مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۲ صفحه های ۱۵۱ تا ۱۶۴ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر ویژگی‌های کمی و میزان اسانس همیشه‌بهار و اسطوخودوس[1]

Effects of Different Intercropping Patterns on Quantitative Traits and Essential Oil Content of Calendula (*Calendula officinalis* L.) and Lavender (*Lavandula angustifolia* L.)

فاطمه بهشتی، مهدی حسینی فرهی*، مسلم عبدی پور*، عبدالصمد کلیدری[2]

چکیده

به منظور تعیین مناسب‌ترین نسبت کشت مخلوط همیشه‌بهار و اسطوخودوس، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی کشت مخلوط عبارت بودند از: نسبت‌های مختلف کشت مخلوط همیشه‌بهار و اسطوخودوس (۱۰۰٪ همیشه بهار، ۷۵٪ همیشه بهار + ۲۵٪ اسطوخودوس، ۵۰٪ همیشه‌بهار + ۵۰٪ اسطوخودوس، ۲۵٪ همیشه‌بهار + ۷۵٪ اسطوخودوس و ۱۰۰٪ اسطوخودوس). نتیجه‌ها نشان داد که تیمار کشت مخلوط همیشه‌بهار و اسطوخودوس تأثیر معنی‌داری بر تمامی ویژگی‌های مورد بررسی داشت. بیشترین ارتفاع بوته (۶۴/۵۴ و ۵۱/۵۶ سانتی‌متر)، وزن خشک اندام هوایی (۸۲۰/۱۷ و ۱۳۹/۶۷ گرم در مترمربع) و عملکرد گل (۶۶۱ و ۴/۲۹ گرم در مترمربع) به‌ترتیب در کشت خالص همیشه‌بهار و اسطوخودوس مشاهده شد. تعداد شاخه‌های جانبی و درصد اسانس برای هر دو گیاه در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط به جز تیمار ۲۵ ٪ همیشه‌بهار و ۷۵٪ اسطوخودوس بالاتر از یک و بین ۱/۴ تا ۱/۷۵ بود. به‌طور کلی، کشت مخلوط ۵۰٪ همیشه‌بهار و ۵۰٪ اسطوخودوس نسبت به کشت خالص هر دو گیاه، به‌دلیل افزایش سودمندی و پایداری تولید پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، عملکرد گل، درصد اسانس، نسبت برابری زمین.

مقدمه

افزایش استفاده از گیاهان دارویی و معطر در صنایع آرایشی و بهداشتی نقش آن‌ها را در اقتصاد جهانی برجسته کرده است به طوری که مصرف فرآورده‌های آن‌ها نه تنها در کشورهای در حال توسعه بلکه در کشورهای پیشرفته نیز گسترش یافته است (۴۵). این افزایش تقاضا به‌ویژه در مورد ترکیب‌های استخراج شده از گیاهان کشت شده در شرایط ارگانیک، برای این صنایع بسیار مهم است. تاکنون روش‌های مختلفی برای کاهش مصرف ترکیب‌های شیمیایی و پایداری تولید برای گیاهان دارویی و معطر پیشنهاد شده است. یکی از راه‌های کاهش مصرف ترکیب‌های شیمیایی در کشاورزی پایدار و افزایش تولید محصول‌های کشاورزی، بهره‌برداری بیشتر از شرایط محیطی، استفاده مؤثرتر از زمان و مکان و یا به عبارت دیگر استفاده از کشت مخلوط است (۲۵). کشت مخلوط به دلیل استفاده بیشینه از منابع محیطی، کاهش خطرهای احتمالی، موازنه در امر تغذیه و حاصلخیزی

۱- تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱۰

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران؛ استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان کهگیلویه و بویر احمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران و استادیار گروه زراعت، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

* نویسندگان مسئول، پست الکترونیک: (m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir , abdipur.m@gmail.com)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

خاک، افزایش مقدار تولید در واحد سطح به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و ماده‌های غذایی موجود در خاک و نیز برخی امتیازات دیگر بر تک‌کشتی برتری دارد (۵).

همیشه‌بهار با نام علمی(*Calendula officinalis* L.)، گیاهی یک‌ساله تا چندساله از تیره میناسانان (Asteraceae) است که خاستگاه اصلی آن در حوزه دریای مدیترانه، خاورمیانه و اروپای مرکزی است (۳۱). از جمله مهم‌ترین ترکیب‌های این گیاه می‌توان به سزکوئی‌ترپن‌ها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، زانتوفیل‌ها، تریول ترپن‌ها، فلاونوئیدها و روغن‌های فرار (اسانس‌ها) اشاره کرد (۲۷). ترکیب‌های مؤثره اصلی در اسانس گل همیشه بهار شامل بتا- اوسیمن، دی هیدروتاژتون، تاجتون، بتا-فلاندرن، لیمونن و تاژتنون است (۹). گل این گیاه افزون بر استفاده خوراکی (طعم‌دهنده و رنگ‌دهنده غذاهای مختلف) دارای ماده‌های مؤثره و ترکیب‌هایی است که در صنعت (تهیه رنگ‌های نقاشی و نایلون صنعتی) و داروسازی (تهیه انواع کرم‌ها و لوسیون‌ها) کاربرد دارد. عصاره گیاه دارویی گل همیشه‌بهار به دلیل داشتن ویژگی‌های ضدمیکروبی و فعالیت ضدقارچی دارای کاربرد زیادی در معالجه التهاب و زخم‌های پوستی است (۷).

اسطوخودوس با نام علمی (*Lavandula angustifolia* L.) یک گیاه دارویی بسیار معطر و از تیره نعناسانان (Lamiaceae) است، این گیاه چندساله، بوته مانند و پرپشت است، گل‌های آن ارغوانی تیره به صورت سنبله‌های فشرده است و با توجه به سازگاری بالا در مناطق مختلف از سراسر جهان رشد می‌کند (۱۷). اسانس این گیاه حاوی بیش از ۳۰۰ ترکیب شیمیایی است. اجزای غالب آن شامل لینالول، لینالیل استات، ترپینن، استات لاواندولول، اوسیمن و سینئول هستند. اسانس اسطوخودوس دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی خوبی است و تأثیر مثبت قابل توجهی بر سیستم هضم و عصبی دارد. عصاره اسطوخودوس از زوال عقل جلوگیری می‌کند و ممکن است از رشد یاخته‌های سرطانی جلوگیری کند. ترکیب‌های اسطوخودوس هم‌چنین برای درمان مشکل‌های پوستی و سوختگی توصیه می‌شوند (۳۱).

تأثیر شرایط محیطی از جمله شرایط اقلیمی، تغذیه، الگوی کشت، تراکم و غیره بر ویژگی‌های کمی گیاهان دارویی پیش از این در بررسی‌های زیادی گزارش شده است (۲۶، ۳۰، ۳۲، ۳۵). لازم به بیان است که افزون بر ویژگی‌های کمی، کمیت و کیفیت اسانس نیز در گیاهان دارویی و معطر متغیر است و صرف نظر از نژادگان، به محل رشد، شرایط اقلیمی، شیوه تکثیر، الگوی کشت و هم‌چنین ویژگی‌های مورفولوژیکی بستگی دارد (۳۴، ۴۴، ۴۵). اگرچه درباره تأثیر کشت مخلوط بر ویژگی‌های کمی و عملکرد گیاهان، بحث‌های متفاوتی وجود دارد، اما ارزش واقعی تولید گیاهان دارویی و معطر به کیفیت محصول و پایداری تولید مربوط می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم اهمیت قرار دارد (۳۹).

تاکنون بررسی‌های متعددی در رابطه با امکان‌سنجی و ارزیابی کشت مخلوط گیاهان دارویی و معطر انجام شده است. در بررسی کشت همزمان زعفران و بابونه تفاوت معنی‌داری میان کشت خالص زعفران و تیمارهای مخلوط زعفران با بابونه شیرازی، گاوی و آلمانی در کشت پاییزه و بهاره به لحاظ عملکرد زعفران گزارش نشد (۲۸). میرهاشمی و همکاران (۲۴) در بررسی عملکرد زنیان (*Trachyspermum copticum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بیان کردند که با تغییر از کشت خالص به کشت مخلوط چند ردیفه، عملکرد دانه هر دو گیاه کاهش می‌یابد و در صورتی که کشت دو گیاه در یک زمان انجام شود، رقابت برای منابع رشدی شدیدتر است و بنابراین کاهش عملکرد دو گیاه مشاهده می‌شود. در مطالعه ارزیابی کشت مخلوط سیر با برخی از گیاهان دارویی در شرایط اهواز توسط بهادر و همکاران (۴) گزارش شد که در مجموع کشت مخلوط سیر (*Allium sativm* L.) با اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk) و همیشه‌بهار به دلیل وجود بالاترین مقدار افزایش عملکرد واقعی نسبت به کشت خالص سیر، در منطقه اهواز پیشنهاد می‌شود. رضایی‌چیانه و همکاران (۳۷) نیز در بررسی کشت مخلوط نواری زنیان و شنبلیله زیر تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی، گزارش نمودند که کشت مخلوط نواری با نسبت چهار ردیف زنیان و دو ردیف شنبلیله با تیمار کود شیمیایی بیش‌ترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۹۷) را در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط به خود اختصاص داد که معادل ۹۷ درصد افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با خالص است. در مطالعه دیگری گزارش شد که بیشترین نسبت برابری زمین (LER[۱]) به ترتیب در تیمارهای ۵۰ ٪ شنبلیله + ۵۰ ٪ گل‌داودی، ۳۵ ٪ شنبلیله + ۶۵ ٪ گل‌داودی و ۲۵ ٪ شنبلیله + ۷۵ ٪

۱- Land Equivalent Ratio

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

گل‌داودی مشاهده شد (۴۷). سخاوی و همکاران (۴۰) نیز در کشت مخلوط زیره سبز و باقلا، مقادیر متغیر نسبت برابری زمین را در الگوهای مختلف بیشتر از یک گزارش کردند که سودمندی کشت مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی را نشان می‌داد. امروزه در جهت بهبود شرایط زراعی و افزایش کارایی، روش‌هایی را به کار می‌برند که با طبیعت سازگاری داشته و با اصول اکولوژیکی که در علوم جدید مورد توجه قرارگرفته‌اند سازگار باشد. به هرحال، بر اساس بررسی منابع صورت گرفته توسط نویسندگان تاکنون هیچ گزارشی در رابطه با امکان‌سنجی و ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان همیشه‌بهار و اسطوخودوس در شرایط کشت مخلوط ارائه نشده است. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و نبود اطلاعات کافی در زمینه بررسی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط گیاه همیشه‌بهار و اسطوخودوس و تاثیر کشت مخلوط بر ویژگی‌های کمی و کیفی این دو گیاه، هدف از پژوهش حاضر تعیین بهترین نسبت کشت مخلوط و ارزیابی ویژگی‌های کمی و میزان اسانس گل همیشه‌بهار و اسطوخودوس بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط گل همیشه‌بهار و اسطوخودوس بر درصد اسانس، ویژگی‌های کمی و نسبت برابری زمین، آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج با مختصات عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۷۰ متر اجرا گردید. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل درصدهای مختلف کشت مخلوط گل همیشه‌بهار و اسطوخودوس (۱۰۰٪ همیشه بهار، ۷۵ ٪ همیشه بهار + ۲۵٪ اسطوخودوس، ۵۰ ٪ همیشه بهار + ۵۰٪ اسطوخودوس، ۲۵ ٪ همیشه‌بهار + ۷۵٪ اسطوخودوس و ۱۰۰٪ اسطوخودوس) بودند. پیش از اجرای آزمایش با برداشت نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). شیوه توزیع بارندگی و هم‌چنین دیگر ویژگی‌های اقلیمی محل اجرای آزمایش در طول فصل رشد در گیاه همیشه‌بهار و اسطوخودوس در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1. Some of the physical and chemical characteristics of the soil in the experiment field.

بافت خاک Texture of soil	پتاسیم قابل جذب K (ppm)	فسفر قابل جذب P (ppm)	درصد نیتروژن کل N (%)	درصد کربن آلی Organic carbon (%)	اسیدیته Acidity pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	عمق خاک Depth of the soil (cm)
رسی Clay	338	10	0.09	0.086	7.6	0.7	0-30

عملیات آماده‌سازی زمین با شخم عمیق توسط گاوآهن برگردان‌دار در انتهای پاییز آغاز شد و در ابتدای بهار سال ۹۷ کود گاوی به میزان ۳۰ تن در هکتار به زمین اضافه و عملیات دیسک‌زنی و کولیتوار جهت آماده‌سازی صورت گرفت. ابعاد کرت‌های آزمایشی به صورت ۱۲=۴×۳ متر مربع در نظر گرفته شد و هر دو گیاه همیشه‌بهار و اسطوخودوس به طور همزمان در تاریخ نهم اردیبهشت‌ماه به‌صورت نشاکاری کشت شدند. فاصله ردیف‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر و فاصله نشاهای کشت‌شده همیشه‌بهار و اسطوخودوس به‌ترتیب ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر نسبت به هم در هر ردیف در نظر گرفته شد. تراکم گل همیشه‌بهار چهار نشاء در مترمربع و برای اسطوخودوس سه نشاء در مترمربع بود. آبیاری به صورت غرقابی انجام شد و در ابتدا به منظور جلوگیری از خشک شدن و هم‌چنین اطمینان از استقرار نشاها عملیات آبیاری هر دو روز یکبار اجرا شد. در این مرحله عملیات واکاری برای گیاهچه‌های استقرار نیافته انجام شد. پس از اطمینان از استقرار گیاهچه‌ها، عملیات آبیاری هر چهار تا پنج روز یکبار با توجه به نیاز آبیاری مزرعه انجام گردید. عملیات وجین علف‌های هرز کرت‌های آزمایشی به صورت دستی و هر هفته انجام شد. برداشت نمونه‌های گل در گیاه همیشه‌بهار از اواخر خردادماه به صورت چین انجام گرفت، برای این منظور حدود ۱۰ تا ۱۵ نمونه گل

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

کامل باز شده در ابتدای صبح از هر کرت آزمایشی برداشت گردید. در مورد گیاه اسطوخودوس با توجه به کم بودن گل‌ها، سرشاخه‌های گل‌دار در هر چین در اوایل شهریورماه برداشت شدند. در گیاه اسطوخودوس نیز به طور معمول ۱۰ تا ۱۵ نمونه گل در هر مرحله نمونه‌برداری از هر کرت آزمایشی برداشت شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک اندام‌های هوایی (بر حسب گرم در مترمربع)، کل بوته با حذف ریشه از ناحیه پاهنگ، پیش و پس از قرار دادن در آون (دمای۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت) با ترازوی دیجیتال وزن گردید (۸).

جدول ۲- برخی ویژگی‌های اقلیمی یاسوج در فصل زراعی ۹۷-۱۳۹۶(سایت هواشناسی کهگیلویه و بویراحمد).
Table 2. Some climatic characteristics of Yasouj in the 2017-18 crop season (Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Meteorological Site).

ماه‌های سال Months of the year	بارش ماهیانه Monthly rainfall (mm)	رطوبت ماهیانه Monthly humidity (%)		دمای ماهیانه Monthly temperature (C°)	
		کمینه رطوبت Minimum humidity	بیشینه رطوبت Maximum humidity	کمینه دما Minimum temperature	بیشینه دما Maximum temperature
October -مهر	0.00	1.00	51.00	6.40	30.40
November -آبان	17.30	1.00	100.00	-1.20	26.80
December -آذر	60.80	2.00	100.00	-4.20	20.00
January -دی	16.80	1.00	97.00	-0.60	21.60
February -بهمن	33.50	3.00	100.00	-0.80	19.20
March -اسفند	98.20	2.00	98.00	3.20	22.20
April -فروردین	66.70	1.00	100.00	4.80	27.40
May -اردیبهشت	129.30	2.00	70.00	9.20	27.00
June -خرداد	0.00	1.00	40.00	14.00	36.20
July -تیر	0.00	1.00	40.00	14.00	39.60
August -مرداد	0.00	2.00	55.00	16.80	37.80
September -شهریور	2.70	1.00	59.00	13.60	36.80

Source: Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Meteorological Department.

منبع: اداره هواشناسی کهگیلویه و بویراحمد.

برای اندازه‌گیری تعداد شاخه جانبی ابتدا پس از خارج کردن بوته‌ها از خاک، تعداد شاخه‌های جانبی منشعب شده از ناحیه پاهنگ، در هر کرت با رعایت اثر حاشیه به صورت تصادفی از بین ۸ بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد (۸). هم‌چنین برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، پنج بوته از هر کرت در پایان فصل رشد انتخاب شدند و ارتفاع بوته تا جایی که ساقه اصلی رشد کرده بودند به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد (۱۰). برای اسانس‌گیری در گیاه همیشه‌بهار از نمونه گل و در گیاه اسطوخودوس با توجه به کمبود گل از نمونه‌های برگ و گل برداشت شده استفاده شد. برای استخراج میزان اسانس از دستگاه کلونجر استفاده شد. روش کار با دستگاه کلونجر به این صورت بود که ابتدا نمونه‌های خشک گیاه (به میزان ۵۰ گرم) که پیش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

از آن در دمای اتاق (۲۳-۲۰ درجه سلسیوس) خشک شده بودند به همراه آب وارد بالن دستگاه شد، سپس حرارت روشن گردید. از طرفی شیر آب خنک باز شد تا در پیرامون کندانسور جریان یابد. پس از جوشیدن آب، بخارها به سمت مبرد حرکت و در آن جا خنک شد و مایع و اسانس داخل لوله جمع‌آوری اسانس ریخته شدند. پس از پایان کار (به مدت ۳ ساعت)، شیر لوله جمع‌آوری اسانس باز شد و پس از خارج کردن آب، اسانس داخل ظرف ویژه ریخته شد و با سولفات سدیم خشک گردید (۱۰). درصد اسانس با معادله شماره یک محاسبه گردید:

معادله (یک) درصد اسانس= وزن اسانس / وزن خشک گیاه × ۱۰۰

برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی برگ از دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل کونیکا میتولتا (Konika Minolta- SPAD-502) ساخت کشور ژاپن استفاده شد.

جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین (LER) از معادله شماره دو استفاده شد (۲۳).

معادله (دو)
$$LER=\frac{Y1}{F1}+\frac{Y2}{D2}$$

در این معادله، Y_1 و Y_2 به‌ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در مخلوط و F_1 و D_2 نیز عملکرد خالص گونه اول و دوم است.

واکاوی آماری

واکاوی آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 (۴۲) و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون کمینه اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

همیشه بهار

ارتفاع بوته

طبق نتیجه‌های به دست آمده اثر الگوی کشت بر ویژگی‌های ارتفاع بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد گل و تعداد شاخه جانبی همیشه‌بهار در سطح ۵٪ و برای شاخص سبزینگی برگ و درصد اسانس در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته (۶۴/۵۴ سانتیمتر) مربوط به تیمار کشت خالص همیشه‌بهار بود و تیمارهای کشت مخلوط ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ همیشه‌بهار و اسطوخودوس به ترتیب با کاهش ارتفاع ۱۲، ۲۱ و ۲۹ درصد نسبت به تیمار کشت خالص همیشه‌بهار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۳). ارتفاع بالاتر گیاه همیشه‌بهار در تیمار خالص به احتمال مربوط به افزایش رقابت درون‌گونه‌ای برای جذب نور زیر تأثیر تراکم بالاتر و سایه‌اندازی بوته‌ها است. رضوانی مقدم و همکاران (۳۹) در مطالعه کشت مخلوط پیاز طلایی، زنیان و بابونه، بیشترین ارتفاع بوته برای پیاز (۶۷/۰۱ سانتی‌متر) و زنیان (۸۴/۸۳ سانتی‌متر) را در شرایط کشت خالص و کمترین ارتفاع بوته برای پیاز (۵۰ سانتی‌متر) و زنیان (۶۳/۳۳) را به ترتیب در الگوی کشت مخلوط پیاز-زنیان ۱:۱ گزارش کردند. این پژوهشگران افزایش ارتفاع در شرایط کشت خالص نسبت به کشت مخلوط را به رقابت درون‌گونه‌ای در شرایط کشت خالص برای جذب نور بیان نمودند. افزایش ارتفاع بوته به دلیل رقابت درون‌گونه‌ای در الگوی کشت خالص پیش از این در بررسی‌های دیگری نیز گزارش شده است (۱۸، ۲۹).

شاخه‌های جانبی

از نظر ویژگی تعداد شاخه‌های جانبی تیمارهای مختلف الگوی کشت تفاوت آماری معنی‌داری را نشان دادند و همانطور که از نتیجه‌های مقایسه میانگین مشاهده می‌شود تیمار کشت مخلوط ۷۵:۲۵ همیشه‌بهار و اسطوخودوس با ۱۱۷ شاخه جانبی در مقایسه با سایر تیمارها به‌ویژه کشت خالص همیشه‌بهار بیشترین تعداد شاخه جانبی را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). تیمارهای کشت مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ همیشه‌بهار و اسطوخودوس و هم‌چنین تیمار کشت خالص همیشه‌بهار به ترتیب با ۹۰، ۷۵/۲۲ و ۵۷/۱۸ شاخه جانبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص همیشه‌بهار را می‌توان به وجود فضای بیشتر برای رشد و شاخه‌زایی بوته‌های همیشه‌بهار در تراکم پایین‌تر این بوته‌ها در شرایط کشت مخلوط با اسطوخودوس دانست. این افزایش تراکم همیشه‌بهار در شرایط کشت‌خالص به دلیل بروز رقابت درون‌گونه‌ای زیر تأثیر کاهش فضا و عنصرهای غذایی در دسترس موجب کاهش سایر اجزای عملکرد از جمله تعداد گل

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

به دنبال کاهش تعداد شاخه‌های جانبی خواهد بود. خرم‌دل و همکاران (۲۰) ضمن اعلام کاهش تعداد شاخه‌های زیره سبز در شرایط کشت خالص (۹/۴۴)، بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی (۲۱/۹۹) را در شرایط کشت مخلوط ۱۰۰٪ زعفران و ۲۰٪ زیره سبز گزارش کردند. کاهش تعداد شاخه‌های جانبی در کشت‌خالص در مقایسه با کشت مخلوط برای سایر گیاهان نیز مشاهده شده است (۱۲،۳).

شاخص سبزینگی برگ

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده، شاخص سبزینگی برگ به طور معنی‌داری (۱٪) زیر تأثیر تیمارهای الگوی کاشت قرار گرفته و بیشترین مقدار برای این ویژگی (۴۹/۷۷) مربوط به تیمار کشت مخلوط ۵۰:۵۰ همیشه‌بهار و اسطوخودوس بوده است (جدول ۳). به هرحال تفاوت معنی‌داری برای این ویژگی بین دو تیمار کشت خالص همیشه‌بهار و کشت مخلوط ۵۰:۵۰ همیشه بهار و اسطوخودوس مشاهده نشد. همانطور که از نتیجه‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود تیمار ۷۵:۲۵ کشت مخلوط در مقایسه با تیمار ۲۵:۷۵ دارای شاخص سبزینگی برگ بالاتری است. بنابراین، با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده شاید توجیه روند تغییرهای ویژگی سبزینه با توجه به الگوی کشت مشکل باشد.

وزن خشک اندام هوایی

از نظر ویژگی وزن خشک اندام هوایی، تیمار کشت خالص همیشه بهار با ۸۲۰/۱۷ گرم در مترمربع به طور معنی‌داری مقادیر بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد (جدول ۳). مقدار این ویژگی با کاهش نسبت گیاه همیشه‌بهار به گیاه اسطوخودوس در شرایط کشت مخلوط رابطه خطی داشته و با کاهش نسبت گیاه همیشه‌بهار به گیاه اسطوخودوس کاهش یافته است. روند کاهش این ویژگی (۱۹، ۴۰ و ۷۸٪) به ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ نسبت به کشت خالص با توجه به کاهش تراکم گیاه همیشه‌بهار در واحد سطح قابل انتظار است. بالا بودن وزن خشک اندام‌هوایی گل همیشه‌بهار در کشت خالص را می‌توان به تراکم بالای این گیاه و عدم وجود رقابت بین‌گونه‌ای در شرایط کشت خالص عنوان کرد که در این شرایط به دلیل عدم وجود گیاه رقیب (اسطوخودوس) برای استفاده از آشیان‌های اکولوژیکی یکسان تمامی منابع موجود در اختیار همیشه‌بهار قرار گرفته است. رضوانی‌مقدم و همکاران (۳۹) بالاترین عملکرد زیستی برای گیاه پیاز (*Allium cepa*) (۹۹۷۳/۹ کیلوگرم در هکتار)، زنیان (۲۹۱۵/۶ کیلوگرم در هکتار) و بابونه (*Matricaria* chamomilla L.) (۳۵۸/۶ گرم در مترمربع) را در شرایط کشت خالص گزارش کردند. این درحالی است که در این مطالعه کمترین عملکرد زیستی پیاز (۲۵۴۴/۹ کیلوگرم در هکتار)، زنیان (۱۶۰۶/۳ کیلوگرم در هکتار) و بابونه (۲۰۹/۵ گرم در مترمربع) به ترتیب در کشت مخلوط پیاز-زنیان ۱:۱، زنیان-پیاز ۱:۱ و بابونه-پیاز ۱:۱ گزارش شده است. کاهش وزن خشک اندام هوایی در شرایط کشت مخلوط به دلیل رقابت بین‌گونه‌ای برای سایر گیاهان نیز گزارش شده است (۱۱، ۱۵).

عملکرد گل

عملکرد گل در واحد سطح از جمله ویژگی‌هایی است که به شدت زیر تأثیر تیمار الگوی کشت قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای این ویژگی قابل مشاهده است. بر اساس نتیجه‌های مقایسه میانگین بیشترین (۶۶۱ گرم در مترمربع) و کمترین (۱۰۰/۷ گرم در مترمربع) عملکرد گل به ترتیب با تیمار کشت خالص همیشه‌بهار و کشت مخلوط ۲۵:۷۵ همیشه‌بهار و اسطوخودوس به دست آمد. همانطور که از نتیجه‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود تغییر عملکرد گل از الگوی به نسبت مشخصی پیروی کرده و با کاهش نسبت گیاه همیشه‌بهار در کشت مخلوط عملکرد گل نیز کاهش یافته و در تیمار ۲۵:۷۵ به کمترین مقدار خود رسیده است. روند تغییرهای این ویژگی تا حدود زیادی مشابه با روند تغییرهای مشاهده شده برای ویژگی وزن خشک اندام هوایی است. مشابه با روند تغییرهای وزن خشک گل در گیاه همیشه‌بهار در مطالعه دیگری نیز بالاترین وزن خشک گل (۱۶۴ گرم در مترمربع) در تیمار کشت خالص بابونه مشاهده شد. این درحالی است که کمترین وزن خشک گل (۷۲/۳۳ گرم در مترمربع) به تیمار کشت مخلوط بابونه -پیاز ۱:۱ اختصاص داشت (۳۹).

درصد اسانس

نتیجه‌های مقایسه میانگین برای ویژگی درصد اسانس گل همیشه‌بهار نشان داد که تیمار کشت مخلوط ۲۵:۷۵ درصد همیشه‌بهار و اسطوخودوس بیشترین درصد اسانس با میانگین ۲/۴۳٪ را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). تیمارهای کشت

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

مخلوط ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و کشت خالص همیشه‌بهار به ترتیب با ۷، ۱۹ و ۲۳٪ کاهش در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای کشت خالص همیشه‌بهار و تیمار کشت مخلوط ۲۵:۷۵ برای ویژگی درصد اسانس تفسیر شیوه تاثیرپذیری این ویژگی‌ها از الگوی کاشت را پیچیده می‌کند. این نتیجه‌ها می‌تواند به دلیل عدم وجود ارتباط مثبت معنی‌دار عملکرد گل و درصد اسانس باشد. در پژوهشی در کشت مخلوط شمعدانی عطری (*Pelargonium graveolens*) و نعنا (*Mentha arvensis* L.) عملکرد اسانس نعناع با کاهش عرض نوار از ۱۲۹ به ۹۰ سانتیمتر به دلیل بهبود اثرهای مثبت گونه همراه، به طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۶). جهان (۱۶) نیز با بررسی کشت مخلوط بابونه و همیشه‌بهار بالاترین عملکرد اسانس را در شرایط کشت مخلوط و در نسبت‌های کمتر از ۵۰:۵۰ گزارش نمود. نتیجه‌های مطالعه Maffei and Mucciarelli (۲۲) نیز ضمن تایید افزایش عملکرد اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) در شرایط کشت مخلوط با سویا (*Glycine max* L.)، افزایش کیفیت اسانس در شرایط کشت مخلوط را به دلیل درصد منتول بالاتر و کاهش درصد منتوفوران و منتیل اکتات گزارش نمود.

اسطوخودوس

ارتفاع بوته

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها برای گیاه اسطوخودوس اثر معنی‌دار تیمار الگوی کشت را بر تمام ویژگی‌های نشان داد؛ به طوریکه ویژگی‌های وزن خشک اندام هوایی و درصد اسانس در سطح ۱٪ و سایر ویژگی‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بودند. با توجه به نتیجه‌های جدول مقایسه میانگین افزودن ردیف‌های همیشه‌بهار به مزرعه اسطوخودوس سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته در گیاه اسطوخودوس شد. بیشترین ارتفاع بوته (۴۱/۵۶ سانتی‌متر) مربوط به کشت خالص گیاه اسطوخودوس بود که این مقدار با کاهش سهم این گیاه در واحد سطح روند نزولی داشته و در تیمار کشت مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار با کاهش ۲۶ درصدی به کمترین مقدار خود (۳۰/۶۶) رسیده است. افزایش ارتفاع بوته در کشت خالص اسطوخودوس در مقایسه با الگوی‌های کشت مخلوط را می‌توان به کاهش رقابت بین‌گونه‌ای برای جذب نهاده‌ها به‌ویژه نور نسبت داد که واکنش بوته‌ها را به شکل افزایش ارتفاع در پی داشته است. مقایسه میانگین ارتفاع بوته در بین الگوهای مختلف کشت در مطالعه رضائی‌چیانه و همکاران (۳۷) نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۵۶/۴۴ سانتی‌متر) از کشت خالص شنبلیله و کمترین میزان آن (۴۵ سانتی‌متر) از کشت مخلوط نواری با نسبت ۱۲ ردیف زنیان و شش ردیف شنبلیله به دست آمد. از آنجایی که همیشه بهار نسبت به اسطوخودوس دارای ارتفاع و زیست توده بیشتری است به نظر می‌رسد که اسطوخودوس در شرایط کشت مخلوط فشار رقابتی بیشتری را متحمل شده و به دلیل محدودیت تولید ماده‌های فتوسنتزی باعث کاهش رشد رویشی و در نتیجه ارتفاع آن شده است. نتیجه برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تفاوت ارتفاع گیاه در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط می‌تواند به دلیل رقابت برای نور، آب و ماده‌های غذایی باشد در حالی که گیاهان به خاطر رقابت برون‌گونه‌ای اغلب از ارتفاع کمتری برخوردار هستند (۷). این افزایش ارتفاع بوته در کاشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است (۳، ۲۹).

شاخه‌های جانبی

تیمار کشت مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار با داشتن میانگین ۹۹ شاخه جانبی دارای بیشترین تعداد شاخه جانبی بود و با سایر تیمارهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). این درحالی است که سایر تیمارهای کشت‌مخلوط از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و تغییر نسبت کشت دو گیاه با تغییر محسوس در این ویژگی همراه نبود. به هرحال تیمار کشت‌خالص اسطوخودوس با ۸۹ شاخه جانبی و کاهش ۱۰ درصدی نسبت به تیمار کشت مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار کمترین تعداد شاخه‌های جانبی را به خود اختصاص داد. افزایش تراکم بوته اسطوخودوس در واحد سطح برای تیمار کشت خالص در مقایسه با تیمارهای کشت مخلوط اسطوخودوس و همیشه‌بهار منجر به افزایش رقابت درون‌گونه‌ای به دلیل کاهش فضای مورد دسترس برای هر بوته جهت استفاده از نهاده‌ها از جمله نور و ماده‌های غذایی شده و کاهش تعداد شاخه‌های جانبی را درپی داشته است. در مطالعه اسدی و همکاران (۳) نیز بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه نخود (*Cicer arietinum*) به میزان ۱۰/۷۵ عدد در تیمار کشت‌مخلوط ۱۰۰ ٪ زعفران (*Crocus sativus* L.) و ۲۰٪ نخود مشاهده شد؛ این درحالی است که کمترین تعداد شاخه‌های جانبی (۲/۵۹) برای تیمار کشت‌خالص نخود مشاهده شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

شاخص سبزینگی برگ

براساس نتیجه‌های مقایسه میانگین بیشترین شاخص سبزینگی برگ (۷۲/۳۳) به تیمار ۲۵:۷۵ کشت مخلوط اسطوخودوس و همیشه‌بهار و کمترین شاخص سبزینگی برگ (۶۸/۴۰) به طور مشترک به تیمارهای کشت خالص اسطوخودوس و کشت مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار اختصاص داشت. همانطور که از نتیجه‌های جدول ۴ مشاهده می‌شود، تاثیر پذیری این ویژگی از الگوی کشت از روند خاصی پیروی نکرده و این موضوع تفسیر این ویژگی را پیچیده نموده است.

وزن خشک اندام هوایی

از نظر ویژگی وزن خشک اندام هوایی تیمار کشت‌خالص با ۱۳۹/۶۷گرم در مترمربع بیشترین و تیمار کشت‌مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار با ۷۴/۷۹ گرم در مترمربع کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. بر اساس نتیجه‌های جدول چهار با کاهش نسبت همیشه‌بهار در کشت مخلوط با اسطوخودوس همانطور که انتظار می‌رفت وزن خشک اندام هوایی گیاه اسطوخودوس در تیمارهای کشت مخلوط کاهش یافته است. در کشت خالص اسطوخودوس به دلیل تراکم بالاتر بوته‌های اسطوخودوس و عدم وجود رقابت بین‌گونه‌ای تمامی منابع موجود در اختیار اسطوخودوس قرار گرفته است. بنابراین در این شرایط هر بوته، از منابع در دسترس بیشترین بهره برداری را کرده که این موضوع می‌تواند یکی از عوامل افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح باشد. در بررسی الگوهای کشت خالص و مخلوط شنبلیله و زنیان (۳۷) نیز بیشترین (۳۱۱۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۹۹۸/۷۸ کیلوگرم در هکتار) عملکرد زیستی شنبلیله به ترتیب در کشت خالص شنبلیله و کشت مخلوط نواری با نسبت ۱۲ ردیف زنیان و ۶ ردیف زنیان به‌دست آمد. کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش ردیف‌های گیاه همراه در شرایط کشت مخلوط پیش از این در بررسی‌های سایر پژوهشگران برای عدس، زعفران، ذرت، لوبیا، گاودانه، کنجد و ماشک گل خوشه‌ای نیز گزارش شده است (۲۹،۲۰).

عملکرد گل

اگرچه بیشترین عملکرد گل (۴/۲۹ گرم در مترمربع) به عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در گیاه اسطوخودوس به تیمار کشت خالص اختصاص داشت، عملکرد گل در تیمار کشت مخلوط ۷۵:۲۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار با عملکرد گل ۳/۲۸ گرم در مترمربع تفاوت معنی‌داری با کشت خالص نشان نداد (جدول ۴). تیمارهای کشت مخلوط ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار به ترتیب با عملکرد گل ۳/۱۴ و ۳/۰۶ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. عملکرد بالای گل برای گیاه اسطوخودوس در تیمارهای کشت مخلوط می‌تواند با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در تیمارهای کشت مخلوط که منجر به افزایش تعداد گل در بوته می‌گردد مرتبط باشد. خرم‌دل و همکاران (۲۰) نیز در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و زعفران، بیشترین وزن خشک کلاله زعفران (۲/۷۷ گرم در مترمربع) را برای الگوی کاشت خالص زعفران گزارش کردند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مربوط به افزایش عملکرد گل و کلاله زعفران در کشت‌خالص در مقایسه با کشت مخلوط با نخود در مطالعه اسدی و همکاران (۳) نیز همخوانی دارد.

اسانس

از نظر ویژگی درصد اسانس تیمار کشت مخلوط ۵۰:۵۰ با ۳/۲۸ درصد و تیمار کشت مخلوط ۲۵:۷۵ اسطوخودوس و همیشه‌بهار با ۲/۸۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). افزایش درصد اسانس در تیمارهای کشت مخلوط به احتمال به اثرهای مثبت گیاه همراه (گیاه همیشه‌بهار) مربوط باشد. در ارزیابی تأثیر کشت مخلوط بر اسانس زیره سبز در کشت مخلوط با باقلا نیز الگوی کشت مخلوط ۱:۱ بیشترین درصد اسانس زیره سبز (*Cominum cyminum* L.) را دارا بود. کمترین میزان درصد اسانس دانه نیز مربوط به کشت خالص زیره سبز بود (۴۰). در مطالعه بی‌گناه و همکاران (۶) روی کشت مخلوط شنبلیله و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) نیز بیشترین میزان اسانس برگ گشنیز در تیمار کشت مخلوط ۷۵ درصد گشنیز و ۲۵ درصد شنبلیله مشاهده گردید.

جایگزین کردن الگوی کشت مخلوط به جای سیستم تک‌کشتی، روشی است که تاکنون بسیاری از پژوهشگران مناسب بودن آن را ثابت کرده‌اند (۱۴، ۲۱، ۴۱). با افزایش تراکم در کشت خالص (رقابت درون‌گونه‌ای) رقابت زودتر رخ می‌دهد و شدیدتر خواهد شد. درحالی که در الگوی کشت مخلوط با توجه به نیاز متفاوت گونه‌ها، رقابت آن‌ها کمتر خواهد بود و سودمندی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

گونه‌های همراه در این الگوی کاشت به میزان رقابت بین‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای وابسته است (۴۳). از سوی دیگر، عملکرد در کشت مخلوط به دلیل استفاده مؤثرتر از نور و اثرهای دگرآزاری[1]روی علف‌های هرز افزایش می‌یابد. اگرچه گیاه همیشه‌بهار در مقایسه با گیاه اسطوخودوس در این مطالعه دارای زیست توده بالاتری بوده و روند تغییرهای ویژگی‌ها به‌ویژه اجزای عملکرد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط به نفع این گیاه است، اما با توجه به تأثیر بالاتر رقابت درون‌گونه‌ای نسبت به رقابت بین‌گونه‌ای در این مطالعه به نظر می‌رسد دو گیاه همیشه‌بهار و اسطوخودوس نقش مکمل خوبی داشته باشند و چیرگی گیاه همیشه‌بهار تا حدود زیادی کم رنگ شود. رقابت بین‌گونه‌ای کمتر در مقایسه با رقابت درون‌گونه‌ای باعث شده است تا گیاهان همراه در این الگو برای آشیان‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکنند که این امر در نهایت به افزایش اجزای عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط منجر شده است. به هرحال سهم رقابت بین‌گونه‌ای را نیز می‌توان با انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب که منجر به افزایش توانایی گیاه ضعیف‌تر برای جذب آب و ماده‌های غذایی است به میزان قابل توجه‌ای کاهش داد (۱۳). بدین ترتیب، باتوجه به اینکه سودمندی نظام‌های کشت مخلوط جهت افزایش عملکرد به عوامل مختلفی از جمله ترکیب گیاهان، نوع رقم، تراکم گیاهی، سهم هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط و فاصله قرارگیری از یکدیگر بستگی دارد (۱۵)، لذا تاکید می‌گردد که به منظور دستیابی به بیشینه عملکرد کمی و کیفی در کشت مخلوط به ترکیب گونه‌های همراه، نوع رقم، تراکم و سهم هر یک از گونه‌ها توجه گردد. نتیجه مطالعه‌ای نیز نشان داده است که در شرایط پایین بودن بودن رقابت بین‌گونه‌ای از درون‌گونه‌ای، عدم رقابت گیاهان در کشت مخلوط برای آشیان‌های یکسان، موجب افزایش عملکرد می‌شود (۱۳). بهره‌گیری از سیستم‌های تک کشتی بیشتر به دلیل افزایش رقابت‌درون گونه‌ای منجر به کاهش اجزاء عملکرد گیاهان می‌شود، در حالی‌که کشت مخلوط با وارد کردن گونه همراه و کاهش رقابت درون‌گونه‌ای سبب افزایش عملکرد می‌شود (۴۶).

شاخص نسبت برابری زمین

همان‌گونه که از نتیجه‌های جدول ۵ قابل مشاهده است، میزان شاخص نسبت برابری زمین در دو تیمار کشت مخلوط بین ۱/۴۰ تا ۱/۷۵ بود، یعنی ۴۰ تا ۷۵ ٪ سطح زمین بیشتری در کشت خالص نیاز است تا عملکردی مشابه کشت مخلوط به دست آید. در مجموع نسبت برابری زمین بالاتر از یک در این آزمایش نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در این الگوی‌های کشت می‌باشد. نسبت ۵۰:۵۰ ٪ گل همیشه‌بهار نسبت به اسطوخودوس در بالاترین مقدار خود قرار داشت (LER=۱/۷۵) که با سایر الگوهای کشت تفاوت معنی‌داری داشت. در پژوهشی رضایی‌چیانه (۳۸) گزارش داد که عملکرد اقتصادی هر سه گیاه سیاهدانه، ریحان و لوبیا زیر تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و میانگین این ویژگی در کشت خالص نسبت به کشت‌مخلوط بالاتر بود. آن‌ها گزارش دادند که بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۹۳) از کشت مخلوط نواری ۴ ردیف سیاهدانه + ۸ ردیف لوبیا + ۴ ردیف ریحان به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش سودمندی زراعی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. اله‌دادی و همکاران (۲) نیز در بررسی رقابت و عملکرد کمی و کیفی در کشت مخلوط سویا و همیشه‌بهاردریافتند که کشت مخلوط ردیفی (یک ردیف همیشه‌بهار + یک ردیف سویا) و نواری (۴ ردیف همیشه‌بهار + ۶ ردیف سویا) از نظر عملکرد اقتصادی، نسبت برابری زمین نسبت به سایر الگوهای مختلف کشت‌های مخلوط برتری داشت. هم‌چنین گزارش کردند که کشت مخلوط ردیفی و کشت مخلوط نواری سویا و همیشه‌بهار عملکرد خشک گل‌آذین و گلبرگ بیشتری را نسبت به کشت خالص همیشه‌بهار در واحد سطح تولید کردند و بیشترین نسبت برابری زمین را داشتند که این امر نشانگر سودمندی این دو نوع کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص بود. برخی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن است بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عنصرهای غذایی باشد، آن‌ها وجود تفاوت در ساختار ریشه، توزیع سایه‌سار[2] و احتیاج‌های غذایی گیاهان در کشت مخلوط را علت این کارآمدی تشخیص داده‌اند (۳۳).

۱- Allelopathy

۲- Canopy

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برخی از ویژگی‌های کمی در گیاه همیشه‌بهار در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با اسطوخودوس.

Table 3. Means comparison of some morphological traits in pot marigold in different intercropping combinations with lavender.

ترکیب‌های کشت (همیشه‌بهار:اسطوخودوس) Culture combinations (Calendula + Lavender)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد گل Flower yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک اندام‌های هوایی Shoot dry weight ($g.m^{-2}$)	شاخص سبزینگی برگ Leaf SPAD index	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	ارتفاع بوته Plant height (cm)
۱۰۰ درصد: صفر درصد 100%:0%	1.87[c]	661[a]	820.17[a]	49.44[a]	57.18[c]	64.54 [a‡]
۷۵ درصد:۲۵ درصد 75%:25%	2.43a	544.74[b]	665.85[b]	45.57[c]	75.22[bc]	53.21[b]
۵۰ درصد : ۵۰ درصد 50%:50%	2.26[b]	403.33[c]	494.02[c]	49.77[a]	90[b]	57.77[b]
۲۵ درصد: ۷۵ درصد 25%:75%	1.97[c]	100.7[d]	178.93[d]	42.41[b]	117.33[a]	49.89[c]

[‡] Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability.

میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارد.

جدول ۴-مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های کمی در گیاه اسطوخودوس در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با همیشه‌بهار.

Table 4. Comparison of the mean of some morphological traits in Calendula in different intercropping with Calendula.

ترکیب کشت (اسطوخودوس:گل همیشه‌بهار) Combine culture Pot marigold + Lavender)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد گل Flower yield ($g.m^{-2}$)	وزن خشک اندام‌های هوایی Shoot dry weight ($g.m^{-2}$)	شاخص سبزینگی برگ Leaf SPAD index	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	ارتفاع بوته Plant height (cm)
۱۰۰ درصد: صفر درصد 100%:0%	2.98[b]	4.29[a]	139.67[a]	68.40[c]	89.33[b]	41.56[a*]
۷۵ درصد:۲۵ درصد 75%:25%	2.82[c]	3.06[b]	117.07[b]	72.33[a]	90.66[b]	40.72[a]
۵۰ درصد : ۵۰ درصد 50%:50%	3.28[a]	3.14[b]	94.38[c]	70.78[b]	91.33[b]	36.89[b]
۲۵ درصد: ۷۵ درصد 25%:75%	3.14[a]	3.28[ab]	74.79[d]	69.30[c]	99.6[a]	30.66 [c]

[‡] Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability.

[*] میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

جدول ۵- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین برای عملکرد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط همیشه‌بهار و اسطوخودوس.
Table 5. Comparison of mean land equivalent ratio for yield in different cultivars of pot marigold and lavender.

ترکیب‌های کشت (گل همیشه‌بهار: اسطوخودوس) روی هر ردیف Culture combinations (Common marigold + Lavender) on each row	نسبت برابری زمین (براساس عملکرد) Land equivalent ratio (based on yield (kg per hectare))		
	اسطوخودوس Lavender	همیشه‌بهار Pot marigold	کل Total
۱۰۰ درصد: صفر درصد - 100%:0%	0.00[c]	1.00[a]	-
صفر درصد : ۱۰۰ درصد- 0%:100%	1.00[ab]	0.00[c]	-
۷۵ درصد:۲۵ درصد- 75%:25%	0.56[b]	0.84[a]	1.40[b]‡
۵۰ درصد :۵۰ درصد- 50%:50%	1.17[a]	0.58[a]	1.75[a]
۲۵ درصد: ۷۵ درصد- 25%:75%	0.48[b]	0.16[c]	0.64[c]

‡Means with the same letters are not significantly different according to LSD test at 5% level of probability.
‡میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارد.

نتیجه‌گیری

بسته به میزان رقابت بین‌گونه‌ای در کشت مخلوط، الگوهای مختلف کشت مخلوط ممکن است تأثیر متفاوت بر ویژگی‌های کمی و کیفی داشته باشند. بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده، رقابت درون‌گونه‌ای در کشت خالص برای هر دو گیاه به مراتب بیشتر از رقابت بین‌گونه‌ای در شرایط کشت مخلوط دو گیاه بود. این موضوع مناسب بودن این دو گیاه را به‌عنوان دو گیاه مکمل مطلوب در سیستم کشت مخلوط نشان می‌دهد. نسبت برابری زمین بالاتر از یک ضمن تایید مکمل بودن این دو گیاه سودمندی بیشتر کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص نشان می‌دهد. بیشترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۷۵) در ترکیب کشت مخلوط با نسبت ۵۰:۵۰ درصد همیشه‌بهار و اسطوخودوس حاصل شد. بنابراین، این نسبت در الگوی کاشت می‌تواند در بررسی‌های بعدی جهت نیل به افزایش بهره‌وری مدنظر قرار گیرد. این دو گیاه دارویی به‌دلیل اختلاف ارتفاع و سیستم ریشه‌ای، افزون بر استفاده بهتر از نور، به احتمال در محیط ریشه نیز از آب و ماده‌های غذایی کافی استفاده نموده و در الگوی کشت مخلوط افزایش ویژگی‌های مورد بررسی را نشان داده‌اند.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می باشد. بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج به جهت فراهم کردن امکانات لازم جهت اجرای این پژوهش تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع References

1. Aladakatti, Y.R., S.S, Hallikeri., R.A, Nandagavi., R.A. Hugar, and N.E, Naveen. 2011. Effect intercropping of oilseed crops on growth, yield and economics of cotton (*Gossypium hirsutum*) under rainfed conditions. Karnata J. Agr. Sci. 24 (3): 280 – 282.
2. Allahdadi, M., M. Shakiba., A. Dabbagh Mohammadi Nasab, and R. Amini. 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* (L.) merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping systems. J. Agr. Sci. Sustain. Prod. 23(3): 47-58. (In Persian).
3. Asadi, G., S. Khorramdel, and M. Hatefi Farajian. 2016. The effects of row intercropping ratios of chickpea and saffron on their quantitative characteristics and yield. Iran. Saffron. Agron. Tech. 4(2): 93-103. (In Persian).
4. Bahador, M., A. Abdali-Mashhadi., A. Koochekzade., A. Lotfi, and H. Yousefian, H. 2014. Evaluation of intercropping of Garlic (*Allium sativum* L.) with some medicinal plants in Ahvaz climatic conditions. J. Agroecol. 6(3): 488-494. (In Persian).
5. Banik, B., A. Midya., B.K. Sarkar, and S.S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Eur. J. Agron. 24: 325-332.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

6. Bigonah, R., P. Rezvani-Moghadam and M. Jahan, 2014. Effect of intercropping on biological yield, nitrogen percentage and morphological characteristics of *Coriandrum sativum* and *Trigonella foenum-graecum*. Iran. J. Field. Crops. Res. 12(3): 369-377. (In Persian).
7. Cioinac, S.E. 2016. Use of calendula cream balm to medicate the feet of diabetic patients, case series. Intl. J. Nur. Sci. 3:102-112.
8. Ebrahimi, M., G. Zamani, Z Alizadeh. 2017. Investigation of qualitative traits and evaluation of flower yield of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) during its growth period under drought stress. Env. Stresses. Crop. Sci. 10(2): 293-306. (In Persian).
9. Ester, R.C., B. Griselda., F.S. Alfredo., A.V. Gustavo., F.Z. María., 2008. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flower. J. Arg. Chem. Soc. 96(1–2): 80-86.
10. Ferhat, M.A., B.Y. Meklati., J. Smadja, and F. Chemat. 2006. An improved microwave clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. J Chromat. 1: 121-126.
11. Getachew, A., A. Ghizaw, and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. Eur. J. Agron. 25: 202 –207.
12. Gholipour, M., P. Sharifi. 2018. Yield and productivity indices of common bean and sunflower intercropping in different planting ratios. J. Plant. Ecophysiol. 10(33): 127-137. (In Persian).
13. Hauggard-Nielson, H., P. Ambus, and E.S. Jensen. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field. Crop. Res. 70: 101-109.
14. Hedayati Firoozabadi, A., S. Kazemeini, and H. Pirasteh Anooshe. 2017. Evaluation of different planting ratio of sorghum-kochia intercropping in varied salinity conditions. Iran. J. Range. Desert. Res. 24(3): 685-698. (In Persian).
15. Hosseinzadeh, S., M, Jahan., M. Nassiri Mahallati, and K. Haj Mohammadnia Ghalibaf. 2019. Effect of intercropping replacement ratios of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and nitrogen use efficiency indices. Iran. J. Crop. Sci. 20(4): 267-287. (In Persian).
16. Jahan. M. 2005. Study of ecological aspects of cultivation of chamomile and marigold (*Calendula officinalis*) with animal manure. MSc Thesis in Agronomy. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
17. Jamroz, E., L. Juszczak, and M. Kucharek. 2018. Investigation of the physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of ternary potato starch-furcellaran-gelatin films incorporated with lavender essential oil. Int. J. Biol. Macromolol. 114:1094–1101.
18. Javanmard, A., A. Dabbagh Mohammadi Nasab., A. Javanshir., M. Moghaddam., H. Janmohammadi., Y. Nasiri, and F. Shekari. 2013. Evaluation of some agronomic and physiological traits and forage quality in maize - legume intercropping as double cropping. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 23(2): 1-19. (In Persian).
19. Kheiry, A., M. Arghavani. and M. Khastoo. 2016. Effects of organic fertilizers application on morphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.). Iran. J. Med. Aromat. Plants. Res. 31:1047–1057. (In Persian).
20. Khorramdel, S., P. Rezvani Moghaddam., G. Asadi, and A. Mirshekari. A. 2016. Effect of additive intercropping series of cumin (*Cuminum cyminum* L.) with saffron (*Crocus sativus* L.) on their yield and yield components. J. Saffron. Res. 4(1): 53-71. (In Persian).
21. Mabudi Bilesuar, H, and S. Zehtab Salmasi. 2017. Evaluation of yield and advantages of corn (*Zea mays* L.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) intercropping. J. Agr. Sci. Sustain. Prod. 27(1): 1-11. (in Persian).
22. Maffei, M. and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint/ soybean strip intercropping. Field. Crop. Res. 84: 229-240.
23. Mazaheri, D. 1998. Mixed cultivation. University of Tehran Publications. 160 pages.
24. Mirhashemi, S., A. Koocheki., M. Parsa., S.M. Mirhashemi., A. Koocheki., M. Parsa. and M. Nassiri Mahallati. 2009. Evaluating the benefit of Ajowan and Fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Iran. J. Field. Crop. Res. 7:269–279. (In Persian).
25. Mitchell, P.L., J.E. Sheehy, and F.I. Woodward. 1998. Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRI Discussion Paper Series No. 32. Intl. Rice. Res. Inst. Manila. Philippines.
26. Moghaddam, M., A. Ghasemi Pirbalouti. and N. Farhadi. 2018. Seasonal variation in *Juniperus polycarpos* var. turcomanica essential oil from northeast of Iran. J. Essent. Oil. Res. 30: 225-231.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

27. Muley, B.P., S.S. Khadabadi, and N.B. Banarase. 2009. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): A review. J. Pharm. Res. 8(5): 455-465.
28. Naderi Darbaghshahi, M., A. Pazoki., A. Banitaba, A. Jalali Zand. 2009. Study of agronomical and economical aspects of saffron and chamomile intercropping in Isfahan region. New. Find. Agr. 3(4): 414-423. (In Persian).
29. Najafi, N., M. Mostafaei., A. Dabbagh, S. Oustan. 2013. Effect of intercropping and farmyard manure on the growth, yield and protein concentration of corn, bean and bitter vetch. J. Agr. Sci. Sustain. Prod. 23(1): 99-115. (In Persian).
30. Narimani, R., M. Moghaddam., A. Ghasemi Pirbalouti, and S. Mojarab. 2017. Essential oil composition of seven populations belonging to two Nepeta species from Northwestern Iran. Int. J. Food. Prop. 20: 2272-2279.
31. Ndakidemi, P.A. 2006. Manipulating legume/cereal mixtures to optimize the above and below ground interactions in the traditional African cropping systems. Afr. J. Biotech. 25: 2526- 2533.
32. Nia, A.F., H.N. Badi., A. Mehrafarin., S. Bahman., M.S. Sahandi. 2016. Changes in the essential oil content and terpene composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) by using plant biostimulants. Acta. Agric. Slov. 107: 147-157.
33. Pandita, A.K., M.H. Saha, and A.S. Bali. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. Indian. J. Agron. 45: 48-53.
34. Prusinowska, R. and K.B. Śmigielski. 2014. Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L). A review. Herba. Polonica. 60(2): 56-66.
35. Radkowski, A., Radkowska, I., Godyn, D., 2018. Effects of fertilization with an amino acid preparation on the dry matter yield and chemical composition of meadow plants. J. Elementol. 23: 947-958.
36. Rajsawara, R.B.R. 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.f. piperascens Malin. ex Holmes). Ind. Crops. Prod. 16: 133-144.
37. Rezaei- Chiyaneh, I., M. Tajbakhsh. and S. Fotohi Chiyaneh. 2015. Yield and yield components of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in strip intercropping with Ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 24:1–15
38. Rezaei-Chiyaneh, E. 2016. evaluation of quantitative and qualitative traits of black cumin (nigella sativa l.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) in different intercropping patterns with bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agroecol. 8(2): 263-280. (In Persian).
39. Rezvani Moghaddam, P., G. Asadi, and B. Bicharanlou. 2020. Onion (Allium cepa L.) seed yield improvement by intercropping with ajwain (*Carum copticum* Heirn) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Plant. Prod. Res. 26(4): 41-60. (In Persian).
40. Sakhavi, S., R. Amini., M. Reza Shakiba. and A. Dabbagh Mohammadinasab. 2017. Advantage of Faba Bean (*Vicia faba* L.) and Cumin (*Cuminum cyminum* L.) intercropping under organic, biological and chemical fertilizer treatments. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 26:17–32.
41. Salehi, Y., D. Zarehaghi., A. Dabbagh Mohammadi Nasab, and M. Neyshabouri. 2018. The effect of intercropping and deficit irrigation on the water use efficiency and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and basil (*Ocimum basilicum*). J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 28(3): 209-220. (In Persian).
42. SAS Institute. 2002. SAS/STAT User's Guide, Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC.
43. Sharifi, Y., M, Aghaalikhani., AM. Modares sabnavi and A. Soroushzadeh. 2006. The effect of mixing ratio and plant density on forage production in intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor*) with cowpea (*Vigna unhuiculata*). Iran. J. Agric. Sci. 1-37(3): 363-370. (In Persian).
44. Śmigielski, K., R. Prusinowska., A. Raj., M. Sikora., K. Wolińska, and R. Gruska. 2011. Effect of drying on the composition of essential oil from *Lavandula angustifolia*. J. Ess. Oil. Bearning. Plants. 14(5):532–542.
45. Van Wyk, B.E, and M. Wink. 2018. Medicinal plants of the world. CABI.
46. Weston, E.J., A.J. King., W.M. Strong., K.J. Lehane., J.E. Cooper, and C.J. Holmes. 2002. Sustaining productivity of a vertisoil at warra. Queens land, with fertilizers, no tillage or legumes. Production and nitrogen benefits from annual medic in rotation with wheat. Aust. J. Exp. Agric. 42: 961-969.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

47. Zarifpour, N., M.T. Naseri Poor Yazdi and M. Nasiri Mahallati. 2014. Evaluate the effect of different intercropping arrangements of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) on quantity and quality characterastis of species. Iran. J. F. Crop. Res. 12:34–43.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (2): 151- 164 (2021)
Research article

Effects of Different Intercropping Patterns on Quantitative Traits and Essential Oil of Calendula (*Calendula officinalis* L.) and Lavender (*Lavandula angustifolia* L.)

F. Beheshti, M. Hosseinifarhi*, M. Abdipour*, A. Kelidari[1]

In order to determine the most appropriate intercropping pattern of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) and lavender (*Lavandula angustifolia* L.), an experiment was conducted as completely randomized block design with three replications during 2017-2018 cropping season. Intercropping treatments included: different intercropping ratios of calendula and lavender (100% calendula: calendula sole crop, 75% calendula: 25% lavender, 50% calendula: 50% Lavender, 25% calendula flower: 75% lavender, and 100% lavender: evergreen sole crop). The measured traits included plant height, fresh and dry weight of shoot, leaf chlorophyll, essential oil percentage and Land Equivalent Ratio (LER) index. The results showed that the highest plant height (64.54 and 51.56 cm), shoot dry weight (820.17 and 139.67 g m^{-2}), and flower yield (661 and 4.29 g m^{-2}) were observed in sole culture of pot marigold and lavender, respectively. The number of branches and the percentage of essential oil for both crops under intercropping treatments were higher than sole culture. The land equivalent ratio (LER) in all intercropping treatments except 25% pot marigold and 75% lavender was higher than one and between 1.4 and 1.75. In general, intercropping of pot marigold with lavender as 50%:50% is recommended higher efficiency and production stability.

Keywords: Cropping pattern, Flower yield, Essential oil, Land Equivalent Ratio.

1. Ph.D. Student, Associate Professor, Department of Horticultural Science, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran. Assistant Professor, Kohgiluyeh and Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasuj, Iran, and Assistant Professor, Department of Agronomy, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran, respectively.
*Corresponding authors, Email: (m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir; abdipur.m@gmail.com)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.6.9]