اثر کم آبیاری بر رشد و عملکرد دانه کرچک در تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین

زهرا ایزدی و محمودرضا تدین*

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۵/۲۸ ، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۱۱/۱۹)

چکیده:

آزمایشی به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک کلاس A (۸۰ ، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر) و محلول‌پاشی مقادیر اسید سالیسیلیک (۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومول) و اسپرمین (۱۰ میکرومول و یک میلی‌مول) بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی دانه کرچک در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه شهرکرد انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب افزایش غلظت پرولین و نیز سبب کاهش عملکرد دانه گردید، اما بر درصد پروتئین دانه بی تأثیر بود. با افزایش سطوح تیمار تنش خشکی، سرعت رشد گیاه (CGR) کاهش یافت. نتایج نشان داد که تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسپرمین بر صفات غلظت پرولین، عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتئین دانه کرچک تأثیر داشت. بیشترین عملکرد دانه ۱۳۶۳/۸۴ کیلوگرم در هکتار از تیمار اسید سالیسیلیک ۲۵۰ میکرومول به‌دست آمد. تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن در گیاه کرچک گردید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه و کیفیت دانه کرچک با استفاده از اسید سالیسیلیک و اسپرمین بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: کرچک، اسپرمین، اسید سالیسیلیک، تنش خشکی

مقدمه:

کرچک (*Ricinus communis*) گیاهی از خانواده *Euphorbiacea* می‌باشد که در مناطق گرم و مرطوب به صورت چند ساله و در سایر مناطق به صورت یکساله می روید، دانه کرچک بسته به ژنوتیپ دارای ۳۵ تا ۵۵ درصد روغن و حاوی یک تا پنج درصد پروتئین توکسین و ریسین می‌باشد، که از قوی‌ترین مواد کشنده گیاهی محسوب می‌شود (Perin *et al*., 2008). این گیاه به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود به عنوان یکی از گیاهان مقاوم به شرایط آب و هوایی مختلف شناخته شده است. روغن به‌دست آمده از بذرهای کرچک به عنوان با ارزش‌ترین مواد مسهل و ملین می‌باشد که در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسید ریسینولئیک یک اسید چرب هیدروکسی غیر اشباع بوده که مهم ترین اسید چرب موجود در روغن کرچک می‌باشد. اسید ریسینولئیک موجود در روغن بذر گیاه کرچک بیش از ۸۹ درصد بوده که ویژگی‌های تکنولوژیکی بی نظیری به روغن کرچک می‌دهد که باعث شده است این روغن بالاترین میزان ویسکوزیته و حلالیت در الکل را در بین اکثر روغن‌های گیاهی داشته باشد (Caupin *et al*.,1997). همچنین وجود این گروه‌ها در افزایش پایداری روغن کرچک در برابر اکسیداسیون و

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

جلوگیری از تشکیل هیدروپراکسید مطلوب می‌باشند (Perin *et al*., 2008).

تأثیر شرایط اقلیمی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف متفاوت است. مهم ترین عوامل محیطی که تأثیر عمده‌ای بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی و مواد مؤثره آنها می‌گذارد، نور، دما، بارندگی، طول روز، عرض جغرافیایی، خصوصیات خاک، ارتفاع محل و تغذیه می‌باشد. اگرچه میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاهان تحت کنترل ژن‌ها است ولی مقدار، غلظت و تجمع متابولیت‌های ثانویه به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی است. تغییرات اقلیمی به ویژه خشکی می‌تواند به طور اساسی بر روی میزان و ترکیبات روغن تأثیر بگذارد (Caupin *et al*.,1997). به‌نظر می‌رسد که تجمع پرولین آزاد یک پاسخ متداول به تنش‌های محیطی به ویژه خشکی در گیاهان عالی باشد. البته اسیدهای آمینه دیگری نیز تحت تنش های خشکی و شوری انباشته می‌شوند، اما درجه تغییرات آنها با تجمع پرولین که ظرف مدت کوتاهی پس از اعمال تنش، به سطوح خیلی بالا می‌رسد قابل مقایسه نیست. گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود همبستگی مثبت بین انباشت پرولین و سازش به شرایط تنش اسمزی در گیاهان وجود دارد. با کاهش پتانسیل آب در گیاه، غلظت پرولین به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. مقدار روغن در دانه کرچک یک صفت ژنتیکی است اما تحت تأثیر شرایط محیطی و عملیات زراعی و زمان برداشت قرار می‌گیرد (Koutroubas *al et*.,1999). Laureti و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که مقدار آب تأثیری بر عملکرد روغن در کرچک ندارد. Hoks و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که مقدار روغن کرچک همبستگی مثبت با تعداد گل آذین و وزن بذر دارد.

تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش در آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم که به نحوی کارآیی فتوسنتز را کاهش می‌دهد، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب تقلیل فرآیند فتوسنتز می‌گردد. کاربرد خارجی ترکیبات متفاوت شامل محلول‌های آلی مانند (اسمولیت‌های آلی و تنظیم کننده‌های رشد) و مواد معدنی یک راهکار و البته یک مکانیسم سریع افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان است. این مکانیسم اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. زیرا این روش کاربردی و کم‌هزینه می‌باشد. اسید سالیسیلیک نیز یک ترکیب ضروری و ارزان قیمت برای افزایش مقاومت گیاهی به پاتوژن‌ها بوده و همچنین به عنوان یک ترکیب واسطه نقش مهمی در واکنش های گیاه به تنش‌های غیرزنده دارد (Jing *et al*., 2007).

اسپرمین متعلق به پلی‌آمین‌های گیاهی است. پلی‌آمین‌ها، پلی‌کاتیون‌های آلی با وزن مولکولی کم و با گروه‌های نیتروژنی آلفاتیک می‌باشند که دارای حلقه‌های هیدروکربنی متفاوت و دو یا چند گروه آمینی (عامل بارهای مثبت) هستند که به طور گسترده در موجودات زنده در غلظت بالایی تجمع می‌یابند و در فرآیندهای فیزیولوژیکی متنوع گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها اثر می‌گذارند. پلی‌آمین‌ها یک گروه جدید از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند که باعث تحریک رشد؛ از طریق افزایش بیوسنتز آن‌ها در بافت‌های گیاهی می‌گردند (Khan *et al*.,2008).

نقش تنظیم کنندگی پلی‌آمین‌ها در ارتباط با واکنش در برابر تنش‌ها و پیری می‌باشد که از طریق استحکام غشاهای سلولی و بازداری از فعالیت آنزیم‌های هیدرولتیکی از پیری جلوگیری می‌کنند (Abu-Kpawoh *et al*., 2002).

با توجه به اهمیت کرچک در صنایع و به‌ویزه در داروسازی و نیز با توجه به اینکه تاکنون مطالعات اندکی در رابطه با پاسخ گیاه کرچک به تنش خشکی توسط مواد تنظیم کننده اسمزی انجام شده است، در این پژوهش به اثرات اسپرمین و اسید سالیسیلیک به صورت محلول‌پاشی برگی بر رشد و عملکرد و کیفیت روغن کرچک تحت شرایط تنش خشکی پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی اسپرمین و اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی کرچک آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

دریا ۲۱۱۶ متر اجرا شد. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای تنش خشکی در سه سطح: بدون تنش (w_1)، تنش ملایم (w_2) و تنش شدید (w_3) به ترتیب آبیاری پس از ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و به عنوان فاکتور اصلی و فاکتور فرعی شامل محلول‌پاشی با آب (شاهد)، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در دو سطح ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومول و محلول پاشی اسپرمین در دو سطح ۱۰ میکرو مول یک میلی مول بود. آبیاری مزرعه تا قبل از اعمال تیمارها بر اساس شرایط منطقه هر ۶ روز یکبار انجام گرفت و تیمارهای آبیاری، بعد از تنک کردن بوته‌های کرچک و مرحله اول وجین علف‌های هرز (از ابتدای مرحله ۴ برگی) کرچک اعمال شدند. به منظور تشخیص زمان آبیاری، میزان تبخیر روزانه از تشتک کلاس A از سازمان هواشناسی شهرکرد دریافت می‌گردید و پس از رسیدن به حد مورد نظر، صبح روز بعد آبیاری انجام می‌گرفت. نمونه برداری از خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد و نمونه مرکبی تهیه و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ارسال گردید. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و به‌دلیل وجود فسفر و پتاسیم کافی و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی تنها کود اوره در دو نوبت (قبل از کاشت و بعد از تنک کردن) و در هر نوبت ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع اوره) به صورت سرک به زمین اضافه گردید.

کاشت کرچک جهت جوانه زنی یکنواخت پس از رسیدن دمای خاک به بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در اواسط خردادماه به صورت دستی انجام گرفت. ابتدا با استفاده از فاروئر، پشته هایی با فاصله ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر و به طول ۵ متر احداث گردید. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت بود. جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل کرت‌ها، فاصله کرت اصلی از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. بذور به فاصله ۴۰ سانتی متر از یکدیگر در روی ردیف کاشته شدند.

میزان اسپرمین و اسید سالیسیلیک جهت محلول پاشی بر اساس فرمول شیمیایی ترکیب و نیز عدد اتمی جدول مندلیف محاسبه و مقادیر مورد نظر وزن گردید و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانیده شد و توسط هیتر و مگنت، مقادیر مربوط به دو ماده فوق به صورت جداگانه در داخل آب مقطر به طور کامل حل شدند. در مرحله شروع گلدهی، آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک کلاس A برای تیمارهای مختلف انجام شد. محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین در زمان ۷۰ درصد گلدهی و در ساعات اولیه روز صورت گرفت. برداشت گیاه کرچک، پس از تکمیل مراحل رشد و نمو گیاه هنگامی که برگ‌های گیاه شروع به زرد شدن و ریزش نموده و حدود ۹۰-۸۰ درصد کپسول‌ها رسیده و قهوه‌ای رنگ شده بودند، انجام گرفت. نمونه برداری از هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای و به تعداد ۶ بوته که به صورت کامل از سطح زمین بریده شدند انجام شد. ابتدا کپسول‌های هر بوته شمارش گردید، سپس دانه‌ها از کپسول جدا گردیدند و شمارش شدند و پس از خشک شدن دانه‌ها، به میزان پنج گرم نمونه کوبیده شده دانه از هر تیمار توزین گردید. با استفاده از دستگاه سوکسله و به روش استاندارد، درصد روغن دانه‌ها تعیین گردید. همچنین به میزان پنج گرم نمونه کوبیده شده دانه از هر تیمار توزین گردید و سپس میزان پروتئین دانه نیز بر حسب اندازه‌گیری میزان نیتروژن با استفاده از دستگاه کجلدال (مدل تکاتور) مشخص شد.

برای محاسبه شاخص‌های رشد، با حذف اثر حاشیه از هر کرت نمونه برداری به منظور بررسی سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و تغییرات ماده خشک انجام گرفت. نمونه برداری‌ها به روش تخریبی و هر ۱۴ روز یکبار انجام گردید. بوته‌های برداشت شده از هر واحد آزمایشی به طور جداگانه پس از قرار دادن در پاکت‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس برگ‌ها از ساقه‌ها جدا گردیده و نمونه‌های برگ و ساقه هر واحد آزمایشی به طور مجزا به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس نمونه‌های خشک توزین و ثبت شدند. جهت تعیین مدل ریاضی مناسب برای تبیین روند تغییرات وزن خشک و سطح برگ نسبت به روز های بعد از کاشت از نرم افزار SAS و Excel استفاده شد. از طریق برنامه SAS مربوط به تفکیک مجموع مربعات درجه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مزرعه‌ی مورد استفاده در آزمایش

pH	EC $dS.m^{-1}$	%O.C (کربن آلی)	P ava. $mg.kg^{-1}$	K ava. $mg.kg^{-1}$	%N
۷/۶	۰/۶۷	۰/۵۸۳	۲۶/۶۸	۴۲۳	۰/۸۱

پلی‌نومیال (درجه معادله) معلوم گردید که نتایج برازش معادلات درجه دو را برای این آزمایش نشان داد.

در این نرم افزارها، مدل‌های مختلفی که بتوانند بهترین برازش را نسبت به روزهای بعد از کاشت نشان دهند مورد بررسی قرار گرفتند. از بین معادلات چند جمله‌ای ارزیابی شده، معادلات زیر به دلیل برخورداری از بهترین ضریب تبیین (R^2) برای پیش‌بینی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک برگ نسبت به روزهای بعد از کاشت مورد استفاده قرار گرفتند:

معادله (۱): $W = exp(a + bx + cx2)$

معادله (۲): $L_w = \exp(a_1 + b_1 x + c_1 x2)$.

در این معادلات W: وزن خشک اندام های هوایی، L_W: وزن خشک برگ، x روزهای پس از کاشت و a، a_1، b، b_1، c و c_1 ضرایب معادلات هستند. به منظور برآورد سایر شاخص‌های رشد، داده‌های حاصل از وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک برگ به لگاریتم طبیعی تبدیل شدند و توابع لگاریتمی جدیدی بدست آمد:

معادله (۳): $fW(t) = Ln(W)$

معادله (۴): $fLW(t) = Ln(LW)$.

بدین ترتیب شاخص‌های رشد مورد نظر با استفاده از توابع مزبور به روش های زیر محاسبه شدند:

(سرعت رشد گیاه زراعی) $[CGR = f'_w(t) \times \exp[f_w(t)]]$

(سرعت رشد نسبی) $RGR = f'_w(t))$

اندازه‌گیری میزان پرولین بر اساس روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) بر روی برگ گیاه در ابتدای مرحله دانه‌بندی انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم افزار MCTAT-C انجام پذیرفت. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث:

تغییرات وزن خشک اندام هوایی کرچک در طی دوره رشد:

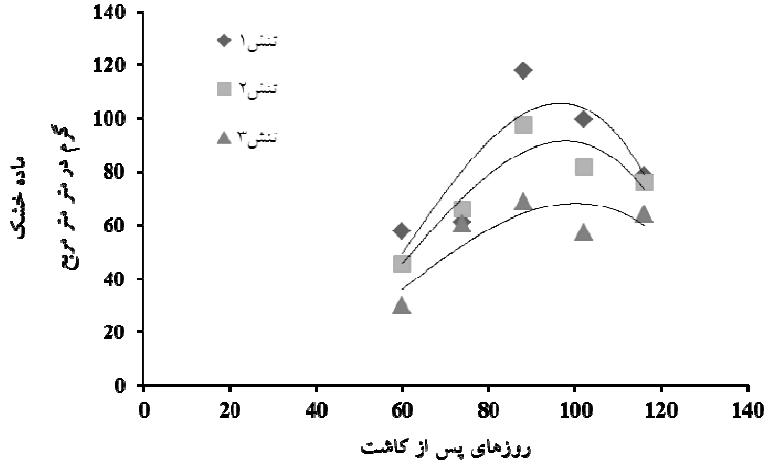
روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی کرچک در طول فصل رشد در شکل (۱) نشان داده شده است. تغییرات وزن خشک نشان می‌دهد که با شروع فصل رشد وزن خشک اندام هوایی افزایش یافته است و درحدود ۸۰ روز پس از کاشت بیشترین وزن خشک بوته در سه سطح تنش مشاهده شد، پس از ۱۰۰ روز از کاشت وزن خشک بوته شروع به کاهش نمود.

در اواخر دوره رشد در اثر تنش خشکی، کاهش تولید ماده خشک در گیاه کرچک محسوس‌تر بود. به‌نحوی که بعد از گذشت ۱۲۰ روز پس از کاشت، وزن خشک گیاه در تیمار تنش شدید در مقایسه با تیمار شاهد، به‌شدت کاهش یافت. نخستین پاسخ گیاه به تنش خشکی، پس از بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد برگ‌ها و در نتیجه کاهش تولید آسیمیلات می‌باشد که در نهایت باعث کاهش وزن خشک کل گیاه می‌شود. منحنی‌ها نشان می‌دهند که وزن خشک اندام‌های هوایی کرچک ابتدا روند افزایشی داشته و پس از رسیدن به حداکثر، تنزل کرده است به‌طوری‌که بین لگاریتم طبیعی وزن خشک با روزهای بعد از کاشت رابطه درجه ۲ برقرار می‌باشد (جدول۲). وجود رابطه نمایی بین وزن خشک و روزهای بعد از کاشت در گیاهان زراعی دیگر مانند لوبیا و آفتابگردان نیز مشاهده شده است (هادی، ۱۳۸۶).

بررسی دامنه‌ی اختلاف بین تیمارهای مختلف حاکی از آن است که در اوایل دوره رشد بین تیمارها تفاوت چندانی از نظر ماده خشک وجود نداشت ولی با افزایش دوره رشد اختلاف بین شاهد و تیمارهای تنش خشکی بیشتر شد به‌طوری که تیمار شاهد برتری خود را تا ۱۰۰روز بعد از کاشت حفظ نمود ولی بعد از آن دچارتنزل گردید. روند کاهش ماده خشک در تیمار شاهد سریع‌تر بود و به تناسب، با افزایش میزان تنش از سرعت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]



شکل ۱- تجمع ماده خشک بر مبنای روزهای بعد از کاشت برای گیاه کرچک در تیمارهای آبیاری بدون تنش (w_1)، تنش ملایم (w_2) و تنش شدید (w_3) به ترتیب آبیاری پس از ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A

کاهش آن کاسته گردید. از شرایط لازم جهت دستیابی به عملکرد بیشتر، تولید ماده خشک زیاد در واحد سطح است و عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی یک جامعه گیاه زراعی از نظر استفاده از تابش خورشیدی در طول فصل رویش می‌باشد (هادی، ۱۳۸۶). به‌طور کلی تغییرات ماده خشک در طول فصل رویش در اغلب گیاهان زراعی سیگموئیدی است. بدین صورت که در ابتدای رشد، سرعت تجمع ماده خشک کم و تدریجی بوده و با گذشت زمان و افزایش شاخ و برگ میزان فتوسنتز افزایش پیدا کرده و شیب تجمع ماده خشک شدت بیشتری پیدا می‌کند، به طوری که در نقطه‌ای از منحنی به حداکثر خود می رسد و بعد از آن به دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌ها از مقدار ماده خشک کاسته می‌شود (هادی، ۱۳۸۶).

معادلات چند جمله‌ای تغییرات ماده خشک اندام های هوایی نسبت به روزهای بعد از کاشت (x) در تیمارهای مختلف تنش خشکی.

شاهد: $y = ۰/۰۰۰۴x^2 + ۰/۰۸۶۵ x - ۰۱۷۵$ $(R^2 = ۰/۹۳۵۹)$

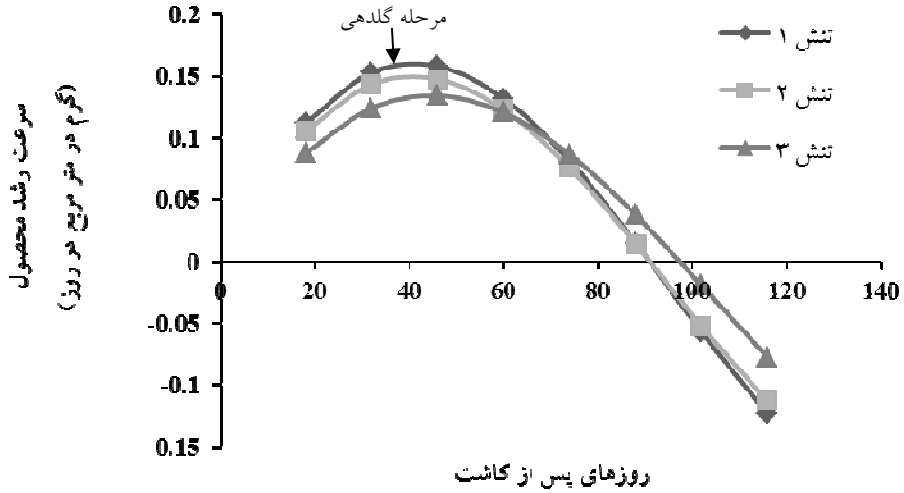
تنش ملایم: $y = -۰/۰۰۰۷x^2 + ۰/۱۲۴۲x - ۱/۲۲۱۷$ $(R^2 = ۰/۸۴۸۳)$

تنش شدید: $y = ۰/۰۰۰۶ x^2 + ۰/۱۲۰۱ x - ۲۶۵۹$

سرعت رشد گیاه کرچک: نتایج پژوهش نشان داد که با افزایش سطوح تیمار تنش خشکی، سرعت رشد گیاه (CGR) کاهش یافت (شکل ۲). آهنگ رشد گیاه تقریباً در اواسط فصل رشد به حداکثر خود رسید و پس از آن شروع به کاهش نمود. کمترین میزان سرعت رشد محصول در تیمار تنش شدید با آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر و کمترین میزان سرعت رشد گیاه در تیمار شاهد با آبیاری ۸۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر اتفاق افتاد. همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، در بین تیمارهای مورد مطالعه، سرعت رشد گیاه در تیمار تنش خشکی شدید دیرتر از سایر تیمارها کاهش یافته است. افزایش سرعت رشد گیاه زراعی از ابتدا تا اواسط دوره رشد می‌تواند با افزایش تجمع ماده خشک در این مرحله در ارتباط باشد. تنش خشکی در مرحله گل‌دهی کرچک بیشترین تاثیر را در عملکرد دانه نسبت به مرحله پر شدن دانه داشت.

گیاه کرچک در مرحله گل‌دهی به حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) رسید (شکل ۲) و بعد از آن کاهش سرعت رشد نشان داد و کمبود رطوبت در مراحل گلدهی موجب کاهش شدید سرعت رشد گردید (شکل ۲). تغیرات سرعت رشد گیاه زراعی برمبنای روزهای بعد از کاشت، نشان می‌دهد که در تمام تیمارها، سرعت رشد گیاه زراعی ابتدا افزایش و بعد از رسیدن به حداکثر کاهش می‌یابد (شکل ۲). این امر از افزایش تدریجی و فزاینده جذب نور خورشید متناسب با افزایش شاخص سطح برگ در اوایل دوره رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک در گیاهان ناشی می‌شود. با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]



شکل ۲- نمودار تاثیر سطوح مختلف خشکی بر روند تغییرات سرعت رشد گیاه (CGR)

جدول ۲- میانگین مربعات اثر تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی بر صفات مورد ارزیابی در کرچک

منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین	عملکرد دانه	روغن (٪)	پروتئین (٪)
تکرار	۲	./۰۰۱	۱۱۶/۷۸ ns	۰/۱۰۱ ns	۰/۸۳۵ ns
تنش خشکی	۲	۱/۰۷**	۱۵۷۰۳۶۶/۰۸**	۱۱/۳۶۰۵**	۷/۴۳۴*
خطای a	۴	./۰۰۸	۷۳۹/۹۹	۰/۶۸۵	۷/۸۴۱
تیمارمحلول‌پاشی	۴	۰/۱۱۴**	۵۲۳۴/۲۸**	۱۱/۹۹۸**	۲۲/۹۱**
تنش×محلول‌پاشی	۸	۰/۰۲۱**	۶۷۰/۷۱ ns	۰/۹۴۷۸ ns	۳/۰۴۵ ns
خطای b	۲۴	./۰۰۱	۵۳۱/۰۹	۰/۷۸۵	۱/۷۴۸
ضریب تغییرات (٪)		۵/۸۹	۱/۷۳	۲/۲۶	۶/۱۳

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح ۱ ٪ و ۵ ٪

پیر شدن برگ‌ها به‌دلیل کاهش سرعت تجمع‌ماده خشک، سرعت رشد گیاه زراعی نیز کاهش یافت. علت منفی شدن این شاخص در مراحل آخر رشد گیاه، کاهش ماده خشک بر اثر ریزش برگ‌ها می‌باشد (هادی، ۱۳۸۶). در تیمار تنش شدید نیز عملکرد دانه کاهش یافته است، از دلایل کاهش عملکرد در این تیمار می‌توان به کاهش رشد محصول به دلیل اثرات ناشی از تنش خشکی اشاره کرد. بیشترین رشد محصول و نیز بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری شاهد مشاهده شد. کاهش فواصل آبیاری در طی فصل رشد باعث ایجاد بوته‌های قوی‌تر شده و در هنگام پرشدن دانه‌ها در صورت مواجه شدن بوته‌ها با کمبود آب امکان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده از سایر اندام‌ها به مخزن دانه وجود دارد که باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود.

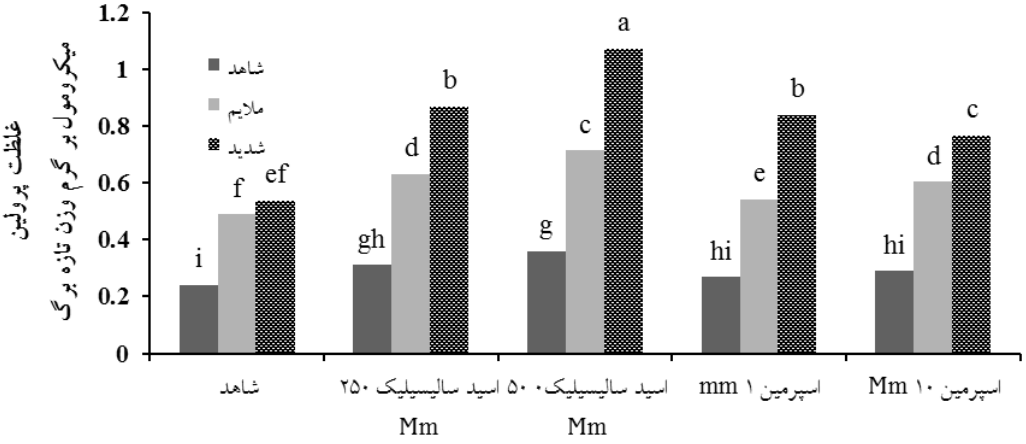
غلظت پرولین: غلظت پرولین بین تیمارهای تنش خشکی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با اعمال تنش خشکی میزان پرولین در برگ‌های گیاه کرچک افزایش یافت و بیشترین میزان پرولین مربوط به تیمار تنش خشکی شدید و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که گیاه در مواجه با تنش خشکی ملایم و شدید میزان پرولین اندام هوایی را افزایش داده است که راهکاری برای تنظیم اسمزی و شیره سلولی و تحمل به شرایط خشکی و کمبود آب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی مورد ارزیابی دانه کرچک در تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسپرمین

تیمارها	پرولین (µmol/gFW)	عملکرد دانه kg/ha	روغن (٪)	پروتئین (٪)
تنش خشکی				
شاهد	۰/۲۸۷^{c}	۱۵۴۱/۱۲^{a}	۳۸/۳۵^{b}	۲۲/۲۹^{a}
ملایم	۰/ ۵۷۸^{b}	۱۴۵۲/۷۱^{b}	۳۸/۹۵^{b}	۲۱/۲۶^{b}
شدید	۰/۷۷۲^{a}	۹۹۱/۰۸^{c}	۳۹/۳۹^{a}	۲۱/۱۱^{b}
محلول‌پاشی				
شاهد	۰/۴۲۴^{d}	۱۳۰۲/۴۰^{c}	۳۷/۷۹^{c}	۱۹/۷۷^{c}
اسید سالیسیلیک (µm ۲۵۰)	۰/۶۰۴^{b}	۱۳۶۳/۸۴^{a}	۳۹/۴۳^{b}	۲۱/۸۰^{b}
اسید سالیسیلیک (µm۵۰۰)	۰/۷۱۷^{a}	۱۳۱۳/۵۸^{ab}	۴۰/۷۳^{a}	۲۳/۳۳^{a}
اسپرمین(µm۱۰)	۰/۵۲۶^{c}	۱۳۳۴/۶۹^{b}	۳۹/۰۷^{b}	۲۱/۳۳^{b}
اسپرمین (mmol۱)	۰/۵۵۷^{b}	۱۲۸۲/۹۴^{bc}	۳۹/۷۰^{b}	۲۳/۳۲^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۳- نمودار بر همکنش تنش خشکی × محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین بر غلظت پرولین کرچک
حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

در گیاه کرچک می‌باشد. آنالیز واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که غلظت پرولین، بین تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین در سطح احتمال یک درصد بر میزان پرولین معنی‌دار بود. نتایج حاکی از آن است که برهمکنش تیمارهای محلول‌پاشی و تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۳). مقایسات میانگین داده‌ها نیز نشان می‌دهد که بیشترین غلظت پرولین در تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرومولار مشاهده شد (جدول۳). کمترین میزان پرولین بعد از تیمار شاهد در تیمار اسپرمین با غلظت ۱میلی‌مول مشاهده شد (جدول۳). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تیمار گیاه نخود با ۱/۵ میلی‌مول اسید سالیسیلیک تحت شرایط تنش خشکی، سبب افزایش مقدار پرولین در مرحله قبل و بعد از گلدهی در گیاه نخود گردید که البته این میزان بعد از گلدهی بیشتر بوده است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

(Kumar *et al*., 2012). از آن‌جا که پرولین از مهم‌ترین اجزاء مکانیسم‌های دفاعی گیاهان در برابر تنش‌ها می‌باشد، احتمالاً پیش‌تیمار گیاهان با اسید سالسیلیک سبب افزایش میزان پرولین در گیاهان از طریق افزایش در میزان ABA خواهد شد که این فرآیند یک نمود محافظتی از اسید سالسیلیک در برابر تنش‌ها می‌باشد (Sakhabutdinova *et al*., 2003). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که پلی‌آمین‌ها در غلظت‌های بالاتر سبب افزایش پرولین و قندهای محلول می‌شود. در واقع پلی‌آمین‌ها به افزایش غلظت ترکیبات فنلی و پرولین برای حفاظت از خسارت‌های اکسیداتیو کمک می‌کنند، زیرا در هنگام تنش H_2O_2 (هیدروژن پراکسید) و MAD (مالون دی آلدهید) سبب افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی می‌شوند و زیان به غشاهای بیولوژیکی از خسارت‌های عمده در تنش‌های اکسیداتیو است (Farooq *et al*., 2009).

عملکرد دانه کرچک: عملکرد دانه کرچک تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). لیکن برهمکنش تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی معنی‌دار نبود. تنش خشکی از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش داده و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه می‌گردد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار تنش خشکی شدید بود (جدول ۲).اثرات عمده تنش بر عملکرد گیاهان از طریق تفاوت در عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی تجلی می‌یابد. تنش خشکی بیشتر از طریق کاهش تعداد غلاف در متر مربع به دلیل کاهش تسهیم مواد فتوسنتزی به کپسول، کاهش ظرفیت فتوسنتزی یا قدرت منبع بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ماده خشک گیاه عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین داده‌های عملکرد نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۵۰ میکرومولار و کمترین میزان عملکرد دانه بعد از تیمار شاهد در تیمار یک میلی‌مول اسپرمین مشاهده شد (جدول ۲). Seranta و همکاران (۱۹۹۸) در آزمایش مزرعه‌ای خود، بر روی گندم دریافتند که با کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار از اسید سالیسلیک، عملکرد دانه گندم افزایش یافته است. Liu و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه بر روی کرچک و کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های متفاوت به این نتیجه رسیدند که این ماده باعث کاهش بیوماس گیاه و افزایشش فتوسنتز خالص با افزایش مقدار رنگدانه‌ها، کاهش نسبت F_v/F_m (F_m نشان دهنده حداکثر فلورسانس در شرایط تاریکی و F_v نشان دهنده حداکثر فلورسانس متغیر در شرایط تاریکی می‌باشند و نسبت F_v/F_m نشان دهنده راندمان فتو شیمیایی فتو سیستم ۲ می‌باشد) و البته افزایش راندمان مصرف آب خواهد شد. به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک از طریق کاهش تعرق و افزایش توسعه سیستم ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی در شرایط تنش خشکی زمینه تعدیل اثرات تنش و بهبود رشد و تولید عملکرد مطلوب گردیده است.

مصرف اسپرمین نیز سبب افزایش عملکرد دانه گندم گردید و مصرف این ماده تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزاء عملکرد در گندم داشت (Heshmat *et al*., 2013). کاربرد خارجی اسپرمین بر روی سنبله گندم در طول دوره تنش خشکی باعث کاهش میزان تعرق، افزایش فتوسنتز و تنظیم اسمزی شده است که باعث حفظ فشار تورگر می‌شود (Heshmat *et al*., 2013).

درصد روغن دانه کرچک: درصد روغن کرچک تحت تیمارهای تنش خشکی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). با اعمال تنش خشکی درصد روغن دانه کرچک در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۳). معنی‌دار بودن تیمارهای تنش خشکی نشان دهنده حساسیت صفت درصد روغن دانه کرچک به کمبود آب و تنش خشکی در طی مرحله پرشدن دانه و تشکیل روغن در دانه می‌باشد (جدول ۲). مقدار روغن در دانه کرچک یک صفت ژنتیکی است اما تحت تأثیر شرایط محیطی و عملیات زراعی و زمان برداشت قرار می‌گیرد (Koutroubas *al et*.,1999) آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد، میان تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین بر درصد روغن دانه کرچک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرومولار بیشترین درصد روغن را داشته است و کمترین درصد روغن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

دانه کرچک بعد از تیمار شاهد در تیمار اسپرمین با غلظت یک میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۳).

بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر، روی ترکیبات روغن در آفتابگردان نشان داده است که سطوح متفاوت از اسید سالیسیلیک، سبب افزایش قابل توجهی در میزان روغن نسبت به تیمار شاهد گردید، البته کاهش قابل توجهی در کل اسیدهای چرب اشباع مشاهده شد ولی میزان اسیدهای چرب غیراشباع در گیاهان تحت تیمار افزایش یافت (Mona *et al*., 2012). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش عملکرد روغن و نیز سبب بهبود کیفیت روغن در گیاهان ریحان و مرزنجوش نسبت به شاهد گردید (abdel *et al*., 2006). Rocha و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی سطوح مختلف از اسپرمین بر روی نخل روغنی دریافتند که کاربرد خارجی این ماده سبب افزایش میزان روغن در گیاهان تحت تیمار با این ماده نسبت به تیمار شاهد می‌گردد.

درصد پروتئین دانه کرچک: درصد پروتئین دانه کرچک اختلاف معنی‌داری تحت تیمارهای تنش خشکی در سطح احتمال پنج درصد نشان داد (جدول ۲). همچنین بین تیمارهای محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری در درصد پروتیئن دانه کرچک در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرو مولار و تیمار اسپرمین با غلظت میلی‌مول مشاهده شده است و کمترین میزان درصد پروتئین بعد از تیمار شاهد در تیمار اسپرمین با غلظت ۱۰ میکرومول مشاهده شد (جدول ۳).

افزایش میزان پروتئین‌ها تحت تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرومول می تواند به دلیل اثر تنشی و افزایش پروتئین های ضد تنشی و یا در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی و افزایش پروتئین‌های ذخیره‌ای باشد. اعلام نظر نهایی در این زمینه به پژوهش‌های دقیق تکمیلی نیاز دارد (مداح و همکاران ،۱۳۸۵).

مطالعات نشان می‌دهد که با کاربرد پلی‌آمین‌ها بر روی نخود، درصد پروتئین دانه نخود افزایش یافت که احتمالاً این امر به دلیل افزایش در انتقال اسیدهای آمینه و سنتز پروتئین به سمت دانه بوده است (Mostafa *et al*., 2010). Mona و همکاران (۲۰۱۲) نیز با بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر روی آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که تیمار با صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از این ماده سبب افزایش قابل توجهی در میزان پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید. Heshmat و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر ۰۳/ میلی‌مول اسپرمین بر گندم، به این نتیجه رسیدند که میزان پروتئین در دانه گندم تحت شرایط تنش آبی کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد از دلایل کاهش میزان پروتئین در آن آزمایش محدودیت انتقال پروتئین از برگ پرچم به سمت دانه باشد. در توجیه این یافته می‌توان گفت تنش آب، باعث کاهش قابل‌توجه میزان پروتئین محلول در مرحله سنبله در برگ پرچم شده است. محلول‌پاشی پوترسین با غلظت ۲/۵ میلی‌مول بر روی گندم بر کیفیت و کمیت گندم موثر گردید و میزان پروتئین‌های محلول را افزایش داد (Mostafa *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری:

با توجه به کمبود آب در کشور و اهمیت آن در تولید مواد مؤثره و روغن‌های دارویی، اعمال مدیریت خاصی که با حداقل آبیاری عملکرد دانه و ماده مؤثره قابل قبولی در گیاه کرچک را تولید می‌کند، ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس نتایج این پژوهش با افزایش فواصل آبیاری و ایجاد تنش خشکی ناشی از آن، میزان عملکرد دانه و نیز درصد روغن در کرچک به شدت و به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش حاکی از آن است که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسپرمین تحت تیمارهای تنش خشکی، در بهبود عملکرد و ویژگی‌های کیفی دانه کرچک تأثیر مثبتی داشته است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]

منابع:

مداح، م. فلاحیان، ف. صباغپور، ح. چلبیان، ف. (۱۳۸۸) اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزا عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود (*Cicer arietinum* L). مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی (JSIAU). شماره ۶۲/۱: ۶۱-۷۰.

هادی، ه. (۱۳۸۶) بررسی اثر تنش سایه بر رشد و عملکرد ارقام لوبیا. پایان نامه دکترا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

Abu-Kpawoh, J.C., Xi, Y. F., Zhang Y. Z. and Jin, Y. (2002) polyamine accumulation following Hot-water dips inluence chiling injury and decay in friarplum fruit. Food Chemistry and Toxicology 67: 2649-2653.

Abdel, F. (2006) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil. content of basil and marjoram. International Journal of Agriculture and Biology 2: 485–492.

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

Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F. and Martin-Tanguy, J. (1999) Polyamines and environmental challenges: recent development. Plant Science 140 : 103–125

Caupin, H. J. (1997) Products from castor oil: past, present, and future. In: Lipid technologies and applications marcel dekker (eds. Gunstone, F. D. and Padley, F. B.) Pp. 787 – 95. New York.

Farooq, M., Wahid, A. and Lee, D. (2009) Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. Acta Physiologiae Plantarum31:937–945.

Heshmat, S., Aldesuqu, A., akaria, y., Baka, Z. and Bardees, M. (2013) Does exogenous application of kinetin and spermine mitigate the effect of seawater on yield attributes and biochemical aspects of grains? Journal of Stress Physiology and Biochemistry 2:21-34.

Hooks, J. A., Williams, J. H. and Gardner, C. O. (1971) Estimates of heterosis from a diallel cross of inbred lines of castors, *Ricinus communis* L. Crop Science. 11: 651–655.

Jing, C., Cheng, Z., Li-ping, L., Zhong-yang, S. and Xue-bo, B. (2007) Effects of exogenous salicylic acid on growth and H_2O_2-metabolizing enzymes in rice seedlings under lead stress. Journal of Environmental Sciences 19: 44-49.

Khan, A. S., Singh, Z., Abbasi, N. A. and Swinny, E. E. (2008) Pre or post-harvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Agelino plum. Journal of the Science of food and Agriculture 88: 1687-1695.

Kittock, D. L., Williams, J. H. and Hanway, D. G. (1967) Castor bean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. European Journal of Agronomy 59: 463-467.

Kumar, P., Hemantaranjan, N. A. and Sarma B.K. (2012) Effect of salicylic acid on growth and metabolism of chickpea (*Ciceri arietinum* L.) under drought stress. Indian Journal Plant Physiology. 17(2): 151-157.

Koutroubas, S. D., Papakosta, K. and Doitsinis, A. (1999) Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. European Journal of Agronomy 11: 227–237.

Laureti, D. and Marras, G. (1995) Irrigation of castor (*Ricinus communis* L.) in Italy. Journal of Agronomy 4: 229-235.

Liu, C.,Guo, J., Cui, Y., Lü, T., Zhang, X., Shi, G. (2011) Effects of cadmium and salicylic acid on growth, spectral reflectance and photosynthesis of castor bean seedlings. Plant and Soil 344:131–141.

Mona, G., Dawood. Sh., Mervat., S. and Hozayen, M. (2012) Physiological role of salicylic acid in improving performance, yield and some biochemical aspects of sunflower plant grown under newly reclaimed sandy soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6: 82-89.

Mostafa, H. A., Hassanein M., Khalil R. A., El-Khawas, S. I., El-Bassiouny, S. A. H. and Abd El-Monem, A. A. (2010) Effect of arginine or putrescine on growth, yield and yield components of late sowing wheat. Journal of Applied Sciences Research 6: 177-183.

Perin G. A., lvaro G., Westphal E., Viana L. Jacob R. Lenardao E. Doca M. (2008) Transesterification of castor oil assisted by microwave irradiation. Fuel 87: 2838–2841.

Rocha, P. J., Mendoza, C. and Cayan, G. (2005) Application of polyamines in oil palm *(Elaeis guineensis* JACQ.) stops advance of bud rot disease. Journal of Oil Palm Research 17: 167-174.

Senaratna, T., Mackay, C., Mckersie, B. and Fletcher, R. (1988) Uniconazole induced Chilling tolerance in tomato and its relationship to antioxidant content. Journal Plant Physiology 133: 56- 61.

Sakhabutdinova, A. R., Fatkhutdinova, D. R., Bezrukova, M. V. and Shakirova, F. M. (2003) Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulg Journal Plant Physiology Special Issue 314–319

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-30]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1393.3.10.1.0]