

اثر پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک سویا در شرایط قطع آبیاری
Effects of seed priming with ascorbic acid on yield and some physiological traits of soybean under cut irrigation conditions

امید گوپلی^۱ و اسعد رخزادی^{*۱}

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج-ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: asadrokh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۰

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثرات پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک بر صفات زراعی دو رقم سویا در شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی، به صورت اسپلیت پلات- فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار و تابستان سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج اجرا شد. عامل آبیاری در دو سطح شامل آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی در کرت‌های اصلی و دو عامل رقم و پرایمینگ به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. عامل رقم در دو سطح شامل ارقام هابیت و L₁₇ و عامل پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک در چهار سطح شامل مقادیر صفر (شاهد یا بدون پرایمینگ)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک بود. نتایج نشان داد که واکنش دو رقم سویای مورد مطالعه به کاربرد پرایمینگ با اسید آسکوربیک در شرایط آبیاری معمول و تنش قطع آبیاری متفاوت بود به طوری که در شرایط تنش قطع آب، رقم هابیت پاسخ مناسبی به پرایمینگ با اسید آسکوربیک نشان داد و پرایمینگ موجب افزایش عملکرد دانه و روغن آن نسبت به تیمار شاهد شد. در حالی که رقم L₁₇ در شرایط تنش قطع آب، پاسخی به تیمارهای پرایمینگ نشان نداد. از سوی دیگر در شرایط آبیاری معمول، واکنش‌ها به انجام پرایمینگ نسبت به شرایط تنش کاملاً متفاوت بود، رقم L₁₇ در این شرایط به خوبی به پرایمینگ پاسخ داد. به ویژه تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد آن نسبت به حالت عدم انجام پرایمینگ گردید.

واژگان کلیدی: اسید آسکوربیک، پرایمینگ، تنش قطع آبیاری.

مقدمه

کمبرود آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های محیطی در تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود که افت عملکرد ناشی از آن می‌تواند در برخی شرایط از سایر عوامل تنش زا شدیدتر باشد (Farooq *et al.*, 2009). در صورت وقوع تنش‌های محیطی همچون تنش کم آبی با به‌کارگیری روش‌های مناسب می‌توان اثرات زیان‌بار تنش بر گیاه را تقلیل دهد. یکی از روش‌های مناسب و کاربردی در مزرعه، روش پرایمینگ بذر است. در این روش بذرهای در شرایطی قرار می‌گیرند تا مقداری رطوبت جذب کنند به‌طوری‌که پروسه‌های متابولیکی آغازین جوانه‌زنی تحریک شود ولی عمل جوانه‌زنی یعنی خروج ریشه‌چه انجام نشود، سپس بذرهای تیمار شده، قبل از کاشت خشک می‌شوند. این بذرهای پس از کاشت با جذب مجدد آب قابلیت جوانه‌زنی سریع خواهند داشت (Ashraf and Foolad, 2005). کاربردهای عملی پرایمینگ شامل افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیش‌تر در جوانه‌زنی، بهبود بنیه گیاهچه‌ها و افزایش کارایی بذر در شرایط محیطی خاص می‌باشد (توکل افشاری و همکاران، ۱۳۸۷). پرایمینگ بذر با روش‌های مختلفی انجام می‌شود که مهم‌ترین آنها شامل هیدروپرایمینگ، هالوپرایمینگ، آسموپرایمینگ، ترموپرایمینگ، پرایمینگ ماتریس جامد و بیوپرایمینگ است. هر کدام از این روش‌ها بسته به گونه گیاه، غلظت ماده پرایمینگ و طول مدت انجام پرایمینگ دارای مزایا و معایبی بود، ممکن است اثرات متفاوتی داشته باشند (Ashraf and Foolad, 2005). علاوه بر آب که در هیدروپرایمینگ بذر به‌کار می‌رود مواد متنوعی شامل انواع محلول‌های اسمزی، ترکیبات با وزن مولکولی بالا مانند پلی اتیلن گلیکول، هورمون‌های گیاهی و مواد آنتی‌اکسیدانتی همچون اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در پرایمینگ بذر انواع گیاهان در آزمایش‌های متعددی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Farooq *et al.*, 2006؛ Afzal *et al.*, 2006؛ Farooq *et al.*, 2007؛ El-Saidy *et al.*, 2011).

(Ahmad *et al.*, 2012). اسید آسکوربیک به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدانت مهم می‌تواند سلول‌ها را در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت کند و با انواع اکسیژن‌های فعال ترکیب شده و صدمات ناشی از حضور آن‌ها را کاهش دهد (Khan *et al.*, 2011). اسید آسکوربیک همچنین در تقسیم سلولی، بیوسنتز دیواره سلولی، بیوسنتز هورمون‌های گیاهی و بازسازی غشاهای کلروپلاست و میتوکندری نقش دارد (Pavet *et al.*, 2005)؛ (Barth *et al.*, 2006). اثرات پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک در آزمایش‌های زیادی مورد بررسی قرار گرفت. فاتح و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اثرات تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ با ترکیبات کلریدکلسیم، کلریدپتاسیم و سولفات روی و پرایمینگ با اسید آسکوربیک بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد نخود در دو تاریخ کاشت انتظاری و بهاره نتیجه گرفتند که اثرات پرایمینگ با اسید آسکوربیک در هر دو تاریخ کاشت بر عملکرد نخود مثبت بود در حالی که هیدروپرایمینگ فقط در کشت انتظاری و پرایمینگ با سولفات روی فقط در کشت بهاره مؤثر بود. همچنین تیمارهای پرایمینگ با کلریدکلسیم و کلریدپتاسیم در هر دو تاریخ کاشت عملکرد نخود را کاهش داد. عالیوند و همکاران (۱۳۹۱) با کاربرد غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام از سه ماده اسید جیبرلیک، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک برای پرایمینگ بذرهای کلزا نتیجه گرفتند که بهترین تیمار برای بهبود جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته کلزا، تیمار ۱۰۰ پی پی ام اسید آسکوربیک بود. در آزمایشی دیگر پرایمینگ بذرهای گندم با اسید آسکوربیک موجب افزایش تجمع پرولین، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانتی، نگهداری آب بافت‌ها، پایداری غشاها و تولید و رشد بهتر گیاهچه‌های گندم شد (Farooq *et al.*, 2013).

سویا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی است که بهبود عملکرد آن می‌تواند در جهت کاهش وابستگی کشور به واردات روغن نقش به‌سزایی داشته باشد.

۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد و برای انجام پرایمینگ با رعایت نسبت وزنی به حجمی یک به پنج (بذر به محلول) مطابق با روش فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2013)، بذرهای سویا در محلول مربوط به تیمار مورد نظر خیسانده شدند و پس از گذشت ۱۲ ساعت بذرهای از محلول خارج و خشک گردیدند. پس از خشک شدن بذرهای پرایم شده عملیات کاشت آن‌ها همراه با بذرهای شاهد (پرایم نشده) انجام شد. پس از کاشت بذور در ۲۴ اردیبهشت به دلیل وجود بارندگی‌های مناسب، به مدت دو هفته آبیاری صورت نگرفت اما با گرم‌تر شدن هوا و کاهش نزولات جوی، عملیات آبیاری هر چهار الی پنج روز یک‌بار انجام شد. در مراحل مختلف نمو گیاه به‌خصوص در ابتدای سبز شدن، عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد تا گیاه بدون رقابت مراحل نمو خود را طی کند. تنش قطع آبیاری نیز قبل از شروع گل‌دهی و در تاریخ ۲۳ تیر شروع گردید و به مدت دو هفته ادامه داشت. در پایان آزمایش صفات مختلفی از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه (با روش سوکسله) و عملکرد روغن دانه اندازه‌گیری و ثبت شد. علاوه بر آن در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی صفاتی از قبیل دمای کانوبی، شاخص کلروفیل برگ (با دستگاه کلروفیل‌متر اسپاد) و میزان کلروفیل a و b در برگ تعیین شد. جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل a و b در مرحله گل‌دهی، ۰/۱ گرم از برگ تازه گیاه در هر تیمار تهیه و در لوله آزمایش محتوی پنج میلی‌لیتر استون قرار گرفت و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال و تاریکی نگهداری شد. سپس میزان جذب محلول‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۶ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از فرمول‌های زیر کلروفیل a و b موجود در برگ بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ محاسبه شد (Wellburn, 1994):

$$\begin{aligned} \text{Chla} &= 12.21 A_{663} - 2.81 A_{646} \\ \text{Chlb} &= 20.13 A_{646} - 5.03 A_{663} \end{aligned}$$

بنابراین توجه به جنبه‌های به‌زراعی و مدیریت مناسب در زراعت این محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعه با هدف بررسی واکنش زراعی و فیزیولوژیک دو رقم سویا به پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک در دو شرایط آبیاری معمول و تنش کم آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک بر صفات زراعی دو رقم سویا در شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی، این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج اجرا شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۳۵۰ متر با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی بود. میانگین درجه حرارت و میزان بارندگی سالانه در منطقه بر اساس آمار بلند مدت هواشناسی به ترتیب ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد و ۴۷۱ میلی‌متر است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی، آبیاری در دو سطح شامل آبیاری کامل (A₁) و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی (A₂) و عامل فرعی ترکیب فاکتوریلی رقم و پرایمینگ بود. عامل رقم در دو سطح شامل رقم رشد محدود هابیت به‌عنوان (B₁) و رقم رشد نامحدود L₁₇ به‌عنوان (B₂) و عامل پرایمینگ با اسید آسکوربیک در چهار سطح شاهد یا بدون پرایمینگ (C₁)، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (C₂)، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (C₃) و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر (C₄) بود. هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف کاشت به طول سه متر با فواصل ۲۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و ۱۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها روی هر ردیف کاشت بود. نحوه کاشت به صورت جوی و پشته‌ای و در دو طرف پشته‌ها انجام شد و عرض هر پشته ۵۰ سانتی‌متر بود. محلول‌های اسید آسکوربیک با غلظت‌های مورد نظر یعنی ۵۰، ۱۰۰ و

رقم L_{17} در این شرایط به خوبی به پرایمینگ پاسخ داد به ویژه تیمار ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک موجب افزایش معنی دار تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد گردید (شکل یک). مقایسه دو رقم از لحاظ تعداد دانه در غلاف نشان داد که رقم L_{17} نسبت به رقم هابیت از لحاظ آماری برتری داشت (شکل دو).

مقایسه میانگین های اثر متقابل سه گانه عامل ها بر عملکرد دانه (شکل سه) نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۸۶۲۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار $A_1B_2C_4$ (شرایط آبیاری معمول، رقم L_{17} و پرایمینگ با ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک) و کمترین آن به میزان ۲۲۱۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار $A_2B_1C_1$ (شرایط قطع آبیاری، رقم هابیت و بدون پرایمینگ) بود. روند تغییرات میانگین عملکرد دانه تحت تأثیر عوامل آزمایش (شکل سه) بسیار مشابه با تغییرات تعداد غلاف در بوته بود، در شرایط آبیاری معمول، رقم L_{17} به خوبی به پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک پاسخ داد، با افزایش غلظت اسید آسکوربیک عملکرد دانه این رقم نسبت به شاهد افزایش یافت، به ویژه در حالت کاربرد غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک در این رقم، عملکرد دانه بیش از دو برابر عملکرد تیمار شاهد (عدم کاربرد اسید آسکوربیک) در همین رقم بود. از سوی دیگر واکنش رقم هابیت به پرایمینگ بذر در شرایط آبیاری معمول، روند مشخصی نداشت (شکل سه). در شرایط تنش قطع آبیاری در مرحله گل دهی واکنش دو رقم به اعمال پرایمینگ کاملاً متفاوت بود، رقم L_{17} هیچ پاسخی به پرایمینگ بذر نشان نداد و تفاوت معنی داری بین تیمارهای پرایمینگ و عدم پرایمینگ از لحاظ عملکرد دانه در این رقم وجود نداشت در حالی که رقم هابیت در شرایط تنش قطع آبیاری به عمل پرایمینگ بذر واکنش نشان داد و عملکرد دانه آن با کاربرد غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک نسبت به شاهد (عدم پرایمینگ) افزایش معنی داری داشت (شکل سه). این نتایج نشان داد که اثرات کاربرد پرایمینگ در شرایط متفاوت رطوبتی، بسته به نوع رقم و عادت

در این فرمول ها صفات A_{663} و A_{646} به ترتیب عبارتند از میزان جذب محلول در طول موج های ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر.

عملیات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها (با آزمون کمترین اختلاف معنی دار) توسط نرم افزارهای آماری SAS و MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات هر سه عامل آبیاری، رقم و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح معنی دار بود (جدول یک). تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه همچنین تحت تأثیر همه اثرات متقابل به جز اثر متقابل آبیاری و رقم قرار گرفتند. تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثیر عامل رقم قرار گرفت و اثرات آبیاری و پرایمینگ و اثرات متقابل عامل ها بر این صفت معنی دار نبودند. در مورد صفت وزن صد دانه نیز هیچ کدام از اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایش از لحاظ آماری معنی دار نبودند (جدول یک). بررسی اثر متقابل سه عامل آبیاری، رقم و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته (شکل یک) نشان داد که تیمار $A_1B_1C_1$ (شرایط آبیاری معمول، رقم هابیت و بدون پرایمینگ) با ۱۱۲ غلاف در بوته و تیمار $A_2B_2C_1$ (شرایط قطع آبیاری، رقم L_{17} و بدون پرایمینگ) با تعداد ۳۶ غلاف در بوته به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند. که عکس العمل دو رقم از لحاظ تعداد غلاف در بوته به تیمارهای پرایمینگ در دو شرایط آبیاری معمول و تنش کم آبی متفاوت بود، در شرایط تنش قطع آب، رقم هابیت پاسخ مناسبی به پرایمینگ با اسید آسکوربیک داشت و پرایمینگ در هر سه غلظت اسید آسکوربیک موجب افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت به شاهد (بدون پرایمینگ) گردید، اما رقم L_{17} در شرایط تنش قطع آب، پاسخی به تیمارهای پرایمینگ نشان نداد. از سوی دیگر در شرایط آبیاری معمول، واکنش دو رقم به انجام پرایمینگ نسبت به شرایط تنش معکوس بود،

آزمایشی بر عملکرد روغن دانه (شکل پنج) مشخص نمود که بیش‌ترین مقدار عملکرد روغن به‌میزان ۱۶۷۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار $A_1B_2C_4$ (شرایط آبیاری معمول، رقم L_{17} و پرایمینگ با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک) و کم‌ترین آن به‌میزان ۳۹۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار $A_2B_1C_1$ (شرایط قطع آبیاری، رقم هابیت و بدون پرایمینگ) ثبت گردید. میانگین اثر متقابل سه‌گانه عامل‌ها (ABC) بر عملکرد روغن در واحد سطح مشخص نمود که روند تغییرات عملکرد روغن مشابه با تغییرات عملکرد دانه در برابر تیمارهای آزمایش بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، رقم L_{17} واکنش مثبتی در برابر کاربرد اسید آسکوربیک به‌خصوص در غلظت بالای آن دارد درحالی‌که رقم هابیت در شرایط آبیاری معمول و بدون تنش واکنش معین و منظمی به کاربرد دوزهای مختلف اسید آسکوربیک نداشت هرچندکه در شرایط تنش خشکی در زمان گل‌دهی، پاسخ رقم هابیت به کاربرد اسید آسکوربیک از لحاظ عملکرد روغن بهتر از رقم L_{17} بود زیرا سطوح مختلف پرایمینگ برای رقم L_{17} در شرایط تنش خشکی با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند در حالی‌که کاربرد غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک برای رقم هابیت در شرایط تنش موجب افزایش معنی‌دار عملکرد روغن نسبت به حالت شاهد (عدم پرایمینگ) شد (شکل پنج). با وجود عدم تأثیر پرایمینگ بر درصد روغن دانه در این آزمایش، نتایج برخی مطالعات دیگر نشان دهنده اثرات مثبت پرایمینگ با اسید آسکوربیک بر افزایش درصد روغن دانه می‌باشد. از جمله السیدی و همکاران (El-Saidy *et al.*, 2011) با بررسی تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر نشان دادند که پرایمینگ بذرهاى آفتابگردان موجب افزایش معنی‌دار درصد روغن دانه نسبت به شاهد شد.

دمای کانوبی

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های دمای کانوبی نشان داد که عامل آبیاری اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد

رشدی می‌تواند متفاوت باشد. در این آزمایش پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک موجب بهبود عملکرد رقم هابیت در شرایط تنش کم‌آبی گردید. به‌نظر می‌رسد که پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک از طریق بهبود و تقویت بنیه رویشی گیاهچه‌ها در نهایت می‌تواند موجب بهبود عملکرد گردد. نتایج آزمایش‌های فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2013) نشان داد که پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک موجب بهبود و یکنواختی استقرار بوته‌ها، افزایش شاخص‌های رشد همچون وزن گیاهچه، طول ساقه و سطح برگ، بهبود پایداری غشای، افزایش پرولین برگ و افزایش میزان اسید آسکوربیک برگ شد. نتایج آزمایش فاتح و همکاران (۱۳۸۹) بر نخود نشان داد که در هر دو سیستم کشت انتظاری و بهاره نخود، کاربرد تیمار پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد شد.

درصد و عملکرد روغن دانه

تجزیه واریانس اثرات قطع آبیاری، رقم و پرایمینگ بذر بر درصد روغن دانه سویا نشان داد که درصد روغن تحت تأثیر عامل رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار شد اما اثرات آبیاری و پرایمینگ و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند (جدول یک). به‌طور مشابهی زارعی و همکاران (Zarei *et al.*, 2010) در آزمایشی نشان دادند که رژیم‌های مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه ذرت نداشتند. هر چند که نتایج برخی مطالعات دیگر نشان دهنده تأثیرپذیری میزان روغن دانه سویا از تیمارهای آبیاری و تنش کم آبی بود (بابازاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ امینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده بالاتر بودن درصد روغن دانه رقم L_{17} نسبت به رقم هابیت بود (شکل چهار). تجزیه واریانس عملکرد روغن نیز حاکی از معنی‌دار بودن عامل آبیاری، پرایمینگ، اثرات دوگانه آبیاری در پرایمینگ و رقم در پرایمینگ و نیز اثر متقابل سه‌گانه آبیاری، رقم و پرایمینگ بود (جدول یک). بررسی میانگین‌های اثر متقابل سه‌گانه عوامل

بر دمای کانوپی داشت. اثر رقم و پرایمینگ و اثرات متقابل عامل‌های آزمایشی بر دمانی کانوپی معنی‌دار نبودند (جدول یک). مقایسه میانگین‌های دمای کانوپی (شکل شش) نشان داد که تنش قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی موجب افزایش معنی‌دار دمای سطح کانوپی نسبت به تیمار آبیاری معمول گردید، دمای کانوپی در شرایط آبیاری معمول، ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تنش قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی ۳۴ درجه سانتی‌گراد بود. شرایط قطع آبیاری موجب بسته شدن روزنه‌های هوایی در برگ‌ها شد، در نتیجه میزان تعرق از برگ نیز کاهش یافت که این امر موجب افزایش درجه حرارت برگ و کانوپی گیاهی گردید (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). احمدی لاهیجانی و امام (۱۳۹۲) نیز در آزمایش خود در خصوص اثرات قطع آبیاری بر ژنوتیپ‌های گندم نان نتیجه گرفتند که، دمای کانوپی به‌علت کاهش هرچه بیشتر آب در دسترس، افزایش می‌یابد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دو رقم آزمایشی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری از لحاظ کلروفیل a داشتند، همچنین اثر متقابل رقم \times پرایمینگ بر کلروفیل a در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول یک). تجزیه داده‌های مربوط به کلروفیل b نیز نشان داد که اثر آبیاری در سطح پنج درصد بر میزان کلروفیل b معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم و پرایمینگ با اسید آسکوربیک بر میزان کلروفیل a در برگ (شکل هشت) نشان داد که رقم L17 پاسخی به کاربرد اسید آسکوربیک نشان نداد در حالی که واکنش رقم هابیت در سطوح مختلف اسید آسکوربیک متفاوت بود، اما غلظت‌های پایین اسید آسکوربیک با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک موجب افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل a در برگ تا حدود ۱۶ میلی‌گرم بر گرم گردید که نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین میزان کلروفیل b تحت تأثیر عامل آبیاری (شکل نه) نشان داد که مقدار کلروفیل b در تیمار قطع آبیاری در گلهی (۱۶/۷ میلی‌گرم بر گرم) نسبت به مقدار آن در تیمار آبیاری معمول (۱۸/۷ میلی‌گرم بر گرم)، به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود که بر اثر تنش وارد آمده به بافت‌های فتوسنتز کننده گیاه یعنی برگ‌ها به‌دلیل قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی بود. یافته‌های فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2013) نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل در برگ گندم شد. مقدار کلروفیل a در برگ گندم در نتیجه پرایمینگ با اسید آسکوربیک به‌طور قابل توجهی نسبت به تیمار هیدروپرایمینگ در هر دو شرایط تنش

کلروفیل a و b

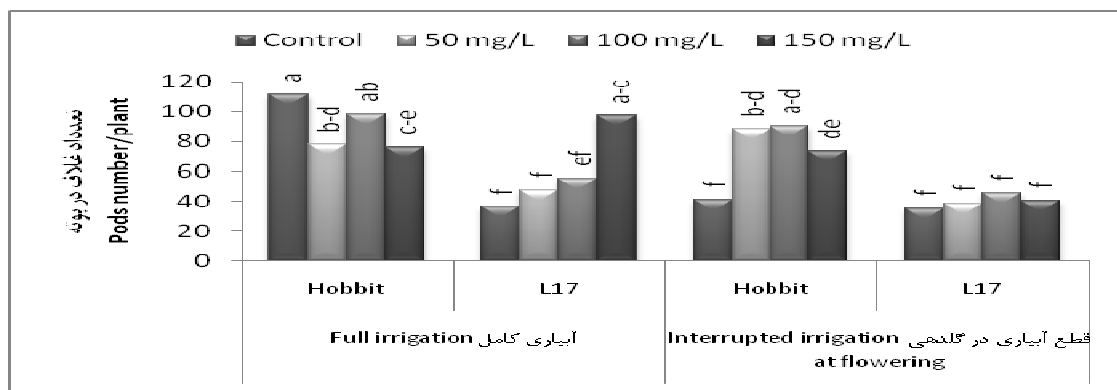
تجزیه واریانس اعداد از ثبت شاخص کلروفیل برگ (عدد اسپاد) نشان داد که اثرات آبیاری و کاربرد پرایمینگ با اسید آسکوربیک بر این شاخص معنی‌دار نبود، اما اثر عامل رقم بر عدد اسپاد در سطح یک درصد معنی‌دار شد، عدد اسپاد ثبت شده در رقم هابیت (به‌میزان ۴۰) به‌طور معنی‌داری بالاتر از عدد اسپاد ثبت شده در برگ رقم L17 (به‌میزان ۳۰) بود (شکل هفت). تفاوت معنی‌دار دو رقم از لحاظ شاخص کلروفیل در این آزمایش نشان‌دهنده تأثیرپذیری صفت شاخص کلروفیل از عوامل ژنتیکی می‌باشد (جدول یک). علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر آبیاری و پرایمینگ بذر بر شاخص اسپاد در این آزمایش، نتایج بعضی از مطالعات دیگر حاکی از تأثیرپذیری شاخص اسپاد برگ از این عوامل است. نتایج بررسی‌های موحدی دهنوی و همکاران (۱۳۸۳) نشان‌دهنده تأثیرپذیری شاخص اسپاد برگ از تیمارهای تنش قطع آبیاری در ارقام گلرنگ بود. آزمایشات رزاق و همکاران

شاخص کلروفیل برگ (عدد اسپاد)

۲۲۶

تنش رطوبتی بر اساس نوع رقم و عادت رشدی گیاه ممکن است متفاوت باشد چنان‌که در این آزمایش پرایمینگ بذر با اسیدآسکوربیک موجب بهبود معنی‌دار عملکرد رقم رشد محدود هابیت در شرایط تنش گردید، درحالی‌که رقم رشد نامحدود L₁₇ پاسخ معنی‌داری به پرایمینگ در شرایط تنش نداشت ولی این رقم در شرایط آبیاری، پاسخ بهتری به پرایمینگ بذر نشان داد.

خشکی و آبیاری معمول افزایش یافت در همین حال افزایش میزان کلروفیل b ناشی از پرایمینگ با اسید آسکوربیک فقط در شرایط آبیاری کامل مشاهده شد و در شرایط تنش، افزایش معنی‌داری در میزان کلروفیل b با کاربرد تیمار اسید آسکوربیک دیده نشد. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، واکنش گیاه زراعی سویا به پرایمینگ بذر با اسید آسکوربیک در شرایط مختلف



شکل ۱- اثر متقابل آبیاری، رقم و پرایمینگ بر تعداد غلاف در بوته

Figure 1. Interaction effect of irrigation, cultivar and priming on pods number per plant

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات آبیاری، رقم و پرایمینگ بر صفات زراعی سویا

Table 1. ANOVA of the effects of irrigation, cultivar and priming on agronomic traits of soybean

Source of variation	MS		میانگین مربعات				
	منابع تغییر	درجه آزادی	غلاف در بوته Pods number/plant	دانه در غلاف Seeds number/pod	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن دانه Seed oil percent
Block	بلوک	2	99.824 ^{ns}	0.030 ^{ns}	0.976 ^{ns}	338508.7 ^{ns}	18.81 ^{ns}
Irrigation	آبیاری	1	4067.358 ^{**}	1.255 ^{ns}	8.318 ^{ns}	63351655.8 ^{**}	2.341 ^{ns}
Error a	خطای اصلی	2	9.057	0.299	3.096	501431.2	12.681
Cultivar	رقم	1	12583.062 ^{**}	4.528 ^{**}	0.002 ^{ns}	9552848.5 ^{**}	26.107 [*]
Priming	پرایمینگ	3	710.358 [*]	0.053 ^{ns}	1.343 ^{ns}	2131200.3 [*]	3.595 ^{ns}
Irrigation×Cultivar	آبیاری× رقم	1	4.571 ^{ns}	0.010 ^{ns}	3.070 ^{ns}	209282.1 ^{ns}	1.267 ^{ns}
Irrigation×Priming	آبیاری× پرایمینگ	3	871.828 ^{**}	0.073 ^{ns}	0.276 ^{ns}	4034937.2 ^{**}	0.933 ^{ns}
(Cultivar×Priming)	رقم× پرایمینگ	3	955.130 ^{**}	0.030 ^{ns}	0.846 ^{ns}	8236152.7 ^{**}	3.118 ^{ns}
Irrigation×Cultivar×Priming	آبیاری× رقم× پرایمینگ	3	2003.016 ^{**}	0.064 ^{ns}	0.898 ^{ns}	13036991.6 ^{**}	0.998 ^{ns}
Error bc	خطای فرعی	28	173.678	0.060	1.520	612690.9	3.722
CV %	ضریب تغییرات		19.98	12.05	10.85	17.45	10.57

^{ns}, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and **: Non significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

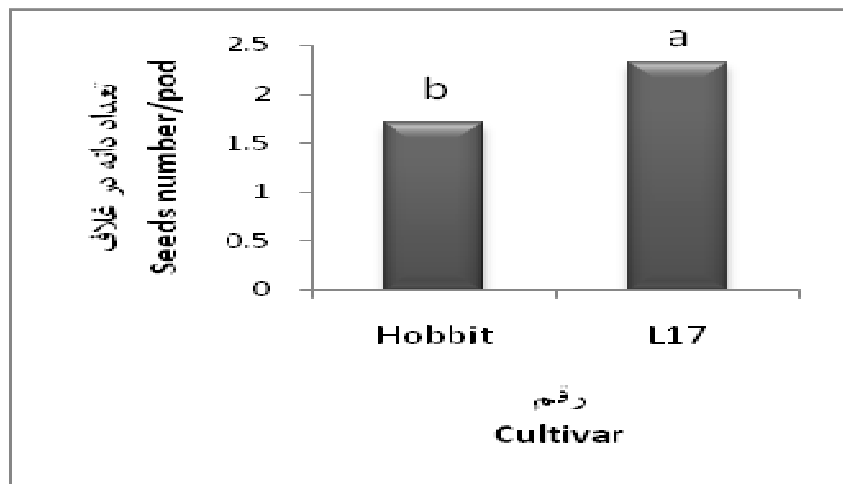
ادامه جدول یک

Continued Table 1

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات				کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b
			عملکرد روغن Seed oil yield	دمای کانوپی Canopy temperature	شاخص اسپاد SPAD index	MS		
Block	بلوک	2	87816.8 ^{ns}	5.365 ^{ns}	29.98 ^{ns}	43.71 ^{ns}	105.62 [*]	
Irrigation	آبیاری	1	1950702.3 [*]	944.300 [*]	158.78 ^{ns}	0.17 ^{ns}	42.81 [*]	
Error a	خطای اصلی	2	48603.1	18.495	15.92	3.49	1.74	
Cultivar	رقم	1	94732.1 ^{ns}	23.942 ^{ns}	1074.47 ^{**}	102.60 [*]	98.23 ^{ns}	
Priming	پرایمینگ	3	117930.3 [*]	1.430 ^{ns}	34.13 ^{ns}	35.33 ^{ns}	25.86 ^{ns}	
Irrigation×Cultivar	آبیاری × رقم	1	2433.2 ^{ns}	32.835 ^{ns}	17.16 ^{ns}	36.50 ^{ns}	0.01 ^{ns}	
Irrigation×Priming	آبیاری × پرایمینگ	3	127633.5 [*]	3.195 ^{ns}	3.73 ^{ns}	14.87 ^{ns}	44.28 ^{ns}	
(Cultivar×Priming)	رقم × پرایمینگ	3	299227.9 ^{**}	0.126 ^{ns}	11.44 ^{ns}	75.11 ^{**}	14.49 ^{ns}	
Irrigation×Cultivar×Priming	آبیاری × رقم × پرایمینگ	3	447550.4 ^{**}	7.145 ^{ns}	2.37 ^{ns}	24.59 ^{ns}	72.27 ^{ns}	
Error bc	خطای فرعی	28	32191.7	7.873	17.65	15.86	45.49	
CV %	ضریب تغییرات		21.98	9.64	12.04	36.14	38.08	

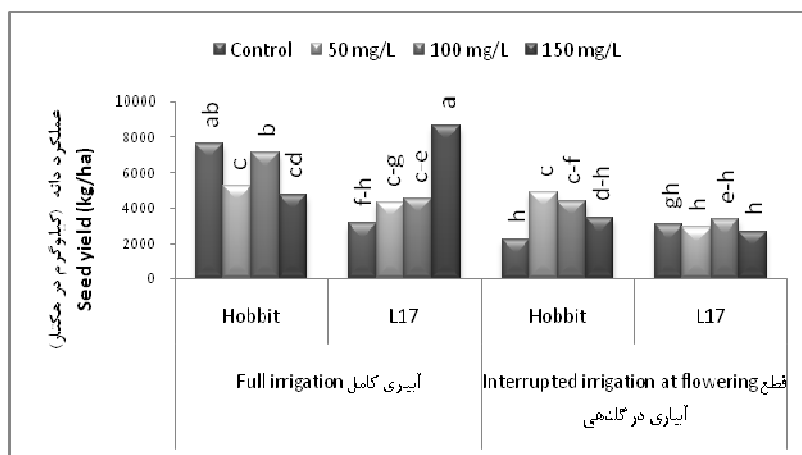
^{ns}, ^{*} و ^{**} به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, ^{*} and ^{**}: Non significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

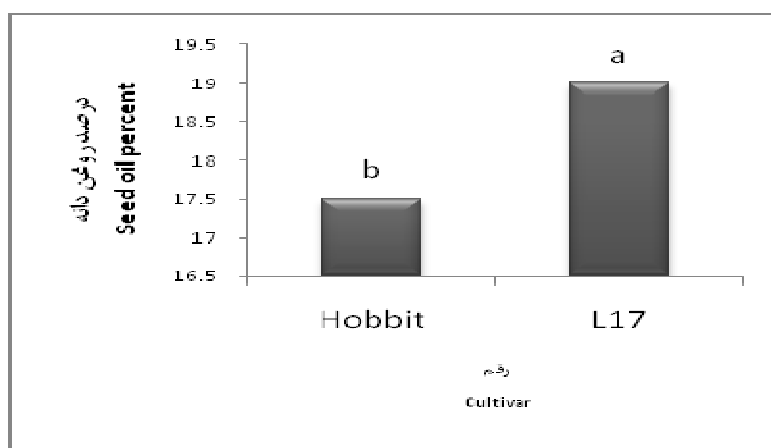


شکل ۲- اثر رقم بر میانگین تعداد دانه در غلاف

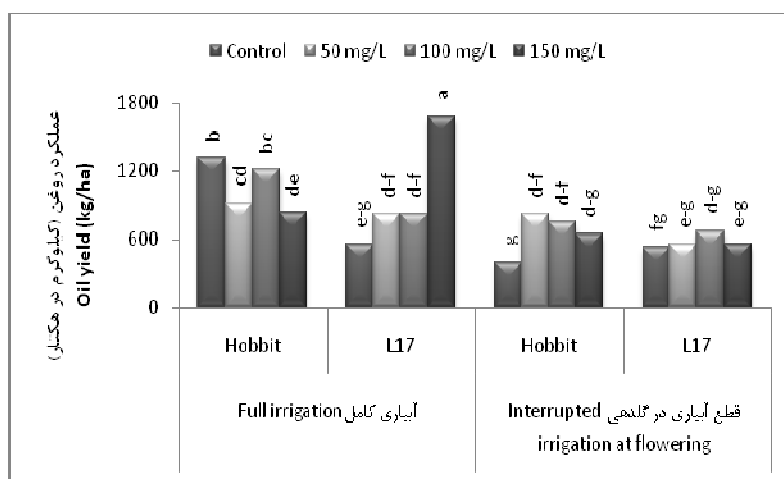
Figure 2. Effect of cultivar on seeds number per pod



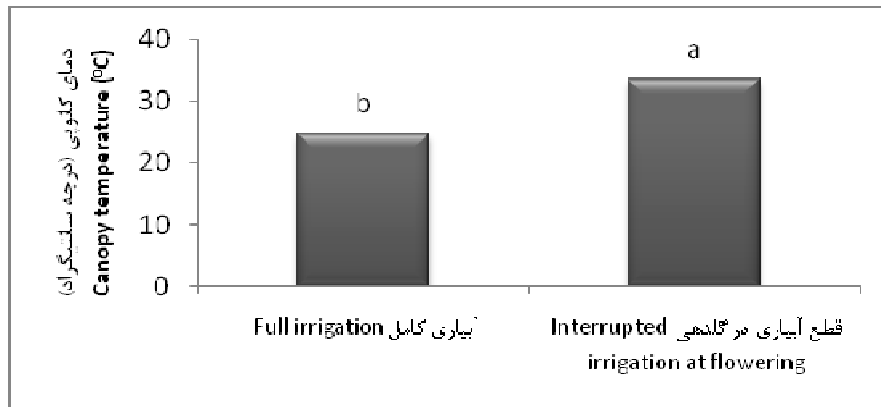
شکل ۳- اثر متقابل آبیاری، رقم و پرایمینگ بر عملکرد دانه
Figure 3. Interaction effect of irrigation, cultivar and priming on seed yield



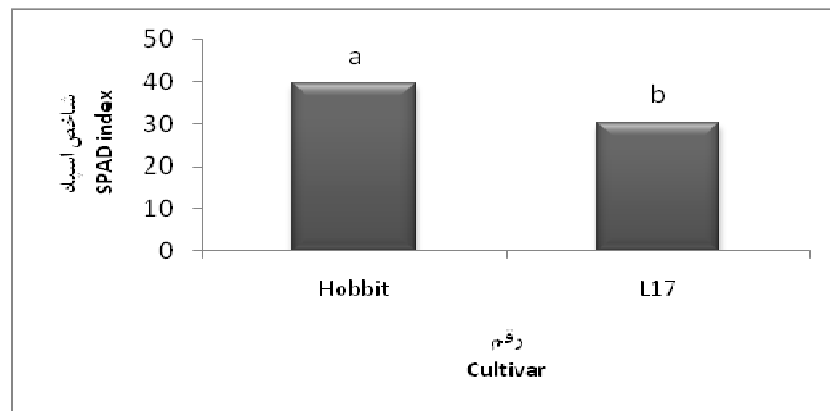
شکل ۴- اثر رقم بر درصد روغن دانه
Figure 4. Effect of cultivar on seed oil percent



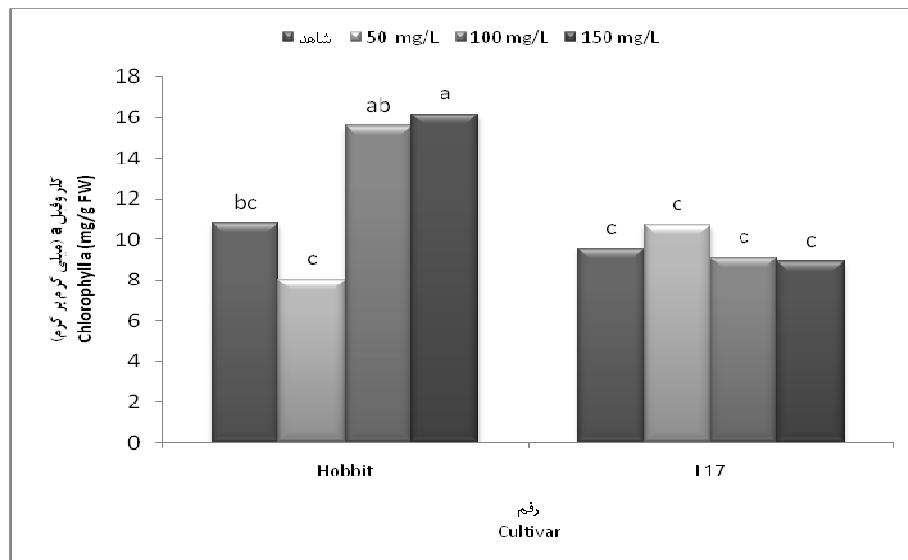
شکل ۵- اثر متقابل آبیاری، رقم و پرایمینگ بر عملکرد روغن دانه
Figure 5. Interaction effect of irrigation, cultivar and priming on seed oil yield



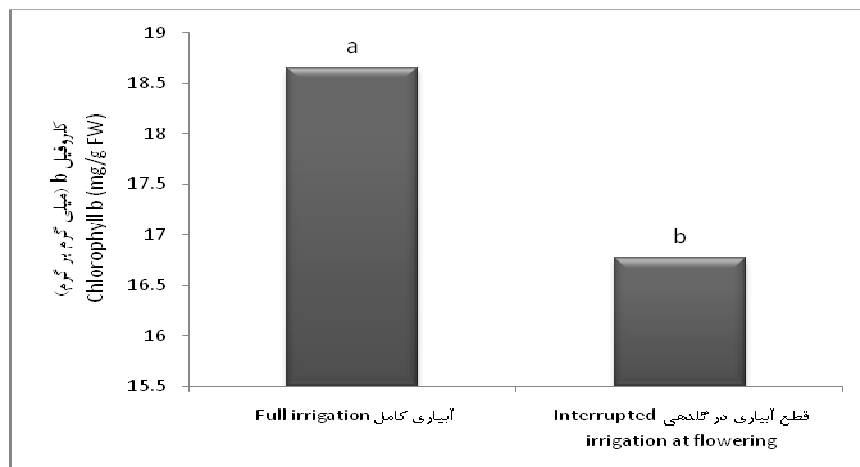
شکل ۶- اثر سطوح آبیاری بر دمای کانوپی
Figure 6. Effect of irrigation levels on canopy temperature



شکل ۷- اثر رقم بر شاخص اسپاد برگ
Figure 7. Effect of cultivar on leaf SPAD index



شکل ۸- اثر متقابل رقم و پرایمینگ بر میزان کلروفیل a در برگ
Figure 8. Interaction effect of cultivar and priming on chlorophyll a content in leaf



شکل ۹- اثر سطوح آبیاری بر میزان کلروفیل b در برگ
Figure 9. Effect of irrigation levels on chlorophyll b content in leaf

References

منابع

- احمدی لاهیجانی، م.ج.، و امام، ی. ۱۳۹۲. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی انتهایی فصل با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیک. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۳(۹): ۱۶۳-۱۷۵.
- امینی‌فر، ج.، بیگلویی، م.ح.، محسن‌آبادی، غ.م.، و سمیع‌زاده، ح. ۱۳۹۱. اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا در منطقه رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۵(۲): ۹۳-۱۰۹.
- بابازاده، ح.، سرایی تبریزی، م.، پارسی‌نژاد، م.، و مدرس‌ثانوی، س.ع.م. ۱۳۸۹. بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا در شرایط تنش آبی. مجله پژوهش آب در کشاورزی ۲۴(۲): ۹۹-۱۰۹.
- توکل افشاری، ر.، عباسی سورکی، ع.، و قاسمی، ا. ۱۳۸۷. فناوری بذر و مبانی زیست شناخت آن (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۵۱۵ صفحه.
- فاتح، ح.، سی و سه مرده، ع.، و کریم‌پور، م. ۱۳۸۹. اثرات پرایمینگ بذر و تاریخ کاشت بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و عملکرد نخود در شرایط دیم. مجله فن‌آوری تولیدات گیاهی ۱۰(۲): ۱-۱۶.
- کافی، م.، زند، ا.، کامکار، ب.، مهدوی دامغانی، ع.، عباسی، ف.، و شریفی، ح. ر. ۱۳۸۸. فیزیولوژی گیاهی جلد ۱ (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۳۲ صفحه.
- موحدی دهنوی، م.، مدرس‌ثانوی، س.ع.م.، سروش‌زاده، ع.، و جلالی، م. ۱۳۸۳. تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل (SPAD) و فلورسانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز. مجله بیابان ۹(۱): ۹۳-۱۰۹.
- Afzal, I., Basra, S. M. A., Farooq, M., and Nawaz, A. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, salicylic acid and ascorbic acid. *International Journal of Agriculture and Biology* 8(1): 23-28.
- Ahmad, I., Khaliq, T., Ahmad, A., Basra, S.M.A., Hasnain, Z., and Ali, A. 2012. Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. *African Journal of Biotechnology* 11(5): 1127-1132.
- Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. *Advances in Agronomy* 88: 223-271.
- Barth, C., De Tullio, M., and Conklin, P.L. 2006. The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. *Journal of Experimental Botany* 57: 1657-1665.

- El-Saidy, A.E.A., Farouk, S., and Abd El-Ghany, E.M. 2011.** Evaluation of different seed priming on seedling growth, yield and quality components of two safflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. Trends in Applied Sciences Research 6(9): 977-991.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., and Ahmad, N. 2007.** Improving the performance of transplanted rice by seed priming. Plant Growth Regulation 51:129-137.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., and Khan, M.B. 2006.** Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology 34: 775-780.
- Farooq, M., Irfan, M., Aziz, T., Ahmad, I., and Cheema, S.A. 2013.** Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. Journal of Agronomy and Crop Science 199: 12-22.
- Khan, T.A., Mazid, M., and Mohammad, F. 2011.** A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agro biology 28(2): 97-111.
- Pavet, V., Olmos, E., Kiddle, G., Mowla, S., Kumar, S., Antoni, J., Alvarez, M.E., and Foyer, C.H. 2005.** Ascorbic acid deficiency activates cell death and disease resistance responses in Arabidopsis. Plant Physiology 139: 1291-1303.
- Razzaq, A., Mahmood, I., Iqbal, J., Qayyum, A., Rasheed, M., and Ahmad, M. 2013.** Enhancing drought tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) through chemical priming. Wulfenia Journal 20(7): 44-58.
- Wellburn, A.R. 1994.** The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. Journal of Plant Physiology 144: 307-313.
- Zarei, G., Shamsi, H., and Dehghani, S.M. 2010.** The effect of drought stress on yield, yield components and seed oil content of three autumnal rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Research in Agricultural Science 6: 29-37.