

## تأثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل

رامین بالجانی<sup>1\*</sup> و فرید شکاری<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 89/5/10 تاریخ پذیرش: 90/11/17

1 - دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه زنجان

2- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

\* مسئول مکاتبه : E-mail: [Raminbaljani@yahoo.com](mailto:Raminbaljani@yahoo.com)

### چکیده

سالیسیلیک اسید از جمله هورمون‌های گیاهی است که اثرات بهبود دهنده‌ای روی رشد و عملکرد گیاهان تحت شرایط مختلف محیطی دارد و می‌تواند بعنوان یک تنظیم کننده رشد جهت بهبود رشد گیاه در شرایط تنش آب مورد استفاده قرار گیرد. به منظور بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید روی شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ آزمایشی به صورت اسپیلت، اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تنش خشکی به عنوان کرت اصلی در دو سطح آبیاری منظم و قطع کامل آبیاری بعد از گلدهی، ژنوتیپ‌های گلرنگ (رقم محلی اصفهان، Gilla، Lesaf، Dincer) بعنوان کرت فرعی و سطوح پیش تیمار (در 5 سطح شامل سطوح صفر، 700، 1400، 2100، 2800 میکرومولار) به عنوان کرت فرعی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد گیاهانی که به صورت منظم آبیاری شده بودند دارای بیشترین شاخص سطح برگ (LAI)، دوام سطح برگ (LAD)، سرعت جذب خالص (NAR)، عملکرد دانه و شاخص برداشت دانه و روغن نسبت به گیاهانی بودند که بعد از شروع گلدهی آبیاری آنها قطع شده بود. اعمال تنش موجب زوال سریع سطح برگ و کاهش دوره سبزمانی گردید. در بین ارقام، رقم Dincer و پس از آن Leasf در هر دو شرایط آبیاری منظم و تنش دارای بیشترین LAI، وزن مخصوص برگ (SLW)، LAD، NAR، عملکرد دانه، شاخص برداشت دانه و روغن بودند. در بین ارقام، رقم Dincer دارای کمترین نسبت سطح برگ (LAR) بود. در مقابل، رقم Gilla نسبت به سایر ارقام دارای بیشترین LAR و کمترین عملکرد دانه بود. در تیمار آبیاری منظم گیاهانی که بذورشان با غلظت 2800 میکرومولار سالیسیلیک اسید پیش تیمار شده بودند دارای بیشترین مقادیر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه بودند. درحالیکه در شرایط اعمال تنش پس از گلدهی، گیاهان حاصل از پیش تیمار با 1400 میکرومولار سالیسیلیک اسید کارکرد بهتری را نشان دادند. احتمالاً، به دلیل توسعه بیشتر سطح برگ در گیاهان تیمار شده با غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید، این گیاهان تعرق و تخلیه بیشتری از آب موجود در خاک را انجام داده‌اند که در نتیجه برای مرحله پر کردن دانه رطوبت کافی در خاک نمانده و تیمارهایی با توسعه کمتر سطح برگ در این شرایط موفق‌تر عمل کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، سالیسیلیک اسید، پیش تیمار، نسبت سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت جذب خالص

## Effects of Priming by Salicylic Acid on Yield and Growth Indices of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Plants Under end Season Drought Stress

R Baljain<sup>1\*</sup> and F Shekari<sup>2</sup>

Received: 01 August 2010 Accepted: 06 February 2012

<sup>1</sup>Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University Zanjan, Iran

<sup>2</sup>Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University Maraghe, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [Raminbaljani@yahoo.com](mailto:Raminbaljani@yahoo.com)

### Abstract

Salicylic acid is a plant hormone which had enhancing effects on growth and yield of plants under different environmental conditions. It is proposed, salicylic acid could be used as growth regulator for improving plant growth under water stress conditions. The effects of salicylic acid on yield and growth indices on safflower plants was investigated in a split, split plot in complete randomized block design. Water stress in two levels, normal irrigation and cut off irrigation after flowering, as main plot, safflower genotypes in four levels, including Isfahan Local, Gilla, Lesaf and Dincer, as sub plots and priming in five levels, including 0, 700, 1400, 2100 and 2800  $\mu\text{M}$  salicylic acid as sub, sub plot were studied. Results showed that plants in normal conditions had highest leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), net assimilation rate (NAR), seed yield and seed and oil harvest index compared to plants in stress conditions. Water stress leads to rapid decrease in leaf area and decrease of greenness period. Among the genotypes, Dincer and follow it, Lesaf in both irrigated and stress conditions had highest LAI, specific leaf weight, LAD, NAR, seed yield and seed and oil harvest index. Also, Dincer had lowest leaf area ratio (LAR). By contrast, Gilla had highest LAR and lowest seed yield. In irrigated plots, plants which primed with 2800  $\mu\text{M}$  salicylic acid had highest seed yield and growth indices. On the other hand, under stress condition treated plants with 1400  $\mu\text{M}$  salicylic acid had better performance. It is possible in higher priming levels, plants had more leaf area and because of higher transpiration and rapid loss of storage soil water, they had not enough moisture in grain filling period. Therefore, treatments with lower leaf area had better performance.

**Key Words:** Leaf area duration, Leaf area ratio, Net assimilation rate, Priming, Safflower, Salicylic acid

## مقدمه

گلرنگ یکی از محصولات است که در سالهای اخیر در سطح جهانی به منظور تولید روغن مورد توجه قرار گرفته است. این گیاه به دلیل قابلیت‌هایی نظیر مقاومت به سرما، مقاومت نسبی به گرما، مقاومت به شوری و قلیایی بودن خاک و موارد مصرف متعدد همراه با تولید روغنی با کیفیت بالا به دلیل وجود اسیدهای چرب اشباع نشده نظیر لینولئیک و اولئیک، چشم‌انداز روشنی برای توسعه در کشور دارد (آلیاری و همکاران 1379). گلرنگ که به دلیل ریشه عمیق و برگ‌های کوچک، ضخیم و کوتیکولی، در گروه گیاهان مقاوم به خشکی دسته‌بندی می‌شود (آلیاری و همکاران 1379، اوزتورک و همکاران 2008). انگل و برگمن (1997) گزارش کردند حداقل آب مورد نیاز برای تولید دانه در گلرنگ بین 200 تا 270 میلی متر می‌باشد که با افزایش هر 25 میلی متر رطوبت اضافی عملکرد دانه حدود 102 کیلوگرم در هر هکتار افزایش می‌یابد.

تجزیه و تحلیل عوامل تاثیرگذار بر تولید ماده خشک و عملکرد می‌تواند در توضیح بهتر اختلاف بین ارقام یا تیمارهای یک آزمایش موثر باشد. زیمنان و همکاران (1993) گزارش کردند که انتخاب به منظور بهبود سرعت رشد نسبی (RGR)<sup>1</sup> معمولاً پیچیده است. لذا، بهتر است گزینش در جهت اجزاء آن صورت گیرد. آن‌ها اعلام کردند LAR عامل تعیین کننده RGR است. همچنین، نسبت وزن برگ (LWR)<sup>2</sup> در مقایسه با SLA همبستگی بیشتری با LAR داشت. نوربخشیان و رضائی (1378) گزارش دادند که در برنج سرعت رشد محصول (CGR)<sup>3</sup> و RGR در مرحله گلدهی همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشتند. محمدی نیکپور (1374) در بررسی ارقام گلرنگ پاییزه، حداکثر رشد محصول را در حدفاصل مراحل ظهور جوانه‌های زایشی تا کامل شدن طبق گزارش کرد.

نام سالیسیلیک اسید<sup>4</sup> از کلمه سالیکس، نام علمی درخت بید گرفته شده است. سالیسیلیک اسید از نظر شیمیایی، متعلق به گروه بسیار متنوع فنل‌های گیاهی

در محیط‌های طبیعی گیاهان دستخوش انواع تنش‌هایی می‌شوند که اثرات منفی بر رشد آن‌ها به وجود می‌آورد. دما، نور، آب قابل دسترس و... از جمله عوامل غیر زنده‌ای می‌باشند که به‌طور موثری بر رشد گیاهان عالی اثر می‌گذارند. تنش خشکی، یکی از تنش‌های چند بعدی است و سبب اثرات فیزیولوژیکی متفاوتی در گیاهان می‌شود (پالگ و اسپینال 1981). وزن خشک گیاه بستگی به مجموع مقدار تشعشع جذب شده در طول دوره رشد دارد. از طرفی میزان تشعشع جذب شده به‌وسیله گیاه بستگی به شاخص سطح برگ و رشد کانوپی گیاه دارد. در بیشتر گیاهان هنگامی که شاخص سطح برگ به چهار تا پنج می‌رسد بیش از 80 درصد تشعشع فعال فتوسنتزی توسط گیاه جذب می‌گردد. ارتباط قوی بین افزایش شاخص سطح برگ با مقدار تشعشع خورشیدی جذب شده و در نهایت تولید ماده خشک وجود دارد (شکاری و همکاران 1389). از جمله سازوکارهای مرتبط با اجتناب از خشکی کاهش سطح برگ است (لویت 1980). در نتیجه تنش خشکی، تغییراتی نظیر کاهش حجم سلول و سطح برگ و افزایش ضخامت برگ اتفاق می‌افتد. توسعه برگ از جمله حساس‌ترین فرآیندهایی است که بوسیله کمبود آب تحت تاثیر قرار می‌گیرد. خشکی و کمبود آب سبب کوچک‌تر شدن سلول‌ها و کاهش تعداد سلول‌های تولیدی به وسیله مریستم‌ها می‌شود (تاردیو و همکاران 2000). در مناطق خشک برگ‌های کوچک‌تر و ضخیم‌تر، از طریق کاهش سطح تبخیر، تلفات آب را کاهش می‌دهند و به بهبود روابط آبی کمک می‌کنند (پسرکلی 1993). نحوه تغییر شاخص سطح برگ در طول دوره رشد یا به عبارتی دوام سطح برگ، بیش از مقدار مطلق سطح برگ با عملکرد ماده خشک گیاه ارتباط دارد (بیکر و گیبهو 1982). تاداشی و تئودور (1999) بیان کردند که تولید ماده خشک وابستگی قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه داشته شود.

<sup>1</sup> Relative Growth Rate

<sup>2</sup> Leaf Weight Ratio

<sup>3</sup> Crop Growth Rate

<sup>4</sup> Salicylic acid

و بلافاصله 2-3 مرتبه با آب مقطر شسته شدند. پس از تهیه غلظت‌های مورد نظر سالیسیلیک اسید، بذور به مدت 24 ساعت در محلول سالیسیلیک اسید و در دمای یخچال قرار گرفتند. سپس بذور در دمای اتاق به مدت 48 ساعت خشک گردیدند و پس از تیمار شدن با قارچ‌کش کاربوکسی تیرام، جهت کشت به مزرعه منتقل گردیدند. کرت اصلی با دو سطح، که در یکی بصورت آبیاری منظم و کرت اصلی دیگر از زمان ظهور 50 درصد گلدهی تا آخر دوره‌ی رشدی قطع آبیاری و تنش خشکی اعمال شد. بذور چهار رقم گلرنگ (رقم محلی اصفهان، Gilla، Lesaf، Dincer) به عنوان فاکتور فرعی منظور شد. در کرت‌های فرعی فرعی نیز تیمارهای پیش‌تیمار بذور با سالیسیلیک اسید در پنج سطح شامل سطوح صفر، 700، 1400، 2100 و 2800 میکرومولار قرار گرفتند. پس از کاشت تا گلدهی بوته‌ها، آبیاری هر هفت روز یکبار و پس از آن تنش خشکی به صورتی که ذکر شده به کرت‌های مربوط اعمال شد. حداکثر درجه حرارت در زمان اعمال تنش 33 و حداقل دما 12 درجه سانتیگراد بود. همچنین، در این دوره هیچ گونه بارندگی صورت نگرفت.

به منظور مطالعه شاخص‌های رشد در دو مرحله نمونه‌برداری انجام گردید. این نمونه برداری‌ها بعد از اعمال تنش در مرحله قبل از قوزه‌دهی و در مرحله بعد از قوزه‌دهی به فاصله 14 روز صورت گرفت. در هر مرحله نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین گردید. نمونه‌ها به قسمت‌های برگ و ساقه تفکیک و وزن آن‌ها تعیین شد. در این مطالعه RGR متوسط از معادله زیر محاسبه شد که در آن  $W_1$  و  $W_2$  به ترتیب وزن خشک کل هر نمونه در زمان‌های  $t_1$  و  $t_2$  می‌باشد (هانت 1982).

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

مقدار  $^1NAR$  متوسط از معادله زیر به دست آمد که در آن  $LA_1$  و  $LA_2$  به ترتیب سطح برگ کل نمونه در

می‌باشد که دارای یک حلقه آروماتیک به همراه یک گروه هیدروکسیل با مشتقات وابسته به آن می‌باشد (راسکین 1992). هنگامی که بذور گندم در استیل سالیسیلیک اسید (که در محلول آبی به سالیسیلیک اسید تجزیه می‌شود) خیسانده شده بودند، گیاهان مقاومت بهتری به تنش خشکی داشتند (الحکیمی و هامادا 2001). خیساندن در 100 ppm استیل سالیسیلیک اسید به مدت شش ساعت قبل از کاشت، نه تنها اثرات ممانعت‌کنندگی خشکی را کاهش داد، بلکه تأثیر تحریک‌کنندگی بر افزایش وزن خشک در قسمت هوایی و ریشه داشت و سرعت تنفس نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان داد. مارتین-مکس و همکاران (2005) گزارش کردند که در گیاهان زینتی نظیر بنفشه آفریقایی، سالیسیلیک اسید تعداد برگ‌های تشکیل شده را افزایش داد. بطوریکه سطح برگ گیاهان تیمار شده، 10 درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود. گزارش شده است که هم سالیسیلیک اسید و هم استیل سالیسیلیک اسید، در غلظت‌های 0/1 میلی مول و 0/5 میلی مول، بطور موثری گیاهان گوجه فرنگی و لوبیا را در مقابل تنش خشکی محافظت کردند و موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط گردید (سنارتنا و همکاران 2000).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید بر بذور گلرنگ در شرایط آبیاری منظم و تحت تنش خشکی انتهای فصل، و ارزیابی واکنش ارقام گلرنگ از نظر واکنش به عوامل ذکر شده فوق با تأکید بر شاخص‌های رشد و ارتباط آن‌ها با عملکرد بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش بصورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان واقع در عرض شمالی 41° و 36° و طول شرقی 27° و 48° و ارتفاع 1620 متر از سطح دریا انجام شد. در این آزمایش تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و اعمال خشکی روی چهار رقم گلرنگ مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا بذور گلرنگ به مدت دو دقیقه در داخل محلول هیپوکلریت 5 درصد قرار گرفتند

<sup>1</sup>Net Assimilation Rate

معنی‌داری داشت (جدول 1). بطوری که گیاهانی که در طول دوره رشدی خود به صورت کنترل شده و منظم آبیاری شده بودند دارای بیشترین LAI (2/290)، عملکرد LAD (84/069)، NAR (2/977)، و شاخص برداشت روغن (5/953) نسبت به گیاهانی بودند که بعد از شروع گلدهی آبیاری آن‌ها قطع شده بود (جدول 2).

سطح برگ از طریق تاثیر در جذب تابش خورشیدی، در مقدار ماده خشک گیاهی اثر تعیین کننده‌ای دارد. بیشتر بودن شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ به ترتیب سبب افزایش میانگین سرعت رشد محصول و حفظ این سرعت برای زمان طولانی‌تری در دوره رشد گیاه می‌شود و سرانجام افزایش در تولید ماده خشک و احتمالاً عملکرد اقتصادی را به دنبال خواهد داشت (کریمی و سدیک 1991). نتایج پژوهش گاردنر و همکاران (1990) نشان دادند که معمولاً شاخص سطح برگ سه تا پنج برابر برای تولید حداکثر ماده خشک در بیشتر محصولات زراعی مناسب است. در تیمار آبیاری نرمال در اثر افزایش LAI، LAD، NAR و LAR، عملکرد دانه گلرنگ افزایش پیدا کرد. در مقابل، در تیمار قطع آبیاری و به عنوان مکانیسم اجتناب و فرار از تنش، زوال سریع‌تر سطح برگ و کاهش دوره رشد اتفاق افتاد که موجب کاهش پارامترهای ذکر شده فوق و کاهش سبزمانی گیاهان گردید. نتایج آزمایش حاضر با نتایج پژوهش‌های دیگر (احسان زاده 1998 و گیفورد و ایوانز 1981) مبنی بر این که بین مقدار عملکرد دانه، ماده خشک گیاهی و LAI و به ویژه LAD رابطه نزدیکی وجود دارد، سازگاری دارد.

#### رقم

ارقام مورد آزمایش از نظر صفات شاخص سطح برگ، وزن مخصوص برگ، نسبت سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت جذب خالص، عملکرد کل، شاخص برداشت دانه و شاخص برداشت روغن در هکتار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول 1). در بین ارقام، رقم Dincer دارای بیشترین LAI (2/258)،

نمونه برداری‌های به عمل آمده در فاصله زمانی  $t_1$  و  $t_2$  می باشد (هانت 1982).

$$NAR = [(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)] * [(LnLA_2 - LnLA_1) / (LA_2 - LA_1)]$$

دوام سطح برگ نیز از رابطه زیر بدست آمد (هانت 1982).

$$LAD = [(LAI_1 + LAI_2) * (t_2 - t_1) / 2]$$

شاخص سطح برگ (LAI) از تقسیم سطح برگ به واحد سطح زمین، LAR از تقسیم کردن سطح برگ به وزن کل گیاه، LWR از تقسیم کردن وزن برگ به وزن کل گیاه حاصل شد. SLW نیز از تقسیم کردن وزن برگ به سطح برگ بدست آمد که SLW وزن برگ‌ها را نسبت به سطح آنها نشان می‌دهد و معیاری از وزن مخصوص یا ضخامت برگ است (هانت 1982).

پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها، در سطح 1/5 متر مربع از واحدهای آزمایشی، بوته‌ها برداشت و پس از اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، طبق‌های کلیه بوته‌ها کوبیده شده و دانه‌های بدست آمده با ترازوی دقیق توزین و به صورت عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) ثبت شدند. میزان روغن دانه نیز برای هر نمونه از هر کرت و با استفاده از روش سوکسله اندازه گیری شد و در نهایت شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه و روغن در هکتار بر بیوماس کل بوته در هکتار و طبق فرمول زیر بدست آمد:

$$HI = (EY / BY) \times 100$$

$$Oil HI = (Oil Y / BY) \times 100$$

که در آن EY، عملکرد اقتصادی، BY، عملکرد بیولوژیک و Oil Y عملکرد روغن می‌باشد. داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار c-MSTAT مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### سطوح آبیاری

سطوح آبیاری بر صفات LAI، LAD، NAR، عملکرد کل در هکتار و شاخص برداشت روغن تاثیر

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص های رشدی اوزنهای شده در گلرنگ

شاخص برداشت وزن	شاخص برداشت دانه	مسلکوز کل	RGR	NAR	LAD	LAR	LWR	SLW	LAI	DF	میان تسته
۰.۰۶۱۰	۷.۸۷۵	۱۱۰.۰۷۲۱۱.۰۰	۷۱.۰۰۰۱۷	۲.۰۳۰	۲.۶۶۷	۱۱۲.۵۰۷	۰.۸	۳۲.۸۲۶	۰.۰۲۱	۷	تکرار
۲۱.۰۰۲۷۰	۲۱۰.۰۰۵	۵۵۲.۷۹۳۳۵۱.۰۰*	۵۲.۰۰۶۶۲	۴.۰۷۸	۱.۰۰۵۵۰.۰۷	۱۷۲.۵۳۳	۰.۰۷۷	۱۷.۰۰۰	۰.۲۵۴**	۱	سطح کپاری (A)
۱۵.۸۰۶۵	۷۶۵.۸۷۹	۳۳۵.۰۵۵۵۵۰۰	۱۲۵.۰۰۶۶۵	۰.۱۷	۷۵.۵۳۷	۵۲.۰۰۶	۰.۰۱۵	۱۲.۸۳۷	۰.۰۱۵	۷	B(۳)
۷۲.۵۰۱۹	۷۶۴.۰۲۹**	۷.۰۰۰۰۱۰۵۵۵۳**	۵۴.۰۰۰.۰۷	۲.۰۷۲**	۴.۰۰۰۱۹۱	۵۱۱.۰۰۰**	۰.۰۰۱	۵۳.۳۳*	۰.۰۶۵***	۲	وزن (B)
۶.۵۵۵۰	۰.۰۰۶۶۶	۲۱۲۰.۷۶۶۵۵	۵۲.۶۶۶	۰.۲۷	۷.۱۰۰	۱۵۵.۰۰۰	۰.۰۰۱	۱.۵۷	۰.۰۱۹	۲	A×B
۱.۳۳۶	۱۶.۲۱۹	۱۰.۷۲۰.۳۷۰	۱۰.۷۲۰.۶	۰.۱۵	۵.۰۰۲۲	۵۱.۰۰۵	۰.۰۰۲	۱.۵۵	۰.۰۲۱	۱۷	B(۵)
۴.۵۵۶	۱۵.۶۶۶**	۰.۰۱۶۳۳۵۵۳**	۱۰.۱۶۳۵۵	۰.۵۰۰	۵.۱۲۶۵	۷۲۱.۱۵۹	۰.۰۰۵	۱۱.۵۵۰**	۰.۰۲۱***	۲	کپس نیار (C)
۱.۰۰۲۰	۱۷.۵۵۶**	۵.۲۵.۱۵۶۶**	۱۵.۵۵۶***	۲.۵۵	۵.۲۲۶۵۲	۵۲۲.۶۱۹	۰.۰۰۵	۱۷.۵۶**	۰.۰۲۰***	۲	A×C
۰.۳۱۲	۰.۰۰۶	۱۲۴.۰۰۰۶۶	۱۲۴.۰۰۰	۰.۰۶	۲.۰۸۳۲	۲۰.۵۱۱	۰.۰۰۱	۰.۰۵۵	۰.۰۱۷	۱۷	B×C
۰.۰۰۹	۱.۵۵۶	۷۲۲۲.۰۰۲	۵۲.۰۰۲	۰.۰۹	۷.۵۹۰	۲۱.۶۰۵	۰.۰۰۱	۰.۰۰۶	۰.۰۲۲	۱۷	A×B×C
۰.۰۲۹	۷.۵۳۵	۱۵.۶۶۶۶۰۰	۲۵.۵۵۶	۰.۰۲	۱۷.۵۲۵	۱۰.۸۲۹	۰.۰۰۱	۰.۰۵۶	۰.۰۱۰	۶۲	Error
۰.۰۶۲	۱.۰۰۵	۵.۵۳	۱.۰۸۲	۶.۵۶	۴.۵۵	۱۰.۸۰	۱۵.۸۰	۱۱.۸۵	۲.۸۲	-	Cv

\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

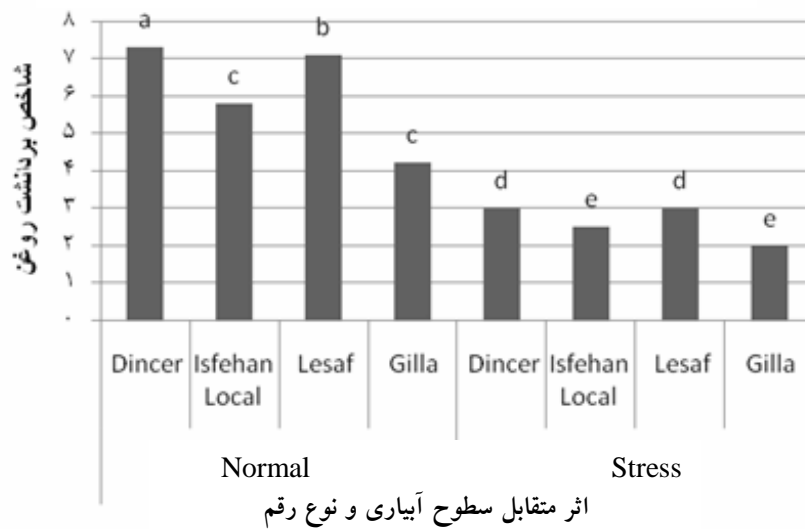
برداشت دانه و روغن در مقایسه با شرایط آبیاری منظم کاهش یافت. در شرایط آبیاری نرمال، رقم Dincer و پس از آن رقم Lesaf دارای بیشترین شاخص برداشت دانه (به ترتیب، 26/01 و 23/34) و شاخص برداشت روغن (به ترتیب 7/33 و 7/11) بودند (نمودار 1 و 2). همچنین، در شرایط تنش نیز این ارقام بیشترین شاخص برداشت دانه را داشتند. با این اختلاف که در شرایط تنش با یک اختلاف جزئی Dincer شاخص برداشت پایین‌تری را نسبت به Lesaf نشان داد (به ترتیب 11/57 و 12/23). در هر دو شرایط آبیاری منظم و تنش رقم Gilla پایین‌ترین شاخص برداشت دانه و روغن را داشت. شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد فتوسنتزی تجمع یافته در گیاه به سمت بخش‌های اقتصادی گیاه می‌باشد. به نظر می‌رسد که ارقام Dincer و Lesaf توانسته‌اند از طریق استفاده بهینه از عوامل محیطی و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه و تبدیل بیشتر مواد فتوسنتزی انتقال یافته به روغن، شاخص برداشت دانه و روغن بالاتری تولید نمایند. مدت زمان اعمال تنش، شدت و مرحله فنولوژیک تنش اعمال شده از جمله عواملی هستند که می‌توانند روی تغییرات شاخص برداشت تأثیر گذار باشند. شکاری (1380) در بررسی صفات تحمل به خشکی در لوبیا گزارش نمود که اعمال تنش کنترل شده و محدود رطوبتی در مرحله رویشی موجب کاهش ارتفاع بوته ولی توسعه شاخه‌های جانبی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی گردید؛ که در نهایت موجب افزایش شاخص برداشت نیز گردید. در مقابل اعمال همین میزان تنش در مرحله گلدهی و لقاح پایین‌ترین عملکرد و شاخص برداشت را بوجود آورد.

SLW (5/002)، LAD (82/85)، NAR (3/049)، عملکرد دانه (2071 kg/ha)، شاخص برداشت دانه (18/79) و شاخص برداشت روغن (5/158) بود. دو رقم Gilla و محلی اصفهان پایین‌ترین مقادیر صفات را دارا بودند. تولید ماده خشک بالا در مرحله گلدهی و بعد از آن می‌تواند تضمینی برای افزایش عملکرد اقتصادی باشد. به نظر می‌رسد، رقم Dincer به دلیل داشتن شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ بالاتر، مدت زمان بیشتری فتوسنتز کرده و باعث تولید ماده خشک بالاتر و عملکرد بالاتر شده است. یاماگوچی - شینزوکی (2002) گزارش کردند مقدار فتوسنتز با افزایش مدت زمان فتوسنتز یا افزایش دوام سطح برگ در طول پرشدن دانه افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر دریافت انرژی خورشید در طول زمان برای رقم Dincer بیشتر بوده و این رقم توانست از طریق اجرای فتوسنتز بیشتر در طول زمان، عملکرد بالا و در نهایت شاخص برداشت دانه و روغن بالایی تولید نماید. ولی رقم Dincer دارای کمترین نسبت سطح برگ ( $41/35 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ ) نسبت به سایر ارقام بود. در مقابل رقم Gilla نسبت به سایر ارقام دارای بیشترین نسبت سطح برگ ( $\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ ) و کمترین عملکرد کل در هکتار (1517 kg/ha) بود. که نشان می‌دهد رقم Gilla علی‌رغم دارا بودن سطح فتوسنتزی بیشتر، سرعت فتوسنتزی خالص در واحد سطح برگ کمتری داشت (بالجانی 1389). این مطالب بیانگر روابط جبرانی بین سطح فتوسنتز کننده و سرعت فتوسنتز می‌باشد. از سوی دیگر این اطلاعات نشان می‌دهد کارهای اصلاحی بیشتری برای رسیدن به ژنوتیپ ایده‌آل در گلرنگ نیاز است تا صفات زراعی مناسب در یک رقم تجمع پیدا کند.

اثر متقابل بین سطوح آبیاری و نوع رقم بر صفات شاخص برداشت دانه و روغن در هکتار معنی دار بود (جدول 1). در کلیه ارقام تحت شرایط تنش، شاخص



نمودار 1- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و نوع رقم بر شاخص برداشت بذر



نمودار 2 مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و نوع رقم بر شاخص برداشت روغن



جدول ۲- شاخص مقایسه میانگین اثرات حاصل سطح آبیاری، ارقام و سطوح پیش تیمار بر صفات مورد بررسی در آزمایش گلرنگ

شاخص	شاخص برداشت	عملکرد کل (Kg/ha)	RGR mg.mg <sup>-1</sup> .day <sup>-1</sup>	NAR mg cm day <sup>-1</sup>	LAD	LAR cm g <sup>-1</sup>	LWR g g <sup>-1</sup>	SLW g/m <sup>2</sup>	LAI	سطح آبیاری
۵/۹۵۲a	-	۱۵۲۶/۷۰۰ a	-	۱/۹۷۷a	-	-	-	-	۱/۲۹۰a	شامه
۱/۵۷۴b	-	۹۸۶/۵۱۷ b	-	۱/۴۲۴b	۸/۱۰۶۹a	-	-	-	۱/۹۵۵b	کله آبیاری بعد از گلدهی
۵/۱۵۸a	۱/۸۴۹a	۲۰۷۱ a	-	۱/۰۶۹a	۶۱/۲۵c	-	-	۵۰۰۲a	۱/۲۵۸a	Dincer
۱/۲۴۰۰c	۱/۲۱۱c	۱۶۰۴ c	-	۱/۵۹۸c	۸/۲۰۸ba	-	-	۴/۲۹۲c	۱/۹۱۲c	local Isfahan
۴/۸۴b	۱/۲۴۴b	۱۹۲۶ b	-	۱/۸۱۶b	۴/۰۴۶c	-	-	۴/۶۶۲b	۱/۰۰۲b	Isafaf
۱/۵۵۶c	۱/۲۱۸c	۱۵۱۲ d	-	۱/۲۲۲d	۵/۱۷۲a	-	-	۴/۰۲۱c	۱/۹۲۴c	Gilla
۱/۴۱۵d	۱/۲۹۲c	۱۵۱۲ d	۵۰/۰۶c	۱/۹۰e	۴۰/۴۱a	۰/۲۱۷a	۰/۱۱۷a	۱/۵۵d	۱/۸۱۶d	سطح آبیاری: ۰ μM
۱/۸۷۲c	۱/۵۰۴c	۱۶۵۲ c	۵۸۰/۷b	۱/۲۸d	۵۰/۸۲b	۰/۲۱۲a	۰/۲۱۸c	۴/۱۸c	۱/۹۲۱c	۷۰۰ μM
۴/۴۲۴b	۱/۵۲۵bc	۱۸۵۷ b	۶۸/۹۷a	۱/۹۱c	۴۰/۴۴c	۰/۱۰۹b	۰/۱۷۷b	۴/۶۲b	۱/۰۹۹b	۱۲۰۰ μM
۴/۵۷۸b	۱/۶/۲۱ab	۱۸۹۱ b	۶۸/۴۵a	۱/۰۸b	۴۴/۲۰b	۲۸/۱۷c	۰/۱۷۷b	۴/۴۱b	۱/۰۰۲b	۲۱۰۰ μM
۵/۰۲۶a	۱/۶/۴۶a	۱۹۸۶ a	۶۹/۱۱a	۱/۲۲a	۴۶/۶۵b	۲۸/۰۷c	۰/۱۸۷b	۵/۴۰a	۱/۱۹۵a	۲۸۰۰ μM

♦ میانگین های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون چند دانگ ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

## سطوح پیش تیمار

بذرهای پرایم شده با سالیسیلیک اسید سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به شاهد داشتند و جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد زودتر آغاز شده در نتیجه این بذرها سریع‌تر از خاک خارج شده و زودتر استقرار یافته‌اند و توانستند از طریق گسترش زودتر شاخص سطح برگ و رسیدن به ماکزیمم شاخص سطح برگ، افزایش تراکم کلروفیل در واحد سطح برگ، حفظ منبع فتوسنتز کننده در طول دوره رشدی، دریافت انرژی تابشی خورشید و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مقصد (دانه)، عملکرد، شاخص برداشت دانه و روغن بالاتری تولید نمایند (بالجانی 1389). به نظر می‌رسد یکی از عوامل مهم پایین بودن عملکرد در تیمار شاهد، پایین بودن شاخص سطح برگ می‌باشد که به عنوان یک عامل محدود کننده عملکرد عمل کرده است.

در اثر متقابل بین سطوح آبیاری و سطوح پیش تیمار گیاهانی که در طول دوره رشدی خود به طور منظم آبیاری شده بودند و قبل از کاشت نیز بذورشان با غلظت 2800 میکرومولار سالیسیلیک اسید پیش تیمار شده بودند، دارای بیشترین LAI (2/672)، SLW ( $mg \cdot cm^{-2} \cdot day^{-1}$ ) NAR (97/85) LAD (7/59  $g/m^2$ ) (4/27)، عملکرد (3000 kg/ha) شاخص برداشت دانه (22/98) و شاخص برداشت روغن (7/76) بودند. میارصادقی و همکاران (1389) گزارش کردند که کمبود آب باعث کاهش معنی‌داری در سطح برگ کلزا گردید ولی تیمار با سالیسیلیک اسید موجب تخفیف این اثرات و افزایش سطح برگ شده بود. آنیا و هرزوک (2004) گزارش کردند که تنش خشکی، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد شاخه‌ها، سطح ویژه برگ (SLA) و LAR لوبیا چشم‌بلبلی را بطور متوسط در حدود 5-20 درصد و میزان سطح برگ و تعداد برگ‌ها را 40-50 درصد کاهش داد. کاستا و همکاران (1997) گزارش کردند که در باقلا و در تیمارهای تحت تنش، شاخص سطح برگ در شروع پر شدن دانه، عملکرد را تعیین می‌کند و هر چه شاخص سطح برگ در شرایط تنش بهتر حفظ شود، عملکرد دانه بیشتر خواهد شد. بنابه

فاکتور پیش تیمار بذر بر تمامی صفات مورد ارزیابی در سطح 1 درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول 1). در بین سطوح پیش تیمار گیاهانی که بذورشان با غلظت 2800 میکرومولار سالیسیلیک اسید پیش تیمار شده بودند دارای بیشترین LAI (2/195)، SLW ( $g/m^2$ ) (5/40)، LAD (80/45)، NAR ( $3/32 mg^1 cm^{-2} day^{-1}$ )، RGR ( $69/71 mg^1 day^{-1}$ )، عملکرد کل (1986 kg/ha) شاخص برداشت دانه (16/96) و روغن (5/036) بودند و از نظر شاخص رشدی LAR و LWR مقدار متوسطی را نشان دادند. همچنین، گیاهان شاهد یا گیاهانی که بذورشان با سالیسیلیک اسید پرایم نشده بودند، دارای بیشترین LAR ( $60/41 cm^2 g^{-1}$ ) و LWR ( $0/217 g^1 g^{-1}$ ) بودند. به نظر می‌رسد در گیاهان پیش تیمار شده به دلیل افزایش وزن بوته به‌ویژه در قسمت ساقه میزان این دو صفت در گیاهان شاهد بالاتر از گیاهان پیش تیمار شده بود. با توجه به پایین بودن شاخص برداشت در گلرنگ در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی، به نظر می‌رسد امکان دست‌ورزی‌های اصلاح نباتات در افزایش میزان عملکرد در این گیاه امکان‌پذیر باشد.

گزارش شده است کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید ممکن است در دامنه‌ای از فرایندهای مختلف در گیاهان مانند جوانه‌زنی بذور (کات و کلسیگ 1992) و فتوسنتز و سرعت رشد (خان و همکاران 2003) اثر داشته باشد. مطالعات بر روی کاربردهای متفاوت سالیسیلیک اسید اثر مثبت آن را بر روی فتوسنتز و رشد گیاهان تحت تنش خشکی نشان می‌دهد (راجاسکاران و همکاران 2002). میارصادقی و همکاران (1389) گزارش کردند که در گیاهان کلزا، سالیسیلیک اسید وزن تر و خشک برگ، وزن مخصوص برگ و وزن خشک کل را افزایش داد. آنها همچنین، اعلام کردند سطح برگ‌های لپه‌ای و حقیقی کلزا بر اثر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید در شرایط نرمال و تنش رطوبتی بطور معنی‌داری افزایش یافت.

طوری که در برخی موارد حتی تیمار شاهد نسبت به سطح 2800 میکرومولار تولید بهتری داشت (جدول 3). این مطلب احتمالاً به دلیل توسعه سطح برگ و رشد رویشی بیشتر و سریع‌تر در مرحله قبل از گلدهی و قبل از اعمال تنش می‌باشد که در غلظت‌های بالای پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید، به علت بالا بودن LAI در زمان گلدهی و تخلیه سریع‌تر رطوبت خاک، در تیمارهایی با غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید به عوض افزایش رشد و عملکرد، کاهش در میزان عملکرد و رشد دیده شد.

اثر متقابل بین رقم و پیش‌تیمار بر صفات LAR، NAR، RGR و شاخص برداشت روغن اثر معنی‌داری داشت. رقم Dincer در سطح پراپم 2800 میکرومولار با سالیسیلیک اسید دارای بیشترین NAR ( $\text{mg}^1\text{cm}^{-1}$ ) و RGR ( $3/78 \text{ day}^{-2}$ )، (78/85  $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ) و شاخص برداشت روغن (6/29) بود. کمترین شاخص برداشت روغن (2/57) مربوط به رقم محلی اصفهان در تیمار شاهد یا بذر خشک دیده شد (جدول 4). در تمامی ارقام، بذوری که با سالیسیلیک اسید پیش‌تیمار نشده بودند یا با غلظت‌های کمتر پراپم شده بودند دارای بیشترین LAR بودند. در صورت تداوم RGR در طول زمان، RGR می‌تواند عامل تعیین‌کننده تجمع ماده خشک باشد. از آنجایی که RGR حاصلضرب NAR در LAR است، افزایش هر یک از آنها در صورت ثابت ماندن دیگری باعث افزایش سرعت رشد نسبی خواهد شد (وان درورف 1997).

کاهش درصد روغن به موازات اعمال تنش آبیاری بعد از گلدهی را می‌توان به کاهش سطح برگ، اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به مقصد یا دانه‌ها، یا افزایش میزان تنفس جهت جلوگیری از صدمات تنش نسبت داد. به نظر می‌رسد در گیاهانی که بذورشان با سالیسیلیک اسید پیش‌تیمار شده بودند، سالیسیلیک اسید از طریق افزایش میزان LAI در این گیاهان جهت استفاده بهینه از تشعشعات خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص (بالجانی 1389) باعث افزایش عملکرد دانه،

اظهار اگرگیگ و همکاران (2007) انتخاب براساس سطح برگ و بیوماس در ذرت تحت شرایط تنش خشکی پتانسیل عملکرد را افزایش داد. باندروسکا و استرویسکی (2005) گزارش کردند تیمار گیاه جو با سالیسیلیک اسید قبل از تنش، تأثیر مخرب کمبود آب روی غشاء سلولی در برگ‌ها را کاهش داد. تیمار گیاه با سالیسیلیک اسید محتوای آبسزیک اسید در برگ‌های ژنوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum spontaneum*) و (*H. maresi*) را افزایش داد. افزایش در سطح پرولین فقط در گونه‌های وحشی *H. spontaneum* مشاهده شده بود. نتایج نشان داد که آبسزیک اسید و پرولین ممکن است، به توسعه واکنش‌های ضد تنشی القاء شده بوسیله سالیسیلیک اسید کمک کنند. گزارش مشابهی در رابطه با افزایش میزان پرولین، غلظت کلروفیل و پایداری غشاء سلولی در کلزای تحت تنش خشکی و پیش‌تیمار شده با سالیسیلیک اسید توسط میارصادقی (1389) نیز انجام شده بود. در نتیجه پیش‌تیمار مقدار عملکرد و وزن خشک گیاهان کلزا افزایش یافت. خان و همکاران (2003) گزارش کردند کاربرد سالیسیلیک اسید، استیل سالیسیلیک اسید، جنتسییک اسید یا دیگر آنالوگ‌های سالیسیلیک اسید در برگ‌های ذرت و سویا موجب افزایش سطح برگ و بیوماس خشک این گیاهان گردید. بیشترین LWR ( $0/233 \text{ g}^1\text{g}^{-1}$ ) مربوط به تیمار گیاهان شاهد و آبیاری منظم بود و بیشترین LAR ( $65/77 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) مربوط به تیمار گیاهان شاهد و اعمال تنش پس از گلدهی بود. همچنین، بیشترین مقدار RGR ( $88/31 \text{ mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ) مربوط به گیاهانی بود که بذورشان قبل از کاشت با غلظت 1400 میکرومولار سالیسیلیک اسید پیش‌تیمار شده و آبیاری آنها در طول دوره رشدی پس از گلدهی قطع شده بود.

اگر چه در بین سطوح آبیاری در شرایط آبیاری نرمال از غلظت شاهد تا 2800 میکرومولار سالیسیلیک اسید شاخص‌های رشدی و شاخص برداشت در دانه و روغن بهبود یافت، ولی در تیمار قطع آبیاری این افزایش تا غلظت 1400 میکرومولار بوده و فراتر از این غلظت سالیسیلیک اسید اثر کاهش دهندگی مشاهده گردید. به

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح پیش‌بیمار بازر گل‌رنگ با سالیسیلیک اسید.

شاخص	شخص	عملکرد (Kg/ha)	RGR mg.mg <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup>	NAR mg <sup>1</sup> .cm <sup>2</sup> day <sup>-1</sup>	LAD	LAR Cm <sup>2</sup> .g <sup>1</sup>	LWR g <sup>1</sup> .g <sup>-1</sup>	SLW gr/m <sup>2</sup>	LAI
۲/۲۰h	۱۰/۲۷b	۲۱۷۲e	۲۵۷۲e	۲/۱۱f	۷۲/۵۵e	۵۵۷۵b	۷/۲۲۲a	۲/۹۱de	۷/۰۱e
۲/۲۰gh	۱۰/۲۶b	۲۲۶۵d	۲۹۷۶de	۲/۲۲e	۷۷/۲۲d	۲۷۸۲c	۷/۲۱۹ab	۲/۸۷c	۷/۱۲۹d
۲/۲۰f	۱۰/۲۴c	۲۵۷۱c	۵۷۱۲de	۲/۶۸d	۸۲/۱۸c	۲۲۱۰۲d	۷/۲۲۸a	۵/۱۹c	۷/۲۶۵c
۲/۲۰h	۱۰/۲۴c	۲۷۵۴b	۶۷۲۳c	۲/۴۶b	۸۷/۵۲b	۲۵۸۹f	۷/۲۱۲ab	۵/۹۰b	۷/۲۸۶b
۲/۲۰a	۱۰/۲۴c	۲۰۰۰a	۷۲/۶۵b	۲/۲۷a	۹۷/۸۵a	۲۸۸۹g	۷/۲۱۸ab	۷/۵۹a	۷/۶۷۲a
۲/۲۰h	۱۰/۲۴c	۸۵۱/۶h	۵۲/۳d	۱/۶۹g	۶۰/۲۶g	۶۵۷۷a	۷/۲۱۵ab	۲/۱۸f	۱/۶۲۱g
۲/۲۰gh	۱۰/۲۳c	۹۲۸/۸gh	۶۶/۴۸c	۲/۱۲f	۶۲/۹۹f	۵۲۸۱b	۷/۱۹۱b	۲/۲۸۸ef	۱/۸۲۲f
۲/۲۰hf	۱۰/۲۳c	۱۱۲۲f	۸۸/۱۱a	۲/۱۳c	۷۱/۲۲e	۲۶۸۵ef	۷/۱۵۱c	۲/۰۶d	۱/۹۲۲e
۲/۲۰fg	۱۰/۲۶c	۱۰۰۲۷g	۷۶/۵b	۲/۷۹d	۶۵/۷۸f	۲۰۳۲e	۷/۱۲۳c	۲/۵۲۶ef	۱/۸۸۰f
۲/۲۰h	۱۰/۲۴c	۹۷۱/۹g	۶۲/۳۵c	۲/۳۷e	۶۲/۲۵f	۲۷/۲۶cd	۷/۱۵۵c	۲/۲۱f	۱/۸۱۸f

اثر متقابل  
سطوح آبیاری و  
سالیسیلیک  
اسید

قطع آبیاری  
بهدار  
گله‌می

۰ μM  
۷۰۰ μM  
۱۲۰۰ μM  
۲۸۰۰ μM

۱/۶۲۱g  
۱/۸۲۲f  
۱/۸۸۰f  
۱/۸۱۸f

۲/۱۸f  
۲/۲۸۸ef  
۲/۵۲۶ef  
۲/۲۱f

۷/۲۱۵ab  
۷/۱۹۱b  
۷/۱۵۱c  
۷/۱۵۵c

۶۵۷۷a  
۵۲۸۱b  
۲۶۸۵ef  
۲۷/۲۶cd

۶/۲۲۲a  
۷/۲۲۸a  
۵/۱۹c  
۵/۹۰b

۲/۹۱de  
۲/۸۷c  
۵/۱۹c  
۵/۹۰b

۷/۰۱e  
۷/۱۲۹d  
۷/۲۶۵c  
۷/۲۸۶b

۲/۱۸f  
۲/۲۸۸ef  
۲/۵۲۶ef  
۲/۲۱f

۷/۲۱۵ab  
۷/۱۹۱b  
۷/۱۵۱c  
۷/۱۵۵c

۶۵۷۷a  
۵۲۸۱b  
۲۶۸۵ef  
۲۷/۲۶cd

۶/۲۲۲a  
۷/۲۲۸a  
۵/۱۹c  
۵/۹۰b

۲/۹۱de  
۲/۸۷c  
۵/۱۹c  
۵/۹۰b

مربوط به رقم Dincer در تیمار 2800 میکرومولار سالیسیلیک اسید و شرایط آبیاری منظم بود (جدول 5). اعمال تنش پس از گلدهی موجب کاهش شاخص‌های رشد در ارقام و تیمارهای پیش تیمار گردید. پیش تیمار کردن بذرها در هر چهار رقم باعث شد تا اثرات نامطلوب تنش خشکی کاهش یافته و مقادیر

درصد روغن و در شاخص برداشت دانه و روغن در این گیاهان گردیده است.

اثر متقابل بین سطوح آبیاری، نوع رقم و سطوح پیش تیمار بر صفات LAI، LAD و NAR اثر معنی داری داشت (جدول 1). بیشترین LAI (3/089)، (112/7) LAD و  $(4/981 \text{mg.cm}^{-2}\text{day}^{-1})$  NAR

جدول 4- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم با سطوح پرایمینگ

شاخص برداشت روغن	RGR	NAR	LAR		
4/07def	50/81ij	1/95k	59/54a	0 $\mu\text{M}$	
4/49d	60/68efgh	2/63fg	43/96cd	700 $\mu\text{M}$	
5/51b	71/39abcd	3/3b	36/18ef	1400 $\mu\text{M}$	Dincer
5/4bc	77/09ab	3/67a	32/59f	2100 $\mu\text{M}$	
6/29a	78/85a	3/78a	34/47ef	2800 $\mu\text{M}$	
2/57k	50/30ij	1/92k	59/36a	0 $\mu\text{M}$	
3/20ij	58/73fghi	2/17ij	52/35b	700 $\mu\text{M}$	
3/69fgh	70/85abcd	2/84def	40/26de	1400 $\mu\text{M}$	Local Isfahan
3/97efg	63/43def	2/88de	38/81de	2100 $\mu\text{M}$	
3/94efg	66/58cdef	3/16bc	38/13ef	2800 $\mu\text{M}$	
4/03def	45/71j	1/82k	62/16a	0 $\mu\text{M}$	
4/46d	59/26fghi	2/34hi	48/13bc	700 $\mu\text{M}$	
4/99c	74/12abc	3/01cd	38/94de	1400 $\mu\text{M}$	lesaf
5/19bc	68/95ab	3/28b	35/34ef	2100 $\mu\text{M}$	
5/66b	77/28bcde	3/61a	35/7ef	2800 $\mu\text{M}$	
2/97jk	53/42ghij	1/92k	60/57a	0 $\mu\text{M}$	
3/32hij	52/60hij	1/98jk	58/86a	700 $\mu\text{M}$	
3/50ghi	62/49defg	2/49gh	46/37c	1400 $\mu\text{M}$	Gilla
3/73fgh	58/08fghi	2/48gh	45/93c	2100 $\mu\text{M}$	
4/24de	59/44fghi	2/73ef	43/96cd	2800 $\mu\text{M}$	

اثر متقابل رقم با سطوح پرایمینگ (BC)

جدول 5- مقايسه ميانگين اثر متقابل سطوح آبيارى، رقم و سطوح پرايمينگ

NAR		LAD		LAI			
قطع آبيارى بعد از گلدهى	آبيارى بصورت منظم	قطع آبيارى بعد از گلدهى	آبيارى بصورت منظم	قطع آبيارى بعد از گلدهى	آبيارى بصورت منظم		
1/86stu	2/03rst	68/03kl	78/24fghi	1/85jk	2/12fgh	0 μM	Dincer
2/52klmnop	2/74ghijklm	72/01ijk	81/76efg	1/95hij	2/22efg	700 μM	
3/6c	3efgh	77/04fghij	92/99c	2/09fghi	2/54c	1400 μM	
3/21def	4/13b	73/15hijk	101/5b	1/98hij	2/77b	2100 μM	
2/59jklmno	4/98a	71/15jk	112/7a	1/92ij	3/08a	2800 μM	
1/75tu	2/09qrs	56/19o	71jk	1/51n	1/93ij	0 μM	Local Isfahan
2/02rst	2/33nopqr	60/95mno	75/34ghij	1/64lmn	2/05ghi	700 μM	
2/86ghij	2/81ghijk	67/58klm	78/88fgh	1/83jkl	2/14fgh	1400 μM	
2/69hijklm	3/06efg	61/56lmno	80/32efg	1/66klmn	2/18efg	2100 μM	
2/35nopqr	3/96b	57/74no	95/05c	1/56mn	2/59c	2800 μM	
1/6u	2/05rst	59/9no	72/36hijk	1/61mn	1/96hij	0 μM	اثر متقابل رقم با سطوح پرايمينگ lesaf
2/27opqr	2/41mnopq	61/06mno	80/38efg	1/64lmn	2/19efg	700 μM	
3/28de	2/73hijklm	72/9hijk	83/46ef	1/98hij	2/27ef	1400 μM	
2/92fghi	3/63c	64/41lmn	86/32de	1/74klm	2/35de	2100 μM	
2/45lmnop	4/77a	62/68lmno	93/74c	1/69klmn	2/55c	2800 μM	
1/57u	2/27opqr	56/93o	72/61hijk	1/53n	1/97hij	0 μM	Gilla
1/67u	2/28nopqr	61/95lmno	75/45ghij	1/67klmn	2/04ghi	700 μM	
2/78ghijkl	2/19pqr	67/41klm	77/39fghij	1/82jkl	2/1efghi	1400 μM	
2/35nopqr	2/61ijklmn	63/98lmn	82/02efg	1/73klm	2/22efg	2100 μM	
2/09qrs	3/38cd	62/23lmno	89/96cd	1/68klmn	2/44cd	2800 μM	

میزان فتوسنتز موجب کاهش شاخص‌های رشدی ذکر شده گردید. در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش، دو رقم Dincer و Lesaf با قابلیت تولید ژنتیکی بالاتر نسبت به دو رقم دیگر توانستند با نمایش مقادیر بالاتری از شاخص‌های رشدی و حفظ سبزمانی بیشتر، عملکرد، شاخص برداشت دانه‌ای و روغنی بالایی در هکتار نمایند. به نظر می‌رسد براساس نتایج آزمایش حاضر، برای شرایط آبیاری منظم غلظت 2800 میکرومولار و برای محیط‌هایی با تنش انتهای دوره رشد غلظت 1400 میکرومولار سالیسیلیک اسید می‌تواند غلظت‌های مناسبی جهت انجام پیش تیمار باشد.

شاخص‌های ذکر شده در مقایسه با تیمار شاهد افزایش پیدا کند. نکته قابل توجه در این بود که در شرایط آبیاری منظم با افزایش سطوح پیش تیمار یک روند افزایشی در شاخص‌ها دیده می‌شد. ولی در شرایط قطع آبیاری تقریباً در فراتر از تیمار 1400 میکرو مولار اثر بهبود دهندگی پیش تیمار با سالیسیلیک اسید کاهش پیدا کرد و روند نزولی در این شاخص‌ها دیده شد.

بطور کلی، به نظر می‌رسد با توجه به اینکه بذره‌ای پیش تیمار شده تولید گیاهانی با LAI بالاتر نمودند، در نتیجه میزان بالاتری از RGR و NAR در این گیاهان در مقایسه با گیاهان شاهد دیده شد. اعمال تنش خشکی پس از گلدهی از طریق افزایش زوال برگ و کاهش

#### منابع مورد استفاده

- آیاری ه، شکاری ف و شکاری ف، 1379. دانه های روغنی. زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. 182ص.
- بالجانی ر، 1389. تاثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر نمود و خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ تحت تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.
- شکاری ف، 1380. بررسی صفات مرتبط با تحمل به خشکی در لوبیا. گزارش طرح پژوهشی پژوهشکده فیزیولوژی و بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه زنجان.
- شکاری ف، شکاری ف و اسفندیاری ع، 1389. فیزیولوژی تولید در گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه مراغه.
- محمدی نیکپور ع ر، 1374. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ در منطقه مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
- میارصادقی س، 1389. تاثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک کلزا تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.
- میارصادقی س، شکاری ف، فتوت ر و زنگانی ا، 1389. تاثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر بنیه و رشد گیاهچه کلزا در شرایط کمبود آب. مجله زیست شناسی گیاهی. سال دوم. شماره 6. صفحات 55-70.
- نوربخشیان ج و رضایی ع، 1378. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج. مجله علوم زراعی ایران. جلد 1(4): صفحات 65-55.

- Al-Hakimi AMA and Hamada AM, 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biol Plant* 44: 253–261.
- Agric, J, Saleem, R, Saleem, U and Sobhani, GH 2007 Correlation and path analysis in maize. *J Agric Res* 45(3): 177-183.
- Anyaia AO and Herzog H, 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *Europ J Agron* 20: 327-339.
- Baker RJ and Gebyehou G, 1982. Comparative growth analysis of two spring wheats and one spring barley. *Crop Sci* 22: 1225-1229.
- Bandurska H and Stroinski A, 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. *Acta Physiol Plant* 27: 379-386.
- Cassto E, Ventricelli P and Coreto A, 1997. Response of hybrid and open pollinated safflower to increasing doses of nitrogen fertility. 15<sup>th</sup> International Safflower Confers. Italy. 98-103.
- Cutt JR and Klessig DF, 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. *Pharmaceu Technol* 16: 25–34.
- Ehsanzadeh P, 1998. Agronomic and growth characteristics of spring spelt compared to common wheat. Ph. D. Thesis, University of Saskatchewan, Canada.
- Engel R and Bergman J, 1997. Safflower seed yield and oil content as affected by water and N fertilizer. *Fertilizer Facts*, Montana State University. 14:124-127.
- Gardner FP, Valle R and Mcclud D E, 1990. Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. *Agron J* 82:864-868.
- Gifford RM and Evans LT, 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Ann Rev Plant Physiol* 32: 485-509.
- Hunt R, 1982. *Plant growth curves*. Edward Arnold Pub. Ltd. London. Britain.
- Karimi MM and Siddique KHM, 1991. Crop growth and relative rate of old and modern wheat cultivars. *Aust J Agric Res* 42:13-20.
- Khan W, Prithviraj B and Smith D, 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J Plant Physiol* 160: 485–492.
- Levitt J, 1980. *Response of plants to environmental stresses*. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and other stresses. Acad. Press. New York.
- Martin-Mex R, Villanueva-Couoh E, Herrera-Campos T and Larqué-Saavedra A, 2001. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. *Sci Hort* 103: 499-502.



- Ozturk E, Ozer H and Polat T, 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in highland environments. *Plant Soil Environ* 54 (10): 453-460.
- Paleg IG and Aspinall D, 1981. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Acad. Press. New York.
- Pessarkli M, 1993. *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Dekker, Inc. PP 693.
- Rajasekaran LR, Stiles A, Surette MA, Sturz AV, Blake TJ, Caldwell C and Nowak J, 2002. Stand establishment technologies for processing carrots: Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Can J Plant Sci* 82: 443-450.
- Raskin I, 1992. Role of salicylic acid in plants. *Ann Rev Plant Physiol Mol Biol* 43: 439-463.
- Saleem R, Saleem U and Sobhani Gh, 2007. Correlation and path analysis in maize. *J Agric Res* 45(3): 177-183.
- Senaratna T, Touchell D, Bunn E and Dixon K, 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul* 30: 157-161.
- Simane B, Peacock JM and Stuik PC, 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. *Plant Soil*. 157:155-166.
- Tadashi H and Theodore C, 1999. Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at mid day in maize growing in the field. *Field Crops Res* 62:53-62.
- Tardieu F, Reymond M, Hamard P, Granier C and Muller B, 2000. Spatial distributions of expansion rate, cell division rate and cell size in maize leaves: A synthesis of the effects of soil water status, evaporative demand and temperature. *J. Exp Bot* 51: 1505-1514.
- Van der Werf A K 1997. *Plant functional types in: Modeling Inter-Plant competition in Natural and Agro-Ecosystems*. Workshop Report. Department of Theoretical Production Ecology, Wageningen Agricultural University. 12 to 14 November 1997. The Netherland.
- Yamaguchi-Shinozaki K, Kasuga M and Liu Q, 2002. Biological mechanisms of drought stress response. *Japan Inter Res Center for Agric Sci. Working Reports* PP, 1-8.