300.00
CV (%)		2.10	6.68	3.52	18.78	6.25	10.25

*و **: به ترتیب نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

*, **: Indicate significant at the 0.05 and 0.01 probability level.

جدول ۵. تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد و ارتفاع بوتهٔ سویا تحت تأثیر سطوح مختلف کم‌آبی، رقم و محلول‌پاشی

Table 5. Analysis of variance (Mean square) of yield components and plant height in soybean varieties influenced by water defecit stress and foliar spaying

SOV	df	Plant height	Pod no./plant	1000 grain weight
Replication	2	22.30	0.70	2.26
Stress	2	1557.70**	10260.31**	2313.34**
Error a	4	6.80	12.91	11.37
Variety	1	0.04	3025.28**	1238.77**
Spraying	4	83.24**	2041.97**	366.47**
Stress × Variety	2	1.34	1017.35**	837.68**
Stress × Spraying	8	6.96	1471.57**	1103873194**
Variety × Spraying	4	55.74**	1526.93**	650.61**
Stress × Variety × Spraying	8	6.25	2563.39**	718.63**
Error b	54	12.87	8.68	10.50
CV (%)		2.63	4.58	3.65

*و **: به ترتیب نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

*, **: Indicate significant at the 0.05 and 0.01 probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶. تأثیر سطوح مختلف کم‌آبی و محلول‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا

Table 6. Effect of water defecit stress and foliar spaying on yield and yield components in two variteies of soybean

Water defecit stress	Variety	Spraying	Pod no./plant	1000grain weight (g)	Protein yield (kg/ha)	Oil yield (kg/ha)	Harvest index	Grain yield (kg/ha)	Biological yield (kg/ha)
Un-stressed control	L17	F_1	47.57lmn	90.43hi	804lm	456ijk	0.28gl	2534ij	9176fgh
		F_2	59.10hi	76.13ml	826l	569fg	0.25j	2710h	10668cd
		F_3	44.03no	138.63a	1147f	644cd	0.40a	3342cde	8654g-j
		F_4	67.27ef	89.93hi	1116g	673bc	0.29gh	3494bc	12163bc
		F_5	63.03fgh	80.77kl	1008h	388lm	0.33c	3064f	9317fgh
	Williams	F_1	58.37hi	97.17ef	1056i	713b	0.32cd	3400cd	10556def
		F_2	67.40def	111.63c	1518b	961a	0.36b	4527a	12614b
		F_3	72.20cd	105.77d	1412e	921a	0.30fg	4560a	15446a
		F_4	49.77klm	77.27klm	717n	454ijk	0.27hi	2299jkl	8408g-j
		F_5	61.63gh	89.43hi	1481a	644cde	0.31de	3755b	12045bcd
Moderate stress	L17	F_1	40.60o	72.40mn	466q	243p	0.23k	1531o	6625ml
		F_2	53.17jk	87.37ij	722p	493hlj	0.31de	2389ijk	7783h-l
		F_3	47.23mn	65.53o	408q	219p	0.17m	1233p	7201j-m
		F_4	50.63klm	65.27o	565no	319o	0.17cm	1584o	9358fg
		F_5	43.60no	54.97p	363q	218p	0.17m	1263p	6853ml
	Williams	F_1	56.03ij	68.10no	616o	328no	0.21l	1877n	8894ghi
		F_2	40.77o	99.73e	679m	374lm	0.34c	2038lmn	6145m
		F_3	52.37jkl	78.60lk	775i	363l-o	0.23k	2017mn	8687g-j
		F_4	64.27fg	97.40ef	1168c	586f	0.33c	3169def	9591efg
		F_5	42.30o	99.80e	746k	358mno	0.33ef	2091lmn	6861klm
Severe stress	L17	F_1	91.57b	95.67fg	1223d	660bc	0.32de	3510bc	11070c-e
		F_2	64.70efg	76.97ml	775ij	416kl	0.23kl	2033lmn	9220fgh
		F_3	66.83ef	93.53fgh	888j	404klm	0.28hi	2641hi	9529efg
		F_4	66.23efg	80.57lk	679no	364l-o	0.27ij	2153klm	8105g-l
		F_5	72.73c	108.10cd	1149cd	594def	0.29fg	3115ef	10660c-f
	Williams	F_1	64.07fg	117.40b	770l	448jk	0.33c	2417ijk	7247j-l
		F_2	69.40cde	96.33ef	920i	507hi	0.31de	2736gh	8992gh
		F_3	64.07fg	80.03lk	728k	355mno	0.27hi	2012mn	7380i-l
		F_4	201.10a	82.50jk	754o	530gh	0.30ef	2558hij	8479g-j
		F_5	88.50b	86.40ji	916k	590ef	0.32de	2999fg	9411fg

وجود حرف‌های مشترک در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبود معنی‌داری است ($P\leq ۰/۰۵$). F1: محلول‌پاشی هگزاکونازول، F2: محلول‌پاشی پنکونازول، F3: محلول‌پاشی سیلیکات کلسیم، F4: محلول‌پاشی آب و F5: شاهد.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P\leq 0.05$).V1: F1: Hexaconazole spraying, F2: Penconazole spraying, F3: Calcium silicate spraying, F4: Water spraying and F5: Control.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی رقم ویلیامز نسبت به رقم L17 در سطوح بدون تنش و تنش متوسط عملکرد روغن بیشتری را نشان داد که این روال در شرایط تنش شدید برعکس بود و رقم ویلیامز عملکرد روغن کمتری نسبت به رقم L17 نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت واکنش دو رقم در شرایط بروز تنش متفاوت است و اگر مقادیر بالای این صفت در شرایط تنش شدید مدنظر است می توان از رقم L17 برای کاشت استفاده کرد. همچنین مشخص شد در شرایط بدون تنش محلول‌پاشی مواد بهبوددهندهٔ رشد روی رقم L17 می‌تواند عملکرد روغن را نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش دهد. در نهایت سیلیکات کلسیم در شرایط بدون تنش و تنش متوسط و تریازول‌ها در شرایط تنش شدید به‌ویژه پنکونازول کارایی بالاتری در افزایش عملکرد روغن داشتند. در افزایش عملکرد پروتئین سیلیکات کلسیم و پنکونازول موفق‌تر عمل کردند.

REFERENCES

1. Agarie, S., Uchida, H., Agata, W., Kubota, F. & Kaufamn, B. (1993). Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice (*Oryza sativa* L.). *Crop Production and Improvement Technology*, 34, 225-234.
2. Alizaded, A. (2007). *Irrigation system design: Surface irrigation system design*. Imam Reza University Press. Volume 1, 450 pp. (in Farsi)
3. Berova, M. & Zlatev, Z. (2000). Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Plant Growth Regulation*, 30, 117-123.
4. Berova, M. & Zlatev, Z. (2003). Physiological response of paclobutrazol-treated triticale plants to water stress. *Biologia Plantarum*, 46, 133-136.

Archive of SID

www.SID.ir

5. Chun, L., Xiansheng, W., Hao, M., Zhanqin, Z., Wenrui, G. & Li, Z. (2008). Functional properties of protein isolates from soybean stored on various condition. *Food Chemistry*, 111, 29-37.
6. Daneshian, J., Majidi Haravan, E. & Jonoubi, P. (2002). Evaluating the effect of drought stress and potash rate on quantitative and qualitative properties of soybean. *Agricultural Science (Islamic Azad University)*, 8, 95-108. (in Farsi)
7. Daneshian, J., Hadi, H. & Jonoubi, P. (2009). Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11, 393-409. (in Farsi)
8. Datnoff, L. E., Deren, C. W. & Snyder, G. H. (1997). Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. *Crop Protection*, 16, 525-531.
9. Doss, B. D., Pearson, R. W. & Rogers, H. T. (1974). Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agronomy Journal*, 66, 297-299.
10. Epstein, E. (1994). The anomaly of silicon in plant biology. *Proceedings of National Academy Sciences of the United States of America*, 91, 11-17.
11. Fahad, S., Hussain, S., Matloob, A., Khan, F. A., Khaliq, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Khan, F., Ullah, N., Faiq, M., Khan, M. R., Tareen, A. K., Khan, A., Ullah, A., Ullah, N. & Huang, J. (2015). Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. *Plant Growth Regulation*, 75, 391-404.
12. Fehr, W. R. & Caviness, C. E. (1977). *Stages of Soybean Development*. Special Report 80. Iowa State University. Ames, IA.
13. Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R. & De Caro, A. (2002). Changes in seed yield and oil fatty composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17, 331-334.
14. Gao, J., Hofstra, G. & Fletcher, R. A. (1987). Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedlings. *Canadian Journal of Botany*, 66, 1178-1185.
15. Gilley, A. & Fletcher, R. A. (1997). Relative efficacy of paclobtrazol, propinozole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*, 21, 169-175.
16. Imam, R. M., Kandil, S. A., Abo El-Khair, M. S. A. & Abd El-Halim, S. (1995). Growth parameters, metabolic changes and productivity of wheat plants as affected by uniconazole treatments under water stress conditions. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 10, 12-27.
17. Jiang, H. & Frey, J. (1998). Drought responses of perennial ryegrass treated with growth regulators. *HortScience*, 33, 270-273.
18. Johnston, A. M., Tanaka, D. L., Miller, P. R., Brandt, S. A., Nielsen, D. C., Lafond, G. P. & Riveland, N. R. (2002). Oilseed Crops for Semiarid Cropping Systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94, 231-240.
19. Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. & Nabati, J. (2009). *Physiology of environmental stresses in plants*. Mashhad, Jehad Danshgahi Press. 502 pp. (in Farsi)
20. Khajehpour, M. (2005). Industrial crop production. Isfahan Technology University, Jehad Daneshgahi Press. 580 pp. (in Farsi)
21. Latifi, N. (1993). *Soybean physiology, agronomy, and utilization* (by Norman, A. G.). Ferdowsi University of Mashhad Press. 282 pp. (in Farsi)
22. Leul, M. and Zhou, W. J. (1999). Alleviation of waterlogging damage in winter rape by uniconazole application: effects on enzyme activity, lipid peroxidation, and membrane integrity. *Journal of Plant Growth Regulation*, 18, 9-14.
23. Liang, Y. C. (1999). Effects of silicon on enzyme activity, and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. *Plant and Soil*, 209, 217-224.
24. Liang, Y. C., Zhang, W. H., Chen, Q. & Ding, R. X. (2005). Effects of silicon on tonoplast Hþ-ATPase and Hþ-PPase activity, fatty acid composition and fluidity in roots of salt-stressed barley (Hordeum vulgare L.). *Environmental and Experimental Botany*, 53, 29-37.
25. Liang, Y. C., Zhang, W. H., Chen, Q., Liu, Y. L. & Ding, R. X. (2006). Effect of exogenous silicon (Si) on Hþ-ATPase activity, phospholipids and fluidity of plasma membrane in leaves of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 57, 212-219.
26. Ma, J., Nishimara, K. & Takahashi, E. (1989). Effect of silicon on the growth of rice plant at different growth stages. *Soil Science and Plant Nutrition*, 35, 347-356.
27. Marshall, J. G., Rutledge, R. G., Blumwald, E. & Dumbroff, E. D. (2000). Reduction in turgid water in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol. Tree Physiology, 20, 701-707.
28. Mohammadi, G. R., Chatrnour, S., Jalali-Honarmand, S. & Kahrizi, D. (2015). The effects of planting arrangement and phosphate biofertilizer on soybean under different weed interference periods. Acta Agriculturae Slovenica, 105, 313-322.
29. Naderi Darbaghshahi, M., NoorMohammadi, G., Majidi E., Darvish, F., Shiranirad, A. & Madani, H. (2004). Effects of drought stress and plant density on ecophysiological traits of three safflower lines in summer planting in Isfahan. *Seed and Plant Improvement Journal*, 20, 281-296. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir

30. Novozamsky, I., van Eck, R., van Schouwenburg J. Ch. & Walinga, I. (1974). Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. *Netherland Journal of Agricultural Science*, 22, 3-5.
31. Roshdi, M., Heydari Sharifabad, H., Karimi, M., Nourmohammadi, G. H. & Darvish, F. (2006). A Syrvey on the impact of water deficiency over the yield of sunflower seed cultivar and its components. *Journal of Agriculture Science*, 12, 109-121. (in Farsi)
32. Sarmadnia, G. H. & Koocheki, A. (1992). *Physiological aspects of dryland farming* (by Gupta, U. S.). Jihad Daneshgahi Mashhad Press. 424 pp. (in Farsi)
33. Shou, H. X., Zhu, D. H., Chen, C. X., Zhu, W. Y. & Zhu, S. L. (1991). The initial study of responses and physiological indexes for drought resistance in eight soybean varieties under drought condition. *Acta Agriculturea Zhejiangensis*, 6, 278-281.
34. Still, J. R. & Pill, W. G. (2004). Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 197 203.
35. Tuna, A. L. (2014). Influence of foliarly applied different triazole compounds on growth, nutrition, and antioxidant enzyme activities in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Under salt stress. *Australian Journal of Crop Science*, 8, 71-79.
36. Wang, W., Vinocur, B. & Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1-14.
37. Wang-Xi, Yu, MeiYu, Tao- LongXing, Wang, X., YU-MY. & Tao, L. X. (1994). The effect of uniconazole chemical control method on rice yield. *Chinese Journal for Rice Science*, 8, 181- 184.
38. Zhang, M., Duan, l., Tian, X., He, Z., Li, J., Wang, B. & Li, Z. (2006). Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *Journal of Plant Physiology*, 164, 709-717.

Archive of SID

www.SID.ir