اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی و زراعی گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

فرامرز چمنی[۱]، عنایت الله توحیدی‌نژاد[۲*] و مهدی مهیجی[۳]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲ و ۳) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

* نویسنده مسئول: **etohodinejad@gmail.com**

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۶**

چکیده

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یک لگوم تابستانه متحمل به خشکی با پتانسیل کشت در مناطق خشک است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثر دورهای مختلف آبیاری و سطوح اسید سالیسیلیک بر صفات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه گیاه گوار صورت گرفت. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل اصلی دور آبیاری شامل سه سطح (شش، نه و ۱۲ روزه) و عامل فرعی، اسید سالیسیلیک شامل چهار غلظت (صفر، ۰/۵، یک و دو میلی-مولار) بود. محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سه مرحله پنج برگی، گل‌دهی و غلاف‌دهی گیاهان صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در شرایط تنش، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و رنگدانه‌های فتوسنتزی کاهش معنی‌داری داشت. استفاده از اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار باعث افزایش تعداد برگ در بوته و غلظت دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع بوته، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه گوار شد. بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی و فیبر خام دانه در غلظت اسید سالیسیلیک دو میلی-مولار و دور آبیاری شش روز به‌دست آمد. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مربوط به غلظت اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و دور آبیاری شش روز (۱۲۴۵/۲۵ کیلوگرم در هکتار) بود که با غلظت اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار و دور آبیاری شش روز (۱۲۲۷/۷۵ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در غلظت اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار و دور آبیاری شش روز حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و فیبر خام.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

مقدمه

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) گیاهی یک ساله از خانواده فاباسه است. با توجه به متحمل بودن گوار به شرایط شوری و خشکی می توان از این گیاه به عنوان یک محصول جایگزین با پتانسیل بالقوه در دشت‌های کم آب استفاده کرد (Grover *et al*., 2016). گوار در خاک‌هایی با بافت سبک (خاک‌های شنی، شنی لومی) و بارندگی سالیانه ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی متر، به خوبی رشد می‌نماید. ریشه های آن دارای گره‌هایی هستند که انواع خاصی از باکتری‌ها درون خود دارند. این باکتری‌ها نیتروژن آزاد را به شکل قابل جذب گیاه تبدیل می کنند. کشور هندوستان ۸۰ درصد سطح زیر کشت گوار را دارا می‌باشد که بعد از هندوستان کشور پاکستان در رده دوم تولید گوار می باشد (Yadav and Shalendra, 2014). تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد و تولید محصول در گیاهان است (Loreto *et al*., 2008). طی تنش خشکی گیاه برای کاستن از شدت تعرق و حفظ آب موجود در بافت‌ها گیاهی روزنه‌ها را می‌بندد (Lim *et al*., 2015). از طرفی بسته شدن روزنه‌ها موجب محدودیت‌های روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای فتوسنتز (Sanda *et al*., 2011; Noctor *et al*., 2014) و کاهش شدت فتوسنتز می شود (Parent *et al*., 2014). در تحقیقی روی لوبیای قرمز با تنش خشکی باعث کاهش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی شد (روزبهانی و همکاران، ۱۳۹۶). سرعت فتوسنتز در شرایط تنش خشکی تحت اثر محتوای کلروفیل قرار گرفت (Obidiegwu *et al*., 2015). تنش خشکی باعث کاهش ماده خشک در تمام اندام های گیاه می شود. گرچه بعضی از اندام‌ها درجه متفاوتی از کاهش ماده خشک را نشان می دهند (Asrar and Elhindi., 2011). اسید سالیسیلیک ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را تحت تنش‌های غیر زیستی تنظیم نموده و سبب افزایش تحمل آن‌ها در برابر بیماری‌ها می شود (Hashempour *et al*., 2014). اسید سالیسیلیک به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسان‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی به ویژه تنش خشکی در گیاهان افزایش یافته و سبب افزایش محتوی رنگیزه‌ها در شرایط تنش می شود. همچنین این ترکیب از طریق عوامل روزنه‌ای، رنگیزه‌ها و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل بر فتوسنتز اثر می گذارد (Ghai., 2002). در یک تحقیق تیمار ارقام گلرنگ با اسید سالیسیلیک، سبب افزایش مقدار کلروفیل به عنوان یکی از اجزای اصلی فتوسنتزی شد. همچنین تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک و محتوای کارتنوئید در تیمار شاهد و تنش گردید که نشان دهنده توانایی اسید سالیسیلیک برای بهبود رشد بود (آروین و همکاران، ۱۳۹۳). هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر اسید سالیسیلیک به عنوان ترکیبی با ویژگی‌های آنتی اکسیدانی در بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تحمل گیاه گوار در شرایط با تنش خشکی بود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

مواد و روش ها

به‌منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک روی ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه‌جانبی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، فیبر خام دانه، عملکرد بیولورژیک و عملکرد دانه گیاه گوار در شرایط تنش خشکی، آزمایش در تابستان ۱۳۹۶ در شهرستان قلعه گنج در استان کرمان انجام شد. طول جغرافیایی محل انجام آزمایش ۵۳ دقیقه و ۱۳/۸ ثانیه و ۵۷ درجه و عرض جغرافیایی آن ۲۹ دقیقه و ۷ ثانیه و ۲۷ درجه و ارتفاع از سطح دریا۴۰۰ متر می باشد. قلعه گنج بر اساس روش آمبرژه دارای آب و هوای خشک نیمه بیابانی است. ویژگی‌های خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت خاک	شن (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر مربع)
لومی شنی	۵۷	۳۶	۷	۲۸۰	۱۰	۰/۰۸	۰/۰۴	۷/۸	۱/۸

آزمایش به صورت کرت خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل سه دور آبیاری (شش، نه و ۱۲ روز) و عامل فرعی شامل چهار غلظت اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار) بود. بذر گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) بومی منطقه سراوان و ایرانشهر می‌باشد که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. تاریخ کاشت گیاه گوار ۱۵ مرداد و تاریخ برداشت آن ۱۵ آبان ماه بود. هر واحد آزمایشی شامل ۱۲ ردیف کاشت به طول سه متر بود. فاصله‌ی بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی گیاهان روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بذر پنج سانتی متر در نظر گرفته شد (Hema Yadav and Shalendra, 2014). آبیاری کرت‌های آزمایشی، بر اساس دور آبیاری بوده که تعداد دفعات آبیاری برای دورهای آبیاری شش، نه و ۱۲ روز به‌ترتیب شش، نه و ۱۲ مرتبه بوده است. محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سه مرحله پنج برگی، گل‌دهی و غلاف‌دهی صورت گرفت. عملیات وجین علف-های هرز به‌طور مرتب به صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد. برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی تعداد ۱۰ بوته از هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها به طور تصادفی در اواسط مرحله گل‌دهی انتخاب شدند. مقدار ۰/۲ گرم برگ از هر گیاه با چهار میلی لیتر استون ۸۰ درصد خوب سائیده شد. عصاره به دست آمده بعد از عبور از کاغذ صافی به لوله آزمایش منتقل شد. سانتریفیوژ به مدت پنج دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه انجام شد. محلول شفاف بالایی به سلول‌های ویژه منتقل گردید و جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر جذبی مدل ۳۰۰ -PLUS در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸، ۴۷۰ نانومتر خوانده و برای به دست آوردن میزان کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید از رابطه‌های زیر استفاده شد (Lichtenthaler *et al*., 1987).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.1.7]

رابطه ۱: $Chl.\ a = (12.25\ A663.2 - 2.79\ A646.8)$

رابطه ۲: $Chl.\ b = (21.21\ A646.8 - 5.1\ A663.2)$

رابطه ۳: $Chl.\ T = Chl.\ a + Chl.\ b$

رابطه ۴: $Car = ((1000\ A470 - 1.8\ Chl.\ a - 85.02\ Chl.\ b) / 198)$

در این روابط A مقدار جذب در طول موج‌های فوق، Chl.a میزان کلروفیل a، Chl.b میزان کلروفیلb، Chl.t میزان کلروفیل کل و Car، مقدار کارتنوئید می‌باشد. عملکرد نهایی، پس از حذف حاشیه‌ها در هر واحد آزمایشی (نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها و نیز ردیف‌های جانبی) انجام گرفت. اندازه‌گیری فیبر خام به وسیله دستگاه فایبرتک ۱۰۱۰ شرکت تکاتور بر اساس شستشو با اسید جوشان از روش Georing و Van Soest (۱۹۷۰) تعیین گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر دورهای مختلف آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر فواصل آبیاری و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گوار

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درصد فیبر خام دانه
بلوک	۳	۱/۴۳	۵۷/۶۵	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۱۵۰۰/۰۹	۴۴۶/۴۶	۱/۲۸
دور آبیاری	۲	۱۲۳۷/۱۸**	۱۹۷۱۴/۷**	۱۵/۰۸**	۰/۰۰۸**	۰/۰۴۵**	۰/۰۸۸**	۰/۰۰۰۱**	۸۱۹۰۳۵۳/۸۸**	۲۴۳۹۱۹**	۵۴۳/۹۲**
خطای اصلی	۶	۳/۶۷	۳۳/۷۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۰۴	۳۷۹۳/۴۷	۳۱۰/۵۹	۰/۵۶
سطوح سالیسیلیک	۳	۱۹۰/۳۲**	۱۱۹۰/۵۵**	۱/۹۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۸**	۰/۰۱۶**	۰/۰۰۰۲ns	۷۲۴۸۸۷/۵۲**	۲۶۸۲۵/۳۶**	۱۲۲/۸۶**
آبیاری× سالیسیلیک	۶	۲/۴۹ns	۳۷/۶۹ns	۰/۰۹**	۰/۰۰۰۲ns	۰/۰۰۰۲ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۰۳ns	۸۳۵۱۴/۳۳**	۳۳۹۲/۶۹**	۲/۵۷*
خطای فرعی	۲۷	۳/۴۲	۵۷/۵۸	۰/۰۲	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۰۵۷	۱۲۱۴۳/۷۴	۴۱۱/۱۶	۰/۹۳

**،* و ns : به‌ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و غیر معنی‌داری می باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش دور آبیاری از میزان ارتفاع بوته کاسته شد، به طوری کـه ارتفـاع بوتـه در دور آبیاری نه روز و ۱۲ روز به ترتیب ۱۶/۲۲ و ۲۷/۳۳ درصد نسبت به دور آبیـاری شـش روز کـاهش یافـت (جـدول ۳). استفاده از غلظت‌های یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیک به ترتیب باعـث افـزایش ۹/۰۸ و ۱۵/۶۹ درصـدی ارتفـاع بوتـه نسبت به غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک گردید، در حالی که غلظت ۰/۵ میلـی‌مـولار اسـید سالیسـیلیک تفـاوت معنی‌داری نسبت به غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نداشت (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در تیمارهای آبیاری گیاه گوار

دور آبیاری (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ در بوته	کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تازه)	کلروفیلb (میلی گرم در گرم وزن تازه)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تازه)	کارتنوئید (میلی گرم در گرم وزن تازه)
شش	۶۴/۳۳	۲۰۲/۴۳	۰/۴۳	۰/۵۷	۱/۰۱	۰/۰۱
نه	۵۳/۸۹	۱۷۳/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۹۲	۰/۰۰۶
۱۲	۴۶/۸۱	۱۳۱/۸۱	۰/۳۸	۰/۴۷	۰/۸۶	۰/۰۰۵
LSD	۱/۳۴	۵/۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه گیری شده گیاه گوار

سطوح سالیسیلیک (میلی‌مولار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ در بوته	کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تازه)	کلروفیلb (میلی گرم در گرم وزن تازه)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تازه)
صفر	۵۱/۸۷	۱۶۳/۶۶	۰/۴۰	۰/۴۸	۰/۸۹
۰/۵	۵۱/۵۸	۱۵۹/۴۱	۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۹۱
۱	۵۶/۵۸	۱۸۱/۹۱	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۹۴
۲	۶۰/۰۱	۱۷۱/۹۱	۰/۴۲	۰/۵۴	۰/۹۸
LSD	۱/۵۴	۶/۳۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

در تحقیقی روی سه ژنوتیپ گیاه لوبیا مشخص شد که افزایش غلظت اسید سالیسیلیک منجر به افـزایش ارتفـاع بوتـه شد (سپهری و همکاران، ۱۳۹۴). کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی می شود و در نهایت کاهش رشـد و توسـعهٔ

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها را به دنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود. به همین دلیل، اولین اثر محسوس کم آبی بر گیاه را می توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه‌ی‌کوچک‌تر برگ‌ها تشخیص داد (فرح بخش و سالارپور غربا، ۱۳۹۳).

تعداد برگ در بوته

تعداد برگ در بوته، در واکنش به دورهای مختلف آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (در سطح احتمال یک درصد) قرار گرفت (جدول ۲). تعداد برگ در بوته مربوط به دور آبیاری نه روز و ۱۲ روز نسبت به دور آبیاری شش روز به ترتیب کاهش ۱۴/۳۳ و ۳۴/۸۸ درصدی داشتند (جدول ۳). کاربرد اسید سالیسیلک سبب افزایش تعداد برگ در بوته شد به نحوی که غلظت‌های یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب افزایش به ترتیب ۱۱/۱۵ و ۵/۰۴ درصدی تعداد برگ در بوته نسبت به غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک گردید، در حالی که غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار صفر میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). تداوم تنش آبی به دلیل افزایش هورمون اتیلن، برگ‌ها سریع‌تر پیر شده و ریزش می کنند که نتیجه آن کاهش تعداد برگ در بوته می باشد (Taiz and Zeiger, 2010) اسید سالیسیلیک با جلوگیری از اکسیداسیون اکسین (Fariduddin *et al.*, 2003) بر مریستم‌های رویشی اثر گذاشته و موجب افزایش تعداد میانگره در ساقهٔ اصلی و تعداد برگ در گیاه می‌گردد (Takeda *et al.*,1995) و با جلوگیری از سنتز اتیلن مانع از پیری و ریزش برگ‌ها می شود (Srivastava and Dwivedi, 2000).

تعداد شاخه جانبی

برهم کنش دورهای مختلف آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه جانبی معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم کنش دو عامل نشان داد که استفاده از از غلظت دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دورهای آبیاری شش، نه و ۱۲ روز به ترتیب سبب افزایش ۸/۸۸، ۲۱/۶۲ و ۱۸/۸۴ درصدی تعداد شاخه جانبی نسبت به تیمار شاهد در آن دور آبیاری گردید. کاربرد اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار در دور آبیاری نه روز سبب جبران خسارت تنش خشکی گردید و این ترکیب تیماری توانست اختلاف صفر درصد را نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ثبت برساند. استفاده غلظت دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دور آبیاری ۱۲ وز منجر به کاهش تنها ۲۱/۶۲ درصدی تعداد شاخه جانبی نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک شد (جدول ۵). در تحقیقی دیگر مشخص شد که تنش خشکی باعث کاهش تعداد شاخه جانبی در گیاه ریحان شد (رمرودی و همکاران، ۱۳۹۲). محلول پاشی اسید سالیسیلیک روی گیاه لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش منجر به کاهش خسارت ناشی از تنش در گیاه لوبیا شد (شکاری و همکاران، ۱۳۹۵).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم کنش دور آبیاری و سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه گیری شده در گیاه گوار

دور آبیاری	سطوح سالیسیلیک (میلی‌مولار)	تعداد شاخه جانبی در بوته	عملکرد بیولورژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد فیبر خام دانه
۶روز	صفر	۶/۷۵	۶۲۵۵	۱۱۵۶/۵	۵۱
	۰/۵	۶/۷۵	۶۳۳۷/۵	۱۱۸۸	۵۱
	۱	۶/۹۵	۶۵۵۰	۱۲۴۵/۲۵	۵۵
	۲	۷/۳۵	۶۴۴۰	۱۲۲۷/۷۵	۵۶/۷۵
۹روز	صفر	۵/۵۵	۵۷۰۵/۲۵	۱۰۸۳/۲۵	۴۴
	۰/۵	۵/۷۵	۵۸۸۳/۵	۱۱۲۰/۵	۴۴
	۱	۶/۳۵	۶۱۹۱/۲۵	۱۱۴۷	۵۰
	۲	۶/۷۵	۶۰۳۶	۱۱۲۴	۵۲
۱۲روز	صفر	۴/۶۷	۴۵۱۲/۷۵	۸۷۹/۲۵	۳۹/۵
	۰/۵	۴/۷۰	۴۷۸۸/۲۵	۹۱۲/۵۰	۳۹/۵
	۱	۵/۰۷	۵۴۰۷/۵	۱۰۵۴/۵۰	۴۳
	۲	۵/۵۵	۵۲۳۴/۵	۸۹۸/۲۵	۴۵
Hg	LSD	۰/۷۲	۷۹/۸۷	۲۹/۳۹	۱/۴۳

رنگدانه‌های فتوسنتزی

اثر تنش خشکی و غلظت اسید سالیسیلیک به کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و میزان کارتنوئید گوار معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش دور آبیاری از شش روز به نه روز و ۱۲ روز به‌ترتیب منجر به کاهش ۲/۳۲ و ۱۱/۶۲ درصدی کلروفیل a نسبت به دور آبیاری آبیاری شش روز شد (جدول ۳). استفاده از دو غلظت یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب منجر به افزایش ۲/۵ و پنج درصدی کلروفیل a نسبت به غلظت صفر میلی-مولار اسید سالیسیلیک شد (جدول ۴). میزان کلروفیل b در دور آبیاری نه روز و ۱۲ روز به‌ترتیب ۱۵/۷۸ و ۱۷/۵۴ نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز کاهش یافت (جدول ۳). با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان کلروفیل b افزایش یافت که غلظت‌های ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش ۲/۰۸، ۶/۲۵ و ۱۲/۵ درصدی میزان کلروفیل b نسبت به غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک گشت (جدول ۴). با افزایش دور آبیاری از میزان کلروفیل کل کاسته شد، به‌طوری که دور آبیاری نه روز و ۱۲ روز به‌ترتیب منجر به کاهش ۸/۹۱ و ۱۴/۸۵ درصدی کلروفیل کل نسبت به دور آبیاری شش روز شد (جدول ۳). همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک افزایش میزان کلروفیل کل را به دنبال داشت. غلظت-های ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌ترتیب باعث افزایش ۲/۰۸، ۶/۲۵ و ۱۲/۵ درصدی میزان کلروفیل کل نسبت به غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش تنش خشکی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

میزان کارتنوئید نیز در گیاه گوار کاهش یافت که کم‌ترین میزان آن مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز با میانگین ۰/۰۰۵ میلی گرم بر گرم بود (جدول ۳). ابوفتیله‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی بر روی ارقام ماش نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش محتوای کلروفیل ارقام مختلف گیاه ماش شد. لاهوتی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی روی گیاه لوبیا قرمز نشان دادند که تنش خشکی کاهش محتوای کلروفیل برگ را به همراه داشت. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی باعث حفظ محتوای کلروفیل، کارتنوئید، ثبات فتوسنتز و کاهش خسارت های وارده به گیاه می‌شود (El-Tayeb., 2005). کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به افزایش محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب، وزن تر و خشک علوفه ذرت گردید (نعمت‌اللهی و همکاران،۱۳۹۲). مدرس ثانوی و همکاران (۱۳۹۳) با تحقیقی بر دو رقم کلزا نشان دادند که اسید سالیسیلیک با جلوگیری از تولید رادیکال‌های آزاد، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد و از تخریب کلروفیل جلوگیری کرد. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در گیاه ریحان میزان محتوای کلروفیل و فتوسنتز افزایش پیدا کرد و موجب افزایش عملکرد گردید (رمرودی و خمر،۱۳۹۲). یکی ازمهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آن توسط گونه های اکسیژن فعال می باشد. کاهش فعالیت فتوسیستم II، باعث کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو و عدم سنتز ATP می شود. در نتیجه تشکیل گونه های اکسیژن آزاد در کلروپلاست‌ها افزایش می یابد (Lawlor and Cornic, 2002). اسید سالیسیلیک با تقویت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی (بخش آنزیمی و بخش غیر آنزیمی) باعث محافظت کلروفیل در برابر آسیب اکسیداتیو می شود (Miura and Tada., 2014). فعالیت آنزیم‌های متابولیزه کننده H_2O_2 مثل کاتالاز، پراکسیداز و آنزیم‌های سوپر اکسیداز دیسموتاز در تنش خشکی توسط اسید سالیسیلیک افزایش می یابد (Saruhan *et al*., 2012). آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتین ردوکتاز، O_2 و H_2O_2 را به یکدیگر متصل می کنند و آب به وجود می‌آورند، در نتیجه موجب حفظ سلول از آسیب می شوند (Foyer and Fletcher, 2001).

درصد فیبر خام دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر دورهای مختلف آبیاری، اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد و برهم کنش دو عامل در سطح احتمال پنج درصد روی درصد فیبر خام دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسهٔ میانگین و برهم کنش نشان داد که غلظت دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دور آبیاری شش روز، نه روز و ۱۲ روز به ترتیب باعث افزایش ۱۱/۲۷، ۱۸/۱۸ و ۱۳/۹۲ درصدی درصد فیبر خام دانه نسبت به تیمار شاهد در آن دور آبیاری شد. استفاده از غلظت دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دور آبیاری نه روز سبب افزایش ۱/۹۶ درصدی درصد فیبر خام دانه نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک شد و همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک دو میلی-مولار در دور آبیاری ۱۲ روز منجر به کاهش تنها ۱۱/۷۶ درصدی درصد فیبر خام دانه نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

و اسید سالیسیلیک دو میلی‌مولار گشت (جدول ۵). هادی و همکاران در تحقیقی روی سورگوم نشان دادند که با افزایش شدت تنش آبی از میزان فیبر خام کاسته شد (هادی و همکاران، ۱۳۹۵).

عملکرد بیولورژیک

عملکرد بیولورژیک در واکنش به دورهای مختلف آبیاری، اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آبیاری و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش نشان داد که در دور آبیاری شش روز غلظت‌های ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌ترتیب سبب افزایش ۱/۳۱، ۴/۷۱ و ۲/۹۵ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد همان دور آبیاری شد. همچنین در دور آبیاری نه روز و غلظت‌های ۰/۵ یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب سبب افزایش ۳/۱۲، ۸/۵۱ و ۵/۷۹ شد. غلظت‌های ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دور آبیاری (جدول ۵). افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ و روز به‌ترتیب سبب افزایش ۶/۱۰، ۱۹/۸۲ و ۱۵/۹۹ درصدی عملکرد بیولوژیک گشت. استفاده از غلظت‌های اسید سالیسیلیک یک و دو میلی‌مولار در دور آبیاری نه روز تنها منجر به کاهش به‌ترتیب ۱/۰۱ و ۳/۵۰ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت اسید سالیسیلیک صفر میلی‌مولار شد. همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک یک و دو میلی‌مولار در دور آبیاری ۱۲ به‌ترتیب سبب کاهش تنها ۱۳/۵۴ و ۱۶/۳۱ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک گردید (جدول ۵). افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب می تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ و نیز دوام سطح برگ آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیش‌تر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک می باشد (Lak *et al*., 2004). در تحقیقی دیگر محققان نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلیی شد (شکاری و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیقی مشابه محلول پاشی اسید سالیسیلیک روی گیاه ریحان باعث افزایش معنی دار وزن خشک اندام های هوایی آن شد (رمرودی و خمر، ۱۳۹۲).

عملکرد دانه

جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که عملکرد دانه در واکنش به دورهای مختلف آبیاری، غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و بر هم‌کنش آبیاری و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). سالیسیلیک اسید با تخفیف عوارض ناشی از تنش خشکی منجر به افزایش عملکرد دانه گردید، به‌طوری که بیش‌ترین عملکرد دانه، در دور آبیاری شش روز مربوط به غلظت‌های یک و دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید با ۷/۶۷ و ۶/۱۶ درصد افزایش نسبت به شاهد و در دور آبیاری ۱۲ روز مربوط به غلظت یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید با ۱۹/۹۳ درصد افزایش نسبت به شاهد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

بود، در حالی که میزان عملکرد دانه در دور آبیاری نه روز در غلظت‌های ۰/۵، یک و دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت، اما نسبت به شاهد به‌ترتیب افزایش ۳/۴۳، ۵/۸۸ و ۳/۷۶ درصدی داشت؛ با این وجود، سالیسیلیک اسید با غلظت یک میلی‌مولار در تمام دورهای آبیاری بیش‌ترین میزان عملکرد دانه را در پی داشت. اعمال یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در دور آبیاری ۱۲ روز تنها منجر به کاهش ۸/۸۱ درصدی نسبت به تیمار دور آبیاری شش روز و غلظت صفر میلی‌مولار سالیسیلیک اسید گردید، در حالی که عدم کاربرد سالیسیلیک اسید در دور آبیاری ۱۲ روز منجر به کاهش ۱۶/۶۱ درصدی نسبت به تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در آن دور آبیاری گردید (جدول ۵). تنش خشکی با اثر منفی بر تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه باعث کاهش عملکرد دانه گیاه نخود شد (روزبهانی و شوقیان، ۱۳۹۶). در تحقیقی دیگر با محلول پاشی اسید سالیسیلیک روی گیاه نخود تعداد روزنه ها، عملکرد و اجزای عملکرد آن افزایش یافت (مداح و همکاران، ۱۳۸۵). کاهش پرشدن دانه ناشی از فعالیت منبع، تقسیم مواد پرورده و آنزیم تولید کننده نشاسته می باشد (Farooq *et al*., 2009). در شرایط تنش خشکی فعالیت فسفواینول پیروات کربوکسیلاز، رابیسکو، پیروات اورتو فسفات دی کیناز، فروکتوز ۱و ۶ بیس فسفات و همچنین پتانسیل آب برگ کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه فتوسنتز کاهش پیدا می کند (Farooq *et al*., 2009). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی سبب کاهش انتقال مواد پرورده به قسمت‌های در حال رشد می‌شود در نتیجه میزان مواد پرورده‌ای که به دانه می رسد برای رشد مطلوب آن کافی نیست (Yadav *et al*., 2004). امیری ده احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی روی گندم در شرایط تنش خشکی نشان دادند که دلیل کاهش سرعت رشد دانه ناشی از کاهش میزان ساکارز سینتاز می‌باشد. در حالی که توقف رشد دانه به علت غیر فعال شدن آدنوزین دی فسفات، گلوکز، پیروفسفریلاز می باشد. اسید سالیسیلیک با محافظت از رنگیزه‌های فتوسنتزی، حفظ ساختار و فعالیت رابیسکو و دیگر آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز باعث افزایش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می‌شود (Khodary *et al*., 2000) اسید سالیسیلیک با انتقال بهتر مواد پرورده از منبع به مخزن موجب رشد بهتر و عملکرد بیش‌تر گیاهان می شود (مدرس ثانوی و کشاورز، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دور آبیاری شش و ۱۲ روز سبب کاهش معنی‌دار محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، درصد فیبر خام دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. افزایش دورهای آبیاری باعث کاهش عملکرد و دیگر صفات در گیاه گوار گردید؛ همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک خسارت ناشی از تنش خشکی را کاهش داد، به‌طوری که کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار در دورهای آبیاری نه روز و ۱۲ روز به ترتیب سبب افزایش ۵/۸۸ و ۱۹/۹۳ درصدی عملکرد دانه شد. نتایج نشان داد استفاده از اسید سالیسیلیک در مناطق خشک و نیمه خشک می تواند در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

افزایش عملکرد و کاهش اثر سوء ناشی از تنش کم‌بود آب مؤثر باشد. در این پژوهش بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به غلظت اسید سالیسیلیک یک میلی مولار و دور آبیاری شش روز بود.

منابع

ابوفتیله نژاد، س. شکوه فر، آ. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی روی برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکرد بیولوژیکی ارقام مختلف ماش. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵ (۱۷):۱۵۹-۱۴۹.

اسفینی فراهانی، م. پاک نژاد، ف. بختیاری مقدم، م. علوی، ص. حسیبی، ع.۱۳۹۱. اثر مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز. مجله زارعت و اصلاح نباتات. ۸ (۳): ۷۷-۶۹.

آروین، م. ج. دانشمند، ف. کرامت، ب.۱۳۹۳. تغییرات ایجاد شده توسط سالیسیلیک اسید در گیاهان گلرنگ تحت تنش شوری مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲: ۲۱۵-۲۰۴.

امیری ده احمدی، س. ر. گنجعلی، ع. نظامی، ا. پارسا، م. ۱۳۸۹. تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی بر شاخصهای رشد نخود در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱ (۲):۸۴-۶۹.

سپهری، ع. عباسی، ر. کرمی، آ.۱۳۹۴. اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز. ۱۷(۲):۵۱۶-۵۰۳.

شکاری، ف. افشاری، م. افصحی، ک. عظیم خانی، ر. ۱۳۹۵. تاثیر اثر کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر وزن خشک، شاخص برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱: ۵۸-۵۱.

روزبهانی، آ. شوقیان، م. ۱۳۹۶. اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز در شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۴): ۴۷-۱۳۱.

رمرودی، م. خمر، ع.۱۳۹۲. اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگیهای کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان. ۱ (۱): ۳۲-۱۹.

فرح‌بخش، ح. سالارپور غربا، ف. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر صفات ظاهری و فیزیولوژیکی گیاه رازیانه. مجله به زراعی کشاورزی. ۵: ۷۸۷-۷۷۶.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

کریمی، ر. هادی، ه. تاجبخش، ت. ۱۳۹۵. عملکرد علوفه‌ای سورگوم تحت شرایط کم‌آبی و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و سولفات روی نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۶۲ (۲):۱۶۹-۱۸۷.

لاهوتی، م. سادات راستی ثانی، م. گنجعلی، ع. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات مورفوفیزیولوژیک و فلوئورسانس کلروفیل گیاهچه‌های لوبیا قرمز. نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران. ۵ (۱):۱۱۶-۱۰۳.

لاهوتی، م. رمضان نژاد. ر. گنجعلی، ع.۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک روی برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام حساس و مقاوم نخود تحت تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵ (۱۲): ۳۶-۲۴.

مداح ، س. م. فلاحیان، ف. صباغ پور، س. ح. چلبیان، ف. ۱۳۸۵. اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزاء عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. ۷۰:۱-۶۱.

مدرس ثانوی، س. ع.م. کشاورز، ح. ۱۳۹۳. اثر سالیسیلیک اسید بر کلروفیل، برخی خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم کلزا. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۷ (۴): ۱۷۱-۱۶۱.

نعمت اللهی، ا. جعفری، ع. ر. علیرضا باقری، ع.۱۳۹۲. اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵ (۱۲):۵۱-۳۷.

Asrar, A. W. A., & Elhindi, K. M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. Saudi journal of biological sciences. 18:93-98.

EL-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45:215-224.

Farooq, M., Basra S. M. A. Wahid, A. Ahmad, N. Saleem, B. A. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid Journal of Agronomy and Crop Science. 195:237-246

Farooq, M., Wahid, A. Kobayashi, N. Fujita, D. Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management in Sustainable agriculture. 29:153-188

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in Brassica juncea. Photosynthetica, 41: 281–284.

Foyer, C. H., Fletcher, J. M. 2001. Plant antioxidants: colour me healthy. Biologist (London, England). 48: 115-120.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

Georing, H. K., and Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analyses; apparatus, reagents, procedures, and some application. USDA, Agric. Handb. 379. US. Gov. Print Office, Washington, DC.

Ghai, N., Setia, R. C. Setia, N. 2002. Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brescia napus* L. (cv. GSL-1) Phytomorphol, 52: 83-87.

Hashempour, A., Ghasemzhad, M. Fotouhi, G. and Sohani, M. M. 2014. The physiological and biochemical response to freezing stress olive plants treated with salicylic acid. Russian Journal of Plant Physiology,.61: 443-450.

Hema, Y. and Shalendra. A. 2014. An Analysis of Performance of Guar Crop in India., Guar Cultivation Practices p:17-31 Prepared by CCS National Institute of Agricultural Marketing and Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA), New Delhi

Khan, M. I. R., Iqbal, N. Masood, A. Per, T. S. And Khan, N. A. 2013. Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthes is through changes in proline production and ethylene formation. Plant signaling & behavior.8:462-479.

Khan, M. I. R., Fatma, M., Per, T. S. Anjum, N. A., & Khan, N. A. 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Frontiers in Plant Science. 6: 462.479

Kobraee, S. and Shamsi, K. 2012. Effects of drought stress on dry matter accumulation and morphological traits in soybean. International Journal of Biosciences 10: 73-79.

Khodary, S. E. A. 2000. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed Maizeplant. International Journal of Biology. 1: 3-13

Lake, J. C., Leishman, M. R. 2004. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores Biological conservation. 117: 215-226.

Lawlor, D. W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant cell and Environment, 25: 275–294.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods Enzymol. 148:350-382.

Lichtenthaler, H., and Wellburn, A. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591–592.

Lim, C. M., Baek, W. Jung, J. Kim, J. H. and Lee, S. H. 2015. Function of ABA in stomatal defense against biotic and drought stresses. International journal of molecular sciences. 16: 15251-15270.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]

Loreto, F. and Centritto, M. 2008. Leaf carbon assimilation in a water limited world. Plant biosystems. 142:154-161

Miura, K., and Tada, Y. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Frontiers in p s, 5: 4

Noctor, G., Mhamdi, A. and Foyer, C. H. 2014. The roles of reactive oxygen metabolism in drought: not so cut and dried. Plant Physiology.10:113.

Obidiegwu, J. E., Bryan, G. J. Jones, H. G. & Prashar, A. 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. Frontiers in Plant Science. 6: 542.

Parent, B., Hachez, C. Redondo, E. Simonneau, T. Chaumont, F. and Tardieu, F. 2014. Drought and abscisic acid effects on aquaporin content translate into changes in hydraulic conductivity and leaf growth rate: a trans-scale approach. Plant Physiol. 149:108.

Saruhan, N., Saglam, A. and Kadioglu, A. 2012. Salicylicaci dpretreatment induces drought tolerance and delays leaf rolling by inducing antioxidant systemsinmaize genotypes. Acta Physiologiae Plantarum. 34:97-106.

Srivastava, M. K. and Dwivedi, U. N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science. 158: 87–96.

Sanda, S., Yoshida, K. Kuwano, M. Kawamura, T. Nakajima,Y. Akashi, K. and Yokota, Y. 2011. Responses of the photosynthetic electron transport system to excess light energy caused by water deficit in wild watermelon. Physiologia Plantarum:142: 247-264.

Takeda, T., Yokota, A. and Shigeoka, S. 1995. Resistance of photosynthesis to hydrogen peroxide in algae. Plant Cell Physiology. 36: 1089–1095.

Yadav, R. S., Hash, C. T. Bidinger, F. R. Devos, K. M. Howarth. C. J. 2004. Genomic regions associated with grain yield and aspects of postflowering drought tolerance in pearl millet across environments and tester background, Euphytica 136: 265–277.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.1.7]