

ارزیابی کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و گل داودی (*Chrysanthemum morifolium* L.) و اثر آن بر جمعیت حشرات

لمیا وجودی مهربانی^۱، سولماز عظیمی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۸

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

* مسئول مکاتبه: E-mail: S_azimi2007@yahoo.com

چکیده

کشت مخلوط در بسیاری از مناطق جهان به دلیل استفاده بهینه از منابع و افزایش عملکرد گیاهان دارویی و زراعی اهمیت یافته است. به منظور بررسی ویژگی‌های زراعی گل داودی (*Chrysanthemum morifolium* L.) در کشت مخلوط با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، آزمایشی با هفت تیمار شامل تیمارهای T₁: ۱۰۰ درصد شنبلیله، T₂: ۱۰۰ درصد گل داودی، T₃: ۵۰ درصد گل داودی و ۵۰ درصد شنبلیله، T₄: ۳۵ درصد گل داودی و ۶۵ درصد شنبلیله، T₅: ۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد گل داودی، T₆: ۲۵ درصد گل داودی و ۷۵ درصد شنبلیله و T₇: ۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد گل داودی در سه تکرار به اجرا درآمد. بالاترین میزان وزن تر بوته (۲۸۹/۳ گرم) و ریشه (۴۱/۳ گرم) داودی در تیمار T₇ و بالاترین تعداد شاخه در تیمارهای T₅، T₆ و T₇ مشاهده شد. بالاترین میزان وزن خشک گل در تیمارهای T₅ (۳۱ گرم) و T₇ (۳۰/۹ گرم) ملاحظه گردید. تعداد گل تولید شده در داودی تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و بالاترین تعداد گل (۲۱۸/۷) در هر متر مربع در تیمار T₅ (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد داودی) مشاهده شد. بالاترین مقادیر متغیرهای معنی‌دار برای شنبلیله، از الگوهای کشت خالص (وزن تر و خشک گیاه، تعداد میوه، وزن تر و خشک ریشه) به دست آمد. نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که حاکی از برتری کشت مخلوط بر تک‌کشتی داشت. همچنین بیشترین تعداد آفات در کشت‌های خالص و بیشترین تعداد دشمنان طبیعی در کشت‌های ردیفی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، شنبلیله، حشرات، گل داودی، نسبت برابری زمین

Evaluation of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) and Florists Daisy (*Chrysanthemum morifolium*) Intercropping and Its Effects on Insect Population

Lamia Vojodi Mehrabani¹, Solmaz Azimi^{2*}

Received: June 7, 2017 Accepted: November 19, 2017

1- Assist. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2- Assist. Prof., Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: S_azimi2007@yahoo.com

Abstract

Intercropping is a common method of crop production in many regions of the world mainly due to the resources efficiency and yield promotion. To study the agronomic traits of *Chrysanthemum morifolium* intercropped with fenugreek, an experiment was conducted as RCBD with seven treatments; (T₁): fenugreek sole cropping (T₂): *Chrysanthemum* sole cropping (T₃): 50 percentage *Chrysanthemum* and 50 percentage fenugreek intercropping, (T₄): 35 percentage *Chrysanthemum* and 65 percentage fenugreek, (T₅): 35 percentage fenugreek and 75 percentage intercropping *Chrysanthemum*, (T₆) 25 percentage *Chrysanthemum* and 75 percentage fenugreek intercropping and (T₇) 75 percentage *Chrysanthemum* and 25 percentage fenugreek. The results revealed the positive effects of intercropping on flower and shoot number, fresh weight of the plant and root and flower dry weight in *Chrysanthemum*. The greatest plant fresh weight (289.1 g) and root fresh weight (41.3 g) was belonged to T₇ treatment. The highest shoot number was recorded in T₅, T₆ and T₇ treatments. For the flower dry weight, T₅ (31.03 g) and T₇ (30.9 g) hold the greatest data. The highest recorded flower number in *Chrysanthemum* was attained by T₅ treatment. The highest data for fenugreek growth characteristic was belonged to fenugreek monocropping (pod number per plants, plant fresh and dry weight and root fresh and dry weight). Land Equality Ratio for all the intercropping patterns was greater than 1, showing the higher efficiency and profitability of intercropping compared to sole cropping. The results as well indicated that the most number of pests and natural enemies were shown in sole and inter-cropping treatments, respectively.

Keywords: *Chrysanthemum morifolium*, Insect, Land Equivalent Ratio, *Trigonella foenum graecum*, Yield Components

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و تمایل روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی پرورش یافته به صورت طبیعی، چنین به نظر می‌رسد که کشت مخلوط به عنوان یکی از مؤلفه های کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیکی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد، کاهش فرسایش خاک، افزایش میزان ماده آلی خاک، کاهش جمعیت علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی می‌شود (روستایی و همکاران ۲۰۱۴). استفاده از کشت مخلوط یکی از بحث‌انگیزترین مسایل، در مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد. در سیستم چند کشتی توانایی آفات برای یافتن میزبان یا مواد شیمیایی کاهش می‌یابد. در بسیاری از موارد دشمنان طبیعی آفات مانند زنبورهای پارازیتوئید آفات به منابع دانه گرده و شهد گل برای تامین انرژی وابسته‌اند. امروزه به علت سمپاشی‌های مداوم و اثرات مخرب سموم شیمیایی به نظر می‌رسد کشت گیاهان دارویی در کنار گیاهان دیگر، علاوه بر تغییر جمعیت حشرات، تامین پناهگاه برای دشمنان طبیعی، باعث کاهش جمعیت آفات خواهد شد (کوچکی و همکاران ۲۰۱۲).

در بررسی انجام شده توسط رضایی چپانه و همکاران (۱۳۹۲) مشخص شد که کشت مخلوط لوبیا و شوید باعث کاهش جمعیت آفات شد. سراج (۲۰۱۱) گزارش نمود که جمعیت زنجره برگخوار و سرخرطومی برگخوار، در کشت مخلوط به طور معنی‌داری کمتر از کشت خالص لوبیا و ذرت بود (سراج ۲۰۱۱). امروزه به علت سمپاشی‌های مداوم و اثرات مخرب سموم شیمیایی به نظر می‌رسد کشت گیاهان دارویی در کنار گیاهان دیگر، علاوه بر تغییر جمعیت حشرات، تامین پناهگاه برای دشمنان طبیعی، باعث کاهش جمعیت آفات خواهد شد. همچنین کاهش جمعیت آفات یکی از دلایل افزایش عملکرد گیاهان در کشت‌های مخلوط است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۲). در تولید منابع دارویی به-

ویژه داروهای گیاهی مستلزم تولید بیشتر این محصولات بر اثر بهبود حاصلخیزی و باروری خاک می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد که استفاده از گیاهان تثبیت کننده نیتروژن نقش مهمی در افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش مواد موثره دارویی در کشت مخلوط گیاهان دارد (روستایی و همکاران ۲۰۱۴).

شنبلیله یکی از گیاهان مورد استفاده در کشت مخلوط می‌باشد. شنبلیله گیاهی دارویی با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L. گیاهی یکساله از تیره بقولات است که قادر به تثبیت زیستی نیتروژن می‌باشد (شوکتی‌امراه ۲۰۱۲) و در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله دیابت، کاهش کلسترول، سوء هاضمه و فشار خون بالا کاربرد دارد (حسن‌زاده و همکاران ۲۰۱۰). داودی *(Chrysanthemum morifolium L.)* گیاهی دائمی از خانواده کاسنی می‌باشد. گل‌های داودی کاربرد گسترده‌ای در طب سنتی، تهیه انواع نوشیدنی و سبزی در کشورهای چین، ژاپن و تایلند دارد. مطالعات فارماکولوژیکی نشان داد که گونه‌های داودی حاوی ترکیبات ثانویه هستند که دارای فعالیت‌های مختلف بیولوژیکی می‌باشد. ترکیبات فلاونوئیدی الکلوئیدی، فنلی، تریپنی در عصاره متانولی داودی شناسایی شده است. این ترکیبات دارای اثرات ضد باکتری، ضد قارچ، ضد التهاب، ضد درد و تب و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد (پارک و همکاران ۲۰۱۵). با توجه به اهمیت اقتصادی این گیاه از جنبه دارویی و زینتی امروزه تمایل به پرورش گل داودی رو به افزایش می‌باشد اما استفاده بیش از اندازه از کودهای شیمیایی باعث به وجود آمدن مشکلات زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تولید، تخریب خاک، کاهش مواد آلی، کمبود عناصر کم مصرف، افزایش حساسیت گیاه به حمله آفات و بیماری‌ها و کاهش موجودات زنده خاکزی می‌شود (باشیال ۲۰۱۱). بررسی انجام شده

مزرعه‌ای که پیشتر شنبليله در آن کشت شده بود، در مزرعه حاضر پخش گردید سپس کرت‌هایی به ابعاد ۳ در ۲ متر آماده گردید. بذر گیاه شنبليله (توده بومی اردستان) از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. از نشاهای سه برگی داودی رقم 'آنجل' در آزمایش حاضر استفاده شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت داودی با داودی ۲۵ سانتی‌متر، داودی با شنبليله ۲۵ سانتی‌متر و شنبليله با شنبليله ۲۵ سانتی‌متر بود و فاصله روی ردیف‌های کاشت، برای گل داودی، ۲۰ سانتی‌متر بود. بذر شنبليله به صورت مستقیم در مزرعه کشت شد بعد از رسیدن گیاهان به ارتفاع ۵ سانتی‌متری، نشاهای داودی به مزرعه منتقل شد. گیاهان داودی پاجوش‌های زیادی تولید نموده و به سرعت تمای فضاهای بین ردیف را پر کردند. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار شامل تیمارهای T₁: ۱۰۰ درصد شنبليله، T₂: ۱۰۰ درصد گل داودی، T₃: ۵۰ درصد گل داودی و ۵۰ درصد شنبليله، T₄: ۳۵ درصد گل داودی و ۶۵ درصد شنبليله، T₅: ۳۵ درصد شنبليله و ۶۵ درصد گل داودی، T₆: ۲۵ درصد گل داودی و ۷۵ درصد شنبليله و T₇: ۲۵ درصد شنبليله و ۷۵ درصد گل داودی در سه تکرار به اجرا درآمد. مراقبت‌های زراعی لازم شامل آبیاری، وجین علف‌های هرز در زمان‌های لازم به صورت دستی انجام گردید. لازم به ذکر می‌باشد که در پژوهش حاضر از کود شیمیایی استفاده نشد. برداشت شنبليله در مرحله رسیدگی کامل (زرد شدن اکثر برگ‌ها و غلاف‌ها) انجام گرفت و برداشت گل داودی در مرحله گل‌دهی کامل انجام گردید.

توسط اله‌دادی و همکاران (۲۰۱۳)، در خصوص کشت مخلوط سویا و همیشه‌بهار نشان داد که افزایش وزن خشک گل در الگوی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به دلیل بهبود حاصلخیزی خاک در اثر تثبیت نیتروژن توسط سویا عنوان کردند. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر در فرایند تولید پروتئین می‌باشد که به شکل آمونیوم یا نیترات به وسیله داودی جذب می‌شود (سالواکومار و همکاران ۲۰۰۹). اثر نیتروژن بر رشد و نمو گیاه اغلب به افزایش فتوسنتز ارتباط داده شده است، مقادیر مناسب نیتروژن موجب افزایش فتوسنتز گیاهان می‌شود. تثبیت زیستی نیتروژن استفاده از کود شیمیایی نیتروژن را کاهش داده، از نقصان و کاهش مواد آلی خاک جلوگیری کرده و موجب کاهش آلودگی محیط در سطح وسیع می‌شود (سالواکومار و همکاران ۲۰۰۹). گل داودی و شنبليله، از گیاهان مناسب برای کاشت در آذربایجان به دلیل مقاومت و سازگاری لازم در شرایط خاک و آب و هوای منطقه می‌باشد. با توجه به اهمیت شنبليله به عنوان سبزی و گیاه دارویی و گل داودی در طراحی فضای سبز و طب سنتی در مطالعه حاضر سعی شده تا تاثیر الگوی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به هم و سایر شاخص‌های رشدی گیاهان و همچنین جمعیت برخی از حشرات مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل انجام آزمایش

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان به اجرا درآمد. خاک مزرعه قبل از انجام آزمایش آنالیز گردید و خصوصیات فیزیک و شیمیایی آن به شرح جدول ۱ مشخص گردید.

بعد از شخم مزرعه به منظور فراهم شدن امکان تشکیل گره‌های همزیست با باکتری‌ها، مقداری خاک

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

ازت (%)	پتاس (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	آهک (%)	ماده آلی (%)	EC (dS/m)	pH
۰/۰۶	۵۶۷	۴۶	شنی لومی	۱۰	۱۵	۷۵	۵/۵	۰/۹۹۷	۱/۹۲	۷/۹۶

در این رابطه، n_i : تعداد افراد گونه، i ام و N تعداد کل افراد است. هر اندازه مقدار عددی بیشتر باشد نشان دهنده تنوع گونه‌ای بیشتر است.

تجزیه آماری

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با برنامه آماری SPSS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته داودی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان دهنده عدم تاثیر تیمارهای مورد استفاده بر صفت ارتفاع بوته در داودی بود (جدول ۲).

تعداد شاخه در بوته گل داودی

تیمار الگوی کشت تعداد شاخه فرعی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲) و بالاترین تعداد شاخه در تیمارهای T5 (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد داودی)، T6 (۲۵ درصد داودی و ۷۵ درصد شنبلیله) و T7 (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد داودی) مشاهده گردید (جدول ۳). شاید افزایش در تعداد انشعابات گیاه در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به سیستم تک کشتی به دلیل کاهش رقابت ایجاد شده بین گیاهان می‌باشند. نتایج حاصل از بررسی حاضر با نتایج تحقیقات روستایی و همکاران (۲۰۱۳) در خصوص افزایش تعداد شاخه جانبی در

در زمان برداشت، صفات ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته و ریشه برای هر دو گیاه، تعداد گل و شاخه فرعی برای گل داودی و تعداد نیام و دانه در بوته برای شنبلیله و نسبت برابری زمین مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

نسبت برابری زمین (LER)

$$LER = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb})$$

[1]

در این رابطه Y_{ab} و Y_{ba} به ترتیب عملکرد گونه‌های a و b در کشت مخلوط و Y_{aa} و Y_{bb} به ترتیب عملکرد هر یک از گونه‌های a و b در کشت خالص می‌باشند

جهت برآورد انبوهی جمعیت و تنوع گونه‌های حشرات در کشت‌های مختلف دو گونه داودی و شنبلیله، نمونه‌برداری‌ها تا رسیدگی بذرها با استفاده از تور حشره‌گیری (برای حشرات بالدار روی پوشش گیاهی) و قرار دادن تله‌های گودالی در خاک (بررسی حشرات بی‌بال) که شامل لیوان‌های پلاستیکی یک بار مصرف به قطر ۸ سانتیمتر و ارتفاع ۱۲ سانتیمتر بودند، استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از خورده شدن نمونه‌ها توسط یکدیگر یا مورچه‌ها در کف تله‌ها حشره‌کش کارباریل ریخته شد. تله‌ها (به رنگ سفید شفاف) پس از نصب هر ده روز یکبار و تا زمان برداشت محصول بازدید شدند و با ثبت شروع و مشخصات هر کشت در الکل ۷۰ درصد جهت شناسایی نگهداری شدند.

برای تعیین تنوع حشرات از شاخص شانون وینر (شانن) و وینر (۱۹۴۹) طبق معادله زیر استفاده شد.

$$H = - \frac{\sum n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

کشت مخلوط شنبلیه با سیاه‌دانه مطابقت داشت. نتایج مشابهی توسط رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۰۹) در کشت مخلوط سیاه‌دانه با ماش در خصوص افزایش تعداد شاخه جانبی گزارش شده است. چنین به نظر می‌رسد که به دلیل ایجاد فضای مناسب برای هر گیاه در سیستم کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، امکان ایجاد

آرایش فضایی مناسب‌تر برای هر گیاه مقدور شده (واندرمیر ۱۹۸۹) و گیاهان با استفاده بهینه از امکان موجود تعداد شاخه را افزایش دادند که نهایتاً موجب افزایش تعداد گل در بوته و عملکرد نهایی گیاه شد (سزاوی و همکاران ۲۰۱۶).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) متغیرهای مورد بررسی برای گل داودی در کشت مخلوط با شنبلیه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد گل در واحد سطح	وزن تر بوته در واحد سطح	خشک بوته در واحد سطح	وزن تر گل در واحد سطح	وزن خشک گل در واحد سطح	وزن تر ریشه در واحد سطح	وزن خشک ریشه در واحد سطح	تعداد شاخه در واحد سطح
بلوک	۲	۵۲/۶ ^{ns}	۵۲۳/۱۹ [*]	۲۳۵۰/۹ ^{**}	۱۸/۴ ^{ns}	۵۱۹۱۲۰/۵ ^{ns}	۳۰/۱۷ ^{ns}	۲۴/۶۵ ^{ns}	۰/۲۹۲ ^{ns}	۳/۶۷ ^{ns}
تیمار	۶	۱۳۷۵/۲ ^{ns}	۱۶۴۱۲/۸ ^{**}	۲۹۹۶۹/۸ ^{**}	۲۲۳/۹ ^{ns}	۷۶۷۷۶۱/۹ ^{ns}	۲۹۲/۷ ^{**}	۶۲۷/۶ ^{**}	۵/۷۹ ^{ns}	۱۴۸/۱ ^{**}
اشتباه آزمایشی	۱۲	۲۲/۰۲	۱۲۵/۴۶	۳۲۴/۰۷	۶/۵	۵۲۱۰۷۱/۰۱	۱۷/۱۰	۶/۵۳	۰/۰۸۲	۱/۴۲
ضریب تغییرات (%)	۹/۸	۹/۳۷	۱۰/۳۴	۱۷/۷۳	۱۹/۸	۲۳/۳۹	۸/۰۲	۹/۰۷	۸/۰۱	

ns, *, ** به ترتیب به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی برای گل داودی در کشت مخلوط با شنبلیه

تیمار	وزن تر ساقه در واحد سطح (گرم)	وزن خشک ساقه در واحد سطح (گرم)	وزن خشک گل در واحد سطح (گرم)	وزن تر ریشه در واحد سطح (گرم)	تعداد گل در واحد سطح	تعداد شاخه در واحد سطح
T2 (کشت خالص گل داودی)	۱۹۲/۷ ^{cd}	۱۵/۸ ^c	۲۱ ^{ab}	۲۳ ^b	۱۳ ^c	۱۳ ^c
T3 (۵۰ داودی + ۵۰ درصد شنبلیه)	۲۲۱ ^{bc}	۱۷/۵ ^{bc}	۲۴ ^a	۲۳ ^d	۱۵۶ ^{bc}	۱۶ ^b
T4 (۳۵ درصد داودی + ۶۵ درصد شنبلیه)	۱۵۵ ^d	۱۲/۴ ^{cd}	۱۰ ^b	۲۱ ^c	۶۹ ^d	۱۲ ^c
T5 (۳۵ درصد شنبلیه + ۶۵ درصد داودی)	۲۵۳ ^{ab}	۲۳/۳ ^{ab}	۳۱ ^a	۳۶ ^b	۲۱۸ ^a	۱۷ ^{ab}
T6 (۲۵ درصد داودی + ۷۵ درصد شنبلیه)	۹۶ ^e	۷/۷ ^d	۱۳ ^b	۲۷ ^c	۷۹ ^d	۱۹ ^a
T7 (۲۵ درصد شنبلیه + ۷۵ درصد داودی)	۲۸۹ ^a	۲۴ ^a	۳۰ ^a	۴۱ ^a	۱۷۳ ^b	۲۰ ^a
LSD %	۴۴	۶/۳	۱۰	۶/۳	۲۷/۹	۲/۹

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

وزن تر و خشک بوته داودی

نتایج نشان دهنده عدم تاثیر تیمارهای مورد استفاده بر وزن خشک بوته بود اما وزن تر بوته تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۲). بالاترین میزان وزن تر در تیمار T7 (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد گل داودی) مشاهده شد (جدول ۳). در بررسی انجام شده توسط میرهاشمی و همکاران (۲۰۰۹) مشخص شد که کاهش عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط به دلیل غالبیت زنیان و سایه اندازی این گیاه روی شنبلیله می باشد که باعث کاهش رشد و کاهش تعداد غلاف و ریزش غلافها و در نهایت کاهش عملکرد شنبلیله شد. شوکتی امراله (۲۰۱۲) نشان داد که در کشت مخلوط شوید با شنبلیله، وزن خشک شوید در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. ایشان مقدار کم وزن خشک شوید در کشت خالص را به علت تراکم زیاد و افزایش رقابت بر سر منابع عنوان کرد. در بررسی حاضر چنین به نظر می رسد که کاهش رقابت بین گیاهان کشت شده و کاهش حمله آفات در الگوی کشت ۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد گل داودی دلیل اصلی افزایش وزن تر بوته داودی بود.

وزن خشک گل داودی

وزن خشک گل تحت تاثیر تیمارهای مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲) و بالاترین میزان وزن خشک گل در تیمارهای T5 (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد داودی) (۳۱ گرم) و T7 (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد داودی) (۳۰ گرم) ملاحظه گردید (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی انجام شده با نتایج تحقیقات مردانی و بلوچی (۲۰۱۵) در این خصوص مطابقت دارد ایشان عنوان نمودند که تیمارهای مختلف کشت مخلوط شنبلیله و انیسون اثر معنی داری بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی هر دو گونه داشت و کشت خالص دو گونه در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علفهای هرز دارای بالاترین عملکرد دانه و

عملکرد زیستی بود. معبودی بیله سوار و زهتاب سلماسی (۲۰۱۶)، در کشت مخلوط ذرت و ریحان، افزایش وزن خشک ذرت در الگوی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را گزارش نمودند. چنین به نظر می رسد که در کشت مخلوط شنبلیله با داودی، با انتخاب الگوهای مناسب کاشت میزان نفوذ نور به داخل کانوپی افزایش یافته و به دنبال آن افزایش در فتوسنتز گیاه مشاهده می شود. از طرفی شنبلیله از گیاهان تثبیت کننده نیتروژن در خاک می باشد که از این طریق نیز به افزایش عملکرد گیاه کمک می نماید (مردانی و بلوچی ۲۰۱۵).

تعداد گل داودی

تعداد گل تولید شده در داودی تحت تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و بالاترین تعداد گل (۲۱۸) در هر متر مربع در تیمار T5 (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد داودی) مشاهده شد (جدول ۳). شاید افزایش در تعداد گل در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم تک کشتی به دلیل کاهش رقابت درون گونه ای و ایجاد کانوپی مناسب برای هر گیاه و در نتیجه نفوذ بهتر نور باشد. رجوسوار اروا (۲۰۰۲) گزارش نمودند که استفاده از کشت مخلوط موجب کاهش عملکرد اسانس به دلیل کاهش بیوماس در کشت مخلوط شد. اله دادی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کشت مخلوط ردیفی و کشت مخلوط نواری سویا و همیشه بهار عملکرد خشک گل آذین و گلبرگ بیشتری را نسبت به کشت خالص همیشه بهار در واحد سطح تولید کردند که نشان دهنده تاثیر مثبت سویا بر رشد و عملکرد همیشه بهار بود. بررسی انجام شده توسط روستایی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد کشت مخلوط شنبلیله با سیاه دانه (۲:۱) تحت تغذیه کود مرغی نه تنها کاهش عملکرد در کشت خالص هر دو گیاه را جبران نمود بلکه افزایش

خشک در هکتار را در کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی از نسبت‌های کشت ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند. نتایج مشابهی توسط رضایی چپانه و همکاران (۲۰۱۳) در خصوص افزایش عملکرد شوید در کشت خالص گزارش شد. چنین به نظر می‌رسد که افزایش در عملکرد شنبلیله در الگوی تک کشتی ممکن است به دلیل آرایش مناسب کانوپی گیاه در جذب نور باشد.

تعداد غلاف در بوته شنبلیله

نتایج جدول تجزیه واریانس (۴) نشان داد که از نظر تعداد غلاف و میوه در بوته شنبلیله بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج مشابهی در خصوص عدم تاثیر کشت مخلوط زنیان و شنبلیله بر تعداد دانه و تعداد کل غلاف در گیاه شنبلیله و وزن هزار دانه و تعداد چتر در بوته در گیاه زنیان توسط میرهاشمی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است.

وزن تر و خشک ریشه شنبلیله

وزن تر و خشک ریشه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۴) و نتایج نشان داد که بالاترین وزن تر (۱۶/۶ گرم) و خشک ریشه (۳/۸ گرم) در تیمار T₁ (۱۰۰ درصد شنبلیله) مشاهده گردید (جدول ۵).

نسبت برابری زمین

بر اساس جدول ۶، نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که حاکی از برتری کشت مخلوط بر تک‌کشتی داشت. بیشترین نسبت فوق هم به ترتیب از تیمارهای T₇ (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد داودی) (۱/۵۹)، T₅ (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد داودی) (۱/۶) و T₃ (۵۰ درصد داودی و ۵۰ درصد شنبلیله) (۱/۷) به دست آمد. با

تولید را نسبت به کشت خالص شنبلیله سیاهدانه به ترتیب ۳۹ و ۵۴ درصد به همراه دارد.

وزن تر ریشه داودی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده تاثیر تیمارهای مورد استفاده بر وزن خشک ریشه بود. بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۴۱/۳ گرم) در تیمار T₇ (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد داودی) ملاحظه گردید (جدول ۳). نتایج مشابهی در خصوص افزایش وزن خشک ریشه در لوبیای چشم بلبلی در کشت مخلوط با ارزن توسط الورا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شد. عناصر غذایی مانند نیتروژن تاثیر مثبت در فعالیت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ایفا می‌کند دسترسی بهتر ریشه گیاه به ازت موجب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز در گیاه می‌شود (لیتی و همکاران ۲۰۰۶). شاید یکی از دلایل احتمالی افزایش رشد ریشه در تیمار مذکور به دلیل دسترسی مناسب بوته های گل داودی به نیتروژن باشد که موجب افزایش فتوسنتز شده و با تخصیص بیشتر منابع موجب رشد ریشه شده است.

وزن تر و خشک بوته شنبلیله

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (۴) و مقایسه میانگین (۵) نشان دهنده تاثیر تیمارهای مورد آزمایش، بر صفات وزن تر و خشک بوته در هر مترمربع بود. بالاترین میزان وزن خشک گیاه در تیمار T₁ (۱۰۰ درصد شنبلیله) به میزان ۱۸۳۰ گرم در هر متر مربع ثبت گردید (جدول ۵). با توجه به نتایج حاصل چنین به نظر می‌رسد که در کشت مخلوط شنبلیله با داودی به دلیل غالبیت گیاه داودی، الگوهای کشت مورد استفاده تاثیری در عملکرد شنبلیله نداشت و بیشترین عملکرد گیاه از تیمار تک کشتی حاصل گردید. نتایج حاصل از پژوهش انجام شده با نتایج تحقیقات دهمرده و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد آنها نیز بالاترین عملکرد ماده

و باقلا، مقادیر متغیر نسبت برابری زمین را در الگوهای مختلف بیشتر از یک گزارش کرد که سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را نشان می‌داد. شاید برتری عملکرد گیاه در کشت مخلوط بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف مانند استفاده بهتر از نهاده‌هایی مانند نور، رطوبت و عناصر غذایی باشد. البته وجود اختلاف در ساختار مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی هر گیاه در تامین نیازهای خود از محیط اطراف می‌تواند در کارآمد بودن سیستم کشت موثر باشد.

توجه به نتایج به دست آمده از جدول ۶ چنین استنباط می‌شود که در تمامی تیمارهای مورد بررسی، گل داودی گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با شنبلیله تاثیر مثبت گرفته است. نتایج حاصل از بررسی انجام شده با نتایج تحقیقات مردانی و بلوچی (۱۳۹۴) در خصوص افزایش در نسبت برابری زمین در کشت مخلوط شنبلیله با انیسون و رضایی چپانه و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط لوبیا با شوید مطابقت دارد. سخاوی و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط زیره سبز

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) متغیرهای مورد بررسی برای شنبلیله در کشت مخلوط با گل داودی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر بوته در واحد سطح	وزن خشک بوته در واحد سطح	ریشه در واحد سطح	وزن تر	وزن خشک	ارتفاع	تعداد غلاف در واحد سطح	تعداد دانه در میوه
بلوک	۲	۳۵/۲۳ ^{ns}	۳۵/۲۳ ^{ns}	۲۳/۸۲ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	
تیمار	۶	۱۹۴۶۹۰۰۰ ^{**}	۱۳۹۸۳۲/۴ ^{**}	۱۰۵/۰۱ ^{**}	۶/۴ ^{**}	۸۰/۱ ^{ns}	۲۲/۴۴ ^{ns}	۱۷/۶ ^{ns}	
اشتباه آزمایشی	۱۲	۹۴۳۰۰۰	۱۴۴۰۹/۹	۳/۲۴	۰/۲۱	۴/۱۸	۰/۵۶	۰/۲۹	
ضریب تغییرات (%)		۳۰/۶۸	۱۳/۴	۲۳/۳۵	۲۴/۲۸	۵/۵	۱۷/۳	۱۱/۴	

ns, *, ** به ترتیب به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی برای شنبلیله در کشت مخلوط با گل داودی

تیمار	وزن تر گیاه در واحد سطح (گرم)	وزن خشک گیاه در واحد سطح (گرم)	وزن تر ریشه در واحد سطح (گرم)	وزن خشک ریشه در واحد سطح (گرم)	تعداد میوه در واحد سطح
T1 (کشت خالص شنبلیله)	۲۳۳۳۰ ^a	۱۸۳۰ ^a	۱۶/۶ ^a	۳/۸ ^a	۹ ^a
T3 (۵۰٪ داودی + ۵۰٪ شنبلیله)	۱۲۶۰۰ ^c	۱۰۳۳ ^c	۱۲/۴ ^{ab}	۲/۹ ^{ab}	۵ ^b
T4 (۳۵٪ داودی + ۶۵٪ شنبلیله)	۱۰۵۷۰ ^c	۱۳۰۰ ^c	۹/۰۳ ^b	۲/۳ ^b	۴/۶ ^b
T5 (۳۵٪ شنبلیله + ۶۵٪ داودی)	۴۰۰۰ ^d	۳۴۰ ^d	۱۲/۴ ^{ab}	۱/۰ ^c	۳/۳ ^c
T6 (۲۵٪ داودی + ۷۵٪ شنبلیله)	۱۵۶۳۰ ^b	۱۴۲۳ ^b	۹/۶ ^b	۲/۸ ^{ab}	۵/۴ ^b
T7 (۲۵٪ شنبلیله + ۷۵٪ داودی)	۳۹۳۳ ^d	۳۰۲/۳ ^d	۲/۶ ^c	۰/۳ ^c	۳ ^c
LSD %	۴۲۲/۱	۹۹/۳	۴/۴	۱/۱	۱/۸

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

اثر کشت مخلوط بر تنوع حشرات

در الگوهای مختلف کشت گل داودی و شنبلیله گونه‌های مختلف حشرات به دست آمد که شناسایی دقیق حشرات توسط کارشناسان مرکز تحقیقات گیاهپزشکی کشور و حشرات پارازیتوئید توسط دکتر لطفعلی زاده انجام شد. مهم‌ترین گونه‌های حشرات آفت شامل: ۱- شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli, 1763، ۲- شته جالیز (پنبه) *Aphis gossypii* ۳- تریپس پیاز *Trips tabaci*، ۴- سن بذرخوار *Nysius cymoides* و همچنین دشمنان طبیعی در ارتباط آفت جمع آوری و شناسایی شدند که شامل زنبور پارازیتوئید شته باقلا *Lysiphlebus fabarum* (Hym: Braconidae)، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea*، کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* بودند (جدول ۷). کمترین شاخص شانون از کشت خالص شنبلیله و بیشترین آن از کشت مخلوط (۵۰ درصد شنبلیله و ۵۰ درصد گل داودی) به دست آمد (شکل ۱). بین الگوهای کشت مخلوط شنبلیله با گل داودی (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد گل داودی، ۳۵ درصد گل داودی و ۳۵ درصد شنبلیله، ۲۵ درصد گل داودی و ۷۵ درصد شنبلیله، ۷۵ درصد گل داودی و ۲۵ درصد شنبلیله) از نظر شاخص شانون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که کشت مخلوط شنبلیله و گل داودی در الگوهای

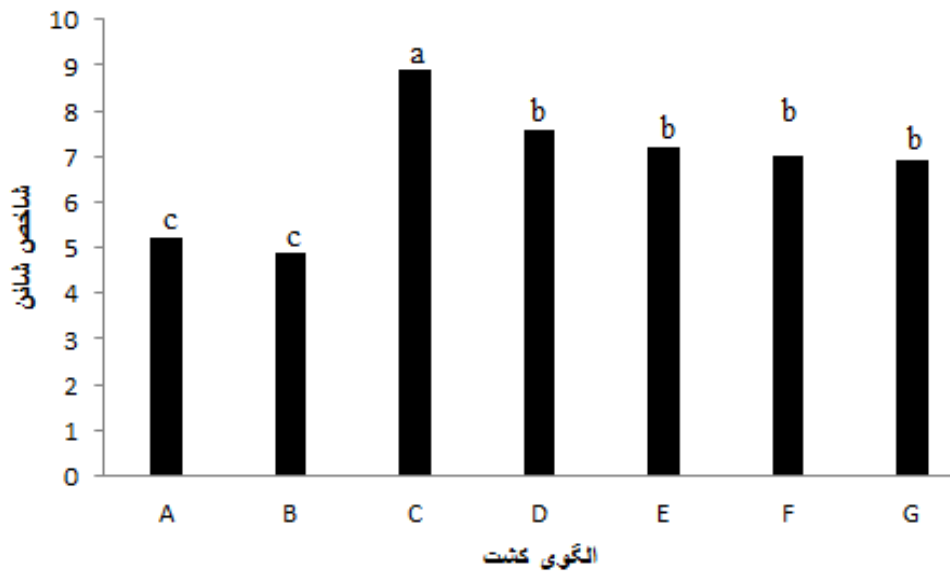
مختلف باعث افزایش دشمنان طبیعی و افزایش شاخص شانون می‌شود. در تحقیق مشابه الگوهای مختلف کشت مخلوط گاوزبان اروپایی و لوبیا مشخص شد که بیشترین جمعیت دشمنان طبیعی در کشت مخلوط و بیشترین جمعیت آفات در کشت خالص لوبیا مشاهده شد (کوچکی و همکاران ۱۳۹۱؛ بندر و همکاران ۱۹۹۹). نتایج آزمایش دیگر در کشت مخلوط گندم و کلزا نشان داد که جمعیت آفات به ویژه شته‌ها در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، محققین علت کاهش جمعیت شته را افزایش دشمنان طبیعی در کشت مخلوط و سردرگمی آفت در جستجوی گیاه میزبان می‌دانند (وانگ و همکاران ۲۰۰۹؛ هوک و جانسون ۲۰۰۳؛ بکونسکی و همکاران ۲۰۰۵). بررسی تنوع حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و شنبلیله نشان داد، بیشترین جمعیت دشمنان طبیعی در کشت مخلوط و کمترین جمعیت آفات در کشت خالص لوبیا گزارش شد (رضایی چیاپانه و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهش مشابهی که روی تنوع حشرات در کشت مخلوط گل همیشه بهار و نخود انجام شد، نتایج نشان داد که بیشترین جمعیت آفات در کشت خالص نخود و بیشترین حشرات شکارگرها در کشت مخلوط ردیفی مشاهده شد (ولیزادگان ۲۰۱۵).

جدول ۶- نسبت برابری زمین جزء و کل در تیمارهای کشت مخلوط داودی و شنبلیله

نسبت برابری زمین			تیمارهای کشت مخلوط
کل	جزء برگ شنبلیله	جزء گل داودی	
۱/۷	۰/۵۶	۱/۱۴	T ₃ (۵۰ درصد گل داودی و ۵۰ درصد شنبلیله)
۱/۲۶	۰/۷۶	۰/۵	T ₄ (۳۵ درصد گل داودی و ۶۵ درصد شنبلیله)
۱/۶۲	۰/۱۸	۱/۴۴	T ₅ (۳۵ درصد شنبلیله و ۶۵ درصد گل داودی)
۱/۳۹	۰/۷۷	۰/۶۲	T ₆ (۲۵ درصد گل داودی و ۷۵ درصد شنبلیله)
۱/۵۹	۰/۱۶	۱/۴۳	T ₇ (۲۵ درصد شنبلیله و ۷۵ درصد گل داودی)

جدول ۷- تراکم نسبی (بر حسب تعداد حشره) گونه‌های حشرات در الگوهای مختلف کشت گل داودی و شنبلیله

حشره	۱۰۰ درصد شنبلیله	۱۰۰ درصد گل داودی	۵۰ درصد گل داودی + ۵۰ درصد شنبلیله	۳۵ درصد گل داودی + ۶۵ درصد شنبلیله	۲۵ درصد گل داودی + ۷۵ درصد شنبلیله	۲۵ درصد گل داودی + ۷۵ درصد شنبلیله	۲۵ درصد گل داودی + ۷۵ درصد شنبلیله
شته باقلا	۷۲	-	۱۴/۵	۲۱/۱	۲۳/۱	۲۷/۱۱	۲۷/۱۱
شته جالیز	-	۶۱/۵	۴۸/۳	۴۲/۱	۳۹/۸	۴۷/۵	۴۷/۵
تریپس پیاز	۱۹/۲	-	۳/۴	۱۱/۵	۵/۸	۱۴	۱۴
سن بذرخوار	-	۷	۲/۱	۶	۴/۵	۶/۴	۶/۴
کفشدوزک ۷ نقطه- ای	۱۴	۱۱/۶	۲۴/۵	۱۸/۱	۱۷	۱۰	۱۰
زنبور پارازیتوئید	۳۴	-	۴۹/۶	۳۷/۸	۲۳/۲	۱۵/۱	۱۵/۱
بالتوری سبز	-	۱۰	۲۰/۸۵	۱۶/۲۱	۱۲/۲	۱۱/۲	۱۱/۲



شکل ۱- اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط گل داودی و شنبلیله (A: ۱۰۰٪ شنبلیله، B: ۱۰۰٪ گل داودی، C: ۵۰٪ گل داودی و ۵۰٪ شنبلیله، D: ۳۵٪ شنبلیله + ۶۵٪ گل داودی، E: ۲۵٪ شنبلیله + ۷۵٪ گل داودی، F: ۲۵٪ گل داودی + ۶۵٪ شنبلیله، G: ۳۵٪ گل داودی + ۶۵٪ شنبلیله) بر شاخص شانن جمعیت حشرات میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

نتیجه گیری کلی

براساس بررسی منابع انجام شده تاکنون تحقیقی در خصوص تاثیر کشت مخلوط بر ویژگی‌های کیفی گل داودی انجام نشده است و شاید این اولین گزارش در خصوص تاثیر مثبت کشت مخلوط شنبلیله بر صفات مورد نظر در گل داودی باشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان دهنده تأثیر مثبت کشت مخلوط بر صفات تعداد شاخه و گل، وزن تر ریشه و بوته، وزن خشک گل در داودی بود. بالاترین مقادیر متغیرهای معنی‌دار برای شنبلیله، از الگوهای کشت خالص (برای صفات تعداد غلاف در بوته، وزن خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه) به دست آمد. نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت مخلوط بالاتر از ۱ بود که حاکی از برتری کشت مخلوط بر تک‌کشتی داشت که نشان دهنده رقابت بهتر و استفاده بهینه از منابع نیتروژن و آب می‌باشد. در نتیجه در کشت مخلوط سنتز متابولیتهای ثانویه افزایش می‌یابد که باعث جذب

حشرات مفید می‌شود. از سویی دیگر کشت دو گونه گیاهی در کنار یکدیگر به دلیل تفاوت در متابولیتهای آنها باعث گیج شدن حشرات آفت و عدم دسترسی مناسب آنها به گیاه میزبان خواهد شد (کوچکی و همکاران ۲۰۱۲). همچنین در کشت مخلوط از دشمنان طبیعی حفاظت می‌شود که در نهایت منجر به افزایش تنوع گونه حشرات مفید در مزرعه می‌شود، افزایش تنوع دشمنان طبیعی در مزرعه موجب کنترل طبیعی آفات مربوطه می‌شود و اثرات زیست محیطی ناشی از مصرف سموم آفت‌کش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهد. در کل چنین می‌توان عنوان نمود که کشت مخلوط به-عنوان یکی از مولفه‌های موثر کشاورزی پایدار ضمن کمک به افزایش تنوع اکولوژیکی و اقتصادی موجب افزایش عملکرد در واحد سطح و استفاده کارآمدتر از منابع موجود شده و به بهبود تغذیه انسان کمک می‌کند و با کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به تامین اهداف کشاورزی پایدار نیز کمک می‌کند.

منابع مورد استفاده

- Allahdadi M, Shakiba MR, Dabbagh MohamadiNasab A and Amini R, 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping system. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 2(3): 47-58. (In Persian).
- Bashyal LN, 2011. Response of cauliflower to nitrogen fixing biofertilizer and graded levels of nitrogen. Journal of Agricultur and Environment, 12: 41-50.
- Bender DA, Morrison WS and Frisbie RE, 1999. Intercropping cabbage and Indian mustard for potential control of lepidopterous and other insects. Hort Science, 34(2): 275-279.
- Bukovinszky T, Van Lentren JC and Vet LEM, 2005. Function of natural enemies in mixed cropping systems. Encyclopedia of Pest Management, www.Informaworld.com.
- Dahmardeh M, Ghanbri A, Syahsar BA and Ramroudi M, 2011. Evaluation of forage yield and protein content of maize and cowpea intercropping. Iranian Journal of Crop Sciences, 4: 658-670.
- Hasanzadeh, E., Rezazadeh, Sh., Shamsa, F., Dolat abadi, R., and Zarringhalam J, 2010. An overview of therapeutic and phytochemical properties of fenugreek. Journal of Medicinal Plants, 34: 1-13.
- Hooks GRP and Johnson MW, 2003. Impact of agriculture diversification on the insect community of cruciferous crops. Crop Protection, 22:223-238.
- Koocheki A, Shabahang J, Khorramdel A, Ghafouri A, 2012. Row intercropping of borage with bean on possible evaluating of the best stripwidth and assessing of its ecological characteristic. Agroecology, 2(1): 1-11. (In Persian).

- Leithy S, El-Meseiry TA and Abdallah EF, 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. *Journal of Applied Sciences Research*, 2:773-779.
- Mabudi Bilesuar H and Zehtab Salmasi S, 2016. Evaluation of yield and advantages of corn (*Zea mays* L.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) intercropping. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 27(1): 1-11. (In Persian).
- Mardani F, Balouchi H, 2015. Effects of intercropping on the yield and some quantitative and qualitative traits of fenugreek and anise. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 25(2): 1-16. (In Persian).
- Mirhashemi SM, Koocheki A, Parsa M, Nassiri M, 2009. Evaluation the benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 1: 269-279. (In Persian).
- Olivera LB, Nevs Barros R, Magalhaes WB, Medlci LO and Plmentel C, 2017. Cowpea growth and yield in sole crop and intercropped with millet. *Revista Caatinga*, 30 (1): 53-58.
- Park CH, Chae SC, Park SY, Kim JK, Al-Dhabi NA, Park SU, 2015. Anthocyanin and carotenoid content in different cultivars of chrysanthemum flower. *Molecules*. 11090-11102.
- Rajeswara Rao BR. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of Rose -scented geranium (*Pelargonium species*) as influenced by row spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.). *Industrial Crops and Products*. 16: 133-144.
- Rezaei-chiyaneh E, Valizadegan O, Tajbakhsh M, Dabbagh Mohammadi A, Rimaz, V. 2013. Evaluation of agronomical yield and insect diversity at different intercropping patterns of bean and dill. *Agricultural Crop Management*. 16(2): 353-368.
- Rezvani Moghaddam P, Raoofi MR, Rashed Mohassel MH, Moradi R. 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek) black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. *Journal of Agronomy*. 1:65-79.
- Rostaei M, Fallah S and AbbasiSorki A, 2014. Effects of fertilizer sources on growth yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. *Electronic Journal of Crop Production*, 7(4): 197-222. (In Persian).
- Sakhavi S, Amini R, Shakiba MR, Dabbagh Mohammadi-Nasab A. 2016. Advantage of faba bean (*Vicia faba* L.) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) intercropping under organic, biological and chemical fertilizer treatments. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 26(4): 18-32. (In Persian).
- Selvakumar GM, Lenin P, Ravimycin T, 2009. Response of biofertilizers on the growth and yield of blackgram (*Vigna mungo* L.). *Recent Research in Science and Technology*. 1(4): 169-175.
- Seraj AA. 2011. Principles of plant pests control. Shahid Chamran University press. 492.
- Shannon LE, Weaver A. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 350 p.
- Shokati Amrollah B. 2012. The effects of different mixed culture patterns on growth yield and essential oil of fenugreek and Dill. MSc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. (In Persian).
- Valizadegan A. 2015. Study of yield quality and quantity in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) and species diversity and relative abundance of insects in row and strip intercropping. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 25(3): 15-30. (In Persian).
- Vandermeer JH. 1989. The Ecology of intercropping, Cambridge, University Press, 297 p.
- Wang W, Liu y, Chen J, Xianglong J, Zhou H and Wang G. 2009. Impact of intercropping aphid-resistant wheat cultivars with oilseed rape on wheat aphid and its natural enemies. *Acta Ecologica Sinica*, 29:186-191.