Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۸۹۲-۸۸۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.1217.1250

# بررسی تأثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش کم‌آبی

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

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

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۸

**چکیده**

**به‌منظور بررسی اثر گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا در شرایط تنش کم‌آبی آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. در این پژوهش سه رقم لوبیا (درسا، اختر و صدری)، چهار سطح کودی (شاهد، کود گوگردی به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، باکتری تیوباسیلوس و کود گوگردی + تیوباسیلوس) و تنش کم‌آبی (شاهد، قطع آبیاری از زمان گلدهی و پر شدن نیام) موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری میان ارقام لوبیا، سطوح کودی و مراحل قطع آبیاری وجود داشت. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد تنش کم‌آبی به‌ویژه قطع آبیاری از مرحله گلدهی موجب کاهش صفات شاخص برداشت، عملکرد دانه، بیوماس کل، وزن صد دانه، تعداد کل نیام و تعداد نیام پر و در مواردی موجب افزایش مقاومت روزنه‌ای و کلروفیل گردید، درحالی‌که قطع آبیاری از مرحله پر شدن نیام تأثیر منفی کمتری بر صفات فوق داشت. با کاربرد باکتری تیوباسیلوس به‌ویژه همراه با گوگرد از اثرات منفی تنش آبی کاسته شد. درحالی‌که با افزایش طول دوره تنش میزان تأثیر مثبت باکتری به همراه گوگرد نیز کمتر شد. اعمال باکتری تیوباسیلوس به همراه کود گوگردی در خاک‌های با اسیدیته قلیایی می‌تواند جهت افزایش تحمل ارقام لوبیا به تنش کم‌آبی مفید باشد.**

***واژه‌های کلیدی:*** **گلدهی، بیوماس، درسا، اختر، صدری.**

## مقدمه

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر حبوبات است. حبوبات ازجمله گیاهانی هستند که سرشار از پروتئین بوده و با داشتن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین نقش مهمی در تأمین مواد پروتئینی بشر دارد (Majnon Hosseini, 2007).. لوبیا یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی محسوب می‌شود که حدود ۶۰ درصد تولید آن در کشورهای درحال‌توسعه تحت شرایط تنش خشکی انجام می‌گیرد (Turkan et al., 2005). براثر تنش خشکی رشد و توسعه گیاه کاهش می‌یابد که منجر به اختلال در گلدهی، پر شدن دانه‌ها و درنتیجه عملکرد کمتر می‌شود (Zadehbagheri et al., 2012)، البته مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ موردمطالعه متفاوت است (Frahm et al., 2004). تحقیقات نشان می‌دهد که اگر در شرایط تنش به کمک مواد ضد تنش یا بالابرنده تحمل گیاه، عناصر معدنی و آب در اختیار گیاه قرار بگیرد، می‌توان این شرایط را تا حدودی بهبود بخشید (Nasri and Khalatbari, 2012). باکتری تیوباسیلوس یکی از این انواع راه‌کارها است.

باکتری جنس تیوباسیلوس از مهم‌ترین و رایج‌ترین انواع باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد است و گوگرد موجود در خاک را به‌صورت $SO_4$ قابل‌جذب برای گیاهان درمی‌آورد

* نگارنده پاسخگو: بهرام میرشکاری. پست الکترونیک: Mirshekari@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

(Ravichandra et al., 2007) این باکتری با اکسید کردن گوگرد ضمن تأمین سولفات موردنیاز گیاه، با کاهش اسیدیته خاک در اطراف ریشه‌ها باعث افزایش حلالیت عناصر ریزمغذی در خاک می‌شود هم‌چنین با افزایش دادن قابلیت جذب عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی در خاک، به رشد بهتر گیاه کمک می‌کند. این کود آلی با فعال نمودن میکروب‌های مفید خاک، عمل اکسیداسیون بیولوژیکی را در خاک تسهیل کرده و بدین ترتیب میزان عملکرد را ۶۰-۳۰ درصد افزایش می‌دهد (Franz, 2003). با افزایش کود گوگردی میزان گوگرد در دسترس گیاه افزایش یافت و نیز تعداد و وزن نیام، دانه و ماده خشک افزایش یافت (Yadav, 2011). با توجه به خشکی‌های متعدد در ایران، در این پژوهش اقدام به بررسی تأثیر باکتری تیوباسیلوس و کود گوگرد بر کاهش اثرات منفی تنش قطع آبیاری روی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تأثیر باکتری تیوباسیلوس و کود گوگرد در افزایش تحمل ارقام لوبیا به تنش کم‌آبی در مراحل گلدهی و پر شدن نیام، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، طی بهار ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در دمای ۳۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰-۴۰ درصد انجام گردید. در این پژوهش عوامل موردمطالعه عبارت بودند از: ارقام لوبیا: (لوبیا سفید رقم درسا، لوبیا قرمز رقم اختر و لوبیاچیتی رقم صدری)، سطوح کودی (شاهد (بدون کود)، کود گوگردی (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، باکتری تیوباسیلوس و گوگرد + باکتری تیوباسیلوس) و تنش کم‌آبی (شاهد (بدون تنش)، قطع آبیاری از زمان گلدهی و قطع آبیاری از زمان پر شدن نیام). خاک مورداستفاده را بعدازآنجام آزمایش خاک (جدول ۱) و مشخص شدن pH بالای خاک که سبب کاهش مقدار جذب عناصر مغذی خاک توسط ریشه گیاه می‌شود، استریل کرده و با ماسه‌بادی (دوسوم خاک زراعی و یک‌سوم ماسه‌بادی) مخلوط و سپس درون گلدان‌های پلاستیکی با گنجایش شش کیلوگرم خاک ریخته شد. جهت دسترسی به تعداد بوته‌های کافی برای اندازه‌گیری‌های موردنظر در آزمایش و درعین‌حال با ملحوظ داشتن حجم هر گلدان، از دو گلدان برای هر تیمار استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از تبخیر آب از 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 اواسط گلدهی به‌صورت یکسان انجام گرفت و سپس اعمال تیمارهای تنش کم‌آبی ۱۰ روز بعد از گلدهی و پر شدن نیام (در تیمارهای موردنظر) انجام گرفت. کود گوگردی با توجه به نیاز خاک به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید که قبل از کاشت بذور سه گرم کود گوگردی (مقدار موردنیاز برای هر گلدان) را به‌وسیله ترازوی با دقت یک‌هزارم گرم توزین و با ۱۰۰ گرم خاک مرطوب و ۱۰ میلی‌لیتر باکتری تیوباسیلوس (در تیمارهای حاوی باکتری) مخلوط کرده و به لایه زیرسطحی گلدان اضافه کردیم تا بعد از کاشت در مجاورت بذور قرار گیرد. باکتری تیوباسیلوس از گونه (*Halo thiobacillus neapolitanus*) با جمعیت $10^8$ باکتری در هر میلی‌لیتر از مایه تلقیح به فرم 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 تیوباسیلوس ریخته و برای چند دقیقه محتویات ظرف را به‌خوبی تکان دادیم تا کلیه بذور به کود بیولوژیک آغشته شوند. در پژوهش حاضر تمامی موارد با مشاوره مرکز تولیدکننده باکتری رعایت گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد نیام، وزن یک‌صد دانه، عملکرد دانه، بیوماس، شاخص برداشت، مقاومت روزنه‌ای و کلروفیل کل بودند.

صفات موردبررسی به‌وسیله روش‌های زیر اندازه‌گیری شدند:

شاخص برداشت: بعد از تعیین دقیق مقدار عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک در هر تیمار با استفاده از طریق رابطه (۱) اقدام به محاسبه شاخص برداشت شد (Ntanos and Koutroubas, 2002):

$$HI = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times 100 \qquad [۱]$$

مقاومت روزنه‌ای (SR): به‌طور تصادفی پنج‌برگ بالغ (شش روز بعد از اعمال تنش کم‌آبی) 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 ($Scm^{-1}$) اندازه‌گیری گردید.

کلروفیل: به‌طور تصادفی پنج برگ بالغ (شش روز بعد از اعمال تنش کم‌آبی) از انتهای بوته هر تیمار انتخاب شد و پس از

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفتن هر برگ در میان سنسورهای حساس دستگاه کلروفیل متر مدل (OPTI-SCIENCES, CCM-200 Plus) برحسب ($mg.g^{-1}$ F.W.) اندازه‌گیری گردید.

جهت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسات میانگین از برنامه SAS و مقایسه میانگین کلیه صفات موردبررسی بر اساس آزمون دانکن انجام‌گرفته است.

**جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش**

**Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil at a depth 0-30 cm**

| هدایت الکتریکی Ec ($dsm^{-1}$) | اسیدیته گل اشباع pH | مواد خنثی شونده% TNV | کربن آلی % O.C | ازت کل% TN | فسفر قابل‌جذب (ppm) P | پتاسیم قابل‌جذب (ppm) K | گوگرد قابل‌جذب (ppm) S | شن % Sand | لای % silt | رس % Clay |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.85 | 8.51 | 15 | 1.15 | 0.119 | 35.9 | 464 | 45 | 70 | 20 | 10 |

## نتایج و بحث

### *مقاومت روزنه‌ای*

بر اساس تجزیه واریانس مشاهده شد که اثرات متقابل سه‌گانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج برهمکنش سطوح کودی، تنش کم‌آبی و رقم حاکی از آن بود که رقم صدری نسبت به سایر ارقام، مقاومت روزنه‌ای بیشتری از خود نشان داد که این مقاومت در مواردی که با اعمال باکتری تیوباسیلوس همراه بود به نسبت بیشتر بود، این افزایش در ارقام اختر و درسا نیز مشاهده گردید. اعمال تنش کم‌آبی از مرحله گلدهی نسبت به تنش از مرحله پر شدن نیام بیشتر روی این صفت تأثیرگذار بود. تیمار کاشت بذور بذر مال (تیوباسیلوس) شده رقم صدری، تحت تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی با میانگین ۲۵/۴۶ ($Scm^{-1}$) 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 ۷/۳۷۰ ($Scm^{-1}$) بود که با ۱۳ تیمار دیگر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۷). پسرکلی (Passarkli, 1999) اظهار داشت که دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش ازجمله شاخص‌های فیزیولوژیکی تحمل به تنش است. واکنش شیمیایی فتوسیستم دو به‌شدت تحت تأثیر آب قرار می‌گیرد به‌طوری‌که وقتی روزنه‌ها به علت تنش خشکی و یا دمای زیاد بسته می‌شوند، دی‌اکسید کربن قابل‌دسترس کاهش‌یافته و درنتیجه قدرت اسیمیلاسیون محدود می‌شود (Paknejad et al., 2007). از طرف دیگر بسته بودن روزنه‌ها موجب افزایش دمای گیاه گردیده و درنتیجه آن فرآیندهای نوری محدود می‌شود (Taiz and Zeiger, 2001).

### *کلروفیل*

اثر متقابل سه‌گانه رقم، کود و تنش بر اساس تجزیه واریانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). برهمکنش سه‌گانه رقم، کود و تنش نشان داد بالاترین مقدار کلروفیل مربوط به رقم درسا به همراه تیوباسیلوس تحت تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۱۶/۱۶ بود و بعدازآن رقم درسا به همراه گوگرد و تیوباسیلوس تحت تنش گلدهی با میانگین (۱۵/۴۱) که با تیمار رقم درسا، بدون اعمال کود در شرایط قطع آبیاری از مرحله پر شدن نیام با میانگین (۱۵/۴۵) در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین مقدار مربوط به رقم درسا به همراه گوگرد و تیوباسیلوس در شرایط بدون تنش با میانگین (۶/۴۷) بود و بعدازآن رقم اختر بدون کود تحت تنش قطع آبیاری از زمان پر شدن نیام با میانگین ۷/۲۸ قرار داشت که با دو تیمار رقم صدری بدون کود و تحت تنش گلدهی و نیام دهی در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۷).

محتوای کلروفیل تحت 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). طی تحقیقات عبدو و همکاران (Abdou et al., 2011) گوگرد عنصری مؤثر در تشکیل کلروفیل گیاهان بود.

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۲. جدول تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در ارقام لوبیا تحت سطوح مختلف تنش کم‌آبی به همراه اعمال سطوح کودی**
**Table 2. Analysis of variance for measured traits of common bean cultivars under water deficit with utilization of different levels of fertilizer**

| | | Mean square | | | | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | تعداد نیام Number of pods per plant | کلروفیل Chlorophyll | مقاومت روزنه‌ای Stomatal resistance | وزن صد دانه 100 grain weight | عملکرد grain yield | بیوماس Biomass | شاخص برداشت HI |
| تکرار Replication | 2 | 0.665 ** | 0.730 ns | 3.401 ns | 0.098 ns | 91.629 ns | 525.624 ns | 3.791 ns |
| رقم Cultivars | 2 | 9.952** | 52.366** | 81.287** | 1806.328** | 2961.050** | 19174.760** | 69.421** |
| کود Fertilizer | 3 | 10.453** | 2.120 ns | 24.102** | 6.611 ns | 2010.414** | 8525.454** | 17.511** |
| تنش Drought stress | 2 | 257.090** | 5.663 ns | 386.571** | 371.507** | 177369.947** | 390018.745** | 7277.863** |
| رقم × کود cultivars × Fertilizer | 6 | 0.830 ns | 11.998** | 32.630** | 5.961 ns | 90.504 ns | 651.899 ns | 10.537** |
| رقم×تنش cultivars × Stress | 4 | 2.972* | 35.979** | 24.733** | 24.303** | 2783.764** | 5692.759** | 123.145** |
| کود × تنش Fertilizer × Stress | 6 | 1.589 ns | 12.615** | 182.179** | 4.571 ns | 450.264* | 1847.097 ns | 8.786** |
| رقم ×کود × تنش cultivars × Fertilizer × Stress | 12 | 0.540 ns | 8.954* | 83.915** | 3.364 ns | 167.100 ns | 700.232 ns | 3.554 ns |
| خطا Error | 72 | 0.867 | 3.747 | 5.537 | 1.818 | 153.629 | 833.128 | 2.574 |

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد
*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: means non-significant;

***تعداد نیام***

تعداد نیام بر اساس نتایج تجزیه واریانس به‌طور معنی‌داری در سطح پنج درصد تحت تأثیر اثر کود و نیز اثر متقابل رقم با تنش قرار گرفت. مقایسه میانگین سطوح کودی نشان داد بالاترین میانگین مربوط به تیمار گوگرد + تیوباسیلوس به مقدار ۷/۷۳ عدد و بعدازآن اعمال تیوباسیلوس با میانگین ۶/۹۰ عدد بود، کاربرد گوگرد به‌تنهایی دارای کمترین میانگین در میان سایر سطوح بود (جدول ۴). طبق نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین اثرات دوگانه رقم و تنش مشاهده شد که بالاترین مقدار مربوط به رقم اختر با میانگین ۱۰/۱۳ عدد تحت شرایط بدون تنش و سپس صدری با میانگین ۹/۷۲ عدد در شرایط بدون تنش قرار داشت و کمترین مقدار مربوط به رقم صدری با میانگین ۴/۰۲ عدد در شرایط تنش گلدهی بود (جدول ۳). با افزایش کود گوگردی میزان گوگرد در دسترس گیاه افزایش یافت و نیز تعداد نیام، وزن نیام، وزن دانه و ماده خشک افزایش یافت (Yadav, 2011). کاهش عملکرد دانه لوبیا متاثر از تنش خشکی، به اثر مضر تنش بر هر یک از اجزای عملکرد( تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن دانه و شاخص برداشت) ارتباط پیدا می کند و با کاهش ۶۰ ٪ کاهش عملکرد دانه در لوبیا نتیجه حاصل گردید که این کاهش مربوط به افت ۶۳/۳ ٪ تعداد نیام، ۲۸/۹ ٪ تعداد دانه در نیام و ۲۲/۳ ٪ وزن دانه بود (Nunez Barrios et al., 2005). به نظر می‌رسد ارقامی که توانسته‌اند در شرایط تنش جذب عناصر غذایی خود را بیشتر تداوم ببخشند در تولید تعداد نیام موفق‌تر بوده‌اند.

***وزن صد دانه***

بر اساس یافته‌های پژوهش، مقدار وزن صد دانه ارقام لوبیا تحت تأثیر احتمال معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) اثر متقابل دوگانه (رقم × تنش) قرار گرفت (جدول ۲) ولی اثرات سه‌گانه معنی‌دار مشاهده نشد. مقایسه سطوح کودی نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام لوبیا با تنش کم‌آبی برای صفات اندازه‌گیری شده**

**Table 3. Mean comparisons of different measured traits interaction of the common bean cultivars under water deficit.**

| رقم Cultivar | تنش خشکی Drought stress | تعداد نیام Number of pod per plant | تعداد نیام پر Number of filled pod per plant | وزن صد دانه 100 grain weight (g) | عملکرد دانه grain yield ($g/m^2$) | بیوماس Biomass ($g/m^2$) | شاخص برداشت (٪) HI (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dorsa درسا | NO stress شاهد | 9.313 b | 8.333 b | 31.15 e | 185.4 a | 376.8 a | 48.42 a |
| | Flowering گلدهی | 4.458 f | 3.229 e | 27.60 f | 37.20 g | 177.9 e | 20.59 e |
| | Poding نیام دهی | 5.458 e | 4.292 d | 27.23 f | 71.40 f | 235.3 d | 30.26 d |
| Akhtar اختر | NO stress شاهد | 10.13 a | 9.146 a | 44.77 a | 150.0 c | 312.7 b | 47.92 a |
| | Flowering گلدهی | 4.762 ef | 2.850 e | 38.65 c | 23.83 h | 116.6 g | 19.41 ef |
| | Poding نیام دهی | 7.463 c | 5.758 c | 36.82 d | 82.33 e | 238.2 d | 34.81 c |
| Sadri صدری | NO stress شاهد | 9.729 ab | 9.146 a | 45.58 a | 172.0 b | 373.7 a | 47.98 a |
| | Flowering گلدهی | 4.021 f | 2.583 e | 38.52 c | 28.29 gh | 144.3 f | 19.13 f |
| | Poding نیام دهی | 6.667 d | 4.479 d | 40.80 b | 107.3 d | 266.5 c | 40.37 b |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

**جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف کودی**

**Table 4. Mean comparisons of different measured traits interaction of the different levels of fertilizer under water deficit.**

| Fertilizer | سطوح کودی | تعداد نیام Number of pod per plant | تعداد نیام پر Number of filled pod per plant | وزن صد دانه 100 grain weight (g) | عملکرد دانه grain yield (g) | بیوماس Biomass (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Without fertilizer | شاهد (بدون کود) | 6.664 bc | 5.2389 ab | 87.292 b | 235.953 b | 33.9981 b |
| Sulfur | گوگرد | 6.255 c | 4.8667 c | 94.083 b | 243.256 b | 33.9574 b |
| Thiobacillus | تیوباسیلوس | 6.901 b | 5.6056 b | 91.994 b | 241.904 b | 33.9089 b |
| Sulfur + Thiobacillus | گوگرد + تیوباسیلوس | 7.731 a | 6.4296 a | 107.412 a | 275.339 a | 35.4193 a |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
In each column, there is no significant difference between treatments with same letters according to Duncan test.

میانگین ۳۵/۴۱۹ گرم بود و میان سایر سطوح کودی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تنش نشان داد بالاترین مقدار مربوط رقم صدری با میانگین ۴۵/۵۸ گرم در شرایط بدون تنش بود که با رقم اختر با میانگین ۴۴/۷۷ گرم تحت شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار وزن یک‌صد دانه با بالاترین میانگین مربوط به تیمار گوگرد + تیوباسیلوس با مربوط به رقم درسا تحت تنش قطع آبیاری از مرحله رسیدگی میانگین ۲۷/۲۳ گرم بود که با تیمار رقم درسا تحت تنش مرحله گلدهی با میانگین ۲۷/۶۰ گرم در یک گروه آماری قرار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفتند (جدول ۳). واکریم و همکاران (Wakrim et al., 2005) گزارش کردند که تنش خشکی اجزای عملکرد لوبیا را در مراحل گلدهی و پر شدن دانه کاهش داد که علت این موضوع می‌تواند کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن صد دانه در تیمارهای تنش دیده باشد.

### بیوماس

بر اساس تجزیه واریانس صفات مشاهده شد که مقدار بیوماس ارقام لوبیا تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و تنش کم‌آبی بوده و اثر متقابل دوگانه (رقم × تنش) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح کودی نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان تیمار شاهد با اعمال گوگرد و باکتری تیوباسیلوس هرکدام به‌تنهایی وجود ندارد ولی اعمال گوگرد و تیوباسیلوس با همدیگر با میانگین ۲۷۵/۳۳۹ گرم موجب افزایش بیوماس کل گردید (جدول ۴). اثر متقابل رقم با تنش نشان داد بالاترین مقدار بیوماس مربوط به رقم صدری با میانگین ۳۷۳/۷ گرم تحت شرایط بدون بود که با تیمار درسا با میانگین ۳۷۶/۸ گرم در شرایط بدون تنش در یک گروه آماری قرار داشت. کمترین مقدار مربوط به رقم درسا در شرایط تنش گلدهی با میانگین ۱۷۷/۹ گرم بود (جدول ۳). با کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد، بیوماس، ماده خشک، تعداد نیام و وزن خشک نیام افزایش یافت (Pravin et al., 2012). کاربرد گوگرد به همراه باکتری‌های تیوباسیلوس به‌وسیله بسیاری از محققان در مناطق مختلف دنیا بررسی‌شده و بیشتر آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که باکتری‌های جنس تیوباسیلوس با اکسید کردن گوگرد و کاهش pH خاک، حلالیت عناصر غذایی را بهبود داده و افزایش رشد گیاه را به همراه داشتند (Balloei et al., 2009).

### عملکرد

نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از آن بود که اختلاف تأثیر سطوح کودی و تنش کم‌آبی برای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوگانه (رقم × تنش) و (کود × تنش) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل رقم و تنش باعث تغییرات معنی‌داری بر عملکرد دانه شد. بر این اساس، اعمال تنش قطع آبیاری موجب کاهش عملکرد دانه در تمامی ارقام گردید که این تنش در مرحله گلدهی بیشتر تأثیرگذار بود. رقم درسا نسبت به دو رقم دیگر بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفت. بیشترین مقدار این صفت مربوط به رقم درسا در شرایط بدون تنش با میانگین ۱۸۵/۴ گرم و کمترین مقدار نیز مربوط به رقم اختر تحت تنش مرحله گلدهی با میانگین ۲۳/۸۳ گرم بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش سطوح کودی و مراحل تنش کم‌آبی نشان داد اعمال تنش در هر دو مرحله رشدی سبب کاهش عملکرد دانه گردید که این کاهش در تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی بیشتر بود. اعمال توأم کود گوگردی و باکتری تیوباسیلوس توانست در مواردی سبب کاهش تأثیر منفی تنش بر عملکرد شود. بالاترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار گوگرد + تیوباسیلوس در شرایط بدون تنش با میانگین ۱۹۱/۸ گرم بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار گوگرد + تیوباسیلوس در شرایط بدون تنش با میانگین ۳۹/۷۷ گرم تعیین شد. تنش انتهای فصل رشد بر تمام صفات عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در شرایط گلخانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). طبق اظهارنظر پراساد و همکاران (Prasad et al., 2008) خشکی عملکرد را در وهله اول به‌واسطه محدودیت تعداد دانه، از طریق تأثیر بر میزان ماده خشک تولیدشده در اثر تغییر زمان گلدهی و یا تأثیر مستقیم بر گرده و تخمک و کاهش تشکیل دانه تحت تأثیر قرار می‌دهد. دوماً، خشکی پر شدن دانه را از طریق عرضه اسیمیلات تحت تأثیر قرار می‌دهد که نتیجه آن کوچک‌تر شدن دانه و افت عملکرد است.

### شاخص برداشت

بر اساس تجزیه واریانس اثر متقابل دوگانه (رقم × تنش)، (رقم × کود) و (کود × تنش) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل رقم و تنش باعث تغییراتی در شاخص برداشت شد و بالاترین مقدار شاخص برداشت مربوط به رقم درسا در شرایط بدون تنش با میانگین ۴۸/۴۲ درصد و کمترین مقدار مربوط به رقم صدری تحت تنش قطع آبیاری از مرحله گلدهی (۱۹/۱۳٪) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم با سطوح کودی نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در رقم صدری و با حضور تیمار کودی گوگرد + تیوباسیلوس با میانگین ۳۷/۰۶ درصد بود و بعدازآن تیمار رقم صدری به همراه باکتری تیوباسیلوس (۳۶/۱۶) قرار داشت. کمترین مقدار مربوط به رقم درسا به

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کودی در سطوح مختلف تنش کم‌آبی برای صفات اندازه‌گیری شده**

**Table 5. Mean comparisons of different measured traits interaction of the different levels of fertilizer under water deficit levels.**

| سطوح کودی Fertilizer | | Drought stress | تنش خشکی | عملکرد دانه grain yield (g/m²) | شاخص برداشت (٪) HI (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | شاهد | NO stress | شاهد | 155.8 b | 48.18 a |
| | | Flowering | گلدهی | 24.46 e | 18.16 d |
| | | Poding | نیام دهی | 81.66 c | 35.65 b |
| Sulfur | گوگرد | NO stress | شاهد | 164.8 b | 47.72 a |
| | | Flowering | گلدهی | 25.22 e | 19.03 d |
| | | Poding | نیام دهی | 92.25 c | 35.12 b |
| Thiobacillus | تیوباسیلوس | NO stress | شاهد | 164.1 b | 48.03 a |
| | | Flowering | گلدهی | 28.31de | 19.44 d |
| | | Poding | نیام دهی | 83.50 c | 34.26 b |
| Sulfur + Thiobacillus | گوگرد + تیوباسیلوس | NO stress | شاهد | 191.8 a | 48.50 a |
| | | Flowering | گلدهی | 39.77 d | 22.21 c |
| | | Poding | نیام دهی | 90.65 c | 35.55 b |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

**جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام لوبیا در سطوح مختلف کودی بر شاخص برداشت (٪)**

**Table 6. Mean comparisons of harvest index (HI, %) as influenced by interaction of the common bean cultivars and different levels of fertilizer.**

| | | Fertilizer سطوح کودی | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cultivar رقم | | Control شاهد | Sulfur گوگرد | Thiobacillus تیوباسیلوس | Sulfur + Thiobacillus گوگرد+ تیوباسیلوس |
| Dorsa | درسا | 32.25 e | 32.09 e | 33.16 de | 34.87bc |
| Akhtar | اختر | 35.04bc | 34.40 cd | 32.40 e | 34.33 cd |
| Sadri | صدری | 34.70 bcd | 35.38 bc | 36.16 ab | 37.06a |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

همراه کود گوگرد بود که با تیمارهای درسا بدون کود و رقم اختر در حضور باکتری تیوباسیلوس در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶). اثر متقابل کود و تنش نشان داد اعمال گوگرد و تیوباسیلوس در کنار هم در مواردی باعث کاهش تأثیر تنش بر شاخص برداشت گردید و بالاترین مقدار شاخص برداشت مربوط به تیمار کودی گوگرد+ تیوباسیلوس در شرایط عدم تنش (۴۸/۵۰٪) بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار بدون کود تحت تنش کم‌آبی از مرحله گلدهی با میانگین ۱۸/۱۶ درصد بود که با تیمارهای ارقام اختر و صدری در دو تحت تنش در مرحله گلدهی در یک گروه آماری قرار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفتند (جدول ۵). به دلیل تأثیرگذاری خشکی بر عملکرد دانه، شاخص برداشت در تیمارهای تحت تنش کاهش می‌یابد (Gebeyehu, 2006). دلیل احتمالی کاهش شاخص برداشت این است که در پایان دوره رشد به دلیل کمبود آب قابل‌دسترس، قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش‌یافته و منجر به افت عملکرد دانه می‌شود. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش محسوب می‌شود.

**جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام لوبیا و سطوح کودی در مراحل تنش کم‌آبی برای صفات اندازه‌گیری شده**

**Table 7. Mean comparisons of different measured traits interaction of the common bean cultivars and different levels of fertilizer under water deficit**.

| رقم Cultivar | سطوح کودی Fertilizer | مقاومت روزنه ای Stomatal resistance | | | کلروفیل Chlorophyll | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Control شاهد | Flowering گلدهی | Poding نیام دهی | Control شاهد | Flowering گلدهی | Poding نیام دهی |
| Dorsa درسا | Control شاهد | 10.52 ijk | 14.01 ghij | 13.97 ghij | 10.07 cdefg | 11.61 cde | 15.45 ab |
| | Sulfur گوگرد | 66.14 fghi | 11.38 hijk | 9.45k | 10.38 cdefg | 9.24 cdefg | 11.67 cde |
| | Thiobacillus تیوباسیلوس | 10.43ijk | 20.77 bcde | 9.06 k | 8.18 defg | 16.16 a | 12.06 bcd |
| | Sulfur + Thiobacillus گوگرد+ تیوباسیلوس | 7.63k | 21.83 abcd | 8.56 k | 6.47 g | 15.41 ab | 10.27cdefg |
| Akhtar اختر | Control شاهد | 8.63 k | 9.02 k | 10.51 ijk | 10.13 cdefg | 9.13 cdefg | 7.28 fg |
| | Sulfur گوگرد | 16.65 efg | 7.89 k | 15.20 fgh | 12.60 bc | 9.63 cdefg | 9.20 cdefg |
| | Thiobacillus تیوباسیلوس | 8.36 k | 23.78 ab | 9.04 k | 10.28 cdefg | 9.06 cdefg | 8.38 defg |
| | Sulfur + Thiobacillus گوگرد+ تیوباسیلوس | 9.02 k | 21.36 abcd | 18.97 cdef | 9.14 cdefg | 8.03 efg | 10.37 cdefg |
| Sadri صدری | Control شاهد | 7.37 k | 18.24 cdefg | 21.26 abcd | 8.23 defg | 7.11 fg | 7.47 fg |
| | Sulfur گوگرد | 9.80 jk | 18.00 cdefg | 22.08 abc | 9.97 cdefg | 8.18 defg | 10.55 cdef |
| | Thiobacillus تیوباسیلوس | 8.11 k | 25.46 a | 8.89 k | 9.59 cdefg | 9.71 cdefg | 8.53 defg |
| | Sulfur + Thiobacillus گوگرد+ تیوباسیلوس | 21.64 abcd | 17.47 defg | 7.82 k | 9.79 cdefg | 9.91 cdefg | 11.71 cde |

برای هر صفت سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each variety, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

## نتیجه‌گیری

لوبیا حساس به خشکی و کم‌آبی است. به‌طوری‌که قطع آبیاری، به‌خصوص طی مراحل گلدهی و پر شدن نیام، باعث افت محسوس عملکرد و اجزای عملکرد آن گردید که این تأثیر زمانی که تنش به مراحل آخر رشد مانند پر شدن نیام منتقل شد کاهش یافت. در مواردی که باکتری تیوباسیلوس به‌ویژه هنگامی‌که همراه با گوگرد اعمال شد موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گردید که این مسئله امکان‌پذیر نیست جز درصورتی‌که عناصر غذایی بیشتری در طول دوره رشد در اختیار گیاه قرار گیرد، به‌علاوه مشاهده شد هر چه بر طول دوره تنش کمبود آب اضافه شد، به دلیل کاهش جذب عناصر غذایی از خاک و نیز افزایش مقاومت روزنه‌ای که خود

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر بسزایی بر کاهش سوخت‌وساز گیاه داشته از میزان عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا کاسته است. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، در محیط‌های کشت دارای pH قلیایی می‌توان با اعمال باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد جهت افزایش تحمل ارقام لوبیا به تنش کم‌آبی استفاده کرد.

## منابع


Abdou, A., Soaud, A.A., Al-Darwish, F.H., Saleh, M.E., El-Tarabily, K.A., Sofian-Azirun, M., 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.

Balloei, F., Ardakani, M.R., Rejali, F., Ramzanpoor, M.R., Alizade, G.R., Mohebbati, F., 2009. Effect of Thiobacillus and Mycorrhiza fungi under different levels of sulfur on yield and yield components of soybean. International Symposium “Root Research and Applications" Root RAP. 2-4 September. 2009. Baku-Vienna, Austria.

Frahm, M.A. Rosas. J.C., Mayek-Perez. N., Lopez-Salinas. E., Acosta-Gallegos. J.A., Kelly. J.D., 2004. Breeding bean for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica. 136(2), 223-232.

Franz, C.H., 2003. Nutrient and water man agent for medicinal and aromatic plants. Acta Horticuiture. 132, 203-215.

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.

Majnon Hoseini, N., 2007. Common Bean Planting and Production. 4th edition, Tehran Jahad e Daneshgahi Press. 294p. [In Persian].

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.

Nasri, M., Khalatbari, M., 2015. Effect of zinc foliar, potassium elements and irrigation terms of concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in grain and some quantitative characteristics corn genotypes KSC704. International Journal of Bioscience. 6(2), 15-23.

Nunez Barrios, A., Hoogenboom, G,. Nnesmith, D.S, 2005. Drought stress and distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. Scientia Agricola. 62, 18-22.

Pravin, K.T., Manoj, K.S., Jitendra, P.S., Onkar, N.S., 2012. Effect of rhizobial strains and Sulphur nutrition on mungbean (*Vigna radiate* (I.) wilczek) cultivars under dry land agro-ecosystem of Indo-Genetic plain. African. Journal of Agricultural Research. 7(1), 34-42.

Prasad, P.V.V., Staggenborg, S.A., Ristic, Z., 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plant. In: Sego, S. (ed.), Responses of Crops to Limited Water: Understanding and Modeling Water Stress Effects on Plant Growth Processes. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA, 301-355.

Pessarkli, M. 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc. 697.

Ravichandra, P., Gopal Mugeraya, A., Gangani, M., Ramakrishna, V., 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.

Taiz, L., Zeiger, E., 2001. Plant Physiology. Sinuate Associate Publisher.

Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., H, Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerance *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science. 168, 223-231.

Wakrim, R., Wahbi, S., Tahi, H., Aganchich, B., Serraj, R., 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L). Agriculture, Ecosystem and Environment. 106, 275-287.


www.SID.ir

Archive of SID

Yadav, B.K., 2011.Interaction Effect of phosphorus and sulfur on yield and quality of cluster bean in type haplustept. World Journal of Agricultural Sciences. 7(5), 556-560.

Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, S., 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.

www.SID.ir