

Assessment of the Yield and Yield Components of Balangu (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) in Intercropping with faba beans (*Vicia faba* L.)

Jalai Shafagh Kolvanagh^{1*}, Yageoob Raei², Hassan Dehghanian³, Elham Kouhi⁴

Received: 08 April 2023 Accepted: 28 December 2023

1-Dept. of Plant Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

2-Prof., Dept. of Plant Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3-Dept. of Plant Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

4-Dept. of Plant Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: Email: shafagh.jalil@gmail.com

Abstract

Objectives: Considering the important role of intercropping in achieving high yield and increasing the stability of agricultural systems, this research was conducted in order to determine the most suitable pattern of mixed cultivation of broad beans and green beans and to investigate its effect on the growth and performance of urban green beans.

Materials and Methods: The field experiment was carried out as a randomized complete block design (RCBD) with six treatments and four replications at the research farm of the University of Tabriz, Faculty of Agriculture during 2015 growing season. Treatments were included sole planting of broad beans and Balangu and four patterns of intercropping systems including (100:20, 100:40, 100:60, and 100:80 rate of faba bean and Balangu).

Results: The results showed that the sole cultivation of Balangu had the highest biological performance and seed yield, which was significantly different from other treatments related to mixed cropping patterns. In all intercropping treatments, the ratio of land equality and total relative value was greater than one, which indicates the superiority of mixed cropping over pure cropping.

Conclusion: According to the obtained results, the mixed cultivation of 80% Balangu + 100% faba beans with the highest LER (1.48) and RVT (1.45) is the best cultivation pattern due to the optimal use of available resources.

Keywords: Faba Bean, Grain Yield, Sustainable Agriculture, Intercropping, Land Equivalent Ratio (LER).

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* Fischer & C.A. Meyer) در کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.)

جلیل شفق کلوانق^{۱*}، یعقوب راعی^۲، حسن دهقانیان^۳، الهام کوهی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۷

۱- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۳- دانش آموخته دکتری گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد - گروه اکوفیزیولوژی گیاهی - دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

مسئول مکاتبه: Email: shafagh.jalil@gmail.com

چکیده

اهداف: با توجه به نقش مهم کشت مخلوط در دستیابی به عملکرد بالا و افزایش پایداری سیستم های زراعی، این تحقیق به منظور تعیین مناسبترین الگوی کشت مخلوط باقلا و بالنگو و بررسی اثر آن روی رشد و عملکرد گیاه بالنگوی شهری انجام گردید.

مواد و روش ها: آزمایش به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۱۳۹۵ اجرا شد. الگوهای مختلف کشت شامل دو الگوی کشت خالص باقلا و بالنگوی شهری (قره زَرک) و چهار الگوی کشت مخلوط بالنگو و باقلا با نسبت های مختلف افزایشی ۱۰۰:۴۰، ۱۰۰:۶۰ و ۱۰۰:۸۰ بودند.

یافته ها: نتایج نشان داد که کشت خالص بالنگوی شهری از نظر عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه بیشترین مقدار را داشت که با سایر تیمارهای مربوط به الگوهای کشت مخلوط اختلاف معنی داری داشت. در همه تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی بیشتر از یک به دست آمد که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می باشد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج این تحقیق، کشت مخلوط ۸۰٪ بالنگوی + ۱۰۰٪ باقلا با دارا بودن بیشترین LER (۱/۴۸) و RVT (۱/۴۵) به علت استفاده بهینه از منابع در دسترس بهترین الگوی کشت می باشد.

واژه های کلیدی: باقلا، عملکرد دانه، کشاورزی پایدار، کشت مخلوط بالنگوی شهری، نسبت برابری زمین (LER)

مقدمه

بیماری ها، آفات و علف های هرز در برابر آفت کش ها دارد. بنابراین، بازنگری در روش های رایج کشاورزی و طراحی الگوهای کشت پایدار ضروری می باشد (امانی ماچیانی و همکاران ۲۰۱۸). کشت مخلوط به عنوان یکی از سیستم های زراعی پایدار با افزایش بهره وری در

کشاورزی رایج با وجود دارا بودن عملکرد بالا در واحد سطح در مقایسه با کشاورزی پایدار مشکلات شناخته شده ای از قبیل فرسایش خاک، تخریب محیط زیست در اثر مصرف کودهای شیمیایی و مقاومت

کشت مخلوط کنجد و نخود نتیجه گرفتند بیشترین عملکرد کنجد (۱/۸ تن در هکتار) از الگوی کشت ۲۰٪ نخود+ ۱۰۰٪ کنجد بدست آمد. همچنین مشخص شد میزان عملکرد محصول در الگوهای ۲۰٪ نخود+ ۱۰۰٪ کنجد، ۳۰٪ نخود+ ۱۰۰٪ کنجد و ۱۰٪ نخود+ ۱۰۰٪ کنجد به ترتیب ۳۹، ۲۸ و ۲۴ درصد بیشتر از تک کشتی بود. به طور کلی با توجه به اهمیت کشت‌های مخلوط در جهت تحقق کشاورزی پایدار و نقش لگوم‌ها در تامین نیتروژن مورد نیاز گیاهان غیرلگوم و بهبود حاصلخیزی خاک، این پژوهش به منظور یافتن بهترین الگوی کشت از نظر عملکرد در حالت‌های تک‌کشتی و کشت مخلوط انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی گروه اکوفیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی باسمنج اجرا شد. بر اساس نقشه‌های هواشناسی، آب و- هوای این منطقه در زمردی اقلیم استپی و نیمه خشک جهان قرار دارد. فصل تابستان در این منطقه علیرغم بارندگی‌های پراکنده، خشک می‌باشد. منطقه در ارتفاع ۱۳۶۰ متری از سطح دریا با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی قرار گرفته و میزان بارندگی سالیانه آن ۲۸۵ میلی‌متر می‌باشد. میانگین دمای سالیانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد، میانگین حداقل و حداکثر دمای سالیانه به ترتیب ۴/۲ و ۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و شش تیمار اجرا شد. هر یک از کرت‌های آزمایش در ابعاد ۲×۲ متر مربع ایجاد شدند. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۰/۵ متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. تیمارها عبارت از کشت خالص بالنگوی شهری (با تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع) و باقلا (با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع)، کشت مخلوط افزایشی بالنگوی شهری و باقلا با نسبت‌های (۲۰٪ بالنگو+ ۱۰۰٪ باقلا)، (۴۰٪

استفاده از زمین و منابع موجود پتانسیل بالایی در تقویت کشاورزی پایدار دارد (علیرضا و همکاران ۲۰۲۳). پژوهش‌های اخیر نشان داده است که کارایی کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی به طور متوسط ۲۰ تا ۳۰ درصد بیشتر است (لی و همکاران ۲۰۱۶). به طوریکه، اکثر سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص در همان سطح زیر کشت عملکرد بالایی تولید می‌کنند که علت این امر را می‌توان به کارایی بالا در استفاده از منابع محیطی در دسترس از قبیل آب، عناصر غذایی و تشعشعات خورشیدی نسبت داد (مک لارن و همکاران ۲۰۲۳). در بین سیستم‌های مختلف زراعی، کشت مخلوط لگوم‌ها با سایر گیاهان رایج‌ترین نوع کشاورزی سنتی کشورهای در حال توسعه می‌باشد (پورتنقی ۲۰۱۳). شفق و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که عملکرد گیاه گلرنگ در کشت مخلوط با بالنگوی به میزان قابل توجهی افزایش یافت. همچنین شاخص‌های نسبت برابری زمین (LER)^۱ و مجموع ارزش نسبی (RVT)^۲ با اجرای کشت مخلوط بهبود یافت. باقلا (*Vicia faba L.*) با دارا بودن سطح زیر کشت حدود ۲/۹ میلیون هکتار به عنوان یکی از مهمترین حبوبات دنیا به شمار می‌رود و کشت آن به صورت مخلوط با گیاهان زراعی غیرلگوم گسترش پیدا کرده است. به طور کلی، ترکیب گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن اتمسفری با سایر گیاهان در الگوهای مختلف کشت مخلوط جهت افزایش کمیت و کیفیت دانه و علوفه در حال توسعه می‌باشد (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۸). حمزه‌ئی و سیدی (۲۰۱۴) نتیجه گرفتند تغییر الگوی کشت از حالت کشت خالص به مخلوط، موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در کشت مخلوط با گندم شد. همچنین سودمندی کشت مخلوط گندم و کلزا نسبت به کشت خالص اثبات گردید. حمزه‌ئی و داودیان (۲۰۱۹) با انجام کشت مخلوط کلزا با نخود نتیجه گرفتند در تمام الگوهای کشت مخلوط شاخص نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود و بیشترین مقدار این شاخص (۱/۴۶) در الگوی ۳۰٪ نخود+ ۶۰٪ کلزا مشاهده شد. پورامیر و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی

بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا)، (۶۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا) و (۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا) بودند.

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، در پاییز و تسطیح زمین توسط لولر قبل از کاشت در فصل بهار (اواسط فروردین ماه)، کرت‌بندی و تفکیک بلوک‌های آزمایش در اوایل اردیبهشت‌ماه و کاشت باقلا و بالنگوی شهری همزمان در نیمه اول اردیبهشت‌ماه و با دست انجام شد. کاشت در بستر مسطح بدون جوی و پشته و در کرت‌هایی به ابعاد دو متر عرض و دو متر طول انجام گرفت و در کرت‌های کشت خالص ۵ ردیف باقلا و ۱۰ ردیف بالنگوی شهری کشت گردید. کشت مخلوط از نوع بین ردیفی بود که در کرت‌های مخلوط، باقلا در پنج ردیف همانند کشت خالص این گیاه و بالنگوی شهری به نسبت طرح افزایشی انجام گرفت (شکل ۱). رقم مورد کشت باقلا از توده بومی منطقه قراملک تبریز و برای بالنگوی شهری از توده بومی استفاده گردید. فاصله بین-ردیف‌ها در کشت خالص باقلا ۴۰ سانتی‌متر و در کشت خالص بالنگوی شهری و الگوهای کشت مخلوط ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بذر روی ردیف‌ها در باقلا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در بالنگوی شهری نیز به دلیل نوع مخلوط درون ردیفی فاصله بذر، بسته به تراکم در واحد سطح محاسبه و اعمال گردید. بذور باقلا در عمق پنج سانتی‌متر و بذور بالنگوی شهری (قره‌زرک) در عمق یک و نیم سانتی‌متر از سطح خاک کاشته شد. سپس با توجه به نیاز آبی گیاه و شرایط آب و هوایی، آبیاری در موقع لازم انجام گرفت. به دلیل فقیر بودن خاک منطقه از نظر حاصلخیزی بعد از کاشت و هنگام آبیاری اول مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به فرم اوره و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات همزمان با کشت آن استفاده شدند.

در اوایل دوره رشد، مبارزه با علف‌های هرز به طور مرتب انجام گرفت و در مرحله پنج برگی گیاه باقلا و بالنگوی شهری به منظور رسیدن به تراکم مورد نظر در ردیف‌هایی که نیاز بود تنک گردید تا تراکم مورد نظر در آزمایش ایجاد شود. به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در اوسط مرداد ماه برداشت نمونه‌ها برای اندازه‌گیری و ثبت عملکردها از ۱/۶ متر مربع در هر کرت

صورت گرفت. بدین‌صورت که از ۵ ردیف موجود در هر کرت از باقلا پس از حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی-متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها به عنوان حاشیه، دو ردیف به طول ۱/۵ متر و یک ردیف به طول یک متر به عنوان سطح نمونه‌برداری برای صفات عملکردی نمونه‌برداری شدند. در کرت‌های مربوط به الگوهای کشت مخلوط، بالنگوی شهری نیز به همین صورت برداشت شدند، اما در کشت خالص بالنگوی شهری، از ۱۰ ردیف موجود در هرکرت پس از حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها به عنوان اثر حاشیه، ۵ ردیف به طول ۱/۶ متر جهت تعیین صفات عملکردی نمونه‌برداری شدند. به منظور اندازه‌گیری برخی صفات مورفولوژیکی در پایان دوره رشد از تعداد ۱۰ بوته از سطح باقی‌مانده‌ی خارج از سطح نمونه‌برداری عملکردهای واحد سطح، نمونه برداری به طور تصادفی انجام شد و در گیاه بالنگوی شهری صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد فندقه در ساقه اصلی و شاخه جانبی، تعداد گره اندازه‌گیری شدند. به هنگام رسیدگی محصول با حذف اثر حاشیه‌ای کلیه بوته‌های باقلا و بالنگوی شهری (قره‌زرک) به اندازه ۱/۶ متر مربع از هر کرت برداشت و خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک شده با ترازوی حساس توزین و عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه آن‌ها در واحد سطح تعیین شد.

به منظور تعیین مزیت نسبی زمین از نسبت برابری زمین (LER) استفاده شد.

$$LER = (Y_{ij}/Y_{ii}) + (Y_{ji}/Y_{jj}) \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این فرمول، Y عملکرد در واحد سطح، Y_{ij} و Y_{ji} عملکرد کشت خالص دو گیاه A و Z و Y_{ii} و Y_{jj} عملکرد کشت مخلوط هستند.

مجموع ارزش نسبی

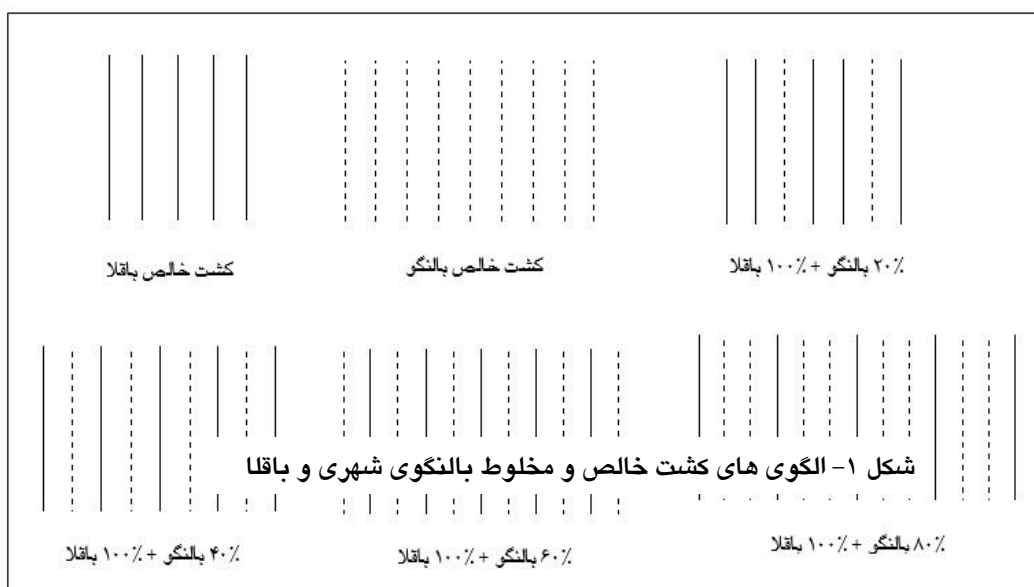
برای محاسبه مجموع ارزش نسبی معادله زیر مورد استفاده قرار گرفت:

$$RVT = (aP_1 + bP_2) / aM_1 \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در این رابطه:

پس از انجام آزمون نرمال بودن خطای داده ها، تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTAT-C انجام گرفت. مقایسه میانگین داده-ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها به کمک Excel انجام شد.

a = قیمت محصول اصلی
b = قیمت محصول ثانوی
 P_1 = عملکرد گونه a در مخلوط
 P_2 = عملکرد گونه b در مخلوط
 M_1 = عملکرد تک‌کشتی گونه اصلی می‌باشند.



شده است. همچنین در کشت خالص رقابت درون گونه-ای افزایش می‌یابد و این مسئله نیز ممکن است باعث افزایش تعداد روز تا گلدهی شود.

ارتفاع بوته بالنگوی شهری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر الگوهای کشت قرار گرفت. (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته (۳۹/۹ سانتی متر) از الگوی کشت ۶۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا نشان نداد و کمترین ارتفاع (۳۳ سانتی متر) در تیمار کشت خالص آن مشاهده شد. می‌توان استنباط نمود که افزایش ارتفاع بوته در کشت مخلوط به دلیل کاهش رقابت درون گونه ای می‌باشد. همچنین، در کشت مخلوط گیاهان برای جذب نور بیشتر ارتفاع خود را از طریق افزایش تعداد گره و افزایش طول میان‌گره‌ها، افزایش می‌دهند.

نتایج و بحث

تعداد روز تا گلدهی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر الگوهای مختلف کشت روی صفت تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد روز تا گلدهی با میانگین ۵۷/۵ روز به تیمار کشت خالص و کمترین آن به تیمار ۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا با میانگین تعداد روز ۵۲/۷ روز تعلق داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد در کشت خالص بالنگوی شهری بالا بودن تراکم کشت نسبت به الگوهای کشت مخلوط، و در نتیجه رطوبت بیشتر، افزایش درصد پوشش سبز و کاهش نفوذ نور به کانوپی، حرارت تجمعی لازم یا مجموع درجه روزهای رشد (GDD) در زمان بیشتری تامین شده و باعث افزایش تعداد روز تا گلدهی نسبت به کشت مخلوط

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی بالنگوی شهری در کشت مخلوط با باقلا

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	تعداد فندقه در ساقه اصلی	تعداد فندقه در شاخه فرعی	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد	شاخص برداشت
تکرار	۳	۴۱۲ ^{ns}	۱/۸ ^{ns}	۶/۸۱ ^{ns}	۱۱/۳ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۳۹/۶۲ ^{ns}
تیمار	۴	۱۴/۰۵*	۳۴/۷۳**	۶۲/۸۸*	۴۳/۲۵*	۰/۲۴۲ ^{ns}	۲/۳۳**	۰/۳۱**	۴۹/۰۳*
خطا	۱۲	۳/۳۲	۳/۶۹	۱۸/۵۵	۹/۱	۰/۱۸۴	۰/۵۴	۰/۰۱۲	۱۴/۰۳
ضریب تغییرات (%)		۳/۰۳	۵/۱	۲۱	۲۴	۹/۱	۴/۰۴	۵/۱۱	۱۴/۱۰

* و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ در صد و عدم اختلاف معنی دار می باشد.

از آنجا که تعداد فندقه از اجزای اصلی عملکرد محسوب می شود، بنابراین افزایش تعداد فندقه، سبب افزایش تعداد دانه در واحد سطح می گردد که این افزایش، تأثیر زیادی در عملکرد دانه خواهد داشت. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲، با افزایش نسبت بالنگوی شهری در مخلوط تا تراکم ۶۰ درصد تعداد فندقه افزایش و بلافاصله به طور معنی داری کاهش می یابد که این موضوع نشان دهنده آن است که افزایش تراکم تا نسبت مشخصی باعث افزایش فندقه و در نتیجه عملکرد می شود و اگر سطح تراکم بیش از حد زیاد شود به دلیل رقابت برای نور و مواد غذایی و عدم تامین نیازهای گیاه تعداد اندام زایشی کاهش می یابد. حمزه ئی و داویدیان (۲۰۱۹) در تحقیقی روی عملکرد و اجزای عملکرد کنگد در کشت مخلوط با نخود، تعداد فندقه در بوته را به عنوان مهم ترین جزء تعیین کننده عملکرد دانه گزارش دادند.

عملکرد بیولوژیکی بالنگوی شهری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که بین تیمارهای کشت خالص و مخلوط اختلاف معنی داری از لحاظ عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. کشت خالص بالنگوی شهری به میزان ۲/۴۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیکی را داشت و در بین الگوهای کشت مخلوط نیز الگوی ۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی را تولید کرد. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی (۰/۶۴ تن در هکتار) نیز مربوط به الگوی ۲۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا مربوط بود (جدول ۲).

اوکیپارا (۲۰۰۰) اظهار داشت در کشت مخلوط به دلیل تراکم بیشتر نسبت به کشت خالص میزان نور دریافتی توسط کانوپی کاهش می یابد و به دنبال کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور (R/RF) و کاهش میزان تششعاعات فعال فتوسنتزی^۲ (PAR) افزایش ارتفاع گیاهان قابل پیش بینی است. نخ زری مقدم و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کشت مخلوط جو و خردل سبب افزایش ارتفاع بوته در این گیاهان گردید. اوکیپارا (۲۰۰۰) مشاهده کرد که در کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم بلبلی، کشت مخلوط سبب افزایش معنی دار ارتفاع لوبیا شد. قمری و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کرد که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه بدست آمد.

تعداد فندقه در ساقه اصلی و شاخه فرعی

اثر الگوهای مختلف کشت روی تعداد فندقه در ساقه اصلی و شاخه های فرعی بالنگوی شهری معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد فندقه در ساقه اصلی (۵۲/۵) مربوط به تیمار ۶۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا می باشد که با کشت خالص بالنگوی شهری و الگوی کشت ۲۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا اختلاف معنی داری نشان نداد. بیشترین تعداد فندقه در شاخه جانبی نیز به الگوی ۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ مربوط بود که با الگوهای کشت خالص بالنگوی شهری، ۶۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا و ۴۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا اختلاف معنی داری نداشت. کمترین تعداد فندقه در ساقه اصلی و شاخه های فرعی به ترتیب در الگوهای ۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا و ۲۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا مشاهده شد (جدول ۴).

نیز می‌توان به شرایط رقابتی مناسب، رشد متعادل گیاه و تراکم بالا نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط نسبت داد. حمزه ئی و سیدی (۲۰۱۴) اظهار نمودند در کشت مخلوط گندم و کلزا به علت رقابت بین گونه ای عملکرد بیولوژیکی نسبت به الگوی کشت خالص کاهش یافت.

بالا بودن عملکرد بیولوژیکی در کشت خالص بالنگو به دلیل بالا بودن تراکم کاشت و عدم وجود رقابت برون‌گونه‌ای می باشد. به طوریکه، با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیکی نیز افزایش یافته است. بالا بودن عملکرد بیولوژیکی در الگوی ۸۰٪ بالنگو + ۱۰٪ باقلا را

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بالنگوی شهری در کشت خالص و مخلوط با باقلا

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد روز تا گلدهی	تعداد فندقه در ساقه اصلی	تعداد فندقه در شاخه فرعی
کشت خالص باقلا	۳۳ c	۵۷/۷۵ a	۵۰/۳۵ ab	۱۴/۶۱ a
۲۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۳۷/۲۵ ab	۵۶/۰۰ ab	۴۸/۸۲ abc	۷/۰۲ b
۴۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۳۶/۵۳ b	۵۴/۲۵ bc	۴۴/۴۲ bc	۱۱/۳۶ ab
۶۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۳۹/۹ a	۵۵/۲۵ ab	۵۲/۵ a	۱۳/۸۶ a
۸۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۳۳ c	۵۲/۷۵ c	۴۳/۱۲ c	۱۴/۸۸ a

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بالنگوی شهری در کشت خالص و مخلوط با باقلا

تیمار	عملکرد بیولوژیکی (t.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (t.ha ⁻¹)	شاخص برداشت (%)
کشت خالص باقلا	۲/۴۶ a	۰/۸۱ a	۳۲/۶۱ a
۲۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۰/۶۴ c	۰/۱۶ b	۲۵/۹۶ b
۴۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۰/۷۲ c	۰/۱۹ b	۲۵/۴۸ b
۶۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۰/۷۶ c	۰/۱۷ b	۲۳/۵۰ b
۸۰: ۱۰۰ (النگوی شهری- باقلا)	۱/۱۲ b	۰/۲۹ b	۲۶/۲۱ b

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

عملکرد دانه

با توجه به تجزیه واریانس داده‌ها تاثیر الگوهای مختلف کشت بر روی عملکرد دانه بالنگوی شهری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین عملکرد دانه از تیمار کشت خالص بالنگوی شهری به میزان ۰/۸۱ تن در هکتار بدست آمد که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. در بین الگوهای کشت مخلوط بالاترین عملکرد دانه (۰/۲۹ تن در هکتار) به الگوی ۸۰٪ بالنگو + ۱۰٪ باقلا و کمترین میزان عملکرد دانه (۰/۱۶ تن در هکتار) به الگوی ۲۰٪ بالنگو + ۱۰٪ باقلا تعلق داشت که با بقیه تیمارهای کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

به نظر می رسد که افزایش عملکرد بالنگو در کشت مخلوط را می توان به افزایش تعداد فندقه در شاخه های فرعی نسبت به کشت خالص و تثبیت بیشتر نیتروژن در

نتیجه اثر مساعدتی باقلا نسبت داد (بازیک و همکاران ۲۰۰۶).

با وجود اینکه تعداد فندقه در بوته و تعداد دانه در بوته در الگوی کشت ۶۰٪ بالنگو + ۱۰٪ باقلا در حداکثر مقدار خود بود ولی با این حال عملکرد دانه پایینی داشت و علت آن را می‌توان به پایین بودن تراکم گیاهی نسبت داد. زیرا در کشت خالص بالنگوی شهری تعداد بوته در متر مربع ۴۰۰ عدد بود ولی این تعداد در نسبت‌های مخلوط به میزان ۲۰، ۴۰، ۶۰، و ۸۰ درصد کاهش داشت. بدیهی است که وزن دانه ۴۰۰ بوته بیشتر از ۸۰ بوته خواهد بود. همچنین گیاهی که در سایه گیاه قوی‌تر از خود (باقلا) قرار می‌گیرد رشد رویشی بیشتری نسبت رشد زایشی خواهد داشت و دانه‌های ریزی تولید می‌کند. به همین علت با وجود بالا بودن تعداد فندقه و تعداد دانه

بود و این امر می‌تواند نشان دهنده سازگاری این گیاه در کشت مخلوط با بالنگوی شهری باشد. LER جزئی گیاه بالنگوی شهری در همه تیمارها پایین‌تر از یک بود و می‌توان اظهار داشت که گیاه بالنگوی شهری در الگوهای کشت مخلوط به عنوان گیاه افزایشی بود که تراکم کاشت آن نسبت به کشت خالص در همه تیمارهای کشت مخلوط کمتر بود.

همچنین به علت کوچک بودن وزن و اندازه بوته و توان رقابتی پایین نسبت به گیاه باقلا، با افزایش نسبت بالنگوی شهری، LER جزئی آن به همان نسبت افزایش پیدا نکرده است. در مجموع LER تیمارهای مخلوط بالاتر از یک بود و از لحاظ افزایش تولید در واحد سطح، صرفه جویی در سطح زیر کشت و کشاورزی پایدار مطلوب ارزیابی می‌شود.

به طور کلی، در این آزمایش بالاترین LER بیولوژیکی و دانه برای کشت مخلوط باقلا و بالنگوی شهری در ترکیب تیماری ۸۰:۱۰۰ (بالنگوی شهری- باقلا) به ترتیب برابر با ۱/۴۸ و ۱/۶۴ می‌باشد، به این معنی که برای دستیابی به همین مقدار عملکرد از کشت خالص این دو گیاه به ۱/۴۸ و ۱/۶۴ هکتار زمین نیاز است. LER کلیه تیمارهای کشت مخلوط بزرگتر از یک بود. این موضوع نشان دهنده سودمند بودن کشت مخلوط باقلا و بالنگوی شهری می‌باشد و می‌تواند به دلیل وجود اختلافات مورفولوژیکی دو گونه و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و بهره‌برداری بهتر از نور و افق‌های مختلف خاک باشد. در واقع می‌توان گفت که این دو گیاه در کشت مخلوط توانسته‌اند با کارایی بیشتری از امکانات موجود بهره‌برداری کرده و عملکرد بیشتری تولید نمایند (امانی ماچیانی و همکاران ۲۰۱۸).

مجموع ارزش نسبی (RVT)

شاخص دیگری که برای ارزیابی کشت مخلوط مورد استفاده قرار گرفت، مجموع ارزش نسبی است. با توجه به داده‌های حاصل از جدول ۳، در بررسی مجموع ارزش نسبی باقلا نسبت به بالنگوی شهری، بیشترین مقدار از تیمار (۱۰۰:۸۰) بدست آمد. در کلیه تیمارها، مقدار مجموع ارزش نسبی بالاتر از یک به دست آمد که این نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی است. مجموع

در بوته، چون وزن بوته پایین است منجر به کاهش عملکرد می‌شود.

امانی ماچیانی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه خود روی کشت مخلوط باقلا و نعنای فلفلی نشان دادند که عملکرد نعنای فلفلی در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص بود. شفق و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند که الگوی کشت خالص گلرنگ بیشترین عملکرد دانه (۲۸۰/۶۲ گرم در متر مربع) را به خود اختصاص داد که با الگوهای کشت ۳۰٪ بالنگو+ ۱۰۰٪ گلرنگ و ۴۵٪ بالنگو+ ۱۰۰٪ گلرنگ اختلاف معنی داری نداشت.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها مشخص نمود اثر تیمارهای مختلف کشت بر روی شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت با ۳۲/۶۱ درصد مربوط به کشت خالص بالنگوی شهری بود که با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. پایین‌ترین شاخص برداشت نیز مربوط به الگوی ۶۰٪ بالنگو+ ۱۰۰٪ باقلا به میزان ۲۵/۵ درصد بود که با سایر تیمارهای مربوط به الگوهای کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری نداشت که این موضوع با کاهش عملکرد دانه به دلیل افزایش نسبت رشد رویشی به رشد زایشی در ارتباط می‌باشد (جدول ۲). خوشقدم و همکاران (۲۰۲۱) در آزمایش خود روی کشت مخلوط نخود و بالنگوی شهری، برتری شاخص برداشت نخود در کشت خالص را بیان داشتند. همچنین، اظهار نمودند بیشترین میزان شاخص برداشت (۵۲/۱) در بین الگوهای کشت مخلوط به الگوی ۴۰٪ بالنگو+ تراکم مطلوب نخود تعلق داشت.

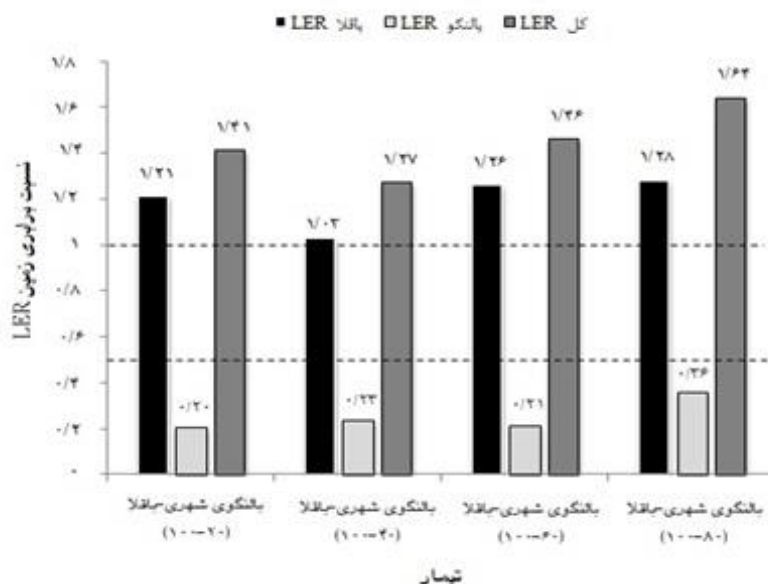
شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین کل برای عملکرد دانه در تمامی تیمارها بالاتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط به کشت خالص است. بالاترین LER دانه به میزان ۱/۶۴ از تیمار (۱۰۰:۸۰) بدست آمد و کمترین مقدار آن به میزان ۱/۲۷ مربوط به تیمار (۱۰۰:۴۰) بود (شکل ۲). LER جزئی گیاه باقلا در تمامی تیمارها بیشتر از یک

بود. علت این امر می‌تواند به دلیل بالاتر بودن قیمت بالنگوی شهری نسبت به باقلا باشد.

ارزش نسبی کشت مخلوط بالنگوی شهری - باقلا، بر حسب بالنگوی شهری کمتر از مقدار این شاخص بر حسب باقلا



شکل ۲- مقادیر کلی و جزئی LER عملکرد دانه در کشت مخلوط بالنگوی شهری و باقلا

جدول ۳- مقادیر مجموع ارزش نسبی برای باقلا و بالنگوی شهری

RVT _{LV}	RVT _{VL}	تیمار
۱/۲۳	۱/۴۵	۲۰:۱۰۰ (بالنگوی شهری - باقلا)
۱/۱۱	۱/۳۱	۴۰:۱۰۰ (بالنگوی شهری - باقلا)
۱/۲۷	۱/۵۰	۶۰:۱۰۰ (بالنگوی شهری - باقلا)
۱/۴۵	۱/۷۱	۸۰:۱۰۰ (بالنگوی شهری - باقلا)

RVT_{VL}: مجموع ارزش نسبی باقلا نسبت به بالنگوی شهری، RVT_{LV}: مجموع ارزش نسبی بالنگوی شهری نسبت به باقلا

سیاسگزاری

نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و بالاترین شاخص برداشت بالنگو از الگوی کشت خالص بدست آمد. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۶۴) و مجموع ارزش نسبی در الگوی کشت مخلوط ۸۰٪ بالنگو + ۱۰۰٪ باقلا بدست آمد.

منابع مورد استفاده

Ali Raza M, Zhiqi W, Shehryar Yasin H, Gul H, Qin R, Ur Rehman S, Mahmood A, Iqbal Z, Ahmed Z, Luo S, Juan C, Liang X, Gitari H, Bin Khalid MH, Feng Y, and Zhongming M. 2023. Performance, nutrient uptake, and land use advantage of cereal/legume intercropping systems. *Field Crops Research*, V 304. صفحات ناقص

Amani Machiani M, Javanmard A, Morshedloo, MR, Maggi, F. 2018. Evaluation of yield, essential oil content and compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Cleaner Production*, 171, 529-537.

- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332
- Bismillah khan, M and Khaliq A. 2004. Study of mung-bean intercropping in cotton planted with different thechnique. *Journal of research. Bahuaddin Zakanya University, Multan, Pakistan*, 15: 23-31.
- Dehghanian H, Nasrollahzadeh S and Shafaq-Koluvangh, J. 2013. Investigating the effect of the interference of natural weeds with grain corn in different planting densities. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 23(2). صفحات ناقص
- Hamzei J and Seyedi M. 2014. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare*) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) intercropping systems using advantageous indices of intercropping under weed interference Conditions. *Journals of Agronomy Sciences*, 5 (9): 1-12. (In Persian).
- Hamzei J, and Davoudian R. 2019. Evaluation of Agro physiological Indices and Yield Performance in Canola/Chickpea Intercropping. *Journal of Agro ecology*, 11(1): 245-259. (In Persian).
- Javanmard A, Amani-Machiani M, and Mousavi SB. 2018. Evaluation of Competition and advantage in Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Forage Pea (*Pisum sativum* L.) Intercropping Under Rainfed Condition. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 17(1).
- Qamari H, Shafaq Kalvanq J, Sabbaghpour SH and Dabagh Mohammadi Nasab A. 2016. Evaluation of the growth and yield of Balangu in mixed cropping with purslanes under the influence of nitroxin and urea bio fertilizers. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, volume 27(1). صفحات ناقص
- Khoshghadam-Pirehyousefan V, Zehtab Salmasi S, and Shafaq Kalvanagh J. 2021. Effect of Different Planting Patterns on Agronomic Characteristics of two Cultivars of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Intercropping with Dragon's Head (*Lallemantia iberica*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, volume 31(3): 19-29.
- Pouramir F, Nasiri MAhallati M, Kocheiki A, and Ghorbani R. 2010. Investigating the effect of different cultivation combinations on the yield and yield components of sesame and chickpea in mixed cultivation of increasing series. *Iranian Journal of Field Crops Research*, volume 8(3): 393-402.
- Pourtaghi N. 2013. Corn and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping. Master's thesis in the field of agriculture, Faculty of Agriculture, Tabriz University.
- Li Q, Wu L, Chen J, Khan MA, Luo X, and Lin W. 2016. Biochemical and microbial properties o rhizospheres under maize/peanut intercropping. *Journal of Integrative Agriculture*. 15, 101-110.
- MacLaren C, Waswa W, Aliyu KT, Claessens L, Mead A, Schob C, Vanlauwe B, and Storkey J. 2023. Predicting intercrop competition, facilitation, and productivity from simple functional traits. *Field Crops Research*, 297, 1-15.
- Nakhazri Moghadam A, Chai-Chi MR, Mazaheri D, Rahimian Mashhadhi H, Majnoon Hosseini N and Nourinia A. 2018. Effect of intercropping of corn and green mung bean on yield, land equal ration (LER) and some quality characteristics of fodder. *Journal of Agricultural Plant Sciences*, 151-159.
- Okpara DA. 2000. Growth and yield of maize and vegetable cowpea as influenced by intercropping and nitrogen fertilizer in the lowland humid tropics. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 2: 188-194.
- Shafagh-Kolvanagh J, Nasrollahzadeh S, Sorkhi F, and Ghaderi M. 2022. Investigating the yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius*) in intercropping with Dragon head (*Lallemantia iberica*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(4). صفحات ناقص