اثر کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی لوبیا در شرایط تنش قطع آبیاری

حسین خیری استیار[۱]، فرهاد فرحوش[۲*]، بهرام میرشکاری[۳]، ابراهیم خلیل‌وند بهروزیار[۴] و علیرضا تاری‌نژاد[۵]

۱، ۲، ۳ و ۴) گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۵) گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

***نویسنده مسئول: farahvash@iaut.ac.ir**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۸**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کود گوگرد و تیوباسیلوس بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد ارقام لوبیا در شرایط تنش قطع آبیاری این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۵ در گلخانه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در این پژوهش سه رقم لوبیا (درسا، اختر و صدری)، چهار سطح کودی (شاهد، کود گوگرد (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، باکتری تیوباسیلوس و گوگرد + تیوباسیلوس) و تنش قطع آبیاری (شاهد، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن نیام) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تفاوت میان ارقام لوبیا، سطوح کودی و مراحل قطع آبیاری معنی دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش‌ها نشان داد تنش قطع آبیاری به‌ویژه قطع آبیاری از مرحله گلدهی موجب کاهش شاخص برداشت، عملکرد و رطوبت نسبی برگ شد و نیز موجب افزایش مقاومت روزنه‌ای شد که با کاربرد تیوباسیلوس + گوگرد از اثر منفی تنش کاسته شد. کلروفیل‌های a، b و کل و همچنین کارتنوئید در شرایط تنش قطع آبیاری از مرحله پر شدن نیام افزایش یافت که این افزایش در حضور گوگرد + تیوباسیلوس بیش‌تر بود. همبستگی منفی بین مقاومت روزنه‌ای با دو صفت شاخص برداشت و عملکرد دانه وجود داشت که بیانگر کاهش فعالیت فتوسنتزی در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها بود. بنابراین، با کاربرد باکتری تیوباسیلوس + گوگرد که سبب کمک به تداوم فعالیت رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش قطع آبیاری بود، می‌توان موجب افزایش تحمل ارقام لوبیا شد و اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد داشت.

واژه‌های کلیدی: باکتری، کارتنوئید، کلروفیل، مقاومت روزنه‌ای و نیام.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

مقدمه

گیاهان تیره بقولات به‌خصوص لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از عمده‌ترین منابع غذایی بشر بوده و با داشتن ۳۲-۱۸ درصد پروتئین نقش مهمی را در تأمین مواد پروتئینی مورد نیاز انسان داشته است. سطح زیر کشت جهانی لوبیا ۲۴ میلیون تن است. از این نظر در بین حبوبات مقام اول را دارا است. متوسط عملکرد جهانی آن در هکتار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). اما تنش خشکی همواره یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان بوده و موجب کاهش عملکرد در تمامی گیاهان به‌ویژه بقولات شده است. خشکی عملکرد دانه را در وهله نخست به‌واسطه محدودیت تعداد دانه از طریق تأثیر بر میزان ماده خشک تولید شده به‌واسطه تغییر زمان گلدهی و یا با تأثیر مستقیم بر گرده و تخمک و کاهش تشکیل دانه تحت تأثیر قرار می‌دهد. کمبود آب در مرحله گلدهی باعث افزایش سقط رویان در دانه گرده می‌شود و در مرحله تلقیح دانه گرده باعث کاهش شدت فتوسنتز، افزایش ABA و کاهش بارگیری فرآورده‌های فتوسنتزی شده که در نهایت با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها عملکرد را کاهش می دهد (Zadehbagheri *et al*., 2012) و به دلیل تأثیرگذاری خشکی بر عملکرد دانه، شاخص برداشت در تیمارهای تحت تنش کاهش می‌یابد (Gebeyehu, 2006). مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی همواره از مهم‌ترین صفاتی بودند که به عملکرد دانه در شرایط تنش قطع آبیاری کمک کردند (Pimratch *et al*., 2013) و به نظر می‌رسد کاهش فتوسنتز در تنش قطع آبیاری تا حدی به‌واسطه کاهش غلظت کلروفیل بوده است که در شرایط تنش رطوبتی به واسطه اثر کلروفیلاز و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (Singh, 2007). Terzi و همکاران (۲۰۱۰) اثر تنش خشکی را بر بازده فتوشیمیایی فتوسیستم II پنج واریته لوبیای معمولی مورد بررسی قرار دادند. میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در تمام ارقام به‌طور معنی داری کاهش یافت. بنا به نظر Shamsi (۲۰۱۰) رطوبت نسبی برگ بالاتر نتیجه تنظیم اسمزی بیشتر و یا کشش کم‌تر بافت دیواره سلولی است و با کاهش رطوبت نسبی برگ روزنه‌ها بسته‌شده و سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک کاهش می‌یابد. علاوه بر تنش قطع آبیاری، یکی از مهم‌ترین مشکلات گیاه کمبود مواد معدنی در خاک‌های آهکی است که رشد و عملکرد گیاهان را دچار محدودیت می‌کند و موجب افزایش حساسیت گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود، در عین حال توانایی بالای گیاه جهت تحمل تنش قطع آبیاری همواره ارتباط تنگاتنگی با بهبود وضعیت انتقال مواد و جذب آب در این شرایط داشته است (Pimratch *et al*., 2013). گوگرد به‌عنوان اصلاح کننده خاک‌های آهکی با اکسیداسیون و تبدیل شدن به اسید سولفوریک، موجب کاهش pH، تأمین سولفات و عناصر غذایی کم مصرف و اصلاح خاک شد (Sonmez *et al*., 2016) و در نتیجه کمبود گوگرد رشد گیاهان به تأخیر افتاده و عملکرد کمی و کیفی آن‌ها کاهش یافت (Motior *et al*., 2011)، همچنین گوگرد همواره عنصری مؤثر در تشکیل کلروفیل گیاهان بوده است (Abdou *et al*., 2011). اما شرط بهره‌گیری از این توان بالقوه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

گوگرد، حضور باکتری‌های اکسید کننده این عنصر در خاک است، باکتری تیوباسیلوس از مهم‌ترین و رایج‌ترین انواع باکتری‌های اکسیدکننده است که گوگرد موجود در خاک را به‌صورت اسید سولفوریک قابل جذب برای گیاهان درمی‌آورد (Ravichandra *et al*., 2007). کاربرد گوگرد به همراه تیوباسیلوس به‌وسیله بسیاری از محققین بررسی شده و بیش‌تر آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که باکتری‌های جنس تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد و کاهش pH خاک، افزایش حلالیت عناصر غذایی و رشد گیاه را به همراه داشتند (Abdou *et al*., 2011; Fallah *et al*., 2010). Ansori و Golami (۲۰۱۵) نیز مشاهده نمودند که کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد عنصری همراه با باکتری تیوباسیلوس بیش‌ترین اثر را روی کاهش pH خاک و افزایش عملکرد ذرت داشت. با توجه به این که تنش خشکی و خاک‌های آهکی هر دو از مهم‌ترین عوامل منفی اثرگذار در تولید بقولات در کشورمان هستند و در عین حال ارائه هر گونه راهکار جهت کاهش اثر منفی تنش خشکی و خاک‌های آهکی مستلزم وجود مستندات علمی جامعی است، لذا در این تحقیق اقدام به بررسی اثر سطوح مختلف کود گوگردی و باکتری تیوباسیلوس بر افزایش تحمل ارقام لوبیا به تنش قطع آبیاری شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر باکتری تیوباسیلوس و کود گوگردی با خلوص ۹۸ درصد در افزایش تحمل ارقام لوبیا به تنش قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن نیام، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در بهار ۱۳۹۵ در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در دمای ۳۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰-۴۰ درصد انجام شد. در این پژوهش فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: ارقام لوبیا (لوبیا سفید رقم درسا، لوبیا قرمز رقم اختر، لوبیا چیتی رقم صدری)، سطوح کودی (شاهد یا بدون کود)، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد پودری با خلوص ۹۸ درصد، باکتری تیوباسیلوس و گوگرد + باکتری تیوباسیلوس) و تنش قطع آبیاری (شاهد بدون تنش)، قطع آبیاری از زمان گلدهی و قطع آبیاری از زمان پر شدن نیام). خاک را بعد از انجام آزمایش خاک (جدول ۱) و مشخص شدن اسیدیته بالای خاک، استریل کرده و بعد از آن با ماسه (دو سوم خاک زراعی و یک سوم ماسه بادی) مخلوط و سپس درون گلدان‌های پلاستیکی با گنجایش شش کیلوگرم خاک ریخته شد. جهت رسیدن تعداد بوته‌ها به مقدار مورد نیاز و رعایت تراکم کاشت درون گلدان‌ها از دو گلدان برای هر تیمار استفاده شد و به‌منظور جلوگیری از تبخیر آب، سطح هر گلدان با مقدار مساوی پرلیت پوشانده شد. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله دو تا چهار برگی به‌وسیله تنک کردن تنها چهار بوته در هر گلدان باقی ماند. آبیاری تا زمان ۱۰ روز بعد از شروع گلدهی به صورت یکسان انجام گرفت و سپس اعمال تیمارهای تنش قطع آبیاری پس از ۱۰ روز بعد از گلدهی و پر شدن نیام (در تیمارهای مورد نظر) انجام گرفت. کود گوگرد پودری با توجه به نیاز خاک به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد که بعد از تعیین مقدار مورد نیاز برای هر گلدان، قبل از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.42.2.9]

کاشت بذور سه گرم کود گوگردی را به‌وسیله ترازوی ۰/۰۰۱ گرم توزین و با ۱۰۰ گرم خاک مرطوب مخلوط کرده و به لایه زیر سطحی گلدان اضافه شد تا بعد از کاشت در مجاورت بذور قرار گیرد. با توجه به این که خاک مورد استفاده (عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متری) قبل از انجام آزمایش تمام ویژگی‌های آن تعیین گردیده بود، مقدار گوگرد برای هر گلدان متناسب با ویژگی‌های وزنی آن خاک و ظرفیت گلدان (شش کیلوگرم) تعیین شد.

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر مربع)	اسیدیته گل اشباع	مواد خنثی شونده درصد	کربن آلی درصد	ازت کل درصد	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	گوگرد قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن درصد	لای درصد	رس درصد
۰/۸۵	۸/۵۱	۱۵	۱/۱۵	۰/۱۱۹	۳۵/۹	۴۶۴	۴۵	۷۰	۲۰	۱۰

باکتری تیوباسیلوس از گونه *Halothiobacillus neapolitanus* با جمعیت باکتری 10^8 باکتری در میلی‌لیتر مایه تلقیح مایع از مرکز تحقیقات خاک و آب بخش تحقیقات بیولوژی خاک کرج تهیه شد و در ادامه جهت آماده‌سازی ابتدا ۲۰۰ گرم از بذور هر رقم را در ۱۰۰ میلی‌لیتر از مایه تیوباسیلوس ریخته شد و برای چند دقیقه محتویات ظرف را به‌خوبی تکان داده شد تا از آغشته شدن کلیه بذور به کود بیولوژیک اطمینان حاصل گردد و سپس بذرها برای کاشت آماده بودند. علاوه بر بذر مال کردن بذور، در تیمارهایی که حاوی باکتری تیوباسیلوس بودند، مقدار ده میلی‌لیتر از باکتری را نیز با ۱۰۰ گرم خاک مرطوب مخلوط کرده و به لایه زیرسطحی گلدان اضافه شد تا بعد از کاشت در مجاورت بذور گیاه قرار گیرد. جهت تعیین شاخص برداشت بعد از تعیین دقیق مقدار عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک در هر تیمار با استفاده از روش زیر اقدام به محاسبه شاخص برداشت شد (Ntanos and Koutroubas, 2002):

رابطه ۱: شاخص برداشت = (عملکرد بیولوژیک ÷ عملکرد اقتصادی) ×۱۰۰

برای تعیین محتوای رطوبت نسبی برگ ابتدا تعداد چهار برگ رسیده و جوان از هر نمونه انتخاب و جدا شدند. بعد از جدا نمودن برگ‌ها از گیاه بلافاصله نمونه‌ها در محیط آزمایشگاهی به‌وسیله ترازو ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند (وزن تر) و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر (جهت آبگیری کامل) قرار گرفت و پس از خشک شدن آب سطحی مجدداً توزین شدند (وزن اشباع). پس از آن برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در داخل آون الکتریکی قرار داده شدند. پس از این مدت نمونه‌ها توزین شدند تا وزن خشک به دست آید و نهایت از روش Diaz-Perez و همکاران (۲۰۰۶) جهت محاسبه رطوبت نسبی برگ استفاده شد:

رابطه ۲: $RWC = (FW-DW) \div (TW-DW) \times 100$

TW: وزن کل، DW: وزن خشک، FW: وزن اشباع

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

برای سنجش کلروفیل و کارتنوئید، ۰/۲ گرم از بافت تازه برگی را با استن ۸۰ درصد به‌تدریج ساییده تا کلروفیل وارد محلول استنی شد. در نهایت حجم محلول با استن ۸۰ درصد را توسط بالن ژوژه به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ و سپس جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ توسط دستگاه اسپکتوفتومتر مدل HACH-DR/4000U قرائت شد. مقدار کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید طبق رابطه‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ محاسبه شدند (Arnon, 1949):

رابطه ۳: کلروفیل a ($mg.\ g^{-1}\ fw$) = $[(12.7 \times OD\ 663) - (2.69 \times OD\ 645) \times V] \div [1000 \times W]$

رابطه ۴: کلروفیل b ($mg.\ g^{-1}\ fw$) = $[(22.9 \times OD\ 645) - (4.68 \times OD\ 663) \times V] \div [1000 \times W]$

رابطه ۵: کارتنوئید ($mg.\ g^{-1}\ fw$) = $[(7.6 \times OD\ 480) - (1.49 \times OD\ 510) \times V] \div [1000 \times W]$

رابطه ۶: کلروفیل کل ($mg.\ g^{-1}\ fw$) = $a + b$

W: وزن نمونه تر، V: حجم نهایی عصاره (۱۰ میلی لیتر)، OD: مقدار جذب نور

برای اندازه‌گیری مقاومت روزنه‌ای پنج برگ بالغ (شش روز بعد از اعمال تنش قطع آبیاری در تیمارهای دارای تنش قطع آبیاری و در تیمارهای شاهد در زمان ده روز بعد از گلدهی) از انتهای بوته هر تیمار انتخاب شد و پس از قرار گرفتن هر برگ در میان سنسورهای حساس دستگاه پرومتر مدل AP4 delta-t devices برحسب ثانیه بر سانتی‌متر قرائت شدند (فرشادفر و محمدی، ۱۳۸۲؛ خلیلوند بهروزیار، ۱۳۹۶). جهت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS (سلطانی، ۱۳۸۶) و مقایسه میانگین کلیه صفات مورد بررسی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از آن بود که اختلاف اثر سطوح کودی و تنش قطع آبیاری برای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش دوگانه (رقم با تنش) و (کود با تنش) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). برهمکنش رقم و تنش باعث تغییرات معنی‌داری بر عملکرد دانه شد. بر این اساس، اعمال

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

تنش قطع آبیاری موجب کاهش عملکرد دانه در تمامی ارقام شد که این تنش در مرحله گلدهی بیش‌تر اثر گذار بود. بیش‌ترین مقدار این صفت مربوط به رقم درسا در شرایط بدون تنش و کم‌ترین مقدار نیز مربوط به رقم اختر در واکنش به تنش مرحله گلدهی بود (جدول ۴). نتایج برهمکنش سطوح کودی و تنش قطع آبیاری نشان داد اعمال تنش در هر دو مرحله رشدی سبب کاهش عملکرد دانه شد که این کاهش در تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی بیش‌تر بود. اعمال توأم کود گوگردی و باکتری تیوباسیلوس توانست در مواردی سبب کاهش اثر منفی تنش بر عملکرد شود. تنش انتهای فصل رشد بر تمام صفات عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در شرایط گلخانه اثر معنی‌داری داشت. مقدار اثر تنش قطع آبیاری بر عملکرد لوبیا در اثر اعمال کود زیستی به همراه تیوباسیلوس کاهش یافت، این مسئله به دلیل نقش گوگرد در رشد گیاه و سنتز کلروفیل است (جدول ۵). نجاریان و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که لوبیا به تنش قطع آب حساس می‌باشد و عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی با قطع آب در مراحل گلدهی و غلاف بندی کاهش معنی داری را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. قادری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی بیان کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه گندم آبی، وزن هزار دانه و غلظت عناصر غذایی در دانه با کاربرد ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد عنصری در هکتار به‌دست آمد اما با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار با باکتری تیوباسیلوس مناسب است. افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان در شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ و نیز دوام آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیش‌تر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر سطوح کودی بر صفات مورد مطالعه ارقام لوبیا در شرایط تنش قطع آبیاری

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد دانه	مقاومت روزنه‌ای	رطوبت نسبی	کارتنوئید	a کلروفیل	b کلروفیل	کلروفیل کل
تکرار	۲	۳/۷۹۱	۹۱/۶۵۹	۳/۴۰۱	۱۱۱/۴۴۰	۰/۰۰۵۲	۰/۰۲۲۷	۰/۰۱۲۷	۰/۰۶۹۶
رقم	۲	۶۹/۴۲۱**	۲۹۶۱/۰۵۰**	۸۱/۲۸۷**	۲۶۱/۲۸۲**	۰/۰۲۵*	۰/۰۵۵**	۰/۰۳۲**	۰/۱۷۴**
کود	۳	۱۴/۵۱۱**	۲۰۱۰/۴۱۴**	۲۴/۱۰۲**	۲۹۵/۸۹۶**	۰/۰۲۰*	۰/۴۰**	۰/۰۱۵*	۰/۱۰۶**
تنش قطع آبیاری	۲	۷۲۷۷/۸۶۳**	۱۷۷۳۶۹/۹۴۷**	۳۸۶/۵۷۱**	۱۶۷/۱۱۵**	۰/۰۴۲**	۰/۰۷۹**	۰/۰۵۵**	۰/۲۵۱**
رقم × کود	۶	۱۰/۵۳۷**	^{ns}۹۰/۵۰۴	۳۲/۶۳۰**	۲۵۵/۹۵۲**	^{ns}۰/۰۰۵	۰/۰۳۲**	۰/۰۱۶**	۰/۰۹۴**
رقم × تنش	۴	۱۲۳/۱۴۵**	۲۷۸۳/۷۶۴**	۲۴/۷۳۳**	۵۰۷/۰۳۶**	۰/۱۵*	۰/۰۱۸**	۰/۰۱۰*	۰/۰۵۵**
کود × تنش	۶	۸/۷۸۶**	۴۵۰/۲۶۴*	۱۸۲/۱۷۹**	۳۳۳/۸۳۵**	^{ns}۰/۰۰۸	۰/۰۱۱*	۰/۰۱۳*	۰/۰۴۹**
رقم × کود × تنش	۱۲	^{ns}۳/۵۵۴	^{ns}۱۶۷/۱۰۰	۸۳/۹۱۵**	۷۴/۵۹۴*	۰/۰۱۶**	۰/۰۳۳**	۰/۰۲۸**	۰/۱۱۹**
خطا	۷۲	۲/۵۷۴	۱۵۳/۶۲۹	۵/۵۳۷	۵۰/۰۳۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۴

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

شاخص برداشت

بر اساس تجزیه واریانس برهمکنش‌های دوگانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). برهمکنش رقم و تنش باعث تغییراتی در شاخص برداشت شد و بالاترین مقدار شاخص برداشت رقم درسا در شرایط بدون تنش و کم‌ترین مقدار مربوط به رقم صدری در شرایط تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم با سطوح کودی نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت در رقم صدری و با حضور تیمار کودی گوگرد + تیوباسیلوس بود و بعد از آن تیمار رقم صدری به همراه باکتری تیوباسیلوس قرار داشت. کم‌ترین مقدار مربوط به رقم درسا بود (جدول ۳). برهمکنش کود با تنش نشان داد اعمال گوگرد و تیوباسیلوس در کنار هم در مواردی باعث کاهش اثر تنش بر مقدار شاخص برداشت شد و بالاترین مقدار شاخص برداشت مربوط به تیمار کودی گوگرد + باکتری تیوباسیلوس در شرایط عدم تنش بود که با تیمارهای هر سه رقم لوبیا در شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار گرفتند و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار بدون کود در شرایط تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی بود که با تیمارهای ارقام اختر و صدری در شرایط تنش در مرحله گلدهی در یک گروه آماری قرار گرفتند. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان شاخص برداشت با عملکرد و رطوبت نسبی و همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری با مقاومت روزنه‌ای مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری ارقام لوبیا و سطوح مختلف کودی

رقم	کود	شاخص برداشت (درصد)
درسا	شاهد	^{e}۳۲/۲۵
	گوگرد	^{e}۳۲/۰۹
	تیوباسیلوس	^{de}۳۳/۱۶
	گوگرد + تیوباسیلوس	^{bc}۳۴/۸۷
اختر	شاهد	^{bc}۳۵/۰۴
	گوگرد	^{cd}۳۴/۴۰
	تیوباسیلوس	^{e}۳۲/۴۰
	گوگرد + تیوباسیلوس	^{cd}۳۴/۳۳
صدری	شاهد	^{bcd}۳۴/۷۰
	گوگرد	^{bc}۳۵/۳۸
	تیوباسیلوس	^{ab}۳۶/۱۶
	گوگرد + تیوباسیلوس	^{a}۳۷/۰۶

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند،

بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.42.2.9]

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری ارقام لوبیا و تنش قطع آبیاری

سطوح کودی	تنش قطع آبیاری	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (گرم در متر مربع)
درسا	شاهد	^{a}۴۲/۴۸	^{a}۱۸۵/۴
	گلدهی	^{e}۵۹/۲۰	^{g}۳۷/۲۰
	رسیدگی	^{d}۲۶/۳۰	^{f}۷۱/۴۰
اختر	شاهد	^{a}۹۲/۴۷	^{c}۱۵۰/۰
	گلدهی	^{ef}۴۱/۱۹	^{h}۲۳/۸۳
	رسیدگی	^{c}۸۱/۳۴	^{e}۸۲/۳۳
صدری	شاهد	^{a}۹۸/۴۷	^{b}۱۷۲/۰
	گلدهی	^{f}۱۳/۱۹	^{hg}۲۸/۲۹
	رسیدگی	^{b}۳۷/۴۰	^{d}۱۰۷/۳

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند،

بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

رطوبت نسبی

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که رطوبت نسبی برگ در واکنش به برهمکنش سه‌گانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه رقم، سطوح کودی و تنش قطع آبیاری نشان داد که بالاترین مقدار رطوبت نسبی برگ مربوط به تیمار رقم درسا در حضور کود گوگرد در شرایط بدون تنش بود که با تیمار رقم اختر، بدون اعمال کود و در شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار داشت و کم‌ترین مقدار رطوبت نسبی مربوط به رقم صدری، بدون اعمال کود و در تنش قطع آبیاری از مرحله پر شدن نیام بود (جدول ۶). ارقام اختر و درسا به‌طور میانگین رطوبت نسبی بیش‌تری داشتند که این صفت در اثر تنش قطع آبیاری به‌ویژه از مرحله پر شدن نیام قرار گرفت. اعمال گوگرد در رقم درسا و صدری بیش‌تر توانست بر رطوبت نسبی برگ بیفزاید، اما همین شرایط برای رقم اختر در حضور گوگرد + تیوباسیلوس اتفاق افتاد. بروجردنیا و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند تنش خشکی به طور معنی داری باعث کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ شد. پژوهش‌ها نشان داده که مقدار رطوبت نسبی برگ در پاسخ به تنش قطع آبیاری کاهش یافت (Ghanbari *et al*, 2013; Burling *et al*, 2013). همبستگی مثبتی بین رطوبت نسبی با شاخص برداشت و عملکرد وجود داشت (جدول ۷).

کارتنوئید

بر اساس جدول تجزیه واریانس صفات مشاهده شد که مقدار رنگیزه کارتنوئید در برگ‌های ارقام لوبیا در شرایط اثر سطوح مختلف کودی و تنش قطع آبیاری بوده و برهمکنش سه‌گانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین در واکنش به برهمکنش رقم، سطوح کودی و تنش قطع آبیاری نشان داد رقم صدری در کل نسبت به دو

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

رقم دیگر دارای کارتنوئید بالاتری بود و بعد از آن به ترتیب ارقام درسا و اختر قرار دارند. در اکثر موارد تنش گلدهی سبب افزایش مقدار کارتنوئید شد که این افزایش در تیمارهایی که حاوی بذور بذر مال شده بودند بیش‌تر مشاهده شد. بیش‌ترین مقدار کارتنوئید مربوط به بذور بذر مال شده به باکتری تیوباسیلوس رقم صدری در شرایط تنش مرحله پر شدن نیام بود که با تیمار رقم صدری به همراه گوگرد و تیوباسیلوس در شرایط تنش پر شدن نیام در یک گروه آماری قرار داشتند. کم‌ترین مقدار کارتنوئید مربوط به رقم اختر به همراه گوگرد در شرایط بدون تنش بود (جدول ۶). همبستگی مثبت و معنی‌داری میان کارتنوئید با کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷).

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری سطوح کودی و تنش قطع آبیاری برای صفات اندازه‌گیری شده

سطوح کودی	تنش قطع آبیاری	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد (گرم در متر مربع)
شاهد	شاهد	^{a}۴۸/۱۸	^{b}۱۵۵/۸
	گلدهی	^{d}۱۸/۱۶	^{e}۲۴/۴۶
	رسیدگی	^{b}۳۵/۶۵	^{c}۸۱/۶۶
گوگرد	شاهد	^{a}۴۷/۷۲	^{b}۱۶۴/۸
	گلدهی	^{d}۱۹/۰۳	^{e}۲۵/۲۲
	رسیدگی	^{b}۳۵/۱۲	^{c}۹۲/۲۵
تیوباسیلوس	شاهد	^{a}۴۸/۰۳	^{b}۱۶۴/۱
	گلدهی	^{d}۱۹/۴۴	^{ed}۲۸/۳۱
	رسیدگی	^{b}۳۴/۲۶	^{c}۸۳/۵۰
گوگرد + تیوباسیلوس	شاهد	^{a}۴۸/۵۰	^{a}۱۹۱/۸
	گلدهی	^{c}۲۲/۲۱	^{d}۳۹,۷۷
	رسیدگی	^{b}۳۵/۵۵	^{c}۹۰/۶۵

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کلروفیل a

بر اساس یافته‌های پژوهش، برهمکنش سه‌گانه مقدار کلروفیل a در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم صدری نسبت به سایر ارقام کلروفیل a بیش‌تری را داشت که این کلروفیل در تمامی ارقام در اثر تنش قطع آبیاری قرار گرفت و در اکثر موارد نسبت به شاهد افزایش نشان دادند که در مرحله گلدهی بیش‌تر مشهود بود، اعمال سطوح باکتری تیوباسیلوس زمانی که همراه با گوگرد بود توانست بر این مقدار بیفزاید. مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه رقم، سطوح کودی و تنش قطع آبیاری نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a مربوط به رقم اختر در حضور گوگرد و تیوباسیلوس که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.42.2.9]

با رقم صدری به همراه تیوباسیلوس در یک گروه آماری قرار دارند که هر دو تیمار مربوط به قطع آبیاری از زمان پر شدن نیام بود و کم‌ترین مقدار کلروفیل a مربوط به رقم درسا بدون اعمال کود در واکنش به تنش از زمان پر شدن نیام با میانگین بود (جدول ۶). همبستگی مثبت و معنی‌داری میان کلروفیل a با کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷).

کلروفیل b

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس مقدار کلروفیل b در واکنش به برهمکنش سه‌گانه در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش رقم و کود و تنش نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل b مربوط به رقم اختر در حضور کود گوگرد و باکتری تیوباسیلوس و کم‌ترین مقدار مربوط به رقم درسا بدون اعمال کود و در شرایط تنش پر شدن نیام بود (جدول ۶). اعمال سطوح کودی بر مقدار کلروفیل b اثر گذار بود و در مواردی توانستند سبب افزایش مقدار این رنگیزه شوند، البته به دلیل وجود اختلاف ژنوتیپی که بین ارقام وجود داشت این اثر میان ارقام متفاوت بود و در رقم صدری و درسا شاهد اثر بیش‌تر کاربرد باکتری تیوباسیلوس به‌تنهایی بودیم اما در رقم اختر باکتری در حضور گوگرد مؤثرتر واقع شد. اعمال تنش قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی روی کلروفیل b اثر گذار بود و در مواردی موجب افزایش کلروفیل b نیز شد که این افزایش در تنش قطع آبیاری در مرحله پر شدن نیام بیشتر به چشم خورد. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان کلروفیل b با کلروفیل a، کلروفیل کل و کارتنوئید در سطح یک درصد داشت (جدول ۷).

کلروفیل کل

کلروفیل کل بر اساس نتایج تجزیه واریانس به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) در واکنش به برهمکنش سه‌گانه قرار گرفت (جدول ۲). طبق نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین اثر سه‌گانه، مشاهده شد که بالاترین مقدار کلروفیل کل مربوط به رقم اختر به همراه گوگرد و تیوباسیلوس و بعد از آن به ترتیب رقم صدری به همراه تیوباسیلوس هر دو در شرایط تنش قطع آبیاری از پر شدن نیام بود و کم‌ترین مقدار کلروفیل کل مربوط رقم درسا بدون اعمال کود و در شرایط تنش قطع آبیاری بود (جدول ۶). رقم صدری مقدار کلروفیل کل بیش‌تری داشت و بعد از آن ارقام اختر و درسا قرار داشتند. تنش قطع آبیاری در مواردی موجب افزایش مقدار کلروفیل کل شد که در ارقام صدری و اختر این افزایش در مرحله دوم تنش بیش‌تر نمایان است تا مرحله گلدهی. باکتری تیوباسیلوس نیز اثر مثبتی بر این افزایش داشت و در مواردی که با گوگرد توأم شده بیشتر مؤثر بود. محتوای کلروفیل در شرایط تنش افزایش یافت که علت این افزایش را می‌توان به کوچک شدن سلول‌های برگ به علت کاهش سطح برگ و ضخیم شدن سلول‌ها گزارش کرد (Paknejad *et al*, 2007).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

جدول ۶: مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری رقم، سطوح کودی و تنش قطع آبیاری برای صفات اندازه‌گیری شده

رقم	کود	تنش	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی متر)	رطوبت نسبی (درصد)	کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیلa (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیلb (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)
درسا	شاهد	شاهد	۱۰/۵۲ ijk	۷۵/۵۸ abc	۰/۲۱۶۷ cdefgh	۰/۲۶۳۳ ij	۰/۲۲۰۰ ghij	۰/۴۸۳۳ j
		گلدهی	۱۴/۰۱ ghij	۵۹/۶۶ defghi	۰/۲۴۶۷ cdefgh	۰/۳۴۰۰ fghij	۰/۳۲۰۰ defghij	۰/۶۶۰۰ efghij
		رسیدگی	۱۳/۹۷ ghij	۵۱/۸۳ ijk	۰/۱۷۰۰ fgh	۰/۲۳۳۳ j	۰/۱۹۳۳ j	۰/۴۲۶۷ j
	گوگرد	شاهد	۱۴/۶۶ fghi	۸۱/۳۹ a	۰/۲۵۶۷ cdefgh	۰/۳۳۰۰ fghij	۰/۳۰۶۷ efghij	۰/۶۳۶۷ fghij
		گلدهی	۱۱/۳۸ hijk	۶۲/۶۳ cdefghi	۰/۲۰۶۷ defgh	۰/۳۱۰۰ hij	۰/۲۰۰۰ ij	۰/۵۱۰۰ ij
		رسیدگی	۹/۴۵۷ k	۵۶/۵۱ efghij	۰/۳۰۳۳ abcdef	۰/۴۴۶۷ bcdefg	۰/۳۹۶۷ cde	۰/۸۴۳۳ cdef
	تیوباسیلوس	شاهد	۱۰/۴۳ ijk	۶۹/۱۴ abcdef	۰/۲۷۳۳ bcdefg	۰/۳۷۶۷ efghi	۰/۳۴۶۷ cdefg	۰/۷۲۳۳ defghi
		گلدهی	۲۰/۷۷ bcde	۶۲/۳۵ cdefghi	۰/۳۳۳۳ abcde	۰/۵۱۳۳ bc	۰/۳۹۳۳ cde	۰/۹۰۶۷ cd
		رسیدگی	۹/۰۶۷ k	۶۸/۱۰ abcdefg	۰/۲۶۶۷ bcdefgh	۰/۴۳۶۷ bcdefg	۰/۳۵۶۷ cdef	۰/۷۹۳۳ cdefg
	گوگرد + تیوباسیلوس	شاهد	۷/۶۳۰ k	۷۰/۱۳ abcdef	۰/۲۶۳۳ bcdefgh	۰/۳۵۰۰ fghij	۰/۲۹۳۳ efghij	۰/۶۴۳۳ fghij
		گلدهی	۲۱/۸۳ abcd	۵۰/۸۶ ijk	۰/۲۲۶۷ cdefgh	۰/۳۴۶۷ fghij	۰/۲۶۳۳ efghij	۰/۶۱۰۰ fghij
		رسیدگی	۸/۵۶۷ k	۶۳/۱۵ cdefghi	۰/۲۳۶۷ cdefgh	۰/۳۰۶۷ hij	۰/۲۹۳۳ efghij	۰/۶۰۰۰ ghij
اختر	شاهد	شاهد	۸/۶۳۳ k	۸۰/۶۲ a	۰/۲۲۰۰ cdefgh	۰/۳۹۰۰ defghi	۰/۳۷۶۷ cdef	۰/۷۶۶۷ defgh
		گلدهی	۹/۰۲۷ k	۵۳/۹۹ hij	۰/۱۴۳۳ gh	۰/۳۰۳۳ hij	۰/۲۴۶۷ fghij	۰/۵۵۰۰ hij
		رسیدگی	۱۰/۵۱ ijk	۵۶/۱۹ fghij	۰/۲۳۳۳ cdefgh	۰/۲۶۶۷ ij	۰/۲۱۰۰ hij	۰/۴۷۶۷ j
	گوگرد	شاهد	۱۶/۶۵ efg	۷۸/۲۱ ab	۰/۱۲۶۷ h	۰/۲۷۶۷ ij	۰/۲۰۶۷ ij	۰/۴۸۳۳ j
		گلدهی	۷/۸۹۰ k	۵۴/۱۴ hij	۰/۲۰۶۷ defgh	۰/۳۲۶۷ fghij	۰/۳۰۰۰ efghij	۰/۶۲۶۷ fghij
		رسیدگی	۱۵/۲۰ fgh	۵۳/۳۵ hij	۰/۳۵۳۳ abc	۰/۵۰۳۳ bcd	۰/۴۴۳۳ bcd	۰/۹۴۶۷ cd

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول ۶: مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری رقم، سطوح کودی و تنش قطع آبیاری برای صفات اندازه‌گیری شده

رقم	کود	تنش	مقاومت روزنه‌ای (ثانیه بر سانتی متر)	رطوبت نسبی (درصد)	کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)
اختر	تیوباسیلوس	شاهد	۸/۳۶۳ k	۷۰/۹۲ abcd	۰/۲۴۳۳ cdefgh	۰/۴۱۶۷ cdefgh	۰/۳۶۰۰ cdef	۰/۷۷۶۷ cdefgh
		گلدهی	۲۳/۷۸ ab	۴۹/۰۴ ijk	۰/۲۰۰۰ efgh	۰/۳۳۳۳ fghij	۰/۲۴۰۰ fghij	۰/۵۷۳۳ ghij
		رسیدگی	۹/۰۴۷ k	۶۶/۱۶ bcdefgh	۰/۲۳۳۳ cdefgh	۰/۳۸۶۷ defghi	۰/۳۶۰۰ cdef	۰/۷۴۶۷ defgh
	گوگرد + تیوباسیلوس	شاهد	۹/۰۲۳ k	۷۰/۴۰ abcde	۰/۱۵۳۳ gh	۰/۳۲۰۰ ghij	۰/۲۶۳۳ efghij	۰/۵۸۳۳ ghij
		گلدهی	۲۱/۳۶ abcd	۵۸/۷۱ defghi	۰/۲۷۳۳ bcdefg	۰/۴۴۰۰ bcdefg	۰/۲۸۶۷ efghij	۰/۷۲۶۷ defghi
		رسیدگی	۱۸/۹۷ cdef	۶۹/۳۳ abcdef	۰/۳۹۶۷ ab	۰/۶۸۳۳ a	۰/۵۷۶۷ a	۱/۲۶۰ a
صدری	شاهد	شاهد	۷/۳۷۰ k	۵۵/۰۹ ghij	۰/۲۳۳۳ cdefgh	۰/۳۹۰۰ defghi	۰/۳۴۳۳ cdefgh	۰/۷۳۳۳ defghi
		گلدهی	۱۸/۲۴ cdefg	۴۳/۵۵ jk	۰/۲۶۳۳ bcdefgh	۰/۴۴۰۰ bcdefg	۰/۳۷۰۰ cdef	۰/۸۱۰۰ cdefg
		رسیدگی	۲۱/۲۶ abcd	۳۹/۸۷ k	۰/۲۶۰۰ bcdefgh	۰/۵۴۶۷ b	۰/۴۵۶۷ bc	۱/۰۰۳ bc
	گوگرد	شاهد	۹/۸۰۳ jk	۶۲/۲۵ cdefghi	۰/۱۹۶۷ efgh	۰/۲۸۶۷ ij	۰/۲۹۳۳ efghij	۰/۵۸۰۰ ghij
		گلدهی	۱۸/۰۰ cdefg	۵۲/۹۴ hij	۰/۳۴۶۷ abcd	۰/۴۸۰۰ bcde	۰/۳۶۰۰ cdef	۰/۸۴۰۰ cdef
		رسیدگی	۲۲/۰۸ abc	۷۵/۸۸ abc	۰/۲۱۳۳ cdefgh	۰/۳۲۰۰ ghij	۰/۲۸۳۳ efghij	۰/۶۰۳۳ ghij
	تیوباسیلوس	شاهد	۸/۱۱۳ k	۵۳/۵۳ hij	۰/۲۰۳۳ efgh	۰/۳۴۶۷ fghij	۰/۲۹۳۳ efghij	۰/۶۴۰۰ fghij
		گلدهی	۲۵/۴۶ a	۶۷/۵۹ defghi	۰/۳۰۳۳ abcdef	۰/۴۲۶۷ bcdefgh	۰/۳۳۰۰ cdefghi	۰/۷۵۶۷ defgh
		رسیدگی	۸/۸۹۳ k	۷۲/۱۶ abcd	۰/۴۳۶۷ a	۰/۶۵۶۷ a	۰/۵۲۳۳ ab	۱/۱۸۰ ab
	گوگرد + تیوباسیلوس	شاهد	۲۱/۶۴ abcd	۶۲/۳۰ cdefghi	۰/۳۱۶۷ abcde	۰/۴۴۰۰ bcdefg	۰/۴۰۰۰ cde	۰/۸۴۰۰ cdef
		گلدهی	۱۷/۴۷ defg	۵۸/۴۲ defghi	۰/۲۲۰۰ cdefgh	۰/۳۴۶۷ fghij	۰/۲۸۳۳ efghij	۰/۶۳۰۰ fghij
		رسیدگی	۷/۸۲۰ k	۷۵/۱۷ abc	۰/۴۱۳۳ a	۰/۵۱۳۳ bc	۰/۳۶۶۷ cdef	۰/۸۸۰۰ cde

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1398.11.42.2.9]

شوقیان و روزبهانی (۱۳۹۶) گزارش کردند در شرایط تنش خشکی صفات فیزیولوژیکی مانند رنگیزه‌های فتوسنتزی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا مقدار کاهش معنی‌داری بود. به طوری که تنش کمبود آب کلروفیل a، کلروفیل b و وزن هزار دانه را کاهش داد. پژوهشی باهدف بررسی اثر همزیستی قارچ میکوریزا، باکتری تیوباسیلوس و نسبت‌های مختلف کودی بر میزان کلروفیل و عملکرد گیاه کنجد انجام شد. در بررسی‌ها مشخص شد که اثر برهمکنش تیمارها اثر معنی‌داری در افزایش میزان کلروفیل و عملکرد کنجد داشته‌اند (منافی نوران و همکاران،۱۳۹۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری میان کلروفیل کل با کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷).

جدول ۷: همبستگی میان صفات مورد مطالعه

	عملکرد	شاخص برداشت	مقاومت روزنه‌ای	رطوبت نسبی	کارتنوئید	کلروفیلa	کلروفیلb
شاخص برداشت	۰/۹۶۵**						
مقاومت روزنه‌ای	-۰/۳۶۷*	-۰/۴۲۴**					
رطوبت نسبی	۰/۵۳۷**	۰/۵۶۱**	-۰/۳۰۷				
کارتنوئید	-۰/۰۵۶	-۰/۰۴۱	۰/۱۳۶	۰/۰۷۸			
کلروفیل a	-۰/۰۹۸	-۰/۰۵۶	۰/۲۰۸	-۰/۰۳۳	۰/۸۶۴**		
کلروفیل b	۰/۰۶۶	۰/۰۹۵	۰/۰۸۲	۰/۰۱۹	۰/۷۹۴**	۰/۹۳۱**	
کلروفیل کل	-۰/۰۲۴	۰/۰۱۱	۰/۱۵۴	-۰/۱۰	۰/۸۴۷**	۰/۹۸۶**	۰/۹۷۹**

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

مقاومت روزنه‌ای

بر اساس تجزیه واریانس مشاهده شد که اثر برهمکنش سه‌گانه بر صفت مقاومت روزنه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برهمکنش سطوح کودی، تنش قطع آبیاری و رقم حاکی از آن بود که رقم صدری نسبت به سایر ارقام، مقاومت روزنه‌ای بیشتری از خود نشان داد که این تحمل در مواردی که با اعمال باکتری تیوباسیلوس همراه بود به نسبت بیش‌تر بود، این افزایش در ارقام اختر و درسا نیز مشاهده شد. اعمال تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی نسبت به تنش از مرحله پر شدن نیام بیشتر روی این صفت اثرگذار بود. تیمار کاشت بذور بذر مال (تیوباسیلوس) شده رقم صدری، در شرایط تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی بیش‌ترین مقاومت روزنه‌ای را دارا بود. کم‌ترین مقدار مقاومت روزنه‌ای مربوط به رقم صدری بدون استفاده از کود و در شرایط بدون تنش با میانگین بود که با ۱۳ تیمار دیگر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۶). کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که کاهش میزان آب مصرفی باعث کاهش میزان آب برگ لوبیا شد و هدایت روزنه ای هر دو طرف برگ تمامی ژنوتیپ‌ها در اثر کاهش آب مصرفی کاهش یافت. بر اساس یافته های

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

Korir و همکاران (۲۰۰۶) بسته شدن روزنه‌ها از ویژگی‌های سازگاری با شرایط تنش قطع آبیاری بوده و درعین‌حال کاهش مقدار عملکرد گیاه را نیز سبب می‌شوند. همبستگی منفی و معنی‌داری میان مقاومت روزنه‌ای با عملکرد و شاخص برداشت مشاهده شد که بیانگر کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی در اثر بسته شدن روزنه‌ها است(جدول ۷).

نتیجه‌گیری

بر اثر تنش قطع آبیاری رشد گیاه و توسعه آن کاهش می‌یابد که منجر به اختلال در گلدهی، پر شدن دانه‌ها و در نتیجه عملکرد کمتر گیاه می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش نیز حاکی از این بود که وقوع تنش به‌ویژه قطع آبیاری از مرحله گلدهی به دلیل تداوم تنش آبی از اواسط مرحله گلدهی تا پایان فصل رشد با اثر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در نهایت سبب کاهش عملکرد دانه شد. در تنش طولانی مدت، دهیدراسیون بافت‌ها منجر به افزایش فرآیند اکسیداتیو شده که باعث زوال ساختار کلروپلاست و کاهش کلروفیل و در نهایت کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود. در این بین ارقام متحمل‌تر لوبیا با استفاده از واکنش‌های فیزیولوژیکی مانند بستن به‌موقع روزنه‌ها، حفظ رطوبت نسبی برگ و تداوم فعالیت رنگیزه‌های فتوسنتزی در برابر تنش قطع آبیاری از خود تحمل نشان دادند. با توجه به این که یکی از مهمترین مشکلات گیاه کمبود مواد معدنی است و بیشتر در خاک‌های قلیایی و آهکی مشاهده می‌شود و کمبود مواد معدنی قابل جذب، میزان رشد و عملکرد گیاهان را دچار محدودیت می‌کند. بر اساس نتایج به دست آمده استفاده از باکتری تیوباسیلوس روی عملکرد و تداوم فعالیت رنگیزه‌های فتوسنتزی مؤثر واقع شد، با این وجود کاربرد توأم کود گوگردی و باکتری تیوباسیلوس در مواردی توانست اثر مثبت بیش‌تری نسبت به کاربرد صرف باکتری داشته باشد. به‌منظور تعیین و دستیابی به سطح مناسبی از گوگرد و سویه تیوباسیلوس برای خاک‌ها و ارقام مختلف لوبیا جهت ارتقا توان تحمل این ارقام به تنش قطع آبیاری نیاز به انجام آزمایش‌های عملی بیشتری احساس می‌شود.

منابع

بروجردنیا، م.، بی همتا، م. ر.، عالمی سعید، خ. و عبدوسی، و. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، کربوهیدرات های محلول، نشت الکترولیت ها و محتوای آب نسبی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۲۹): ۴۱-۲۳.

پارسا، م. و باقری، ع. ۱۳۸۷ . حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۲ صفحه.

خلیلوند بهروزیار، ا. ۱۳۹۶. پیش تیمار بذر با متانول، اتانول، بر و منگنز و اثر آن‌ها بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تنش کمبود آب. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴): ۸۲۰-۸۰۵.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری (برای رشته‌های کشاورزی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۱۸۲.

شوقیان، م. و روزبهانی، ا. ۱۳۹۶. اثر محلول پاشی 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): ۱۴۷-۱۳۱.

فرشادفر، ع. و محمدی، ر. ۱۳۸۲. ارزیابی شاخص های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در آگروپرون با استفاده از شاخص انتخاب چند گانه. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴ (۳): ۶۴۶-۶۳۵.

قادری، ج.، ملکوتی، م. ج.، خاوازی، ک. و داوودی، م.ح. ۱۳۹۶. بررسی اثر کاربرد گوگرد عنصری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کیفی گندم آبی (*Triticum astivum* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۳): ۸۳-۶۹.

کریم‌زاده، ه.، نظامی، ا.، کافی، م. و تدین، م. ر. ۱۳۹۵. بررسی تغییرات هدایت روزنه ای، دمای سایه انداز گیاهی و آب برگ ژنوتیپ های لوبیا چیتی در شرایط کم آبیاری. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۳۰): ۱۲۰-۱۰۵.

منافی نوران، م.، قلی پور، م.، پیردشتی، ه. و عباسیان، ا. ۱۳۹۲. تأثیر قارچ میکوریزا، باکتری تیوباسیلوس و نسبت های کودی، بر میزان کلروفیل و عملکرد کنجد. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. دانشگاه شیراز. شیراز.

نجاریان، د.، فنودی، ف.، مسعودسینکی، ج. و لایی، ق. ۱۳۹۵. اثر تنش قطع آب و کاربرد کود کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیای چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۲۹): ۷۲-۵۹.

Abdou, A., Soaud, A. A., Al- Darwish, F.H., Saleh, M.E., El-Tarabily, K. A., Sofian-Azirun, M. and Motior, R. M. 2011. Effects of elemental sulfur, Phosphorus, micronutrients and Paracoccus *versutus* on nutrient availability of calcareous soils. Australian Journal of Crop Science, 5(5): 554-561.

Ansori, A. and Gholami, A. 2015. Improved nutrient uptake and growth of maize in response to inoculation with *Thiobacillus* and *Mycorrhiza* on an alkaline soil. Communication in soil Science and Plant Analysis, 46 (17): 2111-2126.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.

Burling, K., Cerovic, Z.G., Cornic, G., Ducruet, M. J., Noga, G. and Hunsche, M. 2013. Fluorescence-based sensing of drought-induced stress in the vegetative phase of four contrasting wheat genotypes. Environmental and Experimental Botany, 89: 51-59.

Diaz-Perez, J.C., Shackel, K.A. and Sutter, E.G. 2006. Relative water content. Annals of Botony, 97 (1): 85-96.

Fallah, A., Besharati, H., and Khosravi, H. 2010. Soil Microbiology. Ayizh publications: Tehran, Iran. Second Edition, 136p.

Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Ph.D. Dissertation, Justus-Liebig-Universitat Giessen, Germany. 116pp.

Ghanbari, A.A., Shakiba, M.R., Toorchi, M. and Choukan, R. 2013. Morpho-Physiological response of common bean leaf to water deficit stress. European Journal of Experimental Biology, 3: 487-492.

Korir, P.C., Nyabundi, J.O. and Kimurto, K.P. 2006. Genotypic responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to moisture stress condition in Kenya. Asian Journal of Plant Science, 5: 24-32.

Motior, M.R., Abdou, A.S., Fareed, H.A.D. and Sofian, M.A. 2011. Responses of sulfur, Nitrogen and irrigation water on *Zea mays* growth and nutrients uptake. Australian Journal of Crop Science, 5 (3): 347-357.

Ntanos, D.A. and Koutroubas, S.D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. Field Crops Reserch, 74: 93-101.

Paknejad, F., Majidi heravan, E., Noor mohammadi, Q., Siyadat, A. and Vazan, S. 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, Chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. American Journal of Biotechnology, 5(4): 162-169.

Pimratch, S., Jogloy, S., Vorasoot, N., Toomsan, B., Kesmala, T., Patanothai, A. and Holbrook, C.C. 2013. Association of nitrogen fixation to water use efficiency and yield traits of peanut. International Journal Plant Production, 7: 225-242.

Ravichandra, P., Gopal Mugeraya, A., Gangagni Rao, M., Ramakrishna, V. and Annapurna Jetty, Y. 2007. Isolation of Thiobacillus sp from aerobic sludge of distillery and dairy effluent treatment plants and its sulfide oxidation activity at different concentrations. Journal of Environmental Biology 28 (4): 819-823.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]

Shamsi, K. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of animal and Plant Sciences, 8: 1051-1060.

Singh, S.P. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. Agronomy Journal 99: 1219-1225.

Sonmez, O., Turan, V. and kaya, C. 2016. The effects of sulfur, cattle and poultry manure addition on soil phosphorus. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 536-541.

Terzi, R., Saglam, A., Kutlu, N., Nar, H. and Kadioglu, A. 2010. Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of Phaseolus vulgaris cultivars. Turkish Journal of Botany, 34: 1-10.

Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, S. and Sharafzadeh, S. 2012. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of Agriculture Research 7: 5661-5670.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.42.2.9]