

Effect of replacement intercropping combinations on the yield of three medicinal plants of black cumin (*Nigella sativa* L.), borage (*Borago officinalis* L.) and marigold (*Calendula officinalis* L.)

Introduction

Medicinal plants play major roles in human health services worldwide. Many people in both developing and developed countries are turning to herbal medicine .. Iran has a long medical tradition and traditional learning of plant remedies . Besides serving medical and cultural functions, medicinal plants have also an important economic role across the country. The planting area of medicinal plants is about 166,527 ha which contains nearly 1% of total planting area in Iran .

Marigold (*Calendula officinalis*) is a medicinal plant of Asteraceae family. It is popular for the verdant color and an aromatic perfume which is provided from this plant. It grows in sun or partial gloominess and is effortless to grow requiring little cultivation.

Borage is from the Boraginaceae family and has the proper name of *Borago officinalis*. Borage is also known as the Bee plant and Bee Bread because the blue purplish star shaped flower attracts bees all summer long. Throughout history Borage has been used to treat a multitude of ailments and to improve overall health. The Romans would mix Borage tea and wine prior to combat, most likely to fortify themselves for the battle. The leaves are robust and have medicinal properties and the topper of the plant is a striking blue star shaped flower hence the name. The flowers are edible as well and are often found candied for cake decorations or made into sweet syrups.

Black cumin (*Nigella sativa*) is a type of medicinal plant that belongs to the Ranunculaceae family. It has been used as a herbal medicine for more than 2000 years. It is also used as a food additive and flavor in many countries. Black cumin volatile oil has recently been shown to possess 67 constituents, many of which are capable of inducing beneficial pharmacological effects in humans.

Intercropping combines different aspects of the interaction between organisms in ecosystems and may be classified as a pro-ecological method of plant cultivation limiting the harmful human interference in the environment, especially the use of chemicals. It also allows high yield, good quality, and economic productivity to be achieved. The relationship between intercropped components has become a point of interest for many authors as environmental resources management with respect to productivity and economic indicators (Neto et al., 2010).

Therefore, the objective of the present study was to determine the quantitative yield black cumin (*Nigella sativa* L.), borage (*Borago officinalis* L.) and marigold (*Calendula officinalis* L.) in replacement intercropping.

Materials and Methods

An experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad in the growth year of 2013-14. Treatments included 50:50 ratio of black cumin-marigold, black cumin-borage and marigold-borage and 33:33:33 ratio of black cumin-marigold-borage and monoculture of each of three species. Economic and biological yield, harvest index and yield components of three plants and LER was studied.

For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and least significant test (LSD) were performed using Minitab 16.0. ۴۶

Results and Discussion ۴۷

The results showed that, except of HI, treatments have a significant effect on the number of branches per plant, number of Follicules per plant, number of seeds per follicule, the percentage of hallow follicules, grain weight and partial LER of black cumin has affected by intercropping. Treatments also affected the number of flowers per plant, biological yield, flower yield and flower harvest index of marigold and they also had a significant effect on number of flowers per plant, number of sub-branches, biological and flower yield of borage but HI not affected from the treatments. Highest biological and economic yield of the three plants plants in monoculture of studied plants, but theirs partial LER increased in all of intercropping treatments. It could mean the improvement in land use efficiency and other economic resources for more production of biomass of the plants. According to this results, highest total LER based on biological and economical yeild, 1.3 and 1.41 were gained in triple intercropping treatment respectively. Therefore, it seems that tripple intercropping of black cumin-marigolg-borage in the ratio of 33:33:33 to can be beneficial in term of ecological management. ۴۸
۴۹
۵۰
۵۱
۵۲
۵۳
۵۴
۵۵
۵۶
۵۷
۵۸
۵۹
۶۰
۶۱
۶۲
۶۳
۶۴
۶۵
۶۶

اثر ترکیب‌های کشت مخلوط جایگزینی بر عملکرد سه گونه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) ۶۷

چکیده ۶۸
۶۹
۷۰
۷۱
۷۲
به منظور ارزیابی عملکرد کمی سه گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) در کشت مخلوط جایگزینی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۵۰:۵۰ سیاهدانه با گاوزبان، ۵۰:۵۰ سیاهدانه با همیشه‌بهار، ۵۰:۵۰ گاوزبان اروپایی با همیشه‌بهار، کشت سه‌گانه ۳۳ درصد از هر گیاه و کشت خالص هر سه گونه بود. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد اقتصادی و زیستی، شاخص برداشت، اجزای عملکرد هر سه گیاه و ارزیابی نسبت برابری زمین (LER) بود. نتایج آزمایش نشان داد که به‌جز در مورد شاخص برداشت، تیمارهای آزمایش اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه جانبی، تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول، درصد فولیکول پوک، وزن هزار دانه و نیز LER جزئی سیاهدانه در تیمارهای کشت مخلوط داشت. تیمارهای آزمایش همچنین بر تعداد گل در بوته، عملکرد زیستی، عملکرد گل، شاخص برداشت گل گیاه همیشه‌بهار اثر معنی‌داری داشتند. در مورد گاوزبان نیز به غیر از شاخص برداشت، اثر ۷۳
۷۴
۷۵
۷۶
۷۷
۷۸
۷۹
۸۰
۸۱

- ۸۲ تیمارهای آزمایش تعداد گل در بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد زیستی و عملکرد گل گاو زبان معنی دار بود. بالاترین عملکرد
- ۸۳ زیستی و عملکرد اقتصادی هر سه گیاه در تیمارهای کشت خالص گیاهان مورد بررسی بدست آمد، اما LER جزئی آن‌ها در تمامی
- ۸۴ تیمارهای کشت مخلوط افزایش داشت که می‌تواند به معنای بهبود کارایی استفاده از زمین و سایر منابع در تولید عملکرد زیستی و
- ۸۵ اقتصادی این گیاهان باشد. بر این اساس LER کل نیز در کلیه تیمارهای کشت مخلوط افزایش پیدا کرد و بالاترین LER ثبت شده
- ۸۶ در مورد عملکرد زیستی و اقتصادی به ترتیب با مقدار ۱/۳ و ۱/۴۱ به کشت مخلوط سه گانه گیاهان مورد بررسی تعلق داشت.
- ۸۷ بنابراین، به نظر می‌رسد که کشت مخلوط سه گانه سیاهدانه-گاو زبان-همیشه بهار در نسبت‌های ۳۳:۳۳:۳۳ به لحاظ مدیریت
- ۸۸ اکولوژیکی سودمند باشد.
- ۸۹
- ۹۰ **واژه‌های کلیدی:** کشاورزی پایدار، کشت خالص، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین
- ۹۱
- ۹۲
- ۹۳ **مقدمه**
- ۹۴ افزایش جمعیت جهان و تخریب منابع طبیعی و به دنبال آن نیاز مبرم به افزایش تولیدات غذایی از مشکلات اساسی دنیای امروز به
- ۹۵ شمار می‌رود. بنابراین افزایش تولید محصولات کشاورزی برای هماهنگی با تقاضای روزافزون منابع غذایی اجتناب‌ناپذیر است
- ۹۶ (FAO, 2006). این امر موجب فشار بیش از حد بر محیط زیست گردیده و پایدار سیستم‌های کشاورزی را تهدید می‌کند
- ۹۷ (Heidari sharifabad & Dorri, 2002). کشاورزی پایدار مدیریت صحیح منابع کشاورزی است که ضمن رفع نیازهای بشر،
- ۹۸ کیفیت محیط زیست و ظرفیت منابع آب و خاک را نیز حفظ می‌کند (Philipp, 2009). سیستم جنگل زراعی^۱، مدیریت تلفیقی
- ۹۹ آفات، تناوب زراعی و کشت مخلوط چند مثال از اجزای کشاورزی پایدار است (Tsubo et al., 2005). یکی از راهبردهای حفظ
- ۱۰۰ و افزایش تولید محصولات کشاورزی، کشت مخلوط گیاهان با یکدیگر، به منظور استفاده از مزایای آن است. به طور کلی کشت
- ۱۰۱ مخلوط که یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین عملیات زراعی استفاده شده در سیستم‌های کم‌نهاد کشاورزی در بیشتر مناطق
- ۱۰۲ جهان است (Lithourgidis et al, 2011) عبارت است از کشت توأم دو یا چند گونه گیاهی در یک زمان و مکان مشخص،
- ۱۰۳ به گونه‌ای که گیاه در اکثر دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر باشد (Caballero et al., 2001). از بهترین و موثرترین

^۱ Agroforestry

- ۱۰۴ راهبردهای نیل به پایداری تولید می‌توان به ایجاد تنوع در روش‌های مدیریت و افزایش تنوع کشاورزی اشاره کرد. از این رو کشت
- ۱۰۵ مخلوط به عنوان مهمترین عامل افزایش تنوع در اکوسیستم‌های زراعی شناخته می‌شود (Koocheki et al., 2009). از کشت
- ۱۰۶ مخلوط به عنوان بعنوان یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی که منجر به بهبود کارایی مصرف منابع محیطی
- ۱۰۷ و افزایش عملکرد می‌شود، یاد می‌گردد (Rezaei-Chianeh et al, 2010). افزایش تولید در کشت مخلوط را می‌توان به دلایلی
- ۱۰۸ همچون کاهش رشد علف‌های هرز، کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها، سرعت رشد بیشتر و استفاده بهتر از منابع در دسترس نسبت
- ۱۰۹ داد (Dahmardeh and Keshtegar, 2014; Gustave et al., 2008). محققین مختلف، دلایل عمده موفقیت تولید در تراکم بالای
- ۱۱۰ کشت مخلوط را جذب بیشتر نور خورشید در اوایل فصل کاشت و امکان رقابت بهتر این سیستم با علف‌های هرز دانسته‌اند
- ۱۱۱ (Boquet et al., 2003). اصولاً وجود اختلافات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بین اجزای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی
- ۱۱۲ موجب افزایش عملکرد می‌شود و به طور کلی استفاده بیشتر و بهتر از عوامل عوامل محیطی قابل دسترس و افزایش عملکرد یکی
- ۱۱۳ از اهدافی است که در کشت مخلوط دنبال می‌شوند (Rezvani Moghadam et al, 2009) از این رو می‌توان بهبود عملکرد
- ۱۱۴ گونه‌های کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را مهم‌ترین دلیل رویکرد به کشت مخلوط دانست. در کشورهای در حال توسعه
- ۱۱۵ کشت مخلوط نقش مهمی در تولید غذا و معیشت مردم ایفا می‌کند و اغلب به صورت سنتی در مزارع کوچک توسط کشاورزان
- ۱۱۶ مدیریت می‌شوند (Tsubo and Walker, 2002).
- ۱۱۷ کشت گیاهان دارویی در ایران از قدمت بسیاری برخوردار است و از دیرباز جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی سنتی، از نظر
- ۱۱۸ ایجاد تنوع و پایداری برخوردار بوده است. در ایران وجود نور فراوان یکی از منابع مهم و بالقوه در تولید گیاهان دارویی است که
- ۱۱۹ باید با مناسب‌ترین روش‌ها از آن استفاده کرد (Omidbeygi, 2005). برای رفع نیازهای فزاینده به داروهای گیاهی، گیاهان
- ۱۲۰ دارویی بایستی در سطح وسیعی به صورت زراعی کشت شوند. گسترش کشت گیاهان دارویی علاوه بر اینکه می‌تواند نیاز داخلی
- ۱۲۱ به محصولات این گیاهان را مرتفع سازد، باعث تولید مواد خام باکیفیت نیز می‌گردد. از سوی دیگر تامین مواد اولیه برای منابع
- ۱۲۲ داروسازی نیاز به افزایش تولید محصول در واحد سطح دارد که علمی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش دستیابی به این مهم، افزایش
- ۱۲۳ کارایی نهاده‌های مورد استفاده در زراعت گیاهان دارویی می‌باشد (Thomas, 2000).
- ۱۲۴ گیاه دارویی سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa* L. گیاهی یکساله و علفی و متعلق به خانواده Ranunculaceae است. دانه این
- ۱۲۵ گیاه که به‌طور متوسط دارای ۳۰ تا ۴۰ درصد روغن، ۲۰ درصد پروتئین و بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد اسانس است (Mehta et al.,
- ۱۲۶ 2009)، دارای خواصی همچون کاهش قند خون، ضد درد، ضد ویروس و باکتری، ضد نفخ، ضد انگل، مسهل و شیرآور است

- ۱۲۷ (Omidbeygi, 2005). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghadam et al., 2009) گزارش دادند که کشت مخلوط سیاهدانه
- ۱۲۸ به همراه ماش موجب افزایش برخی شاخص‌های رشدی سیاهدانه نظیر شاخص سطح برگ و وزن خشک آن شد. این محققین
- ۱۲۹ همچنین بیان داشتند که عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه همچون تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد فولیکول پر در بوته و تعداد دانه
- ۱۳۰ در فولیکول در کشت مخلوط با ماش افزایش داشت.
- ۱۳۱ گاوزبان اروپایی با نام علمی *Borago officinalis* L. گیاهی علفی، یکساله و متعلق به خانواده Boraginaceae است که دارای
- ۱۳۲ خواص دارویی متعددی است و از آن برای درمان بیماری‌های قلبی، آگزما، دیابت، ورم مفاصل و بیماری MS استفاده می‌شود. دانه
- ۱۳۳ گاوزبان اروپایی منبع غنی گیاهی گامالینولیک اسید است که خاصیت دارویی این گیاه به این ماده آنتی‌اکسیدانت نسبت داده
- ۱۳۴ می‌شود (Naghdi badi et al., 2007). نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) مؤید بهبود خصوصیات
- ۱۳۵ رشدی و عملکرد گیاه دارویی گاوزبان اروپایی در شرایط مخلوط ردیفی با لوبیا می‌باشد.
- ۱۳۶ همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی یک‌ساله و علفی است که مواد موثره آن در گل‌ها ساخته شده و ذخیره می‌گردد.
- ۱۳۷ مهمترین ترکیبات آن شامل فلاونوئیدهای محلول در آب، کارتوتنوئیدها، اسانس، مواد موسیلاژی و ویتامین E می‌باشد. گل‌های
- ۱۳۸ همیشه‌بهار همچنین حاوی کلندونین، ساپونین، کلسترول، استرول و استراسید لانوریک هستند و دارای موارد مصرف دارویی
- ۱۳۹ (مداوای بیماری‌های معدی و روده‌ای، مداوای زخم‌های پوستی، ضد التهاب)، آرایشی و بهداشتی (تهیه کرم‌های مختلف) و غذایی
- ۱۴۰ (رنگ کردن مواد غذایی از جمله پنیر و کره) است. این گیاه دارای خواص متعددی نظیر معرق، تصفیه‌کننده خون، ضد تشنج،
- ۱۴۱ التیام‌دهنده زخم، ضد سوختگی، درمان آگزما، سرمازدگی و رفع آکنه است (Ameri et al., 2012).
- ۱۴۲ از آن‌جا که گیاهان دارویی معمولاً گیاهانی با نیاز غذایی اندک هستند، با روش‌های اکولوژیک و بدون مصرف کودهای شیمیایی
- ۱۴۳ به راحتی می‌توان به تولید آن‌ها پرداخت. از طرفی، در مورد تولید گیاهان دارویی، ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری
- ۱۴۴ تولید داده شده و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرد. تحقیقات قبلی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی
- ۱۴۵ پایدار به دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر
- ۱۴۶ ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌شود (Darzi et al., 2008). همچنین لزوم سلامت محصولات گیاهان دارویی و عاری بودن
- ۱۴۷ آن‌ها از بقایای نهاده‌های شیمیایی، کشاورزان را به این امر تشویق می‌کند تا با استفاده از روش‌هایی همچون کشت مخلوط به تولید

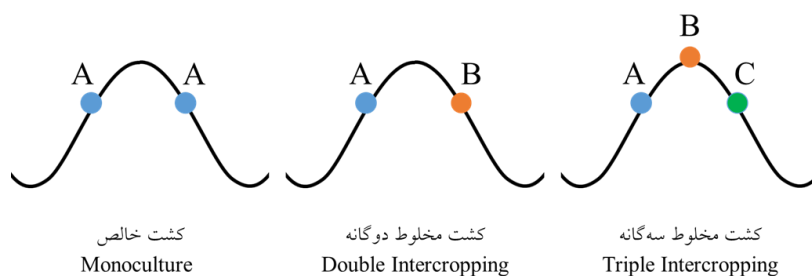
- ۱۴۸ آن‌ها بردارند. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش بررسی عملکرد زیستی، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت گیاهان سیاهدانه،
- ۱۴۹ همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی در سیستم‌های کشت مخلوط دوگانه و سه‌گانه با تاکید بر روش جایگزینی بود.
- ۱۵۰
- ۱۵۱ **مواد و روش‌ها**
- ۱۵۲ این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۹۴
- ۱۵۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص هر کدام از سه گونه سیاهدانه، همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی، کشت
- ۱۵۴ مخلوط جایگزینی ۵۰:۵۰ سیاهدانه با گاوزبان اروپایی، کشت مخلوط جایگزینی ۵۰:۵۰ سیاهدانه با همیشه‌بهار، کشت مخلوط
- ۱۵۵ جایگزینی ۵۰:۵۰ گاوزبان اروپایی با همیشه‌بهار و کشت مخلوط جایگزینی سه‌گانه ۳۳:۳۳:۳۳ سیاهدانه، گاوزبان اروپایی و
- ۱۵۶ همیشه‌بهار بود. قبل از اجرای آزمایش و برای اطلاع از وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک، اقدام به نمونه برداری مرکب از خاک
- ۱۵۷ مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری شد که نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.
- ۱۵۸

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physical and chemical properties of farm's soil

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	شوری Salinity (dS.m ⁻¹)	درصد کربن آلی Organic C (%)	درصد ماده آلی Organic matter (%)	میزان نیتروژن N (ppm)	میزان فسفر کل Total P (ppm)	میزان پتاسیم کل Total K (ppm)
لوم سیلتی Silty loam	8.76	644	0.78	0.95	15.5	12.2	321

- ۱۵۹
- ۱۶۰ عملیات آماده‌سازی مزرعه در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳، بصورت شخم و دیسک، ایجاد ردیف‌های کاشت نیم‌متری و سپس کرت‌بندی
- ۱۶۱ زمین انجام شد و پس از آن کاشت بذرها انجام پذیرفت. مساحت هر کرت ۶ متر مربع با ابعاد ۴×۱/۵ متر بود. فاصله بین هر کرت
- ۱۶۲ نیم متر و فاصله بلوک‌های مجاور نیز یک متر در نظر گرفته شد. کشت همزمان گیاهان در تاریخ ۱۰ اردیبهشت‌ماه، بصورت
- ۱۶۳ خطوطی در دو طرف هر ردیف کاشت انجام شد (شکل ۱) که پس از اطمینان از استقرار گیاهچه‌ها، تنک و برای هر گیاه به تراکم
- ۱۶۴ مورد نظر رسید.



شکل ۱- نحوه کاشت بذر های گیاهان مورد مطالعه در تیمارهای مختلف کشت خالص و کشت های مخلوط دوگانه و سه گانه
 Fig 1- Swing pattern of plants seeds in different treatments of monoculture and double and triple intercropping

منحنی ها و نقاط به ترتیب نشان دهنده پشته ها و محل های کاشت بذر ها هستند
 Curves and dots indicate seed bed and place of seed swing

۱۶۵

تراکم کاشت بر مبنای بررسی منابع و عرف رایج منطقه مشهد برای سیاهدانه، گاوزبان اروپایی و همیشه بهار به ترتیب برابر با ۳۵

۱۶۶

(Torkaman-nia, 1997)، ۱۰ و ۱۳ (Ameri et al., 2012) بوته در مترمربع بود. روش آبیاری بصورت جوی و پشته ای بود. اولین و

۱۶۷

دومین آبیاری مزرعه به ترتیب در روز کاشت بذر ها و سه روز پس از آن انجام و تا پایان فصل، دور آبیاری هفت روزه اعمال شد.

۱۶۸

وجین علف های هرز بصورت دستی بنا به ضرورت در طول فصل رشد انجام شد. به منظور بررسی آزمایش در شرایط کم نهاده در

۱۶۹

زمان آماده سازی زمین و در طول دوره رشد از هیچ نهاده شیمیایی نظیر سم و کود استفاده نشد و از طرفی نیز در طول فصل

۱۷۰

رشد، مزرعه با هیچ بیماری یا آفتی مواجه نگردید.

۱۷۱

برداشت هر سه گیاه بصورت تقریبا همزمان در اوایل شهریورماه با حذف حاشیه ها و کف بر کردن گیاهان از ۳ مترمربع از هر کرت

۱۷۲

انجام شد. در پایان، اجزای عملکرد و شاخص برداشت هر گیاه شامل تعداد شاخه های جانبی، تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در

۱۷۳

فولیکول، درصد فولیکول پوک، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت برای سیاهدانه، تعداد گل در

۱۷۴

بوته، عملکرد زیستی، عملکرد گل و شاخص برداشت گل برای همیشه بهار و تعداد گل در بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد

۱۷۵

زیستی، عملکرد گل و شاخص برداشت گل برای گاوزبان اروپایی اندازه گیری شد.

۱۷۶

نسبت برابری زمین (LER) بر اساس عملکرد زیستی و اقتصادی از طریق معادله های ۱ و ۲ محاسبه شد (Heidari Asl, 2014):

۱۷۷

$$LER_a = \frac{Y_{i,m(a)}}{Y_{i,s(a)}} \quad \text{معادله (۱)}$$

Equation (1)

$$LER_T = \sum \frac{Y_{i,m}}{Y_{i,s}} \quad \text{معادله (۲)}$$

Equation (2)

۱۷۸

۱۷۹ که در این معادله‌ها، LER_a : نسبت برابری زمین مربوط به گونه a ، $Y_{i,m(a)}$ و $Y_{i,s(a)}$: به ترتیب عملکرد گونه a در کشت مخلوط و

۱۸۰ کشت خالص آن گونه، LER_T : نسبت برابری زمین کلی هر تیمار کشت مخلوط و $Y_{i,m}$ و $Y_{i,s}$: به ترتیب عملکرد گونه‌ها در کشت

۱۸۱ مخلوط و خالص می‌باشند.

۱۸۲ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از برنامه‌های Minitab و MS Excel استفاده گردید و از آزمون LSD در سطح

۱۸۳ احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌ها بهره گرفته شد.

۱۸۴

۱۸۵ نتایج و بحث

۱۸۶ عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه

۱۸۷ اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده سیاهدانه حاکی از آن بود که اثر تیمارهای

۱۸۸ مختلف آزمایش بر تعداد شاخه جانبی، تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول، درصد فولیکول پوک، وزن هزار دانه،

۱۸۹ عملکرد زیستی و عملکرد دانه معنی‌دار بود، اما شاخص برداشت سیاهدانه از تیمارهای این آزمایش اثری نپذیرفت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات سیاهدانه در تیمارهای کشت خالص و کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه با همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی

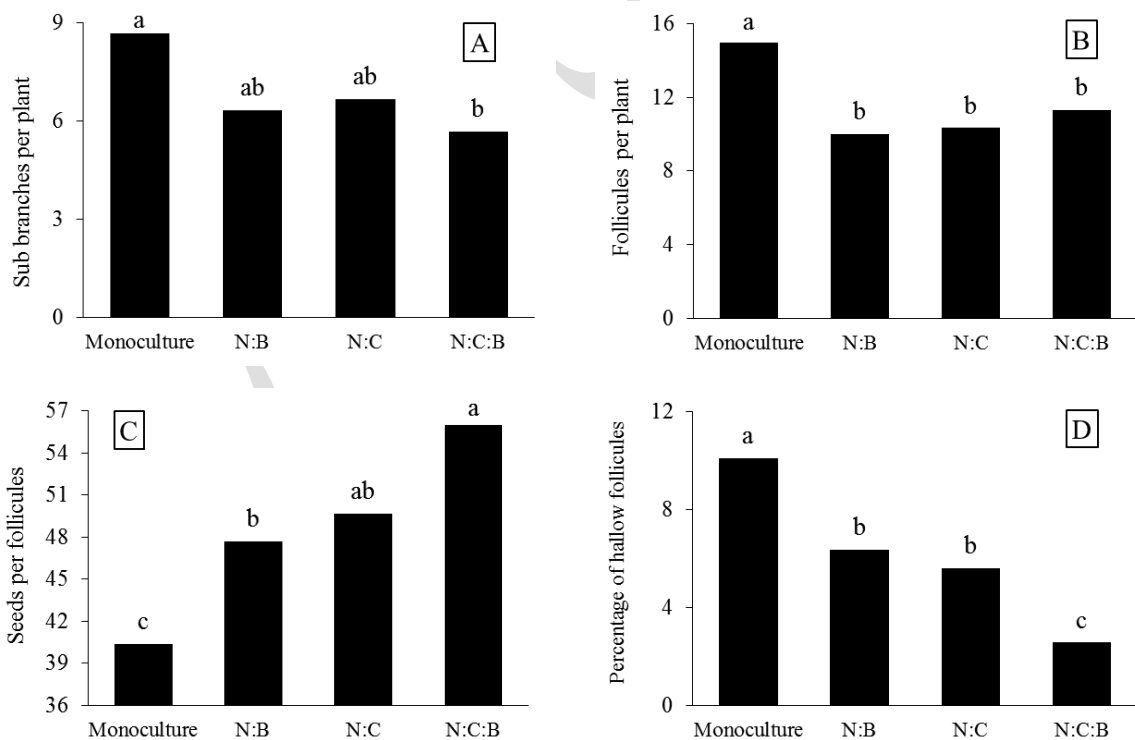
Table 2- Analysis of variance for characteristic of black cumin in monoculture and double and triple intercropping with marigold and borage

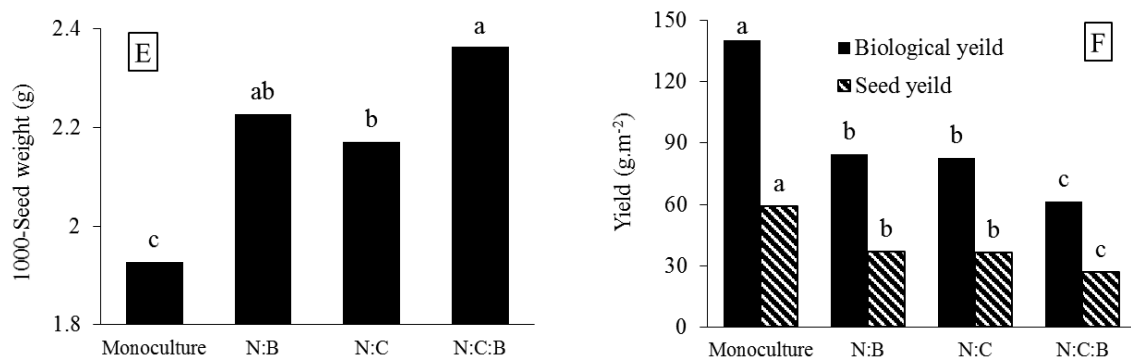
منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		تعداد شاخه جانبی Sub branches per plant	تعداد فولیکول در بوته Follicule per plant	تعداد دانه در فولیکول Seeds per follicule	درصد فولیکول پوک Percentage of hallow follicule	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت HI
تیمار Treatments	3	5*	15.77**	124.97**	28.57**	0.099**	3380.2**	560.6**	1.99 ^{ns}
تکرار Replication	2	0.08 ^{ns}	1.08 ^{ns}	2.33 ^{ns}	0.45 ^{ns}	0.001 ^{ns}	3.7 ^{ns}	1.25 ^{ns}	0.15 ^{ns}
خطا Error	6	0.75	0.86	5.22	0.48	0.003	6.3	1.75	0.59
ضریب تغییرات CV (%)		12.67	7.95	4.71	11.33	2.57	2.72	3.32	1.92

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال یک (p≤0.01) و پنج درصد (p≤0.05) و غیرمعنی‌دار است.

***, * and “ns” means significant in probability level of 1 (p≤0.01) and 5 percent (p≤0.05) and “not significant”, respectively

- ۱۹۱ کمترین و بیشترین تعداد شاخه جانبی در هر گیاه مربوط به سیاهدانه در کشت مخلوط سه گانه (۵/۶ شاخه) و کشت خالص این
- ۱۹۲ گیاه (۸/۶ شاخه) بود که با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند. همچنین، تعداد شاخه‌های فرعی در تیمارهای کشت مخلوط
- ۱۹۳ سیاهدانه-گاوزبان اروپایی و سیاهدانه-همیشه‌بهار در حد میانه‌ی دو تیمار قبل قرار داشتند و از نظر آماری با یکدیگر و با دو تیمار
- ۱۹۴ کشت مخلوط سه گانه و کشت خالص سیاهدانه اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۲-۱). به نظر می‌رسد که تراکم گیاهان در
- ۱۹۵ تیمارهای کشت مخلوط و فضای کمتر قابل دسترس برای سیاهدانه (که از لحاظ جثه از همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی کوچک‌تر
- ۱۹۶ است) موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به کشت خالص این گیاه شده باشد. در پژوهشی که توسط میزهاشمی
- ۱۹۷ (Mirhashemi, 2006) در مورد کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum*) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) انجام شد
- ۱۹۸ مشاهده گردید که تیمارهای کاشت تأثیر معنی داری بر روی تعداد شاخه‌های جانبی زنیان داشتند. در آزمایش مذکور زنیان در
- ۱۹۹ کشت مخلوط تک ردیفی بیشترین و در تک کشتی کمترین تعداد شاخه جانبی را داشت. این محقق دلیل این یافته را دسترسی
- ۲۰۰ بیشتر به نور توسط زنیان در تیمار کشت مخلوط تک ردیفی عنوان کرد. در این پژوهش حاضر نیز بیشترین مقدار نور در دسترس
- ۲۰۱ برای سیاهدانه، در تیمار کشت خالص این گیاه وجود داشت.
- ۲۰۲





شکل ۲-مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت مخلوط با همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی بر A- تعداد شاخه‌های جانبی، B- تعداد فولیکول در بوته، C- تعداد دانه در فولیکول، D- درصد فولیکول پوک، E- وزن هزار دانه و F- عملکرد زیستی و عملکرد دانه سیاهدانه

Fig 2- Means comparisons for the effect intercropping ratios with marigold and borage on A- Sub branches per plant, B- Follicules per plant, C- Seeds per follicules, D- Percentage of hallow follicules, E- 1000-seed weight, F- biological and seed yield of black cumin

N, B و C به ترتیب نمایانگر گیاهان سیاهدانه، همیشه‌بهار و گاوزبان اروپایی است.

N, B and C indicate black cumin, marigold and borage, respectively.

Monoculture - کشت خالص سیاهدانه، N:B- سیاهدانه در کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی، N:C- سیاهدانه در کشت مخلوط سیاهدانه-

همیشه‌بهار، N:C:B- سیاهدانه در کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه‌بهار-گاوزبان اروپایی؛ در هر سری از ستون‌ها، ستون‌هایی که دارای حداقل یک

حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

Monoculture- Monoculture of black cumin, N:B- Black cumin in intercropping with borage, N:C- Black cumin in intercropping with marigold, N:C:B- Black cumin in intercropping with marigold and borage. In every series of columns, the columns that contain at least one letter in common with each other, had no significant difference.

۲۰۳

تعداد فولیکول در بوته جزئی مؤثر در تشکیل عملکرد نهایی محصول سیاهدانه است (Nowroozpoor and Rezvani ۲۰۴

۲۰۵). در این آزمایش تیمار کشت خالص سیاهدانه حائز بیشترین مقدار ثبت شده برای تعداد فولیکول در بوته (۱۵

فولیکول در بوته) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲-۲). همچنین هیچ کدام از تیمارهای کشت مخلوط از

۲۰۷ لحاظ تعداد فولیکول در بوته با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما نتایج حاکی از آن بود که تیمار کشت خالص سیاهدانه

۲۰۸ کمترین مقدار دانه در فولیکول (۴۰/۳ عدد) را دارا بود که با تیمارهای کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲-۲).

۲۰۹ سیاهدانه کشت شده در تیمار کشت مخلوط سه‌گانه با تعداد ۵۶ دانه در فولیکول بیشترین مقدار مربوط به این صفت را به خود

۲۱۰ اختصاص داد. همچنین تیمار کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه‌بهار با تعداد ۴۹/۶ دانه در فولیکول و تیمار کشت مخلوط سیاهدانه-

۲۱۱ گاوزبان اروپایی با تعداد ۴۷/۶ دانه در فولیکول در رده‌های بعدی داده‌های ثبت شده مربوط به این صفت قرار گرفتند (شکل ۲-۲).

۲۱۲ روستایی و همکاران (Rostaei et al, 2014) ضمن بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی و کشت مخلوط بر شاخص‌های رشدی و

- ۲۱۳ عملکرد سیاهدانه و شنبلیله گزارش دادند که اثر کشت مخلوط به ترتیب بر تعداد غلاف و فولیکول شنبلیله و سیاهدانه و نیز تعداد
- ۲۱۴ دانه در غلاف و فولیکول آن‌ها معنی‌دار بود و موجب افزایش این صفت نسبت به کشت خالص این دو گیاه شد.
- ۲۱۵ درصد فولیکول‌های پوک سیاهدانه در تیمار کشت خالص این گیاه ۱۰ درصد بود. این مقدار برای کشت مخلوط سیاهدانه-
- ۲۱۶ گاوزبان اروپایی ۶/۳ درصد و برای کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی ۵/۵ درصد بود که با تیمار کشت خالص سیاهدانه و
- ۲۱۷ همچنین سیاهدانه کشت شده در کشت مخلوط سه گانه (که با ۲/۵ درصد، دارای کمترین درصد فولیکول پوک بود) اختلاف
- ۲۱۸ معنی‌داری داشت (شکل ۲-D). با توجه به نتایج ذکر شده و همچنین نتایج مربوط به تعداد شاخه‌های جانبی سیاهدانه چنین به نظر
- ۲۱۹ می‌رسد که سیاهدانه در ابتدای رشد خود با رشد رویشی زیاد، ناشی از وجود فضای زیاد جهت رشد، تعداد شاخه‌های جانبی و
- ۲۲۰ فولیکول‌های زیادی تولید می‌کند که بعداً در موقع تولید دانه‌ها یا پر شدن آن‌ها به دلیلی همچون محدودیت منبع قادر به تولید دانه
- ۲۲۱ زیاد و حتی پر کردن فولیکول‌های خود نیست. به این ترتیب می‌توان افزایش تعداد دانه در فولیکول و کاهش درصد فولیکول‌های
- ۲۲۲ پوک در تیمارهای کشت مخلوط را نسبت به تیمارهای کشت خالص توجیه کرد. از سویی دیگر می‌توان اختلاف بین تیمارهای
- ۲۲۳ مختلف از لحاظ درصد فولیکول پوک و تعداد دانه در فولیکول را به سودمندی کشت مخلوط گیاهان مختلف در بهبود شرایط
- ۲۲۴ رشدی سیاهدانه نسبت داد. زعفریان و باقری (Zafarian and Bagheri Shirvan, 2014) ضمن بررسی تاثیر نسبت‌های مختلف
- ۲۲۵ کشت مخلوط بر عملکرد سویا، ریحان و گاوزبان اروپایی گزارش دادند که تعداد غلاف در بوته سویا به غیر از نسبت ۷۵:۲۵
- ۲۲۶ سویا-گاوزبان اروپایی، در دیگر تیمارهای مخلوط بیشتر از کشت خالص بود.
- ۲۲۷ بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار سیاهدانه کشت شده در کشت مخلوط سه گانه برابر با ۲/۳۶ گرم بود که با سایر تیمارهای
- ۲۲۸ آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲-E). وزن هزار دانه در تیمارهای کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی (۲/۲۲
- ۲۲۹ گرم) و سیاهدانه-همیشه بهار (۲/۱۷ گرم) بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن هزار دانه نیز در تیمار کشت
- ۲۳۰ خالص سیاهدانه با مقدار ۱/۹۳ گرم ثبت شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲-E). اعتقاد قلی‌نژاد و رضایی
- ۲۳۱ چپانه (Gholinezhad and Rezaei-Chiyaneh, 2014) گزارش کردند که وزن هزار دانه سیاهدانه در کشت خالص این گیاه کمتر
- ۲۳۲ از کشت مخلوط با نخود بود. به اعتقاد این محققین کشت خالص گیاه می‌تواند با افزایش تعداد مخازن موجب کاهش سهم
- ۲۳۳ هر کدام از این مخازن از مواد فتوسنتزی شود و وزن هزار دانه را کاهش دهد.

- ۲۳۴ **عملکرد زیستی و عملکرد دانه سیاهدانه:** از آن جا که در تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی تراکم کاشت از تراکم کاشت
- ۲۳۵ کشت خالص کمتر هستند (تیمارهای کشت مخلوط دو گانه نصف و در تیمار کشت مخلوط سه گانه یک سوم تراکم در کشت
- ۲۳۶ خالص) بنابراین بالاترین عملکرد زیستی و دانه بدست آمده در تیمار کشت خالص، پس از آن در تیمارهای کشت مخلوط دو گانه
- ۲۳۷ و در نهایت کمترین آن در تیمار کشت مخلوط سه گانه بدست آمد (شکل ۲-F) اما با این وجود گزارش های بسیاری از برتری
- ۲۳۸ شاخص های رشد و عملکرد گیاهان در شرایط کشت مخلوط نسبت به کشت خالص (تک کشتی) در دسترس است (Bagheri et al., 2012).
- ۲۳۹ بنابراین می بایست با توجه به نسبت برابری زمین (LER) به تفسیر نتایج حاصل از عملکردهای زیستی و دانه پرداخت. از
- ۲۴۰ طرفی با مقایسه LER جزئی هر گونه در کشت مخلوط می توان به اثر رقابتی گونه ها با یکدیگر نیز پی برد (Nematollahi et al., 2009).
- ۲۴۱ که در ادامه به این مبحث پرداخته خواهد شد. نتایج پژوهش خاموشی (Khamooshi, 2014) در مورد کشت مخلوط
- ۲۴۲ افزایشی و جایگزینی رازیانه و لوبیا همراه با نتایج حاضر بود. بدین گونه که کمترین عملکرد زیستی هر دو گیاه رازیانه و لوبیا در
- ۲۴۳ تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی و بیشترین آن ها در کشت خالص این گیاهان بدست آمد.
- ۲۴۴ **شاخص برداشت:** شاخص برداشت سیاهدانه در تیمارهای مختلف آزمایش معنی دار نشد (جدول ۲). در این آزمایش شاخص
- ۲۴۵ برداشت که نسبت عملکرد اقتصادی بر عملکرد زیستی است، در تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط سیاهدانه دامنه ای بین
- ۲۴۶ ۴۲/۱۹ تا ۴۴/۰۵ داشت (داده ها نشان داده نشده اند). به طور کلی گیاهان اصلاح شده همانند گندم و ذرت که به حد پتانسیل تولید
- ۲۴۷ اقتصادی خود نزدیک شده اند با انجام امور مدیریتی، افزایش چندانی در شاخص برداشت نشان نمی دهند. اما از طرفی به نظر
- ۲۴۸ می رسد که افزایش شاخص برداشت در گیاهان دارویی همچون گیاهان مورد بررسی که هنوز امکان افزایش اختصاص مواد
- ۲۴۹ فتوسنتزی به بخش اقتصادی خود دارند تحت تأثیر کاربرد تیمارهایی نظیر تغذیه (Khorramdel et al., 2008) قرار می گیرند،
- ۲۵۰ هر چند در این آزمایش شاخص برداشت سیاهدانه تحت تأثیر نوع کشت قرار نگرفت که دلیل آن را می توان به افزایش نسبت
- ۲۵۱ عملکرد اقتصادی به عملکرد زیستی این گیاه نسبت داد. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghadam et al., 2009) گزارش
- ۲۵۲ کردند که ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و عملکرد سیاهدانه در کشت مخلوط این گیاه با ماش، نسبت به کشت خالص این گیاه
- ۲۵۳ افزایش یافت. این محققان بیان داشتند که با کشت مخلوط سیاهدانه با سایر گیاهان فضای بهتری برای رشد این گیاه ضعیف به
- ۲۵۴ وجود می آید. به نظر می رسد که با استفاده بهتر سیاهدانه از منابع محیطی همچون نور و رطوبت در کشت مخلوط، شرایط برای رشد
- ۲۵۵ بیشتر این گیاه فراهم می شود. نتایج این آزمایش همچنین با یافته های کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014) در مورد عدم
- ۲۵۶ تاثیر پذیری شاخص برداشت سیاهدانه در کشت مخلوط با لوبیا و نخود همسو است.

۲۵۷ **عملکرد و اجزای عملکرد همیشه بهار**

۲۵۸ تیمارهای آزمایش بر تعداد گل در بوته، عملکردهای زیستی، و عملکرد گل، شاخص برداشت گل و شاخص برداشت گل

۲۵۹ همیشه بهار اثر معنی داری داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات همیشه بهار در تیمارهای کشت خالص و کشت های مخلوط دو گانه و سه گانه با سیاهدانه و گاوزبان اروپایی

Table 3- Analysis of variance for characteristic of marigold in monoculture and double and triple intercropping with black cumin and borage

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		تعداد گل در بوته Flowers per plant	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد گل Flower yield	شاخص برداشت گل Flower H.I.
تیمار Treatments	3	56.08**	8271.1**	500.2**	15.58*
بلوک Blocks	2	2.25ns	1.4ns	3.69ns	1.48ns
خطا Error	6	0.58	5.5	3.84	1.66
ضریب تغییرات CV (%)		2.44	17.5	3.43	4.29

ns، * و ** به ترتیب به معنای معنی دار در سطح احتمال یک (P≤۰/۰۱) و پنج درصد (P≤۰/۰۵) و غیر معنی دار است.

ns، * and “ns” means significant in probability level of 1 (p≤0.01) and 5 percent (p≤0.05) and “not significant”, respectively

۲۶۰

۲۶۱ **اجزای عملکرد:** گیاه همیشه بهار کشت شده در تیمار کشت مخلوط سه گانه دارای بالاترین تعداد گل در بوته (میانگین ۲۸/۳)

۲۶۲ بود و پس از آن همیشه بهار کشت شده در تیمارهای کشت مخلوط دو گانه همیشه بهار-سیاهدانه و همیشه بهار-گاوزبان اروپایی به

۲۶۳ ترتیب با تعداد ۲۳/۳ و ۲۱/۳ گل در بوته حد میانه تعداد گل در بوته را داشتند که با همیشه بهار در تیمار کشت مخلوط سه گانه

۲۶۴ اختلاف معنی داری داشتند. کمترین تعداد گل در بوته نیز در تیمار کشت خالص همیشه بهار، با مقدار ۱۸ گل در بوته ثبت شد که با

۲۶۵ سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت (شکل ۳-A). سودمندی هایی همچون بهبود شرایط رشدی و کارایی بهتر استفاده از منابع در

۲۶۶ نتیجه ی کشت گونه های مختلف در کشت مخلوط را می توان دلیل این نتیجه دانست (Rezvani et al., 2014). یافته های حاضر با

۲۶۷ نتایج تحقیق حیدری اصل (Heidari Asl, 2014) در مورد تعداد گل آذین شبدر برسیم در کشت مخلوط با گیاه برزک مطابقت

۲۶۸ دارد.

۲۶۹ **عملکرد زیستی و عملکرد گل همیشه بهار:** همانند سیاهدانه، عملکرد زیستی و عملکرد گل همیشه بهار به دلیل وجود تراکم

۲۷۰ بالاتر، به ترتیب در کشت خالص، کشت های مخلوط دو گانه و کشت مخلوط سه گانه بدست آمد (شکل های ۲-B و ۲-C). کاروبا

- ۲۷۱ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که در کشت مخلوط رازیانه و شوید بیشترین عملکرد زیستی و اقتصادی هر دو گونه در کشت
- ۲۷۲ خالص آن‌ها بدست آمد و کمترین عملکرد زیستی رازیانه در تیمار ۳۳:۶۶ بدست آمد که در این تیمار، رازیانه تراکم کمتری
- ۲۷۳ نسبت به شوید داشت. غوش و همکاران (Ghosh et al., 2006) نیز مشاهده کردند که در کشت مخلوط سویا و دال عدس بالاترین
- ۲۷۴ میزان عملکرد در هر دو گیاه مربوط به کشت خالص بود و در کشت مخلوط، عملکرد سویا و دال عدس (*Cajanus cajan*) به
- ۲۷۵ ترتیب ۱۶ و ۲۶ درصد نسبت به خالص کاهش نشان داد.

۲۷۶

۲۷۷

۲۷۸

۲۷۹

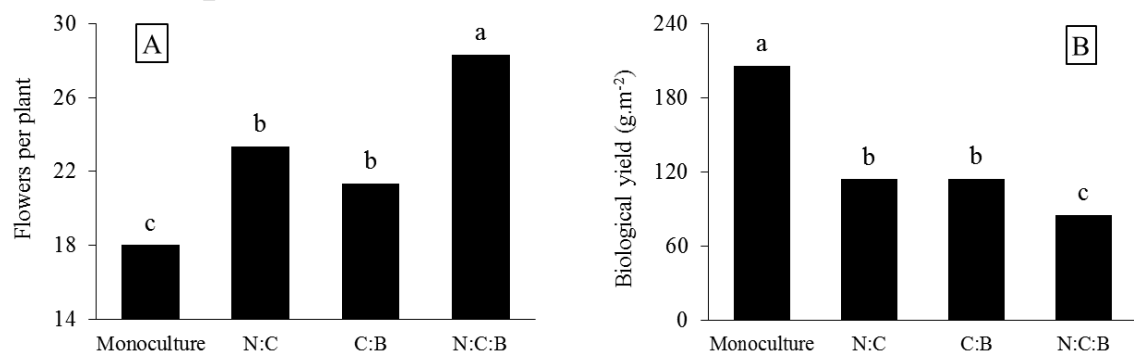
۲۸۰

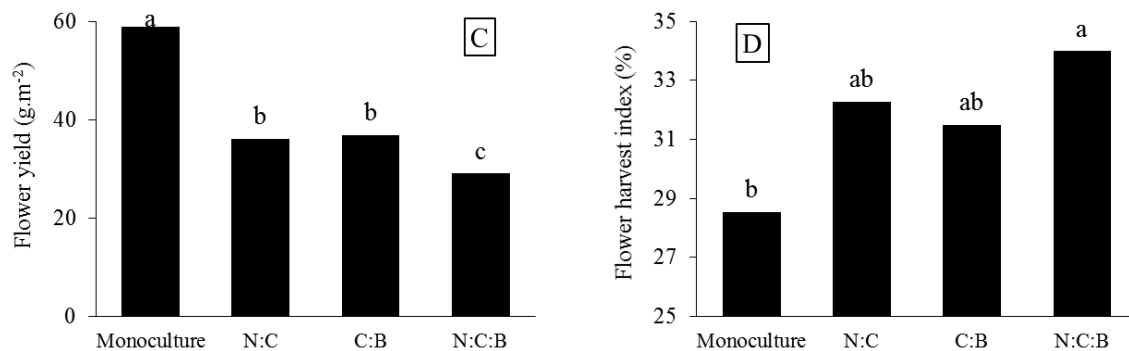
۲۸۱

۲۸۲

۲۸۳

۲۸۴





شکل ۳- مقایسه میانگین اثر کشت خالص همیشه بهار و کشت های مخلوط دوگانه و سه گانه با سیاهدانه و گاوزبان اروپایی بر: A- تعداد گل در بوته، B- عملکرد زیستی، C- عملکرد گل، D- شاخص برداشت گل همیشه بهار

Fig 3- Means comparisons of the effect of monoculture of marigold and its double and triple intercropping with black cumin and borage on:

A- Flowers per plant, B- Biological yield, C- Flower yield, D- Flower harvest index of marigold

N, B و C به ترتیب نمایانگر گیاهان سیاهدانه، همیشه بهار و گاوزبان اروپایی است.

N, B and C indicate black cumin, marigold and borage, respectively.

Monoculture- کشت خالص همیشه بهار، N:C- همیشه بهار در کشت مخلوط سیاهدانه- همیشه بهار، C:B- همیشه بهار در کشت مخلوط گاوزبان

اروپایی- همیشه بهار، N:C:B- همیشه بهار در کشت مخلوط سیاهدانه- همیشه بهار- گاوزبان اروپایی؛ در هر سری از ستون ها، ستون هایی که دارای

حداقل یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

Monoculture- Monoculture of marigold, N:C- Marigold in intercropping with black cumin, C:B- Marigold in intercropping with borage, N:C:B- Marigold in intercropping with black cumin and borage. In every series of columns, the columns that contain at least one letter in common with each other, had no significant difference.

۲۸۵

۲۸۶ **شاخص برداشت گل:** از آن جا که بالاترین تعداد گل همیشه بهار در بوته در تیمار کشت مخلوط سه گانه بدست آمد و همچنین

۲۸۷ درصد افزایش LER جزئی مربوط به عملکرد گل همیشه بهار (۴۸ درصد) از LER جزئی عملکرد زیستی آن (۲۴/۴ درصد) بیشتر

۲۸۸ بود بنابراین بالاترین شاخص برداشت گل همیشه بهار نیز در این تیمار و با مقدار ۳۴ درصد بدست آمد که با شاخص برداشت تیمار

۲۸۹ کشت خالص همیشه بهار (۲۸/۵ درصد) اختلاف معنی داری داشت. همچنین شاخص برداشت همیشه بهار در تیمار کشت مخلوط

۲۹۰ همیشه بهار- گاوزبان اروپایی و سیاهدانه- همیشه بهار به ترتیب برابر با ۳۱/۴ و ۳۲/۲ درصد بود که با یکدیگر و همچنین تیمارهای

۲۹۱ کشت خالص همیشه بهار و نیز همیشه بهار کشت شده در کشت مخلوط سه گانه اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۳- D). این نتایج

۲۹۲ همچنین با یافته های اله دادی و همکاران (Allahdadi et al., 2013) درباره ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط سویا و

۲۹۳ همیشه بهار همسو است. هر چند به نظر می رسد که کشت مخلوط سیاهدانه- همیشه بهار بدلیل کوچکتر بودن جثه سیاهدانه و در

۲۹۴ اختیار بودن فضای بیشتر برای رشد همیشه بهار سبب رشد رویشی بیشتر همیشه بهار و کمتر شدن سهم گل از کل ماده خشک گیاه

۲۹۵ شود اما این اتفاق رخ نداد و علاوه بر اینکه کشت مخلوط سیاهدانه و همیشه بهار موجب کاهش شاخص برداشت همیشه بهار نشد،

۲۹۶ موجب بهبود جزئی شاخص برداشت گل همیشه بهار نیز شد. دلیل این امر و بطور کلی بهبود شاخص برداشت همیشه بهار را می توان

۲۹۷ در جنبه‌های اکولوژیک کشت مخلوط از جمله بهبود عوامل خاکی، تاثیر بر جمعیت آفات و بیماری‌ها و افزایش کارایی استفاده از

۲۹۸ منابع (Koocheki et al., 2014; Ayeneband, 2007) نسبت داد.

۲۹۹ عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان اروپایی

۳۰۰ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات گاوزبان اروپایی نشان داد که بجز شاخص برداشت گل، کلیه سایر صفات اندازه‌گیری

۳۰۱ شده این گیاه از تیمارهای آزمایش اثر معنی‌داری پذیرفتند (جدول ۴).

۳۰۲

۳۰۳

۳۰۴

۳۰۵

۳۰۶

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات گاوزبان اروپایی در تیمارهای کشت خالص و کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه با سیاهدانه و همیشه‌بهار

Table 4- Analysis of variance for characteristic of borage in monoculture and double and triple intercropping with black cumin and marigold

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		تعداد گل در بوته Flowers per plant	تعداد شاخه جانبی Sub branches per plant	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد گل Flower yield	شاخص برداشت گل Flower H.I.
تیمار Treatments	3	28.83*	5.25**	46280**	117.6**	0.2*
بلوک Blocks	2	0.23 ^{ns}	0.35 ^{ns}	18 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.002 ^{ns}
خطا Error	6	4.36	0.28	25	0.24	0.038
ضریب تغییرات CV (%)		5.44	8.45	14.2	2.93	4

***، * و ns به ترتیب به معنای معنی‌دار در سطح احتمال یک (p≤0.01) و پنج درصد (p≤0.05) و غیرمعنی‌دار است.

***, * and "ns" means significant in probability level of 1 (p≤0.01) and 5 percent (p≤0.05) and "not significant", respectively

۳۰۷

۳۰۸ **تعداد گل در بوته:** روندی مشابه آنچه در مورد گیاه همیشه‌بهار در تیمارهای مختلف آزمایش وجود داشت، در مورد گاوزبان

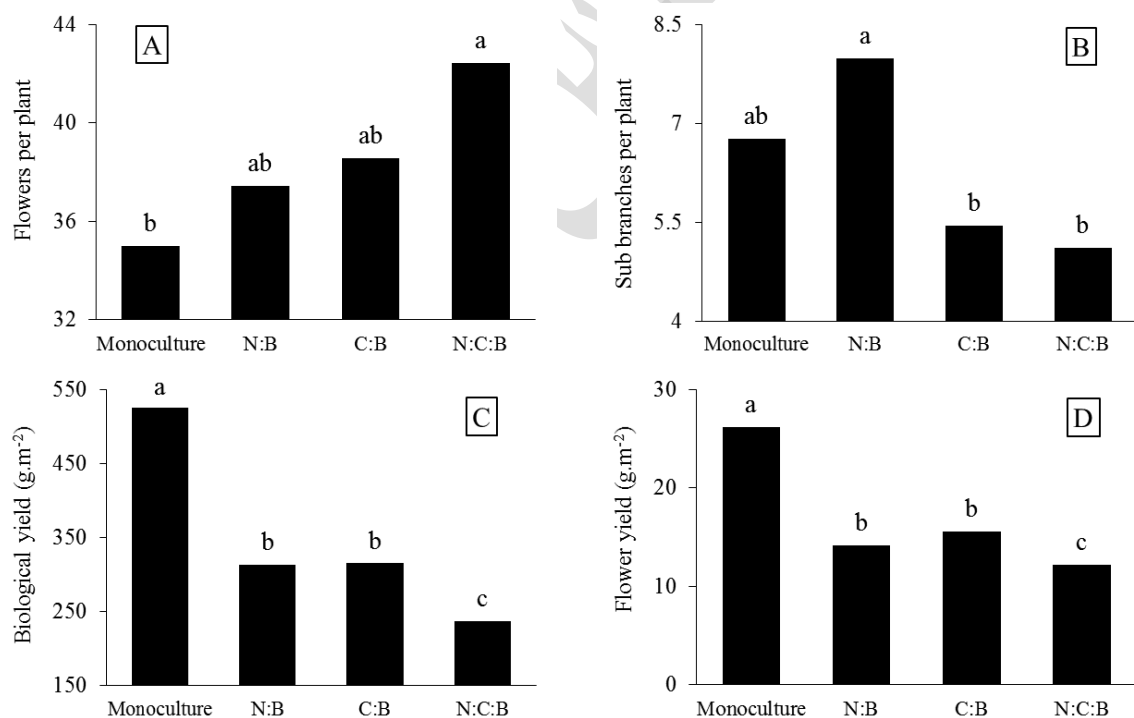
۳۰۹ اروپایی نیز صدق می‌کرد. بدین صورت که بالاترین تعداد گل در بوته در تیمار کشت سه‌گانه (۴۲/۴ گل در بوته) و حد میانه در

- ۳۱۰ تیمارهای کشت مخلوط دو گانه گاوزبان اروپایی در تیمار کشت مخلوط گاوزبان اروپایی-همیشه بهار و (۳۸/۵ گل در بوته) و
- ۳۱۱ تیمار گاوزبان اروپایی-سیاهدانه (۳۷/۴ گل در بوته) که با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند، اما با تیمار کشت خالص گاوزبان
- ۳۱۲ اروپایی با تعداد ۳۵ گل در بوته اختلاف معنی داری داشتند (شکل ۴-۴). به عقیده نگویرا و همکاران (Ngwira et al., 2012)
- ۳۱۳ کشت مخلوط می تواند با کاستن از اثر تنش های مختلفی که در طول فصل رشد به گیاهانی که با یکدیگر کشت شده اند وارد
- ۳۱۴ می شود، سبب کاهش کمتر شاخص های رشدی و اجزای عملکرد موثر در عملکرد نهایی آن گیاهان شود. بنابراین بهبود تعداد گل
- ۳۱۵ در بوته گاوزبان اروپایی در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این گیاه را علاوه بر اینکه می توان به اثرات هم افزایی^۲
- ۳۱۶ گیاهان با یکدیگر دانست، بلکه می توان آن را به اثر مثبت کشت مخلوط بر گیاه گاوزبان اروپایی در حفظ گل های تولید شده خود
- ۳۱۷ در آن تیمارها نسبت به کشت خالص دانست. نصیرپور (Nasirpoor, 2010) با بررسی تاثیر کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی
- ۳۱۸ بر شاخص های کمی عملکرد این دو گیاه گزارش کرد که بطور کلی در مورد لوبیا چشم بلبلی کشت مخلوط موجب افزایش
- ۳۱۹ افزایش پانیکول در بوته به دلیل تعداد گل های بارور در بوته شد. فیضی زاده (Feyzizadeh, 2012) نیز گزارش داد که تعداد گل
- ۳۲۰ در بوته گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط جایگزینی با ارزن معمولی افزایش یافت و دلیل این امر را مزیت کشت مخلوط نسبت به
- ۳۲۱ تک کشتی جهت دستیابی به درصد پوشش سبز بیشتر و استفاده بهتر از منابع در دسترس گیاهان بیان نمود.
- ۳۲۲ **تعداد شاخه جانبی:** حداکثر تعداد شاخه جانبی گاوزبان اروپایی در تیمارهای کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی (۸)
- ۳۲۳ شاخه) و کشت خالص گاوزبان اروپایی (۶/۷ شاخه) ثبت شد که با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. تعداد شاخه جانبی
- ۳۲۴ گاوزبان اروپایی در تیمار کشت مخلوط همیشه بهار-گاوزبان اروپایی ۵/۴ شاخه بود که با تعداد شاخه های جانبی گاوزبان اروپایی
- ۳۲۵ در تیمار کشت مخلوط این گیاه (۵/۱ شاخه) اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۴). از این نتایج چنین برداشت می شود که
- ۳۲۶ احتمال تعداد شاخه های جانبی گاوزبان اروپایی در پاسخ به محیط در دسترس این گیاه تغییر کرده است. چنان که تعداد شاخه های
- ۳۲۷ جانبی گاوزبان اروپایی در تیمار کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی که به دلیل جثه کوچک سیاهدانه برای گاوزبان اروپایی
- ۳۲۸ فضای بیشتری را نسبت به کشت خالص این گیاه می دهد از سایر تیمارها بیشتر بوده و این صفت گاوزبان اروپایی در تیمار کشت
- ۳۲۹ مخلوط سه گانه به دلیل وجود حداقل فضای رشد، به حداقل خود رسیده است. بی گناه و همکاران (Bigonah et al, 2011) نیز
- ۳۳۰ ضمن بررسی خصوصیات گیاهان گشنیز و شنبلیله در کشت مخلوط گزارش دادند که تعداد شاخه های هر دو گیاه در تیمارهای

^۲ Synergistic

۳۳۱ کشت مخلوط کاهش پیدا کرد. این محققین دلیل این امر را چنین بیان داشتند که در کشت خالص که گیاه از فضای بیشتری
 ۳۳۲ برخوردار بوده است گیاه با دریافت نور بیشتر جهت افزایش تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر تحریک می‌شود و در کشت مخلوط و
 ۳۳۳ کشت‌های غیرمترکم تر نسبت به کشت خالص، به دلیل عدم وجود نور اضافی که موجب تحریک شاخه‌دهی می‌شود، ارتفاع گیاه
 ۳۳۴ افزایش و تعداد شاخه‌های جانبی آن کاهش پیدا کرده است.

۳۳۵ **عملکرد زیستی و عملکرد گل گاوزبان اروپایی:** همچون سیاهدانه و همیشه‌بهار بیشترین عملکرد زیستی و عملکرد گل
 ۳۳۶ گاوزبان اروپایی در تیمار کشت خالص بدست آمد، پس از آن، عملکردهای گاوزبان اروپایی در تیمارهای کشت مخلوط دوگانه
 ۳۳۷ و سپس تیمار کشت مخلوط سه‌گانه قرار می‌گرفتند (شکل‌های ۳-D و ۳-E). پورامیر و همکاران (Poor Amir et al., 2010) نیز
 ۳۳۸ در تحقیقی بر روی کشت مخلوط جایگزینی کنجد و نخود اظهار داشتند که در بین نسبت‌های مختلف کاشت، تیمار تک‌کشتی
 ۳۳۹ کنجد بدلیل داشتن حداکثر مقدار تراکم بوته در بین سایر تیمارها، بیشترین عملکرد زیستی را دارا بود.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر کشت خالص گاوزبان اروپایی و کشت‌های مخلوط دوگانه و سه‌گانه گاوزبان اروپایی با سیاهدانه و همیشه‌بهار بر:

A- تعداد گل در بوته، B- تعداد شاخه‌های جانبی، C- عملکرد زیستی، D- عملکرد گل گاوزبان اروپایی

Fig 4- Means comparisons of the effect of monoculture of borage and its double and triple intercropping with black cumin and marigold on:
 A- Flowers per plant, B- sub branches per palnt, C- Biological yield, D- Flower yield of borage

N, B و C به ترتیب نمایانگر گیاهان سیاهدانه، همیشه بهار و گاوزبان اروپایی است.

N, B and C indicate black cumin, marigold and borage, respectively.

Monoculture - کشت خالص گاوزبان اروپایی، N:B - گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط سیاهدانه - گاوزبان اروپایی، C:B - گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط گاوزبان اروپایی - همیشه بهار، N:C:B - گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط سیاهدانه - همیشه بهار - گاوزبان اروپایی؛ در هر سری از ستون‌ها، ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

Monoculture- Monoculture of borage, N:B- Borage in intercropping with black cumin, C:B- Borage in intercropping with marigold, N:C:B- Borage in intercropping with black cumin and marigold. In every series of columns, the columns that contain at least one letter in common with each other, had no significant difference.

۳۴۱	
۳۴۲	شاخص برداشت گل: اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص برداشت گل گاوزبان اروپایی معنی دار نبود. مقادیر ثبت شده برای
۳۴۳	صفت شاخص برداشت گل این گیاه برای کلیه تیمارها بازه‌ای از ۴/۵ تا ۵/۱ درصد و با میانگین ۴/۹ درصد را دارا بود (داده‌ها
۳۴۴	نمایش داده نشده‌اند). با توجه به وجود اختلاف معنی دار در صفت تعداد گل در بوته و نیز افزایش توانمندی گیاه گاوزبان اروپایی
۳۴۵	در تولید وزن خشک در تیمارهای کشت مخلوط، به نظر می‌رسد افزایش تعداد گل در بوته به موازات افزایش تولید وزن خشک
۳۴۶	توسط گیاه صورت گرفته باشد که منجر به کسب چنین نتیجه‌ای درباره شاخص برداشت گل گاوزبان اروپایی شده است.
۳۴۷	
۳۴۸	نسبت برابری زمین (LER) در تیمارهای کشت مخلوط
۳۴۹	LER جزئی سیاهدانه: با وجود اینکه تراکم گیاهان در تیمار کشت مخلوط دو گانه سیاهدانه - همیشه بهار نصف تراکم آن‌ها در
۳۵۰	تیمار کشت خالص بود، اما با توجه به شکل ۴، LER جزئی مربوط به عملکرد زیستی و دانه سیاهدانه برابر با ۰/۶۱ و ۰/۵۹ بود که به
۳۵۱	ترتیب افزایشی ۲۳/۳ درصدی و ۱۸/۱ درصدی را نشان می‌داد. همچنین، LER جزئی مربوط به سیاهدانه در تیمار کشت مخلوط
۳۵۲	سیاهدانه - گاوزبان اروپایی برای عملکرد زیستی و دانه با مقادیر به ترتیب ۰/۶۲ و ۰/۶، افزایشی ۲۴/۸ و ۲۰/۵ درصدی داشتند که
۳۵۳	بیشتر از تیمار کشت مخلوط سیاهدانه - همیشه بهار بود. اعداد مربوط به LER جزئی سیاهدانه در کشت مخلوط سه گانه (که سطح
۳۵۴	پوشش سیاهدانه یک سوم پوشش آن در کشت خالص بود)، برای عملکرد زیستی ۰/۴۵ و برای عملکرد دانه ۰/۴۳ بود که افزایش
۳۵۵	۳۶/۲ درصدی و ۳۱/۹ درصدی را نشان می‌داد. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بطور کلی LER جزئی سیاهدانه در تیمارهای
۳۵۶	کشت مخلوط افزایش یافته است و بیشترین نسبت افزایش LER جزئی مربوط به سیاهدانه در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط،
۳۵۷	هم در مورد عملکرد زیستی و هم عملکرد دانه، در تیمار کشت مخلوط سه گانه بدست آمده است که این امر به معنای کارایی بیشتر
۳۵۸	استفاده از زمین و بهبود توانمندی گیاه در تولید ماده خشک و همچنین دانه، بر اثر کشت مخلوط است. کوچکی و همکاران

- ۳۵۹ (Koocheki et al., 2014) به بررسی عملکرد سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا پرداخته و بیان داشتند که عملکرد دانه
- ۳۶۰ هر سه گیاه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و میانگین این صفت در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بالاتر بود ولی
- ۳۶۱ در تمامی تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بیش از یک بود که نشان‌دهنده برتری تیمارهای مخلوط نسبت به خالص
- ۳۶۲ است. قلی‌نژاد و رضایی چپانه (Gholinezhad and Rezaei-Chiyaneh, 2014) نیز در آزمایشی به ارزیابی عملکرد کمی و کیفی و
- ۳۶۳ نسبت برابری زمین کشت مخلوط سیاهدانه و نخود در نسبت‌های مختلف کاشت و به روش جایگزینی پرداختند و ابراز داشتند که
- ۳۶۴ نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه دو گیاه نخود (به جز ارتفاع بوته و تعداد دانه در غلاف) و سیاهدانه
- ۳۶۵ (به جز میزان اسانس) داشتند. این محققان با بیان اینکه ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه
- ۳۶۶ نسبت به تک کشتی هر یک از آن‌ها داشت، گزارش دادند که در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود.
- ۳۶۷ **LER جزئی همیشه بهار:** بررسی LER جزئی همیشه بهار در کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه بهار نشان می‌دهد که مقدار این
- ۳۶۸ شاخص با ۰/۵۵ برای عملکرد زیستی و ۰/۶۱ برای عملکرد گل، افزایشی به ترتیب ۱۰/۷ و ۲۲/۶ درصدی داشتند. در مورد
- ۳۶۹ همیشه بهار در تیمار کشت مخلوط همیشه بهار-گاوزبان اروپایی LER جزئی این گیاه برای عملکرد زیستی با افزایش ۱۱ درصدی،
- ۳۷۰ ۰/۵۵ و عملکرد گل با افزایش ۲۵ درصدی، ۰/۶۲ ثبت شد. نهایتاً در مورد تیمار کشت مخلوط سه گانه، LER جزئی همیشه بهار
- ۳۷۱ مربوط به عملکرد زیستی برابر با ۰/۴۱ (۲۴/۴ درصد افزایش) و LER جزئی مربوط به عملکرد گل ۰/۴۹ (۴۸ درصد افزایش) بود
- ۳۷۲ (شکل ۵). بنابراین، با توجه به افزایش LER جزئی همیشه بهار در کشت مخلوط، چنین به نظر می‌رسد که تیمارهای کشت مخلوط
- ۳۷۳ همانند اثری که بر سیاهدانه داشتند، موجب افزایش بهره‌وری از زمین و نیز بهبود تولید ماده خشک همیشه بهار نیز شدند. بهبود
- ۳۷۴ شرایط رشدی و اثرات هم‌افزایی گونه‌های مختلف حاضر در کشت مخلوط بر روی یکدیگر (Ayeneband, 2007) را می‌توان
- ۳۷۵ دلیل حصول چنین نتایجی دانست. از سوی دیگر، به عقیده فرناندز آپاریچیو و همکاران (Fernandez-Aparicio et al, 2008) اثر
- ۳۷۶ گونه کشت مخلوط شده بر کاهش آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز غالب بر گونه دیگر، می‌تواند موجب تغییر شرایط محیطی به
- ۳۷۷ نفع گونه کشت مخلوط شده و کاهش رقابت بین گونه‌ای شده و رشد آن گونه را بهبود بخشد.
- ۳۷۸ **LER جزئی گاوزبان اروپایی:** بیشترین درصد افزایش LER جزئی عملکرد زیستی و عملکرد گل گاوزبان اروپایی نیز در
- ۳۷۹ تیمار کشت مخلوط سه گانه گاوزبان اروپایی به ترتیب با مقادیر ۳۵/۲ درصد (LER=۰/۴۵) و ۳۹/۵ درصد (LER=۰/۴۶) بدست
- ۳۸۰ آمد. LER جزئی عملکرد زیستی و عملکرد گل گاوزبان اروپایی در تیمار کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی به ترتیب
- ۳۸۱ ۰/۵۹ (۱۹/۷ درصد افزایش) و ۰/۵۹ (۱۹ درصد افزایش) و در تیمار کشت مخلوط همیشه بهار-گاوزبان اروپایی به ترتیب ۰/۵۹

- ۳۸۲ Koocheki et al., (همکاران) و همکاران (۱۸/۹ درصد افزایش) و ۰/۵۴ (۸/۱ درصد افزایش) بود (شکل ۵). این نتایج با گزارش کوچکی و همکاران (۲۰۱۲) در مورد کشت مخلوط گاوزبان اروپایی و لوبیا همسو است.
- ۳۸۳ **LER کلی عملکرد زیستی و اقتصادی:** چنان که در مورد LER جزئی عملکرد زیستی و اقتصادی هر سه گیاه سیاهدانه، همیشه بهار و گاوزبان اروپایی ذکر شد، LER جزئی کلیه گیاهان در کشت‌های مخلوط دو گانه و سه گانه افزایش داشت. بنابراین می‌توان چنین بیان داشت که در هیچ یک از تیمارهای کشت مخلوط، گونه‌ها بر روی یکدیگر اثر رقابتی نداشتند و همچنین می‌توان پیش‌بینی کرد که LER کلی عملکرد زیستی و اقتصادی کشت‌های مخلوط نیز افزایش یافته باشند. بر این اساس با توجه به شکل ۵، LER عملکرد زیستی و اقتصادی برای کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه بهار به ترتیب ۱/۱۴ و ۱/۲۲، برای کشت مخلوط سیاهدانه-گاوزبان اروپایی به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۲۲، برای کشت مخلوط همیشه بهار-گاوزبان اروپایی به ترتیب ۱/۱۵ و ۱/۲۲ و نهایتاً برای تیمار کشت مخلوط سه گانه سیاهدانه-همیشه بهار-گاوزبان اروپایی به ترتیب برابر با ۱/۳ و ۱/۴۱ بود که بالاترین مقدار LER برای هر دو صفت عملکرد زیستی و عملکرد اقتصادی بود. نتایج اغلب آزمایشات حاکی از این است که مهم‌ترین مزیت کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بالاتر بودن کارایی استفاده از منابعی همچون آب، نیتروژن و به‌ویژه نور است (Awal et al., 2004; Berntsen et al., 2006). از آن‌جا که سیاهدانه و همیشه بهار مورد مطالعه در این آزمایش، از جبهه کوچکی برخوردار بودند و در کشت خالص و در تراکم مطلوب خود سطح زمین را کاملاً نمی‌پوشاندند، به نظر می‌رسد کشت مخلوط این گیاهان و بخصوص کشت مخلوط سه گانه این گیاهان سبب بهره‌وری بیشتر این گیاهان در استفاده از منابع قابل دسترس آن‌ها شده است. بنابراین از آن‌جا که در هر سه گیاه سیاهدانه، گاوزبان اروپایی و همیشه بهار، عملکرد زیستی و اقتصادی، در کشت مخلوط بهتر و بیشتر از کشت خالص بوده است، به نظر می‌رسد بهبود شاخص‌های مورد بررسی در نتیجه برهمکنش مثبت گیاهان در کشت مخلوط آن‌ها با یکدیگر بوده که منجر به کسب چنین نتایجی شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد که کشت مخلوط دو گانه و سه گانه بر روی عملکرد زیستی و عملکرد گل هر سه گیاه سیاهدانه، همیشه بهار و گاوزبان اروپایی اثر مشابهی داشته است. بهبود عملکرد زیستی و اقتصادی گاوزبان اروپایی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در آزمایش باقروی همکاران (Bagheri et al., 2012) نیز بدست آمده است. این محققان دلیل این امر را بهبود توانایی این گیاه در استفاده بیشتر از پتانسیل محیط در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص ذکر کرده‌اند. عباسی علی کمر و همکاران (Abbasi Ali Kamar et al., 2006) در طی آزمایشی، ضمن بررسی تراکم‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و نخود گزارش کردند که برای تمامی تیمارها نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود که این امر نشان از برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود. این محققین همچنین
- ۳۸۴
- ۳۸۵
- ۳۸۶
- ۳۸۷
- ۳۸۸
- ۳۸۹
- ۳۹۰
- ۳۹۱
- ۳۹۲
- ۳۹۳
- ۳۹۴
- ۳۹۵
- ۳۹۶
- ۳۹۷
- ۳۹۸
- ۳۹۹
- ۴۰۰
- ۴۰۱
- ۴۰۲
- ۴۰۳
- ۴۰۴

گزارش کردند که هرچند در آزمایش زیره سبز از کشت مخلوط اثر مثبت پذیرفت اما این سیستم کاشت تأثیری بر ویژگی‌های

۴۰۵

۴۰۶ رشدی و عملکرد نخود نداشت.

۴۰۷

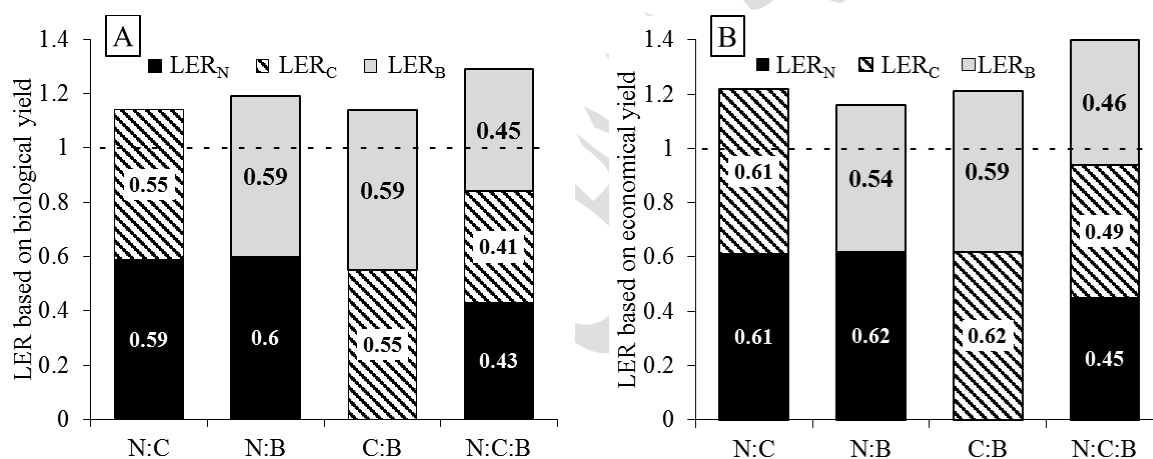
۴۰۸

۴۰۹

۴۱۰

۴۱۱

۴۱۲



شکل ۵- LER جزئی گونه‌ها و LER کل مربوط به تیمارهای دوگانه و سه‌گانه کشت مخلوط:

A- بر اساس عملکرد زیستی؛ B- بر اساس عملکرد اقتصادی

Fig 5- Partial and total LER of double and triple intercropping treatments based on:

A- biological yield, B- Economical yield

N, B and C indicate black cummin, marigold and borage, respectively.

N, B and C indicate black cummin, marigold and borage, respectively

N:C- کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه بهار، N:B- کشت مخلوط سیاهدانه- گاوزبان اروپایی، C:B- کشت مخلوط گاوزبان اروپایی-همیشه بهار،

N:C:B- کشت مخلوط سیاهدانه-همیشه بهار- گاوزبان اروپایی.

N:C- Intercropping of black cummin and marigold, N:B- Intercropping of black cummin and borage, C:B-

Intercropping of marigold and borage, N:C:B- Intercropping of black cummin, marigold and borage

۴۱۳

نتیجه گیری ۴۱۴

- ۴۱۵ کشت مخلوط راهبرد موثر استفاده بهینه از عوامل محیطی قابل دسترس گیاهان است و بخصوص در زمان محدودیت زمین می تواند
- ۴۱۶ بسیار مفید باشد. نتایج این آزمایش به خوبی اثرات هم افزایی گونه های کشت مخلوط بر یکدیگر را نشان داد. با توجه به یافته های
- ۴۱۷ این آزمایش بطور کلی کشت مخلوط سه گونه گیاه دارویی توانسته است با بهبود شرایط جهت رشد، کارایی این گیاهان در
- ۴۱۸ استفاده از زمین و سایر منابع در دسترس آن ها را افزایش داده و موجب افزایش تولید محصول این گیاهان، ضمن تضمین پایداری
- ۴۱۹ تولید در این گیاهان شود. در این آزمایش بطور کلی کشت مخلوط سه گونه گیاه دارویی سیاهدانه، همیشه بهار و گاوزبان اروپایی
- ۴۲۰ اغلب صفات این گیاهان شامل تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول، وزن هزار دانه و نسبت برابری زمین جزئی سیاهدانه،
- ۴۲۱ تعداد گل در بوته و شاخص برداشت گل همیشه بهار و گاوزبان اروپایی را افزایش داد و بالاترین مقادیر مربوط به صفات مورد
- ۴۲۲ اشاره نیز به کشت مخلوط سه گانه گیاهان مورد مطالعه بود. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می رسد که جهت حصول
- ۴۲۳ حداکثری عملکرد زیستی و اقتصادی سیاهدانه، گاوزبان اروپایی و همیشه بهار، به همراه بهره مندی از سلامت محصول تولیدی و
- ۴۲۴ پایداری در تولید این گونه ها، توصیه می شود کشت مخلوط سه گانه سیاهدانه-گاوزبان اروپایی-همیشه بهار مدنظر قرار گیرد.

۴۲۵

۴۲۶ سپاسگزاری

- ۴۲۷ بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تأمین بودجه این تحقیق از محل اعتبارات این معاونت (شماره
- ۴۲۸ ۳۱۶۸۷) و همچنین مسئولین و کارکنان محترم مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد صمیمانه تشکر و
- ۴۲۹ قدردانی می شود.

۴۳۰

۴۳۱ منابع

- ۴۳۲ Abbasi Ali Kamar, R., Hejazi, A., Akbari, G., Kafi, M. and Zand, E. 2006. Evaluation of the
- ۴۳۳ effect of different swing plant density in intercropping of cumin and chickpea by
- ۴۳۴ emphasis on weed control. Iranian Journal of Field Crops Research 4(1): 83-94. (In
- ۴۳۵ Persian with English Summary)
- ۴۳۶ Allahdadi, M., Shakiba, M.R., Dabbagh Mohammadi Nasab, A. and Amini, R. 2013.
- ۴۳۷ Evaluation of Yield and Advantages of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) and
- ۴۳۸ Calendula (*Calendula officinalis* L.) Intercropping Systems. Agricultural science and
- ۴۳۹ sustainable production 23(3): 47-58. (In Persian with English Summary)
- ۴۴۰ Ameri, A.A., Rabbani Nasab, H., Jalilvand, M.R. and Imani, M. 2012. The survey on
- ۴۴۱ phenological stages, the effect of nitrogen fertilizer levels and plant density and stage of
- ۴۴۲ flower harvest on flower production, active ingredients of Marigold (*Calendula*

- officinalis*). Journal of North Khorasan University of Medical Sciences 4: 57-66. (In Persian with English Summary) ۴۴۳
- Awal, M.A., H., Koshi, and T., Ikeda. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology 139: 74–83. ۴۴۴
- ۴۴۵
- ۴۴۶
- Ayeneband, A. 2007. Ecology of Agroecosystems. Chamran University Press, Ahvaz, Iran. (In Persian) ۴۴۷
- ۴۴۸
- Ayeneband, A. 2007. Ecology of agroecosystems. Shahid Chamran University Pub., Ahvaz. (In Persian) ۴۴۹
- ۴۵۰
- Bagheri, M., Zafarian, F., Akbarpoor, V., Asadi, G.A. and Bichranloo, B. 2012. Evaluation of soybean basil and borage growth indexes in different intercropping ratios. Plant Production Research 19(3): 1-25. (In Persian with English Summary) ۴۵۱
- ۴۵۲
- ۴۵۳
- Berntsena, J., H., Hauggard-Nielsen, J.E., Olesen, B.M., Petersena, E.S., Jensenb, and A. Thomsen. 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. Field Crops Research 88: 69–83. ۴۵۴
- ۴۵۵
- ۴۵۶
- Bigonah, R., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. 2011. The effect of intercropping of coriander and fenugreek on theirs some quantitative and qualitative characteristics. National Confrence of Sustainable Agriculture, Varamin, Iran, 1 December 2011. (In Persian) ۴۵۷
- ۴۵۸
- ۴۵۹
- ۴۶۰
- Boquet, D.J., Koohe, K.L., and Walker, D.M. 2003. Selected determinate soybean cultivar yield responses to row spacings and planting dates. Agronomy Journal 74: 136-138. ۴۶۱
- ۴۶۲
- Caballero, R.C., Alzueta, L.T., Ortiz, M.L., Rodriguez, R.T., and Barro, C. 2001. Carbohydrate and protein fractions of fresh and dried common vetch in three maturity stages. Agronomy Journal 93: 1006-1013. ۴۶۳
- ۴۶۴
- ۴۶۵
- Carrubba, A., Torre, R. La., Saiano, F. and Aiello, P. 2008. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. INRA, EDP Sciences 28: 247-256. ۴۶۶
- ۴۶۷
- Dahmardeh, M. and Keshtegar, A. 2014. Evaluation of yield of maize (*Zea mays* L.) in intercropping with peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Agroecology 6(4): 311-323. (In Persian with English Summary) ۴۶۸
- ۴۶۹
- ۴۷۰
- Darzi MT Ghalavand A Sefidkon F and Rejali F. 2008. The effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in Fennel (*Foeniculum vulgar* Mill.). Iranian J. of Medicinal and Aromatic Plants. 24 (4): 396 - 413. (In Persian with English Summary) ۴۷۱
- ۴۷۲
- ۴۷۳
- ۴۷۴
- Echarte, L., Della Maggiora, A., Cerrudo, D., Gonzalez, V.H., Abbate, P., Cerrudo, A., Sadras, V.O., and Calvino, P. 2011. Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. Field Crop Research 121: 423-429. ۴۷۵
- ۴۷۶
- ۴۷۷
- FAO. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at <http://www.faostat.fao.org/faostat/>. ۴۷۸
- ۴۷۹
- Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A.A. and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection, 27: 653-659. ۴۸۰
- ۴۸۱
- ۴۸۲
- Feyzizadeh, E. 2012. Intercropping of borage (*Borago officinalis*) and millet (*Panicum miliaceum*) affected by different plant density. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Zabol University, iran. (In Persian) ۴۸۳
- ۴۸۴
- ۴۸۵
- Gholinezhad, E. and Rezaei-Chiyaneh, E. 2014. Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). ۴۸۶
- ۴۸۷

Iranian Journal of Field Crops Research 16(3): 236-249. (In Persian with English Summary)	۴۸۸
	۴۸۹
Ghosh, P.K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli, D.K. and Misra A.K. 2006. Growth, competition, yield advantage and economics in soybean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India. I. Effect of subsoiling. Field Crops Research 96: 80-89.	۴۹۰
	۴۹۱
	۴۹۲
	۴۹۳
Gustave, N.M., Jean, F., Ois, L., and Xavier, D. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. Journal of Environmental and Experimental Botany 64(2): 180-188.	۴۹۴
	۴۹۵
	۴۹۶
Heidari Asl, A. 2014. Effect of nitrogen, weed interference arugula (<i>Eruca sativa</i>) and different planting methods on the performance of the intercropping of flax and clover. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian)	۴۹۷
	۴۹۸
	۴۹۹
	۵۰۰
Heidari Sharifabad, H., and Dorri, M. 2002. Forage Crops (Tunicates). 1nd Ed. Moasese Tahghighate Jangalha VA Marate Press. 311 pp. (In Persian with English Summary)	۵۰۱
	۵۰۲
Karim Zadeh, P. 2014. Evaluation of the production of medicinal forage by intercropping of clover, hairy vetch and dill. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Iran.	۵۰۳
	۵۰۴
	۵۰۵
Khamooshi, A. 2014. Comparison of the different ratio of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) in additive and replacement series of intercropping. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian)	۵۰۶
	۵۰۷
	۵۰۸
	۵۰۹
Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R. 2008. The effect of application of bio-fertilizers on growth indexes of black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary)	۵۱۰
	۵۱۱
	۵۱۲
Koocheki, A., Lalehgani, B. and Najibnia, S. 2009. Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 605-614. (In Persian with English Summary)	۵۱۳
	۵۱۴
	۵۱۵
Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Borumand Rezazadeh, Z., Jahani, M., and Jafari, L. 2014. Yield responses of black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.) to intercropping with chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) and bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Iranian Journal of Field Crops Research 12 (1): 1-8. (In Persian with English Summary)	۵۱۶
	۵۱۷
	۵۱۸
	۵۱۹
Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S. And Amin Ghafoori, A. 2012. Ecological study different patterns of row intercropping of borage (<i>Borago officinalis</i> L.) and bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Journal of Agroecology 4(1): 1-11. (In Persian with English Summary)	۵۲۰
	۵۲۱
	۵۲۲
	۵۲۳
Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy 34: 287-294.	۵۲۴
	۵۲۵
	۵۲۶
Mehta, B.K., Pandit, V. and Gupta, M. 2009. New principle from seeds of <i>Nigella sativa</i> . Natural Product Research 23: 138-148.	۵۲۷
	۵۲۸
Mirhashemin, M. 2006. Study of the intercropping of bishop and fenugreek with emphasis on organic agriculture principles. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian)	۵۲۹
	۵۳۰
	۵۳۱
Naghdi badi, H.A., Sorooshzadeh, A., Rezazadeh, S., Sharifi, M., Ghalavand, A. And Omid, H. 2007. A review on borage (Valuable medicinal plant rich of gamalinolenic acid). Journal of Medicinal Plants 24: 1-17. (In Persian)	۵۳۲
	۵۳۳
	۵۳۴
Nasirpoor, M. The effect of intercropping of millet and cowpea on grain yield and weed control. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Zabol University, Iran. (In Persian)	۵۳۵
	۵۳۶

Neamatollahi, E., Jahansuz, M.R., Mazaheri, D. and Bannayan, M. 2013. Intercropping. Sustainable Agriculture Reviews 12: 119-142.	۵۳۷ ۵۳۸
Ngwira, A.R., Aune, J.B., and Mkwinda, S. 2012. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. Field Crops Research 132: 149-157.	۵۳۹ ۵۴۰ ۵۴۱
Nowroozpoor, G. and Rezvani Moghaddam, P. 2005. The effect of different irrigation periods and plant density on yield and yield components of medicinal plant on black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.). Iranian Journal of Field Crops Research 23: 305-314. (In Persian with English Summary)	۵۴۲ ۵۴۳ ۵۴۴ ۵۴۵
Omidbeygi, R. 2005. Approaches of production and processing of medicinal plants (Vol. II). Astane Ghodse Razavi Pub., Mashhad. (In Persian)	۵۴۶ ۵۴۷
Philipp, A. 2009. What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. Journal of Ecological Economics 68(6): 1872-1882.	۵۴۸ ۵۴۹
Poor Amir, F., Koocheki., A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R. 2010. Evaluation of yield and yield components of sesame and cowpea in replacement series of intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(5): 757-768. (In Persian with English Summary)	۵۵۰ ۵۵۱ ۵۵۲ ۵۵۳
Rezaei-Chianeh, E., Dabagh mohammadinassab, A., Shakiba, M.R., Ghasemi Golazani, K. and Aharizade, S., 2010. Evaluation of light interception and canopy characteristics in monocropping and intercropping of maize (<i>Zea mays</i> L.) and faba bean (<i>Vicia faba</i> L.). Journal of Agroecology 2(3): 437-447. (In Persian with English Summary)	۵۵۴ ۵۵۵ ۵۵۶ ۵۵۷
Rezvani Moghadam, P., Raofei, M.R., Rashed Mohassel, M.H. and Moradi, R. 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (<i>Vigna radiate</i> L. Wilczek) - black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.) intercropping system. Journal of Agroecology 1(1): 65-79. (In Persian with English Summary)	۵۵۸ ۵۵۹ ۵۶۰ ۵۶۱
Rezvani, M., Abdali Mashhadi, A. and Aslani, V. 2015. Comparison of some yield characteristics of marigold in intercropping with anise and black seed. 1 st international conference of new finds in agriculture, natural resources and the environment, Tehran, Iran, 14 February 2015. (In Persian)	۵۶۲ ۵۶۳ ۵۶۴ ۵۶۵
Rostaei, M., Fallah, S. and Abbasi Sorki, A. 2014. Effect 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 with English Summary)	۵۶۶ ۵۶۷ ۵۶۸
Thomas, S.C.L. 2000. Medicinal Plants. Technomic Publication. 225 pp.	۵۶۹
Torkaman-nia, A. 1997. Effect of swing time on the yield of black cumin in Torbat climate conditions. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University (Branch Torbat), Iran. (In Persian)	۵۷۰ ۵۷۱ ۵۷۲
Tsubo, M., and Walker, S. 2002. A model of radiation interception and use by a maize/bean intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology 110: 203-215 .	۵۷۳ ۵۷۴
Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions. Journal of Field Crops Research 93(1): 10-22.	۵۷۵ ۵۷۶ ۵۷۷
Zafarian, F. and Bagheri Shirvan, M. 2014. Effect of intercropping different ratios on yield of soybean, sweet basil and borage. Journal of Crop Improvements, 16(1): 197-214. (In Persian with English Summary)	۵۷۸ ۵۷۹ ۵۸۰ ۵۸۱