

## Study of Morphological Characteristics, Grain Yield and some Evaluation Indices of beans and basil intercropping

Safar Nasrollahzadeh<sup>1</sup>, Saeed Zehtab Salmasi<sup>2</sup>, Soniya Haghverdi<sup>3</sup>, Roghiyeh Farzi-Aminabad<sup>4\*</sup>

Received: 13 September 2022 Accepted: 01 June 2023

1- Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2- Center for Sustainable Agriculture Studies, School of Plant and Environmental Sciences, University of New Mexico, USA

3- Master of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran.

4- PhD Student in Crop Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

\*Corresponding Author: Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

### Abstract

**Background & Objective:** Intercropping increases production, soil fertility and soil erosion control and generally the optimal use of resources. Thus, different morphological traits, grain yield and the evaluation indices were evaluated.

**Materials & Methods:** Different patterns of Partial Additive intercropping included: 1) intercropping with 50% ratio of basil mobarake cultivar at optimal density of monoculture and optimal density of bean, 2) basil mobarake cultivar 75% and optimal density of bean, 3) basil mobarake cultivar 100% and optimal density of bean, 4) basil tailandi cultivar 50% and optimal density of bean, 5) basil tailandi cultivar 75% and optimal density of bean, 6) basil tailandi cultivar 100% and optimal density of bean, 7) bean monoculture, 8) basil mobarake cultivar monoculture, 9) basil tailandi cultivar monoculture.

**Results:** Results showed the highest yield of bean and basil was recorded in monoculture and highest dry weight, fresh weight, percentage and essential oil yield of basil were observed recorded in monoculture of basil tailandi cultivar at the first harvesting under different intercropping pattern.

**Conclusion:** According to the Land Equivalent Ratio and Total Relative Value, pattern of optimal bean density and 100% basil tailandi cultivar density was superior than other patterns and more beneficial than monocultures.

**Keywords:** Basil, Bean, Green Cover, Intercropping, Yield

## بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، محصول دانه و برخی شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط لوبیا و ریحان

صفر نصراله زاده<sup>۱</sup>، سعید زهتاب سلماسی<sup>۲</sup>، صونیا حقوردی<sup>۳</sup>، رقیه فرضی امین آباد<sup>۴\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۱

۱- استاد گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- مرکز مطالعات کشاورزی پایدار، دانشکده علوم گیاهی و محیطی، دانشگاه نیومکزیکو، آمریکا

۳- کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

\* مسئول مکاتبه: Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

### چکیده

اهداف: کشت مخلوط موجب افزایش تولید، حفظ حاصلخیزی خاک و کنترل فرسایش و در مجموع بهره‌برداری بهینه از منابع می‌شود. بر این اساس، صفات مختلف مورفولوژیکی، محصول دانه و شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط افزایشی لوبیا و ریحان مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: الگوهای مختلف کشت مخلوط شامل (۱) کشت مخلوط افزایشی با نسبت ۵۰٪ ریحان رقم مبارکه و تراکم مطلوب لوبیا، (۲) ۷۵٪ ریحان رقم مبارکه و تراکم مطلوب لوبیا، (۳) ۱۰۰٪ ریحان رقم مبارکه و تراکم مطلوب لوبیا، (۴) ۵۰٪ ریحان رقم تایلندی و تراکم مطلوب لوبیا، (۵) ۷۵٪ ریحان رقم تایلندی و تراکم مطلوب لوبیا، (۶) ۱۰۰٪ ریحان رقم تایلندی و تراکم مطلوب لوبیا، (۷) کشت خالص لوبیا، (۸) کشت خالص ریحان رقم مبارکه و (۹) کشت خالص ریحان رقم تایلندی می‌باشند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین محصول دانه لوبیا و ریحان در کشت خالص ثبت گردید و بیشترین وزن خشک، وزن تر، درصد و عملکرد اسانس ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت مربوط به کشت خالص ریحان رقم تایلندی به ویژه در چین اول به خود اختصاص داده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به شاخص‌های نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی، الگوی کشت تراکم مطلوب لوبیا و تراکم ۱۰۰ درصد ریحان رقم تایلندی بر سایر الگوها برتری داشته و سودمندی بیشتری نسبت به کشت خالص داشت.

واژه‌های کلیدی: درصد پوشش سبز، ریحان، عملکرد، کشت مخلوط، لوبیا

### مقدمه

تغذیه انسان نقش ارزنده‌ای دارد. افزایش جمعیت و نیاز به تأمین غذای بشر مهمترین نیروی محرکه در تغییر

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) هم از حبوبات دارای پروتئین باارزش می‌باشد که در

تنوع بوم شناختی و اقتصادی باعث افزایش تولید یا سودمندی عملکرد، استفاده کارآمدتر از منابع آب، زمین، زمان، نیروی کار و عناصر غذایی، کاهش مشکلات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و بهبود شرایط اجتماعی مانند ثبات بیشتر اقتصادی می‌شود (ژوانگ و همکاران ۲۰۱۹). کشت مخلوط به عنوان یکی از سیستم‌های کشاورزی پایدار، به دلیل تنوع و سود حاصل از آن در واحد سطح و واحد زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (امانی ماچپانی و همکاران ۲۰۱۹). کشت لگوم‌ها در مخلوط با گراس‌ها مزیت‌های زیادی دارد که موجب سازگاری با محیط زیست و عملکرد پایدار می‌شود (داچن و همکاران ۲۰۱۷)، از مهمترین دلایل افزایش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، استفاده بهتر از منابع محیطی مانند نور، آب، نیتروژن و عناصر غذایی موجود در خاک می‌باشد، در واقع افت رقابت منفی بین گیاهان کشت شده در کشت مخلوط علت اصلی افزایش عملکرد است (زاو و همکاران ۲۰۱۸). درصد و کیفیت اسانس حاصل از نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) در کلیه الگوهای کشت مخلوط با سویا (*Glycine max* L.) نسبت به کشت خالص افزایش یافت، بنابراین، کشت مخلوط گیاهان دارویی به همراه لگوم منجر به افزایش اجزای عملکرد، کمیت و کیفیت گیاهان دارویی می‌شود (امانی ماچپانی و همکاران ۲۰۱۸). بنابراین، این پژوهش برای بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، محصول دانه و برخی شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط لوبیا و ریحان جهت رسیدن به اهداف تولید پایدار محصولات زراعی طراحی و اجرا گردید.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز با ارتفاع ۱۳۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا و متوسط بارش سالیانه ۲۵۷ میلی متر، به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. الگوهای کشت مخلوط شامل: P40 کشت خالص لوبیا، Sb M40 کشت خالص ریحان رقم مبارکه، Sb T40

سیستم‌های کشاورزی و میزان فشردگی و وابستگی آن-ها بوده است. با افزایش رو به رشد جمعیت انسان، در آینده تقاضای جهانی برای منابع غذایی نیز افزایش خواهد یافت. براساس تجربیات اخیر در کشاورزی، مشخص شده است که تولید زیاد و فشرده محصولات کشاورزی، با وجود آثار منفی بر نظام‌های طبیعی، کیفیت محیط و تهدید پایداری سیستم‌های کشاورزی، غیر قابل تحمل خواهد بود. بنابراین نیاز به طراحی و اجرای سیستم‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا به تدریج افزایش می‌یابد (جوانشیر و همکاران ۲۰۰۰). شیوه مدیریتی کشت مخلوط گیاهان زراعی یکی از جنبه‌های مهم کشاورزی پایدار است که با افزایش تنوع اکولوژیک باعث استفاده کارآمدتر از منابعی مانند زمین، آب، نور و کاهش آسیب پذیری در برابر بیماری‌ها، ارتقای فعالیت-های میکروارگانیسمی خاک و افزایش ثبات در نظام‌های کشاورزی می‌شود (وانگ و همکاران ۲۰۱۷). در علوم کشاورزی چشم داشت به قوانین طبیعی به شکل‌های مختلف متجلی شده است که نمونه آن کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش و مدیریت است که می‌تواند در بلندمدت از نظر بیولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد. یکی از راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی پایدار به کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های متفاوت در زراعت می‌باشد (استرایدهورست و همکاران ۲۰۰۸). در نواحی خشک و نیمه خشک مانند ایران، آب عامل محدود کننده زمان کشت و کار و در نتیجه تولید بوده و باید سعی نمود که با حداکثر بهره‌برداری از آب موجود میزان تولید را افزایش داد. در بسیاری از مناطق دنیا پذیرفته شدن کشت مخلوط به عنوان روشی مرسوم از مدیریت اکوسیستم-های زراعی، ثابت کرده است که این نوع کشت می‌تواند مزایای مشخصی را برحسب درجه تنوع در زمان و مکان داشته باشد (بانیک و همکاران ۲۰۰۶). کشت مخلوط دارای کارایی بالا در استفاده از عوامل محیطی و حفاظت بیشتر محصولات در برابر شرایط نامساعد محیطی است (هونگ و همکاران ۲۰۱۹). کشت مخلوط ضمن افزایش

زمین آزمایش اضافه گردید. بذره‌های لوبیا قبل از کاشت توسط قارچ‌کش بنومیل ۰/۵ درصد با دز ۲ در هزار ضدعفونی شدند. بذره‌های لوبیا رقم خمین از مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمانشاه تهیه شد. عملیات کاشت هر دو گیاه تقریباً به طور همزمان انجام گردید. بذره‌های لوبیا با فاصله ۵ سانتی‌متر به صورت دستی و به روش ردیفی در عمق ۲-۳ سانتی‌متری در یک طرف پشته کاشته شد. تراکم کاشت برای لوبیا ۴۰ بذر در متر مربع بود. بذره‌های ریحان (رقم مبارکه و رقم تایلندی) با تراکم‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تراکم مطلوب (۸۰ بوته در متر مربع) و به صورت کپه‌ای در عمق یک سانتی‌متر در طرف دیگر پشته کاشته شدند و روی آن‌ها با ماسه نرم و مرطوب پوشانیده شدند. ریحان بسته به الگوی کاشت مخلوط با فواصل روی ردیف مختلف در کنار لوبیا قرار گرفت. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری انجام پذیرفت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۷ روز یکبار به صورت جوی و پشته انجام شد. عملیات تنک کردن هر دو گیاه در مرحله ۳-۴ برگی انجام شدند، و علف‌های هرز مزرعه در طول رشد و نمو با دست وجین گردیدند.

کشت خالص ریحان رقم تایلندی، P40/Sb M20 لوبیا + ۵۰٪ ریحان رقم مبارکه، P40/Sb M30 لوبیا + ۷۵٪ ریحان رقم مبارکه، P40/Sb M40 لوبیا + ۱۰۰٪ ریحان رقم مبارکه، P40/Sb T20 لوبیا + ۵۰٪ ریحان رقم تایلندی، P40/Sb T30 لوبیا + ۷۵٪ ریحان رقم تایلندی، P40/Sb T40 لوبیا + ۱۰۰٪ ریحان رقم تایلندی می‌باشند. کشت مخلوط براساس روش افزایشی جزئی انجام گرفت. لوبیا به عنوان گیاه اصلی و ریحان به عنوان محصول ثانوی در نظر گرفته شد. برای تهیه زمین مورد نظر ابتدا در فصل بهار با گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق زده شد. سپس جهت خرد کردن کلوخه‌ها دو بار دیسک در جهت عمود بر هم زده شد. به دنبال آن زمین، تسطیح گردید. سپس با استفاده از دستگاه فارو جوی و پشته‌هایی با فواصل ۵۰ سانتی‌متر در زمین ایجاد شد. به دنبال آن کرت بندی و تفکیک بلوک‌های آزمایش صورت گرفت. همچنین جهت تفکیک کرت‌ها از یکدیگر یک پشته نکاشت در نظر گرفته شد. قبل از کاشت به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و در مرحله رویشی و گلدهی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی اوره به

جدول ۱- مشخصات خاک منطقه مورد آزمایش

شوری	pH	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت	ماده آلی	نیترژن (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۴۷۵	۷/۷۵	۱۵	۲۰	۶۵	لوم شنی	۰/۷۶	۰/۰۸	۶۱	۳۰۴

درصد پوشش گیاهی در یک متر مربع از زمین به حساب می‌آید. اندازه گیری ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی لوبیا و ریحان در ابتدای مرحله گلدهی با انتخاب ۸ بوته از هر گونه و علامت گذاری آن‌ها با نوارهای قرمز رنگ، به طور تصادفی از ردیف‌های وسطی هر واحد آزمایشی صورت گرفت.

### صفات فیزیولوژیکی

برای اندازه گیری شاخص محتوای کلروفیل برگ از کلروفیل سنج CCM-200 در مرحله گلدهی لوبیا و ریحان استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها از سه قسمت برگ‌های بالایی، میانی و پایینی کانوپی دو گونه صورت گرفت و

### اندازه‌گیری‌ها

#### صفات مورفولوژیکی

برای تعیین درصد پوشش سبز از چهارچوبی به ابعاد ۱۰۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر استفاده شد. سطح داخلی این چهارچوب به وسیله ریسمان به صد قسمت مساوی تقسیم و چهار تا پایه متحرک در چهار گوشه آن تعبیه شد. این وسیله در داخل واحد آزمایشی طوری قرار داده می‌شد که با مشاهده پوشش گیاهی از سمت فوقانی آن، ارزیابی پوشش گیاهی امکان‌پذیر باشد. به هر یک از تقسیمات صدتایی چهارچوب که حداقل ۵۰ درصد آن با پوشش گیاهی پر می‌شد، نمره ۱ و در غیر این صورت هیچ نمره‌ای به آن داده نمی‌شد. مجموع نمرات تخمینی

در نهایت میانگین آن‌ها به عنوان شاخص کلروفیل در نظر گرفته شد.

#### درصد و عملکرد اسانس

هنگام رسیدگی کامل ریحان، برداشت به منظور تعیین عملکرد اسانس از ردیف‌های میانی بعد از حذف حاشیه‌ها به صورت دستی صورت گرفت. برای خشک کردن نمونه‌های ریحان جهت استخراج اسانس، نمونه‌ها ۸ روز در سایه قرار گرفتند تا به خوبی خشک شده و بالاترین میزان اسانس در آن حفظ گردد. اندازه‌گیری اسانس نمونه‌ها، به روش تقطیر با بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد. نمونه‌ها مخلوطی از ساقه، برگ و گل ریحان بود. درصد و عملکرد اسانس با استفاده از روش‌های زیر محاسبه گردید:

$$\text{عملکرد ماده خشک در واحد سطح} \times \text{درصد اسانس} = \frac{\text{وزن اسانس حاصل از نمونه ماده خشک (g)}}{\text{وزن نمونه ماده خشک (g)}} \times 100$$

عملکرد ماده خشک در واحد سطح  $\times$  درصد اسانس = عملکرد اسانس

$$RVT = (aP_1 + bP_2) / aM_1$$

در این رابطه  $a$ ، قیمت محصول اصلی،  $b$ ، قیمت محصول ثانوی،  $P_1$  و  $P_2$  به ترتیب عملکرد مخلوط محصول اصلی و فرعی،  $M_1$  حداکثر عملکرد خالص محصول اصلی است. اگر مقدار  $RVT$ ، بزرگتر از یک باشد کشت مخلوط دارای مزیت بوده و اگر  $RVT$  کوچکتر از یک باشد، کشت خالص دارای مزیت اقتصادی خواهد بود، در صورتی که اگر  $RVT$  برابر با یک باشد، این دو روش از نظر اقتصادی مزیتی بر یکدیگر ندارند (جوانشیر و همکاران، ۲۰۰۰).

#### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC و SPSS و رسم نمودارها و شکل‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت.

#### محصول دانه لوبیا و ریحان

به منظور اندازه‌گیری محصول دانه لوبیا و ریحان تعداد ۱۰ بوته از هر واحد آزمایشی برداشت گردید و محصول دانه هر بوته تعیین و میانگین آن‌ها به عنوان محصول دانه هر واحد آزمایشی ثبت گردید.

#### وزن تر و خشک لوبیا و ریحان

در زمان رسیدگی بوته‌ها با حذف ردیف‌های حاشیه و بوته‌های ابتدا و انتهای ردیف‌های وسط، کلیه بوته‌های ریحان و لوبیا برداشت و بعد از جدا شدن دانه‌ها، بخش‌های رویشی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین گردیدند.

#### نسبت برابری زمین (LER)

این معیار توسط رابطه زیر و به صورت استاندارد محاسبه شد (پاپندیک ۱۹۷۷):

$$LER = (Y_{ij} / Y_{ii}) + (Y_{ji} / Y_{jj})$$

که در آن  $Y$  عملکرد در واحد سطح،  $Y_{ij}$  و  $Y_{ji}$  عملکرد کشت خالص دو گیاه  $i$  و  $j$  و  $Y_{ii}$  و  $Y_{jj}$  عملکرد مخلوط‌ها هستند.  $L_i$  و  $L_j$  مقادیر نسبی  $LER$  هستند که معرف نسبت عملکرد گیاهان  $i$  و  $j$  در کشت مخلوط به کشت خالص آن‌ها است (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵). زمانی که  $LER$  مساوی یک باشد، کشت مخلوط هیچ مزیتی بر تک کشتی ندارد. اگر مقدار  $LER$  کوچکتر از یک باشد، کشت خالص و اگر  $LER$  بزرگتر از یک باشد در این صورت کشت مخلوط ترجیح داده می‌شود (جوانشیر و همکاران، ۲۰۰۰).

#### مجموع ارزش نسبی (RVT)

برای برآورد شاخص مجموع ارزش نسبی معادله زیر مورد بهره‌برداری قرار گرفت:

## نتایج و بحث

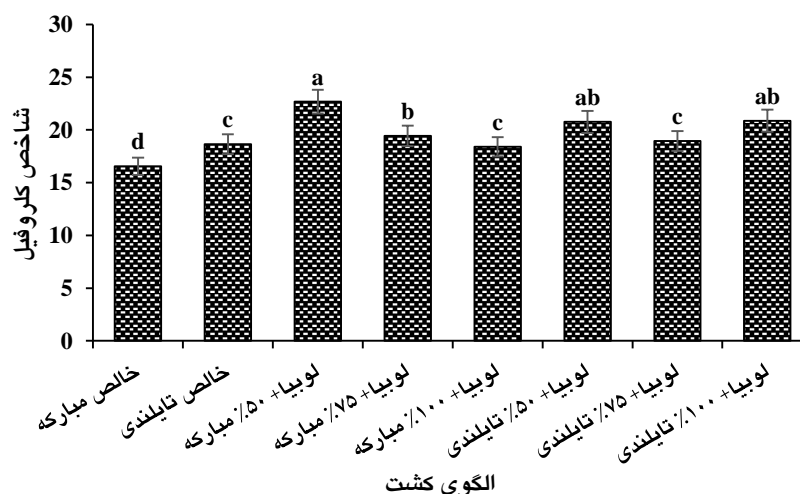
## شاخص کلروفیل برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات الگوهای مختلف کشت روی شاخص کلروفیل لوبیا نشان می‌دهد که الگوهای کشت اثر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل لوبیا نداشت ولی شاخص کلروفیل ریحان به طور معنی‌داری تحت تأثیر الگوهای کشت قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین شاخص کلروفیل ریحان (شکل ۱) نشان می‌دهد که الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۵۰ درصد رقم مبارکه بیشترین شاخص کلروفیل را داشته که اختلاف

معنی‌داری با الگوهای لوبیا با تراکم ۵۰ درصد رقم تایلندی و لوبیا با تراکم ۱۰۰ درصد تایلندی ندارد و کمترین آن مربوط به الگوی کشت خالص رقم مبارکه می‌باشد. قوش و همکاران (۲۰۰۶) در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بالاتر بوده است، آنان علت این امر را به سایه اندازی این دو گیاه روی همدیگر و نیتروژن تثبیت شده توسط سویا نسبت دادند.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر شاخص کلروفیل لوبیا و ریحان

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
شاخص کلروفیل لوبیا	شاخص کلروفیل ریحان	۲	تکرار
۶/۶	۱/۴۳	۷	الگوی کاشت
۴/۲ <sup>ns</sup>	۲۲/۵۱*	۱۴	اشتباه آزمایشی
۲/۱۹	۶/۸۱	-	ضریب تغییرات (%)
۷/۸۴	۱۲/۳۶		



شکل ۱- تغییرات شاخص کلروفیل ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با لوبیا  
حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

## درصد پوشش سبز

تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت بر درصد پوشش سبز کشت مخلوط لوبیا و ریحان نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر روی این ویژگی می‌باشد (جدول ۲). بیشترین درصد پوشش سبز

از کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی به دست آمد، با این وجود اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و الگوهای کشت لوبیا با ۵۰٪ رقم تایلندی و لوبیا با ۷۵٪ تایلندی وجود نداشت. کمترین درصد پوشش از کشت خالص رقم مبارکه به دست آمد. سایر الگوهای کشت

پوشش سبز در الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۵۰٪ رقم تایلندی و لوبیا با ۷۵٪ رقم تایلندی می‌تواند به دلیل ارتفاع بوته بالاتر و تعداد برگ بیشتر لوبیا در این الگوهای کشت باشد (جدول ۵).

مخلوط نیز پوشش سبز بیشتری نسبت به کشت‌های خالص ایجاد کردند. تغییرات حاصل نشان می‌دهد که با افزایش نسبت گیاه دوم یعنی ریحان در کشت مخلوط با لوبیا، درصد پوشش گیاهی نیز افزایش پیدا کرده و نسبت به کشت خالص برتری می‌یابد (شکل ۲). بالا بودن درصد

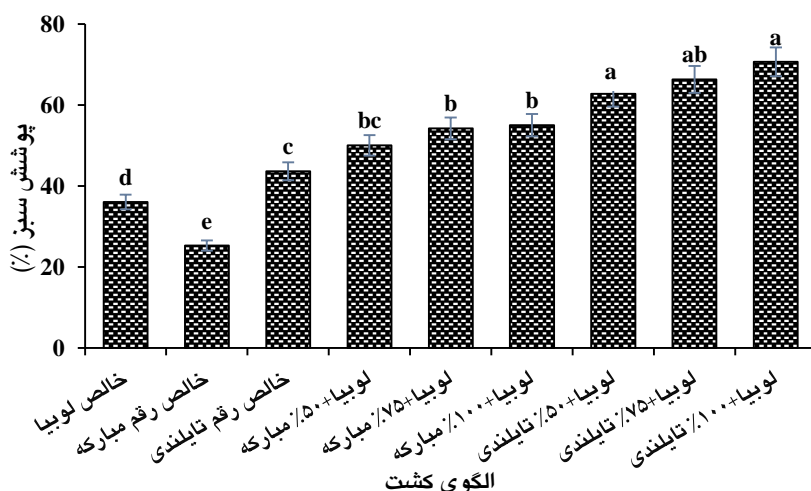
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر درصد پوشش سبز لوبیا و ریحان

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
درصد پوشش سبز		
۴/۱۱	۲	تکرار
۶۵۱/۱۶**	۸	الگوی کاشت
۲/۶۵	۱۶	اشتباه آزمایشی
۷/۸۳	-	ضریب تغییرات %

\*\* معنی داری در سطح احتمال ۱٪ را نشان می‌دهد.

کشت مخلوط را نسبت به تک کشتی گزارش کرده‌اند. رضایی چیاپه (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ذرت و باقلا عنوان کرد که درصد پوشش سبز در کشت خالص ذرت کمتر از کشت مخلوط با باقلا بوده است و بیشترین درصد پوشش سبز در کشت مخلوط با تراکم ۵۰ بوته باقلا به دست آمده است. با افزایش تراکم باقلا بر درصد پوشش سبز کانوپی مخلوط افزوده شده است.

در کشت مخلوط، برای استفاده مناسب از عوامل محیطی یک الگوی مطلوب مورد نیاز است، به طوری که گیاهان قادر باشند در کمترین زمان کلیه آشیان‌های ممکن را اشغال کنند و به عبارت دیگر آشیان‌های بوم شناختی متفاوتی را داشته باشند. این رشد واگرا موجب می‌شود که گونه‌ها به شکل مکمل عمل کنند. این حالت در کشت مخلوط اتفاق می‌افتد (واندرمیر ۱۹۹۸). لین و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش درصد پوشش سبز در



شکل ۲- اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و ریحان بر درصد پوشش سبز

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

الگوی کاشت روی تعداد شاخه‌های فرعی، شاخص کلروفیل، وزن تر و وزن خشک از لحاظ آماری اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات الگوهای مختلف کشت روی برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی لوبیا نشان می‌دهد ارتفاع بوته و تعداد برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفته‌اند، ولی

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و محصول دانه لوبیا در الگوهای مختلف کشت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	شاخه‌های فرعی	وزن تر کل	وزن خشک کل	محصول دانه	میانگین مربعات	
تکرار	۲	۲/۹۷	۹/۲۳	۳۵	۱۲۲۸۶/۵	۸۲۴/۲۳	۱۰۸۷/۸۸		
الگوی کاشت	۶	۳۸۳/۱۵**	۳۶۱/۵۴**	۰/۸۰۴ <sup>ns</sup>	۱۵۰۷۶/۴۱ <sup>ns</sup>	۶۷۶/۳۶ <sup>ns</sup>	۵۲۳۴/۸۴**		
اشتباه آزمایشی	۱۲	۵/۸۵	۸/۶	۵۱	۳۲۶۱/۹۱	۶۳۲/۸۴	۵۸۰/۲۷		
ضریب تغییرات %	-	۱۵/۱۴	۱۶/۹۴	۱۲/۹	۲۵/۹۷	۱۹/۴۵	۱۲/۹۳		

ns و \*\* به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ می باشد.

### ارتفاع بوته لوبیا

براساس نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیشترین ارتفاع بوته لوبیا از کشت خالص (۶۰/۱۶ سانتی‌متر) به دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کشت مخلوط لوبیا با ۵۰ درصد رقم تایلندی (۵۵/۹۶ سانتی‌متر) نداشت. کمترین ارتفاع بوته لوبیا نیز در تیمار کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم مبارکه (۳۰/۲۶ سانتی‌متر) ثبت گردید. ارتفاع بوته‌های رقم مبارکه در مقایسه با رقم تایلندی بیشتر بود و به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته‌های ریحان رقم مبارکه سایه اندازی بیشتری روی لوبیا صورت گرفته و ارتفاع بوته‌های لوبیا کاهش پیدا نموده است. تغییرات ناشی از اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط روی لوبیا نشانگر آن است که با افزایش تراکم گیاه دوم در مخلوط ارتفاع بوته لوبیا کاهش یافته است. می‌توان اظهار داشت که این تغییرات ناشی از برتری رقابت برون گونه‌ای به رقابت درون گونه‌ای بوده باشد. نجفی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کشت مخلوط افزایشی ذرت با گاوآنه و لوبیا موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته ذرت نسبت به تک

کشتی آن شد. آرژه (۲۰۰۶) نتیجه گرفت که ارتفاع بوته سورگوم در کشت‌های خالص بیشتر از کشت‌های مخلوط بود. راعی (۱۹۹۸) و رضایی چیاپه (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. ابوحسین و همکاران (۲۰۰۵) یکی از دلایل کاهش ارتفاع بوته گیاهان را در کشت مخلوط با لگوم‌ها به رقابت برای جذب نیتروژن توسط گونه غیر لگوم نسبت دادند. تونا و اوراک (۲۰۰۷) در کشت مخلوط با یولاف گزارش کرده‌اند که کاهش یا افزایش ارتفاع بوته گیاهان به شدت رقابت بین دو گیاه بستگی دارد. الحاجی (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نتیجه مشابهی را به دست آورد.

### تعداد برگ در بوته لوبیا

مقایسه میانگین تعداد برگ در بوته لوبیا نشان می‌دهد که کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر الگوهای کشت به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ در بوته را تولید کردند (جدول ۵). می‌توان گفت که تولید بیشترین برگ در بوته در کشت خالص به دلیل عدم



اختلاف معنی‌داری در میزان تولید برگ در بوته ذرت در کشت مخلوط با کدوی تخم کاغذی در مقایسه با کشت خالص ذرت مشاهده نمی‌شود. همچنین آرژه (۲۰۰۶) در کشت مخلوط سورگوم با ماشک نتیجه گرفت که ماشک گل خوشه‌ای تأثیری بر تعداد برگ در بوته سورگوم ندارد.

وجود رقابت برون گونه‌ای حاصل شده است. تغییرات حاصله حاکی از آن است که با افزایش تعداد بوته‌های ریحان تعداد برگ بوته لوبیا کاهش یافته است. طبق گزارش ابوحسین و همکاران (۲۰۰۵) در کشت مخلوط لوبیا - پیاز - کاهو تعداد برگ لوبیا کمتر از کشت خالص به دست آمد. خرمی وفا (۲۰۰۶) نیز نتیجه گرفت که

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر الگوهای مختلف کاشت بر روی صفات مورفولوژیک

لوبیا در مخلوط با ریحان

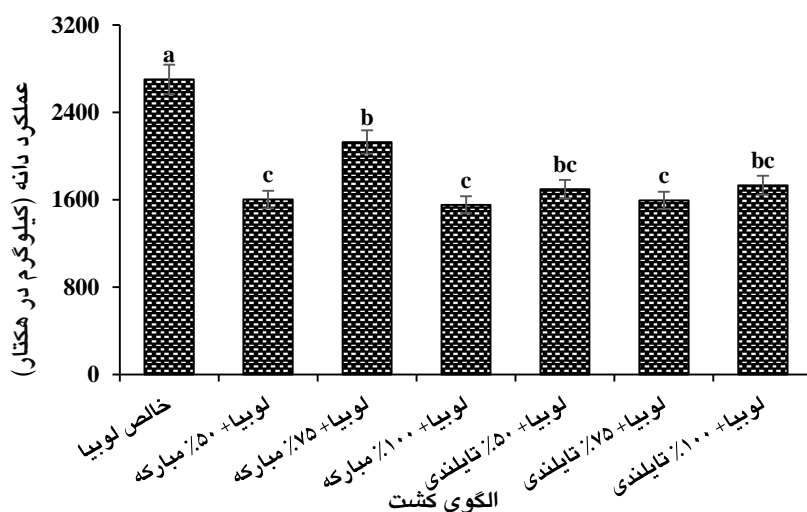
تعداد برگ	ارتفاع بوته (cm)	الگوی کاشت
۶۰a	۶۰/۱۶a	کشت خالص لوبیا
۴۵/۵۶b	۳۷/۶۳c	لوبیا + ۵۰٪ مبارکه
۳۷/۷c	۳۳/۴۶cd	لوبیا + ۷۵٪ مبارکه
۳۷/۳۳c	۳۰/۶۶d	لوبیا + ۱۰۰٪ مبارکه
۴۵b	۵۵/۹۶a	لوبیا + ۵۰٪ تایلندی
۳۱/۰۶cd	۴۷/۵۶b	لوبیا + ۷۵٪ تایلندی
۲۶/۷d	۳۹/۴۰c	لوبیا + ۱۰۰٪ تایلندی

حروف مشترک در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

درصدی ارزش با کشت خالص آن مشاهده نشد و دلیل محصول یکسان کشت مخلوط و خالص در استفاده کارآمد ارزش از منابع در کشت مخلوط بیان شده است (حسینی و همکاران ۲۰۰۳). تومار و همکاران (۱۹۸۸) علت افت محصول ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌های دانه‌ای را به رقابت لگوم‌ها برای جذب عناصر غذایی یا کمبود انتقال نیتروژن نسبت داده‌اند. براساس نتایج علیزاده و همکاران (۲۰۰۹) در کشت مخلوط لوبیا و ریحان بذری، کشت خالص لوبیا دارای بالاترین محصول دانه بود، هر چند اجزای محصول در کشت مخلوط (تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته) به طور معنی‌داری بالاتر از کشت خالص بود. در مطالعه اثر کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) بر محصول دانه و ماده خشک معلوم گردید که ترکیب ۵۰ درصد از هر دو گیاه به صورت یک ردیف در میان نسبت به تمام ترکیب‌های دیگر برتری داشت و با افزایش تراکم ذرت در مخلوط بر محصول دانه ذرت افزوده شد (کوچکی و همکاران ۲۰۰۹).

محصول دانه لوبیا

مقایسه میانگین محصول دانه لوبیا در الگوهای مختلف کشت مخلوط با ریحان (شکل ۳)، نشان می‌دهد که بیشترین محصول دانه لوبیا در کشت خالص با اختلاف معنی‌دار نسبت به الگوهای کشت مخلوط با تولید (۲۷۰/۳) گرم در مترمربع به دست آمد، این در حالی است که الگوهای کشت مخلوط لوبیا با ۵۰ درصد رقم مبارکه، لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم مبارکه و لوبیا با ۷۵ درصد رقم تایلندی، کمترین مقدار عملکرد دانه را نشان دادند و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. دلیل این امر می‌تواند افزایش رقابت به علت حضور ریحان در حالت‌های کشت مخلوط و عدم کنترل علف‌های هرز باشد که سبب کاهش منابع محیطی در دسترس گیاه زراعی می‌گردد. گزارش شده است که در کشت مخلوط ارزش لوبیا چشم بلبلی بیشترین محصول هر یک از گیاهان در کشت خالص آن‌ها به دست آمد. در این تحقیق افزایش نسبت ارزش در مخلوط سبب کاهش معنی‌دار محصول لوبیا چشم بلبلی شد، این در حالی است که در خصوص محصول ارزش، تفاوت معنی‌داری بین نسبت‌های ۷۵ و ۵۰



شکل ۳- تغییرات محصول دانه لوبیا تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با ریحان

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

معنی‌دار بوده، ولی روی تعداد برگ در بوته اثر معنی‌داری نداشت. در چین دوم نیز اثر الگوهای کشت روی ارتفاع بوته و صفات وزن تر و وزن خشک کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت بر روی برخی صفات مورفولوژیکی ریحان (جدول ۶) در دو چین نشان می‌دهد که در چین اول اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط روی وزن تر و وزن خشک در سطح احتمال یک درصد و روی ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی و محصول دانه ریحان در الگوهای مختلف کشت حاصل از دو چین

میانگین مربعات						چین
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ	وزن تر کل	وزن خشک کل	
بلوک	۲	۹/۰۴	۰/۳۶	۱۱۰/۷۶	۰/۳۴۱	چین اول
الگوی کاشت	۷	۱۲۵/۹۴*	۱۳۰/۸۷ <sup>ns</sup>	۵۴۱۴۲/۷**	۱۴۷۶/۸۸**	
خطا	۱۴	۲/۰۶	۶۹/۳۷	۱۱۳/۵۴	۵/۲۸	
ضریب تغییرات %	-	۹/۴۶	۲۵/۳۶	۲۰/۳۳	۱۰/۲۱	چین دوم
بلوک	۲	۱۲/۱۲۶	۵۳/۳۲	۲۵۳/۷۲	۷/۹۷	
الگوی کاشت	۷	۱۵۱/۴۵**	۴۷/۱۴ <sup>ns</sup>	۱۲۰۱۳/۴**	۹۲/۱۳۲**	
خطا	۱۴	۰/۵۵۴	۶۷/۵	۱۵۶/۷۶	۱۰/۸۵	
ضریب تغییرات %	-	۵/۷	۲۱/۴۴	۱۵/۳۲	۱۳/۳۲	

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

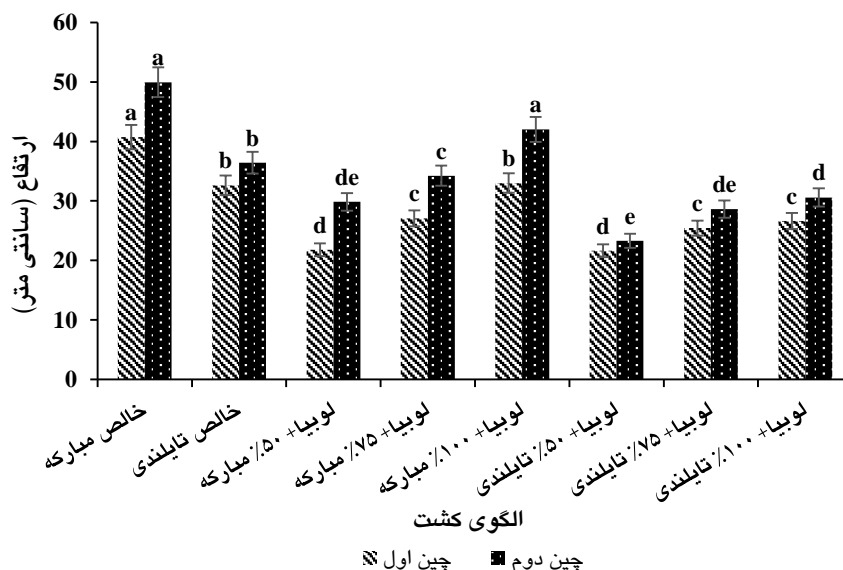
داده است. در چین دوم الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰٪ ریحان رقم مبارکه بدون اختلاف معنی‌دار با الگوی کشت خالص رقم مبارکه دارای بالاترین ارتفاع بوته می‌باشد. مقایسه تغییرات ارتفاع بوته مؤید این نکته است که با افزایش نسبت ریحان در مخلوط، ارتفاع بوته ریحان

### ارتفاع بوته ریحان

مقایسه میانگین ارتفاع بوته در الگوهای مختلف کاشت (شکل ۴) نشان می‌دهد که در چین اول، الگوی کشت خالص رقم مبارکه با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص

سورگوم و لوبیا در شرایط رقابت با علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش ارتفاع کمتری داشت (ناتارجان و وایلی ۱۹۸۰). در تیمارهای مختلف کشت مخلوط جایگزینی خردل و جو، بیشترین ارتفاع خردل مربوط به کشت خالص خردل علوفه‌ای گزارش شده است (نخ زری مقدم ۲۰۱۲).

افزایش می‌یابد. این افزایش به ویژه در چین دوم بیشتر مشهود است. زیاد شدن ارتفاع به موازات افزایش تراکم گیاه دوم می‌تواند نوعی مکانیزم سازگاری برای دسترسی بیشتر به نور باشد. به نظر می‌رسد که برتری ارتفاع پایه‌های ریحان در چین دوم نسبت به چین اول ناشی از دسترسی زیاد و بهره‌برداری از نیتروژن تثبیت شده توسط لوبیا باشد. گزارش شده است دو گیاه

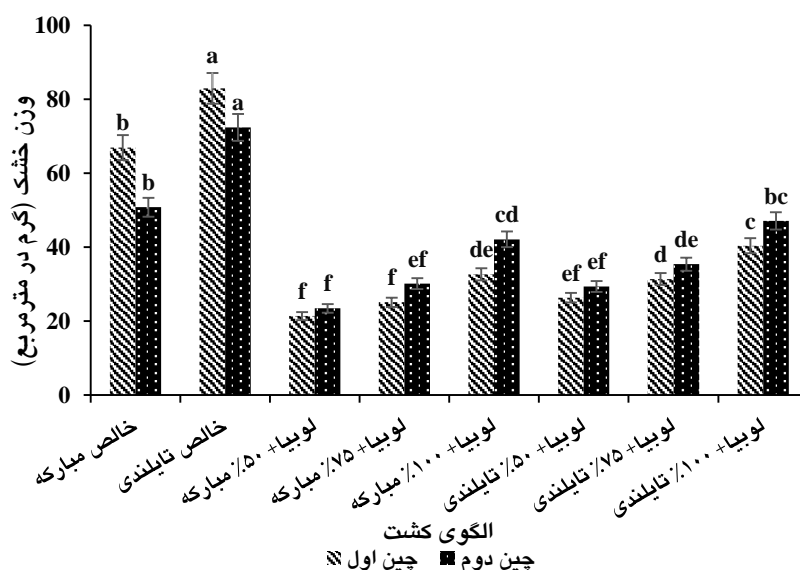


شکل ۴- تغییرات ارتفاع بوته ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با لوبیا در چین‌های اول و دوم  
حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

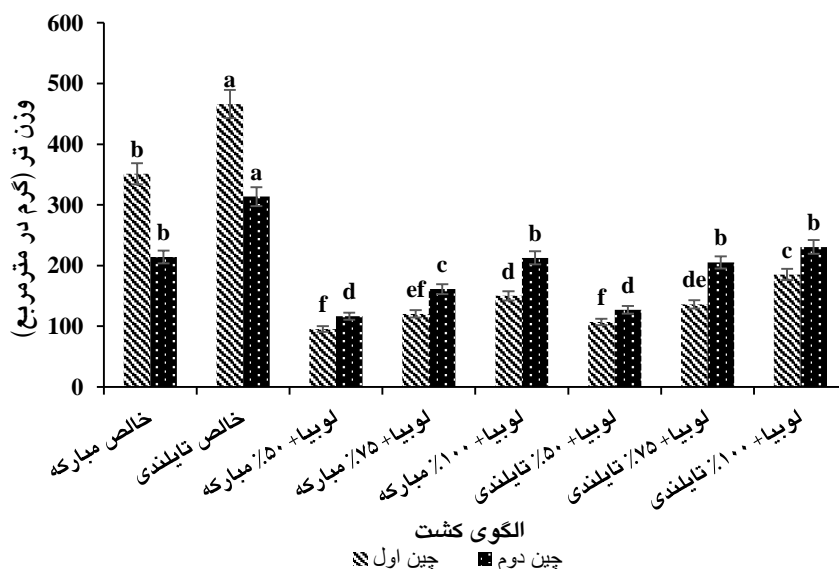
برخی از الگوهای کشت مخلوط باشد (جدول ۸). دلیل منطقی برای افزایش عملکرد چین دوم نسبت به چین اول در کشت مخلوط را می‌توان به اثر مثبت گیاه لگوم بر ریحان دانست (علی‌زاده و همکاران ۲۰۰۹). وزن تر ریحان دارای شرایط مشابه با وزن خشک گیاه بود (شکل ۶). در کشت مخلوط لوبیا و نعنای نیز کاهش عملکرد نعنای در چین‌های پس از چین اول در کشت مخلوط گزارش شده است (سینگ و رام ۱۹۹۱). جهانی و همکاران (۲۰۰۸)، در کشت مخلوط زیره سبز و عدس، اعلام کردند که بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک اندام رویشی زیره سبز به ترتیب از کشت مخلوط ردیفی و کشت خالص زیره سبز به دست آمد و به تدریج با تغییر از الگوی کشت مخلوط ردیفی به سمت کشت خالص از وزن خشک اندام‌های هوایی زیره سبز کاسته شد.

### وزن تر و وزن خشک ریحان

تغییرات وزن خشک ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت (شکل ۵) نشان می‌دهد که ریحان خالص رقم تایلندی بالاترین وزن خشک را در بین الگوهای کشت به ویژه در چین اول به خود اختصاص داده است. بعد از کشت خالص رقم تایلندی، بیشترین وزن خشک متعلق به الگوی کشت خالص مبارکه می‌باشد. در چین اول کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی دارای رتبه سوم از نظر تولید ماده خشک در واحد سطح بود که این نشان داد که در چین اول تراکم اصلی‌ترین موضوع در افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح بود و در کشت خالص ریحان با توجه به بالا بودن تراکم آن افزایش ماده خشک طبیعی بود. در کشت‌های مخلوط نیز عملکرد ماده خشک در چین دوم بالاتر از عملکرد ماده خشک در چین اول بود که می‌تواند به دلیل افزایش محصول دانه ریحان در



شکل ۵- تغییرات وزن خشک ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با لوبیا در چین‌های اول و دوم حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.



شکل ۶- تغییرات وزن تر ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با لوبیا در چین‌های اول و دوم حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

مقایسه میانگین محصول دانه ریحان نمایانگر آن است که کشت خالص هر دو رقم ریحان با داشتن اختلاف معنی‌دار با سایر الگوهای کشت مخلوط بیشترین محصول دانه را به خود اختصاص داده است (جدول ۸). کشت خالص ریحان رقم مبارکه با تولید ۴۰/۹۱ گرم در مترمربع بیشترین محصول دانه را داشته که از لحاظ

محصول دانه ریحان نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس بر محصول دانه ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت نشان داد که الگوهای مختلف کشت تأثیر معنی‌داری محصول دانه در سطح احتمال ۱٪ در صد داشتند (جدول ۷).

کردند، بیشترین محصول دانه مربوط به تیمار کشت خالص عدس بود آنان علت را چنین بیان کردند که رقابت بین گونه‌ای در کشت مخلوط سبب کاهش تعداد گل‌های بارور در عدس شده و از این طریق موجب کاهش محصول می‌گردد. کاهش عملکرد دانه گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط با لوبیا در مقایسه با کشت خالص این گیاه نیز گزارش شده است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۲). صفری قلعه و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که اثر رقم ذرت و سویا و اثر ترکیب کشت مخلوط بر محصول دانه ذرت معنی‌دار بود، به طوری که محصول دانه تیمار ۳۰۲ هیبرید ذرت در کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص به طور معنی‌داری کاهش یافت. که این امر نشانگر تأثیر پذیری هیبرید ۳۰۲ ذرت از رقابت برون گونه‌ای می‌باشد.

آماري اختلاف معنی‌داری با کشت خالص ریحان رقم تایلندی (۴۰/۴۳ گرم در متر مربع) ندارد. با افزایش نسبت هر دو رقم ریحان در الگوهای کشت مخلوط، محصول دانه افزایش پیدا کرده است، ولی محصول رقم مبارکه به نسبت بیشتر از رقم تایلندی بوده است. در نسبت‌های بالا با افزایش تعداد بوته‌های ریحان و با غلبه بر رقابت برون گونه‌ای در اثر تعداد بوته بیشتر، ریحان توانسته حداکثر محصول را در مقایسه با تراکم‌های پایین تولید کند. ساکار و همکاران (۲۰۰۰) نیز با بررسی کشت مخلوط نخود با گلرنگ بیان داشتند که بیشترین محصول و نسبت برابری زمین در بین نسبت‌های مختلف کشت مربوط به نسبت کاشت ۵۰ : ۵۰ بود. جهانی و همکاران (۲۰۰۸) در کشت مخلوط عدس و زیره سبز گزارش

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کاشت بر روی محصول دانه ریحان در کشت مخلوط با لوبیا

میانگین مربعات (MS)		
منابع تغییر	درجه آزادی	محصول دانه
تکرار	۲	۳۳/۴ <sup>ns</sup>
الگوی کاشت	۷	۳۵۶/۰۶ <sup>**</sup>
اشتباه آزمایشی	۱۴	۵۳/۳۶
ضریب تغییرات (%)	-	۲۴/۱۵

\*\* و ns به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر الگوهای مختلف کاشت روی محصول دانه ریحان در کشت مخلوط با لوبیا

الگوی کاشت	محصول دانه (گرم در مترمربع)
کشت خالص رقم مبارکه	۴۰/۹۱a
کشت خالص رقم تایلندی	۴۰/۴۳a
لوبیا+۵۰٪ مبارکه	۱۳/۳۶c
لوبیا+۷۵٪ مبارکه	۲۳/۳۴bc
لوبیا+۱۰۰٪ مبارکه	۳۳/۶۷ab
لوبیا+۵۰٪ تایلندی	۱۳/۳۴c
لوبیا+۷۵٪ تایلندی	۲۵/۷۸bc
لوبیا+۱۰۰٪ تایلندی	۳۲/۶۶ab

حروف مشترک در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

## درصد و عملکرد اسانس ریحان

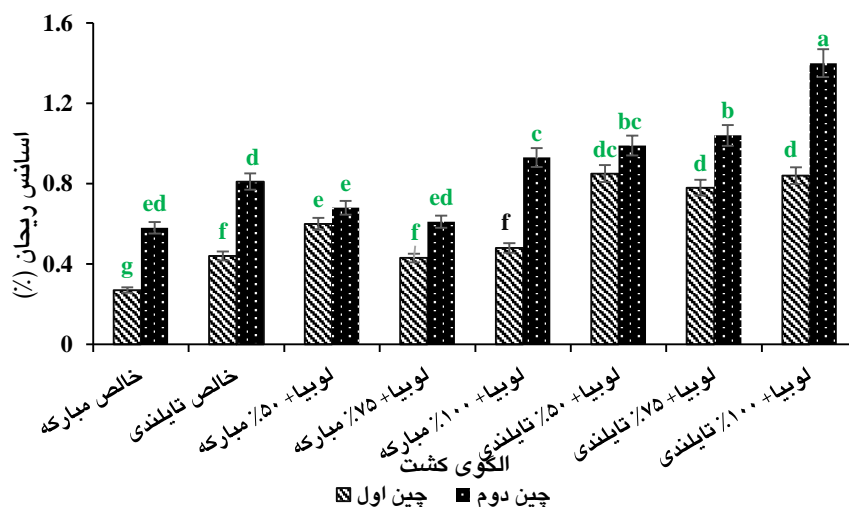
تجزیه واریانس اثر گوهای مختلف کشت مخلوط بر روی اسانس گیاه ریحان (جدول ۹) نشان می‌دهد که در چین اول اثر الگوی کشت روی درصد اسانس در سطح احتمال ۵٪ و روی عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است. همچنین اثر الگوهای کاشت روی درصد و عملکرد اسانس در چین دوم معنی دار به دست آمد. در چین اول بیشترین درصد اسانس در الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۵۰٪ ریحان رقم تایلندی که اختلاف معنی داری با الگوهای لوبیا با ۷۵٪ ریحان و لوبیا با ۱۰۰٪ ریحان رقم تایلندی ندارد، به دست آمد. این در حالی است که کشت خالص ریحان رقم مبارکه کمترین درصد

اسانس را به خود اختصاص داد (شکل ۷). اما وضعیت رقم مبارکه در چین اول نسبت به رقم تایلندی متفاوت بود، به این صورت که بیشترین درصد اسانس در الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۵۰٪ رقم مبارکه بدون اختلاف معنی دار با الگوی کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰٪ رقم مبارکه و کمترین آن در الگوی کشت خالص حاصل شده است (شکل ۷). در چین دوم درصد اسانس الگوهای کشت مخلوط لوبیا با ریحان رقم تایلندی به طور معنی داری بیشتر از رقم مبارکه بود. در بین تیمارهای مورد آزمایش، کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی بیشترین و کشت خالص رقم مبارکه کمترین درصد اسانس را داشت.

جدول ۹- تجزیه واریانس درصد و عملکرد اسانس ریحان در الگوهای مختلف کشت حاصل از دو چین

میانگین مربعات (MS)					
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد اسانس چین اول	عملکرد اسانس چین اول	درصد اسانس چین دوم	عملکرد اسانس چین دوم
تکرار	۲	۰/۰۰۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۸ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۹ <sup>NS</sup>
الگوی کاشت	۷	۰/۲۲*	۰/۳۷**	۰/۱۴**	۰/۴۲**
اشتباه آزمایشی	۱۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات٪	-	۶/۶۵	۴/۱۱	۱۲/۳۵	۷/۹۶

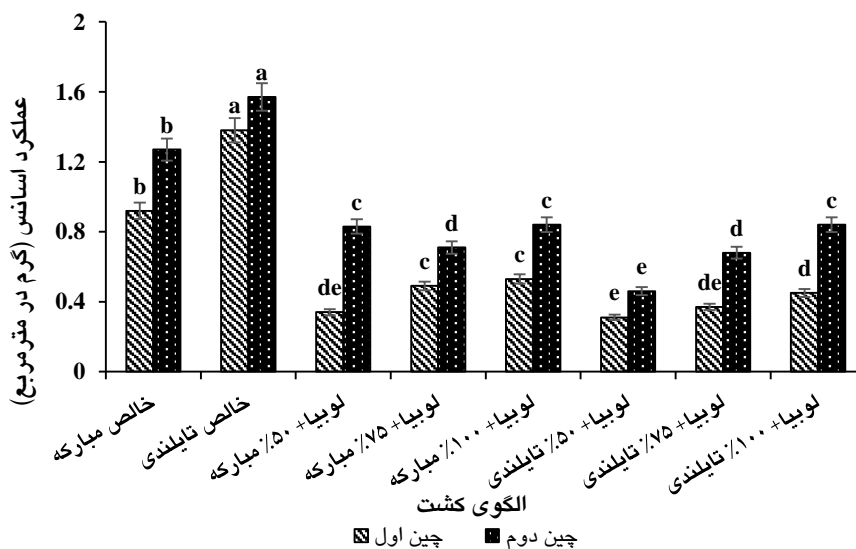
NS، \* و \*\* به ترتیب وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی دار را نشان می‌دهد.



شکل ۷- تغییرات درصد اسانس ریحان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط با لوبیا در چین‌های اول و دوم

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

مرزه با شبدر ایرانی درصد اسانس در مرزه تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف نداشت اگر چه درصد اسانس مرزه در کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر بود (حسن زاده اول ۲۰۰۷). حیدری و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی اثر تراکم بر تولید اسانس نعناع فلفلی گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته از ۸ به ۱۲ بوته در متر مربع درصد اسانس برگ افزایش یافت. حسن زاده اول (۲۰۰۷) در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بیان داشت که بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح را کشت خالص مرزه تولید کرد و با افزایش تراکم مرزه در کشت مخلوط عملکرد اسانس در واحد سطح افزایش یافت. گزارش صدری و همکاران (۲۰۱۳) حاکی است که بیشترین افزایش عملکرد اسانس رازیانه در سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۳۳ درصد شنبلیله در مقایسه با کشت خالص به دست آمد. آمارجیت و همکاران (۱۹۹۲) نیز تأثیر فاصله ردیف را بر درصد اسانس گیاه شویید مطالعه کرده و گزارش نمودند که فاصله ردیف اثر معنی‌داری بر درصد اسانس بذر نداشت؛ اما با کاهش فاصله ردیف عملکرد اسانس بذر روند افزایشی از خود نشان داد.



شکل ۸- تغییرات عملکرد اسانس ریحان تحت تأثیر گونه‌های مختلف کشت مخلوط با لوبیا در چین‌های اول و دوم حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

تایلندی (۱/۴۴) و لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم مبارکه (۱/۳۹) می‌باشد. همچنین کمترین آن مربوط به کشت مخلوط لوبیا با ۵۰ درصد رقم مبارکه (۰/۹۱) بود. در مخلوط با

در مورد صفت عملکرد اسانس کشت خالص هر دو رقم در چین دوم بیشتر از چین اول بود. همچنین کشت خالص در مقایسه با گونه‌های مختلف کشت مخلوط بیشترین عملکرد اسانس را داشت. بیشترین و کمترین عملکرد اسانس در چین دوم به ترتیب مربوط به تیمارهای کشت خالص رقم تایلندی و کشت مخلوط لوبیا با تراکم ۵۰ درصد رقم تایلندی بود. همچنین در چین دوم در بین گونه‌های کشت مخلوط بیشترین عملکرد اسانس در گونه‌های کشت مخلوط لوبیا با ۱۰۰٪ رقم تایلندی و مبارکه حاصل شد، هر چند که در رقم مبارکه از لحاظ آماری در تیمارهای لوبیا با ۱۰۰٪ رقم مبارکه و لوبیا با ۵۰٪ رقم مبارکه اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۸). نور یکی از مهمترین عوامل برای فتوسنتز می‌باشد که تأثیر زیادی بر عملکرد دارد و چنانچه گیاهی از فضای کمتری در کانونی برخوردار باشد باید حتماً در نسبت‌های بیشتری در ترکیب کاشت قرار گیرد، تا بتواند عملکرد بیشتری را تولید نماید (کوچکی و سرمدنیا ۲۰۰۱). در این تحقیق نیز روند به همین گونه بود. در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش نسبت ریحان در مخلوط عملکرد اسانس بیشتر شد. در کشت مخلوط

نسبت برابری زمین (LER)

براساس جدول ۹، بیشترین نسبت برابری زمین، مربوط به کشت‌های مخلوط لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم

عدهس ارزیابی LER نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین به کشت مخلوط ردیفی (۱/۸۶) و کمترین آن به کشت مخلوط نواری (۱/۲۶) مربوط بود (جهانی و همکاران ۲۰۰۸). اجبی و بارانیام (۲۰۱۰) نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط سورگوم و لپه هندی ۱/۳۱ تا ۱/۳۳ گزارش کردند. در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و سویا انجام شده است نشان داده شده است که با افزایش سهم سویا در کشت مخلوط افزایشی LER عملکرد بیولوژیک و دانه افزایش می‌یابد (پیری و همکاران ۲۰۱۶). در کشت مخلوط شوید و شنبلیله در کلیه تیمارها نسبت برابری زمین بیشتر از یک بوده و نسبت برابری جزئی شوید نیز بیشتر از شنبلیله گزارش شده است (شوکتی امراله ۲۰۱۲).

#### مجموع ارزش نسبی (RVT)

مجموع ارزش نسبی بیانگر نسبت کل درآمد ناخالص کشت مخلوط به بیشترین درآمد کشت خالص است. شاخص مجموع ارزش نسبی امروزه کاربرد وسیعی داشته و از مقبولیت خاصی برخوردار است. در محاسبات قیمت هر کیلوگرم لوبیا ۷۰۰۰ تومان و قیمت هر کیلوگرم ریحان معادل ۱۵۰۰۰ تومان در نظر گرفته شد. با قرار دادن کشت خالص لوبیا در فرمول مربوطه و مقایسه کشت‌های مخلوط با آن مجموع ارزش نسبی برای ترکیب‌های کشت مخلوط کمتر از یک به دست آمد (جدول ۹).

۱۰۰ درصد رقم تایلندی و مبارکه نسبت برابری زمین بزرگتر از یک نشانگر سودمندی این مخلوط است. در هر دو مخلوط ریحان بیشترین جزء LER را دارا بود، به عبارت دیگر عملکرد نسبی ریحان در این ترکیب‌ها بیشتر از لوبیا بود که می‌توان چنین نتیجه گرفت که کشت مخلوط ریحان با لوبیا اثر مثبتی روی ریحان داشته است. در کشت مخلوط LER نشانگر سودمندی کشت مخلوط از نظر بهره‌برداری از زمین می‌باشد. در الگوهای کشت لوبیا با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی و مبارکه به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۳۹ هکتار در استفاده از زمین برای تولید محصول صرفه جویی شده است. به عبارت دیگر در مخلوط با ۱۰۰ درصد رقم تایلندی برای تولید عملکردی معادل یک هکتار کشت مخلوط ۱/۴۴ هکتار زمین در کشت‌های خالص نیاز خواهد بود. افزایش LER مخلوط نسبت به تک کشتی توسط لیتوکیدایس و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. در این راستا، پور امیر و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که نسبت‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود (LER=۱/۴۱) و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود (LER=۱/۳۱) در کشت ردیفی از بیشترین تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود در کشت درهم (LER=۰/۹۴) از کمترین نسبت برابری زمین برخوردار بودند. با توجه به گزارش علی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) کشت ردیفی ریحان و لوبیا بر کشت خالص این دو گیاه برتری داشت و بیشترین نسبت برابری زمین (LER=۱/۲) در مخلوط ردیفی دو گیاه حاصل شد. در کشت مخلوط زیره سبز و

جدول ۹- شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط در ترکیبات مختلف کشت لوبیا و ریحان

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط					
الگوی کاشت	عملکرد نسبی جزء		نسبت برابری زمین (LER)	مجموع ارزش نسبی (RVT)	
	لوبیا	ریحان		لوبیا	ریحان
لوبیا+۵۰٪ مبارکه	۰/۵۹	۰/۳۲	۰/۹۱	۰/۶۱	۱/۹۹
لوبیا+۷۵٪ مبارکه	۰/۷۸	۰/۵۷	۱/۳۵	۰/۸۵	۲/۷۶
لوبیا+۱۰۰٪ مبارکه	۰/۵۷	۰/۸۲	۱/۳۹	۰/۷۲	۲/۳۵
لوبیا+۵۰٪ تایلندی	۰/۶۳	۰/۳۲	۰/۹۵	۰/۶۵	۲/۶۰
لوبیا+۷۵٪ تایلندی	۰/۵۸	۰/۶۳	۱/۲۱	۰/۶۹	۲/۰۵
لوبیا+۱۰۰٪ تایلندی	۰/۶۴	۰/۸	۱/۴۴	۰/۷۷	۲/۳۲

کشت مخلوط سیاه دانه با زعفران و زنیان مجموع ارزش نسبی به ترتیب ۱/۸۵ و ۲/۱۶ به دست آمد (کوچکی و

براساس این نتایج تمامی کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص لوبیا درآمد ناخالص کمتری داشتند. در



## سیاسگزاری

بدین وسیله از حمایت دانشگاه تبریز و همکاران گرامی دانشکده کشاورزی در اجرا و اتمام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

همکاران ۲۰۰۹). در کشت مخلوط زعفران و بابونه آلمانی پاییزه مجموع ارزش نسبی ۳/۴۱ گزارش شد (نادری درباغشاهی و همکاران ۲۰۰۹). بیشترین سودمندی به کشت مخلوط لوبیا با ۷۵ درصد رقم مبارکه اختصاص داشت. در کشت مخلوط عدس با گندم مجموع ارزش نسبی ۱/۸۴ گزارش شد (اکتر و همکاران ۲۰۰۴).

## منابع مورد استفاده

- Abou- Hussein SD, Salman SR, Adel- Mawgoud AMR and Ghoname AA. 2005. Productivity, quality and profit of sole or intercropping green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2: 151-155.
- Akter N, Alim MA, Islam MM, Naher Z, Rahman M and Iqbal Hossain AS. 2004. Evaluation of mixed and intercropping of lentil and wheat. *Journal of Agronomy*, 3: 48-51.
- Alhaji IH. 2008. Yield performance of some cowpea varieties under sole and intercropping with maize at Bauchi, Nigeria. *African Research Review*, 3: 278-291.
- Alizadeh Y, Kouchaki E and Nasiri Mahalati M. 2009. Evaluation of yield, yield components and weed control potential of bean and basil plants under mixed cultivation conditions. *Iranian Journal of Crop Research*, 2: 541-553.
- Alizadeh Y, Koocheki A and Nassiri Mahallati M. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agroecology*, 2: 94-104.
- Amarjit SB, Sidhu BS and Randhawa GS. 1992. Effect of row spacing and nitrogen on nitrogen uptake, content and quality of dill (*Anethum greveolens* L.). *Indian Journal of Agronomy*, 37:633-634.
- Amani Machiani M, Javanmard A, Morshedloo MR and Maggi F. 2018. Evaluation of competition, essential oil quality and quantity of peppermint intercropped with soybean. *Industrial Crops and Products*, 111: 743-754.
- Amani Machiani M, Rezaei-Chiyaneh E, Javanmard A, Maggi F and Morshedloo MR. 2019. Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed yield and quali-quantitative production of the essential oils from fennel (*Foeniculum vulgare*) and dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in intercropping system under humic acid application. *Journal of Cleaner Production*, 235: 112.122.
- Arjeh J. 2006. Evaluation of mixed culture of cluster sorghum and cluster vetch at different levels of nitrogen fertilizer and different cultivation patterns. Master Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332.
- Duchene O, Vian J and Celette F. 2017. Intercropping with legume for agroecological cropping systems: complementarity and facilitation processes and the importance of soil micro-organisms. *A review Agriculture Ecosystem Environment*, 240: 148-161.
- Egbe OM and Bar-Anyam MN. 2010. Pigeon pea/sorghum intercropping in southern Guinea Savanna: effects of planting density of pigeon pea. *Nature and Science*, 8: 156-167.
- Ghosh PK, Manna MC, Bandyopadhyay KK, Ajay Tripathi AK, Wanjari RH, Hati KM, Misra AK, Acharya CL and Subba Rao A. 2006. Inter-specific interaction and nutrient use in soybean-sorghum intercropping system. *Agronomy Journal*, 98: 1097-1108.

- Hasanzadeh Aval F, Kouchaki E, Khazayi H and Nasiri Mahalati M. 2007. Effect of density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. Iranian Journal of Crop Research, Ferdowsi University of Mashhad, 6: 920 - 929.
- Heydari F, Zehtab Salmasi S, Javanshir E, Alyari H and Dadpour M. 2008. The effect of plant density on yield and production of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 45: 501 - 510 .
- Hong Y, Berentsen P, Heerink N, Shi M and van der Wer W. 2019. The future of intercropping under growing resource scarcity and declining grain prices - A model analysis based on a case study in Northwest China. Agricultural Systems, 176: 1-13.
- Hoseayni SMB, Mazaheri D, Jahansouz MR and Yazdi Samadi B. 2003. The effect of different amounts of nitrogen on forage yield and yield components of forage millet and cowpea in intercropping. Research and construction in agriculture and horticulture, 59: 60-67.
- Jahani M, Kouchaki E and Nasiri Mahalati M. 2008. Investigation of different combinations of cumin and lentil intercropping in agricultural systems. Iranian Journal of Crop Research, 1: 67-78.
- Javanshir E, Dabagh Mohamadinassab A, Hamidi A and Golipour M. 2000. Ecology of intercropping. Publications University of Mashhad.
- Koochaki E, Najibniya S and Allahgani B. 2009. Curcuma (*Crocus sativus* L.) is available in medicine, medicine and other medicines. Iranian Journal of Crop Research, 1: 163-172.
- Kouchaki E and Sardamniya Gh. 2001. Crop Physiology. Publications University of Mashhad.
- Koochaki ER, Shabahang J, Khoramdel S and Amin Gafouri A. 2012. Ecological study of different intercropping patterns of European borage (*Borago officinalis* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultural Ecology, 1: 1 - 11.
- Khoramivafa M. 2006. Ecology of corn and egg yolk. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
- Lin CHW, Chen YB, Huang JJ and Tu SH. 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercrop. Information and Service, 26: 289-994.
- Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordase CA and Damalas CA. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea – cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy, 34: 287–294.
- Naderi Darbaghshahi MR, Madani H, Bani Taba E and Jalalizand E. 2009. Investigation of agronomic and economic aspects of mixed saffron and chamomile cultivation in Isfahan region. Research report of the approved plan in Islamic Azad University, Khorasgan branch.
- Najafi N, Mostafayi M, Dabagh Mohamadinassab A and Ustan SH. 2013. Effect of intercropping and manure on growth, yield and protein concentration of corn, beans and rye. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 1: 100-116.
- Nakhzari Mogadam E. 2012. Yield and quality of forage obtained from cultivation of barley and mustard forage in different planting dates. Electronic Journal of Crop Production, 4: 173-189.
- Natarjan M and Whilley RW. 1980. Sorghum – pigeon pea intercropping and the effects of plant population density. 1- Growth and yield. Agriculture Science, 95: 51-58.
- Piri I, Zendehtdel B and Tavassoli A. 2016. Study of Agronomical and Ecological Parameters of Additive and Replacement Intercropping Systems of Corn (*Zea maize* L.) and Soybean (*Glycine max* L. Merr.). Journal of Agroecology, 19: 705-721. (In Persian).
- Pouramir F, Kouchaki E, Nasiri mahallati M and Gorbani R. 2010. Evaluation of yield and yield components of sesame and chickpea in intercropping of alternative series. Iranian Journal of Crop Research, 5: 757 – 767.
- Raei Y. 1998. Investigation of cultivation of a mixture of sorghum and clover. Thesis of the Master of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tabriz.

- Rezayi Chiyaneh A. 2008. Ecophysiological evaluation of mixed corn and bean cultivation. Thesis of the Master of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
- Sadri S, Pouryosef M and Soleymani E. 1393. Evaluation of yield, essential oil and usefulness indices in mixed cultivation of fennel and fenugreek. *Journal of Agriculture*, 4: 921 – 932.
- Safari Gale S, Dabagh Mohamadinasab A and Shakiba M. 2009. Evaluation of yield and relative usefulness of mixed corn and soybean cultivation. Thesis of the Master of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
- Sarkar RK, Shit D and Maitra S. 2000. Competition function, productivity and economics of chickpea biased intercropping systems under rainfed conditions of Bihar platen. *Indian Journal Agronomy*, 45: 681–668.
- Shokati Amrolah B. 2012. Effect of different intercropping patterns on growth, grain yield and fenugreek and dill essential oil. Master Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tabriz.
- Singh K and Ram P. 1991. Production potential in intercropping of (*citronella Java L.*) with cowpea and mint species. *Agricultural Science*, 12: 128–133.
- Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Neil Harker K. 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100: 182-190.
- Tomar JS, Mackenzie AF, Mehuys GR and Ali I. 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil applied nitrogen, and legume intercrops *Agronomy Journal*, 80: 802-807.
- Tuna C and Orak A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa L.*) / oat (*Avena sativa L.*) cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agriculture and Biological Science*, 2: 14-19.
- Vandermeer J. 1998. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Wang GZ, Li HG, Christie P, Zhang FS, Zhang JL and Bever JD. 2017. Plant-soil feedback contributes to intercropping over yielding by reducing the negative effect of take-all on wheat and compensating the growth of faba bean. *Plant and Soil*, 415: 1-12.
- Zhao JH, Sun JH and Li WQ. 2018. Effect of maize sowing date on yield and interspecific competition in soybean/maize intercropping system. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 26: 1634–1642.
- Zhuang M, Zhang J, Lam Sk and Wang L. 2019. Management practices to improve economic benefit and decrease greenhouse gas intensity in a green onion-winter wheat relay intercropping system in the North China Plain. *Journal of Cleaner Production*, 208: 709-715.