

## تأثیر مایه‌زنی باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و اجزای آن در بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) و نخود (*Cicer aritinum* L.) در حالت تک کشتی و مخلوط

فهیمة شکرانی<sup>۱</sup>، جلال جلیلیان<sup>۲\*</sup>، علیرضا پیرزاد<sup>۲</sup>، اسماعیل رضائی چپانه<sup>۲</sup>

۱-دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲-گروه زراعت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

### چکیده

کشت مخلوط گیاهان و بهره‌گیری از کودهای زیستی جهت بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان از دیدگاه کشاورزی پایدار مهم محسوب می‌گردند. اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و اجزای عملکرد بالنگوی شهری و نخود در کشت خالص و مخلوط، با آزمایشی دو ساله (۱۳۹۳-۱۳۹۴) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی نقده بررسی گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کاشت نخود با تراکم (۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و بالنگو (۱۶۰ بوته در متر مربع) در شرایط مایه‌زنی با کود زیستی فسفات‌نا شامل دو باکتری (*Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida*) و بدون مایه‌زنی بودند. در نخود بیشترین تعداد دانه در نیم (۱/۳ عدد)، عملکرد دانه (۶۷۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۴۹/۹ درصد) از کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در سال اول کاشت و در شرایط کاربرد کود زیستی حاصل شد و کمترین میزان آن‌ها از کشت مخلوط ۴۰ بوته نخود+ بالنگو در سال دوم و تحت تیمار شاهد (بدون کاربرد کود زیستی) بدست آمد. در گیاه بالنگو بالاترین تعداد دانه در بوته (۱۰۶/۵ عدد)، عملکرد دانه (۴۸۹/۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۲/۱ درصد) از تیمار کشت خالص بالنگو و کاربرد کود زیستی در سال اول کاشت به دست آمد و کمترین مقدار آنها مربوط به تیمار کشت مخلوط نخود ۴۰ + بالنگو در تیمار بدون مایه‌زنی (بدون کود) در سال اول کاشت حاصل شد. نسبت برابری زمین در شرایط کشت مخلوط ۳۰ بوته نخود+ بالنگو با تیمار کاربرد کود زیستی (۱/۷۴) بود که نشان دهنده ۷۴ درصد افزایش سودمند زراعی نسبت به کشت خالص دو گونه دارد و این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری تولید و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به طور قابل ملاحظه‌ای موثر باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری تکمیلی، عملکرد، کشاورزی پایدار، کودهای زیستی، نسبت برابری زمین

\*نگارنده مسئول: [j.jalilian@urmia.ac.ir](mailto:j.jalilian@urmia.ac.ir) تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

## مقدمه

کشت مخلوط یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا است که از نظر تنوع محصول تولیدی و افزایش سود حاصل در واحد سطح و زمان از اهمیت خاصی برخوردار است (Mahfouz and Migawer, 2004). در کشت مخلوط تنوع زیستی و در نتیجه پایداری بوم نظام زراعی افزایش می‌یابد. بنابراین کشت مخلوط لگوم با گیاهان دیگر علاوه بر استفاده بهینه از زمین و افزایش حاصلخیزی خاک به پایداری عملکرد در کشاورزی کم‌نهاده کمک کند (Banik et al., 2006).

نخود یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی دیم خانواده بقولات بوده که از نظر تولید جایگاه سوم جهانی را دارا بوده (FAO, 2014) و به دلیل ارزش غذایی قابل توجه به عنوان یک منبع پروتئین گیاهی، کربوهیدرات، فیبر غذایی، ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد توجه خاصی قرار گرفته است (Jukanti et al., 2012).

گیاه دارویی بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) با نام انگلیسی Dragons head یکی از گیاهان اسانس‌دار تیره نعناعیان (Labiatae) است (Ursu and Borcean, 2012). این گیاه در منطقه آذربایجان و اغلب مناطق ایران در بین کشاورزان بیشتر با نام قره زرک یا بزرك سیاه شناخته می‌شود. بالنگو از گیاهان مهم تناوبی کشت بهاره در مناطق کشت دیم و آبی برخی مناطق آذربایجان می‌باشد (قربانی، ۱۳۸۴). کودهای زیستی به دلیل سازگاری با محیط زیست و اثرات مفید آن‌ها در

افزایش تولید محصولات کشاورزی به عنوان جایگزین و یا مکمل کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار مطرح هستند (Kizilkaya, 2008; Arrudaa et al., 2013). فسفر حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات می‌باشد که با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز قادرند فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول قابل جذب گیاه تبدیل کند. همچنین به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب در مقابله با شرایط تنش کم آبی نیز نقش موثرتری دارد (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰). سودوموناس یکی از مهمترین جنس باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌باشد. گونه‌های مختلف این باکتری از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه و سنتز برخی آنزیم‌ها، سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند (Mirzaei et al., 2010).

نقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در کشت مخلوط ذرت و خلر گزارش کردند که تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه خلر با مصرف کود زیستی فسفر و کود شیمیایی فسفر نسبت به عدم کاربرد کود افزایش پیدا کرد. گزارش شده در کشت مخلوط سویا با ریحان و گاو زبان اروپایی، بیشترین عملکرد ریحان مربوط به کشت خالص این گیاه بود و با افزایش سهم سویا در کشت مخلوط از میزان عملکرد ریحان کاسته شد. همچنین، بیشترین عملکرد گاوزبان اروپایی نیز مربوط به کاشت خالص این گیاه بود و همزمان با افزایش سایه‌اندازی سویا و کاهش تعداد ردیف

هوایی نقده (شمال غرب ایران) طراحی و اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی در مزرعه‌ای تحقیقاتی هنرستان کشاورزی شهرستان نقده واقع در استان آذربایجان غربی (واقع در طول جغرافیایی با ۴۵ و ۲۴ و عرض جغرافیایی ۳۶ و ۵۷ و ارتفاع ۱۳۲۸ متر از سطح آب‌های آزاد) انجام شد. شرایط آب و هوایی محل آزمایش در جدول ۱ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۲ ارائه شده است.

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو تراکم کاشت خالص نخود (۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع)، یک تراکم بالنگو (۱۶۰ بوته در متر مربع) و دو ترکیب تیماری برای کشت مخلوط از هر دو گونه (بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع و بالنگو+ نخود ۴۰ بوته در متر مربع) در دو شرایط مایه‌زنی با کود زیستی فسفات (حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های *باسیلوس لنتوس* (*Bacillus lentus*) و *سودوموناس پوتیدا* (*Pseudomonas putida*) و بدون مایه‌زنی بود. کشت مخلوط به روش افزایشی (اگر تراکم گونه اول ثابت و تراکم گونه دوم به نسبت‌های مختلف به تراکم گونه اول اضافه شود مخلوط افزایشی گویند) در روی ردیف انجام شد. بذور نخود سفید ILC482 و بالنگوی شهری از مرکز تحقیقات کشاورزی دیم مراغه تهیه شد.

گاوزبان اروپایی در مخلوط از عملکرد گاو زبان اروپایی کاسته شد (باقری شیروان و همکاران، ۱۳۹۱). پورامیر و همکاران (۱۳۸۹) نیز در مطالعه‌ی خود روی ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط اظهار کردند که کشت مخلوط کنجد نسبت به کشت خالص آن دارای عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کمتری بود، همچنین با کاهش تراکم کنجد در کشت مخلوط از عملکردهای بیولوژیک و دانه به میزان بیشتری کاسته شد. در گیاه نخود نیز کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص قابل مشاهده بود. این محققان مقدار نسبت برابری زمین (LER) را در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک گزارش کردند که این موضوع نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است.

با توجه به اینکه اغلب سطح زیر کشت نخود در ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد و بالنگو نیز به خوبی در این مناطق رشد می‌کند و مقاومت خوبی به کمبود آب دارد و همچنین به لحاظ اینکه اغلب تحقیقات صورت گرفته بر روی نخود و بالنگوی شهری به طور جداگانه صورت گرفته است. لذا با توجه به اهمیت زراعی هر دو گونه نخود و بالنگو و کمبود اطلاعات کافی و مستند در خصوص کشت مخلوط این دو گیاه، این آزمایش با هدف تعیین بهترین ترکیب تیماری کشت مخلوط برای استفاده بهینه از منابع با دستیابی به بیشترین عملکرد در شرایط کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات و در شرایط آب و

جدول ۱- میانگین بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی شهرستان نقده در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴

سال	ماه‌های سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱۳۹۲	میانگین دما (سانتی‌گراد)	۷/۶	۱۱/۷	۱۹/۶	۲۳/۴	۲۵/۳	۲۱/۳	۱۶/۶	۱۱/۱	۴/۸	-۰/۳	۵/۲	۶/۹
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۴۷/۳	۲۵/۱	۱۶	۲/۹	۰/۵	۵/۷	۹/۹	۹۱/۴	۶۳/۷	۴۱/۸	۳۹/۱	۳۳/۱
	رطوبت نسبی (درصد)	۵۱	۵۵	۴۶	۴۴	۳۶	۴۵	۴۵	۶۸	۷۲	۵۷	۶۲	۵۵
۱۳۹۳	میانگین دما (سانتی‌گراد)	۱۰/۵	۱۷/۱	۲۰/۱	۲۴/۲	۲۴/۴	۲۲/۶	۱۳/۷	۷/۷	۴/۴	۲/۳	۴/۴	۸/۲
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۳۷/۱	۰/۳	۰	۵/۷	۴	۸/۲	۴۳/۷	۷۷/۵	۳۹/۲	۱۱/۷	۲۸/۹	۲۰
	رطوبت نسبی (درصد)	۶۳	۵۸/۹	۵۵/۷	۵۴/۹	۵۱/۲	۵۰/۲	۶۸/۷	۷۶/۱	۸۳/۸	۷۳	۶۹/۸	۶۶
۱۳۹۴	میانگین دما (سانتی‌گراد)	۱۰/۶	۱۵/۷	۲۱/۳	۴۴/۶	۲۵/۶	۲۱/۲	۱۷/۱	۱۱/۶	۱/۶	۰/۱	۱/۶	۸/۳
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۵۳/۸	۳۵/۴	۰/۷	۰/۴	۰	۳/۲	۸/۹	۶۰/۹	۴۹/۸	۴۴/۸	۳۴/۹	۵۲/۶
	رطوبت نسبی (درصد)	۶۴/۶	۵۸/۳	۵۰/۶	۸۷	۵۰	۶۰/۶	۶۳/۶	۷۷/۵	۸۵/۳	۷۶/۷	۷۳/۵	۶۷/۴

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	مواد آلی (%)	نیترژن کل (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک
۲۶۲	۱۰/۷	۰/۷۲	۰/۱۰	۰/۵۵	۷/۷۶	۴۳	۳۵	۲۲	لومی رسی

به منظور تعیین اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته از هر کرت نمونه برداری شد. صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی در هر بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت برای نخود و ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد فندقه، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت برای بالنگو اندازه‌گیری شدند. در پایان فصل رشد، برای هر دو گیاه نخود و بالنگو جهت محاسبه عملکرد دانه و بیولوژیک به مساحت یک متر مربع با حذف ۰/۵ متر حاشیه از هر طرف مورد استفاده قرار گرفت.

برای ارزیابی برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص، از شاخص نسبت برابری زمین (LER) بر اساس عملکرد دانه و با فرمول زیر استفاده شد (مظاهری، ۱۳۷۷).

بذر نخود قبل از کاشت با باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم<sup>۱</sup> آغشته گردید. به منظور بررسی آزمایش در شرایط کم‌نهاد و نمود بیشتر اثر کود زیستی فسفات‌ها ساخت داخل، مایه‌زنی باکتریایی به روش بذرمال و با تراکم  $10^9$  باکتری در گرم حامل انجام گردید. فاصله بین ردیف‌های کاشت برای هر دو گونه ۳۰ سانتی‌متر به طول پنج متر بود. در هر دو سال زراعی، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و کرت‌بندی در اوایل اسفند انجام گردیده و در نیمه دوم اسفندماه اقدام به کشت شد. عملیات وجین علف‌های هرز به طور مرتب به صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد و یک نوبت آبیاری در مراحل زایشی اعمال گردید. برداشت بالنگو و نخود در اواسط تیرماه انجام شد.

1 - *Rhizobium leguminosarum*

حاصل شد، کمترین ارتفاع بوته (۳۰/۷ سانتی متر) از کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۴). چنین به نظر می رسد که با بالا بودن تراکم گیاهی رقابت بوته ها برای کسب نور افزایش یافته و در اثر آن ارتفاع بوته نخود بیشتر شده است. همچنین در سال دوم کاشت میزان بارندگی در فروردین ماه بیشتر از سال قبل بوده (جدول ۱) و این عامل می تواند در افزایش ارتفاع بوته در سال دوم در مقایسه با سال اول تاثیر مثبت داشته باشد. محققان قبلی کاهش یا افزایش ارتفاع بوته گیاهان را در کشت مخلوط ماشک با یولاف به شدت رقابت بین دو گیاه نسبت دادند (Tuna & Orak, 2007).

$$LER = \frac{P_1}{M_1} + \frac{P_2}{M_2}$$

در این معادله  $P_1$  و  $P_2$  به ترتیب عملکرد گونه های نخود و بالنگو در کشت مخلوط،  $M_1$  و  $M_2$  به ترتیب عملکرد گونه های نخود و بالنگو در کشت خالص است. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شده و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

### نتایج و بحث

خصوصیات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد نخود: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) و مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته نخود (۳۳/۶ سانتی متر) در سال دوم کاشت و در کشت مخلوط نخود ۴۰ بوته در متر مربع با بالنگو

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر تراکم کاشت و کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در کشت مخلوط با

#### بالنگوی شهری

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال (Y)	۱	۲۰/۵۴**	۱/۸۹**	۰/۰۲	۰/۰۱۸	۸۹۱/۳*	۲۷/۴۵	۱۲۳۷۷/۷*	۵/۲۴
تکرار (سال)	۴	۲/۲۴	۰/۵۴	۱/۳۴	۰/۰۰۲	۵۵۴/۳	۲۳۵/۳	۲۶۷۰/۴	۲۳/۱۶
تراکم کاشت (D)	۳	۱۱/۴۳**	۲/۳۱**	۷۵/۰۳**	۰/۰۲۴**	۶۵۲/۴**	۵۷۲۲۴۴/۴**	۶۸۸۲۴/۲**	۱۰۳/۳۴**
کود زیستی (F)	۱	۱۲۳/۵۲**	۱۱/۵۷**	۸۲/۹**	۰/۰۲*	۱۱۶۰۴/۹**	۳۰۴۹۷/۱**	۳۶۵۰۵۴/۰۸**	۳۴/۳۹
Y×D	۳	۱۰/۷۳**	۰/۲۴	۴/۴۷**	۰/۰۰۹*	۱۸۸۹/۷**	۱۹۶۹/۸*	۲۰۵۱۹/۸**	۰/۹۵
Y×F	۱	۳/۳۰**	۰/۴۷	۰/۵۰	۰/۰۰۲	۲۸۴/۴	۲۴۳۲/۴۷	۱۰۱۰/۱۶	۳/۶۰
D×F	۳	۴/۶۴*	۰/۳۱	۰/۵۶	۰/۰۱۵**	۱۴۰/۶	۲۴۳/۷	۱۱۰۲۸/۲*	۱۸/۴۱
Y×D×F	۳	۱/۳۷	۰/۰۵۳	۳/۷۶**	۰/۰۱۰*	۵۰/۶	۳۱۲۹/۲**	۱۸۹۴۷/۵	۳۵/۷۸*
خطا	۲۸	۱/۱۸	۰/۲۴	۰/۵۰	۰/۰۰۲	۱۲۷/۱	۶۶۰/۴۷	۲۶۴۳/۷	۹/۲۷
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۸۷	۵/۹۱	۵/۷۸	۴/۵۵	۴/۳۵	۶/۹۳	۴/۱۵	۲/۸۷

ns، \*، \*\* به ترتیب غیرمعنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال × تراکم کاشت بر برخی صفات نخود

سال	تراکم کشت	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
۱۳۹۳	نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۳۲/۴۶bc	۲۵۳/۴۹abc	۱۲۱۵/۵۷c
	نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۳۲/۲۵cd	۲۷۸/۱۵a	۱۳۸۰/۹۰a
	بالنگو+ نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۳۳/۴۳ab	۲۳۲/۰۲d	۱۱۴۳/۴۷d
	بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۳۳/۱۶abc	۲۴۶/۷۷c	۱۳۰۹/۵۲b
۱۳۹۴	نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۳۱/۳۵de	۲۶۶/۲۱ab	۱۱۹۸/۲۳cd
	نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۳۰/۷۳e	۲۶۴/۵۳ab	۱۳۴۳/۰ab
	بالنگو+ نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۳۳/۶۸a	۲۶۶/۱ab	۱۲۰۸/۶۲c
	بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۲۹/۵۵f	۲۶۲/۷b	۱۲۲۶/۲۸c

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

ارتفاع بوته به ترتیب از کشت مخلوط نخود ۴۰ بوته در متر مربع با بالنگوی شهری در شرایط کاربرد کود زیستی و کشت خالص نخود ۳۰ بوته در متر مربع و تیمار بدون کاربرد کود زیستی حاصل شد (شکل ۱). احمدوند و حاجی نیا (۱۳۹۴) در کشت مخلوط سویا و ارزن گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته سویا در نسبت های کشت مخلوط ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ حاصل شد که به ترتیب ۱۲ و ۶ درصد ارتفاع را نسبت به کشت خالص سویا افزایش داد، تداخل حضور ارزن در میان ردیف های سویا، افزایش ارتفاع سویا را در پی داشت.

نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک نخود (۱۴۷۲/۸۰ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص آن با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در شرایط کاربرد کود زیستی حاصل شد، و کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۶۱/۵ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط نخود با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با بالنگوی شهری حاصل شد (شکل

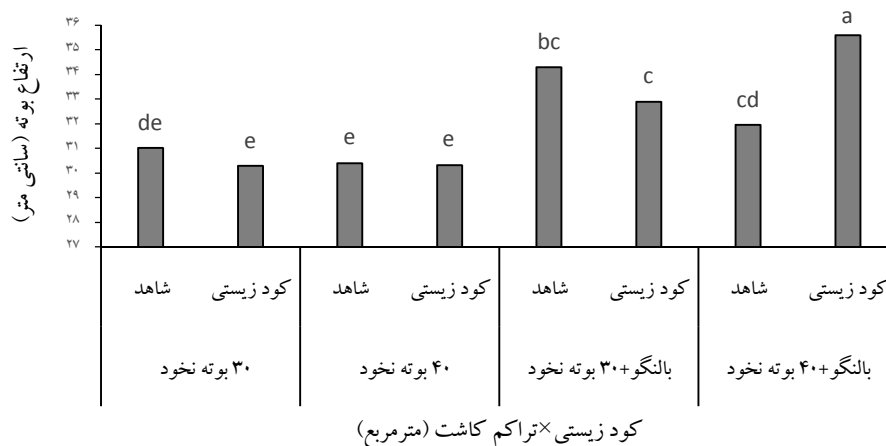
بیشترین وزن هزار دانه (۲۷۸/۱ گرم) و عملکرد بیولوژیک (۱۳۸۰/۹ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در سال اول کاشت حاصل شد که تفاوت معنی داری با کشت خالص با همین تراکم در سال دوم نداشت. کمترین وزن هزار دانه (۲۳۲/۰۲ گرم) و عملکرد بیولوژیک (۱۱۴۳/۴ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط بالنگو و ۴۰ بوته در متر مربع نخود بدست آمد (جدول ۴).

اکثر محققان، علت کاهش عملکرد بیولوژیک را به علت رقابت نوری بین اجزای عملکرد در کشت مخلوط گزارش کرده اند، چرا که در کشت مخلوط به دلیل رقابتی که برای جذب منابع از قبیل نور، آب، مواد غذایی و فضا برای دو گیاه زراعی ایجاد می شود، عملکرد گونه ضعیف کاهش می یابد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹; Zhang et al., 2008).

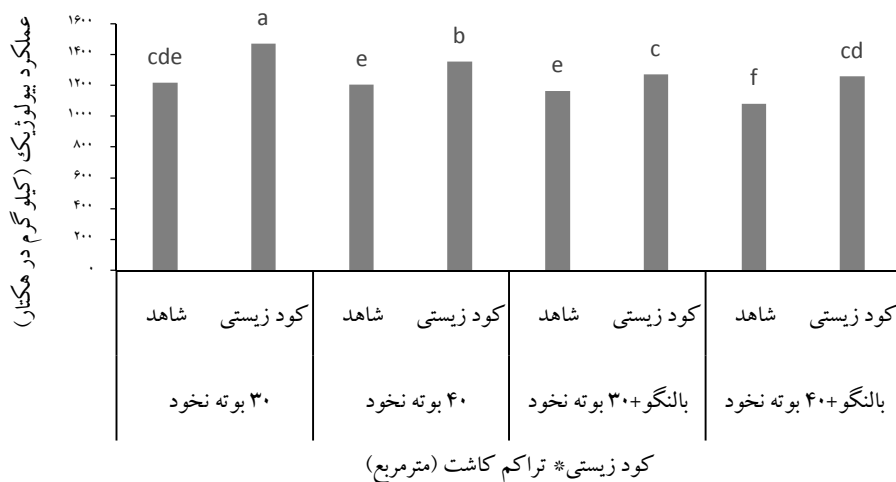
مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین (۳۵/۶ سانتی متر) و کمترین (۳۰/۳۳ سانتی متر)

موجود در اختیار گیاه قرار گرفته است که این موضوع می‌تواند یکی از عوامل افزایش عملکرد این گیاه در کشت خالص باشد (رضایی چیانه و همکاران، ۱۳۹۲).

۲). بالا بودن اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی نخود در کشت خالص می‌تواند به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای باشد که تحت این شرایط هر بوته نخود برای آشیان‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکرده و تمامی منابع



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کود زیستی × تراکم کاشت بر ارتفاع بوته نخود. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است



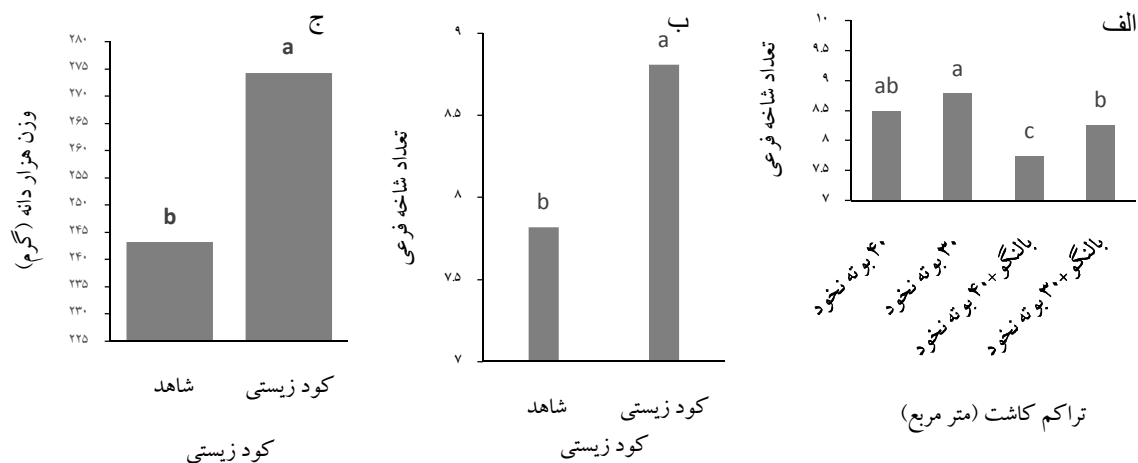
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر کود زیستی × تراکم کاشت بر عملکرد بیولوژیکی نخود. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

فرعی در تراکم‌های بالاتر نخود بیشتر بود (شکل ۳-الف). تعداد شاخه فرعی در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی کاهش یافت، به طور کلی در تراکم‌های پایین گیاهی، به دلیل کمتر بودن رقابت درون گونه‌ای و نیز وجود فضاهای بیشتر برای توسعه اشعابات بوته، گیاهان با استفاده از منابع موجود مقدار بیشتری شاخه فرعی تولید می‌کنند.

تعداد شاخه بیشتری در کشت خالص نخود نسبت به تیمارهای کشت مخلوط آن با کنجد در مطالعه پورامیر و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش شده است. کاربرد کود زیستی باعث افزایش ۱۱ درصدی تعداد شاخه جانبی و افزایش ۱۲ درصدی وزن هزاردانه نخود نسبت به تیمار بدون کود شد (شکل ۳-ب و ج).

با افزایش تراکم در کشت مخلوط دو گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد نیز بطور تدریجی کاهش یافت، افزایش تراکم در کشت خالص نخود تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت. قلی‌نژاد و رضایی‌چیان (۱۳۹۳) در کشت مخلوط نخود و سیاهدانه گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نخود و سیاهدانه از کشت خالص به‌دست آمد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع بیشترین تعداد شاخه فرعی (۸/۷۸ عدد) داشت که تفاوت معنی‌داری با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع نشان نداد. افزودن ۱۶۰ بوته بالنگوی شهری به هر دو تراکم نخود باعث کاهش تعداد شاخه فرعی در هر بوته نخود شد، کاهش تعداد شاخه‌های



شکل ۳-مقایسه میانگین اثر تراکم بر تعداد شاخه فرعی نخود (الف) و اثر کود زیستی بر تعداد شاخه فرعی (ب) و وزن هزار دانه (ج) نخود.

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

غلظت‌های کم فرآیند فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کنند، از جمله آنها می‌توان به اکسین و

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مواد آلی می‌باشند که توسط گیاه تولید می‌شوند و در



2009) گزارش کردند که تلقیح بذور با کود زیستی فسفات بارور ۲ با جذب عناصر و از طریق فراهمی عناصر غذایی در دسترس گیاه باعث تحریک رشد رویشی و افزایش طول میانگره‌ها، افزایش ارتفاع و شاخه جانبی و نیز افزایش شاخص برداشت شدند. در تحقیقی دیگر مشخص شد که استفاده از ریزو باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکترها، آزوسپریلیوم و سودوموناس) باعث افزایش عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Rokhzadi et al., 2008). دباغ محمدی نسب و همکاران (۱۳۹۴) دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به خالص را به تعداد کمتر بوته در واحد سطح کمتر، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام و تعداد دانه در نیام در کشت مخلوط نسبت به خالص ربط دادند. همچنین گزارش کردند که سایه‌اندازی و افزایش رقابت برون گونه‌ای در کشت مخلوط نیز سبب کاهش عملکرد دانه شد. همچنین محققان دیگری گزارش کردند که عملکرد دانه در کشت خالص عدس و خردل ممکن است به دلیل رشد با فضای مطلوب بیشتر، نور خورشید، هوا و در دسترس بودن مواد مغذی بیشتر و یا رقابت بین گونه‌ای کمتر بیان شده است (Nandini Devi et al., 2014). کمترین میزان تعداد غلاف در بوته لوبیا را در کشت‌های افزایشی سورگوم مشاهده شده است. از آنجایی که تعداد غلاف در بوته لوبیا به عنوان مهمترین جزء تعیین کننده عملکرد هر گیاهی مطرح می‌باشد، بنابراین کاهش تعداد غلاف در کشت مخلوط افزایشی آن هم به دلیل کاهش تعداد

سیتوکینین اشاره کرد. اکسین نقش بسیار مهمی در توسعه شاخه و سیستم ریشه‌ای گیاه و افزایش سطح جذب آب و عناصر و در نهایت افزایش عملکرد گیاه دارد (Stajković et al., 2011). نتایج نشان داد که گیاهان نخود تحت کشت خالص با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در سال اول کاشت و در شرایط کاربرد کود زیستی بیشترین تعداد نیام در بوته (۱۷/۱ عدد)، تعداد دانه در نیام (۱/۳ عدد) و شاخص برداشت (۴۹/۹ درصد) دارا بودند، که تفاوت معنی‌داری با کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در سال دوم و در شرایط کاربرد کود زیستی نداشت. کمترین تعداد نیام در بوته (۸/۱ عدد)، تعداد دانه در نیام (۱/۱ عدد) و شاخص برداشت (۳۷/۴ درصد) از کشت مخلوط بالنگو+۴۰ بوته در متر مربع نخود در شرایط عدم کاربرد کود زیستی حاصل شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۶۷۴/۱ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص نخود با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در سال اول کاشت و در شرایط کاربرد کود زیستی حاصل شد و کمترین عملکرد دانه (۴۱۹/۲ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط بالنگو+۴۰ بوته در متر مربع نخود در شرایط عدم کاربرد کود زیستی حاصل شد. افزودن ۱۶۰ بوته بالنگوی شهری به هر دو تراکم نخود باعث کاهش چشمگیر عملکرد دانه در هر بوته نخود شد. کاهش عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر و در تیمار عدم کاربرد کود زیستی فسفات بیشتر بود (جدول ۵). یزدانی و همکاران ( Yazdani et al.,

گل‌های بارور در گیاه در نتیجه رقابت درون گونه‌ای رقابت بر سر جذب نور و مواد غذایی به کاهش عملکرد منجر خواهد شد (Zandvakili *et al.*, 2012).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال × کود زیستی × تراکم کاشت بر برخی صفات نخود

سال	تراکم کاشت	کود	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۱۳۹۳	نخود ۴۰ بوته در متر مربع	شاهد	۱۲/۳۳ef	۱/۲۲cd	۵۶۶/۳cde	۴۴/۵۱abcd
		کود زیستی	۱۴/۳۳bc	۱/۲۴bc	۵۹۱/۹abcd	۴۷/۸۴abc
	نخود ۳۰ بوته در متر مربع	شاهد	۱۲/۸۶def	۱/۱۸bcd	۶۰۴/۱۷abcd	۴۳/۴۴bcde
		کود زیستی	۱۷/۱۰a	۱/۳۴ a	۶۷۴/۰۷a	۴۹/۹۶a
	بالنگو+ نخود ۴۰ بوته در متر مربع	شاهد	۸/۱۶z	۱/۱۱de	۴۵۴/۵ef	۳۷/۴۳f
		کود زیستی	۱۱/۵ghi	۱/۱۴cde	۴۵۸/۱۳def	۴۷/۷۱abc
بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع	شاهد	۱۰/۳۰hi	۱/۱۴۰cde	۵۰۵/۷cdef	۴۳/۹۵bcde	
	کود زیستی	۱۲/۰۶fgh	۱/۲۴bc	۵۵۱/۲bcdef	۴۳/۶۴bcde	
۱۳۹۴	نخود ۴۰ بوته در متر مربع	شاهد	۱۳/۵۳cde	۱/۱۸۲cde	۵۷۳/۷bcde	۴۷/۳۵abcd
		کود زیستی	۱۴/۹۰b	۱/۲۳cd	۶۲۶/۴abcd	۴۲/۹۰bcdef
	نخود ۳۰ بوته در متر مربع	شاهد	۱۳/۷۳bcd	۱/۲۱cd	۵۹۲/۷bcde	۴۴/۵۷abcd
		کود زیستی	۱۶/۸۳a	۱/۳۲ab	۶۲۱/۳abc	۴۸/۶۵ab
	بالنگو+ نخود ۴۰ بوته در متر مربع	شاهد	۸/۳۳z	۱/۰۷e	۴۱۹/۲f	۳۸/۲۹ef
		کود زیستی	۱۰/۹hi	۱/۱۸۸cd	۵۲۷/۵۰bcdef	۴۱/۵۱def
بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع	شاهد	۸/۶۶i	۱/۱۷۷cde	۴۹۴/۱۰cdef	۴۲/۱۹cdef	
	کود زیستی	۱۱/۳۶ghi	۱/۱۵cde	۵۵۳/۱۰bcde	۴۳/۱۷bcdef	

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۶- تاثیر تراکم کاشت و کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد بالنگو در کشت مخلوط با نخود

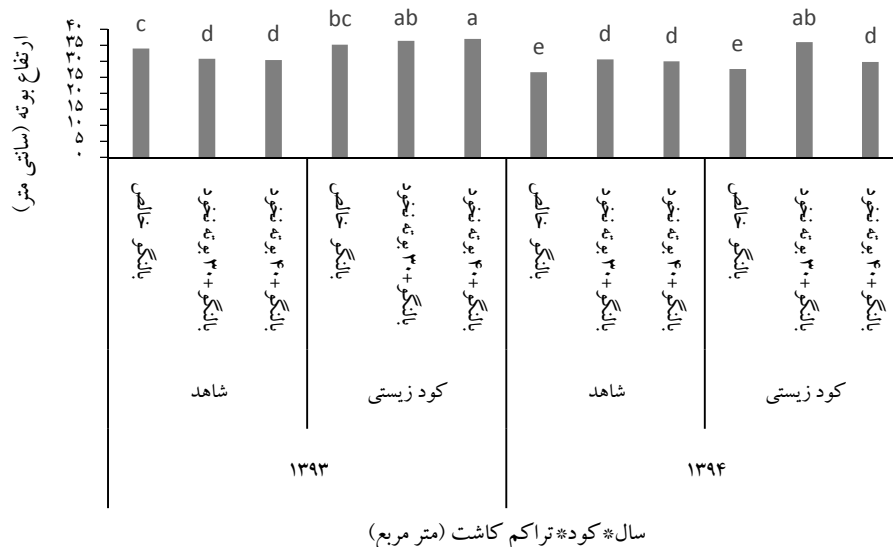
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد فندقه	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال (Y)	۱	۳/۵۴*	۰/۶۱**	۰/۸۶	۱۰۵/۴*	۰/۱۶۶**	۲۴۰/۷۶	۱۴۰۰۲/۷	۱/۰۳
تکرار (سال)	۴	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۱۹	۱۷/۴۶	۰/۰۱۹	۴۶۴/۰۵	۲۶۴۶۹/۴	۶/۳
تراکم کاشت (D)	۲	۱۰۳/۳**	۲/۷۷**	۳۶۶/۴**	۳۱۹۹/۰**	۵/۶۹**	۱۸۸۲۹/۶**	۳۱۷۵۱۹/۴**	۲۲/۶**
کود زیستی (F)	۱	۱۵۷/۵**	۳۵/۴۰**	۱۲۷/۰۱**	۹۶۸۸/۷**	۴/۰۷**	۲۳۳۴/۵	۱۱۷۰۰۲/۷**	۷۳/۳۸**
Y×D	۲	۰/۴۰	۰/۱۴	۱/۸۷	۱۰۰/۶*	۰/۱۸**	۱۱۸۲/۰۹	۳۹۸۳۶/۱۱	۱۴/۱۴*
Y×F	۱	۸/۱۲**	۰/۰۰۲	۲/۳۶	۲۷/۳۷	۰/۱۴**	۰/۷۲	۴۲۲۵/۰	۰/۰۲۵
D×F	۲	۵/۴۰**	۰/۰۹۲	۸۲/۶۸**	۵۳۱/۷**	۱/۳۷**	۴۹۲۵/۸**	۴۱۵۳۶/۱۱	۹/۴۲
Y×D×F	۲	۸/۵۷**	۰/۰۹۳	۰/۴۹	۸/۱۹	۰/۰۰۳۰	۳۳۸/۹۴	۸۲۷۵/۰	۰/۶۹
خطای آزمایش	۲۰	۰/۷۴	۰/۰۴	۱/۲۷	۲۰/۱۳	۰/۰۳۷	۶۰۴/۱۰	۳۲۸۸۲/۷	۳/۳۶
ضریب تغییرات (درصد)	۲/۶۹	۳/۸۲	۴/۰۱	۵/۵۵	۳/۶۲	۵/۷۷	۸/۳۹	۹/۱۷	

ns، \*، \*\* به ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

خصوصیات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد بالنگوی شهری: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۳۷/۱ سانتی‌متر) از تیمار کشت مخلوط بالنگو + نخود با تراکم ۴۰ بوته در

خالص بالنگو بدون کاربرد کود زیستی در سال دوم کاشت حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با همین تراکم در تیمار کاربرد کود زیستی در سال دوم کاشت نداشت (شکل ۴).

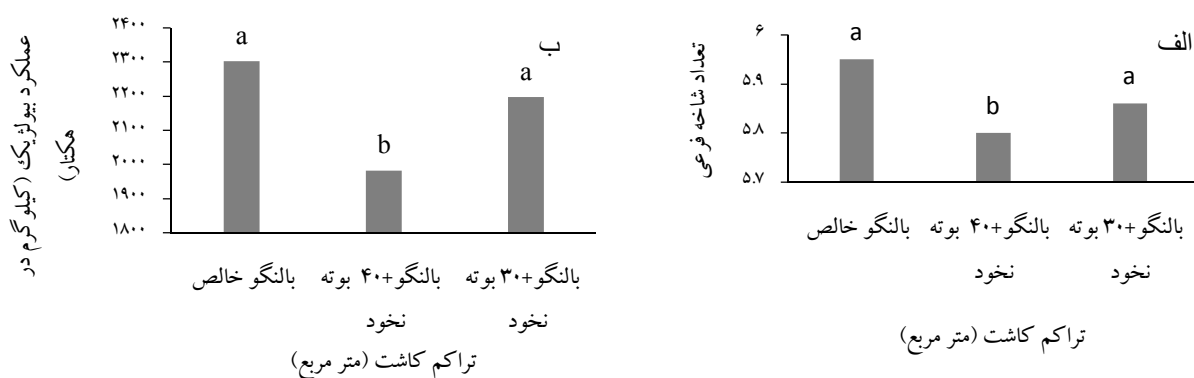
متر مربع با کاربرد کود زیستی در سال اول کاشت (۱۳۹۳) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با کشت مخلوط بالنگو+ نخود ۳۰ بوته در متر مربع با کاربرد کود زیستی در سال اول و دوم کاشت نداشت و کمترین ارتفاع بوته در تیمار کشت



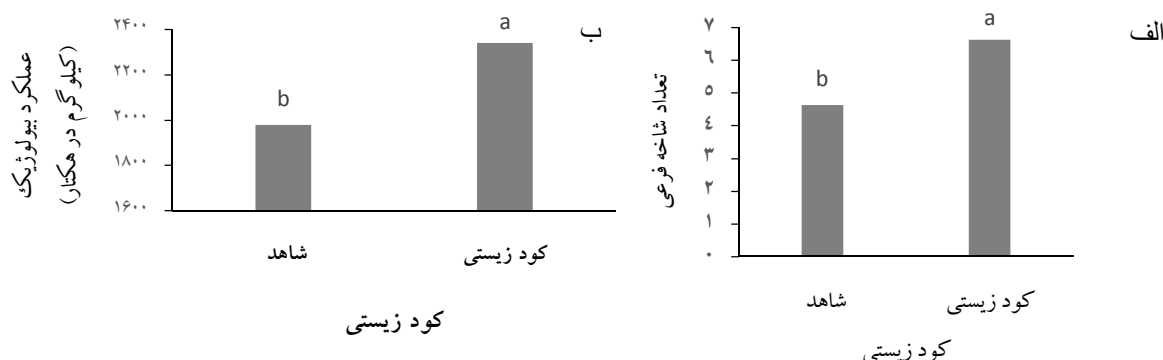
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر سال × کود زیستی × تراکم کاشت بر ارتفاع بوته بالنگو. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

کاربرد کودهای آلی و زیستی می‌تواند ناشی از بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و تأمین عناصر غذایی باشد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که گیاه بالنگو در شرایط کشت خالص بیشترین تعداد شاخه فرعی (۵/۹) و عملکرد بیولوژیکی (۲۳۰/۱/۶ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود که تفاوت معنی‌داری با بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع نداشت و کمترین تعداد شاخه فرعی و عملکرد بیولوژیکی از کشت مخلوط بالنگو + نخود ۳۰ بوته در متر مربع حاصل شد (شکل ۵- الف و ب).

در کشت مخلوط اسفرزه و عدس، افزایش ارتفاع اسفرزه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش شده است (Asgharipour and Rafiei, 2010). موسی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که با افزایش تراکم اسفرزه در بین ردیف‌های مخلوط، به دلیل رقابت برای جذب نور و منابع محیطی و تاثیر هورمون اکسین به دلیل کمبود نور، ارتفاع بوته آن افزایش یافت. تهامی زرنندی (۱۳۹۲) در تحقیقی مشاهده کرد که کودهای آلی و زیستی ارتفاع گیاه ریحان را افزایش داد و این افزایش ارتفاع با عملکرد و تعداد گل آذین در ریحان از نظر آماری رابطه معنی‌دار و مثبتی داشت. افزایش ارتفاع گیاه بر اثر



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت بر تعداد شاخه فرعی (الف) و عملکرد بیولوژیک (ب) بالنگو. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر کود زیستی بر تعداد شاخه فرعی (الف) و عملکرد بیولوژیک (ب) بالنگو. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

نخود و گیاه همیشه بهار<sup>۱</sup> گزارش کرد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی هر دو گونه از کشت خالص حاصل شد. در کشت مخلوط گشنیز و شنبلله، رشد و عملکرد بیولوژیک یک گونه با افزایش تراکم گونه دیگر در کشت مخلوط در تمامی سطوح کودی کاهش پیدا کرد (بیگناه و همکاران، ۱۳۹۳).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد کود زیستی باعث افزایش ۲۹ درصدی شاخه فرعی و افزایش ۱۴ درصدی عملکرد

ویسانی و همکاران (۱۳۹۵) در کشت مخلوط شوید و لوبیا گزارش کردند که در شرایط کشت مخلوط افزایشی شوید و لوبیا تعداد شاخه فرعی در بوته به طور معنی داری کاهش پیدا کرده است. به طور کلی در تراکم‌های پایین گیاهی، به دلیل کمتر بودن رقابت درون گونه‌ای و نیز وجود فضای بیشتر برای توسعه انشعابات بوته، گیاهان با استفاده از منابع موجود مقدار بیشتری شاخه فرعی تولید می‌نمایند، اما با افزایش تراکم گیاهی از تعداد شاخه فرعی کاسته می‌شود. ولیزادگان (۱۳۹۴) در کشت مخلوط

1 - *Calendula officinalis*

گونه‌ای برای نور گزارش شده است (Lin et al., 2007). میرهاشمی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله به این نتیجه رسیدند که شاخص برداشت و وزن خشک زنیان در کل از تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص زنیان بیشتر بود.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که گیاهان بالنگو در کشت خالص و در شرایط کاربرد کود زیستی بیشترین تعداد فندقه در بوته (۳۶/۴ عدد)، تعداد دانه در بوته (۱۰۶/۵ عدد)، وزن هزاردانه (۶/۲۸ گرم) و عملکرد دانه (۴۸۹/۵ کیلوگرم در هکتار) را دارا بودند و کمترین تعداد فندقه در بوته (۱۵/۳ عدد)، تعداد دانه در بوته (۴۳/۶ عدد)، وزن هزاردانه (۴/۲ گرم) و عملکرد دانه (۳۸۴/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کشت مخلوط بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع و تیمار شاهد (بدون کود زیستی) حاصل شد (جدول ۸). گزارش شده که در کشت مخلوط اسفرزه و عدس، عملکرد دانه اسفرزه در مقایسه با کشت خالص آن بیشتر بوده است (Asgharipour and Rafiei, 2010). نتایج نشان داد که قرار دادن عدس در کشت مخلوط اسفرزه، منجر به کاهش دانه و عملکرد زیست توده شده است. در کشت مخلوط جو و گاودانه، با افزایش تراکم جو و افزایش سایه‌اندازی، گیاه گاودانه بیشتر انرژی خود را صرف رشد رویشی از جمله افزایش ارتفاع بوته کرده و در نتیجه انرژی کمتری جهت تشکیل و رشد غلاف‌ها باقی می‌ماند به طوری که در تراکم‌های زیادتر، به دلیل رقابت درون بوته‌ای بر سر مواد فتوسنتزی، میزان ریزش

بیولوژیکی نسبت به تیمار بدون کود زیستی شد (شکل ۶-الف و ب). گزارش شده در کشت مخلوط بالنگو و خرفه، با افزایش تراکم بالنگو در بین ردیف‌های مخلوط تعداد شاخه‌های فرعی خرفه کاهش یافتند (Ghamari et al., 2016). در مطالعه‌ای که کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله را مورد بررسی قرار داده است، مشاهده شده که استفاده از کودهای زیستی در کشت مخلوط بر عملکرد گیاه اثر مثبتی داشته است، به طوری که بیشترین عملکرد دانه زیره سبز از تیمار ترکیبی باکتری‌های ازتوباکتر + آزوسپریلوم و در گیاه شنبلیله از تیمار باکتری سودوموناس به دست آمدند (رضوانی مقدم و مرادی، ۱۳۹۱).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۹۷/۹ عدد)، وزن هزاردانه (۵/۹ گرم) و شاخص برداشت (۲۲/۱ درصد) از تیمار کشت خالص بالنگو و در سال اول کاشت حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با همین تیمار در سال دوم کاشت نداشت و کمترین تعداد دانه در بوته (۶۳/۷ عدد)، وزن هزاردانه (۴/۴ گرم) و شاخص برداشت (۱۸/۰۴ درصد) مربوط به تیمار کشت مخلوط بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع در سال اول کاشت حاصل شد (جدول ۷).

رضایی‌چیانه و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که وقتی تراکم بوته در واحد سطح افزایش می‌یابد، نور به قسمت‌های پایین بوته نمی‌رسد که سبب کاهش جذب نور، کاهش رشد و فتوسنتز گیاه شده و در نهایت باعث افزایش ارتفاع بوته خواهد شد. علت افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های زیاد کشت مخلوط، رقابت برون

گل‌های تشکیل شده افزایش یافته و بنابراین از تعداد غلاف در بوته کاسته می‌شود (حمزه‌ئی، ۱۳۹۱).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر سال × تراکم کشت بر برخی صفات بالنگو

سال	تراکم کشت	تعداد دانه در بوته (عدد)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
۱۳۹۳	خالص بالنگو	۹۷/۹۵a	۵/۹۰a	۲۲/۰۹a
	بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۶۳/۷۵d	۴/۳۶e	۱۸/۰۴c
	بالنگو + نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۷۵/۵۳c	۴/۸۷c	۱۹/۸abc
۱۳۹۴	خالص بالنگو	۹۶/۶۰a	۵/۷۶a	۲۱/۵۷ab
	بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع	۶۵/۵d	۴/۵۵d	۱۸/۷۷c
	بالنگو + نخود ۳۰ بوته در متر مربع	۸۵/۴۰b	۴/۸۷b	۱۹/۵۷bc

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت × کود بر صفات زراعی بالنگو

تراکم کاشت	کود	تعداد فندقه در بوته	تعداد دانه در بوته (عدد)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
خالص بالنگو	شاهد	۳۰/۶۰b	۸۸/۵c	۵/۳۸b	۴۵۳/۶۷b
بالنگو + نخود ۴۰ بوته در متر مربع	کود زیستی	۳۶/۴۵a	۱۰۶/۰۵a	۶/۲۸a	۴۸۹/۴۸a
	شاهد	۱۵/۳۰d	۴۳/۶۰e	۴/۱۷d	۳۸۴/۳d
بالنگو + نخود ۳۰ بوته در متر مربع	کود زیستی	۲۹/۶۵b	۸۵/۶۵c	۴/۷۵c	۴۲۷/۳۳bc
	شاهد	۲۰/۴۳c	۶۱/۰۵d	۴/۷۷c	۳۸۵/۵d
متر مربع	کود زیستی	۳۵/۸۷a	۹۹/۸b	۵/۳۱b	۴۱۵/۶۷c

### نسبت برابری زمین (LER)

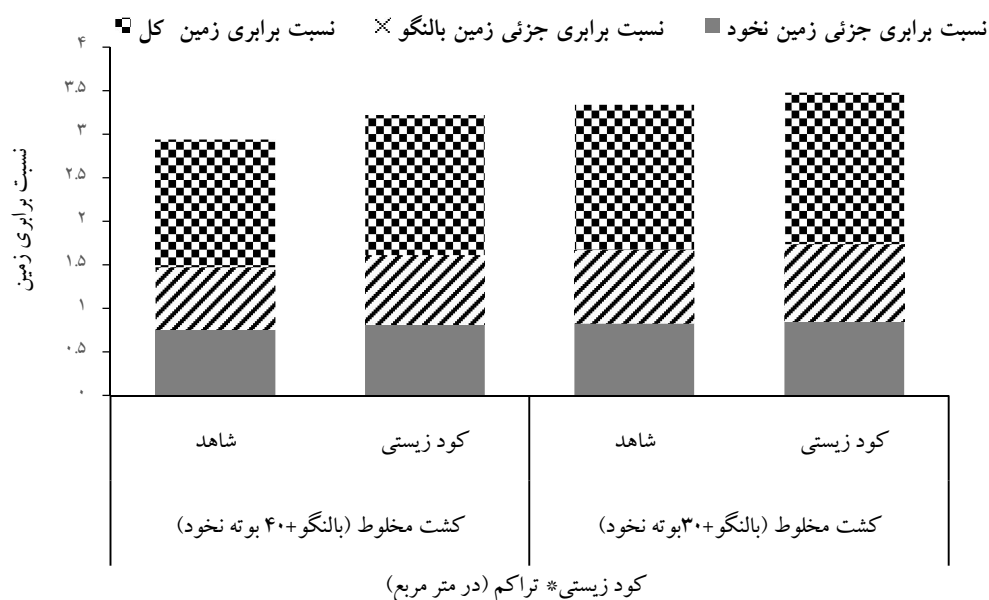
بوته در متر مربع نخود با کاربرد کود زیستی فسفات‌ها بارور ۲ حاصل شد (شکل ۷). LER جزئی در بالنگو در تمامی تیمارها بالاتر از LER جزئی نخود بود که می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، بالنگو تأثیر بیشتری از همراهی نخود پذیرفته که این امر باعث بهبود بیشتر نسبت برابری زمین جزئی آن در مقایسه با نخود شده است. LER جزئی در نخود و بالنگو در تمام تیمارهای مربوط به کاربرد کود زیستی بیشتر از تیمار شاهد (بدون کود زیستی)

نسبت برابری زمین نشان دهنده کارایی کشت مخلوط در جهت استفاده از منابع در مقایسه با کشت خالص است. نسبت برابری زمین جزئی نخود و بالنگوی شهری بین نسبت‌های مختلف کشت نشان داد که بیشترین LER جزئی نخود با کاربرد کود زیستی (۰/۸۵)، تیمار شاهد (بدون کاربرد کود زیستی) (۰/۸) و LER جزئی بالنگو کاربرد کود زیستی (۰/۹) و تیمار شاهد (۰/۸) مربوط به کشت مخلوط بالنگو+۳۰

کشت مخلوط ۳۰ بوته نخود + بالنگو با تیمار کاربرد کود زیستی (۱/۷) و تیمار شاهد (۱/۶) بود که نشان دهنده ۷۴ و ۶۷ درصدی افزایش سودمند زراعی نسبت به کشت خالص دو گونه است و کمترین نسبت LER کل از کشت مخلوط ۴۰ بوته نخود + بالنگو با کاربرد کود زیستی (۱/۵) و تیمار شاهد (۱/۴) حاصل شد (شکل ۷).

بود. در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و عدس مشخص شد که LER جزئی زیره سبز بالاتر از عدس بود (رضایی چیاپانه و همکاران، ۱۳۹۲).

نسبت برابری زمین کل در تمامی تیمارهای مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در نسبت های کشت می باشد. بیشترین نسبت LER کل از



شکل ۷- نسبت برابری زمین جزئی و نسبت برابری زمین کل برای عملکرد دانه نخود و بالنگو شهری در تراکم های مختلف کشت مخلوط و کاربرد کود زیستی.

خالص دو گونه است و این تیمار می تواند برای ایجاد در زمین های کشاورزی به طور قابل ملاحظه ای موثر باشد. در نسبت های کشت مخلوط زعفران و زیره سبز، زعفران تأثیر بیشتری از همراهی زیره سبز پذیرفته که این امر احتمالاً مربوط به بهبود شرایط رشد برای بنه ها تحت تأثیر سایه اندازی و خنک شدن سطح خاک توسط بوته های زیره سبز می باشد. بالاترین مجموع نسبت برابری زمین برای ۱۰۰ درصد زعفران و ۶۰ درصد

کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. قلی نژاد و رضایی چیاپانه (۱۳۹۳) در کشت مخلوط نخود و سیاهدانه گزارش کردند که در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین (۱/۴۵) بیشتر از یک بود. بالاترین میزان LER از نسبت کاشت ۲۵ درصد نخود + ۷۵ درصد سیاهدانه به دست آمد که نشان دهنده ۴۵ درصد افزایش سودمندی زراعی نسبت به کشت

زیره سبز ۱/۱۲ به دست آمد که نشان دهنده ۱۲ درصد سودمندی نسبت به تک کشتی می باشد (خرمدل و همکاران، ۱۳۹۵). در کشت مخلوط لوبیا و ریحان بذری، ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد کشت مخلوط ریحان و لوبیا بر کشت خالص آن‌ها برتری دارد و کشت مخلوط ردیفی بیشترین نسبت برابری زمین را به خود اختصاص داده است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). رضوانی مقدم و مرادی (۱۳۹۱) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله گزارش کردند که تیمار کودی سودوموناس نسبت به تیمار کود زیستی نیتروکسین و شاهد LER بالاتری داشت.

### نتیجه گیری

نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گیاه نخود و بالنگوی شهری در کشت خالص بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. کاهش تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام و تعداد دانه در نیام در کشت مخلوط نسبت به خالص از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به خالص بود. از دلایل دیگر می توان افزایش رقابت برون گونه‌ای بین نخود و

بالنگوی شهری در کشت مخلوط اشاره کرد. در تحقیق حاضر کاربرد کود زیستی توانست عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود و بالنگوی شهری را بهبود ببخشد، بنابراین می توان نتیجه گرفت که کاربرد کود زیستی در کشت مخلوط یکی از راهکارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف یا بدون مصرف نهاده‌های کود شیمیایی است. نسبت برابری زمین کل در تمامی تیمارهای مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در نسبت‌های مختلف کشت می باشد. به طور کلی با توجه به اینکه بیشترین نسبت LER کل متعلق به کشت مخلوط ۳۰ بوته نخود در متر مربع + ۱۶۰ بوته در متر مربع بالنگو با تیمار کاربرد کود زیستی بود. لذا در کشت مخلوط این دو گیاه ترکیب تیماری مذکور پیشنهاد می شود. برای دستیابی به نتایج جامع و تکمیل نتایج تحقیق حاضر، کاربرد دیگر تیمارهای کودی (شیمیایی، زیستی و آلی) و استفاده از روش کشت مخلوط جایگزینی برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می شود.

### منابع

- احمدوند گودرز، حاجی نیا سمیه. ۱۳۹۴. بررسی جنبه‌های اکولوژیکی الگوهای مختلف کشت مخلوط جایگزینی سویا و ارزن معمولی. نشریه بوم شناسی کشاورزی ۷(۴): ۴۸۵-۴۹۸.
- بیگانه ریحانه، رضوانی مقدم پرویز، جهان محسن. ۱۳۹۳. تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد بیولوژیک، درصد نیتروژن و خصوصیات مورفولوژیک گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۲(۳): ۳۶۹-۳۷۷.



باقری شیروان میلاد، زعفریان فاتزه، اکبرپور وحید، اسدی قربانعلی. ۱۳۹۱. ارزیابی سودمندی عملکرد و بهره‌وری اقتصادی کشت مخلوط سویا با ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) مجله کشاورزی بوم شناختی ۲(۲): ۴۷-۵۷.

پورامیر فرزین، کوچکی علیرضا، نصیری محلاتی مهدی، قربانی رضا. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۸(۵): ۷۴۷-۷۵۷.

تهامی زرنندی محمدکاظم. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی ریحان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد. حمزه‌ئی جواد. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد، شاخص SPAD کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره‌وری سیستم در کشت مخلوط جو و گاوآینه. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی ۲(۴): ۷۹-۹۱.

خرمدل سرور، رضوانی مقدم پرویز، اسدی قربانعلی، میرشکاری ابوالفضل. ۱۳۹۵. اثر سری‌های کشت مخلوط افزایشی زیره سبز با زعفران (*Crocus sativus* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد. نشریه پژوهش‌های زعفران ۴(۱): ۵۳-۷۱.

دباغ محمدی نسب عادل، امینی روح اله، تمری اقبال. ۱۳۹۴. ارزیابی کشت مخلوط ذرت و سه رقم لوییا با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۵(۱): ۹۹-۱۱۳.

رضایی چیانه اسماعیل، تاج بخش مهدی، ولیزادگان ارواح، بنایی اصل فرزاد. ۱۳۹۲. بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس در کشت دوم. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۵(۳): ۴۶۲-۴۷۲.

رضایی چیانه اسماعیل، دباغ محمدی نسب عادل، شکیبا محمد رضا، قاسمی گلعدانی کاظم، اهری‌زاد سعید. ۱۳۹۰. بررسی برخی ویژگی‌های زراعی ذرت در کشت مخلوط با باقلا. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲(۱): ۱-۱۴.

رضوانی مقدم پرویز، مرادی روح اله. ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران ۴۳(۲): ۲۱۷-۲۳۰.

علیجانی میثم، امینی دهقی مجید، ملبوبی منصور زاهدی محمد علی، مدرس ثانوی سید علی محمد. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف کود فسفره در تلفیق با کود زیستی فسفات‌بارور ۲ بر عملکرد، مقدار اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۷(۳): ۴۵۰-۴۵۹.

علیزاده یاسر، کوچکی علیرضا، نصیری محلاتی مهدی. ۱۳۸۹. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف هرز دو گیاه لویا (*Phaseolus vulgaris*) و ریحان بذری (*Ocimum basilicum*) در شرایط کشت مخلوط. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۲): ۵۴۱-۵۵۳.

قربانی، عبدالباسط. ۱۳۸۴. گیاهان دارویی ترکمن صحرا. انتشارات مرکز تحقیقات طب سنتی و مقررات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران، ۱۰۰ صفحه.

قلی‌نژاد اسماعیل، رضایی چیانه اسماعیل. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در کشت مخلوط با نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله علوم زراعی ایران ۱۶(۳): ۲۳۶-۲۴۹.

مظاهری داریوش. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۲ صفحه.

موسی‌پور حسن، قنبری احمد، سیروس‌مهر علیرضا، اصغری‌پور محمدرضا. ۱۳۹۴. اثر زمان کاشت بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی و رقابتی زنیان و اسفرزه در کشت مخلوط. مجله علوم زراعی ایران ۱۷(۲): ۱۳۹-۱۵۲.

میرهاشمی سیده ملیحه، کوچکی علیرضا، پارسا مهدی، نصیری محلاتی مهدی. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. نشریه مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۱): ۲۵۹-۲۶۹.

نقی زاده مهدی، رمرودی محمود، گلوی محمد، سیاه سر براتعلی، حیدری مصطفی و مقصودی علی اکبر. ۱۳۹۱. تاثیر کاربرد انواع کود فسفوری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر در کشت مخلوط. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۴۳(۲): ۲۰۳-۲۱۵.

ویسانی وریا، راعی یعقوب، زهتاب سلماسی سعید، سهرابی یوسف. ۱۳۹۵. اثر قارچ مایکوریزا آربوسکولار بر عملکرد و اجزای عملکرد شوید *Anethum graveolens* L. و لویا قرمز *Phaseolus vulgaris* L. در کشت خالص و مخلوط. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۶(۳): ۱-۱۹.

ولیزادگان اروج. ۱۳۹۴. مطالعه عملکرد کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum*) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) تنوع گونه‌ای و وفور نسبی حشرات در کشت مخلوط ردیفی و نواری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۵(۳): ۱۵-۳۰.

Arrudaa, L, Beneduzi A, Martins A, Lisboa B, Lopes C, Bertolo F, Passaglia Maria LMP, Vargas KL. 2013. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. Applied Soil Ecology 63: 15- 22.

Asgharipour MR, Rafiei M. 2010. Intercropping of Isabgol (*Plantago ovata* L.) and lentil as influenced by drought stress. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 9 (1): 62-69.

- Banik PA, Midya BK, Sarkar S, Ghose S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
- FAO. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available online. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>.
- Ghamari H, Shafagh Kolvanagh J, Sabaghpour SH, Dabbagh Mohammadi Nassab A. 2016. The effect of intercropping and nitroxin biofertilizer on yield components and relative yield total of purslane (*Portulaca oleracea* L.) and dragon's head (*Lallemantia iberica*). *Notulae Scientia Biologicae* 8(4):472-476.
- Ion V, Basa AG, Sandoiu DI, Obrisca M. 2011. Results regarding biological characteristics of the species *Lallemantia iberica* in the specific conditions from south Romania. *UASVM Bucharest, Series A* 275-280.
- Jukanti AK, Gaur PM, Gowda LLC, Chibbar RN. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British Journal of Nutrition* 108: 11-26.
- Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150-156.
- Lin CW, Chen, YB, Huang JJ, Tu SH. 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercropped area of Sichuan, China. *Chinese Journal of Ecology* 26: 989- 994.
- Mahfouz H, Migawer EA. 2004. Effect of intercropping, weed control treatment and their interaction on yield and its attributes of chickpea and canola. *Egyptian Journal of Basic and Applied Science* 19(4): 84-101.
- Mirzaei A, Vazan S, Naseri R. 2010. Response of yield and yield camponents of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* and different nitrogen levels under dry land condition. *World Applied Sciences Journal* 11(10): 1287 - 91.
- Nandini Devi K, Shamurailatpam D, Basanta Singh T, Singh Athokpam H, Brajendra Singh N, Gopimohan Singh N, Nabachandra Singh L, Dorendro Singh A, Premila Chanu O, Ranjit Singh Sh, Pratima Devi K, Sanahanbi Devi L. 2014. Performance of lentil (*Lens culinaris* M.) and mustard (*Brassica juncea* L.) intercropping under rainfed conditions. *Australian Journal of Crop Science* 8(2): 284-289.
- Razavi SMA, Karazhiyan H. 2009. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids* 23: 908-912.
- Rokhzadi A, Asgharzadeh A, Darvish F, Nour-Mohammadi G, Majidi E. 2008. Influence of plant growth promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 3(2): 253-257.
- Stajković O, Delić D, Jošić D, Kuzmanović D, Rasulić N, Knežević-Vukčević J. 2011. Improvement of common bean growth by co-inoculation with *Rhizobium* and plant growth-promoting bacteria. *Romanian Biotechnological Letters* 16(1): 5919-5926.
- Tuna C, Orak A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch/oat cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agricultural and Biological Science* 2: 14-19.

- Ursu B, Borcean I. 2012. Researches concerning the sowing technology at *Lallemantia iberica* F. ET M. Research Journal of Agricultural Science 44(1): 168-171.
- Yazdani M, Bahmanyar MA, Pirdashti H, Esmaili MA. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). International Journal of Biology and Life Sciences 3(1): 50-52.
- Zandvakili OR, Allahdadi I, Mazaheri D, Akbari GA, Jahanzad E, Mirshekari M. 2012. Evaluation of quantitative and qualitative traits of forage sorghum and lima bean under different nitrogen fertilizer regimes in additive- replacement series. Journal of Agricultural Science 4: 223- 235.
- Zhang L, Van Der Werf W, Bastiaans L, Zhang S, Li B, Spiertz JHJ. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research 107: 29

## Effect of phosphate solubilizing bacteria inoculation on yield's characteristics of dragon's head (*Lallemantia iberica*) and chickpea (*Cicer aritinum* L.) in monoculture and intercropping conditions

F. Shokrani<sup>1</sup>, J. Jalilian<sup>\*2</sup>, A. Pirzad<sup>2</sup>, E. Rezaei-Chiyaneh<sup>2</sup>

1- Ph.D. student, Department of Agronomy, Urmia university, Urmia, Iran

2- Department of Agronomy, faculty of Agriculture, Urmia university, Urmia, Iran

### Abstract

Intercropping and use of biofertilizers are important for improving the quantitative and qualitative yield of plants from a sustainable agricultural perspective. In order to evaluate the effect of phosphate solubilizing bacteria on yield and yield components of dragon's head and chickpea sole and intercropping, a 2-years (2013-2014) factorial experiment were conducted based on randomized complete block design with three replications at the agricultural research Campus in Nagadeh, Iran. Treatments including sole and intercropping of chickpea (30 and 40 plants/m<sup>2</sup>), dragon's head (160 plants/m<sup>2</sup>) and inoculation with two inoculated phosphates biofertilizer (*Bacillus lentus* and *Pseudomonas putida*) and without inoculation. In inoculated chickpea, the highest amount of seeds per pods (1.3), seed yield (674.1 kg/ha) and harvest index (49.96 %) were obtained from sole cropping of 30 plants/m<sup>2</sup> at first year. The minimum amounts of them were obtained from intercropping of chickpea 40 plants/m<sup>2</sup> and dragon's head at second year under control treatment. At first year, in sole cropping of bacterial inoculated dragon's head, the maximum number of seeds per plant (106.5), seed yield (489.5 kg/ha) and harvest index (22.1 %) were obtained, the minimum of them observed from intercropping of dragon's head and chickpea 40 plants/m<sup>2</sup> without inoculated at 2013. LER in inoculated intercropping of chickpea 30 plants/m<sup>2</sup> and dragon's head was 1.74, that showed intercropping improved land use efficiency by 74% compared with sole cropping, and this treatment can be effective in stabilizing production and agricultural land utilization.

**Keywords:** Biofertilizers, Land equivalent ratio, Supplemental irrigation, Sustainable Agriculture, Yield.

---

\* Corresponding author: J.Jalilian@urmia.ac.ir Received:2017/02/04 Accepted:2017/08/14