



واکنش برخی خصوصیات زراعی باقلا (*Vicia faba L.*) به کودهای زیستی در شرایط تنش کم آبی

*اسماعیل رضائی چپانه^۱، امیر رحیمی^۱، فاطمه شیخ^۲ و مهدی مهیجی^۳

^۱استادیار گروه زراعت، دانشگاه ارومیه، ایران، ^۲استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، ^۳استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۳

چکیده

سابقه و هدف: ایران عمدتاً در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است که در آن کمبود آب یک مشکل عمده در تولید محصولات زراعی است. در چنین مناطقی کمبود آب فاکتور اصلی محدود کننده برای زراعت محسوب می‌شود. کشاورزان این مناطق اغلب علاقمند به کشت محصولاتی هستند که قادر به انطباق با شرایط خشکسالی باشند. کودهای زیستی در کشاورزی پایدار به‌عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی معرفی شده‌اند. این کودها متشکل از باکتری‌ها یا قارچ‌های مفیدی هستند که از طریق روش‌هایی مانند تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات و رهاسازی یون پتاسیم قادر به بالابردن حاصلخیزی خاک، افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول هستند لذا، هدف از این مطالعه، بررسی استفاده از کودهای زیستی در تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی باقلا در مزرعه بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا به‌صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی - شهرستان نقده در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح (آبیاری بعد از ۵۰ (شاهد)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش شدید)) در کرت‌های اصلی و کودهای زیستی در چهار سطح (ازتوباکتر، فسفر بارور-۲، ترکیب ازتوباکتر + فسفر بارور-۲ و عدم مصرف کود زیستی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کرت‌های آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر با فاصله بین ردیف ۴۰ و روی ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر بود. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد زیستی، عملکرد و درصد پروتئین دانه بود. درصد پروتئین دانه باقلا با استفاده از روش کج‌لدال تعیین شد. با اندازه‌گیری درصد نیتروژن، میزان پروتئین از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. میانگین‌های به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه آماری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عامل‌ها اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه داشتند اما، اثر متقابل سطوح آبیاری و کودهای زیستی بر هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با مقایسه تنش شدید (کمترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد) و بدون تنش، ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه به‌ترتیب ۲۱/۹۰، ۳۹/۸۳، ۲۸/۸۳،

*مسئول مکاتبه: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir

۲۶/۱۵، ۳۳ و ۳۸ درصد کاهش یافت. افزایش فاصله آبیاری درصد پروتئین دانه را افزایش داد. همچنین، استفاده از کودهای زیستی منجر به افزایش میزان پروتئین دانه باقلا شد. به طور کلی، کاربرد تلفیقی از *توباکتر* + فسفر بارور-۲ نسبت به تیمارهای مصرف جداگانه بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مطالعه شده داشتند.

نتیجه گیری: تلفیح با کودهای زیستی نتوانست اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش دهد و بر عملکرد اثر افزایشی چشمگیری داشته باشد. لذا، برای حصول عملکرد مطلوب در مناطق خشک و نیمه خشک، بهتر است آب کافی در مراحل مختلف رشد و نمو در اختیار گیاه قرار گیرد. پیشنهاد می شود که این تحقیق یک سال دیگر مورد بررسی قرار گیرد تا بهترین نتیجه برای منطقه مورد نظر به دست آید.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، *ازتوباکتر*، عملکرد، فسفر بارور-۲، غلاف

مقدمه

باقلا (*Vicia Faba L.*) گیاهی یک ساله، ساقه مستقیم و توخالی از خانواده Fabaceae می باشد. طول بوته آن ممکن است از ۱/۵ متر تجاوز کند. باقلا با سطح زیر کشت ۲/۹ میلیون هکتار از مهمترین بقولات دانه ای دنیا به شمار می رود. میزان تولید باقلا در ایران حدود ۴۶ ۱۰۰۰ تن که در سطحی معادل ۳۶ ۱۰۰۰ هکتار به دست می آید عملکرد. این محصول در کشور معادل ۱۲۷۸ کیلوگرم بذر در هکتار است که حدود ۵۰۰ کیلوگرم کمتر از میانگین جهانی می باشد. از مناطق اصلی کشت و تولید باقلا مقام دوازدهم را در جهان داراست (۶). باقلا با برخورداری از ۲۳/۴ درصد پروتئین از لگوم های دانه ای مهم به شمار می رود که در مناطق در حال توسعه می تواند جایگزین پروتئین گوشت شود (۲۳).

تنش کمبود آب یکی از مهم ترین و رایج ترین تنش های محیطی می باشد که تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی را به ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران با محدودیت روبرو ساخته است (۱۲). در راستای توجه به اصول کشاورزی پایدار، استفاده از پتانسیل ژنتیکی گیاهان برای دستیابی به بالاترین عملکرد و بهبود کارایی

مصرف منابع و استفاده از ریزموجودات همزیست و همیار به منظور افزایش رشد گیاه و جذب عناصر غذایی در شرایط کمبود آب ضروری به نظر می رسد. بنابراین، مصرف کودهای زیستی با بهبود شرایط تغذیه ای گیاه در شرایط تنش کم آبیاری تأثیر مفیدی در جهت کاهش خسارت های شرایط تنش زا دارد.

سلیمانی و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن با کودهای آلی می تواند در راستای نیل به کشاورزی پایدار در شرایط تنش رطوبتی، مؤثر واقع شود (۳۱). محققان دیگری در بررسی اثرات تنش خشکی و تلفیح کودهای زیستی بر رشد و عملکرد آویشن دریافتند که استفاده از کودهای زیستی در شرایط تنش خشکی توانست اثرات مخرب تنش خشکی را بهتر تعدیل نماید و موجب بهبود رشد و عملکرد آویشن شود (۱۸). راعی و همکاران (۲۰۱۵) اذعان داشتند که کودهای زیستی در شرایط تنش خشکی توانسته درصد روغن، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ را به طور چشمگیری بهبود ببخشند (۲۵). خالق نژاد و جباری (۲۰۱۵) در گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از کودهای زیستی در هر دو شرایط فاریاب و دیم به دلیل تأثیر مثبت بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته،

زیستی در شرایط آبیاری مطلوب نیز می‌تواند موجب افزایش رشد و عملکرد گردد. بنابراین، استفاده مؤثر از کودهای زیستی از راهکارهایی است که علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند راه حل مناسبی برای افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی و پایداری تولید باشد. هدف پژوهش حاضر، تعیین سطح آبیاری مطلوب گیاه باقلا و همچنین، بررسی تأثیر کودهای زیستی در تیمارهای متفاوت آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ارتفاع ۱۳۲۸ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط دما و میانگین بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده‌ساله در این منطقه به ترتیب ۱۲/۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۲۳ میلی‌متر است. پیش از اجرای آزمایش، از خاک زمین موردنظر نمونه‌برداری تصادفی انجام گرفت (جدول ۱).

تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، وزن غلاف در بوته و عملکرد زیستی، عملکرد دانه بیشتری را در مقایسه با تیمار شاهد کودی و مصرف کود نیتروژنه اوره تولید کردند (۱۴). دادرسان و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود دریافتند که تیمار تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (ازتو باکتر و سودوموناس) منجر به بهبود عملکرد شنبلیله در شرایط تنش خشکی شد. این محققان اذعان داشتند که کودهای زیستی از طریق افزایش توسعه ریشه، تولید ترشحات حل‌کننده فسفات و کاهش اسیدیته خاک به جذب بهتر آب و مواد غذایی در گیاه شنبلیله کمک نموده و نهایتاً منجر به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد گیاه می‌شوند (۴). با بررسی اثر تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه نخود تحت شرایط دیم مشخص شد که کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (فسفات بارور ۲+ازتو باکتر) + کود دامی سبب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه نخود نسبت به تیمار شاهد گردید (۲۸).

با توجه به نتایج تحقیقات قبلی می‌توان اظهار داشت که نه تنها در شرایط تنش خشکی می‌توان با کاربرد کودهای زیستی تا حد زیادی رشد و عملکرد گیاهان زراعی را بهبود بخشید، بلکه استفاده از عوامل

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil

بافت خاک Soil texture	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	نیتروژن کل (درصد) T. N (%)	درصد مواد آلی O.C. (%)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P available (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K available (mg.kg ⁻¹)
Silty clay	19	46	35	7.8	0.53	0.12	0.98	12.61	408

شود. سپس بذرها در سایه خشک شدند و عملیات کاشت صورت گرفت. تیمارهای آبیاری نیز بعد از استقرار کامل بوته‌ها اعمال شد. علف‌های هرز در طول فصل رشد بنا به ضرورت از طریق وجین دستی کنترل شدند.

برداشت محصول نهایی در ۲۵ تیرماه ۱۳۹۳ زمانی که رنگ نیام‌ها قهوه‌ای شده بود، صورت گرفت. اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد، پس از حذف حاشیه‌ها در هر واحد آزمایشی (نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها و نیز ردیف‌های جانبی) انجام گرفت. برای تعیین خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و براساس آن، ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام شمارش شدند. وزن ۱۰۰۰ دانه نیز با توزین هشت نمونه ۱۰۰ تایی از هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد زیستی، تمامی اندام‌های هوایی گیاه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و سپس همراه بذور وزن شدند.

میزان پروتئین دانه باقلا از روی درصد نیتروژن نمونه محاسبه با استفاده از روش کج‌لدال تعیین شد. با اندازه‌گیری میزان نیتروژن، میزان پروتئین از حاصل ضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به دست آمد (۲۵).

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. میانگین‌های به دست آمده با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه آماری شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تمامی شاخص‌های مطالعه شده در گیاه باقلا (ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و میزان پروتئین دانه) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری و کاربرد کودهای

در آزمایش حاضر، تیمار آبیاری در سه سطح (آبیاری بعد از ۵۰ (شاهد)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش شدید)) در کرت‌های اصلی و کودهای زیستی در چهار سطح (ازتوباکتر، فسفر بارور-۲، ترکیب ازتوباکتر + فسفر بارور-۲ و عدم مصرف کود زیستی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌های روزانه میزان تبخیر با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه انجام شد و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار موردنظر صورت گرفت.

پس از عملیات آماده‌سازی زمین (شخم، دیسک و تسطیح)، کرت‌های آزمایشی شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر، با فاصله بین ردیف ۴۰ و روی ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر (تراکم ۲۰ بوته در مترمربع) ایجاد شد. همچنین به منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر ۱/۵ و فاصله بین دو بلوک، سه متر در نظر گرفته شد.

بذر استفاده شده باقلا رقم برکت بود که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد. در تاریخ ۲۰ اسفندماه سال ۱۳۹۲، بذور باقلا در عمق چهار سانتی‌متری زیر سطح خاک کشت شدند. بذر گیاه باقلا یک ساعت قبل از کاشت با کود زیستی فسفات بارور-۲ (ساخت شرکت زیست‌فناور سبز، شامل 10^8 عدد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود بیولوژیک) حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های باسیلوس لتوس و سودوموناس پوتیدا، و ازتوباکتر (ساخت شرکت فناوری زیستی مهرآسیا با جمعیت 10^8 عدد باکتری زنده و فعال در هر گرم کود بیولوژیک) حاوی یک نوع باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، هر دو به صورت پودر با نسبت‌های مشخص (۱۰۰ گرم در هکتار) و براساس دستورالعمل توصیه‌شده تلقیح شدند.

محتوای بسته با آب مخلوط و روی بذرها افشانه شد تا پوشش یکنواختی روی سطح آن‌ها تشکیل

زیستی قرار گرفتند. با وجود این، اثر متقابل سطوح آبیاری و کودهای زیستی بر هیچیک از شاخص‌های مطالعه‌شده در باقلا معنی‌دار نبود (جدول ۲).

با توجه به نتایج مقایسات میانگین‌ها (جدول ۳)، بیشترین ارتفاع گیاه باقلا در تیمار شاهد (آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و کمترین ارتفاع گیاه از تیمار تنش شدید (آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) به‌دست آمد. با افزایش دور آبیاری و رسیدن به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، ارتفاع بوته باقلا در مقایسه با آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تا ۲۹ درصد کاهش یافت (جدول ۳). کاهش ارتفاع بوته گیاه در شرایط کمبود آب یکی از بارزترین علائم است. هر چه شدت تنش بیشتر باشد گیاهان حساس‌تر به تنش نمی‌توانند خسارت وارد شده بر رشد را جبران نمایند. بدین ترتیب ارتفاع گیاه به‌دلیل تقلیل بیشتر آماس سلولی، کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها، تقسیم سلولی و فتوستتوز کاهش می‌یابد. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان تشخیص داد (۱۲ و ۷). محققان دیگری با بررسی واکنش ژنوتیپ‌های نخود به تنش خشکی دریافته‌اند که ارتفاع بوته نخود در تمامی ژنوتیپ‌ها با کاهش رطوبت خاک کاهش یافت (۱).

رضائی چیانه و پیرزاد (۲۰۱۴) در گیاه سیاهدانه گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری (از شش روز به ۱۸ روز) به میزان ۴۶ درصد از ارتفاع بوته سیاهدانه کاسته شد (۲۶). در بررسی اثر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تنش کم‌آبی مشخص شد که ارتفاع بوته نخود در شرایط تنش کم‌آبی کاهش یافت و استفاده از کودهای زیستی نتوانست از اثرات مخرب تنش کم‌آبی بر ارتفاع نخود جلوگیری کند (۲۴).

بیشترین و کمترین ارتفاع بوته باقلا به‌ترتیب در تیمار تلفیقی ازتوباکتر + فسفر بارور-۲ با ۹۶/۳۳

سانتی‌متر و تیمار شاهد (عدم مصرف کود) با ۷۹/۱۱ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که کاربرد ازتوباکتر و فسفر بارور-۲ به‌صورت ترکیبی بیشترین میزان ارتفاع بوته را داشت. بر طبق پژوهش‌های انجام شده باکتری‌های موجود در ازتوباکتر تثبیت نیتروژن هوا، متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف، ترشح اسیدهای آمینه و انواع هورمون‌های گیاهی رشد از جمله اکسین و جیبرلین را برعهده دارند (۱۰). از طرفی، کود زیستی فسفات^۲ بارور-۲ حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های *باسیلوس لنتوس* و *سودوموناس پوتیدا* است که با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز قادرند فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول قابل جذب گیاه تبدیل کنند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر دلیل افزایش ارتفاع گیاه نخود در نتیجه کاربرد کودهای زیستی ناشی از افزایش توسعه ریشه، جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد از جمله جیبرلین و اکسین‌ها باشد. رضایی چیانه و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود دریافته‌اند که کودهای زیستی از طریق تحریک رشد رویشی و افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه زینان شد (۲۷). کنعانی الوار و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر کودهای زیستی فسفات^۲ بارور و نیتراژین (حاوی مجموعه‌هایی از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *آزوسپیرلیوم*^۱ و ازتوباکتر و حل‌کننده فسفات از جنس *سودوموناس*) و کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیکی دو رقم جو بهاره در شرایط دیم گزارش کردند که بیشترین میانگین ارتفاع بوته جو از کاربرد ۳۰ کیلوگرم اوره + کود زیستی فسفات^۲ بارور ۲ و مصرف ۶۰ کیلوگرم اوره (۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده) به‌دست آمد؛ به‌طوری‌که ارتفاع گیاه در این دو تیمار به‌ترتیب ۱۲ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (۱۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح آبیاری و منابع کودی بر خصوصیات کمی و کیفی در باقلا.

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for effects of irrigation levels and fertilizer resources on qualitative and quantitative criteria of faba bean.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد نیام در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در نیام Number of seeds per pod	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000- seed weight	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	درصد پروتئین دانه Protein percentage of seed
تکرار Replication	2	747.2**	1.547 ^{ns}	0.64 ^{ns}	58124 ^{ns}	137608 ^{ns}	8019 ^{ns}	4.47 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	2588**	46.54**	4.3*	248528**	15972758**	2266936*	21.28**
خطای اصلی Main error	4	23.81	2.26	0.54	9572	576642	130669	1.13
کود زیستی Biofertilizer	3	629.9**	8.86**	0.58**	36230**	2208425**	391933**	12.01**
آبیاری × کود زیستی Irrigation × Biofertilizer	6	35.6 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.049 ^{ns}	2664 ^{ns}	8992 ^{ns}	12703 ^{ns}	1.14 ^{ns}
خطای فرعی Suberror	18	31.91	0.33	0.046	2378	109097	14838	1.50
ضریب تغییرات CV% (%) (درصد)	-	6.50	7.27	6.30	10.74	5.81	6.60	5.42

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

*, ** and ^{ns} significant at 5 and 1% probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی آبیاری و منابع کودی بر خصوصیات کمی و کیفی در باقلا.

Table 3. Mean comparisons of main effects of irrigation and fertilizer resources on qualitative and quantitative criteria of faba bean.

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant neight (cm)	تعداد نیام در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در نیام Number of seeds per pod	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	درصد پروتئین دانه Protein percentage of seed
آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) Irrigation (mm evaporation from pan)							
50	99.58 a	9.44 a	3.85 a	1070 a	6915 a	2284 a	21.14 b
100	90 a	8.58 ab	3.66 ab	871.33 ab	5504 ab	1838 ab	22.79 ab
150	70.75 b	5.68 b	2.74 b	790 b	4628 b	1415 b	23.77 a
LSD	11.06	3.41	1.07	221.8	1721	819.33	2.41
کود زیستی Biofertilizer							
عدم مصرف کود Control	79.11 b	6.79 c	3.11 c	856.44 b	5011.11 c	1567.78 c	21.41 b
ازتوباکتر Azotobacter	91.22 a	7.67 b	3.66 b	889.44 b	5667.78 b	1827.78 b	23.51 a
فسفر بارور-۲ Barvar Phosphate-2	80.44 b	7.97 b	3.47 b	893.22 b	5867.78 ab	1924.44 b	21.73 b
ازتوباکتر + فسفر بارور-۲ Azotobacter + Barvar Phosphate-2	96.33 a	9.19 a	3.73 a	1002.22 a	6183.33 a	2062.22 a	23.60 a
LSD	9.69	0.99	0.37	83.66	566.61	208.96	2.10

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر جزء، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters in a column and for each component are not significantly different based on LSD test $p \leq 0.05$.

می‌رسد که کودهای زیستی از طریق تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش اسیدیته خاک به جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در گیاه باقلا کمک نموده و با توجه به نقشی که این عناصر در تولید کلروفیل و تأمین آنزیم‌های مورد دخیل در فرآیند فتوسنتز دارند، باعث افزایش میزان بافت‌های فتوسنتزی و نهایتاً منجر به بهبود اجزای عملکرد گیاه از جمله تعداد نیام در بوته باقلا شده‌اند (۳۰). جهان و همکاران (۲۰۱۳) در کنجد دریافتند که استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین (حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *آزوسپیرلیوم*^۱ و *ازتوباکتر* و حل‌کننده فسفات از جنس *سودوموناس*)، بیوفسفر (مجموعه‌ای از باکتری‌های حل‌کننده فسفات) و بیوسولفور (حاوی باکتری‌هایی از جنس *تیوباسیلوس*) سبب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته کنجد گردید (۱۱). در تحقیق دیگری مشخص شد که بیشترین تعداد نیام در بوته لوبیا در تیمار تلفیقی کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی با کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل با مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی فسفر توصیه شده به‌دست آمد (۲۱).

بیشترین تعداد دانه در نیام (۳/۸۵ عدد) در شرایط آبیاری کامل و کمترین مقدار آن تحت تنش کم‌آبی شدید (آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) به‌میزان ۲/۷۴ عدد به‌دست آمد. تیمار آبیاری تحت تنش متوسط (آبیاری بعد از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) با تیمارهای آبیاری کامل و تنش کم‌آبی شدید اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که در شرایط تنش کم‌آبی به‌دلیل کاهش تولیدات مواد فتوسنتزی گیاه، مقدار آسیمیلات‌های کمتری به قسمت‌های زایشی گیاه اختصاص می‌یابد که این امر منجر به ریزش گل‌ها یا

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها، تعداد نیام در بوته در شرایط تنش کم‌آبی شدید (آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) نسبت به آبیاری بهینه (آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) به‌میزان ۴۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در شرایط آبیاری بهینه با افزایش سطح اندام‌های فتوسنتز کننده، جذب انرژی خورشیدی و تثبیت دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد که در نهایت به‌دلیل بهبود فتوسنتز، افزایش رشد گیاه را به دنبال خواهد داشت که این امر افزایش اجزای عملکرد را موجب می‌شود اما، تنش کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات منفی تشدید می‌شود (۹، ۱۵، ۲۰). در تحقیق حاضر نیز به‌نظر می‌رسد که تنش کمبود آب سبب کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی و زایشی گیاه گردیده و از طریق کاهش تولید مواد فتوسنتزی و عدم تأمین مواد فتوسنتزی کافی جهت تخصیص مناسب به نیام‌های در حال رشد، باعث کاهش تعداد نیام در بوته باقلا گردید. محمدی و همکاران (۲۰۱۲) نیز اظهار داشتند که بیشترین تعداد نیام در بوته عدس در شرایط عدم تنش کم‌آبی بود اما در شرایط تنش کم‌آبی شدید (آبیاری بعد از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، از تعداد غلاف عدس به‌طور معنی‌داری کاسته شد (۱۷). نتایج آزمایش مبین اثر مثبت منابع کودی مورد استفاده بر صفت تعداد نیام در بوته بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته در تیمار تلفیقی *ازتوباکتر* + فسفر بارور-۲ نسبت به تیمارهای مصرف جداگانه بیشترین تأثیر را در افزایش صفت مورد مطالعه شد داشت به‌طوری‌که در مقایسه با مصرف جداگانه *ازتوباکتر* و فسفر بارور-۲ به‌ترتیب ۱۶/۵۳ و ۱۲/۳۱ درصد افزایش نشان داد. کمترین تعداد نیام در بوته نیز در تیمار شاهد (عدم مصرف کود) مشاهده شد. به‌نظر

1- *Azospirillum*

افزایش این عامل شود، منجر به افزایش عملکرد دانه نیز خواهد شد. محققان دیگری اظهار داشتند که استفاده از باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* در گیاه سویا تحت تنش کم‌آبی منجر به افزایش ۲۱ درصدی تعداد دانه در نیام سویا شدند (۳۲). ساخانا و همکاران (۲۰۱۵) در گیاه لوبیا نیز گزارش کردند که استفاده از کودهای زیستی به دلیل توسعه گسترده ریشه و بهره‌برداری کارآمدتر از عناصر غذایی باعث بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به تولید دانه در نیام شد که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت داشت (۳۰).

نتایج نشان داد که اثر ساده آبیاری و سیستم‌های کودی بر وزن ۱۰۰۰ دانه باقلا معنی‌دار بود اما اثر متقابل آنها بر این صفت معنی‌دار نبود. تأخیر در زمان آبیاری سبب کاهش معنی‌دار وزن ۱۰۰۰ دانه باقلا شد؛ به طوری که کمترین وزن ۱۰۰۰ دانه باقلا (۷۹۰ گرم) به تیمار تنش کم‌آبی شدید (آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و بیشترین مقدار آن (۱۰۷۰ گرم) به تیمار شاهد (آبیاری بعد از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) تعلق داشت (جدول ۳). وزن دانه با سرعت و مدت پرشدن دانه در ارتباط است. تنش خشکی در طی پرشدن دانه معمولاً وزن دانه را به‌خاطر کاهش زمان پر شدن دانه، تولید و انتقال کمتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها کاهش می‌دهد (۱۲ و ۲۲). در تحقیق حاضر نیز احتمالاً به‌علت موارد ذکر شده و مواجه شدن گیاه با محدودیت منبع سبب کاهش وزن دانه باقلا در تیمار تنش شدید کم‌آبی به میزان ۲۶ درصد نسبت به آبیاری بهینه شد. در تحقیق دیگر مشخص شد که آبیاری در سطح ۱۵۰ میلی‌متر در مقایسه با ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، سبب کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه زنیان تا ۲۱/۲ درصد شد (۲۷).

کاهش نسبت گل‌های بارور بر روی ساقه اصلی می‌گردد (۲۶) در نتیجه از اجزای عملکرد گیاه از جمله تعداد دانه در نیام به‌طور معنی‌داری کاسته می‌شود. طاهرخانچی و همکاران (۲۰۱۳) در ارزیابی تأثیرات کودهای زیستی بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه سویا تحت تنش کم‌آبی دریافتند که تعداد بذر در نیام سویا تحت تنش کم‌آبی شدید (۸۰ درصد تخلیه رطوبت خاک) نسبت به آبیاری بهینه (۴۰ درصد تخلیه رطوبت خاک) به میزان ۴۴ درصد کاهش یافت (۳۲). محققان دیگری نیز در گیاه نخود گزارش کردند که با افزایش شدت تنش خشکی (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) تعداد دانه در نخود به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد (۳).

کاربرد کودهای زیستی در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) تأثیر معنی‌داری در افزایش تعداد دانه در نیام بوته باقلا داشت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در نیام (۳/۷۳ عدد) تحت تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی (*ازتوباکتر* + فسفر بارور - ۲) و کمترین مقدار آن (۳/۱۱ عدد) به تیمار شاهد تعلق داشت. در بین سطوح مربوط به کودهای زیستی، تیمار مصرف جداگانه *ازتوباکتر* با فسفر بارور - ۲ اختلاف معنی‌داری را از نظر تولید دانه در نیام نشان ندادند (جدول ۳). حضور مداوم عناصر غذایی (نظیر نیتروژن و فسفر) که در فرآیندهای رویشی و زایشی گیاه تأثیر مهمی دارند، می‌تواند اجزای عملکرد گیاه باقلا را به‌طور چشمگیری افزایش دهند که این روند در حضور کودهای زیستی مشهودتر بود. از آنجا که دانه‌های باقلا از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود و محل ذخیره آسیمیلات‌ها هستند، با افزایش تعداد دانه در نیام، مخازن بزرگتری برای انتقال مواد جذب شده به‌وجود خواهد آمد و هر عاملی که باعث

کمترین میزان عملکرد زیستی (۴۶۲۸ کیلوگرم در هکتار) نیز از سطح آبیاری بعد از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد (جدول ۳). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که همراه با افزایش تنش کم‌آبی، میزان عملکرد زیستی گیاه مورد مطالعه کاهش یافت. تنش خشکی میزان جذب آب و عناصر غذایی، سرعت رشد گیاه، طول دوره رشد گیاه، سطح فتوسنتزی گیاه، ارتفاع گیاه، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش می‌دهد و همه این عوامل نهایتاً منجر به کاهش تولید ماده خشک گیاه می‌گردد (۹، ۱۵). خالق‌نژاد و جباری (۲۰۱۵) دریافتند که عملکرد زیستی نخود در تنش خشکی ناشی از شرایط دیم ۳۰ درصد کاهش یافت (۱۴). محمدزاده و همکاران (۲۰۱۳) در لوبیا قرمز دریافتند که سطوح مختلف تنش خشکی (۶۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) به‌طور معنی‌داری عملکرد زیستی این گیاه را کاهش داد (۱۹).

بیشترین عملکرد زیستی از تیمار ترکیبی *ازتوباکتر* + فسفر بارور ۲ با میانگین (۶۱۸۳/۳۳) کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (عدم مصرف کود) با میانگین (۵۰۱۱/۱۱) کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در عین حال بین تیمارهای مصرف جداگانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمار فسفر بارور-۲ با تیمار ترکیبی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر کاربرد تلفیقی *ازتوباکتر* با فسفر بارور-۲ با تأمین نیتروژن گیاه و کمک به جذب بیشتر فسفر و گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد گیاه را تقویت کرده است، که نتیجه آن به‌صورت افزایش عملکرد نمایان می‌گردد. نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که اگر نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، نیاز به عناصر غذایی

بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه در تیمار ترکیبی دوگانه *ازتوباکتر* + فسفر بارور ۲ به میزان ۱۰۰۲/۲۲ گرم به‌دست آمد و کمترین مقدار وزن ۱۰۰۰ دانه از تیمار شاهد با میزان ۸۵۶/۴۴ گرم تولید شد که این تیمار نیز با تیمارهای مصرف جداگانه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). *ازتوباکتر* علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی هوا و فسفر بارور-۲ نیز با انحلال فسفر خاک، از طریق تولید محرک‌های رشد و سیدروفورها سبب رشد و توسعه ریشه و افزایش سطح جذب آن می‌شود لذا، می‌توان اظهار داشت که کاربرد *ازتوباکتر* و فسفر بارور-۲، میزان جذب عناصر غذایی در گیاه را بهبود بخشیده و از این طریق سبب افزایش رشد، نمو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن، افزایش میزان فتوسنتز و ماده‌سازی و در نهایت افزایش وزن دانه گیاه شده باشد. رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۴) در گیاه کنجد گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی سبب افزایش معنی‌دار وزن دانه کنجد گردید (۲۹). محمدی و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود دریافتند که وزن دانه لوبیا در شرایط مصرف کودهای زیستی نسبت به تیمار شاهد ۷/۵ درصد افزایش نشان داد (۱۶). اعلمی‌میلانی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی در ترکیب با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی دریافتند که بالاترین وزن ۱۰۰۰ دانه از تیمار ۵۰ درصد کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات تریپل به‌همراه کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات (مجموعه‌ای از باکتری‌های حل‌کننده فسفات) به‌دست آمد (۲).

با بررسی اثر سطوح آبیاری بر میانگین میزان عملکرد زیستی مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد زیستی (۶۹۱۵ کیلوگرم در هکتار) در سطح بدون تنش (شاهد) تولید گردید که اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری تنش متوسط نداشت.

اصلی دیگر (مانند فسفر و پتاسیم) افزایش می‌یابد. تامین این عناصر به رشد سریع گیاه، افزایش اندازه برگ و بهبود اجزای عملکرد کمک می‌نمایند و تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۰، ۲۵ و ۲۸). بررسی اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در شرایط فاریاب و دیم نشان داد که استفاده از کودهای زیستی در هر دو شرایط فاریاب و دیم منجر به بهبود اجزای عملکرد، عملکرد زیستی و عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار شاهد کودی گردید (۱۴). رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۴) در کنجد نیز دریافتند که استفاده از کودهای زیستی و آلی موجب بهبود عملکرد زیستی گیاه مذکور گردید (۲۹). رضائی چپانه و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه نخود تحت شرایط دیم گزارش کردند که مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد نخود طی تغذیه تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی نسبت به زمانی که به‌تنهایی استفاده شده‌اند، نتیجه بهتری ایجاد کردند (۲۸). به‌طوری‌که تغذیه تلفیقی توانست تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد نخود را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد زیستی شوند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت ($P \leq 0/01$). بر طبق نتایج به‌دست‌آمده، تأخیر در زمان آبیاری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد باقلا شد به‌طوری‌که بیشترین (۲۲۸۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۴۱۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به‌ترتیب در نتیجه آبیاری در سطوح ۵۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌دست آمد (جدول ۳). با افزایش فاصله آبیاری از ۵۰ به ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از

تشتک میزان عملکرد دانه ۳۸ درصد کاهش یافت. در شرایط کمبود آب از یک طرف، گیاه به‌منظور افزایش جذب آب بخشی از مواد پرورده را به ریشه جهت توسعه سیستم ریشه منتقل نموده و در نتیجه سهم اختصاص یافته به بخش فتوسنتز کننده کاهش می‌یابد. از طرفی دیگر، به‌دلیل کاهش جذب عناصر غذایی، کاهش طول دوره فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری موجب کاهش در اجزای عملکرد و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (۱۲). نتایج آزمایش محمدی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه عدس در تمامی سطوح آبیاری در شرایط استفاده از کود تلفیقی (کود زیستی+۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره) حاصل شد (۱۶). نتیجه حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط نوربخش و همکاران در لوبیا (۲۰۱۵) و قنبری و همکاران در لوبیا (۲۰۱۳) مبنی بر کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش کمبود آب مطابقت داشت (۲۲، ۸). مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن است که تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد، به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه شدند. بالاترین عملکرد دانه (۱۵۶۷/۷۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ترکیبی از توباکتر + فسفر بارور ۲ حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۳۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). اما، بین تیمارهای مصرف جداگانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. عملکرد دانه باقلا تابع اجزای عملکرد (تعداد نیام، تعداد دانه در نیام و وزن ۱۰۰۰ دانه) می‌باشد و تغییر در هر یک از اجزا سبب تغییر در عملکرد دانه خواهد شد. تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد دانه را به‌این صورت می‌توان توجیه کرد که وجود باکتری‌های مؤثر در این کودها با تأمین به موقع عناصر غذایی منجر به افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در

دارد و در نتیجه میزان پروتئین دانه در اثر کاهش سهم نشاسته در دانه افزایش یافته است. محققان دیگری نیز در گیاه عدس نشان دادند که در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش فتوسنتز خالص و به تبع آن تکمیل نشدن وزن بالقوه دانه که عمدتاً این کاهش از ناحیه نشاسته می‌باشد، نسبت پروتئین به نشاسته در دانه افزایش می‌یابد (۱۷).

کود زیستی اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین دانه داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان پروتئین دانه از تیمار ترکیبی *ازتوباکتر* + فسفر بارور ۲ حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۹ درصد افزایش نشان داد. هر چند که تیمار ترکیبی با تیمار مصرف جداگانه *ازتوباکتر* اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). این نتیجه به دلیل تأثیر تلقیح با باکتری‌ها می‌باشد که کارایی تنظیم‌کنندگی مناسب رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی را در گیاه افزایش داده‌اند. چرا که کود زیستی *ازتوباکتر* توانسته نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد و لذا میزان پروتئین نیز در این تیمارها افزایش یافته است. از طرفی کاربرد کود زیستی فسفر بارور ۲ توانایی ریشه را برای جذب بیشتر عناصر غذایی بهبود می‌بخشد در نتیجه، میزان این عناصر با کاربرد باکترهای حل‌کننده فسفات افزایش می‌یابد، لذا میزان پروتئین در تیمارهای ترکیبی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده است. نتیجه حاصل با تحقیقات انجام یافته توسط رضائی‌چیان و همکاران در نخود (۲۰۱۵) و محمدی و همکاران (۲۰۱۲) در عدس مبنی بر افزایش میزان پروتئین دانه لگوم‌های دانه‌ای تحت شرایط مصرف کودهای زیستی مطابقت داشت (۱۷، ۲۸).

دانه‌ها باعث افزایش عملکرد می‌شوند. اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان عملکرد در گیاه است. راعی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر کودهای زیستی بر درصد روغن، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ دریافتند که کاربرد توأم *ازتوباکتر* و قارچ *مایکوریزا* در سطوح مختلف آبیاری منجر به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه گلرنگ گردید (۲۵). رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود دریافتند که عملکرد دانه کنگد تحت تأثیر کودهای زیستی مختلف قرار گرفت و از این نظر تلقیح کودهای نیتروکسین و باکترهای حل‌کننده فسفات نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (۲۹). محققان دیگری نیز گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد دانه و عملکرد زیستی لوبیا از تیمار کود زیستی فسفات + مصرف ۵۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک حاصل شد (۲۱). دشموخ و همکاران (۲۰۱۴) نیز افزایش عملکرد دانه لوبیا را در حضور کودهای زیستی گزارش کردند (۵). بر اساس جدول تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی و سطوح مختلف آبیاری بر درصد پروتئین دانه باقلا معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین درصد پروتئین دانه به میزان ۲۳/۷۷ درصد از سطح آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نشان نداد. حداقل پروتئین دانه برابر با ۲۱/۱۴ درصد از سطح آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک حاصل شد (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی اغلب اندازه و وزن دانه کاهش و غلظت پروتئین در واحد وزن افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج حاصل به نظر می‌رسد که با وقوع شرایط کم‌آبی و کوتاه شدن دوره رشد زایشی، فرصت کمتری برای ذخیره نشاسته وجود

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر حاکی از کاهش قابل ملاحظه عملکرد دانه باقلا در شرایط تنش کمبود آب به واسطه افت اجزای عملکرد بود لذا، برای حصول عملکرد مطلوب بهتر است آب کافی در اختیار گیاه قرار گیرد. به طور کلی، نتایج نشان داد که آبیاری در مراحل مختلف رویشی و زایشی باقلا عمدتاً به دلیل حساسیت بالای این گیاه به کمبود آب و نیاز بالا به مواد فتوسنتزی ضروری به نظر می‌رسد و تیمارهای تلقیح با کودهای زیستی نتوانسته است اثرات نامطلوب تنش خشکی را کاهش دهد. بنابراین،

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که برای حصول عملکرد بهینه در مناطق خشک و نیمه خشک، می‌باید آبیاری در تمامی مراحل رشد به‌ویژه در مرحله زایشی انجام شود و در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز غذایی گیاه باقلا را می‌توان با کاربرد کودهای زیستی تأمین نمود. برای دستیابی به نتیجه مطلوب بهتر است این پژوهش حداقل یک سال دیگر انجام شود.

منابع

1. Abrishamchi, P., Ganjeali, A., and Sakeni, H. 2012. Evaluation of morphological traits, proline content and antioxidant enzymes activity in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Iran. J. Pulses Res., 3(2): 17-30. (In Persian)
2. Alami- Milani, M., Amini, R., and Bande Hagh, A. 2014. Effect of bio-fertilizers and combination with chemical fertilizers on grain yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agric. Sci. Sustainable Prod., 24(4): 15-29. (In Persian)
3. Anjamshoaa, S., Moeinrad, H., and Ebrahimi, H. 2011. The effects of different irrigation levels on grain yield and yield components of four chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Mashhad climatic condition. Iran. J. Pulses Res., 2(2): 69-82. (In Persian)
4. Dadrasan, M., Chaichi, M.R., Pourbabae, A.A., Yazdani, D., and Keshavarz-Afshar, R. 2015. Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek. Ind. Crops Prod., 77(23): 156-162.
5. Deshmukh, R.P., Nagre, P.K., Wagh, A.P., and Dod, V.N. 2014. Effect of different bio-fertilizers on growth, yield and quality of cluster bean. Indian. J. Adv. Plant Res., 2(1): 39-42.
6. FAOSTS. 2012. World Agriculture Datam, <http://www.fao.org/>
7. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustainable Dev., 29(1): 185-212.
8. Ghanbari, A.A., Mousavi, S.H., and Mousapour Gorji, A. 2013. Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turk. J. Field Crops., 18(1): 73-77.
9. Jafar dokht, R., Mosavi Nik, S.M., Mehraban, A., and Basiri M. 2016. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in mung bean. Electronic J. Crop Prod., 8(1): 121-141. (In Persian)
10. Jahan, M., and Nasiri Mahalati, M. 2013. Soil Fertility and Biological Fertilizers and Agroecological Approach. Mashhad Jadahe Daneshgahi Press., 250p. (In Persian)
11. Jahan, M., Aryaee, M., Amiri, M.B., and Ehyae, H.R. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on quantitative and qualitative characteristics of *Sesamum indicum* L. with application of cover crops of *Lathyrus* sp. and Persian clover (*Trifolium resopinatum* L.). J. Agroecol., 5(1): 1-15. (In Persian)

12. Kafi, M., Borzooe, A., Salehi Kamandi, A., Masoumi, A., and Nabati, A. 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plant. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran, 502p. (In Persian)
13. Kanaani Alvar, Y., Raei, S., Zehtab Salmasi, and Nasrollahzadeh, S. 2013. Study the effects of biological and nitrogen fertilizers on yield and some morphological traits of two spring barley (*Hodeum vulgare* L.) varieties under rainfed conditions. J. Agric. Sci. Sustainable Prod., 23(1): 19-29. (In Persian)
14. Khaleghnezhad, V., and Jabbari, F. 2015. Effect of seed inoculation with *Rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of chickpea in irrigated and rainfed conditions. J. Crop Improv., 16(4): 957-972. (In Persian)
15. Misagh, M., Movahhedi Dehnavi, M., Yadavi, A.R., and Khadem-Hamze, H.R. 2016. Improvement of yield, oil and protein percentage of sesame under drought stress by foliar application of zinc and boron. Electronic J. Crop. Prod., 9(1): 163-180. (In Persian)
16. Mohammadi, M., Malakouti, M.J., Khavazi, K., Rejali, F., and Davoodi, M.H. 2015. The effect of bio-fertilizer and chemical fertilizers (phosphate and zinc) on yield and yield components of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Water Soil., 29(1): 176-187. (In Persian)
17. Mohammadi, M., Moghaddam, H., Majnoun Hosseini, N., Ahmadi, A., and Khavazi, K. 2012. Effects of biofertilizer and chemical phosphorus fertilizers on yield and seed protein of two different lentil cultivars (*Lens culinaris* L.) under different irrigation regimes. Iran J. Field Crop Sci., 42(4): 845-855. (In Persian)
18. Mohammadpour Vashvaei, R., Galavi, M., Ramroudi, M., and Fakheri, B.A. 2015. Effects of drought stress and biofertilizers inoculation on growth, essential oil yield and constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.). J. Agroecol., 7(2): 237-253.
19. Mohammadzadeh, A., Majnoon hosseini, N., Ghafari, M., Asadi, S., Aostti, A., and khavazi, K. 2013. The Effects of seed aging and plant growth promoting bacteria (Pgpbs) on seedling emergence, establishment and yield of two red kidney bean cultivars. Iran. J. Field Crop Sci., 43(4): 589-600. (In Persian)
20. Mohsen Nia, O., and Jalilian, J. 2012. The effect of plant nutrition on some morphological traits and protein content of safflower under different irrigation regimes, Electronic J. Crop Prod., 6(1): 165-176. (In Persian)
21. Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardakani, M.R., Mirakhori, M., and Pour Siahbidi, M. 2010. The effect of biofertilizer and phosphorus fertilizer banding with zinc on white bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agroecol., 2(1): 175-185. (In Persian)
22. Nurbakhsh, S.S., Ghobadina, M., Danesh-Shahraki, A., Nouri-Emamzadei, M.R., and Fatahi, R. 2015. Effect of timing and amount of irrigation water on bean yield and water use efficiency in arid and semi-arid conditions. J. Water Soil., 29(1): 35-47. (In Persian)
23. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Mashhad Jadah Daneshgahi Press., 522p. (In Persian)
24. Rabiyan, Z., Yarnia, M., and Kazemie-Arbat. H. 2011. Effects of biofertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under different irrigation levels. Aust. J. Basic Appl. Sci., 12(5): 3139-3145.
25. Raie, Y., Shareati, J., and Wisany, W. 2015. Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation. J. Agric. Sci. Sustainable Prod., 25(1): 65-84. (In Persian)
26. Rezaei Chiyaneh, E., and Pirzad, A. 2014. Effect of salicylic acid on yield, component yield and essential oil of black cumin (*Nigella sativa* L.) under water deficit stress. Iranian J. Field Crops Res., 12(3): 427-437. (In Persian)
27. Rezaei Chiyaneh, E., Jalilian, J., Ebrahimian, E., and Seyyedi, S.M. 2015. Effect of biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of ajowan (*Carum copticum* L.) at different irrigation levels. J. Crop Improv., 17(3): 775- 788. (In Persian)

28. Rezaei-chiyaneh, E., Tajbakhsh, M., Ghiyasi, M., and Amirnia, R. 2015. Effect of integrated organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry farming conditions. *Res. Field Crops.*, 3(1): 55-69. (In Persian)
29. Rezvani Moghaddam, M., Amiri B., and Seyyedi, S.M. 2014. Effect of organic and bio-fertilizers application on yield, oil content and fatty acids composition of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian J. Crop Sci.*, 16(3): 209-221. (In Persian)
30. Saxena, J., Rana, G., and Pandey, M. 2013. Impact of addition of biochar along with *Bacillus* sp. on growth and yield of French beans. *Sci. Hortic.*, 162(23): 351-356.
31. Soleymani, F., Ahmadvand, G., and Safari Sanjani, A.A. 2015. The effect of chemical, biological and organic nutritional treatments on sunflowers yield and yield components under the influence of water deficit stress. *J. Agroecol.*, 8(1): 107-119. (In Persian)
32. Taherkhanchi, A., Akbari, Gh., Modarres-Sanavy, S.A.M., and Ghorbani Javid, M. 2013. Evaluation of effects of bio-fertilizers on some physiological and biochemical traits in soybean under water deficit condition. *J. Crop Improv.*, 15(3): 141-153. (In Persian)